

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GENİŞ AÇIKLIKLI BİNALARDA BELİRLİ
KİMİ TAŞIYICI SİSTEMLERİN MALZEME
VE FORMLARININ AÇIKLIK GEÇME
AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Rahmi KAYALAR

Mayıs, 2010

İZMİR

**GENİŞ AÇIKLIKLI BİNALARDA BELİRLİ
KİMİ TAŞIYICI SİSTEMLERİN MALZEME
VE FORMLARININ AÇIKLIK GEÇME
AÇISINDAN İNCELENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı**

Rahmi KAYALAR

Mayıs, 2010

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

RAHMİ KAYALAR, tarafından **PROF. DR. ATILLA ORBAY** yönetiminde hazırlanan “**GENİŞ AÇIKLIKLI BİNALARDA BELİRLİ KİMİ TAŞIYICI SİSTEMLERİN MALZEME VE FORMLARININ AÇIKLIK GEÇME AÇISINDAN İNCELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
PROF. DR. ATILLA ORBAY
.....

Danışman

.....
PROF. DR. MUSTAFA DÜZGÜN
.....

Jüri Üyesi

.....
PROF. DR. Y. KAMİLE AKTUĞLU
.....

Jüri Üyesi

.....
Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle, yüksek lisans eğitim süresince ve tez çalışmam boyunca, tecrübelerinden yararlanmamı sağladığı ve gösterdiği sevgi ve hoşgörüden dolayı tez danışmanım, Prof. Dr. Atilla Orbay'a teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince çalışmalarımda bana yardımcı olan Mimar Özgecan Akbayırlı, İnş. Müh. Rızvan Kayalar ve İnş. Müh. Çağlar Kemal'e katkılarından dolayı teşekkür ederim. Son olarak bana maddi ve manevi her bakımdan yardımcı olan aileme katkılarından ve sabırlarından dolayı teşekkür ederim.

Rahmi KAYALAR

**GENİŞ AÇIKLIKLI BİNALARDA BELİRLİ KİMİ TAŞIYICI
SİSTEMLERİN MALZEME VE FORMLARININ AÇIKLIK GEÇME
AÇISINDAN İNCELENMESİ**

ÖZ

Bu çalışmada, geniş açıklıklı örtü sistemleri çelik, ahşap ve betonarme malzemeler ve formları açısından incelenmiştir. Bu araştırmada geniş açıklıklı sistemleri oluşturulan malzemeler ayrıca fiziksel, kimyasal, mekanik v.b. özellikleri açısından da incelenmiştir. Daha sonra bu malzemeler ile oluşturulabilecek yapı elemanlarının geometrik sınıflandırması ve strüktürel etkinlikleri analiz edilmiştir.

Bu tez çalışması dört ana başlıktan oluşmaktadır. Birinci bölümde, teze giriş, tezin amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmıştır. Ayrıca birinci bölümde geniş açıklıklı yapıların tarihsel sürecinden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, geniş açıklıklı yapıların örtü sistemlerini oluşturan çelik, tutkallı tabakalı ahşap ve betonarme malzemeli taşıyıcı sistemlerin özelliklerine ve oluşturulma biçimlerine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, geniş açıklıklı örtü sistemlerinin taşıyıcı sistem analizleri yapılmıştır. Bu bölümde ilk olarak sistemleri oluşturan elemanların belirlenen formlarda (dolu gövdeli, düzlem kafes ve uzay kafes) boyutlandırması yapılmıştır. Daha sonra sistemlerin ağırlıkları ve maliyetleri hesaplanmıştır. Son olarak yapılan hesaplar doğrultusunda çelik ve tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin ağırlıkları ve maliyetleri tablolar ve grafikler yardımı ile hem kendi aralarında hem de birbirleri ile sistemli bir şekilde karşılaştırılmıştır.

Sonuç bölümü olan dördüncü bölümde ise, önceki bölümlerde yapılan araştırmalarda elde edilen verilerin bir değerlendirmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çelik, Tutkallı Tabakalı Ahşap, Örtü Sistemleri, Form, Malzeme

**INVESTIGATION OF SOME PARTICULAR STRUCTURAL SYSTEMS OF
WIDE SPANNING BUILDINGS WITH RESPECT TO MATERIALS AND
FORMS FROM THE POINT OF SPAN LENGTHS
ABSTRACT**

In this study, covering systems of wide spanning structures are observed in terms of their materials; steel, wood and reinforced concrete, and their forms. These materials that forms wide spanning systems are examined by their physical, chemical, mechanical, etc. properties. Afterwards, geometric classification and structural efficiencies of the construction elements that can be made by those materials are analyzed.

This thesis study consists of four main parts. In the first part, introduction, objective, content and method of this thesis is explained. Historical process of wide spanning structures is also mentioned in first part.

In the second part, properties and construction techniques as load-bearing system of steel, glued laminated timber and reinforced concrete materials that form load-bearing systems of covering systems of wide spanning structures are mentioned.

In the third part, load-bearing system analyses of the covering systems of wide spanning are done. In this part, firstly, sizing of the system elements in specific forms (solid, plane lattice ve space truss) is done. Then weights and costs of those systems are calculated. Lastly, according to calculations, weights and costs of steel and glued laminated timber systems are compared in tables and graphic bars between following groups : steel-steel, GLT-GLT, and steel- GLT .

At the conclusion part, data of the previous parts are evaluated.

Keywords: Steel, Glued Laminated Timber, Covered Systems, Structural Forms, Structural Materials

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v
BÖLÜM BİR - GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Konusu.....	1
1.2 Geniş Açıklıklı Yapıların Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi	2
1.3 Çalışmanın Amacı.....	7
1.4 Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi.....	8
1.5 Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistem Kavramaları.....	8
1.5.1 Taşıyıcı Sistem Tanımı.....	9
1.5.2 Taşıyıcı Sistemi Etkileyen Yükler.....	9
1.5.2.1 Düşey Yükler.....	10
1.5.2.2 Yanal Yükler.....	10
BÖLÜM İKİ – MALZEMELERİ AÇISINDAN GENİŞ AÇIKLIKLI TAŞIYICI SİSTEMLER.....	12
2.1 Çelik Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler	12
2.1.1 Tanım ve Tarihçe.....	12
2.1.2 Çelik Malzemenin Özellikleri.....	13
2.1.3 Çelik Malzemeli Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler.....	16
2.1.3.1 Çubuk Sistemler.....	16
2.1.3.2 Yüzeysel Sistemler.....	22
2.2 Ahşap Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler	24
2.2.1 Ahşap Malzemenin Özellikleri.....	24
2.2.2 Ahşap Malzemeli Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler.....	26
2.2.2.1 Çubuk Sistemler.....	27

2.3 Betonarme Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler	30
2.3.1 Betonarme Malzemenin Özellikleri.....	31
2.3.2 Betonarme Malzemeli Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler.....	32
2.3.2.1 Betonarme Çubuk Sistemler.....	33
2.3.2.2 Betonarme Yüzeysel Sistemler.....	36
2.3.2.2.1 Düzlem Yüzeysel Sistemler.....	36
2.3.2.2.2 Eğrisel Yüzeysel Sistemler.....	38
2.4 Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemlerin Oluşturulma Yöntemleri.....	40

BÖLÜM ÜÇ – GENİŞ AÇIKLIKLI ÖRTÜ SİSTEMLERİNİN TAŞIYICI SİSTEM ANALİZLERİ.....49

3.1 Sistem Analizi	50
3.1.1 Varsayımlar	50
3.1.2 Boyutlandırma Yöntemleri.....	51
3.2 Çalışmada Ele Alınan Sistemlerin Boyutlandırılması.....	51
3.2.1 Dolu Gövdeli Sistemler.....	52
3.2.1.1 Dolu Gövdeli Çelik Sistemler	52
3.2.1.2 Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Sistemler	53
3.2.1.3 Dolu Gövdeli Ön Gerilmeli Betonarme Sistemler	53
3.2.2 Düzlem Kafes Sistemler.....	53
3.2.2.1 Düzlem Çelik Kafes Sistemler	55
3.2.2.2 Düzlem Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Sistemler	58
3.2.2.3 Düzlem Betonarme Kafes Sistemler	59
3.2.3 Uzay Kafes Sistemler.....	60
3.3 İncelenen Sistemlerin Toplam Ağırlıkları İçin Elde Edilen Sonuçlar.....	63
3.3.1 Çelik Malzemeli Kirişlerin Ağırlıkları.....	64
3.3.1.1 Dolu Gövdeli Çelik Kirişler	64
3.3.1.2 Düzlem Çelik Kafes Kirişler	65
3.3.1.3 Eğri (Çember) Yüzeysel Uzay Çelik Kafes Sistemler	67
3.3.2 Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemeli Kirişlerin Ağırlıkları.....	69
3.3.2.1 Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişler	70

3.3.2.2	Düzlem Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kirişler	71
3.3.2.3	Eğri Yüzeyle Uzak Ahşap Kafes Sistemler	73
3.4	İncelenen Sistemlerin Ağırlık Karşılaştırmaları.....	73
3.4.1	Geçilen Açıklıklar Bazında İncelenen Sistemlerin Toplam Ağırlıklarının Karşılaştırılması.....	74
3.4.1.1	25 Metre Açıklıklı Sistemler.....	75
3.4.1.2	35 Metre Açıklıklı Sistemler.....	76
3.4.1.3	45 Metre Açıklıklı Sistemler.....	77
3.4.2	Kullanılan Malzemeler Bazında İncelenen Sistemlerin Toplam Ağırlıklarının Karşılaştırılması.....	78
3.4.2.1	Çelik Malzemeli Sistemler.....	78
3.4.2.2	Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemeli Sistemler.....	79
3.4.3	Formları Açısından İncelenen Sistem Ağırlıklarının Karşılaştırılması.....	80
3.4.3.1	Dolu Gövdeli Sistemler.....	81
3.4.3.2	Düzlem Kafes Sistemler.....	82
3.4.3.3	Uzak Kafes Sistemler.....	83
3.5	İncelenen Sistemlerin Maliyet Analizleri.....	84
3.5.1	Çelik Kirişlerin Maliyet Analizleri.....	84
3.5.1.1	Dolu Gövdeli Çelik Kirişlerin Maliyet Analizi.....	85
3.5.1.2	Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi.....	87
3.5.1.3	Çelik Eğri (Çember) Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin Maliyet Analizi.....	91
3.5.2	Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişlerin Maliyet Analizleri.....	93
3.5.2.1	Tutkallı Tabakalı Ahşap Dolu Gövdeli Kirişlerin Maliyet Analizi.....	93
3.5.2.2	Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi.....	95
3.5.2.3	Ahşap Eğri (Çember) Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin Maliyet Analizi.....	99
3.6	İncelenen Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	102
3.6.1	Geçilen Açıklıklara Göre İncelenen Sistem Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	102
3.6.1.1	25 Metre Açıklıklı Sistemler.....	102
3.6.1.2	35 Metre Açıklıklı Sistemler.....	103
3.6.1.3	45 Metre Açıklıklı Sistemler.....	105

3.6.2 Kullanılan Malzemeler Bazında İncelenen Sistem Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	106
3.6.2.1 Çelik Malzemeli Sistemler.....	106
3.6.2.2 Ahşap Malzemeli Sistemler.....	107
3.6.3 Formları Açısından İncelenen Sistem Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	108
3.6.3.1 Dolu Gövdeli Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	108
3.6.3.2 Düzlem Kafes Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	110
3.6.3.3 Uzay Kafes Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması.....	111
BÖLÜM DÖRT - SONUÇ.....	113
KAYNAKLAR.....	120
EK1.....	124
EK2.....	128
EK3.....	137
EK4.....	152

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Tarih boyunca insanoğlu genellikle dini ve sosyal amaçlarına hizmet etmek için geniş açıklıkları geçme çabası içinde olmuştur. Günümüzde de başta büyük toplulukları bir mekan altında toplamak ve çok çeşitli fonksiyonları içinde barındırmak amacıyla geniş açıklıklı yapılara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapımı gereksinen mekanların tekrarlanarak sayıca arttırılması, artık sorunların çözümünde yeterli gelmemektedir. Mekanların sayısını arttırmak yerine boyutlarını arttırmak için çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Teknolojinin gelişimi ve toplumsal ilişkilerin değişimi ile birlikte yeni mekan tipleri ve yeni taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesine duyulan gereksinim giderek artmıştır. Bu amaçla yapılan araştırmalar ve denemeler, mevcut taşıyıcı sistemlerinin etkinliklerinin artırılmasının yanı sıra daha etkin yeni sistemlerin geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. İnsan eylemlerini kolaylaştırmak ve düzene sokmak üzere yapılan tasarımlarda, en az sınır elemanı ile en büyük boşluğun sınırlandırılması isteği önemli bir tasarım ilkesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Yurtsever, 1998).

1.1 Çalışmanın Konusu

Dört ana bölümden oluşan bu çalışmada ilk olarak geniş açıklıklı kavramlar üzerinde durulup sırasıyla geniş açıklık ihtiyacı ve tarihte yapılmış değişik geniş açıklıklı yapılar incelenmiştir. Yapılan çalışmada geniş açıklıklı taşıyıcı sistemler geometrilerine ve malzemelerine göre sınıflandırılmadan önce taşıyıcı sistem tanımına değinilmiştir. İkinci ve Üçüncü bölümde geniş açıklıklı taşıyıcı sistemlere form ve malzemeleri açısından değinilmiştir. Dördüncü bölümde ise geniş açıklıklı yapılar maliyet, geçilebilen açıklık, uygulanabilirlik, ağırlık gibi kriterler göz önüne alınarak malzemelerine göre (elik, Tutkallı Tabakalı Ahşap, Betonarme) performansları karşılaştırılmıştır.

1.2 Geniş Açıklıklı Yapıların Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi

Mimarlığın tarihsel gelişim süreci boyunca, strüktür her dönemde mimariyi biçimlendiren, formu etkileyen en önemli faktördür. Aynı şekilde, barınma ihtiyacına ve farklı gereksinimlere cevap verebilecek; gün geçtikçe artan geniş mekan ihtiyacı ve teknolojik gelişmelerde mimarlığı etkilemiştir.

19. yüzyılın ortalarına kadar açıklıkların geçilmesi, en basit şekilde geleneksel malzemelerle (taş ve ahşap) sağlanmıştır ve yine bu geçiş, eldeki malzemelerin olanaklarına göre aynı malzemelerden yan yana getirilen çok sayıda parça ile gerçekleştirilmiştir.

Geçmiş dönemlerde, geniş açıklığa sahip, özellikle dini yapılarda yoğun bir şekilde, basınca dayanıklı malzeme ile uygulanan bir diğer üst örtü sistemi de kubbelerdir. En büyük hacmi en az yüzeyle örten kubbe konstrüksiyonları, daire, parabol veya elips geometrilere sahiptir. Kubbenin geometrisi, bir daire yayının asal eksenini etrafında döndürülmesi ile oluşmaktadır. Ayrıca, kubbe yüzeyi, hem taşıyıcı hem de örtü elemanı olarak kullanılarak, sahip olduğu geometriden de ek bir stabilite kazanarak, geniş açıklıklı yapılarda yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Özellikle, Roma döneminde kubbeler, dairesel planlı mekanların öncelikli örtüsü olmuştur.

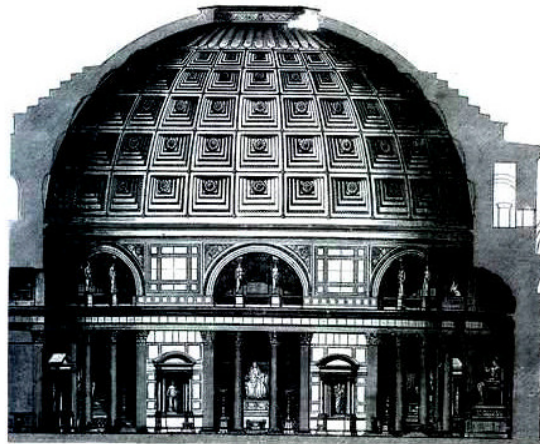
Tarih içinde kemerin bulunması ve geliştirilmesi, geniş açıklıkları geçmede en önemli gelişmelerden biri olmuştur. Özellikle taş malzemenin basınç altında yük taşımada, çekmeye göre çok çok güçlü olması ve malzemenin bu avantajının forma yansıtılması sonucu, tarih içinde geniş açıklıkları geçmede kemer, tonoz, kubbe gibi eğri eksenli sistemlerden faydalanılmıştır. İnsanlar geçilmesi istenilen açıklığı tek bir eleman ile geçemeyince, küçük parçaları yan yana getirerek açıklığı geçmeye çalışmışlardır. Bunu da kemer elemanlarının düşmesini engellemek için parabolik, eliptik veya dairesel olarak uygulamışlardır. Biçimdeki

amaç, basınca çalışan malzeme kullanımıyla üzerine gelen yükleri, basınç gerilmesiyle birbirine ileterek açıklığın mesnet noktalarına aktarmaktır.

Tarih boyunca malzeme ve bileşenlerinin uygun biçimde kullanılmasıyla geniş açıklıklı yapılarda, tonozlar kullanılmıştır. İlk olarak birbirinden bağımsız kemerlerin, bir araya gelmesinden oluşan tonozlar, bir kemerin kendi düzlemine dik eksen boyunca ötelenmesiyle oluşan bir yapı elemanıdır. Tonozun taşıyıcılık özelliği, mesnet noktalarında yük aktarabilmesi için sürekli düşey düzlemde bir taşıyıcıya gerek duymasıdır.

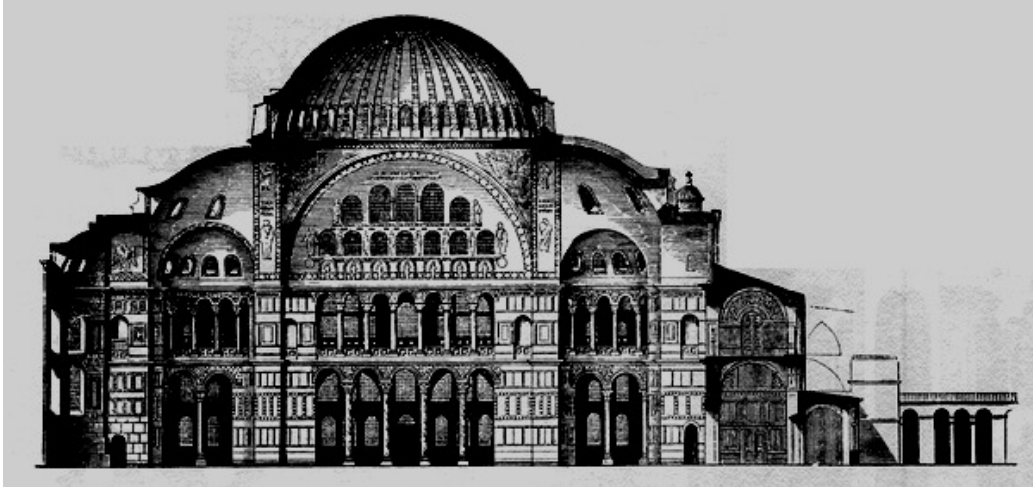
Geniş açıklıklı yapıların örtülmesi yönünden dünyanın en önemli dini yapılarından ikisi Pantheon (M.Ö 27) ve Ayasofya Kilisesi (537)'dir.

M.Ö. 27 yılında İmparator Augustus'un baş danışmanı Agrippa tarafından, Olimpik Tanrıları için yaptırılan Pantheon, M.S. 80 yılında ki yangında hasar görmesiyle M.S. 120 yılında Hadrian tarafından tamamen yeniden inşa edilmiştir. Dairesel bir plana sahip ve kubbesinin çapı 43.60m'dir. Kubbe yüksekliği, açıklığın yarısı kadar olup, 6m kalınlığında olan kenar duvarları ile kubbe aynı yüksekliğe sahiptir (Şekil 1.1). Bir tür beton sayılabilecek konstrüksiyona sahip çatı çepçep ve kaburgaları, tepe noktasına yaklaştıkça kalınlığı incelmekte ve tek bir merkezi noktada birleştiklerinden sık bir yapıya sahip olur.



Şekil 1.1 Pantheon, Roma (Baugeschichte, 1974).

532-537 yılları arasında Tralles'li Anthemios ve Milet'li Isidorus tarafından inşa edilen, yaklaşık 1500m²'lik dikdörtgen bir mekana sahip olan Ayasofya Kilisesi'nin merkezi kubbesi tümüyle tuğla ve harçla örülmüştür. Kubbenin çapı 33m, net kubbe açıklığı 31.3m, yüksekliği ise 15.65m'dir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Ayasofya Kilisesi, İstanbul (Baugeschichte, 1974).

Merkezi kubbe, kemerler ve yarım kubbeler yardımıyla tuğla kullanarak kolonsuz olarak ve cidar kalınlığı 65cm'ye kadar azalan bir konstrüksiyona sahip yapı, yaklaşık 1500 yıllık geçmişe sahiptir. Öncelikle yapının inşasına, kubbeyi taşıyacak büyük kemerlerin yapılması ve onları destekleyecek dört payandanın yapımıyla başlanmıştır.

1550–1556 yılları arasında Mimar Sinan tarafından yapılan İstanbul'daki Süleymaniye Camii'si, geniş açıklığa sahip en önemli Osmanlı yapılarından biridir. Yapı, dış ölçüleri 70 x 61m olan ana kütlede dört fil ayağı üstünde yükselen, 26.2m çapında ve tepe seviyesi yerden 49.5m yükseklikteki bir kubbe ile örtülmüştür (Şekil 1.3). Mimar Sinan'ın kubbe tasarımıdaki amacı, Ayasofya'ya rakip olmanın dışında, geniş iç mekana ulaşmak istemesidir.



Şekil 1.3 Süleymaniye Camii fil ayağı destekli kubbeler

Mekanlar kubbe ile vurgulanmakta ve böylece merkezi kubbe önemli bir tasarım ögesi olmaya başlıyor. Geniş açıklıklı, kare planlı bu mekanları örtmede kubbe formlu sistemler uygulanmıştır. (Tanyeli, 1997).

1789 Fransız İhtilali'nden sonra yaşanan Endüstri Devrimi ile birlikte modern döneme girilmiş ve geniş açıklıklı yapı uygulamaları dikkate değer ölçüde yaygınlaşarak günlük yaşam içerisinde yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, o döneme kadar kullanılan geleneksel malzeme ve strüktürler, devrim sonrasında yeni malzemelerin yapı sektörüne girmesi ile birlikte yapıda yetersiz kalmış ve yeni arayışlara girilmiştir. Demir, bu dönemde endüstriyel olarak üretilmeye ve yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Eyüce, 2001).

1830'lu yıllarda demir yolu ulaşımının önem kazanması ile büyük şehirlerde geniş açıklıklı terminal yapılarına olan gereksinim de artmıştır. İşlevsel olarak terminal ve bekleme bölümünden oluşan yapılarda; birden fazla tren hattını ve platformunu kapsayabilecek yeterli genişliğe ve lokomotiften çıkan buharın kolayca dağılabileceği yükseklik ve derinliğe ihtiyaç duyulmasından dolayı yeni strüktür ve yapım tekniklerine gidilmiştir. Bu tür yapılara örnek olarak, 1863-1976 yıllarında W.H Barlow ve R.M Ordish ikilisinin Londra'da yaptığı, 74 m

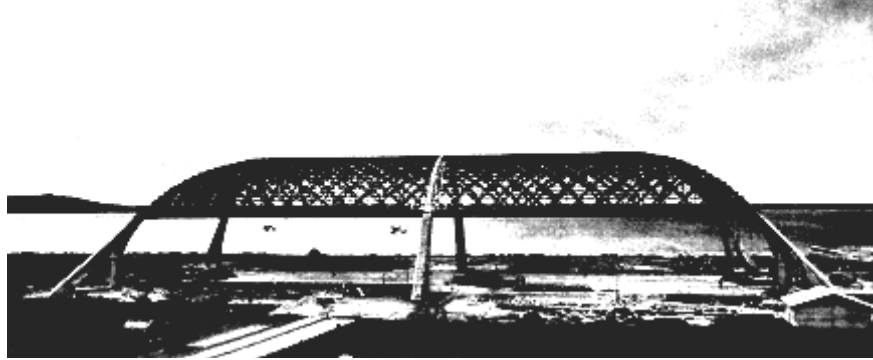
açıklıklı çelik makas kirişli eğri eksenli kafes sistemli ‘ST Pancras’ Tren istasyonu gösterilebilir.(Şekil 1.4).



