

**ÇELİK YAPILARIN TASARIM VE KONSTRÜKSİYON
İLKELERİ VE KKTC'DEKİ UYGULAMALARININ
İRDELENMESİ**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

SİMGE EĞİTMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LEFKOŞA 2013

**Simge EĞİTMEN: Çelik Yapıların Tasarım ve Konstrüksiyon İlkeleri ve
KKTC'deki Uygulamaların İrdelenmesi**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. İlkey SALİHOĞLU

Tez 01/02/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir

Jüri Üyeleri :

Prof. Harun ÖZER,



Jüri Başkanı,
Yakın Doğu Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

Prof. Dr. H. Çetin TÜRKÇÜ,



Danışman,
Yakın Doğu Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

Prof. Dr. Nezih AYIRAN,



Jüri Üyesi,
Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

DEKLERASYON

Bu tezin hazırlanmasında telif haklarını ihlal edecek herhangi bir çalışma ve bilgi kullanımı yapılmadığını beyan ederim.

Saygılarımla;

Simge Eğitmen

İmza:

Tarih: 21 Şubat 2013

ÖZET

KKTC'deki az katlı yapılarda taşıyıcı sistem olarak çelik malzeme ve çelik malzemenin kullanımı yerinde incelenerek hazırlanan bu çalışmada; çelik malzeme, çelik yapı kavramları ve taşıyıcı sistemlerin açıklanması amaçlanmıştır. Tez altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde teze genel bir giriş yapılmıştır. Burada araştırmanın amaç ve kapsamı belirtilerek, çalışmanın oluşturulmasında izlenen yöntem hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde çelik, çelik yapılar, çelik malzemenin önemi ve teknik özellikleri gibi kavramlar açıklanmaya çalışılmıştır. Çelik yapıların tarihsel gelişimi anlatılarak, çelik konstrüksiyonun mimaride kullanımı ve tercih edilme nedenleri açıklanmıştır. Tezin üçüncü bölümünde, çelik profilli yapılarda, uzay kafes sistemlerde ve hafif çelik yapılarda; taşıyıcı sistemler, ana taşıyıcı elemanlar, birleşim detayları ve döşeme sistemleri sınıflandırılarak anlatılmıştır. Dördüncü bölümde KKTC'deki çelik sektöründeki yapı örnekleri seçilmiş, çelik profilli yapı örnekleri, uzay kafes sistem örnekleri ve hafif çelik yapı örnekleri yerinde incelenmiştir. Taşıyıcı sistemleri değerlendirilen örnekler, fotoğraf ve çizimler yardımı ile anlatılmıştır. Beşinci bölümde araştırılan yapılarla ilgili değerlendirme yapılmış ve sonuçlar tablolar ile aktarılmıştır. KKTC'deki çelik yapıların genel karşılaştırılması, sayısal gelişimi, kullanım amaçları ve gelişim trendi açıklanmıştır. Burada 2009-2012 yılları arasındaki yapı adeti, yapı ağırlıkları ve kullanım alanlarına ilişkin bilgiler tablo ve grafiklerle anlatılmıştır. Altıncı bölümde, araştırmanın diğer bölümlerinden gelen bilgiler bir araya getirilerek çalışmanın sonucu açıklanmaya çalışılmıştır. Burada çelik yapıların uygulama alanları, yıllara göre gelişimi ve çelik yapıların nasıl gelişebileceği açıklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Az katlı yapılar, çelik, çelik malzeme, taşıyıcı sistem, taşıyıcı eleman, çelik birleşimler.

ABSTRACT

This field study aims to define the use of steel materials, structural systems and other structure concepts, as used in low rise buildings in TRNC. This thesis has six parts. Part one is an introduction. This part gives information about purpose, scope and methods used in study. Part two provides the historical description of the development of steel structures, the architectural uses and preferences in construction. Part three describes the use of steel frames and the systems, light steel constructions, structural system, main structural units joining details and flooring systems categorizes. Part four looks at the samples of steel frames and the systems and the light steel frames within the TRNC steel sector. These samples are illustrated with visually and graphically. Part five provides evaluation of the above study with a result table. There is also general comparison of steel structures in the TRNC, statistical development, uses and developmental trends. Here tables and graphs provide necessary information relating to the number, density and uses of structures between 2009-2012. Part six provides a conclusion to the study as a whole. Here the application field of steel structures, improvement over the years and projected development is evaluated.

Keywords: Low rise building, steel, steel material, structural system, steel structural members, steel construction.

TEŞEKKÜR

Başta, yüksek lisans öğrenimim süresince ve yüksek öğrenimimin son ürünü olan bu tezin oluşmasında yaptığı tüm yardımlardan dolayı saygıdeğer eğitmen ve danışmanım Prof. Dr. Çetin H. Türkçü'ye sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım süresince bana mesai saatleri içerisinde ve dışında desteğini esirgemeyen Yüksek Mimar Ertuğ Ertuğrul, İnşaat Mühendisi Derviş Eğitmen ve Yüksek Mimar Kozan Uzunoğlu'na teşekkür ederim.

Ayrıca mimarlık yüksek lisans eğitimim süresinde, bana istediğim bilgilere her zaman ulaşma imkanı veren KTMMOB Mimarlar Odası'na, Güzelyurt Belediyesi'ne, Girne Belediyesi'ne, Mustafa Toros ve Ailesine teşekkür ve saygılarımı iletmek istiyorum.

Son olarak hayatım boyunca hep yanımda olan, maddi ve manevi hiçbir fedakarlığı esirgemeyen aileme ve diğer tüm sevdiklerime en içten dileklerimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
RESİM LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 1
1.1 Giriş ve Tanımlar	1
1.2 Araştırmanın Amacı ve Gerekliliği	3
1.3 Araştırmanın Yöntemi ve Kapsamı.....	4
 BÖLÜM 2 ÇELİĞİN TANIMI, TARİHSEL GELİŞİMİ ve TERCİH EDİLME NEDENLERİ.....	 6
2.1 Çelik ve Çelik Yapılar İle İlgili Tanımlar	6
2.1.1 Çelik Malzemenin Teknik Özellikleri.....	7
2.1.2 Çelik Malzemenin Önemi	8
2.2 Çelik Yapıların Tarihsel Gelişimi.....	9
2.3 Çelik Konstrüksiyonun Günümüz Mimarisinde Kullanımı ve Tercih Edilme Nedenleri	13
2.3.1 Çelik Konstrüksiyonun Olumlu Yönleri	14
2.3.2 Çelik Konstrüksiyonun Olumsuz Yönleri.....	15

BÖLÜM 3	ÇELİK YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM ve ANA TAŞIYICI ELEMANLAR, BİRLEŞİM DETAYLARI ve DÖŞEME SİSTEMLERİ.....	17
3.1	Çelik Yapılarda Taşıyıcı Sistemler	17
3.1.1	Çelik Profilli Yapılar	18
3.1.2	Uzay Kafes Sistemler	21
3.1.3	Hafif Çelik Yapı	23
3.2	Çelik Yapılarda Ana Taşıyıcı Elemanlar	26
3.2.1	Kirişler.....	26
3.2.2	Kolonlar.....	30
3.2.3	Temeller	32
3.3	Çelik Yapılarda Birleşim Detayları	33
3.3.1	Çelik Profilli Yapılarda Birleşim Detayları	33
3.3.2	Uzay Kafes Sistemlerde Birleşim Detayları.....	37
3.3.3	Hafif Çelik Taşıyıcı Sistem Birleşim Detayları	39
3.4	Çelik Yapılarda Döşeme Sistemleri	42
3.4.1	Çelik Profilli Yapılarda Döşeme Sistemleri.....	42
3.4.2	Uzay Kafes Sistemlerde Döşeme Sistemleri.....	43
3.4.3	Hafif Çelik Yapılarda Döşeme Sistemleri.....	44
3.5	KKTC’de, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Çelik Binalar Hakkındaki Yönetmeliğin Çelik Binalar İle İlgili Olan Bölümünün Değerlendirilmesi	44
BÖLÜM 4	KKTC’DE ÇELİK SEKTÖRÜNDEN YAPI ÖRNEKLERİ	48
4.0	Çelik Yapılar İçin KKTC’den Örnek İncelemeler.....	48

4.1 Çelik Profilli Bina Örnekleri.....	48
4.1.1 Toros Ailesi Konut Projesi.....	52
4.1.2 ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Kapalı Spor Salonu.....	62
4.2 Uzay Kafes Sistem Örnekleri	73
4.2.1 Yakın Doğu Üniversitesi Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu.....	73
4.2.2 Gazimağusa Arena	82
4.3 Hafif Çelik Yapı Örnekleri.....	90
4.3.1 Reflexteam Construction Anaokul Projesi.....	90
4.3.2 Cyprus Proev Konut Projesi.....	97
4.3.3 Hebo Yapı Kreş Projesi.....	104
BÖLÜM 5 KKTC’DEKİ ÇELİK YAPILARIN ÇEŞİTLİ PARAMETRELER	
DOĞRULTUSUNDA KARŞILAŞTIRILMASI	110
5.1 KKTC’deki Çelik Yapı Örneklerinin Karşılaştırılması	110
5.1.1 KKTC’deki Çelik Yapıların Genel Karşılaştırması	118
5.1.2 KKTC’deki Çelik Yapıların Sayısal Gelişimi ve Kullanım	
Amaçları	132
5.1.3 KKTC’de Çelik Yapıların Gelişim Trendi.....	132
BÖLÜM 6 SONUÇ ve ÖNERİLER.....	134
KAYNAKLAR.....	139
EKLER.....	145
Ek 1 Taşıyıcı Sistem Ağırlıklarının Karşılaştırılması	145
Ek 2 KKTC Çelik Yapı Envanteri.....	148

TABLO LİSTESİ

Tablo 5.1	Toros Konut Projesi	111
Tablo 5.2	ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kapalı Spor Salonu.....	112
Tablo 5.3	YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu	113
Tablo 5.4	Gazimağusa Arena	114
Tablo 5.5	Reflexream Construction Anaokul Projesi	115
Tablo 5.6	Cyprus Proev Konut Projesi.....	116
Tablo 5.7	Hebo Yapı Kreş Projesi	117
Tablo 5.8	KTMMOB, Mimarlar Odası istatistiksel bilgiler.....	130
Tablo 6.1	2009-2012 yılları arasındaki betonarme ve hafif çelik sistemli konut oranları	136

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Çeliğin gerilme-şekil değiştirme ikilisi	7
Şekil 3.1 Çelik kiriş	27
Şekil 3.2 Petek kiriş çeşitleri	29
Şekil 3.3 Kolon-kolon birleşim detayı	30
Şekil 3.4 Çelik temel	32
Şekil 3.5 Çelikte perçinli birleşim.....	34
Şekil 3.6 Çelikte bulonlu birleşim.....	34
Şekil 3.7 Çelikte kaynaklı birleşim	35
Şekil 3.8 Dolu profiller.....	36
Şekil 3.9 Boru ve kutu profiller.....	37
Şekil 3.10 En küçük uks birimi tetraheron.....	37
Şekil 3.11 Hafif çelikte perçin ve puntolu birleşimler	39
Şekil 3.12 Hafif çelikte bulonlu birleşim	40
Şekil 3.13 Vida ile montaj.....	40
Şekil 3.14 Hafif çelikte kaynaklı birleşim.....	40
Şekil 3.15 Hafif çelik yapılarda kullanılan soğuk şekillendirilmiş hafif çelik profil türleri	42
Şekil 3.16 Tek yönde kirişli sistem	43
Şekil 3.17 İki yönde kirişli sistem.....	43
Şekil 3.18 Üç yönde kirişli sistem.....	43
Şekil 3.19 Kompozit döşeme sistem	43
Şekil 4.1 Toros ailesi konut projesi vaziyet plan	53
Şekil 4.2 Zemin kat planı	55
Şekil 4.3 Birinci kat planı.....	55
Şekil 4.4 Kolon ve aks sistemi.	58
Şekil 4.5 A-A ve B-B kesitleri	59
Şekil 4.6 C-C, D-D, E-E, F-F kesitleri	59
Şekil 4.7 Duvar detayı.....	60
Şekil 4.8 Çelik profil detayı	60
Şekil 4.9 Kapalı Spor Salonu -5.10 kotu planı.....	65

Şekil 4.10 Kapalı Spor Salonu ± 0.00 kotu (giriş) planı	65
Şekil 4.11 Kapalı Spor Salonu kesiti.....	68
Şekil 4.12 Kapalı spor salonu cephe görünüşü	71
Şekil 4.13 Kapalı spor salonu cephe sistem detayı.	72
Şekil 4.14 Bodrum kat planı.....	76
Şekil 4.15 Zemin kat planı... ..	76
Şekil 4.16 Birinci kat planı.....	77
Şekil 4.17 İkinci kat planı	77
Şekil 4.18 A-A, B-B ve C-C kesiti.....	79
Şekil 4.19 Uzay kafes çelik çubuk detayı	81
Şekil 4.20 Düğüm noktası detayı	81
Şekil 4.21 Gazimağusa Arena zemin kat planı	84
Şekil 4.22 Gazimağusa Arena birinci kat planı.....	84
Şekil 4.23 Sol yan ve arka görünüşler.....	86
Şekil 4.24 Sol yan ve ön görünüşler.....	86
Şekil 4.25 Çatı planı	87
Şekil 4.26 Düğüm noktası detayı	87
Şekil 4.27 Çubuk detayı	87
Şekil 4.28 Uzay kafes sistem çatı detayı	87
Şekil 4.29 Anaokul projesi zemin kat planı	92
Şekil 4.30 Ön ve arka görünüşleri.....	93
Şekil 4.31 Sağ yan ve sol yan görünüşleri	93
Şekil 4.32 Dış duvar detayı	93
Şekil 4.33 Çelik çapraz detayı.....	94
Şekil 4.34 A-A ve B-B kesiti	95
Şekil 4.35 Çatı planı.....	95
Şekil 4.36 Duvar ankraj detayı	96
Şekil 4.37 Zemin kat planı	98
Şekil 4.38 Birinci kat planı.....	99
Şekil 4.39 Ön ve arka görünüşler	100
Şekil 4.40 Sağ yan ve sol yan görünüşler.....	100
Şekil 4.41 Çelik döşeme detayı	102

Şekil 4.42 A-A ve B-B kesiti	102
Şekil 4.43 Çatı planı.....	103
Şekil 4.44 Kreş projesi zemin kat planı.....	105
Şekil 4.45 Sağ yan ve sol yan görünüşler.....	107
Şekil 4.46 Ön ve arka görünüşler	107
Şekil 4.47 A-A ve B-B kesiti	108
Şekil 4.48 Çatı planı	108
Şekil 5.1 İncelenen çelik yapıların kronolojik sıralama grafiği	118
Şekil 5.2 Binaların geometrisine göre örneklerin karşılaştırılma grafiği	119
Şekil 5.3 Cephelerde kullanılan örtü malzemelerine göre binaların karşılaştırılma grafiği...	119
Şekil 5.4 İncelenen hafif çelik sistemli yapıların yıllara göre artışı	120
Şekil 5.5 İncelenen hafif çelik sistemli yapıların sayısal değerlerinin karşılaştırılma grafiği	121
Şekil 5.6 B/a karkas sistem, b/a karkas sistem alt yapı ve uks çatı, hafif çelik yapı sistemi, çelik profil alt yapı ve uks çatı, çelik profilli sistemlerde m ² başına düşen ağırlık grafiği	122
Şekil 5.7 Betonarme, hafif çelik yapı, çelik profilli yapı ve uks planları.....	126
Şekil 5.8 Betonarme (b/a), hafif çelik yapı, çelik profilli yapı, b/a alt yapı ve uks çatı, çelik profil alt yapı ve uks çatı şematik görünüşleri.....	126
Şekil 5.9 Genel betonarme yapılar, hafif çelik yapılar, betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapıların ruhsatlı üretim sayılarının karşılaştırma grafiği.....	127
Şekil 5.10 2009 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği	128
Şekil 5.11 2010 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği	128
Şekil 5.12 2011 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği	129
Şekil 5.13 2012 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği	129
Şekil 5.14 2009-2012 yılları arasında toplam betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği	130

Şekil 5.15 Toplam betonarme yapı, hafif çelik yapı ve betonarme-çelik yapı üretimi grafiği	131
Şekil 5.16 Konut yapılarının b/a ve hafif çelik yapılarla karşılaştırma grafiği	132
Şekil 6.1 2009-2012 yılları arasındaki betonarme ve hafif çelik konut yapıların karşılaştırılması	137

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1 Caolbrookdale Köprüsü	9
Resim 2.2 Britannia Köprüsü	9
Resim 2.3 Forth Railway Köprüsü	10
Resim 2.4 Euston Train Station.....	10
Resim 2.5 Crystal Palace.....	10
Resim 2.6 Eiffel Kulesi	11
Resim 2.7. Home Insurance Binası	12
Resim 2.8 Seagram Binası	12
Resim 2.9 Pompidou Merkezi	12
Resim 2.10 Bilbao Guggenheim Müzesi.....	13
Resim 2.11 DAÜ’de yanan yurt binası	15
Resim 2.12 Soli Harabeleri uzay kafes sistemli üst örtüsü	16
Resim 3.1 KKTC’deki ilk uks örneklerinden biri	22
Resim 3.2 Van depremi sonrası yapılan ilk hafif çelik sistemli okul örneği	25
Resim 3.3 ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Bilim ve Teknoloji Merkezi	28
Resim 4.1 Ahmet Vural Behaeddin.....	49
Resim 4.2 Toros Ailesi konut projesi.....	52
Resim 4.3 Toros Ailesi konut projesi kuzey cephesi	54
Resim 4.4 Güney (giriş) cephesi	56
Resim 4.5 Çelik konstrüksiyon döner merdiven	56
Resim 4.6 Taş kaplamalı kebab yeri	56
Resim 4.7 Sıva ve beyaz badanalı cephesi	57
Resim 4.8 Cephedeki ısı camları ve döşemeye gömülmüş ısıtma sistemi	57
Resim 4.9 Soğutma sistemi ve kanada çamı asma tavan	57
Resim 4.10 Döşemede kaynaklı birleşimler	61
Resim 4.11 Çatıda kaynaklı birleşimler	61
Resim 4.12 Kapalı Spor Salonu görünüşü	63
Resim 4.13 ODTÜ KKK doğu (giriş) cephesi	63
Resim 4.14 Kapalı Spor Salonu batı görünüşü	64
Resim 4.15 Kapalı Spor Salonu iç mekanı.....	66

Resim 4.16 Yapının ana taşıyıcı sistemi	67
Resim 4.17 Çok parçalı çelik kolon	67
Resim 4.18 Çatı konstrüksiyonu	69
Resim 4.19 Eğrisel cepheyi taşıyan düşey makaslar	70
Resim 4.20 Çelik kolonların brüt betonla birleşimi	70
Resim 4.21 YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu	74
Resim 4.22 Havuz ve seyirci tribünleri	75
Resim 4.23 Havuz ve cam cephe görünüşü.....	80
Resim 4.24 Uzay kafes sistem görünüşü.....	81
Resim 4.25 Gazimağusa Arena	83
Resim 4.26 Uks çatı görünüşü.....	87
Resim 4.27 Profillerde görülen paslama	89
Resim 4.28 Magosa Meslek Lisesi Uygulama Anaokul Binası	91
Resim 4.29 Magosa Meslek Lisesi Uygulama Anaokul Binası	91
Resim 4.30 Cyprus Proev konut projesi yapım aşaması	97
Resim 4.31 Cyprus Proev konut projesi.....	98
Resim 4.32 Kapı-pencere ve köşe çaprazlamaları	101
Resim 4.33 Köşe çaprazlamaları.	101
Resim 4.34 Çelik profil dikmelerin beton zemine montajı	103
Resim 4.35 Hebo Yapı kreş projesi.....	105
Resim 4.36 Duvar profillerinin kurulumu.....	109

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

B/A: Betonarme

DAÜ: Doğu Akdeniz Üniversitesi

İMO: İnşaat Mühendisleri Odası

İTÜ: İstanbul Teknik Üniversitesi

KKK: Kuzey Kıbrıs Kampüsü

KKTC: Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

KTMMOB: Kuzey Türk Mimar Mühendis Odalar Birliği

LAÜ: Lefke Avrupa Üniversitesi

MİO: Mimarlar Odası

ODTÜ: Orta Doğu Teknik Üniversitesi

UKS: Uzay Kafes Sistem

VRV: Variable Refrigerant Volume

YDÜ: Yakın Doğu Üniversitesi

BÖLÜM 1 GİRİŞ

1.1 Giriş ve Tanımlar

İnsanoğlu var olduğu günden itibaren ihtiyaçları doğrultusunda, yaşadığı mekanları geliştirmeye çalışmış ve bu doğrultuda daha konforlu şartlarda bir yaşam sürdürmenin yollarını aramıştır. Eski çağlardan beri, insanların önem sırasının başında barınma gelmekteydi. Dolayısıyla ilk zamanlar mağaralar, barınaklar, doğal oluşumlardan meydana gelen sığınak yerleri gibi mekanları barınma amaçlı kullanmışlar, avlanarak hayatlarını sürdürmüşler ve zamanla bu oluşumu ilerletmişlerdir. Bu oluşumla birlikte, insanlar her zaman yaşam şartlarını daha ileriye taşımaya çalışmış ve sürekli daha iyi şartlarda yaşayabilecekleri mekanları geliştirmek için yeni denemeler yapmışlardır.

İnsanların yapımda ilk olarak kullandıkları malzemeler doğadan bulabildikleri taş ve ahşap olmuştur. Yapım yöntemlerine ilişkin birçok deneyimi, ahşapla oluşturdukları yapılarda kazanmışlardır. Ahşap için geliştirilen yöntemler daha sonraları 18. yüzyıldan itibaren çelik gibi diğer yapı malzemelerine uyarlanmıştır. Taş, ahşaba göre daha dayanıklı, sağlam ve uzun ömürlü olduğundan, taşı kullanarak daha büyük ve kalıcı yapılar yapmaya başlamışlardır. Taş, her kültürün geleneksel mimarlığındaki önemli yapılarında kullanılmış ve günümüze kadar gelerek sağlam, kalıcı, güvenli, koruyucu bir eleman olarak bilinmektedir. Kerpiç, üretimi kolay olan ve yeryüzünün pek çok yerinde bulunabilen bir malzeme olmasından dolayı birçok yapıda kullanılmıştır. Tuğla ile kiremit ise ham maddesi toprağa dayanan bir eleman olarak fırında pişirilip katılaştıktan sonra kullanılmaya başlanmıştır.

1300 milyon ton üretimi ile, çelik dünyada en çok kullanılan ortak malzemelerden birisidir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87elik>). Binalarda, köprülerde, altyapı üretiminde, aletlerde, gemilerde, otomobillerde, makinelerde, aksesuarlarda, ve silahlarda kullanılan ana malzemelerdendir. Her ne kadar demir M.Ö. zamanlarda küçük bileşenlerde, duvarları birleştiren kelepçelerde, kapı/pencere gibi yerlerde ve daha çok silah yapımında kullanıldıysa da yapılarda kullanımı Endüstri Devrimi ile Orta Avrupa ve İngiltere’de 1700’lü yıllarda başlamıştır.

18. yüzyıldan itibaren, teknolojideki büyük ilerlemelerinde etkisiyle yapım tekniklerinde, üretiminde ve strüktür sistemlerinde, toplumların ihtiyaç ve gereklilikleri doğrultusunda farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Gelişip değişmekte olan sistemler, günümüz tasarımlarında çok etkili bir biçimde yerini almış ve halen gelişmeye de devam etmektedir.

Daha önceki yüzyıllarda çelik kullanımı olsa bile, 19. yüzyılda çelik, üretim süreci ve formu açısından son derece önemli değişim ve gelişimlere uğramıştır. Bu değişimler yapı biçimlerini, strüktürlerini ve farklı tasarımları beraberinde getirmiştir. Yapıya makineleşmenin girmesi, insan gücünün yerine makine gücünün kullanılması, yapı malzemelerinde standardizasyonu beraberinde getirmiştir.

Dökme demirin kullanılmaya başlanmasıyla, özellikle çelik ve cam birleşimi yapılar, yeni üretim ve yapım sistemlerinin bir arada kullanılması ile birlikte önemli tasarımlarda yerlerini almışlardır. Cam ve çelik malzemenin birlikte kullanımı ile geçmişteki malzeme sınırlamaları ve teknik sınırlamalar ortadan kalkmış, çelik yapılar hızla geliştirilmiştir.

Dövme ve döküm metal elemanlar, Endüstri Devrimi sürecinde yüksek taşıyıcı özelliklerinin ve etkin üretim süreçlerinin avantajlarının fark edilmesi ile daha da geliştirilip, tercih edilmişlerdir. Geleneksel malzemelerden farklı olarak 19. yüzyıl kullanımlarında tercih edilen çelik, mimarlara tasarımlarında daha önceki yıllarda var olan sınırlamaları ortadan kaldırmıştır. Çeliğin; standartlaşmış, ekonomik, hızlı üretim olanakları sağlayan, geniş açıklıkların geçilebilmesi, hafiflik, sağlamlık gibi özellikleri sayesinde çeşitli fonksiyonlara sahip bina yapımında kullanımları tercih edilmektedir.

Çelik kullanımı ile ortaya yeni bir dil, görsel kalite ve anlatımın çıkması Endüstri Devrimi'nden sonraki süreçte de toplumlarda yer etmiştir. Bu yenilikler tasarımlarda yerini alarak, teknolojinin sürekli gelişen yapısı ile günümüz tasarımlarında da etkili bir biçimde görülmektedir.

Çeliğin, gerek yapı elemanı olarak, gerekse malzeme olarak kullanımının her geçen gün artması, yapı projeleri ve detaylandırma aşamalarında daha bilinçli yaklaşımların ortaya çıkmasını da beraberinde getirmiştir.

Günümüz tasarımcılarının tasarımlarında kullandıkları vazgeçilmez yapım malzeme ve teknikleri arasında etkili bir biçimde yer alan çelik, birçok görkemli bina yapımında kullanımı tercih edilip, çağımızın en önemli yapı malzemeleri arasında yer almaktadır.

1.2 Araştırmanın Amacı ve Gerekliliği

Çelik malzeme eski çağlardan beri bilinmesine karşın özellikle inşaat sektöründe ve taşıyıcı sistem malzemesi olarak kullanılması yenidir. Bu çalışmada çelik yapıların tasarım, konstrüksiyon ve binalardaki uygulamaları incelenecek ve KKTC'deki 'çelik binalarda' irdelenecektir.

KKTC'de çelik kullanım yüzdesinin artırılması için öncelikle çelik taşıyıcılı sistemlerin özellikleri, avantaj ve dezavantajları, uygulama esasları konusunda aydınlanılmalı ve endüstrisi geliştirilmelidir. Çelik taşıyıcılı yapılar 'büyük açıklıklı çelik yapılar' ve 'hafif çelik yapılar' sınırlaması içerisinde incelenecektir. Bunun nedeni ise çelik yapı sektörünün KKTC'de yeni yaygınlaşmaya başlamasıdır. Buradaki amaç, yapıların zaman içerisindeki gelişimini birbirleriyle karşılaştırmak ve KKTC'de çelik yapılar nasıl gelişecektir sorusuna yanıt bulup, yeni fikirler üretebilmektir.

Genel olarak 'büyük açıklıklı çelik yapılar' ve 'hafif çelik yapılar' üzerinde bir yoğunlaşma söz konusu olup, çok katlı çelik yapıların şu ana dek yapılmamış olmasından dolayı bu yapılar tez kapsamının dışında tutulacaktır.

Günümüzde hızla gelişmekte olan teknoloji ile mimarlıkta kullanılan elemanlar da gelişmekte ve değişmektedir. Çelik ve çelik elemanların yaygın olarak kullanılmaya başlandığı günümüz mimari tasarımlarda sınırlandırmaların kalktığı, bu sayede kullanım esnekliği ile birlikte görsel kalitenin de ön plana çıktığı görülmektedir. Çelik ve çelik elemanların özellikleri sayesinde binalardaki konfor, görsel kalite, sağlamlık, vs. gibi özellikler istenilen düzeye ulaşmıştır.

İlerleyen teknoloji ile birlikte çelik yapı malzemesi bugün geldiği noktada birçok önemli özelliğe sahiptir.

Başlıca özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- Tasarımcıya istediği formu oluşturmada esneklik vermektedir.
- Çelik yapılar hafiftir ve deprem bölgeleri için güvenlidir.
- Geri dönüşümlü ve çevreci bir malzemedir.
- Tamiri kolaydır.
- Sürdürülebilir bir malzemedir.
- Fabrikasyon bir malzeme oluşu hata oranını düşürmekte ve kontrol edilebilme oranını arttırmaktadır.
- İnşaat süresi azdır.

Dünyada ve deprem kuşağında yer alan gelişmiş ülkelerin inşaat sektöründe, çelik kullanımı oldukça yüksektir. Dünyada %40-50 oranında çelik kullanılmaktadır. Yapılarda; Almanya, Japonya, İngiltere ve ABD gibi ülkelerde kullanılmaya başlanan çelik konstrüksiyon kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Yapılardaki çelik kullanımı Japonya ve ABD’de %60 üzeri, İngiltere’de %54, İskandinav ülkelerinde %40, Almanya ve Fransa’da %30’un üzeri, Türkiye’de %5 ve KKTC’de %3’tür (Korkmaz, Badem, 2004) (KTMMOB, Mimarlar Odası, 2012) (Terim, 2001).

1.3 Araştırmanın Yöntem ve Kapsamı

Çelik, günümüz tasarımcılarının gerek malzeme seçiminde gerekse bina tasarımı konusunda fonksiyonellik, güvenlik, görsel kalite, mimari özgürlük, hafiflik, sağlamlık, vs. gibi ihtiyaçların karşılanabilmesi için gelişen teknolojinin de yardımı ile birçok seçeneği beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada literatür araştırması ve yerinde incelemeler sonrasında elde edilecek bulgular ve örnekler belirlenen ölçütler doğrultusunda değerlendirilecektir. Bu kapsamda, çelik yapılarda ‘Tasarım’, ‘Konstrüksiyon’ ve ‘Uygulama’ kavramları, mimaride kullanımı doğrultusunda incelenecektir.

Bu araştırmada, çelik malzeme ile yapılan kamu binaları ve konut binaları ile uzay kafes sistemli büyük açıklıklı çatılar, hafif çelik saclarla ve profillerle yapılan az katlı konutlar araştırılacaktır.

Büyük açıklıklı çelik yapıların ve hafif çelik yapıların tasarımını etkileyen faktörler doğrultusunda, KKTC’de yapılmış olan yapılara ilişkin bulgular sistematik olarak gruplandırılıp, buradan KKTC’deki çelik yapıların nasıl geliştiğine ve nasıl gelişeceğine dair işaretler bulunmaya çalışılacaktır.

Yine bu araştırma kapsamında KKTC’de yer alan bazı başarılı örnekler yerinde incelenecek ve çelik taşıyıcı sistemlerde çelik kullanımının gerekliliği, doğruluğu ve nedenleri ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır.

Yapılarda, hangi yapı bileşenleri ile ne tür bir taşıyıcı sistem oluşturulduğuna ve nasıl bir taşıyıcı sistemle açıklıkların geçildiği örneklenecektir. Yapılan bu çalışma kapsamında izlenecek yol olarak, 1 veya 2 katlı okul ve konut binası hafif çelik yapılar, büyük açıklık geçen eğilmeye çalışan eğri yüzeyli yapı, çelik profilli konut yapısı ve uzay kafes sistem örnekleri incelenecektir. Her türlü kafes sistemler bu araştırmanın dışında tutulacaktır.

BÖLÜM 2 ÇELİĞİN TANIMI, TARİHSEL GELİŞİMİ ve TERCİH EDİLME NEDENLERİ

2. 1 Çelik ve Çelik Yapılar ile İlgili Tanımlar

Çelik: %2'den daha az oranda karbon içeren, mekanik ısıtma işlemleri sonucu çeşitli özellikler kazanabilen, ana bileşen, demir (Fe) ve ana alaşımı karbon (C) olan bir alaşımdır. Karbon miktarı arttıkça çeliğin mukavemeti ve sertliği de artmaktadır. Demire göre daha sert ve hafif olan çelik iyi işlenebilirlik özelliğine sahiptir. Yapılarda kullanılan çelik ise sıcak işlenmiş çeliktir (Öztürk, 2008).

Yapı çeliği homojen, izotop bir malzeme olmakla beraber sürekli denetim altında üretildiği için güvenilir bir yapı malzemesidir. Yüksek dayanımlı olmasıyla öz ağırlığının taşıdığı yüke oranı düşüktür. Çelik taşıyıcı konstrüksiyon yapıda, tüm taşıyıcı sistemlerin çelikten üretildiği, özellikle deprem bölgeleri için tercih edilmesi gereken, fabrika, hangar, spor salonu, depo, atölye, alışveriş merkezi, sergi salonu vs. gibi alanlarda kullanılan geniş açıklıklara ve yüksekliğe sahip çelik yapı sistemleridir.

Çelikler;

- Normal yapı çelikleri (st37 veya Fe37)
- Yüksek mukavementli yapı çelikleri (st52 veya Fe52) olarak iki gruba ayrılmaktadır (KTMMOB İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Font Demir: Özel fırınlarda ham demire, hurda demir ve diğer katkı maddeleri karıştırılarak font elde edilir. Fontda da %4'e kadar karbon bulunduğundan işlenebilirlik özelliği yoktur. Döküm malzemesi olarak kullanılır ve çekme mukavemeti çok azdır.

Dövme Demir: Dövme işlemi ile biçimlendirilmiş demirdir.

Dökme Demir: İçinde %2'den %6'ya kadar karbon bulunan bir demir-karbon alaşımıdır.

Elasto-Plastik Davranış: Maddeler bir miktar gerilmeye kadar elastikmiş gibi davranır, elastik limit denen bu sınırdan daha yüksek gerilmelere maruz kalındığında plastik davranış gösterir. Gerilme kaldırıldığında elastik bölgede oluşmuş olan deformasyon yine geri gelir ama plastik bölgede oluşmuş deformasyon kalır.

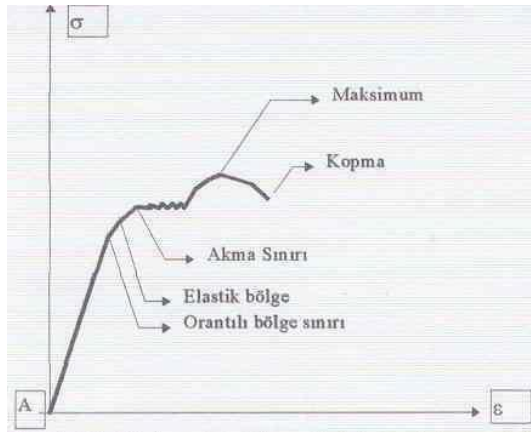
Lineer-Elastik Davranış: Malzemelerin düşük gerilmeler altında gösterdikleri davranıştır. Bu davranışta şekil değiştirmeler orantılıdır ve şekil değiştirmeler tersinirdir.

Akma Sınırı: Elastik deformasyon ile plastik deformasyonun birbirinden ayrıldığı noktadır. Genelde çelik ve türevi gibi sünek malzemelerin gerilme-şekil değiştirme grafiklerinde gösterilir.

Süneklik: Bir malzemenin kuvvet altında kopmaksızın kalıcı şekil değiştirme kabiliyetidir. Diğer bir deyişle kırılma veya aşınma süresi uzun olan malzemeye verilen addır.

Esas Yükler: Yapının kendi ağırlığı, servis yükleri ve kar yükünü içermektedir.

İlave Yükler: Rüzgar yükü, deprem yükü, fren kuvvetleri ve ısı iletkenlerinden oluşmaktadır.



Şekil 2.1 Çeliğin gerilme-şekil değiştirme ikilisi (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007)

2.1.1 Çelik Malzemenin Teknik Özellikleri

Çelik malzeme, betondan ortalama 21, ahşaptan ise 10 kat daha esnek ve dayanıklıdır. Çeliklerin büyük çoğunluğu ısı işlemlere karşı duyarlıdır. Uygulanan ısı işlemler sonucunda istenilen sertlik, mekanik ve fiziksel özellik, korozyon ve yüksek sıcaklıklara dayanım sağlamaktadır. Çelik,

gerekli olan sıcaklıklara kadar ısıtıldığında istenildiği gibi şekillendirilir. Yüksek sıcaklıklarda yapılan presleme, dövme ve haddeme gibi işlemler, çeliğin kimyasal bileşim ve iç yapısının olmasından dolayı soğuk olarak da yapılabilir.

İşlenebilen çelik, istenilen şekil ve düzgünlüğe getirilip, kaynak vb. işlemler ile birleştirilir. Çelikler genel olarak kullanılan yöntemlerle metal ve plastik malzemelerle kaplanmaya ve boyanmaya elverişlidir.

Çelik, elasto-plastik davranış gösteren bir malzemedir. Belirli gerilme düzeyine kadar lineer-elastik davranış gösterir. Akma sınırında yüklenmesi halinde sabit gerilme altında uzama hızı artmaktadır. Bu özellik malzemenin sönüm oranını yani enerji yutma kapasitesini artırır. Daha sonra pekleşme ile dayanım artımı meydana gelerek maksimum gerilme sınırına ulaşmaktadır (KTMMOB İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

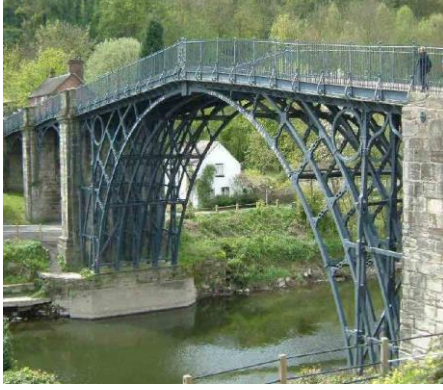
Akma sınırına kadar yükselmiş çelikte büyük deformasyonlar meydana gelmektedir. Dolayısıyla çelikte meydana gelecek maximum gerilmenin, çeliğin akma sınırının yeterince altında tutulması gerekmektedir. Bu değer akma gerilmesinin bir sayıya bölünmesi ile ifade edilen ‘emniyet gerilmesi’ olmakta ve sayısal değeri yaklaşık olarak 1.5-2.0 arasında olması gerekmektedir (KTMMOB İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Çelik yapılarda yapılan kesit ve dayanımına göre ‘esas yükler’ ve ‘ilave yükler’ olmak üzere iki tür yük göz önünde bulunmaktadır.

Yükleme şekilleri; EY (H) yüklemesi ve EIY (HZ) yüklemesi olarak iki bölüme ayrılmaktadır. EY yüklemesi, yapıya etki eden esas yüklerin toplamını oluştururken, EIY yüklemesi yapıya etki eden esas ve ilave yüklerin toplamını oluşturmaktadır.

2.1.2 Çelik Malzemenin Önemi

Günümüzde yaygın olarak kullanılan çelik malzemenin en önemli özelliklerinden biri geri dönüşümlü olmasıdır. Önceden kullanılmış olan çelik, atılmayıp tekrardan geri kazandırılmakta dolayısıyla çelikten çelik üretilebilmektedir. Geri dönüşümlü olan çelik sayesinde; enerjinin %74’ü, ham maddenin %90’ı korunmakta, su tüketimi %40 oranında azalmakta, atık su kirlenmesinde %76, hava kirlenmesinde %86 ve maden atıkları da %97 oranında azalmaktadır (Öztürk, 2008). Herhangi bir yapıda kullanılmadığı durumlarda eritilip ekonomiye tekrardan kazandırılan çelik, yeniden kullanılabilen malzemeler arasında en esnek olanıdır.



Resim 2.1 Coalbrookdale Köprüsü
(Coalbrookdale, İngiltere, 1777)



Resim 2.2 Britannia Köprüsü (Menai,
İngiltere, 1846)

2.2 Çelik Yapıların Tarihsel Gelişimi

Çelik, geçmişten günümüze gelene kadar birçok değişim ve gelişime uğramıştır. Endüstri Devrimi ile ortaya çıkan yenilikler ve ilerlemeler sayesinde, bu dönem üretim ve kullanım patlamasının olduğu dönem olarak bilinmektedir.

Çeliğin, yapı strüktürünü oluşturan ana malzeme olarak kullanılmaya başlanmasıyla, evrensel nitelikli yapılar ile birlikte kullanımı tüm dünyada yaygın olarak tercih edilmeye başlanmıştır.

18. y.y.'dan başlayarak günümüze gelene kadar olan süreçte gerek toplumsal, gerekse teknolojik alanlardaki gelişmeler, yapılardaki strüktürel gelişmeleri de beraberinde getirmiştir. Yüksek fırın

yöntemiyle font ve ham demir üretimi gerçekleştirilmiş ve ilk olarak köprülerin yapımında yapı malzemesi olarak kullanılmıştır.

Font demir ile yapılan ilk köprü 1777-1779 yılları arasında yapılan Coalbrookdale Köprüsü'dür. Bu köprü İngiltere'de Severn Nehri üzerinde 30.5m açıklığında, kemerli strüktür biçiminde tasarlanmıştır. Demir üreticisi olan Abraham Darby'nin tasarladığı köprü, halen günümüzde kullanılan ve tümüyle demir malzemeden inşa edilen ilk köprüler arasında yer almaktadır (Öğüt, 2006). (Resim 2.1)

Daha sonraki yıllarda, kagir kemer köprülerin yüksek maliyetli olması ve zemine mesnetlendirme problemlerin ortaya çıkmasıyla, 19. yüzyılın sonlarına doğru font kemer köprülerin dönemi sona ermiştir. Çekme mukavemeti yüksek olan ve yeni olanaklar sağlayan dökme çelik yapı malzemesi ortaya çıkmış, dökme çelik kullanımıyla köprülerin yapımına başlanmıştır. 1846 yılında İngiltere'de Menai Boğazı üzerinde 140m orta açıklıklı, dolu gövdeli sandık ana kirişli Britannia Köprüsü inşa edilmiştir (Eren, 2007). (Resim 2.2)



Resim 2.3 Forth Railway Köprüsü (Benjamin Baker, İngiltere, 1890)

523m açıklığı geçen köprünün yapımında, korozyona karşı dayanımı güçlendirmek amacı ile kırmızı renkte, sık tübüler konsol strüktür ve tübüler kafes kirişler kullanılmıştır (Eren, 2007). (Resim 2.3)



Resim 2.4 Euston Train Station (Robert Stephenson, 1839)

19. y.y.'da ulaşımın önem kazanmasıyla birlikte inşa edilen demir yolları ile yeni yapılara ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda kendini gösteren bu yeni yapı türleri demir yolu istasyonları, terminal ve gar yapılarıdır. 1835-1839 yılları arasında yapılmış ilk çelik terminal binası Londra'daki Euston Train Station'dır. Robert Stephenson tarafından yapılan bu terminal binası 12.2m eğri makaslardan oluşmaktadır. Daha sonraki yıllarda geçilen açıklıklarda artış görülmektedir. (Resim 2.4)



Resim 2.5 Crystal Palace (Joseph Paxton, İngiltere, 1851)

Demirin, binalarda geniş açıklıkları geçmek için taşıyıcı sistem olarak kullanımının Avrupa'daki ilk örneği; Joseph Paxton tarafından İngiltere'de tasarlanan Crystal Palace'dır. (Resim 2.5)

Dökme demirin kullanılmasıyla, çelik ve cam birleşiminden yapılan Crystal Palace, bu iki malzeme kombinasyonu ile üretim ve yapım

sistemlerinin bir arada kullanıldığı önemli bir örnektir. Crystal Palace, o dönemde yapılan yapılar içerisinde en büyük açıklık geçebilen yapı olma özelliğine sahiptir.

Yaklaşık olarak 700.000m² civarında olan bu yapı, standardize elemanlar halinde cam ve demirin birlikte kullanıldığı ilk prefabrikasyon örneğidir (Öztürk, 2008).



Resim 2.6 Eiffel Kulesi (Gustav Eiffel, 1889)

Yapıdaki cam modüller önceden üretilip, inşaat alanına getirilerek demir iskelete takılmaya başlanmıştır. Bu yapı, gerek yapımında kullanılan şeffaf malzemeler, gerekse yapım tekniği bakımından pek çok üretim şeklinin ilki sayılabilmekte ve döneminin en şeffaf binası olmaktadır. (Resim 2.5)

Dövme çelik kullanılarak yapılan en önemli yapılardan biri de, 1885-1889 yılları arasında Mühendis Gustav Eiffel ve Mimar Stephan Sauvestre tarafından Fransa'da inşa edilen Eiffel Kulesi'dir.

Bu yapı Fransız Devrimi'nin 100. yıl kutlamaları için yapılmış fakat Paris halkı bu yapıyı beğenmediği için büyük tepkilere yol açmıştır. Bugün Eiffel Kulesi Fransa'nın sembolü olmakta ve dövme çelik kullanımının sonlarına gelindiği dönemde yapılan en önemli yapı olarak bilinmektedir. Eiffel Kulesi'nin yüksekliği 308m, ağırlığı ise 7.000 ton olan prefabrike bir yapıdır. (Resim 2.6)

Kullanımı hızla yaygınlaşan çelik sayesinde daha esnek, ihtiyaca göre büyüyebilir, önceden siparişe dayalı bir üretim sistemi gelişmiş, iç ve dış mekanlar arasındaki sınır kavramı farklılaşmıştır.

Yapıya makineleşmenin girmesiyle, insan gücü yerine makina gücünün kullanılması yapı malzemelerinde standardizasyonu beraberinde getirmiştir. Bu süreçte, dökme demir yerine dövme demir ve çelik kullanılması ile tasarlanan binalarda gün ışığından daha iyi derecede fayda sağlanabilmekte, aydınlık ve ferah mekanlar yaratılabilmektedir.

Taşıyıcı sistemin daha açık bir biçimde algılanabilmesiyle daha hafif, saydam ve şeffaf cepheler elde edilmiştir. Daha sonraki yıllarda, yapılar artık yükselmeye başlamış ve gökdelenler tasarlanmaya başlanmıştır. Çelik gökdelenlerin ortaya çıkmasındaki en önemli etken asansörlerdir.



Resim 2.7 Home Insurance Binası
(Chicago, 1885)



Resim 2.8 Seagram Binası (Rohe, 1957)



Resim 2.9 Pompidou Merkezi
(Renzo Piano, 1977)

Yüksek yapıların gelişimindeki en önemli isimlerden biri olan William Le Baron Jenney, Sullivan'ın ortaya koyduğu yapısal form ile çelik çerçeve sistemleri geliştirmiştir. O dönemde yapılan Home Insurance Binası 11 katlı olup, 55m yüksekliğindedir. Taşıyıcı sistemi çelik I kirişler ve silindir dökme demir kolonlardan oluşmaktadır. Cephede yer alan çelik çerçeveden, boşluklar istenildiği gibi elde edildiği için geniş pencere tasarımlarını olanaklı kılmıştır. (Resim 2.7)

20. y.y.'ın başlarında çelik binalar, yüksek prestij yapıları ve gücü simgeleyen yapılar olarak bilinmekteydi.

Bu yüzyılın sonlarında çelik malzemelerdeki gelişmelerle Art Nouveau kendini göstermeye başlamıştır. Birçok iç mekan tasarımında, çeşitli korkuluk, mobilya, vs. gibi yerlerde de kullanılmaktadır.

1957'de inşa edilen Seagram Binası ile çelikte Uluslararası Mimarlık Stili, Mies Van der Rohe ile başlamıştır. I kesitli kolon ve parapet kirişlerinden yapılan dış çerçeveli yapı, 39 kat ve 157m yüksekliğindedir. (Resim 2.8)

1970'li yıllara gelindiği zaman High Tech mimarisi kendini göstermiştir. 1971-1977 yılları arasında Renzo Piano tarafından tasarlanan Pompidou Merkezi, High Tech mimari akımının en önemli örnekleri arasındadır. (Resim 2.9)



Resim 2.10 Bilbao Guggenheim Müzesi
(Frank Gehry, 1997)

21. y.y.'da sadece mühendislik yapılarında değil, genel yapıların ve tasarımların vazgeçilmez parçası olarak günümüz yapılarında etkili bir biçimde yerini almıştır.

2.3 Çelik Konstrüksiyonun Günümüz Mimarisinde Kullanımı ve Tercih Edilme Nedenleri

Günümüz modern mimarisinde çelik malzeme ve çelik konstrüksiyon önemli bir yer tutmaktadır. Çelik, tasarımcılara sınırsız olanaklar sağlamakla birlikte hafif olması sayesinde birçok yerde kullanılmaktadır.

Çeliğin, tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biri de, tasarımcılara yaratıcılıklarını betonarme malzemeyle yapılabilenlerden farklı alanlarda kullanımını sağlamasıdır. Betonarme ile yapılamayan formların yapımı çelik ile mümkün hale gelmektedir.

Dolayısıyla tasarım özgürlüğü artmakta, cesur tasarımlara olanak sağlanmakta, tasarımlarda istenilen form ve geometriler kullanılabilmektedir.

