

AVRUPA ÜLKELERİ VE TÜRKİYE'DEKİ ÇELİK YAPI UYGULAMA OLANAK VE KISITLARININ İNCELENMESİ

Cüneyt KURTAY ve Mustafa BADEM

Mimarlık Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Maltepe 06570 Ankara,
kurtay@gazi.edu.tr, mbadem@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Avrupa ülkelerinin ve Avrupa Birliğine girme eşiğinde olan Türkiye'nin inşaat çeliği üretimi ile çelik yapı uygulama olanak ve kısıtlarının saptaması yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında Avrupa ülkeleri ile Türkiye'deki çelik yapı üretim ve kullanımı karşılaştırılmıştır.

Avrupa ülkelerinin ekonomik durumları, inşaat çeliği üretimleri, kullanımın sektörlere göre dağılımı, inşaat sektöründe çelik kullanımının payı, mimarlık eğitimi içerisinde çeliğin bulunduğu yer ile çelik üretim teknolojilerine bakarak bu ülkelerdeki çelik yapı uygulama olanak ve kısıtlarının saptaması yapılmıştır. Belirlenen kriterlere bağlı kalınarak Türkiye'deki çelik yapı uygulama olanak ve kısıtları saptanmıştır. Son olarak Avrupa ülkelerine ait veriler, Türkiye için toplanan verilerle karşılaştırılarak, bu karşılaştırmanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çelik, çelik strüktür, taşıyıcı sistem.

THE INVESTIGATION OF THE STEEL BUILDING USAGE POSSIBILITIES AND LIMITS IN THE EUROPEAN COUNTRIES AND TURKEY

ABSTRACT

In this study, the constructional steel production, its application possibilities and limits of the European countries and Turkey, an official candidate for the European Union, are investigated. The constructional steel production and its usage in the European countries and Turkey are compared using the data available.

The economic situations, constructional steel productions, division among sectors, usage of steel in construction sector and place of the steel in architectural education of the European countries are specified and analyzing these countries steel production technologies the possibilities and limits of the constructional steel practice are investigated. Depending on the specified criteria the possibilities and limits of the steel structure practice are also determined. Finally, the data about the European countries and Turkey are compared and evaluated.

Keywords: Steel, steel structure, structural system.

1. GİRİŞ

Yapı inşa etme eyleminin ilk ortaya çıktığı günden bugüne kadar geçen süre içerisinde birçok malzeme ve teknik geliştirilmiştir [1]. Bu tekniklerden bir tanesi de çelik yapı sistemleridir. Yapım sistemlerinin tercih edilmesinde ve kullanılmasında bir çok faktör rol oynamaktadır [2]. Ekonomi, malzeme ve eğitim bu kriterlerin başında gelmektedir.

Yapının taşıyıcı sisteminin seçimi çok özel bir durum olmadıkça mimarın tercihleriyle belirlenmektedir. Bu aşama ; sadece uygulamaya bağlı kriterlerle sınırlı olmayıp tasarımsal girdileri de bünyesinde barındıran bir seçme ve üretme aşamasıdır [3].

Mimarlıkta demir kullanımı M.Ö. 6-7. yüzyıllardan bu yana süregelmektedir. Doğal olarak, son derece önemli değişimlerin ortaya çıktığı bu uzun zaman dilimi içerisinde, değişmeyen tek şey, belki de bu

metalın adından ibaret olmuştur. Hem üretim teknikleri hem de mimarlıktaki işlevi açısından demir kullanımı üç dönemde incelemek mümkündür [4].

Birinci dönem Antik Yunan'dan başlayıp 15-16. yüzyıllara kadar uzanan dönemdir. Bu dönemde demir, yapı taşlarını birbirine bağlamak ve pencere boşluklarında güvenlik sağlamak amacıyla pencere demiri olarak kullanılmaktan ileriye gidememiştir.

İkinci dönem, 15. ve 16. yüzyıllardan başlayıp 18. yüzyılın sonlarına dek süren ve demirin sadece bir bağlayıcı eleman olarak değil, strüktürün bir parçası olarak kullanıldığı dönemdir. Bu dönemde demir özellikle, kemer ve tonoz gibi strüktürel elemanların mesnet noktalarına gelen yatay yüklerden dolayı oluşacak deformasyonu önleyebilmek için kullanılmıştır.

Üçüncü ve son dönem ise, sanayi devrimiyle orta çıkan üretim ve kullanım patlamasının olduğu dönemdir [5]. Çeliğin yeni kullanım tekniklerinin de ortaya çıkmasıyla, yapı strüktürünü oluşturan ana malzeme görevini üstlenmeye başlamıştır.

Günümüzde ülkemiz tasarımcıları alışkanlıklarında etkisinde kalarak seçim yapmakta ve daha çok deneyime ve bilgiye sahip olduklarını düşündükleri betonarme sisteme yönelmektedirler. Türkiye'de 17 ağustos ve 12 kasım 1999 depremlerinden sonra yaşanan acı tecrübeler ışığında çelik taşıyıcı sistemin kullanımı gündeme gelmiş ve betonarmeye alternatif bir sistem olarak ülkemiz koşullarındaki kullanımı tartışma konusu olmuştur [6]. Çelik üretiminde ülkemiz dünyada ön sıralarda yerini almasına rağmen, bu üretim potansiyeli inşaat sektörüne aynı düzeyde yansımamaktadır [7].

Endüstri yapıları ve köprüler göz ardı edildiğinde, Türkiye'de yapılarda çelik kullanımı oldukça düşük seviyededir. Gelişmiş ülkeler tarafından tercih edilen, çelik yapım sisteminin ülkemiz koşullarında kullanımının tespiti, ülkemizde de kullanılabilir hale gelebilmesi için gerekli ortamın tespit edilmesi önem kazanmaktadır.

Türkiye'nin yapım sistemlerindeki yeniliklere ve teknolojik gelişimlere ayak uydurması, bu gelişim aşamalarından geçmiş ülkelerin deneyimlerinden yararlanması gerekmektedir.

Teknolojik gelişimlerin artmasıyla, dünyadaki yapısal çelik kullanımının giderek arttığı gözlenebilen bir durum olmasına karşın bu olumlu değişimlere ülkemizde yeteri kadar rastlanmamaktadır.

2. ÇELİK YAPI UYGULAMA OLANAK VE KISITLARININ SAPTANMASINDAKİ KRİTER SEÇİMLERİ

Avrupa Birliği'ne girme eşiğinde bulunan ülkemiz her

alanda ve sektörde standartlarını Avrupa ülkeleri seviyesine çıkarma çabasıdadır. Yapı sektöründe de aynı dileklerin gelişebilmesi için öncelikle bu ülkelerin verilerinin incelenmesi ve mevcut durumları hakkında fikir edinilmesi gerekmektedir. Avrupa ülkelerindeki çelik yapı uygulama olanak ve kısıtlarının saptanmasında ekonomi, malzeme, eğitim ve üretim teknolojileri temel kriterler olarak alınmıştır ve Avrupa Çelik Birliği'ne üye 14 ülkeden toplanan istatistikler aracılığı ile çalışma hazırlanmıştır [8].

Yapı uygulama eyleminin gerçekleştirilebilmesi için gerekli bazı olanak ve kısıtlardan söz etmek mümkündür. Bu olanak ve kısıtlar temelinde 4 başlık altına indirgenerek incelenmiştir. Bunlar;

- Ekonomi,
- Malzeme üretimi ve kullanımı,
- Eğitim,
- Üretim teknolojileri

sıralamasıyla ele alınmıştır.

2.1. Avrupa'da Çelik Yapı Uygulama Olanak ve Kısıtlarının Saptanması

A. Ekonomi

Ekonomik kıyaslamalar için, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, İngiltere, İsveç, İsviçre, Norveç, Portekiz, Romanya ve Slovenya olmak üzere 11 Avrupa ülkesinin verilerinden yararlanılmıştır.

Bu ülkelerin ekonomik durumları incelenirken Nüfus, Gayri Safi Milli Hasıla, Büyüme Hızı, Tüketici Harcamaları, Ticaret Hacmi, Tüketici Fiyat Endeksi, İşsizlik Oranı temel değerlendirme kriterleri olarak belirlenmiş ve bu kriterlerden yararlanarak ülkelerin ekonomik durumları hakkında bilgilenilmiştir (Çizelge 1) [8].

