

# ASYA'DA DEPREM MÜHENDİSLİĞİ

Jai KRISHNA ve Brijesh CHANDRA

Deprem problemi ile birçok ülke karşı karşıyadır. Doğanın bu kontrolü en güç öfkesinin sebep olduğu hasarları azaltmakta zorunluktur. Dünya üzerinde birçok deprem bölgeleri olmakla beraber bunların en tehlikeli-lerinden birkaçı Asya Kıtası üzerinde bulunmaktadır. Bu yüzyılın en şiddetli depremlerinden aşağıda belirtilmiş olanları Asya'da vukua gelmiştir.

Japonya 1923 (143.000 ölü); Çin 1920 (180.000 ölü), 1932 (70.000 ölü); Hindistan 1905 (19.000 ölü), 1934 (11.000 ölü), 1935 (30.000 ölü), 1950 (1.500 ölü) ve 1967 (300 ölü); İran 1957 (2.500 ölü), 1962 (10.000 ölü) ve 1968 (10.000 ölü); Türkiye 1908 (75.000 ölü), 1939 (230.000 ölü), 1970 (1.100 ölü).

Ayrıca, sarsıntılara maruz kalan başka bölgeler de vardır. Meselâ Taşkent, problemler doğuran birçok küçük depremlerle karşı karşıya kalmıştır.

Yukarıda sözü edilen depremlerin büyük kısmı yakın zamanda olmuştur. Halbuki Çin 1556 yılında belki de dünyanın en kuvvetli depremine sahne olmuş ve 830.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Hindistan ise 1897 yılında açığa çıkan enerji miktarı bakımından dünyanın en şiddetli depremine tanık olmuştur.

Bu korkunç can kaybının ötesinde, uğranılan maddî hasar da çok ağırdır. Yüksek can kaybı rakamları da bunu doğrulamaya yeterlidir. Bütün bu aşırı kayıplar birçok ülkedeki bilgin ve mühendisleri deprem afeti üzerinde ciddi olarak düşünmeye ve afet hasarlarını azaltma yollarını aramaya sevk etmiştir.

## Problemin Genel Tanımı

Deprem, zeminlere rastgele bir titreşim hareketi vermekte ve bunun sonucu olarak zemin üzerindeki yapılar sarsılmaktadır. Genel olarak, bu sarsıntılar sırasında yapıt her yönde etkileye-bilen bir takım kuvvetlere maruz kalmakta ve bu kuvvetler düşünülerek tedbir alınmamış olduğu



ŞEKİL : 1

Japonya'da 1948 Fukui depremi sırasında bir beton-arme binanın çöküşü.



ŞEKİL : 2

Japonya'da 1964 Niigata depreminde zeminin akması sonucu yana yatmış binalar.

zaman da yapıt hasar görmektedir. Bu hasarın miktarı yapıtın ve kullanılan malzemenin tipine, yapıtın kalitesine, hareketin şiddet ve süresine ve yapıtın üzerinde bulunduğu zeminin konumuna bağlıdır. Hasar miktarı bu kadar çok

faktöre bağı olduğu için belli bir bölgede meydana gelebilecek hasarlar hakkında kesin tahminler yürütmek kolay değildir.

Depremler sırasında genel olarak müşahade edilmiş bazı tipik hasarlar, kendilerini yaratan sebeplere göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler :

1. Yapıtta kullanılan malzemenin çekme mukavemetinin zayıf olması,
2. Yapıtın, yatay kuvvetlere karşı kâfi derecede dayanıklı olmayışı,
3. Yapıtın burulmaya karşı kâfi derecede dayanıklı olmayışı,
4. Temellerin üzerine oturduğu zeminde aşırı tasmanların (zemin çökmelerinin) husule gelmesi,
5. Yapıtın aşırı deformasyonlara uğraması.

