# TÜRKİYE'DE ÇELİK YAPILAR

**Nesin YARDIMCI(*)**

Günümüzde, Türkiye'deki "Çelik İnşaat" ın toplam inşaat yüzölçümü içindeki payı, yaklaşık olarak %5 civarındadır. Bu oranın büyük bölümünü endüstri yapıları, büyük açıklıklı çatılar ve köprüler oluşturmaktadır. Çok katlı çelik yapı uygulamalar ise yok denecek kadar azdır. Uygulamadaki bu durum, çoğu kez çelik iskeletli yapıların betonarme iskeletli yapılara göre daha pahalı bir maliyette olmaları ile açıklanmaya çalışılır. Bu gerekçe, sıradan betonarme yapılar için kabul edilebilirse de, özellikle depreme dayanıklı olarak projelendirilen ve her bakımdan çok sıkı bir denetim ile projesine uygun olarak inşa edilen betonarme bir yapının da, çelik bir yapı kadar maliyetli olduğunu unutmamak gerekir. Ayrıca, taşıyıcı elemanların tasarımında, malzeme olarak salt çelik yerine, çelik-betonarme kompozit (karma) kullanım da olanak dahilindedir. Taşıyıcı sistemler kompozit elemanlar kullanılarak oluşturulduğunda, çelik enkesitlerde ekonomi sağlanabilmekte ve şekil değiştirmelerde büyük ölçüde azalmaktadır. Dolayısıyla, konuya uygun taşıyıcı sistem türü kullanılma koşuluyla, çelik inşaatın pahalı olmasından pek söz edilemez. Çelik konstrüksiyonun betonarme konstrüksiyona göre gerçek zorluğu, gerek proje gerekse imalat ve montaj aşamalarında, çok daha vasıflı teknik eleman gereksinimidir. Sıradan bir mimar, mühendis, usta ve sıradan bir atölye, çelik konstrüksiyon hesabı, imalatı ve montajı yapamaz.

Bir yapının türü ne olursa olsun, daha ön proje aşamasında taşıyıcı sistem malzemesinin seçimi gerekir. (Bazen çeşitli malzemeler arasında uygunluk araştırması da yapılır.) Malzeme seçiminde göz önünde bulundurulması gereken hususlar, yapının işlevi, kullanılma süresi, yapım için ayrılan para, işletmeye açılması için düşünülen son tarih, işletme giderleri, geçici veya kalıcı bir yapı olması, yapı yerindeki temel zemini, yapının coğrafi yeri, yapı malzemelerinin fiyat hareketleri ve yerel alışkanlıklar ile zevklerdir. Yapının taşıyıcı sisteminin tasarım ve boyutlandırmasında, özelliklerine en uygun olan yapı malzemesini saptayabilmek için, kullanılabilecek olan malzemelerin üstün ve sakıncalı yanlarının çok iyi bilinmesi ve gerekli olan karşılaştırmaların yapılması gerekmektedir. Yapı çeliği diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında, kullanımını avantajlı kılacak bazı temel niteliklere sahiptir. Bu üstün niteliklerini aşağıdaki ana başlıklarda sıralayabiliriz:

