

ANKARA SİSMOLOJİ RASATHANESİ (ANTO)

NİYAZI TÜRKÜLLİ Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.

GİRİŞ

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne bağlı olarak çalışmakta olan Ankara Sismoloji Rasathanesi - ANTO, halen dünyanın en duyarlı ve elektronikteki son aşamaları içeren Sismik Araştırma Rasathanesi "Seismic Research Observatory-SRO" şebekesi içinde yer almaktadır. 1960 yıllarında dünya üzerinde çeşitli noktalarda duyarlı sismograflar kurularak bu noktalarda kaydedilen doğal ve yapay kaynaklı yer titreşimlerinin kayıtlarını bir merkezde toplamak, dağıtımlarını tek merkezden yapmak amacıyla Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Örgütü tarafından Standart Sismograf Şebekesinin (World-Wide Standardized Seismograph Network-WWSSN) kurulmasıyla başlayan bu çalışma, daha sonra Yüksek Kazançlı Uzun Peryod (High Gain Long Period-HGLP) alet şebekesi aşamasını geçirerek SRO aşamasına erişmiştir. WWSSN aletlerinin birçok olayları istenilen şekilde kaydedememesi HGLP'lerin kurulması, bunlardaki kaydedilen gürültünün (özellikle rüzgar gürültüsü) kayıtlarını bozması sonucu da SRO sistemini getirmiştir. Şekil 1'de görüldüğü gibi bu aletlerden dünya üzerinde toplam 13 tane kurulması planlanmıştır. Teknik üstünlükleri yanında SRO'ların en büyük özelliği sismometrelerinin 100 m veya daha derin olan

sondaj kuyularına yerleştirilmesidir. Bunda amaç rüzgar, trafik endüstri, v.b. yüzeysel gürültülerden kaçarak kayıtların bozulmasını önlemektir.

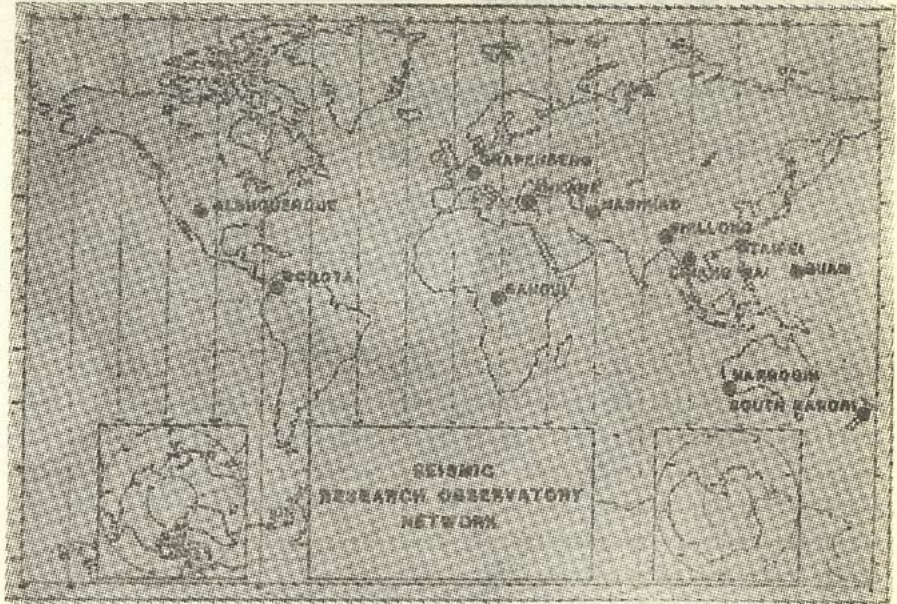
ANTO Sismoloji Rasathanesinin kuruluş çalışmaları 1976 yazında MTA Enstitüsünün yaptığı sondaj çalışmaları ile başlamıştır. Ankara Melanjı'nın içerisindeki grovak ve ve kalker bloklarını delerek açılan sondaj kuyusunun derinliği 197 m ve düşeyle yaptığı açı 0.9° dir. Aletlerin geliş, kurulma ve test işlemleri-

nin tamamlanmasıyla Ağustos 1978 tarihinden sonra değerlendirilebilir nitelikte kayıt alınmaya başlanmıştır. Dünya üzerindeki diğer 12 bezerinden biri olan ANTO iki büyük ana sistemden meydana gelir: Sismik Algılama Sistemi ve Veri Kayıt Sistemi (Şek. 2).

