

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Microzonik Olarak Ataköy 1. Kısım İnci

Kürşat Altunbaş

Yüksek Lisans Tezi

70
6

100012

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİKROZONİK OLARAK ATAÖY I. KISIM
İNCELENEREK HAKİM PERİYODUN SAPTANMASI**

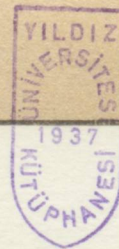
(Yüksek Lisans Tezi)

İng. Müh. M. Kürşat ALTUNBAŞ

İstanbul, 1985

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 150
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 66
Tarih : 8.12.1986
Fatura :
Fiatı : 1000 TL.
Ayniyat No : 1/32
Kayıt No : 44617
UDC :
Ek :



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KİROZONUN İKİNCİ KISMI
KİROZONUN İKİNCİ KISMI

KSEK

2. İnş. Müh.

KİROZONUN İKİNCİ KISMI

KİROZONUN İKİNCİ KISMI

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2 Comp

MİKROZONİK OLARAK ATAÖÖY I. KISIM
İNCELENEREK HAKİM PERİYODUN SAPTANMASI

TESEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında aydın düşünceleri ile
önder olan ve yerinde ikazlarla çalışmamı anlamlı kılan
Hocam Sn. Doç. Dr. Tuncer KODAMANOĞLU'na şükranlarımı
sunarım.

İns. Müh.
M. Kürşat Altunbaş

YÜKSEK LİSANS TEZİ

833202 İnş. Müh. M.Kürşat ALTUNBAŞ

DENETLEYEN

Doc. Tuncer KODAMANOĞLU

İSTANBUL - 1985

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR

Bu tezimin hazırlanmasında aydın düşünceleri ile önder olan ve yerinde ikazlarla çalışmamı anlamlı kılan Hocam Sn. Doç. Dr. Tuncer KODAMANOĞLU'na şükranlarımı sunarım.

İnş. Müh.
M. Kürşat Altunbaş

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa
Sayfa

ÖZET

SUMMARY

GİRİŞ.....	1
ZONLAMA VE MİKROZONLAMANIN ÖNEMİ.....	2
A- ZEMİN TİPLERİNİN ÖNEMİ.....	3
1. Zeminin Sıvılaşması.....	3
2. Mukavemetin Kaybolması.....	4
3. Yoğunlaştırma.....	4
B- SİSMİSİTENİN (Depremselliğin) ÖNEMİ.....	5
1. Sismik Karışıklığın Frekansı ve Büyüklüğü...	5
2. Jeolojik Fay Hatlarının Dağılımı.....	6
3. Arazinin Tarihi Sarsıntı Eğilimi.....	6
C- SU YÜZEYİ KOTU.....	6
D- JEOLojİ.....	7
E- YAPILAR.....	8
MİKROZONASYAN METODLARI.....	10
1. Jeolojik Metod.....	10
2. Zeminin Sismik Empedansı veya Medvedev Metodu..	12
3. Kanai Metodu.....	17
Zeminlerin Sismik Özelliklerinin Tahmininde Bazı Yeni Metodlar.....	24
1. S Dalgalarının Kinematik ve Dinamik Karakteristikleri.....	24
2. Yüzey Tabakalarında Rezonans Titreşimleri.....	26
JAPONYA'DAKİ MİKROZONİK ÇALIŞMALAR.....	29
- TECRÜBİ ZEMİN.....	30
- 1950'DEKİ MİKROBÖLGELEME.....	34
- 1960'TAKİ MİKROBÖLGELEME.....	38

ÖZET

Sayfa

ZEMİN PERİYODLARININ TAYİNİNDE KULLANILAN S DALGA HIZLARININ AMPRİK OLARAK HESABI.....	50
İSTANBUL-ATAKÖY I. BLOKLARDAKİ ZEMİN PERİYOD ÇALIŞMALARI.....	66
KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	69

Mikro bölgeleme metodları, basitinden başlayarak, gelişmişine kadar ele alınmıştır.

Ayrıca, deprem etkinliği bakımından en aktif bölgede bulunan Japonya'daki çalışmalardan örneklerde verilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızın sonunda, zeminlerin hakim periyodunun saptanması konusuna değinilmiş ve bu konuda, İstanbul, Ataköy I. Bölgesinde yapılan zemin çalışmalarının sonuçları sunulmuştur.

S Ö Z E T Y

Bu çalışmamızda, tüm dünyada, etkileriyle dikkati çeken deprem hasarlarını kontrol etmeyi amaçlayan bir yöntem olan zonlama ve mikrozonlama konusu işlenmiştir.

At this matter, we tried to tell general lines of these s Bu konuda, dünyada yapılan çalışmaların genel hatları ve bu çalışmaların ne derece uygulandığı vurgulanmaya çalışılmıştır.

After that, we took charge of Microzonations methods s Mikro bölgeleme metodları, basitinden başlayarak, gelişmişine kadar ele alınmıştır.

Other than, we have told microzonation studies at the Jap Ayrıca, deprem etkinliği bakımından en aktif bölgede bulunan Japonya'daki çalışmalardan örneklerde verilmeye çalışılmıştır. end of the this study, we offered some studies results about dominant periods of soil that has made in Istanbul. Çalışmamızın sonunda, zeminlerin hakim periyodunun saptanması konusuna değinilmiş ve bu konuda, İstanbul, Ataköy I. Bölgesinde yapılan zemin çalışmalarının sonuçları sunulmuştur.

In this study, has told about zonation and Microzonation that objects to prevent the earthquake damage.

At this matter, we tried to tell general lines of these studies that has made all of the world and how much they applicated.

After that, we took charge of Microzonations methods since simple form to most developed form.

Other than, we have told microzonation studies at the Japan that has been very active zone.

At the end of the this study, we offered some studies results about dominant periods of soil that has made in Istanbul, Ataköy I. Block.

G İ R İ Ş

Aktif deprem faylarının bulunduğu ülkelerde deprem etkilerinin azaltılması için, çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle, depremden daha çok etkilenen ülkelerde, deprem etkilerinin azaltılması zaruri bir hal almıştır.

Genellikle depremlerden sonra, deprem mahallerinde yapılan araştırmalarda; birbirine yakın mahallerin depremden etkileşimlerinin farklı oldukları müşahade edilmiştir. Araştırmalar sonucunda, bu farklı etkileşimlerin, zemin farklılığından ileri geldiği saptanmıştır.

Deprem konusunda yeterli çalışma yapamayan gelişmemiş ülkelerde, gelişmiş ülkelerin deprem konusundaki çalışmaları referans olarak, depremden korunmaya çalışmışlarsa da, yerleşmiş oldukları geoteknik özelliklerin farklılığından dolayı, hasarlar önlenememiştir.

Bu sonuçlar; depremle uğraşanları, zemin yapısını detaylı tanımaya yöneltmiştir. Artık, yapılara gelen deprem etkileri zeminin yapısına ve yapıların özelliklerine bağlı olarak azalıp, arttığı gerçeği, araştırmacıları daha verimli çalışmalar yapmaya zorlamıştır.

Yaptığımız bu çalışmada, deprem esnasında, yapılarda, zeminin etkisinin azaltılmasında alınması gereken önlemleri belirtmek için, zeminin bölgelenmesi konusu incelenmiştir. Zeminin bölgelenmesinde, dünyada ve ülkemizde yapılan metodları aydınlatmaya çalışacağız. Çalışmamızın sonucunda ise, Ataköy I. Kısımda yapılan zemin çalışmasının sonuçları verilecektir.

ZONLAMA VE MİKROZONLAMA VEYA MİKRO BÖLGELEMENİN ÖNEMİ

Genel olarak mikro bölgeleme; deprem etkilerinin azaltılması için büyük ve geniş arazilerin, özellikleri birbirine uyan küçük bölgelere ayrılmasıdır. Deprem etkilerinin ne kadar büyük, ne kadar küçük olduğunu belirtmek için deprem haritaları yapılmıştır. Bu haritaların, çok küçük ölçekte hazırlanması ve depremlerin devamlı gelişmesi, bu haritaların etkinliğini azaltmıştır.

Ayrıca, bu haritaların zeminin genel karakteri hakkında bilgi verdiğiinden bölgelerin sayısını arttırmak suretiyle yani, inceleme yapılacak alanları küçülterek, zeminin özel karakterini de gözönünde bulundurarak bölgeleme yapma ihtiyacını hissediyoruz.

A- ZEMİN Günümüzde yapılan mikro-bölgeleme çalışmaların amacı, genelde bir alandan ziyade, bir şehir, bir sanayi bölgesi, köprü, baraj gibi ekonomik ve sosyal yönden ağırlıklı sahalarda, aynı veya farklı zeminden dolayı, muhtelif uzaklıklarda oluşabilecek depremlerden zeminde ve yapıda oluşturabilecek etkinlikleri açığa çıkarmaktadır.

Konu bu yönden ele alınıncı, bu bölgenin yakınındaki deprem odakları ve depreme ait parametreler (odak derinliği, magnetüdları, şiddetleri, ivmeleri, tekerrürleri) ortaya konur. Ayrıca, zeminin fiziksel ve dinamik yapısı incelenir. Bu verilerin ışığı altında ise bu bölgenin üzerinde yapılacak yapılar hakkında söz sahibi oluruz. Örneğin, hangi tip zemin üzerinde, hangi tip yapıların yapılıp, yapılamayacağına karar verme yetkinliği doğar, Ayrıca planlayıcılara ekonomik ve emniyetli çözümler için tavsiyelerinde olabileceği hususu, konunun ne kadar önemli olduğunu vurgular.

olarak kabul edilebilir ki, zeminin sınırlı yavaşlama potansiyeli fonksiyon olarak aşağıdaki birçok faktörlerle ilgilidir.

Mühendisler ve mimarlar açısından da sismik zonlama bir ilgi alanıdır. Çünkü büyük dinamik hareketlere ve kuvvetlere sebep olacak bir yapıyı yeterli derecede dizayn etmek, zihninde canlandırmak gereklidir.

Açıkçası bir mikrozonlama işlemi, kendi içinde bir sistemler problemi, deprem problemine optimum bir çözüm elde etmek için birleştirilmesi gereken, geniş bir bilgi birikimidir.

Sonuç olarak her zonlama işleminin hedefi, birçok kullanıcının ihtiyaçlarını tatmin edecektir. Fakat mühendisler ve mimarlar için zonlama işlemi; deprem etkileri için dizaynlarının başlama noktası olması bakımından bir ihtiyaçtır.

2. Mukavemetin Kaybolması

A- ZEMİN TİPLERİNİN ÖNEMİ:

Yer sarsıntıları tarafından oluşturulan hasarın çeşit ve miktarı, buradaki zemin tipinin etkisi 1964 ALASKA, 1964 NİİGATA, 1967 CARACAS, 1971 SANFERNANDO depremleri süresince çok iyi bir şekilde gözlenmiştir. Bu gözlemlerde en az üç önemli faktör teşhis edebiliriz:

1. Zeminin Sıvılaşması (LIQUEFACTION)

Fiziksel bir olay olup, burada dinamik etkilerin (doğal veya insan yapısının) oluşturduğu hidrostatik basınçlar, belirli bir seviyeye ulaşır. Bunun etkisi ile zemin kütlesi tek tek zemin parçalarına ayrışır ve böylece zemin, bütünlüğünü tamamıyla kaybeder.

Yukarıda gözönüne alınanlara bağlı olarak, bölgesel olarak kabul edilebilir ki, zeminin sıvı hale geçme potansiyeli fonksiyon olarak aşağıdaki birçok faktörlerle ilgilidir.

olarak SLP (= Zeminin sıvılaşma potansiyeli) zemin şekli, parçacıkların büyüklüğü, köşelliliği, yoğunlaşmada önemli rolleri.

$S.L.P = F(\sigma_c, h_t, K, H, \gamma)$ toplam oturma miktarı zemin kolonunun isalelik derinliğinin bir fonksiyonudur. Zemin

σ_c = Sınırlanan basınç gerilmesi

yoğunlaşma potansiyelinin artan sınırlanmış gerilmeyle veya

artan h_t = Su yüzeyi kotu ile azalacağı umulur. Böylece

bir K = Permeabilite ki, yüzeyel zeminler yer sarsın-

tısı H = Zemini oluşturan malzemenin şekli veya köşelliliği

zemin γ = Zemini oluşturan malzemenin yoğunluğu

konusudur.

Birçok araştırmacı tarafından ispatlanmıştır ki (California Berkeley'den Seed ve British Colombia Üniv.'den Finn). Zeminin akıcı hale geçme potansiyeli, sınırlanmış gerilme ve rölatif, yoğunluk arttıkça azalmaktadır.

şunlardır;

2. Mukavemetin Kaybolması

1. Sismik karışıklığın frekansı ve büyüklüğü

2. Akıcı hale geçmeye ek olarak, bütün koheziv zeminler yüksek tekrarlı dinamik yüklemenin etkisi, altına girdiklerinde, mukavemetin kaybolmasına karşı direnç gösterirler. Washington Üniversitesindeki araştırma kayıtlarına göre, mukavemetin kaybolması, en büyük olarak normal hallerde ve ağır ağır sağlamlaştırılmış zeminlerde ortaya çıkmıştır. Ayrıca mukavemet kaybı gittikçe artarak, uygulanan dinamik çekme seviyelerinde artarak ortaya çıkmaktadır. Bunun pratik anlamı, toprak yüzeyinden sığ derinliklere kadar uzayan zemin sarsıntısı, mukavemetin azalmasına neden olur. Bu yüzden yapıya daha itinalı testler uygulanmalıdır.

prensip olarak seçilmesidir. Bu planlanan deprem büyüklüğü;

jeolojik ve tasarım mühendisleri arasındaki

(Arazinin geçmişte, bilinen sismik tarihçesi hakkındaki çar-

ışmalar)

3. Yoğunlaştırma Doğal yoğunlukları kritik yoğunluğun altında bulunan (ki bu yoğunluk, kritik boşluk oranı ile alakalıdır). Yoğunlaştırma normalde, granüler zeminlerle ilgilidir. Kritik boşluk oranı, zeminde doğal veya yapay karışıklıklardan etkilendiğinde, hacimsel değişmeler, gözlenemeyen durumlar

olarak tanımlanır. Rölatif yoğunluğa ilaveten, zemin şekli, parçacıkların büyüklüğü, köşeliliği, yoğunlaşmada önemli rolleri olur. Yoğunlaşmadan sonra toplam oturma miktarı zemin kolonunun jeolojik derinliğinin bir fonksiyonudur. Zemin yoğunlaşma potansiyelinin artan sınırlanmış gerilmeyle veya artan toprak altı derinliği ile azalacağı umulur. Böylece bir kere daha belirtilir ki, yüzeysel zeminler yer sarsıntısı süresince, insan yapısı binalara etki ettirilebilen, zemin yoğunlaşması sebebiyle hasar tayini, en büyük endişe konusudur. Bununla birlikte her bir tip inşaatın veya baraj ve köprü gibi ana yapıların, inşaatı üzerinde bulun-

B- SİSMİSİTENİN (Depremsellik) ÖNEMİ: oldukları araştırılmalı, aktif hatlardan kaçınılmalıdır. Bunun yerine çevrenin Mikrozonlamanın içerdiği yer sarsıntısının elemanları şunlardır;

1. Sismik karışıklığın frekansı ve büyüklüğü
2. Jeolojik fay hatlarının dağılımı
3. Arazinin tarihi sarsıntı eğilimi

olarak sismik aktivitesindeki değişme olayını verir. Sismik aktivite 1. Sismik karışıklığın frekansı ve büyüklüğü: Bölgenin belirli kısımları, örneğin belirli bir süre için olduğu Sosyal bir ilgi olması gereken sismik mikrozonlama, deprem mühendisliği ve sismik bölgeleri hakkında bize bir bilgi verir. Özel ilgi, sismik aktif alanlardır ki, orada insan yaşamının önemi ve özelliği, deprem süresince değiştirilebilir. Planlanan yapılarda (depremin hasarını azaltmak için) önemli olan, güvenilir bir deprem büyüklüğünün ana prensip olarak seçilmesidir. Bu planlanan deprem büyüklüğü; jeologlar, sismologlar ve tasarım mühendisleri arasındaki (Arazinin geçmişte, bilinen sismik tarihçesi hakkındaki çalışmaların ışığı altında) bir tartışmaya kadar götürülmelidir.

Su yüzeyinin kotunun, bir bölgenin sismik şiddeti etkisi üzerindeki etkisi ilk defa Rus araştırmacısı S. V. MEDVEDEV tarafından fark edilmisti. Medvedev'e göre, veri-

len böl 2. Jeolojik fay hatlarının dağılımı: ıdaki gibi, su yüzeyi kotu ile ilişkilidir.

Dünyada oluşan depremlerin % 90'ı genç orojenik bölgelerde plakçıkların sınırlarında faylarla tezahür etmesi gerçeğine rağmen, çoğu iyi belirlenmiş, bilinen fay hatlarında yer alırlar. Böylece deprem sayısı kadar fayın büyüklüğü de, o bölge ve sismotektonik hareketler hakkında bilgi sağlar. Bazı yapı tipleri bazı durumlarda fay hatlarından geçiyor olabilir. Bu binalar ekonomik limitler içinde dizayn edilebilirler. Bununla birlikte her bir tip inşaatın veya baraj ve köprü gibi ana yapıların, inşası üzerinde bulundukları fay hatlarının, aktif veya pasif oldukları araştırılmalı, aktif hatlardan kaçınılmalıdır. Bunun yerine çevrenin sosyal ekolojisini artıracak park ve eğlence yerleri yapılmalıdır.

3. Arazinin tarihi sarsıntı eğilimi:

Sismik eğilimlerin, bir bölgenin zamanın fonksiyonu olarak sismik aktivitesindeki değişme olayını verir. Sismik aktivitedeki değişme sismolojide iyi bilinen bir olaydır. Bölgenin belirli kısımları, örneğin belirli bir süre için oldukça aktif olarak belirir. Daha sonra diğer mevkilere aktif değişme ile pasif hale gelir. Sismologların ilgilerine ilave olarak, depremlerin önceden tahmini çalışmalarına dayanarak, bu olayın gelecekteki, mümkün problem sahalarına bazı bölgesel belirtiler temin ettiği için belirli bir pratik uygulaması vardır. Bu bilgi sıra ile sorumlu genel memuriyetlere deprem sırasında, etkili acil hizmetlerini yerine getirmeye yardım etmekte faydalı olabilir.

C- SU YÜZEYİ KOTU:

Su yüzeyinin kotunun, bir bölgenin sismik şiddeti etkisi üzerindeki etkisi ilk defa Rus araştırmacısı S. V. MEDVEDEV tarafından fark edilmişti. Medvedev'e göre, veri-

len bölgenin sismik şiddetindeki artış, aşağıdaki gibi, su yüzeyi kotu ile ilişkilidir. Tedvades'e göre sismik şiddet artışı ile sismik şiddet karakteristikleri arasında şöyle bir ilişki vardır:

$$n = e^{-0,04 h^2}$$

n = sismik şiddetteki artış

e = Doğal log. bazı

h = Yer altındaki su yüzeyine kadar derinlik.

Yukarıdaki denklemin ve amprik gözlemlerin ışığında kumlu harç, harç ve iyi taneli kumlar için, su yüzeyinin zeminden azalması ile birlikte, sismik şiddetteki artışı gösteren aşağıdaki bağıntıyı ileri sürer.