Malzeme olarak çelik,

- Yüksek dayanımlı olup, öz ağırlığının taşıdığı yüke oranı çok küçüktür; dolayısıyla, yapının tümsel ağırlığı azalmaktadır.
- Elastisite modülü, diğer yapı malzemelerininki ile karşılaştırıldığında, çok yüksektir. Bu nedenle, stabilite sorunlarına, dinamik yüklere, titreşimlere uygun bir davranış göstermekte ve sehim problemi olan taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında daha ekonomik kesitler elde edilmektedir.
- Çekme dayanımı basınç dayanımına eşit, hatta burkulma olayı düşünülürse daha yüksektir. Bu niteliği, çeliğe mimari açıdan tasarımı özellik gösteren yapılarda bir avantaj sağlamaktadır.
- Sünek olduğu için büyük bir şekil değiştirme kapasitesi bulunmakta, dolayısıyla, beklenmeyen olağan dışı yük durumlarında, çürük zeminlerde oluşabilecek oturmalarda ve deprem bölgelerinde çok önem kazanmaktadır.
- Çelik yanmaz ancak tüm yapı malzemeleri gibi yangın ısısından etkilenir.Yalnız çelik yapılar değil, tüm yapılar yangın etkilerinden korunmalı; her tür yapıda yangın mühendisliği tasarımı yapılmalıdır. Çelik yapıları yangın etkisinden korumak için çeşitli yöntemler vardır. Yangın söndürme, engelleme, bölümleme gibi aktif sistemlerin yanı sıra alçı sıva, alçı kaplama, yanmaz boya, ısı yalıtım kaplamaları ve şilteleri gibi pasif sistemler de geliştirilmiştir.
- Tüm yapı malzemeleri gibi çelik de ortamın getirdiği korozyon etkilerinden korunmalıdır. Dış ortamlara açık yapılarda çeşitli koruyucu sistemler vardır. Bakır katkılı çelikler kendi kendini korur. Üstün performanslı boya sistemleri de paslanmaya karşı kullanılmaktadır. Ayrıca yangına karşı koruma sıvaları kullanıldığında, korozyona karşı da yeterli koruma sağlanmış olmaktadır.

Çelik yapılarda,

*(*) Prof. Dr., İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul*
*Türk Yapısal Çelik Derneği Yönetim Kurulu Başkanı*

- Taşıyıcı elemanların atölyelerde işlenmeleri, inşaatın montaj aşamasında hava koşullarından fazla etkilenmemesine neden olmakta ve dolayısıyla yapım süresi kısalmaktadır.
- Değiştirme ve takviye olanağı çok kolay olduğu için, elemanlar söküldüklerinde yeniden az bir kayıpla, veya yeniden kullanılmaları önceden planlanmış ise hiç kayıpsız, kullanılabilmektedir. Hatta yapının tümüyle sökülüp başka bir yere taşınması olanağı vardır. Restorasyona açıktır ve diğer tür yapıların restorasyonunda da pek çok olanaklar sunar.
- Elemanlar yerlerine monte edildiklerinde işletme yükü ile çalışabildiklerinden, yapım süresinin kısalmakta ve iyi bir planlama ile de az iskeleli inşaat mümkün olmaktadır.
- Çelik dünyanın en çok ve tam olarak geri dönüştürülen malzemesidir. Çelik hurda %100 çeliğe dönüşür ve doğru yapılırsa kalite ve güvenirlik kaybı olmaz.
- Mimari açıdan çelik yapı tasarımı estetik ve yaratıcılığa açıktır. Kolon sayısı en aza indirilebilir; kiriş boyutları betonarmeye göre düşük olduğundan, geniş açıklıklara karşın döşemeler incedir. Aynı yapı yüksekliği için daha fazla kat yapılabileceği gibi, temiz kat yüksekliği de daha fazladır. Döşeme iç hacimleri boş olduğundan bu boşluk, tüm tesisatı geçirmek için kullanılır ve böylece kullanılabilir kat yüksekliğinden kayıp olmaz.
- Çelik taşıyıcılı yapı yüksek kaliteli endüstriyel bir üründür. Taşıyıcı sistemin tüm parçaları fabrika ortamında üretilir ve endüstriyel kalite güvencesi içerir. Şantiye üretimleri ve tüm uygulamaları da benzer şekilde kontrol edilir.
- Dönüşümlü bir malzeme olması ve inşaat sırasında zararlı atıkların bulunmaması ve kuru yöntemlerle yapılması, küçük şantiye alanlarıyla ve hızlı temiz bir inşaatın gerçekleştirilebilmesi nedenleriyle çevreye zarar vermeyen bir malzeme konumundadır. Çelik yapı söküldüğü zaman bile geriye atık malzeme bırakmaz.
- Yaygın düşüncenin aksine çelik yapı ekonomiktir. Genelde, yapıların maliyetlerinin karşılaştırması, yalnızca, taşıyıcı sistemlerin birim alan veya hacmine karşıgelen ve yapı malzemelerinin maliyeti kullanılarak yapılmaktadır. Ancak, böyle bir yaklaşım ile, yapının tümsel maliyetini etkileyen bir çok etken gözardı edilmiş ve yapım maliyeti olarak yalnızca üst yapı ve temel maliyeti hesaba katılmış olur. Bu tür bir maliyet karşılaştırması yapıldığında, aynı mimari plan ve aynı fonksiyonlu iki yapıdan, çelik konstrüksiyon olanının maliyeti, betonarme yapıya göre % 5 ~ 12 daha pahalı olmaktadır. Eğer maliyetlerin karşılaştırılmasında kredi maliyeti, kira gelirleri, kullanım alanı, geri kazanım, yeniden kullanım, çevre kirliliği ve deprem etkisi gibi etkenler de kapsam içine alınarak değerlendirme yapılırsa, aradaki farkın azaldığı görülecektir. Bunlara ek olarak, yapının maliyetinin % 8'inin taşıyıcı sisteme, % 24'ünün ince işlere, % 20'sinin dış yüzey kaplamasına, % 18'inin temel inşaatına, % 14'ünün hazırlık çalışmalarına, % 3'ünün mekanik aksama ait olduğu düşünülürse ; % 8 lik taşıyıcı sistem payının içinde değinilmiş olan % 5 ~ 12 oranındaki farkın yapının tümsel maliyeti yanında ihmal edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, yapının "Bir m2'si kaça geliyor?" sorusunun cevabı ekonomiklik ölçütü değildir. Ekonomikliği anlamak için projeye bütünsel bakış ile doğrudan ve dolaylı tüm yarar ve kazançların projenin tüm ömrü boyunca değerlendirilmesi gerekir. Örneğin,

