



T.C.  
BAYINDIRLIK ve İSKÂN BAKANLIĞI  
AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ

# DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

38



## Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

*Bulletin of Earthquake Research  
( Bull. Earthq. Res. )*



Temmuz [July] / 1982  
Cilt [Volume]: 9

# Sayı [Issue]: 38

# İÇİNDEKİLER [INDEX]

Sayfa [Page]

---

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Çerçeve Yapılarda Yüksek Modların Yaklaşık Olarak Belirlenmesi  
[Determination of Approximate Information About Higher Modes in  
Framed Structures]

Muzaffer İPEK, Kadri AKSEL ..... 5-24

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Marmara Bölgesi İçin Sismik Gürültü Ölçüleri [Seismic Noise Criteria for  
the Marmara Region]

Esen ALSAN ..... 25-48

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Çerçeve Taşıyıcı Sistemlerin Yatay Yük Etkisi Altında Hesabı İçin Bir  
Bilgisayar Programı [A Computer Program for Calculation of Frame  
Support Systems Under Horizontal Load]

Ruhi AYDIN ..... 49-60

## ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İzmit-Kastamonu Kesiminin Tarihsel  
Dönem (1900 Öncesi) Deprem Etkinliği [Historical Period (Before 1900)  
Earthquake Activity of the İzmit-Kastamonu Section of the North  
Anatolian Fault Zone]

Selçuk SİPAHİOĞLU, Oğuz GÜNDOĞDU ..... 61-72

## DERLEME [REVIEW]

Bazı Ülkelerin Deprem Yönetmeliklerindeki Yatay Kuvvet Hesabı  
Yöntemlerinin Karşılaştırılması [Comparison of Horizontal Force  
Calculation Methods in Earthquake Regulations of Some Countries]

Halit DEMİR, Zekeriya POLAT ..... 73-95

**DEPREM  
ARAŞTIRMA  
BÜLTENİ**

**38**

**DEPREM  
ARAŞTIRMA  
BÜLTENİ**

**38**

**DEPREM ARAŞTIRMA  
BÜLTENİ**



Üç Ayda Bir Yayınlanır  
Bilim ve Meslek Dergisi



**Sahibi**

İmar ve İskân Bakanlığı adına  
Oktay Ergünay  
Deprem Araőtirma Dairesi Başkanı



**Yazı İŞleri Müdürü**

Erol Aytaç  
Deprem Araőtirma Dairesi  
Yayın ve Dökümantasyon Müdür V.



**Yönetim Yeri ve YazıŐma Adresi**

Deprem Araőtirma Dairesi  
BaŐkanlıđı Yüksel Caddesi No. : 7/B



YeniŐehir/ANKARA



**Telefon : 13 97 77 — 17 69 55**



Saydam Matbaacılık Tel : 18 53 09

## DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

YIL : 9

SAYI : 38

TEMMUZ 1982

### BU SAYIDA

Çerçeve Yapılarda Yüksek Modların Yaklaşık Olarak Belirlenmesi .....	Muzaffer İPEK Kadri AKSEL
Marmara Bölgesi İçin Sismik Gürültü Ölçüleri .....	Esen ALSAN
Çerçeve Taşıyıcı Sistemlerin Yatay Yük Etkisi Altında Hesabı İçin Bir Bilgisayar Programı .....	M. Ruhi AYDIN
Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İzmit - Kastamonu Kesiminin Tarihsel Dönem (1900 öncesi) Deprem Etkinliği .....	S. SİPAHİOĞLU O. GÜNDOĞDU
Bazı Ülkelerin Deprem Yönetmeliklerindeki Yatay Kuvvet Hesabı Yöntemlerinin Karşılaştırılması .....	Halit DEMİR Zekeriya POLAT

ÇEVREYE YAPILARDA YÜKSEK MODLARIN  
YAKLAŞIK OLARAK BELİRLENMESİ

Muzaffer İPEK<sup>x</sup>, Kadri AKSEİ<sup>xx</sup>

ABSTRACT

DETERMINATION OF APPROXIMATE INFORMATION ABOUT HIGHER MODES IN FRAMED  
STRUCTURES

In this paper, a computer program has been developed to solve conventional structural frames having varying rigidity and mass distributions. The objective was, without performing detailed dynamic analysis, to obtain the periods and mode shapes of higher modes in plane frames whose rigidity, mass properties and fundamental period value are known. By the help of the presented tables and figures, a design engineer can perform a seismic analysis closer to reality by using adequate number of modes.

ÖZET

Bu araştırmada, uygulamada her zaman karşılaşılan tipte rijitlik ve kütle dağılımına sahip çerçeveler ele alınmış ve geliştirilen bilgisayar programı ile kesin çözümleri yapılarak sonuçlar tablolaştırılmıştır. Amaç, rijitlik ve kütle dağılışı önceden bilinen düzlem çerçeveler için kesin çözüm yapılmadan, sadece temel periyot değerinden hareketle diğer dört periyot değerinin ve titreşim mod şekillerinin ilk beşini kesin değerlere oldukça yakın olarak verebilecek bir yöntem sunmaktır. Hazırlanan tablolar yardımı ile projeyi yapan mühendis, yapının özelliğine göre yeterli sayıda mod seçerek gerçeğe daha yakın bir deprem hesabı yapmak olanağına kavuşmaktadır.

---

x Prof. Dr. İ.T.Ü. Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsü  
xx İnş. Y.Müh.



## 1. GİRİŞ

Deprem mühendisliğinde bir yapının depreme karşı davranışının belirlenmesi çok yüklü sayısal hesaplar içermektedir. Bu arada, yapının dinamik davranışını karakterize eden titreşim periyotları ve modlarının bulunması da çok zaman almaktadır.

Yapıların dinamik analizlerinin yapılabilmesi ve sayısal çözümlerine gidilebilmesi için genellikle fiziksel özelliklerde bir çok basitleştirmeler yapıldığı gözönünde tutulursa, çözümde ne kadar karmaşık ve ileri yöntemler kullanılırsa kullanılsın, deprem gibi rasgele bir olaya karşı yapının davranışı ancak belli bir yaklaşıklıkla belirlenebilir. Deprem yönetmelikleri normal yapıların deprem hesabında yalnız 1. ci modun gözönüne alınmasına, diğer modların etkisinin ihmal edilmesine müsaade ederler. Bu açıdan bakılırsa, daha duyarlı bir hesap için ilk bir kaç mod dışındaki diğer modların etkisinin ihmal edilmesi, yapılan diğer kabullerin getirdiği yaklaşımı fazla etkilemeyecektir.

Uniform enkesitli kirişlerde çeşitli modlara ait periyotların 1 ci periyoda oranı literatürde incelenmiştir. Ref. 1 ve 2 de ilk beş mod için aşağıda Tablo 1 deki oranlar verilmiştir :

Tablo 1. Konsol kirişin periyot oranları

Matematik model	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$
Kesme tipi konsol kiriş	1.	0.3333	0.2000	0.1429	0.1111
Eğilme tipi konsol kiriş	1.	0.1596	0.0570	0.0291	0.0176

Kesme tipi kiriş için 1 ci periyodun  $T_1$ 'e oranı  $1/(2j-1)$  ifadesi yardımı ile hesaplanabilmektedir.

Doğal olarak çerçeve yapılarda durum bu kadar basit olmayıp, yapının dinamik özellikleri, uniform olmayan rijitlik dağılışına ve yine uniform olmayan kütle dağılışına bağlıdır.

Bu çalışmada, her biri değişik özellikte olabilen kolon ve kirişlerden oluşan çerçevelerde titreşim periyot oranları ve mod şekillerinin değişimi incelenecek ve uygulamada her zaman karşılaşılan tipte çerçeveler için temel (fundamental) titreşim periyodu, rijitlik dağılımı ve katsayısının fonksiyonu olarak diğer periyot değerlerinin ve mod şekillerinin çok basit işlemlerle belirlenebilmesine çalışılacaktır. Çalışmanın tamamı 1981 yılında Mühendislik - Mimarlık Lisans Sonrası tezi olarak I.T.Ü. İnşaat Fakültesine sunulmuştur<sup>3</sup>.

## 2. YÖNTEM :

Yapılar genellikle ortogonal çerçevelerden oluşmaktadır. Yapı dış etkenlere karşı bütün çerçeveleri ile bir bütün halinde davranış gösterir. Ancak, herhangi gelişmiş güzel tipte uzay sistemlerin dinamik analizlerini yaparak genel anlamda nicel sonuçlara varabilmenin güçlüğü düşünülecek olursa, problemi basitleştirmek ve yapıyı bir doğrultuda tipik bir çerçevesi ile temsil etmek gerekecektir. Bu nedenle, bu çalışmada ele alınan matematik model kütlelerin kat hizalarında toplandığı, çok katlı ortogonal bir çerçevedir. Kolonların temele kadar sürekli olması ilkesine ters düşmemek koşulu ile çerçevenin bazı çubukları eksik olabilir. Malzemenin lineer elastik olduğu varsayılmıştır. Sönümün titreşim periyodu ve mod şekilleri üzerine etkisi önemsiz olduğundan, bu etken ihmal edilmiştir. Titreşen serbestlik dereceleri olarak yalnız kat ötelenmeleri alınmıştır.

Çerçevenin titreşim periyot ve modlarının hesabı için önce rijitlik ve kütle matrislerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Rijitlik matrisi, Çerçeveyi oluşturan çubukların eleman rijitlik matrislerinin süperpozisyonu ile elde edilen sistem rijitlik matrisinin yalnız kat ötelenmelerini içerecek şekilde indirgenmesi ile bulunur ve simetrik bir matristir.

Kütle matrisi ise, kat kütlelerinin köşegen üzerinde toplandığı, köşegen bir matristir.

Bu matrisleri K ve M ile gösterilirse, çerçevenin titreşim periyodu ve modları aşağıdaki genelleştirilmiş özdeğer probleminin çözümünden elde edilir :

$$[K] \{\emptyset\} = \lambda [M] \{\emptyset\} \quad (n = \text{kat sayısı})$$

nxn nx1                  nxn nx1

Bu problemin çözümü için çeşitli sayısal yöntemler vardır. Burada periyot ve modların tamamını verebilen "Genelleştirilmiş Jacobi Yöntemi" kullanılmıştır. Yöntem, adım adım sonuca varan bir yaklaşım yöntemi olup, her adımda K matrisinin bir köşegen dışı terimini sıfır yapmak üzere belirlenmiş bir P dönüşüm matrisi ile denklemin her iki tarafındaki matrislere aşağıdaki gibi benzerlik dönüşümü uygulanır:

$$K_{k+1} = P_k^T K_k P_k$$

$$M_{k+1} = P_k^T M_k P_k$$

Bu dönüşümler sonucu K matrisi yavaş yavaş bir köşegen matris yaklaşırken, M matrisi de birim matrise yaklaşır. n (n-1) köşegen dışı elemanın sıra ile sıfırlanmasına, yani simetriden dolayı n (n-1)/2 dönüşüm uygulanmasına bir süpürme adı verilmektedir. Bu süpürme sonunda evvelce sıfırlanmış terimlerin yeniden sıfırdan farklı hale geldikleri görülür. Ancak bu terimler eski değerlerine göre mutlak değerce küçülmüşlerdir. Genellikle altı ila yedi süpürmeden sonra köşegen dışı terimler yeterince küçülürler ve iterasyona son verilir. Bu durumda  $\lambda$  özdeğerleri K matrisinin köşegeni üzerinde sıralanırlar.  $\{\phi\}$  özvektörleri ise, her adımda kurulan P dönüşüm matrislerinin hep sağdan birbirleri ile çarpılmasından elde edilen  $\Phi$  modal matrisinin sütunlarıdır :

$$\Phi = P_1 P_2 \dots P_{k-1} P_k$$

### 3. RİJİTLİK VE KÜTLE DAĞILIMININ TİTREŞİM PERİYOT VE MODLARINA ETKİSİ

Çerçeve yapıların rijitlik ve kütle özellikleri ile çeşitli modlarına ait titreşim periyotları arasında bir ilişki kurmak ve bu özelliklerin değişiminin periyot ve modları nasıl etkilediğini görmek amacı ile bir çok çerçeve boyutlandırılmış ve kesin çözümleri yapılmıştır. Yapı özellikleri ile periyotlar arasında matematik bir bağıntı kurulması, kat sayısının 2 den büyük olması halinde pratik bir çözüm yolu değildir. Bu nedenle konuya sayısal olarak yaklaşım düşünülerek, değişik kat sayısı ve özelliklere sahip 48 adet çerçeve seçilmiş ve 2 ci Bölümde esasları belirtilen yöntemle bu çerçevelerin dinamik çözümlerini yapmak yoluna gidilmiştir. Sonuçlar rijitlik dağılımı ve kat adedine göre gruplandırılarak ilk beş periyot ve mod şekilleri tablo-  
laştırılmıştır.

Örnek çerçevelerde iki türlü rijitlik dağılımı esas alınmıştır: Doğrusal ve parabolik. Rijitlik değişiminin etkisini göstermek üzere yapının orta akslarından birine ait çerçeve kolunu için iki adet parametre tanımlanmıştır :

$$r = J_{alt} / J_{üst} \quad (\text{Doğrusal ve parabolik dağılıшта})$$

$$e = \frac{2J_{orta}}{J_{alt} + J_{üst}} \quad (\text{Yalnız parabolik dağılıшта})$$

Burada

- $J_{üst}$  : En üst kattaki kolunun atalet momenti  
 $J_{orta}$  : Orta kattaki kolunun atalet momenti  
 $J_{alt}$  : En alt kattaki kolunun atalet momenti.

Örnek çerçevelerde kullanılan r değerleri Tablo 2 de sunulmaktadır.

Tablo 2. Örnek çerçevelerde kullanılan r değerleri

Kat adedi		3	5	7	9	11	13
Doğrusal		9	11	17	19	21	23
		5	7	11	14	16	18
		1	3	5	10	12	12
		-	-	-	5	7	7
Parabolik	e = 0.65	9	11	17	19	21	23
		-	-	-	14	16	18
	e = 0.75	-	7	11	14'	16'	18'
		-	-	-	10	12	12
	e = 0.85	-	3	5	10'	12'	12'
		-	-	-	5	7	7

#### 4. YAPILARIN TEMEL PERİYOTLARININ BELİRLENMESİ

Yapıların bir çok titreşim periyot ve modunun belirlenmesini hedef alan dinamik analizleri uzun ve zahmetli olmakla beraber, yalnız temel titreşim periyodu istendiği takdirde bunun belirlenmesi sorun olmayıp, yatay yük hesabının bir yan ürünü olarak derhal elde edilebilir. Bu hesap maksimum şekil değiştirme durumundaki şekil değiştirme enerjisinin sıfır şekil değiştirme durumundaki kinetik enerjiye eşitliği esasında dayanan Rayleigh-Ritz yaklaşımı ile yapılır<sup>(5,6)</sup> Ref. 6 da bu yöntem bir ardışık yaklaşım yöntemi şeklinde açıklanmış ve çeşitli özel durumlara uygulanmıştır. Bu yöntemeye göre yapı temel periyodunun hesabı şu şekilde olmaktadır :

Birinci asal doğrultuda yapılan yatay yükleme sonunda aynı doğrultuda elde edilen kat yer değiştirmeleri  $\delta_{li}$  olsun. Bu asal doğrultu için doğal periyot büyük bir yaklaşımla

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i \delta_{li}^2}{g \sum F_{li} \delta_{li}}}$$

dir. Burada

- $F_i$  = i ci kata etkileyen yatay yük
- $W_i$  = i ci katın ağırlığı
- $g$  = Yer ivmesi

Yer değiştirme formu yapının 1 ci moduna ne kadar yakınsa bu yaklaşım o kadar iyi olur.

İkinci asal doğrultudaki  $T_2$  temel periyodunun bulunması için de benzer şekilde hareket edilir.

## 5. ÇÖZÜMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

a) Kat sayısı değişen farklı rijitlik özelliklerine sahip çerçevelerde titreşim periyotlarının modlara göre değişimi incelenmiş ve sonuç Şekil 1 de sunulmuştur. Bu şekilde, herhangi bir kat sayısı için kırık çizgilerle birleştirilen ordinatlar, o kat sayısını haiz bütün çerçevelere ait çözüm değerlerinin ortalaması alınarak bulunmuştur.

b) Sonuçlar pratik amaçlarla kat adedi ve rijitlik dağılımına göre gruplandırılmış ve ilk beş periyotla mod şekilleri tablolaştırılmıştır. Gerçekte yapılar için ilk üç modun gözönünde bulundurulması pratik amaçlar için yeterli ise de, özel durumlar düşünülerek ilk beş modun verilmesi uygun görülmüştür. Tablo ve şekiller Ek'te sunulmaktadır.

## 6. SAYISAL ÖRNEK

Ek'de sunulan tobla ve şekillerin kullanılmasını göstermek üzere Ref. 7'de kesin çözümü verilen Şekil 2 deki çerçeve ele alınmıştır. Atalet momenti dağılışı Şekil 3 de görüldüğü gibi yaklaşık olarak paraboliktir.

$$r = 9.90/3.0 \approx 3.30$$

$$e = \frac{2 \times 3.75}{3.00 + 9.90} = 0.58$$

Çerçevenin 1. ci moduna ait periyodunun herhangi güvenilir bir yöntemle

$$T_1 = 1.54614 \text{ sn}$$

olarak bulunduğunu varsayalım. Diğer periyotlar, Ek Tablo 5p nin 2 nci ve 3 cü satırları arasında  $r = 3.30$  için enterpolasyonla bulunan kat sayılarının  $T_1$  ile çarpılması ile elde edilir.

MODLAR	$\gamma_i$	$T_1 \times \gamma_i$	$T_i$ kesin
2. MOD	0.3447	0.53295	0.5519400
3. MOD	0.2033	0.31433	0.3387600
4. MOD	0.1453	0.22465	0.2532400
5. MOD	0.1059	0.16374	0.2045300

Modlar Tablo 5p nin altındaki şekillerden  $r = 3$  e karşı gelen değerler kullanılarak elde edilir :

1. MOD		2. MOD		3. MOD		4. MOD		5. MOD	
	Kesin		Kesin		Kesin		Kesin		Kesin
1.00	1.00	1.00	0.97	-0.94	-0.92	0.40	0.41	0.05	0.06
0.85	0.88	0.10	0.17	1.00	0.95	-0.95	-1.00	-0.18	-0.25
0.65	0.69	-0.72	-0.69	0.55	0.91	1.00	0.82	0.52	0.57
0.40	0.46	-0.90	-1.00	-0.80	-0.64	-0.20	0.15	-0.97	-1.00
0.18	0.25	-0.46	-0.72	-0.75	-1.00	-0.80	-0.68	1.00	0.87

Yukarıdaki tablolarda periyot ve mod değerleri, kesin değerlerle karşılaştırılmış olup, aradaki farkın mühendislik bakımından kabul edilir sınırlar içinde kaldığı görülmektedir.

## 6. SONUÇ

Çalışmada aşağıdaki nicel ve nitel sonuçlara varılmıştır :

a) Çerçeve rijitlik ve kütle özellikleri periyot değerlerini etkilediği halde, Şekil 1 den görüldüğü gibi ortalama periyot oranları bu değişikliklerden o kadar etkilenmemektedir. Bu nedenle 1 ci moda ait periyot değerinin bilinmesi halinde diğer periyotlar yaklaşık olarak bu değer Şekil 1 den alınacak ordinatlarla çarpımından elde edilebilmektedir.

b) Ek'de sunulan Tablolar rijitlik dağılımını ve oranını da gözönüne aldığından, bu tabloların kullanılması halinde periyotlar için daha duyarlı değerler bulunmaktadır.

c) Ek'de sunulan şekiller, mod şekillerinin yaklaşık olarak belirlenmesine olanak vermektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmada geçen sayısal hesaplar İ.T.Ü. Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsünde kurulu bilgisayarda yapılmıştır. Yardımları için enstitü personeline teşekkürü bir borç biliriz.

## REFERANSLAR

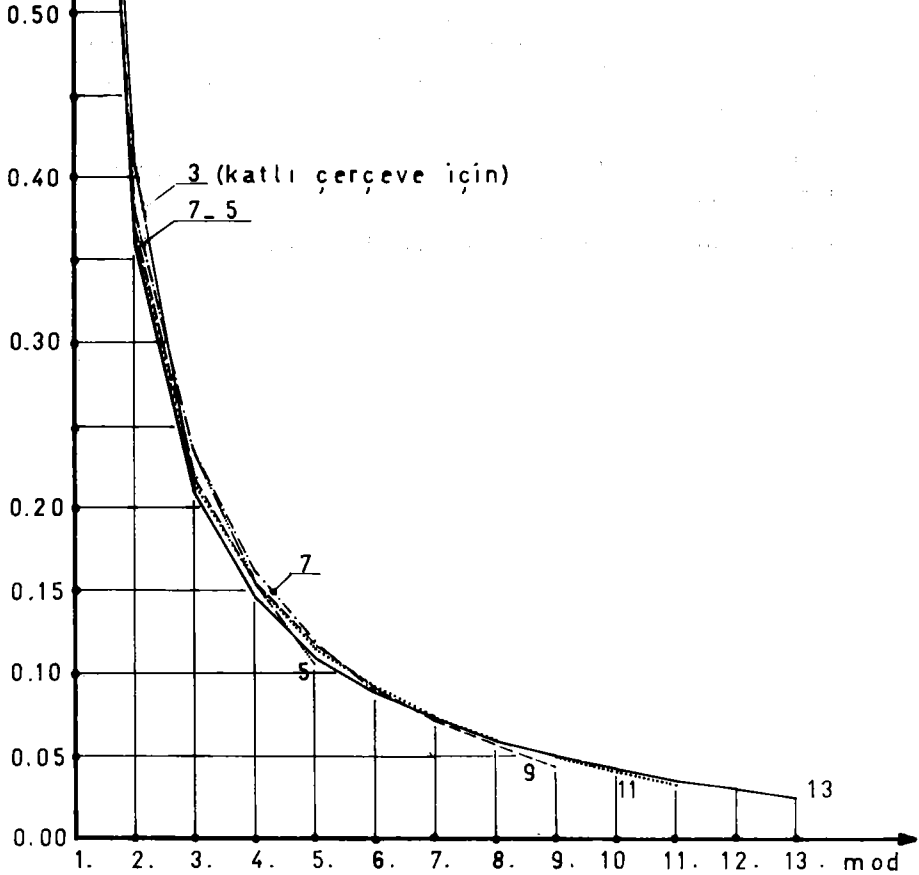
1. Blume J.A., N.M. Newmark, L. H. Corning, "Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions", Portland Cement Association, 1961.
2. İpek M., "A Mass Matrix for Beam Element derived from Dynamic Considerations", Research Report 79-03, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Tokyo, 1979.
3. Aksel K., "Çerçeve yapıların Çeşitli Modlarına ait Titreşim Peryotları", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesine sunulan MMLS tezi, Haziran 1981.
4. Bathe K.J., E.L. Wilson, "Numerical Methods in Finite Element Analysis", Prentice Hall, 1976.
5. İpek M., "Çerçeve Binaların Titreşim Özellikleri ve Kargir Dolgu Duvarlarının Tesiri", İ.T.Ü. İnşaat Fakültesine sunulan doktora tezi, 1966.
6. Çakıroğlu, A., G.Özmen, "Yapıların Özel Peryotlarının Tayini", İ.T.Ü. Dergisi, Cilt 16, No. 1, 1968.
7. İpek M., "Sismoloji Dersi Uygulamaları", 1980-81.

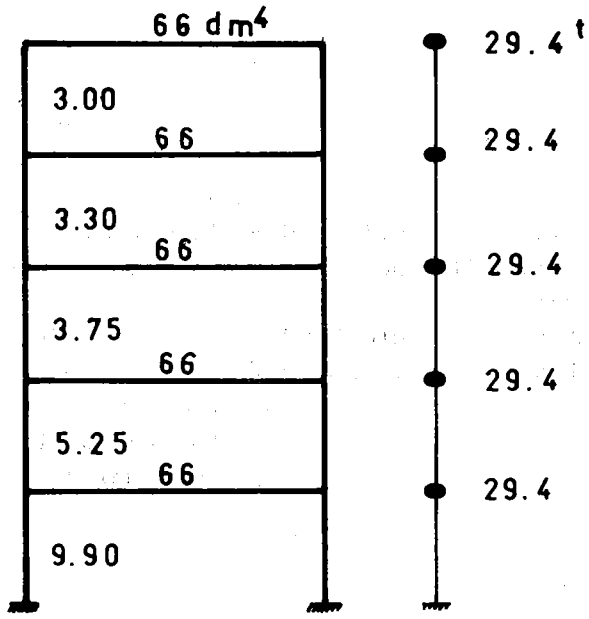


1.00  $(T_i / T_1)$

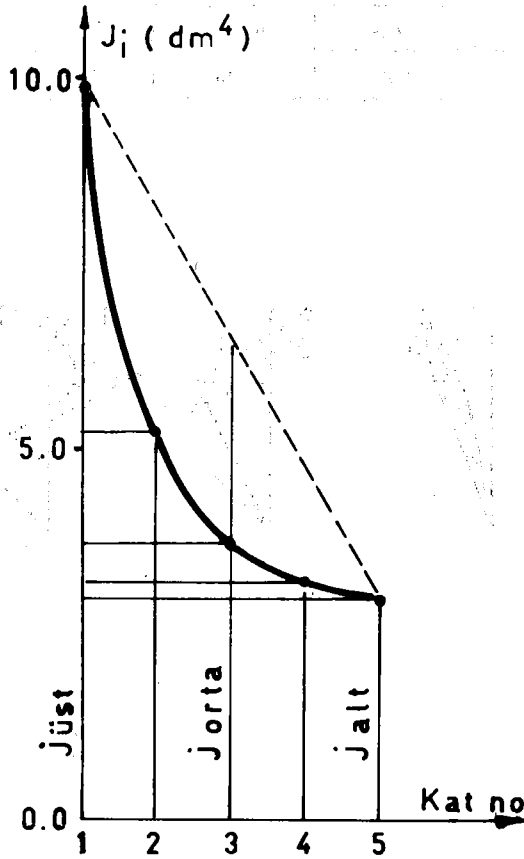
Şekil 1

ÇERÇEVE TİTREŞİM PERİYOTLARI  
ORANLARI İÇİN ORTALAMA DEĞERLER





Şekil 2 Çerçeve kesiti



Şekil 3 Atalet momenti  
değişimi

-EK-

Tablo 2. de r değerleri verilen 3rnek çerçevelerin 3z3mleri sonucu elde edilen peryot oranları ve mod Şekilleri sıra ile sunulmaktadır.

Not: Tabloların isimlendirilmesi Şu esasa g3re yapılmıştır.

(Tablo n.a.)..... n: Kat adedi ( 3,5,7,9,11,13 )

a: Atalet momenti değişim Şekli ( d , p )

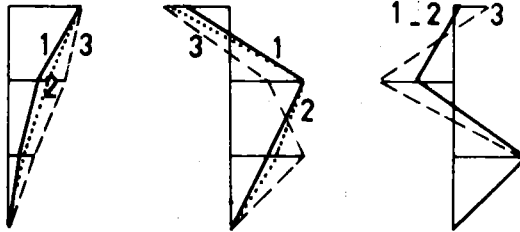
- d: Doğrusal değişim

- p: Parabolik değişim

Tablo 3.d.

