

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Depreme Dayanıklı Yapıların Saptanması İçin
Zemin ile Binaın İlişkisinin Araştırılması**

Yusuf Engin

Yüksek Lisans Tezi

130
88

10001

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEPREME DAYANIKLI YAPILARIN SAPTANMASI İÇİN
ZEMİN İLE BİNANIN İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

İnş. Müh. Yusuf ENGİN

İstanbul, 1985

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	25
SUMMARY	25
YAPILARIN HAZIRLANMASI	25
ZEMİN PERİYODU İLE YAPI PERİYODUNUN İLİŞKİSİ	27
GİRİŞ	1
ZEMİNİN DİNAMİK ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	4
TÜRKİYE DEPREM YERLEŞİMİ	5
ZEMİN HAZİR PERİYODU	6
YAPILARIN HAZİR PERİYODUNUN HESAPLANMASI	12
Bu tezimin hazırlanması sırasında yardımlarını esir- gemeyen ve aydın bilgileriyle çalışmalarına ışık tutan kıy- metli Hocam Sn. Doç. Dr. Tuncer KODAMANOĞLU'na teşekkürleri- mi sunmayı kendime bir borç bilirim.	14
YAPILARIN İNCELENMESİ	17
İZGAHT YERİNİN SEÇİMİ HAKKINDA DÜŞÜNCELER	18
YAPININ PLANLANMASI	20
A. ÖST YAPININ PLANLANMASI	20
1. PLAN	20
2. ELEVASYON	21
3. DEKORATİF ELEMANLAR	21
4. DEPREM PERDELERİ	22
5. EKLE KISIMLAR	22
6. DERZLER	22
7. BİNA GRUPLARI	23
B. TEMELLER	23
C. TEMEL DÜŞÜMESİ	24

İnş. Müh.
Yusuf ENGİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KONSTRÜKSİYON DETAYLARI	<u>Sayfa</u>
a. ÖZET Bakımından Düşünceler.....	25
b. Deformasyon Bakımından Düşünceler.....	25
SUMMARY	
ÖZEL OLARAK PROJELENDİRİLMİŞ YAPILAR.....	26
ZEMİN PERYODU İLE YAPI PERYODUNUN İLİŞKİSİ	
DEPREM	27
GİRİŞ.....	1
ZEMİNİN DİNAMİK KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	4
TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİ.....	5
ZEMİN HAKİM PERYODUNUN HESAPLANMASI.....	6
YAPILARIN HAKİM PERYODUNUN HESAPLANMASI.....	12
DEPREME DAYANIKLI YAPILAR.....	14
a. Zemin Özellikleri.....	14
b. Yapı Özellikleri.....	14
YAPILARIN İNCELENMESİ.....	17
İNŞAAT YERİNİN SEÇİMİ HAKKINDA DÜŞÜNCELER.....	18
YAPININ PLANLANMASI.....	20
a. ÜST YAPININ PLANLANMASI.....	20
1. PLAN.....	20
2. ELEVASYON.....	21
3. DEKORATİF ELEMANLAR.....	21
4. DEPREM PERDELERİ.....	22
5. EKİLİ KISIMLAR.....	22
6. DERZLER.....	22
7. BİNA GRUPLARI.....	23
b. TEMELLER.....	23
c. TEMEL DÖŞEMESİ.....	24

ÖZET

Sayfa

KONSTRÜKSİYON DETAYLARI.....	25
a. İvme Bakımından Düşünceler.....	25
b. Deformasyon Bakımından Düşünceler.....	25
ÖZEL OLARAK PROJELENDİRİLMİŞ YAPILAR.....	26
DEPREM YÖNETMELİKLERİ.....	27
EMNİYET KATSAYILARI.....	28
SİSMİK İNCELEMELER.....	28
YEREL JEOLojİK ŞARTLARIN DEPREM ŞİDDETİNE ETKİSİ...	29
SİSMİK MİKROZONİK HARİTALAR.....	29
DİNAMİK ETKİLERE DAYANIKLI PROJELENDİRMEDE	
GÖZÖNÜNDE TUTULACAK ÖNEMLİ HUSUSLAR.....	30
DİNAMİK ETKİLERE MARUZ BÖLGELERDE YAPI TEKNİKLERİ..	31
YIĞMA YAPILARDA OLUŞAN HASARIN ONARIMI.....	33
BETONARME YAPI ELEMANLARINDA ALINACAK ÖNLEMLER.....	39
İSTANBUL-ATAKÖY I. BLOKTA YAPILAN ZEMİN -	
YAPI PERİYOT İLİŞKİSİ.....	44
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	52

Ö Z E T

Bu çalışmada, zemin peryodu ile yapı peryodu arasındaki ilişki anlatılmıştır. Bu ilişkilerin, doğurabileceği sonuçlar gözönünde tutularak, yapılarda alınabilecek önlemler sunulmuştur.

Bu çalışmalardan önce, yapı ve zemin peryodlarının bulunmasına ilişkin Türkiye Deprem Şartnamesinden, örnekler verilmiştir. Ayrıca yabancı ülke şartnamelerinden de örnekler verilmiştir.

Peryodik açıdan oluşabilecek hasarları önlemek için, yapıyı oluşturan, her bir yapı elemanında alınabilecek önlemler ve oluşan hasarların ne derece giderilebileceği hususunda pratik önlemler anlatılmıştır.

Bu önlemler, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Şartname" ışığı altında verilmiştir.

Çalışmamızın sonunda ise, İstanbul, Ataköy I. Bölgede zeminden ve yapılardan elde edilen peryod çalışmaları arasında ilişki kurulup bu ilişki sonucu üzerinde tavsiyelerde bulunulmuştur.

ZEMİN PERİYODU S U M M A R Y ODUNUN İLİŞKİSİ

This study, has been mentioned relationship between soil periods and building periods. And by taking consideration of this relationship results. We have offered some measures to the constructions.

Before starting to this studies some list of conditions examples has been given from Turkish Earthquake List of Condition and foreign Countries Sources.

We have explained some measures in the matter of damages that may be accured from periodical aspacts and also austrity program has been submitted to the each elements of contructions.

Those measures has been given on the light to the List of Turkish Earthquake Conditions.

At the end of our studies, we have related periodical studies obtained from soil and construction, and given advice to the results of this relation's.

Bu yaklaşımın bir örneği; 1968 yılında hazırlanan Türkiye Deprem Yönetmeliğidir. Bu yaklaşım sadece, bizim yönetmeliğimizde değil 1969 SSCB, 1969 Yugoslavya, 1975 İtalya, 1975 Hindistan ve daha birçok dünya ülkelerinin depremler yönetmeliklerinde de görmek mümkündür. Bunun esas şekli 1' de gösterilmiştir.

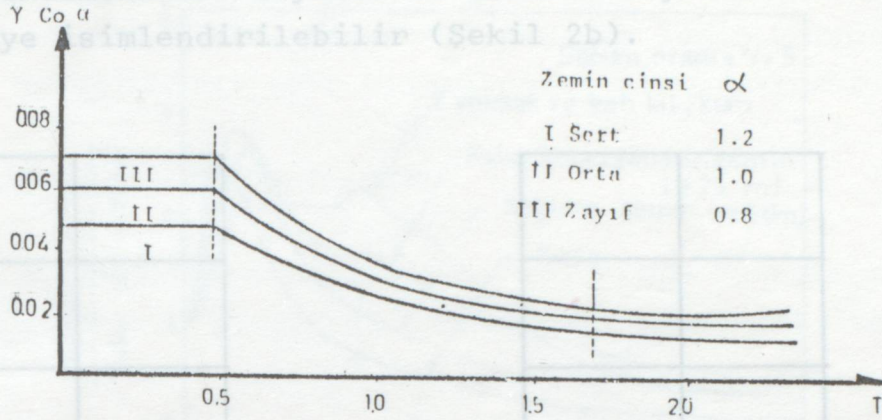
ZEMİN PERİYODU İLE YAPI PERİYODUNUN İLİŞKİSİ

G İ R İ Ş

Deprem yönetmelikleri, yapılara gelen deprem yüklerini, genellikle depremin şiddetine, yapının dinamik özelliklerine ve önem katsayısı gibi diğer bazı faktörlere bağlı büyüklükler olarak tanımlarlar. Bu tanım çerçevesinde zemin ortamı, dinamik özellikleri gözönüne alınmaksızın sonsuz rijit olarak varsayılır. Ancak birçok depremde yerel zemin koşullarının yapısal hasara önemli etkisi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca arazide kaydedilmiş deprem kayıtlarının zeminin dinamik özelliklerine bağlı olarak, frekans içeriği ve genlik özellikleri bakımından belirli farklılıklar gösterdiği, bilinen bir gerçektir. Deprem yönetmelikleri genellikle arazide gözlenen yapısal hasarın etkisinde kaldıkları için, birçok yönetmeliklerde zemin koşullarının etkisi ampirik ve yaklaşık bir şekilde, yatay yükü veren deprem katsayısını değiştiren sabit bir çarpanla ifade edilmiştir. Bu yönetmeliklerde sabit zemin katsayısı, zeminlerin oldukça kaba sınıflandırılmasına göre tanımlanmıştır (Örneğin; sert, orta veya zayıf zemin gibi...). Günümüzde halen birçok yönetmelikte kullanılan bu yöntemler, zeminin dinamik katkısı yerine, daha çok temel zemininde görülen aşırı oturmalar ve göçme gibi olayların etkisini gözönüne almaktır.

Bu yaklaşımın bir örneği; 1968 yılında hazırlanan Türkiye Deprem Yönetmeliğidir. Bu yaklaşım sadece, bizim yönetmeliğimizde değil 1969 SSCB, 1964 Yugoslavya, 1975 İtalya, 1975 Hindistan ve daha birçok dünya ülkelerinin deprem yönetmeliklerinde de görmek mümkündür. Bunun esas Şekil 1' de gösterilmiştir.

daki etkileşimi gözönüne alarak değişik bir etkileşim modeli düşünülmelidir. Böylece bu model "Peryod Etkileşim Modeli" diye isimlendirilebilir (Şekil 2b).



Şekil 1: 1968 Türkiye Deprem Yönetmeliğinden.

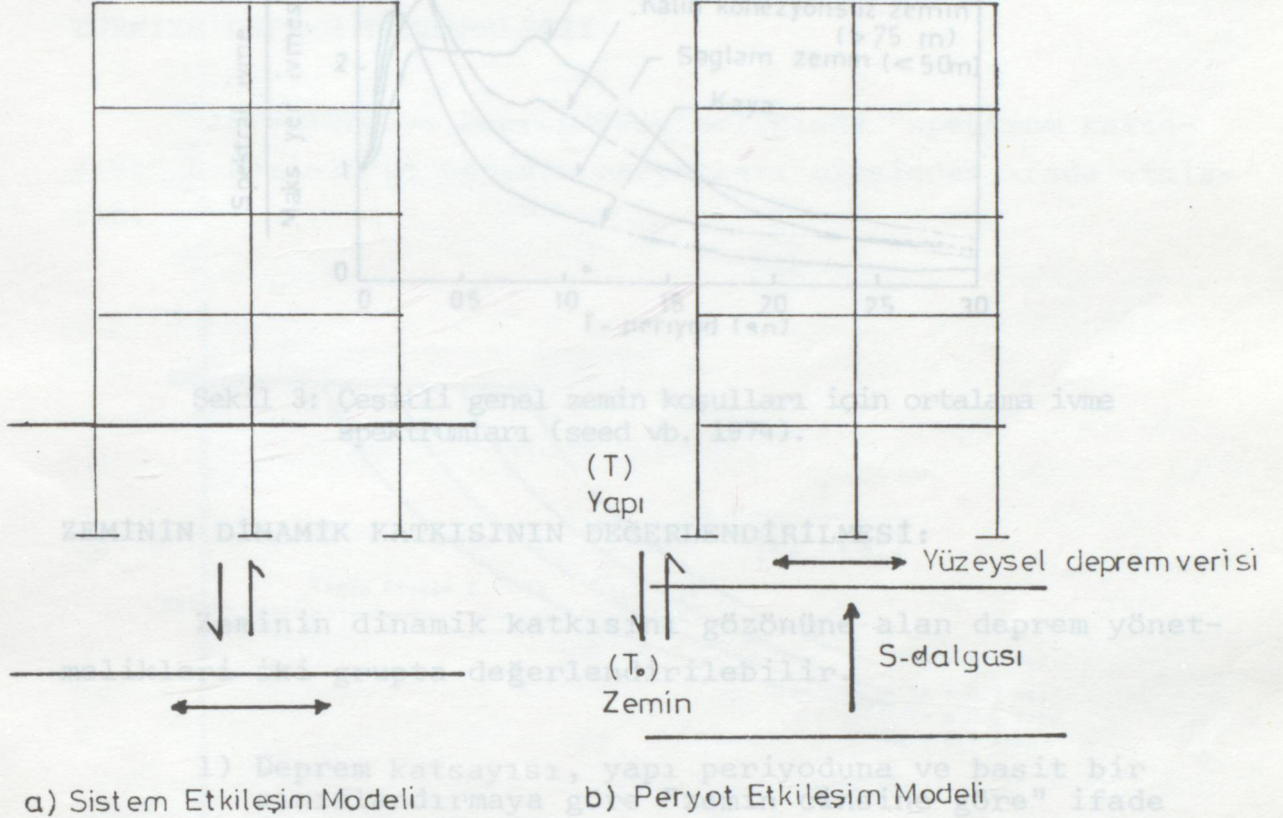
Oysa arazi deprem kayıtlarının incelenmesi ve özellikle son 10 yıl içinde yapılan teorik ve deneysel araştırmalar, zemin dinamik özelliklerinin yüzeysel deprem verisini önemli ölçüde etkilediğini ve bunların yapının dinamik özellikleri ile birlikte uygun bir etkileşim modeli çerçevesinde incelenmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Zemin-yapı etkileşim sürecinde, zemin davranışı, yapı ve zeminin dinamik özelliklerindeki rölatif ilişkiye bağlıdır. Bu karşılıklı ilişki, zemin ve yapı ortak sistemindeki frekans içeriğini ve genlik dağılımını etkiler.

Bu model uyarınca, seed vb. tarafından özellikleri bilinen Bu tip etkileşim nükleer güç santralleri, baraj vb. gibi masif, rijit veya gömülü yapılarda çok önemlidir. Bu durumda Şekil 2a'da gösterilen sistem etkileşim modeli olarak tanımlanan sistemin hesabı gereklidir.

Deprem yönetmeliklerinin konusunu oluşturan normal bina tipi yapılarda ise zemin davranışı yapının eylemsizlik ve rijitlik özellikleri tarafından pek etkilenmez. Bu durumda, yapının davranışında bina ve zeminin hakim periyodların-

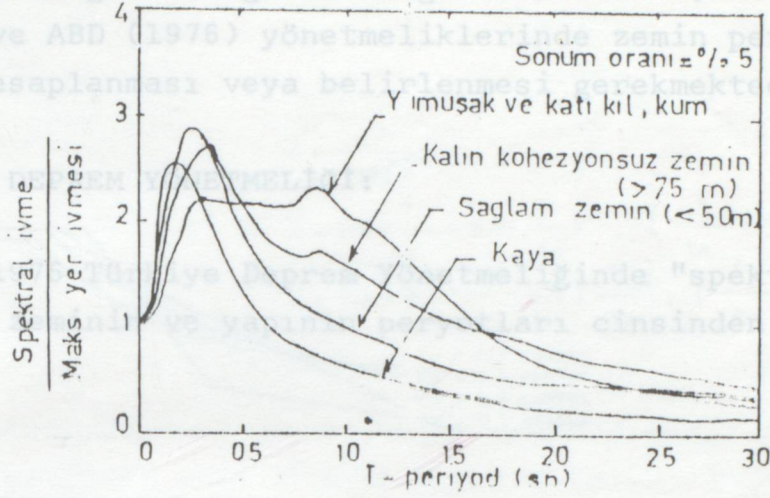
daki etkileşimi gözönüne alarak değişik bir etkileşim modeli düşünülmelidir. Böylece bu model "Peryod Etkileşim Modeli" diye isimlendirilebilir (Şekil 2b).



