

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Betonarme ve Yığma Yapılarda
Kullanılan Doğal Elemanlar

Filiz Sevük

Yüksek Lisans Tezi

750
95

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

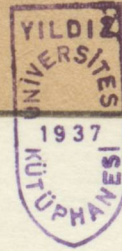
BETONARME ve YIĞMA YAPILARDA KULLANILAN DOĞAL
ELEMANLARIN TİTREŞİM ÖZELLİKLERİ HAKKINDA ÇALIŞMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Filiz SEVÜK

İSTANBUL - 1986

YILDIZ UNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150
Alındığı Yer : Fen Bil Ens. 95
Tarih : 8.12.1986
Fatura :
Fiatı : 1000 TL
Ayniyat No : 1/32
Kayıt No : 44650
UDC :
Ek :



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Comp.

BETONARME VE YIĞMA YAPILARDA KULLANILAN DOĞAL ELEMENLARIN TİTREŞİM ÖZELLİKLERİ HAKKINDA ÇALIŞMA

notlarından fazlasıyla yararlandığım çok değerli hocam Doç.Dr.Tuncer KODAMANOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.
Bir hocaya borç bilirim.

Sevgilerimle,
FİLİZ SEVÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
833229 Filiz SEVÜK

DENETLEYEN:
Doç.Tuncer KODAMANOĞLU

Bu tez çalışmamda gerek derslerinden gerekse ders notlarından fazlasıyla yararlandığım çok değerli hocam Sayın Doç.Dr.Tuncer KODAMANOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Saygılarımla,

Filiz SEVÜK

SUMMARY

ÖZET

Earthquake regulation code does not allow any cracks on non load bearing walls frame type of structure, after the earthquake.

Bu çalışmada betonarme yapılarda deprem sonrası yapıların, hasar incelemelerinde deprem yönetmeliğine göre inşa edilmiş taşıyıcı sistemlerde hiçbir hasara rastlanmamış olmasına karşın; ara dolgu duvarlarda (Bölme duvarlarında) birtakım çatlak ve yıkıntılara rastlanmaktadır. Bu olay sistemlerle bölme duvarların deprem kuvvetleri enerjisi karşısında farklı davranışlarından kaynaklanmaktadır.

Bu nedenle, gerek betonarme gerekse yığma yapılarda, ara dolgu duvarlar veya yığma bina elemanlarının deprem enerjisi karşısında davranışının farklı olmaması için nelelerin yapılması gerektiği araştırılmış; problem klasik metodlarla incelenerek olayın sağlıklı olması için gereken yöntemleri sürülmüş olup bu hususta öneriler sunulmuştur.

İÇİNDEKİLER:

I-	Giriş	1
II-1	Deprem Afeti Karşısında Türkiye'de Genel Durum. . .	2
2-1	Deprem Sırasında Yerharcetiminin Özellikleri. . .	2
2-2	<u>S U M M A R Y</u>	6
3-	Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı	7
3-1	The earthquake regulation code those not allow any cracks on non load bearing walls frame type of structure, after the earthquake.	8
	This kinds of cracks occure due to uneguale earthquake energu absarption of the load bearing and non load bearing walls.	
	In this study the material of different energy absorption in reinforoed concrete and nasonery building have been studied. This problem has been investigated in classical method. The result of research in order to make a resistiv structure egaints earthquake forces has been given.	
4-2-1	Çok Serbestlik Dereceli Yapıların Periyodunun Hesabı	22
4-2-1-1	Dinamik Analiz	22
4-2-2-	Statik Analiz	23
4-2-3-	Amirik Formüller	23
4-3-	Tek Serbestlik Dereceli Yapıların Titreşim Periyodunun Hesabı	26
4-4-	Teşviş Sistemde Tasarım	27
5-	Yığma Yapıların Dinamik Özellikleri ve Yatay Yükler Altında Davranışları	28
5-1-	Kat Ağırlıkları	28
5-2-	Duvar Rijitlikleri	29
5-3-	Yapı Özel Periyodu	30
5-4-	Deprem Kuvvetleri ve Devrilme Momentleri . . .	33

İÇİNDEKİLER:

I-	Giriş	1
II-1	Deprem Afeti Karşısında Türkiye'de Genel Durum.	2
-2-1-	Deprem Sırasında Yerhareketinin Özellikleri.	2
2-2-	Zeminin Özellikleri	6
3-	Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı	7
3-1-	Depreme Dayanıklı Yapıda Genel Biçim	8
3-1-1-	Depreme Dayanıklı Yapının Hafif Olması	9
3-1-2-	Yapının Planda Basit ve Düzenli Olması	9
3-1-3-	Yapının Yükseklik Boyunca Basit Simetrik ve Düzenli Olması	13
4-	Betonarme Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesap- lanması	17
4-1-	Deprem Kuvvetlerinin Hesabı	17
4-2-	Yapıların Dinamik Özellikleri	19
4-2-1-	Çok Serbestlik Dereceli Yapıların Periyodunun Hesabı	22
4-2-1-1-	Dinamik Analiz	22
4-2-2-	Statik Analiz	23
4-2-3-	Amprik Formüller	25
4-3-	Tek Serbestlik Dereceli Yapıların Titreşim Periyodunun Hesabı	26
4-4-	Taşıyıcı Sistemde Tasarım	27
5-	Yığma Yapıların Dinamik Özellikleri ve Yatay Yükler Altında Davranışları	28
5-1-	Kat Ağırlıkları	28
5-2-	Duvar Rijitlikleri	29
5-3-	Yapı Özel Periyodu	30
5-4-	Deprem Kuvvetleri ve Devrilme Momentleri	33

5-4-	Burulma Momentleri	34
5-6-	Tuğla Yığma Yapıların Dinamik Özellikleri ve Deprem Davranışları	36
6-	Taşıyıcı Olmayan Elemanlar ile Yapı İçindeki Eşyaların Korunması	42
7-	Yapılarda Deprem Hasarları	46
8-	Yapı Yapılacak Yerin Seçimi	47
III-1-	İvme Spkturumu	49
2-	Ölçme Yoluyla Periyod Tayini	51
3-	Sonuç ve Öneriler	56
	Kaynaklar	
	Özgeçmiş	

II-1. DEPREM APETİ KARŞISINDA TÜRKİYE'DE DURUM

Akdeniz deprem kuşağında bulunan Türkiye deprem açısından aktif bir ülkedir. Dünyada en tanınmış deprem ülkelerinden biri olan Türkiye'de deprem problemi çok büyük önem verilmesi gerekir.

I GİRİŞ

Anadolu, asırlar boyunca yıkıcı depremlere sahne olmuş ve bu yüzden eski medeniyetlere ait anıtlar ve binaların hep depremlerde yıkılmış, şehirler boşalmış, göçler olmuştur. Doğu Ülkeleri ile Batı Ülkeleri arasında büyük bir fark vardır.

Türkiye'miz deprem açısından, en aktif kuşakta bulunmaktadır. Son onbeş yıldır bunun önemini anlayan İnşaat Mühendisleri bu konu üzerinde yoğun çalışmalara girmişler, uygulamalarında gereken hassasiyeti göstermektedirler. Buna rağmen son yıllarda yurdumuzun maruz kaldığı depremlerde mal ve can kaybının, özellikle kırsal bölgelerde arttığını gözlemekteyiz. Bu durum yinede daha çok çalışmamızı ve dış ülkelerde bu hususta yapılan çalışmaları (teknoloji) öğrenip; Türkiye'nin sismolojik şartlarına adapte ederek uygulamamız gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızda bu güne kadar bu hususta yapılan araştırmaları ve hesap yöntemlerini açıkladık. Bizce eksik gördüğümüz iki husustan birinin (küçük bir kısmı olan) yapılarda kullanılan doğal yapı malzemelerinin deprem kuvvetleri karşısındaki davranışının ölçülme yöntemi üzerinde çalışmamızı yoğunlaştırdık.

İnşaat ve Halk Çalışmaları Bakanlığı tarafından 1954 yılında Devlet, İçişleri Bakanlığına bağlı Deprem Araştırma Enstitüsü kurulmuş, afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında Yönetmelik hazırlayarak depreme dayanıklı yapıların yapılmasında uyulması gereken kuralları belirlemiştir.

2.1. DEPREM SİRASINDA YER HAREKETİNİN ÖZELLİKLERİ

Deprem sırasında yeryüzündeki bir noktasındaki hareketi o noktaya yerleştirilen bir kayıt aletiyle ya da daha kaba

II-1. DEPREM AFETİ KARŞISINDA TÜRKİYE'DE DURUM

Akdeniz deprem kuşağında bulunan Türkiye deprem açısından aktif bir ülkedir. Dünyada en tanınmış deprem ülkelerinden biri olan Türkiye'de deprem problemine çok büyük önem verilmesi gerekir.

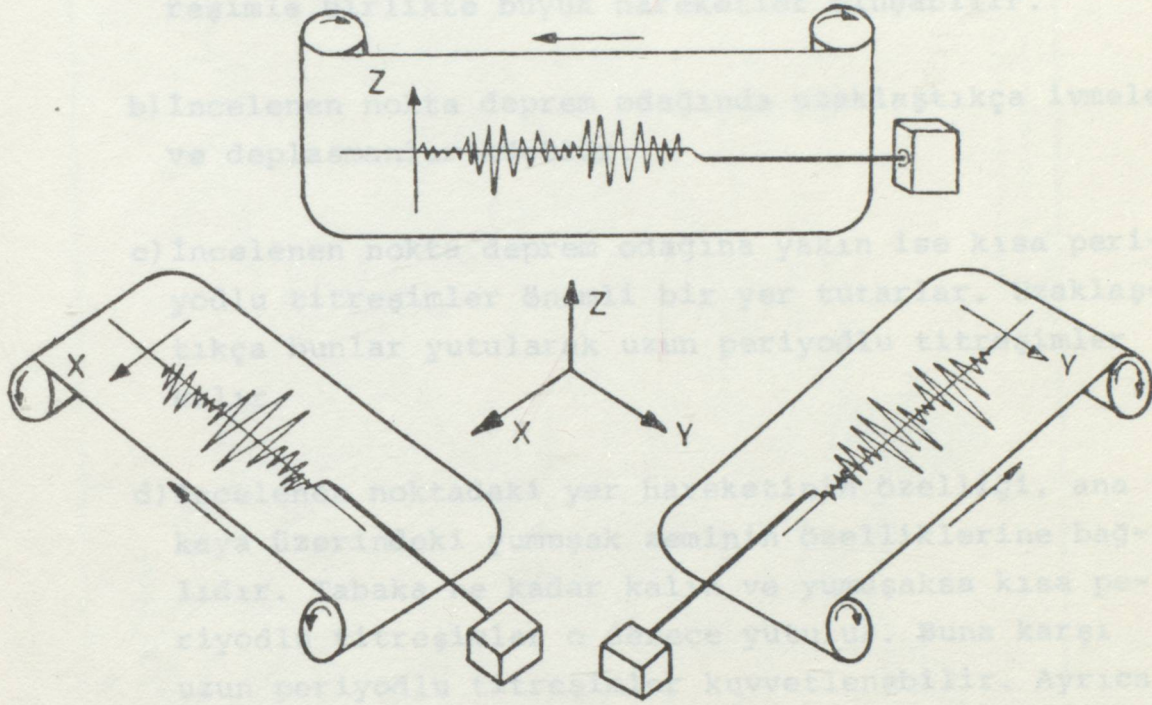
Anadolu, asırlar boyunca yıkıcı depremlere sahne olmuş ve bu yüzden eski medeniyetlere ait anıt ve binaların hepsi depremlerde yıkılmış, şehirler boşalmış, göçler olmuştur. Doğu ülkeleri ile Batı ülkeleri arasında köprü vazifesini gören Anadolu yarımadası depremlerden başka kötü iklim şartları ile yerleşmeyi güçleştiren çetin bir memlekettir. Yurdumuzun ortalama %92 sinde tehlikeli yer sarsıntılarına karşı kalan Türk Milleti 700 yıldan beri köylüsü, kentlisi, mühendisi, mimarı, jeologu ve diğer ilgililer imkanları oranında zararları ile uğraşa gelmişlerdir. Şüphesiz, depreme karşı korunma çalışmaları çoğaldıkça can ve mal kayıpları azalacaktır.

Türkiye nüfusunun %95 i deprem tehlikesine karşı yapılarda, özel önlemlerin alınması gereken bölgelerde yaşamaktadır. Başka bir deyişle Türkiye nüfusunun %95 i, I. ve II. derece deprem bölgeleri üzerinde yaşamaktadır. Bu nüfusun yaşadığı alan Türkiye toplam alanının %92 i dir. Bu durum Türkiye'de deprem sorununun üzerinde önemle durulması gerektiğini göstermektedir. Bugüne kadar bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmış ve hala çalışmalar sürdürülmektedir. Konunun önemi nedeniyle Devlet, İmar İskan Bakanlığına bağlı Deprem Araştırma Enstitüsünü kurmuş, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik hazırlayarak depreme dayanıklı yapıların yapılmasında uyulması gereken kuralları belirlemiştir.

2.1. DEPREM SIRASINDA YER HAREKETİNİN ÖZELLİKLERİ

Deprem sırasında yeryüzündeki bir noktanın hareketi o noktaya yerleştirilen bir kayıt aletiyle yada daha kaba

olarak yapılardaki etkileriyle izlenir. Kayıt aleti olarak sismograf ve sismoskoplar kullanılır. Bunun sonucu olarak, yeryüzündeki bir noktanın her doğrultuda titreşim hareketi yaptığı bilinmektedir. Bu hareket üç boyutlu uzayda x, y, z , doğrultularında bileşenlerine ayrılmış olarak düşünülebilir. (Şekil 1).



Şekil I

Belirli bir deprem için bunlardan biri diğerlerine hakim olabilir. Depremlerin hepsi aynı yerde ve aynı özellikte meydana gelmediği için bu konuda genel kurallar verilememektedir. Depreme dayanıklı yapı projelerinde düşey doğrultudaki hareketler ihmal edilebilir. Bu doğrultuda hareket şiddetli de olsa, bina düşey statik yüklere karşı hesaplandığı için yedek bir mukavemet bulunmaktadır. Kolonlar normal kuvvetler altında fazla bir deformasyon yapmazlar. Fakat yatay hareketler kesme deformasyonu yaptırarak üst katlarda önemli deplasmanlara neden olurlar. Yani binalar, yanal kuvvetlere karşı daha hassastır. Dolayısıyla asıl etkiyi x ve y doğrultularındaki titreşimlerin bileşkesi oluşturur. Bu bileşkenin doğ-

rultusu zamanla değişkendir. Bu nedenlerle binalar yatay deprem kuvvetlerine göre hesaplanmaktadır. Bu ilk defa 1915 yılında Japonya'da Prof.Riki Sano tarafından ileri sürülmüş ve benimsenmiştir.

Yer Hareketinin Diğer zellikleri:

- a)Gözönüne alınan nokta fay zonuna çok yakın ise titreşimle birlikte büyük hareketler oluşabilir.
- b)İncelenen nokta deprem odağında uzaklařtıķa ivmeler ve deplasmanlar küçülür.
- c)İncelenen nokta deprem odağına yakın ise kısa periyodlu titreşimler önemli bir yer tutarlar. Uzaklařtıķa bunlar yutuluruz uzun periyodlu titreşimler kalır.
- d)İncelenen noktadaki yer hareketinin özelliği, ana kaya üzerindeki yumuşak zeminin özelliklerine bağlıdır. Tabaka ne kadar kalın ve yumuşaksa kısa periyodlu titreşimler o derece yutulur. Buna karşı uzun periyodlu titreşimler kuvvetlenebilir. Ayrıca bu tabaka bir titreşim sistemi olarak harekete geçer ve kendi periyodu ile titreşir. Yani bu periyodtaki titreşimler ařırđ derecede şiddetlenir.
- e)Yamaçlarda yer kaymalarından, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde de çökmelerden dolayı kalıcı hareketler olabilir.

Bu özelliklerden ilk üç tanesi "Türkiye Deprem Blęeleri Haritası"nda, depremlerin şiddeti ve oluş sıklığı istatistiki metodlarla değerlendirilerek, Jeolojik ve tektonik durum da gözönüne alınarak ifade edilmiştir. Bu haritaya yapı bakımından tehlikeli depremlerin tahmin haritası olarak bakılabilir. Yönetmelikteki C_0 katsayısı söz konusu yerin

sadece coğrafi özelliklerine bakılarak harita ile tayin edilir.

(d) ve (c) ise çok küçük bir alanda değişebilen yerel özellikler olduğundan haritada gösterilmemiştir. Yönetmelikte K katsayısı ile ifade edilir. Bu katsayı yerinde yapılacak etüd sonunda seçilmesi gerekir.