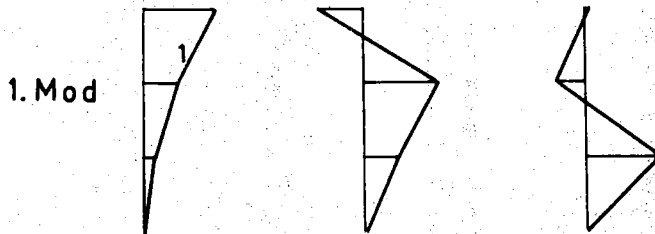
r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
9	0.437	0.198	---	---
5	0.429	0.227	---	---
1	0.335	0.213	---	---

1. Mod



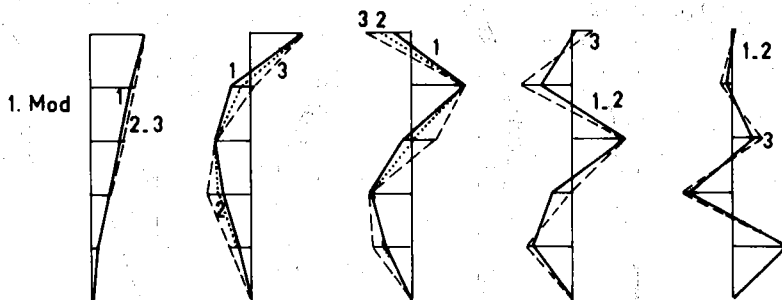
Tablo 3.p.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
9	0.427	0.208	---	---



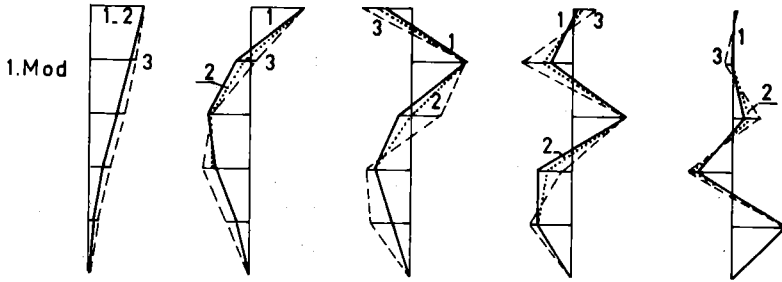
Tablo 5.d.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
11	0.430	0.247	0.156	0.104
7	0.384	0.231	0.152	0.103
3	0.343	0.201	0.141	0.104



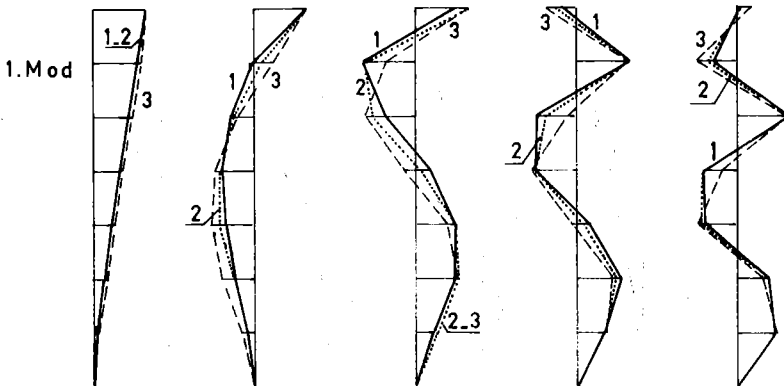
Tablo 5.p.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
11	0.407	0.256	0.170	0.105
7	0.378	0.232	0.161	0.105
3	0.342	0.201	0.144	0.106



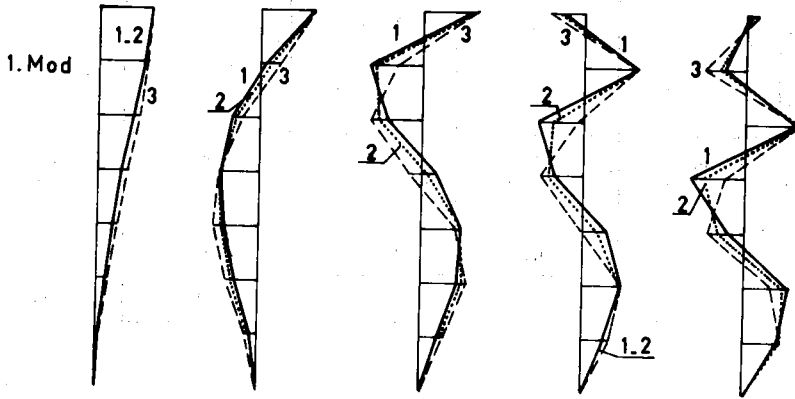
Tablo 7.d.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
17	0.406	0.253	0.164	0.115
11	0.382	0.236	0.159	0.114
5	0.361	0.214	0.149	0.113



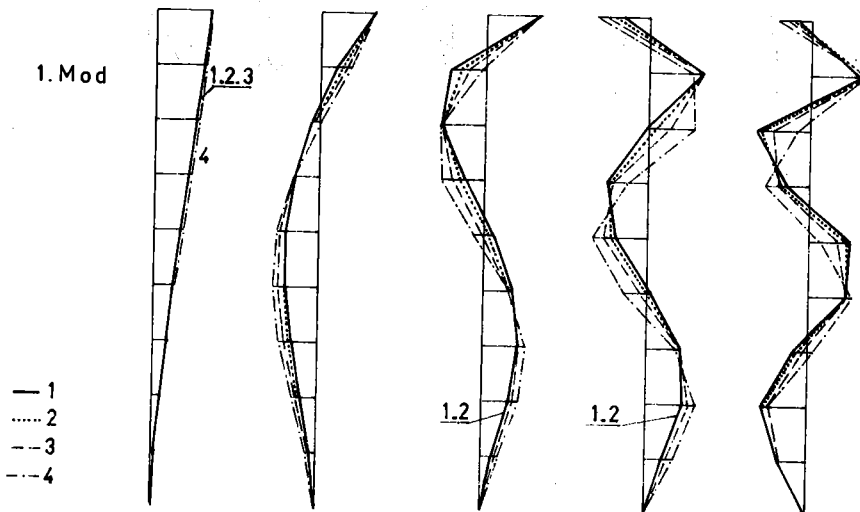
Tablo 7.p.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
17	0.400	0.250	0.177	0.127
11	0.383	0.233	0.165	0.122
5	0.361	0.214	0.150	0.115

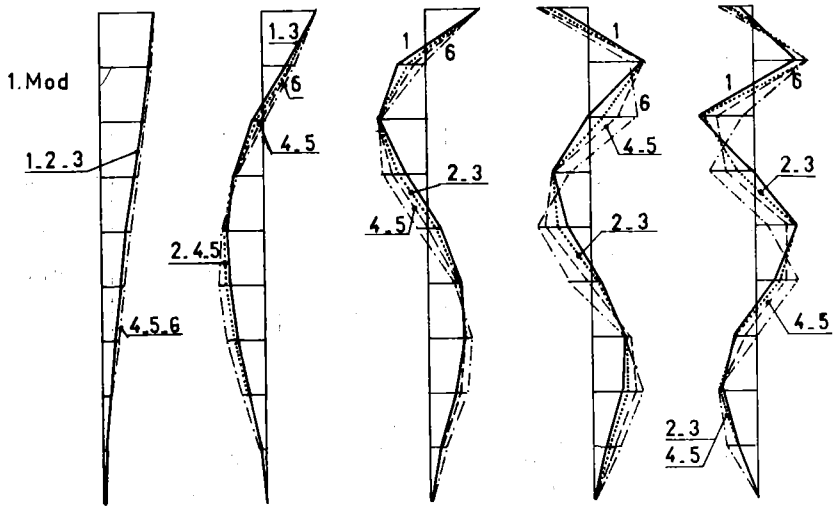


Tablo 9.d.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
19	0.386	0.238	0.164	0.120
14	0.373	0.223	0.157	0.116
10	0.364	0.212	0.150	0.111
5	0.353	0.199	0.139	0.104

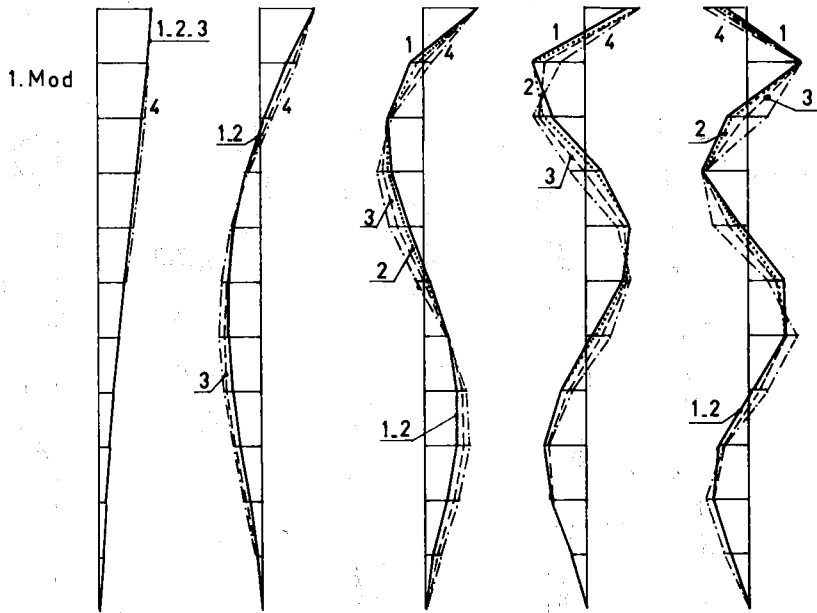


r	2.MOD	3.MOD	4.MOD	5.MOD
19	0.392	0.236	0.170	0.131
14	0.379	0.223	0.160	0.124
14'	0.377	0.223	0.159	0.121
10	0.368	0.213	0.152	0.116
10'	0.367	0.213	0.151	0.114
5	0.354	0.200	0.141	0.105



Tablo 11.d.

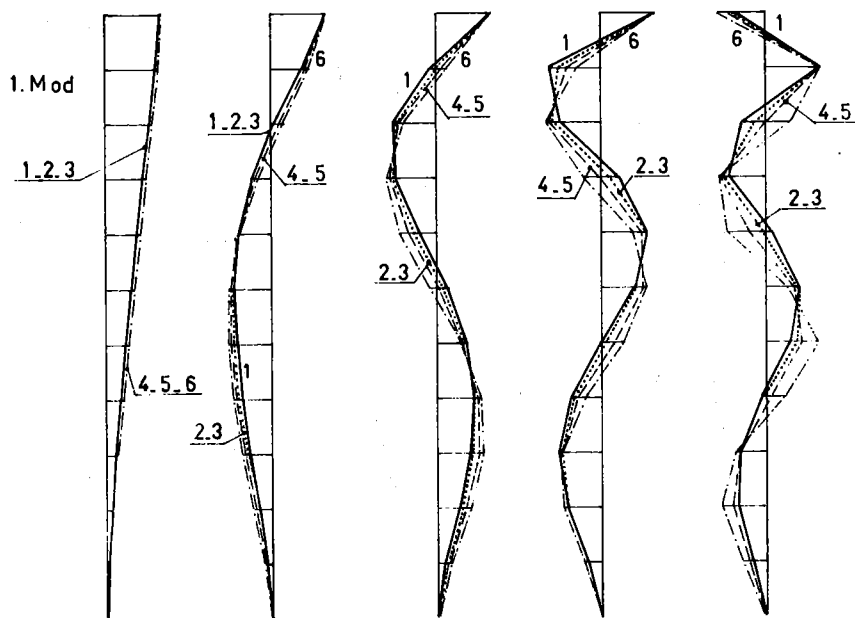
r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
21	0.371	0.224	0.161	0.118
16	0.366	0.217	0.157	0.116
12	0.361	0.210	0.150	0.112
7	0.353	0.202	0.142	0.106





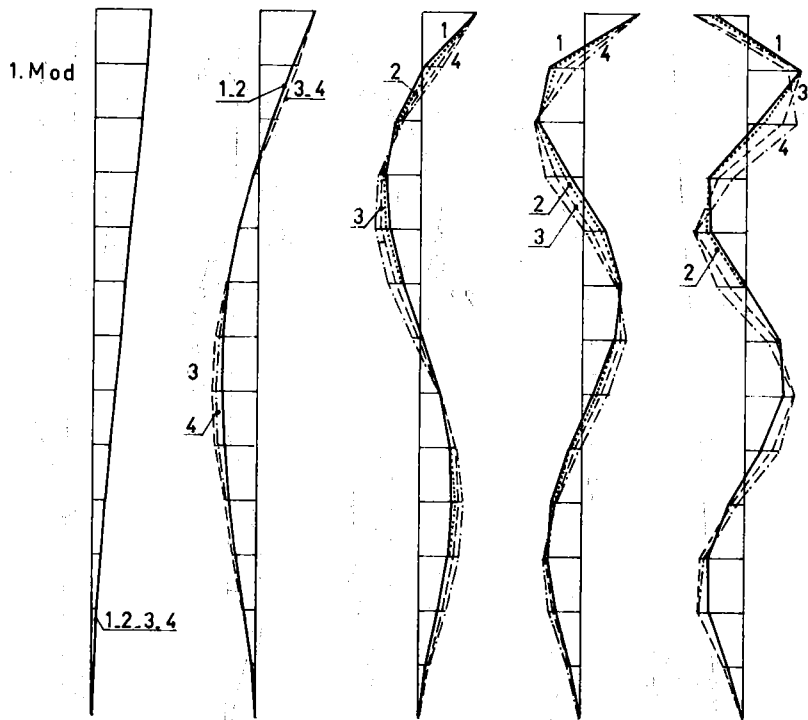
Tablo 11.p.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
21	0.381	0.226	0.164	0.127
16	0.374	0.219	0.159	0.122
16'	0.371	0.218	0.158	0.120
12	0.365	0.212	0.151	0.115
12'	0.362	0.211	0.151	0.113
7	0.355	0.203	0.143	0.107



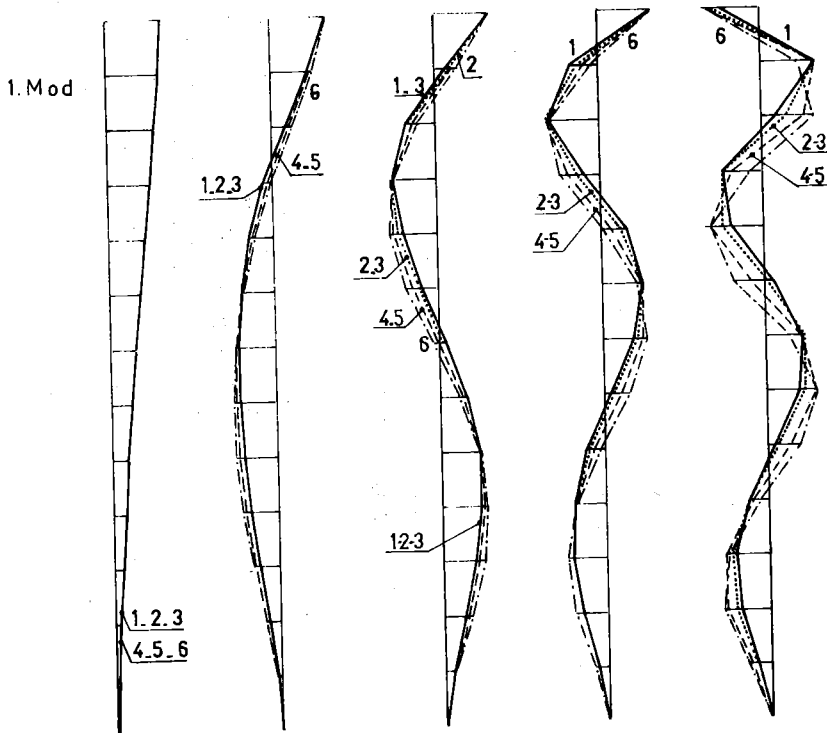
Tablo 13.d.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
23	0.361	0.215	0.152	0.114
18	0.358	0.211	0.148	0.111
12	0.353	0.205	0.142	0.107
7	0.349	0.200	0.137	0.103



Tablo 13.p.

r	2. MOD	3. MOD	4. MOD	5. MOD
23	0.373	0.219	0.156	0.119
18	0.368	0.216	0.152	0.115
18'	0.364	0.213	0.150	0.114
12	0.358	0.208	0.144	0.109
12'	0.356	0.207	0.143	0.108
7	0.350	0.201	0.138	0.104



## MARMARA BÖLGESİ İÇİN SİSMİK GÜRÜLTÜ ÖLÇÜLERİ

Esen Alsan<sup>x</sup>

### ABSTRACT

Seismic noise spectrums were obtained for some seismic stations in Marmara Region. The variations in the noise level and their causes were investigated. The analysis was made for the frequency range 0.2-12.8 Hz. The data recorded on magnetic tapes and converted to analogue form were used. In order to obtain the noise spectrums, the signals were passed through the band-pass filters. The noise spectrum curves for different stations showed a similar form: Below 5 Hz. The amplitudes of seismic noise decreased and above 5 Hz. increased with frequency. The variations in weather situation were found as the most important effect for the low frequency noise which showed highest levels in winter (cyclonic effect) and for coastal stations. High frequency noise generated by traffic and industrial activities showed an obvious difference between daytime and night-time for ISK station which takes place in the city. To use appropriate frequency filters can be recommended for diminishing the disturbing effect of background noise on the seismic records and for detecting, especially, weak onsets of regional earthquakes.

---

x Kandilli Rasathanesi Sismoloji Bölümü

ÖZET :

Marmara bölgesindeki bazı deprem istasyonları için sismik gürültü spektrumları hesaplanmış, gürültü seviyelerindeki değişimler ve bunların etkenleri araştırılmıştır.

0.2-12.8 Hz. aralığı için yapılan frekans analizinde analog yöntem kullanılıp, manyetik band üzerindeki verileri band-geçişli filtrelerden geçirerek alınan kayıtlardan yararlanılmıştır. Elde edilen istasyon spektrum eğrileri benzer bir şekil göstermişlerdir: 5 Hz. e kadar gürültü genliğinin frekansla azaldığı, 5 Hz. in üstünde ise arttığı izlenmiştir. Spektrumlarda, alçak frekanslar için, sismik gürültü seviyesindeki belirgin farklılıkların en önemli etkeninin hava durumundaki değişimler olduğu görülmüştür. Siklonların çok görüldüğü kış ayları ve kıyıya yakın istasyonlar alçak frekanslarda en yüksek gürültü seviyesini vermişlerdir. Endüstri ve trafik etkinliklerinden kaynaklanıp yüksek frekanslarda görülen, gece-gündüz gürültü seviyeleri arasındaki en belirgin değişim, şehir içinde yer alan ISK istasyonu için izlenmiştir. Sismik gürültülerin kaydı bozucu etkisini mümkün olduğu kadar azaltmak ve bilhassa bölgesel deprem başlangıçlarını yakalayabilmek konusunda uygun filtre düzenlemelerinin kullanılmasının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

## GİRİŞ :

Sismik gürültüler Yer kabuğundaki küçük elastik dalga hareketleri olup; sismik kayıtlar üzerinde, değişik şiddetlerde, daima yer alırlar ve deprem kayıtları için bozucu bir unsur teşkil ederler. Bu gürültüler istasyonun yerine, zemin yapısına, zamana ve hareketin frekansına bağlı olarak değişirler. Kaynakları çok çeşitli olabilir. Genelde bu kaynakları doğal ve yapay kaynaklar olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Doğal olanlar, yani mikroseismler için rüzgar, fırtına, don olayı gibi meteorolojik kaynaklı olanları; akıntı, sörf, çağlayan gibi su kütlesinin hareketinden kaynaklananları ve volkanik kaynaklı titreşimleri sayabiliriz. Trafik ve endüstri etkinlikleri ise en önemli yapay kaynaklardır.

Bir deprem istasyonunu etkileyen sismik gürültüler ve bunların seviyesi o istasyondaki sismografların duyarlık sınırlarının saptanması açısından önem taşır. Bu nedenle sismik gürültü ölçülerinin yapılması ve spektrumlarının çıkarılması verimli kayıt elde etme problemine birçok yönden yaklaşmaya imkan verir. Bu türlü çalışmalar;

- a) İstasyon yerlerinin sismik gürültü yönünden sakın bölgelerde seçimi,
- b) Kayıtlardan bozucu etkileri kaldırarak yeni tekniklerin geliştirilmesi,
- c) Sismik gürültülerin kaynaklarının tanınması,
- d) Sismik sinyaller için sinyal-gürültü oranının saptanması için gerekli bilgileri sağlar.

Bu çalışmada Marmara bölgesindeki radyo-bağlantılı deprem şebekesi (MARNET) istasyonlarından bazıları için sismik gürültü frekans spektrumları elde edilerek, bölgedeki sismik gürültü seviyesi ve bunun değişimleri araştırılmıştır. Frekans analizi 0.2-12.8 Hz. aralığı için yapılmıştır.

## SİSMİK İSTASYON VE ALET DÜZENEKLERİ

Sismik gürültü spektrumlarının hesaplanmasında, radyo-bağlantılı şebeke (MARNET) istasyonlarından olan İSK (İstanbul-Kandilli), CTT (Çatalca), MFT (Mürefte) ve KLT (Keltepe) nin kayıtlarından yararlanıl-

miştir. Ele alınan istasyonların yerleri Şekil 1 de gösterilmiştir. Tablo 1 de ise istasyonların özellikleri verilmektedir.

MARNET istasyonlarında Willmore tipi kısa periyotlu düzey sismo metreler çalıştırılmaktadır. Şebekede sistemin blok diyagramı Şekil 2 de verilmiştir. İstasyonlardaki sismometrelerden elde edilen analog sinyal amplifikatör vasıtasıyla istenilen düzeyde yükseltildikten sonra, amplifikatörün çıkış sinyali modülatörde frekans modülasyonuna bırakılmaktadır. Bu sinyaller vericilerin taşıyıcı dalgaları üzerine bindirilmekte ve ISK daki alıcı istasyona gönderilmektedir. Alıcı istasyonda taşıyıcı dalgalardan arındırılan sinyaller manyetik band üzerine kaydedilmektedir. Manyetik bandların geriçalma (playback) ünitesine verilmesi ile, üzerindeki sinyaller demodüle edilerek analog sinyal haline dönüştürülmekte ve üniteye bağlı ossilograf (kayıtçı) yardımı ile kağıt üzerine kaydedilmektedir. Ayrıca sinyalin kayıtçıya girmeden önce filtrelerden geçirilip, istenilen kesme frekanslarında filtre edilmesi sağlanabilmektedir. Bu filtrelerin yüksek-geçiş ve alçak-geçiş atenüasyonu 24 dB/oktav dır.

Kayıtçı sisteminde kayıt hızı 1.5, 3, 6 ve 15 mm/sn. olarak değiştirilebilmektedir. 16 kayıt kanalına sahip olansistemde herbir kanala bağlı amplifikatörler vasıtasıyla muhtelif büyütme elde edilebilmektedir. Genellikle amplifikatörlerin duyarlılıkları 10, 2.5, 1 ve 0.25 volt/cm. olmak üzere 4 kademe arasında değiştirilmekte ve böylece büyütme değerleri 40 katına kadar artabilmektedir. Şekil 3 de sistemin 1 volt/cm. için olan büyütme eğrisi verilmiştir. Ayrıca muhtelif band-geçişli filtrelerin kullanımındaki eğri durumları da gösterilmiştir. (kesikli çizgi ile verilen eğriler).

TABLO 1

ISK	<p>Coğrafi koordinatları : <math>41.06^{\circ}</math>Kuzey - <math>29.06^{\circ}</math>Doğu Yükseklik : 132 m. Zemin : Kalkerli şist</p> <p>İstanbul boğazının Anadolu kıyısı üzerinde, boğaz kıyısına uzaklığı 200 m., Karadenize uzaklığı 20 KM. kadardır. Şehir merkezinden ve trafiği yoğun şoseden 5 km., sahil yolundan ise 150 m. uzaklıktadır. Sismometrenin bulunduğu bina yüksek ağaçlı bir koru içinde yer almaktadır.</p>
CTT	<p>Coğrafi koordinatlar : <math>41.15^{\circ}</math>Kuzey - <math>28.43^{\circ}</math>Doğu Yükseklik : 324 m. Zemin : Kumtaşı</p> <p>Karadenize 20 km. ve Marmara denizine 10 km. uzaklıktadır. Çatalca'ya uzaklığı 3 km. olup, 600 m. kadar uzaklıkta Elbasan köyü, 1 km. uzaklıkta bir taş fabrikası yer almaktadır. Şoseden uzaklığı 3.5 km. kadardır. Sismometreye 10 m. uzaklıkta jeneratör (elektrik kesintisi olduğu zaman çalışan), 2-3 m. uzaklıkta ise PTT nin anten pilonu yer almakta olup, bu saha kısa bir çit ile çevrilmiştir.</p>
MFT	<p>Coğrafi koordinatlar : <math>40.79^{\circ}</math>Kuzey - <math>27.28^{\circ}</math>Doğu Yükseklik : 924. m. Zemin : Fliş</p> <p>Marmara denizine 5 km., Tekirdağ'a 25 km., Mürefte'ye 15 km. uzaklıktadır. Sismometreye 15 m. uzaklıkta polis anten pilonu bulunmakta ve 100 m. kadar aşağıda yüksek çalı toplulukları yer almaktadır.</p>
KLT	<p>Coğrafi koordinatlar : <math>40.64^{\circ}</math>Kuzey - <math>30.10^{\circ}</math>Doğu Yükseklik : 1601 m. Zemin : Kireçtaşı</p> <p>Sapanca gölüne 10 km., Adapazarı'na 25 km. ve civar köylere 5-6 km. uzaklıktadır. Sismometreye 100 m. uzaklıkta, tepede, sadece yayın zamanları çalışan bir jeneratör ve PTT anten pilonu yer almakta, yamaçtan aşağıya doğru 100 m. kadar ileride orman başlamaktadır.</p> <p>Sismometre ISK da bina içinde olup, ana kayaya kadar inen bir beton pilve üzerine oturmaktadır. CTT, KLT ve MFT de ise, dışta olup, 50-100 cm. derinliğinde açılmış bir çukur içinde ana kaya üzerine oturtularak üzeri kapatılmıştır.</p>



## VERİLERİN ANALİZİ

Sismik gürültü spektrumlarında gece-gündüz ve farklı hava şartlarındaki değişimleri araştırmak için analiz edilecek kayıtlar yılın ve günün değişik zamanlarından seçilmiştir. Sismik gürültü seviyesinin araştırıldığı istasyonlar olan ISK, CTT, MFT ve KLT nin Şubat, Nisan ve Ekim aylarına ait, gece ve gündüz saatlerine raslayan, muhtelif kayıtları ele alınmıştır. 2-3 dakikalık bir süreyi kaplayan ve tipik gürültü örneği veren kayıt kısımları seçilmiş, deprem taşıyan veya aşırı gürültü gösteren istisnai durumlar dışarda bırakılmıştır. Verilerin manyetik teyp üzerinde olması, istenilen sinyale ait muhtelif kayıtların elde edilebilmesine ve böylece basit ve çabuk bir spektral analiz şekli olan analog yöntemin uygulanmasına olanak vermiştir. Seçilen kayıtlar analog yöntemle analiz edilmek için band-geçişli filtrelerden geçirilmişlerdir. 1 oktav frekans aralığındaki bu filtrelerin düzenlemeleri aşağıdaki gibidir :

### Frekans (Hz.)

0.2-0.4

0.4-0.8

0.8-1.6

1.6-3.2

3.2-6.4

6.4-12.8

Böylece 6 ayrı frekans aralığında filtre edilmiş kayıtların her bir 40-60 sn.lik kısımları içine düşen maksimum gürültü genliği ölçülerek yer hareketinin genliğine geçilmiş ve bunların aritmetik ortalamaları alınmıştır. Bu ortalama genliklerin frekans aralıklarının merkezlerine noktalananmasıyla istasyonlara ait sismik gürültü spektrumları elde edilmiştir.

## GÜRÜLTÜ SPEKTRUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen sismik gürültü spektrumlarının değerlendirilmesinde, istasyonların gürültü seviyesi yönünden birbirleriyle mukayesesi yapılmış ve ayrıca her istasyon için sismik gürültülerin yılın ve günün farklı zamanlarına göre nasıl bir değişim gösterdiği araştırılmıştır. ISK ve CTT istasyonları için Nisan, Ekim ve Şubat aylarına ait sismik gürültü spektrumları, KLT için Ekim ve Şubat ayı spektrumları, MFT için ise yalnızca Nisanayına ait spektrumlar elde edilebilmiştir.

Şekil 4 a-e de sırasıyla Nisan, Ekim ve Şubat ayları için istasyonların gürültü spektrumları verilmektedir. Bu grafiklerden de görüldüğü gibi, gürültü eğrileri muhtelif frekanslarda seviye olarak birbirlerinden farklı olmalarına karşın, benzer bir şekil izlemektedirler. Genel olarak eğrilerde 5 Hz. e kadar olan değerler için frekansın artmasıyla gürültü genliğinin azaldığı, 5 Hz. in üstünde ise genliğin arttığı görülmektedir. Ayrıca ISK her 3 ayda da, bilhassa 4 HZ. den küçük frekanslarda, diğer istasyonlardakinden yüksek bir gürültü seviyesi göstermektedir.

Ele alınan aylar için elde edilen istasyon spektrumlarının bir-biri arasında mukayesesi şu sonuçları vermektedir :

a) Nisan ayında en düşük gürültü seviyesi CTT de gözlenmektedir. MFT spektrumu orta frekanslarda CTT nin 1.5-2.5 kat üstünde yer almakta ve yüksek frekanslarda CTT spektrumuna yaklaşmaktadır. 2 Hz. den küçük frekanslarda ISK ye MFT spektrumları arasında büyük fark yoktur. 2 Hz. den büyük frekanslarda ise ISK gürültü seviyesi MFT nin kinden 1.5-4 kat kadar yüksektir.

b) Ekim ayında, 2 Hz.den küçük frekanslarda, KLT ve CTT gürültü seviyeleri arasında büyükbir fark yoktur. Bu frekansın üstünde ise, CTT gürültü seviyesi KLT ninkine nazaran 1.5 kat kadar artış göstermektedir. ISK spektrumu 4 Hz. den küçük frekanslarda KLT ve CTT ninkinden 1.5-3 kat kadar yüksektir.

c) Şubat ayında da, 2 Hz.den küçük frekanslarda, KLT ve CTT gürültü seviyeleri hemen hemen aynı olup; ISK 1.5-4 kat kadar bunların üstünde yer almaktadır. 3 Hz.den büyük frekanslarda CTT en yüksek gürültü seviyesini göstermektedir. Bu frekanslar için CTT seviyesi KLT ninkinden 1.5-5 kat kadar, ISK ninkinden ise 1.5-3 kat kadar yüksektir.

