

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AZ KATLI YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM
OLARAK ÇELİK MALZEMENİN KULLANIMI**

Mürüvvet Rana ÖĞÜT

Mart, 2006
İZMİR

AZ KATLI YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM OLARAK ÇELİK MALZEMENİN KULLANIMI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı

Mürüvvet Rana ÖĞÜT

MART , 2006

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MÜRÜVVET RANA ÖĞÜT, tarafından **DOÇ. DR. K. YEŞİM AKTUĞLU** yönetiminde hazırlanan “**AZ KATLI YAPI YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM OLARAK ÇELİK MALZEMENİN KULLANIMI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. K.Yeşim Aktuğlu

Danışman

Yrd. Doç.Dr.Cengiz Yesügey

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Murat Günaydın

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Başta, Lisans öğrenimim süresince ve yüksek lisans çalışmalarımın son ürünü olan bu tezin oluşmasında yaptığı tüm yardımlarından dolayı saygıdeğer danışmanım Doç. Dr. K. Yeşim Aktuğlu'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca; mimarlık lisans eğitimim süresince ve yüksek lisans çalışmalarımda benden hiç bir zaman öneri ve eleştirilerini esirgemeyen değerli DEÜ Mimarlık Fakültesi eğitmenlerine teşekkür ve saygılarımı iletmek istiyorum.

DEÜ Mimarlık Fakültesi'nde derslere başladığım ilk günden itibaren gerek okul, gerek iş, gerekse özel yaşantımda birlikte olduğum mimar arkadaşlarım; sevgili kuzenim Yeşim YEDİKARDEŞLER, Özge ÇİNE, Şenay KARABULUT, Ayşen İZMİR, Gülşen YAVUZ ve Işıl YILMAZ'a yardım ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Yüksek Lisans çalışmalarım süresince bana mesai saatleri içerisinde ve dışında desteğini esirgemeyen işyerim İÇTAŞ AŞ çalışanlarına, TAV Grubuna ve sevgili hocam Restoratör Y.Mimar Yakup HAZAN'a teşekkür ederim.

Son olarak teşekkürlerimin ve minnettarlığımın en büyüğü, tüm destekleri için başta sevgili babam Abdullah F. ÖĞÜT, annem Emine Öğüt ve abim M.Hilmi ÖĞÜT olmak üzere tüm aile fertlerime. Her şey için...

Mürüvvet Rana ÖĞÜT

AZ KATLI YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM OLARAK ÇELİK MALZEMENİN KULLANIMI

ÖZ

Az katlı yapılarda taşıyıcı sistem olarak çelik malzemenin kullanımını yerinde incelemek suretiyle hazırladığım bu çalışmada; az katlı yapı kavramı, taşıyıcı sistemler, çelik malzeme ve çelik yapı kavramları açıklanılmaya çalışılmıştır.

İlk bölümde, giriş ana başlığı içerisinde, teze genel bir giriş yapılmış ve çalışmanın amacı ve kapsamı üzerinde durulmuştur.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde, az katlı yapı kavramının tanımı yapılmış ve taşıyıcı sistem kavramı açıklanmaya çalışılmıştır. Taşıyıcı sisteme etki eden yükler ve oluşan gerilmeler anlatılmış ve son olarak taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, çelik malzemenin genel anlamda tanımı yapılmış ve çelik yapıların mimarlık tarihi içerisindeki gelişimi ele alınmıştır. Demir ve çeliğin gelişimi kronolojik olarak incelenmiştir. Strüktürel çeliğin üretim yöntemleri açıklanmış, üstün ve sakıncalı özellikleri üzerinde durulmuştur.

Dördüncü bölümde, çelik fabrikasyon ürünleri, hadde mamüller yani profiller, dikdörtgen çelikler ve levhalar anlatılmıştır. Çelik yapı bileşenleri arasındaki bağlantı yöntemleri ve birleşim türleri açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, az katlı çelik yapıların teşkilinde kullanılan çelik taşıyıcı sistemler geometrik çıkışlı taşıyıcı sistemler kapsamında incelenmiştir. Çubuk sistemler, yüzeyel taşıyıcı sistemler ve kablo sistemler tanımlanmıştır.

Altıncı bölümde, Türkiye’de günümüzde ve geçmişte demir-çelik sektöründe yapılan örnekler seçilmiş, az katlı çelik yapı örnekleri, yerinde incelemek suretiyle, taşıyıcı sistem açısından değerlendirilmiş, fotoğraflar yardımıyla anlatılmıştır. Altıncı bölümün sonunda araştırılan yapılarla ilgili bir değerlendirme yapılmış, sonuçlar tablolar yardımıyla aktarılmıştır.

Sonuç bölümü olan tezin yedinci bölümünde, çalışma genel olarak ele alınmış ve az katlı çelik taşıyıcı sistemler, geçilen açıklık, kullanılan yapı bileşenleri gibi kriterler açısından değerlendirilmiştir. Tezin sonuç bölümü içerisinde az katlı çelik sistem örneği olarak Adnan Menderes Havalimanı Terminal Binası Giriş Saçağı çelik taşıyıcılı olarak tarafımdan tasarlanmış, plan ve kesit çizimleri ve detaylarıyla aktarılmıştır.

Anahtar kelimeler: Az katlı yapılar, yapısal çelik ve çelik malzeme, taşıyıcı sistem.

THE USE OF STRUCTURAL STEEL IN LOW - RISE BUILDINGS

ABSTRACT

In this work I try to explain the use of structural steel in low-rise buildings by research.

In first chapter, under introduction, the aim and general coverage of thesis is given.

In second chapter of thesis, the definition of low-rise construction buildings is given together with structural system terminology. Related with the structural system terminology, the forces and stresses to structural steel is described and classification of structural systems are made hereby.

In third chapter of thesis, the definition of steel material is made in general, after the development of structural steel in architecture history is given chronologically together with iron. Together with chronology of steel in this chapter, structural steel and production methods are given also.

In fourth chapter of thesis, steel products and rolled products such as steel profiles, box profiles and sheets are described. Combination and connection methods are also defined in this chapter.

In fifth chapter of thesis, structural steel systems used in low-rise buildings. Structural steels are modeled in approach of geometrical structural system. Superficial structural systems, cable systems are described.

In sixth chapter of thesis, iron-steel structures in Turkey are researched. Low-rise buildings are visited, structural systems of examples are examined and photographs of them issued in this chapter. At the end of this chapter made an evaluation and results shown by table.

In conclusion, chapter seven, the summary of thesis is made, low-rise buildings' structural systems are evaluated in accordance with the span width and used structural components.

The information and knowledge generated in this thesis is used in an application as; “Adnan Menderes International Airport Entrance Canopy” designed by me, and this application project designs, plans and cross-section drawings are attached to this thesis.

Key words: Low-rise buildings, structural steel, structural system.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	v
ABSTRACT.....	vii
 BÖLÜM BİR – GİRİŞ.....	 1
1.1. Kapsam.....	1
1.2. Yöntem	2
1.3. Amaç	3
 BÖLÜM İKİ – AZ KATLI YAPI TANIMI VE TAŞIYICI SİSTEM	
KAVRAMI	4
2.1. Az Katlı Yapı Tanımı.....	4
2.2. Taşıyıcı Sistem Kavramı ve Amacı	6
2.2.1. Taşıyıcı Sisteme Etki Eden Yükler.....	7
2.2.1.1.Düşey Yükler	7
2.2.1.2.Yatay Yükler	7
2.2.2. Taşıyıcı Sistem Gereksinimleri	8
2.2.3. Taşıyıcı Sistemde Oluşan Gerilmeler	9
2.3.Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	10

BÖLÜM ÜÇ – ÇELİĞİN TANIMI – TARİHSEL GELİŞİMİ – ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ12

3.1.Tanım	12
3.2.Çeliğin Tarihsel Gelişim Süreci	14
3.3.Strüktürel Çeliğin Üretim Yöntemleri	19
3.3.1.Bessemer Yöntemi	21
3.3.2.Thomas Yöntemi	22
3.3.3.Siemens-Martin Yöntemi	22
3.3.4.Bazık Oksijen Yöntemi	24
3.3.5.Elektrik Arkı Fırını	24
3.4.Çelik Malzemenin Üstün ve Sakıncalı Özellikleri.....	28
3.4.1.Avantajları	28
3.4.1.1.Mimari Açıdan Avantajları	28
3.4.1.2.Mühendislik Açısından Avantajları.....	30
3.4.1.3.Uygulama Açısından Avantajları.....	31
3.4.2.Dezavantajları	35

BÖLÜM DÖRT – ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİ VE BİRLEŞİM TÜRLERİ39

4.1.Hadde Mamülleri	39
4.1.1.Profiller	40
4.1.1.1.Açık Profiller.....	40
4.1.1.2.Kapalı Profiller.....	42
4.1.2.Dikdörtgen Çelikler (Lama Çelikler).....	44
4.1.3.Levhalar.....	44
4.1.3.1.Düz Levhalar.....	45
4.1.3.2.Kubbeli Levhalar.....	45
4.1.3.3.Silindirik Levhalar.....	45
4.1.3.4.Oluklu Levhalar.....	45

4.2.Çelik Yapı Bileşenleri Arasındaki Bağlantı Yöntemleri.....	46
4.2.1.Birleştirici Elemana Göre Birleşim Türleri.....	46
4.2.1.1.Çözülebilir Birleşimler.....	46
4.2.1.1.1.Bulonlu Birleşimler.....	47
4.2.1.2.Çözülemez Birleşimler.....	49
4.2.1.2.1.Perçinli Birleşimler.....	50
4.2.1.2.2.Kaynaklı Birleşimler.....	52
4.2.1.2.3.Tutkalı Birleşimler.....	53
4.2.2.Elemanların Birleşim Şekline Göre Birleşim Türleri.....	54
4.2.2.1.Doğrudan Birleşimler.....	54
4.2.2.2.Dolaylı Birleşimler.....	55

BÖLÜM BEŞ - AZ KATLI YAPILARDA KULLANILAN GEOMETRİK ÇIKIŞLI TAŞIYICI SİSTEMLER..... 57

5.1. Çubuk Sistemler	57
5.1.1.Tek Doğrultuda Yük Aktaran Çubuk Sistemler.....	57
5.1.1.1.Kolon-Kiriş Sistemler	57
5.1.1.1.1.Çelik Kolonlar	58
5.1.1.1.2.Çelik Kirişler	61
5.1.1.2.Çerçeve Sistemler	62
5.1.1.3.Kemer Sistemler	64
5.1.1.4.Düzlem Kafes Kirişler.....	65
5.1.2.İki Doğrultuda Yük Aktaran Çubuk Sistemler	69
5.1.2.1.Uzay Kafes Sistemler	69
5.2. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler	70
5.3. Kablo (Asma) Sistemler	71

**BÖLÜM ALTI – TÜRKİYE’DE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE
YAPILAN ÖRNEKLER.....75**

6.1.Türkiye’deki bazı az katlı çelik yapı uygulamalarının kullanılan taşıyıcı sistem
açısından incelenmesi75

6.1.1. Feshane75

6.1.2. Alsancak Garı.....78

6.1.3. Basmane Garı81

6.1.4. Sirkeci Garı88

6.1.5. Konak Pier91

6.1.6. Rahmi Koç Müzesi97

6.1.7. Tatilya.....101

6.1.8. Mimiaturk.....107

6.1.9. Pasaport.....110

6.1.10.İtü Merkez Kütüphanesi114

6.1.11. İzmir İhtisas Fuarı.....118

6.1.12. Gönen Audi.....124

6.1.13. Gönen Volkswagen127

6.2. Değerlendirme131

BÖLÜM YEDİ - Sonuç136

7.1.SONUÇ.....136

KAYNAKLAR.....142

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İlk insanın ölümlere saygısı, bizzat kendisi gündüz fantezilerinin ve gece düşlerinin güçlü imgeleriyle büyülenmişliğin bir anlatımı olan bu saygı, belki de, onu sabit bir toplantı yeri ve ardından sürekli bir yerleşim yeri aramaya sevkeden pratik gereksinimlerden bile daha büyük bir role sahipti. Paleolitik insanın zor göçlerinin arasında, sürekli konuta ilk sahip olanlar ölümlerdi: bir mağara, taşlarla işaretlenmiş bir tepecik, bir toplu tümülüs... Kent yaşamı ilk insanın en erken gömütleriyle son mezarlık, Nekropolis, arasındaki tarihsel aralıkta, uygarlıkların birbiri ardına sona ulaştığı bu aralıkta uzanır. (Levis Mumford, The City in History, 1961)

Zaman içerisinde insanların birlikte yaşama ve korunma gibi ihtiyaçlarının sonucu olan yerleşik düzene geçme ve oluşan kentleşme gibi olgular barınma ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Mağaralardan kentlere geçişteki bu tarihsel süreç içerisinde insanoğlu farklı yerleşim alanlarında; kerpiç, taş bloklar gibi farklı malzemeler kullanmış, böylece taşıyıcı sistemler doğmuştur. “Taşıyıcı sistemler; belirli bir amaç ve işlev için inşa edilen, bir hacmi ve mekanı tanımlayan, tamamen ya da parçalı olarak örten ve sınırlayan elemanlardır.” İlk taşıyıcı sistem örnekleri ise az katlı yapılar olmuştur. İlk çağlardaki az katlı yapılar; barınma yapıları veya ölümlere duyulan saygının sonucu yapılan mezarlık yapıları olarak yapılmış, zamanla artan ihtiyaçların da sonucunda teknolojinin de gelişmesiyle, pek çok farklı fonksiyonu barındıran binalar yapılmıştır.

Tez çalışmamın kapsamında incelediğim çelik ve dolayısıyla hammaddesi demir ise insanlık tarafından ilk Paleolitik Çağ'da kullanılmış olmasına rağmen strüktürel anlamda kullanımı Sanayi Devrimi ile başlamaktadır. Sanayi Devrimi ile birlikte şehirlerin gelişim süreçleri içerisinde, önceleri az katlı toplu konutlar ve işçi barınakları gibi kısa sürede büyük konut açığı ihtiyaçlarını kapatacak uygulamalarda kendine yer bulan çelik, ahşap ve betonarme gibi mevcutta kullanılan pek çok yapı malzemesine göre daha homojen ve izotrop olması ve yapısı gereği yüksek mukavemet ihtiyacına cevap verebildiğinin anlaşılması ile birlikte çok katlı veya büyük açıklık gerektiren bina tiplerinde de kullanılmaya başlandı.

Günümüzde çelik; yukarıda bahsettiğim teknik özelliklerinin dışında, küçük en kesitlerle büyük açıklıklar geçmesinin mimariye sağladığı yararlar ve yapı yükünü hafifletmesi, fabrikada üretiminin olması nedeniyle imalat kalitesinin yüksekliği, sökülüp takılabiliyor olması sebebiyle değişikliğe adaptasyonu gibi pek çok önemli niteliği sayesinde tercih sebebi olmaya başlamıştır.

Çelik malzemenin kullanımının her geçen gün artıyor olması, projelendirme ve detaylandırma gibi alanlarda giderek daha bilinçli ve profesyonelce yaklaşılmasını sağlamıştır. Çelik, doğru kullanımı sonucu oluşan görkemli yapıtlar sayesinde “çağın malzemesi” olarak adlandırılmaya başlanmıştır.

1.1.Kapsam

Bu tez kapsamında günümüzde yapılarda taşıyıcı sistem olarak kullanımına sıklıkla rastladığımız çelik malzeme; tarihsel gelişimi, yapısı, üstün ve sakıncalı yönleri açısından tanıtılmaya çalışılmış, özellikle az katlı yapılar çerçevesinde özellikleri incelenecek, yapı elemanları ve yapı bileşenleri araştırılmıştır. Çelik taşıyıcılı sistemlerin taşıyıcı sistem sınıflandırmasındaki yerleri ve ülkemizde yapılmış başarılı örnekleri incelenmiştir.

1.2. Yöntem

Tezin literatür araştırması yapılan ilk beş bölümünde az katlı yapı, taşıyıcı sistem kavramları açıklanmıştır. Çelik malzemenin tanımı yapılmış ve çelik strüktürlerden bahsedilmiştir. Tezin son bölümlerinde ise Türkiye'deki bazı başarılı örnekler yerinde incelenmek suretiyle araştırılmış, çelik strüktürlü yapılarda çeliğin kullanımı irdelenip taşıyıcı sistem açısından değerlendirilmiştir. Yapılarda, hangi yapı bileşenleri ile ne tür bir taşıyıcı sistem oluşturulduğuna ve nasıl bir taşıyıcı sistemle hangi açıklıklar geçildiğine bakılmıştır.

1.3.Amaç

Çelik malzeme insanlık tarihinde çok uzun bir süredir bilinmesine rağmen kullanımı, özellikle de inşaat sektöründe ve taşıyıcı sistem malzemesi olarak kullanımı yenidir. Kullanım yüzdesinin arttırılması için öncelikle çelik taşıyıcılı sistemlerin özellikleri, avantaj ve dezavantajları, uygulama esasları konusunda aydınlanmamız ve endüstrisini geliştirmemiz gerekmektedir. Çelik taşıyıcılı yapıları “az katlı yapı” sınırlaması içerisinde incelememin sebebi ise; günümüzde parsel kaygısı ile gittikçe topraktan uzaklaşan bir yapılanmanın içerisine giden gelişmiş teknoloji ülkelerde, az katlı yapının estetik ve fonksiyonel açıdan farkını sergileyebilmektir.

BÖLÜM İKİ

AZ KATLI YAPI TANIMI VE TAŞIYICI SİSTEM KAVRAMI

2.1.Az Katlı Yapı Tanımı

Az katlı yapı denilince akla genellikle bir yada iki katlı konutlar gelmektedir. Aslında az katlı yapı kavramını yalnızca konutla sınırlandırmamak gerekir. Tarih boyunca insanların gelişen ve değişen ihtiyaçları sonucu farklı işlevli yapılar inşa edilmiştir. Zamanla pek çok ulaşım yapısı, sanayi devrimi sırasında gelişen ticaret ve teknoloji sayesinde üretilenleri sergileme ihtiyacından doğan fuar yapıları, fabrika yapıları az katlı olarak inşa edilmiştir.

Günümüzde özellikle büyük şehirlerde sanayileşme sonucu fabrika yapıları, alışveriş kültürünün değişmesi sonucu da alışveriş merkezi gibi yapılar az katlı olarak inşa edilmektedir. Endüstriyel yapıların az katlı olarak inşa edilmesi üretim yapılan yerlerde kot farkının makinaların kullanımını engelleyeceği içindir. Endüstriyel yapılar; sanayi yapılarını kapsar. Bunlar; fabrika yapıları, depolar, hangarlardır. Sanayileşme sonucu üretim makinalar tarafından yapılmaktadır, her malzemenin üretimi için gereken makinalar farklı özellikte olmakla birlikte, kimi makinalar kullanım sırasında standart kat yüksekliğini aşabilen yüksekliklere, kimileri ise geniş alana ihtiyaç duyarlar. Bunun sonucunda fabrika binaları için; idari kısımda ihtiyaca göre bir kaç katlı, üretim bölümü ise genellikle tek katlı ve üç metre civarında olan normal kat yüksekliğinden fazla olan çözümler üretilmiştir. Kolonsuz, geniş hacimler elde etme ihtiyacı sonucu taşıyıcı sistem malzemesi olarak çelik veya prefabrike yapı elemanlarından oluşan sistemler tercih edilmiştir.

Az katlı yapı örnekleri arasında yer alan terminal yapıları ve alışveriş merkezleri gelişen teknoloji sonucu doğmuştur. Bu yapıların az katlı olarak inşa edilmesindeki başlıca neden; yoğun ve hızlı insan değişimi gerçekleşmesi ve işlevleri gereği çabuk ulaşılabilir ve anlaşılabilir plan şemalarına sahip olmalarıdır. Bu yapılarda da çelik tarih boyunca tercih edilen yapı malzemesi olmuştur.

Az katlı konut kavramını açıklamak üzere ise farklı kaynaklar farklı tanımlamalar getirmişlerdir. Hoffmann'a göre: "Az katlı konutlar bir yada iki katlı konutlardır. Az katlı konutun özelliği merdiven kullanılan yüksek katlı konutun aksine, yerle ilişkisi olan konutlar olmasıdır. Bu tür konutlarda özel bahçeye direk olarak geçiş vardır veya çevreki konutlar tarafından kullanılan yarı özel alanlara açılır."

Az katlı konutlar bazı kaynaklar tarafından üç kata kadar olan konutlar olarak tanımlanır. Üçüncü kattan sonra insanın toprakla ilişkisinin kesileceği saptanmış ve sağlıklı bir insanın merdivenle çıkabileceği maksimum kat üç olarak kabul edilmiştir. Ayrıca üç kattan daha yüksek yapıların insanda uyumsuzluk, korku, güvensizlik, yalnızlık, topluma karşı ilgisizliğe sebep olduğu saptanmıştır.

Çeliğin gerek konut gerekse daha büyük ölçekli binaların yapımında kullanılmasında tasarım ve uygulama prensipleri açısından herhangi bir farklılık gözetilmez. Çelik konut sistemleri, yapılarda çoğunlukla subasman seviyesinden sonra uygulanırlar. Bu seviyeye kadar olan kısımda, kullanılan sistem yer altında kalacağı için, betonarme ya da taş gibi nemden ve sudan etkilenmeyen yapı malzemeleri kullanılır.

Sıra evler, avlulu evler, teras evler ve villalar az katlı konut örnekleridir. Fuar yapıları, terminal yapıları (garlar ve otobüs terminalleri ve havayolu terminalleri), alışveriş merkezleri, endüstriyel yapılar diğer az katlı yapı türleridir.

2.2. Taşıyıcı Sistem Kavramı Ve Amacı

İnsanoğlu taş devrinin karanlık dönemlerinden günümüze kadar yaşadığı çevreyi kendi ihtiyaçlarına uygun şekilde düzenlemiştir. Doğal çevrenin yani doğanın insana sunduğu olanaklar sığınma ve barınma gibi ihtiyaçlarını karşılamaya yetmeyince, yapay fiziksel çevreler oluşturulmaya başlanmıştır. Zaman içerisinde gereksinimlerin artması sonucu; tek kişilik barınaklar toplu yaşama alanlarına, toplu yaşama alanları da bir arada kurularak sokak ve mahallelere dönüşmüştür.

“Yapı oluşturma eylemini, en basit şekilde, çevremizdeki nesnelerin üretilmesi olarak tanımlayabiliriz. Üretilen tüm nesnelerin bir yapısı olduğuna göre yapı kavramı, nesnenin geometrisi, malzemesi ve nesneye bütünlük kazandıran, ayakta tutan sistemler arasındaki ilişkileri içermektedir.” (Atalay, 2002, p.19)

Yapıyı ayakta tutan sisteme taşıyıcı sistem adı verilir. Taşıyıcı sistemler; belirli bir amaç ve işlev için inşa edilen, bir hacmi ve mekanı tanımlayan, tamamen ya da parçalı olarak örten ve sınırlayan elemanlardır. Diğer bir tanımlama ise; üzerlerine etki eden yükleri, kendi ağırlıkları ile birlikte, güvenli bir şekilde zemine aktaran elemanlardan oluşan, statik dengeyi sağlayan sistemlerdir.

Yapının dış etkenlere karşı bütünlüğünü korumasını sağlayan kendi içerisinde statik dengeyi kuran taşıyıcı sistem, pek çok kaynakta “strüktür” kelimesi ile aynı anlamda değerlendirilir. Latince kökenli olan bu kelime “inşa etmek”, “yığmak” anlamına gelen “struere” kökünden türetilmiştir ve “bir yapının taşıyıcı bölümü” (Hasol, 1993, p.417) olarak tanımlanır. Strüktür için aşağıda belirtilen tanımlamalar yapılabilir.

“Üzerine etki eden kuvvet ve yükleri belirli yerlere aktarıp, öngörülen statik dengeyi sağlamak ve sürdürmek amacıyla doğal veya yapay taşıyıcı öğelerden meydana gelen bütüne strüktür denir.” (Türkçü, 1990, p.8)

“Strüktür, mekanı sınırlandıran öğeleri ayakta tutan sistem olarak tanımlanabilir. ...Statik açıdan strüktür, örtü ile taşıyıcılar arasında bir denge sistemidir.” (Kuban, 1992, p.40)

Taşıyıcı sistem olarak çelik malzemenin kullanımı günümüzde özellikle yurt dışında yaygındır. Mimariye kazandırdığı; özgürlük kavramı sayesinde çağın malzemesi olarak adlandırılan çelik kullanılarak; hafif, geniş açıklık geçebilen serbest formlar oluşturulabilmektedir.

2.2.1. Taşıyıcı Sisteme Etki Eden Yükler

Taşıyıcı sisteme etki eden yükler yatay ve düşey yükler olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

2.2.1.1. Düşey Yükler

Düşey yükler yerçekimi etkisi ile oluşan yüklerdir. Düşey yükler kendi içerisinde statik ve dinamik yükler olmak üzere ikiye ayrılır.

Yapının öz ağırlığını oluşturan statik yükler, yapı üzerinde her zaman varlığını koruyan yüklerdir. Kolon, kiriş, döşeme ve çatı gibi yapıyı oluşturan elemanlar ve bu elemanların üzerindeki kaplamalar, sabit bölücü elemanlar ve mekanik sistemlerin oluşturduğu ağırlıklar sabit yükler olarak sayılabilir.

Yapıyı oluşturan elemanların dışındaki, yapı üzerindeki kullanıcılar, mobilyalar gibi hareketli elemanların ve yapıya etki eden kar, buz gibi yükler dinamik yüklerdir. Hareketli yükler olarak da adlandırılır.

2.2.1.2. Yatay Yükler

Rüzgar ve deprem yükleri yatay yüklerdir. Bu yükler aynı zamanda dinamik yükler olmalarına rağmen, hesap kolaylığı açısından statik yük olarak kabul edilirler.

Rüzgar yükü; rüzgarın yapı üzerindeki etkisi ile oluşan yüklerdir. Özellikle eğimli çatılı ve yüksek yapılarda önemli oranda yk oluşturan bir etkindir. Rüzgarın esme hızı ve doğrultusu, yapı yüksekliği, evre yapıların konumu gibi faktörler rüzgar yükünü etkileyen etmenlerdir.

Deprem yükü; yapıya temeller vasıtasıyla ulaşan ve yapının üst katlarında daha büyük hareketlere neden olan yüklerdir. Deprem; “yer kabuğunda meydana gelen gerilme yığılmalarının veya deformasyon enerjisi birikiminin, jeolojik fay hatlarındaki ani kaymalarla, serbest kalması sonucu ortaya çıkan sismik olaylardır.” (Atalay, 2002, p.21)

2.2.2. Taşıyıcı Sistem Gereksinimleri

Taşıyıcı sistem gereksinimleri, strüktürü tanımlama sırasında kullanılan; dengeli, işlevsel, ekonomik, dayanıklı gibi sıfatlardır.

Denge, taşıyan ve taşınan arasındaki denklik yk ile onu karşılayan arasında doğan bir ilişkidir ve bir strüktürün ayakta kalabilmesi için en temel gereksinimlerdendir. Bir strüktürün dengede ve hareketsiz olması tam manasıyla mümkün değildir. Her sistemde meydana gelebilen bu hareketler, dengeyi direk etkiler.

“Bir bina kendi i dengesi ile ayakta kalabiliyor, bir strüktür tasarlandığı özelliklerini kaybetmeden işlevini srdrebiliyorsa o strüktür stabildir. Strüktür, mimari mekanla birlikte oluşmak zorunda olduğundan, stabilite sağlamak ancak üç boyutluluk ile mümkündür.” (Atalay, 2002, p.21)

İşlevsellik de taşıyıcı sistem gereksinimlerindendir. Oluşturulan taşıyıcı sistemin, mimari amaçlarla bütünleşmesi olarak tanımlanabilir. İşlevsellik; strüktürel tasarım ve mimari tasarım bütünleştiğinde kendisini gösterir. Yani bir proje için başarılı ve işlevsel olan bir strüktür sistemi başka bir proje için uygun olmayabilir.

Etkinlik; en az malzeme ile en geniş açıklığın geçilmesi, gereken alanın örtülmesi şeklinde tanımlanabilir. Bu durum ekonomi faktörü için de geçerlidir. Ekonomi; en az malzeme ve en geniş alan kavramı ile yapım maliyetinin bir arada düşünülmesiyle optimum yaklaşımın bulunmasıdır.

“Estetiğin, taşıyıcı sistem üzerindeki etkisi, tasarım amaçları ile bunların mimari ifadelerinin belirli sınırlar içinde dengelenmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Taşıyıcı sistemin gerektirdiği oran, biçim, ölçü, birlik, ritm ve simetri gibi mimari düzenler sınırları belirleyen ölçütlerdir.” (Atalay, 2002, p.22)

Taşıyıcı sistem gereksinimleri arasında sistemde oluşabilecek gerilmeleri karşılayacak, mukavemet gösterecek malzemelerin, gerilmenin doğduğu noktalarda kullanılması gerekir. Taşıyıcı sistem tasarımında, sistemi oluşturan bileşenlerde veya sistemin bütününde basınç, çekme ve kayma gerilmeleri oluşur.

2.2.3. Taşıyıcı Sistemde Oluşan Gerilmeler

Basınç gerilmesi; “basınç etkisi altında bulunan bir parçanın basınç doğrultusuna dik olan kesitinin birim alanına düşen kuvvet” olarak tanımlanır. (Hasol, 1993, p.76) Basınç gerilmesi etkisiyle bir düşey çubuk, belirli bir yük altında boy kısalmasına uğrar. Çubuğun düşey eksenine dik doğrultuda oluşan bu kısalma bir kesit artışı olarak görülür.

Çekme gerilmesi; çekilen malzemenin her parçasının birbirinden ayrılma eğilimi gösterdiği, çekilen malzemedeki uzama durumudur. Bu uzama esnasında kablo yada çekilen malzeme kesitinde küçülme ve alanda azalma söz konusudur.

Kesme gerilmesi diğerk adıyla kayma gerilmesi; malzemeyi oluşturan parçacıkların kendi aralarında birbirleri üzerinden akmaları olarak tanımlanır. Bir çubuğun eksenine doğrultusuna dik ve ters yönde döndürülmesi burkulmayı bu durum da kayma gerilmesini doğurur.

“Çekme, basınç ve kayma gerilmelerinin karmaşık bir biçimde oluşması hali eğilme olarak tanımlanabilir. İki mesnete oturtulmuş bir çubuğa yük uygulandığında çubuğun belli bölümlerinde kısalma, belli bölümlerinde uzama, mesnetlerde ise kayma gerilmeleri görülür.” (Atalay, 2002, p.23)

2.3. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Tarih boyunca çeşitli taşıyıcı sistem örnekleri uygulanmış ve bu sistemler gibi malzemelerde değişiklik ve gelişim göstermiştir. İlk çağlarda, hayvan kemikleri veya ağaç dallarından kurulan basit strüktürler zaman içerisinde gelişerek günümüzün; taş mimarisini, betonarme yapı mimarisini ve çelik mimarisini oluşturmuştur. Tarih içerisinde oluşturulan bu sistemler arasında bir düzen oluşturabilmek amacıyla sınıflandırmalar yapılmıştır. Tablo 2.1’de geometrik çıkışlı taşıyıcı sistem sınıflandırmasına yer verilmiştir.

Sınıflandırmanın önemli özelliklerinden biri tabloda çizgisel taşıyıcılardan hacimsel taşıyıcılara gittikçe, strüktür sistemlerinin taşıma kapasitelerinin artmasıdır... Örnek olarak kafes kiriş, uzay kafes kiriş ve çubuk ağı kubbeleri verilebilir. Böylece geçilecek açıklığın artmasıyla, kefes kirişten, uzay kafes kirişe, bundan da örneğin bir jeodezik kubbeye geçiş açıklık kazanmaktadır. (Türkçü, 1990, p.33)

Sınıflandırmada kullanılan “ayrık” terimi; geometrik kavramların kesik veya süreksiz elemanlardan oluştuğunu, “sürekli” terimi ise elemanlarda kesikliğin olmadığını gösterir. Gerilme türleri, eğilme ve basınç gibi, ana taşıyıcı elemanlar için geçerlidirler.

BÖLÜM ÜÇ

ÇELİĞİN TANIMI -TARİHSEL GELİŞİMİ - ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

3.1. Tanım

Mekanik olarak işlenebilen yani, dövülerek, preslenerek, haddeden geçirilerek şekil verilebilen alaşımlara çelik denir. Çelik, %2'den daha az oranda karbon içeren, mekanik ve ısıl işlemler sonucu çeşitli özellikler kazanabilen bir demir-karbon alaşımıdır.

Demir yeryüzünde en bol bulunan ve en çok kullanılan metallerden biridir. Bir demir cevheri %20'nin üzerinde demir içerdiği zaman işlenmeye değer görülür. Demir cevherinde kum, kil ve su gibi katışıkların yanı sıra, özellikle çeliğin niteliğini bozduğu için arındırılması gereken fosfor ve kükürt gibi elementlerde bulunur.

Metalik malzemeler arasında sanayide ve yapılarda en çok tercih edileni demir ve karbonlu alaşımı olan çeliktir. Daha önce de belirtildiği gibi çelik, demirin %0.16 - 0.20 oranlarında karbon (C) ile birleşmesiyle elde edilmektedir. Karbon miktarı arttıkça çeliğin hem mukavemeti, hem de sertliği artar. Çeliğin kırılma dayanımı 3700-4200 kg/cm², zahiri esneklik sınırı 2000-2600 kg/cm², esneklik katsayısı 2.100.000'dir. Çelik, su verilerek veya başka madenlerle birleştirilerek çok daha sert bir hale sokulabilir. Başka madenlerle birleşmesi sonucunda krom çeliği, manganez çeliği, tungsten çeliği, molibden çeliği veya silisyum çeliği gibi isimler alır. Çeliğin başka maddelerle birleştirilmesi ile elde edilen bu tip alaşımlı çeliklere "özel çelik" denir. Çeliğe farklı maddeler karıştırılması ile elde edilebilecek bazı özellikler içerisinde; sertliğini, korozyon direncini ve mukavemetini arttırmak, manyetik özelliklerini geliştirmek, aşınma direnci kazandırmak ve yüksek veya düşük sıcaklıklarda mekanik özelliklerini geliştirmek sayılabilir.

Çelik, iç yapısına göre “perlitik” (alçak alaşımlı çelikler), “martensitik” (sert, kırılğan, güç işlenebilen çeliklerdir), “ortenitik” (mukavemeti, sertliği, akma sınırı düşük fakat uzama, büzülme ve süneklikleri yüksektir), “feritik” (sert olmayan ve tavlamadan etkilenmeyen çeliktir) ve “ledeburitik” (dövülmeleri çok zordur) olarak sınıflandırılır.

Çelikler %0,65 ile %1,50 karbon miktarına göre “yumuşak”, “sünek”, “orta sert” ve “sert” diye alışımlı sertlik mertebelerine ayrılır. Sertlikteki bu büyük farkın %0,7 C aralığında bulunduğu görülünce, bu ana maddenin önemi de açıklanmış olur. (Scheer, 1950)

Bir demir karbon alaşımı olan çelik; sağlamlığı, yüksek çekme ve kopma direnci ile demirden çok daha geniş bir kullanım olanağı sunar, çünkü daha sert ve daha hafif bir malzemedir ve daha iyi işlenebilme özelliğine sahiptir. Yapılarda kullanılan çelik sıcak işlenmiş çeliktir. Bu tip çelik belirli bir akma bölgesi gösterir . Çeliğin; kötü zemin tiplerinde temel ayağı olarak kullanımından, zarif görünüşlü dış cephe ve strüktür elemanı olarak kullanımına kadar çeşitli yerlerde ve şekillerde kullanımı mümkündür.

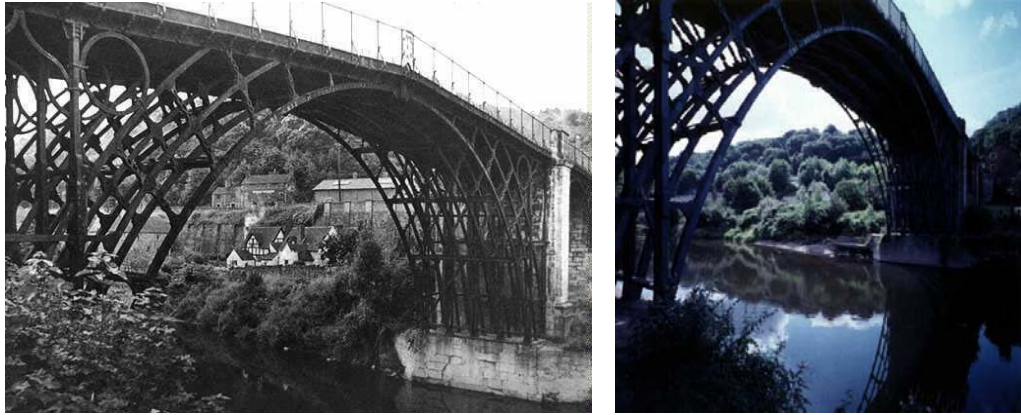
Yapı çeliği ise, homojen, izotrop olduğu ve sürekli denetim altında üretildiği için oldukça güvenilir bir malzemedir. Yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının, taşıdığı yararlı yüke oranı düşüktür. Ayrıca iskelet sisteminin, montajı tamamlandığı andan itibaren tam yüklerle çalışabilme özelliği vardır.

Çelik iskelet sistemler, çok önemli olan bu üstünlükleri nedeniyle büyük açıklıklı köprüler, endüstri yapıları, spor tesisleri ile birlikte, hızlı yapılması gereken ve bu sebeple de portative ve prefabrik olarak kurulacak özel taşıyıcı sistemi olan yapılarda zayıf temel zeminine sahip, rüzgar ve deprem gibi yatay yüklere dayanıklı çok katlı yapılarda gerek mimari, gerekse mühendislik açısından geniş kullanım alanı sağlamaktadır. (Ünver,2003,p.5)

3.2. Çeliğin Tarihsel Gelişim Süreci

Çeliğin yapılarda kullanımı 1700'lü yıllarda başlar. Çeliğin sanayi düzeyinde üretimini sağlayan yöntemler ilk Benjamin Huntsman'ın 1740'da potadan ergitme yönteminin bulunması, 1855'te Herry Bessemer'in, 1878'de ise Sydney Thomas'ın arıtma işlemini gerçekleştirilmesi, 1856-1864 yılları arasında William Siemens ve Pierre Martin'in tabanda hazırlama yöntemini kullanmaları sayesinde geliştirilmiştir.

Mimaride demir ilk zamanlar font olarak köprülerde kullanılmıştır. İlk yapılar içinde İngiltere'de Severn Nehri üzerinde 1779 senesinde Abraham Darby adında bir demir üreticisi tarafından tümüyle demirden inşa edilen kemer tarzındaki Coalbrookdale Köprüsünü sayabiliriz. Bu köprü ile 30.5 metre açıklık geçilmekteydi.

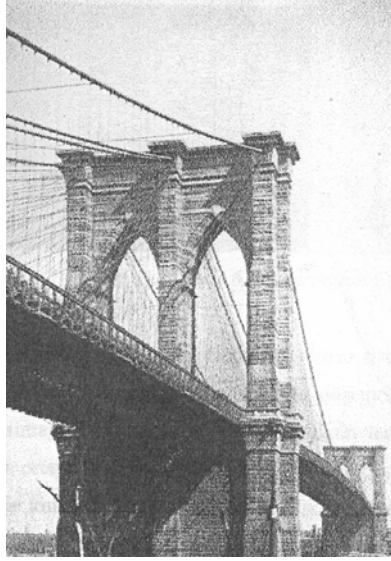


Şekil 3.1.Coalbrookdale Köprüsü

Almanya'daki ilk font köprü 1796 senesinde inşa edilmiştir. Bundan sonra 1890 yıllarına kadar köprüler dövme demir ile inşa edilmiştir. 1890 tarihinden sonraki yıllarda dövme demir yerini dökme demire, günümüzdeki tabiri ile dökme çeliğe bırakmıştır.

New York'ta, 1867-1883 yılları arasında John Augustus Roebling Tarafından tasarlanan Brooklyn Köprüsü de, yapımında çelik tel kabloların kullanıldığı ilk asma köprü örneklerindendir. 487 m. açıklık geçen köprü; su seviyesinden 91.5 m.

yükselen kulelere (köprü ayakları) parabolik eğriliğe sahip kablolarla asılmakta ve iki tarafta taşıt yolu, ortada bir çift kablolu tren yolu ve merkezdeyse yükseltilmiş bir yaya yolu bulunmaktadır. Tüm modern asma köprülerin strüktürel temelini oluşturan bu köprü, yapılışından bu yana asma köprüler için model olmaya devam etmektedir ve ayrıca Amerikan strüktüründe ilk çelik de burada kullanılmıştır.



Şekil 3.2.Brooklyn Köprüsü

Köprüler, demirin strüktürel kullanımına örnek sağlayan yapılar olarak tarihte önemli bir yer tutmaktadırlar. Kirişleme, makas, konsol ve asma sistemlerin ilk örnekleri verilmiş ve böylece demir malzemenin de büyük açıklıkları geçebilmedeki gücü anlaşılmıştır. (Gencer,2003,pp.34-35)

Çeliğin yapılarda kullanımı ihtiyaçlar paralelinde gelişmiştir. 1830'lardan itibaren ulaşımın öneminin artması sonucu yeni yapılara ihtiyaç doğmuş ve demirin

kullanımı köprülerden kazanılan deneyimler sonucu kendisini terminal binalarında da göstermiştir. Robert Stephenson tarafından 1835-1839 yılları arasında yapılan 12.2 m. eğri makaslardan oluşmuş “Eustan Train Station” Londra’daki çelik terminal yapılarının ilk örneklerindendir. Daha sonraları geçilebilen açıklıklar artmıştır. Örneğin; 1863-1876 yılları arasında W.H.Barlow ve R.M. Ordish tarafından yapılmış “St. Pancras Station”da geçilen açıklık 74 m.ye ulaşmaktaydı.



