



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

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

40



Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

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



Ocak [January] / 1983
Cilt [Volume]: 10

Sayı [Issue]: 40

İÇİNDEKİLER [INDEX]

Sayfa [Page]

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Güney Kaliforniya'da Deprem Sezinlemelerinde Manyetotellürik Yöntem
[Magnetotelluric Method in Earthquake Prediction Studies at the
Southern California Test Site]

Ahmet ERCAN 5-37

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Yapıların Deprem Hesapları Üzerine Bir Uygulama Örneği, Türk
Deprem Yönetmeliği ile yeni DIN 4149 (Nisan 1981) karşılaştırılması
[An Application Example on Earthquake Calculations of Structures
(Comparison of Turkish Earthquake Code with the New Din 4149 (April
1981))]

İbrahim E. LEYLEK 38-64

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Kandilli Rasathanesi Deprem Ağı için Yerel Magnitüd Denklemlerinin
Saptanması [Determination of Local Magnitude Equations for the
Kandilli Observatory Earthquake Network]

Kadriye SEVİMAY 65-82

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Depreme Dayanıklı Hastane Tasarımı [Earthquake Resistant Hospital
Design]

Sertaç KÖSE 83-104

Fikret KURAN
İnz. Müh.

**DEPREM
ARAŞTIRMA
BÜLTENİ**

40

**DEPREM
ARAŞTIRMA
BÜLTENİ**

40

**DEPREM ARAŞTIRMA
BÜLTENİ**



Üç Ayda Bir Yayınlanır
Bilim ve Meslek Dergisi



Sahibi

İmar ve İskân Bakanlığı adına
Oktay Ergünay
Deprem Araştırma Dairesi Başkanı



Yazı İŞleri Müdürü

Erol Aytaç
Deprem Araştırma Dairesi
Yayın ve Dokümantasyon Müdür V.



Yönetim Yeri ve YazıŐma Adresi

Deprem Araştırma Dairesi
Başkanlığı Yüksel Caddesi No. : 7/F



YeniŐehir/ANKARA



Telefon : 13 97 77 — 17 69 55



Saydam Matbaacılık Tel : 18 53 09

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

YIL : 10

SAYI : 40

OCAK 1983

BU SAYIDA

Güney Kaliforniya'da Deprem Sezinle-
melerinde Manyetotellurik YöntemA. ERCAN

Yapıların Deprem Hesapları Üzerine
Bir Uygulama Örneğiİbrahim E. LEYLEK

Kandilli Rasathanesi Deprem Ağı İçin
Yerel Magnitüd Denklemlerinin Sap-
tanmasıKadriye SEVİMAY

Depreme Dayanıklı Hastane Tasarımı ..Sertaç KÖSE

GÜNEY KALİFORNİYA'DA DEPREM SEZİNLEMELERİNDE MANYETOTELLURİK YÖNTEM

Magnetotelluric Method in Earthquake Prediction Studies at
the Southern California test Site; **Manyetotelluric Technique**

Ahmet ERCAN*

ÖZ

San Andreas ve Garlock kırıklarının kesiştiği yerde iki ayrı dönem için (8 sn ve 26 sn) yapılan uzun süreli derin manyetotellurik (MT) öz direnç ölçmelerinde, deprem oluşumunu belirtilici bir değişime rastlanmamıştır. Buna neden depremlerle olan değişimin % 10 luk ölçü duyarlılığı içinde gömülmüş olabileceği ya da bilgi işleme ve iki boyutlu değerlendirmelerdeki eksikliklerdir.

ABSTRACT

During the long time magnetotelluric resistivity soundings at two periods, 8— and 26—seconds, there was not observed any precursory resistivity changes preceding the earthquakes, at the junction of the San Andreas and the Garlock faults. Presumably, such changes are less in magnitude to hide in the 10 percent monitoring error of MT survey or there are inherent defect in data processing and in 2-D interpretation.

* İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü - İSTANBUL

GİRİŞ

Olacak bir depremi önceden belirtmeye, deprem sezinlemesi, depremin önceden belirlenmesi yada deprem kestirimi (prediction) denir. Deprem; bir süre içinde yerde biriken gerilim enerjisinin yerin direnme gücünü yendiği andaki boşalımdır. Boşalan enerji, birikim süreci ile orantılı olup depremin büyüklüğünü tanımlar. Birikim süreci genişledikçe deprek büyüklüğü de artar.

Depremin sezinleme işlemi, birikim süresi içinde gerilmenin yer yapısında oluşturacağı fiziksel değişimlerin zaman içinde gözlenmesine dayanır. Hangi özelliğin yer gerilmesinden en çok etkilendiği bilinmesede jeofiziğin incelediği belirtgenler, dalga hızları elektrik iletgenlik, yoğunluk, manyetikleşme, radon gazı çıkışı ve küçük deprem etkinliği gibi özelliklerdir. Bunların içinden üzerinde en çok çalışılanlardan ve çelişik sonuçlar alınanlarından biri elektrik iletgenlik yada özdirenç ölçümleridir. Son onbeş yılda bu gözlemlerden elde edilen kanı; yer gerilmesi denetiminde yerde oluşabilecek özdirenç değişiminin % 1 çevresinde olduğu, bu nedenle ölçüm duyarlılığının % 0.1'in altına inmesi gerektiği ve deneylik sonuçlarından edinilen bilgilere göre kayanın kökenine ve egemen basınç yönüne göre özdirençin değişim oranının başka başka olduğudur. Bu süreç içinde başarılı sonuç aldıklarını savunan araştırmacılar olsada, konu henüz bir açıklığa kavuşmamıştır.

Bu konu çerçevesinde olayın mekanizmasının elektrik özdirençle değişiminin özünü incelemek için başta M.İ.T., Univ of Cal. Berkeley, C.I.R.E.S. ve CALTECH olmak üzere A.B.D.'de örgütlü deneylik çalışmaları ve çok yönlü elektrik ve elektromanyetik yöntem çalışmaları başlatılmıştır. Yerinde ölçümler için deney alanı olarak levha tektoniği ile yakın ilişkisi olan ve Kaliforniya'yı baştan başa kat eden San Andreas kırığının Hollister çevresi seçilmiştir. Bu bölgede uygulanan çalışmalar iki ana dalda toplanan üç ayrı yöntemi içermektedir. Bunlar,

- a. Yapay Kaynaklı Yöntemler
 1. Doğru etki Elektrik Özdirenç Yöntemi
- b. Doğal Kaynaklı Yöntemler,
 1. Tellirik alan ölçümleri ile, göreceli özdirenç

2. Manyetotellurik alan ölçümleri ile, mutlak öz direnç çalışmalarıdır.

Bunlardan yapay kaynaklı doğru akım öz direnç çalışmaları Berkeley Üniversitesinde Prof. Dr. Frank Morrison önderliğinde, yerin doğru akım tepkisini zaman içindeki değişimini ölçme biçiminde sürdürülmektedir. Doğal kaynaklı yöntemlerden, Tellvrik alan ölçümleri, manyetosfer devinimlerinin iletken yer içinde çeşitli sıklıklarda (frequency) uyardığı elektromanyetik dalgaların iki yatay elektrik alan bileşeninin ölçülmesini ve bunlara bağlı olarak göreceli öz dirençin zaman için de değişimini belirlemeyi amaçlar. Bu çalışmalar ise M.I.T.'de Prof. Dr. Ted Madden ve Prof. Dr. M. Nafi Toksöz önderliğinde ve çeşitli doktora ve doktora sonrası çalışmalar eşliğinde sürdürülmektedir.

Manyetotellurik çalışmalarda yine manyetosferden kaynaklanan yer içinde uyarılmış doğal elektromanyetik alanın elektrik ve manyetik bileşenlerinin incelenecek bulunan mutlak öz direncin zaman içindeki değişiminin incelenmesini kapsar. C.I.R.E.S. ve CALTECH araştırma kuruluşu ve üniversitesince sürdürülen bu çalışmalarda çok sayıda araştırmacı çeşitli sürelerde yer almışlardır.

Çeşitli girişimlerin olmasına karşın önemli deprem kuşağı üzerinde yer alan yurdumuz da henüz bu çalışmalar başlatılamamıştır. Böyle bir girişimde A.B.D. ilgili kuruluşlarının bir deney alanında üç ayrı yöntem ile kazandıkları deneyimlerden yararlanma üzere, TÜ-BİTAK aracılığı ile elde edilmiştir. Bu amaca yönelik olarak her yöntem incelenmiş, uygulamalar olumlu ve olumsuz yönleri her biri bir makale olmak üzere üç ayrı bildiri biçiminde irdelenerek aktarılmıştır. Bu yayında yer alan konu CİRES ve CALTECH'in sürdürülmüş olduğu Güney Kaliforniya'daki Manyetotellurik uygulamaları kapsamaktadır. Reddy et al. (1976) ve Lineard et al. 1979)'ca yayımlanmış olan bu çalışmalar, genel yapısını bozmadan küçük irdelemeler ile aynen türkçeleştirilerek verilecektir.

ÖZDİRENÇ DEĞİŞİMİNİ BELİRLEMEDE MANYETOTELLURİK ÖLÇÜMLER

Deprem olacağını sezinlemede manyetotellurik (MT) yöntemi kullanılmasının başlıca üç nedeni vardır.

1. Doğru akım (DA) yöntemleriyle yer içine akım vermenin güç olduğu dirençli yüzey katmanının altına geçmek için,

2. MT'in mutlak $P_a(r)$ görünür özdirenç değerini, derinliğin değişkeni olarak vermesi,

3. MT'nin etkin derinliğinin göreceli olarak büyük olması.

Ancak MT yönteminin kabuktaki çok küçük özdirenç değişimlerini yakalamada iki ana eksik yanı vardır.

1. Manyetotellurik alanı oluşturan sinyallerin kaynak mekanizmaları ve bunların uzun süreli değişimlerinin alan üzerinde ne gibi etkileri olacağı üzerinde bilgiler sınırlıdır. Ne varki, 200 - 300 saniyelik dönemi olan sinyaller dolayısı ile orta derinlikler için kaynak mekanizması etkisi gözden uzak tutulabilir.

2. Manyetotellurik sinyallerin, belli frekans aralığından geçen algıların gelişigüzel Gaussian dağılımını simgelediği varsayıldığından ve bu yolla özdirençler sayılama (istatistik) yöntemleri kullanarak saptandığı için, bulunan sonuçlar bir çok etmene bağlı olarak değişir.

Depremlerin önceden sezinlenmesinde özdirenç ölçümleri, deprem oluşmadan önce erke, (enerji) birikimi sırasında yerde oluşan fiziksel değişimlerin elektrik akım geçişini etkilemeleri sonucu, zaman içinde özdirenç değişimini saptamayı içerir.

Güney Kaliforniya bölgesinden alınan örnekler üzerine yapılan deneylik çalışmaları şişme (genişleme) (dilatancy) durumunun koşullarını oluşturarak bir kayacıkta oluşabilecek özdirenç değişiminin % 60 dolayında olabileceğini göstermiş olsada, benzer kayacık için arazi ölçümlerinden beklenen bu değişimin 4, 5 kat daha az olduğu görülmüştür (Reddy, et al., 1976)

Sıcaklığın zaman içinde değişmediği varsayılırsa, özdirenci değiştiren tek etmen, kabuk içinde kayacıklarda gözeneklilik, çatlak ve boşluk oranlarının artması ve buralara suyun doldurmasıdır.

Deneylikte alınan değişim yüzdeleri, her zaman için, gerçekte izlenen değişim yüzdesinin 2 - 3 katı değin büyük çıkmaktadır. Sözgelimi, kristalen kayacıklarda bu oran bire ikidir.

Suya doyurulmuş kristalen kayacıklar üzerine yapılan deneylik çalışmaları kayacıkta kırık oluşmadan önce özdirencin 10 kat ölçüde küçüleceğini göstermiştir (Brace and Orange, 1968).

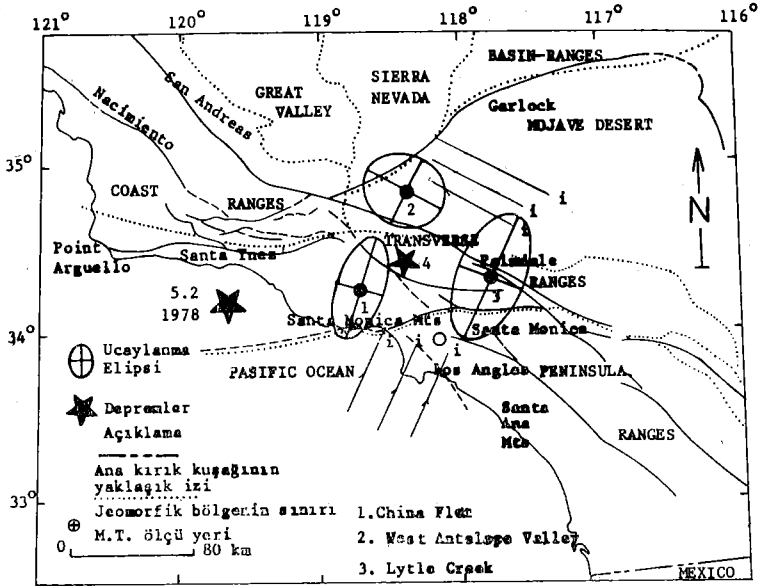
Eğer halihazırda oluşmuş kırık yüzeylerine, kaydırma için, yenden yükleme yapılırsa özdirençteki küçülmenin ilkinden çok daha az oranda olduğu gözlenir (Brace and Orange, 1968). Buradan anlaşılıyorki, kırılmamış kristalen kayalarda basınçla özdirençin düşmesinin nedeni, yeni kırıklarla hacimin genişlemesi ve sonra bu boşluğa suların doldurulmasıdır.

Şişme (Genişleme) - dağılım (dilatancy - diffusion) işlemi denen bu olay, depremlerden önce karşılaşılan sismik hız değişiminin kökenidir.

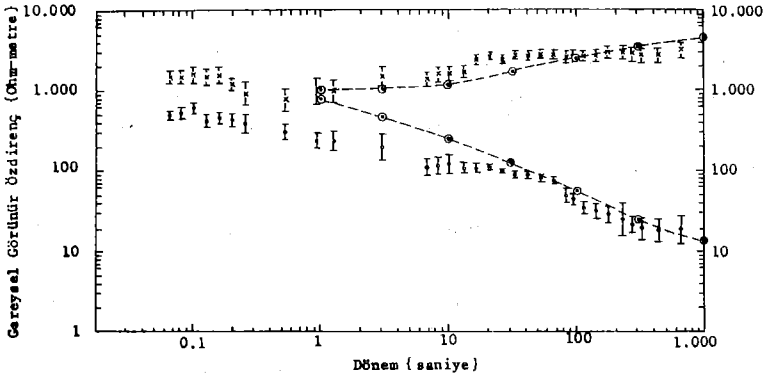
GÜNEY KALİFORNİYA'DA UZUN SÜRELİ MANYETOTELLÜRİK GÖZLEMLER

CIRES ve CALTECH işbirliği ile sürdürülen manyetotellurik ölçmeler için Güney Kaliforniya'da üç yer seçilmiş. Bu yerlerin seçiminde göz önünde bulundurulmuş etmen, her üçündede sismik hız bozukluklarının gözlenmiş olmasıdır. (Reddy et al., 1976, Whitcomb et al., 1974, Kanamori and Hadley, 1975). Bu alanlar 1971 San Fernando depreminin (6.4) olduğu yeri çevreleyen, Paleosen çökelleri üzerindeki (Çin Düzlüğü) China Flat, Majove çölünde altında Kauterner alivyonları olan (Batı Ceylan Ovası) West Antelope Valley, üstte Kretase öncesi metamorfikleriyle kaplı San Gabriel dağlarının üzerinde yer alan Lytle Creek'dir. (ŞEKİL 1). Deprem, kabuğun en gevrek (kırılgan) ve en güçlü parçasında oluşur. Bu yörede deprem öncesi bir yer şişmesi (genişlemesi) olduğu varsayılırsa, bu şişmenin Güney Kaliforniya için 0-20 km. derinlikte olabileceği düşünülmektedir. Bu bölge için şişme kuşağının kalınlığının bilinmiyor olmasına karşın, San Fernando depreminden önce algılanan sismik hız bilgilerine bakarak bunun 5 ile 10 km arasında değiştiği sanılmaktadır (Reddy et al., 1976). Bu ön bulgular ve yer elektrik kesitini kullanarak ve şişme ile özdirenç değişiminin 5 kat düşeceği varsayılarak her üç alanda yapılan 1 ve 2 boyutlu (1B, 2B) taslak çalışmalar en büyük değişimin % 60 ile, 1 ile 10 saniyelik aralıkta Çin Düzlüğü ve Lytle Creek'te izlenebileceğini görüntülemiştir (Şekil 2). Ne varki orta enlemlerde bu dönem aralığının giren sinyaller hem seyrek ve hemde güçsüzdür. Batı Ceylan Ovasında değişimlerin % 20 çevresinde kalma nedeni olarak, yapının yukarıda kalın bir iletken ile örtülü olmuş olması gösterilmektedir (Reddy et al., 1976).

Her ne denli kesin bir bilgi olmasada, taslak çalışmalarda kullanılmak üzere 6.4 büyüklüğünde San Fernando depreminin şişme



Şekil 1 — Güney Kaliforniya’da manyetotellürik gözlem yerleri ve E (Elektrik alan) ucaylanma elipslerinin büyük eksenleri doğrultusunda bölgede egemen akım akış doğrultusu. San Andreas’ın kuzeyi güneyine göre daha dirençli (Reddy ve diğ., 1977’den).



Şekil 2 — Tranverse Range’de yapı süreksizlik doğrultularına uygun (birincil eksenler - döndürme eksenleri) doğrultularla, % 95 güvenilirlik sınırları içinde gereysel görünür öz direnç eğrileri (ρ_{xy} , ρ_{yx}). Kesikli çizgiler, bu yöre için seçilen yer kesiti için yapay görünür öz direnç değerlerini simgeler. Üstteki eğri kırığa dik, alttaki kırık doğrultusundadır (Reddy ve diğ., 1977’den).

bölgesinin çapı 135 km olarak alınmıştır. İki boyutlu taslak çalışmanın geçerli olabilmesi için şişme bölgesinin çapının, yapı doğrultusu boyunca ve ona dik yönde, kullanılan dalganın etkin derinliğine göre sırası ile 2 - 3 etkin derinlik (δ) ve 160 km olarak alınmıştır (Reddy et al., 1976).

$$\delta = \left(\frac{2\rho}{\omega\mu} \right)^{1/2}$$

Böylelikle genişleme çemberinin dışında ρ_a eğrisinin davranışını yanal uzanım değil salt «köşe etkisi» etkilemektedir.

Böyle kuramsal bulgulardan ve varsayımlardan kalkarak MT yönteminin çok iyi sonuç verebileceği düşünülebilir.

Ne varki, bu çalışmada özdirenç değişimine neden şişme dağılımı ve boşluklara suyun doldurması gösterilmektedir. Ancak taslak çalışmada seçilen 5 - 10 km arasında yer altı suyunun bulunması kuşku içermektedir. Öyleyse özdirençte böyle bir değişim basınç ve sıcaklığa ve devingenlik hızına (mobility) bağlanması düşünülemez mi? Acaba özdirenç değişimi gerçekten 5 - 10 kat mıdır?

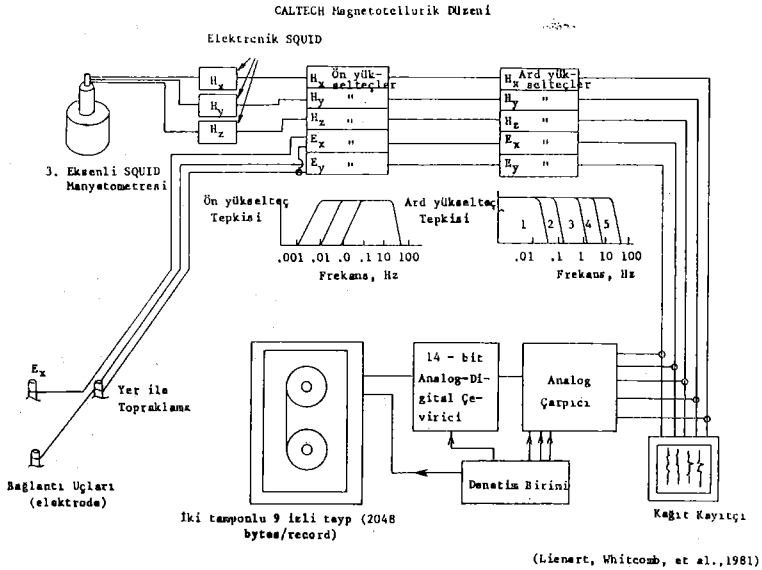
Nitekim 1975 yılından beri sürekli olarak MT algılamalarının uygulandığı Lon Angles yöresinde Santa Barbara'da 13 Ağustos 1978 de $M_L = 5.2$ büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Dış odaktan 80 km ötede yer alan gözlem yerinde özdirençte herhangi önemli bir değişim izlenmemiştir. Ancak 50 km ötedeki Batı Ceylan Ovası (West Antelope Valley) yüksek frekans (8 Hz) gözlemlerinde önemli bir değişim belirmiş ancak bu yer altı su düzeyinin alçalıp - yükselmesine bağlanmıştır (Lienert et al., 1979).

Nisan 1976 dan Haziran 1978'e değin 0.001 - 0.1 Hz frekans aralığındaki ölçümlerde, birincil eksenler boyunca özdirençlerden büyük eksen boyunca oranında bir değişme görülmemiş olmasına karşın küçüğünde %10 - %15 arasında bir artış izlenmiştir. Ayrıca bu süre içinde birincil eksenler için θ dönme (ucaylanma) açısı 20° varan değişme göstermiştir. Ne varki bu değişimle deprensellik arasında bir bağlantı izlenmemiştir. Ancak, böyle bir olay, bu bölgede olduğu ileri sürülen yerin yukarı kalkması (kabarması) ve aşağı inmesiyle ilişkili olduğu sanılmaktadır (Lienert et al., 1979). Özellikle 1 Hz ün üzerinde algıların yağmur, nem ve çevresel gürültülerden oldukça etkilendiği saptanmıştır.

MANYETOTELLURİK ALAN BİLEŞENLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Manyetotellurik ölçmeler için önceleri alçak frekansta 0.8, yüksek frekanslarda 0,025 sanayilerde sayısal örnekleme yaparak 7 kanallı bir teybe yükleyen düzen kullanılmıştır. Düzenin algılama aralığı 10^{-3} Hz ile 20 Hz arasında, sargıların 1 Hz deki duyarlılığı $70 \mu V/\gamma$ dir. Elektrik alan bileşenleri (Tellurik alan) 70 ile 200 m aralıkla uzatılan ve uçlarından yere bağlantılı çevreden yalıtılmış bakır tellerle ölçülmüştür. Manyetik düzenin toplam kazancı (gain) 125 db, tellurik düzenin ise 85 db tutulmuştur (Reddy et al., 1976).

1977'den sonra ise manyetik alanın üç bileşenini ölçen S.H.E. marka cryogenic manyetometre kullanılmıştır. Elektrik alan önceden olduğu gibi L biçiminde birbirine dik doğrultularda serilen ve köşedeki uç, ortak olarak kullanılan, diğer uçlardan fincanlarla yere dokunakta olan bakır tellerin ucunda gerilim olarak ölçülmüştür. Çeşitli frekans aralıkları için yükselme düzeyi ayarlanabilen S.H.E. manyetometresi için kullanılan en yüksek kazanç 40 dB, elektrik alan için ise 80 dB kullanılmıştır. Algılamalar birbirine biner biçimde (0.001 - 0.1 Hz) (0.01 - 1 Hz) ve (0.5 - 30 Hz) aralığında 0.5, 5 ve 100 örnek/sn hızla alınmıştır. (Lienert et al., 1979). Ölçü alma düzeni (ŞEKİL 3) de gösterilmektedir.



Şekil 3 — 1978 - 1979 yılında Güney Kaliforniya'da manyetotellurik ölçü alan düzenin taslak görünüşü (Lienard ve diğ., 1979'dan).

CHINA FLAT, W. ANTELOPE VALLEY VE LYTLE CREEK ÖLÇÜMLERİ

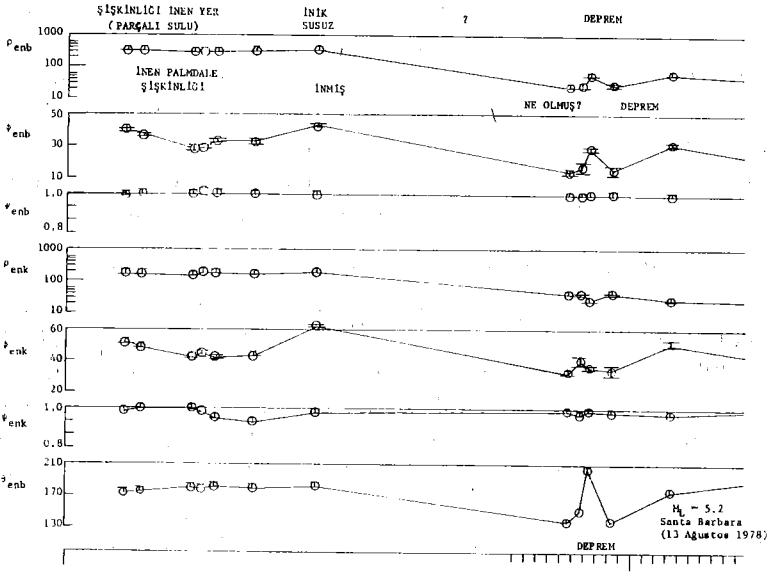
Çin Düzlüğündeki çökel ardaalanmasının toplam derinliği 18 kilometrenin üzerindedir. Çin Düzlüğü Venture çukurunun içinde yer alır. Venture çukurunun orta yeri Kuzey - Güney doğrultusunda bir sıkıştırmaya uğramış, bunun sonucu olarak katmanlar alt üst edilmesi ile ters faylar oluşmuştur. (Reddy et al., 1976). Gerey (tensor) görünür özdirencini ana eksenini kabaca K - G doğrultusunda olup, çukurun uzanım doğrultusuna diktir. $\rho_{xy}(r)$ de böyle bir yönbağımlılık (anisotropy) dalan yapının doğrultusuna koşut ve dikey akımlarca yaratıldığı sanılmaktadır.

Mojave çölünün San Andreas ve Garlock fayları arasında kışağaç biçimine geldiği noktadaki Batı Ceylan Ovasında yönbağımlılık beklenmedik biçimde küçüktür. $\rho_{xy}(\omega)$ özdirençlerinin küçüklüğü, bunların iletken çökelleri yansıtıklarını belirtmektedir. Büyük eksen San Andreas'la yaklaşık aynı doğrultuda (D - B) yönlenmektedir. Belki, çöldeki tuzlu ve iletken kayaa ile San Andreas ve Garlock faylarının her ikisi ile birlikte kristalen kayaa dokunağa gelen bu yöre, gözlenen küçük yönbağımlılığı oluşturmaktadır.

Batı Ceylan Ovasında (West Antelope Valley), «Palmdale şişliğı» denilen bir yükselti dikkati çekmektedir. Castle et al., (1977) nin yükselti ölçümlerine göre 1959 - 60 arası Palmdale çevresi 20 cm değin yükseldi, 1973 e değin bu şişlik 80000 km² yi kaplıyacak biçimde doğuya doğru hızla dağılmaya başladı. 1974 - 1976 arasında ise bu şişliğin orta ve kuzey bölümleri inmeğe başladı. Rungle ve Thatcher (1979) a göre bu inme ile birlikte kalıntı gerilim, kabuksal gözenek suyu saçılması (dağılması) biçiminde boşalmıştır. Lienart et al., 1979 gözeneklerden suyun böylelikle göç etmesinin küçük eksen boyunca sayavlanan (Calculated) görünür özdirenç eğrisindeki yükselmeyi açıklayabilecek kanıt olarak göstermiştir (ŞEKİL 4). Ancak 1977 yılında bilgi olmamasına karşın, 1978 yılının ikinci yarısında gerek görünür özdirenç değerlerinde ve gerekse ucaylanma (polarization) eksenini doğrultularındaki değişme (önce alçalma - yükselme ve alçalma) nin yinelenen şişme - inme ile ya da 13 Ağustos 1978 Santa Barbara ($M_L = 5.2$) depremi ile ilişkili olup olmadığı bilinmemektedir (Lienart et al., 1979).

13 Ağustos 1978 Santa Barbara depreminden önce, bir yıl içinde büyük eksen boyunca ölçülen özdirençnin genliğinde değişim $\Delta\rho_{enb} \% 30$, evresinde değişim $\Delta\Phi_{enb} 20^\circ$, iken ucaylanma elipsinin

doğrultusunda olan değişimi ise 30° ye yakındır. Depremden 2 ay sonra bu doğrultu açısı geriye döner biçimde 50° değin değişmiştir. En çok değişimin izlendiği bileşen ucaylanma elipsinin doğrultu de-ğiştirmesidir. Ancak 1975 - 1976 yılları arasında özdirençlerin gen-liklerinde önemli bir değişim izlenmemesine karşın, evrelerinde 15 - 20° ye varan azalmalar izlenmiştir. Aynı sürede doğrultu açısın-daki değişim 10° yi geçmemektedir. 0.001 - 0.01 aralığındaki derin MT görünür özdirenç eğrisi incelendiğinde 1976 ve 1979 için en bü-yük değişimin % 30 $\Delta\rho$ değişimi ile 0.01 Hz frekansında, ve bu fre-kanstaki doğrultudaki değişimin ise 30° olduğu gözlenmiştir. Bu frekanstaki etkin derinlik 10 km derinde 10 $\Omega.m$ lik katmanı simge-lediği sanılmaktadır (Lienert et al., 1979). (ŞEKİL 4).

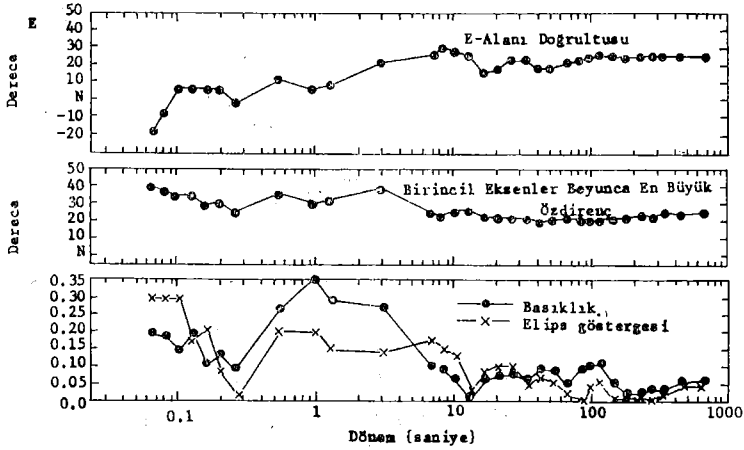


Şekil 4 — 1976 Ocak ayından 1979 Mayıs ayına değin tek bir frekans için eği-limi düzeltilmiş görünür özdirenç değerleri. Değerlerdeki yanılıgı oranı % 10 çevresindedir (Lienart ve diğ., 1979'dan).

