



3. ULUSAL YAPI KONGRESİ VE SERGİSİ  
TEKNİK TASARIM, GÜVENLİK VE ERİŞİLEBİLİRLİK  
24-26 KASIM 2016, ANKARA  
TMMOB MİMARLAR ODASI ANKARA ŞUBESİ

## 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi

DR.GÖKHAN TUNÇ<sup>1</sup>, TUĞRUL TANFENER<sup>2</sup>

### ÖZET

Türkiye’de halen yürürlükte olan 2007 deprem yönetmeliği, dokuz yıl sonra 2016 yılında yeni bir deprem yönetmeliği ile tamamen güncellenecektir. Bu yeni yönetmeliğin taslak haline ait son çalıştay, 1-3 Haziran 2016 tarihlerinde Ankara’da gerçekleşmiştir. Bu çalıştayda, yeni deprem yönetmeliği ile alışlagelen pek çok kavram ve tasarım kriterlerinin değişime uğrayacağı görülmüştür. Değişim, özellikle yapısal analiz ve tasarımdan sorumlu inşaat mühendislerini ilgilendirdiği gibi diğer disiplinlerde çalışan mimar ve mühendisleri de doğrudan ilgilendirmektedir. Bu makalede, 2007 ve 2016 deprem yönetmelikleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar özet halde sunulacaktır. Örnek olarak seçilecek betonarme bina üzerinde yapılacak analitik çalışma ile 2016 deprem yönetmeliğinin 2007 deprem yönetmeliğine göre ortaya çıkardığı tasarımsal farklılıklar irdelenecektir. Ayrıca bu makalede, 2016 deprem yönetmeliğinin kamu ve özel sektör çalışanları açısından uygulama aşamasında yaratacağı potansiyel sorunlara ve eğitim altyapısı hazırlanmadan uygulamaya konulmasına dönük kararların özellikle tasarım aşamasında yaratacağı olumsuz yönlerine de değinilecektir.

**Anahtar Sözcükler:** Türkiye deprem yönetmelikleri, yönetmelik mukayesesi.

<sup>1</sup> Atılım Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kızılcaşar Mahallesi, İncek Ankara; Tel: (0312)5868355; gokhan.tunc@atilim.edu.tr

<sup>2</sup> Tanfener Proje ve Müşavirlik, 3035. Cad. No: 74-A/14, Konutkent Mahallesi Ankara; Tel: (0537)9824346; ttanfener@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) kapsamında Türkiye Deprem Yönetmeliği ve Türkiye Sismik Tehlike Haritasının güncellenmesi için bir süredir çalışmalar yürütmektedir. Bu bağlamda, 1-3 Haziran 2016 tarihlerinde Ankara’da “Türkiye Sismik Tehlike Haritası ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Çalıştayı” düzenlenmiştir. Çalıştayda tartışılan yeni deprem yönetmeliği taslağına göre deprem yüklerinin hesabında ve bina tasarımında kullanılacak hesap yaklaşımlarında önemli ölçüde değişiklikler olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra yüksek binalar, yalıtımlı binalar ya da zeminin çok zayıf olduğu durumlar gibi özel konularda yeni hesap yaklaşımlarının kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Ayrıca bu tür özel hesaplar uzman kişilerin ya da kuruluşların gözetim ve kontrolüne tabi tutulmaktadır. Yaklaşık yirmi seneden bu yana önemli bir değişikliğe uğramamış olan deprem yönetmeliğinin köklü bir şekilde yenilenecek olmasının yapı tasarımı ile ilgili tüm sektörler için olumlu veya olumsuz etkiler yapması kaçınılmazdır.

Bu çalışmanın amacı, hazırlanmakta olan yeni deprem yönetmeliğinin mevcut deprem yönetmeliğiyle olan farklılıklarını incelemek, eklenen yeni hesap metodlarını genel hatlarıyla tanıtmak ve yaratacağı olumlu ve olumsuz etkileri tartışmaktır. Makalede yeni yönetmeliğin uygulamaya konulması aşamasında eğitim altyapısının yetersizliği nedeni ile özellikle tasarım sürecinde meydana gelebilecek olumsuzluklar da ayrıca irdelenecektir.