Şekil 1.4 St. Pancras Tren İstasyonu, Londra (Elliott, 1992).

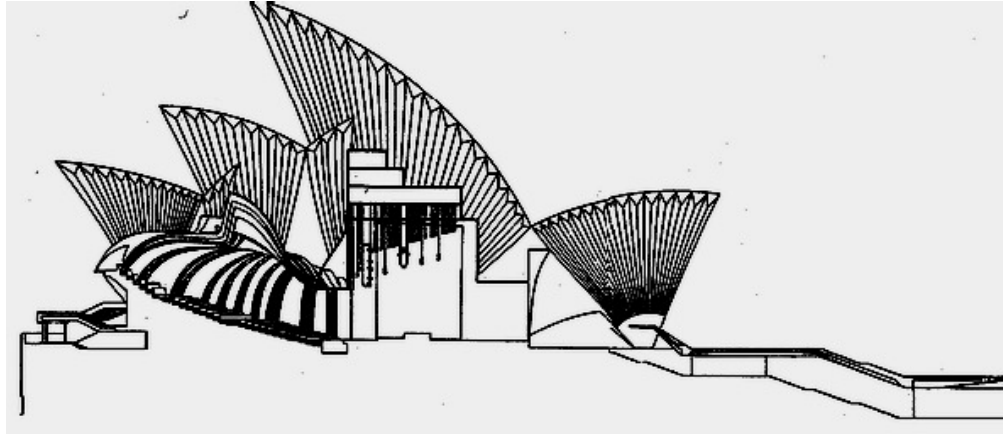
Birinci ve İkinci Dünya Savaşları sırasında çelik yapı uygulamalarında, dönemin getirdiği olumsuz etkileri sonucunda bir duraklama dönemine girmiştir. Savaş sonrasında uygulamalarda canlanma oluşarak, geniş açıklıkların en az malzeme ile en verimli biçimde geçilmesi çabaları ve asma sistemlerdeki gelişmeler, ölü yükü azaltarak yapıyı hafifleten, böylece, hafifleyen yapının yeni strüktürel çözümler ile tasarlanması ve bunların mimari bir anlatım aracı olarak kullanılması sonucunu getirmiştir (Eyüce, 2001). İkinci Dünya Savaşında 1939-41 yılları arasında Nevri tarafından tasarlanmış, betonarme malzemeyi kullanarak gerçekleştirilmiş ikinci tip olan uçak hangarları 100x41m boyutlarındadır (Şekil 1.5). Tasarladığı büyük yapılarda çok az sayıda taşıyıcı öğeye yer veren Nervi, bu hangar binasında, örtü konstrüksiyonunu altı simetrik kolon üzerinde oluşturmuştur (Atalay, 2002).

Bu dönemden itibaren gelişen modern teknolojisi ve yapım sistemleri ile çok büyük genişlikle kolaylıkla örtülebilir hale gelmiştir.



Şekil 1.5 Uçak hangarı, Orvieto, (Nervi, 1957).

Jorn Utzon tarafından tasarlanan ve tasarıma özel olarak geliştirilen yapım yöntemlerinin uygulandığı Sydney Opera Binası, 67m'lik yükseklik ile Sydney Köprüsü'nün yol kotundan 9m daha yüksektir. Aynı zamanda bu bina, kabukların ne kadar büyük bir açıklık geçebileceğini göstermektedir. Binada, ana salon 120m uzunluğunda 54m genişliğinde, küçük salon ise yaklaşık olarak 105x39m boyutlarındadır. Çatı formu, eğri yüzeyli serbest biçimlendirilmiş geometrilerden oluşmaktadır (Bknz. Şekil 1.6) (Frampton, 1995).



Şekil 1.6 Sydney Opera Binası kesiti (Frampton, 1995, s.282).

1.3 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, geniş açıklıklı yapıların örtülerinin taşıyıcı sistemlerini araştırmak ve taşıyıcı sistemlerin oluşturulmasında etken öğeleri belirlemektir. Geniş açıklıklı taşıyıcı sistemlerinin kendi aralarında ve birbirleri ile özellikle

formları ve malzemeleri bazında göz önüne alınarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde değişik malzemelerle ve değişik formlarda oluşturulabilecek en ideal sistemler birbirleri ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

Karşılaştırmalarda geçilen açıklığa bağlı ağırlık ve maliyet açısından en uygun sistemleri bulmak çalışmanın ana hedefini oluşturmaktadır.

1.4 Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi

Bu çalışmada geniş açıklıklı yapıların örtü sistemleri incelenmekte, örtü sistemlerinin oluşturulma biçimleri ve malzemeleri ele alınmaktadır. Ahşap, çelik ve betonarme malzemeli çeşitli örtü sistemleri birbirleri ile karşılaştırmalı biçimde analiz edilmiştir.

Bu çalışmada belirlenen amaçlar ve kapsam doğrultusunda konuların detaylandırılabilmesi için çeşitli literatür taraması, internet araştırmaları, sistem analizleri ve karşılaştırılması, üretici firmalarla görüşmeler yapılmıştır.

Geniş açıklıklı yapılarla ve bu yapıların oluşturulma biçimleriyle ilgili gerekli ve yeterli bilgiler verildikten sonra ağırlıklı olarak farklı malzemelerle oluşturulan örtü sistemlerinin geçebilecekleri açıklık sınırları birbirleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve bu incelemelerde kullanılan analizler literatür çalışmaları ile belirlenmiştir. Bu kapsamda sistemlerin analizleri yapılırken Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat ve ağırlık tablolarından ve Tutkallı Tabakalı Ahşap malzeme için ise Holzbau firmasının üretim değerlerinden yararlanılmıştır.

1.5 Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistem Kavramları

Bu bölümde geniş açıklıklı taşıyıcı sistem kavramlar ve taşıyıcı sistemlere etkiyen yüklerle ilgili tanımlamalar yapılmıştır.

1.5.1 Taşıyıcı Sistem Tanımı

Her yapı, yapım şekli boyutları ne olursa olsun başta yerçekimi olmak üzere çeşitli yükler etkisi altındadır. Yapıya etkileyen çeşitli yükleri, güvenlik sınırları içinde taşıyan ve elemanları aracılığıyla zemine ileten sistemlere taşıyıcı sistemler denir (Aka, Keskinel, ve Arda, 1992). Taşıyıcı sistem kavramı; yapının geometrisi, malzemesi ve yapıya bütünlük kazandıran, ayakta tutan sistemler arasındaki ilişkileri içermektedir.

Tarih boyunca, malzeme ve bilginin sınırlı olması yüzünden, taşıyıcı sistemler çok yavaş gelişmiştir. Son otuz yıl içinde yeni malzemeler ve geleneksel malzemenin daha uygun kullanılmasını sağlayan bilgi ve teknik gelişmeye paralel olarak bir sıçrama yapabilmiş, önekilere benzemeyen değişik ve gelişmiş sistemler ortaya çıkmıştır (Bahadır, 1997, s.14). Bu sistemlere çelik ve ahşap malzemeler ile üretilebilen uzay kafes sistemler ve diğer bir sistem olan membran sistemler örnek verilebilir.

Gelişen teknik yöntemler ve kullanılabilir malzeme çeşitleri ile yeni taşıyıcı sistemler geliştirilmiştir. Ancak açıklık boyutları arttıkça taşıyıcı sistem formları bunları oluşturulan malzeme özellikleri sistem üzerinde önem kazanmaya başlamıştır.

1.5.2 Taşıyıcı Sisteme Etkiyen Yükler

Taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılmasından önce, taşıyıcı sistemin biçimlenmesine ve düzenlenmesine doğrudan etkili olan yükler incelenecektir. Yapıya etkileyen yükleri genel olarak yanal ve düşey yükler olmak üzere iki sınıfta inceleyebiliriz.

1.5.2.1 Düşey Yükler

Yer çekimi etkisi ile oluşan bu yükler sabit ve hareketli yükler olmak üzere iki sınıfta toplanabilir. Yapı üzerinde her zaman varlığını koruyan sabit yükleri, özellikle yapının öz ağırlıkları oluştururken, hareketli yükleri de kullanım fonksiyona göre ortaya çıkan kullanıcı yükleri ve kar, buz gibi doğal yükler oluşturmaktadır.

Kolon, kiriş, çatı ve döşeme gibi yapıyı oluşturan elemanları ve bu elemanların üzerindeki kaplamaların, sabit bölücü elemanlar, mekanik sistemlerin oluşturduğu ağırlıkların tümüne öz ağırlık adı verilir. Bu yükler sabit yüklerdir.

Yapıyı oluşturan elemanların dışında, yapı üzerindeki hareketli elemanların (kullanıcılar, mobilya, mekanik aletler vb.) oluşturduğu ve yapıya etki eden tüm yükler dinamik hareketli yüklerdir.

Sadece çatılarda ve yükseltilmiş avlu, balkon, teras v.b açık mekanlar gibi kar yığılması olabilecek yerlerde dikkate alınan kar yükü, bölgelere ve yapının yerinin denizden yüksekliğine göre değişik değerler alır. Bu değerler *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri – TS 498*' de belirtilmiştir (Atalay, 2002, s.20).

1.5.2.2 Yanal Yükler

Rüzgar, deprem gibi dinamik yükler, yapıda yanal hareketlere neden olduklarından hesaplarda yatay yük olarak kabul edilirler.

Rüzgarın yapı üzerindeki etkisi, rüzgarın esiş hızına ve doğrultusuna, yapı yüksekliğine, geometrisine ve çevre yapıların konumuna bağlı olarak değişim gösterir. Özellikle eğimli çatılarda ve yüksek yapılarda önemli oranda yük oluşturan bir etkendir.

Yer kabuğunda meydana gelen deformasyonlar sonucu ortaya çıkan gerilme yığılmaları ve enerjisi birikiminin, jeolojik fay hatlarındaki ani kaymalarla, serbest kalması sonucu ortaya çıkan sismik olayın adı depremdir. Yapıya, temeller vasıtasıyla ulaşır ve yapıda yanal hareketlere neden olur. Sürekli değişim halinde olduğu için deprem yükleri dinamik yüklerdir (Salvador & Heller, 1975).

BÖLÜM İKİ

MALZEMELERİ AÇISINDAN GENİŞ AÇIKLIKLI TAŞIYICI SİSTEMLER

2.1 Çelik Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler

2.1.1 Tanım ve Tarihçe

Çelik malzemeler ile oluşturulan taşıyıcı sisteme çelik taşıyıcı sistem denir. Çelik çekme ve basınç kuvvetlerine karşı direniminin aynı ve hafif olması nedeniyle, özellikle geniş açıklıkları geçen taşıyıcı sistemlerde kullanılan malzemelerden birisidir. Ancak çeliğin korozyona ve yangına karşı mutlaka korunması gerekir.



Şekil 2.1 İron Köprüsü, 1779 (www.virtualltourist.com).

Taşıyıcı sistem malzemesi olarak demir ilk defa mühendislik yapısı olan köprülerde kullanılmıştır. Bu tür köprülerin ilki İngiltere'deki İron Köprüsüdür (Bknz. Şekil 2.1). 1779 yılında Severn Nehri üzerinde inşa edilmiştir. 31m açıklığa sahip bu köprüde kullanılan malzeme fonttur.

Çekme mukavemeti oldukça düşük olan font malzeme ile genellikle basınç gerilmelerine dayanımlı taşıyıcı sistemler yapılmıştır.

1784 yılında Puddler adlı fırınların devreye sokulmasıyla dövme çelik elde edilmiş ve dolu gövdeli veya kafes kirişli köprü inşa edilmeye başlanmıştır. Dövme çelikte yapılmış çarpıcı örneklerin başında 140m açıklıklı Britannia köprüsü ve 131m açıklıklı Weischel Köprüsü gelir. 20. yüzyıldan itibaren de dövme çelik yerini dökme çeliğe bırakmıştır. Modern çelik yapı tekniği de buna paralel olarak geliştirilmiş ve bu alanda büyük gelişme sağlanmıştır. Çelik yapılardaki gelişmenin ikinci aşaması olarak kaynaklı birleşimlerin uygulama alanına girmesiyle, çelik malzeme çok yaygın kullanım alanı bulmuştur.

2.1.2 Çelik Malzemenin Özellikleri

- Ticari Özellikleri

Yapılarda kullanılan çelik malzeme, çeşitli kesit etkilerini ekonomik biçimde aktaracak, ekonomik kesit oluşturacak şekil ve boyutlarda pazarlanır (Odabaşı, 1992).

Çelik yapılarda kullanılan eleman ve bileşenlerin büyük bir kısmını St 37 ve St 52 çeliğinden imal edilen hadde ürünleri oluşturulur. St 37 piyasa çeliği olarak tanımlanan ve en çok kullanılan çelik cinsidir. St 52 çeliği daha yüksek mukavemetli olup daha ziyade köprülerde taşıyıcı olarak kullanılır. Çelik yapılarda kullanılan başlıca hadde ürünleri aşağıda maddelenmiştir:

Profiller: Çelik yapılarda kullanılma sahaları oldukça büyük olan I, J, T, L kesitli profillerdir. Taşıyıcı sistemin yatay ve düşey bileşenlerini oluşturmak için tek ya da kompozit olarak kullanılırlar.

Lamalar: Uzun, ensiz, yassı ve dikdörtgen kesitli olan lamaların dar, geniş ve ince olarak üç türü vardır. “Dar lamalarda genişlik $b = 10 - 50$ mm,

kalınlık $t = 5 - 60$ mm; Geniř lamalarda $b = 151 - 1250$ mm, kalınlık $t = 5 - 60$ mm, İnce lamalarda da $b = 12 - 630$ mm, kalınlık $t = 0.1 - 5$ mm'dir" (Odabaşı, 2000). Bunlar genellikle birleştirme elemanları ve ara eleman olarak kullanılmalarıyla birlikte, hafif elik yapılarında yatay ve dūřey yapı bileşeni olarak da kullanılırlar.

Levhalar: Eni ve boyuna göre kalınlığı çok az olan dikdörtgen elemanlardır. Bunlar genellikle çatı örtüsü ve kirişlerde gövde, dūęm ve mesnet levhası olarak kullanılmalarıyla birlikte hafif elik yapılarında da kullanılırlar.

- Fiziksel zellikleri

Yapı elięi, kristal bir bünyeye sahip, homojen ve izotrop bir malzemedir. Bu sayede boyutlandırma problemlerindeki güvenlik katsayısı değeri, diğer malzemelere oranla çok daha dūřuk alınabilir. Dolayısıyla da malzemenin yeterince yararlanmak mümkün olur (nver, 2003).

Özgül Ağırlık: Özgül ağırlığı 7.85 g/cm^3 olan çeliğin, diğer malzemelere oranla, öz ağırlığının taşıdığı yüke oranı çok dūřuktur. Bu da yapıya hafiflik getirir. Yapı elemanlarının hafif ve kesitlerinin ince olması yapı yüklerinde büyük azalmalar sağlar. Böylece yapı üzerindeki deprem yükü azalır ve yapının deprem güvenliği artar.

Erime Sıcaklığı: elik için yangına karşı önlem almak açısından önemli bir özelliktir. Çeliğin erime sıcaklığı 1400 C° 'dir (Bahadır, 1997).

Isı İletkenliği: elik, diğer bütün metal de olduğu gibi yüksek ısı iletkenliğine sahip bir malzemedir. Yapıda ısı kaybı olmaması için özel yalıtım malzemeleri ile gerekli önlemlerin alınması gerekir.

Ses İletkenliği: elik, yüksek ses iletkenliğine sahip bir malzemedir. Yapıda ses yalıtımı için gerekli önlemlerin alınması gerekir (Akdumanlar, 1996).

- Kimyasal Özellikleri

Korozyon Etkisi: Metal yapı alaşımlarının elektrokimyasal özellikleri ve buldukları ortamın etkisi ile süreye bağlı olarak kemirilip tahrip olmalarına korozyon denir (Bahadır, 1997).

Korozyonun en çok meydana gelen türü, demir ve çelikteki paslanma, yani oksijen ve rutubet etkisidir. “Nem oranı %60’ın üzerine çıktığında, havadaki oksijen ve demir atomları reaksiyona girer ve paslanma meydana gelir” (Dilber, 2001). Çelik üzerinde oksijen ve hidrojenin bıraktığı bu etkiye benzer etkileri asit, baz ve elektrik gibi öğelerde çeşitli oranlarda bırakmaktadır.

Korozyondan koruma yöntemlerinin en çok kullanılanı metal yüzeyinin kaplanmasıdır. Kaplama maddesi olarak daha çok oksit silikat, metalik veya organik esaslı (yağ, bitüm v.b.) malzemeler kullanılır. Diğer bir yöntem ise çeliğin alaşım şekline sokularak korunmasıdır. Böylece çeliğin dış yüzeyinin yanında iç yapısı da korozyondan korunmaktadır. Ancak oldukça pahalı bir sistemdir. Korozyona karşı çeliğe az miktarda (%0.3) bakır ve (%0.5) fosfor katılarak sağlanır. Bu işlemlerin sağlıklı, etkili ve ekonomik olması için yapının kullanım amacı, maruz kalabileceği kimyasal maddelerin niteliği, yapının bulunduğu konum, ortam koşulları ve mekanik yüklerin büyüklükleri ile türleri bilinmelidir (Kalay, 2006).

Yangın Etkisi: Çelik malzeme yangın etkisi göz önüne alındığında diğer yapı malzemelerine oranla daha çok etkilenmektedir. Çelik diğer yapı elemanlarına göre daha küçük en kesit boyutlarına ve daha çok ısı iletkenliğine sahiptir.

“Çelik yanmaz ve alev almaz bir malzeme olmasına karşın, 400 C° yi aşan ısı etkisinde, taşıyıcı özelliğini, çok yüksek sıcaklıklarda ise tüm mekanik özelliklerini kaybetmektedir” (Özyiğit, 2004). Bu sebeplerden çelik taşıyıcı sistemli yapılarda yangına karşı önlemler alınmalıdır. Çeliğin yangına karşı

dayanıklı malzemelerle kaplanması, bir takım kimyasal maddelerin sürülmesi bu yöntemlerin başında gelir.

- Mekanik Özellikleri

Kuvvet etkisi ile denge konumundaki malzemede çeşitli şekil bozulmaları meydana gelir. Kuvvetin birim alana etki eden değeri gerilme olarak belirlenir. Kuvvetin etki yönüne bağlı olarak cisim üzerinde basınç ve çekme gerilmeleri meydana gelir. Malzeme iç yapısında meydana gelen bu gerilmeler deformasyonlara neden olur.

Deformasyonlar belli bir limitten sonra, eğer kuvvetin değeri arttırılırsa molekül ve atomlar arasında kaymalar meydana gelir ve malzemenin parçalanması, hatta kopması söz konusu olabilir. Meydana gelen deformasyonlar, elastik, plastik ve elastoplastik deformasyonlar olmak üzere üç farklı şekilde ortaya çıkmaktadır (Aka, Keskinel ve Arda, 1990).

2.1.3 Çelik Malzemeli Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler

Bu bölümde çelik malzemeli geniş açıklıklı taşıyıcı sistemler formlarına ve yük aktarma biçimlerine göre incelenecektir. Aşağıdaki bölümlerde çelik malzemeli geniş açıklıklı taşıyıcı sistemler çubuk sistemler ve yüzeysel sistemler olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir.

2.1.3.1 Çubuk Sistemler

Çubuk elemanlardan oluşan sistemlere çubuk sistemler denir. Çubuk elemanların uzunlukları diğer boyutlarına oranla çok büyüktür. Ağırlık merkezinden geçen doğru ya da eğri eksenini ile tanımlanırlar. Çubuk sistemler, çubuk elemanlarla oluşturulan taşıyıcılık açısından tek boyutlu sistemlerdir. Çubuk sistemler yük dağılımlarına göre tek doğrultuda ve iki doğrultuda yük aktaranlar olmak üzere sınıflandırılabilir.

a) Tek Doğrultuda Yük Aktaranlar

Bu bölümde sisteme etkiyen yükler tek doğrultuda mesnetlere aktaran sistemlere yer verilmiştir. Bu sistemler sırasıyla kolon-kiriş sistemler, çerçeveler, kemerler ve düzlem kafeslerdir.

- Kolon-Kiriş Sistemleri

Kolon-Kiriş sistemlerde mesnetler ve kirişler birbirinden bağımsız olarak prefabrike olarak üretilmekte ve yerinde montajları yapılmaktadır.

Yapı malzemesinden bağımsız olarak taşıyıcı sistemin mesnet açıklığı arttıkça bu açıklığı geçebilecek kirişin yüksekliği de artmak zorundadır. Yük etkisi altındaki kirişin yüksekliği ile taşıma gücü arasında doğru orantı vardır. Ancak kirişin sehimi miktarına dikkat edilmesi gerekir. (Hareketli yük altındaki dolu gövdeli düzlem çelik kirişin sehimi açıklığın 1/360 değerini aşmamalıdır.)



Şekil 2.2 Celtic Park strüktür görüntüsü- Glasgow

Çelik kolon-kiriş sistemle oldukça büyük açıklıklar geçilebilir. Ancak öncelikle sehimin kritik değerde olmaması ve kirişin yüksekliğinin en az açıklığının 1/20'si kadar olması gerekir. Çelik kolon – kiriş sistemle geçilebilen büyük açıklığa 100m açıklığa sahip Glasgow'da inşa edilmiş bir futbol stadı

verilebilir. Bu yapıda büyük açıklığı geçen kirişlerin yüksekliği 6m'dir. Şekil 2.2 de bu yapıya ait bir fotoğraf görülmektedir.

- Çerçeveler

Çerçeve sistem kolon ve kirişlerin birlikte çalıştırılacak şekilde birleştirilmesi ile oluşur. Çelik kolon ve kirişleri çeşitli yöntemlerle birleştirmek mümkündür. Genellikle çelik çerçevelerin yapımında perçinli, bulonlu ya da kaynaklı birleşimler kullanılır. Kaynaklı yapılar perçinli yapılara göre bazı avantajlara sahiptir. Bu avantajların başında, malzeme tasarrufu ve estetiklik gelir. Ancak kaynaklı birleşimler kalifiye işçilik ve kaliteli malzeme gerektirir.

Çelik çerçeveler ankastre, iki ve üç mafsallı olarak yapılabilirler. Kaynaklı rijit çerçeveler ise, eğimli, düz, eğrisel olmak üzere çeşitli çatı formlarında yapılabilirler. Özellikle açıklığın 18-36m olduğu yapılarda kullanılır. Ayrıca 60m açıklıklı çelik çerçeve yapı örnekleri de mevcuttur (Bknz. Tablo 2.5, s.45).

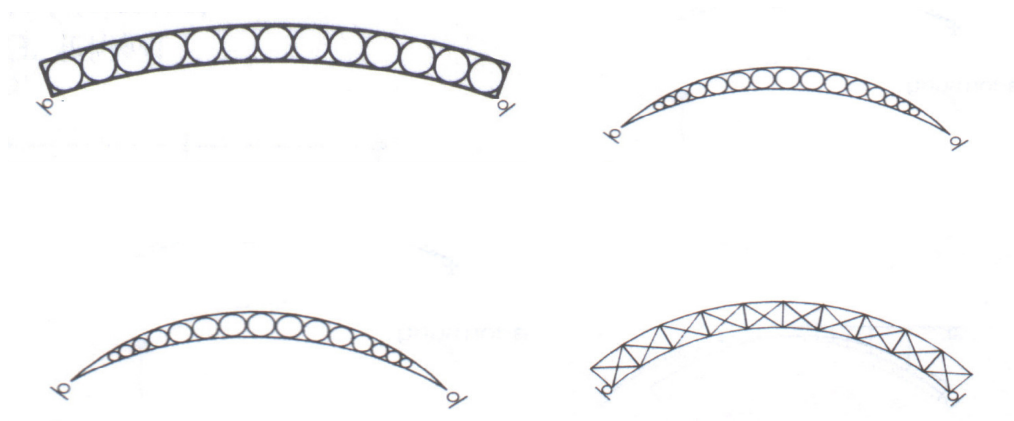
Çelik çerçevelerde farklı birleşimler mümkündür. Çelik çerçevelerde tepe noktaları birbirine rijit olarak bağlanabildiği gibi, geniş açıklıklı tiplerde azda olsa yatay taşıyıcılarda eğilmeye izin verebilen mafsallı tepe noktaları uygulanabilir (Bahadır, 1997).