San Andreas ve San Jacinto kırıklarının hemen güneyinde San Gabriel dağlarının doğu ucunda yer alan Lytle Creek gözlemyeri, Prekambrien derinlik ve metamorfik kayaları ve Mesozoik granit çıkmaları ile çevrelenen Kretase öncesi metamorfik şistler üzerine (mylonitic kayaç) oturmaktadır. Bu yörede Transversal Range'in ge-nişliğı 30 km, gözlemyeri yüksekliğı 1.5 km dir. Burada da yönba-ğimlilik elipsinin San Andreas uzanımına dikey oluşması, bu bölgede

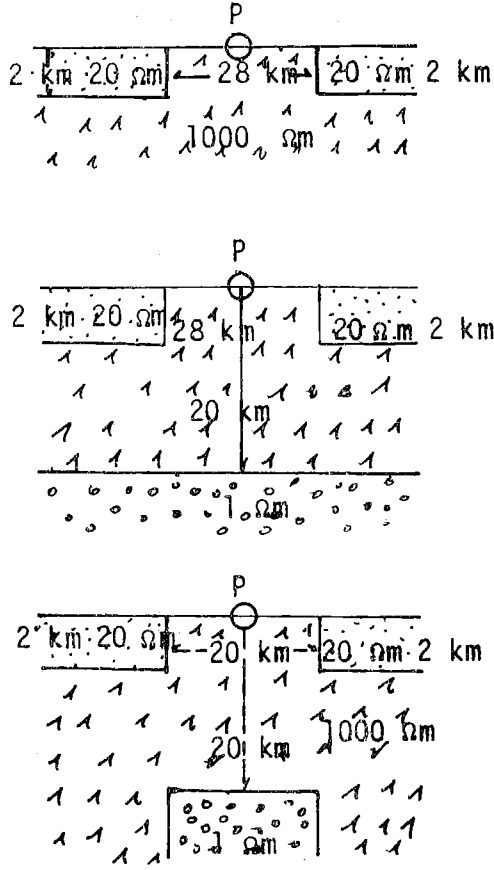
tellurik alan ucaylanma elipsinin doğrultusunun Kuzey - Güney olduğunu göstermektedir.

Lytle Creek gözlem yerinde de algılanan ölçümler için bir örnek (Şekil 2, 5 ve 6 da verilmektedir). ρ_{xy} , ve ρ_{xy} , değerlerine bakınca yapıda özellikle $T > 10$ saniye için λ yönbağımlılığının olduk-



Şekil 5 — Tellürik alan elipsinin doğrultusu, en büyük öz direnci gösteren birincil eksenin doğrultusu ve boyut belirteciler; çarpıklık ve elipsellik göstergesi (Reddy et al., 1977'den).

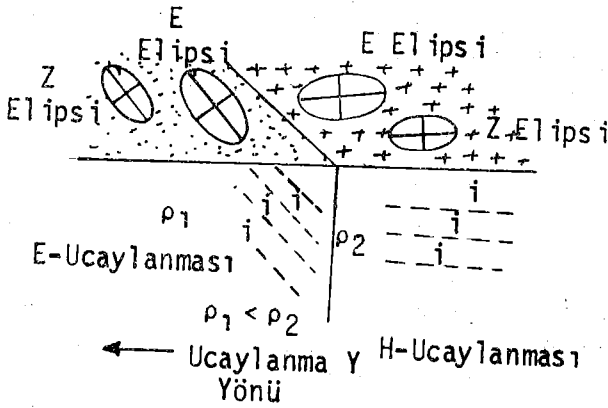
ça büyüdüğü $T < 10$ saniye için ise 1 e yaklaştığı izlenir. Yine α ve β boyut göstergeleri $T > 10$ saniye için yitmesi derinlere doğru yapının 1B ya da 2B olduğuna, ancak $T < 10$ saniye için 0.35 e değin büyümesi sığ derinliklerde yapının bir çok süreksizlikler içererek ya da yükselti nedeniyle 3B boyutluluğa yaklaşabileceği izlenimini uyardırmaktadır (peki, ancak $T > 10$ için $\lambda \gg 1$ 'e ne demeli?). Nitekim, Transverse Range'nin her iki yanında 28 kilometre aralarla 2 km kalınlıkta ve 20 Ohm - m ortalama öz direncinde çökeller bulunmaktadır. (ŞEKİL 6) Gözlem noktası (Lytle Creek) bu kanatlardaki iki dilimin ortasında 1000 $\Omega \cdot m$ lık ortam üzerinde alınıp yaklaşık bir bakışıklık sağlanmıştır. Düşey manyetik alan bileşenine (H_z) bakarak, birincil eksenler için bulunan K25°D ve K65°B doğrultularında hangisinin yapı (süreksizlik) doğrultusunu gösterdiği saptanamamıştır (Reddy et al., 1977). Ancak jeolojik ve diğer jeofizik bilgileri kullanarak, yapı doğrultusunun San Andreas kırığı uzanımına uygun K65°B doğrultusundaki küçük birincil eksen ile belirlendiği varsayılmıştır.



Şekil 6 — Lytle Creek gözlem noktası çevresinde Güney Kaliforniya'nın iki boyutlu yer elektrik kesiti. P - ölçü noktasını gösterir (Reddy ve diğ., 1977'den).

Lytle Creek yöresinde olduğu gibi sığ derinliklerde yanıl iki boyutlu süreksizlikler varsa, süreksizlik doğrultusuna dik olarak akan akımlar yüzeyde yaklaşık durağandır. Yapı doğrultusuna dikey akan bu akımlar için, dokunak düzlemi çerçevesinde tek tür ortam için Ohm yasasını kullanarak bulunan alan değerlerine göre dirençli parçada daha yüksek elektrik alan iletken bölmede ise daha düşük elektrik alan oluşacaktır (ŞEKİL 6). Süreksizlik doğrultusu boyunca akan akımlar için ise; dokunak düzlemi çevresinde, tektür ortam için Ohm yasasını kullanarak bulunan değerlere göre, dirençli yanda daha küçük, iletken yanda ise daha büyük elektrik alan oluşacaktır.

Bunun sonucu olarak, çoğunlukla, direşim gereyinin (empe-dance tensor) büyük birincil eksenini ile ve elektrik alan ucaylanma elipsinin büyük eksenleri doğrultuları birbirlerine uyumlu olacaktır. Bu durumda eğer iletken bölüm üzerinde ölçü alınıyorsa E - ucaylanma elipsi doğrultusu dokunak doğrultusuna koşut, dirençli bölüm üzerinde ise dokunak doğrultusuna dik olacaktır. (ŞEKİL 7). Bu durum çok büyük dönemli akımlar için bile doğrudur. Taslak çalış-malarında iyi bilindiği gibi dokunak düzlemine dik görünür öz direnç değerleri yanal süreksizlerden en çok, koşut olanlar ise en az etki-lenirler. O nedenle, MT değerlendirmelerde yapıdaki süreksizlik doğrultusunun jeoloji ya da diğer yöntemlerle bilinmesi sağlıklı de-ğerlendirme için mutlaka gerekir.



Şekil 7 — Öz dirençleri ayrı olan dokunaktaki iki ayrı ortam üzerinde beklenen yönbağımlılık (E - elipsi ve Z - elipsi) elipsleri. (1) ci bölmede uzun eksene (2) ci bölmede kısa eksene uygun görünür öz direnç değerlerini kullanarak en sağlıklı sonuca gidilir.

Bu bilgiler ışığında, Lytle Creek'de gözlenen algıların 2B değerlendirilmesi ile kabuğun derinlerinde ve belkide yukarı mantoda düşük öz dirençle karşılaşmıştır. 1 ile 10 Ohm - metre arasında olan bu iletkenliğe olan derinlik ortalama 15 - 20 kilometredir. Bu derinlik bu yörede oluşan depremlerin iç odak derinlikleri çevresindedir. Yüksek dönemli algı yoksunluğu nedeniyle iletken kuşağın alt derinliği kesin olarak bilinmemekle birlikte 1B çalışmalarından 35 km olduğu sanılmaktadır (Reddy et al., 1977). Yine bu iletken dilimin enin Transvedse Range eni ile sınırlı olduğu ve boyunun Transverse Range dokunağı boyunca en az 100 km olduğu sanılmaktadır (Hohmann, 1975 and Weidet, 1975). Ted Madden'e göre (karşı-

lıklı konuşma Ekim, 1980, MIT) spektumun yüksek uzun dönemli ucu Güney Kaliforniyadaki tektoniğin iki boyutlu olmamasından kaynaklanabilir. Şöyle ki Mojave çölünün kuzey - batısında yer alan Soast Range'i bölgede kuzeybatı doğrultusunda akan akımları azaltıcı bir davranışta bulunacaktır. Oysa çökellerin kuzey - batı doğrultusunda sonsuz uzunlukta uzandığını varsayan 2B boyutlu taslak çalışmalardan beklenen akımlar ise Siera Nevada ve Coast Range etkisi göz önüne alınmadığından olduğundan daha büyük çıkacaktır. Eğer seçilen bu taslakta düzeltme yapılırsa (Sierra Nevada ve Coast Range (kıyı bölgesi)) göz önüne alınırsa büyük dönemler için elde edilen MT eğrilerinin daha doğru çıkmasını, diğer bir deyimle derinler için bulunan sınırların (özellikle 1 - 10 Ω m iletkenlik sınırının) belki önemli ölçüde değiştirilmesini gerektirecektir ki, bu da apayrı bir yorum çıkaracaktır. Güney Kaliforniyadaki MT çalışma ve yorumlarındaki bu kuşku bulutunu kaldırmak için daha çok MT gözlem yerine ivedilikle gerek vardır. Ya da 2B taslağın kapsam alanı genişliği daha büyük tutulmalıdır.

Transverse Range'de karşılaşılan ve 15 - 20 km de olan düşük özdirenç değerini bir fiziksel ya da yapısal gerçeğe bağlamak gerekir.

Yüksek ısı akışı içeren bölgelerinin çoğunlukla kabuk altında ve yukarı mantodaki düşük özdirenç bölgelerine denk geldiği, söylenir (Reddy et al., 1977). Ancak, ne varki Transverse Range'de ısı akısı kabuğun alt kısımlarının çok sıcak olabileceğini gösteren oranda olağan üstü değerlere ulaşmaz (Heney and Wasserburg, 1971). Aynı nedenle, 20 km derinde kuru kayaçların kısmi ergimeye uğruyarak özdirenci düşürebileceğide kuşku götürür. Derin kabuk özelliklerini suya doymun bir granit uyguluyarak Lebedev ve Khitarov (1964) 1 Ohm - metre çevresinde özdirence ulaşmışlardır. Reddy ve diğ. (1977) ye göre, kayacın su içermesi ergime sıcaklığını düşüreceğinden, Transverse Range altındaki suya doymun kristalen kayaçların 20 km böyle bir özdirenç vermesi beklenen bir özellik gibi alınmıştır. Ancak Madden (1980) uyarısı göz önüne alınır ölçüler daha geniş bir alanda alınır, çevresel etkiler değerlendirmeye sokulursa bu derinlik çok aşğılarda da çıkabilir ya da bambaşka bir yapı ke-siti ilede karşılaşılabılır.

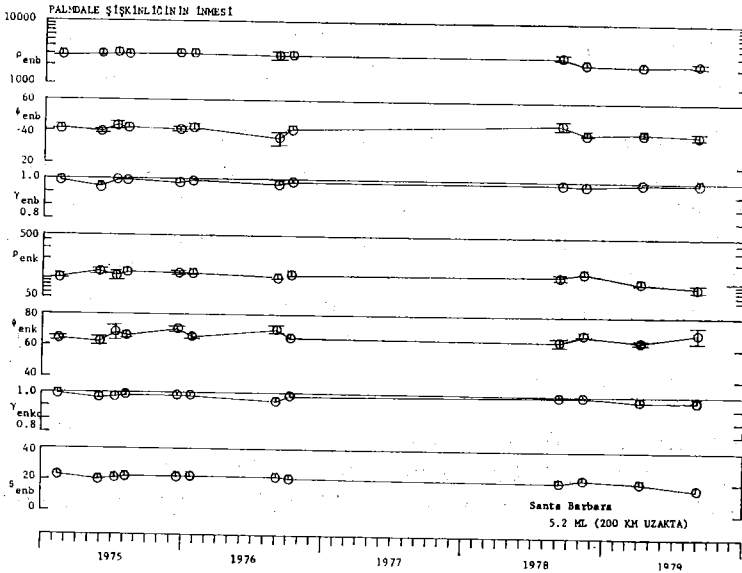
Stesky ve Brace (1973) ün oda sıcaklığında saptandığı gibi metalik (electronic) iletkenlik gösteren Serpantin 6 kbar'a değin basınca bağımsız olarak 10 Ω m den daha küçük özdirenç değerleri verebilir. Özellikle tektonikçe etkin yörelerin (dağ kuşakları, ada

yayları ve orta - okyanus sırtları gibi) bol Serpantin içermesi, okyanussal litosferde neden düşük özdirençle karşılaştığını açıklar.

Serpantin içinden sıkıştırma - gevşetme (P) dalgalarının 4 kbar'da geçiş hızının 6.7 km olduğu bilinmesi ve Hadley ve Kanamori (1976) in Transverse Range'in 15 - 20 km derinliğinde bu hıza rastlamış olmaları, Reddy ve diğ. (1977) in ister sulu ister susuz olsun, bu küçük değeri Serpantin varlığına bağlamalarına destek olmuştur. Ancak bu sonucun ne derece güvenli olduğu bilinmemektedir.

Bu derinliklerde gözenek suyu beklenmeyeceğine göre, özdirençci değiştiren tek olayın basınç artışı ile sıcaklık değişimi olması gerekir. O zaman deprem ve genişlemeyi oluşturan basınç ayrılığı için oluşacak sıcaklık ayrılığı özdirençte çok önemli bir değişime yapması gerekiyor. Acaba bu olası mı? Depremden sonra ısı akısında bir değişim var mı, yok mu? bunlara bakılmalı.

1975 - 1979 yılları arasındaki 26 saniyeye denk gelen algılarda önemsenecek bir değişim yoktur. Palmdale kabarıklığının inmesi ve Santa Barbara depremi oluşumu çevresinde eğrilerin genel gidişi West Antelope Valley eğrilerini andırsada değişimler yanığı sınırı içinde kalmaktadır (% 20) (ŞEKİL 8). Ancak aynı yıllar içinde 8 Hz



Şekil 8 — Lytle Creek gözlem yerinde 26 saniye dönemli sinyalleri inceleyerek elde edilen görünür özdirençler, (Lienert ve diğ., 1979'dan).

lük değişimlere bakılırsa değişimlerin oldukça büyük olduğu izlenir. Ağustos 1978 den sonra ρ_{enb} ve hem de ρ_{enk} çok küçük değerlere ulaşmışlar (4000 den, 10 a ve 800 den 10 a), doğrultu açısı ise 0 de-
receden 70° ye değin artmıştır. Bunlara temel neden yerel su düze-
yindeki değişmeler olarak gösterilmiştir (Lienert, et al., 1977). Bu
gözlem noktasında kristalen temelin yüksek özdirençli olması, gö-
rünür özdirencin böyle değişmelere çok duyarlı olmasına neden ol-
maktadır.

Bu süreç içinde gerye ρ_{xy} , ρ_{yx} , Ψ_{yx} , Ψ_{xy} ve birincil eksenlerin
yönlerinin önemli ölçüde değişmemiş olması E ve H arasında var-
sayılan doğrusal bağıntının geçerli olduğunu ve kaynak özelliği et-
kisinin göreceli olarak önemsiz olduğunu kanıtlamıştır. Bundan öte
birçok durum için tellurik alanın ana eksenini (büyük eksen) uyarıcı
manyetik alana bağımsızdır ve en büyük özdirenç doğrultusunda
uzanır. Bu nedenle, bölgede akımlar Ventura çukuru uzanımına dik
yönde akarlar.

Küçük ardışık uyumluluklar ile görünür özdirencin küçülmesi
arasındaki koşut benzerlik, manyetik alan bileşenlerinin uyumsuz
gürültü ile karıştığını belirtmektedir. Nitekim o algı kümesi için kü-
çük sinyal/gürültü oranı ölçülmüştür.

Eğer sinyal - gürültü oranı iyi ayarlanırsa (Reddy et al., 1976) ya
göre MT yolu ile ρ_{yx} ve ρ_{xy} % 10 duyarlılıkla saptanabilir.

Lytle Creek gözlem noktasında Mayıs ve Haziran aylarında bi-
rincil küçük eksen boyunca elde edilen ρ_{yx} teki % 20 lik düşüş, U^2_{412}
ardışık uyumluluğunun küçük olması ile açıklanabilir ($U^2_{412} = 0,88$,
0.89). Benzer biçimde ρ_{xy} de Haziranda gözlenen % 15 lik düşüş,
alçalan ardışık uyumluluğa bağlanmıştır ($U^2_{312} = 0.93$). Evrenin her
yerde oldukça dengeli ve uyumlu olduğu gözlenmiştir. Ölçülerin
% 95 güvenlik aralığı içinde toplanmaları eğilimlenme (bias) yanıl-
gılarının, gelişigüzel yanılığı sınırları içinde kaldığını göstermektedir.

1975 teki 8 aylık süre içinde, ρ_{xy} ve ρ_{yx} gözlemleri eğilim ve gü-
rültülerden arındırıldıktan sonra bile ve hatta yakında 3 büyüklü-
ęünde bir deprem olmasına karşın bir değişim vermemişlerdir (Bel-
ki gürültü sınırları içinde).

SONUÇLAR

Depremelerin önceden sezinlenmesinde özdirenç ölçümleri, deprem öncesi erke birikimi sırasında yerde oluşan yapısal başkalaşımın elektrik akım geçişini etkilemesine dayanır. Özendirici değiştiren temel etmen kabuk içindeki kayaçlarda gözeneklik çatlak ve boşluk oranlarının artması ve buralara suyun doldurulmasıdır.

Kuzey Anadolu kırığı kuşağı gibi, kırılmış bölgelerin yeniden yamulması ile oluşan özdirenç değişimi bölgenin ilk kırılması sırasında beklenen değişimden daha azdır.

Doğal akımları kullanan manyetotellurik yöntem en derin özdirenç değişimini inceleyen yöntem olmasına karşın kimi eksiklikleri içerir. Şöyleki, görünür özdirenç eğrisi; gözlenen görünür özdirenç dağılımına en yakın geçen noktaları birleştiren çizgi olduğundan ve kullanılan sinyallerin kaynak özellikleri bilinmediğinden en az % 10 dolayında yanılğı beklenir. Oysa California'da yapılan doğru akım ve tellurik alan çalışmaları, bu yörede özdirençte beklenen değişimin % 1'in altında olduğunu göstermiştir. Nitekim 1978 yılında gözlem noktasından 80 km ötede 5.2 büyüklüğünde bir deprem % 10 luk özdirenç ölçme duyarlılığı içindeki gözlemlerde hiç bir değişme oluşturmamıştır. Ne varki, ucaylanma (polarization) elipsinde 20° ye varan sapmalar olmuş, ancak bunun bir depremden olabileceği üzerine ne bir kanıt ne de bir tanıt bulunabilmiştir.

Özellikle yüzeyi ya da sığ derinlikleri yüksek dirençli katmanlarla kaplı alanlarda manyetotellurik kullanılabilir. Ancak, belli derinliklerde özdirençin izlenmesi yerine, çalışma alanının uzağına yerleştirilecek diğer bir gözlem yeri algıları ile karşılaştırılan bir denetim düzeni oluşturulabilir. İncelenilen frekans aralığı en az iki üç tane olmalı, bunlardan biri 8 - 10 saniye çevresinde tutularak sığ derinliklerde yer altı su düzeyinin neden olduğu değiştirmeler saptanabilir. Diğer aralıklar ise yaklaşık yamulmanın ve şişmenin olduğu derinlikleri görebilecek bir aralıkta tutulmalıdır. Eğer özdirençteki değişim incelenmek istenirse, o yörede diğer yöntemle yapı ve elektrik özellikler kesinlikle saptanmalıdır. Yüzey gürültülerinin etkilediği en derin noktanın altında, frekansın değişkeni olarak özdirenç tümlevinin alınması şişmenin olduğu derinliğe bakılmaksızın özdirençle oluşabilecek değişimi belirlemede kullanılabilir.

Gözlem yeri olarak ısı akısının yüksek ve sismik hız değişimlerinin gözlemlendiği kilit bölgeler seçilmelidir. Tektonizmanın biçimine ve yapısal özellikleri gözönünde bulundurularak değerlendirmeler mutlaka 2 ya da üç boyutlu olarak yapılmalıdır.

E K MANYETOTELLURİK ALGILARIN ARITILMASI VE İŞLENMESİ

1. Yüksek frekanslar için 51 sn, alçak frekanslar için 27 dakikalık bir kaç algı kuşağı alınmıştır.
2. Algılar uçlardan çırpılarak inceltilmiş (tapering), ortalama binme (DC) ve kayma (trend) giderilmesi yapılmıştır.
3. Güç spektrumunda alçak frekanslarda istenmeyen dorukları atmak için her zaman serisine önce yüksek geçişli sayısal recursive süzgeç uygulanmıştır.
4. Hızlı Fourier dönüşümü alınmış ve Hamming penceresini kullanarak yumuşatılmıştır.
5. Goodsman - Enochson penceresi ile yumuşattıktan sonra (Otneş and Enochson, 1972) her frekans için karmaşık Fourier bileşenlerini yalın çarparak güç ve çapraz güç spektral kestirmeler yapılmıştır.
6. Böylece elde edilen spektral bulgular, durağan Q süzgecinden geçirilerek her logaritmik bölmede 10 değer saptıyacak biçimde yuvarlatılmıştır.
7. Birkaç ayrı algı kuşağı için böylece elde edilen yumuşatılmış spektral kestirmeler yığılarak ortalanmıştır.
8. Yığılma sonucu elde edilen bu bilgiler MT gerey direşimlerini (tensor impedances), ucaylanma elips biçimlerini (polarization ellips) saptamak için kullanılmıştır (Reddy et al., 1976).

A — Z Direşim Gereylerinin (Tensor Impedances) Elde Edilmesi

Manyetotellurik alanın manyetik ve tellurik bileşenleri arasındaki ilişki, yapı özellikleri simgeleyen Z_{xy} **direşim gereylerini** (empedence tensor) kullanarak izleyen bağıntı ile verilir.

$$\begin{aligned} H_z(\omega) &= Y_{xx}(\omega) \cdot E_x(\omega) + Y_{xy}(\omega) \cdot E_y(\omega) \\ E_x(\omega) &= Z_{xx}(\omega) \cdot H_x(\omega) + Z_{yy}(\omega) \cdot H_y(\omega) \\ E_y(\omega) &= Z_{yx}(\omega) \cdot H_x(\omega) + Z_{yy}(\omega) \cdot H_y(\omega) \end{aligned}$$

E_x , E_y , H_x , H_y birbirine dik, x, y ölçüm doğrultuları boyunca elektrik (tellurik) ve manyetik alan bileşenleridir, Z direşim gereylerini elde

etmenin başlıca iki yolu vardır. Bunların her ikisi temelde aynı olup, algılar arası uyumluluğa dayanır.

1. Çok Girişli Doğrusal Düzenek Yaklaşımı :

Manyetotellurik işlemin duraylı gelişigüzel işlemleri simgelediği varsayılırsa gereyler, güç ve çapraz güç spektral yoğunlukları kullanılarak her frekans için ayrı ayrı saptanabilir (Bandat and Peirsol, 1971; Reddy and Rankin, 1974).

$$Z_{xx}(\omega) = S_{13} \left\{ 1 - \frac{S_{12} S_{23}}{S_{22} S_{13}} \right\} / \{ S_{11} (1 - U_{12}^2) \}$$

$$Z_{xy}(\omega) = S_{23} \left\{ 1 - \frac{S_{21} S_{13}}{S_{11} S_{23}} \right\} / \{ S_{22} (1 - U_{12}^2) \}$$

$$Z_{yx}(\omega) = S_{14} \left\{ 1 - \frac{S_{12} S_{24}}{S_{22} S_{14}} \right\} / \{ S_{11} (1 - U_{12}^2) \}$$

$$Z_{yy}(\omega) = S_{24} \left\{ 1 - \frac{S_{21} S_{12}}{S_{11} S_{24}} \right\} / \{ S_{22} (1 - U_{12}^2) \}$$

(Reddy et al., 1976)

Yazma kolaylığı nedeniyle burada 1, 2, 3 ve 4 sayıları sırası ile x ve y ölçme doğrultularında H_x , H_y , E_x ve E_y bileşenlerini simgelemek üzere kullanılmıştır. S_{ij} spektral dizeyin (matrix) bireyleridir (Reddy and Rankin, 1974).

$$S_{11}(\omega) = H_x \text{ ile } H_x \text{ in güç spektrumu}$$

$$S_{13}(\omega) = H_x \text{ ile } E_x \text{ in çapraz güç spektromu}$$

U_{12}^2 ise; H_x ve H_y manyetik alan bileşenleri arasındaki örnekleme uyumluluğudur, (Sample coherency). MT de giriş ve çıkış arasındaki doğrusal ilişkiyi göstermek için kullanılır.

2. Diğer yol ise öncekine benzer biçimde belli frekans aralıklarındaki **spektral ortalamaları** alarak elde edilir.

$$Z_{xx} = \frac{\langle E_x A^* \rangle \langle H_y B^* \rangle - \langle E_x B^* \rangle \langle H_y A^* \rangle}{\langle H_x A^* \rangle \langle H_y B^* \rangle - \langle H_x B^* \rangle \langle H_y A^* \rangle}$$

$$Z_{xy} = \frac{\langle E_x A^* \rangle \langle H_x B^* \rangle - \langle E_x B^* \rangle \langle H_x A^* \rangle}{\langle H_y A^* \rangle \langle H_x B^* \rangle - \langle H_y B^* \rangle \langle H_x A^* \rangle}$$

$$Z_{yx} = \frac{\langle E_y A^* \rangle \langle H_y B^* \rangle - \langle E_y B^* \rangle \langle H_y A^* \rangle}{\langle H_x A^* \rangle \langle H_y B^* \rangle - \langle H_x B^* \rangle \langle H_y A^* \rangle}$$

$$Z_{yy} = \frac{\langle E_y A^* \rangle \langle H_x B^* \rangle - \langle E_y B^* \rangle \langle H_x A^* \rangle}{\langle H_y A^* \rangle \langle H_x B^* \rangle - \langle H_y B^* \rangle \langle H_x A^* \rangle}$$

Ucaylama açısı θ ise

$$\theta = 0.25 \text{ ArkTan} \left\{ \frac{(Z_{xx} - Z_{yy})(Z_{xy} + Z_{yx})^* + (Z_{xx} + Z_{yy})^*(Z_{xy} + Z_{yx})}{|Z_{xx} - Z_{yy}|^2 - |Z_{xy} - Z_{yx}|^2} \right\}$$

$$\langle C D^* \rangle (\omega_1) = \frac{1}{\Delta\omega} \frac{\omega_1 - \Delta\omega/2}{1 + r\omega\Delta\omega/2} \text{ C.D.}^* d\omega \quad (\text{Vozoff, 1972})$$

Köşeli ayraç (paranthes is) lar verilen $\Delta\omega$ frekans aralığı için spektral ortalamayı belirtirler. Yıldızlar ise karmaşık eşlenikliği belirtir. A ve B; E_x , E_y , H_x , H_y bileşenlerinden herhangi ikisidir. Bunlar çoğunlukla H_x ve H_y olarak alınırlar ω_1 ; $\Delta\omega$ aralığının orta açısıl frekansı.

Ancak A ve B ye karışmış olabilecek gürültü Z çözümünün eğilimli (bias) olmasına neden olur.

B — Algılara Gürültü Karışık Karışmadığının Saptanması — Kestirimlik (Predictibility)

Eğer algılara gürültü karışmış ise yukarıda (E, H) arasındaki ilişkiyi veren bağıntı doğru sonuç vermeyecektir. Z gereyinin tüm bireyleri bulunduktan sonra denklemde H_x ve H_y yerine algılanan değerleri konduğunda sayımlanarak E_{xs} ve E_{ys} yapay algıları, algılanan gerçek E_x ve E_y algıları ile bire bir uyum göstermelidir. Eğer bileşen-

lere gürültü karışmamış ise bu uyum tüm bileşenler için 1 olacaktır (Ercan, 1978).

$$\text{Uyumluluk } \{E_x(\omega) \cdot E_{xs}(\omega)\} = \frac{S_{xxs}(\omega)}{\sqrt{\{S_{xx}(\omega) \cdot S_{xsxs}(\omega)\}}}$$

$$\text{Uyumluluk } \{E_y(\omega) \cdot E_{ys}(\omega)\} = \frac{S_{yys}(\omega)}{\sqrt{\{S_{yy}(\omega) \cdot S_{ysys}(\omega)\}}}$$

S_{xxs} : $E_x(\omega)$ ve $E_{xs}(\omega)$ çapraz güç yoğunluğu

S_{xx} : $E_x(\omega)$ ve $E_x(\omega)$ nin öz güç yoğunluğu gibi.

Eğer uyumluluk % 95 ten az ise, bu E ve Halgılarının gürültüyü içerdiğini belirtir. Bu gürültü ise ölçülere eğilimlenme etkisi (bias) getirerek, görünür özdirenç değerlerinin olduğundan başka çıkmasına neden olur. Bu yanılığı gidermek için aşağıda anlatılan yol izlenir. Bu yanılığın giderilmeden θ dönmesi ve birincil eksen araması yapılmamalıdır.

CC — Direşim Gereylerinin İcerebileceği Yanılığın

Cevresel gürültülerin elektrik ve manyetik alan bileşenleri üzerindeki etkileri Z direşim gereyelerine yansır. Bu gürültülerin oluşturduğu yanılığa eğilimlenme yanılığı denir.

Eğilimlenme Yanılığı ve Giderme Yolları

Eğilimlenme yanılığın (a) güç ve çapraz güç spektral yoğunluk sayavlamaları sırasında ve özellikle spektral dorukların oluştuğu yerlerde gözlenir. Bu yanılığın bastırmak için güç ve çapraz güç spektrumlarının en iyi bir yolla elde edilmesi (max. entropy gibi) ve böylelikle aralığı oldukça daraltarak spektrum içinde dorukların yerlerini duyarlı ve sağlıklı olarak tanımlamak gerekir (Reddy et al., 1976). Ne varki, darlaşan aralık (bandwidth) özgürlük derecesi (degrees of freedom) düzeyini küçülteceğinden bu kez gelişigüzel (random) yanılığı biner. Böyle bir durumda en küçük yanılığı veren noktada uzlaşmaya varmak gerekir. (b) - Diğer eğilimlenme yanılığı manyetik alan bileşeninin ölçülmesinde binen gürültülerdir. Ne varki, elektrik alan bileşenlerinde karşılaşılan uyumsuz gürültü, (E, H) arasında yukarıdaki doğrusal denklemi kullanarak verilen ilişki ne-

deniyle, gereylerin elde edilmesinde herhangi bir eğilimlenme gürültüsünü sonuna eklemeyiz (Reddy et al., 1976). (c) - Diğer eğilimlenme yanılıgıları eğrisellikten (non - linearity) ve direşim gereylerinin zaman bağımlı olmasından kaynaklanır.