Çelik yapılar, tasarıma getirdiği şeffaflık, hafiflik, büyük açıklıkların geçilebilmesi veya çok büyük binaların yapılabilmesi, mekandan ve zamandan tasarruf, özgün tasarım olanakları, vs. gibi nedenlerden ötürü tercih edilmektedir.

Frank Gehry'nin tasarlamış olduğu Bilbao Guggenheim Müzesi, çelik iskeletli sistemle yapılmıştır. Bu yapı, günümüz tekniklerini en iyi şekilde kullanan yapılar arasında yer almaktadır. Bu müze, tasarımlardaki sınırlamaları ortadan kaldıran, malzemenin esnekliğinden yararlanan ve gelecekteki tasarımlara ışık tutan en önemli yapılardan biridir. Geçmişte yapılmasına ihtimal verilmeyen tasarımlar, çelikle olanaklı hale gelmiştir.

2.3.1 Çelik Konstrüksiyonun Olumlu Yönleri

Çelik konstrüksiyon, mimaride özgürlük sınırlarını genişletmekte ve farklı formların kullanılmasıyla alışılmışın dışında taşıyıcı sistemler kullanılmasını sağlamaktadır.

Çelik konstrüksiyonun olumlu yönleri;

- Dayanımı betonarmeden çok fazladır.
- Zamanımızın gerektirdiği geniş iç mekan yapımına olanak vermektedir.
- Büyük açıklıklı ve çok katlı binalardaki kesitleri betonarmeden küçüktür.
- Çelik kolonun taşıma gücü, betonarme kolona göre daha fazladır.
- Koruma tesisatı toprağa doğru olduğu için yıldırımdan etkilenmez.
- Hafif bir malzemedir.
- Depreme dayanıklıdır.
- Deprem hesaplarında kullanılan yatay yüklerin yapı ağırlığının orantılı olarak azalmasıyla daha yüksek ve depreme dayanıklı binalar yapılmaktadır.
- Temel boyutlarının küçülmesiyle kazı miktarı da azalmaktadır.
- Kötü zeminde bile bina yapılabilir.
- Gelişen teknoloji sayesinde prefabrik yapı elemanları, fabrikalarda bilgisayar destekli makinelerin kontrolünde üretilmektedir.
- Delme, kesme, düzeltme, temizleme, kaynak ve boya gibi her türlü işlem bilgisayar kontrollü makinalarla yapılmaktadır.
- Çelik yapı elemanları şantiyede birleştirilerek yapı kısa sürede inşa edilmektedir.
- Dış hava koşullarından etkilenmeden fabrikada üretilmektedir.
- Yenilenebilir bir malzemedir.
- Kullanımında değişiklik gerektiren, hasar gören binalarda ekleme, değiştirme ve eksiltme yapma olanakları sağlamaktadır.
- Çelik, geri dönüşümlü bir malzeme olduğundan eritilip başka biçimlerde de kullanılmaktadır.
- Yapımı kısa sürede tamamlanır.
- Ekonomik bir malzemedir.
- Geleneksel yapım sistemlerindeki iskele, kalıp kurma, vs. şartları bulunmamaktadır.



Resim 2.11 DAÜ’de yanan yurt binası

2.3.2 Çelik Konstrüksiyonun Olumsuz Yönleri

Çelik konstrüksiyonun mimariye getirdiği olumlu yönleri yanında bir takım olumsuz yönleri de bulunmaktadır.

Çelik konstrüksiyonun olumsuz yönleri;

- Çelik yanıcı değildir ancak yüksek derecelerde mukavemetini yitirir ve plastik duruma gelir.
- Yüksek ısı altında özelliğini kaybettiği için yangına karşı önlem alınmalıdır.
- Tercih edilecek yöntem seçiminde, maliyeti arttırmaması, görsel kalite ve kullanım amacına uygunluk açısından dikkat edilmelidir.
- Oksijen ve su ile temas ettiği zaman paslanma meydana geldiği için çok iyi bakım gerektirir.
- Kullanılan detaylarda, havanın strüktür etrafında serbestçe dolaşımı sağlanmalıdır.
- Yapılacak boya bakımı, ekonomik giderleri arttırmaktadır.
- Isı ve ses ileten, çok iyi bir iletkenidir.
- Isı kaybından dolayı meydana gelebilecek sorunlar karşısında önlem alınmazsa, iç mekanlarda istenilen konfor şartlarının düşmesine neden olabilmektedir.

KKTC’nin ilk hafif çelik yurt binası, 2004 yılında Doğu Akdeniz Üniversitesi’nde (DAÜ) yapılmıştır. Bu yurt binası Türkiye firmalarından Akşan Yapı tarafından inşa edilmiştir . (http://www.aksanyapi.com/tr_TR/kurumsal/hakkinda/).

Doğu Akdeniz Üniversitesi’nde hafif çelik sistemle yapılmış olan yurt binasında, 2011 yılı sonlarında çıkan yangında, yapı kısmen hasar görmüştür. Çeliğin yüksek ısı altında özelliğini kaybetmesinden dolayı, kullanılan çelik elemanlarda eğilip bükülmeler meydana gelmiştir. (Resim 2.11)



Resim 2.12 Soli Harabeleri uzay kafes sistemli üst örtüsü

Yalıtım için kullanılan malzemenin yanıcı olmasından ötürü, yangın kolay ilerlemiştir. Dolayısıyla burada yanıcı olmayan yalıtım malzemesi kullanılması doğru olacaktı.

Yalıtım amaçlı kullanılan cam yünü gibi malzemeler ise yanıcılık özelliğinden dolayı kısmen yanmıştır. (Resim 2.11)

Yangın dayanımının artırılabilmesi için alınabilecek önlemlerden bazıları;

- Yapı, alüminyum, çimento gibi karışımlarla püskürtülerek kaplanmalıdır.
- Yapı, kısmen veya tamamen betonla kaplanarak yangına karşı direnci artırılmalıdır.
- Çelik yapı elemanları plaka şeklindeki yalıtım elemanları ile kaplanarak yangın dayanımı artırılmalıdır.
- Yangına dayanıklı boya kullanılmalı ve sıva yapılmalıdır.
- Özel alaşımlı çelik kullanılmalıdır.
- Yapı, yangına dayanıklı plakalarla (örneğin alçıpan gibi) kaplamalı ya da betonlanmalıdır.
- İçi boş çelik kutu profillerden yapılan kolonlar beton ile doldurulmalıdır.
- Suyun iyi bir soğutucu olması nedeniyle boru veya içi boş elemanların içinden su geçirilmesi gibi önlemler alınmalıdır.

Örneğin, çelik yapıların olumsuz yönlerinden biri olan paslanma konusunda, KKTC’de Lefke bölgesinde bulunan tarihi Soli Harabeleri’nin güneş, yağmur, vb. etkilerden korunması için ‘uzay kafes çatı’ kurulmuşsa da gerekli boya bakımı yapılmayıp, pastan korunma önlemleri yeterince yapılmadığından çubuklarda paslanma olayı görülmektedir. (Resim 2.12)

BÖLÜM 3 ÇELİK YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM ve ANA TAŞIYICI ELEMANLAR, BİRLEŞİM DETAYLARI ve DÖŞEME SİSTEMLERİ

3.1 Çelik Yapılarda Taşıyıcı Sistemler

20. y.y.'a kadar yapı malzemelerinin akılcı kullanımını sağlayan teknoloji ve teknolojik bilginin sınırlılığından dolayı taşıyıcı sistemler yavaş gelişim göstermiştir. 21. y.y.'da ise yapı malzemeleri ve taşıyıcı sistemlerde gerek ilerleyen teknolojiyle, gerekse insanların bilinmeyene karşı duyduğu merak doğrultusunda büyük ilerlemeler olmuştur. Yapılar için, doğru bir taşıyıcı sistem tasarımı güvenlik, ekonomi ve görsel kalite faktörleri içerisinde barındırmalıdır. Tasarlanan her yapı görsel açıdan olumlu veya olumsuz bir etki yaratmaktadır. Mimarlık disiplini açısından tasarlanan yapının taşıyıcı sistemindeki karar sadece inşaat mühendisleri sorumluluğu altında olmayıp, mimarların da strüktür bilgisinin geniş olması gerekmektedir. Bir yapı için mimari stil, ritim, detaylar, vs. önemli olduğu kadar güvenliğin temel taşı olan strüktürler de mimarinin vazgeçilmez temel yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Çelik Taşıyıcılı Sistemlerin, yüksek mukavemeti sayesinde malzeme gideri azdır. Malzemenin azlığına paralel olarak yapı ağırlığı düşmekte ve yapıyı daha düşük bir kesme kuvveti etkilemektedir. Bu da daha düşük bir deprem yükü anlamına gelmektedir. Ayrıca elastisite modülünün yüksek olması nedeniyle eğilme rigitliğinin etkin olduğu yerlerde uygun sonuçlar alınmaktadır. Özellikle deprem tehtidi taşıyan bölgelerde tercih edilme oranı yüksek olan sistemlerdir. Çelik yapılar, bir yapının sağlaması gereken minimum ömrü rahatlıkla sağlar ve çok uzun süre kullanılabilir. Çelik için yapılan bazı yaşlandırma testlerinde yaklaşık 180 yıl dayanımını koruduğu ortaya konmuştur (http://hafif-celik.blogspot.com/2011_01_01_archive.html).

Çelik yapıların tasarımı, betonarme binalarda olduğu gibi kalıcı yapı şartnamelerine göre tasarlanmaktadır. Taşınması gereken yüke göre hesaplamalar yapılmaktadır. Ayrıca betonarmeye göre çok önemli oranda hafif olduğu için deprem yüklerine daha az maruz kalırlar. Bu da deprem dayanımını betonarme yapıya göre çok önemli ölçüde artırmaktadır.

Çelik yapılar, her tür yapıda uygulanabilir. Çelik yapıların konut, okul, hastane, depo, yurt, otel, vb. gibi kullanım alanları olmakta, Dünya’da, Türkiye’de ve KKTC’de de çelikle yapılan bir çok yapı örneği bulunmaktadır.

Bu tez kapsamında çelik yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemler 3 grupta incelenecektir. Bu gruplar;

- Çelik Profilli Yapılar
- Uzay Kafes Sistemler
- Hafif Çelik Yapılar’dır.

3.1.1 Çelik Profilli Yapılar

Çelik profilli yapılarda, profiller kolon-kiriş görevi ile yapının iskeletini kurar. İskelet sistem, yatay ve düşey kuvvetlerin tamamını taşımaktadır. Çelik Profilli Yapılar konut, iş, spor salonları, okul, vb. büyük açıklık geçen her türlü yapıda kullanılabilir. Burada 2 geometrik yaklaşım görülmektedir.

Bu yaklaşımlar;

1. Çelik Profilli İş ve Konut Yapıları
2. Eğilmeye Çalışan Çelik Profilli Eğri Yüzeyli Yapılar’dır.

1. Çelik Profilli İş ve Konut Yapıları

Endüstri Devrimi’nin getirdiği teknolojik gelişmelerle, demir ve çelik mimaride strüktürel olarak kullanılmış, çelik profilli iş ve konut yapılarını yapılabilmesine olanak sağlamıştır.

Çelik yapılar, geleneksel yapım sistemleri ile geçilemeyen açıklıkları geçebilmekte, bu yapıların yapımına olanak sağlayan çelik yapı tasarımları gerçekleştirilmektedir. Kullanılmakta olan çelik sayesinde, küçük enkesitlerle büyük açıklıklar geçilebilmekte ve buna bağlı olarak yapının yükü de hafiflemektedir (Eren, 2007).

Çelik, tarihte ve günümüzde iş ve konut yapıları, alışveriş ve eğlence merkezleri, ulaşım yapıları, galeri, atölye, sergi salonları, hangar, hava alanı, atölye, köprüler, vs. gibi alanlar yaratmada tercih edilmekte ve kullanımı büyük açıklıklı mekanlarda tercih edilmektedir.

Büyük açıklıklı ve işlevsel mekanlar yaratmaya olanak sağlayan bu sistemde, çelik taşıyıcı yapılar ara kolonsuz, duvarsız ve kesintisiz mekanlardır. Ara kolonlar hiç yoktur veya çok azdır. Kolon kesitleri çok küçüktür.

Betonarme yapılarda ortalama 100x100cm olan bir kolonun çelik yapılmış bir yapıdaki karşılığı ortalama 40x40cm'dir (Öztürk, 2008). Bu daha fazla net kullanım alanı, maliyet, zamandan tasarruf, vb. kavramları beraberinde getirmektedir.

Çelik taşıyıcı yapıda, herhangi bir değişiklik söz konusu olduğunda yapı buna uyum sağlayarak engelsiz hacimler kolayca bölümlendirilmektedir. Kuru yapı yöntemi sayesinde uygulamada kolaylık sağlanırken, yapı elemanlarının değişim ve yenilenmesinden bir sorun meydana gelmemektedir.

Çelik Profilli İş ve Konut Yapıları, profillerin düz veya farklı suretlerde kullanılması ile yapılmaktadır. Bu tip yapılarda eğilme, çekme ve basınç gerilmeleri meydana gelmesine karşın, ağırlıklı olarak eğilme gerilmesi hakim olmaktadır.

Çelik Profilli konut yapılarının KKTC'deki örneği, Toros Ailesine ait Konut Projesidir. Çelik konstrüksiyonlu yapı KKTC'nin ilk mimari Ahmet Vural Behaeddin tarafından yapılmış, ilk ve tek çelik konutudur. Girne'de yapılan projenin inşaatı 1993 yılında tamamlanmış olup, projenin detaylarına 4. bölümde yer verilecektir.

Doğru tasarlandığı takdirde işlev ve dayanımından birşey yitirmeden, tümü görünür olan yapı elemanlarını güçlendirme, tamir etme, yenileme veya değiştirme imkanı sağlamaktadır.

İş, konut vb. yapıların yapılmasına olanak sağlayan en önemli taşıyıcı sistemlerden biri de İskelet ve Çerçeve Sistemler'dir.

İskelet ve Çerçeve Sistemler

Çelik taşıyıcı sistemlerin yapımında en çok kullanılan sistemlerden biridir. Son yıllarda çelik çerçeveli yapıların tasarımında, mimarların taşıyıcı elemanların açık bir biçimde algılanan şeffaf cepheler tasarlama eğiliminde olduğu görülmektedir. Yapılarda, taşıyıcıların açığa çıkma eğilimi sonucu kullanımı artmakta olan yüksek kalite yapı çeliği kullanılmaktadır.

Çerçeve Sistemler, kolon ve kirişlerin birbirine rigid olarak bağlanarak, yatay ve düşey yüklere karşı koyan sistemlerdir. Çerçeve Sistemler düzenlenirken basit, düzlem kiriş ve uzay kafes sistemler kullanılabilir. Sistemin önemli özelliklerinden biri, düşey yükler altında kolon ve kirişli sistemlere göre daha üstün olmasıdır (Eren, 2007). Çelik çerçeveli yapılarda genel olarak I ve U profiller kullanılmaktadır. Çerçeveler;

1. Basit Çerçeve
2. Çok Gözlü Çerçeve
3. Özel Geometrik Çerçeveler
4. Kemerler olmak üzere 4 bölüme ayrılmaktadır.

2. Eğilmeye Çalışan Çelik Profilli Eğri Yüzeyli Yapılar

Çelik, 20. yüzyılın başlarından beri bilinen bir malzeme olmakla beraber mimarlıkta büyük konferans salonlarında, oditoryumlarda, spor salonlarında eğrisel formlara uygunluğu nedeniyle 20. yy.'ın sonlarına doğru gelişmiştir.

Dikdörtgen formlar dengeli ve dinamik etki, dar açılı formlar dengesiz ve rahatsız etki, dairesel formlar rahatlatıcı ve dinlendirici etki yaratmaktadır. Eğri ve çapraz yönler, görsel etki açısından enerjik ve dinamik olarak algılanmaktadır. Spor aktiviteleri için enerjik ve dinamik bir etki uygun olacağından spor salonu tasarımlarında eğri yüzeyler tercih edilmektedir. Çelik Profilli İş ve Konut Yapıları, profillerin düz veya farklı suretlerde kullanılması ile yapılmasına karşın, çelik profillerin eğri yüzeylerin geometrilerine uygun olarak kullanılmasıyla da Eğilmeye Çalışan Çelik Profilli Eğri Yüzeyli Yapılar yapılmaktadır.

Her ikisinde de eğilme, çekme ve basınç gerilmeleri meydana gelmekte fakat burada ağırlıklı olarak eğilme gerilmesi hakim olmaktadır. ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü'nde yer alan Kapalı Spor Salonundaki, eğri yüzeyli formların oluşumunda çelik profiller sistematik bir kurgu içerisinde tasarlanmıştır. Bu projenin detaylarına 4. bölümde yer verilecektir.

Eğilmeye Çalışan Eğri Yüzeyli Çelik Yapılarda, Profilli İş ve Konut Yapılarına göre sadece geometriler değişmektedir. Dolayısıyla burada düzlem ve prizmatik geometriler yerini tek veya çift eğrilikli formlara bırakmaktadır.

Çelik profilli yapılar, genellikle çok katlı büro yapılarında, endüstri yapılarında ve spor komplekslerinde kullanılmış, çelik profiller ile yapılan konutlar ise prestij yapıları olarak kalmışlardır (Ekinci, 2006).

3.1.2 Uzak Kafes Sistemler

Uzak Kafes Sistemler (UKS), 20. y.y.'daki toplumsal ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan strüktür sistemlerinden biridir. Günümüzde, büyük açıklıklı mekanları örtmede en sık kullanılan yöntemlerdendir. UKS'lerin ilk uygulaması 1907 yılında Graham Bell tarafından gerçekleştirilmiştir (Ay, Durmuş, 2002). UKS'ler 20. y.y.'ın başlarında gelişim göstermiş ve 1950'lerden sonra mimarlık dünyasında sıkça uygulanmıştır.

Sistemin adında yer alan 'uzak' kelimesi, sistemi oluşturan bileşenlerin tümünün aynı, yani tek bir düzlemde bulunmayıp, birbirini kesen birden fazla düzlemde bulunması sonucu üçüncü boyutu ifade etmektedir (Türkçü, 2009).

Bu sisteme UKS denilmesinin sebebi; bileşenler tarafından meydana getirilen sistemin kafes şeklinde olmasıdır. Uzak Kafes Sistemler, konvansiyonel sistemlerle yapılan ve aynı alanı örten büyük açıklıklı uygulamalara göre çok daha hafiftir. Bu sistemler en az malzeme ile ekonomik sonuçlar üretmekte ve en fazla verimin alındığı etkin strüktürler arasında mimaride önemli yer tutmaktadır. Sistemi oluşturan parçaların defalarca sökülüp takılabilmesi ve onarımının da kolay olması UKS'nin olumlu özellikleri arasında yer almaktadır.



Resim 3.1 KKTC'deki ilk UKS örneklerinden biri

Uzay kafes sistemler, farklı düzlemlerdeki çekme ve basınç kuvvetlerini alan ve bir düğüm noktasında birleştiren çubuklarla, yükleri çok yönlü bir yayılımın sonucu zemine aktaran sistemlerdir (Türkçü, 2009). Dolayısıyla bu sistemlerde önemli olan, geçerli koşulların sağlanmasıyla, elemanların sadece çekme ve basınçla etkilenmesidir. Bu sistemi oluşturan çelik çubuk

elemanlarda hiçbir şekilde eğilme meydana gelmemektedir.

1983 yılında KKTC'nin kuruluşundan sonra yapılan resmi geçit törenlerinde, Devlet Büyükleri ve halk başkent Lefkoşa'daki Dr. Fazıl Küçük Bulvarı'nda bir araya gelmeye başlamıştır. Buradaki oturma bölümünün güneş, yağmur, vs. gibi koşullardan korunabilmesi için üzeri 'uzay kafes sistem' ile örtülmüştür. Böylece KKTC'de ilk uzay kafes sistem örneklerinden biri 1990'lı yıllarda Lefkoşa Türk Belediyesi tarafından Dr. Fazıl Küçük Bulvarı'nda yapılmış oldu. Daha sonraki yıllarda artan nüfusla birlikte bu alan yetersiz kalmaya başlamıştır. 1990'lı yıllarda Lefkoşa Türk Belediyesi tarafından yapılan uzay kafes çatı sisteminin ikincisi 2011 yılında yapıldı.

Buna ilaveten KKTC'deki Doğu Akdeniz Üniversitesi, Yakın Doğu Üniversitesi, Lefke Avrupa Üniversitesi, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kuzey Kıbrıs Kampüsü, Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı'na bağlı ilk ve orta dereceli okulların bazılarında, İç İşleri ve Yerel Yönetimler Bakanlığı'na bağlı belediyeler tarafından yaptırılan spor ve kültür yapılarında genel olarak uzay kafes sistemler tercih edilmektedir. UKS'ler geometrik yönden 2 şekilde yapılabilmektedir.

Bu sistemler;

- a) Düzlem Yüzeyli Uzay Kafes Sistemler
- b) Eğri Yüzeyli Uzay Kafes Sistemler'dir.

a) Düzlem Yüzeyli Uzay Kafes Sistemler

Düzlem Yüzeyli Uzay Kafesler çubuk ve düğümleri paralel düzlemler üzerinde yer alan sistemlerdir. Bunlar düz, eğik ve katlanmış yüzeyler olarak kullanılabilirler. Düzlem Yüzeyli Uzay Kafes Sistemler en az çift tabakalı üretilmektedir.

Tek tabakalı olarak üretilmeleri durumunda, mafsallı düğüm noktalarından dolayı sisteme etki eden düşey yükler altında stabilite koşullarını sağlamamaktadırlar (Türkçü, 2009).

Yakın Doğu Üniversitesi Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu üzeri Düzlem Yüzeyli Uzay Kafes Sistem ile örtülmüştür. Bu projenin detaylarına 4. bölümde yer verilecektir.

b) Eğri Yüzeyli Uzay Kafes Sistemler

Eğri Yüzeyli Uzay Kafes Sistemlerde, eğri yüzeylerin üzerinde bulunan düğüm noktaları düz çubuklarla birleştirilmektedir.

Eğri Yüzeyli Uzay Kafes Sistemler tek tabakalı olabiliyorken, düzlem yüzeyli uzay kafes sistemler en az iki tabakalı olmak zorundadır. İki tabakalı uzay kafes sistemlerde alt ve üst tabakalar, ara çubuklar diye tanımlanan düşey veya diyagonal çubuklarla birleştirilmektedir (Türkçü, 2009).

2011 yılında, Gazimağusa Belediyesi ve Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı tarafından yaptırılan ve işlevi spor salonu olan Gazimağusa Arena Projesi'nin üst örtüsünde Eğri Yüzeyli Uzay Kafes Sistem kullanılmıştır. Bu proje 4. bölümde anlatılacaktır.

3.1.3 Hafif Çelik Yapılar

Çelik sac ve levhaların, oda sıcaklığında bükülmesi veya preslenmesi ile elde edilen soğuk şekillendirilmiş profillerin taşıyıcı sistemini oluşturduğu yapılara Hafif Çelik Yapılar denilmektedir (Terim, 2006).

1930'lu yıllarda özellikle Amerika'da, endüstri yapılarında ve üst örtü sistemlerinde kullanılmıştır. İlk hafif çelik uygulama denemeleri 1950'li yılların sonlarında Almanya'da yapılmıştır. 1980'li yıllara kadar geçen süreçte hafif çelik strüktürler bugünkü halini alıp yaygın olarak az katlı yapılarda kullanılmaktadır (Ekinci, Eşşiz, 2005). Hafif Çelik Yapıların konut inşaatında kullanılması en çok ABD'de görülmektedir. ABD'de 2. Dünya Savaşı'ndan sonra çelik yapılar gündeme gelmiştir. Eames gibi mimarlar konut yapılarında çeliğin kullanılmasına öncülük etmişlerdir (Ekinci, 2006).

Hafif Çelik Yapılar, KKTC için yeni sayılabilecek bir uygulamadır. KKTC'de hafif çelik yapı sistemleri 2004 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye ise bu sistemlerle 1999 yılı sonlarında tanışmıştır (Terim, 2006).

Hafif çelik yapı sistemlerinde kullanılan yapı elemanları, sıcak daldırma galvanize teknolojiyle üretilen sıcak hadde rulo galvaniz saclardan, soğuk şekillendirilerek imal edilmektedir (Büyüктаşkın, 2001). Hafif çelik elemanların birbirine bağlandıkları noktalardaki yük aktarımı yardımcı çelik bağlantı elemanları ile yapılmaktadır. Yükün az olduğu bazı noktalarda birden çok profil birleştirilerek yada belirli noktalarda dolu çelik eleman eklemeler yapılarak bağlantı sağlanmaktadır. Çelik profillerin çelik saclarla takviye edilmesi bir bakıma çelik profillerle desteklenen sanki yüzeysel bir taşıyıcı sistemin hedeflenmesidir. Hafif çelik taşıyıcı sistemler, ince çelik sactan bükülerek elde edilen profiller ile inşa edilmektedir.

Bu sistemler, ağır profillerin inşaat tekniğinden farklılıklar göstermektedir. Ağır profillerde, yapının iskeleti kolon-kiriş sisteminden oluşurken, hafif çelik sistemlerde duvar-döşeme kaplamaları taşıyıcı sisteme katkıda bulunmaktadır. Taşıyıcılık görevi üstlenen duvar, döşeme kaplamalarında seçilecek malzeme yangına karşı hassas olup, hafif taşıyıcı sistem için yangın riski oluşturmuyarak taşıyıcıyı korumaktadır (Işık, 2001). Dış duvarlarda yeterli ısı yalıtımı ve nem bariyeri kullanılıp, ısı köpükleri ve birleştirme derzleri problemsiz çözümlidir. Soğukta şekillendirilmiş profiller, ilk olarak iç mekanda kullanılan bölücü eleman sistemlerinde ve hafif olmalarından dolayı çatı sistemlerinde kullanılmıştır. Geri dönüşümlü, ekonomik ve depreme dayanıklılığı ile bilinen hafif çelik yapılar, günümüzde artan talep ve üretim potansiyeli olan yapım sistemidir.



Resim 3.2 Van depremi sonrası yapılan ilk hafif çelik sistemli okul örneği

(<http://www.tucsa.org/celik-yapilar-yazi.asp?yazi=251>)

Hafif Çelik Yapılar; sistem hafifliği, kolay üretilip hızlı monte edilebilmesi, geride artık bırakmayan temiz şantiye koşulları, betonarme ile boy ölçüşebilecek maliyet koşulları sayesinde KKTC’de, Türkiye’de ve Dünya’da birçok kuruluşun dikkatini çekmekte ve hızla yaygınlaşmaktadır.

1999 yılında Türkiye’de yaşanan Gölcük depremi ve 2011 yılında

Van’da yaşanan deprem felaketinden sonra teknolojik bir yapı sistemi olan ‘hafif çelik yapılar’ daha çok dikkat çekmeye başlamıştır. Deprem kuşağında yer alan Türkiye için çelik yapı sisteminin vazgeçilmez olduğu görülmektedir. 1260m² alana sahip, Van’ın ilk hafif çelik okulu 2-3 ay gibi kısa sürede inşa edilerek, 320 öğrencinin modern ve güvenli koşullarda eğitimlerine devam etmeleri sağlanmıştır (<http://www.tucsa.org/celik-yapilar-yazi.asp?yazi=251>). (Resim 3.2)

Panel Yapım Sistemi

Panel Yapım Sistemi, en yaygın olarak kullanılan yapım sistemidir. Fabrikada istenilen boyutlarda üretilen profiller, paneller (duvar, çatı, döşeme) halinde şantiyeye taşınmaktadır. Hazır olarak gelen paneller önceden hazırlanan temel üzerine monte edilir. Panellerin hafif olması sayesinde kolay taşınmaktadır. Taşıyıcı sistemin montajı kısa sürede tamamlanmaktadır .

Modüler Yapım Sistemi

Modüler Yapım Sistemi, özellikle İngiltere ve bazı büyük şirketlerin bu modül elemanlarını dünyaya pazarlaması ile yaygınlaşmıştır. Bu sistemde üretilen elemanların yangın dayanımını artırmak için özel ısı yalıtım sistemi hazırlanmaktadır. ek bağlayıcı elemanlar sayesinde, bu sistemle 6 kata kadar yapı yapılabilmektedir (Terim, 2006).

Modül elemanları vinç ile taşınmakta ve üst üste konulan modüller dıştan çelik kablo veya farklı çelik gergi elemanları ile birbirine sabitlenerek sistem oluşturulmaktadır. Sistem, 2-3 günde kurulmakta ve modüller tekrar kullanıma uygun, yer değiştirebilecek şekilde tasarlanmaktadır.

Çubuk Yapım Sistemi

Çubuk Yapım Sistemi'nde çelik profiller inşa alanına getirilip işleme burada başlanmaktadır. Duvarlarda kullanılacak profiller tüm kat yüksekliğinde hazırlanmaktadır. Döşemeler, duvarlara yükselen katlar boyunca içten bağlanmaktadır. ÇubUKSal sistem süre olarak modüler ve panel sisteme göre daha uzun bir sürede inşa edilmektedir. Profillerin galvaniz katmanlarının zarar görme olasılığı diğer sistemlere göre daha yüksek olmakla birlikte inşaat sonrası zarar gören noktalar antipas boya ile tekrardan boyanmalıdır.

Hafif Çelik Yapı Sistemlerinin özelliklerine bakıldığı zaman diğer çelik yapım sistemlerinde olduğu gibi homojen, izotrop, yüksek rijitlik ve yüksek duktilite özelliklerini gösterdiği görülmektedir. Denetim altında üretilmelerinden dolayı tüm elemanlar aynı özellik göstermektedir.

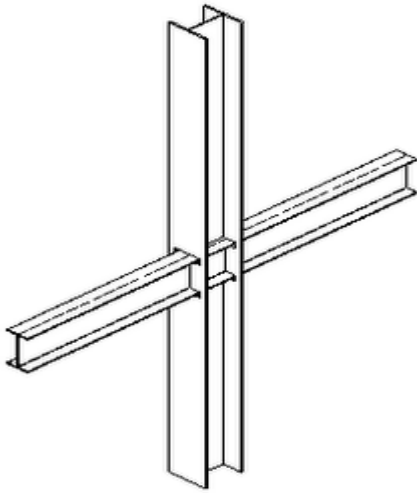
3.2 Çelik Yapılarda Ana Taşıyıcı Elemanlar

Yapının, taşıyıcı sisteminde yük taşıyan en önemli elemanlar; kiriş, kolon ve temellerdir. Aşağıda bu elemanlar anlatılacaktır.

3.2.1 Kirişler

Uzun eksene dik doğrultuda etki eden kuvvetler etkisinde eğilmeye çalışan, döşemeden gelen yükleri düşey taşıyıcılara aktaran yatay taşıyıcı sistemler kirişlerdir (Şekil 3.1).

Kirişler, iskelet sistemleri oluşturan çerçevelerin, kolon ya da duvar gibi düşey elemanları bağlayacak şekilde yatay veya eğik düzenlenen taşıyıcı elemanlardır.



Şekil 3.1 Çelik kiriş
(Eren, 2007)

Gerek Çelik Profilli İş ve Konut Yapıları, gerekse Eğilmeye Çalışan Çelik Profilli Eğri Yüzeyle Yapılar kirişler üzerlerine etkiyen yüke, geçtikleri açıklıklara, yapı içindeki tesisatın geçirilme şekline göre 3 farklı tip kiriş ile yapılabilmektedir.

Bu kiriş tipleri;

1. Dolu Gövdeli Kirişler
2. Boşluk Gövdeli Kirişler
3. Kafes Kirişler'dir.

1. Dolu Gövdeli Kirişler

Dolu Gövdeli Kirişlerde genel olarak I profiller kullanılmakta ve en fazla 40m açıklık geçilebilmektedir. U profillerde ağırlık merkezlerinin simetrik olmamasından dolayı eğilme momenti ile birlikte burkulma momenti oluşacağından, eğilme momentlerini karşılamak için kullanılmamaktadır (Eren, 2007). Dolu Gövdeli Kirişler, geçilen açıklık, aktarılan yükün büyüklüğü ve kullanılan birleştirme elemanlarına göre 3 şekilde yapılmaktadır. Bu kirişler;

- Hadde Profille Yapılan Dolu Gövdeli Kirişler
- Perçinli Dolu Gövdeli Kirişler
- Levha Yapma Enkesitli Kirişler'dir.

Hadde Profillerle Yapılan Dolu Gövdeli Kirişler

Bu kiriş türünde I profiller kullanılmaktadır. U yada köşebentlerden yapılan kirişlerde eğilme momenti ile burulma momenti de oluşacağından bu kirişlere fazla yük gelmemelidir (Öztürk, 2008). Kirişe gelen yükler, hadde profillerin yeterli olmadığı durumlarda kiriş yüksekliğinin artırılması da ekonomik olmayacağından momentin büyük olduğu yerlerde güçlendirme levhası kullanılmaktadır.

Perçinli Dolu Gövdeli Kirişler

Normal profillerin istenen yükü taşımadığı durumlarda perçinli dolu gövdeli kirişler kullanılmaktadır. Kirişin yapımında haddeden çekilmiş profiller, levhalar ve köşebentler kullanılmakta, kirişlere ise perçinle birleştirilmektedir.



Resim 3.3 ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü
Bilim ve Teknoloji Merkezi
(http://wowturkey.com/t.php?p=tr135/MertcanBilgisi_odtubilimmuzesibilgisi.jpg)

Levha Yapma Enkesitli Kirişler

Büyük açıklıklar geçileceği zaman Levha Yapma Enkesitli Kirişler ve profillerin yetmediği durumlarda, iki başlık levhası arasına tek bir gövde elemanı eklenmesiyle yapılmaktadır.

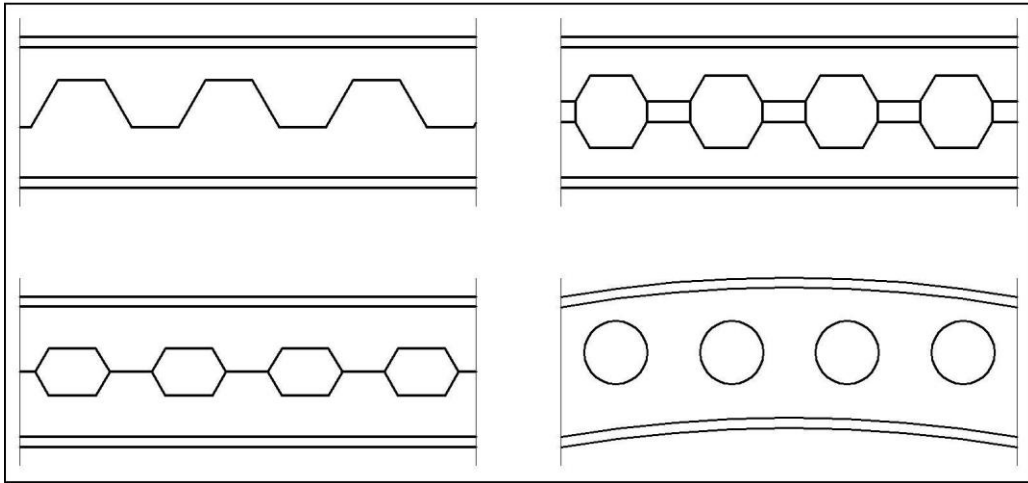
2. Boşluk Gövdeli Kirişler

Dolu Gövdeli Kirişlerin genel açıklıklarında, kiriş yüksekliği ile geçilecek açıklık da büyüyeceğinden, hem ağırlığı artacak hem de maliyeti arttıracaktır.

Boşluk gövdeli kirişlerde, kiriş gövdesinin boşaltılmasıyla sistem hafifletmekte ve boşluklardan tesisat boruları geçirilerek fonksiyonellik özelliğinden de yararlanılmaktadır. 2009 yılında, ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü'nde yapılan Bilim ve Teknoloji Merkezi çelik profil yapı örnekleri arasında yer almaktadır. Yapım türü çelik konstrüksiyon olan bu yapıda, eğilmeye çalışan eğri yüzeyli çelik profiller ve boşluklu kirişler kullanılmıştır. (Resim 3.3)

Boşluk gövdeli kirişler;

- Petek kirişler
- Vierdel kirişler
- Kafes kirişler olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır.



Şekil 3.2 Petek kiriş çeşitleri

Petek Kirişler, I profillerden meydana gelen gövdenin kesilerek alt ve üst kısımlarının kaydırılıp, kesilen bu iki kısmın birbirine kaynaklanması ile yapılmaktadır (Tama, 2005). Hafif bir malzemedir. Dolayısıyla yapı ölü ağırlığı oldukça azdır. Az malzeme ile yapılmasıyla ekonomik bir yöntemdir. Kiriş gövdelerindeki boşluklar altı köşeli ve bazı durumlarda sekiz köşelidir. Petek Kirişlerin öz ağırlığı, normal kiriş ağırlığından çok daha azdır. Boşluklardan tesisat donanımı geçirilmektedir. Görsel kalite açısından hoş bir görüntü yaratmakta, geniş uygulama ve kullanım alanları sağlamaktadırlar. Kirişteki boşlukların malzeme ağırlığına yaptığı katkıdan başka, konstrüksiyon yüksekliğinin artmasını önlemesi açısından da önemlidir. Tesisatlara ait donanımların bu boşluklardan geçirilmesi ile yapının yüksekliğinin gereğinden fazla artması önlenmektedir (Öztürk, 2008).

Aynı eğilme rijitliğine sahip profil kirişin sehim miktarıyla karşılaştırıldığında, petek kirişlerin sehimleri daha azdır. Dolayısıyla petek kirişler; çeşitli yapılarda kat kirişi, döşeme kirişi, aşık, köprü kirişi, kolon vs. olarak da kullanılmaktadır (Öztürk, 2008).

“Petek kirişler, yüksek gövdeli olmalarından ötürü büyük bir yanıl burkulma problemi meydana gelmektedir. Bunun önlenmesi için özellikle çatı uygulamalarında kiriş başlığının, çatı kaplama malzemesine yeterince bağlanmış olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.” (Öztürk, 2008)

Vierendeel Kirişler, ilk kez 1896 yılında ortaya çıkmıştır. Bu kirişler genel olarak köprü yapımında ve çok katlı yapılarda kullanılmaktadır.

Kat yüksekliğinde kolonsuz olarak büyük açıklıkların geçilmesini sağlayan sistemde, kolon ve kirişler birbirine dik açıyla bağlanmaktadır.

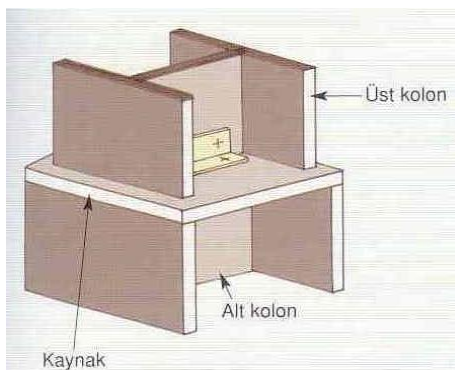
3. Kafes Kirişler

Yapıda geçilmek istenilen açıklığın artmasıyla kiriş boyları da artmaktadır. Dolayısıyla kirişlerin içi yer yer boşaltılmaktadır. Boşaltma sonucunda kirişler basınç ve çekmeye çalışmaktadır. Basınç ve çekme çubuklarından yapılan kirişler, kafes kirişlerdir.

Diğer bir tanımlamaya göre kafes kirişler; birbirine paralel veya paralel olmayan birer alt ve üst başlık elemanı ve arada örgü elemanlarıyla kurulmuş basit bir tasarıma ait konstrüksiyonlardır (Öztürk, 2008).

Gerek aksenal basınç ve çekme altındaki üstün statik özellikleri, gerekse yüksek burkulma rijitlikleri sayesinde, kafes kirişlerde kullanılmaya en elverişli bileşenler kutu ve boru profilleridir. Bu profiller birbirlerine doğrudan kaynaklama ya da bayrak levhaları yardımıyla bulonlarla birleştirilmektedir.

Kafes kiriş sistemlerde sağlanması gereken koşullar; yükler düğüm noktalarına etkilemeli, çubuklar düz olmalı, çubuk eksenleri bir noktada kesişmeli ve birleşim noktalarının mafsallı olmasıdır. Kafes kirişler genellikle üçgen birimlerden meydana gelmektedir. Fabrika, hangar yapıları, spor tesisleri, vb. binaların üst örtülerinde kullanılırlar.



Şekil 3.3 Kolon-kolon birleşim detayı
(Eren, 2007)

3.2.2 Kolonlar

“Kolonlar, kiriş yada döşemelerden gelen etkileri öteki kolonlara veya temellere aktaran genellikle düşey taşıyıcı öğelerdir.”
(Hasol, 1998)

Çelik yapılarda, betonarme yapılardaki gibi kolonlar üst üste gelerek bütün yatay ve düşey yüklerini bağlantılı olduğu diğer yapı elemanlarına aktarmaktadır.

Yapıda kat sayısı arttıkça, üst katlara etki eden yük miktarı alt katlara etki eden yük miktarından daha az olmasıyla üst katlardaki kolonların boyutlarında küçülmeler olabilmektedir. (Şekil 3.3)

Kolonlar, basınca ve çoğu durumda eğilmeye çalışırlar. Yapısal çelikler içerisinde, bir yapıda düşey taşıyıcı eleman olarak kullanılan kesitler; I profil, kutu profil, yuvarlak profil ve U profillerdir. Eksenel olarak, kolon üzerine gelen yükleri en uygun biçimde zemine aktaran profil, paralel flanş yüzeyli geniş I profillerdir. Biri büyük diğeri daha küçük olan kolon birleşimlerinde iki kolon çelik plaka ile birleştirilmektedir (Eren, 2007).

Kolonlar aynı boyutlarda ise iki I profil birbirine ek levhalarla birleştirilmektedir. Yapılan ekler bulonlu veya kaynaklı olmakta ve her katta yapılması gerekmemektedir. Çelik kolonların boyutları 2-3 kat yükseklikleri geçebilecek özelliklere sahiptir. Çelik kolonlar;

- Basit Çelik Kolonlar
- Birleşik Basit Kolonlar
- Çok Parçalı Çelik Kolonlar olmak üzere 3'e ayrılmaktadır.

Basit Çelik Kolonlar

Çelik iskeletli yapılarda kesit şekli değiştirilmeden kullanılan kolonlardır. Üzerine gelen yükün durumuna göre tek bir hadde profilinden veya borudan yapılırlar. Çelik borular, statik bakımdan basit profillerle kıyasla daha elverişlidir. Gerektiğinde bu kolonların içine beton dökülmektedir (<http://www.scribd.com/doc/52312014/32/Celik-Kolonlar>).

Birleşik Çelik Kolonlar

Kolon üzerine gelen yükün fazla olması halinde tek profil kullanılması ekonomik olmamaktadır. Bu durumda iki veya daha fazla profil yan yana getirilerek perçin veya kaynakla birleştirilir. Gerektiğinde boy levhalar kullanılır.

Küçük profillerle yapılan birleşik çelik kolonların yapılması, taşınması ve montajı kolaydır (<http://www.scribd.com/doc/52312014/32/Celik-Kolonlar>).

Çok Parçalı Çelik Kolonlar

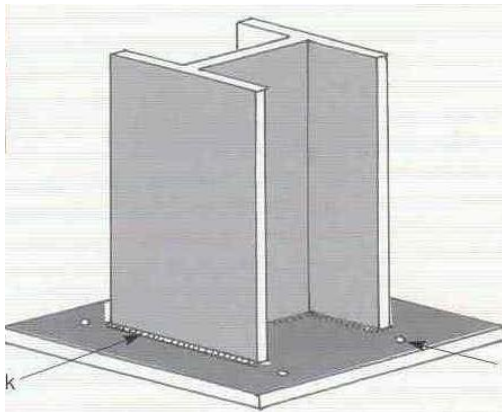
İki veya daha fazla profille yapılan kolon elemanlarının yükü uygun bir biçimde taşımalarını sağlamak üzere birbirine bağlanır. Bağlantılar; kolon boyunca eşit aralıklarla, örgü çubukları ve bağ levhaları olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.

Örgü çubukları ile yapılan bağlantıda kolonlar, eğik diyagonal ve yatay çubuklarla birbirine bağlanır. Lama veya korniyerlerden yapılan örgü çubukları kolonun iki yüküne de aynı doğrultuda konulmaktadır (<http://www.scribd.com/doc/52312014/32/Celik-Kolonlar>).

Bağ levhaları ile yapılan Çok Parçalı Çelik Kolonlarda, karşılıklı konulan çelik profiller dikdörtgen şeklinde kesilmiş çelik levhalarla aralıklı olarak birbirine bağlanır. Bu kolonlarda en az 8mm kalınlığında ve 15cm genişliğindedir.

Bağ levhalar ise eşit aralıklarla, bir kolonda en az 3 olacak şekilde konulmaktadır (<http://www.scribd.com/doc/52312014/32/Celik-Kolonlar>).

ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü'nde bulunan Kapalı Spor Salonu'nda çok parçalı çelik kolonlar kullanılmış olup, projenin detaylarına 4. bölümde yer verilecektir.



Şekil 3.4 Çelik temel (Eren, 2007)

3.2.3 Temeller

Temeller, yapıya etki eden yatay ve düşey yükleri karşılayarak zemine aktaran ve yapının ayakta kalmasını sağlayan en önemli bölümdür.

Çelik Profilli Yapılarda ve Hafif Çelik Yapılarda temeller genellikle betonarme olarak yapılmaktadır.

Çeliğin temelde kullanılması gereken durumlarda, yeraltı sularından ve nemden etkilenmeyecek özel çelik profiller ve bulonlar kullanılmaktadır. (Şekil 3.4)

3.3 Çelik Yapılarda Birleşim Detayları

Çelik yapılarda kullanılan uygun birleşimlerle, mimaride farklı form ve biçimler oluşturulmaktadır. Yapı teknolojisi ve teknikleriyle gerektiği durumlarda bu konstrüksiyonlar sökülüp yeniden oluşturulmaktadır. Çelik yapı tasarımları ile konstrüksiyon yönteminin birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Konstrüksiyonun kurulması malzemeye biçim verebilme yöntemlerinin iyice kavranmasıyla gerçekleşmektedir. Çelik yapıyı oluşturan iskelet, çeşitli çelik elemanların birbirine eklenmesiyle oluşmaktadır.

Bu eklemeler ‘birleşim elemanları’ ile yapılmaktadır. Birleşim elemanları, birleştirildikleri parçadaki kuvvet ve gerilmeleri birbirlerine aktararak parçaların ortak çalışmasını sağlamaktadır. Birleşim elemanları, yapıyı oluşturacak çelik parçalarını statik ve mukavemet bakımından beraber çalışan yapı kısımları halinde birleştiren parçalardır. Çelik yapı elemanlarını birleştirmede; boy uzatabilmek, birleşik kesit yapabilmek, düğüm noktaları oluşturabilmek, taşıyıcı sistem elemanlarını birbirine eklemek, mesnet birleşimleri yapmak, vs. gibi amaçlar yer almaktadır.

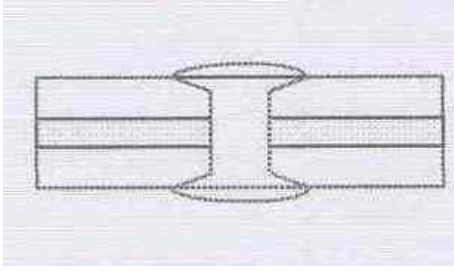
Çelik yapılarda kullanılan birleşimler;

- a) Çözülebilir birleşimler; bulon veya civata, vidalı birleşimler,
- b) Çözülemez birleşimler; perçin ve kaynaklı birleşimlerdir.

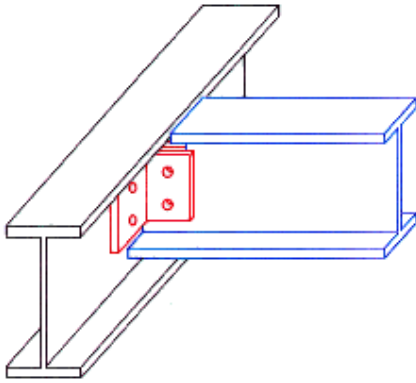
Çelik yapı bileşenleri arasındaki bağlantılarda kullanılan yöntemler ‘çelik profil yapılarında birleşim detayları’, ‘uzay kafes sistemlerde birleşim detayları’ ve ‘hafif çelik taşıyıcı sistemlerde birleşim detayları’ olarak 3 başlık altında incelenecektir.

3.3.1 Çelik Profilli Yapılarda Birleşim Detayları

Çelik Profilli Yapılarda, sistem alt başlığı veya kirişler gibi tek profil boyunun yetmediği, vb. durumlarda, taşıyıcı sistem elemanlarını birbirine eklemeye, zayıf kesitlerin takviyesi yada dolu gövdeli yapma profil üretmek için bu birleşim elemanları kullanılmaktadır. Çelik Profilli Yapılarda birleşimler; perçin, bulon, kaynak ve birleşim levhaları ile yapılmaktadır.