Çalışma kapsamında yeni yönetmeliğe göre çözümlenecek örnek bina modeli vasıtasıyla deprem hesaplarında eski yönetmeliğe kıyasla oluşan sayısal farklılıklar ve bu farklılıkların yapı elemanlarının tasarımında yapacağı etkiler araştırılacaktır. Yeni yönetmelik taslağının özellikle deprem yer hareketi, deprem etkisi altındaki yapıların tasarımı için hesap yaklaşımları ve betonarme yapı sistemleriyle ilgili bölümleri detaylı olarak ele alınacaktır. Çelik, hafif çelik, ahşap, ön üretilmiş betonarme ve mevcut yapıların değerlendirilmesi gibi diğer bölümler ise bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

## 2. TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİ TARİHÇESİ

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği 1939 Erzincan depreminin ardından 1940 yılında yürürlüğe girmiştir. Dönemin İtalyan deprem yönetmeliğine benzer olarak hazırlanan ilk deprem yönetmeliğinde deprem hesabı yapının

bulunduğu yerden bağımsız olarak tüm bölgeler için benzer şekilde yapılmaktaydı. 1942 yılında Türkiye için deprem bölgeleri haritasının hazırlanmasıyla 1947 yılından itibaren yayınlanan deprem yönetmeliklerinde deprem hesapları yapının bulunduğu bölgenin depremselliğine bağlı hale gelmiştir [1].

1968 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğinde günümüzde kullanılmakta olan modern hesap yöntemlerine yer verilmiştir. İlk kez bu yönetmelikte betonarme yapı elemanlarının minimum boyutlarına ilişkin sınırlar getirilmiştir. Sünek yapı tasarımına ilişkin detaylara ise 1975 yılında yayınlanan deprem yönetmeliğinde yer verilmiştir. Bu yönetmelikte betonarme elemanların birleşim ve sarılma bölgeleri, sünek davranışa yönelik donatı detayları ve eleman boyutlarına ilişkin tavsiyeler sunulmuştur. 1997 yılında yürürlüğe giren deprem yönetmeliğinde sünek tasarıma ilişkin detayların uygulanması binalar için artık zorunlu hale getirilmiştir [1].

Günümüzde de yürürlükte olan 2007 deprem yönetmeliğinde bulunan hesap ve tasarım kurallarının birçoğu 1997 deprem yönetmeliği ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. İki yönetmelik arasında bazı farklılıklar yer alsa da 2007 deprem yönetmeliği aslında 1997 yılındaki yönetmelik esas alınarak oluşturulmuştur. Örneğin, 1997 yönetmeliğinde yer alan çelik binalar için depreme dayanıklı yapı tasarımı 2007 yönetmeliğinde detaylandırılmış, 2007 yılındaki yönetmeliğe mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesine yönelik bölüm eklenmiş buna mukabil 1997 yönetmeliğinde yer alan ahşap ve kerpiç binaların depreme dayanıklı tasarımına ait bölümler ise 2007 yılındaki yönetmelikten tamamen kaldırılmıştır.

### 3. 2016 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

#### 3.1. Mevcut Yönetmeliğin Yenilenme İhtiyacı

Günümüzde kullanılmakta olan 2007 deprem yönetmeliği önceki bölümde de bahsedildiği üzere ilave bir bölüm ve küçük çaplı değişiklikler haricinde 1997 yönetmeliği ile aynıdır. Dolayısıyla 20 yıla yakın bir süredir deprem mühendisliği alanındaki bilimsel çalışmaların kazanımları tasarım kurallarına yansıtılmamıştır. Ayrıca kullanımı yaygınlaşmakta olan sismik temel yalıtımı gibi modern yapım metotları ile son yıllarda sürekli artmakta olan yüksek binalara ait inşaat sektöründeki gelişmeler yeni yönetmelik kapsamında

değerlendirmesi gereken konu başlıkları olarak ortaya çıkmıştır. Bunların yanı sıra mevcut yönetmeliğin uzun yıllar kullanılması sonucu tasarımcılar ve uygulamacılardan gelen geri bildirimlerle tespit edilmiş olan bazı olumsuzlukların da yeni yönetmelikle birlikte giderilmesi amaçlanan hedeflerden biri olarak belirlenmiştir.

Deprem yönetmeliğinin yeniden gözden geçirilmesi ile birlikte AFAD'ın paralel olarak yürüttüğü bir diğer proje olan Türkiye Sismik Tehlike Haritalarına ait güncellenmiş bilgilere de yeni yönetmelikte yer verilecektir. Böylece son yıllarda yapılmış olan jeolojik araştırmalara dayanan veriler yeni yönetmelikle birlikte artık tasarıma yansıtılabilecektir.

### 3.2. Yeni Yönetmelik Taslağında Önerilen Başlıca Değişiklikler

2007 deprem yönetmeliğinin “Depreme Dayanıklı Binalar için Hesap Kuralları” başlıklı 2. bölümünde verilmekte olan deprem hesap esasları yeni yönetmelik taslağında genişletilerek dört bölüm haline getirilmiştir. Bu bölümlerde tasarım için belirleyici olacak “deprem tasarım sınıfları” ve “bina yükseklik sınıfları” gibi yeni kavramlara yer verilmiştir.