Şekil 3.3. St.Pancras Tren İstasyonu

Köprüler ve terminal binalarında kendini gösteren çelik XIX.yy. sonlarında artık alışveriş merkezleri ve ticari yapılarda da kullanılmaya başlanmıştır. Bunun başlıca sebebi yataydaki dövme demir bağlantılar ve düşeydeki dökme demir kolonlardan modüler çalışmalar sonucu oluşan prefabrikasyondur. Prefabrikasyon tekniğinin kullanılması sonucu yapılan ilk örneklerden birisi Paris Royal’de Fontaine tarafından yapılan “Galerie d’Orleans” binasıdır. Bu binada arkattan meydana gelen sistemde cam tonoz kullanılmıştır.

1850’li yılların sonuna dek yapılarda “paket strüktür” olarak adlandırılan sistem kullanılmıştır. Bu sistemde iç mekan galeri boşluğu olan cephelerde, yüklerini kolonlara aktaran profiller dikkat çekmektedir. 1876 yılında Paris’te Gustave Eiffel ve Lois-Charles Boileau tarafından yapılan, klasizm akımının etkilerini taşıyan “Magasins du Bon Marche” binasında büyük galeriler yer almakta, narin dökme kolonlar çatıdaki geniş pencerelerin bulunduğu yüzeye kadar çıkmaktadır.

Demirin büyük açıklıkları geçmede gösterdiği başarı; dönemim kültür yapılarında ve dini yapılarda kullanım bulmasına yol açmış ve böylece St. Eugenie Kilisesi ve Saint Genevieve Kütüphanesi gibi etkileyici yapılar hayat bulmuştur. 1854-1855 yıllarında Paris'te Louis Auguste tarafından yapılan St. Eugenie Kilisesi, kemer ve tonozların narin dökme demir kolonlar tarafından taşındığı, Gotik tarzda bir yapıdır. Yine Paris'te XIX. yüzyılın en büyük kültür yapılarından biri olan Saint Genevieve Kütüphanesi de strüktürünü süslü demir kolonların oluşturduğu çift hollü tonozlardan oluşan iki katlı etkileyici bir yapı olarak tarihe geçecektir. Eklektizmin hissedildiği bu yapıda dış mekandaki arkatlı alan ile antik çağlar temsil edilmekte; kolonlarla çevrili tonozlardan oluşan çift hollü mekan ile gotik döneme atıfta bulunmakta ve demir kemerler ile de modern çağ yansıtılmaktadır. (Gencer,2003,pp.38-39)

Endüstri devriminin gelişmesi ve bu sayede gelişen ticaret ve artan üretim sonucu uluslararası sergiler düzenlenmeye başlanmıştır ve bu sergilerin ilki 1850 yılında İngiltere'de açılmıştır. Yapımı 1851 yılında tamamlanmış olan Londra Hyde Park'da inşa edilmiş Uluslararası Endüstri Fuarı Binası, Crystal Palace 75.000 m²'lik inşaat alanına ve 159 m. uzunluğa sahip tümüyle çelik elemanlar ve cam malzemeden oluşan ilk çelik strüktürlü prefabrikasyon binadır. Crystal Palace'da toplam 3800 ton dökme demir, 700 ton işlenmiş demir ve 90.000 m² cam kullanılmıştır. Fuardan sonra bu görkemli yapı Hyde Park'daki yerinden sökülerek, çeliğin uygun bağlantı sistemleri ile oluşturulması halinde sökülüp takılabilmek özelliği sayesinde, Sydenham'da yeniden kurulmuştur.

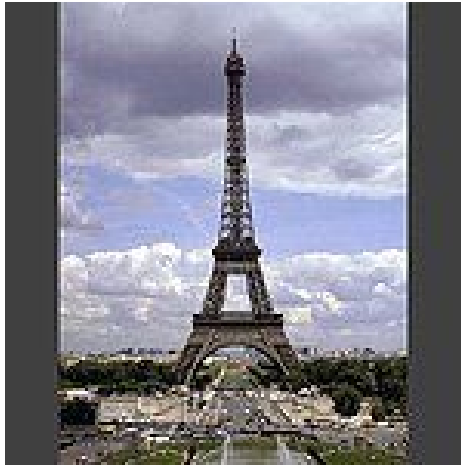


Şekil 3.4. Crystal Place Dış ve İç Görünüşler

İngiltere'nin ardından Fransız İhtilali'nin yüzüncü yılında Paris'te de bir fuar açılışı olmuştur. Galerie Des Machine 114.3 m. uzunluğa sahip 33.8 m. açıklığın geçildiği fuarın önemli sergi yapılarından biridir. Bu açıklık üç eğri dövme demir kemerle geçilmiş olup 35.6 cm ve 50.8 cm çaplara sahip olan çelik silindirler, yapının tepe noktasında ve kemerlerin her iki ayağında kullanılmıştır. Burada kolonlar kemerlerin tepe noktalarına kadar yükseltilmiş ve bağlantı çubukları ile birbirine bağlanmıştır.

Zamanla gelişen çelik mimarisi gökdelen tasarımlarında da kullanılmaya başlanmıştır. 1885 yılında Chicago'da inşa edilen ve William Le Baron Jenny'in tasarladığı Home Insurance Binası, çelik iskeletli ilk gökdeldendir. 12 katlı ve 55 m. yüksekliğe sahip bina, çelik I kirişler ve silindir dökme demir kolonlardan oluşan bir taşıyıcı sisteme sahiptir.

Yine bir fuar yapısı olan ve 1889 yılında Paris Fuarı'nda inşa edilen Eiffel Kulesi telekomünikasyon anteniyle beraber toplam 322 m. yüksekliğe sahip taşıyıcı sistemi açık kafes çerçevelerden oluşan bir yapıdır. Günümüzde Paris'in simgesi olarak kabul edilen bu yapı ağırlık merkezinin zemine yakın olması nedeniyle yatay yüklerden de etkilenmemektedir.



Şekil 3.5.Eiffel Kulesi

Özel çeliklerin ve inoxların elde edilişi (1927), otojen kaynakla birleştirme (1928), ağırlık ve işçilik bakımından kazanç sağladı ve metal ile cama ağırlık veren bir mimarlık anlayışının dağılmasına yol açtı. Bunun örnekleri Clichy Halkevi'nde (Beaudouin ve Lods, 1937) ve Beaubourg Merkezi'nde görülür. Mies van der Rohe, Henri Bernard, Jean Dubuisson ve Jean Prouve'nin çalışmalarıyla çelik, yüksek yapılarda önemli bir yer tutmaya başladı.(Gürbüz,2002,p....)

20. yüzyıldaki endüstriyel gelişmenin lokomotif malzemesi de çeliktir. Çeliğin geniş kullanım alanı bulması, çok değişik şekillendirme imkanı (boru, profil, yuvarlak demir, yassı çelik gibi) ve teknik özellikleri sayesinde. Daha sonraları çelik, ayrıca mimari tasarım için önem kazanmıştır ve 21. yüzyılda da en önemli malzeme olma özelliğini korumaktadır.

3.3.Strüktürel Çeliğin Üretim Yöntemleri

Bessemer (1855), Siemens-Martin (1864), Thomas (1879) yöntemlerinin bulunmasıyla ham demirin sıvı halindeyken arıtılması sağlanmış ve geniş ölçüde dökme çelik üretimi olanağı doğmuştur. 20. yüzyılın başından itibaren elektrik fırınlarının da kullanılmaya başlanmasıyla dökme çelik üretimi artar. Böylece 1890 yılından itibaren dövme çelik yerini tamamen dökme çeliğe bırakır. Dökme çeliğin kullanılmaya başlanmasıyla da modern çelik yapı tekniği ortaya çıkar ve bu alanda büyük ilerlemeler kaydedilir.

Çelik, erimiş dökme demirdeki karbon oranını istenilen düzeye düşürerek ve içindeki diğer katışıklardan arındırarak elde edilir. Çeliğin niteliğini bozduğu için fosfor ve kükürt gibi elementlerden arındırılması gerekir, bu nedenle çelik üretimi temelinde bir arıtma işlemidir. Çelik malzeme bünyesine krom, nikel, vanadyum, molibden gibi maddeler katılarak yüksek kaliteli çelikler üretilebilmektedir. Yüksek fırınlarda kok kömürü yakılarak demir cevherinin ergitilmesi sonucu, içinde %5 karbon bulunan ham demir elde edilir. Ham demirin özel fırınlarda katkılanmasıyla, bünyesinde %4 kadar karbon bulunan font (pik) üretilmiş olur.

Dövme çeliğin yerini dökme çeliğe bırakması ile modern çelik yapı teknikleri ortaya çıkmıştır. Bessemer yöntemi, Thomas yöntemi, Siemens-Martin yöntemi, bazik oksijen yöntemi, elektrik arkı fırını yöntemi gibi yöntemler sayesinde ham demir sıvı haldeyken arıtılıp, dökme çelik üretilebilir. Bunlara ek olarak, çelik, dünya üzerinde geri dönüşümü en yaygın olan malzemedir. Tamamı hurda çelik hammadde kullanılarak, yüksek kaliteli çelik ürünleri yapılabilir. Bu tekrar kullanım sayesinde kaynak ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Tablo 3.1. Çeliklerin özellikleri

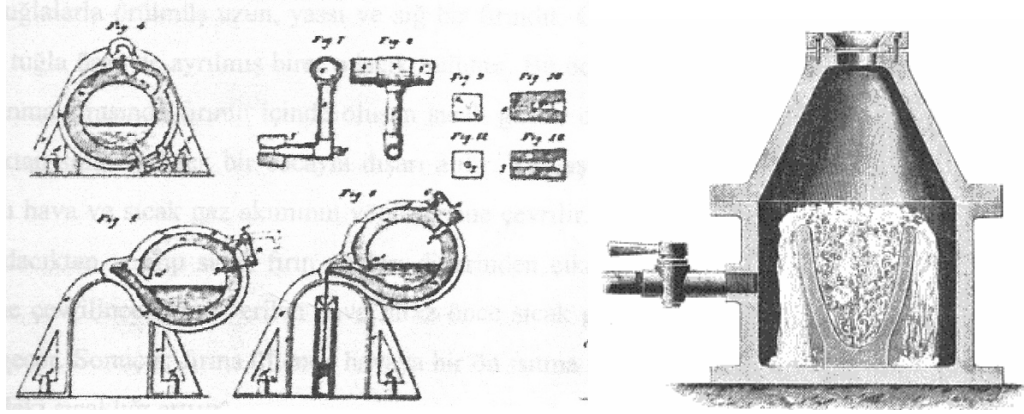
No	Malzeme	Vaziyeti	Oranıtı sınırı kg/cm ²	Akma noktası kg/cm ²	Kopma muk. kg/cm ²	2 parmaklık uzama %	Kesit daralması %	Sürekli mukavemet kg/cm ²	Düşünceler
1	0.37 C 0.55 Mn	850°C tavlınmış	2550	2640	4900	32	49	±2030	2 ½ çapında çubuk
2	0.37 C 0.55 Mn	850° C' de sertleştirilmiş	2660	2900	5540	29	46	±2051	2 ½ çapında çubuk
3	0.37 C 0.55 Mn	Isı işlemleri 850° C' de su verme 550° C' de menevişlenme	4550	4830	7350	22	56	±3570	2 ½ çapında çubuk
4	0.49 C 0.46 Mn	910° C' de sertleştirilmiş	3130	3300	6400	26.5	39.5	±2310	15/16 kare çubuk
5	0.49 C 0.46 Mn	Isı işlemleri 790° C' de yağda soğutma 430° C' de menevişlenme	5300	5500	8500	11.3	51	±4480	15/16 kare çubuk
6	0.35 C 0.45 Mn 3.40 N	Haddeden geçirilmiş	3290	4200	7300	21	42	±2870	107x61x5.1 cm.lik levha
7	0.35 C 0.45 Mn 3.40 N	840° C' de sertleştirilmiş	3640	4200	7280	22	49	±3080	107x61x5.1 cm.lik levha
8	0.35 C 0.45 Mn 3.40 N	840° C' de sertleştirilmiş ve 730° C' de menevişleniş	3640	3920	6600	25	48	±3310	107x61x5.1 cm.lik levha
9	0.35 C 0.45 Mn 3.40 N	Isı işlemleri 800° C' de suda soğutma 600° C' de menevişlenme	5050	5400	7500	23	56	±3640	107x61x5.1 cm.lik levha
10	0.24 C 0.37 Mn 3.3 Ni 0.87 Cr	780° C' de tavlınmış	3970	4200	6100	33	67	±3430	2" x 1" çubuk
11	0.24 C 0.37 Mn 3.3 Ni 0.87 Cr	Isı işlemleri 830° C' de yağda soğutma	8050	8950	9650	18	62	±4660	2" x 1" çubuk
12	0.30 C 0.56 Mn 4.3 Ni 1.4 Cr	800° C' de havada sertleştirilmiş	3150	12400	17000	10.8	37	±7140	1 1/8" çapında çubuk
13	0.30 C 0.56 Mn 4.3 Ni 1.4 Cr	800° C' de havada sertleştirilmiş ve 600° C' de menevişlenmiş	6450	9550	11000	17.5	55	±5600	1 1/8" çapında çubuk
14	0.32 C 0.84 Mn 0.42 Si	Dökme	1400	2340	5300	26	34	±2135	2 1/4" x 1 1/4" çubuk
15	0.32 C 0.84 Mn 0.42 Si	925° C' de tavlınmış	2580	2870	5600	27	40	±2450	2 1/4" x 1 1/4" çubuk
16	0.32 C 0.84 Mn 0.42 Si	925° C' de sertleştirilmiş	2830	3220	5950	28	46	±2450	2 1/4" x 1 1/4" çubuk

3.3.1. Bessemer Yöntemi

Erimiş demirden sanayinin gereksinimini karşılayacak kadar büyük çapta çelik üretme yöntemini ilk kez 1856 yılında İngiliz mucit Henry Bessemer bulmuştur. Bu yöntem, erimiş demirin içine yaklaşık yirmi dakika süre ile hava üflenmesi esasına dayanır. Bu işlemde kullanılan Bessemer dönüştürücüsü yüksek fırın gibi dik duran, ama yataklanmış millerin üzerine oturtulduğu için erimiş demiri doldurmak, hava üfleme ve çeliği boşaltmak gerektiğinde eğilebilen, kabaca armut biçiminde bir kaptır.

Kabın dibindeki bir dizi hava deliğinden erimiş demirin içine hava gönderilir. Böylece demir alaşımındaki karbon ve diğer katışıklar havanın oksijeni ile birleşerek “yükseltgenir” yada yanar. Bu gaz halindeki oksitler parlak bir alevle yanarak hızla dönüştürücünün tepesine doğru yükselir ve ağızından dışarı doğru çıkar. Yaklaşık yirmi dakika sonra bütün yabancı maddeler oksit halinde uçup geriye katışıksız demir kalır. Dönüştürücüdeki çelik bir potaya dökülürken aynı anda karbon ve diğer alaşım elementleri de potaya katılarak çeliğin yapısı istenildiği gibi ayarlanabilir.

Henry Bessemer’in silah yapımında kullanmak için çelik üretimi üzerine yaptığı çalışmalar sırasında sıvı ham demirden hava geçirilmesi ile sıvı karbonun ve yabancı maddelerin yanıp cüruf haline geçebildiği ve iyi kaliteli çelik üretebileceğinin bulunması ile kısa sürede çok miktarda çelik üretilmiştir. Ancak konvantördeki silikatlı tuğlaların ham demirdeki kükürt ve fosforu yakmaması sonucu çeliklerdeki biçimlendirme özelliklerinin kötü olması ve çeliklerin kırılkan olması gibi sorunlarla karşılaşmıştır.



Şekil 3.6.Bessemer Dönüştürücüsü

3.3.2. Thomas Yöntemi

Bessemer yönteminde aksaklıklar çıkması sonucu, 1876'da Thomas Gillchrist ham demirdeki kükürt ve fosforun da yakılabileceği bir fırın geliştirmiştir. Bu fırının Bessemer fırınından tek farkı astarın silika tuğlaları yerine dolomit tuğlalarla yapılması ve çalışma esnasında konvantöre yeteri kadar kireç taşı atmaktan ibarettir.

Thomas çeliği %0.012-0.025 gibi yüksek oranlarda azot içermektedir. Bunun nedeni yanma ve hava verilmesi esnasında çeliğin sürekli olarak %79 oranında azot içeren bir gaz ile temas etmesidir. Ancak Thomas çeliğinin de şekillenebilme kabiliyeti sınırlıdır çünkü azot ve %0.06-0.08 civarında da fosfor içermektedir.

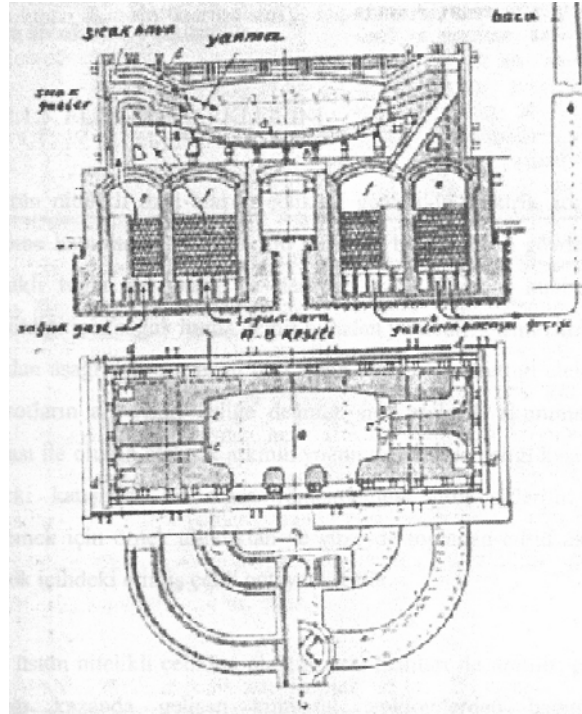
3.3.3. Siemens – Martin Yöntemi

Siemens-Martin fırını ile çelik üretme yöntemi neredeyse bir yüzyıl boyunca bütün çelik üretiminin temeli olarak önemini korudu. Günümüzde ise bu fırınların yerini büyük ölçüde bazik oksijen dönüştürücüleri ve elektrik arkı fırını almıştır.

Siemens- Martin fırını yani yansımali fırın, duvarları ve tavanı ateşe dayanıklı tuğlalarla örülmüş uzun, yassı ve sık bir fırındır. Gazla ısıtılan fırının her iki ucunda tuğla örgüyle ayrılmış birer odacık bulunur. Bu odacıkların birinden hava üflenir. Yanma sırasında fırının içinde oluşan sıcak gazlar diğer odacıktan geçerek orayı ısıtıttıktan sonra yüksek bir baca ile dışarı atılır. Yaklaşık her yirmi dakikada bir

fırındaki bu hava ve sıcak gaz akımının yönü tersine çevrilir. Böylece yakıt ve hava önce bir odacıktan verilip sıcak fırın gazları diğer odacıktan çıkarken, yirmi dakika sonra akım tersine çevrilince fırına verilen hava biraz önce sıcak gazların geçerek ısıttığı odacıktan geçer. Sonuçta; fırına üflenen havaya bir ön ısıtma uygulanmış olur. Bu da fırının içindeki sıcaklığı attırır.

Siemens- Martin fırınına önce hurda demir-çelik ve kireçtaşı yüklenir. Bu karışım biraz eriyince bu kez erimiş demir katılır. Arıtma için gerekli oksijen de; ya fırına demiroksit yükleyerek yada su ile soğutulan bir borudan doğrudan oksijen püskürterek sağlanır. İstenilen karbon oranına ulaşıldığında çelik ve üstünde yüzen cüruf önce aynı potaya akıtılır. Daha sonra cüruf bu potanın üstünden taşırılarak yandaki daha küçük bir potaya alınır. Alaşımda bulunması istenen diğer maddeler de çelik akıtılırken potaya eklenir. Bu yöntemle elde edilen çelik üstün niteliklidir ama işlem oldukça yavaştır.



Şekil 3.7.Siemens-Martin Fırını

3.3.4. Bazik Oksijen Yöntemi

Bessemer dönüştürücülerinin başlıca sakıncası, içeri üflenlen havadaki azotun varlığından kaynaklanan büyük enerji kaybıdır. Dökme demirdeki karbon ve diğer elementlerin yanması ile açığa çıkan ısıнын büyük bölümünü azot soğurduğu için, çeliğin erime sıcaklığına ulaşmak çok uzun sürüyordu. Düşük maliyetle havadan bol miktarda oksijen elde etme yönteminin bulunması azotun ve Bessemer işleminin bu sakıncasını gidererek çelik üretiminde bir devrim yarattı. Bu yeni yöntemde, erimiş demir banyosunun üzerine su ile soğutulan borulardan büyük bir basınç altında arı oksijen püskürtülür.

Oksijenle çelik üretiminde LD, Kaldo ve Rotor adı ile bilinen üç temel yöntem uygulanır. İlk kez Avusturya’da bulunan Linz ve Donawitz kentlerinde uygulandığı için bu kentlerin ilk harfleriyle anılan LD yönteminde; erimiş demir banyosunun yüzeyine yüksek basınç ile oksijen püskürtülür. Bu yöntem çok hızlı bir arıtma sağlar ve yükleme kapasitesi 350 ton olan modern bir fırında %70’i dökme demir, %30’u hurda demirden oluşan eriyik kırk dakikada çeliğe dönüşür. Yüksek oranda fosfor içeren dökme demirleri LD yöntemi ile arıtmak için fırına oksijenle birlikte kireç de püskürtülür. Kirecin işlevi eriyikteki fosfor oksitleri soğuran bazik bir cüruf oluşturmaktadır. Bu cüruf aynı zamanda değerli bir fosfor gübresidir. Bugün dünya çelik üretiminin %60’tan fazlası LD yada bazik oksijen yöntemi ile gerçekleştirilmektedir.

Kaldo ve Rotor yöntemleri de LD yöntemi ile aynı temel ilkeye dayanır; aralarındaki tek fark bunlarda dönüştürücünün işlem sırasında yavaşça dönmesidir.

3.3.5. Elektrik Arkı Fırını

Üstün nitelikli özel alaşım çelikleri genellikle elektrik arkı fırınlarında üretilir. Yükleme kapasitesi ortalama 150 ton olan bu fırınların gövdesi yuvarlak, içi ateşe dayanıklı tuğla ile astarlı ve derinliği azdır. Fırının kubbe biçimindeki tavanı

açılabilirdiği için soğuk hurda demir buradan yüklenir. Fırını ısıtmak için gerekli ısı da tavadan aşağı doğru uzanan üç karbon elektrotun ürettiği elektrik arkı ile sağlanır.

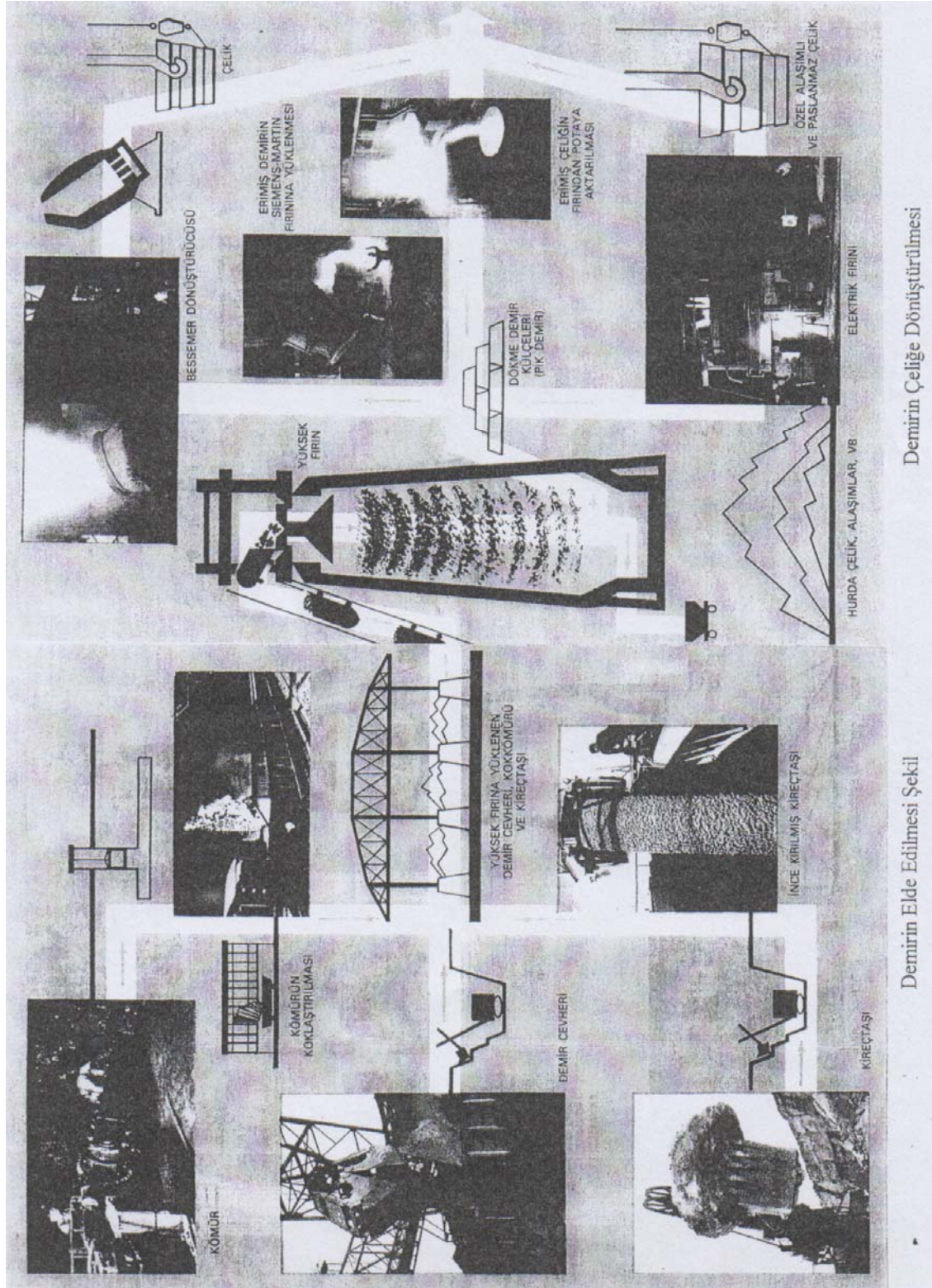
Elektrotların alt uçları çeliğe değmez; ama elektrik akımının bu uçlardan çeliğe atılması ile oluşan elektrik arkının yoğun ısısı hurda çeliği kısa sürede eritir. Çeliğin içindeki katışıklar da diğer yöntemlerdeki gibi giderilir. Çeliğin birleşimini belirlemek üzere örnek alındıktan ve yüzeyde toplanan cüruf akıtıldıktan sonra fırın eğilerek içindeki erimiş çelik potaya dökülür.

En üstün nitelikli çelikler, elektrik arkı fırınları ile üretilir; çünkü bu fırınların ısı kaynağı kazanda gelişen kimyasal tepkimelerden bağımsızdır ve kolayca denetlenebilir. Bu nedenle alaşımda bulunması istenen elementler sonradan potaya koymak yerine, doğrudan fırındaki eriyiğe katılabilir. Elektrik arkı fırınları bu üstünlüğü ile paslanmaz çeliklerin ve hemen hemen bütün üstün nitelikli özel alaşım çeliklerinin üretiminde diğer yöntemlerin yerini almıştır.

İstenmeyen bütün katışıklardan temizlenmiş, son derece arı çelik üretmek gerektiğinde, eriyen çelik özel bir potaya alınır ve vakumlu bir odaya götürülerek içinde çözülmüş durumda bulunan bütün gazların çıkması sağlanır. Örneğin; motor yataklarının yapımında kullanılan özel çelikler bu yöntemle üretilir.

Çelik üretiminde kullanılan bir başka tip elektrik fırını ise indükleme fırınıdır. Daha çok özel takım çeliklerinin üretildiği bu fırınlar ayrıca çelik dökümhanelerinde küçük eritme birimi olarak da kullanılır. Büyüklüğü ve biçimi ile bir çöp bidonuna benzeyen bu fırının çevresine sarılmış olan bakır bobinden güçlü bir elektrik akımı geçirilir. Fırına yüklemeden önce ayıklanarak katışıksız olmasına özen gösterilen hurda çelik ve diğer hammaddeler indükleme ile ısıtılır, eritilir ve karıştırılır. Gaz türbinlerinin yapımında kullanılan nikel–krom–kobalt alaşımları ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı özel çelikleri üretmek için kurulan indükleme fırınları genellikle vakumlu odalarda çalıştırılır.

Tablo 3.2. Demirin Elde Ediliş Şekli ve Demirin Çeliğe Dönüştürülmesi



Demirin Çeliğe Dönüştürülmesi

Demirin Elde Edilmesi Şekli

3.4.Çelik Malzemenin Üstün Ve Sakıncalı Özellikleri

3.4.1. Avantajları

3.4.1.1.Mimari Açıdan Avantajları

Mimari açıdan çelik kullanımının sağladığı en büyük avantaj kuşkusuz mimariye kazandırdığı özgürlük kavramıdır. Çelik elemanların farklı şekillerde birleştirilebilmesi ve montajındaki kolaylıklar sayesinde serbest formların biçimlenmesine olanaklar doğmuş gelişen teknolojik imkanların da kullanılması ile özgün ifadeli ve plastik özellikleri olan, istenilen geometri ve formda tasarımlar yapmak mümkün olmuştur. Ayrıca birleştirme teknikleri doğru kullanılmış bir çelik yapı istenildiğinde tamamıyla sökülüp başka bir yerede kurulabilme imkanı da sunar. Bu özellikler geleneksel sistemlerde yoktur.

Çoğu zaman aslında belki de yapının en etkileyici unsurlarından birisi olan iskelet sistemi, çelik ve camın uyumu ile yapı kullanıcılarına olduğu biçimde sunulabilmektedir. Çelik elemanların narinliği çoğu binada hayranlık uyandıracak derecede etkileyicidir. Aynı zamanda cephe ve çatı konstrüksiyonlarında kullanılan çelik örgünün hafif ve inceltilmiş taşıyıcılardan oluşumu, ferah ve aydınlık mekanları desteklemektedir. Böylece sağlanan şeffaflık, gündüz ve gece görünümünde şık ve estetik bir dışa yansıma sağlar. (Gencer, 2003, p.79)

Büyük bir bölümü ülkemizde de kullanılmakta olan hassas fabrikasyon teknolojileri; çelik çerçeveli sistemlerin CAD programları ve bilgisayar kontrollü bükme, kesme, delme ve kaynak makinaları ile her biçimde üretilen standart veya özel yapı elemanlarından oluşturulmasını sağlamaktadır.

Bu güne dek olanaksız olduğu düşünülen işlemler sonucu oluşan ve istenen yükün en az malzeme ile taşınmasını sağlayan bu elemanlar, alışılmışın dışında taşıyıcı sistem kullanma olanağı ile mimarların artistik özgürlüklerini de genişletmektedir.

Çelik malzeme kullanımının mimari açıdan serbest form oluşturma dışında sağladığı bir diğer önemli avantaj; büyük açıklık geçebilme ve geniş hacimler elde edebilme olanağıdır. Değişen toplumların ihtiyaçları da değişir ve günümüzde kolonsuz, geniş iç mekanlara veya kentlerdeki yoğun insan kitlesini barındıracak çok katlı binalara olan ihtiyaç, yapıların taşıyıcı iskeletlerinde yüksek mukavemetli bir malzeme kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Bir çelik kolonun taşıma gücünün aynı kesit ölçülerine sahip betonarme kolona oranla yaklaşık 6-15 kat fazla olması gerçeği aranan malzemenin çelik olduğunu bize göstermektedir.

Yapısal çeliğin yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranı küçüktür. Çelik çerçeveli yapılarda bu nedenle küçülen kolon ve kiriş boyutları önemli avantajlar sağlamaktadır. Büyük açıklıklar, betonarme yapılarda olduğu gibi geniş ve yüksek kirişlere gereksinim duyulmadan, geçilebildiğinden kolon sayısı azalmaktadır. Sayıları azalan kolonların boyutları da küçük olduğundan aynı inşaat alanına yapılan çelik çerçeveli binanın kullanım alanı betonarme çerçeveli binaya göre büyük olmaktadır.

Çelik çerçeveli yapılarda, kirişler ve uygun özellikteki sac lar ile bileşik kesit olarak tasarlanan döşemelerin yükseklikleri de az olduğundan saçak kotu sınırlanmış bölgelerde betonarme yapılara göre daha fazla kat elde etme olanağı doğmaktadır.

Çeliğin mimariye kazandırdığı bir diğer özellik ise esnekliktir. Çelik yapıların takviyesi kolaydır. Mevcut çelik taşıyıcı sistem, belli sınırlar çerçevesinde, ihtiyaca göre takviye edilebilir veya sistemde değişiklikler yapılabilir. Yeni hacimler ekleyip çıkarabilme gibi bir esnekliği bünyesinde barındırabilen bir sistemdir. Diğer bir deyişle; yapılarda sürdürebilir büyüme için çelik yapım sistemi kullanılmalıdır.

Tasarımda yapılan değişikliklere göre çelik sistemler;

- *Bölücü elemanların yeniden düzenlenmesi ile kullanım alanının değiştirilmesi,*
- *Yük taşımayan elemanların değiştirilmesi ya da yeni görevler alması,*
- *Yapının temelleri dışında tamamen sökülüp elemanların başka amaçlarla ya da başka yapılarda kullanılabilmesi gibi olanaklar sağlar. (Gencer,2003,pp.84-85)*

3.4.1.2. Mühendislik Açısından Avantajları

Mühendislik açısından ele alındığında çeliğin mimaride kullanımının sağladığı en büyük yarar hafifliktir. Çelik çerçeveli yapılarda kullanılan yapısal çeliğin yüksek mukavemeti nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranının küçük olması eleman boyutlarının da küçülerek yapı ağırlığının azalması sonucunu doğurmaktadır.

Azalan ağırlığın zincirleme etkisi;

- Tüm taşıyıcı eleman boyutlarının küçülmesi ve daha büyük açıklıkların geçilebilmesi ile kullanım alanlarının genişlemesi,
- Mimari özgürlüklerin sınırlarının genişleyip alışılmışın dışında taşıyıcı sistemlerin kullanılabilmesi,
- Küçülen temel boyutlarına göre kazı miktarının azalması,
- Çok kötü zeminlerde bile bina yapılabilmesi,
- Taşınacak malzemelerin çeşit ve miktar olarak azalması,
- Deprem hesaplarında kullanılan yatay yüklerin yapı ağırlığıyla orantılı olarak azalması ile daha yüksek ve depreme dayanıklı binaların yapılabilmesi ve yapım süresinin kısılması

olarak özetlenebilecek avantajlar ile çelik çerçeveli yapıların önemli oranda ekonomik olmalarını sağlamaktadır.

“Yapı çeliği homojen ve izotropdur. Bu sayede boyutlandırma problemindeki güvenlik katsayısı değeri diğer malzemelere oranla çok daha küçük alınabilir. Dolayısıyla da malzemeden yeterince yararlanmak mümkün olur.”(Ünver,2003,p.17)

Yapı ağırlığının azalması halinde yapıya gelen deprem kuvvetlerinin de azaldığından bahsetmiştim. Çeliğin deprem karşısında gösterdiği performansın nedeni sünek bir malzeme olmasındandır. Süneklik, malzemede kopmadan önce oluşacak deformasyon kapasitesi olarak tanımlanabilir. Çelik elemanların depremden daha az etkilenmesi nedeniyle yani daha az elemanın yük taşıma kapasitesinin aşılması nedeniyle bu sistem deprem açısından da son derece uygundur.

Çelik yapı elemanları kendi yüklerinin az olması kadar, boşluklu kesitlere olanak verebilmesiyle de yapı yükünü hafifletir. Boşluklu kesitler, normal profillerden yaklaşık yarı yarıya hafif olmasına karşın aynı yükü taşırlar. Burulma ve basınca karşı mükemmel olan dayanıklılığı sayesinde bu profiller genellikle kolon, kemer, makas ve kafes kirişlerde kullanılır. Ağ elemanlarına oranla eğilmeye daha az dayanıklı olduklarından, kirişlerle karşılaştırıldıklarında daha az ekonomik olabilirler. İçlerinin betonla doldurulmasıyla, dışta yine çelik kabuk sergilenirken artırılmış bir dayanım kazanabilir. (Gencer, 2003, p.67)

3.4.1.3. Uygulama Açısından Avantajları

Çelik, işçiliğinin büyük kısmının fabrikalarda, uzmanlar denetiminde ve vasıflı işçiler tarafından yapılıyor olmasından dolayı, endüstriyel kalite güvencesinde bir yapı malzemesidir. Uygulama açısından en büyük avantajı prefabrikasyon tekniği sayesinde. Tüm gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan prefabrik çelik çerçeveli yapı sistemlerinde fabrikada bilgisayar kontrollü makinalar ile sürekli denetim altında üretilen çelik yapı elemanları şantiyede bulonlar ile birleştirilerek en tehlikeli deprem bölgelerinde bile kısa sürede çok katlı, büyük açıklıklı ve ekonomik binalar yapılabilmektedir.

Bir diğer uygulama kolaylığı ise kolay denetim olanağı sunmasıdır. Çelik profil olarak üretiminde denetlendiği gibi, çoğu bilgisayar kontrollü makinalar ile prefabrik yapı elemanı haline getirildiği fabrikalarda da sürekli olarak denetlenmektedir. Ayrıca, beton içinde kalmayan çelik taşıyıcı sistem elemanları ile birleşimlerinin nitelik ve niceliklerinin; üretiminin her aşamasında ve yapının kullanılmaya başlanmasından sonra, proje ve yönetmeliklere uygunluğu kolaylıkla denetlenebilmektedir. Bu özellik, betonarme yapılarda sıkça rastlanan ve ne yazık ki büyük can ve mal kayıplarına neden olan depremlerden sonra ortaya çıkan, bilinçli veya bilinçsiz olarak yapılan hataların önlenmesi bakımından önemlidir.

Çelik kullanılarak hızlı yapı üretimi bir diğer uygulama avantajıdır. Çelik çerçeveli yapı elemanları; kesme, düzeltme, temizleme, delme, kaynak ve boya gibi her türlü işlemin bilgisayar kontrollü makinalar ile dış hava koşullarından bağımsız olarak yapıldığı fabrikalarda kısa sürede üretilmektedir. Bu üretim gibi çok basit olan montaj işlemi de her türlü hava koşullarında kısa sürede yapılabilir. Yapısal çeliğin montajı tamamlandığı anda tam yükte çalışabilme özelliği; duvar, cephe vb. mimari yapı elemanlarının montajına da hemen başlanıp çelik çerçeveli yapıların kısa sürede tamamlanarak kullanılabilmelerini sağlamaktadır.

Betonarme yapılarda hava koşullarının uygun olması gerekliliği bir yana; kalıp hazırlama, demir döşeme, beton dökümü ve zorunlu olarak belirli bir süre beklendikten sonra kalıp sökümü gibi zaman alıcı işler tamamlanmadan birçok işe başlanması olanaksızdır.

Oysa, taşıyıcı sistemlerin maliyeti kıyaslanırken, örneğin; çelik çerçeveli bir hastanenin aynı büyüklükteki betonarme çerçeveli hastaneden bir yıl daha erken hizmete açılması durumunda elde edilecek işletme veya kira gelirinin büyüklüğü de dikkate alınmalıdır. Ayrıca şantiye süresinde ve işçilikte de azalma gözlemlenmektedir. Çünkü çelik sistemlerin yapım süresi geleneksel sistemlere nazaran üçte bir oranında daha kısadır.

Ayrıca, üretimin büyük bir bölümünün fabrikada yapılması inşaat alanı ve çevresindeki kirliliğin en aza inmesini sağlarken, tüm montaj işlerinin büyük ve sesli inşaat makinalarına gereksinim duyulmadan kısa sürede tamamlanabilmesi çevreye verilen rahatsızlığın kısa süreli ve çok düşük düzeylerde olmasını sağlamaktadır. Sıva, harç kullanılmadan yapılan bu yapılar “kuru inşaat” olarak da adlandırılır.

