

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AHŞAP ve ÇELİK MAKAS SİSTEMLERİN
MALZEME ve SİSTEM
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ,
BİR ÖRNEK YAPI ÜZERİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mimar E.Erdem HIRAOĞLU

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Erkan AVLAR

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
RESİM LİSTESİ	xvi
ÖNSÖZ.....	xvii
ÖNSÖZ.....	xvii
ÖZET	xviii
ABSTRACT	xix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Sorunun Belirlenmesi	1
1.2 Amaç.....	5
1.3 Kapsam	6
2. YAPI ÜRETİMİNDE KULLANILAN AHŞAP MALZEME	7
2.1 Ahşap Malzeme	7
2.1.1 Ahşabın Özellikleri.....	8
2.1.1.1 Ahşabın Görsel Özellikleri	8
2.1.1.2 Ahşabın Fiziksel Özellikleri	9
2.1.1.3 Ahşabın Mekanik Özellikleri.....	15
2.1.1.4 Ahşabın Kimyasal Özellikleri	23
2.1.1.5 Ahşabın Ekolojik Özellikleri	23
2.1.2 Ahşaba Zarar Veren Etkenler	24
2.1.2.1 Organizmalar	24
2.1.2.2 Yangın	24

2.1.2.3	Su ve Nem	25
2.1.2.4	Mekanik Etkenler	26
2.1.2.5	Kimyasal Etkenler	26
2.1.2.6	Ahşabın Kurutulması ve Korunması	26
3.	AÇIKLIKLARIN GEÇİLMESİNDE KULLANILAN AHŞAP MAKASLAR ...	28
3.1	Ahşap Makasların Tarihi Gelişimi	34
3.2	Makas Sistemlerin Uygulama Nedenleri	37
3.3	Makas Şekilleri	39
3.4	Makasların Tasarım ve Üretim Ölçütleri	42
3.5	Makas Tasarımı	44
3.5.1	Makas Tasarımında Dikkat Edilecek Özel Koşullar	45
3.6	Makası Oluşturan Parçalar	48
3.6.1	Makas Yapımında Kullanılan Malzemeler	49
3.7	Kafes Kiriş Makaslar	54
3.7.1	Dere Makasının Yerleştirilmesi	54
3.7.2	Beşik İskelet Sistem Kalkan Duvarı	55
3.7.3	Ahşap Makaslarda Makasa Ait Uç Bitişleri	56
3.8	Makas İmalatı	57
3.9	Makasların Nakliyesi ve Şantiyede İstiflenmesi	58
3.10	Makasların Kurulumu	61
3.10.1	Makasların Desteklenmesi	64
3.10.2	Makas Kurulumunda İzlenen Adımlar	67
3.11	Makasların Mesnetlenmesi	75
3.12	Ahşap Makas Uygulamasından Sorumlu Kişiler	76
4.	AÇIKLIKLARIN GEÇİLMESİNDE KULLANILAN ÇELİK MAKAS SİSTEMLER	78

4.1	Çelik Malzeme.....	78
4.1.1	Çelik Malzemenin Özellikleri	79
4.1.1.1	Kimyasal Özellikler	80
4.1.1.2	Fiziksel Özellikler.....	82
4.1.1.3	Mekanik Özellikler	83
4.1.2	Çevresel Etkenlerin Çelik Malzemeye Etkisi	90
4.1.2.1	Çelik Malzemenin Yangına Karşı Dayanımı.....	91
4.1.2.2	Çelik Malzemenin Su ve Neme Karşı Dayanımı.....	93
4.2	Çelik Makaslar.....	96
4.2.1	Çelik Makasları Oluşturan Elemanlar	96
4.2.2	Çelik Makas Şekilleri	98
5.	AÇIKLIKLARIN GEÇİLMESİNDE KULLANILAN AHŞAP MAKASLAR İLE ÇELİK MAKASLARIN KARŞILAŞTIRMASI VE BİR ÖRNEK ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	100
5.1	Malzeme ve Sistem Özellikleri Açısından Karşılaştırması	100
5.1.1	Fiziksel Özellikler Açısından Karşılaştırması	100
5.1.2	Mekanik Özellikler Açısından Karşılaştırması.....	101
5.1.3	Yangın ve Isı Etkeni Açısından Karşılaştırması.....	101
5.1.4	Deprem Etkenleri Açısından Karşılaştırılması	102
5.1.5	Su ve Nem Etkenleri Açısından Karşılaştırılması	102
5.1.6	Ses Etkeni Açısından Karşılaştırılması.....	102
5.1.7	Açıklık Geçme Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması	104
5.1.8	Tasarım Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması	105
5.1.9	Ekolojik Açıdan Karşılaştırılması	106
5.1.10	Yapım Yöntemi Açısından Karşılaştırması	108
5.1.11	Ekonomik Koşullar Açısından Karşılaştırılması	110
5.2	Ahşap ve Çelik Makasların Bir Örnek Üzerinde Değerlendirilmesi	113

5.2.1	Örnek Yapıya Ait Kimlik Bilgileri	113
5.2.2	Hesap Esasları.....	117
5.2.2.1	Yük Bilgileri:	118
5.2.3	Yükler ve Ön Boyutlandırma	120
5.2.3.1	İlk Kesit Kabulleri	126
5.2.4	Çelik ve Ahşap Makasa Ait Kesin Hesaplar	130
5.2.4.1	Çelik Makasa Ait Kesin Hesaplar	130
5.2.5	Ahşap ve Çelik Makasın Ağırlık ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması	138
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	139
	KAYNAKLAR.....	141
	EKLER	144
	Ek 1 Çelik Makasa Etkiyen Eksenel Yüklere Ait SAP2000 Hesap Dökümanları	145
	Ek 2 Ahşap Makasa Etkiyen Eksenel Yüklere Ait SAP2000 Hesap Dökümanları.....	156
	Ek 3 Çelik Makasa Ait Eksenel Yüklerin Yük Kombinasyonları	161
	Ek 4 Çelik Makasa ve Ahşap Makasa Ait Burkulma Katsayılarının Tablolarda Gösterimi ..	164
	Ek 5 İl ve İlçelere Göre Zati Kar Yüğü Bölgeleri	166
	ÖZGEÇMİŞ.....	172

SİMGE LİSTESİ

A	: Alan
C	: Karbon
E	: Elastisite modülü
$E_{//}$	: Liflere paralel yönde elastisite modülü
$E_{\perp}$	: Liflere paralel yönde elastisite modülü
E_p	: Liflere paralel elastisite modülü
E_r	: Radyal yönde elastisite modülü
E_t	: Yıllık halkalara teğet yönde elastisite modülü
ε	: Deformasyon değeri
f	: Frekans
Fe	: Demir
G	: Çatı kaplaması ve aşık elemanlarının toplam yükü
I	: Atalet momenti değeri
I_x	: X eksenine etrafındaki atalet momenti değeri
I_y	: Y eksenine etrafındaki atalet momenti değeri
I_z	: W eksenine etrafındaki atalet momenti değeri
i_{min}	: Minimum çubuk en kesitinin atalet yarıçapı
i_x	: X doğrultulu çubuk en kesitinin atalet yarıçapı
i_y	: Y doğrultulu çubuk en kesitinin atalet yarıçapı
k	: Isı iletkenlik kat sayısı
L	: Makasa ait çubuk elemanın boyu
Le	: Makasa ait çubuğun burkulma boyu
Mn	: Manganez
n	: Ahşabın nem oranı
N	: Ahşabın nemli ağırlığı
N_0	: Ahşabın kurutulmuş ağırlığı
P	: Fosfor
P_{maks}	: Maksimum eksenel yük
Q	: Kar yükü,
S	: Kükürt
Si	: Silisyum
t	: Sıcaklık değeri
T_c	: Erime derecesi
$V_{//}$	: Ağacının liflerine paralel ses iletim hızı (m/sn)
$V_{\perp}$	: Ağacının liflerine dik ses iletim hızı (m/sn)
ν	: Poisson oranı
W_x	: X doğrultusunda yapıya gelen rüzgar yükü
W_y	: Y doğrultusunda yapıya gelen rüzgar yükü olmak üzere belirtilmektedir.

ω	: Çubuk elemanın burkulma katsayısı
YB1	: Yük bileşenleri 1
YB2	: Yük bileşenleri 2
YB3	: Yük bileşenleri 3
σ_B	: Basınç dayanımı
$\sigma_{B.em}$	: Basınç emniyet dayanımı
$\sigma_{B//}$	: Ahşap malzemede liflere paralel basınç dayanımı
$\sigma_{\text{Ç}}$	: Çekme dayanımı
$\sigma_{\text{Ç.em}}$	: Çekme emniyet dayanımı
$\sigma_{\text{Ç//}}$	: Ahşap malzemede liflere paralel basınç dayanımı
σ_E	: Eğilme dayanımı
σ_M	: Makaslama dayanımı
γ_k	: Kuru yoğunluk
γ_d	: Kuru madde miktarının neme doymuş hacme oranı
δ	: Öz elektrik dayanımı
ψ	: Kuvvetin etki yönü ile yıllık halkaların gidiş yönü arasındaki

KISALTMA LİSTESİ

ASCE	American Society of Civil Engineers
BOCA	Building Officials Conference of America International
CCMC	Canadian Centre for Materials in Construction
EPA	Environmental Protection Agency
ICC	International Code Council
ICBO	International Conference of Building Officials
IRC	International Residential Code
LVL	Laminated Veneer Lumber
LDN	Lif Doygunluk Noktası
NBCC	National BuildingCode of Canada
PSL	Paralel Strand Lumber
SCDA	Structural Component Distributors Associaton
NRPB	The National Radiological Protection Board
TPI	Truss Plate Institute
WTCA	Wood Truss Council of America

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Meşe gövdesinde enine, radyal ve teğet kesit görünüşü (Örs ve Keskin, 2001).....	7
Şekil 2.2 Kerestede Normal ve Çeyrek Kesim (Örs ve Keskin, 2001).	10
Şekil 2.3 Brinell-Mörath yöntemine göre sertlik deneyi (Örs ve Keskin, 2001).....	13
Şekil 2.4 Liflere paralel yönde basınç dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).....	16
Şekil 2.5 Liflere dik basınç dayanımı deneylerinde yükleme şekilleri (Örs ve Keskin, 2001).16	
Şekil 2.6 Liflere paralel ve dik çekme dayanımı (Örs ve Keskin, 2001)	17
Şekil 2.7 Liflere dik yönde eğilme dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).....	19
Şekil 2.8 Ahşap malzemedeki liflere paralel yönde makaslama dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).20	
Şekil 2.9 Ahşap malzemedeki yarıлма dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).....	21
Şekil 2.10 Kayın odununda yapılan eğilme deneyinde zor-zorlama ilişkisi (Örs ve Keskin, 2001).	22
Şekil 3.1 Makas sistemlere geçiş döneminde ahşap çerçeve sistem ile kilise yapımı (Sunley ve Bedding, 1985).....	34
Şekil 3.2 Çeşitli yapı yerleşmesinden ve çatı formlarından kaynaklanan kar birikimi (Alpine, 2002).	46
Şekil 3.3 Amerika'daki bölgesel rüzgar hızları ((Alpine, 2002).	48
Şekil 3.4 Üçgen ve paralel başlıklı makaslarda makası oluşturan parçalar [13].	49
Şekil 3.5 Tek ve çift taraflı dişli metal plakaların uygulanma biçimleri (Sunley ve Bedding, 1985)	53
Şekil 3.6 Çatı makaslarının metal plakalar ile mesnetlenme biçimleri (Alpine, 2002).....	53
Şekil 3.7 Beşik ve dere makaslarının birbirleriyle ilişkisi (Alpine, 2002)	55
Şekil 3.8 Çeşitli kalkan duvar makas tipleri	56
Şekil 3.9 Eğimli makaslarda makas uçlarının bitiş şekilleri (Alpine, 2002).	56
Şekil 3.10 Ahşap makaslarda çeşitli mansard bitişleri (Alpine, 2002).....	57
Şekil 3.11 Makasların uygun araç ile şantiye sahasına nakledilmesi (Alpine, 2002).	59
Şekil 3.12 Makasların şantiye sahasında yatay biçimde konumlandırılması (Alpine, 2002)...	60

Şekil 3.13 Makasların şantiye sahasında dikey biçimde konumlandırılması (Alpine, 2002)...	60
Şekil 3.14 Makasların doğru ve yanlış depolanmalarına örnekler (Alpine, 2002).....	61
Şekil 3.15 Makasların insan gücü ile kurulması (Alpine, 2002).	62
Şekil 3.16 Düz makasın vinç ile yerine yerleştirilmesi (Alpine, 2002).....	62
Şekil 3.17 Üçgen makas tipinin vinç ile yerine yerleştirilmesi (Alpine, 2002).....	63
Şekil 3.18 Geniş açıklıklı makasın vince bağlı yardımcı destek elemanına birçok yerden bağlanması ile yerine yerleştirilmesi (Alpine, 2002).....	63
Şekil 3.19 Çatı makaslarının sürekli yatay payandalar ile desteklenmesi	65
Şekil 3.20 Çatı makaslarının çapraz payandalar ile desteklenmesi	65
Şekil 3.21 Makasların çatı ve yer düzleminden desteklenmesi [13].	66
Şekil 3.22 Çatıya ilk yerleştirilen makasın desteklenmesi [13].....	68
Şekil 3.23 Çatı makaslarının yatay ve çapraz destekler ile bağlanmasının karşılaştırılması ...	69
Şekil 3.24 Makasların üst başlıklarından geçici desteklenmesi	70
Şekil 3.25 Makasların üst çapraz destek elemanları ile desteklenme biçimleri (Alpine, 2002)	71
Şekil 3.26 Ahşap makasların alt başlıklarda geçici desteklenmesi	72
Şekil 3.27 Ahşap makasların alt başlıklarda yatay ve çapraz geçici desteklenmesi (Alpine, 2002)	72
Şekil 3.28 Üst başlığın kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi [13].	73
Şekil 3.29 Makasın gövde elemanlarının kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi [13]	74
Şekil 3.30 Makasın gövde elemanlarının makas düzlemine dik kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi [11].	75
Şekil 4.1 Isı etkisiyle Çelik Malzemede Dayanımın ve Elastiklik modülündeki değişimler (Odabaşı, 2000).....	83
Şekil 4.2 Çelik malzeme çekme aygıtı [8].....	84
Şekil 4.3 Çekme deneyinde kırılma tipleri [17].	85
Şekil 4.4 Çelik malzemenin çekme deneyinde uzama eğrisi (Deren, Uzgider ve Piroğlu, 2005)	86
Şekil 4.5 Farklı kalitedeki çelik malzemelerin çekme deneyinde uzama eğrileri (Deren, Uzgider ve Piroğlu, 2005).....	86

Şekil 4.6 Çelik malzemede kesme deneyi	88
Şekil 4.7 Çarpma deneyi prensibinin gösterilmesi (Tekin, 1984).	89
Şekil 4.8 Çelik malzemenin sıcaklık etkisinde gerilme-şekil değiştirme grafiği (Deren, Uzgider ve Piroğlu,1995).....	91
Şekil 4.9 Sanayi yapılarında uygulanan çelik kafes sistem çizimleri.....	96
Şekil 4.10 Çelik makas sistemin kurgusu (Ching ve Adams, 2006).	97
Şekil 5.1 Makas çözümü yapılan örnek yapıya ait ölçülerin gösterimi.....	114
Şekil 5.2 Hesap işlemleri yapılan makasa ait ölçülerin gösterimi	114
Şekil 5.3 Planda kare kesitli ve eğik çatılı kapalı yapılarda rüzgar yükünün ana taşıyıcı sistem etrafında dağıtımı (TS 498).....	118
Şekil 5.4 Hesap işlemleri yapılan ahşap makastan bir detay	120
Şekil 5.5 Makas elemana ait çubuk ve düğüm noktaları numaraları.....	121
Şekil 5.6 Makas elemanın üzerine gelen çatı kaplaması ağırlıklarının gösterimi(G).....	122
Şekil 5.7 Makastaki çubuk elemanlara gelen kar yükleri (Q)	123
Şekil 5.8 Makas elemana etkiyen x- doğrultulu rüzgar yükleri(W_x).....	124
Şekil 5.9 Makas elemana etkiyen y- doğrultulu rüzgar yükleri(W_y).....	125
Şekil 5.11 Çelik makas parçaların ikinci kesit kabulleri ve kesitlere ait emniyet gerilme oranlarının gösterimi.....	127
Şekil 5.10 Çelik makas parçaların ilk kesit kabulleri ve kesitlere ait emniyet gerilme oranlarının gösterimi.....	127
Şekil 5.12 Çelik makasa ait üst başlık kesiti	130
Şekil 5.13 Çelik makasa ait son kesitler ve meydana gelen gerilmelerin emniyet gerilmesine olan oranları gösterilmektedir	132
Şekil 5.14 Çelik makasın son kesitlerine göre üç boyutlu modellemesi	133
Şekil 5.15 Ahşap makasa ait üst başlık kesiti.....	134
Şekil 5.16 Ahşap makasa ait alt başlık kesiti	135
Şekil 5.17 Ahşap makasa ait son kesitlerin makas üzerinde gösterimi	136
Şekil Ek 3.1 Çelik makasa ait yük birleşenleri 1'in grafik ve yük değerleri ile gösterimi...	161

Şekil Ek 3.2 Çelik makasa ait yük birleşenleri 2'in grafik ve yük değerleri ile gösterimi...	162
Şekil Ek 3.3 Çelik makasa ait yük birleşenleri 3'ün grafik ve yük değerleri ile gösterimi.	163
Şekil Ek 5.1 Türkiye'ye ait kar yağış yüksekliği haritası.....	171

Tablo 2.1 Bazı ağaç türlerinin taze haldeki nem oranları (%) (Örs ve Keskin, 2001).	10
Tablo 2.2 Bazı ağaç türlerinin yoğunlukları (Örs ve Keskin, 2001).	11
Tablo 2.3 Bazı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları (Örs ve Keskin, 2001).	12
Tablo 2.4 Bazı malzemelerin elektrik öz dayanımları (Örs ve Keskin, 2001).	13
Tablo 2.5 Bazı ağaç türleri ve diğer malzemelerde ses yayılma hızları (Örs ve Keskin, 2001).	15
Tablo 2.6 Bazı ağaç cinslerinin basınç dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).	16
Tablo 2.7 Ahşabın basınç dayanımına göre sınıflandırılması (Örs ve Keskin, 2001).	17
Tablo 2.8 Bazı ahşap cinslerinin çekme dayanımları (Örs ve Keskin, 2001).	18
Tablo 2.9 Bazı ahşap cinslerinin eğilme dayanımları (σ_E) (Örs ve Keskin, 2001).	19
Tablo 2.10 Bazı ahşap cinslerinin makaslama dayanımları (Örs ve Keskin, 2001).	20
Tablo 2.11 Bazı ahşap cinslerinin yarıma kabiliyetleri (Örs ve Keskin, 2001).	21
Tablo 2.12 Malzemelerin üretilmesi sırasında açığa çıkan enerjiler (Ching ve Adams, 2006)	23
Tablo 3.1a Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [16]	28
Tablo 3.1b Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [15]	29
Tablo 3.1c Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler (Holzbau)	30
Tablo 3.1d Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [15]	31
Tablo 3.1e Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler (Goetz, Hoor, Moehler ve Nattarer, 1989).	32
Tablo 3.1f Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [15]	33
Tablo 3.2 Ahşap makasların tarihçesi	36
Tablo 3.3a Ahşap makas şekilleri [13]	39
Tablo 3.3b Ahşap makas şekilleri [13]	40
Tablo 3.3c Ahşap makas şekilleri [13]	41
Tablo 3.4 Ahşap elemanların bağlantılarında kullanılan metal plaka örnekleri [11]	51
Tablo 4.1 İngiltere’de Yapım istemlerinin yıllara göre dağılımı [8]	79
Tablo 4.2 Bazı Çelik Çeşitlerindeki Kimyasal Özellikler [23].	81
Tablo 4.3 Bazı çelik ve metal türlerinin fiziksel özellikleri ile kaynak kabiliyeti faktörleri [8].	82

Tablo 4.4 Bazı metal ve çelik türlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması[17]	83
Tablo 4.5 Basınç Çubuklarında Burkulma Boyu ((Odabaşı, 2000).	87
Tablo 4.6 En çok kullanılan sertlik deneyleri [8].	89
Tablo 4.7 Çelik türlerinin mekanik özellikleri (TS 648).....	90
Tablo 4.9 Koruma malzemeleri ile ilgili birim fiyatlar (Öven ve Parlak, 2003).....	92
Tablo 4.10 Çelik hadde ürünleri (Odabaşı, 2000).	95
Tablo 4.11a Bazı makas şekillerinin özelliklerinin açıklanması (Ching ve Adams, 2006).....	98
Tablo 4.11b Bazı makas şekillerinin özelliklerinin açıklanması (Ching ve Adams, 2006).	99
Tablo 5.1 Ahşap malzemede ve çelik malzemede çekme dayanımı	100
Tablo 5.2 Ahşap ve çelik yapım sistemlerinin geçilen açıklıklar bakımından karşılaştırılması (Heino, 2006).	104
Tablo 5.3 Malzemelerin üretilmesi sırasında açığa çıkan enerjiler (Ching ve Adams, 2006).108	
Tablo 5.4 Bayındırlık 2007 fiyatlarına göre ahşap işçilikleri [10]	109
Tablo 5.5 Bayındırlık 2007 fiyatlarına göre çelik işçilikleri [10]	109
Tablo 5.6 Ahşap makas yapımı poz bilgileri ve genel fiyatlandırması [10].	110
Tablo 5.7 Ahşap makas yapım şartları [10].	110
Tablo 5.8 Ahşap makas yapımındaki bazı kalemlerin fiyatlandırması [10].	111
Tablo 5.9 Çelik makas yapımı poz bilgileri ve genel fiyatlandırması [10].	111
Tablo 5.10 Çelik makas yapım şartları [10].	111
Tablo 5.11 Çelik makas yapımındaki bazı kalemlerin fiyatlandırması [10].	111
Tablo 5.12 Ahşap ve çelik malzemenin fiziksel, mekanik, açıklık geçme, tasarım ölçütleri, ekolojik, yapım yöntemi ve ekonomik özelliklerinin karşılaştırması ve değerlendirmesi.	112
Tablo 5.13 Ahşap malzeme türüne göre liflere dik ve liflere paralel elastisite modülü (E) değerleri (Odabaşı, 2000).	115
Tablo 5.14 Ahşap malzeme türüne göre liflere dik ve liflere paralel çekme dayanımı(σ_c) ve basınç dayanım (σ_B) değerleri (Odabaşı, 2000)	115
Tablo 5.15 Yapı yerinin denizden yüksekliği ve bölgelere göre kar yükü hesapları (TS 498)	116

Tablo 5.16 Bina yüksekliğine bağlı olarak yapıya etkiyen rüzgar yükleri değerleri (TS 498)	116
Tablo 5.17 Örnek yapıya ait kimlik ve hesap bilgileri	117
Tablo 5.18 Ahşap makasa ait parça boyutlarında ilk kabul.....	128
Tablo 5.19 Ahşap makasa ait parça boyutlarında ikinci kabul.....	129
Tablo 5.20 Ahşap makasa ait parça boyutlarında son kabul	137
Tablo 5.21 Masif Ahşap ve Çelik makasa ait ağırlık, maliyet ve profil kesitlerinin karşılaştırması	138
Tablo Ek 4.1 St 37 çeliğinin “ ω ” burkulma katsayıları.....	164
Tablo Ek 4.2 Ahşap malzemenin “ ω ” burkulma katsayıları	165
Tablo Ek 5.1 İl ve İlçelere Göre Zati Kar Yüğü Bölgeleri.....	166

Resim 2.1 Bir yangın sonunda çelik malzemenin erimesi sonucu altındaki ahşap kiriş tarafından taşınması	25
Resim 3.1 Ahşap makaslarda metal plakaların kullanıma ait uygulama örneği.....	50
Resim 3.2 Ahşap makas elemanların metal plakalar ile birleştirilmesi [11]	52
Resim 3.3 Dişli plakalar ile birleştirilmiş bir ahşap makas düğüm noktası detayı [11].....	52
Resim 3.4 Ahşap makas üretiminin yapıldığı atölye [19]	58
Resim 3.5 Şantiyede makasların bir arada istiflenme örneği [13].....	61
Resim 3.6 Bir hangar inşaatında ahşap makasın yerine montajı [13].	64
Resim 3.7 Makasların mesnetlenmesi	75
Resim 4.1 Dünya ticaret merkezi taşıyıcı sistem enkazı [24].....	92
Resim 4.2 Betonarme kolonun düşey taşıyıcı donatısında meydana gelen paslanma ve kesit kaybı [12].	94
Resim 5.1 Expo 98 Ütopya Pavyonu, Lizbon	103

ÖNSÖZ

Bu araştırma, masif ahşap makas sisteminin taşıyıcı özelliklerini ve avantajlarını açıklayarak deprem kuşağında yer alan ülkemizde kullanımının diğer yapı sistemlerine alternatif oluşturabileceğine dikkat çekmek için yapılmıştır. Araştırma, masif ahşap makas sistemin ve çelik makas sistemin üretim, mekanik ve fiziksel özelliklerine dikkati çekerek, geniş açıklıkları geçmek için bu iki sistemin birbirlerine alternatif olabileceklerini göstermek için hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca araştırmalarımı özenle inceleyen, bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Erkan AVLAR'a, makas sistemlere ait hesaplamalarda bana yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Canan GİRGIN'e, özel kütüphanesinden yararlanmama izin veren Emine ERDOĞMUŞ' a, değerli bilgilerini benimle paylaşan Mimar Vedat OKYAR' a, araştırmam boyunca benden desteğini ve sabrını esirgemeyen arkadaşım Reyhan TOKSOY' a, yardımlarından dolayı arkadaşlarım İnş. Müh. Levent KILIÇ' a, İnş. Yük. Müh. Arif ÖKSÜZ' e ve ağabeyim Elek.ve Hab. Müh. Engin HIRAOĞLU' na, anlayışları ile her zaman yanımda olan Boral Mühendislik ve Danışmanlık Ltd. Şti.' nin proje şefi Mimar Kamübin ARAS' a, Yapı Dizayn Yapı Organizasyon ve Tic. Ltd. Şti' nin proje müdürleri olan Mimar Gökhan KANPALTA ve Mimar Elif Elvan ULUUTKU' ya ve son olarak hayatım boyunca hep yanımda olan ve hayatıma anlam katan aileme özellikle annem Necla HIRAOĞLU' na teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, Temmuz, 2007

Emin Erdem HIRAOĞLU

ÖZET

Yurtdışında, özellikle Amerika ve Avrupa’da betonarme ve çeliğe alternatif olarak ahşap sistemlerin uygulaması yaygındır. Ülkemizde, yapı sektöründe sadece betonarme ve çelik yapıların yapımının olması, ahşap yapı sistemlerin uygulama olanağı bulamaması yapı sektörümüzde bir eksiklik olarak dikkati çekmektedir. Bu eksikliğin nedeni araştırıldığında yönetmeliklerin yetersiz olduğu, ahşap malzemenin ve ahşap sistemlerin özelliklerinin mimar ve mühendisler tarafından yeterince bilinmediği görülmektedir. Ahşap malzemenin özelliklerinin bilinmesi ve yönetmeliklerde gerekli düzenlemelerin yapılması ile ahşap sistemin diğer sistemlere alternatif olarak kullanım olanağı bulacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada; ahşap makas sistemler ile çelik makas sistemlerin malzeme ve sistem özellikleri açısından değerlendirmesi yapılarak, elde edilen bilgiler aktarılmıştır. Tezin birinci bölümünde, araştırmanın amacı, kapsamı ve aktarılmasındaki yöntem belirtilmektedir. İkinci bölümde, ahşap malzemenin fiziksel, mekanik, kimyasal, ekolojik ve görsel özellikleri aktarılmıştır. Üçüncü bölümde, ahşap makas sistemin tarihçesi, ahşap makas şekilleri, makas sistemin özellikleri, tasarım ve üretim ölçütleri ile uygulaması sırasında izlenecek adımlar anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, çelik malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri ile çelik makas sistemin özellikleri açıklanmıştır. Beşinci bölümde ilk olarak, ahşap ve çelik makas sistemin malzeme özellikleri ve sistem özellikleri açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. İkinci olarak ise 15 metre açıklığa sahip örnek bir yapı üzerinde ahşap ve çelik makas sistemin statik hesapları yapılarak, maliyet, makas ağırlığı ve kesit büyüklükleri açısından değerlendirmesi aktarılmıştır. Sonuç ve Öneriler bölümünde, araştırmanın tüm bölümlerinde çıkarılan sonuçlar değerlendirilmiş, ahşap yapı yönetmeliklerinin ve imar yönetmeliklerinin yetersizliğine değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, çelik, makas sistem, mekanik özellikler, fiziksel özellikler

ABSTRACT

Wood systems have widespread applications as an alternative to concrete and steel systems in the world, especially in the North America and Europe. Most of the applications in our national construction sector are concrete and steel systems, so the lack of wood construction system applications can be easily recognized by rare application examples, lack of qualified labors and limited variety of application materials sold in market. In capabilities of regulations on wood construction applications and unfamiliarity of architects and civil engineers to wood construction applications characteristics can be determined by further research. Extended knowledge on wood products and proper arrangement on regulations and increased interest in wood construction applications will blow up wood industry production providing wood construction applications as an alternative to concrete and steel construction applications.

In this research thesis, material and system properties of wood and steel construction are studied and compared. Reason, coverage and the presentation method of the research is introduced in the first chapter of the thesis. In the second chapter of the thesis, physical, chemical, mechanical, ecological and visual properties of wood materials are introduced. In the third chapter of the thesis, history, forms, system properties, design criteria, production and application of wooden trusses are studied. In the third chapter basic characteristics of steel and steel truss systems are studied. Firstly material and systems properties of wooden and steel truss are compared in the fifth chapter. Then static, cost, truss weight and cross-section calculations of wood and steel truss systems are made and compared by considering an example structure with 15 meters of space. In the conclusion and suggestions part of the thesis, extracted results are mentioned and defects of wood construction regulations and town planning codes are mentioned.

Keywords: Wood, steel, truss system, mechanical properties, physical properties

1. GİRİŞ

1.1 Sorunun Belirlenmesi

Türkiye’deki yapı stokunun % 90’dan fazlası betonarme olarak üretilmiştir (Şenol, 2001). Geriye kalan % 10’luk yapı stokunun büyük bir bölümünü çelik malzemeyle yapılan yapılar, küçük bir oranı ise ahşap malzeme ile yapılan yapılar oluşturmaktadır. Çelik malzeme ile üretilen yapı sayısının gün geçtikçe artması, inşaat sektörümüzde betonarme ve çelik malzemenin rekabet içerisinde olduğunun bir göstergesidir. Bu rekabetin oluşmasını sağlayan en önemli etken, çelik malzemenin sahip olduğu olumlu özelliklerdir.

Çelik yapılar ileri teknoloji yöntemleriyle üretildiğinden, üretim hızlı programlanabilmektedir. Çelik yapı teknolojisi “hız”, “tam kontrol”, “küçük ve temiz şantiye alanı”, “sıfır stok” kavramlarını da beraberinde getirir. Tüm bu olanaklar çelik yatırımın ekonomikliğini artırır, maliyetlerin kontrol altında tutulmasını sağlar. Çelik malzeme, tasarımcının hayal edeceği her şekli alabilir. Çok değişik formlarda işlenebilir, çok değişik çözüm olanakları yaratabilir. Küçük kesitlerde büyük açıklıkların geçilebilmesi, tasarımcılara sınırsız yaratıcı seçenekler sunar (Tağmat, 2007).

Çelik taşıyıcı sistem fabrika ortamında, kısa sürede üretilir ve hava koşullarından etkilenmeden hızla kurulur. Yapım süresinin kısa olması maliyetlerde büyük kazanç sağlar. Yapı kullanıma erken geçer. Geleneksel sistemlere göre çelik yapılarda kolon ve kiriş kesitlerinin çok daha küçük olması, bina büyüklüğü ile orantılı olarak yapıda daha fazla kullanım alanı kazandırır. Çeliğin önemli bir özelliği de taşıyıcı elemanların üretim, kurulum ve kullanımda her an kontrol edilebilir olmasıdır. Sökülen bir çelik yapı yeniden başka bir yere kurulabilir, çelik elemanlar yeniden kullanılabilir ya da eritilip yeniden çelik yapılabilir. Çelik malzeme kayıpsız geri kazanım ve dönüşüm olanakları ile çok büyük bir ekonomik değer yaratır. Tüm bu özellikleri çelik yapılaşmanın ve gelişmenin “ sürdürülebilir” olmasını sağlar. Çeliğin büyük şekil değiştirme özelliği (sünekliği) çelik taşıyıcılı yapının hem aldığı enerjiyi sönmemesi, hem de taşıyıcı özelliğini yitirmeden depremi en az hasarla geçirmesini sağlar (Tağmat, 2007).

Çelik malzemeye yapı üretiminde rakip olabilecek diğer bir malzemede ahşap malzemedir. Ahşap malzeme sahip olduğu olumlu özelliklerine rağmen ülkemiz yapı üretiminde gerekli şekilde kullanılmamaktadır. Bunun çok çeşitli nedenleri vardır. Bunların başında, yurtdışında kullanılan en son teknoloji olan ahşap sistemlerin ülkemizdeki mimarlar, mühendisler ve işverenler/kullanıcılar tarafından yeterli düzeyde bilinmemesi gelmektedir. Birçok mühendislik fakültesinde ahşap ve çelik derslerinde ahşaptan sadece kabaca bahsedilmekte ve sonrasında

çeliğe geçilerek çelik ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Bizde inşaat mühendisliği eğitiminin, geleneksel yapı sistemlerine uzak kaldığı gözlemlenmektedir. Bununla birlikte ahşap yapı inşasına yönelik inşaat mühendisliği hizmeti alabileceğimiz mühendis sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu yüzden mühendislik fakültelerinde ahşap konusu ve hesaplamaların, çelik ve betonarme konuları gibi kapsamlı öğretilmesi gerekmektedir.

Ahşap bilindiği gibi en eski yapı malzemelerinden biridir. Ahşabın yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlaması, beton ve çeliğe oranla eskidir. 20. yüzyılın başlarına kadar Osmanlı mimarisinde ahşap kullanımı ve teknolojisi ilerlediği görülmektedir. 1950'li yıllarda ise ahşaba olan tutum değişmiş ve betonarmeye ilgi artmıştır. Amerika ve Avrupa'da ise 1940'larda tutkallı tabakalı ahşap teknolojisi gelişmeye başlamış ve bugün en gelişmiş halini almıştır. Sıcak görünümlü, kolay işlenebilen ve değişik teknik özelliklere sahip bir malzeme olan ahşap, günümüzde yapı taşıyıcı sistemi olarak kullanılmak yerine daha çok, yapı içi ürünlerde yoğun bir kullanım alanı bularak varlığını sürdürmektedir.

Ahşap malzemeye, dayanıklılığı konusunda önyargıyla yaklaşılmaktadır. Çok katlılığa elverişli olmadığı, çürümeye, yanmaya ve depreme dayanıksız olduğu düşünülmektedir. Ancak sanılanın aksine ahşap malzeme kullanılarak çok katlı binalar inşa edilebilmektedir. Şu an İngiltere'de 6 katlı ahşap sosyal konutlar inşa edilmektedir. Büyükada'daki 100 yıllık Rum yetimhanesi dünyanın en büyük tarihi ahşap binası olarak 100 metrelik boyu ve sekiz katıyla bu duruma en güzel örneklerden biridir. Paris'te de 200 metre yüksekliğinde, ahşap, "Doğaya Saygı Kulesi" yapılmaktadır [1]. Bu konudaki örnekleri çoğaltmamız mümkündür.

Yangına karşı dayanımını ele almak gerekirse, ahşap, yanan ama yangına dayanıklı bir malzemedir. Genel düşüncenin aksine ahşabın yangına dayanımı beton ve çelikten üstündür. Isı geçirmeme, kömürleşme özellikleri nedeniyle ahşap-karkas yapının büyük yangınlara ne kadar dayanabileceği kesin olarak hesaplanabilmektedir. Ahşap yapılar yangına 30-90 dakika dayanabilecek şekilde tasarlanabilmektedir. Ancak çelik konstrüksiyon çok kısa bir sürede eriyerek taşıma gücünü tamamen kaybedebilmektedir. Günümüzde ABD'de kapalı spor salonu gibi büyük kalabalıkların bulunacağı yerlerin, yangın tehlikesine karşı ahşap karkas olarak inşalarına gidilmekte, aynı nedenle çelik konstrüksiyonlar ve ahşap yapılarda kullanılan çelik bağlantılar, ahşap ile kaplanmaktadır [1].

Türkiye'nin deprem kuşağında yer alması nedeniyle ahşabın depreme karşı dayanımını da incelemek gerekmektedir. Deprem sonrası ortaya çıkan manzara betona olan ilginin Türkiye'de hangi noktada olduğunu açık olarak ortaya koymuştur. "The Economist" dergisinin 28 Ağustos 1999 tarihli sayısı "Türkiye'den Dersler" başlıklı makalede deprem büyüklüğü eşit olduğunda ölü

sayısını etkileyen en kritik etkenin, kullanılan yapı malzemesinin özellikleri olduğu söylenmiştir. Bununla ilgili olarak 1994 Los Angeles ve 1995 Japonya depremleri örnek gösterilmiştir. Japonya'da sık olan tayfunlardan korunmak amacı ile inşa edilmiş ağır çatılı yapıların ölümcül olduğu, Kaliforniya'da ise, beton temellere bağlanmış hafif çatıklı ahşap karkas evlerin sismik harekete karşı dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Türklerin, başları üzerine yıkılan yapıların altında ezildikleri, bu yüzden yeniden inşa sürecinde geleneksel yapı malzemesi olan ahşabı kullanmaları önerilmiştir [3]. Burada deprem açısından betonarme kötüdür, ahşap iyidir gibi bir düşünce çıkarılmamalıdır. Her yapım sisteminin doğru tasarlanması ve uygulanması ile depreme dayanıklı yapı yapılabilir.

Mimar Turgut Cansever, 1977-80 arasında İstanbul'un, Dünya Kültür Mirası olarak korunması çalışmaları sırasında Japonya'dan gelen uzmanların, "Dünyada depreme en dayanımlı yapı sistemi Osmanlı ahşap karkas sistemidir" hükmünü verdiklerini hatırlatmaktadır. Kaliforniya Üniversitesi'nden, 20 yıllık deprem araştırmacısı Prof. Stephan Tobriner de, Japonya'nın Kobe'de başına gelen felaketin, Osmanlı çatkı sistemi benzeri diyagonal taşıyıcıların olmaması yüzünden bu boyuta ulaştığını dile getirmektedir [3].

Ülkemizin ahşap üretimine elverişliliğini ele alırsak; Türkiye'nin yüzölçümünün % 26'sı orman alanıdır. Avrupa'da ise bunun ortalaması % 27'dir. Bu yüksek yüzdenin üçte birinin Kızılçam; yani, yapı kerestesi olmaya en uygun türlerden biri olduğunu da belirtmek gerekmektedir. Orman kültüründen yoksun ülkemizde "bir de yapı kerestesi için yağma başlarsa o zaman tek bir ağaç bile bulamayız" diye bir düşünceye girmek mümkündür. Ancak, yapı kerestesi sanayinin geliştiği ülkelerde orman miktarı azalmak yerine artmıştır. Yakın zamanda Türkiye'de gerçekleşen 'Yapı Fuarı'nda konuşan Amerika Orman Bakanlığı'ndan yetkililer, Amerika'da ormanların her sene kesilen miktarının % 23'ü kadar büyümekte olduğu, kesilen her 100 ağaca karşılık 123 ağaç yetiştirdiği bilgisini aktarmışlardır. Y. Mimar Çelik Erengeçgin, doğru işleyen bir ahşap sanayi ile Türkiye'nin orman alanını, Amerika'nın yarısı kadar yani yüzde beşlik bir gelişmeyle 14 yıllık gibi bir sürede iki katına çıkacağını vurgulamıştır [3].

Zaman ve işgücü açısından da ahşap yapıların daha olumlu özellikler gösterdiği görülmektedir. Amerika'da 50 m²'lik müstakil bir evin kaba yapısı, betonarme bir evden % 30 ila % 50 daha ucuza mal olmaktadır. Üstelik deprem sigortası primi beton evlerde ahşap eve göre beş kat daha fazla olduğundan, Amerika'da betonarme evde oturmak lüks bir durum halini almaktadır [3].

Yapı biyolojisi açısından yapılarda kullanılan her yapı malzemesini özenle seçecek bilince sahip olunması gerekmektedir. Ahşap yapılarda yaşayanlar fizyolojik ve psikolojik açıdan kendilerini daha sağlıklı hissetmektedirler. Romatizma, astım, böbrek hastalıkları ve dolaşım bozuklukları

üzerinde, insanla birlikte nefes alan ahşabın olumlu etkileri vardır. Buna karşılık betonun sürekli "radon gazı" yayarak bedenimiz üzerinde toksik etki yaptığı da tıbbi çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır.

Akciğer kanserinden ölenlerin % 14'ünün bina içi radona maruz kalanlar olduğu tespit edilmiştir. İşte bu yüzden Amerika'da, beton olan evlerde radon gazı tahliye aspiratörleri 24 saat çalıştırılmaktadır. İstanbul'da 398 ev üzerinde yapılan ölçümde 260 Bq/m^3 kadar değerler bulunmuştur ve bunların tümü betonarmedir. Zemini beton iki adet ahşap evde ise 10 Bq/m^3 ölçülmüştür. Zemini de ahşap olan geleneksel Japon evlerinde ise en çok 2.9 Bq/m^3 radon ölçülmüştür (Okutmuş,). İngiltere'de NRPB (The National Radiological Protection Board) radon miktarını dışarıda ortalama 4 Bq/m^3 , evlerde ortalama 20 Bq/m^3 olarak belirlemiş eğer radon miktarı evlerde 200 Bq/m^3 'ün üzerine çıkar ise müdahale edilmesi gerektiğini (action level) ifade etmiştir. USA Çevre Koruma Ajansı (EPA)'da benzer bir limit koymuştur. EPA'ya göre saptanan maksimum limit 148 Bq/m^3 'tür [14].

Ayrıca yapılarda kullanılan tüm malzemelerin doğa içinde giderek tükendiği, hatta bazılarının en yakın süre içinde yok olacağı söylenmektedir. Buna karşın malzeme olarak sadece ahşap, yenilenebilir bir kaynaktır. Bu özelliği, üretimi ve işlenmesi için az enerji gereksinimi (aynı miktar alüminyumun ellide biri kadar), dönüşebilir olması ve üstün ısı yalıtım özellikleri ile birleştirilince onu çağımızın çevre ve enerji sorunlarına en iyi cevap veren malzemesi yapmaktadır.

Ancak tüm bu özellikler ahşabı ön plana alıp diğer yapı malzemelerini yok saymamız gerektiği anlamına gelmemektedir. Sadece yıllarca kullanılmış ve günümüze kadar yapı üretiminde geleneksel bir özellik kazanmış olan bu malzemenin neden günümüzde kullanılmadığını anlamaya çalışmaktır. Yapı kültürümüzde çok önemli bir yeri olan bu malzeme günümüz Türkiye'sinde unutulmuştur (Şenol, 2001).

Ülkemizde ahşap yapı üretiminin unutulmasının en büyük nedeni, ahşap ile ilgili yönetmeliklerin yetersiz olmasıdır. Ahşap yapı sistemi açısından yasalardaki sınırlılıklardan biri, kat mülkiyeti yasasında yer almaktadır. Yasada katlar arasındaki döşeme betonarme değilse kat irtifakı kurulamayacağı belirtilmektedir. Bu durumda o yapının yıkılarak yerine betonarme bir bina yapılmasından başka bir alternatif kalmamaktadır. Bu yasanın hala yürürlükte olması pek çok konuda engel oluşturmaktadır. Bu koşula bağlı bir kat mülkiyeti ile birden fazla ailenin içinde barınacağı ahşap yapılar yapılması mümkün değildir. Diğer bir konu deprem yönetmelikleridir. Bu yönetmelikler ahşap yapı için 2 kattan fazlasını yasaklamaktadır. Çok fazla yıpranmış bir eserin yeniden yapılmasında bile 2 katın üstüne çıkılamayacağı belirtildiğinden, bu durum tarihin

de yok edilmesi gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca imar yönetmeliklerinde bütün ölçüler herkesin bütün binaları betonarme karkas yapacağı varsayımı üzerine verilmiştir. En önemli bir diğer konu sigorta konusudur. Türkiye’de ahşap yapı sigorta ettirilememektedir [14].

Ahşap yapı yönetmeliğinin en son basımının 1979 yılında yapıldığı düşünüldüğünde, ülkemizin yurt dışındaki ahşap teknolojisini takip edemediği ve ahşap yapı sistemlerinin uygulamalarında geri kaldığı görülmektedir. Günümüzde halen yürürlükte olan bu yetersiz yönetmeliklerin ahşap sistem üretimini kısıtlaması, yapı üretiminde ahşabın mimar ve mühendisler tarafından tercih edilmemesine neden olmaktadır. Bu nedenler zamanla ahşap malzemenin yapı sistemi üretiminde unutulmasına neden olmuştur.

Dünyadaki gelişmiş ülkelerde son teknoloji ahşap sistemler, çelik ve diğer yapı sistemlerine karşı geniş açıklık geçme bakımından alternatif olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise geniş açıklık geçme denildiğinde akla gelen ilk malzeme çelik, çatı yapım sistemi olarak da çelik makas sistemler gelmektedir. Oysaki bugün ahşap ile 150 metrelik açıklık geçilebilmektedir [3]. Çelik malzemenin akla gelmesinin ilk nedeni ise, betonarmeye oranla daha hafif bir malzeme olmasıdır. Ancak hafiflik bakımından düşünüldüğünde çelik malzeme ahşap malzemeden yaklaşık olarak 16 kat daha ağırdır. Buradan yola çıkarak ülkemizde geniş açıklık geçmede ahşap makas sistemlerin çelik makas sistemlere alternatif olabileceği düşünülerek bu araştırma yapılmıştır.

1.2 Amaç

Çalışmanın yapılaş amacı Türkiye’de bilinmeyen ve henüz çok yeni olan Avrupa’da 100, ABD’de 75 yıldan fazla bir süredir kullanılan ahşap teknolojisini tanımlamak, ahşap ile ilgili olumsuz düşüncüyü ortadan kaldırmak ve ahşap malzemenin çelik malzemeye birçok açıdan alternatif olabileceğini ortaya koymaktır.

Ahşap ve çelik malzemenin olumlu özelliklerinin incelenmesi ve birbirlerine olan üstünlüklerine dikkat çekerek kullanım amacına göre malzeme seçimine katkıda bulunmak çalışmanın ana amaçları içerisinde yer almaktadır.

Geniş açıklıklı yapı tasarımında ahşap ve çelik makas sistemlerin önemini belirtmek ve sistem özelliklerine dikkat çekilmesi hedeflenmiştir. Bu makas sistemler, seçilmiş bir örnek yapının çatı örtü sisteminde kullanılarak hesapları yapılmıştır. Bu hesaplar sonucunda kesin profil boyutları ve maliyet analizleri belirlenerek gerçek bir karşılaştırmanın yapılması amaçlanmıştır.

1.3 Kapsam

Bu tezde; geniş açıklıklı yapı tasarımında ahşap makas sistem teknolojisinin özellikleri ve avantajlarına dikkat çekilmekte, dünyadaki bu teknolojinin en son durumu istatistik verilerle anlatılmakta ve ahşap yapı sistemlerinin orman alanları üzerindeki olumlu katkıları ve ekolojik etkileri anlatılmaktadır.

Geniş açıklık geçilmesinde kullanılan ahşap sistemlerin incelenmesi, ahşap makas sistemler ile çelik makas sistemlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması ve bunların seçilen bir makas sistem örneği üzerinde değerlendirilmesi yer almaktadır. Ahşap ve çelik makasın fiziki ve mekanik özellikler ile ağırlık, maliyet ve kesit boyutlarının karşılaştırılması yapılmaktadır. Ahşap makas sistemlerin statik özelliklerine gerekli yerlerde değinilmiş ve mühendislik yönünden ele alınmamıştır.

Araştırma sırasında örnek bir yapıya ait ahşap makas ile çelik makasın maliyet yönü gerçek rakamlar ile karşılaştırılmaktadır.

1.4 Yöntem

Bu araştırmada izlenecek yöntem kaynak taraması, elde edilen bilgilerin raporlanması ve son olarak ahşap ve çelik makas sistemlerin hesaplamaları yapılarak kesit boyutları ve maliyet açısından karşılaştırılmasıdır. Ahşap ve çelik makas sistem ile ilgili bu çalışma, ahşap ve çeliğin malzeme özellikleri ile ilgili bilgilerin toplanması, ahşap ve çelik makasların sistem özelliklerinin incelenmesi, toplanan bu bilgiler doğrultusunda karşılaştırmaların yapılması ve son olarak örnek bir yapıda ahşap ve çelik makasların değerlendirmesi olmak üzere gelişen dört aşamada tamamlanmıştır.

Kaynakların toplanması aşamasında konu ile ilgili Türkçe kaynağın çok az olduğu görülmüştür. Bunun sonucu olarak yurt dışı kaynaklara, yabancı firmaların broşürlerine ve internet 'e başvurulmuştur.

Türkçe kaynaklardan ahşap ve çelik malzemenin özelliklerine ait bilgilere ulaşılmıştır. Yabancı dokümanlardan ve internet kaynaklarından ahşap ve çelik makas sistemlerin sistem özellikleri ile ilgili bilgilere ulaşılmıştır. Son olarak ise, örnek bir makas sistemin ahşap ve çelik malzeme ile hesapları inşaat mühendislerinin olumlu katkılarıyla yapıldı. Elde edilen sonuçlar tabloda karşılaştırılarak ortaya konmuştur.

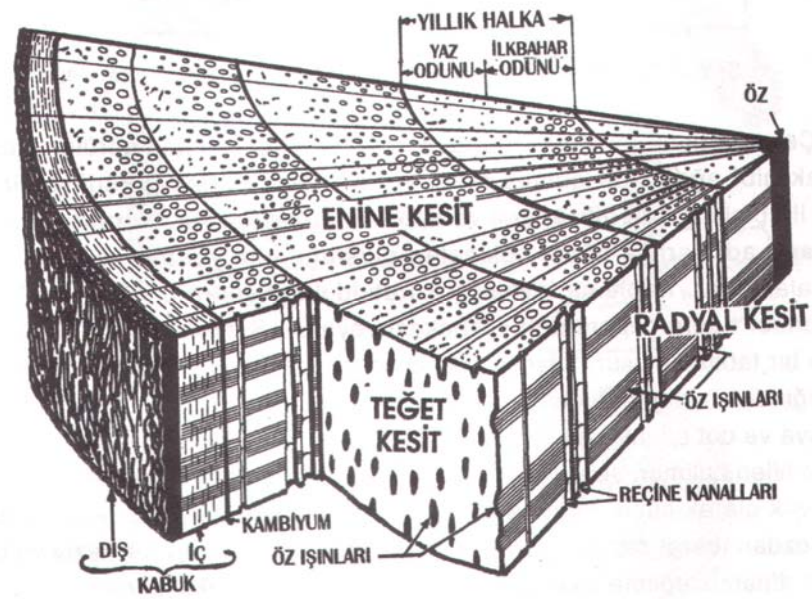
2. YAPI ÜRETİMİNDE KULLANILAN AHŞAP MALZEME

Ahşap, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren yakacak, silah ve barınak olarak insanlara hizmet vermeye başlamış, günümüzde ise gelişen teknolojilerle kullanım alanı sayısı çok artmıştır. Bugün ahşap hammaddesinin 10.000 dolayında kullanım yeri bulunduğu bildirilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Bu kullanım alanları içerisinde, yapı sektörü ilk sırada gelmektedir. Yapı sektörü içerisinde ahşap malzeme kullanılarak taşıyıcı sistemler tasarlanmakta ve bu sistemler ile geniş açıklıklar geçilebilmektedir. Bu geniş açıklıklı sistemler içerisinde en çok forma sahip ve bilinen sistem ise, “ahşap makas sistemleri”dir. Bu sistemleri incelemenden önce hammaddesini oluşturan ahşap malzemenin yapısını ve özelliklerini bilmek gerekmektedir.

2.1 Ahşap Malzeme

Ahşap, canlı bir organizma olan ağaçtan elde edilen *lifli, heterojen ve anizotrop* bir dokuya sahip *organik* esaslı bir yapı malzemesidir (Ünal, 2004).

Ahşabın yapısı, çıplak göz ile incelenebilmesinin yanı sıra, mikroskop yardımı ile de incelenebilmektedir. Ahşabın mikroskobik yapısı; birbirine bitişik, uzun, içi boş, çevresi kapalı, çoğu bir yönde dizilmiş hücrelerden oluşan bir demete benzetilebilir. Böylece ahşabın doğrusal karakteri oluşur. Ahşap malzemede sadece, kambiyum tabakasının oluşturduğu büyümeyi sağlayan birkaç sıra genç hücre ile dış odundaki paranzima hücreleri canlıdır. Bu hücreler; besi suyunu iletme, destekleme ve depolama görevlerini üstlenmektedir.



Şekil 2.1 Meşe gövdesinde enine, radyal ve teğet kesit görünüşü (Örs ve Keskin, 2001).

Ahşap higroskopik bir hammaddedir. Atmosferdeki nem ve sıcaklık değişiklikleri ile nem kaybeder veya kazanır. Anizotropik yapıya sahip olduğundan, nem değişiklikleri üç ana yönde farklı boyutsal değişikliklere neden olur (Bozkurt ve Erdin, 1997). En az boyutsal değişiklik liflere paralel (boyuna uzama) yönde olmaktadır.

2.1.1 Ahşabın Özellikleri

Ahşap malzeme kullanılarak yapı sistemi üretebilmek ya da üretilmiş olanı kavrayıp, yorumlaya bilmek için öncelikle ahşap malzemenin özelliklerinin yeterince bilinmesi gerekmektedir. Ahşabın genel özellikleri aşağıda verilmektedir.

Ahşap malzemenin başlıca özelliklerini; görsel özellikleri, fiziksel özellikleri, mekanik özellikleri, kimyasal özellikleri ve ekolojik özellikleri oluşturmaktadır.

2.1.1.1 Ahşabın Görsel Özellikleri

Ahşabın görsel özellikleri; renk, doku ve parlaklık yönünden incelenebilir. Bu özellikler, ağacın büyümesi ve kuruması hakkında yaklaşık bir fikir vermektedir.

- **Renk:** Ahşap, beyazdan siyaha kadar bütün renkleri içeren bir renge sahiptir. Ahşap türleri farklı nedenlerden dolayı renk değişikliklerine uğramaktadır. Örneğin; çobanpüskülünün beyaz, şimşir ağacının soluk limon sarısı bir rengi vardır. Fakat bu renklerden bazıları açık havada değişime uğrar ya da kaybolur. Kesim sonrası ise hava teması ve oksidasyon sonucunda renkler koyulaşır. Benzer durum kızılğaçta da görülmektedir. Bu ahşap türünün kesimden sonra oksidasyon sonucu mevcut beyaz görüntüsü kırmızıya dönüşür (Örs ve Keskin, 2001).

Renklerin farklı olmasının bir diğer nedeni ise, yoğunluk farkından dolayı ışınların farklı yansımasıdır. Genel olarak koyu renkli odunların yoğunlukları daha yüksektir (Ünal, 2004).

Bir ağacın yapısı kesilme şekline göre değişir. Tasarım ve renk tercihine göre farklı ahşap malzemeleri bulmak mümkündür. Daha koyu renklere boyanabilir ya da verniklenebilir ve açık ya da koyu tonlar verilebilir [21].

- **Doku:** Ahşabın yüzeyinde görülen doku anatomik yapısının kesitidir. Bu dokuda bulunan yıllık halkalar, lifler, gövde urları, budaklar, kuşgözleri ahşaba görünüm açısından estetik özellik kazandırır (Örs ve Keskin, 2001).

- **Parlaklık:** Parlaklık, malzeme yüzeyine gelen ışınların yansımaları özelliğidir. Ahşap malzemede en parlak yüzey öz ışınlarının levha veya parlak aynalar halinde görüldüğü radyal kesittir.

İşlenmiş ahşap malzeme yüzeylerine çeşitli cila ve verniklerle istenilen parlaklık verilebilir.

2.1.1.2 Ahşabın Fiziksel Özellikleri

Depreme dayanımlı olan ahşap, hava koşullarına ve kimyasallara karşı da dayanıklı bir malzemedir. Ahşabın başlıca fiziksel özellikleri; su ve nem, özgül ağırlık ve yoğunluk, ısı özelliği, elektrik iletkenliği, sertlik ve akustik yönlerinden incelenebilir (Ünal, 2004).

- **Su ve Nem:**

Ahşap, hücre çeperi içerisindeki misiller ile fibriller arası boşluklar ve yapısında sahip olduğu hücre boşlukları (lümen) nedeniyle geniş ölçüde gözenekli bir cisimdir. Böylece hidroskopik (nemçeker) bir cisim olan ahşabın nem çekme özelliği, iç yüzey alanı ile doğru orantılı olarak artar. Bu neden ile odun kurutma dolabı koşullarında tam kuru hale getirilmedikçe içerisinde su bulunur (Ünal, 2004).

Ahşap malzemedeki nemi oluşturan su, ağaç hücrelerinde üç ayrı şekilde bulunmaktadır;

a) Yapısal (Bünye) su: Kimyasal yapısında olan sudur. Kurutma işlemleri ile değişmez.

b) Emme suyu (Absorbsiyon su): Selüloz suya karşı çok istekli (Hidrofil) bir madde olup, çok iyi su emerek ahşabın şişmesine sebep olur. Emme suyu oranı % 28-30 dur.

c) Serbest su (Kapiler su): Hücre aralarında ve içlerinde bulunan sudur. Yaş odun ve tahtalardaki ıslaklık hissi bu suyun fazlalığıdır. Bu bilgilerden yola çıkarak; ahşabın nemi denildiğinde emme suyu ve serbest su akla gelir. Ahşaptaki nem miktarı aşağıdaki formülden hesaplanır:

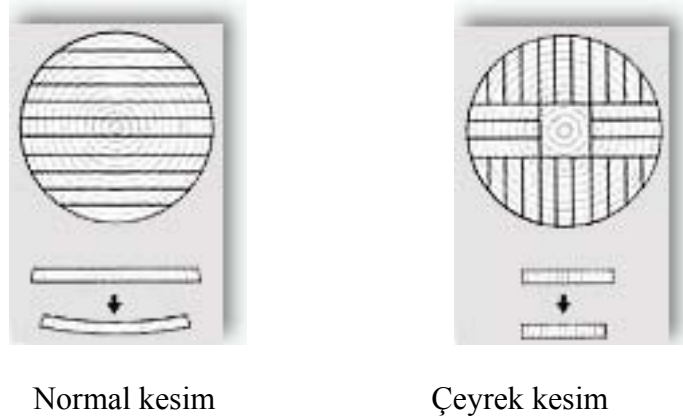
$$\%Nem = \frac{A - A_0}{A_0} \quad A - \text{Nemli ağırlık, } A_0 - \text{kurutulmuş ağırlık}$$

Ahşaptaki nem miktarı ahşabın fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Ahşap kururken hacim kaybına uğrar ve büzülür. Sertlik ve dayanımı artar, ancak enerji tutma kapasitesi azalır. Ahşabın özellikleri % 12-15 nem durumunda belirlenmelidir. Örneğin su ile temas eden bir ahşap % 200, yeni kesilmiş iğne yapraklı bir ağaç % 60-130, piyasada kuru denilen bir ahşap % 15-25, yapay kurutma yoluyla kurutulmuş bir ahşap % 12 nemli durumdadır. Ahşabın bulunduğu ortamın nemini alması nedeniyle, tam kuru (% 0 nem) halde bulunması mümkün değildir (Ünal, 2004).

Yeni kesilmiş ağaç kururken, içerdiği nemin, kuru ağırlığının % 30'una düşmesine kadar asıl boyutlarını korur. Lif doygunluk noktası olarak bilinen bu noktadan itibaren, kurudukça büzülür. Benzer şekilde, kuru ahşaptaki nem maksimum % 30 oranına kadar arttığında şişer. Nem oranının, bu oranın üzerine çıkması daha fazla genleşmeye sebep olmaz. Nem miktarının

azalması veya artması, sehim (aşağı eğilme), burkulma ve çatlama gibi şekil değişikliklerini de beraberinde getirebilir.

Ahşabın nem ile boyut değiştirirken dönmesi, boyuna kesitinde liflerin düzgünlüğüne dikkat edilerek önlenabilir. Yapılan iş için bu problem çok önemli ise Şekil.2.2 de görüldüğü gibi çeyrek kesime başvurulabilir. Tablo 2.1 de bazı iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların taze haldeki nem oranları verilmiştir.



Şekil 2.2 Kerestede Normal ve Çeyrek Kesim (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 2.1 Bazı ağaç türlerinin taze haldeki nem oranları (%) (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ TÜRÜ		NEM (%)	
		Diri Odun	Öz veya Olgun Odun
İğne Yapraklı Ağaçlar	Gökmar	165	40
	Lâdin	145	35
	Çam	130	50
	Sedir	120	40
Geniş Yapraklı Ağaçlar	Kavak	135	80
	Kayın	110	55
	Kestane	90	80
	Meşe	80	65
	Ihlamur	75	80
	Akçaağaç	75	65

Özgöl Ağırlık ve Yoğunluk:

Özgöl ağırlığı yüksek olan ahşapların mekanik özellikleri de yüksektir. Ancak bunların işlenmesi ve çalışılması zordur. Mantar, böcek gibi hayvanlara karşı dayanıklıdır. Özgöl ağırlığı düşük olan ahşapların mekanik dayanımları düşüktür. İşçilikleri kolaydır (Ünal, 2004).

Ahşabın yoğunluğu, diğer özellikleri ve kullanılış olanakları hakkında fikir veren önemli bir etkidir (Örs ve Keskin, 2001). Ahşabın yoğunluğu sabit olmayıp, içindeki su miktarına göre değişir. Yeni kesilen bir ağaçta % 30'dan fazla su bulunurken havada iyi kurutulmuş bir ağaçta bu oran % 10-20 aralığına geriler. Ahşabın yoğunluğu ve nem birbirine bağlıdır (Avlar, 2004). % 15 neme karşılık gelen birim hacim ağırlığı ağaç türüne göre 0,1 t/m³ ile 1,5 t/m³ arasında değişir (Ünal, 2004). Bu nedenle ahşapta sabit bir değer elde edebilmek için % 0 nemde (tam kuru) veya % 12 nemde (hava kurusu) ölçüm yapılır. Bunun için TS 2472 standardı kullanılmaktadır (Avlar, 2004). Tablo 2.2 de bazı ağaç türlerine ait tam kuru yoğunluk (γ_k) ve kuru madde miktarının neme doymuş hacme oranı olan (γ_d) değerleri verilmektedir.

Tablo 2.2 Bazı ağaç türlerinin yoğunlukları (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ TÜRÜ		γ_k (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)
İğne Yapraklı Ağaçlar	Sarıçam	0,487	0,437
	Kızılçam	0,496	0,426
	Toros sediri	0,530	0,476
	Karaçam	0,518	0,456
	Uludağ göknarı	0,408	0,359
	Doğu ladinini	0,406	0,359
Geniş Yapraklı Ağaçlar	Doğu kayını	0,630	0,531
	Sapsız meşe	0,542	0,570
	Kestane	0,486	0,470
	Karaağaç	0,640	0,555
	Akçaağaç	0,590	0,522
	Kızılağaç	0,675	0,407

- **Isı Özelliği:**

Bütün katı cisimlerde olduğu gibi ahşap, ısı etkisi ile genişip, soğuması halinde ise büzülmetedir. Ahşap malzeme higroskopik sınırlar içerisinde ısı etkisi ile su kaybederek daralması ya da soğuması sonucu içerisine su alarak hacimce genişlemektedir. Ahşap malzemenin ısı etkisi ile hacmini çok az genişletmesi, yangınlarda yapıların çatlama ve çökmesini engellediğinden faydalı bir özelliktir (Örs ve Keskin,2001).