Teorik olarak, yumuşak zemine oturan binalarda deprem zorlamalarının azaldığını gösteren çalışmalar varsa da, pratikte bu özelliğe sahip zeminlerin yeterli mukavemeti olmaması hemen hemen her durumda sağlam zeminin seçilmesini gerektirir.

2.2. ZEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Zeminin özelliği cinsine ve durumuna göre değişir. Gevşek ve ıslak zeminler deprem şiddetini arttırır. Yoğun taş zeminin üstüne yapılan bina ile homojen ve tek kütle meydana getirileceğinden deprem dalgalarının sebep olduğu titreşimlere iyi dayanırlar. Yerdeki titreşimlerde moleküllerin hızı ve ivmesi periyodlarına göre değişir. Periyod kısa olursa, küçük titreşimlerin hızı ve ivmesi büyük titreşimlerin' kinden (hızı ve ivmesi) daha fazla olur. Bu nedenlerle deprem şiddetinde en önemli faktör maksimum ivmedir. Yer moleküllerin deprem ile aldıkları ivme miktarı deprem şiddeti ölçüsü olarak alınır. Önce Japon Bilgini Omri, İtalyan Bilgini Cancani bunlardan bir ölçek yapmışlar sonra Mercalli ve diğer bilginler tarafından bu ölçek değiştirilmiştir.

Bu Ölçeğe göre bazı rakamlar şunlardır:

III. derecedeki depremde ivme $0,25 \text{ cm/sn}^2$ ($1/4000g$)

V. derecedeki depremde ivme $5,00 - 10,0 \text{ cm/sn}^2$
($1/200-1/100g$)

X. derecedeki depremde ivme 500 cm/sn^2 ($1/2g$)

Deprem ivmesi hesabı için şu formül kullanılır:

$$\text{Log } a = \frac{I_0}{3} - \frac{1}{2} \quad (\text{GUTENBERG-RİCHTER FORMULU})$$

a : Deprem ivmesi

I_0 : Ölçeğe göre üst merkezdeki deprem şiddeti'dir.

3. DEPREME DAYANIKLI YAPI KAVRAMI

Binaları depreme dayanıklı olarak projelendirmenin amacı deprem afetine karşı insan hayatının emniyetini sağlamak ve deprem anında binaları muhtemel hasarlardan korumaktır.

Depreme dayanıklı yapı, en şiddetli depremde bile en ufak hasarı olmayan yapı demek değildir. Çok şiddetli depremler sırasında hiçbir şekilde hasara uğramayan, sağlam ve rijit binaların yapımına ekonomik yönden olanak yoktur. Depreme dayanıklı bir yapı deprem sırasında depremin şiddetine göre belirli bir oranda hasar görebilir, ama yapıyı etkileyebilecek en şiddetli depremde bile yıkılmamalıdır. Yani yapının taşıyıcı kısımlarında hasar olmamalıdır.

Yapıların ekonomik bir ömrü vardır. Yapının eskimesi veya fonksiyonunu yitirmesi sonucu belli bin süre sonra yenisi yapılması gereği ortaya çıkmaktadır. Örneğin konut olarak kullanılan yapının ömrü 70-80 sene kadar olmaktadır. Buna karşın bir barajın, bir elektrik santralının, bir köprünün ömrü 200-300 sene olabilir. Binanın ekonomik ömrü boyunca ancak ancak bir iki defa maruz kalabileceği büyüklükte bir depremi esas almak ve bu depremden sonra önemsiz tamirlerle eski haline getirilebilecek sağlamlıkta binayı inşa etmek daha uygun çözümdür. Bu şekilde projelendirilmiş yapılar daha şiddetli depremlerle önemli hasara uğrasa bile can kaybına sebep olmamalıdır.

Unesco uzmanlar grubunun 1964 yılında saptadığı prensipler de aynı çerçevededir. Bu prensipler:

a)Can kaybı ve yaralanma önlenmelidir.

b)Mal kaybı en aza indirilmelidir.

c)Deprem sırasında önemli hizmetler aksamamalıdır.

Bu prensiplerin benimsenmesiyle depreme dayanıklı yapının hiçbir depremden zarar görmeyen anlamındaki "asismik yapı" değil, tersine, şiddetli depremlerden sonra ekonomik tamirlerle eskisi gibi kullanılabilen yapı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Fakat atom santralleri gibi deprem sırasında olacak en ufak bir çatlaktan sızacak radyoaktif maddelerin ölüm tehlikesi yaratması söz konusu olacağı durumlarda, bina ileride beklenecek depremlerin etkisiyle en küçük bir çatlağı olmayacak şekilde yapılır. Bundan başka çok şiddetli depremler sırasında hasar görmeyecek, deprem etkisine karşı tam dayanıklı yapılması gereken binalar vardır. Örneğin elektrik santralleri, devlet daireleri, okullar, hastaneler ve benzeri kamu yapıları.

Özel binaların yapımında halkı bilinçlendiremediğimiz için depreme dayanıklı yapıların yapılmasında özen gösterilmemiştir. Depreme dayanıklı yapı konusunda Deprem Araştırma Enstitüsü yayın ve kongreleri ile bu konunun önemini belirten çalışmalar içerisindedir. Özel binaların yapımının kontrolü ve bu binaların şartnamelere uygun yapılması ile ülkemizde can ve mal kaybının önlenmesinde büyük ilerlemeler sağlanır.

Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmeliği'ndeki şartlar asgari şartlardır. Bu şartların kesinlikle uygulanması gerekir.

3.1. DEPREME DAYANIKLI YAPIDA GENEL BİÇİM

Deprem sırasında yapının alacağı kuvvetler, yapının ağırlığı, planının basit ve düzenli olması ve yapı yüksekliği ile ilgilidir.

3.1.1. DEPREME DAYANIKLI YAPI HAFİF OLMALIDIR

Depremelerde yapılara gelen kuvvetler yapının ağırlığı ile orantılıdır. Yapı ne kadar hafif olursa alacağı deprem kuvvetleri daha az olur. Yapının hafifliği kesitlerin küçük tutulmasıyla sağlanmışsa yapı aynı zamanda esnek olacağından yatay yükler altında büyük ötelemeler yapılabilir. Bu yatay ötelemeler kesitlere gelen etkileri arttırarak yapının yıkılma ihtimalini arttırır.

Betonarme bir binanın hafif olması için dolgu ve bölme duvarlarının elverdiğince hafif malzemelerden yapılması gerekmektedir. Ayrıca ağır süsleyici ayrıntılardan kaçınmak gerekir. Örneğin balkonların önüne alt kata kadar sarkan korkuluk yapılması, kalın duvar kaplamalarının yapılması gibi ayrıntılardan kaçınılması gerekir.

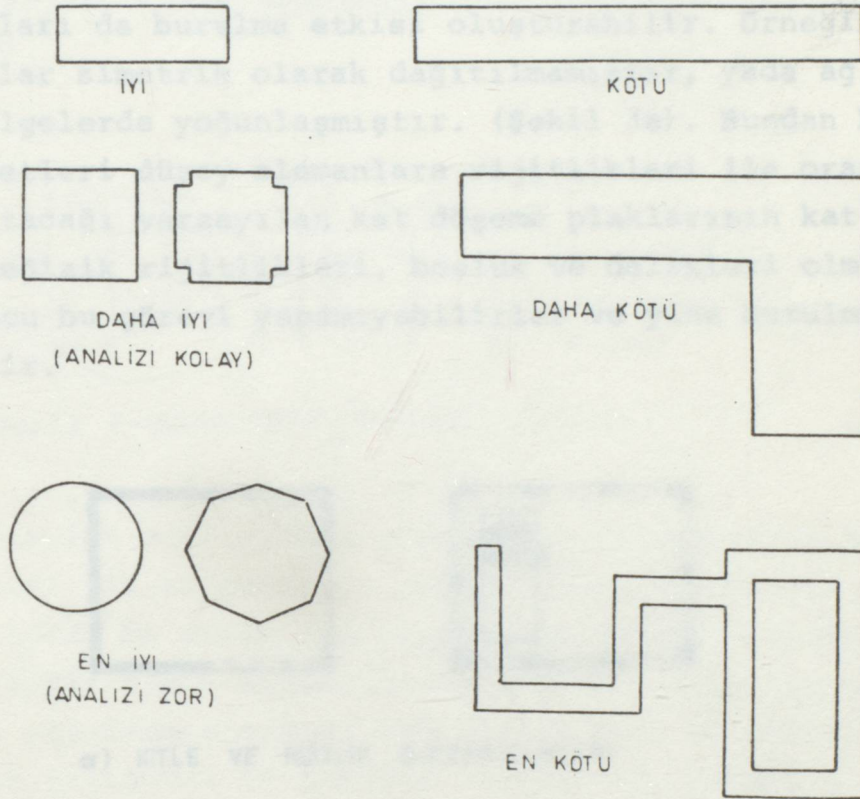
3.1.2. YAPI PLANDA BASİT VE DÜZENLİ OLMALIDIR

Basit ve simetrik yapıların hem muhtemel deprem davranışı hemde depreme dayanıklılık için gereken ayrıntıları daha kolay hesaplanabilmekte ve sağlanabilmektedir. Basit ve simetrik olmayan yapılarda ise analizlerin güç olması sonucu statik ve dinamik çözümlerinin yaklaşık olarak yapılması yanında bu tip yapılarda deprem sırasında burulma etkileri de ortaya çıkmaktadır.

Planda basitlik ve simetriklik sağlanmamış olması depremde burulma etkisi doğurur. Depremde yapıya gelen kuvvetlerin etkidiği nokta, yapının kütle merkezidir. Burası aynı zamanda yapının geometrik merkezidir. Rijitlik merkezi ise yapıdaki taşıyıcı elemanların (Kolon ve Perde duvar) rijitliklerinin merkezidir.

Kütle ve rijitlik merkezlerinin farklı oluşu yapıya gelen deprem kuvvetlerinin yapıyı düşey bir eksen çevresinde bükmesine yol açar. Aslında rijitlikleriyle orantılı olarak

kuvvet alması gereken taşıyıcı elemanlar, rijitlik merkezine olan uzaklıklarına göre, bu burulma momentinin doğurduğu etkileride almaya başlar. Bunun sonucu bazı düşey taşıyıcı elemanlar çok fazla zorlanır. Planda basit ve simetrik yapılar (Şekil 2) de örneklenmiştir.



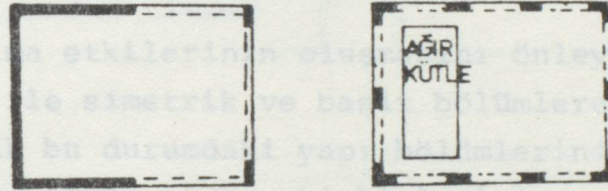
Şekil 2- DEPREM AÇISINDAN SAKINCALI VE SAKINCASIZ
YAPI KONUMLARI

Deprem açısından en uygun biçim planı kare, daire olan yapılardır. Bunlar her yönde aynı deprem kuvvetine maruz kalırlar. Simetri nedeniyle her yönde aynı ölçüde dirençleri vardır. En ideali dairesel yapı planı olmakla birlikte analizi, uygulanması, mimari kullanımı açısından güçlükleri vardır. Fazla uzun olmaması koşulu ile dikdörtgen yapı planı da basitlik ve simetrilik açısından uygundur.

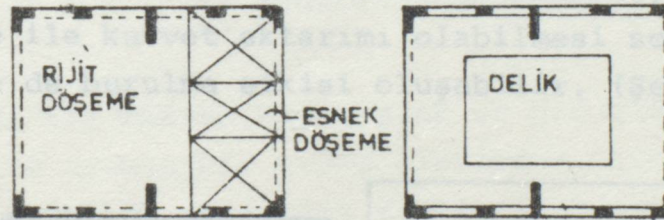
Plan alanı çok büyük olan yapılar simetrik konumda da

olsalar sakıncalıdır. Bu tip yapıların döşeme plaklarında çok büyük yatay kuvvetler oluşur. Planda çok uzun yapılar ise yapı çevresinde büyük yatay kuvvetler oluşacağından sakıncalıdır. İçeri dönük köşeleri ve karmaşık planları olan bu köşelerde gerilme birikimi ve yapıda burulma etkileri oluşacağından sakıncalıdır. İçeri dönük köşeleri ve karmaşık planları olan yapılar bu köşelerde gerilme birikimi ve yapıda burulma etkileri oluşacağından sakıncalıdırlar. Yapı içerisindeki plan bozuklukları da burulma etkisi oluşturabilir. Örneğin düşey taşıyıcılar simetrik olarak dağıtılmamıştır, yada ağırlıklar belli bölgelerde yoğunlaşmıştır. (Şekil 3a). Bundan başka yatay kuvvetleri düşey elemanlara rijitlikleri ile orantılı olarak dağıtacağı varsayılan kat döşeme plaklarının kat düzlemi içinde değişik rijitlikleri, boşluk ve delikleri olması (Şekil 3b) sonucu bu görevi yapamıyabilirler ve yine burulma etkileri oluşabilir.

Şekil 4-GEOMETRİK DÜZENSİZLİKLER



a) KÜTLE VE RİJİTLİK DÜZENSİZLİKLERİ

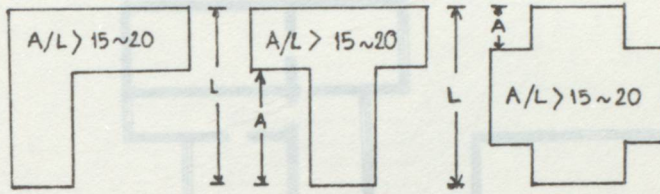


b) DÖŞEME RİJİTLİKLERİNDE SÜREKSİZLİK

Şekil 3 -PLAN DÜZENSİZLİKLERİ

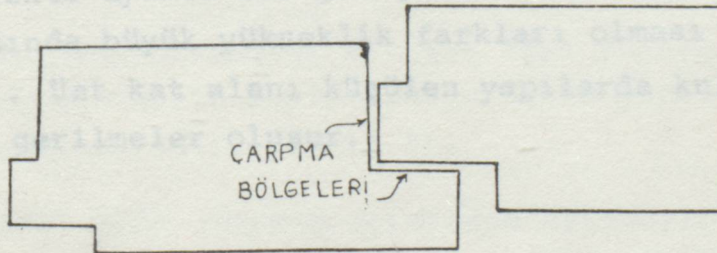
Şekil 5- DİZİLERLE AYRILMIŞ TİP BİR YAPI

L,T,H gibi plan konumları olan yapılarda deprem sırasında çoğunlukla burulma etkileri olur. Bu tip yapılarda rijitlik merkezi ile kütle merkezinin farklı oluşu düşey taşıyıcı elemanları burulmaya zorlayacaktır. Bu tip yapılarda içeriye dönük köşelerin bulunuşu, bu kısımlarda gerilim birimleri oluşturarak yapının köşelerinde büyük hasarlar meydana getirir, bu tip binalarda burulma etkilerini azaltmak için kanatların boyutları aşağıdaki oranlarda tutulması yararlıdır. (Şekil 4).



Şekil 4-GEOMETRİK DÜZENSİZLİKLER

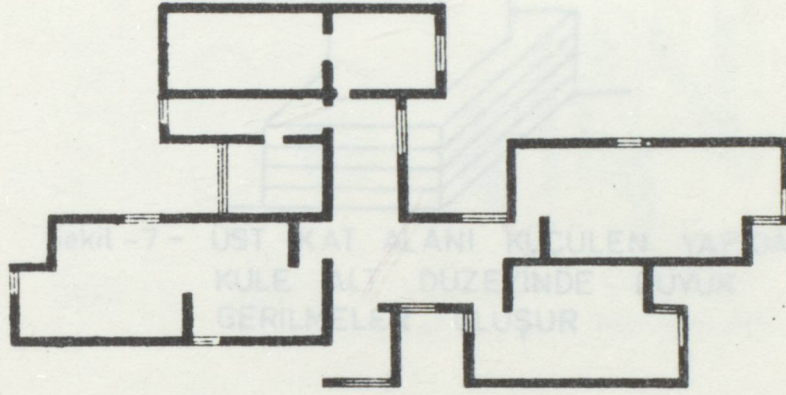
Burulma etkilerinin oluşmasını önleyebilmek için yapıyı derzler ile simetrik ve basit bölümlere ayırmak çözüm olabilir. Ancak bu durumdaki yapı bölümlerinin dinamik özelliklerinin farklı oluşu sonucu birbirlerine çarpmaları yada derzlerin iyi yapılmamış olması nedeni ile yapı bölümlerinin yine birlikte çalışması ve burulma etkilerinin ortaya çıkması olasılığı vardır. Gereken derz miktarı bazen 10 cm yada daha büyük olabilir. Derzlerin döküntülerle dolması, yapılar arasında sürtünme ile kuvvet aktarımı olabilmesi sonucu derzlere karşın yine de burulma etkisi oluşabilir. (Şekil 5) .