B. Malzeme üretimi ve kullanımı

Ülkelerin yapısal çelik üretimleri, üretilen yapısal çeliğin kullanım alanları ve kullanıldığı sektör içerisinde kapsadığı alan incelenmiştir. Malzeme ile ilgili kıyaslamalar için (Şekil 1), Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İtalya, Norveç, Portekiz, Romanya, Slovenya, İsviçre, İsveç ve İngiltere ait verilerinden yararlanılmıştır [8].

Belçika'ya ait 2001 yılı üretim verilerine ulaşılamamıştır. Bu nedenle Belçika'nın 2001 yılında yapı sektöründe kullanılmak üzere ürettiği çelik miktarı için son 7 yıllık üretimin ortalaması alınarak bulunan 300 000 ton kabul edilmiştir.

Danimarka 2001 yılında ürettiği 186 000 ton çeliğin 70 000 tonluk kısmını ihraç etmiştir. Danimarka'da 2001 yılında üretilen inşaat çeliğin 70 000 tonluk

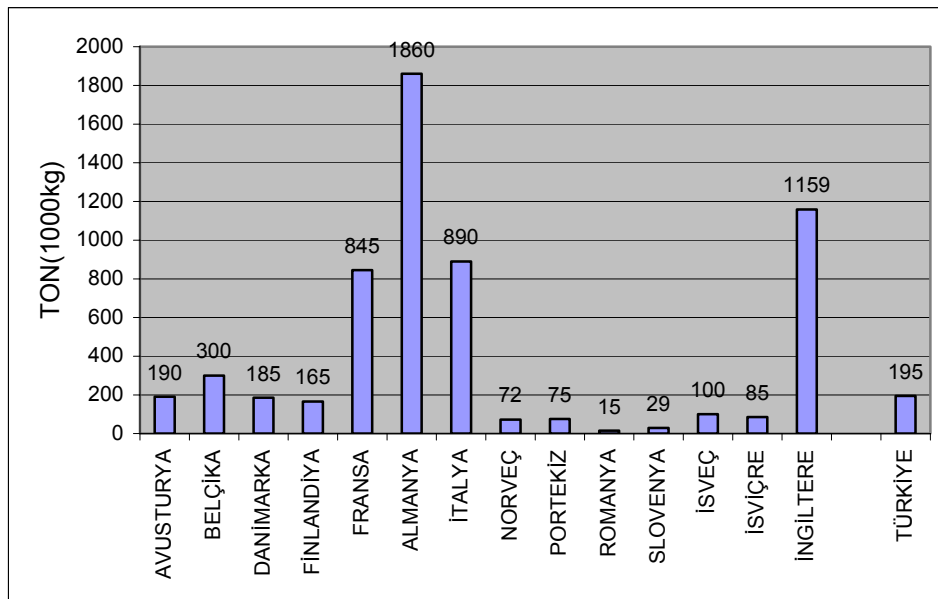
Çizelge 1. Avrupa ülkelerine ait ekonomik veriler (2001 yılı kesin, 2002 ve 2003 tahmini) [8]

AVRUPA ÜLKELERİ İÇİN MAKRO EKONOMİK VERİLER																						
NÜFUS (milyon)			GSMH(milyar euro)			BÜY.HIZ.(% yıl)			TÜK. HAR. (%yıl)			TİC.HAC.(% yıl)			TÜFE (% yıl)			İŞSİZLİK O.(%)				
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003	
AVUSTURYA	8,1	8,1	8,1	197,6	199,9	205,5	1,0	1,2	2,8	1,3	1,6	2,3	-1,5	0,3	4,1	2,7	1,7	1,4	3,6	3,9	3,8	
BELÇİKA	10,0	10,0	10,0	232,4	234,9	237,5	4,0	1,1	1,1	3,8	1,7	1,0	2,6	0,3	0,7	2,2	2,2	2,2	6,9	6,6	6,7	
DANİMARKA	5,3	5,4	5,4	173,0	176,0	179,0	1,4	2,0	2,2	2,3	1,9	2,0	...	...	...	1,8	2,0	2,0	4,6	4,6	4,4
FINLANDIYA	5,2	5,2	5,1	131,2	135,1	138,9	5,6	0,7	1,6	2,2	1,4	2,3	4,8	2,1	-0,8	3,3	2,6	1,5	9,8	9,1	9,4	
İTALYA	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
NORVEC	4,5	4,5	4,5	155,0	158,0	161,0	2,3	1,8	2,2	2,4	2,3	3,1	-1,1	-5,1	0,9	3,1	3,0	1,5	3,4	3,6	3,9	
PORTEKİZ	10,0	10,0	10,0	...	...	...	3,1	3,3	3,3	3,7	3,7	3,7	6,8	6,8	6,8	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0
ROMANYA	22,4	22,4	22,4	35,2	36,4	37,6	5,3	5,0	5,0	5,7	4,5	4,0	6,6	7,0	8,0	34,5	22,0	19,0	8,6	10,0	9,0	
SLOVENYA	2,0	2,0	2,0	...	...	...	3,0	3,3	4,3	2,1	2,5	3,0	-1,9	2,9	4,8	8,4	6,9	5,1	11,6	11,3	10,9
İSVEÇ	8,9	...	...	253,0	...	...	1,2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,0	...	...
İSVİÇRE	7,2	7,2	7,2	230,0	235,0	240,0	1,6	1,2	2,1	2,3	1,3	1,7	-3,4	-2,0	5,0	1,0	1,0	1,5	1,9	2,5	2,5	
İNGİLTERE	60,0	61,5	61,0	1531	1560	1603	2,2	1,9	2,8	3,9	2,1	2,4	3,9	-0,9	0,7	1,8	2,4	2,8	5,0	5,0	5,0	
FRANSA	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ALMANYA	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

kısmı mimari yapılarda, 46 000 tonluk kısmı ise köprüler ve alt yapı inşaatlarında kullanılmıştır. Geriye kalan 70 000 tonluk kısmı da ihraç edilmiştir. Ülkede inşa edilen tarım yapılarının %75'i, tek katlı fabrika ve depo yapılarının %45'i, köprülerin %20'si, tek katlı endüstri yapı olmayan yapıların %15'i ve çok katlı yapılarında %12'ü çelik taşıyıcı sisteme sahiptir (Çizelge 2) [8].

Avusturya'nın 1999 yılından itibaren çelik üretimi 2,5

kat artmıştır. Çelik üretiminin büyük kısmı ülke içinde kullanılmış sadece %15'i ihraç edilmiştir. Avusturya'da 2001 yılında 110 000 tonluk çelik mimari yapılarda, 80 000 tonluk çelik ise köprü ve alt yapı inşaatlarında kullanılmıştır. Ülkede inşa edilen tek katlı fabrika ve depo yapılarının %22'si, köprülerin %20'si, tarım yapılarının %10'u ve çok katlı yapılarında %4'ü çelik taşıyıcıya sahiptir. Avusturya'da inşaat sektöründe çeliğin en yoğun olarak kullanıldığı yapılar fabrika yapılarıdır. 2001

**Şekil 1.** Avrupa ülkelerindeki yapısal çelik üretimi (2001) [1]

Çizelge 2. Avrupa ülkelerine ait yapı çeliği kullanımı (%) [1]

	AVUSTURYA	BELÇİKA	DANİMARKA	FİNLANDIYA	İTALYA	NORVEÇ	PORTEKİZ	ROMANYA	SLOVENYA	İSVEÇ	İSVİÇRE	İNGİLTERE	FRANSA	ALMANYA
ÇOK KATLI YAPILAR	4%		12%			50%		5%	1%	65%	25%	68%		
TEK KATLI FABRİKALAR DEPO	22%		45%			55%		80%	35%	80%	23%	95%		
TEK KATLI ENDÜSTRİYEL DİŞİ	....		15%			25%		10%	1%	70%	....	80%		
TARIM YAPILARI	10%		75%			28%		....	5%	....	....	50%		
KÖPRÜLER	20%		20%			25%		5%	1%	50%	20%	30%		

yılında inşaat sektöründe kullanılan 190 000 ton çeliğin 55 000 tonu bu yapıların inşasında kullanılmıştır (Çizelge 3) [8].

