



TÜRK YAPISAL ÇELİK DERNEĞİ

DEPREM VE KENTSEL DÖNÜŞÜMDE ÇELİK YAPILAR ETÜDÜ

İstanbul - 9 Ağustos 2017

Altunizade Mah. Bayramağa Sok. No:14 D:4 Üsküdar - İstanbul
Tel: +90 216 474 3135 Faks: +90 216 474 3388 e-mail: tucsa@tucsa.org

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
HAZIRLAYANLAR	ii
1. GENEL	1
2. ÇELİK YAPILARIN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR	2
2.1. Hafiflik	2
2.2. Homojen Yapı	2
2.3. Süneklik	2
2.4. Yapım Sürati	3
2.5. Sürdürülebilirlik	3
2.6. Her Hava Koşulunda Yapım Olanağı	3
2.7. Denetim Kolaylığı	3
2.8. Esnek Kullanım Olanağı	4
3. ÇELİK YAPILARIN HASSASİYETLERİ	4
3.1. Malzemeye Yönelik Hassasiyetler	4
<i>Korozyon</i>	4
<i>Yangın</i>	4
3.2. Ucuzluk ve Ekonomi	5
3.3. Türkiye’de Çelik Yapılar Konusunda Teknik Yeterlilik Var mı?	5
4. TEKNİK YETERLİLİK AŞAMALARI	5
4.1. Tasarım	5
4.2. Malzeme	5
4.3. Yapım - İmalat	6
4.4. Yapım - İnşaat	6
4.5. Denetim	6
5. TÜRKİYE’DE ÇELİK YAPILARDAN YETERİNCE İSTİFADE EDİLMİYOR	7
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	7
6.1. Sonuçlar	7
6.2. Öneriler	8

HAZIRLAYANLAR

Prof. Dr. Nesrin YARDIMCI, Türk Yapısal Akademik Kurul Başkanı,
Türk Yapısal Çelik Derneği Önceki Başkanı
Yeditepe Üniversitesi İnşaat Mühendisliđi Bölüm Başkanı

H. Yener GÜR'EŞ, Türk Yapısal Çelik Derneği Başkanı
Avrupa Yapısal Çelik Birliği PMB Başkanı

DEPREM VE KENTSEL DÖNÜŞÜMDE ÇELİK YAPILAR

1. GENEL

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanı Sayın Mehmet Özhasseki'nin açıklamalarında¹ da belirttiği gibi Türkiye'nin yüzde 71'i deprem kuşağında bulunmaktadır ve 2030 yılına kadar ciddi bir deprem beklenmektedir. 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998) öncesinde yapılan yapılar eski yönetmelik esaslarına göre yapıldığından risklidir. Bu tarihten sonra, özellikle 2007 yönetmeliğine (DBYBHY-2007) göre yapılan yapıların deprem dayanımının daha yüksek olduğu var sayılmaktadır.

Sayın Özhasseki Türkiye genelinde yılda 500 bin binada dönüşüm yapılacağını, bunların 200 bininin İstanbul, 300 bininin ise Anadolu'da olduğunu belirtmiştir. Bu konuda yasa hazırlıkları devam etmektedir. Bu yasalar çıktıktan sonra, Türkiye çapında yukarıda belirtildiği gibi yılda 500 bin, 15 yılda toplam 7,5 milyon binanın dönüştürülmesi hedef alınmaktadır. Türk Yapısal Çelik Derneği olarak 2012 yılında yapılan değerlendirmede² de ortalama 80 m²'lik 7 milyon konutun yapısal güvenliğinin yeterli olmadığı, yılda 2.600.000 m² = 32.500 çelik yapı, 3 milyon m² = 37.500 (3 kata kadar) hafif çelik yapı yapılabileceği toplamda 70.000 yapı yapılabileceği hesaplanmıştı. Bu kapsamda, yılda 500.000 konut yapımı ile dönüşümün 12 yılda tamamlanabileceği belirtilmişti. Bu öngörü devletin 7,5 milyon konut hedefiyle örtüşmekte olup toplam 500.000 konut/yıl kapasitesinin %14'ünü karşılamaktadır. Bugün artan kapasiteler nedeniyle yılda 80.000'den fazla konutun çelik yapılabileceği değerlendirilmektedir.

Ayrıca, Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından yapılan diğer bir değerlendirmede de her yıl konutların yenilenmesine ilişkin şu değerlendirme yapılmıştır: Günümüzde, Türkiye'de 20 milyon konut olduğu kabul edilmektedir. Bir binanın ömrünün ortalama 50 yıl olduğunu kabul edersek her yıl 400.000 konutun yenilenmesi gerekir. Buna nüfus ve talep artışı nedeniyle yıllık %1 (200.000) konut ihtiyacı artışı da eklenirse yenilenecek ve yeni yapılacak konut sayısı toplam 600.000 olacaktır. Diğer bir deyişle, Türkiye'de Kentsel Dönüşüm Yasası olsa da olmasa da her yıl ortalama 600.000 konut yapılacaktır. Yasanın önemi, önceliklerin gözden geçirilmesine ve depreme dayanıklı yapıların yapılmasına olanak sağlaması olmalıdır.