Standart I-profillerle oluşturulan çerçevelerin tepe noktalarında rijit bir bağlantı için profil alt flansi kesilerek araya kaynaklanan çelik bir levha ile kesitler büyütülür. Mafsallı bağlantıda ise profil kesitlerinde bir değişim olmadan bağlantı plakalarıyla bağlanır (Atalay, 2002).

- Kemerler

Kemer, geniş açıklıkları örtmek için kullanılan en eski taşıyıcı sistemdir. Ancak kemerlerin bitmiş formları ve ölü mekanları nedeniyle kullanımları sınırlı olmakla birlikte kemerin çelik kafes sistemle oluşturulmasıyla oldukça ekonomik

bir sistem elde edilir. Şekil 2.3’de çelik kafes sistemle oluşturulan farklı tipteki kemerler görünmektedir.



Şekil 2.3 Çelik Kemer Sistemleri

Çelik kemerler iki ya da üç mafsallı olarak yapılabilir. Kemer yüksekliğinin açıklığına oranı mesnet itkilerini arttırmamak için (H/L) $1/5 \sim 1/6$ ’ dan az olmamalıdır (Bahadır, 1997). Dolu gövdeli çelik kemerlerle 30-100m açıklık geçilebilirken, kafes sistemle oluşturulan kemerlerle 50-120m açıklık geçilebilmektedir.

- Düzlem Kafesler

Çelik düzlem kafesler yapı açıklığının 15m’nin üzerinde olduğu durumlarda tercih edilen taşıyıcı sistemlerdir. Açıklığın 15m’nin altında olduğu durumlarda ise kolon-kiriş sistemlerin uygulamalarda daha çok tercih edildiği gözlemlenmiştir.

Tüm çubuk eksenlerinin aynı düzlem içinde olduğu çelik düzlem kafes sistemler çekme ve basınç çubuklarının birleştirilmesi ile oluşturulurlar. Bu çubukların, sistem şekli içinde kesiştiği noktalara düğüm noktaları adı verilir.

Çelik kafeslerin oluşturulmasında alt ve üst başlıklarda genellikle I, T ve çift korniyerler; dikme ve diyagonellerinde ise I, T ve tek ve çift korniyerler kullanılır. Çelik kafes kirişler, kutu ve boru profillerden de üretilir (bkz. Tablo 2.6, s.46). Bu tür kesitlerin avantajı eğilmeye karşı iyi dayanım göstermeleri ve aynı kesite sahip olmalarından dolayı üretim kolaylığıdır.



Şekil 2.4 Düzlem Kafes Kiriş

Çelik düzlem kafeslerde kiriş yüksekliğinin açıklığa oranı (H/L) $1/12 \sim 1/16$ olması uygun görülmektedir. Eğer öngerilmeli çelik kullanılırsa bu oran $1/16 \sim 1/25$ değerinde olur. Geçilebilecek en büyük açıklıklar ise normal çelik için 50m, öngerilmeli çelik için ise 60m dolaylarındadır.

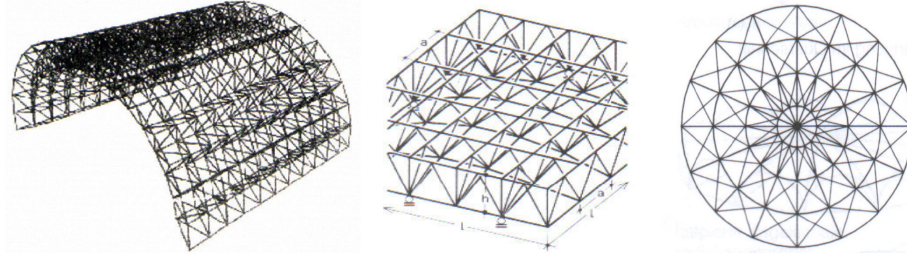
b) İki Doğrultuda Yük Aktaranlar

Üzerine etkiyen yüklerin çubuk elemanlarla oluşturulan çatı taşıyıcısının kenarlarına ve oradan da mesnetlere iletiildiği uzay kafes sistemin yer aldığı bu grupta taşıyıcı sistemin oluşum ilkeleri, geometrik biçim ve özellikleri açıklanmaktadır.

- Uzay Kafes Sistemler

Çok büyük açıklıkları çok narin elemanlarla oluşturmak için uzay sistem kullanılmaktadır. Birbirine düğüm noktalarında bağlı çubuklar ağından kurulu

düzenler olan uzay kafes taşıyıcı sistemler ile tek ya da çok tabakalı, düzlem ya da eğri yüzeyler oluşturulabilir. Bu oluşturulan sistemlerle yaklaşık olarak 20 ile 200m arasında açıklıklar geçilebilir (Bahadır, 1997). Bu sistemler temel formları yönünden üç gruba ayrılabilir. Düzlem yüzeyli, Tonozsal yüzeyli (Tek eğrilikli), Kubbesel eğrilikli (Çift eğrilikli) olarak gruplandırılabilirler.



Şekil 2.5 Çelik Uzay Kafes Sistemler (1-tonozaal yüzeyli, 2-düzlem yüzeyli, 3- kubbesel eğrilikli)

Düzlem Yüzeyli Çelik Uzay Kafesler: Düzlem yüzeyli uzay kafes sistemler, geçilen açıklığa bağlı olarak belirlenmiş bir yükseklikte birbirine paralel iki düzlem ağı, düğüm noktalarından birbirine ara çubuklarla birleştirilmeleri sonucu oluşmaktadır (Atalay, 2002).

Eğri Yüzeyli Uzay Kafesler: Düğüm noktaları tek veya çift eğrilikli yüzeylerin üzerinde yer alan, ağlarının düğüm noktalarının düz çubuklarla birleştirilmesiyle eğri yüzeyli uzay kafes sistemler ortaya çıkar (Türkçü, 2003).

Geometrik oluşumları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

1. Tek eğrilikli uzay kafes sistemler
2. Çift eğrilikli uzay kafes sistemler
 - a) Eş eğrilikli
 - b) Ters eğrilikli

Uzay kafes sistemlerde, çeliğin yüksek basınç ve çekme dayanımı, diğer malzemelere oranla bu malzemenin daha yaygın kullanılmasını sağlamıştır. Çeliğin modüler kullanıma uygunluğu ve sökülüp tekrar kurulabilmesi uzay kafes sistemlerde en sık kullanılan malzeme olmasını sağlamıştır. Çelik uzay kafes sistemlerin, düğüm noktalarında mafsallı veya ankastre birleşimler yapılabilir (bkz. Tablo 2.7, s.47).



Şekil 2.6 Tek eğrilikli çelik uzay kafes (www.sanayiden.com).

2.1.3.2 Yüzeysel Sistemler

Yüzeysel taşıyıcı sistemler, düzlem veya eğri yüzeyli olarak yapılabilirler ve bir boyutu diğer iki boyutundan çok küçük olan taşıyıcı sistemlerdir. Plak ve katlanmış plaklar düzlem, kabuk ve şişme sistemler ise eğri yüzeyli taşıyıcı sistemlerdir (Atalay, 2002, s.64).

- Düzlem Yüzeysel Sistemler

Katlanmış Plaklar: Düzlem yüzeylerin belli açılarla birleştirilmesiyle oluşturulan katlanmış plaklar ara kesitlerinin birbirleriyle olan konumlarına göre, pramidal ve prizmatik katlanmış plaklar olarak iki grupta ele alınır.

Çelik yapı malzemesinin yüksek mukavemetine karşılık, levha olarak kullanıldığında buruşma tehlikesiyle karşı karşıya olması nedeniyle, çelik kafes taşıyıcılarla oluşturulan katlanmış plaklar daha çok kullanılır. Çelik katlanmış plaklarla 40 m' nin üzerinde açıklıklar rahatlıkla geçilebilir.

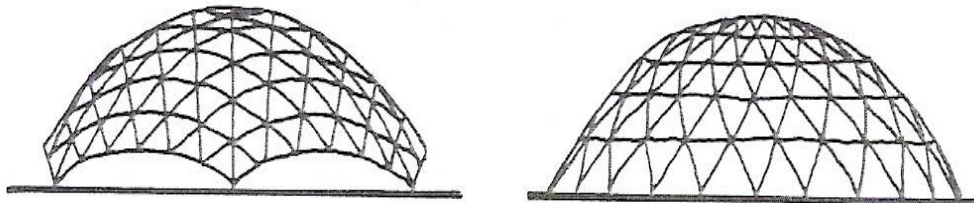
Şekil 2.7'de görüldüğü gibi katlanmış plak yüzeylerine uygulanan düşey yükler, plak yüzeyine paralel ve dik olmak üzere iki bileşene ayrılır. Dik bileşen yüzeylerde eğilmeye neden olmaktadır. Bu sistemlerde plakların katlanma açıları küçüldükçe plak etkisi artmakta, perde etkisi azalmaktadır. Katlanma açısının büyütülmesiyle de katlanmış plağın yüksekliği ve yük taşıma kapasitesi artmaktadır (Türkçü, 1990).



Şekil 2.7 Katlanmış Plaklar

- Eğrilikli Yüzeysel Sistemler

Yüzey kalınlığı yüzeysel yayılımına oranla sürekli ya da süreksiz eğrilikli, yüzeysel taşıyıcılardır. Çelik yüzeysel sistemler genellikle uzaysal ağlar şeklinde yapılmaktadır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Çelik Eğrilikli Yüzeysel Sistemler

2.2 Ahşap Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler

Ahşap insanlar tarafından kullanılan en eski yapı malzemelerinden biridir. Genel olarak ahşap malzeme, doğal ahşap ve yapay ahşap malzeme olmak üzere iki grupta sınıflandırılır. Doğal ahşap malzeme boyutları nedeniyle büyük açıklıklı taşıyıcı sistem oluşturmada yetersizdir. Bu nedenle büyük açıklıkların geçilmesinde, doğal ahşap malzemedan daha tanımlanmış özelliklere sahip yapay ahşap malzeme kullanılır (Bahadır, 1997).

Bu aşamada geniş açıklık geçen ahşap malzemeler kapsamında masif ahşap malzemelerin üst üste preslenmesi ile oluşturulan tutkallı tabakalı ahşap malzemeler incelenecektir. Bu tip yapı ürününün ilk örneği 1901 yılında İsviçre’de Otto Hetzer adında bir inşaat kalfası tarafından yapılmıştır. “Hetzer ince tahtaları üst üste tutkallayarak istenilen yükseklikte dikdörtgen veya I kesitli taşıyıcı sistemler elde etmiş 1905 senesinde patentini almıştır” (Erşen, 1999).

2.2.1 Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemenin Özellikleri

Araştırmada çelik ve betonarme malzemelerle karşılaştırmak için Tutkallı Tabakalı Ahşap malzeme seçildiği için bu bölümde Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemelerin özelliklerine değinilecektir.

Tutkallı Tabakalı ahşap, masif ahşap tabakalarının tutkal kullanılarak preslenmesinden oluştuğu için masif ahşabın tüm özelliklerini taşımaktadır. Ancak kurutma, yapıştırma, presleme ve ön kurutma tekniği sayesinde doğal ahşabın olumsuz özellikleri (uzunluk ve boyut kısıtlaması, fiziksel etkilere karşı dayanıksızlık v.b) teknoloji sayesinde ortadan kalkmaktadır (Kalay, 2006). Bu değişikliklerden dolayı bu çalışmada Tutkallı Tabakalı Ahşap malzemeler yapay ahşap malzemeler olarak kabul edilecektir.

- Fiziksel Özellikleri

Üretim aşamasında uygulanan yöntemler, tutkallı tabakalı ahşap elemanlara oldukça homojen bir yapı ile yüksek direnç özelliği elde etme olanağı sağlamaktadır.

Ahşabın hafif bir malzeme olduğu bilinmektedir. Bu yapı elemanın hafifliği (400-500 kg/m³) düşey taşıyıcı ve temel hesaplarında, inşaat mühendisliğine önemli avantajlar getirmiştir (Mutlubaş, 1999). Hafifliğine oranla taşıma gücünün yüksek olması, tutkallı tabakalı ahşap sistemlerin büyük açıklıklarda tercih edilmesinin nedenlerindedir. Ahşabın gözenekli yapısı içinde hava bulunduğundan ısı geçirgenliği en az olan malzemelerden biridir. Bu nedenle iyi bir ısı yalıtım değerine sahiptir (Şenol, 2001).

Masif ahşap doğal bir malzeme olması nedeniyle su emme değeri yüksektir. Tutkallı tabakalı ahşap ise, emprenye edilmesinin de %5'lik su emme değerine sahiptir.

- Kimyasal Özellikleri

Korozyon etkisi: “Masif ahşap, sudan etkilenen bir yapı malzemesidir. Ancak tabakalı ahşap yapı malzemeleri üzerinde uygulanan koruma yöntemleri ile bu etki ortadan kaldırılmıştır. Özellikle su buharı veya kimyasal gazların yer aldığı ortamlarda paslanmaması ve sudan etkilenmemesi büyük bir avantajdır. Bu yüzden en yaygın uygulama alanlarını yüzme havuzları, köprüler, spor yapıları kapalı arıtma tesislerinde bulmuştur” (Mutlubaş, 1999).

Yangın etkisi: Tabakalı ahşap, yangın direnci en yüksek, yangında taşıma yeteneğini en geç kaybeden yapı malzemelerinden biridir. Ahşabın statik hesaba göre aldığı minimum kesit yangın anında minimum 30 dakika yangın direnci sağlamaktadır. 30 dakikadan sonra 0.7 mm/dakika kesit azalması olmaktadır (Mutlubaş, 1999).

Taşıyıcı yapı elemanının ateşe dayanımı, ancak bağlantı elemanları da aynı dayanıma sahip olduğu takdirde sağlanır.

- Mekanik Özellikleri

“Dış kuvvetlerin etkisi ile meydana gelen değişik zorlamalar karşısında, malzemede oluşan şekil değişiklikleri ve bu etkiler altında malzemenin gösterdiği dayanım gücü özelliklerine mekanik özellikler adı verilir” (Barış, 1998).

Uygulanan kuvvetin etkisine ve şiddetine göre ahşapta çekme, basınç, eğilme, burulma ve kesme dirençleri oluşur. Ahşap malzemeler gerilmelere her yerde aynı direnci göstermez. Liflere dik veya paralel doğrultuda emniyet gerilmeleri farklıdır. 2. sınıf bir ahşabın liflere paralel etkiyen gerilmelere karşı DIN1052'ye göre basınç gerilmesi 85 kg/cm² iken, liflere dik etkiyen gerilmelere karşı bu değer 20 kg/cm² olmaktadır.

Elastik sınırı aşıldıktan sonra uzunca bir süre şekil değiştirerek kırılmaya karşı koyan ahşabın, deformasyon ve eğilme kabiliyeti yüksektir. Yani, yarı plastik deformasyon diğer yapı malzemelerine göre daha uzun süre devam eder. Ahşapta elastik sınır ve kırılma noktası arasındaki mesafe oldukça fazladır. Yükün en yüksek kuvvete ulaşması esnasında tutkallı tabakalı taşıyıcı kiriş kırılır. Ancak yük birden ortadan kalkmaz. Kiriş kopmaz ve dolayısıyla bir müddet daha yükü taşımaya devam eder (Şenol, 2001).

2.2.2 Ahşap Malzemeli Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler

Ahşap malzemeli geniş açıklıklı taşıyıcı sistem incelemesinde daha önce de belirtildiği gibi Tutkallı Tabakalı Ahşap malzemeler dikkate alınmıştır. Bu bölümde de çelik geniş açıklıklı sistemlerde incelenen sistemler göz önüne alınmıştır.

2.2.2.1 Çubuk Sistemler

Çubuk sistemler ‘tek doğrultuda yük aktaranlar’ ve ‘çift doğrultuda yük aktaranlar’ olarak iki başlık altında incelenmiştir.

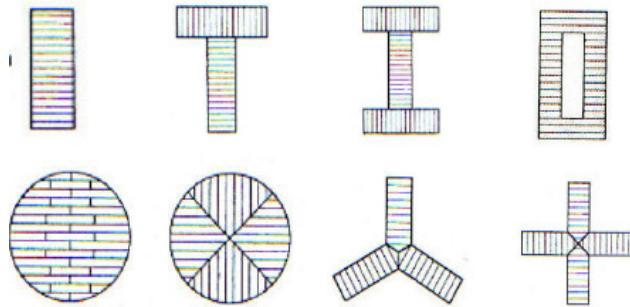
a) Tek Doğrultuda Yük Aktaranlar

- Kolon-Kiriş Sistemi

Ahşap yapı malzemesi ile elde edilen kirişler mesnet açıklığına bağlı olarak dolu gövdeli veya lamine ahşap olabilmektedir. Bu elemanlar tiplerine göre çeşitli kesit özelliklerine sahiptir.

Projelendirme yapılırken, öncelikle yükseklik ve geçilmek istenen açıklığa göre bir sistem elemanı seçilir (Mutlubaş, 1999).

Tutkallı tabakalı ahşap kolonlar ise, istenilen her boyda üretilebilirler. Genellikle detaylandırma problemlerini en aza indirmek için dikdörtgen, kare, I ve daire kesitli olarak tasarlanırlar.



Şekil 2.9 Tutkallı Tabakalı Ahşap kolon kesit örnekleri
(Natterer, 1991).

- Ahşap Çerçeveler

Ahşap çerçeveler, temiz açıklığın ve iç mekanda görünümün önemli olduğu yapılarda, hafif ve dayanımı yüksek bir çerçeve istendiği zaman tercih edilen bir

taşıyıcı sistemdir. Uygun malzeme kullanımı ile ekonomik ve hafif bir sistem elde edilir. Yerinde kolayca kesilip, ayarlanabilen bu sistemler, kolay taşınma ve kurulum özelliklerine sahiptir. Yaygın olarak kullanılan ahşap çerçeve türleri tutkallı lamine ahşap çerçeveler, ahşap kafes çerçevelerdir (Atalay, 2002).

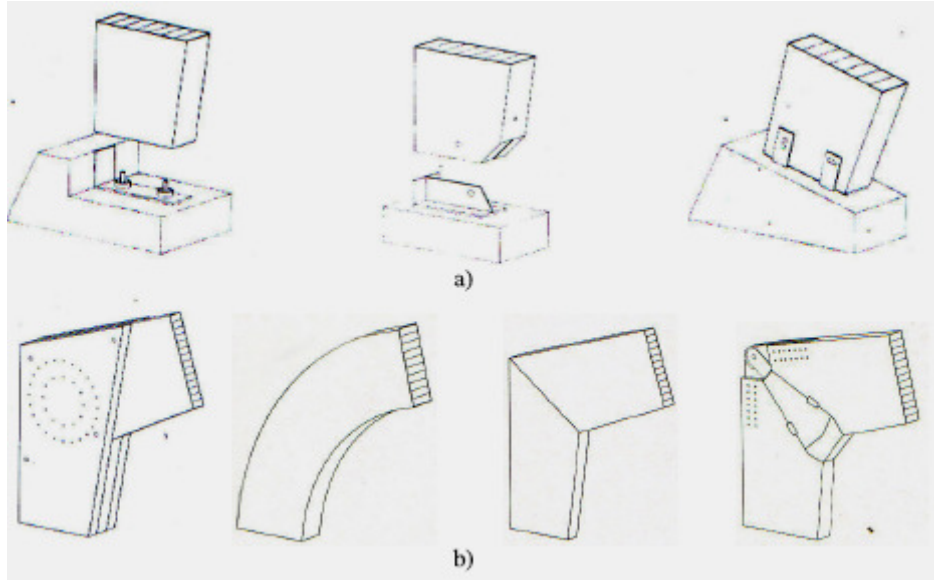


Şekil 2.10 Lamine Ahşap Çerçeve örneği - Deuvilla Tenis Sahası (www.holzbau.com).

Tutkallı Lamine Ahşap Çerçeveler: Bu tür çerçeveler, benzer boyutlardaki diğer ahşap çerçevelerden beklenenin üzerinde, sağlam bir yapıya sahip olan bu sistemler, özel firmalar tarafından uygun nem oranına sahip kaliteli ahşaptan, taşıma ve montaj kolaylığı açısından iki bölümden üretilir. Yaygın türleri tamamen rijit, iki veya üç mafsallı sistemlerdir (bknz. Tablo 2.5, s.45).

Tutkallı Tabakalı Ahşap çerçeve sistemler özellikle geniş açıklıklı endüstriyel yapılarda, spor salonlarında, yüzme havuzlarında kullanılan bu sistemde hem düz hem de eğri yapı elemanları ağırlıklı olarak kullanılabilir. Diğer gruplardan farklı olarak kurulan bu çerçeve ile betonarme veya çelik düşey taşıyıcılara gereksinim duymadan yapının tümü çözümlenmektedir. Bu tip çerçeve reaksiyonlarında düşey kuvvetler gibi yatay kuvvetlerde önem kazanmaktadır.

Bu yatay kuvvetleri karşılamak üzere, iki mafsallı bağlayan, ahşap veya çelik malzemeden (bknz. Şekil 2.11) yapılmış çekme çubukları kullanmak suretiyle hem kolon hem de temellerin statik tasarımında önemli rahatlıklar elde edilebilir (Tokyay, 1998).



Şekil 2.11 T.T.A a) Çerçeve temel bağlantıları b) Çerçeve köşe bağlantıları

Kafes Çerçeveler: Ahşap kafes çerçeveler, alt ve üst başlıkları ile ağı oluşturan diyagonellerde dikdörtgen kesitli ahşap elemanların yatayda ve düşeyde kullanımıyla elde edilen çerçeve tipidir. Kafes çerçevenin her iki yanı, sistem dayanımını arttıran kontrplak levhalarla kaplanır.

- Düzlem Kafes Kirişler

Tutkallı tabakalı ahşap kirişler, düzlem kafesi oluşturan doğrusal çubuklarda lamine ahşap elemanlar kullanılması esasına dayanan sistemlerdir. Sistemin tümü lamine ahşapla oluşturulabileceği gibi çekme çubuklarında çelik elemanlar kullanılmasıyla da oluşturulabilirler. Özellikle orta ve büyük açıklıklarda tercih edilirler. Sistemin başlık, diyagonal ve başlıklarının birleşimleri, parçalı ya da bütün levha olarak kullanılan metal plakalar ya da bütün levha olarak kullanılan metal plakalar ve geçmeli bulonlarla oluşturulurlar.

Tutkallı tabakalı ahşap kafes kirişlerde çatı döşemesi, genellikle ahşap aşıklar tarafından taşınır. Aşıklar, dolu gövdeli lamine ahşap veya çelik olarak, üst başlık üzerine veya üst başlığın yan yüzeyine metal bağlantı elemanlarıyla veya köşebentlerle birleştirilerek uygulanır (Atalay, 2002).



Şekil 2.12 Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kiriş Örneği

b) İki Doğrultuda Yük Aktaranlar

- Ahşap Uzak Kafes Sistemler

Birbirine düğüm noktalarından bağlı basınç ya da çekmeye çalışan çubuklar ağından kurulu düzenler olan uzak kafes sistemler ahşaptan da yapılabilir. Ancak büyük açıklıklı yapılarda çelik ve alüminyum uzak kafesler tercih edilir.

Lamine ahşap kirişler uzak sistemin çubuk elemanlarını oluşturur. Düğüm noktalarında galvanizli veya paslanmaz çelik malzemeler kullanılmaktadır. Bu nedenle düğüm noktaları mafsallı oluşturulur; ankastre oluşturulamaz. Dolayısıyla bağlantı parçaları kirişler kadar önem kazanmaktadır. Son yıllarda tutkallı tabakalı ahşaptan oluşturulan uzak strüktür örnekleri giderek artmaktadır (Tokyay, 1998).

2.3 Betonarme Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler

Beton ve çelik yapı malzemelerinin güç ve işbirliğinden doğan betonarme, beton ve çeliğin dış kuvvetlere karşı koyacak şekilde kullanılması olarak tanımlanır. Betonarme yığma iskelet, kabuk, katlanmış plaklar ve öngerilimli sistemlerde yaygın şekilde kullanılan yapı malzemesidir.

