

DEPREMLERİN ÖNCEDEN BİLİNMESİ

Oktay ERGÜNAY(*)

ÖZET

Ülkemizde meydana gelen her depremden sonra gerek basında ve gerekse kamu oyunda ilk akla gelen konu her zaman, depremlerin önceden bilinip bilinemeyeceği konusu olmakta ve bu konu üzerinde bazen çeşitli tartışmalar yapılmaktadır.

Nitekim 6.9.1975 tarihinde Lice civarında meydana gelen ve 2385 yurttaşımızın ölümüne ve 8165 binanın yıkılmasına yol açan son depremden sonra da basında, depremlerin önceden bilinmesi konusu ile ilgili pek çok yazı çıkmış ve tartışma yapılmıştır.

Kamu oyunda büyük ilgi ile izlenen bu yazı ve tartışmalar üzerine depremlerin önceden bilinmesi veya tahmin edilmesi konusunun ne olduğu, bu konuda ülkemizde ve diğer ülkelerde ne gibi çalışmalar yapıldığı ve bu çalışmalardan pratik olarak hangi sonuçların elde edilebildiği sorularına açıklık getirebilmek ve çok bilimsel ve karmaşık olan bu konuyu Kamu Oyu olarak içerisinde basitleştirerek tanıtabilmek amacı ile bu makale hazırlanmıştır.

SUMMARY

Everytime an earthquake happens in Turkey, the first thing that is widely discussed by the public and the press is whether earthquakes can be predicted or not, and sometimes extensive discussions are made.

In fact after the latest earthquake of Lice, September, 6, 1975, where 2385 people were killed and 8165 houses were damaged, many articles appeared in the press and this problem was widely discussed.

This paper has been prepared as a result of these articles and discussions which created a deep interest in the public, in order to explain the concept of earthquake prediction or estimation, the studies being conducted in this field in Turkey and other countries, the practical results of such studies and to clarify many of the question arising, in a relatively simple way for the understanding of the public.

(*) İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü

GİRİŞ :

İnsan topluluklarının var oluşundan beri insanlığın doğal afetlerin en büyüğü ve korkuncu olan depremlerle savaştıkları ve deprem zararlarının azaltılması konusunda büyük çabalar harcadıkları varsayılabilir. Eskiden beri deprem zararlarının azaltılması ve özellikle insan hayatının depremlere karşı korunmasında ilk akla gelen, depremlerin nerelerde ve ne zaman olacağının önceden bilinmesi konusu olmuştur. Bu konuda ilk yapılan çalışmalar depremlerin oluşum ile ay, yıldızlar v.b. gibi gök cisimleri ve mevsimler, bulutlar, fırtınalar v.b. gibi atmosferik olaylar arasında ilişki kurabilmek yolunda gelişmiş ve bazı profesyonel ve amatör araştırmacılar bilimsel hiçbir esası olmayan ilişkiler bulduklarını zaman zaman iddia etmişlerdir.

Depremlerin önceden bilinmesi konusunda yapılan bilimsel çalışmaların ise geçmişi çok yenidir ve bu konudaki çalışmalar, özellikle asrımızın ikinci yarısından sonra gelişen modern sismoloji bilimine paralel olarak gelişmiştir. Hele depremlerin nerede, ne zaman ve hangi büyüklükte olacağını önceden bilmeyi amaçlayan ve mutlaka çok yönlü ve sistemli çalışmaları gerektiren araştırmaların başlangıcı hemen bütün dünyada 1960 lardan sonradır. İlk ciddi çalışmalar, Japonya, Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi deprem problemi olan ileri teknolojiye sahip ülkelerde başlamış ve 1966 yılından sonra ise bu ülkelerde Çin Halk Cumhuriyeti de katılmıştır.

Günümüzde depremlerin önceden bilinmesi, yukarıda da belirtildiği gibi gelecekteki depremlerin nerede, ne zaman ve hangi büyüklükte olacaklarını saptamayı amaçlamaktadır. Aslında günümüzdeki modern jeoloji ve sismoloji bilimleri depremlerin hangi bölgelerde olabileceğini büyük bir doğrulukla saptayabilmektedir. Nitekim ülkemizde de olduğu gibi bu gün dünyanın pek çok ülkesinde depremlerin hangi bölgelerde olabileceği saptanmış ve haritalanmıştır. Yani deprem bölgeleri haritaları hazırlanmıştır.

Ancak depremlerin önceden bilinmesi konusu içersinde ele alınan «nerede» sözcüğünden amaç çok geniş bir bölgeyi değil çok daha lokal bir noktasal alanı saptayabilmektedir. «Ne zaman» sözcüğünden amaç ise depremin olacağı yıl, ay, gün ve saati önceden tahmin edebilmektir.

Görülyüorki yukarıda tanımlar içersinde gelecekteki depremlerin nerede ne zaman ve hangi büyüklükte olacağını saptayabilmek veya tahmin edebilmek gerçekten çok zor ve çok karmaşık bir problemdir

Ancak, bütün dünyada konu üzerinde çalışan bilim adamlarının sayısı, çalışmaların çok yakın bir geçmişte başlamış olmasına rağmen çok kısa bir sürede ulaşılan gelişmeler ve son bir-iki yıl içersinde yapılan çok isabetli bazı tahminler yakın bir gelecekte bu çok karmaşık konuda oldukça büyük adımlar atılabileceği ümidini doğurmaktadır.

I — Depremlerin Önceden Bilinebilmesi İçin Günümüzde Yapılan Çalışmalar

Yukarıda da deyindiği gibi günümüzde, depremlerin nerede ne zaman ve hangi büyüklükte olacaklarını önceden bilmeyi amaçlayan ve depremlerin önceden bilinmesi adı altında toplanan çalışma ve araştırmalar tek yönlü ve tek metotlu olmayıp pek çok araştırma yöntem ve saha ölçümlerinin sistemli bir şekilde bir arada kullanılması ve sonuçlarının değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Bu araştırma ve ölçüm yöntemleri yalnızca teorik olarak ortaya atılan veya teorik modellerden elde edilen yöntemler değildir. Daha çok dünyanın çeşitli yerlerinde meydana gelen depremlerden önce veya sonra görüldüğü veya ölçüldüğü rapor edilen her tip parametreyi kapsayan yöntemlerdir. Bu nedenle bazılarının teorik esasları dahi yoktur ve yalnızca tecrübe ve gözlemlere dayanmaktadırlar.

Burada depremlerin önceden tahmin edilmesinde kullanılan çalışmalar ve saha gözlemlerinden kısaca bahsedilecek ve herbirinden ne şekilde yararlanıldığı özet olarak verilecektir.

1. Sismisite Çalışmaları :

Bu başlık altında toplanan çalışmalar öncelikle aktif bölgelerde meydana gelen depremler hakkındaki eski ve yeni bütün kayıtların ve hasar raporlarının toplanması, değerlendirilmesi ve bazı istatistiki yöntemlerle deprem aktivitesinin zaman ve mekân boyutları içersinde ne şekilde değişikliklerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışmalardan sonuç elde edebilmek için eski deprem kayıtlarının ve hasar raporlarının toplanması ve değerlendirilmesinin yanı sıra deprem bakımından aktif olan zonlarda meydana gelebilecek yeni depremleri kaydetmek için çok sayıda sismik istasyonun kurulması ve bazı yerlerdeki çok küçük aktiviteyi (mikro deprem aktivitesi) ölçmek için geçici istasyonlar tesis edilebilmesi gerekmektedir.

Ancak böyle bir çalışma sisteminin kurulmasından sonra büyük depremlere habercilik edebilen,

- a — Sismik aktivitenin zaman ve mekanda değişimi,
- b — Mikro deprem aktivitesi,
- c — Öncü depremler, konuları incelenebilir.

Şimdi bu çalışmaları kısaca özetleyelim.

a — Sismik aktivitenin zaman ve mekanda değişimi :

Bilindiği gibi depremlerin magnitütleri ile oluş adetleri (frekansları) arasında Gutenberg-Richter tarafından ortaya konulan $\log N = a - bM$ şeklinde doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

Bu formüldeki «b» değeri incelenen alandaki sismik aktiviteyi göstermektedir. Genel olarak sismik bakımdan aktif olan bir bölgenin her zaman

sabit bir aktivite göstermediği ve aktivitenin zaman içerisinde değişebildiği bilinmektedir. Dolayısıyla bir bölgedeki aktivitenin göstergesi olan b değerindeki değişimleri değişik süreler içerisinde incelemek gelecekteki depremler hakkında fikir verebilir. Genellikle büyük depremlerden önce b değerinde azalma görülmektedir. Ancak tek başına b değerindeki azalmadan depremin olacağı yeri, zamanını ve büyüklüğünü tespit etmek mümkün değildir.

