

168491

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

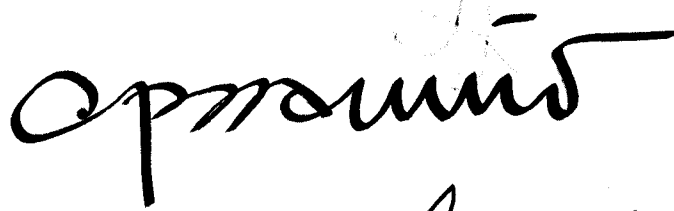
## HAFİF ÇELİK SİSTEM TAŞIYICI KURGUSU

Mimar Rehal SİYAHHAN

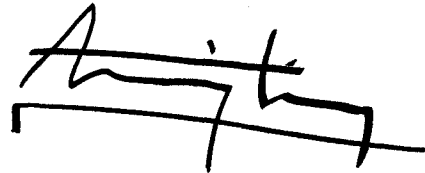
FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Görün ARUN



Prof. A. Zafer ÖZTÜRK



İSTANBUL, 2005

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç .....	2
1.2 Kapsam.....	2
1.3 Yöntem .....	3
2. SİSTEMİN TANIMI ve GELİŞİMİ.....	4
2.1 Sistemin Tanımı .....	4
2.2 Sistemin Gelişimi .....	7
2.3 Olumlu – Olumsuz Özellikleri .....	8
2.3.1 Olumlu Özellikleri.....	8
2.3.2 Olumsuz Özellikleri .....	10
3. SOĞUKTA ŞEKİLLENDİRİLMİŞ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ VE ÜRETİMİ .....	11
3.1 Çelik Malzemenin Özellikleri .....	11
3.1.1 Soğukta Şekillendirilmiş Malzemenin Genel Özellikleri.....	11
3.1.2 Korozyon .....	13
3.1.3 Isı.....	15
3.1.4 Ses .....	16
3.1.5 Yangın .....	17
3.2 Hafif Çelik Yapı Profillerinin Üretimi .....	19
3.2.1 Sürekli Şekil Verme Yöntemi .....	19
3.2.2 Pres Kullanma Yöntemi .....	22
3.3 Soğukta Şekillendirilmiş Profillerin Enkesitleri.....	26
3.4 Hafif Çelik Profillerin Boyutlandırma Problemleri.....	28
3.4.1 İnce Cidarlı Basınç Elemanlarında Yerel Burkulma ve Yerel - Burkulma Ötesi Yük Taşıma Kapasiteleri .....	28
3.4.2 Burulma Rijitliği.....	29
4. HAFİF ÇELİK SİSTEMİNİN KURULMASINDA KULLANILAN BİRLEŞİM ELEMANLARI .....	31
4.1 Kaynak.....	31

4.2	Perçin.....	33
4.3	Vida .....	34
4.4	Bulon .....	35
5.	HAFİF ÇELİK YAPI SİSTEMİNİ OLUŞTURAN ELEMANLAR.....	39
5.1	Temel.....	39
5.2	Duvar Konstrüksiyonu .....	41
5.3	Döşeme Konstrüksiyonu .....	56
5.4	Çatı Konstrüksiyonu.....	64
5.5	Hafif Çeliğin Taşıyıcı Sistem Kurgusu .....	71
5.5.1	Balon Çerçeve Sistemler .....	71
5.5.2	Platform Çerçeve Sistemler.....	73
6.	HAFİF ÇELİK YAPI SİSTEMİNİN DEPREM DAVRANIŞI .....	75
7.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	80
	KAYNAKLAR.....	83
	EKLER.....	85
	Ek 1 Hafif Çelik Sistemle Yapılmış Uygulamalar .....	86
	Ek 2 Profil Boyutları ve Açıklıklarla İlgili Tablolar (NASFA,2000) .....	89
	ÖZGEÇMİŞ .....	109

## SİMGE LİSTESİ

$d$	Bulon çapı
$e$	Bulon deliğinin kenara uzaklığı
$N$	Makaslama alanı için bir bulonun taşıyabileceği kuvvet
$r$	Kesitteki bulon veya bulonlarca aktarılan yükün, bu kesit tarafından aktarılan yüke oranı
$s$	Gerilme doğrultusuna dik doğrultuda bulonlar arası mesafe
$t_{min}$	İnce levhanın et kalınlığı
$\sigma_a$	Malzemenin akma gerilmesi
$\sigma_b$	Ezilme gerilmesi
$\sigma_n$	zayıf enkesitteki yırtılma gerilmesi
$\sigma_u$	Malzemenin kopma gerilmesi
$\tau$	Kayma gerilmesi



## **KISALTIMA LİSTESİ**

AISI American Iron and Steel Institute

NASFA North American Steel Framing Alliance



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Kısa sürede inşaat olanağı.....	1
Şekil 2.1 Hafif çelik yapının genel görünüşü.....	4
Şekil 2.2 Soğukta şekillendirilmiş profillerin kapı pencere ve bölücü eleman olarak kullanılması .....	5
Şekil 2.3 Soğukta şekillendirilmiş profillerin menfez, korkuluk, bariyer işaretleri olarak kullanılması .....	5
Şekil 2.4 Soğukta şekillendirilmiş profillerin alt yapı tesisatında kullanılması.....	6
Şekil 2.6 Hafif çelik malzemenin diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırılması.....	9
Şekil 2.7 Hızlı inşaat olanağı .....	9
Şekil 3.2 Soğukta şekillendirilmiş profiller ve hadde profili .....	12
Şekil 3.3 Şekillendirme işleminin malzemedeki etkileri .....	12
Şekil 3.4 Duvar kesiti .....	15
Şekil 3.5 Duvarlar arası ses yalıtımı .....	16
Şekil 3.6 Döşeme – duvar arası ses yalıtımı .....	16
Şekil 3.7 Ses yalıtımını arttıracak uygulamalar .....	17
Şekil 3.8 Yangın önlemi alınmış duvar kesiti .....	18
Şekil 3.9 Yalıtım türleri .....	18
Şekil 3.10 Çiftli tabaka levha kullanımı .....	19
Şekil 3.11 Sürekli şekil verme yöntemindeki istasyonlar .....	20
Şekil 3.12 Sürekli şekil verme işlemi.....	20
Şekil 3.13 Profil kesitinin oluşması .....	21
Şekil 3.14 Galnavizli levhamın istasyonlardan geçerek şekillenmesi.....	21
Şekil 3.15 Pres makinesi .....	22
Şekil 3.16 Şekillendirme yöntemlerine göre üretim kapasitesi-maliyet grafiği .....	23
Şekil 3.17 Üretim projelerindeki ölçülerin bilgisayarlara aktarılması .....	24
Şekil 3.18 Profilere gerekli deliklerin açılmasını sağlayan makine.....	24
Şekil 3.19 Profil üzerinde açılacak deliklerin maksimum. kenar mesafeleri .....	25
Şekil 3.20 Profil üzerinde açılacak deliklerin minimum kenar mesafeleri .....	25
Şekil 3.21 Soğukta şekillendirilmiş profil kesitleri .....	26
Şekil 3.22 Soğukta şekillendirilmiş yassı ürünler .....	27
Şekil 3.23 Kompozit döşeme içinde kullanılan çelik eleman .....	27
Şekil 3.24 Yerel burkulmanın ögelere etkisi .....	28
Şekil3.25 Yerel burkulmanın kolon ve kirişteki etkisi .....	29
Şekil 3.26 Birbirine dik çift simetri eksenli profiller .....	29
Şekil 3.27 U Profiller .....	30
Şekil 4.1 Nokta kaynağı .....	32
Şekil 4.2 Fabrikada kaynak yapılışı .....	33
Şekil 4.3 Perçin detayları .....	34
Şekil 4.4 Deliği yerinde açılan vidalar .....	35
Şekil 4.5 Deliği önceden açılan vidalar .....	35
Şekil 4.6 Bulon çeşitleri .....	36
Şekil 4.7 Boyuna doğrultuda yırtılma .....	36
Şekil 4.8 Ezilerek sıyrılma .....	37
Şekil 4.9 Zayıf kesitte yırtılma .....	38
Şekil 5.1 Betonarme sürekli temel .....	39
Şekil 5.2 Taban başlığın betonarme temele oturması .....	40
Şekil 5.3 Bulonlu birleşimler .....	40
Şekil 5.4 Taban başlığın ahşap tabana oturması .....	41
Şekil 5.5 Duvar konstrüksiyonu .....	42

Şekil 5.6 Dikmelere gelen yüklerin statik hesabının yapılması .....	42
Şekil 5.7 Duvar dikmelerinin taban başlığına oturması .....	43
Şekil 5.8.Başlıkta ek yapılması .....	43
Şekil 5.9 Boyunduruk ve kuşaklamalarla rijitleştirme yöntemi .....	44
Şekil 5.10 Duvar dikmelerinin kaplama malzemesiyle rijitleştirilmesi .....	45
Şekil 5.11 Profille yapılan duvar çaprazlaması .....	45
Şekil 5.12 Çaprazlamanın giriş ve dikme ile birleşiminin detayı .....	46
Şekil 5.13 Kablo ile yapılan duvar çaprazlaması .....	46
Şekil 5.14 Çaprazlama – tavan başlığı-duvar dikmesi birleşim detayı .....	47
Şekil 5.15 Kablonun dikmenin içinden geçişi .....	47
Şekil 5.16 Çaprazlama – taban başlığı-duvar dikmesi birleşim detayı .....	47
Şekil 5.17 Çaprazlamaların vida ile sabitlenmesi .....	48
Şekil 5.18 Hafif Çelik Profillerle Oluşturulmuş Duvar Paneli .....	48
Şekil 5.19 Kapı Boşluğu Oluşturulması - A Detayı .....	49
Şekil 5.20 Pencere Boşluğu Oluşturulması - B Detayı .....	49
Şekil 5.21 Pencere Boşluğu Oluşturulması-C Detayı .....	50
Şekil 5.22 Kutu birleşimli lento detayı .....	50
Şekil 5.23 Sırt sırta birleştirilmiş lento detayı .....	51
Şekil 5.24 L kesitli profille oluşturulmuş lento detayı .....	51
Şekil 5.25 Duvar dikmelerinde bırakılan tesisat boşlukları .....	52
Şekil 5.26 İç duvar kesiti.....	53
Şekil 5.27 Duvar kaplaması .....	54
Şekil 5.28 OSB kaplanıp şantiyeye gelen duvar elemanı .....	55
Şekil 5.29 Kaplaması şantiyede yapılmış duvar elemanı.....	55
Şekil 5.30 Taşıyıcı sistemin bölümlere ayrılması .....	56
Şekil 5.31 Bodrum katlı binada zemin kat döşemesi .....	57
Şekil 5.32 Döşeme kirişlerinin ahşap tabana oturması .....	57
Şekil 5.33 Devam eden döşeme girişi – taşıyıcı iç duvar birleşimi .....	58
Şekil 5.34 Döşeme girişinde ek yapılması .....	58
Şekil 5.35 Çapraz kuşaklama ve boyunduruk .....	59
Şekil 5.36 Döşeme girişinde stabilite bağları .....	60
Şekil 5.37 Döşemede boşluk oluşturulması .....	60
Şekil 5.38 Merdivenlerin oluşturulması .....	61
Şekil 5.39 Merdiven örneği.....	61
Şekil 5.40 Döşeme kirişlerinin betonarme giriş üzerinden konsol yapması .....	62
Şekil 5.41 Döşemenin ahşap tabana oturduğu konsol .....	62
Şekil 5.42 Tesisat için döşeme kirişlerinde boşluk bırakılması .....	63
Şekil 5.43 Döşeme alternatifleri .....	63
Şekil 5.44 Döşeme kaplama detayı .....	64
Şekil 5.45 Dikme – döşeme girişi ve merteklerin ağırlık merkezlerinin çakışması .....	64
Şekil 5.46 Mertekin tavan başlığına oturması .....	65
Şekil 5.47 Mertek birleşimi .....	66
Şekil 5.48 Hafif çelik yapı çatı konstrüksiyonu .....	67
Şekil 5.49 Tavan girişinde ek yapılması .....	68
Şekil 5.50 Çatıda boşluk oluşturulması .....	68
Şekil 5.51 Çatı boşluğunun detayı .....	69
Şekil 5.52 Paralel başlıklı kafes girişlerle oluşturulmuş çatı .....	70
Şekil 5.53 Çatıdaki paralel başlıklı kafes girişler arası çaprazlama.....	70
Şekil 5.54 Çatı kesiti .....	71
Şekil 5.55 Ahşap ve hafif çelik balon sistemin karşılaştırılması.....	72
Şekil 5.56 Ahşap ve hafif çelik balon sistemin detayları .....	72

Şekil 5.57 Ahşap ve hafif çelik platform sistem detayı.....	73
Şekil 5.58 Platform sistem .....	74
Şekil 6.1 Deneyde kullanılan altı tip panel .....	75



## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1 Birleşim elemanların ve kullanım alanları .....	31
Çizelge 6.1 Duvar panellerinin özellikleri .....	77



## ÖNSÖZ

“Hafif Çelik Sistemler” ile ilgili tez çalışmam esnasında beni yönlendirirken ilgisini ve yardımlarını benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Görün ARUN başta olmak üzere, hafif çelik profilleri üreten ve fabrikalarında inceleme yapmamı sağlayan Köşk Çelik Yapı’ ya, sistemin uygulayıcı firması olan ve şantiyelerinden yararlandığım IMS şirketine, beni her zaman sabırla destekleyerek yanımda olan aileme ve bu süreçte beni anlayışla karşılayan tüm Seranit ailesine teşekkür ederim.



## ÖZET

Hafif Çelik Sistemler, hafif, hızlı, kolay ve ekonomik inşaatın öncelik kazandığı Amerika, Japonya ve Avustralya gibi ülkelerde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Ülkemizde ise özellikle 1999 Marmara Depreminden sonra, yeni arayışlar içinde olan yapı sektörü bükme sac profillerden oluşan bu sistemi kullanmaya başlamıştır.

Bu tez, sistem ile ilgili teknik özellikleri içermektedir. Çalışma beş bölüm altında toplanmıştır. İlk bölümde sistemin gelişimi ve olumlu – olumsuz özellikleri anlatılırken, ikinci bölümde profillerin üretimi ve ısı, ses ve yangın davranışları ve bunlara karşı alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde profillerin birleşimleri ve birleşim problemleri incelenmiştir. Sistemi oluşturan elemanlar ve bunlara ait teknik detaylara da dördüncü bölümde yer verilmiştir. Son bölümde ise sistemin deprem davranışını açıklayan bir deneye irdelenmiştir. Tez kapsamında teknik çizimlerin yanı sıra, uygulayıcı firmaların detaylarına ve uygulamalar sırasında çekilen resimlere de yer verilmiştir. Ayrıca profillerin açıklıklarıyla ilgili tablolar ve bu sistemle yapılmış bina örnekleri Ek Bölümünde verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hafifi çelik yapılar, elemanları, birleşimleri ve deprem davranışı



## **ABSTRACT**

Light steel systems have a broad use in countries such as US, Japan, Australia etc. where the light, fast, easy and economic construction systems are primarily preferred. Meanwhile in our country, especially after the Marmara Earthquake in 1999, the building sector had started searches for new materials and then started to use the “light gauge steel framing system”.

This thesis includes the technical properties of this system and composed of five sections. In the first section, the development, the positive and the negative characteristics of the system; in the second section the production of the profiles, heat, sound and fire reactions and the precautions against these reactions are considered.

In the third section the combination of the profiles and the problems of this combination and in the fourth section, the elements that make up the system and the details related to them are described.

Finally, in the last section, an experiment explaining the earthquake reaction of the system is observed. In the thesis, in addition to the technical drawings, the detail solutions of the applicant companies and the pictures taken during the installation are also shown. Furthermore tables showing the openings of the profiles and the references that are built with this system are described in the Additions Section.

**Keywords:** Light gauge steel buildings, members, combinations and earthquake reaction

## 1. GİRİŞ

18. – 19. yüzyıllarda sanayi devrimiyle birlikte teknolojik ilerleme, üretimdeki artış ve maliyetlerdeki düşüş demir ve çeliğin yapılarda yaygın kullanımını sağlamıştır. Çeliğin yaygın kullanımı, 1850' lerden sonra büyük köprüler, istasyonlar ve gökdelenlerde başlamıştır. 1998 verilerine göre Avrupa genelinde 170 milyon ton çeliğin %38' i inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Çelik üretiminde dünyada 16. sırada yer alan Türkiye' de ise büyük binalar ve endüstriyel yapılarda %5' i geçmeyen yapısal çelik kullanımının konut üretiminde kullanım oranı %0.05' e yakındır. Bu oran İngiltere' de %54, İskandinav ülkelerinde %40, Fransa ve Almanya' da %30' dur[7].

Çelik malzeme çok değişik şekillendirme imkânı ve teknik özellikleri sayesinde geniş kullanım alanına sahiptir. Genellikle büyük açıklıklı ve yüksek binalarda (ofis, fuar, alışveriş merkezi ve köprülerde) kullanılır. Konut sektöründe ise ahşap ve betonarmeye göre çok yeni bir sistemdir.

Hafif çelik yapılar, soğukta şekillendirilmiş bükme sac profillerinden oluşmuş bir yapı sistemidir. Profillerin sık düzenlenmesiyle döşeme ve duvar elemanları oluşturulur. Amerika, Japonya ve Avustralya' da yılda yaklaşık 500 bin konut soğukta bükülmüş ya da sıcak haddelenmiş profillerle inşa edilmektedir. Bu sistemi en çok kullanan ülke Amerika' dır. A.B.D.'de konut yapımı için kullanılan yapı malzemesinin taşınmasının kolay ve ucuz olması öncelik kazanmıştır. Önceleri yapının maliyetini düşürmek için, duvar / döşeme taşıyıcı sistemi, duvar / döşeme kaplaması ve çatı örtüsü ucuz ve taşınması kolay olan ahşaptan yapılmıştır. Bugüne gelindiğinde ahşabın daha yararlı yerlerde kullanılması ve çeliğin geri dönüşümlü bir malzeme olmasından dolayı A.B.D.' de hafif çelik sistemin kullanımı artmıştır. Özellikle az katlı binalarda bu sistemin kullanılması çok ekonomik olmaktadır. Bağlantıların çoğunun şantiyeye gitmeden fabrikada bitirilmiş olması, inşaat süresini de çok kısaltmaktadır. 2-3 katlı bir konut binası 3-4 hafta gibi kısa bir sürede teslim edilebilmektedir.



I. Hafta

II. Hafta

III. Hafta

IV. Hafta

Şekil 1.1 Kısa sürede inşaat olanağı

AISI (American Iron ana Steel Institute) tarafından bu konuda hazırlanmış olan boyutlandırma standardı ( Specification for the Design of Cold – Fornoed Steel Structural Members) ve buna kaynak olan pek çok araştırma, bu yapı teknolojisinin gelişmesini sağlamıştır. Bu standart daha sonra elde edilen yeni araştırma sonuçları ve uygulamadan yansıyan tecrübe ve birikimi sayesinde çeşitli revizyonları görerek son şeklini almış, Almanca, İspanyolca, Çince, Fransızca ve İtalyanca dillerine çevrilerek birçok ülkenin standardına da alt yapı olmuştur.

Bunun dışında NASFA (Kuzey Amerika Çelik Birliği)' nin bu konuda yaptığı çalışmalar da sistemin kurulması ve birleşimler için standarttan sonraki en önemli kaynaklardan biridir.

1999 Depreminden sonra yeni arayışlar içinde olan yapı sektörü ülkemiz için yeni sayılacak bu sistemi kullanmaya başlamıştır. Ülkemizde Amerikan Standartları temel alınarak yapılmış olan TS 11372 numaralı “Çelik Yapılar- Hafif- Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan- Hesap Kuralları” isimli standart kullanılmaktadır.

### **1.1 Amaç**

Bu tezde ülkemizde 1999 depreminden sonra kullanılmaya başlanan, kullanıcı, uygulayıcı ve onaylayıcı için yeni bir sistem olan hafif çelik yapı sistemi için gerekli olan teknik detayların verilmesi amaçlanmıştır. Özellikle panellerin oluşturulması, birleşim yerlerinde göz ardı edilmemesi gereken yırtılma problemleri, deprem karşısındaki davranışları, ısı köprüsü oluşmasına sebep olan sistem özellikleri ve ince kesitli olmasından dolayı alınması gereken yangın önlemleri üzerinde durulmuştur. Çoğunlukla yurt dışından gelen projelerle uygulanan sistem, binaların kentin mimarisinden kopuk olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle tezde, mimar, mühendis ve uygulayıcı firmaların bu konudaki teknik eksikliklerinin giderilmesi amaçlanmaktadır.

### **1.2 Kapsam**

Bu tez kapsamında bükme sac profillerin üretimi, malzemenin genel özellikleri, ısı, ses ve yangın yalıtımı için yapılması gerekenler, sistemi oluşturan elemanlar ve bunlara ait birleşim detaylarına yer verilmiştir. Bunun yanında sistemin kurulması, birleşimler ve birleşim elemanları, birleşimlerde meydana gelebilecek hasarlar ve bunları önlemek için alınması gereken önlemlere değinilmiştir. Tezin sonunda da Timisoara Üniversitesi'nin hafif çelik profillerle oluşturulmuş duvar elemanlarına yapmış oldukları deney değerlendirilmiştir.

### **1.3 Yöntem**

Tez çalışması yapılırken bu konuda çeşitli ülkelerin standartları incelenmiş, ilgili kaynaklar değerlendirilmiş, yapılmış olan deneyler ve sonuçlarından yararlanılmıştır. Bunun yanında ülkemizde bu işi yapan firmalarla birebir görüşmeler yapılmış, sistemi uygulayan şantiyelere gidilip yerinde gözlemler yapıp fotoğraflar çekilmiştir. Detay resimlerinde bu firmalara ait kataloğlardan da yararlanılmıştır.



## 2. SİSTEMİN TANIMI ve GELİŞİMİ

### 2.1 Sistemin Tanımı

Hafif Çelik Yapı Sistemi – diğer adıyla Bükme Sac Profilli Üretim Sistemi- galvanizli sac levhaların soğukta şekillendirilmesiyle üretilen profillerin betonarme sürekli temel üzerine kurulmasıyla oluşan bir yapı üretim sistemidir (Şekil 2.1). Soğukta şekillendirilmiş çelik elemanlar bina ve köprü konstrüksiyonlarında, araba gövdelerinde, drenaj tesisatlarında kullanılır (Şekil 2.2, Şekil 2.3). Bu sistemin inşaat tekniği, sıcakta şekillendirilmiş profillerle oluşturulan çelik sistemden farklıdır. Ağır profillerde kolon – kiriş sistemi kurulur ve bu iskelet ile tüm yatay ve düşey yükler taşınır. Hafif çelik sistemde ise yükler, çoğunlukla soğukta şekillendirilmiş profillerden oluşturulmuş duvar ve döşeme elemanlarıyla taşınır. Az katlı binalarda soğukta bükülmüş profillerin kullanılması ekonomiktir(Işık,2001).



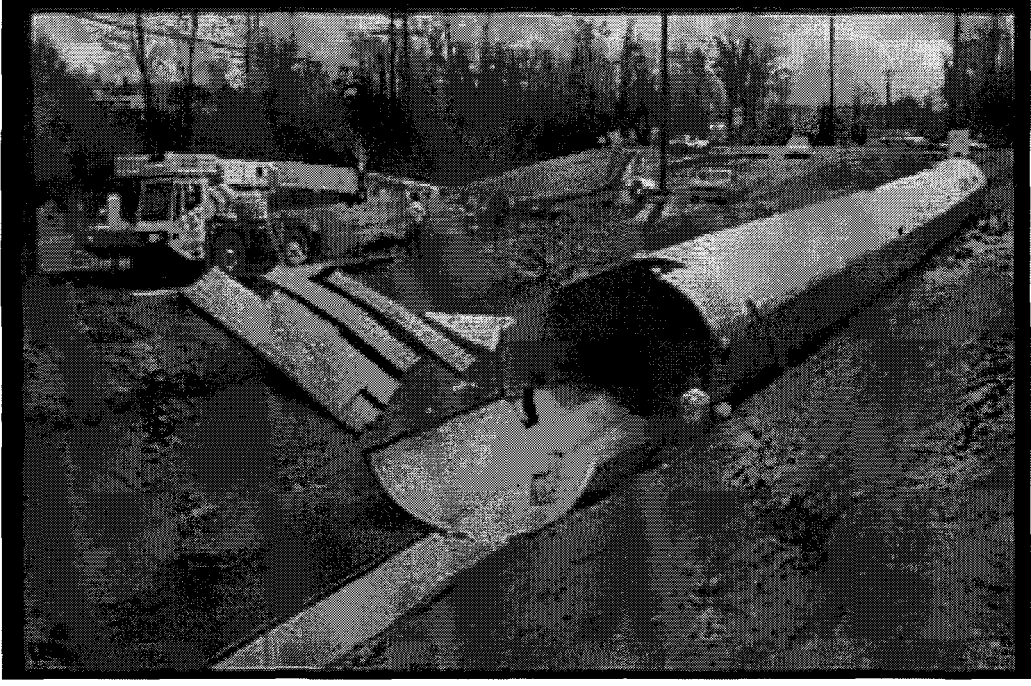
Şekil 2.1 Hafif çelik yapının genel görünüşü[1]



Şekil 2.2 Soğukta şekillendirilmiş profillerin kapı pencere ve bölücü eleman olarak kullanılması[2]



Şekil 2.3 Soğukta şekillendirilmiş profillerin menfez, korkuluk, bariyer işaretleri olarak kullanılması[2]



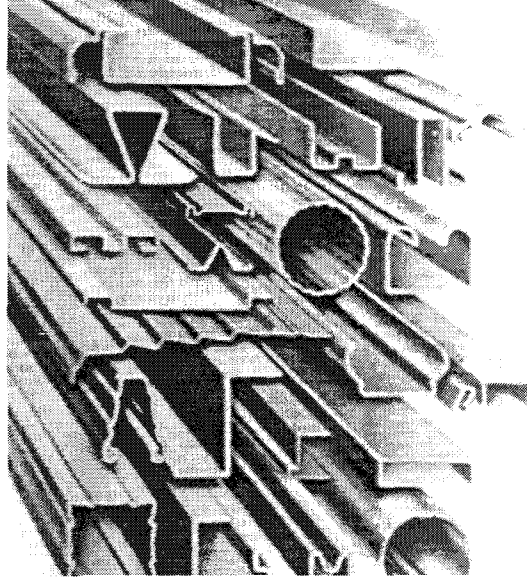
Şekil 2.4 Soğukta şekillendirilmiş profillerin alt yapı tesisatında kullanılması[2]

Dalgalı çelik borular yağmur suyu kanalından altyapı tesisatına, basit yeraltı tünellerinden büyük köprülere kadar çok geniş alanda kullanılmaktadır (Şekil 2.4).

Ahşap yapı teknolojisinden yararlanarak bükülmüş sac profillerle oluşturulan taşıyıcı sistemler çoğunlukla konut üretiminde kullanılmış ve sistem genel olarak bükme sac profilli konut üretim sistemi (Light Gauge Steel System) olarak isimlendirilmiştir (Canitez,2002). Bu sistemle yapılmış bina örneklerine EK1’ de yer verilmiştir.

Profillerin oluşturulmasında, sürekli şekil verme ya da presleme yöntemi kullanılır. İşlemden önce sac levhalar sıcak çinkoya batırılarak malzemenin korozyona uğraması geciktirilir. En yaygın kullanılan profiller de U, S, C,L profilleridir (Şekil 2.5).

Soğukta şekillendirilen profillerin genişlikleri genel olarak 2- 21 inc ( 51 mm - 305mm), et kalınlıkları ise 0.048 –1/4 inc.( 1.2mm - 6.4mm ) arasındadır. Bu elemanlar 3-4 katlı yapıların ana taşıyıcı sistemlerinde birinci derece yük taşıyıcı olarak kullanılabilirler (Yu,2000).



Şekil 2.5 Soğukta şekillendirilmiş profiller(Yu,2000)

Duvar ve döşeme kaplaması olarak seçilecek malzeme yangına hassas olan taşıyıcıyı korumalıdır. Ayrıca yapı fiziği açısından da diğer masif yapılara göre daha tedbirli olmayı gerektirir; ısı köprüsü oluşumunu önleyecek ısı yalıtımı ve ses yalıtımı sağlanmalıdır. Ayrıca nem bariyerleri yapılarak yoğuşma önlenmelidir (Işık,2001).

## 2.2 Sistemin Gelişimi

20. yüzyılın başlarında uçak endüstrisinin hafif ve taşıma kapasitesi yüksek elemanlara ihtiyaç duyması soğukta şekil verilerek üretilen çelik elemanlarla kurulan hafif çelik yapılar konusunda yoğun araştırmaların yapılmasını sağlamıştır. Uçak endüstrisinde ağırlığı azaltmak için alüminyum alaşım kullanılmaktadır. Bu malzemenin boyutlandırmasında yapılan bazı değişiklikler bu kuralları çelik malzeme için de geçerli kılmaktadır. Bu tür yapı tekniğinin araştırılmasını sağlayan diğer bir faktör de otomobil endüstrisidir. Birinci Dünya Savaşı sırasında araba kaportaları ve demiryolu vagonları çelik levhalara soğukta şekil verilerek üretilmiştir. Daha sonraları da bu teknikle pencere ve kapı doğramaları gibi taşıyıcı olmayan elemanlar üretilmiştir (Uzgider ve Arda, 1989).

İkinci Dünya Savaşı sırasında çelik malzeme darlığının ortaya çıkması bu sistemin gelişmesini önlemiştir. Savaş sonrası konut ihtiyacının artmasıyla hızlı ve nitelikli üretime olan gereksinim de artmıştır. Bu dönemde çelik miktarının da artmasıyla birlikte binalarda çeliğin kullanılmasını öngören çelik firmalarının sayısı da artmıştır. Amerika' da birçok firma 1940'ların sonu, 50'lerin başında evleri hafif çelik malzemedan yapmaya başlamıştır. Ohio ve Pensilivanya gibi çelik üretim merkezlerine yakın olan alanlarda önce 100 daha sonra 1000'e

yakın konut binası yapılmıştır (Tartar,2002). Ancak kullanıcıların muhafazakâr tutumu, alışkanlıkların etkisi, boyutlandırma kurallarının klasik çelik yapıdakinden farklı oluşu, göz önünde bulundurulması gereken göçme mekanizmalarının daha fazla oluşu Avrupa’ da bu sistemin beklendiği kadar yaygınlaşmasını engellemiştir (Uzgider ve Arda, 1989).

Bu tür yapıları konu eden bir standardın oluşturulması ve soğukta şekil verilmiş profillerle ilgili yeterli araştırma, alt yapı ve bilgi birikimi olmaması nedeniyle Amerikan Demir Çelik Enstitüsü (American Iron and Steel Institute- AISI), Cornell Üniversitesi ve benzeri üniversitelere bu profillerin çeşitli yükleme hallerindeki davranışlarını incelemesi için fonlar sağlamıştır. Bu araştırmalar sonucunda AISI tarafından 1946 yılında “Specification for Design of Light Gage Steel Structural Member – Hafif İnce Cidarlı Çelik Eleman Tasarımı için Yönetmelik-” isimli standart hazırlanmıştır. Bu standart sonraları yeni bilgiler çerçevesinde geliştirilerek son şeklini almıştır. Aynı zamanda Almanca, İtalyanca, Çince, İspanyolca, Fransızca dillerine tercüme edilmiştir. İngiltere, Fransa, Almanya, Kanada gibi bir çok ülkenin standartlarında bazı boyutlandırma kuralları AISI temel alınarak yapılsa da her ülke kendi ekonomik ve teknolojik özelliklerini göz önünde tutarak yaptıkları araştırmalar neticesinde kendi standartlarını oluşturmuşlardır (Uzgider ve Arda, 1989).

Hafif çelik yapıyı en çok kullanan ülke ABD’dir. Çünkü bu ülkede yapıda kullanılacak malzemenin taşınmasının kolay ve ucuz olması önemlidir. Önceleri duvar, döşeme, çatı kaplaması olarak kolay taşınabilen ve ucuz olan ahşap kullanılmış, ancak günümüzde ahşabın daha yararlı yerlerde kullanılması, 1991’lerin sonu 92’lerin başında dört ay gibi kısa bir sürede kereste fiyatlarında %80 artış olması ve çeliğin geri dönüşümlü bir malzeme olması hafif çelik yapı sisteminin ön plana çıkmasını sağlamıştır (Işık,2001).

Hafif çelik çerçeve sistemler 1950lerin sonlarına doğru çok katlı yapıların strüktür sistemlerinde de geniş kullanım alanı bulmuştur. Binalarda ahşabın yerine hafif çelik elemanların kullanılması yapılara yeni bir nitelik kazandırmıştır (Tartar,2002).

## **2.3 Olumlu – Olumsuz Özellikleri**

### **2.3.1 Olumlu Özellikleri**

- Az açıklıklı ve dış yüklerin az olduğu elemanlarda hadde profillerine oranla çok daha ekonomik boyutlanma olanağı sağlar (Uzgider ve Arda, 1989).
- Soğukta şekil verme yöntemiyle yük taşıma kapasitesi / ağırlık oranı oldukça yüksektir (Şekil 2.6).

- Hafif olduğu için ölü yükleri en aza indirger.
- Optimum kesitler hızlı ve ekonomik şekilde üretilir (Uzgider ve Arda, 1989) (Şekil 2.7).



Şekil 2.6 Hafif çelik malzemenin diğer yapı malzemeleriyle karşılaştırılması[4]

- Sistemi oluşturan elemanların çok sayıda üretilip stoklanması mümkündür[4].
- Yapı elemanlarının hafif oluşu bunların üretildikleri yerden (fabrikadan) monte edilecek yere kadar (şantiyeye) ekonomik ve hızlı bir şekilde taşınmasını sağlar (Uzgider ve Arda, 1989).
- Hızlı ve ucuz montaj imkânı sağlar. Taşıyıcı iskeletin betonarme sürekli temel üzerinde kurulumu, yapı bileşenlerinin birleşim yerleri, birleşimde kullanılacak yardımcı elemanların biçimlenişleri ve boyutları üretim projelerinde ön görülmüş olduğundan bu işlem doğru ve hızlı olarak gerçekleşir (Mufti,2001; Özlü,2001).



1. Hafta

2. Hafta

3. Hafta

4. Hafta

Şekil 2.7 Hızlı inşaat olanağı [4]

- Yapım sırasında hava koşullarından çok fazla etkilenmez.
- Bakım masrafları düşüktür [4].
- Sökülüp tekrar monte edilebilir [4].
- Geri dönüşümlü bir malzemedir. (Çeliğin Kuzey Amerika'daki geri kazanımı alüminyum, plastik ve camın geri kazanımından daha fazla olup, toplam endüstriyel geri kazanımı %64' tür [5].
- Zararlı organizma ve termitten etkilenmez [5].

### 2.3.2 Olumsuz Özellikleri

Soğukta şekillendirilmiş profillerin et kalınlıklarının az olması nedeniyle bazı olumsuz özellikleri vardır:

- Yerel burkulmaya maruz kalabilirler (Uzgider ve Arda, 1989).
- Burulma rijitliği zayıftır (Uzgider ve Arda, 1989).
- Bulonlu birleşimlerde bulon çevresinde ezilmeler ve yırtılmalar olabilir (Uzgider ve Arda, 1989).
- Korozyon riski vardır [6].
- Yangından ciddi şekilde korunmalıdır [6].
- Isı ve ses yalıtımı için gerekli önlemler alınmalıdır.



### 3. SOĞUKTA ŞEKİLLENDİRİLMİŞ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ VE ÜRETİMİ

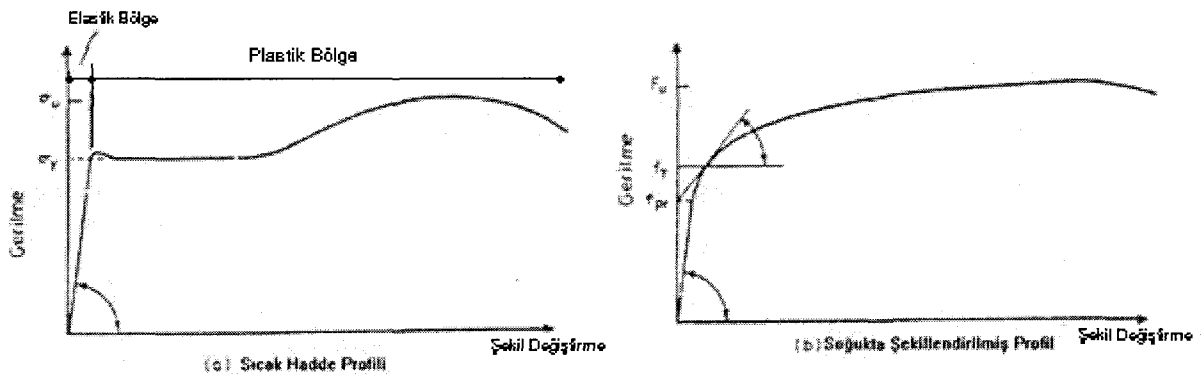
#### 3.1 Çelik Malzemenin Özellikleri

Çelik malzemenin yapısında demir, karbon, fosfor, kükürt, azot, silisyum, manganez, bakır bulunur. Ayrıca bu alaşıma krom, nikel, vanadyum, mobilden gibi maddeler ilave edilerek kaliteli çelikler elde edilir. Çeliğin yapısında % 0.16 – 0.20 oranında karbon bulunur. Malzemenin dayanımı ve sertliği karbon miktarının artmasıyla artar (Bahadır,1997).

