

# KALİTE GÜVENİLİRLİĞİ AÇISINDAN TÜRKİYE'DE DEPREME DAYANIKLI TASARIM VE YAPIM SORUNLARI

M.Nuray AYDINOĞLU<sup>1</sup>

## GİRİŞ

Çok genel anlamda Kalite Güvenilirliği, üretilen herhangi bir malın, eşyanın veya taşınmazın üretimin tüm aşamalarında ilgili yasa, yönetmelik ve kabul görmüş mühendislik-teknoloji kurallarına tam anlamıyla uygun bir biçimde üretilmesinin sağlanmasını ve bunun bir anlamda garanti edilmesini ifade eden genel bir kavramdır. Tüm dünyada bir yandan teknolojinin evrenselleşmesinin zorunlu kıldığı standartlaşma olgusu, öte yandan giderek gelişen ve yaygınlaşan tüketici bilinci Kalite Güvenilirliği kavramını Türkiye'de de gündelik yaşamın bir parçası olmaya doğru hızla götürmektedir.

Ülkemizde yapı tasarımı ve üretimi açısından deprem riskinin taşıdığı önem tartışılmaz boyuttadır. Özellikle İstanbul'da olduğu gibi giderek aşırı hızda bir yapılaşmanın yaşandığı deprem riski büyük metropollerde, depreme dayanıklı yapı tasarımı ve üretiminde kalite güvenilirliğinin sağlanmasında ciddi güçlükler vardır. Herşeyden önce, 1950'li yıllarda basit tek katlı yapılarla başlayan gecekondulu olgusu, kırk yıl içinde büyük kentlerin nereden ise yarı nüfusunu barındıran "gecekondulu kentlerine"ne dönüşmüştür. Genel olarak her türlü teknik denetimden yoksun olarak üretilen, üstelik yönetimlerin belirli aralıklarla ve siyasi endişelerle çıkardıkları aflarla yasallaştırılan bu tür yapılar deprem riskinin de ötesinde büyük kentlerde yaşanan başıbozuk kentleşmenin "de facto" gerçeğinin temel öğeleri olmaya devam etmektedirler.

Öte yandan büyük kentlerde gecekondulu dışı yapılaşmada tüketici bilincine bağlı kalite olgusu sadece "ince inşaat" kalitesi ile sınırlı kalmaya devam eder görünmektedir. Değeri artık yüz milyonlarla ifade edilen konut türü yapılarda bir seramik kaplamanın kalitesini sorgulayabilen tüketiciye "kaba inşaat" konusunda güvence verebilecek mekanizmalara sahip olamadığımızı biliyoruz. Acı ama gerçek olan durum "kaba inşaat"ın kalitesine toplumun büyük kesiminin yaklaşımının gerçekten oldukça "kaba" olduğudur.

Bu koşullar altında yapı kalitesi doğrultusunda hem tasarım, hem de üretim açısından İnşaat Mühendisliği mesleğinin ve kamu kuruluşu

---

<sup>1</sup> Doç.Dr., STFA İnşaat A.Ş.

niteliğindeki İMO'nun toplumsal sorumluluk yükü oldukça ağırdır. Bu çerçevede bu bildirin amacı, ekonomik ağırlığı yanında doğrudan insan hayatını etkileyen depreme dayanıklı yapı tasarımı ve üretimi konusunda ortada duran sorunları bir mühendis gözü ile irdelemek ve birtakım çözüm önerileri sunmaktır.

## DEPREME DAYANIKLI TASARIM SORUNLARI

Türkiye'de depreme dayanıklı yapı tasarımı olgusunun altyapısı başlıca dört öğeden oluşmaktadır.

- a) Yürürlükteki Deprem Yönetmeliği
- b) Hesap ve detaylandırma kaynak ve araçları
- c) İnsan kaynağı (Tasarım Mühendisleri/Tasarım Büroları-Şirketleri)
- d) Kontrol-Onay kurumları (Odalar, Belediyeler vb.)

Her dört öğeye ilişkin tasarım sorunları aşağıda kısaca irdelenecektir.