Bu değerdeki değişim sadece dikkati çeken bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca aktif fay zonları içerisindeki her bölgede aktivite yani b değeri sabit değildir. Bu zon içerisindeki bazı bölgeler çok az aktivite gösterebilir. Sismik aktivite boşluğu alanları olarak adlandırılan bu bölgeler bazı sismoloğlara göre gelecekteki depremlerin büyük bir olasılıkla olacağı yerlerdir. Aktif fay zonları içerisinde b değerinin mekânda değişimlerini incelemek bu tip sismik boşluk alanlarını (seismic gaps) ortaya çıkarabilir. Ancak bu grüğe katılmayan pek çok sismolog da vardır.

b — Mikro - deprem aktivitesi

Bazı büyük depremlerden önce deprem olan bölgede mikro deprem denilen çok küçük şiddette ($M \leq 3$) ve oldukça çok sayıda depremler olmaktadır. Bu gibi bölgelere kurulacak yüksek hassasiyetli sismograflarla bu aktivite incelenerek daha büyük bir deprem olup olmayacağı hakkında fikir edinilebilir. Genellikle büyük bir depremden hemen önce mikro depremlerin adetlerinde ve bölge için hesaplanan magnitüt, frekans bağıntısındaki « b » değerinde azalma olmaktadır. Ancak bazende deprem fırtınalarının olduğu bölgelerde rastlandığı gibi büyük bir deprem olmadan da mikro depremlerin adetleri azalabilmektedir.

c — Öncü Depremler :

Bazı büyük depremlerden önce, öncü depremler (foreshock) adı verilen daha küçük depremlerin olduğu bilinmektedir. Ancak aktif bir deprem bölgesinde meydana gelen her depremin öncü bir deprem olup olmadığı bilinmeyeceği gibi bazen de büyük depremler hiç öncüsüz meydana gelebilmektedir. Yine öncü depremlerden bazen birkaç saat, bazen birkaç ay, sonra büyük depremlerin olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu konu depremlerin önceden bilinmesi çalışmalarında pek yararlı olamamaktadır. Yalnızca dikkatlerin deprem olan bölgeye çevrilmesi açısından yararlı görülmektedir.

2. Kabuk Deformasyonları Ölçümleri :

Aktif deprem bölgelerinde, depremler meydana gelmeden önce veya meydana geldikten sonra arz kabuğunda yatay ve düşey birtakım şekil ve yer değiştirmelerin olduğu ve bu değişikliklerin büyük depremlerden sonra arazide de gözleendiği eskiden beri bilinmektedir. Depremlerin önceden bilinmesi veya tahmin edilmesinde önemli olan depremler meydana gelmeden önce arz kabuğunda meydana gelen şekil değişikliklerini ölçmek ve bu ölçümlerden depremin olacağı yeri, zamanı ile depremin büyüklüğünü tahmin edebilmektedir.

Konuya girmeden önce, arz kabuğunun depremlerden önce neden şekil değiştirdiğini ve daha sonra anlatılacak olan kayaçların fiziksel özelliklerindeki değişmelerin nedenlerini açıklayabilmek için arz kabuğu içerisinde kırılmanın nasıl meydana geldiğinden kısaca bahsedilecektir.

Günümüzdeki modern sismoloji biliminin kabullerine göre arz kabuğu takriben 10 adet çok büyük kaya plakalarından meydana gelmiştir. Takriben 100 km kalınlığında olan bu plakalar dünyanın derinliklerindeki yarı erimiş halde bulunan üst manto tabakası içerisinde yüzmekte ve tektonik kuvvetler denilen ve kaynakları kesinlikle bilinmeyen kuvvetlerin etkisiyle itilerek devamlı hareket etmektedirler. Dolayısıyla bu plakaların birbirleriyle temas ettikleri yerlerde kayalar sürekli olarak yatay sıkıştırıcı kuvvetlerin etkisinde kalmaktadır. Bu kuvvetlerin etkisiyle kayaç içerisinde ilk anda kuvvete karşı koymaya çalışan gerilmeler (strain) meydana gelir ve kırılma hemen olmaz. Ancak sıkıştırıcı kuvvetlerin etkisi arttıkça kayalar aniden kırılır ve plakaların hareketlerinin devam etmesi sağlanır. İşte bu ani kırılma sırasında açığa çıkan enerji depremleri meydana getirmektedir.

Büyük basınç altında bulunan kayaçlar içerisinde kırılmadan önce sayısız çok küçük çatlaklar meydana gelir ve kayaçın kuvvete karşı gösterdiği direnç (strain) artar. Bu küçük çatlaklar aynı zamanda kayaçın hacminin artmasına neden olur. Ani kırılmanın (depremin) yaklaştığı zaman içerisinde ise bu hacim büyümesi arz kabuğunun sathında yükselme ve eğilmelere (tilt) yol açar. Yine bu küçük çatlaklar gerilmelere maruz kalan bölgelerdeki kayaçların elektriki direncinin artması, sismik hızlarının azalması, manyetik özelliklerinin değişmesi v.b. gibi önceden ölçülebilen fiziksel değişimlere neden olurlar.

Arz kabuğu sathında depremlerden önce meydana gelen yatay ve düşey şekil değiştirmelerin (Deformation) nedenleri hakkındaki bu kısa açıklamadan sonra, şekil değişikliklerinin ölçümleri ve bunlardan depremlerin önceden bilinmesi konusunda nasıl yararlanılabileceği aşağıda özet olarak verilecektir.

a — Düşey Kabuk Deformasyonu Ölçümleri :

Deprem bölgelerinde, düşey kabuk hareketleri hassas nivelman, önceden kurulmuş olan seviye (level) çizgilerdeki periyodik yükseklik ölçümleri, deniz ve göl kenarlarında yapılan su seviyesi ölçümleri ve son yıllarda da uza-ya fırlatılan uydular vasıtasıyla tespit edilebilmektedir. Bir depremden önce arz kabuğunda bazı yükselme ve alçalmaların olduğu, 1930 lardan beri özellikle Japonya'da ölçülmektedir. Ancak bu ölçümlerden depremlerin önceden tahmin edilebilmesi için, ölçüm istasyonlarında periyodik ölçümlerin yapılması ve seviye değişimleri hızlarının çok iyi bilinmesi gereklidir. Seviye değişimi ölçümleri genel olarak uzun süreli (yıllık) tahminler yapmaya elverişlidir. Yani bu ölçümlerden depremin olacağı ay, gün ve saati söylemek şimdilik mümkün değildir. Aynı zamanda bu ölçümlerden daha çok büyük magnitudlü depremlerin ($M \geq 6$) önceden tahmini yapılabilmektedir. Zira büyük magnitudlü depremler arz kabuğunda ölçülebilen seviye değişimlerine sebep olmaktadır.

b — Yatay Kabuk Deformasyonu Ölçümleri :

Yatay kabuk hareketleri 1 nci dereceden triangölasyon ve trilaterasyon ölçümleri vasıtasıyla tespit edilebilmektedir. Fay zonları içersinde kurulan üç sabit istasyon arasında geodimetre denilen ve mesafe ölçmeye yarayan çok hassas cihazlarla periyodik olarak yapılan mesafe ölçümleri bu üç noktanın meydana getirdiği üçgenin kapladığı alan içersindeki yatay kabuk hareketlerini ve bu hareketlerin değişimlerini bilmemizi sağlar.

Triangölasyon ölçümleri ile maksimum yatay kuvvetin ve maksimum yatay gerilmenin (Strain) yönleri ve yoğunlaştığı alanlar saptanabilir.