Çelik kullanımının sağladığı diğer avantajlar ise yeniden kullanım, değişim ve dönüşüm olanağı sunmasıdır. Kullanım amacı değişen, hasar gören binaların değiştirilmesi, ekleme ve eksiltmelerin yapılması mümkündür. Çelik yeniden kullanılabilen maddeler arasında en esnek olanıdır. Kurulan sistem eğer uygun bağlantı çözümlerine sahipse sökülüp başka bir yerde tekrar kurulabileceği gibi çelik

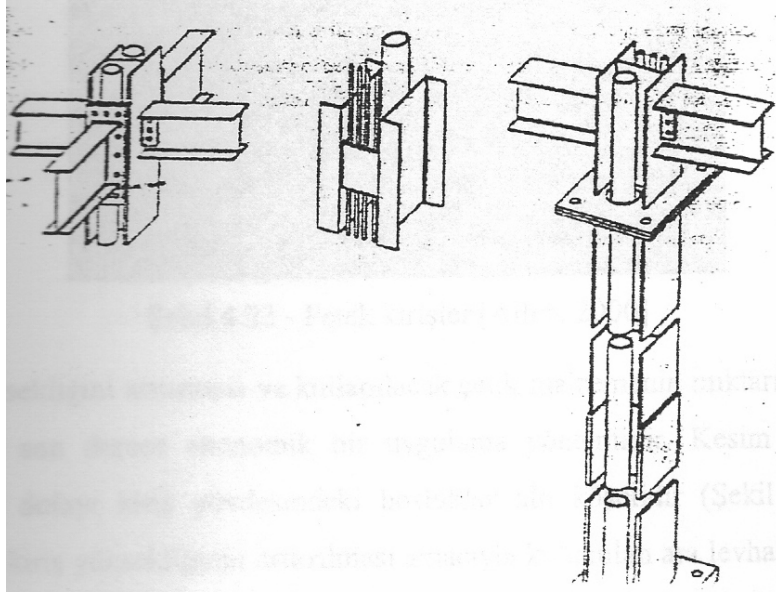
ürünler de tümüyle geri dönüşümlüdür, eritilip başka biçimlerde kullanım bulabilir. Bu şekilde kullanımına hurda çeliği denir.

Çelik yapıların uygulama açısından tercih edillmesinin bir diğer nedeni ise; ucuz değil belki ama ekonomik yapılar olmasıdır. Yapım sürecinde ve projenin kullanımı boyunca sistemin tüm fayda ve kazançlarının incelendiği bütünsel bir bakış gerekmektedir. Taşıyıcı sistem maliyetinin toplam maliyet içindeki payı % 5-30 arasında değişir. Çelik kullanımının tercih edilmesi durumunda taşıyıcı sistem bedelinin %20-30 oranında artması, tüm proje maliyetini %1-9 oranları arasında arttıracaktır. Ancak bu hesaplama paranın ve zamanın değeri katıldığında çelik yapıların net güncel değeri (NPV), geleneksel yapım tekniklerine göre %5-10 arasında daha ekonomik olmaktadır. (Türk Yapısal Çelik Derneği,2002b).

Çelik çerçeveli yapılar; sıradışı taşıyıcı sistemlere uygun olmaları, narin elemanları ile daha geniş kullanım alanı sağlamaları, zincirleme etkisi olan hafifliklerinin kazı ve temel boyutlarını küçültmesi, kötü zeminlerde bile alınacak çok basit önlemler ile yapılabilmeleri, çeşit ve ağırlık olarak daha az malzeme taşınmasını sağlamaları, çok katlı ve depreme dayanıklılık için pahalı imalat gerektirmemeleri, prefabrik olmaları, kalıp ve iskele gerektirmemeleri, her türlü hava koşullarında yapılabilmeleri, yapım ve kullanımları sırasında kolaylıkla denetlenebilmeleri, vasıfsız işçilerle yapılabilmeleri ve yapım sürelerinin kısalığı gibi bir çok nedenle betonarme çerçeveli yapılardan daha ekonomiktir.

Ayrıca; mimari tasarımlarının modüler olması, elemanlarının boy ve ağırlık olarak kolay taşınabilir olması, özel işlem gerektiren elemanlardan kaçınılması, elemanların ve bulonlu birleşim detaylarının tiplenilerek sayılarının azaltılması vb. üretim ve montajı hızlandıracak önlemler ile daha da ekonomik olmaları sağlanarak her amaç ve yükseklikteki binalar için uygun hale gelmektedir.

Betonarme çerçeveli yapılarda havalandırma vb. tesisatın kirişlerin altından geçirilmesi zorunludur. Çelik çerçeveli yapılarda söz konusu tesisat geçirilebildiğinden kat yüksekliklerinin arttırılmasına gerek kalmamaktadır. Bu durumda azalan bina hacmine bağlı olarak işletme giderleri de azalmaktadır.



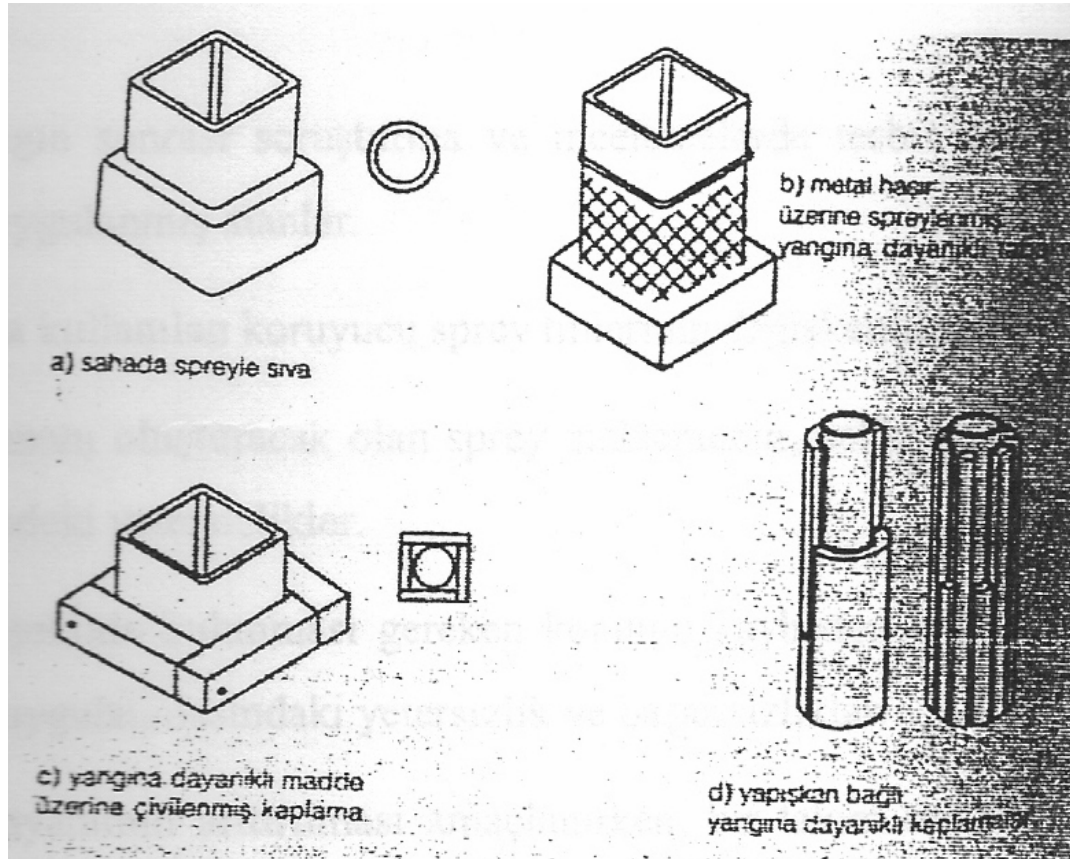
Şekil 3.8. Kolon Bünyesinde Yer Alan Düşey Tesisat Yerleşimleri
(Türk Yapısal Çelik Derneği,2001)

Montajı yapılmış eleman maliyetinin yaklaşık %40'nı oluşturan malzeme maliyeti; tasarım yöntemi, çelik dayanımı, çerçeve ve döşeme sistemi, bileşik kesit kullanımı ve hareketli yük azaltması gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Üretim ve montaj maliyeti'nin etkenleri ise; toplam çerçeve ve eleman sayıları, benzetilecek ayrıntı ve eleman sayısı, montaj kolaylığı ve boyanacak alandır.

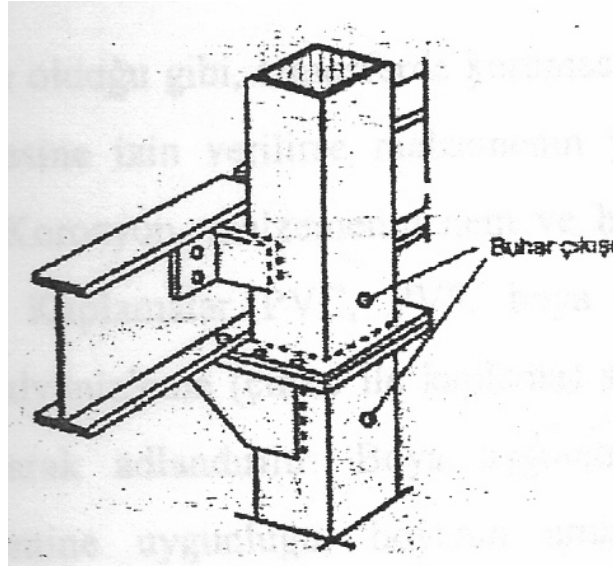
Örnek olarak; hafifliğinden ötürü ekonomik olduğu düşünülerek uygulanmış olan bir kafes kiriş ile yerine kullanılabilecek hadde profil kirişin kıyaslanması; malzeme-üretim-işçilik veya malzeme-işçilik-zaman olarak özetlenen maliyet unsurlarının birlikte düşünülmesinin gerekliliğini ve benzer amaçlı elemanların uygun yerlerde kullanılmasının önemini göstermektedir.

3.4.2. Dezavantajları

Çelik; yanıcı olmamakla beraber, ısı yükseldikçe mukavemetinde ve elastiklik modülünde hızlı düşüşler görülür. Çelik belli sıcaklıklarda taşıyıcı özelliğini, yüksek ısı derecelerinde (yaklaşık 600 C'de) tüm mekanik özelliklerini kaybeder. Bu yüzden yangına karşı yapılarda önlemler almak gerekir. Bu önlemler arasında; özel alaşımlı çeliklerin kullanımının seçilmesi, alüminyum, çimento gibi karışım maddeleri püskürtülerek kaplanması, yangına dayanıklı boya ile boyama, sıva ile sıvama, yangına dayanıklı alçıpan plakalarla kaplamak veya beton içine almak gibi yöntemler sayılabilir. Bu yöntemler arasında seçim yapılırken; kullanım amacı, estetik, maliyet gibi kriterler esas alınarak yapılır.



Şekil 3.9. Kolonlara Dıştan Uygulanan Yangın İzolasyonu (Wardenier, J. ve diğ., 2001)



Şekil 3.10.Yangın Sırasında Oluşacak Buhar Basıncını

Engellemek İçin Kolon Üzerinde Delikler (Wardenier,J.ve diğ.,2001)

Çelik yapıların ömrüne etki eden bir diğer unsur ise korozyondur. Korozyon, çelik ve havadaki yoğunlaşmış nem arasında, oksit ve pas açığa çıkaran elektro-kimyasal bir reaksiyondur. Yapı çeliği atmosferin zarar verici etkilerine karşı korunmasız bırakılırsa, su veya bir kimyasal maddeyle ilişkisi olursa, çelik malzemede paslanma (korozyon) olayını başlar. Bunu önlemek için çelik elemanlar boyanmalı, periyodik boya bakımı yapılmalıdır. Bu husus çelik yapının bakım (işletme) giderlerini arttırır ancak ömrünün uzamasını sağlar. Korozyonun en yaygın oluşumu, oksijen ve rutubetin etkileri sonucu demir ve çelikteki paslanma olayıdır. Bu tür oksidasyonun önlenebilmesi için çelik bünyesine, krom gibi bir takım alaşım maddeleri katılır.

Çelik, normal ortamda paslanır. Duman, kurum, deniz suyu, asit veya alkali buharı gibi faktörler de bu işlemi hızlandırır. Bazı endüstriyel bölgelerde kaybedilen yüzey oranı 0.0075 mm/yıl'a ulaşabilir. Eğer havada sülfürdioksit gibi zararlı maddeler varsa bu oran daha da artabilir. Bu yüzden strüktürel çelik korozyondan çok iyi bir şekilde korunmalıdır. (Gencer, 2003, p.17)

Paslanmaz çelik yapı mazelemelerinde, bu elektrokimyasal zararlardan korunmak için sorunu iki yönden ele almak gerekmektedir. Elektriksel Korozyonun önlenmesi için öncelikle ortam dışından gelen su, rutubet vb. etkilerin ortadan kaldırılması, bunu takip eden süreçte de özellikle potansiyel farkı meydana gelmesinde etkili olan iç yapıdaki düzensizliklerin engellenmesi gereklidir.

XIX. yüzyılın sonlarında çeliğe çeşitli elementler ekleyerek değişik özellikte çelik türleri elde edilmeye çalışılmıştır. Bunun nedeni farklı endüstrilerde farklı nitelikte çeliğe ihtiyaç duyulmasıydı. Mesela; makine endüstrisi aşınma ve paslanmaya dayanıklı çeliğe ihtiyaç duyarken, kimya endüstrisi maddelerle tepkimeye girmeyen, korozyon ve basınca dayanıklı çeliğe ihtiyaç duyuyordu. Bu ihtiyaçların sonucunda özellikle paslanmaz çelik türleri için arayışa gidilmiştir.

Çok yüksek ısı gereksinimlerinden dolayı hemen hemen tümü elektrik fırınlarında üretilen paslanmaz çelik türleri kimyasal yapıları ve ısıyla işlenme niteliklerine göre üç ana gruba ayrılır. Bunlar; göreceli olarak yüksek karbon (%0.08-%1.2) ve düşük krom içerikli (%10-%18) martensitli çelikler, daha düşük karbon (%0.08-%0.2) ve yüksek krom içerikli (%15-%30) ferritli çelikler ve %16-%26 arasında kromun yanı sıra %6-%22 oranında nikel içeren ostenitli çelik türleridir. Bu çelik türleri; işlenilmelerindeki haddelenme, çekilme, dövme vb. gibi farklılıklar nedeniyle aside, hava koşullarına, aşınmaya ve diğer etkenlere dayanımları bakımından değişik nitelikler gösterirler ve değişik amaçlarla kullanılır. (Gencer, 2003, p.18)

Genellikle yangına karşı beton ile korunmuş çelik elemanlarda korozyon için de tedbir alınmış olur. Aynı ihtiyacı karşılamak için çeşitli boya ve kaplamalar da vardır. Yüksek gerilim hatlarının direkleri gibi sürekli ve sık kontrol edilmeyen çelik konstrüksiyonlarda pahalı olmasına rağmen galvanize edilmiş çelik profiller kullanılır.

Çelik; ses ve ısı açısından çok iyi bir iletken olması nedeniyle, çelik yapılarda önemli bir yalıtım sorunu söz konusudur. Çeliğin, çoğu metalde olduğu gibi, yüksek ısı iletkenliğine sahip bir malzeme olması ısı köprüsü olarak çalışmasına nedendir ve gerekli önlemler alınmazsa iç mekanlarda ısı kaybına, bunun sonucunda da konfor şartlarının standartların altına düşmesine sebep olur. Ancak çeliğin konstrüktif detaylar üretilmesine olan elverişliliği, yalıtımı, çok katmanlı cephe çözümlerine olanak tanımaktadır.

BÖLÜM DÖRT

ÇELİK YAPI BİLEŞENLERİ VE BİRLEŞİM TÜRLERİ

4.1. Hadde Mamülleri

Maddeleri tel, çubuk demir ya da profil haline getirmek için kullanılan ve türlü boyut ve biçimde delikleri olan alete “hadde” adı verilmektedir. (Hasol, 1993, p.195)

Yapılarda kullanılan çelik malzeme, çeşitli kesit etkilerini ekonomik bir biçimde aktaracak, ayrıca ekonomik kesit oluşturacak standart şekil ve boyutlarda üretilir. Haddeleme işleme ile şekillendirilen çelik malzemeye hadde ürünleri adı verilir. Haddehaneler ise çeliğin merdanelenerek biçimlendirildiği yerlerdir.

Maddeler bu deliklerden çekilerek şekillendirilir. Madenlerin haddeden geçirilmesi “sıcak çekme” ve “soğuk çekme” olmak üzere iki şekilde yapılır. Sıcak çekme yöntemine maden ısıtıldıktan sonra haddeleme işlemine tabi tutulur. Soğuk çekmede ise çelik, sert çelik kalıpların gittikçe küçülen ardaşık deliklerinden geçirilerek tel yada profil haline getirilir. Bu işlem sonucunda çelik sertlik kazanır, çekme dayanımı yükselir. Özellikle asma köprü gibi yüksek dayanım ve taşıyıcılık gerektiren yapılarda soğuk çekmeye tabi tutulmuş çelik malzemeler kullanılmaktadır. (Ünver, 2003, p.26)

Çeliğin strüktürel konumlarında genelde sıcak hadde profiller; kiriş ve kolonlarda, flanşlarda, kanallarda, köşebentlerde kullanılır. Her bir profilde ölçüler, kenarlar arasından ve kenar bitimlerinden gösterilir. ASTM standartlarına göre hadde profiller 43A derecesindeki malzemelerden üretilir. Ebatların ve dayanım gücünün artmasının gerekli olduğu profillerde ise 50 ve 55 derecedeki çelikler kullanılır.

Çelik yapıların başlıca yapı bileşenlerini ve elemanlarını hadde mamülleri oluşturmaktadır. En yaygın kullanılan hadde mamülleri; profiller, dikdörtgen çelikler, levhalar ve özel enkesitli profillerdir.

4.1.1. Profiller

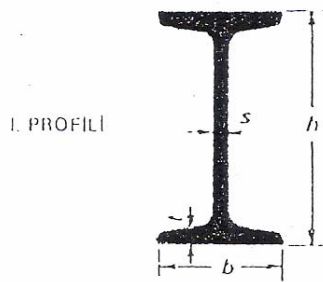
Bir yapıda belli bir profilin kullanılması, o profilin piyasada bulunabilirliğine bağlıdır. Bu yüzden üreticiler ve kullanıcılar arasında, kutu profillerinin boyutları ve geometrik toleransları konusundaki görüş birliği, ulusal ve uluslararası standartlar için temel oluşturmuş, bu da üretim programlarının düzenlenmesini sağlamıştır. (Wardenier,J. ve diğ.,2001)

Çelik malzemeden üretilen “I”, “U”, “T” profilleri sadece yükseklikleri “h” nin belirtilmesi ile tanımlanmış olurlar. Türk standartları, Alman standartları (DIN), İngiliz Standartları gibi pek çok ülke tarafından ülkelerine uygun, üretimi yapılan çelikler standartlandırılmıştır. En kesitin bütün bilgilerine “h” yani yüksekliğe bağlı olarak ulaşabilmemiz mümkündür. Çelik normları eklerde verilmiştir. Borular ve yapı profilleri taşıyıcı sistem içerisinde tekbaşlarına da yer alabilirler.

4.1.1.1. Açık Profiller

Açık profiller olarak adlandırılan I, U ve T profiller taşıyıcı sistemin yatay ve dikey bileşenlerini oluşturmada tek yada kompozit olarak kullanılırlar.

Tablo 4.1. I profil- Karabük demir-çelik normları



Ağırlık Toleransı :

% 4 Parti halindeki teslimatta
% 6 Tek boydaki teslimatta

DIN 1025
Mart 1965

I	Ebatları mm		Ağırlık Kg/m	Boy m
	h	b		
80	80	42	5,94	9,5 - 10
100	100	50	8,34	11,5 - 12
120	120	58	11,10	9 - 10
140	140	66	14,30	10 - 12
160	160	74	17,90	10 - 12
200	200	90	26,20	10 - 12
240	240	106	36,20	10 - 12
260	260	113	41,90	10 - 12
300	300	125	54,70	10 - 12
380	380	149	84,00	10 - 12

Yapısal çelikler içerisinde, bir yapıda düşey taşıyıcı eleman olarak kullanılan kesitler; I, kutu ve U profillerdir. Eksenel olarak, kolon üzerine gelen yükleri en uygun biçimde zemine aktaran profil, paralel flanş yüzeyli geniş I profillerdir. Bunun dışında iki U profilin yanyana getirilmesiyle oluşan kolon tipi de kullanılmaktadır. Yapılarda kullanılan yatay taşıyıcı elemanlar; I profiller, boşluklu petek kirişler ve makas kirişleridir.

I çelikleri yani putreller, yükseklikleri 8 ile 60 cm. arasında değişen elemanlardır. IP çelikleri yani geniş başlı putrellerin iki yüzleri birbirine paraleldir ve yükseklikleri 10 ile 100 cm. arasında değişmektedir. U çelikleri 8 ile 40 cm. yüksekliğe sahiptir. L çelikleri yani köşebentlerin kol uzunlukları iki yönde de değişiklik gösterir. T çelikleri Yüksek gövdeli ve geniş ayaklı olmak üzere iki çeşittir. Aşağıda hadde profillerin şekli ve boyutlarına ilişkin daha detaylı bilgi tablo 4.1 aracılığıyla verilmiştir.

Tablo 4.2. Hadde Profillerin Şekil ve Boyutları

ADI	ŞEKİL	STANDART BOYUTLARI			KARABÜK İMALATI SINIR BOYUTLARI
I PROFİLLERİ		$b=42-215\text{mm.}$	$h=80-600\text{mm.}$	$l=4-15\text{m.}$	$b=42-149\text{mm.}$ $b=80-380\text{mm.}$ $l=8-12\text{m.}$
I PB I P I PBI I PBv		$b=100-300\text{mm.}$	$h=100-1000\text{mm.}$	$l=4-15\text{m.}$	İMALATI YOK
C PROFİLLERİ		$b=15-110\text{mm.}$	$h=30-400\text{mm.}$	$l=4-15\text{m.}$	$b=42-100\text{mm.}$ $b=65-100\text{mm.}$ $l=8-12\text{m.}$
korniyer(köşebentler)	ESİT KENARLI 	$a=20-200\text{mm.}$	$t=3-28\text{mm.}$	$l=3-15\text{m.}$	$a=b=20-150\text{mm.}$ $t=3-18\text{mm.}$ $l=6.5-10\text{m.}$
	ÇEŞİT KENARLI 	$a=30-250\text{mm.}$	$h=20-90\text{mm.}$	$l=3-15\text{m.}$	$a=45-100\text{mm.}$ $b=30-75\text{mm.}$ $t=5-11\text{mm.}$ $l=6-10\text{mm.}$
T profiller	YÜKSEK GÖVDELİ 	$h=b=20-140\text{mm.}$	$t=3-15\text{mm.}$	$l=3-12\text{m.}$	$h=b=20-50\text{mm.}$ $t=3-6\text{mm.}$ $l=7\text{m.}$
	GENİŞ AYAKLI 	$b=60-200\text{mm.}$	$h=30-100\text{mm.}$	$l=3-12\text{m.}$	İMALATI YOK

4.1.1.2. Kapalı Profiller

Kapalı profiller “kutu profiller” ve “boru profiller” olarak ikiye ayrılırlar.

Kutu profil; dikdörtgen kesitli, içi boş çelik profil; dikdörtgen kesitli boru olarak tanımlanır. (Hasol, 1993, p.284) Kutu profillerin kenar uzunluk ve et kalınlığı gibi değerleri birbirine çok yakın aralıklarla ve büyük uzunluklarda üretilebilir.

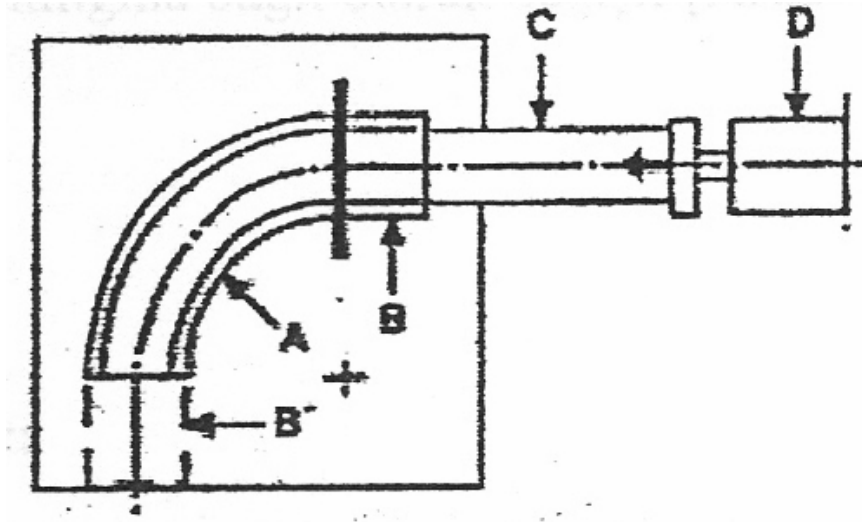
Boru profiller dairesel kesitli çelik elemanlardır. Boru profillerin kullanımı özellikle burkulma yükü altında avantajlıdır.

Tablo 4.3. Kutu ve Boru Profil Boyutları

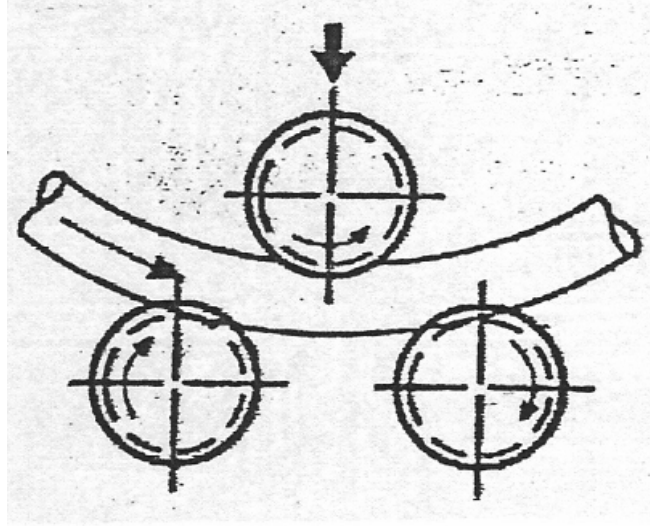
KUTU PROFİL		BORU PROFİL
KARE KESİTLİ	DİKDÖRTGEN KESİTLİ	
10x10	10x20 10x30	6" (168.3)
15x15	15x25	8" (219.1)
20x20	20x30 20x35-20x40	10" (273.1)
25x25	25x40	12" (323.9)
30x30	30x40-30x50 30x60-30x70	
40x40	40x60 40x80-40x100	
50x50	50x70 50x90-50x100	
60x60	60x120	
70x70		
80x80		
100x100	100x150 100x200	
125x125		
150x150	150x250 150x350	
200x200	200x300 320x200	
250x250		
260x260		

Kutu ve boru profillerin burkulma atalet momenti açık kesitlilere göre 200 ile 500 kat arası fazladır. Dolayısıyla dayanım/aralık oranı da yükselmektedir. Kapalı profiller açık profillere nazaran daha hafiftirler ve daha az dış yüzey alanına sahip oldukları için yangın ve korozyon gibi zararlı etmenlere karşı koruma malzemesinin az kullanımı nedeniyle ekonomiktirler.

Gerek kutu, gerekse boru profillerin bükülmeleri (kemerleme) hem sıcak, hem de soğuk şekilde yapılabilir. Soğuk bükmenin maliyeti daha düşük olduğu için daha fazla tercih edilir. Genelde atölye ortamında yapılırlar. Ancak bazı durumlarda ve küçük parçalar söz konusu olduğunda şantiyede de gerçekleştirilebilirler. Bükme işlemi sırasında basınç bölgesinde burkulma oluşacağından dolayı buradaki et kalınlığının arttırılması gereklidir. Soğuk bükme işlemi için bir takım değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları presleyerek soğuk bükme, şekillendirme kutusundan (former box)'tan geçirme, merdane, açılı kesimli bükmelelerdir. (Ünver, 2003, p.28)



Şekil 4.1.Şekillendirme Kutusundan (Former Box) Geçirme Yöntemiyle
Kapalı Profillerin Şekillendirilmesi (Wardenier, J.ve diğ.,2001)



Şekil 4.2.Merdane Yöntemiyle Kapalı Profillerin
şekillendirilmesi (Wardenier, J.ve diğ.,2001)

4.1.2. Dikdörtgen Çelikler (Lama Çelikler)

“Uzun, ensiz, yassı ve dikdörtgen kesitli çeliklere lama adı verilmektedir.” (Hasol, 1993, p.291) Lama çelikler dikdörtgen en kesitli çubuklardır. Üç türü vardır. Bunlar; yassı lamalar, geniş lamalar, ince lamalardır. Yassı lamalarda genişlik $b = 8 - 150$ mm. ve kalınlık $t = 3 - 100$ mm.’dir. Geniş lamalarda (üniversal çelikler) ise $b = 150 - 1250$ mm, kalınlık $t = 5 - 60$ mm.’dir. Son tür olan ince lamalarda $b = 10 - 500$ mm., $t = 0.75 - 5$ mm.’dir.

4.1.3. Levhalar

“Enine ve boyuna göre kalınlığı çok az olan, genellikle 10mm.’den ince gereçlere levha adı verilmektedir.” (Hasol, 1993, p.293) Levhalar belli kalınlıklı dikdörtgen elemanlardır. Kalınlıklarına göre 4 gruba ayrılırlar. Bunlar; düz levhalar, kubbeli levhalar, silindirik levhalar ve oluklu levhalardır.

4.1.3.1. Düz Levhalar

En çok kullanılan levha türüdür. Düz levhalar da kendi aralarında üç gruba ayrılır; kaba levhalar, orta levhalar ve ince levhalar. İnce levhalarda kalınlık $t < 2.75$ mm., dikdörtgenin boyutları ise $b = 530 - 120$ mm. arasında değişir. Orta levhalarda kalınlık 3mm ile 4.75 mm arasında değişmektedir. Kaba levhalarda ise kalınlık 5 mm'den büyüktür ve en büyük levha uzunluğu levhanın genişliğine ve kalınlığına bağlı olarak değişir.

4.1.3.2. Kubbeli Levhalar

Kubbeli levhalarda kesit, her iki doğrultudan bakıldığında da kemer şeklindedir. Bu tip levhaların sehimleri genellikle $1/8$ ile $1/15$ arasındadır. Plandaki şekilleri serbesttir. Ayrıca bütün kenarlarının aynı yükseklikte istinat edilmesi gerekir.

4.1.3.3. Silindirik Levhalar

Bu levhaların orta kısımları bir silindir, uçları ise genellikle kubbeli levhalarda olduğu gibi yukarı kıvrılmış olduğundan, bu levhaların da bütün kenarları aynı seviyede istinat eder. Sehim, kubbeli levhalardakinin aynıdır.

Kubbeli ve silindirik levhaların en derin noktalarına, toplanan suların akabilmesi için, bir delik açılır. Levha kalınlıkları 4-10 mm. arasındadır.(Ünver, 2003, p.30)

4.1.3.4. Oluklu Levhalar

Oluklu levhaların da çeşitli şekilleri vardır. Bunlar arasında en çok kullanılanlar; yassı oluklu levhalar ve kirişli oluklu levhalardır. Ancak yassı oluklu levhalarla, atalet momentlerinin küçük olmasından dolayı, büyük açıklıkları geçmek uygun değildir. Kirişli oluklu levhalarda bu sorun yoktur.

4.2. Çelik Yapı Bileşenleri Arasındaki Bağlantı Yöntemleri

Çelik yapı bileşenleri uygun bir şekilde kullanılarak mimaride farklı form ve biçimler oluşturulmuş ve yapı teknolojisinde gerektiğinde bu konstrüksiyonların sökülüp yeniden oluşturulmasına da imkan veren çözümlere kadar gidilmiştir.

Çelik yapıda tasarım; konstrüksiyon yöntemiyle beraber düşünülmesi gereken bir konudur. Konstrüksiyonun kurulması ise malzemeye biçim verebilme yöntemlerinin kavranmasıyla sağlanır. (Gencer, 2003, p.24)

Bir çelik yapıyı oluşturan iskelet çeşitli çelik yapı elemanlarının birbirine eklenmesiyle oluşur. Bu ekleme işleminde kullanılan elemanlara “birleşim elemanları” denir. Çelik yapılarda kullanılan birleşim elemanlarının ana görevleri birleştirildikleri parçalardaki kuvvet ve gerilmeleri birbirlerine aktararak parçaların ortak çalışmalarını sağlamaktır. Yani; yapıyı oluşturacak çelik parçalarını, statik ve mukavemet bakımından beraber çalışan yapı kısımları halinde birleştiren parçalardır.

Çelik yapı elemanlarını birleştirme nedenleri arasında; boy uzatabilmek, birleşik kesit yapabilmek, kafes gövdeli sistemlerde düğüm noktalarını teşkil edebilmek ve her türlü mesnet teşkilini sağlayabilmek sayılabilir.

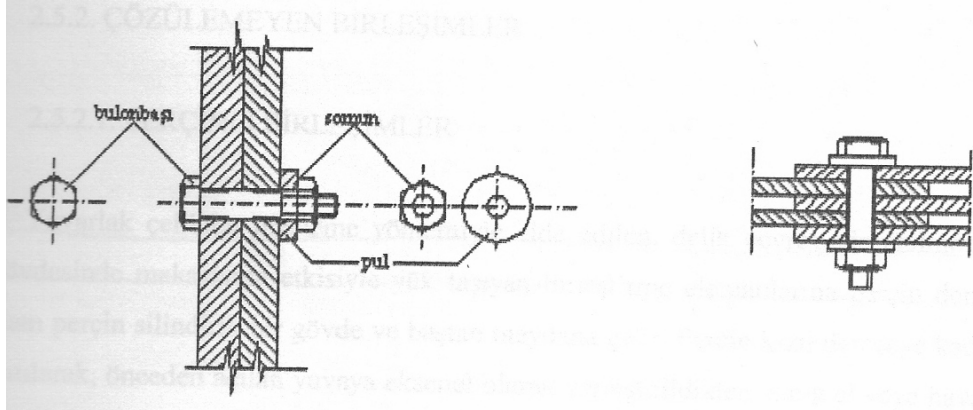
Çelik yapı bileşenlerini arasındaki bağlantıda kullanılan yöntemler “birleştirici elemana göre birleşim türleri” ve “elemanların birleşim şekline göre birleşim türleri” olarak iki ana başlık altında incelenebilir.

4.2.1. Birleştirici Elemana Göre Birleşim Türleri

4.2.1.1. Çözülebilir Birleşimler

Çözülebilir birleşimler denilince akla bulonlu birleşimler gelmelidir. Çünkü bulonlar, çözülebilir birleşimler için kullanılan tek birleşim elemanıdır. Çözülebilir birleşimlerle oluşturulan yapıım yöntemlerinde yapı bileşeni çeşitli elemanlardan oluşur ve en basit birleşim sağlanır.

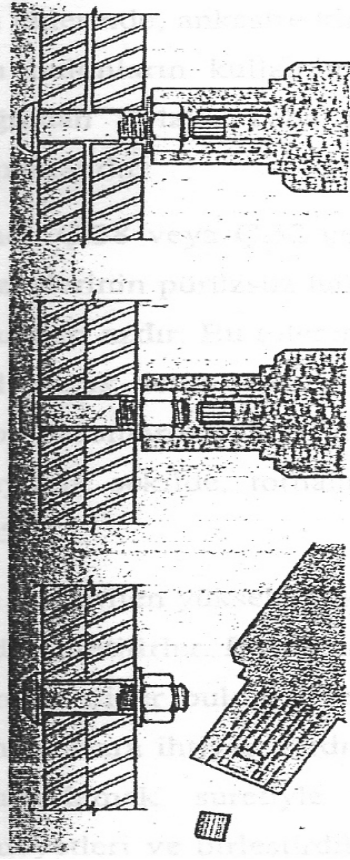
4.2.1.1.1.Bulonlu Birleşimler. Bulonlu birleşimler; hazır elemanlar kullanılarak ve özel malzeme gerektirmeden, çevre şartları açısından zorluk çıkartmadan yapılabilir ve ihtiyaç halinde de kolayca sökülebilir olması gibi özellikleri sayesinde yapısal değişikliklere ve yapı bileşenlerinin tekrar kullanımına, geri dönüşümüne izin veren ideal bir birleştirme yöntemidir.



Şekil 4.3. Çelikte Bulonlu Birleşimler

Bulonlar; delik çevresinde ezilme, gövdede ise makaslama gerilmelerine maruz kalacak şekilde tasarlanmış ve bu gerilmelere göre hesaplanan birleştirme elemanlarıdır. Silindirik gövdesinin uç kısmında spiral diş açılmış kısmı, alt köşeli başlığı bulunan bir birleşim aracıdır. Deliğine konduktan sonra diş açılmış ucuna, altına pul (rondela) konmak suretiyle somun takılır. Bulon başı bir anahtarla tutulup, diğer bir anahtarla somun saat hareketi yönünde döndürülerek sıkılır. Böylece kolay bir işçilikle bulonlar yerlerine kolayca takılmış olur. Bu kolaylık nedeniyle, şantiyede yapılan montaj işlemlerinin bulonlu birleşim olması tercih edilir. Pahalı olduğundan dolayı atölye birleşimlerinde bulon kullanılmaz. (Deren,1995)

Bulonların kullanımı; birleştirilecek elemanların toplam kalınlıkları, perçin yapımına uygun olmayacak kadar fazla olması durumunda veya şantiyede perçin veya kaynak yapmanın ekonomik olmaktan çıktığı, ortamın kaliteli ve güvenilir kaynak yapmaya elverişli olmadığı hallerde idealdir.



Şekil.4.4.Bulonlu Birleşimlerin Uygulanışı (Allen, 2000)

Bulonlar aksenal çekme ve kesme kuvvetlerine karşı dayanım gösteren bağlantı elemanlarıdır. Bulonlu birleşimlerin ekonomik ve rasyonel olabilmesi için vida, civata ve rondelalar farklı normlarda üretilmiştir. Çelik yapılarda; altı köşeli vidaların kaba amaçlı olarak, gömme başlı bulonların ise yüzey içine daha çok gömülebildikleri için ince işlerde daha yaygın kullanımına rastlanmaktadır. Bulonları ayırt etmede başlık tipi, bulon dişi çeşidi, gövde çapı ve malzeme dayanımı kullanılabilir. Farklı bulon ve civatalar için kullanılabilecek somun ve rondelalar standartlara bağlı olarak belirlenir.

Bulonlar “kaba (siyah) bulonlar”, “uygun (parlak) bulonlar” ve “yüksek mukavemetli bulonlar” olmak üzere üç çeşittir.

Kaba bulonların çap toleransı fazla ve yüzeyleri pürüzlüdür. Yani kaba bulonlarda, dişlerin bulunduğu kısmın dışında kalan kısımları işlenmemiştir. Kaba bulon kullanılan yüksek binalarda 20 – 30 mm.lik çaplar için 0.3 mm. tolerans kabul edilir.

Bulonlu birleşim kullanılan yapılarda genel olarak kaba bulonlar kullanılır. Bu tip birleşim kullanılan yapıların dezavantajı oluşturulan sistemlerin genel deformasyonlarının fazla olmasıdır. Bu yüzden çelik taşıyıcı sistemle inşa edilmiş çok katlı yapılarda, ankastre kiriş birleşimleri ve kolon ekleri gibi yerlerde kullanılmaması önerilir.

Uygun (parlak) bulonların üretiminde Ç.38 veya Ç.52 çeliklerinden faydalanılır. Bu tip bulonlar, üretildikten sonra yüzeylerinin pürüzsüz hale getirilmesi amacıyla tornadan geçirilir. Bu nedenle çap toleransları azdır. Bu tolerans da yerine rahat konabilmeleri amacıyla bırakılır. Fakat genel olarak delik çapı ile bulonun gövde çapı eşit kabul edilebilir. Daire kesitlidir. Kaba bulonlardan farkı; diş açılmış kısmın dışında kalan gövde kısmının deliğe tam uyacak şekilde, tornalanmak suretiyle düzgün olarak işlenmiş olmasıdır. (Deren,1995)

Yüksek mukavemetli bulonlar “ilk gerilmeli bulonlar” veya “HV bulonları” olarak da adlandırılırlar ve mukavemeti Ç.52’den daha yüksek olan çeliklerden üretilir. İşçilik açısından diğer bulon tipleriyle aynı olmasına rağmen bu tip bulonları sıkılamak için uzun kollu özel anahtarlara ihtiyaç vardır. Yüksek mukavemetli bulonlarda kuvvet aktarımı bulon eksenine dik doğrultuda, bir elemandan diğer elemanlara temas yüzeylerinden sürtünme kuvveti yoluyla olur.

Son yıllarda bilinen üç bulonlama tipinden farklı olarak “kör bulonlama” tekniği ortaya çıkmıştır. Standart bulonlama tiplerinde bağlantının iki yüzü de kullanılırken, kör bulonlamada bağlantı yalnızca bir taraftan yapılır. Bu sayede kutu profiller için de açık kesitli profillerde olduğu gibi bağlantı detayları elde edilebilir.

4.2.1.2.Çözölemeyen Birleşimler

Çözölemeyen birleşimler üçe ayrılır. Bunlar; perçinli birleşimler, kaynaklı birleşimler ve tutkallı birleşimlerdir.

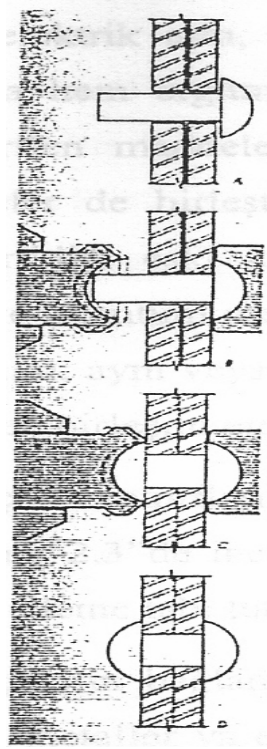
4.2.1.2.1.Perçinli Birleşimler. Perçin; “iki veya daha çok maden levhayı birbirine bağlamak için kullanılan bir çeşit sabit bağlayıcı”dır. (Hasol, 1993, p.354) Perçinler, bir baş ve silindirik gövdeden oluşan çelik birleştirme elemanlarıdır ve yapımında yumuşak çelik, bakır ve alaşımları veya alüminyum ve alaşımları kullanılır. Perçin çeliği ana malzemeye göre daha yumuşak kalitede seçilmelidir. Perçinin baş şeklinde olan ucu dışındaki silindirik uç yapım parçasını bağlarken dövölerek şişirilir. Hazır başa oturtma baş adı verilirken çakıldıktan sonra meydana gelen başa şişirilmiş baş adı verilir.