Direşimlerin elde edilmesinde karışan gelişigüzel yanılıgının denklemleri Goodman (1965) ve Bendat ve Piersol (1971) ce izleyen biçimde verilir. Z_{xx} ve Z_{xy} için

$$r^2 = \frac{4}{N-4} F_{4, \eta_2, \alpha} \frac{\{1 - U_{312}^2\}}{\{1 - U_{12}^2\}} \frac{S_{33}}{S_{jj}}$$

ve Z_{yx} ve Z_{yy} için

$$r^2 = \frac{4}{N-4} F_{4, \eta_2, \alpha} \frac{\{1 - U_{412}^2\}}{\{1 - U_{12}^2\}} \frac{S_{44}}{S_{jj}}$$

$$n = 2BT$$

n : Özgürlük derecesi sayısı; B : aralık (bandwidth); T : alginın boyu; $F_{4, \eta_2, \alpha} = 4, \eta_2 = n - 4$ için F sayılama dağılımının 100α yüzde noktası $S_{jj} =$ manyetik alan bileşeninin güç spektrum kestirimi ($j = 1, 2$).

Spektral dizey S türünden ardışık uyumluluk (multiple coherence) tanımları izleyen denklemlerle verilir.

$$U_{312}^2 = \frac{S_{22} |S_{13}|^2 + S_{11} |S_{23}|^2 - 2 \text{ Gerçel } (S_{12} \cdot S_{23} S_{31})}{S_{33} (S_{11} S_{22} - |S_{12}|^2)}$$

$$U_{412}^2 = \frac{S_{22} |S_{14}|^2 + S_{11} |S_{24}|^2 - 2 \text{ Gerçel } (S_{12} \cdot S_{24} S_{41})}{S_{44} (S_{11} S_{22} - |S_{12}|^2)}$$

(Reddy and Rankin, 1974)

S' lerin üzerindeki çizikler manyetotellurik spektral dizeyin birincil eksenler boyunca sayavlanan H'_x, H'_y, E'_x ve E'_y manyetotellurik bileşenlerini kullanılacağıını belirtmektedir.

Birincil eksenler boyunca H'_x ve H'_y manyetik alan bileşenlerinin uyumsuz ($S'_{12} = 0$) ve manyetotellurik durum için ($S'_{13} = 0; S'_{24} = 0$) olduğu kullanılırsa, yukarıdaki denklemler yalınlaşır.

$$U_{312}^2 = |S_{23}|^2 / \{S_{33} S_{22}\}$$

$$U_{412}^2 = |S_{14}|^2 / \{S_{44} S_{11}\}$$

(Reddy and Rankin, 1974)

U_{ijk} : j'inci ve k'inci bileşenler türünden i'inci bileşenin ardışık uyumluluğudur.

U_{12} : H_x ve H_y arasındaki olağan uyumluluk işlevidir. H_x , H_y , E_x ve E_y bileşenleri sırası ile 1, 2, 3, 4 sayıları ile simgelenirse bu tanımlar izleyen denklemlerle verilebilir.

$$U_{312}^2 = \left(\frac{g_3}{1 + g_4} \right) \left(\frac{g_1 + g_2}{1 - g_1 + g_2} \right)$$

$$U_{412}^2 = \left(\frac{g_4}{1 + g_4} \right) \left(\frac{g_1 + g_2}{1 - g_1 + g_2} \right)$$

$$U_{134}^2 = \left(\frac{g_1}{1 + g_1} \right) \left(\frac{g_3 + g_4}{1 - g_3 + g_4} \right)$$

$$U_{234}^2 = \left(\frac{g_2}{1 + g_1} \right) \left(\frac{g_3 + g_4}{1 - g_3 + g_4} \right) \quad (\text{Lienert et al., 1979})$$

Sinyal/gürültü oranı ile ardışık uyumluluk (multiple coherence) arasındaki ilişkiyi belirten bu denklemler, sinyal/gürültü oranını belirlemede kullanılabilir.

Denklemlerdeki g_i ler; i inci bileşenin sinyal/gürültü oranını simgeler. Bu dört denkleme verilen ardışık uyumluluk denklemlerinin sağ yanları Reddy ve Rankin (1974) te tanımlanan öz ve çapraz güç spektral ortalamaları yolu ile kolayca saptanabilir. Bu işlem için izlenen yol şöyledir.

a — $g_2 = \infty$ için (hiç gürültünün olmadığı durum), g_1 için bir değer kestirilsin.

b — U_{312} , U_{412} , U_{134} ve U_{234} olağan uyumluluk (correlation) yolu ile bulunur.

c — İlk iki denklemden g_3 ve g_4 bulunur.

d — Bulunan bu g_3 ve g_4 değerlerini son iki denklemde yerine koyarak g_1 ve g_2 elde edilir.

e — Bu aşamada iş lem yeniden c adımına geçerek yinelenir. Eğer ilk yineleme g_1 ve g_2 için bir çözüm vermezse, g_1 ve g_2 için sonlu küçüklükte değerler elde edilesiye değin bu işlemler yinelenir.

f — İzleyen bağıntı kullanılarak düzeltilmiş öz-güç (auto-power) bulunur.

$$P_i, \text{ düzeltilmiş} = P_i, \text{ ölçülmüş} \frac{g_i}{1 + g_i}$$

P_i ; 1 inci bileşenin öz-gücüdür (özilişki işlevidir).

g — Özgüçlerin düzeltilmiş değerlerini kullanarak ardışık uyumluluklar yeniden sayavlanır.

h — (a dan f) ye değin yer alan tüm adımlar, ardışık uyumluluk değerleri 1 ya da biri aşınca ya değin sürdürülür.

i — $A = H_x$ ve $B = H_y$ olarak ve aritilmiş P_1 ve P_2 manyetik alan özgüçlerini kullanarak, verilen frekans aralığı için Z direşim ge-reyleri bulunur. Bu yolla yapılan arıtmada elektrik alan içindeki gü-rültü en küçük kareler küçültmesi ve manyetik alandaki gürültü ise yukarıdaki anlatılan yöntemle atılmış olur.

Her ne ölçüde, bilgisayar kullanma süresi çok uzun olsada, sin-yal/gürültü oranının % 20 den küçük olduğu bileşenler için Jupp (1978) in önerdiği daha verimli bir yol vardır.

Burada değinilen her iki yöntem kürültünün tümüne göre, bir ölçüde algıları temizlemede kullanılabilir. Çoğunlukla gürütülerin kökeni;

a — Alçak frekanslarda kaynak alanın yatay düzlemde ucay-lanmayabilmesi

b — Şehirler arası elektrik iletim tellerinin, gözlem yerine ya-kın yörelerde yapay kökenli akımlar uyarmasıdır.

Genelde, ardışık uyumluluğun 0.85 in üzerinde takılması ve bu-nun altında değerlerin alınmaması önerilir.

D — Ölçüm Eksenlerini Yapısal Eksenlere Çakışacak Biçimde Döndürerek Gerçek Z Direşim Gereğinin Hesaplanması

Böylelikle bileşenlerden gürültü arındırıldıktan sonra eksenler saat yönünde θ açısı değin döndürülerek EM alanının ucaylanma açısı bulunur (dönme açısı).

$$\theta = 2.25 \text{ ArkTan} \left\{ \frac{(Z_{xx} - Z_{yy}) (Z_{xy} + Z_{yx})^* + (Z_{xx} + Z_{yy})^* (Z_{xy} + Z_{yx})}{|Z_{xx} - Z_{yy}|^2 - |Z_{xy} + Z_{yx}|^2} \right\}$$

Vozoff, 1972)

* : Karmaşık eşleneği simgeler.

Bu açı ölçüm eksenlerine göre, EM alanının ucaylanma eksenlerini verir. Birincil eksenler denilen, bu eksenler için Z direşimleri ρ_{xy} ve ρ_{yx} görünür özdiRENÇ değerlerini sayavlamak için kullanılır.

$$Z'_{xx}(\omega) = \frac{1}{2} \{ (Z_{xx} + Z_{yy}) + (Z_{xx} - Z_{yy}) \cos(2\theta) + (Z_{xy} + Z_{yx}) \sin(2\theta) \}$$

$$Z'_{xy}(\omega) = \frac{1}{2} \{ (Z_{xy} - Z_{yx}) + (Z_{xy} + Z_{yx}) \cos(2\theta) - (Z_{xx} - Z_{yy}) \sin(2\theta) \}$$

$$Z'_{yx}(\omega) = \frac{1}{2} \{ (Z_{xy} - Z_{yx}) + (Z_{xy} + Z_{yx}) \cos(2\theta) - (Z_{xx} - Z_{yy}) \sin(2\theta) \}$$

$$Z'_{yy}(\omega) = \frac{1}{2} \{ (Z_{xx} + Z_{yy}) + (Z_{xx} - Z_{yy}) \cos(2\theta) - (Z_{xy} + Z_{yx}) \sin(2\theta) \}$$

Bu duruma ulaşıldığında elde edilen Z değerleri alanın ucaylanma doğrultusuna uygun ve ona dikey yöndeki birincil ya da asıl Z direşim değerleridir (Ercan, 1978). Bunlar, izleyen denklemde yerine yazılarak elipsin büyük ve küçük eksen boyunca görünür özdiRENÇ değerleri elde edilir.

$$\rho_{xy} = 0.2 T |Z'_{xy}|^2$$

$$\rho_{yx} = 0.2 T |Z'_{yx}|^2$$

Z'_{xy} ve Z'_{yx} döndürme ile birincil eksenlere çakışan Z_{xy} ve Z_{yx} değerleridir $m\sqrt{n}T^{-1} \text{ km}^{-1}$), T frekans aralığının ağırlıklı dönemidir.

Burada anlatıldığı gibi ölçüm eksenlerine göre birincil eksen eksen doğrultuları direşim gereylerinden bulunur (Ercan, 1978). Spektral ve çapraz spektral Z gereyleri birincil eksenler doğrultusunda çıkışacak biçimde döndürülerek, bu konum için uyumluluk fonksiyonları ve direşim greyleri saptanır. U^2_{312} ve U^2_{412} ardışık uyumluluk değerleri 0.9 den büyük değer veren bilgiler kullanılır, değerleri atılır.

Direşim Gereyinin Güvenirlik Alanı

Bulunan Z direşim gereyi mutlak değerinin $(1 - \alpha)$ güvenirlilik aralığı her frekans için

$$|Z_i| - r_i \leq Z_i \leq |Z_i| + r_i$$

ve Φ evresi faktörü için

$$\Phi_i - \Delta\Phi_i \leq \Phi_i \leq \Phi_i + \Delta\Phi_i$$

$$\Delta\Phi_i = \text{ArkSin} \{r_i/Z_i\}$$

kestirilen değerleri simgelemek üzere kullanılmıştır.

Buradan Z direşiminin saptanmasındaki duyarlığın dört etmene bağlı olduğu ortaya çıkar.

1 — n, özgürlük derecesi sayısına, n büyüdükçe r küçülür. Verilen bir B aralığı için bunun anlamı algı boyu T nin arttırılmasıdır.

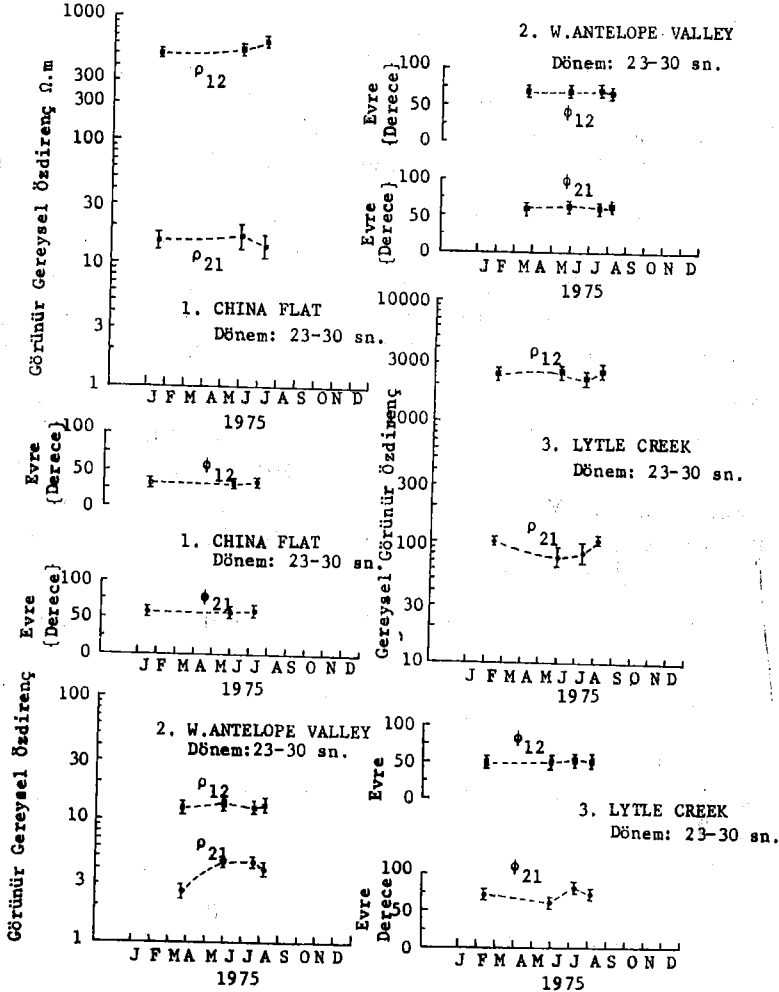
2 — Ardışık U^2_{312} ve U^2_{412} uyumluluklarının sayılaşmasına. Ardışık uyumluluk kestirimi (1) bire yaklaştıkça, gelişigüzel yanılığ sifıra yaklaşır. Özel durum için U^2_{312} ve $U^2_{412} = 1$; r, n ye bağımsızdır. Ardışık uyumluluk fonksiyonları sıfır olduğunda, yeryüzünde elektrik ve manyetik alanlar arasında hiç bir ilişki yoktur.

3 — H_x ile H_y arasındaki uyumluluğa (U^2_{12}) bağlıdır. Şöyleki U^2_{12} sifıra sifıra giderken Z nin duyarlığı artar.

4 — S_{33}/S_{11} , S_{33}/S_{22} , S_{44}/S_{22} spektral oranlarına bağlıdır. Bu oranlar azaldıkça Z nin saptanma duyarlığı artar. Ne varki bu spektral oranlar yerin elektrik özelliklerine bağlıdır.

Manyetotellurik Algılarda Yönbağımlılık ve Yapı İlişkisi

Gereylerle üç bölge için verilen görünür öz direnç (ρ_{xy} ve ρ_{yx}) ve evreler (Ψ_{xy} ve Ψ_{yx}) değişen oranlarda yönbağımlılık (anisotropy) göstermektedir. En büyük yönbağımlılıklar Çin düzlüğünde ve Lytle Creek de izlenmiştir (Reddy et al., 1976) (Şekil 2 ve 9). MT ile çalışılan yapının bir ya da 2 boyutlu olup olmadığını, boyut belirticiler diye bilinen α çarpıklığı (skew) ve β elipsellik göstergesi (index) be-



Şekil 9 — Çin Düzlüğü, Batı Ceylan Ovası ve Lytle Creek'te gözlem yerinde zamanın değişkeni olarak birincil eksenler boyunca gereysel görünür öz direnç ve evreler. Yanlıgı çizgileri : 95 güvenirlilik sınırlarını vermektedir (Reddy ve diğ., 1976'dan).

lirler. Bu değerler sırası ile ölçüm ve döndürölümüş eksenlere göre izleyen denklemlerle Z direşim gereyleri türünden verilirler.

$$\alpha = \frac{Z_{xx} + Z_{yy}}{Z_{xy} - Z_{yx}}$$

$$\beta = \frac{Z'_{xx} - Z'_{yy}}{Z'_{xy} - Z'_{yx}}$$

α ve β nın 0.35 ten büyük değerleri değerlendirmeye katılmaz. Yapının boyutunu belirten α ve β , en büyük özdirenç birincil ekseninin doğrultusu (Elektrik alan ucaylanma yönü) ve genliği bölgede doğrusal bir ucaylanmanın varlığını ve özellikle $T > 10$ sn için (α ve $\beta < 0.10$) yapının bir boyutlu gibi davrandığını belirtmektedir (Şekil 5).

MT de α çarpıklığı ve β elipselliği, eğer yapı bir ya da iki boyutlu ise sıfıra giderler (Word et al., 1971). Bu boyut belirtgenleri, gözlem noktasının 3 - boyutlu yapıların bakışıklık (symmetry) düzlemi üzerinde yer alması durumunda ya da bir kaç 2 - boyutlu yapıdan oluşması durumunda da çok küçük ya da sıfır değeri alırlar.

Birincil eksenlere uygun olarak bulunan ρ_{xy} , ve ρ_{yx} , görünür özdirenç gereyelerinin büyüğünün küçüğüne bölümünün kare kökü olan λ yönbağımlılığı, 2 - ve 3 - boyutlu yapılardan 1 - boyutluların seçilmesini sağlar. Yapının bir boyutlu olması durumunda yönbağımlılık katsayısı 1 dir. Bu değerin birden büyük olması, üç olası seçeneği ortaya çıkarır. Bunlar,

a — Yapı bir boyutludur ancak kendi içinde yönbağımlılık gösterir.

b — Yapı iki boyutludur,

c — Yapı üç boyutludur,

Özetle, 1B, 2B ve 3B (boyutlu) yapılar için belirtgenlerin değerleri şöyledir.

| 1B | 2B | 3B |
|---------------|---------------|---------------|
| $\lambda = 1$ | $\lambda > 1$ | $\lambda > 1$ |
| $\alpha = 0$ | $\alpha = 0$ | $\alpha > 0$ |
| $\beta = 0$ | $\beta = 0$ | $\beta > 0$ |

(Ercan 1978)

Ne varki, uygulamada α ve β nın sıfır olmıyan değeri ile, izleyen nedenlerle, pek ender karşılaşılr.

1 — Düşlenen (ideal) 1B ve 2B yapılar genellikle oluşmaz.

2 — Algılar çoğunlukla belli oranda gürültü içerirler.

İki boyutlu değeriendirmeler hem güç, hem karmaşık ve hemde akçal yönden pahalıdır. Bu nedenlerle α ve β nın 0.2 den küçük değeri için yapı 2 boyutlu gibi alınarak değeriendirilebilir. 2B yapılar da gözlem noktasının yanal süreksizliğe yakın olmadığı durumlarda, yapı uzanımı doğrultusuna uyarlı olan birincil eksen boyunca sayavlanan $\rho_{x,y}$, ve $\rho_{y,x}$, görünür özdirenç eğrii yaklaşık olarak gözlem noktasında, düşey 1 Boyutlu yer elektrik kesitini simgeler. Dolayısı ile yapı doğrultusunda görünür özdirenç biliniyorsa, dik doğrultudakine gerek duymadan, bunu düz ya da ters (evrik - inverse) yöntemlerle değeriendirerek yer yapısı elde edilebilir (Reddy et al., 1977). Ne varki, özellikle gözlem noktası sayısının az olduğu yerlerde her iki birincil eksen doğrultusundaki görünür özdirenç eğriilerinin değeriendirilmeye sokulmasında yarar vardır.

Yapı Süreksizlik Doğrultusunun Saptanması

MT ölçümlerinde H_z düşey manyetik alanı incelenerek, bulunan birincil eksenlerden (ucaylanma elipsi) hangisinin yapı doğrultusuna denk geldiği, ayrıca yapının kaç boyutlu olduğunu belirlemede, gürültü içerip içermediğini gösterir.

Yerin dışındaki yer alan kaynaklarca oluşan H_z bileşeni, uygun A ve B karmaşık katsayıları uydurarak H_x ve H_y yatay manyetik bileşenlerden doğrusal bir ilişki ile yapay olacakta elde edilebilir.

$$H_z = A \cdot H_x + B \cdot H_y$$

$$A(\omega) = A_g + iA_s$$

$$B(\omega) = B_g + iB_s$$

A ve B katsayıların gerçel ve sanal yanlarını bulmak için $h_x(t)$, $h_y(t)$, $h_z(t)$ bileşenlerinin spektrumları alınır. $H_x(\omega)$, $H_y(\omega)$, $H_z(\omega)$ nın gerçel bileşenlerini A_g ve B_g , sanal bileşenlerini A_s ve B_s ni bulmada kullanılır. A ve B frekans ortamında salt yalın denkleştirme katsayılarıdır (Vozoff, 1972).

Uygun seçilen A, B çifti için (hiç gürültü yoksa) H_z (ölçülen) — H_z (sayavlanan) olmalıdır. Bu iki bileşen arasındaki uyum izleyen denklem ile verilir.

$$\text{Uyum } (H_z \cdot H_{zs}) = \frac{A^* \langle H_z H_x^* \rangle + B^* \langle H_z H_y^* \rangle}{\langle H_z H_x^* \rangle^{1/2} \{AA^* \langle H_x H_x^* \rangle + BB^* \langle H_y H_y^* \rangle\}^{1/2}}$$

A ve B katsayıları hem yatay ve hem de eğik yarıları ile düşey eksen üzerinde işlem gördüklerinden, **eğritici** (tipper) katsayılar adı ile tanımlanır (Vozoff, 1972). Eğrilikliğin her frekans aralığındaki T genliği, H_z alanının bağıl gücünü verir,

$$|T| = \{ |A|^2 + |B|^2 \}^{1/2}$$

evresi ise

$$\Psi_T = \text{Arktan} \{ (A_g^2 + B_g^2) / (A_s^2 + B_s^2) \}^{1/2} \quad \text{dir.}$$

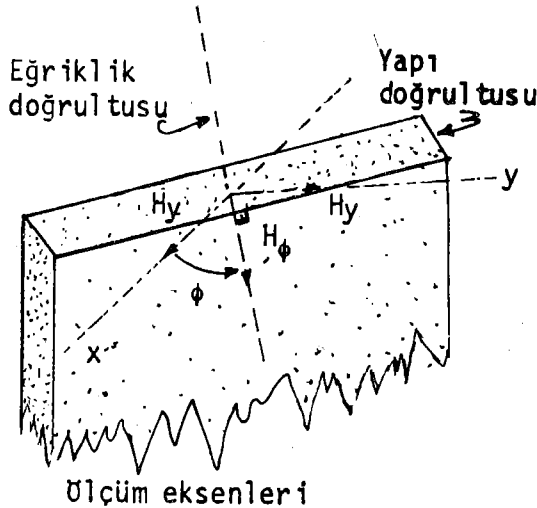
a — İki boyutlu yapılar

İki boyutlu yapılarda x ekseninden ($\Phi \pm 90$) derece açılarda uzanan yapılar için, eğer algılar gürültü içermiyorlar ise A ve B aynı evreli dolayısı ile tümüyle gerçel olacaktır ($\Psi_A = \Psi_B$). Bu durumda x eksenine göre Φ eğrilik açısı, (A, B) türünden

$$\Phi_2 = \text{Arktan} (B/A)$$

dir. Φ doğrultusundaki yatay alan bileşeni ise H_θ dir. Yapı doğrultusunu belirten θ açısı ise izleyendir (ŞEKİL 10).

$$\theta = \Phi_2 \pm 90^\circ \text{ dir.}$$



Şekil 10 — Ölçüm eksenlerine göre, yapı ve eğrilik doğrultuları.

b — Üç boyutlu yapılar

Üç boyutlu yapılarda A ve B nin evre açıları birbirlerine eşit değildir ($\Psi_A \Psi_B$). Bu durumda Φ_3 açısı

$$\Phi_3 = \frac{(A_g^2 + B_g^2) \cdot \text{Arktan} (A_g/B_g) + (A_s^2 + B_s^2) \text{Arktan} (A_s/B_s)}{T^2}$$

(Vozoff, 1972)

ve egemen yapı doğrultusu

$$\theta = \Phi_3 \pm 90^\circ$$

Üç boyutlu yapılarda $\Phi_2 \neq \Phi_3$ dır ve θ açısı, Z direşim gereyle-
rinin döndürülmesi ile bulunan birincil eksenlerden birine çıkarılmaz.
Çakışmazlık açısını belirleyen açıya, **eğrilme dönmesi** denir ve izle-
yen bağıntı ile verilir.

$$\alpha(\omega) = \frac{(A_g^2 + B_g^2) \text{Arktan} (A_g/B_g) - (A_s^2 + B_s^2) \text{Arktan} (A_s/B_s)}{T}$$

Eğer H_z nin gerçel ve sanal yanlarının her ikisinde, iki boyutlu yapılarda olduğu gibi aynı yatay bileşenler ile uyumlu ise α eğrilme çarpıklığı sıfırdır.

Ölçümler sırasında uyumsuz ve düşük düzeyde düşey manyetik alan değişiminin ölçülmüş olması görünür özdirenç gereylerinde gözlenen yönbağımlılığın, yanıl süreksizliklerden çok yapıyı oluşturan kayaçlar içindeki yönbağımlılıktan ve yapının dalmasından kaynaklandığı sanısını uyandırmıştır.

Bu yalın bağıntılar, birincil eksenler boyunca yalın uyumluluk fonksiyonları için verilen denklemlerle aynıdır. Gürültü ve sinyalin uyumsuz olduğu varsayılırsa, U ardışık uyumluluğunun birden küçük değeri ya da manyetik alan bileşenine ya da her ikisine gürültü karışmış olduğunu gösterir. Ne varki (E, H) arasında yukarıda verilen doğrusal ilişki, Z direşiminin elektrik alandaki gürültüden etkilenmediğini gösterir. Manyetik alan bileşenindeki gürültü ise gerçek direşimi aşağıya doğru eğer (küçüktür). Örnek; H'_y deki gürültü Z'_{xx} ve Z'_{xy} direşim gereylerini aşağı doğru çeker. Ancak, ardışık uyumluluk sayavlamasını kullanarak, uyumsuz manyetik alan bileşenleri için, direşimlerde oluşan küçülme belirlenebilir (Reddy

et al., 1976). Söz gelimi, eğer ardışık uyumluluk 0.9 ise (ki bu durumda elektrik bileşenlere gürültüden arınmış durumdadır) manyetik alan bileşeninde % 10 oranında bir gürültü binmesi vardır. Bu bileşenleri kullanarak sayımlanan Z direşimleride aynı oranda aşağıya doğru eğillendirilecekler, bunlardan elde edilen gerey görünür öz-direnç değerleri ise % 17 oranında küçük çıkacaktır.

Direşimlerin evreleri elektrik ve manyetik alan bileşenlerindeki gürültüden etkilenmezler (Reddy et al., 1976).

KAYNAKLAR

- Barsukov, O.M., 1972, Variations of electric resistivity of connected with tectonic causes; Tectonophysics, V. 14, p. 273.
- Bendat, J.S. and Pierson, A.G., 1971, Random data : Analysis and Measurement Procedures, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Brace, F.W. and A.S. Oragne, 1968, Electrical resistivity changes in saturated rocks during fracture and frictional sliding, J. Geophys. Res., V. 73, p. 1433 - 1445.
- Castle, R.O., Church, J.P. and Elliot, M.R., 1976, A seismic uplift in Southern California, **Science**, V. 192, p. 251 - 253.
- Ercan, A., 1978, Manyetotellurik yöntem, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Ders Teksiri, 50 sayfa.
- Fedotov, S.A., Dolbilkina, N.A., Morozos, V.N., Myachkin, V.I., Preobrazensky, V.G., and Sobolev, G.A., 1970, Investigation on earthquake prediction in Kamchatka, Tectonophysics, V. 9, p. 249 - 258.
- Goodman, N.R., 1965, Measurement of matrix frequency response functions and multiple coherence functions. Technical report AFFDL - TR - 65 - 56, Wright - Patterson Air Force Base, Ohio.
- Heney, T.L. and Khitarov, N.I., 1964, Heat flow near major strike - slip faults in California; J. Geophys. Res. V. 76, p. 7924.
- Hohmann, G.W., 1975, Three dimensional induced polarization and electromagnetic modelling; Geophysics, V. 40, p. 309.

- Jupp, D.L.P., 1978, Estimation of the magnetotelluric impedance functions; *Phy, Earth and Planet, Int.*, V. 17, p. 17 - 82.
- Kanamori, H. and Hadley, D., 1975, Cristal structure and temporal velocity change in Southern California, *Pure Appl. Geophys.*, 113, 257 - 280.
- Lienert, B.R., Whitcomb, J.H., Phillips, R.J., Reddy, I.K. and Taylor, R.A., 1979, Long Term Variations in magnetotelluric apparent resistivities observed near the San Andreas fault in Southern California; *J. Geomag. and Geoelec.* (Submitted in Dec. 14, 1979).
- Otnes, R.K., and Enockson, L., 1972, *Digital Analysis of Time Series*, Wiley New York.
- Patrick, F.W. and Bostick, Jr., F.X., 1969, Magnetotelluric modelling techniques, Rep. No. 59, Electron, Res. Center, Univ. of Texas, Austin, Texas.
- Reddy, I.K., and Rankin, D., 1974, Coherence functions for magnetotelluric analysis, *Geophysics*, V. 39, p. 312 - 320.
- Reddy, I.K., Phillips, R.J., Whitcomb, J.H., Cole, D.M. and Taylor, R.A., 1976, Monitoring of Time dependent Electrical Resistivity by Magnetotellurics. *J. Geomg. Geoelectr.*, V. 28, p. 165 - 178.

YAPILARIN DEPREM HESAPLARI ÜZERİNE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Türk Deprem Yönetmeliği ile yeni DIN 4149 (Nisan 1981)
karşılaştırılması

İbrahim E. Leylek*

ZUSAMMENFASSUNG

Nachfolgend wird als Beispiel eine dynamische Berechnung eines Stahlbetonrahmens infolge Erdbebenbelastung durchgerechnet.

Dabei ist der Versuch unternommen worden, erstens die dynamische Wirkung der durch die Erdbebenbeanspruchung entstehenden Kräfte den Studenten und Jüngeren Ingenieuren in einfacher Art zu erläutern und zweitens die neue DIN 4149 (Ausgabe April 1981) dem türkischen Leserkreis bekannt zu machen.

Bei der Erstellung der statischen Berechnung gibt es oft Möglichkeiten die Ergebnisse vom Aufsteller selbst zu kontrollieren um sich somit über die Richtigkeit der Ergebnisse ein Urteil zu bilden.

Da bei dynamischen Berechnungen diese Möglichkeiten noch nicht verbreitet sind, sind solche Berechnungen mit dem Gefühl der Unsicherheit verbunden.

In dem Musterbeispiel wurden hauptsächlich die neuen Näherungsverfahren von DIN 4149 und türkische specification des Earthquake Research Instituts miteinander verglichen und diese Ergebnisse numerisch verfolgt. Bei einem

(*) İnşaat Yüksek Mühendisi

anderen Lastfall sind die hohen Eigenschwingungen sowie deren Eigenformen des Bauwerkes mit berücksichtigt worden.