Zemin tipi

Su seviyesine uzaklık - Şiddet artışı

Granit

- m -

Kireç ve kum

0 - 1

1

Orta sertlikli

4

0,5

alça taşı

10

0,0

TABLO I.

Yukarıdaki bilgiler her durumda uygulanmamasına rağmen bir arazinin deprem hasar potansiyeli ile birlikte yüksek su seviyesi ilişkisini tahmin etmede ön bir taslak olabilir.

D- JEOLojİ

Mikrozonlama düşüncelerine giren koşullar, arazinin potansiyeline, depreme bağlı olarak darbe vururlar. Bu bağlantıda en önemli jeolojik faktörler, jeolojik havzanın şeklini, kaya tiplerini, konsolide ve konsolide olmayan tabakaların karakterlerini kapsar.

Mikrozonlamada yukarıdaki jeolojik faktörlerin sunulması, sismik şiddetin, sismik bölge rijitliği V.P (Boylamsal sismik dalga hızı ile jeolojik tabaka yoğunluğunun çarpımı

ile tanımlanır.) ve artışı ile ilgili denemelerin U.S.S.R.'de yapılması ile oldu. S.V. Medvedes'e göre sismik şiddet artışı ile zeminin sismik karakteristikleri arasında şöyle bir ilişki vardır.

$$n = 1.67 \text{ Log. } \frac{V_o P_o}{V_n P_n}$$

Burada $V_o P_o$ ve $V_n P_n$ sırasıyla granitin ve zeminin sismik rijitliğini gösterir. 1,67 amprik bir katsayıdır.

Zemin tipi	Sismik Şid. Art.	Log. $\frac{V_o P_o}{V_n P_n}$
Granit	0	0
Kireç ve kum taşları	0 - 1	0,11-0,51
Orta sertlikte zemin (marn, alçı taşı)	1	0,35-0,75
Adi Parçalanmış Zemin (moloz t. çakıl t.)	1 - 2	0,59-1,04
Kumlu Zeminler	1 - 2	0,72-1,21
Killi Zeminler	1 - 2	0,73-1,21
Gevşek Zemin (Toprak, moloz)	2 - 3	1,31-1,79

TABLO II.

E- YAPILAR

Aktif deprem bölgelerinde depreme dayanıklı yapıların dizaynında, dizayn mühendisi depremin toprak tipinin, su kotlarının ve yapı alanının jeolojisini bilmekten başka, birbirlerine etkime olasılığı bulunan, doğal bölge frekansları ve zemin yapısını gözönünde bulundurmalıdır. Bölgedeki doğal zemin frekansları hakkındaki ön bilgi, mühendise yapıların doğal zemin frekansından başka ve ona uyarak düzenleme etkileri çıkarılmış, ya da bölge ile yapı arasında tahmin edilen bir frekansda dizaynına yardımcı olur.

Güvenli ve ekonomik yapıların dizaynında, yukarıdaki bölge karakteristiklerini birleştirmeden önce mühendis uzun ve ağır yapıların konstrüksiyonunun büyüklüğünün bölgede doğal zemin frekanslarını ve su seviyelerini değiştirebileceğini de gözönünde tutmalıdır.

Jeolojik yöntemlerde, mikrozonasyon metodları çeşitli ülkelerde, ülkelerin gelişmişliğine göre, en ilkelinden en gelişmiş teknolojik çalışmalara kadar kullanılmaktadır. Aşağıda, bu yöntemlerden bir kaçından söz etmek istiyoruz;

1. JEOLojİK METOD

Jeolojik metod, mikrozonasyon çalışmalarının, hemen hemen en ilkelidir. Bu metod, özellikle S.S.C.B.'nde Prof. S. V. Medvedev'in deprem bölgelerinde yaptığı çok sayıda araştırmaların neticesinde, sathındaki bazı zemin cinslerinin, deprem şiddetini dolayısıyla yapılardaki hasarı arttırdığını tespit etti. Ve zeminleri relatif şiddet artışlarına göre tasnif etti. Bu tasnif daha önce verdiğimiz Tablo II.'de mevcuttur. Prof. Medvedev, bu tasnifte baz olarak graniti almış ve granitten müteşekkül zeminlerin, ana kayada meydana gelen titreşimlerin şiddetini hiç arttırmayıp aynen muhafaza ettiğini kabul ederek, granitten ibaret zeminlere sıfır şiddet artış değeri vermiştir. Diğer zemin cinsleri de granite göre, referans tutularak ve kendi gözlemsel tecrübelerine dayanak, zeminlerin ana kayadaki hareketi şiddet Ünitesi olarak artırdıkları miktarı tespit etmiştir.

Prof. Medvedev, ayrıca, dolgu kalınlığı, dik meyilli ana kaya topoğrafyasının da deprem şiddetini ve dolayısıyla 1-2 şiddet Ünitesi kadar artırabildiğini de tecrübelerinden elde etmiştir. Prof. Medvedev'i bu gözlemsel bulgularıyla mikrobölgeleme yapmak mümkündür. Bir örnekle açıklamak gerekirse; Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Haritasında 2. derece deprem bölgesinde bulunan bir bölgede jeolojik yapı aşağıdaki gibi olsun,

MİKROZONASYON METODLARI

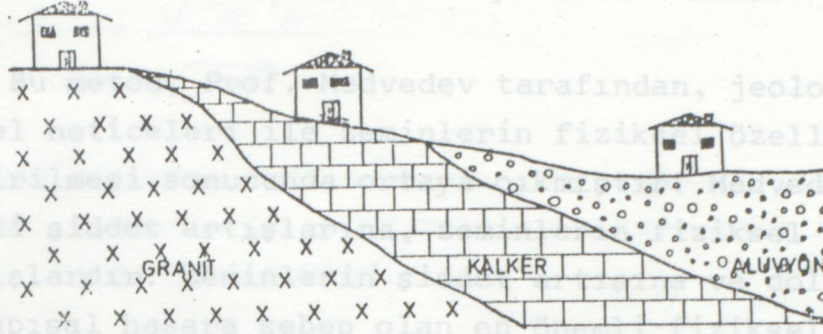
Mikro bölgeleme çalışmaları deprem esnasındaki benzer yapılardaki, farklı hasarların nedenlerini araştırma esnasında değer kazanmıştır. Günümüzde, mikrozonasyon metodları çeşitli ülkelerde, ülkelerin gelişmişliğine göre, en ilkelinden en gelişmiş teknolojik çalışmalara kadar kullanılmaktadır. Aşağıda, bu yöntemlerden bir kaçından söz etmek istiyoruz;

1. JEOLojİK METOD

Jeolojik metod, mikrozonasyon çalışmalarının, hemen hemen en ilkelidir. Bu metod, özellikle S.S.C.B.'nde Prof. S. V. Medvedev'in deprem bölgelerinde yaptığı çok sayıda araştırmaların neticesinde, satıhtaki bazı zemin cinslerinin, deprem şiddetini dolayısıyla yapılardaki hasarı arttırdığını tespit etti. Ve zeminleri relatif şiddet artışlarına göre tasnif etti. Bu tasnif daha önce verdiğimiz Tablo II.'de mevcuttur. Prof. Medvedev, bu tasnifte baz olarak graniti almış ve granitten müteşekkül zeminlerin, ana kayada meydana gelen titreşimlerin şiddetini hiç arttırmayıp aynen muhafaza ettiğini kabul ederek, granitten ibaret zeminlere sıfır şiddet artış değeri vermiştir. Diğer zemin cinsleri de granite göre, referans tutularak ve kendi gözlemsel tecrübelerine dayanak, zeminlerin ana kayadaki hareketi şiddet ünitesi olarak artırdıkları miktarı tespit etmiştir.

Prof. Medvedev, ayrıca, dolgu kalınlığı, dik meyilli ana kaya topoğrafyasının da deprem şiddetini ve dolayısıyla 1-2 şiddet ünitesi kadar artırabildiğini de tecrübelerinden elde etmiştir. Prof. Medvedev'i bu gözlemsel bulgularıyla mikrobölgeleme yapmak mümkündür. Bir örnekle açıklamak gerekirse; Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Haritasında 2. derece deprem bölgesinde bulunan bir bölgede jeolojik yapı aşağıdaki gibi olsun,

2. ZEMİNİN SİSMİK İMPEDANSI veya MEDVEDEV METODU



Ana kaya üzerinde şiddeti 7 M.M. olan bir deprem olduğunu farz edelim. Prof. Medvedev'in tasnifinde granitin şiddet artış endeksi sıfır olduğundan, granit üzerinde bulunan yapılarda şiddet artışı 7 M.M.'den yukarı çıkmayacak, ancak bu yapılarda, şiddeti 7 M.M.'ye göre bir hasar olacaktır. Kalkerin şiddet artışı 0-1 olduğundan kalker zeminde oluşacak deprem şiddeti 7-8 M.M. arası olacaktır. Alüvyon zemin üzerindeki, aynı tip yapı ise, alüvyonun şiddet artış endeksi 1-2 olduğundan, şiddeti 8-9 M.M. olan deprem hasarı görecektir. Böylece, bu saha 7 M.M., 7-8 M.M., 8-9 M.M. şiddetinde hasara neden olabilecek üç ayrı bölgeye ayırmış olacağız.

Bu metod, yukarıda da ifade edildiği gibi, sismolojik çalışmaların yeni olduğu dönemlerde kullanılmaktaydı. Halâ günümüzde, mühendislik alanlarında gelişmemiş ülkelerde kullanılmaktadır.

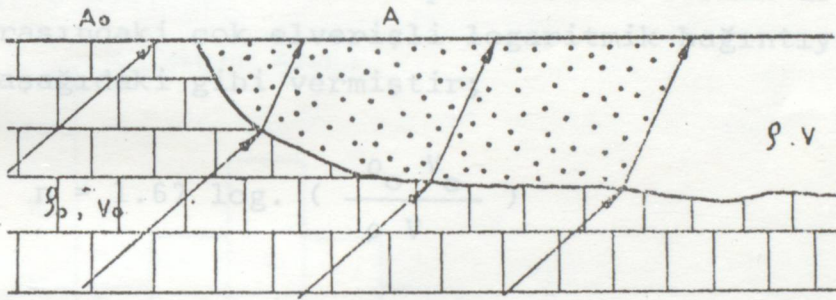
Bu metodun hiçbir bilimsel değeri bulunmamaktadır. Sadece gözlemsel tecrübelerin neticesidir. Ancak günümüzde küçük yerleşme yerlerinde, bir veya iki katlı yapıların yapılmasında kullanılabilir. Zemin etkisini hiç almamaktansa, bu metodla yaklaşık bir emniyet modeli alınabilir.

Dalga peryodu, alt tabakadan üst tabakaya geçiş esnasında değişmez ($T = T_0$). Amplitüd ise sismik enerjisinin absorpsiyonu kaidesine uygun olarak azalır. Bu halde yukarıdaki bağıntı üst tabaka için şu şekilde yazılır;

2. ZEMİNİN SİSMİK EMPEDANSI veya MEDVEDEV METODU

Bu metod, Prof. Medvedev tarafından, jeolojik metodun gözlemsel neticeleri ile zeminlerin fiziksel özelliklerinin birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Medvedev'e göre zemindeki şiddet artışlarına, zeminlerin fiziksel özellikleri yol açmışlardır. Zeminlerin şiddet artışına ve dolayısıyla fazla yapısal hasara sebep olan en önemli fiziksel özelliği sismik empedansı (rijitliği) dir. Bu değer, zemin içerisindeki sismik dalga hızının, yoğunlukla çarpımı ($V \cdot \rho$) şeklinde verilebilir.

Aşağıda bulunan zemin kesitinde, bu konuyu incelersek;



Altındaki tabakanın yoğunluğu ρ_0 , sismik dalga hızı V_0 , dalga amplitüdü A_0 , ve dalga peryodu T_0 , üstteki tabakadakiler ise, ρ , V , A ve T olsun. Bu halde Prof. Medvedev, alt tabakadan üst tabakaya geçen sismik enerjiyi, şöyle ifade etmiştir.

$$\frac{2\pi A_0^2}{T_0^2} \cdot \rho_0 \cdot V_0 = \frac{2\pi A^2}{T^2} \rho \cdot V$$

Dalga peryodu, alt tabakadan üst tabakaya geçiş esnasında değişmez ($T = T_0$). Amplitüd ise sismik enerjisinin absorpsiyonu kaidesine uygun olarak azalır. Bu halde yukarıdaki bağıntı üst tabaka için şu şekilde yazılır;

$$\frac{A}{A_0} = \frac{\sqrt{\rho_0 V_0}}{\sqrt{\rho V}} \cdot e^{-0,04 h^2} \quad (3)$$

Bu bağıntı, incelenen zemindeki sismik dalga amplitüdlerinin, zeminlerin empedanslarının kare kökü ile ters orantılı olduğu görülmektedir.

Pratikte A/A_0 amplitüd oranları, sismik şiddet artışı değerleri (n) olarak verilmektedir. Bu halde, yukarıdaki ifademiz;

$$n = f \left(\frac{\rho_0 V_0}{\rho V} \right) \text{ olarak yazılır.}$$

Zeminlerin sismik empedansı ile sismik artış değerleri arasındaki çok elverişli logaritmik bağıntıyı Prof. Medvedev aşağıdaki gibi vermiştir;

$$n = 1,67 \log. \left(\frac{\rho_0 V_0}{\rho V} \right) \quad (1)$$

Bu ifadede 1,67 sabit katsayısı, zemin cinsleri içerisinde en çok rastlanan zemin cinsindeki şiddet artışlarının ortalaması olarak verilmiştir. Prof. Medvedev bazı çalışmalarında, kalın ve kaba malzemeli bitkisel zeminler için 1,67 yerine 0,5 katsayısını bulmuştur.

Ayrıca, Medvedev yeraltı suyunun etkisini de gözönünde tutmuş, şiddet artışı üzerine etkisi olduğunu tespit etmiştir. Bu etkiyi:

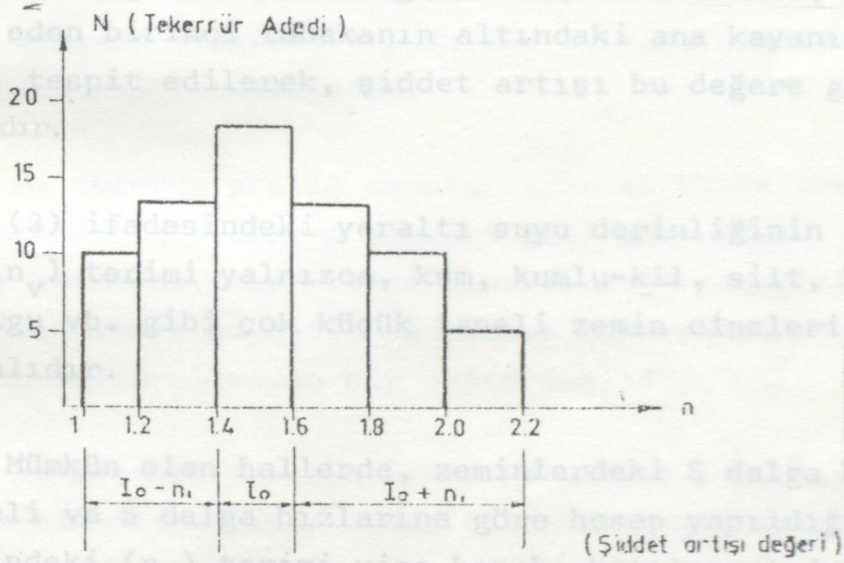
$$n_v = e^{-0,04 h^2} \quad (2)$$

ifadesi ile vermiştir. Burada h , (m) olarak yeraltı suyu derinliğidir. (1) ve (2) nin toplamı, zemindeki toplam şiddet artış değerini verir. Bu değer;

$$n = 1,67 \log. \left(\frac{\rho_o V_o}{\rho V} \right) + e^{-0,04 h^2} \quad (3)$$

Prof. Medvedev, kendi çalışmalarında çok kalın dolgu formülünü ortaya çıkarmıştır.

Bu metodla mikrobölgeleme yapmak için, incelenen sahada ölçü noktaları seçilir ve bu noktalarda sismik refraksiyon atışları ile veya portable sismograflarla dalga hızları elde edilir. Yoğunluk alınan numunelerden laboratuarda ve yeraltı suyu derinliği ise rezistivite, sismik refraksiyon, sondaj veya jeolojik gözlemlerle arazide tespit edildikten sonra (3) ifadesi kullanılarak, her ölçü noktası için (n_i) şiddet artışı değerleri hesaplanır. n_i şiddet artış değerleri ile bunların tekrerrür adetleri N arasında aşağıdaki gibi bir grafik çizilir.



Sahada en çok tekrerrür eden şiddet artış değeri, bölgenin ortalama şiddet artış değeri olarak kabul edilir ve bu değere, bölgenin Deprem Bölgeleri Haritasındaki şiddet değeri verilir. Örneğin; Türkiye Deprem bölgeleri haritasında 2. derece deprem bölgesinde bulunan bir saha için bu değer $I=8$ M.M dir. Çizilen grafikte en çok tekrerrür eden değerlerden küçük olan değerler 8 şiddetten çıkarılır, büyük olan değerler ise 8 şiddete ilave edilir.

Böylece incelenen saha, 8 şiddetten küçük, 8 şiddete sahip ve 8 şiddetten büyük üç bölgeye ayrılır.

Prof. Medvedev, kendi çalışmalarında çok kalın dolgu zeminler için, alttaki tabakanın sismik dalga hızlarının güç elde edilebildiği hallerde (3) ifadesindeki (ρ_0, V_0) empedansını, granitin sismik empedansı olarak sabit kabul etmiş ve zemini meydana getiren dolgu tabakanın şiddet artış değerlerini granit bazına göre relatif olarak hesap etmiştir (Bkz. Tablo II.).

Medvedev metodu uygulanırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

1. Pratikte (3) bağıntısındaki (ρ_0, V_0) empedansı mümkün olduğu kadar granit bazına göre sabit alınmamalı, zemini teşkil eden birinci tabakanın altındaki ana kayanın yoğunluk ve hızı tespit edilerek, şiddet artışı bu değere göre hesaplanmalıdır.

2. (3) ifadesindeki yeraltı suyu derinliğinin etkisini veren (n_v) terimi yalnızca, kum, kumlu-kil, silt, kalın toprak dolgu vb. gibi çok küçük taneli zemin cinsleri için kullanılmalıdır.

3. Mümkün olan hallerde, zeminlerdeki S dalga hızları ölçülmeli ve S dalga hızlarına göre hesap yapıldığında (3) ifadesindeki (n_v) terimi yine hesaba katılmamalıdır.

4. Bölgelendirme yukarıdaki grafikte verilen tarzda yapılmalıdır.

5. Ölçü noktalarında hesaplanan şiddet artış değerleri;

$$n_i < 0,5 \quad \text{ için } n_i = 0$$

$$0,6 < n_i < 1,5 \quad \text{ " } n_i = 1$$

$$\begin{array}{ll} 1,6 < n_i < 2,5 & \text{ için } n_i = 2 \\ 2,6 < n_i < 3,5 & \text{ " } n_i = 3 \end{array}$$

Bu metod Prof. Kanai'nin, deprem spektrumları, mik-
olarak alınmalıdır. lardaki hasarların gözlemsel araştırma-
ları neticesinde elde ettiği sonuçlardan hareketle, ana kaya
üzerinde Bu metodun pratik amaçlar için ölçü ve hesap kolay-
lığı vardır. ai yapı-amprik bir formülle ifade etmesiyle or-
taya çıktı.