Depremden hasar görmüş yapıtlarda izlenebilen alışılmış tipteki çatlaklar daha çok duvarlardaki açıklıklar civarında meydana gelmektedir. Bu çatlaklar aşırı bir gerilimin tesiriyle yatay olarak başlayıp, yine yatay olarak yahut da eğri bir şekilde devam ederler. Yapıtta kullanılan malzeme basınca olduğu kadar çekmeye de direnç gösterebiliyorsa, yapıt büyük yatay kuvvetlere, hasara uğramadan karşı koyabilir. Malzeme bu şartı sağlamadığı takdirde söz konusu kısımların, çekmeye karşı koyabilmeleri için çelik donatı ile takviye edilmeleri gerekir. Bu durumda, yapının enerji yutabilme kapasitesi de çeliğin duktilitesi (başka şekle dönüştürülebilme niteliği) sayesinde büyük çapta artmaktadır ki bu da yapıtın yatay kuvvetlere karşı direncini yükseltmektedir. Bunun sonucu olarak yapıtın depreme dayanıklılığı da artmış olmaktadır.

Bir yapıtta elemanların rijitlik merkezi ile kütlelerin ağırlık merkezi çakışmıyorsa burulma husule gelir. Bir bina projelendirilirken burulma yaratabilecek girişimlerden mümkün mertebe kaçınılmalıdır. Eğer kaçınmak mümkün olmazsa burulmadan doğacak fazladan gerilmelere karşı tedbir almak gerekir.

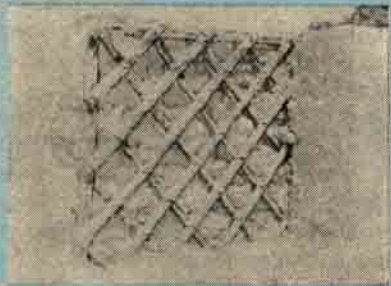
Temel altındaki zeminin gevşemesi, yahut çok yumuşaması sonucu meydana gelen aşırı temel tasmanları (temel çökmeleri) yahut da binanın çeşitli kısımları altında meydana gelebilecek farklı çökmeler Şekil 1, 2 ve 3'de görüldüğü gibi büyük hasarlara sebep olmaktadır. Şekil 1 Japonya'da Fukui'de 1948 yılındaki depremde büyük bir mağazanın düştüğü durumu göstermektedir. Şekil 2 ve 3'de zeminin akması (zeminin çok yumuşaması anlamında) sonucu 1964 Niigata (Japonya) depreminde binaların yan yatışını ve devrilmesini sergilemektedir. Zeminin



**ŞEKİL : 3**  
Japonya'da 1964 Niigata depreminde devrilmiş olan bir bina.



**ŞEKİL : 4**  
Hindistan'daki 1967 Koyna depreminde çatı makası taşıyan bir konstrüksiyonun rijit bağlantı yerinden koparak çökmesi.

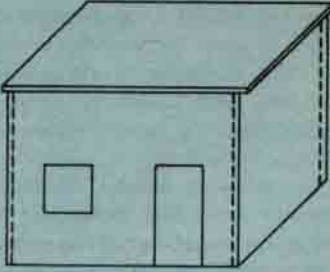


**ŞEKİL : 5**  
Teçhizat olarak bambu kafes ihtiva eden balçıktan bir duvar.

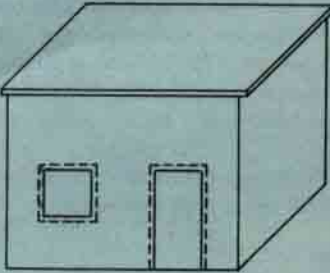


**ŞEKİL : 6**  
Hindistan'da ahşap iskeletli bir dağ evi.

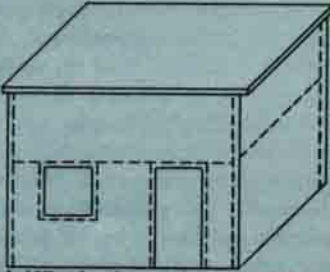
**ŞEKİL : 8** Muhtelif yerlerinde çelik donatılarla takviye edilmiş bir yığma yapıt.



**a) Köşelere takviye**



**b) Duvarlardaki açıklıklar civarında takviye**



**c) Köşelerde ve duvarlardaki açıklıklar civarında takviye. Ayrıca binayı çevreleyen bir sürekli hatıl da kullanılmıştır.**

deprem öncesindeki sıkışma oranı belli bir değerin altındaysa deprem titreşimlerinin tesiri altında zemin akmaya başlamaktadır. Bu durumda yapıt âdeta zemin içine gömülmeğe ve meydana gelen gerilmelere de çok rijit bir yapıya sahip değİLse, dayanamamaktadır.

