

EUROCODE 8 VE TDY 2007’NİN DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI İÇİN TEMEL İLKE VE KOŞULLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Mahmud Sami DÖNDÜREN¹, Kemal URAY¹

¹Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya
Türkiye

sdonduren@selcuk.edu.tr, kuray0642@gmail.com

Özet

Depremler Uygarlık tarihi boyunca insanlığa verdiği can ve mal kayıplarının oranı en yüksek olan doğal afetlerden biridir. Bu yüzden öze llikle deprem kuşağında bulunan ülkemizde, yapı tasarımlarının önemli bir kısmını depremsellik kontrol etmektedir. Yapıların depremlere dayanıklı olması ve depremlerin yapılarda yarattığı zararların en aza indirilmesi için gerekli yapım kurallarını belirleyen "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" 2007 yılında Resmî Gazete' de yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin büyük bir bölümü yapıların, ülkemizde sıklıkla ve etkin olarak görülen deprem afetine karşı can kaybını önleyecek ve mal kaybını en aza indirecek şekilde tasarlanması, hesaplanmasına ilişkin kuralları içermektedir. Ülkemizde kullanılan bu yönetmeliğin yanında depreme dayanıklı tasarım amacıyla yapıya etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesinde, dünyanın her yerinde farklı pek çok yönetmelik ve standartlar düzenlenmiştir. Düzenlenmiş olan bu yönetmeliklerde farklı koşullar ve farklı formülasyonlar kullanılmaktadır. Yönetmeliklerdeki bu çeşitliklerin özellikle buldukları ülkenin, bölgenin ekonomik kalkınmışlık seviyesi, depremsellik ve zemin koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülebilir. Bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği (TDY 2007) ile Avrupa Birliği Deprem Yönetmeliğindeki (Eurocode 8) temel ilkeler ve deprem yüklerinin hesaplanması yönünden karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Eurocode 8, Karşılaştırma, Yönetmelikler, Deprem

COMPARISON OF BASIC DESIGN CRITERIA OF TDY 2007 AND EUROCODE 8 FOR EARTHQUAKE RESISTANT BUILDING DESIGN

Abstract

Earthquakes are one of the natural disasters that have the highest proportion of life and property losses to humanity throughout the history of civilization. Thus, especially in our country, which has the earthquake zone, seismicity has been affected a significant part of the design of buildings. Construction rules required for constructions to be resistant to earthquakes and to minimize the damages caused by earthquakes have been published as " Turkish Earthquake Regulation (TDY) " in 2007. This regulation has been included rules related with design and calculation of the structure to prevent or minimize loss of life and property against earthquake disasters, which happen frequently and effectively in Turkey. In addition, many different regulations and standards, like in our country, have been formed in all over the world to make design of construction according to earthquake. These regulations are divided from each other due to differences in the level of economic development, seismicity and soil conditions of the region. In this study, a comparison between the Turkish Earthquake Regulation (TDY 2007) and the European Union Earthquake Regulations (Eurocode 8) in terms of calculation of basic principles and earthquake loads has been presented.

Keywords: Eurocode 8, Comparasion, Building code, Earthquake

1. Giriş

Yerkabuğu içindeki fay hatlarının kırılmaları nedeniyle ani ve şiddetli bir biçimde oluşan titreşimlerin dalgalanma hareketi şeklinde yayılarak içerisinden geçtikleri ortamları ve yer üstünü sarsma olayına deprem denir. Deprem, insanın güvenle üzerinde durduğu ve yaşamını sürdürdüğü toprağın da oynayacağını ve bu toprak zemin üzerinde bulunan tüm yapılarında hasar görüp, insan hayatını sona erdirecek şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğal afettir. Depremler oluşmadan önce bazı ikazlar verse de, hala insanoğlunun elinde deprem oluşumunun önceden tahmini konusunda yeterli sonuçlar bulunmamaktadır. 1975 yılında Çin' de meydana gelen bir depremde birkaç saat önceden ön uyarı yapılarak on binlerce insanın yaşamı kurtarılmıştır. Bunun yanında sonra oluşan birçok deprem için yapılan ön uyarının