Şekil 2:

Bu model uyarınca, seed vb. tarafından özellikleri bilinen zemin koşullarından alınan 104 deprem kaydı değerlendirilerek çeşitli zemin koşulları için elde edilen ortalama ivme spektrumları, yapı davranışının yerel zemin koşullarında büyük ölçüde etkilenebileceğini göstermiştir (Şekil 3).

Bu şekilden ve diğer araştırmacıların çalışmalarından görülebileceği üzere kalın ve yumuşak zeminlerin ivmesi altında kaya üzerindeki benzer yapılardan bir kaç kat fazla eylemsizlik kuvvetleri etkisinde kalabilmektedirler.



Şekil 3: Çeşitli genel zemin koşulları için ortalama ivme spektrumları (seed vb. 1974).

ZEMİNİN DİNAMİK KATKISININ DEĞERLENDİRİLMESİ:

Zeminin dinamik katkısını gözönüne alan deprem yönetmelikleri iki grupta değerlendirilebilir.

- 1) Deprem katsayısı, yapı periyoduna ve basit bir sınıflandırmaya göre "zemin cinsine göre" ifade eden yönetmelikler,
- 2) Deprem katsayısını "yapının ve zeminin periyodlarına" bağlı olan yönetmelikler.

Şekil 4: Türkiye Deprem Yönetmeliği (1975).

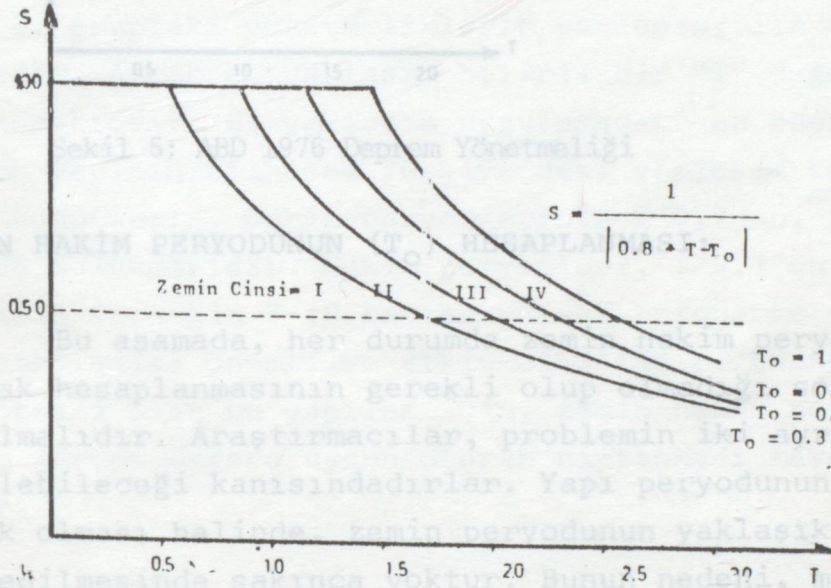
Bu iki grubun arasındaki başlıca fark, ikinci gruptakilerde zemin periyodunun hesaplanmasına karşın, birinci gruptakilerde buna gerek bulunmamasıdır.

1) Gruptaki yönetmeliklerde, zemin periyodunun hesaplanması gerekmemekle beraber, basit bir zemin sınıflandırmasına göre bağıntılar ve tablolar verilmektedir. Bu yaklaşımı dünyanın birçok ülkesinin muhtelif zamanlarda hazırlanan deprem yönetmeliklerinde görmek mümkündür. Yeni SSCB yönetmelik taslağında da aynı yaklaşım söz konusudur. Bu tip yönetmelik-

lerin temel esası; zemin peryodunun, zemin cinsine bağlıye-
sabit bir değer olduğudur. Diğer taraftan içinde Türkiye
(1975) ve ABD (1976) yönetmeliklerinde zemin peryodunun doğ-
rudan hesaplanması veya belirlenmesi gerekmektedir.

TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİ:

1975 Türkiye Deprem Yönetmeliğinde "spektrum katsa-
yısı" S zeminin ve yapının peryotları cinsinden ifade etmiş-
tir.



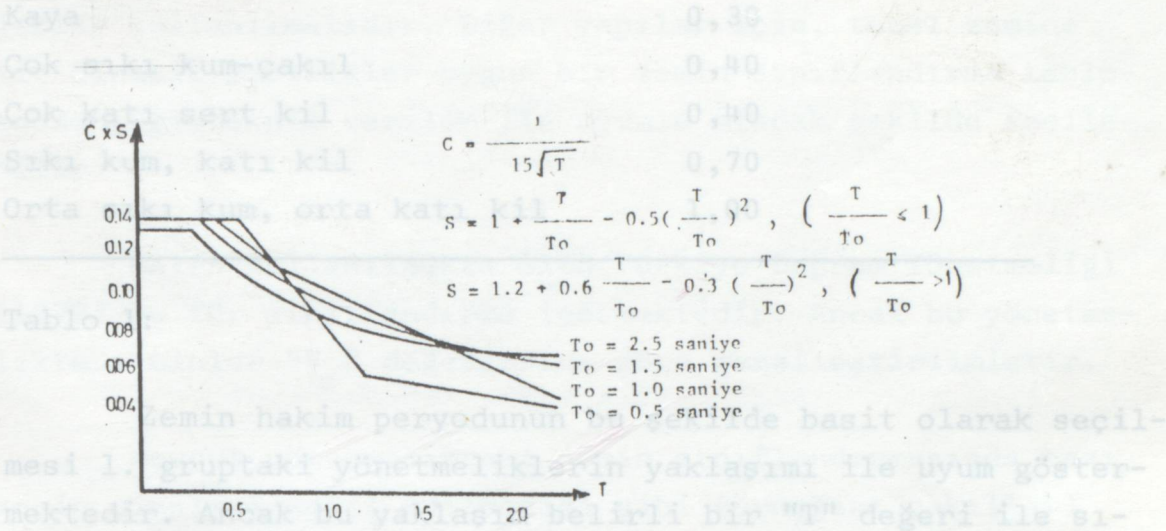
Şekil 4: Türkiye Deprem Yönetmeliği (1975).

$$S = \frac{1}{|0,8 + T - T_0|}$$

$$S \leq 1$$

$$(T < 0,7 (1))$$

bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. Hesap yönteminde yeterince kolay bir tür olmalıdır.



Şekil 5: ABD 1976 Deprem Yönetmeliği

ZEMİN HAKİM PERİYODUNUN (T_0) HESAPLANMASI:

Bu aşamada, her durumda zemin hakim periyodunun doğru olarak hesaplanmasının gerekli olup olmadığı sorusu üzerinde durulmalıdır. Araştırmacılar, problemin iki ayrı grupta düşünülebileceği kanısındadırlar. Yapı periyodunun 0,7 sn. den küçük olması halinde, zemin periyodunun yaklaşık olarak tahmin edilmesinde sakınca yoktur. Bunun nedeni, mevcut Türkiye Deprem Yönetmeliğinin bu yapı periyod değerine kadar S sayısı için emniyetli yönde değerler vermesidir (S bu durumda genellikle 1.0 civarında değerler almaktadır). Dolayısıyla yapı periyodunun bu değerden küçük olması halinde ($T < 0,7$ sn) zemin periyodunun basit bir zemin sınıflandırılmasına göre, aşağıda verilen tablodaki değerlerden seçilmesi önerilmektedir (Tablo: 1).

Bu sınıflandırma temel seviyesindeki zemin tabakaları içindir ve derinlikle zemin tabakalarının mukavemetinin arttığı varsayılmaktadır. Bu husus yerel geoteknik bilgi ile desteklenmelidir.

Temel Zemin Cinsi	T_0 (sn.)
Kaya	0,30
Çok sıkı kum-çakıl	0,40
Çok katı sert kil	0,40
Sıkı kum, katı kil	0,70
Orta sıkı kum, orta katı kil	1,00

Tablo 1:

Zemin hakim periyodunun bu şekilde basit olarak seçilmesi 1. gruptaki yönetmeliklerin yaklaşımı ile uyum göstermektedir. Ancak bu yaklaşım belirli bir "T" değeri ile sınırlanmaktadır. Bu yaklaşım uygulamadaki en önemli özellik, birçok yapının bilhassa Türkiye'deki yerleşim bölgeleri içinde konutların, hakim periyodlarının $T < 0,7$ sn. sınırları içinde bulunmasıdır. Hakim periyodları, $T > 0,7$ sn. olan yapılar için (örneğin 8-10 kattan yüksek betonarme yapılar) periyod etkileşimi önemli ve etkin olmaktadır. Ekonomik açıdan çok önemli olan bu yapılar için, zemin hakim periyodunun doğru ve gerçek değere uygun olarak saptanması tavsiye olunmaktadır.

Zemin hakim periyodunun gerçekçi olarak saptanması için yapılacak hesaplar aşağıdaki aşamaları içermelidir.

- Zemin kesitinin tanımı,
- Zemin tabakalarının dinamik özelliklerinin doğrudan laboratuvar veya arazi deneyleri ile tayini veya bu dinamik parametrelerin belirli zemin sınıflandırma sistemlerinden seçimi,
- Uygun bir matematik modelin seçimi,
- Analiz yönteminin seçimi.

Önemli ve yapım maliyeti yüksek olan yapılarda, temel zemini kesitinin tanımı geoteknik incelemelere dayandırılabilir.

rak yapılmalıdır. Hesap aşamasında, labaratuvar veya arazi deneyleri sonucu saptanan zemine ait dinamik ve statik değerler kullanılmalıdır. Diğer yapılar için, temel zemine ait dinamik özellikler uygun bir zemin sınıflandırma tablosundan, geoteknik veriler ile uyumlu olacak şekilde seçilebilir.

Halen kullanılmakta olan Türkiye Deprem Yönetmeliği (1979) bu tür sınıflandırma içermektedir. Ancak bu yönetmelikte zeminler " V_s " değerlerine göre genelleştirilmiştir.

Mevcut yönetmelikteki zemin sınıflandırmasında bazı zemin cinsleri dahil edilmediği gibi (örneğin; çakıllar) kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler ile kayalarında aynı zemin grubu içinde (eşdeğer V_s olarak) toplandığı görülmektedir. Bu husus, zemin mühendisliğindeki geçerli sınıflandırma yöntemlerine aykırı düşmektedir.

Bu hususlar aşağıdaki Tablo 2'de açıklanmıştır.

Temel Zemin Cinsi	Özellikler	V_s (m/sn)
I Kayaçlar:	Masif ayrışmamış	> 5000
	Gevşek çimentolu	> 2000
	Ayrışmış	> 1000
II a. Kohezyonsuz Zeminler:	Çok sıkı	800-1000
	Sıkı	600- 800
	Katı	300- 600
	Gevşek	< 300
II b. Kohezyonlu Zeminler:	Sert	500-750
	Çok katı	300-500
	Katı	200-500
	Yumuşak-orta-katı	< 200

Tablo 2: Türkiye Deprem Yönetmeliğinde " T_o " değerinin hesaplanması için kullanılması önerilen temel zemin sınıflandırması

Bu zemin sınıflandırması " T_o " hesaplarında kullanılmak üzere uygun bir " V_s " seçimi için önerilmektedir. Temel

zemini kesiti saptandıktan ve zemin özellikleri belirlendikten sonra Tablo 2'den uygun bir " V_s " değeri kolaylıkla seçilebilir.

Uygun bir " V_s " seçimi için kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerinde basit bir tanımla düşünülebilir.

Böylelikle, temel zemin özellikleri mühendislik kavramları olarak basitçe sınıflandırılır.

	Gevşek	Orta sıkı	Sıkı	Çok sıkı
STP (N - değeri)	< 8	8-30	30-50	> 50
İzafi Sıklık (D_T)	0-0,30	0,30-0,60	0,60-0,80	0,80-1.0
V_s (m/sn)	< 300	300-600	600-800	800-1000

Tablo 3: Kohezyonsuz Zeminlerin Sınıflandırılması

Kohezyonsuz zeminlerde " V_s " değerinin alt ve üst sınırları, izafi sıklık ile birlikte dane dağılımı ve kum/çakıl oranı ile de etkilenmektedir.

	Yumuşak-Orta Katı	Katı	Çok Katı	Sert
SPT (N-değeri)	< 8	8-16	16-32	> 32
q_u (kg/cm ²)	< 1.0	1.0-2.0	2.0-4.0	> 4.0
I_c	< 0,5	0,5-0,75	0,75-1.0	> 1.0
V_s (m/sn)	< 200	200-300	300-500	500-750

Tablo 4: Kohezyonlu Zeminlerin Sınıflandırılması

Arazi deneylerinden elde edilecek ilk bilgiler (örneğin; N-değeri gibi) ile basit laboratuvar deney sonuçlarına (serbest basınç mukavemeti, q_u veya konsistans indisi I_c) göre temel zeminin tanımı yapılabilecek ve " T_0 " hesaplarında kullanılabilecek uygun V_s değeri daha gerçekçi olarak saptanabilecektir.

Zemin hakim peryodunun saptanmasında, bir sonraki aşama uygun bir matematik modelin seçimidir.

Zemin ortamının tek boyutlu kayma kirişi olarak temsili geçerli kabul edilmektedir.

Son ve önemli aşama ise analiz yönteminin seçimidir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde " T_0 " un hesaplanması için basit $T_0 = 4H/V_s$ denklemi önerilmektedir. Bu bağıntı ise taban kayası üzerinde tek bir tabaka durumu için geçerli olmaktadır. Ayrıca yönetmelikte;

"Zeminin birbirinden farklı " V_s " değerleri içeren bir kaç tabakadan oluşması halinde, her tabaka için ayrı bir " T_0 " değeri hesaplanmalıdır", kaydı mevcuttur. Ancak çok tabakalı bir zemin kesiti için önerilmemektedir.

Çok katlı tabakalar için Zeevart'ın önerdiği;

$$T_0 \cong \sum_{i=1}^n 4H_i/V_{si}$$

denklem kullanılabilir.

