



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

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

49



Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

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



Nisan [April] / 1985
Cilt [Volume]: 12

Sayı [Issue]: 49

İÇİNDEKİLER [INDEX]

Sayfa [Page]

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Depremlerde Yapılara Gelen Kuvvetlerin Özellikleri [Characteristics of Forces on Structures in Earthquakes]

Nejat BAYÜLKE 5-38

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Anadolu Kavağında Yapılan Taşocağı Patlatmalarından Elde Edilen Sismik Kayıtların Değerlendirilmesi [Evaluation of Seismic Records Obtained from Quarry Explosions in Anadolu Kavağı]

Cemil GÜRBÜZ, S. Balamir ÜÇER 39-49

DERLEME [REVIEW]

1-48 Sayılarında Çıkan Makale İsimleri [Papers Published in Earthquake Research Bulletin in Between 1-48 Issues]

Dergi Editörü 50-67

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Taş Yığma Duvarlar Üzerinde Yapılan Deney Çalışmaları [Experimental Studies on Stone Masonry Walls]

Tamer ÖZMEN 68-92

DÜZELTME [CORRECTION]

Düzeltilme (49'ncu sayı) [Correction (Issue 49)]

Dergi Editörü 93-93

**DEPREM
ARAŞTIRMA
BÜLTENİ**

49

**DEPREM
ARAŞTIRMA
BÜLTENİ**

49

DEPREM ARASTIRMA
BULTENI



Üç Ayda Bir Yayınlanır
Bilim ve Meslek Dergisi



Sahibi
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Adına
Oktay Ergünay
Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
Deprem Araştırma Dairesi Başkanı



Yazı İşleri Müdürü
Erol Aytac
(Jeomorfoloğ)

Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı



Yazı İşleri Müdürü
Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı
İrtibat Bürosu Yüksel Cad. No. 7/F



Yenişehir - ANKARA



Telefon : 17 69 55 - 23 72 65



Teknik Araştırma ve Uygulama
Genel Müdürlüğü Matbaası

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

YIL 12

SAYI : 49

NİSAN 1985

BU SAYIDA

Depremlerde Yapılara Gelen Kuvvetlerin Özellikleri	Nejat BAYÜLKE
Anadolu Kavağında Yapılan Taşocağı Patlatmalarından Elde Edilen Sismik Kayıt- ların Değerlendirilmesi	C.GÜRBÜZ S.B.ÜÇER
Deprem Araştırma Bülteni 1-48 Sayılarında Çıkar Makale İsimleri	Derleme
Taş Yığma Duvarlar Üze- rinde Yapılan Deney Çar- tışmaları	Tamer ÖZMEN
Öz (Abstract) Hazırlama Klavuzu	TÜRDOK

DEPREMLERDE YAPILARA GELEN KUVVETLERİN ÖZELLİKLERİ

Nejat BAYÖLKE (X)
İnşaat Y. Müh.

DEPREM NEDİR ?

Yapıların yıkılmasına yol açan boyutta kuvvetlerin oluşabildiği deprem, dünyanın iç yapısının sonucu olan bir doğa olayıdır. Bu bakımdan yine yapılarda deprem gibi yanıl kuvvetler yaratan rüzgar ve diğler doğa olayları yağmur, sel vb. den farklı değildir.

Yer Kabuğu içinde olan bazı fiziksel yada kimyasal olaylar sonucu kabukta kuvvetler ve gerilmeler oluşmakta ve bu kabuk kuvvetleri belli bir birikime ulaştığı zaman tıpkı yük altında bir yapı elemanının çatlaması ve kırılması gibi, yer kabuğunda çatlaklar ve kırıklar oluşmakta yada daha önceden olmuş kırıklarda atım denilen ötelemeler olmaktadır.

Yer kabuğunun yük altında çatlayıp kırılması çok ani olduğu için ortaya şok dalgaları çıkmaktadır. Bu bakımdan deprem olayında bir patlamanın yarattığı şok ve sarsıntı dalgalarına benzer ve yerin içinden elastik olarak geçen dalgalar oluşmaktadır. Bu dalgalar geçtikleri ortamları ve bunların üzerinde bulunan yapıları sarsıp sallamaktadır. Bilindiği gibi yapıların bir kütlesi vardır. Kütle maddenin hız değişmesine (ivme, zamanla hızda olan değişme) karşı olan direncidir. Yapının üzerinde sabit durduğu zemin, geçen deprem sarsıntı dalgaları tarafından harekete geçirilmektedir. Yapı ise zeminden ayrı bir kütleyle sahip olduğu için zeminin hareketine direnmekte ve sonuçta yapı içinde yer hareketine ters yönde atalet kuvvetleri oluşmaktadır. Bu durum sabit bir hızda yol alan bir aracın aniden fren yapması, hız değiştirmesi sonucu araç içinde bulunanların öne doğru itilmeleri olayına benzemektedir. Burada zemin araca, yapılarda araç içindeki yolculara benzemektedir. Nasıl araç içindeki yolcular ani fren ile yıkılabiliyorlarsa yapılarda bu olay sonucu ortaya çıkan atalet kuvvetleri tarafından yıkılabilirler.

Kısaca, yapılar açısından deprem olayı yerin içinde oluşan bir takım kuvvetlerin yarattığı ani hareketlerin ortaya çıkardığı sarsıntı dalgalarının geçtikleri ortamları ve yeryüzünü sallaması ve buralarda bulunan yapılarda atalet kuvvetleri doğurmasıdır. Depreme dayanıklı yapı tasarımı da bu atalet kuvvetlerine dayanıklı yapı yapmak olarak özetlenebilir. Deprem sırasında yapıda atalet kuvvetleri oluşturan depremlerin, yer hareketlerinin özelliklerini bilmek ve yapıları depreme dayanıklı yapmak için gereken boyutta deprem kuvvetini ortaya koymak bu yazının amacı olmaktadır.

(X) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı

DEPREMLE İLGİLİ BAŞKA BİLİM DALLARI

Depremlerin kaydedilmesi, depremlerin oluşturdıkları dalgaların incelenmesi, bu kayıtlardan yararlanılarak depremlerin yerlerinin, oluş zamanlarının, derinliklerinin hesaplanması, depremlerin büyüklüklerinin sınıflandırılması vb. sismoloji biliminin konusu olmaktadır. Ayrıca, Yerbilimlerinin diğer dallarında (Feoloji ve Jeomorfoloji gibi) deprem oluşumu ile yer kabuğunun yapısı arasındaki ilişkileri incelediğinden deprem olayı ile sıkı bir biçimde ilgili olmaktadır. Ayrıca, deprem ile arazide olan kırıkların, kaya düşmeleri ve yer kaymalarının da incelenmesi bu bilim dallarının ilgi alanına girmektedir.

Depremlerde arazide olan kırık ve catlaklar fay olarak adlandırılırlar. Bunların çeşitleri vardır ve depremin özellikleri ile bağlantılıdır. İnşaat Mühendisi açısından bu gibi kırıkların büyük önemi vardır. Çünkü depremde yapılarda oluşan kuvvetlere dayanıklı yada bu kuvvetlerden hiç etkilenmeyen yapılar yapılabilirse de, yer kabuğundaki faylarda olacak ve bazen birkaç metreye ulaşabilen atımlara dayanabilecek yapı yapılamaz. Bu bakımdan yapıların bu gibi daha önceden oynadığı bilinen faylar üzerinde yapılmaması gerekir. Bu fayların yerbilimciler tarafından belirtilmesi ve bunlara yapı yapılmaması gerekir.

Depremlerde yapılara gelen kuvvetler büyük ölçüde yapıların üzerinde bulunduğu zeminin bu deprem dalgalarını geçirme hızıyla ilgilidir. Zemin tabakalarının bu ve benzeri özelliklerinin çıkarılması da yine jeofizik gibi yer bilimleri ilgi alanına girmektedir.

İNŞAAT MÜHENDİSİ ve DEPREM

Depremlerde olan can ve mal kaybının tümünün yapılarda olması ve yapı yapmanın da İnşaat Mühendislerinin görevi olması ister istemez İnşaat Mühendisinin deprem olayı ve bunun yapılara getirdiği ve yapılardan götürebileceği şeyleri bilmesinin gerektiğini ortaya koymaktadır. Üstelik Türkiye gibi hemen tamamı deprem tehlikesi altında bulunan ülkelerde İnşaat Mühendisinin deprem olayı ile çok daha fazla ilgilenmesi gerekmektedir.

İnşaat Mühendisinin deprem olayının nasıl ve neden olduğunu bilmesinde yarar vardır. Ancak asıl görev yapıları depreme dayanıklı yapmak olunca, İnşaat Mühendisinin zorunlu olarak bilmesi gereken şeyler en azından yapı yapacağı yerin deprem tehlikesinin derecesi ve buna göre ne gibi önlemler alınması gerektiğidir. "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası" yapı yapılacak yerin deprem tehlikesini bazı tip ve sıradan yapılar için vermektedir. Ancak bu harita bazı çok önemli baraj, fabrika vb. mühendislik yapıları için yeterli değildir. Bu gibi önemli yapılar için deprem tehlikesinin daha ayrıntılı çalışmaları yapılarak saptanması gerekebilir. "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", te yine bazı sıradan yapılar için deprem hasarını önlemek yada en düşük düzeyde tutmak için gerekenleri vermektedir. Bu yönetmelikteki koşullar bazı mühendislik yapılarını ya hiç kapsamamış yada sağlığınıcağı güvenlik, yapının önemi bakımından yetersiz bir düzeyde kalmıştır.

Bu belirtilen iki kaynak aslında deprem tehlikesine karşı bazı

tip yapılar için birer en düşük düzeyde güvenlik sağlayan şeylerdir. Daha fazla güvenlikle birlikte ekonomik maaliyet te artacağından ekonomi ile güvenlik arasında bir denge sağlayan düzeydeki şartlar bu harita ve yönetmeliğin esasını oluşturur.

İnşaat Mühendisi açısından deprem olayının iki boyutu vardır. Biri yapının yapacağı yerdeki deprem tehlikesinin boyutudur. Mühendis yapının yapacağı yerin deprem tehlikesini "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasından," alabilir. Yada yerbilimcilerin yardımı ile bu boyutu çıkarabilir. Tehlikenin tanımı o alanda belli bir süre içinde olması beklenen en büyük depremde oluşan kuvvetler ve de bu depremin olma ihtimalidir. Burada mühendis bir seçim yapma zorundadır. Yapının önemine göre bir tasarım depremi seçer. Bir diğer deyişle, ben yapımı burada oluş ihtimali yüzde şu kadar olan su boyutta bir depreme dayanabilecek şekilde yapacağım der.

Olayın ikinci boyutu, yapıyı burada beklenen depreme dayanıklı yapmak için ne gibi tasarım ve yapım usullerinin kullanılacağıdır. Bu konuda "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik," le yetinebileceği gibi bu yönetmeliğin istediği asgari güvenlikten fazlasını da yapısında gerçekleştirmenin yollarını arar.

Bu yazıda, mühendisin yapısının bulunduğu yerdeki proje, deprem büyüklüğünü bilmesi halinde yapının hesabında kullanacağı deprem yüklerini nasıl çıkarabileceği üzerinde durulacaktır. Ayrıca yukarıda sözü edilen deprem yönetmeliğindeki yatay kuvvet katsayılarının hangi yaklaşımlarla çıkarıldığı da verilecektir.

STATİK YÜK-DİNAMİK YÜK

Taşıyıcı yapı elemanının kendi ağırlığı dışındaki bütün yükler hareketli yük olarak tanımlanır. Hareketli yük, yapı üzerinde sürekli olarak bulunmayan bir yükür. Deprem kuvveti bu bakımdan bir hareketli yükür. Çünkü, ancak depremin sürdüğü çok kısa bir süre için yapı üzerinde etkilidir. Ancak, deprem yükü 'dinamik' bir yükür. Burada dinamik yük kavramının açıklanması gerekmektedir.

Yapıya yada yapı elemanına çok kısa sürede etkiyen, diğer bir deyişle eleman üzerinde etkimeye başlaması ile tam gücüne ulaştığı sürenin çok kısa olduğu yük 'Dinamik' yük olarak tanımlanabilir. Şekil-1, Burada miktarları eşit fakat tam güce ulaşma süreleri değişik olan iki yükün zamanla değişmesi verilmektedir. Bu iki yükün oluşturacağı etkiler farklı olmaktadır. Bu iki değişik yükleme altında deformasyonların değişimi incelenebilir. Şekil-2'de t_m süresi uzun olan bir yük altında bir elemanda oluşan deformasyonun zamanla değişimi verilmektedir. Yükteki artış ile yapı elemanının deformasyonunda olan değişim arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Yük artışının durması ile ani deformasyon artışı da durmaktadır. Burada zamanla oluşan sünme, deformasyon artışı çok daha uzun süreleri gerektirir.

Şekil-3'te t_m süresi kısa olan bir yük altında bir yapı elemanında yük ve ani deformasyonda olan değişme gösterilmektedir. Eğer yapı elemanına etkiyen yükün t_m süresi uzun ise dış etki ile yapının yaptığı deformasyon arasında ilişki Şekil-2'de görülen biçimde oluyorsa bu statik bir yükleme ve yapının davranışı da

statik' bir davranıştır. Eğer bu ilişki Şekil-3'de görülen biçimde oluyorsa, bu dinamik bir yükleme ve yapının davranışı da dinamik' bir davranıştır. Dinamik davranışta yükte olan değişimler t_m zamanından sonra durmasına rağmen yapının davranışında olan değişimler bir dengeye ulaşana kadar bir süre devam etmektedir. Buradan dinamik yüklemenin t_m süresinin çok kısa yükleme olduğu çıkarılabilir. Bu sürenin kısa yada uzun oluşu göreceli bir kavramdır. Yapıların ve yapı elemanlarının bir doğal titreşim periyodu vardır (T). Eğer $t_m \ll 10T$ ise yani tam güçle yükleme noktasına kadar ulaşılması için geçen süre yapı elemanının doğal titreşim periyodunun 10 katından kısa ise bu dinamik bir yükleme olmaktadır.

Dinamik yükleme, dış etki ile yapının davranışı arasında benzer ve birbiri ile doğrudan ilişki olmayan bir yüklemedir. Dinamik yüklerin değişik tipleri vardır.

Darbesele Yükler: Şekil-4a'da gösterilen t_m süresi kısa olan yüksek darbesele yükler olarak nitelenir. Çarpma olayı sonucu ortaya çıkan dinamik yükleme bu şekildedir.

Harmonik Yükler: (Şekil-4b) genlik-zaman ilişkisi bir takım sinüsoidal fonksiyonlar olarak analitik şekilde belirtilebilen dinamik yüklerdir. Makina ve motor titreşimlerinin doğurduğu yükler bu tanıma girer. Harmonik yükler ile yapı davranışı arasındaki ilişki analitik olarak ifade edilebilir.

Genel Geçici Yükler: (Şekil-4c) Depremlerde yapılara gelen dinamik yükler bu sınıfa girer. Bu yüklerin genliklerinde olan değişimler periyodik değildir. Yük-zaman ilişkisi matematik olarak ifade edilemez. Bu yük deprem bittikten sonra ortadan kalkar. Yük zaman eğrisi ile yapının mukabele zaman eğrisi arasındaki ilişkinin zamanla olan değişmesi matematiksel olarak yazılamaz.

Dinamik yüklerde zaman boyutu bulunmaktadır. Yükün zamanla olan değişimi ve etkilenen sistemin doğal titreşim periyodu önem kazanmaktadır.

Üzerinde durulması gereken bir başka kavram atalet yükü kavramıdır. Zaman içinde değişen kuvvetler altında yapıda atalet kuvvetleri olmaktadır. Duran yada değişmeyen bir hızla hareket eden bir cisim kendisini harekete getirecek yada hızını değiştirecek bir dış kuvvete karşı direnmektedir. Bu o cismin kütlesi olmaktadır. Atalet kuvveti, bu direnç, kütle ile hızda olan değişmeye (ivmeye bağlıdır). Bu kuvvet etkiyen kuvvete karşı ters yönde olur ($F = -ma$). Tıpkı aniden kalkan bir motorlu araç içindeki kişinin geriye doğru gitmesi gibi. Yapılarda zeminin deprem titreşimleri altında bir yöne hareketi, yapının kütlesinin de buna karşı direnmesi sonucu yukarıda sözü edilen dinamik nitelikteki deprem kuvvetleri oluşur. Şekil-5. Yapılarda depremlerde olan dinamik kuvvetler, zeminde olan deprem hareketinin sonucudur. Doğal olarak depremlerde yapılara gelen yada geleceği tahmin edilen yüklerin bilinmesi ve yapıların bunlara dayanabilecek şekilde yapımı depremlerde oluşan yer hareketlerinin iyi tanınması ve de yapıların da dinamik özelliklerinin bilinmesi ile gerçekleştirilebilir.

DEPREM YER HAREKETİNİN ÖZELLİKLERİ

Yapılardaki hasarın deprem yer hareketinin sonucu olması bütün dünyada bu hareketlerin kaydedilerek değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla 1930'lu yıllarda ilk deprem kuvvetli yer hareketi kaydedicileri yapılmış ve depremlerin kuvvetli yer hareketlerinin kaydedilmesine başlanmıştır. Türkiye'de bu yöndeki çalışmalar ancak 1970'li yıllarda Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Dairesinin kurulmasından sonra başlamıştır. Şu anda bu Dairece işletilen ve ülke çapında 80'e yakın istasyondan oluşan bir kuvvetli deprem yer hareketi kayıt şebekesi bulunmaktadır. Deprem kuvvetli yer hareketini kaydeden aletler ancak hasar yaratan depremlerin hareketini kaydedecek şekilde ayarlanırlar ve hasar yapan bir deprem olmazsa yada deprem aletin bulunduğu yerde hasar yapacak düzeye olmazsa bu aletler çalışmamaktadırlar.

Bu aletlerle Türkiye'de son on yıl içinde olan pek çok depremin kuvvetli yer hareketi kaydedilmiş ve gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Depremlerde oluşan kuvvetli yer hareketleri genel geçici dinamik bir hareket olarak nitelenebilirler. Deprem sırasında yer üzerindeki bir noktada x,y ve z doğrultularında yer hareketleri oluşur. Bunlar akselerograf denilen ve bu yer hareketinin ivmesini kaydeden özel aletlerle yazılır. Deprem sırasında bir noktada kaydedilen deprem yer hareketinin ivmesi, birçok parametrelere bağlı olarak büyük değişimler gösterebilirler. Hareketin süresi, maksimum ivmesi ve başka özellikleri üzerinde etkili olan birçok faktör vardır. Bunların üzerinde kısaca durulacaktır.

Şekil-6a'da Ülkemizde olmuş 30 Ekim 1983 Erzurum-Kars depreminin Horasan'da kaydedilmiş yer hareketinin bir bileşeni verilmektedir. Görüldüğü gibi deprem sırasında oluşan yer ivmesinin zamanla olan değişiminin analitik olarak ifadesi olanaksızdır. Bu yer ivmesinin nümerik yöntemlerle iki kere entegrasyonu ile yer hareketinin hız ve deplasmanının zamana bağlı olarak değişmesi de hesaplanabilir. Bunlar Şekil-6b ve c'de verilmektedir. Üç eksenli olan bu alet ile bu depremin diğer dik yatay yöndeki ve düşey yöndeki ivmeleri de kaydedilmiştir.

Depremlerde kaydedilen bu yer hareketinin ivmesinde zaman içinde olan değişimler bir anlamda yapıya gelen deprem kuvvetinin (atalet kuvvetinin) zaman içinde olan değişimini de verecektir. Çünkü bu kuvvet yapının kütlesi ile bu ivmenin çarpımına eşittir. Deprem yer hareketinin ivmesi yer çekimi ivmesi ($g=9.81 \text{ m/sn}^2$)'nin yüzdesi olarak $a=cg$ olarak ifade edilebilir. Bu durumda yapıya gelen deprem yükü $F=ma=mcg$ olmaktadır. Öte yandan bir yapının yer çekiminden doğan ağırlığı $W=mg$ 'ye yani o yapı üzerindeki yer çekimi ivmesi ile yapının kütlesinin çarpımına eşittir. Jolayısı ile yapının kütlesi yapının ağırlığı W 'nin yer çekimi ivmesine bölünmesi ile bulunabilir: $m=W/g$. Bu durumda yapıya gelen deprem kuvveti $F=(W/g)cg$ olmaktadır. Yada $F=cW$ olmaktadır. Diğer bir deyişle depremde kaydedilen yer hareketi ivmesinin ordinatları yer çekimi ivmesi g 'ye bölünürse yapıya gelen yatay deprem kuvvetinin yapının ağırlığına olan oranı C katsayısının zaman içinde olan değişimi bulunabilir.

Kısaca depremlerde yapılara gelen yer hareketinin ivmesinin, yer çekimi ivmesinin yüzdesi olarak ifade edilmesi, yapıya gelen yatay yükün yapının ağırlığına oranını ifade eder. Ancak, burada verilen C katsayısı Yönetmelik'te verilen C katsayısı gibi sabit olmayıp, zamana bağlıdır. Deprem süresi içinde değişkendir: $C=C(t)$. Bir bakıma depremlerde oluşan yer hareketinin özelliklerinin bilinmesi, yapılara gelen deprem kuvvetlerinin özelliklerinin bilinmesi ile eşdeğer olmaktadır.

DEPREMLERİN ÖZELLİKLERİ ve YER HAREKETİ ÜZERİNDE ETKİLERİ

Depremlerde ölçülen yer hareketlerinin çeşitli özellikleri vardır. Yer hareketinin frekans içeriği, genliği ve süresi depremlerin çeşitli özellikleri ve aletin kayıt aldığı yerin depremin merkezine olan uzaklığına bağlıdır. Bundan başka kayıt alınan yerdeki zemin ve jeolojik koşullarda etkili olabilmektedir. Herhangi bir depremde alınan yer hareketi kaydının değerlendirilmesinde, depremin özelliğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu bakımdan yer hareketi ile ilişkili depremin özelliğinin de bilinmesi için depremleri tanımlayan çeşitli parametrelerin anlatılmasında yarar vardır.

Mağnitüd ve Şiddet

Depremlerin büyüklüklerini ölçmek ve sınıflandırmak için bir birinden farklı iki ölçü kullanılmaktadır. Bunlar Şiddet ve Mağnitüd (büyüklük) olarak adlandırılırlar.

Mağnitüd: Depremlerde ortaya çıkmış toplam enerjinin bir ölçüsüdür. 1930 yıllarında ABD'de Richter tarafından geliştirilmiştir ve kendi adı ile, Richter Mağnitüdü olarak anılır. Aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$M_L = \log_{10} A$$

Burada A, depremin merkezinden standart olarak 100 km uzakta olan bir sismograf kaydındaki maksimum genliktir. Sismografin depremin merkezinden her zaman 100 km sabit uzaklıkta olmasını sağlamak olanaklı olduğu olduğundan sismograftan ölçülen maksimum genlikte bir uzaklık düzeltilmesi yapılır:

$$M_L = M_{\Delta} + 1.73 \log_{10} (100/\Delta)$$

Burada M_L depremin Richter ölçeğine göre mağnitüdü, M_{Δ} aletin depremin merkezine olan uzaklığına göre düzeltilmemiş mağnitüdü Δ ise depremin merkezine sismografin km cinsinden uzaklığıdır. Richter'in bu mağnitüd tanımlaması, büyümesi 2800, doğal periyodu 0.8 saniye ve sönümü % 80 olan bir yatay Wood-Anderson tipi sismograf standart alınarak yapılmıştır. Eğer kullanılan aletin özellikleri farklı ise ayrıca eleysel düzeltmelerde yapılabilir.

Richter ölçeğine göre bir depremin mağnitüdü negatifde olabilir. Bu mağnitüd tanımlamasında depremlerde oluşan çeşitli tipten dalgaların hangisinin kullanılabileceği bildirilmemiştir. Richter mağnitüdü genellikle yüzey dalgalarından hesaplanır ve M_L olarak gösterilir. Bundan başka hacim dalgalarından hesaplanmış m_b mağ-

nitüdü de vardır. Bu sarkacın ilk salınımlarından yani P dalgalarından hesaplanır. Birde M_s olarak gösterilen yüzey dalgalarının 20 saniye periyodundaki en büyük genliğinden hesaplanan bir başka mağnitüd vardır. Bu ikisi arasında

$$m_b = 2.5 + 0.63 M_s$$

ilişkisi bulunur. Eğer depremin yer içinde olduğu yer (odak noktası) derinlerde yada deprem, kayıt alınan istasyona çok uzakta ise yüzey dalgaları o noktaya kadar gelemediğinden yüzey dalgalarına dayanan hakiki Richter mağnitüdünü hesaplama olanağı yoktur. Bu nedenle depremin merkezinden çok uzakta olan istasyonlar m_b mağnitüdünü hesaplarlar.

Aslında yeterli büyüklükte bir deprem olduğu zaman çevredeki yakın ve uzak bir çok istasyon bu depremi kaydetmekte ve mağnitüdünü hesaplamaktadır. Bu işlem kullanılan sismograf ne marka ve cins olursa olsun yapılabilir. Eğer aletin sönümü, büyümesi ve doğal periyodu farklı ise bazı düzeltme katsayıları uygulanarak bir mağnitüd hesaplanmaktadır. Bu nedenle bir depremde çeşitli istasyonların verdiği mağnitüd değerleri ortalamadan ± 0.5 birim farklı olabilmektedir.

Bazı istasyonların belli bölgelerde olan depremler için verdiği mağnitüd değeri başka istasyonların verdiği değerlere göre sürekli olarak küçük olabilmektedir. Depremin ilgili olduğu fayın doğrultusu yönünde olan uzak istasyonlar, bu fayın hareketi doğrultusuna dik olan doğrultudaki istasyonlara göre daha büyük mağnitüd değerleri verirler.

Mağnitüd logaritmik olarak büyüyen bir cetvele sahiptir. Bu bakımdan negatif mağnitüdü çok küçük depremlerde olabilir. Logaritmik büyüme mağnitüdü 6 olan bir depremin enerjisinin mağnitüdü 5 olan bir depreme göre 10 kat daha fazla olduğunu gösterir. Mağnitüdü 4-4.5 civarında olan depremler merkezlerine çok yakın yerleşim yerlerinde hasar yapabilir. Aletsel kaydı olupta mağnitüdü hesaplanmış en büyük depremin mağnitüdü 8.5 civarında olmuştur.

Mağnitüd tek başına bir depremin yapacağı hasarı belirtemez. Çünkü aynı mağnitüdü biri derin diğeri sığ odaklı iki depremin yapacağı hasar ve hissedilme alanları farklıdır. Derin deprem çok geniş alanda hissedilirken hasarın yoğun olduğu alan küçük olur. Sığ deprem ise daha geniş bir alanda çok yıkıcı olurken hissedilme alanı çok daha küçük olur.

Bir depremin mağnitüdünün hesaplanabilmesi için o depremin mutlaka bir zayıf hareket sismografı tarafından kaydedilmesi gerekir. Bu nedenle dünyada ilk sismografların yaygın olarak kullanılmaya başlandığı 1900 yıllarından önceki depremlerin Richter ölçeğine göre kayıtlardan hesaplanmış büyüklükleri, mağnitüdüleri yoktur.

Cumhuriyet döneminde Türkiye'de olmuş bazı büyük depremlerin Richter ölçeğine göre büyüklükleri şöyledir.

T A B L O - 1
Bazı Türkiye Depremlerinin
Mağnitüdüleri

Tarih	Yeri	M	Tarih	Yeri	M
31.03.1928	Torbali-İzmir	6.5	22.07.1967	Adapazarı	7.0
19.04.1938	Kırşehir	6.7	03.09.1968	Amasra-Bartın	5.7
26.12.1939	Erzincan	8.0	28.03.1969	Alaşehir	6.5
20.12.1942	Tokat-Erbaa	7.3	28.03.1970	Gediz	7.2
26.11.1943	Tosya-Ladik	7.6	12.05.1971	Burdur	5.9
01.02.1944	Bolu-Gerede	7.4	22.05.1971	Bingöl	6.1
18.03.1953	Yenice-Gönen	7.2	01.02.1974	İzmir	5.2
24.04.1957	Fethiye	7.0	06.09.1975	Lice	6.8
26.04.1957	Bolu-Abant	7.0	24.11.1976	Çaldıran	7.2
19.08.1966	Varto	6.1	30.10.1983	Horasan	6.9

Şiddet: Bir depremin şiddetinin değerlendirilmesi subjektif bazı kıstaslar kullanılarak yapılır. Depremin insanlar tarafından hissedilme, yapı içindeki eşyalar üzerindeki etkileri, çeşitli tip yapılar üzerindeki ve arazideki etkilerine göre şiddeti tayin olunur. Önceden hazırlanmış ve sıralanmış etkilere göre o depremde olmuş etkiler karşılaştırılarak depreme bir şiddet değeri verilir. Şiddet alana bağlı bir değerdir. Depremin olduğu, hissedildiği ve hasar yaptığı yani belirtilerinin olduğu her nokta için bir şiddet değeri verilir. Daha sonra depremin aynı şiddette hissedildiği yerler birleştirilerek eş şiddet eğrileri çizilir.

Depremlerin etkilerine bakarak onlara şiddet değeri verme ve sınıflama yaklaşımının sonucu olan şiddet cetvellerinin geliştirilmesi ve yaygın olarak kullanılmasının da tarihi pek eski değildir. İlk şiddet cetvellerinin kullanılması ve geliştirilmesi 19. Yüzyıl ortalarında başladığından daha eski depremlere verilen şiddet değerleri daha sonraki yıllarda yapılmıştır. Bunun için depremin etki alanı, can kaybı bazı yapılarda gözlenmiş hasar vb. gibi kıstaslar kullanılmıştır.

Türkiye'de en çok kullanılan Şiddet Cetveli MSK-MM şiddet cetvelidir. (Medvedev-Sponhauer-Karnik ve Modifiye Merkalli Şiddet Cetveli). Dünyanın başka ülkelerinde kullanılan başka şiddet cetvelleri de vardır. Şiddet cetvelinde depreme I'den 12'ye kadar şiddet değeri verilir. Burada özet olarak ülkemizde çok kullanılan MSK-MM şiddet cetveli verilmektedir.

I. Derece: Bazı kişiler tarafından duyulur. Belli belirsiz bir seydir. Duyulma ile duyulmama arasındaki sınırı belli eder.

II. Derece: İstirahat eden (oturan, yatan) ve yüksek yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından duyulur.

III. Derece: Ev içinde ve özellikle yapıların üst katlarında olanlar tarafından çok iyi duyulur. Duran otomobiller hafifçe sallanır. Sanki çok ağır bir motorlu araç geçiyormuş gibi duyulur. Süresi tahmin edilebilir.

IV. Derece: Gündüz yapı içinde bulunanlardan pekçok kişi duyarbilir. Gece uyuyanları uyandırabilir. Mutfak eşyaları, pencereler ve kapılar sarsılır. Duvarlarda çatlama sesleri duyulur. Duran araçlar sarsılır.