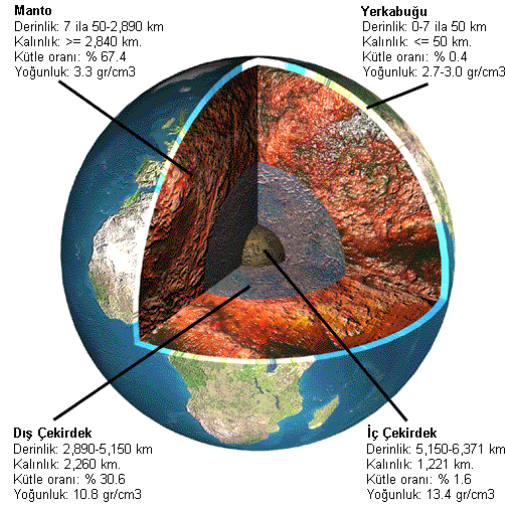
doğru çıkmadığı görülmüştür. Güvenilir bir uyarı sisteminin günümüzde mevcut olmaması, yapıların depreme karşı dayanıklı düzenlenerek, depremin etkilerinden korunulması gereğini ortaya çıkarmaktadır. Deprem hareketi, yer kabuğunda oluşan bir titreşim olduğu için yapısal elemanlarda zamana bağlı bir yer değiştirme hareketi meydana çıkararak dinamik bir etki oluşturur [1].

Yapı dinamiğinin ana konularından biri de deprem hareketinin sık ve şiddetli olduğu bölgelerde bu hareketin incelenmesidir. Depreme dayanıklı yapı tasarımının önemli ilkelerinden biri yapı taşıyıcı elemanlarının iyi düzenlenmesi ve yeterli dayanımda olması diğeri ise depremin yapıda oluşturması beklenen muhtemel kesit zorlanmalarının yeterli yaklaşıklıkla tahmin edilerek karşılanmasıdır.[2] Deprem etkisi yapıları alışılmışın ötesinde zorlayarak yapının imalatındaki hata ve kusurları ortaya çıkarır. Bir deprem kuşağı içinde bulunan ülkemizde her gün aletlerin kaydettiği ve insanlar tarafından hissedilemeyen çok sayıda deprem meydana gelmektedir. Yer hareketini inceleyen sismoloji bilimi için bu kayıtlar önemli olmakla beraber deprem mühendisliği açısından bu kayıtların şiddetli olanlarının yapıda ve yapısal elemanlardaki dinamik etkileşim sonucu meydana getirdiği hasarın boyutu ve derecesi önemlidir [3].

Ülkemizin tümünde deprem etkisinin varlığı kabul edilmiş ancak şiddetini göstermek amacıyla farklı deprem bölgeleri tarif edilmiştir. Türkiye deprem bölgeleri haritasına göre yer ivmesinin ≥ 0.40 g büyük olan bölgeler I. Derece, 0.30-0.40 g arasında olan bölgeler II. Derece, 0.20-0.30 g arasında olan bölgeler III. Derece, 0.10-0.20 g arasında olan bölgeler IV. Derece ve 0.1 g'den küçük olan bölgeler V' inci derece deprem bölgesi olarak belirlenmiştir [4].

1.1. Depremlerin Oluşumu ve Türleri

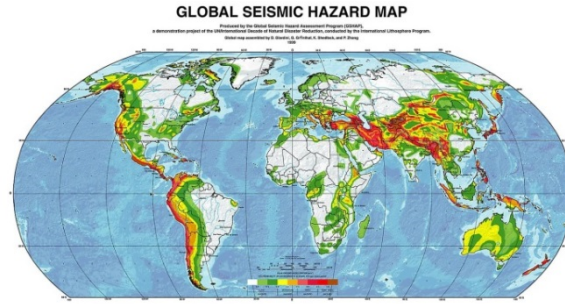
Yerkürenin iç yapısını oluşturan katmanlar konusunda, jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen bir yeryüzü modeli bulunmaktadır. Elde edilen modele göre, yerkürenin en dış kısmında yaklaşık olarak 30-50 km. kalınlığında soğumalar sonucu oluşmuş bir taşküre (Litosfer) tabakası bulunmaktadır. Dünya üzerinde bulunan kıta ve okyanuslar bu tabakada yer alır. Taşküre ile çekirdek arasında kalan ve kalınlığı yaklaşık 2.900 km olan kuşağa Manto adı verilir. Manto'nun altındaki çekirdeğin Nikel-Demir karışımından oluştuğu kabul edilmiştir [5]. Şekil 1' de jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen tabakalar ve özellikleri verilmiştir.



