

# DEPREMLER VE YAPILAR

Ernst DEISSINGER

**D**eprem araştırmaları istatistiklerine göre, her yıl dünyamızı bir milyondan fazla deprem ile sarsılmaktadır. Yılın ilk altı ayında ortalama iki çok Şiddetli, on Şiddetli, bin kadar da küçük deprem meydana gelmektedir. Bu depremler ancak sismograflarla kaydedilebilen küçük sarsıntılardan farklı olarak mal ve can kaybına yol açtıkları gibi, büyük felaketlere de sebep olurlar.

Çok Őükür ki, depremlerin büyük bir kısmı, iskn edilmeyen veya seyrek yerleŐim merkezlerinde meydana gelir. Ekseri depremler, sadece sismologların lme istasyonlarında kaydolabilecek Őiddettedirler. Deprem, kalabalık yerleŐim merkezlerinde veya büyük Őehirlerde meydana gelirse, sonuç çok daha korkunç olur.

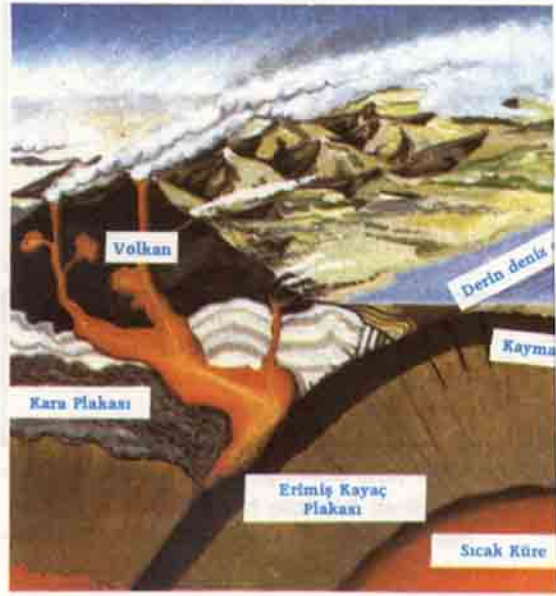
Deprem meydana gelmesine engel olmak mümkün değildir. Bu yüzden insanları depremden korumak için iki yöntem düşünülebilir. Birincisi: Deprem bölgelerinde yerleŐmiŐ olan sakinlerin hemen tahliye olabilmeleri için uygun uyarıları zamanında yapmak. İkincisi: Depremin kötü sonuçlarını nleme parolası olan "Depreme dayanıklı evler".

1975 yılında in'den hem iyi, hem de kötü haberler alındı. Şiddetli bir deprem, Liaoning bölgesini yerle bir etmiŐ; fakat facianın önceden doğru olarak tahmini ile yüzbinlerce insanın hayatı kurtarılmıŐtı. Bu gün insanlığın hemen hemen tümü, deprem felaketinden can kaybına uğramadan en düŐük düzeyde mal kaybı ile kurtulabilir. Çünkü isabetli deprem tahminini mümkün kılın somut olaylar saptanmıŐtır.

Deprem ncesi, bu bölgelerdeki kayalarda yarıklar ve küçük çatlaklar gözlenmiŐ, dünyanın manyetik alan Őiddetinin deęiŐiklięe uğradığı yapılan ölçümlerle tespit edilmiŐ, hava içerisindeki iyonize olmuş elektrik parçacıkları, yüksek rakamlara ulaŐmıŐtır.

Bu belirtilerin hemen hemen en önemlisi, radyoaktif bir gaz olan Radonun, yer kabuğundan olduğa yüksek bir miktarda yayılmasıdır. Etkili diğer bir gösterge ise hayvanların normal olmayan davranıŐlarıdır. Büyüklü küçüklü tüm fareler gpeğndz deliklerini ve inlerini terk ederler, derin balıklarda yaŐayan balıklar küçük gllerin üst yüzeylerinde debelenirler. Çiftlik hayvanları ahırlarda panik içinde bulunurlar ve ahırlarını kırmayı denerler. Bu olaylar depremden tam beŐbuuk saat önce cereyan eder.