V. Derece: Hemen herkes tarafından duyulur. Uykudan uyandırır. Pencereler kırılabilir. Sıvalar çatlayabilir. Sağlam ve dengeli olmayan bardak, vazo, sürahi, biblo ve benzeri şeyler devrilebilir. Ağaçların ve elektrik direklerinin sallandığı görülür.

VI. Derece: Herkes tarafından duyulur. Ağır mobilyalar yerinden oynar. İyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yığma yapılarda önemli çatlaklar olur. Bacalar devrilebilir.

VII. Derece: İnsanlar ayakta durmakta zorluk çekerler. İyi yapılmamış (zayıf harçlı ve çatısı duvarlara bağlanmamış) taş, tuğla ve kerpiç yapılarda önemli hasar ve yıkıntı olabilir. Bacalar tamamen yıkılır. İyi yapılmış yığma yapı duvarlarında hafif çatlaklar olur. Betonarme binalarda ara duvarların çerçeve ile temas ettikleri yerlerde çatlaklar olur.

VIII. Derece: İyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yapılarda ağır hasar yada tamamen yıkılma. İyi yapılmış yığma kargir yapılarda ağır hasar. Ahşap karkas yapılarda çerçeve sistemlerinde hasar. İyi yapılmamış betonarme yapılarda taşıyıcı sistemde çatlaklar oluşabilir. Arazide kum fıskırmaları, çatlaklar, fay kırılmaları olur. Kayalar düşer, heyelanlar olabilir.

IX. Derece: Yığma kargir yapılar yıkılır yada çok ağır hasar görür. Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemde mafsallaşma başlar. Donatıyı örten beton kabuk dökülür, donatı etriyelerinden ayrılır ve burkulma olur. Betonarme yapılarda önemli öteleme ve düşeyden sapmalar olur. Yerde büyük çatlaklar olur. Yeraltı su boruları kopar.

X. Derece: İyi yapılmamış ahşap karkas, betonarme yapılarda çok ağır hasar yada yıkılma başlangıcı görülür. Demiryolu rayları bükülür, çamur ve kum akmaları olur.

XI. Derece: Pek az yapı ayakta kalır. Köprüler harap olur. Yer kaymaları önemli boyutlara ulaşır.

XII. Derece: Yer yüzünden deprem dalgalarının geçişi görülür, eşyalar ve cisimler havaya fırlar.

Siddet cetveli I-V dereceleri arasında insanlar tarafından duzulma ve yapı içindeki eşyalar üzerindeki etkiler aşamalarına göre sınıflandırılmıştır. V şiddetinden sonra yapılarda hasar başladığı kabul edilmiştir. Öte yandan VII şiddetinden sonra da arazide etkilerin olacağı kabul edilmiştir. Bir depremden sonra herbir nokta için yukarıdaki kıstaslar kullanılarak bir şiddet değeri verilir. Depremin şiddetinin en büyük olduğu nokta maksimum şiddet bölgesi (I_0) olarak nitelenir. Bir depremin maksimum şiddeti ile Richter ölçeğine göre mağnitüdü arasında Türkiye için geçerli olan

$$I_0 = 1.69 (M) - 2.75$$

ilişkinde benzer ilişkiler çıkarılmıştır. Bundan yararlanılarak geçmişte olmuş şiddeti bilinen fakat sismograf kaydı olmadığı için mağnitüdü bilinmeyen depremlerin 'makrosismik' olarak nitelenen mağnitüdüleri hesaplanır. Sismograf kayıtları kullanılarak hesaplanmış mağnitüdüler ise 'aletsel' mağnitüdü olarak nitelenir. Yukarıdaki formül ile şiddet ile richter ölçeğine göre büyüklük (mağnitüdü) şu şekilde olmaktadır :

T A B L O - 2
Şiddet-Mağnitüdü Cetveli

Şiddet (I_0)	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Richter Mağnitüdü (M)	4.0	4.6	5.2	5.8	6.4	7.0	7.5	8.1	8.7

Bir depremin maksimum şiddetinin depremin odak derinliği ile ilgisi vardır. Genellikle sığ depremler küçük alanda büyük hasar yaparken, oldukça küçük bir alanda duyulurlar. Buna karşılık derin odaklı depremler ise çok daha geniş alanlarda duyulurken maksimum şiddetleri daha küçük olur. Şekil-7'de 30 Ekim 1983 Erzurum-Kars depreminin eş şiddet haritası verilmektedir. Türkiye'de olan depremler sığ ve faylarla ilgili olduklarından eş şiddet eğrileri genellikle elipse yakın biçimlerde oluşur.

Depremlerin şiddeti yada mağnitüdü inşaat mühendisliği açısından pek pratik bir anlam taşımazlar. Çünkü depreme dayanıklı yapı yapmak için önemli olan şey yapılara depremde gelecek yatay yüklerdir. İnşaat mühendisi açısından şiddet yada mağnitüdü ile depremin şiddetli yer hareketinin ivme boyutları arasında bir ilişki ortaya koymak çok daha önemli olmaktadır.

Şiddetli deprem yer hareketleri kayıtlarınının 1930'lu yıllardan başlayarak alınması ile bu kayıtlardan okunan ve hesaplanan yer ivmeleri ile deprem mağnitüdüleri, şiddetleri arasındaki ilişkiler geliştirilmeğe başlanmıştır. Özellikle bu aletlerin 70'li yıllardan sonra çok yaygınlaşması ile yer hareketinin maksimum ivmesi ile mağnitüdü arasında bir çok ilişki geliştirilmiştir.

ŞIDDET-MAĞNİTÜD-MAKSİMUM İVME İLİŞKİLERİ

Bu ilişkiler depremlerde kaydedilen yer hareketlerinin maksimum ivmeleri, aletsel kayıtlardan elde edilmiş mağnitüdü değerleri ve depremlerin yapı ve araziler üzerindeki etkileri dikkate alınarak verilmiş şiddet değerlerinden çıkarılmıştır. Bu ilişkilerin bazıları kayıt alınan yerin deprem merkezine olan uzaklığını da dikkate alırken bazıları uzaklığı dikkate almayıp depremin merkezindeki maksimum ivme ile buradaki maksimum şiddet ve depremin mağnitüdü arasındaki ilişkiyi verir.

Çeşitli kişilerce geliştirilmiş şiddet-ivme-mağnitüdü ilişkileri Tablo halinde aşağıda verilmektedir.

T A B L O - 3
Şiddet-Mağnitüd-İvme İlişkileri (cm/sn²)

Kaynak	V	VI	VII	VIII	IX	X
Neuman	32	64	130	265	538	1094
Gutenberg- Richter	15	31	68	146	314	676
Ambraseys	44	100	229	524	1202	2754
Medvedev- Sponhauer	12-25	25-50	50-100	100-200	200-400	400-800
Okamoto	10-21	21-44	44-94	94-202	202-432	
Trifinac- Brady	34	66	126	251	501	1000
Murphy- O'brien	31	56	100	178	316	562
Murphy- O'brien	58	102	177	309	537	933
Bolt	17	35	71	146	300	617
Chiaruttini- Siro	36-55	50-90	70-150	95-260	134-420	180-680

(Bu tablo Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi'nin Akkuyu Nükleer Santrali için hazırladığı 'Design Basis Ground Motion' adlı raporun 17 nci sayfasından alınmıştır.)

Bu tablodaki şiddet değerleri kolaylıkla mağnitüd değerlerine çevrilebilir. Bu tablodaki değerler depremlerin merkezlerinde şiddetin en büyük olduğu noktadaki yer ivmeleridir. Şu andaki genel kanı bir depremin mağnitüdü yada maksimum şiddeti ne olursa olsun episantr bölgesinde, depremin şiddetinin en büyük olduğu bölge, yer hareketinin maksimum ivmesi ile şiddet ve mağnitüd arasında kesin bir ilişkinin olmadığı şeklindedir. Bundan başka depremin odak derinliği de etkili olabilmektedir. Derin depremlerde mağnitüdü aynı olan sığ depremlere göre depremin merkezindeki yer ivmesi daha küçük olabilmektedir.

Yukarıdaki Tablo-3'den görüleceği gibi belli şiddetlerde oluşan maksimum yer hareketi ivmeleri çok büyük değerlere ulaşabilir olarak görünmektedir.

MAKSİMUM İVME-UZAKLIK İLİŞKİSİ

Depremi merkezindeki yer hareketinin özellikleri bu noktadan uzaklaştıkça hem genlik hemde frekans kapsamı bakımından değişikliklere uğramaktadır. Yer hareketinin genliğinde uzaklık ile olan azalım uzaklıkla yada uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak ele alınmaktadır. Şekil-8'de uzaklık ile geometrik olarak yer hareketinde olan azalma verilmektedir. Burada ortalama olarak verilen oransal azalım eğrisi çeşitli araştırmacıların öne sürdükleri azalım ilişkilerinin bir ortalaması olarak verilmektedir.

Öte yandan deprem yer hareketi ivmesinde depremin magnitudüne bağlı bir azalma eğrileri takımı Şekil-9'da verilmektedir.

Uzaklık ile deprem yer hareketinde olan bir diğer önemli değişme bu hareketin hakim frekansında olmaktadır. Deprem yer hareketi çeşitli frekanslarda çeşitli genlikleri olan bir takım sinüsoidal titreşimlerin üst üste binmesinden oluşmuş kabul edilebilir. Bu titreşimlerin bazılarının genlikleri diğer frekanslardaki titreşimlerin genliklerine göre daha büyük olmaktadır. Genlikleri en büyük olan titreşimlerin periyodu deprem hareketinin hakim periyodu olarak nitelenir. Bu periyod depremin magnitudü ve uzaklıkla değişir olarak kabul edilmektedir. Şekil-10

Özellikle uzak depremlerin hakim periyodları daha uzun olmaktadır. Bunun nedeni kısa periyodlu yer hareketlerinin mesafe ile hızlı bir şekilde güçlerini yitirmeleridir. Öte yandan çok katlı ve yüksek yapıların periyotları da uzundur. Dolayısı ile uzun periyotlu yapıların uzak depremlerden etkilenmeleri daha fazla olacaktır. Yer hareketinin hakim periyodunun uzaması olayının pratik olarak doğuracağı bir sonuç şöyledir: Ankara gibi yakınlarında şiddetli deprem olmayan, fakat yüz kilometre kadar kuzeyinde, Gerede civarında, üzerinde şiddetli depremlerin olduğu bilinen Kuzey Anadolu Fayı geçen kentlerde uzak depremlerin uzun periyodlu yer hareketlerinin, yine uzun periyodlu gökdelen tipi yüksek yapıları daha kuvvetli sarsma olasılığı yüksektir.

DEPREMİN SÜRESİ

Deprem kuvvetli yer hareketinin süresi, maksimum ivme değeri kadar depremin yapılarda yaptığı hasarı açıklamak bakımından önemlidir. Maksimum yer ivmesi yüksek fakat kısa sürmüş bir depremin, maksimum ivmesi daha küçük fakat daha uzun sürmüş bir depreme göre daha az hasar yaptığı çok kez gözlenmiştir. Örneğin magnitudü 7.1 ve yer hareketinin maksimum ivmesi % 33 olan El-Centro depreminin kuvvetli yer hareketi kaydı, magnitudü 6.6 olupta maksimum yer ivmesi % 125 g olan San Fernando depremi yer hareketi kaydı bulunmaktadır. Bunun nedeni yer hareketi maksimum değeri küçük olan depremin diğer depreme göre daha uzun sürmüş olmasıdır.

Önemli olan bir diğer noktada yer hareketinin şiddetli olan kısmının uzunluğudur. Bazı depremlerde bu bölüm onlarca saniye sürerken bazı depremlerde ise üç-beş saniye sürmektedir. Şekil-11'de deprem magnitudü ile süresi arasındaki ilişkiler verilmektedir. Şekil-12'de ise yer çekimi ivmesinin % 5'inden daha büyük ivmelerin olduğu süre depremin magnitudü ve depremin merkezine uzaklık

cinsinden verilmektedir. Uzun süren bir depremde yapı ağırlığının belli bir yüzdesi, örneğin % 10'u kadar bir yatay kuvvet altında 3-10 kere gidip gelirken, kısa süren bir depremde aynı düzeyde bir yatay kuvvet altında 2-3 kez gidip gelecektir. Her bir yönü değişen yüklemelerde yapı hasarının kümülatif olarak artması söz konusu olduğundan uzun süre bir depremin yapacağı hasar daha fazla olacaktır. İvme-zaman değişim eğrisinin altındaki alanın mutlak değerinin toplamı bir bakıma yapılara gelen deprem sarsıntı enerjisinin ölçüsü olarak alınır, kuvvetli bölümü uzun sürmüş bir depremin dinamik enerjisinin daha büyük olduğu anlaşılacaktır. Dolayısı ile böyle bir depremin, deprem enerjisinin ölçüsü olan magnitudü de daha büyük olacaktır.

MAKSİMUM DÜŞEY-YATAY İVME ORANI

Depremde oluşan yer hareketinin düşey bileşeni ile yatay bileşeni arasındaki orantının da bilinmesi özellikle yapılarda önemli düşey ivmelere maruz kalacak konsol ve balkon gibi çıkma elemanlar için önemlidir. Genellikle bu oran 1/2 oranındadır. Ancak depremin merkezine yakın yerlerde bu oran 2/3'e yaklaşırken depremin merkezinden uzaklarda 1/3'e kadar inebilmektedir.

DAVRANIŞ SPEKTRUMLARI

Depremlerde oluşan kuvvetli yer hareketlerinin çeşitli frekans ve genliklerdeki değişik sayıda sinüsoidal titreşimlerden oluştuğu belirtilmişti. Bu karmaşık yer hareketi kaydı mukabele spektrumları denilen yöntem ile bileşenlerine bir anlamda ayrılabilir. Şekil-13'de aynı deprem şiddetli yer hareketi ivme kaydı ile zorlanmış fakat değişik dinamik özellikleri (sönümleri aynı, özel titreşim periyodları farklı) olan yapılar ve bunların bu deprem yer hareketi altında yaptıkları ötelemeler zamana bağlı olarak verilmektedir. Bu dinamik sistemlerin hepsi tek serbestlik dereceli ve doğrusal elastik olarak alınmıştır. Dinamik özelliklerinin farklı olması nedeni ile her bir sistemin öteleme-zaman eğrisi farklı olmaktadır. Her bir ayrı dinamik sistemin bu deprem yer hareketi altında yaptığı maksimum öteleme ordinat ve her bir sistemin doğal titreşim periyodu absissa olarak çizilirse bu depremin yer hareketinin öteleme spektrumu ortaya çıkar. Bu spektrum yer hareketinin ivmesi ve hızı için de çıkarılır. Örnek olarak 19 Ağustos 1976 Denizli ve 30 Ekim 1983 Horasan depremi yer hareketi kayıtlarının ivme spektrumları Şekil-14'te verilmektedir.

Şekil-14'te 19 Ağustos 1976 Denizli depreminin kuzey-güney yer hareketi bileşeninin ivme mukabele spektrumu görülmektedir. Burada sönümü % 5 ve periyodu 0,4 saniye olan bir dinamik sisteme, bir yapıya gelen maksimum ivme 0,8 g kadar iken aynı sönümü olan fakat periyodu 1,0 saniye olan bir yapıya gelen ivme 0,1 g kadardır. Yapılara aynı depremden gelen yatay yüklerin yapının periyoduna bağlı olarak büyük değişiklikler göstermesi, bir anlamda bazı depremlerde neden bazı tip yapılar büyük hasar görürken diğerlerinin az hasar görmesini açıklayabilmektedir. Bu durum yapıların dinamik özelliklerinin bilinmesinin onları depreme dayanıklı yapmada ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Yapıların dinamik özellikleri bir ayrı yazı konusu olabilecek kadar kapsamlı olduğundan bu konunun bir başka yazı çerçevesi içinde ele alınmasının daha yararlı olacağı düşünülmektedir.

Davranış spektrumlarının biçimi tıpkı deprem yer hareketi gibi çeşitli faktörlerin etkisi altındadır. Aslında yer hareketinin doğrusal bir analizi olan mukabele spektrumlarının yer hareketinin etkilendiği faktörlerden etkilenmesi doğaldır. Depremün mağnitüdü, kaydın alındığı yerin depremin merkezine uzaklığı ve depremin odak derinliği, arazide olan faylanma doğrultusu ile kaydın alındığı yer arasındaki açı, kayıt aletinin bulunduğu zeminin özellikleri gibi, Bunların arasında zemin koşullarındaki farklılıklar depremin merkezinden aynı uzaklıkta olan iki noktadaki yer hareketinin davranış spektrumlarında çok büyük farklılıklar yarattıklarından çok önemli olmaktadır.

Mukabele spektrumlarının verdiği en önemli bilgi deprem yer hareketi içindeki en büyük genlikli titreşimlerin periyodları olmaktadır. Şekil-15 ve 16'da verilen 1962 Meksiko ve 1977 Bükreş depremlerinin yer hareketlerinin spektrumlarında en büyük genlik değerleri 2.5 ve 1.7 saniye civarında gözlenirken diğer bir çok depremde spektrumlardaki en büyük genlik değerleri 1.0 saniye yada daha küçük periyodlarda olmaktadır (Lima 1966, El-Centro 1940, Denizli 1976 depremlerinde olduğu gibi). Bükreş ve Meksiko şehrinin çok yumuşak dolgu zeminler üzerinde bulunmaları ve bu depremlerin kayıt alınan yerlerden yaklaşık 150-200 km uzakta olması yer hareketi içinde uzun periyodlu bileşenlerin daha etkin olduğunu göstermektedir. Bu durum Şekil-10'da verilen uzaklık ile deprem yer hareketinin hakim periyodunun büyümesi olayını ortaya koymaktadır.

Çeşitli araştırmacılar aynı cins zeminler üzerinde alınan kuvvetli yer hareketi kayıtlarından çıkarılan davranış spektrumlarını karşılaştırarak zemin koşullarına bağlı davranış spektrumları tipleri geliştirmeye çalışmışlardır. Şekil-17 ve 18'de bu tip boyutsuz hale getirilmiş mukabele spektrumları verilmektedir. Görüldüğü kadarı ile zeminler esnekliktikçe, diğer bir değişle zeminin yoğunluğu, penetrasyon darbe sayısının azalması ile yer hareketinin maksimum genliğinin gözlemlendiği periyod aralığı da büyümektedir. Genellikle mukabele spektrumunda yer hareketinin en büyük genlik değerlerinin gözlemlendiği periyodlar 'zemin hakim' periyodu olarak nitelenir.

ZEMİN HAKİM PERİYODU

Yer yüzünde kaydedilmiş kuvvetli yer hareketleri ile zeminin hemen altında kaydedilmiş yer hareketlerinin hem genlik hemde periyod özellikleri bakımından farklı olduğu çok kez gözlenmiş ve teorik olarak da açıklanmıştır.

Yapıların üzerinde yapıldığı zeminin belli bir derinliğe kadar olan bölümü 'yüzey' tabakası olarak nitelenir. Örneğin dolgu bir zeminde, dolgunun bitip taban kayasının başladığı yere kadar olan derinlikteki dolgu zemin yüzey tabakası olarak adlandırılabilir. Şekil-19. Böyle bir dolgu yüzey tabakası ve bunun altında taban kayasının bulunduğu zeminlerde, taban kayadaki yer hareketinin ve yüzeydeki yer hareketinin mukabele spektrumları Şekil-19 b'de verildiği gibi olmaktadır. Yüzey tabakası derinliğine, yoğunluğuna ve titreşim dalgalarını geçirme özelliklerine bağlı olarak taban kayada olan deprem hareketini değiştirerek vede çoğu durumda büyü-

terek yüzeyde olan deprem yer hareketini oluşturmaktadır. Yüzey tabakasının genişliğini büyüttüğü titreşimlerin periyodu bir anlamda yüzey tabakasının yada zeminin hakim periyodu olmaktadır.

Zeminlerin yüzey tabakalarının hakim periyodlarını deprem olmadan önce tesbit etmek için analitik hesap yöntemleri ve ölçme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin en önemli unsuru bu yüzey tabakasından depremde oluşan titreşim dalgalarına en çok benzeyen kesme tipi dalgaların geçiş hızı olmaktadır. Bu zemin kesme dalgası hızının ölçülmesi tümüyle jeofizik yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir.

Yüzey tabakalarının titreşim periyodu iki hızlı ortamlarda dalga kırılma ve yansıma teorilerinin en basit durumundaki çözümünden giderek $T=4x(H/V)$ formülü ile hesaplanabilir. Burada (H), yüzey tabakasının derinliği, (V) ise bu tabakadaki kesme dalgası geçiş hızıdır. Derinlik ve hız zemin ve jeofizik etüdlerle bulunur, yada eğer zemin cinsi ve tabaka kalınlığı biliniyorsa hazır tablolardaki hız değerleri alınarak T hesaplanabilir. Bu anlatılan her iki yöntem "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik"te madde 13.4.6'da verilmektedir. Zemin hakim periyodunun deneysel olarak ölçülmesi ancak bazı çok önemli yapılar için ekonomik olur. Hatta zemindeki kesme dalgası hızının bile ölçülmesi sıradan yapılar için ekonomik değildir. Zemin etkisini Yönetmeliklerde verilen yöntemler kullanarak dikkate almak pek çok yapı için yeterlidir.

Genel olarak değişik zeminlerde olması muhtemel kuvvetli yer hareketi ivme davranış spektrumlarının iki ayrı biçimde olabileceği kabul edilir. Şekil-20. Kayalık zeminler, zemin emniyet gerilmesi 2-3 kg/cm²' den büyük olan zeminler 'sert' zemin olarak nitelebilir. 'Yumuşak' zeminler ise genellikle emniyet gerilmeleri 1 kg/cm²' yada daha az olan, çoğunlukla özel temel sistemleri gerektiren dolgu, alüvyon gibi zeminlerdir. Sert zeminlerin hakim periyodları, yumuşak zeminlere göre daha küçüktür. Sert zeminler gelen yer hareketini yumuşak zeminlere göre daha fazla büyümektedirler.

PROJE SPEKTRUMLARI

Gerçek depremlerde elde edilen davranış spektrumlarının geliştirilmesi sonucu proje spektrumları geliştirilmiştir. Housner tarafından verilmiş olan ortalama spektrumlar bir bakıma proje spektrumlarının öncüsü olmaktadır. Housner tarafından 1960 yılından önce olmuş depremlerin spektrumları boyutsuz duruma getirilerek, şiddeti ne olursa olsun bütün depremler için geçerli bir spektrum biçimi elde edilmiştir. Diğer bir deyişle, ivme davranış spektrumunun bütün ordinatları o depremin maksimum yer ivmesi değerine bölünerek, spektrum ivmesi/yer ivmesi oranının yapı periyodu ile değişimi elde edilmektedir. Şekil-21'de Housner'in ivme, hız ve öteleme proje spektrumları görülmektedir. Bu ortalama spektrumlar istenilen bir maksimum yer ivmesi için ayarlanabilmektedir. Örneğin maksimum yer ivmesi 0.2 g olan bir depremin ortalama spektrumu Housner ortalama ivme spektrumundaki ordinatların 0.2 g ile çarpılması sonucu bulunmaktadır.

Bu ortalama spektrumların hazırlanmasında kullanılan deprem kayıtları genellikle sert zeminler üzerinde alınmışlardır. Bu ba-

kımdan Şekil-17 ve 18'de yumuşak zeminlerden beklenen spektrum biçiminden farklı biçimlere sahiptirler. Daha sonraki yıllarda değişik zemin cinslerinde elde edilen kuvvetli yer hareketi kayıtlarının Şekil-17 ve 18'deki spektrumları gözönüne alınmağa başlanınca, proje spektrumlarının biçimleri zemin özellikleri dikkate alınacak şekilde değiştirilmiştir.

"Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,, te verilen S katsayıları değişik zeminlere göre değişmektedir. Bu katsayının hesabında

$$S = 1 / (T - T_0 - 0.8)$$

formülü kullanılmaktadır. Burada T_0 yapının bulunduğu zeminin hakim titreşim periyodu olup Yönetmelik Madde 13.4.6'da belirtildiği gibi hesaplanmaktadır. T ise yapı periyodudur. Periyoddaki değişmelere göre S katsayısı değişmektedir. Ancak S katsayısı 1'den büyük ve 0.5'den küçük olmamaktadır. Şekil-22'de "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,,deki S katsayıları verilmektedir. Yine aynı şekilde Şekil-18'de verilen değişik zemin tipleri için tipik ivme spektrumu eğrileri, maksimum değerlerine göre boyutlandırılarak çizilmişlerdir. Yönetmelikteki S-katsayısı, Şekil-18'de verilen S-katsayılarına göre daha güvenli tarafta kalmakla birlikte, genel olarak zeminlerin yumuşak yada sıkı olmasının deprem yer hareketinin periyod' kapsamı üzerindeki etkisini dikkate almaktadır.

ELASTO-PLASTİK MUKABELE SPEKTRUMLARI

Yapıların bir depremin yer hareketinin ivmesi altında yaptıkları maksimum öteleme, hız ve ivmenin yapı periyod ve sönümüne bağlı grafiği olarak nitelenebilen spektrumlar yada mukabele hesabı genellikle yapıların doğrusal elastik davranışları yaklaşımı ile yapılır. Ancak yapılar, çok ender olarak doğrusal elastik olarak davranırlar. Çelik malzeme olarak akma noktasına kadar doğrusal elastik olarak davranmakla birlikte betonarme için böyle bir davranış kesinlikle geçerli değildir. Şekil-23'de dinamik hesaplarda kullanılan yapı elemanı yük-deformasyon eğrileri verilmektedir. Hesabın doğrusal elastik olarak yapılması halinde Şekil-23a'daki gibi bir ilişki kullanılmaktadır. Ancak betonarme için gerçek ilişki Şekil-23b'deki gibidir. Ancak bu ilişki Şekil 23c'deki gibi idealleştirilir. Şekil-23b'deki gibi davranışı olan betonarme bir yapıda yapıya gelen deprem yükü arttıkça yapının yapacağı ötelemelerde giderek büyüyen artışlar olmaktadır ve bu yapının periyodunun değişmesine yol açmaktadır. Bu durumda depremin başlaması ile periyodu uzamağa başlayan yapı mukabele spektrumunda sağa doğru kaymağa başlar ve dolayısı ile yapıya gelen deprem yükü azalabilir.

Şekil-23c'deki gibi bir yük-deplasman eğrisi olan bir yapıda yada yapı elemanında elastik limit deplasmanı ile kopma deplasmanı arasındaki oran öteleme düktilitesi olarak tanımlanır. (P_a) akma kuvvetinden düşük kuvvetlerde sistem elastik bölgede kalıp çatlamaz. Bu kuvvetin aşılması halinde, sistem P_a kuvvetini taşımaya devam eder ancak, bu kuvvet altında hasar görerek, çatlayarak büyük deformasyonlar yapar. Yük-deplasman eğrisinin altındaki alan dina-

mik sistemin tükettiği enerji demektir. P_2 kuvvetine ulaşılmadan önceki bölgede enerji elastik olarak tüketilirken, bu noktanın ötesinde enerji kalıcı deformasyonlar yolu ile (plastik) tüketilmektedir. Betonarme yapıların plastik enerji tüketme güçleri, elastik enerji tüketme güçlerine göre çok yüksek olacak şekilde oluşturulabilir.

Genel olarak betonarme yapıların elastik enerji tüketme güçleri enerjisi az olan küçük depremlere karşı yeterlidir. Enerjisi büyük depremlerde ise yapının plastik enerji tüketme gücünden yararlanılır. Bu büyük depremlerde yapıda bir miktar hasarın oluşmasına izin vermek demektir.

Şekil-24' te El Centro 1940 depremi için ivme spektrumu verilmiştir. Burada periyodu 0.5 saniye ve sönümü % 5 olan bir yapıya yapının elastik davranacağı kabul edilmesi halinde gelecek maksimum ivme 1.0 g olmaktadır. Diğer bir deyişle bu yapıda hiçbir deprem hasarının olmaması ve yapının elastik bölgede kalması isteniyorsa yapının hesabında kullanılacak C katsayısının 1.0 alınması gerekirdi. Yani yapı ağırlığına eşit bir yatay kuvvete elastik olarak dayanabilecek bir şekilde hesaplanmalıdır.

Şekil-25' de elastoplastik davranan ve belli bir duktilitesi olan bir yapının periyoduna göre yine El Centro 1940 depremine, bir miktar hasar görerek, dayanması için gerekli C katsayısı verilmiştir. Periyodu yine 0.5 saniye ve sönümü % 5 olan ancak duktilitesi 4 olan bir yapının depremi bir miktar hasarla atlatabilmesi için elastik olarak yapılan deprem hesabında kullanılacak C katsayısı bu durumda 0.176'ya inmektedir.

Bu yaklaşım kısaca şunu göstermektedir: Eğer yapıda gerekli duktilite sağlanırsa deprem hesabında kullanılan yatay kuvvetler, dolayısı ile C katsayısı, çok önemli miktarlarda azaltılabilmektedir. Böylece depreme dayanıklı yapı yapmanın maliyeti önemli ölçüde azalmaktadır.

"AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK„TEKİ C-KATSAYISINA YAKLAŞIM

Söz konusu yönetmelikte I inci derece deprem bölgesi C-katsayısı ve I incisinin zeminin S-katsayısı birlikte ele alınınca ortaya bir proje spektrumu çıkmaktadır. Bu spektrum Şekil-24' te El-Centro depreminin spektrumu ile birlikte verilmektedir. Görüleceği gibi gerçek bir depreme gelen yer hareketinin spektrumu ile proje spektrumu arasında çok büyük fark bulunmaktadır. El-Centro depremi Türkiye'de I inci derece deprem bölgelerinde olması beklenen boyutta bir depremdir. Elastik davranacak yapılara bu depreme gelecek ivme, projede kullanılan ve yönetmelikten alınan C-katsayısının, yapıların periyoduna göre 3-10 kat daha fazladır.

Ancak bilindiği üzere pek çok ülkenin deprem yönetmeliğinde C katsayısı 0.10 civarındadır ve bu boyutta bir yatay kuvvet katsayısı kullanılarak hesaplanmış betonarme yapılar bu depreme hemen aynı büyüklükte olan depremlere yıkılmadan karşı koymuşlardır. Bu durumun açıklaması çeşitli faktörlere bağlıdır.

Önce, spektrumlarda bulunan değer, belli dinamik özellikleri

olan bir yapıya gelen maksimum ivme değeridir. Bu ivme yapı üzerinde en çok bir-iki saniye kadar etkili olmaktadır. Aslında yapıya gelen ivmenin belli bir düzeyin ($a \geq 0.05$ g) üzerinde kaç saniye etkili olduğu önemlidir. Örneğin bu süre El-Centro depremi gibi 7.1 magnitudlü bir depremde 20-25 saniye kadardır (Şekil-11'den). Ayrıca bu süre yapının depremin merkezine olan uzaklığına da bağlıdır. Eğer yapı depremin merkezinden 50 km kadar uzakta ise bu süre 15-16 saniyeye inmektedir. Şekil-12. Bir diğer faktör ise deprem yükünün dinamik özelliğidir. Yönetmelikten hesaplanan yatay kuvvetin yapıya statik olarak etkili olduğu kabul edilir. Oysa deprem yükünün dinamik etkisi eşdeğer bir statik etkiye çevrilmeye bir miktar küçülmektedir. Bu iki faktör dikkate alınınca dinamik maksimum ivmenin oluşturduğu deprem kuvveti, eşdeğer bir statik kuvvete dönüştürüldüğü zaman yarı yarıya azalabilmektedir.

