

## ÖZET:

Türkiye'nin bir deprem memleketi olduğu malumdur. Memlekette en eski devirlerdenberi sık sık vukua gelmiş deprem faciaları hakkında bilgilerimiz vardır. 2 ci asırda Hierapolis (Pamukkale), 5 ci asırda Anavarasa (Ceyhan'ın kuzeyinde) şehirleri büyük depremlerden sonra terkedilmiştir. Antakya 2000 yılda on (son olarak 1873 te), Erzincan 900 yılda on bir kere (son olarak 1939 da) yerle bir olmuştur. Cumhuriyetin kuruluşundanberi depremlerden dolayı en az 40.000 vatandaş ölmüş, takriben 250.000 mesken yokedilmiş veya ağır hasara uğramıştır; paranın bugünkü değerine göre vukua gelmiş maddî zarar herhalde bir milyar lira üstündedir. Eñaima mevcut olan bu büyük tehlike, herhangi bir teknik sahada çalışan herkesi ve bununla beraber madenciyi de yakından ilgilendirmektedir. Hele, teknik tesislerin çoğalması, kurulacak makine ve aletlerin gittikçe fazla hassas olması ile bizi tehdit eden deprem tehlikesinin önemi de gittikçe artmaktadır.

Burada, yazanın onbir yıllık çalışmaları esnasında Bayındırlık Bakanlığındaki yaptığı müşahede ve tecrübeler ile muhtelif milletlerarası bilim ve teknik kongreleri sırasında öğrendikleri bilgilere dayanarak, depremlerin, madencilik ile ilgili olan jeolojik ve teknik özelliklerinin izah edilmesi çalışılacaktır.

### Türkiye depremlerinin menş'ei ve yayılışı:

Dünyanın önemli deprem bölgeleri, büyük orojenez sahalarında yer almaktadırlar; yani küreiarz kabuğunun, oldukça şiddetli bir şekilde kıvrılmış olan kısımlarında. Kabuğun bu kısımlarında halâ mevcut olan yatay tazyik kuvvetleri prensip itibariyle depremlerin derin sebebidirler. Tazyik çoğalınca, ilk önce bu harekete dayanmış olan kayaç kütlelerinde ani bir kırılma, ani bir yer değişme olur ve olay, dalga şeklinde her tarafa yayılır. Deprem merkezinin, yani kırılma yerinin derinliği 5 ilâ 700 km. arasında olabilir; genel olarak 5-60 km. arasındadır.

Bu kırılma hâdiseleri tercihan küreiarz kabuğunun zayıf bir noktasında, yani mevcut olan bir fay (kırık) hattı boyunca vukua gelmektedirler. Deprem merkezleri böylece belibaşlı fay hatlar boyunca veya tektonik çökme havzaları içinde sıralanmış bulunmaktadırlar ("deprem hatları"). Kabuğun derin kısımlarından suların yeryüzüne kadar yükselmesinin de bu faylar tarafından kolaylaştırılmış bulunduğundan dolayı, deprem bölgelerinde daima birçok soğuk, ılık veya sıcak maden suyu membalarına raslamr. Hattâ, maden sularının etüdünün yardımı ile bir bölgeden geçen fayların ve bununla beraber deprem bakımından şüpheli olan tektonik hatların tesbit edilmesi mümkün olur. Bu şekilde, Gönen - Yenice - Çan ve Eskişehir - Bozüyük bölgelerinden birer önemli fay sisteminin geçtiği ve bu hatlar boyunca depremlerin vukua gelmesinin mümkün olabileceği, 1953 ve 1956 depremlerinden önce gösterilebilmiştir (N. Pınar, 1951),

## YER SARSINTILARI ve MADENCİLİK

E İ L H A N

Seismes et activite miniere.

Resume.

La Turquie est un pays, dans lequel des sismes lourds ont ete enregistres depuis les temps les plus recules. Ces incidents sont en relation avec ie reseau d'accidents tectoniques epirogeniques recouvrant ie pays en entier. 40% du territoire turc sont englobes dans des zones seismiques de premier-rang. Quelques uns des sismes de Turquie figurent parmi les seismes les plus importants du monde. Les seismes les plus lourds du bassin mediterraneen surviennent en Anatolie. Des zones de failles profondes, signalees egalement par la frequence de roches vertes en Turquie, sont probablement la cause essentielle de cette activite seismique tellement violente.

L'ingenieur de mine doit tenir compte de ce danger menaçant surtout les installations de surface, par rapport aux travaux souterrains. Il doit prendre toutes les mesures necessaires pour reduire cette menace continue; en s'inspirant du "reglement pour le constructions dans les regions seismiques" ainsi que des mesures prises par la population turque contre les tremblements de terre et leurs effets.

Faylarına hareketlerinin neticesinde meydana gelmiş, faylarla çevirilmiş olan birçok tektonik havza ve çukurlukları sonra (Tersiyer devrinde) sular tarafından istilâ edilmiş ve bu göllerin dibinde linyit yatakları biriktirilmişdir. Böylece, Türkiye linyit madenlerinin birçokları deprem bölgelerinde bulunmaktadır.

Türkiye'de büyük fay sistemlerine bağlı olan dört büyük ve birçok tali deprem bölgeleri vardır. Önemli olan dört bölge şunlardır:

**1) Ege-Akdeniz deprem bölgesi:** Bu bölge, Saros Körfezi - Kuzey Marmara denizaltı çukurları - İzmit Körfezi; Bursa - Apulyont - Manyas - Gönen - Yenice - Çan; Edremit Körfezi; Bakır Çayı - Soma; İzmir Körfezi; Gediz Nehri - Alaşehir; Küçük Menderes; Büyük Menderes - Denizli - Dmar; Bodrum - Kerme Körfezi; Marmaris - Fethiye Körfezleri çukurluk ve fay sistemleri ile birkaç tali fay hatlarından müteşekkildir. Bugünkü Ege deniz havzasının Kuaterner (Dördüncü Zaman) başlangıcında çökmesi, herhalde bu çukurluk şebekesinin meydana gelmesinde önemli bir rol oynamıştır.