### Deprem Yönetmeliğinin Genel Yapısı ve Tasarım Yaklaşımına İlişkin Sorunlar

Yürürlükteki deprem yönetmeliği başlıca depreme dayanıklı tasarıma ilişkin hesap esasları ile taşıyıcı sistem malzemesine (betonarme, çelik, ahşap vb.) bağlı hesap ve detaylandırma ilkelerini kapsayan resmi bir belgedir.

Bilindiği gibi yönetmeliğin esasını oluşturan eşdeğer statik yöntem çerçevesinde yapıya etkiyen toplam deprem kuvvetini belirleyen deprem katsayısı

$$C = C_0 KSI \quad (1)$$

bağıntısı ile verilmektedir. Bağıntıdaki katsayılar, sırası ile, bölge, yapı tipi, spektrum ve yapı önem katsayılarıdır.  $C_0$  bölge katsayısı Türkiye Deprem Haritasında tanımlanmıştır. Tanımlanan katsayılar, ilgili bölge için beklenen maksimum yer ivmesini dolaylı olarak ifade eden itibari katsayılarıdır. K yapı tipi katsayısı taşıyıcı sistemin sönüm ve lineer olmayan dinamik davranışını karakterize eden ve genel olarak süneklilik oranı olarak ifade edilen büyüklüğün tersi (inversi) ile orantılı, taşıyıcı sistemin düzenine ve malzemesine ilişkin bir katsayıdır. Günümüzde modern deprem yönetmeliklerinde (1) bağıntısı yerine

$$C = C_0 SI/R \quad (2)$$

şeklinde bir bağıntı kullanılmaktadır [1,2,3]. Bu ikinci bağıntıda süneklilik oranı-olması gerektiği şekilde-paydada yer almakta, böylece K katsayısının yapaylığı ortadan kaldırılarak depremde yapı davranışında en önemli etkenin yapının sünekliliği, ya da bir başka ifade ile enerji yutabilme kapasitesi olduğu açıkça vurgulanmaktadır. Ayrıca ikinci bağıntıdaki  $C_0$  katsayısı doğrudan maksimum yer ivmesini karakterize eden bir nitelik kazanmakta ve birinci bağıntıdaki  $C_0$  katsayısının yaklaşık dört katı olan bir değer almaktadır [3]. Bu iki katsayının yeniden düzenlenmesi hiç şüphesiz yapı mühendisinin deprem etkisini daha gerçekçi bir biçimde algılamasına yol açacak, değeri 5 veya 6'ya kadar çıkabilen R katsayısının büyüklüğü [3] yapıda sünek davranışı sağlamak için alınması gerekli önlemlerin önemi konusunda tasarım mühendisini uyacaktır.

Ancak süneklilik katsayısının tanımlanmasına esas yapı tipi sınıflandırılmasının çok açık ve seçik olarak yapılması, ülkemizde yaygın olarak kullanılan yapı tiplerini kapsamaması önemlidir. (Yürürlükteki yönetmelikte K katsayısının tanımına yönelik sınıflandırmanın pek açık olmadığı belirtilmelidir).

Yukarıdaki her iki bağıntıda yer alan ve dinamik katsayı olarak da adlandırılan S spektrum katsayısı esas olarak standartlaştırılmış ve normalize edilmiş bir mukabele spektrumu fonksiyonudur. Yürürlükteki yönetmelikte ve [3]'de bu fonksiyonun değişkenleri yapı ve zeminin birinci doğal titreşim periyotları olan T ve  $T_0$  değerleridir. Uygulamada  $T_0$  zemin doğal periyodunu belirlemede güçlüklerle karşılaşıldığı bilinmektedir. Yapı mühendisinin zeminle olan ilişkisinin çoğu durumda zemin emniyet gerilmesini bir uzmandan öğrenmek, hatta varsaymaktan ibaret olduğu bir tasarım alışkanlığı ortamında zeminin doğal periyodunun hesabını yapı tasarımcısından beklemek pek gerçekçi olmamaktadır. Nitekim [1,2]'de zeminin dinamik büyütmesinin basitçe tarif edilmiş ek bir çarpanla tanımlanması yoluna gidilmiştir. Gerçi bu yaklaşımın birbirinden çok farklı T ve  $T_0$  halinde nisbeten zayıf zeminlere oturan yapılar için büyük deprem katsayıları vermesi gibi bir sonucu bulunmakta ise de uygulama pratikliği gibi önemli bir üstünlüğü olduğu yadsınamaz.