En önemli faktör ise yapıda bulunan düktilite olmaktadır. Eğer yapıda 4-5 gibi bir öteleme düktilitesi yapabileme gücü varsa o zaman yapı elastik olarak hesaplanan eşdeğer statik kuvvetin 2-3 katı bir dinamik deprem yüküne karşı koyabilmektedir. Bu durumda da yatay statik deprem yükü ağırlığının % 10'u kadar olan bir yapı spektrumunda maksimum ivmesi 0.6-0.7 g kadar olabilen bir depremin sarsıntı enerjisini tüketebilmektedir. Eğer depremin maksimum ivmesi yanında yer hareketinin frekans kapsamı ve süresi de aynı El-Centro depremi gibi ise.

Bunun sağlanması için yapıda yeterli miktarda öteleme yapabileme gücü (düktilite) bulunmak zorundadır. Eğer bu miktarda düktilite sağlanmamış ise yapıların büyük depremlerde yıkılma olasılığı yükselmektedir, yada yapılar daha küçük depremlerde ağır hasar görmekteirler.

Yapılara, yeterli düktilitenin nasıl yerleştirileceği ayrı bir konudur. "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik," teki Betonarme yapılar ile ilgili bölümde betonarme yapılar ve yapı elemanları ile ilgili boyut, kesit ve donatı miktar ve yerleştirme ayrıntıları verilmektedir. Bu ayrıntılar yapıların büyük depremlerde yıkılmamaları için gereken düktiliteyi sağlamayı amaçlar. Betonarme yapı hesabında kullanılacak deprem kuvvetleri ile ilgili yönetmelik bölümü ise yapıların daha sık olan orta ve hafif depremlerde hasar görmemelerini amaçlar. Yönetmeliğin bu iki bölümü birbirini tamamlamaktadır. Biri küçük depremlerde yapının hasarını önlerken diğeri yapının şiddetli bir depremde yıkılmasını önler. Gereken ayrıntılara dikkat etmeyip sadece yatay kuvvet hesabı ile yetinmek, özellikle şiddetli depremlerde betonarme yapılarda çok büyük hasar ve can kaybına yol açabilecektir.

DEPREM KATSAYISININ BÖLGELERE GÖRE SEÇİMİ

"Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik," te Türkiye beş deprem tehlikesi bölgesine ayrılmıştır. Bu ayrıma göre, betonarme yapıların ekonomik ömrü olarak kabul edilebilecek 60-70 yıllık bir süre içinde IX ve daha şiddetli deprem beklenen yerler I inci derece, en çok VIII şiddeti beklenen yerler 2 nci derece, en çok VII şiddeti beklenen yerler 3 üncü derece, en çok VI şiddeti beklenen yerler 4 üncü ve en çok V şiddeti beklenen yerler tehlikesiz bölge olarak kabul edilmiştir. Tablo-3' deki şiddet-ivme iliş-

kileri dikkate alınırrsa Türkiye deprem bölgeleri haritasında her bir bölgede beklenen en büyük deprem şiddetine karşılık en büyük deprem ivmesi Tablo-4'teki gibi olmaktadır. Buna karşılık bu her bir bölge için deprem bölge katsayısı C_0 yine bu tabloda verilmektedir.

T A B L O - 4

Deprem Bölgelerinde Beklenen Maksimum Şiddetlere
Karşılık Maksimum İvmeler ve Deprem Bölge Katsayıları

Deprem Bölgesi	1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o	tehlikesiz
Beklenen En Büyük Şiddet	≥ IX	≤ VIII	≤ VII	≤ VI	≤ V
Bu Şiddete Karşılık Maksimum İvme (g)	0.13-1.20	0.10-0.52	0.07-0.23	0.03-0.10	0.01-0.06
Yönetmelikteki C_0 Deprem Bölge Katsayısı	0.10	0.08	0.06	0.03	-

Yönetmelikte verilen C_0 katsayılarının seçiminde depremlerde gelen maksimum yer ivmesinin dinamik nitelikte oluşu, yapıların düktiliteleri nedeni ile şiddetli depremlerin etkilerine elasto-plastik biçimde karşı koyacakları, deprem hesabı yapılırken yönetmelikten hesaplanan kuvvetin yapı üzerinde elastik olarak etkidiğinin kabulü gibi faktörler rol oynamıştır. Yaklaşık olarak, eğer düktiliteyi sağlayan önlemler yapıda bulunuyorsa, yapıların yönetmelikte verilen C katsayılarının 3-5 kat üzerinde maksimum dinamik ivmesi olan depremlere az da olsa hasar görerek karşı koyabilecekleri kabul edilebilir. Böylece yapıların her bir deprem bölgesinde olması beklenen maksimum büyüklükteki depremin dinamik deprem yüküne yaklaşık olarak eşdeğer de olan bir düzeyde yatay yüklere direnme gücünde olduklarını gösterir. Tehlikesiz olarak nitelenen bölgelerde hiç deprem olmuyor kabulü yapmak yanlıştır. Bu bölgelerde sık olan depremlerin boyutları çok küçüktür ve yapılarda yapılması zorunlu olan rüzgar hesabında alınan yükler deprem yüklerinden fazla olduğundan ayrıca bir deprem hesabına gerek görülmemektedir. Yada tehlikesiz bölgelerde büyük bir deprem olma olasılığı çok küçüktür ve ekonomik ömürleri çok kısa olan yapılar için bir deprem önlemi gerekmemektedir. Buna karşılık bu bölgelerde yapılacak çok önemli tesisler için deprem tehlikesi kritik olabilir.

SONUÇ

Depremlerde yapılara gelen kuvvetler dinamik kuvvetlerdir. Bunların özellikleri depremin büyüklüğü, depremin merkezine uzaklık, yerel zemin koşulları, yapıların dinamik özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak önemli değişiklikler gösterir. Deprem yönetmelik-

lerinde verilen yatay kuvvetler, yapıların önemli ölçüde düktilitesinin olacağı ve şiddetli depremlerin enerjisini hasar görenek tüketebilecekleri varsayımına göre gerçek bir depremde oluşan kuvvetlerden birkaç kat düşük tutulmuşlardır. Bu yaklaşım yapılarda daha başından depremin boyutuna göre bir takım hasarın olmasının kabulü anlamına gelmektedir. Yapılarda her boyutta depremde hiçbir hasarın olmamasının istenmesi halinde bugün yönetmeliğe göre hesaplanan deprem yüklerinin enaz 2-3 katı daha büyük yatay kuvvetler altında, kesitlerin emniyet gerilmesini aşmadıklarının gösterilmesi gerekir. Bu da yapılarda hem kesitlerin, hem donatıların bugün kabul edilemeyecek ve hiçte ekonomik olmayan boyutlara ulaşmasına yol açacaktır.

Betonarme yapıların depreme dayanıklı yapılmalarında düktiliteyi sağlayan önlemlerin alınması çok büyük bir yer tutmaktadır. Çünkü hesaplarda kullanılan yatay yük yapının şiddetli bir depremde çatlayıp hasar görmeğe başlamasına engel olabilecek bir düzeyde alınmamaktadır. Ancak yapıya konulan yapının düktil davranarak deprem enerjisi tüketmesini sağlayan ayrıntılar yapının şiddetli bir depremde bir enkaz durumuna düşmesini önlemektedir. Bu bakımdan yönetmelikte verilen betonarme yapılarla ilgili ayrıntıların bu açıdan çok dikkatle uygulanması gerekmektedir.

Betonarme yapılarda düktiliteyi sağlayacak önlemlerin neler olduğu ve gerekçeleri ve nasıl uygulanmalarının gerektiği bir başka yazıda ele alınması gereken çok geniş bir konudur.

KAYNAKLAR

----"Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,, İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Temmuz 1975, Ankara

S.Hayashi ve Diğerleri "Acceleration Response Spectre On Various Site Canditions,, Proc. of the 3rd Japanese Earthquake Engineering Symposium 1970

R.L. WIEGEL (Editör) "Earthquake Engineering,, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. USA 1970

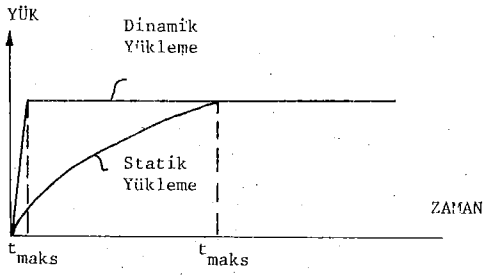
----"Akkuyu Nuclear Power Plant Design Basis Ground Motion,, ODTÜ Deprem Mühendisliği Arastırma Merkezi, Ankara, Mayıs 1983

----"30 Ekim 1983 Erzurum-Kars Depremi Raporu,, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı Malzemesi ve Deprem Araştırma Genel Müdürlüğü Aralık 1983, Ankara

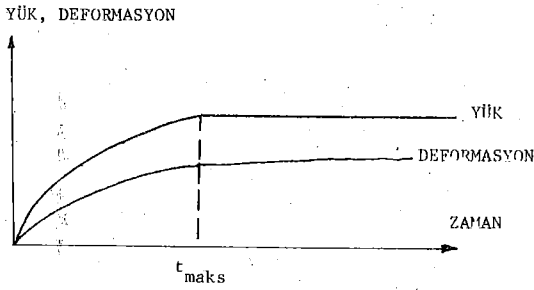
R.Ateş, N.Bayülke "The 19 August 1976 Denizli, Turkey Earthquake: Evaluation of the Strong Motion Acceleration Record,, Bul. of the Seis. Soc. of America Vol. 72, No.5, 1982

S.Tezcan, V.Yerlici, T.Durgunoğlu "Romanian Earthquake of March 4, 1977,, Boğaziçi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Arastırma Enstitüsü, Haziran 1977

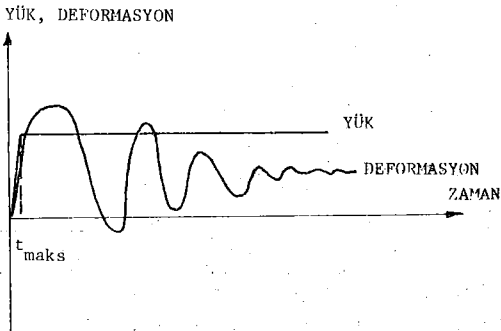
B.Seed ve Diğerleri "Site Dependent Spectra for Earthquake Resistant Design,, Report of Earthquake Engineering Research Center 74-12, Berkeley Nov. 1974



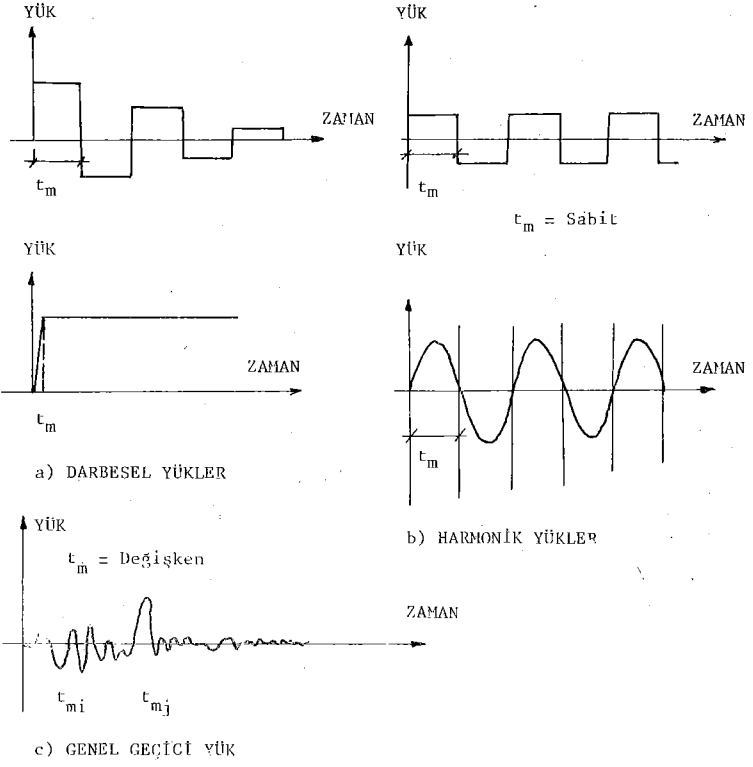
Şekil -1 STATİK YÜK, DİNAMİK YÜK İÇİN YÜK-ZAMAN EĞRİLERİ



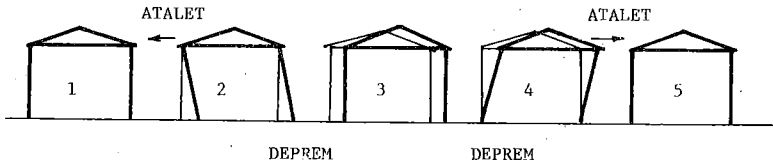
Şekil -2 STATİK YÜKLEMEDE ZAMANLA OLAN YÜK VE DEFORMASYON DEĞİŞİMİ



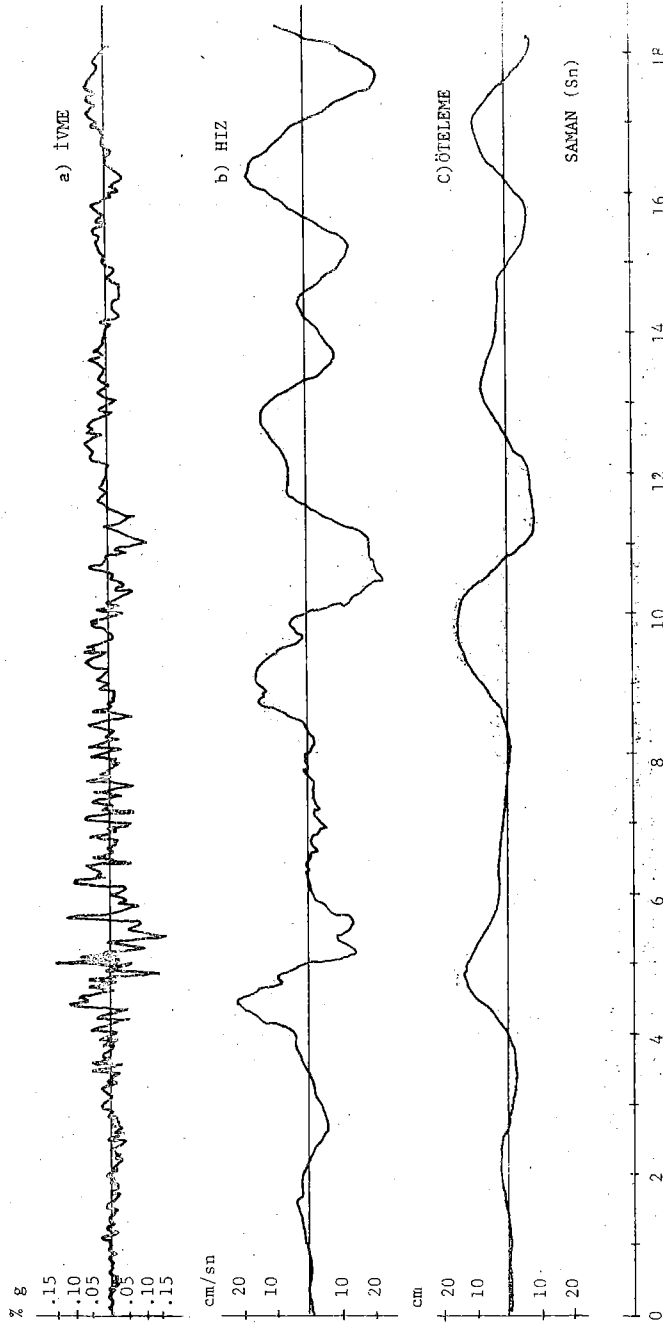
Şekil -3 DİNAMİK YÜKLEMEDE ZAMANLA OLAN YÜK VE DEFORMASYON DEĞİŞİMİ



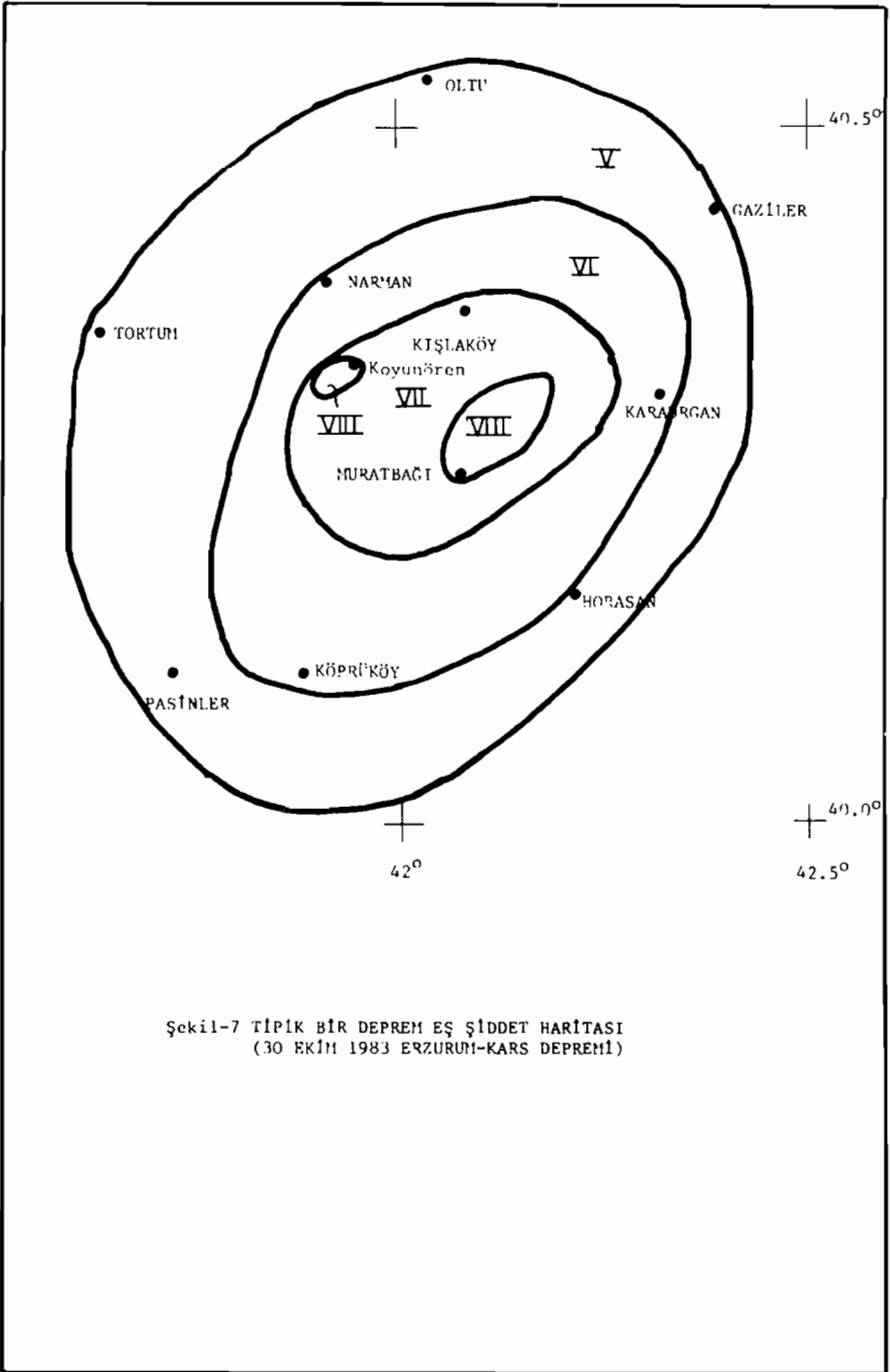
Şekil-4 DİNAMİK YÜK TİPLERİ

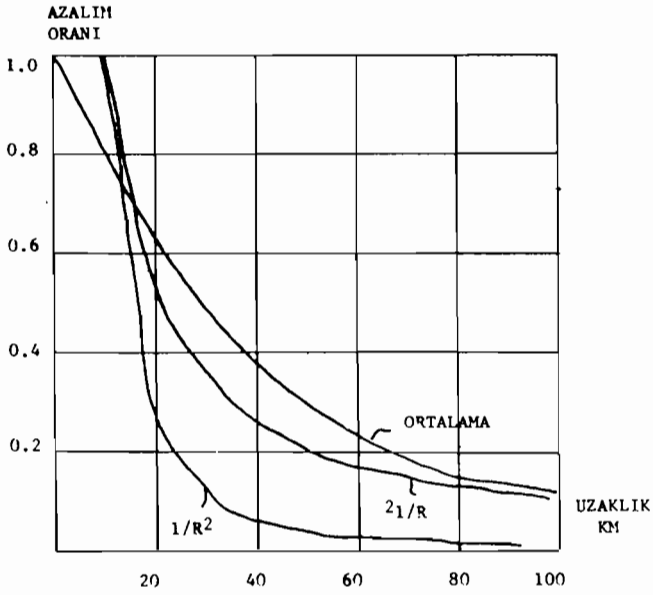


Şekil-5 DEPREMİN YAPILARDA OLUŞTURDUĞU KUVVETLER VE YAPININ DEPREM YÜKLERİ ALTINDA ALDIĞI KONUMLAR

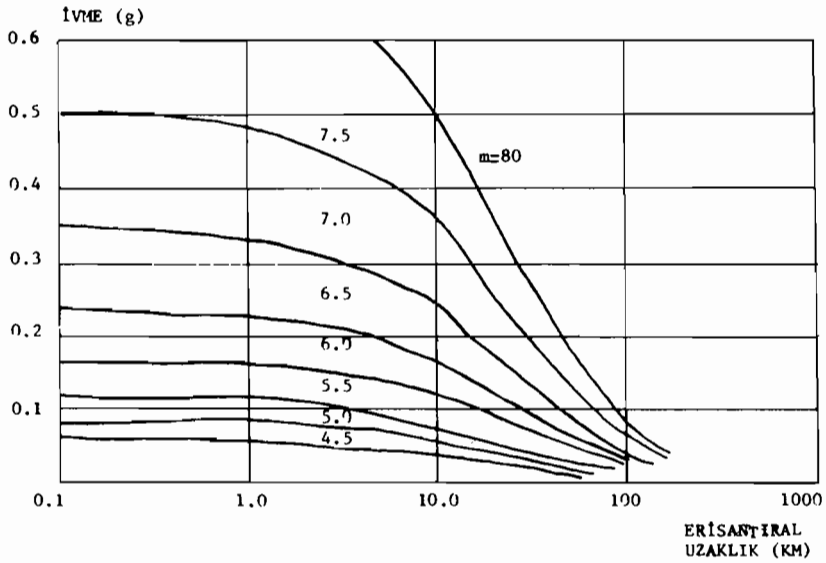


Şekil -6 30 EKİM 1983 ERZURUM-KARS DEPREMİ N-S BİLEŞENİ İVME VE HESAPLANIŞ HIZ VE ÖTELEME KAYITLARI

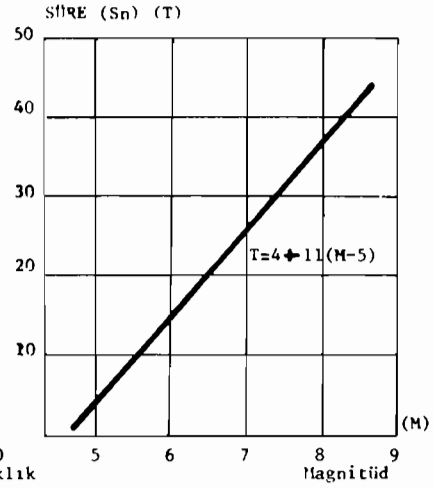
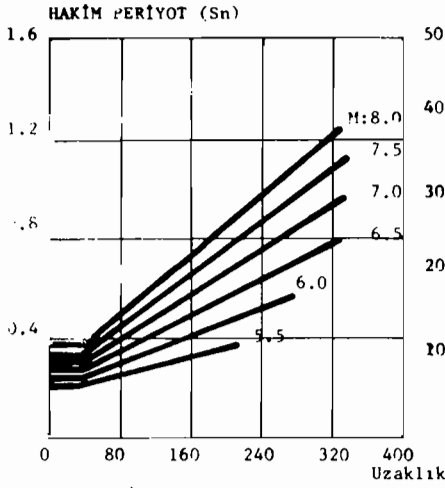




Şekil-8 YER HAREKETİNİN GENLİĞİNDE UZAKLIĞA BAĞLI AZALIM, BOYUTSUZ.

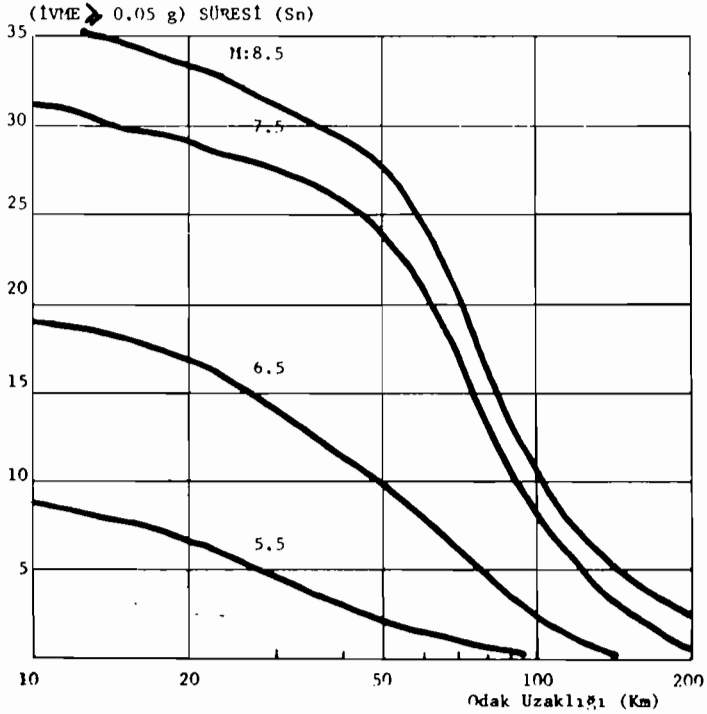


Şekil-9 YER HAREKETİNİN GENLİĞİNDE UZAKLIĞA VE DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜNE BAĞLI AZALIM

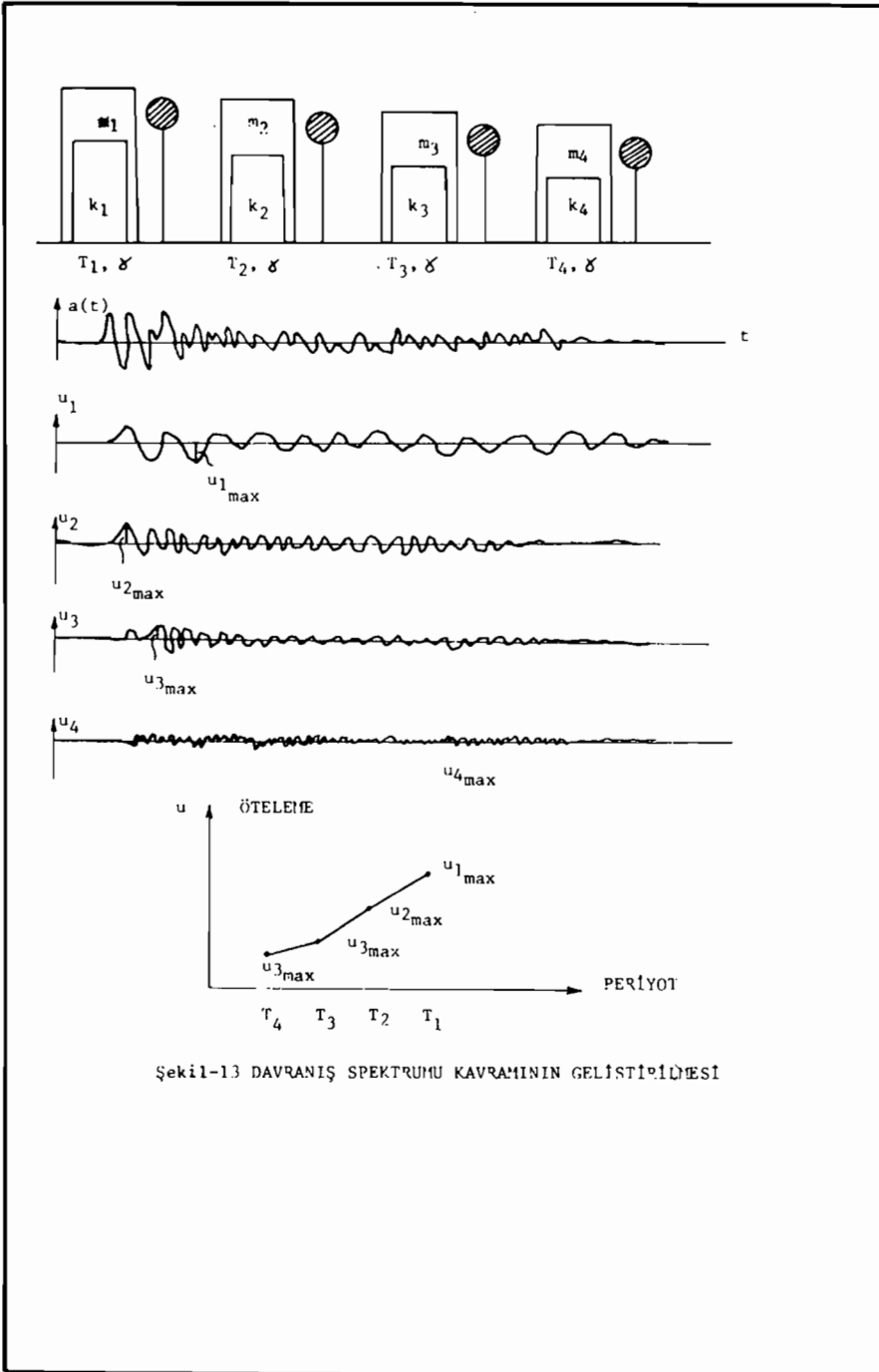


Şekil-10 HAKİM PERİYODUN UZAKLIKLA DEĞİŞİMİ

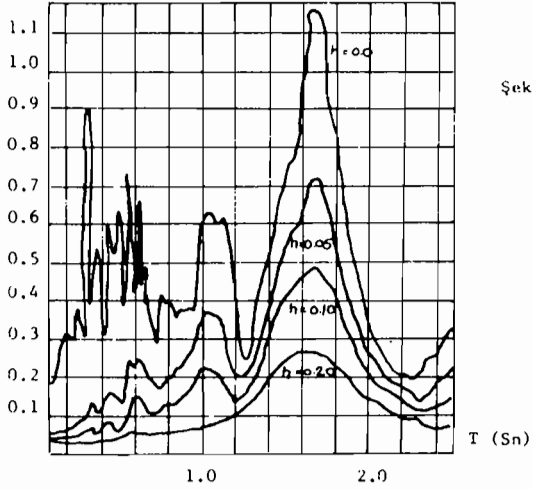
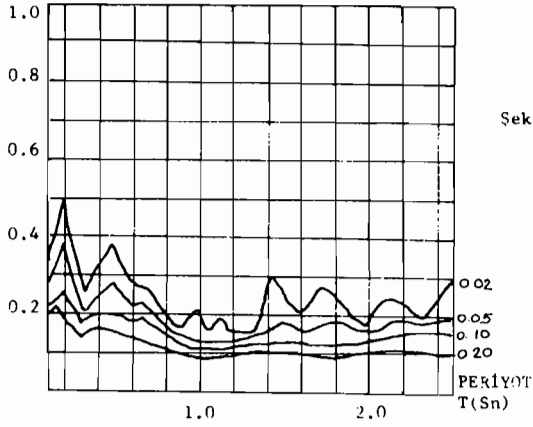
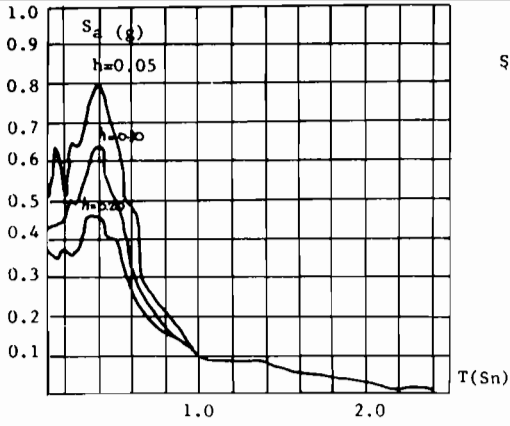
Şekil-11 DEPREMİN SÜRESİ İLE BÜYÜKLÜĞÜ ARASINDAKİ İLİŞKİ