Yeni yönetmelik taslağında ön üretimli betonarme, hafif çelik ve ahşap bina taşıyıcı sistemlerine ilişkin tasarım kuralları ayrı birer bölüm halinde incelenmiştir. Yönetmeliğe eklenen diğer bölümler ise yüksek bina ve yalıtımlı bina taşıyıcı sistemlerine ait tasarım kurallarını içeren bölümlerdir. Yeni eklenen bu iki bölüm ile birlikte sahaya özel deprem analizleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan deprem hesapları yeni yönetmelik taslağında özel uzmanlık gerektiren konular olarak tanımlanmış ve uzmanların tasarım gözetim ve kontrolüne tabi tutulmuştur. Makalenin devam eden bölümünde yeni deprem yönetmeliği taslağında yer alan değişiklikler ve eklemeler ayrıntılı olarak incelenecektir.

## 4. 2007 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE ANA FARKLILIKLAR

### 4.1. Özel Konularda Tasarım ve Gözetim Kontrolü

Yeni yönetmelik taslağında, özel uzmanlık gerektiren konuların tasarımı için konuyla ilgili mesleki yetkinliği bulunan uzmanlardan tasarım gözetim ve

kontrol hizmeti alma şartı getirilmektedir. Özel uzmanlık gerektiren konular aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- Sahaya özel deprem tehlikesi ve zemin davranışı analizleri,
- Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi,
- Yeni yönetmeliğe göre yüksek bina sınıfına giren binaların tasarımı,
- Yalıtımlı binaların deprem hesabı ve tasarımı,
- Zaman tanım alanında doğrusal olmayan yapı-kazık-zemin etkileşimi.

Bu konularda tasarım gözetim ve kontrol hizmeti verebilecek olan uzmanların nasıl belirleneceği; uzmanların eğitim, mesleki yeterlilik ve deneyim yönlerinden hangi kıstasları sağlamaları gerektiği yönetmelikte tanımlanmayarak ayrı bir düzenleme ile belirleneceği belirtilmiştir [5].

Uzman gözetim ve kontrolünün şart koşulduğu durumlar günümüzde devam etmekte olan birçok projede mevcut ve sık karşılaşılan durumlardır. Hiç şüphe yok ki yeni yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle birlikte uzman gözetim ve kontrolüne çok daha yoğun bir talep olacaktır. Bu durumda uzmanların belirlenmesi ve yetkilendirilmesi konusu büyük önem kazanmaktadır. Dolayısıyla uzmanlık hizmeti verecek kişi veya kuruluşlarda aranan yeter koşullar her hangi bir ihtilafa veya şüpheye yer vermeyecek şekilde tanımlanmalıdır.

#### 4.2. Deprem Yer Hareketinin Tanımıyla İlgili Değişiklikler

Deprem yer hareketinin hesabıyla ilgili başlıca ilk değişiklik 2016 deprem yönetmeliğiyle birlikte kullanılmaya başlayacak olan güncellenmiş Türkiye Deprem Tehlikesi Haritalarıdır. Mevcut yönetmelikte, 1. derece en yüksek, 4. derece en düşük, 5. derece ise depremselliğin olmadığı bölgeleri ifade eden deprem bölgeleri olarak haritada yer almaktaydı. Yeni deprem tehlikesi haritalarıyla birlikte deprem bölgeleri kavramı tamamen ortadan kalkacaktır. Bunun yerine Türkiye'deki her nokta için haritadan  $S_s$  ve  $S_1$  değerleri okunabilecektir. Bunlar sırasıyla  $T = 0.2$  saniye kısa periyod ve  $T = 1.0$  saniye uzun periyod bölgelerine karşılık gelen harita spektral ivme katsayılarıdır. Bu değerler zemin özelliklerini yansıtan katsayılarla çarpılarak tasarım spektral ivme katsayılarına ( $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$ ) dönüştürülmekte ve tasarım ivme spektrumu bu değerlere bağlı olarak oluşturulmaktadır. Böylelikle daha önce binanın bulunduğu deprem bölgesine bağlı olarak tek bir değer alan spektral ivme katsayısı kısa ve uzun periyod bölgeleri için ayrı ayrı belirlenecektir. Tasarım spektrumu üzerinde kısa periyod bölgesi spektral katsayının periyoddan

bağımsız olarak en yüksek değerleri aldığı ve ivmenin etkin olduğu bölge, uzun periyod bölgesi ise değerlerin periyoda bağlı olarak azaldığı ve hızın etkin olduğu bölgedir. İlk kez, 1997 yılına ait Amerikan yapı yönetmeliklerinde yayınlanan tasarım spektrumu yeni yönetmelikle birlikte Türkiye için de tanımlanmış olacaktır [2,5].