Çizelge 3 incelendiğinde görüldüğü gibi Finlandiya'nın 1993 yılından itibaren yapı sektöründe kullanılmak üzere üretilen çeliğin, üretiminde yıllara göre bir artışın olduğu gözlenmektedir [1]. Finlandiya 2001 yılında ürettiği 165 000 ton çeliğin 102 000 tonluk kısmını yapı sektöründe, 18 000 tonluk kısmını alt yapı sektöründe kullanmıştır. Ayrıca Finlandiya 2001 yılında ürettiği yapı çeliğinin 45 000 tonunu da ihraç etmiştir [8]. Finlandiya da en yoğun çelik kullanımının endüstri yapılarında olduğu görülmektedir. Konut yapıları incelendiğinde ise çelik kullanımı tercih edilmemektedir. Altyapı inşaatlarında

da çelik kullanım oranı oldukça düşüktür.

Fransa'nın yapısal çelik üretimi içeren bilgiler Şekil 1'de verilmiştir. Fransa yıllık (2001 yılı) 845 000 tonluk üretimiyle Avrupa'nın en çok yapısal çelik üreten ülkeleri arasında yer almaktadır [8].

Almanya'nın 2001 yılındaki yapısal çelik üretimi Şekil 1'de verilmiştir. Almanya 2001 yılı 1 860 000 tonluk üretimiyle Avrupa'nın en çok yapısal çelik üreten ülkesidir [8].

İtalya'nın en büyük özelliği ise ürettiği bu çeliği dışarıya satmayıp kendi inşaat sektöründe kullanmasıdır. Bu nedenle ülkede çelik kullanım oranları çok yüksek seviyelerdedir. İtalya 2001

Çizelge 3. Avrupa ülkeleri için sektörler bazında yapısal çelik kullanımı

	YAPILAR								ALTYAPI					TOPLAM ÜRETİM (ihraç hariç)	İHRAÇ	TOPLAM ÜRETİM
	ENDÜSTRİYEL	KONUT OLMAYAN				KONUTLAR	SPOR TESİSLERİ VE KAPALI ALANLAR	TOPLAM YAPI SAYISI	KÖPRÜLER	DİĞER ALTYAPILAR			TOPLAM ALTYAPI SAYISI			
		TİCARİ BİNALAR	OFİS YAPILARI	TARIM YAPILARI	DİĞER YAPILAR					KULE VE DİREKLER	ELEKTRİK SANTRALLERİ	DİĞER MÜHENDİSLİK YAPILARI				
AVUSTURYA	55	40				15		110	20	40	20	80	190	28,5	190	
DANİMARKA	26	17	12	9	6			70	7	30	4	5	46	116	70	186
FİNLANDIYA	10,7	9,6		10,7	14			75		18			18	93	42	195
İTALYA	220	70			270	100	200	860	130				130			990
NORVEÇ	5,5	9	15,5	1	4,5	2,5		38	5	7,5	3,5	7,5	23,5	61,5	14	75,5
PORTEKİZ								38						61,5	14	75,5
ROMANYA	10	2						12		3			3	15		15
SLOVENYA	11,6	5,9			0,2	0,2		17,9	0,1	11,2			11,3	29,2		29,2
İSVEÇ	28		21			11		60	15	25			40	100		100
İSVİÇRE	19	43						62	7	16			23	85		85
İNGİLTERE	535	185	154	38	86	4		1012	36	4	19	30	89	1101	70	1171

yılında ürettiği 990 000 ton çeliğin 860 000 tonunu mimari yapılarda, 130 000 tonunu da köprü inşaatlarında kullanmıştır. Özellikle konut yapımında da 100 000 ton çelik kullanılması ülkede çelik kullanımının ne kadar yaygınlaştığını ortaya koymaktadır (Çizelge 3) [8].

Norveç'in inşaat çeliği üretimine bakılırsa son on yılda 70 000 ton ile 80 000 ton arasında değişim gösterdiğini söylemek mümkündür [1]. Sektörel kullanım açısından bakıldığında ise değerler % bazına ulaşmayı başaramayacak kadar küçüktür. Üretilen yapı adetleriyle ifade edilen kullanımlar ülke genelinde çok düşük düzeyde ilerlemektedir. Hatta üretilen 61 500 ton çeliğin 14 000 tonluk bir kısmı da yabancı ülkelere satılmaktadır. Bu oran ülkedeki kullanım azlığının somut bir göstergesidir (Çizelge 3). Konut üretiminin büyük bir kısmında ahşap kullanımı tercih edilmektedir [8].

Portekiz'in yapısal çelik kullanımına ait verileri Çizelge 2'de yer almaktadır. 2001 yılı üretimi olan 75 500 ton inşaat çeliğinin 61 500 tonu yapı sektöründe kullanılmış, 14 000 tonu ihraç edilmiştir [8]. Ülkede malzeme fiyatının uygun oluşu ve kaliteli imalat imkanlarının bulunması çelik yapım sisteminin gelişmesinde ve tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Romanya'da yapısal çelik kullanımını sektörler içindeki dağılımı açısından incelediğimizde tek katlı fabrika ve depo yapılarının %80'nin çelik yapım sistemiyle inşa edildiği görülmektedir [8]. Çelik üretiminin 2000 yılı üretimine göre 2005 yılında %100 bir artış göstermesi beklenmektedir. Bu gelişmeler, yapı sektörüne (yapı endüstrisine) de yansımış, yapı sektöründe yıllık %2 büyüme sağlamıştır. Konut üretiminde bundan sonraki yıllarda beklenen artışta yıllık %2-3 seviyelerindedir [8].

Ülkede 1999 yılından itibaren inşaat çeliğinin üretiminde ve kullanımında %300'lere varan bir artış görünmüştür. Çeliğin ihraç edilmediği ülkede inşaat sektöründeki çelik kullanımında 1999 yılından itibaren bir patlama gözlenmektedir. Sektörler bazında inceleme yapıldığında ise; çok katlı yapılar, tek katlı endüstriyel olmayan yapılar ve köprülerde %1 ile sınırlı kalan çelik kullanımı, tek katlı fabrika ve depo yapıların da ise %35'lik kullanıma sahiptir (Çizelge 2). 2001 yılında üretilen 29 200 ton çeliğin 17 900 tonu, mimari yapılarda 11 300 tonu da çok azı köprülerde olmak üzere altyapıda kullanılmıştır (Çizelge 3) [8].

2001 yılı verilerine bakıldığında İsviçre'de inşaat sektöründeki çok katlı yapıların %25'i, tek katlı fabrika yapıları ve depoların %23'ü ve köprülerinde %20'si çelik yapı olarak inşa edilmiştir. İsviçre'de 2001 yılında üretilen 85 000 ton çeliğin 62 000 tonu mimari yapılarda 23 000 tonu da köprü

ve diğer altyapı inşaatlarında kullanılmıştır. İsviçre'de de çeliğin konut yapılarında kullanılmadığı göze çarpmaktadır ve en yüksek kullanım ise ticari yapılarda gerçekleşmektedir.

İsveç çelik üretimindeki en parlak yılını 132 000 tonluk üretim ile 1997 yılında yaşamıştır. İsviçre'nin son on yıllık ortalamasına baktığımızda ise yaklaşık 100 000 tonluk bir inşaat çeliği üretimi görmek mümkündür (Şekil 1). Ayrıca Çizelge 2'den de anlaşılacağı gibi İsveç yapı sektöründe oransal olarak çeliğin en fazla kullanıldığı ülkelerden birisi durumundadır. 2001 yılında çok katlı yapıların %65'i, tek katlı fabrika ve depoların %80'i, endüstri yapıları dışında kalan tek katlı yapıların %70'i ve köprülerinde %50'si çelik ile inşa edilmektedir. 2001 yılında üretilen 100 000 ton inşaat çeliği hiç ihraç edilmemiş tamamı ülke içerisinde yapı sektöründe kullanılmıştır. Üretilen bu inşaat çeliğinin 60 000 tonu mimari yapılarda, 40 000 tonu da köprü ve alt yapı inşaatlarında kullanılmıştır (Çizelge 3).