##### 3.1.1 Soğukta Şekillendirilmiş Malzemenin Genel Özellikleri

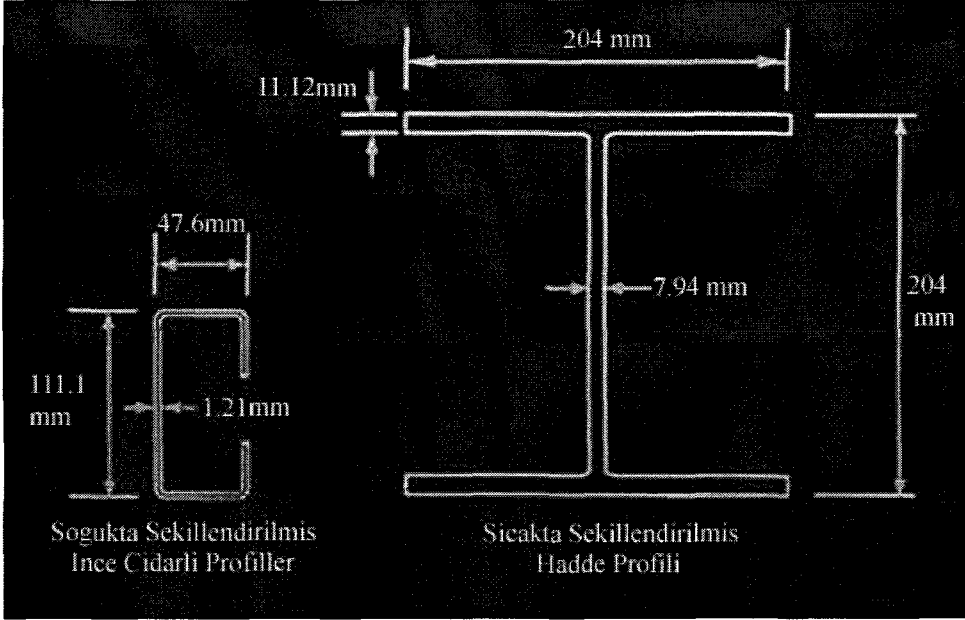
Soğukta şekillendirilerek üretilen çeliklerde akma sınırı ve çekme mukavemeti ile süneklilik, sertlik ve kaynaklanabilirlik önemlidir. Soğukta şekil vermede akma sınırı 230 – 345 Mpa ( $N/mm^2$ ) veya daha yüksektir. Birleşimlerde elemanlar yüksek gerilme altında olduğundan çekme dayanımını da hesaba katılmalıdır. Çekme dayanımının akma dayanımına oranı soğukta bükülmüş elemanlarda 1.21 – 1.80 aralığındadır. Ancak özel uygulamalarda daha düşük oranlı çelikler de kullanılabilir [2].

Şekil 3.1a' da görülen hadde mamulü çeliklerde akma sınırı, gerilme – şekil değiştirme eğrisinin yatay hale geldiği gerilme seviyesiyle tanımlanır. Bunun yanında soğukta şekillendirilmiş çelik malzemede ise Şekil 3.1b' de görüldüğü gibi gerilme- şekil değiştirme eğrisi tedrici akma özelliği gösterir (Uzgider ve Arda, 1989).

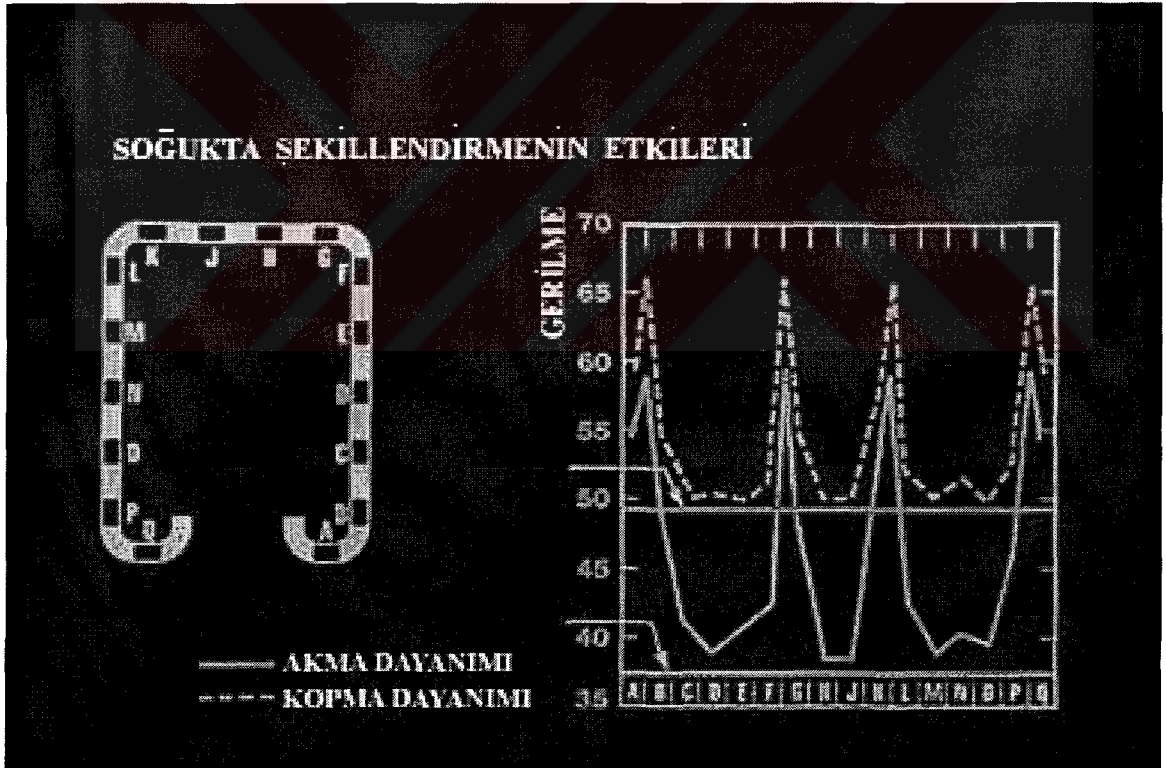


Şekil 3.1 Hadde profili ile soğukta şekillendirilmiş profillerin farkı (Uzgider ve Arda, 1989)

Şekil 3.2'de tipik soğukta şekillendirilmiş bir profil ile hadde profili beraber incelenmiştir. Bunların arasındaki tek fark kalınlık ve kesit farklılıkları değildir. Soğukta şekillendirilmiş elemanlar oda sıcaklığında şekillenirken sertleşir ve dayanımı artar. Malzemenin hafif oluşu malzemenin daha kolay ve ekonomik olarak stoklanması ve taşınmasını sağlar [2].



Şekil 3.2 Soğukta şekillendirilmiş profiller ve hadde profili [2]



Şekil 3.3 Şekillendirme işleminin malzemedeki etkileri [2]

Soğukta şekil verme işlemi sonucunda malzemenin mekanik özelliklerinde bazı değişiklikler olur. Levhadan soğukta şekillendirme işlemiyle profil üretiminde özellikle kesitin kıvrılan bölgelerinde akma gerilmesi ve bir miktar da kopma gerilmesine ulaşır.

Şekil 3.3, kesitin ağırlık merkezinden geçen eksen etrafında, akmadaki ve eksendeki kopma gerilmesindeki değişimi gösterir [2].

### 3.1.2 Korozyon

Hafif çelik yapıların ana taşıyıcıları, çelik sacların soğukta şekillendirilmesiyle oluşan profillerdir. Çeliğin dikkat edilmesi gereken en önemli özelliği hava, su, toprak gibi ortamlarda oksijenin ve suyun etkisiyle çabucak bozunması ve metal yüzeyinde renkli pas oluşmasıdır. Metalik malzemelerin içinde buldukları ortamın bileşenleri ile tepkimeye girerek bozunmalarına “korozyon” denir (Çakır,1998).

Relatif nem %60 ın üstüne çıktığında, ziraat bölgesinde, endüstri bölgesinde ve deniz kenarlarında korozyon tehdidi ortaya çıkar (Işık,2001). Çelik, atmosferik ortamda yılda 0.05mm ile 0.125 mm korozyona uğrar (Çakır,1998).

Çelik malzemenin korozyona karşı korunması için uygulanan yöntemler:

- **Çelik Yüzeyini Kaplamak- Püskürtme Yöntemi:**

Kimyasal veya mekanik yoldan çeliğin yüzeyi temizlendikten sonra kaplama maddesi olarak daha çok oksit silikat, metalik (kurşun veya çinko esaslı astar) veya organik esaslı (yağ, bitüm, plastik ve yağlı boya) malzemeler kullanılır. Bu yöntemde esas olan, kaplama maddesinin genleşme katsayısı ile çeliğin genleşme katsayısının birbirine uygun, koruyucu tabakanın belli bir kalınlıkta, deliksiz, kesintisiz ve aşınmaya karşı belli bir sertlikte olmasıdır (Bahadır,1997).

Metalin üzerini kaplamak için en yaygın olarak kullanılan metal, çinkodur. Çünkü çinko havada, suda ve toprakta çelikten önce çözünür ve böylece çeliği korur. Çelik korozyona uğradığı zaman çözünme ürünü olarak renkli, kırmızı kahverengi ve katı ürünler oluşturur; yani pas yapar. Bunun yanında çinko çözüldüğü zaman sulu iyonlar halinde yüzeyden ayrılır. Dolayısıyla sadece çeliği korumakla kalmayıp, aynı zamanda çirkin görüntü oluşmasının da önüne geçmiş olur (Ören,1999).

Çinko kaplamaların en uzun kullanım ömrü, havada kükürtlü gazların var olmadığı kırsal bölgelerde elde edilir. Yüksek asit içeren ortamlarda çinko kaplamalar çok çabuk etkilenmelerine rağmen daha etkili ve ekonomik korumanın olmaması nedeniyle bu tür ortamlarda da yaygın olarak kullanılır. Çinko kaplamalar sık sık aside dayanıklı boyalarla ya da diğer organik kaplamalar uygulanarak daha etkili hale getirilir. Bu sayede çinko kaplamalar daha dayanıklı hale gelir ve organik kaplamanın zedelendiği durumlarda çabuk bir

şekilde kaplama altı korozyonu oluşmasını engeller (Ören,1999).

- **Galvanizleme Yolu ile Korozyon Önlemi:**

Çinko metalini çelik yüzeyine kaplamanın çok çeşitli yöntemleri olmakla birlikte en yaygın kullanılan çeliğin sıvı çinko metaline daldırılıp çıkartılması sırasında yüzeyde donarak katılaşması yöntemidir (Karakuş,1994). Tüm dünyada kullanılan bu yöntem “sıcak daldırma ile çinko kaplama” ya da “galvanizleme” olarak bilinir. Halen dünyada üretilen çeliğin yarısından fazlası galvanizleme yöntemiyle korunur. Çinko kaplamaların kalınlıkları 50 µm’a kadardır. 1 mikron (milimetrenin binde biri) kalınlığında bir kaplama bir metrekare alanda 7.2 gr çinko bulunduğuna işaret eder (Ören,1999).

Hafif çelik profilleri oluşturan çelik sacların kesiti ince olduğu için korozyondan etkilenmesi de fazla olur. Genellikle çelik saclar galvanizlenmiş olarak fabrikaya gelir ve burada soğukta şekillendirme işlemine alınır. Galvaniz kaplama bu şekillendirme işlemi sırasında zarar görmez. Ancak daha sonra bulon deliği açılması sırasında ortaya çıkan yeni yüzeyler korozyon tehdidi altındadır. Onun için profillerin şekillendirilip, boşluklar açıldıktan sonra galvanizleme işlemine alınması daha doğru olur. Bu tekniği ülkemizde uygulayan firma sayısı az da olsa mevcuttur.

Ayrıca bulon çevrelerinde paslanma olmaması için bulon ve vidaların da galvanizlenmesi hem kullanım ömürlerini artıracak hem de bu bölgede çeliğin korozyona uğramasını engelleyecektir.

- **Çeliğin Alaşımına Katılan Katkılarla Korunması:**

Bu yöntemle çeliğin dış yüzeyinin yanı sıra içyapısı da korozyondan korunur. Ancak oldukça pahalı bir sistemdir. Korozyona karşı çeliğe az miktarda (% 0.3) bakır ve (% 0.5) fosfor katılarak koruma sağlanır. Bakır bulunan alaşımların yüzeyinde çeliği korozyondan koruyan oksidasyon tabakası oluşur (Bahadır,1997).

- **Elektrolit Kaplama:**

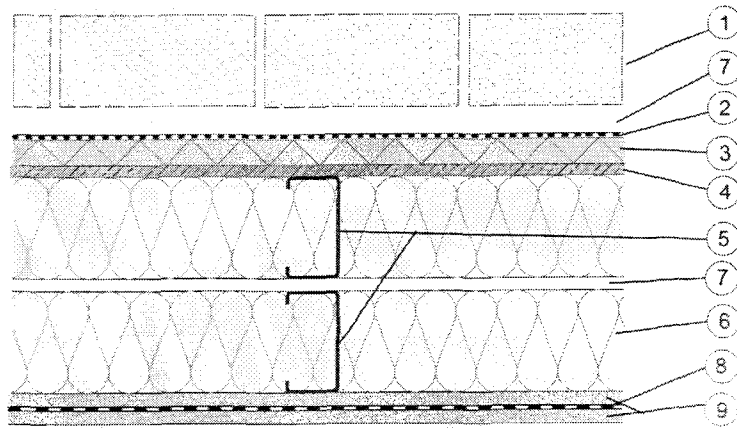
Çinkonun ergitildikten sonra metal yüzeye püskürtülmesi “elektrolit kaplama” dır. Bu yöntemde elektrik akımı yardımıyla sulu çinko iyonlarını içeren çözeltiye daldırılan metalden elektrik akımı geçirilerek çinko metal halinde taban malzeme üzerinde açığa çıkarılır. Çinko kaplamaların kalınlıkları elektrolit kaplama ile 3-8 µm kadardır. Elektrolit kaplama ile elde edilen ince çinko kaplamalar sünek olduğu için derin bükülecek çeliklerde bu kaplama yaygın olarak kullanılır (Çakır,1998). Çinko kaplamanın kalınlığı çeliğin içerdiği diğer maddelerin etkisi ve galvanizleme amacıyla kullanılan çinko ve diğer metallere bağlı olarak değişir.

Ayrıca kaplama tesisindeki işlem parametreleri de kaplama özelliklerini etkiler.

Ülkemizde dalgalı sac lar eskiden beri galvanizli olarak endüstriyel yapılarda, çatı ve duvar kaplaması olarak kullanılmaktadır. Son on yıldan beri ise bunların yanı sıra trapezoidal bükümlü sac ların da, yine hem galvanizli hem de darbeye dayanıklı özel fırın boyalı olarak, inşaatlarda kullanımına başlanmıştır (Büyüktaşkın,2000).

### 3.1.3 Isı

Mekandaki ısı izolasyon nitelikleri iç mekan konforunu ve sağlık şartlarını sağlar. Çeliğin ısı geçiş katsayısı 60 W/mK iken ahşabın 0.130 W/mK, mermerin 3.500 W/mK, poliüretanın 0.030 W/mK, alüminyum 200.000 W/mK' dır. Buradan da anlaşılacağı üzere çeliğin ısı geçirgenliği ahşabinkinin 300 -400 katı kadardır. Çelik dikmeler ve diğer çelik elemanlar yapıda ısı köprüsü oluşmasına sebep olur. Bu yüzden ısı yalıtım malzemesi çelik sistemde sadece taşıyıcı aralarına değil tüm sistemi dıştan örtecek şekilde tamamen duvarların dışına yerleştirilmelidir. Malzemenin ısı yalıtım değeri kalınlığı ve boşluk oranına göre hesaplandığı için yük altında veya tespit noktalarında malzemenin şekil değiştirmesi yalıtım değerini de değiştirir. Bu yüzden monte edilirken yalıtım malzemesinin ezilmemesine dikkat edilmelidir. Yalıtım malzemesinin taşıyıcı aralarına konulması durumunda ise taşıyıcı profiller kondenzasyona uğrayabilir (Şekil 3.4). Kondenzasyon kaplama malzemelerinin ıslanarak çürümesine, mantar ve mikrop barındırmalarına ve ana taşıyıcı malzemenin korozyona uğrayarak taşıyıcılık değerinin düşmesine sebep olur. Ayrıca duvar kesitinde yoğuşmayı önlemek için bütün cepheye nem bariyeri yerleştirilmelidir (Işık,2001).



- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Cephe Kaplaması       | 2. Hava alan membran örtü |
| 3. Yalıtkan levha        | 4. OSB kaplama            |
| 5. Taşıyıcı çelik profil | 6. Isı ve ses yalıtımı    |
| 7. Boşluk                | 8. Buhar kontrol tabakası |
| 9. Alçı levha            |                           |

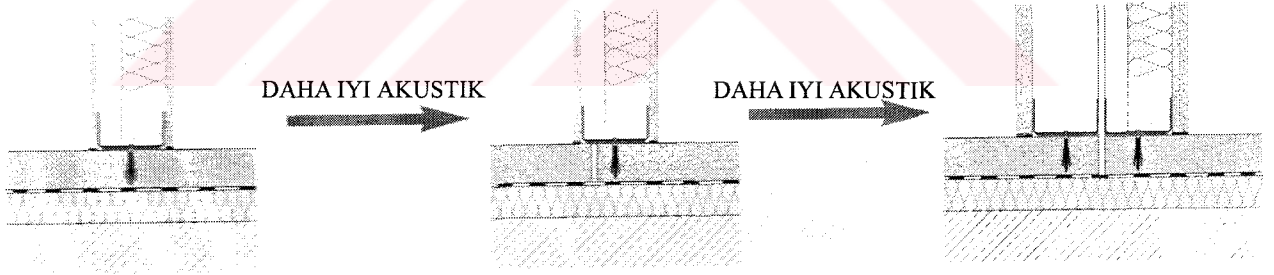
Şekil 3.4 Duvar kesiti[8]

### 3.1.4 Ses













Hafif çelik yapıların ince profil kesitleri de dikkate alınarak iyi bir ses yalıtımı yapılmalıdır. Şekil 3.5’ de duvarlar arası ses yalıtımı görülmektedir. Burada levha kalınlığı arttırılmış ve levhalar arası boşluk bırakılarak daha iyi bir ses yalıtımı elde edilmiştir. Şekil 3.6’ da döşeme ile duvar arasındaki ses yalıtımı gösterilmiştir. Önce döşemede boşluk bırakılarak, sonra da çift profil kullanıp, duvar elemanında da boşluk bırakılarak daha iyi akustik sağlanmıştır. İyi bir ses yalıtımı, Şekil 3.7’de görüldüğü gibi profiller veya levhalar arası mesafeleri arttırarak, çift levha veya profil kullanarak, izolasyon malzemesinin veya levhanın kalınlığını arttırarak elde edilebilir.



Şekil 3.5 Duvarlar arası ses yalıtımı [8]



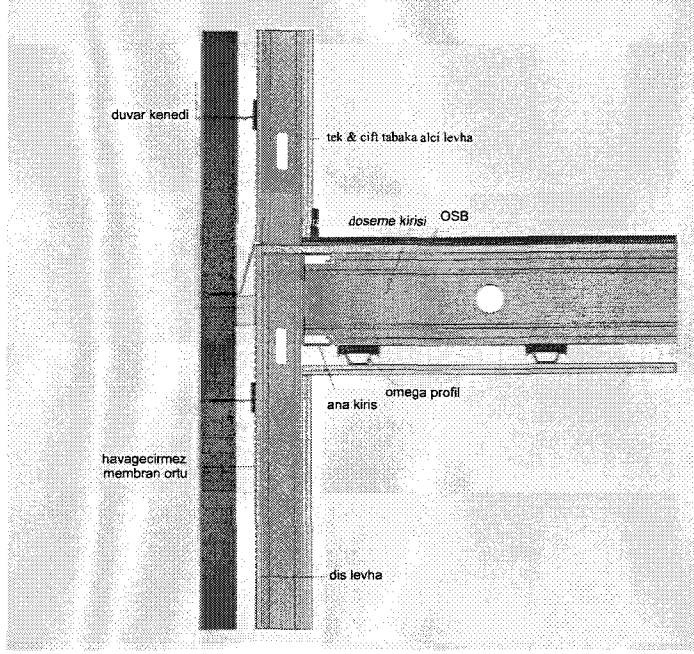
Şekil 3.6 Döşeme – duvar arası ses yalıtımı [8]

	TERCIH EDİLMEYEN		DAHA İYİ
PROFİL TIPLERİ		→	
PROFİLLER ARASI MESAFE		→	
LEVHALAR ARASI MESAFE		→	
TEK / ÇİFT PROFİL KULLANIMI		→	
TEK / ÇİFT LEVHA KULLANIMI		→	
İZOLASYON MALZEMESİNİN VE LEVHANIN KALINLIĞI		→	

Şekil 3.7 Ses yalıtımını arttıracak uygulamalar[8]

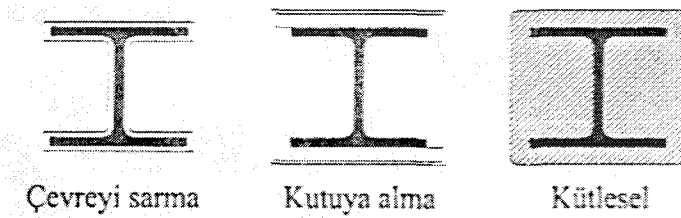
### 3.1.5 Yangın

Bir yangının çıkması ve gelişmesi için, üç elemanın birlikte bulunması gerekir: yanıcı bir malzeme, oksijen ve ısı kaynağı. Tutuşmanın asgari sıcaklığı, yanıcı malzemenin cinsine, şekline, yüzeyine ve porozitesine bağlıdır. Hafif çelik malzeme kesitlerinin ince olduğu dikkate alınırsa hadde profillerine göre yanıcılığının daha fazla olduğu ortaya çıkar. Yanış hızı ise, yanma yerinde oksijenin yenilenmesine bağlıdır (Yıldırım,2003). Hafif çelik taşıyıcı sistemler yangından korunmalıdır. Sıcaklık 450 °C yi aştığı zaman çelik malzeme uzama etkisiyle taşıyıcılığını kaybeder. Sıcaklığın taşıyıcı elemanlardan uzak tutulması gerekir (Şekil 3.8). Kaplama malzemesi olarak seçilecek malzemenin yanma sırasında zehirli gaz ve duman çıkarmamasına da dikkat edilmelidir. Ayrıca galvanizli sacların yanma sırasında zehirli gaz çıkardığı da göz ardı edilmemelidir (Işık,2001).



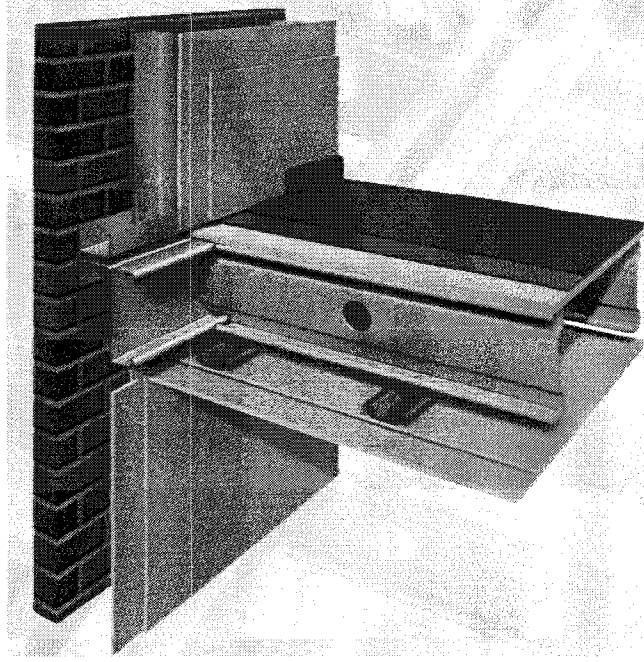
Şekil 3.8 Yangın önlemi alınmış duvar kesiti[8]

Taşıyıcı sistemin dışardan korunması için kutulama ya da kaplama, püskürtme ile giydirme, sıvama ve beton ya da tuğla ile kaplama yöntemleri kullanılır (Şekil 3.9). Bu yöntemler kuru ve ıslak olmak üzere ikiye ayrılır. Islak yöntemde şişen yalıtkanlar, püskürtme sıvalar ve beton, kuru yöntemde ise levha ve hafif beton plaklar kullanılır. Çelik elemanlar giydirilerek yangına karşı korunmuş olurken, iç mekânda profillerin soğuk yüzünün görünmemesini sağlar (Yıldırım,2003). Çift tabaka levha kullanılması da yangına karşı bir yalıtım türüdür (Şekil 3.10).



Şekil 3.9 Yalıtım türleri (Uzgider ve Arda, 1989)

Özel boyaların başarılı olabilmesi için iyi bir yüzey temizliği yapılmalı, primer uygulamalarla aderansı arttıracak tabakayı elde etmeli ve korumayı sağlayacak son kat da başarılı bir şekilde uygulanmalıdır (Yıldırım,2003).



Şekil 3.10 Çiftli tabaka levha kullanımı [8]

### 3.2 Hafif Çelik Yapı Profillerinin Üretimi

Hafif çelik yapıların taşıyıcı elemanlarını oluşturan profiller, çelik levhaların soğukta şekil verilmesiyle üretilir. Çelik levhaya soğukta şekil vermenin iki yolu vardır:

- Sürekli Şekil Verme
- Pres Kullanma

Şekillendirmede CNC tezgâhları kullanılır. Farklı kalınlıktaki çelik saclardan farklı biçimleniş ve boyutlarda profiller üretilir. Üretim işlemine en fazla sayıda üretilecek olan profil ile başlanır (Mufti,2001; Özlü,2001).

Genellikle çinko eriğine daldırılarak galvanizlenmiş (Hot Dip Galvanized) sac levhalar üretim projelerinde belirtilen üretim esaslarına göre soğuk şekillendirme işlemine alınır. Ülkemizde birçok firma, galvanizlenmiş levhalara şekil verip gerekli delikleri açmaktadırlar.

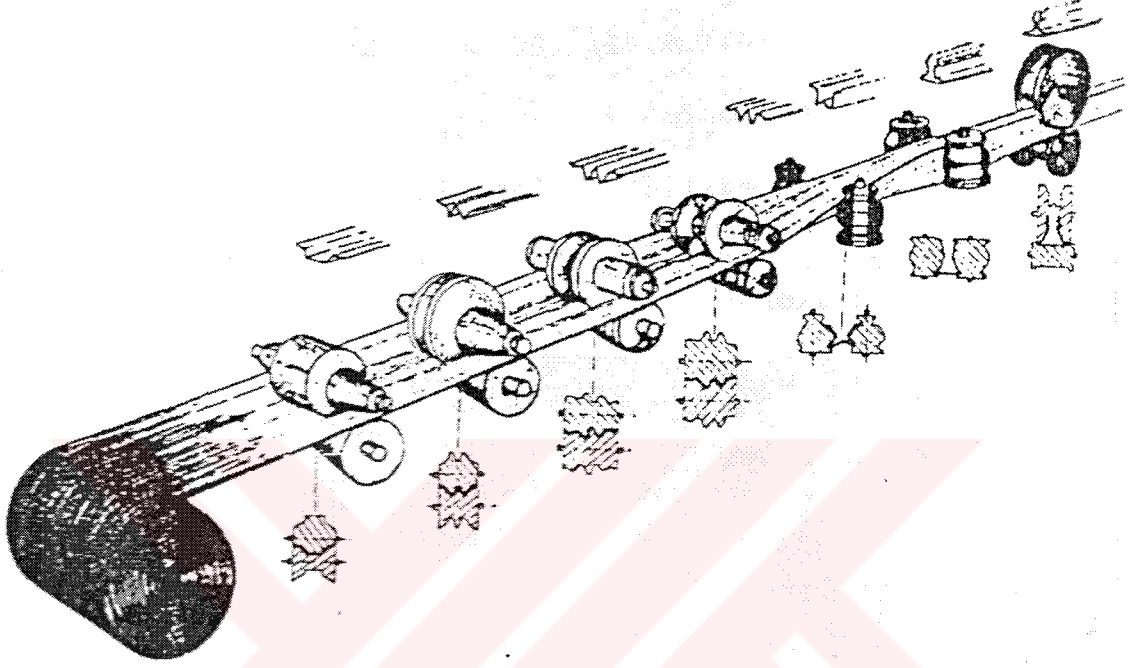
#### 3.2.1 Sürekli Şekil Verme Yöntemi

Bu yöntemde sac şeridi çeşitli kademelerde adım adım şekillendirilerek önceden belirlenen profil formunu alır. Sacın geçtiği adımların her birine “pas” veya “istasyon” adı verilir. Sacın geçeceği istasyon sayısı profilinin kesit şeklinin karışıklığına bağlıdır. Çok kıvrımlı olan profillerin oluşması için gerekli olan istasyon sayısı da fazladır (Şekil 3.11).

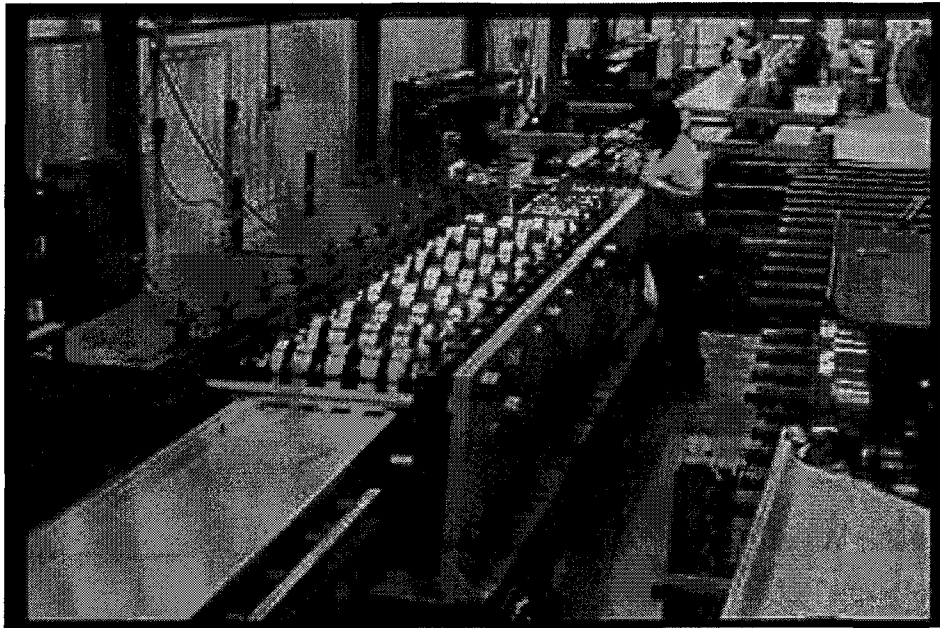
Sürekli şekil verme yönteminin en önemli özelliği üretimin çok seri biçimde yapılabilmesidir.

Diğer bir önemli özelliği de önceden galvanizlenmiş olan levhanın kaplamasına hasar vermeden şekillendirilebilmesidir (Uzgider ve Arda, 1989).

Bu yöntemle şekillendirilen malzemenin kalınlığı genel olarak 0.004 inches (0.1mm) den 0.312inches (0.79mm) ye kadar değişebilir (Uzgider ve Arda, 1989).

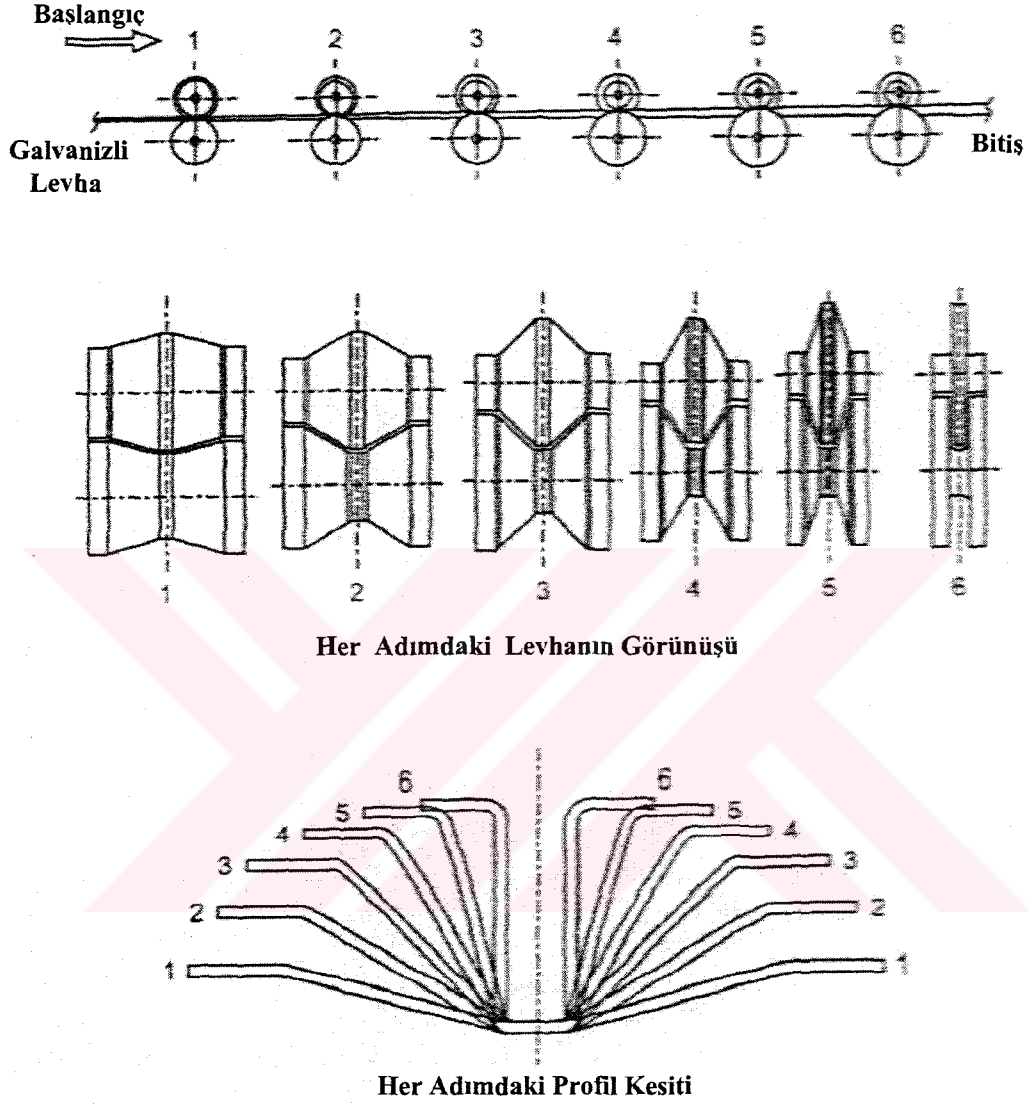


Şekil 3.11 Sürekli şekil verme yöntemindeki istasyonlar (Uzgider ve Arda, 1989)

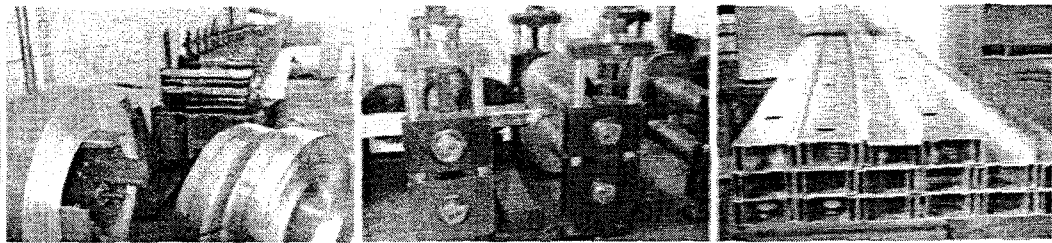


Şekil 3.12 Sürekli şekil verme işlemi[2]

Şekil 3.13' de altı tane istasyondan oluşan sürekli şekil verme makinesinde profil kesitinin oluşması adım adım gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Profil kesitinin oluşması (Rhodes,2003)



Şekil 3.14 Galnavizli levhanın istasyonlardan geçerek şekillenmesi[4]

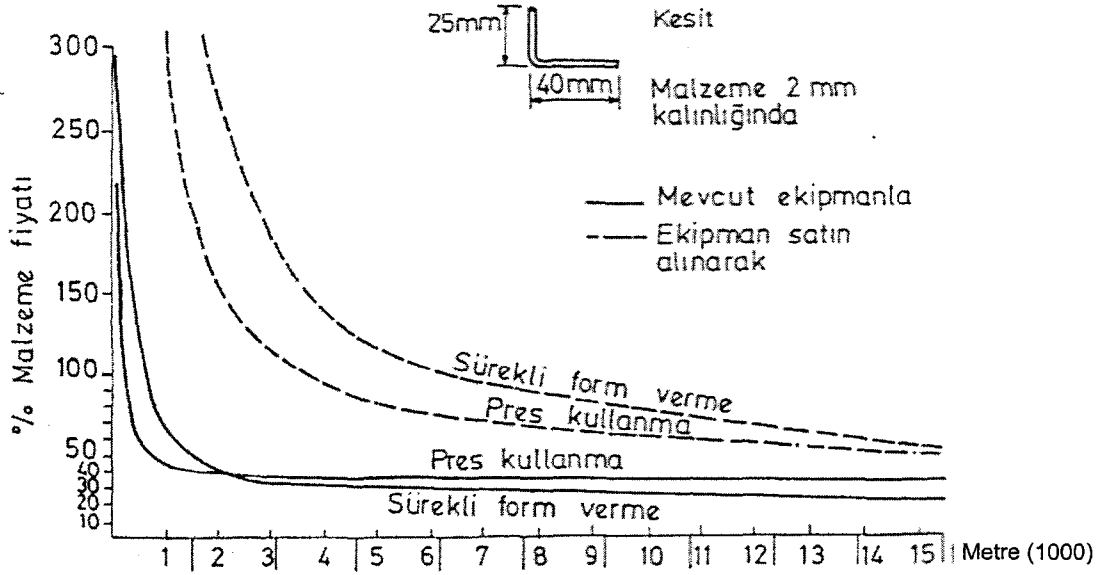
### 3.2.2 Pres Kullanma Yöntemi

Pres kullanma yönteminde profilin kesitindeki her köşe bir pres darbesiyle oluşturulur. Kesitin karmaşıklığına göre pres yatağının şekli de değişir. Bu yöntem ile daha çok basit ve 3–3.5m boyundaki kısa profillerin üretilse de 8m uzunluğa kadar profil üreten presler de vardır (Şekil 3.15). Ancak bu presler, fazla yer kaplaması, maliyetli olması ve de diğer sisteme göre seri üretime olanak sağlamaması gibi nedenlerle pek fazla tercih edilmemektedir (Uzgider ve Arda, 1989).