Deprem sırasında hasar yaratan bir diğEr faktör de yapıttaki aşırı deformasyonlardır. Bir yapıt kâfi derecede dirence sahip olsa bile, eğer narinliği fazla ise (yükseklığının diğEr boyutlara göre çok fazla olması anlamında) o derece deforme olabilir ki yer çekimi etkisi ile oluşan kuvvet çifti yapıttın hasara uğramasına yol açar.



**ŞEKİL : 7**  
**Depreme dayanıklı bir su deposu.**



**ŞEKİL : 9**  
**Hindistan'da 1934 Bihar depremi sırasında bir demiryolu köprüsünün çöküşü.**

Şekil 4, taşıyıcı duvarı yıkılmış olan bir yapıtta meydana gelen çökmeyi göstermektedir (Hindistan'da Koyna'daki 1967 depremi).

Binaların yapımı, yahut da bina projelerinin yapımı sırasında önemle dikkate alınması gereken diğEr bir faktör de binayı meydana getiren elemanlar arasındaki bağlantıdır. Kötü bağlantı sonucu bir yapıttın çökmesi tabiidir. Türkiye'deki 1966 Varto depreminde çökmüş olan bir betonarme yapıt bu duruma örnek teşkil etmektedir.

### **Teklif Edilen Çözümler**

Her tip yapıttı, depreme olan direncini artırıcı yönde takviye etmek mümkündür. Yapılmış olan geniş teorik ve deneysel çalışmalar yapıttarı daha dirençli hale getirme konusunda bazı tavsiyeleri oluşturmaktadır.

Balçıkta yapılmış köy evlerinde, Şekil 5'de gösterildiği gibi bu evlerin duvarları içine teçhizat vazifesi görmek üzere konacak bir

bambu kafes yapının direncini önemli ölçüde arttırabilmektedir. Ayrıca, duvarlara nemin nüfuz etmesini engellemek ve dolayısıyla duvarın zayıflamasını önlemek gayesi ile duvarla zeminin birleştiği yere katrana bulanmış tuğlaların kullanıldığı bir tuğla dizisi döşenebilir. Duvarlar da su geçirmez alçı ile sıvanabilir.

Şekil 6'da ahşap iskeletli bir dağ evi görülmektedir. İskelet aralıkları dolgu malzemesi ile doldurulmuştur. İyi kalitede kuru kereste temin edilebildiği takdirde bu tip binaların da yapımı teşvik edilmelidir. Yeterli ölçüde kuru kereste sağlanamıyorsa kuru kereste yerine ilkel gerilmeli betondan yapılmış elemanlar kullanmak daha da ucuz olmaktadır. Bu elemanlar çok ekonomik olup duvar örgüsü ile aralarında iyi bir uyum sağlanabilmektedir.

Tuğla yapıtlarda (bunlarla yığma yapıtlar kastedilmektedir) 1/6 dozajlı çimento - kum harcından daha zayıf harçlar kullanılmamalıdır. Bu yapıtların duvarları Şekil 8a ve 8b'de gösterilen tarzda köşelere ve duvarlardaki açıklıkların kenarlarına konan çelik teçhizatlarla takviye edilebilir. Mühim yapıtlarda, bu takviyelere ilâveten Şekil 8c'de görüldüğü gibi binayı çevreleyen bir sürekli hatıl da kullanılmalıdır. Bu takviye şekilleri, orta derecede depremlerin olabileceği bölgelerde binadaki kat sayısı 3'ü geçmemek şartıyla binada büyük hasarların doğabileceği endişesini ortadan kaldırmaktadır.

Deprem bölgelerinde, temellerin oturacağı zeminlerde aşırı tasmanlar (zemin çökmeleri) bekleniyorsa, bu tip zeminlerin lâyıkı ile işlenmesine önem verilmeli ve bu zeminlerde uygulanacak temel sistemleri titizlikle seçilmelidir. Böyle durumlarda temel zemini iyi bir şekilde sıkıştırılmalı, yahut da temel sistemi olarak radye jeneral veya kazık sistemine gidilmelidir.