Şekil 5- DERZLERLE AYRILMIŞ TİP BİR YAPI

Konumları simetrik olmayan betonarme yapılarda bir ölçüye kadar burulma etkilerini karşılayacak önlemler alınabilir. Fakat tuğla yığma yapılarda burulma etkilerine karşı önlem almak çok güçtür.

Kesme dayanımları çok az olan tuğla duvarlar burulma etkisinden gelen ek gerilmeler altında daha büyük ölçüde zorlanır. Simetrik olmayan tuğla yığma yapıların deprem de hasar görmesi kaçınılmazdır. (Şekil 6).

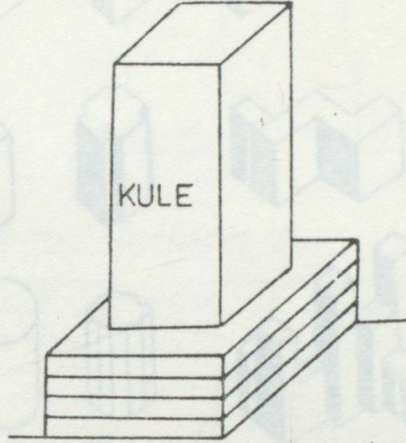


Şekil 6-

DEPREM ACISINDAN ÇOK SAKINCALI BİR YAPI PLANI
YAPININ KANATLARINDA BÜYÜK BURULMA
ETKİLERİ OLACAKTIR.

3.1.3. YAPI YÜKSEKLİK BOYUNCA BASİT SİMETRİK ve DÜZENLİ OLMALIDIR

Yapıda alt kattan başlayarak en üst kata doğru ağırlık ve rijitlikte uyumlu bir gidiş olmalıdır. Aynı yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması sakıncalıdır. (Şekil 7). Üst kat alanı küçülen yapılarda kule alt düzeyinde büyük gerilmeler oluşur.



Şekil -7 - ÜST KAT ALANI KÜÇÜLEN YAPIDA.
KULE ALT DÜZEYİNDE BÜYÜK
GERİLMELER OLUŞUR

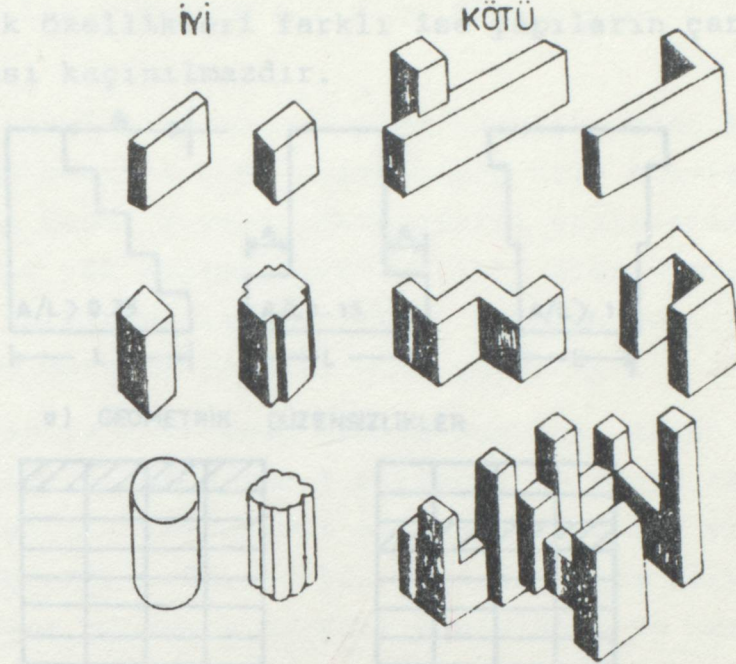
Şekilde verilen ana yapı üzerinde kule, kulenin ana yapıdan daha küçük ve yüksek olması nedeniyle depremde ana yapıdan farklı davrandığı için daha büyük yatay kuvvetlere maruz kalırlar.

Bu tip yapılarda planın küçüldüğü düzeyde büyük gerilim birikimleri olacak ve bu düzeydeki döşemede büyük yatay kuvvetler oluşacaktır. Yapının bu bölümünde ana yapıda kullanılan deprem kuvveti katsayısının iki kat kadar büyük bir yatay kuvvete göre hesaplanması gerekir.

Yapının yüksekliği ile eni veya yüksekliği ile boyu arasındaki oranların büyük olduğu narin yapılar da deprem açısından sakıncalıdır. (Şekil 8).

Şekil 8'de deprem açısından sakıncalı ve sakıncasız yapı konumları gösterilmektedir.

Yapıda deprem sırasında çarpışma olasılığı yüksektir. Kat düzeylerinin farklı olduğu belli düzeylerde her iki yapının farklı yatay öteleşmeler yapmasına yol açar. Bu yapıların dinamik özellikleri farklı olduğu için çarpışması ve hasar olması kaçınılmazdır.



Şekil - 8 - DEPREM AÇISINDAN SAKINCALI VE SAKINCASIZ YAPI KONUMLARI

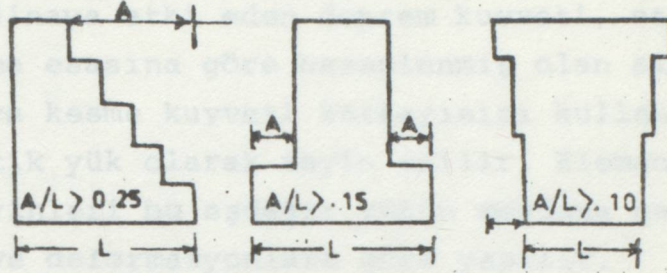
Yapıda düşey doğrultuda dış düzensizlikler Şekil 9a' da gösterilen miktarlardan fazla olmamalıdır.

Yapının dış konumunu simetrik olması halinde bile taşıyıcı sistemin rijitlik ve kütle dağılımındaki düzensizlikler bulunması bu noktalarda olağanüstü gerilim birikimleri olması bakımından sakıncalıdır. Şekil 9 b-c

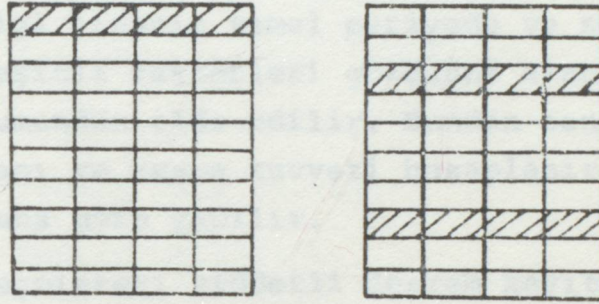
Dupleks kat döşemeli yapılarda da bir rijitlik düzensizliği söz konusudur. Kat döşemelerinin ve kirişlerinin farklı düzeylerde saplandıkları ortak kolonun bulunduğu yapı aksı yapının diğer kolon akslarına göre çok daha yüksek bir rijitliğe sahiptir.

Çünkü bu aks kolonlarının boyları çok kısadır. Yapının bu aksına daha büyük deprem kuvvetleri geleceğinden özel önlem alınması gerekir. (Şekil 10). Birbirinden derzler ile ayrılmış fakat kat düzeyleri farklı olan bitişik düzenli yapı-

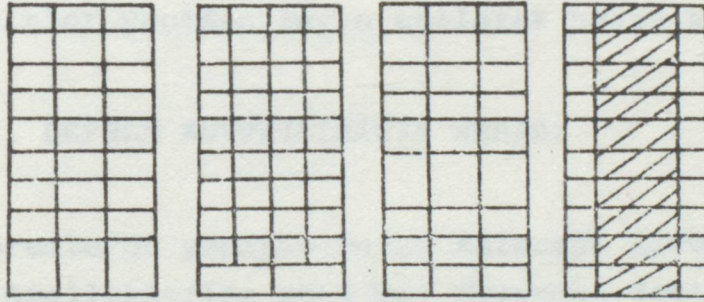
larda deprem sırasında çarpışma olasılığı yüksektir. Kat düzeylerinin farklı oluşu belli düzeylerde her iki yapının farklı yatay ötelemeler yapmasına yol açacaktır. Bu yapıların dinamik özellikleri farklı ise yapıların çarpışması ve hasar olması kaçınılmazdır.



a) GEOMETRİK DÜZENSİZLİKLER

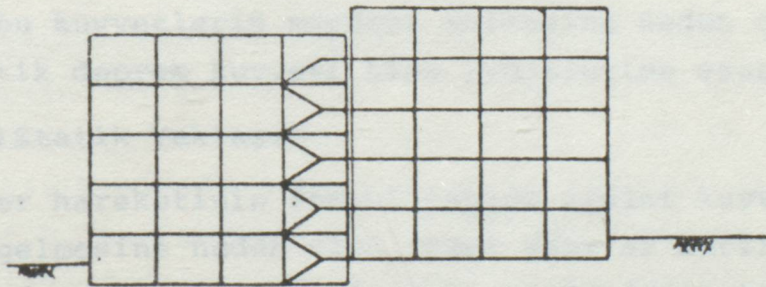


b) KÜTLE DÜZENSİZLİKLERİ



c) RİJİTLİK DÜZENSİZLİKLERİ

Şekil 9- DÜŞEY DÜZENSİZLİKLER



Şekil -10- BİTİŞİK NİZAMDA DUPLEKS YAPILARIN BELLİ DÜZEYLERDEKİ ÖTELEMELERİ FARKLI OLACAĞINDAN ÇARPIŞACAKLARDIR

4. BETONARME YAPILARIN YATAY YÜKLERE GÖRE HESAPLANMASI

Yapıların deprem etkisine göre hesabını üç kısma ayırabiliriz.

- a) Binaya etki eden deprem kuvveti, statik değerlendirme esasına göre hesaplanmış olan sismik katsayı veya kesme kuvveti katsayısını kullanarak eşdeğer statik yük olarak tayin edilir. Elemanların kesit tayinleri bu eşdeğer yükün meydana getireceği gerilme ve deformasyonlara göre yapılır.
- b) Yapıya etki eden deprem kuvveti, zemin karakteristiği binanın temel periyodu ve sönüm katsayısı gibi çeşitli faktörleri gözönüne alan bir mukabele spektrumundan elde edilir. Bundan sonra her bir katın sapsması ve kesme kuvveti hesaplanır ve kesit tayinleri buna göre yapılır.
- c) Geçmişteki şiddetli deprem kayıtlarından örnekler seçilerek, bunlara göre yapının mukabele analizi yapılır. Bulunan gerilme ve deformasyonlara göre kesitler yeniden tayin edilerek hesap tekrarlanır.

4.1. DEPREM KUVVETLERİNİN HESABI

Depremlerde yapının maruz kalacağı kuvvetler, yer hareketinin özelliklerine göre her depremde değişik olacağı için hesap deprem kuvvetleri tayin edilerek yapılar projelendirilir. Bu hesap deprem kuvvetlerinin, yapının, gözönüne alınan çerçeve düzleminde etkidiği kabul edilir. Başka bir deyişle bu kuvvetlerin meydana gelmesine neden olan bir karakteristik deprem kuvveti bina projelerine esas alınır.

a) Statik Yaklaşım

Yer hareketinin ivmesi yapıda atalet kuvvetlerinin meydana gelmesine neden olur. Eğer yapı az katlı yada betonarme perde gibi rijitleştirilmiş elemanlarla takviye edil-

mişse yer hareketini çok yakından takip eder. Dolayısıyla meydana gelen atalet kuvvetleri kütle ile yer ivmesinin çarpımına eşittir. Yer hareketinin maksimum ivmesi ile ilgili katsayı binanın her katına isabet eden ağırlıkla çarpılarak hesap deprem kuvvetleri bulunur.

$$F = C.W$$

$$W = \sum W_i$$

$$W_i = G_i + n_i \cdot P_i$$

W_i : Kat ağırlığı

G_i : Kattaki hareketsiz yüklerin toplamı

P_i : Kattaki hareketli yüklerin toplamı

n_i : Kattaki hareketli yük katsayısı

W : Toplam bina ağırlığı

C : Deprem katsayısı

$$C = C_0 \cdot K \cdot S \cdot I$$

C_0 : Deprem bölge katsayısı

K : Yapı Tipi Katsayısı

I : Yapı Önem katsayısı

J : Yapı dinamik katsayısı

Hesap deprem kuvvetinin statik yaklaşımla bulunması hesap kolaylığı bakımından birçok ülkede uzun süre kullanılmıştır. Fakat bulunan kuvvetler gerçeğe uygun değildir.

b) DİNAMİK YAKLAŞIM

Yapılar tam anlamıyla rijit olmadıkları için yer hareketini aynen takip edemezler. Bu nedenle rijit olmayan yani her noktası yer hareketini aynen takip etmeyen yapılarda ivmeler değişik olduğu için etkiyen kuvvetlerde birbirinden farklıdır. Bu tip yapılar Fleksibl yani, deprem sırasında hareketleri gözönüne alınması gereken yapılardır. Bu hareket ise

yer hareketi ile binanın titreşim özelliklerinin ortak fonksiyonudur. Yapının deforme olmuş şekli gözönünde bulundurularak hesaplar yapılır.

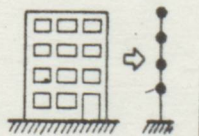
4.2. YAPILARIN DİNAMİK ÖZELLİKLERİ

Yapıların titreşim özellikleri kendi yapılarıyla ilgilidir ve depremlerden bağımsız olarak incelenir. Binanın deprem sırasındaki davranışı ise yer hareketi ile bina titreşim özelliğinin ortak bir fonksiyonudur.

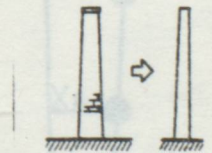
Yapıların idealleştirilmesi:

Bütün cisimler kuvvetler altında şekil değiştirirler. Yapılar rijit bir cisim olmadıklarından düşey ve yatay kuvvetler etkisiyle deformasyon yaparlar. Yapılar uzay sistemler olduklarından şekil değiştirebilirler. Şekil değiştirmiş bir cismi tarif etmek için gerekli koordinat sayısına o cismin serbestlik derecesi denir. O halde yapılar sonsuz serbestlik dereceli sistemlerdir ve bu sistemlerin matematik analizleri zordur.

Mühendislik problemlerinde fiziki sistemler matematik modeller halinde idealleştirilebilir. Bir su kulesi tek bir kolon tarafından taşınan bir kütle halinde idealleştirilir. Çok katlı binalar ise kütleleri kat hizalarında toplanmış olarak idealleştirilir. Bu tip sistemlere ayırık sistemler denir. Fabrika bacası gibi kütlenin yükseklik boyunca yayılı dağılması halinde bu sistemlere sürekli sistemler denir. Şekilde sürekli ve ayırık sistemlerin idealleştirilmiş şekilleri görülmektedir.