Şekil 3.15 Pres makinesi

Bu iki şekil verme yönteminden hangisinin daha uygun olduğunu belirleyen en önemli etken maliyettir. Çok miktarda ve hızlı üretim istendiği durumlarda sürekli şekil verme yöntemini kullanmak daha uygundur. Ayrıca presli üretimin mevcut tesislerde gerçekleştirilebilmesi maliyetin artmasını da engelleyecektir. Şekil 3.16' dan da anlaşılacağı gibi mevcut tesislerde pres kullanma 1000 ile 2500m'lik üretim kapasitesinde daha ekonomiktir. Eğer yeni tesis kurulacaksa 10 000 ile 20 000m'lik üretim kapasitelerinde ekonomiktir (Uzgider ve Arda, 1989).



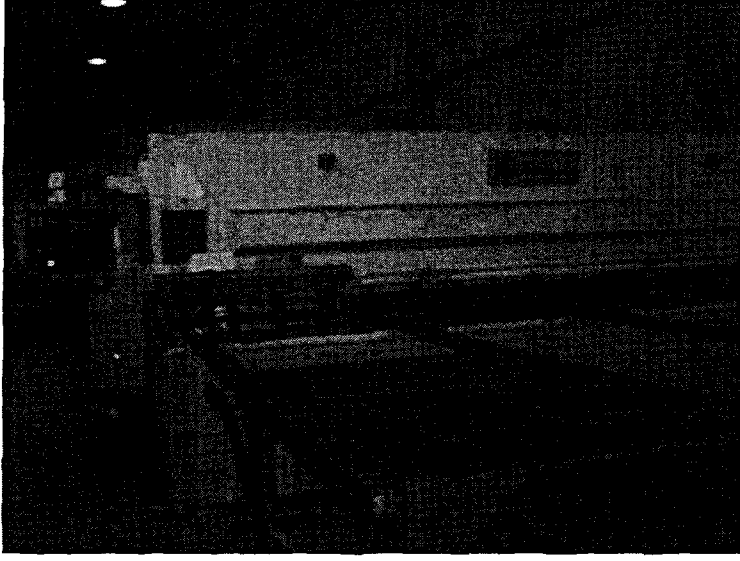
Şekil 3.16 Şekillendirme yöntemlerine göre üretim kapasitesi-maliyet grafiği (Uzgider ve Arda, 1989)

Profillerin üretimi sırasında farklı boyutların neden olduğu ürün kayıplarını önlemek için üretim sırası değiştirilebilir.

Profillerin soğuk şekillendirme işlemi öncesinde üretim projesinde öngörülen profil ölçüleri ve gerekli boşlukların yerleri CNC tezgahlarının bilgisayarlarına aktarılır. Bu da ürün ve zaman kaybını önemli ölçüde önler (Mufti,2001; Özlü,2001) (Şekil 3.17).

Soğukta şekillendirilmiş çelik profillerin ekseninde olmak şartıyla delikler açılır. Şekil 3.18 'de profillere bu delikleri açan alet gösterilmiştir. Bu boşlukların NASFA' ya (Kuzey Amerika Çelik Birliği) göre maksimum boyutları ve olması gereken kenar mesafeleri Şekil 3.19 ve Şekil 3.20' de gösterilmiştir. Malzemenin ince olması nedeniyle delik çevresi çelik plaka ile çevrelenerek güçlendirilir.

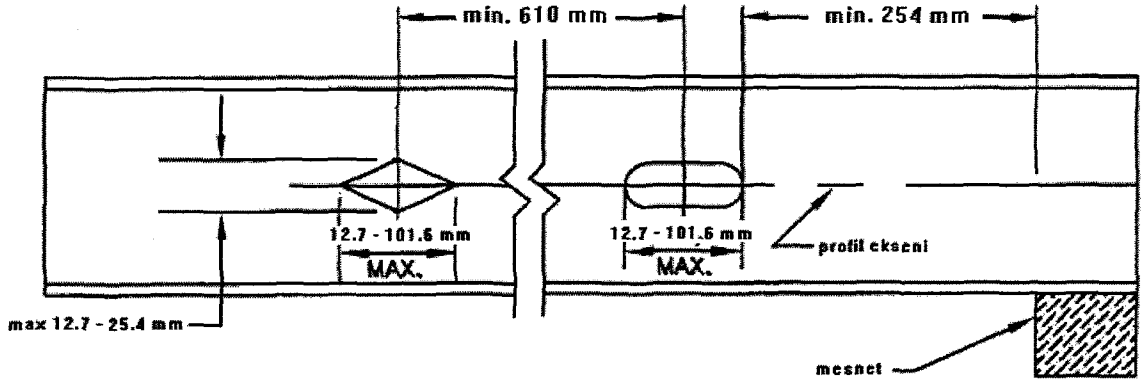
Üretilen profillerin nitelikleri ve üretim projelerinde aldıkları görevlere göre kodlanması yapı bileşenlerinin oluşturulması için kolaylık sağlamaktadır.



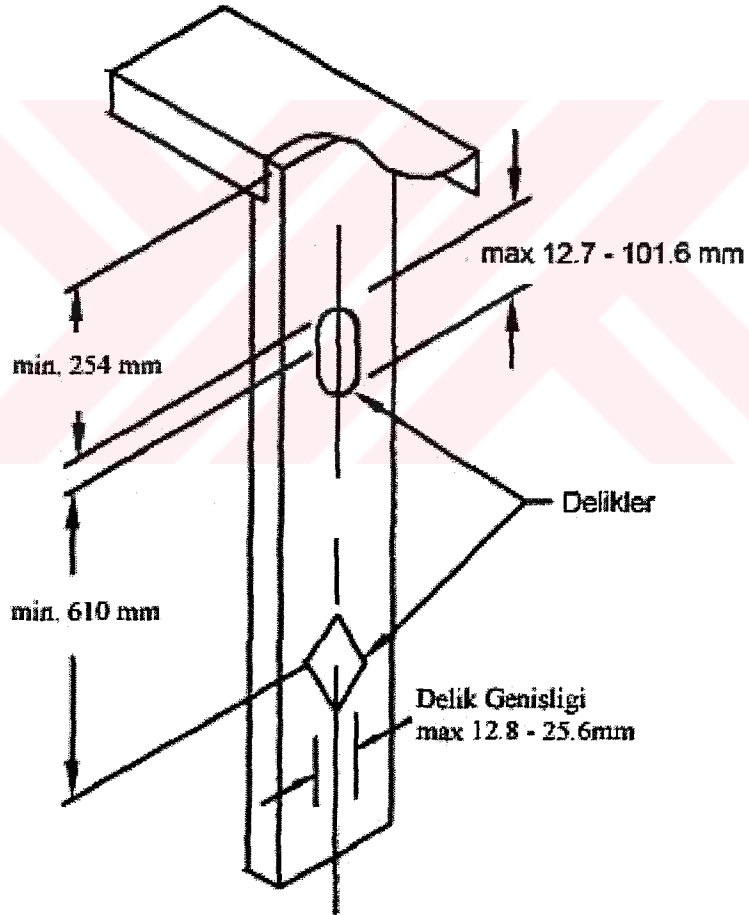
Şekil 3.17 Üretim projelerindeki ölçülerin bilgisayarlara aktarılması



Şekil 3.18 Profilere gerekli deliklerin açılmasını sağlayan makine



Şekil 3.19 Profil üzerinde açılacak deliklerin maksimum kenar mesafeleri (NASFA,2000)

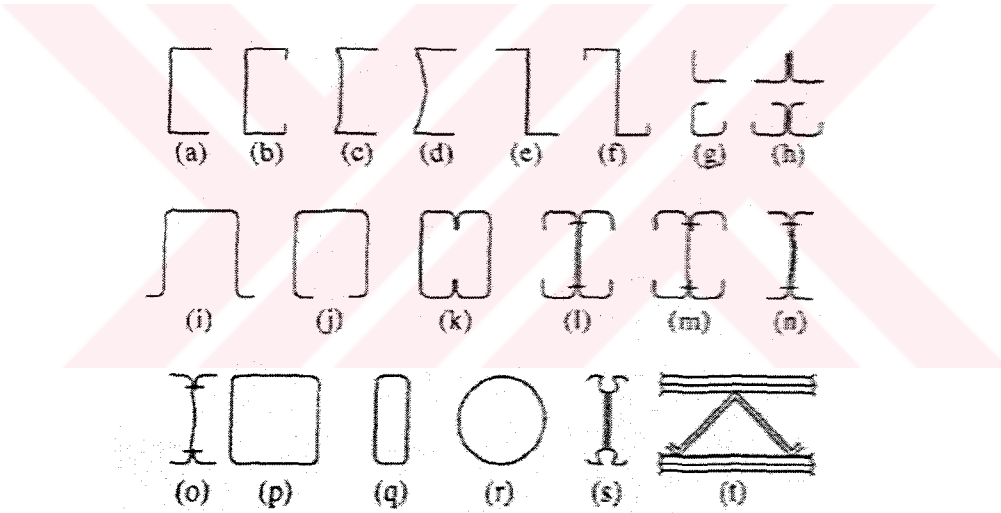


Şekil 3.20 Profil üzerinde açılacak deliklerin minimum kenar mesafeleri (NASFA,2000)

### 3.3 Soğukta Şekillendirilmiş Profillerin Enkesitleri

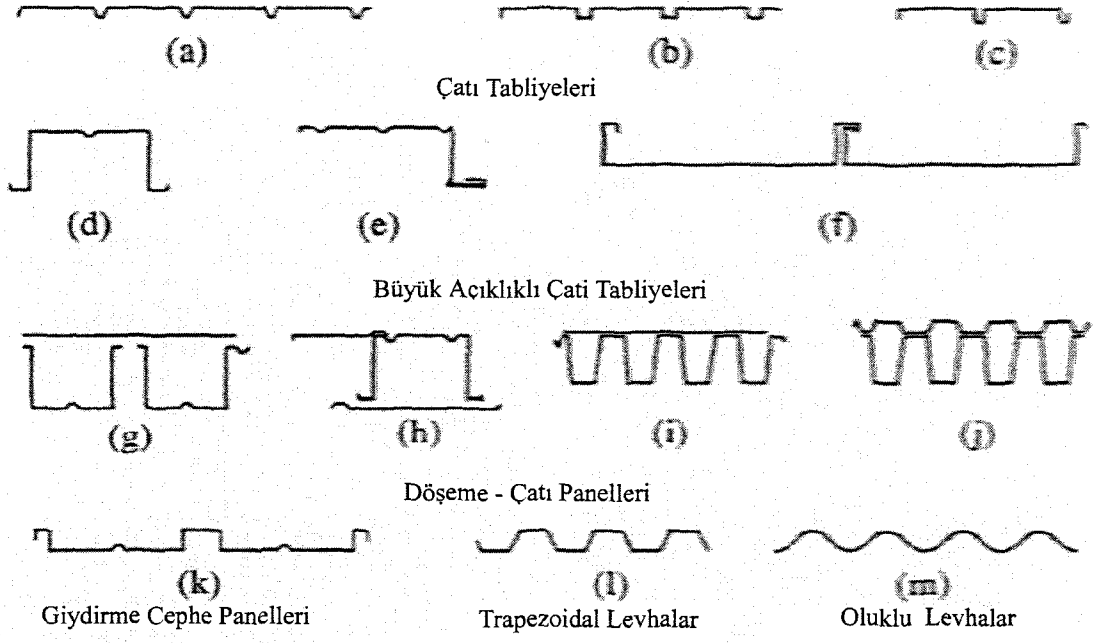
Hafif çelik profiller, karbon ya da demir alaşımlarının soğuk şekillendirme makineleri ya da pres makinelerinde şekillendirilmesiyle oluşur. Bu elemanların kalınlıkları genellikle 0.048in.(1.2mm) ile ¼ in. (6.35mm) arasında olmakla beraber özel durumlarda 1in. (25.4mm) kalınlıklı çelik plakalarla yapılan yuvarlak ya da dikdörtgen kesitli çubuklar da soğukta şekillendirilebilir. Bu elemanların boyutlandırılmasında en önemli faktör genişlik / kalınlık oranıdır (Yu,2000).

Soğukta şekillendirilmiş ürünler, profiller ve yassı ürünler diye iki başlık altında toplanabilir. Profiller, kolon – kiriş gibi çerçeve elemanları oluşturmakta kullanılır (Şekil 3.21). Soğukta şekillendirilmiş profiller 4 -5 kata kadar kullanılabilirler. Daha yüksek katlı binalarda çerçeve elemanlar sıcak hadde profillerinden oluşturulurken, duvar dikmeleri, döşeme kirişleri, paneller ve tabliyeler gibi soğukta şekillendirilmiş ürünler de yardımcı elemanlar olarak kullanılır (Yu,2000).

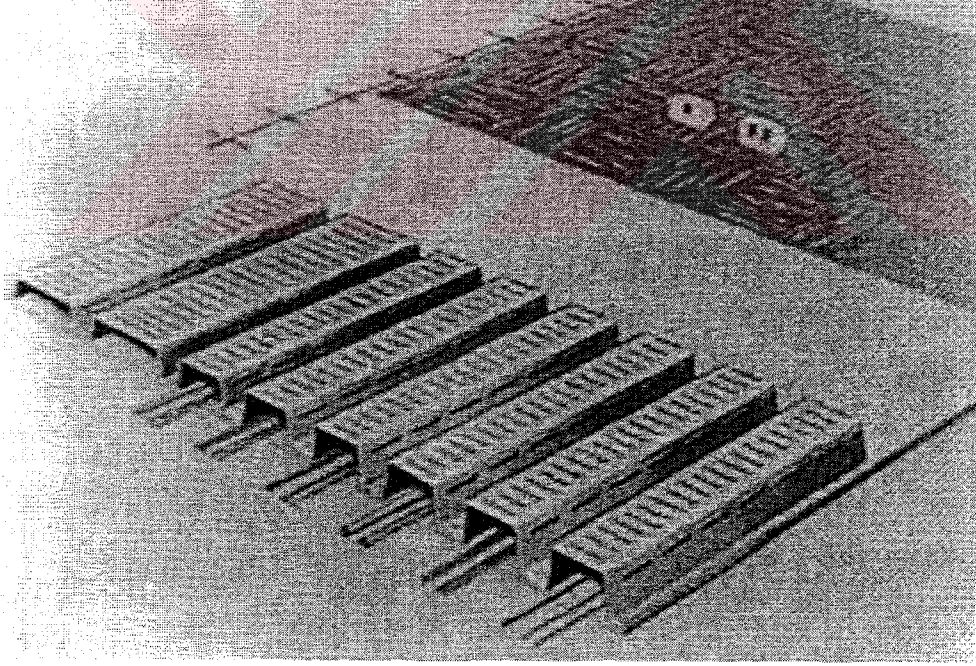


Şekil 3.21 Soğukta şekillendirilmiş profil kesitleri (Rhodes,2003)

Soğukta şekillendirilmiş yassı ürünler genellikle çatı kaplaması, döşeme kaplaması ve duvar kaplaması olarak kullanılır (Şekil 3.22). Çelik tabliyeler döşeme ve çatı oluşturulurken tek başına kullanılabileceği gibi betonla birlikte kompozit olarak da kullanılabilir (Şekil 3.23). Kompozit plakalarda çelik tabliyeler sadece betona kalıp vazifesi görmez, aynı zamanda beton prizini aldıktan sonra kompozit sistem içinde donatı rolünü alır (Yu,2000). Hücresel panellerin kanalları aynı zamanda ısıtma ve havalandırma olanağı sağlar.



Şekil 3 22 Soğukta şekillendirilmiş yassı ürünler (Yu,2000)



Şekil 3 23 Kompozit döşeme içinde kullanılan çelik eleman

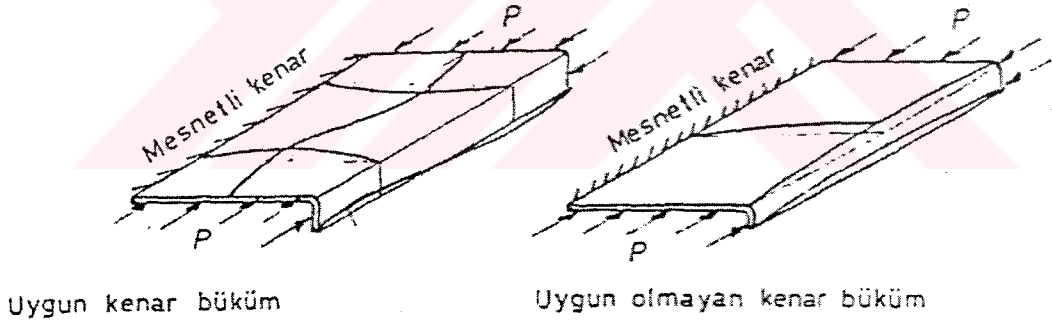
### 3.4 Hafif Çelik Profillerin Boyutlandırma Problemleri

Türkiye’ de hafif, soğukta şekillendirilmiş profillerle oluşturulan yapıların hesap kuralları ve bunlar için gerekli formüller TS 11372 Standardında ele alınmıştır. Soğukta şekillendirilmiş elemanların et kalınlıklarının ince olması nedeniyle boyutlandırılma sırasında göz önünde bulundurulması gereken bazı başlıklar aşağıda açıklanmıştır.

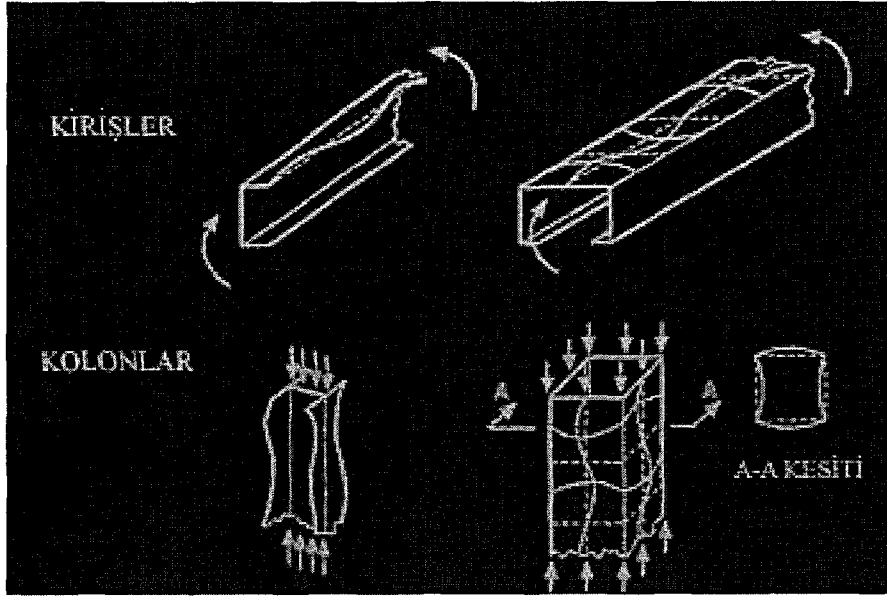
#### 3.4.1 İnce Cidarlı Basınç Elemanlarında Yerel Burkulma ve Yerel - Burkulma Ötesi Yük Taşıma Kapasiteleri

Soğukta şekil verilmiş düzlemsel elemanların et kalınlıkları genişliklerine göre oldukça incedir. Bu düzlemsel parçalarda, eğilme momenti veya basınç kuvvetinin oluşturduğu basınç gerilmelerinin değeri akma gerilmesine ulaşmadan yerel burkulma meydana gelir (Şekil 3.24).

Bu alanda yapılan teorik ve deneysel araştırmalar, bu elemanlarda yerel burkulma meydana geldikten sonra yük taşıma kapasitelerinin tamamen ortadan kalkmayıp, belirli bir miktar daha yük taşıyabildiklerini göstermiştir. Buna elemanın Yerel – Burkulma Ötesi Yük Taşıma Kapasitesi adı verilir. Bu özellik ince cidarlı profillerin boyutlandırılmasında oldukça önemlidir (Uzgider ve Arda, 1989).



Şekil 3 24 Yerel burkulmanın öğelere etkisi (Uzgider ve Arda, 1989)

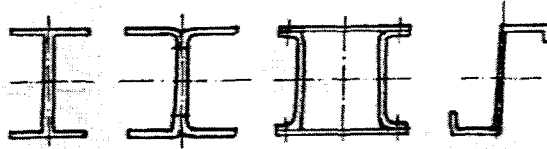


Şekil 3.25 Yerel burkulmanın kolon ve kirişteki etkisi [2]

Şekil 3.25’de bazı kolon ve kiriş elemanlarında meydana gelen yerel burkulma durumu görülmektedir.

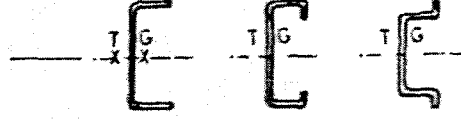
### 3.4.2 Burulma Rijitliği

Açık en kesitli taşıyıcı elemanların burulma rijitliği, et kalınlıklarının kübü ile orantılı olduğundan; bunların burulma rijitliği oldukça zayıftır. Örneğin gövde düzlemi içinde etkiyen yanal yük etkisindeki U kesitli bir kiriş, kayma merkezi gövde düzlemi dışında kaldığından eğilme deformasyonları yanı sıra önemli ölçüde burulma deformasyonları da yapar. Bu nedenle yapıda kullanılacak kesitlerin ağırlık merkezleri ve kayma merkezlerinin çakışması gerekir (Şekil 3.26). Ayrıca kayma merkezi ağırlık merkeziyle çakışmayan, açık en kesitli ve ince cidarlı soğukta şekil verilmiş basınç çubuklarında zayıf burulma rijitliği nedeniyle eğilme – burulmalı burkulma, önemli bir boyutlama kriteri haline gelebilir (Uzgider ve Arda, 1989).



Şekil 3.26 Birbirine dik çift simetri eksenli profiller (TS11372, 1994)

TS 11372' ye göre merkezlerin çakışmadığı U, omega, gövdeleri düzleminde burkulan T profiller gibi durumlarda, kesitin boyutlarına göre, ağırlık merkezi ile kayma merkezi arasındaki uzaklığın küçük kalması ve burkulmanın bu iki noktadan geçen düzlemde gerçekleşmesi gerekir (Şekil 3.27).





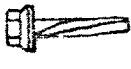

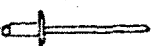


Şekil 3.27 U Profiller (TS11372, 1994)

#### 4. HAFİF ÇELİK SİSTEMİNİN KURULMASINDA KULLANILAN BİRLEŞİM ELEMANLARI

Birleştirme işlemleri, yapının deprem etkileri karşısında gerekli rijitlik ve süneklilik davranışını sergileyebilmesi için son derece önemlidir. Hafif çelik yapı profillerinin birleşimlerinde kaynak, perçin, vida ve bulonlar kullanılır. Ancak hafif çelik yapıların taşıyıcı sistem bileşenlerinin temele veya temel üzerinde birbirleri ile birleştirilmesinde kaynak kullanılmamalıdır (Canitez,2002).

Çizelge 4.1 Birleşim elemanların ve kullanım alanları (Baehre ve Toma, 1993)

İnce & Kalın	Çelik & Ahşap	İnce & İnce	Birleşim Elemanı	Özellikleri
X		X		M5 –M16 Bulonları
X				Kendi yolunu kendi açan Ø 6.3 vida,
	X	X		Ø6.3 - 6.5 altıgen başlı vida, Ø16 mm'dan büyük pul ile
X		X		Kendi deliğini kendi açan Ø4.22-4.8, Ø5.5, Ø6.3 vidalar
X				Ø8 vidalar, Ø16 dan büyük pul ile, 1mm kalınlıklı elastomerli yada elastomersiz
	X			Ø6mm ahşap vidaları, Ø16 dan büyük pul ile
		X		Ø4.0mm, Ø 4.8mm, Ø6.4mm kör perçinler

##### 4.1 Kaynak

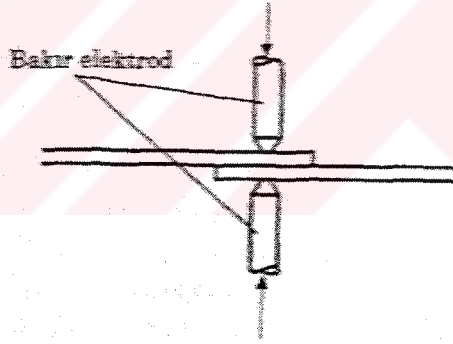
Kaynak, aynı veya benzer alaşımlı metallerin ısı etkisi altında birleştirilmesidir.(Deren vd.,2002) Kaynaklı birleşimler için gerekli koşullar Cornell Üniversitesi tarafından hazırlanan kapsamlı bir programla belirlenmiştir. Soğuk bükme profillerde iki tip kaynak

kullanılır. Bunlar :

- Ergitme Kaynak
- Basınç Kaynağı' dır (Tartar,2002).

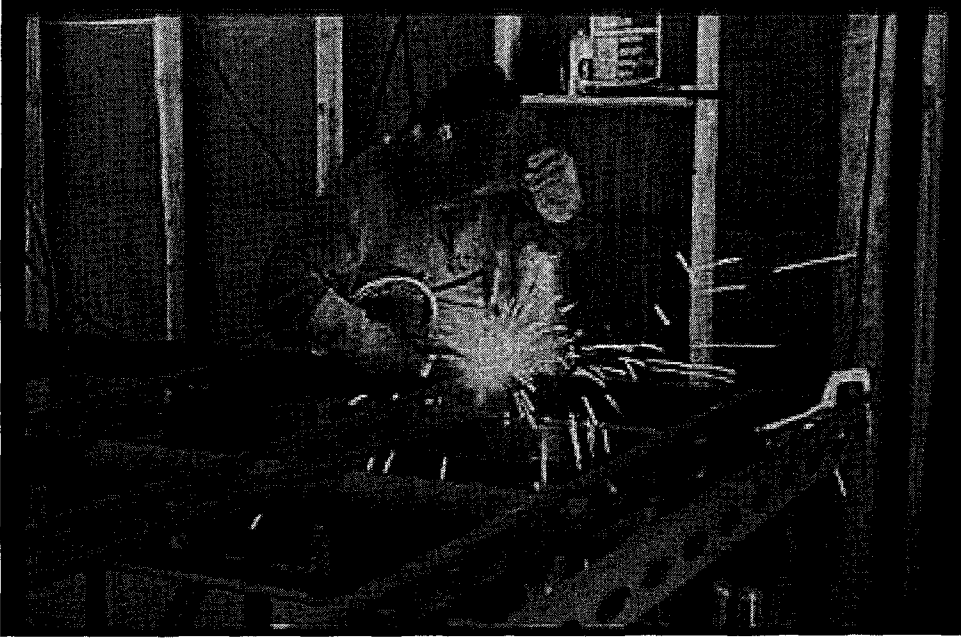
Ergitme kaynağında, birleştirilecek parçaların birbirine kaynaklanacak kısımları ile ilave metal (kaynak teli, kaynak elektrotu) ergime dercesine ( $3000^{\circ}\text{C} - 5000^{\circ}\text{C}$ ) kadar ısıtılır ve ergiyerek birleşen kısımların sonunda birleşim sağlanmış olur.(Deren vd.,2002) Ergitme Kaynak; soğukta bükülmüş elemanların birbirleriyle ya da hadde mamulü elemanlarla birleşiminde kullanılır (Tartar,2002).

Basınç kaynakları ise nokta ve kordon kaynakları şeklinde yapılır. Nokta kaynağı yapmak için, ince levha kısımlar özel kaynak makinesinin silindirik ve uçları kesik koni şeklinde olan bakır elektrotları arasına getirilir (Şekil 4.1). Elektrotlardan geçirilen elektrik akımının karşılaştığı direnç sonucu, elektrot uçları arasında kalan levha kısımları kızıl dereceye kadar ısıtıldıktan sonra, elektrotlar aracılığıyla basınç kuvveti uygulanır. Böylece levhalar küçük bir dairesel bölgede birbirlerine kaynaklanmış olur (Deren vd.,2002). Bunlar daha çok soğukta şekillendirilmiş elemanlarla oluşmuş fabrika binalarında kullanılır.



Şekil 4.1 Nokta kaynağı(Deren vd.,2002)

Kordon kaynağında, bakır çubuk elektrotların yerine tekerlek şeklinde elektrotlar kullanılır. Kaynaklanacak ince levhalar üst üste konduktan sonra, iki elektrot arasında sabit hızla geçirilir. Böylece levhalar çizgi şeklinde bir kaynak kordonuyla birbirine bağlanmış olur (Deren vd.,2002).



Şekil 4.2 Fabrikada kaynak yapılışı [2]

#### 4.2 Perçin

Perçinler; silindirik gövdeli, makaslamaya ve delik çevresindeki ezilmeye göre hesaplanan, parçalarda açılan deliklere vurulmak suretiyle yerleştirilen çelik birleşim aracıdır. Soğukta şekillendirilmiş profillerin birleşiminde iki tür perçin kullanılır. Bunlar sıcak perçinler ve soğuk perçinlerdir. Sıcak perçinler pek fazla kullanım alanı bulamazken soğuk perçinler önemli uygulama alanlarında kullanılırlar. Kullanılan soğuk perçin çeşitleri şunlardır:

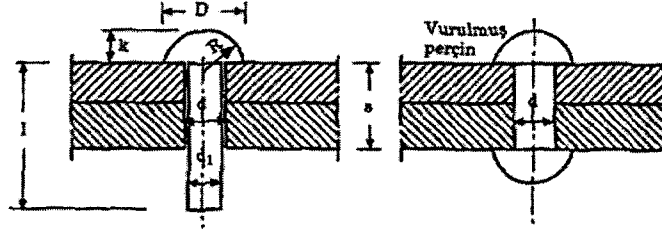
- K r Perçin ( tek taraflı uygulamalar için)
- Boru-t p Perçin ( taşıma alanlarını arttırmak için)

Biri ağır biri hafif iki elemanın birleşiminde boru perçin kullanılır. Birleşimlerde boru perçinler kullanılacaksa perçin ince olan elemanın tarafında olmalıdır.[2] Bir birleşimde kullanılacak perçin çapı, birleştirilen parçaların en incesine göre

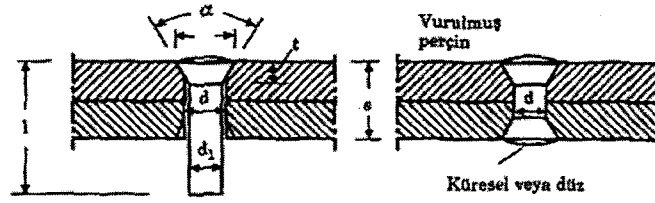
$$d = \sqrt{5t} - 0.2 \text{ (cm)}$$

olarak seçilir. Bu formülde t (cm) cinsinden en ince parçanın kalınlığıdır (Deren vd.,2002).

a) Yuvarlak başlı perçin (TS 94/2) (DIN 124)



b) Gömme başlı perçin (TS 94/3) (DIN 302)



Şekil 4.3 Perçin detayları (Deren vd.,2002)

### 4.3 Vida

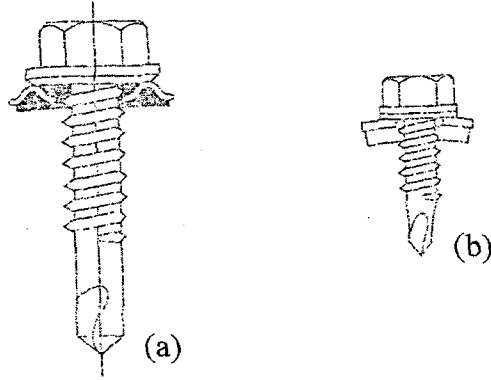
Tekil elemanların birleştirilmesinde en az iki tane vidanın kullanılması öngörülür. Normalde vida başı, ince olan metal tarafında olur. Eğer birleştirilen parçaların ikisi de aynı kalınlıktaysa ya da kalın olan parça vida başıyla temas halindeyse eğilme göz önünde tutulmalıdır (Tartar,2002).

Deliği önceden açılan ve deliği yerinde açılan vidalar soğukta şekillendirilmiş profillerin birleşiminde en yaygın kullanılan vida tipleridir (Şekil 4.4, Şekil 4.5). Bunlardan en çok çap numaraları 6 – 10 arasında olan vidalar kullanılır. Boyları da uygulamaya bağlı olarak 12mm – 76mm arasındadır. Vida boyutu birleşen parçaların kalınlıkları toplamından uzun olması gerektiği için birleşen parçaların kalınlıklarının bilinmesi önemlidir (NASFA,2000). Uygun olan vida tipi ve boyutu üretici firma kataloglarından yararlanılarak seçilmelidir.

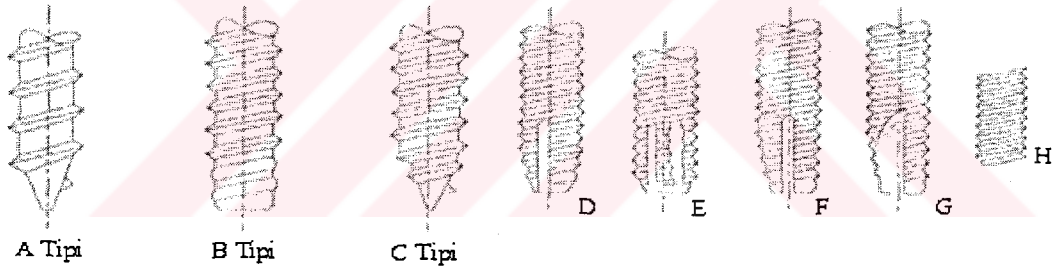
Deliği yerinde açılan vidalar 0.84mm veya daha kalın çeliklerin birleştirilmesinde kullanılır. Bu vidalar montaj sırasında kırılma veya deformasyon yapmadan kendi deliklerini ve vida adımlarını açarak uygulanır.

Deliği önceden açılan vidalar, alçı levhaların çelik elemanlarla birleşimi gibi rijitleştirici

elemanlarla birleşimde kullanılır. Şekil 4.5’ de bu vidalar gösterilmiştir. A tipli vidalar ince levhaların birleşiminde, B tipi vidalar 2mm ve C tipi vidalar 4mm kalınlığa kadar olan levhaların birleşiminde kullanılırlar. Diğer vidalar ise daha kalın levha birleşimlerinde kullanılırlar. Bu vidalar karbon çeliğiyle üretilir ve çinko ile galvanizlenerek korozyona karşı korunur (Baehre ve Toma, 1993).



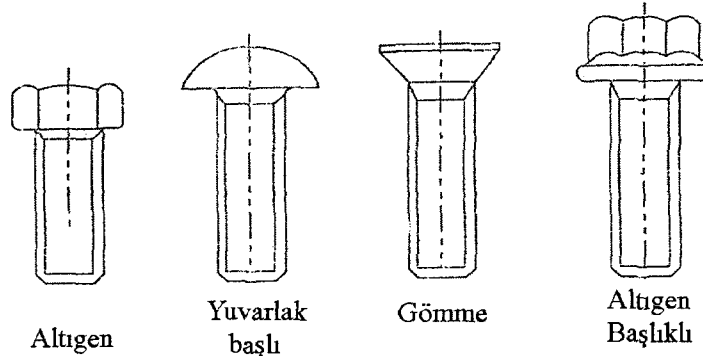
Şekil 4.4 Deliği yerinde açılan vidalar (Baehre ve Toma, 1993)



Şekil 4.5 Deliği önceden açılan vidalar (Baehre ve Toma, 1993)

#### 4.4 Bulon

Bulon; silindirik gövdeli, altıgen başlıklı bir birleşim aracıdır(NASFA,2000). İnce elemanların birleşiminde gövdesi yivli bulonlar kullanılır (Baehre ve Toma, 1993). Birleşecek parçalarda açılacak deliğe konulduktan sonra dış açılmış ucuna, altına pul konmak suretiyle somun takılır. Bulon başı bir anahtarla tutturulup, diğer bir anahtarla somun saat hareketi yönünde döndürülerek sıkılır. Kolaylık nedeniyle, şantiyede yapılan montaj birleşimlerinin bulonlu yapılması tercih edilir. Pahalı olduğu için atölye birleşimlerinde tercih edilmez (NASFA,2000).



Şekil 4.6 Bulon çeşitleri(Baehre ve Toma, 1993)

Soğukta şekil verilmiş ince cidarlı elemanların et kalınlığı / bulon çapı oranı küçük olduğu için bulon birleşimleri sıcak hadde profillerin birleşiminde kullanılan bulonlardan farklıdır (Uzgider ve Arda, 1989).

Bulonlu birleşimlerin yük taşıma kapasitesi dört tür mekanizma sonucu zayıflar:

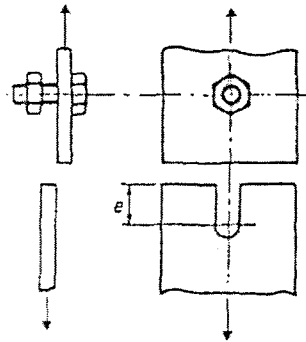
- Boyuna Doğrultuda Yırtılma (Şekil 4.7)

Birleşim yerinin kenara mesafesi çok küçük olduğu durumlarda levhaların boyuna doğrultudaki iki paralel çizgi boyunca yırtılmalar oluşur ve yırtılmalar sonucu yük taşıma kapasitesini kaybeder. Kenar mesafesinin (e) bulon çapına (d) oranı 3.5 dan fazla ( $e/d > 3.5$ ) olmalıdır (Uzgider ve Arda, 1989).

$$\tau = 0.7 \sigma_a \times (\sigma_u / 2 t_{\min} e) \quad e = \sigma_u / (1.4 t_{\min} \times \sigma_a)$$

Burada;  $\tau$  = kayma gerilmesi,  $\sigma_a$  = malzemenin akma gerilmesi,  $\sigma_u$  = kopma gerilmesi,

$t_{\min}$  = levhalardan incesinin kalınlığı, e = bulon deliğinin kenara uzaklığı, d = bulon çapıdır.