2001 yılı 1 159 000 tonluk üretimiyle İngiltere Almanya'dan sonra Avrupa'nın en fazla çelik üreten ülkesidir [10]. Çok katlı yapıların %68'i, tek katlı fabrika ve depoların %95'i, endüstri yapıları dışında kalan tek katlı yapıların %80'i tarım yapılarının %50'si ve köprülerinde %30'unun çelik ile inşa edildiği görülmektedir. Bu oranlar ile İngiltere Avrupa ülkeleri arasında inşaat sektöründe çeliğin en fazla kullanıldığı ülke olarak bilinmektedir. İngiltere bu büyük üretiminin sadece 70 000 ton gibi küçük bir bölümünü ihraç etmekte ve geriye kalan 1 100 000 tonluk kısmı kendi inşaat sektöründe kullanmaktadır [10].

C. Eğitim

Çelik yapı uygulama olanak ve kısıtlarından biri çelik yapı tasarımı gerçekleştirecek mimar ve mühendislerin varlığıdır. Bu mimar ve mühendislerin varlığından söz edebilmek ise öncelikle o ülkede gerçekleştirilen mimarlık eğitimine ve bu eğitim içerisinde çelik yapı tasarımının ne kadar ağırlıkla yer aldığına bakmakla mümkün olacaktır. Ayrıca çelik yapı uygulamaları kriterden biri olan teknoloji üniversiteler tarafından geliştirilmekte ve her sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe de sektörün önünün açılmasında ve ufkunun genişletilmesinde yararlanılmaktadır.

Bu bölümde Avrupa'da faaliyet gösteren 7 mimarlık okulunun programları incelenmiştir. Bu okullarda çelik taşıyıcı sistem ve mimarlıkta teknoloji ile ilgili verilen eğitimler üzerinde durulmuştur. Bu okullar seçilirken ülkelerinin ekonomik yapıları, malzeme (çelik yapı malzemesi) üretim kapasiteleri ve yapı sektöründe çelik kullanımlarına değinilen ülkelere özen gösterilmiştir.

- The Bartlett University (İngiltere),
- The University of Liverpool (İngiltere),
- University of Applied Sciences Aachen (Almanya),
- Helsinki University of Technology (Finlandiya),
- Zurich (İsviçre),
- KTH Royal Institute of Technology (İsveç)
- Budapest University of Technology and Economics (Macaristan),

üniversitelerindeki yapısal çelik ve mimarlıkta teknoloji derslerinin içerikleri ve kapsamı incelenmiştir.

The Bartlett University, dört yıllık eğitimin ilk yılında mimarlık teorileri ve teknoloji, ikinci yılında ise mimarlık ve teknolojinin bütünleşmesi, üçüncü yılda ise teknolojinin mimarlıkla bütünleştirilmesinin öğretimine yönelik bir eğitim programı uygulanmaktadır. Çelik yapılarla ilgili bilgilendirme, ikinci sınıf programında yer alan konstrüksiyon ve strüktür kurgulanmasına yönelik eğitimin kapsamında yer almaktadır. Ayrıca dört yıllık eğitimin hiçbir safhasında çelik strüktür oluşturulması veya çelik yapıların kurgulanmasına yönelik bir program da bulunmamaktadır [9].

The University of Liverpool'da eğitimin ders bölümü 6 yarıyıldan oluşan üç yıllık bir programla verilmektedir. Birinci yılda ortak eğitim alan öğrenciler ikinci yılda ilgi alanlarına göre sınıflandırılarak bu yıldan itibaren seçtikleri alanda uzmanlaşmaktadırlar. Birinci yılda aynı eğitime tabi olan öğrenciler ikinci yılda Architecture Professional (Mesleki Mimarlık), Architecture and Art History (Sanat Tarihi ve Mimarlık) veya Architecture and Civic Design (Kentsel Tasarım ve Mimarlık) bölümlerinden birinde eğitim almaktadırlar [10].

University of Applied Sciences Aachen, Almanya'daki bu üniversitede dersler altı farklı ana başlık altında toplanmaktadır. Bu ana başlıklar konstrüksiyon tasarımı, yapı mühendisliği, şehir bölge planlama, bilgisayarla tasarım, teknik dersler ve kuramsal derslerdir. Ve bu eğitim mimarlık programına başlayan bütün öğrencilere uygulanmaktadır. Konstrüksiyon tasarımı ve yapı mühendisliği başlığı altında 11 farklı ders yer almaktadır ve bu derslerden 4 tanesi çelik yapı tasarımı ve mimarlıkta teknoloji kullanımına yöneliktir. Bu anlamda program incelendiğinde University of Applied Sciences Aachen'de mimarlık öğrencilerine yoğun bir mühendislik ve çelik yapı tasarımı yönelik eğitim verildiği görülmektedir [11].

Helsinki University of Technology, Mimarlık eğitimi, Mimarlık ve Peyzaj Mimarlığı olmak üzere 2 temel başlık altında toplamıştır. Mimarlık eğitimindeki dersler kamu yapıları tasarımı, yapı teknolojileri, yapı strüktürü, mimarlık tarihi, kentsel tasarım, konut tasarımı, mimarlık teorileri ve ahşap yapılar olmak

üzere 8 başlık altında toplanmıştır. Ve her bir başlık bir anabilim dalını ifade etmektedir. Konstrüksiyon ve strüktür ile ilgili dersler yapı strüktürü anabilim dalı tarafından, temel inşaat mühendisliği, yapı taşıyıcıları, özel strüktür tasarımı ve yapı strüktürü uygulamaları olarak verilmektedir. Çelikle ilgili özel bir ders olmayıp çelik yapı oluşturulması ve çelik yapı strüktürüyle ilgili eğitim bu dersler içerisinde ele alınmaktadır. Teknoloji ve mimarlıkla ilgili dersler ise yapı teknolojileri anabilim dalı tarafından 17 ayrı başlık altında eğitimi verilmektedir [12]. Swiss Federal Institute of Technology Zurich in 8 yarıyıllık programda çelik yapı sistemlerine yönelik özel bir program olmamasına karşın, bu strüktüre ait bilgiler konstrüksiyon ve strüktür ile ilgili dersler altında incelenmektedir [13].

Toplam 200 kredilik ders uygulaması yapılan KTH Royal Institute of Technology'de eğitim stüdyolar biçiminde yürütülmekte sadece birinci sene (40 kredi) temel mimarlık eğitimi verilmektedir ve bunun 6 kredisi taşıyıcı sistem tasarımına ayrılmıştır. Taşıyıcı sistem eğitimi stüdyolarda sürdürülmektedir. Bu üniversitede de çelik yapı tasarımı içinde özel bir ders ayrılmamıştır [14].

Budapest University of Technology and Economics'de mimarlık eğitimi 8 yarıyıllık bir sürede tamamlanmaktadır. Çelik strüktüre ait bilgiler konstrüksiyon ve strüktür ile ilgili dersler altında incelenmektedir. Ayrıca 8 yarıyıllık programda çelik yapı sistemlerine yönelik 4 saatlik özel bir eğitim programı da vardır [15].

D. Üretim teknolojileri

Çeliğin, her sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de kullanımını etkileyen önemli etkenlerden biri de üretimdir. Üretilen çeliğin kalitesi ve ekonomisi kullanım değerlerini etkiler. Çelik üretimi de üretim için kullanılan teknoloji ile büyük bir ilişki içindedir. Sanayileşme, ekonomide yalnız üretim yapısının yenilenmesi değil toplum düzenini oluşturan kurumsal yapıları ve toplumsal ilişkileri dönüştüren karmaşık bir süreçtir. Bu anlamda, sanayileşme tek başına bir amaç olmanın ötesinde toplumun tüm kesimlerini kucaklayan toplumsal refahın bir aracı olarak algılanmalıdır.

Günümüzde üretimin teknoloji tabanı ve ürün profili, başlıca şu jenerik teknolojilerin etkisiyle değişime uğramaktadır:

- Enformasyon teknolojisi,
- İleri malzeme teknolojileri,
- Yeni biyoteknoloji-gen teknolojisi.

Sayılanlar içinde en etkili olanı enformasyon teknolojisidir. Bu teknolojinin ekonomik faaliyet alanlarında ve toplumsal yaşamdaki etkileri, İngiliz

Sanayi Devrimi'nin ve bu devrimin teknoloji tabanını oluşturan buhar teknolojisinin etkileriyle eş tutulmaktadır. İngiltere kütle halinde demir çelik üretimini gerçekleştirdiği zaman, kaybetmiş olduğu Amerikan sömürgesi için zamanın Başbakanı bu teknolojinin önemini; 'Biz bir sömürge kaybettik, ama öyle bir sanayi kurduk ki, o sömürgeyi kat kat telafi edecek durumdadır' sözleri ile ifade etmektedir.