Ancak, bu metodun matematiksel esası tam elastik or-
tamlar için ortaya konmuştur. Uygulamada ise böyle bir orta-
mı bulmak mümkün değildir. Sismik dalgaların kırılması, yan-
sıması, enerji absorbsiyonu, tabaka kalınlıklarının, nemli-
liğin ve daha pek çok faktörün etkisiyle zeminler tam elas-
tik değildir.

Hele zemin altı yapısının basit ve homojen olması
halinde Ayrıca, metodta daha çok yapısal hasarı artıran neden
olarak zeminin fiziksel yapısı ele alınıp, dinamik mukabele-
leri hesaba katılmamaktadır. ilen hakim periyotlar üst üste
çakışmaktadır.

Bu metodun pratik amaçlar için en büyük noksanlığı
zemin etkilerini, deprem şiddeti gibi mühendisler için pek
bir şey vermeyen, bir kavram olarak ifade etmesidir. Bilin-
diği gibi deprem şiddeti, yapıların depreme karşı dizaynında
doğrudan kullanılamayan bir değer değildir.

Bu metodla yapılan mikro-bölgeleme sonuçları, zeminin
dinamik etkinliklerinin ihmal edilebileceği, deprem episantr-
ları veya yakın civarlardaki sahalarda ve bu sahalarda üzerinde
yapılacak rijit yapıların projelendirilmesinde kullanılmalı-
dır.

Burada; Dinamik etkinlikleri bakımından eksikliğine rağmen
bu metod, dinamik etkinliğin çeşitli nedenlerle uygulanama-
dığı ülkelerde daha uzun süre kullanılacak ve bilhassa alçak
ve rijit yapıların projelendirilmesinde emniyetle uygulan-
acaktır.

3. KANAI METODU (=ZEMİNLERİN TİTREŞİM KAREKTERİSTİKLERİ)

Bu metod Prof. Kanai'nin, deprem spektrumları, mikrotremorlar ve yapılardaki hasarların gözlemsel araştırmaları neticesinde elde ettiği sonuçlardan hareketle, ana kaya üzerindeki dolgu zeminlerde dalga hareketlerinin dinamik karakterlerini yapı-amprik bir formülle ifade etmesiyle ortaya çıktı.

Prof. Kanai, depremler esnasında zeminin hakim titreşim periyotlarının, mikrotremorlar ve mikrosismik titreşimlerden elde edilen hakim titreşim periyotları ile benzer olduğunu müşahade etmişlerdir.

Hele zemin altı yapısının basit ve homojen olması halinde bu benzerlik çok daha fazladır ve bu halde kuvvetli deprem spektrumlarında elde edilen hakim periyotlarla, mikrotremor kayıtlarından elde edilen hakim periyotlar üst üste çakışmaktadır.

O halde zeminlerin mikrosismik titreşimleri veya mikrotremorların ölçülmesiyle, aynı zeminlerin şiddetli depremler esnasındaki titreşim özellikleri hakkında önceden bilgi edinilebilir.

Bu açıklamalardan hareketle Prof. Kanai, odak noktasında meydana gelen deprem hareketinin, satıh üzerinde bir noktadaki dalga şeklini genel tarzda şu şekilde ifade etti:

$$U(T,q) = f(O(T), Q(T,q), G(T,q)) \quad (4)$$

Burada;

T : Sismik dalga periyotu

q : Dalga absorpsiyonu

O(T): Depremin magnetüdü ve odak mekanizması ile ilgili bir terim.

$Q(T,q)$; Sismik dalganın ana kaya içerisindeki, yansıma, kırılma, absorpsiyon, dağılma vb. gibi nedenlerle uğradığı şekil değiştirme ile ilgili bir terim.

$$\log A_m = M - 1,73 \log \Delta + 0,83 \quad (6)$$

$G(T,q)$; Ana kaya üzerindeki satıh tabakalarının sismik dalga üzerindeki etkisini ifade eden bir terimdir.

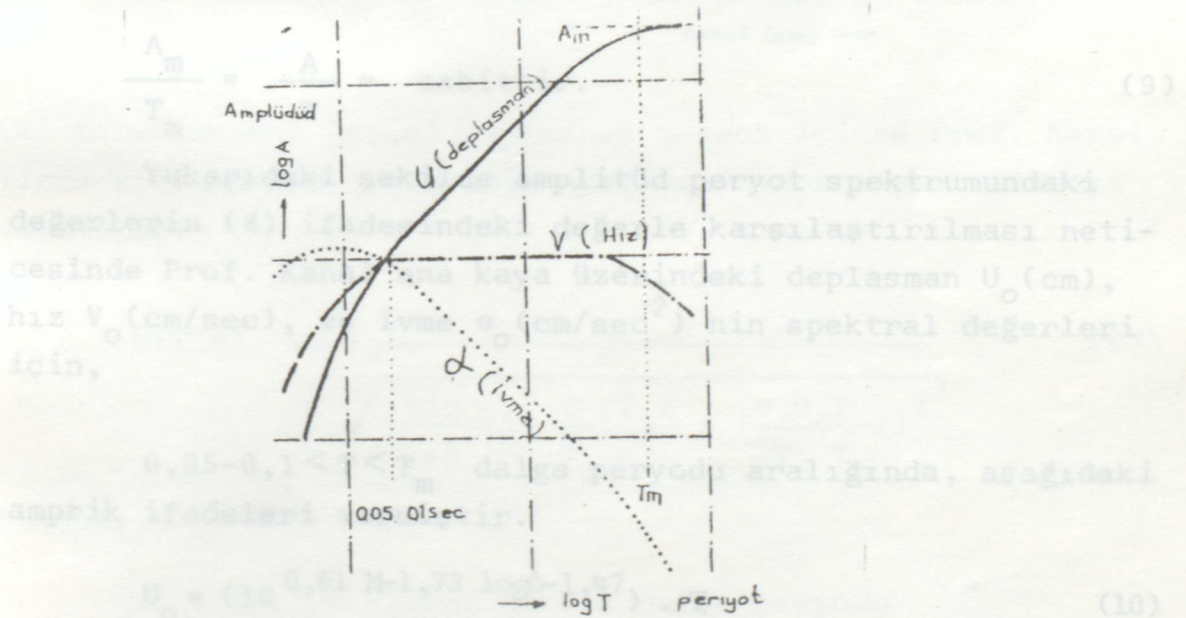
Genelde, (4) ifadesindeki ilk iki terim, deprem hareketinin ana kaya üzerindeki spektrumunu ifade etmektedir. Bu spektrumun analitik olarak ifade edilebilmesi için Prof. Kanai, Gutenberg tarafından amprik bir formülle verilen, sismik dalganın maksimum amplitüdü (A_m) ile ona tekabül eden dalga peryodu (T_m) in spektral değerlerini kullanmıştır.

Bu ifade (6) ifadesi ile karşılaştırıldığında,

$$A_m = 53 T_m^{2.56} \quad (5)$$

$$\log \frac{A_m}{53} = 0,61 M - 1,73 \log \Delta + 7,52 \quad (8)$$

Bu ifadeden hesaplanan sismik dalganın (U) deplasman, (V) hız ve (α) ivme spektrumları aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Bu spektrum değerleri deprem odağından 100 km., mesafe için hesaplanmıştır.

(12)

Burada, Maksimum amplitüd A_m ile odak mesafesi Δ ve magnetüd M arasında şu ifade kullanılmıştır.

$$\log. A_m = M - 1,73 \log. \Delta + 0,83 \quad (6)$$

Burada, (Δ) km. ve (A_m) mikrondur.

Bu ifadenin $\Delta = 100$ km., için özel şekli ile (5) ifadesi birleştirilerek, maksimum amplitüde tekabül eden peryot (T_m)

$$\log. T_m = 0,39 M - 1,7 \quad (7)$$

Bu ifade (6) ifadesi ile karşılaştırıldığında,

$$\log \frac{A_m}{T_m} = 0,61 M - 1,73 \log + 2,53 \quad (8)$$

ifadesi elde edilir.

$$\frac{A_m}{T_m} = \frac{A}{T} = \text{sabittir.} \quad (9)$$

Yukarıdaki şekilde amplitüd peryot spektrumundaki değerlerin (8) ifadesindeki değerle karşılaştırılması neticesinde Prof. Kanai ana kaya üzerindeki deplasman U_0 (cm), hız V_0 (cm/sec), ve ivme α_0 (cm/sec²) nin spektral değerleri için,

$0,05 - 0,1 < T < T_m$ dalga peryodu aralığında, aşağıdaki amprik ifadeleri vermiştir.

$$U_0 = (10^{0,61 M - 1,73 \log \Delta - 1,47}) \cdot T \quad (10)$$

$$V_0 = 10^{0,61 M - 1,73 \log \Delta - 0,67} \quad (11)$$

$$\alpha_0 = \frac{10^{0,61 M - 1,73 \log \Delta + 0,13}}{T} \quad (12)$$

$$a = \sqrt{\frac{\rho_1 \cdot \mu_1}{\rho_2 \cdot \mu_2}} \cong \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} \quad (14)$$

veya,

Burada, $\rho_1 \cdot \mu_1 V_1$ ve $\rho_2 \cdot \mu_2 V_2$ sırasıyla dolgu tabakasında ve bunun altında ana kayadaki yoğunluk, rijitlik ve sismik dalga hızlarıdır.

Burada, Prof. Kanai (13) formülünü zemin mukabelesi olarak adlandırmıştır. Bu formülün özel şartları aşağıdaki gibidir;

1. Satıhta dolgu tabakası olmaması veya uzak depremler sırasında çok uzun sismik dalga periyodu olması hali,

Bu halde, $T_0 \rightarrow 0$ veya $T \rightarrow \infty$ için $G(T,q) \rightarrow 1$ dir.

2. Satıhta ^{dolgu} kalın tabakası olması veya çok yakın depremler için çok kısa sismik periyodun olması hali,

Bu halde, $T_0 \rightarrow \infty$ veya $T \rightarrow 0$ için $G(T,q) \rightarrow \frac{2}{1+a}$ dir.

3. Sismik dalga periyodu ile zemin hakim titreşim periyodunun eşit olması hali (Rezonans);

Bu halde, $T = T_0$ için

$$G(T,q) = 1 + \frac{\sqrt{T_0}}{3} \text{ tür.} \quad (15)$$

(1.) ve (2.) hallerde zemin yapısının ana kayadaki dalga hareketi üzerindeki büyütme etkisi çok azdır. (3.) halde ise bu tesir çok fazladır.

(10), (11), (12) nolu formüllerle verilen dalga hareketinin ana kaya üzerindeki spektral değerleri ile, (13) ifadesini çarparak, satıh üzerindeki herhangi bir noktada deplasman, hız ve ivmenin spektral değerlerini elde ederiz. Bu değerler şu şekilde verilmiştir;

$$U = U_0 \times G(T, q) \quad (14)$$

lerini gözönünde bulundurduğu için diğer metodlardan çok veya, kullanışlıdır. Aynı zamanda bu metotta verilen değer-

$$U = (10^{0,61 M - 1,73 \log \Delta - 1,47}) \cdot T \left[1 + \frac{1}{\sqrt{\frac{1-a}{1-a} \left\{ 1 - \left(\frac{T}{T_0} \right)^2 \right\} + \left\{ \frac{0,3}{T_0} \left(\frac{T}{T_0} \right) \right\}^2}} \right] \quad (15)$$

Burada, $U(\text{cm})$ olarak satıhtaki spektrol deplasmandır.

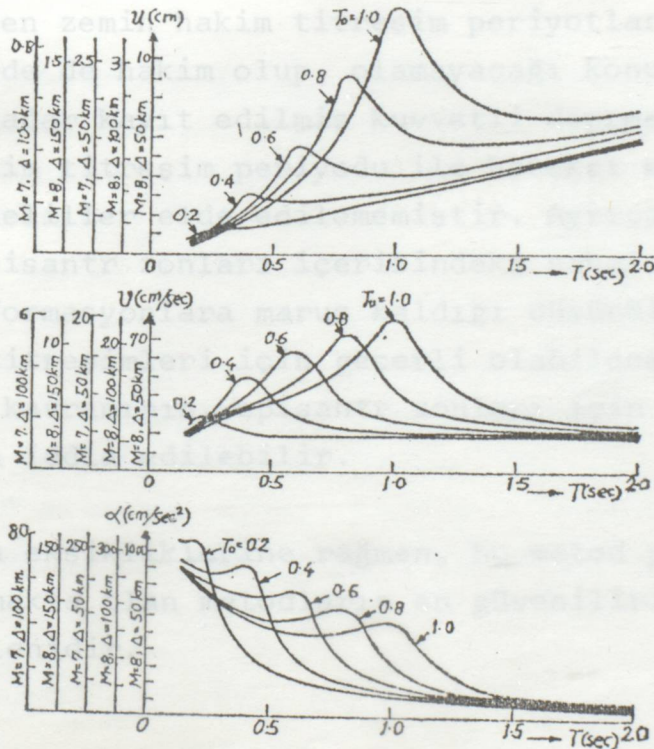
$\text{cm/sec}(\text{saniye})$ olarak spektral hız;

$$V = V_0 \cdot G(T, q) \quad (15)$$

ve cm/sec^2 olarak ivme ise;

$$\alpha = \alpha_0 \cdot G(T, q) \quad (16)$$

Bu formüller kullanılarak, hakim periyot $T_0 = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$ saniye, Episantr mesafesi $\Delta = 50, 100, 150 \text{ km.}$, Magnitüd $M = 7$ ve 8 ve $a = \frac{1}{5}$ alınarak hesaplanmış deplasman, hız ve ivme spektrumları şekilde görülmektedir.



Kanai metodu zeminlerin fiziksel ve dinamik özelliklerini gözönünde bulundurduğu için diğer metodlardan çok daha kullanışlıdır. Aynı zamanda bu metotta verilen değerler, modern spektral teori ile çok daha iyi uyuşmakta ve doğrudan doğruya yapıların deprem kuvvetlerine karşı hesaplanması ve projelendirilmesinde kullanılabilir.

Ayrıca bu metod, yapıların dinamik veya dinamik görüşlere dayanan statik hesap metodları ile hesaplanabilmesi için gerekli olan değerleri de verebilmekte ve dolayısıyla örneğin, birinci derece deprem bölgelerinde bazı zeminler, üzerinde bölgenin gerektirdiğinden daha küçük hesap katsayıları kullanarak, depreme dayanıklı yapılar yapılabilmesine imkan vermektedir.

Metodun uygulama ve hesap kolaylığı da Medvedev metodundan daha az değildir.

Bu metodun eksikliği, üzerinde hâlâ yeteri derecede güvenilir bilgi toplanmamış olan, mikrotremor kayıtlarından elde edilen zemin hakim titreşim periyotlarının; kuvvetli depremlerde de hakim olup, olamayacağı konusudur. Amerika'da şimdiye kadar kayıt edilmiş kuvvetli depremlerde, zeminlerin bariz hakim titreşim periyodu ile hareket ettiğine dair güvenilir deliller elde edilememiştir. Ayrıca kuvvetli depremlerde, episantr zonları içerisindeki sahaların elastik olmayan deformasyonlara maruz kaldığı düşünülürse, zeminlerin elastik titreşimleri için geçerli olabilecek hakim titreşim periyodu kavramının, episantr zonları için pek geçerli olmayacağı da iddia edilebilir.

Bu eksikliklerine rağmen, bu metod pratikte, halen kullanılmakta olan metodların en güvenilirini ve en kolay uygulanabilenidir.

Bilhassa uzak depremlerde meydana gelebilecek uzun peryotlu hareketlere karşı, kalın alüvyal depozitler üzerinde inşa edilmesi düşünülen, uzun peryotlu yapıların depreme dayanıklılığını temin için çok yararlı olmaktadır.

ZEMİNLERİN SİSMİK ÖZELLİKLERİNİN TAHMİNİNDE BAZI YENİ METODLAR

Boyuna dalga hızları, zeminin özelliklerini tanıtmak bakımından yeterli değildir. Gerçek ve takribi değerler arasındaki fark bazen bir dereceye kadar erişir. Bunun için, sismik dalga titreşimlerinin dinamik parametreleri (Amplitüd, frekans, süre, sönüm) kullanılır.

1. S Dalgalarının Kinematik ve Dinamik Karakteristikleri

A. N. Nikolaev ve A.B. Maksimov'un yaptıkları kabulere göre sismik dalga hızı: V_s , max. amplitüd: A_s , hakim titreşim frekansı: F_s , S dalga süresi: D_s , sönüm: θ_p ve θ_s şeklinde gösterilir.

Parametrik değerler uyarım merkezini değil, zeminin fizikimekanik özelliklerini gösterirler veya karakterize ederler. Sismik tesirle parametrik değerler arasındaki korelasyon katsayısı 0,7-0,8 civarında olmalıdır. F_s ve D_s şok suretiyle husule gelen enerjinin değişimlerine karşı duyar-sız olup, zeminle odaktan daha çok ilgilidirler. Çeşitli zeminlerde F_s ve D_s parametrelerinin değişimi üç misli olabilir. Enerji değişimi 2-3 katına çıktığında F_s ve D_s değerlerindeki değişim sadece % 30 kadardır. P ve S dalga hızları ise % 5-10 arasında artar. Aşağıdaki tabloda Alma-Ata bölgesinde max ve ortalama sismik şiddet artışlarını göstermektedir.

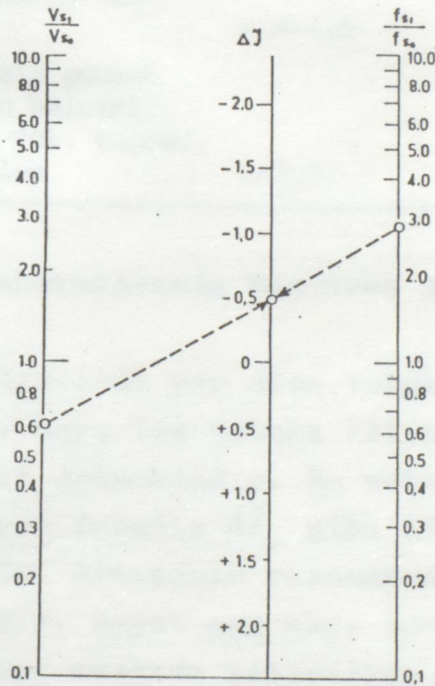
(T) ile sismik şiddet artışlarının (ΔI_s) bulunmasını göstermektedir. Amplitüd ve peryot değerleri, patlama noktasından 35 metre mesafeden itibaren ölçülmeli, sismik uya-

Parametreler	V_p	V_s	F_s	$V_s F_s$	$V_s F_s^2$
$ \sigma \Delta I \text{ max}$	0,6	1	0,54	0,54	0,44
$ \sigma \Delta I $	0,24	0,4	0,23	0,21	0,17

Görüldüğü üzere gerçek şiddet değerlerinin en küçük artımı ($\sigma \Delta I$), $V_s F_s^2$ parametresi kullanıldığında ortaya çıkmaktadır. Zeminin sismik özelliklerini ifade eden parametreler arasındaki ilgiyi en doğru olarak belirtilmesi bakımından aşağıdaki formül tavsiye edilebilir.

$$\Delta I_i = 0,8 \log [\rho_o V_{so}^2 / \rho_i V_{si} F_{si}^2]$$

Frekans değerleri, patlama noktasından 20 metre mesafeden ölçülmelidir. Aşağıdaki şekilde (Nomogramda, S dalga hızları ve frekansları kullanılmak suretiyle, şiddet artımının (ΔI_i) elde edilişi görülmektedir.