Şekil 4.7 Boyuna doğrultuda yırtılma(Uzgider ve Arda, 1989)

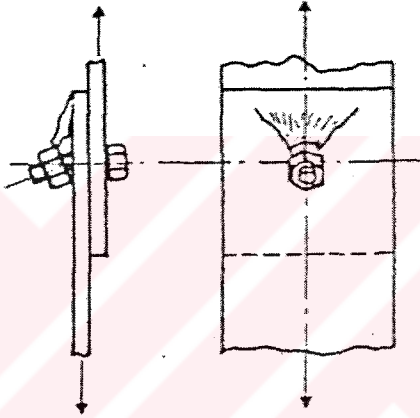
- Ezilerek Sıyırılma (Şekil 4.8)

Birleşim yerinin kenara mesafesi nispeten fazlaysa, bu durumda birleştirilen levhanın bulon önündeki bölgenin ezilmesiyle bulonun sıyırılması sonucu da birleşim yük taşıma kapasitesini kaybeder. Kenar mesafesinin bulon çapına oranı ( $e/d$ ) 3.5 değerine ulaşana kadar  $\sigma_b$  ezilme gerilmesi,  $e/d$  oranıyla birlikte artar (Uzgider ve Arda, 1989):

$$\sigma_b = 1.4 (e/d) \sigma_a$$

$e/d$  oranı 3.5 değerine eşit veya büyükse, ezilme gerilmesi emniyetli tarafta kalarak :

$$\sigma_b = 4.9 \sigma_a \text{ olur.}$$



Şekil 4.8 Ezilerek sıyırılma(Uzgider ve Arda, 1989)

- Birleştirilen Levhalardan İnce Olanında Yırtılma (Şekil 4.9)

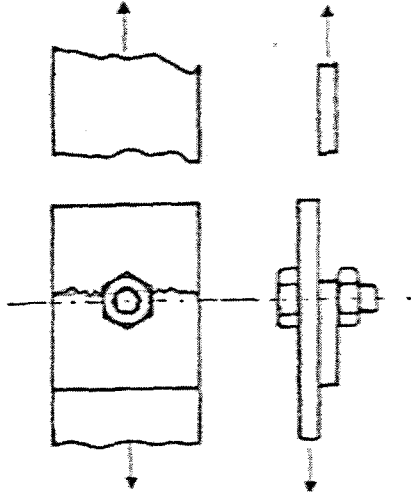
Bu tür yük taşıma kapasitesi kaybı, gerilme doğrultusuna dik doğrultudaki kenar mesafesinden kaynaklanır (Uzgider ve Arda, 1989).

Yırtılmanın meydana geldiği kesitteki bulon deliği,

$$d/s < 0.3 \text{ ise ; } \sigma_n = [1 - 0.9r + 3r(d/s)] \sigma_u$$

$$d/s > 0.3 \text{ ise ; } \sigma_n = \sigma_u$$

Burada  $\sigma_n$  = zayıf en kesitteki yırtılma gerilmesi,  $\sigma_u$  = birleştirilen eleman malzemesinin kopma gerilmesi,  $r$  = kesitteki bulon veya bulonlarca aktarılan yükün, bu kesit tarafından aktarılan yüke oranı,  $d$  = bulon çapı,  $s$  = gerilme doğrultusuna dik doğrultuda bulonlar arası mesafedir.



Şekil 4.9 Zayıf kesitte yırtılma (Uzgider ve Arda, 1989)

- Bulon Gövdesinde Makaslama (Şekil 4.10)

Bulon gövdesinde makaslama ile oluşan yük taşıma kapasitesi kaybına ait mekanizma ve birleşim yerinde bir bulonun makaslama göre emniyetle taşıyabileceği yük, alışılmış çelik yapılarıdaki gibi hesaplanır.

Makaslama, bulon eksenine dik doğrultuda etkiyen zorlamadır. Bu zorlamanın bulonun en kesit alanına bölümü makaslama gerilmesini verir (Deren vd.,2002).

Her makaslama alanı için bir bulonun taşıyabileceği kuvvet (N):

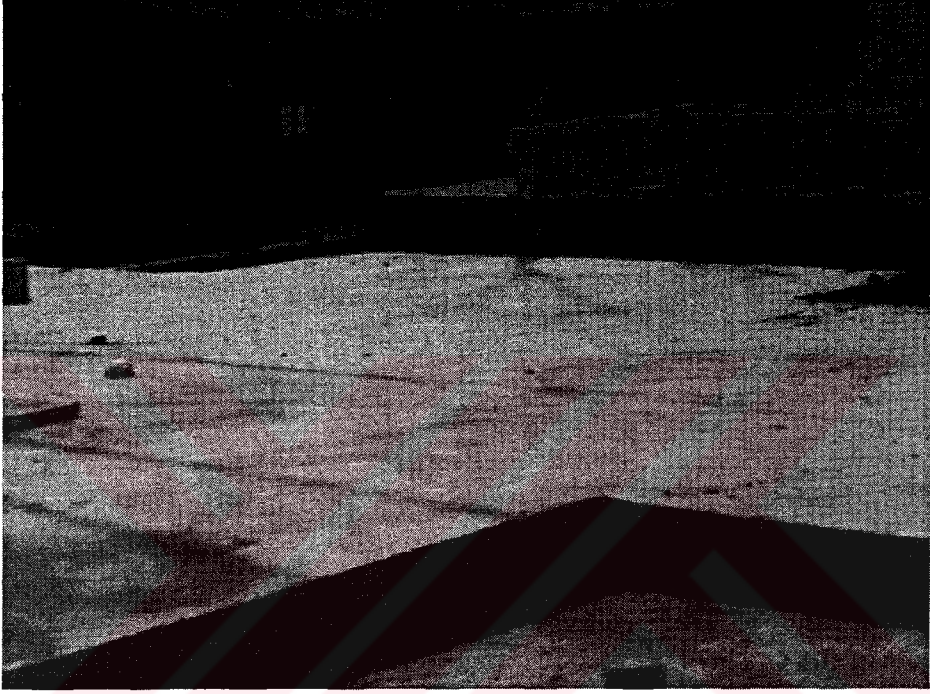
$$N = \tau_{em} \times \pi d^2 / 4$$

Burada  $\tau_{em}$  = malzemenin kayma emniyet gerilmesidir.

## 5. HAFİF ÇELİK YAPI SİSTEMİNİ OLUŞTURAN ELEMANLAR

### 5.1 Temel

Hafif çelik yapılar genel olarak radye temel üzerine kurulan bir sistemdir. Taşıyıcı dikmelerin oturduğu taban başlıklarının temel ile bağlantısı rüzgar, deprem ve hortum gibi doğal afetlerde önem kazanır. Bu öğelerin betonarme temele ankre edilmesi gerekir (Yıldırım,2003).

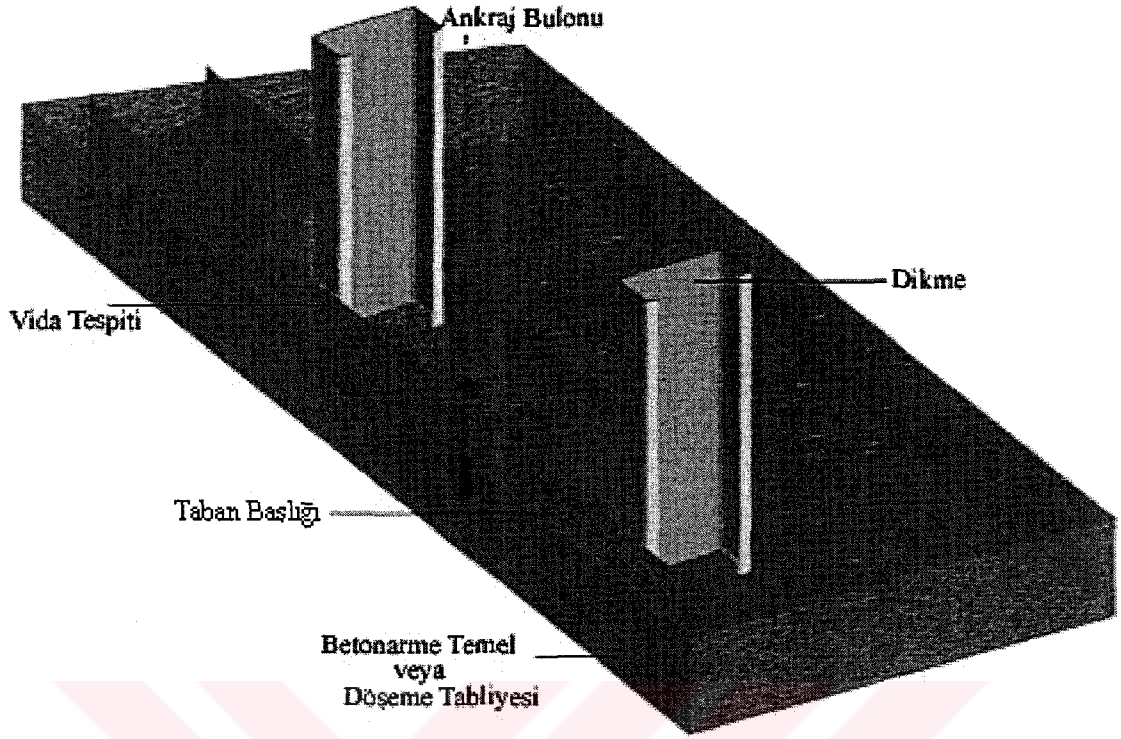


Şekil 5.1 Betonarme sürekli temel

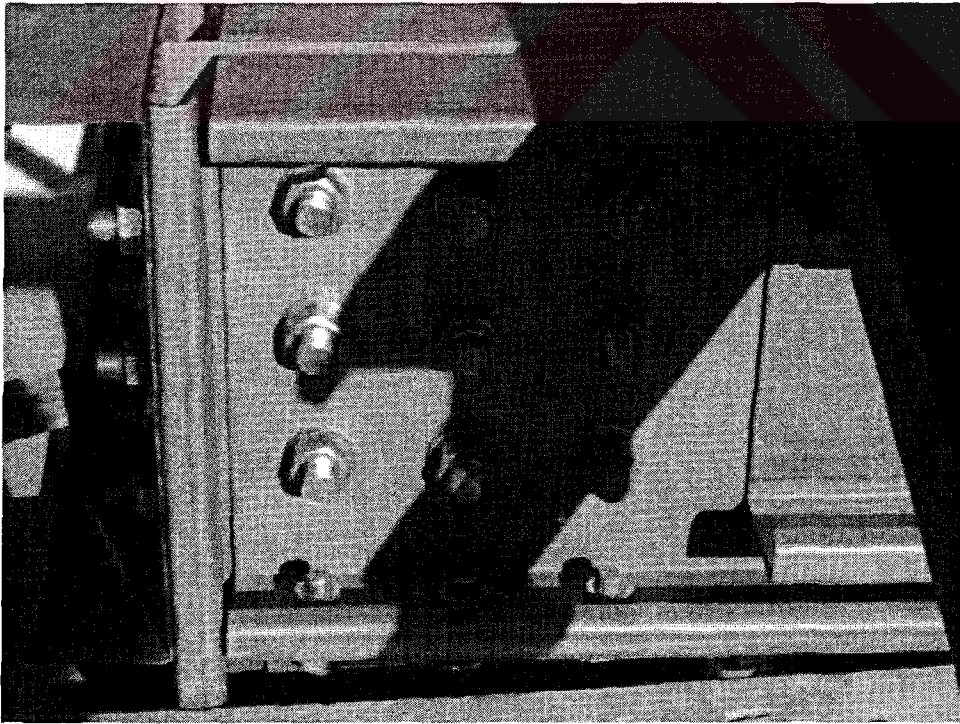
Hafif çelik yapıların üretim sisteminde depreme dayanım için gerekli olan sistem rijitliğinin sağlanması için en uygun temel biçimi betonarme sürekli temeldir (Mufti,2001;Özlu,2001) (Şekil 5.1).

Paneller, sızdırmazlık contaları, ankraj vidaları ve dayanımı yüksek bulonlar genellikle doğrudan betonarme sürekli temel üzerine bağlanır (Mufti,2001;Özlu,2001)(Şekil 5.2, Şekil 5.3). Ancak Şekil 5.4'te de görüldüğü gibi duvar panelinin taban başlığının ahşap bir taban üzerine de oturtulması mümkündür. Tüm yapı iskeletini neme karşı korumak için taban kirişlerinin altına izolasyon yapmak gerekir.

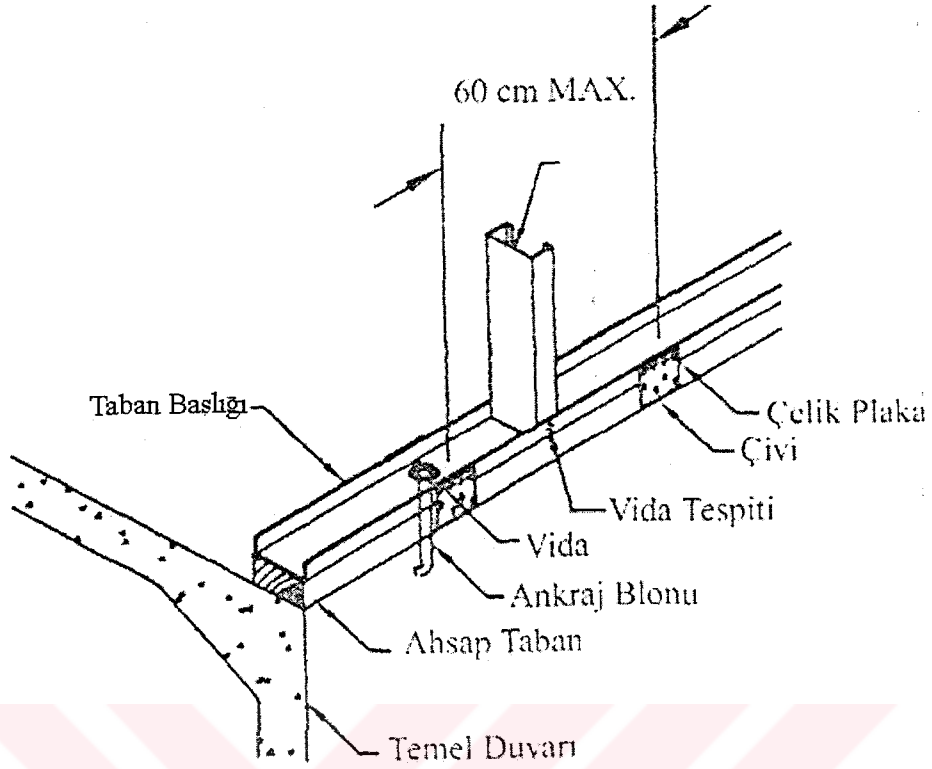
Çeşitli rüzgâr ve deprem yüklerine göre uygun temel birleşimleri NASFA' nın (Kuzey Amerika Çelik Birliği) oluşturduğu tablolarda mevcuttur. Bu tablolar EK2' de verilmiştir.



Şekil 5.2 Taban başlığın betonarme temele oturması[8]



Şekil 5.3 Bulonlu birleşimler

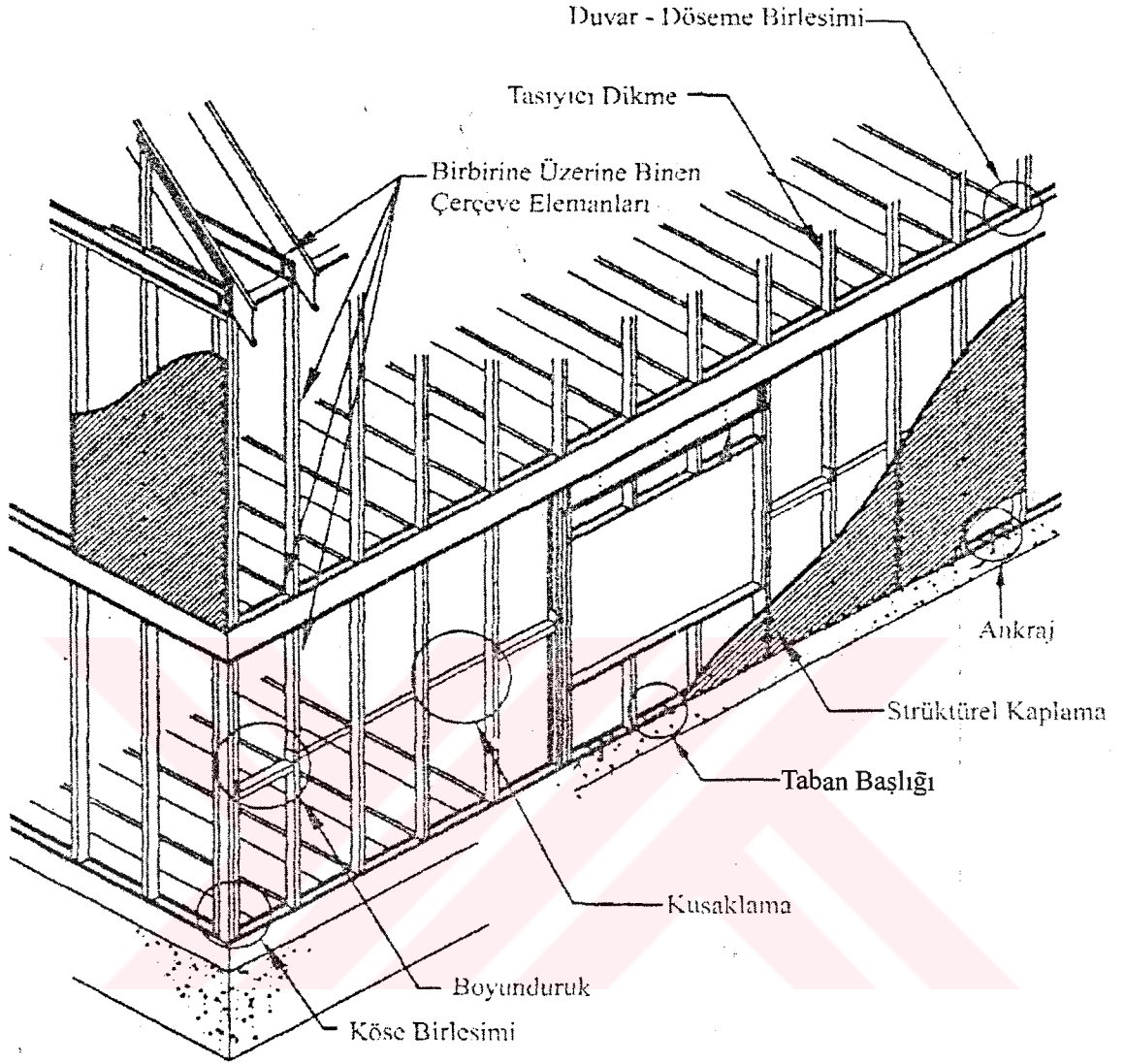


Şekil 5.4 Taban başlığın ahşap tabana oturması (NASFA,2000)

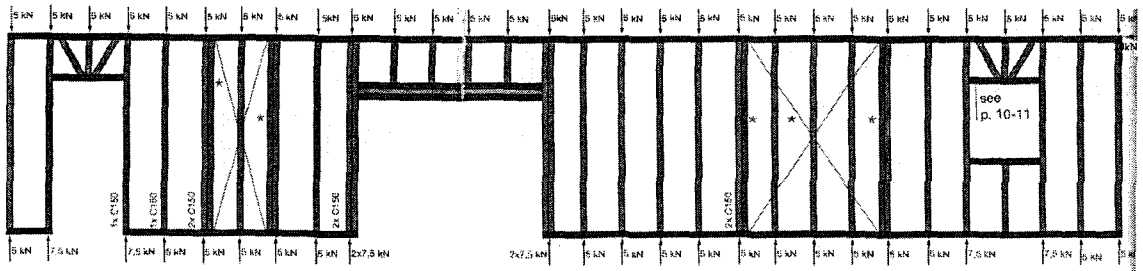
## 5.2 Duvar Konstrüksiyonu

Hafif çelik sistem, taşıyıcı duvarlı bir sistemdir. Aynı teknikle oluşturulan iç ve dış duvarlar düşey ve yatay yüklere karşı yeterli mukavemette olmalı ve sistem içindeki düzen yapı stabilitesini sağlamalıdır. Kaplama malzemesi taşıyıcı çeliği yangından korumalıdır (Şekil 5.5).

Duvar düzlemi, dikmelerinin belli aralıklarda sıralanmasıyla oluşturulur. Dikme aralıkları belli bir standart olmamasına rağmen genellikle 610 mm'dir. Dikme boyutları çatı ve döşemelerden gelen düşey yüklere göre belirlenir (Şekil 5.6). Taşıyıcı duvar elemanı içine yerleştirilecek dikmelerin uygun boyut ve kalınlıkları NASFA' nın tablolarında mevcuttur (NASFA,2000).



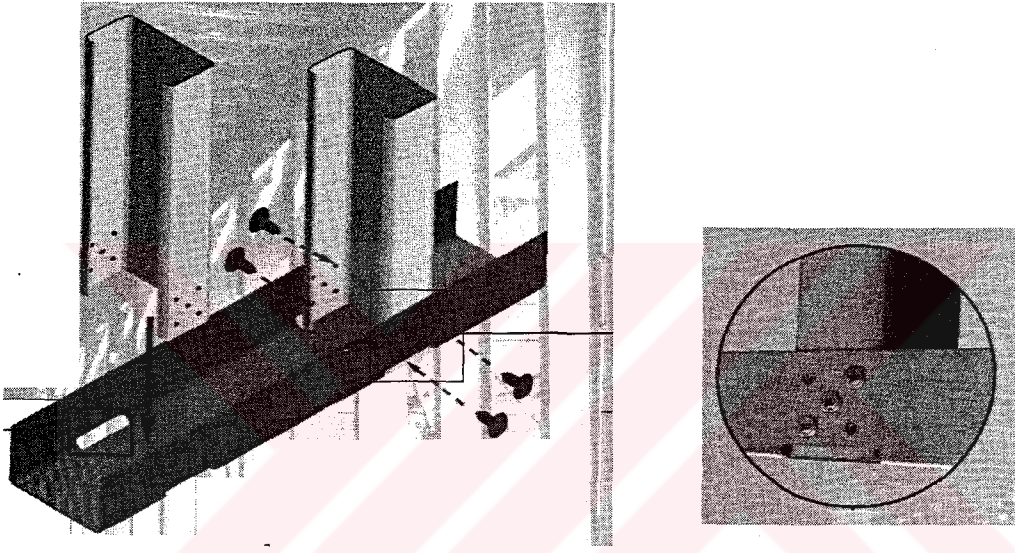
Şekil 5.5 Duvar konstrüksiyonu (NASFA,2000)



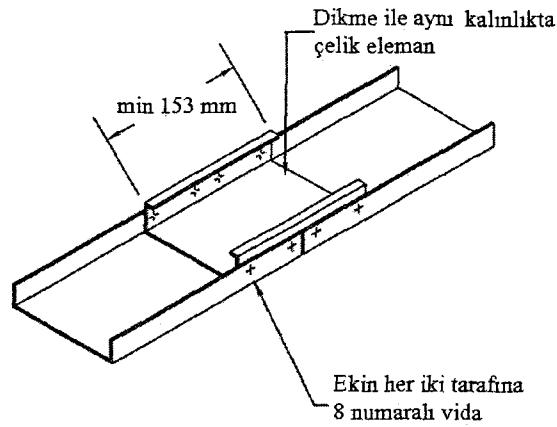
Şekil 5.6 Dikmelere gelen yüklerin statik hesabının yapılması [8]

Bu çok sayıda dikmeler, üretim projesine göre delikleri açılmış taban başlığına oturtulur, vida veya bulonların yardımıyla bağlantılar yapılır (Şekil 5.7). Duvar elemanını oluşturacak tüm dikmeler yerleştirildikten sonra bir tavan başlığı ile bu dikmelerin üstleri kapatılır. Duvar tavan ve taban başlığı kalınlıkları dikme kalınlığında ya da daha fazla olmalıdır (NASFA,2000).

Taban ya da tavan başlıklarında ek yapılması gerektiğinde en az 153mm'lik ve dikme ile aynı kalınlıkta bir çelik levha kullanılmalıdır. En az iki tane 8 numaralı vida ile bağlantı yapılmalıdır (Şekil 5.8) (NASFA,2000).



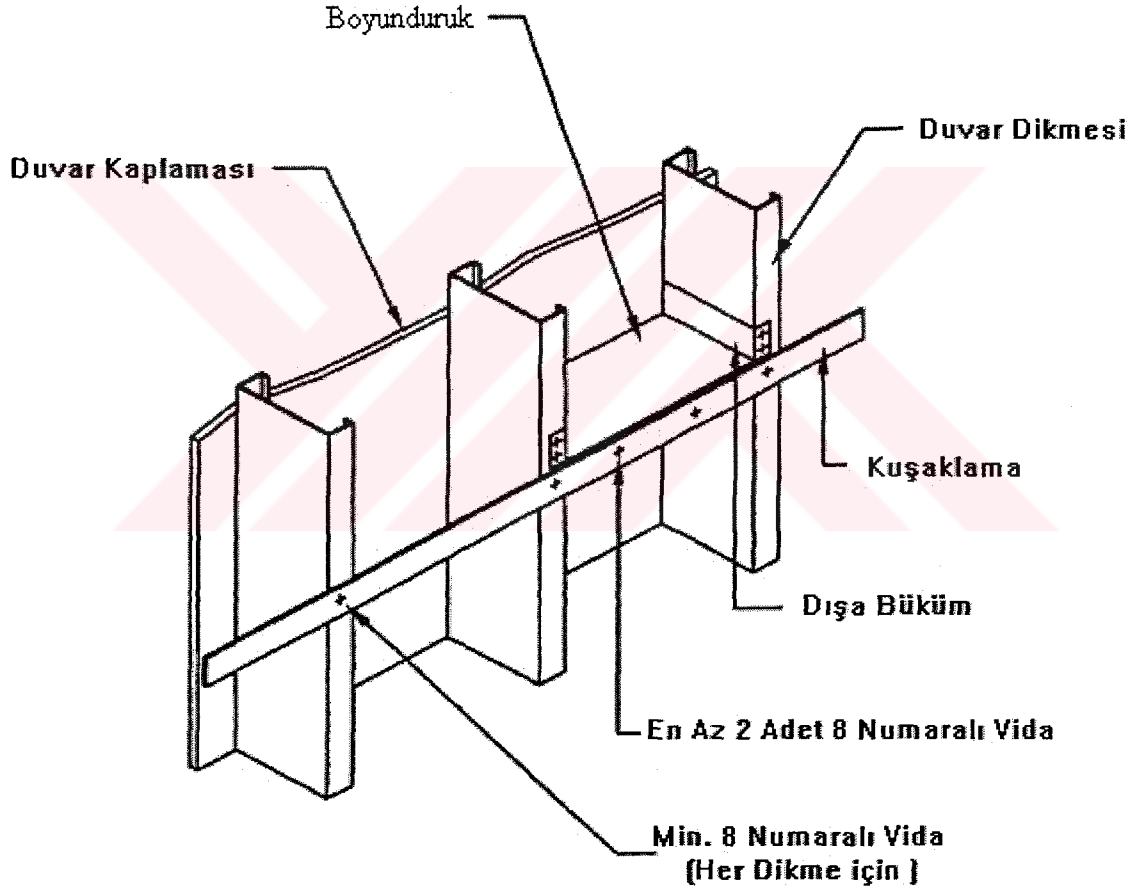
Şekil 5.7 Duvar dikmelerinin taban başlığına oturması [8]



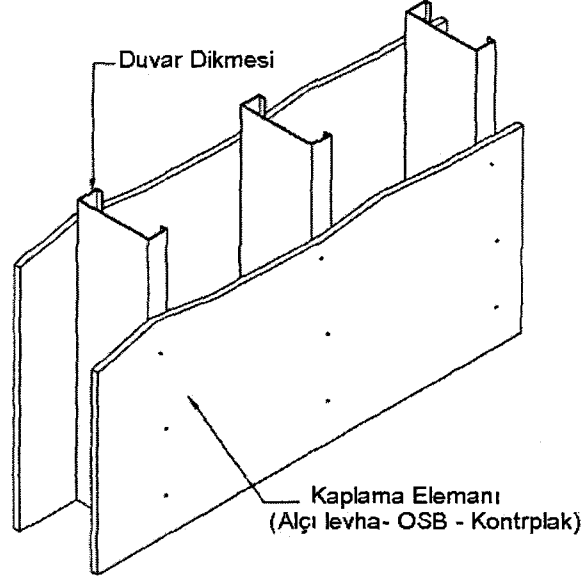
Şekil 5.8. Başlıkta ek yapılması (NASFA,2000)

Duvar elemanın sabitlenmesini sağlamak için dikme, tavan ve taban başlıkları rijitleştirici elemanlarla bağlanır. Bu rijitleştirici elemanlardan birincisi yatay çelik kuşaklardır (Şekil 5.9). Dikmeler, uzunluklarına göre orta noktalarından ya da 1/3 mesafesinden bu kuşaklar ile bağlanmalıdır. Kuşaklar 38mm x 0.84mm kesitli olmalı ve en az 8 numaralı vidalarla bağlanmalıdır. Kuşaklamalar boyunca 3.5m mesafe ile boyunduruklar destek olarak yerleştirilmelidir (NASFA,2000).

Taşıyıcı duvarların her iki yüzüne alçı duvar panelleri veya taşıyıcı kaplamayla ilgili tablolara göre kaplama yapılması ya da bir tarafa taşıyıcı kaplama diğer taraf kuşaklama ve boyunduruk olacak şekilde düzenlenmesi rijitleştirme yöntemlerinden biridir (Şekil 5.10).



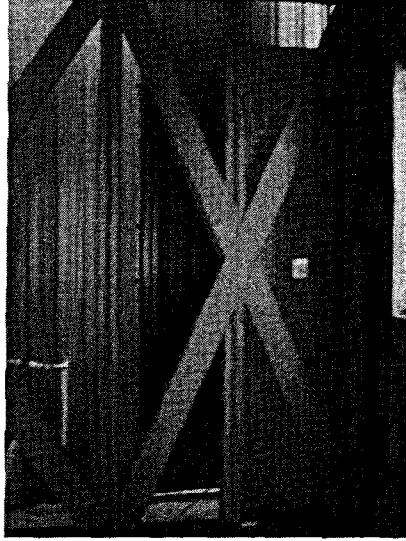
Şekil 5.9 Boyunduruk ve kuşaklamalarla rijitleştirme yöntemi (NASFA,2000)



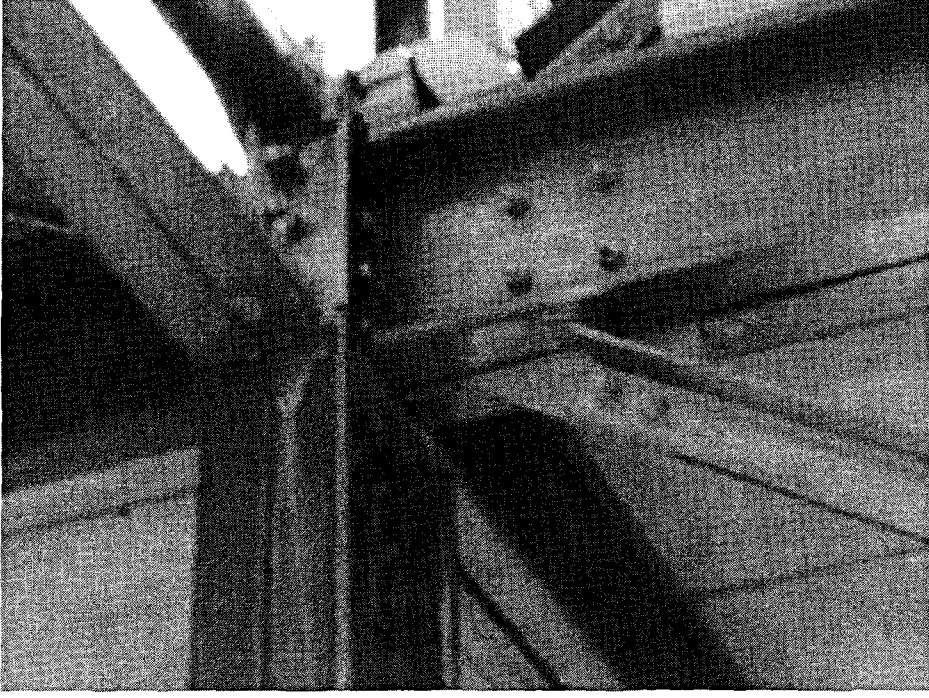
Şekil 5.10 Duvar dikmelerinin kaplama malzemesiyle rijitleştirilmesi

Diğer bir rijitleştirme yöntemi de tavan ve taban başlıkları arasında 2-3 dikmeyi kapsayacak şekilde diyagonal çaprazlamalar yapılmasıdır. Çaprazlama elemanları geçeceği açıklığa bağlı olarak lama, profiller ya da yüksek dayanımlı kablolar olabilir (Işık,2001).

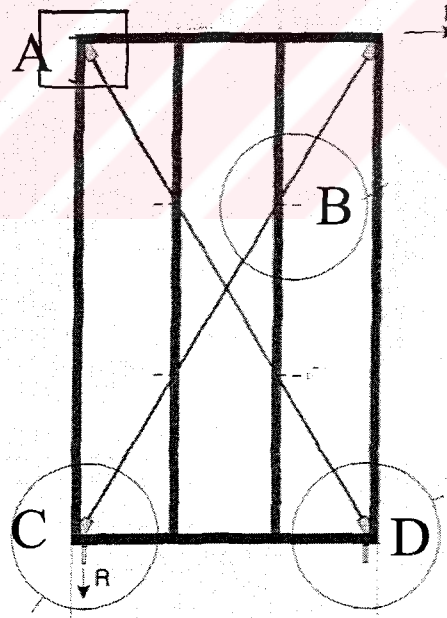
Şekil 5.11' de lamalarla ve Şekil 5.12' de profillerle yapılmış çaprazlamalar gösterilmiştir. Şekil 5.13 – Şekil 5.17'de de yüksek dayanımlı kablolarla yapılmış çaprazlama ve bunların tavan, taban başlıklarıyla birleşimlerinin detayları gösterilmiştir.



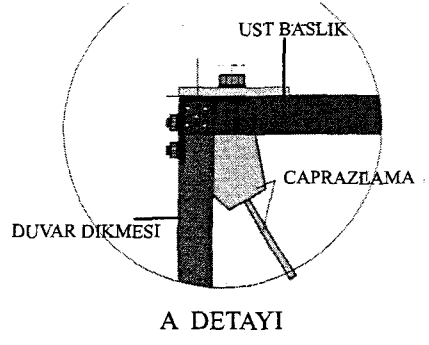
Şekil 5.11 Profille yapılan duvar çaprazlaması



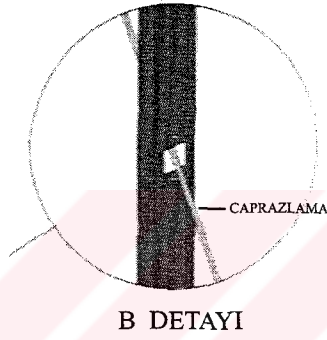
Şekil 5.12 Çaprazlamanın kiriş ve dikme ile birleşiminin detayı



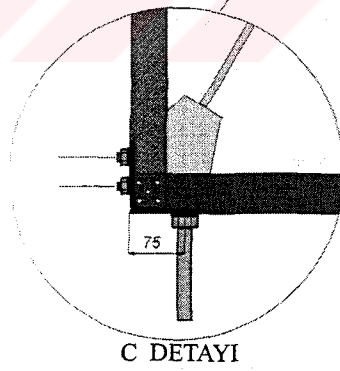
Şekil 5.13 Kablo ile yapılan duvar çaprazlaması [8]



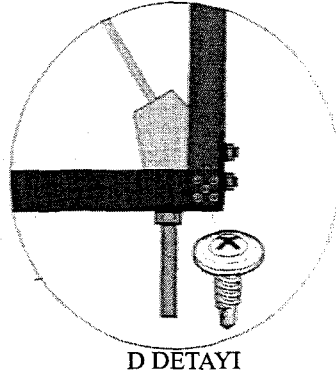
Şekil 5.14 Çaprazlama – tavan başlığı-duvar dikmesi birleşim detayı [8]



Şekil 5.15 Kablonun dikmenin içinden geçişi [8]

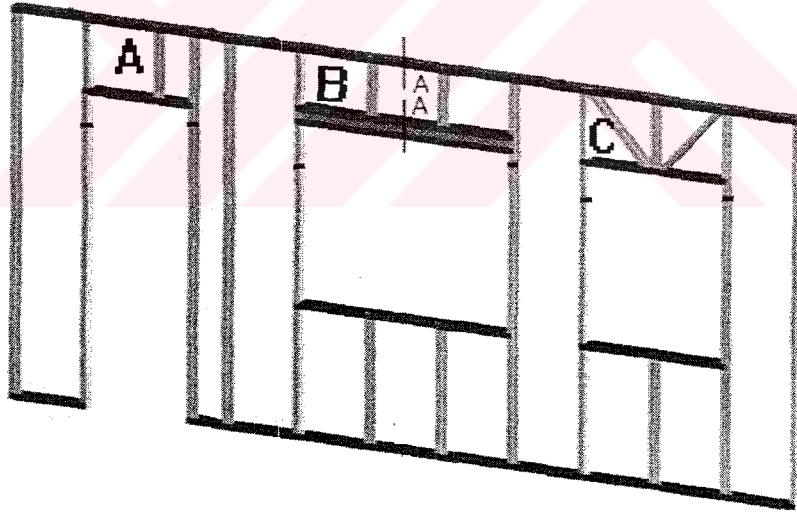


Şekil 5.16 Çaprazlama – taban başlığı-duvar dikmesi birleşim detayı [8]

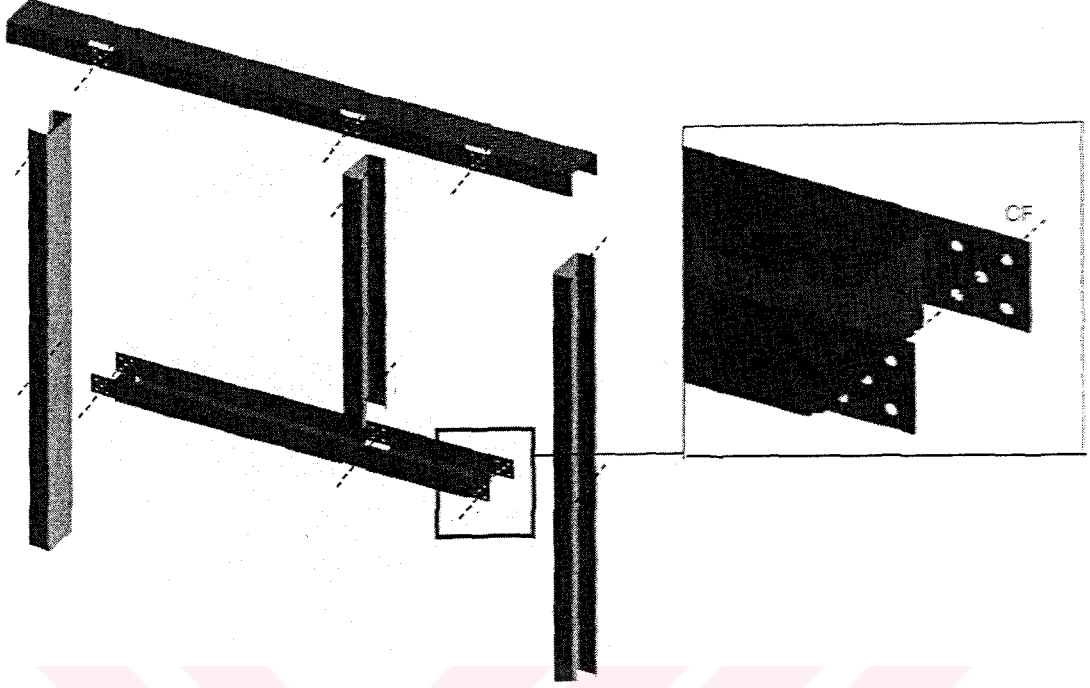


Şekil 5.17 Çaprazlamaların vida ile sabitlenmesi [8]

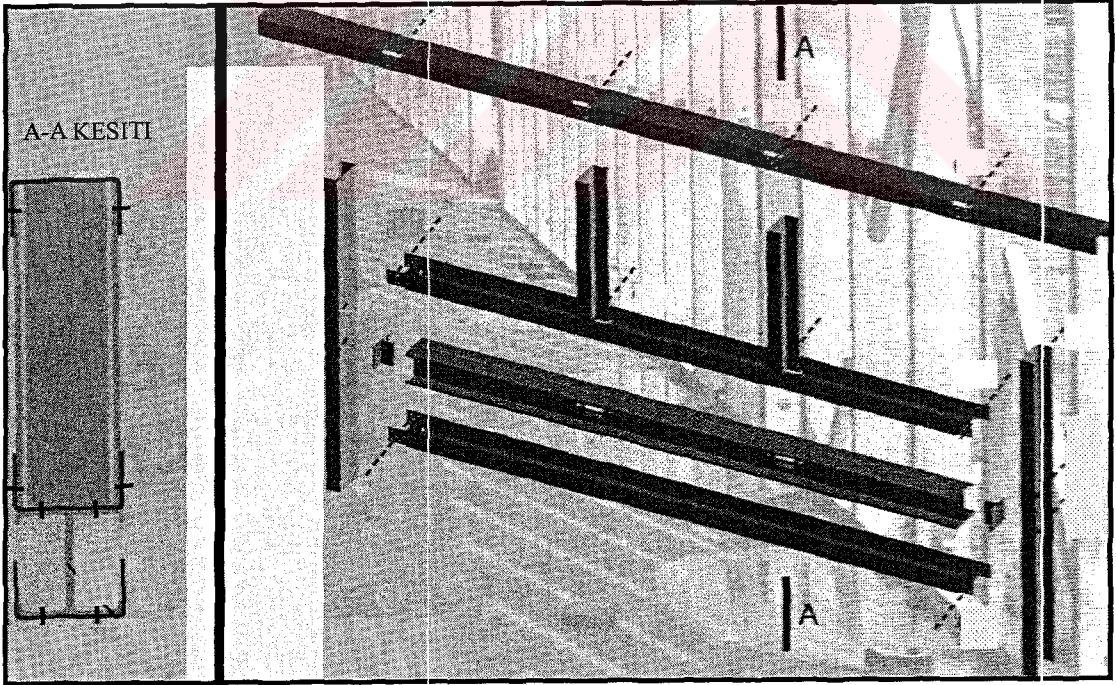
Taşıyıcı duvar paneli içinde kapı ve pencere boşlukları üstleri çeşitli şekillerde kurulan lentolarla oluşturulur (Şekil 5.18). Bunlarla ilgili detaylar Şekil 5.19, Şekil 5.20, Şekil 5.21' de gösterilmiştir. Lentolar, C profillerin kutu oluşturması, sırt sırta dayanması ya da L kesitlerin kullanılmasıyla oluşturulur. Eğer boşluk üstündeki mesafe uzunsa dikmelerin altındaki kirişler kuvvetlendirilmelidir.