**2) Kuzey Anadolu deprem bölgesi:** Saros Körfezi çukurluğunun devamında batıda izmit Körfezinden doğuda Araş Nehri çukurluğuna kadar uzanan, yekûn uzunluğu 1500 km. olan ve içinde Adapazarı, Bolu, Tosya, Tokat, Amasya, Refahiye, Erzincan, Erzurum, Haskale, Kağızman ve İğdır bulunan bir fay ve çukurluk sistemidir.

**3) Güneydoğu deprem bölgesi:** Hatay'dan Maraş, Malatya, Elâzığ, Muş, Van Gölü havzası üzerinde İran sınırına kadar devam eder; Doğu Afrika'dan Kızıldeniz ve Lut, Denizi üzerinde Hatay'a kadar uzanan fay sisteminin ("Rift Valley") kuzeydoğu devamıdır.

**4) Orta Anadolu deprem bölgesi:** Iğın, Afyon - Şuhut, Eskişehir - Bozüyük, Kırşehir ve Kayseri deprem sahalarından ibarettir. Orta Anadolu ara masifleri ile Kuzey ve Güney Anadolu Alp kıvrımları arasındaki tektonik arızalar ile ilgilidir.

Türkiye topraklarının takriben % 40 ı bu önemli deprem bölgelerinin sınırları içinde bulunmaktadır.

#### **Türkiye depremlerinin şiddeti ve enerjisi:**

Deprem şiddetinin tesbiti için, Mercalli ve Sieberg tarafından hazırlanmış olan XII derecelik bir ölçü kullanılmakta idi. Bu ölçüde, deprem şiddeti, hasar şekline göre tayin edilir. Fakat hasarların bir çoğu tesadüflere bağlı olduklarından, muhtelif bölgelerin (köy ve kasabaların) yapı şekillerinin birbiri ile mukayese edilmesi güç olduğundan dolayı, bu ölçü birçok cihetten mahzurlu idi. Nitekim, birçok Türk mimar ve mühendisleri, Türkiye'de şiddetli depremlerin olmadıkları, vukua gelen geniş hasarların sadece inşaat hatalarından ileri geldikleri söylemekte idiler. Hattâ 1948 de Ankara'da toplanmış olan

Yapı Kongresi sırasında bu hususta bir karar bile alınmıştır.

Mercalli - Sieberg usulünün mahzurlarının ortadan kaldırılması maksadı ile sonrada Gutenberg ve Richter (Pasadena) tarafından depremler için bir enerji ölçüsü meydana getirilmiştir. Bu ölçü, deprem esnasında deprem merkezinde harekete geçirilen ("declenche" edilen) enerjisi hesap eder. Bu enerji, sismograf aletleri tarafından çizilen sismogramlardan tesbit edilebilir. Enerji, "magnitudo" olarak verilir (8,5 derece). Bu ölçü şekli tamamen fiziksel ve "absolute"dur; ya-

ni müşahitlerin şahsî tahminleri ile jeolojik ve teknik tesadüflerin tesiri altında bulunmuyor. Enerji "erg" olarak verilir. Enerjinin, deprem merkezlerinden uzak olan yerlerde alman sismogramlardan ve geçmiş depremlere ait olan rekorlardan da hesap edilebilmesi ve bu şekilde depremlerin tamamen fiziksel bir seviyede birbiri ile mukayese edilebilmesi, bu sistemin büyük faydalandır.

Milletlerarası deprem çalışmalarının merkezi olan, bütün dünyadan gelen sismogral rekorlarını değerlendiren Strasbourg'daki "Institut de Physique du Globe"un Müdürü ve Milletlerarası Deprem Birliğinin Genel Sekreteri olan Prof. J. P. Rothe, modern sismograf aletlerinin servise girme yılı olan 1904 yılından itibaren 1948 yılına kadar Türkiye'de vukuagelmiş olan önemli depremlerin magnitudo hesaplarını yapmıştır. Bu etüt, Türkiye depremlerinin korkunç bilançosunu bütün çıplaklığı ile göstermektedir:

1) 1904 ile 1948 arasında bütün dünyada kaydedilmiş olan en ağır 16 deprem arasında (magnitudo: 7,7 - 8,5) iki Türk depremi yer almaktadır, yani 1912 Mürefte ve 1939 Erzincan depremleri. Bu raporun hazırlanmasından sonra memleketimizde bu sınıfa giren üçüncü bir deprem olmuştur: 1953 Yenice - Gönen (magnitudo: 7,75). Bu üç depremin her birinin enerjisi  $8 \times 10^{25}$  ergs'dir. (takribi olarak).

2) 1904 tenberi (Türkiye hariç) Akdeniz havzasında müşahede edilmiş olan en ağır depremi, 1908 Messina depremidir. Magnitudo'u ancak 7,0 civarında, enerjisi  $8 \times 10^{23}$  ergs civarında, yani yukarıda bahsedilen her bir Türk depreminin enerjisi, Messina'ya nazaran, 60 misli fazladır.

3) 1904 tenberi bu yana memleketimizde Messina depreminin ayarında vukuagelmiş depremlerin sayısı takriben yedidir (İtalya'da: iki). Bu yedi Türk depreminin enerjisi  $5 \times 10^{23}$  ile  $10^{25}$  arasında, magnitudo'u 7,0-7,5 tir. Bu sınıfa ait olup Türkiye'de kayıt edilmiş olan son hâdise, 1957 Fethiye depremidir.