Yürürlükteki deprem yönetmeliğinin önemli bir eksikliği, yönetmelik hükümlerini bilimsel ve/veya mühendislik yaklaşımları ile açıklayan bir açıklama bölümünün bulunmamasıdır. Böyle bir bölümün yönetmeliğin dayandığı bilimsel felsefe ve yaklaşımı mühendisin önüne açıkça sermesinin yaratacağı eğitici fayda açıktır.

### **Hesap ve Detaylandırmada Kullanılan Kaynak ve Araçlara İlişkin Sorunlar**

Yapı mühendisinin depreme dayanıklı tasarım sürecinde kullandığı kaynak ve araçlar, kitap, makale ve bilgisayar programlarıdır. Ülkemizde, Türk Yönetmeliğinin dayandığı bilimsel yaklaşımı ve uygulamadaki hesap ve detaylandırma sorunlarını irdeleyip örnekleyen yayınlar yok denecek kadar azdır.

Yapı Mühendisliğinde bilgisayar kullanımı giderek yoğunlaşarak yaygınlaşmakta ve doğal olarak yapıların depreme dayanıklı analiz ve tasarımını da kapsamaktadır. Hiç şüphesiz bilgisayarın bu alanda yaygınlaşması deprem etkisi altında yapı analizinin çok daha doğru ve hassas olarak yapılabilmesini sağlamak bakımından sevindiricidir. Sayıları az da olsa ülkemizde yazılan kaliteli programların varlığı da olumlu bir gelişmeyi göstermektedir. Ancak bilgisayar kullanımının kendi içinde var olan birtakım sorunlarının gözardı edilmemesi gerekir.

- a) Herşeyden önce bilgisayar tasarım değil, analiz yapar. Özellikle depreme dayanıklı yapı tasarımının ana ögesi olan sistem seçimi, sünekliği artırıcı sistem düzenlemeleri gibi konular doğrudan yapı mühendisinin deneyimine ve depreme dayanıklı tasarım felsefesine yakınlığı ile ilgilidir. Bu nedenle elinde iyi bir program da olsa, her tasarımcıyı salt bu nedenle uzman kabul etmememiz gerçeği yadsınamaz.
- b) Kullanılan bilgisayar programların kendi içlerinde Kalite Güvenilirliği konusu önemli bir sorundur. Kullanıcıya bu konuda kalite güvencesi verecek bir kurum ülkemizde henüz yoktur. Aslında günümüzde bütün dünyada gündemde olan bu sorunun ülkemiz açısından özellikle önemli oluşunun ana nedeni, yaygın kullanıma doğrultusunda gelişmelere karşın Türkiye'de yazılım pazarının henüz çok zayıf oluşu, telif hakkı kurumu ile korunan bir yazılım kurumlaşmasının henüz oluşmaması ve bunun doğal sonucu olarak ekonomik bakımdan kolay, hatta hiç zahmetsiz erişilebilecek kalitesiz yazılımların piyasada yaygınlaşması tehlikesidir.
- c) Yukarıdaki soruna bağlı bir diğer sorun, kullanıcının kullandığı programdaki teorik ve sayısal yöntem ve/veya yaklaşıklara ne dereceye kadar hakim olduğu konusudur. Günümüzde bu nedenle "kara kutu" diye adlandırılan ve kullanıcının giderek karmaşıklaşan programlar karşısında bir yerde aczini ifade eden olgu yapı tasarımı açısından önemli bir tehlikeye işaret etmektedir. Programların kullanıma kılavuzlarının daha açık seçik hazırlanması zorunluluğunu ortaya çıkaran bu olgu öte yandan yapı mühendisinin teorik bakımdan kendini daha iyi teçhiz etmesi gereğini de gündeme getirmektedir.