Bu ölçümlerde düzey kabuk hareketleri ölçümlerinde olduğu gibi uzun süreli (yıllık veya 6 aylık) tahminler yapmaya elverişlidir. Deneyssel olarak,

-4

ölçülen kesme gerilmesinin 10 mertebesine yaklaştığı anda ani kırılma (dep-rem) meydana geldiği kabul edilmekte isede bunun aksinin görüldüğü bazı dep-remlerde bilinmektedir.

c. Tilt, Strain ve Creep Ölçümleri

Yatay ve düzey kabuk deformasyonlarının çok lokal alanlardaki değişimlerinin tespiti için tiltmetre, strainmetre (ekstansometre) veya creepmetre adı verilen bazı cihazlarla da ölçümler yapılmaktadır. Ancak bu ölçümlerden dep-remlerin önceden bilinmesi konusu içersinde nasıl yararlanılabileceği hakkında henüz kesin bilgi ve değerlendirmeler mevcut değildir. Zira arz kabuğunda, med-cezir, barometrik basınç değişimleri, deniz ve göl seviyelerinin mevsimlik değişimleri, kayaçların mevsimler nedeniyle değişen ısıları, heyelânlar, v.b. gibi diğer doğal nedenlerle de gerilme ve eğilmeler (strain ve tilt) değişebilmektedir. Bunların, depremlere neden olan verilerden kesin olarak ayrılması oldukça güç olmaktadır. Dolayısıyla çok lokal alanlardaki tilt ve strain ölçümleri dep-remlerin önceden bilinmesi konusunda fazla yararlı olamamaktadır.

3. Kayaçların Fiziksel Özelliklerinde Görülen Değişiklikler :

Günümüzde depremlerin önceden bilinmesi veya tahmin edilmesi konusun- da üzerine en çok eğilinen konu büyük basınçlara maruz bölgelerde, kayaç- ların fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişikliklerin ölçülmesi ve bunlar- dan yakın gelecekteki depremin yeri, zamanı ve büyüklüğünün tahmin edil- mesi konusudur.

Yukarıda da açıklandığı gibi günümüzün modern sismoloji bilimi tektonik kuvvetlerin etkisiyle büyük basınçlara maruz bulunan arz kabuğu içersinde bir bölgedeki kayaçlarda sonsuz sayıda çok küçük çatlakların meydana gel- diğini ve kayaçların bu kuvvete karşı koyabilmek için direndiklerini (strain artımı) ve ani kırılmayı (depremi) geciktirmeye çalıştıklarını kabul etmekte- dir. İşte bu zaman süresi içersinde kayaçlardaki P ve S dalga hızları nor- mallerine göre azalmakta ve kayaçların elektriki direncide normaline oranla art- maktadır. Zira P ve S dalga hızları çatlaksız kayaçlarda, çatlak ve kırıklı kayaçlardakinden çok fazladır ve aynı zamanda çatlakların içersindeki boş- luk (hava) elektrik akımı için iyi bir iletken değildir.

Ancak daha sonra genişleyen çatlakların arası yeraltı suyu veya diğer akışkan maddelerle dolmakta ve gerek P ve S dalga hızları ve gerekse kayanın elektrikli dirençi eski haline yaklaşmaktadır. Bu arada kayanın çatlakları içersine dolan akışkanlar boşluk basıncını arttırmakta ve kayanın kırılmasını hızlandırmaktadır.

İşte bu özelliklerin gerek gözlemsel ve gerekse deneysel olarak saptanmasından sonra kayaların fiziksel özelliklerindeki değişimlerin ölçülmesi konusu depremlerin önceden bilinmesinde geniş bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

a — P ve S dalga hızlarının veya varış zamanlarının ölçülmesi

Bilindiği gibi arz kabuğunda ani kırılmaların (depremlerin) veya çeşitli suni patlamaların meydana getirdiği titreşimler patlama noktasından itibaren her doğrultuda yayılan sismik dalgaları meydana getirmektedirler. Bu dalgaların başlıcaları P ve S dalgaları olarak adlandırılan dalgalardır. P dalgaları, içersinden geçtikleri kayaları yayılma doğrultularına paralel olarak sıkıştırıp gevşetirler. Yani hacimlerinin değişmesine neden olurlar. Aynı zamanda bu dalgalar en hızlı dalgalar olduklarından kayıt istasyonlarına ilk olarak varırlar. Bu nedenle latince'de birinci anlamına gelen Primea sözcüğünün baş harfi alınarak P dalgası diye isimlendirilmişlerdir. S dalgaları ise içinden geçtikleri kayaları, yayılma doğrultularına dik olan bir doğrultuda hareket ettirirler ve kayalarda şekil değişikliklerine neden olurlar. Bu dalgalar kayıt istasyonlarına ikinci olarak ulaşan dalgalar olduklarından kendilerine latince'de ikinci anlamına gelen "seconde" sözcüğünün baş harfi alınarak S dalgası adı verilmiştir.

Arz kabuğunun belirli bir bölgesi tektonik kuvvetlerin etkisi altında büyük basınçlara maruz kaldığında bu bölgedeki kayalarda sonsuz sayıda çok küçük çatlamların meydana geldiği ve kayaların kırılmaya karşı direndikleri yukarıda açıklanmıştır. İşte bu anda, kayalar içersindeki P dalga hızları normalinden daha düşük değerlere sahip olmaktadır. Bazı sismogların S hızlarının da bu anda azaldığını belirtmelerine rağmen son yıllardaki kabullere göre S dalga hızları pek değişmemektedir.

Daha sonra çatlakların genişlemesi ve bölgedeki kayaların hacimlerinin artması nedeniyle civardaki yeraltı suları çatlakların içersine dolmakta ve P hızları yeniden yükselmektedir. İşte gerek yerinde suni patlatmalarla P ve S dalga hızlarının ölçülmesi ve gerekse bu patlatmalar ve küçük depremlerin meydana getirdiği P ve S dalgalarının istasyonlara varış zamanlarının civardaki deprem kayıt istasyonları tarafından tespit edilmesi depremlerin önceden bilinmesi konusunda geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

İlk defa 1969 yılında SSCB'den Nersesov ve Simbireva; Garm bölgesinde iki küçük depremi P ve S dalga hızlarının oranlarının zaman içersindeki değişimlerini inceleyerek önceden tahmin etmişlerdir.

Daha sonra 1973 yılında ABD'den Y. Ağgarval New York'un Mavi Dağlar Bölgesinde küçük bir depremin ve J. Whitcomb 1973 yılının Kasım ayında Kalifornia bölgesinde bir depremi aynı yolla önceden tahmin etmişlerdir. Ancak bu tahminlerde depremin büyüklüğü hakkında bir açıklama bulunmamaktaydı ve depremin olacağı zaman içinse gün, saat yerine bir hafta içersinde tabiri kullanılmıştı. Son olarak yine ABD'den J. Healy 28. Kasım 1974 tari-

hizle Hollister bölgesinde meydana gelen depremin büyüklüğünü ve zamanı çok iyi bir yaklaşımla önceden tahmin etmiştir.

Bu metotta, P ve S dalga hızları oranında değişiklikler görülen bölgenin büyüklüğü, değişikliğin başladığı sürenin uzunluğu ve değişiklik oranının büyüklüğü depremin şiddetinin ve zamanının tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Ancak bu konuda henüz kesin ve herkesçe kabul edilebilen bir yöntem geliştirilememiştir.

ABD Sismologlarına göre P ve S hızlarında değişiklik görülmeğe başladığı süre ve hızların tekrar normale döndüğü süre çok önemlidir. Zira hızların tekrar normale döndüğü zamandan itibaren değişikliklerin başladığı sürenin onda biri kadar bir süre sonra deprem olacaktır. Örneğin P ve S hızı değişimleri 60 günlük bir süre içerisinde gözlenmişse ve hızlar 60 günden sonra normale dönmüşse 60'ın onda biri olan 6 gün içerisinde deprem olacaktır. Ancak bu konudaki çalışmalar çok yeni ve elde çok az örnek olduğundan bu tip yaklaşımlar yapmak şimdilik tahminden öteye geçememektedir.

P ve S dalga hızları oranının (V_p/V_s) zaman içerisindeki değişimleri ve ya istasyonlara varış zamanlarının (t_s/t_p) değişimleri konusunun, depremlerin kısa süreli (günlük, saatlik) tahminlerinde kullanılabileceği ilerisi için oldukça ümit verici görünmektedir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi bu konudaki verilerin azlığı kesin sonuca ulaşmaya şimdilik imkân vermemektedir.

b — Kayaçların elektrikî özelliklerinin ölçülmesi :

Daha önce de belirtildiği gibi büyük yanal basınçlar altında kayaçların içerisinde sonsuz sayıda çok küçük çatlakların meydana gelmesi, kayaçların elektrikî iletkenliğini azaltmaktadır. Zira çatlak içerisindeki hava iyi bir iletken değildir. Aynı zamanda, kayaçta çatlakların meydana gelmesi kayaçlar içerisinde mevcut olan elektrik akımlarında (tellürik akımlar) da değişimlere neden olurlar.