Uluslararası Çelik Enstitüsü'nün 21. Yıllık toplantısında şeref konuğu şöyle diyordu: 'ABD bir endüstri devi ise, bunu çelik sanayi merkezli üretim gücüne borçludur [16]. 18.yy sonlarında yapıda çelik kullanımının başladığı Avrupa da ilk çelik üretimi küçük atölyelerde yapılmaktaydı. Daha sonra Bessemer fırınlarıyla üretime geçilmesinden sonra üretim ve buna bağlı olarak tüketimde de artışlar gözlemlendi. Teknolojideki ilerlemeler ve bulunan daha iyi çelik üretme yöntemleriyle günümüzde artık Avrupa'da Bessemer yöntemiyle çelik üretimi yapılmaz hale gelmiştir. Zamanla bu üretim metodu yerini yüksek fırın, elektrik ark ocakları ve hammaddelere bırakılmıştır.

Günümüzde çelik üretiminin de bu fırınlarda ve temelde iki üretim yolundan yararlanılmaktadır [17].

- Basit Oksijen Fırını
- Elektrikli Ark Fırını

Basit oksijen fırını ve Elektrikli ark fırınının tercih edilmesindeki en önemli etkenler yüksek üretim oranına karşı kullanılan işçilik oranının düşüklüğüdür.

Gelişmiş ülkelerde çelik sektörü entegre tesislere dayalıdır. Üretim; paslanmaz çelik, vasıflı çelik, özel çelikler gibi ürünlere yönelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise çelik sektörü, yarı entegre tesislere dayalıdır. Hurda gibi parçalı girdilerden nispeten ucuz ürünler üretmektedir [18].

Demir Çelik sektöründeki gelişmeler üç grupta toplanabilir.

- A- Her aşamada bilgisayarlı kontrol ve optimizasyon,
- B- Yatırım ve işletme maliyetleri düşük olan "İnce

- Slab" yönteminin yaygınlaşması,
- C- Hurdaya alternatif olarak sünger demir ve demir karbür yatırımları.

2000 yılı üretiminin % 63.5'i, pahalı girdi (Tonu 80-100\$ olan hurda) kullanan, yarı entegre tesislerde gerçekleştirilen ve satış fiyatı 200-250\$/ton olan ucuz ürünlerden oluşmaktadır. Yükselen hurda fiyatları ve düşen nihai ürün fiyatları, hurdadan çelik üreten işletmelerin kapasite kullanımlarını zorlamaktadır. Ayrıca Avrupa ülkelerinin demir çelik sanayinde, paslanmaz çelik üreten tesiste mevcuttur [18]. Avrupa'da çelik üretim teknolojisinin gelişmesinde, dünya savaşları, teknolojik yenilikler ve rekabet etkili olmuştur. Çelik üretimi pek çok süreci içermektedir. Son yıllarda hem bu süreç sayısını azaltmak hem de daha çevreci bir üretim için, sektör geri dönüşüme yönelmektedir [17].

2.2. Türkiye'de Çelik Yapı Uygulama Olanak ve Kısıtlarının Saptanması

Bu bölümde Türkiye için çelik yapı uygulama olanak ve kısıtlarının saptanmasında kullanılan kriterlerden, ekonomi, malzeme, eğitim ve teknoloji değerlendirilmiştir.

A. Ekonomi

2001 yılında meydana gelen ekonomik kriz, %100'e yakın devalüasyon ve %12,3 küçülmeyi de beraberinde getirmiştir. IMF stand-by anlaşmalarıyla düzelmeye yoluna giren ekonomi, hükümetin istikrarsızlıkları, hükümete güvensizliğin oluşması ve sonucunda 3 Kasım erken seçimlerinin kararının alınmasıyla tam olarak düzelmeye trendine girememiştir. Seçimlerin ardından tek partili bir hükümetin kurulması güven problemini çözmüş ve bir müddet yapay bir iyileşme sağlamış olsa da bu kez de Kopenhag Kriterleri konusunda yaşanan belirsizlikler ve Amerika'nın Irak'a operasyon düzenlemesi ülke ekonomisini olumsuz etkilemiştir [8].

Çizelge 4'de Türkiye'ye ait 2001 yılı kesin 2002 ve 2003 tahmini ekonomik verileri detaylı bir biçimde verilmiştir. Çizelge incelendiğinde krizin etkisini 2003 yılında yitirmesinin beklendiği görülmektedir.

Çizelge 4. Türkiye için ekonomik veriler [1]

	2001	2002	2003
		Tahmin	
Nüfus (milyon)	67	67,2	67,3
GSMH(milyar EUR)	180	185	195
Büyüme Hızı(yıllık değişim %)	-12,3	3	5
Tüketici Harcamaları (yıllık değişim %)	-9	2	5
Ticaret Hacmi(yıllık değişim %)	-31,7	5	15
TUFE (yıllık değişim %)	69	40	20
İşsizlik Oranı (%)	8,6	12	10

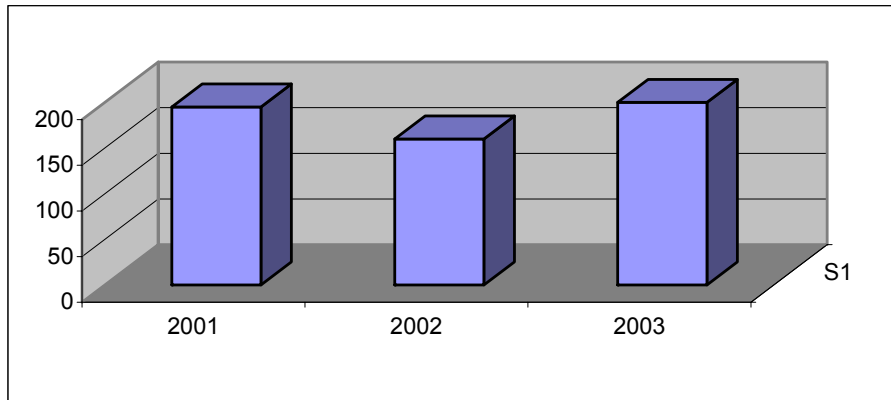
B. Malzeme üretimi ve kullanımı

Şekil 2 incelendiğinde görüldüğü gibi Türkiye'nin 2001 yılındaki çelik üretimi 195 000 ton olarak gerçekleşmiştir.. Ayrıca Türkiye 2001 yılı çelik üretiminin 40 000 tonunu yani yaklaşık %20,5'ini ihraç etmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Türkiye için sektörler bazında yapısal çelik kullanımı (ton) [1]

SEKTÖR	2001	2002	2003
Yapılar			
Endüstriyel	85		
Konut Olmayan (Toplam)			
Ticari Yapılar	4		
Ofis Yapıları	1		
Tarım Yapıları	1		
Benzeri Yapılar	1		
Konutlar	2		
Toplam Yapı Sayısı (1)	100	70	100
Altyapı			
Köprüler	5		
Diğer altyapı (Toplam)			
Kule ve Direkler	30		
Elektrik Santralleri	20		
Diğer Mühendislik (İnşaat)			
Toplam Altyapı (2)	55	40	50
TOPLAM (1+2)	155	110	150
Yıllık % Değişim	15	-30	35
İHRAÇ	40	50	50

2001 ekonomik kriz yüzünden, 2002'deki birçok yatırım projesi ertelenmiştir. Ancak 2001'den önce planlanan ve devam etmekte olan projelerin tamamlanması uygun görülmüştür. Bu yıl içerisinde yapı endüstrisinde %30 oranında gerileme kaydedilmiştir. 2003'te ise tekrar 2001 seviyesine gelinebilmesi ümit edilmektedir.



Şekil 2. Türkiye için yapısal çelik üretimi [8]

Betonarmeye dayalı bir yapı sektörüne sahip Türkiye'de, Çeliğin inşaat sektöründeki toplam payı %5 seviyelerinde kalmaktadır. Çoğunlukla üretilen kaliteli çelik ya altyapı projeleri ve endüstriyel yapılar için kullanılmakta [19] (Çizelge 6) ya da yurt dışına satılmaktadır [8].