Uygulamada presleme işleminin çok zor ve zaman alıcı olmasından dolayı klasik perçinler günümüzde koruma ve onarım gerektiren yapılar haricinde çelik yapılarda çok seyrek olarak kullanılırlar. (Gencer, 2003, p.27)

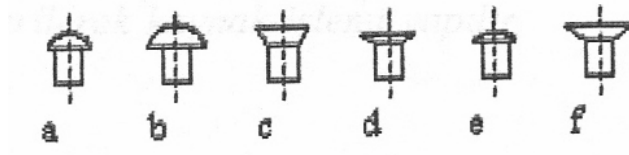
Tablo 4.4.Standart Perçin Çapları

t (mm)	4-5	4-7	5-10	6-13	8-17	11-20	14-24
d (mm)	11	13	17	21	23	25	28

Perçinler sıcak veya soğuk olarak deliğe sokulup dövölmesine göre sıcak veya soğuk perçin olarak adlandırılırlar. Sıcak perçinde, perçin kızıl dereceye kadar ısıtılarak, önceden açılan yuvaya eksenel olarak yerleştirildikten sonra el veya havallı perçin tabancası ile vurulur, bu darbe etkisiyle “kapak başı” adı verilen diğer başın simetriğinde ikinci bir baş oluşur. Perçin gövde çapı, darbenin de etkisiyle büyüyerek perçin deliğinin şeklini alır ve soğumasının da yardımıyla istenen elemanlar birleştirilmiş olur. Soğuk perçinde, ısıtma işlemi uygulanmaz. Ancak bu yöntem çapı 6mm.’den fazla olan perçin gereken durumlarda elverişli değildir.



Şekil.4.5.Perçinlerin Elle Dövülmesi (Allen, 2000)



Şekil.4.6.Farklı Perçin Başlık Formları

Perçinler tek, çift yada çok tesirli olarak çalışabilirler. Bu tesirlerin bilinebilmesi için kuvvetlerin sisteme nasıl etkiğinin bilinmesi gerekir. Yapı bir yük altında olduğu zaman, metal levhaların kenarları, tıpkı bir makasın kesici ağızları gibi perçini keser. Perçinlerin arasındaki uzaklık ve perçin sıralarının sayısı gibi özellikler, uygulanan kuvvete göre mühendislerce belirlenir. Perçinler arasındaki uzaklığa “adım”, yan yana iki perçin sırası arasındaki uzaklığa da “diyagonal adım” adı verilir. Perçinin baştan en uzak bölümü “kuyruk”tur. Çekiçle dövülen ya da kalıpla biçim verilen yer burasıdır. (Ünver, 2003, p.38)

4.2.1.2.2. *Kaynaklı Birleşimler.* Kaynak; “iki maden veya plastik parçasının birbirleriyle kaynaşıp yapıştıkları yer veya onları kaynaştırıp yapıştırma işi”dir. (Hasol, 1993, p.244) Bir başka tanım ise; “maden veya plastik iki parçayı elektrik arkı, elektrik direnci yada bir alevden yararlanarak ergitme, basınç yada hem ergitme hem de basınçla birleştirme”dir. (Shedd,1934)

Kaynak metodları; eritme kaynak ve basınç kaynağı olmak üzere iki çeşittir. Eritme kaynaklar kendi içerisinde gaz kaynağı ve elektrik kaynağı olmak üzere ikiye ayrılır. Basınç kaynakları ise altı çeşittir. Bunlar; ateş kaynağı, direnç kaynağı, sugazı kaynağı, nokta kaynağı, küt kaynak ve kordon kaynağıdır. (Türkmen, 1964, p.2)

Kaynaklar genellikle, birleştirilen parçaların bağlantı bölgesinde erimeleriyle sağlanır. Kaynaklamada metaller ya ergime derecesine kadar ısıtılıp sıvı kıvama getirilir yada kızıldereceye kadar ısıtılıp plastik kıvama getirilir. Bu şekilde, yani herhangi bir dolgu metali kullanılmadan yapılan, kendinden erimeli kaynaklara “otojen” kaynak denir. Bazı kaynak yöntemlerinde ise dolgu metali kullanılır yani aynı veya benzer alaşımlı; kaynak teli, kaynak elektrodu gibi ilave bir metal kullanılır.

Eritme kaynaklar içerisinde de en yaygın olarak kullanılanı elektrik arkı kaynağıdır. Kaynak elektrodu kaynak makinesinin (-) kutbuna, kaynaklanacak parçalarda (+) kutbuna bağlıdır. Elektrodun ucunun kaynaklanacak bölgeye yaklaştırılmasıyla, elektrodun ucu ve parçalar arasında elektrik arkı meydana gelir. Bu tip kaynaklarda güçlü bir elektrik akımı ve kısa bir boşluk varsa yaklaşık 3500 C sıcaklığında bir elektrik arkı oluşur ve bu yüksek ısı etkisiyle parçaların kenarları ve elektrodun ucu ergime durumuna gelir ve eriyen metal kaynak yapılan noktaya dolar.

Günümüzde, çelik taşıyıcı sistemli yapıların çoğunda kaynaklı birleşimler kullanılır bu yüzden kaynakların kalite kontrolü özenle yapılmalı kaynak dikişi genellikle ana malzemenin özelliklerini sağlamalıdır. Kaynak dikişi, kaynak kordonu diye de adlandırılan parçaların birleşimini sağlayan kısımdır. Kaynak işlemi -18 C dereceden düşük hava sıcaklıklarında ve kaynak yüzeyleri ıslakken yapılmamalıdır.

Kaynak ağızları düzgün olmalı, yüzeyde çatlak ve gözenekler olmamalı, pas ve yağ gibi maddeler bulunmamalıdır.

4.2.1.2.3. Tutkallı Birleşimler. Tutkallı birleşimlerin yani yapıştırma yöntemlerinin, çelik malzemeler ve metaller için özellikle de taşıyıcı sistem içerisinde kullanımı yenidir. Bu teknik daha çok uçak sanayinde ve sanatsal ürünlerde daha sıklıkla kullanılır. Çünkü daha düzgün bir dış yüzey elde edilir. Ayrıca farklı çaplarda ve boyutlardaki malzemelerin yapıştırılması sayesinde kompleks bir çok form da üretilebilir.

Perçinli ve civatalı bağlantılarda olduğu gibi deliklere ihtiyaç duyulmamasından dolayı, yapıştırıcı kullanımında etkili malzeme kesitini zayıflatıcı unsurlar ortadan kaldırılmış olur. Yapıştırma işlemi nisbeten daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştirildiği için, kaynaklı birleşimlerde sıklıkla görülen ani ısı değişimleri sonucu oluşan çarpılmalar ve mikroyapısal değişimler önlenir. Özellikle yüksek mukavemetli malzemelerin en ince boyutluları kullanılarak oluşturulan yapılarda bile tam mukavemetleri kullanılabilir. Yorulma çatlakları çok yavaş ilerler ve bunun sonucunda da yorulma ömrü uzar. (Ünver, 2003, pp.42-43)

Tutkallı birleşimlerin avantajlarının yanı sıra yapıştırıcıların yaşlanması ve süreklilik özelliğinin azalması gibi dezavantajları da sözkonusudur. Ayrıca yapıştırma bağlantıların tamir yada başka amaçla sökülmeleri mümkün değildir. Tutkallı birleştirme yöntemi yüksek sıcaklıklarda kullanılmaz ve soğuk, kimyasal etmenler, radyasyon gibi çeşitli fiziksel etkenler de yapıştırma bağlantısının bozulma ihtimalini artırırlar.

4.2.2. Elemanların Birleşim Şekillerine Göre Birleşim Türleri

Çelik taşıyıcı sistem kullanılarak inşa edilen yapıların maliyet, uygulama ve tasarım gibi aşamalarında birleşim elemanları kadar birleştirme şekilleride etkilidir.

Çelik taşıyıcı sistemlerde taşıyıcı elemanların birleşim şekline göre birleşim türleri “doğrudan birleşimler” ve “dolaylı birleşimler” olarak ikiye ayrılır.

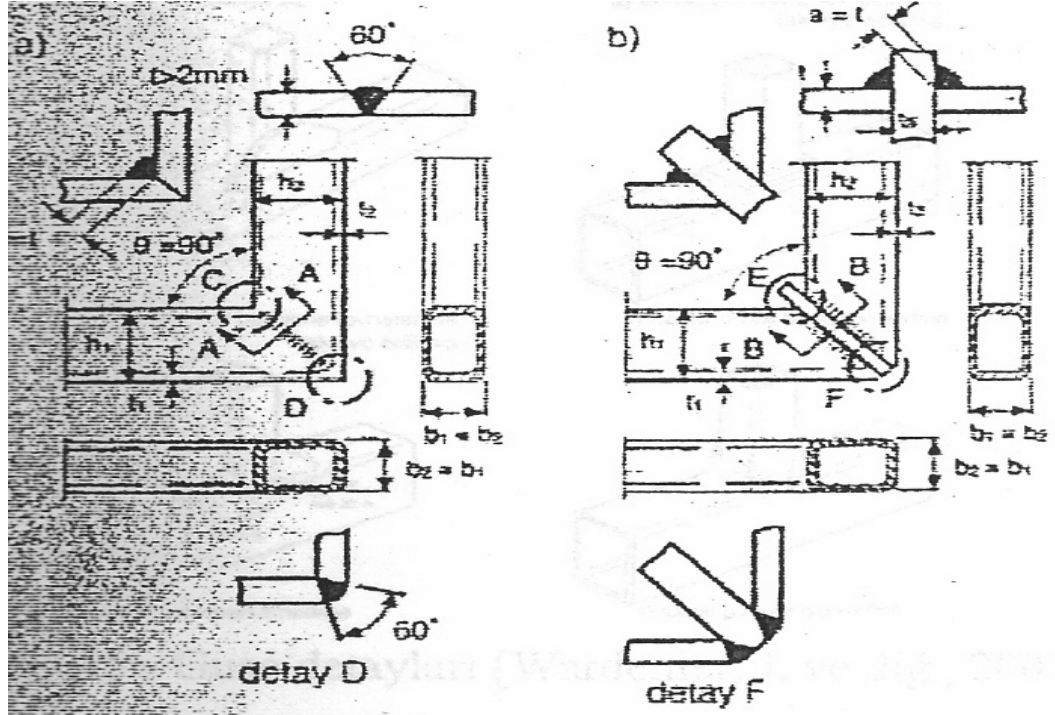
4.2.2.1. *Doğrudan Birleşimler.* Temel olarak düşünüldüğünde, elemanların birbirlerine doğrudan bağlandıkları birleşimlere “doğrudan birleşimler” adı verilir. (Wardenier, J. ve diğ., 2001)

Doğrudan birleşimlerin ağız ağıza birleşimler, dirsekli birleşimler gibi çeşitleri vardır. Bu tip birleşimlerde yapısal bütünlük daha yüksektir, çünkü; yük transferi bir taşıyıcı profilden diğerine bir defada gerçekleşir. Ayrıca doğrudan birleşim kullanılarak imalat giderleri de düşürülebilir.

Ağız ağıza birleşimler; genellikle aynı doğrultuda devam eden taşıyıcı sistemleri birleştirmek amacıyla küt kaynak kullanılarak yapılan birleşimlerdir. İlk aşamada birleştirilecek elemanların birleşim yüzeyleri birbirine temas ettirilir, ancak kalın kesitli profile sahip elemanlar kullanılacaksa öncesinde elemanların uçlarında kaynak ağzı için pahlama gerekir. Eğer birleştirilecek elemanların kalınlıkları birbirinden farklı ise kalınlık farkına göre farklı yöntemler uygulanır. Kaynak işlemi sırasında herhangi bir tutucu levha veya korniyer gibi bir eleman kullanılmaz.

Dirsekli birleşimler; birleştirilecek olan çelik taşıyıcı sistem elemanları aynı doğrultuda yer almıyorlarsa, açılı konumlanacaklarsa kullanılan yöntemdir. “Boruların doğrultu değiştirmesi gereken yerlerde kullanılan L şeklinde ek parçasına, yada eleman bünyesinde doğrultunun değiştiği bölgeye dirsek adı verilir.” (Hasol,1993, p.142)

Dirsekli birleşimler, “basit dirsekli birleşimler” ve “enleme levhalı dirsek birleşimler” olmak üzere iki ana grupta incelenebilir. İki özdeş elemanın birleşiminde kullanılan basit dirsekli birleşimleri, yalnız küçük yükler altında kullanılmakla beraber, uygulaması pratik ve ekonomik bir seçenektir. Enleme levhalı dirsek birleşimler ise, değişik ebatlarda iki elemanın birleşiminde yada birleşim noktasının mukavemetinin arttırılması istenen durumlarda kullanılır. Bu şekilde teşkil edilen birleşimlerde aşırı deformasyon sadece ince kesitli profillerde görülür. Detayda kullanılacak enleme levhasının kalınlığı, minimum 10 mm. olmalı ve birleştirilecek çelik taşıyıcı elemanların kesit kalınlığının 1.5 katından az olmamalıdır. (Ünver, 2003, p.48)

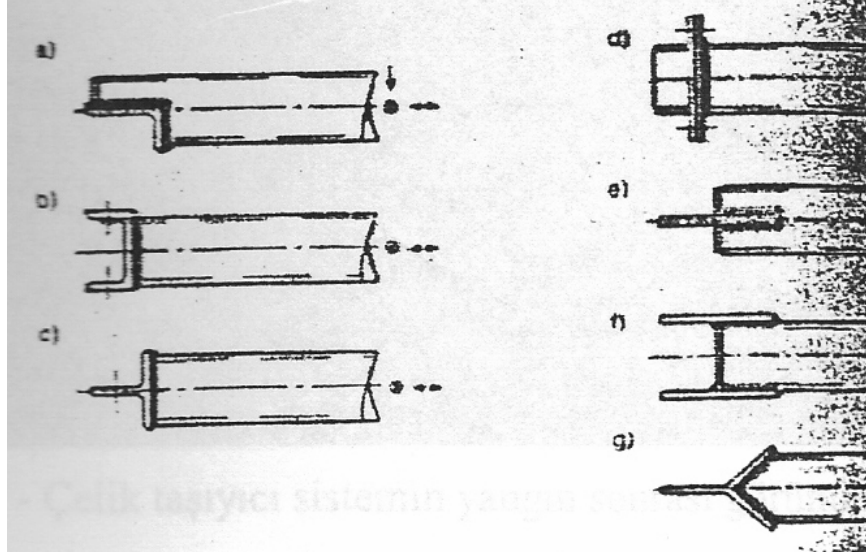


Şekil.4.7.Dirsekli Birleşimler (Wardenier, J.ve diğ.,2001)

4.2.2.2. Dolaylı Birleşimler

Dolaylı birleşimler; çelik taşıyıcı sistem elemanlarının birbirlerine bayrak levhası ile yani üçgen şeklindeki köşe ekleme parçaları ile veya alın levhası ile bağlandığı birleşimlerdir.

Dolaylı birleşimlerde montaj kaynak veya bulon kullanılarak yapılır. Yüklerin taşıyıcı elemanlar arasında iletimi iki adımda gerçekleşir. Yükler önce bir taşıyıcı elemandan bağ levhasına, sonra bağ levhasından diğer taşıyıcı elemana iletilir.



Şekil.4.8.Ara Bağlantı Elemanları ile Birleşimler(Wardenier, J.ve diğ.,2001)

(Şekil 4.8)'de levha, T profil, korniyerler ve U profiller gibi ara bağlantı elemanlarının boru ve kutu profillere kaynak veya bulonlu olmak üzere birkaç dolaylı birleşim çeşidi görülmektedir.

BÖLÜM BEŞ

AZ KATLI YAPILARDA KULLANILAN ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLER

5.1. Çubuk Sistemler

Uzunluğu diğer boyutlarına oranla büyük olan elemanlardan, çubuk elemanlardan, oluşan sistemler çubuk sistemler olarak adlandırılır. “Çubuk sistemler; çubuk elemanlarla oluşturulan taşıyıcılık açısından tek boyutlu sistemlerdir.” (Atalay, 2002, p.25) Bu sistemler, ağırlık merkezinden geçen doğru ya da eğri eksen ile tanımlanırlar.

Çubuk sistemler yük dağılımları açısından incelendiğinde iki gruba ayrılırlar. Tek doğrultuda yük aktaran çubuk sistemler; kolon-kiriş sistemler, çerçeve sistemler, kemerler ve düzlem kafes kirişlerdir. İki doğrultuda yük aktaran çubuk taşıyıcı sistemler içerisinde ise uzay kafes sistemler sayılabilir. Tez konusu kapsamında çelik malzeme kullanılarak oluşturulan çubuk taşıyıcı sistemler üzerinde durulacaktır.

5.1.1. Tek Doğrultuda Yük Aktaran Çubuk Sistemler

Tek doğrultuda yük aktaran çubuk sistemlerin, tez kapsamı içerisinde, yalnızca çelik malzemeli kullanımları incelenecektir.

5.1.1.1. Kolon - Kiriş Sistemler

Kirişlerin kolonlar üzerine basit olarak oturtulması ile oluşan sistemlere “kolon-kiriş sistemler” denir. Kolon-kiriş sistemlerde yapı elemanları taşıyan ve taşınan olarak iki farklı göreve sahiptir. Sistem yatay taşıyıcı eleman olan ve düşey yükler etkisi altında olan kirişlerden ve düşey taşıyıcı eleman olan ve kiriş altında basınca çalışan kolonlardan oluşur. Kirişler, kolon üzerine basit mesnetli olarak oturan doğru eksenli çubuklardır.

Yapısal çeliklerin, yapıda düşey taşıyıcı eleman olarak kullanılan kesitleri, “I, kutu ve U” profilleridir. Eksenel olarak, kolon üzerine gelen yükleri en uygun biçimde zemine aktaran profil, paralel flanş yüzeyli geniş I profildir. Bunların dışında yaygın olarak kullanılan diğer kolon tipide, iki U profilin yan yana getirilmesiyle oluşan kesitlerdir. Bu tip, I profiller gibi çukur iç yüzeylere sahip olmadığından kolon-kiriş birleşimlerinde, detaylandırma sorunuyla karşı karşıya kalınmaz. (Atalay, 2002, p.28)

Yapılarda kullanılan, yatay taşıyıcı elemanlar I profiller, boşluklu petek kirişler veya makas kirişlerdir. Çelik yapılarda; boru profiller, kutu profiller, raylar, Z profiller gibi hadde ürünlerin yanında petek kiriş, kafes kiriş gibi özel profiller kiriş olarak kullanılabilir. Çelik kolon-kiriş sistemler kaynak ve bulon gibi yöntemlerle oluşturulurlar. Taşıyıcılar birbirlerine köşebent veya çelik plakalarla sabitlenir.

Aşağıda çelik kolon-kiriş sistemlerini oluşturan kolon ve kiriş elemanlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

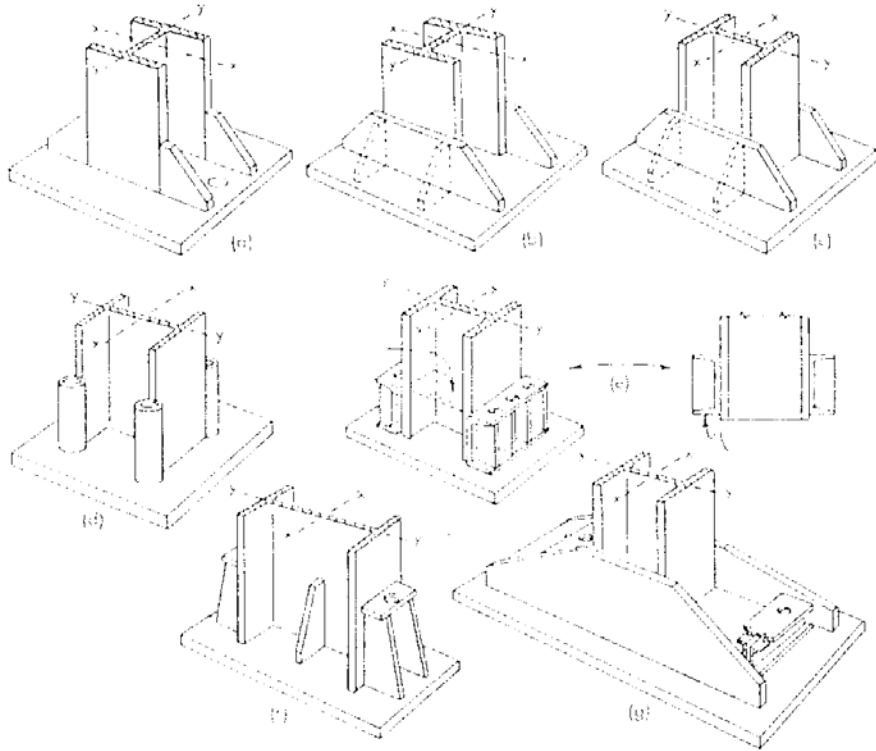
5.1.1.1.1.Çelik Kolonlar. “Kolon; uzunluğu doğrultusuna paralel kuvvetlerin etkisi altındaki çubuktur. Kolonlar, kiriş ya da döşemelerden gelen etkileri öteki kolonlara veya temellere aktaran genellikle düşey taşıyıcı öğelerdir.” (Hasol,1993,p.268)

Kolonlar, basınca ve çoğu durumda eğilmeye çalışacak şekilde tasarlanır. Yapısal çelikler içerisinde, bir yapıda düşey taşıyıcı eleman olarak kullanılan kesitler; I, kutu ve U profilleridir. Eksenel olarak, kolon üzerine gelen yükleri en uygun biçimde zemine aktaran profil, paralel flanş yüzeyli geniş I profilleridir.

Tek parçalı kolonlarda tercih edilen IP profillerin veya mevcut diğer profillerin gerekli taşıyıcılık koşullarını sağlayamaması durumunda, gereken en kesitler; farklı profillerin kaynaklanması sonucu oluşturulan “çok parçalı kolonlar” sayesinde gerçekleştirilebilir. Çok parçalı kolonlar, I profillerin uçlarına saç kaynaklanması ile

ve değişik profillerin düzenlenmesi ile elde edilebilir. İki parçalı kolonlar genellikle I ve U profiller kullanılarak][, [] veya II gibi birleşimler ile elde edilebilir. Başka bir yöntem ise; kolonların birbirlerinden ayrıık durumdaki profillerden oluşturulmasıdır. Ancak “ayrıık kolon” uygulamalarında, kolonların basınç ve eğilmeye çalışması sırasında oluşabilecek deformasyonları önlemek için, iki parça arasına bağlantı elemanları yerleştirilmelidir. Son yıllarda yaygın kullanılan bir diğer yöntem ise “kompozit kolon” uygulamasıdır.

Kompozit kolon; boru veya kutu profillerin içerisine beton doldurularak elde edilir. Bu yöntem sayesinde beton ve çeliğin avantajlarından birlikte yararlanılabilir. Ayrıca profilin içine beton doldurulması ile profilin yük taşıma kapasitesi arttırılmış olur ve yangına karşı dayanımı da artar. Kompozit kolon uygulaması sayesinde ince kolonların boyutlarının artmasına ve estetik değerini yitirmesine gerek kalmadan taşıma kapasitesi arttırılabilir. Kompozit kolonlarda beton elik profil ile tutulur buyüzden de betonun taşıma gücü aşılsa bile beton bünyesinde çatlama olmaz.



şekil.5.1. Kolonların Temele Montajı

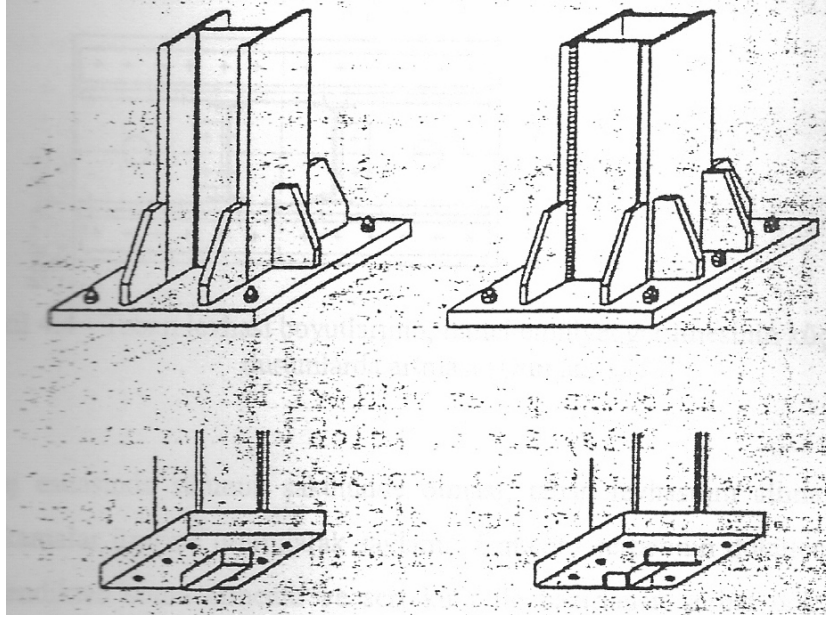
Çelik taşıyıcılı sistemlerde; profiller kullanılarak oluşturulan kolonların temele montajı ve 8-10 metreyi aşan yüksekliklerdeki binalarda kolonların üst üste eklenmesi gibi çözüm gerektiren başka detaylarda söz konusudur.

Kolonların temele montajı sırasında; çelik kolon ile zemin arasında min. 10 mm kalınlığında çelik plaka bulunur ve bunlar ankraj çubuklarıyla birlikte kolonun temelle bağlantısını sağlarlar.

“Kolon ayakları, kolondan gelen yükleri beton veya betonarme temele aktarır. Bu yükler, sadece düşey kuvvet veya düşey kuvvetlerle birlikte yatay kuvvet ve moment olabilir. Moment de aktaran ayaklara “ankastre ayak”, diğerlerine “basit ayak” veya “mafsallı ayak” denir.” (Deren,1995,p...)

Kolonlar vasıtasıyla gelen düşey yüklerin temele zarar vermemesi için, bu yükleri betonarme yüzeye yaymak amacıyla taban levhası kullanılır. Bu levhanın kenarlarının oranı 1:1 ile 2:3 arasında değişen dikdörtgen şeklinde yapılır. Taban levhasının altında 20-30 mm. kalınlığında çimento şerbeti bulunmalıdır. Yapılma amacı, taban levhasının ve üzerinde bulunan kolonun düşeyliğini tam olarak ayarlanmasını sağlamak ve yastık görevi yüklemektir. Bu harç, kolonun ve taban levhasının bulonlarla betonarme temele bağlanmasından sonra doldurulur. (Ünver, 2003,pp.59.60)

Temel bağlantı elemanlarından olan ankraj bulonları; kolon ayaklarının montaj sırasında devrilmeden durmasını sağlamak ve moment aktarmak amacıyla kullanılırlar. Moment aktaran ankraj bulonlarında bulonlar çekmeye çalışacağı için çekme kuvvetleri gözönüne alınarak boyutlandırılmalıdır. Ankraj bulonları ankraj profillerine somun vasıtası ile bağlanır.



Şekil.5.2.Düşey Yüklerin Temele Zarar Vermesini Önleyen Taban Levhaları

5.1.1.1.2.Çelik Kirişler. Kiriş; “boyu doğrultusundaki eksenine dik kuvvetlerin etkisi altında bulunan çubuk; döşemeden gelen yükleri düşey taşıyıcılara aktaran, eğilmeye dayanıklı strüktür ögesidir.” (Hasol, 1993,264)

Kirişler, eğilme momentleri ve kesme kuvvetlerinin etkisi altındaki elemanlardır. Bir kirişin herhangi bir kesitindeki eğilme etkisi, eğilme momenti hesaplanarak bulunur. Eğilme kuvvetleri çok büyük değerlere ulaştığında birleşik kirişlere başvurulur. Kirişler; örtülecek yüzeyi iki yada daha çok parçaya ayırarak, aldıkları yükleri kolonlara iletirler.

Çelik kirişler arasında yapılarda; kat kirişi, döşeme kirişi, aşık köprü kirişi, kren kirişi, şed elemanı olarak yaygın kullanılan özel kiriş tiplerinden bir tanesi kastella-petek kirişler kullanılır. Petek kirişler; I profilin gövdesinin uygun şekilde kesilip, alt ve üst kısımlarının bir miktar kaydırılarak birbirine tekrar kaynatılması ile elde edilir. Profil yüksekliğinin artması ve kullanılan çelik malzeme miktarının azalması sonucu

oluşan ekonomik avantajları, tesisat donanımı geçiş olanağı sağlaması gibi uygulama ve kullanım avantajlarının yanısıra hoş görüntüleri ile de tercih sebebidirler. Malzeme ekonomisine katkısı dışında boşluklar sayesinde yapı ölü ağırlığı azalmıştır. Kiriş gövdesinde oluşturulan boşluklar kesim ve birleşim tekniğinden dolayı genelde altı köşelidir ancak kiriş yüksekliğinin arttırılması amacıyla kullanılan bazı ara levhaları ile sekizgen boşluklar da olabilmektedir. Petek kirişlerin sehim miktarı, aynı eğilme rijitliğine sahip profil kirişlerden azdır ancak yüksek gövdeli olmalarından ötürü büyük bir yanal burkulma problemi ile karşı karşıyadır.

Çelik kiriş çeşitleri arasında yer alan düzlem kafes kiriş sistemlere tek doğrultuda yük aktaran çubuk sistemler başlığı içerisinde ve uzay kafes kiriş sistemlere ise iki doğrultuda yük aktaran çubuk sistemler ana başlığı içerisinde daha detaylı değinilecektir.

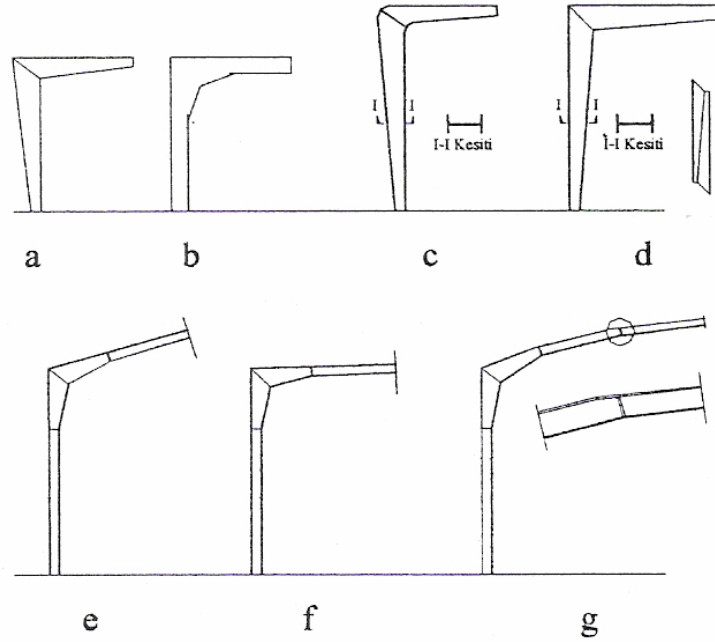
5.1.1.2.Çerçeve Sistemler

Çerçeveler, yatay yüklere karşı dayanımı, düğüm noktalarındaki elemanların rijitlikleri ile sağlanan taşıyıcı sistemlerdir. En kesit ölçüleri boylarına oranla küçük olan çubuk şeklindeki elemanların yatay ve düşey elemanlarıyla oluşmuş formlardır. Dolayısıyla, yatay ve düşey yüklerin aktarılmasına yararlar. Düşey yük altında çerçeve sistem, sürekli kiriş davranışı gösterir ve kesit tesirleri azalır. Çerçeveler birlikte çalışacak şekilde yanyana getirilerek çok gözlü çerçeveler oluşturulabilir. (Atalay, 2002, p.32)

Çelik çerçeve sistemler koşullara göre önceden hazırlanmış veya yerinde yapım şeklinde üretilen kısa açıklık olarak 15m.'ye kadar, 16m. ve 35m. arasında orta açıklıklı ve 36m. ile 60m. arasında geniş açıklıklı üretimleri yapılabilen sistemlerdir. Kısa açıklıklı çerçeveler genellikle 3-5 metre aralıklarla, orta açıklıklı sistemler köşebent ve soğuk hadde profillerden oluşan aşıklar için 4-8 metre aralıklarla, geniş açıklıklı çelik çerçeveler ise U ve I profillerin ve kafes aşıklarının kullanılmasıyla 8-12 metre aralıklarla uygulanırlar.

Çerçevelerde gerilmelerin yoğunluğu ve izlediği yollar dirsek formunun değişmesi ile birlikte değişir. Açının 90 dereceden az olduğu dış köşeler her zaman gerilmelerin etkisi altındadır. Kesme gerilmeleri basınç gerilmelerinden daha büyük bir alana sahiptirler. Basınç gerilmeleri keskin bir iç köşe etrafında yoğunlaşmış küçük bir alanda, çekme gerilmeleri dışta daha büyük bir alanda, kesme gerilmeleri ise köşelerde gerçekleşir.

Bütün çelik çerçevelerde; kesme, istenilen forma eğme, yerleştirme ve kaynaklama gibi işlemler uygulanır. Çerçeve tipleri oluşturmada kaynaklı birleşimler yaygın kullanılır ancak çerçeve tipi seçiminde kaynak işlemi kadar köşelerin şekli, boyutu ve bileşenlerin düzenlenmesi de önemlidir. Kaynaklı basit çerçeve tiplerinde, standart kesitli profiller, bunları birbirine birleştiren ve dayanımı arttıran ara plakalarla birlikte kullanılır. Çerçevelerin tepe noktalarına doğru yaklaşıldıkça, daha küçük momentler için profil kesitleri azalmaktadır. Şekil 5.3'te basit çerçeve tipleri için örnekler verilmiştir.



Şekil.5.3.Çeşitli Çelik Çerçeve Oluşumları

Çelik çerçevelerde çoğu zaman betonarme temel kullanılır. Çelik çerçeve ve betonarme temel arasındaki bağlantı üç yöntemle yapılabilir. İlk yöntem; ayakların temel içine yerleştirildikten sonra sulu harç ile boşlukların doldurularak sabitlenmesi ile ikinci yöntem; ayakların çelik taban plakası üzerine kaynaklanarak çelik keleklerle desteklenmesi ile sağlanır. Üçüncü yöntem ise; bağlantının mafsallı olarak, bulonlarla gerçekleştirilmesidir.

Çelik çerçevelerde temel bağlantısı dışındaki bir diğer önemli detay ise tepe noktaları çözümleridir. Tepe noktaları birbirine rijit olarak yada mafsallı olarak bağlanabilir. Standart I profil kullanılarak oluşturulan rijit bağlantılı tepe noktası çözümlerinde profil alt flanşı kesilerek araya kaynaklanan çelik bir levha ile kesitler büyütülür. Mafsallı bağlantıda ise çerçeveler, tepe noktalarında, profil kesitlerinde bir değişim olmadan bağlantı plakalarıyla bağlanır.

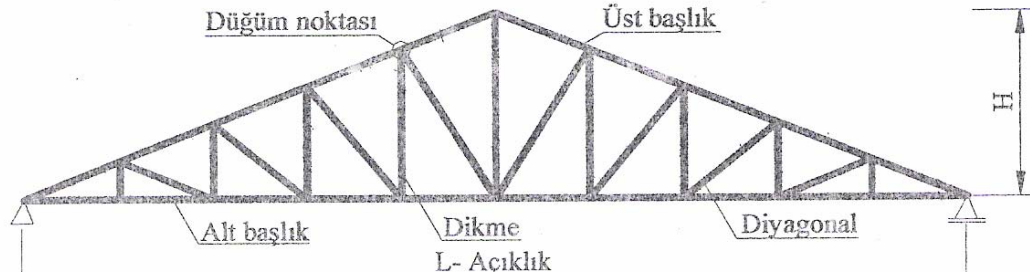
5.1.1.3. Kemer Sistemler

Çubuk taşıyıcı sistemler sınıfındaki kemerler, basınca çalışan ve üzerine gelen yüklerin iki uçtaki taşıyıcılara aktaran eğri eksenli sistemlerdir. Belirli bir basınç kuvveti altında, doğru eksenli çubuklarda olduğu gibi kemerlerde de burkulma olur. Kemerler, farklı tipteki eğrilerle oluşturulabilirler, bunların içinde ikinci derece parabol en uygun kemer şeklidir. Açıklığa göre kemerler, sehim kazandıkça yarın daire kemer, tam sivri, eliptik kemer, basık kemer ve parabolik kemer gibi isimler alırlar. (Atalay, 2002, p.39)

Çelik kemerler; iki yada üç mafsallı olarak yapılabilen, yaklaşık 500 metre gibi geniş açıklıkları geçmek için kullanılan en eski taşıyıcı sistemlerdendir. Kemer sistemler bitmiş forma sahip sistemlerdir ayrıca formun zeminde sonlanması sırasında oluşan açılar nedeniyle yapılan yapılarda ölü mekanlar doğar. Bu yüzden, özellikle çelik kafes sistemle oluşturulan kemerler oldukça ekonomik olmasına rağmen tercih edilmezler.

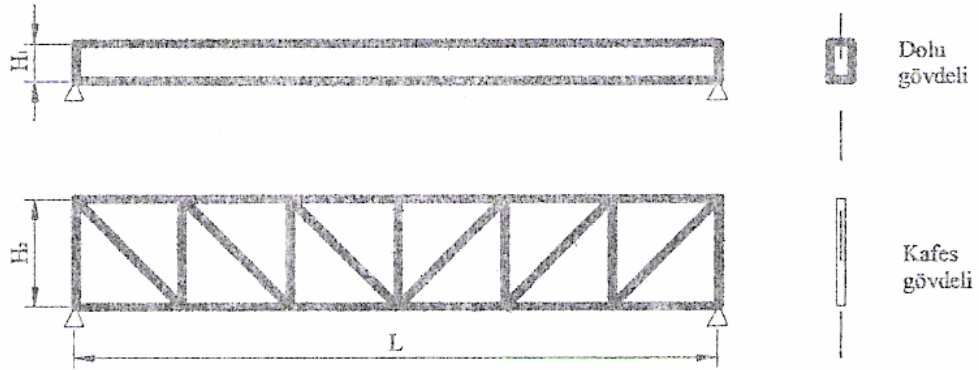
5.1.1.4. Düzlem Kafes Kirişler

Yapı bünyesinde geçilmeye çalışılan “açıklık büyüdükçe kirişlerin yüksekliği artar; buna karşılık kirişin içini yer yer boşaltmak mümkündür. Boşaltma sonucunda kiriş, çekme ve basınç çubuklarından ibaret hale gelebilir. Böylece basınç ve çekme çubuklarından yapılan kirişlere kafes kiriş denir.” (Hasol, 1993, p.265) Harris tarafından yapılan bir tanıma göre ise; “kafes kirişler; çekme ve basınca çalışan tekil çubuklardan oluşan taşıyıcı sistemlerdir.”



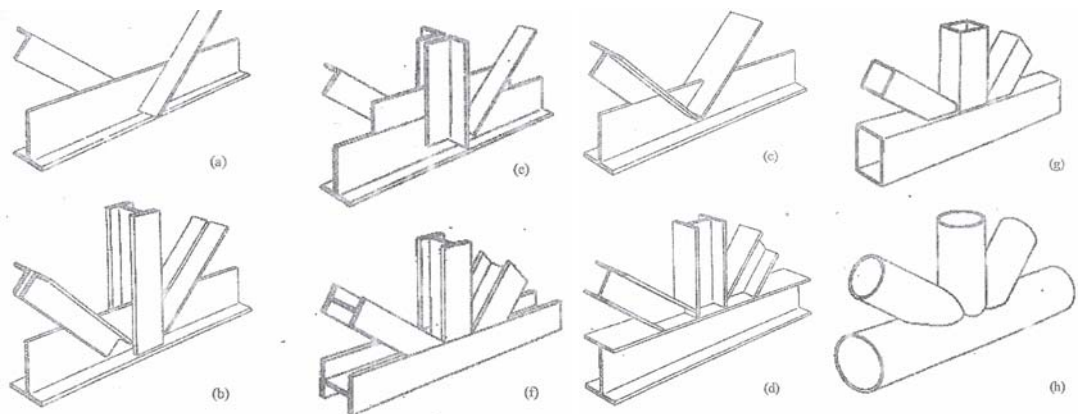
Şekil 5.4. Düzlem Kafes Kiriş

Düzlem kafes kirişler; alt ve üst başlık çubuklarından ve bunların arasında düzenlenmiş örgü çubuklarından, dikme ve diyagonallerden oluşmuş, basit tasarımlara sahip konstrüksiyonlardır. Doğrusal çubukların birleşim noktaları “düğüm noktası” olarak adlandırılır. Kafes kirişlerde başlık çubuklarının eğilmeye çalışmaması için, yüklerin düğüm noktalarına tesir ettirilmesi gerekmektedir. Düzlem kafes kirişlerde, üst başlıklarda eksenel basınç gerilmeleri, ara elemanlarda hem basınç hem çekme gerilmeleri, alt başlıklarda ise çekme gerilmeleri görülür. Oluşan eksenel basınç ve çekmeye karşı üstün statik özelliklere sahip olması ve yüksek burkulma rijitliği gibi nedenlerden dolayı kafes kiriş uygulamalarında tercih edilen en elverişli bileşenler kutu ve boru profilleridir. Kullanılan kutu ve boru profillerin birleştirilmesi; kaynak yöntemiyle veya bayrak levhaları yardımıyla yapılan bulonlama işlemi sayesinde olur.