Şekil 5 a-d de ise, ele alınan istasyonlar için farklı zamanlarda elde edilen spektrum eğrileri birlikte gösterilmiştir. Böylece bu istasyonlardaki gürültü seviyelerinin senenin farklı aylarına ve gündüz durumuna bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiğini izlemek mümkün olmaktadır. Şöyleki;

a) ISK spektrum eğrileri incelendiğinde; Nisan, Ekim ve Şubat gürültü seviyeleri arasındaki büyük farkın 2 Hz.den küçük frekanslarda olduğu görülmektedir. Bu frekanslar için Ekimdeki gürültü seviyesi Nisaninkinden 4-5 kat kadar yüksektir. Şubat ayında seviye daha da yükselmekte ve Ekim ayındakinin 2-2.5 katı olmaktadır. Böylece alçak frekanslarda Şubat ayı gürültü seviyesi Nisan ayına nazaran 8-10 kat yüksektir. 2 Hz.in üstündeki frekanslarda spektrumlar arasında büyük bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak yüksek frekanslarda gündüz kayıtları gece alınan kayıtlara nazaran daha yüksek gürültü genliği vermişlerdir. Yüksek frekanslarda gündüz saatlerindeki gürültü seviyesi geceninkinden 2-3 kat fazladır.

b) CTT spektrumlarında da en alçak gürültü seviyesi Nisan ayında olup, Ekim ve Şubat aylarına gittikçe artma gözlenmektedir. Ekim ayında alçak frekanslardaki gürültü seviyesi Nisan ayına nazaran 3-4 kat fazla iken, yüksek frekanslara doğru bu fark azalmaktadır. Şubat gürültü seviyesi Ekiminkinden yüksektir ve aradaki fark yüksek frekanslarda daha belirgin olup, bilhassa 5 Hz. in üstünde, 3-4 kata ulaşmaktadır. Böylece Şubat ayı bütün frekanslarda Nisan ayına nazaran oldukça fark göstermekte, 4-9 kat civarında seviye artışı izlenmektedir.

c) Yalnızca Ekim ve Şubat spektrumlarının elde edildiği KLT de Şubat ayı gürültü seviyesi Ekiminkinden 2 kat kadar yüksektir.

## SONUÇ :

İstasyon gürültü spektrumu eğrileri bölgesel karakteri yansıtan benzer bir şekil göstermektedirler. 5 Hz. e kadar genliğin frekansla azaldığı, 5 Hz. in üstünde ise arttığı izlenmiştir. 2 Hz. den küçük frekanslar için genliğin frekansla azalması bütün istasyonlarda hemen hemen aynı olup, eğimi -2 olan bir doğru ile tanımlanabilir.

Spektrum eğrileri arasındaki en belirgin farklılık gürültü seviyesindedir. Eğrilerde, bilhassa alçak frekanslarda görülen bu seviye farklılığının en önemli etkeninin hava durumundaki değişimler olduğu söylenebilir. Nitekim analiz edilen kayıtlar içinde; en yüksek gürültü seviyesini Şubat ayı spektrumları, en düşük seviyeyi ise Nisan ayı spektrumları göstermiştir. Nisan ayı spektrumları havanın sakin olduğu günlere ait kayıtlardan elde edilmişlerdir. Şubat ayına ait kayıtlar ise Marmara üzerinde bir siklon alanının bulunduğu zamana rastlamıştır.

Spektrum eğrilerinin istasyonlar arasında mukayesesi istasyon yerlerinin özelliklerini yansıtmaktadır. Örneğin, İSK gürültü seviyesi 4 Hz. in altındaki frekanslarda diğer istasyonlarınkinden yüksektir. Bu durum, İstanbul boğazı kıyısında yer alıp, denize en yakın istasyon olmasının bir sonucudur. Zira alçak frekanslı gürültüler büyük ölçüde denizdeki dalgalardan kaynaklanır. Şubat ayında CTT gürültü spektrumlarının 2 Hz.den yüksek frekanslarda büyük artış göstermeleri, sismometreye 2-3 m. uzakta bulunan PTT anten pilonu üzerindeki rüzgar etkisinden ileri gelebilir. Zira siklon etkisindeki bölgede rüzgar hızı 18 Şubatta 8-10 m/sn., 20 Şubatta ise 10-14 m/sn. dir.

Gündüz ve gece arasındaki seviye değişimleri araştırıldığında, en belirgin farklılık İSK için elde edilmiştir. İSK şehir içinde yer aldığından, gündüz artan şehir ve endüstri etkinlikleri, bu saatlerde yüksek frekanslardaki gürültü seviyesinin geceye nazaran 2-3 kat yükselmesine neden olmaktadır.

Batı Anadolu ve bilhassa Marmara bölgesindeki deprem etkinliğinin izlenmesinde MARNET istasyonları önemli rol oynamaktadır. MARNET istasyonlarınca kaydedilen Batı Anadolu depremlerine ait P dalgası

frekansı 2-8 Hz. arasındadır. Zayıf başlangıçlı depremlerde, bilhassa Pn varışları için, deprem başlangıcının sismik gürültülerle bozulmuş olmasına çok raslanılmaktadır. Fırtınalı günlerde, bilhassa kış aylarında ve deniz kıyısına yakın yerlerde, alçak frekanslı sismik gürültüler deprem kayıtlarını değerlendiremez hale getirirler. Diğer taraftan yerel rüzgar etkisi yüksek frekanslı gürültülere neden olduğu gibi, trafik ve endüstri etkinliklerinin yüksek olduğu durumlarda da, bunların oluşturduğu yüksek frekanslı gürültüler kaydı bozucu rol oynar. Örneğin İstanbul boğazından ağır tonajlı gemilerin geçmesi sırasında, gemi pervanesinin hareketinin doğurduğu etki 10 Hz. e kadar çıkabilen gürültüler hasıl ederek bazen 1-2 dakikaya varan sürelerde kaydı bozmaktadır.

Sismik gürültülerin deprem kayıtlarındaki bozucu etkisini mümkün olduğu kadar azaltmak için bazı yöntemler kullanılabilir. Örneğin; alet büyütmesinin gürültü genliğini belli bir seviyede tutacak şekilde ayarlanması, aletin maksimum büyütmesinin gürültü spektrumunun minimum yaptığı frekanslar arasına gelmesini sağlayacak düzenlemelerin yapılması, filtreler kullanmak suretiyle bir kısım gürültülerin kayıtlardan kaldırılması gibi.

Şekil 6, 7 ve 8 de ISK ve CTT istasyonlarına ait yüksek seviyede sismik gürültü taşıyan ve bu nedenle deprem başlangıçları belirsiz olan kayıtların band-geçişli filtrelerden geçirilmesiyle ilgili örnekler verilmektedir. Bu şekillerde üstte orijinal kayıt, altta ise depremi 2-8 Hz. band-geçişli filtreden geçirerek alınmış kayıt görülmektedir. Band-geçişli filtrenin kullanılmasıyla 2 Hz. den küçük ve 8 Hz. den büyük frekanslardaki gürültüler kayıtlardan kısmen kaldırılmış olmakta ve böylece deprem başlangıçlarının belirgin hale gelmesi sağlanmaktadır.

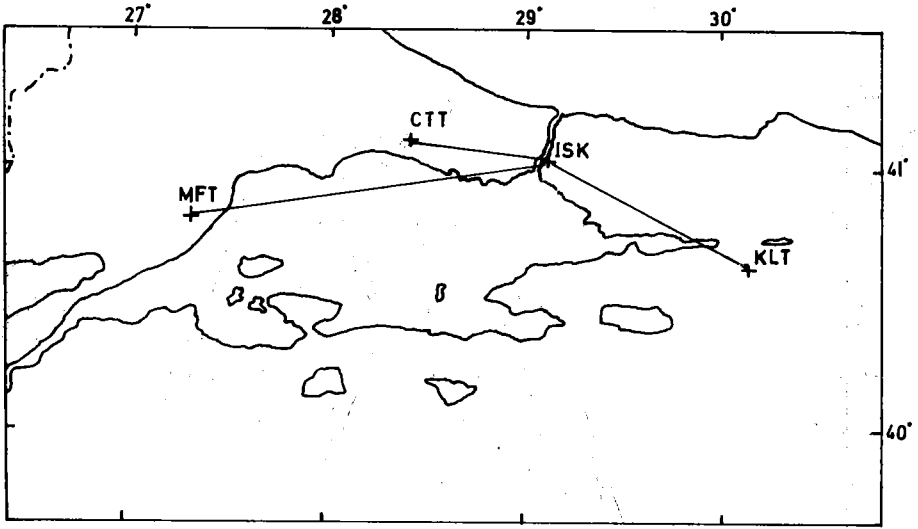
Marmara bölgesi için mikroseism seviyesindeki önemli artışlar çoğunlukla siklon sistemleriyle ilgili olarak görülürler. Bu siklonlar genel olarak İtalya ve Adriyatik denizinden doğup, Yunanistan üzerinden Batı Türkiye'ye gelirler ve en fazla kış aylarında oluşurlar. Böylece kış aylarında siklon ve kıyı etkisinin verdiği 1 Hz. den küçük frekanslardaki yüksek genlikli gürültüler zaman zaman kayıtları kaplayarak mikroseism fırtınası denilen görüntüler hasıl ederler. Bu nedenle

MARNET istasyonlarında, kış aylarında mikroseismlerin maskeleyiği bölgesel deprem başlangıçlarını yakalayabilmek için 1 Hz. den küçük frekansları kayıtlardan kaldıran yüksek geçişli filtreler kullanılabilir. Ancak alçak frekansların kaldırılmasının yanı sıra, zaman zaman artan yapay ve doğal kaynaklı yüksek frekanslı gürültülerin etkisini de azaltacak şekilde band geçişli filtrelerin kullanılması daha uygun olur. Önemli olan husus filtre aralığının depremi bozmayacak, bilhassa başlangıcını yok etmeyecek, şekilde seçimidir. Yukarıda örnekleri verilen 2-8 Hz. band-geçişli filtre kullanımı oldukça iyi neticeler vermektedir. Sakin günlerde, çoğunlukla ilk bahar ve yaz aylarında, alçak frekanslı gürültü seviyesi düşük olduğundan yalnızca alçak geçişli, örneğin 8 Hz. den küçük frekansları geçiren, filtre kullanımı yeterli olabilir.

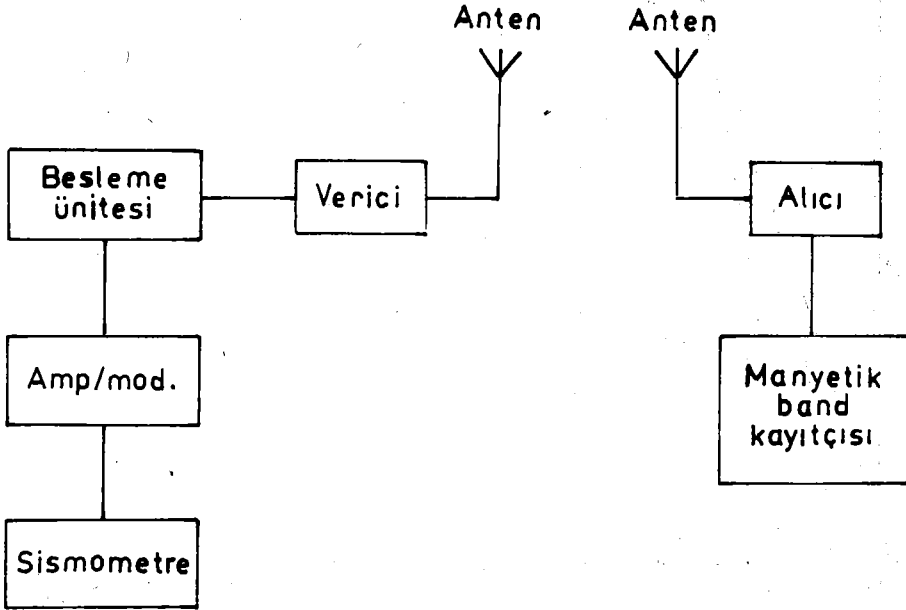
#### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Bath, M. (1973). "Introduction to Seismology" Birkhauser Verlag, pp.96-100.
- Brune, J.N. and J.Oliver (1959). "The seismic noise of the Earth's surface" B.S.S.A., Vol. 49, No.4, pp.349-353.
- Crampin, S., R.W. McGenigle and P.C. Marrow (1971). "Seismic noise measurements in the Balkans, December 1970 to February 1971" Inst. Geol. Sci. Geophys. Div., Report No. 6.
- Donn, W.L. (1966). "Microseisms" Earth-Sci. Rev., 1, pp.213-230.
- Frantti, G.E., D.E. Willis and J.T.Wilson (1962). "The spectrum of seismic noise" B.S.S.A., Vol.52, No.1, pp.113-121.
- Frantti, G.E. (1963), "The nature of high-frequency Earth noise spectra" Geophysics, Vol. XXVIII, No.4, pp.547-562.
- Kulhanek, O. (1967). "Seismic noise filtering using digital computers" Travaux Geophysiques, Vol. XV, pp.255-283.
- Kulhanek, O. and M. Bath (1972). "Power spectra and geographical distribution of short-period microseisms in Sweden" Pure and applied Geophysics, Vol. 94, II, pp.148-171
- Luesto, U. (1976). "Short period seismic noise variations in Southern Finland" Geophysica, Vol. 14, No.1, pp.111-121.

- Pirhonen, S.E., U. Luesto (1977). "Spectral observations on artificial seismic noise in Southern Finland" Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., A-5 (116), pp.35-43.
- Plesinger, A. (1974). "Seismic noise at 2 Hz. in Europe" J. Geophys. 40, pp.131-136.
- Radu, C., W. Tobyas (1965). "Short period seismic noise at seismic stations in Rumania" Travaux Geophysiques, Vol. XIII, pp.351-364.
- Richter, C.F. (1973). "Elementary Seismology" W.H. Freeman and Company, pp. 375-378.
- Tsujiura, M. (1967). "Frequency analysis of seismic waves" B.E.R.I., Vol. 45, part 4, pp.973-995.

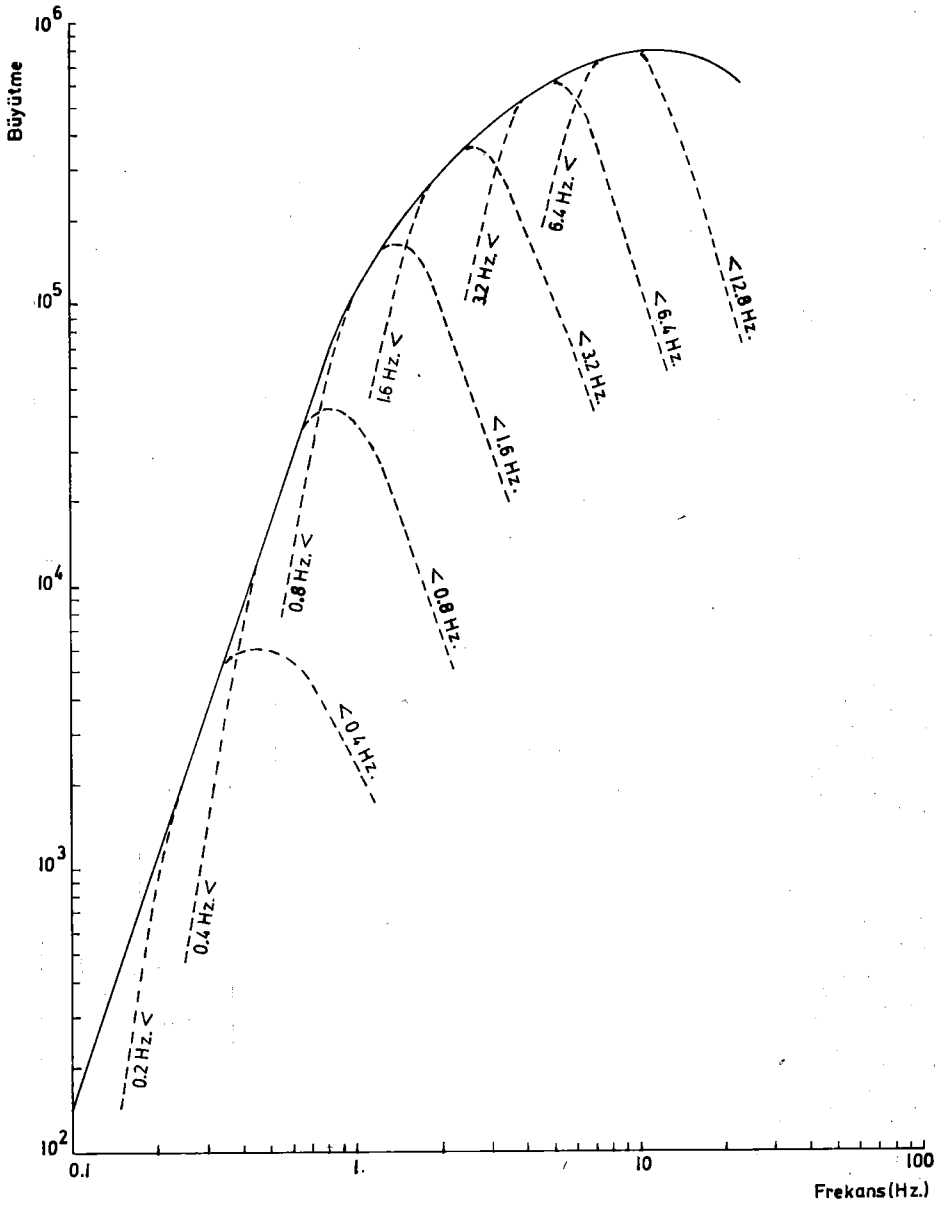


Şekil 1. İstasyon yerleri.

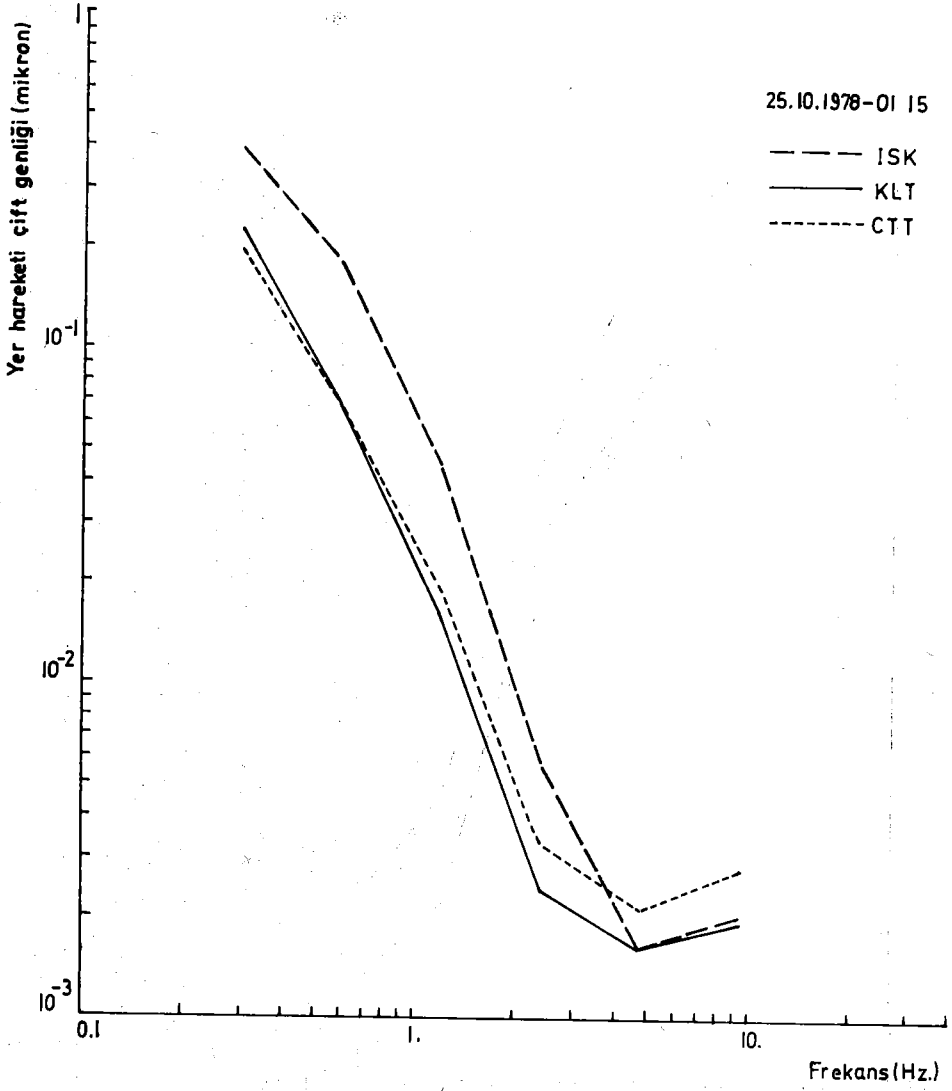


Şekil 2. Magnet blok diyagramı

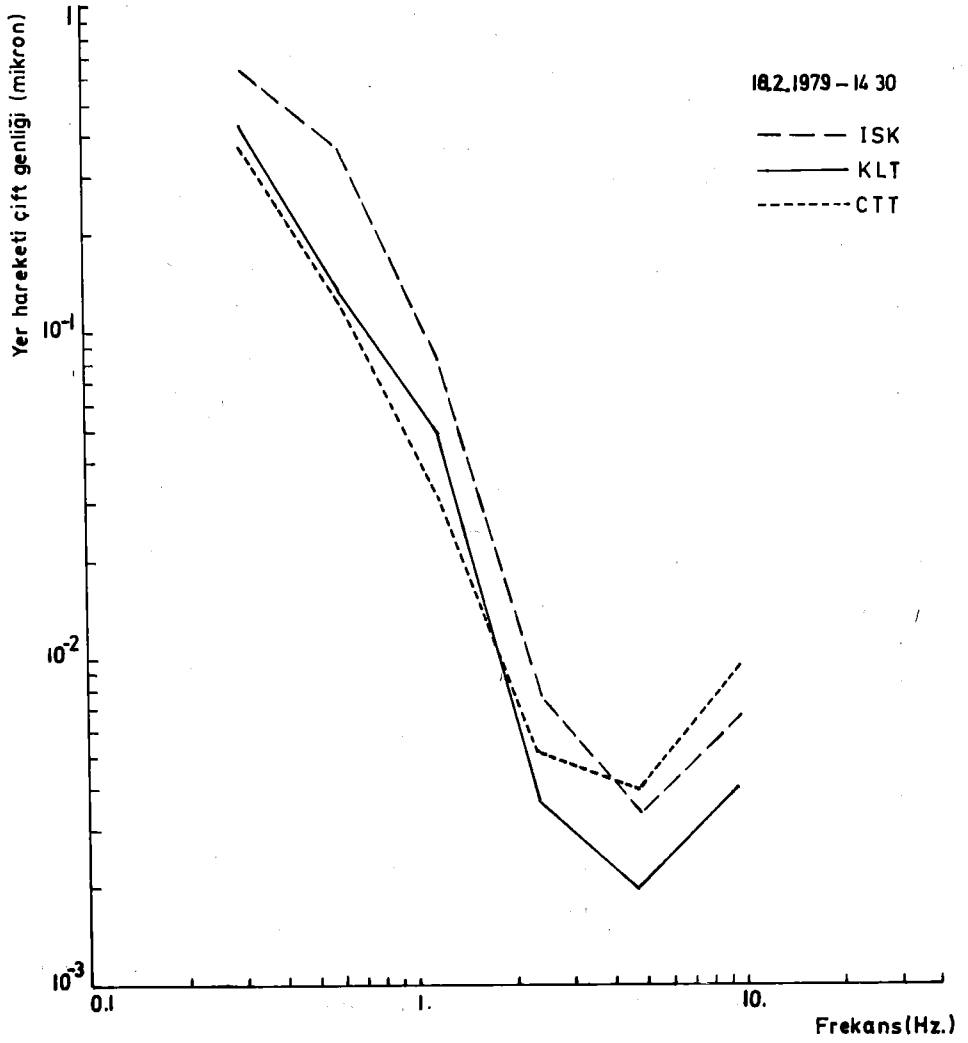




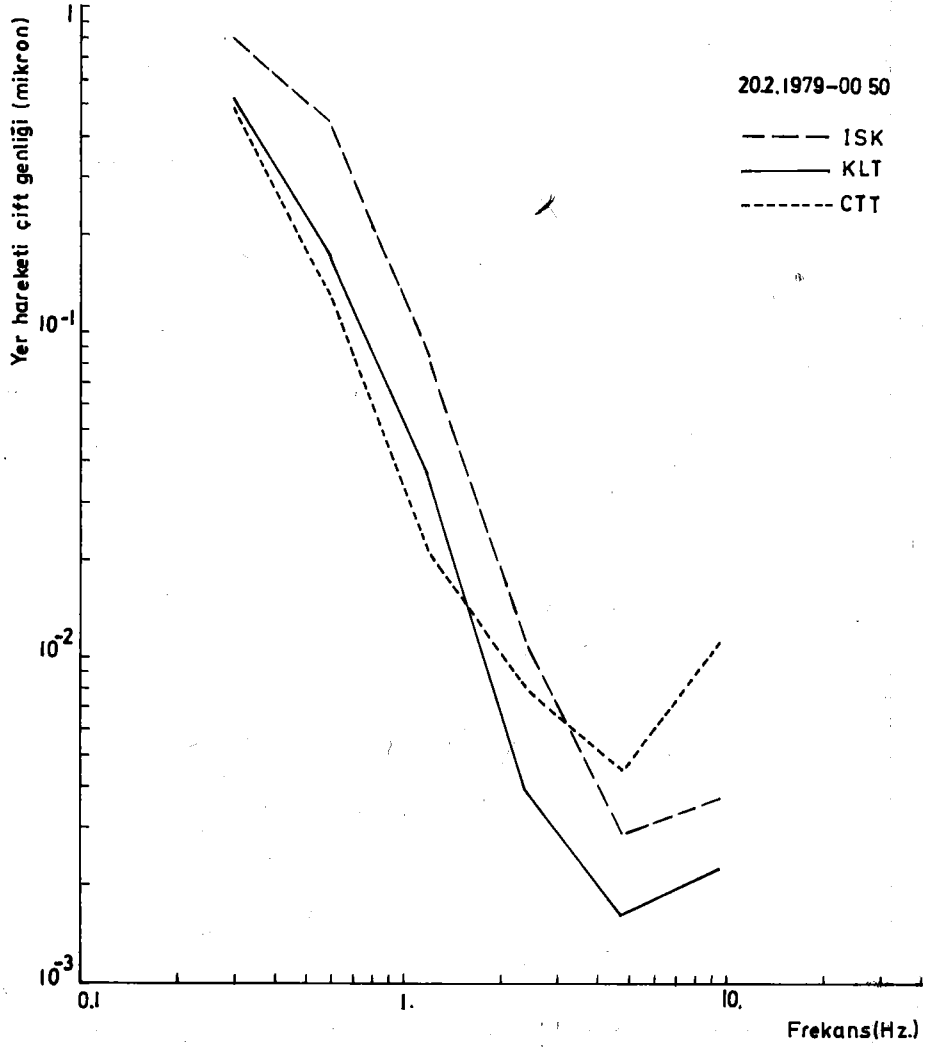
Şekil 3. Büyütme eğrisi ve muhtelif filtre düzenlemeleri.  
kullanımındaki eğri durumları