2.3.1 Betonarme Malzemenin Özellikleri

- Fiziksel Özellikleri

Betonarmenin birim ağırlığı, aynı beton için, içindeki çelik miktarına bağlı olarak değişir. Yürürlükteki şartnamelere göre betonarme birim ağırlığı 2500 kg/m³ ortalama değeri kabul edilmiştir. Betonarmenin ısı genleşme katsayısı 0.00005 değeri kabul edilir.

Sıcaklık etkisi, sıcaklık değişiminden ötürü önemli gerilmelerin oluşabileceği yapılarda dikkate alınır. Şartname, göz önüne alınacak sıcaklık değişimini, iklim şartlarına bağlı olarak belirlemiştir.

Rötre, priz olayından sonra yüklenmiş bir betonun havada saklanması sonucunda büzülmesine denir. Çelik ve betonun birlikteliğinden oluşan betonarme malzemede rötre etkisi ile birtakım ek gerilmeler meydana gelir. Bu ek gerilmelerin başlıca sebebi çelik donatının, betonun rötre etkisi ile boyunun kısılmasına engel olmaya çalışmasıdır. Şartnameler rötre ile ilgili hesabın sıcaklık değişimi gibi yapılmasını öngörür (Bahadır, 1997).

Yangın Etkisi: Betonarme, beton gibi kısa süreli yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı bir malzemedir. Ancak sıcaklığa bağlı olarak bünyesinde çeşitli gerilmelerin meydana gelmesi söz konusudur. 400 C° – 700 C° de %2 oranında rötre meydana gelir. Soğuma sırasında da hacim genişlemesi meydana gelir. Çelik malzeme için erime sıcaklığı 1400 C° dir. Ancak betonarme içindeki çelik yangına karşı korunmuş durumdadır. Betonarmeyi kısa süreli yüksek sıcaklık etkisinden çok, uzun süreli sıcaklık etkisi olumsuz etkiler (Bahadır, 1997).

- Kimyasal Özellikleri

Gazların Etkisi: Beton esaslı bir malzeme olan betonarmede beton gibi yağmur suyu ile birleşip asit etkisi yapan CO₂ ve SO₃ gibi gazlardan olumsuz etkilenir.

Korozyon Etkisi: Betonarmeyi oluşturan elemanlardan biri olan çelik donatı çelik malzemenin kimyasal özelliklerinden kaynaklanan atmosferik koşullar ve iki metalin birbirine temas etmesi nedeniyle korozyona uğrar. Ancak beton malzeme içine yerleştirilmiş çelik donatı korozyona karşı da korunmuş olur (Bahadır, 1997).

- Mekanik Özellikleri

Çekme ve Basınç Mukavemeti: Betonarme diğer yapı malzemelerinde farklı olarak iki ayrı karakterli malzeme olan çelik ve betondan oluşur. Betonun çekmeye karşı dayanımının çok düşük olmasına rağmen, basınç karşısındaki direnci çok yüksektir. Çelik ise hem çekmeye hem de basınca karşı yüksek mukavemet gösterir. Betonarme malzeme beton malzeme basınca karşı çalışırken, çelik donatılar çekme gerilmelerine dayanım gösterir.

Aderans: Çelik ve betonun birbirine yapışması olarak tanımlanır. Aderans, betonarme elemanların mukavemetlerini iki şekilde etkilemektedir. Basınç ve çekme etkisi ile donatı çubuklarını betondan ayırmaya çalışan bir yük durumunda aderans donatının ankrajını sağlar. Bu çeşit bir aderansı sağlayan aderansa dış aderans denir. Çekme ve eğilmeye çalışan, donatı çubuklarını ayırmaya zorlamayan betonarme elemanlarda, aderans her iki malzemenin birlikte çalışmasını sağlar. Bu aderansa da iç aderans denir (Bahadır, 1997).

2.3.2 Betonarme Malzemeli Geniş Açıklıklı Taşıyıcı Sistemler

Bu bölümde betonarme malzeme ile oluşturulan geniş açıklıklı taşıyıcı sistemler oluşturulma biçimleri açısından incelenmişlerdir. Çubuk İstemler ve yüzeysel sistemler olmak üzere iki ana başlıkta incelenmiştir.

2.3.2.1 Betonarme Çubuk Sistemler

Betonarme çubuk malzemeler de tek doğrultuda ve iki doğrultuda yük aktaranlar olmak üzere iki başlıkta incelenmiştir.

a) Tek Doğrultuda Yük Aktaranlar

- Kolon –Kiriş Sistemi

Prefabrike kolon ve kiriş elemanların, belirli bir düzen içinde bir araya getirilmesiyle oluşan çubuk taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerdeki en basit çözüm, paralel başlıklı bir ana kirisin, temellere ankastre kolonlara oturtulmasıdır. Dolu gövdeli kirişlere sahip sistemlerde taşıyıcı sistem bileşenleri, ana ve tali kirişler ve kolonlardır (Atalay, 2002).

Düşey ve yatay yük altında sistem elemanları bu yükleri ayrı ayrı taşırlar. Yatay doğrultulu taşıyıcı elemanları kirişler kesme kuvveti ve eğilme momentinin karşılar. Kirişlerin yükseklik boyutları arttıkça taşıma kapasitesi de bu oranın karesi kadar artmaktadır. Bu nedenle açıklıklar arttıkça betonarme kirişlerinin yüksekliğinin de artması gerekmektedir. Bu nedenle kolon – kiriş sisteminde geniş açıklık geçilmesi ekonomik olmamaktadır.

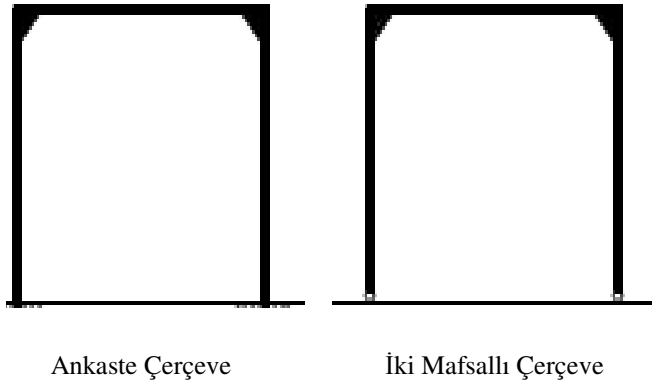
- Çerçeveler

Geniş açıklıklı betonarme bir yapının yerinde yapım sistemi ile inşa edilmesi kalıp maliyeti nedeniyle ekonomik değildir. Bu nedenle prefabrikasyon yapım sistemi, yerinde imalata oranla ekonomik ve daha hızlı bir yapım sistemi olması nedeniyle geniş açıklıklı taşıyıcı sistemlerde tercih edilen bir sistemdir.

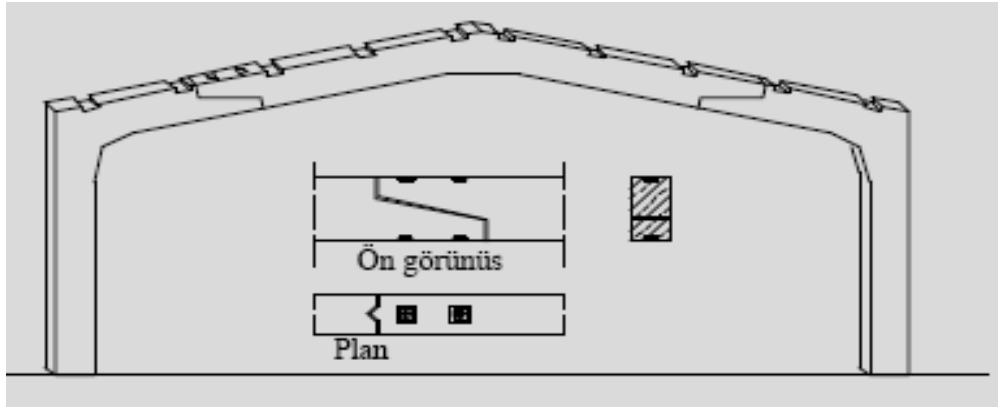
Betonarme çerçeveler, yeterince kuvvetlendirilmiş yüksek kaliteli betondan üretilmiş prefabrik taşıyıcı sistemlerdir. Yerinde yapımı, kalıp maliyeti yönünden ekonomik olmayan bu tip çerçevelerin kullanımı, düşük eğimli tek açıklıklı olarak

sınırlansa da, çok gözlü veya çok katli olarak da hafif çatı kaplamaları ve prefabrik betonarme aşıkları taşımak için tasarlanmaktadır (Ayaydın, 1981).

Endüstri yapıları, depolar, hangarlar gibi büyük açıklığa ihtiyaç duyulan yapılarda taşıyıcı sistem olarak prefabrike betonarme çerçeveler kullanılır. Prefabrike betonarme çerçeve sistemler, ankastre çerçeve, tek mafsallı, iki mafsallı, üç mafsallı, lambdali çerçeve ve doğrudan temellere oturan ankastre veya üç mafsallı üçgen çerçeve olarak düzenlenebilirler (Bknz. Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Betonarme mafsallı çerçeve sistemler



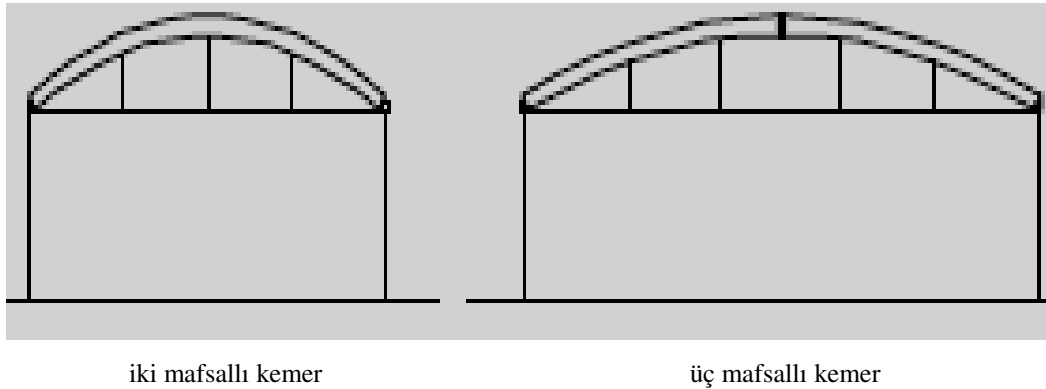
Şekil 2.14 Betonarme lambdali çerçeve sistemler

- Kemerler

Betonarme kemerlerin geleneksel yöntemlerle uygulanmasında kalıp, kalıp iskelesi teşkili özellikle maliyeti ve süreyi negatif yönde etkiler. Bu nedenle

betonarme çerçeve sistemler gibi kemerler de prefabrike olarak üretilirler. Ancak imalat, nakliye, montaj açısından dolu gövdeli kirişlere göre çok daha pahalıya mal oldukları için öz ağırlığın önem kazandığı 30-50 m'ye kadar olan geniş açıklıklı yapılarda statik açıdan daha uygun olduğundan tercih edilir (Atalay, 2002).

Temellere ankastre olan kolonlara serbestçe oturan kemer kirişler, mekan yüksekliğini arttırmamak, imalat, nakliye ve montajı kolaylaştırmak için, dairesel yassı kemerler şeklinde yapılırlar. Kemer okunun yüksekliği, açıklığın 1/6–1/12'si arasında değiştiği oranlar uygulama için optimum oranlardır. Açıklık 20-25 m arasında, ok yüksekliği $f=L/6-L/10$ olduğu zaman, tek parçada betonlanan, iki mafsallı gergili şekli kullanılır. Açıklığın 20 m'den büyük olduğu durumlarda ise kemer iki ya da daha fazla bölümden oluşturulur. 50m'ye kadar olan büyük açıklıklarda genellikle üç mafsallı kemerler kullanılmaktadır (Bahadır, 1997).



Şekil 2.15 Kolonlara mafsallı kemer sistemler

Doğrudan temellere veya istinat duvarlarına oturan kemerler, iç mekanda kullanılabilir yüksekliği arttıran bu tür kemerlerin eksenini, kemeri etkileyen düşey kuvvetler için çizilen ip poligonu ile çalışacak şekilde seçildiğinden, bu kemerde yalnız basınç kuvvetleri oluşur. Çok ince kesitli kemerlerle geniş açıklıklar geçilebilen bu kemerler iki veya üç mafsallı (Bknz. Şekil 2.14) yapılabildiği gibi ankastre olarak da uygulanabilmektedir (Atalay, 2002).

- Düzlem Kafesler

Betonarme düzlem kafeslerin işçilikte meydana gelen güçlüklerden dolayı kullanımı sınırlıdır. Ülkemizde prefabrike betonarme düzlem kafes kirişleri yoğun olmamakla beraber uygulanabilmektedir.

Betonarme düzlem kafes kirişler paralel başlıklı, üçgen, trapez gibi çeşitli formlarda uygulanabilir. Daha çok trapez başlıklı düzlem kafes kirişleri tercih edilmektedir.

b) İki Doğrultuda Yük Aktaranlar

- Uzay Kafes Kirişler

Betonarme uzay kafes kirişler bazı yapılarda öngerilmeli olarak denenmiştir. Fakat gerek maliyeti gerekse işçilik güçlüğünden dolayı kullanımı çok nadirdir.

2.3.2.2 Betonarme Yüzeysel Sistemler

Yüzeysel sistemlerde taşıyıcı sistem bir bütün halinde hareket eder. Taşıyıcı elemanların kalınlıkları diğer boyutlara oranla göz önüne alınmayacak kadar küçüktür. Yüzeysel sistemler düzlem yüzeyler ve eğri yüzeyler olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

2.3.2.2.1 *Düzlem Yüzeysel Sistemler.* Düzlem yüzeysel sistemler ‘düz plaklar’ ve ‘katlanmış plaklar’ olmak üzere iki ana başlıkta incelenmiştir.

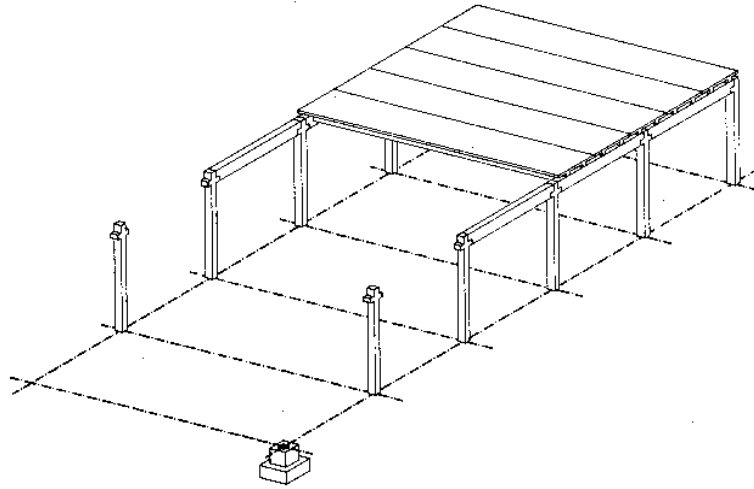
- Düz Plak

a) Tek Doğrultuda Çalışanlar

Taşıyıcı duvar ve çatı plaklı sistem; tek açıklıklı yapılar için uygun bir sistemdir. Bu sistemde hem yatayda hem de düşeyde aynı tip plaklar kullanılır. Bu sistemde temel malzemesi ve işçilik maliyeti yüksektir.

Taşıyıcı duvar ve iskelet elamanlı karma sistem, birden fazla açıklıklı yapılar için uygun bir sistemdir.

Kolon ve kirişlere oturan yüzeysel taşıyıcılar, yüzeysel plakların kolonlara tespit edilmiş kirişlerin üzerine oturtulması ile oluşur (bknz. Şekil 2.16).



Şekil 2.16 Kolon ve kirişlere oturan yüzeysel taşıyıcı

Taşıyıcı duvarlara mafsallı oturan gergili sistem; taşıyıcı iki yüzeysel plak ile çelik gergilerden oluşan bir sistemdir.

b) İki Doğrultuda Çalışanlar

Genel olarak kaset döşemeler olarak da adlandırılabilirler. İki farklı sistemde oluşturulabilirler. Tek parça olarak ya da küçük boy plakların birleştirilmesiyle oluşturulabilirler. Kaset plakların sonradan birleştirilmesi ile her iki doğrultuda geniş açıklıkların geçilmesi mümkündür.

- Katlanmış Plaklar

Betonarme katlanmış plaklar betonarme malzemenin sahip olduğu yüksek çekme ve basınç mukavemeti sebebi ile katlanmış plak sistem oluşturmada tercih edilen bir sistemdir. Aynı zamanda ekonomik bir sistemdir.

Betonarme katlanmış plaklar yerinde ya da prefabrike olarak imal edilebilirler. Yerinde imal edilen sistemler 40 metreye kadar açıklık geçebilirler. Prefabrike katlanmış plaklarla daha geniş açıklıklar geçilebilmektedir. Bu sistemler tek parça halinde ya da parçaların sonradan birleştirilmesiyle oluşturulurlar.

2.3.2.2.2 *Eğrisel Yüzeyle Yüzeysel Sistemler.* Eğrisel yüzeyle yüzeysel sistemler kabuk sistemler ana başlığında incelenmiştir.

- Kabuk Sistemler

“İki boyutu kalınlığından çok büyük olan, taşıma ve örtme isini aynı anda gören, dış kuvvetlere karşı kabuğun orta çizgisine teğet eksenel kuvvetlerle direnen tek veya çift eğrilikli hacimsel taşıyıcı sistemlerdir” (Türkçü, 1990).

i) Silindirik Kabuklar

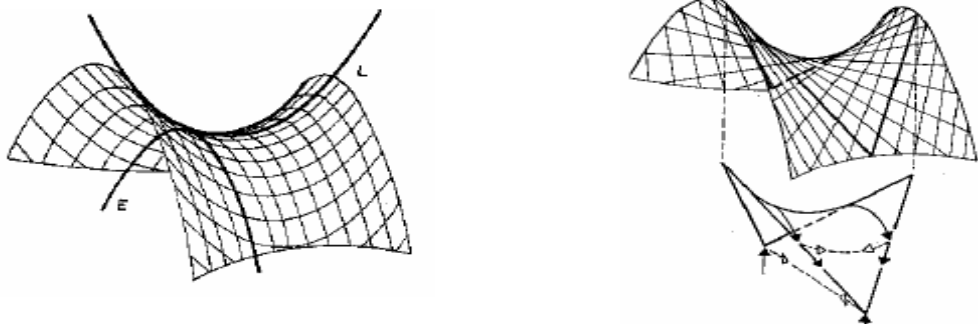
Uzun ya da kısa olmak üzere iki şekilde imal edilebilirler. Uzun silindirik kabuklar yay kirişi boyutunun uzunluğundan büyük olan kabuklardır. Kısa silindirik kabuklarda ise durum tam tersidir. Kabuğun üst bölümlerinde basınç gerilmeleri, alt bölümlerinde ise çekme gerilmeleri oluşur. Silindirik kabuklarda ön gerilmeli yöntemlerle 40 – 45 m açıklıklar geçilebilmektedir.

ii) *Kubbe Kabuklar*

Kubbe kabuklar, düzgün bir geometrik biçim gösteren ve prefabrikasyon yöntemlerinin en yaygın olarak kullanıldığı bir kabuk türüdür. Bu tür kabukların herhangi bir noktasına kuvvet tatbik edildiğinde, kabuk yüzeyi içinde, meridyenler ve paralel halkalar doğrultusunda olmak üzere, iki doğrultuda kuvvetler oluşur. Kabuk çapı 10- 15 m yi açtığı zaman, genellikle kabuk bölümlerden oluşturularak inşa edilir (Bahadır, 1997).

c) *Her İki Doğrultuda Çalışan Çift Eğrilikli Ters Eğimli Kabuklar*

Her iki doğrultuda da büyük boyutlar gösteren; kare, büyük dikdörtgen veya poligonal plan izdüşümlü, çift eğrilikli, tersegil yüzeyli kabukların en önemlisi, parabol biçimindeki bir doğuray eğrisinin, kendisine dik bir düzlemdeki ve gene parabol olan bir doğrultman eğrisi üzerinde, kendisine paralel olacak şekilde kaydırılması ile oluşan öteleme yüzeyli, hiperbolik paraboloid kabuktur (Şekil 2.17) (Ayaydın, 1981).



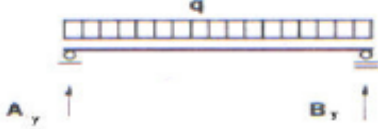






Şekil 2.17 Ters Eğrilikli Kabuk Sistemler

2.4 Geniş Aıklıklı Taşıyıcı Sistemlerin Oluşturulma Yöntemleri

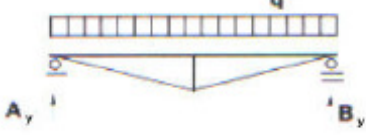



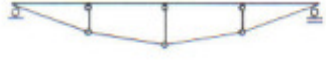


Bu bölümde daha önce malzemelerine göre sınıflandırılan geniş açıklıklı taşıyıcı sistemlerin hangi tiplerde oluşturulabilecekleri incelenmiştir. Taşıyıcı sistemlerin formları ve oluşturulabilecek varyasyonları tablolar yardımı ile gösterilmektedir.

Tablo 2.1, Tablo 2.2, Tablo 2.3, Tablo 2.4, Tablo 2.5, Tablo 2.6, Tablo 2.7 ve Tablo 2.8’de çelik ve tutkallı tabakalı ahşap malzemeler ile oluşturulabilecek değişik formlardaki sistemler gösterilmektedir.