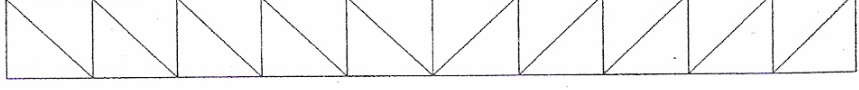
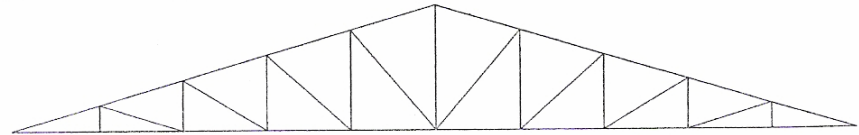
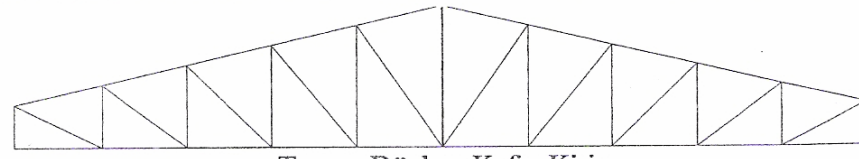
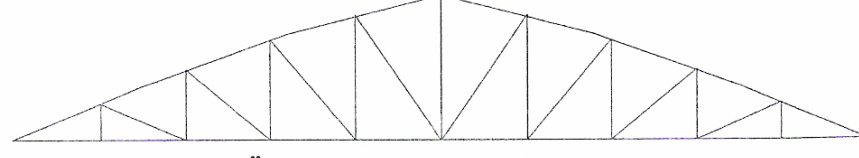
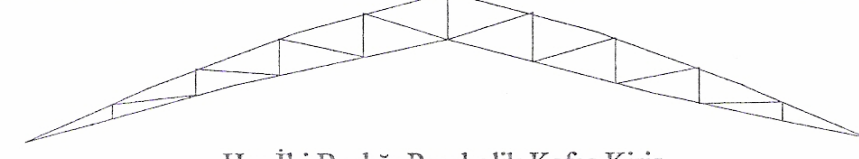
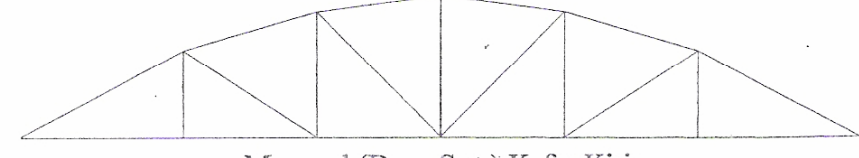
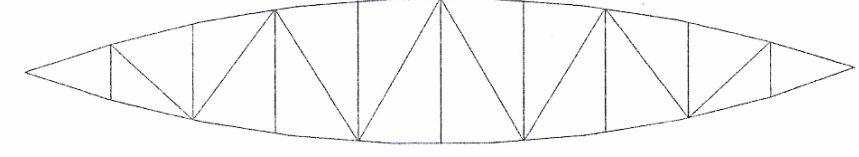
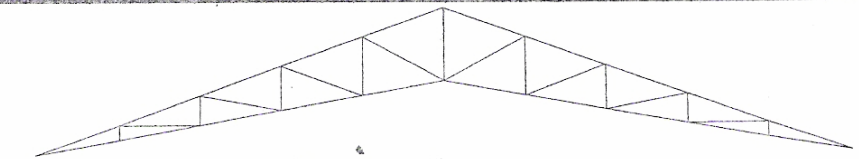
Şekil.5.5. Dolu gövdeli ve kafes gövdeli kirişler

Kafes kirişlerde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, bu sistemi meydana getiren bütün çubukların eksenlerinin aynı düzlem üzerinde bulunmaları zorunludur. Bu düzleme kafes kiriş düzlemi adı verilmektedir. Sadece çubukların değil, sisteme etkiyen yüklerin de bu düzlemde yer almaları, dikkatten kaçırılmaması gereken bir husustur. Ayrıca, çubukların en kesitlerinin, malzemenin büyük bir kısmı kiriş düzlemine paralel bulunacak şekilde seçilmelerinin de büyük yararı vardır. (Ardan, 1973, p....)

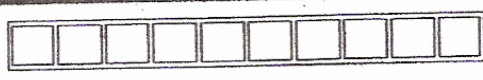


Şekil 5.6. Çelik Düzlem Kafes Kiriş Birleşimleri

Tablo 5.1.Düzlem Kafes Kiriş Tipleri

Düzlem Kafes Kiriş Tipleri

Paralel Başlıklı Düzlem Kafes Kiriş

Üçgen Başlıklı Düzlem Kafes Kiriş

Trapez Düzlem Kafes Kiriş

Üst Başlığı Parabolik Kafes Kiriş

Her İki Başlığı Parabolik Kafes Kiriş

Mansard (Deve Sırtı) Kafes Kiriş

Mekik (Yay Kirişi) Kafes Kiriş

Her İki Başlığı Üçgen Kafes Kiriş

Tablo 5.2.Düzlem Kafes Kirişlerde Çubuk Düzenlemeleri

Düzlem Kafes Kirişlerde Çubuk Düzenlemeleri	
"N" yada Pratt Tipi	
Warren Tipi	
Howe Tipi	
Vierendeel Tipi	
Belçika Tipi	
Yelpaze Tipi	
Fransız Tipi	
Kuzey Işığ Makası	
Dikmeli-V Tipi	
Çift Dikmeli-V Tipi	
Makas Ağız Tipi	
Kirişli Makas Tipi	
"K" Makası	

5.1.2. İki Doğrultuda Yük Aktaran Çubuk Sistemler

İki doğrultuda yük aktaran çubuk sistemler üzerlerine etki eden yükleri çubuk elemanlarla oluşturulan çatı taşıyıcısının kenarlarına ve oradan da mesnetlere ileten sistemlerdir.

5.1.2.1. Uzak Kafes Sistemler

Uzak kafes sistemler; “çok geniş açıklıkları örtmek üzere yapılan, bütün öğeleri birbirine bağlı olup her doğrultuda bir bütün halinde çalışan üç boyutlu kafeslere denir. Sistem büyük açıklıkların örtülmesi ve kolonlarla kesilmeden sürüp gitmesi için tasarımlanır ve örtü yüzeyi strüktürel bütünlük içinde göreve katılır. ” (Hasol, 1993, p.467)

Uzak kafes sistemleri birbirlerine düğüm noktalarından bağlı çubuk ağından kurulu sistemler olarak tanımlamak mümkündür. Bu sistemler temel formları yönünden; düzlem yüzeyli uzak kafes sistemler ve eğri yüzeyli uzak kafes sistemler olarak iki grupta incelenir. Eğri yüzeyli uzak kafes sistemler ise; tonozal (tek eğrilikli) yüzeyli ve kubbesel (aynı yönde çift eğrilikli) yüzeyli uzak kafes sistemler olarak ayrılır.

Düzlem yüzeyli uzak kafes sistemler, paralel iki ağı düğüm noktalarından birbirlerine ara çubuklarla birleştirilmesiyle oluşur. Uzak kafeslerde kullanılan düzgün çok yüzlüler dörtyüzlü, sekizyüzlü ve yirmiyüzlüdür.

Eğri yüzeyli uzak kafes sistemler, tek veya çift eğrilikli yüzeyler üzerinde yer alan ağların, düz çubuklarla birleştirilmesiyle oluşur. Çift eğrilikli uzak kafes sistemler eş veya ters eğrilikli olabilirler. Kullanılan eş eğrilikli geometriler; küre, paraboloid ve elipsoid kesitleri, ters eğrilikli yüzey geometrisi ise hiperbolik paraboloiddir.

5.2. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

Yüzeysel taşıyıcı sistemler; boyutlarından bir tanesi diğer iki boyutuna oranla çok küçük olan taşıyıcı sistemlerdir. Düzlem yüzeyli ve eğri yüzeyli olarak iki başlık altında incelenebilirler.

Düzlem yüzeyli taşıyıcı sistem olan plak sistemler; uzunluk ve genişliklerine oranla kalınlıkları çok küçük olan sistemlerdir. Örnek olarak; katlanmış plaklar sayılabilir.

Eğri yüzeyli taşıyıcı sistemler ise kabuk sistemler ve şişme (pnömatik) sistemlerdir. Kabuk sistemler; “iki boyutu kalınlığından çok büyük olan, taşıma ve örtme işini aynı anda gören, dış kuvvetlere karşı kabuğun orta çizgisine teğet eksenel kuvvetlerle direnen tek veya çift eğrilikli hacimsel taşıyıcı sistemlerdir.” (Türkçü, 1990, p.54) Kabuk sistemler tek eğrilikli ve çift eğrilikli olarak iki ana başlık altında incelenebilir. Çift eğrilikli kabukları da kendi aralarında eş eğrilikli ve ters eğrilikli olarak gruplanırmak mümkündür. Eş eğrilikli kabuklarda tonoz kabuklar, ters eğrilikli kabuklarda ise en bilinen örnek; hiperbolik paraboloid kabuklardır.

Şişme sistemler; “hava veya çeşitli gazlar ile kapalı bir hacim içerisinde yaratılan basınç farkı etkisiyle, esnek, hafif, ince ve dayanıklı yapıya sahip membran malzemenin taşınması olarak tanımlayabiliriz. Membran örtüye uygulanan öngerilme ile hem örtme hem de taşıyıcılık özelliği kazandırılır.” (Tayfun Atalay, 2002, pp. 56-57)

Yüzeysel taşıyıcı sistemler ana başlığı altında incelediğim plak sistemler, kabuk sistemler ve şişme sistemler yapımlarında kullanılan taşıyıcı malzeme açısından tezin konu kapsamı dışındadır. Plak ve kabuk sistemler betonarme yapım prensipleri ile, şişme sistemler ise membran malzeme kullanılarak ve bazı uygulamalarda membran ve kablo kullanılması ile oluşturulurlar. Bu yüzden geometrik çıkışlı taşıyıcı sistem sınıflandırması içerisinde yer alan yüzeysel taşıyıcı sistemler kısaca açıklanmıştır.

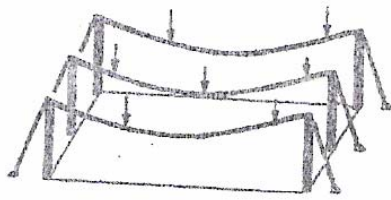
5.3. Kablo (Asma) Sistemler

“Yük taşıma işleminin kablolar tarafından gerçekleştirildiği, esas yüklerin ankraj noktaları arasına gerilmiş çekme elemanları tarafından taşındığı taşıyıcı sistemler olarak tanımlanmaktadır.” (Türkçü, 1997, s.19)

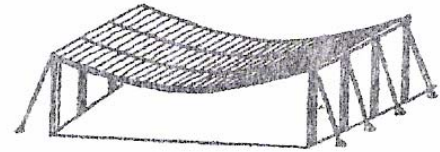
Kablo sistemler üç grupta incelenebilir. Bunlar;

- Tek kablo sistemler
- Çift kablo sistemler
- Kablo ağ sistemleri

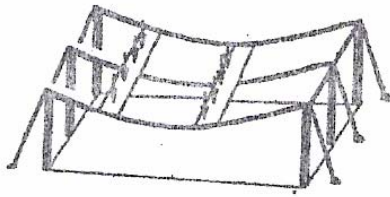
Tek kablo sistemler dikdörtgen planlı mekanları örtmek için kullanılırlar. Tek tabakalı kablo sistemler; iki mesnet arasında kendi ağırlığı ile sarkan bir şekilde ve paralel olarak sıralanmasıyla tek eğrilikli tonoz yüzeyleri oluştururlar.



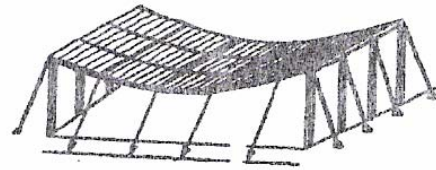
Tek başına çalışan kablolar



Çatıyı bir bütün olarak çalıştıran döşeme elemanlarının kabloları birleştirme



Enine elemanlarla kabloların birlikte çalışması

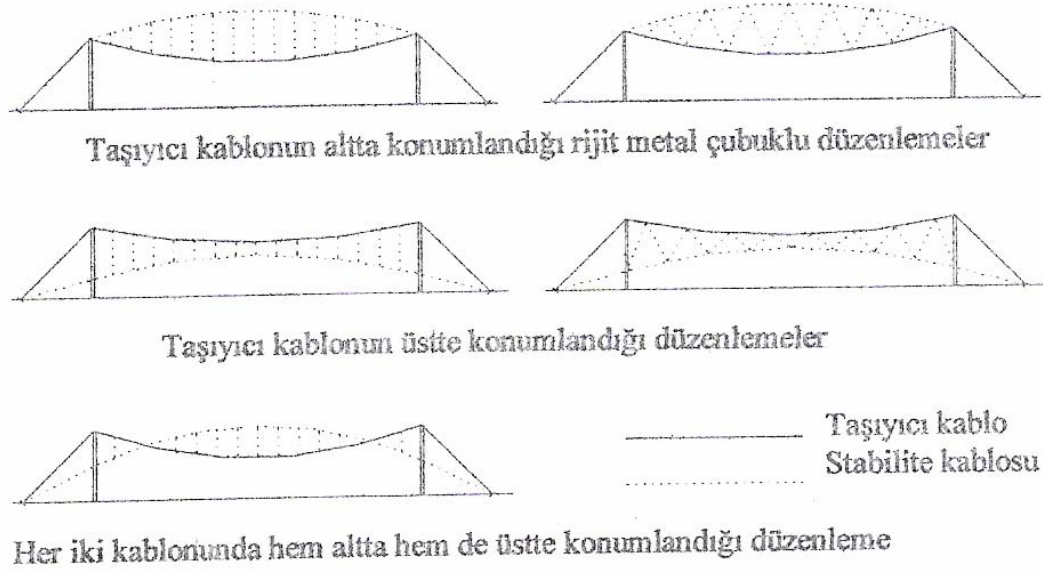


Enine yöndeki kablolarla sisteme öngerilme verilmesi

Şekil 5.7. Tek kablo sistemlerde statik çalışma (Türkçü, 1997, s.38)

Çift kablo sistemler; tek kablo sistemlerin, hareketli yük etkisiyle oluşan dalgalanma ve ağır çatı kaplaması gerektirmesi nedeniyle geliştirilmiştir. Tek kablo sistemlerde olduğu gibi dikdörtgen alanlar örtülmüş ancak daha hafif bir örtü ile kapatılması sağlanmıştır.

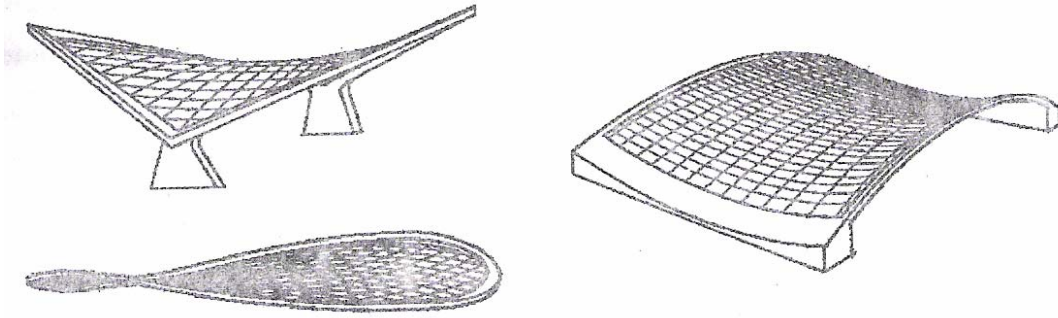
Çift kablo sistemler taşıyıcı ve stabilite kablosu olmak üzere aynı düzlemde ve eğrilikleri birbirine göre ters iki tür kablodan oluşurlar. Taşıyıcı kablolar, sarkan konumda tüm yükleri taşırlar. Stabilite kabloları ise kemer biçimlidir ve iki kabloyu birbirine bağlayan düşey veya diyagonal ağ elemanlarıyla birlikte öngerilim sağlarlar.



Şekil 5.8. Çift kablo sistem düzenlemeleri

Kablo ağı sistemleri; başlıca elemanları taşıyıcı ve stabilite kabloları ile kenar elemanları olan, birbirini kesen taşıyıcı ve stabilite kablolarının, iki veya üç yönlü olarak düzenlenmesiyle oluşturulan tek veya çift eğrilikli sistemlerdir.

Çift eğrilikli kablo ağları stabilitesi daha yüksek olduğundan daha yaygın kullanılmaktadır. Bu sistemlerde, çift kablo sistemlerdeki gibi, sarkan taşıyıcı kablo yükleri taşıırken, öngerilmeyi stabilize kablosu sağlamaktadır. Bunlar eş veya ters eğrilikli olabilir.



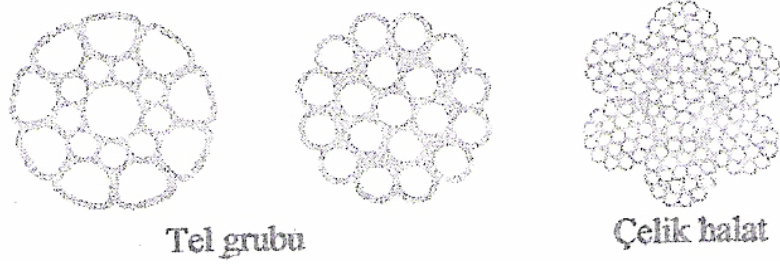
Şekil. 5.9. Hiperbolik paraboloid kablo ağları (Vandenberg, 1998, p.21)

Örtülecek alanın büyüklüğü veya şekli gibi etmenler seçilecek kablo ağı sisteminde de değişiklik yaratabilir. Örneğin; daire planlı alanların örtülmesinde kullanılan sistem; radyal kablo ağı sistemidir. “İçte bir çekme çemberi, dışta bir basınç çemberi ve bu çemberler arasında radyal taşıyıcı kablolarla oluşturulan bu sistemde öngerilme, gerekli stabilize kablolarıyla ağ uzarinde düzenlenir.” (Atalay, 2002, p.62)

Asma sistemler, yüklerin kablolar tarafından taşındığı sistemler olarak tanımlanır. “Az katlı yapılarda taşıyıcı sistem olarak çelik malzemenin kullanımı” konulu tezimin kapsamı içerisinde asma sistemleri oluşturan kabloların yeri önemlidir. Günümüzde çekme kuvvetini karşılayabilecek güçteki elemanlardan yani çelik halat ve tel gruplarından oluşmuş pek çok asma sistem örneğini görmek mümkündür.

Kablolar genellikle çelikten üretilen, bükülebilen ve çekme kuvvetlerini karşılayabilen elemanlardır. Kablolar; tel grupları ve çelik halatlar olmak üzere ikiye

ayrılır. Tel grupları, bir merkezi tel etrafına helisel olarak sarılmış bir veya daha fazla tabakalı çelik tellerin toplamı olarak tanımlanabilir. Çelik halatlar ise tellerin veya tel gruplarının helisel olarak bir araya getirilmesiyle oluşurlar.



Şekil 5.10. Çelik kablo türleri (Vandenberg, 1998, p.26)

BÖLÜM ALTI

TÜRKİYE'DE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNDE YAPILAN ÖRNEKLER

6.1. Bazı Az Katlı Çelik Yapı Uygulamalarının Kullanılan Taşıyıcı Sistem Açısından İncelenmesi

Çelik; küçük en kesitlerle büyük açıklıklar geçebilmesinin mimariye sağladığı yararlar ve yapı yükünü hafifletmesi gibi özellikleri nedeniyle, tarih içerisinde ve günümüzde; ulaşım yapıları, alışveriş merkezleri, eğlence merkezleri gibi fazla sayıda insan barındıran, bu yüzden büyük metrekareler örtülmek istenen mekanlarda, yada galeriler, atölyeler gibi sergileme veya çalışma alanı yaratmak amacıyla geniş açıklık geçilmek istenen mekanlarda kullanım alanı bulmuştur. Bu yapılarda insan sirkülasyonu fazla olduğu için veya fonksiyonları gereği genelde az katlı strüktür sistemi çözümleri tercih edilmiştir.

6.1.1.Feshane

Feshane İstanbul'un Eyüp ilçesinde, 1835 yılında, Osmanlı için önemli sanayi ürünleri arasında yer alan çuha ve fesin temini için kurulmuştur. Belçika'da döküm olarak imal edilmiş kolonlar yapı üretimi özelliğiyle de türünün ilk prefabrik çelik konstrüksiyon tekstil fabrikasıdır.

Yapı tarih içinde bir çok onarım görmüş ve pek çok farklı fonksiyon üstlenmiştir. 1868 yılında çıkan yangın sonucu tahrip olan yerleri onarılmıştır. Daha sonraları fonksiyonunu yitiren yapı, 1986 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Haliç ve çevresini düzenleme projesi kapsamında, büyük dokuma salonu dışında yıkılmıştır. 1992 yılında çağdaş el sanatları müzesine dönüştürülen yapı Haliç tarafı cümle kapısı önünün sular altında kalması nedeniyle kullanılamaz hale gelmiştir. 1998 yılında çürümeye yüz tutmuş olan yapıda bir kez daha restorasyon çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 6.1. Feshane deniz tarafı cephesi



Şekil 6.2.Feshane büyük salon

8000 m²'lik yapı günümüzde; II. Mahmut Salonu, Haliç Salonu, Sadabat Salonu, Küçük Bedesten, Lale Salonu gibi mekanları barındırır. Feshane'nin içerisinde yer alan bu salonlardan en büyüğü 4004 m²'dir ve çok amaçlı salon fanksiyonundaki bölüm yapının karakteristik tüm özelliğini sergiler. İç duvarları günümüze kadar korunmuş olan salonda tüm çelik konstrüksiyonun çatı sisteminin, çatı kaplamalarının, pencere ve kapıların geniş bir perspektifle izlenmesini sağlayan minimalist bir tasarım yöntemi kullanılmıştır.

Feshane binasında Belçika'dan ilk yapımı esnasında getirilen kolonlar günümüze kadar korunmuştur. Haliç salonunda 120 mm. x 110 mm. dikdörtgen ve 300 mm. çapındaki dairesel enkesitli kolonlar kullanılmıştır. 1721 m²'lik mekanda yatayda kolon aks aralıkları 4.75 m. ve düşeyde kolon aks aralıkları 5.05 m. civarlarındadır. Feshane binasının en büyük salonu olan II. Mahmut salonunda ise yine aynı dairesel kolonlar kullanılmıştır ve yatayda 4.60 m., düşeyde ise 4.72 m. açıklık geçilmiştir.



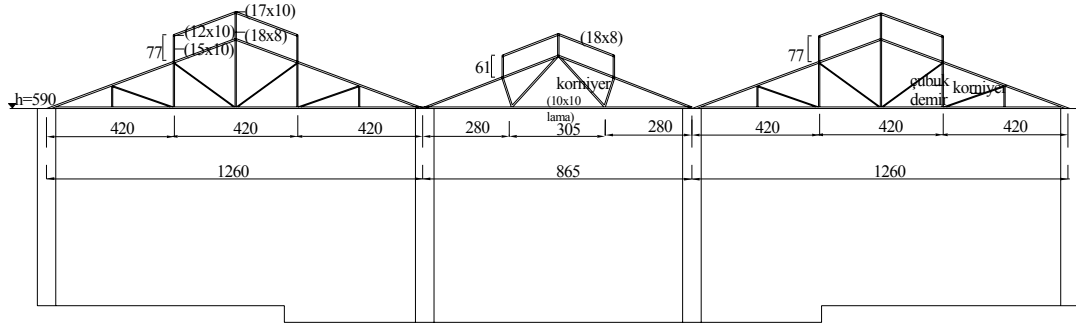
Şekil 6.3.Feshane Haliç salonu



Şekil 6.4.Feshane büyük salon

6.1.2. Alsancak Garı

Robert Wilkin adlı İzmirli tüccar ile dört ortağı 1855'de İzmir-Aydın demiryolu için imtiyaz talebi ile Osmanlı Hükümetine başvurmuş ve 1856'da imzalanan sözleşme ile bu imtiyazı almışlardır. 1857'de şirket el değiştirmiş ve "İzmir'den Aydın'a Osmanlı Demiryolu " adını almıştı. 1857'de Vali Mustafa Paşa döneminde temel atılan demiryolunun başlangıcında yer alan Alsancak Garı (o günkü adıyla Punta), 1858'de hizmete açıldı. Alsancak İstasyonu'nun yapılması, Alsancak'ın doğusunda yeni bir endüstriyel alan gelişimine ivme kazandırdı. 19.yy'da gar yapıları bir kentin şekillenmesi ve gelişmesinde önemli etkisi olan yapılardır, bu yüzden dönemin mimarisinin gelişmesine önemli katkıları olmuştur.

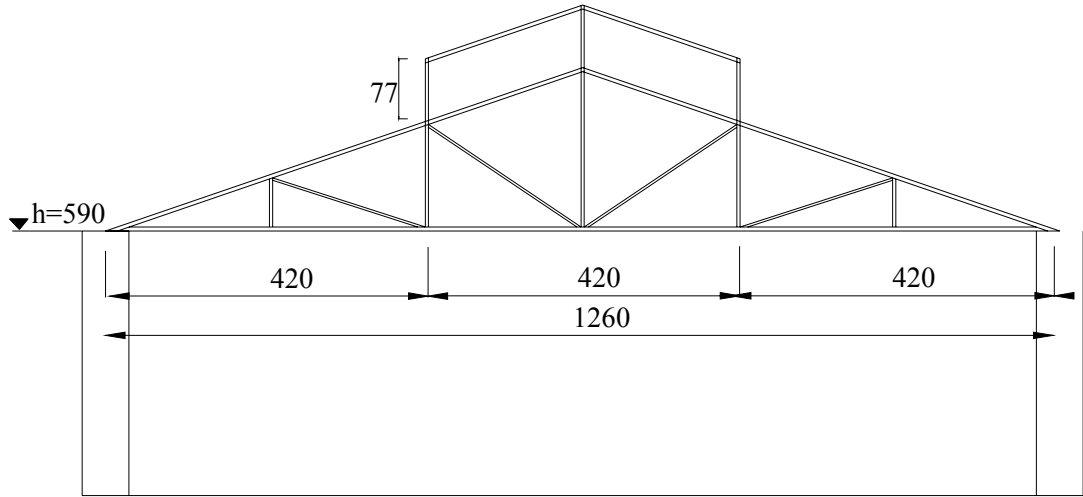


Şekil 6.5. Alsancak Garı çatı makasları

Alsancak Garı 33,85 m. x 130,95 m. açıklığa sahiptir ve bu açıklık 3 makas kullanılarak geçilmiştir. Ortadaki makas 8,65 m. açıklığı geçmektedir. Warren tipi düzlem kafes kiriş çubuk düzenlemesine örnek sayılabilecek bir makas tipidir. Diğer iki makas ise 12,6 m. açıklık geçmektedir ve aynı strüktürel özellikleri taşımaktadır. Pratt tipi yada “N” tipi düzlem kafes kiriş olarak tarifi mümkündür. Üç düzlem kafes kiriş de 5,90 kotunda biten duvara oturmaktadır.



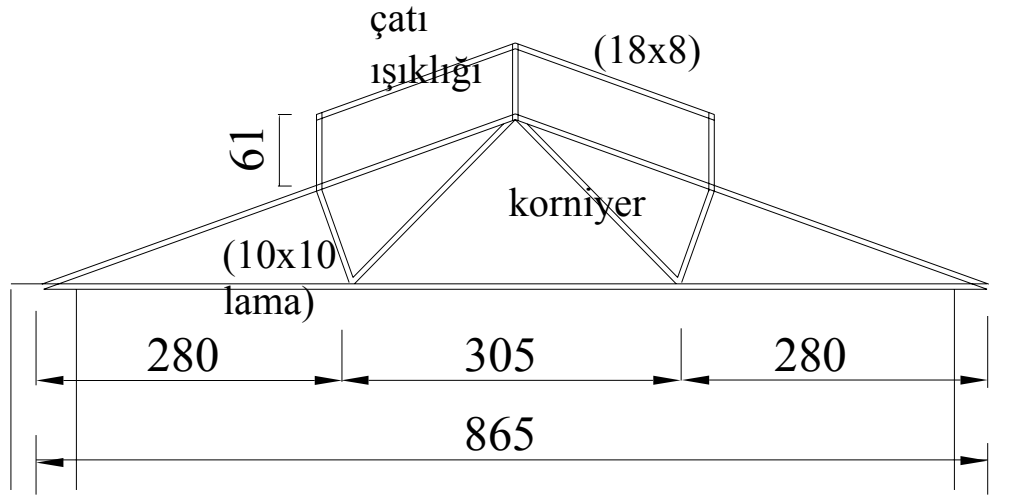
Şekil 6.6. Alsancak Garı 1. tip çatı makası



Şekil.6.7. Alsancak Garı 1. tip çatı makası. (“ N ” Tipi – Pratt Tipi düzlem kafes kiriş çubuk düzenlemesine örnektir.)



Şekil 6.8. Alsancak Garı peron kısmı 2. tip çatı makası



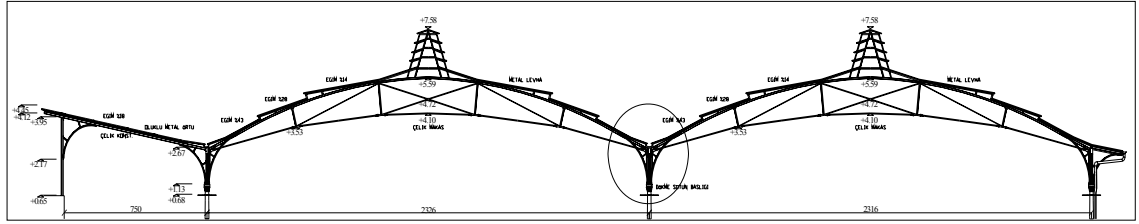
Şekil 6.9. Alsancak Garı 2. tip çatı makası. (Warren Tipi düzlem kafes kiriş çubuk düzenlemesine örnektir.)

6.1. 3. Basmene Garı

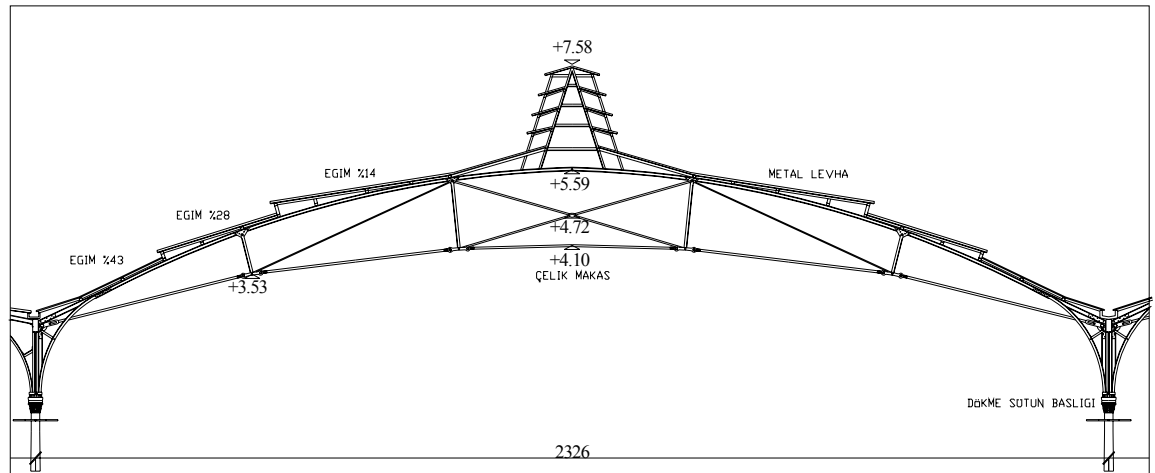
19.yy'da sanayi devrimi ile birlikte kara yolu taşımacılığının en yoğun kullanıma sahip aracı trenler olmuştur. Tren yolculuklarında, herhangi bir gereksinmeyi karşılamak üzere durulan yerler istasyon olarak adlandırılmış ve istasyon yapıları, diğer adıyla garlar, yoğun bir şekilde inşa edilmeye başlanmıştır.

Türkiye'de ilk tren garı yapıları İzmir, Manisa, Aydın, İstanbul gibi sanayi ve ticaretin geliştiği yurdun batı bölgelerinde inşa edilmiştir. Manisa - İzmir arasındaki ilk demiryolunun açılışı 1863'de yapılmış ve tarihi Basmene Garı inşa edilmiştir. Basmene garı dönemin ve günümüzün ünlü mimarı Gustave Eiffel tarafından tasarlanmıştır. Zaman içinde zarar gören yapı son yıllarda demiryollarında yapılanmaya gidilmesi sonucunda Salih Seymen tarafından restore edilmiştir.

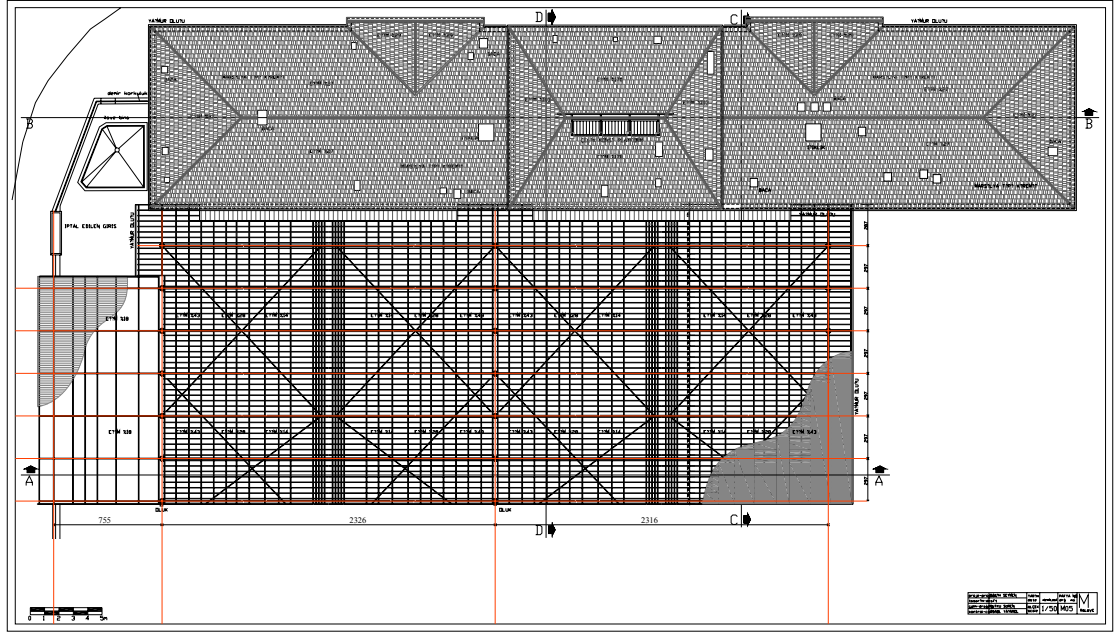
Yapı; idari bina, kapalı ve açık bekleme salonu, lojman ve teknik bölümlerden oluşur. Yığma kagir olan idari bölüm, kapalı bekleme salonunu da içine alır ancak açık bekleme bölümü çelik taşıyıcı sistemden inşa edilmiştir. Yığma kagir iki katlı ana yapının yüksekliği ise 9,50 metre civarlarındadır. Merkezde yükselen kule 17,35 metre yüksekliğindedir.



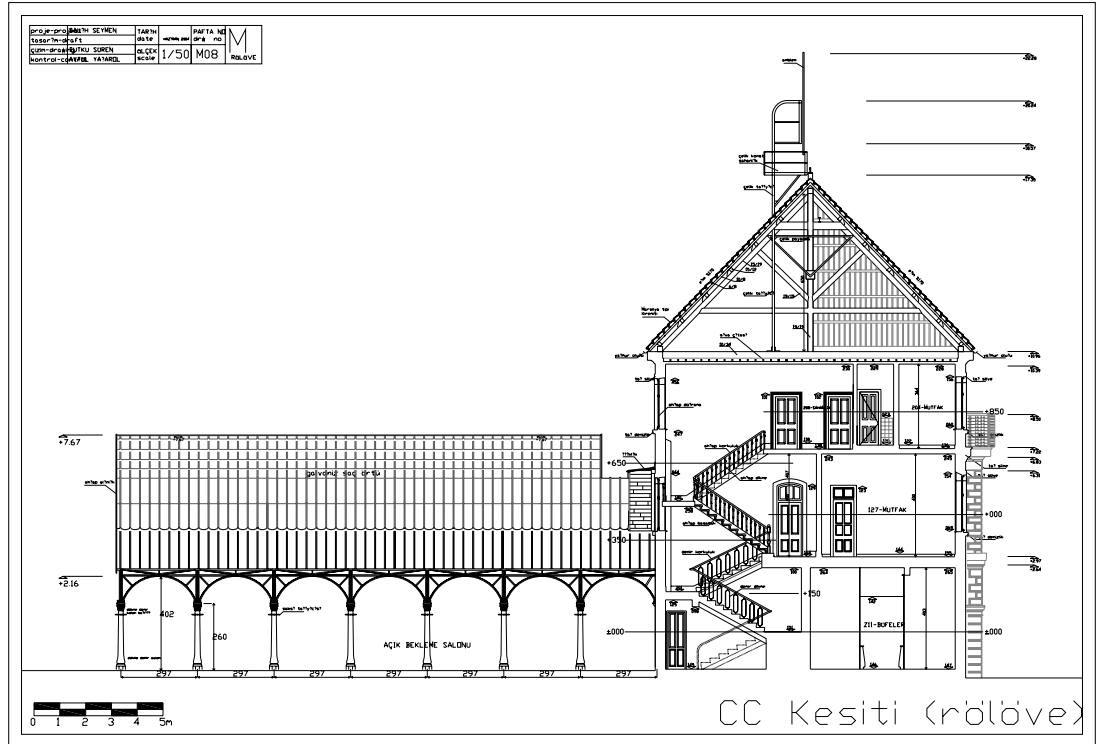
Şekil 6.10. Basmane Garı peron kısmı çatı makasları



Şekil 6.11. Basmane Garı çatı makası kesiti

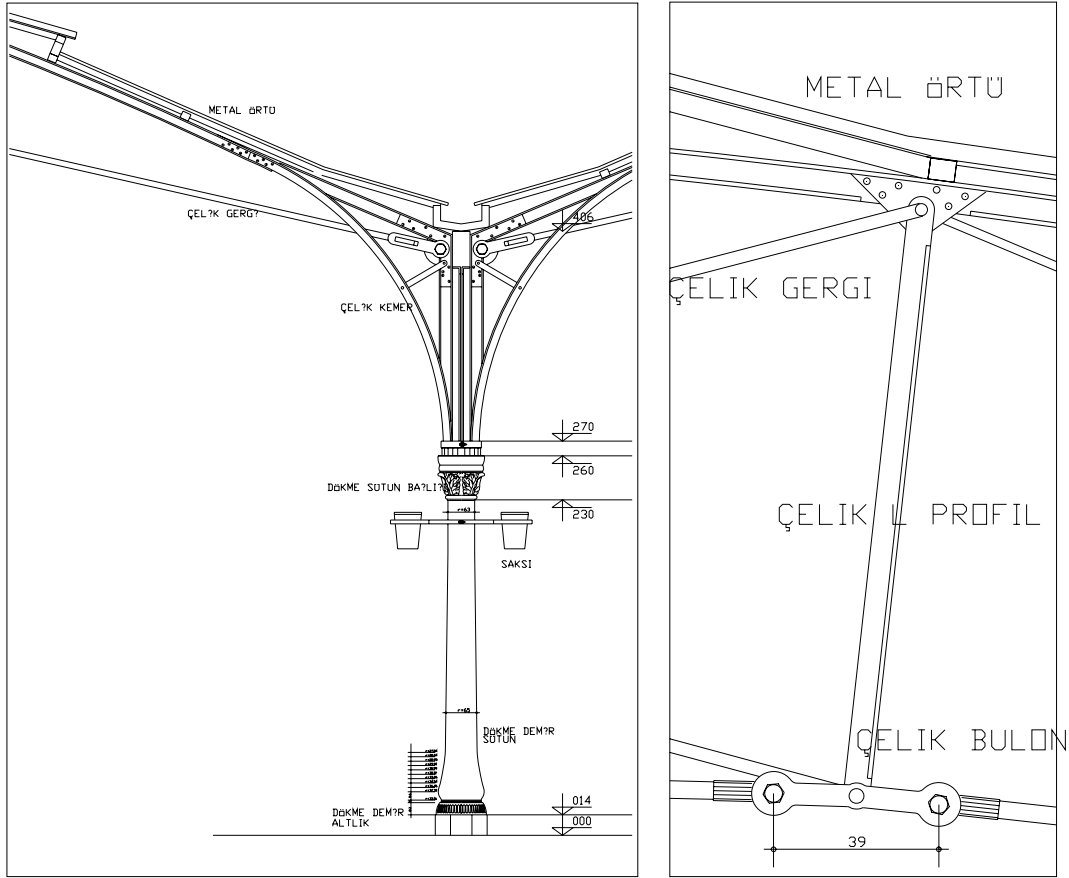


Şekil 612. Basmane Garı çatı planı

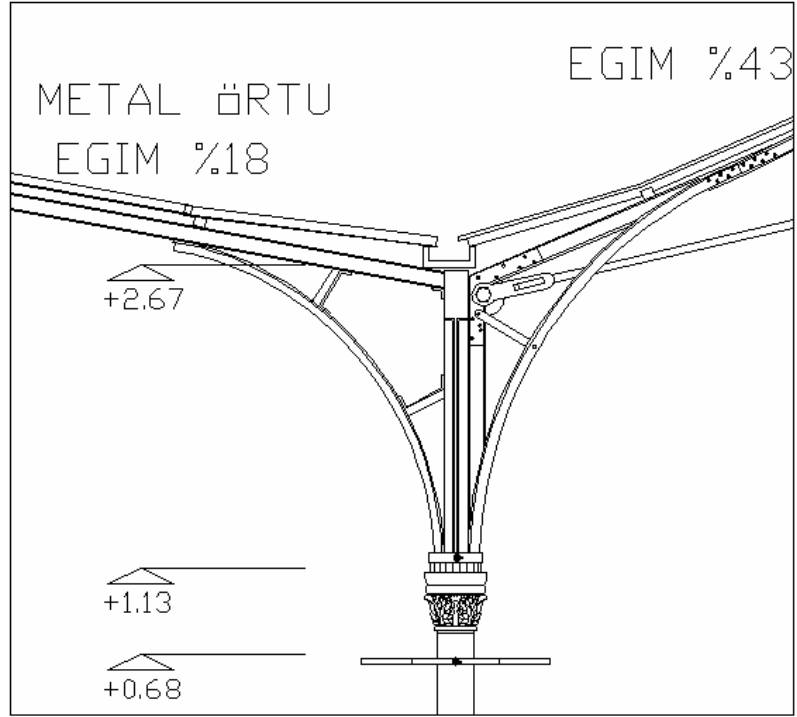


Şekil 6.13. Basmane Garı ve peron kısmı kesiti

Basmane Garı'nın çelik açık bekleme salonu bölümü 20,78 m. X 46,75 m. ölçülerindedir. Peron tarafındaki 46,75 m. olan açıklık iki adet çelik makasla geçilir. Peron tarafındaki çelik çatı makaslarının üzerine oturduğu kolonlarda mesafe akstan aksa 23,26 m. ve 23,16 m.'dir. 20,78 m. olan diğer yöndeki açıklık ise akstan aksa 2,97 m. aralıklarla 7 adet kolonla geçilmiştir. Dökme demir kolonların çevreleri 600 mm., yükseklikleri ise 2,60 m. + 1,70 m.'dir. Kolonlardan yükselen çelik kemerler ve çatı makasları sayesinde açık bekleme salonunun çatı yüksekliği 6 m.'yi aşmaktadır.