Şekil 1. Dünyamızı oluşturan tabakalar

Yerin yüzeyinden aşağılara inildikçe ısı artmaktadır. Yatay deprem dalgalarının yer çekirdeğinde yayılmadığı gerçeğinden yola çıkarak çekirdeğin sıvı bir ortam olması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Litosfer tabakasının altında bulunan manto tabakası genelde katı olmakla birlikte tabaka yüzeyinden derinlere inildikçe içerisinde lokal sıvı ortamlarda bulundurmaktadır. Manto tabakasının üstünde Astenosfer adı da verilen mantoya göre daha yumuşak bir yapıda olan Üst Manto bulunmaktadır. Bu tabakada oluşan iç kuvvetler neticesinde, taş kabuk parçalanmakta ve birçok levhalara ayrılmaktadır. Üst Manto' da oluşan gerilimsel akımlar, radyoaktivite nedeni ile oluşan ısı yüksekliğine bağlanmaktadır. Oluşan bu akımlar yukarıya yükseldikçe yerin yüzeyinde gerilmelere ve bunun neticesinde güçsüz tabakaların kırılmasıyla levhaların meydana çıkmasına neden olmaktadır. Günümüzde 10 adet büyük levha ve çok sayıda küçük levhadan söz edilebilir. Oluşmuş olan bu levhalar üzerlerinde bulundukları kıta takımları ile birlikte, Astenosfer üzerinde bir kayık gibi yüzmekte olup, birbirlerine göre insanların hissedemeyeceği bir hızda hareket etmektedirler [6]. Gerilim akımlarının yüksel olduğu yerlerde levhalar birbirlerinden uzaklaşmakta ve buradan açığa çıkan ısı magma tabakasında okyanus ortası sırtlarını oluşturmaktadır. Levhaların birbirlerine değdikleri kısımlarda sürtünme ve sıkışmalar olmakta, sürtünen levhalardan biri aşağıya Manto'ya batmakta ve eriyerek yitme zonlarını oluşturmaktadır. Gerilim akımlarının sebep olduğu bu sürekli olay yerkürenin altında devam edip gitmektedir. Yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirine sürtündükleri, birbirlerini sıkıştırdıkları,

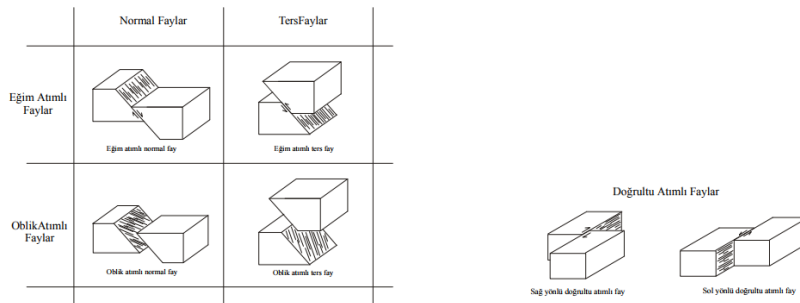
birbirlerinin üstüne çıktıkları ya da altına girdikleri bu levhaların sınırları dünyada depremlerin oldukları yerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada olan depremlerin büyük çoğunluğu bu levhaların birbirlerini zorladıkları sınırda oluşmaktadır. Birbirlerini iten ya da diğerinin altına giren iki levha arasında, harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Levhaların hareket edebilmeleri için bu sürtünme kuvvetinin yenilebilmesi gerekmektedir. İtilmekte olan bir levha ile bir diğer levha arasında sürtünme kuvveti aşıldığı zaman bir hareket oluşur. Bu hareket çok kısa zamanda oluşur ve şok niteliğindedir. Bu hareket neticesinde çok uzaklara yayılan deprem dalgaları oluşmaktadır [7].