Türk Yapısal Çelik Derneği prensip olarak, hangi malzeme kullanılırsa kullanılsın doğru **projelendirilen**, doğru **malzemeyle** doğru **imal** ve **inşa** edilen yapının yapısal açıdan güvenli olduğu görüşündedir. Bunun için; **ehil** kişi ve kurumlarla yola çıkılması, ancak yapılan her işin de ayrıca **denetlenmesi** gerektiği değerlendirilmektedir. Bunlardan biri olmazsa, yapısal güvenliği sorgulamak gerekir.

Taşıyıcı sistemde kullanılan her bir malzemenin kendine özgü üstünlükleri vardır ve bu üstünlükler doğru yer ve zamanda kullanılmalıdır. Dolayısıyla, sürekli olarak bilinen bir malzemeyi kullanmak yerine koşullara en uygun malzemenin seçimi çok önemlidir. Bunun için, alışkanlıklarımızla hareket etmek yerine, teknolojiden yararlanarak ve tüm malzemeleri değerlendirerek seçim yapmak gerekir.

Çelik yapıların yapılmasına ilişkin mevzuat noksanlıklarının giderilmesi için 2006 yılında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile başlayan temaslar sonucunda şu gelişmeler yaşandı:

- 24.04.2007 tarihinde Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından Yüksek Fen Kurulu için **Yapı Çeliği İşleri Teknik Şartnamesi** hazırlandı ve yayımlandı. Şu anda piyasada yaygın olarak kullanılmaktadır.
- 09.06.2011 tarihinde Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na Deprem Yönetmeliği'nin Çelik Yapılar Bölümü'nün güncellenmesi yanında, Hafif Çelik Yapılar, Ahşap Yapılar ve Çelik Betonarme Karma (Kompozit) Yapılar bölümlerinin eklenmesi

¹ 27 Temmuz 2017 tarihindeki Caretta Caretta Deniz Kaplumbağa yavrularının denize ulaşması etkinliğinde ve 23 Şubat 2017 tarihindeki Seçimli Genel Kurul vesilesiyle yaptığı konuşmalardan alıntıdır.
² Prime Dergisi'nin 64 sayılı Eylül 2012 tarihli yayınında yer alan "Kentsel Dönüşüm Nereye Gidiyor" konulu yazı.

talep edilmiştir. Her üç bölüm de Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2017) kapsamına alınmış ve tamamlanmış olup bir an önce yayımlanması beklenmektedir.

- 16.05.2012 tarihinde **Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlandı, 02.07.2013, 25.07.2014 ve 27.10.2016 tarihlerindeki düzeltmelerle güncellendi.
- 19.12.2013 tarihinde sektörün **Çelik Yapılar Yönetmeliği** ve **Hafif Çelik Yapılar Yönetmeliği** ihtiyaçları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Müsteşar Yrd. Mücahit DEMİRTAŞ Bey'e yazılı olarak intikal ettirilmiştir.
- 04.02.2016 tarihinde **Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik** Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlandı, 01.09.2016 tarihinde yürürlüğe girdi.
- 10.10.2016 tarihinde **Hafif Çelik Yapılar Yönetmeliği**'nin TBDY-2017'de olduğu gibi akademisyenler ve sektör temsilcilerinden oluşan bir komisyon tarafından hazırlanması konusundaki talebimiz yinelenildi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü'nün 11.11.2016 tarihli cevabî yazısında talebimizin TBDY'nin yayımlanmasını takiben tekrar değerlendirileceği bildirilmiştir.

Binaların sadece bir barınak olmadığı düşüncesinden hareketle, yapısal güvenliğin yanında, geleceğin gereksinimlerinin değerlendirilerek, genelde şehircilik ve kaynakların doğru kullanımına olanak sağlayacak akıllı şehir projelerinin, özelde sürdürülebilirlik ve artan konfor ihtiyacını karşılayacak binaların yapılması hedef alınmalıdır.

2. ÇELİK YAPILARIN SAĞLADIĞI AVANTAJLAR

Yapıların taşıyıcı sistemlerinde malzeme seçimi önemli olduğuna göre, taşıyıcı sistemlerde kullanılan çeliğin özellik ve avantajlarından bazılarını kısaca değinelim.

2.1. **Hafiflik.** Bir binanın hafif olmasının iki temel avantajı var; biri deprem etkime kuvvetinin, diğeri zemine gelen yükün azalması.