" T_0 " unun hesaplanmasında biraz daha geliştirilmiş bir yaklaşım olarak, kayma dalgası hızlarının ağırlıklı ortalaması düşünülebilir.

$$\bar{V}_s = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^n V_{si} H_i \quad T_0 \cong 4H/\bar{V}_s$$

$$\text{Burada: } H = \sum_{i=1}^n H_i \text{ olmaktadır.}$$

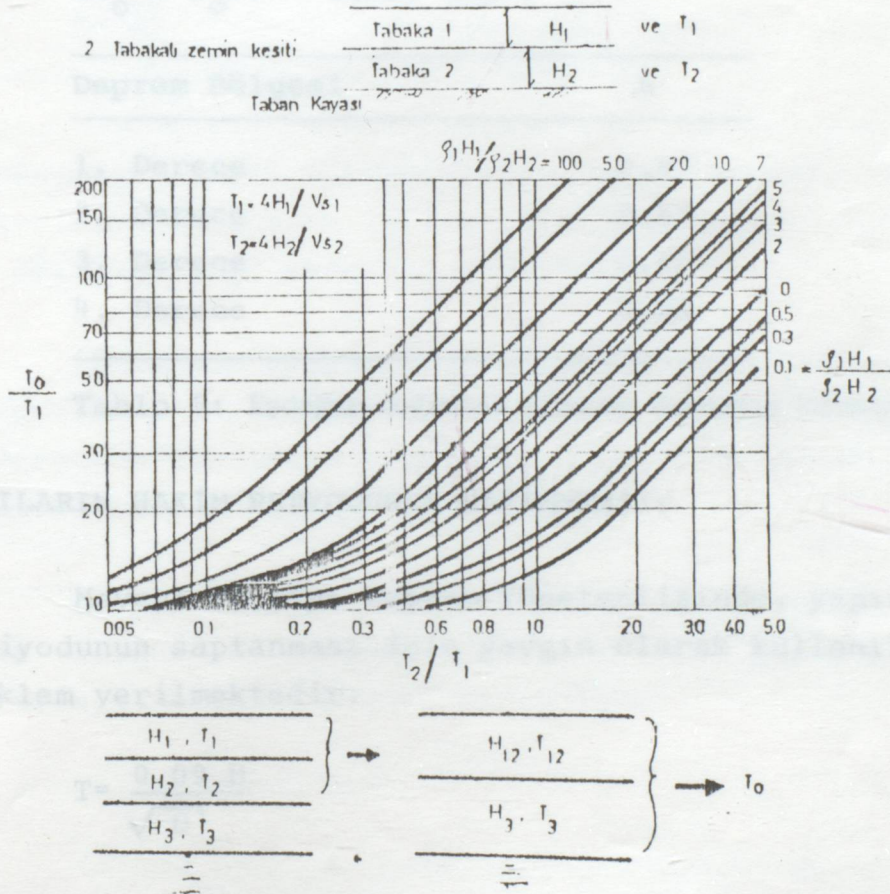
Bu şekilde hesaplanan " T_0 " değerinin sağlıklı ve yeterli olmadığı ve gerçekten daha büyük " T_0 " değerleri verdiği dikkate alınmalıdır.

Değişik başka yöntemlerinde bulunmasına karşın, çok tabakalı zemin kesitleri için Rayleigh Oranı kavramı ve ardışık iki tabaka çözümünü kullanarak " T_0 " un hesaplanması daha uygun görülmektedir.

Bu hesap tabakalı " T_0 " hesaplanmasında uygun ve gerçekçi bir yaklaşımdır. İki tabakalı zemin kesidinde, " T_0 " her iki tabakanın hakim periyodları ile bağımlı olarak,

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{T_1}{T_2}\right) \cdot \tan\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{T_2}{T_0}\right) = \frac{\delta_2 H_2 T_1}{\delta_1 H_1 T_2}$$

şeklinde ifade edilir. Bu bağıntıdaki parametreler ve bu yöntemin uygulanışı Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6: Çok Tabakalı zemin için hakim periyod.

Bu şekil üzerinde açıkça görülebileceği gibi, çok tabakalı bir zemin kesitinin hakim periyodunun hesaplanması, üst iki tabakadan başlayarak birbirini takiben yapılabilir.

Bu hesap tarzı " T_0 " hesaplanmasında uygun ve gerçekçi bir yaklaşım olarak kabul edilebilir.

Bütün bu hesap yöntemlerinde, zemin tabakalarının doğrusal elastik davranış gösterdikleri kabulü geçerlidir. Doğrusal olmayan davranışın, etkisinin dikkate alınması için bir katsayı hesaba ilave edilmelidir. Tablo 5'de SEAOC 1974'de verilen eşdeğer doğrusal olmayan davranış katsayıları verilmiştir.

$$(T_0^1 = T_0 / R - \text{SEAOC 1974})$$

Deprem Bölgesi	R
1. Derece	0,67
2. Derece	0,67
3. Derece	0,80
4. Derece	0,90

Tablo 5: Eşdeğer doğrusal olmayan davranış katsayıları
YAPILARIN HAKİM PERİYODUNUN SAPTANMASI:

Mevcut Türkiye Deprem Yönetmeliğinde, yapının hakim periyodunun saptanması için yaygın olarak kullanılan iki denklem verilmektedir.

$$T = \frac{0.09 H}{\sqrt{D}}$$

$$T = (0.07 \sim 0.10)N$$

Burada $D(m)$ yatay yükler doğrultusuna paralel doğrultuda bina genişliği, $H(m)$ binanın temel üst kotundan ölçülen yüksekliği ve N ise kat adedidir. arasındaki ilişkiler, şartnameler çerçevesinde incelenmiştir. Bu çalışmaların, bütün amacı Her iki formülde, binanın rijitlik ve eylemsizlik özelliklerini yeterince ve gerçekçi olarak dikkate almayan ampirik bağıntılardır. Özel tedbirler olarak yapmaktır. Depreme dayanıklı yapılar yapmak için, bir takım esasları gözönüne Bazı yönetmelikler, yapının hakim periyodunun saptanmasında Rayleigh oranı kullanılması önermektedirler.

İlk titreşim modunun yaklaşık şekli doğrusal olarak kabul edildiğinde, Rayleigh oranı basitleştirilerek aşağıdaki bağıntılar bulunmuştur.ındaki ilişki.

$$T = \frac{2\pi}{w} \quad w^2 = \frac{g \sum F_i \delta_i}{\sum W_i \delta_i^2}$$

Burada, $F_i =$ i'inci kattaki yatay deprem kuvveti $\delta_i = F_i$ kuvvetlerinden bulunacak iyileştirilmiş mod şekli $W_i =$ i'nci katın ağırlığı ; $g =$ yerçekim ivmesidir.

İterasyon uygulayarak iyileştirilmiş mod şekilleri kullanılması daha iyi bir "T" değeri verebilecek ise de, iterasyonun ilk adımı (ilk mod) uygulamada gerekli ve yeterli güvende sonuçlar vermektedir.

Bu yöntem mühendislerin hesap yöntemlerine de daha yakın olduğundan ve uygulamada da yeterli güvence vermesinden dolayı, tavsiye edilen bir yoldur.

b. Yapı Özellikleri

Deprem sırasında yapıya gelecek etkileri azaltmak için, yapıların deprem etkilerine göre projelendirme esasları en son şekli ile 1975 yılında İmar ve İskan Bakanlığı tarafından "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik"te belirtilmiştir.

DEPREME DAYANIKLI YAPILAR:

Yukarıda, zemin ve yapılar arasındaki ilişkiler, şartnameler çerçevesinde incelenmiştir. Bu çalışmaların, bütün amacı deprem etkilerinden, tüm yapıları korumaktır. Depremlerin sık ve şiddetli olduğu ülkelerde, can ve mal kaybını önlemek için yapıları özel tedbirler olarak yapmaktır. Depreme dayanıklı yapılar yapmak için, bir takım esasları gözönüne alarak bir yöntem uygulamak gerekir. Bu esasları kısaca şöyle sıralayabiliriz;

- a. Zemin Özellikleri,
 - b. Yapının Özellikleri,
 - c. Zemin ve Yapı arasındaki ilişki.
- S : Yapı dinamik katsayısı (Spectrum katsayısı).

Bu üç hususun kompozisyonu yeterince analiz edildiği takdirde depreme dayanıklı yapıların teknik özellikleri saptanmış olacaktır. Böylece mühendisler bilinçli olarak depreme dayanıklı yapılar yapmak fırsatını bulacaktır.

a. Zemin Özellikleri:

Deprem etkileri, zeminin cinsine ve durumuna göre değişir. Gevşek ve ıslak zeminler deprem şiddetini artırır. Yoğun ve masif zeminler, üstüne yapılacak yapı ile homogen bir kütle meydana getireceğinden, deprem dalgalarının sebep olduğu titreşimlerden daha az etkilenirler. Yerdeki titreşimlerde moleküllerin hızı ve ivmesi, periyodlarına göre değişir. Periyod kısa olursa küçük titreşimlerin hızı ve ivmesi büyük titreşimlerin hız ve ivmesinden fazla olur.

b. Yapı Özellikleri:

Deprem esnasında yapıya gelecek etkileri azaltmak için, yapıların deprem etkilerine göre projelendirme esasları en son şekli ile 1975 yılında İmar ve İskan Bakanlığı tarafından "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik"te belirtilmiştir.

Bu yönetmelik, binaya gelecek taban kesme kuvvetini binanın ve zeminin özelliklerine bağlı olarak şu şekilde vermiştir.

$$F = C.W$$

Bu bağıntıda C= deprem katsayısı olarak verilmiş ve bu katsayıda şu şekilde tarif edilmiştir.

$$C = C_o . K . S . I$$

C_o : Deprem bölge katsayısı

K : Yapı Tipi katsayısı

I : Yapı Önem katsayısı

S : Yapı dinamik katsayısı (Spectrum katsayısı).

* C_o Deprem bölge katsayısı

I Deprem Bölgesinde 0,10

II " " 0,08

III " " 0,06

IV " " 0,03

* (K) Yapı tipi katsayısı

Bu katsayı şartnamede aynen şöyle yayınlanmıştır.

a. Aşağıda tarifi yapılmamış tüm taşıyıcı sistemler $\frac{K}{1.0}$

b. Tüm perde duvarlı kutu sistemler 1,33

c. Çerçeveleri yatay yüklerin tamamını taşıyabilen çerçeve taşıyıcı sistemler (dolgu duvarı tipleri a, b, c).

1. Düktil çerçeveler (a, b, c) 0,6; 0,80; 1,0

2. Düktil olmayan çerçeveler (a,b,c) 1,20; 1,50; 1,50.

a: Betonarme veya yatay ve düşey donatılı yığma bölme duvarlı

b: Donatısız yığma bölme duvarlı

c: Hafif ve az bölme duvarlı veya prefabrike beton bölme duvar.

	K
3. Diyagonelli çelik kafes çerçeler (a,b,c)	1,33; 1,50; 1,60
d. Düktil çerçeveleri ile yatay yüklerin en az % 25'ini taşıyabilen perde duvarlı sistemler (a,b,c)	0,80; 1,0; 1,20
e. Yığma binalar	1,50
f. Binalarda başka yapılar (baca, kule)	2,0.

* Yapı önem katsayısı I

Depremden sonra, kullanılması zorunlu yapılar (PTT, itfaiye vb.), önemli değerli malları saklayan yapılar (müze), halkın çok yığıldığı yapılar (okullar, sinema, tiyatro, spor salonları vb.) da bu katsayı 1,50 dur.

Halkın az yığıldığı, konut, otel ve işyerlerinde bu katsayı 1,0 dir.

* Dinamik katsayı

Spektrum katsayısını hesaplanmasında bina periyodu $T = \frac{0,9}{\sqrt{D}} \frac{H}{N}$ veya $T = 0,07 \sim 0,10$ N.

H: Binanın temel üst kotundan itibaren yüksekliği

D: Yatay yüklere paralel bina genişliği

N: Bina temeli üstündeki kat adedidir.

$$S = \frac{1}{|0,8+T-T_0|}$$

T_0 : Zemin hakim periyodu

Ayrıca, toplam taban kesme kuvvetinin tanımındaki (W) yapı ağırlığının şartnamedeki tanımı,

$$W = \sum W_i$$

$$W_i = G_i - n \cdot P_i$$

P_i : Hareketli yük toplamı

G : i'ninci kattaki sabit yükler.

hareketli yük katsayısı (n) ise aşağıda verilmiştir.

a. Depolar v.b.	$\frac{n}{0,80}$
b. Okullar, yurtlar, spor tesisleri v.b.	0,60
c. Özel konutlar, oteller, hastaneler	0,30

YAPILARIN İNCELENMESİ:

Şiddetli dinamik etkenlerden hafif zarar görmüş olan yapılar, maruz kaldığı bu etkenlerden sonra iyice incelenmelidir. Taşıyıcı sistemlerdeki çatlaklar, bu bakımdan son derece önemlidir. Bu yapının dinamik etkilerden önemli derecede zorlandığını gösterir. Eğer çatlaklar taşıyıcı sistemin birçok yerinde görülüyorsa, taşıyıcı sistemin tamiri gerekebilir. Depremden eğilmiş yahut farklı oturmuş yapılar hafif hasar görmüş olsalar bile incelenmelidir. Yapının depremden önceki ve sonraki titreşim karakteristikleri arasında önemli bir fark varsa uygun bir şekilde incelenmelidir. Bazı kereler çatlakların görünüşünü düzeltmek amacıyla boya ile kamuflej yapıldığı görülür. Bu, son derece tehlikeli ve sakıncalıdır. Deprem görmüş yapıların sağlamlığının kontrolü konusunda bazı yollara başvurulabilir. Örneğin; titreşim deneyi, mikrotremorları gözlenmesi, deprem hareketinin gözlenmesi gibi. Yapının depremden önceki ve sonraki titreşim karakteristiklerini mukayese edebilmek için, depremden önceki karakteristiklerinin önceden tespit edilmiş olması gerekir. Bunun için, yapının inşaatı tamamlandığında, titreşim deneyleri yapmak ve bununla ilgili kayıt, hesap ve düşünceleri yazılı olarak muhafaza etmek gerekir. Her depremden sonraki gözlemler ve bu gözlemlerin muhafazası yapının titreşim karakteristiklerini anlamak bakımından faydalıdır.

Yapıyı daima kontrol altında tutmak, bu suretle onun inşaatından sonraki durumunu muhafaza etmesini temin etmek, bu olmazsa bile ne türlü ve ne yönde değişiklik olduğunu bilmek önemli bir nokta teşkil eder.

İNŞAAT YERİNİN SEÇİMİ HAKKINDA DÜŞÜNCELER:

anormal hareketler olabilir. Zeminde çatlama, zemin kaymaları, Genellikle yapının yapılacağı yer olarak sağlam zemin tabakası seçmek uygun olur. Ve bu bilhassa depreme dayanıklılık bakımından önemlidir. Yerli kaya, sert kil tabakaları, çakıllı kil tabakalar ve çakıl tabakaları sağlam tabakalar olarak kabul edilir. Su muhtevası az olan kum ve kil, onları takip eder. Su muhtevası yüksek kum ve şist tabakaları ve dolma zeminler en arzu edilmeyecek zeminleri teşkil ederler. Genellikle son zamanlarda, bilhassa ileri ülkelerde arazi kullanımında, o kadar çabuk gelişme olmakta ve şehir alanları o kadar çabuk gelişmektedir ki, yukarıda belirtilen iyi cinsten zemin bulmak pek kolay olmamaktadır. Tatminkâr olmayan zeminler üzerinde yapılan yapılar, dinamik etkenlerden büyük zarar görmektedirler. Bu bakımdan yeni sanayi şehirlerinin kuruluşlarında, mevcut şehirlerin geliştirilmesinde, binaların inşasında ve benzeri hususlarda projelendirmede ekonomik hususlar gözönünde tutularak projelendirme yapılmalıdır.

Yumuşak zeminlerin üzerine yapılan yapıların depremden büyük hasar gördüğü, birçok yeni depremlerde de görülmüştür. Bu depremlerde depremden hasar gören yapıların esas itibarıyla yumuşak zeminde yoğunlaştığını söylemek mümkündür.

Yumuşak, sağlam olmayan zeminlerde depreme dayanıklılık bakımından aşağıdaki hususlar söylenebilir;

1. Yumuşak zeminin yüzeyindeki deprem hareketi, sert zemin yüzeyindekinden çok daha büyüktür. Yumuşak zeminin mevcudiyeti dolayısıyla alttaki sağlam kayadaki hareket yumuşak zeminin yüzeyine kat kat büyümüş olarak gelir. Bu büyümenin tesiri ahşap yapılar için bilhassa önemlidir. Çünkü bu tür yapıların yıkılması bilhassa yer hareketinin büyüklüğü ile ilgilidir. Alttaki sağlam kaya dediğimiz zaman çakıl yahut yumuşak kaya gibi zeminleri de kastediyoruz.

YAPI 2. Yumuşak zemin tabakasında dinamik etmenlerden dolayı anormal hareketler olabilir. Zeminde çatlamlar, zemin kaymaları, kumlu zeminlerin sıvılaşması, kum fışkırması, çökme gibi hareketler yalnızca gevşek ve yumuşak zeminlerde olur.