Şekil 3.5 Çelikte perçinli birleşim
(İMO Deprem Yönetmeliği, 2007)



Şekil 3.6 Çelikte bulonlu birleşim
(İMO Deprem Yönetmeliği, 2007)

Perçinli Birleşimler

Perçinler, yuvarlak demirden hazırlanan, gövdesinde kaymaya, çevresinde ezilmeye göre hesaplanan birleşim elemanlarıdır. Perçinler yük aktarmak amacıyla veya sadece parçaları bir arada tutmak amacı ile bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Isıtılan perçin, birleştirilecek parçalarda perçin çapından 1mm daha geniş açılmış deliğe yerleştirilmektedir. (Şekil 3.5)

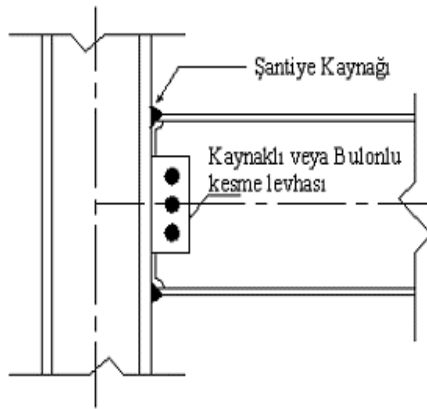
Perçin, çelik yapıların ilk ana birleşim elemanlarından olmasına karşın, uygulamada karşılaşılan zorluklar ve fazla işçilik gerektirmesiyle koruma ve onarım gerektiren çelik yapılar dışında günümüzde pek fazla kullanılmamaktadır (Öğüt, 2006).

Bulonlu Birleşimler

Bulonlar, silindirik gövdeli, altı köşeli başlıklı, ucundan spiral diş açılmış kısmı bulunan bir birleşim elemanıdır. Bulonlar, eksenel çekme ve kesme kuvvetlerine karşı dayanım gösteren bağlantı elemanlarıdır. (Şekil 3.6)

Bulonların, çalışma ve hesaplanması perçinlerde olduğu gibidir. Fakat perçinlerden farklı olarak çekmeye de çalışmaktadırlar. Bulonlar, şantiyede yapılan montajlarda kolay olduğu için tercih edilmektedir. Bulonlu birleşimler sökülüp tekrardan kullanıma uygundur.

Bulonlar; normal bulonlar ve yüksek mukavemetli bulonlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.



Şekil 3.7 Çelikte kaynaklı birleşim
(Tama, 2002)

Kaynaklı Bileşimler

Aynı veya benzer alaşımlı maddelerin ısı tesiri altında birleştirilmesine kaynak denilmektedir.

Kaynaklı birleşimlerin en büyük avantajı görsel kalite ve malzeme tasarrufu sağlamasıdır. Kaynaklı birleşimlerin yapımında, malzeme ve işçilik bakımından daha fazla dikkat ve itina gösterilmelidir. (Şekil 3.7)

Çelik yapılarda yük aktaran kaynaklı birleşimlerde genellikle elektrik kaynağından faydalanılmaktadır. Birleştirilecek metallerin kaynaklanacak kısımları uç uca veya yana yana getirilerek 3000-5000°C’de ısıtılıp eritilmesiyle kaynaklama yapılmaktadır. Bu elektrot eriyerek parçalar arasındaki boşluk veya köşeleri doldurmaktadır. Yapılan kaynak temizlenip, kontrolünün yapılmasından sonra boya yapılmaktadır (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

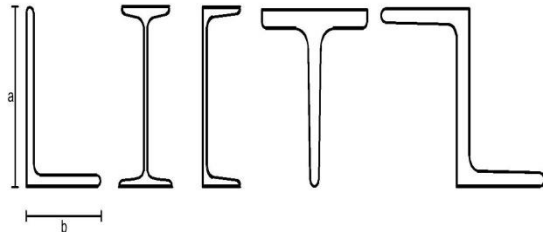
Günümüzde moment dayanımlı çelik yapı çerçevelerinde en yaygın olarak kullanılan birleşim detayı kaynaklı birleşimler ve bulonlu birleşimlerdir (Tama, 2009). Kaynaklı birleşimler, herhangi bir ek eleman kullanmadan doğrudan doğruya şantiyede kaynaklanabileceği gibi levhalar ve köşebentler gibi ara birleşim elemanları kullanarak da şantiyede kaynaklanması ile oluşturulan taşıyıcı elemanlardır.

Çelik Yapı Profilleri

Yapılarda kullanılan biçimlendirilmiş metal çubuklara profil denilmektedir. Çelik yapıların ana elemanları olan sıcak veya haddelenerek üretilen profiller 2 gruba ayrılır.

Bu profiller;

1. Dolu Profiller
2. Boşluklu Profiller’dir.



Şekil 3.8 Dolu profiller

1. Dolu Profiller

Dolu profiller en kesiti L, I, U, T, ve Z biçiminde olan profillerdir. (Şekil 3.8)

Korniyerler (Köşebent)

En kesiti L-biçiminde, kenarları birbirine dik olan (200mm-250mm) profillerdir. (Şekil 3.8) Korniyerler, kafes kiriş ve çok parçalı eleman yapımına uygundur. (Şekil 3.8)

I-Profil

Enkesiti I-biçiminde olan profillerdir. I-Profiller 4 grupta sınıflandırılabilir. Bunlar; dar I-profiller, orta geniş I-profiller, geniş I-profiller ve hafif tip geniş I-profillerdir. (Şekil 3.8)

U-Profil

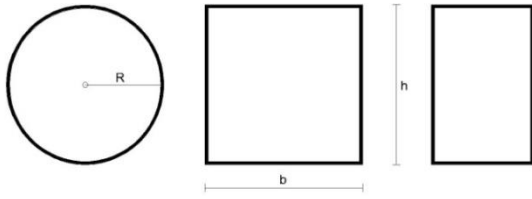
Enkesiti U biçiminde, taban dış yüzeyleri birbirine paralel olan profillerdir. U-Profiller, geniş ve dar tabanlı olmak üzere 2'ye ayrılır. Kafes kiriş, çok parçalı kolon veya kiriş yapımına, çatı aşık merteklerinde kullanımı uygundur. (Şekil 3.8)

T-Profil

T şeklinde olan profillerdir. T-Profiller, dar tabanlı ve geniş tabanlı olmak üzere 2'ye ayrılır. T-Profiller camekan ve çatı elemanları için uygundur. (Şekil 3.8)

Z-Profil

Enkesiti Z biçiminde olan sıcak haddelenmiş profillerdir. (Şekil 3.8)



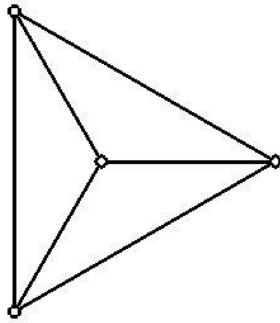
Şekil 3.9 Boru ve kutu profiller

2. Boşluklu Profiller

Boşluklu profiller içleri boş daire, kare ve dikdörtgen kesitli profillerdir. Boru Profil ve Kutu Profil olmak üzere 2'ye ayrılırlar. (Şekil 3.9)

Boşluklu profillerin dolu profillere göre olumlu yanları;

- Aynı ağırlıkta daha yüksek dayanım gösterirler.
- Boru ve kutu profillerde her iki eksene göre daha büyük olan atalet yarıçapı değerleri, burulma, burkulma ve eğilmeye karşı, aynı ağırlıktaki dolu profillere göre daha büyük bir direnç yaratmaktadır.
- Boşluklu profillerin dış yüzeyleri, açık elemanlara göre daha azdır. Bu nedenle korozyondan korunacak ve boyanacak yüzeylerin az oluşu maliyeti düşürmektedir. İki ucu kapatılarak iç yüzeyin paslanma sorunu önlenir (Türkçü, 2010).
- Mimaride zarif ve ince görünümlü etki yarattıkları için tasarımlarda tercih edilmektedir (Türkçü, 2010).



Şekil 3.10 En küçük UKS birimi tetraheron
(Türkçü, 2010)

3.3.2 Uzay Kafes Sistemlerde Birleşim Detayları

Uzay kafes sistem birleşimleri, özel geometrik şekillerde teşkil edilen düğüm noktalarındaki çubukların perçinli, kaynaklı ya da düğüm noktaları üzerine açılan yuvalara vidalanarak yapılmaktadır (Ay, Durmuş, 2002). UKS'leri oluşturan iki ana birleşim bulunmaktadır.

Bu birleşimler;

- Düğüm Noktaları
- Çelik Çubuklar'dır.

Prefabrikasyonun hızlandığı son yıllarda, UKS etkin özellik ve üstünlükleriyle mimaride önemli bir yer tutmaktadır. Sistemi oluşturan bileşenlerin, standart ölçü ve şekillerde olması prefabrikasyon için uygun elemanları oluşturmaktadır. Kullanılan çubukların uzunluklarının aynı olmasıyla sistem modüler bir sistem haline gelmektedir.

Kullanılan bileşenlerin, hafif olmasıyla 3 boyutlu rigid yapılar oluşturmaktadır. Uzay kafes sistemler kolay ve çabuk monte edilmekte, parçaların küçük ve hafif olmasıyla da kolay taşınabilmektedirler. Bu sistem ile büyük açıklıkları düşey taşıyıcı eleman gerektirmeden veya son derece az sayıda kullanılan düşey taşıyıcılar ile geçilebilmektedir.

“Uzay Kafes Sistemler her yönden etkiyebilecek yüklere karşı direnebilir ve bunların taşıyıcı elemanları en az iki düzlem içine sığabilmektedir. Bu nedenle UKS’ler her düğümü, bir düzlem içinde bulunmayan en az 3 çubuk tarafından desteklenmektedir.” (Türkçü, 2010)

En küçük Uzay Kafes Sistem birimi, her düğümde 3 çubuğun birleştiği 6 kenar, 4 köşe ve 4 yüzeyden oluşan tetrahedronlar yani dörtyüzlülerdir. (Şekil 3.10)

a. Düğüm Noktaları

Düğüm noktaları, çelik çubukları bir noktada birleştirmeye yarayan ve sisteme gelen tüm dış yüklerin ilk etki ettiği UKS elemanlarıdır. Sistemin en önemli bileşeni olan düğüm noktaları, farklı şekillerdeki çözümü ve farklı sistemleri meydana getirmesiyle bu sistemler düğüm noktalarının adlarıyla anılmaktadır.

b. Çubuk Elemanlar

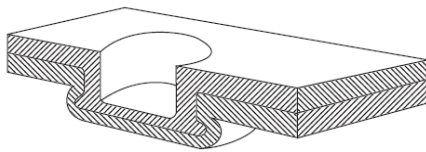
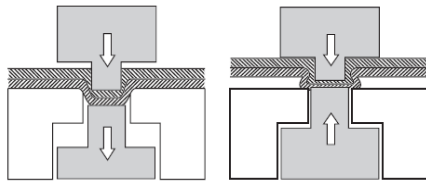
Uzay Kafes Sistemlerin diğer önemli bileşeni çelik çubuklardır. Düğüm noktası olarak kürelerin kullanıldığı sistemlerde, çubuklar iki ucuna konik parçaların kaynaklandığı borulardan oluşmaktadır. Konik parçalar, çekme ve basınç kuvvetlerinin iletilmesinde kullanılmaktadır. Düğüm noktaları özel üretilen parçalar olmasına rağmen, borular düğüm noktaları gibi özel üretilen parçalar olmayıp piyasada kolaylıkla bulunmaktadır.

Uzay Kafes Sistemlerde, statik hesaplamalar yapılırken, düğüm noktalarının mafsallı olduğu ve moment taşımadığı, çubuklar ile sadece eksenel kuvvetlerin aktarıldığı varsayılmaktadır (Türkçü, 2010).

3.3.3 Hafif Çelik Taşıyıcı Sistem Birleşim Detayları

Duvar ve döşemeden oluşan bir taşıyıcı düzlem, gerekli sayıdaki bükme profiller ile taşınmaktadır. Çok sayıda elemanın birbirine bağlanması için değişik teknikler kullanılmaktadır. Hafif çelik sistemler birçok profilin birleşmesinden meydana geldiği için birleştirme sistem ve teknikleri, yapının genel mukavemeti, inşaat süresi ve yapı maliyeti gibi konularda sistemi etkilemektedir.

Hafif Çelik Taşıyıcı Sistem birleşimleri; perçin, punto, bulon, kaynak türleri ve delme kabiliyeti olan vidalarla yapılmaktadır.



Şekil 3.11 Hafif çelikte perçin ve puntolu birleşimler (Ekinci, 2006)

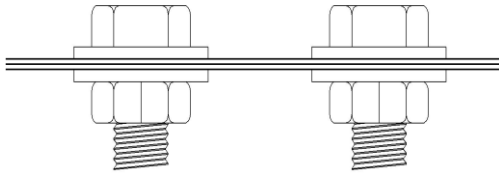
Perçinli Bileşimler

Perçinli birleşimlerde, hafif çelik profiller üzerine fabrikada önceden delikler açılır. Açılan bu deliklere yerleştirilen sert alüminyum veya yumuşak çelik alaşımı perçinlerin ezilmesi ile montaj yapılmaktadır. (Şekil 3.11)

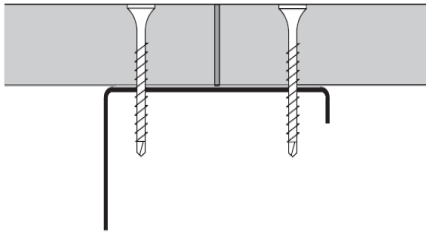
Perçin ile montajı yapılan elemanlar, ancak perçinin kesilmesi koşulu ile birbirinden ayrılmaktadır.

Puntolu Bileşimler

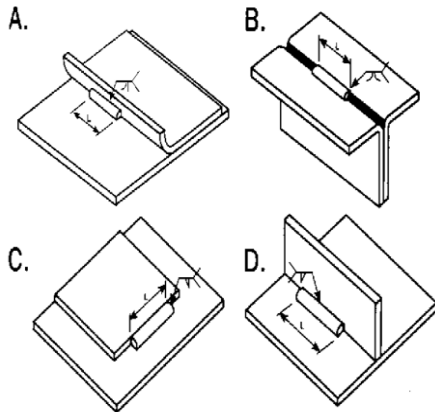
Punto, çelik-çelik birleşimlerinde kullanılan bir tür soğuk şekillendirme yöntemidir. Punto ile montajı yapılan elemanların sökülüp tekrardan takılması zor olan bir birleşimdir. (Şekil 3.11)



Şekil 3.12 Hafif çelikte bulonlu birleşim
(Ekinci, 2006)



Şekil 3.13 Vida ile montaj (Ekinci, 2006)



Şekil 3.14 Hafif çelikte kaynaklı birleşim
(Ekinci, 2006)

Bulonlu Birleşimler

Hafif çelik sistemlerde bulonlu bağlantılar genellikle hafif çelik elemanların, beton veya diğer çelik elemanlar ile olan birleşiminde kullanılır. Hafif çelik elemanların birbiri ile bağlantısında bulonlar yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bulonlu birleşimler, önceden hazırlanan deliklerden bulonlar geçirilerek ucuna somun takılıp, anahtar yardımıyla sıkıştırılarak yapılmaktadır. Açılacak olan bulon deliklerinin, bulon çapından biraz daha büyük olması gerekmektedir. (Şekil 3.12)

Vidalar

Vidalar, hafif çelik elemanların montajında en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Genellikle kaplamaların hafif çeliğe montajında kullanılırlar. Hava kompresi ile çalışan çivi tabanlarıyla montaj, oldukça hızlı yapılmaktadır (Ekinci, 2006). (Şekil 3.13)

Kaynaklı Birleşimler

Kaynak, vida ve bulonlardan sonra hafif çelik yapılarda günümüzde en yaygın olarak kullanılan birleşim yöntemidir (Ekinci, 2006). Elektrik akımı ile oluşan yüksek ısı ile çelik elemanların bağlantı noktalarında ergiyerek birbirine kaynaklanırlar. Kaynaklı birleşimler perçin ve bulonlara göre daha rijit ve daha hafiftir. Kaynaklama sırasında kaplamaların zarar görmesi durumunda, kaynaklamanın sökülmesi çok zor olduğundan sabit binalarda kullanımı tercih edilmektedir. Herhangi bir hata karşısında kaynak makinasını taşıma güçlüğü ve şantiye koşullarında kalite kontrolün yapılmasının zor olması kaynaklı birleşimlerin dezavantajlarındandır. (Şekil 3.14)

Levhalar ve Trapez Levhalar

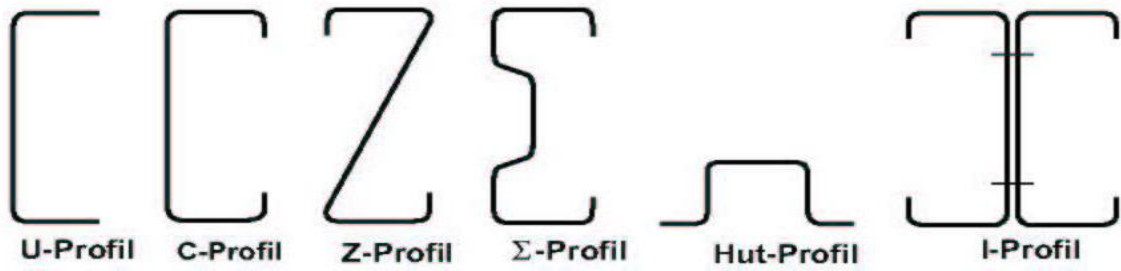
Levhalar, hafif çelik çerçevelerde çaprazlamalar ile dikme veya kirişlerin birleşim yerlerinde, bağlantı yüzeyini arttırmak için kullanılır. Bağlantı noktalarında rigidliği arttırmada çelik levhalardan oluşan çeşitli köşebentler kullanılmaktadır. Trapez levhalar, çelik sac ve levhaların soğuk şekillendirilmesi ile oluşmakta ve profiller gibi doğrusal olmayıp yüzeyssel olan elemanlardır.

Hafif Çelik Profiller

Hafif çelik sistemlerde profiller, profilin şekline göre isimlendirilmektedir. En çok tercih edilenleri C, U ve Σ olmak üzere birçok soğuk şekillendirilmiş profil bulunmaktadır. C profiller dikme, başlık veya açıklık kirişi olarak kullanılmasına karşın U profiller düşey yükleri aktaran elemanlarda (dikmelerde) kullanılmazlar (Ekinci, Eşsiz, 2005).

Hafif çelik üreticileri belirli standartlara göre profil tabloları hazırlamaktadır. Burada kesme uzunluklarına göre profillerin taşıma ve moment kapasitesi belirtilmektedir. Projelendirme bu standartlaşmış elemanlardan yapılmakta ve hazırlanan profil tabloları üreticiden üreticiye de değişebilmektedir. Hafif çelik yapılarda tercih edilen C profiller flanş (başlık), gövde (web) ve dudak (lip)'tir. (Şekil 3.15)

Soğuk şekillendirilen U ve C profil uzunlukları 12m'ye kadar çıkabiliyorken, gövde boyutu farklı kalınlıklarda, 100mm ile 275mm arasındadır. Flanş boyutu 50mm-80mm arasında değişmektedir (Ekinci, Eşsiz, 2005). Hafif çelik sistemlerde kullanılan çelik malzeme üretimi, endüstriyel standartlara göre fabrikada yapılmaktadır. Ergimiş çelik, üretim aşamasında silindir veya presleme ile rulo sac yada levha haline dönüştürülmektedir. Çeliğin kristal yapısında bulunan boşluklar, silindir ve presleme işlemi ile belirli oranda azalması çelik malzemenin homojenik, izotrop ve dayanım özelliklerine katkıda bulunmaktadır. Presleme veya silindir yöntemi ile levha veya rulo sac haline getirilen çelik, istenilen uygun boyutlarda kesilerek levha çelik, pres kalıp, silindir kalıp veya bükme işlemi ile profilendirilmektedir. Şantiyede kesme işlemini en aza indirmek için profiller fabrikada bilgisayar ortamında istenilen boyutlarda kesilip hazırlanmakta, dolayısıyla şantiye süresi de azalmaktadır.



Şekil 3.15 Hafif çelik yapılarda kullanılan soğuk şekillendirilmiş hafif çelik profil türler
(Ekinci, Eşsiz, 2005)

3.4 Çelik Yapılarda Döşeme Sistemleri

“Bir yapının yada bir yapı bölümünün iki katı arasında ayırıcı yatay bir düzlem oluşturan öğelere döşeme adı verilir. Döşemeler genellikle taşıyıcı bölümü ve dolgu gereçlerini içeren bir iskeletten, üzerinde yürünen ve bir zemin oluşturan kaplamadan (döşeme alt yüzeyi) ve bir tavandan (döşeme alt yüzeyi) oluşan elemanlardır.” (Hasol, 1998)

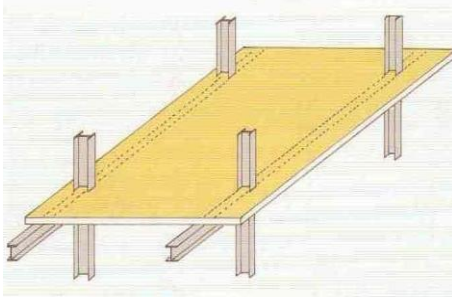
Döşemeler yapının rijit düzlemleridir. Yapının taşıyıcı sistemini birbirine bağlayarak, düşey ve yatay kuvvetleri kolonlara ve/veya duvarlara iletirler. Böylece yapı kapalı bir sistem haline dönüşür. Seçilen döşeme sistemi, yapının tüm sistemini etkilemektedir. Yatay ve düşey kuvvetlerin aktarımı da şekli seçilen sisteme bağlıdır.

3.4.1 Çelik Profilli Yapılarda Döşeme Sistemleri

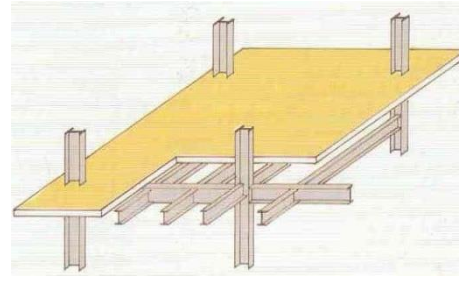
Çelik Profilli Yapılarda Döşeme Sistemleri, tek yönde kirişli sistem, iki yönde kirişli sistem, üç yönde kirişli sistem ve kompozit döşeme sistemi olmak üzere 4’e ayrılır.

Tek yönde kirişli sistemde, dikdörtgen bir alana yerleştirilen kolonlar büyük açıklık geçen kirişleri taşımaktadır. Buradaki döşeme dikdörtgen alanın kısa kenarı doğrultusundaki açıklığı geçmektedir. (Şekil 3.16)

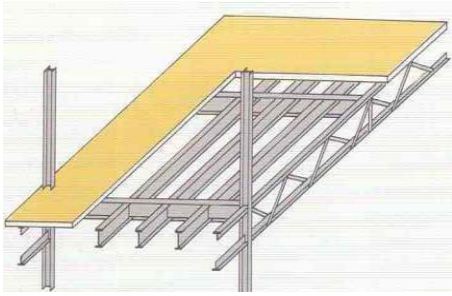
İki yönde kirişli sistem, iki yönlü çerçeve oluşturacak kiriş ve kuşaklardan yapılmaktadır. (Şekil 3.17)



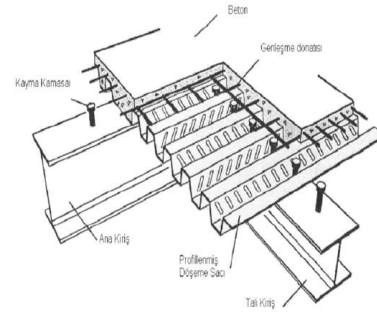
Şekil 3.16 Tek yönde kirişli sistem (Eren, 2007)



Şekil 3.17 İki yönde kirişli sistem (Eren, 2007)



Şekil 3.18 Üç yönde kirişli sistem (Eren, 2007)



Şekil 3.19. Kompozit döşeme sistem (Eren, 2007)

Üç yönde kirişli sistem, tasarlanan yapıda kolonlar arasındaki mesafenin fazla olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Döşeme ise kısa doğrultuda çalışmaktadır (Eren, 2007). (Şekil 3.18)

Çelik Profilli Yapılarda kullanılan diğer bir döşeme sistemi Kompozit Döşeme Sistemi'dir. Kompozit Döşeme Sistem kat yüksekliğinin azalmasını sağlayan, ince kesitli döşemelerdir. Bu döşemeler çelik yapılarda trapez sac üzerine donatılı beton dökülerek yapılır. Kompozit döşemeler çok katlı yapılarda, otel yapılarında, modüler üniteli yapılarda, ticari yapılarda, konut ve ofis yapılarında kullanılır (Yorgun, 2005). (Şekil 3.19)

3.4.2 Uzak Kafes Sistemlerde Döşeme Sistemleri

Uzak Kafes Sistemli Yapılar, bazı istisnalar dışında genellikle bir çatının veya bir mekanın kapayıcı, örtücü elemanı olup, aralarında çelik döşemelerin yapılmasına pek rastlanmamaktadır. Bunun nedeni UKS'lerin belli uzunlukta kirişlerin yapılmasıyla ekonomi sağlanabilmesidir. Bu şekilde bir yapının yüksek yapıda kullanılmasında çok kat kaybı olacağından böyle bir yapının her ne kadar hem yapımsal olarak hem de taşıyıcı sistem olarak mümkün olsa da bunların örneklerine çok ender rastlanmaktadır.

3.4.3 Hafif Çelik Yapılarda Döşeme Sistemleri

Hafif Çelik Sistemlerde duvarlar, 40-60cm arayla düzenlenmiş hafif çelik profil dikmelerden, döşemeler de aynı şekilde 40-60cm arayla düzenlenmiş kirişlerden yapılmaktadır. Tüm bu kurgu betonarme temel duvarları üzerinde yer almaktadır. Sistemin strüktürel kurgusu ahşap karkas strüktür ile benzerlik göstermektedir (Işık, 2001).

Hafif Çelik Sistemler, temel olarak bir karkas sistem olsa da çerçeve davranışından çok, taşıyıcı duvarlardan oluşmuş sistem davranışı gösterirler. Taşıyıcı duvar davranışı göstermelerinin nedeni, dikmelerin çaprazlanarak rigetlenmesi ve yüzeye kaplanan panolar ile kompozit olarak taşınmasıdır.

3.5 KKTC’de, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Çelik Binalar Hakkındaki Yönetmeliğin Çelik Binalar İle İlgili Olan Bölümünün Değerlendirilmesi

Türkiye deprem yönetmeliğinin tüm özellikleri KKTC’de de uygulanmaktadır. Bu yönetmelik çok kapsamlıdır. Dolayısıyla konuya yakın olduğu düşünülen kareler buraya aktarılmıştır.

Malzeme Koşulları ve Emniyet Gerilmeleri

Yönetmelik kapsamında, TS-648’de veya uluslararası düzeyde kabul görmüş diğer standartlarda tanımlanan ve kaynaklanabilme özelliğine sahip olan tüm yapı çelikleri kullanılabilir.

“Başlıkların et kalınlığı en az 40mm olan hadde profillerinde, kalınlığı en az 50mm olan levhalar ve bu levhalar ile imal edilen yapma profillerde, ASTM A673 veya eşdeğeri standartlar uyarınca yapılan testlerde minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (çelik dayanımı) değeri 218C’de 27Nm (275) olacaktır.” (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007)

Deprem yükleri etkisindeki elemanların birleşim ve eklerinde kullanılacak bulonlar ISO 8.8, 10.9 veya daha yüksek kalitede olacaktır. Bu bulonlar, moment aktaran birleşimlerde kendilerine uygulanabilecek öngerme kuvvetinin tümü ile diğer birleşimlerde ise en az yarısı ile öngerilecektir.

Deprem yükleri etkisinde olmayan elemanların birleşim ve ekleri ile temel bağlantı detayları ISO 4.6 veya 5.6 kalitesinde bulonlar kullanılabilir.

Kaynaklı birleşimlerde çelik malzemesine ve kaynaklama yöntemine uygun elektrod kullanılacak ve elektrodun akma dayanımı birleştirilen malzemelerin akma dayanımından daha az olmayacaktır. Moment aktaran çerçevelerin kaynak kolon-kiriş birleşimlerinde tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı dikişleri kullanılacaktır. Deprem yükleri etkisindeki elemanlarda, aynı birleşim noktasında kaynaklı ve bulonlu birleşimler bir arada kullanılamaz (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Çelik taşıyıcı sistem tasarımı, deprem yükleri ve hesap kuralları, TS-498’de öngörülen diğer yükler, emniyet gerilmeleri yöntemine ilişkin olarak TS-648’de verilen kurallara göre yapılacaktır. Bu bölümde verilen koşullar dışında kalan diğer hususlar için TS-649 ve TS-3357’deki kurallara uyulacaktır. Bu standartlarda ve yönetmeliğin bu bölümünde yer almayan hususlar için, uluslararası düzeyde kabul görmüş standart ve yönetmeliklerden yararlanılabilir (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Kiriş-Kolon Birleşim Bölgeleri

Moment aktaran giriş-kolon birleşim detaylarında, kolon gövdesinin her iki tarafına, giriş başlıkları seviyesinde süreklilik levhaları konularak giriş başlıklarındaki çekme ve basınç kuvvetlerinin kolona güvenle aktarması sağlanacaktır (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Süreklilik levhalarının kalınlıkları, tek taraflı giriş birleşimlerinde birleşen girişin başlık kalınlığından, kolona iki taraftan giriş birleşmesi durumunda ise birleşen girişlerin başlık kalınlıklarının büyüğünden daha az olmayacaktır. Süreklilik levhalarının kolon gövde ve başlıklarına bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Süreklilik levhasının kolon gövdesine bağlantısı için köşe kaynağı da kullanılabilir (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Kolon ve Kiriş Ekleri

Tam penetrasyonlu küt kaynaklı veya bulonlu olarak yapılan kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerlerinden en az net yüksekliğinin 1/3'ü kadar uzakta olacaktır. Köşe kaynağı veya tam penetrasyonlu olmayan küt kaynakla yapılan eklerde bu uzaklık ayrıca 1.20m'den az olmayacaktır (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim kesitinden en az kiriş yüksekliğindeki iki katı kadar uzaklıkta yapılacaktır.

Merkezi ve Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

Çelik çaprazlı perdeler, mafsallı birleşimli veya moment aktaran çerçeveler ile bunlara merkezi ve dış merkez olarak bağlanan çaprazlardan oluşan yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerin yatay yük taşıma kapasiteleri, eğilme dayanımlarının yanında, daha çok veya tümüyle elemanların eksenel kuvvet dayanımları ile sağlanmaktadır.

Çelik çaprazlı perdeler;

- a) Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler
- b) Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Bulonlu bağ levhalarında, çubuğun temiz açıklığının dörtte birine yerleştirilmesine izin verilmez (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Yatay Yüklerin Dağılımı

Binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depreme ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenmelidir (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Çaprazların Birleşimi

Çaprazları kolonlara ve/veya kirişlere bağlayan düğüm noktası levhalarının sağlaması gereken koşullar;

- a) Düğüm noktası levhanın düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.
- b) Düğüm noktası levhanın düzlem dışına burkulmasının önlenmesi amacıyla, çaprazın ucunun kiriş veya kolon yüzüne uzaklığı düğüm levhası kalınlığının iki katından daha fazla olmayacaktır.

Özel Çapraz Düzenleri ve Ek Koşullar

V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlanması gereken ek koşullar;

- a) Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.
- b) Çaprazlar düşey yüklerin ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında boyutlandırılacaktır.

Bağ Kirişleri

Bağ kirişinin üst ve alt başlıkları kirişin iki ucuna, kolon kenarlarında düzenlenen bağ kirişlerinde ise kirişin bir ucuda, yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.06'sından daha az olmayacaktır (İMO Deprem Yönetmeliği, 2007).

Rijitlik (Berkitme) Levhaları

Çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığı uçlarında 'rijitlik levhaları' düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağ kirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve genişliğinde olacaktır.

BÖLÜM 4 KKTC’DE ÇELİK SEKTÖRÜNDEN YAPI ÖRNEKLERİ

4.0 Çelik Yapılar İçin KKTC’den Örnek İncelemeler

Endüstri Devrimi’ni izleyen dönemde gerçekleşen sosyo-ekonomik gelişmeler, mimari üretim alanlarını etkileyerek, bir yandan yeni yapı malzemelerinin ve tekniklerinin, diğer yandan yeni bir mekan ve biçim üretme anlayışının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Mimari yapılaşma süreci, insanlığın gelişimine paralel gelişmiştir. Çelik yapılar farklı toplumlarda farklı öneme sahip formların şekillenmesinde, tarihsel süreç içinde günün teknik koşulları, malzemesi, mimari üslubunda meydana gelen değişimlerle eş zamanlı olarak bir değişim ve gelişim göstermiştir. Bu değişim KKTC’deki yapım sistemlerini de etkilemiştir.

Aşağıdaki bölümde KKTC’de yapılan çelik yapılar 3 bölümde incelenecektir. İncelenecek çelik yapılara sınırlamalar getirilmiştir. Getirilen sınırlamalarda, örneklerin 1 veya 2 katlı konut, okul ve ofis binası olan hafif çelik yapılar, geniş açıklık geçen eğri yüzeyli çelik taşıyıcı sistemler, çelik profilli konut ve uzay kafes sistem koşulları aranacaktır.

4.1 Çelik Profilli Bina Örnekleri

KKTC’deki çelik üretimi çok sınırlı olup, üretim sadece birkaç firma tarafından yapılmaktadır. Yapısal çelik ihtiyacının geriye kalanı ağırlıklı olarak Türkiye ve diğer yabancı ülkelerden karşılanmaktadır. Önceki yıllarda profil bulmada birtakım sıkıntılar yaşanmaktaydı. Artık böyle bir sorun olmadığı gibi ithal profillerle Türkiye’de üretilen profiller arasında çok fazla fiyat farkı da bulunmamaktadır.

Aşağıda Toros Ailesi Konut Projesi ve ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Kapalı Spor Salonu Projesi incelenecektir.

Toros Ailesi’ne ait Konut Projesi’ne geçmeden önce, KKTC’de çelik profillerden bir konut yapmayı kendisine hedef haline getiren ve KKTC’deki çelik profillerle yapılmış tek konut projesini gerçekleştiren kişi Ahmet Vural Behaeddin olduğu için burada onun özgeçmişinden de kısaca bahsedilecektir.



Ahmet Vural Behaeddin

KKTC'nin kuruluşundan önce, yaklaşık 1960'lı yıllarda bina tasarımı ve uygulaması üniversite veya dengi yüksek okul mezunları tarafından yapılmaktaydı.

Bu işin öncülüğünü çoğunlukla Türkiye ve İngiltere'deki mimarlık okullarından mezun mimarlar yapmaktaydı.

Resim 4.1 Ahmet Vural Behaeddin
<http://www.haberler.com/dau-mimarlik-fakultesi-mimar-ahmet-vural-2655707-haberi/>

Adamızda mimarlık mesleğinin gelişmesinde bu mimarların misyonu büyüktür. Sadece kendilerinden talep edilen işin profesyonelce

yapılmasına değil, ait oldukları topluma, genç meslektaşlarına ve mesleğe karşı sorumluluklarıyla da her zaman örnek olmuşlardır. Dolayısıyla ilk olmalarının farkındalığı ve sorunluluğunun bilincindedirler. Ahmet Vural Behaeddin, (1927-1993) mimarlık alanındaki bu ilklerden biridir.

(http://ftparch.emu.edu.tr:21/Projects/dekanlik/FACULTY_vew_21.02.08/A.Behaeddin/MIM-BEHA%20rector-chancellor.doc).

Behaeddin, 1950-1990 yılları arasında tasarladığı yapıları ile modern mimarlık anlayışının ve uygulamasının KKTC'de hayat bulması ile mimarlık mesleğinin kurumsallaşmasını sağlayan ilk 'Kıbrıslı Türk Mimardır' (Atun, 2010). (Resim 4.1)

KTMMOB, Mimarlar Odası'nın 1 No'lu üyesi olan Ahmet Vural Behaeddin 1951'de İstanbul Teknik Üniversitesi'nden (İTÜ) mezun oldu . O yıllarda İTÜ'de görev yapmakta olan Alman kökenli bir hocasının tavsiyesi ile Almanya'daki bir ofiste iki yıl ve bir yıl da İngiltere'de çalıştıktan sonra, 1954'te Kıbrıs'a dönerek ardından da kendi ofisini açmıştır (Atun, 2010).

Behaeddin, 1964'te adadaki sosyo-politik ortamın giderek kötüleştiği ve mesleğini kendi amaçladığı düzeyde yürütebilmesinin de zorlaştığı yıllarda tekrar yurt dışına gider.

İlk olarak Münih’te, sonraki yıllarda ise Londra’da kamu sektöründe ‘uzman mimar’ olarak çalışmıştır. 1971’de vatan hasreti ağır basan A.V. Behaeddin Kıbrıs’a geri döner. Kıbrıs’a döndüğü zaman buradaki ortam yine çok iyi değildir. Behaeddin bütün zorluklara rağmen, bu dönemde en güzel yapılarının bir kısmını yapmayı başarmıştır.

1973-1976 yılları arasında A.V. Behaeddin’in çalışma alanı Libya’ya kaymıştır. Libya’da gerçekleştirilen projelerin hazırlanmasını İstanbul’daki meslektaşları ile birlikte gerçekleştirir. Ülkeler arası seyahatlerle dolu bir dönemin ardından, vatana geri döner ve sonrasında mesleğinin üçüncü dönemi başlar.

Müşterileri genellikle kendi yaşıtları olan kesimdendi. Birçoğu ile üniversite, lise veya çocukluk yıllarını paylaşmıştır. Örneğin Dr. Selçuk Sömek evini yaptıracığı zaman aklına A.V. Behaeddin’den başkası gelmemiş, Türkan Aziz ve Toros aileleri ise zevk ve beğenileri uyduğu için onu tercih etmişlerdir

(http://ftparch.emu.edu.tr:21/Projects/dekanlik/FACULTY_vew_21.02.08/A.Behaeddin/MIM-BEHA%20rector-chancellor.doc).

Behaeddin, herşeyden önce müşterilerinin yaşam biçimlerini ve gereksinimlerini tanımak amacıyla onlarla yakın ilişki kuran ve zaman geçiren bir mimardır. Fakat tasarıma başladıktan sonra kimseyi işe karıştırmadığı ve kendi doğrularından asla taviz vermediği, çoğu kez mekanların nasıl ve hangi eşyalarla kullanılacağına dahi karıştığı bilinmektedir. Bu, yaptığı işle nasıl özdeşleştiğini ve sadece binaları ve mekanları değil onların içindeki yaşamı da tasarladığının göstergesidir (Atun, 2010).

A.V. Behaeddin, ada genelinde bir kısmı tadilat ve ilave, çoğu konut olarak yaklaşık 100 projeye imza atmıştır. Bu projelerin hemen hemen hepsi inşa edilmiştir. İnşa edilen bu evlerin yaklaşık yarısı bahçeli tek katlı evlerdir.

Yapıları arasında 1960-1963 yıllarında yarışma yoluyla aldığı Lefkoşa Kız Lisesi’de yer almaktadır. Büyük bir emek ve özveriyle tasarlayıp, inşaatını büyük bir hassasiyetle yürüttüğü Lefkoşa Kız Lisesi Kampüsü dünyanın tanınmış mimarlık dergilerinden ‘Baumeister’ de yayınlanmıştır.

Bu dergi o yıllarda KKTC’de oluşmaya başlayan ‘Modern Mimarlık’ ürünlerinin belgelenmesini ve Türk mimarlarının bu yöndeki katkısını ortaya koymak bakımından önemlidir. Ahmet Vural Behaeddin, mimarlık literatürünün takipçisi olmuş ve modern mimarlık akımlarının öncülüğünü yapmış mimarların çalışmalarına ilgi duymuştur. Alman Mimar ‘Richard Neutra’ ve Rum Mimar ‘Fotyadis’den etkilendiği söylenmektedir (http://ftparch.emu.edu.tr:21/Projects/dekanlik/FACULTY_vew_21.02.08/A.Behaeddin/MIM-BEHA%20rector-chancellor.doc).

Behaeddin’in ofis ortamı, mesleğin icrasında yolları buradan geçen her genç mimar için bir okul olmuştur. Aralarında Hakkı Atun, Adem Angı, Ekrem Z. Bodamyalızade, Tarkan Davulcu ve Ertuğ Ertuğrul’unda bulunduğu bir grup genç mimarın yetişmesinde rol oynamıştır. Bu meslek ortamında bina tasarımı, sadece kağıt üzerinde bir üretim veya düşünce olmayıp bunun gerçekleştirilmesi yeni bir uygulama olarak da önemlidir (Atun, 2010) (Davulcu, 2010) (Bodamyalızade, 2010).

Proje hizmetinin tam olarak verilmesi için, binanın en küçük detayına kadar düşünülmesi, çözümlenmesi ve çizilmesi gerekmektedir. Behaeddin, mesleğin uygulanmasında, o dönemlerde gözlediği özensizlik, vurdum duymazlık ve kısa vadeli kar peşinde olmanın zararları konusunda gençleri sürekli uyarmakta ve mesleki etiğin önemini her fırsatta vurgulamaktaydı(http://ftparch.emu.edu.tr:21/Projects/dekanlik/FACULTY_vew_21.02.08/A.Behaeddin/MIM-BEHA%20rector-chancellor.doc).

Ahmet Vural Behaeddin, KKTC’de meslek odasına kayıtlı ilk Türk mimar olması ve Mimarlar Odası Başkanlığı yapmış olması ile de ayrı bir önem taşımaktadır (Bodamyalızade, 2010). A.V. Behaeddin için mimar olanlardan değil mimar doğanlardandır demek yerinde olacaktır. Çocukken babası Avukat Beheaddin Bey’in Londra’dan getirdiği, sayfaları çiçek, kuş, kedi ve obje resimleriyle dolu resim defteri bunu doğrulamaktadır. Detaylı ve orantılı desenleri oluşturan kararlı çizimleri şaşırtıcıdır. Yine özel çizimleri arasında yer alan daha ileri yaşlara ait serbest el, bina detayı eskizleri duygu ve ustalık yüklüdür. Çocukluğunda köklü bir ailenin üzerine titrenen tek erkek çocuğuydu. Mimariye olan tutkusunun çocukluk ve gençlik yıllarında başladığı, güzel binalara sevgi ve heyecanla baktığı söylenmektedir (Atun, 2010).

Mimar Behaeddin'in mimar ve insan olarak kişiliği ile gurur duyan eşi Tülin Behaeddin, mimarın bütün mesleki birikimini korumak ve bu birikimi daha sonra yetişecek olan mimarların da hizmetine sunabilmek için DAÜ Mimarlık Fakültesi'yle 1999'da imzalanan protokol çerçevesinde 40 yıllık kaynak birikimi olan kitapları ve mesleki dergileri fakülteye bağışlanmıştır.

4.1.1 Toros Ailesi Konut Projesi

Toros Ailesi Konut Projesi, KKTC'nin en gözde beldesi olan Girne'de yer almaktadır. 63,000 nüfuslu turistik bir şehir olan Girne, başkent Lefkoşa'nın 26km kuzeyinde 50 kilometrekarelik bir alana yayılmaktadır.

Toros Ailesi Konut Projesi, KKTC'nin meslek odasına kayıtlı ilk Türk mimar olan Ahmet V. Behaeddin tarafından tasarlanan en önemli yapılardan biridir. Bu yapı, gerek tasarım ilkeleri, gerekse strüktür sistemi bakımından birçok ilki bünyesinde barındırmaktadır. Eşsiz bir dağ ve deniz manzasına sahip olan proje, KKTC'nin ilk ve tek çelik konstrüksiyonlu konut yapısı olma ünvanına sahiptir. Mimarlık yaşamı boyunca, en büyük hayalinin çelik konstrüksiyonlu bir konut yapmak olduğunu dile getiren Behaeddin'in bu isteği Toros Ailesi tarafından kabul edilerek bu yapı 1988-1990 yılları arasında inşa edilmiştir (Toros Ailesi, karşılıklı görüşme, 2012). (Resim 4.2)



Resim 4.2 Toros Ailesi Konut Projesi

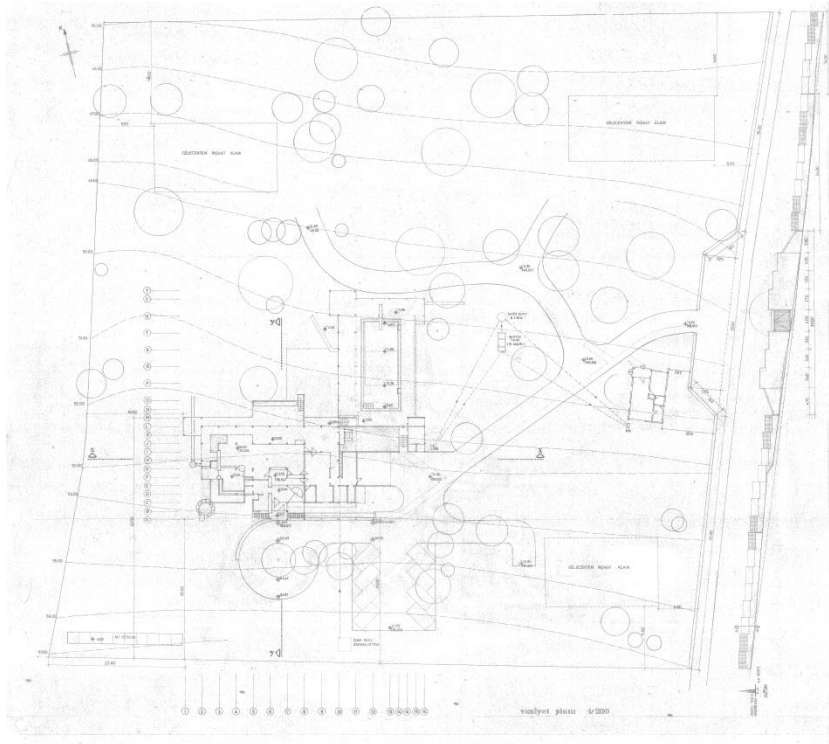
Toros Konut Projesi'nin mimarlığını ve kontrolünü yapan Y. Mimar Ahmet V. Behaeddin'in tasarladığı yapının İnşaat Mühendisi Salim Mirata'dır. Ahmet Vural Behaeddin ve Toros Ailesi'nin çelik profili tercih etme nedenleri 3 başlık altında özetlenebilir.

Bu nedenler;

- Görsel kalite
- Güven
- KKTC mimarlığı için bir ilke imza atmaktır.

Alanı 13.883m² olan arsa, Girne'nin güneyinde meyilli bir arazidir. Ana konut binası, yardımcı bina ve şadırvandan oluşan yapının toplam alanı 1042m²'dir.

Arazi içerisinde bulunan harup ve zeytin ağaçlarının korunmasına önem verilmiş ve tasarlanan binada korunmuşlardır. Arsanın kuzeyinde deniz, güneyinde Beşparmak Dağları'nın manzarası ve renkler kusursuz bir görünüm yaratmaktadır. (Resim 4.2)



Şekil 4.1 Toros ailesi konut projesi vaziyet planı (Girne Belediyesi arşivi)



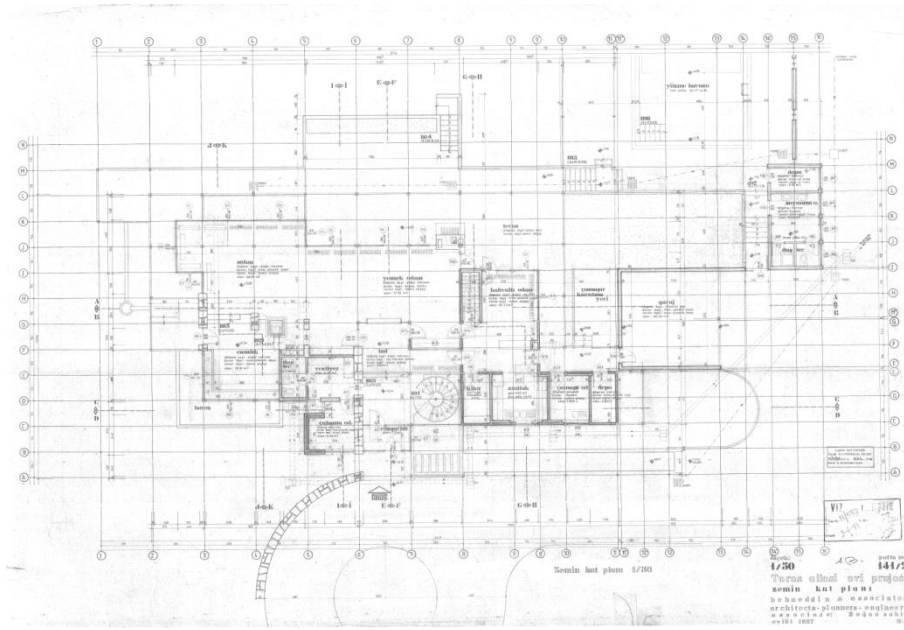
Resim 4.3 Toros Ailesi konut projesi kuzey cephesi

Ahmet V. Behaeddin, bu manzarayı her zaman görülebilecek şekilde şeffaf bir yapı olarak tasarlamıştır. Mimarlık hayatı boyunca çelik bir ev yapma hayali olduğunu her fırsatta dile getiren Ahmet V. Behaeddin, bu arsada betonarmenin kaba duracağını ve çelik konstrüksiyonun daha doğru olacağını düşünerek hayalini gerçekleştirecek olan bu yapıyı tasarlamıştır (Tasarım Dergisi, sayı 14, haziran 1991).