Im zweiten Teil werden die Bemessungen nach Traglastverfahren durchgeführt und konstruktive Hinweise gegeben.

I. ci KISIM

GİRİŞ

Batı Almanya da ilk deprem ile ilgili norm DIN 4149 Temmuz 1957 yılında yürürlüğe girmiştir. Daha sonra Kasım 1972 de Baden - Württemberg eyaleti İç İşleri Bakanlığı tarafından yapılan değişiklikler ile yeniden yayınlanmıştır. Bu son şekli ile DIN 4149 bir normdan ziyade daha çok bir resmi sirküler anlamı taşıyordu. Uygulanması da tavsiye niteliğinde olduğu için proje mühendisinin kararına bırakılmıştı.

Nisan 1981 de baştan değiştirilip ve yeniden hazırlanıp yürürlüğe giren ve bütün B. Almanyada geçerli olan yeni DIN 4149 ise, deprem hesaplarında, bu sahadaki en son gelişmeleri göz önünde tutularak hazırlanmıştır. Yapının inşa edileceği yere ve önemine göre DIN hükümlerinin uygulanması zorunluluğu getirilmiştir.

İlk defa olarak yapı dinamik karakteristiklerini ifade eden yüksek dereceli titreşim peryotları ile bunlara ait Mod'larında, bazı şartlar altında hesaplarda göz önünde tutulabileceği hükümlere bağlanmıştır. Yapı Temel Peryodunun $T_1 < 1$ sn olduğu hallerde, Atom santralı hariç, yaklaşım yöntemlerinin de kullanılabileceğine izin verilmiştir.

Türk Deprem Yönetmeliğine (TDY) görede (2) Dinamik Analiz ile deprem hesaplarının yapılabileceğine izin verilmiştir. Bunun için hangi yöntemin kullanılabileceği mühendisin seçimine bırakıldığı halde, yapıya, yatay yönde tesir eden deprem kuvvetlerinin nasıl hesap edileceği ise maalesef belirtilmemiştir. Bu kuvvetlerin tayini standart veya normların görevidir, mühendisin kararına bırakılamazlar. Kısım (13.3.3) de bu durum açıkca anlaşılmamaktadır. Getirilen kısıtlama ise kanaatimce şöyle değiştirilmelidir. «Dinamik Analiz ile elde edilen kesit kuvvetlerin, moment, kesme kuvveti ve normal kuvvetler, yaklaşım yöntem ile elde edilen kesit kuvvetlerine oranı % 70 den

daha küçük olamaz». Örnek hesapda Tablo 5 gösterildiği gibi bu değer oldukça iyi seçilmiştir.

Yapı statığı ile ve standart uygulamaları ile uğraşan mühendislere bu uygulamaları yaparken kendi kendilerini kontrol imkanları çeşitli şekillerde vardır. Dinamik Analiz, bilhassa deprem hesapları ile çalışmalarda bu husus henüz yaygınlaşmadığı için neticelerin doğruluğuna hüküm verebilmek çok güçleşmektedir.

Uygulayıcının çalışmalarını kolaylaştıracak yardımcı kitap v.s. ise yok denecek kadar azdır. Son zamanlarda Amerika ve Batı ülkelerinde bazı Computer (Bilgisayar) programları yayınlanmıştır. Fakat bu programların satın alınması çok masraflı olmasına rağmen uygulanması için de büyük kapasiteli Computerlere ihtiyaç vardır. Lisan güçlükleri dolayısıyla yabancı kaynaklardan istifade etmek olanaklarında sınırlı olan genç mühendislerin bu zorlukları da göz önünde tutulursa nasıl bir güvencesizlik içinde olduklarını anlamak zor değildir.

Aşağıda pratikden alınan ve karşılaştırma hesaplarla incelenen örnekte, ilk başta, dinamik hesap ile ilk defa meşgul olacak böyle genç mühendislerin durumları göz önünde tutulmuştur. Yapıların depreme karşı davranışında ve Dinamik Analiz hesaplarında çok geçen bazı deyimlerin, örneği : Tek serbest dereceli model, Çok serbest dereceli model, temel periyot ve yüksek dereceli periyotlar ile buna ait Mod lar, kesme tipi yapı ve eğilme tipi yapı gibi, elementer açıklamaları yapılmıştır.

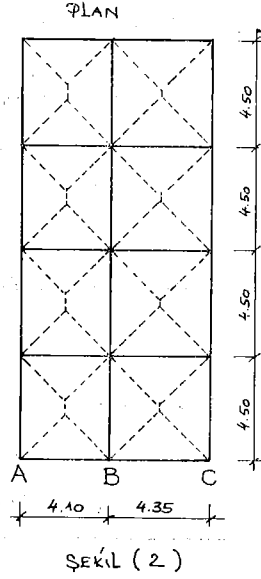
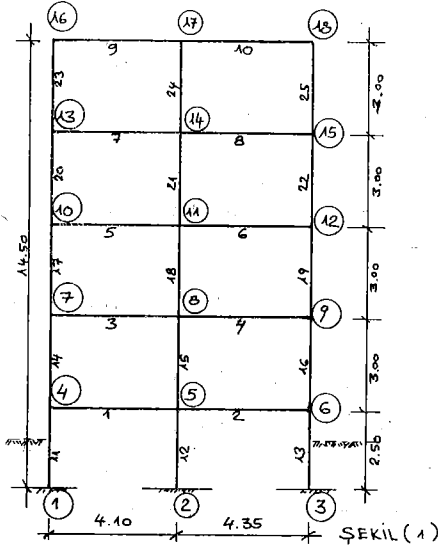
Hesapların sayısal örnekleri verilirken yeni 4149 un bazı bölümlerinin tercümeleride yapılmıştır.

2. ci Kısımda ise, aynı yapının statik analizi ile dinamik analizinin karşılaştırması ve taşıma gücü yöntemine göre kesit ve donatı tayinleri yapılacaktır. Pratik konstruktif kurallar gösterilecektir.

2. HESAP İLKELERİ

Örnek olarak incelenen yapı, beş katlı iki açıklıklı Betonarme karkas özel bir yapıdır.

Aynı yapının dört katlı olarak kaynak [1] de statik çözümü verilmiştir. Geometrik ölçüler ve yük verileri oradan alınmıştır. Şekil (1) ve (2). Kesit değerleri ise Tablo I de gösterilmiştir. Özel konut I. Deprem bölgesinde (DIN 4149 göre 4. bölge) çok sıkı yerleşmiş kumlu (zemin cinsi II) zemin üstünde yapılacağı kabul edilmiştir.



2.1. Kullanılan Malzeme

Beton Bn 25, Beton Çeliği St III (Tor Çeliği)

$$E_b = 30 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$$

$$E_s = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$$

$$\beta_b = 17,5 \text{ MN/m}^2 \text{ (Taşıma gücü)}$$

$$\beta_s / \beta_u = 420 / 500 \text{ NM/m}^2 \text{ (Taşıma gücü)}$$

Tablo 1

| | KESİT | ALAN A (m ²) | ATALET MOMENTİ I (m ⁴) |
|------------------------------------|-------|--------------------------------|--|
| KIRIŞLAR 1 ÷ 8 | | $A_x = 0,255$ | $I_x = 0,0488$ |
| KIRIŞLAR 9 ÷ 10 | | $A_x = 0,286$ | $I_x = 0,0106$ |
| KOLONLAR 11, 13 | | $A_x = 0,115$ | $I_x = 0,0024$ |
| KOLON 12 | | $A_x = 0,184$ | $I_x = 0,0098$ |
| KOLON 15 | | $A_x = 0,138$ | $I_x = 0,0042$ |
| KOLONLAR 14, 16, 17, 18, 19, 21 | | $A_x = 0,092$ | $I_x = 0,00122$ |
| KOLONLAR 20, 22, 23, 24, 25 | | $A_x = 0,053$ | $I_x = 0,00023$ |

2.2 Sabit yükler (öz ağırlıklar)

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Kat Kirişleri: 1 ÷ 8 | | |
| | $0,23 \cdot 0,50 \cdot 25$ | $= 2,875 \text{ KN/m}$ |
| Duvar | $0,23 \cdot 2,50 \cdot 18$ | $= 10,350 \text{ ''}$ |
| Sıva | $2 \cdot 0,045 \cdot 2,90 \cdot 19$ | $= 1,653 \text{ ''}$ |
| | $g_{1 \div 8}$ | $= 14,88 \text{ ''}$ |
| Çatı Katı Kirişleri: 9 ÷ 10 | | |
| | $0,23 \cdot 0,30 \cdot 25$ | $g_{9 \div 10} = 1,73 \text{ KN/m}$ |
| Kat döşemeleri: 1 ÷ 8 | | $g = 4,90 \text{ KN/m}^2$ |
| Δg_2 | $= 1/2 \cdot 4,10 \cdot 4,90$ | $= 10,05 \text{ KN/m}^2$ |
| Δg_3 | $= 1/2 \cdot 4,35 \cdot 4,90$ | $= 10,66 \text{ ''}$ |

Normal Katlar A ve C Eksenini

| | | |
|-------|-----------------------------|-------------------------|
| Kiriş | $0,23 \cdot 0,50 \cdot 25$ | $= 2,875 \text{ KN/m}$ |
| Duvar | $0,23 \cdot 2,50 \cdot 18$ | $= 10,350 \text{ KN/m}$ |
| Sıva | $0,045 \cdot 2,50 \cdot 19$ | $= 2,14 \text{ KN/m}$ |
| | g | $= 15,36 \text{ KN/m}$ |

| | |
|---|----------------------------------|
| $4,50 \cdot 15,36$ | $= 69,13 \text{ KN}$ |
| $1/2 (0,40 + 4,50) \cdot 10,05 \cdot 4,50$ | $= 115,76 \text{ KN}$ |
| Kolon $0,40 \cdot 0,23 \cdot 2,50 \cdot 25$ | $= 5,75 \text{ KN}$ |
| | $\text{Prg} = 190,64 \text{ KN}$ |

Normal Katlar B Eksenini

| | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Kiriş $0,23 \cdot 0,60 \cdot 25$ | $= 3,45 \text{ KN/m}$ |
| Duvar + Sıva $10,35 + 2,14$ | $= 12,49 \text{ KN/m}$ |
| | $g' = 15,94 \text{ KN/m}$ |

| | |
|---|-----------------------|
| $4,50 \cdot 15,94$ | $= 71,73 \text{ KN}$ |
| | $= 115,76 \text{ KN}$ |
| $1/2 (0,15 + 4,50) \cdot 10,66 \cdot 4,50$ | $= 111,53 \text{ KN}$ |
| Kolon $0,23 \cdot 0,60 \cdot 2,50 \cdot 25$ | $= 8,625 \text{ KN}$ |

$$\text{Prg} = 307,65 \text{ KN}$$

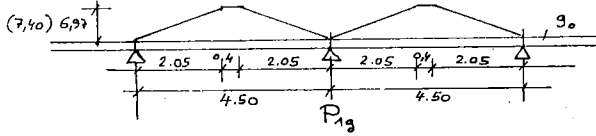
Çatı Katı döşemeleri : 9 ÷ 10 $g' = 3,40 \text{ KN/m}^2$

$$\Delta g_4 = 1/2 \cdot 4,10 \cdot 3,40 = 6,97 \text{ KN/m}$$

$$\Delta g_5 = 1/2 \cdot 4,35 \cdot 3,40 = 7,40 \text{ "}$$

Yapının A, B, C eksenleri boyuna kirişlerden gelen mesnet kuvvetleri. Bu yükler hesap edilirken süreklilik tesiri ihmal edilebilir.

Çatı Katı A, C eksenli



$$g_0 : 0,23 \cdot 0,30 \cdot 25 = 1,725 \text{ KN/m}$$

$$\text{parpet} : 0,20 \cdot 0,40 \cdot 25 = 2,000 \text{ "}$$

$$= 3,725 \text{ "}$$

$$1/2 (0,40 + 4,50) \cdot 6,97 \cdot 4,50 = 76,84 \text{ KN}$$

$$4,50 \cdot 3,725 = 16,76 \text{ "}$$

$$\text{Kolon} \sim 0,23 \cdot 2,70 \cdot 25 = 3,57 \text{ "}$$

$$P_{1g} = 97,17 \text{ "}$$

Çatı Katı B - eksenli

$$\text{Kiriş} 0,23 \cdot 0,40 \cdot 25 \cdot 4,50 = 10,35 \text{ KN}$$

$$\text{Döşeme} = 76,84 \text{ "}$$

$$\text{Döşeme } 1/2 (0,15 + 4,50) \cdot 7,40 \cdot 4,50 = 77,43 \text{ "}$$

$$\text{Kolon} = 3,57 \text{ "}$$

$$P_{2g} = 168,19 \text{ "}$$

2.3. Hareketli Yükler

Kat Döşemeleri : 1 ÷ 8 $p = 4,0 \text{ KN/m}^2$

$$\Delta P_2 = 1/2 \cdot 4,10 \cdot 4,0 = 8,20 \text{ KN/m}$$

$$\Delta P_3 = 1/2 \cdot 4,35 \cdot 4,0 = 9,70 \text{ KN/m}$$

Çatı Katı Döşemeleri : 9 ÷ 10 $p = 0,75 \text{ KN/m}^2$

$$\Delta P_4 = 1/2 \cdot 4,10 \cdot 0,75 = 1,54 \text{ KN/m}$$

$$\Delta P_5 = 1/2 \cdot 4,35 \cdot 0,75 = 1,63 \text{ KN/m}$$

(*) C - Eksenli yükleri biraz farklı olmasına rağmen A gibi kabul edilmiştir.

Mesnet Kuvvetleri :

Çatı Katı A ve C Eksen

$$P1p = 1/2 (0,40 + 4,50) \cdot 1,63 \cdot 4,50 = 17,97 \text{ KN}$$

Çatı Katı B Eksen

$$P2p = 1/2 (0,40 + 4,50) \cdot 1,54 \cdot 4,50 = 16,98 \text{ KN}$$

$$1/2 (0,15 + 4,50) \cdot 1,63 \cdot 4,50 = 17,06 \text{ KN}$$

$$P2p = 34,04 \text{ KN}$$

Normal Katlar A ve C Eksen

$$P1p = 1/2 (0,40 + 4,50) \cdot 8,20 \cdot 4,50 = 90,41 \text{ KN}$$

Normal Katlar B Eksen

$$P2p = 1/2 (0,40 + 4,50) \cdot 8,20 \cdot 4,50 = 90,41 \text{ KN}$$

$$1/2 (0,15 + 4,50) \cdot 8,70 \cdot 4,50 = 91,03 \text{ KN}$$

$$P2p = 181,44 \text{ KN}$$

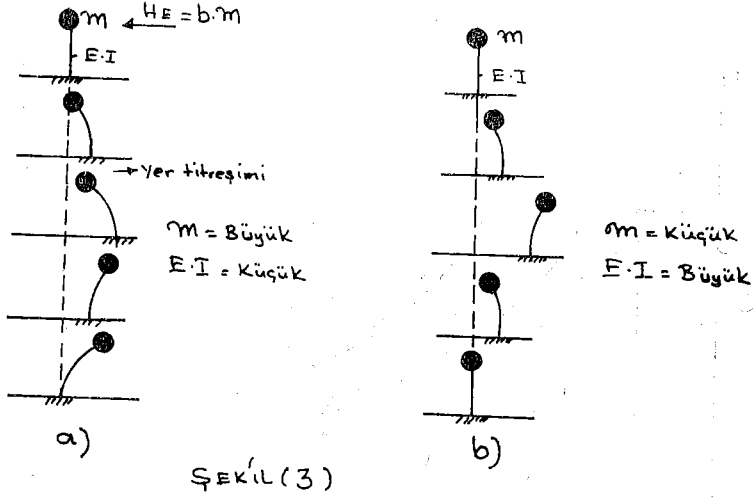
3. YAPININ DİNAMİK ANALİZİ

3.1. Yapının Deprem Kuvvetlerine Karşı Davranışı

Deprem olarak hissettiğimiz, yer titreşimine karşı yapının gösterdiği davranış, bu yapının çeşitli karakteristiklerine göre başka başka olur. Bu Karakteristikler arasında, yapının boyunun enine oranı, stabiliteyi sağlayan yapı elemanlarının rijitliklerinin plandaki dağılımı, kullanılan malzeme cinsi ile katlar hizasında toplandığını kabul ettiğimiz toplam ağırlıkların yapı yüksekliği boyunca dağılımını sayabiliriz.

Deprem kuvvetinin nasıl bir kuvvet olduğunu ve yapıya nasıl etkilediğini şu basit model üzerinde göstermek mümkündür. Daha geniş tamamlayıcı açıklamalar (3) de mevcuttur.

Şekil (3) de a) ve b) tipi iki türlü yapıyı (örnek su kulesi, TV verici anteni gibi) göz önüne getirelim. a) tipi büyük bir m kütlesinin rijitliği yani Exl si, burada E = malzemenin Elastik modülünü, l = Atalet momentini göstermektedir, küçük kolon üzerinde oturan yapıyı, b ise bunun tersi olan bir yapıyı temsil etmektedir.



Temel noktasının yer titreşimi ile sağa doğru hareket edip tekrar eski noktasına gelmesi halinde μ kütlesinin bu zaman aralığındaki hareketi her iki yapıda başka başka olmaktadır.

Aynı şekilde sola doğru hareketin de tamamlandığını düşünürsek, a) tipi yapının b) tipi yapıya göre titreşimi daha yavaştır. Başka bir deyimle T - Peryodu büyüktür. Yapının sünme, enerjiyi yutma kabiliyetinden dolayı bu hareket bir müddet sonra durur.

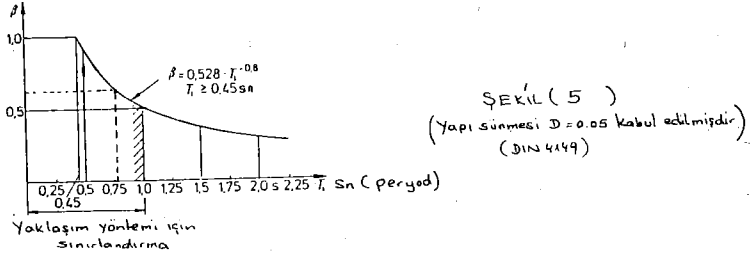
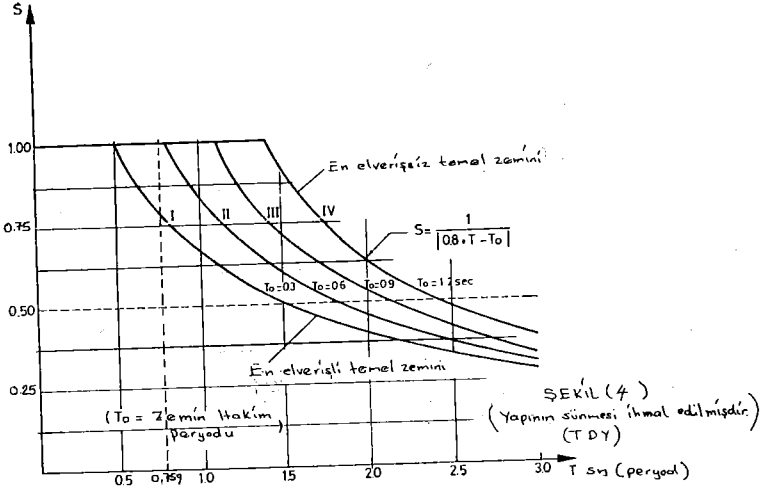
Yapı rijitliği ile μ kütlesi T periyodunu karakterize ederler. Bir μ kütlesinin zamana tabi hareketi ancak b ivmesi ile mümkün olduğundan $b \times \mu = H_B$ Deprem (Dinamik) kuvvetin doğmasına sebep olurlar. a) modelinde bu kuvvet b) ye göre daha küçüktür.

Yer titreşiminin uyandırdığı b ivmesinin g yer çekimi ivmesine oranının 0.10 ila 0.25 arasında değiştiği çeşitli araştırmalar [7] ile saptanmıştır.

Dinamik Kuvveti belirleyen ve deprem ivmesini ifade eden ve yapının yukarıda açıkladığımız T temel periyoduna bağlı olarak değişen bu faktör, spektral davranış katsayısı (Antwort Spektrum) olarak norm veya standartlarda belirlenmiştir.

Şekil (5) DIN 4149 göre β , Şekil (4) ise TDY göre S faktörünü göstermektedirler.

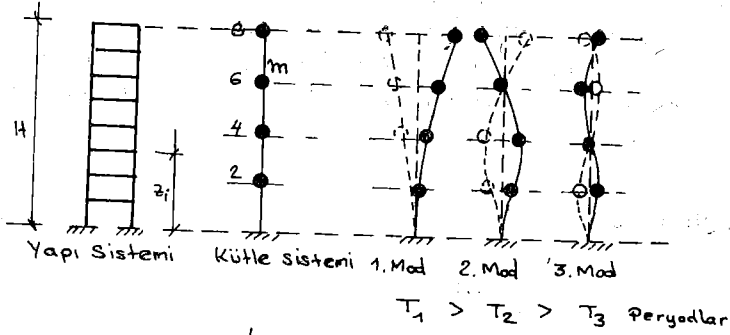
H_B Kuvvetinin tayininde bunlardan başka yapının oturduğu zeminin özelliğide büyük rol oynamaktadır. Zira yer titreşim dalgaları zemin cinsine göre belirli bir hızla bu noktaya kadar gelirler. [3] kay-



nakta buna dair fazla bilgi mevcuttur. Bu husus dinamik analiz hesaplarında zemin hakim periyodu T_0 olarak tarif edilmiştir. TDY ve S faktörü ile birlikte zemin durumlarında göz önünde tutulmuştur. Fakat yapının sünme kabiliyeti ihmal edilmiştir.

I eğrisi en sağlam ve elverişli bir temel zeminini, IV ise en elverişsiz temel zeminini göstermektedir.

DIN 4149 da β ğrisi ile temel hakim periyotları ihmal edilmiş fakat yapı sünme değeri göz önünde tutulmuştur. Betonarme ve yığma yapılarda bu katsayı $D = 0.05$ olarak verilmiştir. (3) de yapı tek kütle ile temsil edildiği için bu çeşit sistemlere tek serbest dereceli model olarak isimlendirilir. Halbuki kütle sayısı fazla olan çok katlı yapılarda bütün ağırlıkları kat hizalarında toplanmış gibi modelize edebiliriz. (Şekil (6) da böyle bir model gösterilmiştir.



ŞEKİL (6)

Şimdi böyle bir modelin yer titreşimi ile titreşim yapmaya zorlandığını düşünecek olursak bir evvelki sisteme göre başkalık göstermektedir. İlk titreşim periyodu ile birlikte bütün kütleler aynı şekilde sağ ve sol ötelenmelere maruz kalırlar. Bu periyod norm ve yönetmeliklerde Temel Periyod olarak gösterilir. İkinci hareketle kütlelerin yatay ötelenmeleri bir eğriyi andırır. Bu salınım da geçen periyoda T_2 ikinci derece periyod ve ötelenmeler de 2. Mod adı verilir. Üçüncü titreşimde çift eğriyi andırır. Geçen periyoda T_3 ve ötelenmelere de 3. Mod adı verilir. Yapının bu yüksek dereceli periyodları arasında $T_1 > T_2 > T_3$ bağlantısı daima mevcuttur.

Dinamik Analiz hesaplarının en zahmetli ve zaman alan hesapları bu yüksek dereceli periyotlar ile buna ait Mod ların hesaplarıdır.

Kaynak [4] da bu hesaplar için teorik yöntemler anlatıldığı gibi sayısal örneklerde verilmiştir. Kaynak [6] da olduğu gibi uygulayıcı mühendislerin işlerini kolaylaştırıcı yardımcı yayınlar ise yok denecek kadar azdır.

3.2. Kaskas Yapının T_1 Temel Periyodunun Tayini

T_1 in hesabı için oldukça sağlıklı netice veren RAYLEIGH yöntemi kullanılmıştır. T_2 ve T_3 periyodları için ve buna ait Mod ların hesabı için ise kaynak [6] da verilen yaklaşım tablo ve eğrilerinden istifade edilmiştir. Burada teorik hesap uygulamasından daha çok pratik hesap şekilleri gösterilmek istendiğinden bu yol seçilmiştir. Teorik yoldan en sağlıklı şekilde hesap etmek isteyen uygulayıcılar ise

[4] kaynakta verilen yöntemlerin birini seçebilirler. Kontrol hesaplarından da görülebileceği gibi yukardaki yaklaşım hesapları oldukça sağlıklı netice vermektedir. Burada bir deneme yapabilmek için tek açıklıklı çok katlı için verilen değerler iki açıklıklı karkas yapılar için de uygulanmıştır.

Rayleigh T_1 için :

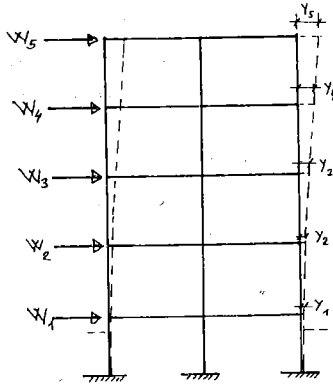
$$T_1 = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{\sum W_i \cdot Y_i^2}{g \cdot \sum W_i \cdot Y_i}}$$

formülünü vermiştir.

W_i : kat hizalarında yatay yönde etkilediği kabul edilen toplam öz ağırlıklar (KN)

Y_i : W_i yüklerinin tesiri altında yapının yatay yönde yaptığı ötelenmeler (m)

g : Yer çekimi ivmesi (m/sn^2)



W_i : KN

Y_i : m

g : m/sn^2 ($= 10 m/sn^2$)

ŞEKİL(7)

$$W_1 = 14,84 \cdot 8,45 + 1/2 \cdot 4,10 \cdot 10,05 + 1/2 \cdot 4,35 \cdot 10,66 + 2 \cdot 190,64 + 307,65 = 858,12 \text{ KN}$$

$$W_2 = W_3 = W_4 = W_1$$

$$W_5 = 1,73 \cdot 8,45 + 1/2 \cdot 4,10 \cdot 6,97 + 1/2 \cdot 4,35 \cdot 7,40 + 2 \cdot 97,17 + 168,19 = 407,53 \text{ KN}$$

Tablo 2

| | ω_i | y_i (m) | y_i^2 | $\omega_i \cdot y_i$ | $\omega_i \cdot y_i^2$ |
|---|------------|-----------|----------|----------------------|------------------------|
| 1 | 858,12 | 0,0136 | 0,000184 | 11,67 | 0,1587 |
| 2 | " | 0,054 | 0,002916 | 46,34 | 2,502 |
| 3 | " | 0,103 | 0,0106 | 88,38 | 9,103 |
| 4 | " | 0,170 | 0,0289 | 145,88 | 24,800 |
| 5 | 407,53 | 0,215 | 0,0463 | 87,78 | 18,908 |
| | | | Σ | 380,06 | 55,472 |

γ_i : Değerleri elektronik Hesapdan alınmıştır.

$$T_1 = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{55,472}{10 \cdot 380,06}} = 0,759 \text{ sn.}$$

DIN 4149 göre $T_1 < 1,0$ Sn. olduğu için, yaklaşım yöntemi ile de Deprem Kuvvetlerinin hesabına izin verilmektedir.

T_1 Temel Peryotun hesabı için DTY kısım 13.4.5 de,

$$0,09 \cdot H$$

$$T_1 = \frac{0,09 \cdot H}{\sqrt{D}} \text{ veya } T_1 = (0,07 \sim 0,1) N$$

Ampirik bağlantıları verilmiştir.

Örnek yapıda, $H = 14,5$ m $D = 8,45$ m ve $N = 5$ dir.

Buna göre :

$$T_1 = \frac{0,09 \cdot 14,5}{\sqrt{8,45}} = 0,448 \text{ Sn} < 0,759 \text{ Sn.}$$

Bu değer oldukça küçüktür, başka deyimle sağlıklı değildir.

Kaynak [10] da Ampirik değerlerin deprem hesapları için artık kullanılmaması tavsiye edilmektedir.

T_1 için yeni DIN 4149 da temel alanının büyüklüğü ve zemin dinamik elastik modülüne göre formül verilmiştir. Daha çok yığma yapılar için geçerli olan bu formülün uygulama örneği başka bir örnek hesapda verilecektir.

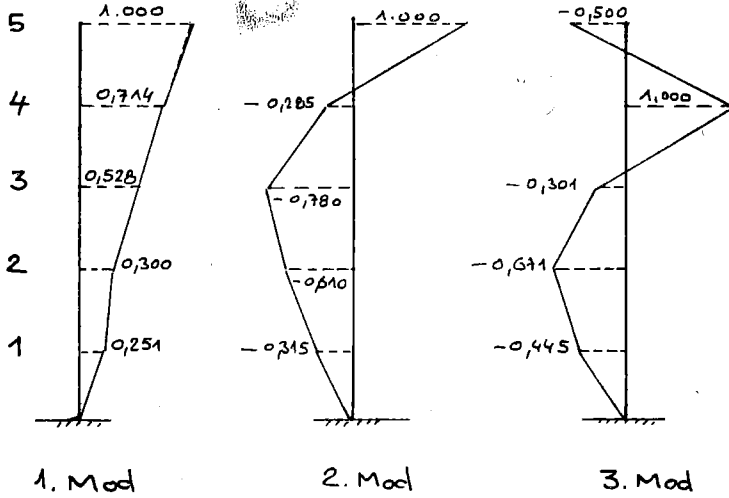
T_2 ile T_3 periyotları ve bunlara ait Mod'lar kaynak [6] Tablo 5.P ve $r = 11$ den şu değerler alınmıştır.