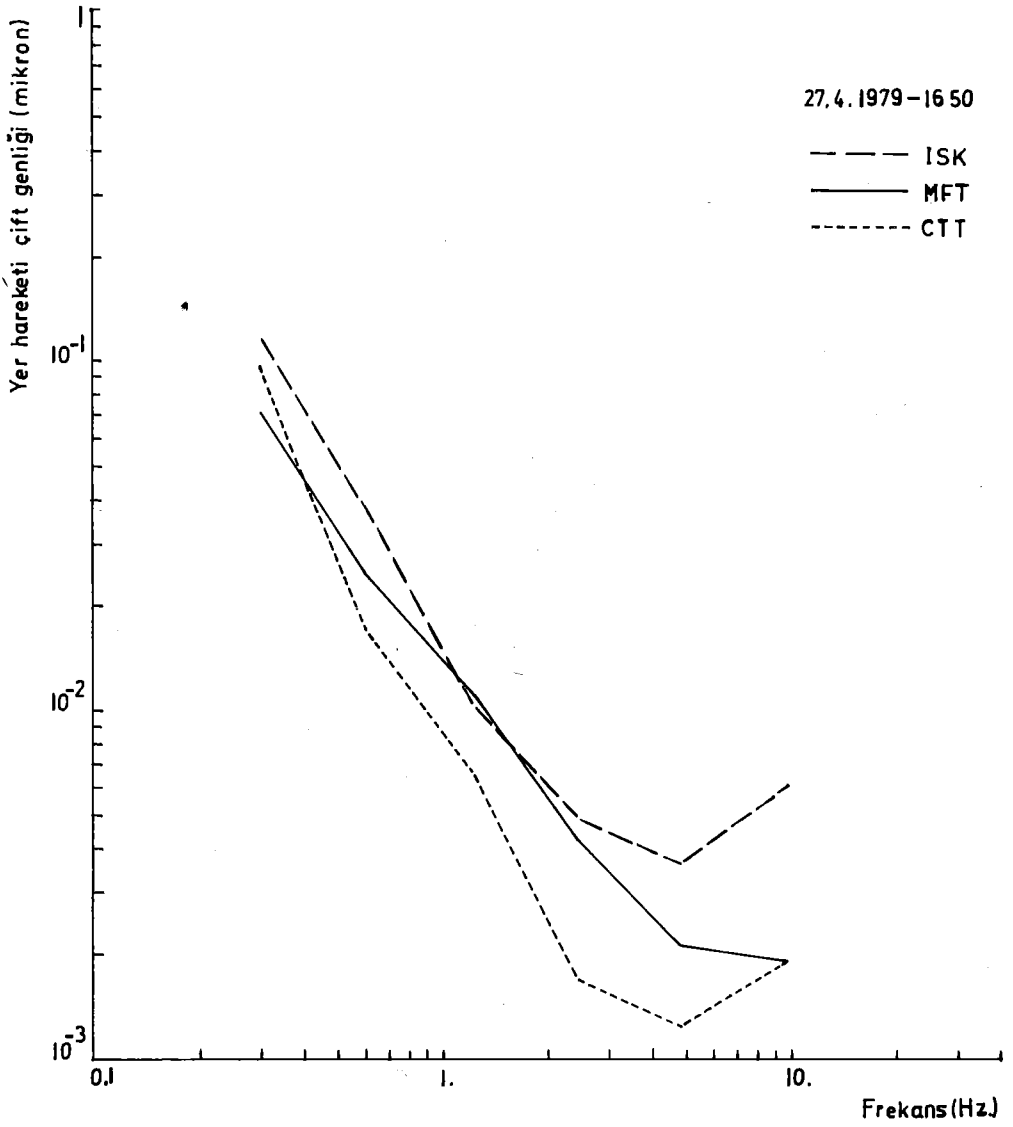
Şekil 4a. Sismik gürültü spektrumları



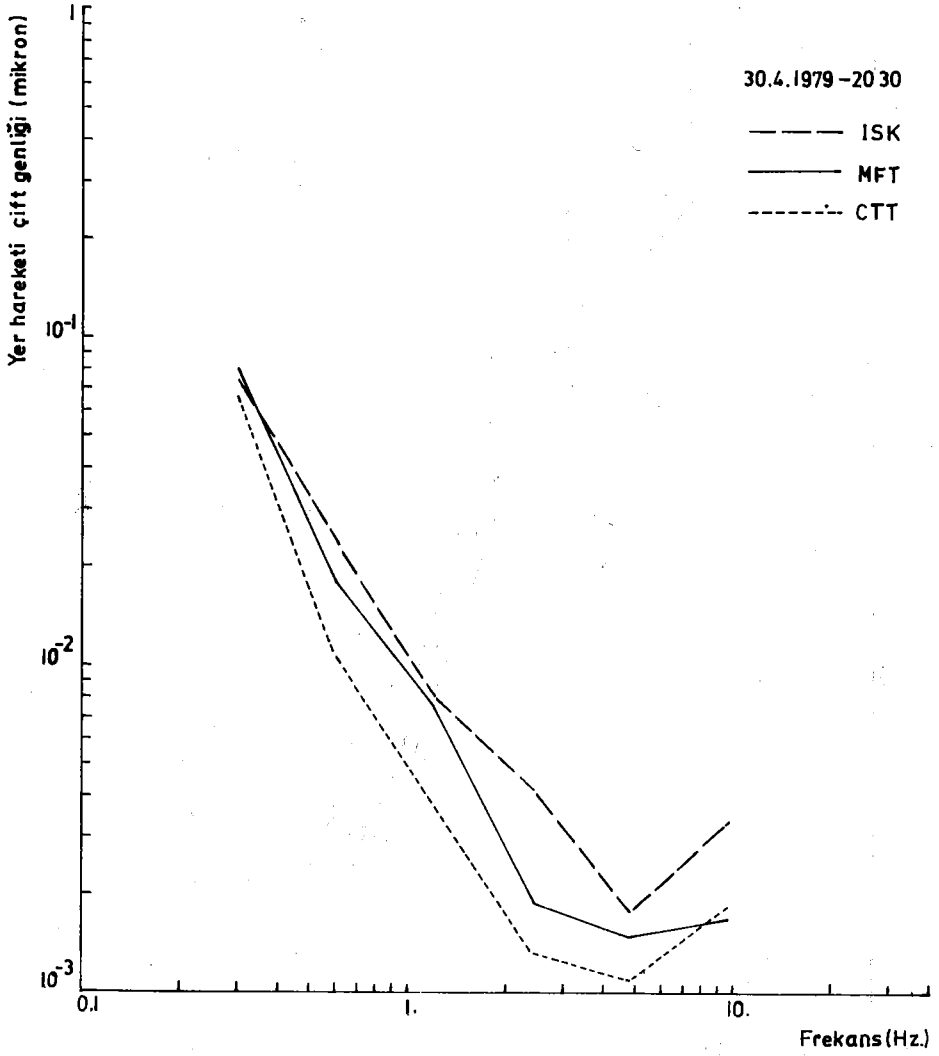
Şekil 4b. Sismik gürültü spektrumları



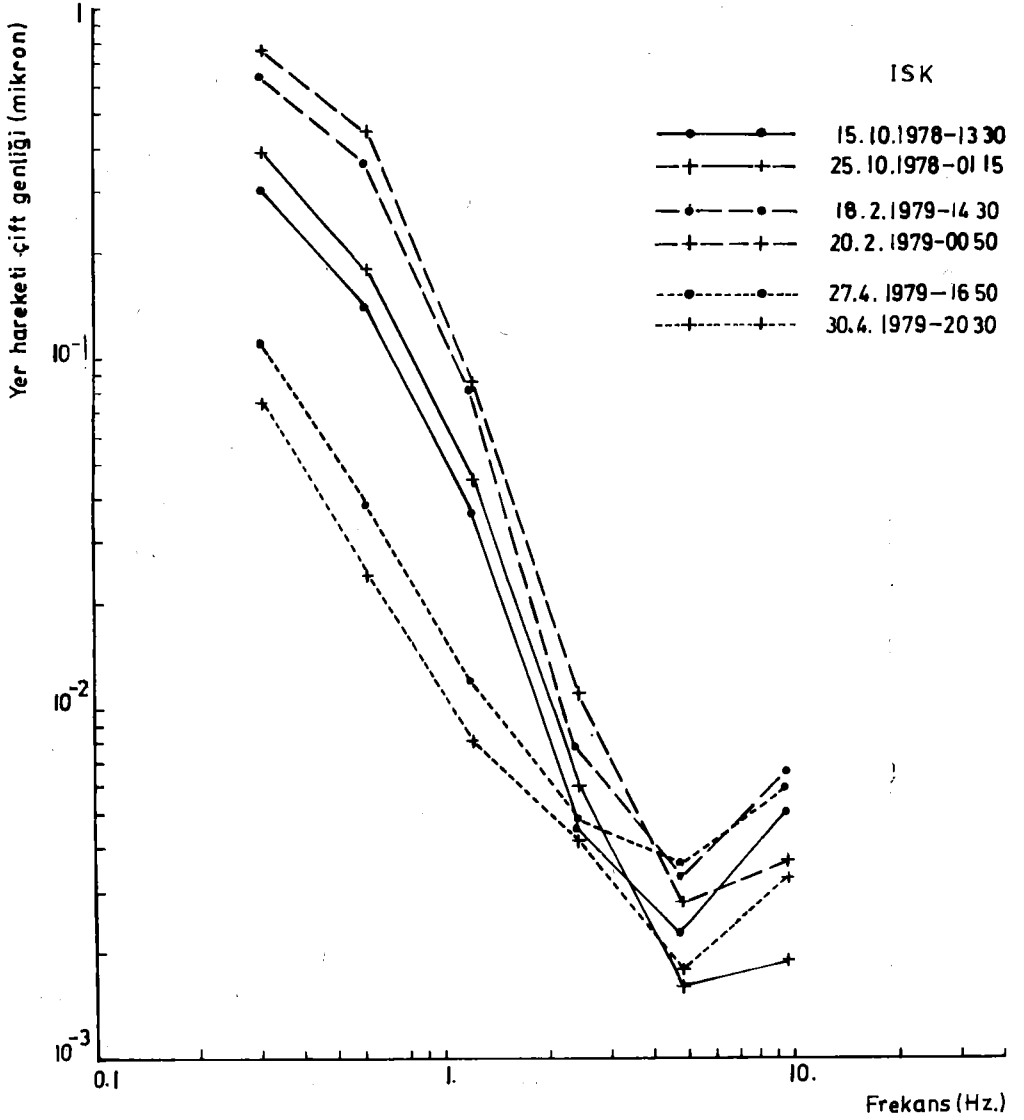
Şekil 4c Sismik gürültü spektrumları



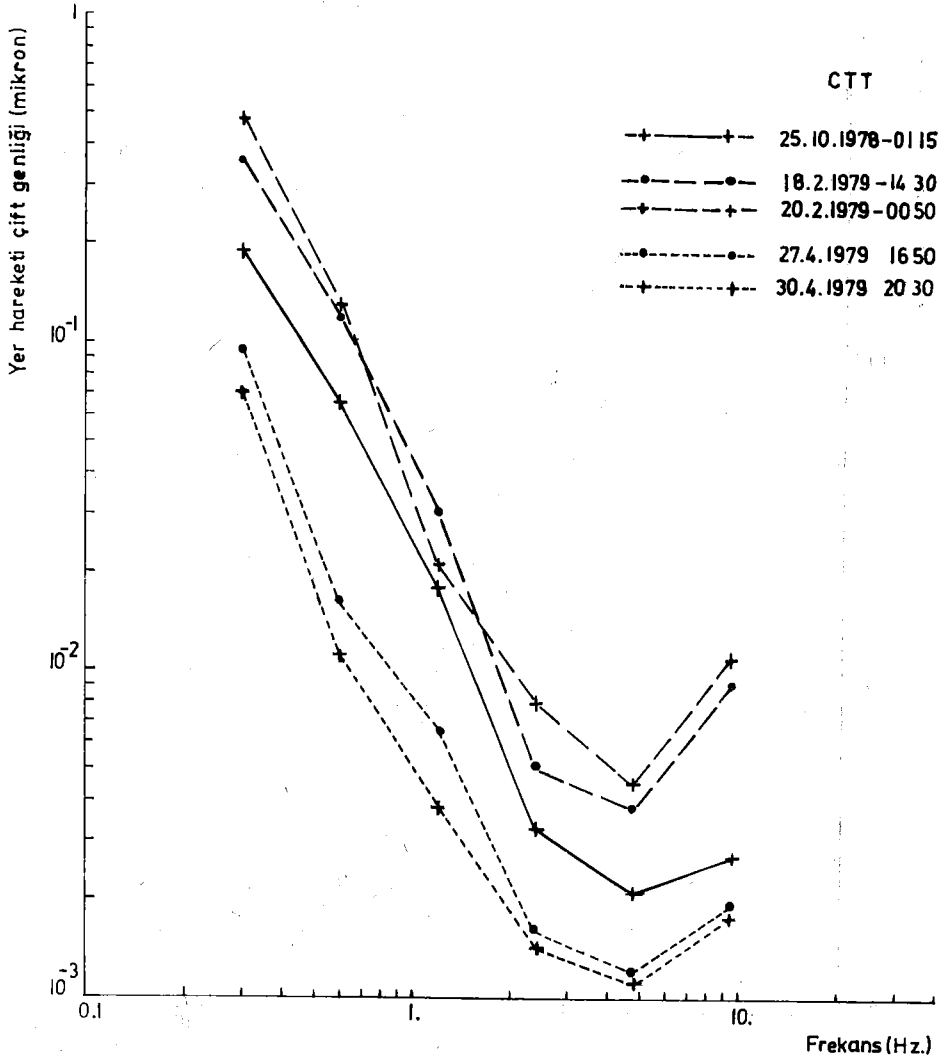
Şekil 4d. Sismik gürültü spektrumları



Şekil 4e. Sismik gürültü spektrumları

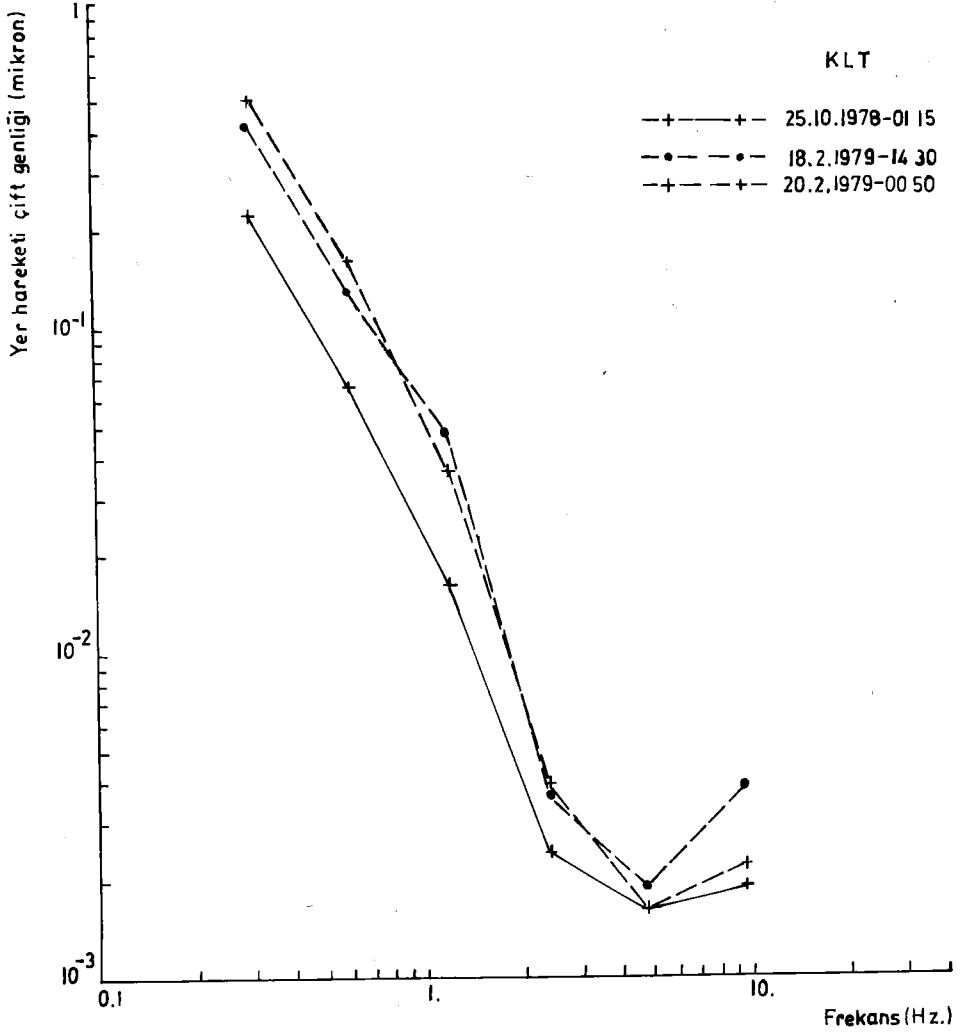


Şekil 5a. Sismik gürültü spektrumları

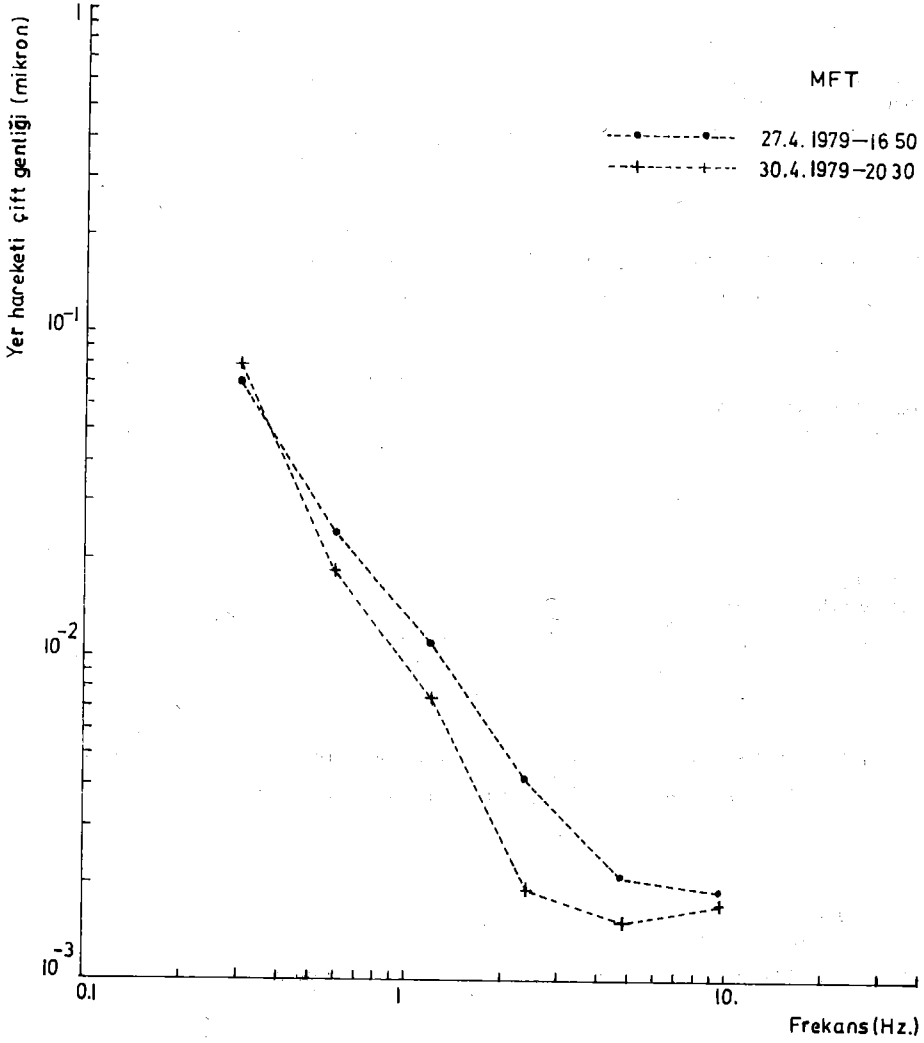


Şekil 5b. Sismik gürültü spektrumları





Şekil 5c. Sismik gürültü spektrumları



Şekil 5d. Sismik gürültü spektrumları

ISK 20.2.1979 - 12 08

Orijinal kayıt



ISK 20.2.1979 - 12 08

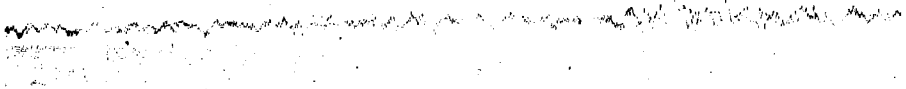
Filtre edilmiş kayıt



Şekil 6. 2-8 Hz. band-geçişli filtre kullanmak suretiyle ISK istasyonuna ait bir kaydın sismik gürültülerden arındırılması

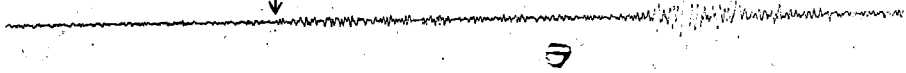
ISK 8.3.1979 - 17 02

Orijinal kayıt



ISK 8.3.1979 - 17 02

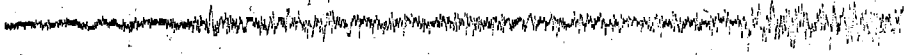
Filtre edilmiş kayıt



Şekil 7. 2-8 Hz. band-geçişli filtre kullanmak suretiyle ISK istasyonuna ait bir kaydın sismik gürültülerden arındırılması

CTT 19.2.1979 - 19 20

Orijinal kayıt



CTT 19.2.1979 - 19 20

Filtre edilmiş kayıt



Şekil 8. 2-8 Hz. band-geçişli filtre kullanmak suretiyle CTT istasyonuna ait bir kaydın sismik gürültülerden arındırılması

# ÇERÇEVE TAŞAYICI SİSTEMLERİN YATAY YÜK ETKİSİ ALTINDA HESABI

## İÇİN BİR BİLGİSAYAR PROGRAMI

M.Ruhi AYDIN (\*)

### Zusammenfassung

Ein Programm zur Berechnung der mehrstöckigen Rahmensysteme unter der Wirkung der waagerechten Lasten.

In diesem Artikel wurde ein Programm in Programmierungssprache BASIC, zur Berechnung der mehrstöckigen Rahmensysteme unter der Wirkung waagerechten Lasten erläutert.

Die Matrixmethoden brauchen direkte Lösung des Gleichungssystems. Mit der grossen Zahl der Unbekannten ist die Maschinenkapazität nicht immer ausreichend. Lösungen durch iteration sind auch möglich. In diesem Fall wird die Rechenzeit erheblich gross, ausserdem Kann die lösung bei der mehrstöckigen Rahmen divergent werden.

Im Folgenden ist unter der Berücksichtigung der vorberechneten Anfangswerte ein Iterationsprogramm gegeben. Die Anwendung der Anfangswerte kürzt die Rechenzeit. Ausserdem, wegen Iterationsverfahren, kommt man mit weniger Kapazität des Rechners aus.

[(\*)] Doç. D.M.M.A. Eskişehir

1. Giriş: Çerçeve taşıyıcı sistemlerin yatay yük etkisi altında hesabı için iyi sonuçlar veren yaklaşık yöntemler geliştirilmiştir. (1,2,3). Buna rağmen bütün bir yapı için yöntemlerin uygulanması gene de vakit alıcı olmaktadır.

Bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile çözümlerin bilgisayarlarla yapılması çeşitli nedenlerle tercih edilir olmuştur. Kolaylık, hesap süresini kısaltığı, hesapların kesin olması gibi nedenler bu tercih nedenlerinin başında gelir. Yapıların bilgisayarlarla hesabı için literatürde çeşitli yöntemler mevcuttur (4,5,6). Ancak bunların hepsi denklem çözümüne dayandığından belirli kat sayısı ve belirli düğüm noktası sayısından itibaren makinanın kapasitesi zorlanır.

İterasyon yöntemleri ile çözümde ise özellikle kat sayısının fazla olması hallerinde iterasyon sayısı oldukça artmaktadır. Bunun sonucu olarak makina kullanım süresi, dolayısıyla hesap maliyeti artar. Hatta kalan atalet momentlerinin giriş atalet momentlerine oranının büyük değerler alması halinde iterasyonun ıraksak olma ihtimali bile mevcuttur.

Bu yazıda belli başlangıç değerleri almak suretiyle çerçeve taşıyıcı sistemlerin iterasyon yoluyla hesabına ait BASIC programlama dilinde bir bilgisayar programı sunulmaktadır.

Program kullanıldığında kapasite zorlanması ile karşılaşılmadığı gibi başlangıç değerleri ile iterasyon yapıldığından hesap süresi de oldukça kısalmaktadır.

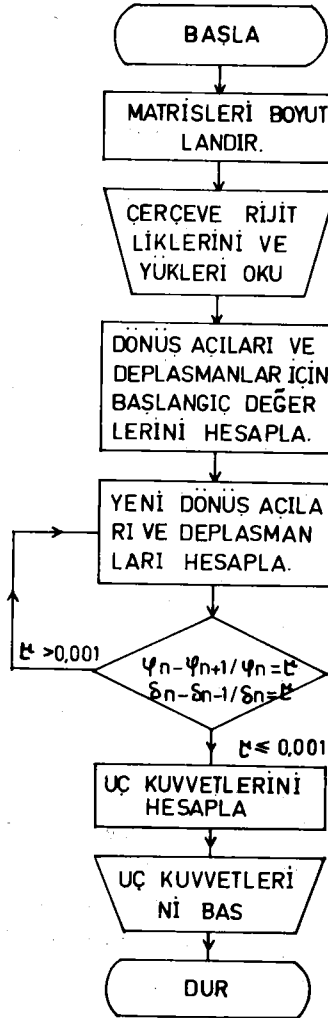
2. Programın Akış Şeması: Literatür (3) de çerçeve sistemlerin yatay yükler etkisi altında hesabı için bazı kabullerle dönüş açıları ve kattaki relatif deplasmanlar için denklemler elde edilmişti. Bu denklemler kullanılarak başlangıç değerleri seçilmekte ve açı metodu denklem takımları uygulanarak dönüş açıları ve deplasmanlar için iterasyon yapılmaktadır. (3) de düğüm dönüş açıları her katta ayrı ayrı hesaplanmakta idi. Dolayısıyla bir düğüm noktasında o düğüm noktasının üstündeki ve altındaki kattan hesaplanan iki dönüş açısı değeri hesaplanmaktadır. Başlangıç değeri bu iki değerlerin ortalaması seçilmektedir.

Açı metodu denklem takımlarının uygulanmasında her büyüklük he-

saplanırken diğ er büyüklükler için (dönüş açıları ve deplasmanlar) bir önceki adımda bulunan değerler kullanılmaktadır. Bu suretle yeniden hesaplanan değerler ile bir önceki adımda bulunan değerler arasında oran olarak 0,001 lik bir yaklaşım olduğundan iterasyona son verilmekte ve uç kuvvetlerinin hesabına seçilmektedir.

Değerlerin iki iterasyon adımındaki farkının son bulunan değere oranının 0,001 olması şartının bütün dönüş açıları ve deplasmanlar için ayrı ayrı sağlanması programda göz önüne alınmıştır.

Akış şeması Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil: 1

### 3. Programın Kullanılması:

#### 3.1 Data veriş sırası:

- a) Kat sayısı
- b) Kattaki kolon sayısı
- c) Alt kattan başlamak üzere kolon  $K = J/1$  değerleri
- d) Alt kattan başlamak üzere kiriş  $G = J/1$  değerleri
- e) Alt kattan başlamak üzere kat seviyelerindeki P yükleri.  
Soldan sağa etki eden yükler pozitif alınmaktadır.
- f) Alt kattan başlamak üzere H kat yükseklikleri
- g) Kiriş L açıklıkları.

#### 3.2 Sonuçların alınması:

3.2.1 Kolon uç momentleri: Her kat için kolonlara ait üst ve alt çubuk uç momentleri kolon K'larının kattaki veriliş sırasına göre basılmaktadır.

3.2.2 Kiriş uç momentleri: Her kat için kirişlere ait sol ve sağ çubuk momentleri kiriş G'lerinin kattaki veriliş sırasına göre basılmaktadır.

Momentler için saat dönüş yönü pozitif alınmaktadır.

3.2.3 Kolon kesici kuvvetleri: Her kat için kolonlara ait kesici kuvvetler kolon K'larının veriliş sırasına göre basılmaktadır.

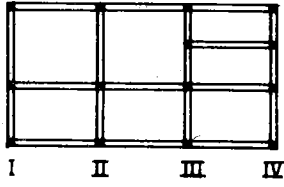
3.2.4 Kiriş kesici kuvvetleri: Her kat için kirişlere ait G'lerin veriliş sırasına göre basılmaktadır.

Kesici kuvvetler için saat dönüş yönü pozitif alınmaktadır.

3.2.5 Kolon eksenel kuvvetleri: Her kat için kolon K'larının kattaki veriliş sırasına göre basılmaktadır.

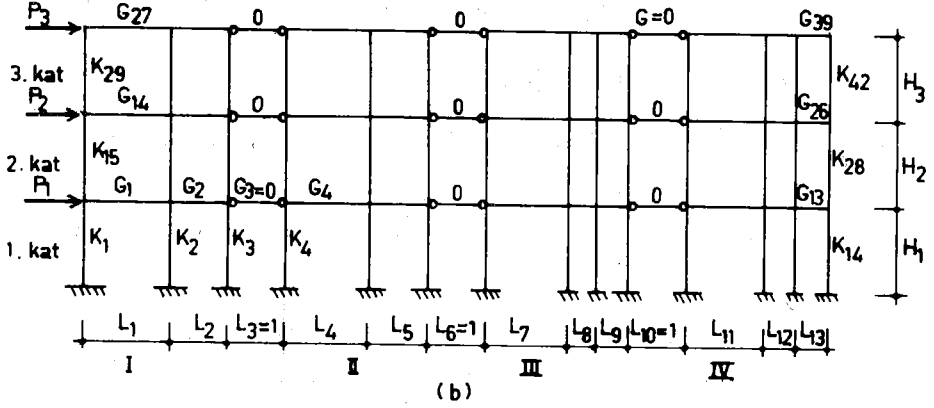
Eksenel kuvvetler için çekme (-), basınç (+) işareti ile alınmaktadır.

3.3 Programın yapının bütününe uygulanması: Şekil 2a'da planı verilen bir yapıya program uygulayabilmek için çerçeveler teker teker çıkarılıp yan yana dizilir ve çerçeveleri bağlayan fiktif kirişlere ait G değeri sıfır olarak verilir. (Şekil:2b). Daha sonra sistem Şekil 2b'deki sistem olarak kabul edilip 3.1'de belirtilen sıra ile data'lar verilir.



(a)

Kat sayısı = 3  
Kolon sayısı = 4



(b)

Şekil: 2

Gerçeyeden çerçeveye geçenken fiktif kirişlere ait L açıklığı 1 olarak verilir.

4. Sayısal örnek: Şekil 3'deki çerçevenin gösterilen yükler için hesabı:

Datalar 3.1'de belirtilen sıra ile verilerek sonuçlar Şekil 4'de gösterilmiştir.