Bir yapının deprem esnasında titreşimi çok karışıktır. Zemin çatlamları ve kaymaları olan yerlere bilhassa dikkat edilmelidir (Böyle zeminlerde şüpheli bir durum varsa Geoteknik rapora gereksinme vardır). Tâli zararları önlemek için bu gibi zeminleri diğerlerinden fark etmek her zaman zor ise de, geçmişte anormal zemin hareketlerinden zarar görmüş yerlerin gelecekte zaman zaman bu türlü zararları görmesi beklenmelidir.

3. Japonya gibi bazı ülkelerde depremler sırasında sahil şehirlerinde zemin çökmeleri olur. Ve bu tsunamilerden ve medlerden ileri gelen zararın daha büyük olmasına neden olur. Yer çökmesinde zemin çökmesinin bilhassa yumuşak zemin tabakalarında önemli sonuçlar doğuracak nitelikte olduğu hatırlanmalıdır.

Zemin kayması olabilecek yerlerde birçok binaların zemin akmasından ve binaların temelleri altındaki zemin hareketlerinden zarar gördüğü geçmiş depremlerde gözlenmiştir. Ve bu hususta gözönünde tutulmalıdır. Tsunamilerin sebep olduğu zararların derecesi sadece arazinin yüksekliğine değil ayrıca körfezin ve deniz tabanının şekline de bağlıdır. Tsunami felaketine karşı yeterli bilgi toplamaya ve yer seçiminde bunu gözönünde tutmaya mutlaka önem verilmelidir.

titreşimler olup, yapının titreşimlerinin çok karışık bir manzara arz etmesine sebep olurlar. Bu sebepten de yapının ana kısmıyla kanatlarına birleşen yerlerinde anormal gerilmelerin meydana gelmesine sebep olurlar. Yapının enine rijitliği uniform olmalıdır.

YAPININ PLANLANMASI:

a. ÜST YAPININ PLANLANMASI:

Bir yapının deprem esnasında titreşimi çok karışık-
tır. Bu sebeple hareketi matematiksel olarak tam manasıyla
analiz etmek bugünkü dinamik analiz yöntem ve teknikleriyle
imkansız denilebilir. Özellikle, belirli bir zemin üzerin-
deki bir yapının istikbalde olabilecek depremdeki titreşim
hareketini önceden tespit etmek imkansızdır. Bununla beraber
geçmişte vuku bulmuş depremdeki hasardan edindiğimiz bilgiy-
le dinamik analiz üzerine kaydedilmiş olan önemli gelişmeler
ile üst yapının planlanması konusunda bazı önemli tavsiye-
lerde bulunulabilir.

1. PLAN

Yapı planda basit bir şekle sahip olmalıdır. Yapının
plandaki şekli dinamik etkileşimi geçiştirmesi bakımından
hayati önemi haizdir. Teorik olarak en uygun şekil yuvarlak
olmasıdır. Fakat, kare veya kısa dikdörtgen şekilleri de
tavsiye edilebilir.

çok uzun binalar,

L şeklinde ve zikzak şekilli binalar,

Esas binaya eklenmiş kanatlar,

İç avlular kullanılmamalıdır.

Planda L, T, U, H, Y gibi şekilleri olan binalar,
torsiyon titreşimlerinde yaparlar. Ve bu titreşimler, hakim
titreşimler olup, yapının titreşimlerinin çok karışık bir
manzara arzemesine sebep olurlar. Bu sebepten de yapının
ana kısmıyla kanatlarının birleşim yerlerinde anormal geril-
melerin meydana gelmesine sebep olurlar. Yapının enine ri-
jitliği uniform olmalıdır.

Ağır kornişler tehlike arz eder.

2. ELEVASYON

Yapının elevasyonu yani, düşey şekli mümkün olduğu kadar basit olmalıdır. Aynı bir binanın kısımları arasında önemli yükseklik farkları olmasından; yapının tepesinde ağır kuleler ve başlıca ağır dekoratif elemanlar kullanmaktan kaçınılmalıdır.

Planda, her katın aynı şekli haiz olması tavsiye olunur. Gergi çekmeli binalarda olduğu gibi binaların planlarındaki ani değişikliklerde deprem sırasında o kısımlarda çok büyük defleksiyonların meydana gelmesine sebep olabilir. Kütlelerin, rijitliklerin dağılışıda uniformluk, düşey doğrultu içinde tavsiye olunur. Kolonların, kirişlerin, deprem perdelerinin uniformluğu bozmamak üzere basit bir şekilde dağıtılmaları ve bunların yerlerinin kattan kata değişmemesi de ayrıca tavsiye olunur.

Özetleyecek olursak depreme karşı emniyet bakımından basitlik, uniformluk ve kompakt bir şekle sahip olmak esastır.

Geçmiş depremlerde zarar görmüş birçok yapıların projelendirmede yeter derecede dikkat gösterilmemiş olmasından hasar görmesi gözönünde tutarak yapıların yukarıda tavsiye edilen şekilde tertip edilmesiyle hesaba daha uygun şekle getirilmesinde, iyi sonuçlar verir.

3. DEKORATİF ELEMANLAR

Dekoratif elemanlardan imkan nispetinde kaçınılmalıdır. Bunlar kırılır ve düşerler.

- Serbest çıkmalı balkonlar
- Sıva şeklinde tutturulmuş dekoratif elemanlar
- Ağır kornişler tehlike arz eder.

4. DEPREM PERDELERİ

Deprem perdeleri yapıya rijitlik ve mukavemet verirler. Bunlar her iki doğrultuda uniform olarak tanzim edilmiş olmalıdırlar. İki deprem perdesi arasında bir döşeme yahut yeter rijitlikte bir yatay çerçeve tertip edilmelidir. Bu döşeme veyahut çerçeve yatay deprem kuvvetinin geçişini ve birlikte çalışmayı temin edecektir.

Ahşap yapılarda deprem duvarları arasındaki çerçevelerin döşeme veya yatay çerçevenin rijitliğinin azlığından dolayı zarar gördükleri geçmiş depremlerden gözlenmiştir. Kutu şeklinde tertip edilmiş ve birbirine sıkı olarak birleştirilmiş deprem perdeleri deprem kuvvetinin büyük kısmını absorbe edeceğinden yeter mukavemet ve düktilitede alacak şekilde projelendirilmelidir.

5. EKLI KISIMLAR

Ekli kısımlara özel bir dikkat göstermelidir. Çünkü bu kısımların dinamik karakteristikleri esas kısımlarından farklıdır. Ana ve ek kısımların birleşim yerleri deprem sırasında büyük zorlamalara maruz kalır. Yangın duvarları, bacalar, ahşap yapılarda irtibat koridorları gibi esas kısımlara göre hafif olan kısımların depremlerde fırlayıp devrildiği veya ezildiği görülmüştür. Çatıdaki ek parçalar bilhassa bu parçaların özel periyotlarının esas yapının kine yakın olması halinde hasıl olan rezonansa yakın durum dolaşısıyla büyük kuvvetlere maruzdurlar.

6. DERZLER

Bazı hallerde derzlerin tertibi gerekebilir. Mesela büyük binalarda, birbirine bağlı binalarda, planda karmaşık şekilli binalarda, ısı gerilmelerine maruz binalarda derz genişliği yapının kısımları arasında veya iki yapı arasında dinamik karakteristiklerinin farklılığı dolayısıyla bir

çarpma olmaması için iki kısmın farklı fazlarda titreşebileceğini gözönünde tutarak bir dinamik analiz gerekebilir.

7. BİNA GRUPLARI

Yapılar arasındaki mesafe biri yıkıldığında diğerine çarpmayacak şekilde geniş olmalıdır. Ayrıca yapıların yıkılması halinde araları tamamen kapanmayacak şekilde geniş tutulmalıdır.

Aşağıdaki uzaklıklar tavsiye edilmektedir:

Karşılıklı iki bina arasındaki mesafe, bu iki binanın yükseklikleri toplanının 1,5 daha iyisi 2 katından az olmalıdır.

Köşegen olarak karşılıklı binaların karşıt köşeleri arasındaki mesafe daha küçük olabilir.

B. TEMELLER

Temelleri projelendirirken bütün olarak yapının altında tasmanların az olmasına çalışılmalıdır. Bilhassa farklı tasmanlar önlenmelidir. Üst yapının dinamik karakteristiklerindeki belirsizliklere ilaveten zeminin dinamik davranışlarında da belirsizlikler olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır. Bu bakımdan zemin gerilmeleri ve kazık yükleri daimi yükler için yapının her tarafında uniform olmalıdır. Dinamik etkiler nedeniyle oluşabilecek zorlamalarda küçük tutulmaya çalışılmalıdır.

Bu suretle yeter emniyet muhafaza edilmeye çalışılır. Yumuşak zeminlerde özellikle tedbirli bulunulmalıdır. Çünkü böyle hallerde büyük deprem ivmesi, deplasman ve anormal zemin hareketi ile karşılaşılabilir.

Bir yapıyı iki ya da daha fazla zemin üzerine oturtmamalıdır. Eğer böyle bir zorunluluk varsa, daimi yükten ileri gelecek farklı oturmaları ve deprem esnasında gelebilecek anormal deformasyonla titreşimi gözönünde tutarak projelendirilmede ve inşaat sırasında (imalatta) özel dikkat gösterilmelidir.

Aynı bir yapıda iki veya daha fazla farklı cinsten temel yapısı kullanılmaması genelde tavsiye edilir.

c. TEMEL DÖŞEMESİ

Temeli üst yapıya bağlayan temel döşemesi, depreme dayanıklı yapıda en önemli elemanlardan biridir.

Ahşap inşaatlarda temel eşiğinin (kenarının) kayması, çelik yapılarda tekil temelin oturması ve hareketi, betonarme yapılarda temelin farklı çökmesi deprem esnasında üst yapının ciddi hasar görmesine sebep olmuştur. Bazı hallerde titreşimden ileri geldiği sanılan hasarın gerçekte temel döşemesinin kaymasından veya temelin farklı oturmasından ileri geldiğini göstermiştir. Radyejeneral temel dinamik etkilere karşı en avantajlı temel türüdür. Bodrumu olan yapılarda radye ve bodrum duvarlarının rijit bir kutu teşkil etmesi dolayısıyla; bu durum sözkonusudur.

Sürekli temeller, bağlantılı kirişleri ile bağlı tekil sömeller radyeleri takip ederler. Bağlantı kirişleri olmayan münferit sömeller ise depremlerden önemli ölçüde zarar görürler.

Temel döşemelerinin projelendirilmesi ve yapımına gerekli önem gösterilmemişse üst yapının ve temellerin depreme dayanıklı olması halinde dahi yapının depreme karşı yeter dayanıklılıkta olmayabileceği hatırla tutulması gereken önemli hususlardan biridir.

KONSTRÜKSİYON DETAYLARI

a. İvme Bakımından Düşünceler:

Bazı hallerde yapının üst kısmı deprem sırasında zemininkinden kat kat değerde ivmeye maruz kalır. Mesela 1964 Niigate depremi sırasında Akita Hükümet binasının çatı kısmının ikinci katındaki akselerograftaki kayıtlar $300 \text{ (cm/sn}^2\text{)}$ lik bir ivme göstermiş olup, bu bodrumda kaydedilen yer ivmesinin takriben 3 katıdır.

Tokyo'da bazı ferrobeton yapılarda küçük depremlerdeki tepedeki ivme ile bodrumdaki ivme arasındaki oran için buna benzer değerler elde edilmiştir. Ayrıca 15 veya 20 katlı binalarda çok kütleli titreşim sistemleri olarak yapılan analizler sonucunda böyle değerler elde edilmiştir. Bu demektir ki zeminde 300 cm/sn^2 lik veya daha şiddetli bir hareket olursa binanın tepesindeki ivme yerçekimi ivmesine ulaşabilecek hatta geçebilecektir.

İşte bu sebepten çatılardaki eklentiler, bacalar, parapetler, su depoları vb. elemanların emniyeti bakımından büyük yatay ivmelerin gözönünde tutulması gerekir.

b. Deformasyon Bakımından Düşünceler:

Bir katın deprem esnasındaki izafi deplasmanı, çelik yapıların kat yüksekliğinin $1/200$ ila $1/150$ 'si, betonarme yapılar için $1/500$ ila $1/350$ kadardır. Bu deformasyonlar yapıda yangına dayanıklılık için yapılan örtüler ve sıvalar, bölme duvarları, dış duvarlar, boru hatları, asansör shaftları gibi taşıyıcı olmayan kısımlarda deformasyonlara sebep olabilirler. Normal binadaki deprem hasarı birçok hallerde sıvaların, kaplamaların, bölme duvarlarının, kapıların, pencerelerin ve diğer taşıyıcı olmayan elemanların, taşıyıcı elemanlardan önce zarar gördüklerini göstermektedirler.

Ekonomik düşüncelerle kuvvetli depremler sırasında taşıyıcı olmayan elemanların zarar görmesine müsaade edilebilir. Aksi halde yapının çok dayanıklı olması gerekir. Bununla beraber dış kaplamaların ve pencere camlarının düşmesi; binanın hemen önündeki halkın ölmesine veya yaralanmasına sebep olabilir. Bilhassa dış duvarların kaplaması olan taş ve tuğla parçaları düşebilirler ve bunların önlenmesinde önlem gerektirir. Büyük boyuttaki pencere camlarının kırılıp düşme ihtimali büyük olup, tehlikelidirler. Halbuki küçük olanlar tehlikesiz kabul edilebilir. Bazı ülkelerde yapının diğer taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan elemanlarından bağımsız olarak duran veya üstteki döşemeye veya kirişe asılı bölme elemanları kullanılmaktadır. rulmanlar sisteminin çok iyi bir şekilde bakımını sağlama durumudur. Aksi halde binada Yapının taşıyıcı olmayan elemanlarına deprem hareketinin hasarı bakımından ivmelerin ve deplasmanların her ikisi de gözönünde tutulması özellikle gereklidir.

b. Yay gibi elastik elemanlar vasıtasıyla tecrid;
ÖZEL OLARAK PROJELENDİRİLMİŞ YAPILAR

Bu fikir flexible elemanlar veya çerçeveler kullanarak yapıları deprem hareketlerinden tecrid etmek veyahut yapılara tesir eden deprem etkilerini azaltmak gibi fikirler mühendisler tarafından ortaya atılmıştır. Bunların çoğu deneysel safhada olup pek azı pratikte kullanılmıştır. İstikbalde, özellikle yapıların önemli kısımları ve titreşimlere karşı hassas ve zayıf olan makineleri deprem hareketinden tecrid etmek amacıyla yapıda enerji yutan bir bir kat yapmak gibi fikirlerin realize edilmesi mümkün olabilir. temelikleri vardır.

Şimdiye kadar aşağıdaki fikirler geliştirilmiştir;

Bu yönetmeliklerde şu kısımlar bulunur.

a. Ahşap yapılarda temelle yapı arasındaki bağıntı olmaması ve yapının temel üzerinde rahatça kayması fikri;

Bu harita, zaman zaman gözden geçirilir ve o günün bilgi Bu tür yapılar deprem için olmamak üzere inşaa edilmiş olup önemli depremlerde tatminkar sonuç vermişlerdir.

Fakat yaptıkları deplasmanlar büyük olup bazen 1 m. ye erişmekte ve kayıp gitmesini önlemek kolay olmamaktadır. Ayrıca, telefon ve elektrik hatları, borular sıhhi tesisat gibi bağlantılarda ve rüzgar kuvvetlerinin tesiri altında problemler çıkmaktadır. İtli yapı tipleri için gerekli görülen emniyet katsayıları.