Bu rakamlar - ki bunların şöyle ve böyle çevirilip ortadan kaldırılması mümkün değildir - Türkiye'nin deprem durumunun ne kadar ciddi bir mesele olduğunu gösterir. Türkiye'de şiddetli depremlerin olmadıklarına ve hasarların ancak inşaat hatalarından ileri geldiklerine dair söylentilerin çok tehlikeli olan, hiç bir teknik veya bilimsel hakikata dayanmayan bir efsaneden başka bir şey

olmadıkları kolayca anlaşılır. Memleketimizin nüfus kesafetinin İtalya'daki kadar olmasa idi, depremlerin ölü ve hasar bilançosu çok daha yüksek olacaktı.

Nitekim, yabancı uzman çevreleri, Türkiye depremlerinin ne kadar önemli olduklarını bilirler ve bu husustaki çalışmalarımızı yakından takip ederler. Meselâ, büyük Messina depreminin 50 ci yıldönümü münasebetiyle bu şehirde 1959 da toplanmış olan büyük İtalyan Deprem Mühendisliği Kongresinin Başkanlığı tarafından resmen ve ismen davet edilmiş olan 6 yabancı deprem uzmanı arasında bir Türk jeologu vardı.

Türkiye depremlerinin menşei ve yayılışının sebebi olan tektonik olaylar meydana dırlar. Fakat, Türkiye ile aynı orojenez sahasında bulunan, genel jeolojik ve tektonik yapısı bakımından Türkiye'den farklı olmıyan diğer Akdeniz memleketlerine nazaran acaba niçin memleketimizdeki deprem bölgeleri o kadar geniş, depremlerin şiddeti o kadar fazladır? Diğer Akdeniz memleketlerinin depremleri de fay zonlarına bağlıdır. Meselâ 1960 Agadir depreminin merkezi, Atlas Dağlarının güney eteklerini takip eden bir tektonik çukurluk içinde, 1908 Messina depreminin merkezi ise, Messina Boğazını sınırlayan faylar üzerinde idi.

Fakat bu memleketlere nazaran, Türkiye'de çok daha fazla faylar ve tektonik çukurluklar vardır. Jeosenklinal Kıvrılma (Sıkışma) safhasını takip etmiş olan "genç" epirojenik kırılma (gevşetme) safhası esnasında meydana gelmiş olan bu tektonik arızalar, adeta bütün memleketi örten bir ağı "teşkil etmektedirler. Bu durumun, arz kabuğunun derin yapısı ile ilgili olması çok muhtemeldir. Bugünkü Ege Denizinin muazzam çökme sahası, Trakya'dan tâ Rusya'ya kadar devam eden 1500 km. uzunluğunda olan Kuzey Anadolu fay şeridi, Hatay'dan İran sınırına kadar uzanan Güneydoğu Anadolu arıza sistemi, arz kabuğunda bulunan derin tektonik arızaların yeryüzündeki emareleridirler. Bu başka bir olay tarafından teyid edilmektedir: Alp orojenez sahasının diğer kısımlarına nazaran, yeşil kayaçlar ("serpentinler") Türkiye'de çok fazla yaygındırlar. Bu kütleler, jeosenklinal safhasında arz kabuğunun derin kısımlarından büyük faylar boyunca yükselmiş ve geniş denizaltı indifaları sırasında denizin dibinde yayılmış olan derin magmalardır. Bu da, büyük Alp orojenez sahasının Anadolu kısmında derin tektonik arızaların bulduklarını gösterir. Bu arızaların sayesinde Ana-

dolu'nun epirojenik fay ve çukurluk şebekesi inkişaf etmiş ve bununla beraber deprem faaliyeti de çok yaygın olmuştur. Yeşil kayaçların kromit yataklarını taşıdıklarına göre, memleketimizdeki deprem bolluğu ve kromit madenlerin fazla oluşu aynı sebepten ileri gelmektedir: Orojen sahasının Anadolu kısmındaki derin tektonik arızalar.

Demek ki, bütün Akdeniz havzasının en ağır depremleri Türkiye'de vukua gelmektedirler. Türkiye'nin ağır depremleri, dünyanın ağır depremleri arasında yer almaktadırlar. Aynı zamanda, Türkiye depremlerinin "periyo-disitesi" (tekrarlanma müddeti) de, Kaliforniya veya İtalya gibi meşhur deprem memleketlerindeki kadar kısadır. Ancak Japonya'da daha sık sismik hâdiseler olur.

#### **Deprem hasarlarının şekli ve karşı tedbirlerinin ana hatları:**

Yukarıda izah edilmiş olan durumu, her vatandaş ve bilhassa her teknik eleman göz önünde tutmak mecburiyetindedir. Depremlere karşı tedbir alınması ve böylece bu tehlikenin tamamen veya kısmen önlenmesi mümkündür. Türkiye'nin ilk deprem yapı yönetmeliğinin ancak 15 yıl önce yürürlüğe girdiğinden dolayı, almakta olduğumuz tedbirlerin faydası hakkında henüz fazla tecrübemiz yoktur. Buna rağmen, meselâ Kuzey Anadolu köylerinde deprem yönetmeliğine göre inşa edilmiş hatıllı kerpiş evleri ile Bolu, Gönen, Çanakkale, Ayrıalık, Söke, Muğla ve Fethiye'de gene yönetmeliğe uygun olarak yapılmış olan hatıllı yığma veya karkas inşaatının son depremlere karşı mukavim olduğu anlaşılmıştır.

Yönetmeliğin çok sıkı bir şekilde tatbik edildiğinden dolayı, 1908 tamamen harap olmuş Messina ve Reggio Calabria şehirleri, birkaç hafta önce vukuagelmiş, 1908 hareketinden pek fazla hafif olmamış olan son deprem esnasında hemen hemen hiç bir hasar görmemişler. İki şehir arasındaki denizaltı kabloları koptukları halde, Messina Boğazı üstünden geçen, açıklığı 3200 metre olan, fakat uzun müddet tecrübelerinden sonra kurulmuş olan elektrik hatları, kıyılarıdaki yüksek kuleleri ile birlikte hiç bir hasara uğramamışlar.