J.A. Ershov, maksimum amplitüd (A_{max}) ve titreşim periyodu (T) ile sismik şiddet artışlarının (ΔI_i) bulunmasını önermektedir. Amplitüd ve periyot değerleri, patlama noktasından 35 metre mesafeden itibaren ölçülmeli, sismik uya-

rım darbeli ise düşürülecek ağırlık 32 kg. olmalı ve 6 m. yükseklikten düşürülmelidir. Buna göre;

$$\Delta I_i = 3,3 \log [A_{max_i} / A_{max_o}]$$

$$\Delta I_i = 3,3 \log [A_{max_i} / T_i / A_{max_o} T_o]$$

dir.

Tabloda değişik zeminlere ait amplitüd ve periyod değerleri verilmiştir.

Zeminler	A(micro)	T(sn)
Kayalık, yarı kayalık zeminler	0,1-0,5	0,02-0,035
Kaba depositler	0,3-1,5	0,03-0,055
Kumlu, balçıklı, kumlu balçıklı zeminle ($H_i > 6$ metre).	0,8-1,6	0,03-0,06
Kaba malzemeli gevşek dolgu, kumlu balçıklı, su seviyesi yük. toprak, dolgu zeminler	1-2,3	0,03-0,08

2. Yüzey Tabakalarında Rezonans Titreşimleri

Ana kaya üzerinde yer alan tabakalarda sismik dalga yayılırken, dalga boyu ile tabaka kalınlığına göre titreşimlerin amplitüdları artmaktadır. Bu sebepten sismik şiddet artışını belirleyen formüle ΔI_r gibi bir terim ilavesi düşünülebilir. Şiddet artışının rezonansa yol açılabileceği hesaba katılmalıdır. Şayet ana kaya üzerinde homojen bir tabaka grubu varsa, aşağıda belirtilen metodlarla sismik şiddet artışı tahmini mümkündür.

1. Ana kaya üzerinde yumuşak, homojen tabakaların sismik rijitide oranları ile (m_i)

2. Yumuşak homojen tabakaların hakim titreşim periyodundan hesaplanan dalga boyu (V_i , T_i ve ana kayaya kadar olan homojen tabakaların kalınlığının (L) oranı ile (S_i)

$$m_i = \sigma_i V_i / \sigma_o V_o ; S_i = L/V_i T_i$$

m_i ve S_i nin muhtelif değerleri için şiddet artışı (ΔI_r) aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

m_i	S_i					
	0-0,5	0,1-0,6	0,2-0,7	0,25-0,75	0,3-0,8	0,4-0,9
0,1	0	0,2	1,2	2,5	1,2	0,2
0,2	0	0,2	1,1	1,7	1,1	0,2
0,3	0	0,2	0,9	1,3	0,9	0,2
0,4	0	0,2	0,8	1,0	0,8	0,2
0,5	0	0,2	0,6	0,7	0,6	0,2
0,6	0	0,1	0,5	0,5	0,5	0,1
0,7	0	0,7	0,3	0,4	0,3	0,1
0,8	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
0,9	0	0	0	0,1	0,1	0,0

Çok kırıklı ve heterojen tortul tabakalar için ΔI_r 'in hesabı Digital Computer ile yapılmaktadır. Bu şekilde toplam şiddet artışı için $\Delta I = \Delta I_{pv} + \Delta I_w + \Delta I_r$ formülü uygulanır. ΔI_{pv} : sismik rijidite, ΔI_w su muhtevası, ΔI_r ise rezonanstan ileri gelen sismik şiddet artışıdır.

Sonuç: Zeminlerin elastik davranışları, direnci ve sismik tesirler arasındaki ilişkinin belirlenmesi, sismik rijidite metodunun bazı limitler halinde kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır. Sismik rijidite metodu basit, fakat tesirli ve uygun bir metod olup, S dalga hızlarını direkt olarak ölçmede oldukça faydalıdır. Sismik mikrozon uygulamasında zemin-

JAPONYA'DA MİKROZONİK ÇALIŞMALAR

(1972- MİKROZONASYON KONFERANSI NOTLARINDAN ÇEVİRİ-SEATLE
YORIHICO OHSAKI; TOKYO ÜNİVERSİTESİ PROF.),

Mikrozonasyon üzerine bu yayın hazırlanırken mikrozonun tarifi, Yorihiko OHSAKI'ya göre açık değildi. Yine de bu yazıdaki mâna bir mikrozonun bir şehrin bir bölümünün büyüklüğünü belirttiği şeklindedir.

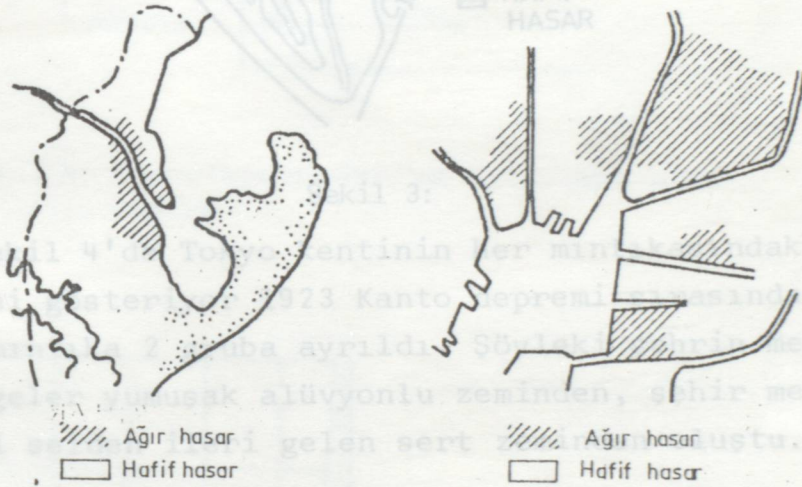
Geçmişteki deprem zararının büyük tecrübelerinden, Japonya'da iyi bilinen gerçek deprem zararları ve zemin şartları arasında açık bir münasebet olduğu ve onlar arasında nicel ilişkilerin belli bir orana eşitlendiğidir. Böyle bir tecrübeye dayanarak mikrozonasyonun bir tavsiye metodu olduğu bir grup sismolog ve deprem mühendisleri tarafından 1950 yılında teklif edildi. Bu öneriyi müteakip, mikrozon haritaları, Tokyo, Yokohama ve diğer bir kaç şehir için hazırlandı. Diğer taraftan Ulusal Yapı Kurumunun inşaa tarzı farklı olan yapılar için her mikrozonda kullanılması gereken sismik katsayıları tayin etti. Zemin tabakalarının dinamik karakteristiklerini mikrosarsıntılarının iyi temsil ettiği şeklinde olan Kanai'nin buluşu, mikrozonasyonun diğer metoduna eklendi.

Son zamanlarda Japonya'nın bir kaç şehrinde deprem dalgalarının karakteristiklerinin, zemin tabakalarının varlığı nedeniyle amplikasyonun ve farklı sertliğe sahip üst yapının tepkisinin hepsinin birden dikkatle gözönüne alındığı mikrozonasyonun daha yeni bir metodunu geliştirmek için çalışmalar yapılıyor. Bu çalışmalar günümüzde hızla gelişen yapısal ve dinamik biliminin önemine bir eğilim olduğunu gösterir. Fakat aynı zamanda deprem problemleri ile ilgile-neceği ve her amaçlanan yapı için bireysel olarak problemlerin çözüleceği ve onun bölgelere ayrılması icap etmeyece-

ği için böyle bir eğilim yakın bir gelecekte kendi başına mikrozonasyonun varolma nedenini inkar edebilir.

TECRÜBİ ZEMİN 'de tahrip olan ve az bir şekilde hasara uğrayan alanlar arasında hayret uyandıracak şekilde, açık bir sınır. Bir deprem esnasındaki hasarda bölgesel farklılığı tanımlayan Japonya'daki ilk dökümantal kayıt 18.yy. başının biraz gerisindedir. Sık sık edinilen tecrübeler neticesinde küçük bir şehir içerisinde bile deprem hasarında göze çarpan belli farklar gözlemlendi.

Zemin şartları ve hasar oranları arasındaki karşılıklı münasebet, incelik bakımından belirli bir oranı gösterir.



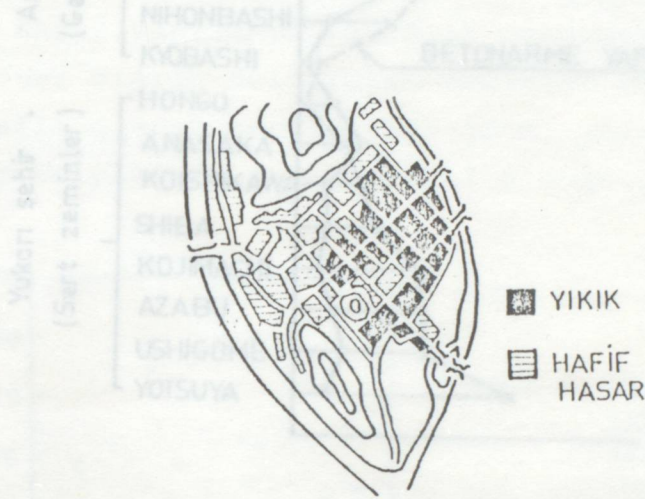
Şekil 1 - 2:

Şekil 1'de Shimizu şehrinde ahşap yapılarındaki hasarın bir dağılımını gösterir. Bu şehirdeki hasarlı yapıların % 80'i yumuşak zeminlerin büyük miktarda depolandığı bir ırmağın denizle birleştiği yerde toplanmıştır.

Şekil 2'de taralı bölgeler ahşap yapılarındaki hasar derecesinin % 20'yi aştığı Nagoya şehrinin güney kısmındaki zonları gösterir. Bu zonlarda standart penetrasyon deneyi-

rinin N değerlerinin özellikle zemin yüzeyinin 10 metre yukarısında önemsiz olduğu keşfedildi.

Şekil 3'de tahrip olan ve az bir şekilde hasara uğrayan alanlar arasında hayret uyandıracak şekilde, açık bir sınır gösteren küçük bir kasabadaki ahşap yapılardaki dağılımı göstermektedir.



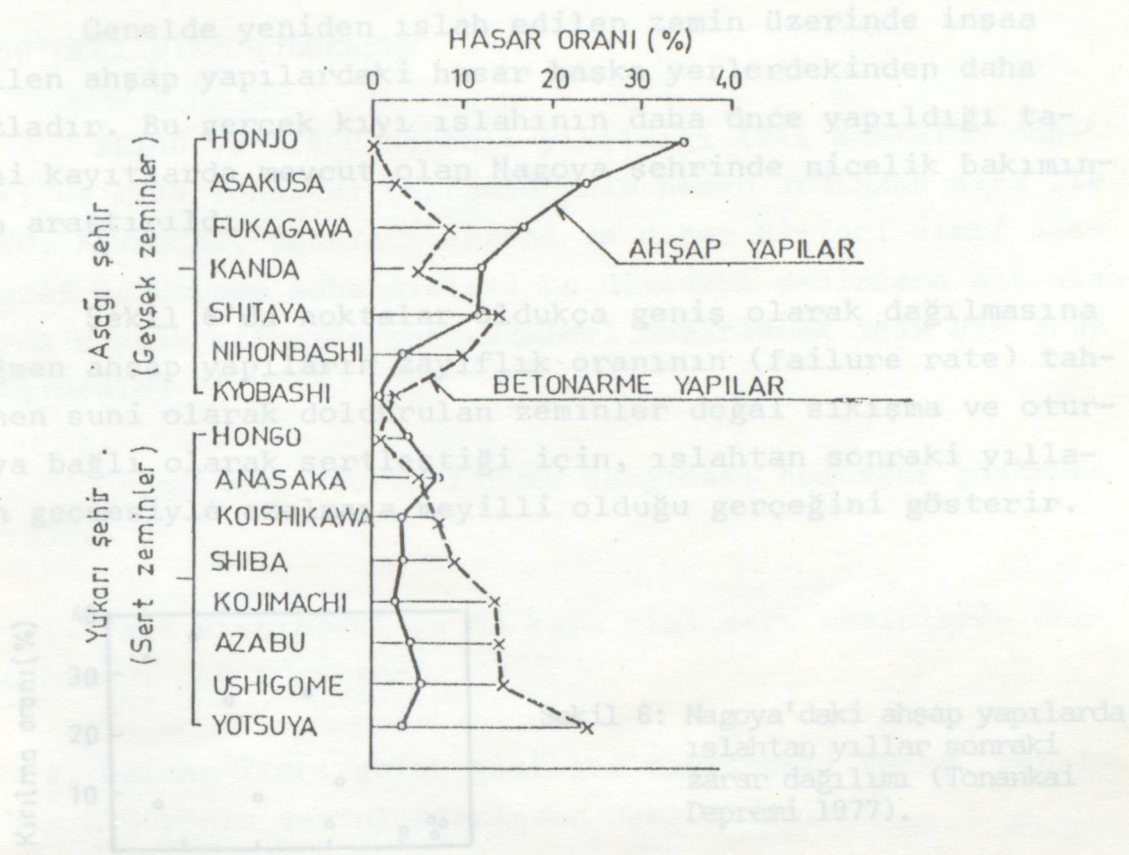
Şekil 3:

Şekil 4'de Tokyo kentinin her bölgesindeki hasar derecesini gösteriyor 1923 Kanto depremi sırasında Tokyo'daki 14 bölge 2 gruba ayrıldı. Şöyleki şehrin merkezinde olan bölgeler yumuşak alüvyonlu zeminden, şehir merkezinin dışındaki selden ileri gelen sert zeminden oluştu.

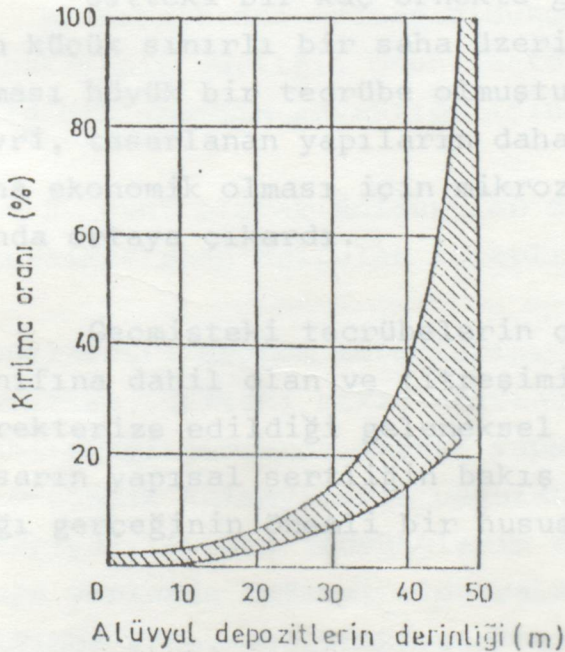
Bu durumda yumuşak zemin üzerindeki ahşap evlerin sert zeminden çok daha fazla hasara uğradığını gösterir.

Şekil 5 Tokyo'daki alüvyon tabakalarının kalınlığı ve ahşap yapıdaki hasar derecesi arasındaki korelasyonu gösterir.

Şekil 5'deki taralı zon yumuşak zeminlerin derinliği yaklaşık olarak 3 metreyi aştığında kırılma oranının hızlı olarak arttığını gösteren plan üzerindeki düşüş (plotsfall) % 95 dahilindeki alanı gösterir.



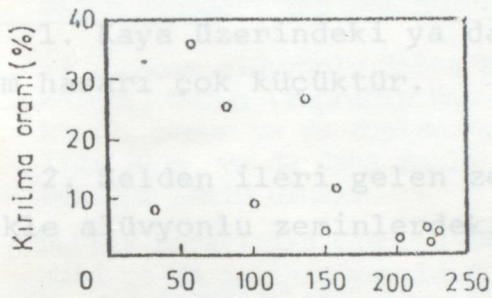
Şekil 4: Kanto Depremi 1923'te Tokyo'daki Zarar Oranları.



Şekil 5: Kanto depreminde Tokyo'daki ahşap yapılarındaki hasar ve alüvyal depozitlerin derinliği arasındaki ilişki.

Genelde yeniden ıslah edilen zemin üzerinde inşaa edilen ahşap yapılardaki hasar başka yerlerdekinden daha fazladır. Bu gerçek kıyı ıslahının daha önce yapıldığı tarihi kayıtlarda mevcut olan Nagoya şehrinde nicelik bakımından araştırıldı.

Şekil 6'da noktalar oldukça geniş olarak dağılmasına rağmen ahşap yapıların zayıflık oranının (failure rate) tahminen suni olarak doldurulan zeminler doğal sıkışma ve oturmaya bağlı olarak sertleştiği için, ıslahtan sonraki yılların geçmesiyle azalmaya meyilli olduğu gerçeğini gösterir.



Şekil 6: Nagoya'daki ahşap yapılarda ıslahtan yıllar sonraki zarar dağılımı (Tonankai Depremi 1977).

Üstteki bir kaç örnekte görüldüğü gibi deprem hasarının küçük sınırlı bir saha üzerinde bile geniş miktarda yer alması büyük bir tecrübe olmuştur. Bu gerçek olayların doğal seyri, tasarlanan yapıların daha güvenli ve mümkün olunca daha ekonomik olması için mikrozonasyon kavramını aynı zamanda ortaya çıkardı.

Geçmişteki tecrübelerin çoğu son derece elastik tip sınıfına dahil olan ve titreşimin uzun doğal bir periyot ile karakterize edildiği geleneksel inşaatın, ahşap yapılardaki hasarın yapısal sertliğin bakış açısına göre sınırlandırıldığı gerçeğinin önemli bir husus olarak görülmelidir.

1950'DEKİ MİKROBÖLGELEME

26100 ve 11600 binanın yıkıldığı 1946 Nankaido depremi ve 1944 Tonankai depremlerinin hemen ardından sıra ile MUTO, KAWASUMİ, TOKAYAMA, KANAİ ve diğer birinci sınıf sismograf ve deprem mühendisleri bu ülkedeki şehirlere ait alanlarda sismik mikrozon şantnameleri hazırlamak için bir grup oluşturuldu.

Geçmişteki tecrübelerden aşağıdaki hususlar gözönüne alındı;

1. Kaya üzerindeki ya da kaya gibi sert zeminlerde deprem hasarı çok küçüktür.
2. Selden ileri gelen zeminler üzerindeki hasar, genellikle alüvyonlu zeminlerdekinden daha azdır.
3. Yumuşak alüvyonlu tabakalar kalınlık olarak 30 metreyi geçerse hasar son derece artar.
4. Yeraltında uzanan oldukça kalın iri kum (ufak çakıl) tabakasının varlığı, onun jeolojik devresi alüvyonlu olsa bile bir yapının güvenliği için faydalıdır.
5. Suni olarak doldurulan zeminlerde hasar, şiddetlidir. Özellikle genç dolgular zararlıdır.