Ayrıca bu fikrin, diğer bir modeli ise İtalya'da geliştirilmiştir. Bina bir rulman sistemi üzerinde inşa edilerek, dinamik etkiler sonucunda yatay kuvvetlerin etkisi ile deplase etmesi mümkün olmakta, bu titreşim ortadan kalkmasında sonra binanın tekrar rulmanlar üzerinde eski konumuna getirilebilmesi mümkün olmaktadır. Ülkemizde uygulanmayan bu yöntemin en önemli sakıncası rulmanlar sisteminin çok iyi bir şekilde bakımını sağlama durumudur. Aksi halde binada önemli boyutlara ulaşabilecek, titreşim hasarları oluşabilir.

b. Yay gibi elastik elemanlar vasıtasıyla tecrid;

Bu fikir flexible elemanlar veya çerçeveler kullanarak yapıya gelen deprem kuvvetini azaltmaktadır. Bu sistemin yapıda kalıcı deformasyonlar meydana gelmesini önlemek avantajı vardır.

DEPREM YÖNETMELİKLERİ

Deprem bölgelerinde yapıların tasarlanması, projelendirilmesi ve inşaa edilmesi hususunda deprem yönetmelikleri vardır.

Bu yönetmeliklerde şu kısımlar bulunur.

1. Deprem Bölgeleri Haritası;

Bu harita, zaman zaman gözden geçirilir ve o günün bilgi ve gereklerine uydurulur.

2. Deprem kuvvetlerinin büyüklüğü hakkında bilgi ve uygulanabilecek hesap metodları. Bunlarda zaman zaman gözden geçirilirler.

3. Çeşitli yapı tipleri için gerekli görülen emniyet katsayıları.

4. Depreme dayanıklılık için inşaa teknikleri; Bu, çeşitli malzeme ve inşaa metodları için verilir.

EMNİYET KATSAYILARI

Deprem yönetmeliklerinde deprem tesirlerine maruz yapılar için öngörülen emniyet katsayısı saptanırken aşağıdaki hususlar gözönünde tutulur;

1. Memleketin ekonomik şartları,
2. Bölgede şiddetli depremlerin tekerrürü ve karakteristikleri,
3. Yapı önem derecesi,
4. Yerel yapı malzemeleri; yapı tekniği ve kontrolün etkinliği.

Deprem yönetmeliklerinde emniyet katsayısı ile ilgili olarak şu prensipten hareket edilmelidir;

Muhtemelen kuvvetli deprem esnasında taşıyıcı sistemin tümünde veya çatı, döşemeler, taşıyıcı duvarlar gibi taşıyıcı elemanların herhangi birinde içindekilerin hayatına zarar verecek bir hasar olmamalıdır.

SİSMİK İNCELEMELER

Depremselliği büyük bölgelerde en aktif zonları belirlemek amacıyla bölgenin detaylı bir jeoteknik ve sismik etüdü

yapılmalıdır. Bu suretle en tehlikeli yerler saptanır. Böyle yerlerde yapıların emniyetli bir şekilde yapılması büyük önem taşır. Burada, şunu da belirtelim ki büyük barajların yapılması da depremlere sebep olabilir. (Deprem, Çöküntü vb.) rehberlik eder.

YEREL JEOLojİK ŞARTLARIN DEPREM ŞİDDETİNE ETKİSİ

Jeoloji, morfoloji ve hidrojeoloji ile ilgili yerel şartlar ve sismik mekanizmalar deprem hareketinin şiddeti üzerine tesir ederler. Bir deprem haritasında gösterilen ya şiddet, bölgedeki muhtemel deprem hareketlerinin şiddeti ve için ortalama bir değer verir. Önemli yapılar için şiddet üzerine arazinin tesiri ile ilgili derin bir etüd yapılabilir. Bu etüd modern sismik metodları ve bilhassa sözkonusu yerin kuvvetli hareketlerdeki kayıtlarına dayanır. Ve arazinin jeolojisini, yapılacak yapıların titreşim karakteristiklerini gözönünde tutar. Ve yapının ağırlık merkezinin yerine bağlıdır. Titreşimin genliğinin ve yapının deformasyonuna kadar aşağıya indirmelidir.

SİSMİK MİKROZONİK HARİTALAR

Deprem bölgeleri haritası geniş bir alanın genel karakteristiklerini verir ve genellikle bir master plan geliştirilmesine kafi gelmez. Şehirselsel gelişmelerin en önemli iyi elemanları için en emniyetli yerleri seçebilmek üzere çok daha detaylı bir inceleme yapılmalı ve dökümantasyon hazırlanmalıdır. Bu suretle sismik mikrozonik veya sismik bölgeleme haritaları elde edilmiş olur. Bu yüzden yapıya gelen deprem kuvveti küçük olur.

Sismik mikro zoning haritaları muhtemel deprem şiddetini, sismik zoning haritasından, yani deprem bölgeleri haritalarından daha hassas olarak belirtir ve arazideki yerel şartların ve zamanla gelişmenin yer alacağı sınırlı zonlarda ve arazilerdeki yerel şartların değişikliğini gözönünde tutar. Böyle bir harita bir arazinin deprem kayıtlarını kullanarak ve o kısmın jeolojisini, su seviyesinde olabilecek değişiklikleri gözönünde tutarak hazırlanır. Risk ihtimali larına olanak sağlayacak şekilde planlanmalıdır.

ve seviyesi hakkında sonuçları yapı ve taşıyıcı sistem projeleri konusunda tavsiyeleri verir. Kurulacak kullanım yerleri alanlarının depreme dayanıklılık bakımından böyle bir harita yapıların zeminden gelebilecek dinamik etkilere karşı (Deprem, Çöküntü vb.) rehberlik eder.

DİNAMİK ETKİLERE DAYANIMLI PROJELENDİRMEDE GÖZÖNÜNDE TUTULACAK ÖNEMLİ HUSUSLAR

Bu konuyu yukarıda kısada olsa ele almıştık. Yapıya gelebilecek dinamik etkilerin doğurabileceği hasarlar mal ve can emniyeti bakımından büyük olabileceği için bu konudaki tavsiyelerin arttırılması için konuyu tekrar ele alacağız.

Bilindiği gibi deprem, yapılarda titreşimlere sebep olur, bu titreşimlerin genliği kullanılan yapı malzemesinin elastik karakteristiklerine ve yapının ağırlık merkezinin yerine bağlıdır. Titreşimin genliğinin ve yapının deformasyonlarının küçük olması için ağırlık merkezi mümkün olduğu kadar aşağıya indirmelidir.

Yapı deprem tarafından kendisine verilen enerjiyi önemli hasar doğurmadan absorbe edebilmelidir. Enerjiyi iyi absorbe edebilmesi için yapı malzemeleri düktil olmalı ve yapıda uygun bir şekilde kullanılmalıdır. Çelik, ahşap, betonarme, plastik maddeler düktil malzemelerdir. Bu malzemeler nispeten hafif malzemelerdir. Bu yüzden yapıya gelen deprem kuvveti küçük olur.

Yapıya torsiyon kuvvetinin gelmesini mümkün mertebe önlemek için yapının plandaki şekli basit ve simetrik olmasına özen gösterilmesi gerekir. Bilhassa taşıyıcı elemanların plandaki dağılımına önem verilmelidir.

Yapılarda merdiven boşluklarının tasarımı ve imalatı özel bir dikkat arz eder. Bunlar deprem halinde çabuk çıkma-larına olanak sağlayacak şekilde planlanmalıdır.

Depremeler, temellerin birbirine göre deplasman yapmalarına hatta bazı hallerde zemin tabakalarının sıvılaşmasına neden olabilirler. Sıvılaşma yapıların stabilitesinin bozulup, yıkılmasına sebep olabilir. Önemli yapılar halinde deprem bölgelerinde depreme dayanacak temel tipini seçmek için arazinin jeolojik etüdünü yapmak gerekir. Eski akarsu yapıları ve doldurulmuş göller bu bakımdan tehlikeli arazilerdir ve derin temeller gerektirirler.

DİNAMİK ETKİLERE MARUZ BÖLGELERDE YAPI TEKNİKLERİ

Bu konuda dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiş olup ayrıca deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmeliklerde gözönünde tutulmalıdır.

Uygulanan yapı tekniği ve taşıyıcı sistemle ilgili özellikler, öyle bir uyum göstermelidir ki yatay kuvvetlerin geçişi zeminden çatıya kadar bütün taşıyıcı elemanlarda temin edilmiş olsun. Perdeli taşıyıcı sistemler, betonarme, karkas sistemler ve çelik çerçeve sistemler depreme dayanıklılık bakımından iyi sistemlerdir. Prefabrike elemanlardan meydana gelmiş betonarme taşıyıcı sistemlerde birleşimler kırılma olmaksızın yatay kuvvetlerin intikalini temin edebilecek nitelikte olmalıdır.

Tuğla ve taş yapılar deprem tesirlerinden çok kolay zarar görürler. Böyle yapılar orta kalitede bir harçla yapıldıklarında tuğla ve taş duvarlar üzerindeki kırılmalar bilhassa birleşim yerlerinde vuku bulur. Bu bakımdan bu gibi yapılarda deprem bölgelerinde iyi kalitede kireç harcı veya kireç çimento harcı kullanılması tavsiye edilir. Harçların su muhtevası fazla olmamalıdır. Derzler az kalınlıkta (max 1 cm.) olmalı ve harçla tamamen doldurulmalıdır.

Dış köşelerde, iç duvarın kesişme yerinde, boşlukların çevresinde hatıllar düzenlenmesi esastır.

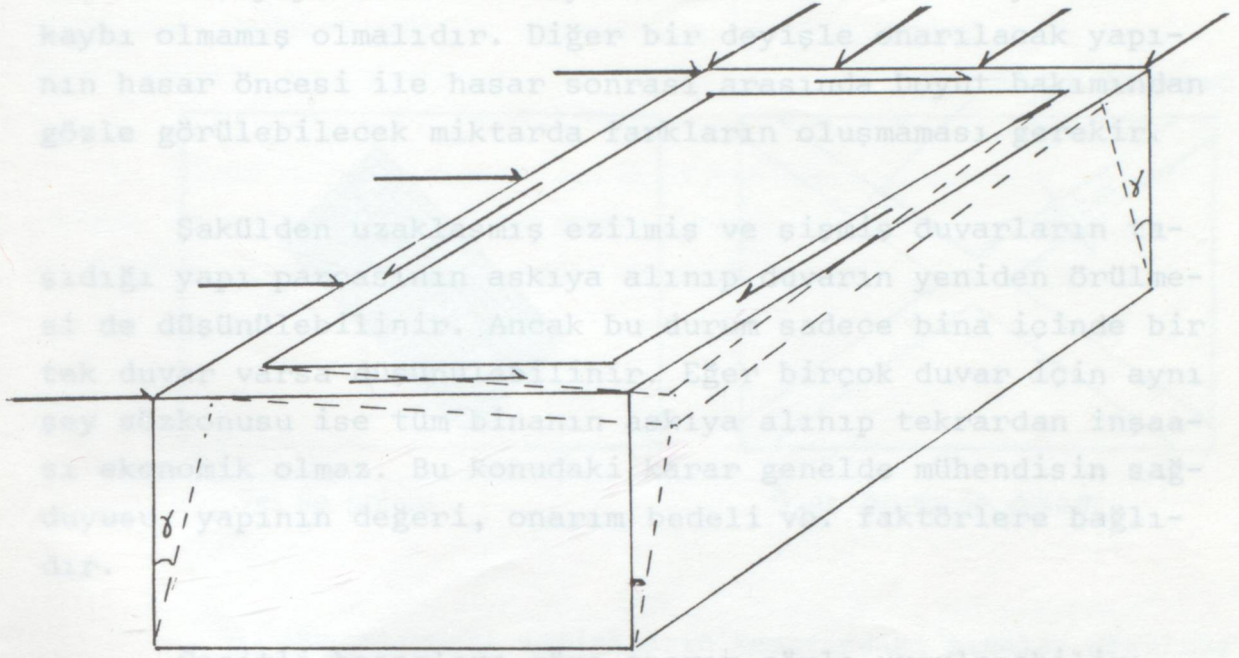
Dinamik etkinliği fazla veya orta olan yerlerde yapıların yüksekliği iki katla sınırlandırılmalıdır. Ayrıca bu bölgelerde yapılan yapıların dış köşelerinde ve duvarların kesim yerlerinde düşey demir bağlantıları tertip edilmelidir. En çok yarım metre düşey aralıklarla kaynaklı ızgara şeklinde madeni yatay bantlar yatay derzler içerisine konularak yapı takviye edilmelidir. Dinamik etkinliği az olan yerlerde iki kattan fazla olan yapılarda, yukarıda tarif edilen şekilde köşe takviyeleri, ayrıca her döşeme seviyesinde çepeçevre betonarme hatıl olmalıdır. Döşemeler bu hatıllara ankre edilmelidir.

Sismik etkinliği orta ve kuvvetli olan yerlerde üç kattan fazla yapılar, betonarme kolon ve kiriş sisteminden meydana gelmiş olan çerçeveler şeklinde olmalı, tuğla veya taş dolgu duvarları bulunmalıdır. Dış duvarların köşelerinde ve taşıyıcı iç duvarlarla dış duvarların ara kesitlerinde kolon düzenlenmelidir.

Bu şekilde yapılmamış binalar bazen blok halinde yıkılır ve büyük ölçüde can kaybına sebebiyet verir. Bu yüzden deprem gibi dinamik etkisi büyük değerlerin hüküm sürebileceği yerler için uygun değildir.

Depremler tarafından tahrip edilmiş yapılar üzerinde yapılan incelemeler kolonlarda etriyeler arasındaki mesafenin azaltılması gerektiğini ortaya koymuştur. Deprem esnasında yapıların bölme duvarlarında dinamik etkilere maruzdur. Bunların yıkılmasında insanların hayatına neden olabileceğinden, birleşim yerlerinin imalatına özen gösterilmelidir.

Yatay yüklerden dolayı duvarlarının çalışma şeması aşağıda verilmiştir.



Yukarıdaki şekilde dinamik etkiler neticesi oluşan yatay kuvvetten ötürü duvarların çalışma şemasında da açıkça görülebileceği gibi duvar köşeleri önemli ölçüde zarar görür.

1970 Gediz, 1976 Denizli, 1971 Burdur depremlerinde duvar köşelerine ehemniyet verilmemiş birçok binalarda hasarlar olmuştur. Yukarıda açıklandığı gibi bu gibi hasarları önlemek için ya köşelere kolon yapılmalı ya da gerilme birikimini önlemek için bina köşeleri yuvarlatılmalıdır.

YIĞMA YAPILARDA OLUŞAN HASARIN ONARIMI

Yığma yapıların gevrek yapılar olması ve dinamik etkilerden önemli ölçüde hasar görmesi nedeniyle, hafif etkilerden bile onarıma gerek olabilir. Yığma yapılar V şiddetindeki deprem vb. etkilerden başlayarak çatlayacaklardır. Oluşan çatlakların boyutuna göre hasarlara karşı önlem alı-

nır veya alınamaz. Onarım için duvarların düşeyden ayrılma-
mış ve düşey yüklerden dolayı duvarlarda şişme ve yükseklik
kaybı olmamış olmalıdır. Diğer bir deyişle onarılacak yapı-
nın hasar öncesi ile hasar sonrası arasında boyut bakımından
gözle görülebilecek miktarda farkların oluşmaması gerekir.

Şakülden uzaklaşmış ezilmiş ve şişmiş duvarların ta-
sıdığı yapı parçasının askıya alınıp duvarın yeniden örülme-
si de düşünülebilir. Ancak bu durum sadece bina içinde bir
tek duvar varsa düşünülebilir. Eğer birçok duvar için aynı
şey sözkonusu ise tüm binanın askıya alınıp tekrardan inşaa-
sı ekonomik olmaz. Bu konudaki karar genelde mühendisin sağ-
duyusu, yapının değeri, onarım bedeli vb. faktörlere bağlı-
dır.

