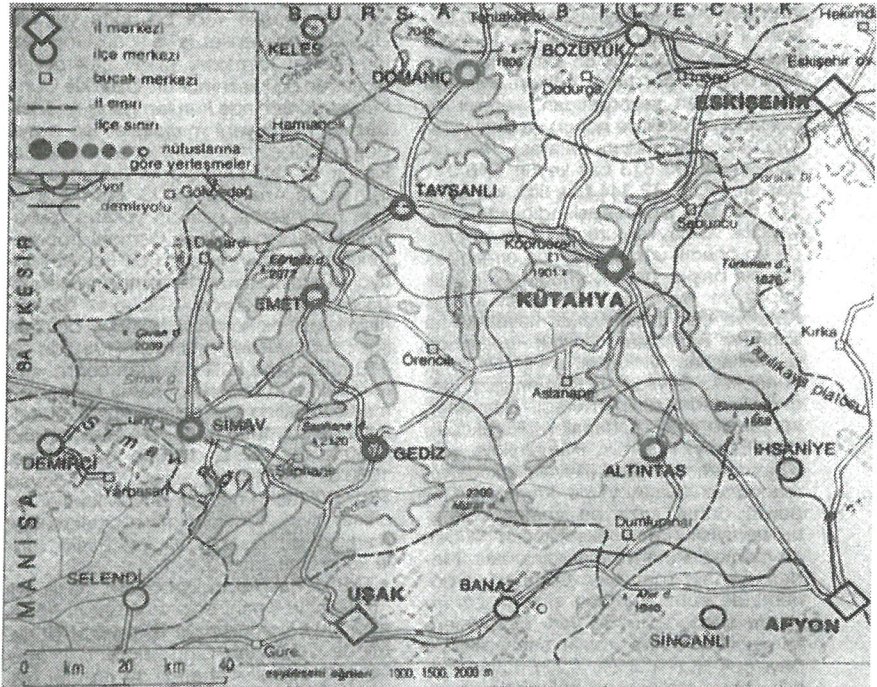




Kütahya'dan bir görünüş



ANADOLU LEVHASI ÜZERİNDE KÜTAHYA'NIN DEPREM TEHLİKESİ

Alpay İNANGU*
Hüseyin KIRBAŞ*

ÖZET

Yurdumuz jeolojik konumu dolayısıyla dünyada en sık yıkıcı deprem oluş periyoduna sahip ülkelerden biri olup, Azor Adalarından başlayıp Güneydoğu Asya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya Deprem Kuşağının Doğu Akdeniz Bölgesinde depremselliğin en karmaşık olduğu kesimde yer almaktadır.

Batıya kaymaya zorlanan Anadolu levhasının, batıda Ege levhası engel olmaya çalışınca Anadolu levhasının kuzey-güney yönünde genişlemesine neden olmuş ve Ege Grabenleri (çöküntü-genişleme alanları) oluşmuştur. Batı Anadolu'da meydana gelen depremlerin genel nedeni de bu rejimdir.

Kentlerde deprem senaryolarının ana öğelerini tehlike mikrobölgelelendirmesi, hasar görülebilirlik analizleri ve risk belirlemeleri oluşturur. Depremlerin yıkıcı etkileri aşırı nüfus, yanlış arazi kullanımı ve yanlış yapılaşma, yetersiz alt yapı, servissel ve çevresel düzensizlikler sebepleriyle artmaktadır.

Depreme dayanıklılık yapı kavramının gereği olarak yapılarda depremin şiddetine göre giderek artan hasar oluşacağı önceden kabul edilmektedir. Yapının ekonomik ömrü içinde en çok bir kez olabilecek "en şiddetli" depremde yapının taşıyıcı bölümleri de onarılamayacak derecede hasar görebilir, ancak yapı yıkılmamalı ve can kaybı olmamalıdır.

Kütahya ili (merkez) 2. derece deprem kuşağı içinde kalmaktadır. Ana ve tali kırıklar (faylanmalar) mevcuttur. Bu sebeple her türlü zemin cinsinde ve her türlü inşaatda deprem yönetmeliğine kesinlikle uyulmalıdır. Bu maksatla, belediyeler ve ilgili meslek odaları tarafından eğitim ve sistematik yapı kontrol etkinliklerine önem verilmelidir.

1. GİRİŞ

Depremler seyrek tekrarlandıkları için sürekli gündemde olmayan, ancak meydana geldiklerinde toplumlara derinden etkileyen güçlü doğa olaylarıdır. Ülkemizde her 10 yılda hasar gücüne sahip büyüklükte en az bir deprem olmaktadır.

* Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi KÜTAHYA

1970 Gediz, 1992 Erzincan, 1995 Dinar ve 1998 Adana-Ceyhan depremlerinin özellikle kentsel yerleşim bölgelerini şiddetle etkilemeleri nedeni ile toplumumuzda derin izler bırakmışlardır. Ayrıca günümüzde kitle iletişim araçları bu depremlerin çarpıcı sonuçlarını ülkenin her yanına hızlı ve canlı olarak ulaştırdıklarından, etkileri geçmiş yıllardaki depremlerden daha güçlü hissedilmektedir.

Erzincan, Dinar ve Adana-Ceyhan depremlerinin ülkemiz mühendislik topluluğu için farklı boyutlarda anlamları vardır. Günümüz mühendisleri tasarladıkları ve inşa ettikleri mühendislik yapılarının üç deprem altındaki davranışlarını yakından inceleme şansına sahip olmuşlardır. Sonuçlarının çarpıcılığının ötesinde böylesi üç canlı gözlemin gerek eğitim, gerek deneyim açılarından yararları büyüktür. Yaşadığımız bu canlı eğitim ve deneyimlerin dışında artık mühendislik toplumumuzun deprem olgusuna yaklaşımlarının daha gerçekçi bir bilinç düzeyinde olacağını beklememiz doğaldır.