Çizelge 6. Türkiye için yapısal çelik kullanımının sektörel payı (%) [8]

Dönem	Çok Katlı	Tek Katlı Fabrika ve Depolar	Tek Katlı Endüstriyel Olmayan Yapılar	Tarım Yapıları	Köprüler
2001	1	20	50	15	10
2002	1	25	50	15	10
2003	2	30	50	20	15

C. Eğitim

Türkiye'deki mimarlık eğitimi ve mimarlıkta teknoloji kullanımı incelenirken 4 üniversiteye ait eğitim bilgilerinden yararlanılmıştır. Bu üniversiteler seçilirken ülkenin farklı bölgelerinde ve büyük merkezlerde olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca bu seçim yapılırken 3 üniversitenin devlet üniversitesi, 1 üniversitenin de vakıf üniversitesi olması tercih edilmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi'nde (İstanbul) mimarlık eğitimi 8 yarıyıllık bir sürede tamamlanmaktadır. Çelik strüktüre ait bilgiler konstrüksiyon ve strüktür ile ilgili dersler altında incelenmektedir. Ayrıca 8 yarıyıllık program içerisinde çelik yapım sistemlerine yönelik özel bir eğitim verilmemektedir. Mimarlıkta teknoloji ve yapım teknolojileriyle ilgili eğitim diğer ders programları içerisinde verilmektedir [20].

Yeditepe Üniversitesi (İstanbul), bir vakıf üniversitesidir. Mimarlık eğitimi 8 yarıyıllık bir sürede verilmektedir. Eğitim süresi boyunca öğrenciler 6 farklı ders adı altında (yapı malzemeleri, temel yapı bilgisi, yapı statikliği, betonarme, gelişmiş strüktürel düzenler, çelik yapılar) mimarlıkta strüktür, teknoloji ve çelik yapı tasarımıyla ilgili eğitim almaktadır. Ayrıca bu derslerden 1 tanesi yapısal

çeliğin tanıtılmasına ve çelik yapıların tasarımına ayrılmıştır [21].

Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde (Ankara) mimarlık eğitimi 8 yarıyıllık bir sürede 172 kredilik ders üzerinden yapılmaktadır. Çelik strüktüre ait bilgiler konstrüksiyon ve strüktür ile ilgili dersler altında incelenmektedir. Ayrıca 172 kredilik program içerisinde çelik yapım sistemlerine yönelik özel bir eğitim de Design of Steel Structures adı altında verilmemektedir. Mimarlıkta teknoloji ve yapım teknolojileriyle ilgili bir eğitim diğer programlar içerisinde yer almamaktadır [22].

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde (İzmir) mimarlık eğitimi 8 yarıyıllık bir sürede 122 kredilik ders üzerinden yapılmaktadır. Çelik strüktüre ait bilgiler konstrüksiyon ve strüktür ile ilgili dersler altında incelenmektedir. 122 kredilik program içerisinde çelik yapım sistemlerine yönelik özel bir eğitim verilmemektedir [23].

D. Üretim Teknolojileri

Çeliğin Türkiye'deki üretimi ve teknolojik gelişmelerin bu sektör üzerindeki etkileri aşağıda açıklanmıştır. Türkiye ilk entegre demir çelik tesisini Karabük Demir Çelik Fabrikaları (KARDEMİR) adıyla, 1937 yılında işletmeye açılmıştır. İkinci entegre tesisi olan Ereğli Demir Çelik Fabrikaları (ERDEMİR), Türkiye'nin yassı ürün talebini karşılamak için, 1965 yılında üretime başlamıştır. 1977 yılında, uzun ürün ve yarı mamul talebini karşılayabilmek amacıyla, Türkiye'nin üçüncü entegre tesisi, İskenderun Demir Çelik Fabrikaları (İSDEMİR) işletmeye açılmıştır [24]. Karabük Demir Çelik Fabrikaları ve İskenderun Demir Çelik Fabrikaları yüksek fırın, Ereğli Demir Çelik Fabrikaları Basit Oksijen Fırını, teknolojilerini kullanarak üretim yapmaktadırlar. Ayrıca bu üç entegre tesisin yanı sıra 15 adet küçük tesiste çelik üretimi yapılmaktadır. Bu tesisler ise üretimde Elektrik Ark Fırını teknolojilerinden yararlanmaktadır.

Türk demir çelik sektörü 2001'de, yıllık kapasitesi 1 000 000 ton ile 3 000 000 ton arasında değişen üç adet entegre tesis ve kapasiteleri 400 000 ton ile 2 000 000 ton arasında değişen 15 adet elektrik ark ocaklı tesiste gerçekleştirdiği, 15 milyon ton ham çelik üretimi ile, Dünya çelik üretiminde 15. sırada yer almıştır. Üretim yönetimi açısından, 2001 yılında toplam üretim % 65'e elektrik ark ocaklı tesisler tarafından, geriye kalan % 35'i ise entegre tesisler tarafından gerçekleştirilmiştir [17]. Türk demir çelik endüstrisi, hem kalite hem de kapasite açısından, son 15 yılda büyük gelişme göstermiş, kullanılan sistemleri ve üretim yöntemlerini revize etmiştir. Fakat Türkiye paslanmaz çelik üreten bir tesise sahip değildir [18].

Türkiye, Dünyadaki 64 çelik üreten ülke arasında 15. sırada, Avrupa'da ise 5. sırada yer almaktadır. 2001 yılında yapılan, yaklaşık 9,5 milyon tonluk toplam demir çelik ihracatında, Avrupa Birliği ülkelerinin payı % 28, Orta Doğu ülkelerinin payı % 26 ve Uzak Doğu ülkelerinin payı %16 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye, çelik üretiminde gösterdiği başarıyı inşaat çeliği üretiminde gösterememiştir [17].

2.3. Avrupa Ülkelerine ve Türkiye'ye Ait Değerlerin Karşılaştırılması

Bu bölümde Avrupa ülkelerine ait Ekonomi, Malzeme üretimi ve kullanımı, Eğitim ve Üretim teknolojileri verileri ile Türkiye'ye ait verilerin karşılaştırılması yapılmış, bu karşılaştırma ışığında Avrupa ülkeleri ve özellikle Türkiye için çelik yapı uygulama olanak ve kısıtları üzerine yorumlar yapılmıştır. Karşılaştırmalar Türkiye'ye ait veriler ile Avrupa ülkelerine ait verilerin ortalaması üzerinden yapılmıştır.

A. Ekonomi

Ülkelere ait ekonomik veriler Çizelge 7'de bir bütün halinde ifade edilmiştir. 2001 yılı için incelemeye giren Avrupa ülkelerinin ortalamaları ve Türkiye'ye ait veriler aşağıdaki gibidir [8].

	Türkiye	Avrupa
Nüfus	13,1 milyon	67 milyon
GSMH (Euro)	267,4 milyar	180 milyar
Büyüme H.	+2,8 (%yıl)	-12,3 (%yıl)
Tük. Harc	+2,7 (%yıl)	-9 (%yıl)
Tic. Hac.	+1,1 (%yıl)	-31 (%yıl)
TÜFE	+6,1 (%yıl)	+69 (%yıl)
İşsizlik	5,8 (%)	8,6 (%)

Avrupa ülkelerinin kişi başına düşen gelirine bakıldığında Türkiye ile arasında ciddi uçurumlar olduğu görülmektedir (Çizelge 7). İşsizlik oranının da bir çok ülkeden yüksek olduğu ülkemizde, enflasyon oranı çok yüksek ve büyüme hızı da eksi değerlerdedir. Bu anlamda Avrupa ülkeleri arasında Türkiye ekonomisi oldukça alt sıralarda yer almaktadır.