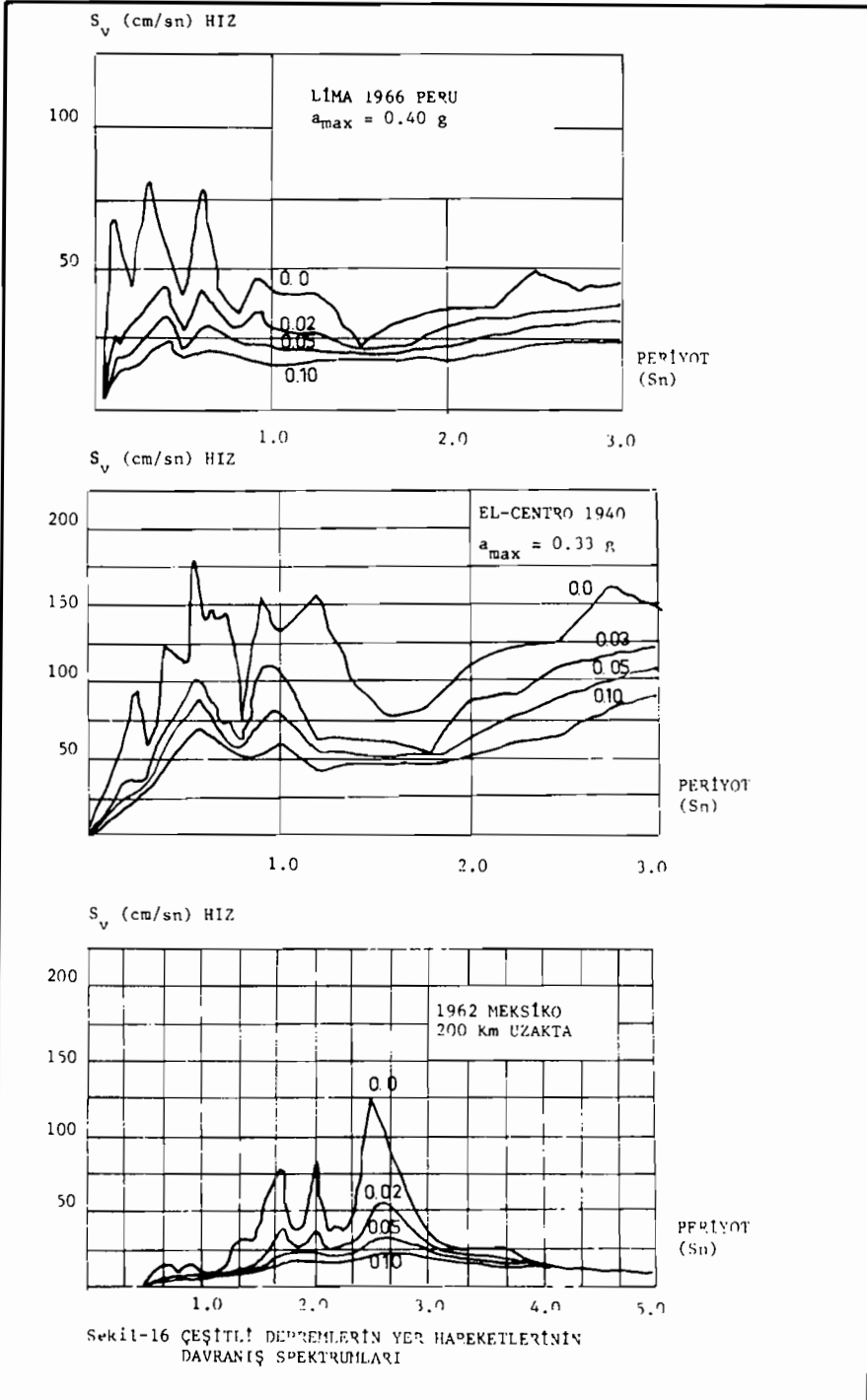


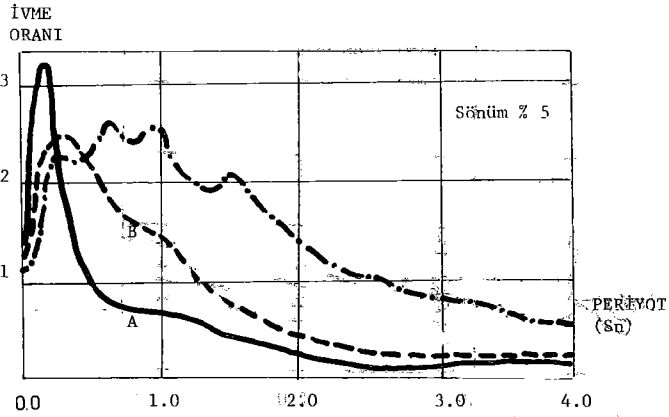
Şekil-12 DEPREMİN KUVVETLİ KISMININ SÜRESİNİN MESAFE VE DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ İLE DEĞİŞİMİ



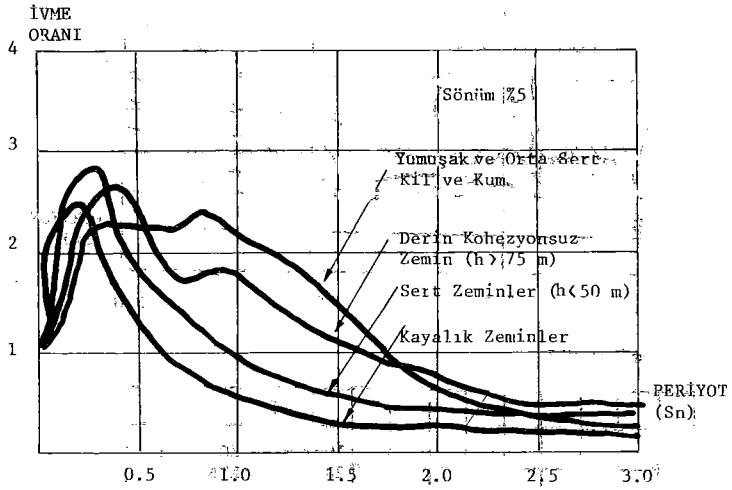
Şekil-13 DAVRANIŞ SPEKTRUMU KAVRAMININ GELİSTİRİLMESİ



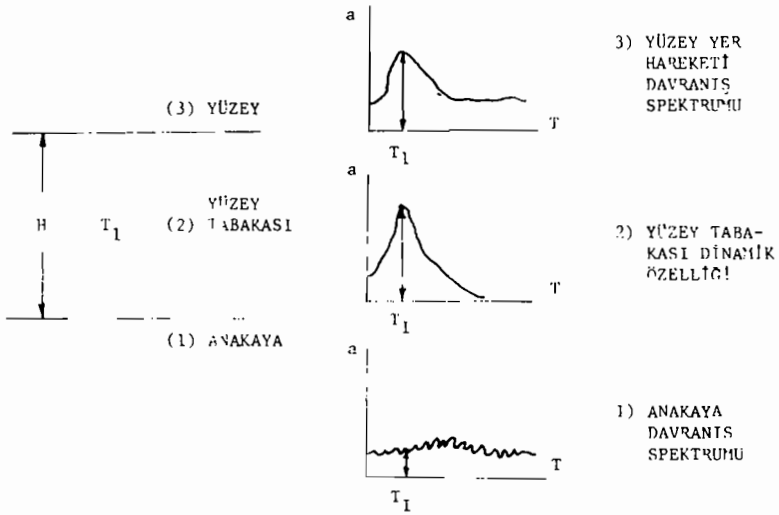




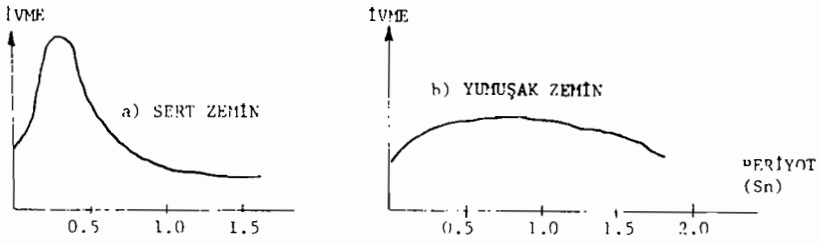
Şekil-17 ZEMİN KOŞULLARINA BAĞLI DAVRANIŞ
SPEKTRUMLARI



Şekil-18 ZEMİN KOŞULLARINA BAĞLI DAVRANIŞ
SPEKTRUMLARI



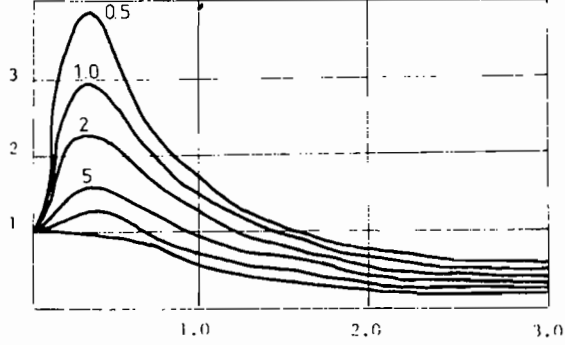
Şekil-19 YÜZEY TABAKASININ DEPREM HAREKETİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ



Şekil-20 SERT VE YUMUŞAK ZEMENLER İÇİN TİPİK DAVRANIŞ SPEKTRUMLARI

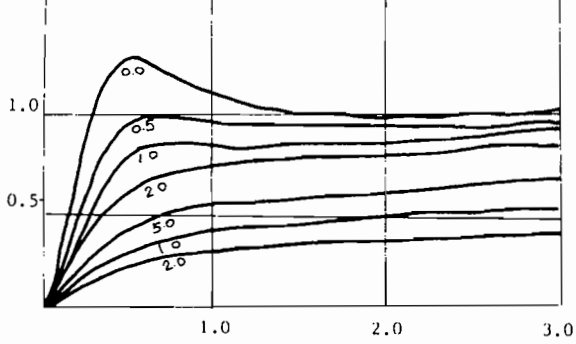
SPEKTRUM İVRESİ

MAX. YER İVRESİ



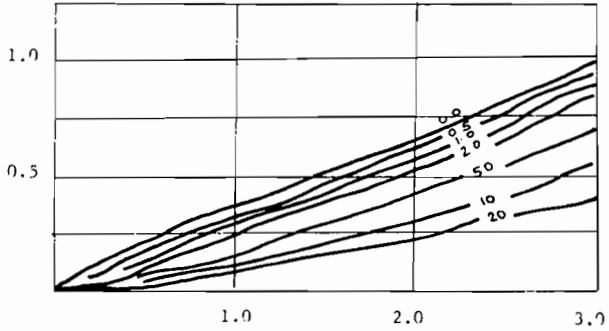
SPEKTRUM HIZI

MAX. YER HIZI

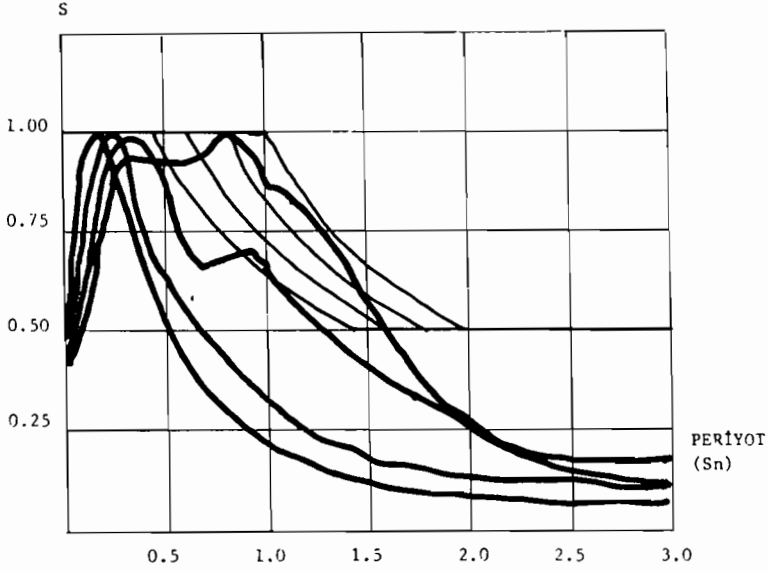


SPEKTRUM ÖTELEMESİ

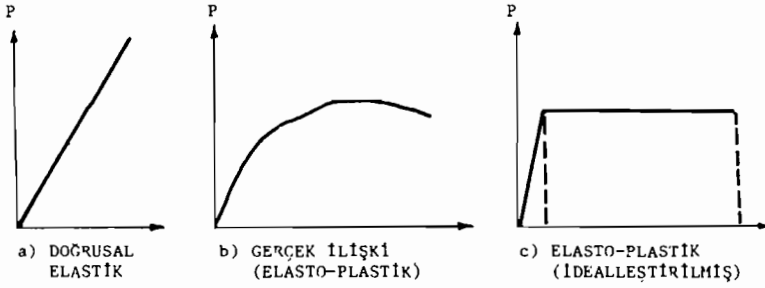
MAX. YER ÖTELEMESİ



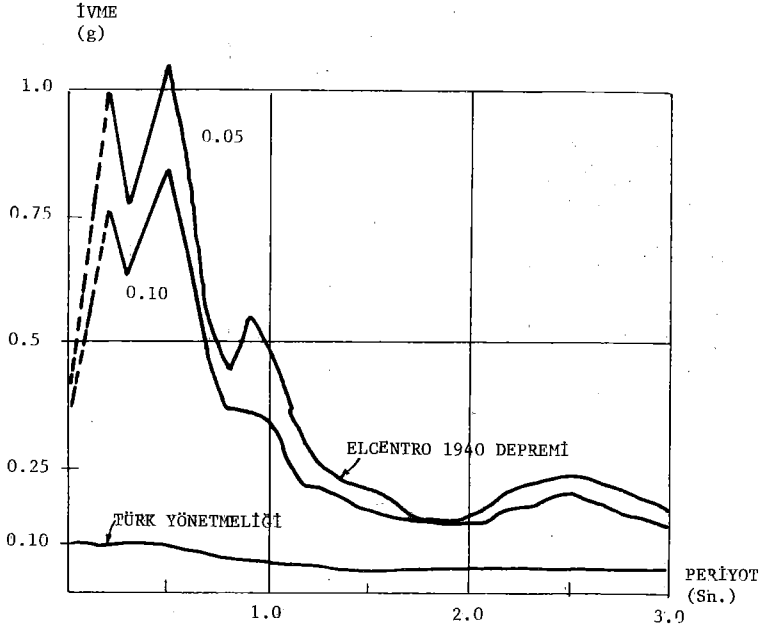
Şekil-21 HOUSNER ORTALAMA, İVME, HIZ VE ÖTELEME
SPEKTRUMLARI



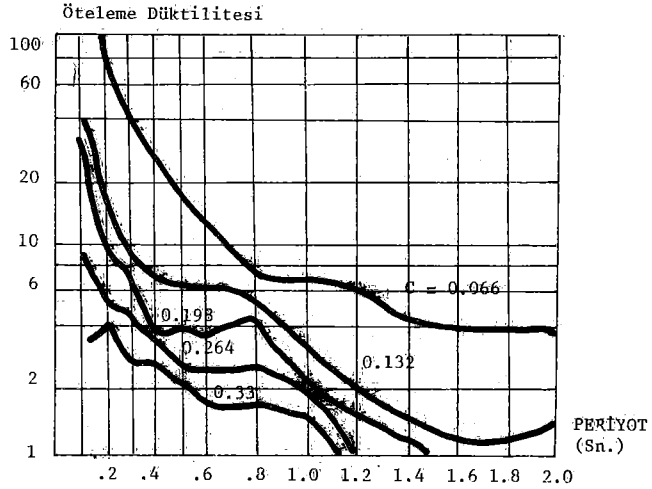
Şekil-22 YÖNETMELİKTEKİ 'S' KATSAYILARI VE ZEMİN KOŞULLARINA BAĞLI DAVRANIŞ SPEKTRUMLARI ARASINDA İLİŞKİ (Şekil-18'den)



Şekil-23 BETONARME YAPILAR İÇİN YÜK-DEPLASMAN İLİŞKİLERİ



Şekil-24 EL-CENTRO DEPREMİ VE YÖNETMELİKTEKİ DEPREM HESABI YATAY KUVVET DÜZEYLERİ



Şekil-25 ELASTO-PLASTİK DAVRANAN VE BELLİ BİR ÖTELEME DÜKTLİTESİ OLAN BİR YAPININ EL-CENTRO DEPREMİNE DAYANABİLMESİ İÇİN GEREKİR YATAY KUVVET KATSAYILARI

ANADOLU KAVAĞINDA YAPILAN TAŞOCAĞI PATLATMALARINDAN ELDE EDİLEN SİSMİK KAYITLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

C. Gürbüz

İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü

S. B. Üçer

B.Ü. Kandilli Rasathanesi

ABSTRACT

Explosions which were made at Anadolu Kavağı in 1980 were recorded by the seismic stations which were installed around Marmara region. First arrival times of P-waves were used in the interpretation of the seismic records whose signal to noise ratios are high. At the top of the crust there is a sedimentary layer with a P-wave velocity of 4.01 ± 0.17 km/sec. The analysis also reveals that the material beneath the upper refractor and beneath the Moho discontinuity to have velocities 5.75 ± 0.13 and 7.95 ± 0.10 km/sec, respectively. The average thickness of the crust is 25 km. There is not a distinct discontinuity between the granitic and basaltic layers.

When the seismic recordings of stations along the SE and SW directions were considered separately, Pn velocity was found different. This difference shows existence of a complex crustal structure beneath the Marmara region, anizotropy along the Moho discontinuity and variation in the thickness of the crust.

ÖZET

1980 yılında Anadolu Kavağında yapılan taşocağı patlatmaları, Marmara bölgesinin çevresinde kurulmuş bulunan deprem istasyonları tarafından kayıt edilmiştir. Sinyal-gürültü oranı yeterli seviyede olan kayıtlardaki P- dalgalarının ilk geliş zamanları değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeye göre Marmara bölgesinde, üstte 2 km kalınlığında ve hızı 4.01 ± 0.17 km/sn olan tortul bir tabaka, altta 23 km kalınlığında ve hızı 5.75 ± 0.13 km/sn olan ikinci bir tabaka ve Moho süreksizliğindeki hızı 7.95 ± 0.10 km/sn olan bir kabuk yapısı mevcuttur. Granit ve bazalt tabakaları arasında belirgin bir süreksizliğe rastlanamamıştır.

İki ayrı yönde gruplaşmış bulunan istasyon kayıtlarından elde edilen zaman-uzaklık değerlerinin değerlendirilmesi sonucu, Pn dalga hızının farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılık bölgede karmaşık bir yapının varlığını, Moho süreksizliğinin anizotropik bir özellik taşıdığını ve kabuğun kalınlığının değiştiğini göstermektedir.

I GİRİŞ

Anadolu Kavağının Acar burnu civarında bir liman inşaatına taş sağlamak amacıyla muhtelif tarihlerde yapılan dört taş ocağı patlatmalarından elde edilen sismik kayıtlar, Marmara bölgesinin altındaki yer kabuğunun yapısını araştırmak için kullanılmıştır. Bu taş ocağı patlatmaları, Marmara bölgesinde deprem kayıtları için kurulmuş bulunan deprem istasyonları tarafından kayıt edilmiştir.

Elde edilen kayıtlar iki gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Birinci gruba $100^{\circ} - 145^{\circ}$ lik azimutlar arasında yer alan istasyon verileri girmektedir. Bu istasyonlar, Karadeniz ile Marmara denizinin doğusunda yer almaktadır. İkinci grubu ise $180^{\circ} - 270^{\circ}$ lik azimutlar arasında kalan deprem istasyonlarından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Bu son gruba giren istasyonlar ile patlatma noktası arasında Marmara denizi yer almaktadır. Bu çalışmada ayrıca bütün istasyon kayıtları da gözönüne alınarak bir değerlendirme yapılmıştır.

Marmara bölgesi, geniş bir graben sistemini içine alan, tektonik bakımdan oldukça etkin bir bölgemizdir. Bir yandan graben sisteminin bağlı bulunduğu tansiyon rejimi ve diğer yandan da bu bölgede iki kola ayrılan Kuzey Anadolu Fayının makaslama hareketleri, bölgede karmaşık bir kabuk yapısının oluşmasına neden olmuştur. Kuzey Anadolu Fayı Marmara denizine yaklaştıkça belirginliğini kaybetmektedir. Marmara denizinden sonra ise uzantısının olup olmadığı veya başka bir fay sistemi ile bağlantılı olup olmadığı belli değildir. Kuzey Anadolu Fayı Marmara denizine yaklaştığında iki kola ayrılır (Ketin, 1968). Bunlardan bir tanesi Marmara denizinin güney kenarı boyunca doğu batı yönünde uzanır. Diğeri ise Marmara denizinin ortasından geçmektedir.

2. DAHA ÖNCE YAPILAN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Kenar (1978) İ.T.Ü. istasyonunda kaydedilen üç bileşen uzun periyod kayıtlarından elde edilen Pg dalgalarının spektral oranlarını kullanarak İstanbul çevresinde yer kabuğunun kalınlığını, Doğu-Batı doğrultusunda 30 km ve Kuzey-Doğu doğrultusunda ise 25-26 km olarak bulmuştur. Kuzey Anadolu fayının kuzeyinde kabuk kalınlığının, fayın güneyine göre daha ince olduğunu Canitez (1962) Kuzey Anadolu Fayını Kuzey-Güney doğrultusunda kesen gravite profilleri üzerine yaptığı bir çalışmada göstermiştir. Ege denizinde olan depremlerin İ.T.Ü. deprem istasyonundaki kayıtlarını inceleyen Ezen (1979) yüzey dalgalarında, güney Ege'den gelen deprem kayıtlarında girişim olayının olmadığı, buna karşılık kuzey Egeden gelen deprem kayıtlarında ise girişim olayının bulunduğunu saptamıştır. Sismik yüzey dalgalarının yayının doğrultusu boyunca girişim göstermesi, yer kabuğunun kalınlığında önemli değişimler olduğunu göstermektedir.

İlkışık (1980) Trakya'da Kuzey-Güney doğrultusunda aldığı manyetotellürik ölçülerin değerlendirilmesinden, kabuk kalınlığının Kuzeyden, Marmara denizinin kuzey kenarında yer alan Tekirdağ iline kadar değiştiğini ve burada kabuk kalınlığının 32-35 km olduğunu bulmuştur. Kabuğun yapısını, üstte tortul ortada granit ve altta bazalt olmak üzere üç tabaka olarak saptamıştır. Gürbüz ve diğ. (1980) Adapazarında yapılan bir taş ocağı patlatmasını Kuzey-Güney doğrultusunda yerleştirilmiş istasyonlarda kayıt ederek, kabuk kalınlığını Adapazarı civarında 28 km bulmuşlardır. P dalga hızlarını üst tabakada 5.4 km/sn ve Moho sınırında ise 8.1 km/sn olarak saptamışlardır.

Crampin ve diğ. (1975) Marmara denizinin çevresinin depremselliğini incelerken, depremlerin iç merkezlerini tayin etmek için kullanacakları hız yapısını dört depremin kaydıdan elde edilen 35 sismik verinin zaman terimlerini kullanarak bulmuşlardır. Bütün istasyonların altında her bir tabakaya olan zaman terimlerini aynı olarak Çizelge 1. de verilen hız yapısını bulmuşlardır.

Çizelge 1. 35 geliş zamanından elde edilen olası kabuk yapısı.

	Tabaka 1	Tabaka 2	Manto
Hız (km/sn)	5.8-6.0	6.1	8.1
Kalınlık (km)	18-24	18-24	-

Crampin ve diğ. (1985) İzmit'in Güney Doğusunda Serindere'de yapılan taş ocağı patlatmalarını kullanarak İzmit bölgesinde kabuğun üst kısmındaki hız yapısını belirleyerek yerel depremlerin episantrlarını tayin etmişlerdir. Kullandıkları hız modeli, yüzey tabakaları için 5.1 km/sn ve altındaki tabakaların hızı için de 5.7 km/sn dir. Tortul tabakanın kalınlığını ise 1 km olarak bulmuşlardır.

Daha önce yapılan Jeofizik çalışmalardan görüleceği gibi her bir bölge için farklı hız yapıları bulunmuştur. Kabuktaki hız yapısının bölgelere göre değişik değerler alması, Marmara bölgesindeki yerkabuğunun yapısının homojen olmadığını başka deyişle yanal ve düşey yönde kabuk yapısında değişmelerin olduğunu ortaya koymaktadır.

3. VERİLERİN TOPLANMASI VE ANALİZİ

Anadolu Kavağının Acar burnu mevkiinde taş çıkarmak amacıyla yapılan patlatmalar (çizelge.2), Marmara denizi çevresinde yerleştirilmiş bulunan deprem istasyonları tarafından kayıt edilmiştir. T şeklinde açılmış bulunan galerilerde değişik tarihlerde dört patlatma yapılmıştır. Bu patlatmalarda kullanılan patlayıcı miktarlarının değişik değerlerde olması nedeniyle bazı patlatmalarda uzak istasyonlara yeterli enerji erişemediği için kayıt alınamamıştır. Bu nedenle, her bir patlatmanın tüm deprem istasyonlarında kayıtları elde edilememiştir.

Çizelge 2 : Anadolu Kavağında yapılan patlatmalar ve bu patlatmaların oluş zamanları ile patlayıcı miktarları

Patlatmalar	Tarih	Patlatma Zamanı			Pat. Miktarı (kg)
		(s)	(dk)	(sn)	
1	7. 5.1980	14	16	05.89	12.000
2	2.10.1980	11	12	15.00	10.200
3	7.11.1980	12	31	25.06	2.300
4	29.12.1980	12	14	11.91	8.500

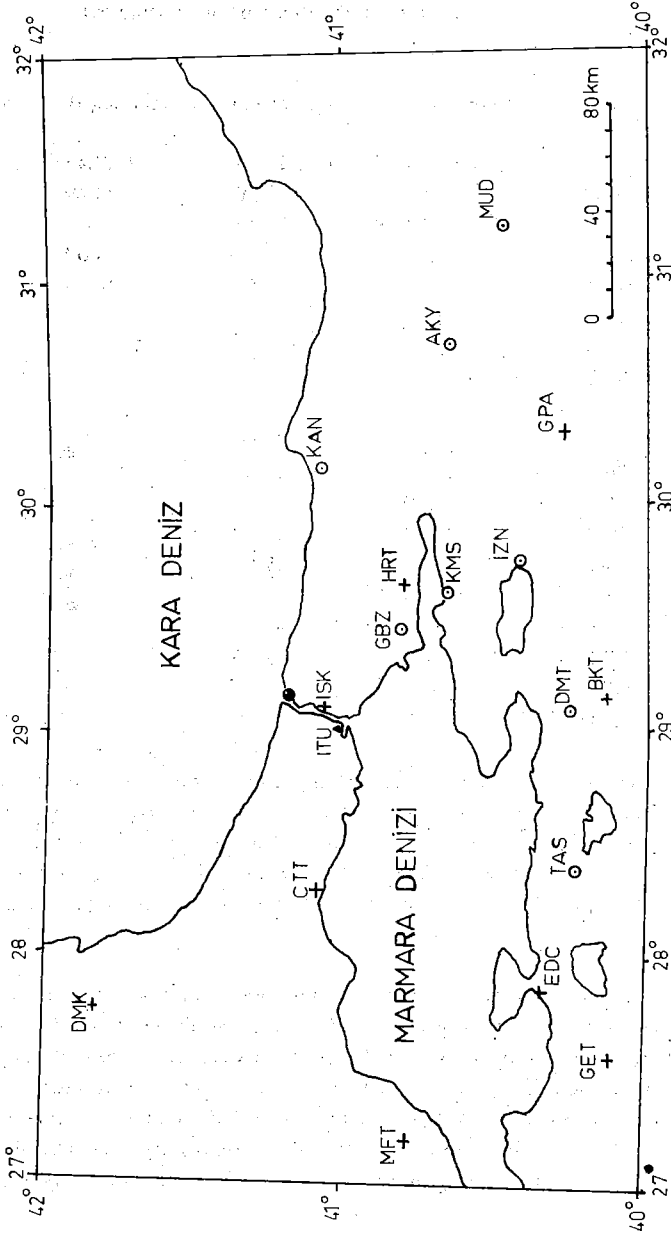
Patlatma zamanı Watonebe kayıtcısı ile patlatma yerinden yaklaşık 300 m uzaklıkta bir noktada yapılmıştır. Bir düşey ve bir de yatay sismometre patlatmadan uzak emin bir yere konmuştur. Kayıt hızı 1 cm/sn olacak şekilde düzenlenmiş ve patlatma zamanı yüzde bir saniye doğrulukla okunabilmektedir. Birinci patlatma için yapılan bu kayıt, diğer patlatmalar için yenilenmemiştir. Patlatma noktasından yaklaşık 9 km. uzaklıkta bulunan ISK istasyonundaki kayıt esas alınarak diğer patlatmaların patlatma zamanları hesaplanmıştır.

İstasyonların tümü düşey bileşen sismograf sistemleri ile donanmış olup, sadece ISK ve İTÜ üç bileşen sismograf kaydı almaktadırlar. Klasik anlamda çalışan deprem istasyonlarındaki kayıt hızı 60 mm/dak olduğundan sismogramlar sayısal duruma dönüştürülmemiş, sadece ilk geliş zamanları alınmıştır. Bazı istasyonlarda, S dalgalarının geliş zamanları doğrulukla okunmuş olmakla beraber, yeterli bir veri sayısı olmadığı için değerlendirilmede gözönüne alınmamıştır.