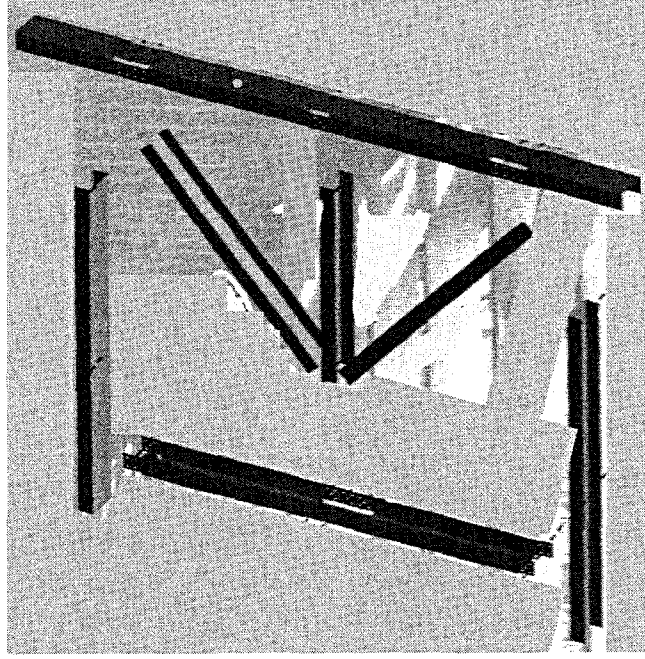
Şekil 5.18 Hafif Çelik Profillerle Oluşturulmuş Duvar Paneli [8]



Şekil 5.19 Kapı Boşluğu Oluşturulması - A Detayı [8]

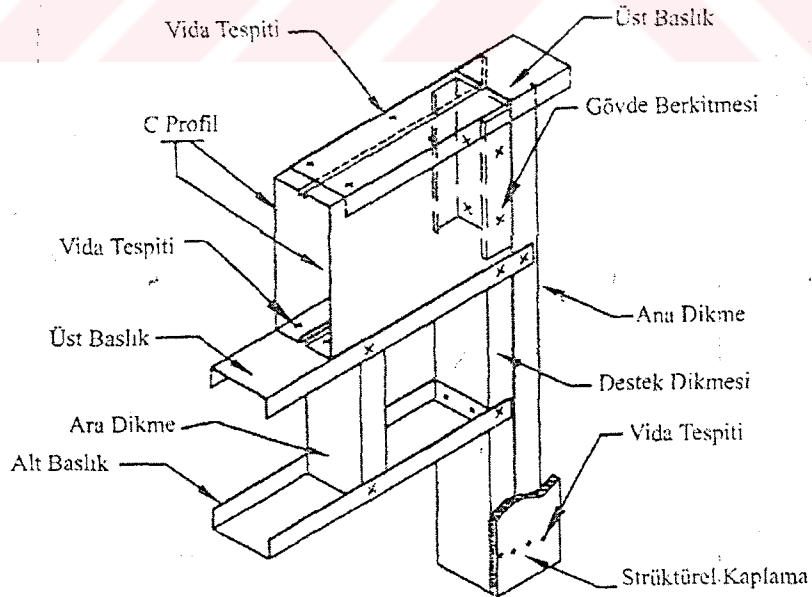


Şekil 5.20 Pencere Boşluğu Oluşturulması - B Detayı



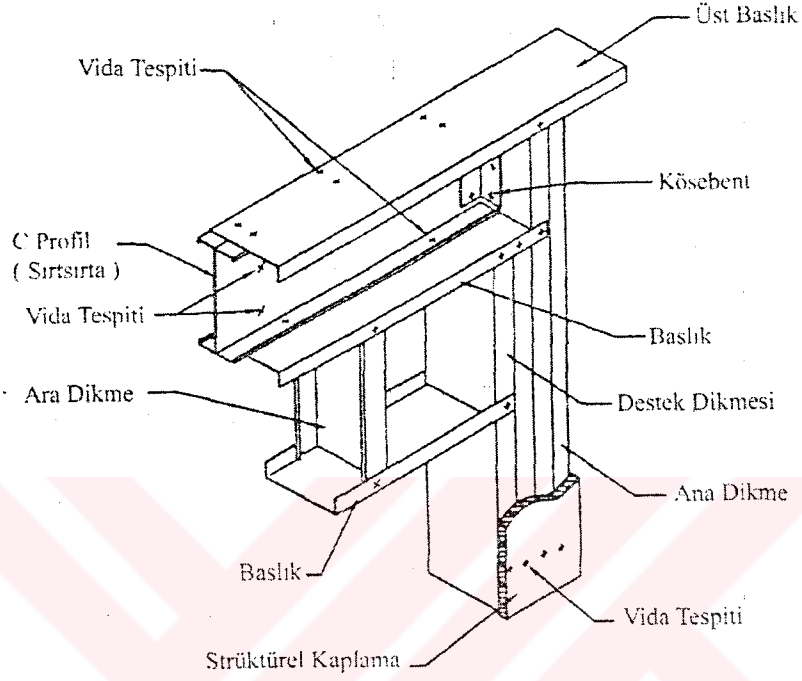
Şekil 5.21 Pencere Boşluğu Oluşturulması-C Detayı

Şekil 5.22’de görülen kutu birleşimli lento, 2 adet C kesitli profilin uç uca birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Burada başlık olarak kullanılacak çelik profillerin minimum et kalınlıklarının 0.84mm olması gerekmektedir (NASFA,2000).

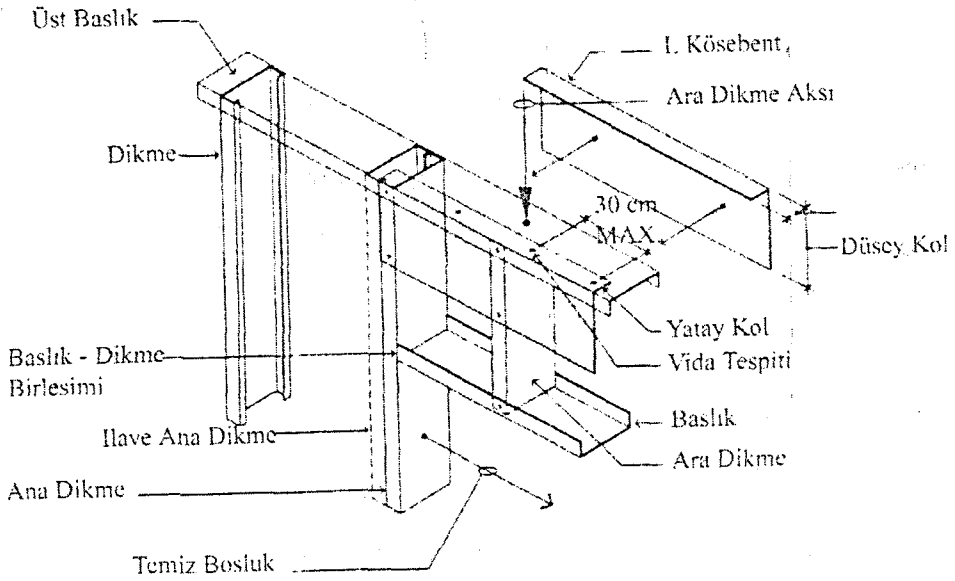


Şekil 5.22 Kutu birleşimli lento detayı (NASFA,2000)

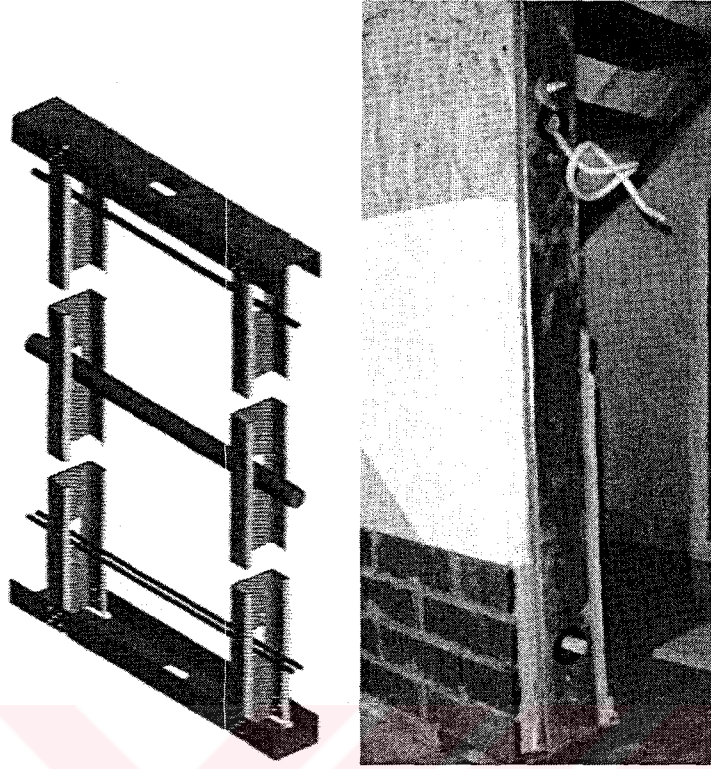
Şekil 5.23' teki lento türü iki adet C kesitli profilin sırt sırta dayandırılarak birleştirilmesinden, Şekil 5.24' teki lento ise L kesitli profillerle oluşturulmuştur (NASFA,2000).



Şekil 5.23 Sırt sırta birleştirilmiş lento detayı (NASFA,2000)



Şekil 5.24 L kesitli profille oluşturulmuş lento detayı (NASFA,2000)



Şekil 5.25 Duvar dikmelerinde bırakılan tesisat boşlukları

Hafif çelik yapılarda elektrik, su, havalandırma gibi ihtiyaç duyulan servisler profillerde açılan deliklerden geçirilerek gerekli yerlere ulaştırılır (Şekil 5.25). Tesisat yatayda ve düşeyde olmak üzere iki türlü yerleştirilebilir. Hafif çelik yapılarda daha önce de belirtildiği gibi proje aşamasında döşeme kirişlerinde ve duvar dikmelerinde delik yerleri tespit edilir ve üretim sırasında bu delikler açılır. Tesisatın yatayda dolaşabilmesi için bu delikler gereklidir.

Borular ve kablolar duvar taşıyıcılarında açılan art arda deliklerden geçirilir. Bunlar çelik taşıyıcılı duvar ve döşeme elemanlardan geçirilirken çeliğin ısı ve elektriği iyi ileten bir metal olduğu unutulmamalı ve sisteme değmemesine özen gösterilmelidir. Bu durumda ses, ısı ve elektrik izolasyonu dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Elektrik tesisatı plastik bir borudan geçirilerek döşenmelidir (Işık,2001).

Tesisatlar çekildikten sonra dikme aralıklarına cam yünü yerleştirilir. Panel iskeleti kurulduktan sonra her iki yüzey çeşitli kaplama malzemeleriyle kaplanır ve boyanır (Şekil 5.26). Kaplama malzemesi yanal yüklere karşı da dayanımı artırır (Yıldırım,2003). Hâkim rüzgar hızı 144.8 km/h' ten az olduğunda, bu kaplama malzemesi 13mm kalınlıklı alçı levha, 11mm kalınlıklı OSB (Oriented strand board)- suya dayanıklı ahşap lifli levha-, ya da 12mm

kalınlıklı kontrplak olabilir (NASFA,2000).

Dış cephenin oluşumunda yapı fiziği açısından çeşitli çözümler mümkündür Isı yalıtım elemanı taşıyıcı dikme aralarına konulup, dışına sıva üzerine boya yapılarak veya OSB üzerine cephe kaplaması yapılarak dış kabuk oluşturulması bir çözümdür (Yıldırım,2003). Diğer bir çözüm de ısı yalıtımı taşıyıcı sistem üzerine kaplanan OSB üzerine yapılıp cephe kaplamasıyla bitirilmesidir. Bazı uygulamalarda ısı yalıtımı hem taşıyıcı duvar kesiti içinde hem de OSB kaplı dış duvar üzerine yapılır (Yıldırım,2003).



Şekil 5.26 İç duvar kesiti

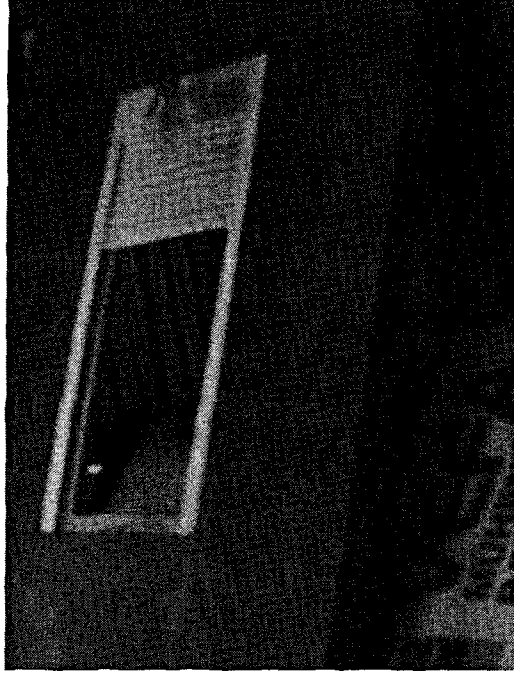
OSB üzerine polistiren köpük veya taş yünü kaplanmaktadır (Mufti,2001;Özlü,2001). Oluşturulan yüzeye sıvaya tutunabilmesi için tel şilte veya esnek kanaviçe filesi ile kaplanmalıdır. Bu aşamadan sonra üzerine darbelere dayanıklı ince renkli dekor sıva yapılabilir (Mufti,2001;Özlü,2001). OSB üzerine dekoratif boya yapılabileceği gibi cephe kaplaması da yapılabilir (Şekil 5.27). Binanın dış kaplamaları için çok değişik alternatifler vardır. Ahşap lambri, vinly yalı baskı, tuğla kaplama gibi her türlü giydirme cephe malzemesi sistem üzerine kaplanabilmektedir. Ancak kaplama malzemesi seçilirken sistemin en önemli

özelliği olan hafifliğini yok etmeyecek bir malzeme olmasına dikkat edilmelidir. Örneğin granit gibi ağır malzemeler bu sistemde cephe kaplaması olarak tercih edilmez.

Duvar panelleri, kapı - pencere boşlukları bırakılmış, dikmelerin üzerine OSB kaplanmış, hatta cephe kaplaması yapılmış olarak şantiyeye geldiği için montajda minimum zaman ve elemanla maksimum verim alınabilmektedir (Şekil 5.28). Ancak bu panellerin ağır olmasından dolayı taşınmasında sorunlar çıkabilmektedir. Ayrıca taşınması sırasında daha çok masraf gerektirdiği için profillerin birleştirilip panellerin oluşturulması ve kaplamanın şantiyede yapılması tercih edilmektedir (Şekil 5.29).



Şekil 5.27 Duvar kaplaması



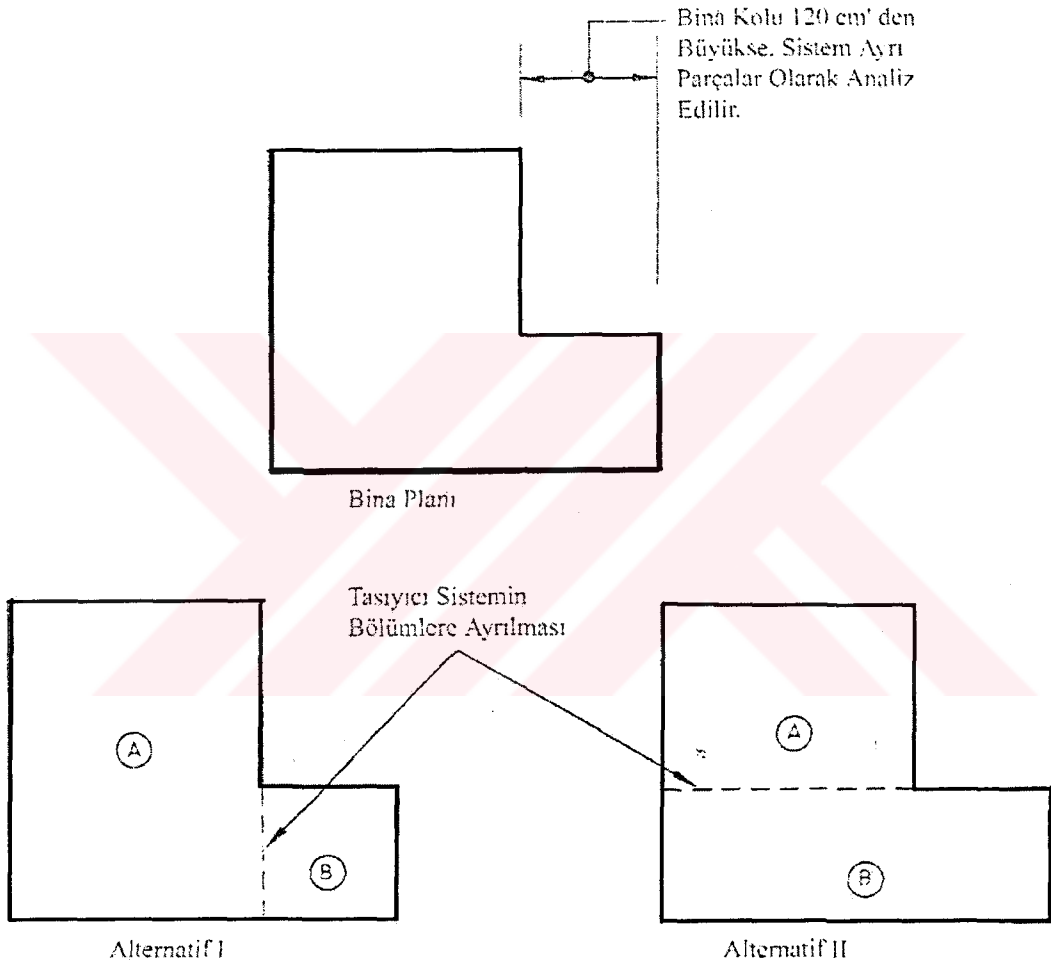
Şekil 5.28 OSB kaplanıp şantiyeye gelen duvar elemanı



Şekil 5.29 Kaplaması şantiyede yapılmış duvar elemanı

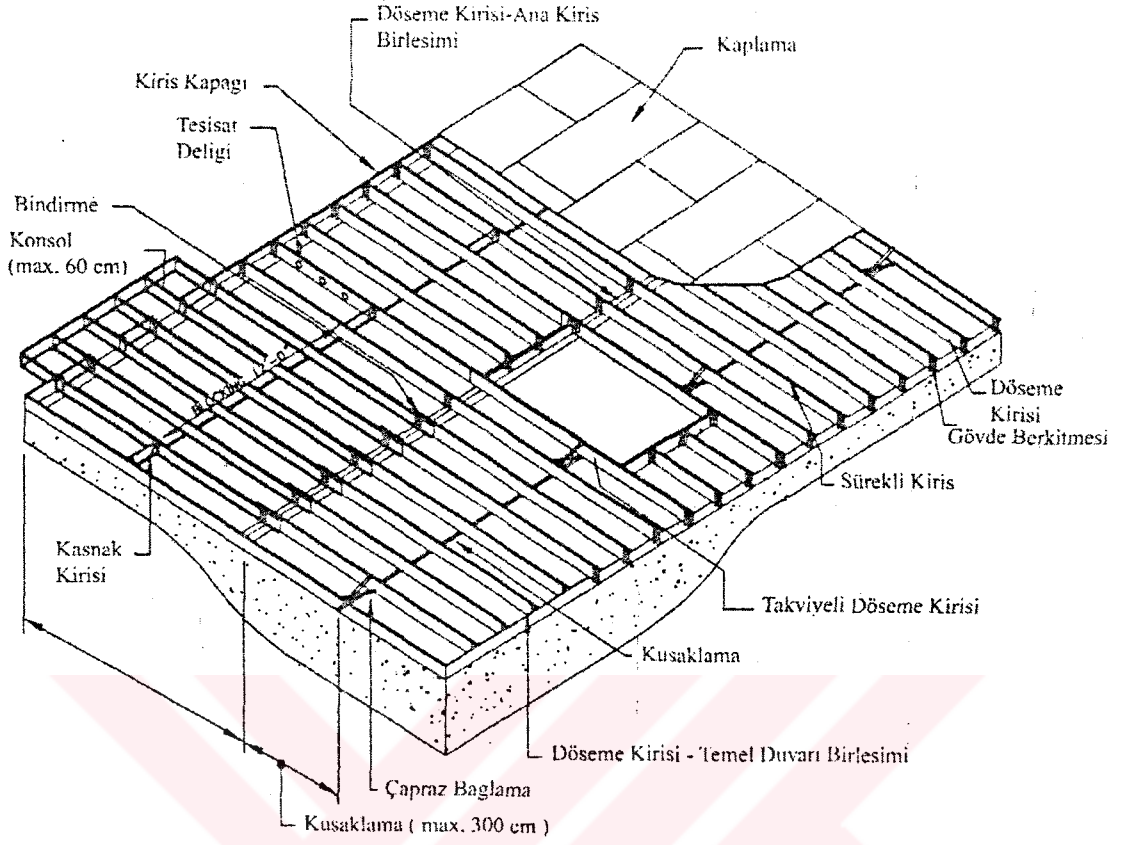
### 5.3 Döşeme Konstrüksiyonu

NASFA ( Kuzey Amerika Çelik Birliği), bina kolu 120cm' den büyük ise taşıyıcı sistemin ayrı parçalar olarak analiz edilmesini öngörür (Şekil 5.30). NASFA' ya göre hafif çelik konutlar en fazla biri bodrum olmak üzere toplam üç kattan oluşabilmektedir. Bina genişliği (döşeme kirişlerine paralel) en fazla 11m ve bina boyu (döşeme kirişlerine dik) en fazla 18m olabilmektedir (Yıldırım,2003).

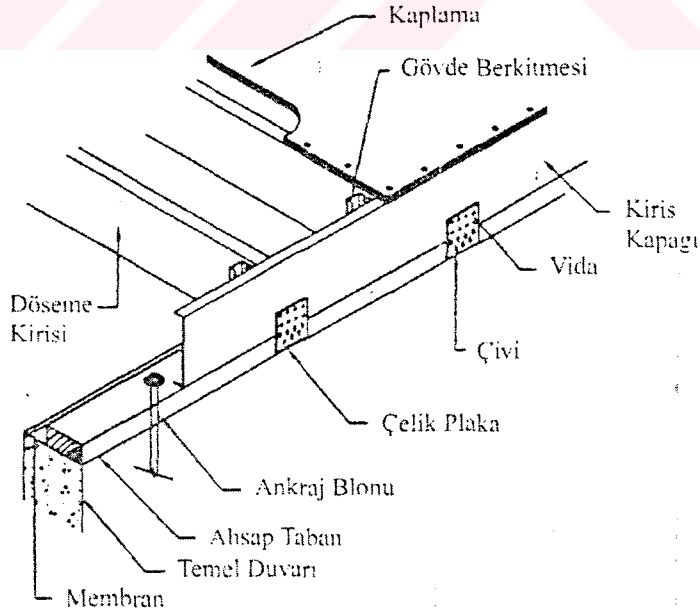


Şekil 5.30 Taşıyıcı sistemin bölümlere ayrılması (NASFA,2000)

Hafif çelik yapılarda giriş katı döşemesi doğrudan betonarme kirişin üzerine ya da betonarme kiriş üzerine serilen ahşap taban üzerine, ara kat ve çatı döşemesi de duvar panellerinin tavan başlığına oturtulur. (Şekil 5.31, Şekil 5.32, Şekil 5.33) Döşeme kirişi ve dikmelerin ağırlık merkezleri çakıştırılmalıdır. Dolayısıyla döşeme kirişleri arasındaki mesafe de duvar dikmeleri gibi 610 mm olur (NASFA,2000).



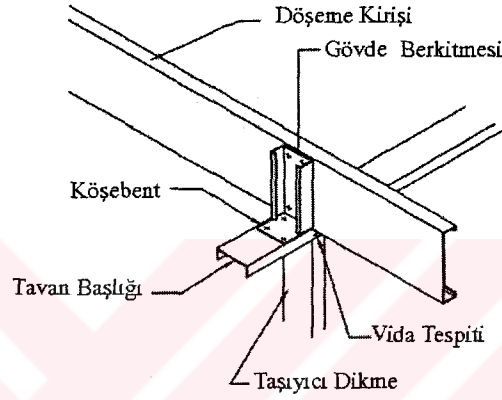
Şekil 5.31 Bodrum katlı binada zemin kat döşemesi



Şekil 5.32 Döşeme kirişlerinin ahşap tabana oturması (NASFA,2000)

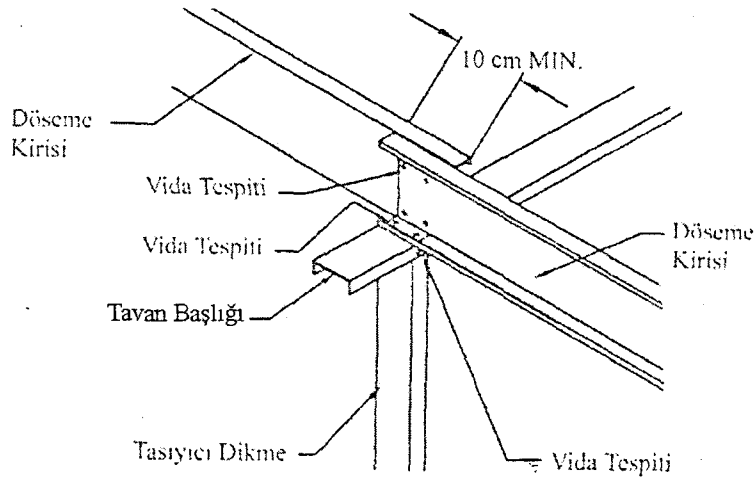
Döşeme kirişlerinin geçebileceği maksimum açıklıklar için oluşturulmuş çeşitli tablolar mevcuttur. Soğukta şekillendirilmiş profil üreten firmaların ürettikleri profillere göre yükler altında geçebildikleri maksimum açıklıklar ile ilgili oluşturdukları tablolar yanı sıra daha genel olarak NASFA' nın tabloları kullanılabilirler. NASFA' ya ait bu tablolar EK 2' de verilmiştir.

Devam eden bir döşeme kirişi, açıklığın orta noktasından bir iç taşıyıcı duvar ile desteklenmelidir (Şekil 5.33). Açıklıklar tablolarda belirtilen değerleri aşmamalıdır (NASFA,2000).



Şekil 5.33 Devam eden döşeme kirişi – taşıyıcı iç duvar birleşimi (NASFA,2000)

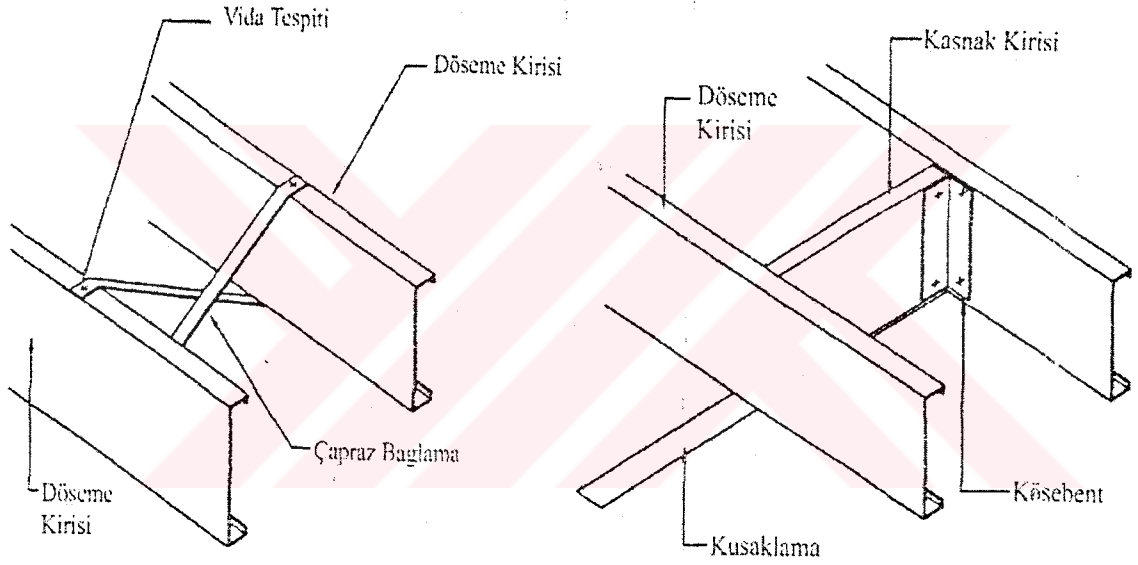
Döşeme kirişlerinde ek yapılacağı zaman kirişler birbirileri üzerine minimum 10cm binerek en az dört adet 8 numaralı vida ile bağlanır (Şekil 5.34).



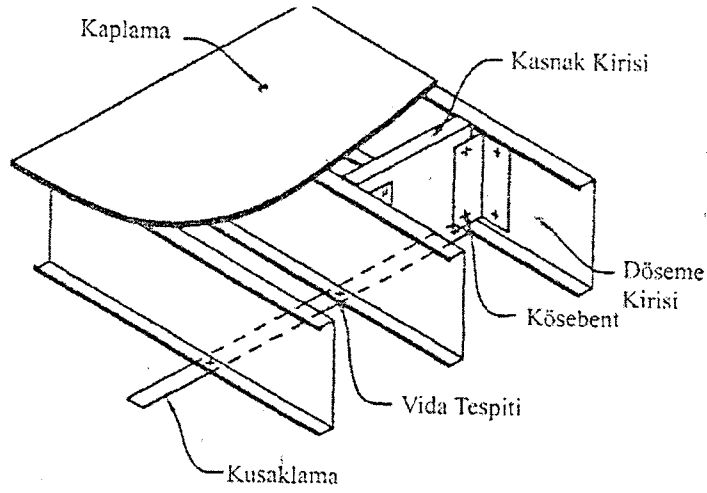
Şekil 5.34 Döşeme kirişinde ek yapılması (NASFA,2000)

Yatay yüklere karşı döşeme kirişlerinin üst başlıkları rijitleştirilmelidir. Boyları 3.7m' yi geçen kirişlerin alt başlıkları da yatay olarak sabitlenir. Döşeme kirişlerinin rijitleştirilmesinde de duvar elemanında olduğu gibi çelik kuşaklamalar kullanılır. Bunlar en az 38mm genişliğinde ve 0.84mm kalınlığında olmalıdır. Bu kuşaklamalar en az 1 adet 8 nolu vidalarla kiriş alt başlığına bağlanmalıdır. Kuşaklamaların bitiminde döşeme kirişleri arasında X çaprazlamaları yapılır. Eğer X- çaprazlamalar yapılacaksa en az iki adet 8 numaralı vida ile kullanılmalıdır (Şekil 5.35).(NASFA,2000).

Rijitliği sağlayan diğer bir eleman da taşıyıcı kaplamadır. Kaplama olarak kullanılan alçı levhalar en az 6 numaralı vidalarla uygun olarak bağlanmalıdır. Bu kaplama sistemin diyafram olarak çalışmasını ve stabilitesini sağlar (Şekil 5.36).

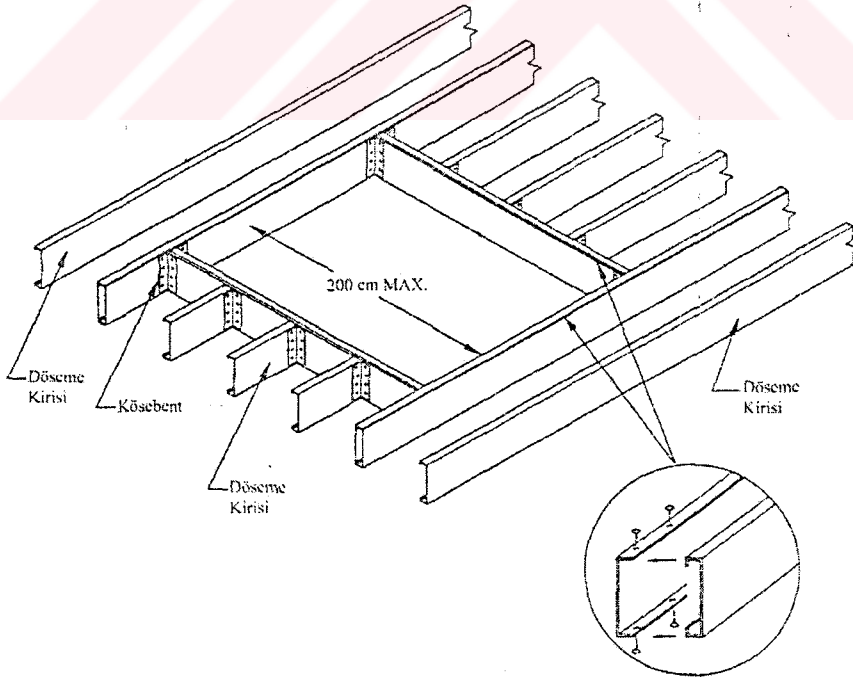


Şekil 5.35 Çapraz kuşaklama ve boyunduruk (NASFA,2000)



Şekil 5.36 Döşeme kirişinde stabilite bağları (NASFA,2000)

Döşemede merdiven vb gibi boşluklar, döşeme kirişlerine dik ve paralel doğrultuda yerleştirilen ikişer adet kirişle oluşturulur. Bu kirişler, döşeme kirişleri ve dikmelerin kesitleriyle aynıdır ve iki profilin birleştirilmesiyle oluşturulur, 51mm x 51mm' lik köşebentler ve 8 numaralı vidalarla bağlanır (Şekil 5.37). Bu bağlantı elemanının kalınlığı döşeme kirişinin kalınlığından az olmamalıdır (NASFA,2000).



Şekil 5.37 Döşemede boşluk oluşturulması (NASFA,2000)

Döşeme kirişlerine paralel doğrultuda oluşturulan açıklık en fazla 2.4m 'dir. Bu boşluk içine yerleştirilecek merdiven boyutunda da bu ölçüye bağlı kalınmalıdır (Şekil 5.38) Merdiven bina taşıyıcı dikmelerine bağlanmamalı, kendi taşıyıcı dikmeleri üzerine oturtulmalıdır (Işık,2001).