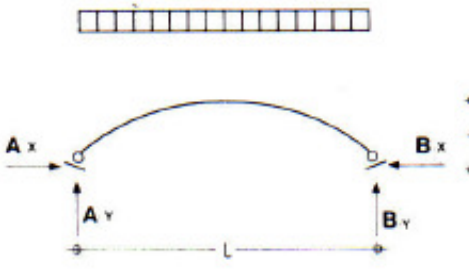



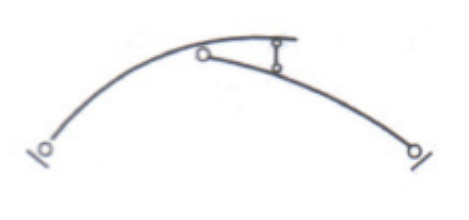
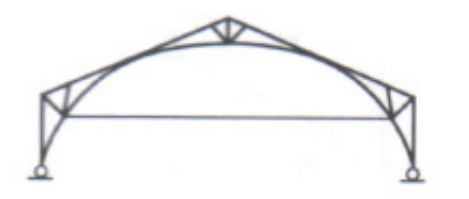
Tablo 2.1 Farklı malzemelerle oluşturulabilecek kiriş örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Her iki malzeme içinde çok kullanılan kiriş tipidir. En basit şekli düz kirişler olup aşağıdaki örneklerdeki gibi farklı enkesitlerde oluşturulabilirler.</p>
	<p>Bir ucu diğer ucundan daha yüksek (tek eğimli) olan dolu gövdeli kiriş örneği</p>
	<p>Altı düz, üstü iki eğik yüzeyden oluşan ve orta noktaya doğru yüksekliğin artmasıyla daha stabil olan dolu gövdeli (trapez) kiriş örneği</p>
	<p>Altı düz, üstü eğri (daire yayı, parabol yayı vb.) yüzeyden oluşan yüksekliğin arttığı yerlerde daha stabil olan dolu gövdeli kiriş örneği</p>
	<p>Altı ve üstü iki eğik yüzeyden oluşan (çift eğimli) dolu gövdeli kiriş örneği</p>
	<p>Altı eğrisel (daire yayı, parabol yayı vb.) üstü eğik yüzeylerden oluşan dolu gövdeli kiriş örneği</p>
	<p>Altı ve üstü eğri (daire, parabol yayı vb.) yüzeylerden oluşan ancak kemer çalışması yapamayan dolu gövdeli kiriş örneği</p>







Tablo2.2 Çelik ve Tutkallı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek kiriş örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Üçgen makasın ters döndürülmesine benzeyen alttan gergili taşıyıcılardır. Gergi elemanları tutkallı tabakalı ahşapta çelik, çelik kablo ya da ahşap olabilir.</p>
	<p>Taşıyıcıya dik basınç payandası (dikme) ile desteklenmiş, alttan gergili kiriş örneği</p>
	<p>Düşey basınç payandası (dikme) ile desteklenmiş, alttan gergili kiriş örneği</p>
	<p>Çift dikme ile alttan gerilmiş kiriş örneği</p>
	<p>Üç dikme ile alttan gergili kiriş örneği. Daha fazla dikmeyle de oluşturulabilir.</p>
	<p>V şeklinde tek payanda elemanı ile alttan gerdirilmiş kiriş örneği</p>
	<p>Yükseltilmiş taşıyıcıda çift V payandaları ile allatan gerdirilmiş kiriş örneği. Daha fazla payandayla da oluşturulabilir.</p>

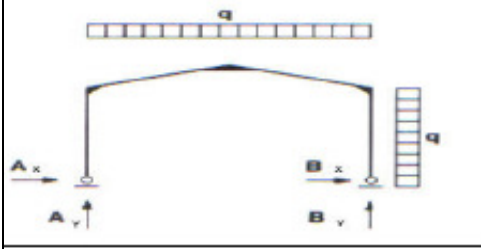


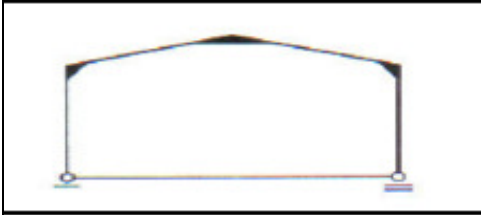
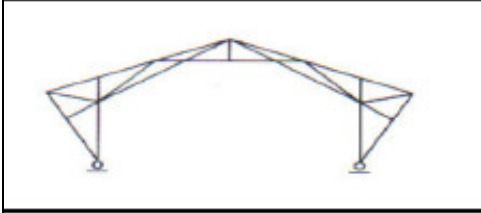
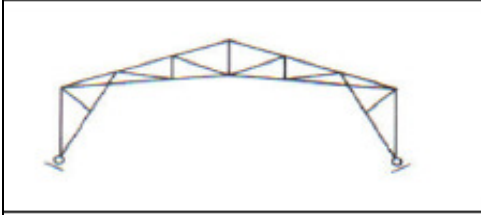

Tablo 2.3 Çelik ve Tutkallı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek basınç kemeri örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Çelik ve tutkallı tabakalı ahşap kemerler, iki yada üç mafsallı olarak farklı tipteki eğrilerle oluşturulabilirler.</p>
	<p>Hem mesnetleri hem de üst noktadaki birleşimi mafsallı olan üç mafsallı kemer örneği</p>
	<p>Asimetrik düzenlenmiş iki mafsallı kemer örneği</p>
	<p>Çemberlerden oluşan üçgen ayaklarla desteklenen simetrik düzenlenmiş kemer örneği</p>
	<p>Merkezden manivela kolu ile desteklenmiş, dolu gövdeli, kemer örneği</p>
	<p>Alttan çekme bandı ile desteklenmiş, iki mafsallı, kemer örneği</p>

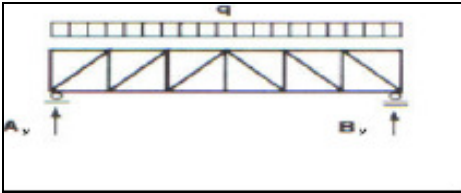
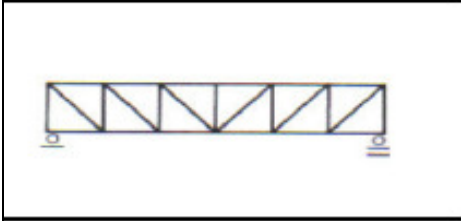
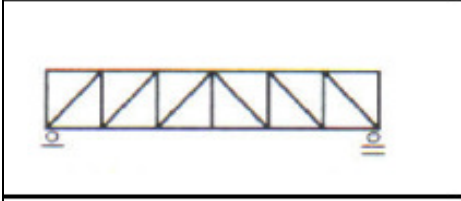
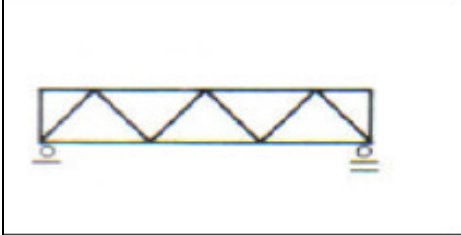
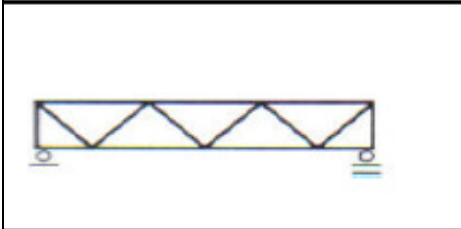
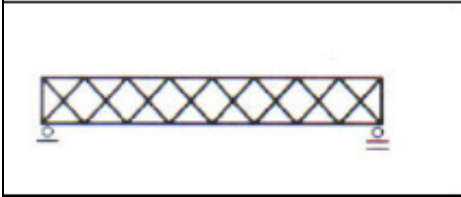
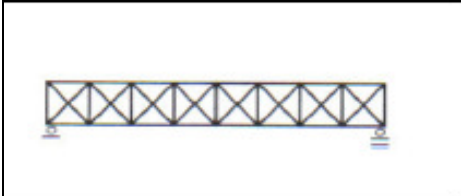
Tablo 2.4 Çelik ve Tutkallı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek basınç kemeri örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Petek (kastella) kirişin tekrar eden özelliğinin kafes kiriş sistemli, iki mafsallı basınç kemeri örneğine yansıtılması.</p>
	<p>Petek kirişin tekrar eden özelliğinin yerine, boyutları değişen kafes kiriş sistemli, iki mafsallı kemer örneği</p>
	<p>Dikme ve basınç diyagonalleri ile oluşturulmuş, iki mafsallı kemer örneği</p>
	<p>Dikme ve çekme diyagonalleri ile oluşturulmuş, iki mafsallı kemer örneği</p>
	<p>Dikme ve çift yönlü diyagonaller ile oluşturulmuş, iki mafsallı kemer örneği</p>
	<p>Dikme ve çift yönlü diyagonaller ile ağ şeklinde biçimlendirilmiş, iki mafsallı kemer örneği</p>

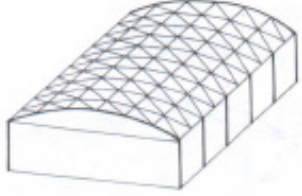
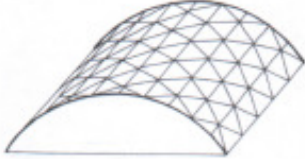
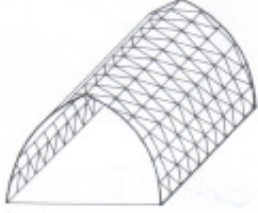
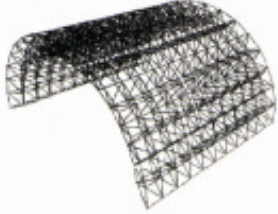


Tablo 2.5 Çelik ve Tutkallı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek çerçeve örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Çelik ile tamamen ankastre veya mafsallı çerçeveler oluşturabiliriz.</p> <p>Tutkallı tabakalı ahşap ile genellikle mafsallı birleşimler tercih edilir.</p>
	<p>Tek yönlü ve eğri üst başlıklı iki mafsallı çerçeve örneği</p>
	<p>Düz üst başlıklı, dolu gövdeli, iki mafsallı çerçeve örneği, genellikle çelik malzeme için tercih edilir</p>
	<p>Eğik üst başlıklı, dolu gövdeli, iki mafsallı çerçeve örneği, genellikle çelik malzeme için tercih edilir</p>
	<p>Merkezi dikme ve çift yönlü diyagonaller ile oluşturulmuş, eğik üst başlıklı, iki mafsallı çerçeve örneği</p>
	<p>Dikme ve tek yönlü diyagonaller ile oluşturulmuş, eğik üst başlıklı, iki mafsallı çerçeve örneği</p>
	<p>Dikme ve çift yönlü diyagonaller ile oluşturulmuş, eğik üst başlıklı, iki mafsallı çerçeve örneği</p>

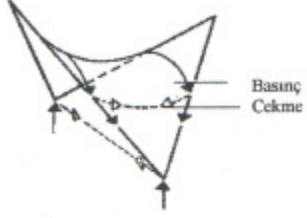


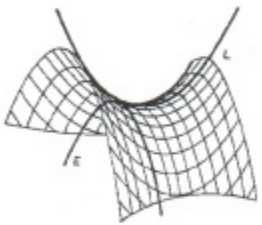
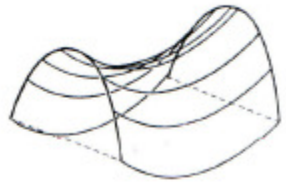

Tablo 2.6 Çelik ve Tutkallı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek düzlem kafes sistem örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Alt ve üst başlık kirişleri birbirine paralel olan kafes kiriş tipidir. Paralel makaslarda her iki malzeme için yaygın olarak kullanılır.</p>
	<p>Dikme ve çekme diyagonaller ile oluşturulmuş, paralel başlıklı kafes kiriş örneği</p>
	<p>Dikme ve basınç diyagonaller ile oluşturulmuş, paralel başlıklı kafes kiriş örneği</p>
	<p>Çift yönlü diyagonaller ile oluşturulmuş, paralel başlıklı kafes kiriş örneği</p>
	<p>Çift yönlü diyagonaller ile oluşturulmuş, paralel başlıklı kafes kiriş örneği</p>
	<p>Çift yönlü diyagonaller ile baklava biçimli oluşturulmuş, paralel başlıklı kafes kiriş örneği</p>
	<p>Dikme ve çift yönlü (çapraz) diyagonaller ile oluşturulmuş, paralel başlıklı kafes kiriş örneği</p>

Tablo 2.7 Çelik ve Tutkalı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek tek eğrilikli uzay kafes sistem örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Her iki malzeme bileşenleri ile oluşturulabilecek kaburga tonozu ve çubuk ağı tonozu örnekleri.</p> <p>En kesiti daire dilimli tek tabakalı tonoz örneği</p>
	<p>En kesiti parabol dilimi şeklinde oluşturulmuş tek tabakalı tonoz örneği</p>
	<p>En kesiti sivri kemer şeklinde oluşturulmuş tek tabakalı tonoz örneği</p>
	<p>İki tabakalı tonoz örneği</p>
	<p>Üzerine kare piramitler yerleştirilmiş, tek tabakalı bir tonoz örneği</p>
	<p>Katlanmalarla takviye edilmiş tek tabakalı bir örnek</p>

Tablo 2.8 Çelik ve Tutkalı Tabakalı Ahşap ile oluşturulabilecek çift eğrilikli uzay kafes sistem örnekleri (Kalay, 2006).

	<p>Dört kenarı da doğrusal olan ve alt noktalarından mesnetlendirilen, hem öteleme hem de çizer yüzey olarak üretilebilen, düz kenarlı, ters eğrilikli strüktürlerdir. (planı; kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen olabilir.)</p>
	<p>Bir doğrunun tek düzlem içinde bulunmayan iki doğru üzerinde kaydırılmasıyla oluşan düz kenarlı, ters eğrilikli uzay strüktür örneği</p>
	<p>Duran bir parabolün, kendisine dik düzlemdeki sarkan bir parabol üzerinde kendisine paralel olacak şekilde ötelenmesiyle oluşan düz kenarlı, ters eğrilikli uzay strüktür örneği</p>
	<p>Dörtkenarı da eğrisel olan ters eğrilikli yüzeylerdir. (düşey kenarları; parabol, eğik yatay kenarları; hiperbol eğrilerinden oluşur.)</p>
	<p>İki duran parabol arasında, kendisine dik düzlemdeki sarkan bir parabolün ötelenmesiyle oluşan eğri kenarlı ters eğrilikli uzay strüktür örneği</p>
	<p>Duran bir parabolün, kendisine dik düzlemdeki sarkan bir parabol üzerinde kendisine paralel olacak şekilde ötelenmesiyle oluşan eğri kenarlı, ters eğrilikli uzay strüktür örneği</p>

BÖLÜM ÜÇ

GENİŞ AÇIKLIKLI ÖRTÜ SİSTEMLERİNİN TAŞIYICI SİSTEM ANALİZLERİ

Bu bölümde geniş açıklıklı yapıların örtü sistemleri oluşturulma biçimleri, açıklıkları ve malzemeleri göz önünde bulundurularak toplam sistem ağırlıkları ve maliyetleri açısından incelenmiştir.

Burada amaç, uygulanabilir olan (özellikle, maliyet ve işçilik açısından) ve bir takım gereklilikleri (dayanıklılık, fonksiyon, estetik) sağlayabilen taşıyıcı sistemleri incelemektir. Farklı malzemelerle oluşturulan taşıyıcı örtü sistemlerinin geçebilecekleri açıklıkları ve maliyetleri Bölüm 3.1.1 de verilen sabit bir takım verilere dayanarak karşılaştırılmıştır.

Tez kapsamındaki çalışmada sistemin yatay doğrultuda açıklığı geçmedeki ana elemanı olan kirişler ele alınmıştır. Betonarme kirişler uygulanabilirlik ve tez kapsamında belirlenen diğer gereklilikler göz önüne alındığında belli açıklıktan sonra, uygulanmasının neredeyse imkansız olduğu için diğer malzemelerle yapılan değerlendirmelere katılmamıştır.

Çelik ve ahşap kirişler için ise farklı formlarda değerlendirmeler yapılmıştır. Bu malzemeler için yapılan incelemelerde her iki malzemenin de geçtiği açıklıklar sabit tutularak, bu malzemelerden üretilen kirişlerin toplam ağırlıklar, minimum boyutları ve maliyetleri hesaplanmıştır. Bu malzemelerle oluşturulan örtü sistemlerinin geçebileceği maksimum açıklıklar ile toplam maliyetleri ve ağırlıklarını gösteren bir takım grafikler ve tablolar ile malzemelerin karşılaştırılması yapılmıştır (Bölüm 3.2, Bölüm 3.3, Bölüm 3.4).

3.1 Sistem Analizi

Çalışmada incelenecek olan sistemler çelik ve ahşap malzeme ile oluşturulanlar için dolu gövdeli kirişler, trapez başlıklı kafes kirişler, paralel başlıklı kafes kirişler ve uzay kafes kirişlerdir. Betonarme malzeme için dolu gövdeli ve trapez başlıklı kiriş örnekleri incelenecektir.

Araştırmada genellikle çelik ve ahşap malzemeli kirişlerin analizi yapılacağından bu kirişler için bir takım değerler sabit tutulmuştur. Her iki sistemde de paralel ve trapez başlıklı kiriş tiplerinde aşık aralıkları 250cm olarak alınmıştır. Bu aralık tüm açıklıklar için ortak bir modüldür. Günümüzde bu tip kiriş uygulamalarında da genellikle 150cm ve 300cm aralıklı aşıklar tercih edilmektedir. Buna göre kirişlerin strüktürel etkinliği 25m, 35m ve 45m açıklıklarda değerlendirilmiştir. Araştırmada bu açıklıkların seçilmesinin sebebi ise, hepsinin aynı modülden oluşması ve üç farklı açıklığın birbirleri ile rahat bir şekilde karşılaştırılabilecek boyutlarda olmasıdır. Bu sayede açıklık değişikliklerinde sistemi oluşturan kirişlerin formlarının ve malzeme etkinliğinin farklılıkları kolayca gözlemlenmektedir. Tüm sistemlerde tekrarlanan aks aralığı 6m olarak belirlenmiştir. Uzay kafes sistemlerde de 6m mesnet aralığı belirlenerek, bu açıklıklarda diğer kirişlerle kıyaslanmıştır.

3.1.1 Varsayımlar

Araştırmadaki uzay kafes sistemler dışındaki kiriş sistemlerinde bir karşılaştırmayı belirli bir baza oturtmak amacı ile;

- Aşık aralıkları 250cm olarak alınmıştır ve kiriş aralıkları 6 metre alınmıştır.
- Kirişler kolonlara mafsallı olarak bağlanmıştır.
- Bulonlama ve kaynaklama yöntemleri için bayındırlık bakanlığının birim fiyatları uygulamaları dikkate alınmıştır.

- Kirişlere etkiyen örtü yükü ve aşık yükü 10 kg / m² olarak alınmıştır.
- Kirişlerin İzmir bölgesinde kullanılacağı varsayılmıştır.

3.1.2 Boyutlandırma Yöntemleri

Kirişlerin boyutlandırması ve ağırlık hesaplaması yapılırken dolu gövdeli kirişler ve kafes kirişler için basit kiriş çözümü yöntemleri kullanılmıştır (Kalay, 2006). Ayrıca hesaplamalarda ÇelikPro 4.6.0 ve Sta4cad programlarından yararlanılmıştır. Uzay kafes sistemler için Sap2000 programı ile çözümlenmeler yapılmıştır.

Kirişlere etkiyen yükler olarak, strüktür elemanlarının kendi ağırlığı, örtü elemanlarının ağırlığı, rüzgar yükü ve kar yükü göz önüne alınmıştır.

Betonarme sistemde kiriş boyutlandırması yapılırken bilgisayar programlarından yararlanılmıştır. Kafes kirişlerde belirlenen yükler ve ortam koşulları betonarme sistemde de uygulanmıştır. Daha geniş açıklıklar uygulanabilir olmadığı için bu sistemde sadece 25 metrelik açıklığı geçen açıklıklar için boyutlandırma yapılmıştır.

3.2 Çalışmada Ele Alınan Sistemlerin Boyutlandırılması

Bu bölümde ele alınan sistemlerin üç ana başlık altında boyutlandırma yöntemlerinden bahsedilmiştir. Üç ana başlık aşağıdaki gibidir:

- 1) Dolu Gövdeli Sistemler
- 2) Düzlem Kafes Sistemler
- 3) Uzay Kafes Sistemler

Bu sistemler kendi içinde çelik ve tutkallı tabakalı ahşap ve betonarme malzemeler bazında da incelenmiştir.

3.2.1 Dolu Gövdeli Sistemler

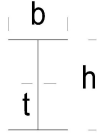
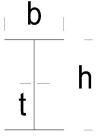
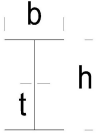
Dolu gövdeli sistemler çelik ve tutkallı tabakalı ahşap malzemeler bazında iki bölümde incelenmiştir.

3.2.1.1 Dolu Gövdeli Çelik Sistemler

Bu tip kirişler içinde en çok kullanılan tip **I** kesitli kirişlerdir. Hesaplamalar **I** kesitli kirişlere göre yapılmıştır. Boyutlandırmalar 25m, 35m ve 45m için ayrı ayrı yapılmıştır (Tablo 3.1).

Dolu gövdeli çelik kirişler için yapılan hesaplamalarda kirişlerin geçtiği açıklıklara göre kiriş genişliği (b) ve yüksekliği (h) için bir değer belirlenmiştir. Kirişlerde kullanılan profillerin et kalınlıkları 1cm olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu boyutların kirişe etkileyen toplam yüklerde göz önüne alınarak kiriş üzerinde oluşan eğilme ve sehim etkilerinin yönetmeliklerin belirlediği değerlerin altında olup olmadığı hesaplanarak analiz edilmiştir. Kirişe etkileyen kuvvetlerin maksimum taşıma gücünü aştığı durumlarda boyutlar büyütülerek taşıma kapasitesi arttırılmıştır.

Tablo 3.1 Belirtilen Dolu Gövdeli Çelik Kiriş boyutları

	KİRİŞ (25 METRE)		KİRİŞ (35 METRE)		KİRİŞ (45 METRE)	
KESİT ÖLÇÜLERİ (mm)		b= 300 mm h= 1000 mm t= 10 mm		b= 400 mm h= 1500 mm t= 10 mm		b= 600 mm h= 2050 mm t=12 mm




Hesaplamalar sonucunda oluşturulan Tablo 3.1 de görüldüğü gibi dolu gövdeli çelik kirişlerde açıklık mesafesi 25 metreyi aştıktan sonra kirişlerde oluşan sehimlerin sınır değerlerini aşmaması için kiriş boyutları çok büyük değerlere

ulaşmaktadır. Bu sebepten dolayı dolu gövdeli çelik kirişler belirli açıklıktan sonra uygulamalarda tercih edilmemektedir.

3.2.1.2 Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Sistemler

Tutkallı tabakalı ahşap kirişlerde I, L, U tipi kiriş tiplerini oluşturmak oldukça zor işçilik ve yüksek maliyet gerektirdiğinden uygulamalarda çoğunlukla dikdörtgen kesitli kirişler tercih edilir. Bu nedenle dolu gövdeli ahşap kiriş sistemlerde kiriş elemanının en kesiti arttıkça, sistemin toplam ağırlığındaki artış çelik malzemelere göre fazla olmaktadır. Ayrıca 35 m açıklıktan sonra üretilen sistemlerin eleman boyutları oldukça büyük olduğundan bu sistemler için özel üretim elemanları gerekmektedir.

Tablo 3.2 Tutkallı Tabakalı Ahşap Dolu Gövdeli Kiriş boyutları

	KİRİŞ (25 METRE)	KİRİŞ (35 METRE)	KİRİŞ (45 METRE)
KESİT ÖLÇÜLERİ (mm)	 b = 200 mm h = 1330 mm	 b = 240 mm h = 1740 mm	 b = 320 mm h = 2580 mm

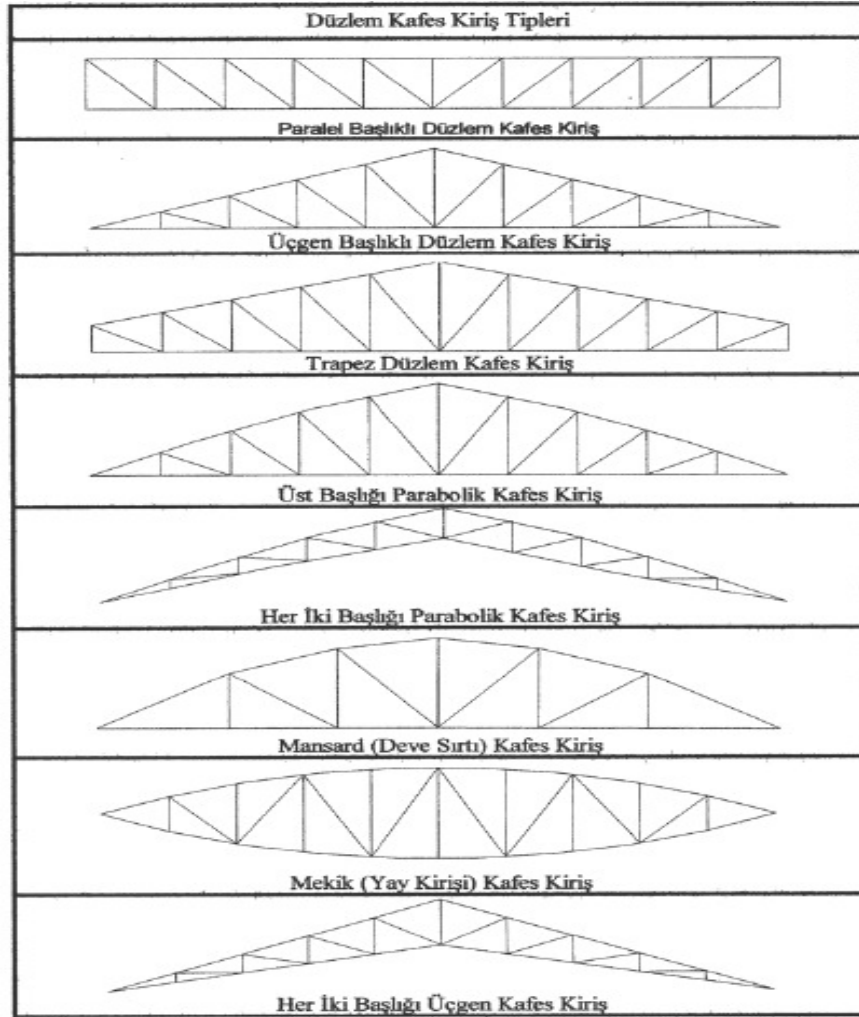
3.2.1.3 Dolu Gövdeli Ön Gerilmeli Betonarme Sistemler

Yapılan hesaplamalar sonucunda betonarme dolu gövdeli kirişlerde mafsallık açıklığı arttıkça işçilik ve uygulama güçlükleri meydana gelmektedir. Bu yüzden 25m'den daha büyük açıklıklarda kirişleri boyutlandırmaya gerek görülmemiştir.