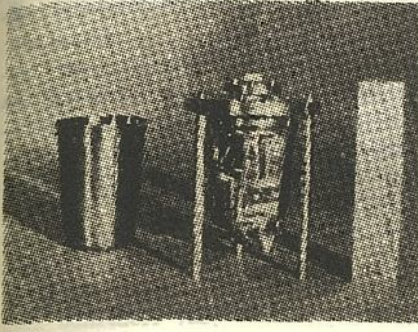
SİSMİK ALGILAMA SİSTEMİ

İki ana birimden oluşur:

a) Kuyu İçi Birimi (Şek. 3); silindirik bir koruyucu içine yerleş-



Şekil 1: Dünya üzerindeki SRO istasyon ağı



Sekil 4: SRO kuyu içi sismometresi

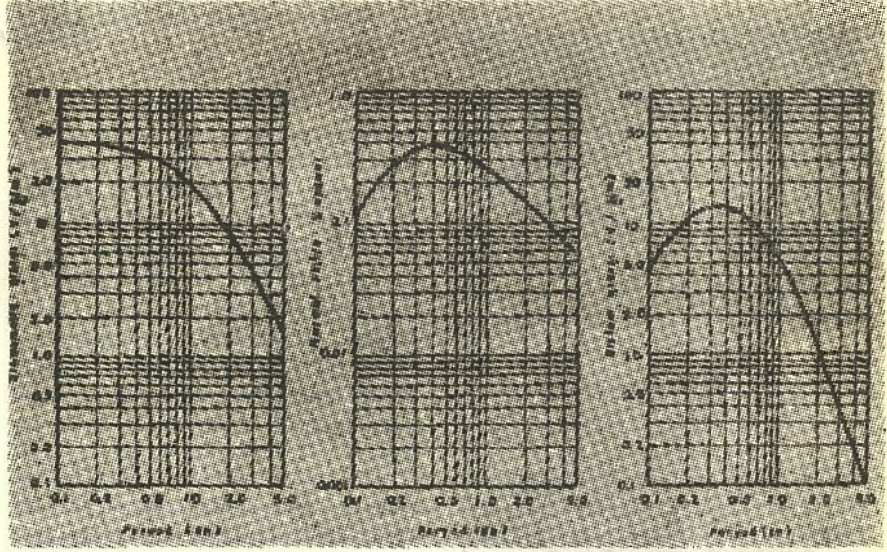
dirılan verilerin, frekans modülasyonu yapıldıktan sonra sinyal nakil kabloları aracılığıyla yaklaşık 3 km uzaklıktaki veri kayıt merkezine gönderilmesidir.

VERİ KAYIT SİSTEMİ

ANTO veri kayıt sistemi (Şek. 7) ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü binasında kurulmuştur. Uzaktan algılamalı diğer SRO istasyonlarının aynı olan bu sistem Şek. 2 de görüleceği gibi bir mini bilgisayar etrafına toplanmış su birimlerden meydana gelmektedir:

1. Sistem giriş-çıkış kontrol birimi
2. Teletype birimi
3. İki manyetik teyp birimi
4. Beş adet sayısal-analog çevirici
5. Dört Helicorder analog kayıtçı ve amplifikatörleri
6. Şerit kağıtlı kayıt birimi
7. Saat birimi
8. Devre kontrol birimleri
9. Sistem enerji kaynağı birimi.