ITERASYON SAYISI= 6

KOLON UC MOMENTLERI

4 .KAT	-0.944 -0.842	-1.784 -1.666	-1.804 -1.694	-0.995 -0.904	-1.317 -1.078	-1.317 -1.078
3 .KAT	-1.563 -1.324	-4.258 -3.932	-4.376 -4.064	-1.734 -1.491	-2.195 -1.869	-2.195 -1.869
2 .KAT	-2.499 -2.092	-5.957 -5.558	-6.220 -5.832	-2.922 -2.516	-2.318 -1.839	-2.318 -1.839
1 .KAT	-2.683 -5.615	-7.131 -9.946	-7.431 -10.096	-3.074 -5.810	-3.130 -7.945	-3.130 -7.945

KIRIS UC MOMENTLERI

4 .KAT	0.944	0.696	1.087	1.052	0.752	0.995	0.000	0.000	1.317	1.317
3 .KAT	2.405	2.006	3.918	3.820	2.249	2.638	0.000	0.000	3.273	3.273
2 .KAT	3.823	3.264	6.626	6.489	3.795	4.413	0.000	0.000	4.188	4.188
1 .KAT	4.776	4.131	8.560	8.405	4.858	5.591	0.000	0.000	4.970	4.970

KOLON KESICI KUVVETLERI

4 .KAT	0.595	1.150	1.166	0.633	0.798	0.798
3 .KAT	0.962	2.730	2.813	1.075	1.355	1.355
2 .KAT	1.530	3.839	4.017	1.813	1.386	1.386
1 .KAT	1.844	3.795	3.895	1.974	2.461	2.461

KIRIS KESICI KUVVETLERI

4 .KAT	-0.328	-1.069	-0.437	0.000	-0.439
3 .KAT	-0.882	-3.869	-1.222	0.000	-1.091
2 .KAT	-1.417	-6.558	-2.052	0.000	-1.396
1 .KAT	-1.781	-8.482	-2.612	0.000	-1.657

KOLON EKSENEL KUVVETLERI

4 .KAT	-0.328	-0.741	0.633	0.437	-0.439	0.439
3 .KAT	-1.210	-3.728	3.280	1.658	-1.530	1.530
2 .KAT	-2.628	-8.868	7.785	3.710	-2.926	2.926
1 .KAT	-4.409	-15.569	13.656	6.322	-4.582	4.582

Şekil: 4

EK 1 : PROGRAM

```

10 OPEN "pr:" AS FILE 1
20 ; #1 CHR*(29%)
30 ; #1
40 REM KAT SAYISININ VE KATTAKI KOLON
50 REM SAYISININ OKUTULMASI
60 READ M,N
70 REM MATRISLERIN BOYUTLANDIRILMASI
80 DIM K(M+1,N),G(M,N+1),P(M),Q(M),H(M+1),L(N-1)
90 DIM F(M+2,N+2),Y(M+1),S(M),Y1(M)
100 DIM C1(M,N),C2(M,N),C3(M,N),C5(M+2,N+2)
110 REM CERCEVE RIJITLIKLERI, YUKLER
120 REM VE ACIKLIKLARIN OKUTULMASI.
130 FOR I1=1 TO M
140   FOR J1=1 TO N
150     READ K(I1,J1)
160   NEXT J1
170 NEXT I1
180 FOR I6=1 TO M
190   F(I6,1)=0
200   F(I6,N+2)=0
210   G(I6,1)=0
220   G(I6,N+1)=0
230 NEXT I6
240 FOR R5=1 TO N
250   F(1,R5)=0
260   F(M+2,R5+1)=0
270   K(M+1,R5)=0
280 NEXT R5
290 FOR I2=1 TO M
300   FOR J2=2 TO N
310     READ G(I2,J2)
320   NEXT J2
330 NEXT I2
340 H(M+1)=1
350 FOR I3=M TO 1 STEP -1
360   READ P(I3)
370 NEXT I3
380 Q(1)=P(1)
390 FOR I7=2 TO M
400   Q(I7)=Q(I7-1)+P(I7)
410 NEXT I7
420 FOR I4=1 TO M
430   READ H(I4)
440 NEXT I4
450 FOR R4=1 TO N-1
460   READ L(R4)
470 NEXT R4
480 REM BASLANGIC DEGERLERININ HESABI
490 FOR I8=1 TO M
500   S(I8)=0

```

```

510 NEXT I8
520 FOR I5=1 TO N
530 C1(I, I5)=1/((6(I, I5)+6(I, I5+1))/K(I, I5))+1.3333)
540 C3(I, I5)=1-C1(I, I5)
550 S(I)=S(I)+K(I, I5)*C3(I, I5)+I2/H(I)^2
560 NEXT I5
570 Y(I)=Q(M)/S(I)
580 FOR I=2 TO M-1
590 FOR J=1 TO N
600 C1(I, J)=(((6(I-1, J)+6(I-1, J+1))/K(I, J))+.667)/(((6(I-1, J)+6(I-1, J+1))/K(I, J))+1.333)*(((6(I, J)+6(I, J+1))/K(I, J))+1.333)-.44
4)
610 C2(I, J)=(((6(I, J)+6(I, J+1))/K(I, J))+.667)/(((6(I-1, J)+6(I-1, J+1))/K(I, J))+1.333)*(((6(I, J)+6(I, J+1))/K(I, J))+1.333)-.444)
620 C3(I, J)=1-C1(I, J)-C2(I, J)
630 S(I)=S(I)+K(I, J)*C3(I, J)+I2/H(I)^2
640 Y(I)=Q(M-I+1)/S(I)
650 NEXT J
660 NEXT I
670 FOR J5=1 TO N
680 C1(M, J5)=(((6(M-1, J5)+6(M-1, J5+1))/K(M, J5))+1)/(((6(M-1, J5)+6(M-1, J5+1))/K(M, J5))+.667)*(((6(M, J5)+6(M, J5+1))/K(M, J5))+2)-.33
3)
690 C2(M, J5)=1.5*(((6(M, J5)+6(M, J5+1))/K(M, J5))+.333)/(((6(M-1, J5)+6(M-1, J5+1))/K(M, J5))+.667)*(((6(M, J5)+6(M, J5+1))/K(M, J5))+2)-
.333)
700 C3(M, J5)=1-C2(M, J5)-.5*C1(M, J5)
710 S(M)=S(M)+K(M, J5)*C3(M, J5)+I2/H(M)^2
720 NEXT J5
730 Y(M)=Q(I)/S(M)
740 FOR J4=1 TO N
750 F(M+1, J4+1)=Y(M)*C1(M, J4)/H(M)
760 NEXT J4
770 FOR I9=1 TO M-1
780 FOR J9=1 TO N
790 F(I9+1, J9+1)=Y(I9)*C1(I9, J9)/H(I9)+Y(I9+1)*C2(I9+1, J9)/H(I9+1)
800 NEXT J9
810 NEXT I9
820 Y(M+1)=0
830 FOR R9=1 TO M
840 S(R9)=0
850 NEXT R9
860 FOR T5=1 TO M
870 FOR T6=1 TO N
880 S(T5)=S(T5)+K(T5, T6)+I2/H(T5)^2
890 C2(T5, T6)=2*(6(T5, T6)+6(T5, T6+1)+K(T5, T6)+K(T5+1, T6))
900 NEXT T6
910 NEXT T5
920 R5=0
930 REM ITERASYON ISLEMLERI
940 FOR A=1 TO M
950 FOR B=1 TO N
960 C3(A, B)=S(A, B)+F(A+1, B)+6(A, B+1)+F(A+1, B+2)+K(A, B)+F(A, B+1)+K(A+1, B)+F(A+2, B+1)
970 C1(A, B)=3*(K(A, B)+Y(A)/H(A)+K(A+1, B)+Y(A+1)/H(A+1))
980 C5(A+1, B+1)=(-C3(A, B)+C1(A, B))/C2(A, B)
990 NEXT B
1000 NEXT A

```

```

1010 FOR J6=1 TO M
1020 P(J6)=0
1030 NEXT J6
1040 FOR T7=1 TO M
1050 FOR T8=1 TO N
1060 P(T7)=P(T7)+(C5(T7,T8+1)+C5(T7+1,T8+1))*K(T7,T8)*6/H(T7)
1070 NEXT T8
1080 NEXT T7
1090 FOR T9=1 TO M
1100 Y1(T9)=(Q(M-T9+1)+P(T9))/S(T9)
1110 NEXT T9
1120 FOR R=1 TO M
1130 FOR R1=1 TO N
1140 IF ABS((C5(R+1,R1+1)-F(R+1,R1+1))/C5(R+1,R1+1)).001 GOTO 1190
1150 IF ABS((Y1(R)-Y(R))/Y1(R)).001 GOTO 1190
1160 NEXT R1
1170 NEXT R
1180 GOTO 1270
1190 H6=H6+1
1200 FOR R2=1 TO M
1210 FOR R3=1 TO N
1220 F(R2+1,R3+1)=C5(R2+1,R3+1)
1230 Y(R2)=Y1(R2)
1240 NEXT R3
1250 NEXT R2
1260 GOTO 940
1270 PRINT #1 "ITERASYON SAYISI=";R6
1280 PRINT #1
1290 REM UC KUVVETLERI HESABI
1300 FOR A1=1 TO M
1310 FOR B1=1 TO N
1320 C1(A1,B1)=2*K(A1,B1)*(2*C5(A1,B1+1)+C5(A1+1,B1+1)-3*Y1(A1)/H(A1))
1330 C2(A1,B1)=2*K(A1,B1)*(2*C5(A1+1,B1+1)+C5(A1,B1+1)-3*Y1(A1)/H(A1))
1340 NEXT B1
1350 NEXT A1
1360 DIM C3(M,N-1),F(M,N-1)
1370 FOR A2=1 TO M
1380 FOR B2=1 TO N-1
1390 C3(A2,B2)=2*B(A2,B2+1)*(2*C5(A2+1,B2+1)+C5(A2+1,B2+2))
1400 F(A2,B2)=2*B(A2,B2+1)*(2*C5(A2+1,B2+2)+C5(A2+1,B2+1))
1410 NEXT B2
1420 NEXT A2
1430 PRINT #1 "KOLON UC MOMENTLERI"
1440 PRINT #1 "======"
1450 PRINT #1
1460 FOR O=M TO 1 STEP -1
1470 PRINT #1 O;" .KAT";
1480 PRINT #1 " ";
1490 FOR O1=1 TO N
1500 PRINT #1 USING "###.###" C2(O,O1);

```

```

1510 NEXT O1
1520 PRINT #1
1530 PRINT #1 " ";
1540 FOR O2=1 TO N
1550 PRINT #1 USING "###.###" " C1(O,O2);
1560 NEXT O2
1570 PRINT #1
1580 PRINT #1
1590 PRINT #1
1600 NEXT O
1610 PRINT #1 "KIRIS UC MOMENTLERI"
1620 PRINT #1 "===== "
1630 PRINT #1
1640 FOR W=M TO 1 STEP -1
1650 PRINT #1 W;".KAT";
1660 FOR W1=1 TO N-1
1670 PRINT #1 USING "###.###" C3(W,W1);F(W,W1);
1680 PRINT #1 " ";
1690 NEXT W1
1700 PRINT #1
1710 NEXT W
1720 PRINT #1
1730 PRINT #1 "KOLON KESICI KUWVETLERI"
1740 PRINT #1 "===== "
1750 PRINT #1
1760 FOR A3=1 TO M
1770 FOR B3=1 TO N
1780 C1(A3,B3)--(C1(A3,B3)+C2(A3,B3))/H(A3)
1790 NEXT B3
1800 NEXT A3
1810 FOR O1=M TO 1 STEP -1
1820 PRINT #1 O1;".KAT" ";
1830 FOR O2=1 TO N
1840 PRINT #1 USING "###.###" " C1(O1,O2);
1850 NEXT O2
1860 PRINT #1
1870 NEXT O1
1880 PRINT #1
1890 PRINT #1
1900 PRINT #1 "KIRIS KESICI KUWVETLERI"
1910 PRINT #1 "===== "
1920 PRINT #1
1930 FOR A4=1 TO M
1940 FOR B4=2 TO N
1950 G(A4,B4)--(C3(A4,B4-1)+F(A4,B4-1))/L(B4-1)
1960 NEXT B4
1970 NEXT A4
1980 FOR O3=M TO 1 STEP -1
1990 PRINT #1 O3;".KAT" ";
2000 FOR O4=2 TO N

```

```

2010 PRINT #1 USING "###.###" * B(03,04);
2020 NEXT 04
2030 PRINT #1
2040 NEXT 03
2050 FOR I=1 TO N
2060 C1(I,I)=-B(M,I)+B(M,I+1)
2070 NEXT I
2080 FOR I=2 TO N
2090 FOR J=1 TO N
2100 C1(I,J)=C1(I-1,J)-B(M-I+1,J)+B(M-I+1,J+1)
2110 NEXT J
2120 NEXT I
2130 PRINT #1
2140 PRINT #1 "KOLON EKSENEL KUVVETLERI"
2150 PRINT #1 "-----"
2160 PRINT #1
2170 FOR 05=N TO 1 STEP -1
2180 PRINT #1 05;"KAT ";
2190 FOR 06=1 TO N
2200 PRINT #1 USING "###.###" * C1(M-05+1,06);
2210 NEXT 06
2220 PRINT #1
2230 NEXT 05

```

#### LİTERATÜR

- (1) Muto, K. : Seismic Analysis of Reinforced Concrete Buildings, Proceedings of World Conference on Earthquake Engineering, 1956.
- (2) Takabeya, F.: Mehrstöckige Rahmen, Verlag von Wilhelm Ernst U. Sohn, 1967.
- (3) Aydın, R. : Çerçeve Sistemlerin Yatay Yükler Altında İncelenmesi, DAE Bülteni, 26, Temmuz 1979.
- (4) Tezcan, S. : Çubuk Sistemlerin Elektronik Hesap Makinaları İle Çözümü, Arı Kitabevi, 1970.
- (5) Chobot, K. : Matrizenrechnung in der Baumechanik, Springer-Verlag, 1970.
- (6) Heyman, J. : Beams and Framed Structures, Pergamon Press, 1974.

KUZAY ANADOLU FAY ZONU'NUN İZMİT - KASTAMONU KESİMİNİN TARİHSEL DÖNEM  
(1900 öncesi) DEPREM ETKİNLİĞİ

S. Sipahioğlu<sup>x</sup> - O.Gündoğdu<sup>x</sup>

ABSTRACT

Historical Earthquake Activity of the İzmit - Kastamonu Segment of the  
North Anatolian Fault Zone

The data related with the historical earthquakes which occurred within the İzmit- Kastamonu segment of the North Anatolian Fault Zone was obtained from the catalog prepared by H.Soyсал, S.Sipahioğlu, D. Kolçak, Y. Altınok (1981).

As it was pointed out in the above mentioned catalog, it covers really long history in the past (BC 2100 - 1900 AD). But, the history of the past earthquakes of the research area does not tend such a long period. Now, we have only information for the earthquakes which occurred between 19 and 1895 AD. These were listed in Table I. In addition this, some descriptions for the earthquakes of intensity VIII and greater will be given after Table I.

Taking into consideration of the data listed in Table I, we tried to realize the time and space distributions of the historical earthquakes. At the end, it has been understood that there are two active area in the region which produced large earthquakes in the past:

- a. İznik - İzmit - Adapazarı area,
- b. Kastamonu - Çankırı area.

A very exciting result appeared in the time distribution that there is a kind of gap between 715 and 1688 AD although very intensive earthquakes had occurred before 715 (19-715 AD) and after 1688 (1688-1895 AD).

x İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü



## Ö Z E T

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun, Depremleri Önceden Belirleme Ulusal Araştırma Projesi kapsamına giren kesiminin tarihsel dönem deprem etkinliğini ortaya koymak için H.Soyсал, S. Sipahioğlu, D. Kolçak, Y. Altınok (1981)'un hazırladıkları "Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu" adlı kaynaktan yararlanılmıştır.

Yukarıda söz konusu edilen ve M.Ö. 2100 ile M.S. 1900 yılları arasının depremlerini içeren katalogdan çıkarılan veriler, Tablo I'de listelenmiş bulunmaktadır. Bunlardan, şiddetleri VIII ve daha yukarı olanlarla ilgili betimsel bilgiler, Tablo I'den hemen sonra ayrı olarak verilmektedir. Tablo'dan da görüleceği gibi, araştırma bölgesinde, tarihsel dönemde 34 adet deprem olmuştur. Bu 34 depremden yalnız üçünün dış merkez koordinatlarında, birinin ise şiddet değerinde belirsizlikler bulunmaktadır.

Mevcut verilere göre, M.S. 19 yılından önceye ait bir deprem etkinliği gözükmemektedir. Bu araştırma ile, bölgenin tarihsel dönem depremlerinin zaman ve uzay dağılımlarıyla bunların şiddet-frekans ilişkilerine bazı yaklaşımlar getirilmeye çalışılmıştır.

## G İ R İ Ő

Geçmişte oluşmuş depremlerin zaman ve uzay boyutunda incelenen etkinlik örnekleri (seismic activity patterns) ve bunlardan çıkarılan sonuçlar, hem depremleri önceden belirleme çalışmalarının yapılacağı yerlerin seçiminde, hem de uzun süreli depremleri önceden belirlemede (long term prediction) bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Tabii ki bu, her iki amaç için de, yalnızca, geçmişteki deprem etkinliğinden yararlanıldığı anlamına gelmemektedir.

Hernekadar, depremleri önceden belirleme, geçmişten bağımsız olarak gözüküyor ve bu konuda yapılan çalışmalar, ilerleyen zaman içinde devam etmekte olan doğa olaylarının normal gidişinden farklı şekilde gelişen olgular (anomaliler) saptayıp, bunların deprem oluşumuyla bir korrelasyonunun yapılmasına yöneliyorsa da, bu tip çalışmaların nerelerde yapılması gerektiği, yine, geçmişte oluşmuş deprem verileriyle olanaklı olabilmektedir.

Geçmişde oluşmuş depremlere ait veriler, sismolojinin gelişimine uygun olarak, farklı duyarlılıkta saptanmış olduklarından depremleri genelde, "yakın" ve "uzak" geçmişte oluşmuş olanlar şeklinde iki ayrı grupta düşünmek adet olmuştur. Birinci gruptaki depremler hakkında hem betimsel (Tasviri) hem de aletsel verilere sahip olmamıza rağmen, ikinci gruptaki depremlere, ancak, betimsel bilgilerle ulaşabilmekteyiz.

Uzak geçmişte oluşmuş depremler hakkındaki betimsel bilgiler, çoğunlukla, kökeni sismoloji olmayan kaynaklardan elde edilmiş bile olsalar, depremlerin, geçen zaman içindeki aralanmalarını ve uzay dağılımlarını gösterdiklerinden büyük önem taşırlar. En iyimsen bir görüşle, aletsel dönemin son seksen yıllık bir geçmişi kapsadığı ve depremlerin oluşumlarında, yörelerin sismik etkinlik ve sükunet dönemlerinin bu sürenin çok dışına taşabildiği de düşünülürse, uzak geçmişte oluşmuş depremlerle ilgili betimsel bilgilerin kullanılma zorunluluğu ken-diliğinden ortaya çıkar.

Bu çalışmayla, Depremleri Önceden Belirleme Ulusal Araştırma Projesi kapsamına giren bölgenin, tarihsel dönemde oluşmuş depremleri

hakkındaki bilgiler sergileyerek, benzer konularda ürün vereceklere yardımcı olmak amaçlanmıştır.

#### TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİNİN ZAMAN DAĞILIMLARI

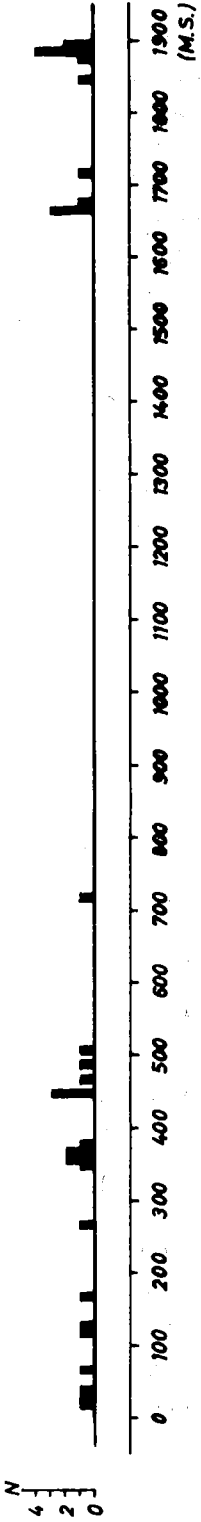
Çalışma bölgemizin tarihsel dönem deprem etkinliğine baktığımızda, depremlerin, M.S. 19 yılı ile M.S. 1895 yılları arasında oluştuğu görülmektedir. Bir başka deyişle, bölgenin M.S. 19 yılından önceki tarihsel geçmişinde oluşmuş depremlere ait bilgi bulunmamaktadır. Bu görüntü, haliyle, deprem etkinliğinin M.Ö. 2100 ile M.S. 19 yılları arasında var olmadığı anlamına vermemektedir. Verisiz olan bu döneme ait, daha ileride bulunabilecek tarihsel bilgi ve belgeler, yörenin deprem etkinlik örneğini değiştirebilecektir.

Tablo I'de verileri bulunan ve M.S. 19 ile M.S. 715 yılları arasında oluşmuş depremlerle, M.S. 1688 ile M.S. 1895 yılları arasında meydana gelen depremler, zaman boyutunda, gelişigüzel bir dağılım göstermektedir. Belirlenen bu süreçler içinde, birbirini takip eden iki deprem arasında bazen bir yıldan az, bazen de fazla olan bir zaman aralığının bulunduğu göze çarpmaktadır. İki deprem arasında geçen sürenin, yine yukarıda belirlenmiş olan zaman süreçlerinde kalmak şartıyla, bazen ikiyüz yılı da bulduğu olağandır. Bu görüntünün dışında, M.S. 715 ile M.S. 1688 arasındaki yaklaşık 950 yıllık bir sürecin, hiç depremsiz geçtiği de hayli dikkat çekicidir. Bu durum, bir anlamda, zaman boyutundaki bir boşluk (seismic gap) gibi görülüyorsa da, bunun, gerçekten mi depremsiz geçtiği ya da tarihsel bilgi eksikliğinden mi böyle gözüktüğü hakkında, henüz kesin bir sav ileri sürmekten yoksunuz. Ancak, M.S. 19 - 715 yılları arasındaki yaklaşık 700 yıl ve M.S. 1688 - 1895 yılları arasındaki yaklaşık 200 yıllık aktif dönemler arasında kalan bu 950 yıllık boşluğun, yeni tarihsel bilgi ve belgeler bulununcaya kadar bir "gap" olarak tanımlanması da mümkün görülebilir.

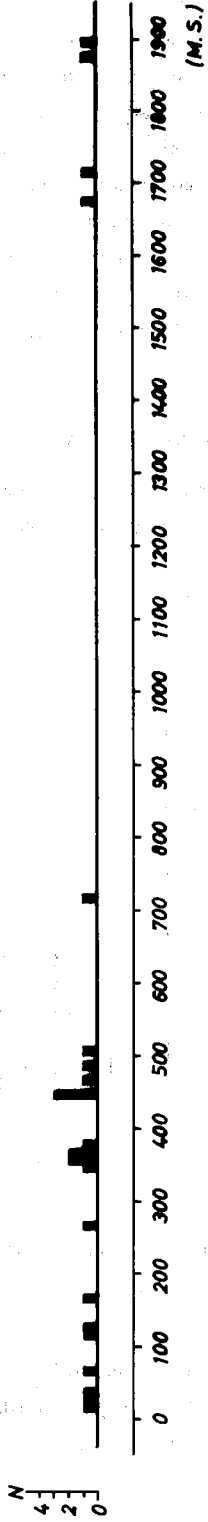
Yine Tablo I'den, bazı araştırmacıların (ör. Ambraseys, 1970) Kuzey Anadolu Fay Zonu için ileri sürdükleri 150-200 yıllık sükunet dönemlerinin var olduğuna dair bir kanıt da görülmemektedir.

Tarihsel dönem depremlerinin zaman dağılımları, Şekil 1'de gösterilmektedir.

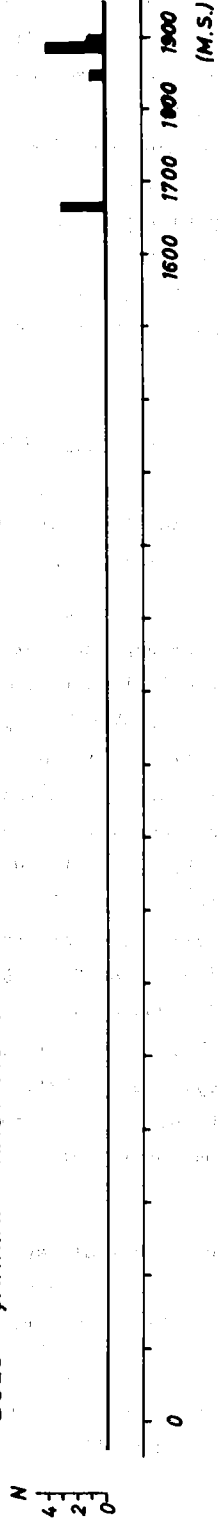
İZMİT - KASTAMONU



İZMİT - İZNİK - ADAPAZARI



BOLU - ÇANKIRI - KASTAMONU



ŞEKİL - 1

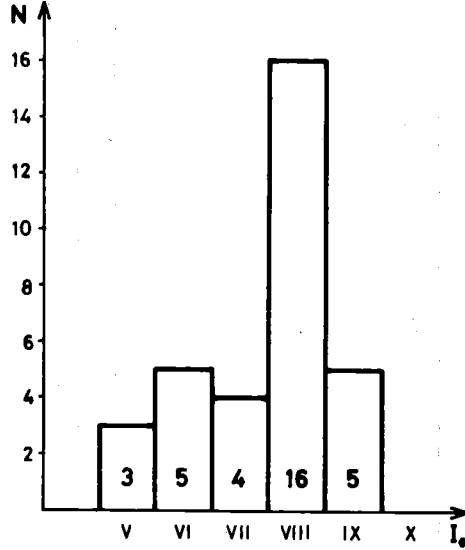
## TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİNİN UZAY DAĞILIMLARI

Tarihsel dönem depremlerinin zaman boyutundaki yukarıda değinilen gelişigüzel dağılımının yanında, spatial dağılımlarına bakıldığında, genelde, iki yörede yoğunlaştıkları görülmektedir. Tablo I'de verilen depremlerden yirmibeşi İznik - İzmit - Adapazarı ve dokuzu da Bolu - Kastamonu - Çankırı yörelerinde toplanmaktadır. Bu durum, Harita I'de ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Bundan da, tarihsel dönem deprem etkinliğinin, araştırma bölgemizin her yerinde aynı düzeyde olmadığı, % 73'ünün İzmit - İznik - Adapazarı; % 27'sinin de Bolu - Kastamonu - Çankırı yörelerinde toplandığı anlaşılmaktadır.

## TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİNİN ŞİDDET - FREKANS İLİŞKİLERİ

Araştırma bölgemizde oluşan tarihsel dönem depremlerinin şiddet-frekans ilişkisine baktığımızda, aşağıda belirtilen noktaların dikkat çektikleri saptanmıştır.

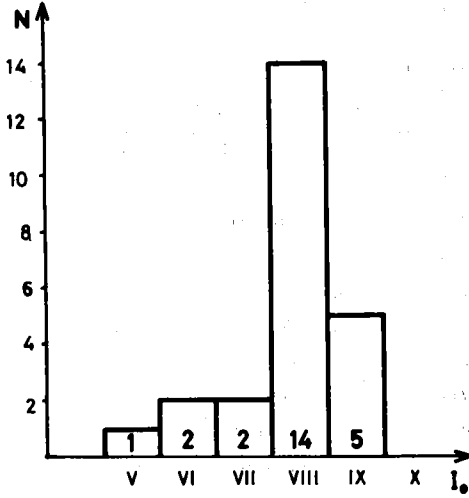
1. Oluşan tarihsel dönem depremlerinin şiddet-frekans ilişkisi, bölgeye tüm olarak bakıldığında, Şekil 2'deki gibi bir histogramla belirlenebilir. Şekilden anlaşılacağı gibi V, VI ve VII şiddetlerindeki depremlerin oluşum sayıları, alışılmışın aksine çok düşük gözükmektedir. Bunun, bölgenin gerçek bir özelliği olduğu söylenemez. Böyle bir görüntü, tarihsel devirde yaşayan insanların, her



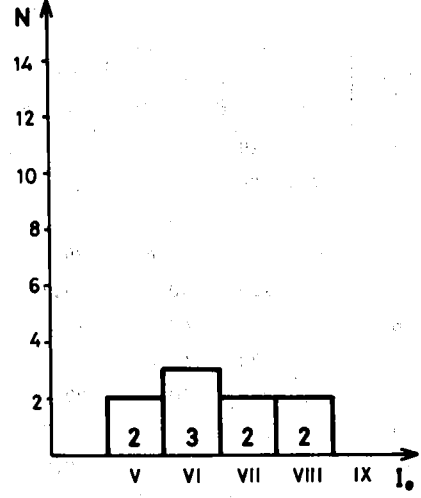
ŞEKİL 2

küçük depremi kaydetme yerine, büyük şiddette oluşan ve geniş can ve kayıplarına neden olan depremleri kaydetme ve belgeleme alışkanlıklarına bağlanabilir.