Deprem binaya etkime kuvveti; " $F=m \times a$ " formülünde belirtildiği gibi depremin ivmesi ile bina kütlelerinin çarpımına eşittir. Belirli bir noktada deprem ivmesi sabit olacağına göre binanın kütle üzerindeki değişiklik, depremin etkime kuvvetine aynı oranda yansıtacaktır. Çelik taşıyıcı sisteme sahip yapının geleneksel bir yapıya oranla ağırlığı projesine bağlı olarak değişmekle birlikte yaklaşık olarak %30-50 oranında azalabilecektir. Soğuk şekil verilmiş çelik karkaslı yapılarda ise, yapının ağırlığı geleneksel yapının yaklaşık %10'u mertebesine düşebilecektir.

Zemine gelen yük açısından da iki türlü avantaj söz konusudur; birincisi temel ekonomisi, ikincisi daha zayıf zemin şartlarında zemin ıslahına gerek olmadan binanın yapımına olanak vermesi. Dolayısıyla özellikle zemin emniyet gerilmesi düşük olan gevşek zeminlerde çelik yapı avantaj sağlar.

2.2. **Homojen Yapı.** Çelik izotrop bir malzemedir. Diğer bir deyişle, çeliğin her noktasında homojen bir molekül yapısı vardır. Dolayısıyla, çelik kullandığınız zaman, her noktada eşit mukavemet değerine sahip olduğundan emin olabilirsiniz, "birleşim noktalarında istenen mukavemet sağlanabilecek mi?" gibi bir endişeniz olmaz. Avrupa Yapısal Çelik Birliği'nin ECCS'in önceki başkanlarından Allan Collins'in ifadesiyle: "Çelik dürüst bir malzemedir. Ne görürseniz odur."

2.3. **Süneklik.** Çeliğin diğer taşıyıcı sistem malzemelerine oranla daha sünek olması, diğer bir deyişle sünme veya eğilip bükülme kabiliyetinin olması, malzemenin kırılma kabiliyetinin de aynı oranda azaltılmaktadır. Sünekliğin getirdiği bir avantaj da, malzeme deforme olurken, depremin etkime kuvvetini soğurması veya yutmasıdır. Böylece uygun tasarlanmış ve yapılmış çelik yapı hasar görse dahi yıkılmamaktadır.

2.4. Yapım Sürati. Teknoloji ürünü olması nedeniyle, çelik yapıların tasarım safhası daha uzun ve detaylı çalışmayı gerektirmekle birlikte, imalat ve özellikle saha montajı çok daha kısa sürede tamamlanmaktadır. Yapım süresinin kısa olması; binayı bir an önce hizmete açabilmek açısından (örneğin; bir okulun yaz tatili süresi içinde yapılabilmesi, bir otelin sezona yetiştirilebilmesi, bir yapının ağır kış şartlarında dahi monte edilebilmesi, binasını kentsel dönüşüm kapsamında yenileyenlerin kira süresini yarıya indirmesi v.b.) önem arz ettiği gibi, süratli yapımın biraz sonra değinilecek olan finansman ekonomisi açısından da yararları bilinmektedir.

2.5. Sürdürülebilirlik. Çeşitli anlamlar yüklenen sürdürülebilirlik, ilgili standartlara göre üç alt başlık altında ele alınmaktadır: çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik.

Ekonomik sürdürülebilirlik açısından baktığımızda, halk arasında genellikle “Hangisi daha ucuz?” diye sorulan sorunun doğrusu “Hangisi daha ekonomik?” olmalıdır. Çünkü ilgili standart ve şartnamelerde de belirtildiği gibi bir yapının sürdürülebilirliği, yapımından kullanım sonunda sökülümüne kadar (sökümü dahil) sürmektedir. Konuya yaşam döngüsü yönünden baktığımızda, bir yapının ekonomik olup olmadığını değerlendirirken, “ucuz/pahalı” diye nitelendirilen ilk yatırım maliyetinin dışında; ömür boyu sağladığı enerji tasarrufunun, bakım ve idame maliyetlerinin, kullanım ömrünün ve hatta kullanım ömrü sonunda çelik taşıyıcı sistemin hurda olarak sağlayacağı maddi ve çevresel avantajların da dikkate alınması gerekir. Dolayısıyla, çelik yapılar her zaman daha ucuz olmasa dahi, genelde daha ekonomiktir.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından, üretim safhasında ne kadar enerji tükettiği ve CO₂ salımı olduğu önem taşımaktadır. Ayrıca, doğal kaynakları yenilenebilir hızından daha süratle tüketilip tüketilmediği önem kazanmaktadır. Bu kapsamda, çeliğin en önemli özelliklerinden biri de tekrar kullanılabilir ve diğer malzemelerden farklı olarak tamamen geri dönüşümlü olmasıdır. Çelik malzeme; %100 geri dönüşümlü ve sonsuz kez tekrar kullanılabilir bir malzemedir. Burada “geri dönüşüm” ile “tekrar kullanılabilir” veya “atık değerlendirme” özelliklerini de doğru saptamak gerekmektedir.