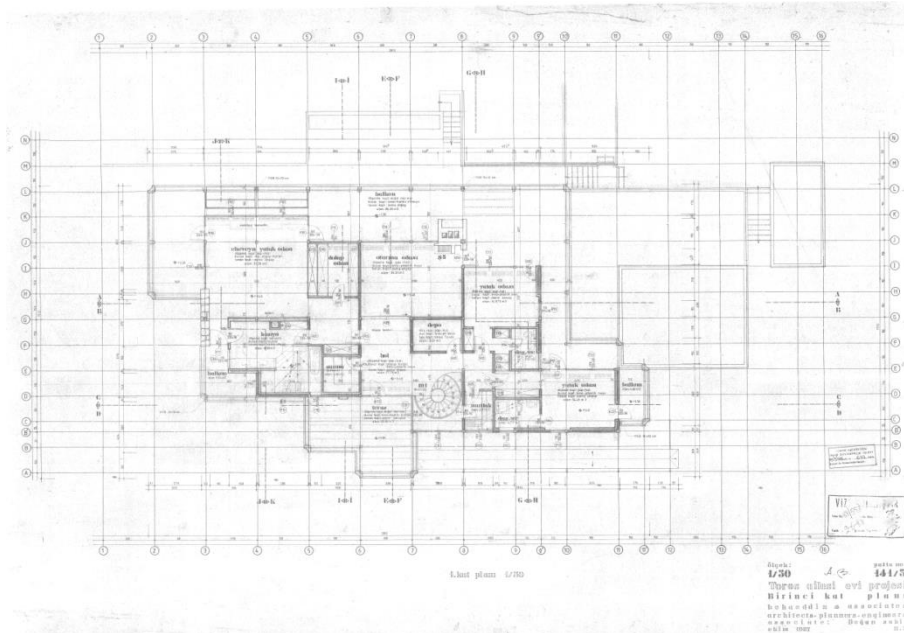
Toros Evi'nin toplam inşaat alanı 700m²'dir. Zemin kat alanı 350m²'dir. Burada giriş-hol, salon, yemek odası, mutfak, kahvaltı odası, camlık ve günlük oturma bölümünü balkona bağlayan şeffaf cam cepheler eşsiz bir manzarayı ayaklarınıza getirmektedir. (Resim 4.3)

Birinci kat alanı 350m²'dir. Bu katta ebeveyn yatak odası, 2 çocuk yatak odası, jakuzi, sinema odası, dolap odası ve oturma odası yer almaktadır. İklimimize ve araziye uyum içerisinde olması için bina dışında geniş, gölge veren saçaklar ve balkonlar tasarlamıştır. (Resim 4.3) İç mekanı balkona bağlayan kısımlarda şeffaf cam cepheler kullanılmıştır. Cam cepheler, içerde iken bile dışardaymış hissi yaratmakla birlikte iç ve dış mekanlar arasında bütünlük sağlamaktadır.

Yapının kuzey-doğu kısmında, deniz manzarasına hakim olan -1.50m kotunda yüzme havuzu ve şadırvan yer almaktadır. Havuz bölümünde soyunma odası, duş-wc ve depo bulunmaktadır. Şadırvan altında yağmur suyu sarnıcı, filtre odası ve alet ambarı odaları tasarlanmıştır (Tasarım Dergisi, sayı 14, haziran 1991). Yoldan arsaya giren kapının yanında bekçi ve bahçıvan lojmanı bulunmakta, ayrıca ziyaretçi otoparkı düşünülerek havuz kısmına buradan da girilebilmektedir. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2 Zemin kat planı (Girne Belediyesi arşivi)



Şekil 4.3 Birinci kat planı (Girne Belediyesi arşivi)



Resim 4.4 Güney (giriş) cephesi

Yapının güney cephesinde, giriş üzerindeki balkon, inşaat sırasında değiştirilerek yatak odasına dönüştürülmüştür. Bu mekan misafir yatak odası olarak kullanılmaktadır. (Resim 4.4)



Resim 4.5 Çelik konstrüksiyon döner merdiven

Ana giriş kapısından içeriye girildiği zaman sağ köşede çelik konstrüksiyon döner merdiven görülmektedir. Dönel merdiven fonksiyonelliği yanında görsel kalitesi ile dikkat çekmektedir. (Resim 4.5)

Duvar kaplamaları mahoganidir. Taş kaplanan duvarlar binanın güneyindeki dağlardan alınan taşlarla yapılmıştır (Tasarım Dergisi, sayı 14, haziran 1991). (Resim 4.6)



Resim 4.6 Taş kaplamalı kebab yeri

KKTC'nin iklim şartlarından dolayı 6 ay açık havada yaşanabildiğinden üstü kapalı ve açık oturma, yaşama hacimleri her iki katta da düşünülmüştür. (Resim 4.6)

Zemin katta, terastaki yemek bölümünün yanına kebab yeri ve şömine tasarlanmıştır. (Resim 4.6)



Resim 4.7 Sıva ve beyaz badanalı cephe



Resim 4.8 Cephedeki ısı camları ve döşemeye gömülmüş ısıtma sistemi



Resim 4.9 Soğutma sistemi ve kanada çamı asma tavan

Taş kaplı olmayan duvarlarda sıva ve beyaz badana yapılmıştır. (Resim 4.7)

Şeffaf bir cephe kurgusuna sahip olan binada kullanılan tüm dış cephe camları ısı camdır. Isıtma döşemeye gömülmüş radyatörleri olan kaloriferle yapılmaktadır (Toros Ailesi, karşılıklı görüşme, 2012). (Resim 4.8)

Soğutma, tavanlara ve duvarlara gömülmüş olan ‘split-unit air conditioner’lerle yapılmaktadır. Tüm tavanlarda kanada çamı (Douglas Fir) ile asma tavan kullanılmıştır (Tasarım Dergisi, sayı 14, haziran 1991). (Resim 4.9)

Yapının mimari tasarımındaki ‘çelik profil’ kriterleri 2 kısımda incelenecektir. Bu kısımlar;

- a) Ana taşıyıcı sistem
- b) Yapım hızı ve maliyettir.

a) Ana Taşıyıcı Sistem

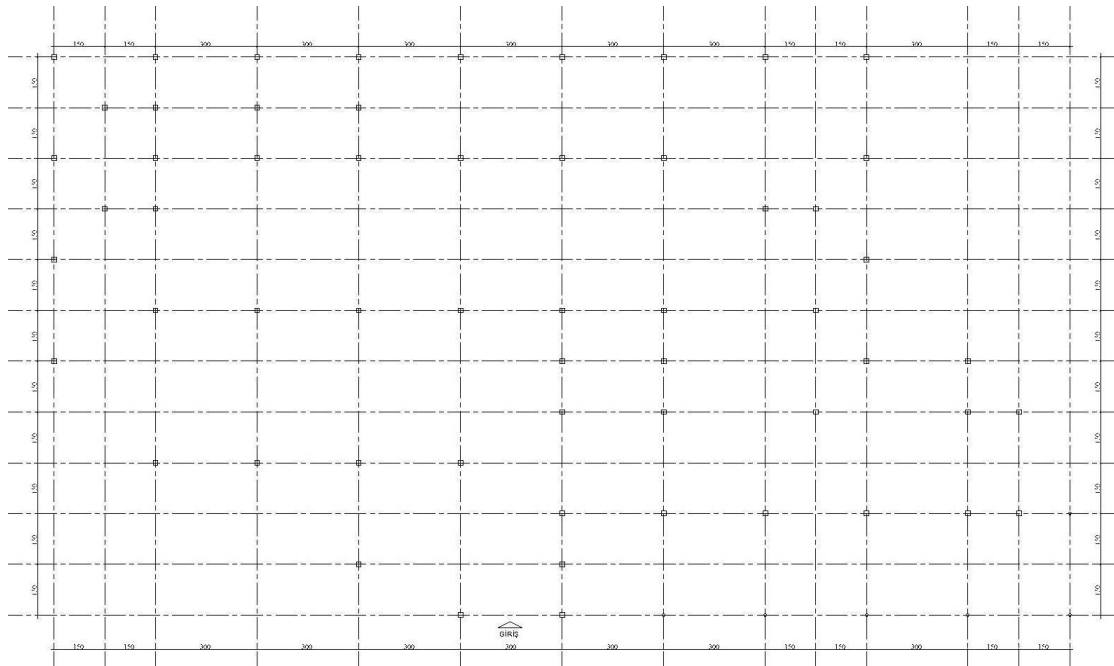
Toros Evi, dikdörtgensel bir formdan oluşan iki katlı konut yapısıdır.

Yapının tabanı 19.5m eninde ve 41m boyundadır. Yapının ana taşıyıcı sistemi, betonarme temellere oturan çelik konstrüksiyondan yapılmıştır. Yapının zemin ve birinci katındaki kat yüksekliği +3.40m'dir. Çatı üzerindeki toplam yükseklik +8.00m'dir. (Şekil 4.5)

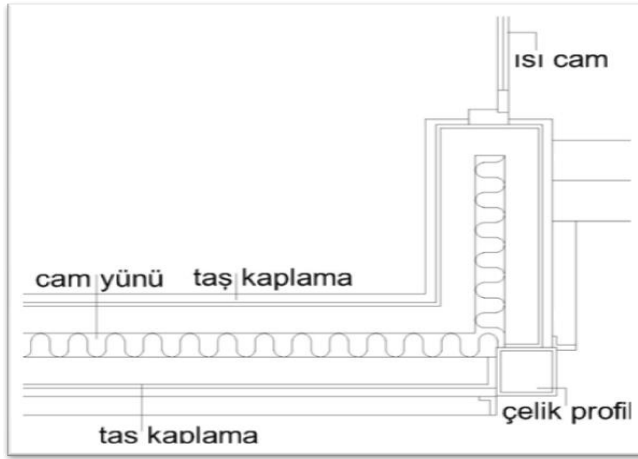
Yapıda 2xC140 kutu profiller kullanılmaktadır. Profiller, sistem içerisinde gridal bir modül oluşturmaktadır. Sistemdeki bütün aks aralıkları 150cm ve 300cm'dir. Buna bağlı olarak, yapıyı oluşturan kolonlar her 150cm ya da 300cm'de tekrar etmektedir. Yapının tasarımındaki, aks aralıkları ve kolon sayılarındaki oran ise 1.5 ve 1.5'in katlarıdır.

(Şekil 4.4)

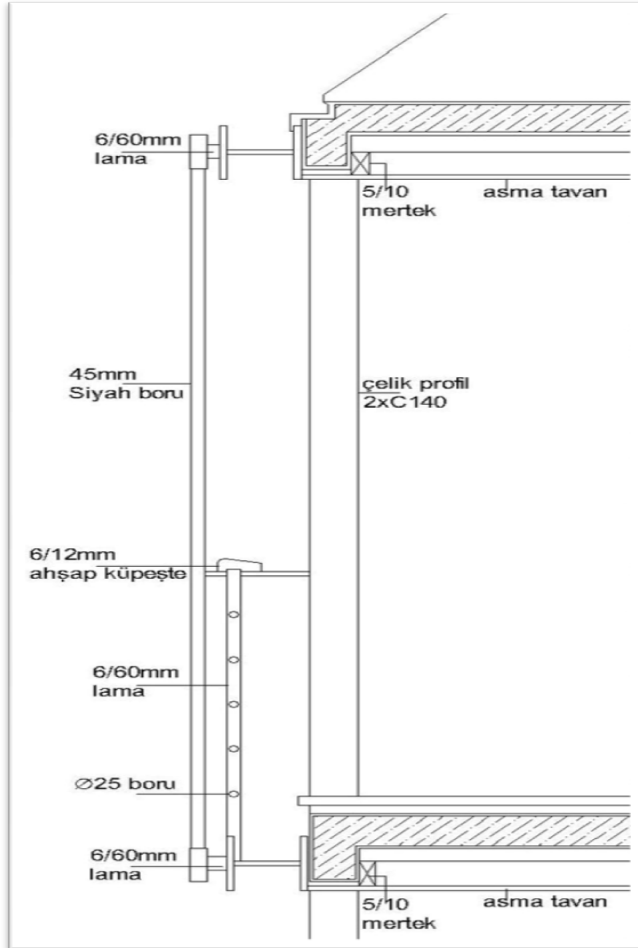
Resim 4.2'de görüldüğü gibi yapının kuzey cephesinde, dış mekandan açıkça görülen 9 adet kolon, sistematik bir kurgu içerisinde.



Şekil 4.4 Kolon ve aks sistemi



Şekil 4.7 Duvar detayı



Şekil 4.8 Çelik profil detayı

Yapıdaki dış ve iç duvar kalınlıkları 20cm, 45cm ve 50cm'dir. Depo, kiler, wc-duş gibi yardımcı mekanlarda duvar kalınlıkları 20cm'dir. Yapının içinde ve dışındaki bazı yerlerde kullanılan taş kaplamalarla birlikte duvar kalınlıkları 50cm'e ulaşmaktadır. Mutfak, yatak odası, gibi yaşama mekanlarında uygulanan duvar kalınlıkları 45cm'dir. Yaşama mekanlarında ısı ve ses izolasyonunun sağlanabilmesi için kullanılan malzemeler;

- Taş kaplama
- OSB kaplama
- Camyünü
- Çelik profil
- OSB kaplama
- Buhar dengeleyici
- Taş kaplama'dır. (Şekil 4.7)

Yapının dış cephesinde, çelik kolonların ön yüzündeki taşıyıcılarda, 45mm'lik siyah borular kullanılmıştır. Kullanılan siyah borular cepheye I profillerle, kaynaklanmıştır. (Şekil 4.8)

Korkuluklar 6/60mm lamadan yapılmıştır. Siyah borular, 6/60mm'lik lama ve 6/60mm lama korkuluklara I profillere kaynaklanmaktadır. I profiller de betonarme döşemeye sabitlenmiştir.



Resim 4.10 Döşemede kaynaklı birleşimler

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi yapının döşemesinde kullanılan malzemeler;

- Doğal mermer (2cm)
- Harç (3cm)
- Beton şap (5cm)
- B/A plak (15cm)
- Mertek (5/10cm)
- Ahşap kaplamadır (2cm).

Çatıda kullanılan malzemeler; 2 sıra serbest tuğla, su izolasyonu, meyil betonu, 15cm betonarme plak, 5/10cm mertek ve 2cm ahşap kaplamadır. (Şekil 4.8)



Resim 4.11 Çatıda kaynaklı birleşimler

Yapı, çelik profillerin dezavantajı olan paslanmadan korunabilmesi için belirli zaman aralıkları ile boya bakımı yapılması gerekmektedir. Resim 4.10’da görüldüğü gibi yapının gerekli boya bakımı yapılmıştır.

Yapıdaki kolonlar, döşemeler, korkuluklar ve diğer çelik aksesuarlardaki bağlantılar kaynakla yapılmıştır. (Resim 4.11)

Ana yapı çelik konstrüksiyondur. Temeller kirişli betonarme temeldir. Tüm kolonlarda yer yüzünde 2xC140 profil ve tüm bağlantılarda 8mm kaynak kullanılmıştır. Kaynağın altına 2x250x250x10 sac levha konulmuştur. Sac levhalar 5/8’’ bulon veya ucu basolu Ø16mm demirlerle tutturulmuştur.

b) Yapım Hızı ve Maliyeti

Yapıdaki çelik kolonlar, profiller ve diğer çelik aksesuarlar, Türkiye’deki bir çelik fabrikasında hazırlanıp, montajı KKTC’deki şantiye ortamında yapılmıştır. Toros Evi inşaatı yaklaşık olarak 2 yılda tamamlanmıştır (Toros Ailesi, karşılıklı görüşme, 2012).

Yapının 1990 yılındaki maliyeti 104,767 TL’dir (Girne Belediyesi Arşivi).

4.1.2 ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Kapalı Spor Salonu

ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü (ODTÜ KKK), başkent Lefkoşa’nın 50 km batısında, 12,000 nüfuslu Güzelyurt ilçesinin 6 km kuzeyinde yer alan Kalkanlı köyünde, 3000 dönümlük bir arazi üzerinde yer almaktadır.

ODTÜ KKK, yüksek teknolojiye dayalı alt yapısı, modern eğitim binaları ve laboratuvarları, zengin yaşam, spor ve kültür tesisleri, yeşil alanları ve örnek mimarisiyle, kampüs nitelikli bir eğitim öğretim ortamı için her türlü olanağı sağlamaktadır.

ODTÜ KKK Kapalı Spor Salonu, ODTÜ Meydanı’ndan başlayarak çarşı, kafeterya, yurt ve lojmanları bağlayan ağaçlı bir yol üzerinde, master plana uygun olarak konumlandırılmıştır. Komplekste, farklı işlevlere sahip yapılar, yaya yolları boyunca devam eden saçaklarla birbirinin uzantısı olarak devam etmektedir (Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008).

Çeşitli girinti-çıkıntılarla uzanan saçaklar, özellikle kapalı spor salonu ve diğer yapıların eğrisel çatı formlarını, yaya yolları ve ağaçlandırmalarla birlikte insan ölçeğine indirgemektedir. Bu sayede kampüs genel yapısında yer alan kübik yapı formları, komşu lojman bloklarıyla biçimsel olarak diyalog kurmaktadır (Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008).

Spor kompleksinin bulunduğu yamaç Güzelyurt’tan kampüse yaklaşırken çok uzaktan görülen ve algılanan eğimli bir ekran oluşturmaktadır. (Resim 4.12)



Resim 4.12 Kapalı Spor Salonu görünüşü
<http://v2.arkiv.com.tr/p7082>



Resim 4.13 ODTÜ KKK doğu (giriş) cephesi
<http://v2.arkiv.com.tr/p7082>

ODTÜ KKK yerleşkesinde göze çarpan yapılardan sadece biri olan kapalı spor salonu mimari tasarımı, Ankara’da bulunan BAOBAB Mimarlık ve Yapı Hiz. Ltd. Şti tarafından yapılmıştır. Yapının mimarı olan Eren Başak, Meral Özdengiz Başak ve Uğur Katırcı mimari bir proje ekibi olarak çalışmışlardır. Yapının statik projesi Ankara Birim Mühendislik, İnşaat Mühendisi Mustafa Çobanoğlu tarafından yapılmıştır (Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008).

Bir yarışma projesi olan spor salonunun yapımına haziran 2005’de başlanmış ve şubat 2007’de yapımı sona ermiştir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nin, çelik profili tercih etme nedenleri 3 başlık altında özetlenebilir. Bu nedenler;

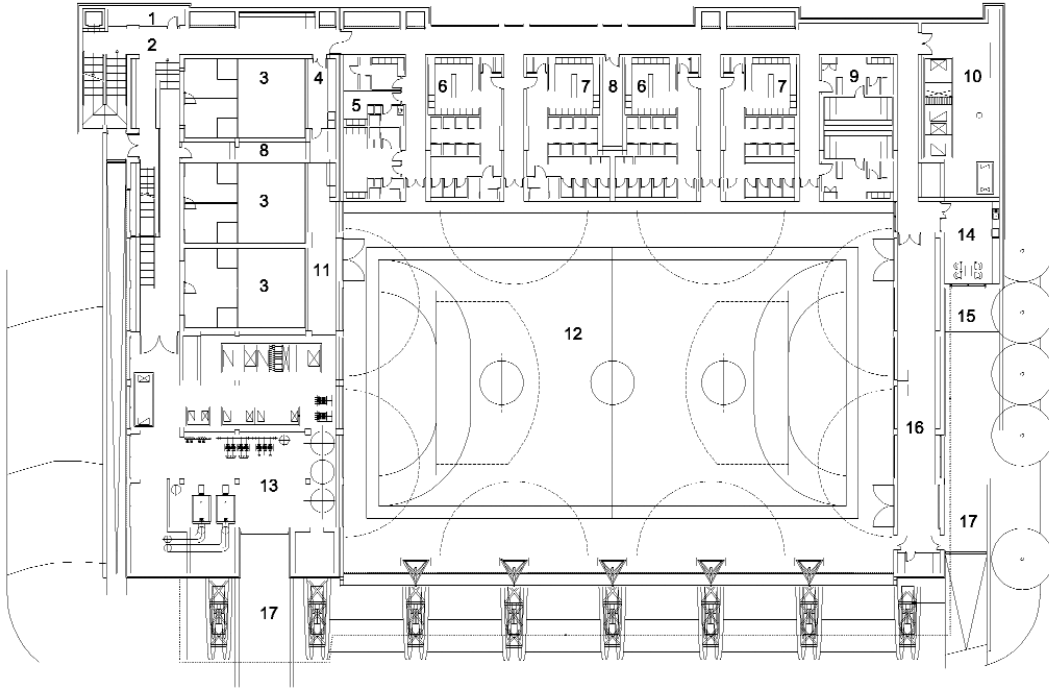
- Görsel kalite
- Dinamizm
- Geniş açıklıkların kolonsuz geçilebilmesidir.

Kapalı spor salonu, toplam inşaat alanı 5775m²’dir. -5.10 kotunda, asansör makina dairesi, hol, squash, çamaşır odası, hakem soyunma odası, bayan sporcu soyunma odası, bay sporcu soyunma odası, teknik servis, sauna, klima santrali, depo, salon, teknik merkez, personel dinlenme, çökertilmiş bahçe, malzeme deposu ve servis girişi yer almaktadır. (Şekil 4.9)

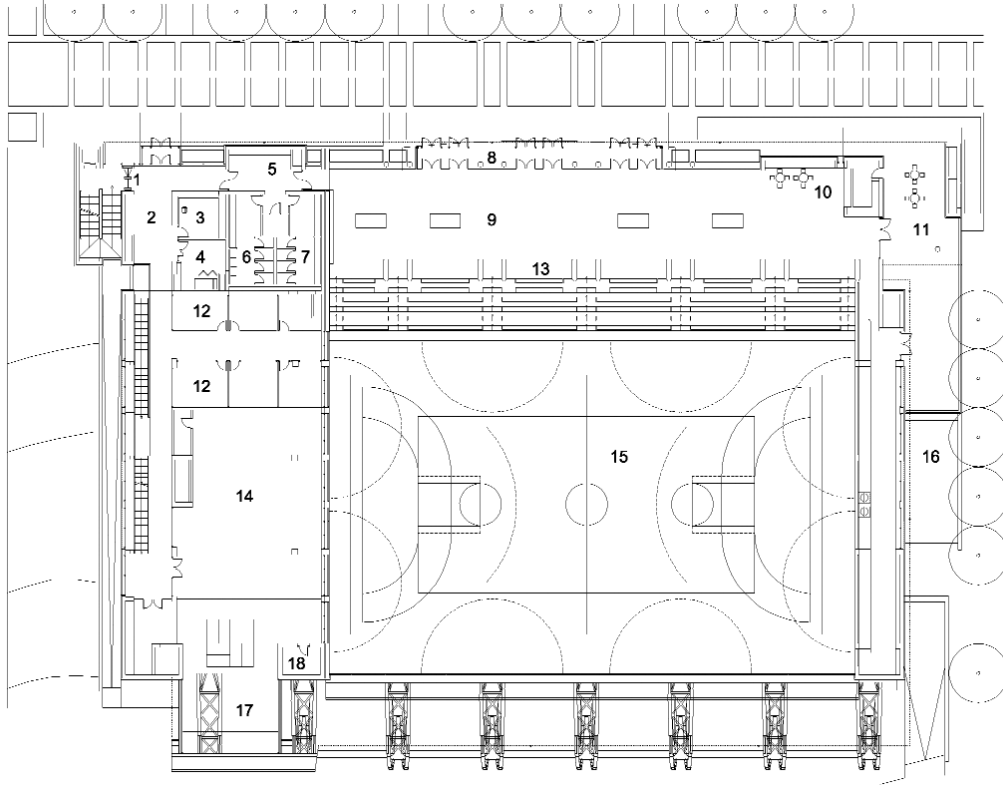
±0.00 kotunda, turnikeler, sporcu girişi, güvenlik, revir, hol, wc, rüzgarlık, fuaye, kafe, teras, topluluk odası, tribün, aerobik salonu, salon, çökertilmiş bahçe, uzak doğu sporları ve depo bulunmaktadır. (Şekil 4.10)



Resim 4.14 Kapalı Spor Salonu batı görünüşü



Şekil 4.9 Kapalı Spor Salonu -5.10 kotu planı
(Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008)



Şekil 4.10 Kapalı Spor Salonu ± 0.00 kotu (giriş) planı
(Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008)

Kapalı Spor Salonu dörtgensel bir formdan oluşmaktadır. Yapının tabanı 40m eninde ve 60m boyundadır. (Şekil 4.9, Şekil 4.10)

İşlevi gereği çok büyük bir hacmi barındıran Kapalı Spor Salonu, topoğrafyanın ve yaratılan eğrisel formun olanaklarının kullanılması ile insanı ezmeyen, perspektifler sunan bir yapıdır. Bina içinden dışına uzanan çelik konstrüksiyon, sportif aktivitelerin dinamizmini vurgulamakta ve üniversitenin geleceğe dönük yüzünü çağrıştırmaktadır. (Resim 4.14)

Salon kullanımında sağlanan üçüncü boyut olanakları, iç mekanda kullanıcılara heyecanlı bir görsellik sağlamaktadır. Koşu bandı, uzakdoğu sporları salonu ve kondisyon salonları mekansal olarak özgün hacimler yaratmaktadır.

Yapıda cam, çelik ve betonarmenin birlikte kullanılmasından doğan mekan zenginliği ve bu malzemelerin birlikte kullanımından ortaya çıkan uyum dikkat çekmektedir.

(Resim 4.15)



Resim 4.15 Kapalı Spor Salonu iç mekanı
(Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008)



Resim 4.16 Yapının ana taşıyıcı sistemi
(<http://v2.arkiv.com.tr/p7082>)



Resim 4.17 Çok parçalı çelik kolon

Yapının mimari tasarımıındaki ‘çelik profil’ kriterleri 2 kısımda incelenecektir. Bu kısımlar;

- a) Ana taşıyıcı sistem
- b) Yapım hızı ve maliyettir.

a) Ana Taşıyıcı Sistem

Kapalı Spor Salonu, betonarme yerinde yapım sistemi ve çelik profillerden meydana gelmektedir. Yapı, bütünsel olmayıp, ayrı ayrı çalışan kemer sisteminden oluşmaktadır. (Resim 4.16)

Yapının taşıyıcı sistemi, elipsten türetilmiş eğrilerden meydana gelmektedir. Ana taşıyıcı sistem, zemine oturan eğri yüzeyli çok parçalı kolonlardan oluşmaktadır. Buna eğri geometrili çok parçalı çerçeve denilebilir. (Resim4.17)

Yapıda 8m aralıklarla 8 adet eğri yüzeyli çelik yapı elemanı bulunmaktadır. (Resim 4.16)

Kapalı Spor Salonu strüktüründe bulunan 8 adet çelik kolonun 6'sı spor salonunun içerisinde görülmekte, 2'si aerobik salonu, depo vs. gibi alanların üzerini örttüğü için sadece buradaki mekanların içerisinde görülmektedir. (Resim 4.16)

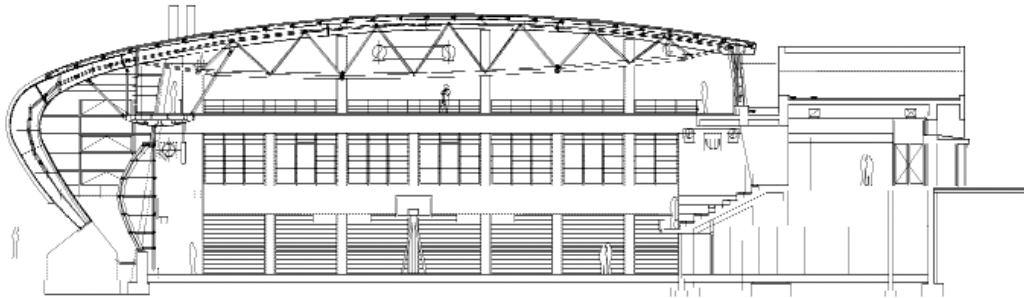
Yapıda yer alan çok parçalı çelik kolonlar, iki profille yapılan kolon elemanlarının yükü uygun bir biçimde taşımasını sağlamak üzere birbirine bağlanmıştır. Bağlantıları, kolon boyunca eşit aralıklarla ve örgü çubukları ile yapılmıştır. Örgü çubukları ile yapılan bağlantıda esas profiller eğik diyagonal ve yatay çubuklarla birbirine bağlanmıştır.

(Resim 4.17)

Lama ve korniyerlerden yapılan örgü çubukları, kolonun iki yüküne aynı doğrultuda konulmaktadır. Kolonlar, eğilme mukavemetini arttırmak için uçlarda kalınlaştırılmıştır. (Resim 4.17)

Yapının betonarme olan ön cephesinde 6 adet mesnet kullanılmıştır. Ön cephedeki mesnet aks aralıkları 4m, 6m ve 8m'dir. İç mekandaki betonarme kolonların enkesit ölçüleri 45cmx110cm'dir. Kolonlar arasındaki mesafeler 170cm ve 575cm'dir.

Çok parçalı çelik kolonların en dar yeri 60cm'dir. Bu kolonların, zemine oturduğu ve eğriliğin başladığı kısımlarında 8 adet sabit mesnet, seyirci tribünlerinin bittiği, yani eğriliğin sonlandığı kısımlarda ise 8 adet hareketli mesnet bulunmaktadır. (Şekil 4.11)



Şekil 4.11 Kapalı Spor Salonu kesiti
(Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008)



Resim 4.18 Çatı konstrüksiyonu
<http://v2.arkiv.com.tr/popup/watermark.php?src=21645.jpg>

Yapıdaki çelik kiriş açıklığı yaklaşık 40m'dir. Çerçeve yükseklikleri giriş kısmından arka cepheye doğru azalmaktadır. En yüksek çatı kirişi alt kotu yaklaşık 13m'dir. (Şekil 4.11)

Spor salonunun iç mekanında 8 adet ana kiriş bulunmaktadır. Bu ana kirişler çelik makaslarla desteklenmektedir. Makasları oluşturan çelik profillerin boyutları 180cm ile 380cm arasında değişmektedir. Sistemdeki eğilmeye çalışan çelik kirişler eğri yüzeyleri tanımlasada, makasları oluşturan profiller eğriselliği olmayan düz çelik çubuklardan yapılmaktadır. (Resim 4.18)

Yapıdaki ana kirişlerin üzerinde, iç mekanda tribünlerin üzerinden başlayarak dışarıya kadar uzanan toplam 27 adet aşık bulunmaktadır. Çatı konstrüksiyonundaki aşıklar 160cm aralıklarla tekrarlanmaktadır. Çatı konstrüksiyonundaki aşıklar, yapının dış cephesinde de devam ederek yapıda yer alan çok parçalı kolonları birbirine bağlamakta ve sistemde bir bütünlük oluşturmaktadır. Çatı aşıklarının üzerinde, birbirine eşit uzaklıkta olan mertekler bulunmaktadır. (Resim 4.18) Çelik profillerin birleşimleri kaynakla yapılmıştır. Profillerin makaslarla birleştiği en alt kısımlarda bulonlar kullanılmıştır. (Resim 4.17)



Resim 4.19 Eğrisel cepheyi taşıyan düşey makaslar
<http://v2.arkiv.com.tr/popup/watermark.php?src=21647.jpg>

Salonun havalandırılması çelik makaslara asılan havalandırma boruları ile yapılmaktadır. Yapıda, eğrisel ikincil cepheyi taşıyan yaklaşık 8m yüksekliğinde ve 110cm aralıklarla yerleştirilen düşey makaslar kullanılmıştır. Düşey makaslar oyun sahasını hacimsel olarak büyütürken, mekansal algıyı da zenginleştirmektedir. (Resim 4.19)



Resim 4.20 Çelik kolonların brüt betonla birleşimi

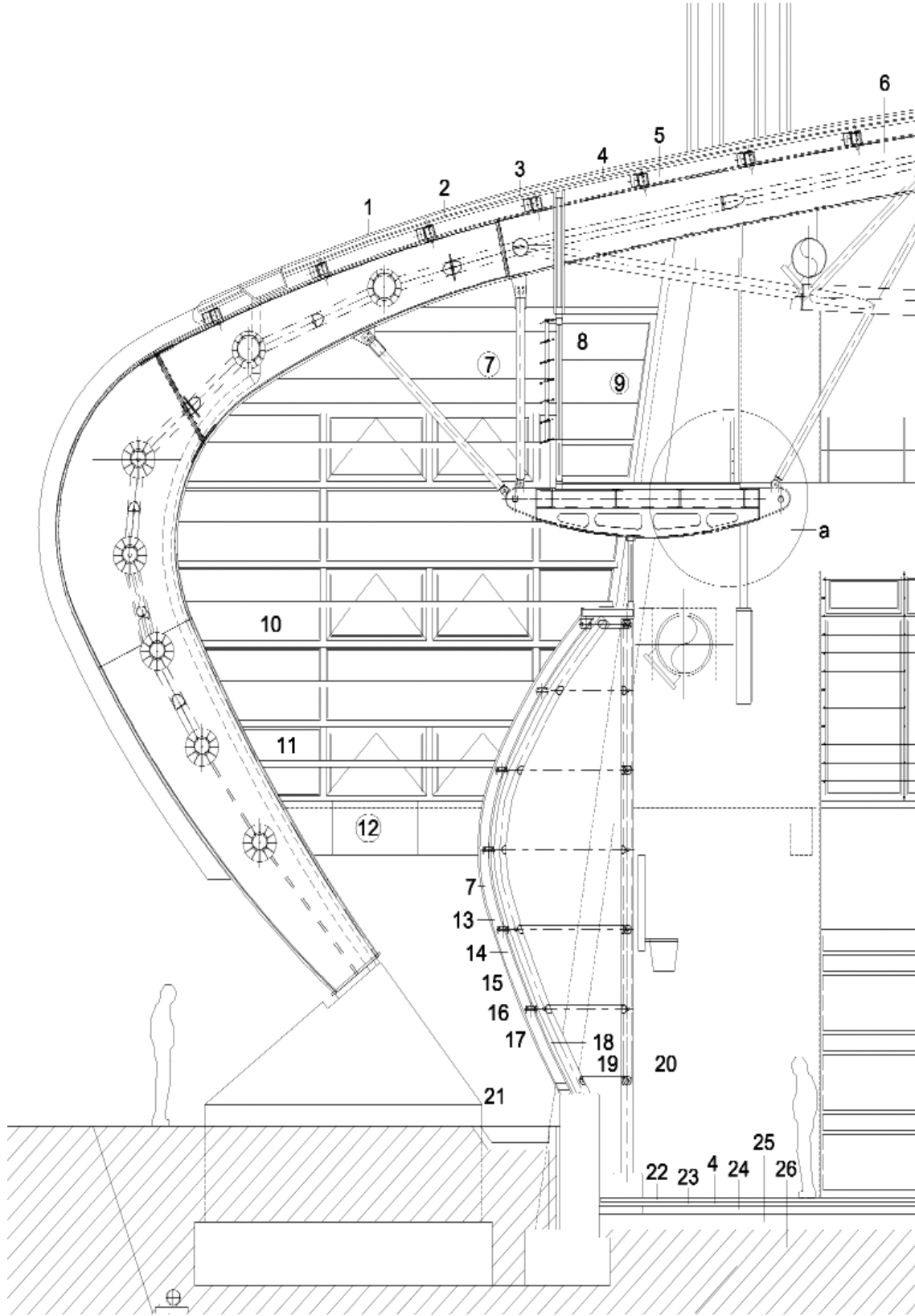
Temelleri betonarme olan yapıda, çelik kolonların zemine oturan kısmı brüt betondur. (Resim 4.20)

Çelik kolonların brüt beton ayakları ile birleşimi kaynak ve bulonlarla sağlanmıştır. Brüt beton ayakların üzerinden yağmur suyu boruları indirilerek yağmur suları binadan uzaklaştırılmıştır. (Resim 4.20)

Dış cepheden algılanan eğilmeye çalışan eğri yüzeyli kolonlar görsel kalite açısından hoş bir görüntü sağlamaktadır. Burada çelik ve camın birlikte kullanımının ne kadar doğru bir seçim olduğu görülmektedir. (Resim 4.14)

Şekil 4.12’de görülen Kapalı Spor Salonu cephesinde kullanılan cephe malzemeleri;

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Boyalı Alüminyum Çatı Panelleri | 5. Alüminyum Güneş Kırıcı |
| 2. Alüminyum Yağmur Oluğu | 6. Alüminyum Kompozit Levha Kaplama |
| 3. Alüminyum Alın Profili | 7. Titanyum-Çinko Kenetli Cephe Kaplaması |
| 4. Eloksanlı Alüminyum Doğrama | 8. Brüt Beton’dur. |



Şekil 4.13 Kapalı spor salonu cephe sistem detayı
(Raf Ürün Dergisi, sayı 13, mart 2008)

b) Yapım Hızı ve Maliyeti

Yapıya ait çelik profiller, makaslar ve diğer aksesuarlar, Türkiye’deki bir çelik fabrikasında ön üretimli olarak bilgisayar ortamında hazırlanıp şantiye sahasına getirilerek montaja başlanmıştır.

Güzelyurt ilçesinin, Kalkanlı köyünde yapılan Kapalı Spor Salonu inşaatı yaklaşık olarak 2 yılda tamamlanmış Avrupa standartlarında bir yapıdır. ODTÜ tarafından yaptırılan yapının 2007 yılındaki maliyeti 6.050.000 YTL’dir (Raf Ürün Dergisi, sayı13, mart 2008).

4.2 Uzak Kafes Sistem Örnekleri

Uzak kafes sistemler, KKTC’de yaklaşık olarak 15-20 yıldan beri uygulama alanları bulmuş sistemlerdir. Bu sistemler genel olarak Endüstri Yapıları, Spor Salonları vs. gibi alanların çatılarını örtmede kullanılmaktadır. Aşağıda Yakın Doğu Üniversitesi Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu ve Gazimağusa Arena aşağıda incelenecektir.

4.2.1 Yakın Doğu Üniversitesi Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu

Günümüzde geniş açıklıklı mekanların örtülmesi genellikle ‘uzak kafes sistemler’ ile yapılmaktadır. Yakın Doğu Üniversitesi (YDÜ) Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu, her türlü havuz su sporlarına hizmet edebilmek amacıyla inşa edilmiştir.

Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu, Yakın Doğu Üniversitesi’nin ilk yapılarından biridir. Yapının inşaatı 1997 yılında tamamlanmış, 2005 yılında ise renovasyonu yapılmıştır (<http://www.neu.edu.tr/node/4149>).

Yapı, Yakın Doğu Üniversitesi teknik proje ekibinde yer alan mimar ve mühendisler tarafından tasarlanıp, uygulamaya konulmuştur.

Yakın Doğu Üniversitesi’nin ‘uzak kafes sistemi’ tercih etme nedenleri 4 başlık altında özetlenebilir.

Bu nedenler;

- Yapım hızı
- Görsel kalite
- Güvenli çözümler
- Geniş açıklıkların geçilebilmesidir.

Takım havuz su sporu oyunları, su balesi, yüzme kursları, yüzme yarışmaları ve antrenmanları için planlanmış olan kapalı havuz, olimpik standartlarda olmasıyla birlikte kolonsuz iç mekan gerekliliği ile 3 boyutlu çözümü de beraberinde getirmiştir.



Resim 4.21 YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)

Havuz su sporları yarışmalarının ve gösterilerinin düzenlenmesi için 1000 kişilik seyirci kapasitesine sahip, modern iç donanım ve kafeteryası ile KKTC'nin ilk ve tek Kapalı Olimpik Yüzme Havuzu'dur. (Resim 4.21) YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu brüt alanı 5288m²'dir. Yapı, bodrum kat, zemin kat, birinci ve ikinci kattan oluşmaktadır.



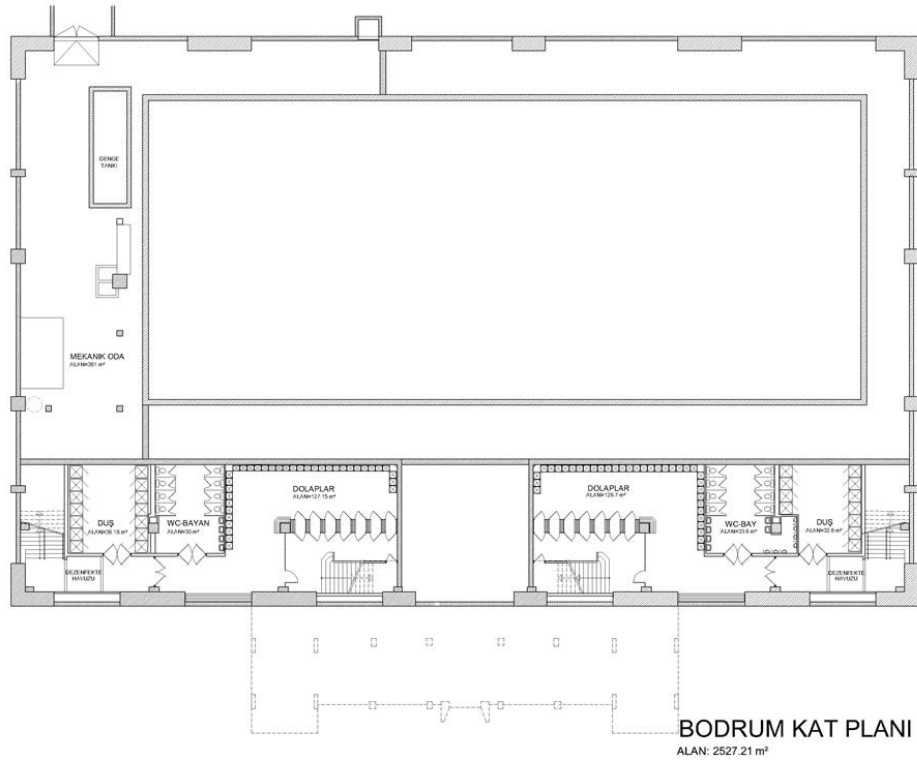
Resim 4.22 Havuz ve seyirci tribünleri
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)

Bodrum kat 2527m²'dir. Burada mekanik oda, bay/bayan dolap odası, bay/bayan duş ve wc'ler bulunmaktadır. Bay ve bayan bölümlerinden iki ayrı merdiven ile zemin kata ulaşılmaktadır. (Şekil 4.14)

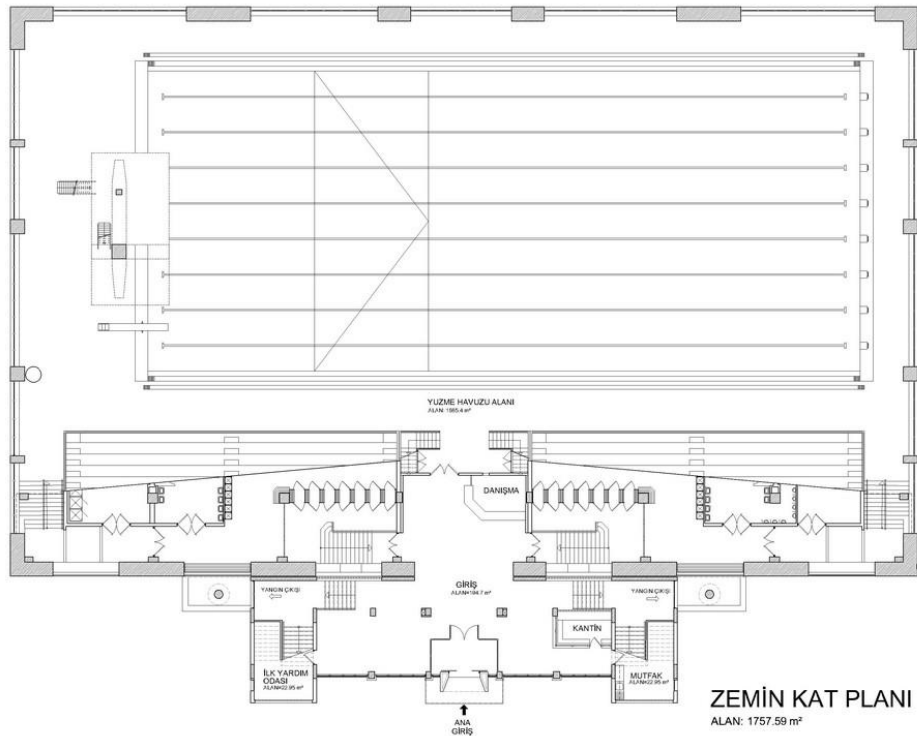
Zemin kat 1757m²'dir. Burada giriş holü, danışma, ilk yardım odası, kantin ve personele ait mutfak yer almaktadır. 1865m² olan yüzme havuzu da zemin katta yer almaktadır. Giriş holünün sağ ve sol yanlarında bulunan betonarme merdivenlerle üst katlara ulaşılmaktadır. (Şekil 4.15)

Birinci kat 482m²'dir. Bu katta uzun bir koridor ve bu koridora ait A ve B tribünleri, basın odası, müdür odası, eğitim odası, bay/bayan wc ve mutfak bulunmaktadır. A ve B tribünleri arasında protokol bölümü bulunmaktadır. (Şekil 4.16)

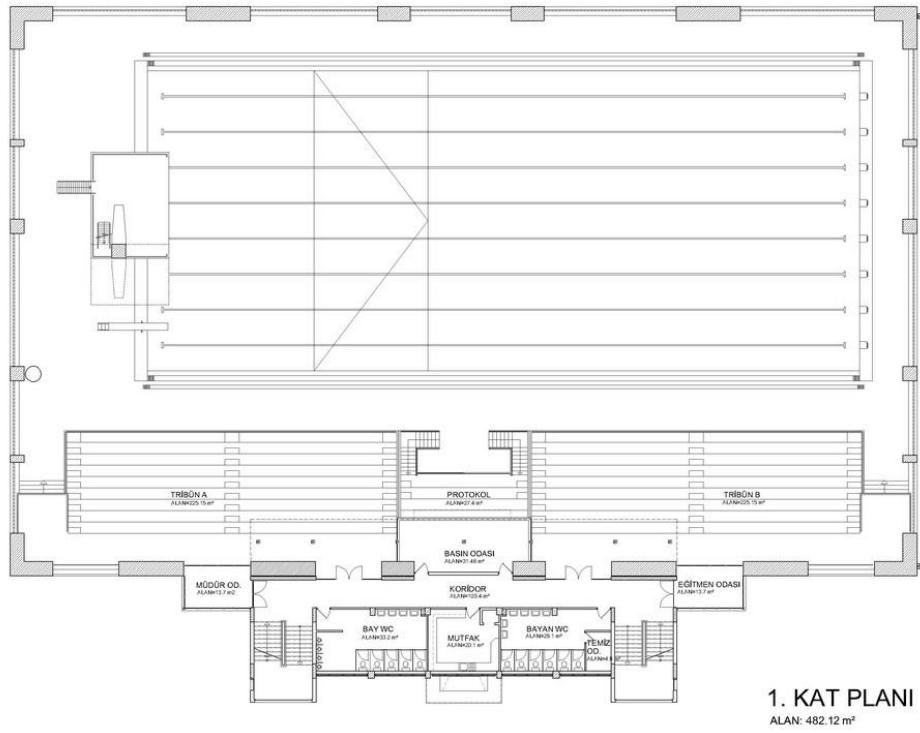
Son kat olan ikinci kat 520m²'dir. Bu katta cafe ve servis odası bulunmaktadır. Buraya zemin ve birinci katta olduğu gibi iki ayrı betonarme merdiven ile çıkılmaktadır. (Şekil 4.17)



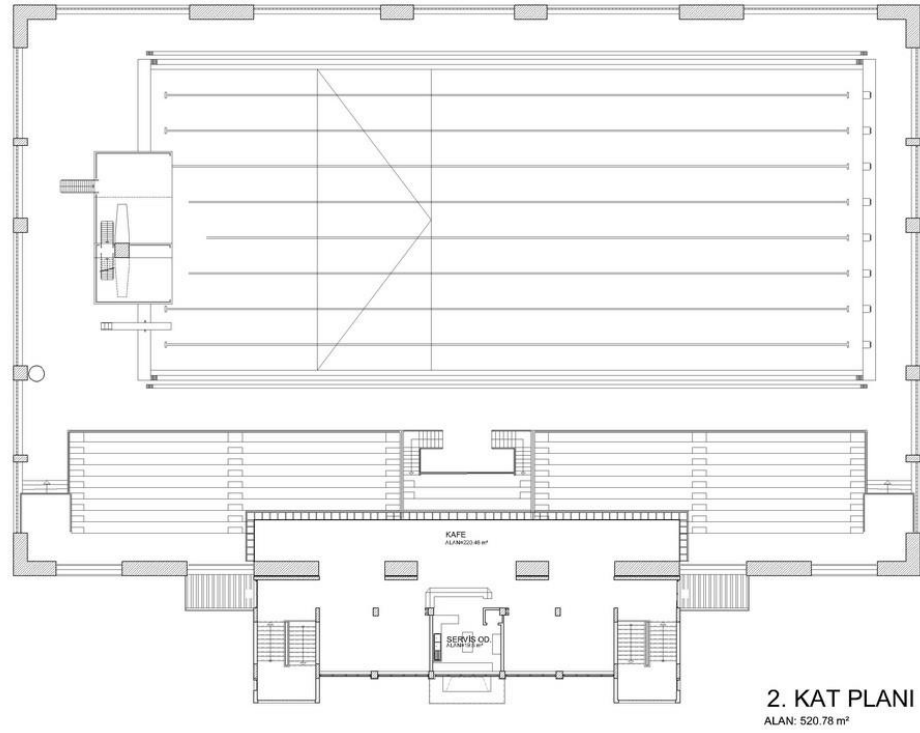
Şekil 4.14 Bodrum kat planı
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)



Şekil 4.15 Zemin kat planı
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)



Şekil 4.16 Birinci kat planı
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)



Şekil 4.17 İkinci kat planı
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)

Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu dikdörtgensel bir formdan oluşmaktadır. Yapı 21m açıklığında ve 51m boyundadır. (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17)

Yapının mimari tasarımındaki ‘uzay kafes sistem’ kriterleri 3 kısımda incelenecektir. Bu kısımlar;

- a) Tasarım şartnameleri
- b) Ana taşıyıcı sistem
- c) Yapım hızıdır.

a) Tasarım Şartnameleri

YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu statîği, KTMMOB İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) hesaplamalarında belirlenen kriterlere göre yapılmıştır.

b) Ana Taşıyıcı Sistem

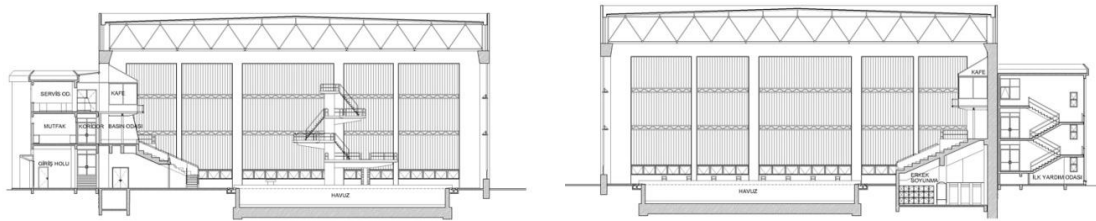
Yakın Doğu Üniversitesi Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu, betonarme ve çelik yapı elemanları ile yapılmıştır. Havuzun üst örtüsü, bir bütün olarak uzay kafes taşıyıcı konstrüksiyon olarak çalışmaktadır. Geometrisi, dörtgen yüzeyli kare piramitlerden oluşmaktadır. Bir bütün olarak çalışan sistem, düzlem yüzeyli piramidal uzay kafes sistem olarak adlandırılmaktadır. Yapıda yer alan uzay kafes sistem, dış cepheye yansıtılmayıp, dışardan görülmemektedir. (Resim 4.21)

Yapının ana taşıyıcı sistemi, zeminde betonarme kolonlara oturan uzay kafes sistemdir. Betonarme kolonların enkesit ölçüleri; 80cmx370cm, 80cmx185cm, 80cmx240cm, 80cmx80cm, 40cmx80cm’dir. Kolonlar; 4m, 5m ve 7m aralıklarla üst uçlarından betonarme kirişlerle birbirine bağlanarak bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu kirişlerin eni 80cm yüksekliği ise 100cm’dir.