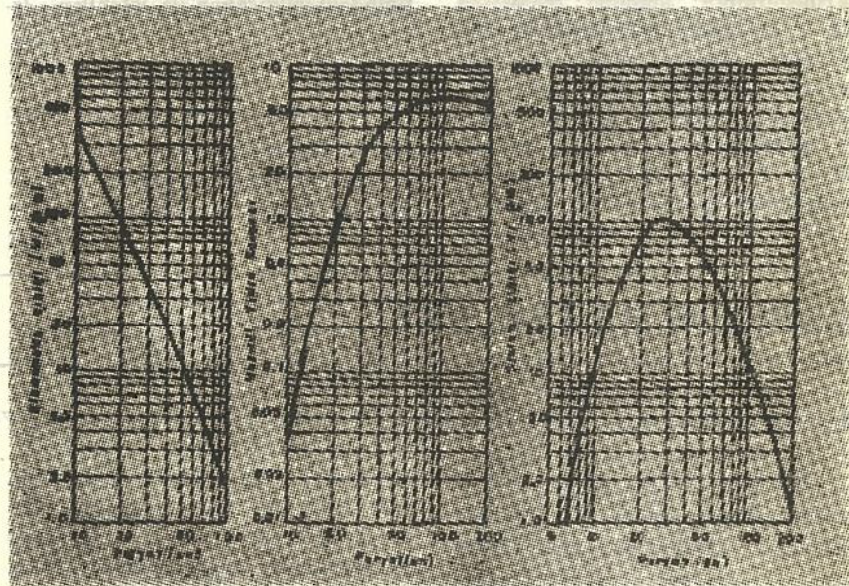
Bilgisayar birimi 32 Klık bir hafızaya sahiptir. Diğer işlevleri yanında herhangi bir güç kaybında sistemi düzenli olarak durdurup akım geldiğinde tekrar düzenli olarak çalıştırır. Algılama sisteminden frekans modülasyonu yapılmış halde gelen sayısal veriler kayıt merkezinde demodülasyon yapıldıktan sonra giriş-çıkış kontrol birimi aracılığı ile bilgisayar program ilkelerine uygun



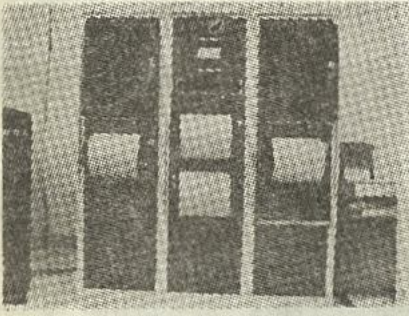
Sekil 5: Kısa periyot filtresi frekans yanıt eğrileri

olarak bilgisayara iletilir. Bilgisayarda verilerin istenilen nitelikte olup olmadığı kontrol edilir. İstenilen nitelikteyseler paralel iki kola ayrılarak birinci koldan sayısal-analog çeviriciler aracılığıyla gözle sürekli izlenebilir analog kayıt halinde kaydedilmek üzere Helicorder analog kayıtçılar gönderilir. Burada iki yatay bir düşey bileşen olarak kaydedilen uzun periyoddaki verilerin büyümesi 20.000'dir, kısa periyot düşey bileşen kayıtlarının büyümesi ise 100.000'dir. Büyütme oranları koşullara göre değiştirilebilmektedir. Bilgisayarın bellek bölümünden çıkan

sayısal veriler ikinci paralel koldan manyetik teyp kontrol birimi aracılığıyla manyetik kayıtçılara giderek sayısal olarak bir bant üzerine kaydedilir. Manyetik teyp kontrol birimi verilerin belleğe giriş çıkışlarını kontrol ettiği gibi veri iletiminin geçerli olup olmadığını ve bant üzerine doğru kaydedilip edilmediğini de kontrol eder. Manyetik bant üzerine uzun periyot verileri her bir bileşen için saniyede bir örnek olacak şekilde, kısa periyot verileri ise saniyede 20 örnek olacak şekilde kaydedilir. Bant üzerindeki uzun periyot verileri sürekli, kısa periyoddaki veriler,



Sekil 6: Uzun periyot filtresi frekansyanıt eğrileri



Sekil 7: SRO-ANTO veri kayıt sistemi.

genlik değerleri önceden saptanan belirli bir değerin üzerine çıktığında kaydedilirler. Veriler bant üzerinde biner sözcüklük bloklar halinde. Her bir bloğun ilk 10 sözcüğü başlık bilgisi olup o bloğa ilişkin kayıt zamanını mili saniye'lik zaman dilimine kadar verebilmektedir. Yine bu ilk 10 sözcüklük başlık bilgisinden veri bloğunun uzun veya kısa periyodaki verilerden hangisine ayrıldığını anlayabilmek mümkündür. Böylece daha sonra banttaki veriler arasından aranan veri serisi rahatça bulunabilmektedir. Blokların geriye kalan 990 sözcüklük kısmı sayısal olarak kaydın genlik değerini verir. Manyetik bant üzerine kaydedilen sayısal verilerin duyarlılığı yerin yer değiştirme miktarına karşılık olarak 1 sn'lik kısa periyotta mikron başına 2 milyon sayısal değer, 25 sn'lik uzun periyotta mikron başına 5 bin sayısal değerdir.