Sosyal sürdürülebilirlik açısından, geniş açıklıkların geçilebilmesi ve istenilen formun kolaylıkla verilebilmesi, daha konforlu sosyal yaşam koşulları yaratılmasını kolaylaştırmakta, sağlık açısından rutubetsiz ortamların yaratılmasına olanak sağlaması sağlık açısından olumlu sonuçlar vermekte, iş veya aile yapısındaki değişikliklere göre ihtiyaç duyulan bina tadilatları kolaylıkla yapılabilir. Bir çelik binayı inşa ettikten sonra onun değişen şartlara göre esnek kullanıma sahip olması büyük önem taşımaktadır. Çelik yapılarda geniş açıklıklar nedeniyle böyle bir avantajı vardır. Diğer bir deyişle kullanım amacına uygun olarak, mekanların boyutları değiştirilebilir, hatta binaya gelecek yüklerin değişmesi halinde kolon ve kirişler de kolaylıkla takviye edilebilir veya değiştirilebilir.

2.6. Her Hava Koşulunda Yapım Olanağı. Van depreminden sonra yaşanan kış şartlarında olduğu gibi, ağır kış şartlarında hazır beton hazırlama ve dökme kapasitesi ve kabiliyeti sınırlanabilmektedir. Bu gibi bölgelerde çelik yapı yapıldığında, taşıyıcı sistemin tasarım, imalat ve sahaya sevki süresi içinde, bölgede yalnızca temellerin hazırlanması yeterli olmakta, hazırlanan temelin üzerine her hava koşulunda çelik yapı montajı yapılabilir. Yukarıda belirtilen avantajların bilincinde olan zamanın Başbakanı, halihazır Cumhurbaşkanı'nın o dönemde “Van'da yapılacak yapılar çelik taşıyıcı sistemli olsun” talimatını verdiği öğrenilmiştir. Özellikle, ağır kış şartlarının hüküm sürdüğü ve süratli yapım istenen bölgelerde söz konusu avantaj öne çıkmaktadır.

2.7. Denetim Kolaylığı. Çelik taşıyıcı sistemli yapıların gerek çelik malzeme üretimi, gerek imalat, gerekse saha montajı sırasında denetim ve gözetimleri diğer yapı sistemlerine oranla çok daha kolaydır. Bu özelliğin önemi, binalarda denetim ve gözetimin çok yetersiz uygulanabildiği ülkemizde daha da artmaktadır. Çelik binaların inşasından sonra kullanım sırasında da denetiminin yapılabilmesi ve hatta gerektiğinde belirli parçaların değiştirilerek bakımlarının gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir.

2.8. **Esnek Kullanım Olanakları.** Diğer birçok avantajının yanında son olarak değineceğimiz, çelik taşıyıcı sistemli binaların diğer bir avantajı da kullanıcıya esnek kullanım olanağı vermesidir. Bina tamamen kolon kirişlere taşındığından, geniş açıklıklara göre tasarlanmış bir binanın kullanımı safhasında, bölme duvarlarının yerlerinin değiştirilmesi, yeni bölme duvarı eklenmesi veya mevcut duvarın kaldırılması kolaylıkla mümkün olabilmekte, böylece iç mekanlar gereksinime göre yeniden düzenlenebilmektedir. Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından Avrupa Yapısal Çelik Birliği ile müşterek proje olarak 2006 yılında Kocaeli’nde teslim etmiş olduğumuz Tefik Seno Arda Anadolu Lisesi’nin bazı bölümlerinde değişiklik yapılarak yeni derslikler ve mekanlar yaratılmıştır.

3. ÇELİK YAPILARIN HASSASİYETLERİ

Yukarıda belirtilen avantajlarına karşılık çeliğin, yeterince tanınmaması sonucunda, bir kısmı şehir efsanesi olarak da tanımlanabilecek hassasiyetlerinin olduğu da bilinmektedir. Bunları genel olarak malzemeye yönelik olanlar, ilk yatırım maliyeti ve teknik olanaksızlıklar olarak üç grupta ele alabiliriz.

2013 yılında Fransa’da 200 mimar ile yapılan bir anket çalışmasında alınan sonuçlara göre, çeliğin Avrupa’daki mimarlar ve yatırımcılar tarafından da yeterince tanınmadığı sonucuna varılmıştır.

Genel olarak dile getirilen endişeler şu başlıklar altında toplanmaktadır:

3.1. **Malzemeye Yönelik Hassasiyetler.** Çelik taşıyıcı sistemli yapılarda; malzemeyle ilgili iki temel hassasiyetten söz edilir: Korozyon ve yangın. Her ikisi üzerinde de özellikle son 15 yılda çok önemli araştırmalar yapılmış, bilimsel çalışmalar çok ilerlemiş ve standartlar geliştirilmiştir.