Şekil 2. Dünyada plaka hareketleri sonucu oluşan deprem risk bölgeleri

Oluşan bu dalgalanma hareketi içerisinde geçtiği ortamları sarsarak, depremin odak noktasından uzaklaştıkça enerjisi azalarak yayılır. Bunun neticesinde yeryüzünde gözle görülebilen, kilometreler boyunca bir hat dahilinde uzayan fay adı verilen kırıklı yapılar oluşabilir. Oluşan bu kırıklı yapılar bazen yeryüzünde gözlenemez, yüzey tabakaları altında gizlenmiş halde bulunabilirler. Bazen de önceden oluşmuş bir deprem fayı zamanla örtülü olmasına rağmen yeniden faaliyete geçmiş olabilir. Amerikalı bilim insanı Reid tarafından 1911 yılında depremlerinin oluşumunun bu şekilde ve "Elastik Geri Sekme Kuramı" adı altında anlatımı yapılmış olup laboratuvar koşullarında da ispatlanmıştır. Bu kurama göre, her hangi bir noktada, zamana bağımlı olarak, yavaş yavaş oluşan birim deformasyon birikiminin elastik olarak depoladığı enerji, kritik bir değere eriştiğinde, fay düzlemi boyunca var olan sürtünme kuvvetini yenerek, fay çizgisinin her iki tarafındaki kayaç bloklarının birbirine görece hareketlerini oluşturmaktadır. Bu olay ani yer değiştirme hareketidir. Bu ani yer değiştirmeler ise bir noktada biriken birim deformasyon enerjisinin açığa çıkması, boşalması, diğer bir deyişle mekanik enerjiye dönüşmesi ile ve sonuç olarak yer katmanlarının kırılma ve yırtılma hareketi ile olmaktadır. Aslında kayaların, önceden bir birim yer değiştirme

birikimine uğramadan kırılmaları olanaksızdır. Bu birim yer değiştirme hareketlerini, hareketsiz görülen yer kabuğunda, üst mantoda oluşan konveksiyon akımları oluşturmakta, kayalar belirli bir deformasyona kadar dayanıklılık gösterebilmekte ve sonrada kırılmaktadır. İşte bu kırılmalar sonucu depremler oluşmaktadır. Bu olaydan sonra da kayalardan uzak zamandan beri birikmiş olan gerilmelerin ve enerjinin bir kısmı ya da tamamı giderilmiş olmaktadır. Çoğunlukla bu deprem olayı esnasında oluşan faylarda, elastik geri sekmeler (atım), fayın her iki tarafında ve ters yönde olmaktadır. Faylar genellikle hareket yönlerine göre isimlendirilirler. Daha çok yatay hareket sonucu meydana gelen faylara doğrultu atımlı fay denir. Fayın oluşturduğu iki ayrı blokun birbirlerine göreli olarak sağa veya sola hareketlerinden de bahsedilebilir bunlar sağ veya sol yönlü doğrultulu atımlı faya bir örnektir. Düşey hareketlerle meydana gelen faylara da eğim atımlı fay denir. Fayların çoğunda hem yatay, hem de düşey hareket bulunabilir [7]. Şekil 3' de yer hareketi ve zorlanmalar sonucu oluşan fay çeşitleri gösterilmiştir. Depremler oluş nedenlerine göre değişik türlerde olabilir. Dünyada olan depremlerin büyük bir bölümü levha hareketleri ile oluşmakla birlikte az miktarda da olsa başka doğal nedenlerle de olan deprem türleri bulunmaktadır.



Şekil 3. Fay çeşitleri

Bu çalışmada; Türk Deprem Yönetmeliği (TDY 2007) ile Avrupa Birliği Deprem Yönetmeliğindeki (Eurocode 8) temel ilkeler ve deprem yüklerinin hesaplanması yönünden karşılaştırılacaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Temel İlkelerin Karşılaştırılması

2.1.1 Eurocode 8' deki Temel İlkeler

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar, aşağıdaki şartları sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir.

2.1.1.1 Göçmeye karşı dayanım ilkesi

Yapı tanımlanan deprem hareketine dayanacak, yapısal bütünlüğünü ve yük taşıma kapasitesini koruyacak şekilde dizayn ve inşa edilmelidir. Yapısal tasarımda deprem hareketi şu şekilde ifade edilir.[8]

Tasarım deprem hareketi 50 yıl içinde oluşma olasılığı, PNCR %10 olan veya dönüş periyodu TNCR 475 yıl olan deprem ve bina önem katsayısı $\gamma_1 = 1.0$ olan bina esas alınarak hesap yapılır.

2.1.1.2 Hasarın sınırlandırılması ilkesi

Yapı, dizayn deprem hareketine göre daha büyük gerçekleşme olasılığına sahip sismik hareketlere dayanacak şekilde dizayn ve inşa edilmelidir. Yapının kullanımı kısıtlanmamalı ve yapıda ilk yatırım maliyetine oranla daha büyük masraflara yol açacak hasar oluşumları engellenmelidir.