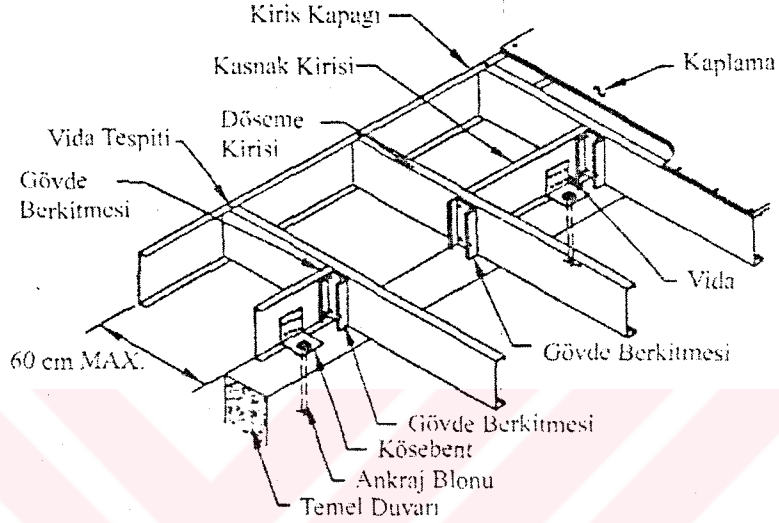


Şekil 5.38 Merdivenlerin oluşturulması [8]

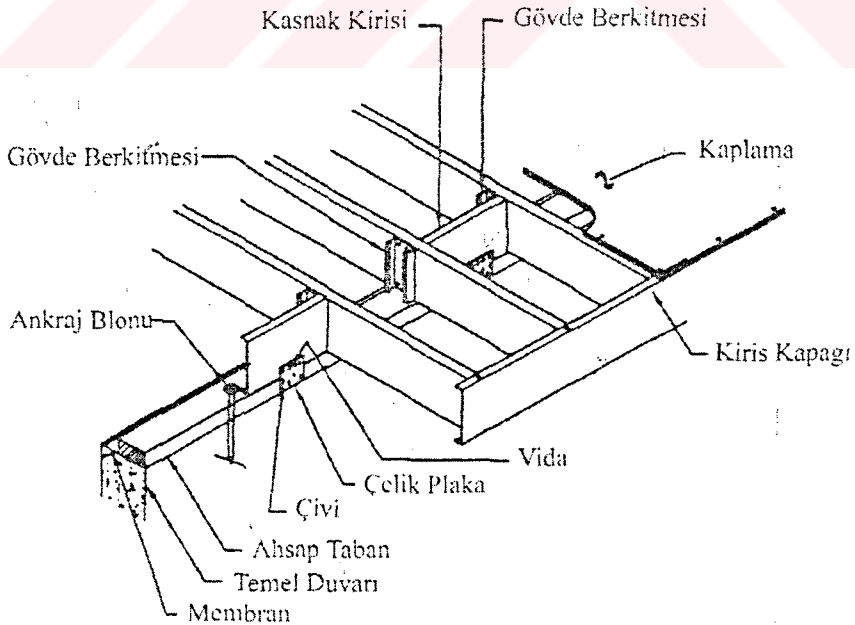


Şekil 5.39 Merdiven örneği[8]

Çift katlı binaların ikinci katında ya da tek katlı binaların birinci katında 610mm' yi geçmemek şartıyla konsol döşeme yapılabilir. Eğer konsol oluşturacak kirişlerde çift profil kullanırsa, iki katlı binada her iki katta ve çatıda konsol yapılabilir. Ancak konsol uzunluğu yine 610mm'yi aşamaz. Konsol döşeme kirişleri içe doğru uzatılmalı ve iki adet 8 numaralı vida ile bağlanmalıdır (Şekil 5.40, Şekil5.41)(NASFA,2000).

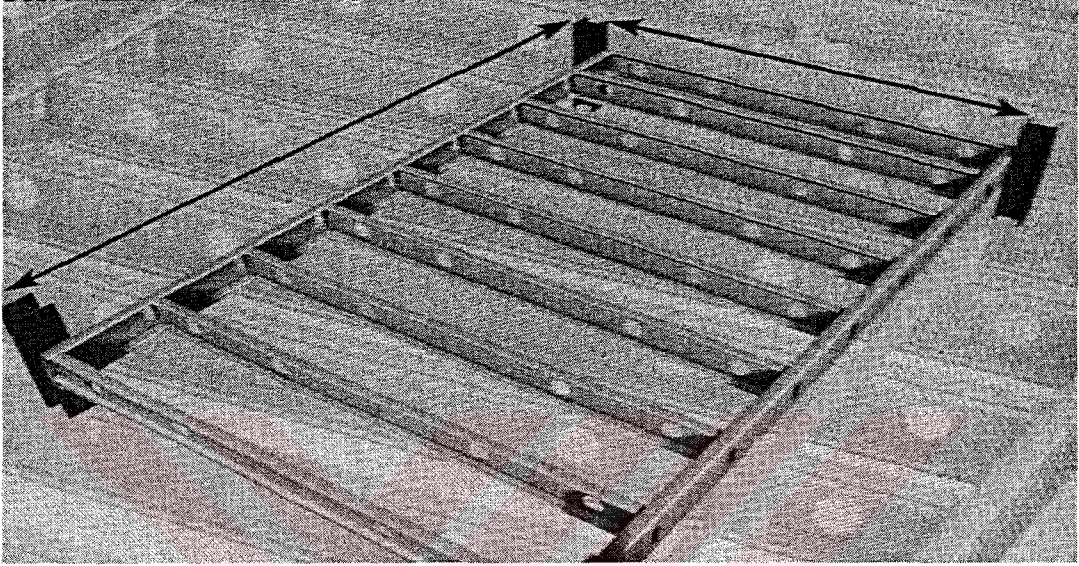


Şekil 5.40 Döşeme kirişlerinin betonarme kiriş üzerinden konsol yapması (NASFA,2000)



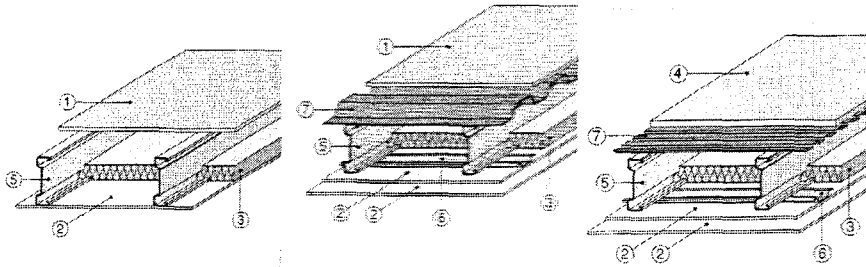
Şekil 5.41 Döşemenin ahşap tabana oturduğu konsol (NASFA,2000)

Hafif çelik yapıların proje aşamasında, döşeme kirişlerinin delik yerleri tespit edilir ve üretim sırasında bu delikler açılır (Şekil 5.42) Tesisatın yatayda dolaşabilmesi için bu delikler gereklidir. Borular ve kablolar döşeme kirişlerinde açılan art arda deliklerden geçirilir. Bunların sisteme değmemesine özen gösterilir. Tesisatlar geçirildikten sonra döşeme kirişlerinin üzerleri kontrplak veya OSB ile örtülür



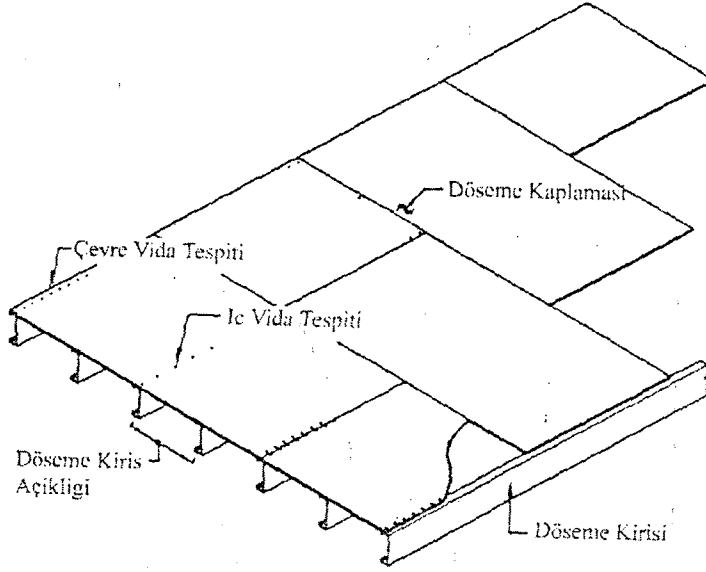
Şekil 5.42 Tesisat için döşeme kirişlerinde boşluk bırakılması [8]

Döşemeler için çok çeşitli çözümler üretilebilir(Şekil 5.43). Döşeme sistemindeki titreşimi önlemek için döşeme kirişlerinin üstüne trapez tabliye konarak rijitlik betonu dökülebilir.



- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 1. 18 – 24 mm sunta                   | 5. Döşeme kirişi      |
| 2. 12.5 mm alçı levha –tek ya da çift | 6. Omega Profil       |
| 3. 80 mm ses yalıtımı                 | 7. Çelik trapez levha |
| 4. 100mm beton                        |                       |

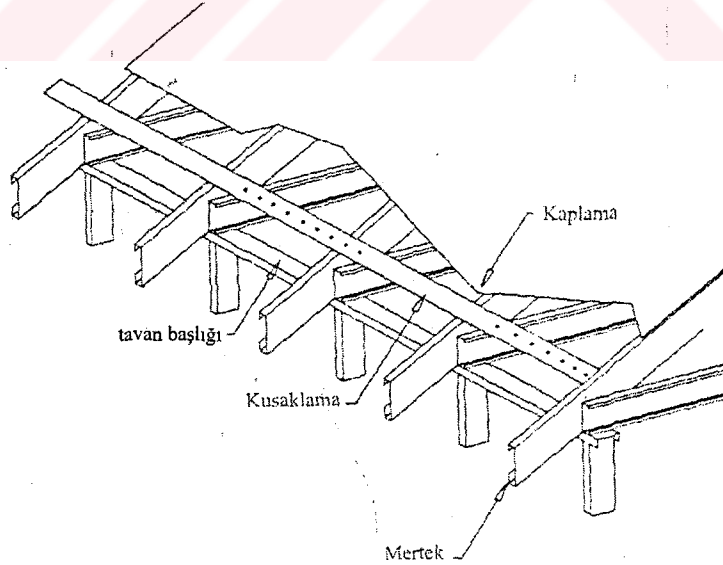
Şekil 5.43 Döşeme alternatifleri [8]



Şekil 5.44 Döşeme kaplama detayı (NASFA,2000)

#### 5.4 Çatı Konstrüksiyonu

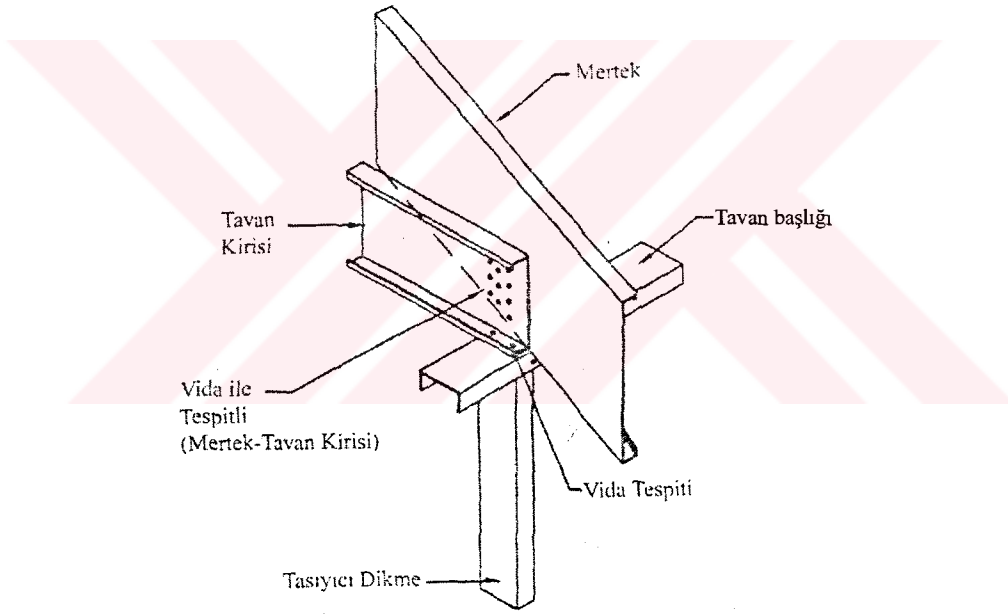
Çatı konstrüksiyonu; tavan kirişleri, mertekler ve çatı makaslarından oluşur. Tüm çatı makasları duvarlardaki yük taşıyıcı elemanlarla hizalanmalıdır. Tavan kirişleri, dikmeler ve merteklerin ağırlık merkezleri çakışmalıdır.



Şekil 5.45 Dikme – döşeme kirişi ve merteklerin ağırlık merkezlerinin çakışması (NASFA,2000)

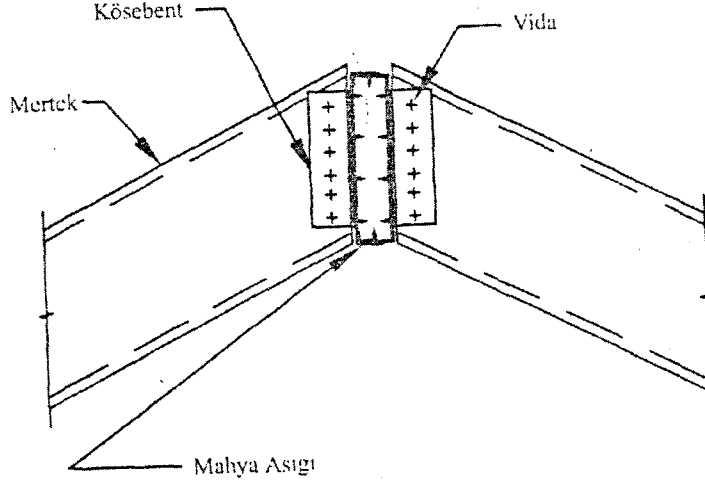
Merteklerin geçebileceği açıklıklar en yüksek kar yüküne ya da eşdeğer kar yüküne çevrilen rüzgâr hızlarına göre seçilir. Gerekli olduğunda 243.8cm uzunluğunda mertek güçlendirmesi yapılır. Bu eleman tavan kirişlerine ve merteklere her iki ucundan en az dört tane 10 numaralı vidalarla bağlanır (NASFA,2000).

Mertekler paralel tavan kirişine bağlanarak dış duvarlar arasında sürekli bir bağ oluşturulur (Şekil 5.46). Mertekler mahya elemanına minimum 51mm x 51 mm' lik köşebentlerle ve minimum 10 numaralı vidalar yardımıyla bağlanır. Köşebentler en az mertek kalınlığında olmalı ve mertek boyunca devam etmelidir. Rüzgâr hızının 145km/sa ve daha yüksek olduğu bölgelerde, çatı mertekleri çekme yükünü aktarmak için mahya eksenine tutturulmalıdır. Mahya elemanı tavan ve taban başlıkları kesitinde, en az mertek kalınlığı ve boyutunda olmalıdır (Şekil 5.47).



Şekil 5.46 Merteğin tavan başlığına oturması (NASFA,2000)

NASFA' da merteklerin uzatıldığı saçak 508mm sınırlandırılmıştır (Şekil 5.48). Baca ve çatı çıkışı için tavan kirişine dik doğrultudaki mesafe de, en fazla 100 cm olarak belirlenmiştir (Yıldırım,2003).

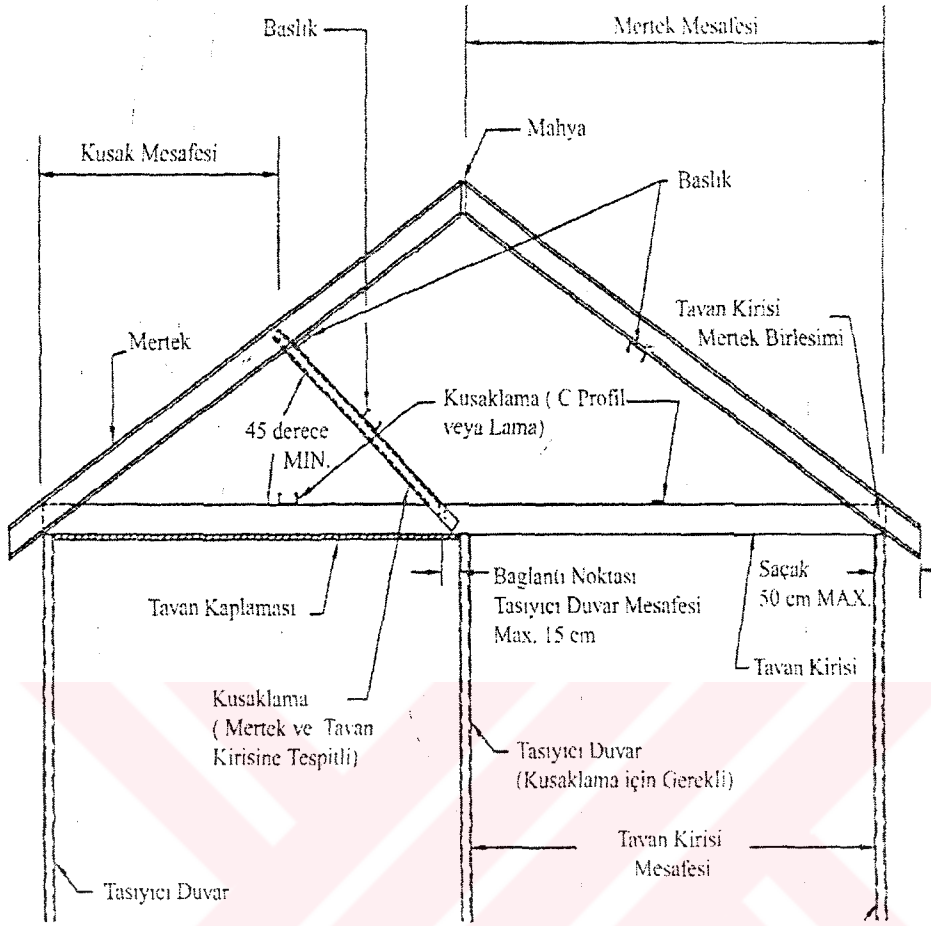


Şekil 5.47 Mertek birleşimi (NASFA,2000)

Tavan kirişleri de döşeme kirişleri gibi alçı levha uygulamasıyla ya da tavan kirişlerine dik doğrultuda sürekli olarak kuşaklama ve alt ve üst başlıkların rijitleştirilmesiyle yatay olarak sabitlenir. Alçı levhalar kullanılırken tablolara uygun olarak en az 6 numaralı vidalar kullanılır. Kuşaklamalar 38mm x 0.84 mm' lik ve maksimum açıklıkları 1.2m olacak şekilde yerleştirilir, taşıyıcı iç duvar üzerinde bağlanır (NASFA,2000).

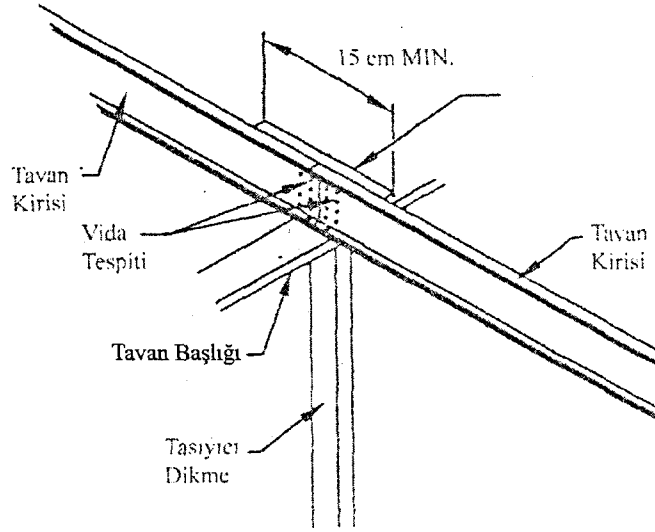
Çelik tavan kirişlerinin üst başlıkları en az 0.84mm'lik C profillerle, 0.84mm'lik başlık kesitiyle ya da 38mm x 0.84mm' lik sürekli çelik kuşaklamayla yatay olarak güçlendirilir. Bu yatay rijitleştirici elemanlar tavan kirişlerine dik doğrultuda uygulanır. Bu elemanlar her tavan kirişinin üst başlığına en az bir adet 8 numaralı vida kullanılarak tutturulur (Şekil 5.48).

Çelik merteklerin alt başlıkları en az 0.84mm kalınlıklı C kesitli profil, 0.84mm'lik başlık kesitiyle ya da 38mm x 0.84mm'lik çelik kuşaklamalarla maksimum 2.4m aralılarla ve dik doğrultuda güçlendirilmelidir. Rijitleştirici elemanların her alt başlığına bağlanmasında en az iki tane 8 numaralı vida kullanılır. Kuşaklamaların sonlandığı yerlerde X çaprazlamaları kullanılır. Bunlar mertekler arasına maksimum Aralıkları 365.8cm ve merteklere dik olarak yerleştirilir (NASFA,2000).



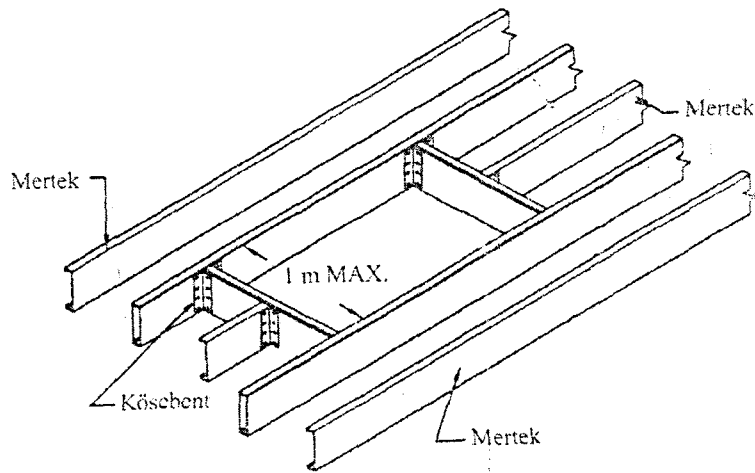
Şekil 5.48 Hafif çelik yapı çatı konstrüksiyonu (NASFA,2000)

Mertekler ve döşeme kirişleri hariç diğer yapısal elemanlara ek yapılmamalıdır. Döşeme kirişlerinde ekler iç taşıyıcı elemanlar üzerinde yapılmalı, Şekil 5.49' da görüldüğü gibi olmalıdır. Eklemeli döşeme kirişleri aynı numara ve boyuttaki vidalarla ekin her iki tarafına tutturulmalıdır. Gerekli olan vida sayısı tavan kirişleriyle mertek birleşiminde kullanıldığı kadardır (NASFA,2000).

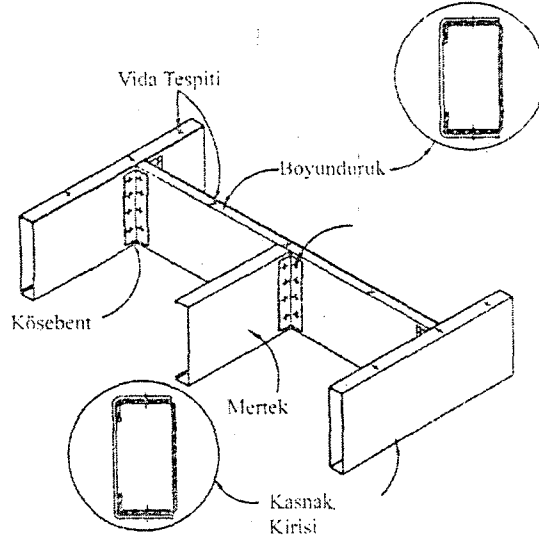


Şekil 5.49 Tavan kirişinde ek yapılması (NASFA,2000)

Baca ve çatı çıkışı için çatıda boşluk bırakılması, döşemedeki gibi kirişler arasında yapılır. Bacalar, tavan kirişlerinin arasından geçirilmek suretiyle çatıya ulaşmaktadır. Çatı ve tavadaki açıklıklar yine tavan kirişlerine dik ve paralel doğrultuda yerleştirilen kirişlerle oluşturulur (Şekil 5.50). Tavan kirişleri arasındaki bu açıklık maksimum 1219mm' dir. Boşluğu oluşturan bu kirişler minimum tavan kirişleri ve başlıkların boyutunda ve kalınlığında olmalıdır (Şekil 5.51) Bu elemanlar birbirlerine 51mm x 51mm'lik köşebentlerle bağlanır. Birleşimi oluşturan köşebentler en az mertek ve tavan kirişi kalınlığında olmalı ve her kirişe 8 numaralı vidalarla bağlanmalıdır (Yıldırım,2003).



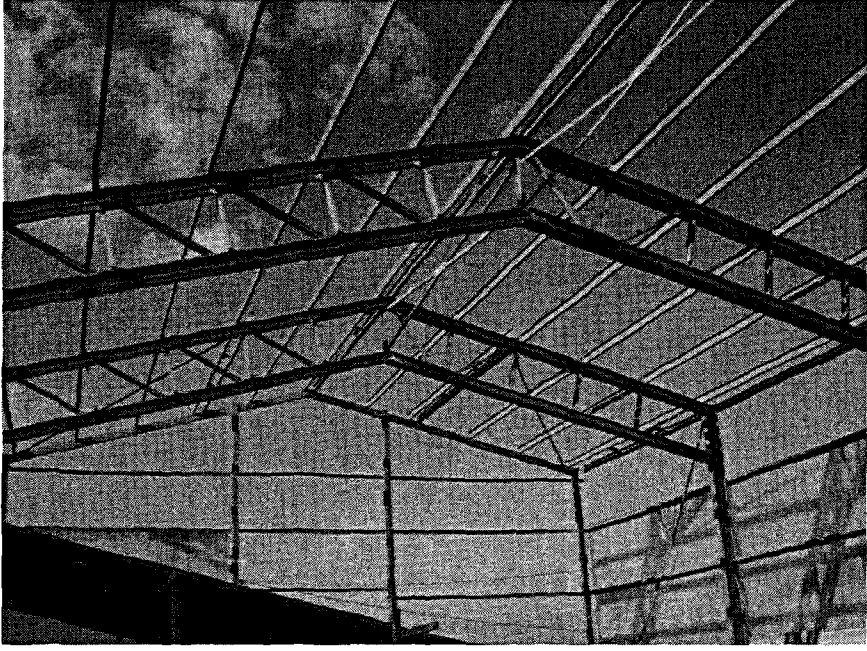
Şekil 5.50 Çatıda boşluk oluşturulması (NASFA,2000)



Şekil 5.51 Çatı boşluğunun detayı (NASFA,2000)

Hafif çelik yapılarda genellikle eğimli çatı çözümüne gidilir. Paralel başlıklı kafes kirişlerle çatı oluşturulması daha çok büyük açıklık gerektiren depo gibi mekânlarda tercih edilmektedir (Şekil 5.52).

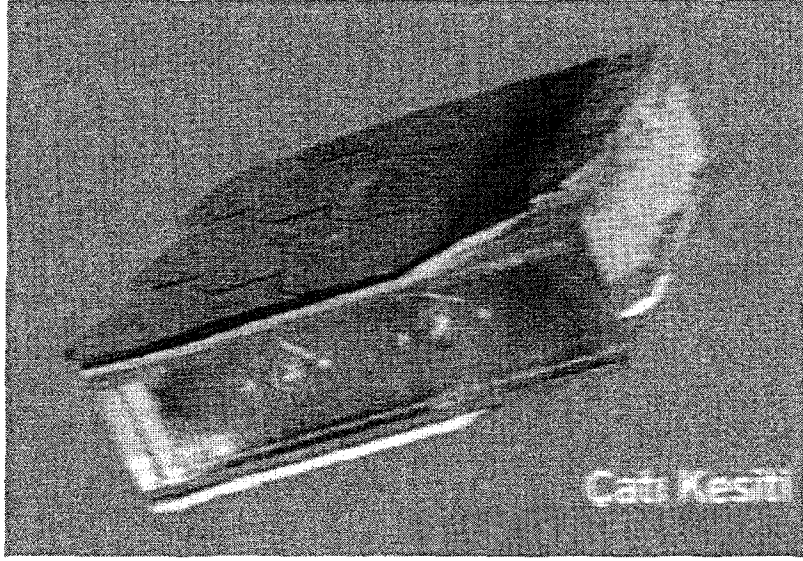
Isı köprülerini önlemek ve yangına karşı korumak için tüm çelik elemanlar çatının içinde gizli olacak şekilde çatı kaplamaları ile kaplanmalıdır. Malzeme seçiminde kar ve rüzgâr yükü gibi tüm yapıya dışardan gelecek yükler dikkate alınmalıdır. Çatı kaplamasında, profillerden oluşmuş mertekler arasına ısı yalıtımı sağlayacak olan taş yünü doldurulur ve üzerine duvar ve döşemede yapıldığı gibi OSB kaplanır. Oluşturulan yüzeyin sıvaya tutunabilmesi için üzeri tel şilte veya esnek kanaviçe filesi ile kaplanmalıdır. Bunun üzerine de hafif çatı kaplama malzemesi olarak genellikle tercih edilen shingle veya metal kaplama malzemeleri yerleştirilir (Şekil 5.54).



Şekil 5.52 Paralel başlıklı kafes kirişlerle oluşturulmuş çatı



Şekil 5.53 Çatıdaki paralel başlıklı kafes kirişler arası çaprazlama



Alçı levha, OSB, taş yünü, OSB, sıva, kanaviçe filesi ve kaplama malzemesi(shingle)

Şekil 5.54 Çatı kesiti [8]

### 5.5 Hafif Çeliğin Taşıyıcı Sistem Kurgusu

Hafif çelik taşıyıcı sistem, ahşap iskelet sistem prensipleriyle oluşturulur. Amerika'da yaygın olarak kullanılan Balon ve Platform çerçeve sistemleri yine Amerika'da geliştirilen hafif çelik sistemlerde de aynı adla anılır.

Hafif çelik sistemler ve ince kesitli ahşap sistemler yangın ve nemden önemli ölçüde etkilendikleri için üç – dört kattan fazla yapılması tavsiye edilmez.

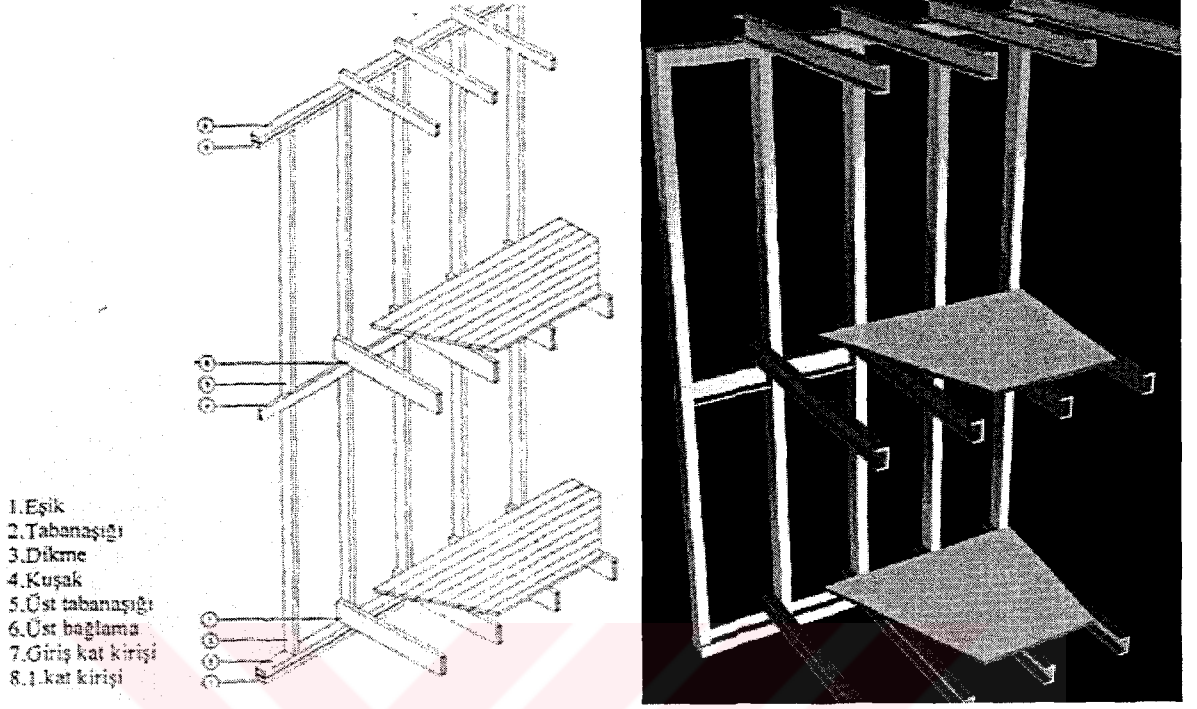
#### 5.5.1 Balon Çerçeve Sistemler

Balon çerçeve sistem Kuzey Amerika' da kullanılan ilk hafif ahşap çerçeve sistemdir. İngiltere' de ise 1960'larda popüler olmuştur. Balon sistemle iki kat yüksekliğindeki yapılar yapılır. Duvarı oluşturan dikmeler iki kat yüksekliğindedir (Şekil 5.55).

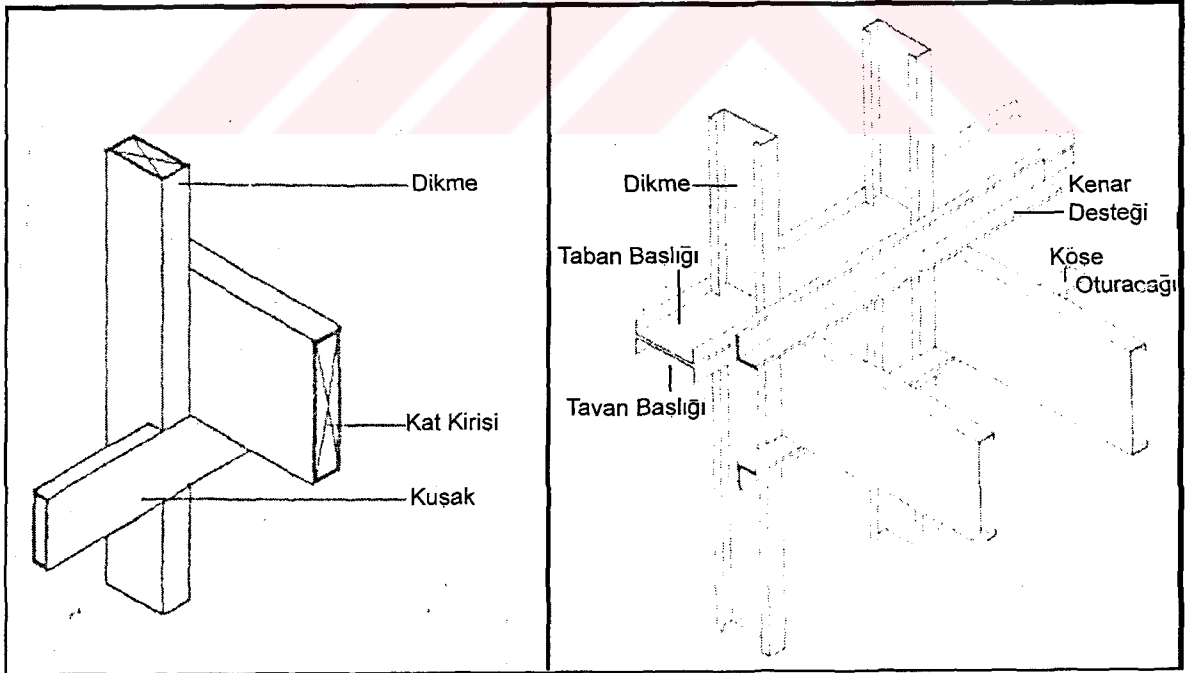
Hafif çelik sistemde iki kat yüksekliğindeki dikmeler sık aralıklarla bir taban başlığına yerleştirilerek duvar elemanı oluşturulur. Ara kattaki döşeme kirişleri dikmeleri birbirine bağlayan bir kuşak elemanına oturtulur ve bağlantılar yapılır.

Tavan ve döşeme seviyesinde dikmeler arasında en az 30cm ara ile yangın kesiciler yerleştirilmelidir. Balon çerçeve sistem prefabrike yapım yöntemlerine kolayca adapte edilememektedir. Panellerin boyut ve ağırlığı montaj zorluğunu getirmektedir. Ayrıca döşeme

kirişleriyle dikmeler arasındaki bağlantılar da prefabrikasyona uygun değildir.