Şekil 6.14 Basmane Garı peron kısmı kolonları Şekil 6.6. Makas nokta birleşim detayı



Şekil 6.15. Basmane Garı kolon-makas birleşimi



Şekil 6.16. Basmane Garı peron kısmı



Şekil 6.17. Basmene Garı kolon-makas birleşimi



Şekil 6.18 – Şekil 6.19. Basmene Garı çelik sistem detayları



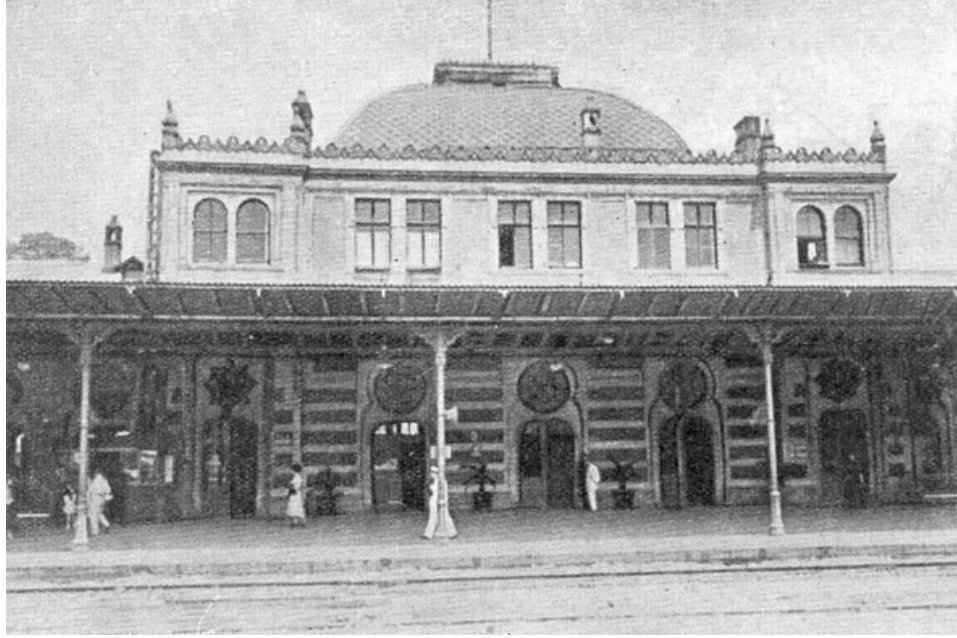
Şekil 6.20. Basmane Garı peron kısmı çatı makasları



Şekil 6.21- Şekil 6.22 Basmane Garı çatı makası detayları

6.1.4. Sirkeci Garı

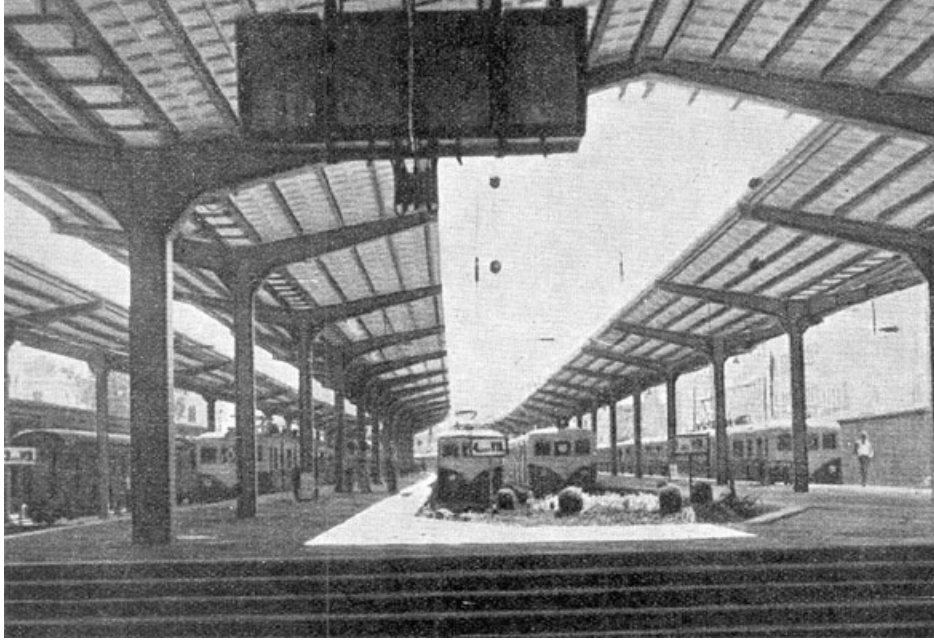
Sirkeci Garı İstanbul'da Sirkeci semtinde yeralan, 1890 yılında kullanıma açılmış ve günümüzde de hala kullanılmakta olan bir gar yapısıdır.



Şekil 6.23.Sirkeci Gar binasının 1950'lerdeki görünümü



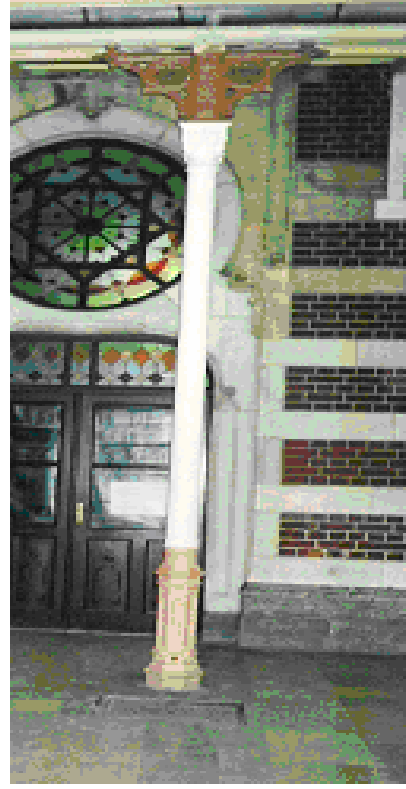
Şekil 6.24.Sirkeci Garı günümüzdeki hali



Şekil 6.25.Sirkeci Gar banliyö peronlarının 1950'lerin 2. yarısındaki durumu

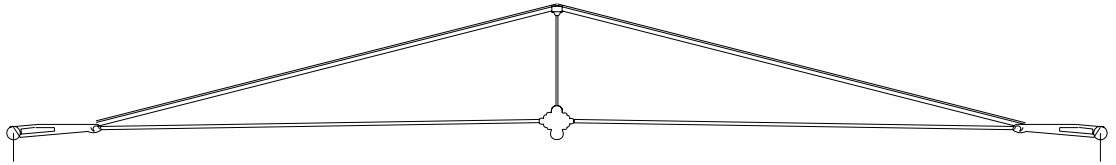


Şekil 6.26.Sirkeci Gar banliyö peronlarının günümüzdeki durumu



Şekil 6.27- Şekil 6.28.Sirkeci Garı peron kısmındaki kolonlar

Sirkeci Garı peron bölümünde iki farklı kolon tipi kullanılmıştır. Kullanılan dairesel en kesitli kolonların çevresi 50 cm.'dir ve 7.25 m. aralıklarla yerleştirilmiştir. Üst örtüsü basit ve narin bir makas tarafından taşınmaktadır. Üst başlığı boru profillerden alt başlığı ise çelik gergilerden oluşan makasta çelik orta gergi ile sistem tamamlanmıştır. Diğer kolon tipi yatayda ve düşeyde çalışan Y şeklinde bir strüktürel elemandır. I profillerin saçla kapatılmasıyla elde edilmiştir.



Şekil 6.29. Sirkeci Garı peron kısmındaki makas çözümü



Şekil 6.30. Sirkeci Garı peron kısmındaki makas çözümü

6.1.5. Konak Pier

Konak Pier; 1850-1910 yılları arasında kısım kısım inşa edilmiş, toplamda 18.600 m²'lik bir yapıdır. Yapının bir bölümünde Gustave Eiffel'in imzası olduğu düşünülmektedir. İzmir Konak'ta “eski gümrük depoları”, “balık hali” ve son müdehaleden önce ise “tansaş otoparkı” olarak bilinen yapı 1996 yılında başlayan çalışmalarla “kültür ve ticari aktivite merkezi” olarak Mimar Salih Zeki Pekin'in tasarımları ışığında yeniden düzenlenmiştir. Mülkiyet krizi nedeniyle açılışı ertelenen ve yapımı bir süre durdurulan Konak Pier, 2002 yılı şubat ayında toplam 48 işyeri ile kapılarını halka açmıştır.



Şekil 6.31. Konak Pier güney görünüşü



Şekil 6.32. Konak Pier doğu görünüşü



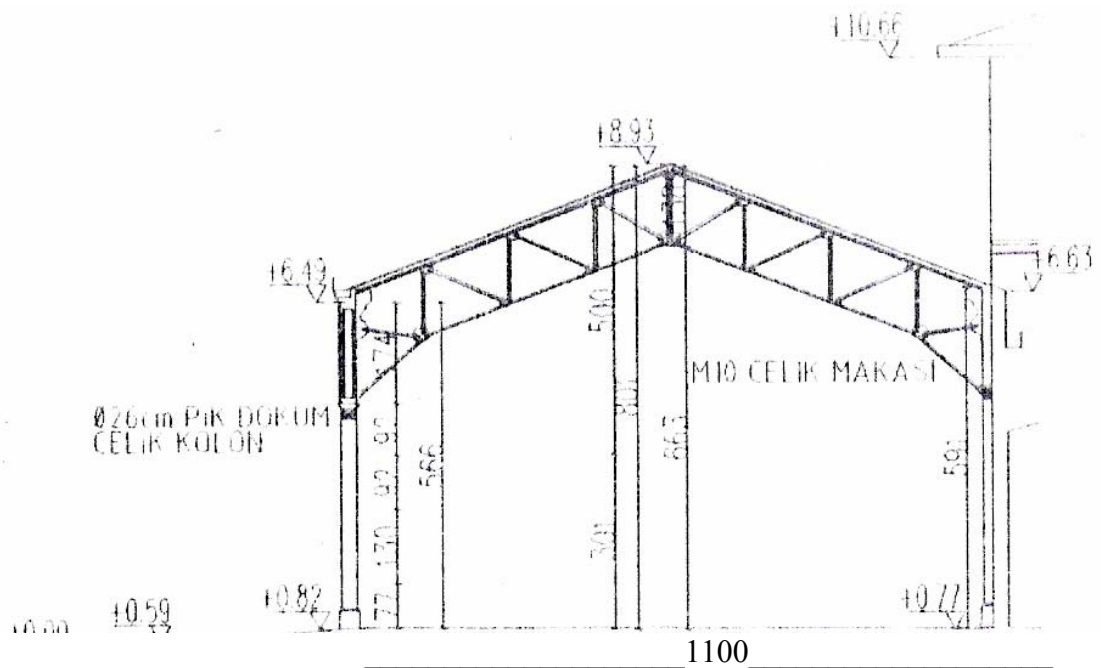
Şekil 6.33. Konak Pier Alışveriş Merkezi inşaatı



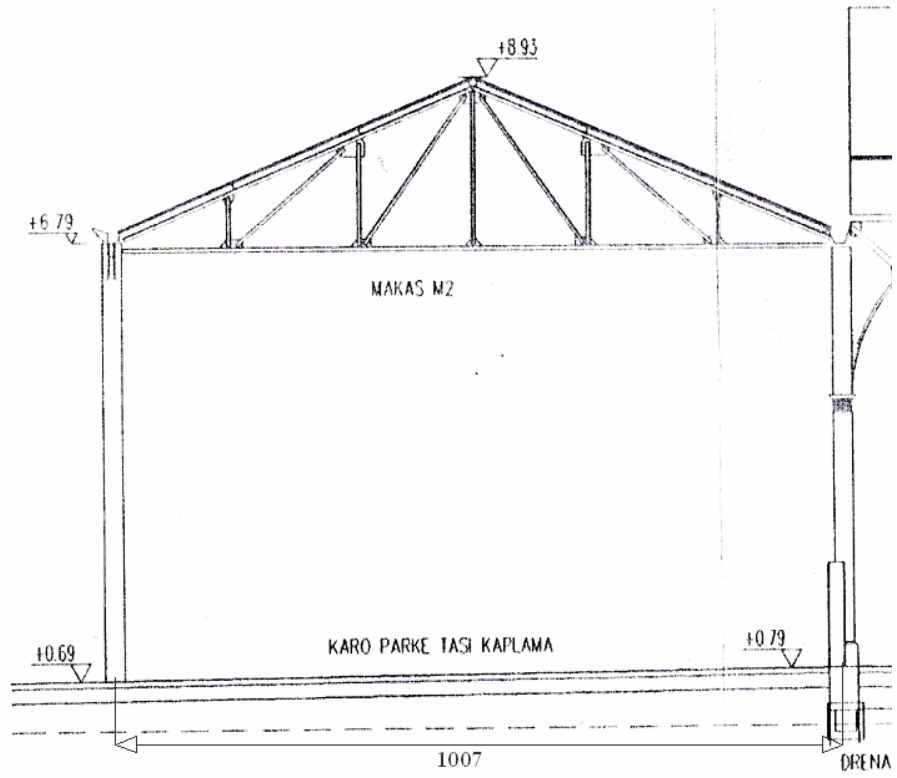
Şekil 6.34. Konak Pier çelik kolon ve çelik makas birleşimi

Fiziki ömrünü tamamlama aşamasında yapılan müdahale sonucu binanın yapısal ve statik dayanımı arttırılmıştır. Konak Pier'in alışveriş merkezi haline dönüştürülmesi esnasında mevcut pik döküm çelik dairesel ve dikdörtgen kolonlar ve çelik çatı makasları ile birlikte, tek yönde bina boyunca devam eden yığma kagir duvar da korunmuştur. $\phi 260$ mm. olan dairesel kolonlar ve 260 mm. x 160 mm. ölçüsündeki dikdörtgen kolonlardan oluşan taşıyıcı sistem üzerinde farklı makas çözümleri uygulanmıştır.

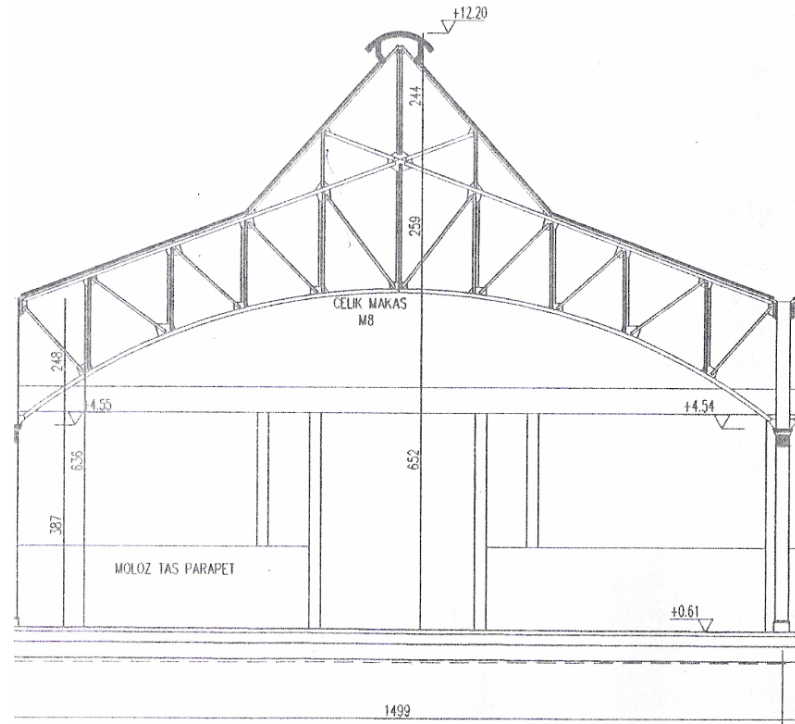
Konak Pier'de farklı dönemlerdeki işlevsel değişikliklerden kaynaklanan yeni düzenlemeler ve eklemeler, orjinal özellikleri korunmakla birlikte, çağdaş bir yorumla, eski ve yeni binaya saygılı bir biçimde gerçekleştirilmiştir. Konak Pier'in bünyesindeki işyerleri bina içerisinde binanın strüktüründen bağımsız bir şekilde çözülmüştür. İşyerlerinin ana yapıdan kopartılmış kutucuklar şeklinde çözülmüş olması çelik sistemi açık bir şekilde görmemizi sağlar.



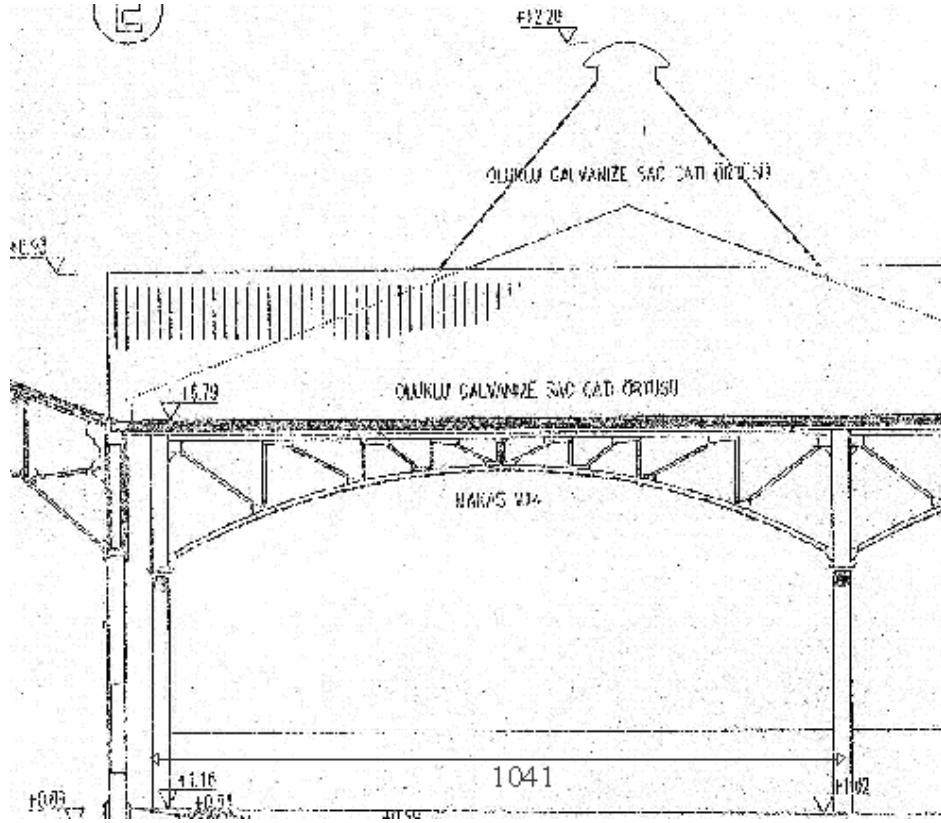
Şekil 6.35. Konak Pier çatı makası kesiti



Şekil 6.36. Konak Pier çatı makası kesiti



Şekil 6.37. Konak Pier çatı makası - çatı ışıklığı kesiti



Şekil 6.38. Konak Pier çatı makası



Şekil 6.39. Konak Pier Alışveriş Merkezi iç mekan- çatı ışıklığı



Şekil 6.40. Konak Pier Alışveriş Merkezi inşaatı

6.1.6. Rahmi Koç Müzesi

Temelleri Bizans'a dayanan tarihi bir mekanda, sanayinin gelişimini yansıtan eserleri sergilemek üzere açılan, Türkiye'nin ilk ve tek sanayi müzesi olan, Rahmi M. Koç Müzesi İstanbul'da Söğütözü'nde yer almaktadır.

III. Ahmet döneminde donanmaya çıpa ve döküm parçaları yapan bir lengerhane olarak kurulmuş olan müze, III. Selim döneminde onarım görmüştür. Tarihi yapı 1951 yılına kadar Maliye Bakanlığı'nca daha sonra ise Tütün Fabrikası İspirto Deposu olarak kullanılmıştır. 1984 yılınca çıkan yangında büyük hasar gören yapı, 1991 yılında Rahmi Koç Müzecilik ve Kültür Vakfı tarafından satın alınıp 2.5 yıl boyunca restore edilmiştir. 1994 yılında ziyarete açılan müzede; yüzlerce eski-yeni arabanın yer aldığı galeriler, içine girdiğinizde çalışan bir zeytinyağı üretim fabrikası, bir eski torna atölyesi, marangozhane, eski dükkanlar, atölyeler ve birçok deniz ve hava taşıtı ve sekizyüzü aşkın teknik antika eser sergilenmektedir.



Şekil 6.41.Rahmi Koç Müzesi iç avlu



Şekil 6.42.Rahmi Koç Müzesi otomobil galerisi



Şekil 6.43.Rahmi Koç Müzesi çelik kolon - çelik döşeme kirişleri



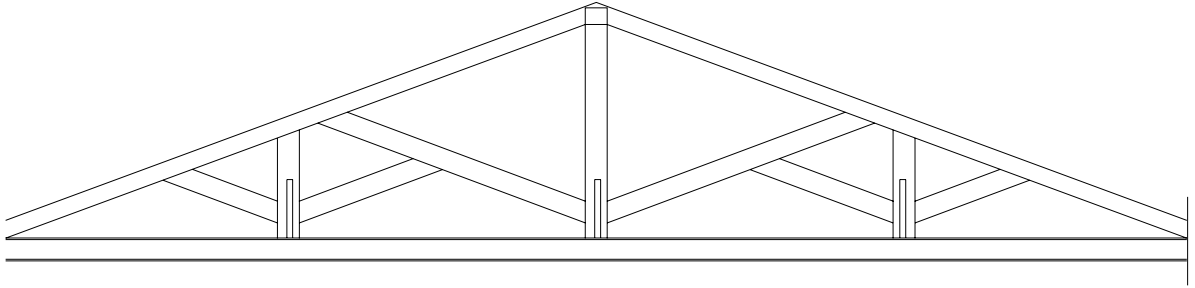
Şekil 6.44.Rahmi Koç Müzesi çatı makası



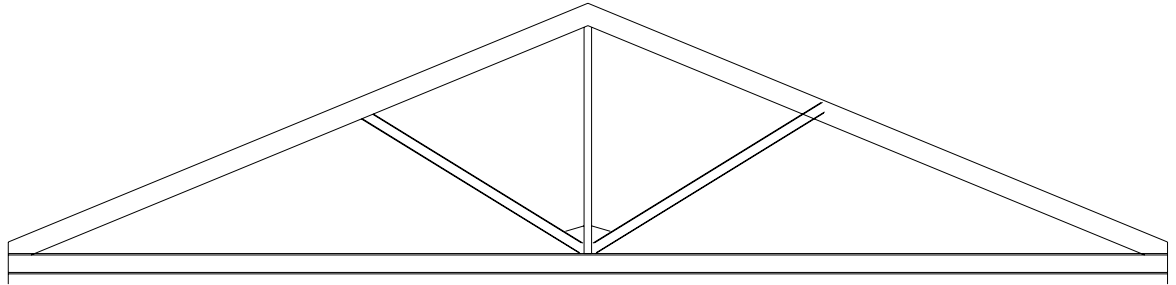
Şekil 6.45.Rahmi Koç Müzesi çatı makası

2100 m²'lik alana sahip olan ve dört bölümden oluşan müzenin giriş katında havacılık ve denizcilik bölümü, çekici buhar makina ve modelleri ile gemi makinaları, madeni ve kağıt basım makinaları yer alırken birinci katta buharlı makina ve gemi makina modelleri, sıcak hava ve içten yanmalı motor modelleri, buharlı lokomotif modelleri, ikinci katta; bilimsel ve iletişim aletleri sergileniyor. Müzenin açık teşhir alanında ise F-104 S Starfighter Savaş Uçağı ve bir dar hat lokomotifi bulunuyor.

Rahmi Koç Müzesinde çelik ağırlıklı olarak cephelerde ve çatılarda kullanılmıştır. Bazı solonlarda asma katları taşıtmak için çelik kolon ve çelik döşeme kirişleri de tercih edilmiştir. Tarihi yığma kagir binada kullanılan çelik düzlem kafes kirişlerde alt başlık çelik tercih edilmiştir.dikmeler ve diyagonaller ise çelik yada ahşap olabilmektedir.



Şekil 6.46.Rahmi Koç Müzesi ahşap dikmeli düzlem kafes kiriş



Şekil 6.47.Rahmi Koç Müzesi çelik düzlem kafes kiriş

6.1.7. Tatilya Eğlence Merkezi

Üstü örtülü temalı bir park olarak da adlandırabileceğimiz Tatilya, Oktay Narman tarafından tasarlanmış, 109000 m²'lik bir arsada, 175000 m²'lik inşaat alanı üzerinde 1995 yılında inşa edilmiş bir yapıdır. Tatilya'da; temalı park, mağazalar, 3D sinemalar ve cafeler bulunmaktadır.

Teması doğa içinde eğlenmek olan Tatilya Eğlence Merkezi, mimari kurgu olarak ortada büyük bir avluya sahip dikdörtgen planlı bir binadır. Yapının en çarpıcı ögesi ise, ortadaki avluyu örten 52 m. X 115 m. ebatlarındaki şeffaf tonozudur. Çelik kafes tonoz, aks aralıkları yaklaşık 6,3 m. olan betonarme kolonlar üzerine oturmaktadır. Kafes kiriş yüksekliği 1,5 m.'de sabit tutulmuş olan tonoz örtünün kolondan mahya yüksekliği 35 m.'ye kadar yükselir.

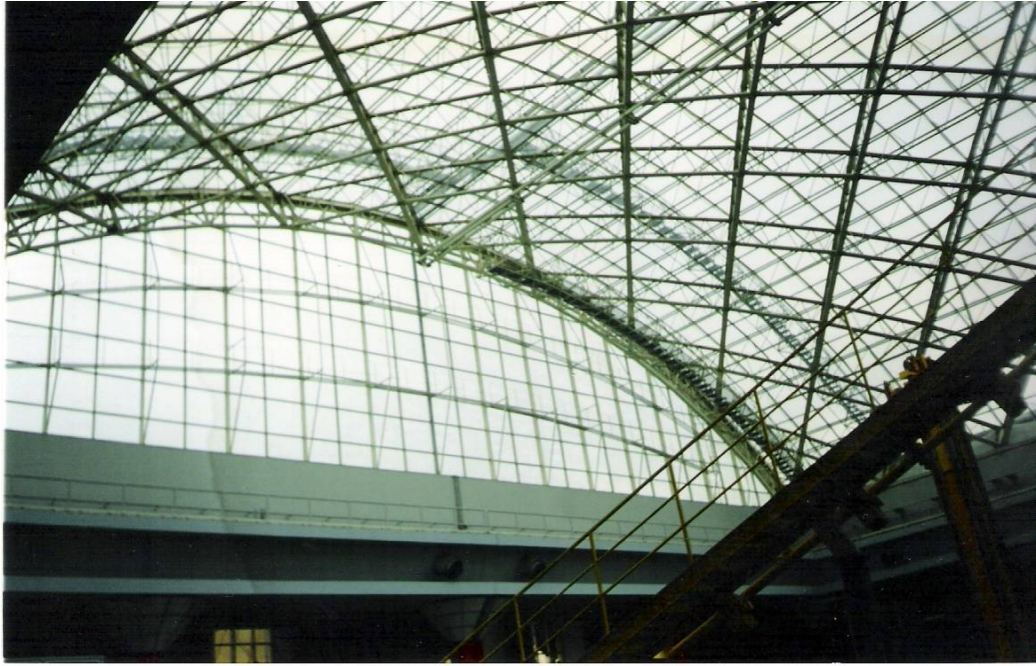


Şekil 6.48. Tatilya Eğlence Merkezi girişi



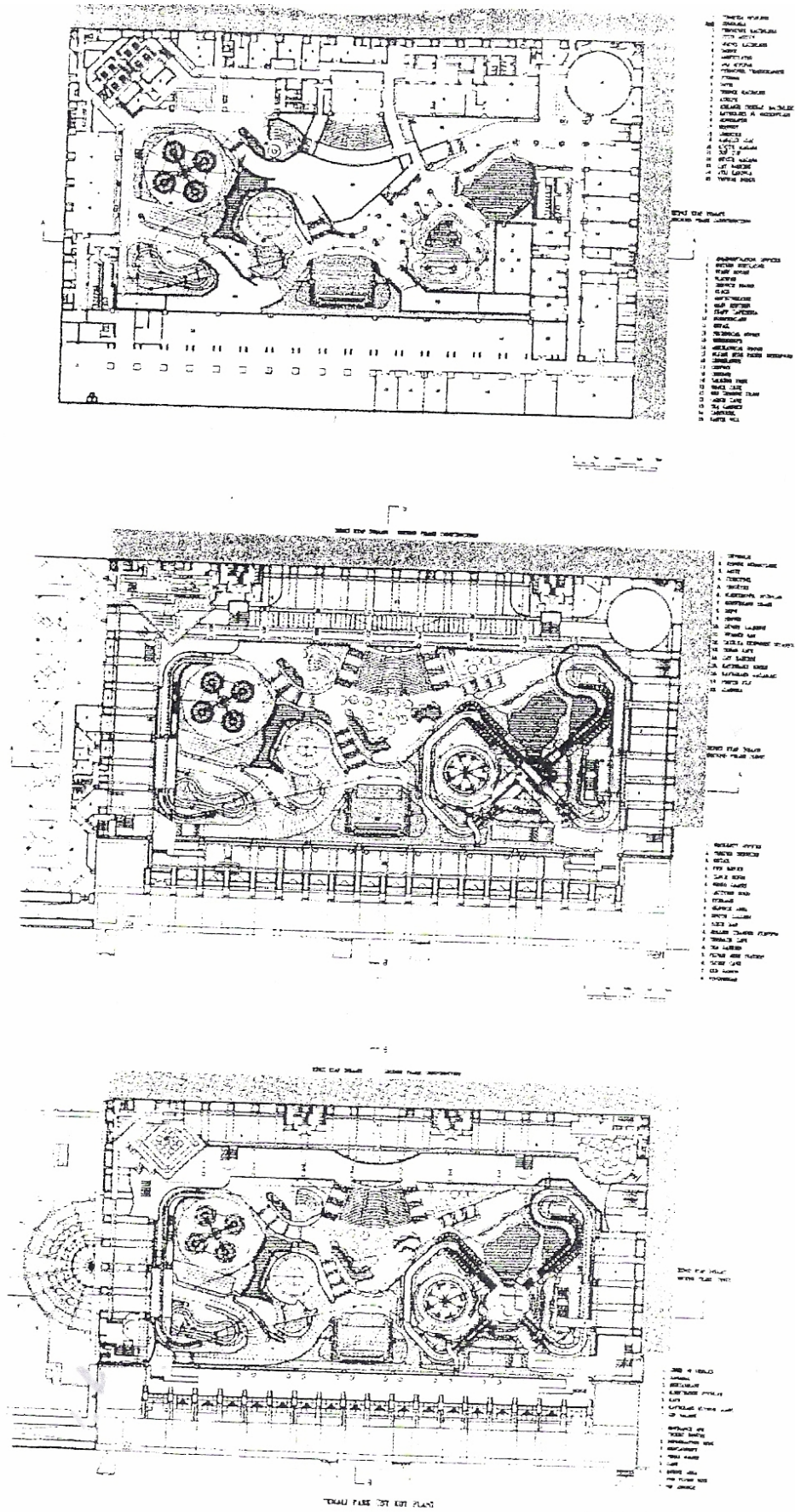
Şekil 6.49. Tatilya Eğlence Merkezi iç mekan

Tatilya'daki konvansiyonel çelik kemerlerle geçilen tonoz helix eğrilerden oluşturulmuştur. Çatının ana ağını oluşturan çelik elemanlar önce zeminde birleştirilmiş, oluşan 18 tonoz parçası daha sonra yerlerine monte edilmiştir. Çatının yapımı için, metrekarede 36.5 kg. çelik kullanılmıştır.

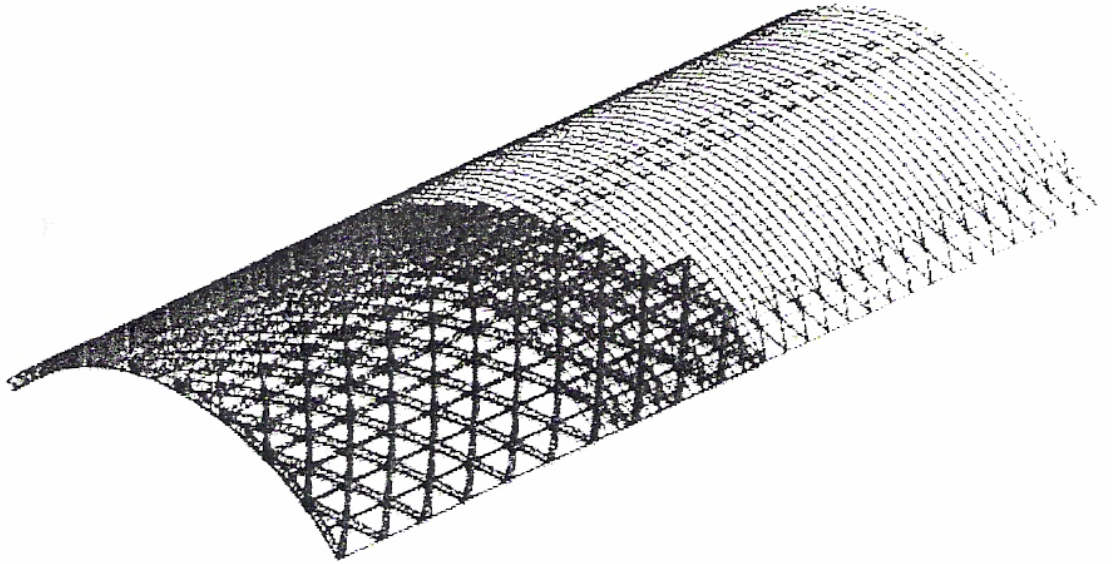
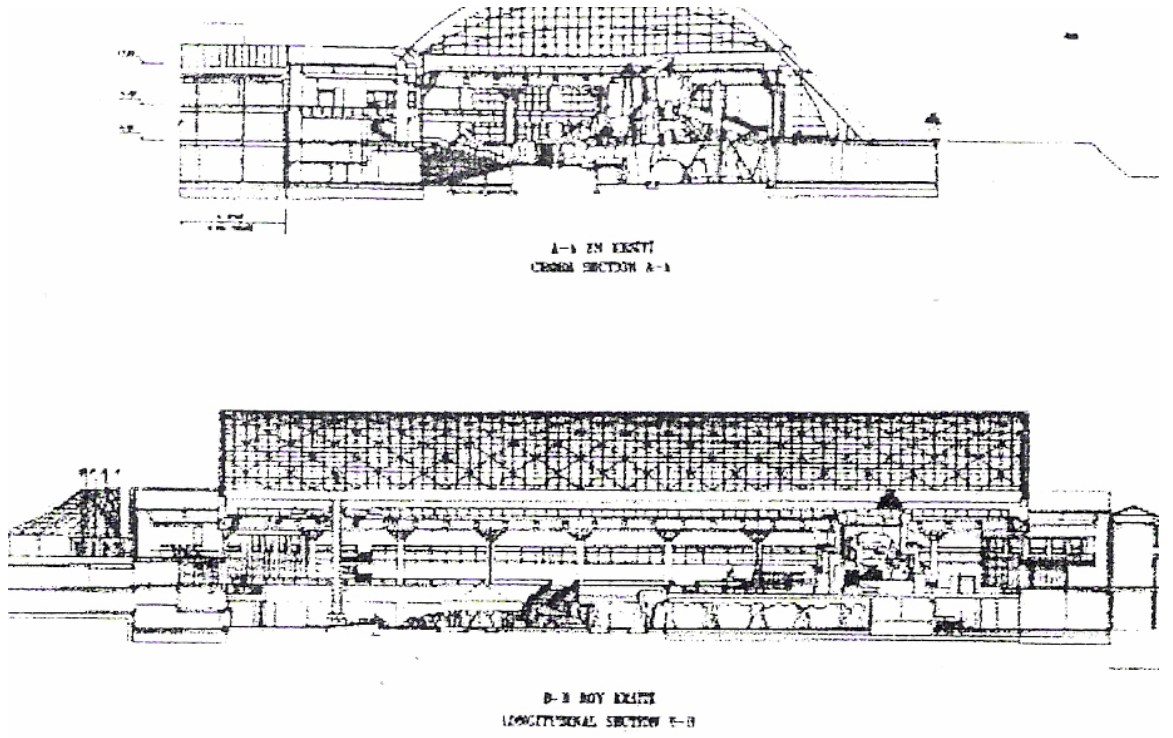


Şekil 6.50. Tatilya Eğlence Merkezi tonoz çatı ve cam cephe birleşimi

Çelik kemerlerin çapraz kesişimleri ile oluşturulan tonoz çatı strüktürü cam ile örtülerek iç mekanda doğal aydınlatma sağlanmıştır. Çelik kemerleri oluşturan dairesel kesitli borular çift cidarlıdır ve bu sayede oluşan en kesit 1,5 m. civarındadır. Seçilen bu yöntem sayesinde tonozun daha narin ve daha şeffaf bir görüntüye sahip olması sağlanmakla birlikte sistemin hafif olması da sağlanmıştır. Cephelerde ise büyük bir açıklığı örten cam, çelik halatlarla gerilerek oluşturulan bir strüktür yardımı ile taşınmaktadır.



Şekil 6.51.Tatilya Eğlence Merkezi kat planları



Şekil 6.52.Tatilya Eğlence Merkezi kesit ve tonoz çatı aksonometrisi

6.1.8. Miniaturk

Miniaturk Türkiye'nin ilk minyatürk parkıdır. İstanbul'un Söğütözü semtinde yer alan parkta Anadolu'nun tüm zamanları ve mekanlarını bir arada görmek mümkündür. Kendi içinde kapalı "masalsi" bir ortam yaratmayı hedefleyen Miniaturk projesi, Anadolu, İstanbul ve eski Osmanlı coğrafyasından eserlerin oluşturduğu üç ana bölümde ele alınmıştır. Bölümler küçük peyzaj düzenlemeleri ile birbirinden ayrılmış ve bu sayede ziyaretçiyi yönlendiren bir güzergah da oluşturulmuştur. Miniaturk parkına insanların kuşbakışı bütün alanı izlemesini sağlayan bir rampa ve seyir terası üzerindeki giriş binasından geçilerek ulaşılır.