3.2.2 Düzlem Kafes Sistemler

Düzlem kafes kirişler elemanlarının birleşim şekillerine göre farklı biçimlerde oluşturulabilirler. Alt ve üst başlık şekillerine ve bunları birbirine bağlayan dikme ve diyagonellerin birleşme şekillerine göre sınıflandırılabilirler (bkz. Tablo 3.3).

- Paralel Başlıklı Kafes Kirişler
- Parabolik Başlıklı Kafes Kirişler
- Trapez Başlıklı Kafes Kirişler
- Üçgen Başlıklı Kafes Kirişler
- Mansard (Deve Sırtı) Tipi Kafes Kirişler



Şekil 3.1 Başlık şekillerine göre Düzlem Kafes Kirişler (Atalay, 2002).

Düzlem kafes kiriş geometri tasarımı çatı kaplama malzemesi miktarını ve dolayısıyla maliyeti de etkilemektedir. Sistem ekonomisi ve etkinliği için geometri seçimi önemli yer tutar. Örneğin, üst başlığı eğimli düzlem kafes kirişlerde, geçilen açıklık sabit kalmak koşuluyla eğimin arttırılmasıyla kiriş

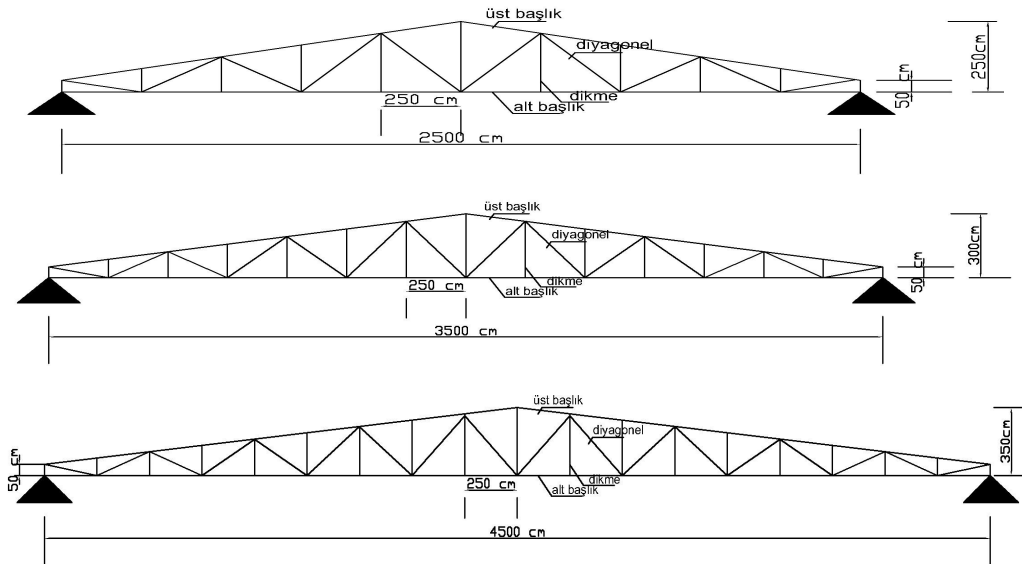
yüksekliği artmakta ve malzeme miktarı azalmaktadır. Bu durum, belirli bir noktaya geldiğinde açının artmasıyla basınca çalışan çubuklardaki burkulma nedeniyle çubuk kesiti artmakta ve dolayısıyla kullanılan malzeme miktarı artmaktadır. Kiriş geometrisi için bu etkenler dikkate alınarak geçilecek açıklık için en uygun değeri uygulamak gerekmektedir. Bu çalışmada uygulamada en çok tercih edilen sistemler trapez başlıklı ve paralel başlıklı kafes kirişler dolu gövdeli kirişlerle beraber analiz edilecektir.

3.2.2.1 Düzlem Çelik Kafes Sistemler

a) Trapez Başlıklı Düzlem Çelik Kafes Kirişler

Trapez başlıklı kafes kirişler L J profilinden oluşmuştur ve minimum boyutları 40mm.x40mm.x4mm'dir (Kalay, 2006).

Düzlem kafes kirişler, üst ve alt başlık çubukları ile bunların arasında düzenlenen örgü çubuklarından oluşur. Çubukların birleştiği noktalara düğüm noktası adı verilir. Sistemi oluşturan doğrusal çubuklar, düğüm noktaları ve etkiyen yükler aynı düzlem üzerinde yer alırlar.

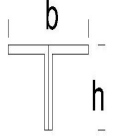
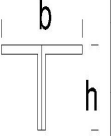
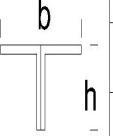


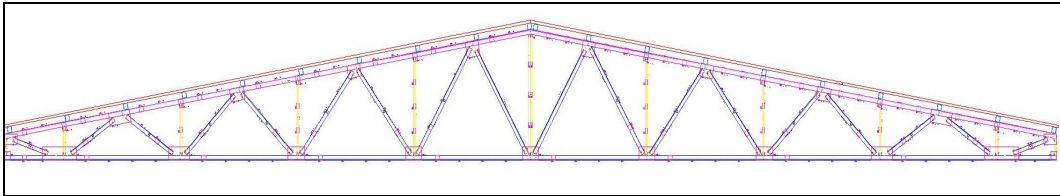
Şekil 3.2 İncelenen Trapez Başlıklı Çelik Kafes Kirişlerin geometrileri (25, 35 ve 45 metrelik açıklık)

Trapez başlıklı kafes kirişler diyagonal ve dikme yerleşimlerine göre farklı tiplerde oluşturulabilirler. Pratt (N) tipi, Warren tipi, Howe tipi, Belçika tipi, Yelpeze tipi, Fransız tipi kirişler uygulanmaktadır. Bu çalışmada pratikte en çok tercih edilen tip olan Pratt (N) tipi ele alınarak analiz edilmiştir.

Trapez başlıklı çelik kafes kirişler için 25m, 35m ve 45m açıklıkta TS'ne göre belirlenen maksimum güce dayanabilen minimuma yakın boyutlar Tablo 3.3'teki gibi elde edilmiştir.

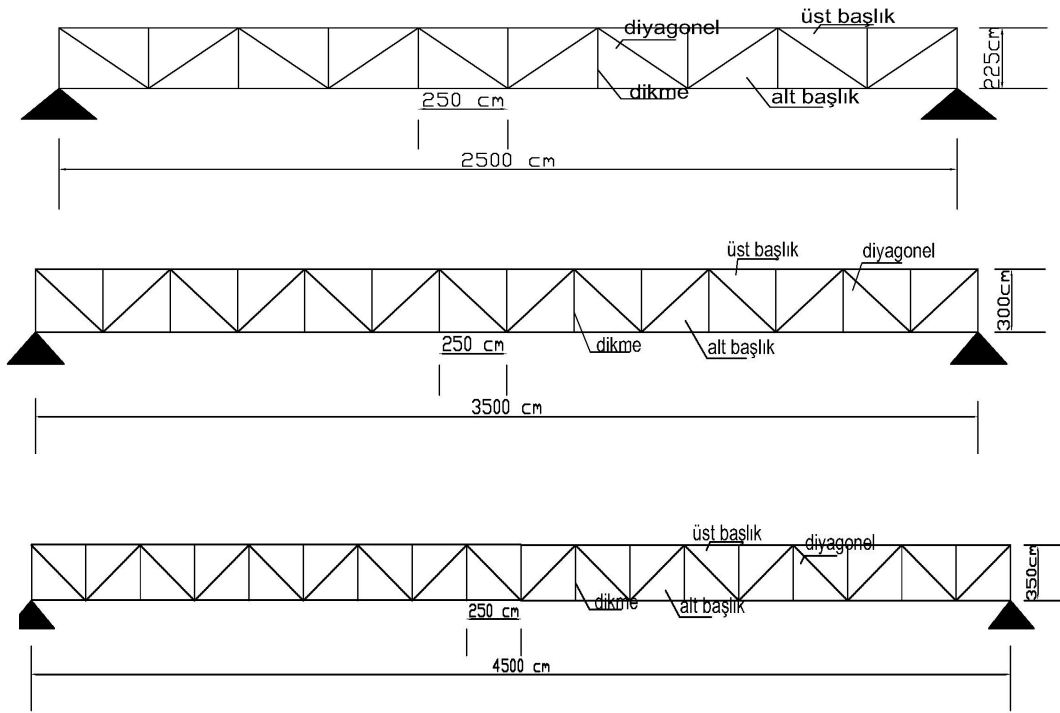
Tablo 3.3 Ele alınan Trapez Başlıklı Kafes Kirişler için elde edilen boyutlar

	KİRİŞ (25 METRE)		KİRİŞ (35 METRE)		KİRİŞ (45 METRE)	
KESİT ÖLÇÜLERİ (mm)		üst başlık b= 90.9 h=90.9		üst başlık b= 110.11 h=110.11		üst başlık b= 140.14 h=140.14
		alt başlık b= 80.8 h=80.8		alt başlık b= 90.9 h=90.9		alt başlık b= 110.11 h=110.11
		dikme b= 50.5 h=50.5		dikme b= 60.6 h=60.6		dikme b= 80.8 h=80.8
		diyagonal b= 70.7 h=70.7		diyagonal b= 80.8 h=80.8		diyagonal b= 100.10 h=100.10



b) Paralel Başlıklı Düzlem Çelik Kafes Kirişler

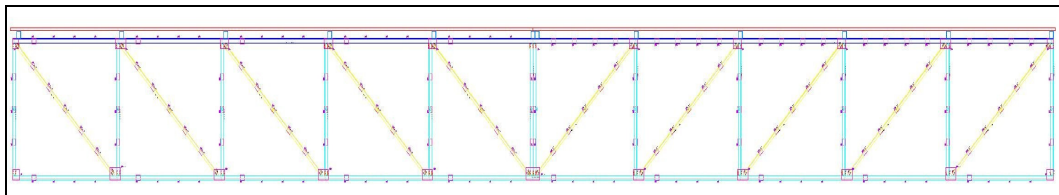
Paralel kirişler de trapez kirişler gibi diyagonal ve dikme yerleşimlerine göre farklı geometrilere oluşturulabilir.



Şekil 3.3 İncelenen Paralel Başlıklı Çelik Kafes Kiriş geometrisi (25, 35 ve 45 metrelik açıklık).

Tablo 3.4 İncelenen Paralel Başlıklı Çelik Kafes Kiriş boyutları

	KİRİŞ (25 METRE)		KİRİŞ (35 METRE)		KİRİŞ (45 METRE)	
KESİT ÖLÇÜLERİ (mm)		üst başlık	üst başlık	üst başlık	üst başlık	
		b= 90.9 h=90.9	b= 110.11 h=110.11	b= 140.14 h=140.14		
		alt başlık	alt başlık	alt başlık		
		b= 70.7 h=70.7	b= 80.8 h=80.8	b= 100.10 h=100.10		
		dikme	dikme	dikme		
b= 70.7 h=70.7	b= 80.8 h=80.8	b= 100.10 h=80.10				
diyagonal	diyagonal	diyagonal				
b= 50.5 h=50.5	b= 60.6 h=60.6	b= 80.8 h=80.8				



3.2.2.2 Düzlem Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kirişler

Ahşap malzemeler düzlem kafes kirişlerde doğal ya da yapay olarak kullanılabilirler. Doğal ahşap malzeme boyutları nedeni ile geniş açıklık oluşturmada tercih edilmez. Bu çalışmada geniş açıklığı geçmeye uygun bir ahşap sistem olan Tutkallı Tabakalı Ahşap sistemler incelenmiştir.

a) Trapez Başlıklı Düzlem Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kirişler




Tablo 3.5 Trapez Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kiriş boyutları

	KİRİŞ (25 METRE)		KİRİŞ (35 METRE)		KİRİŞ (45 METRE)	
KESİT ÖLÇÜLERİ (cm)	b - h -	üst başlık b= 14 h=30	b - h -	üst başlık b= 18 h=38.5	b - h -	üst başlık b= 20 h=43.8
		alt başlık b= 14 h=26		alt başlık b= 18 h=34		alt başlık b= 20 h=38
		dikme b= 14 h=10		dikme b= 18 h= 14		dikme b= 20 h= 16.5
		diyagonal b= 14 h=23		diyagonal b= 18 h=32.5		diyagonal b= 20 h=41

Tutkallı tabakalı ahşap kafes kiriş elemanları çelik elemanlar gibi profillerden oluşturulmadığı için genişlik (b) ve yükseklikleri (h) daha az görünmesine rağmen hacmen daha büyük değerlere sahiptir.

b) Paralel Başlıklı Düzlem Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişler

Tablo 3.6 Tutkallı Tabakalı Ahşap Paralel Başlıklı Kiriş boyutları

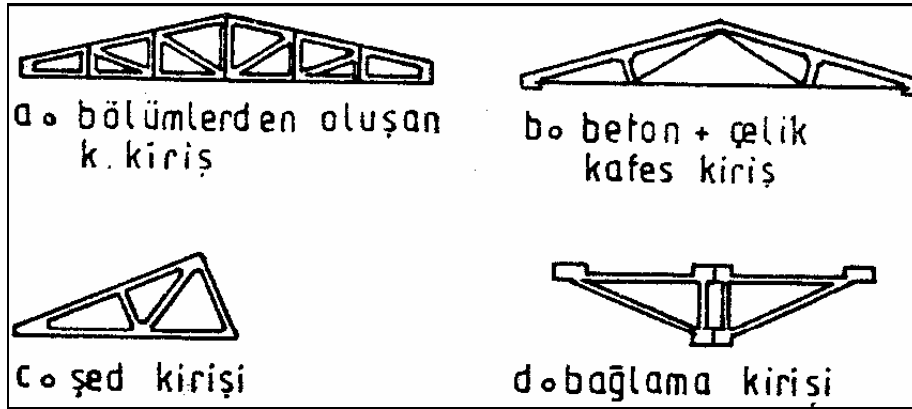
	KİRİŞ (25 METRE)		KİRİŞ (35 METRE)		KİRİŞ (45 METRE)	
KESİT ÖLÇÜLERİ (cm)		üst başlık b= 14 h=26		üst başlık b= 18 h=34		üst başlık b= 20 h=39,5
		alt başlık b= 14 h=23		alt başlık b= 18 h=29,5		alt başlık b= 20 h=33
		dikme b= 14 h=13		dikme b= 18 h=18		dikme b= 20 h=20
		diyagonal b= 14 h=10		diyagonal b= 18 h=14		diyagonal b= 20 h=18

3.2.2.3 Düzlem Betonarme Kafes Kirişler

Betonarme kafes kirişler işçilik ve uygulama zorluklarından dolayı geniş açıklıklı yapılarda çok tercih edilen bir sistem değildir. Betonarme kirişler ön gerilmeli olarak dolu gövdeli ve farklı tip başlıklar (trapez, paralel, üçgen v.b) ile kafes sistemlerle oluşturulabilir. Betonarme kirişlerin çelik elemanlarına fabrikalarda öngerilme verilerek kirişlerin taşıma gücü arttırılmaktadır. Böylece daha küçük boyutlu kesitlerle daha büyük açıklıklar geçilebilmektedir.

a) Trapez Başlıklı Ön gerilmeli Betonarme Kafes Kirişler

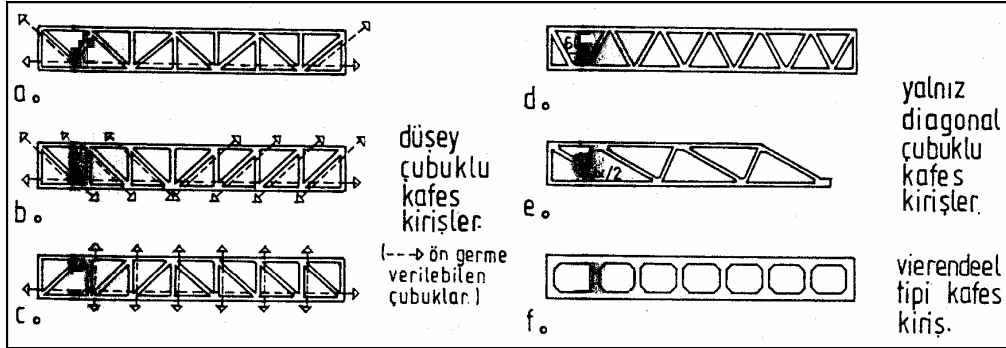
Bu tip kirişler genellikle bölümlerden oluşmaktadırlar. Şekil 3.4'te gösterildiği gibi bölümlerden oluşan, çelik çekme çubuklarından oluşan kafes kirişler ve şed kirişleri kullanılır.



Şekil 3.4 Betonarme Trapez ve Üçgen Başlıklı Betonarme Kafes Kirişler

b) Paralel Başlıklı Betonarme Düzlem Kirişler

Betonarme malzeme ile en çok üretilen kafes kiriş sistemidir. Şekil 3.5' te paralel başlıklı kafes kirişlerde çubuk düzenlemeleri ve oklarla gösterilen öngerilme biçimleri gösterilmektedir.



Şekil 3.5 Paralel Balıklı Betonarme Kirişlerin oluşturulma biçimleri (Ayaydın, 1981).

3.2.3 Uzak Kafes Sistemler

Uzak kafes sistemler de kafes kiriş sistemler gibi birden fazla formda oluşturulabilmektedir. Uzak kafes sistemde de daha önceki sistemlerde olduğu gibi ağırlık ve maliyet açısından optimum değerleri veren form ve malzemeyle oluşturulan kirişler analiz edilmiştir. Bu çalışmada çift tabakalı eğri (çember) yüzeyli uzak kafes sistemler incelenmiştir.

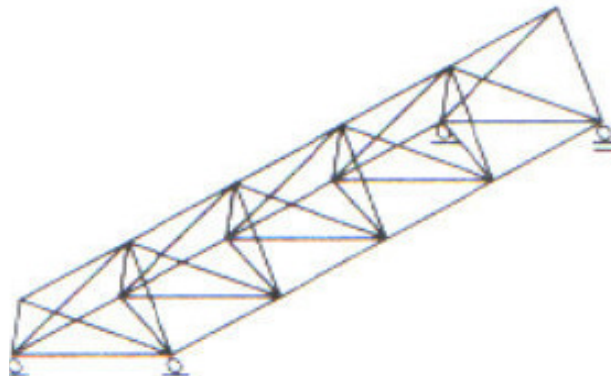
İncelenen Eğri Yüzeyle Uzak Kafes sistemlerde çelik malzeme olarak daha önceki bölümlerde olduğu gibi St37 çeliği hesaplamalarda baz alınmıştır. Ahşap malzeme için masif ahşap malzeme hesaplarda baz alınmıştır. Betonarme malzeme uzak kafes kirişlerde uygulaması çok güç bir malzeme olduğu için bu bölümde değerlendirilmemiştir.

Uzak kafes sistemlerde kiriş yüksekliği geometrik yükseklikten farklı olup çift katlı uzak kafes sistemlerde iki tabaka arasındaki yüksekliği tanımlamaktadır. Kiriş yüksekliği değişikliklerinde sistemde geometrik olarak sadece diyagonal çubukların boyları değişmektedir.

Bu değişiklikler basınç çubuklarındaki narinlik katsayısını dolayısıyla ile burkulma katsayısını değiştirmektedir. Burkulma katsayısının artması sistemde çubuk kesitlerini arttırmakta ve sistemi ağırlaştırmaktadır.

Yapılan hesaplamalara göre uzak kafes sistemlerde kirişin geçtiği açıklık olan doğuray açıklığının değişmesi sistemdeki çubuk ve düğüm noktası elemanlarının sayılarında bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür (Savaşır, 1999).

Buna karşın doğuray yönündeki çubukların uzunluklarında artış gözlemlenmektedir. Diğer yöndeki (doğrultman yönü) çubuk boyları ise değişmemiştir (Savaşır, 1999).



Şekil 3.6 Uzak Kafes Sistem modülü

Uzay kafes sistemlerde çelik malzemeler için ideal kiriş yüksekliği 25m-45m açıklıkları için 2.5 metredir. Ahşap malzeme için aynı açıklıklarda 3.5 metre en ideal kiriş yüksekliği olarak tespit edilmiştir. Ahşap malzemeler ile yapılan uzay kafes sistemler çelik ile uygulananlara nazaran çok ağır ve maliyetli olduğundan çok fazla tercih edilmemektedir.

Bu değerler sistem içindeki çubuk tipi sayısına ve çubuk en kesitlerine dayanarak bulunmuştur. Sistemdeki çubuk maliyetini azaltmak için, piyasada üretilen çubuk boylarına göre çubuk uzunlukları seçilmiştir. Genellikle piyasada üretilen 6 metrelik çubuktan kayıp olmadan kesilebilecek boyutlar seçilmiştir.

Uzay kafes sistemleri oluşturan çubukların ağırlığı, uzunlukları ve en kesit alanlarının çarpımı sonucu elde edilmektedir. 25m, 35m ve 45m'lik açıklıklar için çift katmanlı uzay kafes sistemlerin Doğuray yönündeki çubuk uzunlukları Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7 Çift Tabakalı Çelik Uzay Kafes Sistemlerde Kullanılan Bazı Çubuk Boyutları (Geçilen Açıklık Yönündeki Çubuklar İçin)

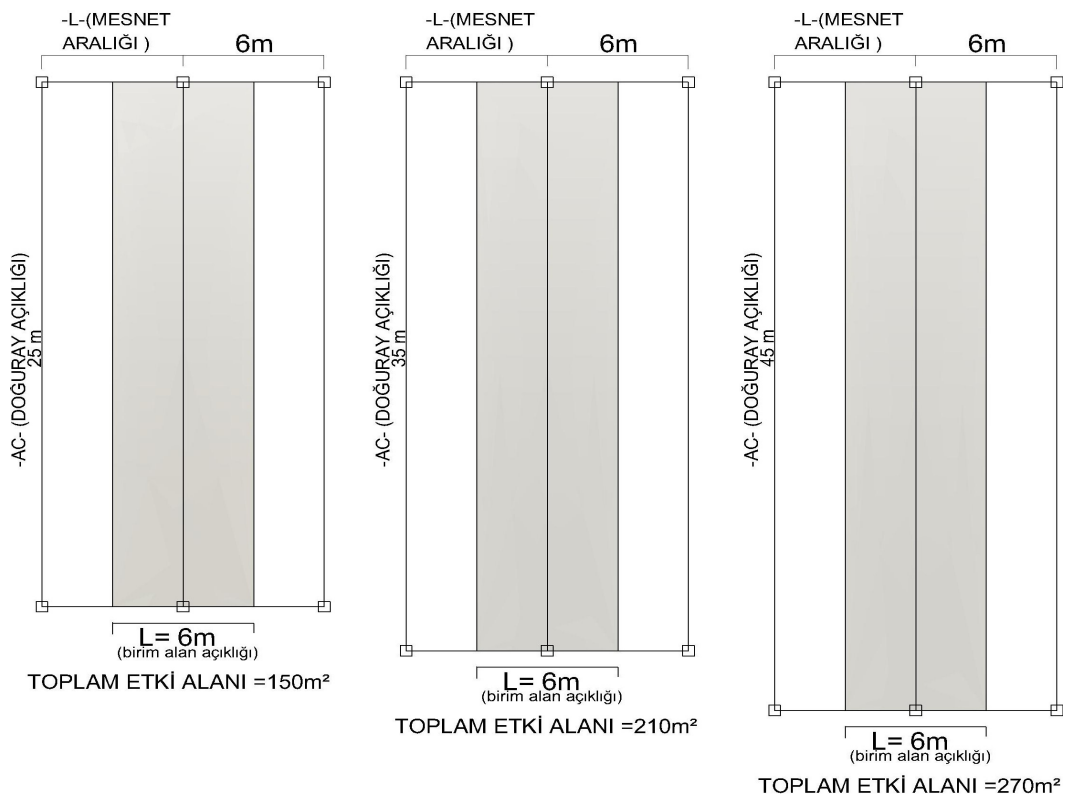
ÇELİK UZAY KAFES SİSTEMLERDE KULLANILAN BAZI ÇUBUK BOYUTLARI						
KESİT ÖLÇÜLERİ (cm)		ÇUBUK UZUNLUĞU(cm)		ÇUBUK UZUNLUĞU(cm)		ÇUBUK UZUNLUĞU(cm)
		191.93 cm		234.20 cm		281.61 cm

Tablo 3.7'de görüldüğü gibi uzay kafes sistemlerde geçilen açıklık arttıkça doğuray yönündeki çubukların uzunlukları ve dolayısı ile en kesitleri de artmaktadır. Diğer yöndeki (doğrultman) çubuk uzunlukları açıklık arttıkça sabit kalmaktadır. Bu yöndeki çubuk boyutları sistemde kullanılan mesnet sayısına ve

frekans (bölünme) değerine bağlıdır. Bu çalışmada mesnet sayısı ve frekans değeri sabit tutulduğu için doğrultman yönündeki çubuk uzunluklarında bir değişiklik olmamıştır. Doğrultman yönündeki çubuk boyları doğuray yönündekilerle aynı olarak belirlenmiştir.