Şekil 1. de de görüleceği gibi patlatmaları kayıt eden istasyonlar, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi (ISK) ve Maden Tetkik ve Arama Enstitüsüne (MTA) aittir. Deprem kayıt istasyonları patlatma noktasına göre farklı yüksekliktedirler (Çizelge 3). Yükseklik farkından dolayı meydana gelecek hataları gidermek için, patlatma noktası ve kayıt istasyonları deniz seviyesine indirgenmiştir. Bu indirgenmenin getirdiği yükseklik düzeltmesi hesaplanmış ve geliş zamanlarından çıkarılmıştır. Yükseklik düzeltmesi değerleri 0.016 sn ile 0.425 sn arasında değişmektedir. Çizelge 4. de ilk geliş zamanları verilmiştir. Elde edilen varış zamanlarından yükseklik düzeltmesi değerleri çıkarılarak, zaman-uzaklık grafiği oluşturulmuştur. Birden fazla patlatmayı kayıt eden istasyonlarda, ilk gelen dalganın daha belirgin ve okuma hatası en düşük olan kaydın ilk geliş zamanı, zaman-uzaklık grafiğinin oluşturulmasında gözönüne alınmıştır.

4. DEĞERLENDİRME

Elde edilen varış zamanlarına yükseklik farklılıklarından ileri gelen düzeltmeler de uygulandıktan sonra, zaman-uzaklık grafiği çizilmiştir (Şekil 2.a). İlk olarak her istasyona



Şekil.1. Patlatma noktası ve sismik istasyonların lokasyonu (*): patlatma noktası, (Δ) ITU deprem istasyonu, (○) MTA deprem istasyonu, (+) B.U. kandilli rasathanesi deprem istasyonları.

Çizelge 3 : P–dalgalarının kayıt edildiği istasyonlardaki varış zamanları
(yükseklik düzeltmesi uygulanmamıştır.)

İstasyon	Patlatma(1)	Patlatma (2)	Patlatma(3)	Patlatma(4)
ISK	11 46 08.25	11 12 17.36	12 31 27.42	12 14 14.27
İTÜ	09.08	18.20	28.40	15.30
GBZ	14.50 (60)	23.70	—	20.60
CTT	15.38	24.70	34.69	21.33
HRT	—	26.40	36.40	—
KMS	18.30	—	—	—
KAN	—	—	—	27.60
DMT	—	—	—	29.20
IZN	22.80	—	—	29.56
BKT	—	34.60	—	—
TAS	25.80	35.20	—	—
DMK	28.20	37.20	—	33.60
EDC	28.90	38.00	—	34.70
GPA	29.80	39.60	—	36.20
AKY	30.70	—	—	—
MFT	—	40.86	—	37.61
PAK	—	42.70	—	—
GET	33.57	—	—	—
MUD	38.90	45.80	—	—

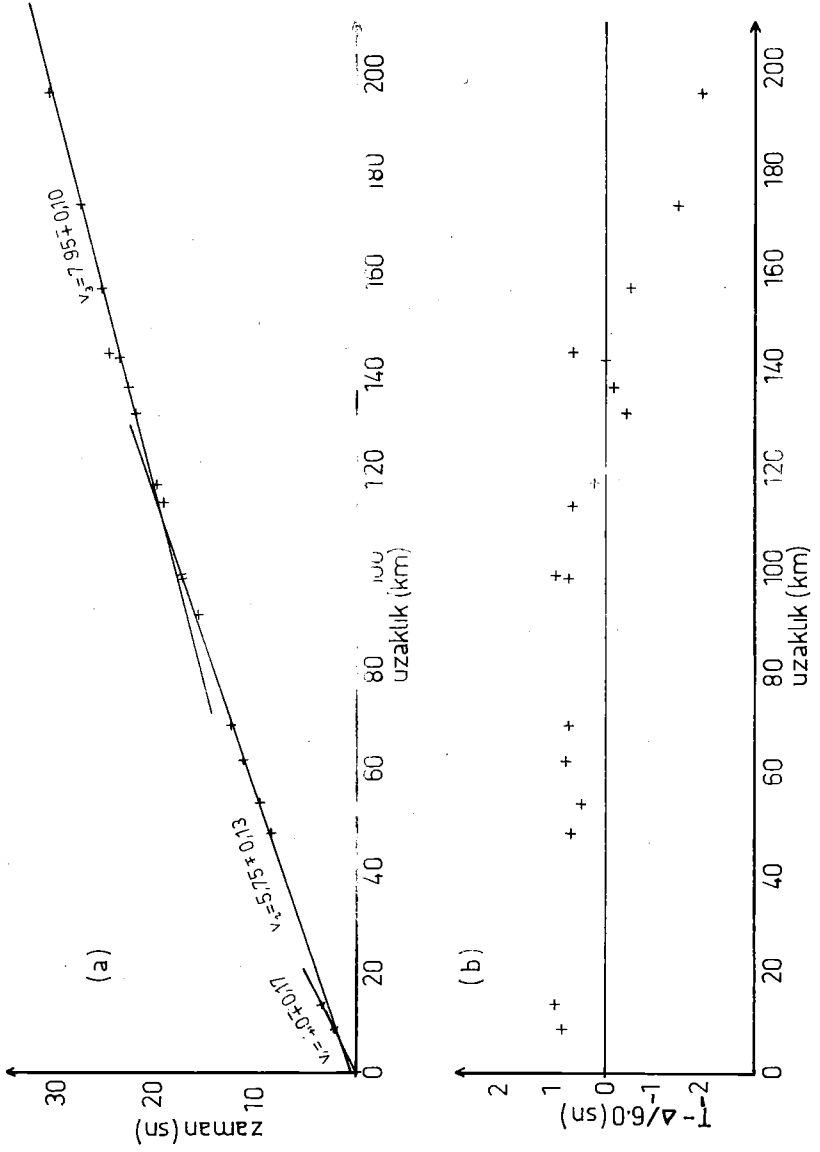
ait düzeltilmiş varış zamanlarının uzaklığa göre çizimi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda üç tabakalı bir yapı ortaya çıkmıştır. En üstte kalınlığı 1.8 km. ve P–dalga hızı 4.01 ± 0.17 km/sn olan tortul bir tabaka, altında 22.8 km kalınlığında ve P–dalga hızı 5.75 ± 0.13 km/sn olan ikinci bir tabaka vardır. Moho süreksizliğinin altındaki hız ise 7.95 ± 0.10 km/sn dir. Anadolu Kavağının altındaki kabuğun ortalama kalınlığı 24.6 km dir.

İndirgenmiş zaman uzaklık grafiği, indirgeme hızı kabuğun ortalama hızı olan 6 km/sn alınarak elde edilmiştir (Şekil 2.b). Bu grafikten üç tabakalı bir yapının olduğu daha açık bir şekilde görülmektedir. Ayrıca sükesizliklerin düzgün olmadığı da ortadadır. Eğimli ve engebeli bir yapı içermektedirler. Bir süreksizliğe ait indirgenmiş zamanların bir doğu boyunca sıralanmalarının, tamamen okumadan ileri gelen yanlışlardan kaynaklandığı söylenemez. Bu sapmalar ilk gelişlerin okunmasında yapılan yanlış sınırlarından büyüktür. İndirgeme zamanlarının oluşturulduğu istasyonların da aynı doğrultu boyunca

**Çizelge 4 : Anadolu Kavağında yapılan patlatmaları kayıt eden deprem istasyonlarının listesi.
Parantez içerisindeki harfler istasyonların kodlarını vermektedir.**

İstasyonlar	Coğrafi Koordinatlar		Azimut (°)	Yükseklik (m)	Uzaklık (km)
	Enlem (°N)	Boylam (°E)			
Patlatma noktası	41.1670	29.0790		15	--
1. İstanbul (ISK)	41.0656	29.1501	189	132	8.8
2. İstanbul (İTÜ)	41.0455	28.1958	208	65	13.9
3. Gebze (GBZ)	40.8186	29.4222	143	240	47.8
4. Çatalca (CTT)	41.1473	28.4297	268	324	54.2
5. Hereke (HRT)	40.8217	29.6680	128	645	62.5
6. Karamüsel (KMS)	40.8728	29.5911	142	280	69.5
7. Kandıra (KAN)	41.0528	30.1608	98	50	91.6
8. Demirtaş (DMT)	40.2750	29.0972	179	140	98.9
9. İznik (IZN)	40.4339	29.7605	145	195	99.5
10. Bakacak (BKT)	40.1420	29.1360	178	1734	113.7
11. Taşlık (TAS)	40.2483	28.3733	211	35	118.0
12. Demirköy (DMT)	41.8214	27.7576	303	315	132.1
13. Edincik (EDC)	40.3466	27.8636	229	270	137.1
14. Gölpaazarı (GPA)	40.2867	30.3105	133	560	142.7
15. Akyazı (AKY)	40.6630	30.6594	112	110	144.3
16. Mürefte (MFT)	40.7867	27.2812	255	924	157.0
17. Gönen (GET)	40.1083	27.5667	228	590	173.6
18. Mudurnu (MUD)	40.4647	31.2119	113	1200	196.0

Şekil 2 a) P dalgalarının geliş zamanlarının uzaklıkla değişimi (bütün istasyonlardaki kayıtlar alınmıştır. b) indirgenmiş zaman uzaklık grafiği.



olmaması böyle bir saçılmayı doğurabilir. Bilinen Jeolojik ve Jeofizik verilere göre (Bölüm 2) Marmara Bölgesi homojen bir yapıya sahip değildir. Kabuk kalınlığı yöne bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca sismik dalgalar Kuzey Anadolu fayının meydana getirdiği kırıklı bir yapıyı geçerek istasyonlara gelmektedirler.

Sadece Güney Batıda yer alan istasyon kayıtları veya Marmara denizinin altından geçerek gelmeyen sismik dalgaları gözönüne alarak bir değerlendirme yapılmıştır. Tortul tabakanın altındaki kırıcı yüzeyin P—dalga hızı 5.80 ± 0.16 km/sn ve Moho süreksizliğinin altındaki hız ise 8.15 ± 0.28 km/sn dir. Moho süreksizliğinden kırılarak gelen sismik dalgaları kayıt eden istasyon sayısı dört ve bu istasyonlardan bazılarında sinyal-gürültü oranı küçük olduğundan ilk geliş zamanlarının okunmasındaki yanlışlığı büyük olabilir. Bu nedenle Pn dalga hızındaki standart yanlışlığı büyük bir değer içermektedir.

Son olarak patlatma noktasına göre Güney—Batıda yeralan istasyonlardan elde edilen sismik kayıtlar veya Marmara denizinin altındaki Moho süreksizliğinden kırılarak gelen sismik dalgaların zaman uzaklık değerleri değerlendirilmiştir. Elde edilen Pn dalga hızı 7.4 ± 0.22 km/sn dir. Buradan bulunan Pn dalga hızı Güney Batıdaki istasyon kayıtlarının değerlendirilmesinden elde edilen Pn dalga hızından oldukça küçük bulunmuştur.

Genel olarak kabuk en üstte tortul tabaka ve bunun altında sismik dalgaların kırılmasına neden olan bir süreksizlik ile en altta Moho süreksizliğinin oluşturduğu bir yapı içermektedir. Eldeki veriler granit tabakasının altında bir bazalt tabakasının varlığını ortaya koymamaktadır. Bazalt ve granit tabakası arasında belirgin bir süreksizliğin olmadığı görülmektedir. Güney—Batı İngiltere de olduğu gibi (Bott ve diğ., 1970) derinlikle hız artmakta ve sismik dalgaların kırılmasını sağlayacak Conrad süreksizliği adı verilen bir süreksizliğe rastlanamamıştır.

Patlatma noktasına göre iki ayrı azimutda sıralandığı düşünülen istasyon kayıtlarının değerlendirilmesi sonucu bulunan Pn dalga hızları birbirinden oldukça farklı bulunmuştur. Yöne bağlı olarak hızda görülen bu değişiklik ortamın anizotrop bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Marmara denizinin altındaki yapıdan elde edilen Pn dalga hızının düşük olması buradaki kabuğun okyanusal bir kabuk özelliği taşıyabileceğini göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Anadolu Kavağında taş çıkarmak amacıyla yapılan patlatmaların Marmara bölgesinde değişik kuruluşlara ait deprem istasyonlarındaki kayıtları değerlendirilmiştir. Kabuk yapısı, üstte ince bir tortul tabaka ve altta yaklaşık 23 km. kalınlığında bir tabakadan oluşmaktadır. Pn dalga hızları tortul tabakada 4.0 km/sn, tortul tabaka ile granit tabakası

arasında 5.8 km/sn ve Moho süreksizliğinin altında 8.0 km/sn dir. Granit tabakası ile Bazalt tabakası arasında bir süksesizliğe rastlanmamıştır. Bu iki tabaka arasında göreceli bir geçişin varlığını göstermektedir.

İki ayrı yönde bulunan istasyon kayıtlarının değerlendirilmesi sonucu Moho süreksizliğinin altındaki Pn dalga hızının farklı bulunması Marmara bölgesinin içerdiği yapının anizotrop bir özellik taşıdığına ortaya koymaktadır. Yüzey dalgalarında geçtikleri yöreğe bağlı olarak girişim göstermesi bunu doğrulamaktadır. Crampin ve diğ. (1985) bölgede TDP projeleri sonucunda elde ettikleri sismogramlarda S dalgalarının iki bileşene ayrıldığı gözlemleridir. S-dalgalarının iki bileşene ayrılması, geçtiği ortamın anizotrop olmasından kaynaklanmaktadır. Kuzey Anadolu fayının Marmara bölgesinde karmaşık bir yapıya neden olması sismik hızlarda yöne bağımlılık getirmektedir.

Eldeki verilerin değerlendirilmesi sonucu bulunan hızlar gerçek değil görünür hızlardır. Gerçek hızların bulunabilmesi için çift taraflı patlatmalardan elde edilen kayıtların değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bölgedeki kabuk yapısının daha detaylı incelenmesi için taş ocağında yapılan patlatmaları kullanmak yerine daha etkin sismik enerji verebilecek patlatmaların denizde yapılması uygun olacaktır. Kontrollü bir kaynağın olması, istenilen doğrultuda profilin seçimini sağlayacaktır. Marmara denizini Kuzey-Güney ve Doğu-Batı yönlerinde kesen profillere gereksinim vardır.

Kayıtlarda sadece ilk gelişleri değerlendirmek yerine geç gelen fazlarında değerlendirilmesi daha yararlı olacaktır. Bu nedenle kayıtlar ya sayısal ya da sayısal duruma dönüştürülebilecek şekilde kayıt edilmelidir. İstasyonlarda tek bileşen yerine üç bileşenin kullanılması sinyal-gürültü oranını artıracığı gibi dalga türlerinin belirlenmesini de sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Bott, M.H.P., Holder, A.P, Long, R.E. and Lucas, A.L., 1970 Crustal structure beneath the granites of south-west England. In Mechanism of igneous intrusion, pp. 93-102, edited by Newall, G. and Rast, N, Geol. J. spec. issue No.2
- Canitez, N. 1962. Gravite anomalileri ve sismolojiye göre Kuzey Anadolu'da arz kabuğunun yapısı, Doktora tezi, İ.T.Ü. Maden Fak.
- Crampin, S. and Üçer, S.B., 1975. The seismicity of the Marmara Sea region of Turkey, G. Geophy J.R.Ast. Soc. 40, 269-288.
- Crampin, S., Evans, R. and Üçer, S.B. 1985. The analysis of records of local earthquakes, the Turkish Dilatancy Projects (TDP1 and TDP2), Geophy J. R. Ast. Soc. (submitted).

- Ezen, Ü., 1979. İstanbul (İ.T.Ü.) deprem istasyonunda kaydedilen sismik yüzey dalgalarında girişim olaylarının incelenmesi; Doktora tezi, İ.T.Ü. Maden Fak.
- Gürbüz, C., Üçer, B. ve Özdemir, H; 1980. Adapazarı yöresinde yapılan yapay patlatma ile ilgili ön değerlendirme sonuçları, Dep. Araş. Ens. Bül. sayı 31.
- İlkışık, O., M., 1980. Trakya'da yer kabuğunun elektrik yapısının manyetotellürik yöntemle incelenmesi; Doktora tezi, İ.T.Ü., Maden Fak.
- Kenar, Ö., 1980. Sismik P dalgalarının spektrumlarından yararlanarak İstanbul ve civarında yer kabuğu yapısı, Doktora tezi, İ.T.Ü. Maden Fak.
- Ketin, İ., 1968. Relations between general tectonic features and the main earthquake regions of Turkey. Bull. Mineral Res. Institute, Turkey, 71, 63-67.

TEŞEKKÜR

Bize bu çalışmayı gerçekleştirmemizde yardımcı olan Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Müdürü Sayın Prof. Dr. Muammer Dizer'e teşekkür ederiz.

Sismik kaydın alınmasında yardımları olan B.Ü. Kandilli Rasathanesi Sismoloji Servisi elemanlarından Kenan Altınsaban, Nafiz Kafadar, Erhan Ayhan'a, sismogramların dikkatli olarak okunmasını yapan Esen Alsan'a ve ayrıca MTA Enstitüsü, Temel Araştırmalar Dairesine bazı istasyonlardaki sismik kayıtları sağladıklarından dolayı teşekkür ederiz.

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ
1-48 SAYILARINDA ÇIKAN
MAKALE İSİMLERİ

50

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
– Sismite çalışmaları ve Kıbrıs'ın Sismitesi hakkında bir inceleme	Oktay Ergünay Oktay Yurdatapan	Sayı : 1 Nisan 1973
– Betonarme Kısa Kolonların Depreme Dayanıklı Yapımı	Nejat Bayülke	Sayı : 1 Nisan 1973
– Nükleer Santrallerin Depremlere Karşı Hesabı	G.W.Housner Çeviren : Onur Göksel	Sayı : 1 Nisan 1973
– Mikrotremorlar IX.	K.Kanai - T.Tanaka S.Yoshizawa Çeviren : Sinan Gençoğlu	Sayı : 1 Nisan 1973
– Bir Yapının Depreme olan Maksimum Mukabelesinin Tayini için İstatistiksel Bir Yöntem	H.Tajimi Çeviren : Mehmet Emin Özel	Sayı : 1 Nisan 1973
– 1971 San Fernando Depremi Konferansından Rapor	D.Leeds Çeviren : Nejat Bayülke	Sayı : 1 Nisan 1973
– Kuvvetli Depremlerin Spektrum Analizleri	G.W.Housner - R.R.Martel - J.L. Alford Çeviren : Ersen Buket	Sayı : 1 Nisan 1973
– Mikro Bölgeleme	Oktay Ergünay	Sayı : 2 Temmuz 1973
– Depreme Dayanıklı Köprü Yapımı	Nejat Bayülke	Sayı : 2 Temmuz 1973
– Japonya'da Uygulanan Mikro-Bölgeleme Metotları	Yorihiho Ohisaki Çeviren : Sinan Gençoğlu	Sayı : 2 Temmuz 1973

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Zemin Şartlarının Esas Alınmasıyla Yapılacak Mikro-Bölgeleme Haritaları için Bir Metod	H.Kobayashi - H. Kagami Çeviren : Sinan Gencoğlu	Sayı : 2 Temmuz 1973
- Kuvvetli Deprem Hareketi Kayıtlarından Muka-bele Spekturumunun Hesaplanması	Navim C. Nigam Paul C. Jennigs Çeviren : Ussal Z. Çapan	Sayı : 2 Temmuz 1973
- Kumlu Zeminlerin Sıvılaşma Potansiyelinin Tesbiti	Hajime Tsuchida Satoshi Hayashi Çeviren : Nejat Bayülke	Sayı : 2 Temmuz 1973
- Yeni Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Getirdikleri	Ahmet Tabban	Sayı : 2 Temmuz 1973
- 1969 Güney Afrika Boland Depreminde Bina Hasarlarının Onarımı	Ç.J. Thomson Çeviren : Teoman Güzey	Sayı : 3 Ekim 1973
- Nükleer Güç Santrallerinin Depremlere Karşı Projelendirilmesi	Kiyoshi Muto Çeviren : Onur Göksel	Sayı : 3 Ekim 1973
- Depremler Sırasındaki Zemin Hareketlerinin Önemli Özellikleri	Prof. G.W. Housner Çeviren : Ussal Z. Çapan	Sayı : 3 Ekim 1973
- Mikro Bölgeleştirme için Jeofizik Mühendisliği Araştırma Teknikleri	V.J. Murphy Çeviren : Ersen Buket	Sayı : 3 Ekim 1973
- Japonya'nın Bazı Bölgelerinde Gözlenen Deprem Zararları ve Zemin Alt Şartları	Tokyo Üniversitesi Deprem Araş.Ens. Zemin Altı Araştırmaları Grubu Çeviren : Mehmet Emin Özel	Sayı : 3 Ekim 1973
- Dolgu - Duvar - Çerçeve İlişkileri için Analitik Model	Polat Gülkan - S. Tanvir Wasti	Sayı : 4 Ocak 1974

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Basit Bir Sarsma Tablası	Mehmet Çelebi	Sayı : 4 Ocak 1974
- Zemin Yapısının Deprem Yer Hareketlerine Etkisi Konusunda Literatür Araştırması	Çetin Soydemir-Dincer Özgür Aybars Gürpınar	Sayı : 4 Ocak 1974
- 1967 Caracas Depreminde Yapı-Zemin Müsterek Davranışının Deprem Hasarına Etkisi	H.B.Seed-J.L. Alonso Çeviren : M.Ali Erguvanlı	Sayı : 4 Ocak 1974
- Yerinde "S" Dalga Hızı Ölçmeleri Yapmak İçin Çeşitli Teknikler	S.D.Schawarz-J.M.Musser Çeviren : K.Ercin Kasapoğlu	Sayı : 4 Ocak 1974
- Kolon-Kiriş Ek Yerlerinin yatay (Deprem) Kuvvetlere Dayanıklı Yapılması	Nejat Bayülke	Sayı : 5 Nisan 1974
- Türkiye'de Kırsal Konutların Son Yıllardaki Tahripkâr Depremlere Mukabelesi	Ersin Arıoğlu-Köksal Anadol	Sayı : 5 Nisan 1974
- İzmit İli Mikrobölgeleme Etüdünde yapılan Mikrotremor Çalışması	Sinan Gençoğlu, Erhan Ayhan	Sayı : 5 Nisan 1974
- S.S.C.B. de Sismik Mikrobölgeleme Metotlarının Geliştirilmesi	V. Stheisberg Çeviren : Oktay Yurdatapan	Sayı : 5 Nisan 1974
- Deprem Esnasında Büyük Toprak Altı Yapılarında Zemin Yapı İlişkileri	H.B. Seed-İM. Idriss Çeviren : H.Turan Durgunoğlu	Sayı : 5 Nisan 1974
- Kuvvetli Deprem Hareketi ve Hollywood'da Zemin Durumu	C.M.Duke-J.E. Luco Ar Carriveau-P.J.Hradilek- R.Lastrico-D. Ostorm Çeviren : Ersan Buket	Sayı : 5 Nisan 1974
- Tarihsel Perspektifte Süleymaniye Camii'nin Depremlere Mukavemeti	Köksal Anadol	Sayı : 6 Temmuz 1974

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Zemin Dinamiği Problemlerinde Kullanılan Zemin Parametrelerinin Tayini	Yıldız Wasti	Sayı : 6 Temmuz 1974
- Deprem Parametrelerinin Ampirik Olarak Hesaplanması Üzerinde Bazı Uygulamalar	Sinan Gençoğlu	Sayı : 6 Temmuz 1974
- "S" Dalgalarının Meydana Getirilişi ve Uygulanması Üzerinde Deneysel Çalışmalar	Sinan Gençoğlu	Sayı : 6 Temmuz 1974
- Yapılara gelen Maksimum Deprem Etkilerinin "Mod Süperpozisyonu" metodu ve Hesaplanması	Nejat Bayülke	Sayı : 6 Temmuz 1974
- Deprem Şiddeti ve Düzeltilmiş Deprem Spektrumları	Arturo Arias S.	Sayı : 6 Temmuz 1974
- Yapı Sistemlerin Özel Periyodları	Dr. Mehmet Çelebi Dr. Ergin Çitipoğlu	Sayı : 7 Ekim 1974
- Depremlerin Endüstri Yapıları, Enerji Üretim ve Dağıtım TESİSLERİ ve Yapıların Tasarımcı Olmayan Kısımları Üzerindeki Etkileri	Nejat Bayülke	Sayı : 7 Ekim 1974
- Elasto-Plastik Sistemlerin Gelişigüzel Titresimi	i. Helvacı - A.Gürpınar	Sayı : 7 Ekim 1974
- Çok Katlı Perdeli Yapıların Yatay Yüklere Göre Yaklaşık Hesap Metodu	Dr.Mehmet Çelebi Dr.Ergin Çitipoğlu	Sayı : 7 Ekim 1974
- Arazi ve Laboratuvar Deneyleri ile Zeminlerin Kayma Modülünün Saptanması	M.Ali Erguvanlı	Sayı : 7 Ekim 1974
- 27 Haziran 1966 Parkfield Depreminde Elde Olunan Sismoskop Kayıtlarının İncelenmesi	Oktay Yurdatapan	Sayı : 7 Ekim 1974

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Tahripkar Depremlerde Zemin Hareketlerinin Ölçülmesi	Murat Köylüoğlu	Sayı : 7 Ekim 1974
- Sismik Dalgaların Deneysel Etüdüleri Yoluyla Mikrotremorların Karakteristikleri Üzerine Araştırmalar	Sinan Gençoğlu	Sayı : 8 Ocak 1975
- Balkan Bölgesindeki Deprem Riskinin Değerlendirilmesi	S.T. Algermissen-D.M.Perkins W.Isherwood-D.Gordon. G. Reagor-C.Howard Çeviren : M.Emin Özel	Sayı : 8 Ocak 1975
- Sömel Altındaki Çökmeyi Hesaplamak İçin Basit Bir Metod	Max. L.Calhoon-M.Asce Çeviren : Esat Yarar	Sayı : 8 Ocak 1975
- Haliç Köprüsü Deprem Analizi	Bülent Pakman	Sayı : 9 Nisan 1975
- Depreme Dayanıklık Çokkatlı Yapılarda Sünek Perde Duvarları	Dr. Mark Fintel Çeviren : Polat Gülkan	Sayı : 9 Nisan 1975
- Mühendislikte Deprem Riski Analizi	Dr. Allin Cornell Çeviren : O.Ergünay U.Zeki Çapan	Sayı : 9 Nisan 1975
- Banja-luka Şehrinde Sismik Mikrobölgeleme Etüdü ve Mühendislik Sismolojisi Araştırma Çalışma Projesi	Dr. M. Stojković Çeviren : Ahmet Tabban	Sayı : 9 Nisan 1975
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikte Betonarme Yapılarla İlgili Bölümün Temel İlkeleri ve Açıklamalar	Prof.Dr. Uğur Ersoy Dr.Polat Gülkan	Sayı : 10 Temmuz 1975
- Düşey Titreşim Genliğinin Kohezyonsuz Zeminlerin Sıkıştırılmasına Etkisi	Bülent Güngör Dr. Yıldız Wasti	Sayı : 10 Temmuz 1975

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Kırım'ın Geliştirilmiş Sismik Sarsılabilirlik (Shakeability) Haritaları	Dr. A.G. Kamenobrofskiy Çeviren : U.Zeki Capan	Sayı : 10 Temmuz 1975
- Deprem ve Parametreleri	Ahmet Tabban Sinan Gençoğlu	Sayı : 11 Ekim 1975
- Yeni Deprem Yönetmeliği 13 ncü Bölümünün Açıklanması	Hüseyin Celasun	Sayı : 12 Ocak 1976
- Binaların Burulmaya göre Hesabı	Semih Tezcan	Sayı : 12 Ocak 1976
- 100 Metreküplük Bir Yüksek Su Haznesinin Deprem Analizi	Nejat Bayülke	Sayı : 12 Ocak 1976
- Depremlerin Önceden Bilinmesi	Oktay Ergünay	Sayı : 12 Ocak 1976
- İstinat Duvarlarında Deprem Sırasında Oluşan Basınçlar	R.F. Scott Çeviren : Ali Erguvanlı	Sayı : 12 Ocak 1976
- Depremler Sırasında Oluşan Basınçlar Hakkında Kısa Bir Not	Ali Erguvanlı	Sayı : 12 Ocak 1976
- Deprem Hasar Çalışmaları İçin Yöntemler ve Güvence Limitleri	J.Fischer - I.H. Chou Çeviren : R. Can	Sayı : 12 Ocak 1976
- Nikaragua için Yapılan Sismik Risk Çalışmaları	H.C. Shah - C.P.Mortgat A.Kiremidjian-T.C. Zsutty Çeviren : M. Emin Özel	Sayı : 12 Ocak 1976
- Toprak Barajların Dinamik Hesap Yöntemleri	Dr. Kutay Özyayın Dr. Ali Erguvanlı	Sayı : 13 Nisan 1976
- Kalifornia Eyaleti Su Projesi Sismik Risk Analizi	Haresh C.Shah- M.Movassate Çeviren : M.Emin Özel	Sayı : 13 Nisan 1976

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Nükleer Güç Santralleri İçin Deprem Riski Analizi	M.S. Yüçemen P. Gülkan	Sayı : 17 Nisan 1977
- Zeminlerin Dinamik Davranışlarına Ait Gerilme Deformasyon Bağlılıkları	W.D.Z. Finn A. Erguvanlı	Sayı : 17 Nisan 1977
- Aletsel Sismolojide Bazı Ana Yöntemler ve Uygulamalar	E. Başarır	Sayı : 17 Nisan 1977
- Türkiye'nin Deprem Bölgelerinin Belirlenmesinde Bazı İstatistik Yaklaşımlar	S.B. Ücer E. Ayhan - E. Alsan	Sayı : 18 Temmuz 1977
- Depremlerle İlgili Hükümleri Açısından "Yol Köprüleri İçin Teknik Şartname" Üzerinde Düşünceler	Nejat Bayülke	Sayı : 18 Temmuz 1977
- Deprem Yönetmeliğindeki "Yapı Tipi" Kategorisinin Karar Tablosu Tekniği İle İncelenmesi	S. Senirkent	Sayı : 18 Temmuz 1977
- Deprem Bölgelerinde Bulunan Büyük Boyutlu Panolardan Oluşmuş Yapılarla İlgili Bazı Araştırmalar	M.Diaconu ve Diğerleri Çeviren : Nejat Bayülke	Sayı : 18 Temmuz 1977
- Depremlerin Önceden Bilinmesi ve Alarma Geçme Konusunda Bilimsel ve Sosyal Problemler	C. Kisslinger Y.E. Hass Çevirenler: Mustafa Erdik Mehmet Çelebi	Sayı : 18 Temmuz 1977
- Perde Duvarlı Alçak Yapılarda Yatay Yüklerin Analizi	R.T. Toprakçı	Sayı : 19 Ekim 1977
- Dönel İnce Kabuk-Sıvı Sistemlerinin Dinamik Hesabı	H. Karadeniz	Sayı : 19 Ekim 1977