Şekil 6.53. Miniaturk giriş binası



Şekil 6.54. Miniaturk giriş binası çelik konsolları

İstanbul'un Beylikdüzü semtinde 2003 yılında açılan Miniaturk üç bin yıllık tarihi, maketlerle, 40.000 m² alanda anlatan, toplamda ise 60.000 m² alana yayılmış bir tarih, kültür, sanat ve eğlence parkıdır. Maketi yapılan 105 eser 1/25 ölçektedir ve bunlar arasında, üzerinde yürünebildiği için en ilginç, yapay bir gölün üzerinde yer alan 42 m. uzunluğundaki Boğaz Köprüsüdür.

Miniaturk bünyesinde 700 m²'lik bir kafeterya barındırmaktadır. Dekoratif amaçlı kullanılan çelik kolonlarla daha dikkat çekici bir hale getirilen dikdörtgen planlı kafeterya tamamı çelikten inşa edilmiş bir yapıdır. Dekoratif kolonlar yere çelik döküm konik mesnet adaptörleri yardımıyla ankre edilmiştir. Ayrıca kolona bayraktarlarla bağlanan çektirme halatları yardımıyla gergiye alınmıştır.



Şekil 6.55. Miniaturk kafeteryası giriş cephesi



Şekil 6.56. Miniaturk kafeteryası kolon – zemin bağlantısı

6.1.9. Pasaport İskelesi

Deniz yolunun en sık kullanıldığı kentler, liman kentleridir ve İzmir önemli liman kentleri arasında yer almaktadır. 1867'de başlayan İzmir Limanı inşaatının bir bölümünü oluşturan Pasaport rıhtımı, 1876'da Fransız Guiffroy şirketi tarafından ve İngiliz mühendislerin projelerine göre bitirilmiştir. 2000 yılından itibaren Kordon Boyu ve Cumhuriyet Meydanı düzenleme çalışmalarının başlamasıyla Pasaport İskelesi yeniden tasarlanmıştır.

Tasarımın ana fikrini, tarihi Gümrük Binası ve Karantina Binası arasında 150 yıla varan bir süredir yer alan yüksek dalga kıran duvarının kaldırılarak Mendirek ve Kordon Boyu arasında görsel bütünlüğü sağlayacak şeffaf elemanların kullanılması oluşturur.

Yeni yapı için seçilen malzemelerin çelik ve cam ağırlıklı olması nedeniyle iskele şeffaf bir görünüm kazanmış, tescilli yapılar ile arasında kontrast bir etki elde edilmiştir ve tarihi Gümrük Binası ile Karantina Binalarının daha ön plana çıkması sağlanmıştır.

Mekanlar; yalın, modüler çelik konstrüksiyonun bölüntülerle ayrılmasından oluşturulmuştur. Ofis, bilet gişesi ve önceden iskele bünyesinde bulunmayan tuvaletler modüler çelik konstrüksiyonun içerisinde bölücü duvarlar yardımıyla yerleştirilmiş ve yapının tek masif bölümünü oluşturmuştur.

Daha önceden üstü açık bekleme bölümü, olumsuz hava koşullarının engellenmesi ve yapılan yeni bekleme salonunun bütünlüğünün sağlanması için tek eğimli yekpare ve hafif bir çatı ile örtülmüştür. Yolcu giriş çıkışlarında yaşanan sorunların giderilmesi için iskelenin güney cephesinde, mendirek tarafında yer alan bölümü kullanıma açılarak çelik “I” profillerle 180 cm.’lik bir konsol yapılmış giriş-çıkış aksı 400 cm.’ye çıkarılmıştır. Toplam inşaat alanı 550 m² olan yapı 2003 yılında 6 ay gibi bir sürede tamamlanmıştır.



Şekil 6.57.Pasaport İskelesi görünüşü

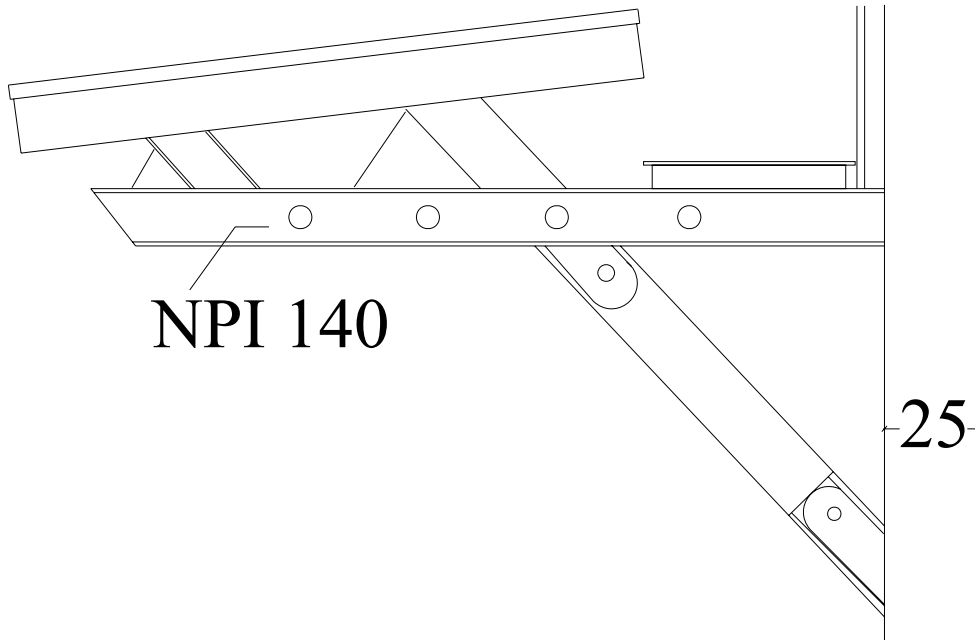


Şekil 6.58.Pasaport İskelesi büyütülen giriş-çıkış aksı



Şekil 6.59. Pasaport İskelesi saçak çözümü

Pasaport İskelesinde kullanılan çelik kolonlar 250 mm. x 250 mm. boyutlarında kapalı profillerdir. Denize paralel bir aks boyunca devam eden kolonların aks aralıkları ise 475 cm.'dir. Kısa akstaki kolon aksları arası mesafe ise 675 cm.'dir. Saçaklarda NPI 140 kullanılmıştır.



Şekil 6.60. Pasaport İskelesi saçak çözümü



Şekil 6.61.Pasaport İskelesi iç mekan

6.1.10. İtü Merkez Kütüphanesi

İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Kampusu'nda mevcut olan kitaplık binasında okuyucu için yeterli yer olmadığından, rektörlükçe bir ek yapılması uygun bulunmuştur. Mimari tasarımı Hülya Yürekli ve Meltem Baslo tarafından yapılan ek bina; mevcut yapıya hafifçe değen, üzerinde bulunduğu yola eski binaya oranla daha canlı bir cephe veren, minimalist bir tasarımdır. İlk bakışta cam bir dikdörtgenler prizması olarak algılanan bina, eski binanın cephesi boyunca iki sıra yuvarlak kesitli kolonuyla kendini hem eski yapıdan ayırır, hemde eski yapıya paralel konumlanması ile aykırı durmaz.



Şekil 6.62. İtü Merkez Kütüphane Ek Bina yol cephesi



Şekil 6.63. İtü Merkez Kütüphane Ek Bina okuma salonu

İtü Merkez Kütüphanesi Ek Binası'nda eski yapıya doğru uzanan konsol kirişler camla örtülerek, eski ile yeni, cam bir bantla ayrılmıştır. Cam banta paralel bir dolu kısım ile şeffaf bölümün etkisi arttırılmak istenmiştir. Taşıyıcılar ve çalışma – okuma salonu üstü örtülü olan bu dolu alanda yer alırlar. Duvar ve çatıda sürekliliği sağlayan metal malzemenin içte kalan yüzü kolonlarla aynı renktedir. Detaylar

konusunda da başarılı çözümler söz konusudur. Aydınlatma elemanları, insan ölçeğine uygun olması açısından, kolonlarda belirli yüksekliktedir.

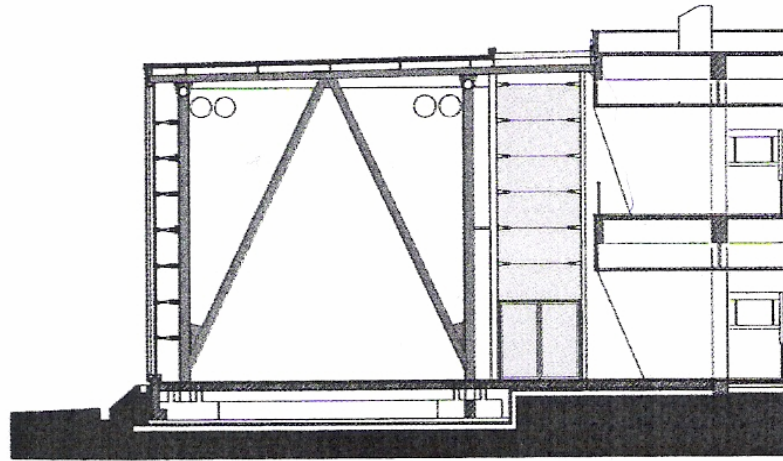
Montaj teknolojisiyle oluşturulan ve çok az sayıda malzeme çeşidi kullanılan yapıda temelden sonra harçlı, çimentolu, yerinde yapılan hiçbir malzeme kullanılmamıştır. Gri renkteki strüktür yalın bir çözüme sahiptir ve kolonların çapı 28 cm.'dir. Kolonlar sistemin gerektirdiği yerlerde V'ye dönüşmüştür. Paralel iki sıra dairesel en kesitli kolonla çözülen strüktür sisteminde yol cephesine bakan sıradaki kolonların, paralel diğer sıradakilere oranla iki kat daha fazla olmasının nedeni cephedeki camların dairesel kolonlara kaynaklanan elemanlar ve çelik gergiler yardımıyla taşınıyor olmasıdır. Fazladan olan cam taşıyıcı sistem kolonları diğerlerine oranla daha küçük enkesite sahiptirler ve cepheye daha yakındırlar. Sistemde bir aksta 9 diğer aksta ise 17 çelik kolon kullanılmıştır.



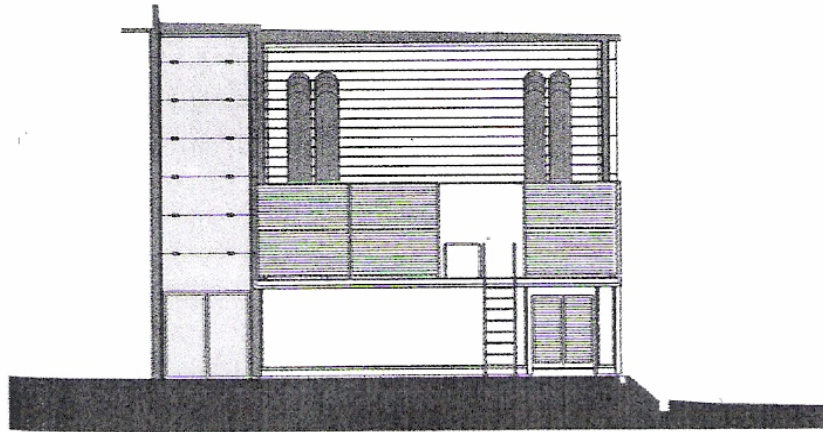
Şekil 6.64. İtü Merkez Kütüphane Ek bina kolon-zemin-cephe birleşim detayı



Şekil 6.65. İtü Merkez Kütüphane Ek Bina okuma salonu



En kesiti. / Cross section.



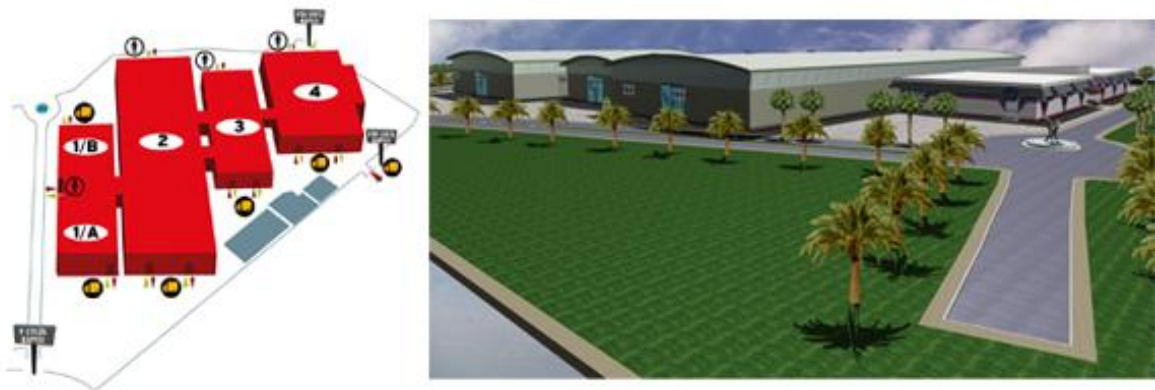
Kuzey cephesi. / North façade.

Şekil 6.66. İtü Merkez Kütüphane Ek Bina kesit ve cephesi

6.1.11. Yeni İhtisas Fuar Binaları

İzmir Fuarı, Cumhuriyetin ilanından 8 ay önce 17 Şubat 1923'te İzmir'de toplanan Birinci Türkiye İktisat kongresinde Atatürk'ün talimatı ile kurulma süreci başlatılmış olan bir organizasyondur. Kültürpark alanı ise 1936 yılında oluşturulmuş ve İzmir Fuarı'nın kullanımına sunulmuştur. İkinci Dünya Savaşı Fuar'ın kesintiye uğramasına sebep olsa da 1947 yılından günümüze dek uluslararası fuarlar kesintisiz devam etmiştir.

İzmir'de Fuar alanında yapılaşmaya gidilmesi sonucu, İzmir'in akciğeri olan 421000 m²'lik Kültürpark içerisinde 1 Nisan 2004 tarihi itibarıyla yeni fuar alanı kullanıma açılmıştır. 9 Eylül Kapısı girişinde, 50000m² üzerine kurulan alanda birbirine bağlı 5 salon bulunmaktadır. Katılımcı ve ziyaretçilere her türlü hizmeti sağlamak amacıyla hazırlanan Yeni İhtisas Fuar Binaları, 1/A, 1/B, 2, 3, 4 No olarak adlandırılan 5 adet birbirine tüp geçitle bağlı salondan oluşmaktadır. Kongre ve konferanslar için de imkanlar sunan yeni alanda cafe ve restoran mekanlar da bulunmaktadır.



Şekil 6.67. Yeni İhtisas Fuar Binası

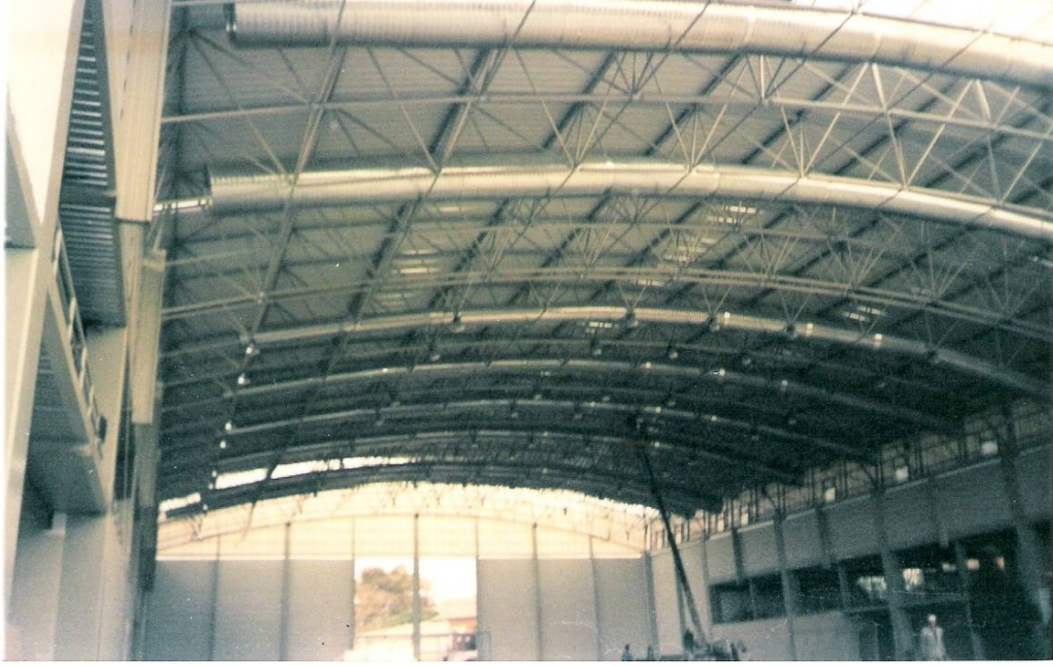
Bütün pavyon binaları prefabrike kolonlar üzerinde uzay kafes strüktür sistemi kullanılarak oluşturulmuştur. Sistemde farklı büyüklüğe sahip düğüm noktaları ve farklı uzunluklarda çubuklar kullanılmıştır. Sistemde çubuk uzunlukları 3.5 m. ile 2 m. arasında değişmektedir. 2 nolu ve 4 nolu pavyon binaları uzay sistem çatıları 60 metrelik bir açıklık geçmeleri nedeniyle çift çidarlı olarak çözülmüştür. 3 nolu pavyon binası çatısı 40 m. açıklık geçer ve tek cidarlıdır.



Şekil 6.69. Yeni İhtisas Fuar Binası 2 Nolu Pavyon şantiyesi



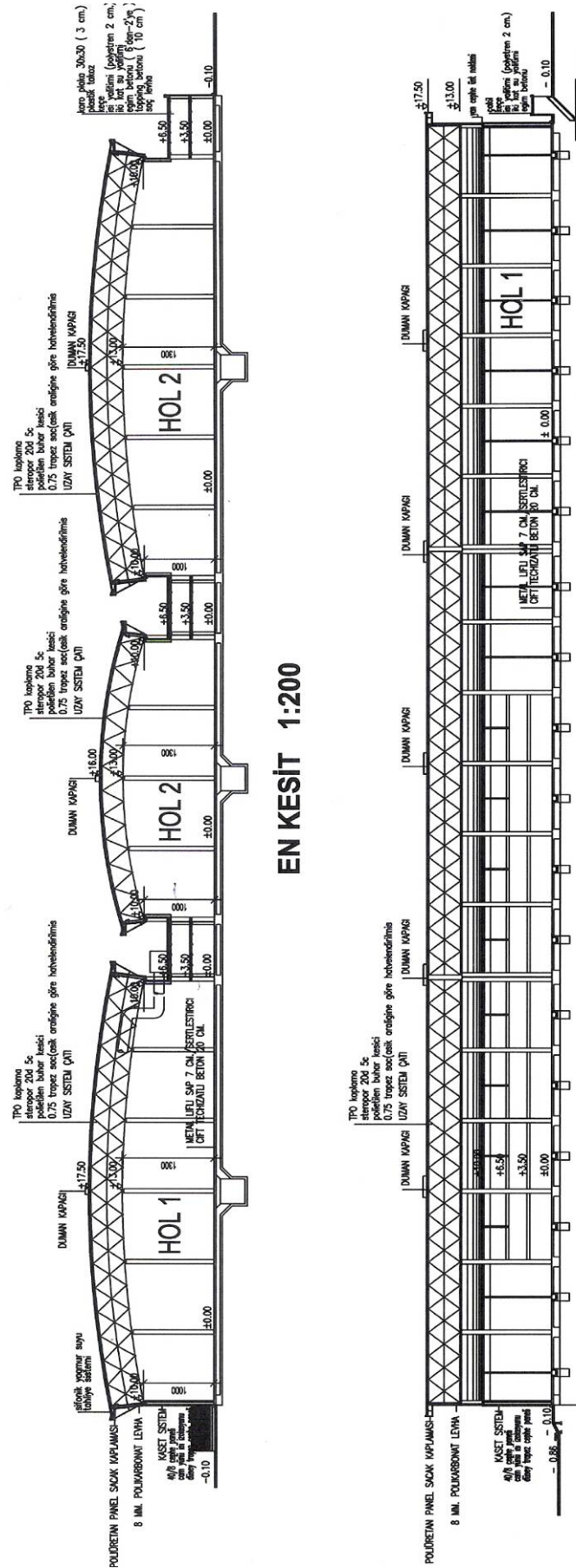
Şekil 6.70. Yeni İhtisas Fuar Binası uzay kafes sistem düğüm noktaları

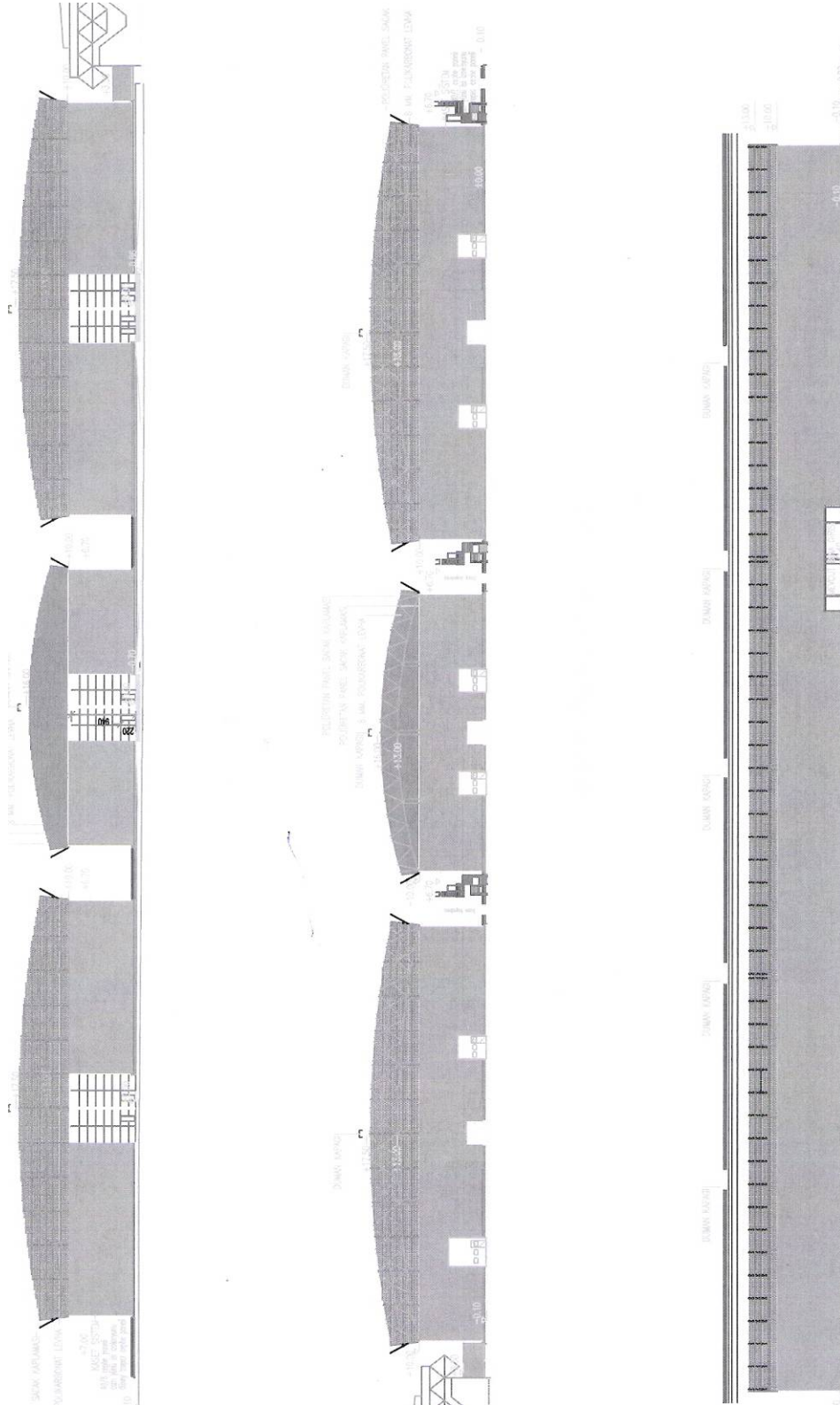


Şekil 6.71. Yeni İhtisas Fuar Binası uzay kafes sistem-hava kanalı ilişkisi



Şekil 6.72. Yeni İhtisas Fuar Binası uzay kafes sistem çubuk-düğüm noktası ilişkisi





Şekil 6.74.Yeni İhtisas Fuarı cepheler

6.1.12. Gönen Audi



Şekil 6.75. Gönen Audi showroom giriş cephesi



Şekil 6.76. Gönen Audi showroom giriş cephesi

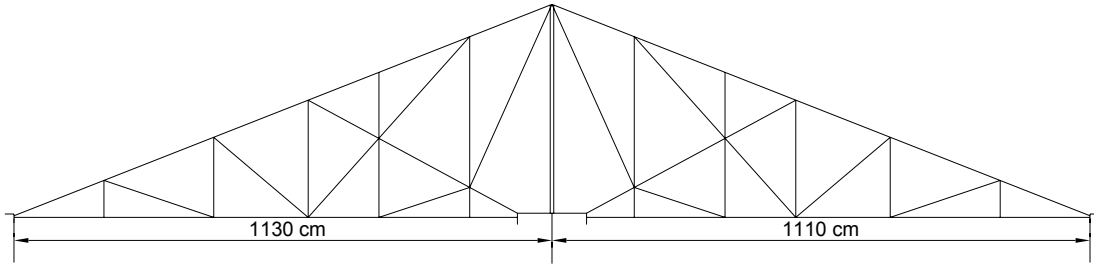
Audi İzmir Yetkili Satıcısı Gönen, İzmir Alsancak'ta yer alan Audi Showroom'unu 16 Ocak 2004 Cuma günü hizmete açmıştır. Gönen Audi; 750'si satış, 1750'si servis ve 1000'i açık alan olarak toplam 3500 m²'lik bir alanı kapsar.

İzmir tarihi içinde önemli bir yer tutan liman çevresi tütün depolarının geleneksel taş yapısı ile modern çizgilerin birlikte uyumunun güzel bir örneği olan Audi Concept'in projesi, Alman Mimar Jürgen Fahdt tarafından tasarlanmıştır. Mekanın proje uygulaması ise Rüştü Kocakıran tarafından yapıldı.



Şekil 6.77. Gönen Audi çatı makası

Gönen Audi geleneksel taş mimarisine sahip eski bir tütün deposu binasının çelik makaslardan oluşan yeni bir üst örtü ile örtülmesiyle oluşmuştur. Taş, çelik ve üst örtüde kullanılan membran ile farklı malzemelerin uyumu başarılı bir şekilde sağlanmıştır. N tipi düzlem kafes kiriş çubuk düzenlemesi gibi başlayan makas çözümü şaşırtılmıştır. Düzlem kafes kiriş çatı makasları binanın orta aksında bulunan betonarme kirişe bastırılmıştır böylece geçilen açıklık yarıya düşürülmüştür ve kullanılan elemanların daha narin olması sağlanmıştır. 35 m. açıklığı geçmek için kullanılan çatı makasları 3,5 m. aralıklarla kullanılmıştır, betonarme kolonlar ise 7 m. aralıklarla düzenlenmiştir. Diğer yönde ise 11,30 m. ve 11,10 m. açıklık geçilmiştir ve ara aksta yine betonarme bir dizi kolon kullanılmıştır.



Şekil 6.78. Gönen Audi çatı makası çözümü



Şekil 6.79. Gönen Audi Showroom iç mekanı

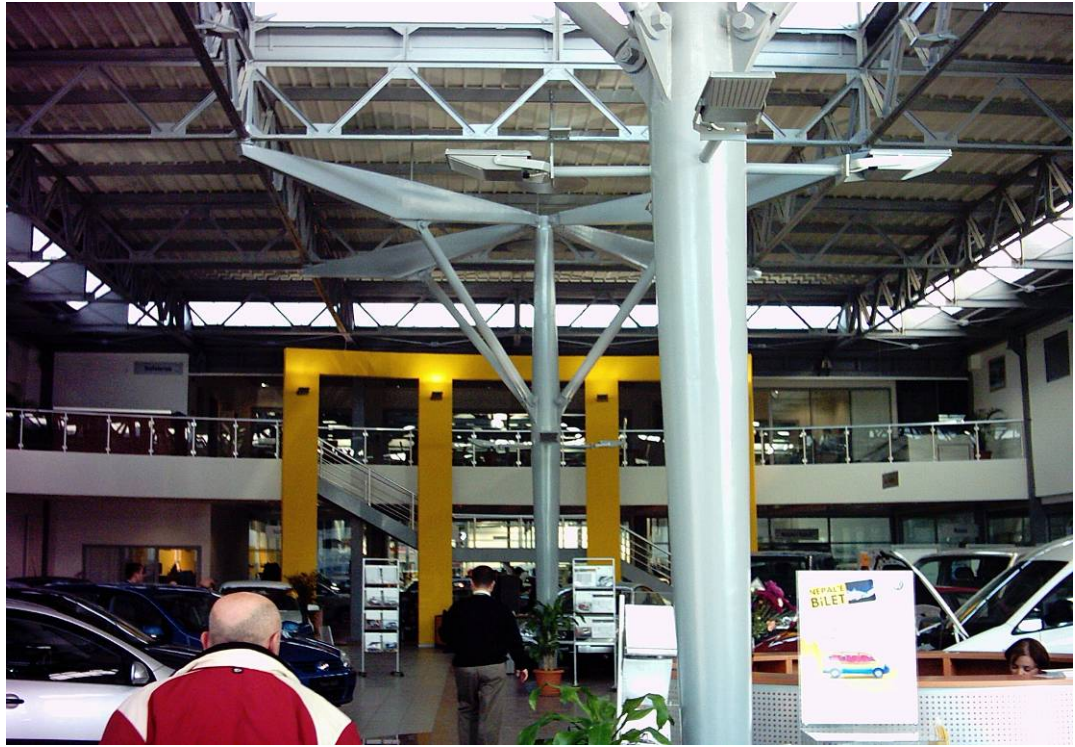


Şekil 6.80. Çatı makası ve üst örtü ilişkisi

6.1.13. Gönen Volkswagen



Şekil 6.81. Gönen Volkswagen binası giriş cephesi



Şekil 6.82. Gönen Volkswagen binası iç mekan

Gönen Volkswagen binası Alsancak'ta tamamı çelikten inşa edilmiş bir binadır. Erez İnşaat – Aydın Aydınlı tarafından hazırlanan showroom kaliteli bir çelik mimarisine sahiptir.

Taşıyıcı sistem olarak çelik elemanların kullanıldığı Gönen Volkswagen Showroom'u 3.5 metre kolon aks aralığına sahiptir. Birim strüktürlerin kullanıldığı orta aksta ise açıklık 7 metreye çıkmaktadır. Yatayda düzlem kafes kirişlerin kullanıldığı sistem 35 m. X 21 m. civarı bir alanı örtmektedir.



Şekil 6.83. Gönen Volkswagen binası makasları



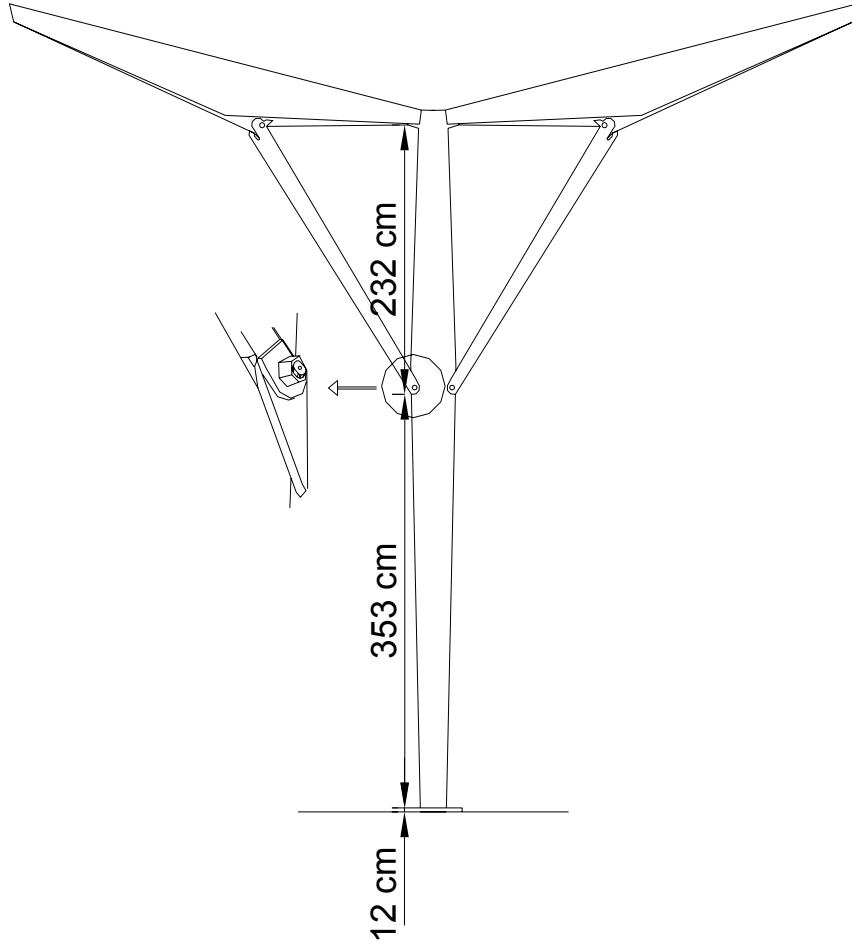
Şekil 6.84. Gönen Volkswagen binası kolon-makas birleşimleri-



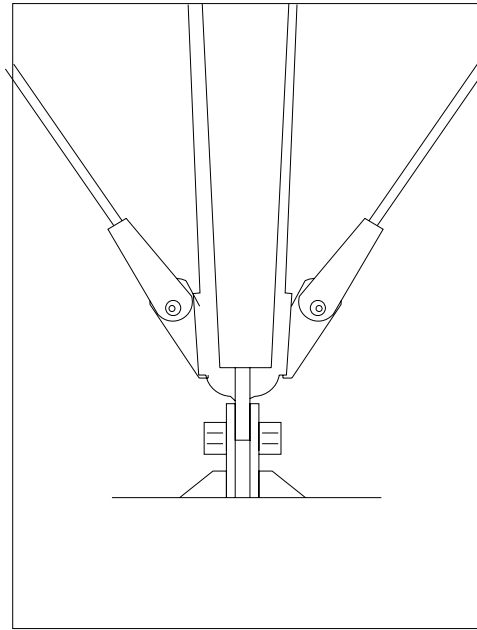
Şekil 6.85.- Şekil 6.86. Gönen Volkswagen binası kolon-zemin bağlantısı



Şekil 6.87. Gönen Volkswagen binası kolon-kiriş birleşimi



Şekil 6.88. Gönen Volkswagen binası kolonları (birim strüktürler)



Şekil 6.89. Gönen Volkswagen binası kolon-zemin bağlantısı

6.2. Değerlendirme

Az katlı yapılarda taşıyıcı sistem olarak çelik malzemenin kullanımı konulu tez çalışmamda, Türkiye'deki bazı az katlı yapılarda çelik strüktürlerin kullanımı incelenmiş, başarılı örnekler gezilip araştırılmak suretiyle taşıyıcı sistem açısından değerlendirilmiştir. Farklı tarihlerde, farklı yerlerde yapılmış olan yapılar, çeliğin taşıyıcı sistemdeki kullanımı açısından irdelenmiş ve detaylar karşılaştırılmıştır. Çelik; endüstriyel yapılar, terminal yapıları, alışveriş merkezleri, galeriler gibi, fonksiyonları gereği, geniş kullanım alanı gerektiren ve narin taşıyıcı sisteme sahip olması gereken yapılarda tercih sebebi olmuştur.

İncelenen az katlı çelik yapıların başlıca yapı bileşenlerini hadde mamülleri oluşturmaktadır. En yaygın kullanılan hadde mamülleri ise profillerdir. Yapısal çelikler içerisinde, bir yapıda düşey taşıyıcı eleman olarak kullanılan kesitler; I, kutu ve U profilleridir. İncelemiş olduğum örnekler içerisinde I çeliklerinin kullanılan yükseklikleri 140 ile 600 mm. arasında değişmektedir. I profiller Sirkeci Garı Peron Bölümü'nde çevresi kaplanıp kutu profil gibi görünmesi sağlanarak düşey taşıyıcı eleman olarak kullanıldıkları gibi, Pasaport iskelesi örneğinde olduğu gibi saçak çözümlerinde yani yatayda alan örtmek için de kullanılmaktadır. I Profiller dışında yapıda düşey taşıyıcı eleman olarak kullanımına en sık rastladığımız çelik ürünler ise kapalı profiller yani kutu profiller ve boru profilleridir. İncelemiş olduğum örnekler farklı tarihlerde yapılmış olmalarına rağmen, Pasaport İskelesi hariç; Basmane Garı, Sirkeci Garı, Feshane, Konak Pier, İtü Merkez Kütüphanesi ve Gönen Volkswagen binalarında ϕ 160 ϕ 260 arasında değişen dairesel en kesitli kapalı profillerin, yani boru profillerin yaygın olarak kullanıldığını görmekteyiz. Havalimanı yapıları gibi büyük açıklık geçen ve kat yükseklikleri fazla olan yapılarda ϕ 508, ϕ 406 gibi ebatların da kullanıldığını görmekteyiz. Bu araştırma sonucunda, yapılarda yatayda açıklık geçmede en çok tercih edilen çözümün çelik makaslar ile olduğunu ve çelik makaslarda kullanılan elemanların köşebent profili olarak da adlandırılan L profiller olduğunu görmekteyiz.

Aşağıdaki tabloda, incelemiş olduğum az katlı çelik taşıyıcılı yapıların; kullanılan profiller, geçilen açıklıklar, birleşim türleri gibi özellikleri aktarılmıştır.