Tablo 3 T_2 ve T_3 değerleri

| Mod | k_i | $T_i \cdot k_i$ | T_i |
|-------|-------|-----------------------|-------|
| T_2 | 0,407 | $0,759 \cdot 0,407 =$ | 0,308 |
| T_1 | 0,256 | $0,759 \cdot 0,256 =$ | 0,194 |

Tablo 4 Mod Değerleri

| Kat | 1. Mod | | 2. Mod | | 3. Mod | |
|-----|--------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|
| | $\psi_{i,1}$ | | $\psi_{i,2}$ | | $\psi_{i,3}$ | |
| 5 | $\psi_{5,1}$ | 1,000 | $\psi_{5,2}$ | 1,000 | $\psi_{5,3}$ | -0,500 |
| 4 | $\psi_{4,1}$ | 0,714 | $\psi_{4,2}$ | -0,285 | $\psi_{4,3}$ | 1,000 |
| 3 | $\psi_{3,1}$ | 0,528 | $\psi_{3,2}$ | -0,780 | $\psi_{3,3}$ | -0,301 |
| 2 | $\psi_{2,1}$ | 0,300 | $\psi_{2,2}$ | -0,610 | $\psi_{2,3}$ | -0,671 |
| 1 | $\psi_{1,1}$ | 0,251 | $\psi_{1,2}$ | -0,315 | $\psi_{1,3}$ | -0,445 |



ŞEKİL (8)

3.3. Kaskas yapıya yatay yönde etkilleyen Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

Bu kuvvetler üç ayrı şekilde hesap edilecektir.

a) Dinamik Analiz yolu ile

- b) DIN 4149, Kısım 8.2 Yaklaşım Yöntemi
- c) TDY, kısım 13.4 Yaklaşım Yöntemi
- a) Dinamik Analiz Yöntemi : Bu yöntemin uygulanmasından

Temel periyot yanında yüksek dereceli periyot ile buna ait Mod değerlerinin göz önünde tutulması anlaşılır. DIN 4149 kısım 8.1 şu formülü vermektedir.

$$H_{Ej . i} = M_i . \beta . \gamma_{j . i} . cal a$$

- i : Mod derecesi
- j : Kat numarası
- M_i : j kattaki kütle
 $\mu_j = (G_j + nP_j)/g$
- G_j : j kattaki toplam öz ağırlığı
- n : Hareketli yüklerin iştirak katsayısı
- P_j : j kattaki hareketli yük toplamı
- $\beta (T_i)$: spektrum davranış katsayısını
- g : Yer çekim ivmesi (= 10 m/sn²)
- cal a : $a_0 . \kappa . \alpha$
- a₀ : Bölgelere bağlı deprem ivmesi
- κ : Yapı temeli faktörü
- a : Yapı sınıfını ait azaltma katsayısı
- $\gamma_{j . i}$: Modlara bağlı olarak yapının Deprem davranış katsayısını

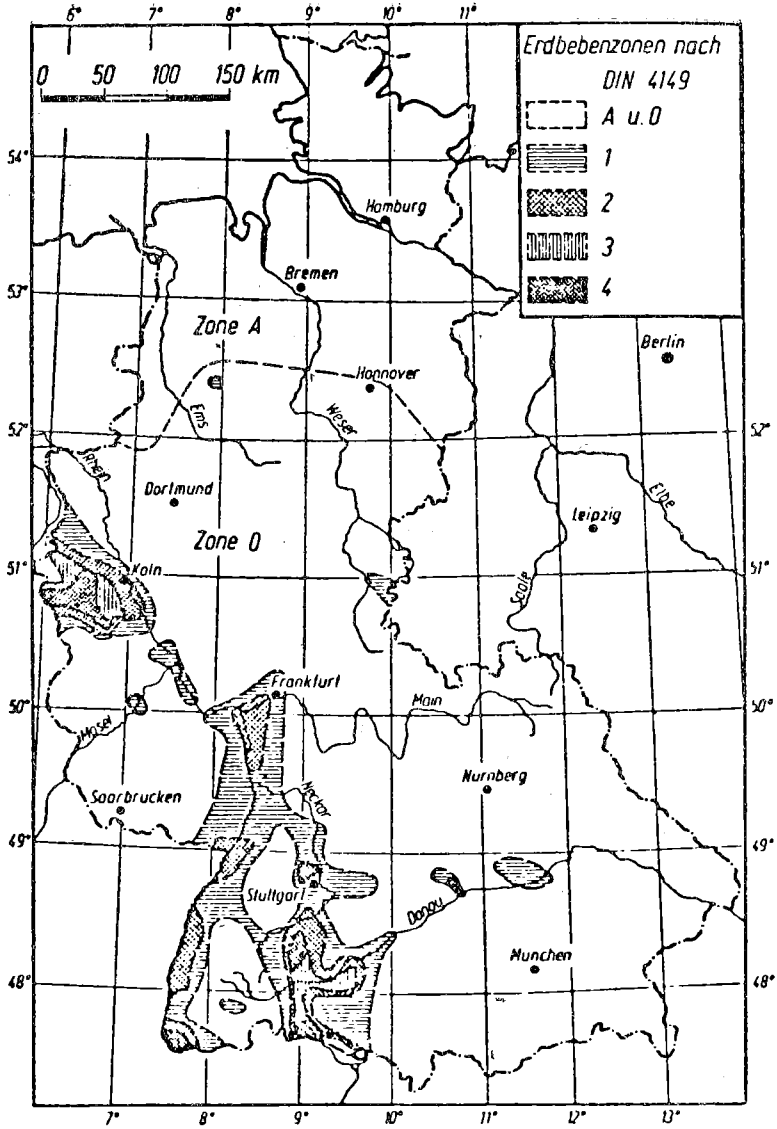
$$\gamma_{j . i} = \Psi_{j . i} \frac{\sum \mu_j \Psi_{j . i}}{\sum \mu_j \Psi_{j . i}^2}$$

$\Psi_{j . i}$: Şık 3.2 de verilen Mod değerlerini ifade ederler.

Her kat'a ait deprem kuvvetlerinin hesabına geçmeden önce, bu katsayıların hesabı ile ilgili DIN 4149 ait bazı bölümlerin özetlenmiş tercüme yapılabacaktır.

3.31 Deprem Bölgeleri :

Batı Almanya 4 deprem bölgesine ayrılmıştır. Bu bölgeler şekil (9) da gösterilmiştir.



DIN 4149 B. Almanya Deprem Bölgeleri
Şekil (9)

3.32 Yarı Sınıfları :

Gerek yapının önemi veya depremin sebep olacağı zararlardan dolayı kamu emniyet düzeninin tehlikeye düşmesi halleri göz önünde tutularak yapılar genel olarak, bölüm 4 de, 3 sınıfa ayrılmışlardır.

1. sınıf yapılar : özel konut veya büro gibi, çok büyük hareketli yüklerin toplanmasının beklenmediği yapılardır. Tek katlı atelye depo ve fabrika binalarıda bu sınıfa dehidir.

2. sınıf yapılar : Çok katlı yapılar, okul ve spor salonları, tiyatro sinema ve konser salonları ile çok katlı fabrika binaları, eğer hareketli yük $p = 7.5 \text{ KN/m}^2$ ise.

3. sınıf yapılar : Kamuya hizmet veren yapılardır. Her türlü deprem hasarına rağmen kamuya hizmet verme imkanının devam etmesi istenen yapılar bu bölüme girer. Hastahane, hükümet binaları, erzak ve su depoları gibi.

3.33 Genel Tasarımlama (kontrüktiv) Kurallar :

Bütün deprem bölgelerinde yapıların planlanması esnasında göz önünde tutulması gereken teknik kuralları bölüm 5 de izah edilmiştir. Tablo I de kat sayısına ve deprem bölgesine göre hangi hallerde deprem hesabı uygulamasına lüzum olmadığı belirlenmiştir.

| Deprem Bölgesi | Kat Sayısı | |
|----------------|------------|-------------|
| | Tam Kat | Bodrum Katı |
| 1 | 5 | 1 |
| 2 | 4 | 1 |
| 3 | 3 | 1 |
| 4 | 2 | 1 |

Tablo 1
DIN 4149

Hareketli Yükler :

Deprem periyotları hesap edilirken, toplam ağırlıkların belirlenmesinde öz ağırlıklar ile birlikte aşağıdaki **azaltılmış** hareketli yüklerde göz önünde tutulmalıdır.

- Özel konut yapıları $p = 0.5 \text{ KN/m}^2$
- Büro binaları iş hanları $p = 1.0 \text{ KN/m}^2$
- Okullarda ders sınıfları $p = 1.5 \text{ KN/m}^2$
- Toplantı salonu ve benzeri $p = 2.0 \text{ KN/m}^2$

Bölme duvarı için hareketli yüklerle yapılan ilaveler ile silolar için kabul edilen hareketli yükler **azaltılmadan** nazari itibare alınırlar.

Deprem ivmesi : Bölgelere göre bölüm 7 gösterilmiştir.

- Deprem Bölgesi $a_0 = 0.25 \text{ m/sn}^2$
- » » $a_0 = 0.40 \text{ »}$

3. » » $\alpha_o = 0.65$ »
 4. » » $\alpha_o = 1.00$ »

Temel zemini ile ilgili katsayılar :

- Kayaç cinsi (granit bazalt v.s.) $H = 1.0$
 Çok sıkı yerleşmiş kum kumlu kil $H = 1.1$ ila 1.2
 Gevşek kum, çakıl, yumuşak killi zemin $H = 1.2$ ila 1.4

Azaltma katsayısı : α

| Yapı Sınıfı | Deprem Bölgeleri | | | |
|-------------|------------------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 |
| 2 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| 3 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1.0 |

Tablo 2
DIN 4149

Deprem kuvvetleri hesap katsayısı : $cal \alpha = \alpha_o \cdot H \cdot \alpha$ dir.

Örnek karkas yapı için :

- $\alpha = 1.0$ m/sn (4. Bölge)
 $H = 1.3$ (Temel zemin katsayısı)
 $\alpha = 0.8$ (4. Bölge, özet konut)

$$cal \alpha = 1.0 \cdot 1.3 \cdot 0.8 = 1.04$$

Katlar toplam ağırlıklar : $(G + nP)$

$n : 0.3$ TDY, Tablo 13.6
 1/3 DIN 4149

1., 2., 3. ve 4. Katlar için :

$$(G + nP) = 858,12 + 0,30 (1/2 \cdot 4,10 \cdot 8,20 + 1/2 \cdot 4,35 \cdot 9,70 + \sim 1/2,10 \cdot 362,26) = 920,41 \text{ K.}$$

5. Kat için :

$$(G + nP) = 407,53 + 0,30 (1/2 \cdot 4,10 \cdot 1,54 + 1/2 \cdot 4,35 \cdot 1,63 + \sim 1/2,17 \cdot 69,98) = 419,21 \text{ K}$$

$\gamma_{j,i}$ Deprem davranış Katsayılarının hesabı :

$$\gamma_{j,i} = \Psi_{j,i} \frac{\sum \mu_j \cdot \Psi_{j,i}}{\sum \mu_j \cdot \Psi_{j,i}^2}$$

Kat 1., 2., 3. ve 4 için :

$$\mu 1 \div 4 = (G + n \cdot p)/g = 920,41/10 = 92,04 \frac{\text{KN sn}^2}{\text{m}}$$

Kat 5 için :

$$M5 \quad (G + n \cdot p)/g = 419,21/10 = 41,92 \frac{\text{KN sn}^2}{\text{m}}$$

1. Mod'a ait değerler :

$$\begin{aligned} \gamma_{5,1} &= 1.000 \cdot \frac{41,92 \cdot 1,00 + 92,04 (0,714 + 0,528 + 0,300 + 0,251)}{41,92 \cdot 1,00^2 + 92,04 (0,714^2 + 0,528^2 + 0,300^2 + 0,251^2)} \\ &= 1.000 \cdot \frac{206,947}{128,60} = + 1.609 \end{aligned}$$

$$\gamma_{4,1} = 0,714 \cdot \frac{206,947}{128,60} = + 1.149$$

$$\gamma_{3,1} = 0,528 \cdot \quad \gg \quad = + 0.849$$

$$\gamma_{2,1} = 0,300 \cdot \quad \gg \quad = + 0.483$$

$$\gamma_{1,1} = 0,251 \cdot \quad \gg \quad = + 0.404$$

2. Mod'a ait değerler :

$$\begin{aligned} \gamma_{5,2} &= 1.000 \cdot \frac{41,92 \cdot 1,000 + 92,04 (-0,285 - 0,790 - 0,610 - 0,315)}{41,92 \cdot 1,00^2 + 92,04 (0,295^2 + 0,78^2 + 0,610^2 + 0,315^2)} \\ &= 1.000 \cdot \frac{-141,24}{148,77} = - 0.949 \end{aligned}$$

$$\gamma_{4,2} = -0,285 \cdot \frac{-141,24}{148,77} = + 0.270$$

$$\gamma_{3,2} = -0,780 \cdot \quad \gg \quad = + 0.740$$

$$\gamma_{2,2} = -0,610 \cdot \quad \gg \quad = + 0.578$$

$$\gamma_{2,1} = -0,315 \cdot \quad \gg \quad = + 0.330$$

3. Mod'a ait değerler :

$$\gamma_{5,3} = \frac{-0.500 \cdot (41,92 \cdot -0,500 + 92,04 (1,00 - 0,301 - 0,671 - 0,445))}{41,92 \cdot 0,500^2 + 92,04 (1,0^2 + 0,301^2 + 0,671^2 + 0,445^2)}$$

$$= -0,500 \cdot \frac{-62,34}{170,525} = +0,182$$

$$\gamma_{4,3} = -1,000 \cdot \quad \gg \quad = -0,366$$

$$\gamma_{3,3} = -0,301 \cdot \quad \gg \quad = +0,110$$

$$\gamma_{3,2} = -0,671 \cdot \quad \gg \quad = +0,245$$

$$\gamma_{3,1} = -0,445 \cdot \quad \gg \quad = +0,162$$

$\gamma_{i,j}$ Değerlerinin Kontrolu : Her Kat'a ait $\gamma_{i,j}$ değerlerinin toplamı 1.000 eşit olması gerekir. Kaynak (9)

$$+1,609 - 0,949 + 0,182 = +0,842 < 1,000$$

$$+1,149 + 0,270 - 0,366 = +1,052 > 1,000$$

$$+0,849 + 0,740 + 0,110 = +1,699 > 1,000$$

$$+0,483 + 0,578 + 0,245 = +1,306 > 1,000$$

$$+0,404 + 0,330 + 0,162 = +0,866 < 1,000$$

Değerlerin tam doğru olmaması, Mod Katsayıları $\Psi_{i,j}$ lerin yaklaşık değerler olmasından ileri gelmektedir.

1. Mod'a ait Deprem Kuvvetleri :

$$H_{E,5,1} = \mu_5 \cdot \beta (T_1) \cdot \gamma_5 \cdot C_{al} a$$

$$\beta (T_1) = \text{Şekil 5 den} = 0,528 \cdot 0,759^{-0,80} = 0,658$$

$$H_{E5,1} = 41,92 \cdot 0,658 \cdot 1,609 \cdot 1,04 = +46,16 \text{ KN}$$

$$H_{E4,1} = 92,04 \cdot 0,658 \cdot 1,149 \cdot 1,04 = +72,37 \text{ KN}$$

$$H_{E3,1} = 92,04 \cdot 0,658 \cdot 0,849 \cdot 1,04 = +53,47 \text{ KN}$$

$$H_{E2,1} = 92,04 \cdot 0,658 \cdot 0,483 \cdot 1,04 = +30,42 \text{ KN}$$

$$H_{E1,1} = 92,04 \cdot 0,658 \cdot 0,404 \cdot 1,04 = +25,45 \text{ KN}$$

2. Mod'a ait Deprem Kuvvetleri :

$$H_{E5,2}^E = 41,92 \cdot 1,00 \cdot (-0,949) \cdot 1,04 = -41,37 \text{ KN}$$

$$H_{E4,2}^E = 92,04 \cdot 1,00 \cdot 0,270 \cdot 1,04 = +25,84 \text{ KN}$$

$$H_{E3,2}^E = 92,04 \cdot 1,00 \cdot 0,740 \cdot 1,04 = +70,83 \text{ KN}$$

$$H_{E2,2}^E = 92,04 \cdot 1,00 \cdot 0,578 \cdot 1,04 = +55,33 \text{ KN}$$

$$H_{E1,2}^E = 92,04 \cdot 1,00 \cdot 0,330 \cdot 1,04 = +36,37 \text{ KN}$$

3. Mod'a ait Deprem Kuvvetleri :

$$H_{5,3}^E = 41,92 \cdot 1,0 \cdot 0,192 \cdot 1,04 = + 7,93 \text{ KN}$$

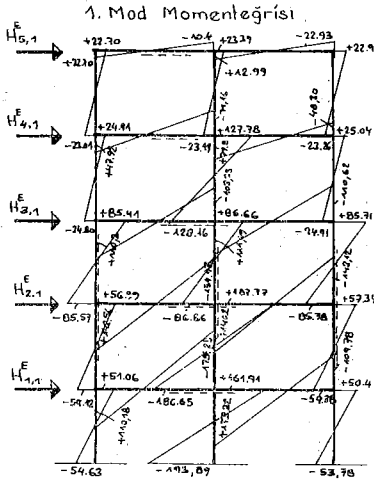
$$H_{4,3}^E = 92,04 \cdot 1,0 \cdot (-0,366) \cdot 1,04 = - 34,94 \text{ KN}$$

$$H_{3,3}^E = 92,04 \cdot 1,0 \cdot 0,110 \cdot 1,04 = + 10,53 \text{ KN}$$

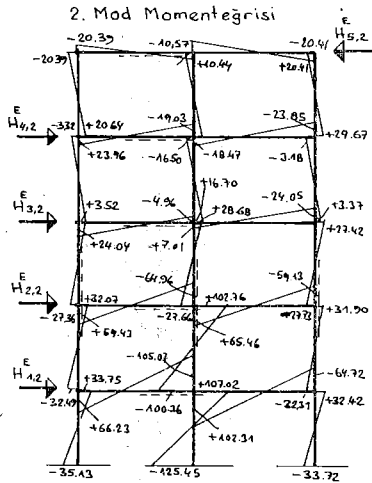
$$H_{2,3}^E = 92,04 \cdot 1,0 \cdot 0,245 \cdot 1,04 = + 23,45 \text{ KN}$$

$$H_{1,3}^E = 92,04 \cdot 1,0 \cdot 0,162 \cdot 1,04 = + 15,50 \text{ KN}$$

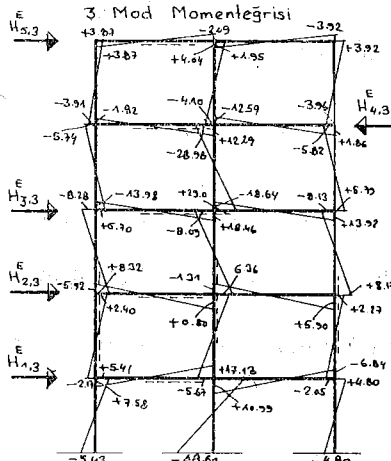
Kesit Momentleri (Şekil 10, 11, 12)'de gösterilmiştir.



Şekil (10)



Şekil (11)

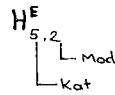


Şekil (12)

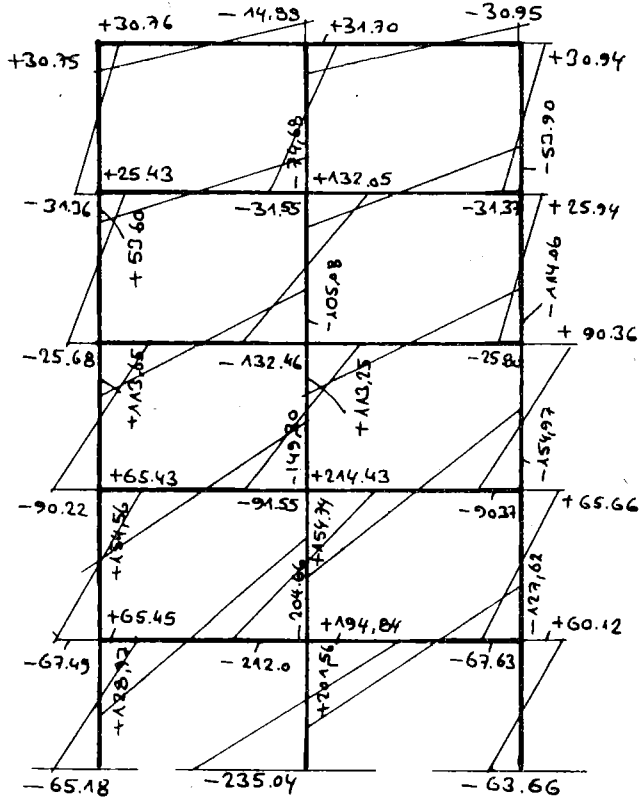
Moment İşaretleri: KNm



Deprem Kuvvetleri: KN



1. Mod , 2. Mod ve 3. Mod Moment eğrilerinin
Süperpozisyonu



Şekil (13)

Süper pozisyon kanunu : $M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2}$ Modlar

Q (Kesme Kuvveti), N (Normal Kuvvet) benzer şekilde hesap edilir.

Örnek : $M_2 = \sqrt{193,89^2 + 125,45^2 + 18,61^2} = 231,68 \text{ Knm}$

b) DIN 4149 göre Yaklaşım Yöntemi ile Deprem Kuvvetleri
 $T_1 < 1 \text{ sn}$

$$H_{B,j} = 1,5 \cdot \mu_j \cdot \beta(T_1) \cdot \frac{Z_i}{H} \cdot C_{al} \cdot a$$

Zi : i . Kat yüksekliği (m)

H : = 14,50 m Yapı yüksekliği (m)

$$H_5^E = 1,50 \cdot 41,92 \cdot 0,658 \cdot \frac{14,50}{14,50} \cdot 1,04 = 43,03 \text{ KN}$$

$$H_4^E = 1,50 \cdot 92,04 \cdot 0,658 \cdot \frac{11,50}{14,50} \cdot 1,04 = 74,93 \text{ KN}$$

$$H_3^E = 1,50 \cdot 92,04 \cdot 0,658 \cdot \frac{8,50}{14,50} \cdot 1,04 = 84,14 \text{ KN}$$

$$H_2^E = 1,50 \cdot 92,04 \cdot 0,658 \cdot \frac{5,50}{14,50} \cdot 1,04 = 54,42 \text{ KN}$$

$$H_1^E = 1,50 \cdot 92,04 \cdot 0,658 \cdot \frac{2,50}{14,50} \cdot 1,04 = 24,70 \text{ KN}$$

c) TDY Yönetmeliğine göre Deprem Kuvvetleri

$$\Sigma F = C_o \cdot K \cdot S \cdot I \cdot W \text{ (Toplam Deprem Kuvveti)}$$

$$C_o = 0,10 \text{ (1. Deprem Bölgesi)}$$

$$K = 0,80 \text{ (Betonarme Karkas)}$$

$$S = 1,00 \text{ (Şekil 4)}$$

$$I = 1,0 \text{ (Özel Konut)}$$

$$W = \Sigma W_i = 419,21 + 4.920,41 = 4101,0 \text{ KN}$$

$$\Sigma F = 0,10 \cdot 0,80 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 4101,0 = 328,09 \text{ KN}$$

$$H_{Ei} = \Sigma F \cdot \frac{W_i \cdot Z_i}{\Sigma W_i \cdot Z_i} \text{ (Kat Deprem Kuvvetleri)}$$

$$F_t = \text{İhmal edilmiştir.}$$

$$H_{E,5} = 328,08 \cdot \frac{419,21 \cdot 14,50}{419,21 \cdot 14,50 + 920,41 (11,50 + 8,50 + 5,50 + 2,50)} = 328,08 \cdot \frac{6078,55}{31950,02}$$

$$= 328,08 \cdot \frac{6078,55}{31950,02} = 62,61 \text{ KN}$$

$$H_{E,4} = 328,08 \cdot \frac{920,41 \cdot 11,50}{31850,02} = 109,03 \text{ KN}$$

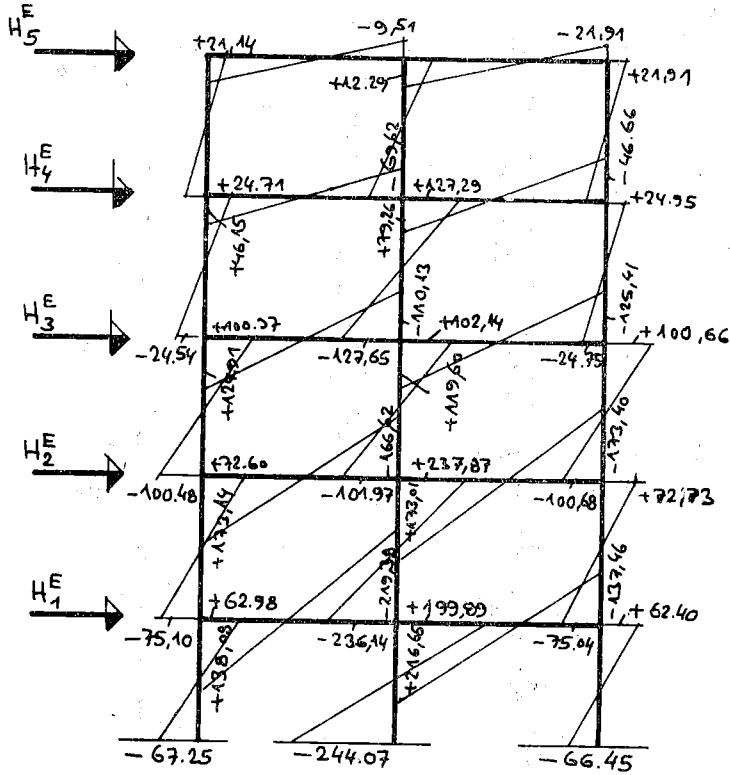
$$H_{E,3} = 328,08 \cdot \frac{920,41 \cdot 8,50}{31850,02} = 80,59 \text{ KN}$$

$$H_{E,2} = 328,08 \cdot \frac{920,41 \cdot 5,50}{31850,02} = 52,15 \text{ KN}$$

$$H_{E,1} = 328,08 \cdot \frac{920,41 \cdot 2,50}{31850,02} = 23,702 \text{ KN}$$

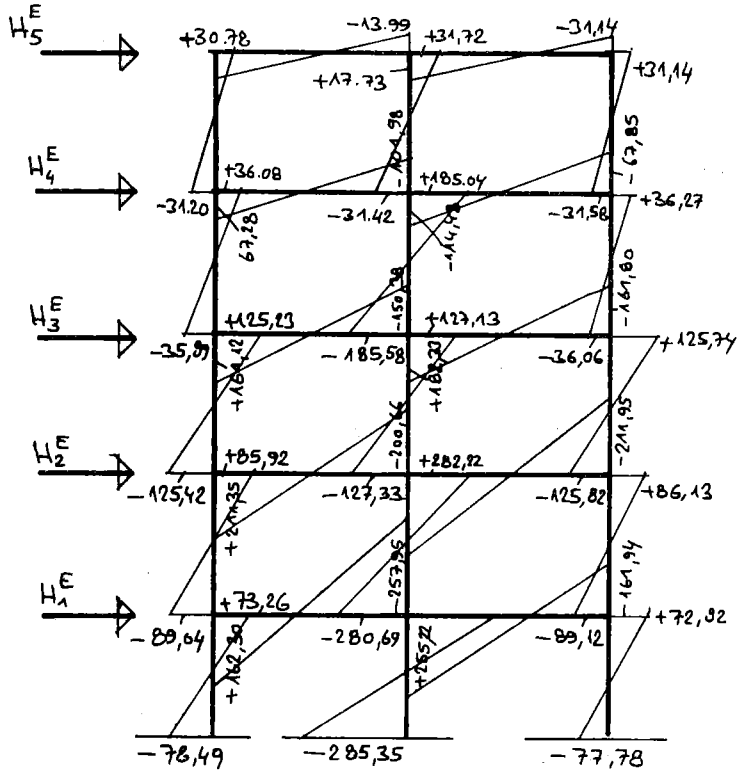
b) ve c) Deprem Kuvvetleri tesiri ile Kesit Momentleri Şekil (14) ve (15) de gösterilmiştir. Bu değerler elektronik hesaplardan alınmıştır.

DIN 4149 Yaklaşım Yöntemi ile Hesap edilen
Moment eğrileri



Şekil (14)

TDY Yaklaşım Yöntemi ile Hesap edilen Momenteğrileri



Şekil (15)

KESİT MOMENTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
(KNm)

Tablo 5

| | | Kiriş 1 | | Kolon 12 | |
|----------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | L | R | L | R |
| Dinamik Analiz | | +128,97 | -204,86 | -231,68 | +194,84 |
| Y. Yöntemi | DIN 4149 | +138,09 | -219,38 | -244,07 | +199,89 |
| | TDY | +162,30 | -257,95 | -285,35 | +232,48 |
| Dinamik Analiz | | $\frac{128,97}{162,30}$ | $\frac{204,86}{257,95}$ | $\frac{231,68}{285,35}$ | $\frac{194,84}{232,48}$ |
| TDY | | = 0,79 > 0,70 | = 0,79 > 0,70 | = 0,81 > 0,70 | = 0,84 > 0,70 |

| | | Kiriş 8 | | Kolon 25 | |
|----------------|----------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | L | R | L | R |
| Dinamik Analiz | | +82,87 | -63,90 | -31,37 | +30,94 |
| Y. Yöntemi | DIN 4149 | +79,26 | -46,66 | -22,91 | +21,91 |
| | TDY | +114,48 | -67,85 | -31,58 | +31,14 |
| Dinamik Analiz | | $\frac{82,87}{114,48}$ | $\frac{63,90}{67,85}$ | $\frac{31,37}{31,58}$ | $\frac{30,94}{31,14}$ |
| TDY | | = 0,72 > 0,70 | = 0,79 > 0,70 | = 0,994 > 0,70 | = 0,993 > 0,70 |

Netice olarak şunu özetlemek mümkündür :

Norm ve Yönetmelikler ile ve yaklaşım yöntemleri ile sağlıklı deprem hesabı yapılması mümkündür. Temel periyodu T I sn olan yapılarda ise ekonomik geçerlilik bakımından Dinamik Analiz yöntemini tercih etmek lazımdır.

K A Y N A K L A R

- [1] : T.N. Uluğ, Y. Odabaşı
- [1] : T.N. Uluğ, Y. Odabaşı, Betonarme İnşaat Hesapları, 1963
- [2] : Afet Bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, Deprem Araştırma Enstitüsü, 1975 (TDY)
- [3] : Y. Müh. N. Bayülke, Depremler ve Depreme Dayanıklı Yapılar, Deprem Araştırma Enstitüsü, 1978
- [4] : M. Erdik, Ö. Yüzügüllü, Deprem Mühendisliği Açısından Yapı Dinamiğine Giriş, Deprem Araştırma Enstitüsü, 1980
- [5] : Prof. U. Ersoy, Dr. P. Gülkan, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar hakkında yönetmelikte Betonarme Yapılar ile ilgili bölümün temel ilkeleri ve Açıkl., Deprem Araştırma Enstitüsü, 1975
- [6] : Prof. M. İpek, K. Aksel, Deprem Araştırma Enstitüsü, Nr. 38, 1982
- [7] : Prof. S. Tezcan, Deprem Araştırma Bülteni Nr. 26, 1979
- [8] : N. Bayülke, Depreme Dayanıklı Betonarme Yapı Tasarımı üzerine notlar, Deprem Araştırma Bülteni, Nr. 32, 1981
- [9] : Prof. M. Muller, Dr. Keinzel, Erdbbensicherun von Hochbauten, Verlag Wilhelm Ernst u Sohn
- [10] : Prof. G. König, Hochhäuser, Beton - Kalender 1981/II
- [11] : DIN 4149 (Ausgabe April 1981)

KANDİLLİ RASATHANESİ DEPREM AĞI İÇİN YEREL MAGNİTÜD DENKLEMLERİNİN SAPTANMASI

Kadriye SEVİMA*

ÖZET :

Bu çalışma, iki aşamada ele alınmıştır. Bunlardan birincisi İstanbul Kandilli Rasathanesi (ISK) merkez istasyonunda bulunan kısa periyotlu düşey bileşen Benioff Z sismografı ile süreye dayanan magnitüd denkleminin saptanmasıdır.