Yapının ön cephesinde 8 adet, arka cephesinde 6 adet mesnet bulunmaktadır. (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16, Şekil 4.17)

Ön cephe mesnet aks aralıkları 7.2m, 6.5m ve 6.2m'dir. Arka cephe aks aralıkları 10m, 9.8m ve 7.2m'dir.

Uzay kafes sistemin her noktasındaki çatı yüksekliği aynıdır. Çatı alt kotu +10.80m, UKS üst kotu +12.90m, yapının en üst kotu ise +13.80m'dir. Çatıda, eninde 11 sıra, boyunda 18 sıra düzlem yüzeyli uzay kafes sistem bulunmaktadır. Zemin katta yer alan giriş-hol bölümünün kat yüksekliği +3.50m'dir. Birinci ve ikinci katta yer alan mekanların kat yüksekliği +2.50m'dir. (Şekil 4.18)



a) A-A Kesiti

b) B-B Kesiti



c) C-C Kesiti

Şekil 4.18 A-A, B-B ve C-C kesiti
(<http://www.neu.edu.tr/node/4149>)

9 kulvarı bulunan yüzme havuzu üstten taşmalıdır. Havuzun minimum derinliği 1.80m, atlama kulesinin derinliği 4.8m'dir. Atlama kulesi 3m, 5m, 7.5m ve 10m'den oluşan farklı seviyeleri içermektedir. (Resim 4.23) Yapıda kullanılan malzemeler;

- Trapez kaplama
- Alüminyum sandviç panel
- Profilit camdır.

Resim 4.23'de görülen 4m boyundaki profilit cam cephe kaplama sistemi ve sac panel kaplama, KKTC'de ilk defa YDÜ Olimlik Kapalı Yüzme Havuzu'nda kullanılmıştır (<http://www.neu.edu.tr/node/4149>).



Resim 4.23 Havuz ve cam cephe görünüşü

Kare piramitlerden oluşan prizmatik hacimde 260/260cm galvanize düz çelik profiller kullanılmıştır. Taşıyıcı sistem yüksekliği 210cm'dir. Kare piramitlerin tabanı 260cm düz çubuklardan ve 240cm eğik çubuklardan oluşmaktadır. Burada 2 farklı tipte çubuk kullanılmıştır.

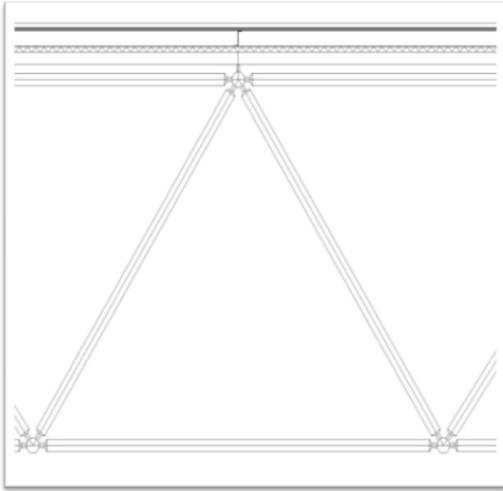
Çatı üst örtüsü iki tabakalı düzlem yüzeyli piramidal uzay kafes sistemdir. Sistem, kare piramitlerin kendi duali ile oluşturduğu piramidal uzay kafes sistemdir. Düzgün bir ağ olan kare modüllü sistem, kendi dualinin de aynı ağı vermesinden dolayı alt ve üst tabakada tek bir kare piramit tipi oluşturmaktadır. (Şekil 4.18)

Kare piramitlerin tekrarlanarak bir bütün oluşturduğu sistemde, prefabrike çubuklar düğüm noktaları ile birbirine bağlanmaktadır. Profil boylarının aynı olması ile ölçülendirmedeki hata oranı da en aza inmektedir. (Şekil 4.18)

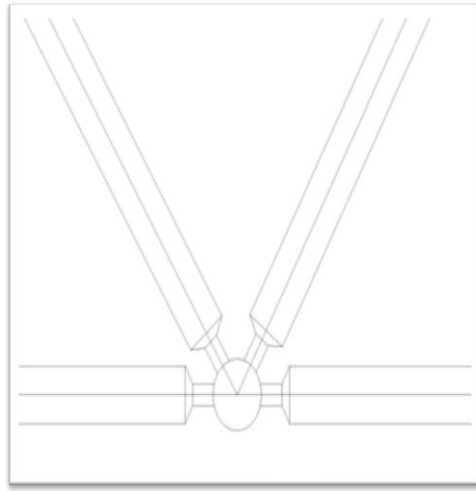
Resim 4.24'de görüldüğü gibi her düğüm noktasında 8 adet profil birleşmektedir. Sistemde 198 kare piramit, 198 düğüm noktası, toplamda 1584 profil kullanılmıştır.



Resim 4.24 Uzay kafes sistem görünüşü



Şekil 4.19 Uzay kafes çelik çubuk detayı



Şekil 4.20 Düğüm noktası detayı

Sistemi oluşturan düz çubuklar sisteme herhangi bir moment yaratmamaktadır. Prefabrike olan çatı sistemi, boyası yapıldıktan sonra şantiye alanında montajı tamamlanmıştır.

Soyunma odalarının havuz bölümünde, dezenfekte havuzlarından zorunlu geçilerek girilmektedir. Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu mekanik sistemi, tesisat ısıtma, soğutma ve havuz sistemlerinden oluşmaktadır. Binanın kafeterya bölümünde ısıtma ve soğutma merkezi VRV (variable refrigerant volume) ile yapılmaktadır (<http://www.neu.edu.tr/node/4149>).

Geriye kalan diğer tüm alanlar merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılmaktadır.

Kendi kazan dairesi olan binanın sıcak su ihtiyacı kazan sistemi ile karşılanmaktadır. Havuz kış aylarında ısıtma sistemi merkezi otomasyon sistemine bağlı olarak çalışmakta ve havuz suyunun sıcaklığı 28°C ile 29°C derecede tutulmaya çalışılmaktadır (<http://www.neu.edu.tr/node/4149>).

Yapının temeli kirişli radye temel, havuzun temeli ise radye temeldir. (Şekil 4.18)

c) Yapım Hızı

Betonarme karkası 1993 yılında tamamlanan yapıya iki yıl ara verildikten sonra 1995 yılında yapının uzay kafes çatı sistemi tamamlanmıştır. 2 yıllık aradan sonra 1997 yılında bina tamamlanarak hizmete açılmıştır.

Yapıda, 1995 yılında kurulan uzay kafes sistemi çağımızın ilerleyen teknolojisiyle 2005 yılında değiştirilmiştir. Yenilenen uzay kafes sisteminde, paslanmaya dayanıklı, galvanize çelikten yapılmış yeni bir sistem kurulmuştur. Çatı kaplama panelleri de değiştirilerek ısı izolasyon değerleri daha yüksek bir malzeme kullanılmıştır. Renovasyon projesi kapsamında havuz mekanını çok geniş bir perspektifle gören lüks bir de kafeterya oluşturulmuştur. Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu, Yakın Doğu Üniversitesi tarihinde inşaatı en uzun süren projelerin başında gelmektedir (<http://www.neu.edu.tr/node/4149>).

4.2.2 Gazimağusa Arena

Gazimağusa Arena, her türlü sportif amaca hizmet edebilecek modern tekniklerle donatılmış bir spor salonudur. Salon aynı zamanda, her türlü kültürel aktivitelerin yapılabilmesine olanak sağlarken, yoğun olarak konser organizasyonları, basketbol, voleybol, hentbol vs. gibi spor aktivitelerine hizmet etmektedir.

Arena, KKTC'nin Gazimağusa ilçesinde inşa edilmiştir. Proje Gazimağusa Belediyesi mimar ve mühendisleri tarafından geliştirilip uygulamaya konulmuştur. Yapı, Gazimağusa Belediyesi ve Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı tarafından yaptırılmıştır. 2009 yılında tasarımı tamamlanan yapı, 2010 yılında KKTC halkının hizmetine sunulmuştur.

Gazimağusa Arena, Reflexteam Construction tarafından yapılmıştır (Reflexteam Construction, karşılıklı görüşme, 2012). Yapıda, ‘uzay kafes sistemler’in tercih edilme nedenleri 4 başlık altında özetlenebilir. Bu nedenler;

- Yapım hızı
- Görsel kalite
- Güvenli çözümler
- Geniş açıklıkların geçilebilmesidir.

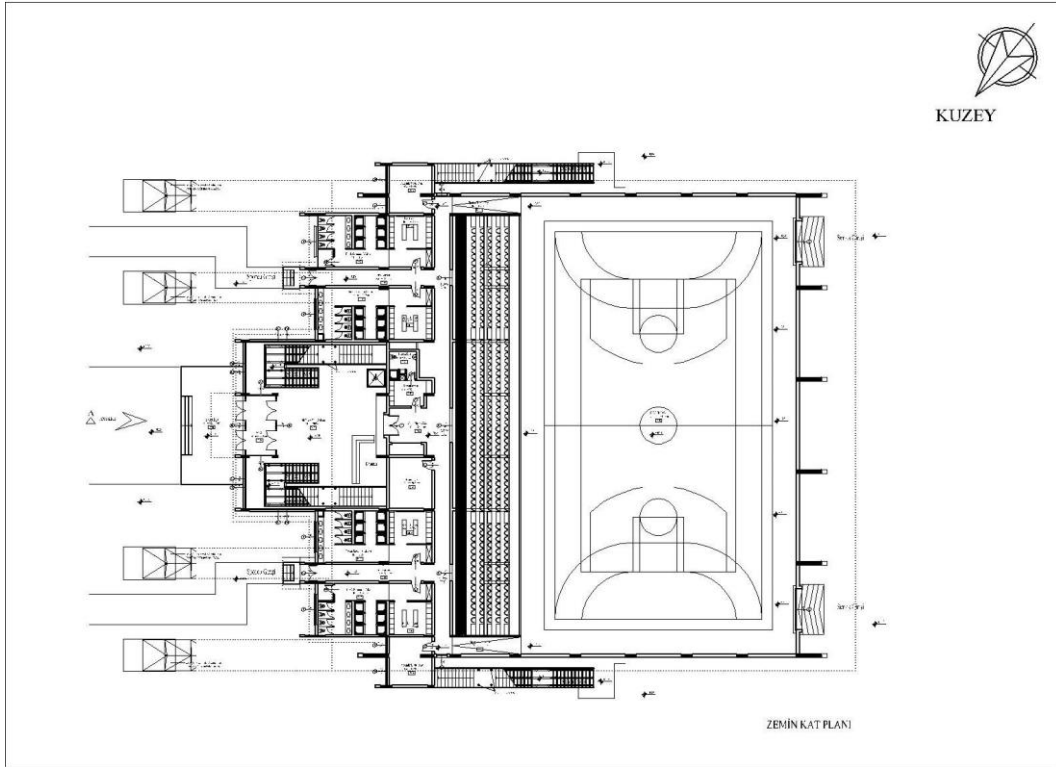


Resim 4.25 Gazimağusa Arena

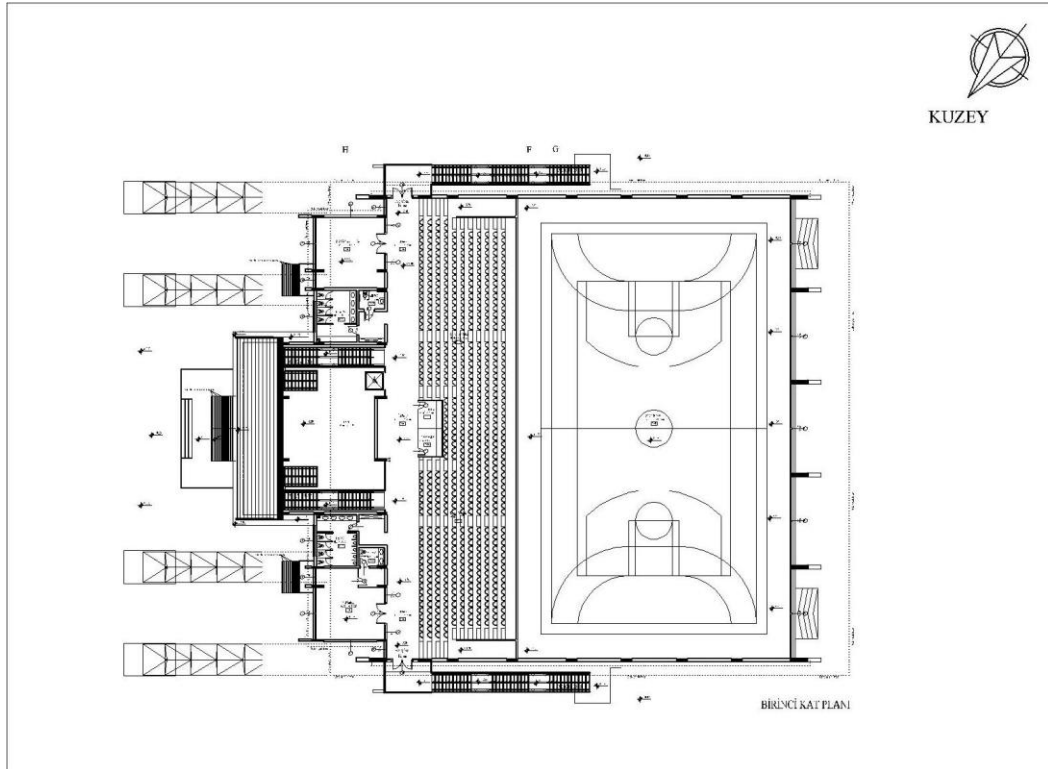
Takım spor oyunları, atletizm, jimnastik yarışmaları ve antrenmanları için planlanmış olan Arena, 1 adet geniş salonun gerekliliği, spor merkezinin 3 boyutlu çözümünü belirlemiştir.

Brüt alanı 2500m^2 olan yapı, zemin kat ve birinci kattan oluşmaktadır. Zemin kat alanı 2250m^2 'dir. Zemin katta, 32m^2 bay/bayan soyunma odaları, wc ve duşlar, 20m^2 bay/bayan toplantı odaları, 21m^2 basın odası, 10m^2 hakem odası ve 84m^2 tribün alt koridoru yer almaktadır. Spor yarışlarının düzenlenmesi için 750 sabit koltuklu seyirci tribünü bulunmaktadır. (Şekil 4.21)

Birinci kat alanı 500m^2 'dir. Burada 20m^2 bay/bayan wc, 45m^2 vip salonu, 147m^2 üst fuaye, 6m^2 'lik 2 yayın odası, 45m^2 toplantı odası ve 200m^2 galeri yer almaktadır. (Şekil 4.22)



Şekil 4.21 Gazimağusa Arena zemin kat planı
(Reflexteam Construction Arşivi)



Şekil 4.22 Gazimağusa Arena birinci kat planı
(Reflexteam Construction Arşivi)

Gazimağusa Arena dikdörtgen planlı bir formdan oluşmaktadır. Yapının taşıyıcı sistemi 48m eninde ve 51m boyundadır. (Şekil 4.21, Şekil 4.22)

Yapının, mimari tasarımındaki ‘uzay kafes sistem’ kriterleri 3 kısımda incelenecektir. Bu kısımlar;

- a) Tasarım şartnameleri
- b) Ana taşıyıcı sistem
- c) Yapım hızı ve maliyettir.

a) Tasarım Şartnameleri

Gazimağusa Arena’nın statığı, KKTC İnşaat Mühendisleri Odası yönetmeliklerine uygun olarak yapılmıştır. Mimari çizimler AutoCAD programında hazırlanmıştır. Statik hesaplamalar SAP 2000 programında yapıp, sistem bir bütün olarak analiz edilmiştir (Reflexteamconstruction, karşılıklı görüşme, 2012).

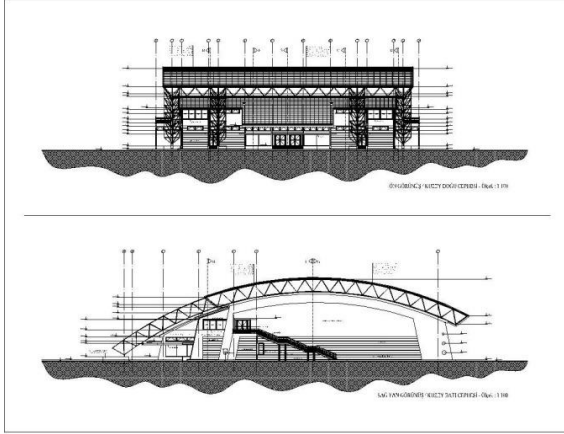
b) Ana Taşıyıcı Sistem

Gazimağusa Arena, kapalı hacmin sınırları içerisindeki betonarme ve çelik yapı elemanları ile yapılmıştır. Arena’nın üst örtüsü, bir bütün olarak uzay kafes taşıyıcı konstrüksiyon olarak çalışmaktadır. Bir bütün olarak çalışan sistem, tek eğrilikli uzay kafes sistem veya uzay kafes tonoz olarak adlandırılmaktadır. Geometrisi, silindir yüzeyine oturan dörtgen piramitlerden oluşmaktadır. (Şekil 4.23, Şekil 4.24)

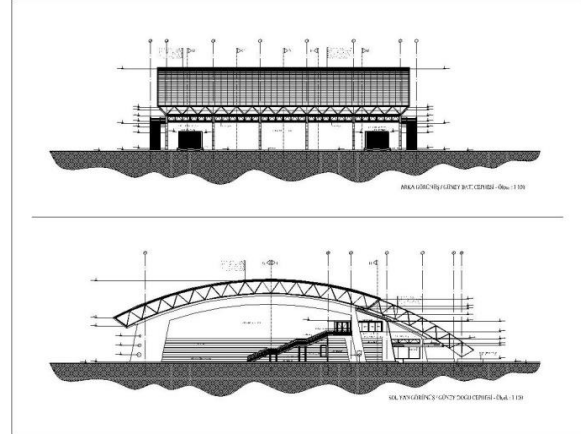
Ana taşıyıcı sistem, zeminde dipten (ankastre) betonarme kolonlara oturan (çelik çatı) uzay kafes sistemdir. Betonarme kolonların enkesit ölçüleri 30cmx110cm, kolon aralıkları ise 4.25m’dir. Kolonlar, 4.25m aralıklarla üst uçlardan betonarmeye kirişlerle bağlanarak bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu kirişlerin, eni 25cm, 55cm ve 70cm, yüksekliği ise 80cm, 100cm ve 110cm’dir.

Yapının ön cephesinde 14 adet, arka cephesinde 6 adet mesnet bulunmaktadır. Ön cephe mesnet aks aralıkları 5.25m ve 1.85m, arka cephe mesnet aks aralıkları ise 9m’dir.

Hol yüksekliği, giriş tarafından salon bölümüne doğru artmaktadır. Giriş/fuaye bölümünde, çatı alt kotu +8.72m iken, salonun yaklaşık olarak orta bölümündeki alt kotu +12.85m'dir. Bir bütün olarak çalışan uzay kafes sistem, arka cephede +7.85m kotundaki betonarme giriş üzerine otururken, ön cephede +10.44m kotuna oturmaktadır.



Şekil 4.23 Sol yan ve arka görünüşler
(Reflexteam Construction Arşivi)



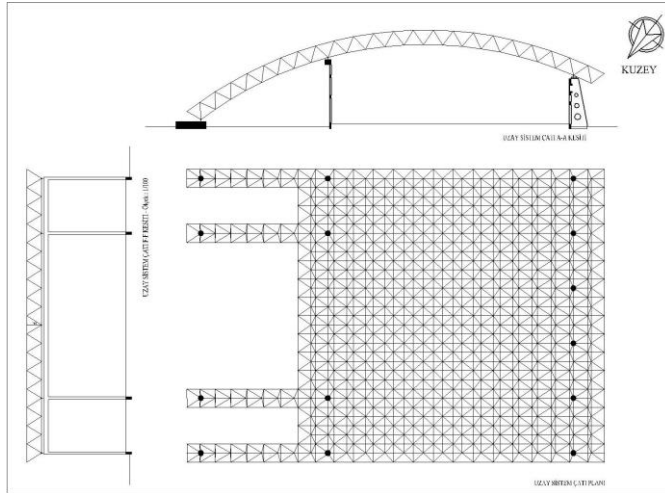
Şekil 4.24 Sol yan ve ön görünüşler
(Reflexteam Construction Arşivi)

İç mekanda, tek eğrilikli iki tabakalı uzay kafes sistem olarak çalışan yapı, gerçekte bir silindir yüzeyidir. Bu silindir yüzeyi dörtgen piramitlerden oluşmaktadır.

Yapıdaki uzay kafeslerden 4 tanesi mesnetlenme amacı ile kemer oluşturacak biçimde dışarıya kadar devam eden uzay kafes kemerlerdir. Dışarıda 4 mesnet yeri oluşturan bu kemerler ayrıca yapının girişini tanımlamaktadır. (Resim 4.25)

Yapının, taşıyıcı sisteminin tamamı dörtgen piramit modüllerden oluşmaktadır. Dörtgen piramitler yan yana düz olarak geldiği zaman düzlem çatıyı, eğri bir yüzeye yerleştirildiğinde çift tabakalı silindirleri yani eğri tonoz yüzeyleri meydana getirmektedirler. Burada dörtgen bir ağı, yani dörtgen piramidin kendi duali ile oluşturduğu piramidal uzay kafes sistem görülmektedir.

Çatının taşıyıcı sistem yüksekliği 240cm'dir. Dörtgen piramitler 325cm/325cm boru profillerden oluşmaktadır. Boru profillerin genişliği (çapı) 80mm, et kalınlığı ise 5mm'dir. (Şekil 4.25) Dörtgen piramitlerin tabanında, 325cm düz profiller ve 240cm eğik profiller kullanılmıştır. Burada 2 farklı çubuk tipi görülmektedir.



Şekil 4.25 Çatı planı
(Reflexteam Construction Arşivi)



Rerim 4.26 UKS çatı görünüşü

Sistemde, her düğüm noktası 8 adet düz profili birleştirmektedir. Uzay kafes çatıda 1420 adet düğüm noktası ve 284 adet dörtgen piramit bulunmaktadır. Toplamda 2556 adet boru profil kullanılmıştır.

(Şekil 4.25)

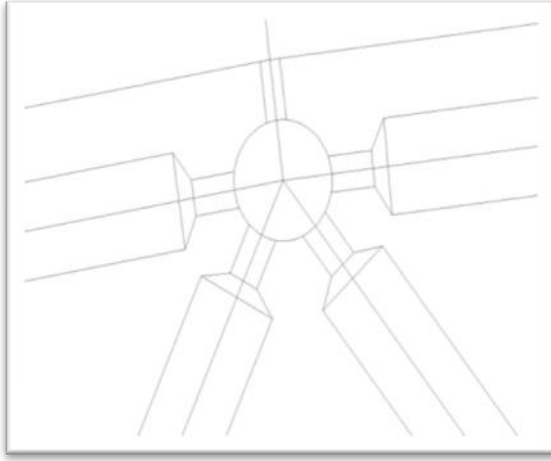
Toplam 16 sıra eğri yüzeyli uzay kafesin bir bütün olarak çalıştığı sistemde, uzay kafeslerin 4 sırası sistemden ayrılarak ön cephede zemine kadar inerek +0.80 kotundaki uzay makasın beton kaidesine oturmaktadır.

Ön cephede dışarıya kadar uzanan uzay kafes kemerler hoş bir görüntü sağlayarak, farklı bir mimari etki yaratmaktadır. (Resim 4.25)

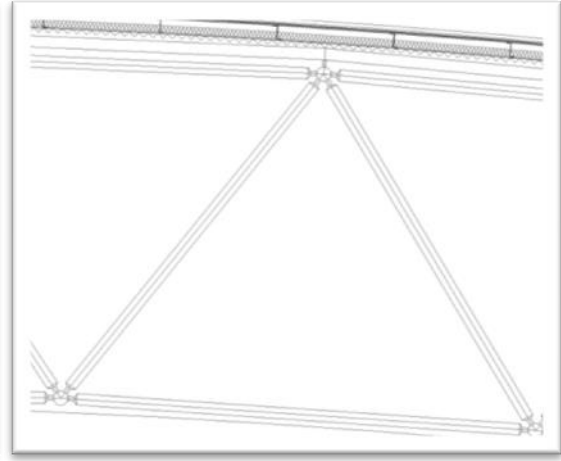
Sistemin prefabrike olması ile kullanılan profillerin kolay taşınabilmesi, sökülüp tekrar takılabilmesi vb. özellikler binanın önemli avantajlarındandır.

Sistem, tek eğrilikli uzay kafes olmasına karşın sistemin özelliğine bağlı olarak burada kullanılan çubukların tümü düz profillerden oluşmaktadır. (Şekil 4.27)

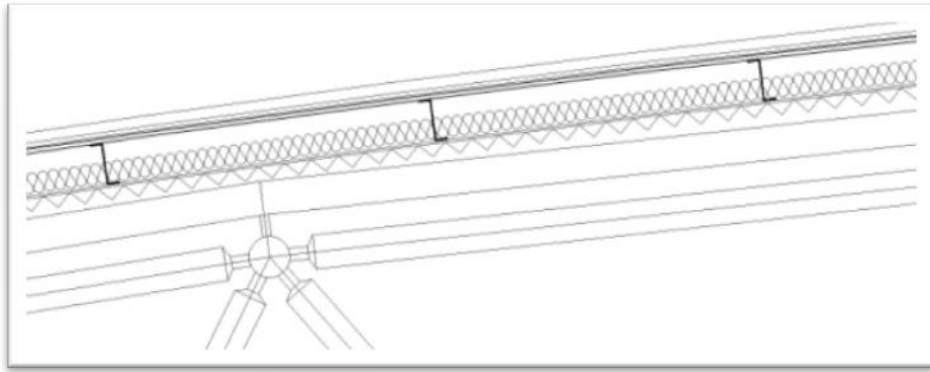
Uzay kafes sistemi oluşturan tüm profiller galvanizedir. Profil boyutlarının aynı uzunluklarda olması, kullanılacak profil boyutlarındaki hata oranını en aza indirmektedir.



Şekil 4.26 Düğüm noktası detayı



Şekil 4.27 Çubuk detayı



Şekil 4.28 Uzay kafes sistem çatı detayı

Şekil 4.28’de görüldüğü gibi, çatıda en dıştan en içe doğru kullanılan malzemeler aşağıdaki gibidir.

- Boyalı galvanizli metal kenet sistem çatı
- Buhar dengeleyici membran
- Metal kenet taşıyıcı OSB plaka (11mm)
- Yaş yünü (50mm, 50kg/m³) ısı izolasyonu
- Zet form profil tali aşık (h=10cm)
- Buhar dengeleyici polipropilen naylon
- Boyalı galvanizli trapez sac
- Uzay çatı sistemi.



Resim 4.27 Profillerinde görülen paslama

Uzay kafes sistemi oluşturan profillere gerekli bakım yapılmaması durumunda meydana gelebilecek en önemli sorunlardan biri paslanmadır.

Resim 4.27’de görüldüğü gibi profillere gerekli boya bakımı yapılmadığı için paslanma başlamıştır.

Yapının temeli mütemadi temeldir.

c) Yapım Hızı ve Maliyet

Prefabrike uzay kafes çatı sistem elemanları, boyası yapıldıktan sonra şantiye alanına getirilmiştir. Montaj aşamasında öncelikler belirlendikten sonra montajlamaya başlanmıştır. Havada montajın ilerleyebilmesi için, sistem altına iskele kurulmuştur (Reflexteamconstruction, 2012).

Gazimağusa Arena’nın 2010 yılındaki maliyeti 4 milyon TL’dir. Yapının maliyetinin 3.5 milyon TL’si Gazimağusa Belediyesi, 500 bin TL’si de KKTC Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı tarafından karşılanmıştır (Gazimağusa Belediyesi, karşılıklı görüşme, 2012).

Hentbol, basketbol, voleybol, vs. gibi sporların yapılmasına uluslararası standartlarda imkan tanıyan Arena 1 yılda inşa edilip 2010 yılında başarıyla hizmete açılmıştır (Reflexteamconstruction, karşılıklı görüşme, 2012).

Arena’nın yapılmasıyla, Gazimağusa her türlü sportif amaca hizmet edebilecek, modern tekniklerle donatılmış bir spor salonuna kavuşulmuştur.

4.3 Hafif Çelik Yapı Örnekleri

Hafif Çelik Yapılar, %100 planlanabilirlik, etkin maliyet kontrolü ile ekonomi, yüksek verimlilik ve çok kısa montaj süreleri ile günümüzün tercih edilen yapıları arasında yerini almayı başarmıştır. Hafif çelik, ahşap ve betonarme göre daha esnek bir malzemedir. Deprem güvenliği açısından risk taşıyan zemine sahip bölgelerde vazgeçilmezdir. Her tür zeminde uygulanabilme özelliğine sahip olan hafif çelik yapı sistemlerinde döşemeler ve duvarlar taşıyıcı görev üstlenmektedir. Tüm süreçler iklim koşullarından bağımsız olarak yapılmakta ve zamandan tasarruf koşulunu edilmesiyle ideal çözümler sağlamaktadır. Aşağıda Reflexteam Construction Anaokulu Projesi, Cyprus Proev Konut Projesi ve Hebo Yapı Kreş Projesi incelenecektir.

4.3.1 Reflexteam Construction Anaokulu Projesi

KKTC’de son yıllarda yaygınlaşmaya başlayan ‘hafif çelik yapılar’, sağlamlığın yanı sıra ısı yalıtımı ve çabuk inşa edilmesi gibi özellikleriyle tercih edilmektedir. Reflexteam Construction, Gazimağusa’da dört mevsim rahatlıkla kullanılacak bir anaokulu projesine imza atmıştır. 2010 yılında yapılan proje, Gazimağusa’nın Maraş bölgesindedir. Gazimağusa Meslek Lisesi Uygulama Ana Okulu Binası, Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı tarafından yaptırılmıştır (Reflexteam Construction, karşılıklı görüşme, 2012).

KKTC Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı’nın çeliği tercih etmesinin nedenleri 4 ana başlık altında özetlenebilir.

Bu nedenler;

- Hız
- Ekonomi
- İnşaat süresi
- Güvenli yapı olmasıdır.

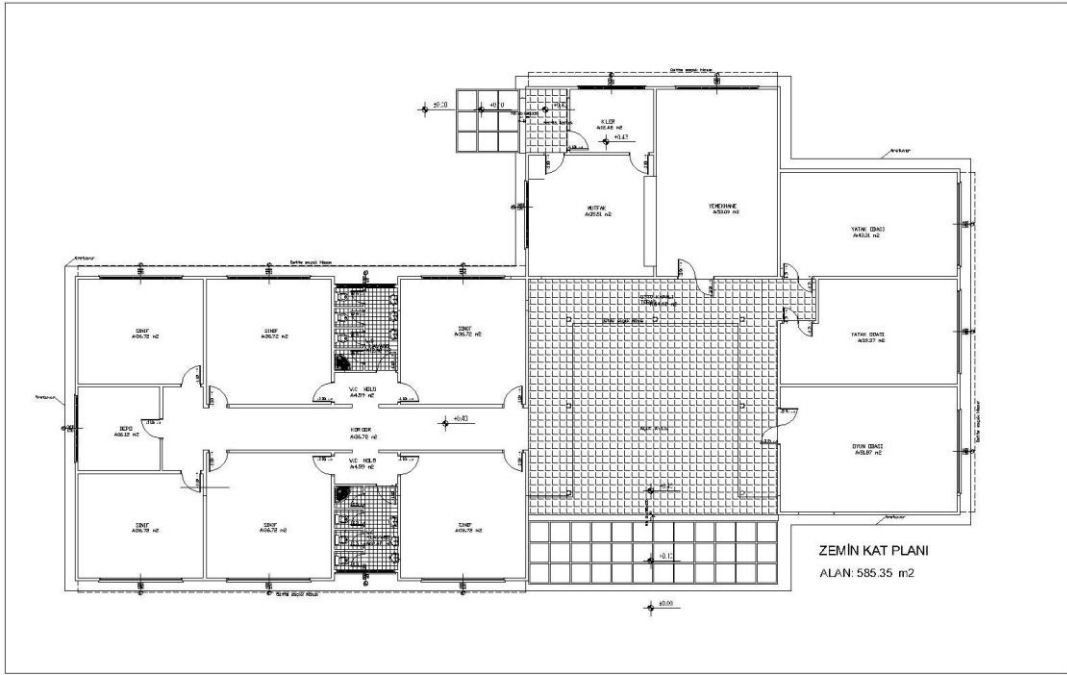
Anaokul projesi, yapım tekniği ve strüktürel tasarımı bakımından KKTC’nin ilk anaokuludur. Anaokul Binası, tamamı hafif çelik profillerden yapılan tek katlı bir yapıdır.



Resim 4.28 Magosa Meslek Lisesi Uygulama Anaokul Binası



Resim 4.29 Magosa Meslek Lisesi Uygulama Anaokul Binası



Şekil 4.29 Anaokul projesi zemin kat planı
(Reflexteam Construction Arşivi)

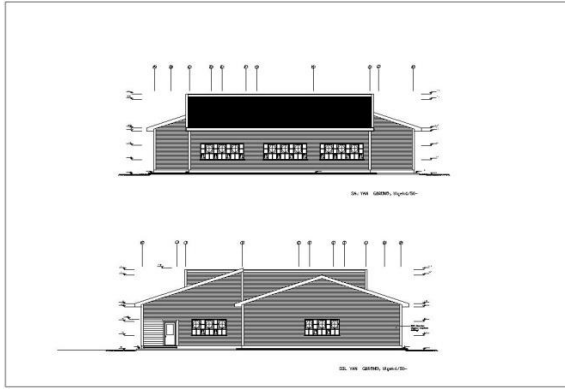
Yapı, 3 adet dikdörtgensel formun bir araya gelmesinden meydana gelmektedir. Her bir dikdörtgensel hacmin taban alanı 15x22m, 9x12m ve 9x17m'dir. Yapının tabanı 24mx43m'dir. (Şekil 4.29)

Anaokul Projesi'nin brüt alanı 585m²'dir. Yapı, her biri 37m²'den oluşan 6 adet sınıf, 16m² depo, 36m² mutfak, 53m² yemekhane, 13m² kiler, 40m² ve 43m²'den oluşan 2 adet yatak odası, 52m² oyun odası ve açık avludan oluşmaktadır. (Şekil 4.29)

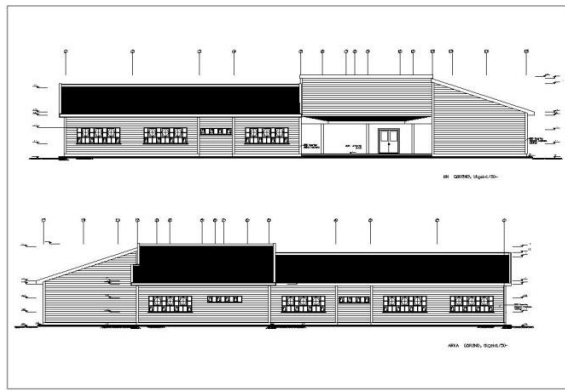
Yapının, mimari tasarımındaki 'hafif çelik sistem' kriterleri 3 kısımda incelenecektir.

Bu kısımlar;

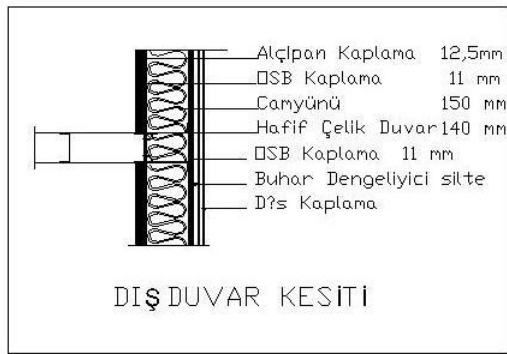
- Tasarım şartnameleri
- Strüktürel tasarım
- Yapım hızı ve maliyettir.



Şekil 4.30 Ön ve arka görünüşleri
(Reflexteam Construction Arşivi)



Şekil 4.31 Sağ yan ve sol yan görünüşleri
(Reflexteam Construction Arşivi)



Şekil 4.32 Dış duvar kesiti
(Reflexteam Construction Arşivi)

a) Tasarım Şartnameleri

Anaokul Binası'nın statiğı, KKTC İnşaat Mühendisleri Odası yönetmeliklerine göre yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarda, 2. derece deprem bölgesi kriterleri dikkate alınmıştır (Reflexteam Construction, karşılıklı görüşme, 2012).

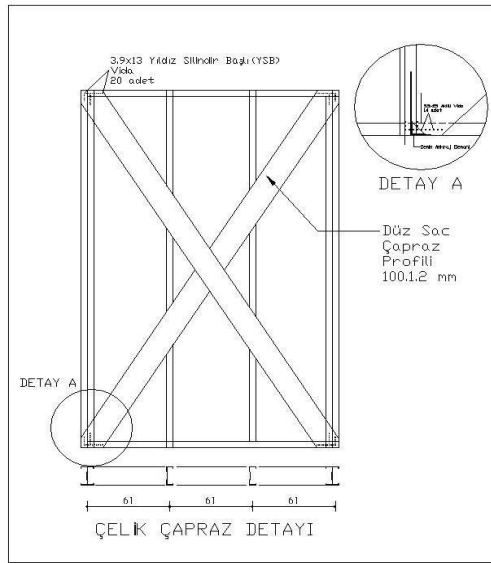
Yapının strüktürel sistemi, hareketli yük ve öğrenci sirkülasyonu düzensizliğı dikkate alınarak tasarlanmıştır. Yapı, AutoCAD ve Probinga programları ile detaylandırılmıştır (Reflexteam Construction, karşılıklı görüşme, 2012).

b) Strüktürel Tasarım

Yapının kat yüksekliğı +3.45m'dir. Dikdörtgensel bir formdan meydana gelen yapıda, dış kotlar sırası ile +7.59m, +7.45m ve +6.92m'dir. (Şekil 4.30)

Dış duvarlar, 14cm profillerden (2xC140) yapılmıştır. Şekil 4.32'deki duvar detayında görüldüğü gibi dış yüzeyler 11mm OSB ile kaplanmıştır. OSB kaplanan duvar yüzeyine, ısı yalıtım levhaları dübellenip, daha sonra ısı

yalıtımı üzerine sıva filesi uygulanarak boyanmıştır. Dış duvarlarda, profiller arasındaki boşluklar, ses yalıtımı sağlaması için camyünü ile doldurulmuştur. Duvarların iç yüzeyinde buhar dengeleyici şitle kullanıldıktan sonra alçıpan ile kaplanmıştır. (Şekil 4.32)



Şekil 4.33 Çelik çapraz detayı
(Reflexteam Construction Arşivi)

Dış cepheler plastik cephe kaplama malzemesi ile kaplanmıştır. Dış cephelerde, iklim esaslarına uygun olarak taşıyıcı mantolama yapılmış ve duvar içlerinde cam yünü izolasyon malzemesi uygulanmıştır. (Şekil 4.32)

Dış ve iç yüzeylerin tümü yangın dayanımını arttırmak için alçıpanla kaplandıktan sonra boya yapılmıştır.

Şekil 4.33’de görülen çelik çapraz yapının köşelerinde rüzgar ve yanal yüklere karşı dayanımı arttırmak için kullanılmıştır. Çelik

çaprazlar düz sac profillerden yapılıp, kapı ve pencerelerin üst kısımlarında da kullanılmıştır.

Çaprazlamalardaki amaç, en az malzemeye yatay yüklere karşı rijit bir strüktür elde etmektir. Böylece her yükseklikteki yapı için ekonomik bir çözüm üretilmektedir. Çaprazlamalar özellikle deprem bölgelerinde, enerjinin büyük bir kısmını emdiği için etkilidir. En çok kullanılan X çaprazlamalar, yatay yüklere karşı dayanım gösterirler (Eşsiz, 2005).

Kararlılık bağlantıları olarak da bilinen stabilite çaprazları, yapı elemanlarının düzlemine dik gelen yanal etkileri almak, elemanların hesaplarına temel olan başlangıç konumları korumalarını sağlamak, montaj süresince devrilmeyi önlemek ve elemanların basınç başlıklarının yanal burulma boylarını azaltmak için kullanılmaktadır (Eşsiz,2005).

Yatay ve düşey yükleri taşıyabilmek amacıyla çelik profiller sistem içinde güçlendirilmiştir. Bağlantı noktalarındaki ilave elemanlar, yatay yük çaprazları ve iki yöndeki kaplama malzemeleri taşıyıcı sistemi güçlendirecek şekilde kullanılmıştır. İç ve dış duvarlar yapının düşey taşıyıcılarını oluşturmaktadır. Çaprazlamalar, düşey ve yatay yüklerde yeterli mukavemeti ve stabiliteyi sağlamaktadır. Mekanlar arasında mahremiyet ve konfor sağlayacak şekilde ses korunumu oluşturulmuştur.

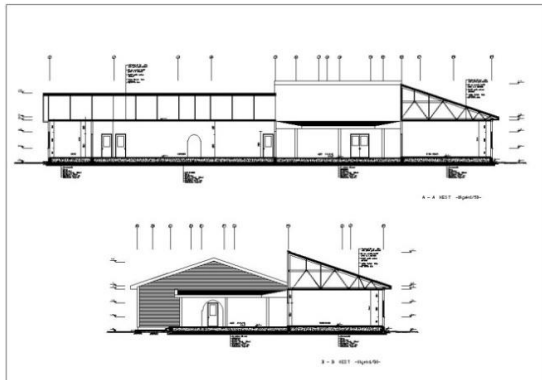
Çatı %30 eğimlidir. Çatı makas ve aşıkları hafif çelik profillerden yapılmıştır. 60cm aralıklarla yerleştirilen hafif çelik aşık sistemindeki profiller C140.50.1.2'dir. 50mm'lik profillerden yapılan hafif çelik makas sistemi, çatıda 210cm aralıklarla tekrarlanmaktadır. (Şekil 4.34)

Çatıda kullanılan malzemeler sırası ile;

- Kaplamalı 16cm şilte cam yünü çatı sistemi
- 60cm aralıklı hafif çelik çatı sistemi
- Hafif çelik makas sistemi
- 9cm asma tavan
- 1cm alçı levhalardır.

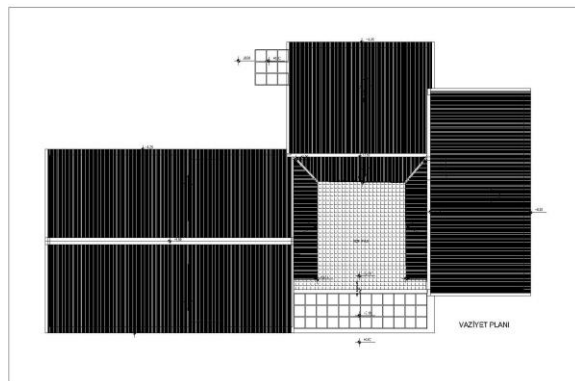
Makas ve eğimli çatı panellerinden oluşan çatı strüktürü, 11mm OSB ile kaplanarak, OSB üzerine iki kat su yalıtım membranı serilmiştir. Isı yalıtım malzemesi tavanın üzerine de serilmiştir.

Çatı iç yüzeyi, buhar dengeleyici membranla kaplandıktan sonra iki kat yangına dayanıklı alçıpan levhalarla kaplanmıştır. Alçıpan levhaların birleşim derzleri, alçı sıva ile doldurulduktan sonra boyası yapılmıştır. Çatı kaplamasında, hafif olmasından dolayı shingle kiremit kullanılmıştır. (Şekil 4.34)

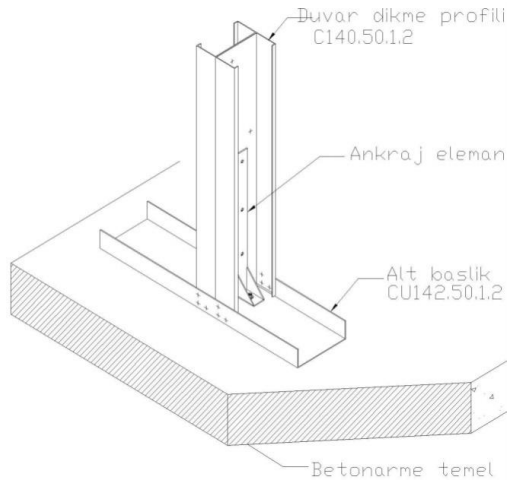


Şekil 4.34 a-a ve b-b kesiti

(Reflexteam Construction Arşivi)



Şekil 4.35 Çatı planı



Şekil 4.36 Duvar ankraj detayı
(Reflexteam Construction Arşivi)

Yapının temeli kirişli radye temeldir. Duvar dikme profillerinin betonarme temele montajı vida ve perçinle yapılmıştır. Yapının taşıyıcı sisteminde; yatayda döşeme ve çatı, düşeyde iç ve dış duvarlar yapıya ait bütün yükleri taşımaktadır.

Şekil 4.36'daki duvar ankraj detayında görüldüğü gibi duvar dikme profillerinin beton temele montajında CU142.50.1.2 alt başlık kullanılmıştır.