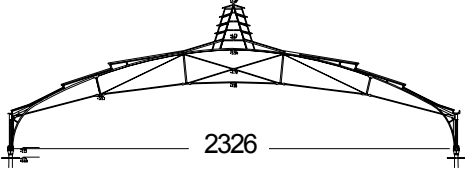
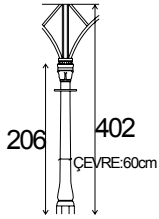
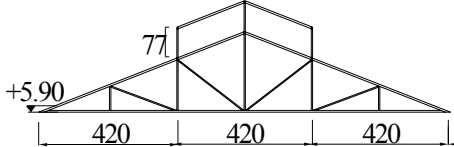
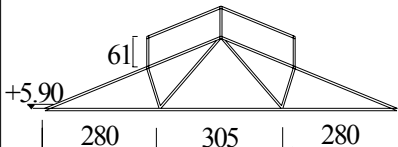
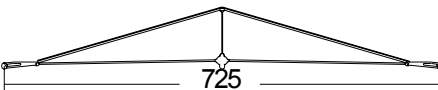
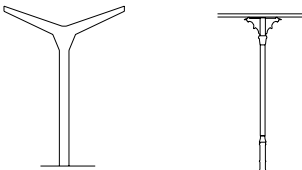
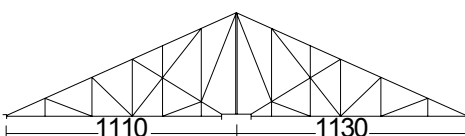
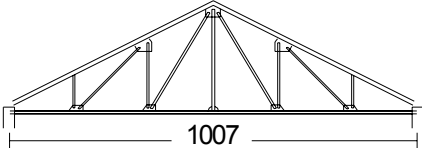
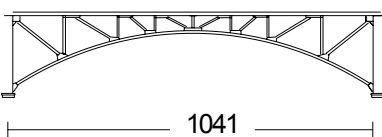
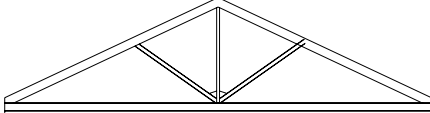
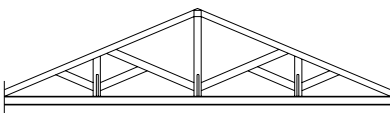
Tablo 6.1. İncelenen tüm az katlı çelik yapılarla ilgili bilgiler

AZ KATLI ÇELİK YAPILAR							
YAPI ADI	YAPIM YERİ	YAPIM TARİHİ	YAPI SİSTEMİ	PROFİL TÜRÜ	BİRLEŞİM TÜRÜ	GEÇİLEN AÇIKLIK	TOPLAM İNŞAAT ALANI
BASMANE GARI	BASMANE İZMİR	1863	ANA BİNA :YİĞMA KAGIR PERONLAR :ÇELİK KOLON+ ÇELİK MAKAS	DÖKME DEMİR DAİRESEL KESİTLİ KOLON çevre:60cm	BULONLU BİRLEŞİM KAYNAKLI BİRLEŞİM	2.97m 23.26 m 23.16 m	20.78X46.75m PERON BÖLÜMÜ
ALSANCAK GARI	ALSANCAK İZMİR	1858	ANA BİNA :YİĞMA KAGIR PERONLAR :YİĞMA DUVAR+ ÇELİK MAKAS	MAKASLARDA LAMALAR (10X10cm), (18X8cm) (12X10cm), (15X10cm)	BULONLU BİRLEŞİM	8.65 M - 12.6 M MAKAS AÇIKLIKLARI	33.85X130.95m PERON BÖLÜMÜ
SİRKECİ GARI	SİRKECİ İSTANBUL	1890	ANA BİNA :YİĞMA KAGIR PERONLAR :ÇELİK KOLON+ ÇELİK MAKAS	DÖKME DEMİR DAİRESEL KESİTLİ KOLON çevre:50cm DİKDÖRTGEN KESİTLİ ÇELİK KOLON	BULONLU BİRLEŞİM	7.25M DAİRESEL KOLON AKSLARI	—
ESENBOĞA HAVALİMANI	ESENBOĞA ANKARA	2004 - yapımı sürüyor.	ANA BİNA :BETONARME ÜST ÖRTÜ :ÇELİK PROFİLLİ ÇATI ÇÖZÜMLERİ	DAİRESEL KESİTLİ ÇELİK PROFİLLER: Ø 406,Ø508 I PROFİLLER	KAYNAKLI BİRLEŞİM	KOLON AKS ARALIKLARI DEĞİŞKENDİR.	183.000 m ² TOPLAM ALAN
ADNAN MENDERES HAVALİMANI	GAZİEMİR İZMİR	2005 - yapımı sürüyor.	ANA BİNA :BETONARME GİDEN KATI ÇELİK ÜST ÖRTÜ :ÇELİK SAÇAKLAR ÇELİK TONUZ	TONUZ STRÜKTÜRÜNDE BORU PROFİL ALT BAŞLIK: Ø 323 ,YANILAR:219 ÇELİK KOLON ÇAPI Ø323	KAYNAKLI BİRLEŞİM BULONLU BİRLEŞİM	9M KOLON AKSI 180.8M X 73.5 M TONUZUN ÖRTTÜĞÜ ALAN	180.8M X 73.5M TONUZUN ÖRTTÜĞÜ ALAN 110.000M ² TERMINAL BİNASI
ATATÜRK HAVALİMANI	YEŞİLKÖY İSTANBUL	1997 2004(ek bina)	ANA BİNA :BETONARME ÜST ÖRTÜ :ÇELİK PIRAMİDAL ÇATI	PIRAMİDAL ÇATIDA BORU PROFİLLER, SAÇAKLARDA I PROFİLLER	KAYNAKLI BİRLEŞİM	24 m	180X240m Terminal binası, 256.000m ² ek binayla birlikte.
ANTALYA HAVALİMANI	ANTALYA	1998	ANA BİNA :BETONARME ÜST ÖRTÜ:BETONARME + ÇELİK	ATRIUMUN ÇATISINDA BORU PROFİLLER, TERMINALDE UZAY ÇATI STRÜKTÜR SİSTEMİ	KAYNAKLI BİRLEŞİM	10m. B.ARME KOLON AKSI 30m. ATRIUM ÇATI AKSI	
PASAPORT İSKELESİ	PASAPORT İZMİR	1876 2003	ANA BİNA :YİĞMA KAGIR İSKELE : ÇELİK KOLON+ ÇELİK MAKAS	I PROFİLLER SAÇAKLARDA I140	BULONLU BİRLEŞİM	BEKLEME SALONU ÇELİK KOLON AKSI 475 cm akstan aksa 675 cm diğer yönde.	550 m ²
KONAK PIER	KONAK İZMİR	1850-1910 2002	YİĞMA KAGIR BÖLÜM ÇELİK KARKAS BÖLÜM (çelik kolon ve makaslar)	PIK DÖKÜM ÇELİK KOLON Ø 260	KAYNAKLI BİRLEŞİM PERÇİNLİ BİRLEŞİM	14.99 m 10.07 m 10.04 m	18.600 m ²

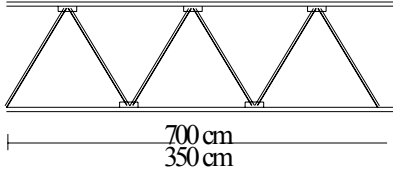
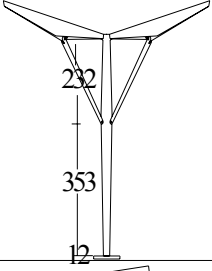
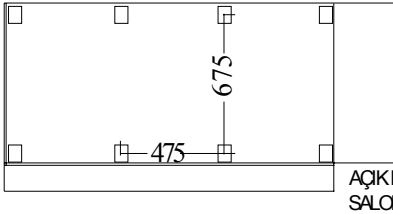
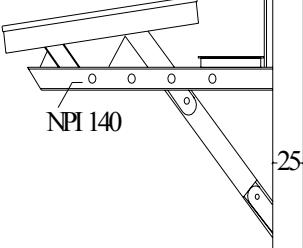
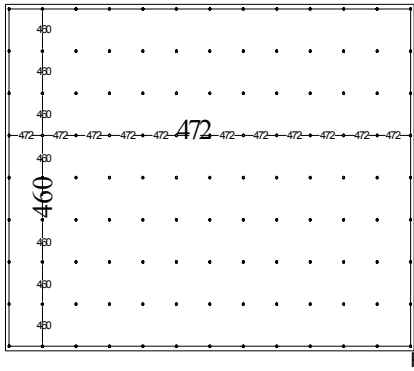
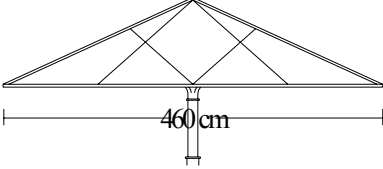
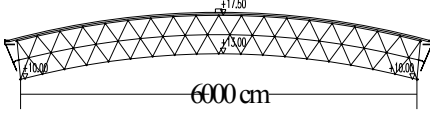
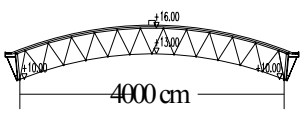
Tablo 6.2. İncelenen tüm az katlı çelik yapılarla ilgili bilgiler

AZ KATLI ÇELİK YAPILAR							
YAPI ADI	YAPIM YERİ	YAPIM TARİHİ	YAPI SİSTEMİ	PROFİL TÜRÜ	BİRLEŞİM TÜRÜ	GEÇİLEN AÇIKLIK	TOPLAM İNŞAAT ALANI
PALMİYE ALIŞVERİŞ MERKEZİ	BALÇOVA İZMİR	2003	ANA BİNA :BETONARME ÇATI : ÇELİK	I PROFİL	KAYNAKLI BİRLEŞİM	—	23.500 m ²
AGORA ALIŞVERİŞ MERKEZİ	BALÇOVA İZMİR	2002	ANA BİNA :BETONARME CEPHE : ÇELİK	I PROFİL (DELİKLİ)	KAYNAKLI BİRLEŞİM	CEPHEDE KULLANILMIŞTIR	20.000 M ² ÜST YAPI 21.000 M ² OTO PARK 41.000 M ² TOPLAM ALAN
TATILYA EĞLENCE MERKEZİ	BEYLİKDÜZÜ İSTANBUL	1995	ÜST ÖRTÜ : ÇELİK TONUZ	ÇELİK BORU PROFİLLER	KAYNAKLI BİRLEŞİM	52MX115M	175.000 M ² TOPLAM ALAN
MINIATÜRK	SÜTLÜCE İSTANBUL	2003	ANA BİNA :BETONARME CEPHE : ÇELİK KAFETERYA: ÇELİK	ÇELİK YANAL PROFİLLER	KAYNAKLI BİRLEŞİM	DEĞİŞKENDİR.	40.000M ² MAKET ALANI 700 M ² (KAFETERYASI) 60.000 M ² TOPLAM ALAN
YENİ İHTİSAS FUAR BİNASI	ALSANCAK İZMİR	2004	PREFABRİKE KOLON KİRİŞ SİSTEMİ ÜZERİNDE UZAY ÇATI	UZAY ÇATI STRÜKTÜR SİSTEMİ	DÜĞÜM NOKTALI BİRLEŞİM	1 NOLU HOL- 60 m 2 NOLU HOL- 40 m 3 NOLU HOL- 60 m	1A / 1B - 1750 M ² 2 NOLU - 11.000 M ² 3 NOLU - 4000 M ² 4 NOLU - 5250 M ²
RAHİMİ KOÇ MÜZESİ	SÜTLÜCE İSTANBUL	III. Ahmet dön. 1994	YİĞMA KAGIR BÖLÜM ÇELİK KARKAS BÖLÜM (çelik kolon ve makaslar)	I PROFİL	KAYNAKLI BİRLEŞİM	DEĞİŞKENDİR.	2100 m ²
İTÜ MERKEZ KÜTÜPHANESİ	AYAZAĞA İSTANBUL	2003	TAMAMI ÇELİK TAŞIYICILI	DAİRESEL KESİTLİ ÇELİK KOLONLAR: ÇEVRE : 28	KAYNAKLI BİRLEŞİM	—	—
GÖNEN AUDİ	ALSANCAK İZMİR	2004	YİĞMA KAGIR DUVARLAR BETONARME KOLON+KİRİŞ ÇELİK MAKAS ÜSTÖRTÜ	MAKASTA ÇELİK KOŞEBENT (L) PROFİLLERİ	KAYNAKLI BİRLEŞİM	MAKASLARLA 11,30 m. ve 11,10 m. BETONARMEDE 7 m.	750 M ² Sİ SATIŞ 1750 M ² Sİ SERVİS 3500 M ² TOPLAM ALAN
GÖNEN VOLKSWAGEN	ALSANCAK İZMİR	1995	TAMAMI ÇELİK TAŞIYICILI	DAİRESEL KESİTLİ ÇELİK KOLONLAR- ÇELİK GERGİLER- I PROFİLLER	KAYNAKLI BİRLEŞİM (kolon ve kirişler), CIVATALI BİRLE- ŞİM (gergiler)	ÇELİK KOLONLARLA AKSTAN AKSA 3,5 m.	5050 M ²

Tablo 6.3. İncelenen az katlı çelik yapılarda kullanılan strüktürel elemanlar

AZ KATLI ÇELİK YAPILAR		
YAPI ADI	STRÜKTÜREL ELEMANLAR	
BASIMANE GARI		
ALSANCAK GARI		
SİRKECİ GARI		
GÖNEN AUDİ		
KONAK PİER		
RAHİMİ KOÇ MÜZESİ		

Tablo 6.4. İncelenen az katlı çelik yapıların strüktürel elemanları

AZ KATLI ÇELİK YAPILAR		
YAPI ADI	STRÜKTÜREL ELEMANLAR	
GÖNEN VOLKSWAGEN		
PASAPORT İSKELESİ		
FESHANE II. Mahmut Salonu		
YENİ İHTİSAS FUAR BİNASI		

BÖLÜM YEDİ

SONUÇ

Mağaralardan kentlere geçişteki tarihsel süreç içerisinde insanoğlu farklı yerleşim alanlarında; kerpiç, taş bloklar gibi farklı malzemeler kullanmış, böylece taşıyıcı sistemler doğmuştur.

Taşıyıcı sistemler; belirli bir amaç ve işlev için inşa edilen, bir hacmi ve mekanı tanımlayan, tamamen ya da parçalı olarak örten ve sınırlayan elemanlardır. İlk taşıyıcı sistem örnekleri ise az katlı yapılar olmuştur. Tez çalışmamın kapsamında incelediğim çelik ve dolayısıyla hammaddesi demir ise insanlık tarafından ilk Paleolitik Çağ'da kullanılmış olmasına rağmen strüktürel anlamda kullanımı Sanayi Devrimi ile başlamaktadır.

Sanayi Devrimi ile birlikte şehirlerin gelişim süreçleri içerisinde, önceleri az katlı toplu konutlar ve işçi barınakları gibi kısa sürede büyük konut ihtiyacını kapatacak uygulamalarda kendine yer bulan çelik, ahşap ve betonarme gibi mevcutta kullanılan pek çok yapı malzemesine göre daha homojen ve izotrop olması ve yapısı gereği yüksek muhavemet ihtiyacına cevap verebildiğinin anlaşılması ile birlikte çok katlı veya büyük açıklık gerektiren bina tiplerinde de kullanılmaya başlandı.

Çelik malzemenin, imalat kalitesinin yüksekliği ve yapı yükünü hafifletmesi gibi teknik özellikleri sayesinde çok katlı yapı inşa edebilme imkanı sunması, günümüzde gelişmiş ülkelerde parsel kaygısı ile giderek topraktan uzaklaşan bir yapılanma içerisine gidilmesine neden olmuştur. Bu sonuçla, özellikle konut örneğinde, üç kattan daha yüksek yapıların insanda uyumsuzluk, korku, güvensizlik ve topluma karşı ilgisizliğe sebep olduğu saptanmıştır.

Az katlı çelik yapının estetik, fonksiyonel ve strüktürel açıdan farkını örneklerle sergilemek amaçlı hazırlanmış olan bu tezde, Türkiye'de yapılmış başarılı örnekler gezilip araştırılmak suretiyle incelenmiştir.

Çeliğin bina taşıyıcı sisteminde kullanımının giderek yaygınlaştığı günümüz mimarisinde, yapı malzemesi olarak çeliği tanımak, çelik yapı bileşenlerini, birleşim türlerini ve oluşabilecek taşıyıcı sistem özelliklerini bilmek, yarar ve sakıncalarını kavramak gerekir. Çeliğin kullanımının her geçen gün artıyor olması, projelendirme ve detaylandırma gibi alanlarda giderek daha bilinçli ve profesyonelce yaklaşılmasını sağlamıştır. Çelik, doğru kullanımı sonucunda oluşan görkemli yapıtlar sayesinde “çağın malzemesi” olarak adlandırılmaya başlanmıştır.

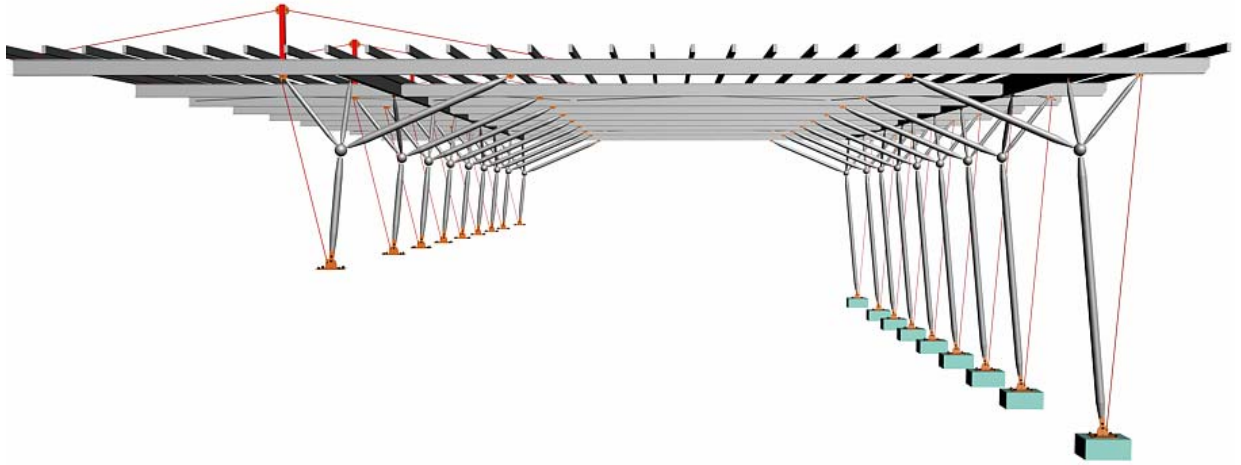
Çeliğin yapılarda kullanımı ihtiyaçlar paralelinde gelişmiştir. Az katlı, büyük ölçekli yapılarda taşıyıcı sistem olarak çelik malzemenin kullanımının mimariye sağladığı en büyük yarar, küçük en kesitle geniş açıklık geçebilmek olmuştur. Böylece, endüstriyel yapılar, terminal yapıları, alışveriş merkezleri, galeriler gibi yapılarda tercih sebebi olmuştur.

Hafif, büyük açıklıkları geçebilen serbest formlar oluşturmaya imkan vererek mimariye özgürlük kavramı getiren çelik malzeme; %2’den daha az oranda karbon içeren, mekanik ve ısıt işlemler sonucu çeşitli özellikler kazanabilen bir demir-karbon alaşımıdır. Değişik şekillendirme imkanı (boru, profil, yuvarlak demir, yassı çelik gibi) ve teknik özellikleri sayesinde malzemeden çeşitli şekillerde yararlanmak mümkündür.

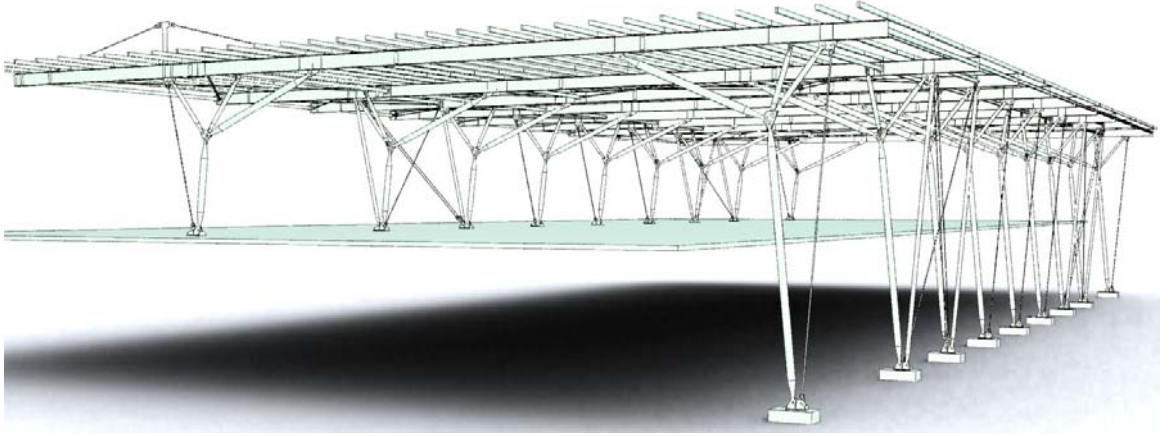
Yaptığım araştırmalar sonucunda günümüz çelik yapılarında kapalı profillerin daha yoğun olarak kullanıldığını gördüm. Bunun başlıca nedeni ise dairesel kesitli boru profillerin kullanımının özellikle burkulma yükü altında avantajlı olmasıdır. Kapalı profiller olarak adlandırılan kutu ve boru profillerin burkulma atalet momenti açık kesitlilere göre 200 ile 500 kat arası fazladır. Dolayısıyla dayanım/aralık oranı da yükselmektedir. Ayrıca, boru profillerin açık profillere nazaran daha hafif olması ve daha az dış yüzey alanına sahip olması sayesinde yangın ve korozyon gibi zararlı etmenlere karşı, koruma malzemesinin az kullanımı nedeniyle, ekonomik olması zaman içinde daha çok kullanım alanı bulmasına sebep olmuştur. Bu nedenleri göz önünde bulundurarak, çalışmasını yaptığım Adnan Menderes Dış Hatlar Terminali Giriş Saçağı Projesi’nde kapalı profiller kullanmayı tercih ettim.

“Adnan Menderes Havalimanı Dış Hatlar Terminali” Restoratör Y.Mimar Yakup Hazan tarafından tasarlanmış, yapımı Temmuz 2005 - Temmuz 2006 tarihleri arasında tamamlanacak olan bir projedir. Proje kapsamında; terminal üstü örtüsü olan tonoz çatı, iskele bölgesi saçakları, seralar, otopark saçakları ve terminal ana giriş saçağı gibi pek çok yerde çelik kullanımına rastlamaktayız.

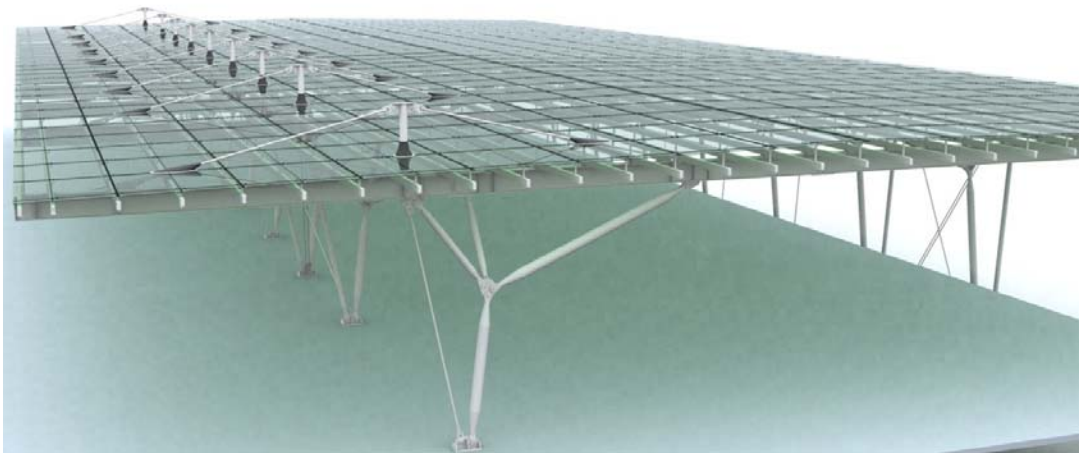
“Adnan Menderes Havalimanı Terminal Binası Ana Giriş Saçağı” yaklaşık 90 m. x 45 m.’lik açıklığı geçen tamamı camla örtülü bir yapıdır. Sistemde düşey yükleri $\phi 323$ ve $\phi 219$ ’lik elemanlardan oluşturulmuş 18 adet birim strüktür karşılamaktadır. Birim strüktürleri karşılıklı bağlamak için HI 650’lerden oluşan kirişler kullanılır. I profillerin üzerinde ise saçak örtüsü olarak kullanılan 1500 mm. x 3000 mm. ebatlarındaki serigrafik baskılı cam yer almaktadır ve camı taşıyan 200x170 mm. ebatlarında kutu profiller bulunur. Cam kutu profillerden oluşturulmuş karkas üzerinde noktasal tutucular ile taşınmaktadır. Sistemin statik hesapları gereği gergiler de kullanılmıştır.



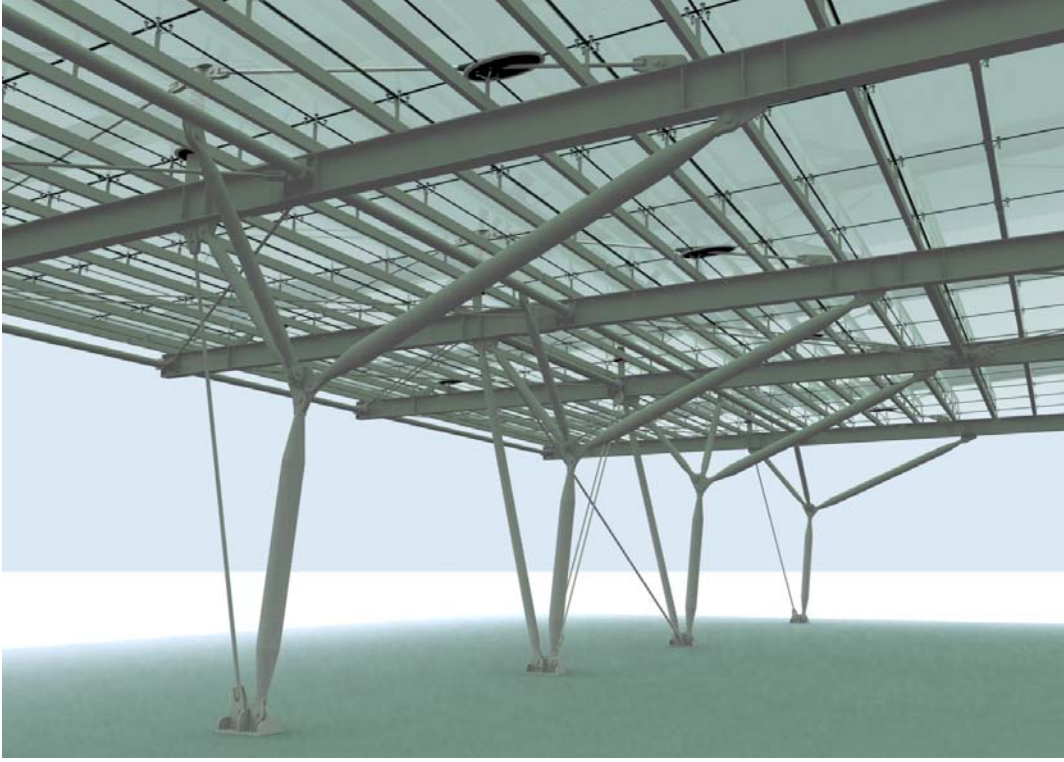
Şekil.7.1. Adnan Menderes Havalimanı Giriş Saçağı perspektifi



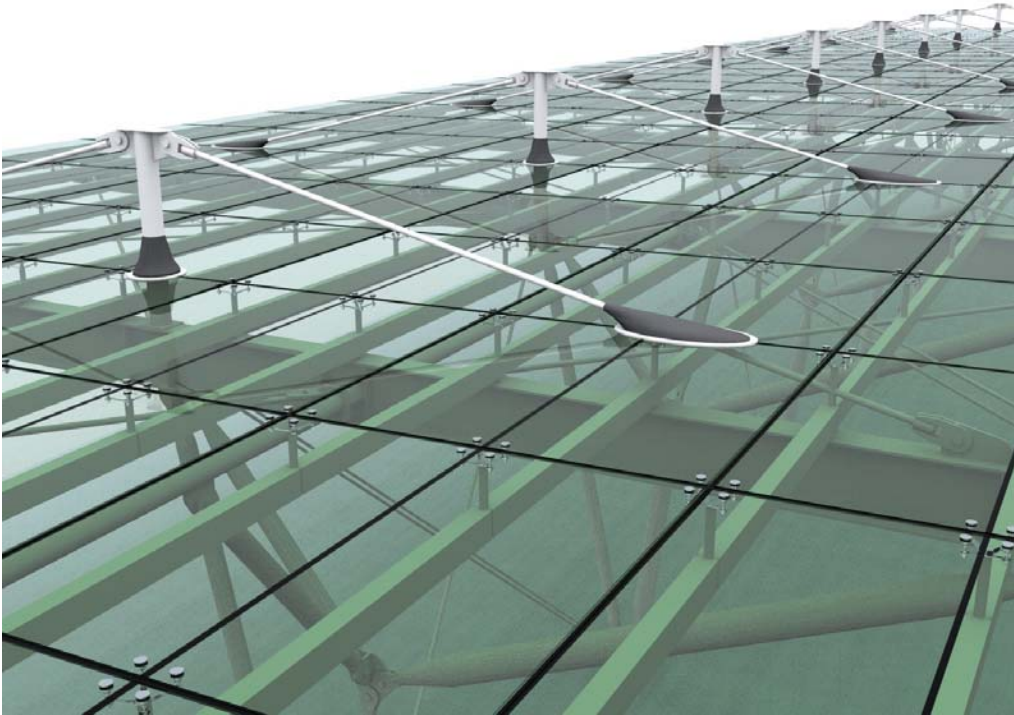
Şekil.7.2. Adnan Menderes Havalimanı Giriş Saçağı perspektifi



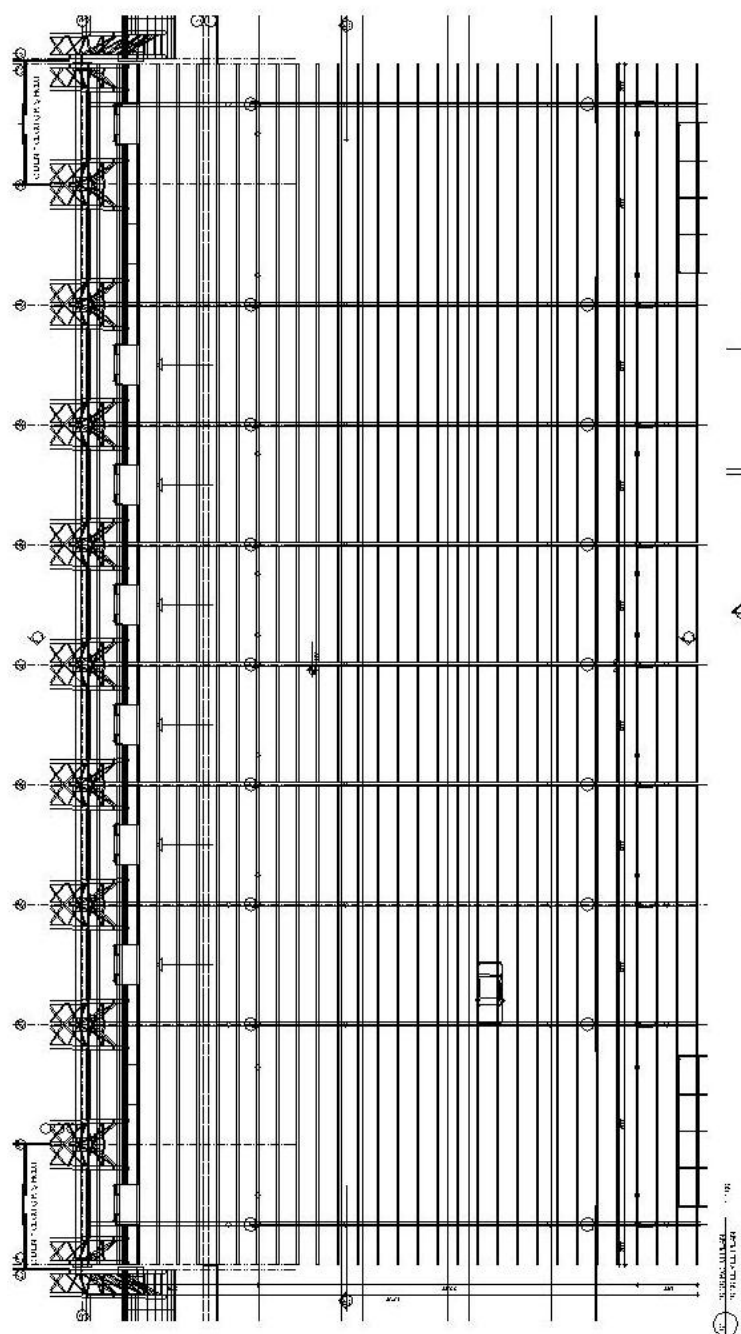
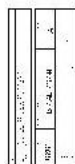
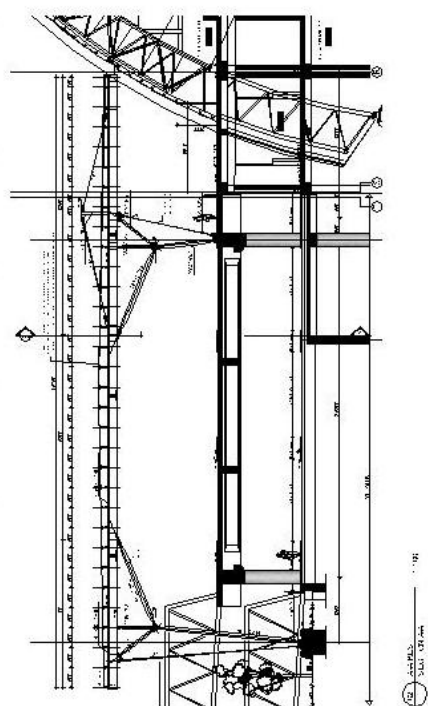
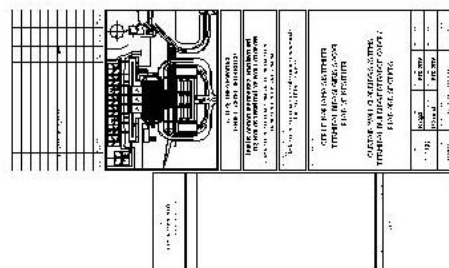
Şekil.7.3. Adnan Menderes Havalimanı Giriş Saçağı perspektifi

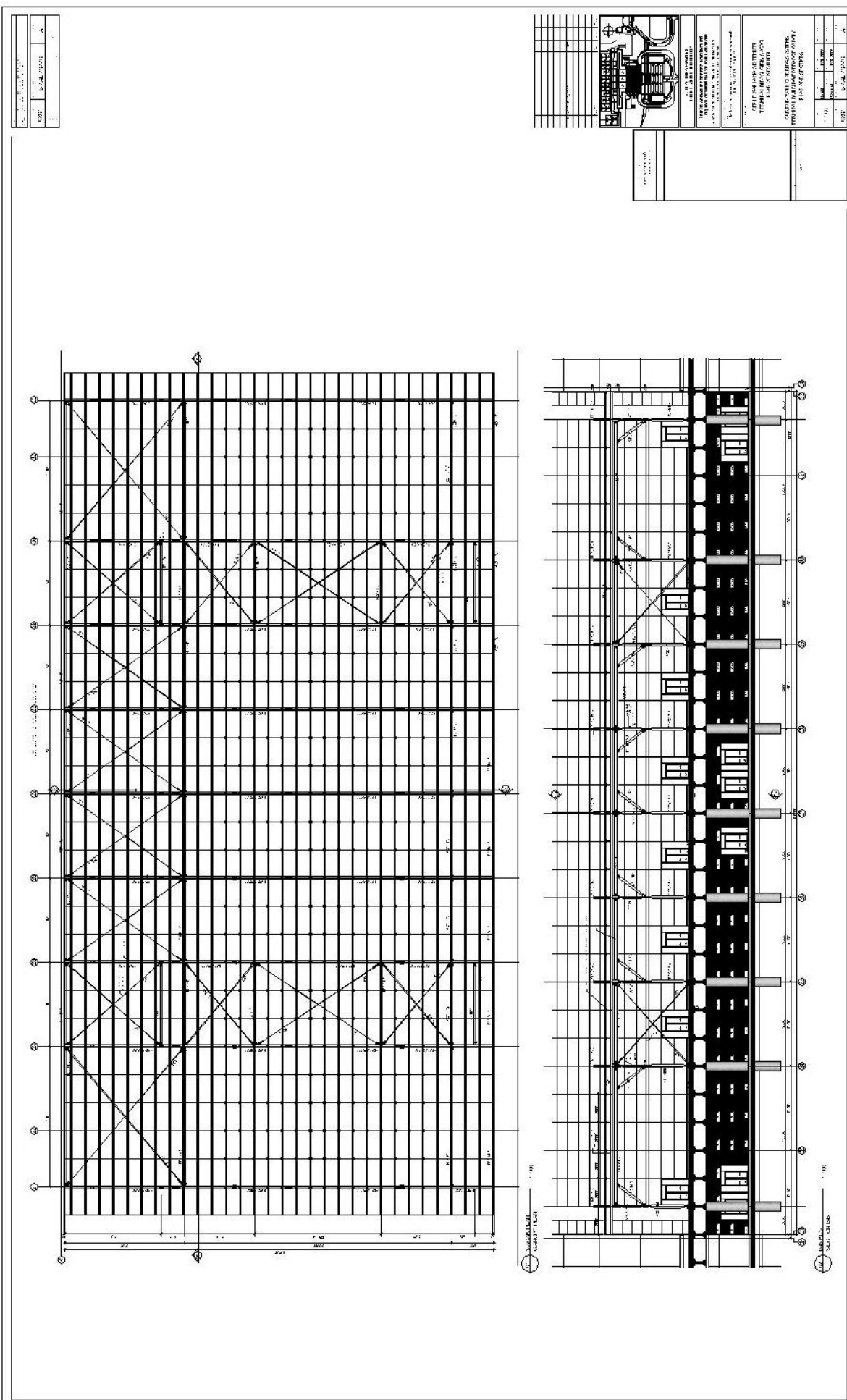


Şekil.7.5. Adnan Menderes Havalimanı Giriş Saçağı perspektifi



Şekil.7.6. Adnan Menderes Havalimanı Giriş Saçağı perspektifi





Kaynaklar

- Atalay, T., (Tez, 2002). *Geniş açıklıklı mekanların üstünü örten taşıyıcı sistem incelemesi*. Dokuz Eylül Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilimdalı, İzmir. (Dnş: Yrd. Doç. Dr. A. Sönmez)
- Deren, H. ve Uzgider, E. ve Piroğlu F.(1995). *Çelik yapılar*. İstanbul: Çağlayan Yayınevi.
- Dönmezer, H. (1996). Demir, font ve çelik hakkında genel bilgiler. *Çelik yapı bilgisi, Mesleki Teknik Öğretim Okulları Kitapları Cilt 1* içinde (1. Bölüm). İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Erşen, N. (-). *Çelik yapılar ve çözümlenmiş problemler*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Gencer, A., (Tez, 2003). *Türkiye’de çelik strüktürler ve kullanımını arttırma yöntemleri*. Dokuz Eylül Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilimdalı, İzmir. (Dnş: Yrd. Doç. Dr. Y.K. Aktuğlu)
- Gürbüz, Jülide, (Tez, 2002).Çelik taşıyıcı sistemlerin yangına karşı korunmasında tarihsel süreç ve koruma ilkeleri. İstanbul Teknik Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Hasol, D. (1975). *Ansiklopedik mimarlık sözlüğü* (genişletilmiş 7. baskı). İstanbul: Yem Yayınevi.
- Hasol, D. (1998). *Mimarlık ve yapı terimleri sözlüğü* (2. baskı). İstanbul: Yem Yayınevi.
- Hayward , A. ve Weare , F. , (2001). *Steel detailers’ manual*. Blackwell Science.

Kiray, A.O., (Tez, 2002). *Az katlı bağımsız konutlarda çelik karkas taşıyıcı sistemler ile betonarme karkas taşıyıcı sistemlerin belirlenen yapı üretim kriterlerine göre Türkiye koşullarında karşılaştırılması*. Dokuz Eylül Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilimdalı, İzmir. (Dnş: Yrd. Doç. Dr. C. Yesügey)

Koçar, Y. (-). *Çelik inşaat konstrüksiyon detayları. Perçinli, Kaynaklı, Borulu*. İstanbul: Güven Kitabevi.

Meslek içi eğitim kitapları dizisi 3, (2001). *Mimari tasarım ve çelik*. İzmir: Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları.

Odabaşı , Y.(1992). *Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları*. İstanbul: Beta Yayın.

Orbay, K. Y., (Doktora, 1988). *A new trend in design and construction for 21st century according to architectural requirements in steel buildings and economic design*. Dokuz Eylül Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilimdalı, İzmir. (Dnş: Prof. Dr. Necati Şen)

Soygeniş, M. (2000). *Yapı 2*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Şen, N. (1990). *Mimarlıkta strüktür ve strüktürel kavramlar*. İzmir: D.E.Ü. Müh. Mim. Fak. Yayınları.

Scheer, L. (1950). *Çelik nedir?*. (M. Sağışman, Çev.) İstanbul.

Türkçü, Ç. (1983). *Çağdaş yapım ve strüktür sistemleri. Strüktür kavramları, katlanmış plaklar, kabuklar*. İzmir: D.E.Ü Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Yayınları (Yayın No : 25)

Türkçü, Ç. (1997). *Çekmeye çalışan taşıyıcı sistemler*. İzmir: Eylül Yayınları.

Uluğ,T. N., (1973). *Çelik yapılar: çelik karkas yapılar – çelik köprüler*. İstanbul: Uluğ Kitabevi.

Ünver, H., (Tez, 2003). *Çelik Yapı Detaylarının Taşıyıcı Sistemler Açısından İrdelenmesi*. İstanbul Teknik Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, İstanbul. (Dnş: Doç. Dr. L.Yücesoy)

Yesügey, C., (Tez, 1980) Tek katlı endüstri yapılarında, çubuk elemanlarla oluşturulan strüktür sistemleri. Dokuz Eylül Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilimdalı, İzmir.

Zeycan, B., (Tez, 1998). *Metalin özelde demir ve çeliğin yapıdaki strüktürel işlevinin tarihsel gelişim çerçevesinde araştırılması*. Dokuz Eylül Üniv., Fen Bilimleri Ens., Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilimdalı, İzmir. (Dnş: Prof. Dr. Necati Şen)

Akbay, F. (2005). *Neden çelik yapı?*. *Çelik yapılar*. www.fatihakbay.tripod.com .

Arda, T.S., (2001). *Neden Çelik Malzeme?*. www.tusca.org.tr

Alka Sanayi A.ş. (2004). *Çelik karkas yapılar*. www.alkagroup.com.tr .

Alfa Çelik – Çelik Taşıyıcı Sistemler. (2004). *Ürünlerimiz. Kullanım alanları*. www.alfacelik.com .

Arda, T.S., (2001). *Deprem bölgelerinde çelik iskeletli binalar*. www.tusca.org.tr.

Arun, G., (2001). *Çelik iskelet yapıların mimari tasarımı*. www.tusca.org.tr

Borusan A.Ş. (2006). *Borusan paslanmaz çelik profil ve boru*. www.borusan.com.tr.

Çağla Mühendislik ve Mimarlık Tic.Ltd.Şti. (2003). *Çelik yapının avantajlarından bazıları*. www.cagla.com.

Demiryollarımız, TCDD matbaası, 1958

Ege Mimarlık, (1998). Sayı 22, *Çelik ve Mimarlık*

Ege Mimarlık, (2001). Sayı 37, *Dosya : Mimarlıkta Çelik ve Cam*

Ereğli Demir-Çelik A.Ş. (2006). Ürünler. Üretim standartları. (Ereğli demir-çelik).
www.erdemir.com.tr .

Erke Çelik İnşaat ve Beton Mamülleri San.Tic.Ltd.Şti.(2003). Erke Çelik. *Çeliğin tarihçesi, çelik&mevzuat, neden çelik?*. www.erke.com.tr.

Fammetal Paslanmaz Çelik San.Tic.Ltd.Şti. (2006). *Ürünlerimiz. Teknik bilgiler.*
www.fammetal.com.tr.

Özdil, S., (2001). *Türkiye çeliği neden kullanmıyor?*. Makaleler. www.tusca.org.tr

Öner, Z.İ., (2001). *Çelik yapıların yangına karşı korunması*. www.tusca.org.tr

Yapı Dergisi (2004, sayı 271). *İtü Merkez Kitaplık Binası'na Ek. Ayazağa-İstanbul –*
sayfa : 58-62