  - Yüksek mukavemetli çelik kullanılması halinde yapının tümsel çelik ağırlığı azalır. Bu durumda çelik üreticisinden çelik konstrüksiyon imalatçısına ve çelik konstrüksiyon imalatçısından montaja taşıma maliyetlerinde azalma sağlanır. Taşıyıcı sistemi az sayıda elemanla tasarlamak, imal edilecek farklı eleman sayısını azaltmak ve birleşimleri basitleştirmek gibi yollarla imalat maliyetlerini aza indirmek mümkün olmaktadır. Atölyede imalat, yıl boyu daha kontrollü bir ortamda çalışma olanağı sağladığı için, şantiyede yapılacak montaj daha problemsiz olur ve montaj maliyeti düşer.
  - Çelik yapıların kuru yapı yöntemleri ve hızlı yapım metodları kullanılarak çok kısa zamanda yapılması, bu nedenle yapım süresinin alışılmış yöntemlere göre yarıya hatta üçte bire inmesi, çok büyük zaman kazancı sağlar. Ayrıca hava koşullarından ve mevsimlerden bağımsız, kış şartları da dahil inşaat yapılabiliyor olması, yapım hızını artırır. Sonuçta, dolaylı maliyetlerin (şantiye, işçilik, kira, vb) hepsi de belirgin bir şekilde azalır.
  - Çelik yapıda kolon sayısı ve kesitlerinin çok küçük, döşeme kalınlıklarının düşük olması, net kullanım alanının %3-%5 artmasına neden olur.Bu da daha fazla kira geliri veya satış değeri demektir.
  - Çelik taşıyıcı sistem çok hafiftir, temel maliyetleri yaklaşık %15 - %25 azalır,
  - Bina taşıyıcı sisteminin ömrü 50 - 100 yıl olduğu halde, tesisat ömrü ortalama 10 yıl, bilgisayar kabloları, haberleşme sistemleri gibi diğer teknolojik donanımın ömrü 2-3 yıl kadardır. Çelik yapıda tesisat bölgelerine kolay ulaşıldığından, tesisat montajı, bakımı ve yenilemesi çok kolay yapılır. Ayrıca döşemede istenilen yerden çıkışlar için delik açılabildiğinden teknolojik donanımların yer değiştirmeleri sağlanabilir.
  - Çelik, %100 geri kazanımlı ve tekrar kullanılabilen bir malzemedir ve çeliğin bu avantajı, tümsel yapı maliyetinin hesabında mutlaka gözönünde tutulmalıdır.