SRO sistemleri enerjisini 2 KVA'lık çeviriciyi içeren, voltaj ve frekans ayarlaması yaparak sistemin düzenli çalışmasını sağlayan, elektrik kesilmelerinde 20 adet kurşun-kalsiyum aktüvy devreye sokan, bir güç biriminden alır. Güç birimi sisteme herhangi bir nedenle güç temin edemeyecek şekilde arızalanırsa sistemi otomatik olarak şehir şebekesine bağlar. Bu birim frekans kararlılığını sağlayacak senkronizasyon sinyalinin, kararlılığı gün başına 1×10^{-9} sn den daha iyi olan saat biriminden almaktadır.

Teknik özelliklerine burada kısaca değinilen ANTO ve diğer tüm SRO sistemlerinin duyarlılığı bir cümleyle özetlenmek istenirse, bu letler dünyanın herhangi bir noktasında büyüklüğü (magnitudü) dört ve daha yukarı olan bir depremi rahatça kaydedebilecek niteliktedirler. Kayıtları yersel gürültülerden çok az etkilendiklerinden çok kaliteli. Büyütme faktörünün büyük oluşundan dolayı analog kayıtlar zaman zaman kalemin çizme aralığının dışına taşıyorsa da, bu tür olay bantlardaki sayısal veriler için söz konusu olmamaktadır.

ANTO Sismoloji İstasyonundan elde edilen kayıtlardan ilk anda, yayımlanan ANTO sismoloji bülteni için yararlanılmaktadır. Bantlardaki sayısal veriler ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümündeki IBM 370 tipindeki bilgisayar ile istenilen iş-

lemlerden geçirilebilmektedir. Bu veriler bölümce programlanan araştırmacılara da açık tutulmaktadır. Ayrıca verilerin birer kopyası yapılan anlaşma gereğince Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Teşkilatına da gönderilmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Peterson, J., H.M. Butler, L.G. Holcomb ve C.R. Hutt (1976). Seismic Research Observatory, Bull. Seism. Soc. Am. 66, 2049-2068.

Peterson, J., C.R. Hutt, ve L.G. Holcomb (1980). Test and Calibration of the Seismic Research Observatory. Open-File Report. 80-187.

Teledyne Geotech (1974) Operation and Maintenance Manual Long-Period Filter, Model 38840. Maintenance Manual Short-Period

Teledyne Geotech (1974) Operation and Filter, Model 38850.

Teledyne Geotech (1975) Operation and Maintenance Manual Borehole Seismometer System, Model 36000, Part I.

Türkelli N., Report on SRO (1976). Unpublished.

Unitech (1977) Operation and Maintenance Manual Seismic Research Observatory Data Recording System.

DEPREM HABERLERİ

● HAYVANLAR DEPREMLERİ ÖNCEDEN SAPTAYABİLİYOR

1964'deki büyük Alaska depreminden önce ayılar kış uykularını bitmeden yuvalarını terk ederek dağlara kaçmışlardı. Çin'de şimdiye kadar 15 deprem hayvanların

davranışları izlenerek önceden haber alınmıştır. Araştırmalara göre güvercinler, yılanlar, solucanlar, tek hücreliler, meyva sinekleri, kuşlar, bal arıları yerin manyetik alanındaki değişimlere karşı duyarlı-

dırlar. Özellikle kuşlar ve arılar 1 Gamma'lık değişimleri dahi hissedebilmektedirler. Son dönemlerde balıkların da bu konuda duyarlı olduğu anlaşılmıştır.

● DEPREMSELLİK VE BARAJLAR

Son yıllarda ülkemizde yaygın bir biçimde tartışılan depremsellik ve baraj yapılarının güvenliği sorunu başta ABD olmak üzere başka ülkelerde gündeminde. "Industrial Research/Development" dergisinin Ocak 1980 sayısında bu konuda bir haber yazı çıktı. Yazıya göre Kaliforniya yöresinde bu tehlikenin somut belirtileri var.

9 Şubat 1971'de Kaliforniya'da olan depremde 61 kişi ölmüştü. San Fernando Depremi yolları bozmuş, 1000 yapıyı yıkıma uğratmış, bunların yanında az bilinen ama hidrolik uzmanlarının uykularını kaçıran başka bir olaya neden olmuştu. Deprem sırasında bir toprak dolgu barajı olan ve 6 milyar galon içme suyu sağlayan Aşağı San Fernando Barajının kumlu, gevşek, suya doymuş gövdesi sivilaşmış ve kaymıştı. Barajın sırt kesimi çökmüş Van Norman baraj gölü su düzeyinin üzerinde bir iki metrelik bir kesimi kalmıştı. Burası da çökseydi 80000 kişi sular altında kalacaktı. Baraj mühendislerini en sevindiren yan Van Norman baraj gölünün deprem sırasında olağanın 6.2 m altında su düzeyinde oluşuydu.