2. Bölgenin tarihsel dönem depremlerini, yoğunlaştıkları iki ayrı yörede ayrı ayrı düşündüğümüzde de, yukarıda değinilen duruma benzer özellikler ortaya çıkmaktadır (Şekil 3 ve Şekil 4).



ŞEKİL 3



ŞEKİL 4

### SONUÇLAR

1. Bölgenin tarihsel deprem etkinliği hakkındaki bilgilerimizle, M.S 19 - M.S. 1895 yılları arasındaki sürecin depremlerini belirleyebilmekteyiz.

2. Tarihsel dönem depremleri, zaman boyutunda gelişigüzel bir dağılım göstermekte olup M.S. 715 - M.S. 1688 yılları arasındaki süreç bir boşluk olarak gözükmektedir.

3. Tarihsel dönem deprem etkinliği, bölgede, biri İznik - İzmit - Adapazarı (I.Yöre), diğeri de Kastamonu - Çankırı (II. Yöre) olmak üzere iki yörede yoğunlaşmaktadır.

4. Bu yoğunlaşmanın ölçüsü, I. Yöre'de % 73; II. Yöre'de % 27 olarak belirginleşmiştir.

5. Tarihsel dönem depremlerinden şiddetleri VIII ve daha büyük olanların % 90'ı (19 adet) I. Yöre'de; % 10'u da (2 adet) II. Yöre'de yer almaktadır.

### KAYNAKLAR

H.Soyşal, S. Sipahioğlu, D.Koıçak, Y. Altınok (1981)

Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu

TÜBİTAK, Proje No. TBAG 341, Ankara

N.N.Ambraseys (1970)

Some Characteristics Features of the Anatolian Fault.

Tectonophysics 9, 143-165.

Sıra No.	Tarih	Dışmerkezin		Şiddet I <sub>o</sub>	Gözlemsel Dışmerkez
		Enlemi	Boylamı		
1.	19	?	?	VIII	Bursa-Bilecik-Sakarya
2.	24.11.29	40.4	29.7	IX	İzmit
3.	33	40.4	29.7	VIII	İzmit,Kocaeli-Bursa Yöresi.
4	02.11.69	40.4	29.7	VII	İzmit
5	120	40.4	29.7	VIII	İzmit
6	129	40.4	29.4	VIII	İzmit,Zeytinbağ(Mudanya)
7	170	40.8	29.9	VIII	İzmit ve Yöresi
8	268	40.8	29.9	VIII	İzmit ve Yöresi
9	?10.350	40.8	30.0	VIII	İzmit, İzmit
10	24.08.358	40.75	29.9	IX	Kocaeli,İzmit,İstanbul
11	? 11.359	40.75	29.6	VIII	İzmit
12	02.12.362	40.75	29.6	VIII	İzmit,İzmit,İstanbul
13	11.10.368	40.4	29.7	VII	İzmit
14	378	40.4	29.7	VI	İzmit
15	444	?	?	?	İzmit
16	26.01.446	40.7	29.3	VIII	İzmit körf.,İstanbul,İzmit
17	08.12.447	40.8	29.6	IX	İzmit körf., İstanbul. İzmit,İzmit
18	467	40.8	29.9	VI	İzmit
19	488	40.8	29.6	VIII	İzmit,Karamürsel
20	500	40.8	29.9	VIII	İzmit
21	715	40.4	29.7	IX	İzmit, İstanbul
22	03.07.1668	40.7	31.6	VIII	Bolu, Kastamonu
23	10.07.1668	41.3	33.8	VII	Kastamonu
24	18.08.1668	41.2	33.8	VII	Kastamonu
25	20.05.1672	40.7	29.9	VIII	İzmit, İstanbul
26	25.05.1719	40.7	29.5	IX	İstanbul,İzmit,Karamürsel
27	1845	40.6	33.6	V	Çankırı Yöresi
28	19.04.1878	40.7	29.3	VIII	İzmit,İstanbul,Bursa,Sapanca
29	28.09.1881	40.6	33.6	VIII	Çankırı Yöresi
30	1882	41.0	34.0	VI	Tosya,Kastamonu,İskilip,Çankırı
31	1883	41.0	33.7	VI	Kastamonu ve Çankırı
32	?04.1888	?	?	V	Çankırı Yöresi
33	1890	41.3	33.8	VI	Kastamonu Yöresi
34	21.01.1895	40.4	29.7	V	İzmit

TABLO I - Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun İzmit - Kastamonu kesiminin Tarihsel Dönem Depremleri.

ARAŞTIRMA BÖLGESİ TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİYLE İLGİLİ BETİMSSEL  
(TASVİRİ) BİLGİLER

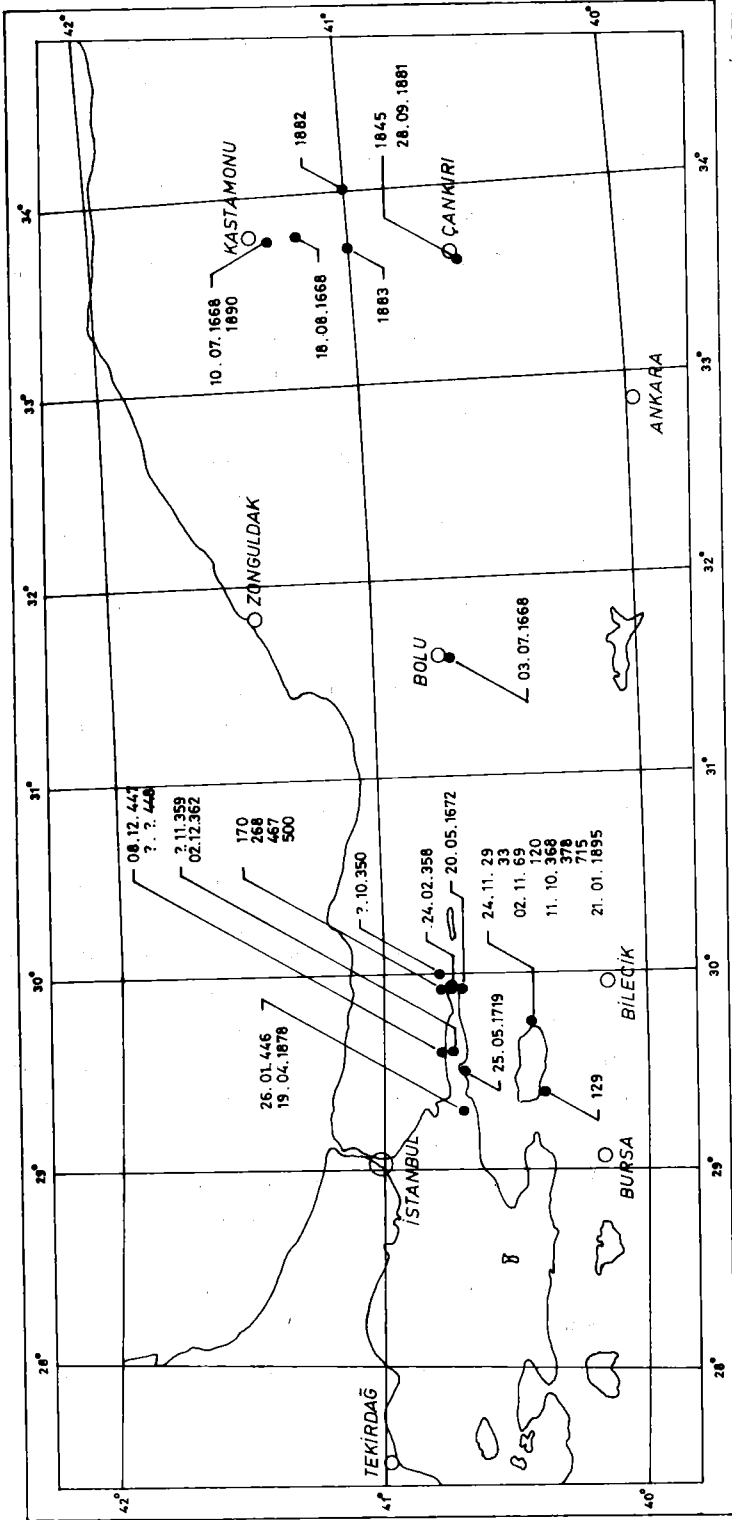
(Şiddetleri VIII ve daha büyük olan depremler için)

Oluş Sıra No.	Tarih	Açıklama
1.	19	Gözlemsel dışmerkezinin koordinatları belirlenmemiş olan bu depremin, Bursa-Bilecik-Sapanca'yı içine alan ve o tarihlerde "Bithinia" diye adlandırılan bölgede etkin olduğu anlaşılıyor. Kaynaklarda adları belirtilmemekle beraber, bu depremin, söz konusu yörede 13 şehri tahrib ettiği hakkında bilgi var. Arvanitakis, "bu depremin İzmit limanında da tahribat yapması muhtemel" demekle, İzmit körfezindeki yerleşimleri de etkilediğine değinmek istemiş olabilir.
2	24.11.29	Bu depremde İzmit'in büyük bir kısmı yıkılmış ve İzmit'te de büyük tahribat olmuştur.
3	33	İzmit ve Kocaeli-Bursa yöresini etkileyen bu deprem, İzmit'in tekrar harab olmasına ve Bursa-Kocaeli yöresinde büyük tahribatın oluşmasına neden olmuştur.
5	120	Bu depremde İzmit, İzmit ve Marmara Bölgesinin çoğu şehirlerinde büyük hasar meydana gelmiştir.
6	129	İzmit ve Zeytinbğ (Mudanya), bu depremle tamamen yıkılmıştır.
7	170	İzmit ve yöresini etkileyen büyük bir deprem. I. Francis'e göre bu deprem, İzmit'in 3. büyük depremidir ve Sakarya Nehri'ne kadar olan bölgedeki yerleşim birimlerinde büyük hasar meydana getirmiştir.



- 8 268 Tarihsel belgelerde "İzmit tarihinin 4. büyük depremi" olarak geçen bu deprem, İzmit ve Yöresini büyük ölçüde etkilemiştir.
- 9 ?.10.350 İznik ve İzmit'te büyük hasar yapan bu depremde pek çok kişinin de öldüğü rapor edilmektedir.
- 10 24.08.358 Kocaeli, İznik ve İstanbul'da büyük tahribat. Tarihsel bilgilere göre bu deprem, Marmara Denizi'nin doğu ve kuzeydoğusundaki 150 yerleşme biriminde hasar yapmıştır. En büyük mal ve can kaybı İzmit'te olmuş, depremle birlikte, tsunami ve çıkan yangınlar da kayıpları arttırmıştır. Duyulma alanının, Makedonya'ya kadar uzandığı anlaşılan bu depremin artçıları 50 gün süreyle devam etmiştir. İzmit piskoposu Kekropius'un da öldüğü bildirilen bu deprem, İzmit tarihinin 5. büyük depremi olarak geçmektedir.
- 11 ?.11.359 Dışmerkezî, tarihsel belgelerde, İzmit olarak gösterilen bu deprem 24.08.358 depremiyle idantik olabilir.
- 12 02.12.362 İznik'in büyük bir kısmının tahrib olmasına neden olan bu depremde, İzmit'in 358 ve 359 depremlerinde ayakta kalabilmiş binaları da yıkılmıştır.
- 16 26.01.446 Bu deprem, İstanbul'da birçok istihkâmın ve evlerin yıkılmasına neden olmuş, geniş bir yörede önemli tahribat yapmıştır. Artçılarının üç ay sürdüğü anlaşılan bu deprem, özellikle İzmit körfezi, İstanbul ve İzmit'te etkin olmuştur.
- 17 08.12.447 Çok geniş bir alanda tahribat yapan bu deprem İstanbul surları ile kulelerinden 57'sinin kısmen yıkılmasına neden olmuştur. Trakya'nın bir kısmı, Gelibolu yarımadası, Çanakkale, İzmit ve İznik'te de tahribat yapan bu depremin artçıları dört ay sürmüş, İstanbul'da halk şehri terk ederek bir süre surların dışında çadırlarda yaşamışlardır. Tarihsel belgeler, kral Kostantin'in, İstanbul'u altmış gün gibi kısa bir zamanda onarttığını belirtmektedirler.
- 19 488 "İzmit tarihinin 6. büyük depremi" diye anılan bu deprem, özellikle İzmit, Yalova ve Karamürsel'de tahribat yapmıştır.

- 20 500 Ermeni kaynakları "İzmit bu depremle tekrar yıkılır" şeklinde bir bilgi vermektedirler. Bu denli büyük bir depremin 500 yılında vuku bulduğu düşünülebilirse de, bilgilerin 488 depremlerle karıştırılabileceği, dolayısıyla bunun 488 depremiyle idantik olabileceği de göz önüne alınmalıdır.
- 21 715 Tarihsel bilgilerden, dışmerkezinin Gemlik körfesinde olduğu anlaşılan bu deprem İzmit'in tamamen, İstanbul'un ise üçte birinin tahrib olmasına neden olmuştur. İzmit'in çevresindeki yerleşme birimlerinde de hasar meydana geldiği rapor edilmektedir.
- 22 03.07.1668 Artçıları 13 Eylül'e kadar devam etmiş olan bu deprem yalnız Bolu'da 1800 kişinin ölümüne neden olmuştur. Tarihsel bilgilere göre, etkiye alanı Bolu dışında Kastamonu, Amasya, Tokat ve Niksar'a kadar uzanan bu "Bolu-Kastamonu Depremi" olarak gözükmektedir.
- 25 20.05.1672 İzmit'te yıkıcı etkiler oluşturan bu deprem, İstanbul'da da hasar yapmış. Duyulma alanı Çanakkale'ye kadar uzanıyor.
- 26 25.05.1719 Bu deprem, en büyük hasarı İstanbul ve Prens adalarında oluşturmuştur. Üç dakika sürdüğü bildirilen bu depremde İstanbul'da 14 cami, 27 kule, sarayın sultan bölümü ve pek çok ev yıkılmıştır. İzmit de büyük ölçüde tahrib olmuştur. Karamürsel de tahribat alanı içinde olup depremden sonra İstanbul'un birçok yeri ve surları yeniden inşa edilmiştir. Özetle, deprem İzmit körfezi çevresindeki yerleşim birimlerinde önemli mal ve can kayıplarına neden olmuştur denebilir.
- 28 19.04.1878 Bu deprem, özellikle, Bursa - İzmit - Sapanca üçgeni içindeki yerleşim birimlerinde hasara neden olmuştur. İzmit, kısmen tahrib olmuş; İstanbul'da ise bazı binalarda çatlaklar meydana gelmiştir. Deprem, tüm Marmara bölgesiyle Ege bölgesinin büyük bir kısmında duyulmuştur.
- 29 28.09.1881 Deprem nedeniyle Çankırı yöresinde pek çok ev yıkılmış ve 12 kişi ölmüştür.



Harita 1 - KUZAY ANADOLU FAY ZONUNUN İZMİT-KASTAMONU KESİMİNİN M.Ö.2100 - M.S.1900 YILLARI ARASINDA OLUŞMUŞ TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİ ( Veriler H. Soysal, S. Sipahioglu, D. Kolçak, Y. Altınok -1981 den alınmıştır. )

BAZI ÜLKELERİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ  
YATAY KUVVET HESABI YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Halit DEMİR<sup>(1)</sup>, Zekeriya POLAT<sup>(11)</sup>

ÖZET

Bu çalışmada; daha önce Avrupa ülkelerinin deprem yönetmeliklerindeki yatay kuvvet hesabı yöntemleri üzerine yapılan bir inceleme [1], Avrupa dışındaki bazı ülkelerin deprem yönetmelikleri için de yapılmıştır. Bu çalışmalar ile, bu konuda sürdürülen "Uluslararası örnek yönetmelik" teşkili gayretlerine katkıda bulunulmak amaçlanmıştır.

Her bir ülkenin yönetmeliğinde, bu hususta dikkate alınan parametreler ve bunların değerlendirme tarzı, ayrı ayrı ve karşılaştırmalı olarak, tablolar hâlinde düzenlenip gösterilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler ve varılan sonuçlar, bu konuda, bir "Uluslararası örnek yönetmeliğin" (code-modèle) oluşturulmasının pek güç olmayacağını göstermektedir.

ABSTRACT

In accordance with the task of a unified code-model for earthquake resistant structures, this study has been conducted. It's related with and complementary to previous report submitted to 6. ECEE [1].

EQ resistant regulations of several non-European countries are compared according to some basic classifications. Which factors in each country's regulation and of what magnitude are considered, what similarities and dissimilarities exist among them, to which factors importance is attributed are examined and compared.

The results are given in a tabulated form for easy reference as well as for comparison and use together with the previous one in preparation of new codes and a unified code-model especially.

RESUME

Dans cette étude; parallèlement à celle précédente [1], on a fait des études et des comparaisons sur les méthodes de calcul des efforts horizontaux dans les règlements concernant le séisme de certains pays en dehors de l'Europe.

On a donné les facteurs pris en compte et leurs évaluations pour chaque règlement et dans une forme tabulaire pour les comparer facilement.

Les résultats dans les tableaux dressés et leurs évaluations démontrent que, il n'est pas difficile d'établissement d'un code modèle international dans ce sujet.

(1) Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniv. İnşaat Fakültesi, İstanbul

(11) Doçent, Yıldız Üniv. Mühendislik Fakültesi İnşaat Bölümü, İstanbul

## 1. GENEL

Bilindiği üzere; ivmeli harekete zorlanan bir cisme, kütlesi ile orantılı bir atalet kuvveti etkir. Yer sarsıntılarında da yapı kütlelerinde atalet kuvvetleri meydana gelir. Atalet kuvvetleri, sarsıntının yön ve doğrultu - suna bağlı olarak, uzayda, herhangi doğrultulardadır; ancak, özellikle binalar ve benzeri yapılar için, bu kuvvetlerin yatay bileşenleri çok önem - lidir. Gerçekte yatay kuvvet bileşenleri de herhangi doğrultuda olabilir - ler; ama, hesapları sâdeleştirme zorunluğu ile, bunların, yapı taşıyıcı sisteminin asal rijitlik doğrultularında ve simültane olmayan bir tarzda etkidikleri kabul edilir.

Yapıların ekseriyetini katlı binalar teşkil eder. Binalarda ise kütleler, kat döşemeleri hizalarında yoğunlaşmışlardır. Gerçek duruma oldukça yakın bir kabul olarak; kütlelerin döşeme hizalarında toplandığı varsayımı ya - pılır, bu da hesapları oldukça sâdeleştirir.

Atalet kuvvetlerinin, yâni yapılara etkiyen zelzele yüklerinin belirlenme - sinde; yer sarsıntısının rastgele karakterinden, yapı zemininin tam olarak bilinmeyen özelliklerinden ve bizzat hesaplardan kaynaklanan pekçok güçlük - ler vardır. Bu sebeple, hemen bütün ülkelerin zelzele yönetmelikleri, pek çok basitleştirici kabuller yapmışlar ve, buna paralel olarak, hesap yöntemleri önermişlerdir. Bu hesap yöntemleri, basitlik sırasına göre, baş - lıca şu gruplarda toplanabilir:

- I. Basitleştirilmiş yöntemler;
- II. "Statik", "Eşdeğer statik" ya da "Yarı dinamik" denilen yöntem - ler;
- III. Dinamik yöntemler.

Bu çalışmada, hemen her ülkenin zelzele yönetmeliğinde yer alan "Statik" denilen yöntemlere ağırlık vererek, son iki grup yöntemler; yatay deprem yüklerinin hesabı ve yapıda dağılımı açısından karşılaştırmalı olarak in - celenmiştir. Bu inceleme, bundan önce Avrupa ülkeleri yönetmelikleri üze - rine yapılan bir çalışma [1] gibi, bu konuda oluşturulmaya çalışılan uluslararası bir örnek yönetmeliğe (Code-modèle) dair çalışmalara katkıda bulunmayı amaç edinmiştir.

## 2. STATİK YÖNTEMLERDE HESAPTA GÖZÖNÜNE ALINAN YATAY KUVVETLER

Bir yapıda,  $W_i$ ,  $W$ , sırası ile, i-ci katın ve yapının hesap ağırlıkları olmak üzere, hemen bütün yönetmelikler, hesap doğrultusunda,

- . ya,  $F_i = c_i W_i$  şeklinde i-ci kata etkiyen deprem kuvvetini (atalet kuvvetini)  $i$ ;
- . ya da,  $F = cW$  şeklinde yapının tümüne gelen deprem kuvvetini (ta - ban kesme kuvvetini

verirler. Burada  $c_i$  ve  $c$  katsayılarına "deprem katsayısı" denilebilir ve bu katsayı, hesapta kullanılacak yatay ivmenin yer çekimi ivmesine oranı - nı gösterir.  $F = cW$  şeklindeki hesap metodlarında, daha sonra açıklandı - ğı gibi, katlara gelen zelzele kuvvetleri, taban kesme kuvveti katlara belirli bir kurala göre paylaştırılarak bulunur.

Esas itibarıyla, her iki metod da birbirinden pek farklı değildir. Kat kuvvetlerinin doğrudan hesaplandığı formülasyonda,  $c_i$  katsayısının içeri - sinde, dinamik metodlardan "modal analizde" kullanılan birinci moddaki o kata ait deplasman ile katılım çarpanının (contrubution factor) çarpımı da yer alır; burada "deplasman" nisbî anlamdadır.

Japon Yönetmeliği ise, bu iki tip formülasyondan tamamen farklı bir şekilde, doğrudan doğruya kat kesme kuvvetlerini verir:

$$V_i = c \cdot W_{in}$$

Bu formülde  $W_{in}$  = i-ci katın üzerinde kalan (i-ci kat dahil) katların hesap ağırlıkları toplamını gösterir.

Zelzele katsayısı (seismic coefficient), ülkeden ülkeye bazi farklılıklar gösterse de, genellikle, şu parametrelere bağlıdır:

- Bölgenin sismisitesine bağlı sismik parametre;
- Binanın taşıyıcı sistemine (structure) bağlı sistem parametresi;
- Zeminin ve temelin özelliklerine bağlı parametre;
- Yapıdan beklenen hizmet ve bu hizmetin insan ve toplum açısından ehemmiyetine bağlı parametre;
- Yapının ve zezelenin titreşim özelliklerine bağlı spektral parametre.

Bunların ve varsa başkaca parametrelerin, yönetmeliklerde ne şekilde ve bülüklerde dikkate alındıkları, aşağıdaki tablolarda, karşılaştırmayı kolaylaştıracak bir düzenleme içerisinde gösterilmiştir. Tablolar düzenlenirken, ülkeler, İngiliz alfabesine göre: Cezayir, Arjantin, Kanada, Şili, Çin, Küba, El Salvador, Hindistan, Endonezya, Meksika, Yeni Zelanda, Peru, Filipinler, ve Amerika Birleşik Devletleri şeklinde sıralanmıştır. Türkiye dahil Avrupa Devletleri |1| deki çalışmanın konusunu teşkil etmektedir. İncelemede; |2| ve |3|de, bu konuda yeterli bilgi verilen ve |1|deki çalışmanın dışında kalan ülkelerin yönetmelikleri dikkate alınmış, son anda, |4|e göre düzeltmeler ve ilâveler yapılmıştır.

### 3. "c" KATSAYISININ BAĞLI OLDUĞU PARAMETRELER

Tablo:1 'de, zelzele katsayısının bağlı olduğu parametreler, ülkelerin yönetmeliklerindeki kendi özel notasyonları ile işaret edilmiştir.

#### 3.1. BÖLGE SİSMİSİTESİ

Yer sarsıntılarının etkili olanları tektonik kaynaklı olanlardır. Bunlar da, daha çok, yer kabuğunun kırık bölgelerinde meydana gelirler. Kırıkların ise, faylar, grabenler, ve benzeri oluşumlar oldukları bilinir. Bu kaynaklar, genellikle, zonlar teşkil ederler; yer yüzeyinde düzgün dağılı değildirler. Ayrıca sıklık ve şiddet bakımından da depremler, bölgeden bölgeye farklılık gösterirler, yani bölgelerin sismisitesi aynı değildir. Hesaplarda bu hususları dikkate almak amacıyla, yönetmeliklerde, ülkeler, sismisitesi (deprenselliği) farklı bölgelere ayrılırlar. Zelzele katsayısının ana (temel) çarpanı olmak üzere, her bölge için bir sismisite katsayısı seçilir.

Ülkelere göre bölge sismisite katsayıları, bölgelerin metin orijinallerindeki isimlendirmeleri ile birlikte Tablo:2 'de özetlenmiştir. Karşılaştırmayı kolaylaştırmak için, bazı ülkelerin sismik bölge katsayıları, zelzele katsayısının -varsa- nümerik çarpanı (kısmı), bu katsayı içinde mütalea edilerek sadeleştirilmiştir (Bu ve benzeri sadeleştirmeler, ilgili tablolarda, ilk geçtikleri yerde işaret edilmişlerdir).

Tablo:1. Zلزle katsayısı "c" nin bağlı olduğu parametreler								
Ülke	Sismik bölge	Spektral	Zemin durumu	Temel tipi	Taşıyıcı sistem tipi	Yapı sınıfı	Yapı önemi	diğer
CEZAYİR 1955	$\sigma_1$		$\sigma_2$	$\sigma_3$				
ARJANTİN 1970	$c_o$	s			$\gamma_e$	$\gamma_d$		
KANADA 1970,1980	A	S	F		K		I	
ŞİLİ 1972	0,10	X C	X		$K_2$	$K_1$		
ÇİN 1980	X	X	X	$\alpha$	C			
KÜBA 1964			X	X	X	C		
EL SALVADOR 1966	X				X	X		
HİNDİSTAN a) 1976	$\alpha_o$			$\beta$			I	(1)
b)	$F_o$	$S_a/g$					I	
ENDONEZYA 1980	X	X	X	C		K	I	
JAPONYA 1980	$ZC_o$	X	X	X	$R_T$			(4)
MEKSİKA 1975,1977	X		X		X	X		(2)
YENİ ZELANDA 1976		C			S		I	(3)
PERU 1968	X	C		U	K	X		
FİLİPİNLER 1972	X	C	X	Z		K		
A.B.D. 1974,1979	Z		C.S		K		I	
Önerilen notasyon	Z		S	F	K		I	

(1) C: Fleksibilite kat.; (2)  $1/Q'$ : Düktilite kat.; (3) R: Sosyal risk çarpanı; M: Malzeme çarpanı; (4)  $A_i$ : Kesme kuvvetinin katlara dağılımı ile ilgili çarpan (dağıtım çarp.).

Tablo:2. Bölgeler ve sismisite katsayıları							
Ülke	Bölge numarası					Açıklamalar	
	I	II	III	IV	V		
Cezayir		B 0.070	A 0.035			Minimum değerler	
Arjantin	3 0.10	2 0.07	1 0.04	0 0.00			
Kanada							
Şili	0.10					Spektral parametrenin çarpanı olarak	
Çin	9 0.90	8 0.45	7 0.23			MM (Modified Mercalli) $\alpha_{max}$ değerleri	
Küba		0.08 0.06	0.05 0.04			A sınıfı } binalarda min. B sınıfı } değerler	
El Salvador	0.12	0.06				Minimum değerler	
Hindistan	a)	V 0.08	IV 0.05	III 0.04	II 0.02	I 0.01	Deprem katsayısı (seismic coefficient) metodunda (Sa/g) <sub>0.05</sub> ile çarpılmış değerler
	b)	0.076	"Response spectrum" metodunda			0.019	
Endonezya	1 0.05- 0.16	2 0.04- 0.13	3 0.03- 0.10	4 0.01- 0.05	5 0.01- 0.04	6 0.0	Bkz: Şekil:3
Japonya	A 0.20	B 0.18	C 0.16	D 0.14			Orta şiddette (moderate) depremler için ZCo değerleri
Meksika	III 0.24	II 0.20	I 0.16				Bu değerler B sınıfı yapılar içindir; A sınıfı yapılar için 1.3 ile çarpılacaklardır.
Yeni Zelanda	A 0.075	B 0.0625	C 0.05				Minimum değerlerdir; zemin cinsine ve bina periyoduna bağlı olarak artırılır.
Peru		1 0.05	2 0.04	3 0.03			B sınıfı yapılar içindir. Karşılaştırmayı kolaylaştırmak için C nin 0.05 sabiti buraya alındı
Filipinler		0.06	0.05	0.04			B tipi zeminlerdeki binalar içindir. Yine aynı amaçla C nin 0.05 sabiti buraya alındı.
A.B.D.	4 0.067	3 0.05	2 0.025	1 0.0125	0 0.0		Bu değerler C nin 1/15 sabiti ile çarpılmışlardır (karşıl. amacıyla)



Tablo: 3. Spektral çarpan		
Ülke	spektral çarpan	açıklamalar
CEZAYİR	$1.4 + (H-10)0.02 \leq 2$	H: Yapının zemin üstü yüksekliği(m)
ARJANTİN	$0.2 \leq s = 0.95 - 0.75T \leq 0.8$ $0.4 \leq s = 1.2 - 0.5T \leq 1.0$ $0.6 \leq s = 1.5 - 0.375T \leq 1.2$	$\sigma_{z,em} \geq 5 \text{ kg/cm}^2$ olan zeminlerde " $\geq 0.8$ " " " " $< 0.8$ " " "
KANADA	$S = \frac{1}{\sqrt{T}} < 2$	"0.5" sabiti, bölge katsayısının içinde müttalea edilerek sadeleştiril.
ŞİLİ	$\frac{2TT_0}{T^2 + T_0^2} \dots\dots\dots$ $1.0 \dots\dots\dots$	T > T <sub>0</sub> için   T <sub>0</sub> : Zemin hâkim titreşim periyodu(s) T ≤ T <sub>0</sub> için
ÇİN	$\alpha = \frac{0.2 \alpha_{\max}}{T} \left  \frac{0.3 \alpha_{\max}}{T} \right  \frac{0.7 \alpha_{\max}}{T}$	Sırasıyla I, II ve III tipi zeminler için (Bkz: Tablo:2)
EL SALVADOR	$(C/x_e)^{1/2}$	x <sub>e</sub> : C katsayısına tekabül eden kuvvetler altında yapı ağırlık merkezinin yatay deplasmanı (cm)
HİNDİSTAN		Bakınız: Şekil:1
ENDONEZYA		Bakınız: Şekil:2
JAPONYA		Bakınız: Şekil:3
YENİ ZELANDA		Bakınız: Şekil:4
PERU	$\frac{1}{\sqrt{T}}$	"0.05", bölge katsayısı içinde müttalea edilerek sadeleştirildi.
A.B.D.	$\frac{1}{\sqrt{T}} \left[ 1 + \frac{T}{T_s} - 0.5 \left( \frac{T}{T_s} \right)^2 \right] \dots\dots\dots$ $\frac{1}{\sqrt{T}} \left[ 1.2 + 0.6 \frac{T}{T_s} - 0.3 \left( \frac{T}{T_s} \right)^2 \right] \dots\dots$	$\frac{T}{T_s} \leq 1$ için   T : Zemin hâkim titreşim periyodu (s) $\frac{T}{T_s} > 1$ için   Bölge katsayısı ile birlikte müttalea edilerek "1/15" ile sadeleştirilmiştir.