Yapılardaki deprem zararlarını azaltmak için, kriter tasarlanırken, üstteki bakış açısından daha büyük bir riskin umulabileceği yerlerde inşaat yapmak için, yapılara daha büyük bir sismik katsayıların uygulanması gerektiği, grubun ortak fikriydi. Ayrıca tecrübelerin daha da az hasar göstermiş olduğu yerlerde katsayı oldukça azaltılabilecekti. Bu şartlar altında grup, aşağıdaki şartnameyi içeren tabloyu hazırladı;

ZON	ZEMİN ŞARTLARI	Tasarlanmış Sismik Katsayı			
		Ahşap	Çelik	Betonarme	Taş
ZON I	Kaya sert kumlu çakıl, ya da benzeri olarak sınıflandırılmış üçüncü zamana ait veya daha eski yüzü tabakası.	0,12	0,12	0,16	0,20
ZON II	Kumlu çakıl, sert kumlu kil, içinde organik madde bulunan kim ve kil karışımı toprak ya da benzer olarak yaklaşık 5 m. ya da daha fazla kalınlıkta sınıflandırılmış alüvyonlu iri kum.	0,16	0,16	0,18	0,20
ZON III	Zon I, II ya da IV haricindeki diğer standart tip zeminler.	0,20	0,20	0,20	0,20
ZON IV	i) Yumuşak alüvyonlu delta tabakaları, humus (toprağın üst tabakası), çamur ya da toplam kalınlığı 30 m. ya da daha fazla olan benzeri zemin cinsi.				
	ii) Bir bataklığın çamurlu deniz dibi ya da ıslahın yapıldığı zamandan itibaren 30 yıldan daha az zamanın geçtiği yerlerde kalınlığının yaklaşık 3 m. ya da daha fazla olduğu benzeri zeminlerin ıslahı ile yapılan zemin cinsi.	0,30	0,20	0,20	0,20

TABLO I: Mikrozonlar ve Tasarlanmış Sismik Katsayılar.

Öneri hemen Japon Hükümeti Bayındırlık Bakanlığı tarafından benimsendi ve Ulusal Yapı Kanununa eklenen Bakanlığın bildirisi 1950'de saptandığı için resmi olarak 1951'de duyuruldu. Yine de bildirinin ilan edilmesinde, otoriteler önerinin maksadının aksine, bildiriden Zon IV terimini katmamak ve politik düşünceler nedeniyle Zon IV'deki ahşap yapılar için tasarlanan sismik katsayıyı artırmak için tereddüte düştü.

Yukarıdaki tabloda belirtilen sismik katsayıların değerleri yazara göre; başlangıçtaki hususlara göre esas alındı.

Fakat bu kez hiç teorik zemin mevcut değildi. Geçmiş tecrübelerin çoğu betonarme inşaat gibi sert yapılarda değil, ahşap yapılardaki hasarla ilgili olduğu tekrar anımsanmalıdır. 1923 Kanto depreminde, Tokyo şehrinde yaklaşık 690 betonarme yapı vardı ve onların hasar dağılımı Şekil 4'deki tireli çizgi ile gösterilmiştir. Hasar dağılımının bu şekilde gösterimi ile ilgili uzun münazaralar esnasında iki karşıt görüş öne sürüldü.

1. Alüvyonlu tabakalarının kalınlığının artması ile betonarme yapılardaki hasar az miktarda azalır.

2. Zemin tabakalarının yumuşaklığının artması ile hasar da artar. Özellikle ağır bir şekilde hasara uğrayan yapıların oranı şehir merkezi dışında, şehir merkezinden daha azdır.

Tablo I'deki öneri sonraki görüşü kabul etti ve betonarme inşaat için bile Zon I ve II'deki katsayılar azaldı fakat ahşap yapıların durumu ile mukayesesinde daha az bir oranda azaldı. Sonradan ilk görüşün doğruluğu ve ikincisinin tahsis edilmesi gerektiği belirtildi.

Bayındırlık Bakanlığının bildirisi uyarınca ilk mikrozon haritası Şekil 7'de gösterildiği gibi Yokohama şehri için tasarlandı.

Diğer taraftan Kawasumi deprem merkez üssünde bu ülkede deprem hasarlarının tarihsel kayıtlarından 599'dan 1949'a kadar yaklaşık 350 önemli depremin büyüklüğü hakkında fikir edinildi ve aşağıdaki iki denklem çıkarıldı;

$$I = 2M - (0.00183 R + 2 \log_e R) - 0,307$$

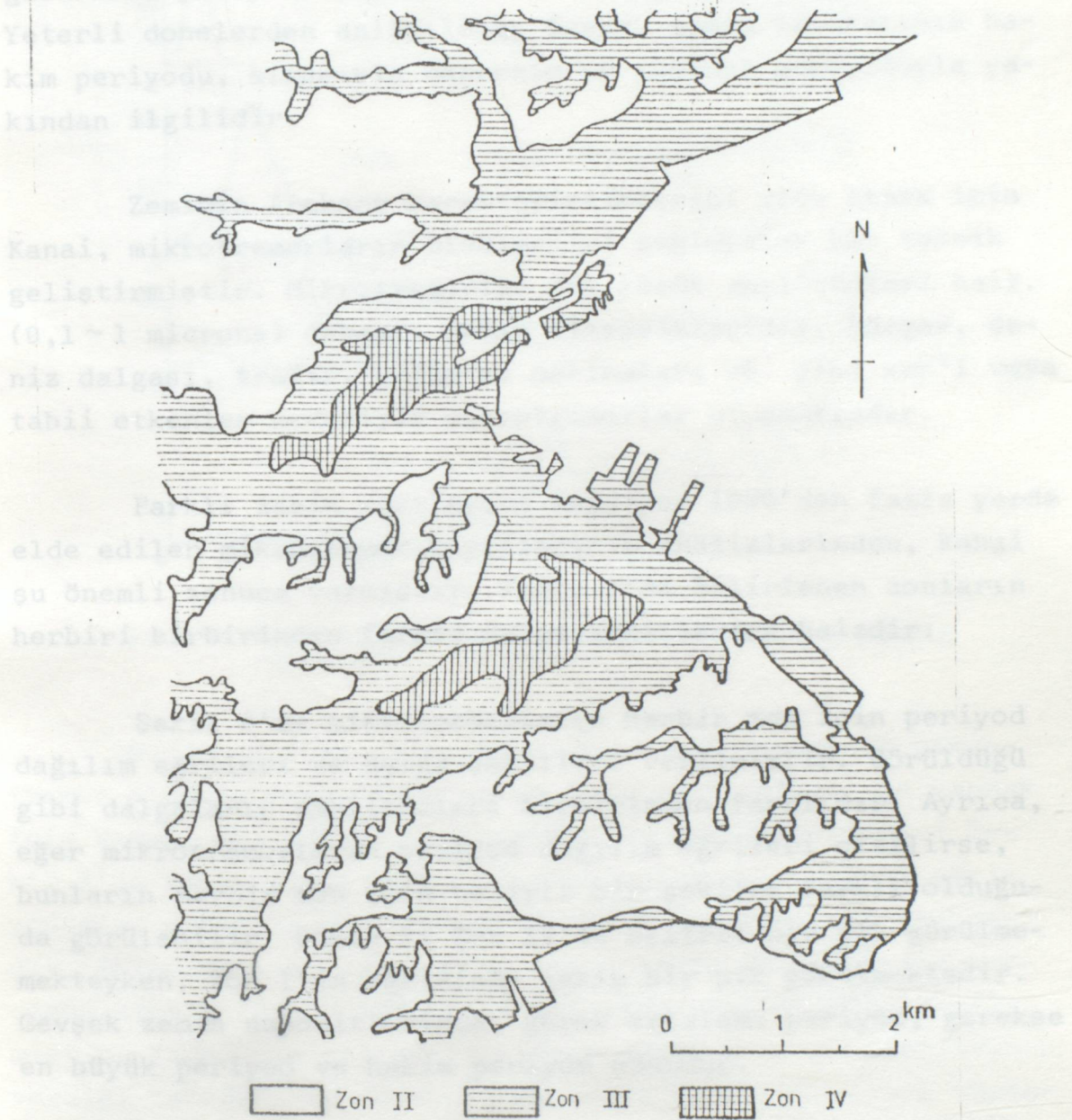
$$\alpha = 0,45 \times 10^{I/2}$$

1960' I= Japon Meteorolojik Ajansının şiddet ölçeğine dayanan sismik şiddet.

M= Gutenberg-Richter ölçeği.

R= Km. olarak merkezi üzerindeki yerin mesafesi

α = Tablo I'de Zon III'ün yaklaşık olarak yerini tutan zemin üzerindeki ivmeleme.



Şekil 7: Yokohoma Mikrobölgeleme, haritası.

1960'DAKI MİKROBÖLGELEME

Suehiro ve Ishimoto'nun araştırmaları 1926-1931 senelerine kadar dayanan bir gerçeği ortaya koymuştur. Bu araştırmalardan, hiposantrdan gelen dalga titreşimlerinin, her bir yüzey tabakasının hakim periyodlarına uygun muteakip dalgalarının yüzey tabakalarını etkilediği anlaşılmaktadır. Yeterli donelerden anlaşıldığı üzere, zemin tabakasının hakim periyodu, sırasıyla depremin ve yapının periyoduyla yakından ilgilidir.

Zeminin frekans karakteristiklerini elde etmek için Kanai, mikrotremorların ölçülmesini sağlayacak bir teknik geliştirmiştir. Mikrotremorlar çok küçük amplitüdleri haiz. (0,1~1 microns) devamlı zemin titreşimleridir. Rüzgar, deniz dalgası, trafik, endüstri makinaları vb. gibi sun'i veya tabii etkenler nedeniyle mikrotremorlar oluşmaktadır.

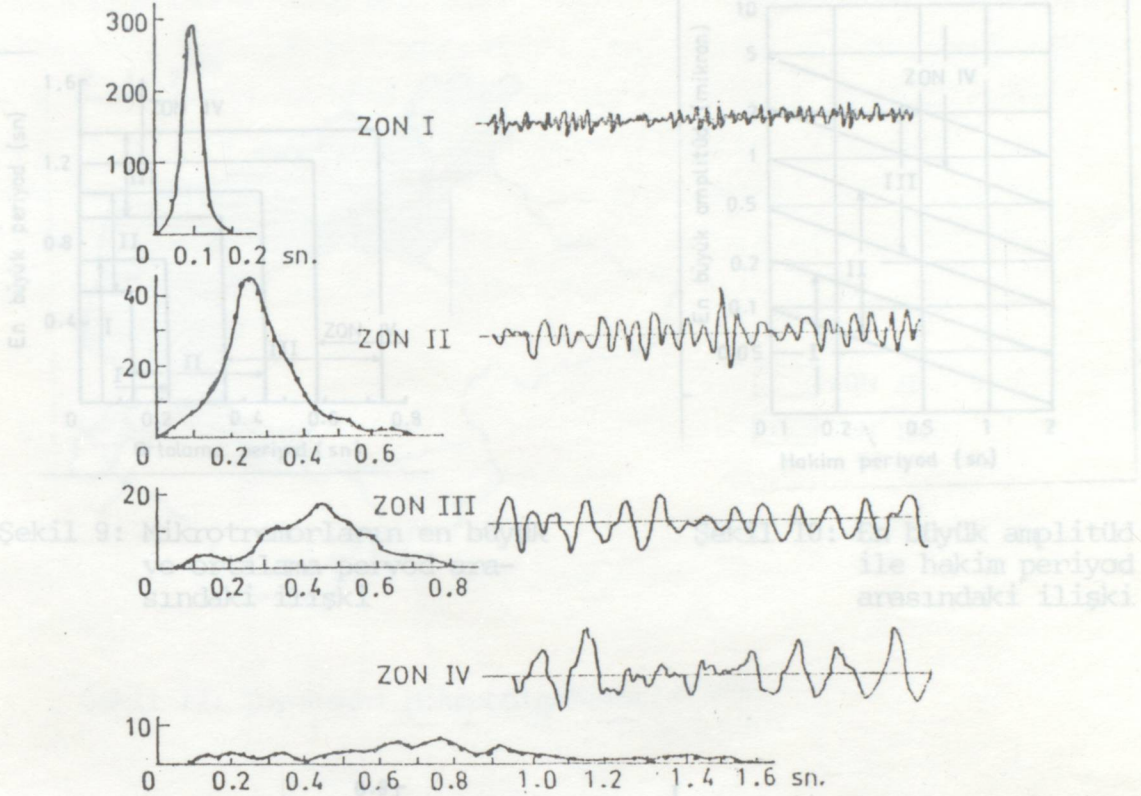
Farklı zemin şartlarını kapsayan 1000'den fazla yerde elde edilen mikrotremor kayıtlarının analizlerinden, Kanai şu önemli sonuca varmıştır. Tablo I'de belirlenen zonların herbiri birbirinden farklı dalga şekillerine haizdir.

Şekil 8'de mikrotremorların herbir zon için periyod dağılım eğrileri ve dalga şekilleri verilmiştir. Görüldüğü gibi dalgaların amplitüdüleri birbirinden farklıdır. Ayrıca, eğer mikrotremorların periyod dağılım eğrileri çizilirse, bunların herbir zon için belirli bir şekilde farklı olduğuda görülebilir. Şöyle ki Zon IV'de belirli bir pik görülmektedirken, Zon I'in eğrisinde hakim bir pik görülmektedir. Gevşek zemin depozitlerinde, gerek ortalama periyod, gerekse en büyük periyod ve hakim periyod uzundur.

verdiği tecrübelerine dayanılarak hesaplanmış sonuçları kapsayan Tablo I'deki öneriler için, bölgelemede dinamik değerlendirme açısından doneler sağlanmıştır. Şekil 11'de amplitüdüleri mikron mertebesinde olmak üzere, herbir zona tekabül eden zemin depozitlerinin titreşimlerinin hakim periyodları vardır.

eden zemin depozitlerinin titreşimlerinin hakim periyodları vardır.

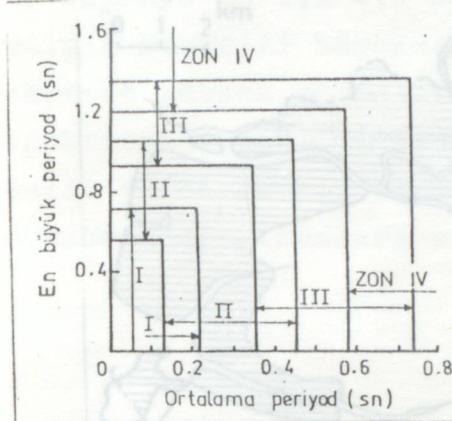
TEKERRÜR SAYISI



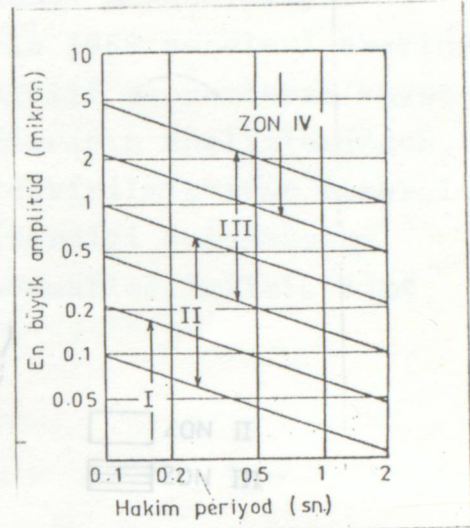
Şekil 8: Zon I-IV için Mikrotremorlar ve bunların dağılım eğrileri.

Bu donelerden, mikrobölgeleme çalışmalarında mikrotremor ölçmelerinin önemi anlaşılmaktadır. Bölgeleme yapmak için Kanai, iki yöntem önermiştir. Bunlardan birincisi Şekil 9'da gösterilmiş olup, mikrotremorların en büyük periyoduyla, ortalama periyodu arasındaki ilişkiyi kapsamaktadır. İkincisi ise, mikrotremorların hakim periyodu ile maksimum amplitüdü arasındaki ilişki olup, Şekil 10'da verilmiştir. Kanai'nin çalışmaları geçmişteki deprem hasarlarının verdiği tecrübelerle dayanılarak hesaplanmış sonuçları kapsayan Tablo I'deki öneriler için, bölgelemede dinamik değerlendirme açısından doneler sağlanmıştır. Şekil 11'de amplitüdler mikron mertebesinde olmak üzere, herbir zona tekabül eden zemin depozitlerinin titreşimlerinin hakim periyodları vardır.

eden zemin depozitlerinin titreşimlerinin hakim periyodları vardır.

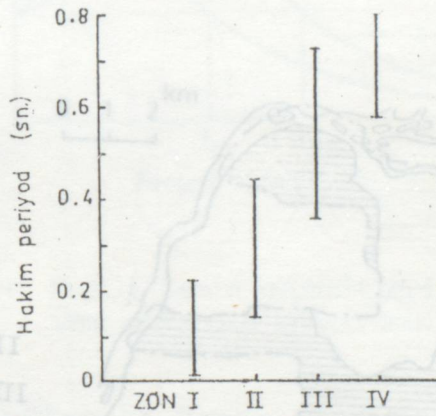


Şekil 9: Mikrotremorların en büyük ve ortalama periyod arasındaki ilişki



Şekil 10: En büyük amplitüd ile hakim periyod arasındaki ilişki

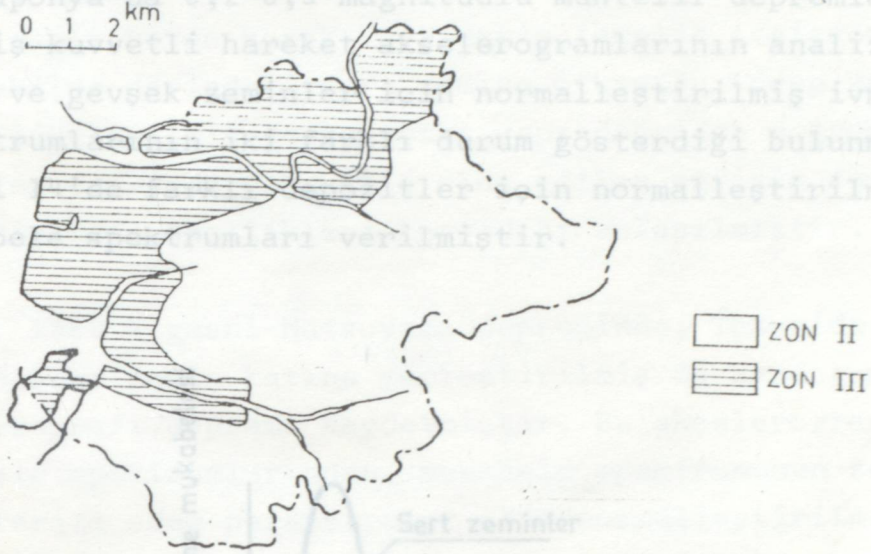
Şekil 12: Toyohashi Mikrobölgelemesi



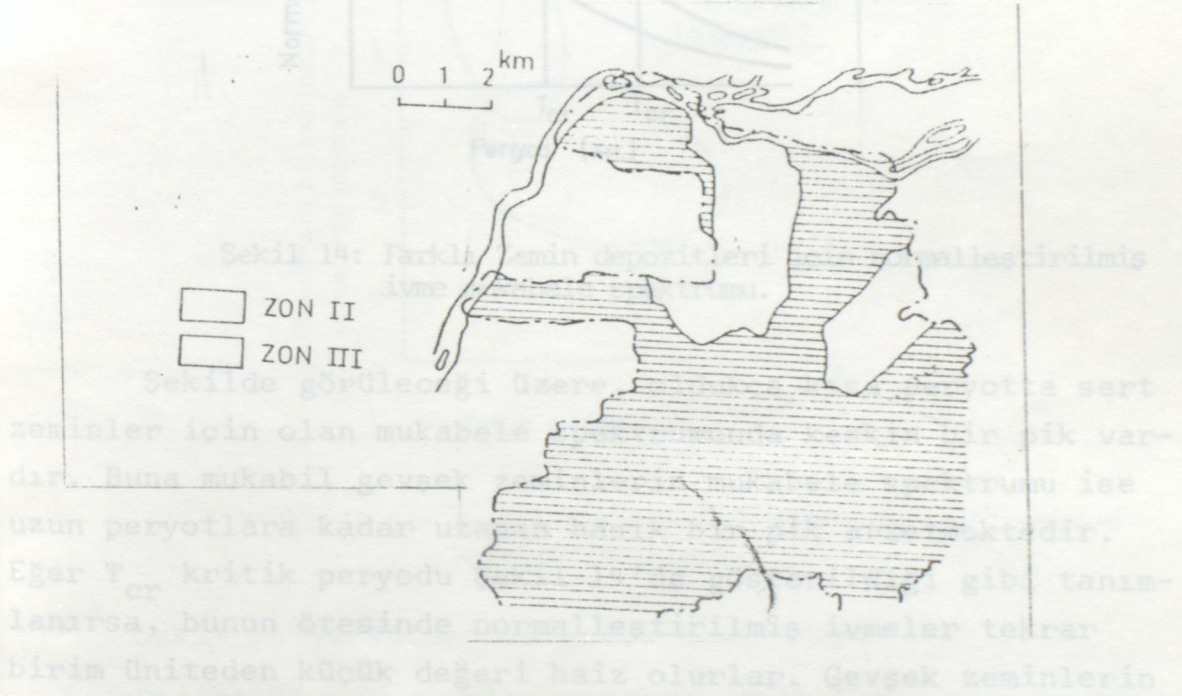
Şekil 11: Her zondaki hakim periyodlar.