Kaliforniya Hükümeti Baraj Güvenliği Bölümü olayın ardından hidrolik dolgu yöntemiyle yapılmış öteki yapılarda geniş bir araştırma açtırdı. Benzeri bir tanesi Oakland kentine, 15 bağlı kente ve San Fransisko körfezi doğu kıyısındaki 14 ayrı yöreye su sağlayan San Pablo Barajıdır. Bu baraj yapı yöntemi ve boyutlarıyla öncekinin ikizi. Bu gün gizil taşkın alanında 26000

kişi oturuyor, 10 okul, bir hastahane, alışveriş merkezleri ve kamu yapıları yer alıyor. San Pablo Barajında yer alacak ciddi bir yıkım San Fransisko ile Sacramento arasındaki yaşamsal bağı kuran karayolunu tehdit edebilir.

Kuşkusuz barajların deprem koşullarında ne denli güvenli ya da tehlikeli olduğunu saptama yöntemleri var. Kaliforniya Üniversitesinde, Dr. H. Bolton Seed'in önderliğinde geliştirilen çözümleme teknikleri barajların stress ortamındaki davranışlarını öngörmeyi olanaklı kılıyor. Seed 1925'teki 6.25 genlikli depremde yıkılan Santa Barbara yakınındaki Sheffield Barajının zemin mekaniğini de incelemişti.

Seed'in belirttiğine göre 1967'de yayınlanan sonuçlar ilgiyle karşılandı. Fakat mühendislik süreçlerinde bir değişiklik yaratmadı. Yöntemin doğruluğuna somut bir kanıt yoktu. 71 depremi herşeyi değiştirdi. Bu tarihe kadar baraj güvenliği duragan bir yöntemle hesaplanıyordu. Bilinen bir toprak kütlelerinin barajın çekim merkezinden geçen imesinin hesaplanmasını kapsıyordu. Seed'e göre yöntem deprem devriminin karmaşıklığı ve toprak türünü gözönüne almıyordu.

Seed ve arkadaşlarının geliştirdiği teknik aşağıdaki adımları kapsıyor.

— Çözümlemede kullanılmak üzere barajın kesiti çıkarılır.

— Jeolog ve sismologların katkısıyla barajın karşılayabileceği en yüksek sarsıntının tarihsel durumu saptanır.

— Deprem öncesinde bendde varolan stresler, olabildiğince doğru olarak saptanır.

— Barajın topraklarının kesme modülü, nemlilik özellikleri, bulk modülü ve Puvason oranı gibi dinamik özellikleri saptanır. Bu özellikler çizgisel olmadığından streyn ile değişimleri saptanır.

— Seçilmiş temel uyarılarla bendde oluşacak stresler hesaplanır.

— Bendi kuran gereç örneklerine başlangıç statik stresler ve buna eklenen dinamik stresleri uygulayıp gözenek suyu basıncının doğuşu ve streynlerin gelişimi belirlenir. Yeterli sayıda sinamalarla bendin tüm öğeleri için benzer hesaplamalar yapılır.

— Depremi doğurduğu gözenek basınçları, toprak deformasyon özellikleri ve dayanıklılık özellikleri verileri kullanılarak bir deprem sırası ya da sonrasında güvenli faktörü hesaplanır.

Bend kırılmaya karşı güvenli bulunmuşsa statik ve dinamik yüklerin bileşik etkileriyle oluşan streyn kullanılarak bendin tüm deformasyonları bulunur.

Bu yaklaşımla San Pablo Barajının 6,5 şiddetli bir depreme dayanaabileceği bulundu. Fakat 1906'da San Fransisko'yu yıkana eş, 8 şiddetli bir deprem barajı yıkabilir. Jeologlara göre 1906'da görülen boyutta bir deprem yine oluşabilir. Bu tehlikeye karşı San Pablo rezervuarından $50,3 \times 10^6$ m³ su boşaltılması ve barajın güçlendirilmesi kararlaştırıldı.