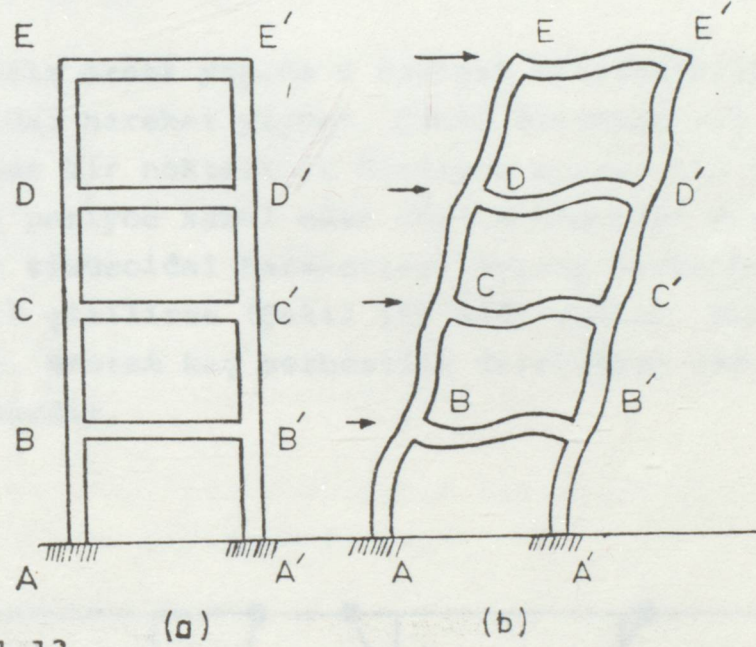


Şekil 11-AYRIK SİSTEMLER

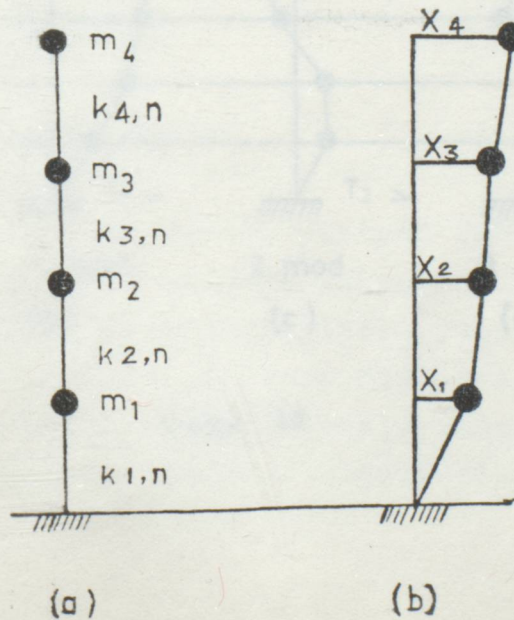


Şekil 12-SÜREKLİ SİSTEMLER

Dört katlı ve çerçevelerden meydana gelmiş bir yapıyı örnek alalım. Deprem kuvvetlerinin etkisiyle yapı şekil değiştirir. (Şekil 13 a-b) Kolon boylarındaki uzama ve kısalmaları ihmal ederek katların birbirine paralel kaldığını, yani yapının sadece kesme deformasyonu yaptığını kabul edebiliriz. Bina çok yüksek değilse, kolonun uzayıp kısalmasıyla meydana gelen eğilme deformasyonu ihmal edilebilir. Hesap bakımından bu yapıyı (Şekil 14 a-b) deki gibi birbirine bağlı ayırık kütlelerle idealleştiriyoruz. Yaylar kat aralarındaki kolonları kütleler her kata gelen değerleri gösterir. Bu değerlere sönüm değerleride eklenerek dinamik parametreler belirlenir. Örnek yapımızda ayırık kütle 4 tane olduğundan sistemimiz 4 serbestlik derecelidir.

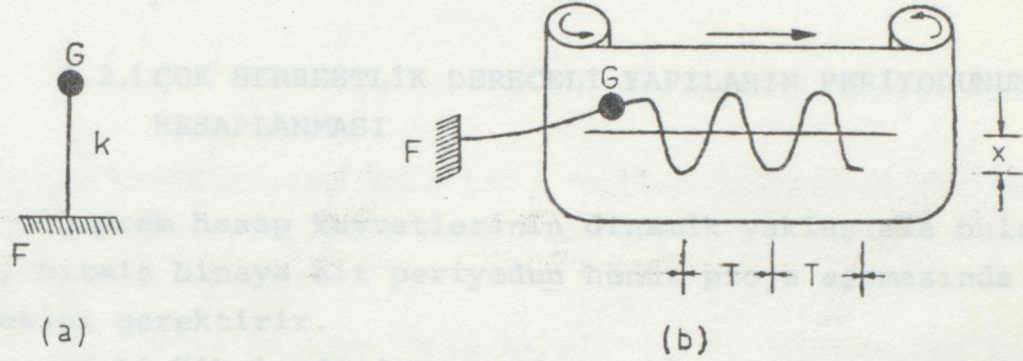


Şekil 13



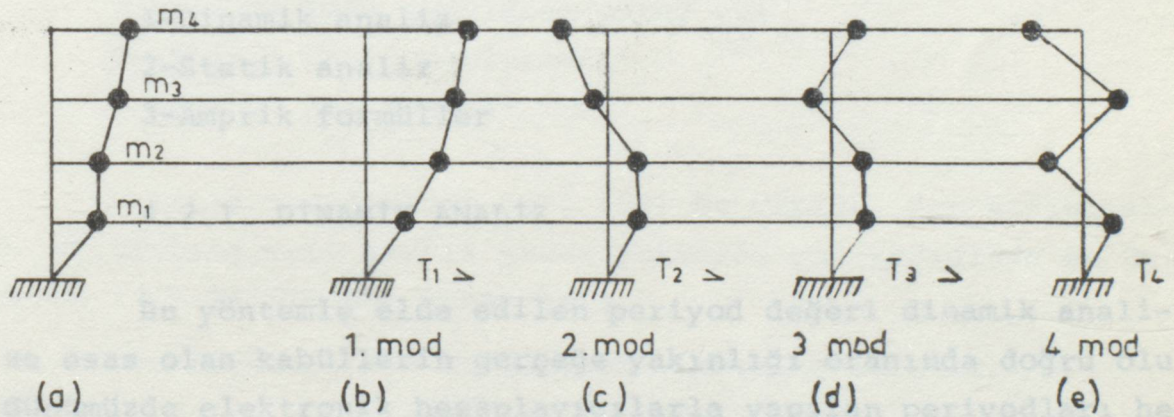
Şekil 14

Tek serbestlik dereceli ve sönümü çok küçük bir titreşim sisteminde kütle titreştirildiğinde periyodu T olan basit bir sinüsoidal hareket yapar (Şekil 15)



Şekil 15

4 katlı örnek yapıda E noktası titreştirildiğinde basit sinüsoidal hareket yapmaz. Çünkü sistemimizin 4 periyodu vardır ve her bir noktasının hareketi sırası ile T_1, T_2, T_3, T_4 değerlerini periyod kabul eden dört sinüsoidal hareketin toplamıdır. Bu sinüsoidal hareketleri ayırıp herhangi bir t anında çizgileri çizilirse (Şekil 16) elde edilir. Bunlara mod şekli denir. Sistem kaç serbestlik derecesine sahipse o kadar mod şekli vardır.



Şekil 16

Mühendislik açısından periyodu en büyük olan birinci mod en önemlidir. Diğerlerinin önemi gitgide azalır. Birçok özel hallerde bile ilk üç modun gözönüne alınması gerekli yaklaşıklığı sağlar.

4.2.1 ÇOK SERBESTLİK DERECELİ YAPILARIN PERİYODUNUN HESAPLANMASI

Deprem hesap kuvvetlerinin dinamik yaklaşımla bulunması, bitmiş binaya ait periyodun henüz proje aşamasında bilinmesini gerektirir.

Çünkü Ülkelerde depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde deprem yüklerini statik Q değer yatay yük olarak alınır. Genellikle yapı ağırlığının belirli bir yüzdesi olarak ifade edilir. Bu ağırlık yüzdesinin yapının salınımı esnasındaki ivmeye karşılık geldiği varsayılır. C ile sembolleştirilir ve statik eşdeğer deprem katsayısı olarak bilinir. Periyodun önemi bu katsayının değerlendirilmesinde ortaya çıkar. Kısa periyodlu rijit yapıların ivmesi fazla olacağından G de yüksek alınır. Uzun periyodlu yapılarda ise ivme az ve dolayısıyla yapıya etkileyen deprem kuvvetleri de azdır. Genellikle C için 0 ile 0,25 arasında değerler alınır.

Yapının özel periyodlarının tayininde kullanılan metodları üç grupta toplayabiliriz.

- 1-Dinamik analiz
- 2-Statik analiz
- 3-Ampririk formüller

4.2.1. DİNAMİK ANALİZ

Bu yöntemle elde edilen periyod değeri dinamik analize esas olan kabüllerin gerçeğe yakınlığı oranında doğru olur. Günümüzde elektronik hesaplayıcılarla yapılan periyodları hesaplanabilmektedir. Fakat malzeme özelliklerinin, yapı ve temel durumunun ve yapı hareketli yüklerinin hassaslıkla belirlenememesi nedeniyle bu metodun diğerlerine oranla fazla bir

üstünlüğü yoktur.

Dinamik analiz yöntemi diğer metodların geçerli olmadığı hallerde ve hesap parametreleri iyi bilinen yapılarda kullanılır.

4.2.2. STATİK ANALİZ (Statik deplasmana dayanan formüller)

Bu metodda yapı için kabul edilen bir çeşit yükleme ve onun oluşturduğu deplasmanlara göre yapı özel periyodu yaklaşık olarak bulunur.

Çok katlı yapılar için kabul edilen yükleme her katta birim yatay yük olabilir veya tabandan başlayarak yukarıya doğru artan bir yükleme olabilir. Bu metodun en önemli özelliği elde edilen periyodun kabul edilen yük dağılımıyla fazla değişmemesidir.

Çok katlı yapıların özel periyodu şu formüllerle hesaplanır.

a) Rayleigh Oranı

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum M D_i^2}{\sum P_i D_i}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{\sum M_i g D_i^2}{\sum P_i D_i}}$$

T:Özel Periyod (Saniye)

P_i : i'inci kata uygulanan yatay yük

D_i : i'inci katın deplasmanı

M_i : i'inci kat kütlesi

b) Katların ağırlığı eşit ise; bu yapıda, her katın kendi ağırlığına eşit statik yatay yüklerle yüklendiğinde en üst katın (δ) deplasmanı hesaplanır.

Denklemdaki P_i kuvvetleri birbirine eşittir.

$P_i = W$: sabittir

W : Kat ağırlığı

$D(x) = \frac{x}{h} \delta$

$D(x)$: Temelden x yükseklikteki yatay deplasman

H : Yapının toplam yüksekliğidir.

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{\int_0^H \delta^2 \left(\frac{x}{H}\right)^2 dx}{9 \int_0^H \left(\frac{x}{H}\right) dx}} \quad \text{veya}$$

$$T = \frac{2}{1,5} \sqrt{\delta} = 0,164 \sqrt{\delta} \quad \text{olur.}$$

δ : En üst kat deplasmanı (cm)

g : Yer çekim ivmesi (981 cm/sn²)

Hesaplar yukarı doğru artan üçgen yükler için tekrarlanırsa

$$T = 0,020 \sqrt{\delta} \quad \text{bulunur.}$$

:Düzgün yayılı kütleye sahip bir konsol kirişin yapı dinamiği esaslarından yararlanarak elde edilen özel periyodu

$$T = \frac{2 \pi}{3,5176} \sqrt{\frac{m H^4}{E I}} \quad \text{olarak bulunur.}$$

m : Birim boy kütlesi

H : Konsol boyu

EI : Eğilme rijitliği

Eğer kütle $m = \frac{W}{g}$ kendi ağırlığından dolayı

$$\text{konsol kirişin sehim} \delta = \frac{W H^4}{BEI} \quad \text{olarak alınır}$$

$$T = 0,1613 \text{ olur.}$$

Deplasman veya yük dağılımı kabülleri özel periyod değerlendirilmesini fazla değiştirmemektedir. Yapının her katının ağırlığı, o kata, yatay yük olarak uygulanır. Yapının en üst katındaki yatay deplasmanı cm olarak hesaplanırsa özel peri-

yod $T = 0,16 \sim 0,20\sqrt{\delta}$ (sn) olarak bulunur. Bu formüldeki deplasmanı hesaplanırken yapının rijitliği ve malzeme özelliği gözönüne alınacağından bu formül amprik formüllere göre daha güvenilir kabul edilebilir.

4.2.3. AMPRİK FORMÜLLER

En yaygın kullanılan formül

$$T = \frac{0,09 H}{\sqrt{D}} \quad \text{formülüdür.}$$

T: Özel periyod (sn)

H: Yapı yüksekliği (m)

D: Deprem yönünde yapı genişliği (m)

Bu formül 500 çeşitli yapı tipinin periyod ölçülerinden derlenmiştir. Ortalama periyod eğrisi

$$T = 0,10 \sqrt{\frac{H^2}{D}} \quad \text{olarak görülmektedir.}$$

Fakat emniyetli olmak için $T = 0,09 \frac{H}{\sqrt{D}}$ kullanılır.

Yatay yüklerin etkisiyle eğilmeye çalışan perdesiz uzay çerçeveli sistemlerde periyod $T = (0,07 - 0,10) N$ olarak hesaplanabilir. Burada N kat adedidir.

Örneğin üç katlı bir betonarme yapının periyodu 0,24 - 0,30 saniye civarında, 10 katlı bir betonarme yapıda periyod 0,8 - 1,0 saniye civarında olur. Bunlar çok sayıda betonarme binada periyod ölçümleri deneyi ile saptanmıştır.

Perdeli sistemler için periyod $T = C_2 N \sqrt{B}$ olarak hesaplanabilir. C bir sabit, B yapının deprem yönüne dik boyutudur.

Baca tipi yapılar için Hindistan şartnamesi aşağıdaki formülü vermektedir.

$$T = C_t \frac{W_h}{E A g}$$

C_t : Yapının narinliği

W : Yapının toplam ağırlığı

h : Yapının temelden yüksekliği

E : Malzeme elastik modülü

A : Temelde kesit alanı

g : Yerçekim ivmesi

Narinlik Katsayısı K

C_t

5

14,4

10

21,2

15

29,6

20

38,4

25

47,2

30

56,0

35

65,0

40

73,8

45

82,0

50

18.K

4-3 Tek Serbestlik Dereceli Özel Yapıların Titreşim

Periyodu Hesapları

Su kulesi , rafineri kulesi ve benzeri tek serbestlik dereceli (Kütlenin bir noktada toplandığı) yapılar için

$$T = 2 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

formülü kullanılır.

$$\text{K\u00fctle} \quad m = \frac{W}{g}$$

$$\text{rijitlik} \quad k = \frac{W}{\delta}$$

alınırsa

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\delta}{g}}$$

olur.

deplasman W ağırlığının statik yatay yük olarak yapıya tatbiki ile elde edilen statik deplasmandır. (cm)

Bu formül yaygın olarak kullanılmaktadır.

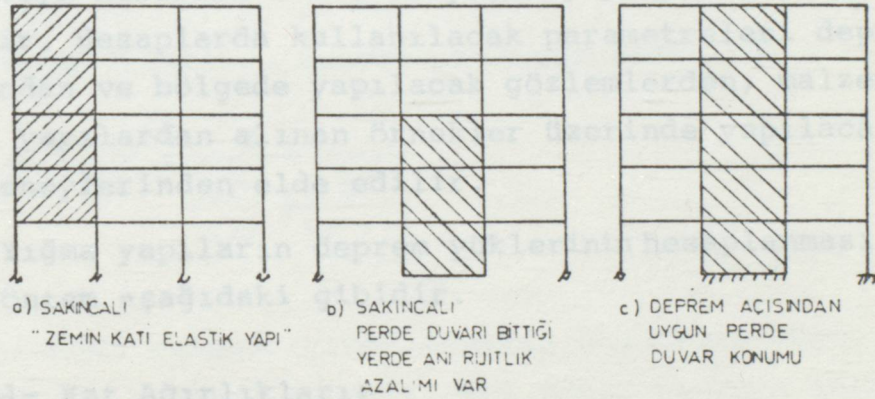
4-4 TAŞIYICI SİSTEMDE TASARIM

Yerinde dökme betonarme yapıların taşıyıcı sistemleri salt perde duvar, perde duvarları olan çerçeveli yapılar olarak ayrılabilir.

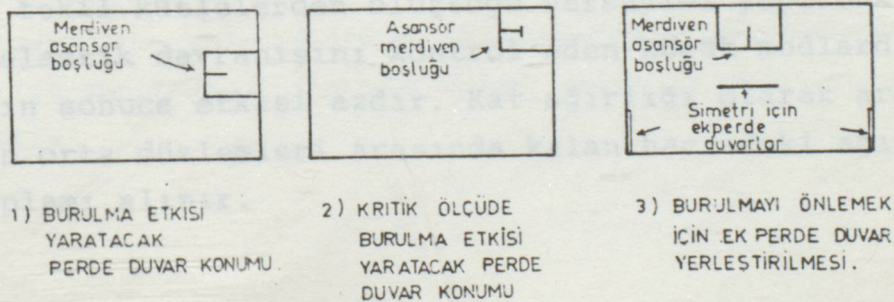
Bu üç taşıyıcı sistemlerin depremlerdeki davranışları (yatay yükler altında ki davranışları) Şekil de gösterilmektedir. Perde duvarlı yapılar çok rijit yapılardır. Fakat düktiliteleri diğer tip taşıyıcı sistemlere göre azdır. Düktilite depreme dayanıklı yapılarda bulunması gereken önemli bir özelliktir. Düktilite kısaca yapının plastik olarak enerji yutma gücü ile elastik olarak enerji yutma gücü arasındaki orandır. Sünek yapıların plastik enerji yutma güçleri yüksek olurken, rijit yapıların elastik enerji yutma gücü yüksektir. Perde duvarlı yapılar büyük yatay kuvvetlere karşı elastik olarak karşı koyabilir. Yani hasar görmez. Fakat elastik limitleri aşıldınca hızla yıkılmaya doğru giderler. Salt perde duvarlı yapıların hafif ve orta şiddetli depremlerde taşıyıcı sistemleri hasar görmez ve az öteleme yaptıkları için içlerindeki eşyaların ve taşıyıcı olmayan yapı elemanlarının hasar görmesini önlerler. Bu durumdan faydalanılarak içinde değerli eşyaların bulunduğu yapılar ve önemli hizmet gören yapılar (Müze, hastahane, PTT merkezi gibi) yatay yükler altında fazla öteleme yapmayan salt perde duvarlı olarak yapılmalıdır. Salt perde duvarlı yapıların maliyeti daha yüksektir. Salt çerçeve-

li yapılar sünek (düktil) yapılardır, daha ekonomiktirler. Hafif ve orta şiddetli depremlerde taşıyıcı sistemleri hasar görmese bile içlerindeki eşyalar ve taşıyıcı olmayan bölümlerinde hasar olabilir. Çünkü taşıyıcı sistem büyük ötelemeler yapacaktır. Salt çerçeveli yapılar şiddetli depremlerde kalıcı (plastik) deformasyon yaparlar. Ekonomik ömürleri içinde beklenen en şiddetli depremlerde onarılmaz derecede hasar görülebilirler.