2. DEPREMİN TANIMI

Yerkabuğunun, toprağın derinliklerinde belirli bir bölgede ortaya çıkan ana sarsılmaya bağlı olarak anızın hareket etmesidir.

2.1. Sismik Kaynaklar

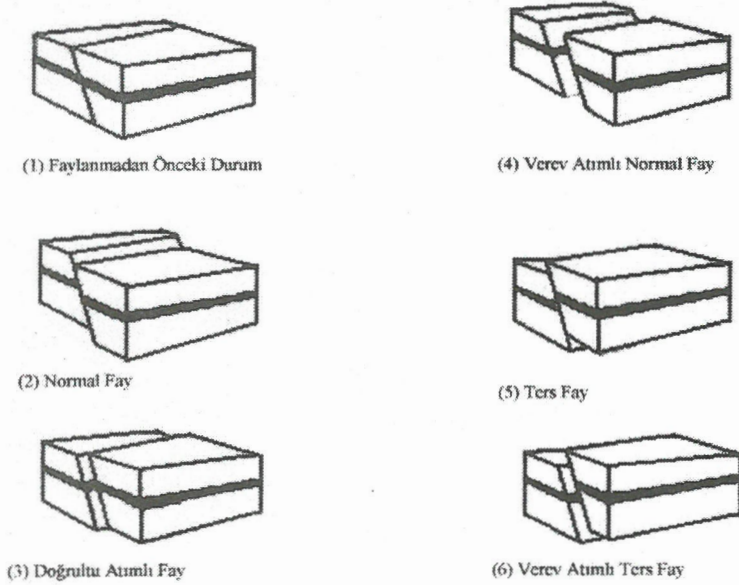
Depremler nedeniyle yerkürenin dış kısmını oluşturan kabukta meydana gelen yırtılmaya fay adı verilmektedir. Depremin büyüklüğü yerküredeki yırtılma sırasında boşalan enerji ve yırtılmanın (fay) boyutu ile orantılıdır. Uzun bir zaman aralığında biriken enerjinin iki veya daha fazla levhanın karşılıklı hareketleri ile boşalması sonucu oluşan depremlere tektonik depremler adı verilir. Volkanik etkinlik nedeni ile oluşan ve volkan bölgesinde hissedilen depremlere de volkanik depremler adı verilir. Büyük depremler tektonik kökenlidirler.

2.2. Jeolojik Faylar

Yerkabuğu içerisinde kayaçlar basınç altında kaldıkları zaman çeşitli şekillerde kırılırlar. Enerjinin açığa çıkmasıyla oluşan faylanma genellikle iki ayrı özellik sergiler. Bazı katstrofik kırılmalarda, kayaçlar dilimlenmiş halde ayrılırlar ve ardaki faylanma yüzeyleri boyunca göreceli olarak aniden kayarlar. Bu kayma sonucu, kırılmadan önce yan yana bulunan kısımlar, kırılmadan sonra birbirlerine uyuyorsa bu tip kırılmalar rijit kırılmalar olarak adlandırılır. Diğer bir kırılma tipinde ise, kırılan kısımlar aniden kayma yerine, yavaş bir şekilde yer değiştirirler. Bu tür kaymalar, biriken elastik enerjiyi hızlı bir şekilde boşaltmazlar. Doğada geniş ölçüdeki kayma yüzeyleri, jeolojik faylar olarak adlandırılır.

Faylar göreceli kayma yönüne göre sınıflandırılırlar. Fay yönelmesi, üç boyutta iki açı ile tanımlanır. İlki eğim açısı olup, yatay düzlemle fay yüzeyinin yaptığı açıyı temsil eder. İkincisi fayın doğrultusu olup, yeryüzündeki fay izinin kuzey ile yapmış olduğu açıyı tanımlar. Faylar eğim ve doğrultu boyunca hareketin durumuna göre sınıflandırılırlar. Karşılıklı blokları, birbirlerine göre yatay olarak yer değiştiren faylar doğrultu atımlı faylar olarak bilinir (Şekil -1). Faydaki hareket eğim boyunca ise bu tür faylar eğim atımlı faylar olarak adlandırılır. Eğim atımlı faylar iki alt gruba

ayrılırlar. Faylanma yüzeyinin üzerindeki blok altındakine göre aşağıya doğru hareket ediyorsa normal fay, tersine yukarıya doğru hareket ediyorsa ters fay olarak adlandırılır. Diğer yandan eğim açısı küçük olan ters faylar, bindirme fayları olarak bilinir. Bununla birlikte, doğada yukarıda bahsedilen salt doğrultu atımlı ya da eğim atımlı faya ender rastlanır. Bunların yerine verev atımlı fay olarak adlandırılan hem doğrultu hem de eğim atımlı bileşenleri içeren faylanmalar gözlenir.



Şekil - 1 : Fay Tipleri

3. TÜRKİYE’NİN DEPREM DURUMU

Türkiye jeolojik konumu dolayısıyla dünyada en sık yıkıcı deprem oluş periyoduna sahip ülkelerden biridir. Ülkemiz Azor Adalarından başlayıp Güneydoğu Asya’ya kadar uzanan Alp-Himalaya Deprem Kuşağının Doğu Akdeniz Bölgesinde depremselliğin (sismisitenin) en karmaşık olduğu kesiminde yer almaktadır. Bu karmaşıklık bölgede değişik boyutlarda ve hızlarda levhaların mevcudiyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bölgede deprem oluşumunda egemen rolü Afrika, Arap ve Avrpa levhaları oynamaktadır.

3.1. Türkiye’deki Zonlar

Anadolu levhası güneyde kuzey-kuzeybatıya hareket eden Afrika ve Arap levhaları ile kuzeydeki Avrupa levhası arasında yer almakta olup hareketin kinematiğine göre de batıya kayışa zorlanmaktadır. Bu durumda depremler Anadolu levhasının çevresindeki levhalarla olan sınır zonlarında meydana gelmektedir. Bu zonlar Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Bitlis Bindirme Kuşağı (BBK) adını alırlar (Şekil-2).