Yukardaki temel koşulların sağlanması için taşıma gücü sınır durumu ve kullanılabilirlik sınır durumu limit kriterleri kontrol edilmelidir.[8]

2.1.1.3 Taşıma gücü sınır durumu

Yapının göçmesi veya insanların güvenliğini tehlikeye sokan diğer yapısal bozulmaların gerçekleşmesi ile ilişkili durumdur. Burada yapının gerekli dayanıma ve enerji yutma kapasitesine sahip olduğu kanıtlanmalıdır. Bu da yapının sünek bir davranış göstermesiyle oluşturulur. Yapının tümünün deprem hareketi etkisinde kayma ve devrilme güvenliği sağlanmalıdır. Temel elemanlarının ve zeminin üstyapı elemanlarından deprem etkisi sonucu oluşmuş tepkilere karşı yeterli dayanımı sağlamaları gerekmektedir. İkinci mertebeye etkileri göz önüne alınmalıdır.[8]

2.1.1.4 Kullanılabilirlik sınır durumu

Yapının belirlenen kullanım gereksinimlerini karşılayamayacak derecede hasar görmesi ile ilgili durumdur. Bu durumda deformasyon limitleri zorlanmış, ancak hasara karşı da yeterli güvenilirlik sağlanmıştır. Toplum için büyük öneme sahip yapılar deprem etkisi altında, fonksiyonlarını ve işlevlerini sürdürebilmeleri için yeterli rijitliğe ve dayanıma sahip olmalıdır [9].

2.1.2. TDY 2007' deki temel ilkeler

Yönetmeliğin amacı deprem hareketine maruz kalacak bina ve bina türü olmayan yapıların tamamının veya bazı bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulların ortaya konmasıdır.

Bu yönetmelik depreme dayanıklı bina tasarımının esas ilkesini şu şekilde ortaya koymuştur.

- Hafif şiddetteki depremlerde binalarda yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda hasar oluşmayacak
- Orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşan hasar sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalacak
- Şiddetli depremlerde can güvenliğinin sağlanması için kalıcı hasar oluşumu sınırlandırılmalıdır. Yani toptan göçmeye hiçbir şekilde izin verilmemelidir.

Tasarımında kullanılacak tasarım depremi, bina önem katsayısı $I = 1$ olan binalar için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan şiddetli depreme karşı gelmektedir. Deprem yönetmeliğinde de aşağıdaki sınır durumlar göz önüne alınır.[10]

2.1.2.1 Kullanılabilirlik sınır durumu

Yoğun olarak ortaya çıkan küçük depremlerin yapının fonksiyonuna herhangi bir olumsuz etki yapmaması ve taşıyıcı sistemde onarım gerektiren hasarın meydana gelmemesi istenir. Yapısal elemanlarda küçük çatlaklar oluşsa da büyük çatlaklar ve betonun ezilmesi gibi durumlara izin verilmez.

2.1.2.2 Hasar kontrolü sınır durumu

Kullanılabilirlik sınır durumuna esas alınan depremden daha büyük depremlerde yapıda bazı hasarlar meydana gelir. Donatı akma durumuna geçerken, onarım gerektiren büyük çatlaklar oluşabilir. Bu ikinci sınır durum ekonomik olarak onarılıp güçlendirilecek durum ile onarım güçlendirilmesi ekonomik olarak mümkün olmayan durumu birbirinden ayırır. Yapının ömrü boyunca, taşıyıcı sistemi bu sınır duruma getirecek depremin meydana gelme ihtimalinin düşük olması gerekir. Böyle bir sınır durumuna karşı gelen depremden sonra yapının ekonomik olarak onarılıp güçlendirilebilmesi istenir.

2.1.2.3 Göçme kontrolü sınır durumu

Yönetmelikte öngörülen kuvvetlerden çok daha büyük etki oluşturabilecek bir depremin meydana gelme ihtimali düşüktür. Ancak böyle bir durumda göçme

mekanizmasının kontrol edilerek, yapının kısmen veya tamamen göçmesinin meydana gelmesinin önlenmesi ve yapının içindekilerin hayatının korunması bu sınır durumu tanımlar. Elemanlardaki güç tükenmesinin sünek olarak meydana gelmesinin sağlanması ve sünek olmayan güç tükenmesi şekillerinin önlenmesi bu duruma esas oluşturur [9].