İkinci aşamada ise, elde edilen süreye bağlı magnitüd değerlerinin kullanılması ile, ISK deprem ağındaki istasyonların süreye bağlı magnitüd denklemlerinin bulunmasıdır.

Her iki aşamada da;

$$M_L = a + b \log \tau + c \Delta$$

bağıntısı kullanılmıştır. Burada τ depremin kayıt süresi; Δ episantr uzaklığı; a , b , c ise her istasyon için bulunan katsayılarıdır.

Böylece, Yerel Magnitüd değerlerinin birden fazla istasyon tarafından saptanması gerçekleştirilmiştir.

SUMMARY

In this study, the data compiled from the earthquakes occurred in Western Turkey bet-

(*) Jeofizik Mühendisi

ween March 1978 and December 1979, have been used to work out the local magnitude equations at each station of a thirteen station network run by Kandilli Observatory.

At first, M_L local magnitude equation has been determined for a short-period, vertical component seismometer at Kandilli by means of the magnitude values derived from a Wood-Anderson Torsion seismometer.

As a second step, we have determined M_L equations for the other twelve stations, using the data obtained from the equations found for Kandilli.

Both in these steps, following equation has been used.

$$M_L = a + b \log \tau + c \Delta$$

Here, τ ; Δ ; a , b and c indicate, duration of the earthquake in terms of seconds, distance to epicentre in km and the coefficients found for each station, successively.

In calculation of the coefficients least square method has been employed.

As a result we have determined the magnitude equations for nine stations but the ones for Elmalı (ELL), Mengen (MGN), Bucak (BCK) and Kavak (KVT) could not be worked out because of the insufficient data.

Monographs derived from these results are given in figures : 4 . a - i.

As a conclusion, it is possible to give the local magnitude value at last by one station for any earthquake that occurs in Western Anatolia and surrounding area.

GİRİŞ

Magnitüdü saptamak için depremin kayıt üzerindeki devam sürelerinin kullanılışı son yıllarda çok artmıştır. Önceleri kaydedilen deprem sinyalinin süresi, depremin büyüklüğünün bir ölçüsü olarak kullanılıyordu. Sonradan Richter'le (1935) başlayarak, aletlerle kaydedilen farklı sismik dalgaların genliklerine bağlı olarak magnitüd tayininde ölçekler geliştirilmiştir.

Bisztricsany (1958), depremlerin sürelerinden faydalanarak bazı Avrupa istasyonları için süre - magnitüd formülü geliştirmiştir. Bisztricsany bu çalışmasında yüzey dalgalarının devam süresinden yararlanmışır. Daha sonra Solov'ev (1965) ve Tsumura (1967) Bisztricsany'nin yöntemini ilk kez yakın depremler için kullanmışlardır. Yüzey dalgalarının devam süresi yerine, depremin kayıt üzerindeki toplam süresini uygulamada kullanmışlardır.

Deprem kayıt süresinin, magnitüd ölçüsü olarak kullanılıp magnitüd - süre bağıntısının Amerika'nın değişik bölgeleri için araştırılması, Lee ve arkadaşları (1972), Crosson (1972), Real ve Teng (1973), Herrman (1975), Bakun ve Lindh (1977) gibi daha bir çok araştırmacı tarafından ele alınmıştır.

İstanbul - Kandilli Rasathanesinde de bu konu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. S.B. Üçer ve arkadaşları (1980), 1979 yılı Batı Türkiye deprem etkinliğini araştırmalarında, daha önce magnitüd denklemi saptanan Dursunbey istasyonunun magnitüd değerlerinden yararlanarak hacim dalgalarına (Body wave) dayanan, 4 istasyon için süreye bağlı M_b magnitüd denklemi saptamışlardır.

E. Alsan (1979), 1970 - 1977 dönemi içinde, Batı Türkiye ve civarında meydana gelen büyük magnitüdü depremlerin sinyal sürelerinden yararlanmak suretiyle İstanbul Kandilli Rasathanesi merkez deprem istasyonu (ISK) için, sinyal süresi ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd denklemini araştırmıştır.

Bu çalışmada, Mart 1978 - Aralık 1979 dönemi içinde Batı Türkiye ve civarında meydana gelen depremlerin verilerini kullanmak suretiyle İstanbul Kandilli Rasathanesine bağlı onüç deprem istasyonunun her biri için süreye ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd

denklemlerinin saptanmasına çalışılmıştır. Elde edilen magnitüd değerleri, M_L yerel magnitüd değerleridir ve kullanılan veriler, geniş bir magnitüd aralığını kapsamaktadır. Böylece Batı - Türkiye'de oluşan depremlerin en az bir istasyon tarafından yerel magnitüdü'nün tayin edilmesi gerçekleştirilmiştir.

YEREL MAGNİTÜD (M_L) :

Magnitüd, deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin ölçülmesi, büyük işlemleri gerektirdiğinden, Richter tarafından açıklanan bir yöntemle göre, depremlerin aletsel bir ölçüsü olan magnitüd tanımlanmıştır. Bir depremin magnitüdü, episantrdan 100 Km uzaklıkta, aynı sıklıkta (ocak derinliği 18 Km) depremler için, standart bir sismografla (öz periyodu $T_0 = 0,8$ sn, büyütmesi $V = 2800$, sönüm $h = 0,8$ olan Wood - Anderson Torsiyon sismometresi) kaydedilen yer hareketinin mikron cinsinden ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritmasıdır.

MAGNİTÜD - SÜRE - EPİSANTR UZAKLIĞINA BAĞLI BAĞINTI:

Magnitüd - süre bağıntısı genel olarak;

$$M = \log_{10} \left(\frac{A}{T} \right) - B (\Delta h) + C \quad (1)$$

şeklinde verilir. Bağıntıda yer hareketinin genliği (A) ve periyodu (T)'ye dayanan magnitüd - genlik denkleminin şekli korunmuştur.

Sinyal süresi A ve T'ye bağlı olduğundan magnitüd denkleminin

deki $\frac{A}{T}$ yerine, τ getirilebilir.

$$M = a + b \log_{10} \tau + c \Delta \quad (2)$$

Bisztricsany (1958), Tsumura (1967) ve Lee (1972) gibi araştırmacılar tarafından yukarıda verilen (2) şekli ile uygulanmıştır.

Yapılan çalışmalar, sinyal süresinin episantr uzaklığına sıkı bir şekilde bağlı olmadığını göstermiştir. Aki (1969), koda dalgaları ile ilgili çalışmalarında, bu dalgaların uzak mesafelerde meydana gelen geri yayınmalar (back - scattering) suretiyle oluştuğunu ve ko-

da spektrumunun sadece depremin başlangıç anından itibaren olan zamanın bir fonksiyonu olup, episantr uzaklığına fazla bir bağımlılık göstermediğini ileri sürmüştür. Zira koda dalgalarında uzaklığın artışı ile genliğin azalması yavaştır.

Deprem büyüklüklerinin belirlenmesinde maksimum genlik yerine, depremin süresinin (duration) kullanılmasının nedeni; özellikle küçük depremlerin kaydedilmesi amacıyla düzenlenen duyarlı aletler ile, çoğu kez yerin partikül hızına dayanan magnitüd hesabında gerekli olan maksimum genlik ve buna karşılık olan çok yüksek frekanstaki sismik dalganın periyodunu okumak mümkün olmamaktadır. Bunun yanında deprem istasyonuna yakın yerlerde meydana gelen depremlerin kaydedilmesinde alet büyütmesinin sınırlı olması nedeniyle genlik taşlamaya uğramaktadır. Bu yüzden gerçek genliği okumak çoğu kez olanak dışıdır.

Şimdiye kadar yapılan, süreye dayalı magnitüd denklemi tayini araştırmalarında, denklemin (Δ) teriminin (c) katsayısı çok küçük olarak elde edilmiştir. Böylece yakın mesafeler için (100 - Km'ye kadar) Δ 'nın bulunduğu terim bağıntıya katılmayabilir.

(1) bağıntısında geçen (h) odak derinliği, Batı Anadolu'nun kabuk yapısının yeterince bilinmemesi nedeni ile, saptanan odak derinliklerine güvenilirliği azaltılmaktadır.

VERİ SEÇİMİ :

Bu çalışmanın kapsamındaki veriler Kandilli Rasathanesi deprem ağının kayıtlarından alınmıştır. Kısa periyotlu, düşey bileşen sismograf sisteminin verilerinden yararlanılmıştır.

Çalışma iki aşamada ele alınmıştır. Birinci aşamada, Merkez deprem istasyonu (ISK) için süreye dayalı magnitüd denkleminin türetilmesidir. Bunun için Mart 1978 - Aralık 1979 dönemi içinde Wodd - Anderson Torsiyon sismometresinin kaydettiği ve çözümleri yapılmış 110 deprem veri olarak seçilmiştir. Bu depremlerin magnitüdüleri 2.0 - 4.5 arasında olup, episantr uzaklıkları 500 Km'ye kadardır.

İkinci aşamada ise, İstanbul - Kandilli Rasathanesi deprem ağındaki 12 deprem istasyonunun süreye dayalı magnitüd denklemlerinin çıkartılmasıdır. Bunun için yine Mart 1978 - Aralık 1979 dönemi içinde bu 12 istasyonun ve ISK merkez deprem istasyonundaki sismografında kaydetmiş olduğu 591 deprem veri olarak seçilmiştir. Seçilen depremlerin magnitüd değerleri, ilk aşamada, ISK merkez

deprem istasyonu için saptanan magnitüd denklemi ile hesaplanmış M_L magnitüd değerleridir. Bu depremlerin magnitüd değerleri 1.7 - 4.5 arasında, episantr uzaklıkları 500 Km'ye kadardır.

Depremin kayıt üzerindeki sinyal süresi τ (duration), depremin başlangıcı ile koda genliğinin 2 mm'nin altına düştüğü nokta arasındaki, saniye cinsinden zaman aralığı olarak tarif edilmiştir. Uygulamada sinyal - gürültü oranı, bu okumalarda büyük rol oynamaktadır. Genliğin daha büyük alınması, daha duyarlı sonuçlar sağlayacaksa da, çok küçük magnitüdü depremleri belirlemede 2 mm'lik genlik seçiminin yeterli olacağı düşünülmüştür.

Ele alınan süreç içerisinde her iki aşamada da kullanılan depremlerin, magnitüd, episantr sayısal dağılımları gözlemlendiğinde magnitüdün 2.5 - 3.5 ve episantr uzaklıklarının 100 - 200 Km civarında olan depremler için deprem sayısının en yüksek olduğu görülür. (Şekil 1 a - b; 2. a - b). Buradan da anlaşılacağı gibi deprem veri sayısının her magnitüd ve episantr değerinde yüksek sayıda olması bizi daha sağlıklı bir sonuca götürecektir.

Magnitüd denkleminin saptanmasında, magnitüd değeri 4.5'den büyük depremler alınmamıştır. Şimdiye kadar yapılan araştırmalarda magnitüdün artması ile $M - \log \tau$ arasındaki bağıntının hafifçe doğrusallıktan saptığı gözlenmiştir. Bu gibi durumlarda;

$$M = a + b' (\log \tau)^2 + c \Delta \quad (3)$$

şeklinde bir denklemle çözümlene yoluna gidilmiştir. E. Alsan (1979), bu konuda bir çalışma yapmış ve büyük magnitüdü depremleri kullanarak ISK merkez deprem istasyonu için M_b magnitüd denklemini saptamıştır. Ele alınan süreç içerisinde büyük magnitüdü deprem sayısının az olması nedeniyle bu depremler çalışmaya katılmamıştır. Örnek olarak veri sayısı en yüksek olan Edincik istasyonu için M_L 'nin $\log \tau$ 'ya göre değişimi Şekil 3'de verilmiştir. Şekilde, noktasal dağılımın doğrusal bir bağıntıya uygunluğu görülmektedir.

$M = a + b \log \tau + c \Delta$ bağıntısı, büyütmelemleri yaklaşık olarak aynı seviyede olan deprem istasyonlarına uygulandığında, ilk bakışta aynı veya yakın a, b, c değerleri vereceği umut edilir. Gerçekte bu durum, her istasyonun bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı, episantrın istasyona uzaklığı, odak derinliği ve aletsel özelliğe bağlı olarak değişmektedir.

Araştırılan bağıntılar için katsayıların hesaplanmasında en küçük kareler yöntemi uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlar Tablo - 1 de verilmiştir. Tabloda katsayılarla birlikte, korrelasyon katsayısı R; a, b, c katsayıları ve standart hataları SDA, SDB, SDC; ayrıca veri sayıları, N, verilmiştir.

SONUÇ :

Mart 1978 - Aralık 1979 dönemi içinde Batı Türkiye ve civarında meydana gelen depremlerin verilerinden yararlanılarak ISK deprem ağındaki 13 deprem istasyonu için süreye dayalı magnitüd denklemleri saptanmaya çalışılmıştır ve bu denklemlerin a, b, c, katsayıları hesaplanmıştır. Bu istasyonlardan Elmalı (ELL), Mengen (MGN), Bucak (BCK) ve Kavak (KVT)'in verileri yetersiz olduğundan magnitüd denklemleri saptanamamıştır.

Episantr mesafesine bağlı c katsayısının her istasyonda çok küçük değerlere sahip olması, magnitüd değerlerinin hesaplanmasında bu katsayının büyük bir etken olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlardan yararlanılarak çizilen nomogramlar Şekil 4 : a - i de verilmiştir, İzmir ve Ezine istasyonlarına ait denklemlerde c katsayısının çok daha küçük olması nedeniyle nomogram çizimlerinde denklemin üçüncü terimi ihmal edilmiştir.

Yukarıda verilen Elmalı, Mengen, Bucak, Kavak istasyonları için ve Tablo : 1'de de görülen Yerkesik istasyonu içinde daha fazla veri sağlandığında duyarlı magnitüd denklemleri saptanabilecektir.

Ayrıca, bu yöntem, Marmara Bölgesi Radyo - link Deprem Şebekesine (MARKET) bağlı deprem istasyonları içinde uygulanabilir.

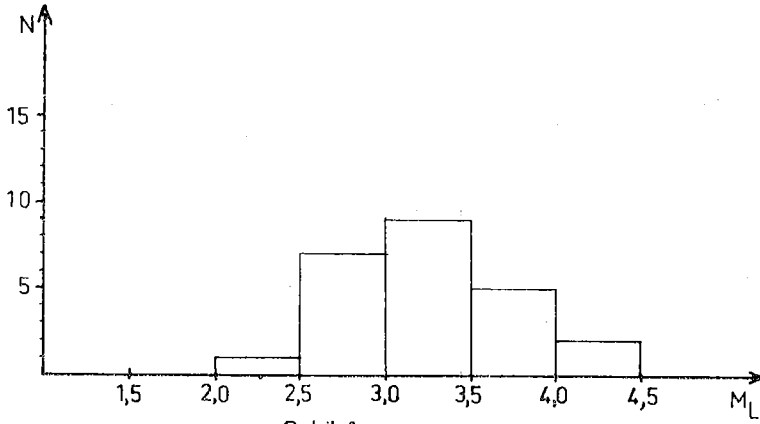
Daha önceleri Batı Anadolu'nun kuzey kesimleri içinde oluşan depremlerin M_b magnitüd değerleri saptanabilirken, bu çalışma sonucunda elde edilen M_L yerel magnitüd denklemleri ile, Batı Anadolu'nun güney kesimlerinde oluşan depremlerinde en az bir istasyon tarafından yerel magnitüdünün tayin edilmesi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Wood - Anderson Torsiyon sismografı çalışmadığı için M_L magnitüd tayinleri içinde yararlı olacaktır.

TEŞEKKÜR :

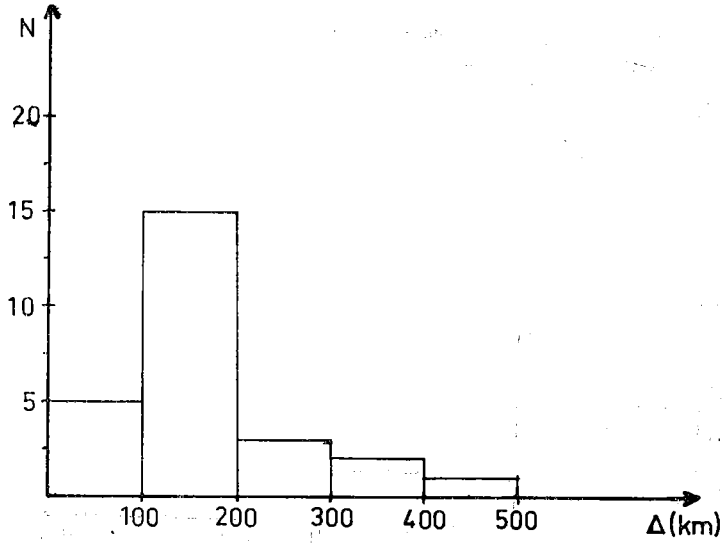
Bu çalışmayı yapmamı öneren, gerekli hiç bir yardımı esirgemeyen Kandilli Rasathanesi Sismoloji servisi şefi Sayın Hocam S. Balamir Üçer'e, Sayın Esen Alsan ve Sayın Erhan Ayhan'a teşekkürü bir borç bilirim,

| İSTASYON ADI | a ± SDA | b ± SDB | c ± SDC | R | N |
|------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|--------|-----|
| İstanbul - Kandilli (ISK) | 0.559254 ± 0.441 | 1.280981 ± 0.288 | 0.001982 ± 0.0008 | 0.9449 | 110 |
| Altıntaş (ALT) | -0.144663 ± 0.284 | 1.710493 ± 0.166 | 0.001077 ± 0.0004 | 0.9540 | 169 |
| Gölpazarı (GPA) | -0.005167 ± 0.125 | 1.531389 ± 0.121 | 0.001310 ± 0.0 | 0.9498 | 390 |
| Edincik (EDC) | 0.195003 ± 0.165 | 1.581481 ± 0.110 | 0.001584 ± 0.0004 | 0.9566 | 411 |
| Dursunbey (DST) | -0.214696 ± 0.199 | 1.741975 ± 0.118 | 0.001847 ± 0.0003 | 0.9544 | 374 |
| İzmir (İZM) | 0.676074 ± 0.215 | 1.438716 ± 0.110 | 0.000046 ± 0.0003 | 0.9260 | 202 |
| Demirköy (DMK) | -0.645863 ± 0.255 | 1.958717 ± 0.168 | 0.001312 ± 0.0004 | 0.9510 | 305 |
| Ezine (EZN) | 0.667504 ± 0.228 | 1.471862 ± 0.122 | -0.000031 ± 0.0003 | 0.9062 | 184 |
| Yerkesik (YER) | 0.611621 ± 0.357 | 1.398758 ± 0.171 | 0.000734 ± 0.0003 | 0.8810 | 94 |

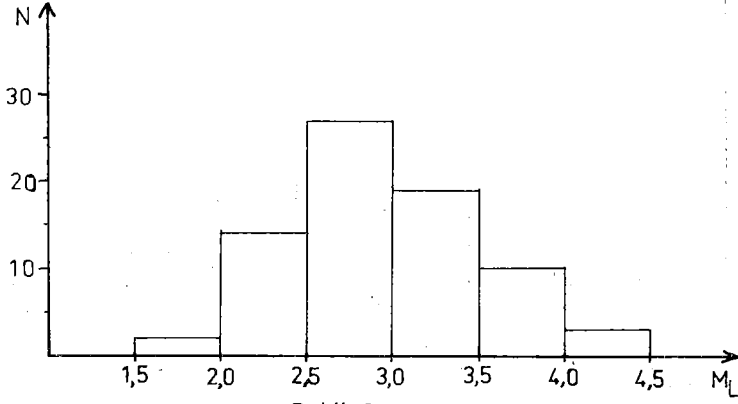
TABLE 1 — Saptanan magnitud denklemleri ile ilişkili katsayıları gösterir çizelge.



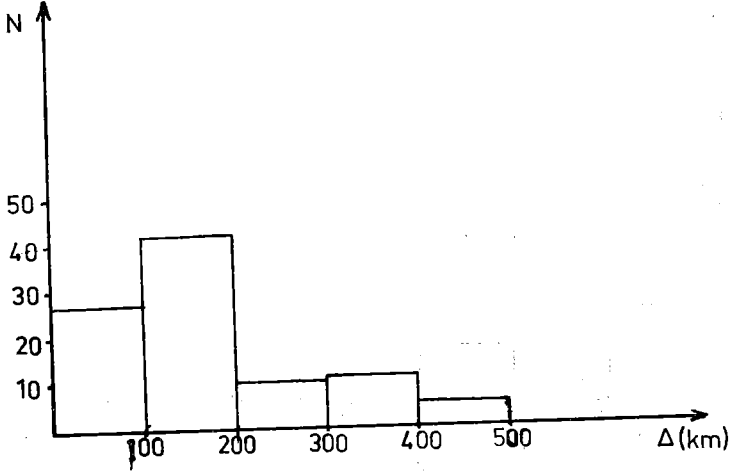
Şekil:1.a
İlk aşamada ISK'nın kaydettiği depremlerin magnitüdülerinin sayısal dağılımı.



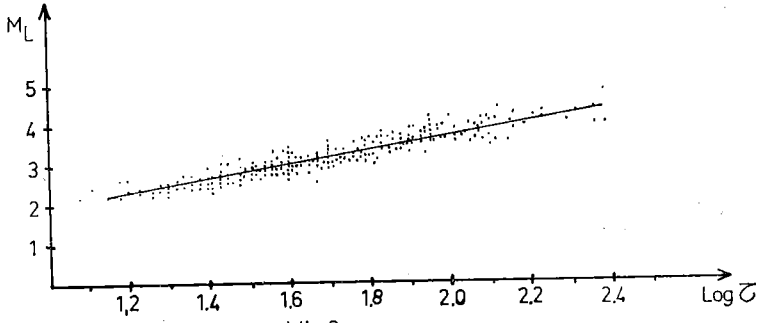
Şekil:1.b
İlk aşamada kullanılan depremlerin episentr uzaklıklarının sayısal dağılımı.



Şekil:2.a
İkinci aşamada Gölpazarı istasyonunun kaydettiği depremlerin
magnitüd-sayısal dağılımı

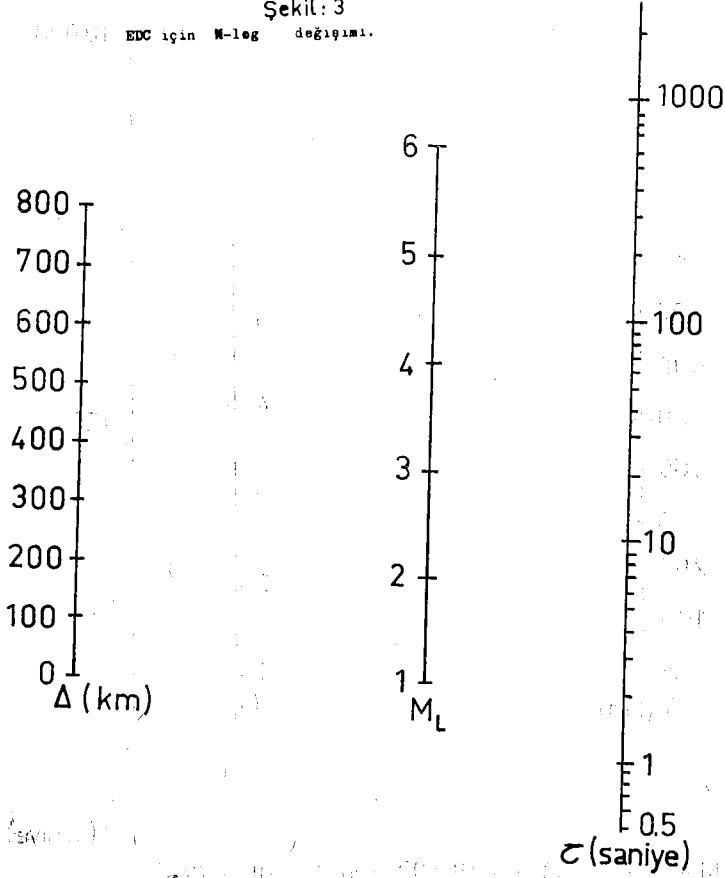


Şekil:2.b
İkinci aşamada Gölpazarı istasyonunun kaydettiği depremlerin
episantr uzaklıklarının sayısal dağılımı.



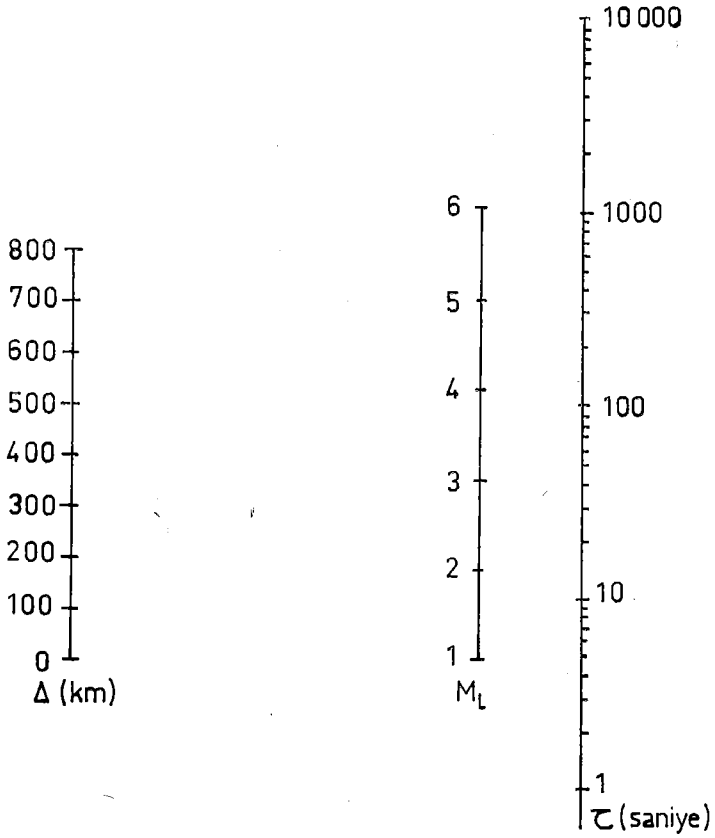
Şekil: 3

EDC için W-log değeri.



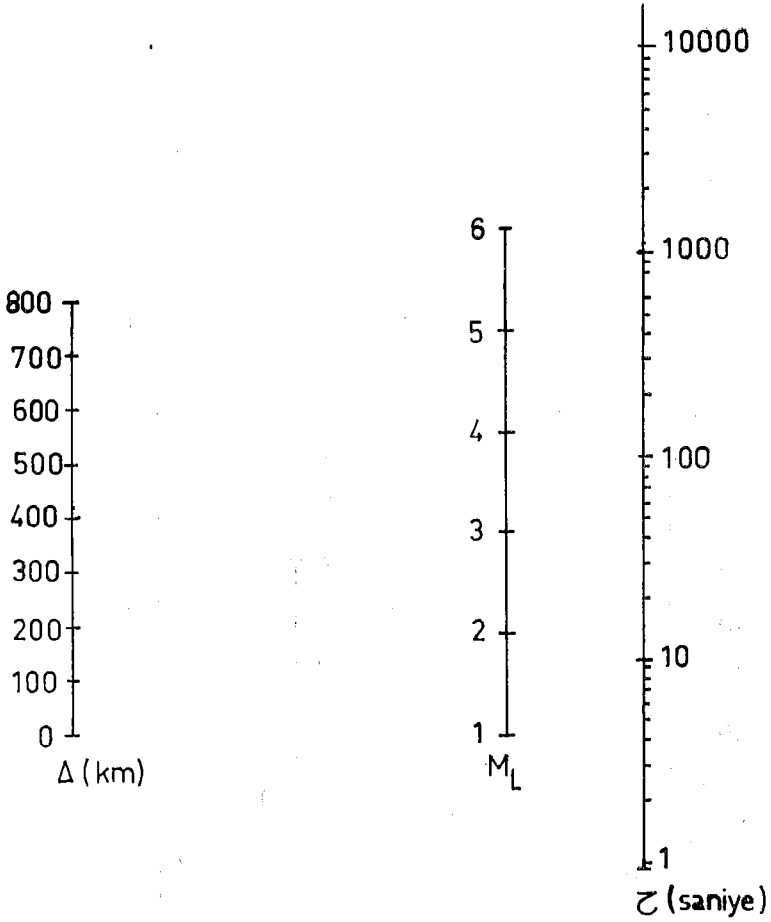
$$M_L = 0,559254 + 1,280981 \log C + 0,001982 \cdot \Delta$$

Şekil 4 a ISK için sinyal süresi ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd tayini için nomogram.



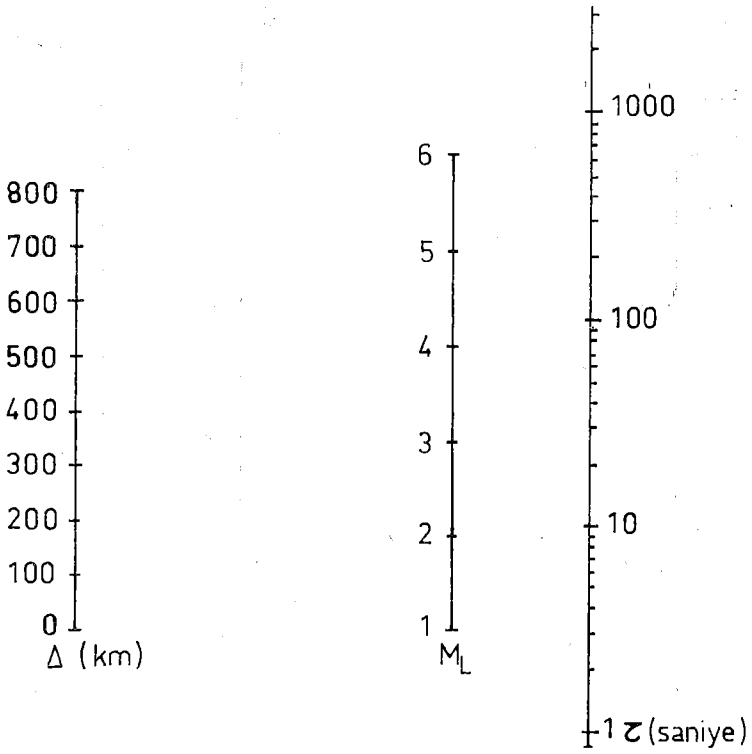
$$M_L = -0,144663 + 1,710493 \log \tau + 0,001077 - \Delta$$

Sekil 4.b ALT için sinyal süresi ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd tayini için nomogram.