### 3.2. SPEKTRAL ÇARPAN

Spektral çarpan ya da parametre; yapının yer sarsıntısına mukabelesinde (respons), yapı fleksibilitelerinin göstergesidir. Genellikle yapının hâkim tabii titreşim periyoduna bağlı olarak verilmiştir. Tablo:3, ülkelere göre, özet olarak spektral çarpanları göstermektedir.

### 3.3. ZEMİN DURUMU

Yer sarsıntısı sonucu yapıya gelen tesirlerin hesabında, yapı-zemin karşılıklı etkileri önemlidir. Bu husus, yönetmeliklerde, zelzele katsayısına, genellikle spektral çarpan içinde aksettirilmiştir, Tablo:3. Bâzı kere de, ayrı bir katsayı ile değerlendirildiği görülmektedir. Her hâlükârda, zeminler sınıflandırılır, Tablo:4. Mevcut yönetmelikler içinde zeminlerin sınıflandırılmasını en sağlam esaslara bağlayan A.B.D. Deprem Yönetmeliği olarak gözükmektedir [3].

Tablo:4. Zemin durumu ve ilgili katsayılar

Ülke	Zemin sınıfları- ilgili katsayılar - açıklamalar			
Cezayir	Kayalık 0.75	Orta sıkılıkta 1.0	Suya doymun 1.25	Verilen sayılar, zemin sınıfları ile ilgili olarak sismik kat. oranlarıdır
Arjantin	$\geq 5.0$	$\geq 0.8$	$< 0.8$	$kg/cm^2 = \sigma_{z,em}$ (Bkz: Tb:3)
Çin	1.0	1.5	3.5	Sismik hesaplarda zemin tipi etkisi oranl.(Tb:3)
Hindistan	Kaya ve sert zeminler	Orta zeminler	Sıkışabilir (yumuşak) zeminler	Temel tipine göre standart penetrasyon sayıları verilmiştir.
Japonya	Sert zeminl	Orta zeminl	Yumuşak zem	Bakınız: Şekil: 3
Meksika	Sağlam zeminler 0.8	Orta zeminler 1.0	Sıkışabilir zeminler 1.2	Sismik katsayı oranları
Filipinler	Kayalık zeminler 0.75-0.83	Orta zeminler 1.0	Zayıf zeminler 1.17-1.25	Sismik katsayı oranları
Küba	Az sıkışabilir zem.	Çok sıkışabilir zem.	Yapı sınıfı ve sistem tipine bağlı bir tablo düzenlenmiştir (Tablo:5e)	
Endonezya	Sert zemin	Yumuşak zemin	Deprem hesaplarında zemin cinsinin tesiri, sismik bölge ve yapı tabii periyoduna bağlı olarak 1.14-1.75 arasında değişir (Şekil:2).	
Yeni Zelanda	Sağlam ve orta zeminler	Fleksibil zeminler	Bakınız: Şekil: 4	
Kanada	Kaya, sıkı ve çok sıkı kaba daneli, çok rijit ve sert ince daneli, kompakt iri daneli 0-15 m derinlikli zeminler.  F= 1.0	Kompakt iri daneli, rijit ince daneli 15 m den derin; gevşek ve gevşek iri daneli; yumuşak ve yumuşak ince daneli 0-15 m derinlikli zeminler.  F = 1.3	Çok gevşek ve gevşek iri daneli, yumuşak ve çok yumuşak ince daneli 15 m den derin zeminler  F = 1.5	
Şili	Kaya, sıkı çakıl, sıkı kum-çakıl zeminler  $T_o = 0.20$ s	Sıkı kum, sert-sağlam kohezyonlu zeminler  $T_o = 0.30$ s	Daneli, yumuşak kohezyonlu zeminler  $T_o = 0.90$ s	
Peru	Sağlam zeminler	Yumuşak zeminler	Sismik bakımdan arzu edilmeyen zem	

### 3.4. TEMEL TİPİ

İncelenen yönetmeliklerden ikisi temel tipi ile ilgili düzenlemeler vermektedir.

Cezayir Yönetmeliğinde; yüzeysel temelli yapılarda zelzele katsayısı, derin temelli yapılarınkine nazaran % 25 daha büyük alınmıştır.

Hindistan Yönetmeliğinde ise; altı temel tipi tanımlanarak, zemin cinsine de bağlı olmak üzere, deprem hesap ve tahkiklerinde her bir temel tipi için zemin gerilmelerinin ne kadar artırılmasına müsaade edileceği verilmiştir; bu artırmalar % 25 den % 50 ye kadar değişmektedir.

### 3.5. TAŞIYICI SİSTEM

Taşıyıcı sistem tipi, yapının dinamik davranışında son derece etkilidir. Yatay yüklerle karşı koyan sistemler: yalnız çerçeveler, yalnız perdeler, çerçeveler ile birlikte perdeler olabileceği gibi; kâgir duvarlar, diyağonalli çelik veya betonarme kafes sistemler, ve bunlardan az çok farklı pek çok yapı sistemleri de olabilir. Sistemlerin düktilitesi, bizzat malzemesi dolayısıyla, kolaylıkla birbirinden farkedir. Bu yüzden, yer sarsıntısı ile yapılara gelen tesirlerin hesabında, bu hususlar, "sistem kat sayısı" (Türk Şartnâmesinde: Yapı tipi katsayısı) denilen bir katsayı ile dikkate alınırlar. Sistem katsayıları, kimi yönetmeliklerde çok ayrıntılı, kimi yönetmelikler de ise fazla ayrıntıya inilmeksizin verilmişlerdir. Aşağıdaki "5" numaralı tablolarda her bir yönetmelikteki sistem katsayıları özetlenmektedir.

Tablo: 5a. Sistem katsayısı		ARJANTİN
Yapı tipi	Açıklama	$\gamma_e$
I	Düktil sistemler- Çerçevelerin hâkim olduğu rijit döşemeli sistemler (Yatay kuvvetlerin en az % 65 i çerçevelerle karşılanmak üzere)	1.0
II	Yarı düktil sistemler- Perdelerin hâkim olduğu rijit döşemeli yapılar (Çerçeveler yatay kuvvetlerin en çok % 65 ini karşılamak üzere )	1.3
III	I ve II ye girmeyen, bacalar, kuleler ve ayaklı su tankları gibi yapılar	1.8

Tablo: 5c. Sistem katsayısı		ŞİLİ
Yapı grubu	Açıklama	$K_2$
(d)	Aşağıdakiler dışında kalan binalar	1.2
(e)	Döşemeleri veya çatı örtüleri rijit diyaframlardan oluşan binalar	1.0
(f)	(e) grubunda bulunan ve uygun bir düktiliteyi haiz, yatay yükün tamamına karşı koyabilecek kapasitede rijit çerçeveli binalar	0.8

Tablo: 5b. Sistem katsayısı		KANADA
Hâl	Mukavemet eden elemanın tipi ya da düzeni	K
1	Yatay yükün tamamına mukavemet eden düktül uzay çerçevesel binalar	0.7
2	Taban kesme kuvvetinin en çok % 25 i çerçevelerce, tamamı perdelerce karşılanan düktül perdeli-çerçevesel binalar	0.7
3	Yatay yükün tamamı perdelerce veya çelik kafes elemanlarca karşılanabilen ve düktül çerçevelerinin mukavemet kapasitesi yatay yükün % 25 inin altına düşmeyen ikili (perdeli-çerçevesel veya çerçevesel- çelik kafes elemanlı) binalar	0.8
4	Bu tablonun 1,2,3 veya 5 numaralı hâllerine girmeyen düktül çerçevesel veya perdeli diğer binalar	1.0
5	Kâgir dolgu duvarlı, duvarlarının tek başına kapasitesi yatay yükün tamamına mukavemet etmeye yeterli, fakat çerçeve sistemi de yatay yükün en az % 25 ine mukavemet edebilecek kapasitede olan binalar	1.3
6	1,2,3,4 ve 5 hâlleri dışındaki sürekli betonarme, çelik veya donatılı kâgir perdeli binalar	1.3
7	1-6 hâlleri dışındaki kâgir ve diğer yapılar	2.0
8	4 ya da daha çok ayaklı, binalarca taşınmayan tam dolu, yüksek ve aşağıdaki kriterlere uyularak projelendirilmiş yapılar: (a) S.K.I. nin min ve max değerleri, sırası ile 1.2 ve 2.5, (b) Devrilme çarpanı $J = 1$ , (c) Torsiyon tahkiklerinin gereklerine uyulma.	3.0

Tablo: 5d. Taşıyıcı sistem ile ilgili katsayı		ÇİN
Sistem		C
Çerçeve sistem :	1. Çelik	0.25
	2. Betonarme	0.30
Betonarme çerçevelerle kayma perdeleri veya çelik kafes elemanların birlikte bulunması hâlleri:		
. Betonarme kayma perdeli yapı (sistem)		0.35-0.40
. Donatısız kâgir yapı		0.45
. İç-çerçevesel çok katlı veya çerçevesel bir katlı binalar		0.45
Mafsallı çerçevesel		
. çelik kolonlu sistemler		0.30
. betonarme kolonlu sistemler		0.35
. kâgir kolonlu sistemler		0.40
Bacalar ve su kuleleri gibi silindirik yüksek		
1. Çelik sistemler		0.35
2. Betonarme sistemler		0.40
3. Kâgir sistemler		0.50
Çeşitli ahşap yapı sistemleri		0.25

Tablo: 5e. "c" katsayısı (sistem katsayısı dahil)			KÜBA
Grup	Yapı tipi	Sıkışabilme kabiliyeti yüksek zemin bölgesi	Sıkışabilme kabiliyeti düşük zemin bölgesi
A	1	0.08	0.05
	2	0.10	0.10
	3	0.20	0.13
B	1	0.06	0.04
	2	0.08	0.08
	3	0.15	0.10
C grubu yapılar sismik hesap ve tahkikleri gerektirmez.			

Tablo: 5f. "c" katsayısı (sistem katsayısı dahil)			EL SALVADOR
Grup	Yapı tipi	I bölgesi	II bölgesi
A	1	0.156	0.072
	2	0.312	0.156
	3	0.390	0.195
B	1	0.12	0.06
	2	0.24	0.12
	3	0.30	0.15
<p>"C" grubu binalarda sismik hesap ve tahkiklere gerek yoktur.</p> <p>"c" değerleri, tabloda verilen değerleri ile hesaplanan kuvvetler altında bina ağırlık merkezinin yaptığı yatay deplasman <math>x_e</math> (cm) ise, <math>D = (c/x_e)^{1/2}</math> şeklinde hesaplanan bir redüksiyon katsayısı ile çarpılacaktır : <math>0.6 \leq D \leq 1.0</math></p>			

Tablo: 5g. Sistem katsayısı		ENDONEZYA
Sistem tipi	Sismik enerjiyi absorbe eden elemanların yapı m a l z e m e s i	K
Düktil çerçeveler	. Betonarme	1.0
	. Öngerilmeli beton	1.4
	. Çelik	1.0
	. Ahşap	(!) 1.7
Düktil perdeler ile kayma perdeleri	. Betonarme	1.0
	. Boşluklu donatılı kâgir	2.0
Konsol düktil kayma perdeleri	. Betonarme	1.0
	. Boşluklu donatılı kâgir	2.5
	. Çevresi betonarme veya çelik hatıl ve kolonlarca kuşatılmış kâgir	2.5
	. Ahşap	2.0
Sınırlı düktiliteli konsol kayma perdeleri	. Betonarme	1.5
	. Boşluklu donatılı kâgir	3.0
	. Kenarları betonarme veya çelik hatıl ve kolonlarca sınırlı kâgir	3.0
	. Ahşap	2.5

Tablo: 5g. Sistem katsayısı (devam)		ENDONEZYA
Sistem tipi	Sismik enerjiyi absorbe eden elemanların yapı malzemesi	K
Diyagonelli kafes çerçeveler	. Betonarme	2.5
	. Çelik	2.5
	. Ahşap	3.0
Konsol tek katlı çerçeveler	. Betonarme	2.5
	. Çelik	2.5
Bacalar, küçük tanklar	. Betonarme	3.0
	. Çelik	3.0

Tablo: 5h. Sistem katsayısı		JAPONYA
Taşıyıcı sistem tipi		D <sub>s</sub>
Mükemmel düktiliteyi haiz eğilme çerçeveleri		≥ 0.3
Düktil kayma çerçevesi veya kafes giriş elemanlı sistemler		≥ 0.4
Zayıf düktiliteli kayma çerçevesi veya kafes elemanlı sistemler		≥ 0.5

Tablo: 5i. Sistem katsayısı		YENİ ZELANDA
Hâl	Açıklama	S
1	Kirişlerinde uygun sayıda plastik mafsall oluşması mümkün düktil çerçeveler	0.8
2	Kirişlerinde uygun sayıda plastik mafsall oluşması mümkün olmayan çerçeveler	1.0
3	Düktil bağlı kayma perdeleri	0.8
4	Birbirine paralel iki veya daha çok sayıda ve yaklaşık olarak simetrik düzenlenmiş düktil konsol kayma perdeleri	1.0
5	Tek konsol düktil kayma perdesi	1.2
6	Eğilme akma düktilitesine göre hesaplanmamış fakat sismik enerjinin önemli bir kısmını yutma kabiliyeti olan kayma perdeleri	1.6
7	Yalnız çekmede plastik deformasyon yapabilen diyagonalli kafes sistemi haiz binalar :	2.0
	a) Bir katlı	
	b) İki veya üç katlı (özel inceleme ile de tespit edilebilir)	
8	c) Üç kattan fazla (özel inceleme ile tespit edilecektir)	2.5
	a) Yatay yükün bir kısmına 7,1 ve 2 de sayılan sistemlerle karşı koyan binalar ( özel inceleme ile tespit edilecektir)	1.6
b) Çekmede ve basınçta plastik deformasyon yapabilen diyagonalli kafes sistemi haiz binalar ( özel inceleme ile de tespit edilebilir)		
9	Zemine oturan küçük tanklar	2.0

Tablo: 5j. Sistem katsayısı		PERU
Tip	Açıklama	K
P	Yatay ve düşey yükleri, kutu kesitli zelzele perdeleri, asansör perdeleri ve diğer rijit elemanlarınca karşılanan binalar	1.33
Q	Diğer katagorilerin hiçbirine girmeyen binalar	1.00
R	Yatay yükün en az % 25 i çerçevelerince karşılanan, diğer elemanları ise yatay yükün tamamını karşılayacak şekilde projelendirilen binalar	0.80
S	Yatay yükün tamamı düktil çerçevelerince karşılanan ve rijit elemanları serbest titreşimine müdahale etmeyen sistemler	0.67

Tablo: 5k. Sistem katsayısı		FİLİPİNLER VE A.B.D.	
Mukavemet elemanlarının tipi ya da düzeni		K	
		FİL.	ABD
Aşağıda sayılanlar dışındaki bütün çerçeveli binalar		1.00	
Kutu kesitli (box) sistemleri haiz binalar		1.33	
Aşağıdaki kriterler dahilinde perdeli-çerçeveli (ikili sistemli ) binalar:		0.80	
(a) Perde ve çerçeve sistemler yatay yüklere, rijitlikleri ile orantılı olarak birlikte karşı koyarlar;			
(b) Çerçeve sisteminden bağımsız olarak, kayma perde - ri, yatay yükün tamamını karşılayacak kapasitededir;			
(c) Düktil çerçeve sistem, yatay yükün en az % 25 ini karşılayabilir.			
Yatay yükünün tamamı düktil çerçevelerince karşılanabilen binalar		0.67	
Bir bina tarafından taşınmayan, 4 veya daha çok ayaklı yüksek, dolu tanklar <sup>1</sup> .		3.0	2.5
Bu tabloda sayılmayan diğer binalar ve yapılar( sistemler)		2.00	
(1) "KC" nin minimum değeri 0.12 , maksimum değeri 0.25 alınacaktır.			

### 3.6. HİZMET AMAÇLARINA GÖRE YAPILARIN SINIFLANDIRILMASI- YAPI ÖNEM KATSAYISI

Yapılar, kullanılış amaçları itibarıyla sınıflandırılır ve kendilerinden beklenen hizmete göre önem kazanırlar. Yönetmeliklerin hemen hepsinde, bu açıdan sınıflandırmalar (gruplandırmalar) mevcuttur. 6 numaralı tablolarda, bu sınıflandırmalar ve her bir sınıfa her bir yönetmeliğin verdiği ağırlık (önem) katsayıları, yine bu parametre için her bir ülke yönetmeliğinin kendi notasyonu da işaret edilerek, gösterilmişlerdir. Takdir edileceği üzere özetleme yapmak kaçınılmaz olmuştur.

Tablo: 6a. Yapı önem katsayısı		ARJANTİN/ŞİLİ/KÜBA/EL SALVADOR/MEKSİKA	
Açıklama		ARJ.	ŞİLİ
Çökmeleri (yıkılmaları) önemli sonuçlar doğuracak mahallî veya millî hükümet, belediye ve diğer kamu binaları: Okullar, kolejler ve üniversiteler gibi eğitim; hastaneler ve sanatoryumlar gibi sağlık binaları. Halkın muntazaman ve kalabalık olarak bulunabileceği (Arjantin: 300 m <sup>2</sup> den; Küba ve El Salvador: 400 m <sup>2</sup> den) geniş alanı haiz âbideler, stadyumlar, tiyatrolar, ulaşım terminalleri ve istasyonları gibi yapılar. İçlerinde değerli eşya veya eserlerin korunduğu müzeler ve benzeri yapılar. Hizmetleri büyük önemi haiz telefon ve elektrik santralleri, içre suyu tesisleri gibi yapılar (Notasyon: Arjantin, Küba, El Salvador ve Meksika : A; Şili: a ).		1.3	1.2
Oteller, apartmanlar, iş hanları özel iş ve barınma binaları. Birinci gruba girmeyen fakat halkın kalabalık olarak bulunabileceği diğer yapılar. Ticaret ve endüstri binaları. Üçüncü grup olup da yıkılmaları hâlinde birinci ve ikinci grup binalara zarar verebilecek binalar ( Notasyon: Arjantin, Küba, El Salvador ve Meksika: B; Şili: b ).		1.0	1.0
Yukardaki iki gruba girmeyen, kalabalık şekilde kullanılan fabrikalar ve ayırık binalar; yıkılmaları hâlinde diğer grup binalara zarar vermeyecek ahırlar, silolar gibi yapılar ( Arjantin, Küba, El Salvador ve Meksika: C ; Şili: c )		0.8	0.8
Not: Küba ve El Salvador için bakınız: Tablo: 5e ve Tablo: 5f ; Meksika için bkz: Tablo: 8)			

Tablo: 6b. Yapı önem katsayısı		KANADA
Açıklama		I
Afetlerden sonra hemen kullanılması gerekli binalar ve okullar		1.3
Diğer bütün binalar		1.0

Tablo: 6c. Yapı önem katsayısı		HİNDİSTAN
Grup	Açıklama	I
i	Atom reaktörü barındıran yapılar (ön projede)	6.0
ii	Barajlar (bütün tipleri)	2.0
iii	Yanıcı veya zehirli gaz ve sıvı depoları	2.0
iv	Hastaneler; su kuleleri, tanklar; okullar; önemli köprüler; önemli güç santralleri; âbidevi yapılar; telefon santrali, itfaiye gibi âcil yardım tesisleri; kalabalık olarak kullanılan sinema, meclis ve metro istasyonu gibi yapılar.	1.5
v	Bütün diğer yapılar	1.0



Tablo: 6d. Yapı önem katsayısı		ENDONEZYA
Bina tipi		I
(a) Âbidevi yapılar		1.5
(b) Bir deprem sonrası hemen kullanılması gerekli esas tesisler: Hastaneler, besin depoları, âcil yardım tesisleri, güç istasyonları, su tesisleri, radyo ve televizyon tesisleri, toplantı (meclis) yerleri gibi.		1.5
(c) Günde ortalama 8 saat açık 1000 den fazla kişinin barındığı binalar		1.5
(d) Şehir alanlarındaki gaz ve petrol dağıtım tesisleri		2.0
(e) Asitli, toksik ve benzeri sıvıların taşındığı ya da depo edildiği tesisler		2.0
(f) Diğer yapı tipleri		1.0

Tablo: 6e. Yapı önem katsayısı		YENİ ZELANDA
Yapı sınıfı	Açıklama	I
I	Bir deprem felâketinden sonra, bütün fonksiyonları ile hemen kullanılması gerekli yapılar.	1.6
II	I ci sınıfa girmeyen bütün kamu binaları	1.3
III	Bütün diğer binalar	1.0

Tablo: 6f. Yapıların sınıflandırılması- Önem katsayısı		PERU		
Yapı sınıfı	Açıklama			
A	İki kata kadar düşük maliyetli kırsal bölge binaları			
B	Mutad yapılar: İş hanları, apartmanlar, ikâmetgâhlar, v.s.			
C	Kalabalık olarak kullanılan yapılar: Tiyatro, sinema, stad - yum, jimnazyum, okul, v.b. Hizmeti hayatî önemi haiz binalar: Elektrik ve telefon santralleri, içme suyu tesisleri, itfaiye, v.b. Hastaneler, hapishaneler, v.b.			
D	Özel yapılar: Her zaman karşılaşılan tehlikeler dışında, kısmen veya tamamen çökmesi önemli yangınlara ve radyasyonlara sebep olacak yapılar. Böyle yapıların tehlikesinden yerleşme bölgeleri mutlaka korunacaktır.			
		Bölgelere göre "U" katsayısı		
		1	2	3
A	(Bu sınıf binaların projelendirilmesi için ayrıca ek verilmiş)			
B		0.05	0.04	0.03
C		0.06	0.05	0.035
D	Proje mühendisince özel değerlendirme ile tespit edilecek, fakat, hiçbir zaman "C" sınıfı yapılar için kullanılan değerden az alınmayacaktır.			
Not: Karşılaştırmayı kolaylaştırmak için, "U" katsayıları, spektral çarpmanın "0.05" sabiti, bu katsayıya taşınarak, çarpılmıştır.				

Tablo: 6g. Yapı önem katsayısı	A.B.D.
Açıklama	I
Esas tesisler (hastaneler, itfaiye, elektrik ve telefon santralleri gibi)	1.5
Bir hacimde 300 den fazla kişinin bulunabileceği binalar	1.25
Bütün diğer binalar	1.0

### 3.7. DİĞER PARAMETRELER

İncelenenlerden Meksika Yönetmeliği, yapıları, sistem özelliklerine göre 4 tipe ayırmaktadır:

1. Yatay yüklere mukavemet elemanları: çerçeve, diyagonalli kafes, diyafram ve perde sistemlerden biri veya bunlardan birkaçının kombinezonu olan bina, tersane, tiyatro ve benzeri yapılar. Bacalar ve kuleler gibi bir mukavemet elemanı olan yapılar.
2. Tanklar.
3. İstinat duvarları.
4. Diğer yapı sistemleri.

Bu sistem tiplerine ve bunların ayrıntılarına bağlı olarak, Q düktilite katsayıları verilmiştir; ve  $1/Q'$  değerinin "zelzele katsayısının" bir çarpanı olarak alınması istenmektedir: Eğer  $T > T_1$  ise  $Q' = Q$ , aksi hâlde  $Q' = 1 + (Q-1)T/T_1$  alınacaktır. T yapı tabii periyodudur;  $T_1$  değerleri ise Tablo: 8'de işaret edilmiştir. Q düktilite katsayıları Tablo:7a'da özetlenerek verilmiştir.

Yeni Zelanda Deprem Yönetmeliğinde ise; yapıların önemi hususundaki değerlendirme genişletilerek, ayrıca, bir "risk katsayısı", R, verilmektedir. Tablo: 7b'de işaret edilmiş bulunan bu katsayıların 3 ve 4 cü sırası, söz konusu tesislerdeki konut binalarına, eğer bunların yıkılması diğer tesisler için tehlike arzetmiyorsa, uygulanmaz.

Yine Yeni Zelanda Yönetmeliği, yapıların taşıyıcı sistemlerinin malzeme sine göre, bir "Sistem malzeme katsayısı",M, vermektedir; bu katsayıların değerleri de Tablo: 7c' de gösterilmiştir.

### 4. DEPREM YATAY KUVVETİNİN KATLARA DAĞITIMI

Deprem yatay kuvvetinin, kütlelerin yoğunlaştığı kabul edilen katlara dağıtımı ya da dağılımı için incelenen yönetmeliklerin verdiği formüller ve bunların açıklamaları Tablo: 8 'de özetlenmiştir.

### 5. YAPI ÖZEL PERİYODUNUN HESABI İÇİN AMPRİK FORMÜLLER

Yapı özel periyodu, eğer dinamik analiz sonucu veya literatürdeki herhangi bir geliştirilmiş yöntemle hesaplanmadığı takdirde; çeşitli yönetmelikler, yapı taşıyıcı sistemine de bağlı olarak, Tablo: 9 'da özetlenmiş bulunan amprik formüllerin kullanılmasına izin vermektedirler.

Tablo: 7a. Düktilite çarpanı değerleri			MEKSİKA
Hâl	Yapı tipi	Açıklamalar	Q
1	1	Mukavemeti, her seviyede, tamamen diyagonal kafes eleman veya betonarme çerçevelerce sağlanmış ve aşağıdaki şartları haiz sistemler: a) Projelendirme Standartları Federal Bölge Bürosunca tespit edilen kriterlere göre, yıkılmadan önce önemli miktarda eğilme deformasyonları yapabilen çelik kiriş ve kolonlar. b) Spiral veya buna eşdeğer sargılı (kuşatılmış) betonarme kolonlar c) Kesme, burulma ve burkulma gibi hâllerde taşıma gücü limitlerinin hesabında, bu Yönetmeliğin 220 ci maddesinde verilen 1.1 çarpanı yerine 1.4 çarpanı kullanılması uygundur. d) Betonarme elemanların, özellikle kirişlerin, uçlarında plastik mafsall oluşmasına imkân verecek şekilde projelendirme yapılmalıdır. e) Her seviyede; elemanların mukavemet kapasitesi ile hesap kesit tesirleri arasındaki oran, bütün seviyelerdeki bu tip oranların ortalamasından % 20 den daha fazla farketmemelidir.	6.0
2	1	Her seviyede, mukavemeti tamamen çelik, betonarme veya ahşap mukavemet elemanlarınca sağlanmış; mümkün olduğu ölçüde betonarme kolon ve perdeli; çerçevelerinin kapasitesi, tek başına, en azından taban kesme kuvvetinin % 25 ini karşılayabilecek; hesap ve mukavemet kesit tesirleri arasındaki oran, her bir seviyede, bütün seviyelerdeki ortalamadan en çok % 35 farkedenden sistemler.	4.0
3	1	1 ve 2 ci hâllerde bulunmayan çelik veya ahşap çerçeveler ya da betonarme perdelerce; veya uygun şekilde betonarme, çelik veya ahşap kiriş-kolon ve benzeri şekillerdeki elemanlarca çevrelenmiş (kuşatılmış) sağlam blok veya tuğla ile yapılmış duvarlarca, yatay yüklere mukavemeti temin edilmiş yapılar	2.0
4	1	Yatay kuvvetlere mukavemeti, her seviyede, boşluklu blok veya kâgir duvarlarca; veya bunlarla birlikte 1 ilâ 3 hâllerindeki elemanlarla müştereken sağlanan yapılar.	1.5
5	1-4	Yatay kuvvetlere mukavemeti, yukardaki hâllerde sayılmayan bir malzemedan yapılmış elemanlarca, en azından kısmen sağlanan her tip yapı.	1.0

Tablo: 7b. Risk çarpanı		YENİ ZELANDA
Hâl	Açıklama	R
1	Mutad risklerin dışında tehlike arzermeyen ve aşağıda verilenlerin dışında kalan yapılar	1.0
2	1000 kişiden fazla bir kalabalığın barındığı binalar. Tiyatro ve sinemalar dahil toplantı (meclis) binaları.	1.1
3	Tabii ve sun'î gaz ve petrol ürünlerinin şehir alan - larındaki dağıtım tesisleri	2.0
4	Zehirli sıvıları ya da gazları, asitleri, alkalileri, erimiş hâldeki metalleri; zehirli maddeleri, serbest kalmaları hâlinde zehirli gazlar meydana getirebilen maddeleri taşıyan veya barındıran tesisler.	3.0 veya özel inceleme ile

Tablo: 7c. Sistem malzemesi çarpanı		YENİ ZELANDA
Hâl	Taşıyıcı sistem malzemesi	M
1	Yapı çeliği	0.8
2	Ahşap ( Bkz: Orijinal metin, Tablo: 5B)	
3	Betonarme	1.0
4	Öngerilmeli beton (Elemanları, deprem etkileri altında akma gerilmelerine göre hesaplanmış ise)	1.2
5	Donatılı kâgir	1.2

## 6. DİNAMİK YÖNTEMLER

İncelenen yönetmeliklerin ekserisi, ileri hesap yöntemleri olarak, dinamik analiz yöntemlerine de yer vermişlerdir. Dinamik yöntem olarak ise, "Modal analiz" yapılması tavsiye edilmektedir. Modal analiz yöntemi ile ilgili olarak, sözkonusu yönetmeliklerin önemli sayılabilecek bazı kayıtları Tablo: 10 'da özetlenmeye çalışılmıştır.