Kuzey Anadolu Fayı (KAF): Anadolu ve Avrupa levhaları arasındaki sınırı oluşturan KAF, doğuda DAF ile kesişim noktasından (Karlıova) başlayarak batıya doğru geniş açılarda bükülmeler ve atlamalar yaparak uzanır. Sağ yönlü yatay atımlı olan KAF'ın uzunluğu 1000 km civarında olup sadece sürekli bir kırık olmayıp çeşitli uzunluklarda faylardan oluşur.

Doğu Anadolu Fayı (DAF): Anadolu levhasının doğu sınırını oluşturan bu zon Karlıova ile İskenderun Körfezi arasında uzanır, 400 km uzunluğunda sol yönlü yatay atım özelliklidir. KD-GB doğrultulu olan DAF 2-3 km genişlikte olup KAF gibi birçok fay takımlarını içerir.

Bitlis Bindirme Kuşağı (BBK): Tarihsel dönemde oldukça etkin bir dönem geçirmiş olup pek çok yıkıcı deprem üretmiştir. Ancak bu yüzyılda oldukça sakin bir dönem geçirmekte olup, sadece tahrip edici 1975 Lice depremi meydana gelmiştir.

3.2. Batı Anadolu'da Meydana Gelen Depremlerin Nedeni ve Ege Graben Sistemi

Batıya doğru kaymaya zorlanan Anadolu levhasının hareketi, batıda Ege levhasınca engellenmeye çalışılması sonucu bölgede kuzey-güney yönlü genişleme söz konusu olmuş ve Ege Grabenleri (çöküntü-genişleme alanları) oluşmuştur. Batı Anadolu'da meydana ana depremlerin genel nedeni de bu rejimdir (Ref.2)

Ege Graben sistemi, genel olarak D-B doğrultulu normal faylar ile sınırlanmış bir çok bloklardan meydana gelmektedir. Bu bloklar arasında, D-B uzanımlı grabenler yer almaktadır. Bu grabenler kuzeyden güneye doğru; Edremit Körfezi grabeni, Bakırçay-Simav grabeni, Gediz-Küçük Menderes grabenleri, Büyük Menderes ve Gökova Körfezi grabenleri şeklinde sıralanabilir. Bu grabenlerden Gediz ve Simav grabenleri Kütahya ilinde meydana gelen depremlerin ana kaynaklarıdır (Ref.2)

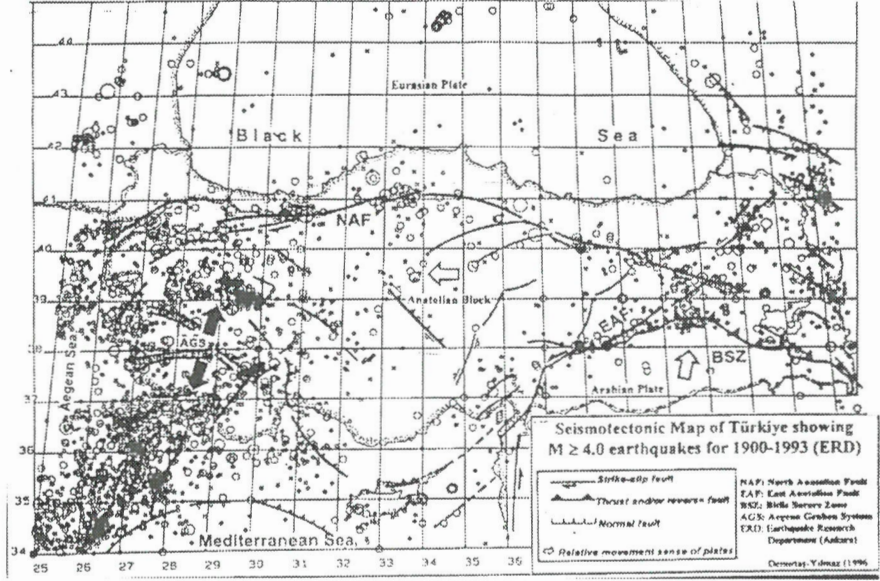
Simav grabeni BBK doğrultulu bir graben olup ana fay grabeninin güney kenarını sınırlamaktadır. 1942 Bigadiç, 1969 Demirci, 1970 Gediz depremleri, Simav grabeninin bu yüzyılda meydana getirdiği önemli depremler arasında sayılabilir. Bu depremlerin dışında bu alanda son 30 yılda yüksek bir mikro deprem aktivitesi gözlenmektedir.

Gediz grabeni, Sarıgöl ile Turgutlu arasında uzanan 10-20 km genişlikte ve 140 km uzunlukta BKB-DGD, günümüze kadar olan zaman aralığı içerisinde 1,5 km civarında bir düşey atımın meydana geldiği bilinmektedir (Ref.2)

3.3. Batı Anadolu'nun Depremselliği

Batı Anadolu'nun büyük bir kısmını Neojen arazisi oluşturur. Bunlar genel olarak dar ve uzun sedimantasyon havzalarıdır. Havzaların oluşması esnasında bölgede meydana gelen volkanik faaliyetin etkisi ile, havza sedimentleri arasına yer yer lav, tuf ve aglomera yatakları da yerleşmiştir.