Depreme karşı alman tedbirler, deprem dalgalarının fiziksel şartları ile ilgilidir. Deprem merkezindeki kırılma, iki çeşit dalga şeklinde her tarafa yayılır. Daha yavaş yayılan transversal dalgalar, daha hızla seyir

eden lonjitudinal dalgaları takip etmektedirler. Bundan dolayı, merkezinden uzak olan yerlerde her deprem, önce yandan gelen bir itme olarak (lonjitudinal dalgalar), ondan sonra dipten gelen bir sallantı olarak (transversal dalgalar) hissedilir. Zaten, deprem merkezinin mesafesi, bu iki dalga çeşiti arasındaki zaman farkından hesap edilir.

Dalgaların meydana getirdikleri sallanmanın şiddeti, deprem merkezindeki enerjiye, merkezden mesafeye ve zemin durumuna bağlıdır. Mütecanis olan yekpare bir kütle (kayaç kütleleri, sık ve kuru olan kaim kil, çakıl veya kum kütleleri) muntazzam bir şekilde sallanır. Buna mukabil, gayrimütecanis, karışık ve gevşek olan kütlelerin sallanması gayrimuntazzam olur, depremin tesiri bu şekilde artar. Yeraltı su seviyesi yüksek, rutubetli olan, sağlam bir zemin üzerinde ancak ince bir örtüyü teşkil eden toprak, çakıl, kum veya moloz tabakaları, deprem tesirini (makhallî "şiddeti") üç, dört misli artırabilirler. Sallantı, toprak üstündeki yapılara geçer. Temelinden çatısına kadar, ana ve bölüm duvarları ile birlikte yekpare bir blok, rijit bir kütle ("monoblok") olarak sallanan binalar, sallantı şiddetli olursa da, depreme karşı dayanır veya ancak az hasara uğrar. Bu şartlara uygun olmıyan yapılar, hafif bir depreme mesnasında bile hasarı görür veya yıkılır.

Esas deprem dalgalarının tesiri altında toprak üstündeki her yapı sallanmaya başlar. Deprem dalgalarından müstakil olan bu hareket, yüksekliği fazla olmıyan binalarda önemli değildir. Fakat çok yüksek olan yapılar veya (su kulesi, silo, lavuar gibi) üst kısmı çok ağır olan binaların "oscillation"u, esas deprem sallantısından şiddetli olup binayı tahrip edebilir. Meselâ, kasabada önemli bir hasar kayıtedilmediği halde, 1957 depremi esnasında Düzce'nin yeni inşa edilmiş olan yüksek su kulesi tamamen yıkılmıştır. Birkaç yıl önce Meksiko'da vukuagelmış olan, merkezi Meksiko şehrinden 430 km. mesafede bulunan bir deprem, başkentteki normal binalara hiç bir ziyan yapmamış, fakat bir "göktırmalayan" ağır hasara uğramış ve "oscillation"u ile bitişik olan alçak yapıları tahrip etmiştir.

Bu "normal" dalga olaylarından başka, şiddetli depremler sırasında bazen tektonik yarıklar açılır ve bu yarıklar boyunca dikey ve yatay hareketler (atımlar) olur. Bu olaylar, derin fay hatlarının oynamasından ileri gelmektedirler. Bu yarıklar genel olarak satıhta görülen faylara az çok paralel olup,

o hatlara yakın bir arazi şeridi içinde meydana gelmektedirler. Bir deprem esnasında bir yarığın açılıp açılmıyacağı kestirilemez. Ancak bir deprem esnasında daha evvel açılmış olan bir yarığın ondan sonra vukuagelmış bir deprem sırasında kısmen veya tamamen tekrar açıldığı müşahede edilmiştir. Meselâ İsmetpaşa İstasyonu (Zonguldak hattı) civarında 1943 te açılmış olan bir yarık, 1951 de tekrar açılmış ve tren hattı aynı yerde ikinci bir defa tahrip edilmiştir. Anadolu'da çok büyük deprem yarıklarının açıldığı malumdur: Son olarak 1953 te Manyas Gölü ile Yenice civarı arasında 80 km. uzunluğu olan bir yarık meydana gelmiş: hattın Balıkesir-Çanakkale şosesini kestiği yerde 4 metrelik bir ufki ve 1,5 metrelik bir şakulî atım tesbit edilmiştir. Kuzey Anadolu deprem bölgesinde Bolu Kaplıcaları civarında ve Reşadiye'de (Tokat) 4,5 metre ufki atım ölçülmüştür. Aydın'da yana yatmış bir durumda görülen "Yıkık Sebil" 1899 da Büyük Menderes çukurluğunda sebil yanından geçen deprem fayının açılması dolayısıyla bugünkü hale gelmiştir.

Şiddetli depremler esnasında gevşek topraklarla kaplı olan sahalarda geniş tasman ve kaymalar vukuagelir ve böylece esas deprem tahribatına ilâveten birçok hasarlar meydana gelebilir. Kayaçlardaki çatlakların kapatılması veya yeni sular çıkabilirler; suların verimi ve harareti değişebilir. Mineralli membalarm gaz muhteviyatı değişebilir veya yarıklardan kuru gazlar (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, metan) çıkabilirler.

#### **Depremlerin yeraltı tesisleri üzerindeki tesiri:**

Türkiye'de, yeraltı maden tesislerinde deprem hasarlarının vukua geldiklerine dâir bilgi yoktur. Yabancı memleketlerdeki depremler ile ilgili olarak yapılan yayınlarda da

bu hususta bir müşahede yoktur. Hattâ sık sık depremlere maruz kalan Japonya'dan bile böyle haberler çıkmamıştır.