Duvar dikme profilleri, betonarme temele alt başlık ve ankraj elemanları ile montajlanmıştır. Her bir ankraj elemanında, 5.5x25 altıgen başlı vida kullanılarak, toplam 14 adet vida ile çözülmüştür. Ankraj elemanlarının alt başlığa birleşimi M16 mekanik dübellerle yapılmıştır. (Şekil 4.36)

Sırt sırta kullanılan 2xC140 duvar dikme profilleri 5.5x25 altıgen başlı vida ile 20cm aralıklarla uygulanmıştır. Zemin ankraj elemanlarının duvar dikmelerinde, 14 adet 5.5x25 altıgen başlı vida bulunmaktadır. Bu ankraj elemanları 25cm'lik M16 mekanik dübel ile betonarme temele montajlanmıştır. Alt başlıklarda 4.8x10 perçinler kullanılmıştır. Yapıdaki bağlantı elemanlarında vida, perçin ve dübel kullanılmıştır. (Şekil 4.36)

c) Yapım Hızı ve Maliyet

Yapıdaki hafif çelik profiller, makaslar ve diğer aksesuarlar, Türkiye'deki hafif çelik fabrikasında ön üretimli olarak hazırlanarak şantiye alanına getirilmiştir. Hafif çelik yapı sistemi ile inşa edilen anaokul, hem inşaat esnasında hem de sonrasında çevre ve ses kirliliğini minimuma indirmiştir. Böylece etraftaki evlerde yaşayan insanların günlük yaşantılarında herhangi bir olumsuzluk yaratılmamıştır. Yapı, bir yıla yakın bir sürede tamamlanarak, KKTC Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı'na teslim edilmiştir. Bu noktada hafif çelik yapı teknolojisinin ön üretim ve hızlı montaj avantajları sonuna kadar kullanılmıştır.

4.3.2 Cyprus Proev Konut Projesi

Cyprus Proev Konut Projesi, KKTC'nin batı bölgesinde olan Güzelyurt ilçesindeki ilk hafif çelik yapı örneklerinden biridir. Yapı, Cyprus Proev tarafından yapılmıştır. Cyprus Proev, KKTC'de birçok hafif çelik projesine imza atarak ve bu yapıların gelişimine öncülük etmektedir.

Hafif Çelik Yapı Sistemi, KKTC'de yapım tekniği ve tasarımı açısından yeni sayılabilecek bir sistemdir. Güzelyurt Belediyesi İmar Bölümü'nden alınan bilgiye göre, 2012 yılına kadar olan sürede hafif çelik yapı sistemi ile yapılan proje sayısı 10'u geçmemektedir.

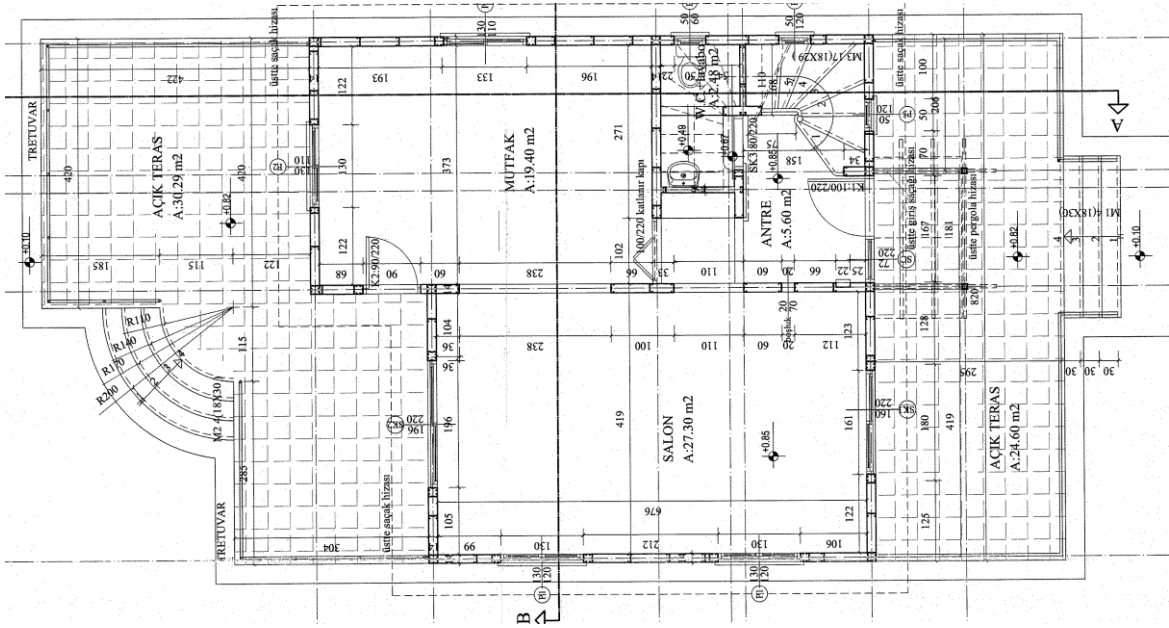
Cyprus Proev Konut Projesi hafif çelik sistemle yapılan 2 katlı bir yapıdır. Yapı, dörtgensel bir formdan meydana gelmektedir. Taban alanı 8.2mx8.85m'dir. (Şekil 4.37, Şekil 4.38)



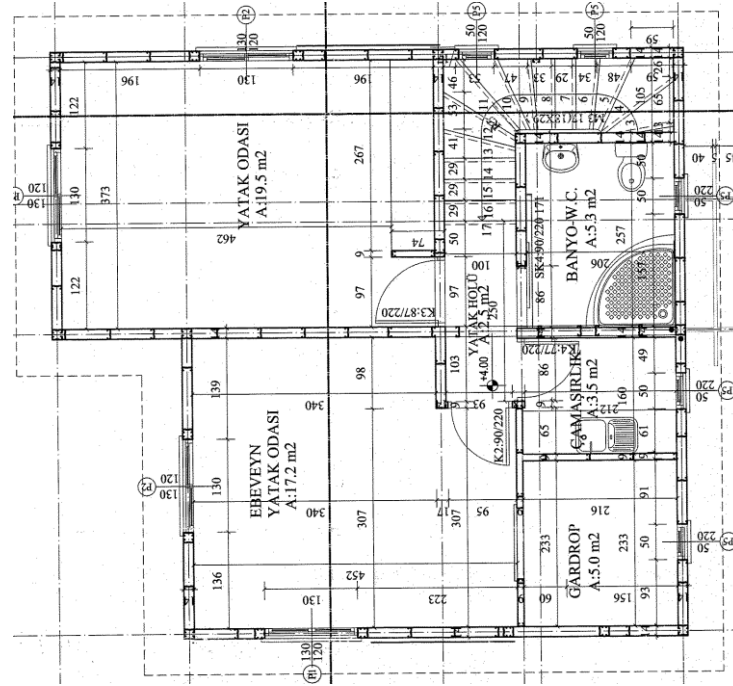
Resim 4.30 Cyprus Proev konut projesi yapım aşaması



Resim 4.31 Cyprus Proev konut projesi



Şekil 4.37 Zemin kat planı (Güzelyurt Belediyesi Arşivi)



Şekil 4.38 Birinci kat planı (Güzelyurt Belediyesi Arşivi)

Yapının brüt alanı 130m²'dir. Zemin kat 65m²'dir. Burada 6m² antre, 27m² salon, 19m² mutfak, 3m² wc-banyo ve 55m² açık teras bulunmaktadır. (Şekil 4.37) Yapının birinci katı 65m²'dir. Burada 3m² hol, 20m² ebeveyn yatak odası, 17m² çocuk yatak odası, 5m² dolap odası, 4m² çamaşırılık, 5m² banyo-wc yer almaktadır. (Şekil 4.38) Yapının, mimari tasarımındaki 'hafif çelik sistem' kriterleri 4 kısımda incelenecektir. Bu kısımlar;

- a) Tasarım şartnameleri
- b) Strüktürel tasarım
- c) Yapım hızı ve maliyettir.

a) Tasarım Şartnameleri

Cyprus Proev Konut Projesi'nin statüğü, KTMMOB İnşaat Mühendisleri Odası yönetmeliklere göre yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar 2. derece deprem bölgesi kriterlerine göre yapılmıştır.

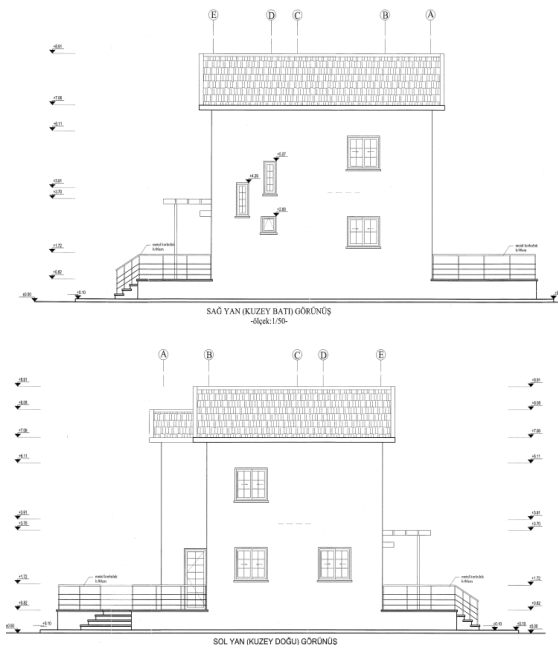
Yapının özağırlığının az olması deprem açısından avantaj sağlamaktadır. Hafif Çelik Yapı Sistemli Konut Projesi, AutoCAD ve Sab 2000 programlarında çizilip detaylandırılmıştır (Cyprus Proev, karşılıklı görüşme, 2012).

b) Strüktürel Tasarım

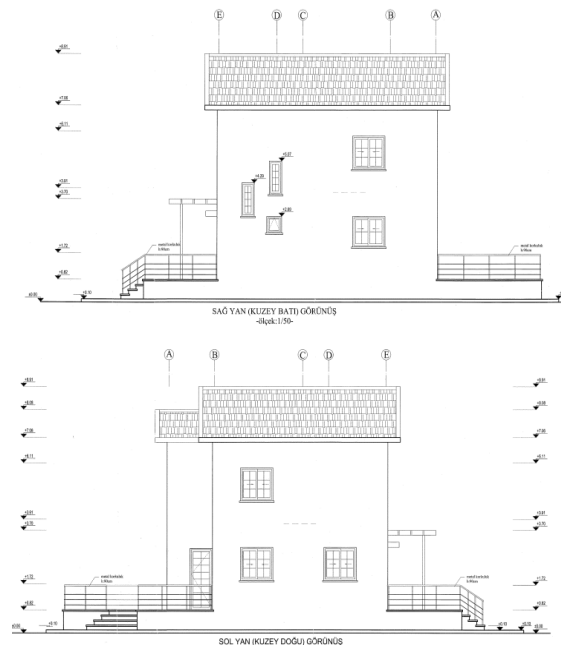
Yapının kat yüksekliği; zemin katta 3.06m, birinci katta 3.10m'dir. Zemin katı, +0.85m kotunda olan yapının birinci katı +3.91m ve çatının en üst kotu +8.91m'dir. (Şekil 4.42)

Dış duvarlar 14cm'lik profillerden, iç duvarlar ise 9cm'lik profillerden yapılmıştır. Bitişlerde dış duvar kalınlıkları 23cm, iç duvar kalınlıkları ise 14cm'e ulaşmaktadır. Duvar profillerinde 2xC140 kullanılmıştır. Dış cephede 12.5mm betopan kaplama ve kullanıcının isteği doğrultusunda mantolama yapılmıştır. Mantolama proje maliyetine dahil olmayıp mal sahibine ek bir maliyet getirmiştir (Cyprus Proev, karşılıklı görüşme, 2012).

Yapıda kullanılan camyünü ve mantolama, izolasyon malzemesi olarak iklim şartları da dikkate alınarak uygulanmıştır.



Şekil 4.39 Ön ve arka görünüşler



Şekil 4.40 Sağ yan ve sol yan görünüşler

(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)



Resim 4.32 Kapı-pencere ve köşe çaprazlamaları



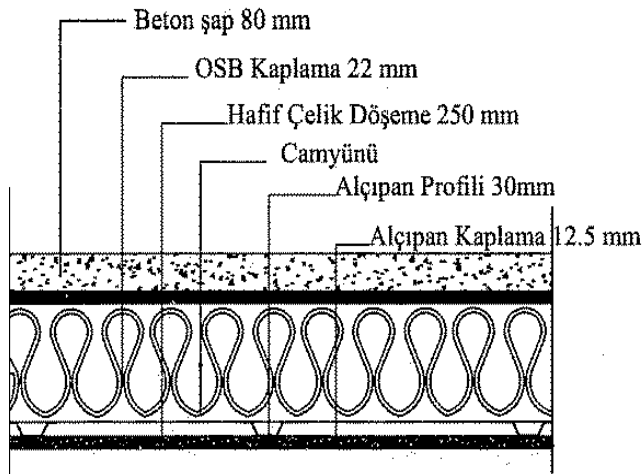
Resim 4.33 Köşe çaprazlamaları

İç yüzeylerde alçıpan kaplama kullanılmıştır. Yangın önlemi olarak, iç yüzeyler 9mm ve üzeri çift kat yangın alçıpan levhalarla kaplanmıştır. Alçıpan levhalarının birleşim derzleri, alçı sıva ile doldurulduktan sonra boya yapılmıştır. Duvar profillerinde mekanik ve elektrik tesisatının geçeceği delikler bırakılmıştır. Dış yüzeyler 11mm OSB ile kaplanmıştır. Kaplanan duvar yüzeylerine ısı yalıtım levhaları dübellenmiştir.

Reflexteam Construction Anaokul Projesi'nde yapıldığı gibi, dış duvarları oluşturan profiller arasındaki boşluklar camyünü ile doldurulmuştur. Boşluklarda kullanılan camyünü ısı ve ses yalıtımı sağlamaktadır.

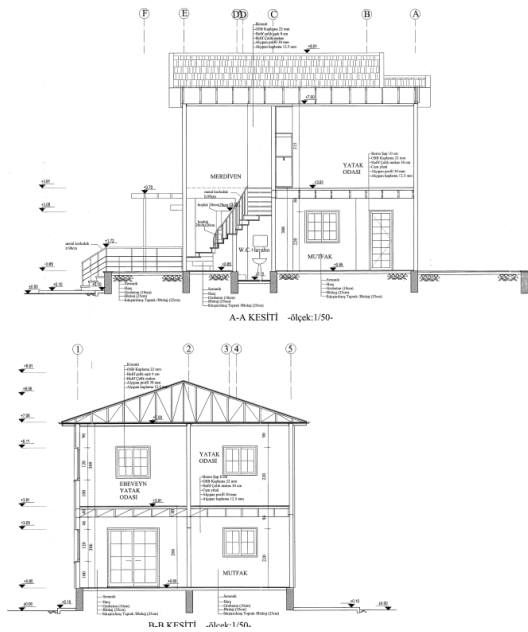
Duvarların iç yüzeyinde buhar dengeleyici şilte kullanıldıktan sonra alçıpan kaplama ile kaplanmıştır. (Şekil 4.32)

Resim 4.32 ve Resim 4.33'de görüldüğü gibi yapının köşelerinde ve kapı-pencere üst başlıklarında çaprazlamalar kullanılmıştır. Statik hesaplamalar sonucu gerekli yerlerde kullanılan çaprazlamalar, yapının sağlamlığını rüzgar ve yanal yüklere karşı arttırmakta ve yapı rigidliğini yükseltmektedir.



Şekil 4.41 Çelik döşeme detayı
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)

Döşemelerde 2mm et kalınlığında ve 250mm yüksekliğinde C döşeme kirişleri kullanılmıştır. Kiriş yükseklikleri sabit tutularak, mekanik ve elektrik geçişleri için tesisat delikleri açılmıştır. Böylece fazladan bir asma tavan kalınlığına ihtiyaç duyulmamıştır. Döşeme ölü yükünü azaltmak için beton plak yerine 22mm OSB ve 80mm beton şap kullanılmıştır. Beton şap üzerine seramik döşenmiştir. (Şekil 4.41)

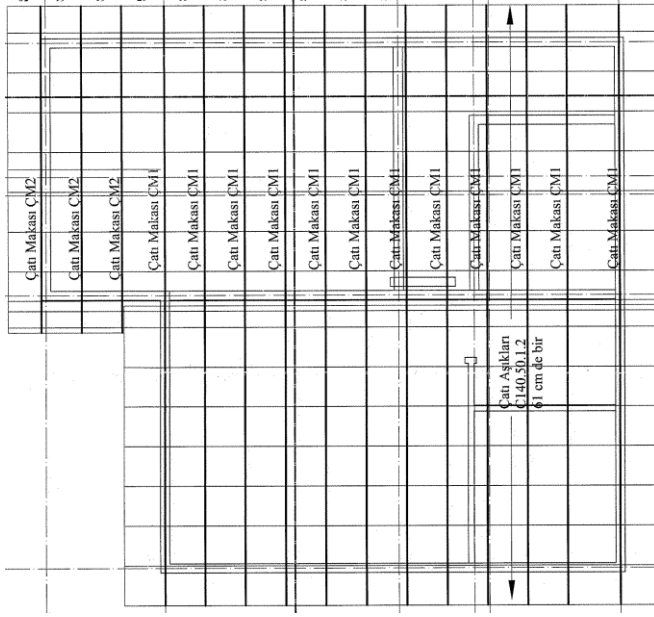


Şekil 4.42 A-A ve B-B kesiti
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)

Hafif çelik döşemeyi taşıyan makasların aralıkları 61cm'dir. Katlar arasındaki ses yalıtımı, kaplama ve beton şap kalınlıklarının yanı sıra 250mm döşeme kesiti içine kullanılan cam yünü ile de absorbe edilmiştir. (Şekil 4.41)

Çatı %33 eğimlidir. C140.50.1.2 hafif çelik profillerden oluşan çatı makas ve aşıklar 61cm aralıklarla tekrarlanmaktadır. (Şekil 4.42)

Çatı makas aralıklarında 61cm'in katları tercih edilmektedir. Makas ve eğimli çatı panellerinden oluşan çatı strüktüründe 11 mm'lik OSB kullanılarak, üzerine su yalıtımlı membran serilmiştir. Tavan üzerine ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Çatı iç yüzeyinde buhar dengeleyici membranla kaplandıktan sonra iç duvar bölmelerinde olduğu gibi yangın önlemi olarak yangına dayanıklı alçıpan levhalarla kaplanmıştır. Çatıda ise kiremit kullanılmıştır. (Şekil 4.42, Şekil 4.43)



Şekil 4.43 Çatı planı
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)



Resim 4.34 Çelik profil dikmelerin beton zemine montajı

Duvar dikme profillerinin betonarme temele montajında kaynak ve ankraj bulonları kullanılmıştır. Yapının taşıyıcı sistemine ait ölü yükler bu sayede taşınmaktadır. (Resim 4.34)

Resim 4.34’de görüldüğü gibi duvar profil dikmelerinin betonarme temele montajında CU142.50.1.2 alt başlıklar kullanılmıştır. 2xC140 duvar dikmelerinin birleşimlerinde kaynak, vida ve perçin kullanılmıştır.

Duvar dikmelerinde kullanılan ankraj elemanları, ankraj bulonları ile alt başlığa montajlanmıştır. Cyprus Proev Konut Projesi’nde kullanılan bağlantı elemanları; vida, perçin, bulon ve kaynaktır.

Yapının temeli kirişli radye temeldir.

c) Yapım Hızı ve Maliyet

Konut Projesi’nde, yapıya ait tüm hafif çelik profiller, makas ve diğer aksesuarlar Türkiye’deki hafif çelik fabrikasında hazırlanıp şantiye alanına getirilerek montajına başlanmıştır (Cyprus Proev, karşılıklı görüşme, 2012).

2011 yılında yapılan projenin m² maliyeti 800-900TL'dir. Maliyete; vize harcı, elektrik tesisatı, belediye giderleri, koçan işlemleri ve ek istekler (mantolama gibi) dahil edilmemiştir (Cyprus Proev, karşılıklı görüşme, 2012).

Hafif çelik sistemli konut projesi yapım aşamasında iken komşu evlerde yaşayan insanlara rahatsızlık vermeyip, gürültü ve çevre kirliliğinden oluşabilecek herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır.

Güzelyurt'ta yapılan Cyprus Proev Konut Projesi, 3-4 ayda tamamlanıp mal sahiplerine teslim edilmiştir (Cyprus Proev, karşılıklı görüşme, 2012).

4.3.3 Hebo Yapı Kreş Projesi

Hebo Yapı, KKTC'deki hafif çelik yapı sistemlerinin en önemli öncülerinden biridir. Hebo Yapı 2004 yılından itibaren hafif çelik yapı sistemi ile birçok konut, yaşam konteyneri, okul, dükkan, vb. yapıları KKTC'ye kazandırmıştır (Hebo Yapı, karşılıklı görüşme, 2012).

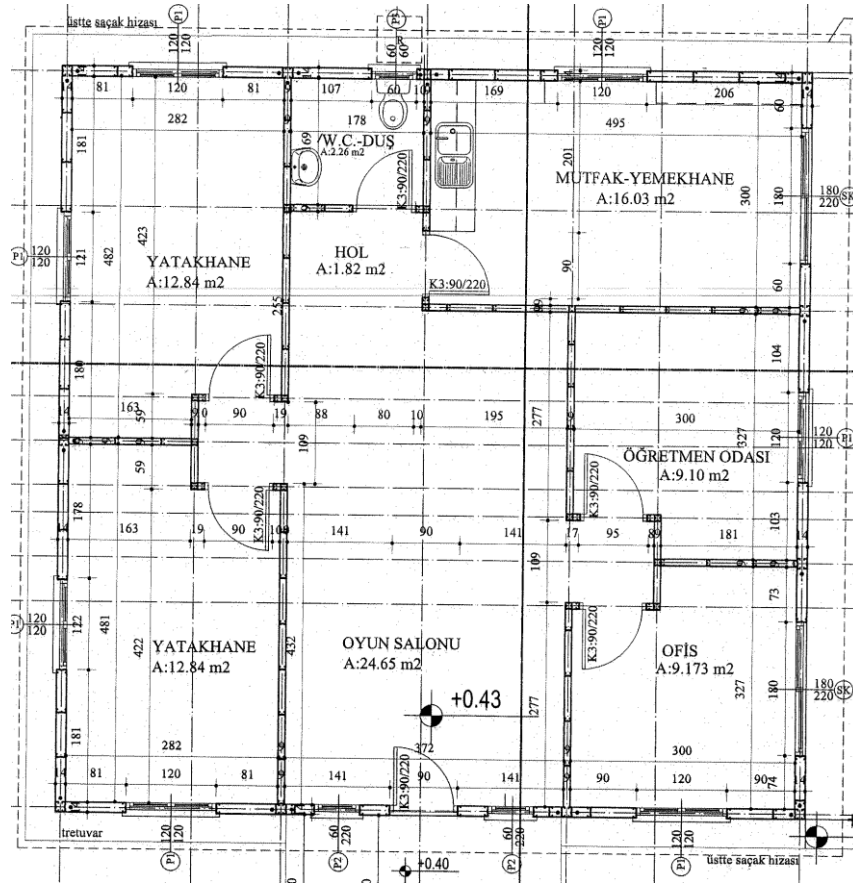
Hebo Yapı, hafif çelik yapılarda kullanılan çelik profillerin büyük bölümünü Demirhan'daki fabrikasında hazırlamaktadır. Bu sistemlerde kullanılan tüm malzemelerin hafif olması ile yapı yükü oldukça hafiflemekte ve her türlü zemine kolay çözümler getirebilmektedir.

Güzelyurt'taki hafif çelik sistemli yapılardan biri de Hebo Yapı Kreş Projesi'dir. Hebo Yapı Kreş Projesi'nin brüt alanı 100m²'dir. Yapı, 2m² hol, 25m² oyun odası, 9m² ofis, 13m²'lik iki adet yemekhane, 3m² wc-duş, 9m² öğretmenler odası, 16m² mutfak ve 16m² yemekhaneden oluşmaktadır.

Kreş Projesi, tamamı çelik profillerden yapılan tek katlı bir yapıdır. (Resim 4.35) Yapı, dörtgensel bir formdan meydana gelmektedir. Taban alanı 10mx10m'dir. (Şekil 4.44)



Resim 4.35 Hebo yapı kreş projesi



Şekil 4.44 Kreş projesi zemin kat planı
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)

Yapının, mimari tasarımındaki ‘hafif çelik yapı sistem’ kriterleri 4 kısımda incelenecektir.

Bu kısımlar;

- Tasarım şartnameleri
- Strüktürel tasarım
- Toplam çelik sarfıyatı
- Yapım hızı ve maliyettir.

a) Tasarım Şartnameleri

Hebo Yapı Kreş Projesi’nin statik hesaplamaları, KTMMOB İnşaat Mühendisleri Odası yönetmelikleri çerçevesinde yapılmıştır. Yapılan statik hesaplarda 1. derece deprem bölgesi ve 3. iklim bölgesi dikkate alınmıştır. Kreş Projesi, Hebo Yapı’nın teknik personeli tarafından AutoCAD ve Sab2000 programlarında çizilip detaylandırılmıştır.

b) Strüktürel Tasarım

Yapıda kullanılan tüm malzemeler TSE belgelidir. Yapının hesaplamaları TS 498’de belirlenen standartlara göre yapılmıştır (<http://www.hebokkctc.net/>).

Yapıda hesaplanan yükler;

- Kar yükü 80kg/m^2
- Rüzgar hızı 102km/s
- Dış duvar ısı yalıtım katsayısı $K:0.74\text{ Kcal/m}^2\text{ hC}$
- İç duvar ısı yalıtım katsayısı $K:0.69\text{ Kcal/m}^2\text{ hC}$
- Çatı ısı iletim katsayısı $K:0.68\text{ Kcal/m}^2\text{ hC}$
- Taban ısı iletim katsayısı $K:3.85\text{ Kcal/hC}$
- Şase yük kapasitesi 200kg/m^2
- Deprem bölgesi etkin yer ivmesi $A_o:0.40$ ’dır.

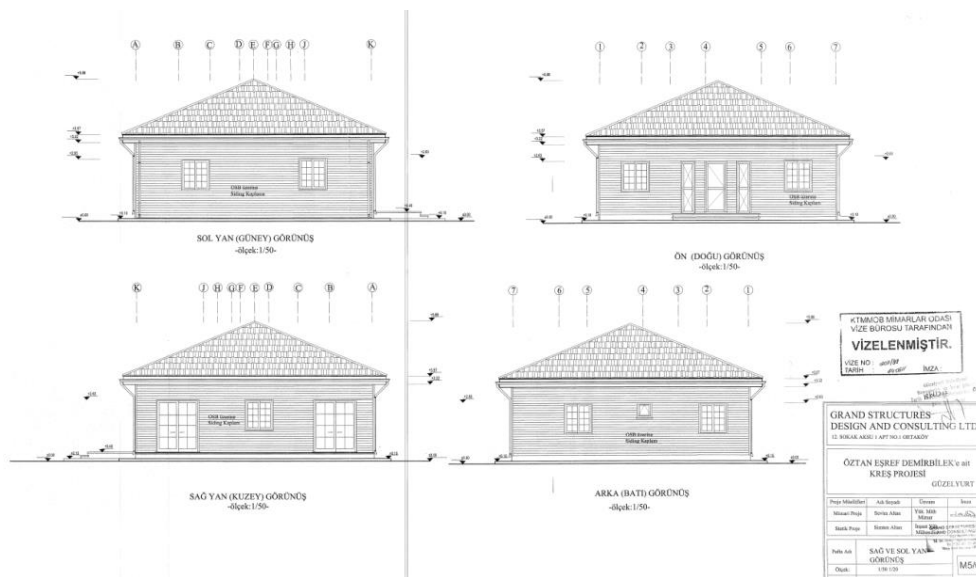
Yapının kat yüksekliği +3.20m olup, en yüksek noktası ise +5.65m'dir. Hafif çelik profil uzunlukları 60cm ve 120cm'in katları olacak şekilde tasarlanmıştır. (Şekil 4.45)

Dış duvarlarda 2xC140 hafif çelik profiller kullanılmıştır. Reflexteam Construction Anaokul Projesi ve Cyprus Proev Konut Projesi'nde kullanılan dış duvar detayı Hebo Yapı Kreş Projesi'nde de aynen uygulanmaktadır. (Şekil 4.32) Dış panel yüksekliği 250cm, dış duvarların ebat ve kalınlığı 120x250x16cm'dir.

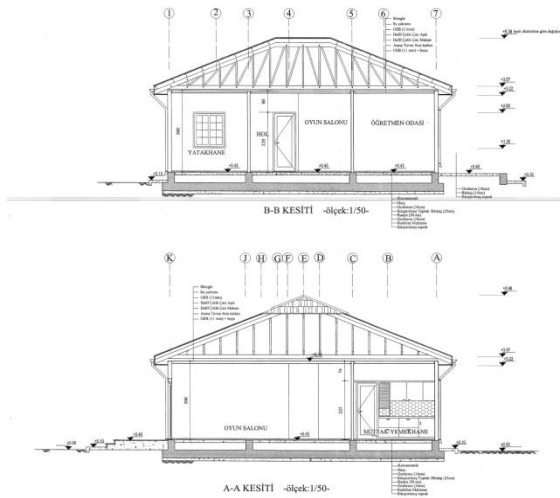
İç duvarlar 2xC90 hafif çelik profillerden yapılmıştır. Standart panel yüksekliği 250cm olduğundan, iç duvar panel yükseklikleri 250cm'dir. İç duvar ebat ve kalınlığı 120x250x10cm'dir. İç duvar yalıtımında 80mm cam yünü (20/22kg/m³), panellerin karkası için ise 80x30x1.5mm galvaniz U profil kullanılmıştır.

Duvar birleşimlerinde, paslanmayı önlemek için dış duvar yüzeyindeki H profillere pvc kapak, tavan birleşimlerinde ise boyalı metaller kullanılmıştır. Ana taşıyıcı sistemi meydana getiren duvar profilleri tamamen galvanizli yapı çeliği levhalarından yapılmıştır (<http://www.hebokktc.net/>).

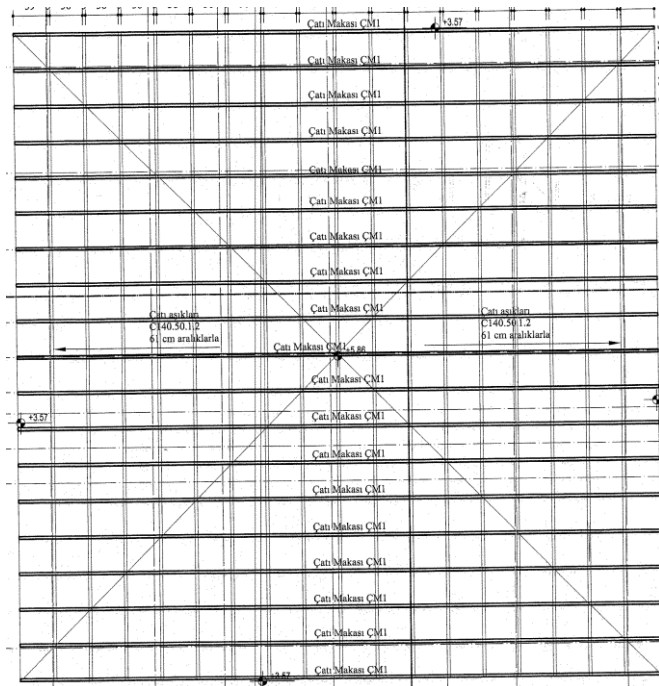
Dış cephe kaplamasında 8mm fibercement. panel karkasında ise 130x30x1.5mm galvaniz C profiller kullanılmıştır.



Şekil 4.45 Sağ yan ve sol yan görünüşler Şekil 4.46 Ön ve arka görünüşler
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)



Şekil 4.47 A-A ve B-B kesiti
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)



Şekil 4.48 Çatı planı
(Güzelyurt Belediyesi Arşivi)

Hafif çelik çatı makasları 60x120mm profillerden yapılmıştır. (Şekil 4.47, Şekil 4.48)

C140.50.1.2 çatı aşıkları 60cm aralıklarla tekrarlanmıştır. Çatı kenarındaki derelerde galvaniz sac kullanılmıştır. (Şekil 4.48)

Çatıda kullanılan malzemeler sırasıyla;

- Shingle
- Su yalıtımı
- OSB 11mm
- Hafif çelik çatı aşıkları
- Hafif çelik çatı makası
- Asma tavan 9mm
- OSB (11cm) ve boyadır.

Yapının köşelerinde, Reflexteam Construction ve Cyprus Proev projelerinde kullanılan çelik çaprazlamalar burada da kullanılmıştır. (Şekil 4.32)

Yapı modüler bir sistemdir. (Resim 4.36) Kenar omegası, pano üstü omega, alın kenar kaplama malzemesi, alın kaplama malzemesi, pencere körkasaları ve saçak altı kaplama malzemesinde pvc kullanılmıştır. Yapının temeli kirişli radye temeldir. Duvar dikmelerinin birbirleri ile olan birleşimlerinde vida ve kaynak kullanılmıştır. Duvar dikme profilleri, ankraj elemanı ve CU142.50.1.2 alt başlıkları ile betonarme temele montajlanmıştır.



Resim 4.36 Duvar profillerinin kurulumu

Duvar dikmelerinin alt başlık ile birleşiminde kaynak, vida ve civatalar kullanılmıştır.

Alt başlıkların betonarme temele birleşimleri kimyasal dübellerle yapılmıştır.

Reflexteam Construction Anaokul Projesi ve Cyprus Proev Konut Projesi'nde kullanılan perçinli

birleşimler Hebo Yapı Kreş Projesi'nde kullanılmamıştır. Burada civatalı birleşimler tercih edilmiştir.

c) Toplam Çelik Sarfıyatı

Yapı konstrüksiyonunun; hafif çelik kolon, alt ve üst başlıklar, kapı/pencere başlıkları ve çaprazlamalardan oluşan ağırlığı 22.5kg/m^2 'dir. Çatı konstrüksiyonunu oluşturan çatı makasları, aşıklar ve çatı çaprazları da eklendiği zaman bu ağırlık 48kg/m^2 olmaktadır. Hafif çelik konstrüksiyonun toplam ağırlığı 4799kg iken, bu yapı betonarme olarak inşa edilseydi kolon, kiriş ve döşemeden oluşacak karkas ağırlığı 53920kg olacaktı. (Ek 1)

d) Yapım Hızı ve Maliyet

2012 yılında yapılan Güzelyurt Kreş Projesi sahiplerinden alınan bilgiye göre; yapının toplam maliyetinin 85.000TL 'dir.

Yapı, 3 ayda tamamlanmıştır. Hafif çelik yapı sistemleri; doğru çözümlendiği takdirde konforlu, görsel kalite, yüksek ses ve ısı izolasyonlarına sahip, yangın dayanımı yüksek olan, depreme karşı güvenilir, klasik yapım sistemlerine göre çok daha kısa sürede tamamlanabilen, geri dönüşümlü malzemeler kullanılarak üretilen, ön üretimli ve teknolojik, şantiyedeki kurulum aşamasında hata ihtimalini en aza indiren yapılardır.

BÖLÜM 5 KKTC'DEKİ ÇELİK YAPILARIN ÇEŞİTLİ PARAMETRELER DOĞRULTUSUNDA KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 KKTC'deki Çelik Yapı Örneklerinin Karşılaştırılması

4. bölümde belirtildiği gibi, incelenen çelik yapılara sınırlamalar getirilmiş ve örneklerin 1 veya 2 katlı konut, okul ve ofis binası hafif çelik yapılar, geniş açıklık geçen eğri yüzeyli çelik taşıyıcı sistemler, ağır çelik profilli konut ve uzay kafes sistemler arasından seçilme koşulunun aranacağı belirtilmişti.

Bu bölümde, incelenen Çelik Profilli Yapılarda, Uzay Kafes Sistemlerde ve Hafif Çelik

Yapılarda;

- yapı
- yapı mimar ve mühendisi
- yapım yılı
- binanın yapıldığı yer
- binanın işlevi
- kapladığı alan
- yapım sistemi
- taşıyıcı sistemi
- bina geometrisi
- geçilen açıklık
- yapıda kullanılan malzemeler
- cephede kullanılan örtü malzemeleri gibi başlıklar altında karşılaştırmalar yapılacaktır.

Bu karşılaştırmalar, tablolar halinde olup binalar hakkında da kısa bilgiler verilecektir.

Tablo 5.1 Toros Konut Projesi

Toros Konut Projesi		Açıklamalar
Yapı	Toros Konut Projesi.	<u>Binanın kısa tanımı</u> - Toros Konut Projesi, KKTC'nin ilk mimari Ahmet V. Behaeddin tarafından yapılan ilk ve tek çelik profilli yapıdır. - Yapı, dikdörtgensel bir formdan oluşmakta ve iki katlıdır. - Yapı 19.5 eninde ve 41m boyundadır. - Ana taşıyıcı sistem çelik konstrüksiyondur. - Tüm kolonlarda 2xC140 çelik profiller kullanılmıştır. - Yapının kat yükseklikleri +3.40cm'dir. - Yapıda kullanılan profiller gridal bir modül oluşturmaktadır. - Sitemdeki bütün aks aralıkları 150cm ve 300cm'dir. - Binanın kuzey cephesinden tamamı görülen 9 adet çelik kolon göze çarpmaktadır. - Bütün birleşimlerde kaynak kullanılmıştır. - Yapıda I profil, C profil, boru ve lamalar kullanılmıştır. - Döşemelerde betonarme kullanılmıştır. - Temeller kirişli radye temeldir.
Mimarı	Ahmet Vural Behaeddin.	
Mühendisi	Salim Mirata.	
Yapım Yılı	1988-1990.	
Binanın Yapıldığı Ülke	Girne/KKTC.	
İşlevi	Konut.	
Kapladığı Alan	700m ² .	
Yapım Sistemi	Prefabrike Çelik Konstrüksiyon.	
Taşıyıcı Sistem	Çelik İskelet Sistemi.	
Geometrisi	Dikdörtgensel prizmatik hacim.	
Geçilen Açıklık	19.5m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, betonarme.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Taş kaplama.	
Müşteri	Mustafa Toros ve Ailesi.	
		

Tablo 5.2 ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kapalı Spor Salonu

ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kapalı Spor Salonu		Açıklamalar
Yapı	ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kapalı Spor Salonu.	<u>Binanın kısa tanımı</u> - Yapı dörtgensel bir formdan oluşmaktadır. - Yapının taban alanı 40mx60m'dir. - Taşıyıcı sistem b/a yerinde yapım ve çelik profillerden yapılmıştır. - Yapı, bütünsel olmayıp ayrı ayrı çalışan kemer sisteminden oluşmaktadır. - Yapının ana taşıyıcı sistemi, elipsten türetilmiş eğrilerden oluşmaktadır. - Taşıyıcı sistem, zemine oturan eğri yüzeyli çok parçalı kolonlardan oluşmaktadır. - Çok parçalı kolonlarda bağlantı, örgü çubuklarıyla yapılmıştır. 8m aks aralıklarıyla 8 adet çelik kolon kullanılmıştır. - Çatı kirişi alt kotu +13m'dir. - Yapı içinden dışına uzanan çelik konstrüksiyon, spor aktivitelerinin dinanizmini vurgulamaktadır. - Dışta sabit, içte hareketli mesnetler kullanılmıştır. - Çatıda çelik makas, mertek, aşık ve alüminyum çatı panelleri kullanılmıştır. - Birleşimlerde bulon ve kaynak kullanılmıştır. - Temeller betonarmedir.
Mimarı	Eren Başak, Meral Özdengiz Başak ve Uğur Katırcı (BAOBAB Mimarlık, Ankara).	
Mühendisi	Mustafa Çobanoğlu (Birim Mühendislik, Ankara).	
Yapım Yılı	2005-2007.	
Binanın Yapıldığı Yer	Kalkanlı/KKTC.	
İşlevi	Spor Salonu.	
Kapladığı Alan	5775m ²	
Yapım Sistemi	Prefabrike çelik konstrüksiyon ve betonarme.	
Taşıyıcı Sistem	Üst örtü eğilmeye çalışan çelik strüktür, alt yapı betonarme.	
Geometrisi	Eliptik.	
Geçilen Açıklık	40m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, betonarme.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Taş kaplama, alüminyum, titanyum-çinko.	
Müşteri	Orta Doğu Teknik Üniversitesi.	
		

Tablo 5.3 YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu

YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu		Açıklamalar
Yapı	YDÜ Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu.	<u>Binanın kısa tanımı</u> • KKTC'nin ilk ve tek Olimpik Kapalı Yüzme Havuzu'dur. • Yapı dikdörtgensel bir formdan oluşmaktadır. • Taban alanı 21m/51m'dir. • Toplam alan 5288m²'dir. • 1000 kişilik seyirci kapasitesine sahiptir. • Üst örtü, bir bütün olarak uzay kafes taşıyıcı konstrüksiyon olarak çalışmaktadır. • Uzay kafes çatı alt kotu +10.8m'dir. • Taşıyıcı sistem yüksekliği 210m'dir. • Çatı geometrisi, dörtgen yüzeyli kare piramitlerden oluşmaktadır. • Kare piramitlerden oluşan prizmatik hacimde 260cm düz profiller kullanılmıştır. • Sistemde 2 farklı çubuk tipi ve tek tip kare piramit bulunmaktadır. • Çatı üst örtüsü iki tabakalı düzlem yüzeyli piramidal uzay kafes sistemdir. • Her düğüm noktasında 8 profil birleşmektedir. • Toplam 198 kare piramit, 198 düğüm noktası vardır. • Toplam 1584 profil kullanılmıştır. • Sistem kare piramidin kendi duali ile oluşturduğu piramidal UKS'dir. • Yapının ön cephesinde 8 adet, arka cephesinde 6 adet mesnet bulunmaktadır.
Mimarı	YDÜ proje ofisi.	
Mühendisi	YDÜ proje ofisi.	
Yapım Yılı	1997.	
Binanın Yapıldığı Yer	Lefkoşa/KKTC.	
İşlevi	Kapalı Yüzme Havuzu.	
Kapladığı Alan	5288m ² .	
Yapım Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve prefabrike çelik konstrüksiyon çatı.	
Taşıyıcı Sistem	Betonarme yerinde yapım ve düzlem yüzeyli uzay kafes sistem.	
Geometrisi	Çatı; düzlem yüzeyli piramidal UKS. Bina kütlesi; Prizmatik dörtgensel hacim.	
Geçilen Açıklık	21m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Profilit cam cephe, sac panel kaplama, alüminyum sandviç panel, trapez kaplama.	
Müşteri	Yakın Doğu Üniversitesi.	
		

Tablo 5.4 Gazimağusa Arena

Gazimağusa Arena		Açıklamalar
Yapı	Gazimağusa Arena.	<u>Binanın kısa tanımı</u> - Yapı dikdörtgen bir formdan meydana gelmektedir. - Taban alanı 48m/51m'dir. - Toplam alan 2500m²'dir. 750 kişilik seyirci kapasitesine sahiptir. - Yapının üst örtüsü bir bütün olarak çalışan, uzay kafes taşıyıcı konstrüksiyondur. - Çatı geometrisi, silindir yüzeyine oturan dörtgen piramitlerden oluşmaktadır. - İç mekanda tek eğrilikli iki tabakalı UKS olarak çalışan yapı gerçekte bir silindir yüzeyidir. - Yapıdaki UKS'lerden 4 tanesi mesnetlenme amacı ile kemer oluşturacak biçimde dışarıya kadar devam eden uzay kafes kemerlerdir. - Çatı, dörtgen bir ağıın yani dörtgen piramidin kendi duali ile oluşturduğu piramidal uzay kafes sistemdir. - Taşıyıcı sistem yüksekliği 240cm'dir. 2 farklı tipte profil kullanılmıştır. - Dörtgen piramitler 325/325cm düz boru profiller ve 240cm eğik profiller kullanılmıştır. - Her bir düğüm noktasında 8 adet düz profil birleşmektedir. - Uzay kafes çatıda 1420 adet düğüm noktası ve 284 adet dörtgen piramit bulunmaktadır. - Toplamda 2556 adet boru profil kullanılmıştır. - Yapının ön cephesinde 14, arka cephesinde 6 adet mesnet bulunmaktadır.
Mimarı	Abide Başman Eryaşar Ali Sarıyel.	
Mühendisi	Atilla Aypar.	
Yapım Yılı	2009-2010.	
Binanın Yapıldığı Yer	Gazimağusa/KKTC.	
İşlevi	Kapalı Spor Salonu.	
Kapladığı Alan	2500m ² .	
Yapım Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve prefabrike çelik konstrüksiyon çatı.	
Taşıyıcı Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve tek eğrilikli uzay kafes sistem.	
Geometrisi	Çatı; Eğri yüzeyli piramidal UKS. Bina kütlesi; Prizmatik dörtgensel hacim.	
Geçilen Açıklık	48m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, betonarme.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Boyalı galvanizli metal kenet sistem çatı, galvanizli trapez sac.	
Müşteri	Gazimağusa Belediyesi.	
		

Tablo 5.5 Reflexteam Construction Anaokul Projesi

Reflexteam Construction Anaokul Projesi		Açıklamalar
Yapı	Reflexteam Construction Anaokul Projesi.	<u>Binanın kısa tanımı</u> - Yapı, KKTC'nin ilk hafif çelik sistemli okul projesidir. - Dikdörtgensel formdan oluşan tek katlı bir binadır. - Yapının tabanı 24/43m'dir. - Yapının kat yüksekliği +3.45cm'dir. - Profiller Türkiye'de hazırlanıp montajı KKTC'de yapılmıştır. - Dış duvarlar 14cm, iç duvarlar 10cm profillerden yapılmıştır. - Yapının kat yüksekliği +3.45m'dir. - Dış yüzeylerde OSB, ısı yalıtım levhaları ve sıva filesi uygulandıktan sonra boya yapılmıştır. - Profil arasındaki boşluklarda cam yünü kullanılmıştır. - Yangın dayanımını arttırmak için bütün yüzeyler alçıpanla kaplanmıştır. - Yapının köşelerinde rüzgar ve yanal yüklere karşı dayanımı arttırmak için düz sac çapraz profiller kullanılmıştır. - Çatı eğimi %30'dur. - Çatı makas ve aşık aralıkları 60cm'dir. - Duvar dikme profillerinin betonarme temele montajı, vida ve perçinlerle yapılmıştır. - Temel çeşidi kirişli radye temeldir.
Mimarı	Reflexteam Construction.	
Mühendisi	Reflexteam Constructin.	
Yapım Yılı	2010.	
Binanın Yapıldığı Yer	Gazimağusa/KKTC.	
İşlevi	Anaokul Binası.	
Kapladığı Alan	585m ² .	
Yapım Sistemi	Prefabrike hafif çelik konstrüksiyon.	
Taşıyıcı Sistem	Hafif çelik sistem.	
Geometrisi	Prizmatik dikdörtgensel hacim.	
Geçilen Açıklık	24m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, betonarme.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Plastik cephe kaplama.	
Müşteri	Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı.	
		

Tablo 5.6 Cyprus Proev Konut Projesi

Cyprus Proev Konut Projesi		Açıklamalar
Yapı	Cyprus Proev Konut Projesi.	<u>Binanın kısa tanımı</u> - Yapı dörtgensel formdan oluşmakta ve iki katlıdır. - Taban alanı 8.2/8.5m'dir. - Yapının kat yüksekliği; zeminde +3.06m, birinci katta +3.10cm'dir. - Profiller Türkiye'de hazırlanıp montajı KKTC'de yapılmıştır. - Dış duvarlar 14cm, iç duvar 9cm profillerden yapılmıştır. - Bitişlerde dış duvarlar 23cm'e iç duvarlar 14cm'e ulaşmıştır. - Dış yüzeylerde OSB, ısı yalıtım levhaları ve sıva filesi uygulandıktan sonra boya yapılmıştır. - Profiller arasındaki boşluklar cam yünü ile doldurulmuştur. - Yangın dayanımını arttırmak için bütün yüzeyler alçıpanla kaplanmıştır. - Köşelerde dayanımı arttırmak için sac çaprazlamalar kullanılmıştır. - Çatı eğimi %33'dür. - Çatı makas ve aşık aralıkları 61cm'dir. - Döşemelerde 2mm et kalınlığında ve 250mm yüksekliğinde C döşeme kirişleri kullanıştır. - Duvar bileşimlerinde vida ve perçin, zeminde ise ankraj bulonları ve kaynak kullanılmıştır. - Temelde kirişli radye temel kullanılmıştır.
Mimarı	Cyprus Proev.	
Mühendisi	Cyprus Proev.	
Yapım Yılı	2011.	
Binanın Yapıldığı Yer	Güzelyurt/KKTC.	
İşlevi	Konut	
Kapladığı Alan	130m ² .	
Yapım Sistemi	Prefabrike hafif çelik konstrüksiyon.	
Taşıyıcı Sistem	Hafif çelik sistem.	
Geometrisi	Prizmatik dikdörtgensel hacim.	
Geçilen Açıklık	8.2m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, betonarme.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Plastik cephe kaplama.	
Müşteri	Alper Kamburca.	
		