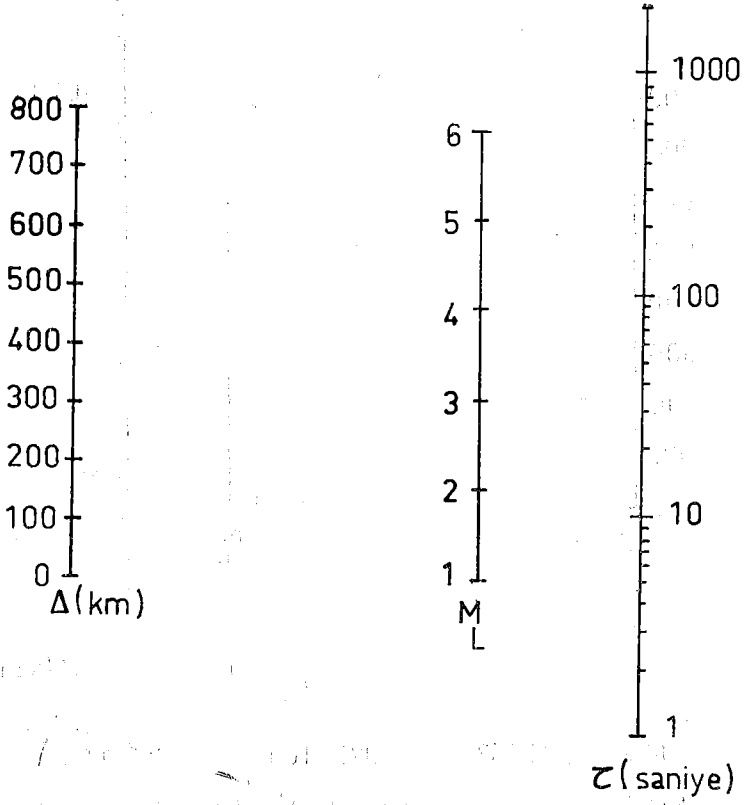
$$M_L = -0,005167 + 1,531389 \log \tau + 0,001310 \Delta$$

Sekil 4.c GPA için sinyal süresi ve episantr uzaklığına bağlı magnitud tayini için nomogram.



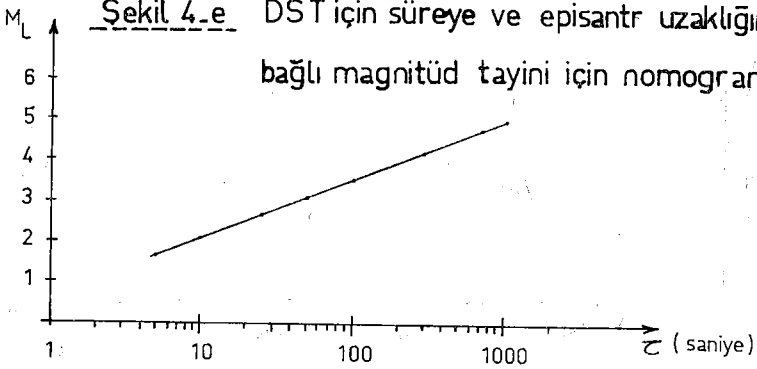
$$M_L = 0,195003 + 1,581481 \log \tau + 0,001584 \Delta$$

Şekil 4.-d EDC için sinyal süresi ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd tayini için nomogram.



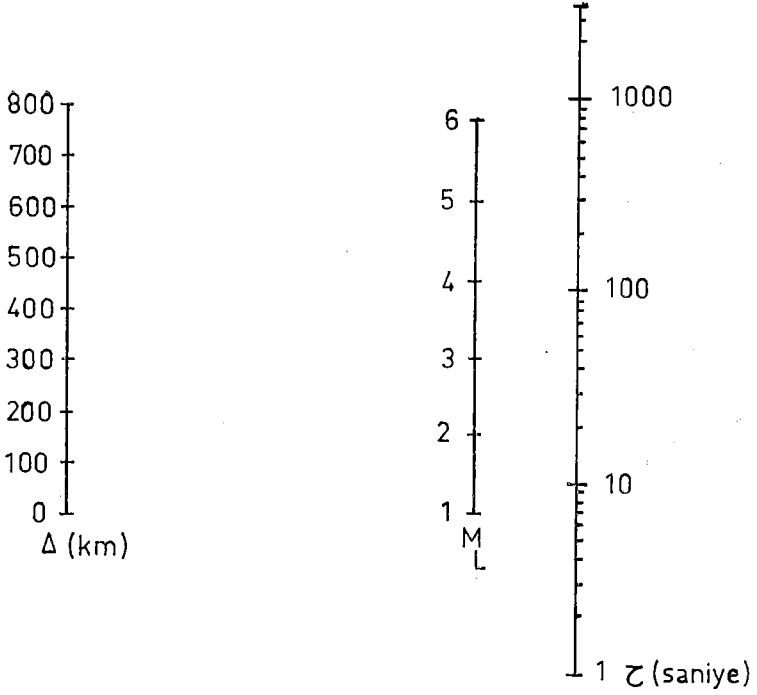
$$M_L = -0,214696 + 1,741975 \log \Delta + 0,001847 \Delta$$

Sekil 4-e DST için süreye ve episantr uzaklığına bağlı magnitud tayini için nomogram.



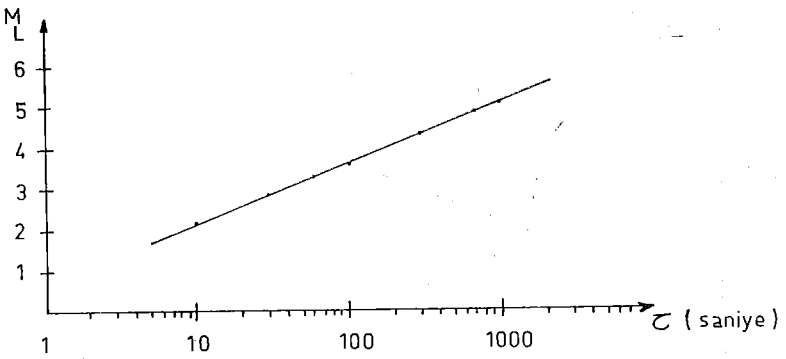
$$M_L = 0,676074 + 1,438716 \log \tau$$

Sekil 4-f İZM için süreye ve episantr uzaklığına bağlı magnitud tayini için nomogram.



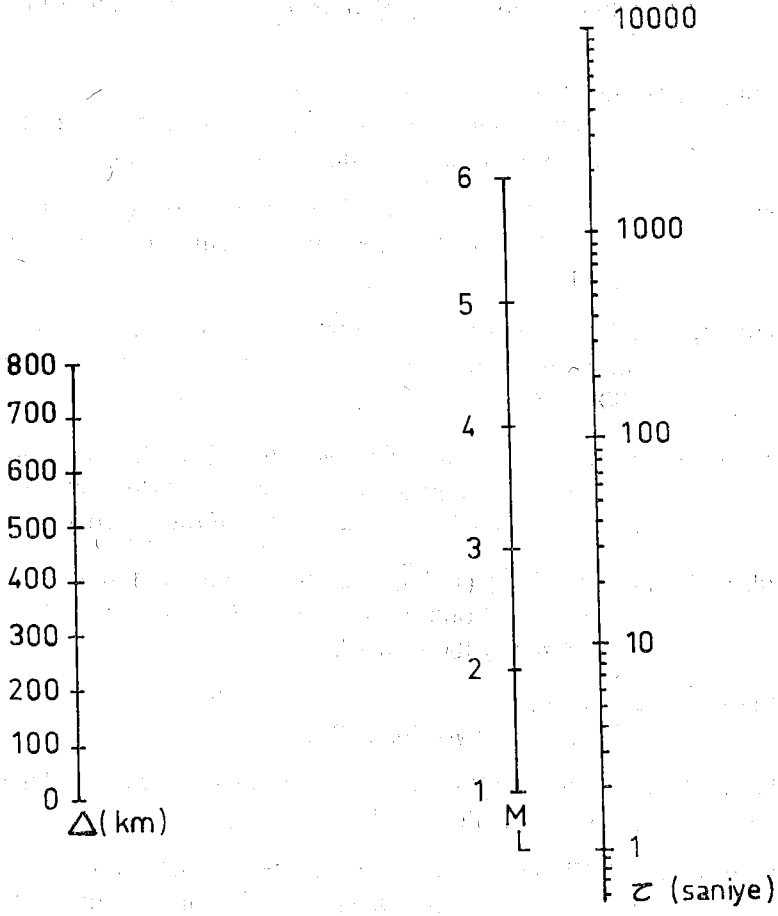
$$M_L = -0,645863 + 1,958717 \log \tau + 0,001312 \Delta$$

Şekil 4.g DMK için süreye ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd tayini için nomogram.



$$M_L = 0,667504 + 1,471862 \log \tau$$

Şekil 4.h EZN için süreye ve episantr uzaklığına bağlı magnitüd tayini için nomogram.



$$M = 0,611621 + 1,398758 \log \tau + 0,000734 \Delta$$

Sekil 4.i YER için süreye ve episantr uzaklığına bağlı magnitud tayini için nomogram.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Aki, K. (1969), «Analysis of the seismic coda of local earthquakes as scattered waves» J. Geophys. Res. 74, 616 - 631.
- Alsan, E. (1978), «İstanbul - Kandilli deprem istasyonu için süreye bağlı magnitüd denklemi» Dep. Araş. Enst. Bülteni 21, 34 - 42.
- Bakun, W.H. and A.G. Lindh (1977), «Local magnitudes, seismic moments and coda durations for earthquakes near Oroville, California» Bull. Seism. Soc. Am., 67, 615-629.
- Bisztricsany, E. (1958), «A new method for the determination of the Puget Sound Region» Bull. Seism. Soc. Am. 62, 1133 - 1171.
- Herrman, R.B. (1975), «The use of duration as a measure of seismic moment and magnitude» Bull. Seism. Soc. Am. 65, 899 - 913.
- Lee, W.H.K., R.E. Bennett and K.L. Meagher (1972), «A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration» U.S. Geological Survey Open File Report.
- Real, C.R. and T.L. Teng (1973), «Local Richter magnitude and total signal durations in Southern California» Bull. Seism. Soc. Am. 63, 1809 - 1827.
- Solov'ev, S.L. (1965), «Seismicity of Sakhalin.» Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ. 43, 95 - 102.
- Tabban, A. ve S. Gencoğlu (1978), «Deprem ve parametreleri» Dep. Araş. Enst. Bülteni 21.
- Tsumura, K. (1967), «Determination of earthquakes magnitude from total duration of oscillation» Bull. Earthquake Res. Inst. 15, 7 - 18.
- Üçer, S.B. - E. Alsan - N. Ulusan - E. Başarır - E. Ayhan - L. Tezuçan - C. Kaptan (1977), «Batı türkiye deprem etkinliği» Dep. Araş. Enst. Bülteni 19, 45 - 93.
- Üçer, S.B. - E. Ayhan - E. Başarır - N. Sancaklı - E. Alsan - L. Tezuçan, (1980), «1979 yılı Batı - Türkiye deprem etkinliği.» Dep. Araş. Enst. Bülteni 31, 1 - 72.

DEPREME DAYANIKLI HASTANE TASARIMI

Sertaç KÖSE(*)

SUMMARY

Health services are very important for human beings. During an earthquake health services become much more important and crucial. The purpose of this paper is to point out the non-structural damage which may occur in a hospital during an earthquake and which may prevent the proper function of the hospital in an emergency. Certain measures are pointed out so as to have a hospital functioning during an earthquake.

In this paper measures to be taken for the solution of vertical circulation problems, protection of sensitive health and intensive care instruments, auxiliary systems and mechanical support systems against earthquake damage are presented.

The paper is composed of four sections: the duties of a hospital during earthquakes, performance of hospitals, vertical circulation problems, and design of other support systems.

ÖZET

Kişiler için sağlık hizmetleri büyük önem taşır. Depremlerin meydana gelmesiyle bu önem artmaktadır. Bu yazının amacı hastanelerde deprem nedeniyle meydana gelebilecek olan

(*) Mimar, İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı

yapısal olmayan hasarlarla ilgili soruları cevaplandırmak, böylece planlama sırasında depreme dayanıklı bir hastane tasarımı için alınabilecek önlemleri kapsamaktadır.

Bu yazıda depreme dayanıklı hastane tasarımı sırasında karşılaşılan düşey sirkülasyon problemleri, hassas teçhizatlar, yardımcı sistemler ve mekanik teçhizatların depremden zarar görmelerini önleyecek tedbirler yer almaktadır. Yazı dört bölümden oluşmaktadır : hastanelerin afetlerdeki rolü, hastane performansı, düşey sirkülasyon problemleri, diğer yardımcı sistemlerin tasarımları.

GİRİŞ :

DEPREME DAYANIKLI YAPI KAVRAMI

Depreme dayanıklı yapı kavramı yapıların çeşitli şiddetlerdeki depremlerde belli davranışlar içinde bulunması demektir. Yapının ekonomik ömrü boyunca olması beklenen maksimum deprem şiddetine göre yapıda alınması gereken bazı tedbirler vardır. Bu tedbirler gerek projelendirme gerekse yapının inşa edilmesi sırasında alınacaktır. Depreme dayanıklı yapı kavramı ile yapının hafif, orta ve şiddetli depremlerde gösterilmesi gereken davranışlar şunlardır:

Yapının ekonomik ömrü boyunca sık sık olması beklenen hafif depremlerde yapının hem taşıyıcı hemde taşıyıcı olmayan sistemlerinde hiç bir hasar olmamalıdır. Orta şiddetteki depremlerde ise taşıyıcı sistemde hiçbir hasar olmaması istenirken bu sistemin yapacağı ötelemelerden dolayı taşıyıcı olmayan kısımlarda (bölme duvarı, kapı, pencere vb.) önemsiz hasarlar olabilir. Şiddetli depremlerde ise yapının taşıyıcı olan kısmı önemli tamir gerektirecek şekilde hasar görebilir taşıyıcı olmayan kısmı ise tamamen hasar görebilir. Yapı tamiri imkansız şekilde hasarda görebilir ancak yıkılmamalıdır. Can ve mal kaybına yol açmamalıdır.

Mevcut yapı yönetmeliklerinin ileri sürdükleri asgari şartlar can kaybını önlemeyi amaçlar. Mal kaybına önem vermemektedir. Depreme dayanıklı yapılar için yönetmelikler orta şiddetlerdeki depremlerde yapının taşıyıcı sisteminin ayakta kalmasını amaçlamakta eşyanın durumu önemini yitirmektedir. Şiddetli depremlerde ise yapı-

yı ve eşyayı kaybetmeyi göze almakta, can kaybının önüne geçme ve çalışmaktadır.

Son yıllarda dünyanın çeşitli yerlerinde görülen (1964 - ALASKA, 1971 - SAN FERNANDO KALIFORNIYA, 1972 - MANAGUA NIKARAGUA) da olan orta şiddetli depremlerde yönetmeliklere uyularak yapılan, veya uyulmadan yapılan birçok betonarme ve çelik binanın taşıyıcı sistemlerinde önemli hasar meydana gelmiş olmasına rağmen taşıyıcı olmayan kısımlarda meydana gelen maddi hasarın fazla olması ve son yıllarda taşıyıcı sistem maliyetinin toplam yapı maliyetine oranının giderek azalması nedeniyle (çok katlı yapılarda bu oran toplam yapı maliyetinin % 25 - 30 kadar olmaktadır.) Sadece taşıyıcı sistemin hasar görmemesi ile yetinilmeyip taşıyıcı olmayan kısımlarında hasar görmesini önlemek uygun olacaktır. Meselâ 1971 San Fernando depreminde oluşan 550 milyon dolarlık hasarın en az % 50 si yapıların içinde bulunan teçhizat ve eşyanın zarar görmesi sonucu olmuştur. Özellikle fabrikalar, elektrik ve enerji üretim su, havagazı dağıtım şebekeleri, hastaneler toplum için çok önem taşırlar.

Deprem öncesinde ve sonrasında sağlık hizmetleri vermek zorunda olan hastanelerin deprem sırasında zarar görerek işlemez hale gelmesi üzerinde önemli durulması gereken bir sorundur. Hastanelerin depremden zarar görmesi ile sağlık hizmetlerinde aksamlar olacak istenilmediği halde can kaybında artmalar meydana gelecektir. Çünkü son yıllarda hastahanelerin büyük depremlerde fonksiyonlarına devam edebilme kabiliyeti sadece yapısal sistemlere bağlı olmamaktadır. Bu fonksiyonunu sürdürme kabiliyeti ünitelerdeki kritik tıbbi servislerin durumuna bağlıdır. Büyük bir depremden sonra hastaneler fonksiyonlarını yürütecek şekilde garanti altına alınmalıdır. Yapısal olmayan sistemler binanın dinamik bakımdan içinde bulunduğu durumun meydana getirdiği kuvvetli yer hareketine karşı mukavemet edecek şekilde olmalıdır. Binanın dış cephesi, tavanlar, bölme duvarları, merdivenler, aydınlatma sistemleri, elektrik sistemleri, sıhhi tesisat, ısıtma ve havalandırma sistemleri, yangın söndürme, telefon ve diğer haberleşme sistemleri, depolar, hatta portatif veya taşınmayan ağır mobilya parçaları ile teçhizatlar dahi korunmalıdır.

Geçmişte binanın yapısal olmayan parçalarının depreme olan dayanımları çok az dikkate alınıyordu. Zaten büyük depremlerde (1964 - ALASKA 1971 - SAN FERNANDO 1972 - MANAGUA) meydana gelen hasarın büyük bir bölümü yapısal olmayan ele-

manlarda ve binanın elektrik/mekanik teçhizatında meydana gelen hasarlardır. Alaska depremini takiben yapılan ilk çalışmalarda bu konuda eksikler olduğu anlaşılmıştır. San - Fernando depremi bize tekrar gösterdi ki inşaat mühendisleri ve mimarların yapısal olmayan sistemlerin tasarımı uygun olarak yapabilmeleri için gerekli analiz ve dizayn metodlarına ihtiyaçları vardır. Ayrıca mevcut hastahane imkanlarının kalitesini ekonomik sınırlamalara bağlı olarak yükseltmek gerekir.

Bu yazıda 1971 SAN - FERNANDO, 1972 MANAGUA, 1964 ALASKA depremlerinde hastahane yapıları ve bu yapılarda meydana gelen, taşıyıcı sisteme ait olmayan kısımlardaki deprem hasarının meydana getirdikleri sorunlar ve bunların çözüm yolları araştırılacaktır. Yazının birinci bölümünde hastahane işlevine kısaca göz gezdirdikten sonra düşey sirkülasyon problemleri ve çözüm yolları ile yapısal olmayan diğer hasarların etkileri ve çözüm yolları açıklanacaktır.

HASTANELERİN AFETLERDEKİ ROLÜ

İnsanların günlük yaşamlarında sağlık hizmetleri büyük önem taşır. Afetlerin meydana gelmesi ise bu önemi arttırır. Hastanelerin deprem öncesi ve sonrasında hizmet veren kuruluşlar olduklarını dikkate alacak olursak depremden etkilenmemeleri gerekir. Eğer etkilenecek olurlarsa en azından can kaybında artmalar meydana gelecektir. Hastanelerin deprem sonrasında da kendilerinden beklenen hizmeti vermeye devam etmesi sadece yapısal sistemlerinin zarar görmesine bağlı olmayıp hastane içindeki kritik servislerde bulunan elektrik ve mekanik sistemlerin çalışabilir durumda olmasına da bağlıdır. Bu nedenle büyük depremlerden sonra hastaneler fonksiyonlarını yerine getirmeleri için garanti altına alınmalıdır.

Oysa 1971 San - Fernando depreminden sonra yapılan incelemelerde yörede bulunan 33 hastane binasından 17 sinin muhtelif derecelerde hasar gördüğü bunlar arasında dört adet hastane binası ile bir tıbbi merkez binasında ağır hasar olduğu tesbit edilmiştir. Bu hastanelerde genel olarak yapısal hasarın yanısıra yapıların elektrik/mekanik sistemlerinde de hasar olduğu gözlenmiştir.

Olive View hastanesi bu hastanelerden birisidir. Hastane kompleksi içindeki bütün binalarda ciddi hasar durumu yoksa da genelde bir ağır hasar durumu vardır. Isıtma merdiven ve asansör sistemlerinde depremden meydana gelen arızalar mevcuttu. Depremde hayatını kaybeden üç hastadan iki tanesi yaşama yardımcı olan elektrikli sistemlerin başarısızlığından biri ise binayı terk etmeye ça-

lışırken hayatını kaybetti. Ancak deprem erken saatte meydana geldiği ve hastanede az sayıda personel bulunduğu için daha fazla can kaybı olmadı. Hastalar arasında panik meydana gelmesi önlenendiği için hastalar başarı ile tahliye edildiler.

Ağır hasara sahip diğer hastanelerde ise kesme çatlakları, maf-sallar boyunca binanın hareketini gösteren çizgiler ve kolonlardaki kırılmanın yanı sıra yeni asansör ve merdiven sistemlerinde arızalar vardı.

Meydana gelen depremler incelendiği zaman ortak olan tek görünüm deprem kurbanlarının en yakın hastaneye transferi ve hasar durumudur. Bu yüzden deprem nedeni ile yaralananlara olduk-ları yerde iyi bir bakım vermekten çok en yakın hastaneye mümkün olduğu kadar çabuk taşımak gerekir. Bu nedenle gerek acil yardım ve kurtarma çalışmaları gerekse acil sağlık hizmetlerinin sunulması büyük önem taşır.

ACIL YARDIM VE KURTARMA

İyi bir acil yardım ve kurtarma çalışması yapabilmek için A.B.D. de son 5 - 10 yıl içinde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Depreme karşı mukavemeti olan hastane tasarımı yapabilmek için mühendis-ler depremle ilgili haberleri toplayıp saklamakta, karşılaşılan sorun-ları ve çözüm yollarını araştırmaktadırlar. Acil yardım ve kurtarma çalışmaları için işe çeşitli teknikler denenmekte ve geliştirilmekte-dir. Acil yardım ve kurtarma çalışmalarının önemi bir deprem mey-dana geldiği zaman daha çok ortaya çıkmaktadır.

1964 Alaska, 1959 Montana, 1971 San - Fernando depremlerinin her birinde farklı acil yardım ve kurtarma çalışmaları yapılmış, de-đişik metodlar denenmiştir.

1959 Montana depreminde afetzedelerin bölgeden tahliyesi için uçak kullanılmış böylece deprem nedeniyle bozulan yolları kullan-madan tahliye işlemleri gerçekleştirilmiştir.

1964 Alaska depreminde işe askeri birlikler kurtarma ve acil yardım çalışmalarına büyük ölçüde yardımcı olmuşlar destek sağ-lamışlardır. Deprem de hasar gören hastaneleri tahliye etmişler ve hava taşımacılığı yolu ile yeniden iki adet portatif hastane kurmuş-lardır.

1971 San - Fernando depremi esnasında acil yardım ve kur-tarma çalışmaları için kullanılan teknik depremden önce bölgede

bulunan bütün hastaneler arasında irtibatı sağlayacak olan radyo bağlantı şebekesinin kurulmasıdır. Radyo bağlantısı yolu ile mevcut tıbbi problemler büyük ölçüde azaltıldı. Ayrıca çeşitli organizasyonlarla diğer hastanelerden temin edilen tıbbi eleman ve personelden bir karışım meydana getirildi. Özel kuruluşlardaki inşaatçılar, askeri birlikler, gönüllü mahkumlar kurtarma çalışmalarına katıldılar.

Radyo bağlantı şebekesinin faydaları :

a) Muhtelif hastanelerle bağlantı temin ederek sağlam kalan hastanelerdeki yatak ve acil yardım kapasitesinin tespitini sağlamak, bu hastanelere fazla yük yüklemeyen hastaların bu hastanelere transferini sağlamaktır. Böylece hastalar kendileri için uygun ünitelere yerleşmiş olurlar.

b) Hastanelerdeki hastaların hertürlü ihtiyacının teminini sağlamak. Hala çalışabilir durumda olan alet ve teçhizatın tesbiti, küçük arızalar almış olan teçhizatın onararak devreye sokulması, gerekli sağlık malzemesinin temini, (kan değiştirici, dikiş seti, küvez vs.)

İhtiyaç duyulan sağlık personelinin temini ve duruma göre yeniden örgütlenmesi, halkla ve dış ajanslarla bağlantı temini gibi çalışmalar yapılmıştır.

Acil yardım ve kurtarma çalışmalarında yeni denenmekte olan sistemlerden biride halka her yönden bakım imkanı veren seyyar yoğun bakım ünitesidir. İyi yetişmiş personel her zaman bulunmasa bile vasat olan kişiler bile depremlerde yeterli bir hasta bakım hizmeti verebilir. Acil yardım çalışmalarında son 5 - 6 yıl içinde en göze batan çalışma iyi donatımı olan ve iki yönde iletişime sahip ambulansların hastahane hizmetine sokulmasıdır. Böyle bir ambulansa sahip bir bölgede deprem meydana geldiği zaman birçok küçük yaralanmalarda iyi bir bakım olay yerinde sağlanarak ufak tefek yaraları olanların hastaneleri büyük ölçü de işgal etmesi önlenmektedir.

ACİL TIBBİ PROBLEMLER :

- Haberleşme ulaşım bağlantısı
- Hasta heyecanı
- Su açığı ve suya bulaşan pislikler nedeniyle meydana gelen bulaşıcı hastalıklar.
- Yakacak aygıtı ve yakacak temini
- Hastaların biryerden biryere nakli

- Personel ve personelin hüviyet tesbiti
- Dr. miktarı ve niteliği
- Tıbbi malzeme eksikliği
- Konu ile ilgili yardımcı personel
- Kan çeşitleri eksikliği
- Hasta bakımı
- Nakledilen hastaların kayıtları
- Yol eksikliği

Yukarıda belirtilen acil tıbbi problemler depremleri takiben hastanelerin acil departmanlarında araştırmalar sonucu elde edilmiştir.

HASTANE PERFORMANSI

Hastanelerin depremi takiben gösterdikleri verim konusundaki genel duruma göre tedbir almaktır. Esasen hastahaneler depremin kötü sonuçlarından etkilenen iki grup hasta için tedbir almak zorundadır. Depremden önce hastahane yatanlar ve deprem nedeni ile rahatsızlanarak hastahane yatanlar. Hastahaneler iki grup hastaya da ilgi göstermek zorundadır. Biri diğerinden daha önemli olamaz. Depremden zarar gören hastalar hangi hastahane onlar için uygun bakım ünitesi varsa o hastahaneler yerleştirirler.

Hastahane gelen bir hasta ilk olarak hasta kabul ünitesine alınır. Burada hastanın kaydı yapıldıktan ve gerekli bilgiler saptandıktan sonra hasta ilk teşhis için muayene edilir. Bu ünite de gece gelen hastaların geçici olarak kalması ve bakımı için yatak bulundurulur. Hasta ancak bu ünite den sonra kendisi için gerekli diğer ünitelere dağıtılır.

ACİL BAKIM :

Kazaya uğramış had ölüm tehlikesi içinde bulunan hastaların ve ivedi muayene ile ilk tedavinin (şok tedavisi, yeniden canlandırma gibi) yapıldığı ünite dir. Fonksiyonu dolayısıyla ameliyathane departmanı, röntgen ve teşhis bölümü ile yakın ilişkisi vardır. Bu kısım hastalara geldikleri andan itibaren hizmet verecek ve hemen tedavisi yapılacak durumda olmalıdır. Ancak deprem olduğu zaman bu bölümdeki hastalar hastahane kendileri için ayırdığı kontanjani aşmaktadır. Bu nedenle hastahane idaresi hastalar için bazı tedbirler almak zorundadır. Normal zamanda bu görev için yapılmış acil odalardan deprem olduğu zaman faydalanılır. Geçici olarak programdan kaldırılan Dr. muayene odalarından ve durumu kritik olmadığı için hastahane taburcu edilenlerin yataklarından da faydalan-

mak mümkün olabilir. Aslında hastahanedeki yatak açığı olması çok önemli bir problem değildir. Önemli olan hastahaneye kadar ulaşmış olmaktadır. Acil bakım ünitesi dışarı ile çok irtibatı olduğu için kolaylıkla ulaşılabilen bir yerde olmalıdır. Merdiven veya asansöre ihtiyaç duymadan ulaşılmalıdır. Çünkü merdiven ve asansör, hasta sirkülasyonunu kısıtlamaktır. Hasta insanların sedye ile merdiven ve asansörde dolaşması onlara acı vereceği için acil bakım ünitesi zemin katta bulunur.

Bu departmandaki muayene ve ilk tedaviden sonra durumu ameliyat gerektiren hastalara ameliyathane departmanına, durumu acil olmayan hastalar ise normal bakım ünitesine alınır veya taburcu edilir.

YOĞUN BAKIM :

Organizma fonksiyonları hayatlarını tehlikeye atacak kadar bozulmuş olan ağır hastaların tedavilerinin yapıldığı ünedir. Bu bölüm de olan hastalar büyük oranda teçizat, malzeme, teknik güç ve personel ihtiyacı duyarlar. Burada kalan hastaların moral bozucu durumları sürekli olarak izlenir. Klasik hemşire bakımı vardır. Böyle bir uygulama hastanın direnç kazanması için gereklidir. Durumu kritik olan hastalar için bu ünite son derece önem taşır. Bir çok hastada ciddi yaralanmalar vardır. Büyük ölçüde ızdırap, kan kaybına bağlı olarak hasta şoka girebilir. Hastanın durumu çok çabuk bozulur. Bu şartlar altında acil yardım ünitesinin personeli hastaların kalp ve solunum yollarını temizler ve kapanan yaraların hangisinden kan kaybı meydana geldiğini araştırarak hastaya serum verir. Yaralıların teşhisleri tamamlanır. Eğer gerekiyorsa hastalar ameliyat edilir. Burada kalma süresi genellikle birkaç haftadır. Hastanın vücudu ilk şoktan sonra iyileşmekte, eski kuvvetini tekrar kazanmaktadır. Son tedavi yavaş ve kolay adımlarla başlar haftalar bazan aylar sürer ve vücut iyileşmek için kendi tabii seyrini takip eder, böylece hastanın vücudu asla zorlanmamış olur.

Yaşamı tehlikede olan hastalar için acil departmandan çeşitli teknik malzeme teçizat gerekmektedir. Bu ünite sürekli olarak müşterek çalışma içinde olan departmanlar :

ANESTEZİ DEPARTMANI

(Eğer bu üniteye portatif (yeniden canlandırmak için), kalp için gereken cihazlardan koyarsak yerinde bir uygulama olur.)

HEMŞİRE ÜNİTESİ

AMELİYATHANE :

(Eğer acil departmanda ameliyat odası ve muayene yatağı yoksa seyيار ameliyathane gerekir.)

RADYOLOJİ DEPARTMANI :

(Eğer acil departmanda en az bir tane portatif röntgen cihazı yoksa bulunması gereken radyoloji departmanıdır.)