Bir cismin içindeki boşluk miktarı arttıkça ısı iletkenliği azalır. Bu bakımdan ahşap son derece mükemmel bir ısı yalıtım malzemesidir. Örneğin; tuğladan 6, cam pencereden 8, eşit kalınlıktaki betondan 15, çelikten 390, alüminyumdan 1700 defa daha fazla ısı yalıtımı sağlar. Tablo 2.3’de görüldüğü gibi ahşap, metal, beton, cam ve delikli tuğladan daha fazla ısı yalıtımı özelliğine sahiptir (Avlar, 2004).

Ahşap malzemenin ısı iletkenlik katsayısı; yoğunluğu, nem oranı ve lif yönüne göre değişir. Ahşap malzemenin ısı iletkenlik katsayısı radyal yönde, teğet yöndeinden % 5-10 kadar daha büyük, lifler yönünde ise % 6-15 nem aralığında iken enine yöndeinin 2,25- 2,75 katıdır (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 2.3 Bazı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları (Örs ve Keskin, 2001).

MALZEME	λ (kcal/m.h. °C)
Bakır	330
Alüminyum	175
Çelik	50
Delikli Tuğla	0,5
Beton	1,20
Mantar	0,04
Cam	1,0
Buz	2,0
Odun	0,09 - 0,28
Hava	0,0205
İzocam	0,6

- **Elektrik İletkenliği:**

Ahşap, ateşte kurutulmuşsa çok iyi bir yalıtkan olur. Hava ile kurutulmuş ahşapta yalıtkanlık belirli ölçüde aynıdır [21]. Kuru ahşap alçak gerilimde yalıtım malzemesi olarak kullanılır [9]. Ne yazık ki ahşaptaki elektriğe olan dayanım nem miktarının artmasıyla düşer. Suya doyurulmuş ahşabın elektriğe olan dayanımı ise su ile aynıdır. İnsan sağlığı için tehlikeli olan statik elektrik

ahşapta gözlenmemiştir. Fakat metal, plastik ve diğer malzemelerde bu söz konusudur. Bu nedenle ahşap sağlıklı bir malzeme olarak öngörülmektedir [21].

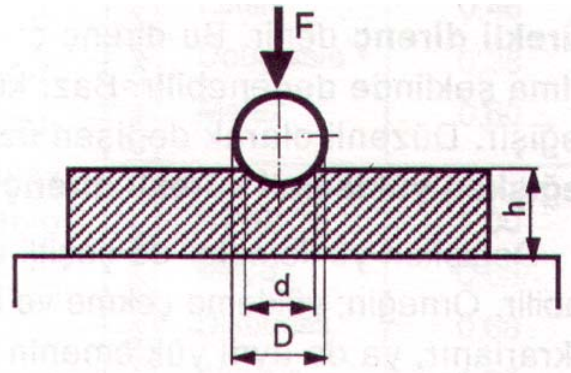
Malzemeler elektriksel dayanım bakımından, kenar uzunlukları 1cm olan küp şeklindeki örneklerin elektrik akımına gösterdiği dayanımı belirten elektrik dayanımı ($\delta \Omega \text{ cm}$) ya da öz dayanımın tersini ifade eden öz iletkenlik veya elektrik iletkenliği ($x=1/\delta$) ile karşılaştırılır. Bazı malzemelerin elektrik öz dayanımları Tablo 2.4'te verilmiştir. Buna göre parafin ile emprenye edilmiş ve tam kuru halde odun iyi bir elektrik izolatörü olup hava kurusu halde iken yarı yalıtkan sayılmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 2.4 Bazı malzemelerin elektrik öz dayanımları (Örs ve Keskin, 2001).

MALZEME ÇEŞİDİ	t °C	$\delta (\Omega \cdot \text{cm})$
Cam	22	$5 \cdot 10^{13}$
Lâstik (sert)	22	$2 \cdot 10^{15}$
Porselen	22	$3 \cdot 10^{14}$
Tam kuru odun	15	$1,6 \cdot 10^{14}$
Parafinli kavak	22	$5 \cdot 10^{11}$
Parafinli akçaağaç (r = %0)	22	$3 \cdot 10^{10}$

- **Sertlik:**

Ahşap malzemenin içine girmeye çalışan daha sert bir cisme karşı koyma gücü olup, belirli amaçla teknik bakımdan kullanılışlığı ve işlenme yeteneği ile ilgilidir. Sertlik, yavaş yavaş artan bir basınç ile odun içerisine giren sert bir cisme karşı koyma (statik sertlik) ve şok şeklinde etki ederek girmekte olan cisme karşı koyma (dinamik sertlik) olmak üzere iki çeşittir. Şekil 2.3 de yavaş yavaş artan basınç ile odun içerisine giren sert bir cisme karşı koyma deneyi görülmektedir.



Şekil 2.3 Brinell-Mörath yöntemine göre sertlik deneyi (Örs ve Keskin, 2001).

Sertliği etkileyen başlıca etken yoğunluktur. Yoğunluk arttıkça sertlik artar. Liflere dik doğrultuda sertlik fazladır. İlkbahar odunu, yaz odunundan, dış odun, i odundan daha yumuşaktır. Bir diğer etken ise nemdir. Hidroskopik sınırlar içerisinde ahşabın nemi lif doygunluk noktasına kadar % 1 arttıkça sertlik, liflere paralel yönde % 4, liflere dik yönde % 2,5 oranında azalır (rs ve Keskin, 2001). Nem miktarı azaldıkça sertlik artar. Bunun yanı sıra; nem yumuşak ağaçlarda sertliği çoğaltır, sert ağaçlarda azaltır (Erşen, 1975).

Yapılarındaki doğal antiseptik maddeler nedeniyle kestane, meşe, am, gürgen darbeye karşı dayanıklıdırlar. Dişbudak, kayın, ınar, kavak söğüt, ıhlamur darbeye karşı az dayanıklıdır (nal, 2004).

- **Akustik zellikler:**

Ses, elastik cisimlerin titreşimleri ile oluşan dalgalar ile meydana gelir. Saniyedeki titreşim sayısına frekans (f) denir. Kulağımız frekansı 16 000 - 20 000 arasındaki titreşimleri ses halinde algılar.

Ses dalgalarının odun içerisinde yayılma hızı; ağaç türü, ahşabın yapısı (lif yönü, yıllık halka yapısı, boşluk oranı), nem miktarı, sıcaklığı, yoğunluğu ve ses dalgalarının frekansına bağlıdır. Homojen yapıdaki cisimler ses dalgalarını her yönde eşit olarak yayarlar. Heterojen ve anizotrop olan odunda ses yayılma hızı liflere paralel ve liflere dik yönlerde farklıdır.

Ses yalıtımı yüzeyin kütlesini temel alır. Ahşap hafif bir malzeme olarak ses yalıtımı için çok mkemmел değildir. Fakat ses emilimi için idealdir. Bu yüzden çoğunlukla konser salonlarında, tavan ve yer döşemelerinde ahşap malzeme kullanılır (rs ve Keskin, 2001).

Ses iletim hızı ahşapta gazlardan ve sıvılardan daha hızlıdır ve metallerdeki ses iletim hızına çok yakındır. Tablo 2.5'te görüldüğü gibi göknar ağacının liflerine paralel ses iletim hızı ($V_{//}$) ile elik malzemenin ses iletim hızları birbirlerine çok yakındır. Tablo 2.5 de ahşap malzemelerin liflerine paralele yöndeki ses iletim hızları ($V_{//}$) ve liflerine dik yönde ses iletim hızları ($V_{\perp}$) da verilmektedir.

Sürtünme neticesinde oluşan ses enerjisi kaybı da ahşapta hafifliği ve yapısıyla da ilintili olarak belirgin bir şekilde düşüktür. Buna benzer özellikler yüzünden çoğunlukla müzik enstrümanlarında ahşap kullanılır [21].

Tablo 2.5 Bazı ağaç türleri ve diğer malzemelerde ses yayılma hızları (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ TÜRÜ	v (m/sn)			MALZEME TÜRÜ	v (m/sn)
	V	V _⊥	V /V _⊥		
Göknaar	4890	1033	4,73	Alüminyum	5104
Lâdin	4790	1072	4,47	Demir	5000
Çam	4760	932	5,11	Çelik	4981
Kayın	4638	1420	3,27	Bakır	3900
Meşe	4304	1193	3,61	Kurşun	1320
Akçaağaç	3826	1194	3,21	Beton	3700
İhlamur	3700	680	5,44	Tuğla	2325

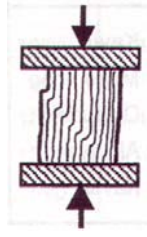
2.1.1.3 Ahşabın Mekanik Özellikleri

Heterojen ve anizotrop bir malzeme olan ahşabın mekanik özellikleri homojen yapıda olan malzemelerden, örneğin metallerden farklı olup, belirlenmesi diğer malzemeler kadar kolay olmamaktadır (Avlar, 2004). Ahşabın liflere paralel yönündeki tüm özellikleri ile basınç ve çekme dayanımları, liflere dik yöndeki dayanımlarından yüksektir (Ünal, 2004).

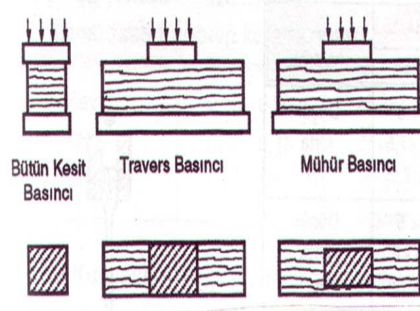
Ahşabın başlıca mekanik özellikleri; basınç dayanımı, çekme dayanımı, eğilme dayanımı, makaslama dayanımı, yarıma dayanımı, elastisite modülü aşağıda sırasıyla incelenecektir.

- **Basınç Dayanımı:**

Ahşabın liflerine paralel veya dik yönde onu ezmeye veya sıkıştırmaya çalışan kuvvete karşı gösterdiği güce basınç dayanımı denmektedir. Liflere paralel yöndeki basınç dayanımı, TS 2595'e göre tespit edilmektedir. Liflere dik basınç kuvveti boru biçimindeki hücrelerin çeperlerini ezeceği için, bu doğrultuda büyük bir dayanım yoktur. Liflere paralel basınç kuvveti ise, boru demetlerinin birer kolon gibi basınca ve burkulmaya çalışmasına neden olur. Böylece kırılmaya, hem çeperleri oluşturan lignoselüloz maddesi hem de boruları birbirine yapıştıran pektoselüloz maddesi karşı koyar (Avlar, 2004). Şekil 2.4 te ahşap malzemede liflere paralel yönde basınç dayanımı deneyi, Şekil 2.5 te ise ahşap malzemede liflere dik yöndeki basınç dayanım deneyleri görülmektedir. Tablo 2.6 da bazı ağaç cinslerinin liflerine paralel ve liflerine dik yöndeki basınç dayanım değerleri görülmektedir.



Şekil 2.4 Liflere paralele yönde basınç dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).



Şekil 2.5 Liflere dik basınç dayanımı deneylerinde yükleme şekilleri (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 2.6 Bazı ağaç cinslerinin basınç dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ CİNSİ		σ_B (kg/cm ²)	
		$\sigma_{B //}$	$\sigma_{B \perp}$
İğne Yapraklı Ağaçlar	Çam	550	77
	Lâdin	500	58
	Douglasie	470	65
	Melez	550	75
Geniş Yapraklı Ağaçlar	Kayın	620	-
	Meşe	650	110
	Dişbudak	520	110
	Akasya	730	199
	Kavak	345	33

Basınç dayanımını etkileyen etkenler şunlardır;

- Bütün ağaç türlerinde yoğunluk arttıkça bununla doğru orantılı olarak basınç dayanımı da artar. Hava kurusu haldeki yoğunluk ve liflere paralel basınç dayanımından ahşabın basınca göre kalitesini belirlemek için statik kalite değeri (k_{st}) hesaplanarak Tablo 2.7'deki gibi sınıflandırılır.

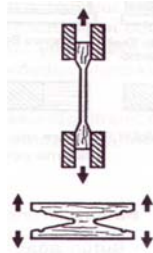
- Kuvvetin etki yönü ile liflerin gidiş yönü arasındaki açı arttıkça liflere paralel basınç dayanımı ($\sigma_{B//}$) azalır.
- Kuvvetin etki yönü ile yıllık halkaların gidiş yönü arasındaki açı $\psi=0^\circ$ iken iğne yapraklı ağaçlarda, $\psi=90^\circ$ iken geniş yapraklı ağaçlarda basınç dayanımı en yüksek olup, $\psi=45^\circ$ iken her iki ağaç cinsinde de en düşüktür.
- Higroskopik sınırlar içeresin de ahşabın nemi arttıkça basınç dayanımı azalır.
- Ahşabın sıcaklığı 0°C 'nin üstünde arttıkça basınç dayanımı azalır (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 2.7 Ahşabın basınç dayanımına göre sınıflandırılması (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ CİNSİ	$K_{st} = \sigma_{B//} / (\delta_{12} \times 100)$			Basınca göre kalitesi
	Yumuşak	Orta Sert	Sert	
Geniş Yapraklı Ağaçlar	< 8	< 7	< 6	Düşük
	8 - 9,5	7 - 8,5	6 - 7,5	Orta
	< 9,5	< 8,5	< 7,5	İyi
İğne yapraklı Ağaçlar	< 7	< 6	< 5	Düşük
	7 - 8	6 - 7	5 - 6	Orta
	< 8	< 7	< 6	İyi

• Çekme Dayanımı

Ahşap malzemenin, zıt yönlerde etki ederek liflerini koparmaya çalışan iki kuvvete karşı koyma gücüdür. Liflere paralel, liflere dik olmak üzere TS 2475 ve TS 2476 esaslarına göre belirlenir (Örs ve Keskin, 2001). Şekil 2.6 da ahşap malzemenin liflerine dik yönde ve liflerine paralel yöndeki çekme dayanımı deneyleri görülmektedir. Tablo 2.8 de bazı ağaç cinslerinin çekme dayanım(σ_c) değerleri yer almaktadır.



Şekil 2.6 Liflere paralel ve dik çekme dayanımı (Örs ve Keskin, 2001)

Çekme dayanımını etkileyen etkenler şunlardır;

- Ahşap malzemenin yoğunluğu arttıkça çekme dayanımı artar. Yoğunluk, dayanım açısından en çok çekme dayanımını, sonra sırası ile eğilme, makaslama ve basınç dayanımını etkiler.
- Budaklar, en çok çekme dayanımını azaltır.
- Ahşabın nemi % 12-Lif doygunluk noktası (LDN) arasında % 1 arttıkça, çekme dayanımı % 3 azalır.
- Kuvvetin etki yönü ile liflerin gidiş yönü arasındaki açı (0° - 45°) arttıkça, çekme dayanımı azalır (Örs ve Keskin, 2001).

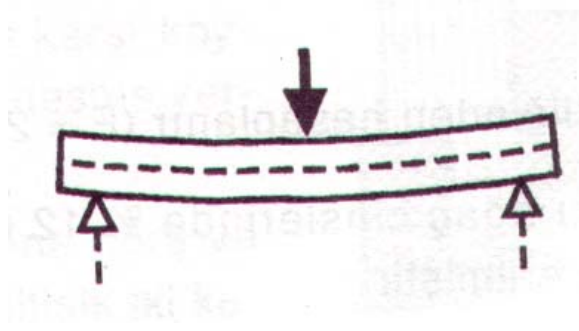
Tablo 2.8 Bazı ahşap cinslerinin çekme dayanımları (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ CİNSİ		σ_c (kg/cm ²)	
		$\sigma_{c//}$	$\sigma_{c\perp}$
İğne Yapraklı Ağaçlar	Çam	1190	30
	Lâdin	900	38
	Douglasie	1050	34
	Melez	1070	50
Geniş Yapraklı Ağaçlar	Kayın	1350	107
	Meşe	900	90
	Dişbudak	1650	112
	Akasya	1360	81
	Kızılağaç	590	25

• Eğilme Dayanımı

Bir veya iki taraftan bir mesnet üzerine tespit edilmiş ahşabın, liflere dik yönde etki eden ve onu eğmeye çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dayanımdır. Eğilme dayanımı üzerinde yoğunluk, nem, sıcaklık, budaklar ve lif yönü etkilidir. Malzemede yoğunluk arttıkça eğilme dayanımı artar. Eğilme dayanımı % 3-5 nem derecelerinde en yüksektir. Bundan sonra lif doygunluğu, nem derecesine kadar su miktarının artması ile azalmaktadır (Avlar, 2004).

Tablo 2.9 da bazı ahşap cinslerine ait eğilme dayanımı (σ_E) değerleri yer almaktadır.



Şekil 2.7 Liflere dik yönde eğilme dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).

Eğilme dayanımını etkileyen etkenler şunlardır;

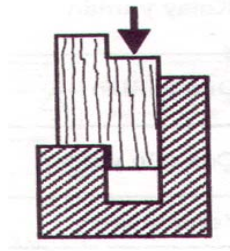
- Ahşap malzemenin yoğunluğu arttıkça eğilme dayanımı da artar.
- Ahşabın nem oranı higroskopik sınırlar içerisinde % 1 arttıkça, eğilme dayanımı % 4 azalır.
- Ahşabın boyuna eksenini ile liflerin gidiş yönü eksenini arasındaki açı (0° - 90°) arttıkça eğilme dayanımı azalır (Örs ve Keskin, 2001).

Tablo 2.9 Bazı ahşap cinslerinin eğilme dayanımları (σ_E) (Örs ve Keskin, 2001).

AĞAÇ CİNSİ		σ_E (kg/cm ²)
İğne Yapraklı Ağaçlar	Çam	1000
	Lâdin	780
	Douglasie	790
	Melez	990
Geniş Yapraklı Ağaçlar	Kayın	1230
	Meşe	1100
	Dişbudak	1200
	Akasya	1360
	Kavak	600

• Makaslama Dayanımı

Ahşap malzemenin iki bitişik kesitini bir düzlem üzerinde birbirinden ters yönde Şekil 2.8’de görüldüğü gibi ayırmaya çalışan kuvvetlere karşı gösterdiği dayanımdır. Özellikle, malzeme birleşim yerlerinde ve çentik açılmış bölümlerde önemlidir. Bu dayanım, TS 3459’a göre tespit edilmektedir. Bu kuvvet ahşabın yapısına paralel, dik ve eğik olma durumlarına göre ayrı etki yapar. Liflere paralel dayanım ahşap için önemlidir (Örs ve Keskin, 2001).



Şekil 2.8 Ahşap malzemede liflere paralel yönde makaslama dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).

Makaslama dayanımını etkileyen etkenler şunlardır;

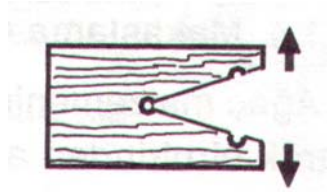
- Ahşap malzemede yoğunluk arttıkça makaslama dayanımı artar.
- Makaslama kuvveti etki yönü ile lif yönü arasındaki açı (0° - 90°) arttıkça makaslama dayanımı azalır.
- Higroskopik sınırlar içerisinde ahşabın nem oranı % 1 arttıkça makaslama dayanımı % 3 azalmaktadır. Tablo 2.10’da bazı ahşap cinslerine ait makaslama dayanımları görülmektedir.

Tablo 2.10 Bazı ahşap cinslerinin makaslama dayanımları (Örs ve Keskin, 2001)

AĞAÇ Cinsi		σ_m (kg/cm ²)
İğne Yapraklı Ağaçlar	Çam	100
	Lâdin	67
	Douglasie	79
	Melez	90
Geniş Yapraklı Ağaçlar	Kayın	150
	Meşe	110
	Dişbudak	128
	Akasya	128
	Kavak	65

• Yarılma Dayanımı

Ahşap malzemenin lifleri arasına girerek Şekil 2.9 da görüldüğü gibi ahşap malzemeyi yarmaya çalışan kama şeklindeki cisimlerin etkisine gösterdiği karşı koyma gücüne ahşap malzemenin yarılma dayanımı denir (Örs ve Keskin, 2001). Çivi ya da vida gibi cisimlerin ahşaba çakılması sırasında yarılmaması bakımından yarılma dayanımı önemlidir. Bununla beraber makas sistemlerde metal plakalar ile bağlantı yapılırken de bu özellik göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2.9 Ahşap malzemedeki yarılma dayanımı (Örs ve Keskin, 2001).

Yarılma dayanımını etkileyen etkenler şunlardır;

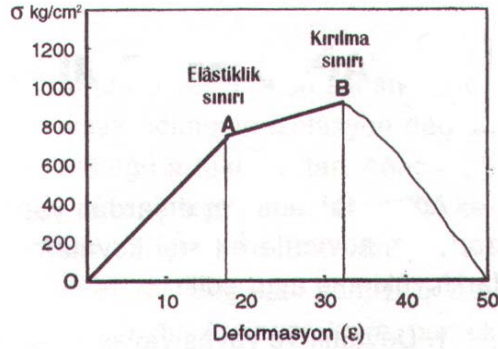
- Ahşap malzeme yoğunluğu arttıkça yarılma dayanımı artar.
- Ahşabın nem oranı % 12-17 arasında iken yarılma dayanımı en yüksek değerini alır. Ahşabın nem oranı $n > \% 17$ iken % 1 arttıkça dayanım % 0.1-0.02, $n < \% 12$ iken % 1 azaldıkça dayanım % 0.03-0.07 azalır.
- Yarılma dayanımı yıllık halkalara teğet yönde radyal yöndekinden büyüktür (Örs ve Keskin, 2001). Tablo 2.11’de bazı ahşap cinslerinin yarılma kabiliyetleri çok kolay yarılandan, yarılmayana doğru sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.11 Bazı ahşap cinslerinin yarılma kabiliyetleri (Örs ve Keskin, 2001).

YARILMA ÖZELLİĞİ	AĞAÇ TÜRÜ
Çok kolay yarılan	Lâdin, göknar, douglasie, Veymut çamı
Kolay yarılan	Kestane, kızılâğaç, ceviz, meşe (saplı, sapsız, kırmızı), söğüt, ıhlamur, at kestanesi, çam, melez
Güç yarılan	Elma, armut, erik, akçaağaç, dişbudak, çınar, beyaz meşe.
Çok güç yarılan	Karaağaç, şimşir, gürgen, akasya, karaçam, huş
Yarılmayan	Üvez, kızılıçık, abanoz, pelesenk

- **Elastisite Modülü**

Bir dış kuvvetin etkisi ile şekli değişen bir cismin, kuvvet kalkınca ilk şeklini alabilmesi özelliğidir. Katı cisimlere belli bir sınıra kadar, etki eden dış kuvvetin ortadan kalkması ile ilk şeklini alabilir. Bu sınıra elastik sınırı denir. Şekil 2.10 da Kayın odununda yapılan eğilme deneyinde zor-zorlama ilişkisi görülmektedir.



Şekil 2.10 Kayın odununda yapılan eğilme deneyinde zor-zorlama ilişkisi (Örs ve Keskin, 2001).

Elastikiyet sınırı içerisindeki gerilmeyle biçim değiştirme (uzama, kısalma, eğilme) arasındaki orana elastisite modülü denir. Elastikiyet modülü, TS 2478'e göre belirlenmektedir.

Ahşapta orta derece elastik sayılabilen bir yapı malzemesidir. Belli sınırlar içerisinde olan bu durum ahşap cinslerine göre değişiklik gösterir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Ahşap malzemede elastisite modülünü etkileyen etkenler şunlardır;

- Yoğunluk arttıkça elastisite modülü değeri artar.
- Lif doygunluk noktası kadar su miktarı arttıkça elastisite modülü değeri azalır.
- Ahşabın sıcaklığı arttıkça elastisite modülü değeri azalır.
- Liflerin gidiş yönü ile örnek boyuna eksen arasındaki açı arttıkça elastisite modülü değeri azalır.
- Liflere paralel (E_p), radyal (E_r) ve yıllık halkalara teğet (E_t) yönlerdeki elastisite modülleri arasında $E_p > E_r > E_t$ ilişkisi vardır.
- Kuvvetin etki yönü ile yıllık halkaların gidiş yönü arasındaki açı $\psi = 90^\circ$ iken elastisite modülü değeri en yüksek $\psi = 45^\circ$ iken elastisite modülü değeri en düşüktür.

- Ahşap malzemede uzunluğun (L) enine kesit yüksekliğine (h) oranı (L/h) 15'e kadar arttıkça elastisite modülü değeri azalır, 15'in üstünde arttıkça elastisite modülü değeri değişmez.

2.1.1.4 Ahşabın Kimyasal Özellikleri

Hücre duvarının kimyasal bileşiminde; % 40–50 selüloz, % 20–35 hemiselüloz, % 20 lignin ve 0 –5 yabancı madde bulunur.

Selüloz, hücre duvarının ana katkı maddesidir. Ahşabın fiziksel özelliklerinden eğilme ve çekmeye karşı dayanım kazandıran madde selülozdur.

Hemiselüloz, hücre duvarını güçlendirir, depo madde görevi yapar, geçit zarlarını ayarlar ve su emicidir.

Lignin, selüloz fibrilleri içinde yer alır. Ahşabın basınca karşı dayanımını sağlar. Bir fenol halkasının ana yapısına sahip amorf bir maddedir. Düşük oranda su emicidir. Rengi kahverengimsi beyazdır (Ünal, 2004).

2.1.1.5 Ahşabın Ekolojik Özellikleri

Ahşap, üretimi ve işlenmesi için en az enerji gerektiren yapı malzemesidir. Bilinenin aksine ahşap kullanmak ormanların azalmasını değil, daha bilinçli olarak yaşatılmasını sağlar. Ahşap malzeme günümüz ve geleceğin çevre ve enerji sorununa yanıt veren doğal bir üründür. Kaynağı tükenmeyen tek yapı malzemesidir (Erinç, 1972).

Tablo 2.12'de ahşap ve bazı malzemelerin üretimi sırasında harcanan enerji miktarları verilmiştir.

Tablo 2.12 Malzemelerin üretilmesi sırasında açığa çıkan enerjiler (Ching ve Adams, 2006)

Malzeme	Enerji Miktarı Btu/lb*
Kum ve Çakıl	18
Ahşap	185
Hafif beton	940
Alçı levha	1830
Tuğla	2200
Çimento	4100
Cam	11.100
Plastik	18.500
Çelik	19.200
Kursun	25.900
Bakır	29.600
Alüminyum	103.500

*1 Btu/lb = 2,326kJ/kg

2.1.2 Ahşaba Zarar Veren Etkenler

Ahşaba zarar veren etkenler; organizmalar, yangın, su-nem, mekanik ve kimyasal etkenlerdir.

2.1.2.1 Organizmalar

Mantarlar, böcekler ve kurtlar ahşaba zarar veren başlıca organizmalardır.

A. Mantarlar: Tohumları ormanda, ahşabın kesildiği veya kurutulduğu fabrikada fazla miktarda bulunduğundan yapıya gelen her kerestede yeterli miktarda mantar bulunmaktadır. Ahşabın çürümesine, renginin bozulmasına ve lekelenmesine neden olurlar. Renk bozulması ve lekelenmeler ahşabın dayanımını etkilemez. Bazı tür mantarlar ahşabın selüloz veya ligninine hücum ederek ahşabı bozarlar. Ancak nemli havada üremeleri mümkün olduğundan ahşap kuru kaldığı veya havalandırıldığı sürece mantar üremesi mümkün değildir. Ahşabın nem alması halinde borucuklar içinde üreyerek çürümesine, yumuşamasına ve dayanım kaybına sebep olurlar. Bu nedenle kullanılan ahşap nem almayacak şekilde uygulanmalıdır (Ünal,2004).

B. Böcekler: Bazı böcekler odunu yiyerek beslenirler. Bu böceklerin etkinliği ile ahşabın içinde bir takım boşluk ve kanalcıklar şeklinde böcek ve kurt yenicleri oluşur. Kesitin azalması nedeni ile dayanım düşüklüğüne sebep olan bu gibi oyuklar ahşap için kusur sayılır. Ahşabı bu zararlardan korumak için civabiklorür, kreosot, bakırsülfat, çinloklorür, krom, arsenik, bor veya flor tuzları ya da bezir yağı ile korunmalıdır (Örs ve Keskin, 2001).

C. Kurtlar: Ahşap içerisine kurtlar tarafından bırakılan yumurtalardan çıkan ahşap kurtları; ahşabı talaş haline getirir. Açtıkları kanallarda süngerimsi ortam oluştururlar. Kanallar genellikle dış yüze kadar çıkmadığından varlıkları vurulduğunda çıkardığı sestten anlaşılır. Bazı zehirli maddeleri ahşabın bünyesine emdirilmesi yararlı sonuçlar sağlamaktadır (Ünal, 2004).

2.1.2.2 Yangın

Ahşap, çoğunluğu karbon ve hidrojen olan organik bileşiklerden oluşur. Bunlar oksijenle birleşir ve yanar. Bu özelliklerden dolayı ahşap yanıcı bir malzeme olarak sınıflandırılır. Ahşabın bulunduğu ortamdaki yanıcı gazların ısısı 225 °C ile 260 °C arasında ise ahşap ufak bir ateş kıvılcımıyla yanar. Ateşin çekilmesinden sonra yanma durur. Eğer ısı 250 °C - 270 °C'ye yükseltirise ufak bir kıvılcımla yanar ve ateş olmadan da yanmaya devam eder. Eğer ısı 330 °C - 520 °C'ye yükseltirise ahşap kendiliğinden yanmaya başlar.

Görünen bu olumsuz duruma karşılık; yapı malzemesi olarak kalın kesitlere sahip ahşap kullanmak yanma noktasını ve yanma süresini uzatmaktadır. Dış yüzey yanar ve odun kömürüne dönüşür. Ahşabın yanmasıyla oluşan odun kömürü çok etkili bir ısı yalıtkanıdır. Bu yüzden geniş kalaslar çok yavaş yanarlar. Buna ilaveten ahşapta çok iyi ısı yalıtkanıdır. Kalın bir parça ahşap yanarken dış yüzeyin ısısı 1000°C iken iç bölümdeki ısı hâlâ 40°C 'dir. Bu sebepten dolayı kiriş ve kolon gibi kalın yapı malzemeli binalar yangında kolayca çökmezler. Ahşabın kullanıldığı yerlerde güvenlik için yangına karşı koruyucu önlemler alınmalıdır. Bu durumda ahşap tehlikeli bir malzeme değildir (Ünal, 2004).



Resim 2.1 Bir yangın sonunda çelik malzemenin erimesi sonucu altındaki ahşap kiriş tarafından taşınması

2.1.2.3 Su ve Nem

Lif doygunluğu noktası altında ahşap bir malzeme; nem kaybederse daralma, hücre çeperi içerisine su girdiğinde ise genişleme söz konusudur. Bu doğrultuda rötire, nem oranı azalan ahşapta boyutların küçülmesi olarak tanımlanabilir. Bunun tersine nem oranı artarsa boyutlar büyür. Bu da şişme olarak adlandırılır. Her iki oluşumda yalnız, nem oranı % 30'dan az olan ahşapta görülür ve boy değişimleri ile buna neden olan nem oranı değişimi arasındaki bağıntı doğrusaldır (Ünal, 2004).

Nem oranına bağlı olarak ahşap malzeme boyutlarında değişiklikler meydana geldiği için ciddi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle ahşap türü seçiminde sadece düşük daralma yüzdesi olan bir tür değil, aynı zamanda radyal ve teğet yönlerde boyut değişimleri arasında en az fark olanlar tercih edilmelidir (Avlar, 2004).

2.1.2.4 Mekanik Etkenler

Doğal etkenler (rüzgar vb.) ve insan eylemleri sonucu oluşan etkiler (yürüme, gürültü) ahşapta mekanik aşınmaya neden olur. Ahşap malzemenin, atmosfer koşulları altında yüzyılda 6 mm kadar aşındığı tespit edilmiştir. Bu aşınmanın en önemli etkeni sürtünmedir. Sürtünmeyle oluşan aşınmada aşındırıcı cismin sertliği, yüzey özelliği, basınç miktarı ve sürtünme hızı etkili olmaktadır. Nem, ısı, toz, kir ve bazı kimyasal maddeler aşınmayı arttırmaktadır. Ayrıca açık havada kullanılan ahşap malzemenin yumuşamasına neden olan mantarlarda mekanik aşınmayı hızlandırmaktadır. Aşınmanın hızı, emprenye edilerek bölümsel olarak azaltılabilmektedir. Çünkü, bu işlemle mantarların neden olduğu yumuşama ortadan kalkmakta, sert kalan ahşap malzeme daha yavaş aşınmaktadır. Ahşap malzemenin mekanik aşınmaya en dayanımlı yüzeyi enine kesit yüzeyleri olup, daha sonra sırasıyla radyal ve teğet yüzeyler gelmektedir (Avlar, 2004).

2.1.2.5 Kimyasal Etkenler

Ahşap, düşük sıcaklıklarda ve düşük konsantrasyon derecelerindeki çeşitli kimyasal maddelere karşı oldukça fazla dayanıklıdır. Bu nedenle kimyasal madde depo ve tanklarının yapılmasında başarı ile kullanılmaktadır. Düşük yoğunluktaki asitlere karşı dayanıklılığı, çelikten daha yüksektir. Ancak bazlara karşı bu kadar dayanıklı değildir. Çünkü yapısındaki hemiselüloz ve lignin, asitlere karşı dayanıklı, bazlara karşı hassastır (Avlar, 2004).

2.1.2.6 Ahşabın Kurutulması ve Korunması

Ahşap malzemeyi, zarar veren etkenlerden korumak amacıyla bazı koruma yöntemleri uygulanmaktadır. Ahşabın korunması yüzeysel veya derinlemesine koruma şeklinde olabilir.

Bu yöntemler şunlardır:

1) Besinli Suyun Giderilmesi (Ağacın kurutulması)

Fırınlarda veya açık havada kurutmak,

Besin suyunun bölümsel olarak da olsa çıkmasını sağlamak için temiz suya sokularak beklemek,

Ahşabın kazanlara konulup, buhar gönderilerek buharlanması,

2) Yüzeyin Koruyucu Maddelerle Kaplanması (Ağacın boyanması)

Yüzeyin hafifçe yakılarak kömürleştirilmesi,

Eritilmiş zift, asfalt, maden vb. maddeler sürülerek kaplanması,

Kurutulduktan sonra bezir, petrol, vernik, boya sürmek,

3) İçerisine Koruyucu Şırına Edilmesi (Ağacın emprenye edilmesi)

Ağaç gövdesine açılan yarıklara çanaklar ile akıtılarak,
Kesik ağaç başlarından basınç ile sokularak,

4) Diğer Yöntemler

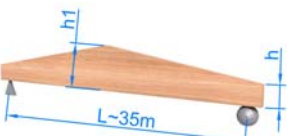
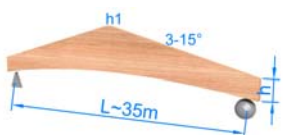
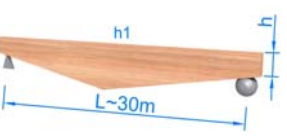
Ağaç eriyiğē daldırılarak, daldırma yöntemi,
Basınçla ağaca eriyik içirilerek, tam doldurma yöntemi ve

Basınçla önce hava sonra eriyik içirilerek, basınçlı hava ile korunması mümkündür (Ünal, 2004).

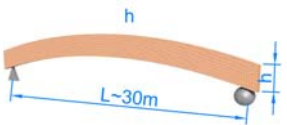
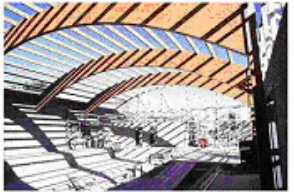
3. AÇIKLIKLARIN GEÇİLMESİNDE KULLANILAN AHŞAP MAKASLAR

Açıklıkların geçilmesinde ahşap malzeme kullanılarak oluşturulan birçok yapı sistemi bulunmaktadır. Ahşap yapım sistemlerinin; kafes sistemler, çerçeve sistemler, konsol sistemler, kaset sistemler olmak üzere birçok türü vardır. Bu sistemler, köprüler, fabrika ve konut çatıları, spor salonu çatıları, stadyum örtü sistemi gibi birçok alanda uygulama olanağı bulabilmektedirler. Bu tezin konusunu oluşturan makas sistemler yapıların çatı örtü sistemini oluşturan bir çatı bileşenidir. Ahşap yapım sistemlerini oluşturan birçok yöntemden bazıları Tablo 3.1’de özellikleri ile birlikte verilmektedir. Ahşap makaslar bu sistemler içinden seçilerek daha detaylı olarak anlatılmaktadır.

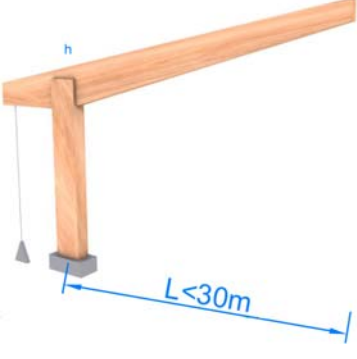
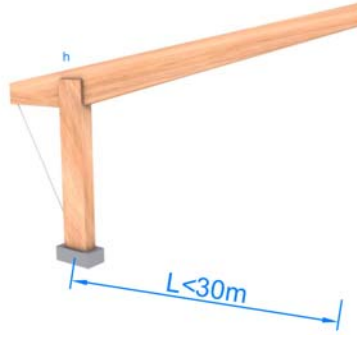
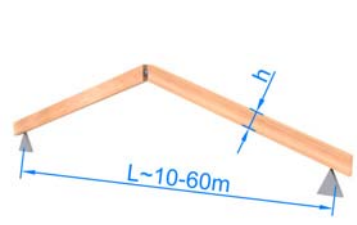
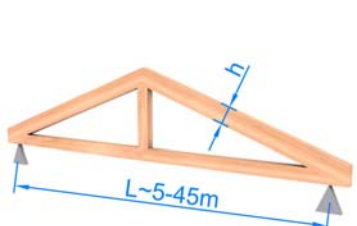
Tablo 3.1a Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [16]

YAPIM SİSTEMİ	AÇIKLAMA	UYGULAMA ÖRNEĞİ
BASİT KİRİŞ	EĞİM 0° AÇIKLIK(m) <25 YÜKSEKLİK(m) $h \sim L/17$ Dikdörtgen Kirişler: Kiriş genişliğinin yüksekliğine oranına (b/h) doğal ahşap elemanlara kıyasla ($2/3$, $3/4$, $3/5$) daha değişkendir. Geçebilecek maksimum açıklık 25 m’dir. 	
MAKAS KİRİŞ	EĞİM $3-10^\circ$ AÇIKLIK(m) <35 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/16$ $h \sim L/30$ Makas kirişler: Altı düz, üstü 2 eşik yüzeyden oluşan kirişlerdir. Ortada kiriş yüksekliğinin artmasıyla eğilme momentinin dağılımına benzer bir dış görünüşü vardır. Kısaca eğilme momentinin maksimum olduğu ortada, en kesit daha fazla, uçlara doğru ise daha azdır. Şimdilik geçilebilecek maksimum açıklık 35 m’dir. 	
ÜSTÜMAKAS ALTI EĞİK KİRİŞ	EĞİM $3-15^\circ$ AÇIKLIK(m) <35 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/14$ $h \sim L/30$ Makas Kirişler: Üstü ve altı eğik veya üstü eğik eğrisel (daire, parabol yayı vb.) gibi şekilleri vardır. Bu kirişlerin sarkma oklarının artmasıyla bir bakıma 2 mafsallı çerçeve gibi düşünülmesi doğru olacaktır. 	
TERS MAKAS KİRİŞ	EĞİM $3-10^\circ$ AÇIKLIK(m) <30 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/16$ $h \sim L/30$ 	

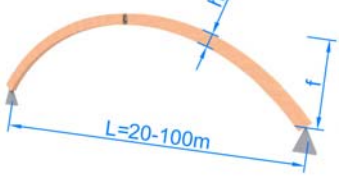
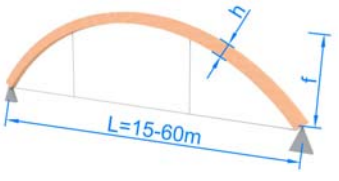
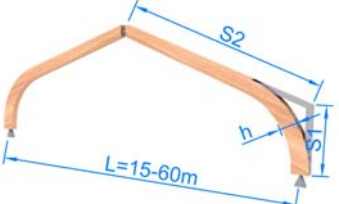
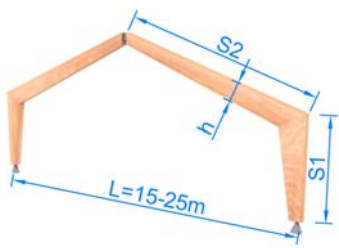
Tablo 3.1b Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [15]

YAPIM SİSTEMİ	AÇIKLAMA	UYGULAMA ÖRNEĞİ
YARIM TRAPEZ KİRİŞ	 EĞİM $<5^\circ$ AÇIKLIK(m) <25 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/16$ $h \sim L/30$ Üçgen Kirişler: Bir ucu diğer ucundan daha yüksek olan kiriş tipidir. Özel yük durumları için yapılır.	
EĞRİSEL KİRİŞ	 EĞİM — AÇIKLIK(m) <30 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/17$ Eğri kirişler: Alt ve üst yüzeyi de eğri olan, ancak sarkma okunun bir kemer çalışması yapmayacak kadar küçük olduğu kiriş tipi. Üstten etki eden yüklerde önerilmeli kirişler benzer bir çalışma söz konusudur.	
İKİ TARAFALI KONSOL KİRİŞ	 EĞİM 0° AÇIKLIK(m) <20 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/20$ $h \sim L/30$ Konsol Kirişler: Her iki uçtan simetrik konsollu yapılabilirler. İki uçtan konsol, kiriş ortasındaki maksimum eğilme momentini azalttığı için statik açıdan da olumlu bir yaklaşımdır.	
TEK UÇTANKONSOL KİRİŞ	 EĞİM $<10^\circ$ AÇIKLIK(m) <30 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim L/10$ Konsol Kirişler: Tek uçtan konsollu kirişler mesnete doğru kalınlaşır. Günümüzde lamine ahşap elemanlarla –30 m konsol yapılabilir.	

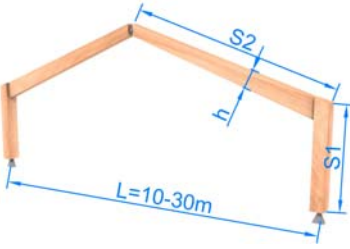
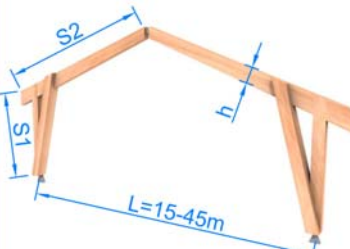
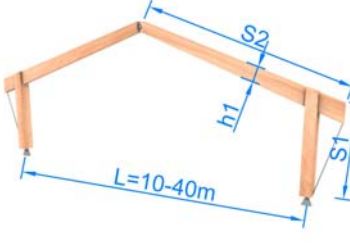
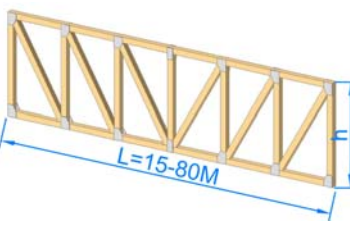
Tablo 3.1c Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler (Holzbau)

YAPIM SİSTEMİ	AÇIKLAMA	UYGULAMA ÖRNEĞİ
TEK UÇTAN KONSOLKİRİŞ	 EĞİM AÇIKLIK(m) YÜKSEKLİK(m) $<10^\circ$ <30 $h_1 \sim L/10$	
TEK UÇTAN KONSOL KİRİŞ	 EĞİM AÇIKLIK(m) YÜKSEKLİK(m) $<10^\circ$ <30 $h_1 \sim L/10$	
EĞİK BAŞLIKLİ KİRİŞ (3 MAFSALLI)	 EĞİM AÇIKLIK(m) YÜKSEKLİK(m) $>14^\circ$ $10-60$ $h_1 \sim L/30$	
EĞİK BAŞLIKLİ ÜÇGEN MAKAS	 EĞİM AÇIKLIK(m) YÜKSEKLİK(m) $>14^\circ$ $10-60$ $h_1 \sim L/30$ Eğik başlıklı üçgen makas: Bırakma kirişi ve bunu tepeye asan askı kirişi (baba) ile tipik bir makas örneği	

Tablo 3.1d Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [15].

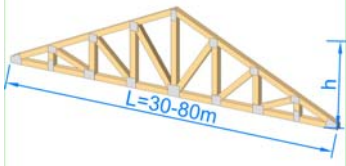
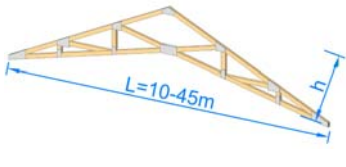
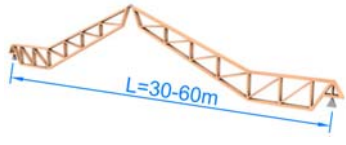
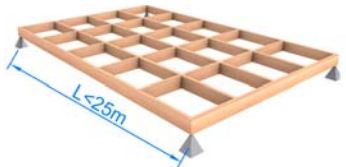
YAPIM SİSTEMİ	AÇIKLAMA	UYGULAMA ÖRNEĞİ
KEMER ELEMAN		EĞİM $F/L < 0.135$ AÇIKLIK(m) 20-100 YÜKSEKLİK(m) $h \sim L/50$ 
KEMER ELEMAN (KABLO DESTEKLİ)		EĞİM $F/L < 0.135$ AÇIKLIK(m) 15-100 YÜKSEKLİK(m) $h \sim L/50$ Çerçeveler: Birleştirmeleri (köşeleri) moment taşıma özelliğine sahip taşıyıcı sistem elemanları çerçeve olarak adlandırılırlar. Çerçevelerin mesnetleri mafsallı (moment taşımayan, sadece eksensel yük alabilen) veya ankastre olabilirler. Buna göre 2 mafsallı çerçeve yandaki gibi yapılabilmektedir. 
EĞRİSEL ÇERÇEVE(3 MAFSALLI)		EĞİM $> 14^\circ$ AÇIKLIK(m) 15-60 YÜKSEKLİK(m) $h_1 \sim S1+S2/15$ Hem mesneti, hem de tepedeki birleşimi olan 3 mafsallı çerçeve sistemlerle daha geniş açıklıklar geçilebilmektedir. Düz, eğik başlıklı, eğri gibi farklı geometrik şekillerde oluşturulabilirler. Eğrisel biçimde olanlar, 15-60 m açıklık geçebilirken, diğerlerinin geçtiği açıklık, 10-45 m arasında değişir. 
EĞİK BAŞLIKLİ ÇERÇEVE		EĞİM $> 14^\circ$ AÇIKLIK(m) 15-25 YÜKSEKLİK(m) $h \sim S1+S2/13$ 

Tablo 3.1e Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler (Goetz, Hoor, Moehler ve Nattarer, 1989)

YAPIM SİSTEMİ		AÇIKLAMA			UYGULAMA ÖRNEĞİ
EĞİK BAŞLIKLİ ÇERÇEVE		<u>EĞİM</u> >14°	<u>AÇIKLIK(m)</u> 10-30	<u>YÜKSEKLİK(m)</u> $h \sim S1+S2/13$	
EĞİK BAŞLIKLİ ÇERÇEVE (ÇAPRAZ DESTEKLİ)		<u>EĞİM</u> >14°	<u>AÇIKLIK(m)</u> 10-45	<u>YÜKSEKLİK(m)</u> $h \sim S1+S2/15$	
EĞİK BAŞLIKLİ ÇERÇEVE (KABLO DESTEKLİ)		<u>EĞİM</u> >14°	<u>AÇIKLIK(m)</u> 10-40	<u>YÜKSEKLİK(m)</u> $h_1 \sim S1+S2/14$	
DÜZ MAKAS		<u>EĞİM</u> 0	<u>AÇIKLIK(m)</u> 15-80	<u>YÜKSEKLİK(m)</u> $h \sim L/12$	

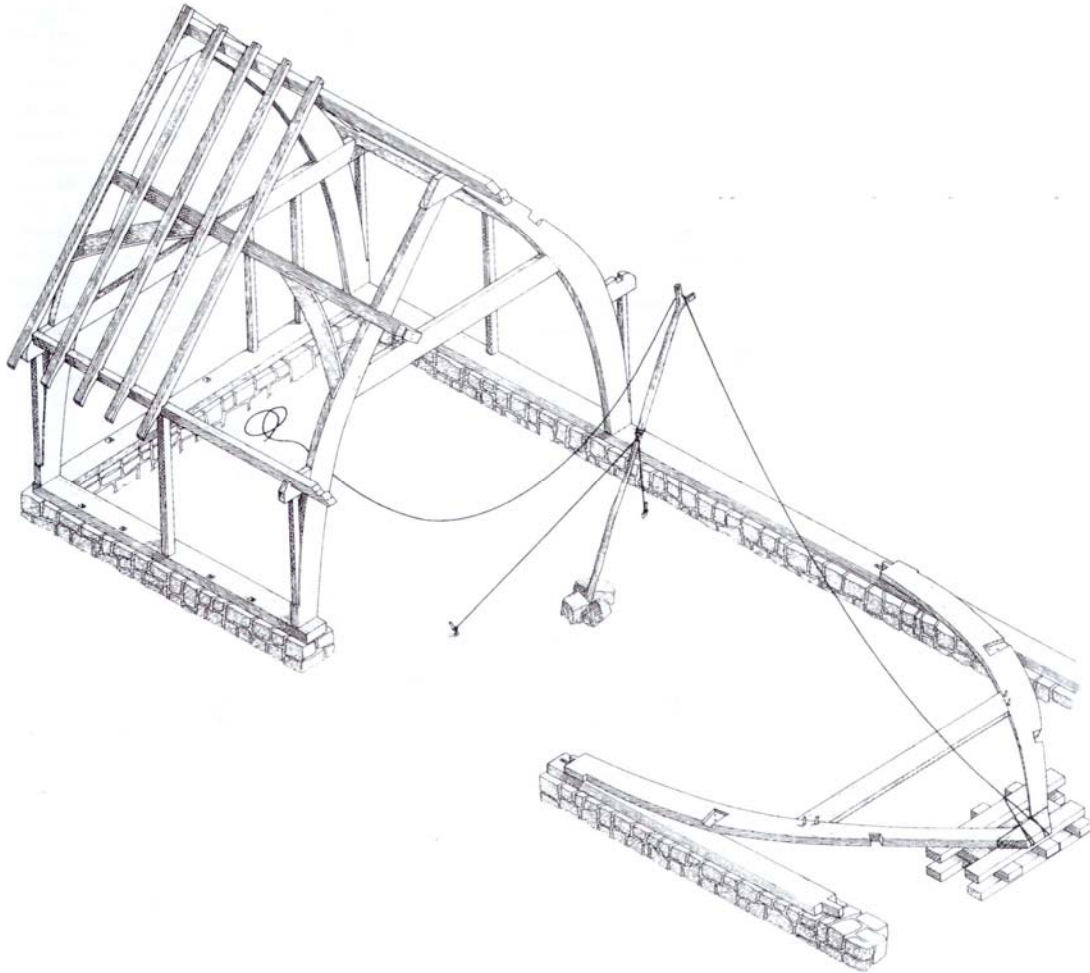
Düz makas: Alt ve üst başlık kirişleri birbirine paralel. Köşegenler üçgenleşmeyi sağlıyor. Paralel eğik başlıklı makaslar da mimarlıkta yaygın olarak kullanılır.

Tablo 3.1f Geniş açıklık geçilen ahşap sistemler [15]

YAPIM SİSTEMİ	AÇIKLAMA	UYGULAMA ÖRNEĞİ
ÜÇGEN MAKAS	 EĞİM $>12^\circ$ AÇIKLIK(m) 30-80 YÜKSEKLİK(m) $h \sim L/8$ Üçgen makas: Alt ve üst başlık kirişleri arasındaki eğimi gösteren a'nın belli bir açının altına düşmesi eksenel kuvvetleri büyüttüğü için olumsuz durumlar ortaya çıkarmaktadır.	
ÜÇGEN MAKAS (EĞİK ALT BAŞLIK)	 EĞİM $>14^\circ$ AÇIKLIK(m) 10-45 YÜKSEKLİK(m) $h \sim S1+S2/15$ Kafes kiriş: Doğrusal çubukların birleştirilmesiyle ortaya çıkan, bünyesinde sadece basınç ve çekme gerilmesi ile oluşan bir taşıyıcı sistem tipidir. Kafes kirişlerde şu koşullar sağlanmalıdır: • Düğüm noktaları mafsallı yapılmalıdır. • Bir düğüm noktasında birleşen çubukların eksenleri, düğüm noktasının merkezinde tek bir noktada birleşmelidir.	
KADEMELİ KAFES	 EĞİM — AÇIKLIK(m) 30-60 YÜKSEKLİK(m) — • Sisteme gelen dış yükler yalnızca düğüm noktalarına etki etmelidir. • Çubuklar düz ve doğrusal olmalıdır. • Kendi ağırlığı ile sehim yapabilecek uzunlukta çubuklar kullanılmamalıdır. • Statik olarak mafsallı düğümler ile yapılabilecek en küçük kafes kiriş geometrisi bir üçgendir.	
KASET DÖŞEME	 EĞİM 0° AÇIKLIK(m) $25 <$ YÜKSEKLİK(m) $h \sim L/20$ Kaset döşemeler: Birbirini ızgara biçiminde kesen kirişlerin oluşturduğu düzen kaset olarak adlandırılır. Genellikle kirişlerin yarattığı kare gözlerin üzeri bir döşeme plağı ile örtülmektedir. Betonarme yapılarda üstündeki betonarme plakla bütünleşen bu kiriş-döşeme sistemine kaset döşeme denmektedir. Lamine ahşap elemanlarla yapılan kaset döşemelerle 25 m'ye kadar açıklık geçilebilir.	

3.1 Ahşap Makasların Tarihi Gelişimi

Metal plakalı ahşap makaslar yapı tasarımcıları tarafından yüz yıllarca bilinen bir uygulama sisteminin gelişimi ile ortaya çıkmıştır. Mimari makas tekniği bir Roma keşfidir. Ancak kuzey Fransa’da 1100’lere, gotik dönem başlarına kadar yaygın hale gelmemiştir. Kilise inşası, genel bir yükseklik duygusu verme özelliğini geliştirmeye çalışmıştır. Bazı tavanlar 45 metre yüksekliğindedir. Ahşap çerçeve ve sonrasında da ahşap makas sistemler kilise yapılarında uygulama alanı bulmuşlardır. Şekil 3.1’de kilise yapımında kullanılan ahşap çerçeve sistemin uygulanma biçimi görülmektedir. Bu çerçeve sistem incelediğinde, ahşap makas sistemlere geçiş dönemi içerisinde yer aldığı görülmektedir.



Şekil 3.1 Makas sistemlere geçiş döneminde ahşap çerçeve sistem ile kilise yapımı (Sunley ve Bedding, 1985)

15 yy. da Leonardo Da Vinci'nin defterleri üçgen şekiller ile ayarlanmış iskelet öğelerinin dayanımı üzerine yorumlar ve çizimlerle doludur. Yapı öğelerini eğmek ve bağlamak bugün makas diye bildiğimiz ürünün ortaya çıkmasına neden olmuştur. 1940'lardan önce binalardaki çoğu makaslar ağır çelikten üretilmekteydi. Ahşap malzemenin yapı üretiminde kullanımı büyük binalarda ve köprülerle sınırlıydı.

2. Dünya savaşının ilk günlerinde geniş askeri binalar yapma gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bu talebi karşılamak için mühendisler çoğu durumda çatı iskeletlerinin yapımını hızlandırmak için ahşap makas sistemleri kullanmışlardır. Bu uygulama savaştan sonra da konut yapımlarında devam etmiştir. Emek sürecini kısaltmak amacıyla kolay kesimi yapılabilen kontrplaklar ortaya çıkmıştır. İlk kontrplaklar halen çivileme işlemini gerektirse de yapım sürecini kısalttığı için bir ilerleme olarak görülmekteydi. Emeği azaltmak ve makas üretimini arttırmak arayışı ile Caros Sanfort dişli bir levha icat etmiştir. Bu levha metalden yapılmıştı.ve mekanik bir alet tarafından kereste içine yerleştirilebilmekteydi. Bu metal bağlantılar bugünün modern bağlantılarının öncüsü olmuştur [5].

Makas üretiminde kullanılan keresteler de köklü biçimde değişmiştir. İlk günlerde sıradan yapı kerestesi kullanılmaktaydı. Bugün çoğu kereste, makineler tarafından işlenip basınç testine tabi tutulmaktadır. Bu basınç teknikleri yıllar boyu süren testlerin sonucunda oluşmuştur. Bu gelişmeler sonucunda günümüzde keresteler daha güvenilirlerdir.

Bu gelişmelere ahşap makas öğelerinin montajı ve kesim yöntemleri de eklenmiştir. Bilgisayar destekli testerelerin yaygın kullanımı, açılı ve uzunluk öğelerini derzlerle sabitletmesini eski el testerelerinin kullanımından daha fazla risksiz hale getirmektedir (Alpine, 2002).

Günümüzde yüksek mühendislik ürünü olan ahşap makas sistem, teknik özellikleri yüksek iki malzemeyi ortaya çıkarmıştır. Bunlar enerji verimliliği sağlayan yenilenebilir bir kaynak olan ahşap ve dönüştürülebilir bir kaynak olan çelik malzemedir (Alpine, 2002).

Tablo 3.2 de 15.y.y.'dan günümüze ahşap makas sistemlerin tarih süreç içerisindeki gelişimi yer almaktadır.

Tablo 3.2 Ahşap makasların tarihçesi

1560-1580	İtalyan mimar Ande Palladio, temel makas elemanının üç formunu geliştirdi (katı üçgen). Bu formların, bilimsel olarak kullanılan desteklerin en erken olduğu varsayılmaktadır.
1840	Howe makası, bir Birleşik Devletler patentini aldı ve Palladio'nun yolundan giderek, yaratılan basit bir makasın en erken formu oldu. Uzun açıklıklı köprü inşasında kullanıldı.
1844	Thomas W. Caleb Pratt, başka bir demir köprü makası ve ahşap bağlantısına patent aldı. Bu makas, (gerilim için) çapraz demir ağ elemanlarıyla Howe makasından ayrıldı. Dikey bağlantı elemanları ahşap malzemeden yapıldı.
1952	A. Carrol Sanford, Gri Plate metal makas plakasını icat etti.
1955	13 Temmuzda federal yapı idaresinin mimarî standart bölümü Sanford'un Gri Plate ürünü için ilk mühendisli ilan çıkarıldı. J. Calvin Jureit, çivili testere sistem A.Ş.den (şimdi MİTek Sanayileri), çivili plakayı yarattı. Bu plaka, tamamlayıcı tırnak kilidine gereksinim duymayan destekler için ilk metal bağlantı plakasıdır. Plakalar dikey yönde hareket eden beton hidrolik bir baskı ve hassas çelik tezgah kullanılarak, yapı kerestesine bastırıldı.
1960	Makas plaka enstitüsü (TPI) oluşturuldu. Cofounder J. Calvin Jureit, ilk iki dönem boyunca başkan olarak hizmet etti.
1962-1963	Bill Juriet'in, Kanada, Avrupa, UK, Güney Afrika, Avustralya ve Yeni Zelanda'ya metal makas plakasını genişlettiğini duyurdu.
1964	Silindir makas köprüsü (vinç), Carrol Sanford için çalışan bir mühendis olan "Jim poll" tarafından icat edildi.
1960-1970	Robert Broker, bilgisayar kaynak koduyla satılan ilk destek mühendislik bilgisayar yazılım paketini geliştirdi. TPI'in 1974 tasarım kriterini de temel aldı.
1970	Jack Schmitt, 4x2'li paralel başlıklı makas sistemi icat ettiğini duyurdu. Bu sistem genellikle, bir döşeme makası olarak kullanıldı.
1972	Gang Nail Systems, yeni bir bilgisayar programını geliştirdi.
1973	Carlos Rionda, "menteşeli plaka"yı geliştirdi. Bu plaka, taşımacılıkta yükseklik sınırlamalarını çözen ve modüler uygulamalar için kolaylık sağlayan bir plakadır.
1980	İlk bilgisayar ortamında otomatik çatı planı yapan program Gang Nail firması tarafından yapıldı.
1983	Amerika'nın Ahşap Makas Konseyi (WTCA) kuruldu.
1990	Rene Paul Lemyre, açık kiriş 2000'i icat etti. İlk kez tabakalı makas gövde elemanları kurtağzı olarak birleştirildi. Açık kiriş 2000,1993 BCMC gösterisinde ilk kez dünyaya tanıtıldı. Bu olaydan sonra, Kuzey Amerika'dan üç makas üreticisi açık kiriş 2000'in patentini satın aldı.
2001	Yapısal bileşen distribütörlerinin küçük bir grubu, yapısal bileşenleri dağıtan şirketlerin (SCDA) tümünü temsil etmesi için yapısal bileşen distribütör birliğini oluşturdu. Bu yapısal bileşen ürünlerinin örnekleri, 1 kirişler, LVL, tutkallı tabakalı kirişler, PSL ve zemin makaslarını kapsamaktadır.

3.2 Makas Sistemlerin Uygulama Nedenleri

Geniş açıklıklar makas sistemlerle ara destek elemanları kullanılmadan geçilebildiğinden, bu yapı sistemi tasarımcılar tarafından özgürce kullanabilmektedir. Makas sistemle geçilen geniş açıklık içerisinde ki yapısal bölünmeler, yapının yapısal bütünlüğünü etkilemeden serbestçe hareket edebilir. Ahşap makas sistemler; çatı iskeleti yapımında başarı ile uygulanabilmektedir. Bu ahşap makas sistemler, geleneksel yapım sistemine göre yarı zamanda uygulanabilmektedir. Ayrıca tasarım esnekliğinin yanı sıra ekonomiktir. Diğer tercih edilme nedenleri ise şöyle sıralanabilir (Alpine, 2002).

A. Mimar ve Mühendisler İçin Tercih Edilme Nedenleri

1. Makas şekilleri neredeyse sınırsız çeşide sahiptir. Böylece kendine özgü çatı şekillerine izin vermektedir.
2. Metal plaka bağlantılı ahşap makaslarla kemerli formların tüm çeşitleri yapılabilir.
3. Tarımsal ve ticari binalar gibi uzmanlaşmış yapı uygulamalarında kullanılan ahşap çatı makasları ile 25 metre açıklık geçilebilmektedir.
4. Endüstriyel projelerde kullanılan beton kalıbı, yapı iskelesi gibi yapı elemanlarının kullanımını ahşap makaslar minimuma indirmektedir (WTCA ve TPI, 2006).
5. Çatı ve döşeme makaslarının açık ağ biçimindeki strüktürü, sıhhi tesisat, elektrik ve mekanik tesisatlarını uygulanmasında son derece kolaylık sağlamaktadır [6].
6. Eğik makasın alt başlık kirişi eğimli yapılar ya da paralel başlıklı eğik makaslar farklı kotlarda desteklere mesnetlenerek, eğik çatı formları kolayca yapılabilir.
7. Tavan arası makasları, çatı boşluğunun içindeki alanları yaşanabilir kılacak biçimde tasarlanmaktadır [13].
8. Makaslar, kompleks tasarımlar ve sıra dışı durumlar için yapı tasarım özgürlüğünü engellemeden basit çözümler sunarlar.

B. Müteahhitler   in Tercih Edilme Nedenleri

1. Montaj  ncesi yapı bileşenlerini kullanmak şantiyede daha az atı a neden olmaktadır. Bu durum, i  güvenliği sa lar ve temizlik maliyetini azaltır.
2. Makaslar, doğruluğu ve kaliteyi sağlayan bilgisayar destekli bir üretim ortamında üretilirler.
3. Makaslar hafiftir ve kurulumu kolaydır. Kurulum   in, basit yapı makinelerine gereksinim duyulur.
4. Makas maliyetleri daha önceden belirlenebildi i   in giderler kontrol edilebilir.
5. Kafes gövdeli makas tasarımı, boru tesisatının, elektrik kablolarının, ısıtma ve soğutma hava kanalları şebekesinin kolay d  enmesine izin verir.
6. Makaslar hızlı bir biçimde teslim edilir (Alpine, 2002).