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Yeni Deprem Şiddet Skalası	C.P.Mortgard-H.C. Shah Çeviren : Ref'an Can	Sayı : 13 Nisan 1976
- Zemin ve Jeolojisinin, Yerel Deprem Mukabelesine Olan Etkinliği	H. Bolton Seed Per B. Schnabel Çeviren : Murat Köylüoğlu	Sayı : 13 Nisan 1976
- Ankara'nın Deprem Bölgesinde Bulunmasının Nedenleri	Ahmet Tabban	Sayı : 14 Temmuz 1976
- Perde Duvarları İle Çerçevelerin Karşılıklı Etkisi	F.R.Khan-J.A. Sbarounis Çevirenler : P.Gülkan-T.Wasti	Sayı : 14 Temmuz 1976
- Deprem Bölgelerindeki Yerleşimlerin Gelişme Planlamasının Bazı Yönleri	Adolf C. : Browski Çeviren : Nejat Bayülke	Sayı : 14 Temmuz 1976
- Arazi Kullanımı Alanları ve Diğer Afetlerin Azaltılması	William J.Petak ve Diğerleri Çeviren : Ziya Bozer	Sayı : 15 Ekim 1976
- Risk Analizi	E. Rosenblueth Çeviren : U.Zeki Çapan	Sayı : 15 Ekim 1976
- Betonarme Kirişlerde Düktilite Şartları (Deprem Mühendisliği Açısından)	Nejat Bayülke	Sayı : 15 Ekim 1976
- Yapı Dinamiğine Giriş	M.Çelebi, M. Erdik	Sayı : 16 Ocak 1977
- Sismik Bölgelemede Problemler	G.W.Housner-P.C. Jennings Çeviren : Ahmet Tabban	Sayı : 16 Ocak 1977
- Deprem Hareketi ve Dinamik Zemin Parametreleri İlişkisi	M.Y. Özkan A.Gürpınar C.Soydemir	Sayı : 17 Nisan 1977

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Yığma Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı	Feridun Çıllı	Sayı : 22 Temmuz 1978
- Tuğla Yığma Yapıların Depremlerdeki Davranışı	Nejat Bayülke	Sayı : 22 Temmuz 1978
- Deprem Açısından Mimari Tasarım	Nejat Bayülke	Sayı : 22 Temmuz 1978
- Deprem Risk Analizlerindeki Belirsizlikler Hakkında Tartışma	Ali Erguvanlı Kutay Özaydın	Sayı : 22 Temmuz 1978
- Küçük Depremlerin Getirdiği Sorunlar	Ref'an Ates	Sayı : 22 Temmuz 1978
- Düzeltme	Esen Alsan	Sayı : 22 Temmuz 1978
- Yapısal Sistemlerde Doğal Titreşim Mod ve Frekanslarının "Newmark" Yöntemi İle Sayısal Saptanması	Mustafa Erdik	Sayı : 23 Ekim 1978
- Kohezyonlu Zeminlerin Dinamik Mukavemeti Hakkında	Ali Erguvanlı	Sayı : 23 Ekim 1978
- Kumlu Zeminlerin Dinamik Özellikleri	Tuncer Edil	Sayı : 24 Ocak 1979
- Zemin Yapı Periyod Etkileşimi ve Deprem Yönetmelikleri	Nuray Aydınoglu Ali Erguvanlı Kutay Özaydın	Sayı : 24 Ocak 1979
- Depremlerin Oluş Nedenleri Hakkında	Ali Erguvanlı	Sayı : 24 Ocak 1979
- 1-5 Saniyelik Mikrotremorların Gözlemi ve Deprem Mühendisliğine Uygulaması	Yutaka Ohta - Hiroshi Kagami, Noritoshi Goto, Kazuyoshi Kudo Çevirenler : Aysel Yatman Ref'an Ates	Sayı : 24 Ocak 1979
- Büyük Menderes Alçalımı İle Menderes Masifi Yükseliminin Sınırını Oluşturan Kuşak Uygulanan Bir Deprem Öncesi Çalışması	Selçuk Sipahioğlu	Sayı : 25 Nisan 1979

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Batı Türkiye'de Deprem Etkinliği	S.B.Öcer - E. Alsan N.Uluslan - E. Başarır E. Ayhan - L. Tezuçan C. Kaptan	Sayı : 19 Ekim 1977
- Sismolojide Son 25 Yıl	O.W. Nuttlu Çeviren : R. Ates	Sayı : 19 Ekim 1977
- Yeni Bir Deprem Monitör Sistemi	Çeviren : R. Ates (EOS)	Sayı : 19 Ekim 1977
- Öngerilmeli Beton Yapıların Deprem Dayanımı	Uğur Ersoy - Emin Aktan Tuğrul Tankut	Sayı : 20 Ocak 1978
- Elastik Zemine Oturan Çok Katlı Çerçevele- rin Deprem Hesabı İçin Teorik ve Deneysel İncelemeler	A. Aydın Dumanoglu	Sayı : 20 Ocak 1978
- Düşey Titreşimlerle Kohezyonsuz Zeminlerin Maksimum Birim Ağırılığının Tayini	Yıldız Wasti	Sayı : 20 Ocak 1978
- Maksimum Deprem Mağnitüdünün Belirlenmesi	Stewart W. Smith Çeviren : Umut K. Vegkioğlu	Sayı : 20 Ocak 1978
- Yansıtmayan Sınırların Yapı-Zemin Dinamik Etkileşim Problemlerine Uygulanışında Hata Analizleri	Aydın Dumanoglu	Sayı : 21 Nisan 1978
- Yapı Mühendisliğinde Eigendeğer Problemler- in Çözümü	Halil Karadeniz	Sayı : 21 Nisan 1978
- Batı Anadolu'nun Deprem Riski Analizi	A. Baki Numanoğlu	Sayı : 21 Nisan 1978
- Plastisite Endisinin Kayma Dalgası Hızına Etkisi	Vahit Kumbasar Ali Erguvanlı	Sayı : 21 Nisan 1978
- Türkiye'nin Konut Sorunu	Semih Tezcan	Sayı : 22 Temmuz 1978

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Batı Anadolu İçin Geliştirilmiş Deprem Büyüklüğü-Şiddet Uzaklık İlişkisi	Demir Kolçak Selçuk Sipahioğlu	Sayı : 25 Nisan 1979
- Tsunami ve Türkiye Kıyılarını Etkilemiş Tsunamiler	Hüseyin Soysal	Sayı : 25 Nisan 1979
- Depremle İlgili Zaman Parametrelerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Laboratuvar Deneyleri	Kemal Üzüdoğru	Sayı : 25 Nisan 1979
- İstanbul İçin Deprem Riski Analizi	Semih Tezcan - Yalçın Acar Ahmet Çivi	Sayı : 26 Temmuz 1979
- Çerçeve Sistemlerin Yatay Yükler Altında İncelenmesi	Ruhi Aydın	Sayı : 26 Temmuz 1979
- Batı Anadolu'da Bazı Yerleşim Alanlarında Beklenen Deprem Şiddetlerinin Saptanması	Demir Kolçak Y. Karayel	Sayı : 26 Temmuz 1979
- Deprem Dalgalarının Faz Karakteristikleri ve Uygulanmasına İlişkin İnceleme	Muzaffer İpek	Sayı : 26 Temmuz 1979
- Ağır Yapıların Yaklaşık Üç Boyutlu Dinamik Analizi	A. Dumanoğlu	Sayı : 27 Ekim 1979
- Ağır Yapıların Dinamik Analizinde Matematik Model Seçimi	A. Dumanoğlu	Sayı : 27 Ekim 1979
- Batı Türkiye'de Deprem Etkinliği Olacak - Ağustos, 1976	B. Öcer E. Ayhan N. Ulusan L. Tezuçan E. Alsan E. Başarır	Sayı : 27 Ekim 1979
- Depremlerin Önceden Sınımlanması Konusundaki Araştırma İçin Bir Avrupa Programı Önerisi	Ceviren : A. Yatman	Sayı : 27 Ekim 1979

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Zemin - Yapı Sisteminde Sönüm	Yazan : P.Sotirov Çeviren: Aysel Yatman	Sayı : 28 Ocak 1980
- Depremler Sırasında Sıvılaşma ve Nedenleri Hakkında Düşünceler	Dr. Ali Erguvanlı	Sayı : 28 Ocak 1980
- 1977 Yılı Batı Türkiye Deprem Etkinliği	E.Alsan ve Diğerleri	Sayı : 29 Nisan 1980
- Sismolojik Verilere Göre Doğu Akdenizin Kuzeyinde ve Güneydoğu Anadolu'da Avrasya-Afrika Levha Sınırının Özellikleri	Silva Büyükaşkoğlu	Sayı : 29 Nisan 1980
- Çerçeve ve Perdelerden Meydana Gelen Sistemlerin Yatay Yükler Altında Statik Çözümü	Ruhi Aydın	Sayı : 29 Nisan 1980
- Simetrik Olmayan Yapıların Dinamik Özellikleri	Yazan : Riko Rosman Çeviren : Aysel Coşkunyel	Sayı : 29 Nisan 1980
- 1978 Yılı Batı Türkiye Deprem Etkinliği	E.Başarır ve Diğerleri	Sayı : 30 Temmuz 1980
- Duyarlı ve Sürekli Gravite, Eğim ve Streyn Ölçüleri	Uğur Yaramancı	Sayı : 30 Temmuz 1980
- 1979 Yılı Batı Türkiye Deprem Etkinliği	S.B. Üçer ve Diğerleri	Sayı : 31 Ekim 1980
- Adapazarı Yöresinde Yapılan Yapay Patlama ile İlgili Ön Değerlendirme Sonuçları	Cemil Gürbüz ve Diğerleri	Sayı : 31 Ekim 1980
- Depreme Dayanıklı Betonarme Yapı Tasarımı Üzerine Notlar	Nejat Bayülke	Sayı : 32 Ocak 1981

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yılı
Kuzey Anadolu Fay Zonunda Deprem - Kaynak Parametrelerinin Magnitüdle İlişkisi	Dr. Ülben Ezen	Sayı : 32 Ocak 1981
- Batı Anadolu'da Depremlerle Parametreleri Arasında İlişkiler	Üstün Kıyak	Sayı : 32 Ocak 1981
- Gezegenler Sismolojisi ve İç Yapıları	Yazan : M.N. Toksöz Çeviren : Ülben Ezen	Sayı : 33 Nisan 1981
- Toprak Dolgu Barajların Deprem Analizinde Yeni Tip Yapısal Denklemler	Dr. Atilla M. Ansal	Sayı : 33 Nisan 1981
- San Fernando Fay Yakını Deprem Kayıtlarının Deprem Tasarımına Getirdikleri	Yazan : Vitelmo V. Bertero ve Diğerleri Çeviren : Aysel Coşkunyel	Sayı : 33 Nisan 1981
- Silindirik Kabuk Ayaklı Yüksek Su Haznesinin Deprem Hesabı	Nejat Bayülke	Sayı : 33 Nisan 1981
- Perde ve Çerçevelerden Oluşan Sistemlerin Yanal Yüklere Göre Çözümü İçin Bir Yöntem	Sinan Yelken	Sayı : 34 Temmuz 1981
- Yaygın Temelli Yapıların Dinamik Analizleri	Dr. Dursun Altınışık	Sayı : 34 Temmuz 1981
- İl, İlçe ve Kasabalarımızın Buldukları Deprem Bölgeleri	Derleme	Sayı : 34 Temmuz 1981
- Yapı - Zemin Etkileşiminin Kuramsal Temeli ve Yönetmeliklere Yansımaları	Doç. Dr. Mustafa Erdik	Sayı : 35 Ekim 1981
- Deprem Bölgelerinde Mimari Tasarım ve Kent Planlaması	Yazan : Ye. Yaoxian Çeviren : Prof. Müfit Yorulmaz	Sayı : 35 Ekim 1981

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,te Kolon Minimum Donatısının % 1 Olarak Sınırlanması Üzerine Düşünceler	Nejat Bayülke	Sayı : 35 Ekim 1981
- Dinamik Üç Eksenli Sıvılaşma Deneyleri ve Tekrar Sıvılaşma	Atilla M. Ansal Güneş Ögünc	Sayı : 35 Ekim 1981
- Zemin Modüllerinin Arazide ve Laboratuvarda Belirlenmesi	Yazan : William F.Marcuson Joseph R. Curran Çeviren : Sefer Gül	Sayı : 35 Ekim 1981
- 1980 Yılı Batı Türkiye Deprem Etkinliği	L.Tezuçan ve Diğerleri	Sayı : 36 Ocak 1982
- Mekanik Darbeyle Kuyular Arası (cross-Hole) ve Kuyu İçi (Down-Hole) Sismik Kesme Dalgaları Ölçümü	Yazan : Bruce Auld Çeviren : Nejat Bayülke Engin İnan	Sayı : 36 Ocak 1982
- Sismik Mikrobölgelemede Kesme Dalgası Hızının Kullanılması	Yazan : Shou Peixiu ve Diğerleri Çeviren : Sefer Gül	Sayı : 36 Ocak 1982
- Kaynak Parametrelerine Göre Kuzey Anadolu Fay Zonunda Faylanma Dinamiğinin İncelenmesi	Dr. Ülben Ezen Dr. Cemil Gürbüz	Sayı 37 Nisan 1982
- Kumlu Zemin Tabakalarında Sıvılaşma	Doç.Dr. Atilla M. Ansal	Sayı : 37 Nisan 1982
- Çerçeve Yapılarda Yüksek Modların Yaklaşık Olarak Belirlenmesi	Muzaffer İpek Kadri Aksel	Sayı : 38 Temmuz 1982
- Marmara Bölgesi İçin Sismik Gürültü Ölçüleri	Esen Alsan	Sayı : 38 Temmuz 1982

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Çerçeve Taşıyıcı Sistemlerin Yatay Yük Etkisi Altında Hesabı İçin Bir Bilgi-Sayar Programı	M.Ruhi Aydın	Sayı : 38 Temmuz 1982
- Kuzey Anadolu Fay Zonunun İzmit-Kastamonu Kesiminin Tarihsel Dönem (1900 Öncesi) Deprem Etkinliği	Selçuk Sipahioğlu Oğuz Gündoğdu	Sayı : 38 Temmuz 1982
- Bazı Ülkelerin Deprem Yönetmeliklerindeki Yatay Kuvvet Hesabı Yöntemlerinin Karşılaştırılması	Halit Demir Zekeriya Polat	Sayı : 38 Temmuz 1982
- Perde-Çerçevesel Yüksek Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı ve Temel Teskili (Hesap ve Konstrüktif Esaslar)	Dr. Kemal Özden Ali Portakalçı	Sayı : 39 Ekim 1982
- Güney Kaliforniyada Deprem Sezinlemelerinde Manyetotellurik Yöntem	A. Ercan	Sayı : 40 Ocak 1983
- Yapıların Deprem Hesapları Üzerine Bir Uygulama Örneği	İbrahim E. Leylek	Sayı : 40 Ocak 1983
- Kandilli Rasathanesi Deprem Ağı İçin Yerel Magnitüd Denklemelerinin Saptanması	Kadriye Sevimay	Sayı : 40 Ocak 1983
- Depreme Dayanıklı Hastane Tasarımı	Sertaç Köse	Sayı : 40 Ocak 1983
- Perdeli Yapıların Yatay Yüklere Göre Yaklaşık Çözümü ve Kesin Çözüm İçin Bir Bilgisayar Programı	Ruhi Aydın	Sayı : 41 Nisan 1983
1981 Yılı Batı Türkiye Deprem Etkinliği	E.Ayhan ve Diğerleri	Sayı : 41 Nisan 1983

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yılı
- Barajların Eğilebilirliği Gözönüne Alınmak Suretiyle Depremden Dolayı Baraj-Su Yüzeyinde Meydana Gelen Hidrodinamik Basıncının Etkin Bir Metodla Hesap Edilmesi	Dr. Dursun Altınışık	Sayı : 41 Nisan 1983
- Tünel Projeleri Seçim ve Kontrolü İçin Karmaşık Yerbilim Araştırma Programları	Yazan : H.K.Helfrich, Ph.D ve Diğerleri Çeviren : Mehmet Altıntaş	Sayı : 41 Nisan 1983
- Makina Temellerinin Bileşik Devrilme ve Yatay Ötelenme Hareketi	M. Yener Özkan Mert İnada	Sayı : 42 Temmuz 1983
- Yapıların Deprem Hesapları Üzerine Bir Uygulama Örneği (2.Kısım)	İbrahim E.Leylek	Sayı : 42 Temmuz 1983
- 1971-1975 Yıllarında Batı Türkiye Deprem Etkinliği	E.Ayhan - N.Sancaklı	Sayı : 42 Temmuz 1983
- Girişime Uğramış Yapay ve Gözlemsel Dispersif Dalgalarda Gecikme Zamanının Saptanması	Ülben Ezen	Sayı : 43 Ekim 1983
- Kuzey ve Doğu Anadolu'da Zone Dalgalarının Dispersiyonu ve Yer Kabuğu Yapısı	Ülben Ezen	Sayı : 43 Ekim 1983
- Bitlis-Zagros Kıtasal Çarpışma Kuşağı Boyunca Etkin Sığ Deformasyonlar İle Depremler Arasında İlişkiler	Haluk Eyidoğan	Sayı : 43 Ekim 1983
- Sismik Hız Oranları Kullanılarak Depremi Önceden Kestirilmesi	Yazan : Roger W.Sherburne Çeviren : Nejat Bayülke Engin İnanc	Sayı : 43 Ekim 1983

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı ve Yayımlandığı Yıl
- Sayın İbrahim E. Leylek'in "Yapıların Deprem Hesabı Üzerine Bir Uygulama Örneği,, Adlı Yazısı ile İlgili Bir İrdeleme	Uğur Ersoy	Sayı : 44 Ocak 1984
- Baraj-Rezervuar Sistemlerinin Dinamik Analizi	Namık K.Öztorun Nuri Akkaş	Sayı : 44 Ocak 1984
- Başlangıç Gerilme Şartlarının Depremler Sırasında Sıvılaşmaya Etkisi (Deneyler ve Bir Yorum)	M.Ali Erguvanlı İ.Kutay Özyayın Çeviren : Sıtkı Onur	Sayı : 44 Ocak 1984
- 1982 Batı Türkiye Deprem Etkinliği	N. Sancaklı ve Diğerleri	Sayı : 44 Ocak 1984
- Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Çevresinin Deprem Etkinliğinin İncelenmesi	Selçuk Sipahioğlu	Sayı : 45 Nisan 1984
- İstanbul İçin Deprem Olma Olasılığının Weibull Dağılımından Yararlanarak Elde Edilmesi	A.Mete Işıkkara	Sayı : 46 Temmuz 1984
- İki Doğrultuda Bileşik Eğilme Etkisindeki Betonarme Kesitlerin Taşıma Gücüne Göre Hesabı	Ahmet Durmuş Uğur Eyüboğlu	Sayı : 46 Temmuz 1984
- 5 Temmuz 1983 Biga Depremi ve Artçı Deprem Etkinliği	E.Alsan ve Diğerleri	Sayı : 46 Temmuz 1984
Rayleigh Dalgalarının Güney Ege Denizindeki Bölgesel Atenuasyonu	Ülben Ezen	Sayı : 46 Temmuz 1984

Makale Adı	Makale Sahibi	Sayı	Yayımlandığı Yıl
- Heterojen Ortamda Sismik Hacim Dalgası Sönümlerinin Yerinde Araştırılması	Yazan : P.J.Newman M.H.Worthington Çeviren: Sefer Gül		Temmuz 1984
- Deprem Bölgelerinde Çerçeve Kirişleri ve Perde Bağ Kirişlerinin Donatı Miktarı ve Yerleştirilmesi	Melike Altan	Sayı : 47	Ekim 1984
- Yeraltı Boru Hatlarının Dinamik Analizi	Fatih İmer Nuri Akkas	Sayı : 47	Ekim 1984
- Ege Denizinde Rayleigh Dalgalarının Faz Hızları ve Girişimin Etkisi	Ölben Ezen	Sayı : 47	Ekim 1984
- Değişen Dalgalar İçeren Yakın Depremleri Kullanarak Kabuk Yapısının Tayini	Nusret Sancaklı	Sayı : 47	Ekim 1984
- Killerin Tekrarlı Gerilmeler Altında Davranışı	Atilla M. Ansal Ayfer Erken	Sayı : 48	Ocak 1985
- 1983 Erzurum-Kars Depremi Kuvvetli Yer Hareketi İvme Kayıtlarının Mühendislik Sismolojisi Yönünden Analizi	Rüçhan Yılmaz	Sayı : 48	Ocak 1985

TAŞ YIĞMA DUVARLAR ÜZERİNDE YAPILAN
DENEY ÇALIŞMALARI

Tamer Özmen (x)

İnş. Müh.

GİRİŞ :

Bilindiği üzere, ülkemizin konut stoğu içerisinde taş yığma yapılar % 23 gibi önemli bir orana sahiptirler. Doğu, Orta ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ve özellikle kırsal alanda hakim olan ve bölgelere göre farklı yapıım özellikleri gösterebilen taş yığma yapılarda yaşayan nüfusun en iyimser tahminle 12-13 milyon olduğu kabul edilebilir.

Bu tür yapıların hakim olduğu bölgelerin ülkemizin en aktif deprem kuşakları içerisinde bulunması ve sık sık olan küçük magnitudü depremlerde dahi bu tür yapılarda önemli ölçüde can ve mal kayıplarının görülmesi taş yığma yapıların depremler sırasındaki davranışlarının ortaya çıkarılması ve takviye yöntemlerinin geliştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilmesine neden olmuştur. Bu amaç için Deprem Araştırma Dairesi ile İngiltere'nin Cambridge Üniversitesi ortak bir proje geliştirmiş ve gerçek boyutlu taş duvarların doğal şartlar ve deprem yükleri altındaki davranışlarının ortaya çıkarılması amacıyla 1983 yılında bir dizi deney yapılmıştır. Deneylerde kullanılan duvarlar, ülkemizin değişik yörelerinde değişik malzeme ve işçilik geleneği ile yapılmakta olan taş yığma yapılar esas alınarak hazırlanmıştır.

Bilindiği üzere ülkemizde taş yığma yapılar bölgenin ekonomik gelişmişliği, iklim şartları, topografya, geleneksel işçilik ve mimari anlayışı ve bölgede bulunabilen taşın fiziksel özellikleri ve işlenebilirliğine bağlı olarak önemli farklar gösterebilmekte ise de depremler karşısındaki davranış özellikleri açısından iki ana gruba ayrılabilir. Bu iki ana gruba ayrılabilir.

1- Yuvarlak toplama veya çok kaba kırılarak gelişigüzel şekillendirilmiş ve boyutlandırılmış moloz taş duvarlı, çamur harçlı, gelişigüzel ahşap hatıllı veya hatılsız, düz toprak damlı yapılar.

2- Kabaca şekillendirilmiş veya en az yatak yüzeyleri düzeltilmiş taş duvarlı, genellikle 1: 3 kalitesinde kireç harçlı, uygun ahşap veya minimum donatılı betonarme hatıllı, ahşap oturtma çatılı yapılar.

Bugüne kadar olan depremler karşısındaki davranış özellikleri çok farklı olan bu iki ana grubu temsil etmek üzere aşağıda ana özellikleri verilen dört tip duvar hazırlanmıştır.

(x) Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü
Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı

TIP 1 : Gelişigüzel şekillendirilmiş ve boyutlandırılmış çamur harçlı hatılsız moloz taş duvar, (şekil 1).

TIP 2 : Gelişigüzel şekillendirilmiş ve boyutlandırılmış çamur harçlı ahşap hatıllı moloz taş duvar, (şekil 2).

TIP 3 : Deprem Yönetmeliğine uygun olarak örülmüş, 1: 2: 9 kalitesinde çimento harçlı, betonarme sömel ve hatıllı kaba yonu taş duvar, (şekil 3).

TIP 4 : Orta ve Doğu Anadolu'da yaygın olarak kullanılan sünger taşları ve 1: 2: 9 kalitesinde çimento harç kullanılarak örülmüş, hatılsız kesme taş duvar, (şekil 4).

GÜZLEM :

GELENEKSEL TAŞ DUVAR TIP 1 :

Şekil 1 de görülen duvarda 1983 yılı sonbahar yağmurlarının başlamış olduğu Ekim ayı içinde yağın yağmurların etkisiyle deformasyonlar başlamıştır. Şekil 5 de görülen duvarın (1) ve (2) numaralı destek duvarlarında 7 Ekim 1983 tarihinde yapılan ölçümde ortalama 10 milimetre taş bloklar arasında ayrışmalar meydana gelmiştir. 21 Ekim 1983 tarihinde yapılan ölçümde (1) numaralı destek duvarda ortalama bloklar arasında ayrışma 16 milimetre (2) nolu destek duvarda ise 12 milimetre olmuştur. 4 Kasım 1983 tarihinde yapılan ölçümde (1) nolu destek duvarda ayrışma 25 milimetre, (2) nolu destek duvarda ise ayrışma 16 milimetreye yükselmiştir. 2 Aralık 1983 tarihinde (1) nolu destek duvar şeklinde görüldüğü gibi göçmüştür. (2) nolu destek duvarda ise ayrışma 20 milimetre olmuştur. İki ay sonra 12 Şubat 1984 tarihinde ana duvarın sağ üst köşesinde ani deformasyonlar meydana gelerek göçmüştür. Bu duvar teste tabi tutulmak üzere Haziran 1984 tarihinde yeniden onarılmıştır.

<u>Ölçüm Tarihi</u>	<u>1 Nolu Destek Duvarda Deformasyon (mm)</u>	<u>2 Nolu destek Duvarda Deformasyon (mm)</u>
7 Ekim 1983	10	10
21 Ekim 1983	16	12
4 Kasım 1983	25	16
2 Aralık 1983	Göçme	20
12 Şubat 1984	Ana duvarın sağ üst köşesinde göçme olmuştur.	

GELENEKSEL AHŞAP HATILLI TAŞ DUVAR TIP 2 ve BETON HATILLI TAŞ DUVAR TIP 3 :

Bu duvarlarda atmosfer ile olan ilişkilerinden ve zemin oturmalarından dolayı gözle görülür deformasyonlar meydana gelmemiştir.

YONU TAŞ DUVAR TIP 4 :

Şekil : 4 de görülen yonu taş duvarlar, kullanılan taşların su

emme özelliklerinin fazla olması nedeniyle yağmur ve kar sularını çok oranda emmiştir. Ankara'nın donlu günler sayısının çok olduğu kış aylarında duvarda, bu özelliklerinden dolayı donma ve parçalanmalar görülmemiş ve zemin oturmalarından dolayı da deformasyonlar olmamıştır.

Bu cins taşlar, su emme özelliklerinin fazla olmasından dolayı duvar yapımında harcın karışım suyunu kısa sürede emmektedir. Çimento karışumlu harçlarda kimyasal reaksiyonlar için gerekli olan su azalmakta böylece harcın mukavemet kazanması zorlaşmaktadır. Harcın zamanla soğuması sonucunda "Termal Büzülmeler" meydana geldiğinden harçta çatlama ve parçalanmalar görülmektedir. Bu duvar yapımında kullanılan çimento karışumlu harçların çatlamalarını ve parçalanmalarını önleyebilmek için özellikle yaz aylarında duvarların yapımı sırasında taşlar, suya doymun hale getirilmelidir.

DENEY :

Üzerlerinde test uygulamaları yapılmak üzere gerçeğe uygun bir şekilde yapılan dört tip duvarlar için şekil : 5 de görülen deney düzenleri hazırlanmıştır. Bu tip duvarlara ayrı ayrı (LOADER) ile yüklem yapılmıştır. Duvarlar, Uç tarafında mesnete oturan bir plağa, düzlemine dik yönde düşey yük verilme biçiminde yük (kuvvet) tatbik edilmiştir.

Deney düzeni hazırlanırken ve uygulamaya koyulurken tatbik edilecek yükün duvarlarda eşit olarak yayılmasına ve duvarda zımbalamalar (taş bloklarda farklı kaymalar) meydana gelmemesine özen gösterilmiş ve deney düzeni bu doğrultuda dizayn edilmiştir.

Tatbik edilen yüklerin duvarlarda meydana getirdiği deformasyonlar şekil : 6 da görülen noktalardan (1A, 1B, 1C, 2B, 4B, 5A, 5B ve 5C) ölçülerek Yük-Deformasyon eğrileri çizilmiştir. (Şekil 7)

Yük-Deformasyon eğrileri oluşturulurken, 1A-5A, 1B-5B, 1C-5C noktalarındaki deformasyonlar çok küçük, birbirlerine eşit ve yakın çıkmış ve bu deformasyon değerleri çok küçük olduklarından hesap işlemlerine girmemiştir. 2B ve 4B noktalarındaki deformasyonlar çok büyük ve yüklemenin tatbik edildiği noktaya yakın olduklarından, bu noktalardaki deformasyon değerleri alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu noktalardaki eşit yük altındaki deformasyon değerlerinin birbirlerine çok yakın ve eşit çıkması ile birlikte farklı olanların ortalamaları alınmıştır.

GELENEKSEL TAŞ DUVAR TİP 1 :

Deney sırasında duvara tatbik edilen yük, duvarın tüm bölgesine eşit olarak yayılmasına ve duvarın tüm bölgesi ise uygulanan bu yüke karşı ortak davranış göstermesine çalışılmıştır.

Şekil : 7 deki Yük-Deformasyon eğrisinde görüleceği gibi 1 ton yüke karşı duvar doğrusal-davranış göstermiştir. 1 ton yükten sonra duvardaki deformasyonlar büyümeye başlamış ve duvar bloklarında dökülmeler olmuştur. Yüklemeye devam edildiğinde 1.8 tonluk yük (kuvvet) altında duvarda aniden göçme meydana gelmiş ve taş bloklarda yığılmalar olmuştur. Duvarın yıkılması için yüklemeye devam edilerek göçme sınırındaki ortalama 1.5 tonda duvar yı-

kılmıştır. Duvarda yıkılma anında ortalama 13 cm kadar bir deformasyon meydana geldiği görülmüştür.

GELENEKSEL AHŞAP HATILLI TAŞ DUVAR TİP 2 :

Yük-Deformasyon eğrisine bakıldığında AB noktaları arasında deformasyonlar (şekil değiştirmeler), verilen yüklerle hemen orantılı olduğu görülmektedir. B noktasından itibaren bu özelliğin sona erdiği, bağıntının doğrudan ayrılıp eğikleştiği görülür ve yük ile deformasyon arasındaki orantılık da kayıp olur. B noktasında ise 9 tonluk yük (kuvvet) sabit kaldığı halde deformasyonun artmaya devam ettiği ve eğrinin yatay bir durum aldığı görülmektedir.