Batı Anadolu'nun Neojen havzaları deprem bakımından aktif bölgelerdir. Zaman zaman oldukça şiddetli, çoğunlukla VII-IX şiddet derecelerinde, depremlere sahne olabilecek durumdadırlar. Havzaları dolduran malzemenin heterojen oluşu, havza



Şekil 2 TÜRKİYE'NİN SİSMOTEKTONİK HARİTASI (Ref.7). (1900-1993 yılları arasında, 4 ve üzerindeki şiddete sahip depremleri göstermektedir).[Şekil ile ilgili açıklamalar: Dairelerin büyüklükleri deprem magnitütleri ile orantılı olarak gösterilmiştir. NAF: Kuzey Anadolu Fayı, EAF: Doğu Anadolu Fayı, AGS: Ege Graben Sistemi, BSZ: Bitlis Bindirme Kuşağı, ERD: Deprem Araştırma Dairesi, Strike-slip fault: Doğrultu Atımlı Fay, Thrust and/or reverse fault: Bindirme ve/veya ters fay, Normal fault: Normal fay, Relative movement sense of plates: Plakların göreceli hareket yönleri]

kenarlarında ve havza içlerinde fay hareketlerinin genç ve aktif olması, havzaların deprenselliğini arttırmakta ve depremlerin hasar yapma güçlerini etkilemektedir. 1912 ile 1970 yılları arasında şiddet dereceleri VI-VII ile IX-X olan ve hasar meydana getiren 32 büyük depremden 27 si bu neojen havzalarının kenarlarında veya iç kısımlarında meydana gelmiştir.

4. KENTLERDE DEPREM RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ VE DEPREM SENARYOLARI

Kentsel bölgelerde meydana gelebilecek büyük depremlerin meydana getirebileceği hasarlar ve sosyoekonomik kayıpları tahmin eden çalışmalar deprem senaryoları olarak adlandırılır. Deprem senaryolarının ana öğelerini tehlike mikrobölgelendirmesi, hasar görebilirlik analizleri ve risk belirlemeleri oluşturur. Kentsel depremlerin yıkıcı etkileri aşırı nüfus, yanlış arazi kullanımı ve yanlış

yapılaşma, yetersiz alt yapı, servissel ve çevresel düzensizlikler yüzünden artmaktadır.

4.1. Kentsel Deprem Risk Senaryolarının Hazırlanmasındaki Etüt Safhaları

Kentsel deprem risk senaryolarının hazırlanması genelde aşağıda sıralanan etüt safhalarını kapsar (Ref.3)

Depremsellik ve mikrobölgelendirme çalışmaları: Kenti etkilemiş tarihi depremlerin ve yaratmış olduğu hasarların incelenmesi, senaryo depremi kaynak parametrelerinin belirlenmesi, yöresel eş-şiddet haritalarına ve şiddet azalım ilişkilerine dayalı olarak taban kayasında beklenen deprem şiddeti (MSK) haritalarının elde edilmesi, geçmiş deprem hasarı dağılımlarına, yerel zemin ve topoğrafik şartlara bağlı olarak şiddet büyütme dağılımının belirlenmesi ve zemin sıvılaşması, göçmesi ve heyelan ihtimali olan bölgelerin tespitidir.

Hasar görülebilirlik belirlemeleri: Mevcut yapı stokunun incelenerek yapı tipi haritalarının çıkartılması, her bir yapı için "hasar görülebilirlik" oran ve ihtimallerinin yöresel verilere dayalı olarak belirlenmesi, mevcut alt yapı şebekeleri ve ulaşım sistemlerinin depremden etkilenme durum ve oranlarının belirlenmesi, emniyet, itfaiye, hastane, bina ve donanımları gibi kritik birimlerin depremden etkilenme durumlarının belirlenmesi, yapı hasarlarıyla can kaybı ve yaralanmalar arasındaki ilişkilerin tespiti, depremden kaynaklanacak sosyo-ekonomik kayıpların incelenmesidir.

Deprem risk senaryoları: Mikrobölgelendirme, riske maruz elemanlar ve bu elemanların hasar görülebilirlik fonksiyonlarına dayalı olarak risk senaryolarının belirlenmesi ve bu senaryo sonuçlarının ikincil sosyo-ekonomik kayıplar cinsinden incelenmesidir.

5. YAPILARDA HASAR GÖREBİLİRLİĞİN BELİRLENMESİ

Bir yapının deprem hasarını değerlendirirken hasarı "Beklenen Düzeyde" ve "Beklenen Düzeyin Üzerinde" hasar olarak ayırmakta yarar vardır. Çünkü depreme dayanıklı yapı kavramına göre yapılarda depremin şiddetine göre bir miktar hasarın oluşması beklenmektedir.

Depreme dayanıklı yapı kavramının gereği olarak yapılarda depremin şiddetine göre giderek artan hasar oluşacağı önceden kabul edilmektedir.

Depreme dayanıklı yapı kavramına göre bir yapı ekonomik ömrü içinde olabilecek "hafif" şiddetlerdeki depremlerde hasar görmemelidir.

Yine bu süre içinde olabilecek "orta" şiddetli depremlerde yapının taşıyıcı olmayan bölümleri hasar görebilir, taşıyıcı bölümlerinde de hafif çatlaklar olabilir.

Yapının ekonomik ömrü içinde en çok bir kez olabilecek "en şiddetli" depremden, yapının taşıyıcı bölümleri de onarılamayacak derecede hasar görebilir, ancak

yapı yıkılmamalı ve can kaybı olmamalıdır. Beklenen düzeyde hasar ile anlaşılması gereken kavrama uyan bu hasardır.