Ocak tavanında bulunan kayaç kütlelerinin "kemer" olarak çalıştığından dolayı, derin maden ocaklarında esaslı bir deprem hasarının meydana gelebileceği beklenemez. Teknik kaidelere uygun olarak açılmış, kâfi derecede direklerle takviye edilmiş ve bakımı muntazzam bir şekilde yapılmış olan bir ocağın depremlere karşı dayanıklı olacağı beklenebilir. Tavandan ayrırlıp askıda kalmış taş levhalarının düşmesi veya çatlamış olan direklerin kırılması muhtemeldir. Buna

göre, bir deprem bölgesinde işletilen ocaklarda bakım işlerine çok önem verilmesi gereklidir.

Satha yakın olan ocakların durumu başkadır. Tavan kütleleri, korunma vazifesini görebilecek kadar kalın değildirler. Hele tavanın çürük olduğu veya ocağın hiç direk dikilmeden çıplak bir şekilde taş içinde oyunluğu takdirde... Genel olarak, normal işletme esnasında yeryüzünde arazide çökmeleri yapan bir ocak, kâfi derecede derin ve sismik bakımdan emin olmadığı söylenebilir. Kayaç kütlelerinin sathî-yani bir tarafta serbest olan-kısımlarında bir deprem esnasında birçok talî ve gayrimuntazam hareketlerin vukuageldiğinden, ayrıca yamaçları örten moloz tabakasının (deprem olmadan bile) "yürümekte" olduğundan dolayı, bir dağ yamacına paralel olarak ve satha yakın bir seviyede açılmış galeri ve lâğımlar çok tehlikeli bir durumdadır. Sansa Boğazındaki (Erzincan) eteklere paralel olarak açılmış olan demiryolu tünellerinde 1939 da vukua gelmiş tahribat bunu gösterir. Buna benzeyen sebeplerden dolayı ocak ağızları çökme tehlikesine maruzdurlar. Deprem bölgelerinde bulunan madenlerde yamaçlara paralel olarak lâğımlar açılmamalı, dışardaki yamaçlara paralel olarak açılması zarurî olan galeri kısımları özel bir şekilde takviye edilmeli, işletme projeleri buna göre tanzim edilmeli ve ocak ağızları da korunmalıdır.

Ocaklardan geçen (zaten madencinin büyük bir belâsı olan) faylar da ihmal edilmemelidir. Bir deprem esnasında, faylar boyunca muhtelif hareketler olur ve genel olarak deprem hasarları bu hatlar civarında fazladır. Doğrudan doğruya fayı takip eden bir yank açılmazsa da, ocaklarda fayların geçtikleri yerlerde hasarlar meydana gelebilir. Bu nevi tektonik arızalar boyunca kayaçların umumiyetle milontileşmiş olması tehlikeyi artırabilir. Ocaklarda bilinen faylı yerler daima göz önünde tutulmalıdır. Deprem yerine müteakip ocaklara su basabilir veya normal olarak gelen su miktan ani olarak çoğalabilir. Gazların geçmesini temin eden çatlakların genişletilmesi ile grizu'lu ocaklara gelen gaz miktarı deprem münasebetiyle çoğalabilir veya daha önce temiz kalmış ocak kısımlarında gaz'gelebilir. Ufak depremlerden sonra bile, grizü'lü ocakların gaz durumunun kontrol edilmesi gereklidir. Böyle bir tedbirin ne kadar lüzumlu olduğunu, Avrupa madencilik tarihinde görülen müstesna bir vakıa gösterir: 15 ci aşırın sonunda Güney Avusturya'yı

sarsmış olan şiddetli bir depremden sonra, Avusturya'daki kaya tuz madenlerinin birinde büyük bir infilâk olmuştur. Ortaçağdan beri devamlı olarak işletilen bu madenlerde daha önce ve daha sonra görülmemiş bu olay, ancak, tuzu taşıyan marn kütlesi içindeki gre ceplerinde dağınık bir halde bulunmuş olan metan gazının depremin tesiri altında ocaklara doğru sızması ve orada toplanmış olması ile izah edilebilir.

#### **Depremlerin yerüstündeki tesisler üzerindeki tesirler:**

Depremlere karşı dayanıklı inşaatın yapılması mümkündür. Ve bazı aksi iddialara rağmen, alınması icap eden tedbirlerin masraf yekûnu o kadar yüksek de değildir. Türkiye deprem bölgeleri için bir resmî yapı yönetmeliği vardır; depreme dayanan inşaatın prensiplerini bu yönetmelik gösterir. Fakat madenci için bu talimatname iki ciltten tatmin edici değildir: Yönetmelik ön plânda mesken inşaatı için hazırlanmıştır. Halbuki küçük maden işletmelerinde yapılacak binaların ekseriyeti muvakkattir. Yönetmelikte bu tip yapılar için bir şart yoktur. Büyük işletmelerde ise, muayyen özel maksatlar için yapılmış olan, iç açıları fazla, yüksek ve ağır tesisler bulunur; bu binalarda bazen çok hassas olan makine ve aletler barındırılmaktadır. Böyle özel yapılar için de yönetmelikte kaideler yoktur; depreme karşı alınması icap eden tedbirlerin tesbiti proje mühendisi ile ilgili teknik makamlarına bırakılmıştır.

**Küçük İşletmeler:** Bu çerçevede inşa edilen binaların depremlere karşı nasıl korunabileceği, mahallî inşaat tarzlarının etüdünden anlaşılır. Memleketini tehdit eden depremlere karşı, Türk halkı eskidenberi herkesin kesesine uygun olan tedbirler almaktadır. Meselâ İstanbul ve Marmara bölgesinde eski mahallelerde görülen karakteristik ahşap evleri ve Ege bölgesi ile Kuzey Anadolu'da çok yaygın olan ahşap karkaslı ("hımış") evleri, modern tekniğin başka yollarda temin ettiği "monoblok" yapılandırlar. Deprem sallantısına karşı yekpare kütleler olarak çalışmaktadırlar.