### **Tasarımda İnsan Kaynağına İlişkin Sorunlar**

Ülkemizde depreme dayanıklı yapı tasarımı, genel anlamda yapı tasarımının bir parçası olarak yapı mühendisleri ve/veya bu mühendislerin görev aldığı profesyonel tasarım büro/şirketleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda depreme dayanıklı yapı tasarımında insan kaynağı olgusuna bağlı olan sorunlar, geniş anlamda ülkemizdeki genel yapı tasarımı sorunlarından soyutlanamaz.

Son yirmi yıl içerisinde taahhüt şirketlerinin yurt içinde ve yurt dışındaki büyük atılımlarına karşın ülkemizdeki tasarım mühendisleri ve kuruluşlarının aynı yoğunluktaki bir atılımı gerçekleştiremediklerini belirtmek zorundayız. Tersine özellikle ülkemizdeki temel alt yapı yatırımlarının mühendislik hizmetlerinde hala yabancı müşavir-mühendislik firmalarının hakimiyeti belirgin bir biçimde süregelmektedir.

Üstelik bu yabancı firmaların pek çoğunun kendi ülkelerinde deprem olgusunun önemsizliği nedeni ile depreme dayanıklı tasarım deneyimlerinin ya hiç mevcut olmadığı veya bize göre çok daha ilkel bir durumda bulunduğu da bilinen bir gerçektir. Öte yandan inşaat ağırlıklı bir kaç büyük holdinge bağımlı müşavir-mühendislik firmalarının dışında büyük ölçekli bağımsız firmaların sayısının Türkiye ölçeğinde ihmal edilebilecek düzeyde kaldığı gerçeğini kabullenmek durumundayız. Karşı karşıya bulunduğumuz bu gerçeklerin ana nedenlerini açık-seçik tanımlamak zorundayız:

- a) Türkiye'de genel eğitim çıkmazı içinde teknik yüksek eğitimin durumu ülkenin giderek artan kaliteli teknik insan gücünü karşılayacak düzeye erişebilmiş değildir.
- b) Tasarım mühendisliğinin ekonomik cazipliği Türkiye'de hep düşük olmuştur ve öyle kalmaya devam eder görünmektedir.
- c) İş hacmi çok dağıldığı için büyük ölçekli bağımsız tasarım şirketlerinin yeteri kadar gelişmesi sağlanamamıştır. Büroların küçük ölçekte kalması gereksiz rekabete yol açmış, bu da tasarım kalitesinin geliştirilebilmesi olanaklarını sınırlamıştır.

Yukarıdaki (b) ve (c) maddelerinde belirtilen sorunlar Kısım 2.2'deki bilinçli bilgisayar kullanımı ile ilgili sorunlarla birlikte düşünüldüğünde, meslek camiasında son yirmi yıldır tartışılan profesyonel (sertifikalı) tasarım mühendisi/bürosu olgusunun hala gündemde olduğu sonucuna varılabilir. Profesyonel mühendislik sistemi bir yandan zorunlu olarak içerdiği meslek içi eğitim olgusunu geliştirirken diğer yandan büyük ölçekli tasarım şirketlerinin gelişmesi ve sayıca artması olanağını kendiliğinden hazırlayacaktır. Bu konunun İMO tarafından yeniden ciddi bir biçimde ele alınması, inşaat mühendisliği mesleğinin bir bütün olarak aşama kaydetmesine büyük katkı sağlayacaktır.