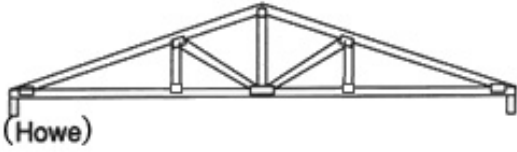
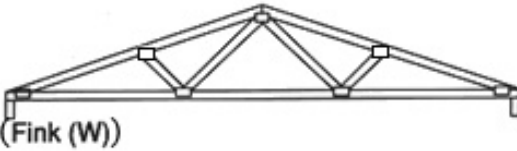
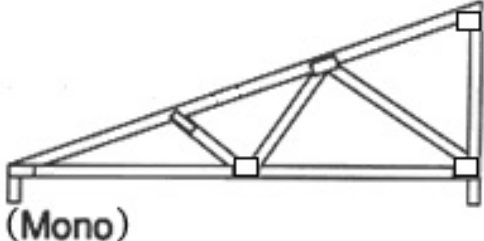
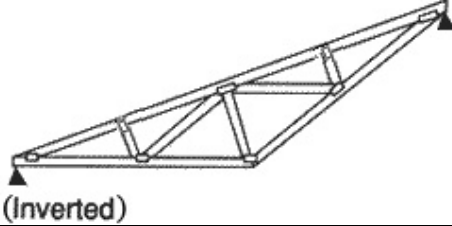
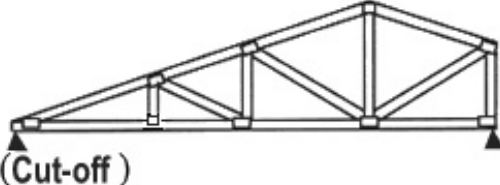
C. Mal Sahibi   in Tercih Edilme Nedenleri

1. Mal sahibi makasların profesyonel mühendislik ürünleri olduklarını ve özel i ler   in üretildiklerini bilmenin rahatlı ına sahip olabilir.
2. Ahşabın esnekliği konforlu bir d  emeyi sa lar.
3. Ahşap doğal bir ısı yalıtım malzemesidir.      binlerce hücreden oluşur ve ısının yalıtımını bu yolla sa lar [4].
4. Tekne tonozlu ya da stüdyo tavanlar gibi çatı makası detayları; ev, ofis ve ticari binaların estetiğini ve konforunu artırır.
5. Zemin makasları tavan tesisatı   in geniş bir d  zem bırakarak mekanik tesisatı perdeleyebilir. Bu d    k katta bitmiş odalar   in idealdir.
6. Makaslar, geniş açıklık geçebilme özelliği sayesinde altlarındaki mekanların serbestçe kullanımını sa lar. Böylece yeniden modelleme sürecinde kolaylıkla da taşınabilir (WTCA ve TPI, 2006).

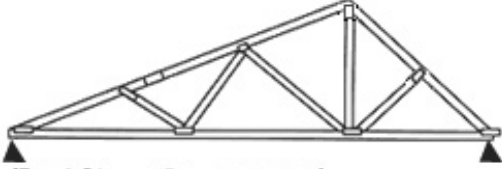
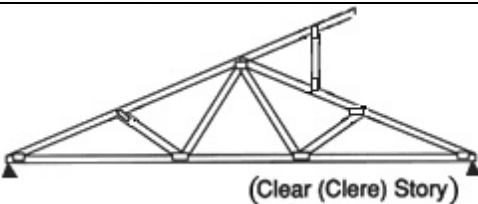
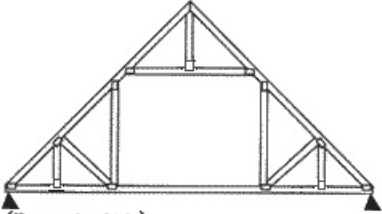
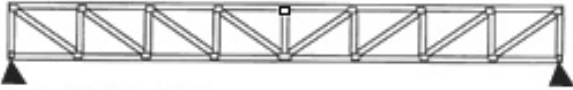
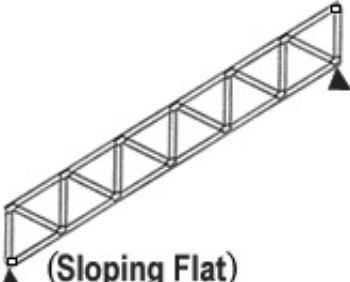
3.3 Makas Şekilleri

Ahşap Makaslar, yüzlerce farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlardan en çok kullanılan ahşap şekilleri ve özellikleri Tablo 3.3'te verilmektedir.

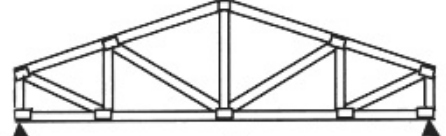
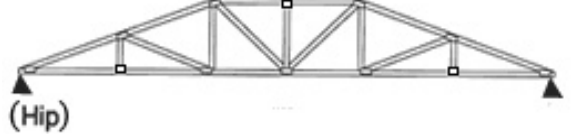
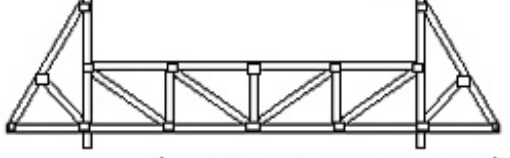
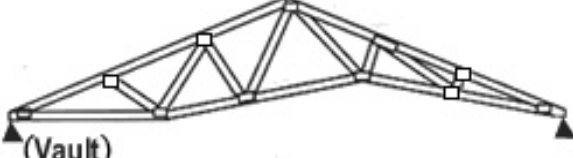
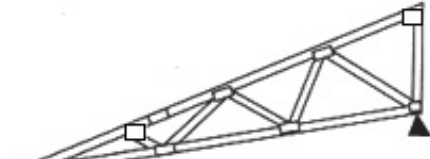
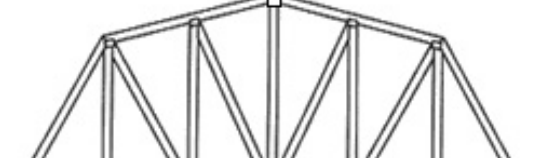
Tablo 3.3a Ahşap makas şekilleri [13]

MAKAS ADI	MAKAS BİÇİMİ	AÇIKLAMA
Üçgen Makas	 (Howe)	Bu tip makaslar, genel olarak basit açıklıklarda kullanılmaktadır. Makas yükseklikleri genel olarak 3 metreyi geçmemektedir. Bu yüzden kara taşımacılığında sorun yaratmamaktadır.
	 (Fink (W))	
	 (Kingpost)	
Yarım Üçgen Makas	 (Mono)	Bu makas şekli, az yada geniş açıklıklarda kullanılabildiği gibi konsol olarak da çalıştırılabilir. Üst başlıktan mesnetlenmesi de mümkündür.
Ters Üçgen Makas	 (Inverted)	Ters çevrilerek kullanılan bu makas eğik ya da kemerli bir tavan sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.
Kesik Üçgen Makas	 (Cut-off)	Bu makas, üç köşeli bir makasın uygulanamayacağı yerlerde, makasa ait bir kolun kesilmiş biçimi ile kullanılabilmektedir.

Tablo 3.3b Ahşap makas şekilleri [13]

MAKAS ADI	MAKAS BİÇİMİ	AÇIKLAMA
Çift Eğimli Üçgen Makas	 (Dual Slope (Double Pitch))	Bu makas asimetrik bir çatı eğimi sağlamaktadır.
Mahya Makası	 (Clear (Clere) Story)	Mahya makası, kademeli bir çatı görünüşü sağlar.
İki Parçalı Üçgen Makas (Piggyback)	 (Three Piece Long Span or High Pitch (field connected))	Piggyback makası iki bölümden oluşan bir makas çeşididir. Alt bölümde kalkan duvarı gibi duran makasın üst başlığı ile en üstte yer alan üçgen makasın alt başlığının birleşmesi ile oluşan bir sistemdir. Üç köşeli bir makasın taşınması için fazla büyük olduğu zamanlarda kullanılır.
Attic Makas	 (Room-In-Attic)	Tavan arası makası, çatı boşluğunda kullanılabilir alan sağlamaktadır. Alt başlık çatı döşemesi olarak tasarlanmaktadır.
Paralel Başlıklı Makas	 (Flat (Pratt))	Bu makas çatılarda veya zemin döşemesinde kullanılmaktadır. Dar ya da geniş açıklıklarda da kullanılabilir. Bir ya da iki ucundan mesnetlenebilmektedir. İnşa edilirlerken, yukarıdan ve kendi ağırlığından kaynaklanacak eğilmeyi engellemek amacıyla üst ve alt başlık az bir eğimle yapılmaktadır.
Eğimli Paralel Başlıklı Makas	 (Sloping Flat)	Bu makas, mekan içerisinde de eğimli bir tavan yaratmak için kullanılır.

Tablo 3.3c Ahşap makas şekilleri [13]

MAKAS ADI	MAKAS BİÇİMİ	AÇIKLAMA
Trapez Makas	 (Sloping Chord Flat)	Bu şekil, makasın her iki kenarında basınç dayanımı sağlamak için kullanılır.
Üst Başlığı Kesik Üçgen Makas	 (Hip)	Bu makas genellikle, kırma çatılarda üst başlığı düz bir sırt makası yaratmak için kullanılır
Mansard Makas	 (Double Cantilever with Parapets)	Bu makas, mansard çatı düzenlemek için kullanılır.
Alt Başlığı Kırık Üçgen Makas	 (Vault)	Alt başlığı kırık üçgen makas, açıklığın bir bölümü boyunca kemerli bir tavan oluşturur.
Alt Başlığı Kırık Üçgen Makas	 (Howe Scissors)	Makas, açıklığın tamamı boyunca eğimli bir tavanı yaratmak için kullanılır. Genellikle Alt başlığın eğimi, üst başlığın eğiminin $\frac{1}{2}$ 'sine eşittir. Büyük makaslarda, makaslar genellikle iki parça halinde yapıp, inşaat sahasında birleştirilir.
Eğimli Yarım Üçgen Makas	 (Scissors Mono)	Yarı makas, tek eğimli yarım kemerli tavan oluşturulmasında kullanılmaktadır.
Mansard Makas	 (Gambrel)	Bu makas, ambar yapılarından alışkın olduğumuz şekilde çatı profili yaratmakta kullanılır.

3.4 Makasların Tasarım ve Üretim Ölçütleri

Ahşap Makasların tasarımı ve üretimi için bazı bilgilere gereksinim vardır. Bu bilgilerin oluşturduğu ölçütler Amerika’da şu şekilde sıralanmaktadır [4].

Makas Üreticileri Tarafından Gereksinim Duyulan Bilgilerin Oluşturduğu Ölçütler

- Yapım yönetmeliği
- Bina kullanımı
- Geometri
- Bütün mafsallıkların boyutları ve yerleşimi
- Makasların merkezden merkeze uzaklığı
- Tasarım yükleri
 - Hareketli ve hareketsiz yükler (Çatının ağırlığı, kar vb.)
 - Sprinkler ya da mekanik tesisat gibi noktasal yükler
 - Özel yük durumları
 - Yatay Yükler (Rüzgâr ve sismik yükler)
- Özel koşullar
 - Çevre koşulları vb.

Her bir ölçütün açılımı ise aşağıdaki gibidir.

- **Yapım Yönetmeliği:**

Genel olarak yerel yapım yönetmelikleri ulusal bir model yönetmeliğine dayanır. Ancak çoğu yerel yönetimler, makas tasarımını farklılaştırmaya yönelik istediği değişiklikleri uygulamaktadır. Bu nedenle makas tasarımcılarının yerel yönetimlerin bütün yönetmeliklerinden haberdar olması gerekir. Söz konusu model yönetmelikleri, Uluslararası yapım yönetmeliği (IBC) ve Uluslararası ikamet yönetmeliği (IRC)’nden oluşmaktadır. Her ikisi de uluslararası yönetimlik kurulu tarafından (ICC) ve ulusal yapım yönetmeliği (BOCA) tarafından yayınlanmıştır (WTCA ve TPI, 2006).

- **Bina Kullanımı**

Bina düzenlemeleri ve makasların geçecekleri açıklıklar çok çeşitli bina kullanımları nedeniyle farklılaşır. Tek ve çok aile konutu, ofisler, perakende satış yerleri ve üretim binaları gibi kullanım işlevleri belirlenebilir [6].

- **Geometri**

Makas geometrisi, makasların dış geometrisini ya da kesitini şekillendiren çatı eğik yüzeyi ve makas açıklığı (dıştan dışa mesnet noktaları ve konsol) ile belirlenir. Makas gövdesi konfigürasyonu tasarımcı ve mühendis tarafından belirlendiği gibi üretilmelidir. Ayrıca minimum kereste boyutu gerekliliklerine de uyularak makas üretimi gerçekleştirilmelidir (WTCA ve TPI, 2006).

- **Taşıyıcılar**

Ölçü ve boyut bakımından yerleşimi belirleyen taşıyıcıların iç ve dış tüm noktaları belirlenmelidir. Makaslar, mesnet noktalarındaki reaktif güçler belirlenerek, taşıyıcı yüzeyinin ezilmesini engelleyecek biçimde boyutlandırılmalıdır.

- **Aralıklar**

Makasların merkezden merkeze aralığı verilmelidir. Eğer makaslar merkezden ihtiyaç doğrultusunda fazla aralıkla yerleştiriliyorsa, makasları birbirlerine bağlantı yöntemini ve aşık aralığını belirtmek gerekmektedir.

- **Tasarım Yükleri**

Makas tasarım yükleri, eşit biçimde dağılmış ya da çeşitli yerlerde toplanmış biçimdeki hareketli ve hareketsiz yükleri kapsamaktadır.

Hareketli yükler, sabit olmayan yüklerdir. Kar, rüzgar, yağmur ya da sismik güçler gibi çevresel yükler hareketli yüklerdir. Ayrıca geçici yapı malzemeleri ve zemin yüklerinin ağırlığı da hareketli yükler kapsamında yer almaktadır. Hareketli yükler yapı tasarımcısı ve mühendisi tarafından göz önüne alınmaktadır. Hareketli yükler yerleşim ve kullanım açısından değişebilir ve metre kareye kilogram ya da diğer birimlerde açıkça tanımlanarak hesaplanmalıdır [4].

Hareketsiz yükler, ölü yüklerdir. Yapıdaki malzemelerin ya da yapıya sabit olarak yerleştirilmiş elemanların ağırlıklarıdır.

Özel yükler, hareketli ya da hareketsiz olabilir. Özel yüklere örnek olarak mekanik elemanlar, vinçler, hareketli bölme duvarları ve yangın sistemleri vb. gösterilebilir. Makasa gelen yükler, makas ağırlığı, makasların yerleştirilmesi ve makasların yerlerine montajı, mühendis tarafından sağlanmalıdır (WTCA ve TPI, 2006).

3.5 Makas Tasarımı

Makas tasarımı mal sahibinin istekleri doğrultusunda onun belirlediği bir mimar ya da mimari bir ekip tarafından birkaç ana tasarım ölçütleri dikkate alınarak yapılabilmektedir. Makas tasarım ölçütleri şu şekilde sıralanabilir:

- Binanın boyutu
- İnşa edilme süresi
- Makasın şekli ve boyutları
- Makasın hangi noktalarından desteklenip mesnetleneceği
- Çatı malzemelerinin tipi (Kaplama malzemesi, yalıtım vb.)
- Makasa etki edecek yüklerin tanımlanması
- Makas için istenen özel gereksinimler.

Makası tasarlayan kişi ile uygulamasını yapacak kişinin, makasa ait detayları belirleyebilmesi için koordineli bir şekilde çalışmaları gerekmektedir. Genel olarak, tasarımcı veya uygulayıcı, çatı sisteminin her parçasını makas sistemini düşünerek tasarlamalı ve böylece elemanlar arasındaki uyum sağlanmalıdır. Makas plaka üreticisinin mühendisi makas tasarımını inceler ve gerekli çalışmaları yaparak üretici ve uygulayıcıya bildirir [13].

Kuzey Amerika’da ahşap makas tasarımları, yapı sınıflarına göre belirlenmiş standartlar ve kodlar temel alınarak üretilmektedir [5].

Makas bağlantı plakaları patentlidir. Bu yüzden farklı sistem özellikleri meydana gelir. Makas plakaları referans gösterilen standartlar gereğince test ve analiz edilir ve son şeklini alır. Elde edilen ürün (CCMC) ulusal belge birliği tarafından incelenir. Bir tasarımcı ile bir müteahhittin yaptıkları ön görüşmelerde, tasarım en verimli ve en maliyetli halini almış olabilir [13].

Makas tasarımı, bütün elemanları ve bağlantı plakalarını tasarlayan bilgisayar programları tarafından analiz edilerek yapılacak olan üretim kolaylaştırılır.

Yukarıda bahsedilen makas tasarım ölçütleri dışında makasın şekillenmesinde önemli rol oynayan özel koşullarda mevcuttur (WTCA ve TPI, 2006).

3.5.1 Makas Tasarımında Dikkat Edilecek Özel Koşullar

Makas tasarımımda önemli olabilecek özel koşullar şunlardır;

1. Makasların gerekenden daha kaba şekilde işlenmesine neden olabilecek şantiye koşulları dikkate alınarak, makas üretim yerlerinde makasa ait işlemler bitirilmeli,
2. Yüksek nem ve ısı koşulları dikkate alınmalı,
3. Rüzgâr yüklerini kolonlara iletebilmek için makas formu ve destek elemanlarının kullanımına dikkat edilmeli,
4. Üretilen makasın yangın dayanımı belirlenmeli,
5. Yüksek seviyedeki bitişik düzen çatılarda biriken karların daha alt seviyedeki çatılara düşerek çatılara ek yük getirmemesine dikkat edilmeli ya da gelebilecek olan ek yüklerin düşünülerek çatı makası hesapları yapılmalı,
6. Sahil yerleşimlerinin rüzgâra normalde olduğundan daha fazla maruz kaldığı düşünülerek makas tasarımı ve boyutlandırılması yapılmalı,
7. Kar birikmesine neden olacak ya da suyun çatıdan serbest akışını engelleyecek parapetler ile engellemeye neden olabilecek baca vb. gibi diğer yapı elemanları dikkate alınmalı,
8. Makas yapım süreci boyunca makasta kullanılan ahşap parçaların ve makasın deformasyona uğramamasına dikkat edilmeli,
9. Çatı ya da zemin iskeletinin yük taşıma kapasitesini etkileyecek diğer durumlar göz önünde tutulmalıdır (Alpine, 2002).

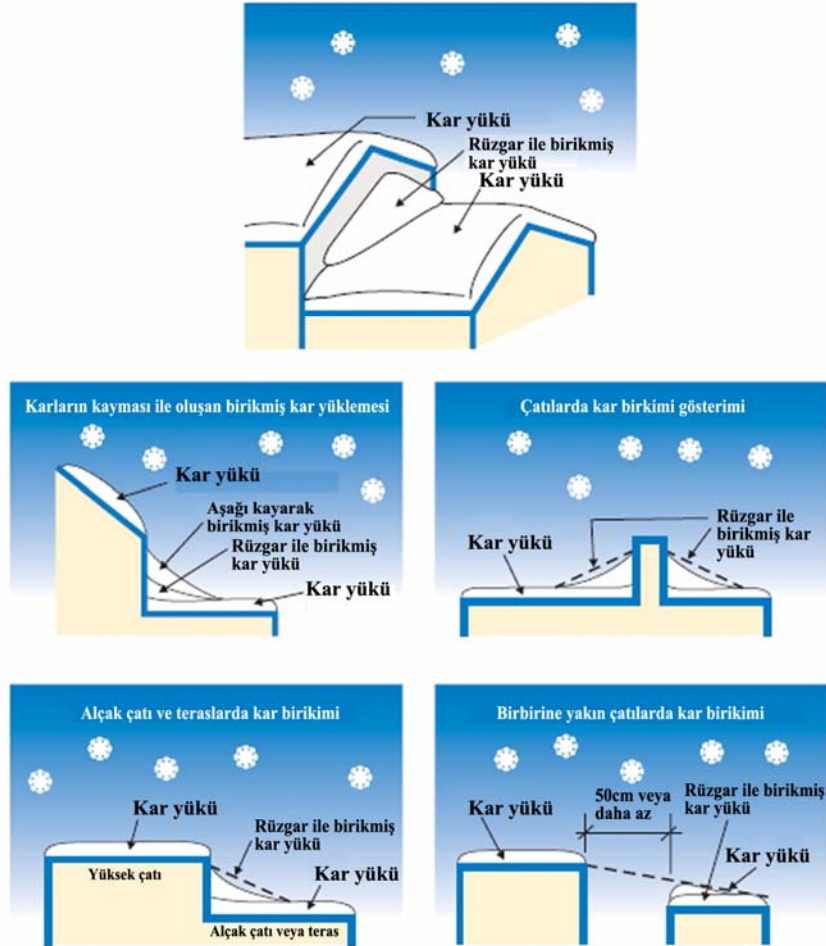
Belirtilen bu koşulların eksikliği çatı makaslarının performansını tehlikeli ölçüde etkileyebilmektedir.

Dış koşullar içerisinde makasa etki eden en önemli etkenler kar ve rüzgar yüküdür.

A. Kar Yüğü

Çatı tasarımımda önemli bir etken de, değişik kar yüklerini hesaplamaktır. Parapetler ve ilaveler ya da değişik detaylar içeren çatılar ve yapılar olası ek bir kar birikimi içinde tasarlanmalıdır. Çatı eğimi, yüzey malzeme dokusu ve yalıtım, kar ve buz birikimini etkileyebilir. Yıllık kar yağışı, dağlar, düz alanlar ve denizden uzak alanlar gibi bölgesel özelliklerden etkilenebilir. Amerikan Sivil Mühendisler Derneği (ASCE), kar birikimi

yükünü belirleyen ayrıntılı bir prosedürü içeren “Binalarda ve diğer yapılarda minimum tasarım yükleri” adlı bir makaleyi kendi dergilerinde yayınlamışlardır (Alpine, 2002). Türkiye’de de her bölgeye ve değişik yapılara ait detaylı bir kar yüklerinin araştırılması ve ilgili kurumlar aracılığı ile yayınlanması gerekmektedir (WTCA ve TPI, 2006).



Şekil 3.2 Çeşitli yapı yerleşmesinden ve çatı formlarından kaynaklanan kar birikimi (Alpine, 2002).

Şekil 3.2’de Uluslararası Çatı Yönetmeliği (IBC) ve Uluslararası Yapım Yönetmeliği (IRC) tarafından karşılaşılabilecek durumlar gösterilmektedir [5].

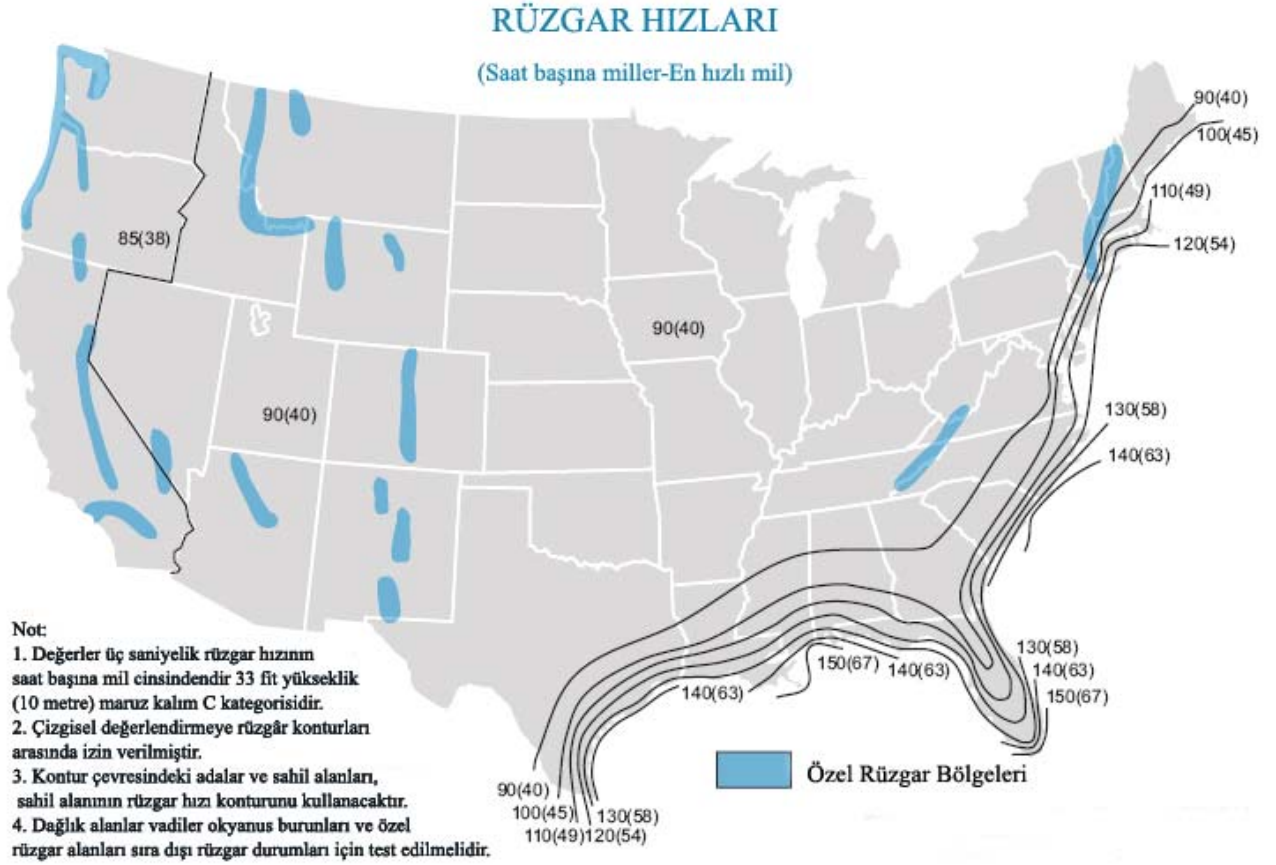
B. Rüzgar Yüğü

Metal bağlantı plakaları ile birleştirilmiş ahşap makaslar, fırtınalar ve tornadolar gibi yüksek rüzgar durumlarında mükemmel biçimde performans göstermektedirler. Amerika'daki Hügo, Andrev ve İniki fırtınalarından sonra binaların gördüğü hasarlar hakkındaki son araştırmalar, metal bağlantılı plakalar ile birleştirilmiş ahşap makaslarının güçlülüğünü göstermektedir. Makasların tasarımında kullanılan rüzgâr yükü birçok etkene bağlıdır. Aşağıda makasların tasarımında kullanılan rüzgâr yükü üzerinde etkisi olabilecek etkinliklerin bölümsel bir içeriği yer almaktadır (WTCA ve TPI, 2006).

- Rüzgar yükleri ülkemizde ve birçok ülkede yönetmelikler kapsamındadır. Amerika'da ise yerel yönetmelikler kapsamında ele alınmaktadır. Örnek verecek olursak, bu temel yönetmeliklerden bir tanesi, Güney Florida yönetmeliği (ASCE7-98)'dir. Bazı durumlarda özel yerel yönetmeliklere gereklilik duyulabilmektedir.
- Temel rüzgar hızı haritasında binanın yeri önemlidir.
- Yapılara ait çatıların rüzgar geçirgenliğinin olup olmamasına dikkat edilmelidir. Konut çatıları genelde kapalı olarak yapılmaktadır. Tarımsal yapıların çatıları ise kapalı, bölümsel kapalı ya da tamamen açık olarak yapılabilmektedir.
- Binanın rüzgara maruz kalma kategorisine dikkat edilmelidir.
- ASCE7-98 yönetmeliği tepelerde ve dik şevlerde kurulu binalar için düzenlemeleri içerir. Tepelerde ve dik şevlerde yapılan yapılara etkiyen rüzgar yüküne dikkat edilmelidir (WTCA ve TPI, 2006).
- Eğer yapı tasarımcısı yanal yükleri transfer etmek için kiriş makaslarını payanda olarak kullanmayı düşünüyorsa, inşaat mühendisi tarafından yüklerin belirlenmesi ve makas çözümlerinin bunlara göre düzenlenmesi gerekmektedir [22].
- Yapı tasarımcısının rüzgarın hızını, makasın rüzgar geçirgenliğini, yapının ve çatı makaslarının rüzgara maruz kalmasını, yapının yerleşimini makas tasarımını etkileyecek diğer hesaplamalara ek olarak belirlemesi gerekmektedir (Alpine, 2002).

Özel ankraj ürünleri, taşıyıcı destek elemanına, rüzgar etkisinde kalan çatı makaslarını bağlamak için gerekli olabilir.

Şekil 3.3'te ASCE7-98 yönetmeliğine ait Amerika da ki bölgelere ait rüzgar hızları gösterilmektedir. Ülkemizde, Amerika da kinin benzeri bir rüzgar haritasının çıkarılması gerekmektedir.

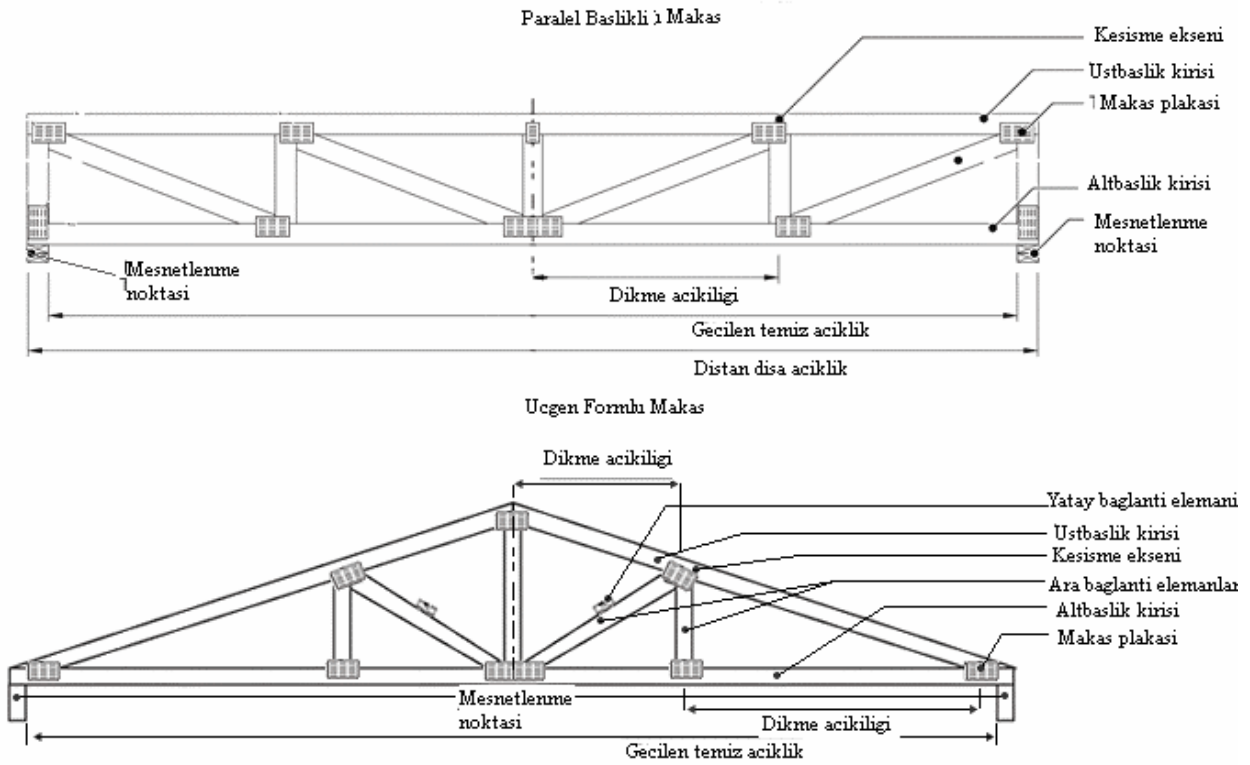


Şekil 3.3 Amerika'daki bölgesel rüzgar hızları ((Alpine, 2002).

3.6 Makası Oluşturan Parçalar

Tasarımcının makas geometrilerini bilmesi, yüklerin aktarım yollarının çözümünde kolaylık sağlamaktadır. Makaslar birçok şekilde ve yapıda oluşturulabilmektedir. Bunlardan paralel başlıklı makaslar döşeme ve düz çatılar; eğik başlıklı makaslar ise kırık çatı uygulamaları için kullanılmaktadır [5].

Makaslar çok sayıda çatı formunu sağlayabilecek çeşitlilikte üretilebilir. Şekil 3.4'te paralel başlıklı makas ve üçgen makasların gösterimi ve bu makasları oluşturan parçaların isimlendirmesi yer almaktadır.



Şekil 3.4 Üçgen ve paralel başlıklı makaslarda makası oluşturan parçalar [13].

Ahşap makas yapımında kullanılan yapı parçalarını incelediğimiz gibi ahşap makas yapımında kullanılan malzemelerinde incelenmesi gerekmektedir.

3.6.1 Makas Yapımında Kullanılan Malzemeler

Makas yapımında kullanılan malzemeler, yapı kerestesi ve güçlendirme plakaları şeklinde iki başlıkta incelenebilir.

A. Yapı Kerestesi

Ahşap makasların birçoğu görsel olarak ya da özel makinelerle çekme ve basınç oranları ölçülerek sınıflandırılmış yapı keresteleri kullanılarak üretilmektedir. Makas alt ve üst başlık kirişlerinde, hesaplanmış stres yükleri ve makas tipleri yüksek dayanım kalitesi gerektirdiği için, makine stres ölçümü yapılarak sınıflandırılmış kereste elemanlar kullanılır. Örneğin Kanada’da yapılacak tüm makasların, ölçümü yapıp sınıflandırılmış kerestelerden üretilmesi zorunludur. Yük ve makas açıklıklarına bağlı olarak makas parçalarının kesitleri değişmektedir [13].

B. Güçlendirme Plakaları

İlk makaslar kontrplak plakaların çivili birleştirilmesiyle inşa edildi. Bu makaslarla geniş açıklıklar geçilebiliyordu. Ancak yapım ve uygulama aşamaları uzun bir zaman diliminde gerçekleşiyordu. 1950'lerde metal bağlantı elemanlarının gelişimi ve kullanımı, makas üretimi endüstrisinin dar ve geniş açıklıklı makasların daha hızlı ve verimli bir biçimde üretiminin gerçekleşmesini sağlamıştır. İlk olarak metal plakalar Birleşmiş Milletler de geliştirildi. Makas plakaları, günümüzde hafif makas sistemlerin bağlantısında yaygın olarak kullanılmaktadır [4].

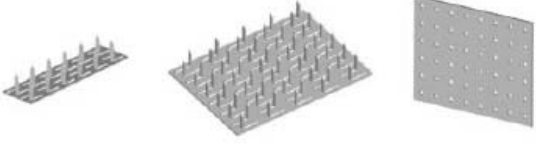


Resim 3.1 Ahşap makaslarda metal plakaların kullanıma ait uygulama örneği

Çok etkin üretim teknikleri ve makinelerin kullanımı ile makasların prefabrikasyonu hızlı bir artış göstererek ahşap makas sistemlere yaygınlık kazandırmıştır. Bugünün ekonomisinde, hızlı inşa edilip teslim edilen makas sistemler, diğer yapım sistemleri ile çatı ve döşeme yapımında rekabet edebilmektedir (WTCA ve TPI, 2006).

Günümüzde hafif makas sistemlerin birçoğu, galvanizli çelik plakalar ya da metal bağlantı plakaları ile bağlanmaktadır. Plakalar; plaka dişlerini delerek açan ve istenilen boyutta kesen yüksek devirli makinelerle üretilmektedir. Tablo 3.4'te görüldüğü gibi bağlantı plakalarının boyut ve şeklini, bağlantı noktasındaki geometri ve o noktaya etki eden yükler belirlemektedir. Metal plakaların kullanımı, fabrikasyon üretim sahalarında makasın daha tutarlı ve güvenilir bir şekilde üretimini sağlamaktadır [6].

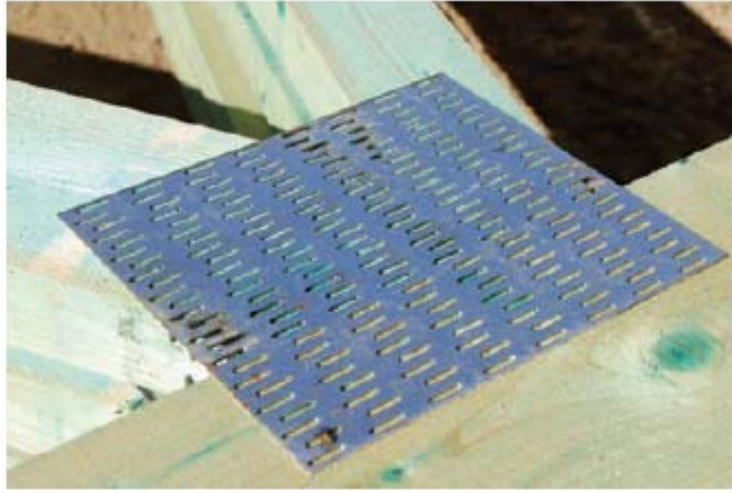
Tablo 3.4 Ahşap elemanların bağlantılarında kullanılan metal plaka örnekleri [11]

Metal dişli plakalar 	Mertek ve Aşıkların sabit yada kayıcı mesnetlenmesini sağlayan metal plakalar 
Açılı metal plakalar 	Sabit veya ayarlanabilir başlıklı metal plakalar 
L ve T tipi bulonlu metal plakalar ve Halka tipi dişli metal plakalar 	İç mekan ve dış mekanlarda kullanılan metal bağlantı plakaları 

Metal bağlantı plakaları, plakadaki dişler sayesinde üzerine gelen yükleri, birleştirdiği parçalar arasında dağıtır. Bağlantı plakalarının dayanımı; plaka dişlerinin şekline, uzunluğuna, sıklığına ve gerilme kapasitesine bağlıdır. İnşaat esnasında plaka deformasyondan korunmalı ve minimum sayıda diş geçirilmiş olması üreticinin kalite güvence personeli tarafından kontrol edilmelidir (WTCA ve TPI, 2006). Her plaka özel olarak tasarlanmış baskı makineleri veya silindirik sıkıştırma ekipmanları tarafından uygulanarak ahşap parçaları birbirine bağlamaktadır. Resim 3.2’de ahşap makas elemanlara dişli metal plakaların preslenme işlemi görülmektedir. Resim 3.3’de ise dişli plakalar ile bağlantıları sağlanmış bir ahşap makastan düğüm noktası detayı görülmektedir.

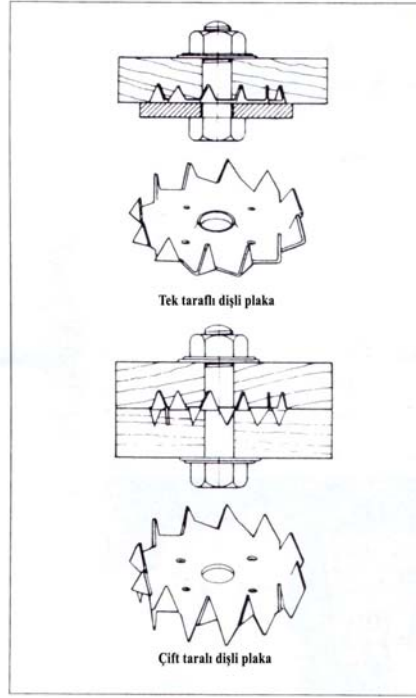


Resim 3.2 Ahşap makas elemanların metal plakalar ile birleştirilmesi [11]

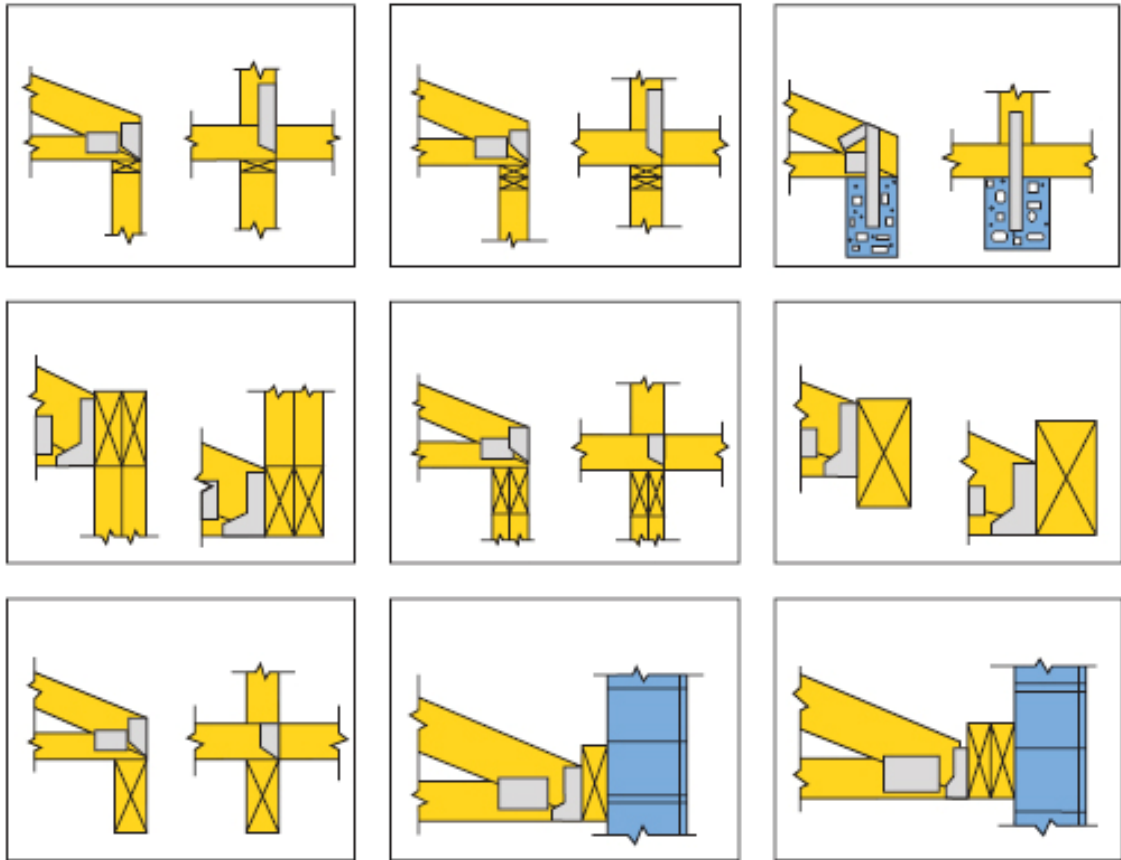


Resim 3.3 Dişli plakalar ile birleştirilmiş bir ahşap makas düğüm noktası detayı [11]

Plaka enleri 25 mm'den 300 mm'ye ve uzunluğu 600 mm ve üzerinde üretilmektedir. Plakaların diş derinlikleri 6 mm ile 25 mm arasında değişmektedir. Çivili plakalar inşaat sahasındaki montajlarda kullanılmak amacıyla üretilmektedir [4]. Metal plakalar makas uygulamalarında çeşitli şekillerde uygulanarak, uygulamacılara çok çeşitli mesnetlenme çözümleri sunmaktadır. Şekil 3.5'te tek ve çift taraflı dişli halka tipi metal makasların uygulama biçimi, Şekil 3.6'da ise makasların metal bağlantı elemanları ile mesnetlenme biçimleri görülmektedir.



Şekil 3.5 Tek ve çift taraflı dişli metal plakaların uygulanma biçimleri (Sunley ve Bedding, 1985)



Şekil 3.6 Çatı makaslarının metal plakalar ile mesnetlenme biçimleri (Alpine, 2002).

Islak zeminlerin bulunduğu nemli servis hacimlerinde kullanılacak makaslarda daha özenli olunmalıdır. Makas plakaları, yarıлма dayanımı düşük ahşap elemanlarla kullanılmamalıdır. Tarım yapılarının koşulları metallerdeki korozyonu arttırabileceğinden, daha yüksek kaliteli galvanizleme, kaplama veya paslanmaz çelik makas plakalarının kullanımı gerekebilmektedir (Alpine, 2002).

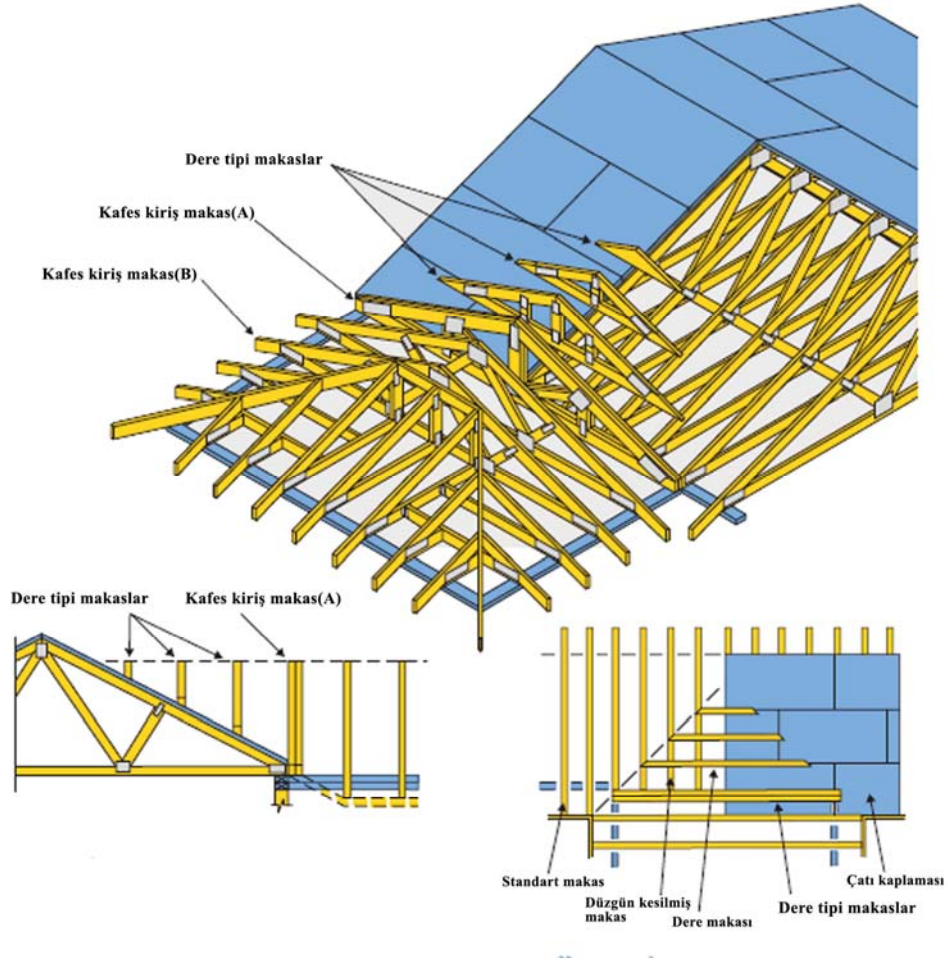
3.7 Kafes Kiriş Makaslar

Kafes kiriş makasları iki ana amaç için kullanılmaktadır. Bu kullanım biçimleri Şekil 3.7’de gösterilmektedir. Birinci amaç (Kafes kiriş makası A); L, T, H ve U şekilli yapıların içerisinde taşıyıcı duvar gereksinimini kaldırmaktadır. Kafes kiriş birbirine geçmiş makasların bir ucunu desteklemek için kullanılır [4]. Makaslar, askı elemanları aracılığıyla alt başlık tarafından makas açıklığı boyunca taşınırlar. Kafes kiriş makaslarının ikinci kullanımı (kiriş makası B), kırma çatılardaki dikey iskeleti desteklemek içindir. Bazı planlarda kiriş makası A ve B aynı anda kullanılabilir. Sırt iskeleti, çivileme yapılar ya da çivili plakalar kullanılarak hem üst hem de alt makas başlıkları aracılığıyla makas açıklığı boyunca taşınır (WTCA ve TPI, 2006). Kafes kiriş makasları taşıdıkları ağır yükler nedeniyle daha geniş kiriş elemanları olan çoklu birimlerdir. Genel olarak makasın yapısı nedeniyle makasın uçları konsol olarak kullanılmaz. Kafes kiriş makasları sadece düşey yükler için değil, yapı tasarımcısı tarafından belirlenmiş ve hesaplanmış yanal yükler içinde tasarlanabilir [6].

3.7.1 Dere Makasının Yerleştirilmesi

Dere makasları dik açılı yapı kesitlerinin kesiştiği ana çatı iskeleti üzerinde kullanılır. Dere makasları doğrudan ana makasların üzerine kurulur. Çatı kaplama örtüsü ana makaslarda 2x4 (birim) ebatlarında üst başlık ebatlarının belirlenmesini sağlayan etkenlerden birisidir. Dere makaslarının arka arkaya devamlı bir şekilde yerlerine yerleştirilmelerinden önce ana makasların birbirlerine yanal destekler ile bağlanmaları gerekmektedir [22].

Dere makaslarının alt başlıkları, yerleştirilecekleri çatının eğimini karşılamak amacıyla genellikle çatı eğimine göre pahlanmaktadır.



Şekil 3.7 Beşik ve dere makaslarının birbirleriyle ilişkisi (Alpine, 2002)

3.7.2 Beşik İskelet Sistem Kalkan Duvarı

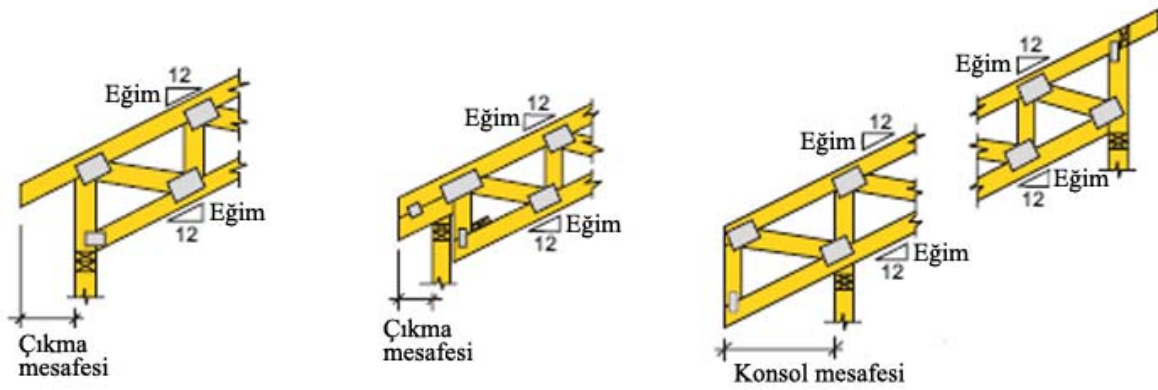
Beşik çatılardaki kalkan duvar, makasın üçgenlere bölünmemiş şekline benzemekle beraber daha çok alt ve üst başlıkları birbirine bağlayan duvar dikmelerinden oluşmaktadır. Aynı zamanda bu dikmeler yapısal elemanlardır ve makas tasarımında olduğu gibi rüzgar ve sismik yüklere dayanacak şekilde analiz edilmektedir. Çerçeve şeklinin ve gövde elemanlarının tasarımı kaplama tahtasının tipine, dikey ya da yatay yerleştirilmesine ve yapının havalandırılma gereksinimini sağlamak amacıyla yapılacak havalandırma çerçevesinin yerleştirilmesine göre biçimlenmektedir. Beşik çerçeve sistem oluşturulurken, konsol olarak çıkılan bölümler ile alt ve üst başlık eksenlerinin (kiriş alt çizgilerinin) birbirleriyle örtüşmesine dikkat edilmelidir (WTCA ve TPI, 2006).. Şekil 3.8’de çeşitli kalkan duvar makas tipleri yer almaktadır.



Şekil 3.8 Çeşitli kalkan duvar makas tipleri

3.7.3 Ahşap Makaslarda Makasa Ait Uç Bitişleri

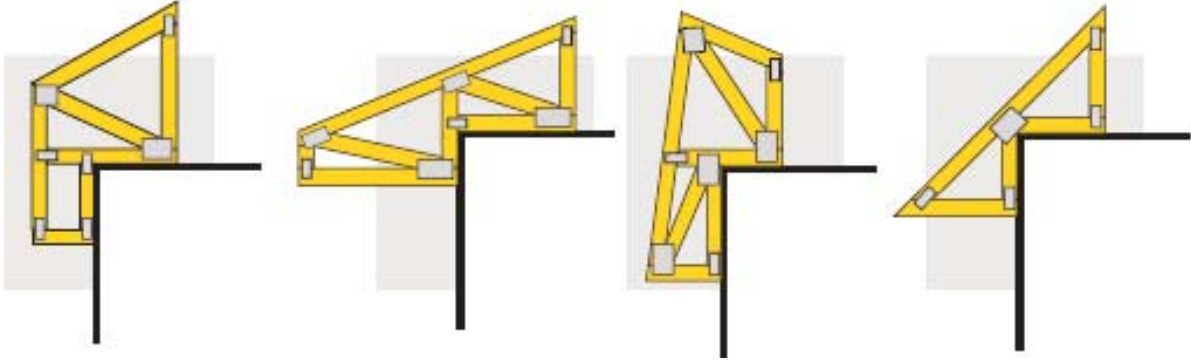
Makasın uç bitişleri değişik talepler doğrultusunda şekillenen tasarıma bağlı olarak birçok biçimde sonlandırılmaktadır. Uç bitiş biçimlerinden en sık kullanılanları Şekil 3.9’da yer almaktadır (WTCA ve TPI, 2006).



Şekil 3.9 Eğimli makaslarda makas uçlarının bitiş şekilleri (Alpine, 2002).

A. Mansard İskelet Sistem

Mansard çatı detayları, normal inşa edilen çatı makaslarıyla beraber olabileceği gibi, mansard iskelet yapı elemanını yerleştirmek için çatı iskeletinden bağımsız olduğu tasarım durumları da vardır.



Şekil 3.10 Ahşap makaslarda çeşitli mansard bitişleri (Alpine, 2002).

3.8 Makas İmalatı

Hafif çerçeveli makasların bilgisayarlarla tasarlanması, hassas kesim işlemini sağlayan makinelerin kullanımı, üretim aşamalarının yenilenmesini sağlamıştır. Hassas kesim tüm elemanların sayılarını, boyutlarını, konumlarını ve plakaların üretimini sağlamaktadır [5]. Tüm makas formları için, bir kalıp üretilerek makas boyutlarının tutarlılığı sağlanır. Kalıp, makas elemanlarının doğru boyutlarda kesilmesini ve bir araya getirilmesini sağlar. Kesim çizimleri; makasın serbest çizimlerini ve tüm çatı boyutları, tüm mafsallık noktaları, gövde elemanları ile başlık kirişi boyutları, plaka boyutları ve çeşitleri ile her birleşimin yeri gibi önemli bilgileri içerir (WTCA ve TPI, 2006).

Başlık kirişleri ve ağ örgüsünü oluşturan ahşap elemanlar; gerilme, basınç, yarıma ve makaslama kuvvetlerini aktaracak şekilde makas plakaları ile birlikte kullanılır. Makas plakaları ahşap elemanların iki yüzü birbirine bakacak şekilde hidrolik veya silindirik baskı makineleriyle Resim 3.2’de görüldüğü gibi baskılır.

Baskı işlemi bittikten sonra makasların boyutları, ahşap boyutları ve çeşitleri, plaka boyu ve ölçüleri, makas üzerinde konumlandırmaları kontrol edilir ve depoya sevk edilir. Bazı durumlarda üretim platformlarının kalite kontrol programları ile makas üretimi ve sürekliliği sağlanır. Böylece her bir makasın teker teker kontrol edilmesi gerekmez. Tamamlanan makaslar birbirlerine sarılarak nakliye için depolarda istiflenir [22].



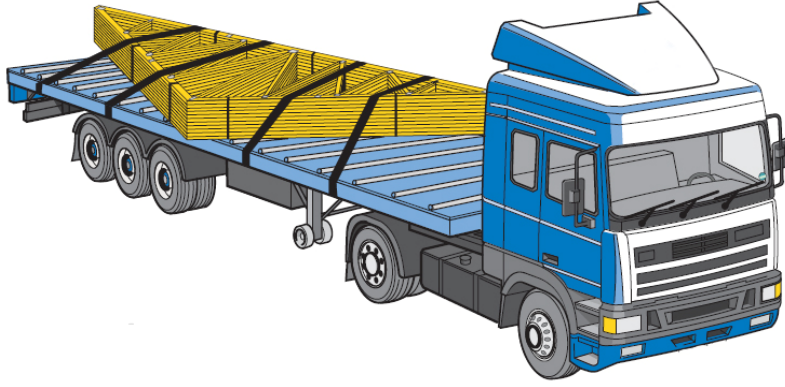
Resim 3.4 Ahşap makas üretiminin yapıldığı atölye [19]

3.9 Makasların Nakliyesi ve Şantiyede İstiflenmesi

Türkiye’de makas üreticisi firma, yönetmelikler ile belirtilmiş standartları uygulayarak kaliteli makas üretmekle yükümlüdür. Bunun dışında bir yükümlülüğü bulunmamaktadır. Amerika’da ise makas üreticisi, Makas plaka enstitüsünün (TPI) belirlediği standartlara uygun olarak üretim yapmaktadır. Bu standartlar sızdırmaz derzler, doğru ölçüler, uygun levha yerleşimi ve malzeme depolaması için gereklilikleri içermektedir. Makas üreticisi firma üretim esnasında gösterdiği kaliteyi makasın şantiyeye nakliyesi, şantiyede depolanması, işlenmesi, montajı ve destekleme işlemleri boyunca devam ettirmelidir. Çünkü; makasların dayanımlarının ve strüktürel güvenilirliklerinin sağlanması, bu işlemlerin doğru bir şekilde yapılması ile sağlanmaktadır (Alpine, 2002).

İşlenerek montaja hazır hale getirilen makaslar imalathanede çelik ambalajlamayla bir araya getirilir. Ambalajlama makasın hasarsız biçimde korunmasını sağlaması yanı sıra, şantiyede makasların depolanma işlemlerini de en aza indirmektedir.

Ambalajlanmış makaslar şantiyeye Şekil 3.11’de görüldüğü gibi makas boyutuna uygun araçlarla nakledilmelidir. Mümkünse makaslar yumuşak bir zemine indirilmeli, makas derzlerinin sehim yapmasına ve yanal deformasyona neden olacak sert zeminlere indirmemeye dikkat edilmelidir. Sert zeminler ayrıca makastaki konsollarda ve makasın diğer kesimlerinde kırılmalara ve hasarlara neden olabilir. Uygun bandajlama ve yumuşak zemin makasların korunmasını sağlar. Eğer makaslar derhal kurulmayacaksa daha başka önlemler de alınmalıdır (Alpine, 2002).



Şekil 3.11 Makasların uygun araç ile şantiye sahasına nakledilmesi (Alpine, 2002).

Makaslar ince elemanlardır. Dikey pozisyonda büyük yükleri taşıyabilmelerine rağmen, yatay olarak istiflendiklerinde veya eğildiklerinde kolaylıkla hasar görebilir ya da kırılabilir. Hasar bağlantılarda ya da ahşap elemanlarda oluşabilir [13].

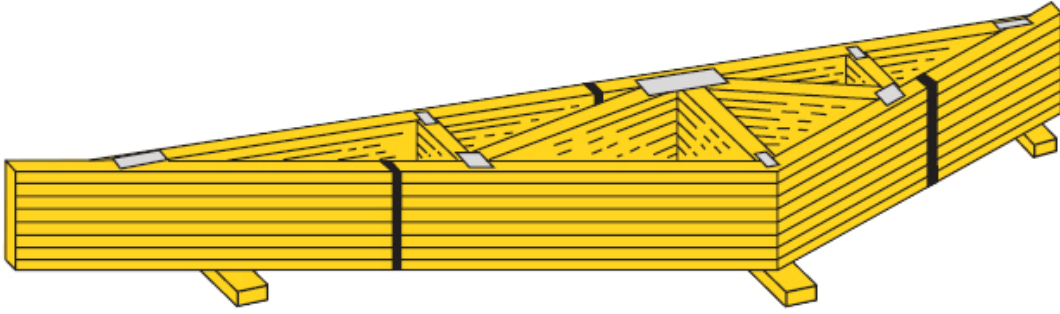
Makaslar inşaat alanına getirildikten sonra; çapraz kırılmaları, kayıp veya hasarlı metal bağlantı plakaları, ahşabın aşırı yarılması ve yapısal bütünlüğü bozabilecek etkenlere karşı kontrol edilmelidir [13].

Eğer metal plakaları, ahşap elemanlardan kalite kontrol standartlarında belirtilenden fazla ayrılmış ise hiçbir koşul altında ayrılan plaka eski pozisyonuna çekiçe oturtularak getirilmemelidir. Çünkü; makas plakasının dayanımı ve ahşabın bütünlüğü etkilenmektedir. Bu sorunlarla karşılaşma sıklığına bağlı olarak fabrikadan düzeltme yapılması istenebilir. Örneğin Kanada’da böyle bir durumla karşılaşıldığında, gerek görüldüğü takdirde üretici işlemleri kontrol için inşaata bir uzman gönderebilmektedir [13].

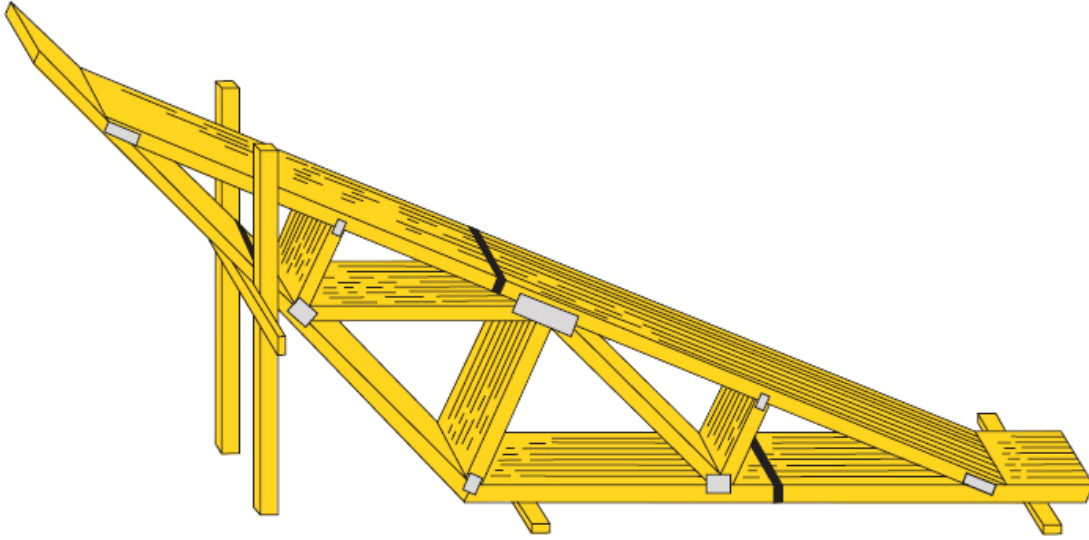
Ahşap makaslar yatay veya dikey pozisyonda saklanabilir. Dikey pozisyonda saklandıklarında merkezden 2,4 metreden 3 metreye kadar aralıklar ile çapraz destekler konulur. Böylece topraktan alınan nem azaltılır. Yatay pozisyonda saklandığında ise kuru tutulmalı ve iyi havalandırılmalıdır (WTCA ve TPI, 2006).

Ambalajlanmış makaslar dikey ve yatay biçimde konulabilir. Eğer makaslar Şekil 3.12’de olduğu gibi yatay durumdaysa sudan ve diğer zararlılardan korunacak biçimde yerden yüksek bir zemine konulmalıdır. Blokaj yanal eğilmeyi engellemek için 10-15 cm yükseklikte olmalıdır. Blokajın kaymaması ve ezilmemesi için stabil ve dayanımlı olmasına özen gösterilmelidir (Alpine, 2002).

Makaslar Şekil 3.13’te olduğu gibi dikey pozisyonda ise personelin yaralanmasını engellemek için kangalların her iki ucu da koruma altına alınmalıdır (Alpine, 2002).