Korozyon konusunda yapılan çalışmalar EN ISO 12944 standardına göre “15 yıl ve daha fazla” olan boya dayanım süresinin daha da uzatılması (25 yıla kadar) yönünde revizyon çalışmaları devam etmektedir. Sıcak daldırma galvaniz ise bazı sınırlamaları olmasına karşın belirli koşullarda daha uzun ömür sağlayabilmektedir. Ayrıca, bakım ve tamir süresinin minimum olması gereken köprülerde ve diğer bazı yapılarda kullanılan ve Türkiye’de de üretilen Hava Koşullarına Dayanıklı Çelik (Weathering Steel – Corten Steel) şartlara bağlı olarak üzerine kaplama yapılmadan 100 yıla kadar bir süre için korozyona karşı dayanabilmektedir. Çeliğin ömrünün ne kadar olabileceği konusunda ise en bilinen örnek ise, Fransa İhtilalinin 100. Yılı münasebetiyle 1889 yılında açılışı yapılmış olan Eyfel kulesidir ve uzun yıllar daha ayakta kalacaktır.

Yangın konusunda da çok önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bir yandan kolay uygulanan, daha ekonomik ve etkin yangına karşı koruyucu kaplama malzemeleri geliştirilirken, diğer taraftan Türkiye’de son yıllarda önem kazanmaya başlayan yapısal yangın tasarımı konusunda önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Özellikle 2000 yılından itibaren yapılan tam ölçekli (full scale) deneysel çalışmalar göstermiştir ki önceden hazırlanmış olan EN 1993-1-2 (Eurocode-3 Bölüm 1-2) belirtilen eleman eleman hesaplama yerine 2009 yılından itibaren kullanılan performans dayalı sistem tasarımı, yapısal yangın konusunda abartılı önlemler yerine daha ekonomik ve gerçekçi önlemlerin alınmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, yanmaz sınıfı yapı malzemelerinin yangın dayanımları yüksek olsa dahi yapısal dayanımları sonsuz değildir. Örneğin Efectis laboratuvarlarında yapılan bir deney göstermektedir ki, 600 C°’de betonun içindeki kristalize su buharlaşmakta ve betonu patlatabilmektedir. Bu durumda, betonun yanmaz özelliği devam eder ama yapısal dayanımı yok olabilir. Buna karşılık, bazı durumlarda çelik - beton karma (kompozit) yapıların avantajlarından da yararlanmak mümkündür.

Sonuç olarak, korozyon ve yangın, çelik yapılar için önlenemez bir tehdit halindedir. Bununla birlikte, yüksek yapılarla ilgili şu hususu da paylaşmakta yarar olacaktır: Dünyanın her yerinde, otel ve ofis gibi ticarî amaçla yapılmış yüksek binaların yangın güvenliği genellikle yeterlidir. Çünkü bu kurumlar yangın güvenliğine özel önem verirler ve çoğunlukla yangın

güvenliği konusunda kendi kuralları ve ölçütleri vardır. Ancak, yüksek konut binalarının yangın riski de büyüktür. Çünkü konut sahiplerinin yangın güvenliği beklentisi ve bilinci kurumsal yapılara oranla çok azdır. Bu nedenle de konut tipi yüksek yapıların yangın güvenlikleri yeterli olmayabilir, tadilatlarda bu konuya gereken önem verilmeyebilir. Son yıllarda yaşanan yüksek yapı yangın facialarının da çoğu konut tipi yapılarda meydana gelmiştir. Türk Yapısal Çelik Derneği, Türkiye'nin ilgili yönetmeliklerinde yüksek yapılar konusunu ele alırken konut tipi yüksek yapıları ayrı başlık altında ele almakta ve o binaların yangın güvenliğine özel önem vermekte, ilgili kamu kurumlarının denetimler konusunda da gerekli önlemleri almasında yarar olduğuna inanmaktadır.

3.2. **Ucuzluk ve Ekonomi.**

Öncelikle pahalılık ile ekonomikliğin ayırımını yapmak gerekir. Çelik yapılar ilk yatırım maliyeti açısından projesine bağlı olarak bazen daha ucuz bazen daha pahalı olabilir ama çok büyük oranda diğer yapı şekillerinden daha ekonomik ve sürdürülebilirdir.

Bu konuda daha ayrıntılı bilgi yukarıda Madde 2'de Ekonomik Sürdürülebilirlik başlığı altında açıklanmıştır.