### **Kontrol-Onay Mekanizmaları ve Kurumlarına İlişkin Sorunlar**

Ülkemizde depreme dayanıklı tasarımı da içermek üzere yapı tasarımları, İMO, Belediyeler veya ilgili bakanlık kuruluşları tarafından kontrol edilerek onaylanmaktadır. Ancak İMO'nun

minimum tasarım koşullarını ve özellikle deprem yönetmeliğinin temel hükümlerinin uygulanmasını kontrol konusunda dar olanakları ile gerçekleştirmeye çalıştığı hizmet dışında özellikle Belediyelerin bu konuda yaptığı şeyin formel bir onaydan ileri gittiği söylenemez. Gerçekten, özellikle nüfusu sekiz milyona yaklaşan İstanbul'da bu hizmetin anakent veya çevre belediyeler tarafından gerçekleştirilmesini beklemek, belediyelerin bu konudaki iç kurumlaşmaları da dikkate alındığında, hiç gerçekçi değildir.

Tasarımda Kontrol-Onay mekanizması kalite güvenilirliği olgusunun en can alıcı noktasıdır. Bu konuda akla gelebilecek iki çözüm önerisinden birincisi bu işin İMO tarafından tümü ile yüklenilmesi ve İMO'nun hizmetin gerektirdiği biçimde ve yoğunlukta örgütlenmesidir. Diğer çözüm ise, profesyonel (sertifikalı) mühendis/büro olgusunun gerçekleşmesi halinde bu kişi veya kuruluşların İMO'nun verdiği yetki ile bağımsız Kontrol-Onay kurumları olarak hizmet vermesidir.

Bu noktada acı bir gerçeği gözardı etmek mümkün değildir. Ülkede, özellikle İstanbul'da "Belediye Projesi" diye adlandırılan ve mühendislik terminolojisine yerleşmiş olan bir terimin varlığı herkesçe bilinmektedir. Belediye Projesi, "uygulanmamak" üzere oda ve belediyeden onayı alınan bir "formalite projesi" dir. Bu terim tek başına yapı üretiminde Kalite Güvenilirliğinin özellikle İstanbul'da hangi noktada bulunduğu en veciz ifadesidir.

## DEPREME DAYANIKLI YAPIM (ÜRETİM) SORUNLARI

Kalite güvenilirliği açısından depreme dayanıklı yapım işveren-müteahhit-kontrol mekanizması üçgeninde çeşitli yanları olan karmaşık bir olgudur. Bu nedenle burada sadece özellikle İstanbul kenti için çok önemli olan özel konut ve işyeri inşaatına ilişkin sorunlar ele alınacaktır.

Konuya salt yasal açıdan bakılınca mevcut yasal çerçevenin belirli bir esasa bağlandığı söylenebilir. Teknik Uygulama Sorumluluğu (TUS), Belediye Ruhsat Mekanizması ve ilgili Türk Standartları Kalite Güvenilirliği açısından yasal çerçevenin ana dayanak noktalarıdır. Ancak özellikle TUS ve ruhsat uygulamalarının pratikte genellikle formalitenin yerine getirilmesinden öte bir anlam taşımadığını cesaretle belirtmek durumundayız. Yapıma ilişkin pratik sorunlar şu şekilde sıralanabilir:

- a) "Belediye Projesi" elde edildikten sonra yapımçı, katsayısı ve genel boyutlar dışında uygulamada uygun gördüğü değişiklikleri kolayca yapabilir durumdadır. Hatta zaman zaman gerçek uygulama için ikinci bir projenin yapıldığı herkesin malumudur. Bunların etkin kontrolü yapılamamaktadır.

b) Bazı durumlarda, teknik uygulama sorumluluğunu da alan tasarımcının yapım sırasında yaptığı değişiklikler kayda geçmemekte, tıpkı-yapım (as-built) resimler hazırlanmamaktadır.

c) Temel zeminin kontrolü ya hiç yapılmamakta veya bu kontrol esas formasyonun yapı mühendisliği olan tasarımcı tarafından yapılmaktadır. Bu konuda geoteknik uzmanlık, tasarımda olduğu gibi, ihmal edilmektedir.

d) Depreme dayanıklı yapım açısından beton ve donatının hazırlanması ve yerleştirilmesi ve bunların kontrolü yaşamsal önem taşımaktadır. 1970'li yıllarda İMO İstanbul Şubesi'nin yürüttüğü beton kalite araştırmasının çarpıcı sonuçları hala hatırdadır. Son yıllarda giderek yaygınlaşan hazır beton uygulaması hiç şüphesiz önemli bir gelişmeyi göstermekte ise de, beton kalite kontrolünün hazır beton üreticileri dışında bağımsız kurumlarca yapılması uygulamasına pek rastlanmamaktadır. Özellikle pompa ile yerleştirmede kullanılan ve akıcılığı arttıran beton katkı maddelerinin beton mukavemet özelliklerine etkisi bilinmemektedir.