Şekil 3.12 Makasların şantiye sahasında yatay biçimde konumlandırılması (Alpine, 2002).

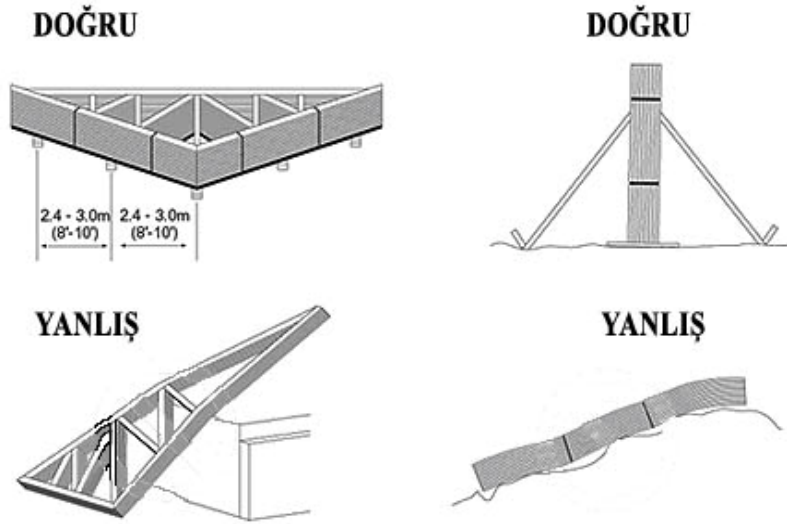


Şekil 3.13 Makasların şantiye sahasında dikey biçimde konumlandırılması (Alpine, 2002).

Üreticiler yanal eğilmeden kaçınmak için normal olarak makasları ahşap kadronlarla yatay olarak veya güvenli bir biçimde dikey olarak depolayacaktır. İnşaatin her aşamasında derzlerin ve kerestenin zedelenmesine neden olacak yanal eğilmeye dikkat edilmelidir [4].

Bir diğer önemli konuda, çelik ambalajların açılması sırasındaki yaralanmaları engellemek için çelik ambalajı açma işlemi dikkatli yapılmalıdır (WTCA ve TPI, 2006).

Şekil 3.14’te ahşap makasların şantiyede istiflenme biçimleri doğru ve yanlış olarak görülmekte, Resim 3.5’te ise şantiyede istiflenmiş makaslar görülmektedir.



Şekil 3.14 Makasların doğru ve yanlış depolanmalarına örnekler (Alpine, 2002).



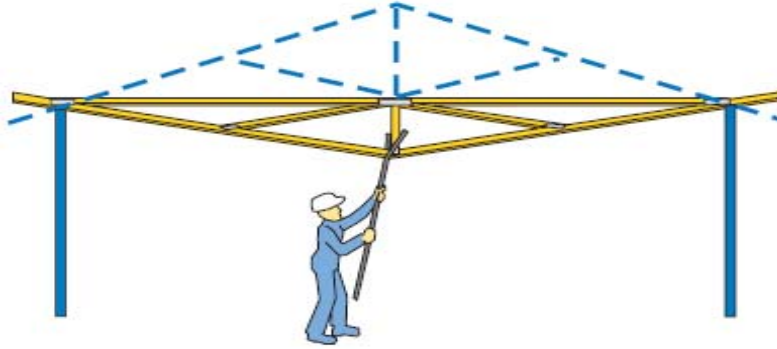
Resim 3.5 Şantiyede makasların bir arada istiflenme örneği [13].

3.10 Makasların Kurulumu

Makaslar şantiye koşullarına, duvar yüksekliğine ve makas boyutuna bağlı olarak vinç ya da forklift tarafından yerleştirilecekleri yüksekliğe kaldırılarak kurulabilir [5]. Makaslar tek olarak, bandajlanmış gruplar halinde ya da montaj öncesi gruplar halinde taşınabilirler. Ancak özel makaslar derzlerin ve makas elemanlarının hasarından kaçınmak, Plakaların bağlantı noktalarındaki gerilmelerini en aza indirmek için her zaman dikey olarak taşınmalıdırlar.

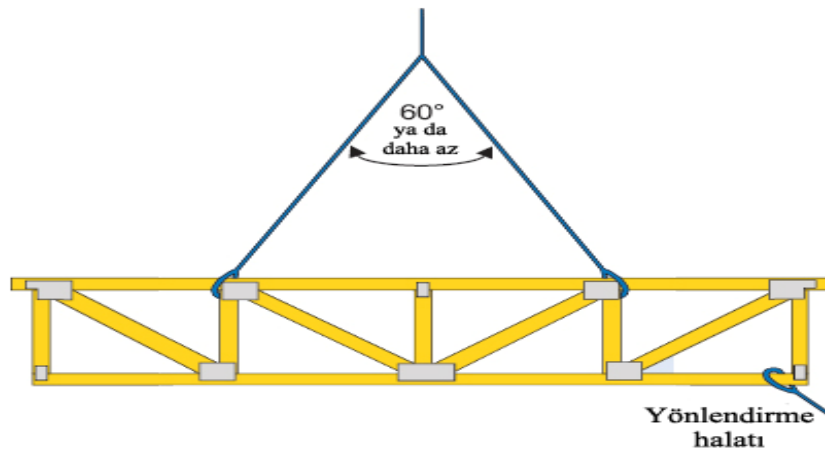
Makasların eğilme hareketlerini ya da deformasyonlarını taşıma ve yerleştirme boyunca sürekli kontrol etmek gerekmektedir (Alpine, 2002).

Ahşap makaslara fazla yatay yük binmeyeceği durumlarda, makaslar Şekil 3.15'te olduğu gibi elle ya da basit düzenekler ile yerlerine yükseltilerek uygulanabilirler. Bu uygulama esnasında yatay eğilme miktarı 75 mm'yi geçmemelidir [13].

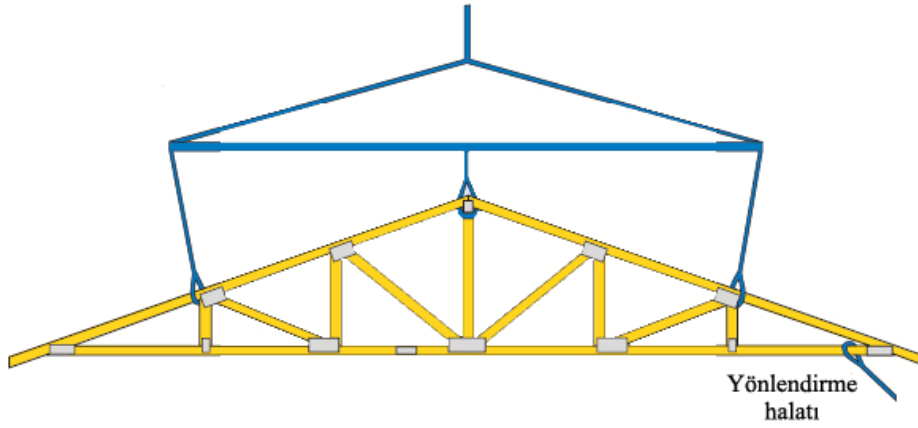


Şekil 3.15 Makasların insan gücü ile kurulması (Alpine, 2002).

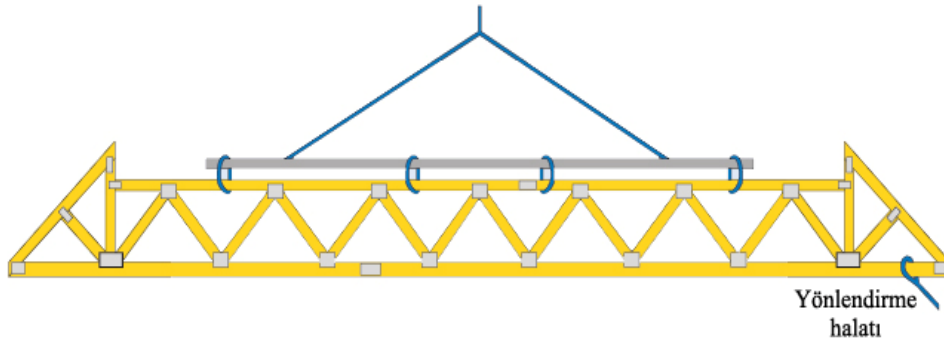
Elle (insan gücü ile) kurulan makaslar yapının kısa kenar duvarına oturtulmalı ve kurulum için desteklenmelidir. Açıklık ne kadar uzun olursa, işçilerinde aynı oranda makasların yanıl deformasyonuna dikkat etmesi gerekmektedir. Makaslar kaldırılırken derz ve tepe noktalarından desteklenmelidir (Alpine, 2002). Şekil 3.16, Şekil 3.17 ve Şekil 3.18'de ahşap makasların boyutlarına göre yerlerine yerleştirilirken kullanılması gerekli düzenekler görülmektedir.



Şekil 3.16 Düz makasın vinç ile yerine yerleştirilmesi (Alpine, 2002).



Şekil 3.17 Üçgen makas tipinin vinç ile yerine yerleştirilmesi (Alpine, 2002).



Şekil 3.18 Geniş açıklıklı makasın vince bağlı yardımcı destek elemanına birçok yerden bağlanması ile yerine yerleştirilmesi (Alpine, 2002).

Mekanik yöntemlerle makas yerleştirilirken destek aralıkları 7,5 metreyi geçmemelidir. Askı aparatları ahşap makasın hasar görmemesi için uygun malzemelerden seçilmelidir. Şekil 3.16'da görüldüğü gibi taşıma halatları arasındaki maksimum açı, makaslardaki yatay bozulmanın gerçekleşmemesi için 60° 'yi geçmemelidir (WTCA ve TPI, 2006).

Her makas paketinde makasın şekli, konumu ve uygulanması ile ilgili bir plan örneğinin yer alması gerekir. Ayrıca yerleşim planında makas bağlantıları ve mafsallara oturtulması ile ilgili tüm ekipmanlar ve malzemeler açıklanmalıdır. Bir ekipman listesi bulunmalıdır. Bu ekipman listesi; parça çeşitlerini ve tiplerini, üretici ve kapasite bilgilerini, özel çivi ve bağlantı elemanlarını kapsayacak şekilde olmalıdır (WTCA ve TPI, 2006).



Resim 3.6 Bir hangar inşaatında ahşap makasın yerine montajı [13].

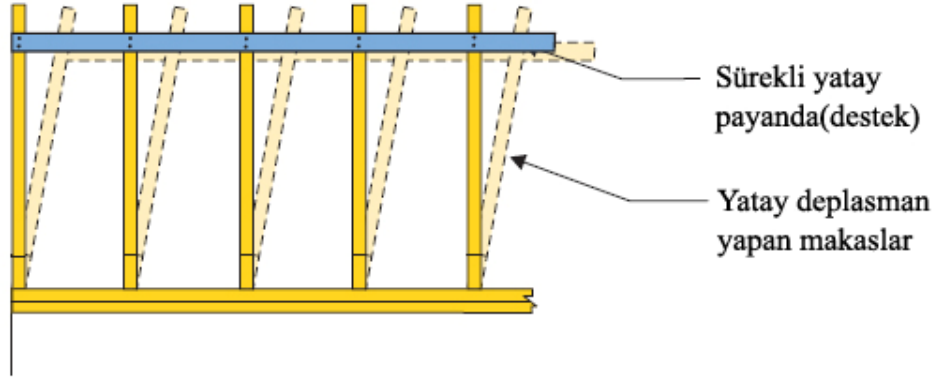
3.10.1 Makasların Desteklenmesi

Bütün makaslar güvenli biçimde payandalar ile desteklenmiş olmalıdırlar. Bu durum hem makas montajında hem de çatı sistemi oluşturulmasında gereklidir. Amerika’da göğüsleme işlemlerinin doğru bir şekilde yapılmasında sorumluluk, inşaat mühendisi ve müteahhitte aittir (Alpine, 2002).

Bütün makaslar yer eksenine dik olacak şekilde kurulmalı ve makaslar belirtilmiş aralıklar ile doğru biçimde yerleştirilmelidir. Ayrıca makaslar strüktürel hasarlar açısından sık sık kontrol edilmelidir. Destekleme işleminin geçici destekleme ve sabit destekleme olmak üzere iki tipi vardır. Geçici destekleme, montaj boyunca sabit destekleme işlemine kadar makasların taşınması için kullanılır. Böylece perdeleme ve tavan yerinde durabilir (Alpine, 2002).

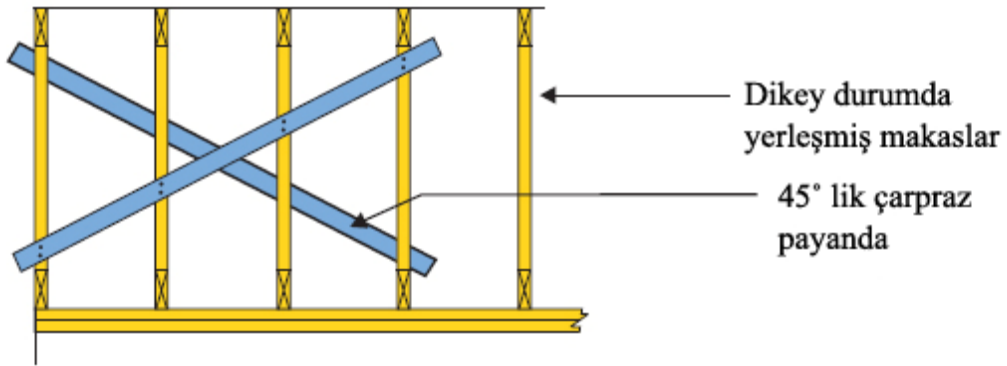
A. Geçici Destekleme

Geçici destekleme, 2x4 (birim) kereste ölçülerinde ya da daha geniş olmalı ve uzunluğu minimum 40 cm seçilmelidir. Geçici destekleme bir doğrultuda sürekli yanal destekleme yapılmasını sağlar. Ancak çapraz destekleme olmadan Şekil 3.19’da görüldüğü gibi makasların oynamasına izin verir (Alpine, 2002).



Şekil 3.19 Çatı makaslarının sürekli yatay payandalar ile desteklenmesi

Sıra sıra dizilen makasların domino taşı gibi devrilmelerini engellemek için çapraz bağlantı elemanları ile makaslar birbirlerine Şekil 3.20’de görüldüğü gibi bağlanır. Çapraz bağlantı elemanları, makasların yerlerine montajı yapılırken makas gövde elemanlarının planyası içinden uygulanarak kurulmalıdır (Alpine, 2002).



Şekil 3.20 Çatı makaslarının çapraz payandalar ile desteklenmesi

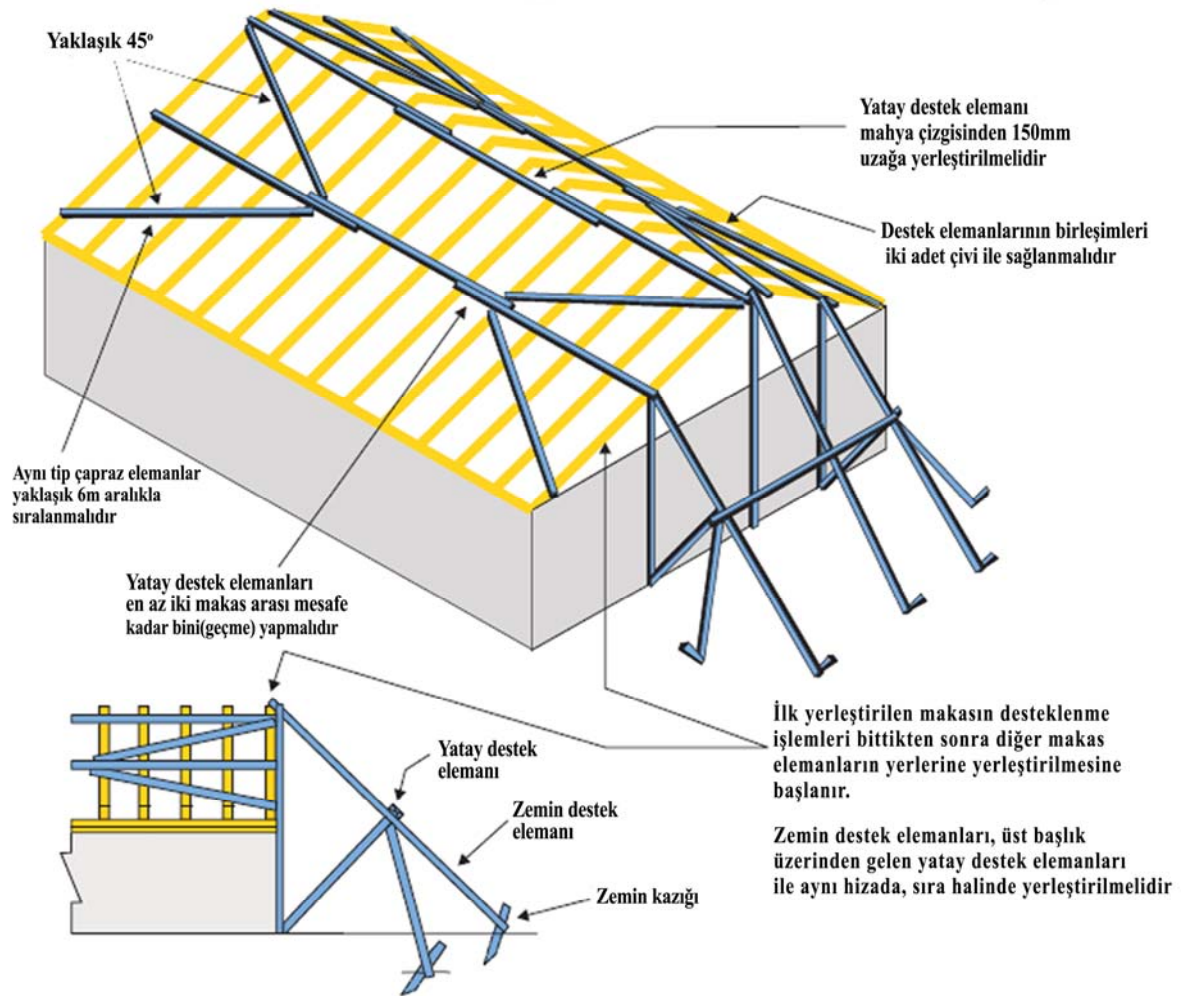
Geçici Destek Kullanımı, makas yerine yerleştirilirken geçici bağlantı elemanı kullanılarak;

- Yerçekimi altındaki kendi ağırlığını taşıması,
- İnşaat sırasındaki rüzgar yüklerine dayanması,
- Kaplama ve çatı malzemesi gibi ölü yüklere dayanması, makasları şakulünde tutar ve doğru makas aralığının oluşturulması sağlanır.

B. Sabit Destekleme

Sabit destek kullanımı, makasların tüm yapıya uygulanmasını sağlayarak;

- Baskı altındaki gövde elemanlarının bozulmasını önler,
- Yan yana makaslar arasındaki yük dağılımını sağlar,
- Yatay yükleri kafes sisteme dağıtır,
- Yatay kaymaları önler.



Şekil 3.21 Makasların çatı ve yer düzleminde desteklenmesi [13].

Sabit desteklemenin, makas tasarımında ve makas çizimlerinde belirtilmesi gerekmektedir. Bu yapı bileşeni, çatının ve binanın içsel bir parçasıdır. Geçici ve sabit destekleme, çapraz bağlamayı ve yanal desteklemeyi kapsamaktadır (Alpine, 2002).

Sabit yanal destekleme özel makas elemanlarının uzunluğunu azaltmak için gerekebileceği gibi, ayrıca ahşap makas tasarımının da bir parçasıdır ve sadece makas tasarımında belirtilir. Sabit yanal destekleme uygun biçimde ankraj edilmeli ya da oynamasını engellemek için çapraz destek elemanları ile desteklenmelidir. Destekleme elemanları 16 mm boyunda en az 2 adet çiviyle her kesişimde çivilenmelidir. Yanal payandalar en az 3 metre uzunluğunda olmalıdır. Çapraz payandalar yaklaşık 45°'lik bir açıya sahip olmalıdır. İnşaatin bitimine denk ilk makası geçici olarak payandalamak önemlidir (WTCA ve TPI, 2006).

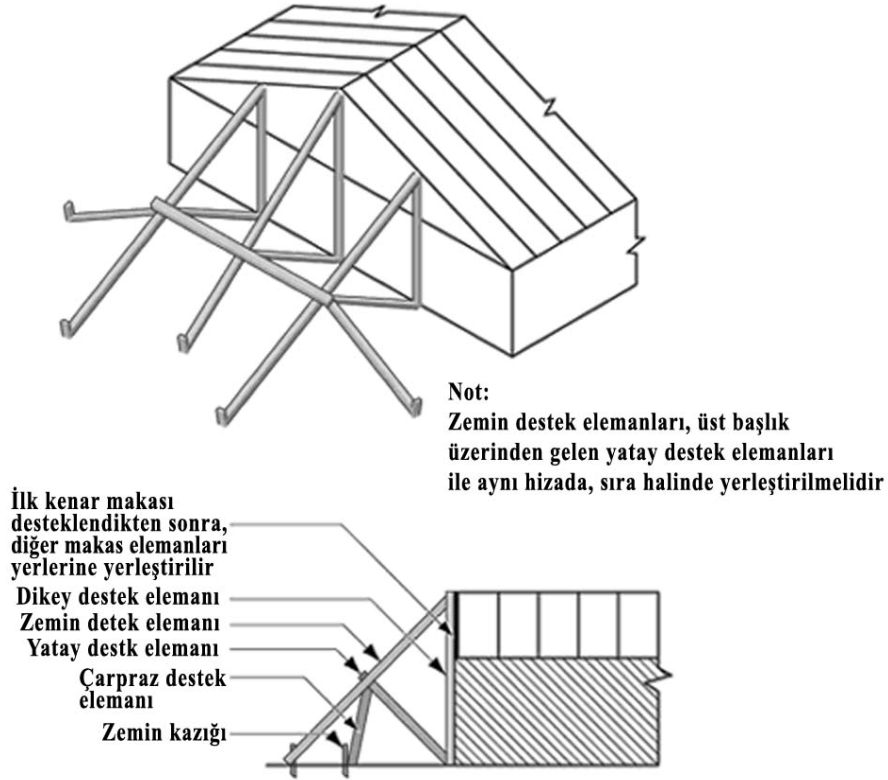
Şekil 3.21'i incelediğimizde, birbiri ardına yerleştirilen makaslar üst başlıklarından yanal desteklemeler ile desteklenmekte ve bu yanal destek elemanları da çapraz destek elemanlarınca desteklenmektedir. Üst başlıkları destekleyen geçici destek elemanları, kalıcı desteklemeler tamamlandıktan sonra çatı kaplama altı tahtası ya da çatı kaplaması uygulanırken kaldırılacaktır (Alpine, 2002).

3.10.2 Makas Kurulumunda İzlenen Adımlar

Makasların desteklenerek çatının oluşturulması sürecinde izlenmesi gereken bazı uygulama adımları vardır. Bu adımlar; 1) İlk makas elemanın desteklenmesi, 2) Çapraz destek elemanları ile ara makasların desteklenmesi, 3) Üst başlıkların geçici desteklenmesi, 4) Çatı düzleminin geçici desteklenmesi, 5) Makas alt başlık düzleminin geçici destek elemanları ile desteklenmesi, 6) Makas üst başlık düzleminin kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi, 7) Makas gövde elemanlarının ve alt başlık düzleminin kalıcı yatay elemanlar ile desteklenmesi şekilde sıralayabiliriz.

1. Adım: İlk makasların desteklenmesi

Geniş açıklık geçen makaslar yapının bitiş noktalarında emniyetle desteklenmelidir. Geniş açıklık geçmeyen makaslar bir kalkan duvar ile desteklenebilmektedir. Zemin destek elemanları, Çatıya yerleştirilen ilk makasın üst başlığı üzerindeki bütün düğüm noktaları ile yer düzlemi arasında Şekil 3.22'de görüldüğü gibi açılı bir biçimde sıralanarak makas elemanı desteklemelidir. İlk makasın uygun biçimde zemin destek elemanları ile desteklenememesi durumunda, ilk makasın üst başlığı yana doğru eğilebilir ve yerleştirilecek olan diğer makasların kaymasına neden olabilir. Yanlış ya da eksik desteklenmeden dolayı tüm makas bağlantıların da önemli bir gerilime neden olunabilir [13].



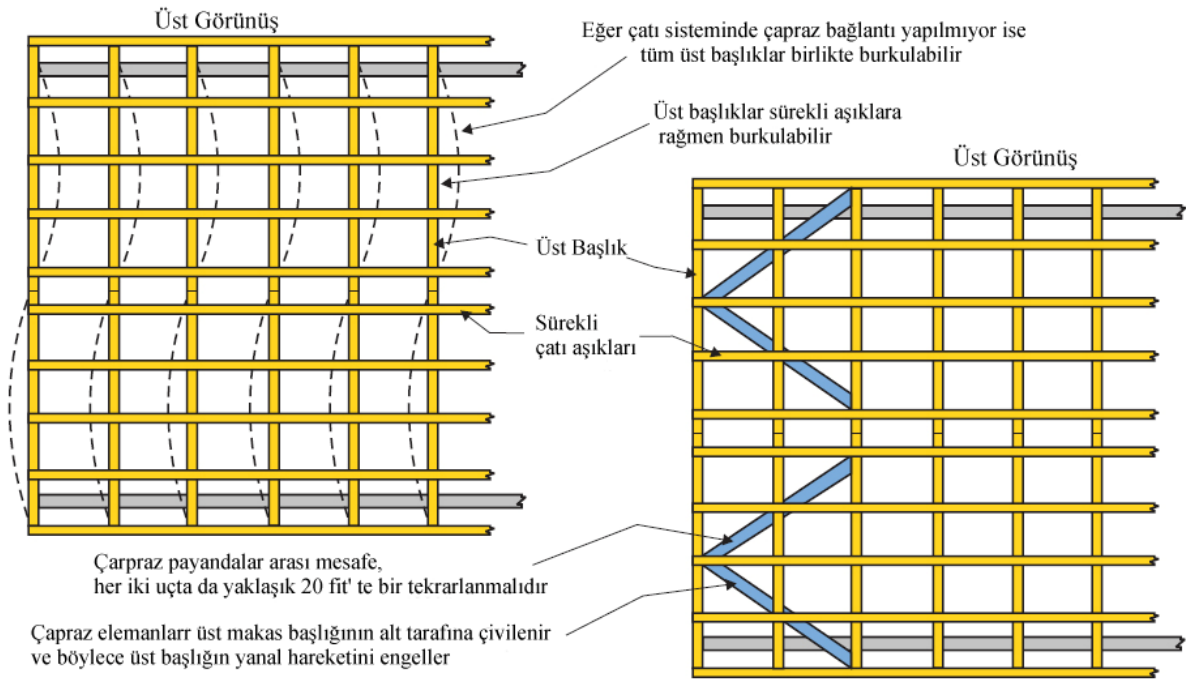
Şekil 3.22 Çatıya ilk yerleştirilen makasın desteklenmesi [13].

2. Adım: Çarpaz destek elemanları ile ara makasların desteklenmesi

Makaslar çatıda ki yerlerine konulduktan sonra, makasları sabit tutmak için geçici destek elemanlar kullanılır. Geçici destek elemanların uygulanması ile kalıcı destek uygulanana kadar yapı güvenliği sağlanmış olmaktadır. Geçici destek elemanların kesiti 38x89 mm'den daha az olamamalı ve geçici destek elemanların boyları mümkün olduğunca uzun olmalıdır. Geçici destek elemanları bir birlerine her kesişim noktasında çiviler ile tutturulmalıdır [13].

Genellikle makas sistemlerde çatı kaplama malzemesi uygulanırken karşılaşılan olumsuz bir durum vardır. Bu durum çatı malzemesinin uygulanması için makaslardaki geçici desteklerin sökülüp, yerlerine makas aralıkları kontrol edilerek kalıcı destek elemanların bağlanması sırasında olmaktadır [4]. Yanlış zamanda önemli bir geçici destek elemanın sökülmesi çatı makaslarının devrilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle makaslar arası mesafeler geçici destek elemanlar uygulanırken doğru şekilde yapılmalı ve geçici destek elemandan kalıcı destek elemana geçiş belirli bir düzen içerisinde olmalıdır (WTCA ve TPI, 2006).

Çapraz destek elemanlar ilk birkaç makas yerleştirildikten sonra uygulanmalıdır. Yatay destek elemanları ile çapraz destek elemanları makasların devrilmemesi için, makas alt ve üst başlıklarına aynı zamanda bağlanmalıdır. Şekil 3.23’de bir çatı makas sisteminde sadece yatay destek elemanları uygulandığında çatı makaslarının yatay hareketleri görülmektedir. Aynı çatı makas sistemine çapraz destek elemanları uygulandığında makaslarda yatay hareketlilik önlenmektedir (WTCA ve TPI, 2006).



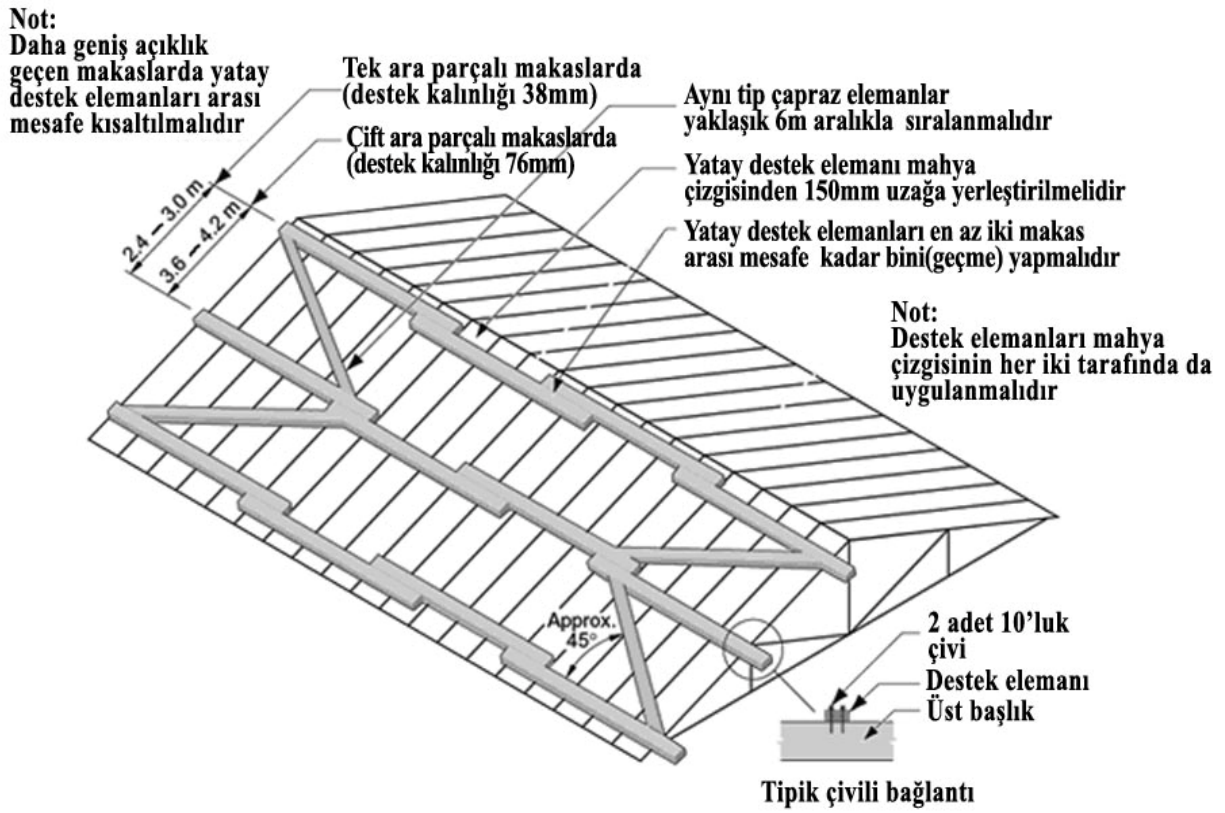
Şekil 3.23 Çatı makaslarının yatay ve çapraz destekler ile bağlanmasının karşılaştırılması

3. Adım: Üst başlıkların geçici desteklenmesi

Makas üst başlıkları, geçici destek elemanları ile desteklenmeden ya da çatı altı kaplama tahtaları uygulanmadan önce yatay düzlemde burkulma hareketi yapmaya yatkındır. Geçici destek elemanların uygulanması ile bu yatay burkulma hareketi engellenmektedir. Geçici destek elemanları mahya çizgisinden en fazla 15 cm uzaklıkta yerleştirilmeye başlanmalıdır. Yatay destek elemanların birbirleri ile arasındaki mesafe 2,4 metre ile 3 metre arasında değişebilmektedir. Yatay destek elemanları birbirlerine bağlayan çapraz destek elemanları 45° açı ile yerleştirilerek üst başlığın yatay hareketlere karşı dayanımlı olması sağlanır [13].

Şekil 3.24'te makas çatı üst düzlemin geçici destek elemanları ile desteklenmesinin genel bir gösterimi yer almaktadır.

Geniş açıklık geçen ve makas aralıkları da fazla olan makas sistemlerde, yatay destek elemanları ile çapraz destek elemanlarının birbirlerine olan uzaklıkları azalmaktadır. Eğer mümkünse geçici yatay destek elemanları makas üst başlıklarının iç yüzeyinden uygulanmalıdır. Bu durumda çatı kaplaması yapılırken destek elemanlarının sökülmesine gerek kalmamaktadır. Geçici destek elemanlarının boyutları 38x89 mm kesitlerinde ve 30x50 mm uzunluktan kısa olamamaktadır [13].

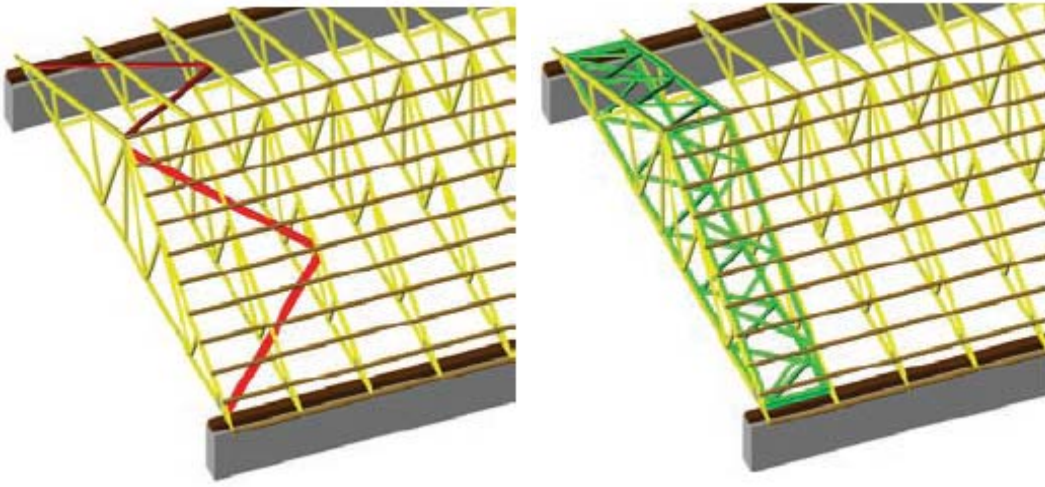


Şekil 3.24 Makasların üst başlıklarından geçici desteklenmesi

4. Adım: Çatı Düzleminin Geçici Desteklenmesi

Çatı düzlemini geçici olarak destekleyecek olan geçici destek elemanları, gerekli görüldüğü durumlarda sökülmeyerek kalıcı destek elemanı olarak kullanılabilir. Bu nedenle geçici destek elemanları uygulanırken, mühendislik planlarında kalıcı desteklerin uygulanacağı yerlere yerleştirilmelidir (WTCA ve TPI, 2006).

Şekil 3.24'te görüldüğü üzere çatı düzlemindeki destek elemanları, yatay destek elemanları ve bunları birbirlerine bağlayan çapraz destek elemanları olmak üzere iki tiptir. Çapraz destek elemanlarının uygulanma aralıkları 6 metre'den fazla olmamalıdır [13]. Şekil 3.25'te makasları çapraz destek elemanları ile desteklenme biçimleri görülmektedir.

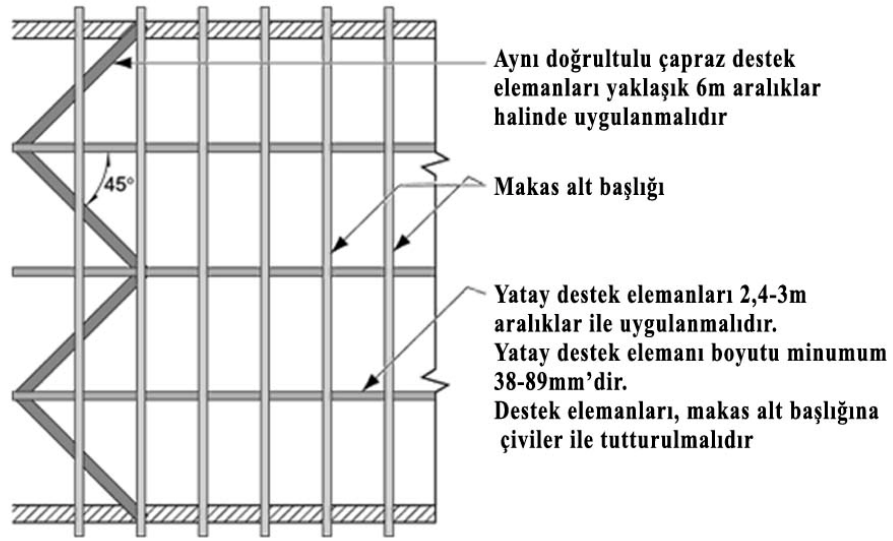


Şekil 3.25 Makasların üst çapraz destek elemanları ile desteklenme biçimleri (Alpine, 2002)

5. Adım: Alt Başlık Düzleminin Geçici Desteklenmesi

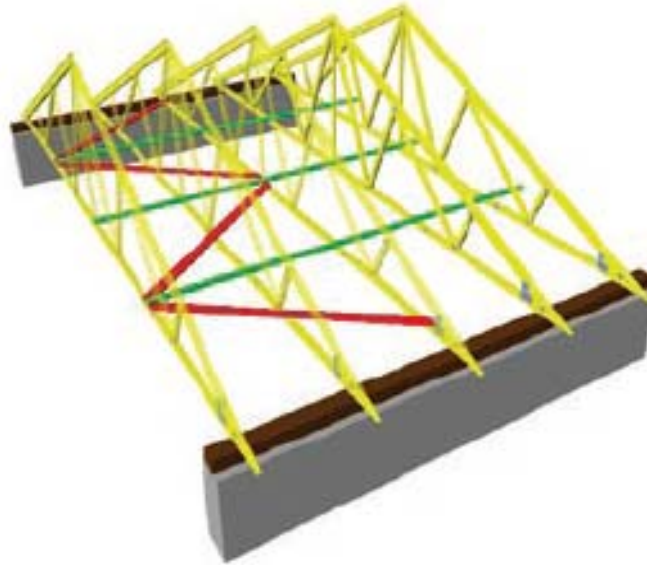
Makasların yerlerine projede belirtilen ölçülere uygun olarak yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla makas alt başlıkları, yapının uzunluğu boyunca ve 2,4-3 metre aralıklar ile yatay geçici destekler elemanları ile desteklenmelidir. Yatay geçici destek elemanları Şekil 3.26'da görüldüğü gibi çapraz destek elemanları ile desteklenmelidir. Bu çapraz destek elemanları yaklaşık 45°'lik açı yaparak uygulanmalıdır. Çapraz destek elemanlarının da yerleştirilmesi ile yapı sistemi daha dayanımlı bir şekle kavuşmaktadır. Geçici destek elemanları eksiksiz olarak yerleştirildikten sonra kalıcı destek elemanlarının yerleştirilmesine başlanabilir [13].

Çatı sisteminde çatı kaplamasından ya da herhangi bir çatı malzemesinden oluşacak yükler, tek bir makas üzerine yüklenmemelidir. Çatıda oluşacak olan bu yükler, geniş bir alan içerisinde birden fazla makasa dağıtılarak yük dağılımı yapılmalıdır (WTCA ve TPI, 2006).



Şekil 3.26 Ahşap makasların alt başlıklarda geçici desteklenmesi

Şekil 3.27 de çatı makaslarının alt başlıklarından birbirlerine geçici yatay ve çapraz destek elemanları ile desteklenme biçimi görülmektedir.



Şekil 3.27 Ahşap makasların alt başlıklarda yatay ve çapraz geçici desteklenmesi (Alpine, 2002)

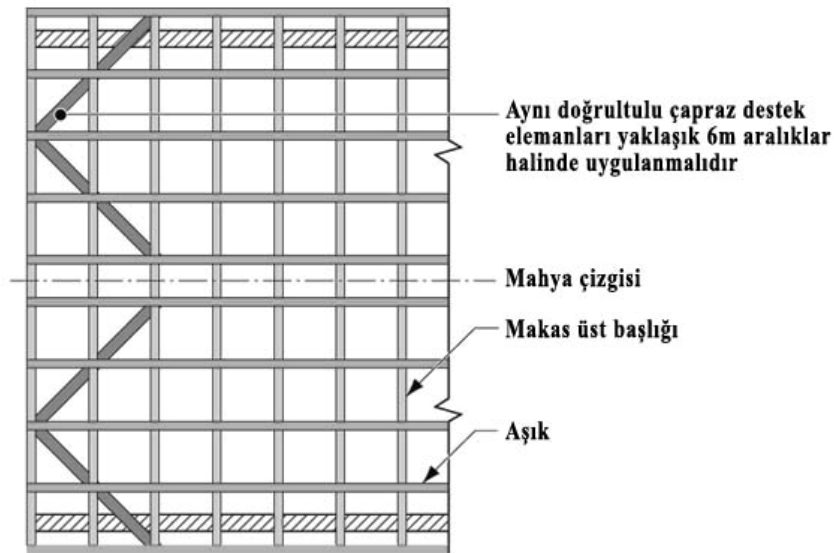
6. Adım: Üst Başlık Düzleminin Kalıcı Desteklenmesi

Plywood tipi çatı kaplamaları uygun bir şekilde kesiştirilerek ve çivilenerek çatı üst yüzeyinde bir kabuk sistem özelliği yaratmaktadır. Oluşan bu kabuk yüzey çatı, üst başlıkların oluşacak yatay hareketlere karşı daha dayanımlı olmasını sağlamaktadır. Plywood tipi kaplama uygulanan bu yüzeylerde uygulanacak olan destek elemanları sayısı azalmaktadır.

Çatı kaplama malzemesi olarak metal kaplama malzemeleri de seçilebilir. Metal kaplama malzemeleri birbirleri üzerine bindirilerek ve montajı yapılarak çatı yüzeyinde bir kabuk sistem oluşturulabilir. Çatı kaplaması olarak seçilecek olan malzemelerin seçimi ve kullanım amacının belirlenmesi yapı tasarımcısı mimarın seçimindedir [6].

Makas sistem yapımında aşık çatı elemanları kullanılacaksa, aşıkların yatay hareketinin önlenmesi için kalıcı yatay destek elemanları üst başlığın alt yüzeyinden uygulanmalıdır. Çapraz destek elemanları mahya çizgisinin her iki tarafında da uygulanmalıdır. Yapı uzunluğunun 18 metreyi geçtiği durumlarda çapraz destek elemanları 6 metreyi geçmeyecek aralıklar ile uygulanmalıdır [13].

Şekil 3.28’de ahşap makas üst başlıklarının kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi gösterilmektedir.

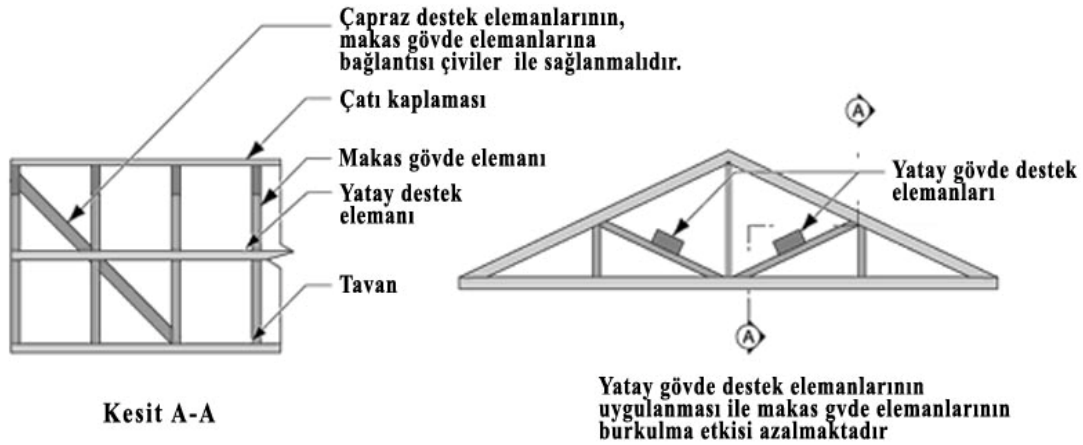


Şekil 3.28 Üst başlığın kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi [13].

7. Adım: Gövde Elemanlarının ve Alt Başlık Düzleminin Kalıcı Yatay Elemanlar ile Desteklenmesi

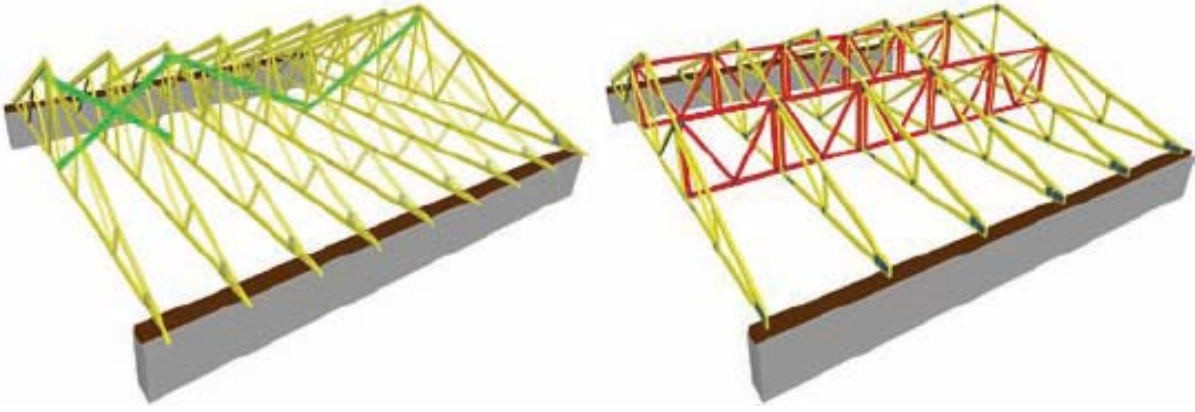
Gövde elemanlarının ve alt başlık düzleminin kalıcı yatay elemanlar ile desteklenmesi işleminde en sık görülen uygulama biçimi, geçici olarak uygulanmış olan yatay destek elemanlarının sökülmeyle yerlerinde bırakılması ile uygulanan yöntemdir.

Gövde elemanlarını destekleyen kalıcı destek elemanlarında basınca çalışan elemanların uygulanması makasın burkulmasını engellemektedir. Uygulanacak olan destek elemanlarının uygulama detayları mimar tarafından uygulamayı yapacak kişilere açıklanmalıdır. Makas alt başlıklarına uygulanan destek elemanları, makas aralıklarının ölçüsünde olmasını sağlar. Alt başlıkta uygulanan destek elemanları, yapıda herhangi bir nedenden oluşabilecek olan stres etkisine karşı da dayanım sağlamaktadırlar (WTCA ve TPI, 2006). Bir bölümü konsol çalışan makaslarda da alt başlıklarda basınç kuvveti oluşmaktadır. Oluşacak olan bu basınç kuvvetine karşı özel çözümler üretilmelidir. Şekil 3.29’da ahşap makasın gövde elemanlarının yatay ve çapraz destek elemanları ile desteklenme şekilleri gösterilmektedir.



Şekil 3.29 Makasın gövde elemanlarının kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi [13]

Ahşap makas sistemden oluşan bir çatı sisteminde makas gövde elemanlarının kalıcı desteklenmesi farklı biçimlerde uygulama olanağı bulmaktadır. Şekil 3.30’da görüldüğü gibi ahşap makas çatı sistemi, makas alt ve üst başlıklarının makas düzlemine dik biçimde çapraz kalıcı destek elemanları ile desteklenebilmektedir. Bir diğer uygulama biçimi de yine Şekil 3.30’da görülen, makas düzlemine dik olacak biçimde makas içerisinden geçen başka makas elemanlar ile sağlanabilmektedir.



Şekil 3.30 Makasın gövde elemanlarının makas düzlemine dik kalıcı destek elemanları ile desteklenmesi [11].

3.11 Makasların Mesnetlenmesi

Mimar ve inşaat mühendisi makası destekleyen yapının belirlenmesinden ve makas mesnet noktasının doğru şekilde belirlenmesinden sorumludur. Geçici ve sürekli destek noktalarının yapımı hem tasarım hem de inşaat giderlerinin hesabında önemli bir paya sahiptir.

Duvarlar ve lentolar makas yüklerine direnecek şekilde üretilmelidir. Sandık kesitli makasların oluşturduğu noktasal yükler tasarımda ve hesaplamalarda dikkate alınmalıdır. Ayrıca çatıya yük getirebilecek asma elemanların (lambalar, kancalar, vb.) çatı yüzeyine eşit dağılımı sağlanmalı ve hesaplama işlemleri buna göre yapılmalıdır [4].

Yüksek yapılarda ve rüzgarlı alanlarda inşa edilecek çatılarda rüzgarın çatıyı kaldırma etkisi göz önüne alınarak tasarım ve mühendislik hesaplamaları yapılmalıdır.



Resim 3.7 Makasların mesnetlenmesi

3.12 Ahşap Makas Uygulamasından Sorumlu Kişiler

Türkiye’de bir ahşap yönetmeliği tam anlamıyla oluşturulamadığından ahşap makas sistem kullanarak yaptığımız bir çatının deprem, rüzgar ya da benzer bir neden ile yıkılması durumunda bunun sorumluluğunu kimin alacağı belli değildir. 17 Ağustos depreminde yıkılan binalar için bu tip bir sorumlu arayışına gidilmiş ve bugün dahi bir sonuca bağlanamamıştır.

Ahşap konusunda ciddi çalışmalar ve uygulamalar yapan Amerika’da ise bu durum bir sonuca bağlanmıştır. Amerika ahşap makas kurulu (WTCA) ve makas levha enstitüsü (TPI) ortaklaşa olarak, metal plakalar ile bağlanmış ahşap makasların kullanımı ve sorumluluklarını belirttiği bir kılavuz yayınlamıştır. Bu yayına göre ahşap makaslar için sorumluluğu, mal sahibi, yapı tasarımcısı (mimar), makas tasarımcısı (inşaat mühendisi), müteahhit ve makas üreticisi arasında eşit bir biçimde bölmektedir (Alpine, 2002).

Yapı tasarımcısı; binanın strüktürel sisteminden sorumludur. Bu sorumluluk, makas profilinin boyutlandırılması, makasa gelen yüklerin belirlenmesi ve karşılanması, sabit destekleme işleminin tasarımını ve makasları destekleyen yapıların tasarımını kapsar.

Makas tasarımcısı; yapı tasarımcısının yazılı talimatları ve mal sahibinin istekleri ile uyumlu olarak özel makas yapı bileşenlerinin tasarımından sorumludur.

Makas üreticisi; TPI 1 ‘in kalite kriterlerine sahip ve onaylanmış tasarım çizimleriyle uyumlu olan makasların üretiminden sorumludur.

Makas kurucusu; makaslar şantiyeye ulaştıktan sonra onların güvenli biçimde işlenmesi ve uygulamasının yapılmasından sorumludur. Makas kurucusu ayrıca yapı tasarımcısının destekleme tasarımını ya da HIP-91 ‘in yönetmelikleriyle uyumlu olarak geçici ya da sabit desteklemeyi yapmaktan da sorumludur (WTCA ve TPI, 2006).

Metal plakalı ahşap makas sistemlerin işlenmesi, kurulumu ve desteklemesi ile ilgili bilgiler Makas Levha Enstitüsü (TPI) tarafından HIP 91 yönetmeliğinde yayınlanmıştır. Bu yayın ayrıca şantiye uygulamasının 6 sayfalık özetini de içerir. Şantiye uygulama süreci ile ilgili herkesin bu yayını okuması ve bahsedilen hususları dikkatlice izlemeleri önerilmektedir. Sabit destekleme sisteminin uygulamasına yönelik bir diğer kılavuz yayın, yine makas levha enstitüsü (TPI) tarafından yayınlanmış olan metal plakalı ahşap makas sistemler için önerilen tasarım talimatlarıdır (Alpine, 2002).

Ahşap makas şantiyelerinde uyulması gereken pek çok husus vardır ve bu doğrultuda şantiyelerde asılı bir çok ikaz levhaları bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en çok bulunan uyarı levhası şudur:

“Makas tasarımcısının izni olmadan herhangi makas elemanını kesmeyiniz ya da değiştirmeyiniz.

Hasarlı makasları makas tasarımcısı, mühendis ya da mimarın yardımı olmadan onarmayınız ya da kullanmayınız.”

4. AÇIKLIKLARIN GEÇİLMESİNDE KULLANILAN ÇELİK MAKAS SİSTEMLER

Ahşap makas sistemlerin, çelik makas sistemler ile karşılaştırılmasının sağlıklı bir biçimde yapılabilmesi için, öncelikle çelik malzemeye ait özelliklerinde incelenmesi gerekmektedir. Bu bölümde çelik malzeme ve çelik makas ile ilgili başlıca özellikler yer almaktadır.

4.1 Çelik Malzeme

Çeliğin yapıda taşıyıcı olarak kullanıldığı ilk örnek, İngiltere – Shrewsbury’de 1876’da inşa edilen Diserinton Flax Mill (Degirmeni)’dir. Çelik ile ilgili bu deneyimin ortaya çıkmasında en önemli etken, İngiliz ahşap pamuk değirmenlerinin yangından ciddi hasar görmeleri olmuştur. Bu malzemenin yanmaz bir malzeme olduğu görüldükten sonra, dövme ve dökme demirden üretilen yapısal bileşenler, yavaş yavaş yapı üretiminde kullanılmaya başlamıştır (Deren, Uzgider ve Piroğlu, 2005).

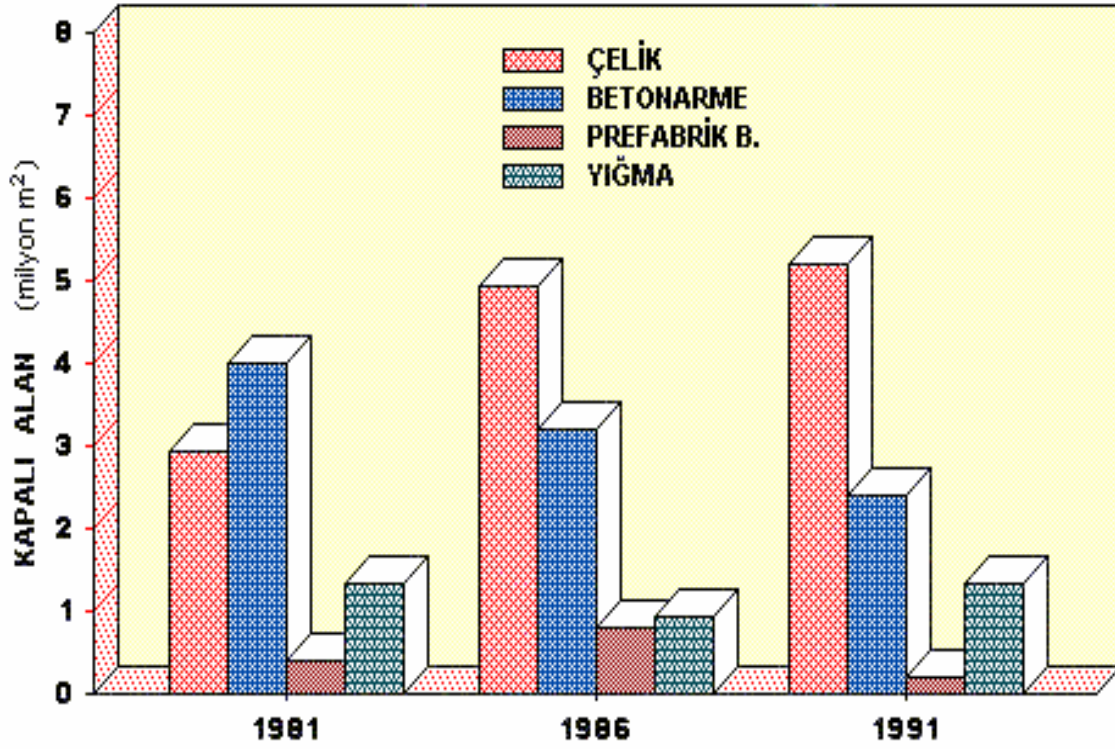
Prefabrike metal binaların ortaya çıkışı da aynı zamana rastlar. 19. yy. ortalarında, Peter Naylor adında, New Yorklu bir metal çatı müteahhidi, Kaliforniyalı altın arayıcılarının konut gereksinimini karşılamak üzere taşınabilir çelik evler üretmiştir.

Çelik kafes sistemler 19yy. başlarında köprü yapımında ortaya çıkmaktadır. Bu köprüler içerisinde en ünlülerinden biri Sydney liman köprüsüdür. Sydney köprüsünde kullanılan çeliklerde, çekme dayanımı ön planda tutulmuştur. Çok az bir akma gerilmesi, tokluk ve kaynak yapılabilirlik dikkate alınarak, % 0,3 Karbon (C), % 0,15 Silisyum (Si) ve % 0,12 Manganez (Mn) kullanılmıştır (Tekin, 1981). Daha sonraları çelik kafes sistemler gelişerek yapılarda çatı sistemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler ile birlikte çelik malzemedeki yüksek akma dayanımının yüksek çekme dayanımından daha önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle yapı çeliklerinde kullanılan karbon miktarı daha da düşürülmüş, Mn miktarı da yüksek oranlarda tutulmuştur.

Tablo 4.1 de sanayileşmeyi ilk geliştiren ülke olan İngiltere’de 1981’den 1991’e kadar olan on yıllık dönemde çelik yapım sisteminin diğer yapım sistemlerine oranla nasıl bir gelişme gösterdiği görülmektedir.

Çelik makas sistemin özelliklerini anlayabilmek için yapımında kullanılan çelik malzemenin özelliklerini bilmek gerekmektedir.

Tablo 4.1 İngiltere’de Yapım istemlerinin yıllara göre dağılımı [8]



4.1.1 Çelik Malzemenin Özellikleri

Çelik malzeme, yapısında Demir (Fe)'den başka %0.16-0.30 oranında Karbon (C) bulunan bir alaşımdır. Karbon, çeliğin sertliğini ve dayanımını artırır. Ancak, çekme dayanımını azaltıp kırılmalığının artmasına neden olur (Aktaş, 2002).

Çeliğe farklı özellikler kazandıran içerdiği elementlerin kimyasal bileşimi ve çeliğin içyapısıdır. Çeliğe değişik oranlarda alaşım elementleri katılarak kullanım amacına göre, değişik özelliklerde çelik elde edilir [20].

Manganez (Mn), Fosfor (P), Kükürt (S) ve Silisyum (Si) üretim sırasında hammaddeden kaynaklanan elementler olup, çelik bünyesinde belirli oranlarda bulunur. Diğer elementler ise (Cr, Ni vs.), istenilen miktarlarda çelik bünyesine ilave edilir [20].

Yapı sisteminde kullandığımız çelik malzemenin başlıca özellikleri, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri olmak üzere üç başlıkta incelenebilir.

4.1.1.1 Kimyasal Özellikler

Kimyasal özelliklerin tümü çeliğin kimyasal bileşimi temel alınarak incelenir. Çeliğin kimyasal bileşimi, çeliği oluşturan elementlerin oransal değerlerinin tümüdür. Her bir elementin çeliğin özelliklerini belli yönde azaltma ya da artırma eğilimi vardır. Bir çeliğin özelliklerini incelerken, bileşimindeki elementleri teker teker ele alıp her birinin etkisini belirlemek gerekir. Örneğin, karbon, sertlik ve çekme dayanımı; mangan ve nikel, tokluğu; bor sertleşebilirliği; krom, ısı ve dayanımı; molibden, vanadyum ve volfram kıvırtı sertliği ve aşınma dayanımını artırmada en etkin elementlerdir [8].

Çeliğin en önemli özelliklerinden biri olan sertleşebilirlik de kimyasal bileşim ayarlaması ile sağlanır. Alaşım elementlerinin en çok kullanılan türleri, bor, krom ve molibden metalleridir.

Görüldüğü gibi, içyapı ile kimyasal bileşim karşılıklı etkileşim içindedir. Bu nedenle içyapılar, hem çeliklerin özelliklerini yaratan temel nedenlerin belirlenmesi, hem de çeliklerin yapılarından kaynaklanan sorunların çözümlenmesi bakımından çok önemlidir. Kimyasal bileşim ile çeliğin içyapısı, içyapı ile de özellikler arasında varolan bağıntılar, çelik üretiminde denetimi daha kolay yapılabilen kimyasal bileşim yoluyla çelikte istenilen özelliklerin yaratılmasını sağlar [8].

Tablo 4.2’de kullanım alanlarına göre çelik çeşitlerinin yapısındaki elementlerin oranları görülmektedir.

Tablo 4.2 Bazı Çelik Çeşitlerindeki Kimyasal Özellikler [23].

	C	Si	Mn	P	S	N	Kullanım Alanları
St 37	0,10 0,17	0,40	0,20 0,50	0,040	0,050	0,007	İnşaat, sanayi sektöründe, kutu profil, çubuk yapımı ve sıcak haddelenmiş sanayi profilleri yapımında.
St 42	0,18 0,23	0,15 0,35	0,20 0,50	0,040	0,050	0,007	İnşaat, sanayi sektörlerinde, yüksek dayanımlı sıcak çekilmiş sanayi profilleri yapımında.
St 50-2	0,27 0,34		0,20 0,50	0,040	0,050	0,009	Basma gerilimine maruz yüklerde, manivella, miller, hassas olmayan dişli kalıp ve pres altlıkları.
St 52-3	0,15 0,20	0,20 0,40	1,20 1,50	0,040	0,050	0,009	Sanayi ve inşaat sektöründe dayanım gerektiren durumlarda.
St 60	0,36 0,44		0,20 0,50	0,040	0,050	0,009	Dayanım gerektiren makine elemanları, dişli çarklar vs. yapımında
St 70	0,46 0,54		0,20 0,50	0,040	0,050	0,009	Perçin, özel cıvata, kama ve dayanım gereken makine elemanları yapımında.
Ç 1010	0,08 0,13	0,15 0,35	0,30 0,60	0,040	0,050		Cıvata, somun, konstrüksiyon da gövde olarak ıslah edilebilir. Makine parçaları imalatında.
Ç 1020	0,18 0,23	0,15 0,35	0,30 0,60	0,040	0,050		Makineler, cıvatalar, somunlar yapımında ısıtıl işlem uygulanabilir.
Ç 1025	0,22 0,28	0,15 0,35	0,30 0,60	0,040	0,050		Makineler, cıvatalar, somunlar yapımında ısıtıl işlem uygulanabilir.
Ç 1030	0,28 0,34	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Makineler, dingiller, gemi şaftları cıvata vs. yapımında
Ç 1035	0,22 0,38	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Cıvatalar, taşıyıcı, dingil, dişli çarklar yapımında. İndüksiyon ve alevle sertleştirilebilir.
Ç 1040	0,37 0,44	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Transmisyon milleri, raylar, dişliler vs. yapımında. İndüksiyon ve alevle sertleştirilebilir.
Ç 1045	0,43 0,50	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Dişli çarklar, kancalar, çapa, kazma, kürek vs. yapımında. İndüksiyon ve alevle sertleştirilebilir.
Ç 1050	0,45 0,54	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Cer kancalar, dişliler, kazmalar, frezeli miller yapımında
Ç 1060	0,55 0,65	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Miller, şaflar, cıvatalar yapımında.
Ç 1070	0,65 0,75	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Spiral ve yaprak yaylar, makaslar, kesici basit takımlar, zımbalar, kesme kalıplar yapımında.
Ç 1090	0,85 0,98	0,15 0,35	0,60 0,90	0,040	0,050		Kepçe dişlisi, greyder bıçağı, yüksek dayanımlı makine parçaları, ege, keser, ağaç testeresi, zımba.
C 22	0,17 0,24		0,30 0,60	0,040	0,050		Makine elemanları, cıvata, kama ve dayanım gerektiren makine elemanları yapımında.
C 35	0,32 0,39		0,50 0,80	0,040	0,050		Cıvata, uskur mili, dişli çarklar, taşıyıcı dingil yapımında. Isıl işlem uygulanabilir.
C 45	0,42 0,50		0,50 0,80	0,040	0,050		Frezeli miller, raylar, yük kancaları, manivela kolları vs. yapımında. Isıl işlem uygulanabilir.
C 60	0,57 0,65		0,60 0,90	0,040	0,050		Tipik çelik malzemelerin kullanıldığı yerlerde kullanılır. Sertleşme kabiliyeti ve dayanımı iyidir.
CK 15	0,12 0,18		0,30 0,60	0,040	0,050		Makine elemanları, dayanım gerektiren yerlerde kullanılır. Sertleşme yeteneği ve dayanımı daha iyidir.
CK 22	0,17		0,30	0,040	0,050		Makine elemanları, cıvata somun, mil, kama yapımı. Sementel olabilir.