1960, takip eden bir kaç sene içerisinde muhtelif mikrobölgeleme etüdları yapılmıştır. Şekil 12 ve 13 sırasıyla Toyohashi ve Ichinomiya'da yapılan çalışma sonuçlarını göstermektedir. Bu haritaların hazırlanmasında mikrotremor çalışmaları da yer almıştır. Ayrıca 1944 Tonankai ve 1946

Nankaido depremlerinin hasar dağılımı da yeniden incelenmiştir. Bu sayı artmış ve diğer taraftan öteki ülkelerde de yapıların deprem hareketine olan dinamik mukabelesiyle ilgili çalışmalar ilerlemiştir. 1962 ile 1964 seneleri arasında Japonya'da 5,2-6,9 magnitudlu muhtelif depremlerin kaydedilmiş hareketli hareketli programlarının analizlerinden, sert ve gevşek zeminler için normalleştirilmiş ivme mukabele spektrumları elde edilmiştir. Şekil 12'de bu spektrumlar gösterdiği bulunmuştur. Şekil 13'te bu spektrumların normalleştirilmiş ivme mukabele spektrumları verilmiştir.

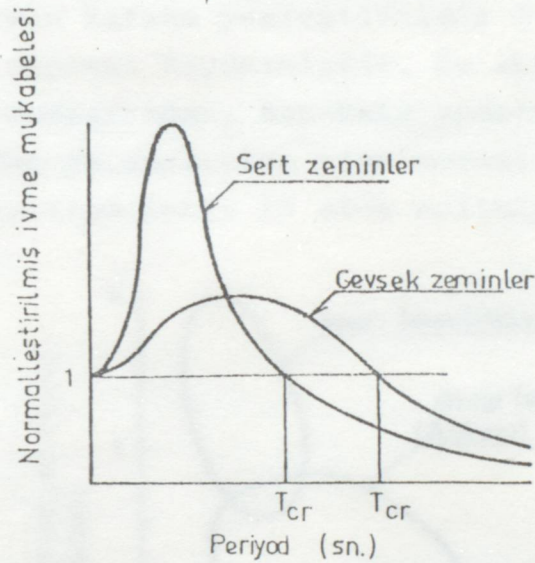


Şekil 12: Toyohashi Mikrobölgelemesi



Şekil 13: Ichinomiya'daki Mikrobölgeleme

1960'larda, Japonya'da Strong-Motion Akselerograflarının sayısı artmış ve diğer taraftan öteki ülkelerde de yapıların deprem hareketine olan dinamik mukabelesiyle ilgili çalışmalar ilerlemiştir. 1962 ile 1964 seneleri arasında Japonya'da 5,2~6,9 magnitüdlü muhtelif depremlerin kaydedilmiş kuvvetli hareket akselerogramlarının analizlerinden, sert ve gevşek zeminler için normalleştirilmiş ivme mukabele spektrumlarının iki farklı durum gösterdiği bulunmuştur. Şekil 14'de farklı depozitler için normalleştirilmiş ivme mukabele spektrumları verilmiştir.

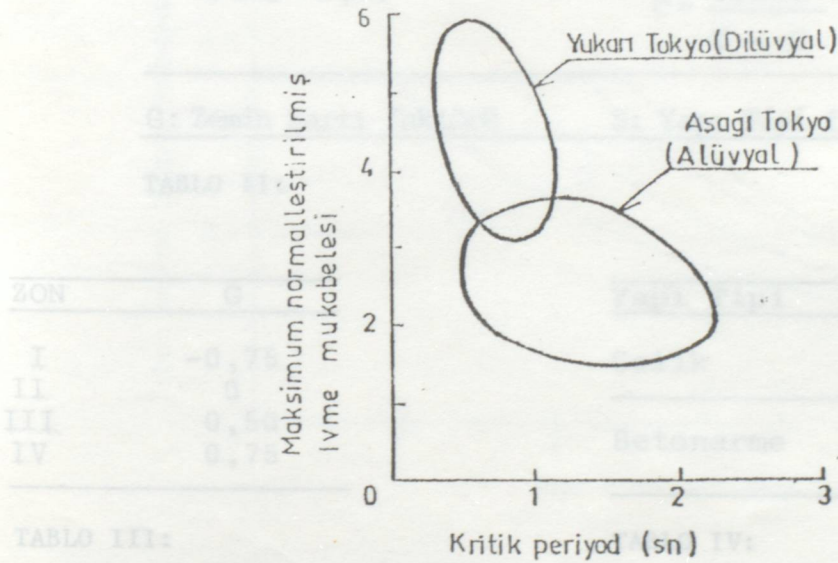


Şekil 14: Farklı Zemin depozitleri için normalleştirilmiş ivme mukabele spektrumu.

Şekilde görüleceği üzere, oldukça kısa peryotta sert zeminler için olan mukabele spektrumunda keskin bir pik vardır. Buna mukabil gevşek zeminlerin mukabele spektrumu ise uzun peryotlara kadar uzanan basık bir pik arz etmektedir. Eğer T_{cr} kritik peryodu Şekil 14'de gösterildiği gibi tanımlanırsa, bunun ötesinde normalleştirilmiş ivmeler tekrar birim üniteden küçük değeri haiz olurlar. Gevşek zeminlerin kritik peryodu sert zeminlere nazaran daha uzundur.

Deprem hareketinin büyütmesi, rezonans, enerji dağıtması ve tedrici olarak artan kırılma şekilleri gözönünde tutmak suretiyle, farklı rijitide değerlerine sahip binalardaki deprem hasarı üzerine bu iki farklı spektrumun etkileri detaylı olarak başka sahalarda incelenmiştir. Ayrıca yapının geniş çaplı beton kazık veya derin temelle (caissons) rijit bir şekilde derindeki sert zemine oturduğu (deep-seated) halde incelenilmiş ve sonuçta; yapı doğrudan doğruya gevşek zeminler üzerinde olsa bile elde edilen eğrinin sert zeminler için olan özellikleri kapsadığı anlaşılmıştır.

1968 Higashi-Matsuyama depreminde, Tokyo'da betonarme binaları zemin katına yerleştirilmiş 24 strong-motion akselerografı depremi kaydetmiştir. Bu akselerogramların mukabele spektrumlarından, mukabele spektrumunun şeklini karakterize eden parametreler olan normalleştirilmiş ivme ve kritik periyottan Şekil 15 elde edilmiştir.



Şekil 15: Farklı sahalarda mukabele spektrumunun karakteristikleri.

Şekil 14 ve 15'den şu anlaşılmaktadır;

Rijitliği yüksek olan orta ve alçak betonarme yapılar-
da zeminin sertliği, gevşek zeminlerden daha çok problem

yaratmaktadır. Bu durum, 1968 Tokachi-Okı depremlerinde bir kaç betonarme yapıdaki ağır hasarlarda ortaya çıkmış bulunmaktadır.

Yapılmış bu çalışmaların ışığı altında, İmar Bakanlığına bağlı, Yapı Araştırma Enstitüsü, yapı mühendisliğindeki gelişimler gözönünde tutulmak suretiyle takriben 20 sene önce basılmış yönetmeliği tadil eden bir yönetmelik taslağı hazırlanmıştır. Yönetmelik taslağındaki taban kesme kuvveti katsayısı Tablo II'dekilerle uyushmaktadır. Buradaki (G) zemin şartları faktörü ve (S) yapı tipi faktörü sırasıyla Tablo III ve IV'de belirtildiği gibidir.

Yapının Esas Periyodu T(sn)	Taban Kesme Kuv. Dizayn k.s. C
$T \leq G + 1,75$	$C = 0,25$
$T \geq G + 1,75$	$C = \frac{0,355}{T - G}$
G: Zemin Şartı faktörü	S: Yapı Tipi faktörü

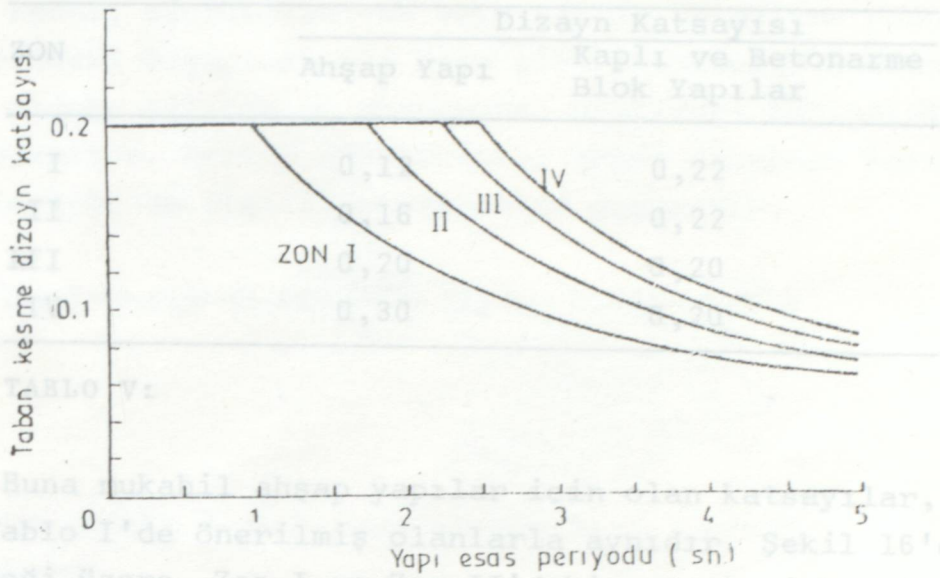
TABLO II:

ZON	G	Yapı Tipi	S
I	-0,75	Çelik	0,9
II	0		
III	0,50	Betonarme	1,0
IV	0,75		

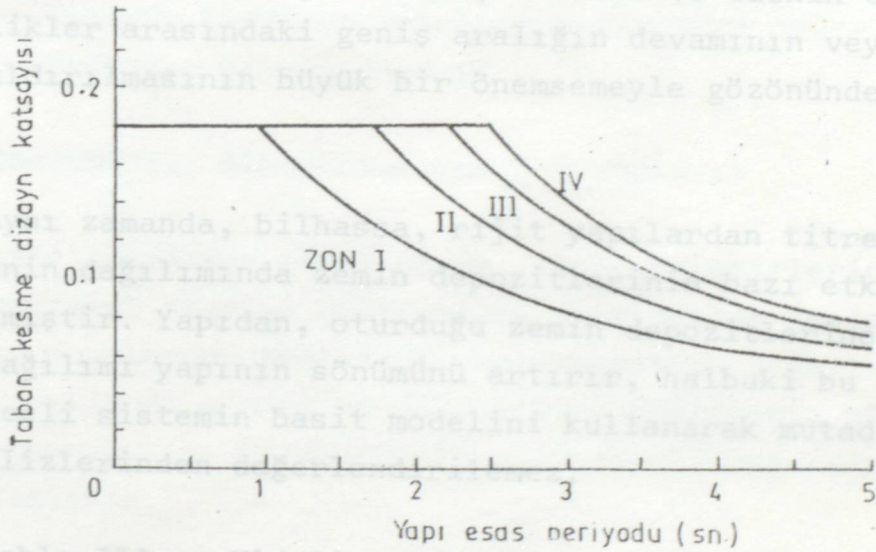
TABLO III:

TABLO IV:

Şekil 16 ve 17 sırasıyla, betonarme ve çelik yapılar için olan dizayn spektrumlarını göstermektedir. Ahşap ve yığma yapılar için tayin edilmiş katsıyalar Tablo 5'de verilmiştir. Buradan belirlenen nokta şudur; sert zeminlerde yapılacak yığma yapılar için, bunların rijitliğinin yüksek



Şekil 16: Betonarme yapılar için her zondaki taban kesme dizayn katsayıları.



Şekil 17: Çelik yapılar için her zondaki taban kesme dizayn katsayıları.

oluşu ve gevrekliği gözönünde tutularak, katsayılar arttırılır.

ZON	Dizayn Katsayısı	
	Ahşap Yapı	Kaplı ve Betonarme Blok Yapılar
I	0,12	0,22
II	0,16	0,22
III	0,20	0,20
IV	0,30	0,20

TABLO V:

Buna mukabil ahşap yapılar için olan katsayılar, evvelce Tablo I'de önerilmiş olanlarla aynıdır. Şekil 16'dan görüleceği üzere, Zon I ve Zon II'deki sert zeminler için olan dizayn spektrumunun, kısa periyod aralığında olsa bile, tepesi $C: 0,20$ 'de kesilmiştir. Zira şekil 14'de gösterilen yüksek mukabelenin nazari itibare alınmasına gerek yoktur. Yazarların bu konudaki görüşleri, evvelki ve tashih edilmiş yönetmelikler arasındaki geniş aralığın devamının veya ortadan kaldırılmasının büyük bir önemsemeye gözönünde tutulmasıdır.

Aynı zamanda, bilhassa, rijit yapılardan titreşim enerjisinin dağılımında zemin depozitlerinin bazı etkileri beklenilmiştir. Yapıdan, oturduğu zemin depozitlerine olan enerji dağılımı yapının sönümünü artırır, halbuki bu etki, tek dereceli sistemin basit modelini kullanarak mutad mukabele analizlerinden değerlendirilemez.

Tablo III ve V'deki zon kategorileri veya Şekil 16 ve 17, Tablo I'deki mikrobölgeleme tanımlarını izlemektedir. Yani, mikrotremor ölçmeleri dinamik bölgeleme metodunun gelişmelerine yardımcı olduğu halde, 20 sene önceki önerilerdir. Yapı Araştırma Enstitüsünün yönetmelik taslağında bir kaç teklif önerilmiştir. Bunlar, yer hareketinin hızı veya taban kesme kuvveti katsayısı olup, yapının esas periyodunun zemin depozitlerinin hakim periyoduna oranına dayanmaktadır.

Kanai, mikrobölgeleme veya sismik bölgeleme konusunda, derindeki kayaçlar veya kaya gibi malzemeler üzerinde yapmış olduğu çalışmalar sonucunda, aşağıdaki bağıntıyı ortaya koymuştur. Ayrıca ana kayaçta, gelen dalganın karakteristikleriyle de ilgili araştırmalar yapmıştır.

$$\text{Log } V = 0,61M - \left(1,66 + \frac{3,60}{X}\right) \text{Log } X - \left(0,631 + \frac{1,83}{X}\right)$$

Burada;

V: Ana kayaçtaki deprem hareketinin hızı (cm/sn)

M: Magnitüd

X: Hiposant mesafesi (Km) dir.

Şekil 18: Kawasaki'de zemin-ana kaya büyütme oranlarına

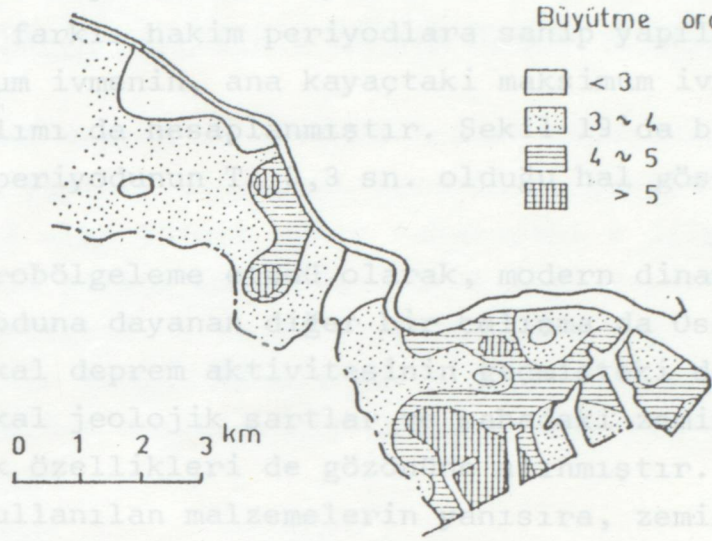
Kanai, yukarıdaki bağıntıya, geçmiş depremlerin done-lerine dayanarak, muhtelif dönüşüm periyodları için ana kayaçta depremlerin beklenen maksimum hızlarının dağılımlarını gösteren haritalar hazırlamıştır.

Günümüzdeki Mikrobölgeleme Çalışmaları:

1960'ların son senelerinde, zemin depozitlerinin dinamik büyütmesi teorisi beklenmedik ilerlemeler göstermiştir. Aynı senelerde, zeminlerin karakteristik değerleriyle ilgili bilgilerde artmış ve dolayısıyla teorilerin oldukça iyi bir doğruluk ve hassasiyetle, pratikteki uygulaması da yapılabilmektedir.