Deprem yer hareketinin tanımlanmasıyla ilgili bir diğer yenilik ise fay hattına yakın bölgeler için uygulanacak olan bir katsayı ile ilgilidir. Fay hattına, 25 km'den daha yakın bölgelerde uzun periyoda bağlı tasarım spektral ivme katsayısı aşağıda verilen  $\gamma_F$  katsayısı ile (Denklem 1) arttırılmaktadır.

$$\begin{aligned} \gamma_F &= 1.2 & L_F \leq 15 \text{ km} \\ \gamma_F &= 1.2 - 0.02 (L_F - 15) & 15 \text{ km} \leq L_F \leq 25 \text{ km} \end{aligned} \quad (1)$$

Burada " $\gamma_F$ ", faya yakınlık katsayısını (birimsiz); " $L_F$ ", fay düzlemine olan mesafeyi (km) göstermektedir.

Yurtdışında kullanılan, Yeni Zelanda ve Amerika'ya ait deprem yönetmeliklerinde fay hattına olan uzaklığı ilişkilendiren katsayı daha detaylı olarak tanımlanmaktadır. Örneğin; UBC 1997 (Uniform Building Code) yönetmeliğinde, fay hattına 2 km, 5 km ve 10 km uzaklıklarda yer alan binalar için uygulanacak katsayılar farklı değerler olarak tanımlanmıştır [3].

Yeni deprem yönetmeliği taslağında standart tasarım deprem yer hareketi için baz alınan istatistiksel parametrelerde değişiklik yapılmamış, 2007 deprem yönetmeliğindeki olduğu gibi 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve tekrarlanma periyodu 475 yıl olan deprem hareketi kullanılmıştır. Ancak yüksek katlı bina gibi özel konuların tasarımı için farklı deprem düzeylerinin kullanımı zorunlu tutulmuştur. Buna göre deprem düzeyleri DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olmak üzere 4 ayrı kategoriye ayrılmıştır. En yüksek düzey olan DD-1, 50 yılda aşılma olasılığı %2 ve tekrarlanma periyodu 2475 yıl, en düşük düzey olan DD-4 ise 50 yılda aşılma olasılığı %68 ve tekrarlanma periyodu 43 yıl olan deprem düzeyini ifade etmektedir. Standart tasarım deprem yer hareketi ise DD-2 deprem düzeyine tekabül etmektedir [5].

#### 4.3. Yerel Zemin Sınıfı Tanımında Yapılan Değişiklikler

2007 deprem yönetmeliğinde zeminler Z1 en iyi ve Z4 en kötü olmak üzere 4 zemin sınıfına ayrılmaktaydı. Zemin sınıfının tayini ise yine sırasıyla en iyiden en kötüye doğru zemin özelliklerini ifade eden A, B, C ve D zemin

gruplandırmasına ve binanın yerleştiği zemin katmanının yüksekliğine bağlı olarak yapılmaktaydı.

Yeni yönetmelik taslağında zemin sınıfları ile zemin grupları tek bir tabloda birleştirilerek iyi zeminden kötü zemine doğru ZA, ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF olarak ayrılmıştır. En kötü zeminleri ifade eden ZF sınıfı sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler olarak adlandırılmaktadır. Bu tür zeminler için sahaya özel davranış analizlerinin yapılması ve özel deprem yer hareketi spektrumunun kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu çalışma önceki bölümlerde de belirtildiği üzere tasarım ve gözetim kontrolüne tabi olup konunun uzmanlarından tasarım gözetim ve kontrol hizmeti alınmasını gerektirmektedir [4,5].

#### 4.4. Bina Önem Katsayısı ile İlgili Düzenleme ve Değişiklikler

Mevcut deprem yönetmeliğinde “binanın kullanım amacı veya türü” başlığı altında sınıflandırılmakta olan binalar yeni yönetmelik taslağında üç adet bina kullanım sınıfına (BKS) ayrılmıştır. Daha önce ikinci önem düzeyde bulunan okul, yurt, cezaevi ve müze gibi yapılar birinci önem düzeyine yükseltilerek önem katsayıları 1.4’ten 1.5’e çıkarılmıştır. Böylece bu yapılara etkiyecek deprem kuvvetinde önem katsayısı ile doğru orantılı olarak yaklaşık %7 mertebesinde artış gerçekleşecektir. Bina önem katsayısı olarak kullanılmakta olan 1.4 değeri ise yeni yönetmelikte iptal edilmiştir [4,5].