Arz içerisindeki kayaçların elektrikî dirençlerinin veya tellürik akım değişimlerinin ölçülmesi depremlerin önceden bilinmesi konusunda kullanılmaktadır.

Genel olarak depremlerden önce kayaçların elektrikî dirençleri (rezistivite) ile kayaçlar içerisindeki doğal akımlar normallerine oranla artmaktadır. Ancak henüz bu artışın zaman içerisinde ne şekilde değiştiği ve hangi noktada depremin meydana gelebileceğine dair yeterli bilgi bulunmamaktadır.

c. Kayaçların magnetik özelliklerinin ölçülmesi :

Ötedenberi büyük yanal basınçlar altında kayaçların magnetik özelliklerinin değiştiği laboratuvarlarda yapılan model çalışmalardan bilinmektedir. Ancak kayaçların magnetik özelliklerindeki lokal değişimlerin istenilen duyarlılıkla ölçülmesi ve sonuçlarının depremlerin önceden tahmininde kullanılması 1965 yılından sonra proton magnetometrelerinin gelişmesiyle yaygınlaşmaya başlamıştır.

Ancak henüz arz magnetik alanındaki lokal değişimlerin, depremlerin önceden bilinmesinde ne şekilde kullanılabileceği açıklıkla ortaya konamamıştır. Zira

arz mağnetik alandaki değişimlerin nedeni yalnızca arzın içinde değildir ve mağnetik alan değişimlerine aynı zamanda güneşteki patlamalar, iyonosferdeki veya atmosferdeki mağnetik fırtınalar v.b. gibi diğer etkenlerde neden olmaktadır. Bazı bölgelerde depremlerden önce arz mağnetik alanının düşey bileşeninde 5-15 gamma'lık değişimler olduğuna dair kayıtlar varsada bu büyüklükteki değişimlerin ölçülmesine rağmen deprem olmadığını gösteren pek çok kayıtda bulunmaktadır.

4. Diğer Çalışmalar :

Bu başlık altında depremlerden önce değiştiği bazı kişiler tarafından ifade edilen ancak depremlerin önceden bilinmesinde bazılarının ne şekilde kullanılacakları henüz ortaya konamamış olan bütün diğer deprem habercilerinden kısaca bahsedilecektir. Burada bahsedilecek olan bütün haberciler kısa süreli (haftalık, günlük, saatlik) habercilerdir.

a. Yeraltı sularındaki radon miktarı ölçümleri :

Bilindiği üzere radyoaktif elementler çeşitli ışınlarla birlikte birde radyoaktif gaz yaymaktadırlar. Radon özellikle toryum serisinden olan elementlerin yaydığı gaz haline bir radyoaktif elementtir; ve radyum tuzlarının su ile işlenmesinden elde edilmektedir.

Aktif fay zonları civarındaki kuyu veya kaynak sularında yapılan radyoaktivite ölçümleri depremlerin önceden tahmininde son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Genel olarak aktif fay zonları içerisinde kuyu ve kaynak sularındaki radyoaktivite miktarı depremlerden önce yükselmekte ve normal değerlerinin 2-3 katına çıkmaktadırlar. Son olarak 6 Haziran 1974'te Çin Halk Cumhuriyetinde bu yolla mağnitüdü 4.9 olan bir depremin önceden tahmin edildiği literatüre geçmiştir. Ancak radyoaktivitenin yükselmeye başlamasından ne kadar sonra depremin olacağı ve ne büyüklükte olacağı henüz tartışma konusudur.. Çinlilerin kabullerine göre yeraltı sularındaki radyoaktivite miktarı normal değerinin 2 katına çıktığı andan itibaren en geç 15 gün içerisinde deprem olmaktadır. Olacak depremin büyüklüğü hakkında ise kesin bir şey söylemek mümkün değildir, ve bu yöntem tek başına depremlerin önceden tahminine yeterli değildir.

b. Yeraltı sularındaki seviye ve sıcaklık ölçümleri :

Depremlerden önce sığ ve derin kuyularda yapılan seviye ve sıcaklık ölçümlerinde bazı değişimler görüldüğü literatürlere geçmiştir. Genellikle depremlerden kısa süreler önce kuyu suları seviyelerinde ve kaynak suları sıcaklıklarında artışlar görülmekte ise de bu değişimlerin depremlerin önceden bilinmesinde yalnız başlama pek yararı olmamaktadır. Ancak sürekli gözlenmesi en ucuz ve kolay haberciler oldukları için dikkatlerin bölge üzerine çekilmesinde yararlı olabilmektedirler. Özellikle Çin Halk Cumhuriyetinde, aktif deprem bölgelerindeki kuyu ve kaynak sularının günlük periyotlarla ölçülmesi konusunda geniş bir çalışma vardır. Ancak şimdiye kadar depremlerin önceden bilinmesi ile kuyu sularının seviye ve sıcaklık değişimleri arasında kesin bir ilişki kurulamamıştır.

Yine Çin Halk Cumhuriyetinde depremlerden bir kaç saat önce kuyu ve kaynak sularında, renk değiştirmeler, çamurlaşmalar ani yükselmeler görüldüğü kaydedilmişse de bu tip değişmelerle, depremlerin önceden bilinmesi arasında bilimsel bir ilişki kurmak oldukça zordur.

c. Hayvanların anormal davranışları :

Hayvanların depremlerden hemen önce anormal davranışlarda bulundukları çok eskiden beri söylenmekte ve bilinmektedir. Ancak çok değişik nedenlerle olabilecek hayvanların davranışları ile depremlerin yeri zamanı ve büyüklüğünü önceden tahmin etmek arasında bilimsel bir ilişki kurabilmek oldukça zordur. Bu konu üzerinde şimdilik yalnızca Çin Halk Cumhuriyetinde bazı istatistiki çalışmalar yapılmaktadır.

II — Depremlerin Önceden Bilinmesi Konusunda Çeşitli Ülkelerde Yapılan Çalışmalar :

Bu bölümde, ileri teknolojiye sahip olan ve depremlerin önceden bilinmesi konusunda yoğun çalışmalar yapılan ABD, Çin Halk Cumhuriyeti, ve Japonya ile Türkiye'de bu konu üzerinde yapılan çalışmalardan ve elde edilen sonuçlardan kısaca bahsedilecektir.

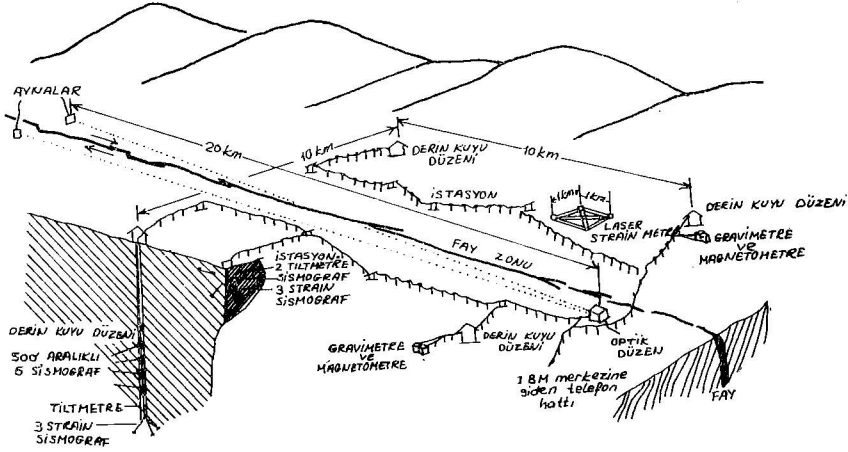
a. ABD'de Yapılan Çalışmalar :

Modern Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Bilimlerinin gelişmesine öncülük eden ülkelerin başında gelen ABD'de deprem zararlarının azaltılması konusundaki çalışmalar 1906 Büyük San Fransisko depreminden hemen sonra başlamış ve çok büyük bir hızla gelişmiştir. Ancak bu gelişme depremlerin önceden bilinmesi veya tahmin edilmesi konusu yerine depremlerin oluş şekli ve nedenleri, deprem dalgalarının yayılması, yapıların hasar nedenleri ve analizleri, yapı-zemin ilişkisi, deprem oluşlarına ait istatistikî modeller, depremlerin değişik boyutlarda kaydedilmeleri ve depreme dayanıklı yapı yapılması v.b. gibi günümüzdeki modern Mühendislik sismolojisi ve Deprem Mühendisliği bilimlerinin temelini meydana getiren konularda olmuştur.