Perde duvarları da olan çerçevelerde yatay kuvvetler altında ötelemeler daha azdır. Ve salt perde duvara göre de daha ekonomiktir. Perde duvarlar simetrik olarak konmalı ve perde çerçeve bağlantıları yeterli olmalıdır. Bu tip yapılar da, önce perde duvarlar hasar görür. Perde duvar ve çerçeveli sistemlerde; Perde duvarların taşıma gücünün hasar nedeni ile azalmasından sonra çerçeve sistemi ikinci bir depreme dayanma çizgisi olarak devreye girer, salt perde duvarlı yapılarda perdenin taşıma gücünü yitirmesiyle ortaya çıkan göçme olasılığını önler.



ŞEKİL-17 PERDE DUVARLARIN YAPI YÜKSEKLİĞİ BOYUNCA DAĞILIMI



ŞEKİL-18 BURULMA ETKİSİ YARATAN MERDİVEN VE ASANSÖR ÇEVRESİNE PERDE DUVAR KONULMASI ŞEKİLLERİ.

5- YIĞMA YAPILARIN DİNAMİK ÖZELLİKLERİ ve

YATAY YÜKLER ALTINDA DAVRANIŞLARI

Yığma yapıların yatay yükler altındaki davranışı betonarme ve ahşap yapılara göre daha belirsizdir. Bu nedenle güvenlik katsayıları daha büyük alınmaktadır. Yönetmeliklerde betonarme yapıların yüksekliğini sınırlayan kesin kayıtlar bulunmadığı halde yığma yapıların yükseklikleri yönetmeliklerle sınırlandırılmıştır. Bu sınırlamalar yığma yapılarla ilgili çalışma ve gözlemlere dayanmaktadır.

Depremlerden sonra, deprem bölgesinde bulunan hasar görmüş veya hasarsız bir dizi yığma yapının davranışı hesaplanabilir. Hesaplarda kullanılacak parametreleri deprem kayıtlarından ve bölgede yapılacak gözlemlerden, malzeme özellikleri yapılardan alınan örnekler üzerinde yapılacak labratuvar deneylerinden elde edilir.

Yığma yapıların deprem yüklerinin hesaplanmasında izlenen yöntem aşağıdaki gibidir.

5-1- Kat Ağırlıkları:

Yığma yapılarda yapının kütlesi, yapı yüksekliğince dağılmış durumda olmakla birlikte yapının kat hizalarında toplanan tekil kütlelerden oluştuğu varsayımı yapılmaktadır. Yapının elastik davranışını kontrol eden küçük modlarda bu varsayımın sonuca etkisi azdır. Kat ağırlığı olarak ardışık iki katın orta düzlemleri arasında kalan hacımdaki ağırlıkların toplamı alınır.

5-2-Duvar Rijitlikleri:

İki ucundan ankastre olarak bağlı dikdörtgen kesitli duvar parçasında, yük-yerdeğiştirme bağıntısı

$$\delta = 1,2 Vh/GA + Vh^3 / 12 EI \quad (1)$$

şeklindedir.

δ : Duvarın alt ve üst ucu arasındaki yatay yer değiştirme.

V: Duvara etkiyen yatay yük.

h: Duvar yüksekliği.

A: Duvar kesit alanı.

I: Eğilme yönündeki atalet momenti.

E, G: Duvar malzemesinin elastik ve kayma modülleri.

$G/E = \alpha$ ve t duvar kalınlığı ise (1) bağıntısı.

$$\delta = \frac{V}{Et} \left(\frac{1,2 h}{A/t} + \frac{h^3}{12 I/t} \right) \quad (2)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan k duvar rijitliği

$$k = \frac{V}{\delta} = \frac{Et}{\frac{1,2h}{A/t} + \frac{h^3}{12 I/t}} \quad (3)$$

bağıntısından bulunur. Eğer duvarda boşluklar varsa, duvar uygun sayıda parçaya ayrılır. Her duvar parçası için (1) veya (2) bağıntılarından yararlanılarak, her duvar parçasına gelen kesme kuvveti bu duvara etkiyen tüm yükün oranı olarak elde edilir. Duvarın iki ucu arasındaki yatay yer değiştirme, duvar parçalarının yatay yerdeğiştirmelerinin toplanması, rijitliği ise bu değer duvara gelen yatay yüke bölünmesi ile elde edilir.

5- 3-Yapı Özel Periyodu:

Yapıya gelen deprem yükünün bulunmasında gerekli olan yapı özel periyodu, yönetmeliklerde yaklaşık sonuç veren formüllerden veya kısaca özetlenen aşağıdaki formüllerden bulunabilir.

a-Prizmatik Konsol Kiriş Yöntemi

Prizmatik konsol kirişin özel periyodu

$$T = 1,787 L^2 \sqrt{m/EI} \quad (4)$$

bağıntısından bulunabilir.

L:Çubuk boyu.

m:Birim uzunluktaki kütle.

E:Elastik Modülü.

I:Kesit atalet momenti.

Eğer kiriş boyu kısa ise kesme kuvveti etkisini gözönüne alınarak (4) bağıntısı şu şekilde yazılabilir.

$$T = 1,787 L^2 \sqrt{(1 + \beta) m/EI} \quad (5)$$

Bu bağıntıda β katsayısı düzgün yayılı yüklerle yüklü konsol kirişin ucunda kesme ve eğilme deformasyonlarından meydana gelen yer değiştirmeler oranı olup,

$$\beta = \frac{8}{L^2} \cdot \frac{EI}{GA} = \frac{8}{L^2} \cdot \frac{I}{A} \quad (6)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Gözönüne alınan yığma yapı planda düzgünse yapı yüksekliği ve planda oturduğu alan gözönüne alınarak özel periyodu yukarıdaki bağıntılardan bulunur.

b-Raleigh Orana Yöntem:

Yapının birinci mod şekli için uygun bir seçim yaptıktan sonra yapının özel frekansı ve periyodu

$$w^2 = \frac{\{\emptyset\}^T [K] \{\emptyset\}}{\{\emptyset\}^T [M] \{\emptyset\}} \quad (7)$$

$$T = \frac{2\pi}{w} \quad (8)$$

bağıntılarından bulunabilir. Bu bağıntılarda

w, T : Yapının açısal özel frekansı ve periyodu

$\{\emptyset\}$: Birinci mod şekli için kolon matrisi

$[K], [M]$: Yapının rijitlik ve kütle matrisleri' dir.

Raleigh oranı yönteminde mod şekli için seçilen değerler, örneğin düzgün yayılı yüklerle yüklü konsol kirişin elastik eğrisi alınır. Gerçeğe oldukça yakın sonuçlar elde edilir.

C- Matris İterasyonu Yöntemi:

Sönümsüz serbest titreşimde hareket denklemi

$$w^2 [M] \{\emptyset\} = [K] \{\emptyset\} \quad (9)$$

şeklinde yazılabilir. Bu denklemin her iki yanı

$$\frac{1}{w^2} [K]^{-1}$$

ile çarpılırsa,

$$[K]^{-1} [M] \{\emptyset\} = \frac{1}{w^2} \{\emptyset\} \quad (10)$$

şeklini alır.

$$D = [K]^{-1} [M] \quad (11)$$

olduğuna göre (10) denklemi yeniden yazılırsa

$$D \{\emptyset\} = \frac{1}{w^2} \{\emptyset\} \quad (12)$$

olur. Yapının özel periyodunu ve birinci mod şeklini bulmak için ince elemanı 1 olan $\{\emptyset\}$ birinci mod şekli kolon matrisi seçilir. Bu kolon matrisi (12) denkleminin sol yanında yerine konarak elde edilen kolon matris, daha önce 1 olan eleman yine 1 olacak şekilde normalize edilir. (12) denkleminin sol yanında en son elde edilen normalize edilmiş kolon matrisle elde edilen normalize edilmiş kolon matris istenilen doğrulukta birbirine yakınsa hesaba son verilir. Son adımda elde edilen kolon matrisi normalize etmekte kullanılan değer $1/w^2$ değerine eşittir. Bu şekilde özel açısal frekans bulunduktan sonra (8) bağıntısından T özel periyodu bulunur.

Yığma yapıların periyotları genellikle küçüktür.

(0,05 - 0,20 saniye civarında) Yapı periyotları yapının kat yüksekliği, eni, boyu ve dolu duvar oranları ile ilgilidir. Yapı yükseldikçe periyodu uzar. Eni ve boyu büyük yapıların periyodu kısalır. Yapıya gelen deprem kuvvetleri büyüdükçe yapının periyodu uzamaya başlar. Yapıya gelen şiddetli deprem kuvvetleri yapıda hasar ve çatlama yaptıkça kesitlerin azalması sonucu yapının titreşim periyodu uzamaktadır. Periyodu kısa olan yapı rijit bir yapıdır. Çok az sayıda yığma yapının titreşim periyotları tabloda gösterilmiştir.

Bu ölçümlerden yararlanılarak şu formüller verilebilir.

$$T = (0,05) N$$

N : Kat adeti

(15)

5- 4-Deprem Kuvvetleri ve Devrilme Momentleri:

Depremlerden sonra depremin en büyük ivmesi kaydedilmiş veya arazi gözlemlerinden elde edilebilmişse yapıya gelen toplam yatay yük deprem yönetmeliklerinde öngörüldüğü gibi yapı ağırlığının bir deprem katsayısı ile çarpılmasıyla bulunur. Deprem katsayısının saptanmasında yapının özel periyodu ve depremin en büyük ivmesinden yararlanılır. Yapının katlarına gelen yatay yükler yine deprem yönetmeliklerinde öngörüldüğü gibi kat ağırlıkları ve yükseklikleri ile orantılı olarak hesaplanır. Bir depremden sonra saptanan deprem katsayısı c ise yapıya gelen toplam yatay yük,

$$F = C.W \quad (13)$$

Katlara gelen yatay yükler ise,

$$Q_i = F \cdot \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i} \quad (14)$$

bağıntısından bulunur.

F : Toplam yatay yükü

Q_i : i 'inci kata gelen yatay yük

W : Toplam yapı ağırlığı

W_i : i 'inci katın ağırlığı

H_i : i 'inci katın zeminden yüksekliğini

göstermektedir.

Eğer depremde depremin ivme kaydı elde edilmişse, depremin davranış spektrumları çizilebilir. Yapıya gelen yüklerinin hesabında yalnız birinci modun etkisi gözönüne alınacak olursa bu moda ait katkı çarpanı

$$\gamma = \frac{\{\emptyset\}^T [M] \{I\}}{\{\emptyset\}^T [M] \{\emptyset\}} \quad (15)$$

bağıntısından hesaplandıktan sonra katların temele göre yatay yerdeğiştirmeleri ve katlara gelen yatay yükler,

$$\{\Delta\} = \frac{\gamma Sa}{w^2} \{\emptyset\} \quad (16)$$

$$\{\emptyset\} = [K] \{\Delta\} \quad (17)$$

bağıntılarından bulunur. Burada

γ : Birinci modun katkı çarpanı

I : Bütün elemanları 1 olan kolon matrisi

$\{\Delta\}$: Katların temele göre yatay yerdeğiştirmeleri kolon matrisini

S_a : Yapının özel periyoduna karşı gelen ivme spektrumu değerini

$\{\emptyset\}$: Katlara gelen yük kolon matrisini

göstermektedir.

Bu bağıntılarda kullanılan S_a değeri depremin en büyük ivmesini gözününe alarak standart bir ivme spektrumundan da alınabilir.

Böylece yapıya kat hizalarında etkiyen yatay deprem yükleri bulunduğundan sonra yapıyı zemine ankastre bağlı bir konsol kiriş gibi düşünüp kesme kuvvet ve eğilme momenti diyagramları çizilir. Yığma yapının çeşitli kesimlerinde doğan gerilmelerin hesabında kat orta hizalarındaki kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri kullanılır.

5-5-Burulma Momentleri

Kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmamasından doğan burulma momentleri planda düzgün olmayan yapılarda tehlikeli hasarlara neden olabilir. Kat burulma momentlerinin

bulunmasından önce bir eksen takımı seçilerek katların kütle ve rijitlik merkezleri bulunur. Her kata gelen burulma momentleri bu kata gelen yatay yük ile o katın rijitlik ve kütle merkezi arasındaki farkla çarpılmasıyla bulunur. Daha sonra yapı zemine ankastre bağlı bir konsol kiriş gibi düşünülüp burulma momentleri diyagramı çizilmesi ile bulunur.

5-6 TUĞLA YIĞMA YAPILARIN DİNAMİK ÖZELLİKLERİ ve

DEPREM DAVRANIŞI

Tuğla yığma inşaat Türkiye'de çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yeni inşaatların büyük kısmı tuğla yığma olarak yapılmaktadır. Ancak Türkiye'deki tuğlaların kalite ve dayanımı dört kattan yüksek yapıların inşasını engellemektedir. Küçük kasabalarda yığma yapı yapılmaya hala devam edilmektedir. Türkiye'nin maruz olduğu büyük deprem tehlikesi açısından tuğla yığma yapıların depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve bu yapıların depreme dayanıklı yapılması büyük önem taşımaktadır. Üstelik depremlerde olan can kaybının büyük bir bölümü yığma yapıların yıkılması sonucu olmaktadır.

5-6-1-Dinamik Özellikleri

Tuğla yığma yapılar büyük boyutlu duvarları nedeni ile rijit yapılardır ve titreşim periyotları genellikle çok küçüktür. Yığma yapıların periyotları kat adetlerine göre 0,05 - 0,15 saniye arasında değişmektedir.

Çok az sayıdaki örnekten giderek, yığma yapı periyodu (T) ile yapı kat adedi arasında şöyle bir ilişkinin bulunduğu ileri sürülebilir.

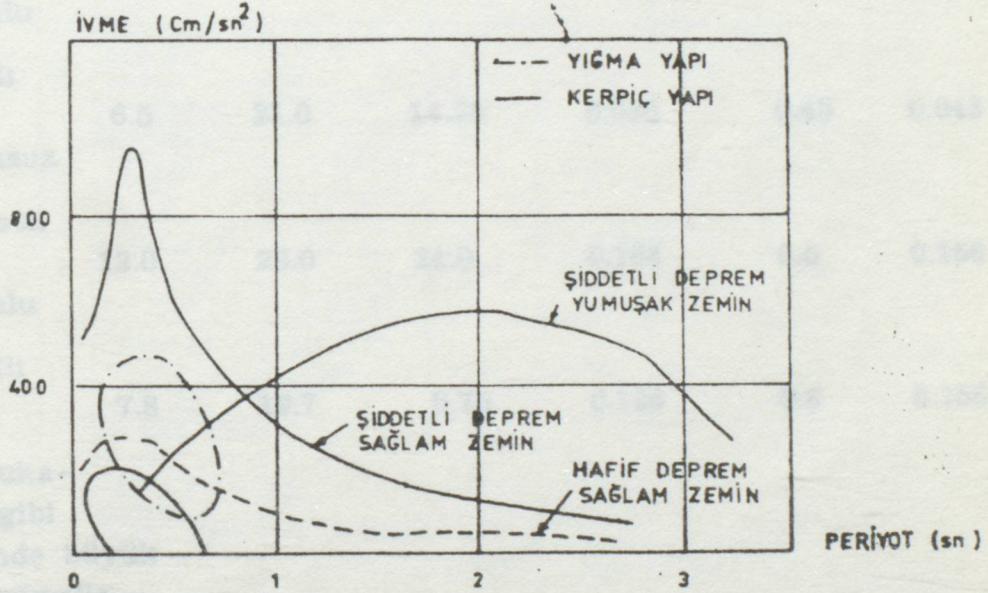
$$T = 0,05 (N)$$

N : Kat adedi

Ancak bu formülün deneysel ölçümlerle kontrol edilmesi ve daha kesin bir şekle sokulması gerekir. Yukarıdaki formül ile T yapı periyodu gerçek değerinden bir miktar daha büyük olarak gözükmektedir. Tuğla yapıların en çok dört katlı olduğu düşünülürse tuğla yapı periyotları 0,05 - 0,20 saniye arasında olacağı deneysel olarak görünmektedir. Bu periyotlar yığma yapıların rijit yapılar sınıfına girdiğini gösterir. Bir yapının rijit olması o yapının sağlam ve dayanıklı olduğunu göstermez. Rijitlik ve dayanıklılık ayrı ayrı kavramlardır.