## Su Depoları

Su depoları deprem açısından çok önemli yapıtlardır. Su depolarının diyagonal (köşegen) bağlantılarla takviyesi yapıttaki deprem enerjisinin yutulabilmesini sağlama bakımından çok etkili olmaktadır. Deprem bölgelerinde bütün yüksek su depolarında bu tedbir uygulanmalıdır. Şekil 7, Hindistan'da depreme göre projelendirilmiş bir su deposunu göstermektedir.

## Köprüler

Geçmiş depremlerin tecrübeleri köprülerin depremlerde büyük hasarlara maruz kalabileceklerini ispatlamaktadır. Hindistan'da 1934 Bihar depreminde bir demiryolu köprüsünün ana taşı-

yıcıları Şekil 9'da görüldüğü gibi orta mesnetlerinden dışarıya fırlamışlardır. Aynı depremde bir başka köprü de akarsuyun akış istikametindeki mesnetlerin farklı tasman (çökme) yapması sonucu burulmaya uğramıştır. Diğer bir misal de Japonya'da 1964 Niigata depreminde yıkılan "Showa Köprüsü"dür. Bu köprünün orta ayakları çok fleksibl (esnek) olup yüksek bir titreşim düzeyine ulaşarak köprünün taşıyıcı sisteminin çökmesine sebep olmuşlardır.

Bir köprü, rijitlikleri ve dinamik özellikleri farklı olan elemanlar ihtiva eder. Dolayısıyla bu elemanların her birinin mukabele tarzı da değişik olmaktadır. Bu hususun proje yapımında dikkate alınması gerekir. Üst yapıyı uygun bir biçimde küçültecek ve azaltacak düzenlemelere gidilmelidir. Böylelikle mesnetlerin aşırı hareketlerinin yaratacağı tehlikelerden sakınılmış olur. İki mesnedi verecek sınırlı bir hareketlilik deprem kuvvetinin orta ayaklara eşit miktarlarda dağılmasını sağlama bakımından faydalı kabul edilmektedir.

Temel derinliklerinin tayininde yatay kuvvetler eksiksiz olarak göz önüne alınmalıdır.

## Bilimsel Veriler

Deprem bölgelerinde proje yapmakla görevli mühendislerin kullanması gereken sismik katsayıları tesbit için şimdiki kadar, geçmişteki verileri esas alan bir metod uygulanmıştır. Bu veriler de genellikle kalitatiftir. Yine bu veriler birçok bölgeler için hatalı olmakta ve hattâ deprem kuvvetlerinin nitelik bakımından tahmininde dahi yanlışlara yol açmaktadırlar. Zemin hareketi hakkında bilimsel ipuçları elde etmenin tek yolu akselerograflar gibi şiddetli hareketleri kaydeden âletlerden meydana gelen bir şebeke kurmaktır. Japonya'da bu âletlerle teçhiz edilmiş çok sayıda istasyon vardır. Hindistan'da da deprem problemi üzerine önemle eğilinmesi gereğine inanılmakta ve mühim projelerin gerçekleştirileceği yörelere bazı akselerograflar yerleştirilmiş bulunmaktadır. Bu âletlerden çıkacak kayıtlar bu bölgelerde inşa edilecek yapıtların projelerinin etüdünde kullanılmak üzere çok yararlı veriler sağlayacaklardır.

Yapıtların sarsıntılara karşı mukabelelerini incelemek gayesi ile birçok ülkelerin deprem bölgelerinde mukabele kaydeden âletler de yerleştirilmektedir.

## Dinamik Davranışın İncelenmesi

Deprem, zeminde ve onun üzerindeki yapıtta titreşim hareketlerine sebep olmaktadır. Bunun

sonucu olarak yapıt detorme olmakta ve yapıtın her bir noktasına bir deplâsman, bir hız ve bir ivme tekabül etmektedir. Yapıtın bu mukabelesi, zemin hareketinin ve yapıta ait bazı değerlerin bir fonksiyonudur. Bu değerler, yapıtın doğal periyodu ve sönüm değeridir. Bu iki değer bilindiği takdirde yapıtın tüm zemin hareketlerine karşı göstereceği mukabeleyi tayin etmek mümkündür. Bize zemin hareketleri hakkında veriler sağlayan akselerografları kullanarak ve yapıtın göstereceği mukabelelerin dinamik analizini yaparak onun maruz kalacağı kuvvetleri daha sıhhatli bir şekilde elde edebiliriz. Statik hesap şekli ise her türlü yapıt için üniform bir deprem katsayısı öngörmekte ve dinamik özellikleri dikkate almamaktadır. Yapıtın hakikî davranışını ortaya koyabilmek için ise dinamik özellikleri göz önüne almak şarttır. Burada şunu da belirtmek gerekir : Üniform deprem katsayısının kullanılması fleksibl yüksek yapıtlara gerçekkinden daha az bir sağlamlık değeri biçmek, daha rijit yapıtlara ise gerçeklerinin üzerinde bir sağlamlık değeri biçmek gibi bir yanlışlığa da sebep olmaktadır. Onun için de detaylı bir dinamik analiz, deprem durumu düşünülerek