2.2. Tasarımda Dikkate Alınacak Kriterler

2.2.1. Eurocode 8

Yapı bir bütün olarak dizaynda kullanılan sismik hareketler altında stabil olmalıdır. Yapı kayma ve devrilmeye karşı stabilitesini korumalıdır. Yapının temeli ve zemin, üst yapının hareketinden doğacak etkilere, önemli kalıcı deformasyon göstermeden dayanacağı tetkik edilmelidir. Tepki hesaplanırken hareketi ileten yapı elemanlarının gösterebileceği dirence önem verilmelidir. Yapı planda ve düşeyde sade ve düzgün bir geometriye sahip olmalıdır. Yapılan yapısal tasarımda ikinci mertebeye etkileri göz önüne alınmalıdır. Dizayndaki sismik hareketlerin etkisindeki dış elemanların hareketlerinin insanlar için risk taşımadığı ve yapı elemanlarına zarar vermediği tetkik edilmelidir. Bina önem sınıfı yüksek olan binalarda herhangi bir depreme dayanım açısından yapı rijitlik ve süneklik yönünden tahkik edilmelidir. Yapı inşa edilirken ve kullanım durumundayken kabul edilebilir nedenler haricinde yapısal bir değişiklik yapılmamalıdır [11].

Yapılar planda ve boy kesitte basit ve düzenli olmalıdır. Gerektiğinde yapılar dinamik olarak birbirinden bağımsız parçalara bölünerek hesaplamaları yapılmalıdır. Yapılar mümkün olduğunca sünek inşa edilmeli, gevrek kırılmalardan ve stabil olmayan mekanizmaların zamanından önce meydana gelmesinden kaçınılmalıdır. Gevrek kırılmadan kaçınmak ve enerji yutucu elemanların amaçlanan şekilde çalışmalarını sağlamak için, değişik yapısal elemanlarda dayanımın zamanla arttığı kapasite dizayn metoduna başvurulur. Yapının deprem performansı yapının kritik bölgelerine veya elemanlarının davranışlarına bağlı olduğundan bu kritik noktalarda elemanlar gerekli kuvveti aktaracak ve sünek bir davranış gösterecek şekilde detaylandırılmalıdır. Yapı elemanlarının lineer olmayan davranış göstereceği tahmin edilen bölgelerde bu elemanların birleşim detaylarına özel olarak dikkat edilmelidir. Yapısal analiz, zemin deformasyonunu ve bitişik yapıların bulunması gibi durumları içeren, yapısal olmayan elemanların etkisini de hesaba katan uygun bir modele dayandırılmalıdır. Temel rijitliği,

üstyapıdan gelen yüklerin zemine mümkün olduğunca uniform dağılımı için uygun olmalıdır [9].

2.2.2. TDY 2007

Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Bunun için sade, simetrik ve düzenli bir yapı geometrisi tercih edilmelidir. T, L, H ve C şeklindeki binalarda uygun dilatasyon derzleriyle ayrımlar yapılmalıdır. Düşey doğrultuda ise her hangi bir katta yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliklerinden kaçınmak gerekmektedir. Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile tüketilmesi için, sünek tasarım ilkelerine titizlikle uyulmalıdır. Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Aynı zamanda döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalı, rijit diyafram özelliğini tam manasıyla gerçekleştirebilmelidir [11].

2.3. Zemin Koşulları ve Zemin Sınıfları

2.3.1. Eurocode 8

Yapının oturacağı ve etkileşim içinde olacağı zemin koşullarını belirleyecek uygun araştırmalar yapılmalıdır. Deprem sırasında inşa alanında, temel zemininde, yoğunlaşma ve sıvılaşma nedeniyle zemin oturması gibi riskler olmamalıdır. Deprem riskinin az olduğu bölgelerde ve bina önem katsayısının düşük olduğu bina zeminlerinde zemin araştırması yapılmayabilir.

2.3.2. Zemin Sınıfları

Yerel zemin koşullarında oluşacak deprem etkisi Tablo 1' de tanımlanan A, B, C, D, E, zemin türleri göz önüne alınarak hesaplanır [12].