4.1.1.2 Fiziksel Özellikler

Çelik uygulamalarında geçerliliği olan fiziksel özellikler doğrudan uygulama gereksinimlerine bağlı olarak önem kazanmaktadır. Fiziksel özellikler genelde, ısısal özellikler, elektriksel özellikler, mıknatıssal özellikler ve yoğunluk olarak alt bölümlere ayrılmaktadır. Bu bölümde çeliğin sadece ısısal özellikleri ve yoğunluğu anlatılmaktadır.

- **Isısal Özellikler ve Yoğunluk**

Isının önemli bir değişken olduğu uygulamalarda, çeliğin türüne bağlı olarak, ısı iletkenliğinin bilinmesi ve tasarımda göz önüne alınması gereklidir. Çeliğin ısı iletkenlik katsayısı 25-40 kcal/m.h.c arasında değişmektedir. Bununla ilişkili ikinci bir önemli özellik ısı genleşmedir. Alüminyum gibi çeliğin iki katı genleşen bir metal, çelik ile birlikte kullanılacaksa, tasarımcının bunu tasarımında çok iyi değerlendirmesi gerekir.

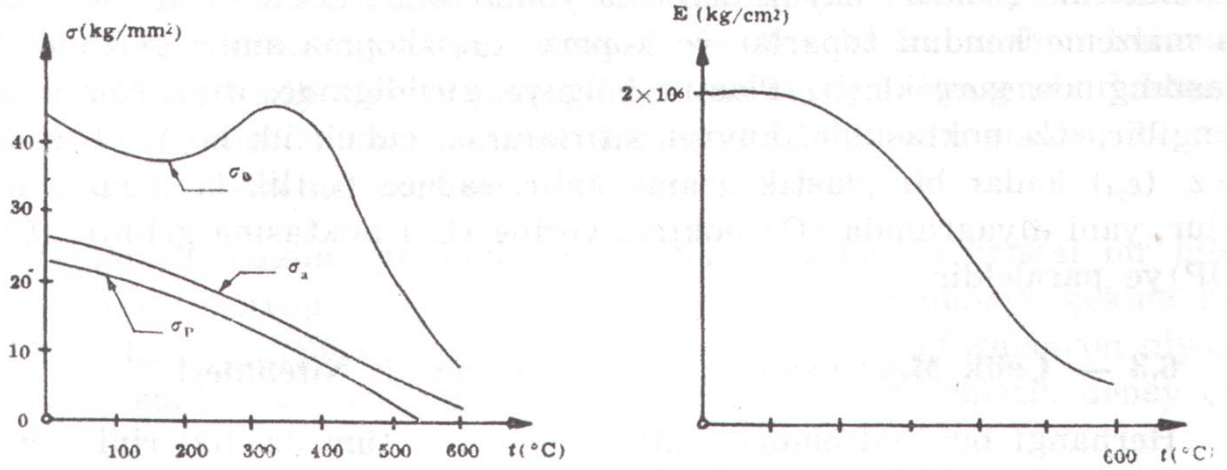
Çelik malzemenin bu derece iyi bir iletken olması yapı dayanımı açısından olumsuz durumlar ortaya çıkarmaktadır. Çelik malzeme yangın esnasında ısısal nedenler ile doğan sorunları, yapının diğer bölümlerine ileterek sorunun büyümesine neden olmaktadır. Bu nedenle çelik malzeme yapılara uygulanırken beraberinde ısı yalıtımı ve yangın yalıtımı gibi ek maliyeti de beraberinde getirir.

Tablo 4.3'te bazı çelik ve metal türlerinin fiziksel özellikleri ile kaynak kabiliyet durumları gösterilmektedir.

Tablo 4.3 Bazı çelik ve metal türlerinin fiziksel özellikleri ile kaynak kabiliyeti faktörleri [8].

Malzeme türü	Isı iletkenliği (cal/cms°C)	Erime derecesi T _c (°C)
Karbonlu çelik	0.12	1490
Paslanmaz çelik	0.07	1450
Östenitik paslanmaz çelik	0.05	1420
Çinko	0.25	906

Çelik malzeme ısı ile genleşen bir metal malzemedir. Çelik malzemede ısı etkisiyle dayanım ve elastisite modülündeki değişimler Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Isı etkisiyle Çelik Malzemede Dayanımın ve Elastiklik modülündeki değişimler (Odabaşı, 2000).

Tablo 4.4'te bazı metal ve çelik türlerinin yoğunluk ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması yer almaktadır. Tabloda da görüldüğü gibi yapı çeliği olan st 37'nin yoğunluğu 7850 kg/m^3 tür.

Tablo 4.4 Bazı metal ve çelik türlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması[17]

Malzeme	Akma Gerilmesi (MPa)	Kopma Gerilmesi (MPa)	Elastisite Modülü (GPa)	Poisson Oranı	Yoğunluk
St 37	225	400	200	0.32	7850
St 44	265	480	200	0.30	7860
Al 2014-T6	414	470	73	0.35	2790
Gri Dökme Demir	-	179 (Ç), 669 (B)	67	0.28	7190

4.1.1.3 Mekanik Özellikler

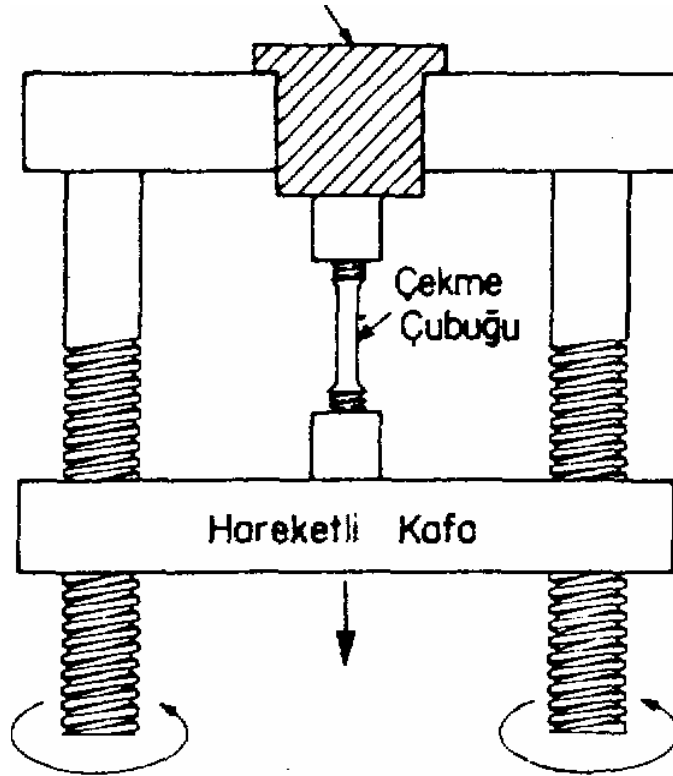
Çelik malzeme kullanımında öncelikle ve en çok değerlendirmeye giren özellikler mekanik özelliklerdir. Uygulamalarda yalnız başına kullanılmaması gerekse de tasarımlarda ilk olarak düşünülüp değerlendirilen etken, mekanik özelliklerdir.

Çelik malzemenin mekanik özellikleri; çekme özelliği, basınç özelliği, kesme özelliği, sertlik ve darbe özelliği olarak incelenebilir.

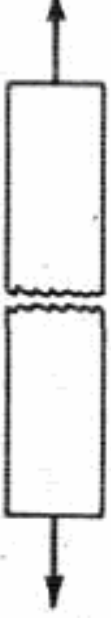
A. Çekme Özellikleri

Yapı üretiminde kullanılan çeliklerin dayanım ve elastik değerleri çekme deneyinden elde edilir. Çeliklerin uygulamadaki davranışlarını, çekme deneyinden elde edilen bu tür özellik değerlerinden kestirebilmek mümkündür. Yapı tasarımında kullanılan bir parçanın çekme deneyinden elde edilmiş dayanım, elastik ya da uzama değerleri, gerçek uygulama koşullarında karşılaşılan yük ve elastik değerlerine çok yakın bulunmaktadır. Bu nedenle, tüm çelik tasarımlarında çeliklerin elastik davranımı, tasarımının olağan ve doğal bir yanı gibi görülmektedir. Fakat bazı yükleme koşulları altında çelikler gevrek davranım da gösterip beklenmedik kırılmalara yol açabilirler. İşte bu davranım biçimlerine ışık tutan en yaygın ve belki de en yararlı deney çekme deneyidir.

Çekme deneyleri Şekil 4.2’de basitçe gösterilen çekme aygıtında, standart deney çubukları kullanılarak yapılır. Yapılan bu deney sonunda oluşabilecek kırılma tipleri Şekil 4.3’te gösterilmektedir.



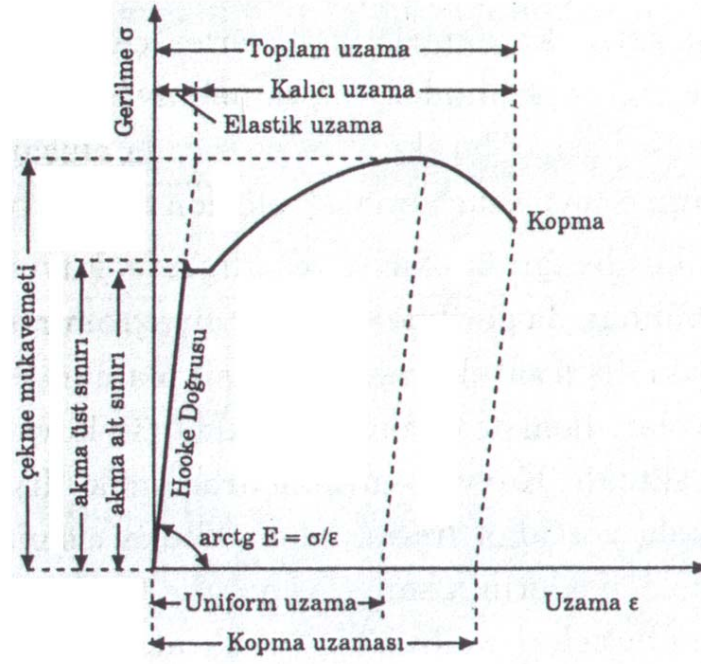
Şekil 4.2 Çelik malzeme çekme aygıtı [8]

			
Çok kristalli metallerde gevrek kırılma	Sünek tek kristallerde kayma kırılması	Çok kristalli metallerde sünek çanak-koni tipi kırılma	Çok kristalli metallerde tam sünek kırılma (kesit daralması % 100)

Şekil 4.3 Çekme deneyinde kırılma tipleri [17].

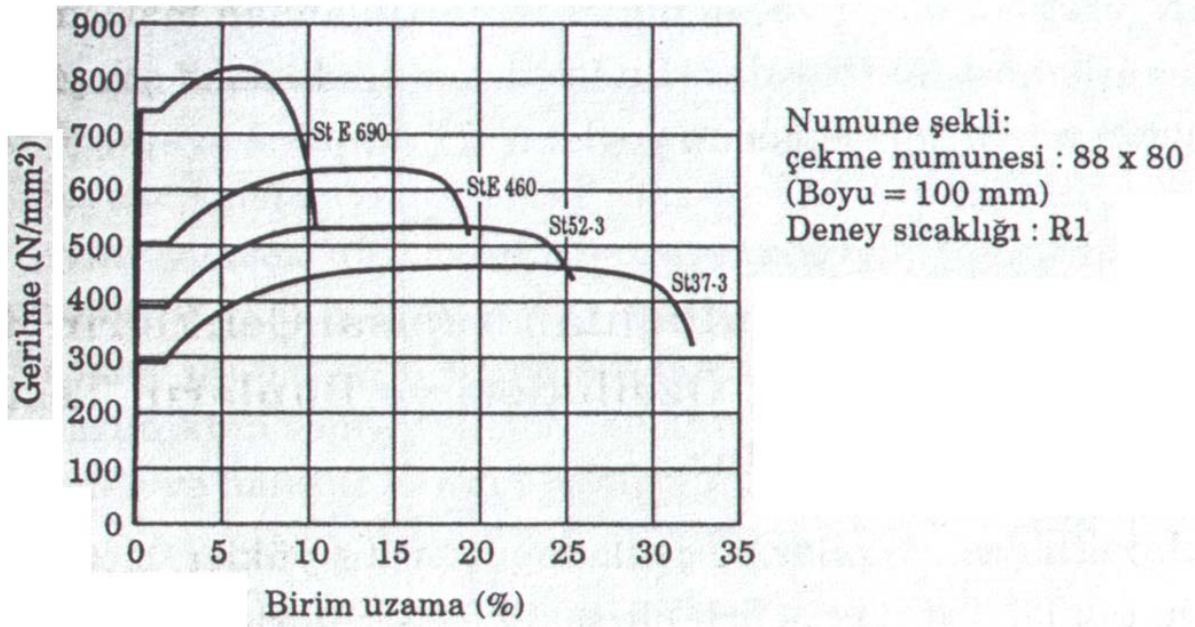
Yapılarda en çok kullanılan çelik malzeme çeşidi St 37 olarak adlandırılan çeliktir. 37 sayısı, malzemenin çekmedeki kopma dayanımının (kg/mm^2) cinsinden değeridir. St 37'nin çekme dayanımı 3700 kg/cm^2 'dir. Bir başka çelik cinside St 52'dir. St 52'nin çekme dayanımı ise 5200 kg/cm^2 'dir. Yaygın olmamakla beraber önemli yapılarda kullanılmaktadır. Bu yapı çeliklerinin dışında, çelik yapılarda söz konusu olan perçin veya bulon gibi birleşim araçlarının üretiminde kullanılan çelik cinsleri de vardır. Örneğin perçinler için (St 34-St 44), bulonlar için (4.6-5.6) çelikleri kullanılmaktadır (Odabaşı, 2000).

Çelik malzeme türlerine ait mekanik özellikler Tablo 4.7 de genel olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.4 Çelik malzemenin çekme deneyinde uzama eğrisi (Deren, Uzgider ve Piroğlu, 2005)

Farklı çelik kalitesinde yapılan çekme deneylerinde ise St 37 kalitesindeki çelik malzeme Şekil 4.5’de görüldüğü üzere en fazla uzamayı yaparak en geç kopma noktasına ulaşmaktadır.

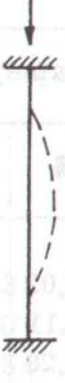
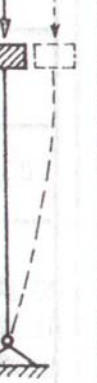


Şekil 4.5 Farklı kalitedeki çelik malzemelerin çekme deneyinde uzama eğrileri (Deren, Uzgider ve Piroğlu, 2005)

B. Basınç Özellikleri

Çeliğin basınç özelliklerini belirlemek için basınç deneyi uygulanır. Bu deney de çekme aygıtında yapılır. Basınç gerilimi kesit alanı artırdığından, basınç deneyinde eğilme görülmez; şişme olayı görülür. Basınç-uzama eğrileri de biçimsel olarak çekme-uzama eğrilerine benzerler [8]. Basınçla çalışan çubukların kafes kiriş düzlemi içindeki burkulma boylan (L_e), çubukların (L) sistem uzunluğuna eşit alınır. Kafes kiriş düzlemi dışındaki burkulma boyunun da çubuk uzunluğuna eşit olabilmesi için, basınç başlığı düğüm noktalarının kiriş düzleminde dışarıya doğru hareketleri önlenmiş olmalıdır (TS 648).

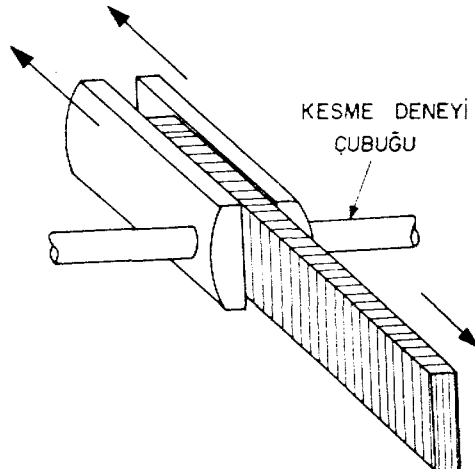
Tablo 4.5 Basınç Çubuklarında Burkulma Boyu ((Odabaşı, 2000).

Çubuğun Konumu (Kesikli çizgiler burkulma şeklini gösteriyor)						
«K» Katsayısı	0,5	1,0	0,7	1,0	2,0	2,0
Uç bağlantı şekillerinin ayrıntıları	 Dönme ve öteleme önlenmiş					
	 Dönme serbest, öteleme önlenmiş					
	 Dönme önlenmiş, öteleme serbest					
	 Dönme ve öteleme serbest					

St 37 çeliğinin basınç dayanımı 1400 kg/cm², st 52 çeliğinin basınç dayanımı ise 2100 kg/cm²'dir (TS 648).

C. Kesme Özellikleri

Birçok uygulamada yükleme biçimi gibi etkenler kesme kuvveti yaratmaktadır. Cıvatalar, perçinler, kamalar, sürgüler v.b., genellikle kesme gerilimleri altında yarırlar. Kesme kuvveti, kesme gerilimi altında yarıma ya da kırılmayı başlatan gerilime verilen addır. Şekil 4.6'da gösterilen biçimdeki bir düzenek, çekme aygıtında kesme deneyi uygulaması için kullanılabilir. Kesme gerilimi değerleri çekme gerilimi değerleri gibi kolay bulunur çizelgeler durumuna getirilmiş değildir [8].



Şekil 4.6 Çelik malzemede kesme deneyi

D. Sertlik Özelliği

Sertlik, çeliğin plastik deformasyona uğradığı bölgede gösterdiği dirence verilen addır. Bunu ölçmek için sertlik ölçer aygıtlar kullanılır. Sertliği ölçülecek yüzeye ya sert bir bilya ya da sivri bir uç uygulanarak çıkarılan izin alanı veya derinliği ölçülür. Bu değer, çeliğin sertliğinin bir ölçüsü olarak kullanılır [8].

Çelik malzemenin boylamasına yönde her mm'de sertliği ölçülerek, elde edilen değerler ile bir grafik oluşturulur. Aynı yöntemle enlemesine yönde de sertlik ölçümleri yapılır ve elde edilen değerler bir grafiğe dönüştürülür. Değişik malzemelerden sertleşebilme kabiliyeti iyi olanın seçilebilmesi için bu malzemelerin üzerinde çeşitli sertlik deneyleri yapılır. Sonuçlar grafiğe geçirilir ve ağırlıklı olarak malzeme yüzeyinde açılan sertleşme derinliklerinin karşılaştırılması yapılır [17].

Tablo 4.6'de çelik malzeme üzerinde uygulanan çeşitli sertlik deneyleri ve sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.6 En çok kullanılan sertlik deneyleri [8].

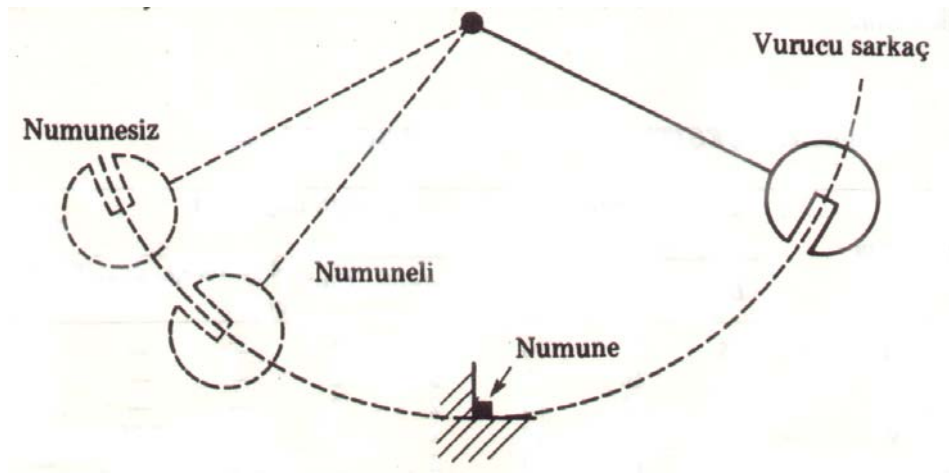
Sertlik Deneyi	İzâçar	Yük	Uygulama
Knoop	Elmas	1kg-2000kg	İncesertlik (mikrosertlik)
Vickers	Elmas	1kg-2000kg	İncesertlik (mikrosertlik)
Rockwell C	Elmas	150kg	Kalın ve sert metaller
Rockwell B	Çelik bilya	100kg	Sertliği yük. olm. çelik ve demirdışı met.
Rockwell T	Çelik bilya	15,30,45kg	Çok ince ve yumuşak metaller
Rockwell N	Elmas	15,30,45kg	Sert ve ince metaller
Brinell	Çelik bilya	500-3000kg	Sertliği 40 HRC' ye dek çeliklere

E. Çarpma (Darbe) Özellikleri

Çeliklerin çekme, basma, kesme ve burma gibi durağan yükler altındaki davranımları çarpma gibi devingen yükler altındaki davranımlarından oldukça farklıdır. Çeliklerin, çarpma davranımlarını çarpma özellikleri belirler. Çeliklerin çarpma özelliği, çarpma yükleri altında kırılmaya karşı gösterdikleri dirençtir. Bu özellik kısaca tokluk diye bilinmektedir [8].

Çarpma dayanımı, çarpma yükü altında çeliğin kırılması için gereken enerji değeridir. Joule (J) ya da J/cm^3 birimiyle ölçülür [8].

Çeliklerin çarpma dayanımları, çarpma aygıtlarıyla Şekil 4.7'de gösterildiği gibi ölçülmektedir.



Şekil 4.7 Çarpma deneyi prensibinin gösterilmesi (Tekin, 1984).

Aşağıdaki Tablo 4.7’de çeşitli çelik malzemelerin mekanik özelliklerinin genel bir karşılaştırması bulunmaktadır.

Tablo 4.7 Çelik türlerinin mekanik özellikleri (TS 648)

Çeliğin Kısa Gösterilişi	Çekme Dayanımı σ_d kgf/cm ² (N/mm ²)	Akma Sınırı ¹⁾ σ_a kgf/cm ² (N/mm ²)	Elastisite Modülü E kgf/cm ² (N/mm ²)	Kayma Modülü G kgf/cm ² (N/mm ²)	Isı Genleşme Katsayısı α_t
Fe 33	3300 — 5000 (324 — 490)	1900 (186)	2100 000 (206182)	810 000 (79434)	0,000012
Fe 34	3400 — 4200 (333 — 412)	2100 (206)			
Fe 37	3700 — 4500 (363 — 491)	2400 (235)			
Fe 42	4200 — 5000 (412 — 490)	2600 (255)			
Fe 46	4400 — 5400 (431 — 530)	2900 (284)			
Fe 50	5000 — 6000 (490 — 588)	3000 (294)			
Fe 52	5200 — 6200 (510 — 608)	3600 (353)			
Fe 60	6000 — 7200 (588 — 706)	3400 (333)			
Fe 70	7000 — 8500 (686 — 834)	3700 (363)			

1) Bu değerler, et kalınlığı 16 mm'ye kadar olan mamuller için geçerlidir. Et kalınlığı 16 mm'den büyük, 40 mm'yi geçmeyen mamullerde verilen değerler 100 kg/cm² azaltılmalıdır. Et kalınlığı 40 mm'yi aşan ve 100 mm'yi geçmeyen mamullerde verilen değerler 200 kgf/cm² kadar azaltılmalıdır.

4.1.2 Çevresel Etkenlerin Çelik Malzemeye Etkisi

Çelik malzemede başlıca olumsuz özellikler; çok iyi bir ses ve ısı iletkenliğine sahip olması, yangın karşısında dayanımının azalması, su veya kimyasal madde ile teması durumunda malzemede korozyon (kesit kaybı, vb.) olması olarak sıralanabilmektedir [19].

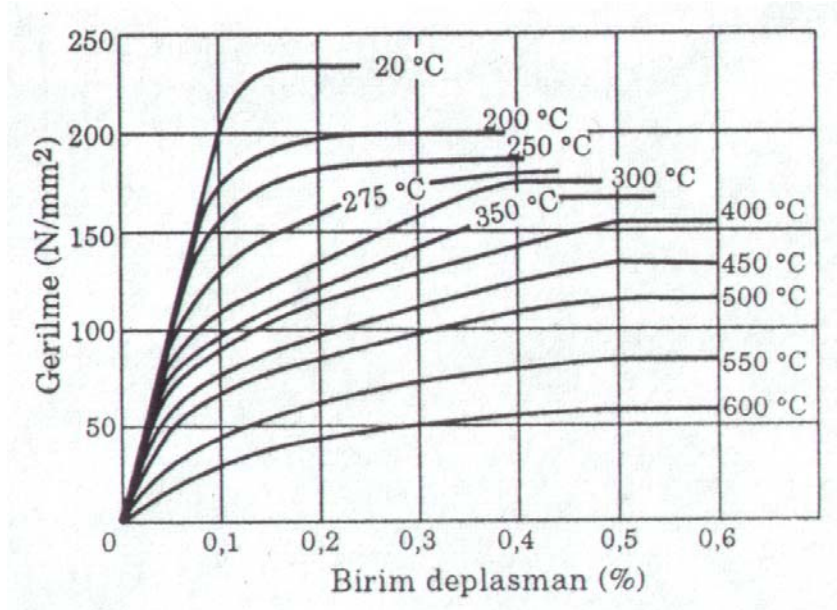
Bu bölümde çelik malzemenin yangına olan dayanımı ile su ve neme olan dayanıklılığı incelenmektedir.

4.1.2.1 Çelik Malzemenin Yangına Karşı Dayanımı

Çelik malzeme, oda sıcaklığında sergilediği üstün dayanıma ve elastikliğe rağmen, metalürjik yapısı nedeniyle yüksek sıcaklıklarda önemli dayanım kaybına uğrayan bir yapı malzemesidir (Öven ve Parlak,2003).

Çelik yapıda çıkan bir yangın sırasında taşıyıcı yapı bölümleri ve elemanları taşıma kapasitelerini yitirmemeli ve belirli bir sınırın üzerinde deformasyon yapmamalıdır. Bunu tespit edebilmek için yangın deneyleri yapılmaktadır. Çeliğin yapıdaki kullanımında yangın etmenine karşı göçmesi ile ilgili bilgiler DIN 4102’de verilmektedir. Ayrıca yapısal önlemler DIN 18 230’da belirtilmektedir (Deren, Uzgider ve Piroğlu,1995).

Şekil 4.8’de artan sıcaklık derecelerine bağlı olarak çeliğin (St 37) gerilme-şekil değiştirme davranışı görülmektedir. Bu şekilde 600°C’ye kadar olan sıcaklık dereceleri ele alınmıştır. Bu şekilden de açıkça görüldüğü gibi, sıcaklık derecesi arttıkça elastisite modülünün değeri ve akma sınırı düşmektedir. 600°C’de çelik dayanımını kaybetmektedir. Öte yandan, 1000°C civarında sıcaklıklarda akma sınırı sıfıra yaklaşmaktadır (Deren, Uzgider ve Piroğlu,1995).



Şekil 4.8 Çelik malzemenin sıcaklık etkisinde gerilme-şekil değiştirme grafiği (Deren, Uzgider ve Piroğlu,1995)

Çelik yapı elemanlarının yangın sırasında ısınması sonucu oluşabilecek göçme olayını engellemek için iyi bir yalıtım yapılması gerekmektedir. Bu durum taşıyıcı sistem maliyetini % 20-30 oranında arttırabilmektedir (Öven ve Parlak, 2003).

Çelik yapı elemanlarını yangından koruma yöntemlerini basitten gelişmişe doğru sıralayacak olursak;

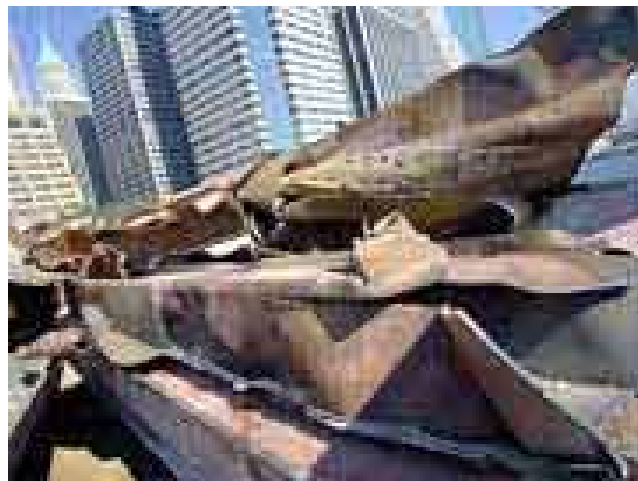
- Beton, tuğla, gaz beton veya beton briketle çevresel kaplama,
- Alçı levha ile kaplama,
- Isıya dayanıklı levhalarla kaplama,
- Ön şekilli yalıtım levhalarıyla kaplama,
- Boya (Sprey) ile kaplama,
- Şişen yalıtımlar ile kaplama,
- Kumaş ile kaplama şeklinde sıralayabiliriz.

Tablo 4.9’da çelik yapı elemanların yalıtılmasında kullanılan bazı yalıtım malzemelerinin 2003 yılına ait yaklaşık birim fiyatları verilmiştir.

Tablo 4.9 Koruma malzemeleri ile ilgili birim fiyatlar (Öven ve Parlak, 2003)

Koruma Malzemesi	Fiyat (\$/m ²)
Spreyler ve kumaş kaplamalar	10-31
Isıya dayanıklı levhalar	21-44
Önşekilli kaplamalar	31-70
Şişen yalıtımlar	21-79

Resim 5.1’de Dünya Ticaret Merkezi’nde çıkan yangından sonra enkaz haline gelen taşıyıcı sistem görülmektedir.



Resim 4.1 Dünya ticaret merkezi taşıyıcı sistem enkazı [24]

4.1.2.2 Çelik Malzemenin Su ve Neme Karşı Dayanımı

Yapı üretim sürecinde uygun nitelikte bir malzeme kullanılması kadar; zaman içinde malzemenin bozularak performansını kaybetmemesinin sağlanması da önemlidir. Bu açıdan bakıldığında, malzemenin zaman içinde bozulmasına neden olan temel etkenlerden birisinin nem ve su olduğu söylenebilir. Yapıların servis ömrünü ve dayanıklılığını olumsuz yönde etkileyen nem ve su, aynı zamanda insan sağlığının ve konfor koşullarının bozulmasına da neden olur (Çelebi, 2004).

Metal ve metal alaşımlarının kimyasal ve elektrokimyasal özellikleri, bulundukları ortamın etkisi ile süreye bağlı olarak içyapısal özelliklerinin bozulması ve tahrip olması korozyon olarak tanımlanmaktadır. Korozyon olayı sonucunda metaller metalik özelliklerini ve dayanımlarını kaybetmektedirler (Çelebi, 2004).

Su ve nem, çelik yapı elemanlarını korozyona uğratarak, çelik yapının taşıyıcı sisteminin ve çelik çatı sisteminin yük taşıma kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır.

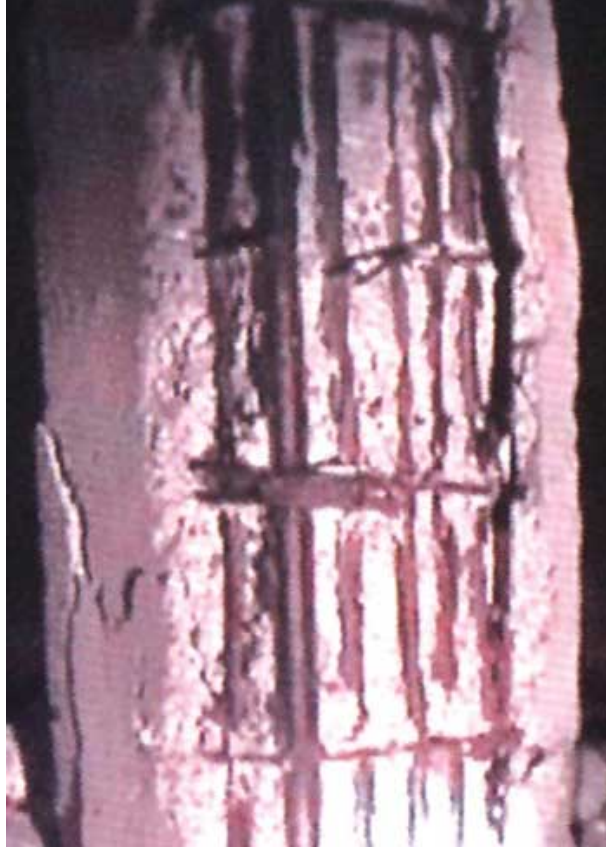
Su ve nemin çelik yapı elemanlarında korozyona neden olma şekilleri şöyledir:

- Kuru bir ortam içinde ve normal sıcaklıkta korozyon söz konusu olamaz. % 40 nem oranının altında da korozyonun hızı çok yavaştır. Buna karşın, ortamdaki nem oranının kritik bir değere gelmesiyle korozyonun hızı artar.
- İki farklı sıcaklık seviyesinde bulunan ortamlar arasında yer alan yapı elemanları yoğuşma nedeniyle de nemlenmektedir. Özellikle, yapı kabuğunda konumlanan duvar, döşeme, çatı gibi yapı elemanlarının higroskopik özelliklerine bağlı olarak nem elemanın kesitinde yoğuşabilmektedir. Bu nedenle, yoğuşma etkisinin, çiyleşme veya terleme olaylarının ortadan kaldırılması gerekmekte, ısı ve buhar yalıtımı korozyonun önlenmesi için önem taşımaktadır.
- Farklı sıcaklıklarda korozyon hızının değişik değerler aldığı bilinmektedir. Örneğin çok yüksek sıcaklıkta, metal yüzeyindeki nem tabakası çok hızlı kuruduğu ve düşük sıcaklıkta katı hale gelmiş olan su elektrolit özelliğini kaybettiği için, korozyon olayı devam etmez. Bu nedenle, korozyonun oluşumunda iklimsel koşullar da etken olmaktadır.

Korozyonu önlemede kullanılan yöntemler çok çeşitli olmakla beraber; yapı elemanlarının korozyon etkisinden korunması amacıyla boyalar ve kaplamalar ile su, nem ve ısı yalıtımının doğru biçimde yapılması, ayrıca bina dış kabuğunda yer alan bileşenlerin sıvanarak

korunması, tüm yöntemlerde malzemelerin doğru biçimde kullanılması gereklidir (Çelebi, 2004).

Resim 4.2’de bir binanın bodrum katındaki kolonda düşey taşıyıcı donatıda nem etkisiyle paslanma olayı görülmektedir. Bu paslanmadan dolayı taşıyıcı donatı kesit kaybetmekte ve taşıtıcılığında azalma meydana gelmektedir.

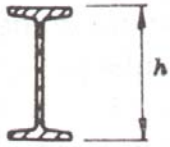
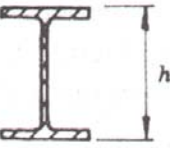
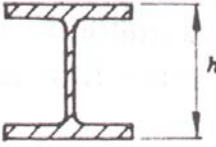
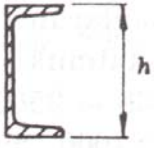
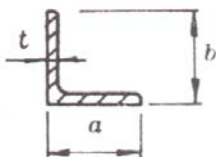
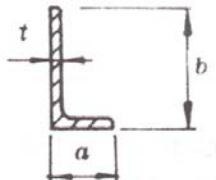
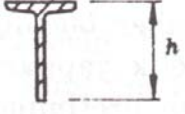


Resim 4.2 Betonarme kolonun düşey taşıyıcı donatısında meydana gelen paslanma ve kesit kaybı [12].

Yapılarda kullanılan çelik malzeme, çeşitli kesit etkilerini ekonomik bir biçimde aktaran, ayrıca, ekonomik kesit oluşturan standart şekil ve boyutlarda tanımlanmaktadır. Çelik fabrikalarında gerçekleştirilen bu şekil verme işlemine “haddeleme”, şekillendirilmiş çelik malzemeye de “hadde ürünleri” adı verilir (Odabaşı, 2000).

Çelik yapılarda kullanılan başlıca hadde ürünleri Tablo 4.10 da gösterilmektedir.

Tablo 4.10 Çelik hadde ürünleri (Odabaşı, 2000).

Profilin Adı		Profilin Şekli	Anılan karakteristik boyutlar ve değerleri
«I» profilleri	Normal «I» profili		$h = 80 \sim 600 \text{ mm}$
	«IPE» profili		$h = 80 \sim 600 \text{ mm}$
	«IPB» profili		$h = 100 \sim 1000 \text{ mm}$
«C» profili			$h = 30 \sim 400 \text{ mm}$
Korniyerler	Eşit kollu korniyer		$a = b = 20 \sim 200 \text{ mm}$ $t = 3 \sim 28 \text{ mm}$
	Değişik kollu korniyer		$a = 20 \sim 100 \text{ mm}$ $b = 30 \sim 250 \text{ mm}$ $t = 3 \sim 16 \text{ mm}$
«T» profili			$h = 20 \sim 140 \text{ mm}$

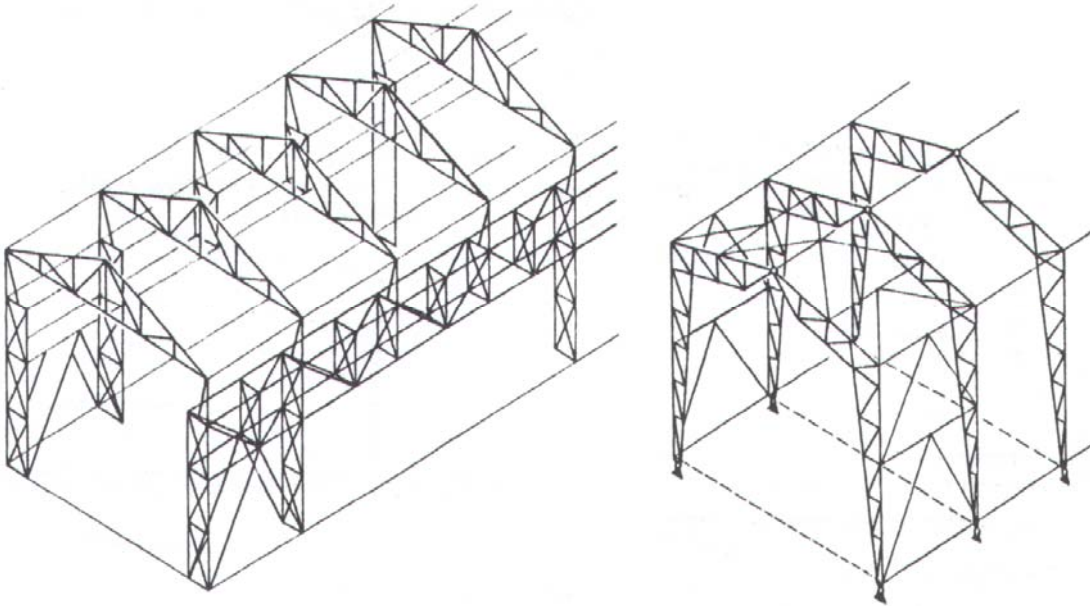
4.2 Çelik Makaslar

Çelik makaslar ahşap makaslarla aynı oranda esneklik ve açıklık kapasitesi sağlamakta ve mühendislik öncesi çelik makas sistem iskeletlerinden daha büyük bir tasarım esnekliğine izin vermektedir. Bu sayede benzer çatı şekilleri ve döşeme makasları tasarlanabilmektedir. Bu tasarım esnekliği çelik makasları nerdeyse her yapı için ideal kılmaktadır.

Tasarımı kolay olan çelik makasların yapımı konusunda bize yol gösteren yapı yönetmelikleri ve benzeri kaynaklar mevcuttur.

Çelik makaslar, güvenli bir yapı alanı sağlamakta, kullanım ömürleri boyunca nemi ve dumanı çekmemektedir. Böcek istilasına karşı da dirençlidirler.

Ülkemizde çelik makas sistemler daha çok sanayi tesislerinde kullanılmaktadır. Çelik makas çatı örtü sistemleri sanayi yapılarında çok çeşitli formlarda karşımıza çıkmaktadır. Şekil 4.9’da bir sanayi yapısının sistem çizimi görülmektedir.



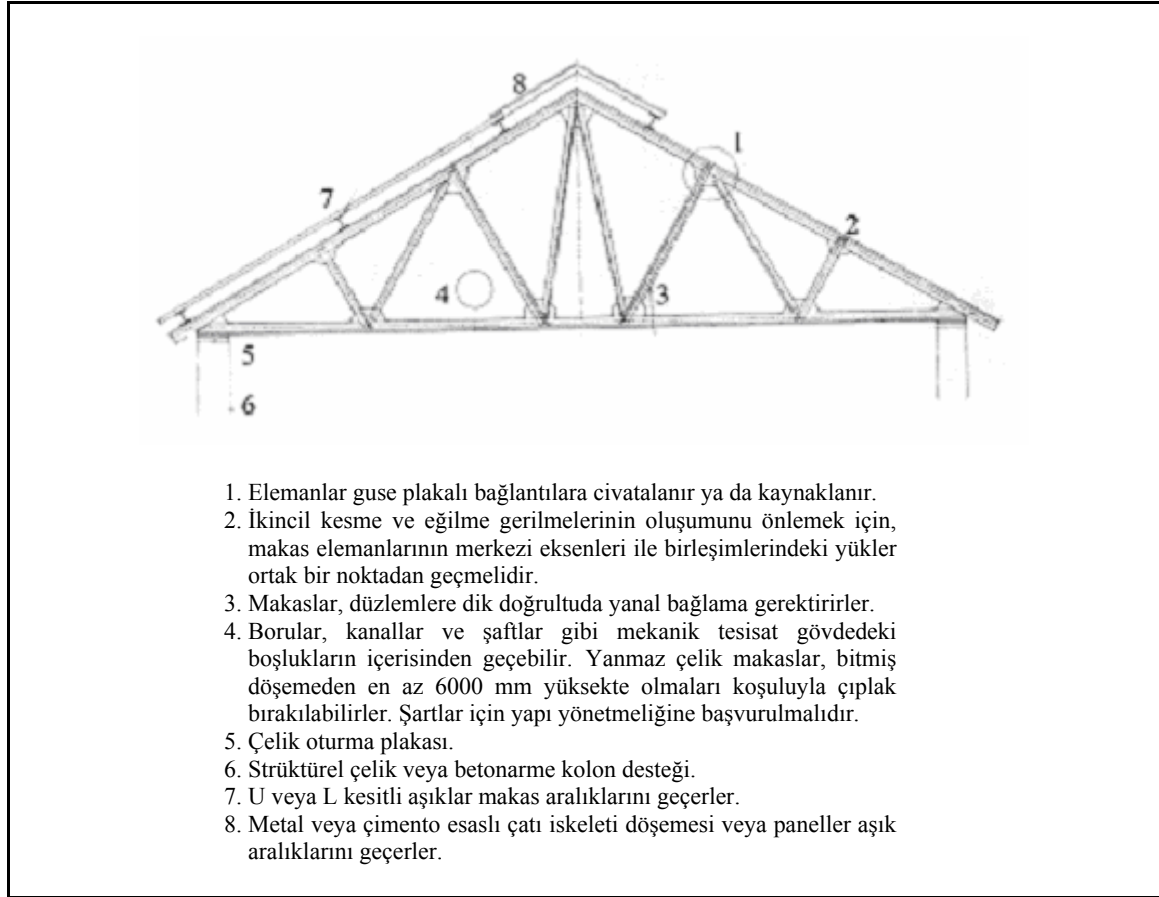
Şekil 4.9 Sanayi yapılarında uygulanan çelik kafes sistem çizimleri

4.2.1 Çelik Makasları Oluşturan Elemanlar

Eksenel basınç ve eksenel çekme kuvvetlerinin etkisindeki çubukların belli bir sistem çerçevesinde oluşturdukları taşıyıcıya “Kafes Kiriş” adı verilir. Bu çubuklar, kafes kirişin gövdesinde genellikle üçgen, ender olarak da eşkenar dörtgen biçiminde boşluklar oluşturmaktadırlar(Ayata, 1974).

Kafes kirişin üst çerçevesini belirleyen çubuklara “Üst başlık çubukları”, alt çerçevesini belirleyenlere “Alt başlık çubukları”, aradakilere de “Örgü çubukları” denir. Örgü çubuklarından düşey olarak duranları “Dikme çubukları”, eğik duranları ise “Çapraz çubuklar” olarak adlandırılır. Çubukların doğrusal olarak eksenlerinin teşkil ettiği şekil, kafes kirişin “sistem şekli” olarak adlandırılmaktadır. Sistem şeklinde, mesnetler arasındaki eksenel uzaklık (L), kafes kiriş açıklığıdır. Kafes kiriş sistemin yüksekliği (H), mesnet üstü yüksekliği de (h) olarak gösterilmektedir. Çubukların sistem şekli içerisinde kesiştikleri noktalar “Düğüm noktaları” olarak adlandırılmaktadır. Kafes kiriş makas sistemler, dolu gövdeli kirişlerin ekonomik olmadığı durumlarda uygulanmaktadır. Özellikle 12 m’yi geçen açıklıklardan sonra makas sistemlerin daha ekonomik çözümler sunduğu gözlemlenmektedir (Odabaşı, 2000).

Şekil 4.10’da çelik makas sitem üzerinde makas elemanları ve açıklaması görülmektedir.

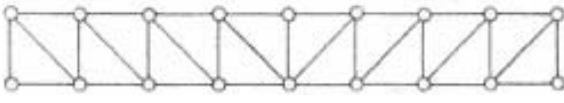
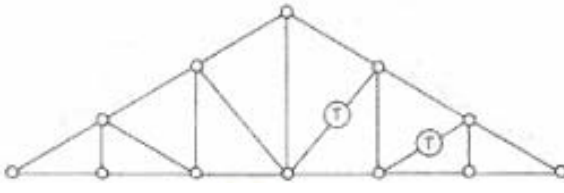
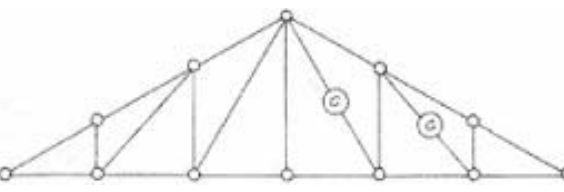
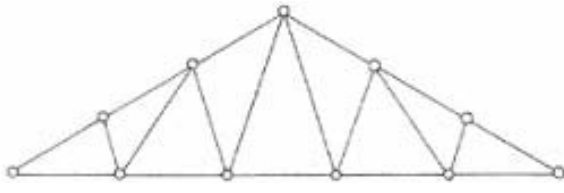
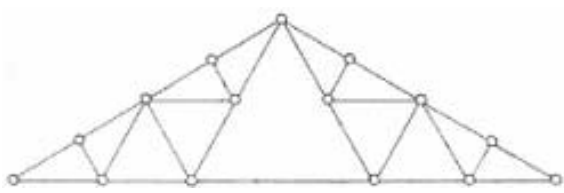


Şekil 4.10 Çelik makas sistemin kurgusu (Ching ve Adams, 2006).

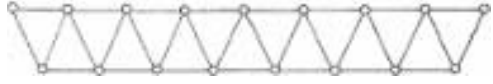
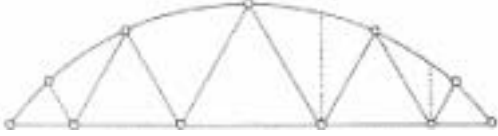
4.2.2 Çelik Makas Şekilleri

Çelik makas sistemler (düzlem kafes sistemler) yüzlerce farklı biçimde geniş açıklıkların geçilebilmesine olanak tanımaktadır. Farklı mekan ve yapı tasarımları gereksinimi, arazi konumu, kullanıcı istekleri gibi birçok etken, kullanılan makas formlarının sayısının artmasına neden olmaktadır. Tablo 4.11a ve Tablo 4.11b’de ise bu makas sistemlerden bir bölümünün özellikleri anlatılmıştır.

Tablo 4.11a Bazı makas şekillerinin özelliklerinin açıklanması (Ching ve Adams, 2006).

PARALEL MAKAS		Paralel makas, paralel üst ve alt başlıklardan oluşur. Eğimli veya kavisli makaslar kadar verimli değildir.
ÜÇGEN MAKAS (PRATT)		Pratt makası, basınç altındaki düşey elemanlara ve çekme altındaki çapraz elemanlara sahiptir. Daha uzun elemanların çekme etkisinde olduğu makasların kullanılması, genellikle daha verimli sonuç verir.
ÜÇGEN MAKAS (HOWE)		Howe makası olarak nitelendirilen bu üçgen makasta da makas sistemin genel özelliği olan, düşey elemanlar basınca, çapraz elemanlar çekmeye çalışmaktadır.
ÜÇGEN MAKAS (BELÇİKA)		Belçika makası, sadece eğimli çubuklardan oluşmaktadır. Bu bakımdan gövde elemanlarının daha çok çekmeye çalışmasının istendiği durumlarda uygulanabilir.
ÜÇGEN MAKAS (FINK)		Fink makası, açıklığın ortasına doğru basınç çubuklarının uzunluğunu azaltmak için küçük çapraz elemanlar eklenmiş Belçika makasıdır. Büyük çapraz elemanlar, üst başlıkları alt başlıklara bağlar. Küçük çapraz elemanlar, başlıkları ana çapraz elemanlara bağlar.

Tablo 4.11b Bazı makas şekillerinin özelliklerinin açıklanması (Ching ve Adams, 2006).

PARALEL MAKAS (WARREN)		Warren makası bir dizi eşkenar üçgen oluşturan eğimli çubuklardan oluşur. Basınç altındaki üst başlığın düğüm aralıklarını azaltmak için bazen düşey eleman kullanılmaktadır.
ÜST BAŞLIĞI PARABOLİK MAKAS		Parabolik (kavisli) makas, her ikiuçta düz bir alt başlıkla birleşen parabolik bir üst başlıktan oluşur.
ÜST VE ALT BAŞLIKLARI PARABOLİK MAKAS		Üst ve alt başlıkları parabolik (yüksel başlıklı) makaslar, alt başlığı destek noktalarından bir miktar yukarı çekilmiş makaslardır. Hilal biçimli makas, her iki yanda ortak bir noktadan çıkarak yukarı doğru kavis yapan üst ve alt başlıklara sahiptir.
KIRIK ALT BAŞLIKLİ MAKAS		Kırık alt başlıklı makas, bir üst başlığın ağından çıkarak diğer üst başlığı orta noktasına uzanan çekme elemanlarına sahiptir.

5. AÇIKLIKLARIN GEÇİLMESİNDE KULLANILAN AHŞAP MAKASLAR İLE ÇELİK MAKASLARIN KARŞILAŞTIRMASI VE BİR ÖRNEK ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde yukarıda bahsedilen bilgiler ve sunulan teknik verilerden yola çıkarak ahşap makas sistemler ile çelik makas sistemlerin, malzeme özellikleri açısından karşılaştırması ve 15 metrelik bir açıklığın ahşap ve çelik makas sistemle geçilerek elde edilen verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

5.1 Malzeme ve Sistem Özellikleri Açısından Karşılaştırması

Malzeme ve sistem özellikleri açısından ahşap ile çelik; fiziksel ve mekanik özellikleri, su, ısı, deprem etkenleri, akustik, geçilebilen açıklıklar, ekonomi, işçilik ve uygulama biçimleri ölçütleri ile karşılaştırılabilir.

Ahşap ve çelik malzemeye ait bu bölüm içerisinde anlatılan tüm özelliklerin bir arada karşılaştırması Tablo 5.12 de yer almaktadır.

5.1.1 Fiziksel Özellikler Açısından Karşılaştırması

Ahşap malzemenin en önemli avantajı, mimari ve statik olarak hafif yapım sistemlerinin elde edilmesini ve standartlaşmanın yüksek düzeye ulaşmasını sağlamasıdır.

Ahşap malzemenin hafifliği ağaç türlerine bağlı olarak 400 kg/cm^3 ile 800 kg/cm^3 arasında değişmektedir. Bu da düşey taşıyıcılar ile temel hesaplarında inşaat mühendisliğine önemli avantajlar getirmektedir (Candan, 1998). Tablo 5.2'yi incelediğimizde 7800 kg/cm^3 ağırlığındaki çelik ile karşılaştırılan ahşap malzemenin oldukça hafif olduğu görülmektedir. Ahşap malzeme yoğunluğu düşük olmasına karşın, elastik yapısı dolayısıyla yüksek dayanım özelliklerine sahiptir.

Tablo 5.1'de görüldüğü gibi ahşap malzemede liflere paralel çekme dayanımı yoğunluğun 1666 katıdır. Buna karşılık çeliğin çekme direnci yoğunluğun 641 katıdır (Göker, 1999).

Tablo 5.1 Ahşap malzemede ve çelik malzemede çekme dayanımı

Malzeme	Yoğunluk (gr/cm^3)	Çekme dayanımı (kg/cm^3)	Ortalama (Çekme dayanımı/Yoğunluk)
AHŞAP	0,6	1000*	1666
ÇELİK	7,8	5000	641

*Liflere paralel çekme dayanımıdır.

Ahşap malzemenin fiziksel özelliklerine ait olan ısı iletkenliği, akustik özelliği, su ve nem özellikleri aşağıda ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

5.1.2 Mekanik Özellikler Açısından Karşılaştırması

Ahşap malzemenin elastik deformasyon kabiliyeti oldukça yüksektir. Böylece, ahşap malzeme önemli miktarda yüklemelerden sonra tekrar başlangıçtaki şekline dönebilmektedir (Göker, 1999). Ahşap malzemenin eğilme direnci 100 kg/cm^2 , çeliğin eğilme direnci ise $1400\text{-}5200 \text{ kg/cm}^2$ arasında değişmektedir (Şenol, 2001).

Ahşap malzemenin basınç dayanımı 60 ile 110 kg/cm^2 olarak değişmekte iken, çelik malzemede $1400\text{-}5200 \text{ kg/cm}^2$ arasında bir değişim göstermektedir.

Ahşap malzemenin kesme emniyet gerilmesi 9 kg/cm^2 'dir. Çelik malzemenin kesme emniyet gerilmesi ise $1120\text{-}1680 \text{ kg/cm}^2$ arası değişmektedir.

Ahşap malzemenin burulma emniyet gerilmesi 10 kg/cm^2 'dir. Çelik malzemenin ise $1120\text{-}1680 \text{ kg/cm}^2$ arası değişmektedir. Görüldüğü gibi burulma emniyet gerilmesi bakımından çelik malzeme, ahşap malzemedan daha olumlu bir özelliğe sahiptir.

5.1.3 Yangın ve Isı Etkeni Açısından Karşılaştırması

Ahşap malzeme ısı iletkenliğinin az olmasından dolayı yangın karşısında daha dayanımlı bir malzemedir. Ahşabın ısı iletkenliği $0,12\text{-}0,58 \text{ kcal/m.h.c}$ arasında değişmekteyken, çelikte ahşabın yaklaşık $300\text{-}400$ katıdır ve $25\text{-}40 \text{ kcal/m.h.c}$ arasındadır. Ahşap malzemenin ısı iletkenliğinin çeliğe oranla daha düşük olması, yangına karşı daha dayanımlı olmasını sağlar. Yangına karşı dayanım özelliği, ticari işleve sahip yapıların mal sahipleri ya da işletmecileri için önemlidir (Şenol, 2001).

Genel kanının tersine ahşap malzeme, yangında taşıma yeteneğini en geç kaybeden yapı malzemesidir (Tokyay, 1998). Büyük ölçülerde masif ahşap kesitlerin yangın sırasında çevresinde oluşan kor tabakası, yangının içeriye doğru ilerlemesini yavaşlatmaktadır. Taşıyıcı sistem yıkılmadan uzun süre taşıyıcılığını korumaktadır (Duman ve Ökten, 1988).

Çelik koruma önlemi alınmazsa, önce aşırı derecede genleşip deforme olur ve taşıyıcılık özelliğini kaybeder. 600°C sıcaklıktan itibaren dayanımını kaybederek çökme riski taşır ve 15 dakika içerisinde çöker. Aynı zamanda çok iyi bir ısı iletkenliğine sahip olduğundan ısıнын yayılmasını da hızlandırır. Isıda genleşmesi çok az olan ahşap ise, yanarak taşıyıcı gücünü kaybedene kadar ortalama 1 saat yıkılmadan durabilmektedir (Erengöz, 2000).

Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit, yangın anında minimum 30 dakika (R30) yangın dayanımı sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra ise 0,7 mm/1 dakika kesit azalması olmaktadır. Yani, ilk mimari ve statik planlamada yapı elemanlarının kesitini baştan arttırıp R30 veya R90 dayanımlarına ulaşmak mümkündür (Tokyay, 1998).

5.1.4 Deprem Etkenleri Açısından Karşılaştırılması

Deprem yapılara yatay yük olarak etki etmektedir. Malzeme hafifleştikçe yapıya etkiyen deprem yükünün de azaldığı bilinen bir gerçektir. Çelik malzeme, ahşap malzemeden yaklaşık olarak on üç kat ağır olduğundan dolayı, çelik yapılar ahşap yapılara oranla daha fazla yatay yük (deprem) etkisinde kalmaktadır.

Ahşap malzemenin hafifliğine oranla taşıma gücünün yüksek olması, büyük açıklıkların geçilmesinde, çatı yapım sistemi oluşturulmasında ahşap sistemlerin tercih edilebilir bir malzeme olarak ön plana çıkmasını sağlamaktadır.

Ahşap malzemenin deprem anındaki davranışının diğer yapı elemanlarına oranla çok başarılı olduğu bilinmektedir. Hafiflik aynı zamanda, yatay kuvvetleri de azaltmaktadır (Candan, 1998).

Ahşap malzeme, diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında üzerinde oluşan şok etkisini ve vibrasyonu azaltma kabiliyetine sahiptir (Şenol, 2001).

Yatay yükler karşısında çelik malzemenin ahşap malzemeye oranla olumlu özelliği ise elastisite modülünün ahşap malzemeden fazla olmasıdır.

5.1.5 Su ve Nem Etkenleri Açısından Karşılaştırılması

Masif ahşap malzemenin su emme oranı çelik malzemeye oranla yüksektir. Bununla birlikte doğal bir malzeme olan ahşap için bu durum çeliğe oranla zararlı değildir. Emprenye edilmesinin de etkisiyle % 5’lik su emme değeri göz ardı edilebilir bir değerdir. Yüksek neme sahip ortamlarda deformasyonlara karşı yüksek dayanım göstermektedir. Tablo 5.12’de görüldüğü gibi ahşap malzemenin deformasyonu 10×10^{-6} ’dır. Çelik malzemeninki ise $15,1 \times 10^{-6}$ ’dır (Şenol, 2001).

5.1.6 Ses Etkeni Açısından Karşılaştırılması

Homojen yapıdaki çelik malzeme ses dalgalarını her yönde eşit olarak yayar. Heterojen ve anizotrop ahşap malzemede ise, ses yayılma hızı liflere paralel ve liflere dik yönlerde farklıdır

(Örs ve Keskin, 2001). Tablo 2.5’i incelediğimizde, çam ağacının liflere paralel ses yayılma hızı 4760 m/sn iken liflere dik ses yayılma hızının 932 m/sn olduğu görülmektedir. Çelik malzemenin ise her yönde ses yayılma hızı 4981 m/sn’dir. Buna göre bir mekanda ahşap malzeme liflere dik şekilde uyguladığında daha iyi bir ses yalıtımı sağlamaktadır. Çünkü ahşap malzeme, yapısındaki odunsu boruların oluşturduğu gözenekler sayesinde yankı ve gürültüyü emer ve oluşmalarına engel olur. Ahşap malzemenin bu özelliği sayesinde ses yalıtımı maliyeti çelik malzemeye oranla daha düşük fiyatlardadır. Bu yüzden çoğunlukla konser salonlarında, spor salonlarında, tavan ve yer döşemelerinde ahşap malzeme tercih edilir (Örs ve Keskin,2001). Tablo 5.12’de görüldüğü gibi ahşabın ses yutma katsayı oranı 0,1, çeliğin ise 0,01’dir.



Resim 5.1 Expo 98 Ütopya Pavyonu, Lizbon

5.1.8 Tasarım Ölçütleri Açısından Karşılaştırılması

Ahşap ve çelik malzemeyi tasarım ölçütleri açısından karşılaştırırken, mimari ve inşaat mühendisliğine sağladıkları olumlu özellikler bakımından incelemekte yarar vardır.

- Mimari Tasarım ölçütleri;
 - a) Masif ahşap, çelik malzemeye göre daha değişken kesitlerde üretilmekte ve belli kesitlerle sınırlı kalmamakta, bu bakımından tasarımcıya mekan oluştururken esneklik sunmaktadır.
 - b) Esnek ve plastik özelliği oldukça yüksek formlar oluşturma bakımından masif ahşap ve çelik malzeme birbirlerine yakın değerlere sahiptirler. Bu özellikleri bakımından ahşap ve çelik malzeme mimarların yapı bilgisine hafif, statik dayanımları yüksek, değişken formlu bir çok yeni yapı elemanı ve bir çok yapı kurgusu katmaktadır [18].
 - c) Masif ahşap yapı sisteminin ve yapı elemanlarının beton, çelik ve kagir yapı elemanlarıyla kolayca, sorun çıkarmadan birleşmesi ve çok çeşitli detay çözümlerine sahip olması mimari yapı tasarımındaki zorlamalardan kurtarmaktadır. Çelik yapı elemanları da detay çeşitliliğine sahiptir. Fakat diğer yapı malzemelerinden yapılmış elemanlar ile birleşmede ahşap kadar uyumlu bir malzeme değildir. Örneğin, çelik malzeme ile alüminyum malzemeyi birleştirerek beraber kullanmamız gerektiğinde alüminyum malzemenin ısı iletkenlik katsayısının çelikten üç kat fazla olduğu düşünülerek özel detay çözümleri gerekmektedir. Ahşap ısı iletkenliği bakımından diğer malzemeler ile birleşimlerde sorun çıkartmamakta ve özel detay çözümleriyle maliyeti arttırmamaktadır.
 - d) Ahşap yapı malzemesi, üstüne bir kaplama veya bitirme malzemesi alma gereksinimi göstermeden, yalın hali ile oldukça sıcak ve çekici bir güzellik sunması bakımından mimari tasarıma estetik değer katan bir malzemedir. Çelik malzeme de ise genellikle (paslanmaz çelik hariç) paslanmaya karşın üzerine boya atılması gerekmektedir. Çelik malzeme görsel açıdan ahşap malzeme gibi sıcak bir malzeme olmamasına karşın, teknolojik bir malzeme olduğunu belli eden bir görünüme sahiptir. Çelik malzemenin paslanmaya karşı boyanması ya de yangına karşı korunması açısından kaplanması gerekliliği estetik bakımdan olumsuz bir durumdur.

