

DEPREME KARŞI ÇELİK KONSTRÜKSİYON

Sibel HATTAP¹, Özlem EŞSİZ²

essiz@msu.edu.tr

Öz: Depremler, yer kabuğu içinde birikimi olan potansiyel enerjinin ,bir yerde, genel olarak fay denilen jeolojik kırıklar üstünde boşalması ile oluşan ve o bölgenin dengesini bozan , aniden meydana gelen , saniye ile ölçülen zaman süreleri içinde devam eden, kısa süreli hareketler olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'nin dünyanın önemli ana deprem kuşaklarında birinin üzerinde bulunduğu, bu nedenle birçok deprem fay çizgisine sahip olduğu herkes tarafından bilinir. Bu çalışmada deprem bölgelerinde çelik yapıların avantajları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Çelik Yapı, Tasarım

Giriş

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, Türkiye'nin %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusunun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajların %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir. Tüm bu veriler doğrultusunda, Türkiye'de depreme dayanıklı yapı tasarımının önemini ve gerekliliğinin büyüklüğünün tartışılmaz olduğu bir gerçektir. 15000'in üzerinde kayıp ve 30000 kişinin yaralanması ile sonuçlanan 17 Ağustos İzmit ve ardından meydana gelen 12 Aralık Düzce depremlerinde yaralanma ve kayıpların tamamına yakınının yıkılan binalar nedeniyle olduğu gözlemlenmiştir. Mevcut binaların yaklaşık %70'i yıkılmış ya da ağır hasar görmüştür. Yapı henüz tasarım aşamasındayken, yapının ekonomik ömrü boyunca karşılaşılabileceği maksimum deprem şiddeti göz önünde bulundurularak alınması gerekli bazı önlemler vardır. Bu önlemler tedbir mahiyetinde olup, hem yapının tasarımı hem de yapımı sırasında alınmalıdır. Yapıların yapım kriterleri minimum deprem yönetmelikleri kriterleri çerçevesinde olmalıdır. Yayınlanan deprem yönetmeliklerinin ana amacı; can kaybını, milli servetin zarar görmesini ve yapının göçmesini önlemektir.

Yer hareketlerinin yatay ve düşey hareketleri yapılara da yansımaktadır. Düşey hareketler, yapının düşey statik yüklere karşı dayanıklı boyutlandırılması sebebi ile ihmal edilmektedirler. Çünkü kolonlar düşey yükler etkisi ile önemli deformasyonlar yapmamaktadırlar. Fakat yatay hareketler kolonlarda kesme etkileri oluşturarak yapıların üst kısımlarında önemli ötelenmelere(deplasmanlara) neden olmaktadır.

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı

Depreme dayanıklı yapı hangi cins malzeme ile yapılmış ve hangi taşıyıcı sistemi olursa olsun bazı genel hususlara ve ayrıntılara dikkat etmek gerekir. Yapıların planı kare ya da dikdörtgen şeklinde olmalıdır, bu formlar deprem etkisi karşısında gereken direnci sağlayabilmektedirler. Yapının taşıyıcı elemanlarının boyutları birbiri ile orantılı olmalıdır. Katlarda duvar ve kolonlar eşit yayılmış bir şekilde dağıtılmalıdır. Duvarlar ve kolonlar her katta üst üste gelmeli ve temelden çatıya kadar kesintisiz devam etmelidir. Yapı elemanları birbirlerine çok iyi bağlanmalıdır. Bir yapının biçimi, başka bir deyişle şekli, boyutları ve öğelerinin geometrik düzeni, deprem sırasındaki davranışı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Mimari biçim, sismik tasarım açısından oldukça önemlidir. Tasarlanmış olan mimari form, uygulanacak olan taşıyıcı sistemin türünü, taşıyıcı sistem türü de deprem etkisindeki yapının davranışını belirler; ayrıca mühendislik detaylandırmalarındaki birçok hata tasarım yanlışlarından kaynaklanmaktadır. Mimari tasarım, sismik kuvvetlerin bazı strüktürel öğelere veya bağlantılara etkileyen yükün boyutunu belirlemektedir. Bu nedenle de mimari tasarım esnasında formun yapıya ve diğer kriterlere uygun seçilmesi gerekli bir davranış olmaktadır.