Şekil 5.55 Ahşap ve hafif çelik balon sistemin karşılaştırılması



Şekil 5.56 Ahşap ve hafif çelik balon sistemin detayları

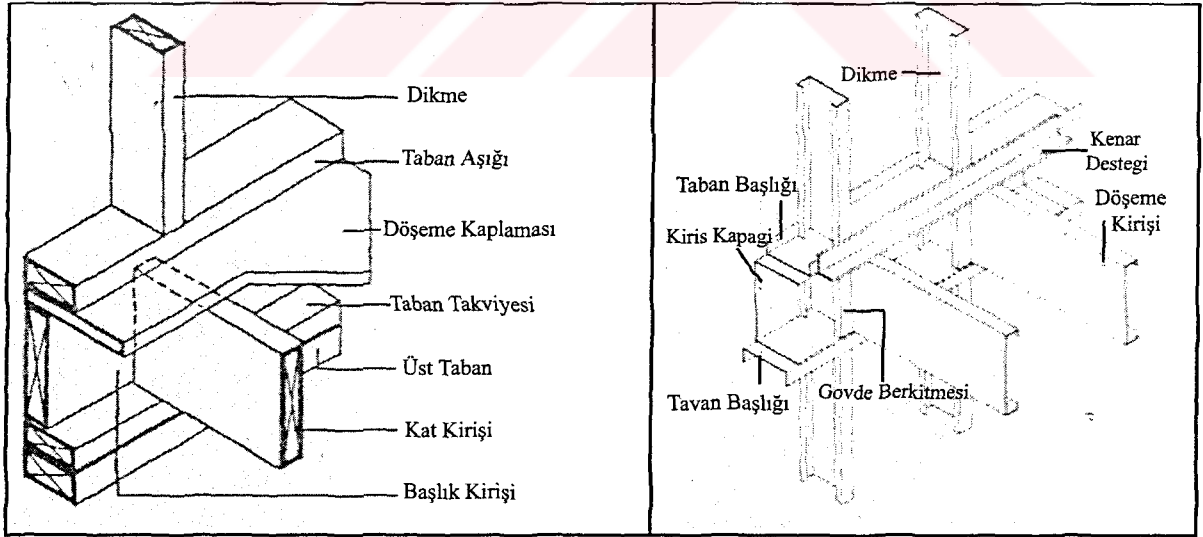
Duvar panelleri iki kat yüksekliğinde olması gerektiğinden tasarımda kısıtlamalar olmakta, pencere ve kapı boşluklarının dikmelerinin pozisyonlarına uygun olarak yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Dikmelerin devamlılığı ve kirişlerle doğrudan bağlanması nedeniyle sistemin rijitliği fazladır. Duvar iskeleti tek bir hamlede çatı seviyesine ulaşabildiği için döşeme sistemine gerek duymadan çatı strüktürünün kurulmasına ve kaplanmasına olanak sağlamasına rağmen döşeme kirişlerinin oluşturulması için daha fazla yapı iskelesine gereksinim duyulması problemi vardır (Çakır,2000).

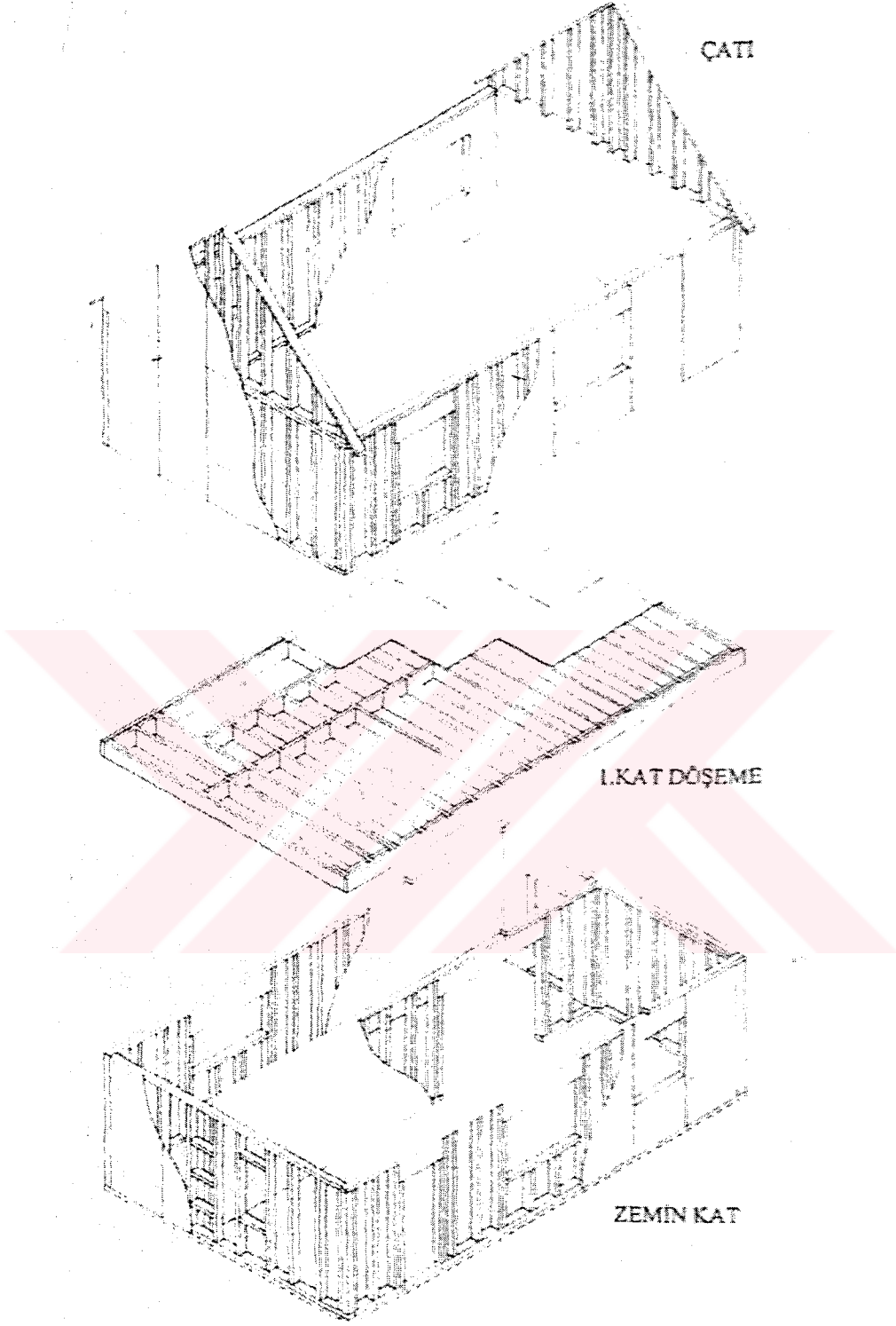
### 5.5.2 Platform Çerçeve Sistemler

Platform sistemde duvarı oluşturan dikmeler tek kat yüksekliğindedir ve standart üretilebilirler. Her kat ayrı bir platform halinde üretildiği için sisteme bu isim verilmiştir. Balon sistem gibi iki kat yapıma zorunluluğu yoktur. Bu sistemle tek ya da üç katlı yapılar yapılabilir.

Sistemi oluşturan dikmeler 610mm aralıkla yerleştirilir. Dikmelerin üzerinde düzenlenen döşeme rahat bir çalışma alanı sağlar (Şekil 5.57). Sistemin rüzgâr ve deprem gibi yatay yükleri karşılayabilmesi için tavan – taban başlığı, dikme ve döşeme kirişlerinin birleşiminde bu bileşenlerin ağırlık merkezlerinin kesişmesi önemlidir (Çakır,2000).



Şekil 5.57 Ahşap ve hafif çelik platform sistem detayı

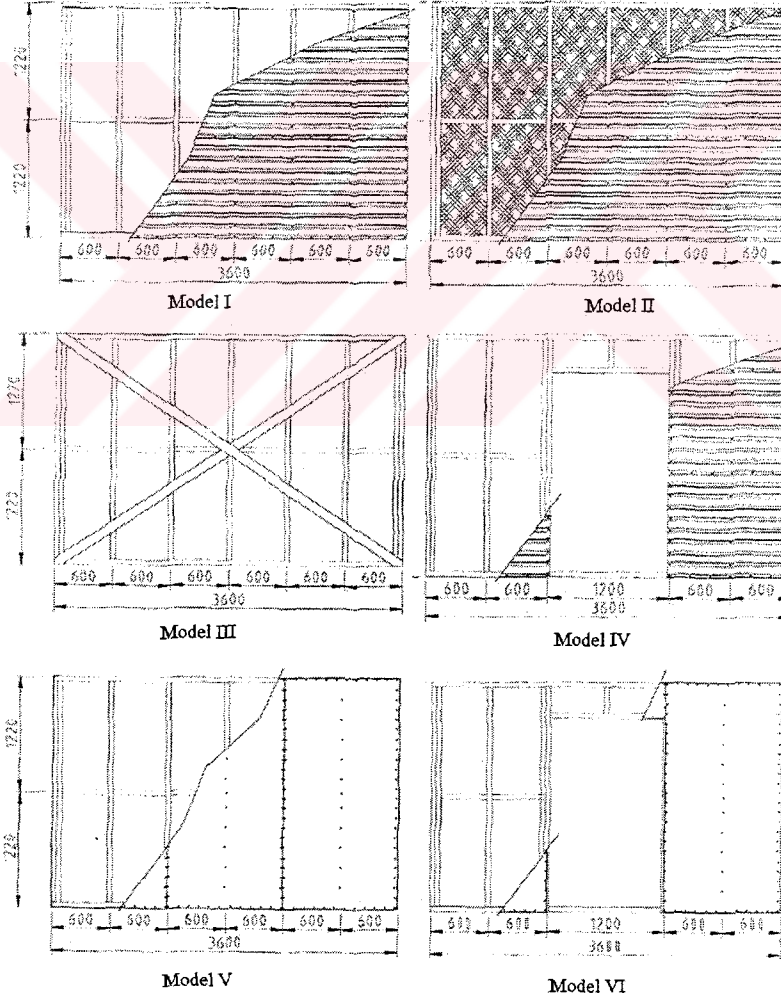


Şekil 5.58 Platform sistem

## 6. HAFİF ÇELİK YAPI SİSTEMİNİN DEPREM DAVRANIŞI

Timisoara Üniversitesi'nin Çelik Strüktür ve Strüktürel Teknikler Departmanı "University of Timisoara – Department of Steel Structures and Structural Mechanics" hazırladıkları deneysel program ile bükme sac profillerle hazırlanmış hafif çelik duvar panellerinin yatay yükler altındaki kesme davranışlarını incelemiştir. Bu deney programında altı tip birbir ölçekli değişik giydirme cepmeli duvar panelleri kullanılmıştır. Her deney serisinde özdeş duvar panellerine tekil ve tekrarlı (monotonic ve cyclic) testler uygulanmıştır (Fülöp ve Dubina, 2004).

Panellerin ana çerçevesini soğukta şekillendirilmiş çelik elemanlar oluşturmaktadır. Alt ve üst başlıkları U 154/1.5 profillerdir, başlık birleşimi deliği önceden açılmış ve kendi deliğini kendi açan SL 4-F-48 x 16 (d=4.8mm) vidalarıyla sağlanmıştır.



Şekil 6.1 Deneyde kullanılan altı tip panel (Fülöp ve Dubina, 2004)

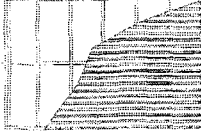
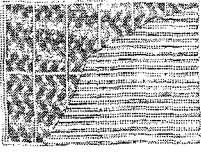
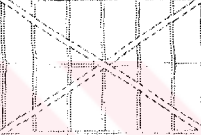

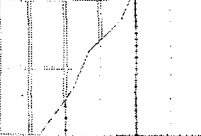
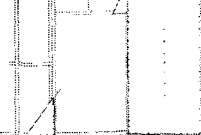
Model I ve Model II' de cephe kaplaması olarak dalgalı sac levhalar kullanılmıştır. Levhaların montajı, kenar dikmelere her dalga arasından, ara dikmelere iki dalgada bir 4.8mm çaplı vidalarla yapılmıştır. Model I' de dalgalı levha tek yüzde uygulanırken, Model II' de dış yüzü dalgalı sac ile iç taraf ise alçı levha ile kaplanmıştır. Model III' de çerçeve 110x1.5 mm çaprazlamalar ile rijitleştirilmiş, Model IV' de 1 nolu modele ilave olarak 1.20m genişliğinde kapı boşluğu açılmıştır. Model V' de çerçevenin tek yüzü tamamen 3 adet OSB paneli dikey yerleştirilerek kaplanmış, Model VI' da 5 nolu modele 1.20m genişliğinde kapı boşluğu açılmıştır.

Model I' de, deney sırasında önce modelin alt başlığında ve köşelerinde önemli deformasyonlar oluşmuş, salınım arttıkça kenar dikmelere bağlı kaplama uçlarında dönmeler meydana gelmiştir. Birleşimlerdeki bölgesel deformasyonların, özellikle dalgalı levhaların ek yerinde ve çevresinde yavaş yavaş arttığı belirlenmiş, ek yerlerindeki bu hasarlardan sonra da yakın bölgelerdeki levhaların yük taşımaya devam ettiği gözlenmiştir. Düşey bağlantılardaki gevşemeler, yük taşıma kapasitesinin azalmasına ve dikmelerde bölgesel deformasyonlara yol açmıştır.

Model II' de de kaplama malzemesinin davranışının Model I ile hemen hemen aynı olduğu gözlenmiştir. Köşelerdeki deformasyonlar, profil ucu bozulmalar, birleşimlerdeki deformasyonlar ve ek yerlerindeki yırtılmalar bu modelde de gözlenmiştir. Bu modelde alçı panellerin yıkılmadığı, ancak duvarda çok önemli hasar olmamakla beraber büyük deformasyonlar olabileceği de not edilmiştir. Alçı panellerin düşey kaymasından ve alçı panellerin ek yerlerindeki ardaşık çatlaklardan dolayı yer değiştirmeler ve hasarlar tespit edilmiştir. Daha üst noktalarda vidalı birleşimlerin çevrelerinde, özellikle vida başını kurtardığı zaman, daha fazla yer değiştirme gözlenmiştir.

Model III' de çaprazlarda başlayan bükülmeleri alt başlıktaki bölgesel deformasyonlar takip etmiştir. Hasar köşe noktalarda yoğunlaşmıştır. Çaprazlarda önemli plastik davranışlardan ve köşelerdeki beklenmedik hasarlardan dolayı, sonuçların süneklilik ve kapasitenin çapraz lamalarla rijitleştirilmiş panellerden beklendiği gibi yansıtılmadığı not edilmiştir (Fülöp ve Dubina, 2004)

Çizelge 6.1 Duvar panellerinin özellikleri (Fülöp ve Dubina, 2004).

Model	Panel Türü	Açıklık	Dış Kaplama	İç Kaplama	Test Modeli	Test Sayısı
I		--	Dalgalı sac levha	--	Tekil	1
II		--	Dalgalı sac levha	Alçı levha	Tekrarlı Tekil	2 1
III		--	--	--	Tekrarlı Tekil	2 1
IV		Kapı	Dalgalı sac levha	--	Tekrarlı Tekil	1 1
V		--	10mm OSB	--	Tekrarlı Tekil	2 1
VI		Kapı	10 mm OSB	--	Tekrarlı Tekil	1 1

Model IV' ün yükleme sonrasındaki davranışı Model I ve II' ye çok benzemektedir. Köşelerde diğer iki modele göre çok daha güçlü eğilmeler, panel boşluğunun etrafındaki dikmelerin çevresinde deformasyonlar gözlenmiştir. Dalgalı levhadaki önemli yerel

burkulmalar sebebiyle lento güçlü kesme etkisiyle karşılaşmıştır. Vidalı birleşimlerde birbirini izleyen deformasyonlar birleşimlerin birindeki ayrılmayla son bulmuştur. Yük taşıma kapasitesinin azaldığı ve dalgalı levhanın dikmelerden ayrıldığı gözlenmiştir.

Model V' de farklı kaplama elemanı (OSB) kullanılması nedeniyle bozulma mekanizması dalgalı sac kaplamalı modellerden farklı olmuştur. İskelet ile panel arasındaki hareketi vidalı bağlantılar karşıladığı için rijit gövde dönmeleri olmuştur. Modelde bir düşey sıradaki vidaların dikmelerden gevşemesi ve OSB kenarlarında bozukluklar gözlenmiştir.

Model VI' da çekmeye çalışan köşelerde deformasyon, açıklıkların yakınındaki dikmelerde daha az uzama ve lento bölgelerindeki OSB' de bölgesel ezilmeler gözlenmiştir. OSB panellerinin alt başlık ile vidalı birleşimlerinde önemli eğilmeler meydana gelmiş ve birleşim doğrultusunda ani çatlama, kırılmalarla devam etmiştir.

Tekil ve tekrarlı yüklemelerin eğrileri karşılaştırmalı olarak incelendiğinde tekrarlı yüklemelerde dayanımın %10 azaldığı tespit edilmiştir. Her duvar panelinde hasar çoğunlukla çerçeve ile kaplama levhasının birleştiği yerlerde yoğunlaşmıştır.

Birleşimin önemini vurgulamak amacıyla yine aynı üniversitenin hazırladığı testin birincisinde iki ince levhanın birleşimdeki, diğerinde ise biri ince diğeri kalın çerçeve ile levhanın birleşimdeki birleşim elemanları test edilmiştir. Ortalama yük kayma eğrilerinden şiddetli yüklemelerde beklenen davranışları en azından tahmin edilebileceği ortaya çıkmıştır. Duvar panellerinin davranışları birleşim özellikleriyle karakterize edilir.

Birleşimler süneklilik için çok önemlidir. Şiddetli yüklemelerde, panelin davranışı birleşim elemanlarındaki değişikliklere bağlıdır. Bu elemanların zarar görmesi tüm panelin sünekliliğinde azalmaya sebep olacaktır. Hafif çelik yapı sisteminin sismik yükler karşısındaki durumu şu şekilde özetlenebilir: Duvar panelleri dalgalı levhalarla kaplandığı zaman hasar daha çok birleşim yerlerindeki birleşim elemanlarında yoğunlaşır. Birleşim elemanının çevresinde plastikleşmenin artması durumunda cephe kaplaması işlevini kaybeder ve değiştirilmesi gerekir. Birleşim yerindeki birleşim elemanlarındaki bozulmalar tüm paneldeki bozulmaya sebep olana kadar kademeli olarak artar.

Duvar panellerinin kesme mukavemeti de hem rijitlik hem de yük taşıma kapasitesinde önemlidir ve yanal yüklere karşı etkili olabilmektedir. Duvar panellerinin desteklenmiş köşelerindeki bozulmaların sistemin ilk rijitliğinde önemli etkileri vardır ve geniş yatay hareketlere ve panelde zamansız bozulmalara sebep olabilir.

Taban başlığındaki ankraj bulonu bölgesindeki bozulmalar açısından köşe detayları çok önemlidir. Köşe detayı için en ideal çözüm, yükün doğrudan çaprazlardan (ya da köşe dikmeden) alt başlıkta eğilmeye sebep olmadan ankraj bulonuna ulaşmasını sağlamaktır (Fülöp ve Dubina, 2004).



## 7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bugün Türkiye' de konstrüksiyon teknolojisi tamamen betona dayalı bir kültür üzerine kuruludur. Betonarmenin hem yıllarca tecrübe edilmiş olması, hem de çimento, demir gibi betonarmenin hazırlanması için gerekli alt yapının kurulmuş olması ve kum, çakıl gibi diğer yan malzemelerinin kaynaklarının yeterli oluşu bu yapı sisteminin yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Bu şartlar altında ülkemizde modern yapı teknolojileri pek fazla gelişme fırsatı bulamamıştır. Çelik taşıyıcılı sistem özellikle deprem etkisinde olan gelişmiş ülkelerde tercih edilen bir yapı sistemidir. Daha çok büyük binalar, sanayi yapıları, köprülerde tercih edilen çelik sistemin konut üretiminde tercih edilmesi ise çok daha yenidir.

Türkiye, çelik üretiminde dünyada 16. sırada olmasına rağmen 14 milyon tonu aşan yıllık çelik üretiminin ancak 400 bin tonu yapısal çelik sektöründe kullanılmaktadır. Başka bir ifadeyle ülkedeki toplam inşaatların %5' inde çelik taşıyıcı sistem kullanılır. Endüstriyel yapılar, köprüler gibi yapılar çıkarılırsa konutlarda çelik kullanımı %0.5' e kadar iner. Bu oran İngiltere' de %54, İskandinav ülkelerinde %40' dır. Fransa, Almanya gibi betonarme kullanımı yaygın olan Avrupa ülkelerinde bile %30' un altına inmez [7].

Ülkemizde özellikle 1999 Kocaeli depremi sonrasında güvenli konut arayışı artmıştır. Konut sahibi olmak isteyenler tercihlerini çok katlı betonarme yapılar yerine tek veya iki katlı müstakil konutlarda kullanmaya başlamıştır. Az katlı binaların uygulamalarında yapısal çelik olarak hafif çelik yapı sisteminin kullanılması daha ekonomiktir.

Hafif çelik sistemin, taşıyıcı sistem olarak ahşap inşaat sistemine benzediği için, aslında bu sistemin ülkemizde uygulanabilmesinde yeterli bilgi birikiminin olduğu söylenebilir. Bu sistemin üretimine ilişkin uygun koşullar sağlanırsa yurt dışında olduğu gibi Türkiye' de de geniş kullanım alanı bulabilir.

Tüm birleşimleri fabrikada bitirilen hafif çelik elemanların şantiyeye taşınması, burada montajının yapılması iklimden etkilenmeden yapının kısa bir zaman içinde bitirilmesini sağlar. Ancak Türkiye' de özellikle kooperatifler tarafından yapılan ve inşaat süresince ödemeleri devam eden toplu konutlarda ekonomik hayat, inşaatın 5 – 10 yıl gibi uzun sürelerde bitmesini gerektirmektedir.

Bunun yanında çelik, %100 geri kazanımlı bir malzemedir. Bu özelliğiyle hem yapı sektörüne hem de ülke ekonomisine kazanç sağlayan bir üründür. Malzeme özelliği olarak hafif olması daha az deprem yükü almasını sağlamaktadır.

Bu olumlu özelliklerinin yanı sıra yatay yükler altında burulma ve burkulma davranışları hakkında gerekli bilgileri edinmek, birleşim yerlerinde meydana gelebilecek deformasyonların göz ardı edilmeden önlenmesi için yapılması gerekenlerin bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca korozyon ve yangına karşı mukavim olmadığı bilinen malzemenin yangına karşı dayanımını arttıracak ek önlemler de mal sahibi ve yatırımcı kuruluşların karşısına çıkmaktadır.

Ülkemizde, hafif çelik yapı sisteminin ana unsuru olan soğukta şekillendirilmiş galvanizli sac profillerin niteliklerine ait yeterli bir standart yoktur. Boyutlandırmaları, mesnet aralıklarının belirlenmesi ve mukavemetlerinin sorgulanması sezgisel ya da yurtdışı kataloglarına göre belirlenmektedir. Bunlar da üretildikleri ülkenin üretim koşullarına göre belirlenmiştir. Bu nedenle ürüne ait niteliklerin ve hesap yöntemlerinin ülkemiz koşullarına göre yeniden düzenlenmesi, uygunluklarının deneysel olarak kontrolünün yapılması ve hafif çelik yapı kurallarını içeren Avrupa Standartlarının norm olarak Türk Standartlarına adapte edilmesi gerekmektedir.

Yurt dışından paket proje halinde gelen hafif çelik sistemlerin yaygın kullanılabilmesi için teknolojinin öğrenilmesi ve ülkenin mimari kültürü ile bağdaşacak şekilde projelendirilmesi önerilir. Yerli üretimi yapılırken, taşıyıcı sistem, yapı fiziği, yapı biyolojisi, tesisat ve korozyon gibi konularda bilgilenmeden işe başlanmamalıdır. Sonuç olarak hafif çelik taşıyıcı sistem konusunda kullanıcının, uygulayıcının ve onaylayan makamların (sigorta, resmi kurum) doğru karar vermeleri için daha çok deneyim gereklidir.

Çelik yapı sisteminin betonarme gibi yaygın kullanım alanı bulamayışının birçok nedeni bulunmaktadır. Her konuda olduğu gibi bu konunun temelinde inildiğinde eğitim başlıca temel sebep olarak göze çarpmaktadır. İnşaat mühendisliği eğitiminin lisans programlarında betonarme sistemlere çok geniş yer verildiği halde, çelik yapı tasarımına sınırlı yer verilmekte veya çelik yapı tasarımına yönelik eğitim yüksek lisans ya da doktora düzeyinde ele alınmaktadır. Mimarlık eğitiminde ise çelik yapı konusu yok denecek kadar azdır.

Mal sahipleri ve mimarları betonarmeye yönelten en etkin sebeplerden biri de bu konuda yeterli proje tasarımcısının olmamasıdır. Projelendirme aşaması bir şekilde aşılsa bile kalifiye iş gücü yetersizliği ile karşılaşılmaktadır. Çelik yapıların proje ve uygulamalarının hassas yapılması gereği bu konuda uzman ve deneyimli personel gerektirmektedir. Bu konuda eğitim verebilecek ve sertifikalı eleman yetiştirebilecek kurumların olmayışı ise çelik yapı konusunda bir başka alt yapı eksikliğidir. Ayrıca yapıların ekonomik ömürleri boyunca bakım

gereksinimleri ve işletme giderleri çelik yapılar açısından bir dezavantaj olmaktadır.

Ülkemiz ortamında çelik yapıların yaygınlaştırılması için proje yönetim kuruluşları, akademik kurumlar ve meslek odalarının düzenleyeceği eğitici kurs ve sertifika programları ile üretimin her evresi içinde görev alan kişilerin sürekli bilgilendirilmesi yararlı olabilir.



**KAYNAKLAR**

- Baehre, R. ve Tomà, T., (1993), *Cold-Formed Steel in Tall Buildings*, New York.
- BAHADIR, Ş.S., (1997), *Büyük Açıklıklı Yapılarda Taşıyıcı Sistemler*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- BARDAVİT, D., (1992), *Ahşap İskelet Yapıda Taşıyıcılık ve Koruyuculuk Sorunları*.
- Büyüктаşkın, H.A., (2000), *Yalın Trapezoidal Bükümlü sacların Kullanma ve Taşıma Sınır Durumları Üzerine Deneysel Bir İnceleme*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- CANİTEZ, İ., (2002), “Bükme Sac Profillerle Konut Üretimi ve Türkiye’de Uygulanabilirliği”, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- ÇAKIR, A.F., (1998), “Galvaniz”, Özel ek 14, Dünya Gazetesi.
- ÇAKIR, S., (2000), *Geleneksel Karadeniz Ahşap Konut Yapım Yönteminin Çağdaş Teknoloji Açısından Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Deren, H., Uzgider, E., Piroğlu, F., (2002), *Çelik Yapılar*, Çağlayan Kitapevi, İstanbul.
- Fülöp, L.A. ve Dubina, D., (2004), “Performance of Wall-Stud Cold-Formed Shear Panels Under Monotonic and Cyclic Loading, Part I ve Part II, University of Timisoara, Romania.
- Güngör, H., (1965), *Ahşap Yapı Bilgisi (Cilt 1)*, İstanbul.
- Işık, B., “Çelik Hafif Taşıyıcı Sistemlerin Konut Yapılarında Kullanılması”, Yapısal Çelik Derneği İnternet Sitesi.
- Işık, B., “Hafif Çelik Yapıların Geleneksel Ahşap Yapılar ile Benzerlikleri”, Yapısal Çelik Derneği İnternet Sitesi.
- KARAKUŞ, M.,”Sıcak Daldırma Metoduyla Galvaniz Kaplanmış Çelik ve Korozyonu”, *Metal Dünyası*, pp.51-53, Kasım 1994.
- LEE, H.H., “Metallic Coated Steels”, *ASM Metals Handbook 9<sup>th</sup> Edition Vol.*pp. 526-527, Corrosion.
- MUFTİ, J., (2001), “Hafif Çelik Yapıların Projelendirme ve Üretimi Konulu Görüşmeler”, İstanbul.
- NASFA, (2000), *Prescriptive Method – For Residential Cold-Formed Steel Framing*, North American Steel Framing Alliance.
- Ören, C.B., (1999), *Galvanizli Çelik Sacların Ark Kaynaklı Bağlantılarının Mekanik ve Korozyon Davranışlarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZLÜ,R., (2001), “Hafif Çelik Yapıların Projelendirme, Üretim ve Parasal Hesaplamaları Konulu Görüşmeler”, İstanbul.
- Rohodes, J.,(2003), “Cold- Formed Steel Structures”, National University of Singapore.
- Tartar, A., (2002), *Light Steel Construction Tecnology ana Design Possibilities*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

TS 11372 /Nisan 1994 – Çelik Yapılar- Hafif - Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan – Hesap Kuralları

UZGİDER, E. ve ARDA, T.S., (1989), Soğukta Şekil Verilmiş İnce Cidarlı Çelik Elemanlar, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası.

YILDIRIM, S.G., (2003), Hafif Çelik Taşıyıcılı Endüstrileşmiş Konutlarda Tasarım Verileri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yu, W.W., (2000), Cold – Formed Steel Design, University of Missouri-Rolla

#### **İNTERNET KAYNAKLARI**

[1][www.steel framing house.com](http://www.steel framing house.com)

[2][www.steel.org](http://www.steel.org)

[3][www.tekiz.com](http://www.tekiz.com)

[4][www.koskcelikyapi.com](http://www.koskcelikyapi.com)

[5][www.celikkafesbinalar.com/sakarya-evi.htm](http://www.celikkafesbinalar.com/sakarya-evi.htm).

[6][www.bmp-group.com](http://www.bmp-group.com)

[7][www.tucsa.org](http://www.tucsa.org)

[8][www.sadefbuildingproducts.com](http://www.sadefbuildingproducts.com)

**EKLER**

- Ek 1 Hafif Çelik Sistemle Yapılmış Uygulamalar  
Ek 2 Profil Boyutları ve Açıklıklarla İlgili Tablolar

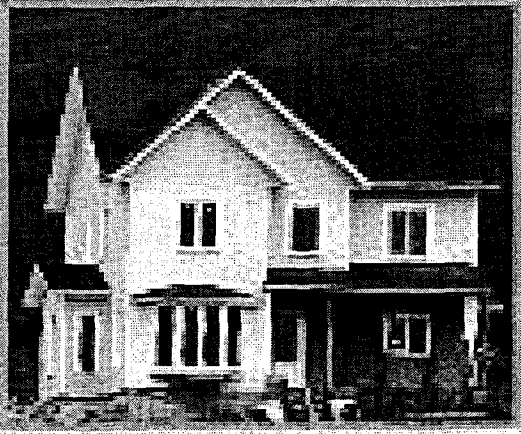


**Ek 1 Hafif Çelik Sistemle Yapılmış Uygulamalar**



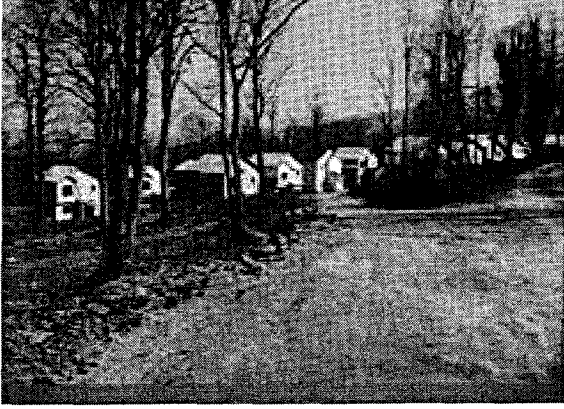
Oyak Evleri – Ankara / Çankaya

Atlantis Villaları –  
Ankara / Çayyolu



Amerikan Köşkü

Köşk Çelik Yapı

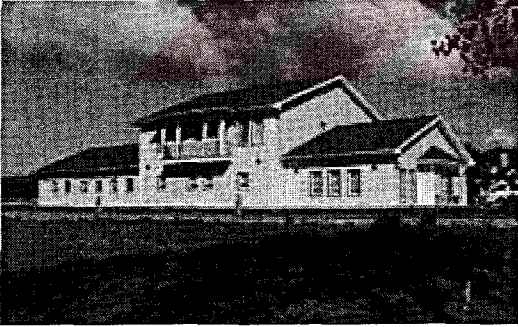


Derbent Evleri – İzmit

Akşan

D Dolunay Yapı Kooperatifi – Silivri

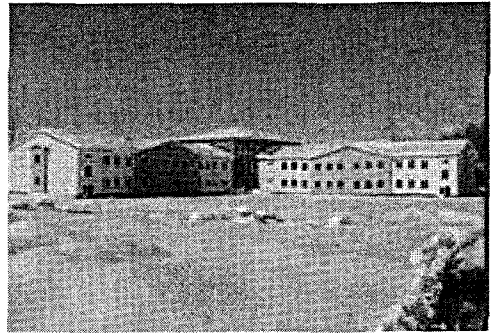
Akşan

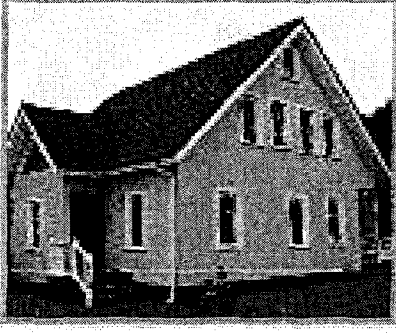


Hemodializ Dispanseri – Bolu

Akşan

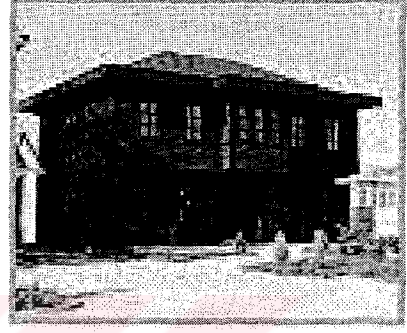
TBMM Pansiyonlu İlköğretim  
Okulu - Bingöl





Abant Köşkü

Köşk Çelik Yapı



Safranbolu Köşkü

Köşk Çelik Yapı



Gürpınar Köşkü

Köşk Çelik Yapı



Aydos Köşkü

Köşk Çelik Yapı

**Ek 2 Profil Boyutları ve Açıklıklarla İlgili Tablolar (NASFA,2000)**

**Soğukta Şekillendirilmiş Çelik Döşeme Kirişlerinin Geçebileceği Açıklıklar**

**Tek Açıklıklı – Gövde Berkitmeli**

Döşeme	1.43kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık				1.91kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık			
	inch(m)				inch(m)			
Kirişi								
Kodu	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)
550S-162-33	11' 7"(3.52)	10' 7"(3.38)	9' 11"(3.01)	9' 1"(2.76)	10' 7"(3.21)	9' 7"(2.91)	9' 0"(2.74)	8' 1"(2.45)
550S-162-43	12' 8"(3.85)	11' 6"(3.51)	10' 10"(3.29)	10' 0"(3.04)	11' 6"(3.51)	10' 5"(3.16)	9' 10"(2.99)	9' 1"(2.76)
550S-162-54	13' 7"(4.13)	12' 4"(3.75)	10' 9"(3.26)	10' 9"(3.26)	12' 4"(3.75)	11' 2"(3.40)	10' 6"(3.20)	9' 9"(2.96)
550S-162-68	14' 7"(4.43)	13' 3"(4.03)	11' 6"(3.51)	11' 6"(3.51)	13' 3"(4.03)	12' 0"(3.65)	11' 4"(3.45)	10' 6"(3.20)
550S-162-97	16' 2"(4.92)	14' 9"(4.48)	12' 10"(3.90)	12' 10"(3.90)	14' 9"(4.48)	13' 4"(4.06)	12' 7"(3.82)	11' 8"(3.55)
800S162-33	15' 8"(4.77)	13' 5"(4.08)	11' 0"(3.35)	11' 0"(3.35)	14' 0"(4.26)	12' 0"(3.65)	11' 0"(3.35)	9' 2"(2.79)
800S162-43	17' 1"(5.2)	15' 6"(4.73)	13' 7"(4.13)	13' 7"(4.13)	15' 6"(4.73)	14' 1"(4.28)	13' 3"(4.03)	12' 3"(3.72)
800S162-54	18' 4"(5.58)	16' 8"(5.07)	14' 7"(4.43)	14' 7"(4.43)	16' 8"(5.07)	15' 2"(4.62)	14' 3"(4.33)	13' 3"(4.03)
800S162-68	19' 8"(5.99)	17' 11"(5.45)	15' 7"(4.74)	15' 7"(4.74)	17' 11"(5.45)	16' 3"(4.94)	15' 4"(4.67)	14' 2"(4.31)
800S162-97	22' 0"(6.70)	20' 0"(6.09)	18' 10"(5.73)	17' 5"(5.30)	20' 0"(6.09)	18' 2"(5.53)	17' 1"(5.20)	15' 10"(4.82)
1000S162-43	20' 6"(6.24)	18' 10"(5.68)	17' 0"(5.18)	15' 3"(4.64)	18' 8"(5.68)	16' 8"(5.07)	15' 30"(4.64)	13' 7"(4.13)
1000S162-54	22' 1"(6.72)	20' 1"(6.11)	18' 10"(5.73)	17' 6"(5.34)	20' 1"(6.11)	18' 3"(5.55)	17' 2"(5.23)	15' 11"(4.84)
1000S162-68	23' 8"(7.21)	21' 6"(6.56)	20' 3"(6.16)	18' 10"(5.73)	21' 6"(6.56)	19' 7"(5.96)	18' 5"(5.60)	17' 1"(5.20)
1000S162-97	26' 6"(8.07)	24' 1"(7.33)	22' 8"(6.90)	21' 0"(6.40)	24' 1"(7.33)	21' 10"(6.65)	20' 7"(6.26)	19' 1"(5.81)
1200S162-43	23' 5"(7.13)	20' 3"(6.16)	18' 6"(5.69)	16' 7"(5.04)	20' 11"(6.36)	18' 2"(5.53)	16' 7"(5.04)	13' 4"(4.06)
1200S162-54	25' 9"(7.84)	23' 4"(7.11)	23' 8"(7.21)	19' 7"(6.06)	23' 4"(7.11)	21' 3"(6.47)	21' 6"(6.56)	17' 6"(5.34)
1200S162-68	27' 8"(8.42)	25' 1"(7.69)	23' 8"(7.21)	21' 11"(6.67)	25' 1"(7.69)	22' 10"(6.95)	21' 6"(6.56)	19' 11"(5.81)
1200S162-97	30' 11"(9.41)	28' 1"(8.55)	26' 5"(8.04)	24' 6"(7.47)	28' 1"(8.55)	25' 6"(7.78)	24' 0"(7.31)	22' 3"(6.77)

1 inch = 25.4mm; 1 psf = 0.0479 kN/m<sup>2</sup>; 1 foot = 0.3048 m

Deplasman Sınırı : L/480 (hareketli yük) ; L/240 ( tüm yükler için) Döşeme Ölü yükü = 10 psf ( 0.479 kN/m<sup>2</sup>)