- İnşaat Mühendisliği ve Statik Çözüm ölçütleri;
 - a) Ahşap ve çelik malzeme, betonarme yapılara oranla daha hafif yapılar oluşturmaları bakımından, yapıların düşey taşıyıcılarında ve temellerde daha küçük kesitlerin elde edilmesini sağlayarak inşaat mühendislerine hesaplarda önemli avantajlar sağlamaktadırlar. Ahşap yapı elemanlarının ağırlığının (400 kg/m^3), çelik yapı elemanlarının ağırlığına (7800 kg/m^3) oranla daha az olması statik bakımdan ahşap malzemeyi çelik malzemeye oranla daha avantajlı kılmaktadır.
 - b) Ahşap ve çelik yapıların, deprem anındaki davranışlarının benzerlik gösterdikleri ve diğer yapı elemanlarına oranla daha başarılı oldukları bilinmektedir [18]. Hafiflik aynı zamanda, yatay kuvvetleri de azalttığından ahşap malzeme, çelik malzemeye oranla daha az yatay kuvvet almaktadır. Böylece ahşap yapı elemanları üzerlerinde daha az şok etkisinin oluşmasını sağlamaktadır (Şenol, 2001).
 - c) Çelik malzemenin izotrop bir yapıya sahip olması, ahşap malzemenin ise anizotrop bir yapıya sahip olması inşaat mühendisliği hesaplarında çelik malzemeyi daha avantajlı kılmaktadır [20].
 - d) Çelik malzemenin, masif ahşaba oranla daha yüksek çekme ve elastisite modülüne sahip olması da mühendislik hesaplarında çelik malzemeyi öne çıkarmaktadır

5.1.9 Ekolojik Açıdan Karşılaştırılması

Yapı malzemelerinin değerlendirilmesi işlevsel, ekonomik ve estetik özelliklerinin ötesine giderek, seçim ve kullanımıyla ilgili çevresel sonuçların değerlendirilmesini de içine almalıdır (Ching ve Adams, 2006). Bu durum yapı malzemelerinde ekolojik malzeme kavramını ortaya çıkarmaktadır. Ekolojik malzemeyi tanımlayabilmemiz için öncelikle ekoloji kavramını tanımlamamız gerekmektedir.

Ekoloji, insan ve diğer canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. Biraz daha genişletmek gerekirse ekoloji, doğa ve insan kaynaklarının rasyonel kullanımı ile ilgilidir (Tönük, 2001).

Bu bilgilerden yola çıkarak ekolojik mimarlıkta dayanıklı ve bakım maliyeti düşük malzemeler, üretim aşamasında düşük enerji kullanılan malzemeler, az bulunan kaynaklardan elde edilen malzemeler yerine çok bulunan kaynaklardan elde edilen malzemelerin kullanımı,

binanın yıkım aşamasından sonra geri dönüşümlü malzemeler, malzeme seçiminde dikkat edilecek özelliklerdendir. Geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı ekolojik mimarlığın en önemli özelliklerinden biridir (Tönük, 2001).

Bu verdiğimiz bilgilerden yola çıkarak ahşap ve çelik malzemeyi ekolojik açıdan karşılaştırsak,

- Ahşap, üretimi ve işlenmesi için en az enerji gerektiren yapı malzemesidir. Tablo 5.3’de ahşap ile çelik malzemeyi üretiminde harcanan enerji açısından inceleyecek olursak, çelik üretiminde ahşap üretimine oranla 96 kata yakın enerji harcanmaktadır. Bu bakımdan ahşap malzeme enerji tüketim açısından çelik malzemeye oranla daha avantajlıdır.
- Bakım maliyeti açısından ahşap malzeme emprenye edildiğinde yapılan periyodik bakım süresi, çelik malzemenin boyanması yapıldıktan sonraki periyodik bakım süresinden daha kısadır. Bu bakımdan ahşap malzeme, çelik malzemeye oranla daha az bakım masrafı gerektirmekte ve daha az enerji harcanmasına neden olmaktadır(Bostancıoğlu ve Düzgün, 2004).
- Malzemenin yenilenebilir ya da yenilenemez olması bakımından incelediğimizde, yenilenemez kaynaklar içinde metaller ve diğer minareler bulunmaktadır. Ahşap malzeme ise yenilenebilir kaynaklardandır ve kaynağı tükenmeyen tek yapı malzemesidir. Burada dikkat edilmesi gereken nitelik, ağaçların kesilme hızlarının büyüme hızlarını geçmemesidir (Ching ve Adams, 2006).
- Geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı açısından incelediğimizde, ahşap malzeme geri dönüşümü olan bir malzeme değildir. Doğada yok olabilen organik bir malzemedir ve bu yok olma sürecinde doğaya bir zararı yoktur. Çelik malzeme ise yüzde yüz geri dönüşümlü bir malzemedir. Yılda yaklaşık 385 milyon ton çelik geri kazanılmaktadır, bu saniyede 12 ton veya 14 otomobil demektir.Yapıda da kullanım ömrü bittiğinde çelik profiller sökülüp yeniden üretim sürecine sokulup yeni ve kaliteli çelik yapılabilir [7]. Fakat çelik malzeme üretilirken bünyesine katılan karbon (C) ve benzeri elementlerin üretim sıcaklığında ve çeliğin geri dönüşümü sırasında atmosfere zehirli gazlar halinde yayılması da çelik malzemenin geri dönüşüm özelliği açısından olumsuz bir durumdur.

Tablo 5.3 Malzemelerin üretilmesi sırasında açığa çıkan enerjiler (Ching ve Adams, 2006).

Malzeme	Enerji Miktarı Btu/lb*
Ahşap	185
Çelik	19.200

*1 Btu/lb = 2,326 kJ/kg

5.1.10 Yapım Yöntemi Açısından Karşılaştırması

Ahşap ve çelik makas sistemlerin yapım yöntemlerinin karşılaştırması, ahşap ve çelik makas sistemlerin yapımı açısından incelenmiştir.

Ahşap ve çelik makas sistemler, atölye ortamlarında üretilen ve şantiye sahasına nakledilerek montajı yapılan sistemlerdirler. Ahşap makası oluşturan yapı kerestelerinin 2. Dünya Savaşı'ndan bu yana köklü bir değişim gösterdiği görülmektedir. 2. Dünya Savaşı sonrası sıradan yapı keresteleri kullanılırken, günümüzde çoğu kereste makineler tarafından işlenmekte ve basınç testine tabi tutulmakta, bu test sonuçlarına göre kalite standardı almaktadır. Bugün keresteler daha güvenilirlerdir (Alpine, 2000). Bu gelişmelere ahşap makas öğelerinin montajı ve kesim metotları da eklendi. Bilgisayar destekli testerelerin yaygın kullanımı ahşap elemanların doğru açıda ve uzunlukta kesilmesini, derzlerin doğru biçimde sabitlenmesini eski el testerelerinin kullanımından daha fazla garantilemektedir. Bilgisayar destekli kontroller, makas montajı ve üretiminde uygun öğeleri ve derzleri garantileyerek kullanılmaktadır (Alpine, 2000).

Yapı çelikleri de gün geçtikçe kalitesini arttırmaktadır. Bundan elli yıl önce kullanılan yapı çeliklerinde karbon oranları fazla iken günümüzde karbon oranı azaltılarak, az alaşımlı yüksek dayanımlı yapı çelikleri üretilmektedir (Tekin, 1981). Çelik malzemeler de atölyelerde kaynak makineleri yardımı ile ölçüsüne uygun olarak kesilmektedir.

Ahşap elemanlar üretim yapılan atölyelerde bulonlanarak, çivilenerek ya da özel presleme makinelerinde dişli metal plakalar ile birleştirilmektedir. Çelik elemanlar da yine atölyelerde bulonlanarak, perçinlenerek ya da kaynak yapılarak birleştirilmektedir.

Üretimi yapıлып montaj için hazır duruma getirilen ahşap ve çelik elemanlar şantiyeye uygun araç boyutu ile nakledilmektedir. Ahşap makasın çelik makasa oranla daha hafif olduğu

düşünüldüğünde nakliye aracına yüklerken ve şantiyede indirirken seçilecek forklift ya da vinç boyutu daha az kapasiteli olacaktır ve bu da maliyette bir azalma demektir.

Şantiye ortamına getirilip montajı yapılacak ahşap ve çelik makaslar montaj yerine uygun vinç yada forkliftler ile taşınarak yerinde işçiler tarafından montajı yapılmaktadır.

Üretim süreci açısından incelediğimizde ahşap ve çelik malzemeden üretilecek olan elemanlarda bir prefabrikasyon söz konusu olduğundan, üretim sürelerinin birbirlerine eş değer olduğu söylenebilmektedir.

Türkiye şartlarında ahşap ve çelik işçiliğini karşılaştıracak olursak, 2007 yılına ait bayındırlık bakanlığı fiyatlarında ahşap marangozluk ve dülger ustalığı fiyatlarının, sıcak demir ustası ve işçi fiyatlarına oranla daha az ucuz olduğu görülmektedir. Tablo 5.4'te 2007 bayındırlık bakanlığı fiyatlarına göre ahşap işçiliği, Tablo 5.5'de ise 2007 Bayındırlık Bakanlığı fiyatlarına göre çelik işçiliği fiyatları görülmektedir.

Tablo 5.4 Bayındırlık 2007 fiyatlarına göre ahşap işçilikleri [10]

Rayiç No	Tanımı (İşçilik)	Birimi	Miktar (TL)
01.017	Dülger ustası	Saat	24.000000
01.209	Marangoz usta yardımcısı	Saat	20.000000
01.501	Düz işçi	Saat	24.000000

Tablo 5.5 Bayındırlık 2007 fiyatlarına göre çelik işçilikleri [10]

Rayiç No	Tanımı (İşçilik)	Birimi	Miktar (TL)
01.018	Sıcak demir ustası –yapılması-	Saat	100.000000
01.018	Sıcak demir ustası –yerine konması-	Saat	100.000000
01.501	Düz işçi -yapılması-	Saat	50.000000
01.501	Düz işçi –yerine konması-	Saat	120.000000

5.1.11 Ekonomik Koşullar Açısından Karşılaştırılması

Ahşap makas ile çelik makası ekonomik koşullar açısından karşılaştırmak gerektiğinde, en önemli etkenin geçilen açıklık olduğu söylenebilmektedir. Tablo 5.2’te görüldüğü gibi ahşap ve çelik makaslar belli açıklıklarda içerisinde ekonomik olmakta bunun dışında uygulanması ekonomik olmamaktadır.

Geçilen açıklık etkeninden sonra maliyeti belirleyen en önemli etken ahşap ve çelik malzeme fiyatlarıdır. Daha sonra bunu sırası ile işçilik fiyatları, nakliye fiyatı, yerine yatay ve düşey taşınması, taşıma iskelesinin kurulması ve kaldırılması, montajı, müteahhit karı gibi etkenler maliyet üzerinde etkili olmaktadır.

Ahşap ve çelik makas yapım maliyetini karşılaştıracak olduğumuzda 2007 bayındırlık birim fiyatlarından yararlanmaktayız. Aşağıda yer alan Tablo 5.6, Tablo 5.7 ve Tablo 5.8’de sırasıyla ahşap makas poz bilgileri ile genel fiyatlandırma, yapım şartları ve yapımda yer alan her kalemin birim fiyatları yer almaktadır. Tablo 5.9, Tablo 5.10 ve Tablo 5.11’de sırasıyla çelik makas poz bilgileri ile genel fiyatlandırma, yapım şartları ve yapımda yer alan her kalemin birim fiyatları yer almaktadır. Bu tablolarda görüldüğü üzere ahşap makasın toplam maliyeti başına 963.75 ytl/m³, çelik makasın toplam maliyeti 2,883.75ytl/ton’dur.

Tablo 5.6 Ahşap makas yapımı poz bilgileri ve genel fiyatlandırması [10].

Poz Bilgileri	
Poz No	21.205
Tanımı	Çam kerestesinden rendeli ahşap makaslı çatı yapılması
Birimi	m ³
2007 Yılı Fiyatı (YTL)	963.75

Tablo 5.7 Ahşap makas yapım şartları [10].

Yapım Şartları
İdarece onaymış projesine göre II. Kalite (...) kerestesinden rendeli ahşap makaslı çatının çivi bedelleri ile ve demir bağlantı malzemesinin, yerine konması, işçilik, şantiye için yükleme yatay ve düşey taşıma boşaltma, müteahhit karı ve genel giderler dahil çatıda kullanılan 1 m ³ kerestenin fiyatı. Ölçü : Onanmış projesindeki ölçülere göre çatıda kullanılan kereste miktarı hesaplanır. Hesaplarda ahşap aksamın boyutları içine girdiği dikdörtgen boyutları olarak alınır. Not : Bu fiyat ahşaptan yapılmış, makaslı çatılar ile hal sundurma çatıları için kullanılır Demir bağlantı aksamının bedeli 08.010, 08.020 nolu pozdan müteahhit karı ve genel giderler ilavesiyle ödenir. Çatıyı teşkil eden bircümle ahşap aksamında yapılacak pahrofil, lambay, zıvana ve benzer işçilikler bu fiyata dahildir.

Tablo 5.8 Ahşap makas yapımındaki bazı kalemlerin fiyatlandırması [10].

Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar (TL)
	MALZEME		
04.152	Çam kerestesi 2.sınıf	m ³	1.150000
04.270	Çiviler	kg	5.000000
	İŞÇİLİK		
01.017	Dülger ustası	Saat	24.000000
01.209	Marangoz usta yardımcısı	Saat	20.000000
01.501	Düz işçi	Saat	24.000000

Tablo 5.9 Çelik makas yapımı poz bilgileri ve genel fiyatlandırması [10].

Poz Bilgileri	
Poz No	23.101
Tanımı	Çelik çubuk ve çelik sac karkas (çerçeve) inşaat yapılması yerine tespiti
Birimi	Ton
2007 Yılı Fiyatı (YTL)	2,883.75

Tablo 5.10 Çelik makas yapım şartları [10].

Yapım Koşulları
Her çeşit profil, çubuk demir ve çelik ve saclarla projesine göre her yükseklik ve açıklıkta karkas inşaat yapılması parçaların perçin, bulon ve kaynakla eklenmesi bütün aksamın yerine monte edilmesi her türlü zayıat, inşaat yerindeki yükleme yatay ve düşey taşıma taşıyıcı iskele ve kaldırma tertibatı boşaltma, işçilik müteahhit karı ve genel giderler dahil fiyatı (Yapı karkası, köprülerde profil demirlerden kirişler, başlıklar, bağlantılar.) Ölçü : Ölçmede tartı esastır. İmalat aksamı perçin, civata ve ek levhaların montajından önce tartılır ve atışmana geçirilir. Ancak idareler lüzum gördüğü takdirde, proje boyutları üzerinden bütün profillerin ve düğüm noktaları levhalarının tablodaki ağırlıklarına nazaran tartı ağırlığını tahkik edebilir. Bu tartı neticesinde tablolara nazaran % 7 ağırlık fazlasına kadar ödeme yapılır. %7 den fazla ağırlık dikkate alınmaz. Hesap tahkikinde perçin ve civata delikleri dolu alınır. Bu tartı neticesinde bulunan ağırlığın tablodakinden az olması halinde yapılan imalatın idarece kabul edilmesi şartıyla tartı esas alınır.

Tablo 5.11 Çelik makas yapımındaki bazı kalemlerin fiyatlandırması [10].

Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar (TL)
	MALZEME		
04.256	Profil demirler (i-u-t-omega)	kg	1050.000000
04.256	Profil demirler (i-u-t-omega)	kg	105.000000
	İŞÇİLİK		
01.017	Sıcak demirci ustası -yapılması	Saat	100.000000
01.209	Sıcak demirci ustası –yerine konması-	Saat	100.000000
01.501	Düz işçi –yapılması-	Saat	50.000000
01.501	Düz işçi –yerine konması-	Saat	120.000000

Tablo 5.12 Ahşap ve çelik malzemenin fiziksel, mekanik, açıklık geçme, tasarım ölçütleri, ekolojik, yapım yöntemi ve ekonomik özelliklerinin karşılaştırması ve değerlendirmesi.

	BİRİM	ÇELİK			MASİF AHŞAP			
SINIF		ST37	ST52	SİMGE PUAN	1.SINIF	2.SINIF	3.SINIF	SİMGE PUAN
YANGINA DAYANIM		R15	R15	+		R30		++
BİRİM AĞIRLIK	kg/m ³	7800	—	+		400~800		+++
GENLEŞME	cm/cm 0 C % deformasyon	15,1*10-6	—	+		4*10-6		++++
ISI İLETKENLİĞİ	kcal/m.h.c	25-40	—	++++		0,12-0,58		+
SES YUTMA KAT SAYISI		0,01	—	+		0,1		++++
SU EMME	%	0	—	+		>30-200		+++
EĞİLME DAYANIMI	kg/cm ²	3700-1400	5200-2100	++++	130	100	70	+++
ÇEKME DAYANIMI	kg/cm ²	Liflere paralel	3700	++++	105	85	0	++
		Liflere dik	1400		0,5	0,5	0	
BASINÇ DAYANIMI	kg/cm ²	Liflere paralel	3700	++++	110	85	60	++
		Liflere dik	1400		25	25	25	
KESME EMNİYET GERİLMESİ	kg/cm ²	1120	1260	++++	9	9	9	++
BURULMA EMNİYET GERİLMESİ	kg/cm ²	1120	1260	++++	10	10	0	++
AÇIKLIK GEÇME ÖLÇÜTLERİ	m	15-80		++++		15-50		+++
TASARIM ÖLÇÜTLERİ				++++				++++
EKOLOJİK AÇIDAN				+++				++++
YAPIM YÖNTEMİ AÇISINDAN				++++				++++
EKONOMİK AÇIDAN				++				++++
DEPREM AÇISINDAN				++++				++++

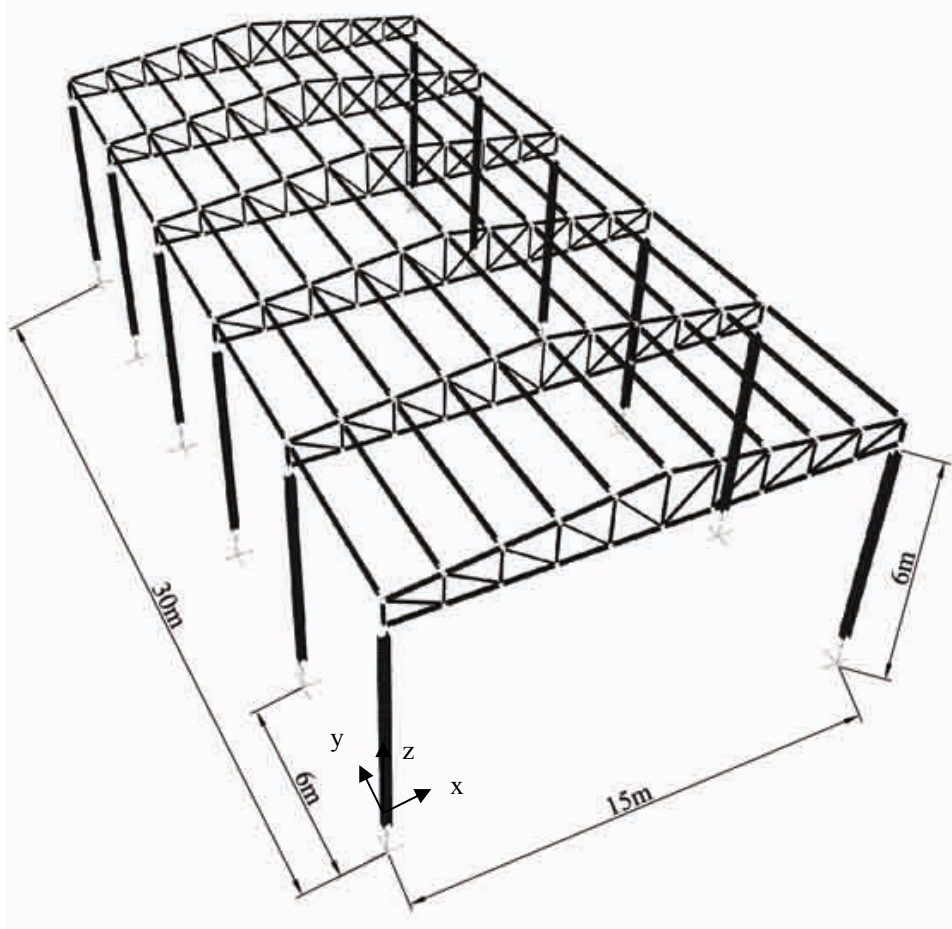
ZAYIF	+	İYİ	+++
ORTA	++	ÇOK İYİ	++++

5.2 Ahşap ve Çelik Makasların Bir Örnek Üzerinde Değerlendirilmesi

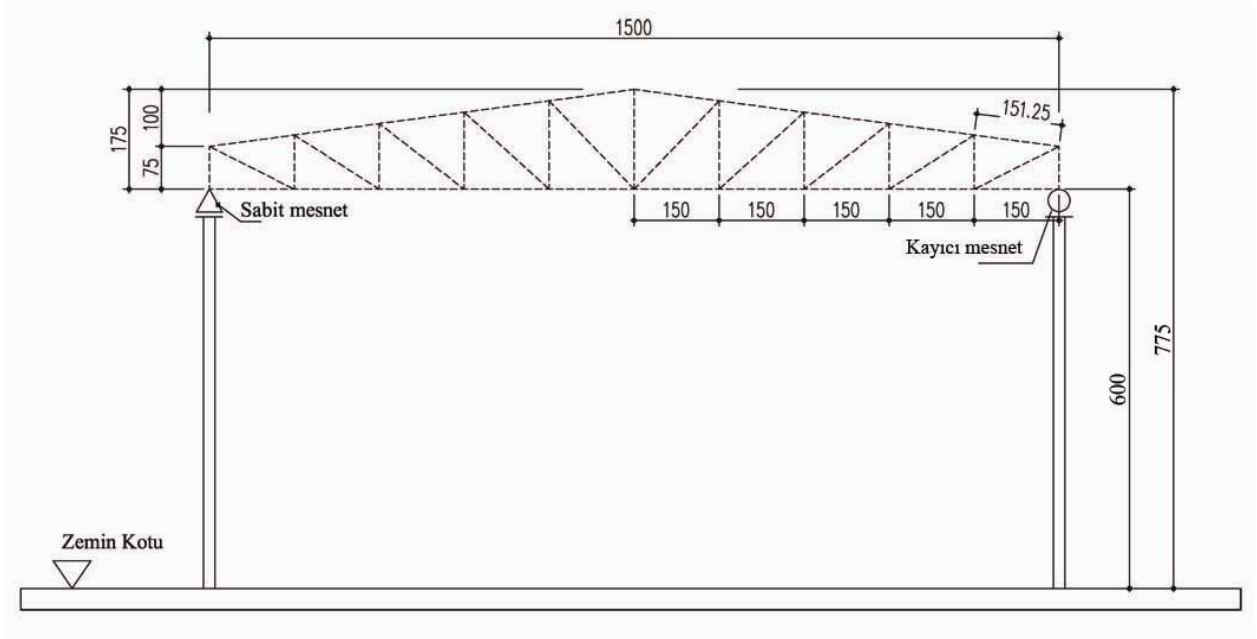
Malzeme ve sistem özellikleri açısından önceki bölümlerde ahşap ile çelik makas sistemler incelenmiş ve karşılaştırması yapılmıştır. Bu bölümde ise, seçilen örnek bir yapıya ait çatı makas sisteminin SAP2000 statik programı ile çelik ve ahşap makas sistem olarak ayrı ayrı hesaplanmış ve karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma, ahşap ve çelik makasa ait profil kesitlerinin boyutları, taşıyıcılık kapasiteleri ve maliyet açısından yapılmıştır. Bu karşılaştırmada ki amaç; ahşabın taşıyıcılığı kötüdür, çelik malzeme çok pahalıdır, vb. gibi ön yargıların ortadan kalkması ve elde edilen bilgiler ile daha gerçekçi sonuçlara ulaşılması amaçlanmıştır.

5.2.1 Örnek Yapıya Ait Kimlik Bilgileri

Örnek yapıya ait kimlik bilgilerinin net bir şekilde belirlenmesi, ahşap ve çelik makas hesaplarının gerçekçi bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Makas hesabı yapılan yapının şematik gösterimi Şekil 5.1’de , makasa ait ölçüler ise Şekil 5.2’de yer almaktadır.



Şekil 5.1 Makas çözümü yapılan örnek yapıya ait ölçülerin gösterimi



Şekil 5.2 Hesap işlemleri yapılan makasa ait ölçülerin gösterimi

Örnek yapının kimlik bilgileri şunlardır; yapı Gebze / İzmit'te yer almaktadır. Yapının boyutları 15mx30m'dir, geçilen makas açıklığı 15 metre, makas aralıkları 6 metredir. Yapının zemin kotundan makasa kadar olan yüksekliği 6 metre, makasın yüksekliği ise geçilen açıklığın 1/10'nundan biraz daha büyük alınarak 1.75 metre olarak belirlenmiştir. Makasın gövde parçalarını oluşturan dikmeler 1,5 metre aralıklar ile yerleştirilmiş ve bunların arası çapraz elemanlar ile desteklenmiştir.

Hesaplamalar için SAP2000 programına girilen ahşap malzeme ve çelik malzeme bilgileri şunlardır;

Ahşap makasta kullanılan ağaç türü iğne yapraklı "Gökmar" ağacı olarak belirlenmiştir. Bundan dolayı hesaplar için kullanılan ahşap bilgilerinde gökmar ağacına ait bilgiler yer almaktadır. Gökmar ağacının yoğunluğu 500 kg/m^3 'tür. Ülkemizde "Ahşap Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (TS-647)" yönetmeliği yürürlüktedir. Bu yönetmeliğin en son Kasım/1979 baskısında yer alan emniyet gerilmeleri değerleri ve elastisite modülü değerleri Tablo 5.13 ve Tablo 5.14'te verilmiştir. Ahşap malzemenin elastisite modülü (E) liflere paralel yönde $E_{//} = 100\,000 \text{ kg/cm}^2$, liflere dik yönde $E_{\perp} = 3\,000 \text{ kg/cm}^2$ dir. Ahşap malzemenin

liflere paralel çekme dayanımı $\sigma_{ç//}=105 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Liflere paralel yönde basınç dayanımı $\sigma_{B//}=110 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Ahşap malzemenin poisson oranı $\nu=0,1$ olarak alınmıştır.

Tablo 5.13 Ahşap malzeme türüne göre liflere dik ve liflere paralel elastisite modülü (E) değerleri (Odabaşı, 2000)

Ahşap malzeme türü	Elastisite Modülü (kg/cm ²)		Kayma Modülü (kg/cm ²)
	Liflere paralel E _{//}	Liflere dik E _⊥	
İğne Yapraklı	100 000	3 000	5 000
Meşe, Kayın	125 000	6 000	10 000

Tablo 5.14 Ahşap malzeme türüne göre liflere dik ve liflere paralel çekme dayanımı($\sigma_{ç}$) ve basınç dayanım (σ_B) değerleri (Odabaşı, 2000)

Gerilme Türü	Notasyon	Emniyet Gerilmeleri (kg/cm ²)			
		İğne Yapraklılar			Meşe Kayın
		I	II	III	
Eğilme	σ_{cem}	130	100	70	110
Liflere paralel Çekme	$\sigma_{çem}$	105	85	0	110
Liflere paralel Basınç	$\sigma_{bem//}$	110	85	60	100
Liflere dik Basınç	$\sigma_{bem⊥}$	20	20	20	30
Makaslama	τ_{em}	9	9	9	10

Çelik malzemenin yoğunluğu 7800 kg/m^3 'tür. Çelik malzemenin elastisite modülü $E=210000 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Yapı çeliği olan ve ülkemizde de üretimi yapılan St 37 çeliğinin çekme dayanımı $\sigma_{ç.em}=1600 \text{ kg/cm}^2$, basınç dayanımı değeri de yine $\sigma_{B.em}=1600 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Çelik malzemeye ait poisson oranı (ν) 0,3'tür.

Kar yükü hesabı bakımından, örnek olarak belirlediğimiz yapı yerinin deniz seviyesinden yüksekliği 200 metreden küçük olarak alınmıştır. İzmit iline bağlı Gebze ilçesi TS-498' e göre

2. bölge olarak sınıflandırılmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda Tablo 5.15'te yer aldığı gibi kar yükünü 75 kg/m^2 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5.15 Yapı yerinin denizden yüksekliği ve bölgelere göre kar yükü hesapları (TS 498)

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤ 200	0,75	0,75	0,75	0,75
2	300	0,75	0,75	0,75	0,80
	400	0,75	0,75	0,75	0,80
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,80	0,90
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,80	0,85	1,25	1,40
4	900	0,80	0,95	1,30	1,50
	1000	0,80	1,05	1,35	1,60
5	> 1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

Not: Tablodaki değerler kN/m^2 'dir.

Yapıya gelen rüzgar yükü hesabında da yapı yüksekliğinin 7,75 metre olduğundan($<8\text{m}$) Tablo 5.16'da rüzgar şiddeti 50 kg/m^2 olarak alınmıştır.

Tablo 5.16 Bina yüksekliğine bağlı olarak yapıya etkiyen rüzgar yükleri değerleri (TS 498)

Bina yüksekliği (H) (m)	R ü z g a r ı n	
	Hızı (v) (km/saat)	Şiddeti (g, (kg/m^2))
0 – 8	100,8	50
9 – 20	129,6	80
21 – 100	151,2	110
> 100	165,6	130

Yapıda seçilen çatı örtü kaplaması çinko kaplama olup uygulama sırasında kaplama altına çatı altı tahtası da konulduğu hesaplanarak çatı kaplama ağırlığı 30kg/m² olarak alınmıştır.

Yapıya ait tüm kimlik bilgileri ve SAP2000 programına girilen ahşap ve çelik malzeme özellikleri toplu olarak Tablo 5.17’de verilmiştir.

Tablo 5.17 Örnek yapıya ait kimlik ve hesap bilgileri

	Birim	Ahşap Makas (İğne Yapraklı Ağaç)	Çelik Makas (St 37)
Geçilen Makas Açıklığı	metre	15	15
Makas Aralığı	metre	6	6
Yapı Yüksekliği	metre	7,75	7,75
Çatı Kaplama Ağırlığı: Çinko kaplama+çatı altı tahtası	kg/m ²	30	30
Kar Yüğü (q _s)	kg/m ²	75	75
Rüzgar Yüğü (q _w)	kg/m ²	50	50
Elastisite Modülü (E)	kg/cm ²	100 000	2 100 000
Çekme Dayanımı (σ _c)	kg/cm ²	105 (liflere paralel)	1600
Basınç Dayanımı (σ _B)	kg/cm ²	110 (liflere paralel)	1600
Malzeme Yoğunluğu (γ)	kg/m ³	500	7800
Poisson Oranı (ν)	----	0,1	0,3

5.2.2 Hesap Esasları

Bu bölümde, makasa gelen yük bilgileri, çubuk kuvvetleri hesaplanırken izlenmesi gereken hesap esasları ile ahşap makasa ait ilk kabuller gösterilmiştir. Hesap işlemleri yapılırken SAP2000 programına girilen veriler ile statik program, ahşap ve çelik makasta düğüm noktalarına etkiyen tekil yükleri (çatı kaplama ağırlığı, kar yüğü, W_x rüzgar yüğü, W_y rüzgar

yükü) hesaplayarak vermektedir. Ahşap ve çelik makasa gelen yükler aynıdır, tek fark ahşap ve çelik makasın sahip oldukları kendi ölü ağırlıklarından dolayı ortaya çıkmaktadır. SAP2000 programına göre hesaplanmış çelik makasa ait etkiyen yüklerin hesap çıktıları Ek 1’de yer almaktadır. Bu tezde ahşap ve çelik makasın karşılaştırması yapıldığından ve yapı sistemi olarak bütün bir çözümleme yapılmadığından, hesaplara deprem yükleri katılmamıştır. Hesaplar sonucu çıkan çubuk kesitleri minimum boyutlarda alınarak ahşap ve çelik makasın karşılaştırılmasında gerçekçi değerler elde edilmiştir.

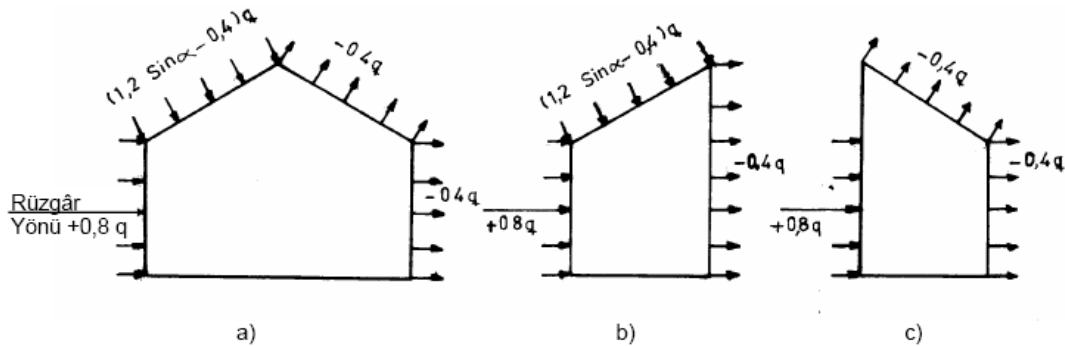
5.2.2.1 Yük Bilgileri:

Ahşap ve çelik makasta aynı olan yük değerleri aşağıda verilmiştir.

Çatı kaplaması yükü, çinko malzemeden ve çinkonun altına uygulanan çatı altı kaplamasından oluşmaktadır ve çatıda 30 kg/m^2 olarak dikkate alınmıştır.

Kar yükü, hesaplarını yaptığımız yapı İzmit ilinin Gebze ilçesinde, yapı yerinin deniz seviyesinden yüksekliği ise 200 m ’den aşağıda olarak belirlemiştir. Bu bilgiler dikkate alınarak TS 498’de yapı alanımızın kaçınıcı bölgeye geldiğine bakıldığında (Ek 2 ‘deki tablo incelendiğinde) yapı alanının 2.bölgede olduğu görülmektedir. İkinci bölgeye ait kar yükü değeri 75 kg/m^2 ’dir.

Rüzgar yükü, tasarlanan yapının yapı yüksekliği $7,75 \text{ metre}$ dir. Tablo 5.16 incelendiğinde yapıya gelen rüzgar şiddeti yükü 50 kg/m^2 olarak alınmıştır. Fakat rüzgar yükleri yapıya x-yönünde ve y-yönünde olmak üzere iki şekilde etki yapmaktadır. Rüzgar, yapıya geliş yönüne ve çatı eğimine bağlı olarak çatı makaslarında basınç ve emme kuvvetleri meydana getirmektedir. Şekil 5.3’te yapıya gelen rüzgar yükü ve hesap esası verilmiştir.



Şekil 5.3 Planda kare kesitli ve eğik çatılı kapalı yapılarda rüzgar yükünün ana taşıyıcı sistem etrafında dağıtımını (TS 498).

Makasa etkiyen eksenel yükleri simgeleri ile gösterecek olursak,

G : Çatı kaplaması ve aşık elemanlarının toplam yükü,

Q : Kar yükü,

W_x : X doğrultusunda yapıya gelen rüzgar yükü,

W_y : Y doğrultusunda yapıya gelen rüzgar yükü olmak üzere belirtilmektedir.

SAP2000 statik programında hesapların yapımında kullanılan üç adet yük birleşimi (YB) tanımlanmıştır. Bu yük birleşimlerinin içerisinde yer alan yükler ise şu şekildedir;

$$YB1 = 1.0xG + 1.0xQ(kar)$$

$$YB2 = 0.9xG + W_y$$

$$YB3 = 0.9xG + W_x$$

Makasa etkiyen bu eksenel yükleri noktasal yük olarak hesaplayarak çubuk kuvvetleri bulunmuştur. Eksenel yüklerin noktasal yüklere çevrilmesi şu şekilde olmuştur,

$$G = 30 \times 1,5 \times 6 = 270 \text{ kg} + \text{Aşık ağırlığı} (= 3,6 \times 6) = 291,6 \text{ kg}$$

$$Q(kar) = 75 \times 1,5 \times 6 = 675 \text{ kg}$$

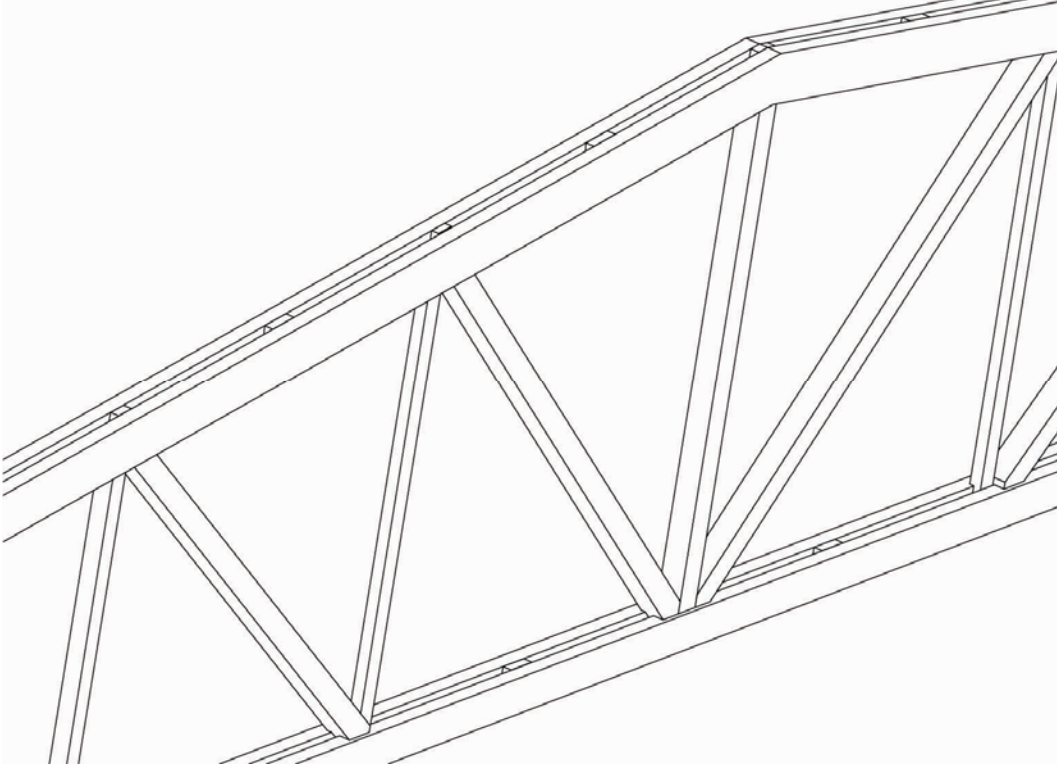
$$W_{x1} = (1.2 \sin 8,13 - 0,4) \times 50 = 12,5 \times (6 \times 1,5) = 112,5 \text{ kg}$$

$$W_{x2} = -0,4 \times 50 \times (6 \times 1,5) = 180 \text{ kg}$$

$$W_y = -0,4 \times 50 \times (6 \times 1,5) = 180 \text{ kg}$$

Yukarıdaki işlemler sırasında gösterilen “-” işareti rüzgar yükünün çatıya emme kuvveti olarak etkiğini belirtmektedir. SAP2000 hesap çıktılarında bu değer “P” eksenel yüküne karşılık gelmektedir.

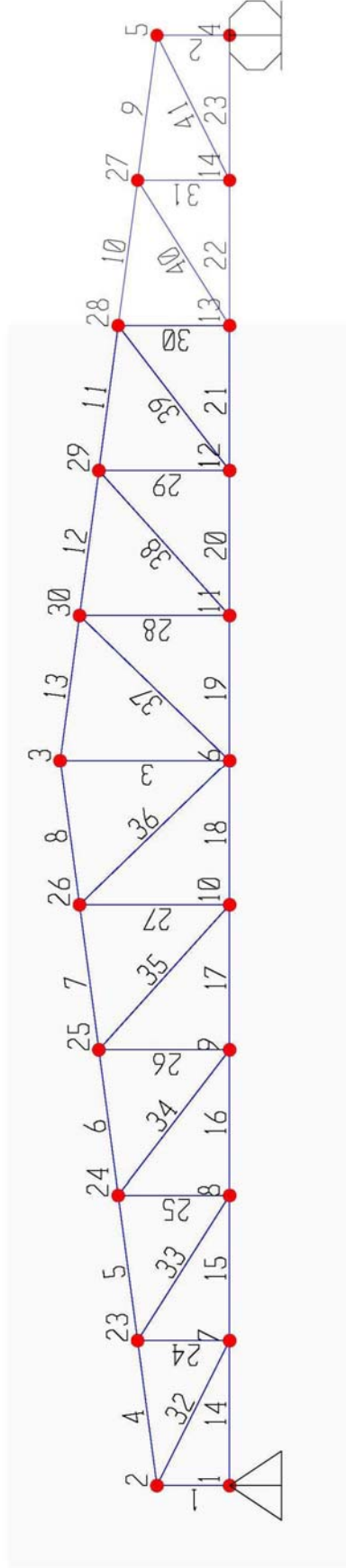
Çelik makas tasarımında üst ve alt başlıklar sırt sırta birleşen eşit kollu köşebentler olarak tasarlanmıştır. Dikme ve çapraz elemanlar eşit kollu köşebentin tekil kullanımı ile tasarlanmıştır. Böylece çıkacak olan kesitlerin minimum ebatlarda olması ve dolayısıyla makas ağırlığının da düşük değerlerde çıkması sağlanmıştır. Ahşap makas tasarımında da, çelik makasta olduğu gibi üst ve alt başlık elemanları yüksek basınç ve çekme kuvvetleri etkisinde kalmaktadır. Bu nedenle üst ve alt başlık kesitlerinin çok fazla büyümemesi ve makas ağırlığının artmaması için bu başlık aralarında 3 cm aralık bırakılmış olarak Şekil 5.4’te olduğu gibi iki parça halinde tasarlanmıştır. Çapraz ve dikme gövde elemanları da alt ve üst başlık elemanlarının arasına girerek makası tamamlamaktadır.



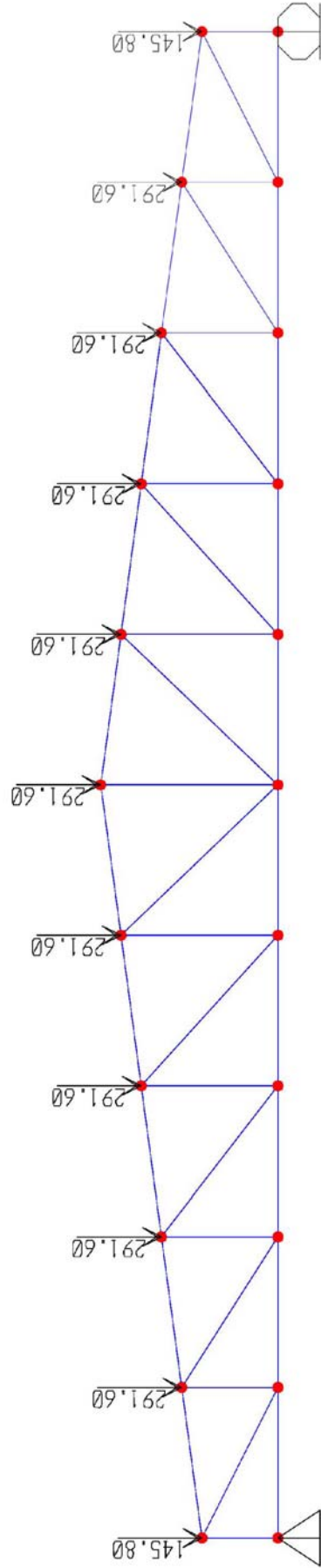
Şekil 5.4 Hesap işlemleri yapılan ahşap makastan bir detay

5.2.3 Yükler ve Ön Boyutlandırma

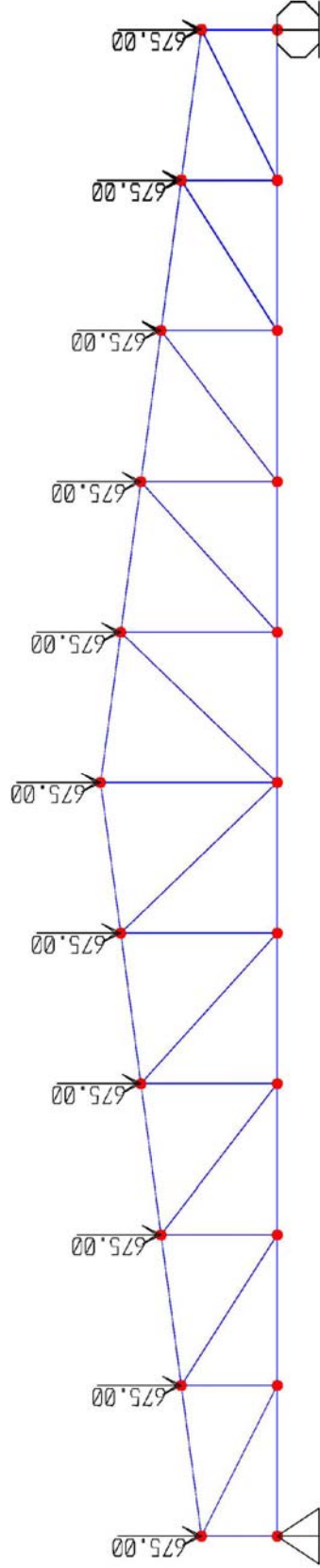
Çatı kaplama yükleri(G), kar yükleri(Q), X doğrultusundaki (W_x) ve Y doğrultusundaki (W_y) rüzgar yüklerinin değerleri, ahşap ve çelik makas için ortak eksenel yük değerleridir. Bu eksenel yükler üzerine hangi makas türü hesaplanıyor ise, o makasın kendi ağırlığı da hesaba katılarak kesit hesapları yapılmaktadır. Aşağıdaki şekillerde ahşap ve çelik makas için aynı olan eksenel yükler kg/m^2 biriminde verilmektedir. SAP2000 hesap dökümlerinin anlaşılabilmesi için Şekil 5.5'te makas elemanın çubuk ve düğüm noktaları görülmektedir. Şekil 5.6'da makas elemanın üzerine gelen çatı kaplaması ağırlığı (G), Şekil 5.7'de makastaki çubuk elemanlara gelen kar yükleri (Q), Şekil 5.8'de makas elemana gelen "x" doğrultulu rüzgar yükleri (W_x), Şekil 5.9'da makas elemana gelen "y" eksenli doğrultusundaki rüzgar yükleri (W_y) verilmiştir.



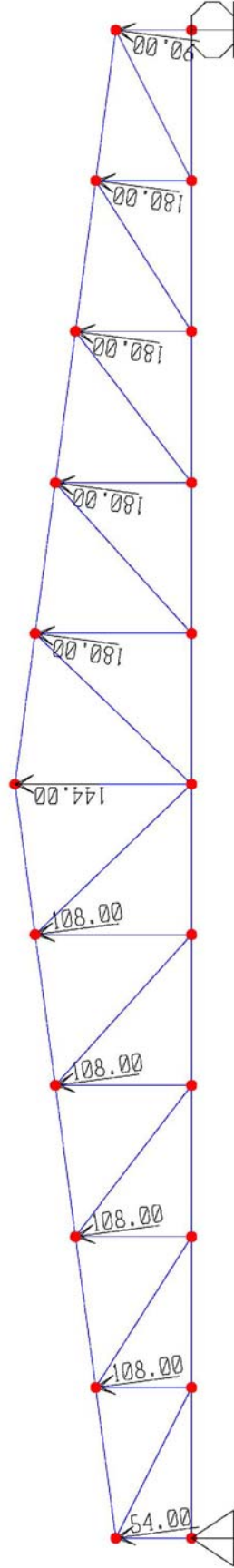
Şekil 5.5 Makas elemana ait çubuk ve düğüm noktaları numaraları



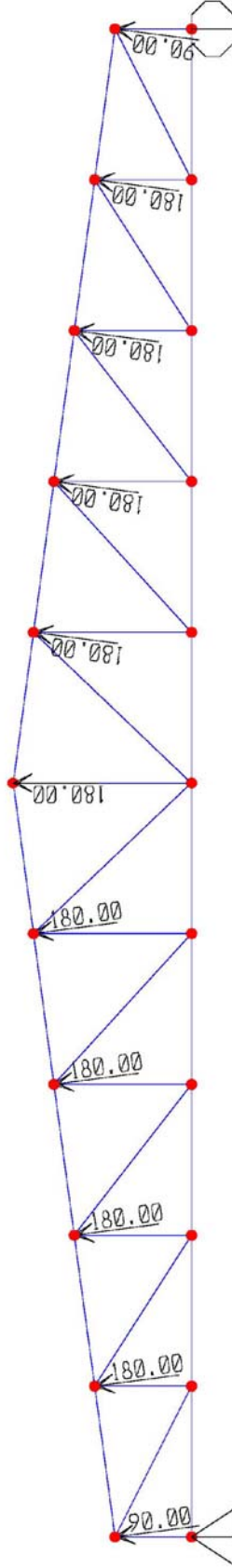
Şekil 5.6 Makas elemanın üzerine gelen çatı kaplaması ağırlıklarının gösterimi(G)



Şekil 5.7 Makastaki çubuk elemanlara gelen kar yükleri (Q)



Şekil 5.8 Makas elemana etkiyen x - doğrultulu rüzgar yükleri(W_x)

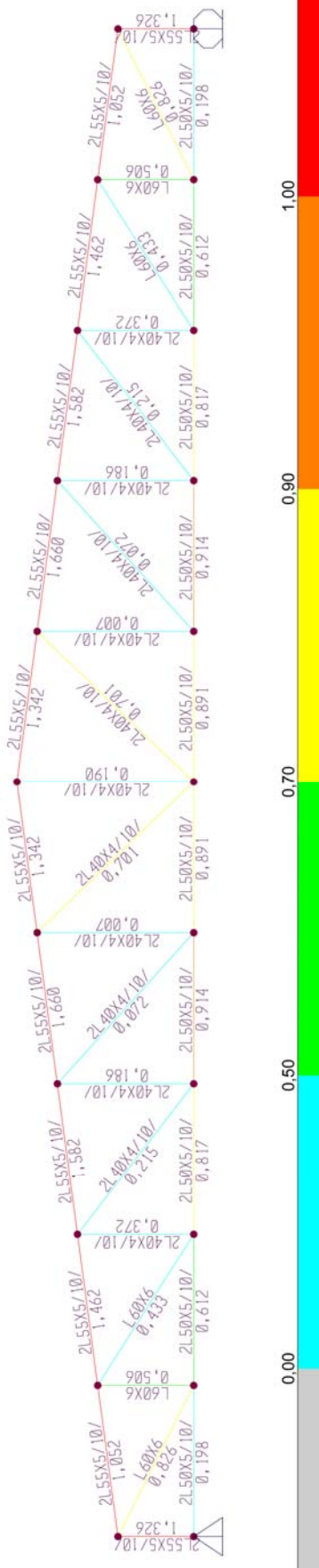


Şekil 5.9 Makas elemana etkiyen y- doğrultulu rüzgar yükleri(W_y)

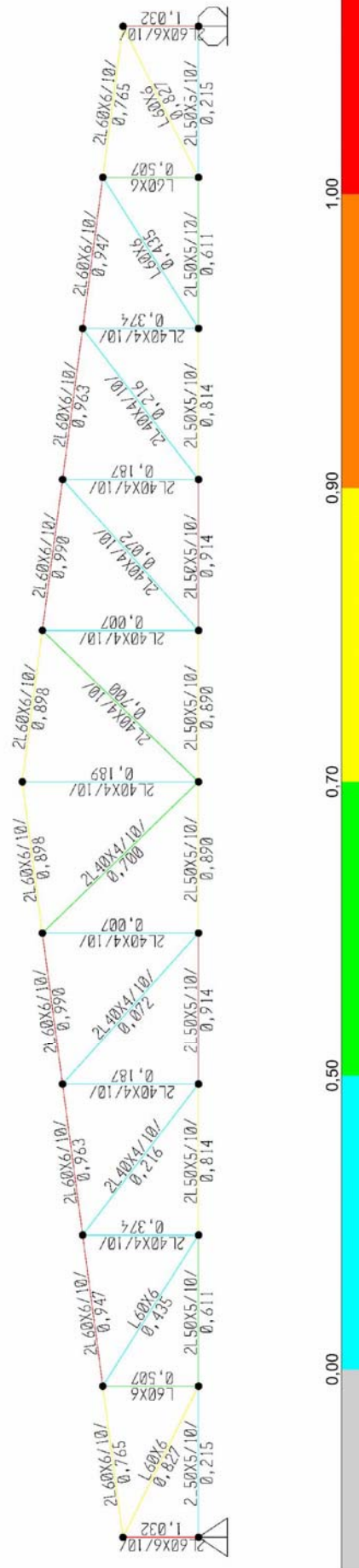
5.2.3.1 İlk Kesit Kabulleri

SAP2000 statik programında yapılan hesaplarda program, çelik ile ilgili olarak girdiğimiz verilere bağlı olarak eksenel yükleri otomatik bulmaktadır. Çelik makasın profil kesitleri programa girildiğinde, program çubuk gerilmesi-emniyet gerilmesi oranlarını vererek kesitin yeterli olup olmadığını göstermektedir. Şekil 5.10'da ve Şekil 5.11'de çelik makasa ait kesit kabulleri ve bu kesitlere ait emniyet gerilmesi oranları gözükmemektedir. Bu şekillerde görülen emniyet gerilme oranı "1" değerini geçtiğinde elemana ait kesit yetersiz demektir. Verilen bu kesitler programın verdiği eksenel yükler ile tekrar elle hesaplanarak kontrol edilmektedir. Bu hesaplamalara ilişkin örnek çözümler, kesin hesaplar bölümünde yer almaktadır.

Ahşap makas hesaplarında ise SAP2000 programından sadece eksenel yükler alınmaktadır. Kesitlerin boyutlandırılması Excel programında statik formüllere göre oluşturulan tablo yardımı ile sağlanmaktadır. Bu tabloya SAP2000 programından alınan eksenel yükler girilerek kesit boyutlandırması yapılmaktadır. Kesitler basınç ve çekme olarak kuvvetleri karşılıyor ise tabloda "Tamam" yazısı görülmektedir. Eğer kesitler üzerlerine gelen basınç veya çekme kuvvetlerini karşılayamıyor ise tabloda "Uyarı" yazısı görülmektedir. Bu durumda yeni kesitler denenmektedir. Tablonun genelinde "Tamam" yazısı minimum kesitler ile sağlandıktan sonra bulduğumuz kesitlere göre hesaplar elle yapılarak kontrol edilmektedir. Kesin hesapların yapımı ile ilgili örnek çözümler kesin hesaplar bölümünde yer almaktadır. Ahşap makasa ait kesin boyutlandırma yapılmadan önce denediğimiz ön boyutlandırma bilgileri ve eksenel yük değerleri Tablo 5.18 ve 5.19'da görülmektedir. Tablo 5.18'de Ahşap makasın üst başlığının boyutları 10cm x 10cm, alt başlığın boyutları 6cm x 8cm, dikmeler 6cm x 6cm, çapraz elemanlar ise 4cm x 6cm olarak girilmiştir. Tablo 5.18 incelendiğinde "Basınç F kontrolü" ve "Çekme F kontrolü" bölümlerinde kesitlerin yeterli olmadığı yerlerde "Uyarı" yazısı görülmektedir. Bu durumda kesitlerin yeterli olmadığı çubuklarda yeni boyutlandırmalar yapılmaya devam edilmektedir. Tablo 5.19'u incelediğimizde bu tabloda makasa ait üst başlıklar 12cm x 12cm, alt başlıklar 10cm x 10cm, dikmeler ve çapraz elemanlar 8cm x 8cm kesitlerinde boyutlandırma yapılmıştır. Tablo 5.19 incelendiğinde, 12cm x 12cm boyutlarındaki üst başlıklarda basınç çalışma yüzdesi, % 98 gibi sınır değerdedir. Bu kesitlerin boyutlarının biraz daha arttırılması gerekmiştir. Çekmeye çalışan alt başlık elemanlarına ise, kesitlerin bazılarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle kesitlerde boyut artırımına gidilmiş ve minimum kesitler bulana kadar bu işlemlere devam edilmiştir. Minimum kesitler bulunduktan sonra elle hesaplama yöntemi ile kesitler kontrol edilmiştir.



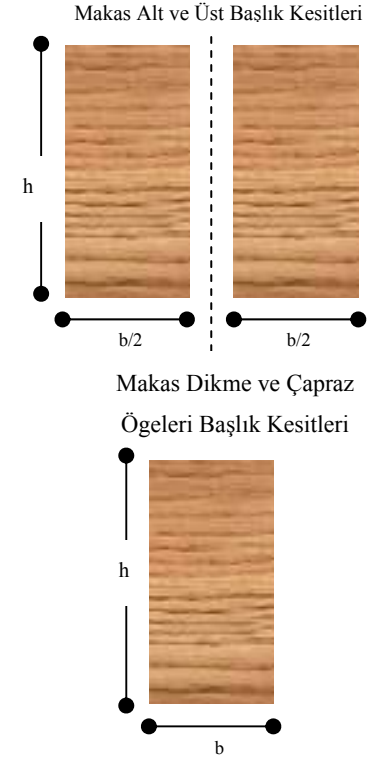
Şekil 5.10 Çelik makas parçalarının ilk kesit kabulleri ve kesitlere ait emniyet gerilme oranlarının gösterimi



Şekil 5.11 Çelik makas parçalarının ikinci kesit kabulleri ve kesitlere ait emniyet gerilme oranlarının gösterimi

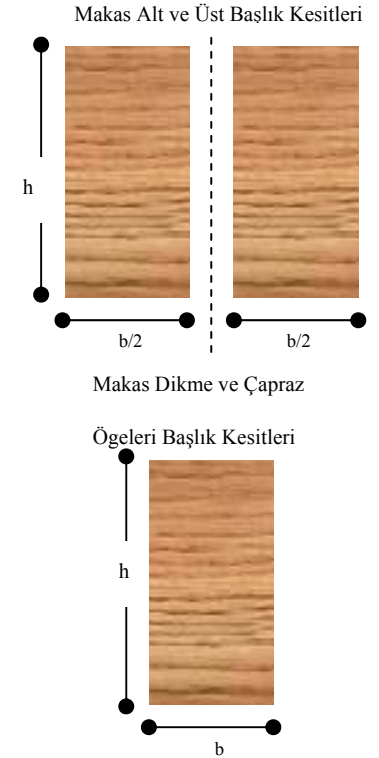
Tablo 5.18 Ahşap makasa ait parça boyutlarında ilk kabul

Basınç em. Gerilmesi					100	kg/cm ²												
Çekme em. Gerilmesi					105	kg/cm ²												
Lmd Basınç (max)					100													
Lmd Çekme (max)					200													
											BASINÇ KONTROLÜ				ÇEKME KONTROLÜ			
Cubuk No	F (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Boyut Kntrl	A (cm2)	I (cm ⁴)	i (cm)	Lmd	w	Basınç Fem (kg)	Basınç Lmd Kntrl	Basınç F Kntrl	Basınç F Oranı (%)	Çekme Fall (kg)	Çekme Lmd Kntrl	Çekme F Kntrl	Çekme Oranı (%)
1	-4887,0	75,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	26	1,12	9821,4	Tamam	Tamam	50	10500	----	----	----
2	-4887,0	75,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	26	1,12	9821,4	Tamam	Tamam	50	10500	----	----	----
3	1752,3	175,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	101	3,06	1294,1	----	----	----	3780	Tamam	Tamam	46
4	-6996,3	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Tamam	93	10500	----	----	----
5	-10348,9	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	137	10500	----	----	----
6	-11582,5	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	154	10500	----	----	----
7	-11524,4	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	153	10500	----	----	----
8	-10677,1	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	142	10500	----	----	----
9	-6996,3	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Tamam	93	10500	----	----	----
10	-10348,9	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	137	10500	----	----	----
11	-11582,5	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	154	10500	----	----	----
12	-11524,4	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	153	10500	----	----	----
13	-10934,0	151,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,33	2,89	52	1,46	7534,2	Tamam	Uyarı	145	10500	----	----	----
14	117,7	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Tamam	2
15	6925,3	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	137
16	10259,8	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	204
17	11480,5	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	228
18	11421,4	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	227
19	11421,4	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	227
20	11480,5	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	228
21	10259,8	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	204
22	6925,3	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Uyarı	137
23	117,7	150,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	87	2,46	2146,3	----	----	----	5040	Tamam	Tamam	2
24	-3449,4	95,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	55	1,52	2605,3	Tamam	Uyarı	132	3780	----	----	----
25	-2094,2	115,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	66	1,77	2237,3	Tamam	Tamam	94	3780	----	----	----
26	-930,5	135,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	78	2,13	1859,2	Tamam	Tamam	50	3780	----	----	----
27	52,2	155,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	90	2,58	1534,9	----	----	----	3780	Tamam	Tamam	1
28	51,1	155,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	90	2,58	1534,9	----	----	----	3780	Tamam	Tamam	1
29	-930,5	135,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	78	2,13	1859,2	Tamam	Tamam	50	3780	----	----	----
30	-2094,2	115,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	66	1,77	2237,3	Tamam	Tamam	94	3780	----	----	----
31	-3449,4	95,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	55	1,52	2605,3	Tamam	Uyarı	132	3780	----	----	----
32	7611,7	168,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	146	6,39	413,1	----	----	----	2520	Tamam	Uyarı	302
33	3947,7	178,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	155	7,21	366,2	----	----	----	2520	Tamam	Uyarı	157
34	1539,0	189,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	164	8,07	327,1	----	----	----	2520	Tamam	Tamam	61
35	-80,5	202,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	176	9,29	284,2	Uyarı	Tamam	28	2520	----	----	----
36	-1198,0	216,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	188	10,6	249,1	Uyarı	Uyarı	481	2520	----	----	----
37	-1198,0	216,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	188	10,6	249,1	Uyarı	Uyarı	481	2520	----	----	----
38	-80,5	202,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	176	9,29	284,2	Uyarı	Tamam	28	2520	----	----	----
39	1539,0	189,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	164	8,07	327,1	----	----	----	2520	Tamam	Tamam	61
40	3947,7	178,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	155	7,21	366,2	----	----	----	2520	Tamam	Uyarı	157
41	7611,7	168,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	146	6,39	413,1	----	----	----	2520	Tamam	Uyarı	302



Tablo 5.19 Ahşap makasa ait parça boyutlarında ikinci kabul

Basınç em. Gerilmesi					100	kg/cm ²												
Çekme em. Gerilmesi					105	kg/cm ²												
Lmd Basınç (max)					100													
Lmd Çekme (max)					200													
											BASINÇ KONTROLÜ				ÇEKME KONTROLÜ			
Cubuk No	F (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Boyut Kntrl	A (cm2)	l (cm4)	i (cm)	Lmd	w	Basınç Fem (kg)	Basınç Lmd Kntrl	Basınç F Kntrl	Basınç F Oranı (%)	Çekme Fall (kg)	Çekme Lmd Kntrl	Çekme F Kntrl	Çekme Oranı (%)
1	-4951,6	75,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	22	1,09	14532,1	Tamam	Tamam	34	15120	----	----	----
2	-4951,6	75,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	22	1,09	14532,1	Tamam	Tamam	34	15120	----	----	----
3	1800,5	175,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	76	2,06	3417,5	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	27
4	-7101,0	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	59	15120	----	----	----
5	-10511,0	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	88	15120	----	----	----
6	-11766,0	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	98	15120	----	----	----
7	-11709,6	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	98	15120	----	----	----
8	-10848,3	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	90	15120	----	----	----
9	-7101,0	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	59	15120	----	----	----
10	-10511,0	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	88	15120	----	----	----
11	-11766,0	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	98	15120	----	----	----
12	-11709,6	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	98	15120	----	----	----
13	-10848,3	151,0	12,0	12,0	ok	144,0	1728,0	3,46	44	1,32	12000,0	Tamam	Tamam	90	15120	----	----	----
14	139,4	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Tamam	1
15	7028,2	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Tamam	67
16	10420,1	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Tamam	99
17	11662,0	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Uyarı	111
18	11604,8	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Uyarı	111
19	11604,8	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Uyarı	111
20	11662,0	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Uyarı	111
21	10420,1	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Tamam	99
22	7028,2	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Tamam	67
23	139,4	150,0	10,0	10,0	ok	100,0	833,3	2,89	52	1,46	7534,2	----	----	----	10500	Tamam	Tamam	1
24	-3497,0	95,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	41	1,27	5543,3	Tamam	Tamam	63	6720	----	----	----
25	-2121,5	115,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	50	1,42	4957,7	Tamam	Tamam	43	6720	----	----	----
26	-940,0	135,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	58	1,58	4455,7	Tamam	Tamam	21	6720	----	----	----
27	60,3	155,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	67	1,8	3911,1	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	1
28	56,8	155,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	67	1,8	3911,1	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	1
29	-940,0	135,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	58	1,58	4455,7	Tamam	Tamam	21	6720	----	----	----
30	-2121,5	115,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	50	1,42	4957,7	Tamam	Tamam	43	6720	----	----	----
31	-3497,0	95,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	41	1,27	5543,3	Tamam	Tamam	63	6720	----	----	----
32	7703,4	168,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	73	1,97	3573,6	----	----	----	6720	Tamam	Uyarı	115
33	4016,8	178,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	77	2,1	3352,4	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	60
34	1567,2	189,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	82	2,27	3101,3	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	23
35	-79,6	202,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	87	2,46	2861,8	Tamam	Tamam	3	6720	----	----	----
36	-1220,7	216,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	94	2,74	2569,3	Tamam	Tamam	48	6720	----	----	----
37	-1220,7	216,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	94	2,74	2569,3	Tamam	Tamam	48	6720	----	----	----
38	-79,6	202,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	87	2,46	2861,8	Tamam	Tamam	3	6720	----	----	----
39	1567,2	189,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	82	2,27	3101,3	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	23
40	4016,8	178,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	77	2,1	3352,4	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	60
41	7703,4	168,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,3	2,31	73	1,97	3573,6	----	----	----	6720	Tamam	Uyarı	115



5.2.4 Çelik ve Ahşap Makasa Ait Kesin Hesaplar

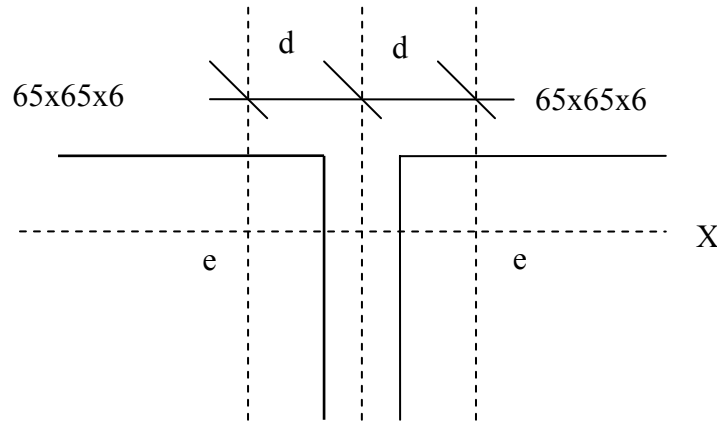
Kesin hesaplar bölümü çelik makasa ait kesin hesaplar ve ahşap makasa ait kesin hesaplar olmak üzere iki kısımda incelenmiştir..