Duvar 3 ton'a kadarki yük altında doğrusal olarak davranış göstermiş, bu yükten sonraki yükler altında duvarda deformasyonlar büyümeye başlamıştır. Yük artırıldıkça deformasyonlar artmıştır. 7.5 tonluk yük altında duvarda ortalama 6.5 cm. lik bir deformasyon meydana gelmiştir. Duvarı yıkmak için yükün artırılmasına devam edilmiş 9 tonluk yükten sonra duvar kalıcı deformasyon bölgesine girmiştir. Bu noktadan sonra duvarın yatay deformasyonunda çok artmıştır. Eğride görüldüğü gibi 13 cm. lik bir deformasyonda dahi 9.5 ton'a yakın bir yükü taşımaya devam etmiştir.

Uygulanan 8 tonluk yükten sonra taş bloklarda kopmalar, parçalanmalar ve dökülmeler meydana gelmiştir. Tip 1 duvardaki gibi ani göçmeler ve yığılmalar meydana gelmemiştir. 9 tonluk yüke karşı duvarın mukavemet göstermesi ve yıkılmaması duvarın hatıllı olması sonucudur. Hatıl duvar ile birlikte yüke karşı ortak çalışarak duvarın yanal yüke karşı mukavemetini artırmış ve belirli yük altında yıkılmasını ve göçmesini önlemiştir. Bu da duvarın düzlemine dik yüklere karşı bir yük-deformasyon gücü olduğunu göstermektedir.

Bu duvarın deneyi sırasında dikkati çeken önemli husus tatbik edilen yük artırıldığında ortalama 8 ton'a yaklaşıldığında duvarda en fazla deformasyon, hatılların mukavemetinin en az bölgesi olan eklem yerlerinde meydana gelmiştir. Eklem bölgesindeki çivilerde sıyrılmalar olmuştur. (Şekil 8) Eğer hatılların eklem bölgeleri daha dayanımlı yapılsa ve gerçekte olduğu gibi duvarın üstünde bir dökeme bulunsa idi duvar daha fazla yükü (kuvveti) daha az deformasyon yaparak taşıyabilecekti.

BETON HATILLI TAŞ DUVAR TİP 3 :

Deney duvarında Loader'in maksimum gücü olan 10 tonluk bir kuvvet (yük) tatbik edilmiştir. Bu yük altında duvarda önemli bir deformasyon meydana gelmemiş, ancak 1 mm'ye yakın bir deformasyon ölçülebilenmiştir.

YONU TAŞ DUVAR TİP 4 :

Şekil 4 te görülen duvara yükleme yapılmış ve yük Loader'in maksimum gücü olan 10 tona kadar artırılmaya çalışılmıştır. Deney sonunda duvarın tüm bölgesi yüke karşı ortak olarak davranış göstermiştir. Çatlaklar duvarın derz bölgelerinde meydana gelmiş ve taş bloklar arasında kaymalar görülmüştür. Şekil 9

Şekil : 7 deki yük-deformasyon eğrisinden görüldüğü gibi duvarda yaklaşık 0.5 santimetre civarında bir deformasyon yapması için toplam 7 tonluk eşit yaylı yük uygulanması gerekmiştir. Duvar bu yüke kadar (eğrinin A noktasına kadar) doğrusal davranış, yani deformasyonun yük ile orantılı olduğunu göstermiştir. Yük artırılmaya devam edilmiş, maksimum (B) noktasına geldikten sonra duvar, kalıcı deformasyon bölgesine girmiştir. Bu noktadan sonra duvarın taşıdığı yatay yük azalmış, ancak duvarın yatay deformasyonu çok artmıştır. Duvarın 9 santimetre yatay deplasman yapmış olması durumunda bile maksimum elastik yatay yük olan 7 tonun % 60 ı kadar (yaklaşık 4 ton) bir yükü taşımaya devam ettiği görülmüştür. Bu da duvarın düzlemine dik yüklere karşı bir yük, bir deformasyon gücü olduğunu göstermektedir.

Deney sırasında duvarın düzlemine dik yönde verilen yük artırılarak duvarın göçmesi istenmiş ancak kullanılan yükleme düzeninin azami yüküne (maksimum 10 ton) yaklaşılmasına rağmen duvar yıkılmamış şekil : 9 da görülen bir kemer biçimini almıştır. Bu durumda taş bloklar arasındaki sıkışma ve sürtünme ile duvar düzlemine dik gelen yükü taşımaktadır.

Deney sırasında yük tatbik edilen duvar temele mesnetli bir ankastre kirişe benzer durumundadır. Eğer duvarın üstünde bir betonarme plak olsa idi deney duvarı iki ucundan mesnetli bir basit kirişe benzer durumunda olacaktı ve çok daha büyük kuvveti (yükü) çok daha az deformasyon yaparak taşıyabilecekti. Bu bakımdan gerçek bir yapıda, temele oturan ve üstte betonarme tabliyesi olacak olan bu duvarda çok daha büyük yüke dayanım ve daha az deformasyon beklemek doğru olacaktır.

Ayrıca bu yonu taşlardan numuneler alınarak Laboratuvarlarda muayene ve deneyleri yapılmış (Basınç Dayanımı, Eğilmede Çekme Dayanımı, Özgül Ağırlık, Su Emme, Dona Dayanıklılık, Sürtünmeden Dolayı Aşınma, Darbe Dayanımı) sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Basınç Dayanımı Kgf/cm ²	Eğilmede çekme Dayanımı kgf/cm ²	Özgül Ağırlık gr/cm ³	Su Emme %	Dona Dayanıklılık	Sürtünmeden dolayı aşınma cm ³ /cm ²	Darbe dayanımı kg.cm/cm ³
115	32.4	1.6-1.9	18	% 5 ten fazla değil	24.10	Deneye tabi Numuneler Birinci Darbede parçalanmıştır.

C- DUVARLARIN YATAY KUVVETLER ALTINDAKİ DAVRANIŞLARI ve DEPREM KUVVETİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Taş duvar ile yapılan yapılarda deprem ve benzeri kuvvetler düşey duvarlar tarafından taşınmaktadır. Şekil : 10 da görüldüğü gibi duvara tatbik edilen yatay kuvvet (yük) altında, duvarlar (destek duvarlar ve temel) üç mesnete oturmuş giriş gibi davranmaktadır.

Duvarın kendi ağırlığı dışında, başka bir yükü olmadığından eksenel yüklerin (düşey yüklerin) tesiri altında değildir. Yatay kuvvet altında destek duvarlarında duvar düzlemlerine paralel reaksiyon (kesme) kuvvetleri meydana gelmektedir. Eğer duvarlara bir döşeme plağı yapılsa idi döşemenin belirli bir rijitliği nedeniyle yatay kuvvetler duvara belirli ölçülerde dağılılabilirlerdi.

Yatay kuvvetlerin (deprem v.b) etkisi ile destek duvarlarında oluşan reaksiyon (kesme) kuvvetlerinin, dayanım gücünün aşılması halinde dolu duvarlarda çekme çatlakları oluşacaktır. Ancak bu deneylerde bu tip çatlakların oluşmaması, destek (yan) duvarlarındaki kesme gerilmelerinin küçük olmasındandır.

Tip 1 duvarında 1.8 tonluk yük altında aniden göçmeler meydana gelmiş, Tip 2 duvarında, uygulanan 8 tonluk yük altında duvar bloklarında kopmalar, parçalanmalar ve dökülmeler meydana gelerek 9 ton yükten sonra kalıcı deformasyon bölgesine girmiştir. Tip 3 duvarında yatay kuvvetin gücü (maksimum 10 ton) reaksiyon (kesme) kuvvetin gücünü açmadığından duvarda gözle görülür bir deformasyon meydana gelmemiştir. Tip 4 duvarında ise 7.5 tonluk yük altında duvarın derz bölgelerinde çatlaklar meydana gelmiş (çatlaklar duvar çatlağı şeklinde değil, derz bölgelerinde taş blokların ayrılması şeklinde şekil : 9) ve taş bloklar arasında kaymalar görülmüştür. Yük artırılmaya devam edilerek duvarın yıkılmasına çalışılmış ancak duvar yıkılmayarak bir kemer biçimini almıştır. Bu durumda taş bloklar arasındaki sıkışma ve sürtünmeler duvar düzlemine dik gelen yükü taşımıştır. Şekil : 7 de görüldüğü gibi duvar, maksimum yatay yük altında deformasyon (yatay deplasman) yapmasına rağmen yaklaşık 4 tonluk yükü taşımaya devam etmiştir. Bu durum duvarın düzlemine dik yüklere karşı bir yük, bir reaksiyon gücü olduğunu göstermiştir.

Duvarlara döşemeler yapılsa ve duvara tatbik edilen yük deprem kuvvetleri olsa idi bu varsayımlar üzerinde duvarlar, meydana gelecek eğik çatlaklar ile zayıflayacak ve önceden taşıyabildiği düşey yükleri taşımayarak yıkılabilecekti. Deprem anında düşey yüklerde % 20-30 kadar bir artış ve azalış olmakta ve bu artış ve azalışlar tıpkı yatay kuvvetlerde olan yön değiştirme gibi deprem süresince devam eden dinamik yüklemenin bir özelliği olduğundan eğik çekme çatlaklarından sonra düşey basınç çatlakları da meydana gelecektir.

Depremlerde yapılara gelen kuvvetler tek yönlü olmadığından yapılar, her iki asal doğrultularında yatay kuvvetlerle aynı zamanda zorlanmaktadırlar. Bu durum özellikle yapıların köşelerinde iki yönden gelen duvarların kesiştikleri yerlerde gerilim birikimleri ortaya çıkmakta ve yapının köşelerinde duvarlar birbirlerini dışarıya doğru itmeye çalışarak yapıda hasarlar meydana gelmektedir. (Şekil : 10). Böyle bir hasarı önlemek için yığma yapıların köşelerine betonarme kolonların yerleştirilmesi veya köşelerin yuvarlak yapılması uygun görülmektedir.

Duvarların Statik Yatay Kuvvet Katsayıları :

Taş duvarlarda düzlemlerine paralel yatay kuvvet tatbik edildiğinde duvarlarda yüke karşı deformasyonların başladığı andaki

yükün (kuvvetin), duvarın ağırlığına oranı, duvara gelen statik yatay kuvvet katsayısı olarak belirtilmiş ve formüle edilmiştir.

$$C = \frac{F}{W}$$

C = Statik Yatay Kuvvet Katsayısı

F = Duvara Tatbik Edilen Yük (kuvvet)

W = Duvarın Ağırlığı

Bu formüle göre tip duvarların statik yatay kuvvet katsayılarının hesabı :

Kabuller :

Kireç taşın özgül ağırlığı 2.55 gr/cm³

Yonu " " " 1.70 gr/cm³

Yükler (kuvvet) olarak, 1 cm deformasyondaki yük, 2 cm deformasyondaki yük ve maksimum yük alınmıştır.

Tip 1 Duvar :

F = 1.8 ton (duvarı yıkmak için tatbik edilen max yük)

W = 30.14 ton (duvarın toplam ağırlığı)

$$C = \frac{F}{W} = \frac{1.8}{30.14}$$

C = 0.059

olarak bulunur.

Diğer tip duvarların (Tip 2, Tip 3, Tip 4) statik yatay kuvvet katsayıları aynı yöntemle hesaplanarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Duvar Tipleri	1 cm Deformasyon			2 cm Deformasyonda			Max Deformasyonda		
	F	W	C	F	W	C	F	W	C
1	0.8	30.14	0.003	1.1	30.14	0.036	1.8	30.14	0.059
2	2.5	30.14	0.082	4.0	30.14	0.13	9.0	30.14	0.30
3	Bu tip duvar deney düzeninin max yükü olan 10 tonda deformasyon yapmamıştır.								
4	7.5	20.08	0.37	7.0	20.08	0.35	7.5	20.08	0.37

Bu tablodan duvarların yatay kuvvetlere (yüklere) dayanabildiği görülmekte isede bu duvarların gerçek bir depremde ne kadar bir statik yatay kuvvete zorlandıkları bilinmemektedir. Bu sebeple deneyleri yapılan duvarlarda yüksek bir yatay kuvvet katsayılarının bulunması bu duvarların gerçekte emniyetli olduğunu göstermez. Deprem kuvveti yönünden gerçeğe yakın olması için bu duvarların

titreşim tablası üzerinde deneyleri yapılarak gerçek depremlerin iyme kayıtları altında duvarların davranışlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Duvarların Rijitlikleri :

Yatay kuvvetler (yükler) duvarlara tatbik edildiğinde duvarlarda bir deplasman olacaktır.

Bu tanımdan hareketle (Δ) yatay deplasmandan dolayı mesnetlerde meydana gelen kuvvet (F),

$$F = k \cdot \Delta$$

şeklinde formüle edilir.

Bu formüle göre duvarların rijitlikleri, formülden çıkarılan katsayı (k) ile tanımlanarak hesaplanır.

$$k = \frac{F}{\Delta}$$

Kabuller :

F = Duvarlara tatbik edilen max kuvvet (yük) (ton)

Δ = Max yük altında duvarların deformasyonu (cm)

Tip : 1 Duvarın Rijitlik Katsayısı

$$k = \frac{F}{\Delta} = \frac{1.8}{5.5} = 0.33 \text{ ton/cm}$$

$$k = 0.33 \text{ ton/cm}$$

olarak bulunur.

Diğer tip duvarların rijitlik katsayıları aynı yöntemle hesaplanarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Duvar Tipleri	MAK YÜK (F) TON	DEFORMASYON (Δ) cm	RİJİTLİK KATSAYISI $k = F/\Delta$
1	1.8	5.5	0.33
2	9.0	8.8	1.03
3	Hesaplanmadı		
4	7.5	1.0	7.5

D- DUVARLARIN MALİYET ANALİZİ

Test uygulamaları yapılan dört tip duvarın maliyetlerinin belirlenmesinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 1985 yılı İnşaat Birim Fiyatları ile Raiçlerinden faydalanılmıştır. Taş duvarların birim fiyatı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Geleneksel Taş Duvarın (TIP 1) Maliyeti

CİNSİ	ÖLÇÜ BİRİMİ	MIKTAR	BİRİM FİYATI (TL)	TUTARI (TL)	BÖLÜM TOP. TL.
MALZEME :					
Taş	3 m ³	1.25	976.82	1.221.-	
Harc (Toprak-Su karışımı)	3 m ³	0.33	1000	330.-	1551.-
İŞÇİLİK :					
Duvarcı ustası	sa	1.50	272	408.-	
Duvarcı yardımcısı	sa	1.50	191	287.-	
Düz işçi	sa	3.00	179	537.-	
İnşaat yerindeki yatay ve düşey taşıma boşaltma karşılığı düz işçi					
		2.50	179	448.-	
Malzeme ve işçilik tutarı					
				1680.-	
Sablön çalışma sehası ve malzeme indirme tertibatı karşılığı					
		% 3		3231.-	
1 m ³ FİYATI					
				97.-	
3.328.-					

Geleneksel Ahşap Hatıllı Taş Duvar (TİP 2) Maliyeti

CİNSİ	ÖLÇÜ BİRİMİ	MİKTAR	BİRİM FİYATI (TL)	TUTARI (TL)	BÖLÜM TOP. TL
MALZEME :					
Taş	3 m ³	1.25	976	1221.-	
Harc (Toprak-Su karışımı)	3 m ³	0.33	1000	330.-	
Ahşap	3 m ³	0.05	65.000	3250.-	
Çivi	kg	1.00		150.-	4951.-
İŞÇİLİK :					
Duvarcı ustası	sa	1.50	272	408.-	
Duvarcı Yardımcısı	sa	1.50	191	287.-	
Düz işçi	sa	3.00	179	537.-	
inşaat yerindeki yatay ve düşey taşıma boşaltma karşılığı düz işçi					
	sa	2.50	179	448.-	
Malzeme ve işçilik Tutarı				1680.-	
				<u>6631.-</u>	
Şablon, çalışma sehbası ve malzeme indirme tertibatı karşılığı				199.-	
1 m ³ FİYATI				6830.-	

Beton Hatırlı Taş Duvarın (TİP 3) Maliyeti

CİNSİ	ÖLÇÜ BİRİMİ	MIKTAR	BİRİM FİYATI	TUTARI	BÖLÜM TOPLAMI
MALZEME :					
Taş	m ³	1.20	976.82	1172	
Harc	m	0.33	6603.-	2179	
Demirli beton (B160) hatırlı	m ³	0.30	12.704	3811	
İŞÇİLİK :					7162
Duvarcı ustası	sa	1.50	272	408	
Duvarcı yardımcısı	sa	1.50	191	287	
Düz işçi	sa	3.00	179	537	
İnşaat yerindeki yükleme yatay ve düşey taşıma karşılığı düz işçi	sa	2.50	179	448	
					1680.-
Malzeme ve işçilik tutarı					8842.-
Şablon, çalışma sehbası ve malzeme indirme düzeni karşılığı		% 3			265.-
	1 m ³				9.107.-

Yonu Taş Duvarın (TİP 4) Maliyeti

CİNSİ	ÖLÇÜ BİRİMİ	MİKTAR	BİRİM FİYATI	TUTARI	BÖLÜM TOPLAMI
MALZEME :					
Taş	m ³	1.00	9705	9705	
Harc	m ³	0.20	6603	1321	
İŞÇİLİK :					11026.-
Duvarcı ustası	sa	6.00	272	1632	
Düz işçi	sa	4.00	179	716	
İnşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma boşaltma karşılığı düz işçi	sa	3.00	179	537	
Malzeme ve işçilik tutarı					<u>2.885.-</u>
Şablon, çalışma sehbası ve malzeme indirme düzeni karşılığı	% 2				<u>13.901</u>
1 m ³ FİYATI					278.-
					14.179.-

Taş Duvarların Birim Fiyatı

DUVAR TİPİ	ÖZELLİĞİ	BİRİMİ	BİRİM FİYATI (TL)
1	Geleneksel	m ³	3.328.-
2	Ahşap Hatıllı	m ³	6.830.-
3	Beton Hatıllı	m ³	9.107.-
4	Yonu	m ³	14.179.-

SONUÇ ve ÖNERİLER :

Türkiye'nin kırsal bölgelerindeki konutların yapımında yöresel ve geleneksel malzeme olarak doğal ve yapay taşlar kullanılır. Bu yörelerdeki yapılarda doğal taş kullanımı oldukça yaygın olduğundan ülkemiz şart ve imkanlarına uygun taş türlerinden gerçek bo-yutta dört tip duvar, deney için yapılmıştır.

Bu duvarların dış etkilere karşı davranış ve deformasyonlarını gözlemek, statik yükler altında etkilenmelerini ölçmek ve taş duvarların yapılarda yapı elemanı olarak kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla gözlem, deney ve araştırma çalışmaları yapılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1- Geleneksel Taş Duvar (Tip 1), Duvar Toprak-Su karışım harçlı ve hatılsız olması nedeniyle hava koşullarından oldukça fazla etkilenerek sonbahar ayında yağın yağmurlar ile deformasyonlar başlamıştır. Bu deformasyon sonucunda duvarın gücü azalarak, duvarın bazı bölgelerinde göçmeler olmuştur. Test uygulamaları yapılmak üzere duvarın göçen bölgeleri sonradan onarılmıştır.

2- Geleneksel Ahşap Hatıllı Taş Duvar (Tip 2), Duvar toprak-su karışımolu harçlı ve ahşap hatıllı olarak yapılmıştır. Ancak hatıllı olması nedeniyle duvarda dış etkilerden ve atmosfer ile olan ilişkilerinden görülür bir deformasyonlar meydana gelmemiştir. Test'e tabi tutulduğunda tatbik edilen yüke karşı tip 1 duvarından şekil : 7 deki yük-deformasyon eğrisinde görüldüğü gibi daha yüksek bir dayanım göstermiştir.

3- Beton hatıllı taş duvar Tip 3, duvar zemin oturmalarından, dış etkilerden ve deney düzeninin kapasitesi olan 10 tonluk yük (kuvvet) uygulandığında yükten dolayı etkilenmemiş ve deformasyonlar meydana gelmemiştir.

4- Yonu taş duvar tip 4, duvarın atmosfer ile olan ilişkileri ve zemin oturmaları nedeniyle her hangi bir deformasyon oluşmamıştır. Uygulanan test sonunda duvarın tüm bölgesi yüke karşı ortak çalışarak, 7 ton yüke kadar yük ile deformasyon artışları orantılı olmuş, 7 ton yükten sonra duvar kalıcı deformasyon bölgesine girmiştir. Deney sırasında yük artırılarak duvarın göçmesi istenmiş ancak, duvar yıkılmayarak kemere benzer bir şekil almıştır.

5- Tip 2 duvar, tatbik edilen yüke (kuvvete) ve dış etkilere karşı dayanımlı ve ekonomik olması nedeniyle çevre şartlarına uygun ve duvar yapım yöntem ve kurallarına bağlı kalmak koşulu ile yağın bina yapımında kullanılabilir. Tip 1 duvar hatılsız olduğundan binalarda kesinlikle kullanılmamalıdır. Binalarda kullanılacak olan taş duvarlar, ölçülerine uygun olarak hatıl ve lentolarla donatılmalıdır.

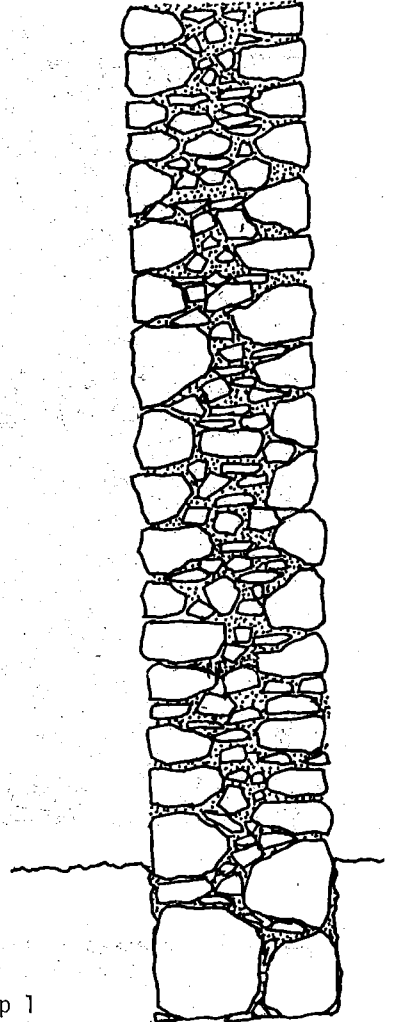
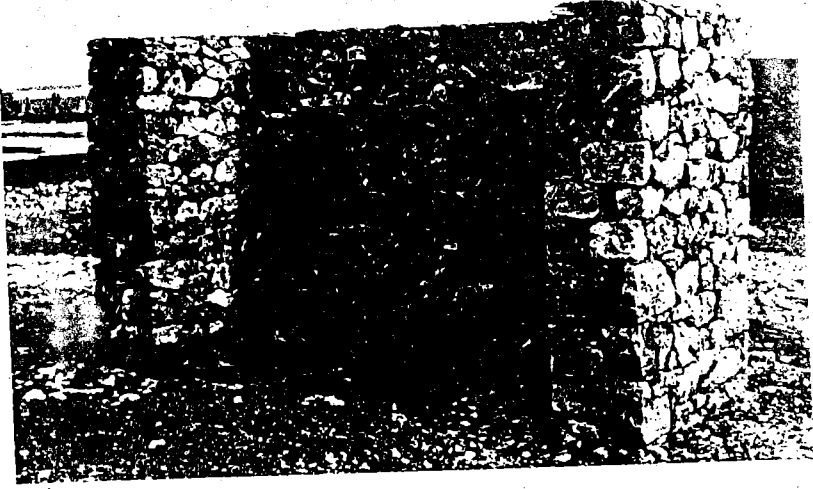
6- Tip 4 duvarında kullanılan andezit (volkanik tüf) türü taşların su emme oranlarının fazla olması nedeniyle duvar yapımında kullanılan harcın hidrotasyonu için gerekli olan suyunu emerler. Bu taşları bu özelliklerinden dolayı duvar yapımında kullanırken suya doymuş hale getirilmelidir.

7- Tip 4 duvarında kullanılan volkanik tuf türü taşlar, hava ile temasta sertleşmesi, su emme oranının fazla olması, basınç, eğilme ve çekme dayanımlarının az olması özellikleriyle yapıların temel duvarlarında kullanılmamalıdır. Eğilme, çekme ve basınç dayanımları yüksek sert andezit türü yonu taşlar yığma yapılarda taşıyıcı duvar olarak kullanılabilirler.

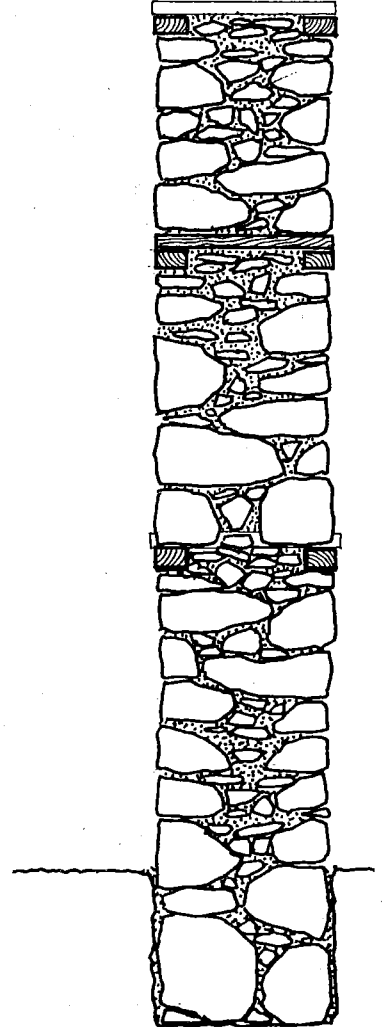
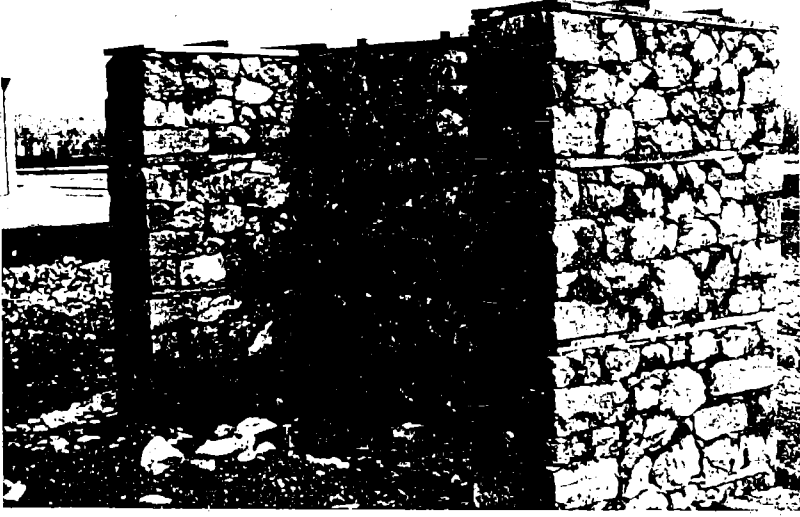
8- Deneyle yapılan tıp duvarlarda, yatay yüklerin tatbiki sonunda duvarların bu yatay yüklere karşı dayanabildiği görülmekte isede bu duvarlar gerçek deprem yüklerine karşı zorlanacaktır. Bu sebeple duvarların, deprem kuvveti yönünden davranışlarının ve dayanımlarının gerçeğe yakın bir şekilde ölçülmesi için titreşim tablası üzerinde deneylerin yapılması gereklidir. Bu çalışmalarda ayrıca yapılacaktır.