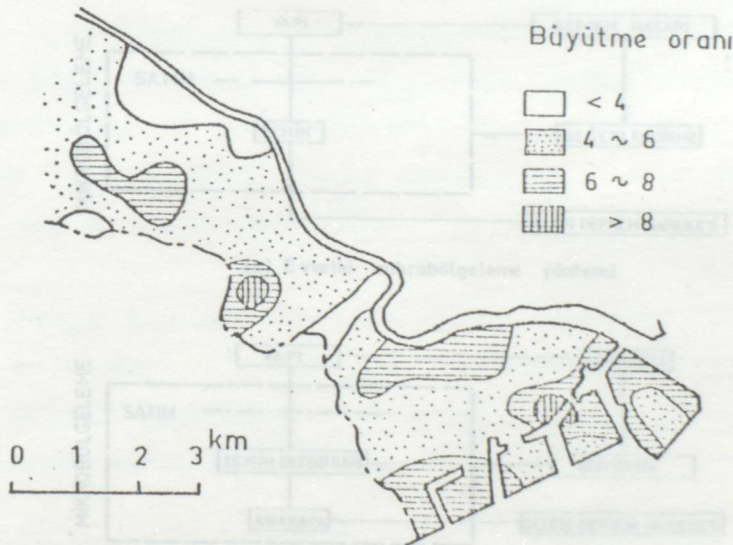
Tokyo'nun güneybatısındaki Kawasaki'de yapılan mikrobölgeleme çalışmalarında dinamik yöntemde uygulanmıştır. Sonuçların bazıları Şekil 18 ve 19'da verilmiştir. Şekil 18'de ana kayaçtan gelen dalganın max, ivmesiyle zemin yüzeyindeki max ivmenin oranlarının dağılımını göstermektedir.

nilmiş küçük depremlerin kayıtlarından çıkarılmıştır. Bundan başka, faro hakim periyodlara sahip yapıları etkileyen maksimum ivme oranı ana kayadaki ivmeye oranlarının dağılımı yapılmıştır. Şekil 18 bir örnek olarak, yapı periyodu 3 sn. olduğu gösterilmiştir.



Şekil 18: Kawasaki'de zemin-ana kaya büyütme oranlarına dayanılarak yapılan mikrobölgeleme.

Sonuç olarak, geçmiş ve gelecekteki mikrobölgelemeler kısaca aşağıdaki tablolar açıklamaktadır.



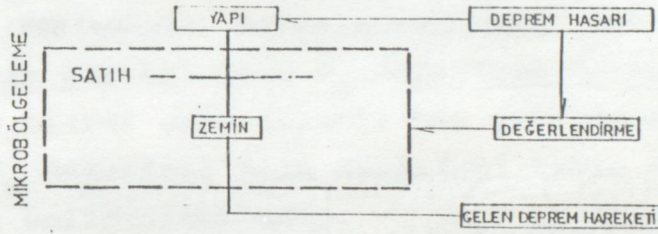
Şekil 19: Kawasaki'de yapı-ana kaya büyütme oranına dayanılarak yapılan mikrobölgeleme.

Kawasaki'de ana kayaç, satıhtan itibaren 30-150 m. arasında değişen bir derinliği kapsamaktadır. Ana kayaçta, gelen dalganın frekans karakteristikleri ise, satıhta izle-

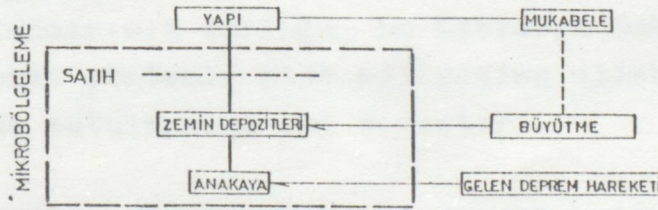
nilmiş küçük depremlerin kayıtlarından çıkarılmıştır. Bundan başka, farklı hakim periyodlara sahip yapıları etkileyen maksimum ivmenin, ana kayadaki maksimum ivmeye oranlarının dağılımı da hesaplanmıştır. Şekil 19'da bir örnek olarak, yapı periyodunun $T: 0,3$ sn. olduğu hal gösterilmiştir.

Mikrobölgeleme etüdü olarak, modern dinamik büyütme analiz metoduna dayanan diğer bir çalışma da Osaka'da yapılmıştır. Lokal deprem aktivitesinin geçmişteki durumunun yanısıra, lokal jeolojik şartlar ve sahadaki zemin tabakalarının dinamik özellikleri de gözönüne alınmıştır. Yapı tiplerinin ve kullanılan malzemelerin yanısıra, zemin tabakalarının strain karakteristیکlerinin de nazarı itibare alınması gereği ortaya çıkmaktadır.

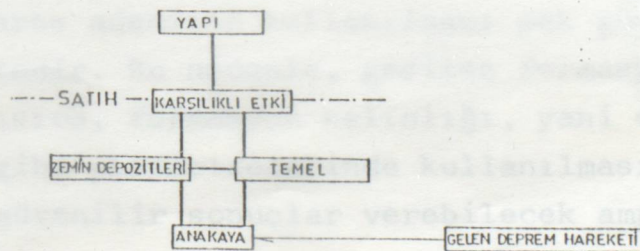
Sonuç olarak Japonya'daki önceden, şimdi ve gelecekteki mikrobölgelemeler kısaca aşağıdaki tablolar açıklamaktadır.



(a) Evvelki mikrobölgeleme yöntemi



(b) Halihazırda uygulanan mikrobölgeleme yöntemi



(c) Gelecekte uygulanılacak mikrobölgeleme yöntemi

ZEMİN PERİYOTLARININ TAYİNİNDE KULLANILAN S DALGA HIZLARININ AMPRİK OLARAK HESABI

Gerek deprem ve gerekse İnşaat Mühendisliğine ilişkin konularda, yapının oturacağı zeminin en önemli parametrelerinden biri olan yüzeye yakın tabakadaki S dalga hızının bilinmesinin gereği ortadadır. Özellikle deprem hareketinin modellendirilmesi ve zemin-yapı ilişkileri gibi deprem mühendisliğinin önemli konularda ve zemin hakim periyodunun hesaplanmasında zeminlerin S dalga hızlarının bilinmesi gerekmektedir.

Halen yürürlükte olan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" in 13.4.6'ncı maddesinde "zemin tabakalarının 50 metre mertebesinde farklı kalınlıklara sahip olması halinde, kayma dalga hızı (V_s : m/sn) ve tabaka kalınlığı (H_z : metre) deneysel, amprik ya da teorik olarak daha duyarlı bir şekilde saptanmalı ve zemin hakim periyodu $T_o = 4H_z / V_s$ denkleminde hesaplanmalıdır." denilmektedir. Bu hesaplama için gerekli olan V_s değerinin deneysel, amprik ya da teorik olarak daha duyarlı bir şekilde saptanamaması halinde de V_s değerleri için aşağıdaki tablo değeri kullanılabilir. Belirtilmektedir.

S dalga hızlarının her zaman yerinde ve deneysel yöntemlerle bulunmasının zorluğu, bu hızların daha pratik bir yol olan amprik yöntemle elde edilmesine ilişkin çalışmaların ön planda tutulmasına yol açmıştır.

Bugün için amprik yöntemde en çok kullanılan terim, standart Penetrasyon Testlerindeki N darbe adedidir. Ancak, yalnızca N darbe adedinin kullanılması pek güvenilir değerler vermemektedir. Bu nedenle, geçilen formasyonun N darbe adedinin yanı sıra, formasyon kalınlığı, yani derinlik ve zemin cinsi gibi parametrelerinde kullanılması yoluna gidilerek, daha güvenilir sonuçlar verebilecek amprik ifadelerin

Burada:
bulunmasına çalışılmaktadır. Halen, elde mevcut done miktarı arttıkça, bu çalışmalar yenilenmekte ya da tekrar gözden geçirilerek yeni sonuçlar ortaya konulmaktadır.

E: Jeolojik zaman
Y. Ohta ve N. Goto, Standart Penetrasyon Test'lerindeki N darbe adedini, derinliği, jeolojik zamanı ve zemin cinsini tanımlayan dört parametreyi alarak, bunlarla V_s dalga hızı arasında bir ilişki kurmaya çalışmışlardır. Düşük strain seviyelerinde bu dört parametreden hareketle, teorik olarak 15 ilişki saptamışlar ve herbiri için muhtemel hata ve korelasyon katsayılarını hesaplamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çalışıl
Varılan bu sonuçların, Japonya'daki alüvyal malzemelerden elde edilen donelere dayanılarak bulunması, başka yerdeki zeminlere uygulanmasını tartışılabilir bir duruma getirmektedir. Ancak, ülkemizde halen kullanılan birçok amprik ifadenin aynı tartışılabilirliği gözönünde tutularak, varılan bu sonuçlardan korelasyon katsayısı en büyük olanı seçilmiş ve aşağıda belirtilecek çalışmalar yapılmıştır.

Çalışmanın amacı, farklı zemin tipleri ve jeolojik zaman gruplarına göre bir takım eğri setleri hazırlamak ve bu eğrilerden grafik yolla V_s dalga hızının bulunmasını pratik yoldan sağlamaktır.

Eğri setlerinin hazırlanmasında aşağıdaki ilişki kullanılmıştır.

$$V_s = 68,79 N^{0,171} H^{0,189} \begin{Bmatrix} 1.000 \\ 1.303 \end{Bmatrix} E \begin{Bmatrix} 1.000 \\ 1.086 \\ 1.066 \\ 1.135 \\ 1.153 \\ 1.448 \end{Bmatrix} F$$

Burada;

N: Standart Penetrasyon Test'indeki darbe adedi

H: Tabaka kalınlığı, derinlik, (m).

E: Jeolojik zaman

Alüvyon için : 1.000

Dilüvyon için: 1.303

F: Zemin cinsi

Kil için : 1.000

İnce kum için : 1.086

Orta kum için : 1.066

İri kum için : 1.135

Kum-Çakıl için : 1.153

Çakıl için : 1.448

Hesaplamalar N darbe adedi 5 den 50 ye kadar, derinliğide 5 metreden 50 metreye kadar alınarak yapılmıştır.

Önce, E= 1.00 (Alüvyon) alınmış altı zemin grubu için, altı eğri seti hazırlanmıştır. Sonra, E= 1.303 (Dilüvyon) alınmış ve yine farklı altı zemin grubu için ayrı altı eğri seti çizilmiştir.

Çizilen bu on iki eğri setinden V_s dalga hızını grafiksel olarak hesaplamak, yukarda da belirtildiği üzere, yapılan çalışmanın amacını teşkil etmektedir.

Eğri setlerinin kullanılmasına ilişkin nümerik bir örnek aşağıda belirtilmiştir. E= 1.000, F= 1.000, N= 10 ve H= 17,5 m. olsun. Şekil 1'de apsiste 17,5 m. bulunur ve buradan N=10 eğrisi kestirilir. Bu kesim noktasının ordinatı bize V_s hız değerini verecektir. Seçilen bu örnekte $V_s = 180$ m/sn olarak bulunmuştur. Aynı işlemi hesapla yaptığımızda 180.2560 bulundu.

Tablo I Amprik ifadelerin özeti

No.	İlgilenilen parametre	Esitlik	Muhtemel hata (%)	Korolasyon katsayısı
I	Zemin cinsi	$V_s' = 169.7 \left(\frac{1.000}{1.359} \right)$ (1.375) (1.470) (1.949) $(2.398) / F$ (m/sec)	36.3	0.463
II	Jeolojik zaman	$V_s' = 172.9 \left(\frac{1.000}{1.923} \right) E$	31.5	0.621
III	Derinlik	$V_s' = 92.12 H^{0.239}$	29.5	0.670
IV	Jeolojik zaman Zemin cinsi	$V_s' = 145.1 \left(\frac{1.000}{1.753} \right) E \left(\frac{1.000}{1.230} \right)$ (1.318) (1.445) (1.566) $(1.828) / F$	28.5	0.696
V	N-Değeri	$V_s' = 85.34 N^{0.348}$	27.4	0.719
VI	N-Değeri Zemin cinsi	$V_s' = 85.60 N^{0.346} \left(\frac{1.000}{1.053} \right)$ (0.950) (0.936) (1.048) $(1.222) / F$	27.2	0.725
VII	Derinlik Zemin cinsi	$V_s' = 78.98 H^{0.312} \left(\frac{1.000}{1.250} \right)$ (1.282) (1.422) (1.641) $(2.255) / F$	25.2	0.765
VIII	Derinlik Jeolojik zaman	$V_s' = 92.18 H^{0.231} \left(\frac{1.000}{1.542} \right) E$	25.1	0.767
IX	N-Değeri Jeolojik zaman	$V_s' = 92.18 N^{0.265} \left(\frac{1.000}{1.456} \right) E$	24.2	0.784
X	N-Değeri Jeolojik zaman Zemin cinsi	$V_s' = 93.10 N^{0.248} \left(\frac{1.000}{1.448} \right) E \left(\frac{1.000}{1.056} \right)$ (1.013) (1.039) (1.059) $(1.221) / F$	24.0	0.787
XI	N-Değeri Derinlik	$V_s' = 61.52 N^{0.254} H^{0.222}$	22.1	0.820
XII	Derinlik Jeolojik zaman Zemin cinsi	$V_s' = 84.36 H^{0.245} \left(\frac{1.000}{1.435} \right) E \left(\frac{1.000}{1.202} \right)$ (1.261) (1.412) (1.462) $(1.927) / F$	22.0	0.822
XIII	N-Değeri Derinlik Zemin cinsi	$V_s' = 62.14 N^{0.219} H^{0.230} \left(\frac{1.000}{1.691} \right)$ (1.029) (1.073) (1.151) $(1.485) / F$	21.5	0.830
XIV	N-Değeri Derinlik Jeolojik zaman	$V_s' = 68.44 N^{0.209} H^{0.188} \left(\frac{1.000}{1.308} \right) E$	20.3	0.848
XV	N-Değeri Derinlik Jeolojik zaman Zemin cinsi	$V_s' = 68.79 N^{0.171} H^{0.159} \left(\frac{1.000}{1.303} \right) E \left(\frac{1.000}{1.085} \right)$ (1.066) (1.135) (1.153) $(1.446) / F$	19.7	0.856

Not (Alüvyon) E (Kil
Dilüvyon) E (İnce kum
Orta kum
İri kum
Kum-cakıl
Cakıl) F

$E = 1.000$ (Alüvyon)

$F = 1.000$ (Kil)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

V_s
m/sn

300

280

260

240

220

200

180

160

140

120

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

Şekil . 1

100

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

H, m

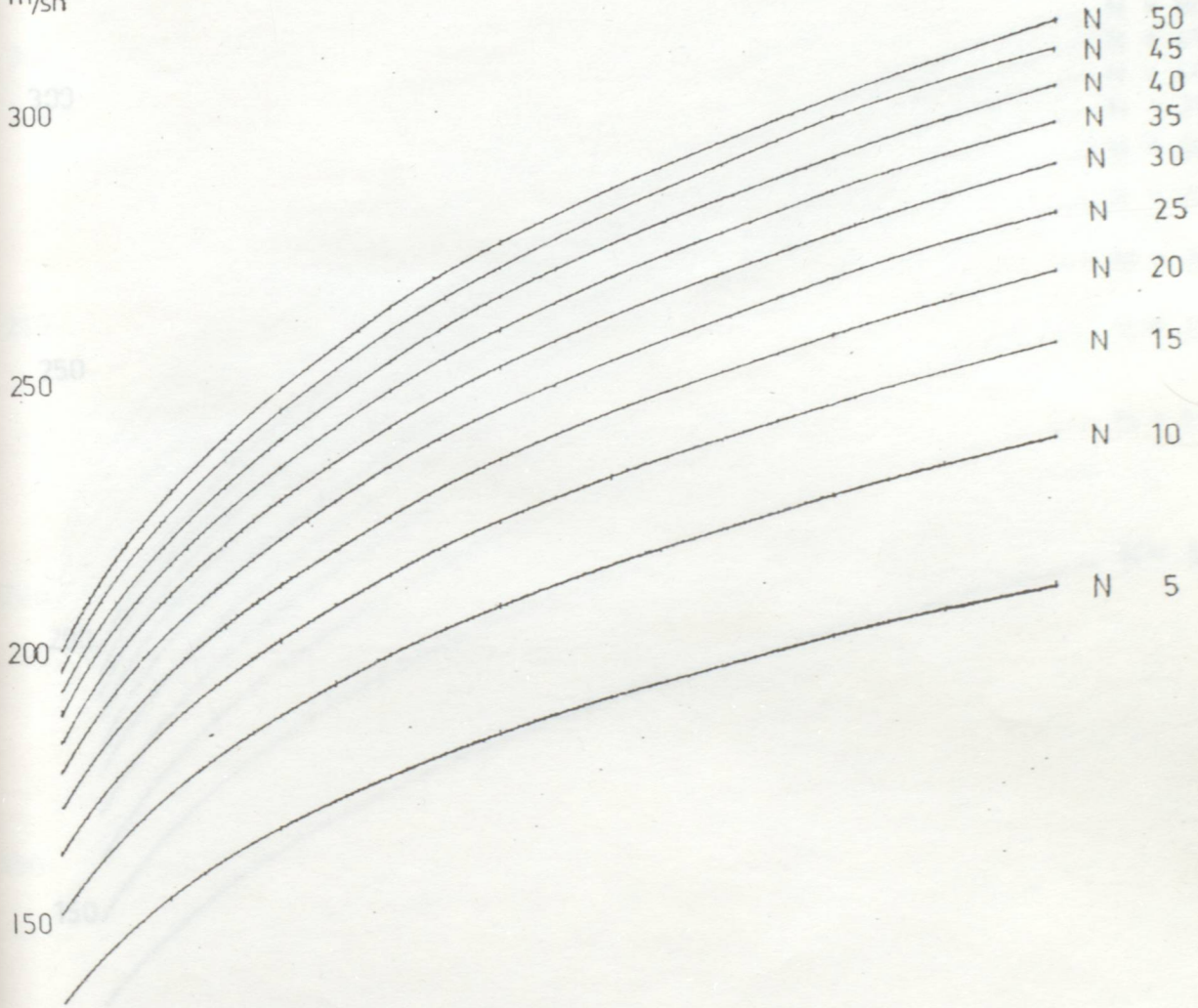
$E = 1.000$ (Alüvyon)

$E = 1.086$ (Inçe kum)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq N \leq 50$