5.2.4.1 Çelik Makasa Ait Kesin Hesaplar

Çelik makasların kesin hesabı ile ilgili bölümde, SAP2000 programında belirlenen kesitlerin gerilme-emniyet gerilme oranlarına bakılmış ve kurtaran kesitler belirlenerek elle hesap yöntemi ile kontrolleri yapılmıştır. Şekil 5.13’de çelik makasa ait kesin kesitler ve kesin kesitlere ait gerilme-emniyet gerilmesi oranları yer almaktadır.

A. Çelik makas üst basınç başlığı hesabı

Şekil 5.12’de çelik makasa ait üst başlığın (2L65.65.6) uygulama biçimi görülmektedir. Üst başlık çubukları içerisinde en fazla basınç kuvveti “7” ve “12” nolu çubuklarda meydana gelmektedir.



Şekil 5.12 Çelik makasa ait üst başlık kesiti

$P_{\max}=11851,87 \text{ kg/m}^2$ dir.

2L 65.65.6 için, $e=1,80 \text{ cm}$ $d=2,3 \text{ cm}$ $A=15,05 \text{ cm}^2$ dir.

Atalet momenti, $I_y=2*(I_{y0}+A.d^2)$

$$I_x=2* I_{x0}$$

$$I_y=138,3 \text{ cm}^4$$

$$I_x=58,37 \text{ cm}^4$$

$$i_{\min}=\sqrt{\frac{I_x}{A}}=1,97 \text{ cm}$$

$$\text{Çubuk boyu} \rightarrow L=L_e$$

$$\lambda=L_e / i_x=76,65$$

$$\lambda=77 \text{ için} \rightarrow \omega=1,57$$

$$\sigma=\omega*P_{\max}/A=(1,57*11851,8)/15,05=1236,4 \text{ kg/m}^2 < 1400 \text{ kg/m}^2 \text{ St37 H yüklemesi}$$

B. 24 Nolu Çelik Çubuk Hesabı

Profil boyutu L60.60.6 dır.

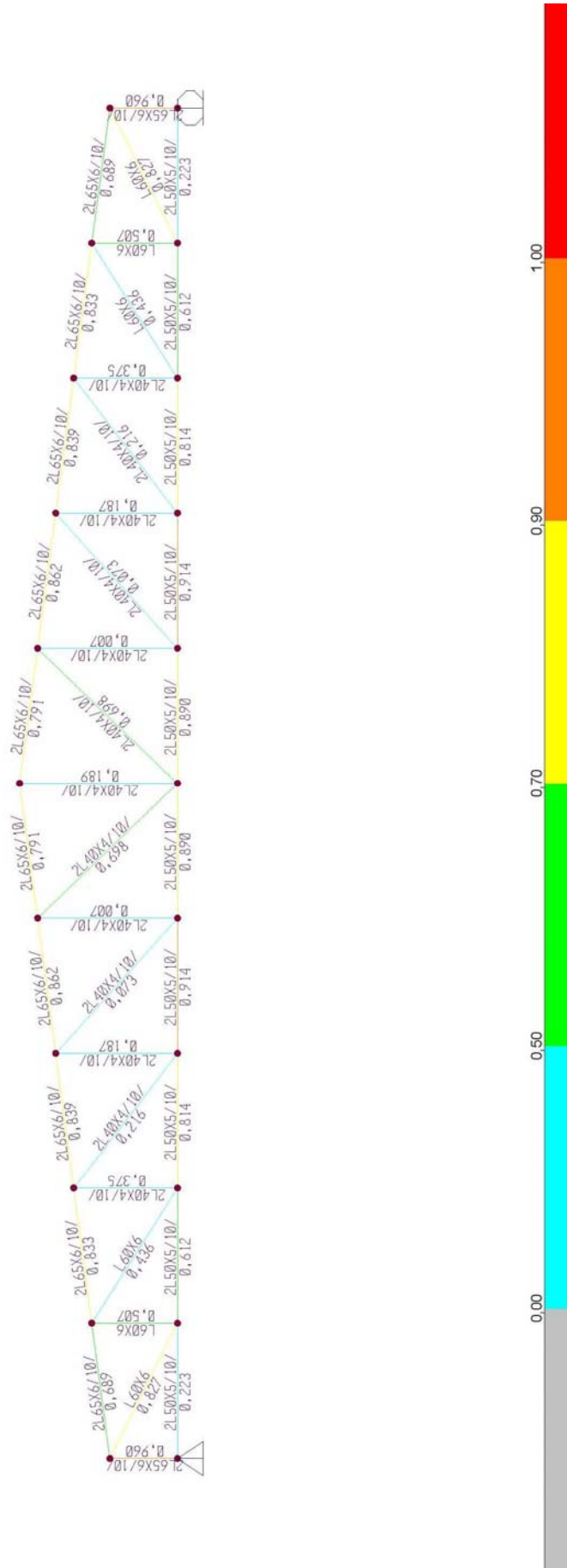
$$P_{\max}=3549,09 \text{ kg/m}^2 \text{ dir. } I_{\xi}=9,44 \text{ cm}^4 \quad i_{\min}=\sqrt{\frac{I_{\xi}}{A}}=1,12 \text{ cm}$$

$$\text{Çubuk boyu} \rightarrow L=L_e$$

$$\lambda=L_e / i_{\min}=95/1,12=84,82 \rightarrow \omega=1,69$$

$$\sigma=\omega*P_{\max}/A=1,69*3549,09/7,53=796,5 \text{ kg/m}^2 < 1600 \text{ kg/m}^2 \text{ St 37 H yüklemesi}$$

Görüldüğü gibi L60.6 çelik profile sahip 24 nolu çubuk üzerine gelen yükü karşılayabilmektedir.



Şekil 5.13 Çelik makasa ait son kesitler ve meydana gelen gerilmelerin emniyet gerilmesine olan oranları gösterilmektedir



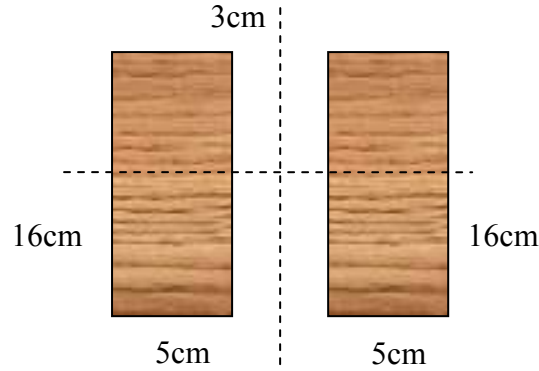
Şekil 5.14 Çelik makasın son kesitlerine göre üç boyutlu modellenmesi

C. Ahşap makasın üst başlık basınç çubuğu ve alt başlık çekme çubuğu hesabı

Ahşap makasa ait çubuk kesitleri ve üzerlerine gelen yükler Tablo 5.20’de görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde üst başlık boyutlarının 2*(5cm*16cm) olduğu görülmektedir. Üst başlıklardan ve alt başlıklardan en büyük basınç ve çekme kuvvetinde kalanların hesapları aşağıda yer almaktadır.

- Üst başlık hesabı

Şekil 5.15’de ahşap makasa ait üst başlığın uygulama biçimi görülmektedir.



Şekil 5.15 Ahşap makasa ait üst başlık kesiti

$P_{\max} = 11733,6 \text{ kg/m}^2$ (basınç)’dır.

$$I_x = 2 \cdot (5 \cdot 16^3) / 12 = 3413,33 \text{ cm}^4$$

$$I_y = (16 \cdot 13^3 / 12) - (16 \cdot 3^3 / 12) = 2857,33 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{3413,33}{160}} = 4,62 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 4,23 \text{ cm}$$

i değerleri içerisinde küçük olan değer seçilerek narinlik hesapları yapılır. Burada $i_y < i_x$ olduğundan hesaplarımızda i_y kullanılmıştır.

Narinlik; Çubuk burkulma boyu (L_e), çubuk boyuna (L) eşit alınmaktadır.

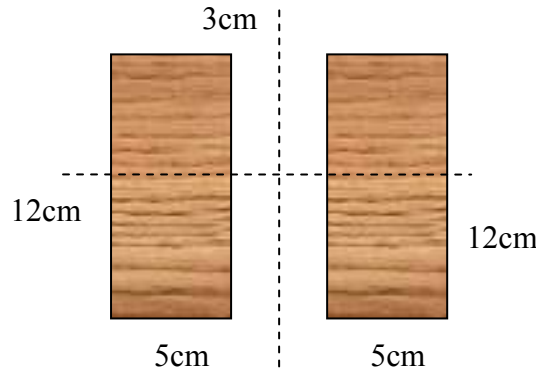
$$\lambda = L_e / i_{\min} = 151 / 4,23 = 36, \lambda = 36 \text{ için } < 100 \longrightarrow \omega = 1,21$$

$$\sigma_{\text{çubuk}} = \omega \cdot P_{\max} / A = 1,21 \cdot 11733,6 / 160 = 88,7 \text{ kg/m}^2 < 110 \text{ kg/m}^2 (\sigma_{\text{emniyet}})$$

Hesaplama da görüldüğü gibi 2*(5cm*16cm) boyutlarındaki üst başlığın çubuk basınç kuvveti emniyet basıncı değerinden düşük değerdedir. Bu nedenle çubuk kesitinin yeterli kesite sahip olduğu söylenebilir.

- **Alt başlık hesabı**

Şekil 5.16'da ahşap makasa ait alt başlığın uygulama biçimi görülmektedir



Şekil 5.16 Ahşap makasa ait alt başlık kesiti

$P_{\max} = 11628,9 \text{ kg/m}^2$ (çekme kuvveti)'dir.

Kesitin şeklinden de anlaşılacağı üst başlıkta da hesapladığımız gibi en küçük atalet momenti y doğrultusunda olmaktadır.

$$I_y = (12 \cdot 13^3 / 12) - (12 \cdot 3^3 / 12) = 2170 \text{ cm}^4$$

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{2170}{120}} = 4,25 \text{ cm}$$

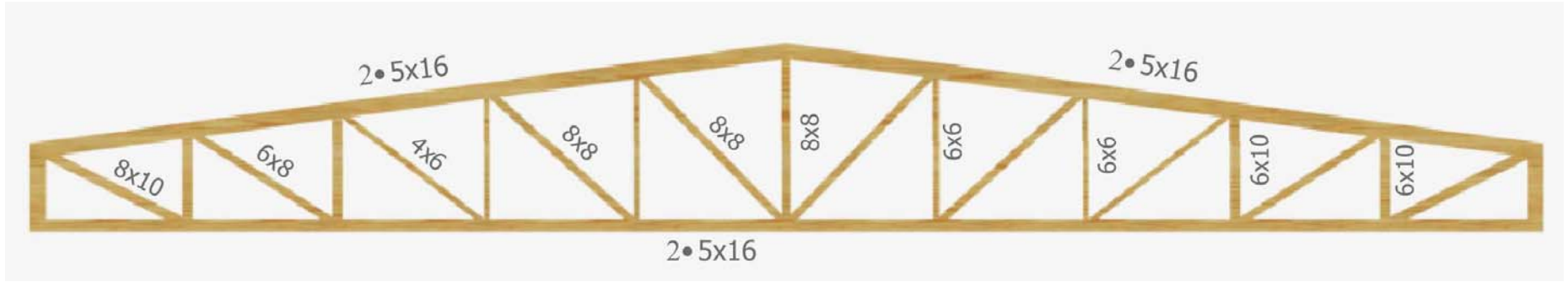
Narinlik; Çubuk burkulma boyu (L_e), çubuk boyuna (L) eşit alınmaktadır.

$$\lambda = L_e / i_{\min} = 150 / 4,25 = 36, \lambda=36 \text{ için } < 100 \rightarrow \omega = 1,21$$

$\lambda_{\text{çubuk}} = 36 < 100$ (λ_{sehim}) olduğundan normal gerilme taktikleri yapılır.

$$\sigma_{\text{çubuk}} = P_{\max} / A = 11628,9 / 120 = 96,9 \text{ kg/m}^2 < 105 \text{ kg/m}^2 \text{ } (\sigma_{\text{emniyet}})$$

Hesaplama da görüldüğü gibi 2*(5cm*12cm) boyutlarındaki alt başlığın çubuk çekme kuvveti emniyet basıncı değerinden düşük değerdedir. Bu nedenle çubuk kesitinin yeterli kesite sahip olduğu söylenebilir.

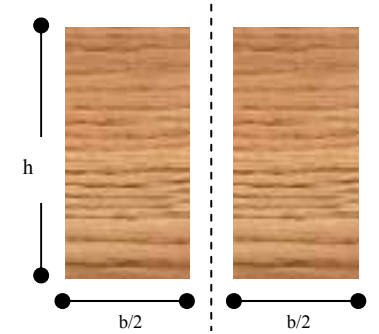


Şekil 5.17 Ahşap makasa ait son kesitlerin makas üzerinde gösterimi

Tablo 5.20 Ahşap makasa ait parça boyutlarında son kabul

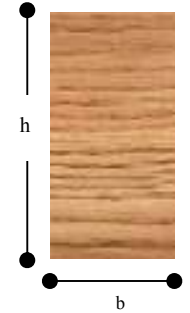
Basınç em. Gerilmesi					100	kg/cm ²												
Çekme em. Gerilmesi					105	kg/cm ²												
Lmd Basınç (max)					100													
Lmd Çekme (max)					200													
											BASINÇ KONTROLÜ				ÇEKME KONTROLÜ			
Cubuk No	F (kg)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Boyut Kntrl	A (cm2)	I (cm4)	i (cm)	Lmd	w	Basınç Fem (kg)	Basınç Lmd Kntrl	Basınç F Kntrl	Basınç F Oranı (%)	Çekme Fall (kg)	Çekme Lmd Kntrl	Çekme F Kntrl	Çekme Oranı (%)
1	-4947,8	75,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	26	1,12	15714,3	Tamam	Tamam	31	16800	----	----	----
2	-4947,8	75,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	26	1,12	15714,3	Tamam	Tamam	31	16800	----	----	----
3	1732,5	175,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,33	2,31	76	2,06	3417,5	----	----	----	6720	Tamam	Tamam	26
4	-7101,3	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	59	16800	----	----	----
5	-10483,0	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	87	16800	----	----	----
6	-11733,6	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	97	16800	----	----	----
7	-11679,3	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	97	16800	----	----	----
8	-10870,7	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	90	16800	----	----	----
9	-7100,2	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	59	16800	----	----	----
10	-10485,6	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	87	16800	----	----	----
11	-11732,6	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	97	16800	----	----	----
12	-11678,3	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	97	16800	----	----	----
13	-10870,8	151,0	10,0	16,0	ok	160,0	1333,33	2,89	52	1,46	12054,8	Tamam	Tamam	90	16800	----	----	----
14	172,4	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	1
15	7026,7	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	56
16	10390,4	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	82
17	11628,9	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	92
18	11575,1	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	92
19	11574,5	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	92
20	11627,1	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	92
21	10393,6	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	82
22	7025,6	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	56
23	172,5	150,0	10,0	12,0	ok	120,0	1000,00	2,89	52	1,46	9041,1	----	----	----	12600	Tamam	Tamam	1
24	-3577,4	95,0	6,0	10,0	ok	60,0	180,00	1,73	55	1,52	4342,1	Tamam	Tamam	82	6300	----	----	----
25	-2111,2	115,0	6,0	10,0	ok	60,0	180,00	1,73	66	1,77	3728,8	Tamam	Tamam	57	6300	----	----	----
26	-930,8	135,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	78	2,13	1859,2	Tamam	Tamam	50	3780	----	----	----
27	51,1	155,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	135	5,47	482,6	----	----	----	2520	Tamam	Tamam	2
28	-40,2	155,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	90	2,58	1534,9	Tamam	Tamam	3	3780	----	----	----
29	-921,5	135,0	6,0	6,0	ok	36,0	108,00	1,73	78	2,13	1859,2	Tamam	Tamam	50	3780	----	----	----
30	-2116,9	115,0	6,0	10,0	ok	60,0	180,00	1,73	66	1,77	3728,8	Tamam	Tamam	57	6300	----	----	----
31	-3475,9	95,0	6,0	10,0	ok	60,0	180,00	1,73	55	1,52	4342,1	Tamam	Tamam	80	6300	----	----	----
32	7665,3	168,0	8,0	10,0	ok	80,0	426,67	2,31	73	1,97	4467,0	----	----	----	8400	Tamam	Tamam	91
33	3983,0	178,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	103	3,18	1660,4	----	----	----	5040	Tamam	Tamam	79
34	1561,9	189,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	164	8,07	327,1	----	----	----	2520	Tamam	Tamam	62
35	-74,0	202,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,33	2,31	87	2,46	2861,8	Tamam	Tamam	3	6720	----	----	----
36	-1137,7	216,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,33	2,31	94	2,74	2569,3	Tamam	Tamam	44	6720	----	----	----
37	-1137,0	216,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,33	2,31	94	2,74	2569,3	Tamam	Tamam	44	6720	----	----	----
38	-72,2	202,0	8,0	8,0	ok	64,0	341,33	2,31	87	2,46	2861,8	Tamam	Tamam	3	6720	----	----	----
39	1555,6	189,0	4,0	6,0	ok	24,0	32,00	1,15	164	8,07	327,1	----	----	----	2520	Tamam	Tamam	62
40	3988,0	178,0	6,0	8,0	ok	48,0	144,00	1,73	103	3,18	1660,4	----	----	----	5040	Tamam	Tamam	79
41	7663,9	168,0	8,0	10,0	ok	80,0	426,67	2,31	73	1,97	4467,0	----	----	----	8400	Tamam	Tamam	91

Makas Alt ve Üst Başlık Kesitleri



Makas Dikme ve Çapraz Öğeleri

Başlık Kesitleri

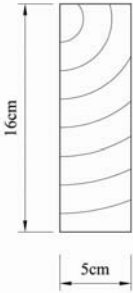
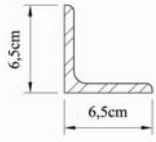


5.2.5 Ahşap ve Çelik Makasın Ağırlık ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması

Hesaplarını yaparak boyutlandırılan çelik makasın metraji yapıldığında makas ağırlığı 453.67kg bulunmaktadır. Bu ağırlık makas yapımında kullanılacak olan çelik profillerin ağırlığıdır, bulon vb. birleşim elemanlarının ağırlıkları ihmal edilmiştir. Çelik makasın maliyeti için Tablo 5.10'daki 2007 yılının Bayındırlık ve İskân Bakanlığının birim fiyatı kullanılmıştır. Bu tabloya göre çelik makasın imalat ve montaj dahil birim fiyatı 2,883.75ytl/ton'dur. Örnek olarak yapılan çelik makasın maliyeti **1311,50 YTL** olarak bulunmuştur.

On beş metre açıklık geçtiğimiz ahşap makasın makas ağırlığı 310 kg bulunmuştur. Bu ağırlık makas yapımında kullanılacak olan ahşap parçaların ağırlığı olup, içerisine makas yapımında kullanılan bulon ya da metal bağlantı plakası ağırlıkları katılmamıştır. Ahşap makasta kullandığımız ahşap miktarı 0,62m³'tür. Ahşap makasın imalat ve montaj dâhil 2007 bayındırlık fiyatı 963,75 ytl/m³'tür. Hesapları yapılan ahşap makasın maliyeti **598 YTL** bulunmuştur. Çelik ve ahşap makasa ait makas ağırlıkları ve maliyet karşılaştırmaları Tablo 5.21 verilmiştir. Bu tablodan da görüldüğü gibi, ahşap makas çelik makasa oranla daha hafif ve daha az maliyete sahiptir. Bunun yanında çelik makas elemanların kesitleri ahşap makasa oranla daha narindir. Geçilen açıklık artıkça, makas ağırlığı ve bununla ilişkili olarak da makas maliyeti artmaktadır. Bu hiyerarşik ilişkilerden yola çıkarak makasların taşıma kapasiteleri arttıkça makas maliyetleri de artmaktadır denebilmektedir. Mimarlar, inşaat mühendisleri ve mal sahipleri sistem seçimlerinde karar verirken bu özellikleri dikkate almalıdırlar.

Tablo 5.21 Masif Ahşap ve Çelik makasa ait ağırlık, maliyet ve profil kesitlerinin karşılaştırması

	Ahşap Makas	Çelik makas
Makas Ağırlığı (tek adet makas)	310 kg	438 kg
Makas maliyeti (tek adet makas)	598 ytl	1311,50 ytl
Maliyet / Ağırlık Oranı	1,93	2,89
En Büyük Kesitler		

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada ilk olarak, ahşap ve çelik malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenip mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. İkinci olarak, ahşap makas ve çelik makasların sistem özellikleri, üretimi, uygulaması ve maliyet açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Son olarak ise, 15 metrelik bir açıklık ahşap ve çelik makas ile geçilerek, hesaplamalar sonucu ortaya çıkan eleman kesitleri, makas ağırlıkları, taşıma kapasiteleri ve makas maliyetleri olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yapılan bu değerlendirmeler sonucunda Ahşap makas sistemlerin Türkiye’de kullanımının çelik makas sistemlerden daha ekonomik ve daha az çatı yüküne sahip olması gibi rasyonel sonuçlar ortaya konmuştur. Böylelikle Türkiye’de birçok ülkede olduğu kadar tanınmayan ve uygulama olanağı bulamayan ahşap makas sistemin kullanıma yönelik bir yaklaşım benimsenmektedir.

Ahşap yapı üretiminin yoğun olduğu gelişmiş ülkelerde orman alanların azalmadığı araştırmalar sonucu ortaya çıkmaktadır. Amerika’da kesilen her ağacın yerine iki ağaç dikilmektedir. Bu şekilde döngü devam etmekte ve ormanlık alanlarda bir artış olmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde benzer bir uygulama ile ağaç üretiminin yapılması için program ve düzenlemelerin yapılması gereklidir. Böylelikle orman alanlarımızın artacağı gerçeği kaçınılmazdır. Ahşap malzemenin yapı alanında kullanımının teşvikiyle ortaya çıkacak olan talep artışının neden olacağı ticari dengesizliklerin önlenmesi için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Ahşap yapı üretiminin olması gereken ölçüde kullanımının sağlanabilmesi için öncelikle, ahşap ile ilgili güncelliğini yitirmiş şartname ve standartların yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ahşap yapı üretim ile ilgili olan TS-497’nin en son baskısının 1979 da yapıldığı düşünüldüğünde bu konuda ne kadar geride kaldığımızı görebilmekteyiz. Aynı zamanda imar yönetmeliğinde ve kat mülkiyeti yasalarında gerekli düzenlemelerin yapılaraktan ahşap yapı üretiminin önüne konmuş olan setler kaldırılmalıdır.

Ahşap yapı üretiminin gelişmemesinin nedenlerinden bir diğeri de, bu konu ile ilgili eğitimin üniversitelerin mimarlık ve inşaat mühendisliği fakültelerinde yeterince verilememesidir. Yeni yetişmekte olan mimarların ve inşaat mühendislerinin, günümüz teknolojisini yakından takip etmeleri zorunludur. Beton ve çelik gibi yapı malzemelerine alternatif olarak ahşap malzemeyi de düşünmeleri ve gerekli koşullarda ahşap malzemeyi kullanmaları gerekmektedir. Toplumda ahşap malzemeye karşı oluşmuş olan ahşap yanar gibi olumsuz ve

asılsız düşüncelerin ortada kalkması için bu malzemenin bilinçli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Burada en büyük görev mimar ve inşaat mühendislerine düşmektedir.

Deprem bölgelerinde, özellikle hafifliği nedeniyle büyük avantaj sağlayan ahşap makas sistem ve diğer ahşap sistemlerin kullanımı için gerekli yatırımlar yapılmalıdır. Ahşap sistemin getirdiği hızlı üretim ve uygulama sürecinin kısalığı özellikle deprem bölgelerinde düşünülmelidir.

Ahşap malzemenin ses ve ısı yalıtımı gibi önlemler için kullanılır olması, tek malzemenin birden çok işlevinin olması ve bunun sonucunda kesitleri inceltmesi gibi avantajlar değerlendirilmelidir. Bunun sonucunda yapı üretimindeki gereksiz maliyet yükseltmelerinin önüne geçilebilecektir. Ülke ekonomisine olumlu katkıda bulunmak bir seçim değil bir zorunluluktur.

KAYNAKLAR

- Aktaş, M., (2002), “Çelik Yapılar Ders Notları”, Kocaeli Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Kocaeli
- Alpine, (2002), “Encyclopedia Of Trusses”, Alpine Engineering Products, Florida
- Aslan, S. (1994), Ağaç Dendrolojisi Odun Anatomisi, H.Ü.Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Yayınları, Ankara.
- Atalay, T. (2002), Plane Truss And Space Structure The Analysis Of Structure In Izmir Atatürk Organise Industry Zone, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü.
- Avlar, E., (2004), “Ahşap Malzeme Notları”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi
- Ayata, İ., (1974), “Ahşap Yapı ve Kafes Sistemlerin Hesap Esasları”, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi
- Bostancıoğlu, E., (2004), Düzgün Birer E., “Ekoloji ve Ahşap-Türkiye’de Ahşap Malzemenin Geleceği”Uludağ Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 9,Sayı 2.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., (1997), Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., (2000), Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Candan, Y. B., (1998), Tutkallı Ahşabın Mimari Mekan Strüktürüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ ,
- Ching, F.D.K., Adams C. (2006), Çizimlerle Bina Yapım Rehberi, Yapı Yayın, İstanbul
- Deren, H., Uzgider E. ve Piroğlu F., (2006), Çelik Yapılar, Çağlayan Kitabevi, İstanbul
- Duman, N., Ökten S., (1988), Ahşap Yapı Dersleri-1,YEM Yayınları,
- Erinç, M., (1972), “Dünün ve Bugünün Ahşap ve Ahşaptan Üretilmiş Malzemesinin Türkiye Şartları İçinde Yapıda Rasyonel Kullanılma İmkanlarının Araştırılması” Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi
- Erşen, N., (1975), Tutkallı Taşıyıcı Ahşap Yapı Elemanları,
- Goetz, H.K., Hoor D., Moehler K., Natterer J., (1989), Timber Desingn & Construction Sourcebook

- Henn, W., (1961), Entwurfs-Und Konstruktionsatlas, Verlog Georg D.W.Callwey, Almanya
- Holzbau, “Informationsdienst Holz”
- Işık, Z., (2002), “Neden Çelik Yapı”, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 419: 80-81
- Odabaşı Y., (1981), Çelik Çatı Elemanlarının Ekonomik Çözümleri, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul
- Odabaşı Y., (2000), Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, Beta Basım A.Ş. , İstanbul
- Örs, Y. ve Keskin, H., (2001), Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Öven, V.A. ve Parlak, İ.Y., (2003), “Korumasız Çeliğin Yüksek Sıcaklıklarda Performansı”,
- Tağmat, T. , (2007), “Neden Çelik Yapı”, Mimarlıkta Malzeme Dergisi, 5: 13-15
- Türkiye Mühendislik Haberleri, 427: 79-85
- Heino E. , (2006), “Strüktür Sistemleri “, Tasarım Yayınları, İstanbul.
- Sunley, J. ve , Bedding B. (1985), Timber In Construction, B.T. Bathsford Ltd.
- Şenol, D., (2001), Büyük Açıklıklı Mekanların Tutkallı ,Tabakalı Ahşap Sistemler İle Geçilmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ
- Tekin, A. , (1981), “Çeliklerin Metalürjik Dizaynı”, Doyuran Matbaası, İstanbul
- Tekin, A. , (1984), “Çelik Ve Isıl İşlemi Bofors Elkitabı K-E Thelning”, Hakan ofset, İstanbul
- Tönük, S. (2001), “Bina Tasarımında Ekoloji”, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Ünal, O. , (2004), “ Yapı Malzemesi Ders Notları”, Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Yardımcı, N. (2002), “Yapısal Çeliğin Özellikleri ve Kullanım Alanları”, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 420: 78-80
- Yesügey C.S., Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisi”
- WTCA ve TPI, (2006), “Building Companent Safety Information”, Edition Puplished
- Türk Standartları Enstitüsü TS 648
- Türk Standartları Enstitüsü TS 498
- Türk Standartları Enstitüsü TS 497

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.ahsap.com
- [2] www.ahsap.org
- [3] www.ahsapev.com.tr
- [4] www.alpeng.com
- [5] www.apa.com
- [6] www.apawood.org
- [7] www.arkitera.com
- [8] www.atacelik.com
- [9] www.ayarlarkereste.com.tr
- [10] www.birimfiyat.com
- [11] www.bowa-nail.cz
- [12] www.civilturk.com
- [13] www.cwc.ca
- [14] www.floor.com.tr
- [15] www.holzbau.com
- [16] www.holzbau.de
- [17] www.itu.edu.tr
- [18] www.kucukler.com
- [19] www.oranmimarlik.com.tr
- [20] www.protechnic.com
- [21] www.restorasyonmerkezi.org
- [22] www.wtca.org
- [23] www.yilmazlarcelik.com
- [24] www.yapiworld.com

EKLER

Ek 1 Çelik Makasa Etkiyen Eksenel Yüklere Ait SAP2000 Hesap Dökümanları

Ek 2 Ahşap Makasa Etkiyen Eksenel Yüklere Ait SAP2000 Hesap Dökümanları

Ek 3 Çelik Makasa Ait Eksenel Yüklerin Yük Kombinasyonları

Ek 4 Çelik Makasa ve Ahşap Makasa Ait Burkulma Katsayılarının Tablolarda Gösterimi

Ek 5 İl ve İlçelere Göre Zati Kar Yüğü Bölgeleri

Ek 1 Çelik Makasa Etkiyen Eksenel Yüklere Ait SAP2000 Hesap Dökümanları

SAP2000 v7.44 File: TEK MAKAS Kgf-m Units PAGE 1
7.20.07 0:57:19

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS					
COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD	G	1,0000	STATIC (DEAD)	COMB1
		KAR	1,0000	STATIC (SNOW)	
COMB2	ADD	G	0,9000	STATIC (DEAD)	COMB2
		WY	1,0000	STATIC (WIND)	
COMB3	ADD	G	0,9000	STATIC (DEAD)	COMB3
		WX	1,0000	STATIC (WIND)	
DESIGN	ENVE	COMB1	1,0000	COMBO	COMB4
		COMB2	1,0000	COMBO	
		COMB3	1,0000	COMBO	

SAP2000 v7.44 File: TEK MAKAS Kgf-m Units PAGE 2
7.20.07 0:57:19

FRAME ELEMENT FORCES								
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	COMB1	0,00	-5040,48	73,75	0,00	0,00	0,00	19,10
		3,8E-01	-5036,06	73,75	0,00	0,00	0,00	-8,55
		7,5E-01	-5031,64	73,75	0,00	0,00	0,00	-36,21
	COMB2	0,00	-620,24	12,12	0,00	0,00	0,00	3,36
		3,8E-01	-616,26	12,12	0,00	0,00	0,00	-1,18
		7,5E-01	-612,28	12,12	0,00	0,00	0,00	-5,73
	COMB3	0,00	-883,69	15,54	0,00	0,00	0,00	4,23
		3,8E-01	-879,72	15,54	0,00	0,00	0,00	-1,59
		7,5E-01	-875,74	15,54	0,00	0,00	0,00	-7,42
1	DESIGN MAX	0,00	-620,24	73,75	0,00	0,00	0,00	19,10
		3,8E-01	-616,26	73,75	0,00	0,00	0,00	-1,18
		7,5E-01	-612,28	73,75	0,00	0,00	0,00	-5,73
	DESIGN MIN	0,00	-5040,48	12,12	0,00	0,00	0,00	3,36
		3,8E-01	-5036,06	12,12	0,00	0,00	0,00	-8,55
		7,5E-01	-5031,64	12,12	0,00	0,00	0,00	-36,21
	2 COMB1	0,00	-5040,48	73,75	0,00	0,00	0,00	19,10
		3,8E-01	-5036,06	73,75	0,00	0,00	0,00	-8,55
		7,5E-01	-5031,64	73,75	0,00	0,00	0,00	-36,21
2	COMB2	0,00	-620,24	12,12	0,00	0,00	0,00	3,36
		3,8E-01	-616,26	12,12	0,00	0,00	0,00	-1,18
		7,5E-01	-612,28	12,12	0,00	0,00	0,00	-5,73
	COMB3	0,00	-712,67	13,49	0,00	0,00	0,00	3,71
		3,8E-01	-708,69	13,49	0,00	0,00	0,00	-1,35
		7,5E-01	-704,71	13,49	0,00	0,00	0,00	-6,41
	DESIGN MAX	0,00	-620,24	73,75	0,00	0,00	0,00	19,10
		3,8E-01	-616,26	73,75	0,00	0,00	0,00	-1,18
		7,5E-01	-612,28	73,75	0,00	0,00	0,00	-5,73
2	DESIGN MIN	0,00	-5040,48	12,12	0,00	0,00	0,00	3,36
		3,8E-01	-5036,06	12,12	0,00	0,00	0,00	-8,55
		7,5E-01	-5031,64	12,12	0,00	0,00	0,00	-36,21
3	COMB1	0,00	1869,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,8E-01	1873,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	1877,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COMB2	0,00	228,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,8E-01	232,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	235,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COMB3	0,00	297,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,8E-01	300,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	304,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	DESIGN MAX	0,00	1869,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,8E-01	1873,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	1877,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	DESIGN MIN	0,00	1869,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,8E-01	1873,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	1877,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	0,00	228,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,8E-01	232,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,75	235,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4 COMB1	0,00	-7227,92	-46,64	0,00	0,00	0,00	-36,21
	7,6E-01	-7226,74	-37,80	0,00	0,00	0,00	-4,26
	1,51	-7225,56	-28,96	0,00	0,00	0,00	20,99
4 COMB2	0,00	-884,06	77,78	0,00	0,00	0,00	-5,73
	7,6E-01	-882,99	-4,26	0,00	0,00	0,00	5,091E-01
	1,51	-881,93	3,69	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
4 COMB3	0,00	-1250,51	39,82	0,00	0,00	0,00	-7,42
	7,6E-01	-1249,45	-6,22	0,00	0,00	0,00	2,973E-01
	1,51	-1248,39	1,74	0,00	0,00	0,00	1,99
4 DESIGN MAX	0,00	-884,06	77,78	0,00	0,00	0,00	-5,73
	7,6E-01	-882,99	-4,26	0,00	0,00	0,00	5,091E-01
	1,51	-881,93	3,69	0,00	0,00	0,00	20,99
4 DESIGN MIN	0,00	-7227,92	-46,64	0,00	0,00	0,00	-36,21
	7,6E-01	-7226,74	-37,80	0,00	0,00	0,00	-4,26
	1,51	-7225,56	-28,96	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
5 COMB1	0,00	-10646,05	5,990E-01	0,00	0,00	0,00	20,99
	7,6E-01	-10644,87	9,44	0,00	0,00	0,00	17,19
	1,51	-10643,69	18,28	0,00	0,00	0,00	6,70
5 COMB2	0,00	-1287,28	173,11	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
	7,6E-01	-1286,22	1,06	0,00	0,00	0,00	2,93
	1,51	-1285,16	9,02	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
5 COMB3	0,00	-1805,66	101,62	0,00	0,00	0,00	1,99
	7,6E-01	-1804,60	1,58	0,00	0,00	0,00	3,81
	1,51	-1803,54	9,54	0,00	0,00	0,00	-4,014E-01
5 DESIGN MAX	0,00	-1287,28	173,11	0,00	0,00	0,00	20,99
	7,6E-01	-1286,22	9,44	0,00	0,00	0,00	17,19
	1,51	-1285,16	18,28	0,00	0,00	0,00	6,70
5 DESIGN MIN	0,00	-10646,05	5,990E-01	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
	7,6E-01	-10644,87	1,06	0,00	0,00	0,00	2,93
	1,51	-10643,69	9,02	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
6 COMB1	0,00	-11906,48	-9,89	0,00	0,00	0,00	6,70
	7,6E-01	-11905,30	-1,05	0,00	0,00	0,00	10,84
	1,51	-11904,12	7,79	0,00	0,00	0,00	8,29
6 COMB2	0,00	-1427,48	171,93	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
	7,6E-01	-1426,42	-1,081E-01	0,00	0,00	0,00	2,21
	1,51	-1425,36	7,85	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
6 COMB3	0,00	-1973,55	99,87	0,00	0,00	0,00	-4,014E-01
	7,6E-01	-1972,49	-1,694E-01	0,00	0,00	0,00	2,74
	1,51	-1971,43	7,79	0,00	0,00	0,00	-1,451E-01
6 DESIGN MAX	0,00	-1427,48	171,93	0,00	0,00	0,00	6,70
	7,6E-01	-1426,42	-1,081E-01	0,00	0,00	0,00	10,84
	1,51	-1425,36	7,85	0,00	0,00	0,00	8,29
6 DESIGN MIN	0,00	-11906,48	-9,89	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
	7,6E-01	-11905,30	-1,05	0,00	0,00	0,00	2,21
	1,51	-11904,12	7,79	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
7 COMB1	0,00	-11851,87	-11,94	0,00	0,00	0,00	8,29
	7,6E-01	-11850,69	-3,10	0,00	0,00	0,00	13,98
	1,51	-11849,51	5,74	0,00	0,00	0,00	12,98
7 COMB2	0,00	-1406,51	171,66	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
	7,6E-01	-1405,45	-3,831E-01	0,00	0,00	0,00	2,58
	1,51	-1404,39	7,57	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
7 COMB3	0,00	-1904,71	99,64	0,00	0,00	0,00	-1,451E-01
	7,6E-01	-1903,64	-4,027E-01	0,00	0,00	0,00	3,17
	1,51	-1902,58	7,56	0,00	0,00	0,00	4,643E-01
7 DESIGN MAX	0,00	-1406,51	171,66	0,00	0,00	0,00	8,29
	7,6E-01	-1405,45	-3,831E-01	0,00	0,00	0,00	13,98
	1,51	-1404,39	7,57	0,00	0,00	0,00	12,98
7 DESIGN MIN	0,00	-11851,87	-11,94	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
	7,6E-01	-11850,69	-3,10	0,00	0,00	0,00	2,58
	1,51	-11849,51	5,74	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
8 COMB1	0,00	-10951,01	7,31	0,00	0,00	0,00	12,98
	7,6E-01	-10949,83	16,15	0,00	0,00	0,00	4,11
	1,51	-10948,65	24,99	0,00	0,00	0,00	-11,46
8 COMB2	0,00	-1280,76	174,02	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
	7,6E-01	-1279,70	1,98	0,00	0,00	0,00	1,37
	1,51	-1278,64	9,94	0,00	0,00	0,00	-3,14
8 COMB3	0,00	-1682,04	102,65	0,00	0,00	0,00	4,643E-01

	7,6E-01	-1680,98	2,60	0,00	0,00	0,00	1,50
	1,51	-1679,92	10,56	0,00	0,00	0,00	-3,48
8	DESIGN MAX						
	0,00	-1280,76	174,02	0,00	0,00	0,00	12,98
	7,6E-01	-1279,70	16,15	0,00	0,00	0,00	4,11
	1,51	-1278,64	24,99	0,00	0,00	0,00	-3,14
8	DESIGN MIN						
	0,00	-10951,01	7,31	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
	7,6E-01	-10949,83	1,98	0,00	0,00	0,00	1,37
	1,51	-10948,65	9,94	0,00	0,00	0,00	-11,46
9	COMB1						
	0,00	-7227,92	-46,64	0,00	0,00	0,00	-36,21
	7,6E-01	-7226,74	-37,80	0,00	0,00	0,00	-4,26
	1,51	-7225,56	-28,96	0,00	0,00	0,00	20,99
9	COMB2						
	0,00	-884,06	77,78	0,00	0,00	0,00	-5,73
	7,6E-01	-882,99	-4,26	0,00	0,00	0,00	5,091E-01
	1,51	-881,93	3,69	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
9	COMB3						
	0,00	-1031,33	77,06	0,00	0,00	0,00	-6,41
	7,6E-01	-1030,27	-4,98	0,00	0,00	0,00	3,711E-01
	1,51	-1029,21	2,98	0,00	0,00	0,00	1,13
9	DESIGN MAX						
	0,00	-884,06	77,78	0,00	0,00	0,00	-5,73
	7,6E-01	-882,99	-4,26	0,00	0,00	0,00	5,091E-01
	1,51	-881,93	3,69	0,00	0,00	0,00	20,99
9	DESIGN MIN						
	0,00	-7227,92	-46,64	0,00	0,00	0,00	-36,21
	7,6E-01	-7226,74	-37,80	0,00	0,00	0,00	-4,26
	1,51	-7225,56	-28,96	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
10	COMB1						
	0,00	-10646,05	5,990E-01	0,00	0,00	0,00	20,99
	7,6E-01	-10644,87	9,44	0,00	0,00	0,00	17,19
	1,51	-10643,69	18,28	0,00	0,00	0,00	6,70
10	COMB2						
	0,00	-1287,28	173,11	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
	7,6E-01	-1286,22	1,06	0,00	0,00	0,00	2,93
	1,51	-1285,16	9,02	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
10	COMB3						
	0,00	-1531,23	173,26	0,00	0,00	0,00	1,13
	7,6E-01	-1530,17	1,22	0,00	0,00	0,00	3,22
	1,51	-1529,11	9,17	0,00	0,00	0,00	-7,139E-01
10	DESIGN MAX						
	0,00	-1287,28	173,26	0,00	0,00	0,00	20,99
	7,6E-01	-1286,22	9,44	0,00	0,00	0,00	17,19
	1,51	-1285,16	18,28	0,00	0,00	0,00	6,70
10	DESIGN MIN						
	0,00	-10646,05	5,990E-01	0,00	0,00	0,00	7,243E-01
	7,6E-01	-10644,87	1,06	0,00	0,00	0,00	2,93
	1,51	-10643,69	9,02	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
11	COMB1						
	0,00	-11906,48	-9,89	0,00	0,00	0,00	6,70
	7,6E-01	-11905,30	-1,05	0,00	0,00	0,00	10,84
	1,51	-11904,12	7,79	0,00	0,00	0,00	8,29
11	COMB2						
	0,00	-1427,48	171,93	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
	7,6E-01	-1426,42	-1,081E-01	0,00	0,00	0,00	2,21
	1,51	-1425,36	7,85	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
11	COMB3						
	0,00	-1739,28	171,93	0,00	0,00	0,00	-7,139E-01
	7,6E-01	-1738,21	-1,153E-01	0,00	0,00	0,00	2,38
	1,51	-1737,15	7,84	0,00	0,00	0,00	-5,394E-01
11	DESIGN MAX						
	0,00	-1427,48	171,93	0,00	0,00	0,00	6,70
	7,6E-01	-1426,42	-1,081E-01	0,00	0,00	0,00	10,84
	1,51	-1425,36	7,85	0,00	0,00	0,00	8,29
11	DESIGN MIN						
	0,00	-11906,48	-9,89	0,00	0,00	0,00	-8,870E-01
	7,6E-01	-11905,30	-1,05	0,00	0,00	0,00	2,21
	1,51	-11904,12	7,79	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
12	COMB1						
	0,00	-11851,87	-11,94	0,00	0,00	0,00	8,29
	7,6E-01	-11850,69	-3,10	0,00	0,00	0,00	13,98
	1,51	-11849,51	5,74	0,00	0,00	0,00	12,98
12	COMB2						
	0,00	-1406,51	171,66	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
	7,6E-01	-1405,45	-3,831E-01	0,00	0,00	0,00	2,58
	1,51	-1404,39	7,57	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
12	COMB3						
	0,00	-1768,45	171,45	0,00	0,00	0,00	-5,394E-01
	7,6E-01	-1767,39	-5,944E-01	0,00	0,00	0,00	2,92
	1,51	-1766,33	7,36	0,00	0,00	0,00	3,601E-01
12	DESIGN MAX						
	0,00	-1406,51	171,66	0,00	0,00	0,00	8,29
	7,6E-01	-1405,45	-3,831E-01	0,00	0,00	0,00	13,98
	1,51	-1404,39	7,57	0,00	0,00	0,00	12,98
12	DESIGN MIN						
	0,00	-11851,87	-11,94	0,00	0,00	0,00	-7,233E-01
	7,6E-01	-11850,69	-3,10	0,00	0,00	0,00	2,58
	1,51	-11849,51	5,74	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
13	COMB1						
	0,00	-10951,01	7,31	0,00	0,00	0,00	12,98
	7,6E-01	-10949,83	16,15	0,00	0,00	0,00	4,11

		1,51	-10948,65	24,99	0,00	0,00	0,00	-11,46
13	COMB2	0,00	-1280,76	174,02	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
		7,6E-01	-1279,70	1,98	0,00	0,00	0,00	1,37
		1,51	-1278,64	9,94	0,00	0,00	0,00	-3,14
13	COMB3	0,00	-1682,05	174,58	0,00	0,00	0,00	3,601E-01
		7,6E-01	-1680,99	2,54	0,00	0,00	0,00	1,45
		1,51	-1679,93	10,49	0,00	0,00	0,00	-3,48
13	DESIGN MAX	0,00	-1280,76	174,58	0,00	0,00	0,00	12,98
		7,6E-01	-1279,70	16,15	0,00	0,00	0,00	4,11
		1,51	-1278,64	24,99	0,00	0,00	0,00	-3,14
13	DESIGN MIN	0,00	-10951,01	7,31	0,00	0,00	0,00	-1,435E-01
		7,6E-01	-10949,83	1,98	0,00	0,00	0,00	1,37
		1,51	-10948,65	9,94	0,00	0,00	0,00	-11,46
14	COMB1	0,00	73,75	23,82	0,00	0,00	0,00	19,10
		3,8E-01	73,75	21,00	0,00	0,00	0,00	10,70
		7,5E-01	73,75	18,18	0,00	0,00	0,00	3,35
		1,13	73,75	15,36	0,00	0,00	0,00	-2,94
		1,50	73,75	12,54	0,00	0,00	0,00	-8,17
14	COMB2	0,00	12,12	7,25	0,00	0,00	0,00	3,36
		3,8E-01	12,12	4,71	0,00	0,00	0,00	1,12
		7,5E-01	12,12	2,17	0,00	0,00	0,00	-1,672E-01
		1,13	12,12	-3,725E-01	0,00	0,00	0,00	-5,037E-01
		1,50	12,12	-2,91	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
14	COMB3	0,00	58,36	8,17	0,00	0,00	0,00	4,23
		3,8E-01	58,36	5,63	0,00	0,00	0,00	1,65
		7,5E-01	58,36	3,09	0,00	0,00	0,00	1,189E-02
		1,13	58,36	5,487E-01	0,00	0,00	0,00	-6,700E-01
		1,50	58,36	-1,99	0,00	0,00	0,00	-3,996E-01
14	DESIGN MAX	0,00	73,75	23,82	0,00	0,00	0,00	19,10
		3,8E-01	73,75	21,00	0,00	0,00	0,00	10,70
		7,5E-01	73,75	18,18	0,00	0,00	0,00	3,35
		1,13	73,75	15,36	0,00	0,00	0,00	-5,037E-01
		1,50	73,75	12,54	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
14	DESIGN MIN	0,00	12,12	7,25	0,00	0,00	0,00	3,36
		3,8E-01	12,12	4,71	0,00	0,00	0,00	1,12
		7,5E-01	12,12	2,17	0,00	0,00	0,00	-1,672E-01
		1,13	12,12	-3,725E-01	0,00	0,00	0,00	-2,94
		1,50	12,12	-2,91	0,00	0,00	0,00	-8,17
15	COMB1	0,00	7158,35	1,21	0,00	0,00	0,00	-8,17
		3,8E-01	7158,35	-1,61	0,00	0,00	0,00	-8,10
		7,5E-01	7158,35	-4,43	0,00	0,00	0,00	-6,96
		1,13	7158,35	-7,25	0,00	0,00	0,00	-4,77
		1,50	7158,35	-10,08	0,00	0,00	0,00	-1,52
15	COMB2	0,00	886,58	4,55	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
		3,8E-01	886,58	2,01	0,00	0,00	0,00	-1,12
		7,5E-01	886,58	-5,297E-01	0,00	0,00	0,00	-1,40
		1,13	886,58	-3,07	0,00	0,00	0,00	-7,203E-01
		1,50	886,58	-5,61	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
15	COMB3	0,00	1287,62	4,32	0,00	0,00	0,00	-3,996E-01
		3,8E-01	1287,62	1,78	0,00	0,00	0,00	-1,54
		7,5E-01	1287,62	-7,602E-01	0,00	0,00	0,00	-1,73
		1,13	1287,62	-3,30	0,00	0,00	0,00	-9,728E-01
		1,50	1287,62	-5,84	0,00	0,00	0,00	7,406E-01
15	DESIGN MAX	0,00	7158,35	4,55	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
		3,8E-01	7158,35	2,01	0,00	0,00	0,00	-1,12
		7,5E-01	7158,35	-5,297E-01	0,00	0,00	0,00	-1,40
		1,13	7158,35	-3,07	0,00	0,00	0,00	-7,203E-01
		1,50	7158,35	-5,61	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
15	DESIGN MIN	0,00	886,58	1,21	0,00	0,00	0,00	-8,17
		3,8E-01	886,58	-1,61	0,00	0,00	0,00	-8,10
		7,5E-01	886,58	-4,43	0,00	0,00	0,00	-6,96
		1,13	886,58	-7,25	0,00	0,00	0,00	-4,77
		1,50	886,58	-10,08	0,00	0,00	0,00	-1,52
16	COMB1	0,00	10552,74	6,58	0,00	0,00	0,00	-1,52
		3,8E-01	10552,74	3,76	0,00	0,00	0,00	-3,46
		7,5E-01	10552,74	9,340E-01	0,00	0,00	0,00	-4,34
		1,13	10552,74	-1,89	0,00	0,00	0,00	-4,16
		1,50	10552,74	-4,71	0,00	0,00	0,00	-2,92
16	COMB2	0,00	1310,76	5,19	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
		3,8E-01	1310,76	2,65	0,00	0,00	0,00	-5,632E-01
		7,5E-01	1310,76	1,109E-01	0,00	0,00	0,00	-1,08
		1,13	1310,76	-2,43	0,00	0,00	0,00	-6,464E-01
		1,50	1310,76	-4,97	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
16	COMB3	0,00	1853,21	5,23	0,00	0,00	0,00	7,406E-01
		3,8E-01	1853,21	2,69	0,00	0,00	0,00	-7,437E-01
		7,5E-01	1853,21	1,491E-01	0,00	0,00	0,00	-1,28
		1,13	1853,21	-2,39	0,00	0,00	0,00	-8,555E-01
		1,50	1853,21	-4,93	0,00	0,00	0,00	5,170E-01

16	DESIGN MAX						
	0,00	10552,74	6,58	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
	3,8E-01	10552,74	3,76	0,00	0,00	0,00	-5,632E-01
	7,5E-01	10552,74	9,340E-01	0,00	0,00	0,00	-1,08
	1,13	10552,74	-1,89	0,00	0,00	0,00	-6,464E-01
	1,50	10552,74	-4,71	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
16	DESIGN MIN						
	0,00	1310,76	5,19	0,00	0,00	0,00	-1,52
	3,8E-01	1310,76	2,65	0,00	0,00	0,00	-3,46
	7,5E-01	1310,76	1,109E-01	0,00	0,00	0,00	-4,34
	1,13	1310,76	-2,43	0,00	0,00	0,00	-4,16
	1,50	1310,76	-4,97	0,00	0,00	0,00	-2,92
17	COMB1						
	0,00	11800,73	5,86	0,00	0,00	0,00	-2,92
	3,8E-01	11800,73	3,04	0,00	0,00	0,00	-4,59
	7,5E-01	11800,73	2,176E-01	0,00	0,00	0,00	-5,20
	1,13	11800,73	-2,60	0,00	0,00	0,00	-4,75
	1,50	11800,73	-5,43	0,00	0,00	0,00	-3,25
17	COMB2						
	0,00	1473,37	5,11	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
	3,8E-01	1473,37	2,57	0,00	0,00	0,00	-6,992E-01
	7,5E-01	1473,37	2,989E-02	0,00	0,00	0,00	-1,19
	1,13	1473,37	-2,51	0,00	0,00	0,00	-7,216E-01
	1,50	1473,37	-5,05	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
17	COMB3						
	0,00	2033,67	5,11	0,00	0,00	0,00	5,170E-01
	3,8E-01	2033,67	2,57	0,00	0,00	0,00	-9,223E-01
	7,5E-01	2033,67	2,919E-02	0,00	0,00	0,00	-1,41
	1,13	2033,67	-2,51	0,00	0,00	0,00	-9,442E-01
	1,50	2033,67	-5,05	0,00	0,00	0,00	4,732E-01
17	DESIGN MAX						
	0,00	11800,73	5,86	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
	3,8E-01	11800,73	3,04	0,00	0,00	0,00	-6,992E-01
	7,5E-01	11800,73	2,176E-01	0,00	0,00	0,00	-1,19
	1,13	11800,73	-2,51	0,00	0,00	0,00	-7,216E-01
	1,50	11800,73	-5,05	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
17	DESIGN MIN						
	0,00	1473,37	5,11	0,00	0,00	0,00	-2,92
	3,8E-01	1473,37	2,57	0,00	0,00	0,00	-4,59
	7,5E-01	1473,37	2,919E-02	0,00	0,00	0,00	-5,20
	1,13	1473,37	-2,60	0,00	0,00	0,00	-4,75
	1,50	1473,37	-5,43	0,00	0,00	0,00	-3,25
18	COMB1						
	0,00	11746,32	1,85	0,00	0,00	0,00	-3,25
	3,8E-01	11746,32	-9,668E-01	0,00	0,00	0,00	-3,41
	7,5E-01	11746,32	-3,79	0,00	0,00	0,00	-2,52
	1,13	11746,32	-6,61	0,00	0,00	0,00	-5,736E-01
	1,50	11746,32	-9,43	0,00	0,00	0,00	2,43
18	COMB2						
	0,00	1476,33	4,61	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
	3,8E-01	1476,33	2,07	0,00	0,00	0,00	-5,563E-01
	7,5E-01	1476,33	-4,708E-01	0,00	0,00	0,00	-8,559E-01
	1,13	1476,33	-3,01	0,00	0,00	0,00	-2,033E-01
	1,50	1476,33	-5,55	0,00	0,00	0,00	1,40
18	COMB3						
	0,00	1979,67	4,43	0,00	0,00	0,00	4,732E-01
	3,8E-01	1979,67	1,89	0,00	0,00	0,00	-7,134E-01
	7,5E-01	1979,67	-6,448E-01	0,00	0,00	0,00	-9,477E-01
	1,13	1979,67	-3,18	0,00	0,00	0,00	-2,298E-01
	1,50	1979,67	-5,72	0,00	0,00	0,00	1,44
18	DESIGN MAX						
	0,00	11746,32	4,61	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
	3,8E-01	11746,32	2,07	0,00	0,00	0,00	-5,563E-01
	7,5E-01	11746,32	-4,708E-01	0,00	0,00	0,00	-8,559E-01
	1,13	11746,32	-3,01	0,00	0,00	0,00	-2,033E-01
	1,50	11746,32	-5,55	0,00	0,00	0,00	2,43
18	DESIGN MIN						
	0,00	1476,33	1,85	0,00	0,00	0,00	-3,25
	3,8E-01	1476,33	-9,668E-01	0,00	0,00	0,00	-3,41
	7,5E-01	1476,33	-3,79	0,00	0,00	0,00	-2,52
	1,13	1476,33	-6,61	0,00	0,00	0,00	-5,736E-01
	1,50	1476,33	-9,43	0,00	0,00	0,00	1,40
19	COMB1						
	0,00	11746,32	9,43	0,00	0,00	0,00	2,43
	3,8E-01	11746,32	6,61	0,00	0,00	0,00	-5,736E-01
	7,5E-01	11746,32	3,79	0,00	0,00	0,00	-2,52
	1,13	11746,32	9,668E-01	0,00	0,00	0,00	-3,41
	1,50	11746,32	-1,85	0,00	0,00	0,00	-3,25
19	COMB2						
	0,00	1476,33	5,55	0,00	0,00	0,00	1,40
	3,8E-01	1476,33	3,01	0,00	0,00	0,00	-2,033E-01
	7,5E-01	1476,33	4,708E-01	0,00	0,00	0,00	-8,559E-01
	1,13	1476,33	-2,07	0,00	0,00	0,00	-5,563E-01
	1,50	1476,33	-4,61	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
19	COMB3						
	0,00	1835,07	5,65	0,00	0,00	0,00	1,44
	3,8E-01	1835,07	3,11	0,00	0,00	0,00	-2,036E-01
	7,5E-01	1835,07	5,751E-01	0,00	0,00	0,00	-8,954E-01
	1,13	1835,07	-1,96	0,00	0,00	0,00	-6,349E-01
	1,50	1835,07	-4,50	0,00	0,00	0,00	5,778E-01
19	DESIGN MAX						
	0,00	11746,32	9,43	0,00	0,00	0,00	2,43
	3,8E-01	11746,32	6,61	0,00	0,00	0,00	-2,033E-01
	7,5E-01	11746,32	3,79	0,00	0,00	0,00	-8,559E-01
	1,13	11746,32	9,668E-01	0,00	0,00	0,00	-5,563E-01

		1,50	11746,32	-1,85	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
19	DESIGN MIN							
		0,00	1476,33	5,55	0,00	0,00	0,00	1,40
		3,8E-01	1476,33	3,01	0,00	0,00	0,00	-5,736E-01
		7,5E-01	1476,33	4,708E-01	0,00	0,00	0,00	-2,52
		1,13	1476,33	-2,07	0,00	0,00	0,00	-3,41
		1,50	1476,33	-4,61	0,00	0,00	0,00	-3,25
20	COMB1							
		0,00	11800,73	5,43	0,00	0,00	0,00	-3,25
		3,8E-01	11800,73	2,60	0,00	0,00	0,00	-4,75
		7,5E-01	11800,73	-2,176E-01	0,00	0,00	0,00	-5,20
		1,13	11800,73	-3,04	0,00	0,00	0,00	-4,59
		1,50	11800,73	-5,86	0,00	0,00	0,00	-2,92
20	COMB2							
		0,00	1473,37	5,05	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
		3,8E-01	1473,37	2,51	0,00	0,00	0,00	-7,216E-01
		7,5E-01	1473,37	-2,989E-02	0,00	0,00	0,00	-1,19
		1,13	1473,37	-2,57	0,00	0,00	0,00	-6,992E-01
		1,50	1473,37	-5,11	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
20	COMB3							
		0,00	1782,42	5,03	0,00	0,00	0,00	5,778E-01
		3,8E-01	1782,42	2,49	0,00	0,00	0,00	-8,325E-01
		7,5E-01	1782,42	-4,827E-02	0,00	0,00	0,00	-1,29
		1,13	1782,42	-2,59	0,00	0,00	0,00	-7,963E-01
		1,50	1782,42	-5,13	0,00	0,00	0,00	6,502E-01
20	DESIGN MAX							
		0,00	11800,73	5,43	0,00	0,00	0,00	6,955E-01
		3,8E-01	11800,73	2,60	0,00	0,00	0,00	-7,216E-01
		7,5E-01	11800,73	-2,989E-02	0,00	0,00	0,00	-1,19
		1,13	11800,73	-2,57	0,00	0,00	0,00	-6,992E-01
		1,50	11800,73	-5,11	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
20	DESIGN MIN							
		0,00	1473,37	5,03	0,00	0,00	0,00	-3,25
		3,8E-01	1473,37	2,49	0,00	0,00	0,00	-4,75
		7,5E-01	1473,37	-2,176E-01	0,00	0,00	0,00	-5,20
		1,13	1473,37	-3,04	0,00	0,00	0,00	-4,59
		1,50	1473,37	-5,86	0,00	0,00	0,00	-2,92
21	COMB1							
		0,00	10552,74	4,71	0,00	0,00	0,00	-2,92
		3,8E-01	10552,74	1,89	0,00	0,00	0,00	-4,16
		7,5E-01	10552,74	-9,340E-01	0,00	0,00	0,00	-4,34
		1,13	10552,74	-3,76	0,00	0,00	0,00	-3,46
		1,50	10552,74	-6,58	0,00	0,00	0,00	-1,52
21	COMB2							
		0,00	1310,76	4,97	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
		3,8E-01	1310,76	2,43	0,00	0,00	0,00	-6,464E-01
		7,5E-01	1310,76	-1,109E-01	0,00	0,00	0,00	-1,08
		1,13	1310,76	-2,65	0,00	0,00	0,00	-5,632E-01
		1,50	1310,76	-5,19	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
21	COMB3							
		0,00	1552,60	4,94	0,00	0,00	0,00	6,502E-01
		3,8E-01	1552,60	2,40	0,00	0,00	0,00	-7,272E-01
		7,5E-01	1552,60	-1,360E-01	0,00	0,00	0,00	-1,15
		1,13	1552,60	-2,68	0,00	0,00	0,00	-6,252E-01
		1,50	1552,60	-5,21	0,00	0,00	0,00	8,542E-01
21	DESIGN MAX							
		0,00	10552,74	4,97	0,00	0,00	0,00	7,404E-01
		3,8E-01	10552,74	2,43	0,00	0,00	0,00	-6,464E-01
		7,5E-01	10552,74	-1,109E-01	0,00	0,00	0,00	-1,08
		1,13	10552,74	-2,65	0,00	0,00	0,00	-5,632E-01
		1,50	10552,74	-5,19	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
21	DESIGN MIN							
		0,00	1310,76	4,71	0,00	0,00	0,00	-2,92
		3,8E-01	1310,76	1,89	0,00	0,00	0,00	-4,16
		7,5E-01	1310,76	-9,340E-01	0,00	0,00	0,00	-4,34
		1,13	1310,76	-3,76	0,00	0,00	0,00	-3,46
		1,50	1310,76	-6,58	0,00	0,00	0,00	-1,52
22	COMB1							
		0,00	7158,35	10,08	0,00	0,00	0,00	-1,52
		3,8E-01	7158,35	7,25	0,00	0,00	0,00	-4,77
		7,5E-01	7158,35	4,43	0,00	0,00	0,00	-6,96
		1,13	7158,35	1,61	0,00	0,00	0,00	-8,10
		1,50	7158,35	-1,21	0,00	0,00	0,00	-8,17
22	COMB2							
		0,00	886,58	5,61	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
		3,8E-01	886,58	3,07	0,00	0,00	0,00	-7,203E-01
		7,5E-01	886,58	5,297E-01	0,00	0,00	0,00	-1,40
		1,13	886,58	-2,01	0,00	0,00	0,00	-1,12
		1,50	886,58	-4,55	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
22	COMB3							
		0,00	1032,47	5,69	0,00	0,00	0,00	8,542E-01
		3,8E-01	1032,47	3,15	0,00	0,00	0,00	-8,025E-01
		7,5E-01	1032,47	6,090E-01	0,00	0,00	0,00	-1,51
		1,13	1032,47	-1,93	0,00	0,00	0,00	-1,26
		1,50	1032,47	-4,47	0,00	0,00	0,00	-5,927E-02
22	DESIGN MAX							
		0,00	7158,35	10,08	0,00	0,00	0,00	9,067E-01
		3,8E-01	7158,35	7,25	0,00	0,00	0,00	-7,203E-01
		7,5E-01	7158,35	4,43	0,00	0,00	0,00	-1,40
		1,13	7158,35	1,61	0,00	0,00	0,00	-1,12
		1,50	7158,35	-1,21	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
22	DESIGN MIN							
		0,00	886,58	5,61	0,00	0,00	0,00	-1,52
		3,8E-01	886,58	3,07	0,00	0,00	0,00	-4,77
		7,5E-01	886,58	5,297E-01	0,00	0,00	0,00	-6,96