3.3 İncelenen Sistemlerin Toplam Ağırlıkları İçin Elde Edilen Sonuçlar

Bu bölümde incelenen ve boyutlandırmaları yapılan dolu gövdeli çelik ve tutkallı tabakalı ahşap kirişler, çelik düzlem kafes kirişler, tutkallı tabakalı ahşap düzlem kafes kirişler, çelik uzay kafes kirişler ve tutkallı tabakalı uzay kafes kirişlerin toplam ağırlıkları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar tablolar yardımı ile özetlenmiştir. Sistemlerin toplam ağırlıkları belirlenirken sistem çözümleri basit kiriş yöntemleri ve bilgisayar programları(Sta4cad ve ÇelikPro-V) ile optimum eleman boyutları belirlenerek yapılmıştır.



Şekil 3.7 Ele Alınan Açıklıklardaki Sistemlerin Etki Alanları

3.3.1 Çelik Malzemeli Kirişlerin Hesaplanan Ağırlıkları

Bu bölümde çelik malzemeli kirişlerin ağırlıklarının hesap sonuçları sırasıyla dolu gövdeli sistem, düzlem kafes sistem ve uzay kafes sistem formlarına göre tablolar yardımıyla gösterilmiştir. Sistemlerin karşılaştırmaları birim alanı örten kiriş ağırlıkları hesaplanarak yapılmıştır. Şekil 3.6'da ele alınan açıklıklar için alanlar gösterilmektedir.

3.3.1.1 Dolu Gövdeli Çelik Kirişler

Tablo 3.8'de görüldüğü gibi dolu gövdeli çelik kirişlerde kiriş toplam boyu ile toplam ağırlık doğru orantılı olarak artmaktadır. Dolu gövdeli çelik kirişler 25 metreden sonra ağırlıklarının oldukça artması ve uygulama güçlüklerinde dolayı tercih edilmemektedir.

Tablo 3.8 Dolu Gövdeli Çelik Kiriş ağırlıkları (Tablo 3.1'deki dolu gövdeli çelik kiriş boyutları ile)

	(25 METRE)	(35 METRE)	(45 METRE)
TOPLAM KİRİŞ AĞIRLIĞI(kg)	2750	5033	8260
BİRİM AÇIKLIK AĞIRLIĞI(kg/m)	110	143.8	236
BİRİM ALAN AĞIRLIĞI(kg/m ²)	18.33	23.97	30.60

3.3.1.2 Düzlem Çelik Kafes Kirişler

Tablo 3.9 Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin ağırlıkları (Tablo 3.3'teki Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kiriş boyutları ile)

AÇIKLIK	TRAPEZ BAŞLIKLİ ÇELİK DÜZLEMKAFES KİRİŞLER														
	25 m					35 m					45 m				
Kullanılan Elemanlar	ÜST BAŞLIK 2L90/90/9	ALT BAŞLIK 2L80/80/8	DİKME 2L50/50/5	DIYAGONEL LEVHA 2L70/70/7	LEVHA t=2 mm	ÜST BAŞLIK 2L110/110/11	ALT BAŞLIK 2L90/90/9	DİKME 2L60/60/6	DIYAGONEL LEVHA 2L80/80/8	LEVHA t=2 mm	ÜST BAŞLIK 2L140/140/14	ALT BAŞLIK 2L110/110/11	DİKME 2L80/80/6	DIYAGONEL LEVHA 2L100/100/10	LEVHA t=2 mm
Eleman Toplam Ağırlıkları(kg)	610.05	481.65	123.93	368.03	130	1125.35	857.50	235.20	651.30	152	2239.62	1426.50	436.80	984.9	175
Eleman Toplam Boyları(m)	24.9	24.7	16.2	24.7	----	35.5	35	22.4	33.4	----	45.8	45	29.4	40.2	----
Sistemin Toplam Ağırlığı(kg)	1713.66					3021.35					5262.82				
Sistem Birim Açıklık Ağırlığı(kg/m)	68.55					86.32					116.95				
Sistem Birim Alan Ağırlığı(kg/m ²)	11.43					14.39					19.49				

Tablo 3.10 Paralel Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin Ağırlıkları (Tablo 3.4'teki Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kiriş boyutları ile)

AÇIKLIK	PARALEL BAŞLIKLIL ÇELİK DÜZLEM KAFES KİRİŞLER														
	25 m					35 m					45 m				
Kullanılan Elemanlar	ÜST BAŞLIK	ALT BAŞLIK	DİKME	DIYAGONEL LEVHA	ÜST BAŞLIK	ALT BAŞLIK	DİKME	DIYAGONEL LEVHA	ÜST BAŞLIK	ALT BAŞLIK	DİKME	DIYAGONEL LEVHA			
	2L90/90/9	2L70/70/7	2L70/70/7	2L50/50/5 t=2 mm	2L110/110/11	2L90/90/9	2L90/90/9	2L50/50/5 t=2 mm	2L140/140/14	2L110/110/11	2L110/110/11	2L90/90/10 t=2 mm			
Eleman Toplam Ağırlıkları(kg)	612.50	372.50	464.88	279.99	85	1109.50	857.50	1239.70	861.22	126	2200.50	1426.50	1744.40	1898.75	154
Eleman Toplam Boyları(m)	25	25	31.2	36.6	---	35	35	50.6	57.8	---	45	45	71.2	77.5	---
Sistemin Toplam Ağırlığı(kg)	1814.87					4193.92					7424.15				
Sistem Birim Açıklık Ağırlığı(kg/m)	172.59					119.82					164.98				
Sistem Birim Alan Ağırlığı(kg/m ²)	12.10					19.97					27.50				

Çelik düzlem kafes için yapılan hesaplamalar sonucunda belirlenen eleman boyutlarına göre elemanların ve sistemin toplam ağırlıkları Tablo 3.9 ve Tablo 3.10'de gösterilmiştir.

3.3.1.3 Eğri (Çember) Yüzeyle Uzak Çelik Kafes Sistemler

Uzak kafes sistemlerin geometrilerinin oluşmasında etkili olan tüm kriterler sistemin ağırlığının da değişmesine sebep olurlar. Bu kriterler, sistemin geçtiği açıklık (AC), bölünme sayısı (frekans = f), kiriş yüksekliği (s) ve mesnet sayısıdır. Bu bölümde yapılan çalışmada geçilen açıklığın değişiminin etkileri incelenmiştir. 'AC' yani açıklık değişken değer olarak alınmıştır.

Sistemin toplam ağırlığı sistemi oluşturan tüm öğelerin ağırlıkları anlamına gelmektedir. Toplam çubuk ağırlığı ve düğüm noktası ağırlığı bu öğeleri oluşturur. Ahşap malzemeler dikkate alındığında ise bağlantı aparatı bu öğelere dahil edilmektedir (Çınar, 2002).

Araştırmada daha önceki sistemlerde de olduğu gibi bazı veriler sabit tutulmuştur. Bu veriler şunlardır:

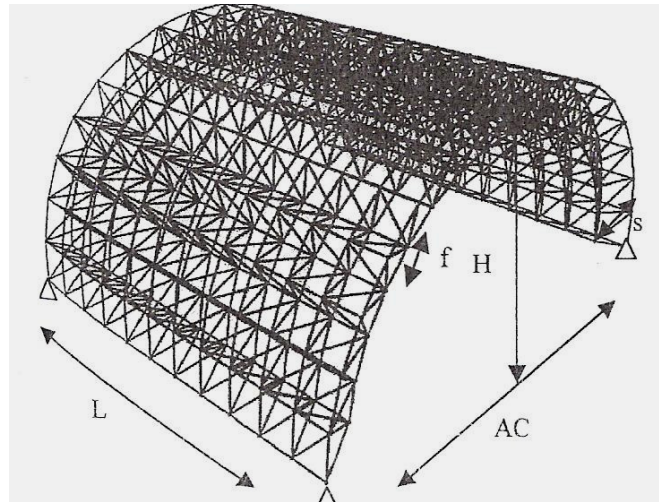
Kaplama yükleri olarak aşağıdaki değerler hesaplamalarda dikkate alınmıştır:

- Kaplama malzemesi için 10kgf/m²
- Profil ağırlığı için 8 kgf/m
- Çelik malzemesi olarak St37 çeliği kullanılmıştır.
- Ahşap malzeme olarak 1.sınıf kayın/meşe ağacı kerestesinin değerleri kullanılmıştır.

Sistemlerde uygulanması en ekonomik çözümler araştırılmıştır. Bu yüzden uzak sistemde kullanılan çelik boru kesitli profiller uygulamada en ekonomik sonuçlar verecek şekilde seçilmiştir.

Uzay kafes sistemlerin düzlem kafes kirişlerle sağlıklı karşılaştırılmasının yapılabilmesi için bazı ortak kriterler göz önüne alınmıştır. Düzlem kirişlerde belirlenen 6 metrelik aks aralığı göz önüne alınarak uzay kafes sistemlerde de 6 metrelik aks aralığına denk gelen modül birim kiriş olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi ‘AC’ mesafesi sistem açıklığıdır. Bu araştırmada 25m, 35m ve 45m olarak ele alınmıştır. Uzay kafes kirişler için Şekil 3.8’ da görülen ‘AC (doğuray)’ mesafesi bu açıklıkları temsil eder. ‘L (doğrultman)’ mesafesi 6 metre açıklıklarla konulan mesnetlerle oluşturulan mesnet aksı aralığıdır.



Şekil 3.8 Eğri Yüzeyle Uzay Kafes Sistem Bileşenleri

Doğurayın bölünme sayısı (f) : 18

Doğrultman bölünme sayısı(fl) : 4

Doğrultman uzunluğu(L) : 6m ve katları

Sabit mesnet sayısı(m) : 4

25m açıklıkta doğuray yönündeki çubuk boyları yaklaşık 191cm iken, açıklık 45m’ye çıktığında çubuk boyları 281cm’ye çıkmaktadır. Ayrıca çelik malzemeler

için çapı 50-60 mm olan düğüm noktası, ahşap malzeme için ise çapı 110-132 mm olan düğüm noktası kullanılmıştır.

Eğri yüzeyli çelik uzay kafes sistemler için ortaya çıkan ağırlık değerleri Tablo 3.11' de gösterilmiştir.

Tablo 3.11 Eğri Yüzeyli Çelik Uzay Kafes Sistemlerin toplam ağırlık tablosu

	KİRİŞ (25 METRE)	KİRİŞ (35 METRE)	KİRİŞ (45 METRE)
TOPLAM ÇUBUK UZUNLUĞU(m)	1105.50 m	1348.95 m	1622.05 m
TOPLAM ÇUBUK AĞIRLIĞI(kg)	1370 kg	2215 kg	4048 kg
TOPLAM DÜĞÜM NOKTASI AĞIRLIĞI(kg)	90 kg	99 kg	107 kg
TOPLAM SİSTEM AĞIRLIĞI(kg)	1460 kg	2314 kg	4155 kg
BİRİM AĞIRLIK(kg/m ²)	9.73	11.02	15.38

3.3.2 Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemeli Kirişlerin Ağırlıkları

Bu bölümde tutkallı tabakalı ahşap malzemeli kirişlerin ağırlıklarının hesap sonuçları sırasıyla dolu gövdeli sistem, düzlem kafes sistem ve uzay kafes sistem formlarına göre tablolar yardımıyla gösterilmiştir.

3.3.2.1 Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişler

Tablo 3.12 Tutkallı Tabakalı Ahşap Dolu Gövdeli Kiriş ağırlıkları (Tablo 3.2’teki Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kiriş boyutları İle)

	(25 METRE)	(35 METRE)	(45 METRE)
TOPLAM KİRİŞ AĞIRLIĞI(kg)	3211.5	5074.3	10026.9
BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	128.46	144.98	222.82
BİRİM AĞIRLIK(kg/m ²)	21.41	24.01	37.13

3.3.2.2 Düzlem Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kirişler

Tablo 3.13 T.T.A Trapez Başlıklı Kafes Kiriş ağırlıkları (Tablo 3.5'teki Trapez Başlıklı T.T.A. Kafes Kiriş Boyutları İle)

AÇIKLIK	25 m						35 m						45 m					
	ÜST BAŞLIK b=140 h=300	ALT BAŞLIK b=140 h=260	DİKME b=140 h=100	DIYAGONEL b=140 h=230	LEVHA t=2 mm	ÜST BAŞLIK b=180 h=340	ALT BAŞLIK b=180 h=300	DİKME b=180 h=140	DIYAGONEL b=180 h=280	LEVHA t=2 mm	ÜST BAŞLIK b=200 h=380	ALT BAŞLIK b=200 h=350	DİKME b=200 h=180	DIYAGONEL b=200 h=300	LEVHA t=2 mm			
Kullanılan Elemanlar																		
Eleman Toplam Ağırlıkları(kg)	509.89	437	73.38	288.33	295	1186.09	1028.30	249.26	887.33	390	1932.62	1641.60	510.05	1286.07	480			
Eleman Toplam Boyları(m)	25.28	25	10.9	18.65	---	35.65	35	20.6	31.6	---	45.96	45	32.2	45.8	---			
Sistemin Toplam Ağırlığı(kg)	1603.60						3740.98						5850.34					
Sistem Birim Açıklık Ağırlığı(kg/m)	64.14						106.89						130.00					
Sistem Birim Açıklık Ağırlığı(kg/m ²)	10.70						17.82						21.67					

Tablo 3.14 T.T.A Paralel Başlıklı Kafes Kiriş ağırlıkları (Tablo 3.6'deki Paralel Başlıklı T.T.A. Kafes Kiriş boyutları ile)

AÇIKLIK	25 m						35 m						45 m					
	ÜST BAŞLIK b=140 h=260	ALT BAŞLIK b=140 h=230	DİKME b=140 h=130	DIYAGONEL b=140 h=100	LEVHA t=2 mm	ÜST BAŞLIK b=180 h=340	ALT BAŞLIK b=180 h=295	DİKME b=180 h=180	DIYAGONEL b=180 h=140	LEVHA t=2 mm	ÜST BAŞLIK b=200 h=395	ALT BAŞLIK b=200 h=330	DİKME b=200 h=200	DIYAGONEL b=200 h=180	LEVHA t=2 mm			
Kullanılan Elemanlar																		
Eleman Toplam Ağırlıkları(kg)	437	386.5	240	230.5	197	1028.30	892.15	672.20	631.62	262	1706.40	1425.60	1119.39	898.56	334			
Eleman Toplam Boyları(m)	25	25	27.46	34.30	----	35	35	43.2	52.2	----	45	45	58.3	52.2	----			
Sistemin Toplam Ağırlığı(kg)	1491.00						3486.27						5483.92					
Sistem Birim Açıklık Ağırlığı(kg/m)	59.64						99.60						121.86					
Sistem Birim Açıklık Ağırlığı(kg/m ²)	9.94						16.61						20.32					

3.3.2.3 Eğri Yüzeyle Uzay Ahşap Kafes Sistemler

Tablo 3.15 Eğri Yüzeyle Ahşap Uzay Kafes Sistemlerin ağırlık tablosu

	KİRİŞ (25 METRE)	KİRİŞ (35 METRE)	KİRİŞ (45 METRE)
TOPLAM ÇUBUK UZUNLUĞU(m)	1105.50 m	1348.95 m	1622.05 m
TOPLAM ÇUBUK AĞIRLIĞI(kg)	11831 kg	17860 kg	24859 kg
TOPLAM DÜĞÜM NOKTASI AĞIRLIĞI(kg)	334 kg	417 kg	634 kg
TOPLAM SİSTEM AĞIRLIĞI(kg)	12165 kg	18277 kg	25493 kg
BİRİM AĞIRLIK(kg/m ²)	81.10	87.04	94.41

Eğri yüzeyle uzay kafes sistemlerde toplam ağırlık değerleri her iki malzemede de açıklık arttıkça düzgün bir şekilde artmaktadır. Düşük açıklıklarda ağırlık farkı az iken açıklık arttıkça bu farkta artmaktadır (Bknz. Tablo 3.15).

3.4 İncelenen Sistemlerin Ağırlık Karşılaştırmaları

Bu bölümde, önceki bölümlerde incelenen tüm sistemlerin ağırlıklarının karşılaştırılmaları açıklık mesafeleri, malzemeleri ve geometrileri bazında grafikler yardımı ile gözlenmiştir. Bölüm 3.4.1’de incelenen sistemlerin daha önceden belirlenen 25m, 35m ve 45m’lik açıklıklar bazında karşılaştırmaları yapılmıştır. Bölüm 3.4.2’de, incelenen sistemlerin malzeme bazında karşılaştırmaları yapılmıştır. Son olarak Bölüm 3.4.3’te ise incelenen sistemler geometrilerine göre karşılaştırılmıştır.

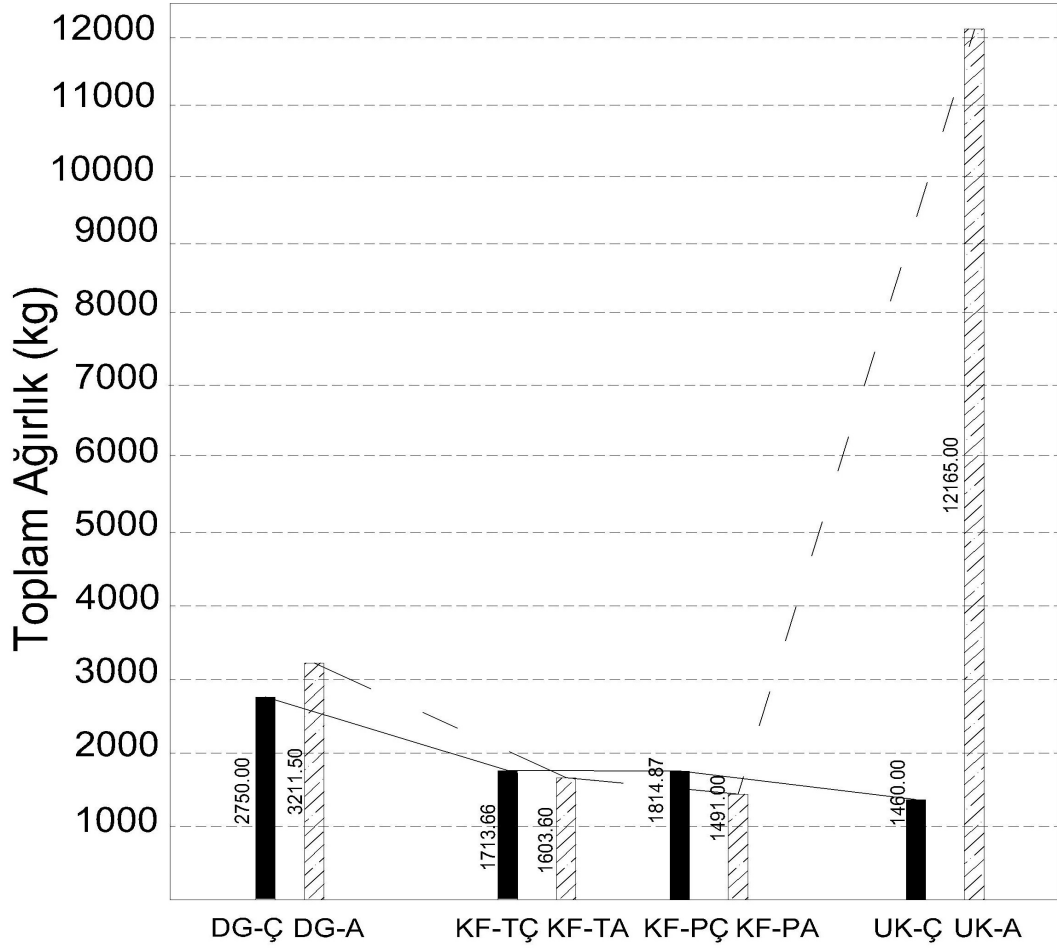
Grafikler oluşturulurken sistemleri simgeleyen kısaltmalardan yararlanılmıştır. Yapılan kısaltmalar aşağıda belirtilmiştir:

- DGÇ : Dolu Gövdeli Çelik Kiriş
- DGA : Dolu Gövdeli Ahşap Kiriş
- KF-TÇ : Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kiriş
- KF-TA : Trapez Başlıklı Ahşap Düzlem Kafes Kiriş
- KF-PÇ : Paralel Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kiriş
- KF-PA : Paralel Başlıklı Ahşap Düzlem Kafes Kiriş
- UK-Ç : Çelik Uzay Kafes Kiriş
- UK-A : Ahşap Uzay Kafes Kiriş

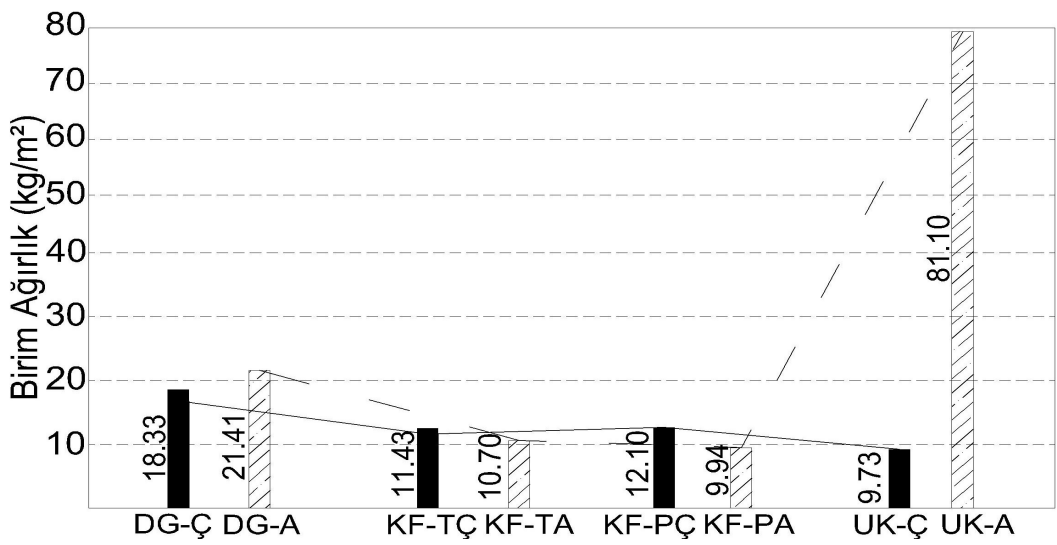
3.4.1 Geçilen Açıklıklar Bazında İncelenen Sistemlerin Toplam Ağırlıklarının Karşılaştırılması

Daha önceki bölümlerde yapılan ağırlık hesaplamalarında düzlem kafes kirişler 6 metre mesnet aralıklı sistemler olarak incelenmiştir. 6 metrede bir adet kafes kiriş yerleştirilmiştir. Uzay kafes sistemlerde ise 6 metre aralıklarla yerleştirilen mesnetler üzerinde bulunan uzay sistem ağı bulunmaktadır.