2.3.2. TDY 2007

Yerel zemin koşullarının belirlenmesi için esas alınacak zemin sınıfları Tablo 2'de, yerel zemin sınıfları ise Tablo 3'de verilmiştir.

- Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde toplam yüksekliği 60 m' den fazla olan tüm binalar,

- Bütün deprem bölgelerinde, bina yüksekliğinden bağımsız olarak Bina önem katsayısının $I = 1,5$ ve $I = 1,4$ olduğu binalar

Tablo 1. Eurocode 8 de tanımlı zemin sınıfları

Zemin Sınıfı	Zemin Sınıfı Tanımı	Parametreler		
		Vs,30 (m/s)	N _{SPT}	Cu (kPa)
A	Yüzeyinde en fazla 5m'lik zayıf zemin tabakası bulunan kaya ve benzeri oluşumlar	>800	-	-
B	Onlarca metre kalınlıkta ve mekanik özellikleri derinlikle artan, çok sıkı kum ve çakıl tabakaları ile konsolide kil tabakaları	360-800	>50	>250
C	Onlarca metreden yüzlerce metreye varan kalınlıktaki derin veya orta sıklıkta kum, çakıl veya kaya tortuları	180-360	15-50	70-250
D	Gevşekten ortaya kohezyonsuz toprak tortuları (bir miktar yumuşak kohezyon tabakası olan veya olmayan) veya yumuşaktan serte ağırlıklı olarak kohezyonlu toprak	<180	<15	<70
E	C veya D'deki Vs değerine sahip alüvyon yüzey tabakası bulunan ve kalınlığı 5 metre ile 20 metre arasında değişen Vs>800 m/s katı materyalle vurgulanan toprak profili	-	-	-

Yukarıda belirtilen iki hususta, gerekli saha ve laboratuvar deneylerine dayanan zemin araştırmalarının yapılması, ilgili raporların düzenlenmesi ve proje dokümanlarına eklenmesi zorunludur. Hazırlanan raporlarda zeminin, Tablo 2 ve Tablo 3'e göre tanımlanan zemin grubu ve sınıfından hangisine girdikleri açıkça belirtilmelidir. Yukarıda belirtilen iki hususun dışında kalan binalarda birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, zemin gruplarının ve yerel zemin sınıflarının Tablo 2 ve Tablo 3'deki tanımlara göre belirlenmesini sağlayacak yerel bilgilerin ya da gözlem sonuçlarının deprem hesap raporlarında belirtilmesi veya bu konuda yayınlanmış kaynaklara referans verilmesi zorunludur. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, Tablo 3'de (C) ve (D) gruplarına giren zeminlerde, deprem yükleri altında kazıkların yatay yataklanma parametreleri ile yatay ve aksel yük taşıma güçlerinin belirlenmesi, saha ve laboratuvar deneylerini içeren zemin araştırmalarına göre yapılacaktır [10].

Tablo 2. TDY 2007' e göre yerel zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h ₁)
Z1	(A) grubu zeminler h ₁ <15 m olan (B) grubu zeminler
Z2	h ₁ >15 m olan (B) grubu zeminler h ₁ <15 m olan (C) grubu zeminler
Z3	15 m< h ₁ <50 m olan (C) grubu zeminler h ₁ <10 m olan (D) grubu zeminler
Z4	h ₁ >50 m olan (C) grubu zeminler h ₁ >10 m olan (D) grubu zeminler

Tablo 3. TDY 2007' e göre zemin grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	-	-	>1000	>1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85-100	-	>700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	-	>400	>700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	-	-	500-1000	700-1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30-50	65-35	-	400-700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16-32	-	200-400	300-700
(C)	1.Yumu ak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	-	-	<500	400-700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10-30	35-65	-	200-400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8-16	-	100-200	200-300
(D)	1.Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	-	-	-	<200
	2. Gevşek kum.....	<10	<35	-	<200
	3. Yumuşak kil, siltli kil.....	<8	<	<100	<200

3. Sonuçlar

Bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği (TDY 2007) ile Avrupa Birliği Deprem Yönetmeliğindeki (Eurocode 8) temel ilkeler, tasarımda dikkate alınacak kriterler, zemin koşulları ve zemin sınıfları karşılaştırılmıştır.