KAYNAKLAR

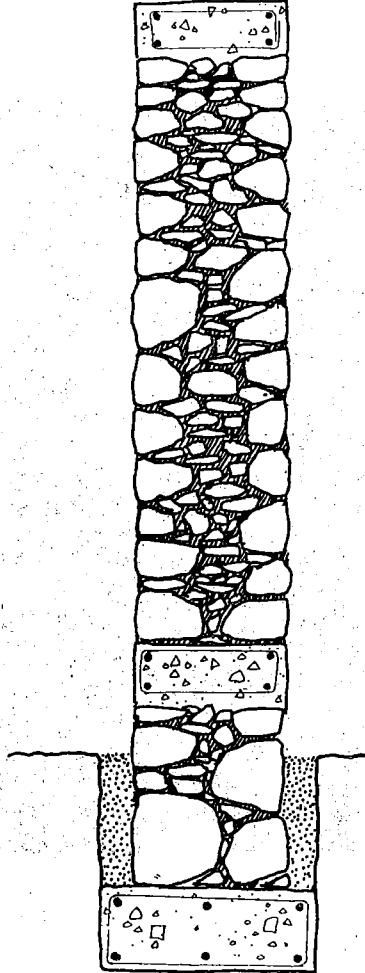
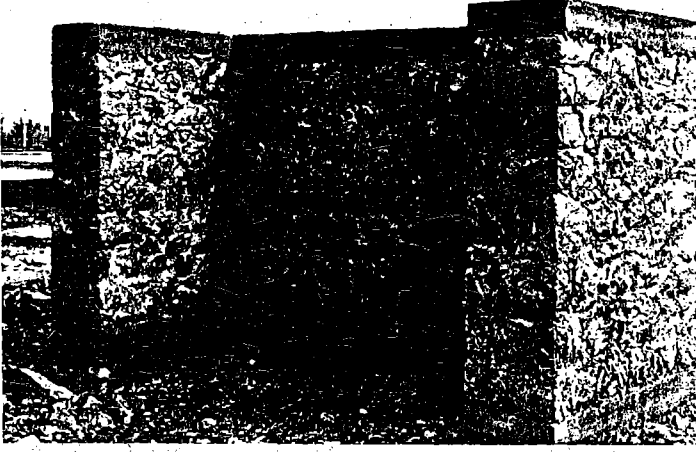
- 1- A Fuat Berkmen "Yapı Elemanları,, İ.T.O. 1962
- 2- N. Bayülke "Yığma Yapılar,, İmar ve İskan Bakanlığı Ankara 1980
- 3- T. Özmen - T. Nar "Nevşehir Taşları,, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Ankara 1984
- 4- TS 2510 "Kağır Duvarlar Hesap ve Yapım Kuralları,, Nisan 1977
- 5- TS 2515 "Kerpiç Yapılar ve Yapım Kuralları,, Şubat 1977
- 6- "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,, İmar ve İskan Bakanlığı Temmuz 1975
- 7- TS 1262 "Sıva Yapım Kuralları (Bina İç Yüzeylerinde Kullanılan) Haziran 1974
- 8- TS 1431 "Dış Sıvalar Yapım Kuralları,, Nisan 1974
- 9- TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları,, Haziran 1979
- 10- Genel Fiyat Analizi "Bayındırlık Bakanlığı,, 1971



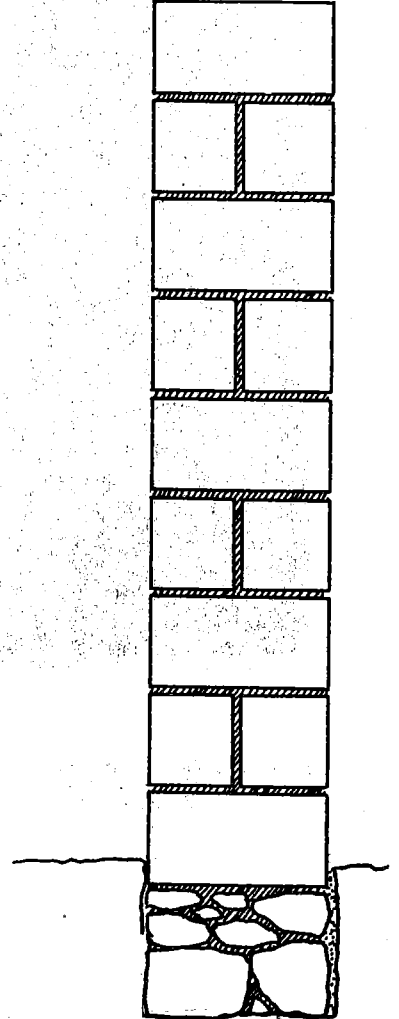
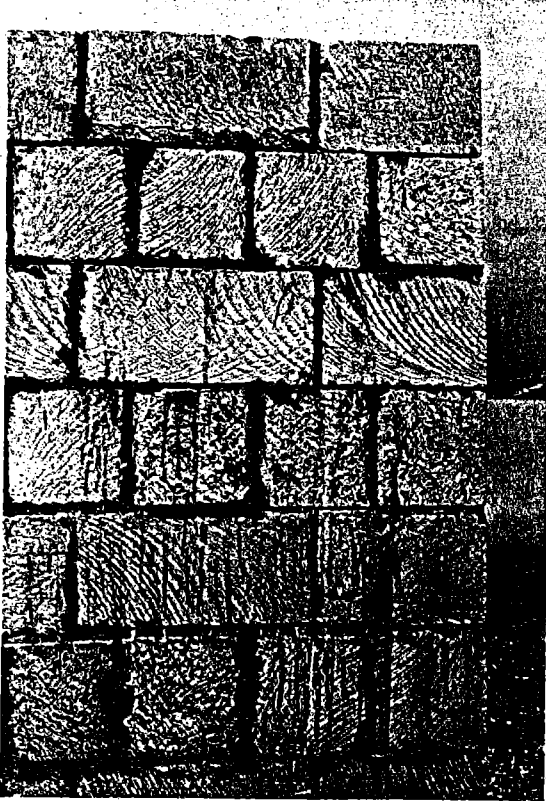
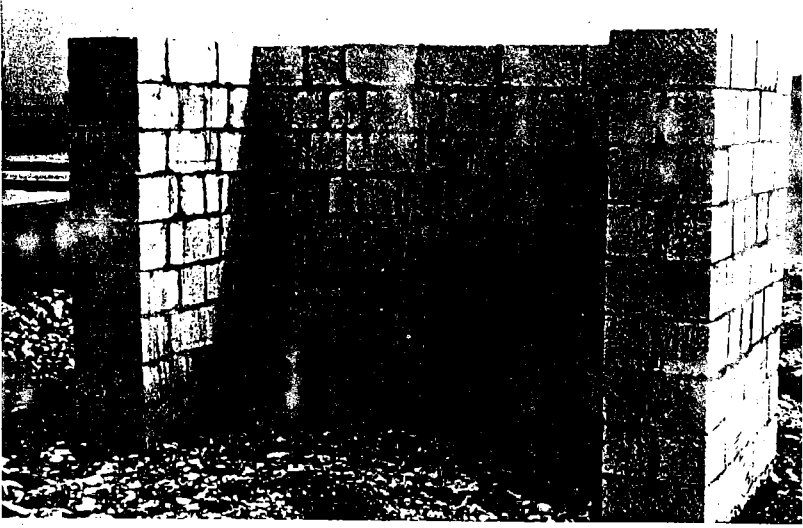
Şekil 1 : Geleneksel Taş Duvarın Görünüşü Tip 1



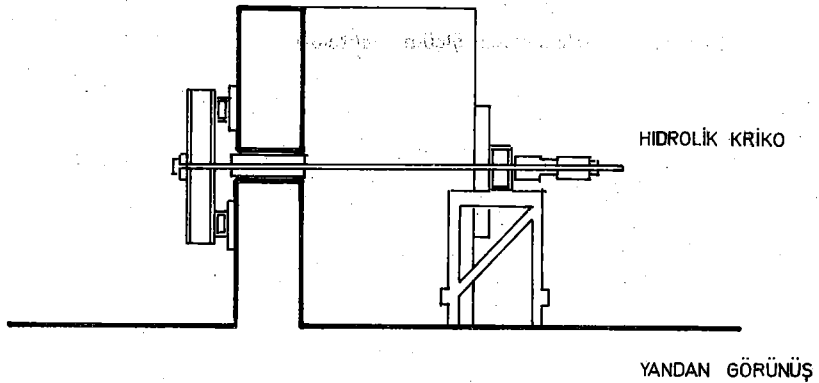
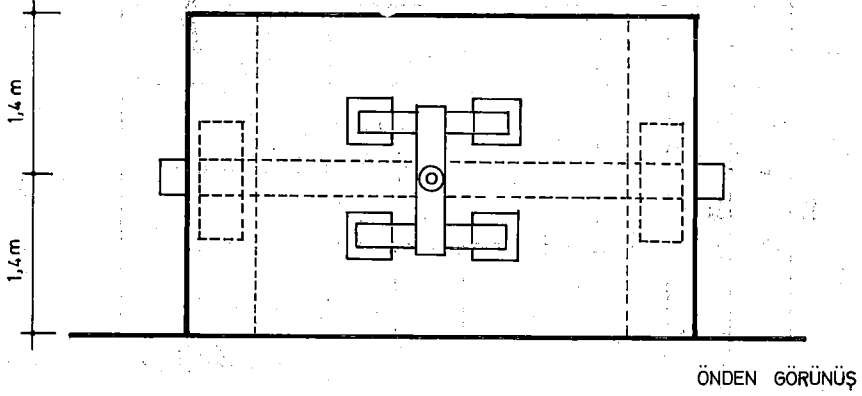
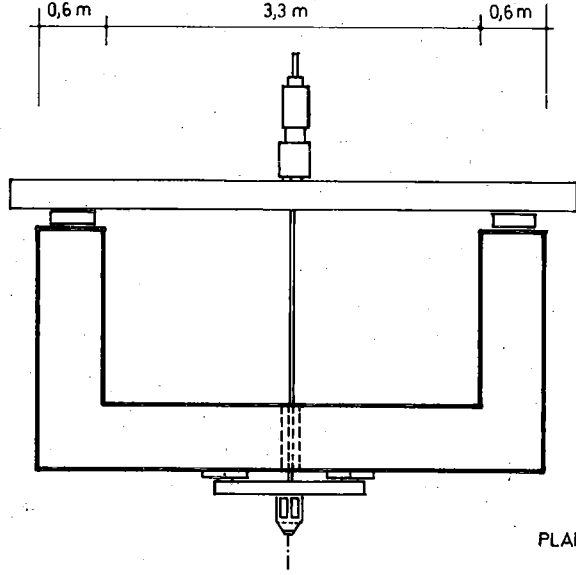
Şekil 2 : Geleneksel Ahşap Hatıllı
Taş Duvarın Görünüşü Tip 2



Şekil 3 : Beton Hatıllı Taş Duvarın Görünüşü Tip 3

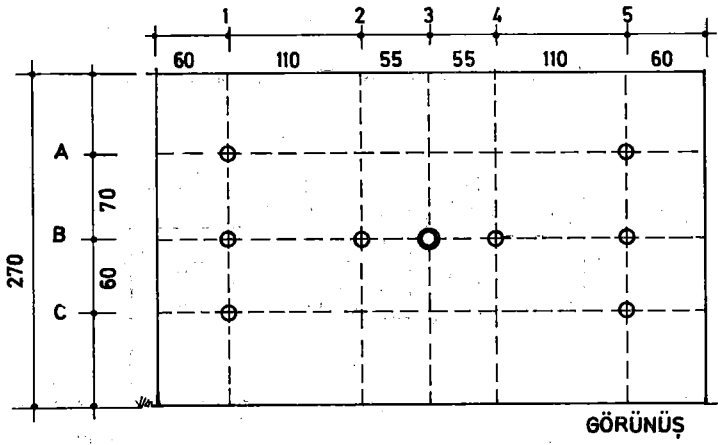
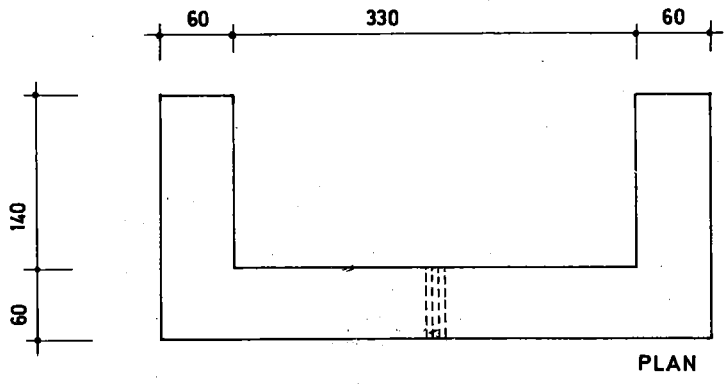


Şekil 4 : Yonu Taş Duvarın Görünüşü Tip 4

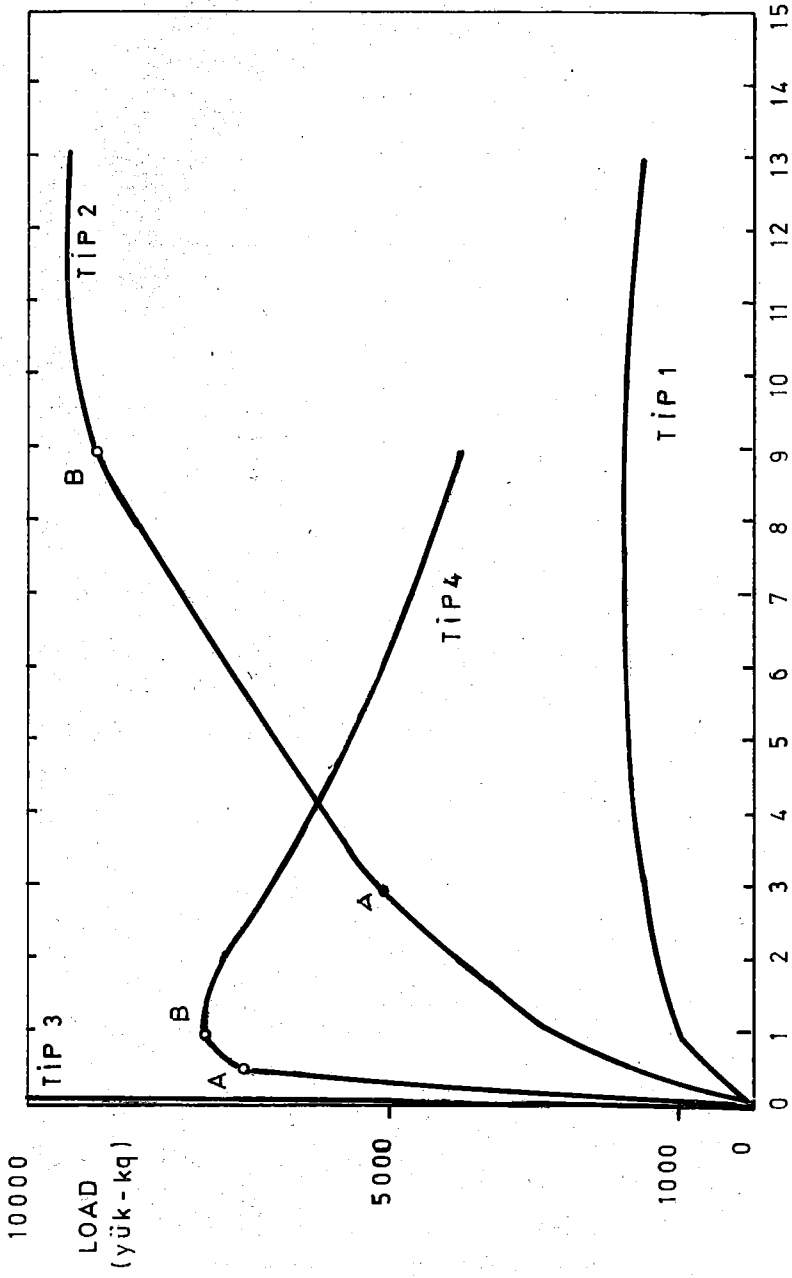


ŞEKİL: 5

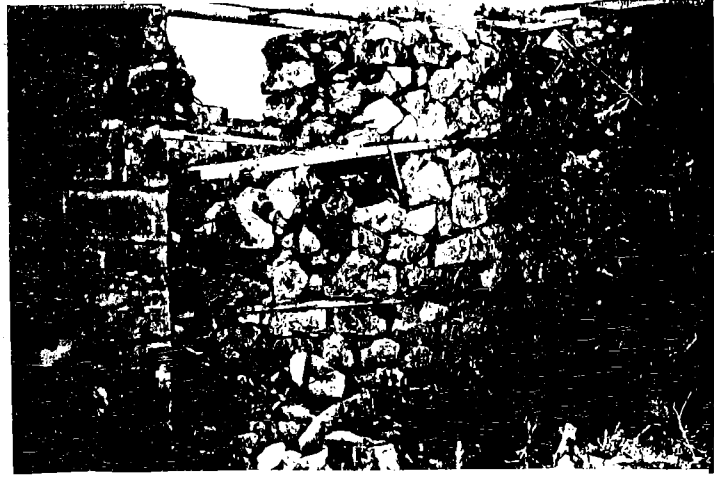
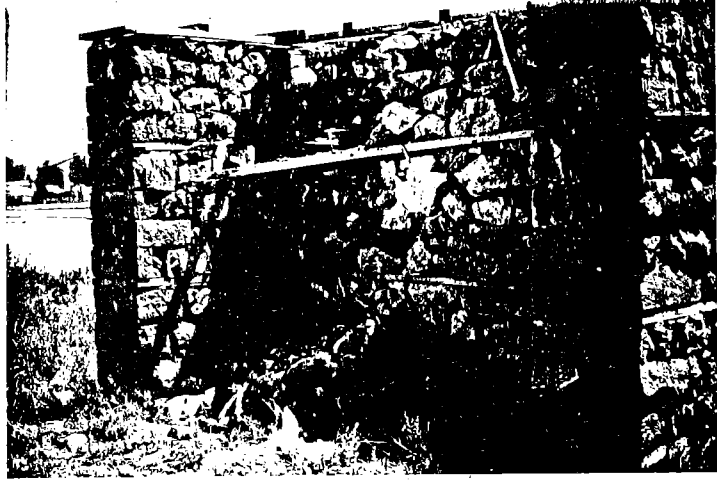
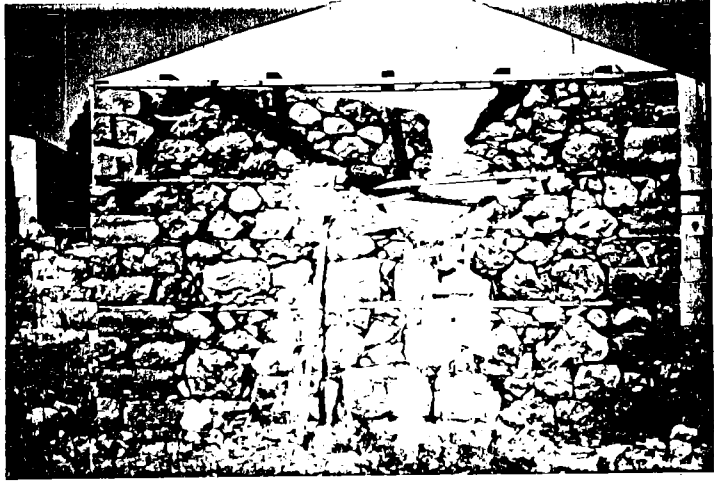
DENEY DÜZENİ



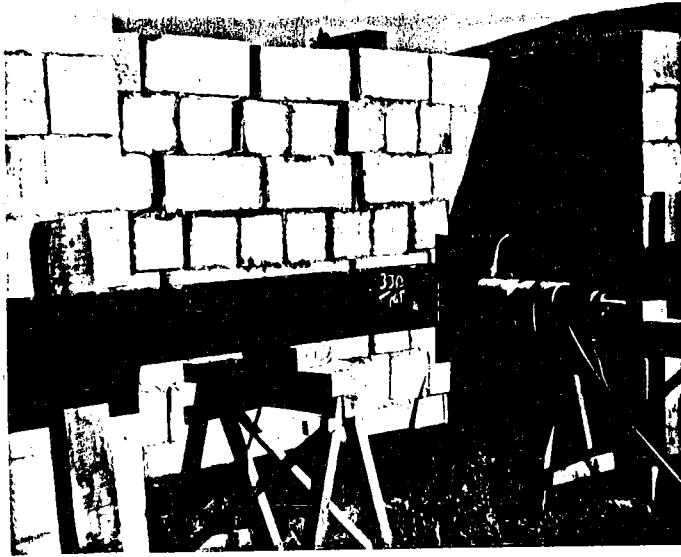
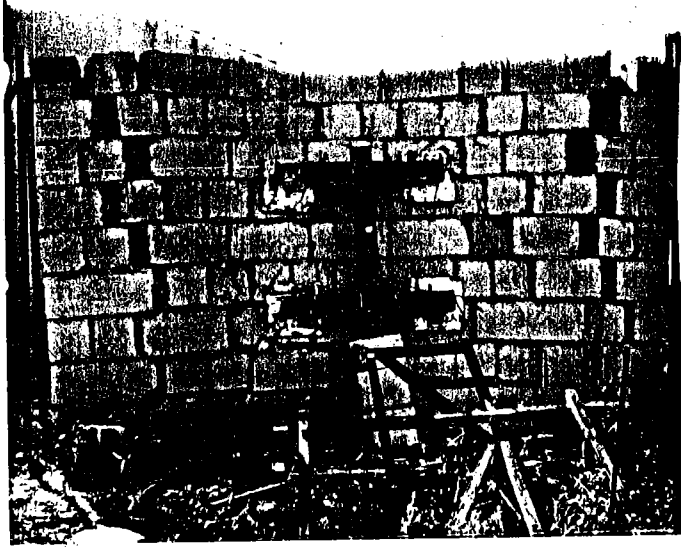
ŞEKİL:6 Deformasyon ölçüm noktaları



ŞEKİL: 7 YÜK- DEFORMASYON EĞRİSİ DEFORMASYON (cm)

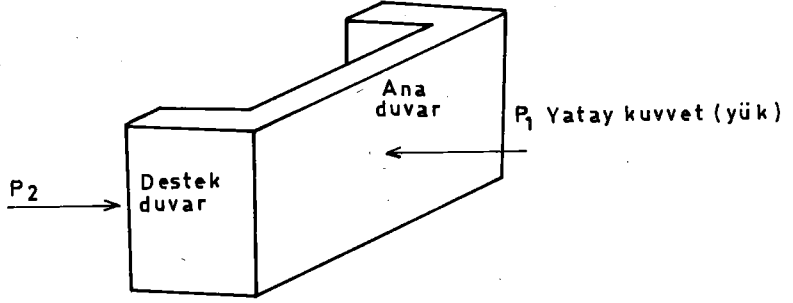


Şekil 8 : Deney Sonunda Tip 2 Duvarda Meydana Gelen Deformasyon

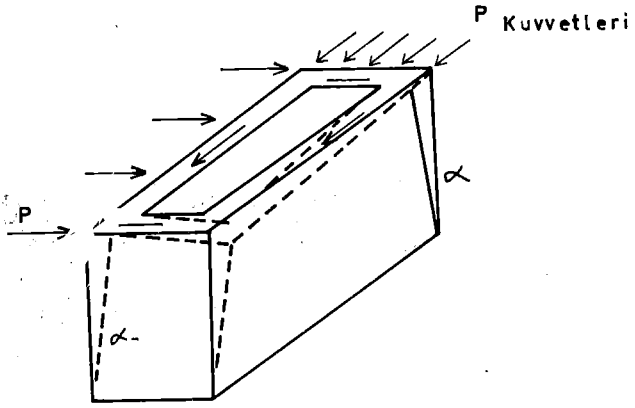


Şekil 9 : Deney Sonunda Tip 4 Duvarda Meydana Gelen Deformasyon

Şekil: 10



(a)



(b)

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Dökümantasyon Merkezi (TÜRDOK)' nden alınan bir yazıda, Türk bilim adamlarının çalışmalarını bilgisayar ortamında depolamak ve gerektiğinde bu bilgilere erişebilmek amacıyla bir "Bilimsel ve Teknik Veri Tabanı" oluşturulacağı belirtilerek, süreli yayınlardan seçilecek makale, toplantı bildirileri, rapor ve tezlerin, anılan Veri Tabanı kapsamına alınabilmesi için, sözkonusu yazılara ait "TUBİTAK ÖZ (Abstract) Hazırlama Kılavuzu"na uygun olarak Türkçe ve İngilizce öz hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir.

Bu nedenle, Bültenimize yazı gönderecek sayın ilgililerden, aşağıda örneği sunulan formata uygun olarak yazacakları Türkçe ve İngilizce özleri de yazıları ile birlikte göndermelerini diliyoruz.

ÖZ (ABSTRAKT) HAZIRLAMA KILAVUZU

1. KILAVUZUN AMACI

Bu kılavuz, TÜBİTAK/TÜRDOK'un geliştirdiği Bilimsel ve Teknik Veri Tabanı için İngilizce ve bilgi veren öz (informative abstract) yazarken uyulması gereken kuralları belirlemek, ayrıca araştırmacılara ve yazarlara yayınlarına öz hazırlamada yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır.

2. ÖZÜN TANIMI

Kılavuzda "öz" terimi, özü hazırlayanlar tarafından (yazar yada abstraktör) bir belgenin içeriğinin eleştiri ve yorum katılmadan bazı kurallara uyularak özetlenmesi anlamında kullanılmıştır.

3. ÖZÜN AMACI VE NİTELİĞİ

- Özün amacı, bir belgede işlenen konuların ana noktalarını ortaya çıkarmaktır.
- Özde, çalışmanın amacı, kapsamı, yöntemi, yapılan gözlemler, uygulamalar, bulgular, okuyucuya aslını inceleyip incelememe hususunda karar verdirebilecek açıklıkta yazılmalıdır.
- Öz, bilgisayar aracılığı ile yayın taraması yapılmasına olanak sağlayacak nitelikte olmalıdır.
- Aslının el altında bulunmadığı durumlarda, belgenin yerini tutacak derecede yeterli bilgi içermelidir.

4. ÖZÜN UZUNLUĞU

Özü hazırlanan belgenin uzunluğuna bağlı olarak, en az 100, en fazla 250 sözcükten oluşmalıdır.

5. ÖZÜN YAPISI

Bilgi veren özde bulunması gereken öğeler şunlardır:

5.1. Amaç

Eserin başlığından açıkca anlaşılmadığı takdirde çalışmanın amacı ve kapsamı özde belirtilmelidir.

5.2. Yöntem ve Materyal

Çalışmada uygulanan temel yöntemler, yeni teknikler, yapılan işlemler ve kullanılan materyal özetlenmelidir.

5.3. Bulgular

Çalışmada, ortaya konulan önemli bulgular özde mutlaka belirtilmelidir.

5.4 Sonuç

Çalışmanın amacı, yapılan öneriler, bulgular ve değerlendirmelerle bağlı olarak çıkarılan sonuçlar özde verilmelidir.

Bu öğelerin sırası genel olarak bir belgenin sunuluşundaki sıradır. Kullanıcıların gereksinmelerine göre, özde bu öğelerin sırası değişebilir. Yani önce sonuç, sonra bulgular, yöntem ve materyal kaydedilebilir.

6. ANLATIM BİÇİMİ

6.1. Paragraf ve Cümle Yapısı

Öz, bir paragraftan oluşmalıdır. Cümleler kısa fakat dilbilgisi kurallarına uyularak kurulmalıdır. Devrik yada telgraf ifadesine kaçan cümlelerden kaçınılmalıdır. Gereken yerlerde "a", "and", "the" gibi harfi tarifler mutlaka kullanılmalıdır.

6.2. Giriş Cümlesi

Özün giriş cümlesi, eser adının tekrarı olmamalı ve mümkün olduğunca anlama katkısı bulunmayan, aşağıdaki ibarelerle başlamamalıdır:

- "This thesis. . . ."
- "This research work"
- "This paper considers"
- "This paper traces"
- "This article is a report on"
- "This paper takes a brief look at"
- "In this research"
- "In this study"
- "The authors studied"
- "The authors show"
- "The paper includes"
- "It is the authors belief that"

İyi bir giriş cümlesi, belgenin konusunu özetlemelidir.

Örnekler:

- *Mackintosh Dam is a concrete decked rockfill dam of 75m height and 470 m crest length, containing 926,670m³ of quarried rock.*
- *Quality Control Circles (OCC) have become a popular remedy to productivity problems.*
- *Coal use is expected to increase substantially in many parts of the world during the next few decades.*
- *Leakage is a major problem with every form of fluid power.*
- *The passanger car of the future will have to meet the demands for less energy consumption, lower exhaustgas emissions, lower noise levels, more safety for occupants and other traffic-mix constituents.*
- *In a world suffering from inflation and fossil fuel depletion, hydropower offers stable prices and permanence.*

6.3. Fiil Zamanları

Değişik bir zamanda anlatma zorunluluğu olmadıkça bütün fiillerde aynı zaman kullanılmalıdır.

- Bir işlemi anlatırken geçmiş zaman,

Örnek:

"The mixture was distilled".

- Çalışmayı özetlerken, grafik ve şekilleri anlatırken geniş zaman,

Örnek:

"The rate of catalysis increases with the temperature".

- Analitik işlemlerle ilgili direktifler için emir kipi kullanılmalıdır.

Örnek:

"Dissolve with aqua regia and then evaporate the solution".

6.4. Etken, Edilgen Fiiller ve Üçüncü Şahıs

Açık, kısa bir anlatım sağlamak için etken fiil kullanılmalıdır. Bununla birlikte eylemin vurgulamak istendiği durumlarda edilgen fiil kullanılabilir.

Örnek:

- *"Iron -containing bauxites sweeten gasolines in the presence of the air"*

• *"The relative adsorption coefficients of ether, water, and acetylene were measured by"*

Anlamda karışıklık yaratmadıkça üçüncü şahıs kullanımı tercih edilmelidir.

6.5. Terminoloji

Bilgisayarla yapılacak yayın taramalarında özişlerden de yararlanılacağından, çalışmada geçen teknik terimler ve anahtar sözcükler özde mutlaka kullanılmalıdır. İlgili bilim dalında ilk kez kullanılan terimler, tanımı ile birlikte verilmelidir.

6.6. Kısaltmalar

Kısaltma, kısaltılmış ad, sembol ve ölçü birimleri için uluslararası standartlar uygulanmalı, özel isimler kısaltılmamalıdır.

6.7. Yazım Kuralları

İngilizce yazım kuralları için "Webster's" sözlüklerinden, Türkçe yazım kuralları için "Yazım Klavuzu"ndan yararlanılmalıdır.

Not: Dilin yapısından kaynaklanan özellikler dışında, bu Kılavuz Türkçe özler için de geçerlidir.

DEPREM ARAŞTIRMA BÖLTENİ
YAYIN KOŞULLARI

1. BÖltene gönderilecek telif ve tercüme yazıların :
 - a) Depremle doğrudan doğruya, ya da dolaylı yoldan ilgili olması,
 - b) Bilimsel ve teknik bir değer taŐıması,
 - c) Yurt içinde daha önce başka bir yerde yayınlanmamıŐ olması,
 - d) Daktilo ile ve kağıdın yalnız bir yüzüne en az iki nüsha olarak yazılmıŐ bulunması,
 - e) Őekillerin aydınger kağıdına ini mürekkebi ile çizilmiŐ olması,
 - f) Fotoğrafların net ve kliŐe alınmasına müsait bulunması gerekmektedir.
2. Telif araştırma yazılarının baŐ tarafına araŐtırmanın genel çerçevesini belirten en az 200 kelimeelik İngilizce, Fransızca ya da Almanca bir zet konulmalıdır.
3. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı mensubu elemanlar tarafından hazırlanan ve telif ya da tercüme creti ödenerek yayınlanacak olan yazıların, mesai saatleri dışında hazırlanmış olduğu yazan derleyen, ya da evirenin 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 yayımlanacak yazılara, "Kamu Kurum ve KuruluŐlarınınca denecek Telif ve İŐlenme cretleri Hakkında Yönetmelik", esaslarına göre ücret ödenir.
6. Yazılarda bulunan Őekiller için, gerekli olan asđari alanda bulunabilecek kelime sayısına göre ücret taktir edilir.
7. Yazıların bültende yayınlaması Genel Müdürlüğümüz bünyesinde teŐekkül eden Uzmanlar Kurulu'nun kararı ile olur.
8. Semeyi yapacak Uzmanlar Kurulu 5. maddede sözü edilen asđari alanları hesaplamaya, yazı sahiplerine gereksiz uzatmaların kısaltılmasını teklif etmeye, verilecek ücrete esas teŐkil edecek kelime sayısını tesbit etmeye ve yazıların yayın sırasını tayine yetkilidir.
9. Kurulca incelenen yazıların bültende yayınlanıp yayınlanmayacağı yazı sahiplerine yazı ile dyurulur.

10. Yayınlanmayacak yazılar bu duyurudan sonra en geç bir ay içinde sahipleri tarafından geri alınabilir. Bu süre içinde alınmayan yazıların korunmasından Genel Müdürlüğümüz sorumlu değildir.
11. Yayınlanan yazılardaki fikir, görüş ve öneriler tamamen yazarlarına ait olup, Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğünü bağlamaz ve Genel Müdürlüğümüzü resmi görüşünü yansıtmaz.
12. Diğer kuruluşlar ve Bakanlık mensupları tarafından bilgi, haber tanıtım vb. gibi nedenlerle gönderilecek not ve açıklamalar, ya da bu nitelikteki yazılar için ücret ödenmez.
13. Genel Müdürlüğümüz mensupları Genel Müdürlükçe kendilerine verilen görevlere ait çalışmalardan ötürü her hangi bir telif ya da tercüme ücreti talep edemezler.

D Ü Z E L T M E

<u>Sayfa</u>	<u>Paragraf</u>	<u>Satır</u>	<u>Yanlış</u>	<u>Doğru</u>
6	1	5	Feoloji	Jeoloji
14	1	6	ile	de
18	3	8	yeriyod	periyod
19	4	9	büyükmektedir	büyütmektedir
24	5	2	Canditions	Conditions
29	Şekil-8	-	2 ₁ /R	1/R
35	Şekil 20		ZEMENLER	ZEMİNLER
44	3	5	doğu	doğru
50	-	9	Konferensından	Konferansından
62	-	8	San Fernanda	San Fernando
64	-	14	Manyetutellurik	Manyetotellurik
69	2	5-6	gelmiştir	geldiği tespit edilmiştir.
71	2	5	orantılık	orantı
71	2	5	kayıp olur.	kaybolur.
75	Son paragraf	3	Raiçlerinden	Rayiçlerinden
81	8	4	taşları	taşlar
82	2	2	sonunda	sonucunda