#### 4.5. Deprem Tasarım Sınıfları ve Bina Yükseklik Sınıfları

Yeni yönetmelik taslağında, yapıların sınıflandırılmasına yönelik olarak önceki yönetmelikte bulunmayan yeni tasarım kriterlerine yer verilmiştir. Bunlardan ilki, Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) olarak adlandırılan kısa periyod tasarım ivme spektral katsayısına ( $S_{DS}$ ) ve bina kullanım sınıfına (BKS) göre yapılan sınıflandırmadır. Buna göre binaların DTS değeri  $S_{DS}$  değerlerine göre beklenen yer hareket seviyesi en yüksekten en düşüğe olacak şekilde 1, 2, 3 veya 4 değerlerinden birini almaktadır. Eğer bina, BKS=1 sınıfında yer alıyorsa bu değer yanına “a” harfi eklenerek DTS değeri 1a, 2a ve benzeri şekilde adlandırılacaktır. Böylece 1a sınıfı en kritik tasarım kurallarını içermek üzere 1a’dan 4’e kadar toplamda sekiz adet deprem tasarım sınıfı meydana gelmiş olacaktır.

Bina yükseklik sınıfları (BYS), bina yüksekliği ve deprem tasarım sınıfına bağlı olarak 1’den 8’e kadar değer almaktadır. Bu tanıma göre BYS=1 en

yüksek bina sınıfını temsil etmektedir. Bu sınıfa giren binaların tasarımı temel hesap esaslarına göre değil yüksek binaların tasarım kurallarını içeren bölüme göre yapılacaktır. Yüksek bina kabul edilme sınırı deprem tasarım sınıfı 1a'dan 2'ye kadar olan binalar için 70 m; deprem tasarım sınıfı 3a / 3 olan binalar için 91 m ve deprem tasarım sınıfı 4a / 4 olan binalar için 105 m olarak belirlenmiştir. Buna göre mevcut yönetmeliğe göre 1. derece deprem bölgesinde yer alan ve kat yüksekliği 3 m olan 25 katlı bir konut binası yeni yönetmelikle birlikte özel tasarım şartlarına tabi olacaktır. Aynı şekilde 3. veya 4. derece deprem bölgesinde bulunan 35 katlı konut binası da yüksek katlı bina olarak değerlendirilecek ve buna göre tasarlanacaktır.

Yüksek binaların tasarımı yeni yönetmelikte ayrı bir bölüm halinde ele alınmaktadır. Bu bölüm uyarınca tasarımda kullanılacak etkin rijitlik katsayıları, minimum taban kesme kuvveti, tasarım spektrumu gibi parametrelerin tamamı normal binalar için kullanılan parametrelerden ayrılmaktadır. Ayrıca yüksek binaların çözümlemesinde zaman tanım alanında doğrusal olmayan deprem hesabının kullanımı zorunlu hale gelmektedir [5].

#### 4.6. Bina Performans Hedefleri ve Tasarım Yaklaşımları

Yeni deprem yönetmeliği taslağında bina performans düzeyleri, kesintisiz kullanım (KK), hemen kullanım (HK), can güvenliği (CG) ve göçmenin önlenmesi (GÖ) olarak 4 ayrı kategoride tanımlanmıştır. 2007 deprem yönetmeliğinde sadece mevcut binaların değerlendirilmesi için kullanılan performans düzeyleri yeni yönetmelikle birlikte yeni yapılacak binaların tasarım kriterleri arasına girmiştir. Yeni binaların tasarımı veya mevcut binaların değerlendirilmesi için deprem tasarım sınıfı ve bina yükseklik sınıfına bağlı olarak bir performans hedefi belirlenecek ve bu performans hedefine uygun tasarım yaklaşımı seçilecektir.

Yeni yönetmelik taslağında iki ana tasarım yaklaşımı belirlenmiştir. Bunlar dayanıma göre tasarım (DGT) ve şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım (ŞGDT) yaklaşımlarıdır. Yüksek binalar ve yalıtımlı binaların tasarımıyla mevcut binaların değerlendirilmesi dışında kalan tüm binaların tasarımı DGT hesap esaslarına göre yapılmaktadır. DGT esaslarına göre yapılan standart tasarımda DD-2 deprem yer hareketi ve can güvenliği performans hedefi dikkate alınmaktadır. Bu yöntemde, 2007 deprem yönetmeliğinde bina tasarımı için kullanılan eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemi gibi alışlageldik metotlarla doğrusal deprem hesabı



yapılmaktadır. Ancak hesap esaslarında 2007 yönetmeliğine göre önemli değişiklikler veya eklemeler mevcuttur. Bu değişikliklere ilerleyen bölümlerde değinilecektir.