B. Malzeme üretimi ve kullanımı

Ülkelere ait çelik üretim verileri ve sektör içindeki kullanımlarına ait veriler Çizelge 8 ve Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 7. Avrupa ülkelerine ve Türkiye'ye ait ekonomik veriler

MAKRO EKONOMİK VERİLER (2001 YILI)								
NO		NÜFUS (milyon)	GSMH(milyar euro)	BÜY.HIZ.(% yıl)	TÜK. HAR. (%yıl)	TİC.HAC.(% yıl)	TÜFE (% yıl)	İŞSİZLİK O.(%)
1	AVUSTURYA	8,1	197,6	+1,0	+1,3	-1,5	+2,7	3,6
2	BELÇİKA	10,0	232,4	+4,0	+3,8	+2,6	+2,2	6,9
3	DANİMARKA	5,4	173	+1,4	+2,3	-	+1,8	4,6
4	FİNLANDIYA	5,2	131,2	+5,6	+2,2	+4,8	+3,3	9,8
5	İTALYA							
6	NORVEC	4,5	155	+2,3	+2,4	-1,1	+3,1	3,4
7	PORTEKİZ	10,0	...	+3,1	+3,7	+6,8	+2	4
8	ROMANYA	22,4	35,2	+5,3	+5,7	+6,6	+34,5	8,6
9	SLOVENYA	2	...	+3,0	+2,1	-1,9	+8,4	11,6
10	İSVEÇ	8,9	253	+1,2	-	-	-	4
11	İSVİÇRE	7,2	230	+1,6	+2,3	-3,4	+1	1,9
12	İNGİLTERE	60	1 531	+2,2	+3,9	+3,9	+1,8	5
13	FRANSA							
14	ALMANYA							
	ORTALAMA	13,1	267,4	+2,8	+2,7	+1,1	+6,1	5,8
	TÜRKİYE	67,0	180	-12,3	-9	-31	69	8,6

Çizelgeler incelendiğinde Avrupa ülkelerinin 2001 yılı için yapısal çelik üretiminin ortalaması 432 000 ton olarak hesaplanmıştır. Bu değer ortalama nüfusa(13 100 000) bölüldüğünde kişi başına düşen çelik üretimi 0,033 ton/kişi olarak bulunur.

Türkiye için bu değer tespit edilecek olursa 195 000 000 ton / 67 000 000 kişi hesabından kişi başına düşen çelik üretimi 0,003 ton/kişi olarak bulunur. Bu oranda Avrupa ülkeleri yapısal çelik

üretiminin 11'de 1'i ne karşılık gelmektedir.

Türkiye'de ise çelik kullanımının inşaat sektöründeki payı %5'tir. Çizelgelerden ve hesaplamalardan da anlaşıldığı gibi Türkiye'de inşaat sektöründe çelik kullanım oranı çok düşüktür. Özellikle İngiltere, İsveç ve Norveç'le kıyaslamaya gidildiğinde ise Türkiye'deki yapısal çelik kullanımı hiç denecek kadar azdır.

Çizelge 8. Avrupa ülkelerine ve Türkiye'ye ait yapı çeliği üretim verileri

(x1000 ton)	AVUSTURYA	BELÇİKA	DANİMARKA	FİNLANDIYA	İTALYA	NORVEC	PORTEKİZ	ROMANYA	SLOVENYA	İSVEÇ	İSVİÇRE	İNGİLTERE	FRANSA	ALMANYA	ORTALAMA	TÜRKİYE
YAPIDA KULLANIM	110		70	75	860	38	38	12	18	60	62	1012				100
ALTYAPIDA KULLANIM	80		46	18	130	23,5	24	3	11	40	23	89				55
İHRACAT	....		70	42	....	....	....	....	....	....	....	70				40
TOPLAM ÇELİK ÜRETİMİ	190	300	186	135	990	75,5	76	15	29	100	85	1159	845	1860	432	195

Çizelge 9. Avrupa ülkelerine ve Türkiye'ye ait yapı çeliği kullanımı (%)

	AVUSTURYA	BELÇİKA	DANİMARKA	FINLANDIYA	İTALYA	NORVEC	PORTEKİZ	ROMANYA	SLOVENYA	İSVEÇ	İSVİÇRE	İNGİLTERE	FRANSA	ALMANYA	ORTALAMA	TÜRKİYE
ÇOK KATLI YAPILAR	4		12			50		5	1	65	25	68			29	İnşaat sektöründeki toplam kul. *5'tir
TEK KATLI FAB-DEPO	22		45			55		80	35	80	23	95			54	
TEK KATLI END-DIŞI	....		15			25		10	1	70	....	80			25
TARIM YAPILARI	10		75			28		....	5	....	....	50			21
KÖPRÜLER	20		20			25		5	1	50	20	30			21	

C. Eğitim

Avrupa'da Programları üzerinde inceleme yapılan 7 mimarlık okulunun tümünde çelik yapılarla ilgili eğitim verilmektedir. Ayrıca bu üniversitelerden 2 tanesinde de çelik yapı sistemleri için ayrılmış özel bir eğitim programı da mevcuttur. Teknoloji ve teknolojinin mimarlıkta kullanımıyla ilgili 6 üniversitede özel eğitim verilmekte sadece üniversitelerden bir tanesinde bu konuyla ilgili bir eğitim verilmemektedir.

Türkiye'deki mimarlık eğitimi incelenirken 4 adet, farklı bölgelerde eğitim veren devlet ve özel üniversitelerden yararlanılmıştır. Yapılan araştırmada her üniversitede çelik yapılarla ilgili temel bilgilerin verildiği fakat sadece 2 üniversitede çelik yapılarla yönelik özel bir programın bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 2 üniversitede teknoloji ve teknolojinin mimarlıkta kullanımıyla ilgili bir eğitim programlarının bulunduğu bilinmektedir.

Eğitim sistemleri incelendiğinde Avrupa ülkeleri ile Türkiye'de çelik yapı ve teknoloji ile ilgili eğitim verilmektedir. Fakat Türkiye'de verilen eğitimin üretim sektörüne yansımadağı gözlenebilmektedir. Üniversiteler, mühendislik kuruluşları, denetim kuruluşları ve uygulayıcılar arasında sağlanacak yakın bir koordinasyonla, orta vadede yapısal çelik kullanımının yaygınlaştırılması mümkün görülmektedir.

D. Üretim teknolojileri

Ülkelerde kullanılan üretim teknolojileri bakımından inceleme yapıldığında, Türkiye ve Avrupa ülkeleri arasında çokta büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Hem Türkiye'de hem de Avrupa ülkelerinde çelik üretiminde kullanılan teknolojiler aynıdır. Bu anlamda bütün ülkeler teknolojik gelişmeleri takip etmekte ve tesislerini yenilemektedirler. Demir çelik endüstrilerinin kurulduğu zaman kullanılan bessemer

fırınları bütün ülkelerde yerini Elektrik Ark Fırını ve Basit Oksijen Fırını'na bırakmıştır. Uluslararası demir-çelik enstitüsünün verilerine göre 1997 dünya çelik üretiminin %26,9 unu Avrupa ülkeleri üretmiştir. Bu dönem içerisinde Türkiye'nin dünya çelik üretimindeki payı %1,82'dir [24]. Ayrıca Avrupa'da Türkiye'de paslanmaz çelik üreten tesis bulunmasına rağmen, dünyada krom cevheri üretimi sıralamasında ilk 7 ülke içinde yer almayan Türkiye'de paslanmaz çelik üreten tesisi bulunmamaktadır [18]

Türkiye'de deneme ve geliştirme çalışmaları minyatür denilebilecek pilot tesis veya ekipmanlarda yapılabildiği halde, firma ve üniversitelerimiz bu konuya gereken önemi göstermemektedir. Örneğin demir karbür üretimini Nurcor firması 70 cm'lik bir kaptaki yapımıştır. Bu deneyin neticelerine güvenerek ve başka bir sanayi pilot tesisi yapmadan, Trinidad'ta 350 000 ton çıktı kapasiteli bir tesis kurmuştur [17].

3. SONUÇ

Yapısal çeliğin tanıtılması, kullanımının incelenmesi ve Türk yapı sektöründeki yerinin açıklandığı bu makalede, ülkemizin üretim verileri Avrupa ülkeleri ile kıyaslanarak, bulunduğumuz ve ulaşmamız gereken noktalar vurgulanmaya çalışılmıştır.

Çeliğin tasarımsal olarak sağladığı esneklik ve yapısal avantajlara ulaşabilmek için daha deneyimli ve bilgili bir yapı üretim kadrosuna ihtiyaç duyulmaktadır. Betonarme yapılarda, betonun dökülen bir malzeme olması form oluşturulmasına imkan vermekte fakat strüktürün kurgulanmasında ve statik hesapların yapılmasında malzeme ağırlığı, çekme dayanımı ve homojen bir inşaat malzemesi olmamasından kaynaklanan problemler yaşanmaktadır.