350
↓
 V_s
m/sn



Şekil. 2

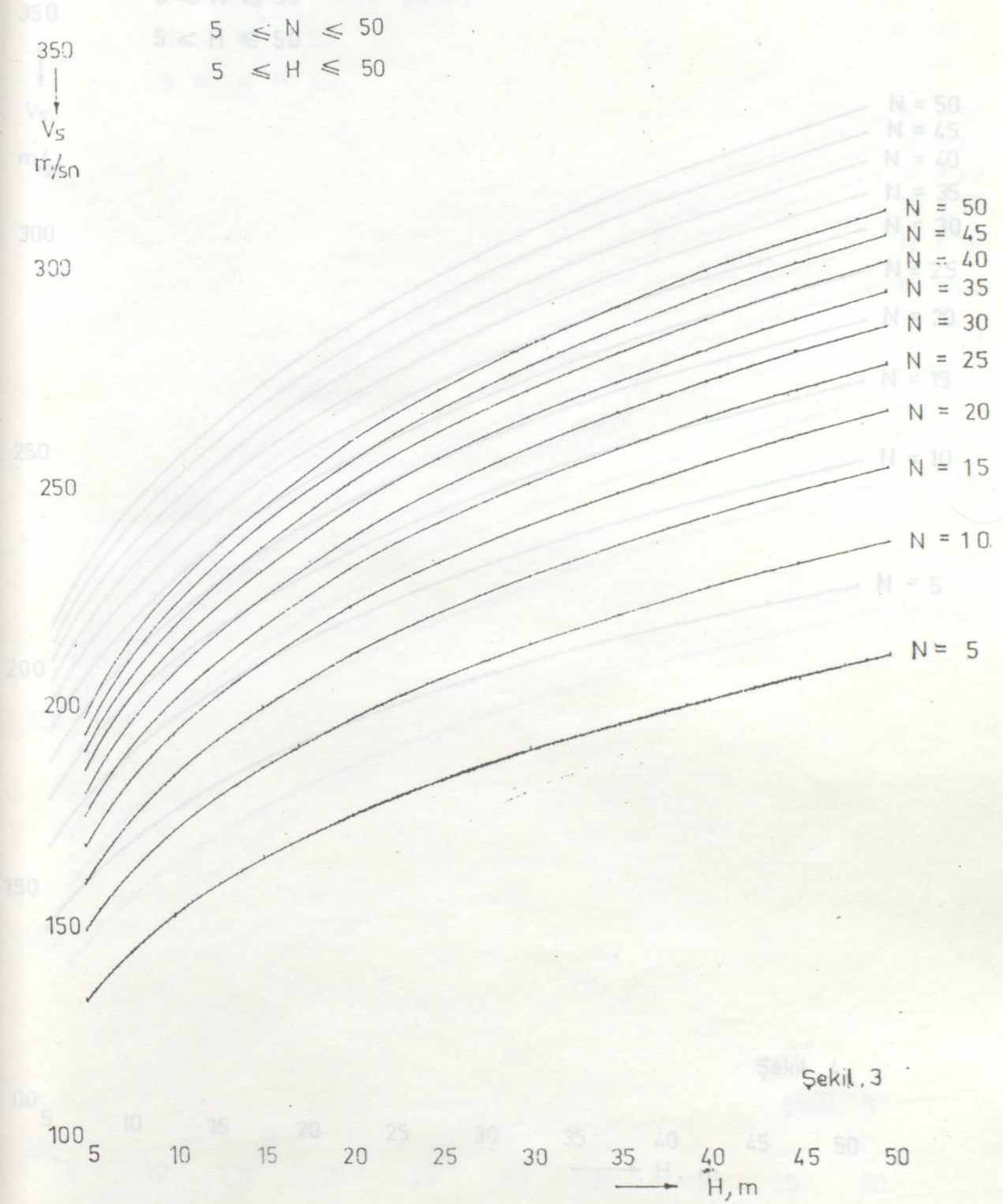
00 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
→ H , m

$E = 1.000$ (Alüvyon)

$F = 1.066$ (Orta kum)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$



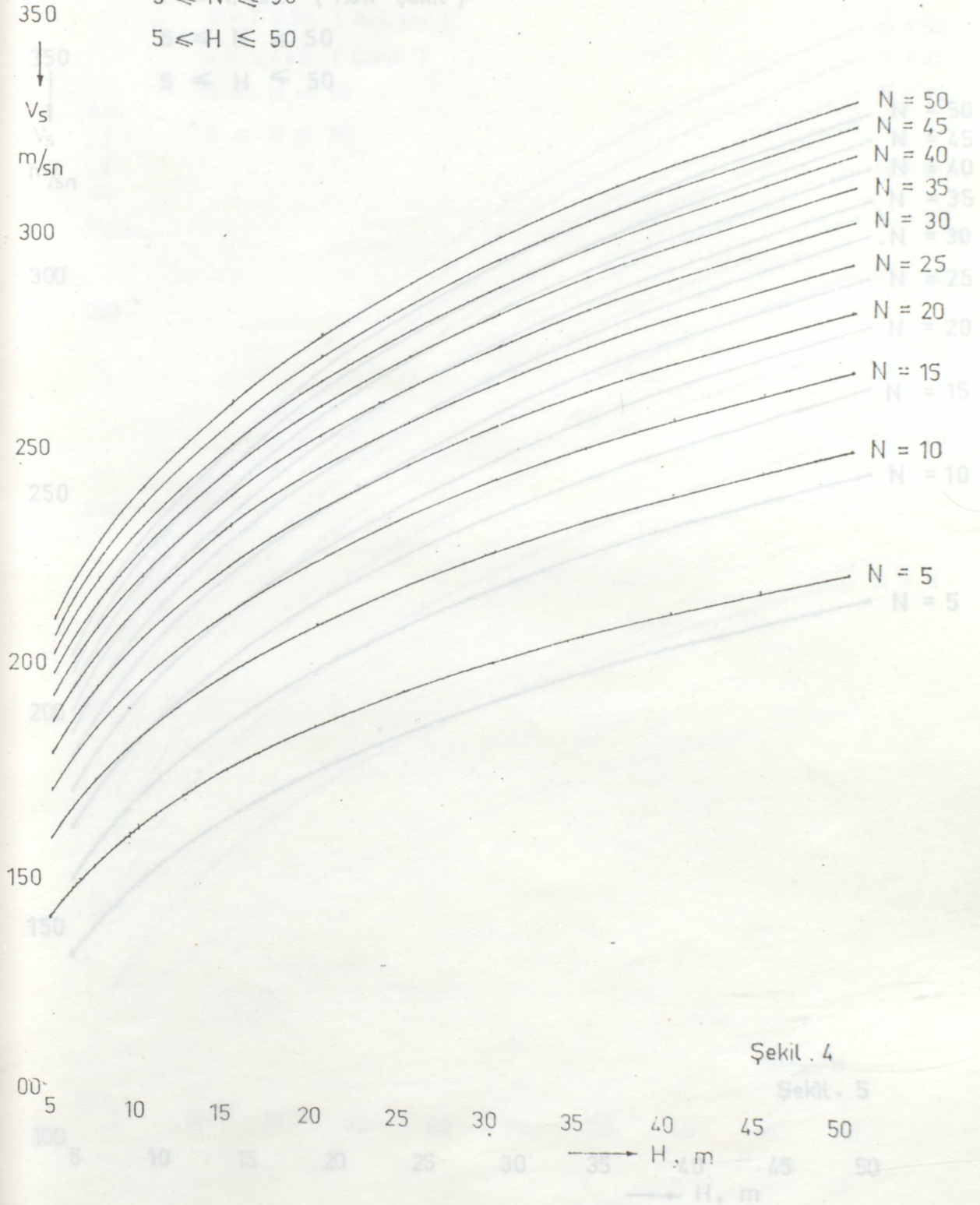
Şekil, 3

$E = 1.000$ (Alüvyon)

$F = 1.135$ (İri kum)

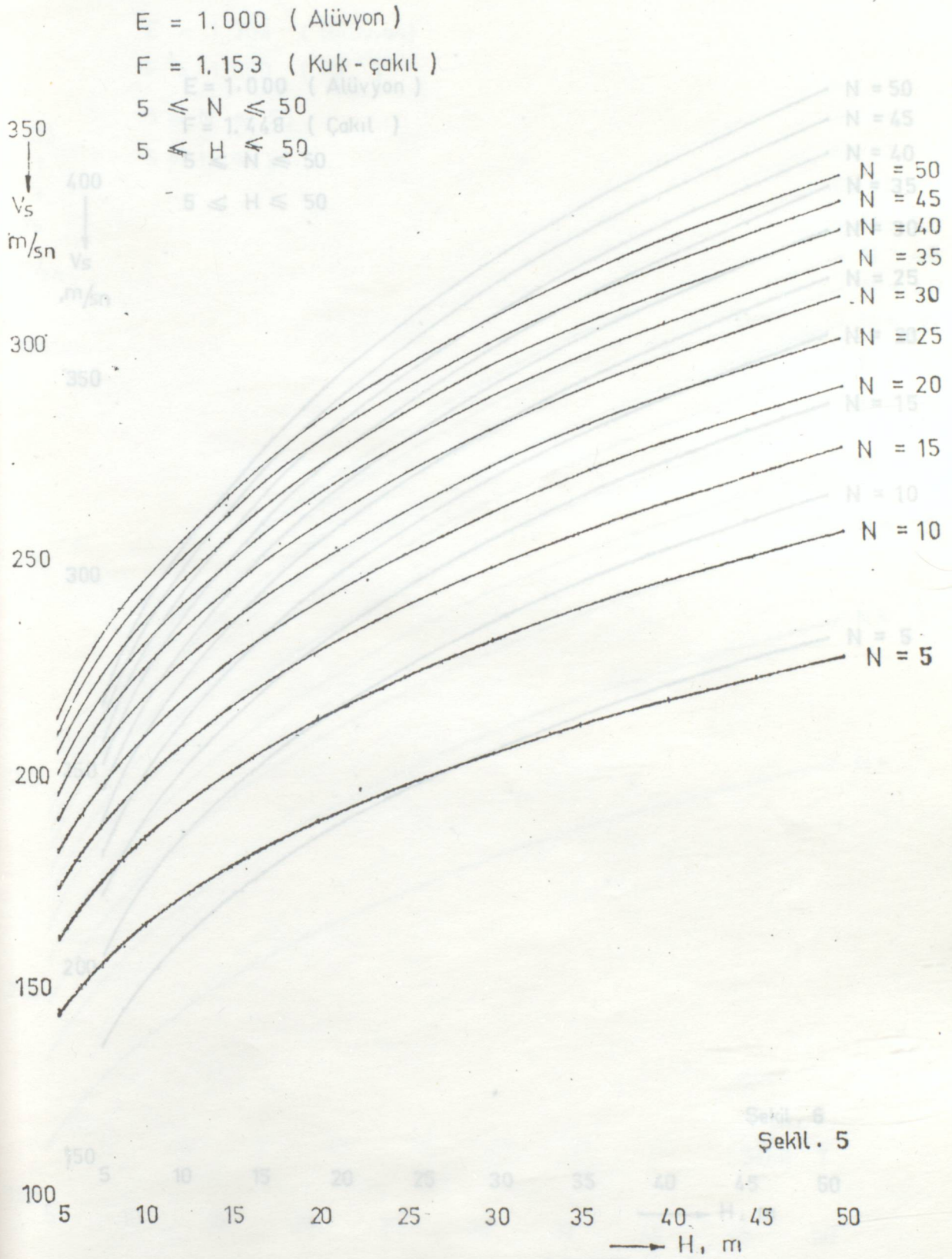
$5 \leq N \leq 50$ (Kük - çakıl)

$5 \leq H \leq 50$



Şekil . 4

Şekil . 5



450

$E = 1.303$ (Dilüvyon)

$E = 1.000$ (Alüvyon)

$F = 1.448$ (Çakıl)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

400

V_s
m/sn

350

300

250

200

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

Şekil . 6

150

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

H, m

$E = 1.303$ (Dilüvyon)

$F = 1.000$ (Kil)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

400

V_s

m/s_n

350

300

250

200

150

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

H, m

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

$N =$

Şekil . 8

Şekil . 7

450

450

$E = 1.303$ (Dilüvyon)

$F = 1.086$ (İnce kum)

$5 \leq N \leq 50$ (Orta kum)

$5 \leq H \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

400

V_s

m/s_n

m/s_n

350

350

300

300

250

250

200

200

150

150

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

$N = 5$

Şekil . 8

Şekil . 9

H, m

H, m

H, m

H, m

H, m

H, m

H, m

H, m

450

$E = 1.303$ (Dilüvyon

$F = 1.066$ (Orta kum

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

400

$\downarrow$
 V_s

m/sn

350

300

250

200

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

150

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

$\longrightarrow H, m$

Şekil . 9

450

$E = 1.303$ (Dilüvyon)

$F = 1.135$ (İri kum)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

400

V_s
m/sn.

350

300

250

200

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

Şekil. 10

150

5

10

15

20

25

30

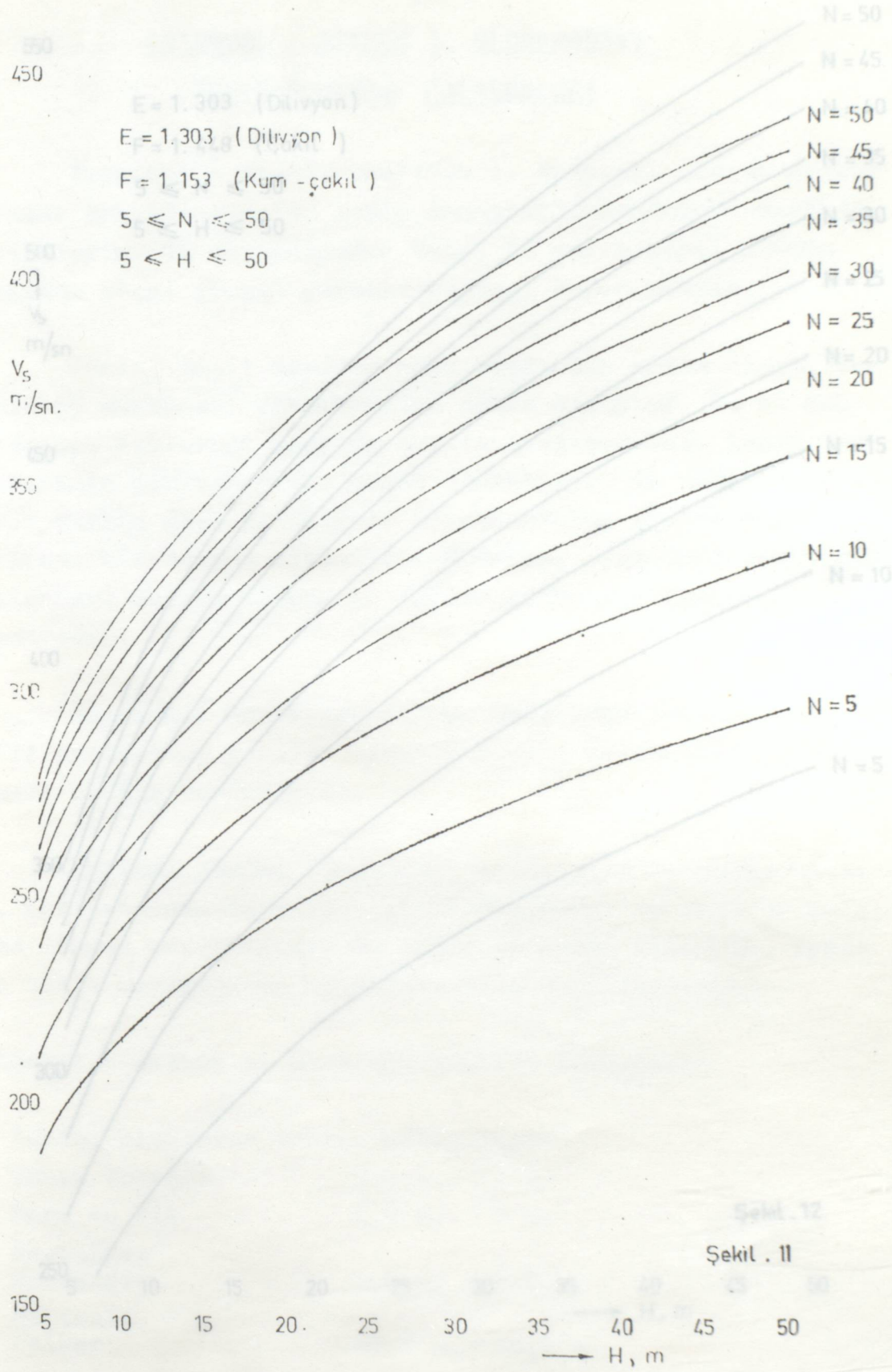
35

40

45

50

H, m



Şekil . 11

550

$E = 1.303$ (Dilivyon)

$F = 1.448$ (Çakıl)

$5 \leq N \leq 50$

$5 \leq H \leq 50$

500

$\downarrow$
 v_s

m/sn

450

400

350

300

250

$N = 50$

$N = 45$

$N = 40$

$N = 35$

$N = 30$

$N = 25$

$N = 20$

$N = 15$

$N = 10$

$N = 5$

Şekil. 12

$\rightarrow H, m$

İSTANBUL - ATAKÖY I. BLOKLARDAKİ ZEMİN PERİYOD ÇALIŞMALARI

İstanbul - Ataköy semtinin I. Blokları olarak adlandırılan mahalde yapılan zemin deneyleri neticeleri aşağıda verilmiştir. Bu neticelerden önce, bu yerin genel durumu hakkında bilgi sunmak yararlı olacağı kanısındayız.

Zemin, deniz seviyesinden aşağı bir kotta oluşu, zeminin su muhtevası yükselmesine neden olmuştur. Bu su muhtevasının fazlalığı aşağıda açıklayacağımız bazı zemin katmanlarının etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle de zeminin taşıma gücü de dolaylı olarak azalma göstereceği de beklenen bir netice olacaktır. Nitekim, aşağıdaki araştırma neticeleri de, bu olayın ne derece doğrulandığının belgesi olmaktadır.

Aşağıdaki deney sonuçları, araştırma sahasının muhtelif yerlerinde yapılan karotlu sondaj neticelerinin ortalaması olarak verilmiştir.

Ayrıca, zemini oluşturan tabakaların V_s dalga hızları, her tabakada farklılık gösterdiğinden, bu değerlerde ortalama olarak verilmiştir. Bu değer gözönüne alınarak, zeminin hakim periyodunun hesabıda, bilahare verilmiştir.

İstanbul - Ataköy I. Blok Zemin Etüdü Sonuçları:

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

* Hesaba alınan toplam tabaka kalınlığı: 70,0 m.

* Zemin Emniyet Gerilmesi:

$$\sigma_{zem} = 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

* Hesaba alınan toplam tabakaların ortalama " V_p " ve " V_s " dalga hızı:

$$V_s = 3,0 \text{ km/sn.}$$

$$V_p = 5,5 \text{ km/sn.}$$

BÖLGENİN HAKİM ZEMİN PERİYODUNUN HESABI

Yukarıda zeminin dikkate alınan tabaka boyu olarak 70 m. ve bu tabakaların ortalama dalga hızı $V_s = 3 \text{ km/sn.}$ olarak tespit edildiğini açıklamıştık.

Türkiye Deprem Şartnamesinde yer alan

$T_O = 4H/V_s$ formülünde yukarıdaki değerler konursa;

$$H = \frac{70}{1000} = 0,07 \text{ km.} \quad V_s = 3 \text{ km/sn.}$$

$$T_O = \frac{4 \times 0,07}{3} = \frac{0,28}{3} = 0,0933 \text{ sn.}$$

$$T_O = 0,0933 \text{ sn.}$$

$$W_O = \frac{2\pi}{T_O} = 67,31 \text{ sn}^{-1}$$

KAYNAKLAR

- Microzonation Conferance (Seadle 1972).
- Deprem Araştırma Bülteni, Sayı, 2-5 .. Dep. Arař. Enst.
- Mühendislik Sismolojisi..... Prof. M. İPEK
- T.M.O.B. Dergisi (Mart-1978)..... TMOB
- Mühendislik Jeolojisi..... Prof. Kemal ERGUVANLI
- Müh. Sismolojisi Ders Notları..... Doç. Dr. Tuncer
KODAMANOĞLU
- Afet Yapılarında Yapılacak Yapılar
Hakkında Şartname..... Bayındırlık Bakanlığı
- Zemin Mekaniği I-II..... Prof. Ergun TOĞROL

Ö Z G E Ç M İ Ş

1961 yılında Rize'de doğdum. İlk ve Orta öğrenimimi İstanbul'da tamamladım. 1978 yılında girdiğim Üniversite sınavında, İstanbul Yıldız Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Bölümünde Lisans öğrenimime başladım. Lisans öğrenimimi, 1983 yılında başarıyla bitirdikten sonra, yine okulumun açtığı Yüksek Lisans sınavını kazanarak, yüksek lisans öğrenimime başladım. Kazandığım bölüm İnşaat-Yapı Dalı idi. Halen, Yüksek Lisan öğrenimimi de, Geoteknik çalışma grubunda bitirme tezi hazırlamaktayım.

İnş. Müh.
Kürşat ALTUNBAŞ