Yapıların yatay kuvvetler etkisi altında davranışının bilinmesi, tasarımda taşıyıcı sistemin bu davranışa uygun olarak belirlenmesini sağlar. Deprem, yapının temelinden üst yapıyı sarsarak etkir.

¹ MSGSÜ MYO MRP, İstanbul

² MSGSÜ, Yapı Bilim Dalı, İstanbul

Yapı, taşıyıcı sistemi bu harekete karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır. Depreme dayanıklı yapı tasarımının ana amacı, deprem etkilerine karşı koyabilecek ölçüde mukavemet, rijitlik ve süneklik özellikleri olan bir yapı üretmektir, bu özelliklere sahip bir yapı, depremde istenilen davranışı gösterebilir.

Mimari olarak düzgün tasarlanmış bir yapı, deprem etkilerine karşı kendi doğal biçimi ile birlikte daha rahat karşı koyabilir, hesapları daha kolay yapılabilir. Yine düzgün tasarlanmış bir yapıda gerektiği zaman, güçlendirme projesi uygulaması daha rahat tasarlanabilir.

Deprem Bölgelerinde Yapı

Türkiye’de son on yılda 13 Mart 1992 Erzincan depremi ile başlayan önemli depremlerden 17 Ağustos 1999 Kocaeli (İzmit) ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri, deprem ve yapı ilişkisi, yapısal sorunlar ve çözümleri konularının gerekliliğinin anlaşılması bakımından örnek olmuşlardır. Bu depremler sonucu gözlenen hasar görme ya da göçme şekilleri temel yapı m kriterlerinin gündeme gelmesine neden olmuşlardır. Taşıyıcı sistem seçimine malzeme seçimi ile başlamak yanlış düzenlemelere götürür. “Depreme dayanıklı malzeme” diye bir kavramın olmayışı bunun bir nedenidir. Her malzemenin belirli özellikleri, dayanımları vardır. Malzemeler bu özelliklerine uygun kullanıldıkça, taşıyıcı sistemi etkileyen başka etkenlere olduğu gibi depreme de dayanıklı bir yapı inşa etmek mümkün olur. Yüksek yapı inşasında yapı malzemesinde seçim çelik, betonarme veya karma yapı arasında bir seçimdir. Depreme dayanıklı çok katlı yapı üretiminde uzun yıllardan beri en çok kullanılan malzemeler beton ve çeliktir. Türkiye’de daha çok kullanılan betonarme, çeliğe oranla, özellikleri daha az belirgin ve üretimi daha az kontrol altında olan bir malzemedir. Bununla birlikte, belirli minimum koşulların sağlanması halinde, betonarmenin de depreme dayanıklı yapıların üretiminde güvenilirliği kanıtlanmış bir malzeme olduğundan söz edile bilinmektedir.

Deprem hareketinin sürekli yaşandığı ülkelerden bir tanesi olan Japonya’da geleneksel yapı malzemesi olan ahşap, kullanımı en yaygın malzeme olmasına rağmen, 20. yüzyılın sonlarına doğru yapılarda çelik kullanımının fazlaştığı ve aynı yapıların yapımı sırasında yapılan yanlışlar da; donatı ile aderansı sağlayamayan çok kötü kaliteli ve projede öngörülenden düşük dayanımlı beton yapımı ve donatının standartların altında bir dayanımda oluşu, beton dayanımının çok düşük olması, projede düktiliteyi sağlamak için öngörülen etriye sıklaştırılması, ankraj boyları ve benzeri donatı ayrıntılarına uyulmaması şeklinde özetlenebilir (Bayülke,N.,1987).