Bilimsel verilerin yardımı ile depremi önceden tahmin etmek mümkünse de her zaman güvenilebilecek bir yol



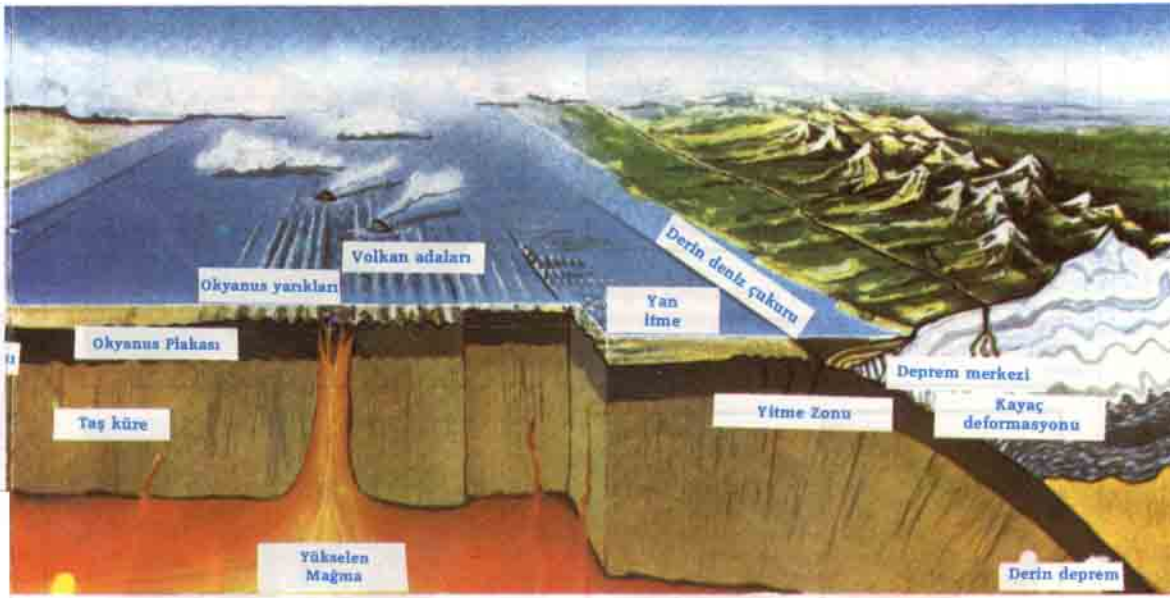
*Okyanus içindeki yarıklardan erimiŐ kayaç kütelleri yukarıya doğru çıkartır. KatlaŐmıŐ kayaçlar bir tarafta doğru basıncı yapacaklardır. Bunlar okyanus kenarlarında kara plakaları ile karŐılaŐtır. onları aşağıya iterler ve yerkürenin derinliklerine daldırırlar. Bu karŐılaŐmada plakalar birbirine bağlanır ve gerilirler, kırılma olduğunda, enerji açığa çıkar ve yer sarsıntısı meydana gelir.*

değildir.

Bu gerçek, Liaoning depreminden hemen hemen bir yıl sonra anlaŐılmıŐtır. 27 Temmuz 1976 tarihinde in'in bir endüstri Şehri olan Tangshan, müthiŐ bir deprem ile yok oldu. Beklenmeyen felaket anısızın gelmiŐ ve yüzbinlerce insan ken evlerin yıkıntılarında kalmıŐtı. Depremden sonra yapılan değerlendirmelere göre, bu felakette 650.000-750.000 insan hayatlarını kaybetmiŐtir. O günden sonra, depremler karŐısında önceden tahmin ve uyarının yeterli bir önlem olmadığı iyice ortaya çıkmıŐtır.



*Milyarlarca yıldan beri hareket eden kayaç plakaları ile dünyamızın kırılған kabuğu. Plakaların birbiri üzerine itildikleri veya çarpıŐtıkları alanlarda sarsıntı meydana gelir.*



Deprem konusunda çalışmak üzere bir araya gelen bilim adamları sadece depreme dayanıklı yüksek binalar, köprüler, barajlar ve nükleer santraller inşa etmek değil; daha çok, bu gün için üçüncü dünya ülkelerinin talebi olan, deprem felaketinden korunulabilmenin basit yöntemleri üzerinde çalışmalar yaptılar.