Özel yapıların tasarım ve değerlendirilmesinde kullanılan ŞGDT hesap esasları zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi veya belli koşullarda itme analizi yöntemlerinden birinin kullanımını gerektirmektedir. Bu hesap yönteminde belirlenen performans hedefine bağlı olarak malzeme ve yapı elemanları için izin verilebilir şekildeğiştirme sınırları belirlenmiştir. Bu sınırlara göre sünek davranışa sahip elemanların doğrusal olmayan şekildeğiştirme talepleri, gevrek elemanlar için de dayanım talepleri belirlenerek tasarım yapılır.

Yeni yönetmelik taslağında ŞGDT hesap esaslarının yüksek katlı binalar haricinde bina yükseklik sınıfı 2 veya 3, deprem tasarım sınıfı ise 1a veya 2a olan binalar için de kullanılması zorunlu hale gelmektedir. Bu sınıfa girecek binalar, mevcut 2007 deprem yönetmeliğine göre tarif edilecek olursa; yapı yüksekliği 42 metreyi aşan, önem katsayısı 1.4 veya 1.5 olan ve 1. veya 2. deprem bölgesi içerisinde yer alan binalardır. Örnek olarak mevcut yönetmelikte alışlageldik doğrusal hesap metotlarıyla tasarlanabilen İstanbul'daki 15 katlı bir yurt binası yeni yönetmelikle birlikte ŞGTD hesap esaslarına göre doğrusal olmayan deprem hesapları kullanılarak tasarlanacaktır. Dolayısıyla yapı tasarımı üzerine çalışan inşaat mühendislerinin her an karşılaşılabilecekleri bu tarz yapıların tasarımını yapabilmeleri için doğrusal olmayan hesap yöntemlerine hâkim olmaları gerekmektedir [4,5].

#### 4.7. Dayanıma Göre Tasarım Hesap Esaslarında Başlıca Değişiklikler

Yürürlükteki 2007 deprem yönetmeliği ile yeni çıkacak 2016 yönetmeliğinde geçerli olan hesap esasları dayanıma göre tasarımı esas almaktadır. Bu tasarım yaklaşımında deprem kuvvetleri yapı özelliklerine bağlı bir davranış katsayısı ile azaltılmakta ve doğrusal hesap metotları ile çözümleme yapılmaktadır. Sonuçta elde edilen talepler eleman kapasiteleri ile karşılaştırılarak bina tasarımı gerçekleştirilmektedir. Yeni yönetmelikte yöntem kısaca DGT olarak adlandırılmaktadır.

Yeni deprem yönetmeliği taslağında DGT hesap esaslarına ilişkin göze çarpan en önemli değişikliklerden biri taşıyıcı sistem davranış katsayısının (R) yanı sıra dayanım fazlalığı katsayısının (D) kullanılacak olmasıdır. Dayanım

fazlalığı katsayısı davranış katsayısına benzer şekilde yapı özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Sünek davranış göstermesi beklenmeyen elemanlarda davranış katsayısı ile azaltılmış deprem yüklerinden elde edilen azaltılmış iç kuvvetler bu katsayı ile artırılmaktadır. Böylece gevrek özellik gösteren elemanların her koşulda elastik sınırlar içinde kalması sağlanmaktadır. Bu katsayının uygulanacağı elemanlar her yapı sistemi için ilgili bölümde belirtilmektedir. Örnek olarak betonarme elemanların kesme kuvveti ile ilgili tahkiklerinde “D” katsayısı ile büyütülmüş iç kuvvetler dikkate alınmaktadır.

Mevcut yönetmelikte kullanılacak taşıyıcı sistemin seçimine dair deprem bölgelerine ve yapı önem katsayısına bağlı olarak yapılan sınırlandırmalar yeni yönetmelik taslağında deprem tasarım sınıfı ve bina yükseklik sınıfına bağlı olarak tanımlanmıştır. Bu sınırlandırmalara göre mevcut yönetmelikten farklı olarak deprem tasarım sınıfı 1a ve 2a olan yapılarda, yani önem katsayısı mevcut yönetmeliğe göre 1.4 ve 1.5 olan ve depremselliği yüksek bölgede yer alan binalarda, süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemlerin kullanılmasına izin verilmemektedir. Yine yeni yönetmelikte taşıyıcı sistemlere ilişkin davranış ve dayanım fazlalığı katsayılarının yanı sıra uygulanabilecekleri bina yükseklik sınıfı da tanımlanmaktadır. Buna örnek olarak perde bulunmayan süneklik düzeyi yüksek çerçevesiz sistemlerin uygulanabilmesi için bina yükseklik sınıfınının 3'ten az olmaması gerekmektedir. Böylece her taşıyıcı sistem için bir yükseklik sınırı belirlenmiştir.