Tablo 5.7 Hebo Yapı Kreş Projesi

Hebo Yapı Kreş Projesi		Açıklamalar
Yapı	Hebo Yapı Kreş Projesi.	<u>Binanın kısa tanımı</u> - Dörtgensel bir formdan oluşan tek katlı bir yapıdır. - Taban alanı 10/10m'dir. - Yapının kat yüksekliği +3.20m'dir. - Hafif çelik profil uzunlukları 60 ve 120cm'in katları olacak şekilde tasarlanmıştır. - Dış duvar ebatları; 120x250x16cm'dir. - İç duvar ebatları; 120x250x10cm'dir. - Dış cephelerde 8mm fibercement, kullanılmıştır. - Yalıtım için profiller arasında 80mm cam yünü kullanılmıştır. - Çatı makasları 120cm aralıklarla, 60x120 profillerden yapılmıştır. - Duvar dikmeleri arasındaki bağlantı vidalarla yapılmıştır. - Duvar dikmelerinin zemine montajında vida, civata ve kimyasal dübelleri kullanılmıştır. - Profillerin büyük çoğunluğu KKTC'deki Hebo Yapı fabrikasında hazırlanmıştır. - Yapı konstrüksiyonunun ağırlığı 22kg/m²'dir. Yapıya çatı konstrüksiyon ağırlığı da eklendiği zaman bu ağırlık 48kg/m²'dir. - Hafif çelik konstrüksiyonun toplam ağırlığı 4799kg'dir. - Temeli kirişli radye temeldir.
Mimarı	Hebo Yapı.	
Mühendisi	Hebo Yapı.	
Yapım Yılı	2011.	
Binanın Yapıldığı Yer	Güzelyurt/KKTC.	
İşlevi	Kreş .	
Kapladığı Alan	100m ² .	
Yapım Sistemi	Prefabrike hafif çelik konstrüksiyon.	
Taşıyıcı Sistem	Hafif çelik sistem.	
Geometrisi	Prizmatik dikdörtgensel hacim.	
Geçilen Açıklık	10m.	
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, betonarme.	
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.	
Müşteri	Eşref Demirbilek.	
		

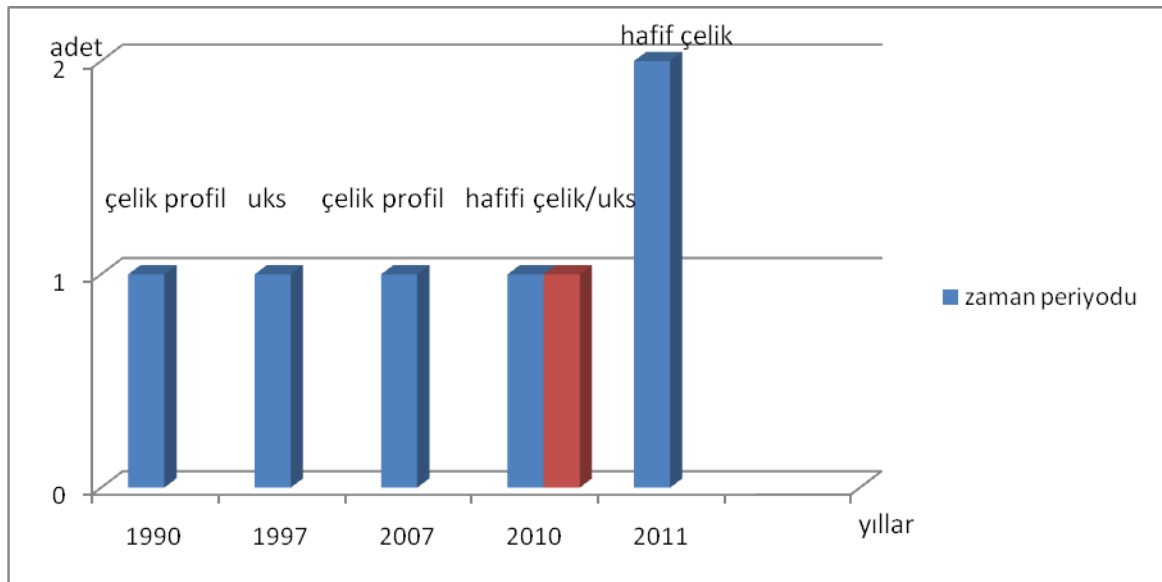
5.1.1 KKTC'deki Çelik Yapıların Genel Karşılaştırması

Araştırmanın bu bölümünde KKTC'de incelenen örnekler;

- Malzeme ve Geometrik Şekillerine Göre
- Hafif Çelik Yapıların Kendi İçinde Yıllara Göre Gelişimi
- Betonarme Karkas Sistem, Hafif Çelik Yapı Sistem, Çelik Profilli Sistem ve Uzay Kafes Sistemlerde Yapı Ağırlık Oranı
- Çelik Yapılar Betonarme Yapılarla Genel Olarak Karşılaştırılarak grafiklerle açıklanacaktır.

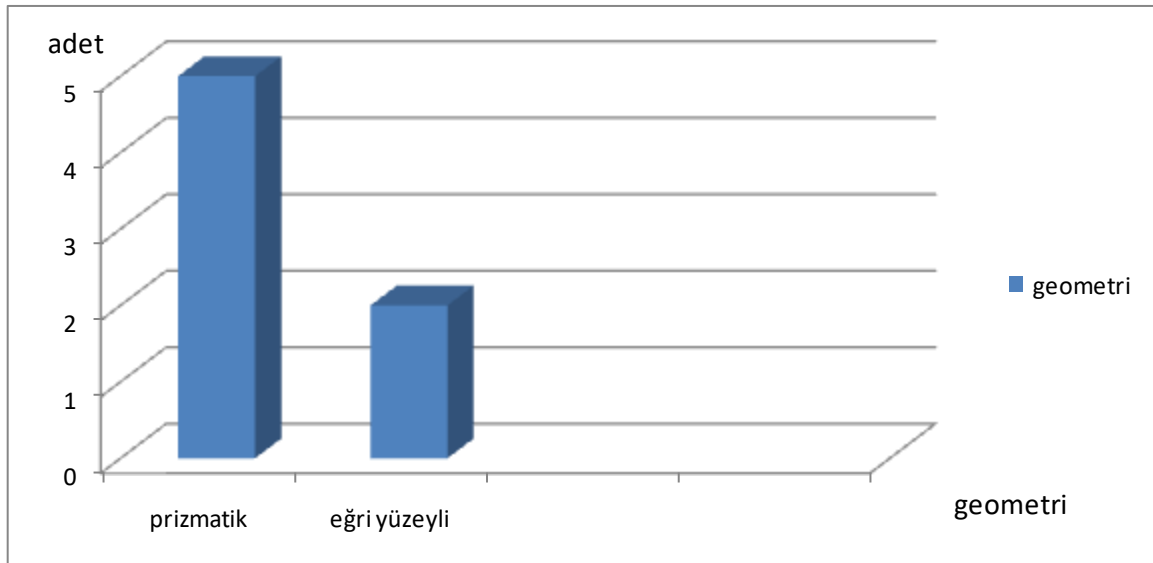
a) Kullanılan Malzeme ve Geometrik Şekillerine Göre Karşılaştırılması

İncelenen 7 örnekte; 1990 yılında 1 adet çelik profilli yapı, 1997 yılında 1 adet UKS, 2007'de 1 adet çelik profilli yapı, 2010'da 1 adet hafif çelik yapı ve 1 adet UKS, 2011 yılında ise 2 adet hafif çelik yapı örneği bulunmaktadır. (Şekil 5.1)



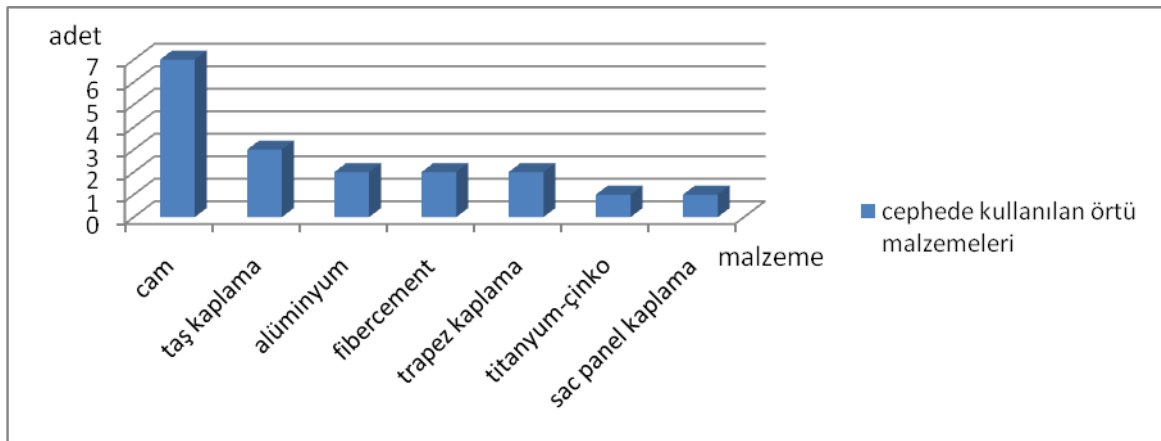
Şekil 5.1 İncelenen çelik yapıların kronolojik sıralama grafiği

Yapılan bu tez çalışmasında, seçilen 7 adet çelik yapı örneğinden 5 tanesi prizmatik geometriye, 2 tanesi ise eğri yüzeyli geometriye sahiptir. Yapılan araştırma ve yeride gözlem çalışmalarında, gerek seçilen 7 örnekte, gerekse KKTC geneline bakıldığı zaman, yapılarda ağırlıklı olarak prizmatik geometrilerin tercih edildiği görülmektedir. (Şekil 5.2)



Şekil 5.2 Binaların geometrisine göre örneklerin karşılaştırılma grafiği

İncelenen örneklerde; cam, taş kaplama, alüminyum, fibercement, trapez kaplama, titanyum-çinko ve sac panel kaplamalarının cephede örtü malzemesi olarak kullanıldığı görülmektedir. İncelenen örneklerin 7'sinde de cam kullanılmıştır. 3 örnekte taş kaplama, 2 örnekte alüminyum, fibercement, trapez kaplama, 1 örnekte titanyum-çinko ve sac panel kaplama kullanılmıştır. Seçilen örneklerde cam, cephelerde en çok kullanılan örtü malzemesidir. (Şekil 5.3)



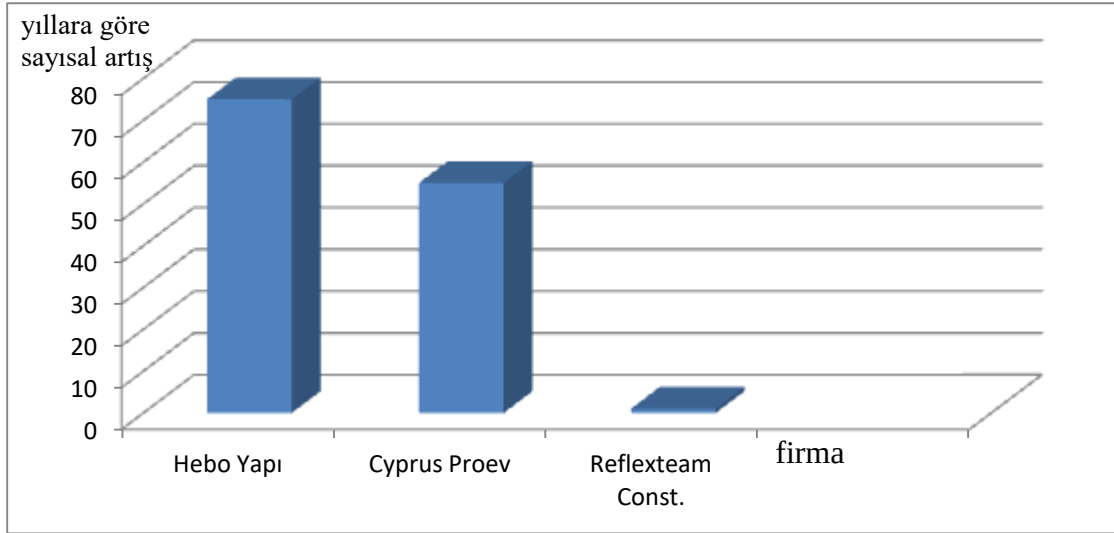
Şekil 5.3 Cephede kullanılan örtü malzemelerine göre binaların karşılaştırılma grafiği

b) Hafif Çelik Yapıların Kendi İçinde Yıllara Göre Gelişiminin Karşılaştırılması

Hebo Yapı, 2004 yılında KKTC'de başladığı 'hafif çelik yapı sistem' deneyiminde, ilk önceleri tanınma sürecinde olmasından dolayı yavaş ilerleme göstermekteydi.

Hebo Yapı, hafif çelik sistemli yapılarda 2006'dan itibaren daha hızlı bir artış göstermiştir. 2005 yılında ilk deneyimine başlayan Cyprus Proev, tanınma sürecinin ardından, 2007 yılında ilerleme göstermeye başlamıştır. 2010 yılında 'hafif çelik sistemli yapı' deneyimine başlayan Reflexteam Construction, 2012 yılına kadar fazla gelişim gösterememiştir.

(Şekil 5.4)

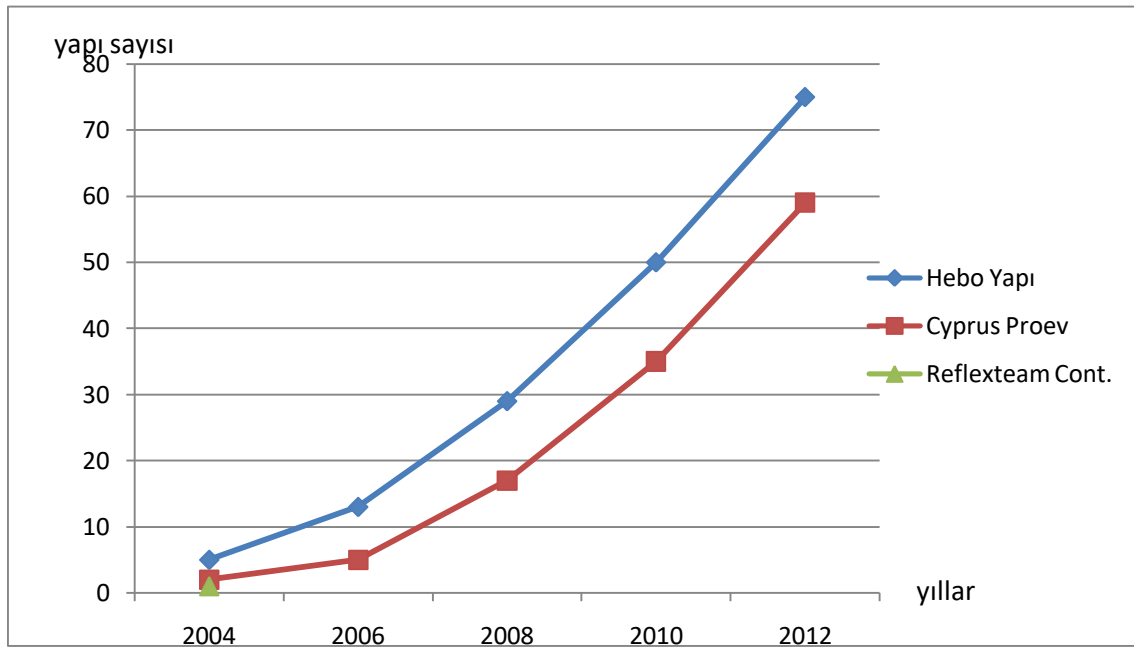


Şekil 5.4 İncelenen hafif çelik sistemli yapılarının yıllara göre artışı

Hebo Yapı'dan alınan bilgiye göre; Hebo Yapı 2004-2012 yılları arasında, 70-80 civarında hafif çelik sistemli konut, ofis, kreş, vb. binalar yapmıştır. (Şekil 5.4)

Cyprus Proev'den alınan bilgiye göre; Cyprus Proev 2006-2012 yılları arasında, 50-60 civarında hafif çelik sistemli konut, ofis, vb. binalar yapmıştır. (Şekil 5.4)

Reflexteam Construction'dan alınan bilgiye göre; Reflexteam Construction 2010-2012 yılları arasında 1 adet hafif çelik sistemli bina yapmıştır. (Şekil 5.4)



Şekil 5.5 İncelenen hafif çelik sistemli yapıların sayısal değerlerinin karşılaştırılma grafiği

Şekil 5.5'teki grafikte görüldüğü gibi, en fazla gelişimi Hebo Yapı göstermiştir. Karşılaştırılan 3 firma arasında, Hebo Yapı 2004-2012 yılları arasında en fazla hafif çelik sistemli bina yapan firmadır. (Şekil 5.5)

c) Betonarme Karkas Sistem, Hafif Çelik Yapı Sistem, Çelik Profilli Sistem ve Uzay Kafes Sistemlerde Yapı Ağırlık Oranı Karşılaştırılması

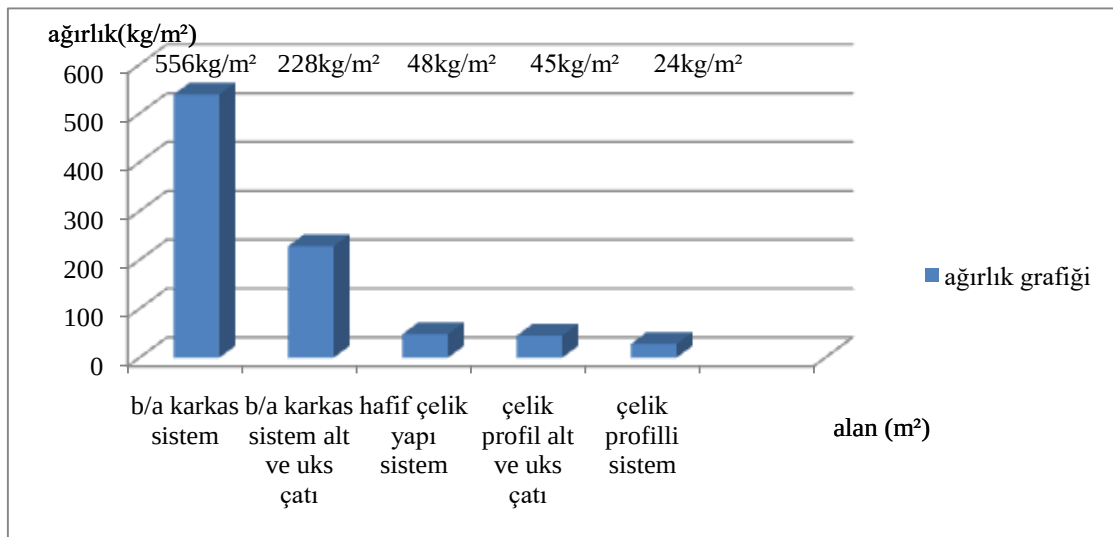
Tüm karşılaştırmalarda, seçilen profillere belirli sınırlamalar getirilmiş olup, hesaplamalar bu sınırlamalar çerçevesinde yapılacaktır. Getirilen bu sınırlamalar; profil türü, genişlik, uzunluk, et kalınlığı, öz ağırlık, toplam profil adeti, toplam boy, toplam ağırlık ve m² başına düşen ağırlığı kapsamaktadır. Tüm hesaplamalarda yapının taban alanının 10mx10m olduğu varsayılacaktır. Bu hesaplamalarda, betonarme karkas sistemi, hafif çelik yapı sistemi, çelik profilli sistem, b/a karkas alt yapı ve UKS çatı, çelik profil alt yapı ve UKS çatı karşılaştırılacaktır. (Şekil 5.6)

Hesaplamalar, sadece genel bilgi vermek amacıyla yapılmıştır. Hesaplamalar, yapıya etki eden kolon, kiriş, döşeme ve çatı sisteminden oluşmaktadır. Tuğla, sıva, duvar kaplamaları vb. elemanlar bu hesaplama dahil edilmeyecektir.

Karşılaştırılacak sistemler;

- Betonarme karkas sistem.
- Çelik profilli sistem.
- Hafif çelik yapı sistemi.
- Uzak kafes sistem.
- Alt yapı betonarme karkas sistem, üst yapı (çatı) uzak kafes sistem.
- Alt yapı çelik profil, üst yapı (çatı) uzak kafes sistemdir. (Ek 1)

Karşılaştırılan sistemler en ağırdan hafife doğru şekil 5.6'daki grafikte gösterilmiştir.



Şekil 5.6 B/a karkas sistem, b/a karkas sistem alt yapı ve UKS çatı, hafif çelik yapı sistemi, çelik profil alt yapı ve UKS çatı, çelik profilli sistemlerde m² başına düşen ağırlık grafiği

Genişlik, uzunluk, et kalınlığı, öz ağırlık gibi değerler betonarme karkas sistem, hafif çelik yapı sistemi ve çelik profilli sistemlerde kullanılan standartlar dikkate alınarak hesaplanmıştır. Kullanılan tüm detaylar, seçilen yapı sisteminin özelliklerine göre değişim göstermektedir. Karşılaştırılan tüm sistemlere ait detaylar aşağıda anlatılacaktır.

Betonarme Karkas Sistem

Betonarme karkas sistem için getirilen sınırlamalarda, 100m²'lik alanda 9 adet betonarme kolon olduğu varsayılmıştır. Bu koşula göre; yapılan hesaplamalar Ek 1'de gösterilmiştir.

Varsayılan yapıdaki 9 kolon arasındaki mesafe 4.25m ile 4.5m arasındadır. Kolonlar 25/50cm, yapı yüksekliği ise 3.43m'dir. Betonarme karkas sistemin öz ağırlığı 2500kg/m^3 'tür. Bunun sonucunda varsayılan değerlere göre, 9 kolonun toplam ağırlığı 9647kg'dır. Kolonlarda her m^2 'ye düşen ağırlık 96.5kg/m^2 'dir. Kolonlar arasındaki kiriş uzunlukları ortalama 5m'dir. Kirişlerin eni 25cm, boyu 50cm'dir. Yapıda, toplam 12 adet kiriş olduğu varsayılmıştır. Toplam kiriş ağırlığı 18750kg, her m^2 'ye düşen kiriş ağırlığı 187.5kg/m^2 'dir. Döşeme sisteminde ortalama uzunluk ve genişlik 8.25m olduğu varsayılmıştır. Döşeme kalınlığı ise 15cm'dir. Yapıdaki, döşeme sisteminin toplam ağırlığı 25523kg, m^2 başına düşen döşeme ağırlığı ise 255kg/m^2 'dir. Varsayılan değerlere göre; kolon, kiriş ve döşeme sistemlerinin toplam ağırlığı 53920kg, m^2 başına düşen toplam ağırlık ise 539kg/m^2 'dir. (Ek 1)

Çelik Profilli Sistem

Çelik profilli sistemde, betonarme karkas sistemdeki gibi 9 adet kolon (çelik) olduğu varsayılmıştır. Çelik kolonlar HEA180'den yapılmıştır. HEA çelik profil kolonların genişliği 171mm, uzunluğu 180mm'dir. Burada iki farklı et kalınlığı bulunmaktadır. Bunlardan biri 6mm, diğeri ise 9.5mm'dir. Çelik profilli sistemin öz ağırlığı 7850kg/m^3 'tür. Çelik profil kolonların toplam ağırlığı 1077kg, m^2 başına düşen ağırlık ise 11kg/m^2 'dir. Çelik kirişlerin IPE180 olduğu varsayılmıştır. Çelik kirişlerde genişlik 180mm, uzunluk 90mm, birinci et kalınlığı 8mm, ikinci et kalınlığı ise 5.3mm'dir. (Ek 1)

Yapıda, toplam 12 adet IPE180 çelik kiriş kullanılmıştır. Bu kirişlerin toplam boyu 4.95m, toplam ağırlığı 1116kg, m^2 başına düşen ağırlık ise 11.2 kg'dır. (Ek 1)

Çelik profil aşıklar IPE100 kullanılmıştır. IPE100 aşıklarında genişlik 100mm, uzunluk 50mm, birinci et kalınlığı 4.5mm, ikinci et kalınlığı 6.8mm'dir. (Ek 1)

Yapıda, toplam 20 adet IPE100 kullanılmıştır. Aşık kirişlerin toplam boyu 3.43m'dir. Kirişlerin toplam ağırlığı 608.5kg, m^2 başına düşen ağırlık ise 6.1kg/m^2 'dir. Varsayılan değerlere göre; kolon, kiriş ve döşeme sistemlerinin toplam ağırlığı 20802.2kg, m^2 başına düşen toplam ağırlık ise 28kg/m^2 'dir. (Ek 1)

Hafif Çelik Yapı Sistem

Taşıyıcı sisteminin C140 profillerden yapıldığı varsayılan yapıda; toplam 141 adet C140 profil kullanılmıştır. Profillerin genişliği 140mm, uzunluğu 50mm, et kalınlığı 1.2mm'dir. Hafif çelik yapı sistemin öz ağırlığı 7850kg/m^3 'tür. C140 profillerin toplam ağırlığı 1093kg , m^2 başına düşen ağırlık ise 11kg/m^2 'dir. (Ek 1)

Alt ve üst başlıklarda C142 hafif çelik profiller kullanılmıştır. C142 profillerin genişliği 142mm, uzunluğu 50mm, et kalınlığı 1.2mm'dir. Kullanılan C142 hafif çelik profillerin toplam boyu 74.5m 'dir. Toplam ağırlık 509.5kg , m^2 başına düşen profil ağırlığı 5kg/m^2 'dir. Üç farkı pencere genişliği ve tek tipte kapı bulunduğu varsayılan yapının, pencere/kapı başlıklarında C142 hafif çelik profiller kullanılmıştır. Pencere başlıklarında kullanılan tüm profiller alt ve üst başlıklarda kullanılan profillerle aynı özellikler göstermektedir. 60cm genişliğindeki pencere başlıklarında toplam 3 adet profil kullanılmıştır. Toplam boyu 3m olan profillerin toplam ağırlığı 20.5kg , m^2 başına düşen ağırlığı 0.2kg/m^2 'dir. 120 cm genişliğindeki pencere başlıklarında, toplamı 6m olan 7 adet profil kullanılmıştır. Bu profillerin toplam ağırlığı 96kg , m^2 başına düşen ağırlığı 1kg/m^2 'dir. 180cm genişliğindeki pencere başlıklarının toplam boyu 9m olan 2 adet profil kullanılmıştır. Profillerin toplam ağırlığı 41kg , m^2 başına düşen ağırlık 0.4kg/m^2 'dir. 90cm genişliğinde toplam 7 adet kapı bulunmaktadır. Kapıların toplam boyu 4.5m , toplam ağırlığı 72kg , m^2 başına düşen ağırlık ise 0.7kg/m^2 'dir. (Ek 1)

Yapının köşe noktalarında sac 20 çaprazlamalar kullanılmıştır. Sacların genişliği 200mm, et kalınlığı 1.2mm'dir. Saclar toplam 56 adet ve toplam 4m boyundadır. Sac 20 çaprazlamaların toplam ağırlığı 425kg , m^2 başına düşen ağırlık 4.3kg/m^2 'dir. Varsayılan değerler sonucunda taşıyıcı sistemi oluşturan profillerin toplam ağırlığı 2257kg , m^2 başına düşen toplam ağırlık ise 22.6kg/m^2 'dir. (Ek 1)

Hafif çelik çatı sistemde toplam 19 adet makas kullanılmıştır. Makaslar C140 profillerden (alt ve üst başlık) yapılmıştır. Makasların toplam boyu 21.6m , toplam ağırlığı 927.8kg , m^2 başına düşen ağırlığı ise 9.3kg/m^2 'dir. Makaslardaki çaprazlarda C90 profiller kullanılmıştır. C90 hafif çelik profillerin genişliği 90mm'dir. Toplam 551 adet makas çapraz profili kullanılmıştır. Bunların ortalama uzunluğunun 1.2m olduğu varsayılmıştır.

Yapının toplam ağırlık 1183.4kg, m² başına düşen ağırlık 1.8kg/m²'dir. Çatıdaki aşıklar da C140 hafif çelik profiller kullanılmıştır. Toplam 17 adet aşık kullanılan yapıdaki, toplam aşık ağırlığı 430.5kg, m² başına düşen ağırlık 4.3kg/m²'dir. Hafif çelik çatı sistemin toplam ağırlığı 2541.7kg, m² başına düşen ağırlık 25.4kg/m²'dir. Hesaplama, hafif çelik yapı sistemin toplam ağırlığı 4798.7kg, m² başına düşen ağırlık 48kg/m²'dir. (Ek 1)

Uzay Kafes Sistem

Çatı örtüsü olan uzay kafes sistemlerde, çatıda 80mm boru profil kullanıldığı varsayılmıştır. Boru profillerin et kalınlığı 4.5mm, öz ağırlık 7850kg, profil boylarının ise 2m olduğu varsayılmıştır. Tek tip çubuk kullanılarak hesaplanan uzay kafes sistemde tek bir profilin ağırlığı 9.5kg'dır. Kare piramitlerin toplam ağırlığı 1719kg, m² başına düşen ağırlık 17.2kg/m²'dir. (Ek 1)

Alt Yapı Betonarme Karkas Sistem, Üst Yapı (çatı) Uzay Kafes Sistem

Uzay kafes sistem ile örtüldüğü varsayılan yapının, alt kısmının betonarme karkas sistem olduğu varsayılmıştır. Uzay kafes sistemler geniş açıklıkları kolonsuz geçebilmektedir. Dolayısıyla, betonarme karkas sistemde 9 olan kolon sayısı, yapının UKS ile örtülmesiyle 8'e düşmüş ve yapıyı da hafifletmiştir. Yapıya etki eden 8 kolonun toplam ağırlığı 8575kg, m² başına düşen ağırlık ise 85.8kg/m²'dir. (Ek 1)

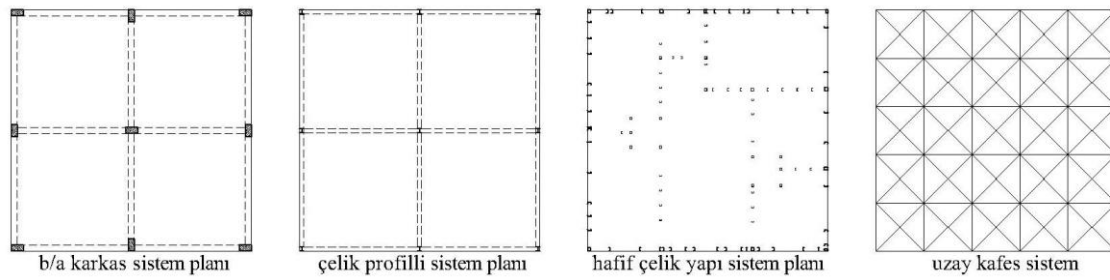
Betonarme karkas sistemde 12 olan kiriş sayısı uzay kafes çatı örtüsü kullanılması ile 8'e düşmüştür. Yapıya etki eden kirişlerin toplam ağırlığı 12500kg, m² başına düşen ağırlık 125kg/m²'dir. (Ek 1)

Yapının betonarme karkas olan alt kısmının ağırlığı 21075kg, m² başına düşen ağırlık 210kg/m²'dir. Buna uzay kafes sistem çatı örtüsü de eklendiğinde, yapının toplam ağırlığı 22794kg, m² başına düşen ağırlık 227.9kg/m²'dir. (Ek 1)

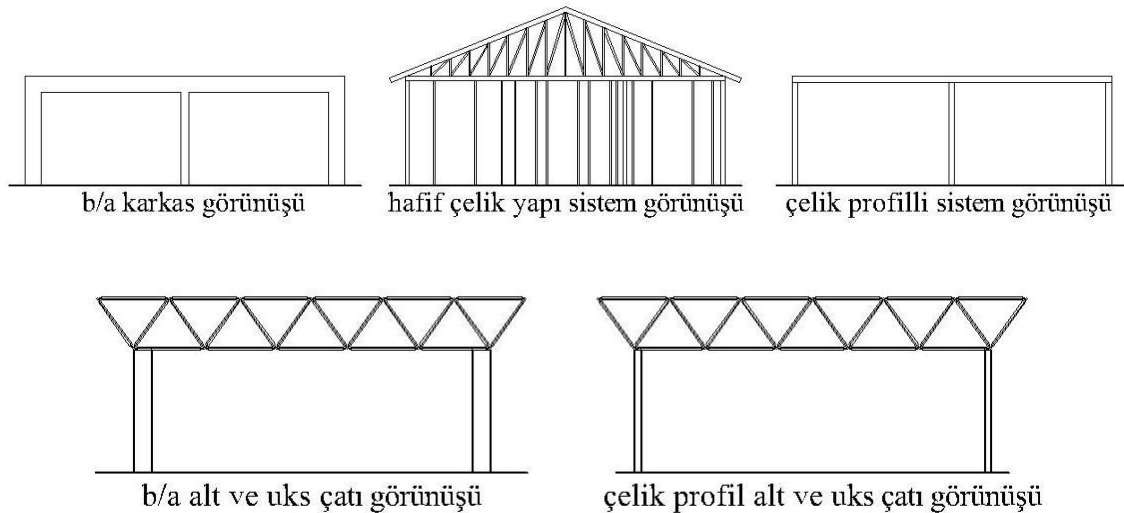
Alt Yapı Çelik Profil, Üst Yapı (çatı) Uzay Kafes Sistem

Uzay kafes çatı sistemi ile örtüldüğü varsayılan yapının alt taşıyıcı kısmının çelik profil sistemi ile yapıldığı varsayılmıştır. Burada betonarme karkas sistem alt yapı ve uzay kafes çatı sisteminde olduğu gibi kolon ve kiriş sayısı 8'e düşmüştür. Yapı ağırlığına etki eden kolonların toplam ağırlığı 957.7kg, m² başına düşen ağırlık 9.6kg/m²'dir. Kirişlerin yapıdaki toplam ağırlığı 744.2kg, m² başına düşen ağırlık ise 7.4kg/m²'dir.

Çelik profil sistemli yapının toplam ağırlığı 2463kg, m² başına düşen ağırlık ise 24kg/m²'dir. Bu ağırlığa uzay kafes çatı sistemi de eklendiği zaman yapının toplam ağırlık 4182kg, m² başına düşen ağırlık ise 41.8kg/m²'dir. (Ek 1)



Şekil 5.7 Betonarme, hafif çelik yapı, çelik profilli yapı ve UKS planları

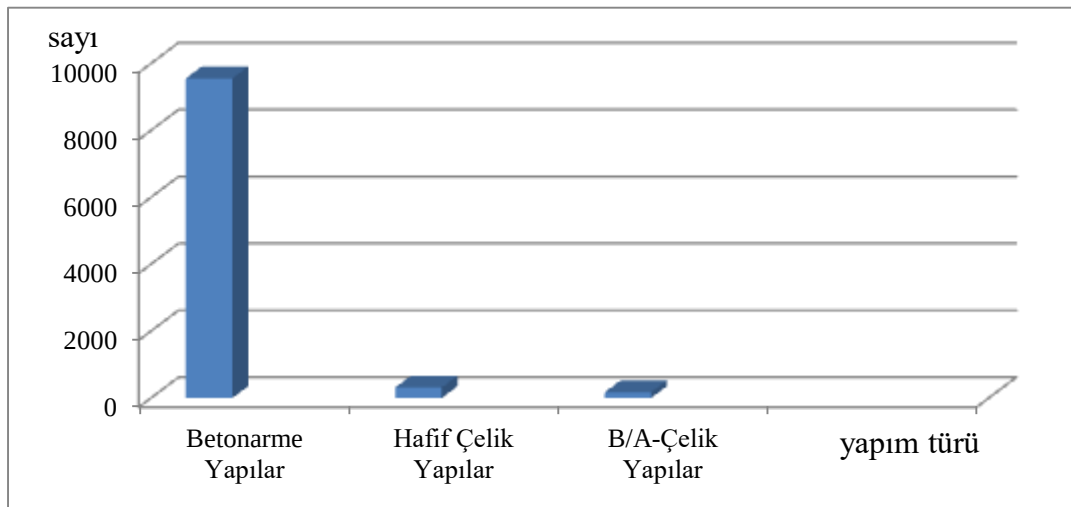


Şekil 5.8 Betonarme (b/a), hafif çelik yapı, çelik profilli yapı, b/a alt yapı ve UKS çatı, çelik profil alt yapı ve UKS çatı şematik görünüşleri

d) Çelik Yapıların Betonarme Yapılarla Genel Olarak Karşılaştırması

KTMMOB, Mimarlar Odası'ndan alınan bilgiye göre; 2009-2012 yılları arasında 11696 adet mimari proje vizesi verilmiştir. Verilen vizeler; betonarme yapılar, hafif çelik yapılar, betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılar, yığma yapılar, arazi telleme projeleri ve parselasyon projeleridir. (Tablo 5.8)

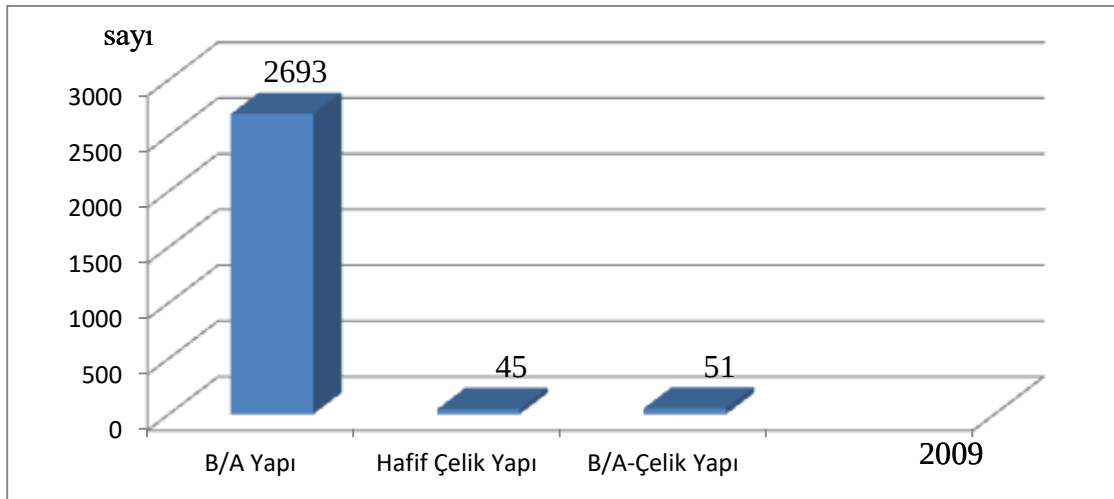
Mimarlar Odası'ndan alınan istatistiksel verilere göre; toplam 11696 projede, 9555 adet betonarme yapı, 1550 adet yığma, telleme ve parselasyon projesi, 313 adet hafif çelik yapı, 169 adet betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılardan oluşmaktadır. Genel bina yapımında betonarme (b/a) yapı sayısının çok fazla olup, hafif çelik sistemli yapıların ikinci sırada, b/a ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapıların üçüncü sırada olduğu görülmektedir. (Şekil 5.9)



Şekil 5.9 Genel betonarme yapılar, hafif çelik yapılar, betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapıların ruhsatlı üretim sayılarının karşılaştırma grafiği

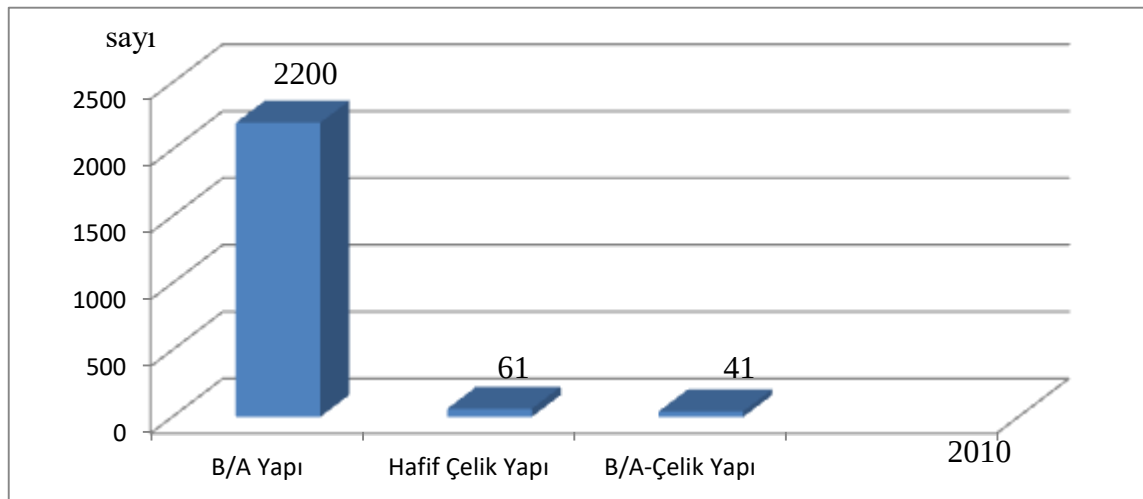
2009 yılı içerisinde toplam 3247 yapı vizesi verilmiştir. Bu yapıların; 2693 adeti betonarme, 45 adeti hafif çelik yapı, 51 adeti betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılardır.

2009 yılındaki yapıların %83'ü betonarme yapı, %1'i hafif çelik yapı, %2'si betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılardır. (Şekil 5.10) (Tablo 5.8)



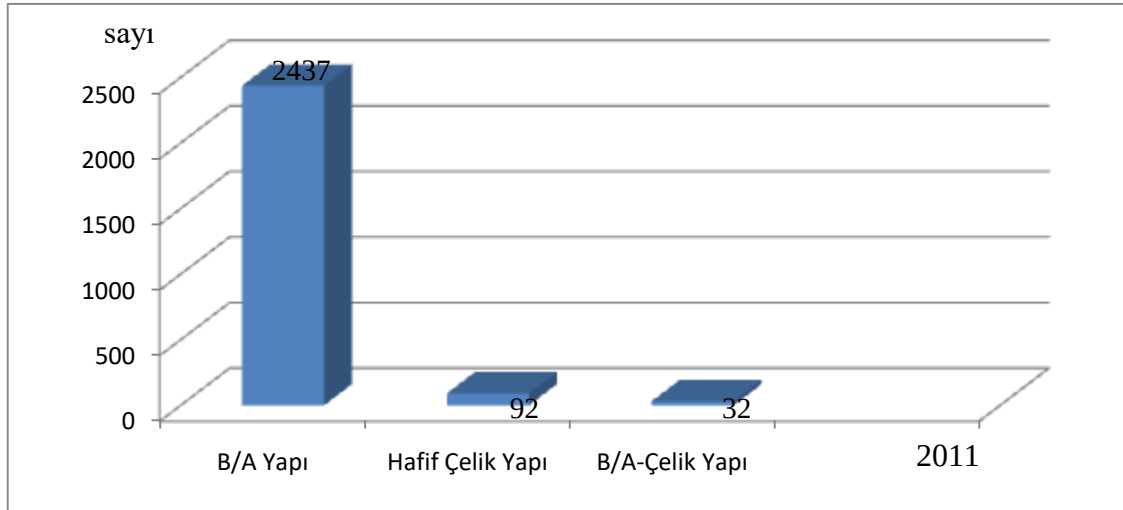
Şekil 5.10 2009 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği

2010 yılındaki toplam vize sayısı 2747'dir. Bu yapıların; 2200'ü betonarme yapı, 61'i hafif çelik yapı, 41'i betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılardır. 2010 yılındaki yapıların, %80'i betonarme yapı, %2'si hafif çelik yapı, %1.5'i b/a-çelik yapılardır. 2009 yılından 2010 yılına gelindiği zaman, betonarme yapı ve betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılar azalırken hafif çelik yapı sayısı artmıştır. (Şekil 5.11) (Tablo 5.8)



Şekil 5.11 2010 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği

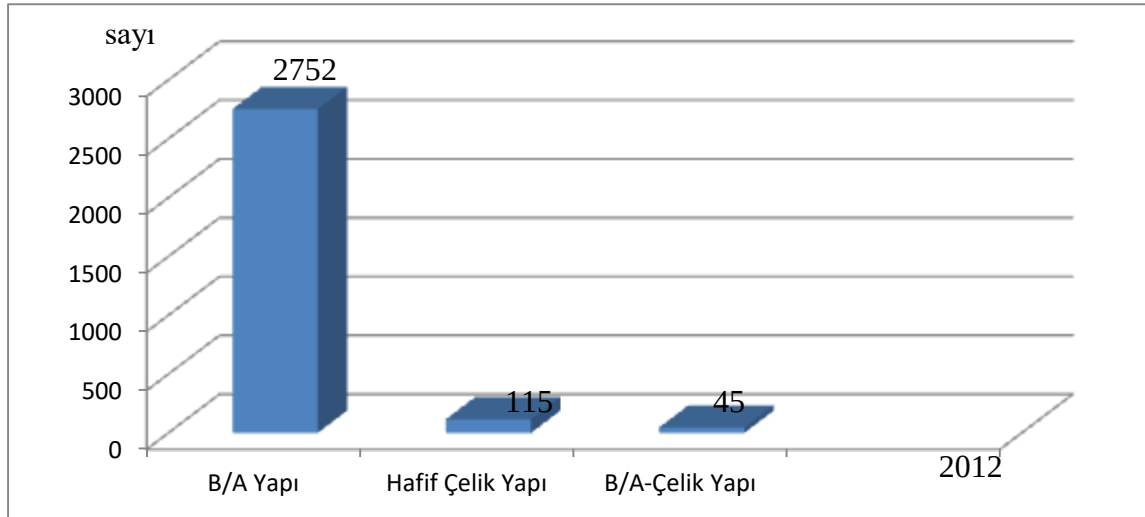
2011 yılındaki toplam inşaat vize sayısı, 2010 yılına göre artış göstererek 2747'den 2950'ye yükselmiştir. Betonarme yapı sayısı 2437'ye ve hafif çelik yapı sayısı 92'ye yükselirken, b/a-çelik yapı sayısı 32'ye düşmüştür. 2011 yılındaki yapıların %83'ü betonarme yapı, %3'ü hafif çelik yapı, %1'i b/a-çelik yapılardır. (Şekil 5.13) (Tablo 5.8)



Şekil 5.12 2011 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği

2011 yılında toplam 2950 olan vize sayısı 2012 yılında 2752'e gerilemiştir. Betonarme yapı sayısı 2225'e düşerken, hafif çelik yapı sayısı 115'e ve b/a-çelik yapıların sayısı da 45'e yükselmiştir. (Şekil 5.12) (Tablo 5.8)

2012 yılında, yapıların %80'i betonarme yapı, %4'ü hafif çelik yapı, %2'si de betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılardır. (Şekil 5.13) (Tablo 5.8)



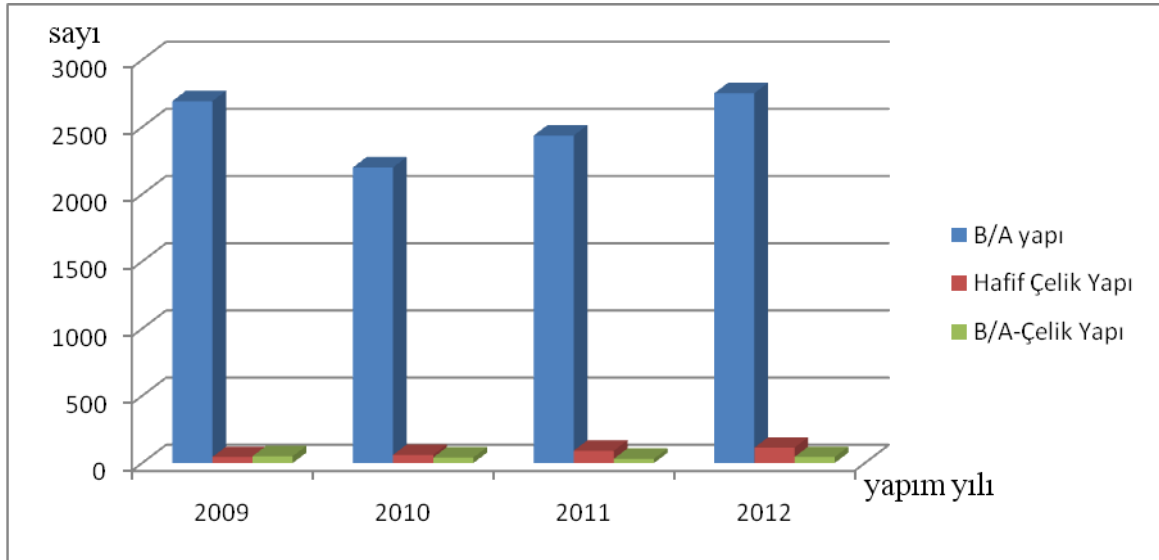
Şekil 5.13 2012 Betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği

Tablo 5.8 KTMMOB, Mimarlar Odası istatistiksel bilgiler

	Betonarme Yapı	Hafif Çelik Yapı	Betonarme ve Çelik Yapı	Diğerleri	Toplam
2009	2693 (%83)	45 (%1)	51 (%2)	458	3247
2010	2200 (%80)	61 (%2)	41 (%1.5)	445	2747
2011	2437 (%83)	92 (%3)	32 (%1)	389	2950
2012	2225 (%80)	115 (%4)	45 (%2)	367	2752
Toplam	9555 (%82)	313 (%3)	169 (%1.5)	1659	11696

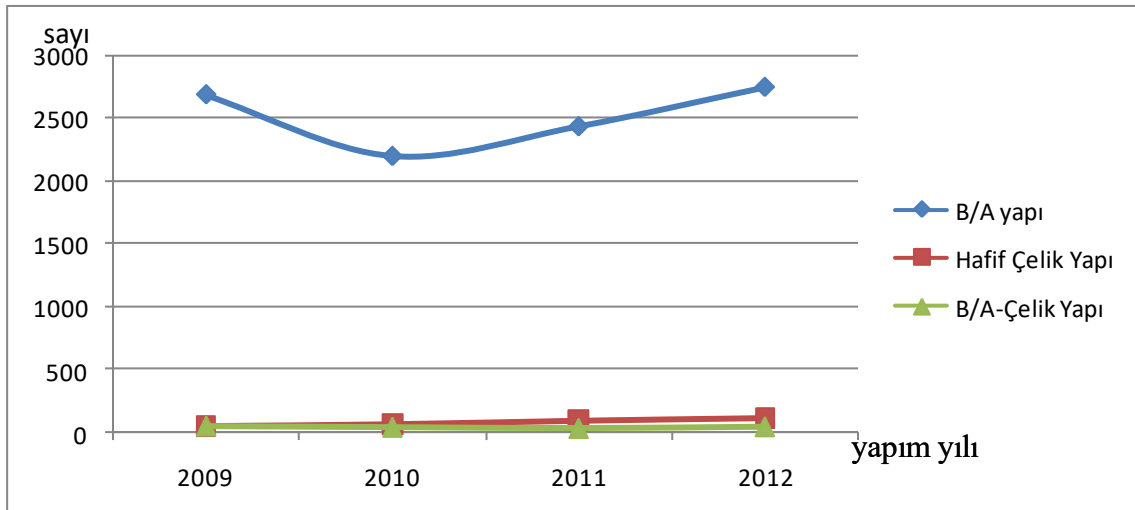
KTMMOB, Mimarlar Odası istatistiksel bilgilerinden ortaya çıkan sonuca göre; 2009-2012 yılları arasında hafif çelik yapıların sistemli olarak arttığı görülmektedir. Betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapıların sayısında da artış gözlemlenmiştir. Betonarme yapılar büyük bir hız kazanmadan birbirine yakın değerlerle artış ve azalmalar göstermiştir.