Bilim adamları, ilk önce inşaat malzemelerine dikkati çektiler. Küçük bir yer sarsıntısı esnasında, çabuk kırılan gevrek malzemeden yapılmış duvarlar hemen çatlar ve bunların üzerine gelen ağır çatılar içeride oturanların başlarına yıkılır. Dolayısıyla, deprem tehlikesine karşı alınacak en basit önlem, yapı malzemelerinin uygun seçimidir. Bunun için tuğla çamuruna saman veya çalı çırpı karıştırılır, böylece duvarların içerisinde güçlü bir örgü meydana getirilir ve dayanıklılığı sağlanır. Aslında, en iyi öneri; taş veya tuğla ile yapılan kagir yapıya daha fazla sağlamlık verebilmek için, küçük kapı ve pencere ile hafif bir tavan kullanılmasıdır. Uzmanlara göre, pişmiş tuğladan çok pişmemiş tuğladan inşa edilen yapılar daha dayanıklıdır. Eğer inşaat çok fazla gevrek malzemeden yapılmış ise esneme durumu göstermez.

Mühendislere göre, yapının duvarları, bir paketin iple bağlandığı gibi çelik veya demir kafeslerle bağlanmamış ise deprem sırasında duvarlar birbirinden ayrılarak yıkılır.

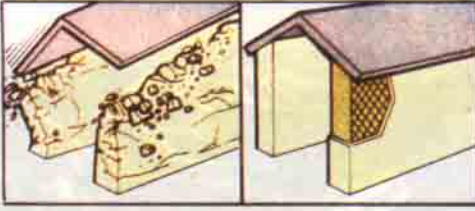
Herşeyden önce bir kat, değerlendirme skalası üzerinde kullanılan malzeme bakımından depreme dayanıklı olmalıdır; yani çelik betonarme olmalıdır. Ancak, her zaman bu böyle değildir. Halen 20. yüzyılda, deprem bölgesi olan Kaliforniya'da, çelik-betonarme binaların 13 kattan fazla olmalarına izin verilmemiş, 48 m. yükseklikte sınırlandırılmıştır. Fakat uzmanlara göre, daha iyi bir yapı tekniği ve malzemenin sağlamlığı, bu sınırlamayı gereksiz kılar. Dünyanın, çelik



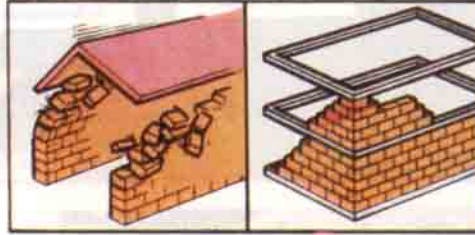
*İki muazzam kayaç plakasının birbiri üzerine itildikleri Kaliforniya depreminin merkezi: 1971 yılında Newhall-Palmadale otoyol köprüsünün pek çok kısımları tahrip olmuştur. Makaralar üzerine oturtulmuş demiryolu köprüsünün yetersiz güvenlikteki destek direkleri yıkılmıştır.*

betonarme olarak yapılmış, depreme dayanıklı en yüksek binası ise 32 kattır.

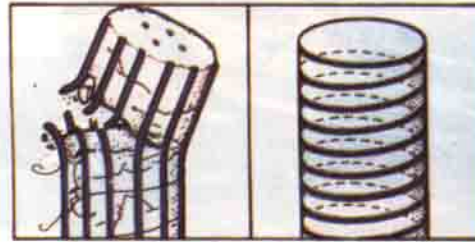
İdeal olarak esas maddenin çelik olduğunu söyleyebiliriz. Çeliğin sadece sağlam olması değil, aynı zamanda meydana gelen enerjiyi de nötürleştirme kudretinde olması gerekir. 1906 yılında San Fransisko'nun tamamen tahrip olmasından sonra, harabeler arasında sadece çelik betonarme binaların yükseldiği görülmüş ve şehri yeni baştan inşa etme işine "Steel Stood" kampanyası ile başlanmıştır. Zengin bir ülke olan



**En fazla tehlike: Çamur ve pişmemiş tuğla-  
lı evler, kırılğan yapı malzemesinin iyileştirilmesi  
için içine saman veya çalı çırpi konabilir.**



**Fazla tehlike: Pişmiş tuğla yapılar, Çelikte  
bağlı veya çubuklu duvarlar. Bu yapılar paket  
gibi bağlıdır.**



**Depreme karşı dayanıklı binalar: Çelik be-  
ton. Endoğru konstrüksiyon. Sağlam bir çelik  
korse gibi, içersine beton atılarak sımsıkı  
bağlanır.**



Amerika'da bu tip yapılar yapılabilmiş, ancak Üçüncü Dünya'nın yoksul ülkeleri için bu tip inşaatlar çok pahalı olmuştur.