3.3. **Türkiye'de Çelik Yapılar Konusunda Teknik Yeterlilik Var mı?**

Eskiden, gerek malzeme, gerek proje bürosu, gerek çelik konstrüksiyon fabrikalarının yetersizliğinden bahsedilirdi. Ancak bu sorun yıllar önce aşıldı. Türkiye'de çelik yapılarla ilgili hemen her tür malzeme bulunabilmektedir. Profil konusunda IPE550 ve HE400'e kadar profiller üretilmekte, ancak çok yüksek veya özel yapılarda ihtiyaç duyulan ağır profiller yurtdışından ithal edilmektedir. Mimari açıdan sorun olmamakla birlikte statik proje bürolarının da sayısı ve yetkinliği artmış olup, yurt içi ve yurt dışında başarılı tasarımlar ve mühendislik hizmetleri yapmaktadırlar. Türkiye'de gerek teknoloji, gerek kalite ve gerek kapasite yönünden dünyanın diğer gelişmiş ülkelerinden geri kalmayan çelik konstrüksiyon fabrikaları oluşmuştur ve Türkiye bölgesindeki ülkelerin çelik konstrüksiyon imalatçısı konumuna gelmiştir. Bu konuda açılacak büyük çaplı ihalelere en az 20 yetkin fabrikanın katılımı mümkün hale gelmiştir. Ancak bunun yanında yeterliliği olmayan atölyeler de mevcuttur. Bunun için, yeterliliği belgelenmemiş firmalarla çalışmak gereklidir ve yeterlilik belgelendirmesi konusunda Yapısal Çelik Eğitim ve Araştırma Merkezi gibi kurumlardan destek alınması mümkündür.

4. **TEKNİK YETERLİLİK AŞAMALARI**

Bir yapının güvenli olması için malzeme tek başına yeterli değildir. Sürdürülebilir güvenli yapı zinciri şu öğelerden oluşmaktadır: Tasarım, Malzeme, Yapım, İşletme ve Yaşam Sonu. Denetim ise bun öğelerden her biri ile birlikte yürümesi gereken bir süreç. Bu sayılanlardan biri bile yanlış olsa binanın yapısal güvenliği kaybolabilir.

4.1. **Tasarım.** Bilindiği gibi standartlar tasarım ve uygulamada olmazsa olmaz bilimsel temel kuralları belirler. Ama bunlar yalnız başına yeterli mi? Hayır. Standartların doğru yorumlanması da o derecede önemli. İşte bu nedenle tasarım; konusunda uzman kişi ve bürolar tarafından yapılmalı. Aksi takdirde, yanlış yorumlarla yanlış hesaplamalar yapılabilir. Yapı güvenliği açısından durum böyleyken, işin ekonomisi açısından da yanlış tasarım maliyetlerin gereksiz yere yükselmesine neden olabilir.

Projecilerden hangisinin ehil olduğunu saptayabilmek için yeterlilik belgeleri ve uzman danışmanlar kullanılabilir. Yetkin mühendislik kurumu henüz ülkemizde oturmadığına göre; TUCSAmak Yapısal Çelik Tasarım Yeterlilik Belgesi gibi, çelik yapıların tasarımında rol alacak proje bürolarının yeterliliklerini belirli nesnel ölçütlere (kriterlere) göre saptayan yeterlilik belgelerinden yararlanarak yetkin proje bürolarına ulaşılabilir.

4.2. **Malzeme.** Piyasada, galvaniz veya boya kalınlığının ve tipinin ne olacağını, kaynak elektrotunun cinsini, kaynağın tipi ve ölçülerini belirtmeyen bazı projeler görmek mümkün. Ayrıca, bunların yadırganmadığını da gözleyebilirsiniz. Projelerde, öncelikle hangi malzemenin kullanılması gerektiğinin bilinmesine ihtiyaç var. Bunun için bu konuda yeterliliği olan proje ve

müşavirlik kuruluşları ile çalışmak şart. Doğru malzeme belirlendikten sonra yapılması gereken üç işlem var: Öncelikle malzeme üreticisi standartlara uygun malzeme üretebilecek **yeterlilik** midir? Sonra malzeme **kalite güvencesi** açısından sertifikalandırılmış mıdır? Üçüncüsü ise, üretim ve/veya satın alma sırasında - gerekirse deneylerden geçirilerek - **kalite kontrolü** yapılmış mıdır?

4.3. Yapım - İmalat. Burada kastedilen öncelikle çelik yapı elemanlarının TS EN 1090 uyarınca imalatıdır. Diğer aşamalarda da olduğu gibi, imalatı yapacak firmanın yeterliliğinin belirlenmesi olmazsa olmaz ön koşuldur. Firma/atölye sahibi ne kadar deneyimli ve bilgili olursa olsun; yeterli yüzey hazırlama ve koruma olanaklarına, profil ve sacları standartların öngördüğü hasiyette kesme ve delme (ön imalat) tezgahlarına, onların doğru kaynatılması için gerekli kaynak makinalarına ve bunları gerçekleştirecek sertifikalı personele, kalite güvence / kalite kontrol olanaklarına sahip olmayan bir fabrika veya atölyeden doğru imalat yapması beklenemez. Bunun için de, Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından Amerika'daki AISC ve İngiltere'deki BSCA'nın çalışmalarından yararlanılarak geliştirilen ve 2003 yılından itibaren verilmeye başlanan TUCSAmak Yapısal Çelik İmalat Yeterlilik Belgeleri ile nesnel ölçütlere göre imalatçıların denetlenmesi ve bunun sonucuna göre de hangi uygulama sınıfında hangi işleri yapabileceğinin belirlenmesine başlanmıştır. 2011 yılından itibaren yürürlüğe giren ve uyumlaştırılmış standart olan TS EN 1090 uyarınca imalatçılar için CE işareti niteliğindeki EN 1090 Belgeleri ilgili belgelendirme kuruluşları tarafından verilmeye başlanmıştır. Bir yapının güvenli olabilmesi için imalatın da yetkin bir fabrika veya atölyede yapıldığından emin olmak bir zorunluluktur.