Yapı ekonomisi bakımından, çelik yapı oluşturma maliyetinin betonarme yapı oluşturma maliyetine nazaran yaklaşık %30 daha fazla olduğu yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Fakat yapı kullanıma

geç tikten sonra oluşacak maliyetler açısından bakıldığında (revizyon-tamirat vb.) çelik yapılar daha avantajlı görünmektedir [25].

Malzeme olarak kıyaslamaya gidildiğinde ise çelik, yüksek mukavemetli bir malzeme olup öz ağırlığının taşıdığı yüke oranı betonarmeden küçüktür. Büyük bir şekil değiştirme sığası vardır. Bu sığa betonarmeye göre 18 kat fazladır. Bu bize çeliğin betonarmeden daha sünek bir malzeme olduğunu gösterir. Ayrıca, malzeme ve sistem kurgusundan kaynaklanan kusurların yutulması betonarme sistemlerde, çelik iskeletli yapılara oranla daha yüksektir. Bu nedenle deprem anında çelik yapılarda sistem çökmesi betonarme yapılara kıyaslandığında çok daha çabuk gerçekleşmektedir. Bu anlamda betonarme sistemler yıkılma belirtilerini yavaş göstermektedirler.

Çelik çerçevesi yapılar da ağırlıklı olarak kullanılmakta olan I ve U gibi hadde profil kesitlerin istenilen boyutlarda üretilmemesi veya gereken miktarlarda bulunmaması ülkemize özgü bir sorun değildir. Ülkemizde üretilen profil çeşitlerinin azlığı nedeniyle istenilen kesite en yakın, büyük kesitin kullanılması ortalama %15 - %20 malzeme kaybına neden olmakta, bir üst kesitte bulunmadığında bu kayıp ortalama %35'lere kadar yükselmektedir. İstenilen ebatla profillerin bulunmaması durumunda, levhalardan oluşturulan, dolu gövdeli yapma I profiller kullanmak malzeme giderlerini %15 - %30 arasında azaltılmaktadır.

Avrupa ülkeleri ile Avrupa Birliğine girme çabaları içinde olan Türkiye'nin çelik üretim ve kullanımını etkileyecek faktörler karşılaştırıldığında görülmüştür ki, Türkiye'de inşaat sektöründe çelik tüketiminin artırılmasında, en büyük engel ülke ekonomisinin içinde bulunduğu durumdur. Avrupa ülkelerinde kişi başına düşen milli gelir 20 000 Euro seviyelerinde iken ülkemizde bu rakam 2 700 Euro seviyelerinde kalmaktadır. Refah seviyesinin artırılması da tek başına yapısal çelik kullanımının yaygınlaşması için yeterli olmayacaktır. Ekonomik problemlerin çözümünün yanı sıra çelik yapı uygulamalarının artırılması için bir dizi önlemler ve gelişmelere de ihtiyaç duyulmaktadır.

Avrupa ülkelerinin 2001 yılında yapısal çelik üretim ortalaması yaklaşık 432 000 ton seviyelerinde iken Türkiye'de 195 000 000 ton seviyelerindedir. Kişi başına düşen çelik üretimi Avrupa ülkelerinde ortalama 0,033 ton/kişi iken ülkemizde ise 0,003 ton/kişidir. Bu da bize Türkiye'de çelik üretim ve inşaat sektöründe kullanım oranının ne kadar düşük olduğunu göstermektedir.

Ülkemizde 4 üniversitede yapılan incelemede, bu üniversitelerin hepsinde yeterli çelik eğitimi verildiği görülmüştür. Aynı kriterlere bağlı kalmak üzere Avrupa'da eğitimini sürdüren 7 üniversitede de çelik

yapı tasarımı ve çelik yapı inşasını içeren bir eğitim verildiği bilinmektedir. Sonuç olarak ülkemiz üniversiteleri ile Avrupa'da eğitimini sürdüren üniversiteler karşılaştırıldığında çelik yapı tasarımı ve çelik yapı inşasını içeren eğitimlerde çok büyük farklılıklara rastlanmamıştır.

Türkiye ve Avrupa ülkeleri arasında kullanılan üretim teknolojileri bakımından çokta büyük farklılıklar yoktur. Üretiminde kullanılan teknolojiler aynıdır, bütün ülkeler teknolojik gelişmeleri takip etmekte ve tesislerini yenilemektedirler.

Yapısal çelik kültürünün oluşturulmasında, Devletin aktif bir rol oynamasına, okul, hastane vb. binalar başta olmak üzere, depremde insan kaybının çok olduğu ve Devletin itibarını temsil eden bu yapılarda, yapısal çelik kullanımının kısmen zorunlu hale getirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Avrupa ülkeleri tarafından tercih edilen çelik yapım sisteminin ülkemiz koşullarında daha yoğun kullanılabilir hale gelebilmesi için gerekli ortam hazırlanmalıdır. Avrupa Birliğine girme eşiğindeki Türkiye'nin gelişmekte olan ülkeler sıfatından kurtulup gelişmiş ülkeler sıfatına bürünebilmesi için yeniliklere ve teknolojik gelişmelere ayak uydurması, bu gelişim aşamalarından geçmiş ülkelerin deneyimlerinden de yararlanarak bu süreyi minimuma indirmesi sadece inşaat sektöründe değil, her sektörde geleceğe güvenle bakılması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Tuncer, S.S., 1999, "Demir ve Çeliğin Tarihi Gelişimi, İnşaat & Malzeme, Sayı:145, s.62-38, İstanbul.
2. Duman, N., 1972/1973, Çelik Yapılar Ders Notu Özetleri, s.1-3, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
3. Arda, T.S., 2001, "Neden Çelik Malzeme", <http://www.tucsa.org.tr>
4. Tanyeli, G., Sayı:13, "Mimarlık- Demir-Çelik; Bir Tarihsel Serüven", Domus m, s.58-64, **1 Numara Hearst Yayıncılık**, İstanbul.
5. Özkan, N., 2001, "Çelik Yapıların 150 Yıllık Tarihi", <http://www.tucsa.org.tr>
6. Işık, B., 2001, "Hafif Çelik Yapıların Geleneksel Yapılar ile Benzerlikleri", <http://www.tucsa.org.tr>
7. Yıllık Rapor, 2002, Demir Çelik Üreticileri Derneği, Ankara.
8. Taylar, G.H., European Convention For Constructional Steelwork (ECCS), <http://www.steelconstruct.com>
9. The Bartlett University (İngiltere), <http://www.bartlett.ucl.ac.uk>
10. The University of Liverpool (İngiltere), <http://www.liv.ac.uk/abe>

11. University of Applied Sciences Aachen (Almanya), http://149.201.61.100/web_fh_aachen/index_e.htm
12. Helsinki University of Technology (Finlandiya), <http://www.hut.fi/Units/Departments/A>
13. Swiss Federal Institute of Technology Zurich (İsviçre), <http://www.arch.ethz.ch>
14. KTH Royal Institute of Technology (İsveç), <http://www.arch.kth.se>
15. Budapest University of Technology and Economics (Macaristan), <http://www.tanok.bme.hu/bull9899/arch/index.ssi>
16. 2001, 1.Demir Çelik Sempozyumu, Zonguldak, http://www.metalurji.org.tr/turk_html/seykor/rapor/demircelik.asp
17. Yıllık Rapor, 2002, Demir Çelik Üreticileri Derneği, Ankara.
18. Kayır, Y.Z., 2001, 1.Demir Çelik Sempozyumu, Zonguldak, http://www.metalurji.org.tr/turk_html/dergi127/der127_9.pdf
19. Demirel F.,Özkan E., 2003, Çelik yapı bileşenleri ve yangın güvenlik önlemleri,G.Ü.Müh.Mim.Fak. Dergisi, Cilt:18, Sayı:4 S:89-107, Ankara
20. İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul), <http://www.itu.edu.tr>
21. Yeditepe Üniversitesi (İstanbul), <http://www.yu.edu.tr>
22. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara), <http://www.metu.edu.tr>
23. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İzmir), <http://www.iyte.edu.tr>
24. Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü Sektör Araştırmaları, 1999, "Demir-Çelik Sanayi", **İnşaat & Malzeme**, Sayı:145, s.50-59, İstanbul
25. Özkan, N., 2001, "Yapısal Çeliğın Avantajları", <http://www.tucsa.org.tr>