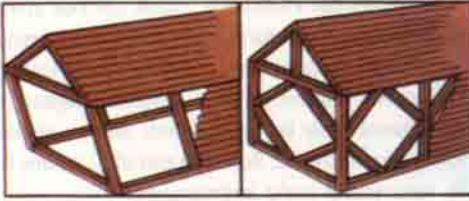
Mühendisler depreme karşı dayanıklı evler ile birkaç yıldan beri değil, eskiden beri uğraşmaktadır. 1920'li yılların başlarında Amerikalı mimar Frank Lloyd Wright, Tokyo'da Imperial Oteli'ni tasarlarken, olabilecek depremlere karşı dayanıklılığını da düşünmüş, pek çok arkadaşının gülmesine rağmen bu konuda gereken her şeyi dikkate almıştı.

Söz konusu otel, sadece üç kat ile bodrum katında oluşan basık bir yapıdır. Dış duvarları çelik örgülü beton çekirdekten olup, içte ve dışta tuğla duvarlarla takviye edilmiştir. Wright, oteli 150 m. uzunluğundaki yan kısmını dairesel parçalarla bir araya getirmiştir. Ancak bunların uzunluğu 18

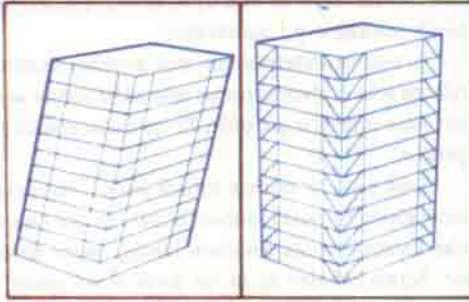
m. den fazla değildir. Ayırma yerleri tabakalar şeklindedir ki, bunlar yapı hattı üzerinde birbirine karşı gelirler.

Otel yumuşak bir zemin üzerinde inşa edilmiştir. Wright'ın fikri; aşağıya doğru genişleyen duvarlar üzerinde yapıyı inşa etmek ve alt kısmını da beton bir plaka ile kapatmaktır. Bu şekilde otel, aynen bir gemi gibi yumuşak zemin üzerinde yüzecek ve deprem sarsıntılarını kolaylıkla geçirecektir. Duvarların alt kısımları ise pek çok sıralar halinde kısa beton direklerle bağlanmıştır.

Deprem bölgelerindeki binalardan ayrıca güvenlik önlemlerinin alınması gerekir. Bu binaların su, gaz ve elektrik tesisatları da özel olmalıdır. Küçük tahribatlarda olsun, büyük felaketlerde olsun gaz kaçağı, elektrik kontakları, su şe-



**Emniyetle oturulacak ev: Tahta ev. En ucuz, depreme dayanıklı yapı malzemesi. Bu tipte iyi desteklenip payanda vurulması önemlidir.**



**Gökdelenlerde emniyet: Çelik iskelet. Çelik en iyi ve en pahalı, depreme karşı güvenli bir inşaatır. Diagonal olarak yönlendirilmesi binaya tam bir sağlamlık verir.**



bekelerinin arızalanması sık görülen olaylardır. Wright inşaatında bunları da göz önüne almıştı.

İnanılmaz bir rastlantı sonucu, 1923 Eylül'ünde tam otel İmperyal'ın açılışının yapıldığı gün saat 11.58'de ortalık birbirine girdi. 200 şeref konuğunun toplandığı otel, bir transatlantik gibi sallanmağa başladı. Tokyo şehrinde 8.3 şiddetinde bir deprem olmuştu. 5.000 bina bir saniyede yerle bir olmuş ve kısa bir süre sonra şehir alevlerle sarılmıştı.

Deprem sonucunda 140.000 kişi de yaşamlarını yitirmişti. O sırada Amerika'da bulunan Wright ise İmperyal Otel'e ne olduğunu merak ediyodu. Amerikalı mimarın beklediği cevap ancak iki hafta sonra geldi. Yapının sahibi Japon Ki-hachio Okura, Wright'a gönderdiği telgrafta aynen şöyle di-yordu: "Otel, sizin dehanız sayesinde bir abide gibi, hiçbir hasara uğramamış olarak ayakta durmaktadır. En iyi dilekle-riMLE."