Sürdürülebilirlik için her binanın toplam yaşam döngüsü maliyeti hesaplanmalı ve ekonomiklik çevresel etki değerlendirmesiyle birlikte ele alınmalıdır. Toplam yaşam döngüsü maliyeti dediğimizde, başta enerji sakınımı ve sosyal maliyetler akla gelmelidir. Daha

sonra mimari kriterler olarak hafiflik, ince kesitler kullanılarak doğal ışık ve aydınlık kullanımı, geniş ve ferah mekanlarda kullanım esnekliği, mekanların değişebilir, genişleyebilir, yeniden kullanılabilir olması düşünülmelidir. Yapıların kırılmadan sökülebilmesi, yeniden kurulabilmesi de yapının ve yapı malzemelerinin geri dönüşümünden önce yeniden kazanımını ve kullanımını hedeflediğimiz ölçütler olmalıdır. Bütün bu ölçütlere göre değerlendirildiğinde, çelik sürdürülebilir bir mallzemedir.

Türkiye'de yapıların taşıyıcı sistemlerinin türleri hakkında çok sağlıklı istatistikler yok. Dernek olarak, Yönetim Kurulu Üyemiz Selçuk ÖZDİL'in çabalarıyla, üyelerimizden çelik yapılarla ilgili olan bilgileri toplamaya uğraşıyoruz; ancak, bu yıla kadar çok başarılı olduğumuz söylenemez. Bu yıldan başlayarak, istatistik üreten diğer kurumlarla ortak çalışmalar yaparak, verileri daha kapsamlı ve güvenli hale getirmeyi amaçlıyoruz.

Ülkemizde çelik yapıların tüm yapılar içindeki payı yaklaşık %5 oranında. Ekonomik büyüme oranının %6-8 arası olacağı var sayılarak, yapısal çelik sektöründeki büyüme oranında 1-2 puan bir artış düşünülebilir. Ancak bu artışın yeterli olduğu söylenemez. Üretilen yapıların yaklaşık %60'ı endüstri yapıları. Kuleler ve enerji alt yapıları ile beraber bu oran %90'a ulaşıyor. Geri kalan %10'luk pay da ticari yapılar ve köprülere ait.

Yatırımlar %80 oranında özel sektör kaynaklı. Yatırımlara oran olarak bakarsak, bunları, yaklaşık, %50 ticari, %30 sanayi, %15 sağlık-sosyal-kültürel, %5 diğerleri olarak sıralayabiliriz.

Türkiye'de yaklaşık olarak 7-10 milyon m2'lik inşaat alanı üretebilecek işleme kapasitesi var. Bu kapasitenin önemli bir kısmı yurt dışı projelerde kullanılıyor. Çelik yapı yüklenicilerimizin önemli yurt dışı projelerinde imzaları var. 2004 yılı çelik yapı ihracatımız yaklaşık 20-25 bin ton. Çelik yapılar yüklenicilerimizin daha yüksek katma değerli işler almasını sağlıyor. Ayrıca aldığımızdan fazla çeliği ihraç ediyoruz; ancak satışlarımızda katma değeri düşük olan ürünler çoğunlukta. Yapısal çelik kullanımının artması üretimi, üretim de dış satımı arttırarak bugün var olan ürün dengesizliğinii giderecektir.

Çelik Yapılar konusunda Avrupa'nın çok gerisindeyiz. Endüstriyel yapılar konusunda epey yol aldık ancak genelde kat edecek çok yolumuz var. Örneğin, çok katlı yapılarda çeliğin getireceği katkılara Türk yapı sektörünün gereksinimi var. Yapı sektöründe 2001 yılı etkilerinin 2005 yılında aşılmış olacağını umuyoruz.