Depremlerin önceden bilinmesi konusunda ise bazı üniversite laboratuvarlarında yapılan model çalışma ve araştırmaların geçmişı oldukça eski olmasına rağmen bu konudaki sistematik saha çalışmalarının başlangıcı 1965 ten sonraya rastlamaktadır. Bunda ABD'nin deprem araştırmalarının ana hedefleri başlıca rolü oynamıştır. Amerika'daki deprem araştırmalarının ana hedefi, eskiden beri ülkenin deprem tehlikesi haritası ve Deprem riski haritasını en iyi şekilde hazırlamak ve bu haritadaki tehlike ve risk bölgelerine göre şehir plânları ve depreme dayanıklı yapılar yaparak deprem zararlarını azaltmak olmuştur. Burada depremlere karşı insan hayatı ile birlikte Konut, fabrika, kamu tesisleri v.b. gibi ekonomik değerlerin de korunması prensibi benimsenmiştir.

1969 yılında yürürlüğe konulan büyük bir proje ile Kaliforniya'daki San Andreas fay zone ile Nevada fay zoneunda depremlerin önceden bilinmesi çalışmalarına sistematik olarak başlanmıştır. Bu proje gereğince takriben 350

km. boyunda ve 50 km genişliğindeki bir sahada aşağıdaki şematik şekilde özellikleri gösterilen 17 adet gözlem istasyonu kurulmuş ve bu istasyonlarda yapılan çok yönlü gözlem ve ölçü sonuçları değerlendirilmek üzere bir radyo-link sistemiyle LASA sistemi olarak adlandırılan bir bilgi-işlem merkezinde toplanmıştır.



BİR İSTASYON ŞEMASI

Ayrıca bu zon içersinde 102 adet mikro deprem istasyonu bulunmaktadır.

Amerikanın Kaliforniya dışındaki Newyork, Massachusetts, Colorado, New Mexico, Alaska v.b. gibi diğer aktif deprem bölgelerinde de benzer istasyonlar kurulmuştur. Çalışmalar ilgili üniversitelerle, U.S. Geological Survey «U.S. Coast and Geotetic Survey» National Oceanic and Atmospheric Administration ve National Science Foundation tarafından müstereken yürütülmektedir.

1969 dan bu yana ABD'de depremlerin önceden bilinmesi konusunda yapılan temel harcamalar 1 milyar TL.yi bulmuştur.

1974 yılı içersinde ABD'de depremlerin önceden bilinmesi konusunda takriben 1000 kişinin çalıştığı ve 120 milyon TL harcanıldığı bilinmektedir.

1971 - 1975 yılları arasında üç küçük depremin önceden tahmin edildiği literatürlere geçmiştir.

Ancak halka alarm verilerek, evlerin ve iş yerlerinin boşaltıldığı bir tahmin henüz yapılmamıştır.

b. Çin Halk Cumhuriyetinde Yapılan Çalışmalar :

Çok eskilerden beri dünyanın en büyük depremlerinin ve büyük can kayıplarının olduğu Çin'de depremlerin önceden tahmin edilmesi konusuna 8 Mart

ve 22 Mart 1966 tarihlerinde Hopeh bölgesinde meydana gelen ve takriben 12.000 kişinin öldüğü ve 70.000 evin yıkıldığı iki büyük depremde sonra başlanmıştır. Bu iki büyük depremde sonra, depremlerin önceden bilinmesi konusu devlet tarafından ele alınmış ve araştırmada birinci önceliğe sahip konu olarak ilân edilerek yeniden organizasyona girilmiştir. Çin Halk Cumhuriyetinde deprem araştırmalarının bugünkü organizasyon şeması aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Bu şemadan'da görüldüğü gibi deprem araştırmalarında önderliği Devlet Sismoloji Bürosu yapmaktadır. Ancak depremlerin önceden bilinmesi konusunda sorumluluk bu konuda görev almış olan en küçük birimlere kadar yayılmıştır. Aktif deprem bölgelerinde yaşayan mahalli yönetim birimleri kendi mahalli imkânları ile yıllık çalışma plânlarını yapmakta ve yürütmektedirler. Bu plânlar Eyalet, bölge ve kasaba seviyelerindeki Parti Komitelerinde hazırlanmakta ve yürütülmeleri için gerekli olan parasal kaynaklar yine mahalli imkânlarla bulunmaktadır. Devlet Sismoloji Bürosu, Eyalet, bölge ve kasabaların yıllık çalışma programlarında, bilgilerin halka nasıl dağıtılacağı, depremle nasıl mücadele edileceği, yeni araştırma ve cihaz teknikleri konularında önerilerde bulunmaktadır. Ayrıca kendisine bağlı olan Enstitülerde imâl edilen bazı cihazların Eyalet ve bölgelere dağıtımını yapmaktadır.

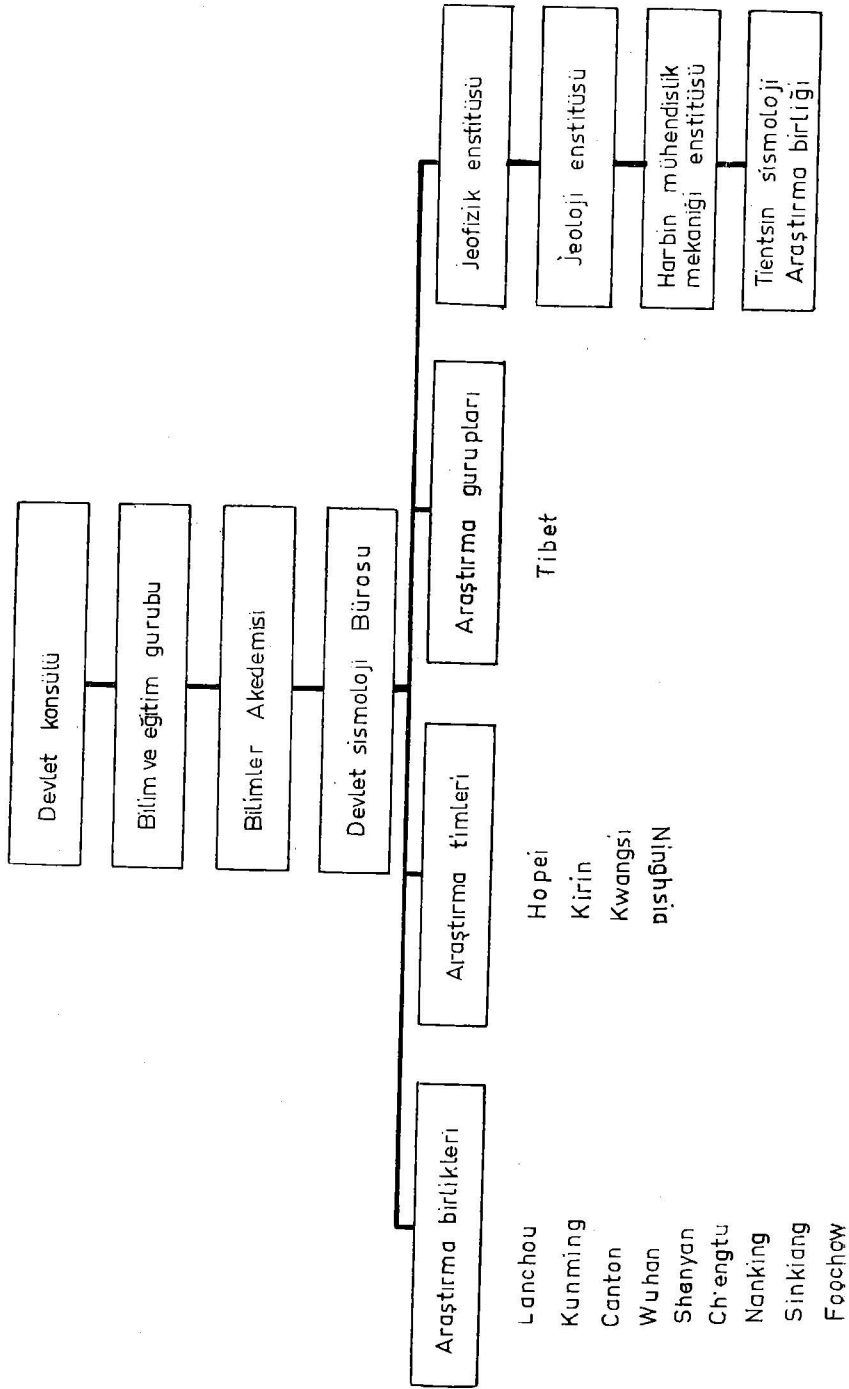
Bunların dışında standart sismik istasyonların kurulması ve bakımı, bölgesel sismik istasyonların kurulması ve bakımı, ülkenin sismisitesi ile ilgili genel çalışmalar, ve eyalet, bölge ve kasabalardan toplanan bilgilerle depremlerin önceden tahmini konularından sorumlu bulunmaktadır.