Wright'ın oteli depreme dayanıklı inşaatın nasıl yapıla-cağı konusunda iyi bir ömektir. Japon İçişleri Bakanı Shimpei Goto, araştırmacılar ve mühendislerle birlikte, iki-üç defa zarar görmüş Tokyo'yu deprem kenti olarak planlayıp, yeni-den inşa etmeyi azmetti. Evler mümkün olduğu kadar tamir edilerek, sadece çatlıyarak ayakta kalabilecek malzeme ile yeni binalar inşa edildi. Şehrin yeniden kurulması için geçen süre rekor düzeyindeydi.

O zaman yıl 1923'tü, aradan 62 yıl geçti ve bu konuda

birçok plan gelişti. Fakat üçüncü dünyanın bazı deprem böl-gelerinde beklenen gelişmeler olmadı. Depremler bu bölge-lerde, hâlâ kentleri ve kasabaları ufak bir sarsıntı ile ölüme sürüklemektedir.

1902 yılında İtalyan Giuseppe Mercalli 12 şiddetindeki depremi ölçebileceği bir skala geliştirdi. Mercalli skalasından örnek verirek: 1 şiddetindeki deprem sadece ölçülebilecek şiddettedir. 4 şiddetinde, halk depremi hisseder, çanak çömlek ve pencereler kırılır. 7 şiddetinde, baca ve duvarlarda yırtıl-malar meydana gelir. 10 şiddetinde, birçok binalar yıkılır ve toprakta yarıklar oluşur. 12 şiddetinde ise birçok yapı yıkı-lır, yerkabuğunda kuvvetli değişiklikler olur.

Deprem tahribat derecesini, tetkik ederek böyle bir skala ile ortaya koymak tümüyle akla yakındır. Otuzlu yılların başlarında Charles F. Richter adındaki genç fizikçi, bu skaladan yararlanarak, en hafifinden en şiddetisine kadar dep-remlerde zarar, ziyan ve can kaybını saptadı. Bu tabii ki; depremin şiddetine, vuku bulunduğu zeminin sağlamlığına ve en önemlisi, inşaatın kalitesine bağlıdır.

Richter'in fikri şudur: Ölçülebilen şiddetli bir deprem-de, deprem dalgaları deprem süresince bir enerji açığa çı-kartır. Bu esnada deprem ölçme aletindeki vuruşlar; şiddetli olanlarda, yavaş olanlara oranla on milyon kere fazladır. Bazı değerler ise çok yüksek olduğundan Richter'in ölçüsünü bozuyordu. Skala depremin on misli fazla vuruşu gösterile-

cek şekilde denendi.

Richter, araştırmacı arkadaşları ile beraber skalasını daha fazla geliştirmek için çalışmalarında, deprem şiddetindeki gayri tabiiikleri göz önüne alarak onları yukarıya doğru sınırlamadı. Gösterge 4 şiddetinden 8 şiddetine geldiğinde tahribat potansiyelinin iki misli artacağı sonucu çıkmaz; bu yükselme, depremin yayılması halinde onbir defa fazla olabilir, açığa çıkan enerji milyon defa daha yükselir. Yeryüzünde ölçülen en yüksek deprem, 8,9 şiddetinde olmuştur.

Tamamen kabul edilmiş bir gerçeğe göre, yeryüzünde birkaç kilometre kalınlıkta bir yanılma milyarlarca yılda olmaktadır. Tüm yeryüzünün hareketinin değişmesine neden olan şey, yeraltı sıcaklığıdır.

Yeryuvarlağının derinliklerinde, yüksek sıcaklıktaki akıcı kayaa eriği, okyanus dibi yarıklarından (çatlaklardan) yukarıya çıkarak yeni plakalar (levhalar) oluşturur. Bu plakalar birbirinden fark edilmeyecek kadar, örneğin bir yılda bir santim kadar yavaş hareket ederek ayrılır.

Levhaların karşılaşarak cepheden çarpışması dramatik bir olaydır. Gözümüzün önüne řu örneği getirelim: Alpler, büyük Afrika plakasının deniz tabanından Adriyatik Denizi'nde kuzey yönünde İtalya plakasına bindirmiş, kara halinde Avrupa kütleşi bu çarpma esnasında gevrek olan yerlerde kırılmış ve katlanmış, böylece Alp sıradağları oluşmuştur.

Bu plakaların birbirleri üzerine bindirmelerine ise okyanus boyunca örnek verebiliriz. Okyanus plakası, kara plakasının altına dalar ve birlikte tekrar yeryuvarının derinliklerine doğru batarlar. Plakaların birbirlerine çarptıkları yüzey boyunca hafif zedelenmeler olur ve milyonlarca tonluk bir basınç meydana gelir. Kayaa da bu şekilde büyük bir basınç ve enerji ile sıkışır ve depolanır.