yapılacak bir projenin bilimsel olarak çözümü için başvurulacak en doğru yoldur.

### Sonuçlar

Bütün dünyanın süratle sanayileştiği dikkate alınırca, deprem bölgelerinde inşa edilecek yapıtlara bakış tarzımızın değişmesi gereği de kendiliğinden ortaya çıkar. Gelecekte mühim projelerin gerçekleştirilmesi ihtimali olan yörelerde akselerograflar gibi âletler yerleştirilmeli ve yapıt mukabelesini kaydeden âletlerden kurulu istasyonlar teşkil edilmelidir. Asya'da, bu konuda uygulanması gereken teknikler artık Japonya ve Hindistan'da bilinmektedir. Bu iki ülke, depremle karşı karşıya olan diğer ülkelere faydalı yardımlarda bulunabilirler.

Bu makalede değişik yapıt türleri için incelenmiş takviye tedbirleri, umursanmıyacak derecede az bir maliyet artışına katlanarak uygulanabilir. Böyle bir maliyet artışı da deprem durumunda fazladan sağlanan emniyet ile mukayese dahi edilemeyeceğinden, göze alınmaya değer.

*BUILT INTERNATIONAL  
(EDITION FRANÇAISE) den  
Çeviren : Kâmil KORKUT*

### Havacılıkta Devrim :

# YARININ YOLCU UÇAĞI CONCORDE

Manfred LEIHSE

**S**T 1001 uçuş numarasıyla Dakar'a yapılacak bu uçuşun hiç bir tarifede yeri yoktu. Bu yolculuğa katılacaklar özel davetiyelerle çağrılmış kimselerdi, onları daveteden bizzat Concorde Cenaplarıydı.

İlk defa olarak İngiliz - Fransız ses üstü yolcu uçağı test seferlerinin dışında düzenli bir uçuşa hazırlanıyordu, bu uçuşta bütün nitelik ve yetenekleri ciddi bir sınav geçireceklerdi.

Gene ilk defa olarak bu uçuş için uçağı test pilotlarının elinden alarak, kaptan pilotların emrine vermişlerdi.

Kabinede motorların çalışmasından bir şey işitilmiyordu, yalnız uzaklardan gelen kuru bir uğultu, fakat dışarıya bakıldığında zaman onun o müthiş gürültüsünün hava meydanında bekleyenler üzerinde ne gibi bir etki yaptığını görmek pek zor bir şey değildi. Herkes elleriyle kulaklarını tıkamağa ve daha günlük programa girmeyen

bu muazzam uçağın cehennemî gürültüsünden kendini korumağa çalışıyordu.

Concorde aslında içeriden çok iyi izole edilmiştir, yalnız pek rahat olduğu söylenemez. Dar bir "boru" şeklindeki gövdesi o efsanevi DC-3'lere benziyordu, normal bir uçağın birinci sınıfından % 15 kadar daha pahalı olan bir uçak seferinde yolcuların biraz daha fazla konfor beklemek haklarıdır. Oturacak yerleri, kolların dayanıldığı yerler arası, 51 santimetre ile oldukça sıkışık yapılmıştı. İmalâtçı bu konuda şöyle diyordu : "Uçağın yapacağı bu olağanüstü hızda öteki uçaklarda birinci mevkiye görülen konfordan vazgeçmemiz gerekiyordu. Bizim amacımız her şeyden önce yolcuları gidecekleri yere daha çabuk götürmektir".

Üzerinde çok tartışılan "Tünel etkisine" mani olabilmek için, kabine üç kompartmana bölünmüştür. Yolcuların oturdukları yerler orta korido-