Kerestenin kıt olduğu Doğu Anadolu'da, eskidenberi kârgır (Erzurum) ve kerpiş (Van, Malatya v.s.) evlerinin duvarlarına her 60, 70 sm. de birer mütemadi ahşap hatılı konulmaktadır. Hatıllar, binayı bir çember" içine alıp, deprem esnasında duvarların birbirinden ayrılmalarına mâni olurlar. Kerestelerin

çürümemiş ve çivilerin paslanmamış oldukları takdirde, ahşap hatılları ve ahşap karkası küçük işletmelerindeki muvakkat binaları mükemmel koruyabilir. Hele binanın çatısı hafif ve temeli sağlam ise. Bu şekilde, az masrafla depremlere karşı dayanan bir inşaatın yapılması mümkün olur.

Büyük tesisler: Fennî şartlara uygun olarak inşa edilmiş olan "normal" yapıların, Türkiye'de vukua gelmiş ve gelecek olan depremlerden daha hafif olan hareketlere karşı dayanmayıp çöktükleri, 1959 da Messina'da yapılmış olan Deprem Mühendisliği Kongresine arz edilmiş bilgilerden anlaşılmıştır. Türkiye'de normal bir inşaatın depreme kâfi derecede dayanıklı olduğuna ve depremlere karşı özel tedbirlerin alınması lüzumlu olmadığına dair söylentiler yanlış oldukları bu şekilde ispat edilmiştir. Ezcümle, alınması icap eden tedbirler bu prensiplerden ibarettir:

- a) Yapının iç açılarının mümkün olduğu kadar küçük tutulması.
- b) Kat adedi ile yapının yüksekliğinin mümkün olduğu kadar tahdit edilmesi.
- c) Çatıların hafif olması.
- d) Mümkün olduğu kadar hafif inşaat malzemelerinin kullanılması.
- e) Temellerin sağlam olması ve binaların sağlam bir zemin üzerinde kurulması.

Yüksek binaların "oscillation"unun, esas deprem sarsıntısından daha tehlikeli olabileceği yukarıda işaret edilmiştir. Halbuki büyük işletmelerde, silo, lavuar, su kulesi gibi yüksek ve üst kısmı ağır olan binaların yapılması zarurîdir. Böyle yapıların korunması ayrı bir problemdir. Yukarıda Mexico City'den zikredilmiş olan bir hâdise, oscillation'undan dolayı deprem bölgesi dışında ve deprem merkezinden çok uzak olan bir yüksek yapının bile hasara maruz kalabileceğini gösterir. Bu, düşündürücü bir meseledir: Acaba, faal olan Kuzey Anadolu deprem hatından ancak 70-80 km. mesafede, fakat deprem bölgesi dışında bulunan Zonguldak havzasında inşa edilmiş ve edilecek olan yüksek yapılar, deprem oscillation'una karşı korunmalıdır? Ereğli Çelik Tesisleri için aynı problem muteberdir.

Zemin ve temel: Çürük bir zeminin deprem tesirini birkaç misli artırabileceği yukarıda izah edilmiştir. Tesisler için mümkün olduğu kadar mütecanis, sağlam ve yeraltı su seviyesi derin (yani satıhtan uzak) olan

bir zemin seçilmelidir. Böyle bir zemin bulunmadığı takdirde, temellerin takviye edilmesi, icap ederse binanın bir radiye jeneral üzerinde oturtulması gereklidir. Radiyeye dökülecek paranın önemli bir kısmının maktaları küçültülecek giriş ve sütunlardan tasarruf edilebileceği göz önünde tutulmalıdır. Binadan akacak yağmur ve lâğım sularının toprağa girerek zemini çürüteceklerine ve böylece zeminin depreme karşı mukavemetinin azaltacağına göre, bu nevî suların toprağa girmeden inşaat sahası dışına akıtılması gereklidir.