4.4. Yapım - İnşaat. İnşaat deyince, inşaat sahasında yapılan tüm uygulamalar kastedilmektedir. Güvenli yapının bu aşamasında; temelden taşıyıcı sisteme, betondan donatılara, yalıtımdan elektrik ve mekanik uygulamalara kadar tüm işlevlerin doğru ve standartlara uygun olması şarttır. Burada ise çelik yapıların montajına değinilecektir. Ne kadar iyi imalat yapılırsa yapılsın, montajın yanlış yapılması halinde sonuç yapısal güvenliği doğrudan olumsuz yönde etkileyebilir. Görülen montaj hatalarından birkaç örnek vermek gerekirse;

- Hafif çelik yapılarda 25 vida kullanması gereken birleşimde 15 vida kullanılması,
- Bir yapının çelik taşıyıcı sistemindeki birleşimlerde kullanılan civata ve somunların projede belirtilen ölçülerde sıkılmaması veya bazılarının hiç kullanılmaması,
- Montajda kısa veya uzun gelen kirişin çektirerek veya zorlayarak monte edilmesi v.b.

Bu ve buna benzer montaj hataları ciddi sorunlara neden olabilir. Bu nedenle, doğru hazırlıkların yanlış uygulanmaması için sahada görev alacak ekiplerin de yeterliliğinin belgelenmesi / garanti edilmesi çok önemlidir.

4.5. Denetim. Esas olarak yukarıda da belirtildiği gibi **yetkin** kişi ve kurumlarla yola çıkılmalı, ancak yapılan her iş de **kontrol** edilmelidir. İşe, yapılan **projeyi** ruhsat için onaylatmadan önce üniversiteler, odalar, Yapısal Çelik Eğitim ve Araştırma Merkezi veya uzman müşavirlikler gibi ehliyetli kuruluşlara kontrol ettirerek başlamak uygun olur. Daha sonra, alınan her **malzemenin**; CE işareti, ilgili kuruluşlar tarafından düzenlenmiş standartlara uygunluk sertifikaları veya benzeri belgeleri istenmeli ve gerekli durumlarda test ettirilerek kalite kontrolü sağlanmalıdır. Üçüncü aşama **imalatın** ve dördüncü aşama da **saha montajı ve inşaatın** kontrolü mutlaka sağlanmalıdır.

Yapı denetim kuruluşları maalesef yukarıdaki denetimler için yeterli olamamaktadır. Bunun için iki çözüm önerilebilir: Yapı denetim kuruluşlarında çelik yapıları denetlemekten sorumlu kişilerin belirli objektif ölçütlere göre "çelik yapı denetçisi" sertifikası ile belgelendirilmesi, diğeri ise, kalite güvence ve kalite kontrol (QA & QC) prosedürlerine göre uygulamaların denetlenmesi ve raporlanması için bağımsız uzman denetim kuruluşlarından yararlanılması çok önemlidir.

5. TÜRKİYE'DE ÇELİK YAPILARDAN YETERİNCE İSTİFADE EDİLMİYOR

Yapılar o ülkenin kültürünü yansıtır. İsviçre'de ahşap yapıların, Amerika Birleşik Devletlerinde ve İran'da çelik yapıların, Fransa ve Türkiye'de betonarme yapıların yaygın kullanım alanı bulması bundandır. Bununla birlikte deprem kuşağı üzerinde olan ülkemizde çelik yapıların avantajlarından yeterince yararlanılamamasının diğer nedenlerini de şu şekilde sıralamak mümkün:

- Çelik yapılar, kamu ve özel yatırımcılar tarafından yeterince bilinmemektedir.
- Yatırımcının karar verme sürecinde yardımcı olması gereken müşavir mühendis ve mimarların önemli kısmı maalesef çeliği ve çelik yapıların avantajlarını yeterince tanımamaktadır.
- Çelik yapılar konusunda öğretim elemanı sayısının yetersiz olması nedeniyle ve ileride iş olanaklarının fazla olacağı düşüncesiyle, üniversitelerdeki öğrencilerin de tercihleri önemli ölçüde betonarme tarafında olmaktadır.
- Kamuoyunda, eski bilgilere dayalı olarak "çelik yapıların pahalı ve yangına karşı dayanımsızdır" şeklinde yanlış bir koşullanma vardır ve bu paradigmayı yıkmak kolay olmamaktadır.
- Ülkemizde yapısal güvenliği yetersiz olan, özensiz ve kontrolsüz yapı yapmak o kadar yaygınlaşmıştır ki, tüm detayları tasarım safhasında çözülmüş, her aşamasında kontrol edilmesi gereken yapı sistemi yatırımcılarımızın ve müteahhitlerimizin önemli bir bölümüne zor gelmektedir.
- Yönetmelik konusundaki zafiyet önemli ölçüde giderilmiş olmakla birlikte, özellikle **Hafif Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik** ile **Yüksek Yapı Yönetmeliği**'nin hazırlanmasına ve **Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik**'in performans dayalı yapısal yangın konusuna daha fazla yer verecek ve konut tipi yüksek yapılar konusuna özel önem atfedecek şekilde güncellenmesine ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

- Türkiye'de çelik yapı sektörünün her yıl standartlara uygun yaklaşık 80.000 konut yapma olanağı olduğu değerlendirilmektedir. Uygun yerlerde bu imkandan yararlanılmalıdır. Bunun anlamı "Her koşulda çelik yapı yaptırın" değildir. Böyle bir yaklaşım bilimsel olamaz. İçinde bulunulan koşullara göre bazen çelik, bazen çelik-betonarme kompozit, bazen betonarme, bazen de ahşap yapı çözüm olabilir. Ama bir yatırımcı, tüm gelişmiş ve özellikle deprem kuşağındaki ülkelerin yaptığı gibi çelik malzemeyi de daima göz önünde bulundurmalı, uzmanlarla yapacağı görüşmeler sonunda doğru malzemeyi seçmelidir.
- Kentsel dönüşümden anlaşılan "bugün günü kurtaran binalar yapıp, yarın yapılanları tekrar yıkmak" değil, hem yapısal açıdan güvenli hem de geleceğin konfor ve ihtiyaçlarını karşılayacak yapılardır. Buna göre; genelde şehircilik ve kaynakların doğru kullanımına olanak sağlayacak akıllı şehir projelerinin, özelde sürdürülebilirlik ve artan konfor ihtiyacını karşılayacak binaların yapılması hedef alınmalıdır.
- Çelik yapıların şartlara bağlı olarak sağladığı çeşitli avantajlar bulunmaktadır. Buna karşılık yukarıda açıklanan ve çözümü mümkün olan bazı hassasiyetleri de vardır. Dolayısıyla, Kentsel Dönüşüm projeleri geliştirilirken bu avantajlardan nasıl yararlanılabileceğinin göz önünde bulundurulmasında yarar vardır.
- Çelik yapıları ilgilendiren mevzuat konusunda eksiklikler önemli ölçüde tamamlanmış olmakla birlikte, bazı eksikliklerin veya güncellemelerin tamamlanmasına ihtiyaç vardır.
- Türkiye'de çelik yapıların avantajlarından yeterince istifade edilmemesinin temel nedenlerinin; kullanıcı ve yatırımcılara yeterli bilgi aktarılamamış olması, yanlış koşullanmaların bulunması ve bazı mevzuat eksikliği olarak görülmektedir.

6.2. Öneriler

- Kentsel Dönüşüm projelerinin deprem şartları da göz önüne alınarak gerçekleştirilmesinde, zemin, deprem, meteorolojik şartlar, bina yükseklikleri gibi koşullara bağlı olarak çelik yapıların aşağıda belirtilen yapı tipleri için uygun bir alternatif olacağının göz önünde bulundurulması,
 - Yüksek yapılar,
 - Endüstriyel ve ticari yapılar,
 - Tek kat veya 3 kata kadar konutlar,
 - Acil durumlarda konuta dönüştürülebilir yapılar (Pazaryeri, otopark v.b.)
 - Geçici konutlar.
- Daha ekonomik sonuçlara ulaşılabilmesi için çelik yapı taşıyıcı sisteminin betonarme gibi değil, çelik malzeme özellikleri dikkate alınarak tasarlanması,
- **Hafif Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik ile Yüksek Yapı Yönetmeliği'nin öncelikle hazırlanması, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'in güncellenmesi ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin bir an önce yayımlanması,**
- Yapılara onay veren makamlardaki teknik personelin, onayladıkları projelerin tasarım esasları hakkında sürdürülebilir eğitim almaları sağlanması,
- Tasarım-Malzeme-İmalat-Montaj/İnşaat safhalarını kapsayan gerçekçi bir yapı denetim ve belgelendirme sisteminin geliştirilmesi,
- Finansman modelleri üzerinde çalışmaların sürdürülmesi,

Türk Yapısal Çelik Derneği tarafından önerilmektedir.



Prof. Dr. Nesrin YARDIMCI
Akademik Kurul Başkanı



H. Yener GÜR'EŞ
Yönetim Kurulu Başkanı