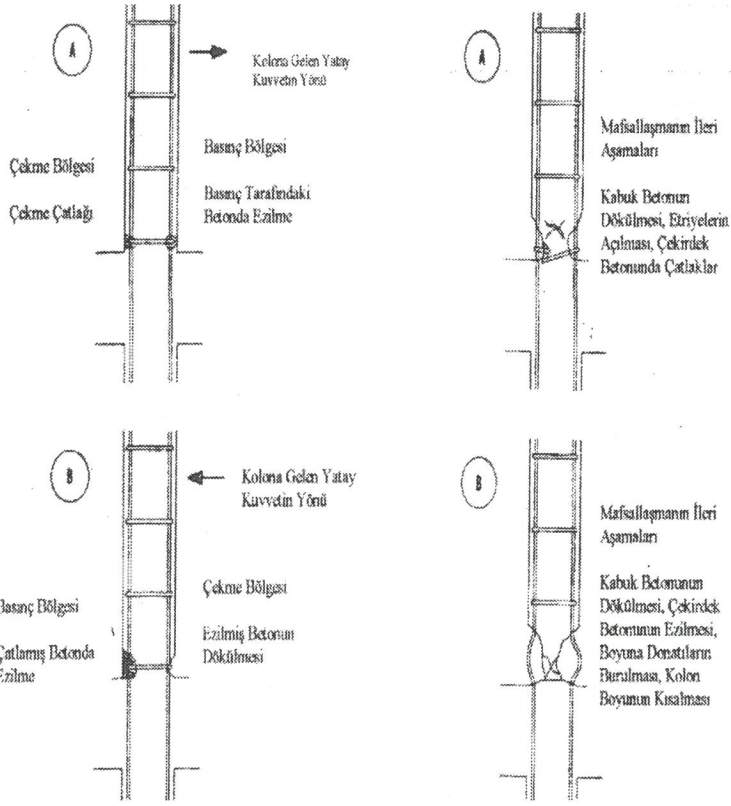
5.1. Betonarme Yapılarda Deprem Hasarı Düzeyleri

Betonarme yapılarda deprem hasarı sıva çatlaklarıyla başlamaktadır. Bu hasar MSK şiddet cetveline göre V-VI şiddetinde olan depremlerde görülmektedir. VI-VII şiddetindeki depremlerde yapıların dolgu duvarlarında X-biçiminde hasarlar başlamaktadır. X-çapraz çekme çatlakları hemen bütün çerçeve açıklıklarında oluşur.

Ekonomik ömrü içinde bir kez olacağı kabul edilen IX-X gibi çok şiddetli depremlerde dolgu duvarlarda çapraz çekme çatlakları en son aşamaya varmışlardır. Bu hasarın biraz ilerlemiş bir aşamasında kolon uçlarında çekme ve basınç hasarı ve daha sonraki aşamalarda da kolon uçlarında mafsallaşma görülmektedir. Önce kolonun bir yanında deprem kuvvetinin etkime yönüne göre, betonda çekme çatlakları oluşurken diğer yanındaki betonda basınçtan dolayı ezilme görülmektedir. Daha sonra deprem hareketinin yönünün değişmesiyle daha önce çekme çatlağı olan taraftaki betonda ezilme, betonda bir önceki aşamada basınç hasarı olan yerde çekme etkisi nedeni ile ezilmiş betonda dökülme görülmektedir (Şekil- 3).

Bu tür deprem hareketinin tersinmesi sonucu kolonun etriye ve boyuna donatısı dışında kalan ve kabuk betonu olarak nitelenen dış beton tümü ile dökülmektedir. Eğer kolon uçlarında etriye sıklaştırması yapılmamış ise betonun ezilme ve parçalanması etriye ve boyuna donatıların içinde kalan ve çekirdek betonu olarak nitelenen bölgeye de yayılmaktadır. Eğer etriye sıklaştırması yapılmış ise çekirdek betonunda fazla bir çatlama olmamakta ancak depremin çok şiddetli olması halinde oluşmaktadır. Kolon çekirdek betonunun ezilip parçalanması sonucu kolon düşey yüklerini de taşıyamamakta, etriyeler açılmakta ve boyuna donatılar dışarıya doğru burkulmaktadır (Şekil- 4).

Depreme dayanıklı yapılmış ve uçlarında etriye sıklaştırılması olan betonarme kolonda bu tür hasarın en şiddetli depremde bile Şekil-5 te gösterilen düzeyde kalması beklenmektedir. Daha ileri aşamalardaki mafsallaşma hasarı yapının stabilitesinin bozulmasına yol açan yatay ötelenmeler oluşturur ve yatay ötelenmelerin büyümesi ikinci mertebeden ek momentlerin de büyümesine ve kolonların uçlarındaki mafsallaşmanın yıkıma yol açacak boyuta ulaşmasına sebep olur. Bu durumda yapı hızla yıkılabilir.



Şekil-3 Kolonda Mafsallaşma Hasarının İlk Aşamaları

Şekil-4 Kolonda Mafsallaşma Hasarının İleri Aşamaları

5.2. Yığma Yapılarda Deprem Hasarı Düzeyleri

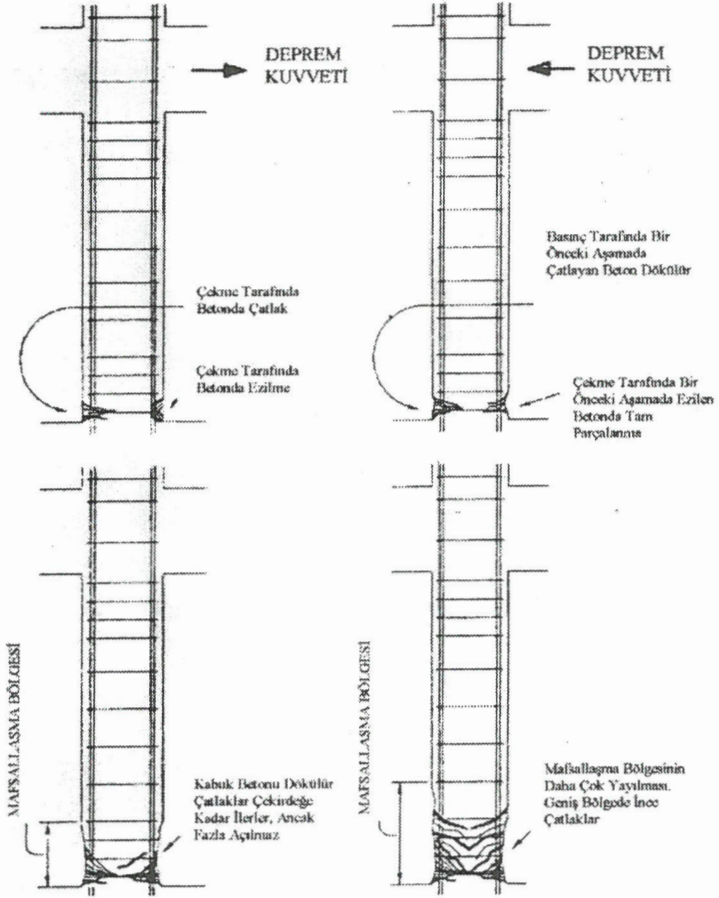
Burada incelenen yapı betonarme plak kat ve çatı döşemeleri olan duvarları taşıyıcı, yığma yapıdır. Bir diğer deyişle "kutu" davranışı gösterecek olan yığma yapıdır.