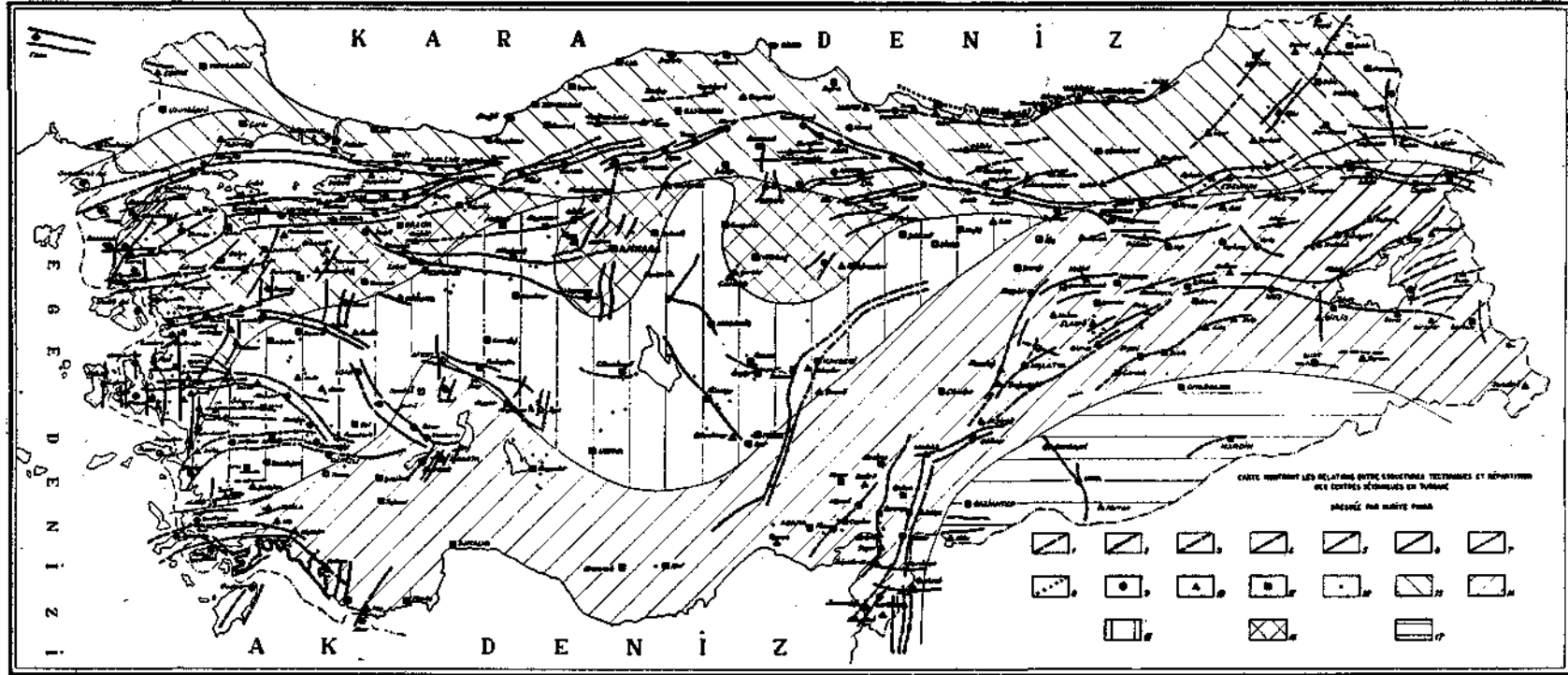
Gevşek malzeme ile örtülü olup meyilli olan sahalarda deprem tesiri altında geniş ve derin kaymalar vukuagelebilir. Kaymaların durdurulmasının ve böylece kayma sahasındaki binaların kurtuluşunun çok güç, bazen imkânsız olduğuna göre, böyle şüpheli yamaçlarda hiç bir inşaatın yapılmaması lüzumludur.

Her türlü inşaatın arazide görülen faylardan mümkün olduğu kadar uzakta bulunması faydalıdır. Eski bir deprem sırasında açılmış olan yarıkların tekrar açılacaklarına göre, bu çeşit eski arızalardan da mümkün olduğu kadar uzak kalmalıdır.

Deprem emsali: Deprem memleketlerinde yapılan statik hesaplarda emniyet faktörü olarak bir "deprem emsali" tatbik edilir. Emsal, birçok depremler esnasında yapılmış olan müşahedelere dayanarak tesbit edilmiştir. Türkiye'de ilk önce tatbik edilmiş olan emsal 0,05 - 0,10 idi. 1948 de toplanmış olan ve Türkiye'de şiddetli depremlerin olmadıklarını kararlaştırmış olan Yapı Kongresinin başka bir kararı gereğince emsal Hükümetçe 0,01 - 0,04 e indirilmiştir. Halbuki, emsal İtalya'da 0,05 - 0,10, Yunanistan'da 0,02 - 0,16, Fransa ve Cezayir'de 0,0262 - 0,1750 (ufki) ve 0,0525 - 0,2188 (şakulî) dir. Yani, Akdeniz havzasının en ağır depremlerinin Türkiye'de vukua geldiklerine rağmen, bütün Akdeniz memleketlerinin en düşük emsali Türkiye'de tatbik edilmektedir. Deprem şiddeti bakımından Türkiye'nin ayarında bulunan Kaliforniya için emsal olarak 0,10 - 0,15 uygun görülmektedir. Takriben 50 - 60 yılda bir defa önemsiz hasar gören Batı Almanya deprem bölgesi için tavsiye edilen emsal bile 0,02 dir. Emsalin tatbiki orada mecburî değildir). Önce Meksiko'da kullanılan ve 0,025 olan emsalın kifayetsiz olduğu son depremler esnasında tesbit edilmiştir.

Türkiye deprem bölgelerinde inşa edilecek ağır tesislerde resmî emsal üstüne çıkıp,

## TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİNİN DAĞILIŞINI GÖSTERİR KROKİ.



## LEJAND

- 1) - 8) Tersiyer ve Kuaterner Devirleri sırasında muhtelif zamanlarda meydana gelmiş olan önemli fay hatları ve tektonik çukurluklar.
- 9) Muhtelif zamanlarda vukua gelmiş tahrip edici depremlere maruz kalmış olan yerler.

- 10) Muhtelif zamanlarda vukua gelmiş, fakat şiddeti tesbit edilemeyen depremlere maruz kalmış olan yerler.
- 11) Sık sık hafif depremlere maruz kalan yerler.
- 13) Kuzey Anadolu Alp Kıvrımları.

- 14) Güney Anadolu Alp Kıvrımları.
- 15) Orta Anadolu Ara Masifleri.
- 16) Orta Anadolu ve Ege Ara Kıvrımları.
- 17) Arabistan Ön Ülkesi.

daha yüksek bir emsalin tatbik edilmesi herhalde faydalı olur.

**İnşaat malzemesi:** Depremlere karşı yapılan mücadelede yapı malzemelerinin evsafi ve cinsi çok önemli bir rol oynamaktadır. Mümkün olduğu hafif malzemenin kullanılması çok faydalı olur. Bu hususta Japonya'da yapılan tecrübelerin birinin neticesini verelim: Orada, çok hafif olan volkanik tüflerin inşaat briket imalâtı için çok elverişli bir ham madde oldukları tesbit edilmiştir. Bilindiği gibi, Türkiye'nin bazı bölgelerinde volkanik tüfler çok yaygındır ve hafif ve ucuz olan bir inşaat malzemesini şiddetlice aramaktayız....