Bugün Çin Halk Cumhuriyetinde 17 adet standart, 250 adet bölgesel sismik istasyon kurulmuştur. Bunların dışında deprem habercileri hakkında bilgi toplayabilmek için 5000 adet lokal gözlem istasyonu kurulmuştur.

Çin Halk Cumhuriyetinde deprem araştırmalarının birinci öncelikli hedefi gelecekteki depremlerin, yeri, zamanı ve büyüklüğünü önceden bilmek ve can kaybını azaltmaktadır. Depremlere dayanıklı yapı yapma ise ikinci öncelikli konudur.

Bütün ülkede, depremlerin önceden bilinmesi konusunda 10.000 kişinin resmen görevlendirilmiş olduğu ve bir o kadar da amatörün bulunduğu tahmin edilmektedir. Ülkede depremlere habercilik ettiği veya edebileceği bilimsel olarak kabul edilmiş veya edilmemiş her konuda araştırma ve bilgi toplanması yoluna gidilmektedir. Bu arada makalenin I nci bölümünde belirtilen her tip habercinin yanı sıra hayvanların davranışları, depremlerle gök cisimleri arasındaki periyodik ilişkiler depremlerin oluş zamanları ile mevsimler arasındaki istatistiki ilişkiler v.b. gibi bilimsel esasları ortaya konamayan konularda da yoğun araştırmalar yapılmaktadır.

Çin Halk Cumhuriyetinde 1970-1975 yılları arasında çeşitli büyüklüklerdeki 10 depremin önceden tahmin edildiği literatürlere geçmiştir. Bunların içerisinde 4.Şubat.1975 tarihinde Liaoning Eyaletinde meydana gelen 7.3 magnitudü deprem çok enteresandır. Zira ilk defa bu depremde halka deprem olacağı duyurulmuş ve evler tahliye edilmiştir. Çin kaynaklı haberlerden öğrenildiğine göre bölgede yaşayan 2500 kişiden yalnızca evlerinden çıkmamakta ısrar eden 150 kişi ölmüştür. Ancak bu depremin ne şekilde önceden bilindiğine dair açıklayıcı bilgi elde edilememiştir.



Bugün dünyada, depremlerin önceden bilinmesi konusuna bütün diğer araştırma konularından daha büyük önem ve öncelik veren ve bu konuda takriben 20.000 insanın resmen veya amatörce çalıştığı tek ülke olan Çin Halk Cumhuriyetinde yapılan çalışma sonuçlarının açıklanması ve bilimsel düzeyde tartışılmasının depremlerin önceden bilinmesi konusuna büyük ilerlemeler getireceği şüphesizdir.

c. Japonya'da Yapılan Çalışmalar

Japonya depremlerin önceden bilinmesi konusundaki çalışmalara dünyada ilk defa sistematik olarak başlayan bir ülkedir. Özellikle 1923 Büyük Kanto depreminden sonra çeşitli üniversite ve araştırma kuruluşlarında depremlerden önce ve sonra meydana gelen kabuk deformasyonları, eğim, (tilt), ve gerilme birikimi (strain) ölçümlerine başlanmıştır.

Daha sonra 1965 yılında kabul edilen bir milli proje gereğince Tokyo ve güney Kanto bölgelerinde depremlerin önceden bilinmesi amacıyla 17 kabuk deformasyonu ölçüm istasyonu, 19 mikro-deprem istasyonu ve 1 magnetik alan ölçü istasyonu ile hassas sismoğraf, Proton magnetometresi tilt ve Strain cihazları ile donatılmış 4 hareketli ekipten meydana gelen bir şebeke kurulmuştur. Bu şebeke ile 20.000 km uzunluğunda bir seviye baz hattı (level) üzerinde 5 yıl aralarla seviye ölçümleri yapılmaktadır. Bu şebekenin kurulma maliyeti takriben 250 milyon TL. yi bulmuştur. Daha sonra 1969 yılında bu proje, yeni bir proje ile geliştirilerek ve yaygınlaştırılarak çalışmalara devam edilmiştir. Japonların depremlerin önceden bilinmesi konusundaki çalışma metotlarının ana unsurunu öncelikle vertikal kabuk hareketlerinin ölçülmesi teşkil etmektedir. Böylelikle arz kabuğunda büyük düzey hareketler gösteren lokal alanlar öncelikle tespit edilmekte ve daha sonra bu alanlarda makalenin I ncı kısmında belirtilen diğer yöntemlerle yapılan ölçümler yoğunlaştırılarak en isabetli tahmin yapılmaya çalışılmaktadır.

Japonya'da depremlerin önceden bilinmesi konusunda, Japon Meteoroloji Kurumu, Geodetik Konsül, Geografik Araştırmalar Enstitüsü. Üniversiteler ve kamuya ait araştırma kuruluşları birlikte çalışmaktadırlar. Bugün Japonya'da Japon Meteoroloji Kurumu'nun sorumluluğu altında çalışan 123 standart sismoloji istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar aynı zamanda tilt ve strain ölçümleri yapacak şekilde donatılmışlardır. Ayrıca yine Japon Meteoroloji Kurumuna ait 17 tsunami uyarma istasyonu ile 48 gel-git ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlarda sismolojik ve jeofizik gözlemler yapabilecek cihazlarla donatılmışlardır.

Ayrıca çeşitli üniversitelerin 10 adet standart sismoloji istasyonu ve çok sayıda portatif mikro deprem istasyonu bulunmaktadır.

Japonya'da yukarıda sayılan bütün bu kurum ve üniversitelerde 1500 den fazla kişinin depremlerin önceden bilinmesi konusu ile ilgili olarak çalıştıkları bilinmektedir. 1965 ten bu yana depremlerin önceden bilinmesi konusundaki temel yatırımların 750 milyon TL. yi bulduğu ve bu konuda yılda en az 60 milyon TL. civarında harcama yapıldığı sanılmaktadır.

Japonyada, deprem araştırmaları içersinde depremlerin önceden bilinmesi konusu, ilk öncelikli sırayı alamamaktadır. Bu ülkede, öncelik, deprem tehlike

bölgelerinin doğru olarak saptanması ve depreme dayanıklı yapı yapma konusundadır. Belkide bu nedenle literatürde, depremin yeri, zamanı ve büyüklüğünün önceden tahmin edildiği ve halka alarm verildiğine dair bir kayıt bulunmamaktadır. Ancak çeşitli depremlerden önce ve sonra sahada ölçülmüş kabuk deformasyonları ve kayaların fiziksel özelliklerindeki değişimlerle ilgili en çok bilgi bu ülkede bulunmaktadır.

16.6.1964 tarihinde Niigata civarında meydana gelen ve 14 kişinin ölümüne, 382 kişinin yaralanmasına ve 3018 evin yıkılmasına neden olan depremden çok önce ve depremden sonra yapılan hassas seviye (leveling) ölçümü sonuçları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi Niigata şehrinin kuzeyindeki bölge 1930 yılından beri yükselmekte, güney kısım ise alçalmaktadır. Ancak depremin olacağı tarih önceden saptanamamıştır.

d. Diğer Ülkelerde Yapılan Çalışmalar

ABD, Çin Halk Cumhuriyeti ve Japonya'nın dışında SSCB'nde de depremlerin önceden bilinmesi konusunda oldukça yaygın çalışmalar yapılmaktadır. SSCB'nde bu çalışmalar 1966 Tashkent depreminden sonra başlamıştır. Özellikle Tien Shan, Pamir ve Orta Asya zonları ile Kurile-Kamchatka zonlarında depremlerin önceden tahmin edilmesi amacı ile kurulmuş pekçok kabuk deformasyonu, tilt, strain ve lokal sismolojik istasyonlar bulunmaktadır.