## 7. SONUÇ

Yapıların, yer sarsıntılarında ileri gelen yatay atalet kuvvetlerine göre hesap yöntemleri, her bir yönetmelikte birbirlerinden farkedebilmekle beraber, müşterek oldukları taraflar pek çoktur. Tablolar; hesaplarda göz önüne alınan her bir parametrenin, yönetmeliklerin her birinde nasıl değerlendirildiklerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

1° Her şeyden önce notasyon birliğinin sağlanması kolaydır. Birim sistemlerinde ise, "ISO" nin de gayretleri ile, zaten büyük oranda birlik sağlanmış durumdadır; eski tarihli yönetmeliklerde yer alan "SI" birimleri dışındaki birimlerin, yeni tarihli yönetmeliklerde "SI" birimleri ile değiştirildikleri, memnuniyetle, izlenmektedir.

2° İncelenen yönetmeliklerin hemen hepsi, sismik bölgelendirmeyi göz önüne almaktadır. Coğrafi bakımdan küçük sayılabilecek bazı ülkelerin bir sismik bölge içinde mütalea edilmeleri normaldir.

Tablo: 8. Deprem yatay kuvvetinin katlara dağıtımı

Grup	Ülke	Verilen formül ve açıklamalar				
I	KÜBA / ÇİN/EL SALV. ARJANTİN  KANADA  FİLİPİNLER <sup>1</sup>  ENDONEZYA ve YENİ ZELANDA  PERU  A.B.D.	$F_i = (V - F_t) W_i h_i / (\Sigma W_i h_i)$ $V = F$ : Taban kesme kuvveti $W_i$ : i-ci katın hesap ağırlığı $F_t$ : $F_n$ ye ilâve edilecek tepe kuvveti $h_i$ : i-ci katın tabandan yüksekliği $W = \Sigma W_i$				
		$F_t = 0$				
		$T \leq 0.5$ s için $F_t = 0$ ; $0.5 < T < 1$ s için $F_t = 0.05V$ ; $T \geq 1$ s için $F_t = 0.10V$				
		$h_n/D < 3$ için $F_t = 0$ ; $h_n/D \geq 3$ için $F_t = 0.004 (h_n/D)^2 < 0.15 V$				
		"				
		$h_n/D < 3$ için $F_t = 0$ ; $h_n/D \geq 3$ için $F_t = 0.1 V$				
		Zemine oturan baca ve benzeri yapılarda: $F_t = 0.2 V$ (ENDO)				
II	ŞİLİ	$F_i = V \cdot W_i \cdot A_i / (\Sigma W_i \cdot A_i)$ ; $A_i = [1 - (h_i - 1)/h_n]^{1/2} - [1 - h_i/h_n]^{1/2}$ $n < 5$ için $A_i = h_i$ alınarak hesap yapılabilir.				
III	HİNDİSTAN	$F_i = V \cdot W_i h_i^2 / (\Sigma W_i h_i^2)$				
IV	JAPONYA	$V_i = C_i \cdot W_{in}$ ; $C_i = Z C_o \cdot R_T \cdot A_i$ ; $A_i = 1 + (\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i) \frac{2T}{1+3T}$ $\alpha_i = W_{in} / W$ ; $W_{in}$ : i-ci katın üzerinde kalan toplam bina ağırlığı (Bakınız: Paragraf:2, Şekil:3 ve Tablo:1).				
V	CEZAYİR	$F_i = \sigma_i P_i$ ( $\sigma_i = c_i$ ; $P_i = W_i$ anlamındadır)				
VI	MEKSİKA	$T < T_1$ için $F_i = V \cdot W_i h_i / (\Sigma W_i h_i)$ Ancak; bu hâlde, taban kesme kuvveti $F = V = W [a_o + (c-a) T/T_1] Q'$ alınır. $T_1 \leq T \leq T_2$ için T ye bağlı bir azaltma yapılmaz.				
		$T > T_2$ için $F_i = W_i (K_1 h + K_2 h^2) c/Q$ $K_1 = q [1 - r(1-q)] \Sigma W_i / (\Sigma W_i h_i)$ $K_2 = 1.5 q r(1-q) \Sigma W_i / (\Sigma W_i h_i^2)$ ; $q = (T_2/T)^r$				
		Bölge	$a_o$	$T_1$	$T_2$	r
		I	0.03	0.3	0.8	1/2
		II	0.045	0.5	2.0	2/3
III	0.06	0.80	3.3	1		
IV	Bakınız: Orijinal metin, madde: 262					
		(1) İki kata kadar düzgün yayılı alınmasına izin verilmiştir.				

Tablo:9. Yapı özel periyodu için amprik formüller (s)	
Ülke	Verilen formül - açıklamalar
ARJANTİN	$T = 0.01 h_n [30/D + 2/(1+30\Delta)]^{1/2}$ $\Delta =$ Tüm katlarda sürekli, hesap doğrultusundaki duvarların alanları toplamının plan alanına oranı.
KANADA ve HİNDİSTAN	$T = 0.09 h_n / \sqrt{D}$ "1" : Diğer bütün binalar için $T = 0.10 n$ "2" : Yalnız düktil çerçeve sisteml.
ÇİN	$T = 0.22 + 0.035 h_n / \sqrt[3]{D}$ $h_n < 50$ m olan binalar için $T = 0.45 + 0.0011 h_n^2/D$ $h_n < 150$ m olan betonarme bacalar için $T = 0.26 + 0.024 h_n^2/D$ $h_n < 60$ m olan tuğla bacalar ..
ENDONEZYA	$T = 0.085 h_n^{3/4}$ Çelik çerçeve sistemler için $T = 0.06 h_n^{3/4}$ Beton çerçeve sistemler için "1" : Diğer sistemler için; "3" : Ayrıntılı hesap hâlinde
MEKSİKA ve YENİ ZELANDA	$T = 2\pi \left[ \frac{1}{g} (\sum W_i \delta_i^2 / \sum F_i \delta_i) \right]^{1/2}$ "3" $g =$ yer çekimi ivm. $F_i$ : i-ci kat kuvveti ; $\delta_i$ : $F_i$ kuvvetleri altında i-ci katın yatay deplasmanı
JAPONYA	$T = 0.028 h_n$ Çelik çerçeve binalar için $T = 0.020 h_n$ Diğer binalar için
PERU	"2" : Sadece çerçevelerden oluşan sistemlerde "1" : Çerçeve-perdeli (ikili) sistemlerde $T = 0.07 h_n / \sqrt{D}$ Perdeli geniş pencere sisteml. $T = 0.05 h_n / \sqrt{D}$ "5" : Perdeli küçük pencere sisteml.
FİLİPİNLER	"5" : Diğer bütün bina sistemleri için "2" : Sadece çerçeve bina sistemleri için
A.B.D.	"3" } Diğer bütün bina sistemleri için "5" } "2" : Sadece düktil çerçevelerden oluşan bina sistemleri için

Tablo:2' de ve diğer bâzı tablolarda kısmen yapılmaya çalışıldığı gibi, zelzele katsayısının sâdece bölgeden bölgeye değişen tüm nümerik kısmı, bölge katsayısı içinde değerlendirilir ise, böylece elde edilen katsayılardaki paralellik daha kolay gözlenebilmekte, karşılaştırma basitleşmektedir. Bu noktada yapılacak iki çalışma yararlı olacaktır:

Sismik bölge tanımına uluslararası bir târif getirmek: Bu, Çin Yönetmeliğinde olduğu gibi, Uluslararası şiddet skalasına göre, belirli bir şiddette depremlerin meydana gelme ihtimali olan bölgeler, bütün ülkelerde aynı adla anılır; meselâ "7 MSK şiddetinde depremlerin olması beklenen bölge" gibi.

Tablo: 10. Dinamik yöntemlerle ilgili bâzı kayıtlar

Modal maksimumların süperpozisyonu için genel formül:

$$V_i = (1-\gamma) \sum_{j=1}^r |V_{ij}| + \gamma \left[ \sum_{j=1}^r V_{ij}^2 \right]^{1/2}$$

Ülke	$\gamma$	$\frac{(V_i)_{din}}{(V_i)_{st}}$	Bâzi ilâve önemli kayıtlar
Arjantin	0.5	$\geq 0.75$	Gözönüne alınacak ilk mod sayısının % 7 hassasiyeti sağlaması
Şili	0.5		$n > 15$ veya $h > 45$ m için DY ile analiz mutlak <sup>n</sup> gerekli görülüyor
Çin	1.0	0.90	$r > 3$
Küba		0.60	Kule ve baca tipi yapılar ve $h/D > 5$ olan binalar için DY <sup>n</sup> mecburidir.
El Salvador	1.0	0.40	Hesap kesme kuvvetini % 10 dan az değiştiren modlar ihmal edil.
Hindistan	$h_n = 20 \quad 60 \quad 90m$ $\gamma = 0.4 \quad 0.8 \quad 1.0$		$\gamma$ nın ara değerleri için lineer enterpolasyon yapılabilecektir.
Meksika	1.0		$h_n > 60$ m için DY gereklidir.
Endonezya (Şekil:5)			$h_n > 40$ m yapılar veya düzensiz sistemli haiz her boyutta yapı için DY gerekli, $r=3-5$
Japonya		0.75	
Yeni Zelanda	1.0	0.80	
Peru	1.0	0.80	Mikro-sismik etüdler yapılması kaydıyla, $V_{din} / V_{st} \leq 0.60$ alınabilecektir.

$V_{ij}$ : j-ci modda i-ci katın kesme kuvveti;  $V_i$ : i-ci katta, modal maksimumların, söz konusu formüle göre süperpozisyonu olan kesme kuvveti; r: Hesapta göz önüne alınacak ilk modların sayısı.

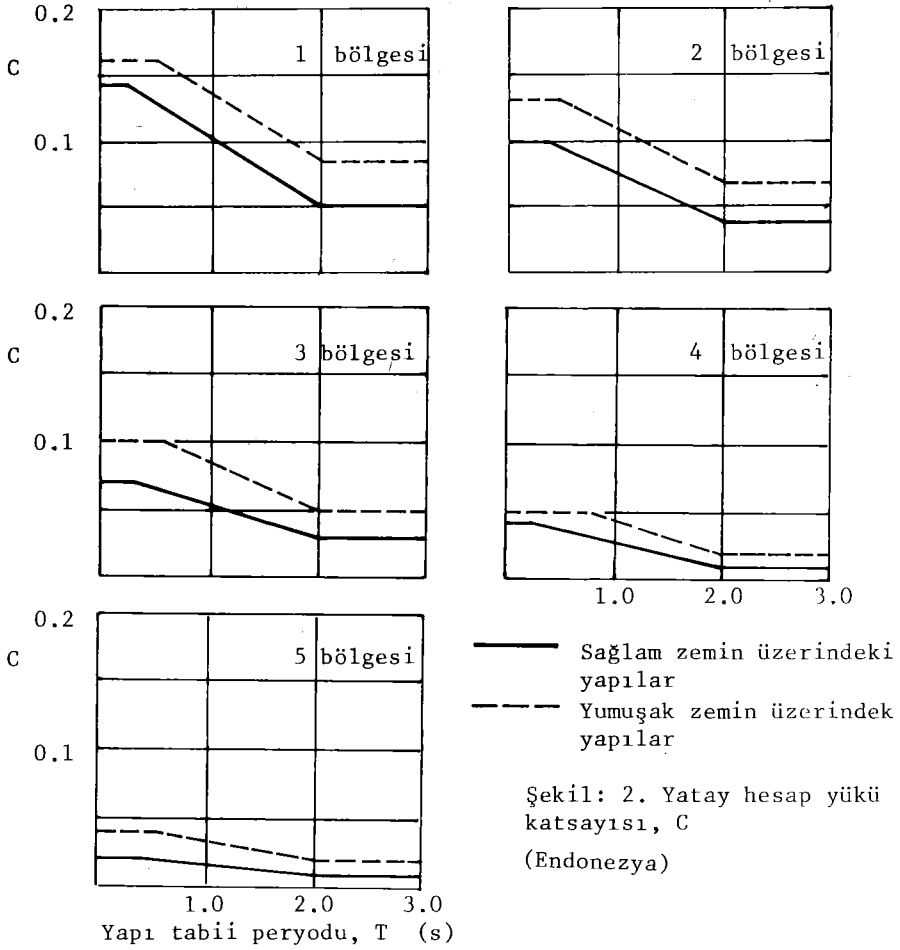
İkincisi, bu, sâdece bölgeden bölgeye değişecek sayısal kısım, bütün dünya ülkeleri için, tanım olarak aynı olmakla birlikte; her memleketin kendi ekonomik imkânlarına ve kalkınma programlarında inşaat sektörü için ayırabilecekleri paya göre, her ülkenin kendi millî komitesince; hâttâ zaman içinde değiştirilerek, tespit edilir ve uygulanabilir.

- 3° Spektral çarpan için ortak bir formülasyona ulaşmak zor gözükmemekte - dir.
- 4° Zeminlerin sınıflandırılmasını daha belirli esaslara bağlamak uygun olacaktır. Bu, spektral çarpan için ortak bir formüle varabilmekte de gereklidir. Ayrıca, temel tipi ve zemin durumunu birlikte değerlendirmek, hesap yöntemini bäsit tutabilmek için yararlı olacaktır.
- 5° Yapı taşıyıcı sisteminin yapının davranışı üzerindeki önemi konusunda incelenen yönetmeliklerin hepsi mutabık gözükmemektedir; değerlendirilmede, özellikle tanımlamalarda büyük paralellikler mevcuttur. 5 numaralı tablolar bu paralellikleri aksettirecek şekilde düzenlenmişlerdir.
- 6° Yapıların önemlerine göre sınıflandırılması en kolay mutabakat sağlanacak hususlardan biri olarak görülmektedir. Her bir yapı grubu ve buna atfedilecek önem konusunda, çoğu yönetmelikler arasında uygunluk kimi yönetmelikler arasında da küçük farklılıklar (bkz: 6 numaralı tablolar) görülmektedir. Ülkelerin ekonomik güçlerinin de bu parametreye yansımış olması tabiidir; ancak, bir ülkenin millî ekonomisi ve kalkınma programı ile ilgili göstergesi, 2° de açıkladığımız gibi, bölge katsayısı içinde mütalea edersek, "yapı önem katsayısı" da bütün yönetmelikler için standart bir forma konulabilir.
- 7° İncelenen 15 yönetmeliğin 10'u, taban kesme kuvvetinin katlara dağıtımı konusunda hemen hemen aynı formülasyonu benimsemişlerdir. Esas itibariyle diğerlerinde de büyük ayrılıklar var sayılmaz (Tablo: 8).
- 8° Yine, yapı tabii peryodunun tahmini konusundaki formüllerde büyük paralellikler mevcuttur (Tablo: 9); uyguladıktan sonra, hiç bir ülke bu tablodaki "3" formülüne itiraz etmez; nevarki diğer amprik formüllere nazaran uygulaması güçtür.
- 9° Dinamik analiz yöntemleri üzerinde her şeyden önce anlaşılması gereken, modların süperpozisyonunun ne şekilde yapılacağıdır; bu hususta, Hindistan Yönetmeliğinin formülasyonu orta yol sayılabilir (Tablo: 10).
- Dinamik yöntemle bulunacak iç kuvvetlerin statik yöntemle bulunanlardan ne oranda farkedebileceği ise, hangi sayıda modun dikkate alınacağına ve bunun şartlarına, ve makrozoning ve mikro zoning prensiplerinin standartlaştırılmasına bağlı olacaktır.

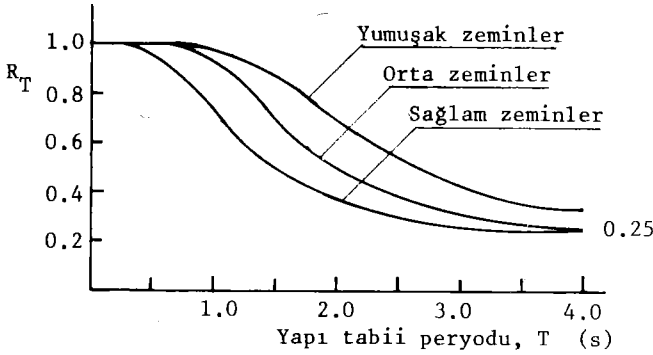
#### KAYNAKLAR

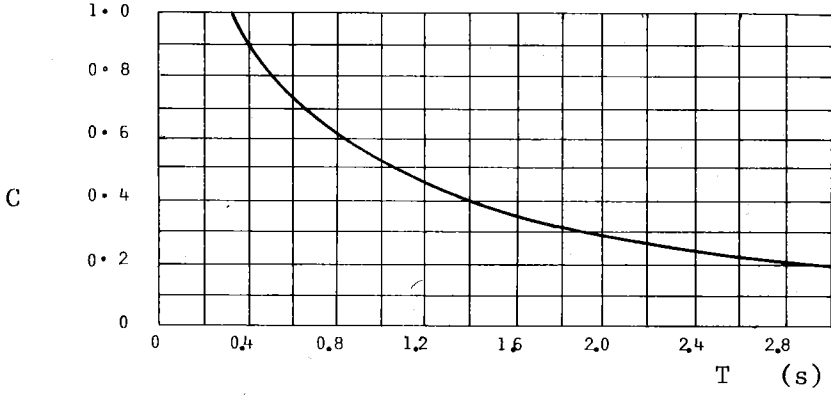
- [1] H. DEMİR, T. BAZIYAR- The comparative study of the earthquake resistant regulations of European countries- 6. ECEE Proceedings.
- [2], [3] ve [4] IAEE - Earthquake resistant regulations - a world list - 1973, 1976 and 1980 ( and supp.).



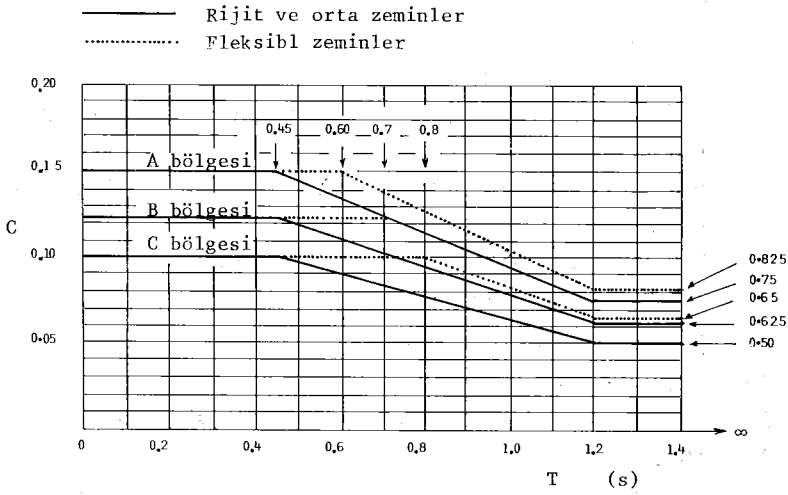


Yapı tabii periyodu, T (s)



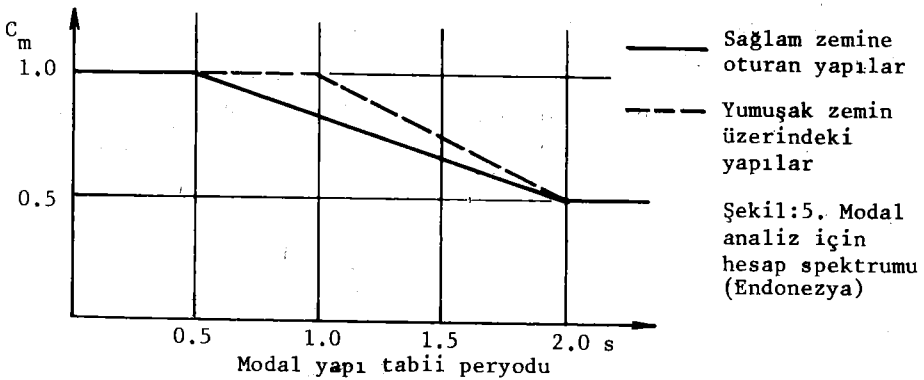


Şekil:1-C katsayısı (Hindistan)



Şekil:4- Temel sismik katsayı (Yeni Zelanda)

Şekil:4- Temel sismik katsayı (Yeni Zelanda)



## 8. WCEE İLE İLGİLİ DUYURU

### KONFERANSIN YERİ VE ZAMANI

21 - 28 Temmuz 1984

Fairmort Hotel Sanfransisco - Kaliforniya - Amerika Birleşik Devletleri

### KONULAR

Konferansın teknik oturumlarında aşağıda belirtilen deprem Mühendisliğinin bütün konuları ele alınacaktır.

- 1 — Sismik Risk ve Tehlike
- 2 — Yer Hareketi ve Sismisite
- 3 — Zemin stabilitesi, zemin - yapı karşılıklı etkileşmesi ve temeller
- 4 — Yapıların ve yapı elemanlarının üzerinde yapılan deneyler ve deney metodları
- 5 — Yapıların ve yapı elemanlarının tasarımı
- 6 — Özel yapılar ve kritik tesisler
- 7 — Yapıların karşıt davranışı
- 8 — Yapıların onarım, takviye ve tadilatı
- 9 — Şehircilik, sosyo - ekonomik ve kamu politikası sorunları
- 10 — Ulaştırma, yol, altyapı vb. kamu tesisleri
- 11 — Taşıyıcı olmayan yapı elemanları ve yapı içindeki eşyalar
- 12 — Deprem yönetmelikleri ve standartlarının geliştirilmesi ve uygulanması

### BİLDİRİ SUNUŞ ŞEKLİ

Konferansa kabul edilen bildiriler yazarın arzusuna bağlı olarak iki şekilde sunulabilir.

- 1) Tiyatro biçiminde geniş bir salondaki dinleyicilere 15 dakika sözlü takdim ve 5 dakikalık tartışma,

- 2) Sınırlı sayıda önceden saptanmış küçük bir dinleyici topluluğuna 2 saatlik bir süre içinde grafik, şekil, resim ve slayd gösterisini içeren bir sunuş.

## **KONFERANS BİLDİRİLERİ**

Konferansa kabul edilen bildirimler konferans Proceedinglerinde basılacak ve daimi bir kaynak olacaklardır. Proceedings Konferans sırasında dağıtılacaktır. Proceeding'e giren bildirimler 8 sayfa olacak. Daktilo ile tek satır aralıklı yazılacak ve 8 sayfa şekil ve tablolar da dahil olacaktır.

## **RESMİ DİL**

Konferansın resmi dili İngilizce olacaktır.

## **ÖZETLER**

Konferansa bildiri sunmak isteyen kişilerin bildirimlerinin bir özetini 15 Ekim 1982'den önce Uluslararası Deprem Mühendisliği Birliği (IAEE) Başkanına göndermeleri rica olunur. Özetler daktilo ile tek satır aralıklı ve 400 kelimedenden daha kısa olarak yazılmalıdır. Özetlerin biçimi şöyle olmalıdır; Bildirinin başlığı, yazarı (veya yazarları) asıl yazarı tam adresi ve özeti metni. Lütfen, sayfanın sol üst köşesinde, bildiriniz için en uygun konu numarasını da yazınız.

Konferansta bildiri sunmak isteyen yazarlar birden fazla özeti incelenmek üzere gönderebilirler, ancak bir yazar konferansta sadece bir tek bildiri sunabilir.

Her bildirim için dört kopyası aşağıdaki adrese gönderilmelidir.

Professor D.E. Hudson President

International Association for Earthquake Engineering

Department of Civil Engineering

University of Southern California

Los Angeles California 90007, USA

Seçilen özetlerin yazarlarına 15 Mayıs 1983'e kadar durum bildirilecektir. Kabul edildiğine dair yazı gönderildiği zaman yazarlara bildirimlerini nasıl hazırlayacakları ve sunuş biçimi ile ilgili ek bilgiler de gönderilecektir. Kabul yazısı ile birlikte yazarlara bildirimlerini ne biçimde sunmak istedikleri de sorulacaktır.

**DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ**  
**YAYIN KOŐULLARI**

1. Bültene gönderilecek telif ve tercüme yazıların :
  - a) Depremle doğrudan doğruya, ya da dolaylı yoldan ilgili olması
  - b) Bilimsel ve teknik bir değer taşıması
  - c) Yurt içinde daha önce başka bir yerde yayınlanmamış olması
  - d) Daktilo ile ve kâğıdın yalnız bir yüzüne en az iki nüsha olarak yazılmış bulunması
  - e) Şekillerin aydınlar kâğıdına çini mürekkebi ile çizilmiş olması
  - f) Fotoğrafların net ve klişe alınmasına müsait bulunması gerekmektedir.
2. Telif araştırma yazılarının baş tarafına araştırmanın genel çerçevesini belirten en az 200 kelimelik İngilizce, Fransızca ya da Almanca bir özet konulmalıdır.
3. İmar ve İskân Bakanlığı mensubu elemanlar tarafından hazırlanan ve telif ya da tercüme ücreti ödenerek yayınlanacak olan yazıların, mesai saatleri dışında hazırlanmış olduğu yazan, derleyen, ya da çevirenin bağlı bulunduğu birim amiri tarafından (genel müdürlüklerde daire başkanı, müstakil birimlerde birim amiri) verilecek bir belge ile belgelendirilmesi zorunludur. Bu belge ile birlikte verilmeyen yazılar için ücret ödenmez.
4. Telif ve tercüme ücretleri ancak yazı bültende yayımlandıktan sonra tahakkuka bağlanır.
5. Bültende yayınlanacak yazıların 300 kelimelik beher standart sayfası için teliflerde 250 TL. tercümelerde 200 TL. ücret ödenir.

6. Yazılarda bulunan şekiller için, gerekli olan asgari alan içinde bulunabilecek kelime sayısına göre ücret takdir edilir.
7. Yazıların bültende yayınlanması Deprem Araştırma Dairesi bünyesinde teşekkül eden Uzmanlar Kurulu'nun kararı ile olur.
8. Seçmeyi yapacak Uzmanlar Kurulu 5. maddede sözü edilen asgari alanları hesaplamaya, yazı sahiplerine gereksiz uzatmaların kısaltılmasını teklif etmeye, verilecek ücrete esas teşkil edecek kelime sayısını tesbit etmeye ve yazıların yayın sırasını tayine yetkilidir.
9. Kurulca incelenen yazıların bültende yayınlanıp yayınlanmayacağı yazı sahiplerine yazı ile duyurulur.
10. Yayınlanmayacak yazılar bu duyurmadan sonra en geç bir ay içinde sahipleri tarafından geri alınabilir. Bu süre içinde alınmayan yazıların korunmasından Dairemiz sorumlu değildir.
11. Yayınlanan yazılardaki fikir, görüş ve öneriler tamamen yazarlarına ait olup, Deprem Araştırma Dairesini bağlamaz ve Deprem Araştırma Dairesinin resmi görüşünü yansıtmaz.
12. Diğer kuruluşlar ve Bakanlık mensupları tarafından bilgi, haber tanıtma vb. gibi nedenlerle gönderilecek not ve açıklamalar, ya da bu nitelikteki yazılar için ücret ödenmez.
13. Dairemiz mensupları Başkanlıkça kendilerine verilen görevlere ait çalışmalardan ötürü her hangi bir telif ya da tercüme ücreti talep edemezler.