Anestezi departmanı personel organizasyonu bakımından yoğun bakımdan sonra en önemli departmanlardan biridir. Bu departmanı teşkil eden üyeler anında müdahale yapacak hazır bir kuvvet oluştururlar. Bu ekip normal hastahane operasyonu sırasında aşağıdaki ünitelere hizmet verir. Acil yardım ünitesi, yoğun bakım, hemşire ünitesi, ameliyat ünitesi ve hangi ünitenin hastalarında kalp durması, nefes alamamak gibi acil müdahale gerektiren ani bir durum varsa anestezi bölümünden ekip çağırılır. Normal hastahane operasyonu sırasında da acil müdahale gerektiği zaman hemen bir ekip müdahale edeceği için daima bir ekip hazır bulunmalıdır. Mafafi deprem anında çeşitli hastalara narkoz ekibi tarafından yardım edilmesi ve aynı zamanda hayat kurtarıcı aletlerin acil yardım departmanından destek olarak kullanılması kimseye olağan dışı gelmeyecektir. Bu aletler genellikle anestezi ve kalp hastalıkları ünitesinin ihtiyacı olur. Bazı durumlarda da kalp - akciğer ve nefes yolları hastalıkları ile ilgili ünitenin ihtiyaçları olacaktır.

Depremin oluşumunu takiben kroner bakım ünitesindeki hastalardan durumları daha iyi olanlar yatak ünitesine gönderileceklerdir. Böylece durumları kritik olanlar acil odadan kroner bakım ünitesine nakledileceklerdir. Durumları çok kritik olmayan hastalara ise acil bakım ünitesinde bakılabilir. Acil odadan alınan bir hasta bir dereceye kadar kroner bakım için yapılan fazla talebin etkisi altında kalır. Bu yüzden personel kroner bakım ünitesinin dışındaki hareket edebilen hastaları yatak ünitesine alır.

Kroner bakım ünitesinin yatakları depremden öncede talep edilecektir. Eğer kroner bakım ünitesinin yataklarında talep fazlalığı yoksa diğer bir deyişle boş yatağa sahipler o zaman depremi takiben gelen hastaların büyük çoğunluğunu burada bulmak mümkündür. Çünkü bu üniteye ihtiyacı olmayan kişi yoktur olsa bile bu hastalar bu ünitenin yataklarındaki depremden önceki yüksek talep ne-

deni ile hareket edebildikleri için yatak ünitesine gönderilen hastalardır.

Ameliyathane departmanının girişi yoğun bakımda bulunan hastalar tarafından fazla önem taşımaz. Mademki bakıma alınan hastalardan çok az bir kısmı doğrudan doğruya ameliyata alınacaktır, o halde girişin fazla önemi yoktur. Eğer acil departmanda bir veya birden fazla ameliyat odası ve tedavi yatağı varsa ameliyathanedeki sirkülasyon alanı ile acil departman arasındaki bağlantı hastalar için lüzumlu değildir. Eğer hastalar için mutlaka bir röntgen cihazı gerekli ise seyyar bir röntgen makinası röntgen departmanından çıkartılarak kullanılabilir fakat çok gerekli değildir. Çünkü hem radyoloji uzmanı uzak hemde portatif röntgen makinası teşhis ve tedavi için son başvurulması gereken bir işlemdir. Eğer mümkünse röntgen cihazı radyoloji departmanına alınacaktır. Sonra hastalar yeteri kadar iyileştikleri zaman radyoloji departmanına kısa bir gezinti yaparak gidebilirler. Çünkü röntgen cihazı sadece acil bakım ünitesi tarafından kullanılmayıp diğer ünitelerinde kullandığı bir ünitedir. Eğer acil departmanda saklanıyorsa diğer hastalar içinde bir röntgen cihazı gerekecektir. Eğer hastahane sadece bir tane seyyar röntgen cihazı varsa ve radyolojik departmanında saklanıyorsa veya ameliyathane departmanında ise o zaman bu departmanların ikisinde birden olması gerekir.

Mademki katlar arasında düşey irtibatı sağlayan merdivenlerde durumu tehlikeli olan hastaların dolaşması zor ve tehlikeli olmaktadır ve portatif aletlerin mesela röntgen cihazının merdivenlerle taşınması mümkün değildir, o halde farklı kattaki döşemeleri birbirine asansör ile bağlarsak durumu kritik hastalar için gerekli servis hizmetleri daha kolay sağlanacaktır.

Durumu kritik olmayan hastalar diğerlerine nazaran daha az teknik gereksinime duyarlar. Deprem kurbanları arasında en büyük problemi bu grup meydana getirir. Bu gruptaki kimseler belki bedensel bir zarar görmeyeceklerdir fakat yıkılan evleri ve kaybolan sevdikleri arasında psikolojik zarar göreceklerdir. Bir çok ihtiyacı olan bu grubun pek azının barınacak evi, sıcak yiyeceği vardır. Son derece ciddi zarar gören bu yaralıların muhtemelen yaralarına dikiş atılır. Kırılan kemiklerin teşhisi için ve nadir olarak meydana gelen açık kırıkların teşhisi için röntgen aleti gerekir. Bu grubun içindeki bazı hastalar anne olmayı beklerler. Anne olmayı bekleyen bu grup için gerekli teknik yardımlar talep edilir. Eğer durum normal değilse, özellikle sezeryan ameliyatı gerektiriyorsa anne ve bebeğin du-

rumunun normale dönmesi için ameliyathaneye yada kurtarma odasına alınır. Eğer durum normalse acil bakım ünitesinin temiz ve sakin bir odasında yapılması için hasta ikna edilir. Mademki doğumlar depremi takiben meydana gelmiştir. O halde çok az sayıda hayatı tehlikede olan hasta olacaktır. Yalnız bütün doğumlarında normal olmayacağını unutmamak gerekir.

Hayatı tehlikede olmayan hastaların bulunduğu grup nerede tedavi altına alınacaktır. Eğer acil departmanda tedavi görmeyecekse kırık kemiklerin tedavi edildiği bölümde mi? yoksa şüpheli kırıkların tedavi edildiği bölümde mi? Bu tedavi bölümleri depremden sonra en çok hasta gelmesi beklenen iki bölümdür. Böyle iken bazı hastaların tekerlekli sandalye veya sedye ile dolaştırmak gerekir.

Eğer radyoloji departmanı diğerlerinden farklı kotta ise asansör gerekecektir. Hayatı tehlikede olmayan son gruptan bazı kişiler zarar görmemişlerdir. Fakat yemek yemeğe ve uyumaya ihtiyaçları vardır. Mademki bu kişiler hareket edebilmektedirler o halde merdivenleri kullanarak hasta ve dinlenme odalarına gelebilirler.

Yardımcı Departmanlar : Gerekli alet ve teçhizatın temin edilebileceği, kirli aletlerin temizlendiği veya imha edildiği bir ünitedir. Teşhis için gerekli aletler ve hasta bakımı ile direk olarak ilgilenen bütün departmanların danışabildiği bir yerdir.

İstenilen teçhizat ve malzemenin gereken yerlere götürülmesi için genellikle servis asansörleri veya servis arabalarından faydalanılır. Ayrıca dahili telefon şebekesinden faydalanılır.

El Arabasından Faydalananlar :

Merkezi Depolar
Merkezi Sterilizasyon
Diyet Mutfağı

Hareket teminini ayakla veya hava ile işleyen borularla veya telefonla yapan üniteler :

Pataloji Departmanı
Tıbbi Raportörler
Eczane

Mademki malzemelerin hareketi servis arabası veya ayakla çalışan küçük bir yük asansörü ile temin edilmektedir. O halde merdivenler alışılmış bu hareketler için iyidir. Bu ve buna benzer işlerin yapılması için çok personel gerekecektir. Fakat el emeği gerektiren

çalışmalar gönüllüler tarafından yapılabilir. Tabii afetleri takiben çok sayıda gönüllü olacaktır. Bu alanlardaki hareket temini diğer ve sıcak havalı tüpler tarafından çalışan servis sistemlerinde donatım eksiklikleri varsa bu eksiklikler afet planlaması sırasında gönüllülerin çalışmasıyla kapatılabilir.

Hastahaneler depremde yaralanan kişilerle ilgilenmeyi sürdürürken aynı zamanda depremden önce hastahaneye yatan hastalarda gereken servis hizmetlerini yapmak zorundadır. Bu özel hasta grubu hastaların büyük bir kısmını kapsamaktadır. Yaşamı tehlikede olan hastaların durumları henüz teşhis edilmiştir ve afet kurbanlarının yaşamı durgundur. Hastaların birçokları teşhis için gereken testleri veya ameliyat için yapılan hazırlık çalışmalarına gönüllü olarak katılırlar.

Bu hastalar birgün hastahaneden taburcu olarak evine dönecek böylece boşalan yatakları afet kurbanlarının ihtiyaçları için kullanılmak, servislerin hacmini azaltır, hemşire ünitesinin donatımına devam etmek gerekir. Diğer hastaların sadece pek az bir kısmının radyoloji ameliyathane acil kurtarma birimlerine ihtiyacı olacaktır.

Hastahane de bakıma alınan hastaların büyük çoğunluğunun tedavisi acil olmadığı için depremde yaralananların ilk tedavileri yapılincaya kadar birkaç gün bekleyebilirler. Bu nedenle esas servislere hemşireler tarafından bakılmalıdır. Hemşireler yemek servisi, çamaşırhane servisi, ilaçla tedavi servisi, büyük doğum, muhtelif steril stoklar, imha edilecek şeyler, steril olması gerekmeyen alet ve malzemelerle ilgilenirler. Merkezi sterilizasyon ve ilaçla tedavi kısmında bulunan alet ve malzemeler fazla büyük olmadıkları için bunların taşınması servis arabası ile yapılır. Kirli çamaşırların hareketi ise daha çok problem taşır. Servis arabaları ile taşınan bu malzemeler yatak ünitesinden çamaşırhaneye kadar çamaşır kanalı vasıtasıyla gelir. Temizlendikten sonra depolara olan hareketini servis arabaları ile tamamlar. Çamaşır ve çöp dışındaki malzemelerin hareketi asansör vasıtasıyla olur. Yemekler merkezi bir mutfakta piştikten sonra hastalara dağıtılır. Yemek servisi ise özel bir problem teşkil eder. Çünkü yenilen bütün yemeklerin servisi çabuk yapılmalıdır. Bir çok hastahanelerde bir asansör her yemek saati öncesinde yemek servisi için yedek olarak ayrılır. Böylece yemek arabalarının hareketi ertelenmiş olur. Yemek servisindeki problemlerin azaltılması için çeşitli yollar vardır. Bunlardan biri ana mutfaktan akşam yemeği için gelen yemek sayısını azaltmaktadır. O zaman yemeklerin dağıtımını daha uzun aralıklarla yapmak ve ayrı ayrı sa-

atlere bölmek çözüm olabilir. Diğer bir çözüm kolay ve pratik yemekler herbir hasta katının kat mutfağında hazırlanabilir. Yemek çeşitlerini kolay ve pratik olanlardan seçmek gerçekten kolaylık sağlayacaktır. Boş olan hasta odalarından biri kiler vazifesi görece şekilde ayrılır. Yemek çeşidini azaltmak ve gezebilen hastaların yemeklerini yemek odasındaki personelden almalarını teşvik etmek yararlı olabilir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı gibi bir deprem anında bölümler arasındaki kritik ilişkilerin sayısı deprem sonunda hasta bakımında doğrudan rol alacak olan birkaç bölüm arasındaki bağlantı sayısı ile sınırlıdır, birçok durumlarda hasta bakımı ile doğrudan ilgili olan bölümlere çalışabilmeleri için gerekli destek hizmetleri birçok biçimde sağlanabilir.

DÜŞEY SİRKÜLASYONUN ROLÜ

Düşey sirkülasyonun kritik görevi hastaların hastahane içindeki dolaşımını temin ve hastalar için gerekli teçhizatın ve servis arabalarının hareketini temin etmektir. 50 yatağın üzerinde yatak kapasitesi olan hastahanelerde hasta yatakları ünitesi kule şeklinde tertiplenir. Hasta yataklarının bu şekilde düzenlenmesinin nedenleri :

Yatan hastalara bakacak olan hemşirelerle ve farklı klinik ve yardımcı hizmetlere ait bölümler yatak katlarının üst üste gelmesi ile memnun edici bir fonksiyon ilişkisi içinde olmaktadır.

Birçok hastahane alanı sınırlı bir alan olacağından bu mevcut alanı en iyi biçimde kullanabilmek için yapı bloğu çok katlı şekilde tasarımlanır.

Bütün hasta odalarının tabii ışık ve havalandırmaya ihtiyaçları vardır. Bitişik bloktaki alanlar ise klinik veya yardımcı hizmet görmeyecek alanla ayrılır. Binanın hatalar için uygun olan yönü hasta odalarına ayrılırken koridorun uygun olmayan diğer yönü wc - banyo, kat mutfağı, ziyaretçi ve dinlenme gibi bölümlere ayrılabilir. Yatak ünitesi ile Kule biçimi formda yatak ünitesi ile yakın fonksiyon ilişkisi içinde bulunan çamaşırhane bölümüne çamaşır kanalı vasıtası ile kirli çamaşırların gönderilmesi çok kolaylaşır. Aynı şekilde çöp bacası düşünülebilir.

Klinik ve yardımcı hizmetlerle fonksiyonel açıdan benzerlik taşımayan yatak ünitesi çok katlı çözüldüğü takdirde yapı maliyetini azaltmak mümkün olacaktır. Son yıllarda yatak sayısını artırmak

için çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Toplam yatak kapasitesinin çok az bir bölümünü hastahanedeki yatan hastalar meydana getirecektir. Böylece çok esnek bir yatak ve personel talebi meydana gelir.

Bugün birçok hastahänenin tasarımı sırasında bir kat için yatak kapasitesi 35 - 65 hatta 75 yataklıdır. Bu demektir ki ortalama 200 yatak kapasiteli olan bir hastahanedeki yatak bloğu 3 kat olacaktır. Böylece buraya servis hizmetleri hidrolojik asansörle yapılacaktır. Birçok hastahanelerde klinik ve yardımcı hizmetler yatak ünitesinin bina içindeki platformunun 2 - 3 kat altında yer almaktadır.

Bütün klinik ve yardımcı maksatlarla kullanılan bölümlerin aynı katta olmasını doktorlar ve hastahane yöneticileri son derece önemli bir tatbikat olarak görmektedirler. Fakat bu şekildeki uygulamalar nadiren yapılmaktadır. Çünkü arsaların pek az bir kısmı bu uygulamaya yetecek büyüklüktedir. Bitişik alanı içeriye doğru genişletmeden her bir departmanı donatmak mümkündür. Birçok hastahänenin geçmişinde büyüyen alanlar örnek (patoloji ve radyoloji departmanları sayıları her gün artan muayeneler yapmaya devam etmektedir. Bir ikincisi faktör hastahane tasarımının son derece kritik olmasıdır. Hastahane tasarımı yaparken eğer arsa yeterli büyüklüğe sahipse klinik alanlar genellikle tek kat ve yardımcı alanlar onun altında, bodrumda yer alır. Son derece sık yapılan başka bir uygulamada ise bazı departmanlar kliniklerin etrafını tamamen sarmalar. Diğer departmanlar ise onların büyümelerini önler. Eğer klinikleri iki kata ayırmak eğilimi olursa o zaman son derece direkt bağlantı gereken dış hasta ünitesini zemin kata koyarsak bu fonksiyonlardan hangisi hasta bakımı ile direkt olarak ilgili ise veya trafik açısından gizli bir özelliği varsa 2. kata o ünite konacaktır.

TİPİK BİR HASTANE YERLEŞİMİ :

1. KAT

- ACİL VE DIŞ HASTA DEPARTMANI
- RADYOLOJİ, ECZANE - HASTA VE DR. GİRİŞİ, MERKEZİ YÖNETİM
- YEMEK ODASI, MUTFAK

2. KAT

- KRONER BAKIM ÜNİTESİ - ANESTEZİ - AMELİYATHANE - HEMŞİRE - PATOLOG - DOĞUM - KALP - AKCİĞER - AKCİĞER TEDAVİSİ

1920 - 1950 yılları arasında tasarımı yapılan bazı eski hastahanelerde orijinal planlarında klinik alanları yırtarak üzerine çok katlı yatak ünitesini koymuşlardır. Popüler olan alışılmış bir sistemde herhangi bir grubun yatakları kendi klinikleri boyunca uzanır. Örnek :

2. kata gelecek yatakların yakınında patoloji ünitesi

3. kata gelecek yatakların yakınında doğum ünitesi

4. kata gelecek yatakların yakınında ameliyathane ünitesi yer alır.

Büyüyen hastahane kapasitesi çok eski tip olan hastahanelerin içine konsol çalışan bir podyum koyarak dış hasta servisi bu şekilde çözülür. Fakat birçok hastahane çözümlerinde bu çözümün ekonomik ve alan sınırlamaları yönünde imkansızlığı ispat edilmiştir. Görüşmelerden anlaşıldığına göre iyi ve başarılı asansör çözümleri hastahanelerin temiz olması sağlar, veya daha temiz olmasını sağlar. Hidrolojik asansör sadece klinik servisler ve yardımcı alanlar ve 2, 3 katı aşmayan podyum veya 4 katı aşmayan podyum veya 4 katı aşmayan yatak ünitelerine konulabilir (klinik ve yardımcı alanlar boyunca)

MÜHENDİSLİK AÇISINDAN MERDİVEN VE ASANSÖR TASARIMI

Yapıların deprem anında hızla tahliye edilebilmesi için merdiven ve asansörlerin işler durumda olmaları şarttır. Merdivenler yatay yükler altında katlar arasında diyagonal bir giriş gibi çalışırlar. Bu yüzden merdivenlerin bulunduğu çerçeve aksları binanın en rijit akslarını oluştururlar. Yapılarda taşıyıcılara gelen deprem yükü yapının rijitliği ile orantılı olduğu için merdivenlerin bulunduğu akslara deprem anında büyük yatay kuvvetler gelir ve diyagonal gibi çalışan bu merdiven elemanlarına gelen çekme kuvvetleri büyük hasar yaparak merdivenlerin kullanılamaz duruma gelmesine neden olurlar. Merdivenlerin gerekli güvenliğe sahip olabilmesi için hiçbir hasar olmaması gerekir. Merdiven sistemleri arasına olan hafif depremlerde kendilerinden beklenen performansı göstermişlerdir, fakat şiddetli depremlerde hasar görmekte-dirler. Bu durumun giderilebilmesi için :

Merdivenler yapıdan derzlerle ayrılmış olan bloklar halinde yapılmalı ve özel merdiven kuleleri içinde yer almalıdır. Ayrıca merdivenlerin mukavemet hesapları yapılırken merdiven bloğu ana yapıdan daha fazla yatay bir kuvvete dayanacak şekilde hesaplanarak zarar görmesi engellenmiş olur.

Merdivenlerin yapı içindeki yerlerinin önemi vardır. Sık yapılan bir uygulamaya göre kesişen iki yapı bloğunun kesim noktasına merdiven konmaktadır. Oysa bu kesim noktalarında büyük ölçüde deformasyon meydana gelebilir, merdivenler daha çok enkaz altında kalabilir.

Diğer bir çözüm merdivenlerin bir ucundan ankastre diğer ucundan mesnetli yapılmasıdır. Böylece yapısal hasarlara karşı emniyet altına alınan merdivenlerde yangına karşı emniyetli olması bakımından konstrüksiyon sistemi betonarme olarak seçilir.

Yapılardaki asansörlerin denge ağırlıklarının telle asılı olmasından dolayı deprem anında sallanıp hareket ederek raylarından çıkmaktadır. Asansörün tel halatları karışmakta ve asansör kabine çarparak hasar görmektedir. Asansörü çalıştıran elektrik motorlarının yere iyi ankraj edilmemiş olmasından dolayı bunların yerlerinden ve bağlantılarından koparak asansörün güç kaynağını bozulmasına neden olurlar. Güç alamayan asansörde çalışmaz hale gelir. Buna benzer olaylara engel olmak için asansörlerin depreme dayanıklı olarak tasarlanması ve inşaa edilmesi gerekir.

Plan sistemi karışık olan yapılarda binanın farklı kısımlarına birden fazla asansör yerleştirmek bazı asansörlerin ömrünü uzatacaktır. Asansörleri teşkil eden parçalar üzerinde çalışmalar yapılarak kalitelerinin artması sağlanabilir. Çok katlı binalarda tek ulaşım aracı asansör olacağı için asansör tasarımı daha fazla önem kazanır.

Managua depremi ve San Fernando depreminde merdiven ve asansör sistemleri büyük ölçüde hasar görmüştür.

YAPISAL OLMAYAN HASTAHANE SİSTEMLERİ

1) YANGINDAN KORUNMA SİSTEMLERİ :

a) Yangın söndürme fiskiye sistemi

Kaldırıcılar, dağıtım esasları, vanalar, yardım depoları germe tertibatı kelepçeleme tertibatı.

b) Muhafaza, germe donatım

c) Yangın muslukları

Ana borular, kaldırıcılar, gericiler, depolar

2) TEHLİKELİ MALZEMELER :

a) Tehlikeli sistemler

Tabii gaz, oksijen, azot, yükselticiler, dağıtım esasları, depolar.

b) Tehlikeli depolar

Radyoaktif depo, oksijen depolama tankı, azot depolama tankı, kimyevi maddeler, ilaçlar uyuşturucu gazlar, yanıcı maddeler.

3) ACİL GÜÇ SİSTEMLERİ :

Akım değiştiriciler, dizel jeneratörler, yanıcı madde boruları, soğutma sistemleri, pompalar, borular, kontrollar, kesici düzeni, tali merkez, dağıtım tablosu, motor kontrol merkezi, tevzi tablosu, DR. ayırıcı levhalar, yollar ve araba.

4) BAĞLANTILAR :

Telefon, numaralama, alarm, radyo, hemşire çağırma dahili telefon sistemi, programlama sistemleri

5) NAKLİYAT SİSTEMLERİ :

Merdivenler, küpeşterler, denge ağırlıkları, jeneratörler, ayar düzeni.

6) MEKANİK SİSTEMLERİ :

a) Su tulumbası

Yardımcı motor, çığ suyu, toplayıcı tankı, kompresör hava kontrol, vakum pompası, buzdolabı kompresörü, vantilatörler, boşaltım, soğutma kulesi, soğutarak sulayıcı, kazan, ayar düzeni, ısıtıcı, arıtıcı, boru sistemi.

7) TIBBİ SİSTEMLERİ :

Sabit

Vidalı kazan, röntgen cihazı, film banyosu, zincirleme ayırıcılar çöpdökme bacası

Seyyar (portatif)

Boş bırakıcı, tahlil ünitesi, aletler, laboratuvar aletleri tıbbi teçhizat, yataklar, sedye, servis arabaları, yardımcı teçhizat, yemek

servis ünitesi. İlaçlar ve tedaviye ait kimyasal maddeler, alet, çamaşır, tıbbi kaydediciler vs.

8) MİMARİ SİSTEMLER :

Aydınlatıcılar : Acil aydınlatma bataryaları, cerrahi aydınlatma sistemleri

Personel Tehlikeleri :

- a) Merdiven boşlukları
- b) Kapılar, Çıkış kapıları
- c) Çatıda fener aydınlatmalar (Fener çatı)
- d) Çıkış koridorları hemşire ve doktorlara ait acil kısımlar.
- e) Duvar süsleri
- f) Ofis teçhizatları, depo rafları, ayaklı depolar, seperasyon elemanları

9) DİĞER TEÇHİZAT :

Kritik teçhizatlara yakınlık, pahalı teçhizatlar, acil olmayan güç verici sistemler, lağım, mutfak ve çamaşırhanede kullanılan alet ve teçhizat.

YAPISAL OLMAYAN HASTAHANE SİSTEMLERİNİN DEPREMDEN HASAR GÖRMESİNİ ÖNLEYECEK TEDBİRLER :

A) YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ :

- 1) Zeminle bağlantısı olmayan yangın söndürücülerini zeminle irtibatı olacak şekilde raflara asmak gerekir.

B) TEHLİKELİ MALZEMELER :

- 1) Gaz boruları için vana sistemi
- 2) Tabii gaz boruları için vana sistemi
- 3) Radyoaktif malzeme ve diğer malzeme depolarının emniyetini sağlamak gerekir.
- 4) Serbest kalan O₂, N₂O₂ tanklarını demirlerle bağlamak gerekir.
- 5) Harekete geçebilecek olan tehlikeli olabilecek kimyasal maddeleri ve ecza maddelerini taşıyan raflar için kullanılan profille-

ri daha aşağıya indirmek gerekir. Böylece mutlaka yerle irtibatı sağlanmış olacaktır.

6) Uyuşturucu maddeler ve gazlar için tedbir almak gerekir.

C) ACIL GC SİSTEMLERİ :

1) Jeneratörler doğrudan doğruya toprağa bağlanmalıdır.

2) Soğutma kulesine sırasıyla değişim jeneratör, ve radyasyon sistemi kurmak gerekir.

3) Yakıt tankların demirlemek ve esneme yapacak şekilde zeminle irtibat kurmak gerekir. (Tel rg ile halka yarararak bağlanabilir.)

4) Akümülatör rafları n taraftan demirlenmelidir.

5) şalter, dağıtma tablosu, motor kontrol merkezi zarar görmemesi için demirlerle vidalarla bağlanmalıdır.

D) BAğLANTI SİSTEMLERİ :

1) Teizatın ve parçalarının emniyetini sağlamak gerekir.

2) Yerel telefon sisteminin sağladığı kolaylıkları dikkate alarak acil operasyon için kullanılabilircek dahili telefon şebekesi kurmak.

3) Sırasıyla devreye girecek olan dahili telefon şebekesi kurmak.

E) HAREKET SİSTEMLERİ :

1) Yanal yüklere yeterli mukavemeti olan asansör tasarımı geliştirmek.

2) Asansörün üzerinde hareket ettiği halatlar için köşe bent koymak gerekir.

3) Asansörlere destek olacak denge ağırlıkları koymak gerekir.

4) Asansörlerin halatlarını emniyetli yerleştirmek gerekir.

5) Acil fren tertibatı yerleştirmek gerekir.

6) Asansör kontrol kabini demirlenmelidir.

F) MEKANİK SİSTEMLER :

- 1) Bütün teçhizatlar demirlenmelidir.
- 2) Hava ileten teçhizat için fren donatımı yapılmalıdır.
- 3) Boyler Demirlenmelidir. (Zeminle tespit edilmelidir.)
- 3) Boruların tamiri için gerekli hortum, boru, bilezik, boru bağlama kovar gibi tamir levazımatı gerekir.
- 5) Bozulan alet ve malzemenin tamir edildiği bölümlerde tamirat için kullanılan malzemenin konduğu rafların demirli olması gerekir.
- 6) Tesisat borularının döşeneceği duvarlara demirlerle tutturulması gerekir.

TIBBİ SİSTEMLER :

- 1) Demirlenmesi gereken röntgen cihazı (zeminle irtibatı olacak şekilde)
- 2) Demirlenmesi gereken film banyo aleti 5 irtibatı olacak şekilde)
- 3) Demirlenmesi gereken kapağı vidalı kazanlar irtibatı olacak şekilde)
- 4) Birçok kan analiz cihazları ve diğer pahalı ve kritik görevi olan laboratuvar aletleri zincirlerle veya demirlerle yere tespit etmek gerekir.
- 5) Buzdolabı, kan bankası, ezcane, gibi serbest duran teçhizatları demirlerle (ankraj) zemine tesbit etmek gerekir.
- 6) Tekerlekler üzerinde hareket eden aletlerinde zemine irtibatını sağlamak için tekerlek kilitleri konulmalıdır.
- 7) Tekerlekli hassas aletler için hareket engelleyici fren tertibatı konulmalıdır.
- 8) Elektrikle çalışan kazanlara ilaveten portatif buharlı jeneratör düşünülebilir.
- 9) Personelin alıştırma programı genişletilebilmelidir.
- a — Serbest duran teçhizatın depreme mukavemet edebilmesi için demirlenmesi gerekir.

b — Önden veya arkadan çift şeritlerle hareketlerinin frenlenmesi için bağlanacak olursa içlerinde bulunan malzemelerin yere dökülerek kırılması önlenir.

c — Tekerlekli teçhizatların zeminle irtibatını temin için zeminde kilitlenebilecek yerler yapılmalıdır.

d — Kritik tekerlekli araçlar için fren sistemi olmalıdır.

e — Malzeme dolabı olarak kullanılan raf ve dolaplar için (iki taraflı kullanılan üstten bağlama sistemi yapılabilir.

f — Teçhizat ve dolapların ağırlık merkezlerini daha aşağı indirmek gerekir.

10) Yeni servis arabaları tasarımını dikkate almak ve kilitlenebilen fren mekanizması ve serbest kalıp hareket etmesini önleyen ortak bir sisteme sahip, servis arabası tasarımı yapılmalıdır.

MİMARİ SİSTEMLER :

1) Tavan, koridor ve diğer yerlerdeki akustik asma tavan sisteminin düşmesini önlemek için tedbir alınmalıdır.

2) Asma tavanlardaki aydınlatma sistemlerinin düşmemesi için tedbir alınmalıdır.

3) Merdivenleri geçme bağlantılı olarak düşünmek gerekir.

4) Emin depo rafları, raf sistemleri, ayaklı depolar ve çekmeceli dolaplar.

DİĞER TEÇHİATLAR :

1) Demirlenerek emniyete alınan mutfak ve çamaşırhane teçhizatı.

REFERANSLAR

- D. Highlands, I Oppenheim ve J. Strain, Hospital Design for Earthquake Performance; Vertical Circulation, Proceedings of the U.S. National Conference on Earthquake engineering.
- K.L. Merz, «Non structural Hospital Systems in the earthquake environment. Proceedings of the U.S. National Conference on Earthquake Engineering.
- Nejat Bayülke, Depremlerin Endüstri yapıları Enerji Üretim ve Dağıtım Tesisleri ve Yapıların taşıyıcı olmayan kısımları üzerindeki etkileri, Deprem Araştırma Dairesi Bşk. Bülteni No : 7 1974
- Robert A. Olson. Individual and Organizational Dimentions of the San Fernando Earthquake San Fernando, California Earthquake of February 9.1971 U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Karl, V. Steinbrugge, Eugene Eschader, Earthquakes Damage and Related Statistics. San Fernando, California Earthquake of February 9.1971 U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration, Rranz Labryga.
- Etüd ve Proje, Modern - Sağlık Yapıları - Yaprak Kitapevi.
- Nejat Bayülke, Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı Bülteni No: 32 Ocak 1981.
- Nejat Bayülke, Depremler ve Depreme Dayanıklı Yapılar, Deprem Araştırma Dairesi Yayınları, Aralık 1978.

8. WCEE İLE İLGİLİ DUYURU

KONFERANSIN YERİ VE ZAMANI

21 - 28 Temmuz 1984

Fairmourt Hotel Sanfransisco - California - Amerika Birleşik Devletleri

KONULAR

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

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

BİLDİRİ SUNUŞ ŞEKLİ

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

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

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

KONFERANS BİLDİRİLERİ

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

RESMİ DİL

Konferansın resmi dili İngilizce olacaktır.

ÖZETLER

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

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

Her bildirinin özeti dört kopyası aşağıdaki adrese gönderilmelidir.

Professor D.E. Hudson President
International Association for Earthquake Engineering
Department of Civil Engineering
University of Southern California
Los Angeles California 90007, USA

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

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ YAYIN KOŐULLARI

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

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