Araştırmalar SSCB Bilimler Akademisine bağlı Arz fiziği Enstitüsü ile Kazakh, Kirghiz, Uzbek, tajik ve Türkmen Cumhuriyetlerinin Bilimler Akademileri tarafından yapılmakta ve takriben 750 kişinin çalıştığı bilinmektedir. Ancak SSCB inde de deprem araştırmalarında öncelik deprem tehlikeli bölgeleri ile bu bölgelerdeki risk seviyelerinin tespiti ve depreme dayanıklı yapı yapılması konusundadır.

Bu ülkede de şimdiye kadar büyük bir depremin önceden bilindiği ve halka alarm verildiğine dair literatürde herhangi bir kayıt bulunmamaktadır.

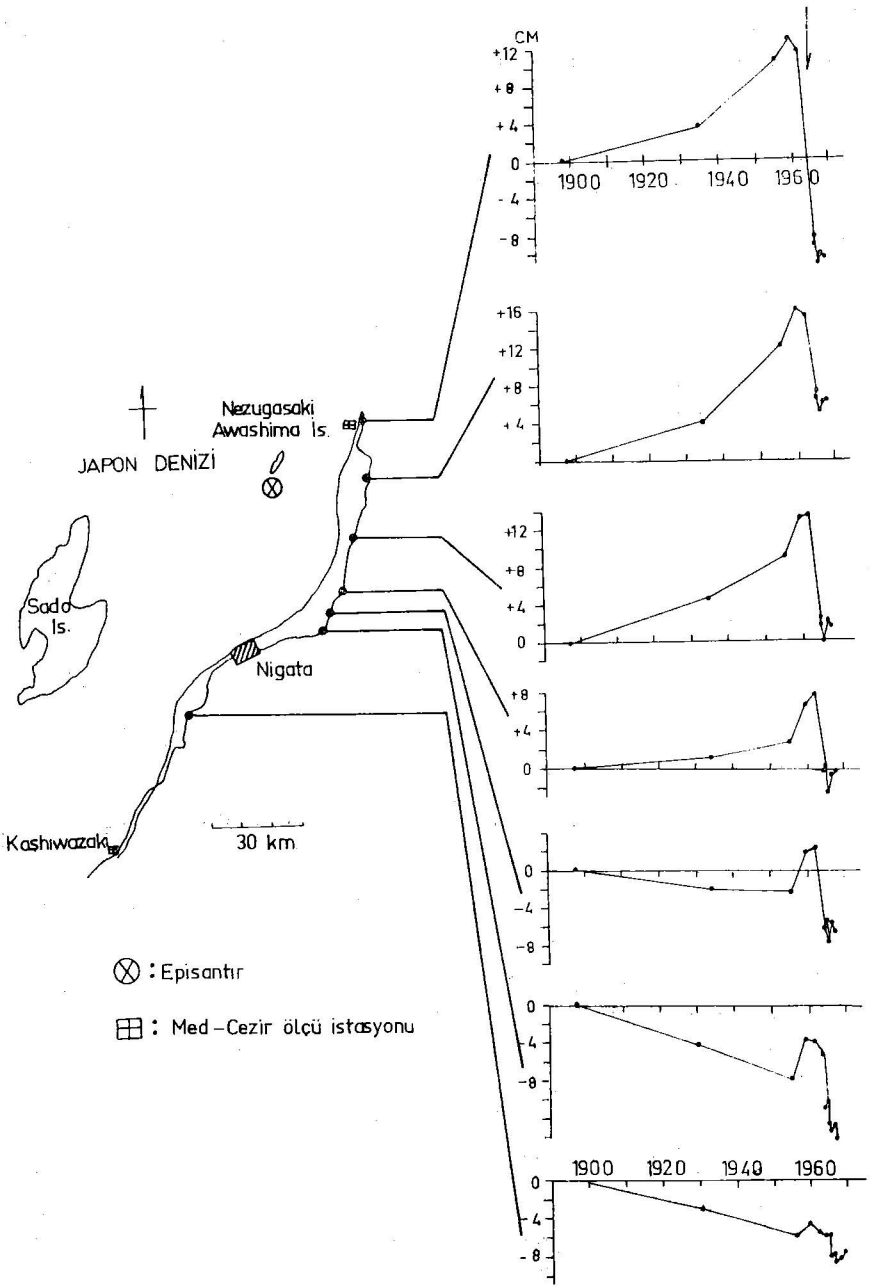
Depremlerin önceden bilinmesi konusunda Yeni Zelanda; Kanada, Avustralya ve bazı Güney Amerika ülkelerinde de çok yeni bazı çalışmalar vardır. Ancak bu çalışmalar şimdilik yalnızca kabuk deformasyonları ve mikro deprem aktivitesi ile sınırlı kalmıştır. Önceden tahmin için gerekli olan bütün deprem habercilerinin sistematik bir şekilde incelenmesi konusu henüz gelişmemiştir. Bu ülkelerde de deprem araştırmalarında önceliği depremlerin önceden bilinmesi konusu alamamakta ve bu konudaki çalışmalar bazı üniversitelerde yapılan lokal çalışmalardan öteye henüz geçememektedir.

Deprem bakımından Dünyanın aktif kuşakları üzerinde bulunan diğer ülkelerde ise sismoloji ve deprem mühendisliği konularındaki temel yatırım ve araştırmalar yapılmadığı için depremlerin önceden bilinmesi konusundaki sistematik çalışmalar başlamamıştır. Bu ülkeler şimdilik deprem tehlikesi bölgelerinin tespiti ve bu bölgelerde yapılacak depreme dayanıklı yapı tekniklerinin geliştirilmesi konusuna çözüm aramaktadırlar.

e. Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

Ülkemiz insanlık tarihinin başlangıcından bu yana çok büyük depremlere sahne olmuş olmasına rağmen depremlerle mücadele konusunda maalesef çok geri kalmıştır.

NIIGATA DEPREMI
($M = 7.5$)



Ülkemizde deprem araştırmaları ve deprem zararlarının azaltılması konusundaki olumlu çalışmaların başlangıcı 1966 Varto depreminden sonraya rastlamaktadır. Her ne kadar 1939 büyük Erzincan depreminden sonra bazı üniversiteler ve kamu kuruluşlarında birkaç olumlu adım atılmışsa da zaman içerisinde bu çalışmalar kaybolmuştur. Ülkemizde deprem zararlarının azaltılması konusunda yapılacak çalışmalardan sorumlu olacak bir kuruluş maalesef ancak 1970 yılı içerisinde kurulabilmiştir.

7269-1051 sayılı yasalar ülkemizde deprem zararlarının azaltılması konusundaki hertürlü çalışmayı İmar ve İşkân Bakanlığına görev olarak vermiş ve 1970 yılı başlarında da bu Bakanlığa bağlı olarak Deprem Araştırma Enstitüsü kurulmuştur.

Ülkemizdeki deprem araştırma çalışmalarının başlangıcının çok yeni ve bu konudaki ihtiyaçların çok büyük olması nedeniyle Enstitünün çalışmalarında öncelik deprem tehlike bölgelerinin eldeki olanaklar içerisinde en doğru bir biçimde tespit edilmesi ve bu bölgelerde yapılacak yapıların depremlere dayanıklı olarak yapılması konularına verilmiştir.

Bu çalışmaların yanı sıra, depremlerle mücadelenin kendi evini kendisi yapan geniş halk topluluklarına yayılabilmesi için «Deprem ve Depreme Dayanlı Yapı Yapma» konusunda büyük bir halk eğitimi kampanyasına girişilmiştir. Türkiye gibi % 95 i deprem bölgeleri içerisinde bulunan ülkelerde depremlerle mücadelenin en etkili yolunun, kanser veya veremle mücadelede olduğu gibi, çok geniş ve yaygın eğitim kampanyaları kanalıyla konunun geniş halk topluluklarına öğretilmesi olduğuna inanılmaktadır.

Ancak bundan sonra problemin her geçen gün hızlı nüfus artışına paralel olarak büyümesi önlenebilir ve problem lokalize edilebilir.

Yukarda da açıklandığı gibi henüz Türkiye'de depremlerin önceden tahmin edilmesi konusu için gerekli olan temel yatırımların hiçbirini yapılamamıştır. Örneğin, ülkede etkili bir sismolojik istasyon ağı kurulamamıştır. Ülkenin tektonik gelişimi detaylı olarak ortaya konamamıştır. Ülkede kabuk deformasyonları, tilt, strain ve mikro deprem aktivitesi ölçüm istasyonları bulunmaktadır, ve ülkede bütün bu konularda çalışabilecek uzman ve teknisyen yetiştirilmesi ihtiyacın çok gerisinde kalmaktadır.