Yapıya gelen deprem kuvveti depremin maksimum ivmesi ile yapının kütesinin çarpımı olarak alınmaktadır.

Çeşitli şiddetteki depremlerin değişik zeminlerde oluşturabileceği maksimum ivmeleri gösteren spektrum şekilde verilmektedir. Şekilde ayrıca yığma yapıların periyotlarının bulunduğu bölge de gösterilmiştir.



Şekil - 17 DEPREMLERDE YAPILARA GELEN İVMELER VE YIĞMA VE KERPIÇ YAPI PERİYOTLARI

Yığma Yapıların Titreşim Periyotları

Yapının Tanımı	Yükseklik H (m)	Uzunluk L (m)	Genişlik W (m)	Periyot (sn)	H/w	Periyot (sn)	H/L
Tek katlı Tuğla	2.5	7.8	6.3	0.093	0.4	—	0.32
Tek katlı Tuğla	2.5	9.8	4.6	0.054	0.55	—	0.26
Tek katlı Tuğla	2.5	8.0	6.8	0.045	0.37	—	0.31
Tek katlı Taş	2.5	11.0	9.9	—	0.25	0.042	0.23
Üç katlı Tuğla	—	—	—	0.073	—	0.049	—
Dört katlı Tuğla	11.0	17.25	15.0	0.16	0.067	—	0.64
İki katlı Tuğla Bodrumlu	9.0	21.0	14.25	—	0.63	0.065	0.43
İki katlı Tuğla Bodrumsuz	6.5	21.0	14.25	0.036	0.45	0.043	0.31
Dört katlı Tuğla Bodrumlu	12.0	26.0	24.0	0.164	0.5	0.156	0.46
Üç Katlı Tuğla	7.8	19.7	9.75	0.126	0.8	0.156	0.4
Aynı yukarıdaki gibi Depremde büyük hasar görmüş boşluk oranı daha az	7.8	19.7	9.75	0.095	0.8	0.39	0.4

TABLE
TUĞLA YIĞMA YAPI PERİYOTLARI

NO	YERİ VE CİNSİ	ŞEMATİK PLANI	PERİYOT X - YÖNÜ	PERİYOT Y - YÖNÜ	$\frac{H}{X}$	$\frac{H}{Y}$
1	YENİ KIBRIS KÖYÜ 1972 - A/21		—	0.044	0.33	0.41
2	KOÇ HISAR 1972 - I/11		—	0.054		
3	BEYPAZARI GEYİK PINAR 67 - 05		—	0.045		
4	1972 - A/22 TAŞ YIĞMA KIZILCIHAMAM		—	0.042	0.26	0.35
5	DİKMEN SAĞLIK MERKEZİ 3 - KATLI		0.073	0.049		
6	NECATİBEY CAD. 4 - KATLI TUĞLA		—	0.16	0.80	0.70
7	27 ARALIK İLKOKULU DİKMEN 2 + BODRUM		0.061	—	0.40	0.60
8	FAİKERBAĞI İLKOKULU İNCİRLİ 2 - KAT		0.044	0.036	0.40	0.42
9	BAHÇELİEVLER 70. SOKAK 4 - KATLI AP.		0.17	0.16	0.75	0.60
10	ÇALDIRAN LOJMAN 3 KATLI BODRURLU		0.053	0.030	0.83	0.32
11	MURADIYE LOJMAN 3 - KATLI UZUN YON AĞIR (Y) HASARLI		0.095	0.39	0.80	0.395
12	PALU TEKEL 2 - KATLI BODRUMSUZ		0.065	0.055	0.73	0.42
13	ANKARA LOJMAN II NOLU YAPININ EŞİ 3-KATLI BODRURLU		0.115	0.126	0.90	0.45

Tuğla yığma yapılar rijit oluşları nedeni ile çok düşük kritik sönüm değerine sahiptir. Başlangıç sönümleri %2 den fazla değildir. Ancak deprem hasarı ile birlikte sönüm oranları % 10 ' a kadar yükselebilir. Tablodaki son iki örneğin karşılaştırılmasından depremde hasar görmüş tuğla yığma yapıların titreşim periyotlarında çok büyük artışların olabileceği görülmektedir.

Tuğla yapılar depremlerde maksimum yer ivmesi civarında yer ivmelerine maruz kalacaklardır. Tuğla yığma duvarların kesme dayanımı dikkate alınarak, duvarların çatlamasına yol açacak deprem yatay kuvvetleri hesaplanabilir. Tuğla duvar çatladıktan sonra kesme dayanımı çatlaklar boyunca olacak sürtünmeye bağlıdır. Bu sürtünme de bir ölçüde düşey yüklere bağlıdır.

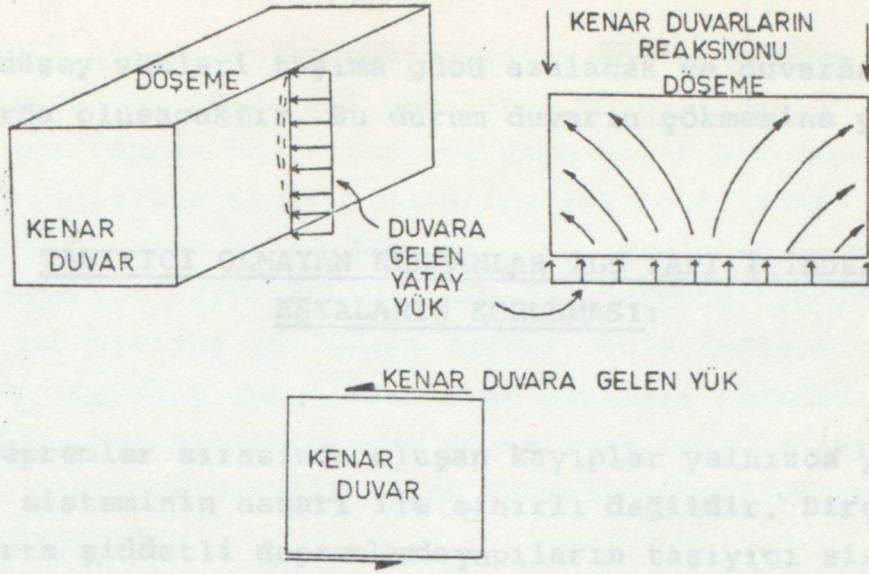
2-Deprem Davranışı

Tuğla yığma duvarlar çok gevrek bir malzemedirler ve deprem yükleri altında kolayca kırılırlar.

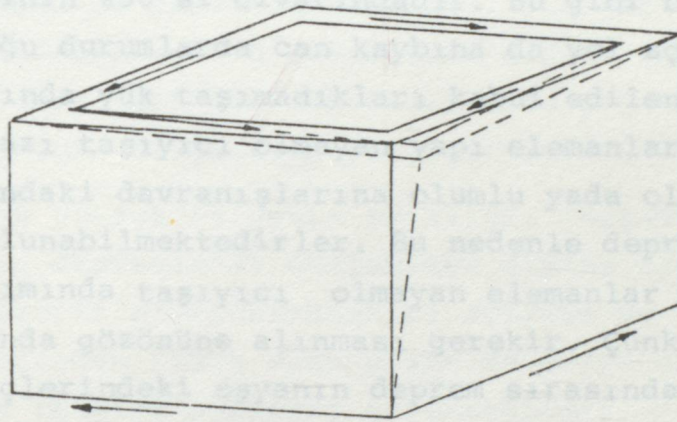
Yatay kuvvetler altında boyuna duvarlar, yatay yükleri çatı veya kat döşemesine veya çatı makasına aktarırlar, bu elemanda kendisine gelen yükleri uç duvarlara aktarır. (Şekil18) Böylece uç duvarlar kesme kuvvetlerine maruz kalırlar ve kesme gerilmeleri duvarın kesme dayanımını aşarsa, eğik çekme çatlakları şeklinde kırılma oluşmaya başlayacaktır. Bu çatlaklar yatay ile 45° lik bir açı yapacaklardır.

Deprem kuvvetleri yapının iki ana doğrultusunda etkiyeceğinden yapıların köşeleri çok kritik olacaktır. (Şekil19) Betonarme bir kat döşemesi veya çatı makasının yeterli rijitlikte olmaması ve enine duvarları birbirine bağlı tutamaması halinde bu cins hasar oluşabilir. Duvarlar aynı zamanda duvarın ağırlığından ve üst katlardan gelen yükler nedeni ile basınç gerilmelerinde maruzdurlar. Bu nedenle çatlaklar 45° den küçük olabilir.

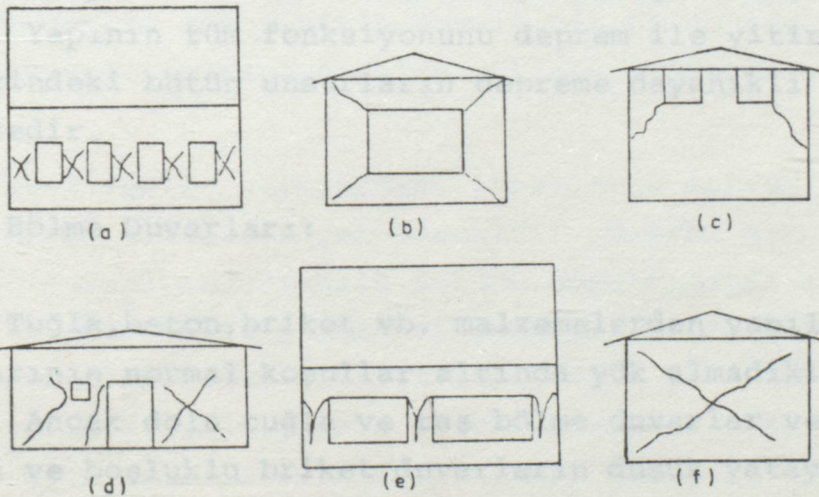
Duvarda oluşan bu eğik çatlaklar, eğer deprem yüksek bir şiddetle sürerse, duvarın zayıflamasına yol açacak ve



Şekil 18- YIĞMA DUVARLARDA YATAY YÜK ALTINDA YÜKLEME DURUMLARI



Şekil 19- YIĞMA DUVARLARIN KÖŞE DAVRANIŞI



Şekil 20-YIĞMA YAPILARDA DEPREMDE OLUŞAN ÇEŞİTLİ ÇATLAK TİPLERİ

duvarın düşey yükleri taşıma gücü azalacak ve duvarda düşey çatlaklarda oluşacaktır. Bu durum duvarın çökmesine yol açacaktır.

6- TAŞIYICI OLMAYAN ELEMANLAR İLE YAPI İÇİNDEKİ EŞYALARIN KORUNMASI:

Depremler sırasında oluşan kayıplar yalnızca yapının taşıyıcı sisteminin hasarı ile sınırlı değildir. Birçok hafif ve orta şiddetli depremlerde yapıların taşıyıcı sistemlerinin hasar görmemesine karşın yapıdaki eşyalar ve taşıyıcı olmayan elemanlar büyük hasar görmektedir. Bazen taşıyıcı olmayan elemanlarda ve yapı içindeki eşyalarda olan hasar yapının bedelinin %50 si civarındadır. Bu gibi bölümlerde olan hasar çoğu durumlarda can kaybına da yol açabilmektedir. Yapı hesaplarında yük taşımadıkları kabul edilen dolgu duvarlar gibi bazı taşıyıcı olmayan yapı elemanları yapının deprem sırasındaki davranışlarına olumlu yada olumlu olmayan katkılarda bulunabilmektedirler. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı taşarımında taşıyıcı olmayan elemanlar ve yapı içindeki eşyalarında gözönüne alınması gerekir. Çünkü bazı yapıların önemi içlerindeki eşyanın deprem sırasında kullanılabilir durumda kalmasındandır. Örneğin PTT binalarında, haberleşme araçlarının tahrip olması deprem sırasında kendinden beklenen görevi yapamaması gibi. Bu nedenle bazı yapıların sadece taşıyıcı sisteminde hasar görmemiş olması yeterli değildir. Yapının tüm fonksiyonunu deprem ile yitirmemesi için yapı içindeki bütün unsurların depreme dayanıklı olması gerekmektedir.

6-1- Bölme Duvarları:

Tuğla, beton, briket vb. malzemelerden yapılan bölme duvarlarının normal koşullar altında yük almadıkları kabul edilir. Ancak dolu tuğla ve taş bölme duvarlar ve bir ölçüde asmolen ve boşluklu briket duvarların düşük yatay yükler al-

tında önemli bir rijitlikleri ve yatay kuvvet taşıma güçleri vardır. Betonarme çerçeveli yapılarda bölme duvarlar yapının şiddetli bir deprem başlangıcında yada hafif bir depremde büyük bir rijitliğe sahip olmalarına yol açar. Fakat çerçeveler içinde yer alan bölme duvarlar, çerçevelerin deprem kuvvetiyle yapacağı büyük ötelemelere dayanamayıp, çerçeveden gelen yükler altında çatlamaya başlar. Dolu tuğla duvarlarda çatlama boşluklu curuf briketten yapılmış duvarlara göre daha güçtür. Kolonların taşıma güçlerinin zayıflaması halinde, fazla çatlamamış tuğla bölme duvarlar düşey yüklerin bir bölümünü taşırlar.

Deprem başlangıcında yada hafif şiddetli bir depremde tuğla bölme ve dolgu duvarları yatay ötelemeleri kısıtlayan bir perde duvar gibi çalışırlar. Bu açıdan bölme duvarların hafif şiddetli depremlerde önemli bir katkısı vardır. Bu duvarlar betonarme perde duvarlarda olduğu gibi simetrik konumda değillerse yada belirli kısımlarda yoğunlaşmışlarsa burulma etkilerinin oluşmasına yol açarlar.

Bazı çok yüksek ve geniş açıklıklı çerçevelerin dolgu duvarlarının depremlerde düzlemleri dışına devrilmesi stabilitesinin yeterli olmamasındandır. Açıklık ve yüksekliği 3.00 x 3.00 metreden fazla olan bölme ve dolgu duvarlarının ara hatıllarla takviye edilmesi gerekmektedir.

Dolgu duvarların yapının deprem davranışına olumlu katkılarında biri de duvar ve çerçeve arasındaki ve duvar çatladıktan sonra duvar içindeki sürtünme yüzeylerinde yapıya gelen deprem enerjisinin önemli bir bölümünün tüketilmesidir. Bu sonuçta yapıya gelen yüklerin tüketilmesine yol açar.

Merdivenler yapılardaki insanların deprem sırasında ki güvenliği açısından çok önemlidir. Deprem sırasında yada sonrasında yapının güvenlik içinde boşaltılması için merdivenin depremde hasar görmemesi gerekir. Merdivenlerin bulunduğu çerçeveler diğer yapı çerçevelerine göre daha rijit olduğundan, bu kısımlara daha büyük kuvvetler etkir. Yapı güvenliği açısından merdivenlerin hasar görmesini önlemek için

merdivenleri yapıdan derzlerle ayrılmış bloklar gibi düşünmek veya merdiven kirişinin bir ucunu kayıcı mesnetli yapmak gerekir.

Pencere camlarının yapının deprem etkisiyle yaptığı ötelemelere dayanamayıp patladıkları çok görülür. Bu insan hayatı için çok tehlikelidir. Pencere camlarının kasalara kayıcı bir şekilde takılması bu tehlikeyi bir ölçüde engelleyecektir.

İç ve dış duvarlarda karo mozayik mermer ve benzeri kaplamalar yapının deprem sırasında yaptığı ötelemelerle, bu kaplamaları yapıştıran harçların aderansının zayıflamasına ve bu nedenle kaplama malzemesinin yerinden düşerek yapı içindeki veya dışındaki kişi ve eşyalara zarar vermesine yol açabilir.

Asma tavanların döşemelere iyi bağlanmamış olması ya da asma tavan içinde serbest olarak hareket eden kaplama plakalarının bulunması bunların depremde koparak can ve mal kaybına yol açabilme tehlikesi vardır.