(Tablo 5.8)



Şekil 5.15 2009-2012 yılları arasında toplam betonarme yapı, hafif çelik yapı ve b/a-çelik yapı üretimi karşılaştırma grafiği

2009-2012 yılları arasında; yapıların %82'si betonarme yapı, %3'ü hafif çelik yapı, %1.5'i ise betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılardır. (Tablo 5.8)



Şekil 5.15 Toplam betonarme yapı, hafif çelik yapı ve betonarme-çelik yapı üretimi grafiği

2009'dan 2010 yılına gelindiği zaman betonarme yapı sayısı düşmüştür. 2010'dan 2011 yılına gelindiğinde bu yapılarda az da olsa artış olmuş, 2011'den 2012 yılına gelindiğinde ise azalma görülmüştür. 2009-2012 yılları arasında, 2010 yılındaki betonarme yapı sayısında görülen azalma dışında fazla bir ilerleme veya gerileme olmamıştır. (Şekil 5.15)

2009-2012 yılları arasında betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapılar da fazla bir oranda ilerleme veya gerileme göstermemiştir. (Şekil 5.15)

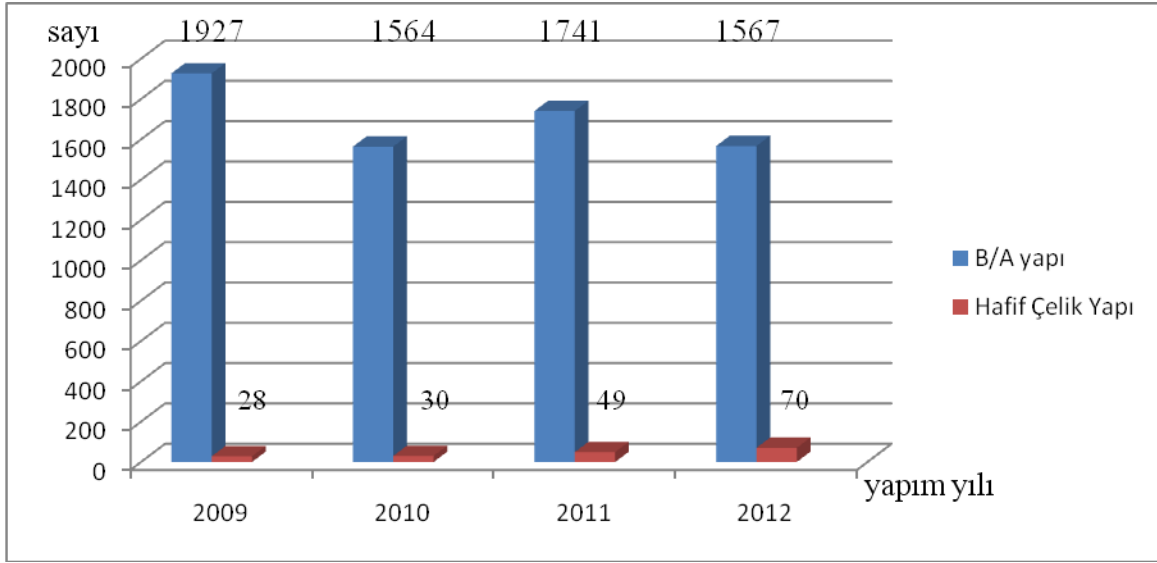
2009-2012 yılları arasında, hafif çelik yapı sistemlerinin ilerleme göstermesi ile bu yapıların ileriki yıllarda daha da artacağı düşünülmektedir. (Şekil 5.15)

2009-2012 yılları arasında, betonarme konut yapıları ile hafif çelik sistemli konut yapılarına bakıldığı zaman 6976 adet konut yapıldığı görülmektedir. (Şekil 5.16)

2009 yılında toplam 1955 adet konut yapılmıştır. Konutların 1927'si betonarme, 28'i hafif çelik sistemli yapıdır. 2010 yılında toplam konut sayısı 1594'e gerilemiştir. Bu konutların 1564'ü betonarme, 30'u hafif çelik sistemli yapıdır.

2011 yılındaki toplam konut sayısı, 2010 yılına göre artış göstererek 1790'a ulaşmıştır. Bu yapıların 1741'i betonarme, 49'u hafif çelik konut yapılarıdır. 2012 yılında toplam konut sayısı 1637'dir. Konutların 1567'si betonarme, 70'i hafif çelik sistemli yapılarıdır.

(Şekil 5.16)



Şekil 5.16 Konut yapılarının b/a ve hafif çelik yapılarla karşılaştırma grafiği

2009-2012 yılları arasında, betonarme konut yapı sayısında artma ve azalmalar olurken, hafif çelik konut yapıları düzenli olarak artış göstermiştir. 2009-2012 yılları arasındaki konut yapılarının %97'si betonarme, %3'ü ise hafif sistemli çelik yapılardır. Hafif çelik konut yapılarının düzenli olarak artış göstermesi ile bu yapıların gelecek yıllar için önemli bir yapı sistemi olduğu söylenebilmektedir. (Şekil 5.17)

5.1.2 KKTC'deki Çelik Yapıların Sayısal Gelişimi ve Kullanım Amaçları

Yapılan araştırma ve yerinde gözlem çalışmalarında, en çok gelişim hafif çelik konut yapılarında olmuştur. Bu gelişme hafif çelik konutlardan sonra hafif çelik sistemli okul, ofis, vb. yapılar yer almaktadır. 2009-2012 yılları arasında toplam 177 adet hafif çelik yapı için inşaat vizesi verilmiştir.

5.1.3 KKTC'de Çelik Yapıların Gelişim Trendi

1983 yılında KKTC'nin kuruluşundan sonra, ilk uzay kafes sistem çatı örtüleri yaklaşık olarak 1990'lı yıllarda yapılmıştır. 2000'li yıllarda uzay kafes sistemler çok hızlı olmasa da kullanım alanlarında gelişim göstermiştir. Bu sistemler genel olarak, spor salonu, market, spor sahası tribünleri, resmi geçit törenlerinin yapıldığı alanlarda, tarihi mekanların üst örtülerinde, vs. gibi alanlarda kullanılmaktadır. Uzay kafes sistemli çatıların sayısı çok fazla olmamakla beraber, yaklaşık olarak 30-40 civarındadır.

Uzay kafes sistemlerin net olarak kaç adet market binası, spor salonun, vb. yapıların üst örtüsünde kullanıldığı bilinmemektedir. Yapılan araştırma ve yerinde incelemeler sonucunda uzay kafes sistemler en yaygın olarak spor tesislerinin üst örtüsünde tercih edildiği gözlemlenmiştir.

3. bölümde anlatıldığı gibi, KKTC'deki üniversite, lise, orta ve ilk okullarda, spor ve kültür yapılarında genel olarak uzay kafes çatı örtüleri tercih edilmektedir.

Çelik profilli yapıların, maliyet açısından hafif çeliğe göre daha pahalı olması ile 1990 yılında yapılan Toros Ailesine ait Konut Projesi'nden sonra gelişim gösteremeyerek, prestij binası olmaktan öteye gidememiştir. Belki bu konutu yapan mimarın mal sahibine tavsiyesi ve ısrarı olmasa, şu an KKTC'de çelik profillerle yapılmış bir konut örneği bulunmayacaktı.

Çelik profilli yapılar, genel olarak üniversite binaları, atölye, fabrika, vb. yapıları oluşturmaktadır. Örnek vermek gerekirse, temelleri 2005 yılında atılan ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü, çağdaş betonarme yapıların yanında bütün detayları en ince ayrıntısına kadar tasarlanmış çelik, çelik ve betonarmenin uyum içerisinde birlikte kullanıldığı yapıları KKTC'ye kazandırmıştır. ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü'nde; 1 adet Kapalı Spor Salonu (b/a ve çelik), 1 adet Bilim ve Teknoloji Müzesi (çelik), Öğrenci Yurtları (b/a ve çelik), vs. çeşitli gölgelik ve saçak elemanları yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir.

KKTC'de 2004 yılında yapılmaya başlanan hafif çelik yapılar, 2007 yılına gelindiği zaman daha fazla atercih edilmeye başlamıştır. Hafif çelik yapılar, zamandan tasarruf sağlaması, malzeme giderlerinin az olması vb. avantajları ile günümüzde kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

BÖLÜM 6 SONUÇ ve ÖNERİLER

Mağaralardan kentlere geçişteki tarihsel süreç içerisinde, insanoğlu farklı yerleşim alanlarında; kerpiç, taş bloklar, ahşap gibi farklı malzemeler kullanmış, böylece taşıyıcı sistemlerin oluşumunu sağlamıştır. Günümüzde halen taşıyıcı sistem oluşturmada farklı malzeme kullanımı arayışları devam etmektedir.

Günümüz mimarisi taşıyıcı sistemlerinde, çelik kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yapı malzemesi olarak çeliği tanımak, çelik yapı bileşenlerini, birleşim türlerini ve oluşacak taşıyıcı sistem özelliklerini, yarar ve sakıncalarını bilmek gerekmektedir.

Çeliğin doğru kullanımı ile oluşan görkemli yapılar sayesinde, çeliği ‘çağın malzemesi’ olarak adlandırmak yanlış olmayacaktır.

Çeliğin yapılardaki kullanımı ihtiyaçlar doğrultusunda gelişmektedir. Az katlı, büyük ölçekli yapılarda, taşıyıcı sistem olarak çelik malzemenin mimariye sağladığı en büyük yarar, küçük en kesitle büyük açıklık geçebilmektir. Böylece endüstriyel yapılar, terminal yapıları, alışveriş merkezleri, üniversite yapıları, galeriler, vb. yapılarda tercih sebebi olmuştur. Hafif bir malzeme olması ile büyük açıklıkları geçebilen serbest formlar oluşturmaya imkan vererek, mimariye özgürlük kavramını kazandırmıştır.

Çeliğin kendine has farklı özellikleri bulunmasından dolayı sadece taşıyıcı, yük taşıyan bir malzeme olarak düşünülmemelidir. Çelik, strüktürel bir eleman olarak düşünülüp buna göre tasarlanması gerekmektedir. Tasarlanan çelik yapıyı, en az malzeme ile en mükemmel hale nasıl getirileceğini göz önünde bulundurulmalıdır.

Dünyaya ve gelişmiş ülkelere bakıldığı zaman, deprem kuşağında yer alan ülkelerin inşaat sektöründe, çelik kullanım oranı oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Dünyada %40-50 oranında çelik kullanılmaktadır. Yapılarda; Almanya, Japonya, İngiltere ve ABD gibi ülkelerde kullanılmaya başlanan çelik konstrüksiyon artarak günümüze kadar gelmiştir.

Yapılardaki çelik kullanımı Japonya ve ABD’de %60 üzeri, İngiltere’de %54, İskandinav ülkelerinde %40, Almanya ve Fransa’da %30’un üzeri, Türkiye’de %5 ve KKTC’de %3’tür (Korkmaz, Badem, 2004) (KTMMOB, Mimarlar Odası, 2012) (Terim, 2001).

Çelik yapıların kullanımı özellikle KKTC için yenidir. Bu alanda çalışmalar yoğunlaştırılmalı, her geçen gün gelişmekte olan çelik yapı teknolojileri ülkemize de uyarlanmalıdır.

Türkiye’de uygulanan deprem yönetmeliğine, genel olarak KKTC’de de uyulmaktadır. Çok kapsamlı olan bu yönetmelik, KKTC’ye uygun değişikliklere uğrayarak burada kullanılmaktadır. Tüm yapılarda, KKTC’de yürürlükte olan Fası196’ya ve yayınlanan yönetmeliklere uyum temel esaslardandır.

KKTC 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Dolayısıyla çelik yapılardaki tüm hesaplamalar KTMMOB İnşaat Mühendisler Odası Deprem Yönetmeliği’nin getirdiği standartlar ve sınırlamalar doğrultusunda yapılmaktadır. Yönetmelik, çelik binaların yapılmasını zorlaştırmamaktadır. 3. derece deprem bölgesi kriterleri göz önünde tutularak tüm hesaplamalar bu çerçevede yapılmaktadır.

2012 yılına kadar, KKTC’de çelik profilli yapılar ve uzay kafes sistemler hızlı bir gelişim gösterememiştir. Uzay kafes çatı sistemleri genel olarak, spor salonu, market, spor sahası seyirci tribünleri, resmi geçit törenlerinin yapıldığı alanlarda, tarihi mekanların üst örtülerinde, vb. alanlarda kullanılmakta ve sayıları 30-40’ı geçmemektedir.

Çelik profilli konutlar gelişim gösterememiştir. Mimarlar Odası’na kayıtlı ilk mimar olan Ahmet Vural Behaeddin’in tasarladığı Toros Konut Projesi dışında, çelik profillerle yapılmış başka bir konut projesi bulunmamaktadır. Çelik profilli yapılar son yıllarda genel olarak üniversite yapılarında ve endüstri yapılarında kullanılmaktadır.

4. bölümde anlatıldığı gibi, 2009-2012 yılları arasında hafif çelik yapı sistemleri sistematik bir gelişim göstermiştir. (Tablo 6.1)

Tablo 6.1 2009-2012 yılları arasındaki betonarme ve hafif çelik sistemli konut oranları

	Betonarme Konut Yapıları	Hafif Çelik Konut Yapıları	Toplam
2009	1927 (%98.5)	28 (%1.5)	1955
2010	1564 (%98)	30 (%2)	1594
2011	1741 (%97)	49 (%3)	1790
2012	1567 (%96)	70 (%4)	1637
2009-2012	6799 (%97)	177 (%3)	6976

Hafif çelik yapı sistemleri, ağırlıklı olarak ‘hafif çelik konut yapıları’ alanında gelişmiştir. Betonarme konut yapıların kullanımı; 2009’da %98.5, 2010’da %98, 2011’de %97, 2012’de %96 oranındadır. Hafif çelik konut yapıları; 2009’da %1.5, 2010’da %2, 2011’de %3, 2012’de %4 oranındadır. (Tablo 6.1)

2004 yılında 1 olan hafif çelik yapı firma sayısı 2012’de 3 ve üzerine çıkmıştır. Bu artış KKTC’nin hafif çelik yapı alanında ilerleme gösterdiği ve göstereceğini doğrulamaktadır. Yeni olarak gelişen hafif çelik yapı sektörünün daha da ilerleyip geniş kullanım alanlarına olanak sağlayacağını düşünülmektedir.

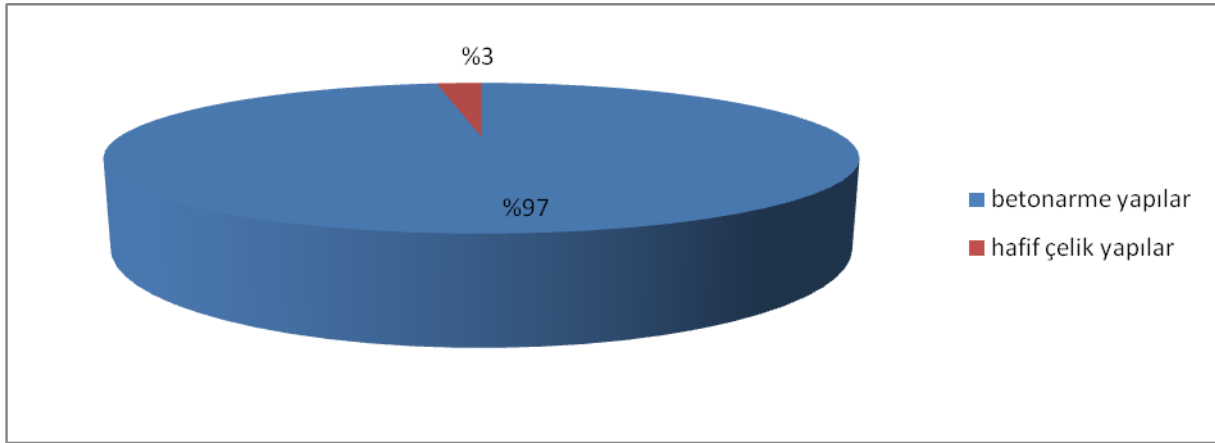
Çeliğin bilhassa konut yapımında tercih edildiği görülmektedir. Betonarme yapıların betonu için çimentoya katılan agrega, çakıl ve kumun çevreyi yoğun bir şekilde tahrip etmektedir. Bunun örneği KKTC’deki taş ocaklarının yarattığı tahribatta görülebilmektedir. O nedenle çelik kullanımı betonarmeye göre çevreyi koruma açısından kaçınılmaz ve tercih edilen bir yapı malzemesi olarak ortaya çıkmaktadır.

2012 yılında Mimarlar Odası’ndan alınan bilgilere göre; 2009-2012 yılları arasında KKTC’de 11696 yapı ruhsatı verilmiştir. Yapıların büyük bir oranı betonarme yapı sistemi ile yapılmıştır. 2009-2012 yılları arasında, 9555 adet betonarme yapı, 313 adet hafif çelik yapı, 169 adet betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapı yapılmıştır.

2009 yılında yapılan betonarme yapı oranı %83 iken, 2010 yılında bu oran %80’e düşmüştür. 2011 yılında betonarme yapı oranı yine %83’e ulaşırken 2012 yılında %80’e düşmüştür.

2009-2012 yılları arasında, betonarme yapıların sayılarındaki küçük artma ve azalmalar dışında bir farklılık görülmemiştir. 2009 yılında betonarme ve çeliğin birlikte kullanıldığı yapı oran %2, 2010 yılında %1.5, 2011 yılında %1 ve 2012 yılında ise %2'dir. 2009 yılında genel yapı toplamının %1'ini oluşturan hafif çelik yapılar, 2010'da %2'ye, 2011'de %3'e ve 2012'de %4'ye yükselmiştir.

Genel oranlara bakıldığında, bir zamanlar tamamen betonarme olan yapılar, Mimarlar Odası 2009-2012 yılları arasındaki verilerine göre, %97 oranındaki betonarme yapılara ilaveten %3 oranında hafif çelik yapının da olduğu görülmektedir. (Şekil 6.1)



Şekil 6.1 2009-2012 yılları arasındaki betonarme ve hafif çelik yapıların karşılaştırılması

Betonarme yapılar en çok tercih edilen yapı sistemi olmakla birlikte en ağır olan yapılardır. Sadece ağırlık bir binanın maliyetini ve kullanımını belirlememektedir. Bina seçiminde çok daha farklı kriterler vardır. Betonarme KKTC'de yaygın olarak kullanılan ve en kolay üretilen malzeme olduğu için uzun süreden beri halen seçilmeye devam ettiği düşünülmektedir. Hafif çelik yapıların ise gittikçe ivme kazandığı görülmektedir.

Ağırlık bakımından, hafif çelik yapılar betonarme yapılara göre oldukça hafiftir. Hafif çelik yapı sistemlerde fazla malzeme kullanılmasına karşın, betonarme yapıların ölü yükünün çok fazla olmasından dolayı iki sistem arasında büyük ağırlık farkları bulunmaktadır. Çelik profil yapılar ise en hafif olan sistemlerdir. Çelik profillerde, duvarlar taşıyıcılık görevi üstlenmediği için hafif çelik yapı sistemlerindeki gibi fazla malzeme kullanılmasına gerek kalmamakta ve yapı ağırlaşmamaktadır.

Uzay kafes çatı sistemlerde kullanılan malzemenin az olmasıyla, çatı ağırlığı azalmaktadır. Bu sistemi taşıyan alt bölümdeki betonarme alt yapı ya da çelik profilli alt yapı üzerindeki uzay kafesler, yapıyı çok fazla ağırlaştırmayarak ekonomik çözümler sağlamaktadır.

Uzay kafes sistemler, büyük açıklık geçmede oldukça ekonomik ve hafif olsalar da konut vb. çok katlı binaların yapımına uygun olmadıkları için bina yapımında kullanılmamaktadır.

Çelik yapıların tasarımı, yaygınlaşması ve doğru kullanımındaki en önemli etkenlerin başında üniversite eğitiminin olduğu açıktır. Dolayısıyla çelik yapıların üniversite müfredatlarına dahil edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Eğer çelik yapı alanı üniversitelerin ders kapsamında ise bu alana daha fazla özen gösterilmesi, ders saatlerinin artırılması, mimar ve mimar adaylarının bu alana özendirilmesi gerekmektedir. Çelik yapıların mimari projelerinin her aşamasında mühendisle birlikte çalışılmalıdır. Bu açıdan bir takım zorluklar yaşanabilmektedir. Örneğin; aks aralıkları, çaprazların konumu, cephe elemanlarının bağlantı detayları gibi birçok konuda mimar ve mühendislerin birlikte karar verme zorunluluğu bulunmaktadır. Çelik yapıların KKTC'deki uygulama alanı, çelik profil ve çelik malzemelerin genel olarak yurt dışından getirildiği endüstri yapıları ve üniversite yapıları ile sınırlı kalmıştır. Buna bağlı olarak bu alanda deneyimli proje ofislerinin sayısının da sınırlı olduğu düşünülmektedir. Söz konusu ofislerde yetişmiş teknik elemanların endüstri yapılarında ve üniversite yapılarında edindiği deneyim, bina tasarımı için yeterli düzeye ulaşamayabilmektedir. Çelik yapıların uygulama projelerini yapan mimar ve mühendislerin üretim ve montaj konularına da hakim olması gerekmektedir. Yapılabilecek bir düzenleme ile projeci-şantiyeci ayrımının yapılmayarak, projeyi hazırlayan mimar ve mühendislerin uygulamada da görev almaları halinde bu sorunun da en aza ineceğini düşünülmektedir.

KKTC'nin genel anlamda betonarme yapılara alışmış bir ülke olmasından, çelik hesabı yapabilen mühendislerin sayısı ve çelik kullanarak bina tasarlayan mimarların sayısı da oldukça azdır. Mimar ve mühendislerin çeliğin önem ve özellikleri bakımından daha çok bilgilendirilip, bu yönde teşvik edilmesi gerekmektedir. KKTC'de bugüne kadar pek fazla uygulanmayan 'çelik yapılar' gelişime açık bir sektördür. KKTC'de çelik yapı alanında yapılabilecek birçok uygulama olabileceği için bu konunun başka araştırmacılar tarafından da dikkate alınarak özenle araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akıncıtürk, N., İpekci, C. A. (?). Çelik Taşıyıcı Sistemlerde Yangın Yalıtımı ve Alçının Kullanımı, (<http://www.yapkat.com/images/Malzeme/Dosya/42402285337445967479944229.pdf>).
- Altay, G., Güneyisi, E., M. (2005). Türkiye’de Yapısal Çelik Sektörü ve Yeni Gelişmeler, Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, (<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11059.pdf>).
- Arun, G. (-). Çelik İskelet Yapıların Mimari Tasarımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Atun, H. (2010). Mimar Ahmet Vural Behaeddin, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.
- Ay, Z., Durmuş, G. (2002). Prefabriğe Çelik Uzay Kafes Sistemler ve Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar, TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 418, (46-50), (<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/352.pdf>).
- Aydinoğlu, N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H. (2009). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar ve Örnekler Kitabı, İstanbul.
- Baktır, S. (2006). Yapı Malzemelerindeki Teknolojik Gelişmelerin Mimari Biçimlendirmeye Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Ankara.
- Baçoğlu, K. (2007). Çok Katlı Yapılarda Esnek ve Değişebilir Düşey Bölme Elemanları, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık ve Çevre Anabilim Dalı, Ankara.
- Behaeddin, T. T. (2010). Anılarda Ahmet Vural Behaeddin, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.
- Bilgin, Ç. (2002). Çelik Teknoloji Tasarım, Ege Mimarlık, sayı 37, (29-31).
- Bodamyalızade, E. Z. (2010). Mimar ‘Ahmet Vural Behaeddin’, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.
- Büyüktaşkın, H. A. (2001). Soğukta Şekil Verilmiş İnce Cidarlı Çelik Elemanlar ve Taşıyıcı Sistemler, Çelik Yapılar Dergisi, Türk Yapısal Çelik Derneği Yayınları, İstanbul, (24).
- Çelik, D. (2010). Ahmet Vural Behaeddin, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.
- Çıngı, F. (2005). Çelik Kiriş Kolon Birleşimlerinin Sismik Tasarım Parametreleri İçim Bir Yazılım, TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 435, (69-76).

Çobanoğlu, M. (2011). Çelik Yapılar Mesleki Eğitim Semineri, KTMMOB, Lefkoşa.

Davulcu, T. (2010). ‘Mimar Ahmet Bey’: Ahmet Vural Behaeddin, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.

Demirel, F., Özkan, E. (2003). Çelik Yapı Bileşenleri ve Yangın Güvenlik Önlemleri, Gazi Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 18, No 14, (89-107).

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007). KTMMOB, Lefkoşa.

Deren, H., Uzgider, E., Piroğlu, F. (1995). Çelik Yapılar, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.

Engel, H. (2004). Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, İstanbul.

Ekinci, S., Eşsiz, Ö. (2005). Deprem Bölgelerinde Hafif Çelik Yapım Sistemleriyle Üretilen Konutların Uygulanabilirliği, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, (670-677), (http://kocaeli2007.kocaeli.edu.tr/kocaeli2005/deprem_sempozyumu_kocaeli_2005/4_yapi_ve_yerlesimler/d_22_depreme_dayanikli_yapi_tasarimi/deprem_bolgelerinde_hafif_celik_yapim_sistemleriyle_uretilen_konutlarin_uygulanabilirligi.pdf).

Ekinci, S. (2006). Hafif Çelik Yapım Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Eren, Ö. (2007) Çelik Yapılar, Arı Sanat Yayınları, İstanbul.

Erkekel, A. (2006). Yüksek Bina Strüktürel ve Kabuk Sistemlerinin İlişkisi ve Gelişimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Ankara.

Eşsiz, Ö. (2005). Deprem Bölgelerindeki Yapılarda Çelik Çapraz Çerçeve Sistemlerinin Avantajları, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, (665-667), (http://kocaeli2007.kocaeli.edu.tr/kocaeli2005/deprem_sempozyumu_kocaeli_2005/4_yapi_ve_yerlesimler/d_22_depreme_dayanikli_yapi_tasarimi/deprem_bolgelerindeki_yapilarda_celik_capraz_cerceve_sistemlerinin_avantajlari.pdf).

Eşsiz, Ö., Koman, İ. (2007). Modüler Hücre Sistemlerde Genel Uygulamalar, Yapı Dergisi, Sayı 363, İstanbul, (94-98).

Eyüce, Ö. (2002). Teknoloji ve Mimarlık İlişkisinde Çelik ve Cam Mimarlığı Üzerine, Ege Mimarlık, sayı 37, (6-7).

Hasol, D. (1998). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yem Yayınları, İstanbul.

Hurol, Y. (2010). Mimarlıkta Tektoniğe Bir Bakış ve Ahmet Vural Behaeddin, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.

Işık, B. (2001). Hafif Çelik Taşıyıcı Yapılar, Çelik Yapılar Dergisi, Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını, İstanbul, (25-28).

Işık, B. (2012). Kıbrıs Dilekkaya’da Püskürtme Tekniği ile Karma Kerpiç Konut İnşaatı, 3. Konut Kurultayı, KTMMOB, Lefkoşa.

Korkmaz, K. A., Çelik, D. (2008). Merkezi Çaprazlı Çelik Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 26, Sayı 1, Isparta, (58-67),

Kurtay, C., Badem, M. (2004). Avrupa Ülkeleri ve Türkiye’deki Çelik Yapı Uygulama Olanak ve Kısıtlamalarının İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 19, No 4, Ankara, (351-363).

Lam, D., Ang, T.C., Chiew, S. P., (2005). Çelik Yapılar, Bilişim Yayınevi, İstanbul.

Farrelly, L. (2012). Yapım + Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.

Marulyalı, Y. (2002). Çelik ve Mimarlık, Ege Mimarlık, sayı 37, (22-25).

Mermer, O. (2008). Hafif Çelik Konutlarda Yangın Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya.

Mozaikçi, B. (?). Mimarlıkta Forma Dayalı Algı Kavramı, Metal Malzemeler Üzerine Bir İnceleme, Doğu Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gazimağusa, (46-54).

Orbay, Y. K. A. (2001). 21.y.y. Teknoloji Çelik, Ege Mimarlık, sayı 37, (26-28).

Öğüt, M. R. (2006). Az Katlı Yapılarda Taşıyıcı Sistem Olarak Çelik Malzemenin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İzmir.

Özden, A., Sev, A. (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Özgül, Ö. S. (2009). Yapısal Çelik Sektörünün Türkiye’deki Gelişimi, Çelik Yapılar Dergisi, Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını, İstanbul.

Öztürk, A. Z. (2007). Çelik Yapılar, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Öztürk, M. (2008). Çelik Taşıyıcı Sistemli Yapılarda Yapı Elemanlarının Farklı Malzemeli Yapı Bileşenleri İle Bağlantılarının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İzmir.

ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Öğrenci Yurtları, (temmuz 2007). Raf Dergisi, Sayı 09, İstanbul, (1-15).

ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Spor Kompleksi ve Ana Giriş Kapısı (mart 2008). Raf Dergisi, sayı 13, İstanbul, (1-16).

Savaşır, K., Orbay, A. (2004). Tonoz Biçimli Çift Katlı Uzay Kafes Sistemlerin Çeşitli Kriterler Açısından Etkinliğinin Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Çalışma, Dokuz Eylül Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 6, Sayı 1, (39-49).

Sesigür, H., Çılı, F. (2006). Az Katlı Binalar İçin Alternatif Yapı Sistemi, İTÜ Dergisi, Cilt 5, Sayı 1, İstanbul, (47-56).

Sipahioğlu, V. (2006). Teknolojik Anlatım Aracı Olarak Çelik Mimarlığı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Ankara.

Süer, D. (2001). Mimarlıkta Cam ve Çelik, Ege Mimarlık, sayı 37, (5).

Şahin, Y. E. (2011). Konut Mimarisinde Çelik Sistem İle Betonarme Sistemin Çeşitli Parametrelerde Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Tama, Y. S. (2002). Çelik Yapılarda Moment Dayanımlı Çerçeveler, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, (63-72).

Tama, Y. S. (2009). Çelik Yapı Uygulamalarında Kullanılan Kaynak Yöntemleri, Üstünlükleri ve Sakıncalı Yönleri, Çelik Yapılar Dergisi, TUSCA Yayını, İstanbul, Sayı 20, (29-33).

Tama, Y. S. (2005). Çelik Yapılarda Petek Kiriş Uygulamaları, Çelik Yapılar Dergisi, TUSCA Yayını, İstanbul, Sayı 8, (29-35).

Tasarım Dergisi (Haziran 1991). Toros Evi, Tasarım Yayın Grubu, Sayı 14, İstanbul, (73-81).

Terim, B. (2006). Hafif Çelik Çerçeve Sistemler, Ege Mimarlık, Sayı 56, İzmir, (44-47).

TUSCA (Türk Yapısal Çelik Derneği). Yapısal Çelik Kullanımı, Üretim Kapasiteleri, Çeliğin Avrupa ve Türkiye İnşaat Sektöründeki Yeri, Türk Yapısal Çelik Derneği, 2005.

Türk Yapısal Çelik Derneği Yapı Çeliği İşleri Şartnamesi (2007). TUSCA, İstanbul.

Türk Standardı (1979). Ankara.

Türkçü, H.Ç. (2009). Çağdaş Taşıyıcı Sistemler, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Türkçü, H.Ç. (2010). Yapım, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Uraz, T. U., Pulhan, H., Uluçay, P. (2010). Ahmet Vural Behaeddin Mimarlığı: Bir Modernistin Yerel Açılımları, İz Bırakmış Kıbrıslı Türkler Sempozyumu 5, DAÜ KAM Yayınları, Gazimağusa.

Vural, N. (2000), Uzay Kafes Strüktür Sistemleri ve Türkiye’deki Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Trabzon.

Yapı Dergisi (Haziran 2008). ODTÜ KKTC Kampüsü Yurt Binaları, Sayı 319, İstanbul, (84-90).

Yardımcı, N. (2005). Türkiye’deki Çelik Yapılar, TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı, 435, (22-24).

Yemez, K. (2009). Çelik Yapı Tasarımını Hazırlayan Son Dönemlerdeki Araştırma ve Gelişmeler, 3. Ulusal Çelik Yapılar Sempozyumu, İstanbul, (<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11059.pdf>).

Yıldırım, S.G. (2012). Hafif Çelik Konstrüksiyon Çatı Sistemleri, 6. Ulusal Çatı Cephe Sempozyum, Uludağ Üniversitesi Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, Bursa, (<http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum6/7.pdf>).

Yorgun, C. (2005). Çelik Sac-Beton Kompozit Döşeme Sistemlerinin Uygulamalarına Yönelik Değerlendirmeler, TMH, Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 435, (60-64), (<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/121.pdf>).

SÖZLÜ KAYNAKLAR

Cyprus Proev, karşılıklı görüşme, 2012.

Gazimağusa Belediyesi, karşılıklı görüşme, 2012.

Güzelyurt Belediyesi, İmar Bölümü, karşılıklı görüşme, 2012.

Hebo Yapı, karşılıklı görüşme, 2012.

Reflexteam Construction, karşılıklı görüşme, 2012.

Toros Ailesi, karşılıklı görüşme, 2012.

WEB

<http://www.tusca.org/celik-yapilar-yazi.asp?yazi=230>

<http://www.tusca.org/celik-yapilar-yazi.asp?yazi=251>

<http://www.scribd.com/doc/52312014/32/Celik-Kolonlar>

<http://www.scribd.com/doc/84476514/16/Kolon-Govdelerinin-Te%C5%9Fkili>

http://ftparch.emu.edu.tr:21/Projects/dekanlik/FACULTY_vew_21.02.08/A.Behaeddin/MI-M-BEHA%20rector-chancellor.doc

<http://www.neu.edu.tr/node/4149>

<http://v2.arkiv.com.tr/p7082-odtu-kuzey-kibris-kampusu-kapali-spor-salonu-yuzme-havuzu-ve-giris-kapisi.html>

<http://www.raf.com.tr/projectçphp?ID=18>

<http://www.reflexteamconstruction.com/mod/projectdetails/1289144939/Magusa%20Arena>

<http://www.hebokkctc.net>

http://gundem.emu.edu.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=64%3Amausa-arena-acildi&catid=44%3Aspor&Itemid=88&lang=tr

http://www.ledraart.com/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=116

<http://www.aksanyapi.com/>

http://hafif-celik.blogspot.com/2011_01_01_archive.html

<http://www.vefagroup.com/>

<http://www.algandemir.com/>

<http://www.arsercelik.com/>

<http://www.prefab.org.tr/tr/Default.aspx>

EKLER

Ek 1 Taşıyıcı Sistem Ağırlıklarının Karşılaştırılması.....	146
Ek 2 KKTC Çelik Yapı Envanteri.....	149

Ek 1 Taşıyıcı Sistem Ağırlıklarının Karşılaştırılması

EK 1.1 Betonarme Karkas Sistem

Sıra No	Açıklama	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Özgülük (kg/m³)	Toplam Adet	Toplam Ağırlık (kg)	Ağılık (kg/m²)
1	Kolon	3,43	0,25	0,5	2500	9	9647	907,5
2	Kiriş	5	0,25	0,5	2500	12	18750	265,6
3	Döşeme	8,25	8,25	0,15	2500	1	25523	1485,6
Toplam							53920	539

EK 1.2 Çelik Profil Sistem

Sıra No	Açıklama	Profil	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Et Kalınlığı_1 (mm)	Et Kalınlığı_2 (mm)	Öz ağırlık (kg/m³)	Toplam Adet	Toplam Boy (m)	Toplam Ağırlık (kg)	Ağırlık (kg/m²)
1	Kolon Profil Çelik	HEA180	171	180	6	9,5	7850	9	3,43	1077,4	10,8
2	Kiriş Profil Çelik	IPE180	180	90	8	5,3	7850	12	4,95	1116,3	11,2
3	Aşık Kiriş Profil Çelik	NPU180	100	50	4,5	6,8	7850	20	3,43	608,5	6,1
Toplam									2802,2	28,0	

EK 1.6 Alt Yapı Çelik Profil

Sıra No	Açıklama	Profil	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Et Kalınlığı_1 (mm)	Et Kalınlığı_2 (mm)	Özgül Ağırlık (kg/m ³)	Toplam Adet	Toplam Boy (m)	Toplam Ağırlık (kg)	Ağırlık (kg/m ²)
1	Kolon Profil Çelik	HEA180	171	180	6	9,5	7850	8	3,43	957,7	9,6
2	Kiriş Profil Çelik	IPE180	180	90	8	5,3	7850	8	4,95	744,2	7,4

Toplam 1701,9 17,0

Ek 2 KKTC Çelik Yapı Envanteri

Ek 2.1 ODTÜ KKK Bilim ve Teknoloji Müzesi

ODTÜ KKK Bilim ve Teknoloji Müzesi	
Yapı	ODTÜ KKK Bilim ve Teknoloji Müzesi
Mimarı	-
Mühendisi	-
Yapım Yılı	2009
Binanın Yapıldığı Ülke	Kalkanlı/KKTC.
İşlevi	Bilim ve Teknoloji Müzesi.
Yapım Sistemi	Prefabrike Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Eğilmeye Çalışan Çelik Strüktür.
Geometrisi	Eliptik.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Çelik, alüminyum, titanyum-çinko.



Ek 2.2 UKÜ Arena

UKÜ Arena	
Yapı	UKÜ Arena
Mimarı	-
Mühendisi	-
Yapım Yılı	2010
Binanın Yapıldığı Ülke	Lefkoşa/KKTC.
İşlevi	Spor Salonu
Yapım Sistemi	Prefabrike Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Eğilmeye Çalışan Çelik Strüktür.
Geometrisi	Elipitik.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Çelik, alüminyum, titanyum-çinko.



Ek 2.3 ODTÜ Öğrenci Yurtları

ODTÜ KKK Öğrenci Yurtları	
Yapı	ODTÜ KKK Öğrenci Yurtları
Mimarı	Tektonika Mimarlık.
Mühendisi	Prota Mühendislik.
Yapım Yılı	2007.
Binanın Yapıldığı Ülke	Kalkanlı/KKTC.
İşlevi	Öğrenci Yurdu.
Yapım Sistemi	Betonarme Yerinde Yapım ve Prefabrike Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Betonarme Karkas ve Çelik Konstrüksiyon.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Beton, Çelik.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Taş Kaplama, Cam.



Ek 2.4 Alayköy Fabrikası

Alayköy Fabrika	
Yapı	Alayköy Fabrika
Mimarı	-
Mühendisi	-
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Alayköy/KKTC.
İşlevi	Fabrika.
Yapım Sistemi	Prefabrika Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Çelik İskelet Sistemi.
Geometrisi	Dikdörtgensel Pizmatik Hacim
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Çelik.



Ek 2.5 DAÜ Spor Salonu

DAÜ Spor Salonu	
Yapı	DAÜ Spor Salonu
Mimarı	-
Mühendisi	-
Yapım Yılı	-
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Spor salonu.
Yapım Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve prefabrike çelik konstrüksiyon çatı.
Taşıyıcı Sistem	Betonarme yerinde yapım ve düzlem yüzeyli uzay kafes sistem.
Geometrisi	Çatı; düzlem yüzeyli piramidal uks. Bina kütlesi; Prizmatik dörtgensel hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Betonarme ve cam



Ek 2.6 LAÜ Spor Salonu

LAÜ Spor Salonu	
Yapı	LAÜ Spor Salonu
Mimarı	LAÜ Proje Ekibi
Mühendisi	LAÜ Proje Ekibi
Yapım Yılı	2007.
Binanın Yapıldığı Ülke	Lefke/KKTC.
İşlevi	Spor salonu.
Yapım Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve prefabrike çelik konstrüksiyon çatı.
Taşıyıcı Sistem	Betonarme yerinde yapım ve düzlem yüzeyli uzay kafes sistem.
Geometrisi	Çatı; düzlem yüzeyli piramidal uks. Bina kütlesi; Prizmatik dörtgensel hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Betonarme ve cam.

The image shows the interior of the LAÜ Spor Salonu, highlighting the structural design. It features a complex blue steel truss system that supports the roof. Two prominent orange vertical columns are visible, providing additional support. The walls are clad in white corrugated metal panels. Several rectangular light fixtures are mounted on the truss structure, illuminating the space.

Ek 2.7 Güzelyurt Meslek Lisesi Kafeteryası

Güzelyurt Meslek Lisesi Kafeteryası	
Yapı	Güzelyurt Meslek Lisesi Kafeteryası
Mimarı	KKTC Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı mimarları
Mühendisi	KKTC Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı inşaat mühendisleri
Yapım Yılı	2008
Binanın Yapıldığı Ülke	Güzelyurt/KKTC.
İşlevi	Kafeterya
Yapım Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve prefabrike çelik konstrüksiyon çatı.
Taşıyıcı Sistem	Betonarme yerinde yapım ve düzlem yüzeyli uzay kafes sistem.
Geometrisi	Çatı; düzlem yüzeyli piramidal uks. Bina kütlesi; Prizmatik dörtgensel hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Betonarme ve cam.



Ek 2.8 Dr. Fazıl Küçük Bulvarı Toplanma Alanı

Dr. Fazıl Küçük Bulvarı Toplanma Alanı	
Yapı	Dr. Fazıl Küçük Bulvarı Toplanma Alanı
Mimarı	Lefkoşa Türk Belediyesi
Mühendisi	Lefkoşa Türk Belediyesi
Yapım Yılı	2011
Binanın Yapıldığı Ülke	Lefkoşa/KKTC.
İşlevi	Toplanma Alanı.
Yapım Sistemi	Betonarme yerinde yapım ve prefabrike çelik konstrüksiyon çatı.
Taşıyıcı Sistem	Betonarme yerinde yapım ve düzlem yüzeyli uzay kafes sistem.
Geometrisi	Çatı; düzlem yüzeyli piramidal uks. Bina kütlesi; Prizmatik dörtgensel hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Betonarme ve cam.
	

Ek 2.9 Güzelyurt Belediyesi Ofis Binası

Güzelyurt Belediyesi Ofis Binası	
Yapı	Güzelyurt Belediyesi Ofis Binası
Mimarı	Hebo yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2010.
Binanın Yapıldığı Ülke	Güzelyurt/KKTC.
İşlevi	Ofis.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.10 DAÜ Öğrenci Yurtları

DAÜ Öğrenci Yurtları	
Yapı	DAÜ Öğrenci Yurtları.
Mimarı	Aksan Yapı
Mühendisi	Aksan Yapı.
Yapım Yılı	2004
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Yurt.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.11 Lefkoşa Konut Projesi

Lefkoşa Konut Projesi	
Yapı	Lefkoşa Konut Projesi.
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Lefkoşa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement



Ek 2.12 Gazimağusa Konut Projesi-1

Gazimağusa Konut Projesi	
Yapı	Gazimağusa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.13 Kumyalı Konut Projesi

Kumyalı Konut Projesi	
Yapı	Kumyalı Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Kumyalı/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.14 Bafra Konut Projesi

Bafra Konut Projesi	
Yapı	BafraKonut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Bafra/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.15 Büyükkonut Konut Projesi

Büyükkonut Konut Projesi	
Yapı	Büyükkonut Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Büyükkonut/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.16 Göçeri Konut Projesi

Göçeri Konut Projesi	
Yapı	Göçeri Konut Projesi.
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Göçeri/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.17 Gazimağusa Konut Projesi-2

Gazimağusa Konut Projesi	
Yapı	Gazimağusa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012.
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.18 Kermiya Konut Projesi

Kermiya Konut Projesi	
Yapı	Kermiya Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Kermiya/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.19 Mehmetçik Konut Projesi

Mehmetçik Konut Projesi	
Yapı	Mehmetçik Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Mehmetçik/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.20 Lefkoşa Konut Projesi

Lefkoşa Konut Projesi	
Yapı	Lefkoşa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012.
Binanın Yapıldığı Ülke	Lefkoşa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.21 Lefkoşa Konut Projesi

Lefkoşa Konut Projesi	
Yapı	Lefkoşa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Lefkoşa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.22 Gazimağusa Konut Projesi-3

Gazimağusa Konut Projesi	
Yapı	Gazimağusa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	—



Ek 2.23 Gazimağusa Konut Projesi-4

Gazimağusa Konut Projesi	
Yapı	Gazimağusa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.24 Gazimağusa Konut Projesi-5

Gazimağusa Konut Projesi	
Yapı	Gazimağusa Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Gazimağusa/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.25 Tuzla Konut Projesi

Tuzla Konut Projesi	
Yapı	TuzlaKonut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Tuzla/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.26 Yeniceköy Konut Projesi

Yeniceköy Konut Projesi	
Yapı	Yeniceköy Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Yeniceköy/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.27 Yıldırım Konut Projesi

Yıldırım Konut Projesi	
Yapı	Yıldırım Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012
Binanın Yapıldığı Ülke	Yıldırım/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.28 Şahinler Konut Projesi

Şahinler Konut Projesi	
Yapı	Şahinler Konut Projesi
Mimarı	Hebo Yapı.
Mühendisi	Hebo Yapı.
Yapım Yılı	2012.
Binanın Yapıldığı Ülke	Şahinler/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement.



Ek 2.29 Güneşköy Konut Projesi

Güneşköy Konut Projesi	
Yapı	Güneşköy Konut Projesi
Mimarı	Cyprus Proev.
Mühendisi	Cyprus Proev.
Yapım Yılı	2011.
Binanın Yapıldığı Ülke	Güneşköy/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Plastik cephe kaplama.



Ek 2.30 Bostancı Konut Projesi

Bostancı Konut Projesi	
Yapı	Bostancı Konut Projesi
Mimarı	Cyprus Proev.
Mühendisi	Cyprus Proev.
Yapım Yılı	2012.
Binanın Yapıldığı Ülke	Bostancı/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Fibercement



Ek 2.31 Kumköy Konut Projesi

Kumköy Konut Projesi	
Yapı	Kumköy Konut Projesi
Mimarı	Cyprus Proev.
Mühendisi	Cyprus Proev.
Yapım Yılı	2011.
Binanın Yapıldığı Ülke	Kumköy/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Plastik cephe kaplama.



Ek 2.32 Akçay Konut Projesi

Akçay Konut Projesi	
Yapı	Akçay Konut Projesi
Mimarı	Cyprus Proev.
Mühendisi	Cyprus Proev.
Yapım Yılı	2011.
Binanın Yapıldığı Ülke	Akçay/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Plastik cephe kaplama.



Ek 2.33 Demirhan Konut Projesi

Demirhan Konut Projesi	
Yapı	Demirhan Konut Projesi
Mimarı	Cyprus Proev.
Mühendisi	Cyprus Proev.
Yapım Yılı	2010.
Binanın Yapıldığı Ülke	Demirhan/KKTC.
İşlevi	Konut.
Yapım Sistemi	Prefabrike Hafif Çelik Konstrüksiyon.
Taşıyıcı Sistem	Hafif Çelik Sistem.
Geometrisi	Prizmatik Dikdörtgensel Hacim.
Yapıda Kullanılan Malzemeler	Çelik, beton.
Cephede Kullanılan Örtü Malzemeleri	Plastik cephe kaplama.