Tüm bu değerlendirmeler ve incelemeler ışığında şu sonuçlar elde edilmiştir;

- Yapıların deprem performansı bakımından iki yönetmelikte de iki temel ihtiyacın sağlanması gerekmektedir. Bunlar göçmeye karşı dayanım ve hasarın sınırlandırılması durumlarıdır.
- Eurocode 8'e göre yapının deprem performansı iki şekilde ele alınmıştır. Birincisi hafif şiddette bir depremin meydana gelmesi durumunda yapının kullanım sınır şartlarını sağlamasıdır. Yapılar deprem anında beklenen yerlerde tasarıma uygun olarak enerjiyi tüketebilmeli, hasar yapının kullanımını etkilemeyecek düzeyde ve hemen onarılabilir seviyede olmalıdır. İkincisi ise şiddetli depremlerde göçmenin engellenmesidir. Yapı şiddetli depremden sonra ağır hasarlar da olsa, yapısal

bütünlüğünü korumalı ve ayakta kalmalıdır. Türk deprem yönetmeliğinde ise bu durum minimum yapı tasarım koşullarını ortaya koyarak aşağıdaki ana ilkeleri benimsemektir. Hafif şiddetli bir depremde yapıda yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda hasar oluşmayacak. Orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda hasar sınırlandırılacak ve tamir edilebilecek seviyede olmalıdır. Şiddetli depremlerde ise insanların can güvenliği sağlanacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Bu şartların sağlanması için her iki yönetmelik de stabilitenin sağlanması, ikinci mertebe etkilerin sınırlandırılması, kayma ve devrilmelerin engellenmesi, yapısal düzenliliğin sağlanması, gevrek kırılmanın önlenmesi ve yeterli sünekliğin sağlanması için çeşitli tasarım kuralları getirmektedir.

- Zemin sınıflandırılması konusunda Eurocode 8 zeminleri A, B, C, D, E olarak 5 tipe ayırmıştır. Yapılan bu sınıflama zemin spektrum karakteristik periyotlarını belirlemek için yapılır. Bu yönetmelikte zeminler kayma dalgası hızlarına göre sınıflandırılır. TDY-2007 de ise zeminler A, B, C, D olarak 4 gruba ayrılırlar. Burada yerel zemin sınıfı belirlenirken tabaka kalınlıkları alınmıştır. Bu bilgiler ışığında deprem spektrumunun karakteristik periyotları belirlenir. TDY-2007 de zemin gruplarının belirlenmesinde standart penetrasyon deneyi, serbest basınç direnci, kayma dalgası hızı ve rölatif sıklık değerleri esas alınmıştır.

Kaynaklar

- [1] Yıldırım, K.M., 2009, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik ile eurocode 8'in çelik yapılar için proje uygulamalı karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Özmen, B. ve Nurlu, M., 1999, Deprem Bölgeleri Haritası ile İlgili Bazı Bilgiler, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni, Sayı: 99/2-3, Ankara, Sayfa 32-35.
- [3] Depreme ait genel bilgiler [online], Kandilli Rasatanesi Deprem Araştırma Enstitüsü,
(<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/Personel/comoglu/depremnedir/index.htm#KONU>
2)
- [4] TS 498, (1997), Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- [5] Kuzgun, K.E., 2007, 1998 Afet yönetmeliğinin Ec 8 ve Ubc-97 İle karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- [6] Aydemir, Z., 2011, Tdy 2007 ile Eurocode 8'in betonarme binalarda maliyet açısından karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
- [7] Depreme çeşitleri hakkında genel bilgiler [online], Jeofizik Mühendisleri Platformu , (<http://www.jeofizikmuhendisleri.com/makaleler/.Deprem.T%C3%BCrleri.Nelerdir?>) [Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2017].
- [8] Eurocode 8, prEN 1998-1 : 2003, Design of Structures for Earthquake Resistance, Comité Européen Normalisation, Brussels.
- [9] Ocak, F., 2005, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (1998) ile Eurocode (8 ve 2)' nin genel karşılaştırılması ve yapı elemanları hesabının problemlerle incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- [10] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (2007), İnşaat Mühendisleri İstanbul Şubesi, İstanbul.
- [11] Kuzgun, K.E., 2007, 1998 Afet yönetmeliğinin Ec 8 ve Ubc-97 İle karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- [12] Tola, S., 2015, Türk ve Avrupa standartları uyarınca mevcut çelik bir yapının zaman tanım aralığında deprem kayıtları da kullanılarak deprem analizlerinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.