Tasarım ve üretiminin doğru yapılması ve denetlenmesi koşuluyla yığma, betonarme veya çelik çerçeveli olsun her türlü taşıyıcı sistem ve malzeme ile depreme dayanıklı binalar yapılması olanaklıdır. Ancak, 11 büyük depremin binalara verdiği hasarların incelenmesi; çelik çerçeveli yapıların, can kayıplarının önlenmesi ve mal / iş kayıplarının azaltılması bakımından, diğerlerinden çok üstün olduklarını göstermiştir. (Korkut,I.,2002).

Çelik Yapıların Depreme Dayanıklılığı

Yapı ağırlığının azalması ile yapıya gelen deprem kuvveti de azalacaktır. Çelik yapılarda yapı ağırlığı , betonarme yapılara göre yaklaşık %50 daha az olduğundan yapıya etkiyen deprem kuvveti aynı oranda azalacaktır. Çelik sünek bir malzemedir. Betonarmeye göre 18 kat daha sünektir. Süneklik , elastik davranışın üzerindeki şekil değiştirmelerde enerji utma yeteneği sağlandığından bu özellik dinamik yükler altında önem kazanmaktadır. Tekrarlı yüklemeler altında betonarme yapının tek yönlü ve sınırlı olan enerji yutma yeteneği her tekrarda azalarak bozulur ve deformasyon oluşmadan kırılma gerçekleşir. Çelik yapıda ise elastik sınırlar aşıldığında , bir başka deyişle beklenenin üzerinde yükler yapıya etkiğinde, çelik yapı elemanları yüksek şekil değiştirme kapasiteleri sayesinde öncelikle şekil değiştirir ve deforme olur. Şekil değiştirme esnasında oluşan enerji yutulur ve etkiyen yükler altında yapı ayakta kalarak, yapı elemanlarında deformasyon oluşabilmesi için yük kiriş ve kolonlar arasında dağılabilmelidir. Bunun sağlanması için çelik yapılarda kiriş-kolon birleşimlerinin yük aktarımı için yeterli moment kapasitesine sahip olmasına dikkat edilmelidir.

Çelik çerçeveli yapıların depreme karşı gösterdiği üstün performansın nedenlerinden birkaçı;

- Çelik çerçeveli yapılar hem yüksek dayanımlı hem de hafiftir. Bu özellik, depreme dayanıklı yapıların çelik ile daha ekonomik olarak yapımını sağlamaktadır.
- Yapısal çeliğin mühendislik bakımından tüm özellikleri bellidir, tutarlıdır ve iyi anlaşılmıştır. Bu durum, çelik çerçeveli yapıların davranışının diğerlerine göre daha güvenilir olmasını sağlar.