Donatı çeliği konusundaki Türk Standartlarının varlığına rağmen bu gün Türkiye'de kontrolsüz biçimde hurda demirden veya kütükten soğuk çekme yöntemiyle BÇ III kalitesinde demir üretildiği bilinmektedir. Sıcak çekme donatı çeliğine oranla sünekliği çok daha az (daha gevrek) olan ve depreme dayanıklı yapımda kullanılması mahsurlu olan soğuk çekme demirlerin üretim sertifikalarının olup olmadığı, çekme deneyinden geçirilip geçirilmediği araştırılmamaktadır, bilinmemektedir.

Depreme dayanıklı tasarımda öngörülen sünek (düktil) davranışın gerektirdiği donatı detaylarının gerçekleştirilmesi yaşamsal önem taşımaktadır. Özellikle kolon-kiriş birleşim detaylarında sünek tasarımın öngördüğü sargı donatılarının işçiliği zorlaştırdığı bahanesiyle tasarıma uygun olarak yerleştirilmemesi olgusu konunun içinde olanlara yabancı değildir. Aynı şekilde çoğu kez donatı bindirme ve kenetlenme kurallarına uyulmadığı bilinmektedir.

Yukarıda önemli olanları sıralanan depreme dayanıklı yapım sorunlarının giderilmesi konusunda İMO'ya büyük görevler düşmektedir.

a) İMO, Teknik Uygulama Sorumluluğu ve ruhsat konularında mevcut bozuk düzenin nedenlerini incelemeli ve yapıcı öneriler getirerek güvenilir bir Kalite Kontrol sisteminin kurulmasına ve yaşatılmasına çalışmalıdır.

b) Devlet ihalelerinde geçerli olan müteahhidin yeterliliği zorunluluğu, özel inşaat müteahhitlerini de kapsayacak şekilde genelleştirilmelidir.

c)Türkiye'de deprem sigortasının yaygınlaştırılması ve hatta trafik sigortası gibi zorunlu hale getirilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Böylece hem sigorta sektörünün kalite güvenilirliği olgusuna ilgisi ve aktif katkısı sağlanmış olacak hem de prim ödemek zorunda olan tüketicinin "kaba inşaat" ta da kalite güvenilirliği bilincine erişmesi sağlanabilecektir.

d)İMO, depreme dayanıklı yapıyla ilgili sorunlar ve içerdiği yaşamsal riskler konusunda kamu oyunu sürekli uyanık tutma konusunda başlattığı çabaları yoğunlaştırıp yaygınlaştırarak sürdürmelidir.

#### 4. SONUÇ :

Türkiye'de ve özellikle ülkenin nüfus yoğunluğu en fazla ekonomik etkinliği en büyük bölgesi olan İstanbul ve çevresinde kalite güvenilirliği açısından depreme dayanıklı tasarım ve yapıyla ilgili olarak bu bildiri çerçevesinde vurgulanmaya çalışılan çok ciddi ve yaşamsal sorunların bulunduğu yadsınamaz bir gerçektir.

Bu sorunları cesaretle ele alıp irdelemek, tartışmak ve gerçekçi çözüm önerileri oluşturmak inşaat mühendisliği mesleğinin ve onun yasal temsilcisi İMO'nun kaçınılmaz görevidir.

#### REFERANSLAR :

- [1] Applied Technology Council: "Tentative Provisions for the Development of Seismic Regulations for Buildings (ATC 3-0.6)",1978.
- [2] Structural Engineers Association of California (SEAOC): "Recommended Lateral Force Requirements and Commentary", 1990.
- [3] Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı : "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Taslak)", Ankara, 1991.