Yeni yönetmelik taslağında geçiş döşemesi olarak adlandırılan ve bodrum katlarıyla üstyapı arasında kuvvet aktarımını sağlayan döşemelerin detaylı olarak tasarlanması gerektiğine de ayrıca vurgu yapılmıştır.

DGT hesap esaslarına göre yapılan bina tasarımlarında yeni yönetmelikle birlikte etkin kesit rijitliklerinin dikkate alınması zorunlu hale gelmektedir. Bu durumda eğilme rijitlikleri kolonlar için %30, kirişler için %65 mertebelerinde azaltılarak bina tasarımı yapılacaktır. Bunun sonucunda bina çözümlerinde elde edilen yatay deplasman değerleri önemli ölçüde artacaktır. Ötelenmenin belirleyici kriter olduğu yapılarda yeterli rijitliğin sağlanabilmesi için eleman boyutlarının artırılması gerekecektir [4,5].

#### 4.8. Betonarme Sistemlerin Tasarım Esaslarında Başlıca Değişiklikler

Betonarme yapıların tasarımında yeni yönetmelik taslağına göre önceki bölümde de belirtildiği üzere “D” katsayısı yeni bir parametre olarak

kullanılacaktır. Bunun sonucu olarak tüm yapı elemanlarında kesme kuvveti talepleri artacaktır. Özellikle perde duvar gibi boyutlandırılmasında kesme kuvvetlerinin belirleyici olduğu elemanların boyutlarında artışlar oluşacağı beklenmektedir.

Betonarme yapıların tasarımı ile ilgili bölümde dikkat çeken bir diğer yenilik ise kolon, perde ve kiriş elemanlarının yanı sıra döşemeler için de detaylandırma kurallarının ayrı bir başlık halinde verilmiş olmasıdır.

Mevcut yönetmelikte verilen minimum eleman boyutlarında da değişiklikler yapıldığı görülmektedir. Perdelerin minimum kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'si yerine 1/16'sı olacak şekilde düzenlenmiş, belirli koşullar altında izin verilebilir minimum kalınlık değeri ise 150 mm'den 200 mm'ye çıkartılmıştır. Kolonlarda da minimum en kesit boyutları arttırılarak dikdörtgen kesit için 250 mm'den 300 mm'ye; dairesel kesit için çap 300 mm'den 350 mm'ye çıkartılmıştır.

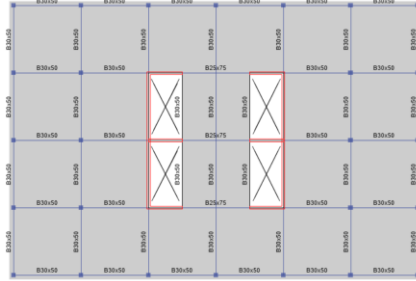
Boyutlarda yapılan değişikliklerin yanı sıra malzeme özelliklerinde de bir takım yeni sınırlandırmalar yapılmıştır. Mevcut yönetmelikte C20 ve C50 olarak tanımlanan minimum ve maksimum beton sınıfları sırasıyla C25 ve C80'e yükseltilmiştir [4,5].

## 5. 2007 ve 2016 DEPREM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE ÖRNEK BETONARME YAPI ÇÖZÜMÜ

### 5.1. Örnek Binaya İlişkin Genel Bilgiler

2007 ve 2016 deprem yönetmeliklerinde farklılık gösteren tasarım esaslarının ortaya çıkaracağı sayısal farklılıkların incelenmesi için 10 katlı betonarme ofis binası ETABS programı kullanılarak her iki yönetmeliğe göre çözülmüştür.

Binanın yeri İzmit'in Sapanca ilçesi, plan boyutları 36 m x 24 m, kat yüksekliği 3.4 m ve toplam kat sayısı 10 (bina yüksekliği = 34 m) olarak kabul edilmiştir. Binanın taşıyıcı sistemi, deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz perde ve çerçevelerle birlikte taşındığı sistem olarak belirlenmiştir. Kat planında düzenli bir taşıyıcı eleman yerleşimi yapılarak düzensizliklerin etkisi göz önünde bulundurulmamıştır (Şekil 1). Binanın iyi zemine oturduğu kabul edilerek zemin sınıfı TDY 2007'ye göre Z1, TBDY 2016'ya göre ZA olarak alınmıştır.