Avrupa Yapısal Çelik Birliği (ECCS) istatistikleri açısından, genel olarak,

- Türkiye'de çelik yapı sektörünün genel payı %5 olarak tahmin ediliyor (Taşıyıcı yapı türüne göre sağlıklı bina sayım sonuçları yok).
- 1999 depreminden sonra endüstri yapılarının oranında hızlı bir artış var. Bugün tahmini Pazar payı %25-30 aralığında.
- Çok katlı yapılarda henüz tanıtım aşamasındayız ve sayıları çok değil. İnşaatlar çok kısa zamanda bitiyor.
- Büyük açıklı otoyol ve demiryolu köprülerinde, çok daha ekonomik ve hızlı olduğu için çelik tercih ediliyor. Demiryolu projelerimizde olacak gelişmeler bu payı daha da arttıracaktır.

Yapısal Çelik Derneği (TUCSA), Şubat 1992'de kurulmuş ve kuruluşundan başlayarak, Avrupa Yapısal Çelik Konvansiyonu'nunda (ECCS) Türkiye'yi temsil etme görevini üstlenmiştir. 26 Şubat 2001 tarihli Bakanlar Kurulu kararı ile Türk kelimesini kullanma hakkını elde etmiş olan dernek, bu tarihten itibaren "Türk Yapısal Çelik Derneği" ismini almıştır. Bugün derneğin toplam 144 üyesi vardır. Bunlardan 74 kuruluş, İmalatçı Kuruluşlar, Projeciler, Yapısal Çelik Üretici ve Satıcıları, Çelik Yapım Malzemesi Üretici ve Satıcıları olarak dört grupta sınıflandırılmakta olup, geri kalanlardan 38 üye 13 farklı üniversiteden Akademisyenler ve 9 bireysel üyeden oluşmaktadır.

Derneğin kuruluş maçlarının başında ülkemizde demir, çelik ve diğer metallerden üretilen yapı elemanlarının kullanımını etkinleştirmek, yaygınlaştırmak ve doğru kullanımına yardımcı olmak gelmektedir. Bu amaç doğrultusunda düzenlenen etkinliklerin başlıcaları,

- Değişik illerde tanıtım ve eğitim amaçlı seminerlerin düzenlenmesi,
- Dergi ve kitap yayımlanması,
- Çeşitli etkinliklerin yer alacağı bir Yapısal Çelik Haftası'nın veya Yapısal Çelik İhtisas Fuarının düzenlemesi,
- WEB yoluyla üyelere güncel bilgilerin aktarılması,
- Üniversitelerin İnşaat Mühendisliği ve Mimarlık Bölümlerinde okuyan öğrencilerin ortak katılımlarıyla "Öğrenci Proje Yarışmaları"nın gerçekleştirilmesi,
- Şantiye ve fabrikalara öğrenci gezilerinin düzenlenmesi,
- Sertifika Programı – TUCSA mark ve
- Kocaeli'nde inşaatına başlanılan ECCS ile derneğin ortak olarak gerçekleştirdikleri okul projesi

olarak sıralanabilir.

Yukarda belirlenen tüm nitelikleri ve sağladığı olanaklarla değerlendiridiğinde, çeliğin göz ardı edilemeyecek bir yapı malzemesi olduğu açıkça görülmektedir ve ülkemizde, mimarlarımız, inşaat mühendislerimiz, iş sahiplerimiz ve yüklenicilerimiz tarafından, her durumda, en azından bir çözüm seçeneği olarak düşünülmesi gereklidir. Çelik üreten veya çelik konstrüksiyon inşa eden ya da projelendiren kişi ve kuruluşların "Türk Yapısal Çelik Derneği" çatısı altında bir araya gelmesi de, çelik yapıların daha yaygın olarak kullanılması amacına yönelik bir dayanak oluşturacaktır.