A- Hasarsız ya da az hasarlı yapı: Bu hasar düzeyindeki yapıda ya hiç çatlak olmamıştır ya da kılcal boyutta sıva çatlakları vardır.

B- Az hasarlı yapılar: Bu hasar düzeyindeki yapılarda, yığma yapıların özelliği olan X- şeklindeki kesme çatlakları oluşmuştur. Yığma yapının kenar duvarı çatıdan ve temelden gelen etkilerin altında kesme kuvvetleri ile zorlanmaktadır. Bunun sonucu olarak kuvvetler, boşluklar arasındaki duvarlarda 45 derece eğimli çekme çatlakları oluşturmaktadır.

C- Orta hasarlı yığma yapılar: Bu düzeydeki hasarın belirtisi yine duvarlardaki tipik X- şeklindeki çekme çatlaklarıdır. Ancak duvarda oluşan nominal kesme gerilmesinde ulaşılabilen maksimum değere göre önemli (%30-40) azalma olmuştur.

D- Ağır hasarlı yığma yapılar: Bu hasar düzeyine giren yapılarda çatlak aralıklarının 25 mm'yi aşmasından başka; 1-Duvarlarda düşeyden uzaklaşma, 2- Köşelerde duvarların ayrılması, 3- Duvarlarda düşey yüklerden dolayı şişmeler, ki bunlar kesme kuvvetlerinin oluşturduğu çatlakların etkisi ile zayıflamış ve paralanmış duvarların düşey yükleri de taşıyamaz duruma gelmiş olduklarını gösterir ve 4- Kısmen yıkılmış duvarlar görülür.



Şekil- 5 : Depreme Dayanıklı Yapılarda Kolonlarda Mafsallaşma

E- Yıkılmış yığma yapılar: Taşıyıcı duvarının önemli bölümü yıkılmış, döşemeleri birbiri üstüne yığılmış ya da duvarların yıkılması sonucu kendilerinde de çatlaklar ve kırılmalar oluşmuş döşemeleri olan yığma yapılarıdır. Bu tip hasarlı yapılar artık onarılamaz.

Yığma yapıların hasar düzeyi ve onarılıp onarılamayacağı ya da güçlendirmenin gerekip gerekmediği yapıda oluşan hasar ile depremin şiddeti arasındaki

ilişkiden gidilerek bulunmalıdır. A ve B düzeyindeki hasar yığma yapılarda VI-VII şiddetindeki depremlerde beklenmelidir. C ve D düzeyindeki hasar VIII-IX şiddetinde ve E düzeyindeki hasar ise IX' dan büyük şiddetlerde oluşması beklenen hasar düzeyleridir.

6. KÜTAHYA İLİNİN DEPREMSELLİĞİ

Bir şehrin deprem riskinin araştırılmasında, deprem tehlikesinin ve hasar görülebilirlik belirlemelerinin beraberce analiz edilmesi gerekmektedir. Deprem tehlikesi, hasar ve can kaybı yaratabilecek bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belirli bir yerde ve belirli bir zaman içerisinde belirlenmesi olarak tanımlanır. Bunun için; probabilistik yöntem (ihtimal hesapları) ve deterministik yöntem (senaryo deprem çalışması) olmak üzere iki yöntem kullanılır

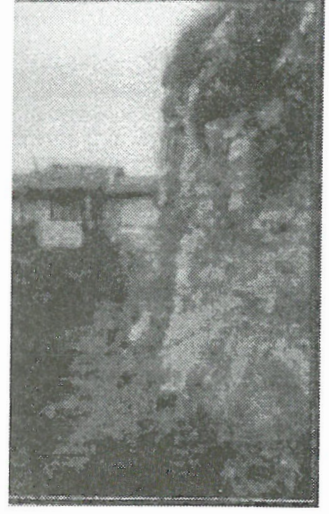
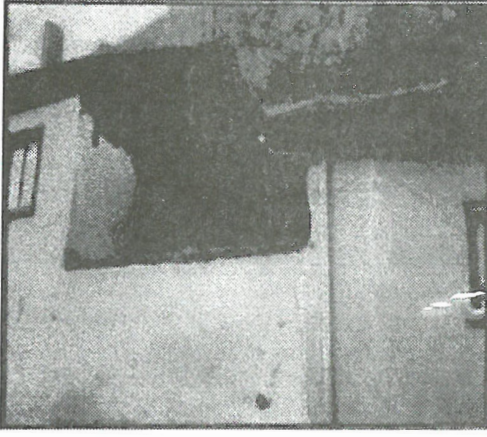
Deprem tehlikesi analizi sonuçlarında bir bölge için mevcut jeoloji ve depremsellik bilgilerine dayalı olarak maksimum yer hareketi parametreleri (maksimum ivme veya şiddet) kontur olarak ifade edilir. Bunun sonuçları deprem şartnamesi katsayılarına taban teşkil eder.