Yapı malzemesinin evsafi düşük olduğundan veya iyi malzemenin yanlış bir şekilde kullanıldığından dolayı, tamamen fuzulî olarak birçok deprem hasarlarının meydana geldikleri, bilhassa 1953 depremi sırasında müşahade edilmiştir. En önemli olan hatalar şunlardır:

a) Taze sönmüş ve hiç dinlenmemiş olan kirecin kullanılması: bu kireç ile yapılmış harç hiç prizi yoktur ve bundan dolayı bu hatalı harçla yapılmış olan binalar yıkılmıştır.

b) İnşaat demirlerinin kirişlere ters konulmasından dolayı binalar çökmüştür.

c) Beton için kullanılan elekten geçirilmemiş çakıllar arasında bulunan tek tük iri taş parçaları kalıp içinde, demirler arasında sıkışıp kalmış ve beton dökülürken bu taşlar altında boşluklar meydana gelmiştir. Bu şişir ve sütunlar kırılmış, bina çökmüştür.

**Tafî olaylar:** Bazı memleketlerde, Oldukça hafif depremler . esnasında bile tabanına iyice bağlanmamış olan transformatörler devrilmiş, yüksek voltajlı hatların "zincirli" fincanlar (izolatörler) direklere çarparak kırılmış ve elektrik şebekeler bozulmuştur.

Su boruları kırılır ve depremler sırasında çıkan yangınların söndürülmesi güçleştirilir (1906 depremi esnasında S. Fransisco depremden değil, depremi müteakip çıkmış ve su yollarının tahrip edilmiş olmasından dolayı söndürülemediği olan yangınların neticesinde harap olmuştur). Boruların kırılması, bilhassa hatların sağlam bir zeminden çürük zemine geçtiği noktalarda olur.

Kazan dairelerini çökmesinden ve sobaların devrilmesinden dolayı depremi müteakip geniş yangınlar çıkmaktadırlar. (1939 da Re-

şadiye kasabası, enkazlar altında bulunan 700 kişi ile birlikte bu şekilde yokedilmiştir). Buna göre:

a) Elektrik tesislerde yukarıda zikredilen arıza ihtimalma karşı tedbir alınması;

b) Önemli olan su ve hava borularının birbirinden çok farklı olan kayaç kütlelerine geçtikleri yerlere "depreme karşı mukavim olan maf safların konulması;

c) Kazan dairelerinde ve lojmanlarda yangın tehlikesine karşı tedbir alınması gereklidir.

### Depremlerin tekrarlanması:

Bir depremin münferit bir hâdise olmayabileceği daima göz önünde tutulmalıdır.

Muayyen bir merkezde vukuagelmiş şiddetli bir depremden sonra, aynı fay hattı üzerinde bulunan merkezlerde muhtelif "yankı depremleri" müşahade edilmektedir. Bu depremler, ilk hareketten daha hafif olup, bazen aylarca devam etmektedirler (1939 Erzincan: 1 yü).

Fakat, yankılardan başka, ilk depremin tesiri altında aynı bölgede başka bir fay hattı ile ilgili olan bir merkez harekete geçebilir. Bu ikinci hareket, birinci depremden daha şiddetli olabilir. Meselâ: 1957 Fethiye depremi akşamı vukuagelmiş olan şiddetli, fakat Fethiye'de ancak az hasar yapmış bir sarsıntı ile başlamıştır. Sabaha doğru, ikinci, daha şiddetli bir hareket olmuş ve kasaba yıkılmıştır, ilk hareketten sonra halk uyanık bir kaymakam tarafından çıkarılmamış olsa idi, çok büyük bir facia olacaktı. İlk depremin merkezinin Fethiye'den oldukça uzak, Anadolu kıyısı ile Rodos arasında, ikinci hareketin merkezi ise kıyıya çok yakın bulunduğu Strasbourg Rasathanesi tarafından tesbit edilmiştir.

Buna göre, yeraltı ve yerüstü maden tesisleri için mesul olan teknik elemanlar tarafından bilhassa şu iki noktanın göz önünde tutulması gereklidir:

1) Şiddetli bir deprem sırasında meydana gelmiş hafif hasarlar, meselâ çatlaklar, yankı depremleri tarafından gittikçe büyütülerek, binanın çökmesine sebep olabilirler. Bundan dolayı, bir deprem esnasında meydana gelen hafif hasarların hemen tamir edilmesi, icap ederse hasar görmüş binalar ve



ocakların takviye edilmesi veya boşaltılması gereklidir.

2) Şiddetli bir deprem, bir deprem serisinin başlangıcı olabilir. Ve ikinci şiddetli bir hareket tarafından takip edilebilir. Uyanık olmalı, bilhassa ateş yerlerine dikkat etmelidir.

Bu makalenin hazırlanmasında şu bilgilerden istifade edilmiştir:

E. İlhan: 1951 Bruxelles'de Milletlerarası Deprem Kongresinde ve 1959 Messine'da İtalyan Deprem Mühendisliği Kongresinde verilen Konferanslar.

N. Pınar: 1951 Bruxelles ve 1954 Roma'da Milletlerarası Deprem Kongrelerinde, 1952 Stuttgart, 1956 Viyana ve 1959 İspanya'da Avrupa Deprem Komisyonunda, 1956 S. Francisco'da Amerikan Deprem Mühendisliği Kongresinde verilen Konferanslar.

N. Pınar: E. İlhan: Türkiye Depremleri İzahlı Katalogu. Bayındırlık Bakanlığı, Yapı ve İ. İ. Reisliği Yayınlarından, Ankara 1952. Bu Katalogda Türkiye depremleri ile ilgili olarak yapılmış olan jeolojik çalışmaların bibliyografyası bulunur.