Çeşitli hasarlara göre onarım şöyle uygulanabilir;

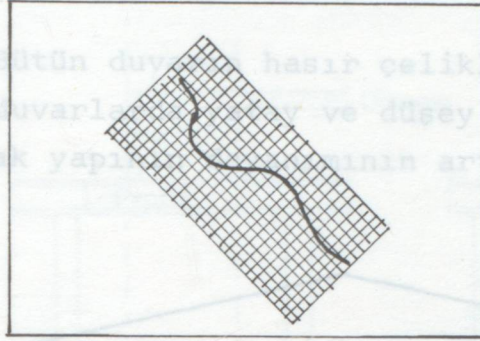
1. Önce duvar üzerindeki hafif çatlakların sıvadan daha
derine, duvarın içine gidip gitmediğini anlamak için çatla-
ğın çevresinde sıva kazılıp çıkarılmalıdır.

2. Eğer çatlak tuğla duvarın içine kadar uzanıyorsa ya
da duvarda kılcal çatlaklar düzeyinde (2-3 mm. kalınlığında)
kalmış ise duvardan sökülen sıvanın yerin yüksek çimento
dozajlı ve ince kumlu sıva tatbik edilir. Daha iyi bir mu-
kavemet isteniyorsa, çatlağın içine çimento enjeksiyonu ya-
pılır.

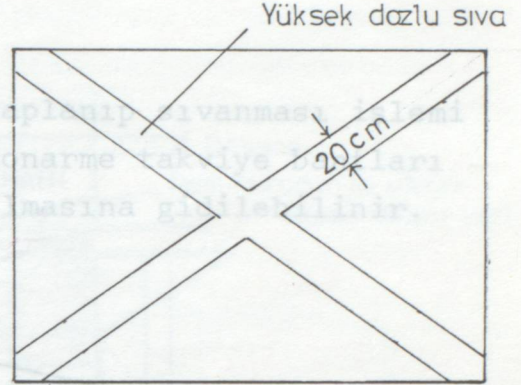
3. Eğer duvarın içindeki çatlak santimetre düzeyinde ise,
çatlayan bölgeye kümes teli konur ve üzerine yüksek çimento
dozlu ve ince kumlu sıva yapılır. Bazen sıva X şeklinde çı-
karılarak buraya yüksek dozajlı sıva yapılır.

Böyle bir onarımın etkinliği deneylerle saptanmıştır.
Pencere kapı boşlukları olan bir duvar parçasına yatay yük-
ler ilk çatlaklar oluşuncaya kadar uygulanmış, daha sonra

Duvarlar her iki yüzünden hasır çelik ile (φ 4-6 mm) kaplanıp üstü sıvanmıştır. Bu türde onarılan duvar, yeniden duvar düzlemine paralel yükler uygulanmış ve eskisinden daha dayanımlı olduğu saptanmıştır.

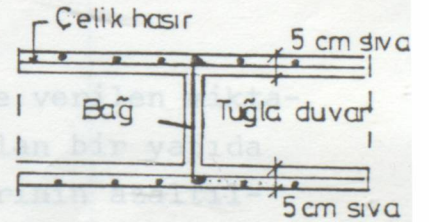
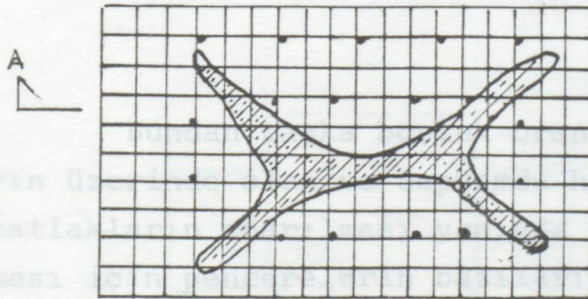


Tel ile önlem



Sıva bandı ile önlem

4. Duvarlardaki çatlakların kenarındaki sıvalar dökülmüş ve duvardaki çatlaklar bir kaç cm. düzeyinde ise, duvarın iç ve dış yüzündeki bütün sıvalar indirilip duvarın her iki yüzü kümes teli ya da hasır çelik (φ 4-6 mm. çapında) ile kaplanır ve bunların üzerine 3-4 cm. kalınlığında yüksek çimento dozajlı ince kumlu sıva yapılır. Hasır çelik duvardaki çatlakların çok geniş olması halinde kullanılır. Duvarın iki yüzüne konulan donatının duvar delinerek birbirine telle ya da demir çubukla bağlanması yararlıdır. Bu tip bağlantılar belli aralıklarla konulmalıdır.

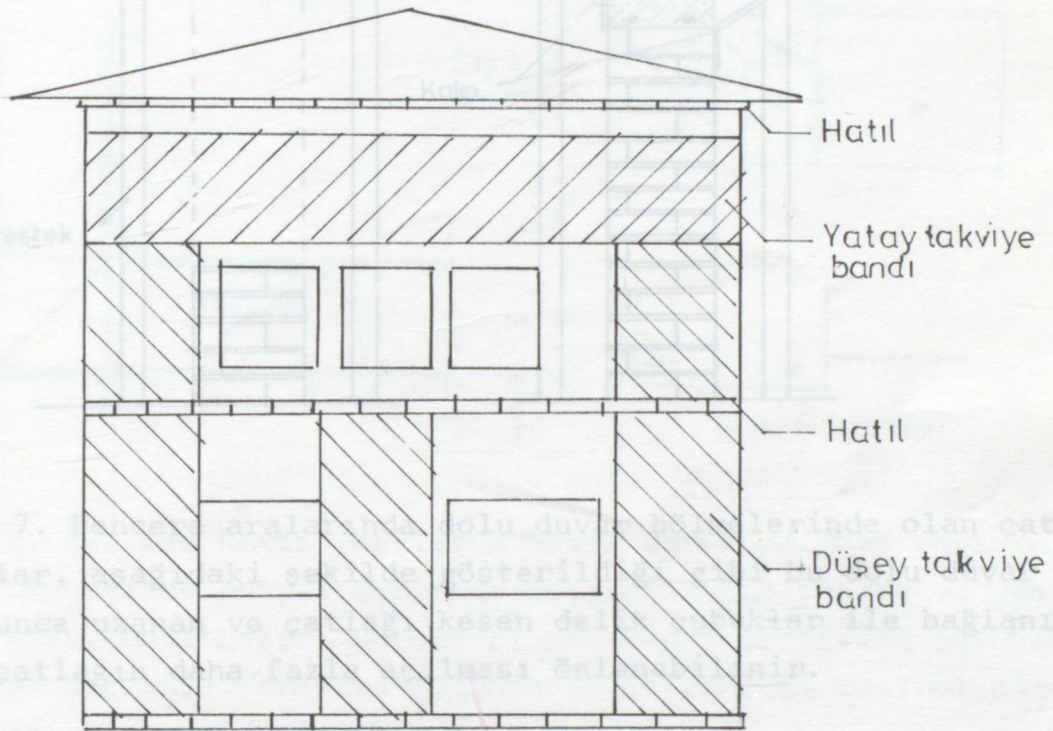


A-A Kesiti

Böyle bir onarımın etkinliği deneylerle saptanmıştır. Pencere kapı boşlukları olan bir duvar parçasına yatay yükler ilk çatlaklar oluşuncaya kadar uygulanmış, daha sonra

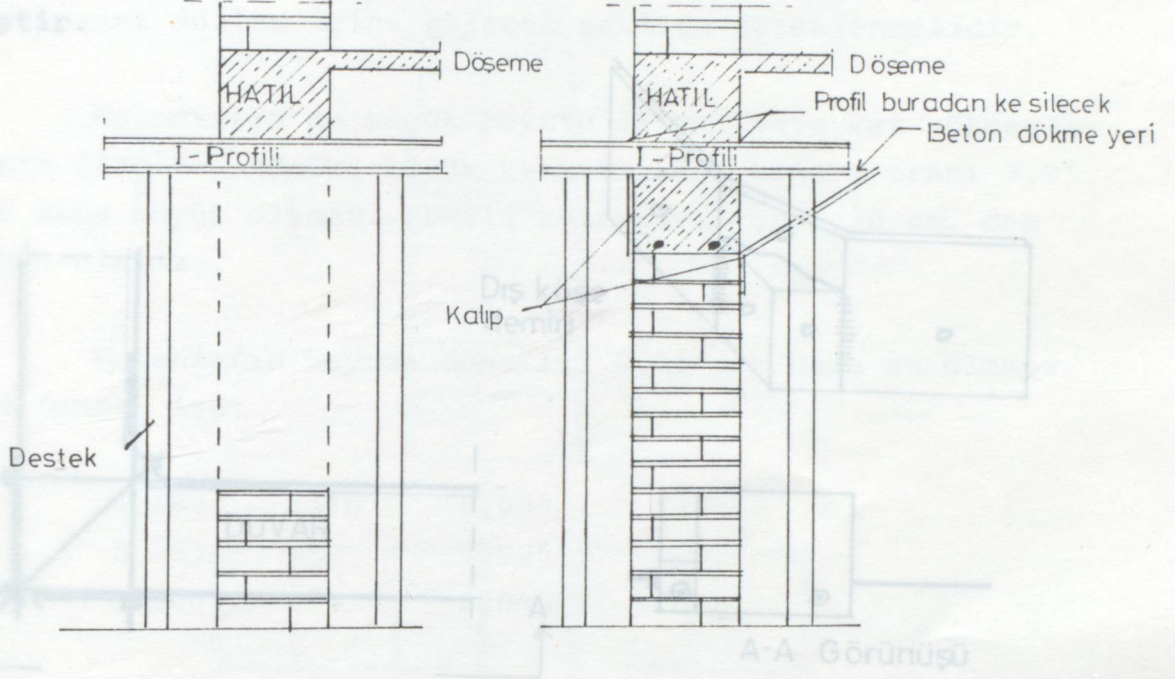
duvarlar her iki yüzünden hasır çelik ile (ϕ 4-6 ek) kaplanıp üstü sıvanmıştır. Bu türde onarılan duvara, yeniden duvar düzlemine paralel yükler uygulanmış ve eskisinden daha dayanımlı olduğu saptanmıştır.

5. Bütün duvarın hasır çelikle kaplanıp sıvanması işlemi yerine duvarlarda yatay ve düşey betonarme takviye bantları konularak yapının dayanımının artırılmasına gidilebilir.

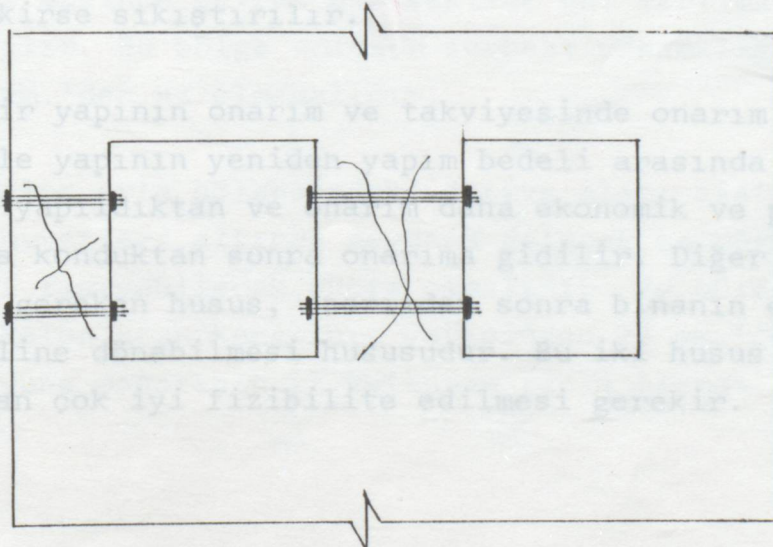


Bundan başka boşluk oranı yönetmelikte verilen miktarın üzerinde olan ve depremde hasar görmüş olan bir yapıda çatlakların onarılması yanında boşluk oranlarının azaltılması için pencerelerin bazıları kapatılabilir ya da boyutları küçültülebilir. Bunun etkili olabilmesi için eklenen duvarın eski duvara bağlantılı olarak yapılması gerekir.

6. Yığma yapıların çok hasarlı duvarları askıya alınarak yeni baştan örülebilir. Ancak bu oldukça zor bir onarım şeklidir. Bunun üst başlarında içten ve dıştan olmak üzere çelik çubuklarla bağlanmasıdır. Bu bağlantı şekli ve duvar köşelerinde çubukların ankrajı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

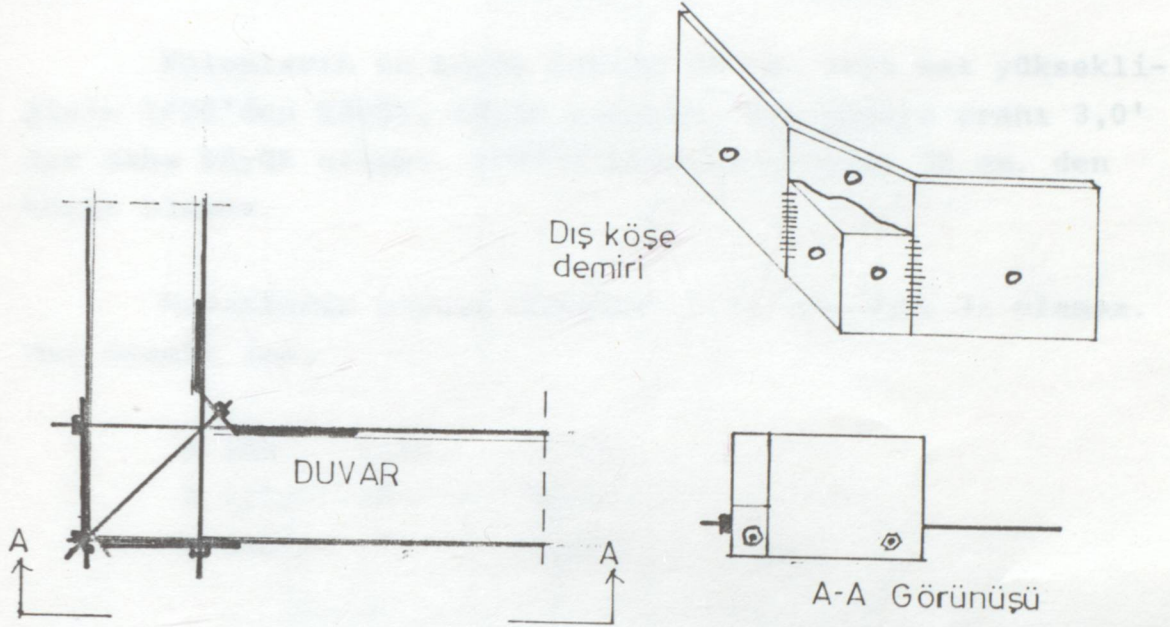


7. Pencere aralarında dolu duvar bölmelerinde olan çatlaklar, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi bu dolu duvar boyunca uzanan ve çatlağı kesen delik çubuklar ile bağlanır ve çatlağın daha fazla açılması önlenebilir.



Pencere aralarının takviyesi

8. İtalya'da 1976'da olan Friuli depreminden sonra tarihi yapıların onarımında kullanılmış bir yöntem yapıların duvarlarının üst başlarında içten ve dıştan olmak üzere çelik çubuklarla bağlanmasıdır. Bu bağlantı şekli ve duvar köşelerinde çubukların ankrajı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



9. Bir kaç katlı yapılarda hasar durumuna göre yapının dış cephesinde putrel demirler (U-profil ile) yatay ve düşey kuşaklar konulabilir. Bu profil demirleri birbirine bulonlu olarak bağlanır. Arasına bulonların gevşekliği kontrol edilir gerekirse sıkıştırılır.