Şekil 1. Kat Planı

## 5.2. Tasarım Parametreleri ve Deprem Hesabı

Binanın deprem hesabı eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemleri ile yapılmıştır. Yapının bulunduğu yer olarak kabul edilen Sapanca mevcut durumda 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. 2016 deprem yönetmeliğine göre hesapta kullanılacak kısa ve uzun periyod bölgelerine karşılık gelen spektral ivme katsayıları AFAD'ın yayınlamış olduğu taslak sismik tehlike haritalarından elde edilmiştir. Her iki yönetmeliğe göre esas alınan deprem hesap parametreleri aşağıda tablo olarak verilmiştir (Tablo 1). 2016 deprem yönetmeliğine göre çözümde etkin rijitlik katsayıları kullanılarak bina elemanlarının rijitlikleri düşürülmüştür.

Tablo 1. Örnek Binaya ait TBDY 2016 Deprem Hesap Parametreleri

Zemin Sınıfı	ZA
Kısa Periyod Harita Spektral İvme Katsayısı ( $S_S$ )	1.00 g*
Uzun Periyod Harita Spektral İvme Katsayısı ( $S_1$ )	0.25 g*
Faya Yakınlık Katsayısı ( $\gamma_F$ )	1.2 ( $L_F < 15$ km)
Kısa Periyod Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{DS}$ )	0.80
Uzun Periyod Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{D1}$ )	0.24
Spektrum Karakteristik Periyodları ( $T_A, T_B$ )	0.06 s ; 0.30 s
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	7.0 (x-yönü) ; 6.0 (y-yönü)
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	2.5
Bina Kullanım Sınıfı	BKS = 3
Bina Önem Katsayısı (I)	1.0
Deprem Tasarım Sınıfı	DTS = 2
Bina Yükseklik Sınıfı	BYS = 4

\*  $S_S$  ve  $S_1$  değerlerinin belirlenmesinde, çeşitli istatistiksel yöntemlere göre hazırlanmış haritalar arasında en düşük deprem kuvvetlerini oluşturan alansal kaynak model haritaları kullanılmıştır.

## 5.3. Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeler

Sayfa sınırlaması nedeniyle makalede örnek bina çözümünden elde edilen veriler özet olarak sunulmuş, detaya girilmemiştir. İki ayrı bina analizine ait sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. TBDY 2016 ve TDY 2007'ye göre Örnek Bina Analiz Sonuçları

	<b>TBDY 2016 Sonuçları</b>	<b>TDY 2007 Sonuçları</b>
X-yönü Doğal Titreşim Periyodu	1.53 s	0.91 s
Y-yönü Doğal Titreşim Periyodu	0.67 s	0.47 s
X-yönü Taban Kesme Kuvveti	2935.9 kN	5740.1 kN
Y-yönü Taban Kesme Kuvveti	4981.8 kN	9787.7 kN
Çatı Maksimum Yerdeğiştirme	4.4 cm	2.8 cm

Bu sonuçlar, etkin rijitlik katsayılarının kullanılmasının bina salınım periyodunu ve ötelenmeleri önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. Bu artışa bağlı olarak yeni yönetmeliğe göre çözümde taban kesme kuvvetleri azalmıştır. Ancak bu azalmaya rağmen dayanım fazlalığı katsayısının etkisiyle özellikle kesme kuvvetinin belirleyici olduğu perde duvar gibi yapı elemanlarının tasarım iç kuvvetlerinde %20~%25 mertebesinde artış beklenmektedir. Yüksek katlı binaların çözümünde tasarım kuvvetlerinin 2007 yönetmeliğine göre çok daha fazla oranda artacağı öngörülmektedir.

## 6. SONUÇ

Yeni yönetmelik taslağında bazı konuların daha iyi anlaşılabilir hale getirildiği, çizim ve grafiklerde iyileştirmeler yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte önerilen bazı yenilikler yapı tasarımında karmaşık hesap metodlarının kullanılmasını gerektirmektedir. Yapı tasarımı üzerine çalışan veya mezun olduktan sonra çalışacak olan inşaat mühendislerinin yeni yönetmeliğin gereksinimlerini karşılayacak eğitim altyapısına sahip olmaları çok önemlidir. Bu nedenle ülkemiz genelindeki inşaat mühendisliği fakültelerinin ve diğer mesleki eğitim organizasyonlarının eğitim müfredatlarını bu yönde iyileştirmeleri önem kazanmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Sezen, H., Elwood, K.J., Whittaker, A.S., Mosalam, K.M., Wallace, J.W. & Statnton, J.F. (2000). *Structural Engineering Reconnaissance of the August 17, 1999, Kocaeli (İzmit), Turkey, Earthquake* (s. 7-26). Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, USA.
- [2] Ghosh, S.K. (2001). *A Necessary Change in the Seismic Design Provisions of the 2000 IBC*. PCI Journal: Vol.2, No.4 July-August 2001.
- [3] International Conference of Building Officials. (1997). *Uniform Building Code*
- [4] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. (2007). *Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*.
- [5] Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2016) *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağı*.