Elektrik ve su tesisatlarının yapımında çok büyük titizlik gösterilmesi gereklidir. Deprem sırasında elektrik tesisatlarında oluşacak hasar yangına yol açarak can güvenliğini tehdit eder.

6-2- Yapı İçindeki Eşyanın Korunması:

Deprem sırasında yapıda oluşacak büyük ötelemeler yapı içindeki eşyaların devrilerek hasar görmesine yol açar. Bunun önlenmesi için yapının yatay ötelemelerini kısıtlayan ve yapının büyük yatay kuvvetler altında fazla öteleme yapmasını önleyen rijitliği yüksek perde duvarların kullanılması gerekir. Ancak yine de yapı içinde bulunan ve narinlik oranı yüksek, dolap , serbest duran raflar, makina ve donatımların korunması için yere iyi tesbit edilmesi gerekmektedir.

6-3 Malzeme ve İşçilik:

Yapıların tasarımı yapılırken malzeme ve işçilik olanaklarının gözönüne alınması gerekir. Malzeme ve işçilik özellikleri bazı kısıtlamalar çıkarmaktadır. Yurdumuzun her yöresinde yetenekli işçi ve istenilen yapı malzemesi bulmak güçtür. Çok iyi derece de kalıp, beton ve donatı işçiliği gerektiren yapı projelerinin belli bölgelerde uygulanması güç olmakta ve ayrıntıların tam olarak uygulanmayışı deprem açısından büyük tehlikeler yaratmaktadır. Betonarme yapılarda istenilen kalitede beton üretilmemesi, yeterli kalitede donatı yerleştirme ustasının bulunmaması ve kontrol yetersizliği sonucu, depreme daha dayanıklı olması gereken betonarme yapılar yerel hiçbir projelendirme yapılmamış yapılar kadar deprem hasarı görmektedir. Bu nedenle belirli bölgelerde basit formlu analizi kolay olan dolayısıyla yapımı da kolay olacak yapıların inşası, yerel malzeme ve işçilik olanaklarının olması nedeninden doğacak güçlükleri önleyecektir.

Deprem faktörü diğer başka faktörler gibi mimarın yaratıcılığını kısıtlamaktadır. Ancak kişi güvenliği ve Ulusal varlık açısından bu zorunludur. Ekonomi, fonksiyon, estetik ve güvenlik açısından olumlu yapıların oluşturulması Mühendis ile Mimar arasındaki işbirliği ve ortak çalışmanın arttırılması ve bu disiplinlerin birbirine yaklaştırılmasını gerektirmektedir. Mimarın, yapı taşıyıcı sistemini oluştururken, özellikle deprem faktörünün Mühendise çıkardığı problemleri ve bu problemlerin ekonomik ve güvenilir yapı elde edilmesine olan etkisini bilmesinde yarar vardır.

7- YAPILARDA DEPREM HASARLARI

Deprem bölgelerinde görülen hasarların sebepleri şu şekilde sınıflandırılabilir.

1-Statik ivmeden meydana hasar; Çok rijit yapılar deprem esnasında zemindeki ivmelerin maksimumuna dayanamadıkları an yıkılırlar. Çünkü rijit yapılar zemin hareketini aynen takip ederler.

2-Farklı temel oturmalarından meydana gelen hasar; Temel zemini gevşek ve yumuşak ise deprem esnasında yapının ağırlığı altında derece derece hasara neden olur. Kagir binalar çatlar çerçeve binalar ek gerilmelere karşı kalarak bazı yerlerinden hasar görür. Bu cins hasarların sonradan tayini güçtür.

3-Yapının titreşimlerinden ileri gelen hasarlar;Bütün esnek yapılar deprem sırasında zemin hareketinden tamamıyla farklı titreşimler yaparlar. Elastik yapılar depremde, deprem ivmelerinin üstünde ivmelere maruz kalırlar.

Yapılarda Başlıca Görülen Hasarlar

Yığma Yapılar:

Harç tabakaları boyunca gelişmiş çapraz çatlaklar.Bunlar özellikle açıklık köşelerinde ve duvar birleşimlerinde görülür.

Yatay makaslama çatlaklar. Bunlar temelin üst kısımlarında ve tavan seviyesinde oluşur.

Yığma yapıların ağır hasar görmesinin nedenleri; İşçiliğin kötü oluşu, düşük kaliteli harçlar kullanılışı, duvarlarda hatıl bağlantılarının olmayışı, çatı ve döşemelerin duvarlara iyi bağlanmaması gibi etkenlerdir.

Ahşap Yapılar:

Bu tip yapıda deprem etkisi genellikle azdır. İyi sıvanmamış tavan ve duvarlarda sıva parçaları düşebilir.

Betonarme Yapılar:

Depreme en dayanıklı yapılardır. Kolon giriş bağlanmalarının iyi yapılmamış olması hasara neden olur.

Çelik Yapılar:

Deprem gerilmelerinde yatay deformasyona uğrayan çelik yapılarda, duvar rijitliği, çelik kolonların rijitliğinden fazla olduğundan iç bölme duvarları sıkışarak patlayabilir.

8- YAPI YAPILACAK YERİN SEÇİMİ:

Yapı yapılacak yerdeki zemin sağlam olmalıdır. Yumuşak zemin üzerinde yapılan yapılarda deprem hasarlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Yumuşak zemin üzerinde yapı yapılması gerektiği durumlarda gerekli temel tipi seçilmeli (radye jeneral) dir. Yumuşak zeminlerde (alüvyonlar, kumlar, topraklar) deprem şiddeti birkaç derece artabilir, ayrıca yer yarılması, yer kayması ve kum fıskırmaları olur. İki değişik tipteki zemin üstüne yapı inşa etmekten kaçınılmalı, aynı yapıda iki değişik temel tipi yapılmamalıdır. Binadan akacak yağmur suları ve pis suların toprağa girmeden uzaklaştırılmasına dikkat edilmelidir.

İnşaat Yapılması Tehlikeli Olan Yerler:

Aşağıda gösterilen yerlerde inşaat yapmak tetbirsizlik olur.

1-Eski depremlerde açılmış olan fayların civarları. Yeni depremlerde bu faylar tekrar harekete geçebilir.

2-Yeraltı su beviyesinin yüksek olduğu ve yamaçlardan akan ve sızan suların biriktiği çukurluk ve yarı bataklıklar.

Rutubetli zemin temellerin direncini azaltacağı gibi deprem şiddetini de arttırır.

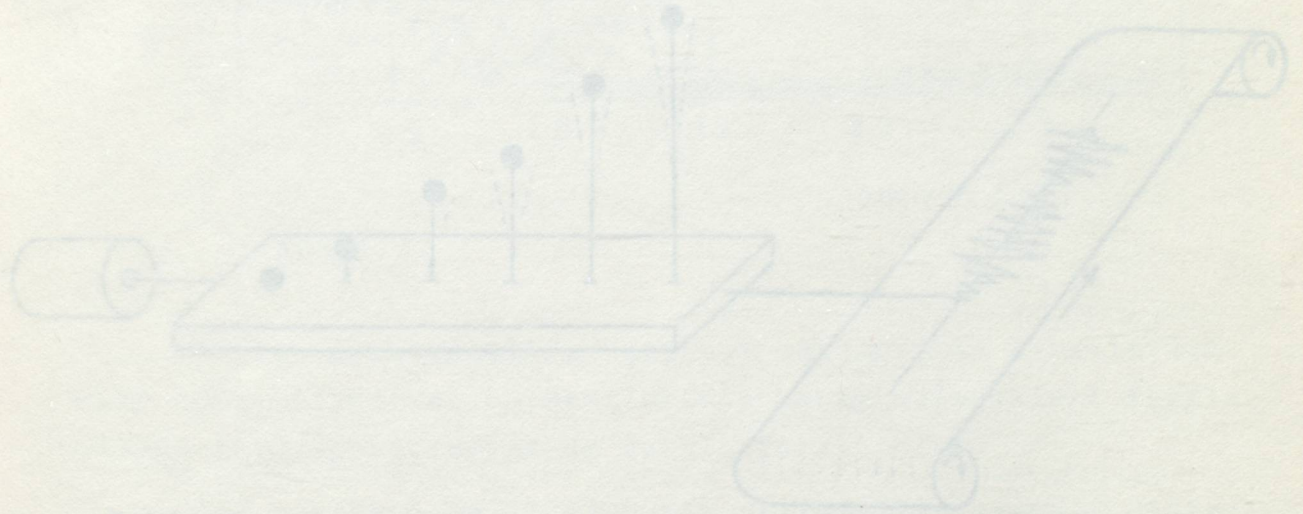
3-Kuru dere yatakları gevşek zeminli olduğundan deprem şiddetini arttırır, ayrıca şiddetli yağmurlar sonucu oluşan seller yapıya zarar verir.

4-Kaya ve toprak kayması olan yamaçların etekleri. Deprem titreşimleri kaymaları arttırarak yapıların yıkılmasına neden olur.

5-Dik yamaçlı vadiler. Zemin bakımından sağlam olmayıp, deprem sarsıntıları ile taşların kopup yuvarlanmasına neden olur.

6-Krip (Yavaş toprak akması) olan az eğimli yamaçlar. Deprem ile yavaş akma hızlanarak evlerin yıkılmasına neden olur.

7-Yalıyarların ve falezlerin kenarları. Erozyon ile çatlamış olan kayalardan deprem sırasında taşlar koparak düşecek ve evleri tehlikeye sokacaktır.



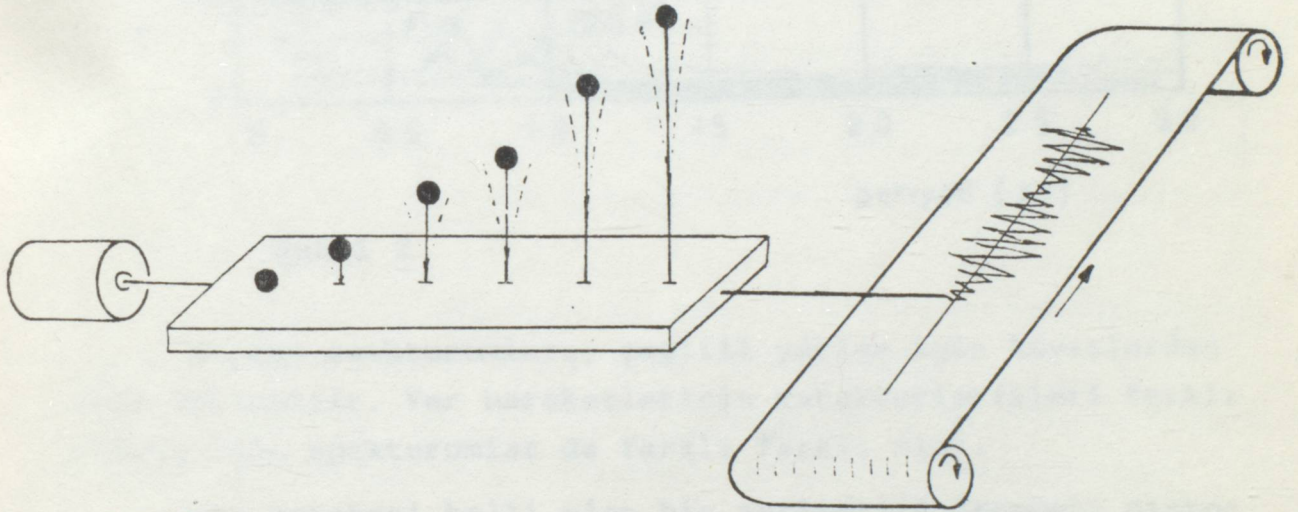
Şekil 1

Bu tabloya belirli bir yer hareketi kaydedilmiş, bu hareketi göstererek şekilde sarsalım. Deprem hareketi aynı olduğu halde, her bir kütle kendi titreşim özelliğinin etkisi altında değişik hareketler yapar. Eğer sarsmaya rijit bir cisim tesbit edersek, yapacağı hareket table hareketinin aynası olacaktır.

III- İVME SPEKTURUMU

Depremlerde yapılara gelen kuvvetler yapının titreşim periyodu ve ağırlığına bağlı olduğu bilinmektedir. Depremlerde oluşan şiddetli yer hareketleri altında yapılara periyodlarına bağlı olarak gelen maksimum yapı mukabele spektrumlarından bulunur. Maksimum ivme değeri ile yapının kütlelerinin çarpımı yapıya gelen yatay deprem kuvvetlerini verir.

Yer hareketlerinin yapıya etkisini model deneyleri ile inceleyebiliriz. Model deneylerinde yer hareketi titreşim tablası ile temsil edilir. Titreşim tablası üzerine sönüm değerleri aynı fakat periyodları küçükten büyüğe doğru sıralanan, bir serbestlik dereceli titreşim sistemleri tesbit ettiğimizi düşünelim. (Şekil 1)

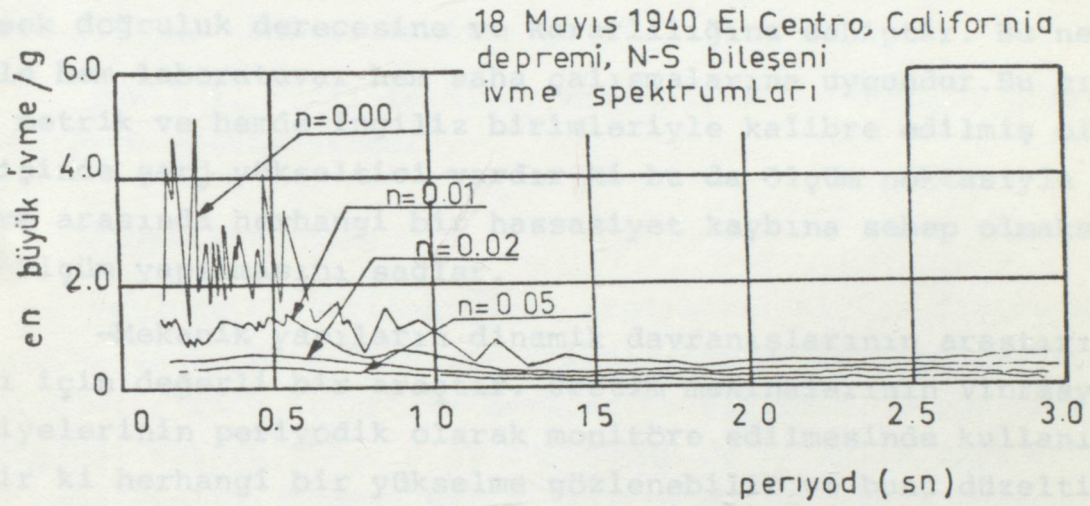


Şekil 1

Bu tablayı belirli bir yer hareketi kaydının, aynı titreşimlerini gösterecek şekilde sarsalım. Deprem hareketi aynı olduğu halde, her bir kütle kendi titreşim özelliğinin etkisi altında değişik hareketler yapar. Eğer tablaya rijit bir cisim tesbit edersek, yapacağı hareket tabla hareketinin aynısı olacaktır.

Deprem hareketi sona erdikten sonra, sarsma sırasında her bir kütlenin zamanla değişken olan ivme değerlerinin en büyüğünü saptayalım. Titreşim sistemlerinin periyotlarını X ekseninde, bunlara karşılık gelen max ivme değerini de y ekseninde gösterirsek elde ettiğimiz eğri depremin spektrumunu verir.

Şekil 2 deki eğriler 18 Mayıs 1940 El Centro, California depreminin N-S bileşeni için sıra ile 0,00 , 0,02, ve 0,05 sönüm değerli titreşim sistemlerine ait ivme spektrumlarıdır. (Şekil 2)



Şekil 2

Deprem spektrumları, çeşitli yerler için kayıtlardan elde edilebilir. Yer hareketlerinin karakteristikleri farklı olduğu için spektrumlar da farklı farklı olur.

Yer hareketi belli olan bir serbestlik dereceli sisteme etki eden kuvvetler sistemin periyoduna ve sönüm değerine bağlıdır.

Yönetmelikte $T \leq 0,05$ sn için dinamik katsayı $S = 1$, $T > 0,5$ sn için $S = \frac{0,5}{T}$ eğrisi ($S \geq 0,3$ olmak) üzere verilmiştir.

Bunlar spektrumların genel özelliklerine uyan basit yaklaşımlardır.

2 -DENEYSEL OLARAK PERİYOD ÖLÇÜMÜ

Binaların titreşim periyodlarının deneysel olarak ölçümü çeşitli metodlarla çeşitli araçlar kullanılarak yapılmaktadır. Bu çalışmalar yapıların ve doğal yapı elemanlarının titreşim periyodlarını ölçebileceğimiz 2511 Vibrasyon Metre aletinin çalışma yöntemini açıklayacağız.