6.1. Kütahya İli'nin Jeolojik Bakımdan Yasaklı ve Sakıncalı Sahaları

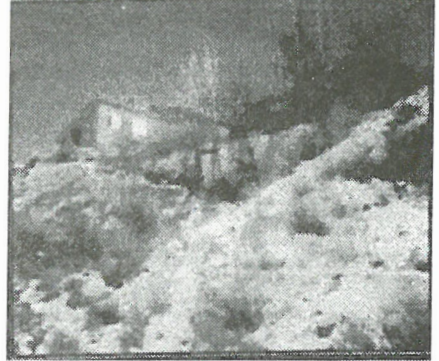
Deprem risk senaryolarının hazırlanmasındaki etüt aşamalarında önemli bir husus; şehirdeki zemin sıvılaşma ve göçmesi ile heyelan ihtimali olan bölgelerin tespitidir. Kütahya için bu konudaki çalışmalar İller Bankası İmar Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından yapılmış ve gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra bu bölgeler 1/5000 ölçekli Kütahya Nazım İmar Planında belirtilmiştir (Ref.5)

30 Ağustos Meydanı'nda Böcü Deresi ve orman sahası altında kalan alan, Börekçilerde doğal su alanı, Aydoğdu'ya giden Radar Yolu çevresi ve Akbayıral geçekonu önleme bölgesinin altında kalan alan "zemin çürük, kalkerli ve morfolojisi arızalı olduğu için iskana uygun olmayan bölge" olarak belirlenmiştir. Yine, 30 Ağustos Meydanı'nda bulunan Gazhane Sokak paralelindeki alan ile Evliya Çelebi'deki Jandarma Okulunun yanındaki alan "taşına maruz kalabilecek alan" olarak belirlenmiştir.

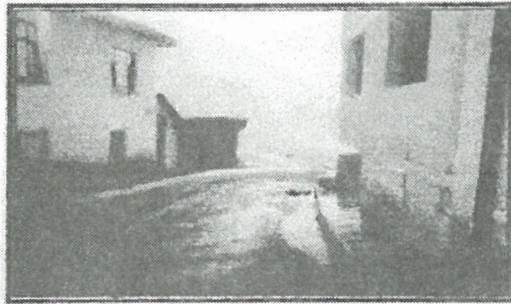
Kütahya Kalesi'nin çevresindeki Geçit Sokağını içine alan geniş bir bölge "kaya düşmesi olabilecek bölge" ve Ok Meydanı'ndaki Pelit ve Kestane Sokağı'nın tamamını içine alan bölge "Bakanlık önerisine göre çevredeki heyelan nedeni ile gerekli önlemler alınıncaya kadar yapılaşması dondurulacak alan" olarak belirlenmiştir.



Resim-1. Kale çevresi. Kaya düşmesi tehlikesi olan bölgeler



Resim-2. Okmeydanı'nda heyelan tehlikesi olan bölgeler



Resim-3. Okmeydanı, Pelit sokakta heyelan tehlikesi olduğu için yapılaşmaya yasaklanan bölge

6.2. Kütahya İlinin Jeolojik Yapısı ve Tavsiye Edilen Mühendislik Önlemleri

1- Kütahya ili (merkez) 2. derece deprem kuşağı içinde kalmaktadır. Ana ve tali kırıklar (faylanmalar) mevcuttur. Bu nedenle her türlü zemin cinsinde ve her türlü inşaatta deprem yönetmeliğine kesinlikle uyulmalıdır.

2- Yerleşime en uygun zemin Neojene ait kireçtaşı-marn sıralaması şeklinde olan sahalardır.

3- Toprak örtü bulunan kesimlerde temellerin örtü içinde kalmaması tavsiye edilir.

4- Homojen olmayan yamaç molozu mecbur kalınmadıkça yerleşim için tercih edilmemelidir. Yamaç molozunda yerleşim zorunlu hale gelirse, alüvyondan itibaren eğim yukarı fazla uzaklaşılmalı, yani eğimin arttığı yerler iskan için tercih edilmemelidir.

5- Alüvyon gevşek-yumuşak yapılıdır, bol su taşınır. Bu özelliği ile deprem kuşağı içinde güvenli değildir. Bu nedenle buralarda iskan gerektiğinde çok katlı binalar ve ağır yapılar için mutlaka yakın çevreyi de kapsayacak şekilde zemin mekaniği prensiplerine uygun temel etütleri yapılmalı ve sonuçlarına göre projelendirilmelidirler.

6- Bodrum kat planlamasına, temel hafriyatlarında rastlanabilecek suya göre karar verilmelidir.

7- Bütün zemin cinslerinde temel hafriyatları gözlenmeli, gerekli durumlarda alınacak mühendislik önlemleri saptanarak uygulamaları kontrol edilmelidir.

8- Karayolu, demiryolu ve enerji nakil hattı geçişleri planlamada dikkate alınmalıdır.

6.3. Kütahya İli'nin Deprem Oluşum İstatistiği

Kentin jeolojik yapısının analizi ve geçmiş tarihlerde kentte meydana gelen depremlerden yararlanılarak ihtimal hesaplarının çıkartılması deprem tehlikesinin belirlenmesinde kaynak teşkil etmektedir. 1963-1998 yılları arasında Kütahya ilinde meydana gelen depremler, büyüklükleri ve ayrıntıları ile Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi'nden alınmış ve magnitüdüleri kullanılarak ihtimal hesapları yapılmıştır (Ref.3)

Toplam Deprem Oluşumları

Zaman	Merkez Büyüklük								
	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2
Yıl	51	8	3		1				
10	83	23	7		1				
20	164	131	23	6	3		1		
35									