Bir yapının onarım ve takviyesinde onarım ve takviye bedeli ile yapının yeniden yapım bedeli arasında bir karşılaştırma yapıldıktan ve onarım daha ekonomik ve pratik olduğu ortaya konduktan sonra onarıma gidilir. Diğer bir dikkat edilmesi gereken husus, onarımdan sonra binanın eski mukavemet haline dönebilmesi hususudur. Bu iki husus mühendis tarafından çok iyi fizibilite edilmesi gerekir.

BETONARME YAPI ELEMANLARINDA ALINACAK ÖNLEMLER

Kolonlar: Kolonlar, yapılarda temel üzerinden başlayarak yukarı doğru birbirinin üzerine gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Tüm kolonlar öncelikle planda, aksları boyunca aynı düzlem içine gelecek şekilde düzenlenmelidir.

Kolonların en küçük boyutu 25 cm. veya kat yüksekliğinin 1/20'den küçük, büyük kenarın, dar kenara oranı 3,0'den daha büyük olamaz. Fretli kolonların çapı 30 cm. den küçük olamaz.

Kolonların boyuna donatısı 0,01'den daha az olamaz. Max donatı ise;

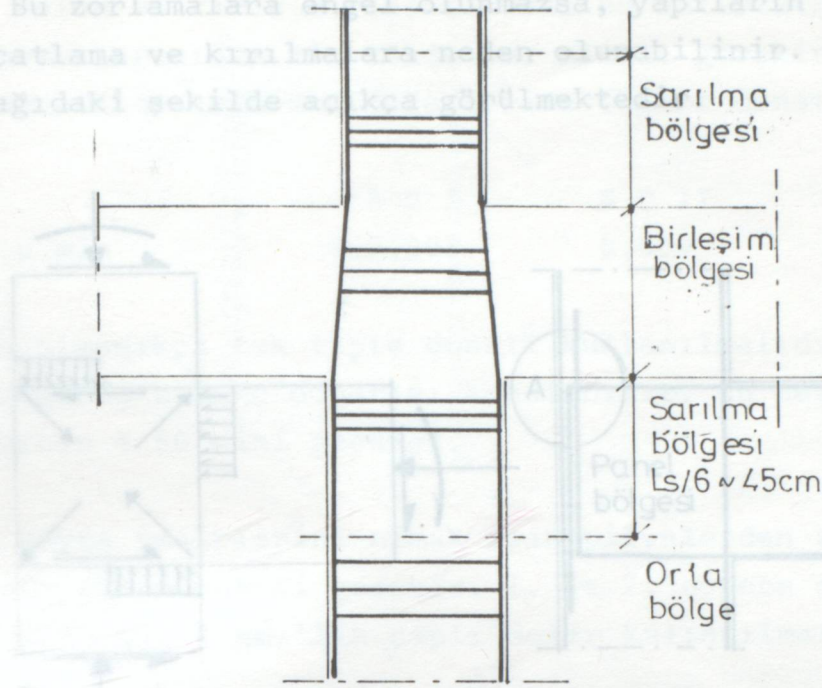
B 160	için	0,030	
B 225	"	0,035	
B 300	"	0,040	dır.

Kolonlarda sarılma, orta ve birleşim bölgeleri diye üç bölge bulunmalıdır.

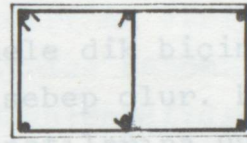
Sarılma bölgesi: Dinamik etkilerden dolayı çevrevelere gelen yükler altında betonun sıkıca çemberlenmesini sağlamak ve böylece normal kayma gerilmeleri altında gevrek bir şekilde ani kırılmasını önlemek için yapılır. Bu bölge kolonun serbest yüksekliğinin 1/6'sı veya 45 cm.'den az olmamalıdır.

Kolon orta bölgesindeki etriye alanı statik yükler ve deprem kuvvetleri altında meydana gelecek en büyük deprem kuvvetini taşıyabilecek güçte olmalıdır. Bu bölgedeki etriye aralığı kolon uzun kenarının yarısından 20 cm.'den ya da en küçük boyuna donatısının 12 katından fazla olamaz.

Bu zorlamalara karşı alınmazsa, yapıların bu kısımlarında çatlama ve kırılmalar meydana gelebilir. Bu zorlamalar aşağıdaki şekilde açıkça görülmektedir.

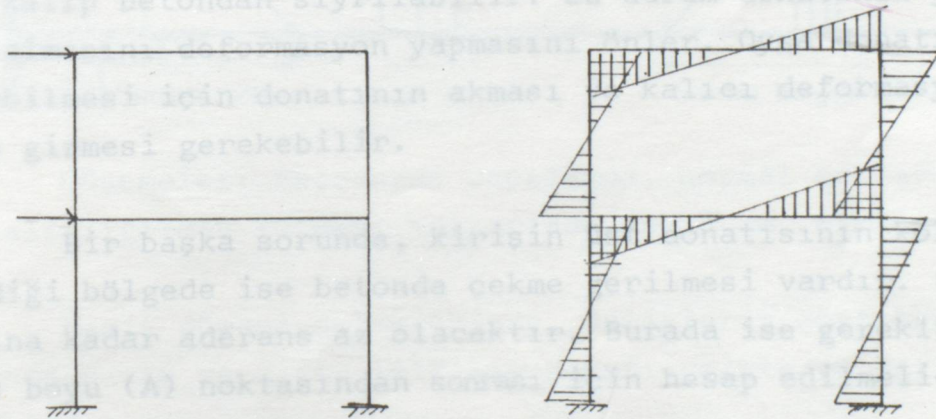


Çift kapalı etriye

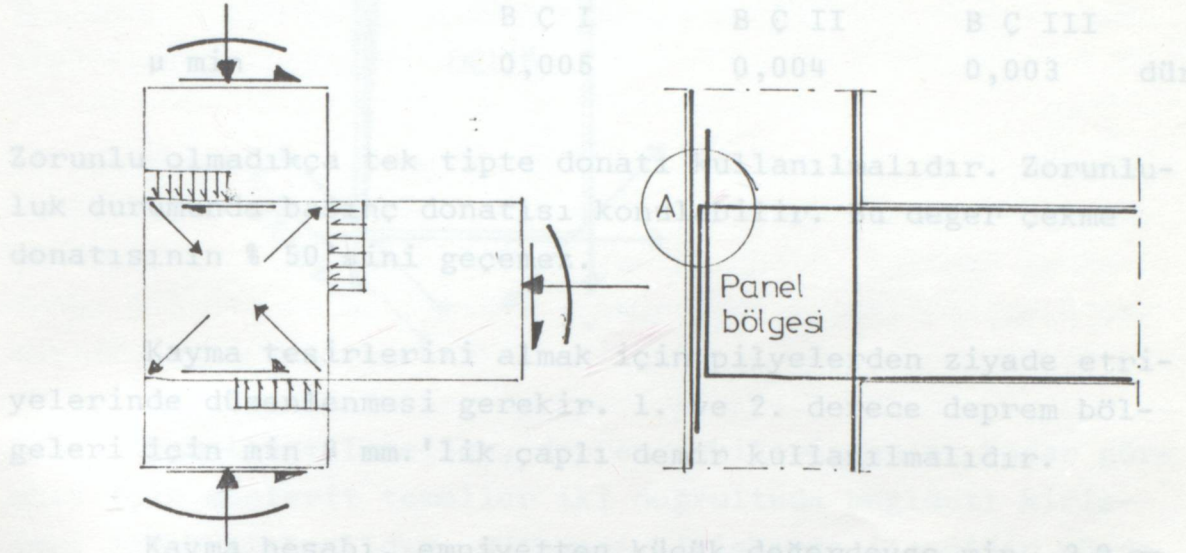


Ciroz etriye

Kirişler: Dinamik etkilerden dolayı çevrevelere gelen yükler aşağıda verilmiştir. Kolon ve kirişlerin birleştiği panel bölgelerinde önemli şekilde zorlamalara maruz kalır.



Bu zorlamalara engel olunmazsa, yapıların bu kısımlarında çatlama ve kırılmalara neden olunabilir. Bu zorlamalar aşağıdaki şekilde açıkça görülmektedir.



Panel bölgesinde diyagonale dik biçimde oluşan çekme kuvveti bu bölgede kırılmalara sebep olur. Bu zorlamaları önlemek için çekme ve basınç donatılarına uygun ankraj uzunlukları hesaplanmalıdır.

Kirişin çekmeye çalışan donatısı panel bölgesinde ankraj yapmaktadır. Bu bölgede oluşan yüksek basınç gerilmesi ile bu bölgedeki betonun parçalanmasından bu donatı ankrajsız kalıp betondan sıyrılabilir. Bu durum donatının yeterli yük almasını deformasyon yapmasını önler. Oysa donatını iş görebilmesi için donatının akması ve kalıcı deformasyon alanına girmesi gerekebilir.

Bir başka sorunda, kirişin üst donatısının kolona girdiği bölgede ise betonda çekme gerilmesi vardır. (A) noktasına kadar aderans az olacaktır. Burada ise gerekli aderans boyu (A) noktasından sonrası için hesap edilmelidir.

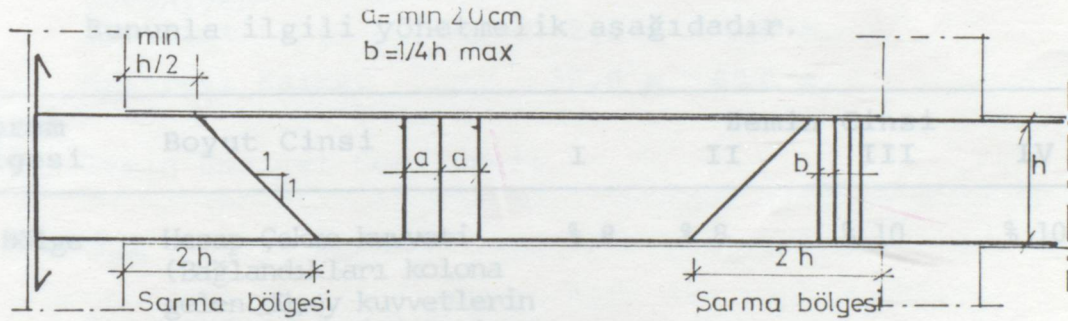
Kolon ve kiriş birleşimindeki bu hatırlatmadan sonra kiriş boyutlarının min 20x30 cm. olması gerekir. Ayrıca kiriş donatıları minimum değerleride (çekme donatısı).

	B Ç I	B Ç II	B Ç III	
μ min	0,005	0,004	0,003	dür.

Zorunlu olmadıkça tek tipte donatı kullanılmalıdır. Zorunluluk durumunda basınç donatısı konulabilir. Bu değer çekme donatısının % 50'sini geçemez.

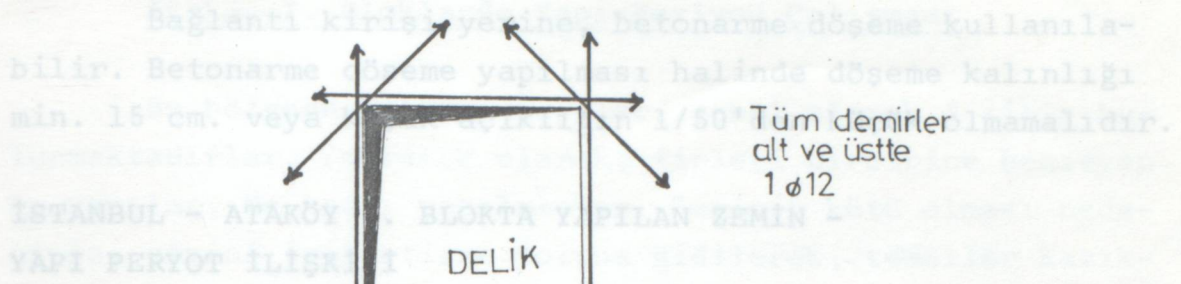
Kayma tesirlerini almak için pilyelerden ziyade etriyelerinde düzenlenmesi gerekir. 1. ve 2. derece deprem bölgeleri için min 8 mm.'lik çaplı demir kullanılmalıdır.

Kayma hesabı, emniyetten küçük değerdeyse min. 2,0 cm. aralıklı etriyeler kullanılmalıdır. Bu etriyeler sarma bölgelerinde sıklaştırılmalıdır. Ayrıca 60 cm. yüksekliği geçen kirişlerde, gövde donatıları düzenlenmelidir. Kiriş konstrüksiyonlarının hazırlanması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Döşemeler: Betonarme yapılarda, normal katlarda döşeme kalınlığı min 10 çatı katlarında ise 8 cm. olmalıdır.

Basit döşeme deliklerinde, deliklerin dört kenarı boyunca üstte ve altta 1ø12'lik donatı, altta ve üstte konulmalıdır.



Çalışma grubu bu bölümünde İstanbul-Ataköy semtinin I. Bloklarının yapılacak zemin ve yapı periyotlarının rozonans bakımından ilgilendirilmesi yapılacaktır. Çalışma grubumuzun zeminde ve yapıda yapılan çalışmaları sonuçları teker teker aşağıda verilmiştir. Biz, bu doneler ışığı altında, zemin ve yapıların periyodik bakımdan uygunluğunu

Temeller: Temeller, deprem etkilerinden az hasar görmesi için münferit temeller iki doğrultuda bağlantı kirişleri ile bağlanmalıdır. Mütemadi kirişlerde ise diğer yönde temel bağlantıları yapılacaktır. Temel zemini kaya ise bağlantı kirişleri kullanılmayabilir. Bağlantı kirişleri yönetmelikte belirtilen oranlarda kolona gelen en büyük düşey kuvvetin yüzdesi olarak çekmeye göre boyutlandırılır.

Bununla ilgili yönetmelik aşağıdadır.

Deprem Bölgesi	Boyut Cinsi	I	II	III	IV
1. Bölge	Hesap Çekme kuvveti (Bağlandıkları kolona gelen düşey kuvvetlerin en büyüğünün yüzdesi olarak) min. Enkesit min Boyuna donatı min. Boyut	% 8 700 cm ² 4 ϕ 14 25 cm.	% 8 700 cm ² 4 ϕ 14 25 cm.	% 10 900 cm ² 4 ϕ 16 30 cm.	% 10 900 cm ² 4 ϕ 16 30 cm.
2. Bölge	Hesap çekme kuvveti	% 5	% 5	% 8	% 10
3.	min. Enkesit	700 cm ²	700 cm ²	900 cm ²	900 cm ²
4.	min. Boyuna donatı	4 ϕ 14	4 ϕ 14	4 ϕ 14	4 ϕ 14
Bölgeler	min. Boyut	25 cm.	25 cm.	30 cm.	30 cm.

Bağlantı kirişi yerine, betonarme döşeme kullanılabilir. Betonarme döşeme yapılması halinde döşeme kalınlığı min. 15 cm. veya küçük açıklığın 1/50'den küçük olmamalıdır.

İSTANBUL - ATAKÖY I. BLOKTA YAPILAN ZEMİN - YAPI PERİYOT İLİŞKİSİ

Çalışmamızın bu bölümünde, İstanbul-Ataköy semtinin I. Bloklarında yapılan zemin ve yapı periyotlarının rozonans bakımından ilişkilendirilmesi yapılacaktır. Çalışma grubumuzun zeminde ve bu zemin üzerinde yaptığı çalışmaların sonuçları teker teker aşağıda verilmiştir. Biz, bu doneler ışığı altında, zemin ve yapıların periyodik bakımdan uygunluğunu saptamaya çalışacağız.