2511 Vibrasyon Metre

İyeme hız ve ötelenme cinsinden mekanik vibrasyonu ölçmek için piezo-elektrik bir toplama aracıyla birlikte kullanılan geniş aralıklı bir cihazdır. Tümüyle taşınabilir ve yüksek doğruluk derecesine ve kararlılığına sahiptir. Bu nedenle hem laboratuvar hem saha çalışmalarına uygundur. Bu cihaz hem metrik ve hemde İngiliz birimleri ile kalibre edilmiş olup girişinde şarj yükseltici vardır ki bu da ölçüm noktasıyla metre arasında herhangi bir hassasiyet kaybına sebep olmaksızın ölçüm yapılmasını sağlar.

-Mekanik yapıların dinamik davranışlarının araştırılması için değerli bir araçtır. Üretim makinalarının Vibrasyon seviyelerinin periyodik olarak monitöre edilmesinde kullanılabilir ki herhangi bir yükselme gözlenebilir ve bunu düzeltici tedbir alınır.

-Üretilmiş malların tanımlanan kalite olduğunun garantilenmesi için kalite kontrolünde kullanılır.

-Gürültü kaynağı olan Vibrasyonların kaynağının bulunmasında kullanılabilir. Bu suretle söndürme uygulanabilir.

-Tasarım ve geliştirmede bir prototigın Vibrasyon kalitesinin miktarını tayin etmekte

-İnşaat Mühendisliğinde yollardaki, köprülerdeki, barajlardaki ve yapılardaki titreşimlerin incelenmesinde kullanılabilir.

-Yolcu taşımada, gemilerde, trenlerde, uçaklarda vs. insanı rahatsız eden Vibrasyonun değerini ölçmede kullanılır.

-Kullanımı kolay ve elektrik instrumentasyonla alakası

olmayan ve bilimsel eleman olmayan kişilerce de kullanılması zor değildir.

VİBRASYON ÖLÇÜMÜ:

2511 Vibrasyon Metre ile birlikte standart araç olarak 4338 B-K akselerometresi verilmiştir. Maruz kaldığı ivmeye orantılı elektriksél sinyal üreten yüksek kaliteli piezo elektrik bir araçtır. 100 pC/g lik çıkışı vardır.

Bu akselerometre basit ölçüm ihtiyaçlarının çoğunu karşılar. Fakat 4338 e göreceli olarak hassasiyetleri 0,1 x ve 100 x olan 4343 veya 8306 akselerometreleri kullanarak aletin çalışma aralığı arttırılabilir.

Şekil 1. 2511 in ölçme aralıklarını 4 değişik aksele-rometreye göstermektedir.

DİNAMİK ARALIK:

Tabloda gösterilen ölçme aralıkları harici filtre kullanmadan geniş bant ölçmeler içindir. En düşük ölçülebilir seviyeler aletin içgürültü seviyesine bağlıdır. Ölçüm bant genişliği düşürüldükçe o da düşürülür. Üç oktavlık veya daha dar bant genişliği olan harici filtre kullanımıyla epeyce düşük seviyelerle ölçüm yapılabilir. Şekil 1 de gösterilen alt sınırlar geniş bant RMS gürültü tabanının 6 dB üzerindedir.

ENTEGRATÖRLER:

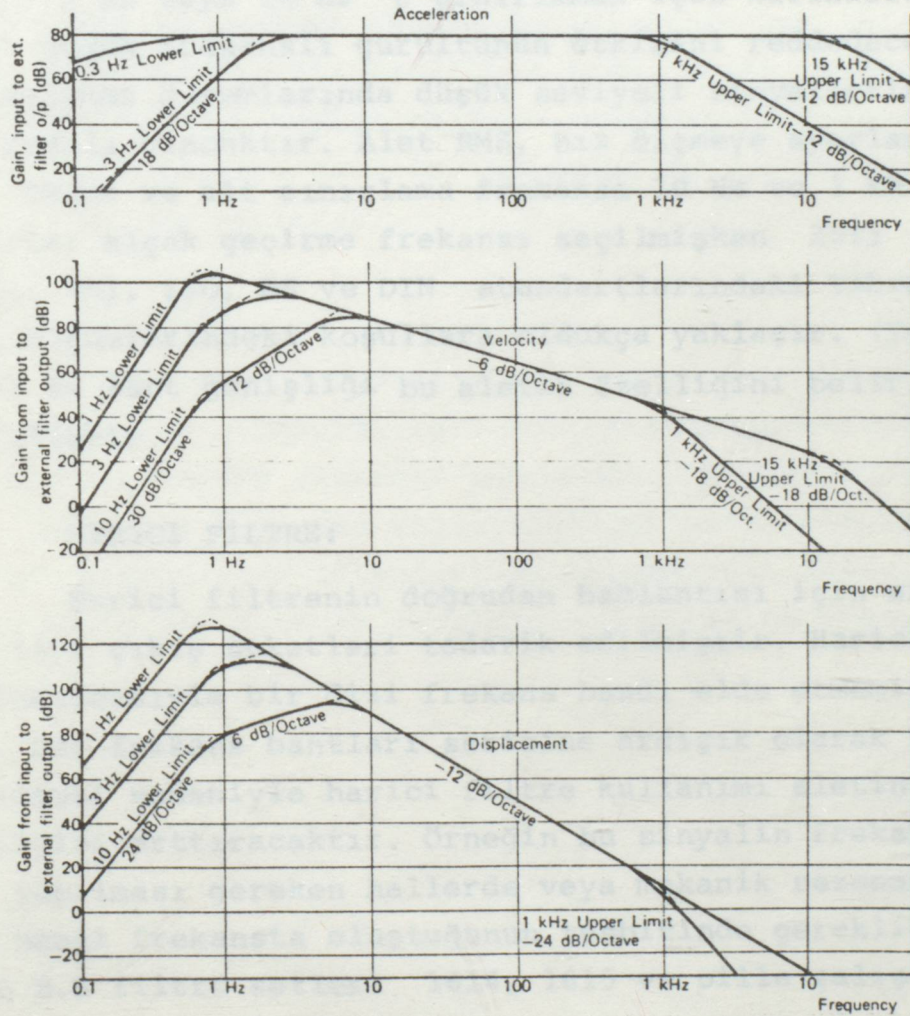
Hızı ve ötelenme parametrelerini ölçmek için transducerdan gelen ivme sinyali entegre ve ikinci kez entegre edilir.

FREKANS ARALIĞI ve FİLTRELER:

Ivme durumunda alet 0,3 Hz den 15 KHz kadar frekans aralığına sahiptir. Hız ve ötelenme durumunda ise frekans aralığı kullanılan integratör filtreler aracılığıyla belirlenir. Şekil 2 de her üç durumdaki frekans karakteristikleri gösterilmektedir. Arka paneldeki iki pozisyonlu bir anahtar ya 1 KHz yada 15 kHz alçak geçiren filtrelerden birinin seçiminde kulla-

Accelerometer	Mode, LLF for min. level	Wide Band Measuring Range	
		Min.(RMS)	Max.
8306 (10000 pC/g)	Acc'n m/s^2	0,0001	1
	0,3 Hz g	0,00001	0,1
	Vel. mm/s	0,001	10
	3 Hz+ in/s	0,00005	1
	Disp. mm	0,0001	0,1
4338 (100 pC/g) Supplied as std.	Acc'n m/s^2	0,002	100
	0,3 Hz g	0,0002	10
	Vel. mm/s	0,02	1000
	3 Hz+ in/s	0,001	100
	Disp. mm	0,0003	10
4343 8302* (10 pC/g)	Acc'n m/s^2	0,02	1000
	0,3 Hz g	0,002	100
	Vel. mm/s	0,2	10000
	3 Hz+ in/s	0,01	1000
	Disp. mm	0,003	100
	10 Hz+ $inch$	0,0002	10

Şekil 1



Şekil 2

nılır. Her ne kadar genel amaçlı 4338 tipi akselerometre 3,6 kHz e kadar (%10 sınır) 15 kHz lik filtre ile beraber kullanılabilirse, normal olarak 1 kHz alçak geçiren filtre ile birlikte kullanılmaktadır ki böylece Vibrasyonun muhtemel yüksek frekanslı bileşenleri kesime götürülsün ve böylece akselerometreyi 12 kHz teki rezonans frekansına ikaz etmesin. (Akselerometrenin frekans sinyali 12 kHz bundan büyük frekansları ölçemeyiz, daha fazlası akselerometreyi rezonansa getirir.) Akselerometre 12 kHz deki rezonansına sebep olmasın. 4343 tipi akselerometreyle her iki filtrede (1 kHz ve 15 kHz) kullanılabilir. 4343 40 kHz rezonans frekansına sahiptir. Yüksek hassasiyetle 8306 tipi akselerometre üzerinde 1 kHz lik alçak geçiren filtre zaten vardır. Ve 2511 'le en iyi doğrusalılık için 15 kHz lik filtre kullanılacaktır

Yüksek geçiren filtreler aletin alt frekans cevabını 1 Hz - 3 Hz veya 10 Hz e sınırlamak için kullanılırlar. Bu imkan düşük frekanslı gürültünün etkisini reddedecek ve hız ve ötelenme durumlarında düşük seviyeli sinyallerin ölçümünde faydalı olacaktır. Alet RMS, hız ölçmeye ayarlanmışken ve hız ölçme ve alt sınırlama frekansı 10 Hz ve 1 kHz lik üst sınırlar alçak geçirme frekansı seçilmişken 2511 in geçirme bandı, VD1, ISO, BS ve DIN standartlarındaki Vibrasyon boyutları ölçümlerindeki koşullara oldukça yaklaşıp. (Yukarıdaki şema) Bu bant genişliği bu aletin özelliğini belirleyici bir genişliktir.

HARİCİ FİLTRE:

Harici filtrenin doğrudan bağlantısı için arka panelde BNC tipi çıkış soketleri tedarik edilmiştir. Harici filtrenin kullanılmasıyla bir dizi frekans bandı elde etmemize yarayabilir. Dar frekans bantları serisine ardışık olarak hassas yapılabilmesi nedeniyle harici filtre kullanımı aletin kullanılabilirliğini arttıracaktır. Örneğin bu sinyalin frekans analizinin yapılması gereken hallerde veya mekanik rezonans tepesinin hangi frekansta oluştuğunun tesbitinde gereklidir. Uygun olan B.K filtre setleri 1614, 1615 ve pille çalışan 1616 dır.

METRE DETÜKTÖR VE SAKLAMA KOLAYLIĞI:

Gösterge metresi 40 dB ölçme aralığına (10 katları) aralık boyunca aynı okuma doğruluğunu veren logaritmik kalibrasyona sahiptir. Hafifçe işaretlenmiş 40 haneye bölünmüş yedek bir skala verilmiştir. Özel skalaların yapılmasında kullanılabilir.

Gerçek tepeden tepeye ve RMS dedektörlerinin her ikisinde 2511 de içerilmiştir, bunlar sinyalin tipine ve söz konusu standartların gereksinimlerine bağlı olarak kullanılacaktır. Genel olarak RMS dedektörü sinyalin enerji içeriğinin önemli olduğu hallerde örneğin daha önce anılmış vibrasyon vehameti standartlarında belirtildiği gibi. Tepeden tepeye dedektörü ise şokları ve ötelenme, durumunda titreşimleri ölçmekte faydalıdır.

RMS ve tepeden tepeye durumlarının her ikisinde de çalışan çok faydalı bir özellikte tutma kolaylığıdır. Bu özellik herhangi bir geçişi rejimin maksimum vibrasyon seviyesini saklama şansını getirir. Maksimum seviye tepe oluştuktan sonra 2511'de saklanır.

AMACIMIZ:

Betonarma binalarda (bina ile zeminin öz periyodlarının rezonansa girmediği hallerde) ara dolgu malzemeleri ile taşıyıcı sistemin titreşim bakımından homojen görünmesi gerekir. İşte biz bu uyumu sağlayabilecek malzemelerin seçiminde İnşaat Mühendisine (Standartlar kapsamında) kolaylık sağlamak için böyle bir deneyin yapılmasının gereğine inanmaktayız.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin hemen hemen her yerinde çeşitli şiddetlerde depremler olmaktadır. 779482 km² alanda yaşayan Türk halkının %97 si deprem açısında aktif sahada meskun bulunmaktadır. Bu durum depreme dayanıklı yapı yapmanın gereğini ortaya koyar.

Çalışmamızda deprem kuvvetleri karşısında yapıların davranışları aşama aşama incelenmiştir. Yapıların bütün hesap yöntemleri, betonarme yapı olsun yığma yapı olsun kullanılan malzemelerin fiziksel özelliklerinin aynı olduğu varsayımından hareketle uygulanmıştır. Ancak betonarme lapılarda taşıyıcı elemanlar (kolon,kiriş vs.) ile ara dolgu ve bölme duvarları homojen olmadıkları için, deprem kuvvetleri karşısında davranışı farklıdır. Biz bunu depremden sonra hasar tesbiti yaparken çatlak ve yıkıntılardan anlamaktayız. O halde ara dolgu duvar malzemelerini seçerken taşıyıcı sistemle uyum sağlamasına dikkat etmek gereklidir.(Yani deprem titreşimlerini absorbe etme özellikleri uyumlu olmalıdır).

Biz bu hususu açıklığa kavuşturmak için bir ölçüm yöntemi ile deney yapıp öncelikle doğal yapı malzemelerinin ve diğer yapı malzemelerinin titreşim özelliklerini bulmak suretiyle inşaat mühendislerine, malzeme seçiminde kolaylık sağlamak istedik. Deney setini tamamlayamadığımızdan ve zamanımızın kısıtlı olması nedeniyle deneyleri yapma fırsatını bulamadık. Sadece deneyin hangi cihazla nasıl yapılacağını açıkladık.

Bu şartlar altında yine de malzeme seçiminde, mukavemeti yüksek fakat titreşimleri absorbe edilen ve hafif malzemelerin seçilmesinde fayda sağlanacağını önerebiliriz.

Diğer taraftan yapının şekillerinin saptanmasında (dizaynında) çalışmamızda bahsettiğimiz hususlara dikkat etmeliyiz.

İmar İskan Bakanlığı Deprem
Enstitüsü Başkanlığı

KAYÜK M.

İmar İskan Bakanlığı-Deprem
Enstitüsü Başkanlığı

KAYNAKLAR

-Betonarme Yapılar

CELASUN H.

-Betonarme Sistemlerin Yatay Yüklere Göre Projelendirilmesi

ÇAKIROĞLU A.-ÖZDEN G.- ÖZER E.

İnşaat Mühendisleri Odası

İstanbul Şubesi (1979)

-Yapıların Özel Periyodlarının Tayini

ÇAKIROĞLU A.-ÖZDEN G.

-Deprem Mühendisliği Açısından Yapı Dinamiğine Giriş

ERDİK M.-GÖRGÜLÜ Ö.

İmar İskan Bakanlığı-Deprem Araştırma

Enstitüsü Başkanlığı

-Mühendislik Jeolojisi

ERDEM N.P.

-Türkiye'de Depreme Dayanıklı İnşaatın Gerçekleştirilmesi

Konusunda Rapor

SAKAİ Y.

İmar İskan Bakanlığı-Afet İşleri Genel

Müdürlüğü Araştırma ve inceleme Fen

Kurulu Başkanlığı (1969)

-Deprem Mühendisliğine Giriş

İPEK M.

Deprem Paneli-İ.T.Ü.Mimarlık Fakültesi

Yapı Araştırma Kurumu (1967)

-Deprem Araştırma Enstitüsü Bültenleri

İmar İskan Bakanlığı Deprem Araştırma

Enstitüsü Başkanlığı

-Depremler ve Depreme Dayanıklı Yapılar

İmar İskan Bakanlığı Deprem Araştırma

Enstitüsü Başkanlığı

-Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

İmar İskan Bakanlığı Deprem Araştırma

Enstitüsü Başkanlığı

-Yığma Yapılar

BAYÜLKE N.

İmar İskan Bakanlığı-Deprem Araştırma

Enstitüsü Başkanlığı

ÖZGEÇMİŞ

1959 İzmir doğumlu olup, İlk ve Orta öğrenimimi İzmir Karşıyaka'da bitirdim. 1976 yılında Ege Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesinde bir yıl Müzik öğrenimi gördüm.

1977 yılında İstanbul Devlet Mimarlık ve Mühendislik Akademisi (İ.D.M.M.A.) Vatan Mühendislik Yüksek Okulu İnşaat Bölümüne girdim, 1 yıl ara vererek 1982 yılında mezun oldum.

Şubat 1983 yılında Yıldız Üniversitesi İnşaat Bölümü Yapı Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak tayin edilip göreve başladım. Halen görevim ile birlikte Lisansüstü öğrenimimi sürdürmekteyim.

Filiz SEVÜK