## Soğukta Şekillendirilmiş Çelik Döşeme Kirişlerinin Geçebileceği Açıklıklar

## Çok Açıklıklı – Gövde Berkitmeli

Döşeme	1.43kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık				1.91kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık			
	inch(m)				inch(m)			
Kirişi								
Kodu	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)
550S-162-33	12' 10"(3.90)	11' 2"(3.40)	10' 2"(3.09)	9' 1"(2.76)	11' 6"(3.51)	9' 11(3.01)	9' 1"(2.76)	7' 1"(2.40)
550S-162-43	15' 8"(4.77)	13' 6"(4.12)	12' 4"(3.75)	11' 0"(3.35)	14' 0"(4.26)	12' 1"(3.67)	11' 0"(3.35)	9' 10 "(2.99)
550S-162-54	17' 7"(5.35)	15' 3"(4.64)	13'11"(4.23)	12'59"(3.77)	15' 9"(4.79)	13'8"(4.16)	12'5"(3.77)	11' 2 "(3.40)
550S-162-68	19' 6"(5.95)	17' 2"(5.23)	15' 8"(4.77)	14' 0"(4.26)	17'8"(5.38)	15' 4"(4.67)	14' 0"(4.26)	12' 6"(3.81)
550S-162-97	21'9"(6.62)	19' 9"(6.01)	18' 7"(5.65.90)	16' 8"(5.07)	19' 9"(6.01)	17' 11(5.45)	16' 10"(5.12)	15' 0"(4.57)
800S162-33	14' 5"(4.38)	11' 8"(3.55)	10' 2"(3.09)	8' 7"(2.60)	12' 3"(3.72)	9' 10"(2.99)	8' 7"(2.60)	7' 2 "(2.18)
800S162-43	19' 5"(5.91)	16' 8"(5.07)	15' 4"(4.67)	12' 6"(3.84)	17' 5"(5.30)	14' 3"(4.33)	13' 9"(6.70)	10' 8"(3.24)
800S162-54	23' 0"(7.01)	19' 11(6.06)	18' 2"(5.53)	16' 3"(4.94)	20' 6"(6.25)	17' 9"(5.40)	16' 3"(4.94)	14' 6"(4.42)
800S162-68	25'10"(7.87)	22' 5"(6.82)	20' 5"(6.29)	18' 3"(5.55)	23' 2"(7.06)	20' 0"(6.09)	18' 3"(5.55)	16' 4"(4.97)
800S162-97	29' 6"(8.99)	26'1 0"(8.17)	24' 8"(7.51)	22' 0"(6.70)	26'10"(8.17)	24' 2"(7.36)	22' 0"(6.70)	19' 8"(5.99)
1000S162-43	21' 6"(6.56)	17' 11"(5.45)	15' 9"(4.79)	13' 5"(4.79)	18' 9"(5.70)	15' 4"(4.67)	13' 5 "(4.08)	11' 4"(3.45)
1000S162-54	25' 6"(7.78)	22' 1"(6.72)	20' 2"(6.14)	18' 0"(5.48)	22'10"(6.95)	19' 9"(6.01)	18' 0"(5.48)	15' 6"(4.73)
1000S162-68	30' 6"(9.27)	26' 5"(8.04)	24' 2"(7.36)	21' 7"(6.57)	27' 4"(8.32)	23' 8"(7.21)	18' 5"(5.60)	19' 3"(5,86)
1000S162-97	35' 6"(10.82)	31' "(9.71)	29' 1"(8.85)	26' 0"(7.92)	32' 3"(9.82)	28' 6"(8.69)	26' 0"(7.92)	23' 3"(7.08)
1200S162-43	21' 4"(6.50)	17' 3"(5.25)	15' 1"(4.59)	12' 8"(3,85)	18' 2"(5.53)	14' 7"(4.43)	12' 8"(3.85)	10' 7"(3,21)
1200S162-54	27' 8"(8.42)	23' 9"(7.23)	21'10"(6.65)	17' 10"(5,43)	24' 9"(7.53)	20' 4"(6.19)	19' 2"(5.84)	15' 2"(4.62)
1200S162-68	32' 7"(9.92)	28' 3"(8.60)	25' 9"(7.84)	23' 0"(7.01)	29' 2"(8.88)	25' 3"(7.69)	23' 1"(7.03)	20' 7"(6.26)
1200S162-97	41' 3"(12.57)	36' 8"(11.17)	33' 6"(10.21)	30' 0"(9.14)	37' 8"(11.47)	32' 10"(10.00)	30' 0"(9.14)	26' 10"(8.17)

1 inch = 25.4mm; 1 psf = 0.0479 kN/m<sup>2</sup> ; 1 foot= 0.3048 m

Deplasman Sınırı : L/480 (hareketli yük) ; L/240 ( tüm yükler için)

Döşeme Ölü yükü = 10 psf ( 0.479 kN/m<sup>2</sup>)

**Soğukta Şekillendirilmiş Çelik Döşeme Kirişlerinin Geçebileceği Açıklıklar**  
**Tek Açıklıklı – Gövde Berkitmesiz**

Döşeme Kirişi Kodu	1.43 kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık				1.91 kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık			
	inch(m)				inch(m)			
	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)
550S-162-33	8' 2"(2.48)	6' 2"(1.87)	5' 1"(1.54)	4' 1"(1.31)	6' 6"(1.98)	4' 11"(1.48)	4' 1"(1.31)	3' 3"(0.98)
550S-162-43	12' 8"(3.85)	11' 6"(3.51)	10' 10"(3.29)	7' 11"(2.4)	11' 6"(3.51)	9' 7"(2.91)	7' 11"(2.4)	6' 4"(1.92)
550S-162-54	13' 7"(4.13)	12' 4"(3.75)	10' 9"(3.26)	11' 7"(3.52)	12' 4"(3.75)	11' 2"(3.4)	10' 6"(3.2)	9' 9"(2.96)
550S-162-68	14' 7"(4.43)	13' 3"(4.03)	12' 5"(3.77)	11' 6"(3.51)	13' 3"(4.03)	12' 0"(3.65)	11' 4"(3.2)	10' 6"(3.2)
550S-162-97	16' 2"(4.92)	14' 9"(4.48)	13' 10"(4.24)	12' 10"(3.9)	14' 9"(4.48)	13' 4"(4.06)	12' 7"(3.82)	11' 8"(3.55)
800S162-33	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
800S162-43	13' 10"(4.24)	10' 5"(3.16)	8' 8"(2.63)	6' 11"(2.09)	11' 1"(3.37)	8' 4"(2.53)	6' 11"(2.09)	5' 6"(1.68)
800S162-54	18' 4"(5.58)	16' 8"(5.07)	14' 8"(4.46)	11' 8"(3.55)	16' 8"(5.07)	14' 8"(4.46)	12' 2"(3.7)	9' 9"(2.96)
800S162-68	19' 8"(5.99)	17' 11"(5.45)	16' 10"(5.12)	15' 7"(4.74)	17' 11"(5.45)	16' 3"(4.94)	15' 4"(4.67)	14' 2"(4.31)
800S162-97	22' 0"(6.70)	20' 0"(6.09)	18' 10"(5.73)	17' 5"(5.83)	20' 0"(6.09)	18' 2"(5.53)	17' 1"(5.2)	15' 10"(4.82)
1000S162-43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1000S162-54	22' 0"(6.7)	16' 1"(4.89)	13' 4"(4.06)	10' 8"(3.24)	17' 1"(5.2)	12' 10"(3.9)	10' 8"(3.24)	8' 6"(2.59)
1000S162-68	23' 9"(7.23)	21' 6"(6.56)	20' 3"(6.16)	18' 4"(5.58)	21' 6"(6.56)	19' 7"(5.96)	18' 5"(5.6)	14' 8"(4.46)
1000S162-97	26' 6"(8.07)	24' 1"(7.33)	22' 8"(6.9)	21' 0"(6.4)	24' 1"(7.33)	21' 10"(6.65)	20' 7"(6.26)	19' 1"(5.81)
1200S162-43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1200S162-54	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1200S162-68	27' 8"(8.42)	25' 1"(7.64)	21' 4"(6.5)	17' 1"(5.2)	25' 1"(7.64)	20' 6"(6.25)	17' 1"(5.2)	13' 8"(4.16)
1200S162-97	30' 11"(9.41)	28' 1"(8.55)	26' 5"(8.04)	24' 6"(7.47)	28' 1"(8.55)	25' 6"(7.78)	24' 0"(7.31)	22' 3"(6.77)

1 inch = 25.4mm; 1 psf = 0.0479 kN/m<sup>2</sup>; 1 foot= 0.3048 m

Deplasman Sınırı : L/480 (hareketli yük) ; L/240 ( tüm yükler için)

Döşeme Ölü yükü = 10 psf ( 0.479 kN/m<sup>2</sup>)

**Soğukta Şekillendirilmiş Çelik Döşeme Kirişlerinin Geçebileceği Açıklıklar**  
**Çok Açıklıklı – Gövde Berkitmesiz**

Döşeme Kirişi Kodu	1.43 kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık				1.91 kN/m <sup>2</sup> Hareketli Yüke Göre Açıklık			
	inch(m)				inch(m)			
	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)	12(0.30)	16(0.40)	19.2(0.48)	24(0.60)
550S-162-33	8' 3"(2.5)	6' 7"(1.99)	5' 8"(1.72)	4' 8"(1.41)	6' 11"(2.09)	4' 11"(1.48)	4' 1"(1.31)	3' 1"(1.16)
550S-162-43	11' 8"(3.55)	9' 5"(2.86)	8' 2"(2.48)	6' 10"(2.07)	9' 11"(3.01)	9' 7"(2.91)	7' 11"(2.4)	5' 9"(1.74)
550S-162-54	14' 8"(4.46)	12' 0"(3.65)	10' 7"(3.21)	9' 0"(2.74)	12' 7"(3.82)	11' 2"(3.4)	10' 6"(3.2)	7' 7"(2.3)
550S-162-68	18' 4"(5.58)	15' 3"(4.64)	13' 6"(4.12)	11' 7"(3.52)	15' 10"(4.82)	12' 0"(3.65)	11' 4"(3.2)	9' 11"(3.01)
550S-162-97	21' 9"(6.62)	19' 9"(6.01)	18' 7"(5.65)	16' 3"(4.94)	19' 9"(6.01)	13' 4"(4.06)	16' 3"(4.94)	14' 1"(4.28)
800S162-33	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
800S162-43	12' 4"(3.75)	9' 10"(2.99)	8' 5"(2.55)	7' 0"(2.13)	10' 4"(3.14)	8' 4"(2.53)	7' 0"(2.13)	5' 9"(1.74)
800S162-54	16' 9"(5.09)	13' 6"(4.12)	11' 8"(3.55)	9' 10"(2.99)	14' 2"(4.31)	14' 8"(4.46)	9' 10"(2.99)	8' 2"(2.48)
800S162-68	21' 7"(6.57)	17' 8"(5.38)	15' 6"(4.73)	13' 2"(4.01)	18' 6"(5.64)	16' 3"(4.94)	13' 2"(4.01)	11' 2"(3.40)
800S162-97	29' 6"(8.99)	25' 5"(7.74)	22' 7"(6.78)	19' 7"(5.96)	26' 5"(8.04)	18' 2"(5.53)	19' 7"(5.96)	16' 10"(5.12)
1000S162-43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1000S162-54	16' 11"(8.22)	13' 6"(7.78)	11' 8"(3.55)	9' 8"(2.94)	14' 3"(4.33)	12' 10"(3.9)	9' 8"(2.94)	8' 0"(2.43)
1000S162-68	23' 5"(7.13)	19' 0"(5.79)	16' 6"(5.03)	13' 11"(4.23)	19' 11"(6.06)	19' 7"(5.96)	13' 11"(4.23)	11' 8"(3.55)
1000S162-97	34' 2"(10.41)	28' 4"(8.63)	25' 2"(7.67)	21' 7"(6.56)	29' 7"(9.0)	21' 10"(6.65)	21' 7"(6.57)	18' 6"(5.65)
1200S162-43	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1200S162-54	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
1200S162-68	23' 9"(7.23)	19' 1"(5.81)	16' 7"(5.04)	13' 11"(4.23)	20' 1"(6.11)	20' 6"(6.25)	13' 11"(4.23)	11' 7"(3.52)
1200S162-97	37' 4"(11.37)	30' 10"(9.39)	27' 2"(8.27)	23' 3"(7.08)	32' 2"(9.77)	25' 6"(7.78)	23' 3"(7.08)	19' 9"(6.01)

1 inch = 25.4mm; 1 psf = 0.0479 kN/m<sup>2</sup> ; 1 foot= 0.3048 m

Deplasman Sınırı : L/480 (hareketli yük) ; L/240 ( tüm yükler için)

Döşeme Ölü yükü = 10 psf ( 0.479 kN/m<sup>2</sup>)

**Bir Döşeme, Çatı ve Tavan Taşıyan 2.5m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları  
( İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı) (33ksi – 212.9 kgcm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Exp. A/B	Exp. C			Bina Genişliği - feet (m)															
				24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)			
				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )			
				20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70
				(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54
			16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			550S162	24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	33	43	43
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43
			24(610)	43	43	43	54	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
			16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			550S162	24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68
			16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			550S162	24(610)	33	33	33	33	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	68	54	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
			16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			550S162	24(610)	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
			16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
			550S162	24(610)	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54	54	54	54
110 mph 177 kN/h		350S162	16(406)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68
			24(610)	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
			16(406)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43
			550S162	24(610)	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

**Bir, Çatı ve Tavan Taşıyan 2.5m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları**  
**(Tek Katlı ya da İki Katlı Bir Binanın İkinci Katı) (33ksi - 212.9 kgcm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Exp. A/B	Exp. C			Bina Genişliği - feet (m)															
		24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)					
		Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )					
		20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70		
		(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)		
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	43	43	33	33	43	43	33	43	43	43	43	43	43	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54	43	43	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	33	33	43	43	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68	54	54	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43	33	33	43	43
110 mph 177 kN/h		350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	43	43	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

**Bir Çatı ve Tavan Taşıyan 2.75 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları  
(Tek Katlı ya da İki Katlı Bir Binanın İkinci Katı) (33ksi -212.9 kgem<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Hızı				Bina Geniğiği - feet (m)															
Exp. A/B	Exp. C			24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)			
				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )			
				20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70
				(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)
70 mph		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(1.1)
112.7 kN/h		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
80 mph	70 mph	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	33	43	43	33	33	43	43	33	43	43	43	43	43	43	43
				(0.84)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)
128.8 kN/h	112.7 kN/h	550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
90 mph	80 mph	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	43	43	54
				(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)
145 kN/h	128.8 kN/h	550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	33	33	33	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)
100 mph	90 mph	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	43	33	33	33	43	43
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(1.1)
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68
				(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.73)
161 kN/h	145 kN/h	550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(1.1)
110 mph	100 mph	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	43	43	54
				(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97
				(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(1.73)	(2.46)
177 kN/h	161 kN/h	550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
				(0.84)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)
	110 mph	350S162	16(406)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	54	54	54
				(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.73)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)	(1.38)
			24(610)	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
				(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)	(2.46)
	177 kN/h	550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	43	43	54
				(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.1)	(1.38)

**Bir Döşeme, Çatı ve Tavan Taşıyan 2.75 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları  
(İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı) (33ksi - 212.9 kgcm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Exp. A/B	Exp. C			Bina Genişliği - feet (m)															
		24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)					
		Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )					
		20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70		
		(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)		
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54	54	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	43	33	33	43
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	43	43	43	43	43	43	43
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54	54	54	54	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97	68	97	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68
			24(610)	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	33	43	43	43
			24(610)	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
110 mph 177 kN/h		350S162	16(406)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
			24(610)	97	97	97	97	97	97	97	-	97	97	-	-	-	-	-	-
		550S162	16(406)	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68



**Bir Döşeme, Çatı ve Tavan Taşıyan 3 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları  
(İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı) (33ksi - 212.9 kgcm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Exp. A/B	Exp. C			Bina Genişliği - feet (m)															
				24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)			
				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )			
20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70				
(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)				
70 mph  112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	54
80 mph  128.8 kN/h	70 mph  112.7 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54
			24(610)	54	54	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54
90 mph  145 kN/h	80 mph  128.8 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	54	54	43	54	54	54	54	54	54	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	97	68	68	97	97	97	97	97	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54
100 mph  161 kN/h	90 mph  145 kN/h	350S162	16(406)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
			24(610)	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54	43	43	54	54
110 mph  177 kN/h	100 mph  161 kN/h	350S162	16(406)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97
			24(610)	97	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		550S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	68	54	68	68	68	68	68	68	68
110 mph  177 kN/h		350S162	16(406)	68	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
			24(610)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		550S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	43	54	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97

**Bir Çatı ve Tavan Taşıyan 2.5 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları  
(Tek Katlı ya da İki Katlı Bir Bina için İkinci Katı) (50 ksi – 322.5kg/cm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
				Bina Geniştirliđi - feet (m)															
Exp. A/B	Exp. C			24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)			
				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )			
				20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70
				(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)
	110 mph 177 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43	33	43	33	33	43
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(0.84)	(1.1)	(1.1)	(1.1)
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)	(0.84)

**Bir Döşeme, Çatı ve Tavan Taşıyan 2.5 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları**  
**(İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı) (50ksi - 322.5kg/cm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
				Bina Genişliği - feet (m)															
Exp. A/B	Exp. C			24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)			
				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )			
				20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70
				(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	33	33	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	54	43	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43	43	33	43	43	43
			24(610)	43	43	43	43	43	54	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	68	54	54	68	68	68	68	68	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	43	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
110 mph 177 kN/h		350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	54
			24(610)	54	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

**Bir Çatı ve Tavan Taşıyan 2.75 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları**  
**(Tek Katlı ya da İki Katlı Bir Binanın İkinci Katı) (50ksi - 322.5kgm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)																
Exp. A/B	Exp. C			inches (mm)	Bina Genişliği - feet (m)															
		24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)						
		Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )						
		20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70			
		(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)			
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	
			24(610)	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	43
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	
			24(610)	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	33	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	43
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43	33	33	43	43	
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	
			24(610)	43	43	54	54	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	43	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
110 mph 177 kN/h		350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	33	33	43	43

**Bir Döşeme, Çatı ve Tavan Taşıyan 2.75 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları**  
**(İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı) (50ksi - 322.5kg/cm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Hızı	Exp. A/B			Exp. C	Bina Genişliği - feet (m)														
					24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)		
			Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				
			20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	
			(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	43	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	33	43
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	54	43	54	54	54	54	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
110 mph 177 kN/h	110 mph 177 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	54	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97	97	68	97	97	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54

**Bir Çatı ve Tavan Taşıyan 3 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları**  
**(Tek Katlı ya da İki Katlı Bir Binanın İkinci Katı) (50ksi - 322.5kgcm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)															
Exp. A/B	Exp. C			Bina Genişliği - feet (m)															
		24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)					
		Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )					
		20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70		
		(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)	(0.95)	(1.43)	(2.39)	(3.35)		
70 mph 112.7 kN/h		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
80 mph 128.8 kN/h	70 mph 112.7 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	43	33	33	33	43	33	33	43	43	33	33	43	43
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
90 mph 145 kN/h	80 mph 128.8 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
100 mph 161 kN/h	90 mph 145 kN/h	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43
			24(610)	43	43	54	54	43	43	54	54	43	54	54	54	54	54	54	54
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	43	43	43	43	43	43
110 mph 177 kN/h	100 mph 161 kN/h	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
			24(610)	54	54	54	68	54	54	68	68	54	54	68	68	54	68	68	68
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	33	33	33	43	33	33	43	43	33	33	43	43	33	43	43	43
110 mph 177 kN/h		350S162	16(406)	43	43	54	54	43	43	54	54	43	54	54	54	54	54	54	54
			24(610)	68	68	68	68	68	68	68	97	68	68	68	97	68	68	97	97
		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43

**Bir Döşeme, Çatı ve Tavan Taşıyan 3 m Yüksekliğindeki Duvar için Dikme Kalınlıkları  
(İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı) (50ksi - 322.5kgcm<sup>2</sup> Çelik)**

Rüzgar Hızı		Ürün Kodu	Ürün Açıklığı inches (mm)	Dikme Kalınlıkları - mils (mm)																
Exp. A/B	Exp. C			Bina Genişliği - feet (m)																
				24 (7.30)				28 (8.50)				32(9.75)				36(10.98)				
				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				Kar Yüğü psf(kN/m <sup>2</sup> )				
20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70	20	30	50	70					
70 mph		350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
			24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
112.7 kN/h			550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
80 mph	70 mph	350S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	43	33	33	33	43	43	43	43	43	
			24(610)	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
128.8 kN/h	112.7 kN/h		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
90 mph	80 mph	350S162	16(406)	33	33	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	
			24(610)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	68	54	68	68	68	
145 kN/h	128.8 kN/h		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				24(610)	33	33	33	33	33	33	33	33	43	33	43	43	43	43	43	43
100 mph	90 mph	350S162	16(406)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	43	43	54	
			24(610)	54	54	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	97	
161 kN/h	145 kN/h		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
110 mph	100 mph	350S162	16(406)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
			24(610)	68	68	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	
177 kN/h	161 kN/h		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
				24(610)	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	54	54
	110 mph	350S162	16(406)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	68	68	54	68	68	54	
			24(610)	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	
	177 kN/h		550S162	16(406)	33	33	33	33	33	33	43	43	33	43	43	43	43	43	43	43
				24(610)	43	43	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

**Çelik Elemanların Geçebileceği Duvar Boşluğu Açıklıkları- Çatı ve Tavan Taşıyan (33 ksi)**

Ürün Kodu	50psf ( 2.4 kN/m <sup>2</sup> ) Kar Yükü				70psf (3.35 kN/m <sup>2</sup> ) Kar Yükü			
	Bina Genişliği -foot (m)				Bina Genişliği -foot (m)			
	24 (7.30)	28 (8.50)	32 (9.75)	36 (11.0)	24 (7.30)	28 (8.50)	32 (9.75)	36 (11.0)
2-350S162-33	3' 0"(0.91))	2' 7"(0.77)	2' 4"(0.70)	2' 1"(0.62)	2' 4"(0.70)	2' 1"(0.62)	---	---
2-350S162-43	3' 10"(1.16)	3' 7"(1.08)	3' 4"(1.08)	3' 2"(0.96)	3' 5"(1.03)	3' 2"(1.08)	3' 10"(0.91)	2' 9"(0.82)
2-350S162-54	4' 3"(1.28)	4' 0"(1.21)	3' 9"(1.13)	3' 7"(1.08)	3' 10"(1.16)	3' 7"(1.08)	3' 4"(1.01)	3' 2"(0.96)
2-350S162-68	4' 10"(1.46)	4' 6"(1.37)	4' 3"(1.28)	4' 0"(1.21)	4' 3"(1.28)	4' 0"(1.21)	3' 9"(1.13)	3' 7"(1.08)
2-350S162-97	5' 8"(1.72)	5' 4"(1.62)	5' 0"(1.52)	4' 9"(1.43)	5' 1"(1.54)	4' 9"(1.43)	4' 5"(1.33)	4' 3"(1.28)
2-550S162-33	2' 6"(0.76)	2' 2"(0.65)	---	---	---	---	---	---
2-550S162-43	5' 2"(1.57)	4' 10"(1.46)	4' 4"(1.31)	3' 11 (1.18)	4' 5"(1.33)	3' 10"(1.16)	3' 5"(1.03)	3' 1"(0.93)
2-550S162-54	5' 10"(1.77)	5' 5"(1.64)	5' 1"(1.54)	4' 10"(1.46)	5' 2"(1.57)	14' 8"(4.46)	4' 7"(1.38)	4' 4"(1.31)
2-550S162-68	6' 6"(1.98)	6' 1"(1.84)	5' 9"(1.74)	5' 6"(1.68)	5' 10"(1.77)	16' 3"(4.94)	5' 1"(1.54)	4' 10"(1.46)
2-550S162-97	7' 10"(2.38)	7' 3"(2.20)	6' 10"(2.07)	6' 5"(1.94)	6' 11"(8.04)	18' 2"(5.53)	6' 1"(1.84)	5' 9"(1.74)
2-800S162-33	---	---	---	---	---	---	---	---
2-800S162-43	4' 3"(1.28)	3' 9"(1.13)	3' 4"(1.01)	3' 0"(0.91)	3' 4"(1.01)	12' 10"(3.9)	2' 7"(0.77)	2' 4"(0.70)
2-800S162-54	7' 7"(2.3)	7' 1"(2.15)	6' 7"(1.99)	5' 11"(1.79)	6' 9"(2.04)	19' 7"(5.96)	5' 3"(2.36)	4' 8"(1.41)
2-800S162-68	8' 6"(2.59)	8' 0"(2.43)	7' 6"(0.29)	7' 2"(2.18)	7' 7"(2.30)	21'10"(6.65)	6' 8"(2.02)	6' 4"(1.92)
2-800S162-97	10' 3"(3.11)	9' 7"(2.91)	9' 0"(2.74)	8' 7"(2.6)	9' 1"(2.76)	19' 9"(6.01)	8' 0"(2.43)	7' 7"(2.30)
2-1000S162-43	3' 7"(6.01)	3' 1"(0.93)	2' 9"(0.82)	2' 6"(0.76)	2' 10"(0.85)	19' 9"(6.01)	2' 2"(0.65)	---
2-1000S162-54	7' 1"(2.15)	6' 2"(1.87)	5' 6"(1.68)	4' 11"(1.48)	5' 7"(1.69)	20' 6"(6.25)	4' 4"(1.31)	3' 11"(1.18)
2-1000S162-68	10' 1"(3.06)	9' 5"(2.86)	8' 10"(2.68)	8' 5"(2.55)	8' 11"(2.7)	25' 6"(7.78)	7' 11"(2.4)	7' 6"(2.29)
2-1000S162-97	12'11"(3.67)	11' 4"(3.45)	10' 8"(3.24)	10' 1"(3.06)	10' 9"(3.26)	25' 6"(7.78)	9' 6"(2.9)	9' 0"(2.74)
2-1200S162-43	3' 1"(0.93)	2' 8"(0.80)	2' 4"(0.70)	2' 2"(0.65)	2' 5"(0.72)	25' 6"(7.78)	---	---
2-1200S162-54	6' 1"(1.84)	5' 4"(1.62)	4' 9"(1.43)	4' 3"(1.28)	4' 10"(1.46)	20' 6"(6.25)	3' 9"(1.13)	3' 4"(1.01)
2-1200S162-68	10' 9"(3.26)	10' 1"(3.06)	9' 6"(2.9)	8' 6"(2.59)	9' 7"(2.91)	20' 6"(6.25)	7' 6"(2.29)	6' 9"(2.04)
2-1200S162-97	13'11"(4.23)	13' 0"(3.96)	12' 3"(3.72)	11' 8"(3.55)	12' 5"(3.77)	20' 6"(6.25)	10' 11"(3.31)	10' 4"(3.14)

Çelik Elemanların Geçebileceği Duvar Boşluğu Açıklıkları- Döşeme -Çatı ve Tavan Taşıyan

Ürün Kodu	20psf (0.95 kN/m <sup>2</sup> ) Kar Yüğü				30psf (1.45 kN/m <sup>2</sup> ) Kar Yüğü			
	Bina Genişliği -foot (m)				Bina Genişliği -foot (m)			
	24 (7.30)	28 (8.50)	32 (9.75)	36 (11.0)	24 (7.30)	28 (8.50)	32 (9.75)	36 (11.0)
2-350S162-33	2' 3"(0.67)	----	----	----	2' 2"(0.65)	----	----	----
2-350S162-43	3' 4"(1.01)	3' 1"(0.93)	2' 11"(0.87)	2' 9"(0.82)	3' 3"(0.98)	3' 1"(0.87)	2' 11"(0.87)	2' 8"(0.8)
2-350S162-54	3' 9"(1.13)	3' 6"(1.07)	3' 4"(1.01)	3' 2"(0.96)	3' 8"(1.11)	3' 6"(1.07)	3' 3"(0.98)	3' 1"(0.93)
2-350S162-68	4' 2"(1.26)	3' 11"(1.18)	3' 9"(1.13)	3' 6"(1.07)	4' 1"(1.23)	4' 0"(1.21)	3' 8"(1.11)	3' 6"(1.07)
2-350S162-97	4' 11"(1.48)	4' 8"(1.41)	4' 5"(1.33)	4' 2"(1.26)	4' 11"(1.48)	4' 7"(1.38)	4' 4"(1.31)	4' 2"(1.26)
2-550S162-33	----	----	----	----	----	----	----	----
2-550S162-43	4' 2"(1.26)	3' 9"(1.13)	3' 4"(1.01)	3' 0"(0.91)	4' 1"(1.23)	3' 8"(1.11)	3' 3"(0.98)	3' 0"(0.91)
2-550S162-54	5' 1"(1.54)	4' 9"(1.43)	4' 6"(1.33)	4' 3"(1.28)	5' 0"(1.52)	4' 8"(1.41)	4' 5"(1.33)	4' 3"(1.28)
2-550S162-68	5' 8"(1.72)	5' 4"(1.62)	5' 1"(1.54)	4' 10"(1.46)	5' 7"(1.69)	5' 3"(1.59)	5' 0"(1.52)	4' 9"(1.43)
2-550S162-97	6' 9"(1.04)	6' 4"(1.92)	6' 0"(1.82)	5' 9"(1.74)	6' 8"(2.02)	6' 4"(1.92)	6' 0"(1.82)	5' 8"(1.72)
2-800S162-33	----	----	----	----	----	----	----	----
2-800S162-43	3' 3"(0.98)	2' 10"(0.85)	2' 7"(0.77)	2' 4"(0.70)	3' 2"(0.96)	2' 9"(0.82)	2' 6"(0.72)	2' 3"(0.67)
2-800S162-54	6' 5"(1.94)	5' 8"(1.72)	5' 1"(1.54)	4' 7"(1.38)	6' 3"(1.89)	5' 7"(1.69)	5' 0"(1.52)	4' 6"(1.37)
2-800S162-68	7' 5"(2.25)	7' 0"(2.13)	6' 7"(1.99)	6' 4"(1.92)	7' 4"(2.23)	6' 11"(2.09)	6' 6"(1.98)	6' 3"(1.89)
2-800S162-97	8' 11"(2.7)	8' 4"(2.53)	7' 11"(2.35)	7' 7"(2.3)	8' 9"(2.65)	8' 3"(2.5)	7' 10"(2.38)	7' 5"(2.25)
2-1000S162-43	2' 8"(0.8)	2' 5"(0.72)	2' 2"(0.65)	2' 0"(0.6)	2' 8"(0.8)	2' 4"(0.7)	2' 1"(0.62)	2' 0"(0.60)
2-1000S162-54	5' 4"(1.62)	4' 9"(1.43)	4' 3"(1.28)	3' 10"(1.16)	5' 3"(1.59)	4' 8"(1.14)	4' 2"(1.26)	3' 9"(1.13)
2-1000S162-68	8' 9"(2.65)	8' 3"(2.50)	7' 10"(2.38)	7' 5"(2.25)	8' 8"(2.63)	8' 2"(2.48)	7' 8"(2.33)	7' 4"(2.23)
2-1000S162-97	10' 6"(3.2)	9' 11"(3.01)	9' 4"(2.84)	8' 11"(2.7)	10' 5"(3.16)	9' 9"(2.96)	9' 3"(2.81)	8' 10"(2.68)
2-1200S162-43	2' 4"(0.7)	2' 1"(0.62)	----	----	2' 3"(0.67)	----	----	----
2-1200S162-54	4' 7"(1.38)	4' 1"(1.23)	3' 8"(1.11)	3' 4"(1.01)	4' 6"(1.37)	4' 0"(1.21)	3' 7"(1.08)	3' 3"(0.98)
2-1200S162-68	9' 3"(2.81)	8' 2"(2.48)	6' 8"(2.02)	6' 8"(2.02)	9' 0"(2.74)	8' 0"(2.43)	7' 2"(2.18)	6' 6"(1.98)
2-1200S162-97	12' 1"(3.67)	11' 5"(3.47)	10' 9"(3.26)	10' 3"(3.11)	12' 0"(3.65)	11' 3"(3.42)	10' 8"(3.24)	10' 2"(3.09)

**Çelik Elemanların Geçebileceği Duvar Boşluğu Açıklıkları- Döşeme -Çatı ve Tavan Taşıyan  
(İki Katlı Bir Binanın Birinci Katı)**

Ürün Kodu	20psf ( 0.95 kN/m <sup>2</sup> ) Kar Yüğü				30psf ( 1.45 kN/m <sup>2</sup> ) Kar Yüğü			
	Bina Genişliği -foot (m)				Bina Genişliği -foot (m)			
	24 (7.30)	28 (8.50)	32 (9.75)	36 (11.0)	24 (7.30)	28 (8.50)	32 (9.75)	36 (11.0)
2-350S162-33	2' 10"(0.85)	2' 6"(0.76)	2' 3"(0.67)	----	2' 7"(0.77)	2' 3"(0.67)	----	----
2-350S162-43	3' 9"(1.13)	3' 6"(1.07)	3' 4"(1.01)	3' 2"(0.96)	3' 7"(1.08)	3' 4"(1.01)	3' 2"(0.96)	3' 0"(0.91)
2-350S162-54	4' 2"(1.26)	4' 0"(1.21)	3' 9"(1.13)	3' 7"(1.08)	4' 0"(1.21)	3' 9"(1.13)	3' 7"(1.08)	3' 5"(1.03)
2-350S162-68	4' 8"(1.41)	4' 5"(1.33)	4' 2"(1.26)	4' 0"(1.21)	4' 6"(1.37)	4' 2"(1.26)	4' 0"(1.21)	3' 10"(1.16)
2-350S162-97	5' 6"(1.68)	5' 3"(1.59)	5' 0"(1.52)	4' 9"(1.43)	5' 3"(1.59)	5' 0"(1.52)	4' 9"(1.43)	4' 6"(1.37)
2-550S162-33	2' 5"(0.72)	2' 2"(0.65)	----	----	2' 2"(0.65)	----	----	----
2-550S162-43	3' 6"(1.07)	5' 1"(1.54)	4' 9"(1.43)	4' 3"(1.28)	4' 10"(1.46)	4' 3"(1.28)	3' 10"(1.16)	3' 6"(1.07)
2-550S162-54	5' 8"(1.72)	5' 4"(1.62)	5' 1"(1.54)	4' 10"(1.46)	5' 5"(1.64)	5' 1"(1.54)	4' 10"(1.46)	4' 7"(1.38)
2-550S162-68	6' 5"(1.94)	6' 0"(1.82)	5' 9"(1.74)	5' 6"(1.68)	6' 1"(1.84)	5' 9"(1.74)	5' 5"(1.64)	5' 2"(1.57)
2-550S162-97	7' 8"(2.33)	7' 2"(2.18)	6' 10"(2.07)	6' 6"(1.98)	7' 3"(3.04)	6' 10"(2.07)	6' 6"(1.98)	6' 2"(1.87)
2-800S162-33	----	----	----	----	----	----	----	----
2-800S162-43	4' 2"(1.26)	3' 8"(1.11)	3' 3"(0.98)	3' 0"(0.91)	3' 8"(1.11)	3' 3"(0.98)	2' 11"(0.87)	2' 8"(0.8)
2-800S162-54	7' 5"(2.25)	7' 0"(2.13)	6' 6"(1.98)	6' 0"(1.82)	7' 1"(2.15)	6' 6"(1.98)	5' 10"(1.77)	5' 4"(1.62)
2-800S162-68	8' 4"(2.53)	7' 11"(2.4)	7' 6"(2.29)	7' 1"(2.15)	7' 11"(2.4)	7' 6"(2.29)	7' 1"(2.15)	6' 9"(2.04)
2-800S162-97	10' 0"(3.04)	9' 9"(2.96)	9' 0"(2.74)	8' 6"(2.59)	9' 6"(2.9)	9' 0"(2.74)	8' 6"(2.59)	8' 1"(2.45)
2-1000S162-43	3' 5"(1.03)	3' 0"(0.91)	2' 9"(0.82)	2' 6"(0.76)	3' 1"(0.93)	2' 9"(0.82)	2' 6"(0.76)	2' 3"(0.67)
2-1000S162-54	6' 10"(2.07)	6' 0"(1.82)	5' 6"(1.68)	5' 0"(1.52)	6' 2"(1.87)	5' 5"(1.64)	4' 11"(1.48)	4' 5"(1.33)
2-1000S162-68	9' 10"(2.99)	9' 4"(2.84)	8' 10"(2.68)	8' 5"(2.55)	9' 4"(2.84)	8' 10"(2.68)	8' 4"(2.53)	8' 0"(2.43)
2-1000S162-97	11' 10"(3.6)	11' 2"(3.37)	10' 7"(3.21)	10' 1"(3.06)	11' 3"(3.42)	10' 7"(3.21)	10' 1"(3.06)	9' 7"(2.91)
2-1200S162-43	2' 11"(0.87)	2' 7"(0.77)	2' 4"(0.7)	2' 1"(0.62)	2' 8"(0.8)	2' 4"(0.7)	----	----
2-1200S162-54	5' 10"(1.77)	5' 2"(1.57)	4' 8"(1.41)	4' 3"(1.28)	5' 3"(1.59)	4' 8"(1.41)	4' 2"(1.26)	3' 10"(1.16)
2-1200S162-68	10' 6"(3.2)	10' 0"(3.04)	9' 5"(2.86)	8' 6"(2.59)	9' 12"(3.04)	9' 5"(2.86)	8' 5"(2.55)	7' 8"(2.33)
2-1200S162-97	13' 8"(4.16)	12' 10"(3.9)	12' 2"(3.7)	11' 8"(3.55)	13' 0"(3.96)	12' 2"(3.7)	11' 7"(3.52)	11' 1"(3.37)

## Vida Ölçüleri

Nominal Vida Boyutları	Nominal Vida Çapları (inch - mm)
No.6	0.1380 - 3.5052
No.8	0.1640 - 4.1656
No.10	0.1900 - 4.826
No.12	0.2160 - 5.4864

## Soğukta Şekillendirilmiş Çelik Elemanların Min. Et Kalınlıkları

Kod	Min. Çelik Kalınlığı	İlgili Ölçü	ASTM Renk
	inches (mm)	Numarası	Kodu <sup>1</sup>
18	18 (0.4572)	25	
27	27 (0.6858)	22	
33	33 (0.8382)	20	beyaz
43	43 (1.0922)	18	sarı
54	54 (1.3716)	16	yeşil
68	68 (1.7272)	14	turuncu
97	97 (2.4638)	12	kırmızı

<sup>1</sup> ASTM C 955 referans olarak alınmıştır.

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 10.06.1980

Doğum yeri Şanlıurfa / Siverek

Lise 1994-1998 Sakıp Sabancı Lisesi

Lisans 1998-2002 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak.  
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2002 - 2005 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

**Çalıştığı kurum**

2003-Devam ediyor Seranit Granit Seramik San. Tic. A.Ş.