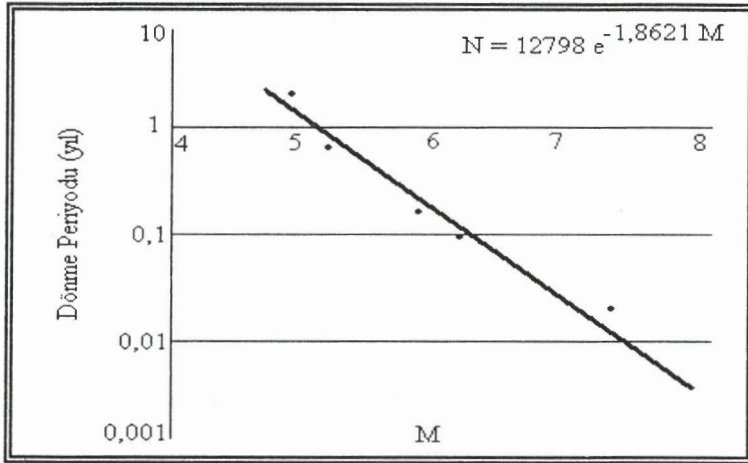
Yıllık Deprem Oluşumları

Zaman	Merkez Büyüklük								
Yıl	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2
10	5,1	0,8	0,3		0,1				
20	4,15	1,15	0,35		0,05				
35	4,686	3,743	0,657	0,171	0,086		0,029		

Seçilmiş ve Düzeltilmiş Yıllık Değerler

Merkez Büyüklük								
4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2
5,1	3,743	0,657	0,171	0,1		0,029		
5,136	2,024	0,7978	0,3145	0,1239	0,0488	0,0193	0,0076	0,003

Kütahya Kaynağında Büyüklük Azalım İlişkisi



N: Dönme Periyodu, M: Deprem Şiddeti

7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Türkiye jeolojik konumu itibariyle bir deprem ülkesidir. Geçmişte tahrip edici depremler olduğu gibi gelecekte de bu boyutta depremlerin olacağı kaçınılmazdır. Günümüz bilgi düzeyi ve teknolojisi ile depremlerin önceden bilinmesi yani kesin yer, zaman ve büyüklüğünün deprem oluşumundan önce belirlenmesi mümkün değildir. Ancak eski kayıtlar ve sismotektonik özellikler göz önüne alınarak belirli kuşaklarda hangi zaman dilimi içinde hangi büyüklükte depremlerin olabileceği tahmin edilebilmektedir.

Batı Anadolu'da meydana gelen depremlerin nedeni Ege Graben Sistemi'dir. Ege Graben Sistemi içinde bulunan Gediz ve Simav grabenleri Kütahya ilinde meydana gelen depremlerin ana kaynaklarıdır.

Kütahya ilinin jeolojik yapısının büyük bir kısmını oluşturan Neojen Havzaları deprem bakımından aktif bölgelerdir. Havzaları dolduran malzemelerin heterojen oluşu havza kenarlarında ve havza içlerinde fay hareketlerinin genç ve aktif olması, havzaların deprenselliğini arttırmakta ve depremlerin hasar yapma güçlerini yükseltmektedir.

Gerekli önlemler alınmadığında istenmeyen üzücü durumlarla karşılaşılacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Bu sonuçlardan yola çıkarak oluşturulan aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır:

1) Kütahya ili (merkez) 2.derece deprem kuşağı içinde kaldığından ve faylanmalar bulunduğundan ağır yapılar ve çok katlı binalar için temel etüdüleri (gerekmesi halinde sondajlı) zemin mekaniği uygulanarak yapılmalıdır. Bütün zemin cinslerinde yapılacak temel hafriyatları gözlenmeli, gerekli durumlarda alınacak mühendislik önlemleri saptanarak, uygulanmaları kontrol edilmelidir.

2) Mimari planların deprem şartlarına uygunluğu açısından ilgili meslek odaları gerekli meslek içi eğitim çalışmalarını yapmalı ve mimar yapı tasarımını mutlaka mühendisle koordineli olarak yürütmelidir.

3) İnşaat denetimlerinde yetkili mühendisler için kontrol edilmesi gereken bütün hususları içeren formlar mahalli belediyeler ve ilgili teknik kuruluşlarla birlikte hazırlanarak yapı kontrolü daha sistematik hale getirilmelidir.

4) Afet bölgeleri kapsamında bulunan Kütahya ve çevre ilçelerinde yapılacak yapıların özellikle kolonlarında en az B225 betonu kullanılması mutlaka sağlanmalı, bunun için gerektiğinde standartlara uygun kaliteli beton üretecek beton santrallerinin kurulması teşvik edilerek sağlanmalı ve denetimsiz beton üretimine izin verilmemelidir.

5) İnşaatlardaki ciddi işçilik kusurlarının önüne geçmek için üniversite, belediyeler ve ilgili meslek odaları tarafından düzenlenecek kurs ve seminerler sonrası inşaat formlerine sertifika verilmelidir.

6)Kütahya ili ve çevre ilçeleri pilot bölge kabul edilerek inşaat sigortası sistemi etüd edilmeli ve hayata geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. **Deprem ve Sonrası**, Türkiye Mütcaahhitler Birliđi, Ankara,1996
2. **Gediz Depremi Sempozyumu**, Tebliđler Tartışmalar, 19-20.06.1970
3. **Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Sorunlarına Çözüm Arayışları**, Tübitak Deprem Sempozyumu, Ankara,15-16.02.1996
4. **Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi**, Nejat Bayülke, İMO İzmir Şubesi, 1995/1 Yayını
5. **İlave Jeolojik Etüd Raporu**, İller Bankası İmar Planlama Dairesi Başkanlığı, 1982
6. **Kütahya Bayındırlık Müdürlüğü Deprem Araştırma Yayını**, 1998
7. **Dokuzeylül Üniversitesi Jeofizik Mühendisliđi Bölümü Ders Notları**, Aykut BARKA, 1998
8. **Boğaziçi Üniversitesi Network Araştırması**, ([http:// quake. geo. berkeley. edu/cgi-bin/catalog-search.p](http://quake.geo.berkeley.edu/cgi-bin/catalog-search.p))