Ataköy-I. Bloklarda Zemin Çalışması Sonuçları

- Zemin Katmanları:

Tarım Toprağı	0,5 m ~ 1 m.
Marn ve Kil	3,0 m ~ 5 m.
Devoniyen Gre-Şist	2,0 m ~ 5,0 m.
Maktralı Kalker	30,0 m ~ 60,0 m.

- Zemin Emniyet Gerilmesi:

$$\delta_{em} = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

- Ortalama " $\bar{V}_s$ " dalga hızı:

$$\bar{V}_s = 3,0 \text{ km/sn.}$$

- Ortalama " $\bar{V}_p$ " dalga hızı:

$$\bar{V}_p = 5,5 \text{ km/sn.}$$

- Zeminin açısal frekansı ve hakim periyodu:

$$\omega_0 = 67,31 \text{ sn}^{-1} \quad T_0 = 0,0933 \text{ sn.}$$

Ataköy-I. Bloklarda Yapı-Periyod Çalışması

Bu bölgede bulunan yapılar, genel olarak 3 tipte bulunmaktadır. Yaklaşık olarak, tipleri birbirine benzeyen bu yapılar, üç katlı yapılmıştır. Zeminin kötü olması nedeniyle, zemini iyileştirme yoluna gidilerek, temeller kazıklar üzerine inşaa edilmiştir (Kazıklı Temel).

Yapılara ait esas doneler:

- Yapının açısal frekansı:

$$W = 48,09 \text{ sn}^{-1}$$

- Yapının hakim periyodu:

$$T = 0,131 \text{ sn.}$$

- Zemin ve Yapı Peryodları Arasındaki İlişki

Zemin ve yapı peryodları arasındaki ilişkileri genel olarak iki açıdan inceleyebiliriz.

- a. Sönümsüz Sistem olarak
- b. Sönümlü Sistem olarak.

a. Sönümsüz Sistemler

Bu sistemlerin incelenmesi aşağıda verilen Dinamik Faktör (DMF) ile, zemin ve yapıların açısal frekansları oranları arasındaki ilişkiyi içeren eğri ile yapılacaktır.

Bu eğride konu edilen Dinamik Faktör (DMF).

$$0,707 < \frac{\bar{w}}{w} < 1,22.$$

$$DMF = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{\bar{w}}{w}\right)^2} \right| \leq 2 \text{ olarak alınır; genelde}$$

Bölgesinden kurtulur. Çünkü bu bölgede DMF > 2 olur.

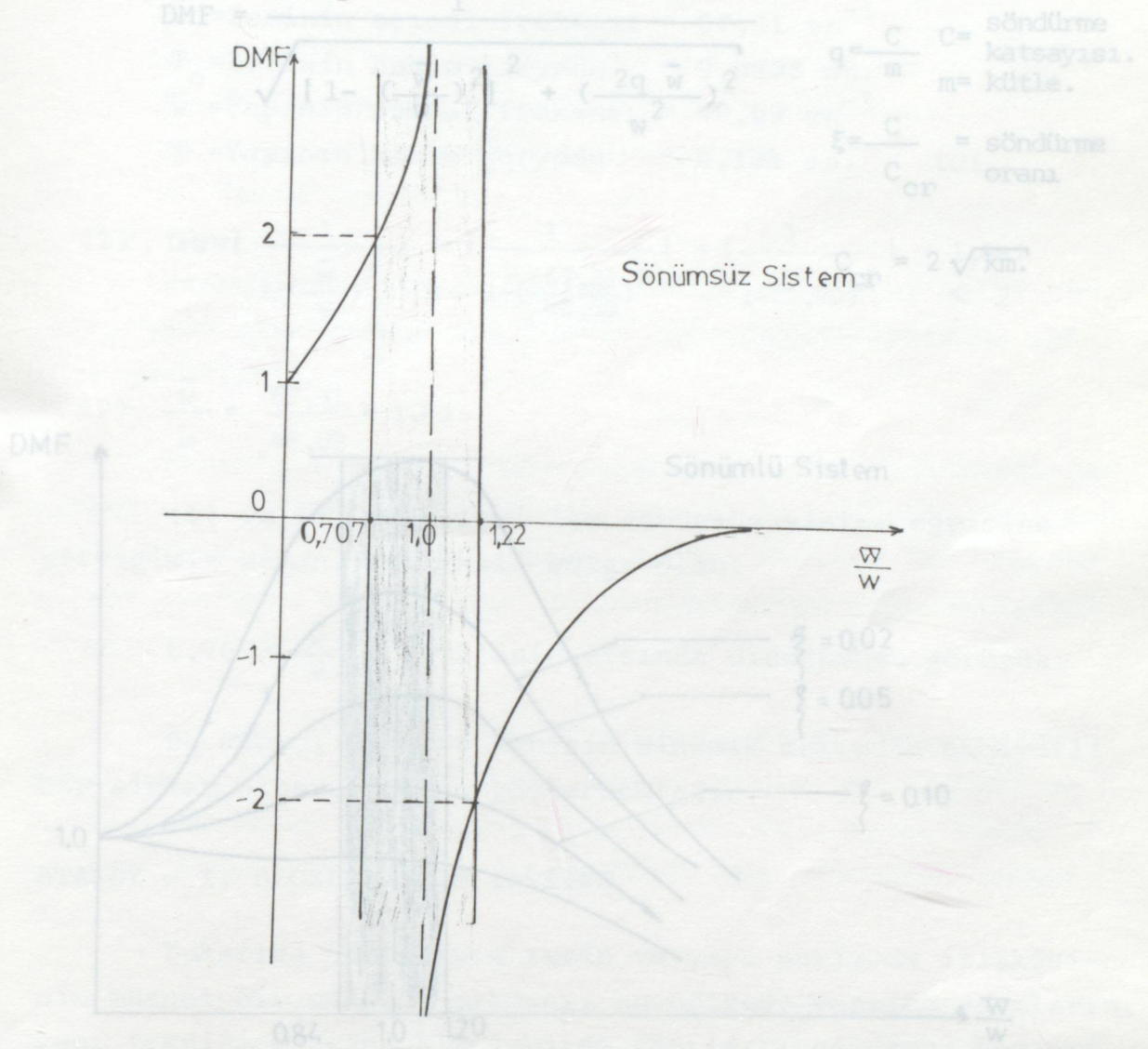
$$\left. \begin{array}{l} \bar{w} < 0,707 w \\ \bar{w} \geq 1,22 w \end{array} \right\} \text{ olmalıdır.}$$

$\bar{w}$ = zemin açısal frekansı.

b. Sönümsüz Sistemler $\bar{w} = \frac{2\pi}{T} \quad T = \text{Zemin hakim periyodu}$

By sistemlerinde incelemesini, yukarıdaki gibi yine, DMF ile $w = \text{Yapının açısal frekansı:}$ yapacağız.

$w = \frac{2\pi}{T} \quad T = \text{Yapının hakim periyodu}$



$0,707 < \frac{\bar{w}}{w} < 1,22.$

Bölgesinden kaçınılmalıdır. Çünkü bu bölgede $DMF > 2$ olur. Bu da rezonansı oluşturur.

b. Sönümsüz Sistemler

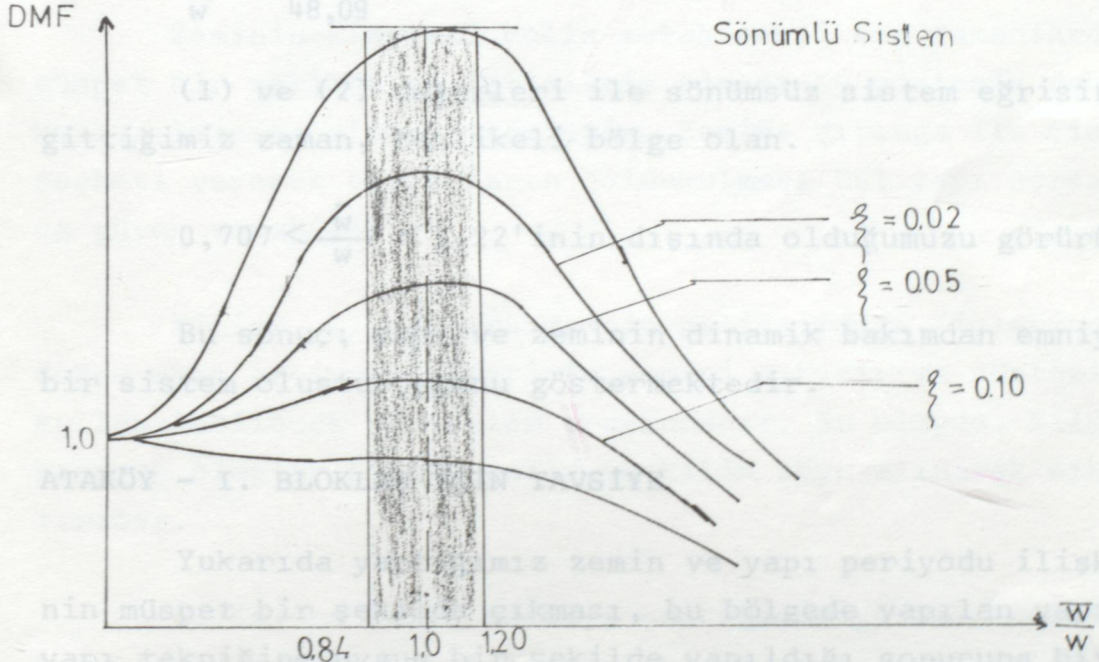
Bu sistemlerde incelemesini, yukarıdaki gibi yine, DMF ile $\frac{\bar{w}}{w}$ oranı arasındaki ilişkiyi içeren eğri arasında yapacağız.

$$DMF = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\frac{\bar{w}}{w})^2]^2 + (\frac{2q\bar{w}}{w^2})^2}}$$

$q = \frac{C}{m}$ $C =$ sönümlendirme katsayısı.
 $m =$ kütle.
 $\xi = \frac{C}{C_{cr}} =$ sönümlendirme oranı

$$(1) DMF = \frac{1}{1 - (\frac{\bar{w}}{w})^2} = \frac{1}{1 - (\frac{67,31}{48,09})^2} = \frac{1}{1 - (1,40)^2} \quad C_{cr} = 2 \sqrt{km.}$$

$$(2) \frac{\bar{w}}{w} = \frac{67,31}{48,09} = 1,40$$



Burada, $0,84 < \frac{\bar{w}}{w} < 1,20$ olmalıdır.

Zeminin ıslahı, kazık temellerle gerçekleştirilmiştir. Bu da üst yapının sağlıklı bir şekilde yapılmasına imkan vermiştir.

Araştırma yaptığımız Ataköy-I. Blokların zemin etüdü neticelerinde, bu bölge zemininin pek güvenilir olmadığını ortaya koymuştur. Zeminin boşluklu olması, oluşabilecek dinamik etkilerin artmasını olanak vereceğinden zemin ve yapı periyodları ilişkisini sönümsüz olarak yapacağız. Buna göre;

$$\begin{aligned}\bar{w} &= \text{Zeminin açısal frekansı} = 67,31 \text{ sn}^{-1} \\ T_o &= \text{Zeminin hakim periyodu} = 0,0933 \text{ sn.} \\ w &= \text{Yapının açısal frekansı} = 48,09 \text{ sn}^{-1} \\ T &= \text{Yapının hakim periyodu} = 0,131 \text{ sn.} \quad \text{idi.}\end{aligned}$$

e. Kazık temeller.

$$(1) \quad DMF = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{\bar{w}}{w}\right)^2} \right| = \left| \frac{1}{1 - \left(\frac{67,31}{48,09}\right)^2} \right| = \left| \frac{1}{1 - (1,40)^2} \right| = 1,042$$

$$(2) \quad \frac{\bar{w}}{w} = \frac{67,31}{48,09} = 1,40$$

(1) ve (2) değerleri ile sönümsüz sistem eğrisine gittiğimiz zaman, tehlikeli bölge olan.

$0,707 < \frac{\bar{w}}{w} < 1,22$ 'inin dışında olduğumuzu görürüz.

Bu sonuç; yapı ve zeminin dinamik bakımdan emniyetli bir sistem oluşturduğunu göstermektedir.

ATAKÖY - I. BLOKLAR İÇİN TAVSİYE

Yukarıda yaptığımız zemin ve yapı periyodu ilişkisinin müspet bir şekilde çıkması, bu bölgede yapılan yapıların, yapı tekniğine uygun bir şekilde yapıldığı sonucuna bizleri itiyor.

Bu binalarda yapılan incelemeler sonucunda binaların, ıslah edilmiş zemin üzerine kurulduğunu bizlere göstermiştir.

Zeminin ıslahı, kazık temellerle gerçekleştirilmiştir. Bu da üst yapının sağlıklı bir şekilde yapılmasına imkan vermiştir.

Bu bölgede yapılacak, yapılar için bizler; muhakkak suretle zeminin ıslah edilmeden, üst yapının oluşturulmasına karşıyız.

Zeminin ıslahı için çok çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bir kaçını şöyle sıralayabiliriz:

- a. Zeminin mekanik yollarla sıkıştırılması
- b. Zeminin kimyasal yollarla sıkıştırılması
- c. Zeminin elektrik yoluyla ıslahı
- e. Kazık temeller.

Zeminlerin mekanik olarak sıkıştırılmasını hafif yapılar veya oturmaların çok farklı olmayacağı yapılarda tavsiye edebiliriz.

Zeminin kimyasal yolla ıslah şekli son zamanlarda çok müspet bir şekilde geliştirilmiş olması bu yöntemin daha çok kullanılmasına olanak vermiştir. Zemine şırınga ile çimento şerbeti vererek boşlukların doldurulması üst yapı açısından da güven verebilir.

Killer, L. Casagrande'nin geliştirdiği, içlerinden doğru akım geçirmek suretiyle zemini sıkıştırma yöntemi de kullanılabilecek yöntemler arasındadır. Bu olayda, kilde karışık olaylar husule gelir ve kilin suyu alınarak sıkıştırılır.

Bizim, en fazla tavsiye edeceğimiz yöntem zeminin kazıklarla ıslahıdır. Geliştirilmiş olan bir çok kazık temel yöntemiyle, üst yapıya da uygun olan şekliyle inşaa edilebilir.

Zeminin ıslahı yanı sıra, üst yapıda da bir takım önlemler almak zaruridir. Deprem hesaplarında bulunan kesit zonlarına uygun şekilde, üst yapının demir donatısı techiz

KAYNAKLAR

- Microzonation Conferance (Seadle 1972).
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Şartname Bayındırlık Bakanlığı
- Deprem Araştırma Bülteni 24 Dep. Araş. Enst.
- Yapı Dinamiğine Giriş " " "
- Yığma Yapılar " " "
- Betonarme I Prof. Kemal ÖZDEN
- Mühendislik Sismolojisi Prof. M. İPEK
- Yapı Dinamiği Ders Notları Prof. Halit DEMİR
- Deprem Mühendisliği Notları Prof. Halit DEMİR
- Temel İnşaatı Prof. Necati ACUN
- T. S. 500

Teşekkürlerimle.

İnş. Müh. Yusuf ENGİN

Ö Z G E Ç M i Ş

1961 İstanbul doğumluyum. İlk ve Orta öğrenimimi de İstanbul'da bitirdim. 1979 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesine girme hakkını elde ettim. 1983 yaz döneminde, Betonarme Kürsü'sünden yaptığım bitirme teziyle, bu fakülteyi bitirdim.

Yine, aynı yıl içinde açılan sınavla İstanbul Yıldız Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Bölümü-Yapı Dalında Yüksek Lisans Öğrenimi yapma hakkını elde ettim. Halen, bu okulun Geoteknik çalışma grubunda, bitirme tezi hazırlamaktayım.

Saygılarımla.

İnş. Müh. Yusuf ENGİN