- Yapısal çelik elastik olmayan sınıra kadar tekrarlayan yüklere karşı değişmeyen bir davranış gösterir. Bu süneklik ya da tekrarlayan yüklere kırılmadan dayanma yeteneği, çelik çerçeveli yapıların düşey ve yatay tasarım yüklerine büyük deformasyonlar ile dayanmasını sağlar.
 - Basit ve yarı-rijid çelik eleman birleşimlerinin dönebilir olması ve sünekliği; dinamik enerjiyi azaltarak, düşey yük taşıyan çelik çerçevelerin yatay kuvvetleri karşılayan asıl sisteme güçlü ve güvenilir bir destek olmasını sağlar. Bu destek sistemi, asıl sistemin uygun biçimde tasarlanmadığı veya çalışmadığı bir çok durumda, yapıların çökmesine engel olmuştur.
 - Çelik çerçeveli yapılar, tasarım ve yapım hatalarına karşı, beton gibi gevrek (kırılgan) maddeler ile yapılan diğer yapılara göre daha az hassastır. Üstelik, fabrikada kolaylıkla denetlenerek üretilen çelik çerçeve elemanları ile bunların çok basit olan montajında hata riski yok denecek kadar azdır. Örneğin; çelik çerçeveli yapılar için söz konusu olmayan; kolon düşey donatılarının yanlış bindirilmesi, etriyelerinin bağlanmaması veya aralıklarının fazla olması vb. hatalar betonarme yapılardan birçoğunun depremlerde çökmesine neden olmaktadır.
 - Depremlerde ağır hasar gören betonarme çerçeveli ve yığma yapıların tam aksine; çelik çerçeveli yapıların hasar gören elemanları, geniş çaplı yıkım ve söküme gerek kalmaksızın, kısa sürede ve ekonomik olarak tamir edilebilir veya değiştirilir.
 - Modern üretim makineleri ile fabrikada yapılan işlerin çoğalması, kalite kontrolünün artmasına ve performansın daha güvenilir olmasına yol açmıştır.
 - Depremlere karşı gösterdiği yüksek dayanım gücü, fabrikasyon olanaklarının ve yardımcı malzeme özelliklerinin gelişmesi; çelik çerçeveli yapıların, kolaylıkla alınabilen özel önlemler ile fay hatları yakınında depremin en etkili olduğu bölgelerde dahi yapılabilmelerini sağlamaktadır.
 - Dahası, yaptırımları daha az olan eski Standartlara uygun yapılardan çelik çerçeveli olanlar büyük depremlerden en az hasarla çıkarken diğer malzemelerle yapılanların çoğu ya tamamen çökmüş ya da uğradıkları ağır hasarlar nedeniyle kullanılamaz hale gelmiştir.
- Geçmişte olduğu gibi gelecekte de ülkemizin hemen hemen her yerinde olacak depremlerin zamanını bilmek ve engellemek elimizde değildir. Öte yandan, deneyimlerin de gösterdiği gibi, can kayıplarının önlenmesi ve mal / iş kayıplarının azaltılabilmesi için en güvenli yöntem yapıların çelik çerçeveli olmasıdır ve bu olanağı değerlendirmek elimizdedir. Wakabayashi,M. ,(1986), Newman,A.,(1997),

Sonuçlar

Dünyada gelişmiş ülkelerde yapısal çeliğin %30 ile %55 ler arasında değişen kullanım oranı, ülkemizde maalesef %5 oranının altındadır. Ülkemizde ve imalatı yapacak tekniğe sahip yeterli sayıda fabrikanın olmayışıdır. 17 Ağustos 1999 depreminden sonra çelik yaygın olarak gündeme gelmiş, mevcut çelik imalat atölyelerinin teknolojilerinin geliştirmeye çalışmaları yanında,eni girişimcilerin sektöre ilgi duyduğunu görmekteyiz. Yapıların taşıyıcı sisteminde yapı eliği kullanarak diğer malzemelerle yapma olanağı olmayan çok değişik geometri ve formlarda yapı tasarımı yapılabilir. Çelik malzemenin deprem bölgelerinde ki yapılar için uygun olduğu gerek bu malzemenin özellikleri gerekse uygulamadan elden edilen sonuçlar sonucu bilinen bir gerçektir. Bu gerçeğin gerek tasarımcılar gerekse uygulayıcıları tarafından herkese anlatılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bayülke,N.,(1987), Çok katlı yapılar ve deprem araştırma bülteni 59,T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,Afet İşleri Genel Müdürlüğü,Deprem Araştırma Dairesi.
- 2.İbrahim Korkut, (2002), yapı malzemesi olarak çeliğin endüstri dışı binalarda kullanımı, 1.Ulusal Malzeme Kongresi, İstanbul.
- 3.Newman,A.,(1997), Metal Building Systems,Mc Graw Hill, New York.
- Tezcan,S.S.,(19989, Depreme Dayanıklı Tasarım için bir Mimarın Seyir Defteri, TDV, İstanbul.
4. Wakabayashi,M. ,(1986), Design of Earthquake Resistant Building, Mc Graw Hill, New York.