Türkiye'de bugün tüm deprem araştırmaları için harcanan para 50 milyon TL. yi aşamamakta ve bu konuda bütün kamu kuruluşları ve üniversitelerde çalışan personel adedi 150 civarında kalmaktadır.

Bu şartlar içerisinde, çok büyük temel yatırımları gerektiren ve buna karşı önceden kesin olarak garanti edilemeyen, depremlerin önceden bilinmesi konusuna öncelik vermek, şayet bu arada kesin garantisi olan yeni bir yöntem bulunamazsa, hiç olmazsa gelecekteki 10 yıl için imkânsız görölmektedir. Bu süre içerisinde öncelikle, depremlerin önceden bilinmesi için gerekli olan standart ve bölgesel sismolojik istasyonların sayılarının süratle artırılması, kabuk deformasyonları ölçümleri için gerekli olan Geodetik baz hatlarının kurulması ve ölçümlere başlanması ve yukarıda da değinildiği gibi geniş eğitim kampanyaları ile problemin lokalize edilmesine çalışılması en uygun yol olarak görölmektedir.

III — Sonuç

Makalenin birinci bölümünde, gelecekteki depremlere habercilik edebilecek bütün çalışmalardan kısaca bahsedilmiş ve her habercinin depremlerin önceden bilinmesi konusuna ne şekilde yararlı olabileceği açıklanmıştır. İkinci bölümde ise ABD, Japonya, Çin Halk Cumhuriyeti, Rusya ve diğer ülkelerde Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

Sonuç olarak denilebilirki, günümüzdeki modern sismoloji biliminin gelişmeleri henüz, depremlerin önceden bilinmesini kesin olarak garanti edecek düzeye ulaşmamıştır.

Günümüzde depremlerin önceden bilinmesi, gelecekteki depremin yerini zamanını ve büyüklüğünü önceden bilmeyi ve bölge halkına verilecek alarmla can kaybını önlemeyi amaçlamaktadır. Mal ve milli servet kaybının azaltılması ise ancak depreme dayanıklı yapı tekniklerini geliştirmek ve uygulamakla mümkün olabilmektedir.

Yukarıda verilen bazı örneklerden de anlaşılacağı gibi dünya literatüründe henüz 4.2.1975 tarihinde Çin Halk Cumhuriyetinde yapılan uygulamanın dışında, depremlerin yerini, olacağı gün ve saati ve büyüklüğünü kesinlikle saptayıp, bölge halkına alarm verilerek evlerin boşaltıldığına ve can kaybının önlenmesine dair bir kayıt bulunmamaktadır. Çin Halk Cumhuriyetindeki örnek ise, bilimsel esasları henüz açıklanmadığından, şimdilik yalnızca haber niteliğinde kalmaktadır.

Günümüzdeki hızlı nüfus artışının doğurduğu aşırı şehirleşme aktif deprem bölgelerindeki büyük yerleşme merkezlerinde, çok daha değişik boyutlarda yeni problemler ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, biran için ülkemizin aktif deprem bölgelerinden birisi içerisinde yer alan İstanbul - Kocaeli arasında üç gün içerisinde büyük bir depremin olacağını %90 ihtimalle saptadığımızı varsayalım.

Bu durumda bütün bölgeye alarm verilmesi ve konut, işyeri, fabrika, kamu kuruluşları yapılarının boşaltılması, bölgeye gelen kara ve demiryolları trafiğinin durdurulması gerekmektedir. İlk anda, bu şehirlerin nasıl derhal boşaltılacağı? Bu nüfusun 3 gün için dahi olsa nerede ve nasıl barındırılacağı? Nasıl besleneceği? Evlerinden eşya kurtarmaya çalışmalarına nasıl engel olunacağı? Meydana gelen panik-hayası içerisinde yukarıda yazılan ve ilk anda akla gelen problemlerin hangi kamu görevlileri tarafından ne şekilde yapılacağı gibi çok büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır. ABD uzmanları bu panik içerisinde meydana gelebilecek can kayıplarının, depremlerin doğuracağından çok daha az olmayacağını ve zaten nüfusu 1 milyonun üzerinde olan bir şehri 3 gün gibi kısa bir sürede boşaltmanın bugünkü trafik sorunları içerisinde mümkün olmayacağını belirtmektedirler.

Bir an için bütün bu sorunları çözdüğümüzü varsayalım. Yukarıda depremin üç gün içerisinde olabileceğini %90 gibi çok büyük bir ihtimalle saptadığımızı varsaymıştık. Yani olmama veya beklediğimiz büyüklükte olmama ihtimali de %10 dur. İyi bir tesadüf olarak depremin bu %10 ihtimal içerisinde meydana geldiğini düşünersek bu halde de büyük yasal sorunlar ortaya çıkacaktır. Örneğin, özel sektöre ait Fabrika ve iş yerlerinin 3 gün durdurulmasından meydana gelen üretim kaybını devlet ödeyecek midir? Panik nedeniyle meydana gelen mal ve can kayıplarının sorumlusu yanlış alarmı veren devlet olmayacak mıdır? Açılacak tazminat davalarının sorumlusu kimdir? v.b.

Bu örnekten de anlaşılacağı üzere şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde depremin önceden tahmininin doğuracağı panik ile can ve mal kayıpları, depremin kendisinininkinden daha az değildir. Hele ekonomik kayıp daha da fazladır.

Tahminde yanılığa düşülmesi halinde ise devletin ödemek durumunda kalacağı tazminatlar ve daha sonraki tahminlerin inandırıcılığı ayrı bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu kısa açıklamadan da anlaşılacağı gibi depremlerin önceden bilinmesi konusunu, yalnızca bilim adamlarının, ve araştırma kuruluşlarının sorunu olarak ele almak hatalı olacaktır. Konunun sosyal, ekonomik ve pratik uygulama yönleride en az bilimsel yönü kadar önemlidir. ve bu sorunlar nedeniyle bütün dünyadaki bilim adamları ve bilim kuruluşları önceden tahmin çalışmalarında %100 doğruluk elde etmeden, tahminlerini kamu oyuna açıklayıp, açıklamamakta tereddüt etmektedirler.

Maalesef günümüzdeki teknolojik gelişmeler bu konuda %100 doğruluk elde edebilecek düzeye henüz ulaşmamıştır. Bu nedenle deprem zararlarının azaltılması konusunda şimdilik uygulanabilecek tek çözüm, deprem tehlike bölgelerinin saptanması ve haritalanması ile bu bölgelerde yapılacak yapıların depremlerle dayanıklı olarak yapılmasının sağlanmasıdır.

KAYNAKLAR :

1. «ESSA Symposium On Earthquake Prediction»
Feb. 7, 8, 9, 1966. Rockville. U.S.A.
2. «Proceedings of Conference On Geologic Problems of San Andreas Fault System» Ed. W. Dickinson-A. Granz
3. «Joint US - Japan Seminar on Premonitory Phenomena Associated with Several Recent Earthquakes and Related Problems» EOS. Vol. 50. No : 4 pp. 376
4. «US. Japan Seminar on Earthquake Prediction and Control»
EOS Vol. 55 No: 1
5. «Earthquake Studies In the People's Republic of China»
B.A. Bolt. EOS. Vol. 55. No: 3
6. «Earthquake Research in China»
F. Press et All. EOS. Vol. 56. No: 11
7. «First successful Prediction of an Earthquake in the U.S.A.»
Y.P. Aggarwal, EOS. Vol. 54 No : 11 pp. 1134
8. «Temporal and Spatial Analysis of Premonitory Velocity Anomalies for the Aug. 3. 1973. Blue Mt. lake Earthquake.»
Y.P. Aggarwal. EOS Vol. 55, No: 4 pp. 355
9. Earthquake Prediction : Variation of Seismic Velocities in Southern California» J. H. Whitcomb. EOS. Vol. 55, No. 4, pp. 355

10. «Earthquake Precursors»
T. Rikitake. Bull. Sism. Soc. of Am. Vol. 65 No: 5
11. «Recent Research on Earthquake Prediction»
T. Hagiwara, Invited paper, 5 th European conf. on Earth. Engineering.
22-25 Sept. 1975, Istanbul
12. «Earthquake Prediction»
Tectonophysics. Vol. 6 No:1. Special issue.
13. «Forerunners of Strong Earthquakes»
Tectonophysics Vol. 14 No : 3/4 Special issue.
14. «Focal Processes and the Prediction of earthquakes
Tectonophysics Vol. 23, No : 3. Special issue..