Kayaçların ağırlık basıncı giderek artar ve ikinci derecede etkili bir enerji açığa çıkmasına sebep olur. 1000 km. uzunlukta, 100 km. genişlikte ve 100 km. derinlikteki bir levhada, gerilme ve patlama sonunda 10 milyar m<sup>3</sup> kayaa açığa çıkar.

Benzer şekilde ölçülerle, açığa çıkan ve kaybolan enerji ile birlikte kozmik ışın miktarı da hesaplanabilir. 8 şiddetindeki bir depremde açığa çıkan enerji 20 milyon T.N.T.'ye eşdeğerdir. Hiroşima'ya atılan bombanın infilakı ile bunun binde biri kadar bir değer ortaya çıkar (yaklaşık 15 000-20 000 ton T.N.T.).

Böyle bir enerji miktarının yeryüzünde metreler boyunca etkili olacağı düşünülebilir. Fakat böyle olmaz. Yerin derinliklerinde ölçülebilen değerlere göre, plakalar 4-5 m. yer değiştirdiğinde, bunun yeryüzüne yansıması en çok 10-50 cm. kadardır.

Deprem araştırmacıları sonuçta şunu belirtirler: Bir binanın depremden etkilenmesi, halinin üzerinde ayakta duran bir kimsenin, sallanarak oraya buraya devrilmesine benzer yaklaşımla araştırılmalıydı. Deneme yapılan kişinin ayak-kabılı halı yüzeyine tamamen yapıştırılıp bağlansa, zeminin sallanma hızını bulmak zorlaşırdı. Bu aynı şekilde bina için de söz konusudur. Burada da esas olan, gerilme kuvveti ile menteşelerin kırılıp kırılmamasıdır.

Deprem araştırmacıları, bu düşünceден hareketle, tekerlekli bir evi bile düşündüler. Böyle bir tekerlekli ev serbestçe hareket edebilecek; fakat bu çok pahalıya mal olacaktı. Ayrıca, böyle bir ev olsaydı, zeminin çökmesi halinde büyük tehlikelere yol açabilecekti.

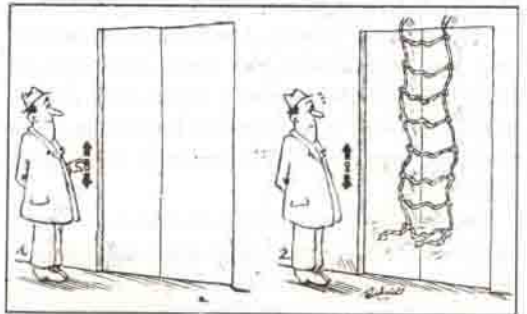
Bu prensibi ikametgahlardan artık çevirelim; deprem köprülerine gelelim. Ayaklar zemine tekerlekler üzerine veya kayan yolun üzerine tespit edilir. Yer sarsıntısı ayakları sallar, gevşetir.

şimdi başka bir ekstrem duruma gelelim: Her sarsıntıda kendi güçleri ile ayakta kalabilen binalar, Bu çok paraya mal olan konstrüksiyonda duvarların kalınlığı metre olarak alınır. Burada birbirleri ile sık sık duran beton ayaklar atılır ki, bu da çok pahalıya mal olur.

Deprem bölgelerindeki evleri inceden inceye inceleyerek, bunların hem elastik ve him de sağlam olması gereğinde birleşen araştırmacılar, kırılma zonunu buldular. Konstrüksiyonlarda "Emniyet kanalı" inşa ettiler ve böylece depremden meydana gelen enerjinin çekilip yutulmasını sağladılar.

Bu "Emniyet Kanalı" nasıl çekilir? Örneğin çelik inşaat köşegendir. Burada sorun, destek olan malzemenin çok ağır olması halinde, yer sarsıntısında bina daha sert olduğundan dalgalar daha kuvvetlenecektir. Eğer hafif ise bu takdirde kırılır ve ağırlık binanın üzerine çöker. Arzulanan sonuç, istikrarı bulmak, deprem şiddetini çekip, mümkün olduğu kadar uzaklarda nötr hale getirmektir

**P.M'den çev: Dr. Akın TANER**



**Büyük yanlığlar da, tıpkı halatlar gibi, küçük yanlığların örgülerinden oluşurlar.**

**V. HUGO**