		1,13	886,58	-2,01	0,00	0,00	0,00	-8,10
		1,50	886,58	-4,55	0,00	0,00	0,00	-8,17
23	COMB1	0,00	73,75	-12,54	0,00	0,00	0,00	-8,17
		3,8E-01	73,75	-15,36	0,00	0,00	0,00	-2,94
		7,5E-01	73,75	-18,18	0,00	0,00	0,00	3,35
		1,13	73,75	-21,00	0,00	0,00	0,00	10,70
		1,50	73,75	-23,82	0,00	0,00	0,00	19,10
23	COMB2	0,00	12,12	2,91	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
		3,8E-01	12,12	3,725E-01	0,00	0,00	0,00	-5,037E-01
		7,5E-01	12,12	-2,17	0,00	0,00	0,00	-1,672E-01
		1,13	12,12	-4,71	0,00	0,00	0,00	1,12
		1,50	12,12	-7,25	0,00	0,00	0,00	3,36
23	COMB3	0,00	13,49	2,56	0,00	0,00	0,00	-5,927E-02
		3,8E-01	13,49	2,512E-02	0,00	0,00	0,00	-5,448E-01
		7,5E-01	13,49	-2,51	0,00	0,00	0,00	-7,811E-02
		1,13	13,49	-5,05	0,00	0,00	0,00	1,34
		1,50	13,49	-7,59	0,00	0,00	0,00	3,71
23	DESIGN MAX	0,00	73,75	2,91	0,00	0,00	0,00	1,121E-01
		3,8E-01	73,75	3,725E-01	0,00	0,00	0,00	-5,037E-01
		7,5E-01	73,75	-2,17	0,00	0,00	0,00	3,35
		1,13	73,75	-4,71	0,00	0,00	0,00	10,70
		1,50	73,75	-7,25	0,00	0,00	0,00	19,10
23	DESIGN MIN	0,00	12,12	-12,54	0,00	0,00	0,00	-8,17
		3,8E-01	12,12	-15,36	0,00	0,00	0,00	-2,94
		7,5E-01	12,12	-18,18	0,00	0,00	0,00	-1,672E-01
		1,13	12,12	-21,00	0,00	0,00	0,00	1,12
		1,50	12,12	-23,82	0,00	0,00	0,00	3,36
24	COMB1	0,00	-3549,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-3546,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3543,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	COMB2	0,00	-425,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-423,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-421,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	COMB3	0,00	-604,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-601,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-599,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	DESIGN MAX	0,00	-425,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-423,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-421,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	DESIGN MIN	0,00	-3549,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-3546,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3543,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	COMB1	0,00	-2128,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-2125,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2122,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	COMB2	0,00	-253,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-251,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-248,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	COMB3	0,00	-342,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-340,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-337,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	DESIGN MAX	0,00	-253,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-251,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-248,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	DESIGN MIN	0,00	-2128,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-2125,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2122,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	COMB1	0,00	-941,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-938,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-935,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	COMB2	0,00	-110,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-107,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-104,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	COMB3	0,00	-124,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-121,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-118,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	DESIGN MAX	0,00	-110,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-107,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-104,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	DESIGN MIN	0,00	-941,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-938,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-935,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	COMB1							

		0,00	61,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	64,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	68,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	COMB2	0,00	11,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	14,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	COMB3	0,00	62,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	65,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	69,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	DESIGN MAX	0,00	62,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	65,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	69,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	DESIGN MIN	0,00	11,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	14,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	COMB1	0,00	61,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	64,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	68,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	COMB2	0,00	11,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	14,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	18,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	COMB3	0,00	-33,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	-30,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	-26,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	DESIGN MAX	0,00	61,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	64,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	68,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	DESIGN MIN	0,00	-33,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7,8E-01	-30,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	-26,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	COMB1	0,00	-941,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-938,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-935,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	COMB2	0,00	-110,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-107,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-104,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	COMB3	0,00	-162,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-159,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-156,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	DESIGN MAX	0,00	-110,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-107,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-104,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	DESIGN MIN	0,00	-941,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6,8E-01	-938,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-935,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	COMB1	0,00	-2128,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-2125,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2122,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	COMB2	0,00	-253,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-251,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-248,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	COMB3	0,00	-314,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-311,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-309,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	DESIGN MAX	0,00	-253,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-251,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-248,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	DESIGN MIN	0,00	-2128,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5,8E-01	-2125,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2122,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	COMB1	0,00	-3549,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-3546,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3543,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	COMB2	0,00	-425,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-423,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-421,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	COMB3	0,00	-498,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-496,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-493,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	DESIGN MAX	0,00	-425,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4,8E-01	-423,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	9,5E-01	-421,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	DESIGN MIN						
	0,00	-3549,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4,8E-01	-3546,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5E-01	-3543,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	COMB1						
	0,00	7918,80	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,4E-01	7920,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
	1,68	7922,86	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
32	COMB2						
	0,00	975,85	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,4E-01	977,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
	1,68	979,50	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
32	COMB3						
	0,00	1372,54	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,4E-01	1374,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
	1,68	1376,19	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
32	DESIGN MAX						
	0,00	7918,80	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,4E-01	7920,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
	1,68	7922,86	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
32	DESIGN MIN						
	0,00	975,85	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,4E-01	977,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
	1,68	979,50	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
33	COMB1						
	0,00	4015,32	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,9E-01	4017,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
	1,78	4020,46	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
33	COMB2						
	0,00	499,78	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,9E-01	502,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
	1,78	504,41	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
33	COMB3						
	0,00	667,17	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,9E-01	669,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
	1,78	671,79	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
33	DESIGN MAX						
	0,00	4015,32	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,9E-01	4017,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
	1,78	4020,46	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
33	DESIGN MIN						
	0,00	499,78	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	8,9E-01	502,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
	1,78	504,41	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
34	COMB1						
	0,00	1569,78	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5E-01	1572,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
	1,89	1575,33	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
34	COMB2						
	0,00	202,40	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5E-01	204,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
	1,89	207,39	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
34	COMB3						
	0,00	224,90	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5E-01	227,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
	1,89	229,89	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
34	DESIGN MAX						
	0,00	1569,78	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5E-01	1572,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
	1,89	1575,33	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
34	DESIGN MIN						
	0,00	202,40	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5E-01	204,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
	1,89	207,39	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
35	COMB1						
	0,00	-76,45	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,01	-73,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
	2,02	-69,94	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
35	COMB2						
	0,00	1,06	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,01	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
	2,02	6,92	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
35	COMB3						
	0,00	-75,58	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,01	-72,65	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
	2,02	-69,72	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
35	DESIGN MAX						
	0,00	1,06	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,01	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
	2,02	6,92	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
35	DESIGN MIN						
	0,00	-76,45	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,01	-73,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
	2,02	-69,94	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
36	COMB1						
	0,00	-1284,12	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,08	-1280,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95
	2,16	-1276,65	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
36	COMB2						
	0,00	-147,94	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,08	-144,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
	2,16	-141,21	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00

36	COMB3	0,00	-299,65	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-296,28	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
		2,16	-292,92	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
36	DESIGN MAX	0,00	-147,94	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-144,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95
		2,16	-141,21	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
36	DESIGN MIN	0,00	-1284,12	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-1280,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
		2,16	-1276,65	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
37	COMB1	0,00	-1284,12	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-1280,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95
		2,16	-1276,65	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
37	COMB2	0,00	-147,94	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-144,58	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
		2,16	-141,21	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
37	COMB3	0,00	-91,72	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-88,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
		2,16	-84,99	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
37	DESIGN MAX	0,00	-91,72	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-88,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95
		2,16	-84,99	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
37	DESIGN MIN	0,00	-1284,12	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,08	-1280,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76
		2,16	-1276,65	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
38	COMB1	0,00	-76,45	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,01	-73,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
		2,02	-69,94	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
38	COMB2	0,00	1,06	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,01	3,99	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
		2,02	6,92	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
38	COMB3	0,00	67,90	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,01	70,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
		2,02	73,76	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
38	DESIGN MAX	0,00	67,90	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,01	70,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
		2,02	73,76	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
38	DESIGN MIN	0,00	-76,45	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,01	-73,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
		2,02	-69,94	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
39	COMB1	0,00	1569,78	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	1572,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
		1,89	1575,33	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
39	COMB2	0,00	202,40	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	204,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
		1,89	207,39	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
39	COMB3	0,00	287,11	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	289,60	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
		1,89	292,10	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
39	DESIGN MAX	0,00	1569,78	-3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	1572,56	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
		1,89	1575,33	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
39	DESIGN MIN	0,00	202,40	-3,62	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	204,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,54
		1,89	207,39	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00
40	COMB1	0,00	4015,32	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,9E-01	4017,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
		1,78	4020,46	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
40	COMB2	0,00	499,78	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,9E-01	502,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
		1,78	504,41	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
40	COMB3	0,00	613,35	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,9E-01	615,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
		1,78	617,98	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
40	DESIGN MAX	0,00	4015,32	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,9E-01	4017,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80
		1,78	4020,46	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
40	DESIGN MIN	0,00	499,78	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,9E-01	502,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
		1,78	504,41	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
41	COMB1							

		0,00	7918,80	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,4E-01	7920,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
		1,68	7922,86	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
41	COMB2							
		0,00	975,85	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,4E-01	977,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
		1,68	979,50	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
41	COMB3							
		0,00	1137,42	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,4E-01	1139,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
		1,68	1141,08	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
41	DESIGN MAX							
		0,00	7918,80	-3,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,4E-01	7920,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
		1,68	7922,86	4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
41	DESIGN MIN							
		0,00	975,85	-4,06	0,00	0,00	0,00	0,00
		8,4E-01	977,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
		1,68	979,50	3,65	0,00	0,00	0,00	0,00

Ek 2 Ahşap Makasa Etkiyen Eksenel Yüklere Ait SAP2000 Hesap Dökümanları

SAP2000 v7.44 File: TEK MAKAS Kgf-m Units PAGE 1
7.9.07 0:06:17

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS					
COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD	G	1,0000	STATIC (DEAD)	COMB1
		KAR	1,0000	STATIC (SNOW)	
COMB2	ADD	G	0,9000	STATIC (DEAD)	COMB2
		WY	1,0000	STATIC (WIND)	
COMB3	ADD	G	0,9000	STATIC (DEAD)	COMB3
		WX	1,0000	STATIC (WIND)	
DESIGN	ENVE	COMB1	1,0000	COMBO	COMB4
		COMB2	1,0000	COMBO	
		COMB3	1,0000	COMBO	

SAP2000 v7.44 File: TEK MAKAS Kgf-m Units PAGE 2
7.9.07 0:06:18

FRAME ELEMENT FORCES								
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	COMB1	0,00	-4947,81	172,35	0,00	0,00	0,00	59,33
		7,5E-01	-4945,05	172,35	0,00	0,00	0,00	-69,93
	COMB2	0,00	-570,14	21,39	0,00	0,00	0,00	7,44
1	COMB2	7,5E-01	-567,66	21,39	0,00	0,00	0,00	-8,61
	COMB3	0,00	-814,99	29,35	0,00	0,00	0,00	10,18
		7,5E-01	-812,52	29,35	0,00	0,00	0,00	-11,83
1	DESIGN MAX	0,00	-570,14	172,35	0,00	0,00	0,00	59,33
		7,5E-01	-567,66	172,35	0,00	0,00	0,00	-8,61
	DESIGN MIN	0,00	-4947,81	21,39	0,00	0,00	0,00	7,44
1	DESIGN MIN	7,5E-01	-4945,05	21,39	0,00	0,00	0,00	-69,93
2	COMB1	0,00	-4947,81	172,45	0,00	0,00	0,00	59,31
		7,5E-01	-4945,06	172,45	0,00	0,00	0,00	-70,03
	COMB2	0,00	-570,01	21,40	0,00	0,00	0,00	7,43
2	COMB2	7,5E-01	-567,53	21,40	0,00	0,00	0,00	-8,61
	COMB3	0,00	-655,99	24,52	0,00	0,00	0,00	8,50
		7,5E-01	-653,51	24,52	0,00	0,00	0,00	-9,89
2	DESIGN MAX	0,00	-570,01	172,45	0,00	0,00	0,00	59,31
		7,5E-01	-567,53	172,45	0,00	0,00	0,00	-8,61
	DESIGN MIN	0,00	-4947,81	21,40	0,00	0,00	0,00	7,43
2	DESIGN MIN	7,5E-01	-4945,06	21,40	0,00	0,00	0,00	-70,03
3	COMB1	0,00	1715,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	1732,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COMB2	0,00	185,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	COMB2	1,75	201,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	COMB3	0,00	246,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	262,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	DESIGN MAX	0,00	1715,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,75	1732,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DESIGN MIN	0,00	185,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	DESIGN MIN	1,75	201,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	COMB1	0,00	-7101,28	-92,73	0,00	0,00	0,00	-69,93
		1,51	-7099,33	-78,05	0,00	0,00	0,00	59,29
	COMB2	0,00	-815,86	74,30	0,00	0,00	0,00	-8,61
4	COMB2	1,51	-814,09	-2,49	0,00	0,00	0,00	5,16
	COMB3	0,00	-1155,94	36,10	0,00	0,00	0,00	-11,83
		1,51	-1154,18	-6,94	0,00	0,00	0,00	8,66
4	DESIGN MAX	0,00	-815,86	74,30	0,00	0,00	0,00	-8,61
		1,51	-814,09	-2,49	0,00	0,00	0,00	59,29
	DESIGN MIN	0,00	-7101,28	-92,73	0,00	0,00	0,00	-69,93
4	DESIGN MIN	1,51	-7099,33	-78,05	0,00	0,00	0,00	5,16
5	COMB1	0,00	-10483,00	-4,52	0,00	0,00	0,00	59,29
		1,51	-10481,04	10,16	0,00	0,00	0,00	55,02
	COMB2	0,00	-1187,68	173,59	0,00	0,00	0,00	5,16
5	COMB2	1,51	-1185,92	6,81	0,00	0,00	0,00	4,86
	COMB3	0,00	-1670,23	106,29	0,00	0,00	0,00	8,66
		1,51	-1668,47	7,01	0,00	0,00	0,00	8,05
5	DESIGN MAX	0,00	-1187,68	173,59	0,00	0,00	0,00	59,29
		1,51	-1185,92	10,16	0,00	0,00	0,00	55,02
	DESIGN MIN	0,00	-10483,00	-4,52	0,00	0,00	0,00	5,16
5	DESIGN MIN	1,51	-10481,04	6,81	0,00	0,00	0,00	4,86
6	COMB1	0,00	-11733,62	-13,30	0,00	0,00	0,00	55,02
		1,51	-11731,67	1,39	0,00	0,00	0,00	64,04
	COMB2	0,00	-1315,92	172,73	0,00	0,00	0,00	4,86
6	COMB2	1,51	-1314,15	5,94	0,00	0,00	0,00	5,86
	COMB3	0,00	-1824,69	104,82	0,00	0,00	0,00	8,05
		1,51	-1822,92	5,53	0,00	0,00	0,00	9,68
6	DESIGN MAX	0,00	-1315,92	172,73	0,00	0,00	0,00	55,02
		1,51	-1314,15	5,94	0,00	0,00	0,00	64,04
	DESIGN MIN	0,00	-11733,62	-13,30	0,00	0,00	0,00	4,86
6	DESIGN MIN	1,51	-11731,67	1,39	0,00	0,00	0,00	5,86
7	COMB1	0,00	-11679,25	-13,11	0,00	0,00	0,00	64,04
		1,51	-11677,29	1,58	0,00	0,00	0,00	72,76
	COMB2	0,00	-1296,26	172,84	0,00	0,00	0,00	5,86
7	COMB2	1,51	-1294,50	6,06	0,00	0,00	0,00	6,69
	COMB3							

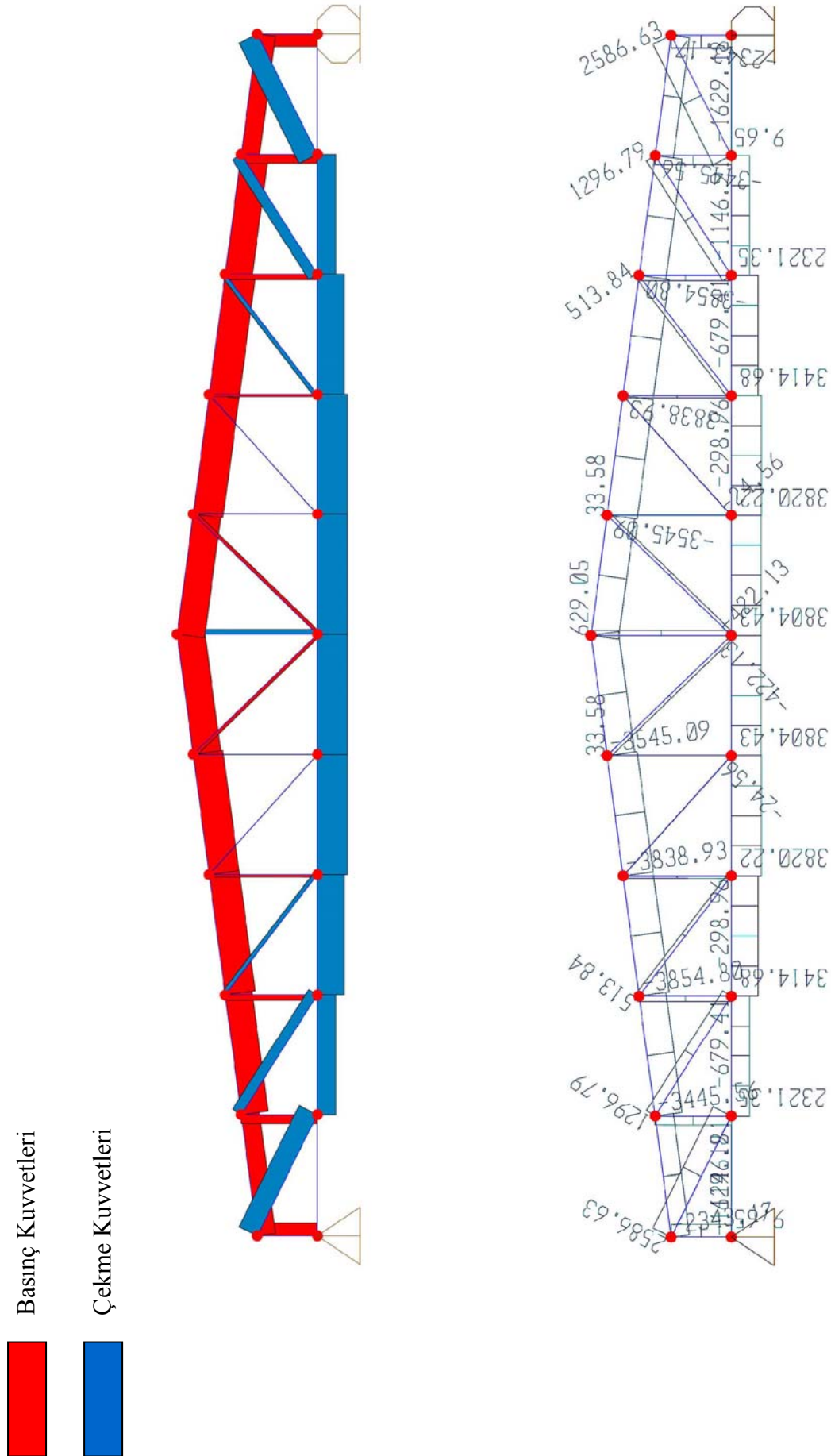
		0,00	-1760,84	106,11	0,00	0,00	0,00	9,68
		1,51	-1759,07	6,83	0,00	0,00	0,00	9,34
7	DESIGN MAX	0,00	-1296,26	172,84	0,00	0,00	0,00	64,04
		1,51	-1294,50	6,83	0,00	0,00	0,00	72,76
7	DESIGN MIN	0,00	-11679,25	-13,11	0,00	0,00	0,00	5,86
		1,51	-11677,29	1,58	0,00	0,00	0,00	6,69
8	COMB1	0,00	-10870,72	73,29	0,00	0,00	0,00	72,76
		1,51	-10868,76	87,98	0,00	0,00	0,00	-49,27
8	COMB2	0,00	-1190,90	182,21	0,00	0,00	0,00	6,69
		1,51	-1189,14	15,43	0,00	0,00	0,00	-6,65
8	COMB3	0,00	-1567,93	117,52	0,00	0,00	0,00	9,34
		1,51	-1566,16	18,23	0,00	0,00	0,00	-8,25
8	DESIGN MAX	0,00	-1190,90	182,21	0,00	0,00	0,00	72,76
		1,51	-1189,14	87,98	0,00	0,00	0,00	-6,65
8	DESIGN MIN	0,00	-10870,72	73,29	0,00	0,00	0,00	6,69
		1,51	-10868,76	15,43	0,00	0,00	0,00	-49,27
9	COMB1	0,00	-7100,22	-93,52	0,00	0,00	0,00	-70,03
		1,51	-7098,26	-78,84	0,00	0,00	0,00	60,38
9	COMB2	0,00	-815,53	74,21	0,00	0,00	0,00	-8,61
		1,51	-813,77	-2,57	0,00	0,00	0,00	5,27
9	COMB3	0,00	-952,94	72,83	0,00	0,00	0,00	-9,89
		1,51	-951,18	-3,95	0,00	0,00	0,00	6,09
9	DESIGN MAX	0,00	-815,53	74,21	0,00	0,00	0,00	-8,61
		1,51	-813,77	-2,57	0,00	0,00	0,00	60,38
9	DESIGN MIN	0,00	-7100,22	-93,52	0,00	0,00	0,00	-70,03
		1,51	-7098,26	-78,84	0,00	0,00	0,00	5,27
10	COMB1	0,00	-10485,62	-5,782E-01	0,00	0,00	0,00	60,38
		1,51	-10483,66	14,11	0,00	0,00	0,00	50,14
10	COMB2	0,00	-1187,61	174,02	0,00	0,00	0,00	5,27
		1,51	-1185,85	7,24	0,00	0,00	0,00	4,32
10	COMB3	0,00	-1415,79	174,28	0,00	0,00	0,00	6,09
		1,51	-1414,03	7,49	0,00	0,00	0,00	4,75
10	DESIGN MAX	0,00	-1187,61	174,28	0,00	0,00	0,00	60,38
		1,51	-1185,85	14,11	0,00	0,00	0,00	50,14
10	DESIGN MIN	0,00	-10485,62	-5,782E-01	0,00	0,00	0,00	5,27
		1,51	-10483,66	7,24	0,00	0,00	0,00	4,32
11	COMB1	0,00	-11732,61	-19,38	0,00	0,00	0,00	50,14
		1,51	-11730,65	-4,70	0,00	0,00	0,00	68,36
11	COMB2	0,00	-1315,39	172,08	0,00	0,00	0,00	4,32
		1,51	-1313,63	5,30	0,00	0,00	0,00	6,30
11	COMB3	0,00	-1606,87	171,57	0,00	0,00	0,00	4,75
		1,51	-1605,10	4,79	0,00	0,00	0,00	7,51
11	DESIGN MAX	0,00	-1315,39	172,08	0,00	0,00	0,00	50,14
		1,51	-1313,63	5,30	0,00	0,00	0,00	68,36
11	DESIGN MIN	0,00	-11732,61	-19,38	0,00	0,00	0,00	4,32
		1,51	-11730,65	-4,70	0,00	0,00	0,00	6,30
12	COMB1	0,00	-11678,25	-9,66	0,00	0,00	0,00	68,36
		1,51	-11676,30	5,03	0,00	0,00	0,00	71,86
12	COMB2	0,00	-1296,37	173,17	0,00	0,00	0,00	6,30
		1,51	-1294,61	6,39	0,00	0,00	0,00	6,64
12	COMB3	0,00	-1634,17	172,54	0,00	0,00	0,00	7,51
		1,51	-1632,41	5,75	0,00	0,00	0,00	8,80
12	DESIGN MAX	0,00	-1296,37	173,17	0,00	0,00	0,00	68,36
		1,51	-1294,61	6,39	0,00	0,00	0,00	71,86
12	DESIGN MIN	0,00	-11678,25	-9,66	0,00	0,00	0,00	6,30
		1,51	-11676,30	5,03	0,00	0,00	0,00	6,64
13	COMB1	0,00	-10870,80	72,70	0,00	0,00	0,00	71,86
		1,51	-10868,84	87,39	0,00	0,00	0,00	-49,27
13	COMB2	0,00	-1190,90	182,17	0,00	0,00	0,00	6,64
		1,51	-1189,14	15,39	0,00	0,00	0,00	-6,65
13	COMB3	0,00	-1567,97	184,66	0,00	0,00	0,00	8,80
		1,51	-1566,21	17,88	0,00	0,00	0,00	-8,25
13	DESIGN MAX	0,00	-1190,90	184,66	0,00	0,00	0,00	71,86
		1,51	-1189,14	87,39	0,00	0,00	0,00	-6,65
13	DESIGN MIN	0,00	-10870,80	72,70	0,00	0,00	0,00	6,64
		1,51	-10868,84	15,39	0,00	0,00	0,00	-49,27
14	COMB1	0,00	172,35	65,55	0,00	0,00	0,00	59,33
		1,50	172,35	54,53	0,00	0,00	0,00	-30,73
14	COMB2	0,00	21,39	11,49	0,00	0,00	0,00	7,44
		1,50	21,39	1,57	0,00	0,00	0,00	-2,36
14	COMB3	0,00	69,49	14,48	0,00	0,00	0,00	10,18
		1,50	69,49	4,57	0,00	0,00	0,00	-4,12
14	DESIGN MAX	0,00	172,35	65,55	0,00	0,00	0,00	59,33
		1,50	172,35	54,53	0,00	0,00	0,00	-2,36
14	DESIGN MIN	0,00	21,39	11,49	0,00	0,00	0,00	7,44
		1,50	21,39	1,57	0,00	0,00	0,00	-30,73
15	COMB1	0,00	7026,74	2,672E-01	0,00	0,00	0,00	-30,73
		1,50	7026,74	-10,75	0,00	0,00	0,00	-22,87
15	COMB2	0,00	818,52	4,41	0,00	0,00	0,00	-2,36
		1,50	818,52	-5,50	0,00	0,00	0,00	-1,54
15	COMB3	0,00	1190,71	4,15	0,00	0,00	0,00	-4,12
		1,50	1190,71	-5,76	0,00	0,00	0,00	-2,91
15	DESIGN MAX	0,00	7026,74	4,41	0,00	0,00	0,00	-2,36
		1,50	7026,74	-5,50	0,00	0,00	0,00	-1,54
15	DESIGN MIN	0,00	818,52	2,672E-01	0,00	0,00	0,00	-30,73
		1,50	818,52	-10,75	0,00	0,00	0,00	-22,87
16	COMB1	0,00	10390,44	5,78	0,00	0,00	0,00	-22,87
		1,50	10390,44	-5,24	0,00	0,00	0,00	-23,27
16	COMB2	0,00	1212,10	4,98	0,00	0,00	0,00	-1,54

16	COMB3	1,50	1212,10	-4,93	0,00	0,00	0,00	-1,58
		0,00	1717,20	4,90	0,00	0,00	0,00	-2,91
		1,50	1717,20	-5,01	0,00	0,00	0,00	-2,83
16	DESIGN MAX	0,00	10390,44	5,78	0,00	0,00	0,00	-1,54
		1,50	10390,44	-4,93	0,00	0,00	0,00	-1,58
16	DESIGN MIN	0,00	1212,10	4,90	0,00	0,00	0,00	-22,87
		1,50	1212,10	-5,24	0,00	0,00	0,00	-23,27
17	COMB1	0,00	11628,94	11,45	0,00	0,00	0,00	-23,27
		1,50	11628,94	4,364E-01	0,00	0,00	0,00	-32,19
17	COMB2	0,00	1362,89	5,60	0,00	0,00	0,00	-1,58
		1,50	1362,89	-4,31	0,00	0,00	0,00	-2,55
17	COMB3	0,00	1884,98	5,96	0,00	0,00	0,00	-2,83
		1,50	1884,98	-3,96	0,00	0,00	0,00	-4,33
17	DESIGN MAX	0,00	11628,94	11,45	0,00	0,00	0,00	-1,58
		1,50	11628,94	4,364E-01	0,00	0,00	0,00	-2,55
17	DESIGN MIN	0,00	1362,89	5,60	0,00	0,00	0,00	-23,27
		1,50	1362,89	-4,31	0,00	0,00	0,00	-32,19
18	COMB1	0,00	11575,06	-27,49	0,00	0,00	0,00	-32,19
		1,50	11575,06	-38,50	0,00	0,00	0,00	17,30
18	COMB2	0,00	1367,21	1,31	0,00	0,00	0,00	-2,55
		1,50	1367,21	-8,60	0,00	0,00	0,00	2,92
18	COMB3	0,00	1836,73	-3,539E-01	0,00	0,00	0,00	-4,33
		1,50	1836,73	-10,27	0,00	0,00	0,00	3,63
18	DESIGN MAX	0,00	11575,06	1,31	0,00	0,00	0,00	-2,55
		1,50	11575,06	-8,60	0,00	0,00	0,00	17,30
18	DESIGN MIN	0,00	1367,21	-27,49	0,00	0,00	0,00	-32,19
		1,50	1367,21	-38,50	0,00	0,00	0,00	2,92
19	COMB1	0,00	11574,53	39,96	0,00	0,00	0,00	17,30
		1,50	11574,53	28,95	0,00	0,00	0,00	-34,38
19	COMB2	0,00	1367,36	8,77	0,00	0,00	0,00	2,92
		1,50	1367,36	-1,14	0,00	0,00	0,00	-2,80
19	COMB3	0,00	1702,12	9,80	0,00	0,00	0,00	3,63
		1,50	1702,12	-1,108E-01	0,00	0,00	0,00	-3,63
19	DESIGN MAX	0,00	11574,53	39,96	0,00	0,00	0,00	17,30
		1,50	11574,53	28,95	0,00	0,00	0,00	-2,80
19	DESIGN MIN	0,00	1367,36	8,77	0,00	0,00	0,00	2,92
		1,50	1367,36	-1,14	0,00	0,00	0,00	-34,38
20	COMB1	0,00	11627,13	-3,66	0,00	0,00	0,00	-34,38
		1,50	11627,13	-14,67	0,00	0,00	0,00	-20,63
20	COMB2	0,00	1362,28	3,94	0,00	0,00	0,00	-2,80
		1,50	1362,28	-5,97	0,00	0,00	0,00	-1,28
20	COMB3	0,00	1651,13	3,55	0,00	0,00	0,00	-3,63
		1,50	1651,13	-6,36	0,00	0,00	0,00	-1,53
20	DESIGN MAX	0,00	11627,13	3,94	0,00	0,00	0,00	-2,80
		1,50	11627,13	-5,97	0,00	0,00	0,00	-1,28
20	DESIGN MIN	0,00	1362,28	-3,66	0,00	0,00	0,00	-34,38
		1,50	1362,28	-14,67	0,00	0,00	0,00	-20,63
21	COMB1	0,00	10393,57	7,52	0,00	0,00	0,00	-20,63
		1,50	10393,57	-3,50	0,00	0,00	0,00	-23,65
21	COMB2	0,00	1212,09	5,19	0,00	0,00	0,00	-1,28
		1,50	1212,09	-4,72	0,00	0,00	0,00	-1,63
21	COMB3	0,00	1438,30	5,27	0,00	0,00	0,00	-1,53
		1,50	1438,30	-4,65	0,00	0,00	0,00	-2,00
21	DESIGN MAX	0,00	10393,57	7,52	0,00	0,00	0,00	-1,28
		1,50	10393,57	-3,50	0,00	0,00	0,00	-1,63
21	DESIGN MIN	0,00	1212,09	5,19	0,00	0,00	0,00	-20,63
		1,50	1212,09	-4,72	0,00	0,00	0,00	-23,65
22	COMB1	0,00	7025,57	10,07	0,00	0,00	0,00	-23,65
		1,50	7025,57	-9,464E-01	0,00	0,00	0,00	-30,49
22	COMB2	0,00	818,18	5,42	0,00	0,00	0,00	-1,63
		1,50	818,18	-4,49	0,00	0,00	0,00	-2,33
22	COMB3	0,00	954,21	5,46	0,00	0,00	0,00	-2,00
		1,50	954,21	-4,45	0,00	0,00	0,00	-2,76
22	DESIGN MAX	0,00	7025,57	10,07	0,00	0,00	0,00	-1,63
		1,50	7025,57	-9,464E-01	0,00	0,00	0,00	-2,33
22	DESIGN MIN	0,00	818,18	5,42	0,00	0,00	0,00	-23,65
		1,50	818,18	-4,49	0,00	0,00	0,00	-30,49
23	COMB1	0,00	172,45	-54,36	0,00	0,00	0,00	-30,49
		1,50	172,45	-65,37	0,00	0,00	0,00	59,31
23	COMB2	0,00	21,40	-1,55	0,00	0,00	0,00	-2,33
		1,50	21,40	-11,46	0,00	0,00	0,00	7,43
23	COMB3	0,00	24,52	-2,55	0,00	0,00	0,00	-2,76
		1,50	24,52	-12,46	0,00	0,00	0,00	8,50
23	DESIGN MAX	0,00	172,45	-1,55	0,00	0,00	0,00	-2,33
		1,50	172,45	-11,46	0,00	0,00	0,00	59,31
23	DESIGN MIN	0,00	21,40	-54,36	0,00	0,00	0,00	-30,49
		1,50	21,40	-65,37	0,00	0,00	0,00	7,43
24	COMB1	0,00	-3477,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3473,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	COMB2	0,00	-392,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-388,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	COMB3	0,00	-557,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-554,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	DESIGN MAX	0,00	-392,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-388,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	DESIGN MIN	0,00	-3477,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3473,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	COMB1	0,00	-2111,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2107,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

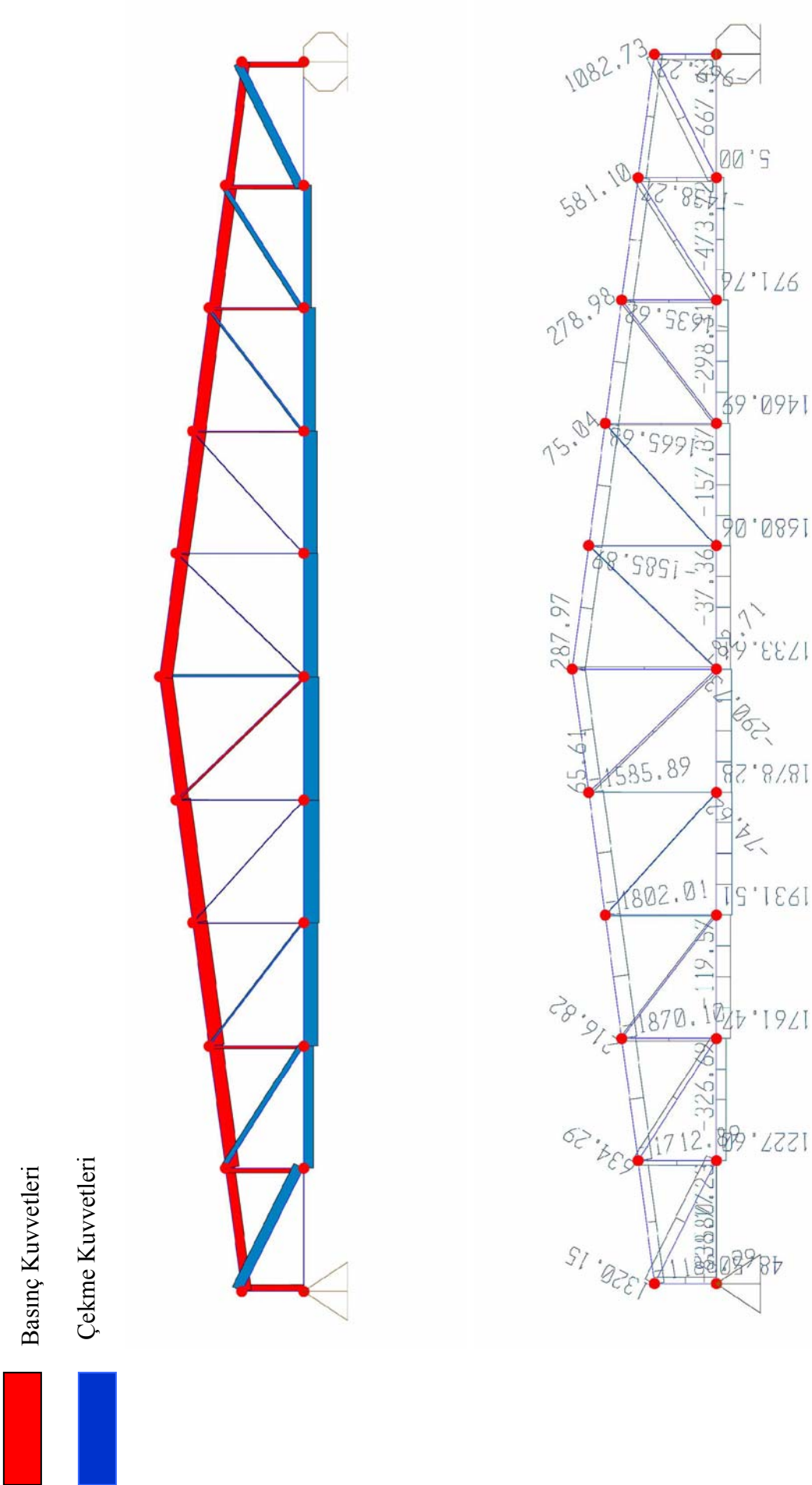
25	COMB2	0,00	-236,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-232,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	COMB3	0,00	-320,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-316,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	DESIGN MAX	0,00	-236,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-232,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	DESIGN MIN	0,00	-2111,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2107,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	COMB1	0,00	-930,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-927,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	COMB2	0,00	-103,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-100,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	COMB3	0,00	-115,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-113,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	DESIGN MAX	0,00	-103,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-100,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	DESIGN MIN	0,00	-930,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-927,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	COMB1	0,00	22,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	25,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	COMB2	0,00	3,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	5,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	COMB3	0,00	49,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	51,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	DESIGN MAX	0,00	49,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	51,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	DESIGN MIN	0,00	3,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	5,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	COMB1	0,00	16,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	20,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	COMB2	0,00	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	5,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	COMB3	0,00	-40,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	-37,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	DESIGN MAX	0,00	16,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	20,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	DESIGN MIN	0,00	-40,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,55	-37,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	COMB1	0,00	-921,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-919,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	COMB2	0,00	-102,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-100,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	COMB3	0,00	-149,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-147,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	DESIGN MAX	0,00	-102,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-100,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	DESIGN MIN	0,00	-921,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,35	-919,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	COMB1	0,00	-2116,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2112,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	COMB2	0,00	-236,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-233,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	COMB3	0,00	-294,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-290,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	DESIGN MAX	0,00	-236,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-233,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	DESIGN MIN	0,00	-2116,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,15	-2112,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	COMB1	0,00	-3475,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3472,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	COMB2	0,00	-391,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-388,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	COMB3	0,00	-459,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-456,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	DESIGN MAX	0,00	-391,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-388,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	DESIGN MIN	0,00	-3475,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9,5E-01	-3472,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	COMB1	0,00	7661,60	-3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	7665,28	3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
32	COMB2	0,00	889,56	-3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	892,87	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
32	COMB3	0,00	1251,91	-3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	1255,22	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
32	DESIGN MAX	0,00	7661,60	-3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	7665,28	3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
32	DESIGN MIN	0,00	889,56	-3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	892,87	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
33	COMB1	0,00	3980,17	-2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	3982,96	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
33	COMB2	0,00	464,62	-1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	467,13	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
33	COMB3	0,00	621,94	-1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	624,45	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
33	DESIGN MAX	0,00	3980,17	-1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	3982,96	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
33	DESIGN MIN	0,00	464,62	-2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	467,13	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
34	COMB1							

		0,00	1559,33	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	1561,86	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
34	COMB2	0,00	188,87	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	191,15	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
34	COMB3	0,00	210,27	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	212,55	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
34	DESIGN MAX	0,00	1559,33	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	1561,86	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
34	DESIGN MIN	0,00	188,87	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	191,15	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
35	COMB1	0,00	-73,97	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	-70,99	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
35	COMB2	0,00	4,47	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	7,15	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
35	COMB3	0,00	-66,25	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	-63,58	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
35	DESIGN MAX	0,00	4,47	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	7,15	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
35	DESIGN MIN	0,00	-73,97	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	-70,99	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
36	COMB1	0,00	-1137,73	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-1134,32	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
36	COMB2	0,00	-115,73	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-112,65	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
36	COMB3	0,00	-252,96	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-249,88	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
36	DESIGN MAX	0,00	-115,73	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-112,65	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
36	DESIGN MIN	0,00	-1137,73	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-1134,32	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
37	COMB1	0,00	-1136,97	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-1133,56	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
37	COMB2	0,00	-115,95	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-112,87	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
37	COMB3	0,00	-59,38	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-56,31	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
37	DESIGN MAX	0,00	-59,38	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-56,31	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
37	DESIGN MIN	0,00	-1136,97	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,16	-1133,56	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
38	COMB1	0,00	-72,24	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	-69,27	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
38	COMB2	0,00	5,50	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	8,17	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
38	COMB3	0,00	67,26	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	69,93	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
38	DESIGN MAX	0,00	67,26	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	69,93	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
38	DESIGN MIN	0,00	-72,24	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		2,02	-69,27	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
39	COMB1	0,00	1553,11	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	1555,64	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
39	COMB2	0,00	188,11	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	190,39	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
39	COMB3	0,00	267,04	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	269,32	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
39	DESIGN MAX	0,00	1553,11	-1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	1555,64	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
39	DESIGN MIN	0,00	188,11	-1,65	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,89	190,39	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00
40	COMB1	0,00	3985,25	-2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	3988,04	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
40	COMB2	0,00	465,00	-1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	467,51	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
40	COMB3	0,00	571,75	-1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	574,26	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
40	DESIGN MAX	0,00	3985,25	-1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	3988,04	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
40	DESIGN MIN	0,00	465,00	-2,20	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,78	467,51	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00
41	COMB1	0,00	7660,19	-3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	7663,86	3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
41	COMB2	0,00	889,18	-3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	892,49	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
41	COMB3	0,00	1037,77	-3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	1041,07	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
41	DESIGN MAX	0,00	7660,19	-3,30	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	7663,86	3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
41	DESIGN MIN	0,00	889,18	-3,67	0,00	0,00	0,00	0,00
		1,68	892,49	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00

Ek 3 Çelik Makasa Ait Eksenel Yüklerin Yük Kombinasyonları



Şekil Ek 3.1 Çelik makasa ait yük birleşenleri 1'in grafik ve yük değerleri ile gösterimi



Şekil Ek 3.2 Çelik makasa ait yük birleşenleri 2'in grafik ve yük değerleri ile gösterimi

Ek 4 Çelik Makasa ve Ahşap Makasa Ait Burkulma Katsayılarının Tablolarda Gösterimi

Tablo Ek 4.2 Ahşap malzemenin “ ω ” burkulma katsayıları

[illegible]

Ek 5 İl ve İlçelere Göre Zati Kar Yüğü Bölgeleri

Tablo Ek 5.1 İl ve İlçelere Göre Zati Kar Yüğü Bölgeleri

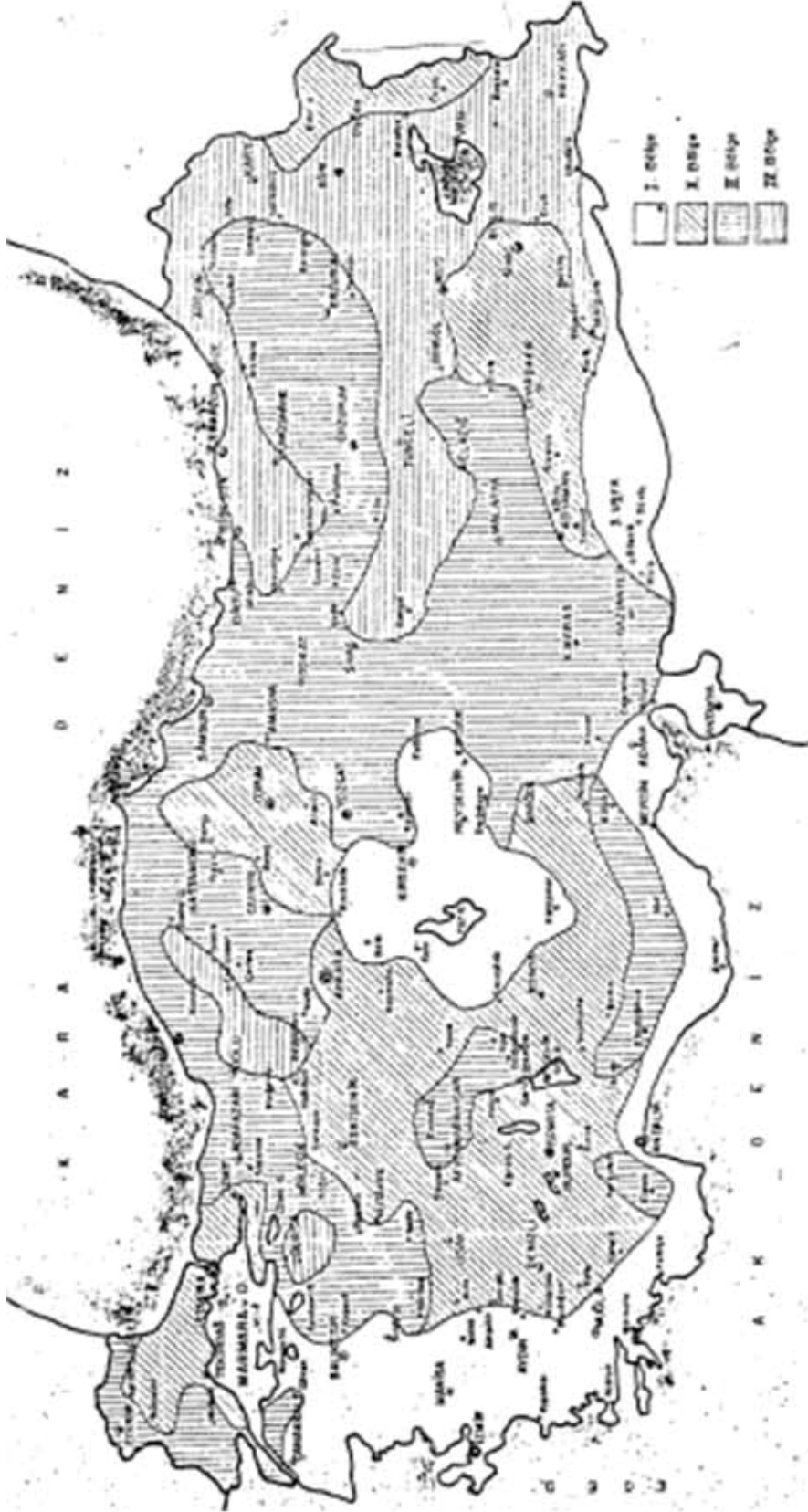
İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.
ADANA	I	AMASYA	III	Reyhanlı	I
Bahçe	III	Göynücek	II	Samandağı	I
Ceyhan	I	Gümüşhacıköy	II	Yayladağı	I
Düziçi	III	Merzifon	II	ARTVİN	IV
Feke	III	Sulovaan	II	Ardanuç	III
Kadirli	III	Taşova	III	Arhavi	IV
Karaisali	III	ANKARA	II	Borçka	IV
Karataş	I	Altındağ	I	Hopa	IV
Kozan	III	Ayaş	III	Sarp	IV
Mağara	III	Bala	I	Şavşat	IV
Osmaniye	III	Beypazarı	IV	Yusufeli	III
Pozantı	II	Çamlıdere	III	AYDIN	I
Saimbeyli	III	Çankaya	II	Bozdoğan	I
Yumurtalık	I	Çubuk	III	Çine	I
ADAPAZARI		Delice	II	Germencik	I
Sakarya	III	Elmadagı	IV	Karacasu	II
Akyazı	III	Etmesgut	I	Koçarlı	I
Geyve	III	Güdüll	III	Kuşadası	I
Hendek	III	Haymana	II	Kuyucak	I
Karasu	III	Kalecik	III	Nazilli	I
Pamukova	III	Keskin	I	Söke	I
Sapanca	III	Kırıkkale	II	Sultanhisar	I
ADIYAMAN	II	Kızılcıhamam	III	Yenipazar	I
Besni	IV	Nallıhan	II	BALIKESİR	I
Çelikhan	III	Polatlı	II	Ayvalık	I
Gerger	III	Yenimahalle	I	Balya	I
Gölbaşı	IV	ANTALYA	I	Bandırma	I
Rahtaag	II	Akseki	III	Bigadiç	I
Samsat	II	Alanya	I	Burhaniye	I
AFYON	III	Elmalı	III	Dursunbey	III
Bolvadin	III	Finike	I	Edremit	I
Çay	II	Gazipaşa	I	Erdek	I
Öazkırı	II	Gündoğmuş	III	Gönen	I
Dinar	II	Ibradi	III	Havran	I
Emirdağ	III	Kaş	I	İvrindi	I
İhsaniye	III	Korkuteli	III	Kepsun	III
Sandıklı	II	Kumluca	I	Manyas	I
Sincanlı	II	Manavgat	I	Savaştepe	I
Şuhut	II	Serik	I	Sındırgı	III
Sultandağı	II	ANTAKYA		Susurluk	III
AGRI	IV	(Hatay)	I		
(Karaköse)		Altınözü	I		
Diyadin	II	Arsuz	I		
Doğubayazıt	II	Belen	I		
Eleskirt	IV	Dört Yol	I		
Hamur	IV	Erzin	III		
Patnos	IV	Hassa	III		
Taşılcay	IV	İskenderun	I		
Tutak	IV	Kirikhan	I		

İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.
<u>BİLECİK</u>	III	Biga	III	Lice	II
Bozüyük	III	Çan	I	Silvan	II
Gölpazarı	III	Eceabat	III	<u>EDİRNE</u>	III
Osmaneli	III	Ezine	I	Enez	III
Pazaryeri	III	Gelibolu	III	Havşa	III
Söğüt	III	Lapseki	III	Ipsala	III
<u>BİNGÖL</u>	IV	Yenice	I	Keşan	III
Genç	II	<u>ÇANKIRI</u>	III	Lalapapa	III
Karlıova	IV	Çerkeş	III	Meriç	III
Kığı	IV	Eldivan	III	Uzunköprü	III
Solhan	IV	Eskipazar	IV	<u>ELAZIĞ</u>	III
<u>BITLİS</u>	IV	İlgaz	III	Ağın	IV
Adıcevaz	IV	Kurşunlu	III	Başkılı	III
Ahlat	IV	Orta	III	Karakoçan	III
Hizan	IV	Ovacık	IV	Keban	IV
Kotum	IV	Şabanözü	III	Maden	III
Mutki	II	Yapraklı	III	Palu	III
Tatvan	IV	<u>ÇORUM</u>	II	Sivrice	III
<u>BOLU</u>	III	Alaca	II	<u>ERZİNCAN</u>	III
Akçakoca	III	Bayat	II	Çayırlı	III
Düzce	III	İskilip	II	İliç	III
Gerede	IV	Kargı	II	Kemah	III
Göynük	III	Mecidiözü	II	Kemaliye	IV
Kıbrısçık	IV	Ortaköy	II	Refahiye	III
Menemen	IV	Osmanlı	II	Tercan	III
Mudurnu	III	Sungurlu	II	<u>ERZURUM</u>	III
Seben	IV	<u>DENİZLİ</u>	II	Aşkale	III
Yeşilova	III	Acıpayam	II	Çat	III
<u>BURDUR</u>	II	Babadağ	II	İspir	III
Ağlasun	II	Buldan	II	Hınıs	IV
Bucak	II	Çal	II	Horasan	III
Göhlisar	II	Çameli	II	Karayazı	IV
Tefenni	II	Çardak	II	Narman	III
Yeşilova	II	Çivril	II	Olur	III
<u>BURSA</u>	IV	Göney	II	Ortu	III
Amutlu	III	Kale	II	Pasinler	III
Gemlik	III	Sarayköy	II	Şenkaya	III
İnegöl	IV	Tavas	II	Tekman	III
İznik	III	<u>DIYARBAKIR</u>	II	Tortum	III
Karacabey	III	Bismil	II	<u>ESKİŞEHİR</u>	II
Keles	IV	Çermik	III	Çifteler	II
Mudanya	III	Çınar	II	Mahmudiye	II
M.Kemalpasa	III	Çüngüş	III	Mihalıççık	II
Orhaneli	IV	Dicle	III	Sarıkaya	II
Orhangazi	III	Eğil	III	Seyitgazi	II
Yalova	III	Ergani	III	Sivrihisar	II
Yenişehir	III	Hani	II	<u>GAZİANTEP</u>	III
<u>ÇANAKKALE</u>	I	Hazro	II	Araban	IV
Ayvacık	I	Kulp	II	Barak	III
Bayramiç	I				

İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.
Çobanbeyi	II	Kadıköy	II	Selim	IV
Fevzi Paşa	III	Kartal	II	Susuz	IV
İslahiye	III	Sarıyer	II	Tuzluca	II
Kilis	II	Silivri	II	KASTAMONU	III
Nizip	III	Şile	II	Abana	III
Oğuzeli	III	Çiğli	II	Araç	III
Yavuzeli	III	Ösködar	II	Azdavay	III
GİRESUN	IV	Yalova	II	Bazkurt	III
Alucra	IV	Zeytinburnu	II	Çatalzeytin	III
Bulancağ	III	İZMİR	I	Cide	III
Dereli	IV	Alağa	I	Daday	III
Esbiye	IV	Bayındır	I	Devrekani	III
Eynesil	IV	Bergama	I	İnebolu	III
Görele	IV	Bornova	I	Taşköprü	III
Keşap	IV	Buca	I	Tosya	III
Şebinkarahisar	IV	Çeşme	I	KAYSERİ	I
Tirebolu	IV	Dikili	I	Bünyan	I
GÜMÜŞHANE	III	Foça	I	Devell	III
Bayburt	III	Karaburun	I	Felahiye	I
Kelkit	III	Karşıyaka	I	Hacılar	III
Şiran	III	Kemalpasa	I	İncesu	I
Torul	IV	Kınık	I	Pınarbaşı	III
HAKKARİ (Çölemerik)	IV	Kozak	I	Sarıoğlu	III
Beytüşşebap	IV	Menemen	I	Sarız	III
Bacırge	IV	Ödemiş	I	Talas	III
Çukurca	IV	Sefertihisar	I	Tomarza	III
Şemdinli	IV	Selçuk	I	Viranşehir	III
Şirvan	IV	Tire	I	Yahyalı	III
Uludere	IV	Torbalı	I	Yeglihisar	III
Yüksekova	IV	Uria	I	KIRKLARELİ	II
İSPARTA	II	İZMİT (Kocaeli)	II	Babaeski	II
Atabey	II	Gebze	II	Demirköy	III
Eğirdir	II	Gölcük	II	Kofcaz	III
Gelendost	II	Hereke	II	Löleburgaz	II
Keçiborlu	II	Kandıra	III	Midy	II
Senirkent	II	Karamürsel	II	Pehlivanlı	II
Söğütler	II	Kaynarca	III	Pınarhisar	III
Şarkikaraağaç	III	KARŞI	IV	KIRŞEHİR	I
Uluborlu	II	Aralık	II	Çiçekdağı	I
Yalvaç	II	Ardahan	IV	Kaman	I
İSTANBUL	II	Arpaçay	IV	Kozaklı	III
Bakırköy	II	Çıldır	IV	Mucur	I
Beşiktaş	II	Dığar	IV	KONYA	II
Beykoz	II	Göle	IV	Akşehir	II
Beyoğlu	II	Hanak	IV	Beyşehir	II
Çatalca	II	İğdır	II	Bazkır	II
Eminönü	II	Kağızman	II	Cihanbeyli	I
Eyüp	II	Posof	IV	Çumra	II
Gaziosmanpaşa	II	Sankamış	IV	Doğanhisar	II
				Ereğli	II

İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.
Emenek	II	<u>MARDİN</u>	II	Onye	III
Hadım	II	Olzire	I	<u>RİZE</u>	IV
İğın	II	Derbesiye	I	Ardeşen	IV
Kadınhanı	II	Derik	I	Çamlıhemşin	IV
Karaman	II	Gercüş	II	Çayeli	IV
Karapınar	I	Hasankeyf	II	Fındıklı	IV
Kulu	I	İdili	I	İkizdere	III
Sarayönü	II	Kızıltepe	I	Pazar	IV
Seydişehir	II	Mazıdağı	I	<u>SAMSUN</u>	III
Yunak	II	Midyat	IV	Alaçam	III
Zivanik	I	Nusaybin	I	Bafra	III
<u>KÜTAHYA</u>	III	Ömerli	IV	Çarşamba	III
Altıntaş	II	Savur	II	Havza	II
Dağardı	III	Silopi	I	Kavak	III
Domanıç	III	<u>MUĞLA</u>	I	Ladik	III
Dumlupınar	II	Bodrum	I	Terme	III
Emet	III	Dalaman	I	Vezirköprü	III
Gediz	III	Datça	I	<u>SİRT</u>	II
Simav	III	Fethiye	I	Batman	II
Tavşanlı	III	Gölköy	I	Baykan	II
<u>MALATYA</u>	III	Köyceğiz	I	Beşiri	II
Ağın	IV	Marmaris	I	Eruh	IV
Akçadağ	III	Millas	I	Kozluk	II
Arapgir	IV	Ula	I	Kurtalan	II
Arguvan	IV	Yatağan	I	Pervari	IV
Darende	III	<u>MUS</u>	III	Sason	II
Doğangözü	III	Bulanık	IV	Şirnak	IV
Hekimhan	III	Malazgirt	IV	Şirvan	II
Pötürge	III	Van	IV	<u>SİNGE</u>	III
Yeşilyurt	III	<u>NEVŞEHİR</u>	I	Ayancık	III
<u>MANİSA</u>	I	Avanos	I	Bozüyük	III
Akhisar	I	Derinkuyu	I	Durağan	III
Alaşehir	I	Göğüş	I	Gerze	III
Demirci	III	Hacıbektaş	I	Türkeli	III
Gölmarmara	I	Ürgüp	I	<u>SİVAS</u>	III
Göndes	III	<u>NİĞDE</u>	II	Divriği	IV
Kırkağaç	I	Aksaray	I	Gemerek	III
Kula	II	Bor	II	Gürün	III
Safranbolu	I	Çamardı	II	Hafik	III
Sarıgöl	II	Ortaköy	II	İmranlı	III
Sarıhanlı	I	Ulukışla	II	Kangal	IV
Selendi	II	<u>ORDU</u>	III	Koyunhisar	III
Soma	I	Akkuş	III	Suğehirli	III
Turgutlu	I	Aybastı	III	Şarkışla	III
<u>K.MARAŞ</u>	III	Fatsa	III	Yıldızeli	III
Atpın	III	Gökdey	III	Zara	III
Andırın	III	Korgan	III	<u>TEKİRDAĞ</u>	II
Ebibiye	III	Kumru	III	Alpulu	II
Göksun	III	Mesudiye	III	Çorlu	II
Pazarcık	III	Perşembe	III	Ganos	II
Türkdoğan	III	Ulubey	III	Hayrabolu	III

İL/İLÇE	BÖLGE NO.	İL/İLÇE	BÖLGE NO.
Malkara	III	<u>VAN</u>	IV
Muradi	II	Başkale	IV
Mürefte	II	Çatak	IV
Saray	II	Gevaş	IV
Şarköy	II	Görpınar	IV
<u>TOKAT</u>	III	Muradiye	II
Almus	III	Özalp	II
Artova	III	<u>YOZGAT</u>	III
Erbaa	III	Akdağmadeni	III
Niksar	III	Boğazköy	I
Reşadiye	III	Boğazlıyan	III
Turhal	III	Çayıralan	III
Zile	III	Çekerek	III
<u>TRABZON</u>	IV	Sankaya	III
Akçaabat	IV	Sorgun	III
Araklı	IV	Şefaatli	III
Arsin	IV	Yerköy	III
Çaykara	III	<u>ZONGULDAK</u>	III
Maçka	IV	Amasra	III
Of	IV	Bartın	III
Sürmene	IV	Çaycuma	III
Tonya	IV	Devrek	III
Vakfıkebir	IV	Eflani	IV
Yomra	IV	Ereğli	III
<u>TUNCELİ</u>	IV	Karabük	III
Çemişgezek	IV	Kilimli	III
Hozat	IV	Kozlu	III
Kalan	IV	Kurucaylı	III
Mazgirt	IV	Safranbolu	IV
Nazimiye	IV	Ulus	III
Orvaci	IV		
Pertek	IV		
Pülümür	IV		
<u>SURFA</u>	I		
Akçakale	I		
Birecik	I		
Bozova	I		
Geylanpınar	I		
Hilvan	II		
Siverek	II		
Süncü	I		
Viranşehir	I		
<u>UŞAK</u>	II		
Banaz	II		
Eğme	II		
Karahallı	II		
Sivaslı	II		
Ulubey	II		



Şekil Ek 5.1 Türkiye'ye ait kar yağış yüksekliği haritası

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 08.07.1980

Doğum yeri İstanbul

Lise 1994-1997 Özel Marmara Fen Lisesi

Lisans 1997-2002 Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak.
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2003-Devam ediyor Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurum

2002-2003 T.C. Maltepe Üniversitesi Şantiyesi

2003-2004 Atelye Deniz Mimarlık ve Dekorasyon Ltd. Şti.

2005-2007 Boral Mühendislik ve Danışmanlık Ltd. Şti

2007-Devam ediyor Yapı Dizayn ve Yapı Organizasyonları Tic.Ltd. Şti.