3.4.1.1 25 Metre Açıklıklı Sistemler



Şekil 3.9 25 m açıklıklı sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları

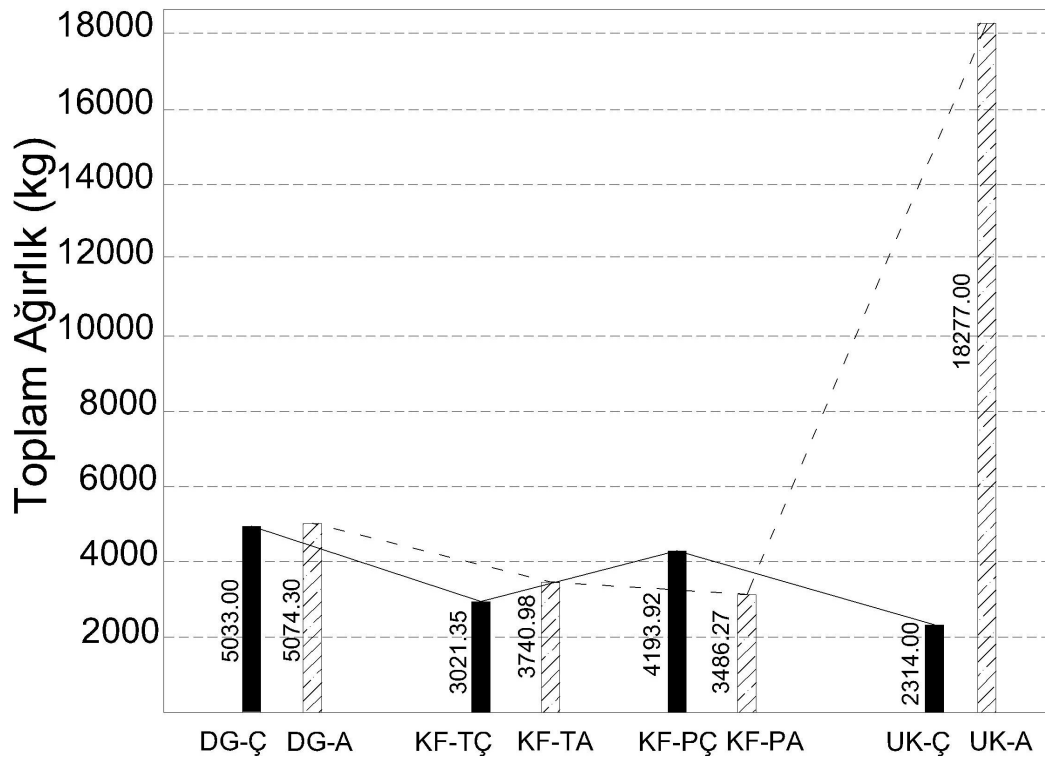


Şekil 3.10 25 m açıklıklı sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

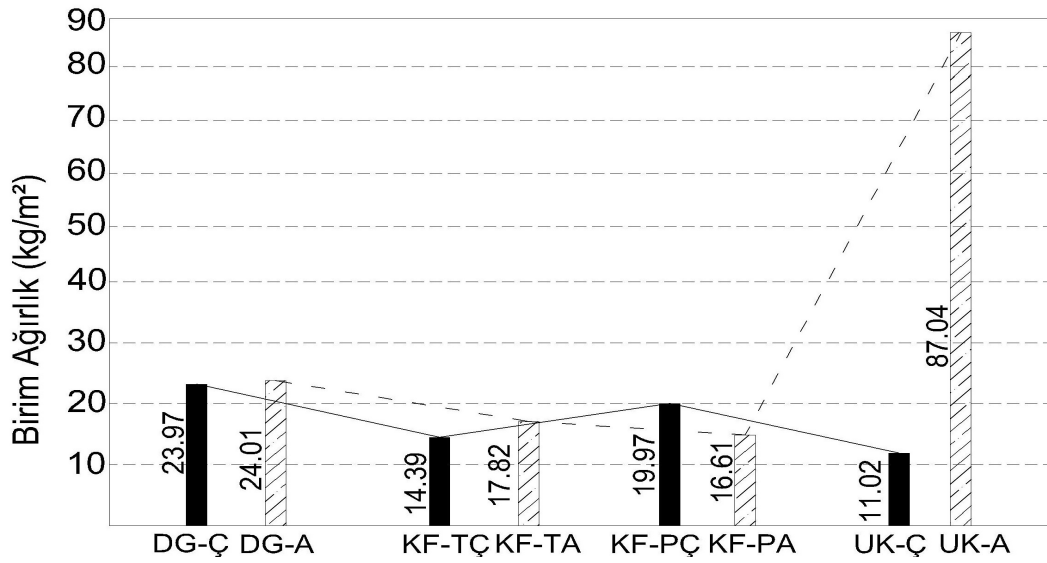
- 25 metre açıklık geçen sistemlerde dolu gövdeli kirişler ile uzay kafes kirişlerde dikkate alındığında ahşap malzeme ile yapılan sistemler çelik malzeme kullanılan sistemlere göre daha ağırdır. Düzlem kafes kirişlerde ise çelik malzeme ile yapılanlar, ahşap malzeme ile yapılanlara göre daha ağır olduğu görülmektedir. Ancak 25 metre açıklık geçen ahşap ve çelik malzemeli düzlem kafes kirişlerdeki bu ağırlık farkı, dolu gövdeli kirişlere ve uzay kafes kirişlere oranla daha az olmaktadır.

- 25 metre açıklığı geçen sistemlerin en hafifi 1460 kg ile çelik uzay kafes kirişlerdir. En ağır sistem ise 12165 kg ile ahşap uzay kafes sistemlerdir (Şekil 3.9). Bu iki sistem arasındaki ağırlık farkından uzay kafes sistem oluşturmada malzeme seçiminin çok önemli bir etken olduğu görülmektedir.

3.4.1.2 35 Metre Açıklıklı Sistemler



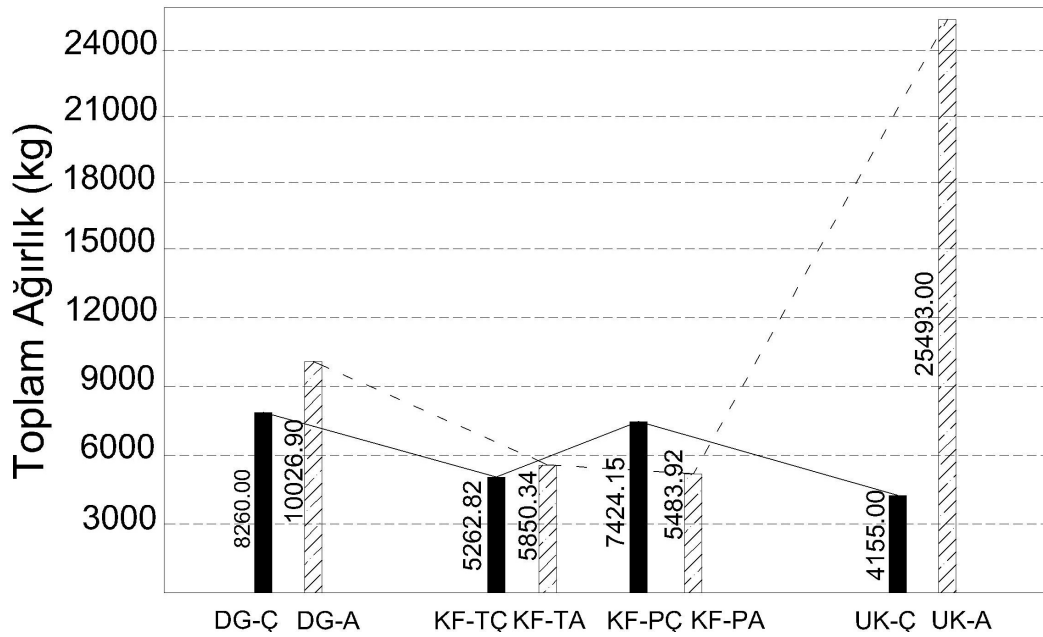
Şekil 3.11 35m açıklıklı sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları



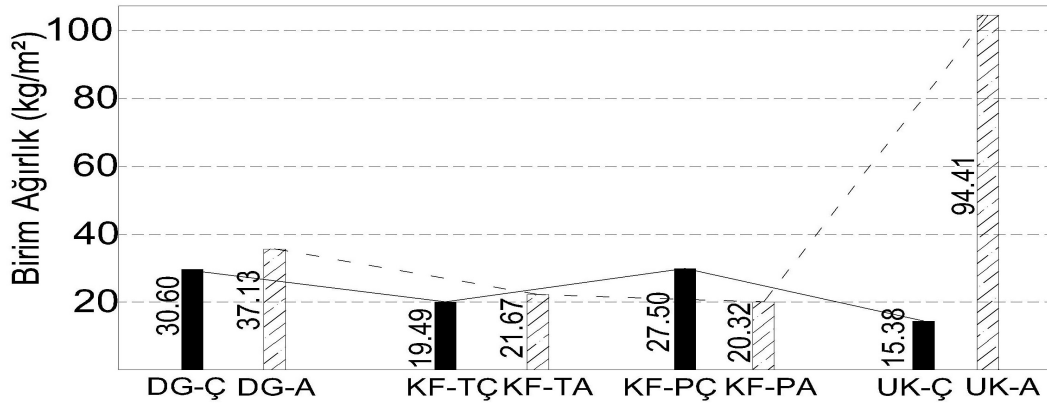
Şekil 3.12 35m açıklıklı sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

• 35m açıklıklı sistemlerde dolu gövdeli kirişler arasında malzemeler arasındaki fark 25m açıklıktaki sistemlere oranla daha azdır. Kafes kirişlerde ise trapez başlıklı çelik kafes kiriş ağırlığı 25m açıklıkta tutkallı tabakalı ahşap kirişten daha ağır iken 35m açıklıkta tutkallı tabakalı ahşap kiriş, çelik kirişten daha ağır olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.11).

3.4.1.3 45 Metre Açıklıklı Sistemler



Şekil 3.13 45m açıklıklı sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları



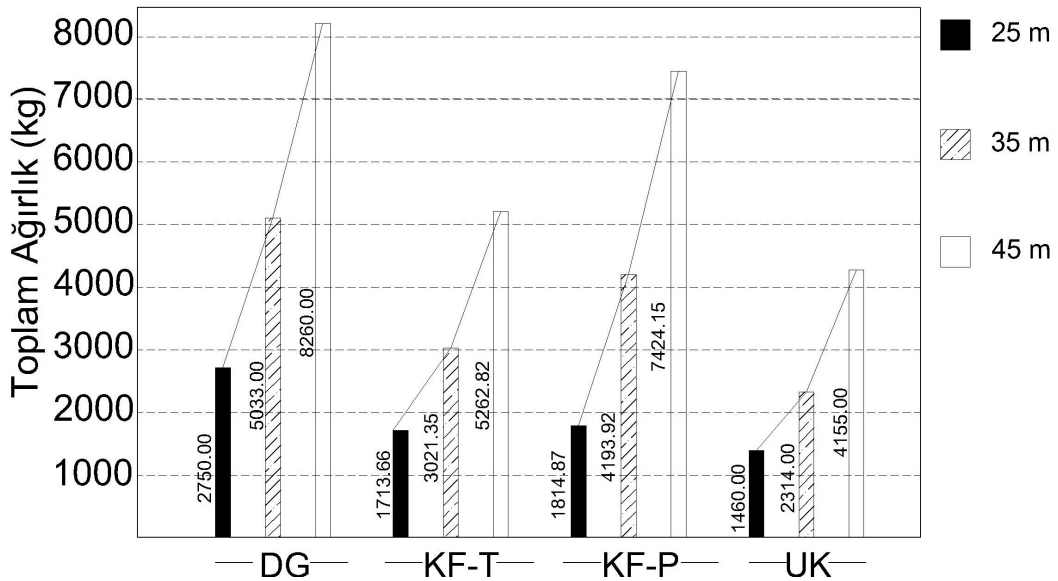
Şekil 3.14 45m açıklıklı sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

• 45m açıklıklı dolu gövdeli çelik sistemlerde 25m ve 35m açıklıklı kirişlerden farklı olarak tutkallı tabakalı ahşap kirişlerin, çelik kirişlere göre oldukça ağır olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.13).

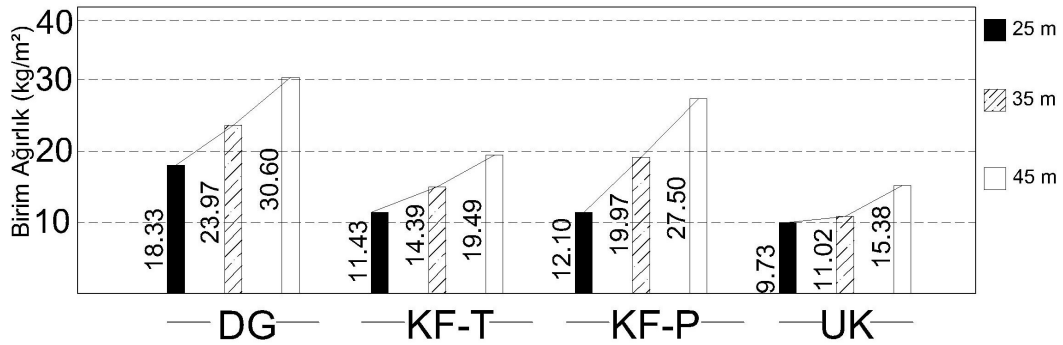
Birim ağırlıklar açısından bakıldığında açıklık 25m'den 45m'ye çıktığında en az ağırlık artışı çelik uzay kafes sistemlerde olmuştur. En fazla artış ise paralel başlıklı tutkallı tabakalı ahşap kafes kirişlerde olmuştur (Şekil 3.14).

3.4.2 Kullanılan Malzemeler Bazında İncelenen Sistem Ağırlıklarının Karşılaştırılması

3.4.2.1 Çelik Malzemeli Sistemler



Şekil 3.15 Çelik malzemeli sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları

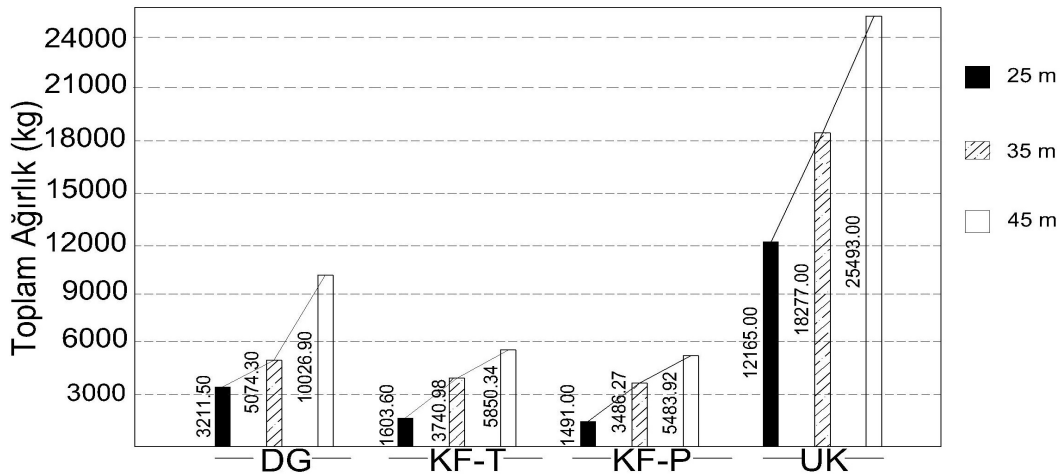


Şekil 3.16 Çelik malzemeli sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

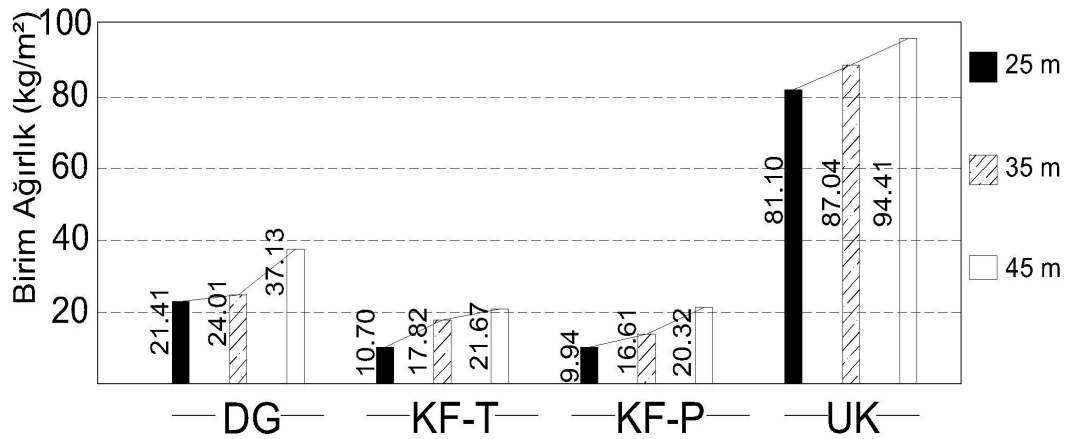
• Şekil 3.15'te görüldüğü gibi çelik malzeme ile oluşturulan sistemlerde açıklık arttıkça görülen en büyük ağırlık artışı paralel başlıklı kafes kirişlerde olduğu görülmüştür. Buna göre, 25m açıklıkta 1814.87 kg olan ağırlık, açıklık 45m'ye geldiğinde 7424.15 olmaktadır. Sistemdeki ağırlığın değişimi yaklaşık olarak %409 olmaktadır. Bu oranın dolu gövdeli çelik kirişlerde %300, trapez başlıklı çelik kafes kirişlerde %307 ve çelik uzay kafes kirişlerde %282 olduğu görülmüştür. Şekil 3.16'daki birim ağırlık tablosundan da görüldüğü gibi açıklık arttıkça birim ağırlığı en az artan sistem uzay kafes sistem olmuştur.

3.4.2.2 Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemeli Sistemler

Ahşap malzeme ile oluşturulan sistemlerde açıklık arttıkça ağırlık değişim oranlarında kirişlerin formlarına göre farklılıklar olduğu görülmüştür.



Şekil 3.17 Ahşap malzemeli sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları



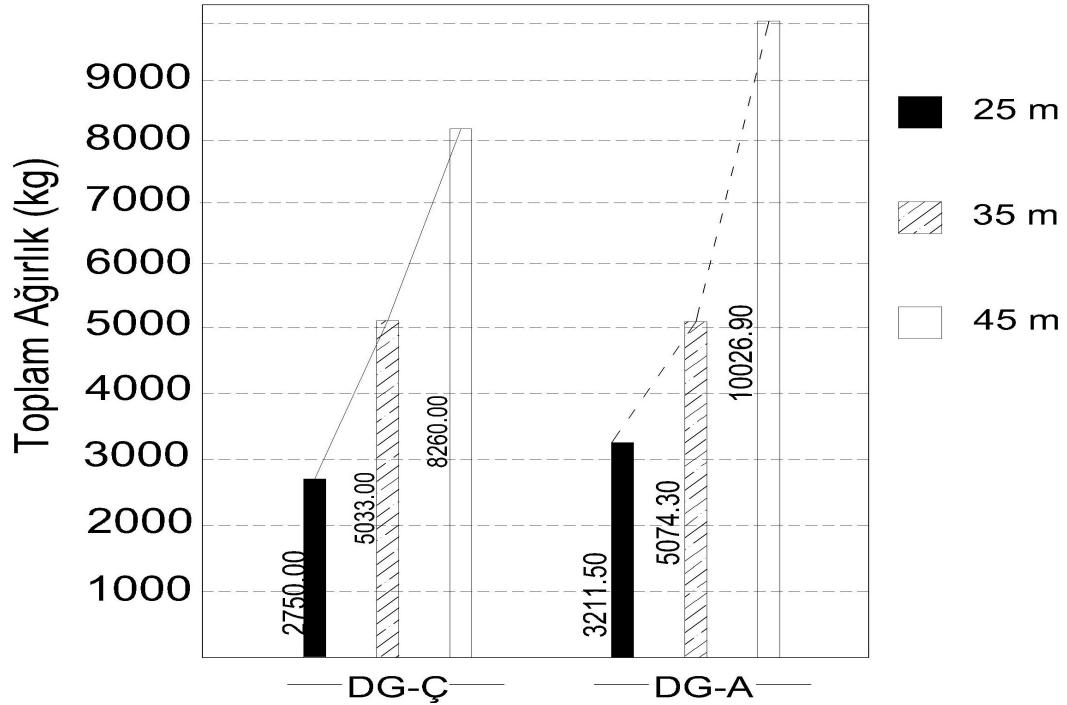
Şekil 3.18 Ahşap malzemeli sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

- Dolu gövdeli tutkallı tabakalı kirişlerde açıklık arttıkça kirişlerin ağırlık artış oranı da artmaktadır. Kiriş açıklığı 25m'den 35m'ye arttığında kiriş ağırlığı %158 artmaktadır. Kiriş açıklığı 35m'den 45m'ye çıktığında ise Kiriş ağırlığı %197 artmaktadır. Trapez başlıklı tutkallı tabakalı ahşap kafes kirişlerde açıklık artışı ile doğru orantılı bir ağırlık artışı gözlemlenmektedir. Paralel başlıklı tutkallı tabakalı ahşap kirişlerde ise dolu gövdeli kirişlerde olduğu gibi açıklık arttıkça ağırlık artış oranında da artma olduğu görülmüştür. Tutkallı tabakalı ahşap uzay kafes kirişlerde ise açıklık arttıkça kiriş ağırlık artış oranı aynı olmaktadır.

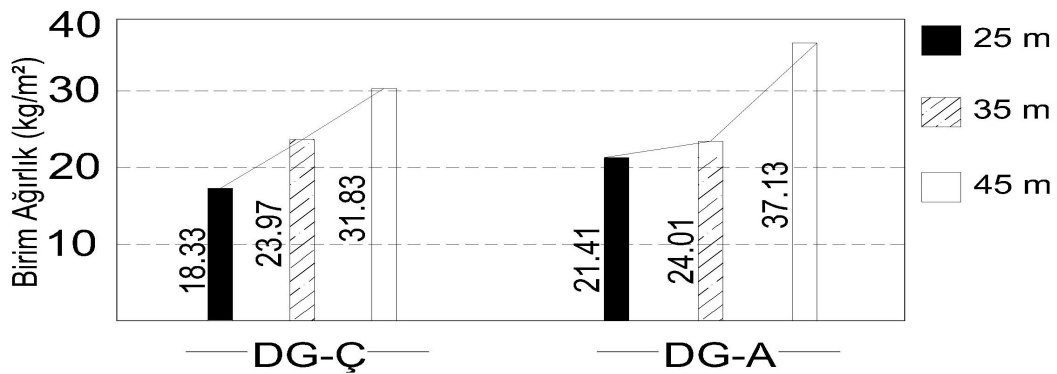
3.4.3 Formları Açısından İncelenen Sistem Ağırlıklarının Karşılaştırılması

Bu bölümde çalışmada ele alınan sistemlerin ağırlıkları oluşturulma biçimleri (formları) açısından karşılaştırılmıştır. İlk dolu gövdeli kirişler ve sırasıyla düzlem kafes kirişler ve uzay kafes kirişler kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

3.4.3.1 Dolu Gövdeli Sistemler



Şekil 3.19 Dolu gövdeli sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları

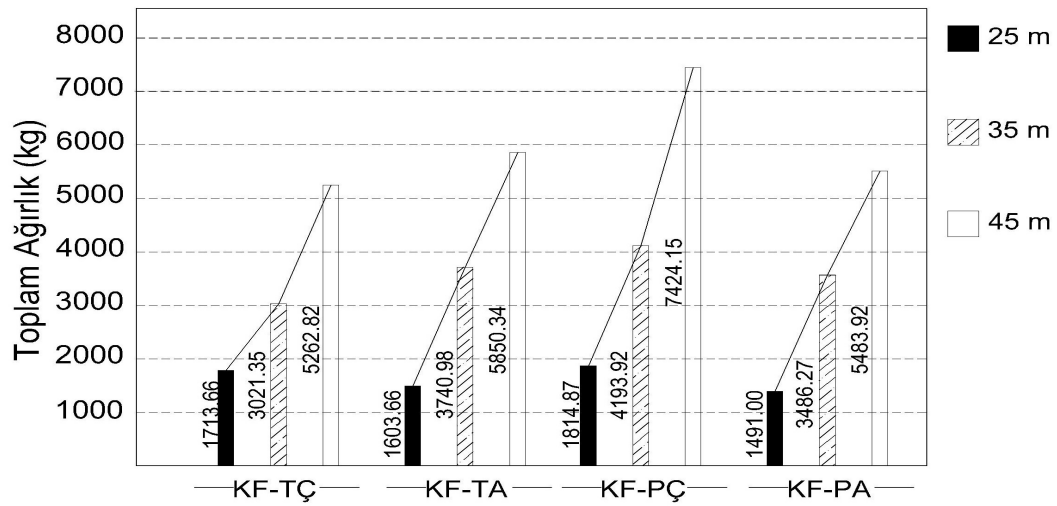


Şekil 3.20 Dolu gövdeli sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

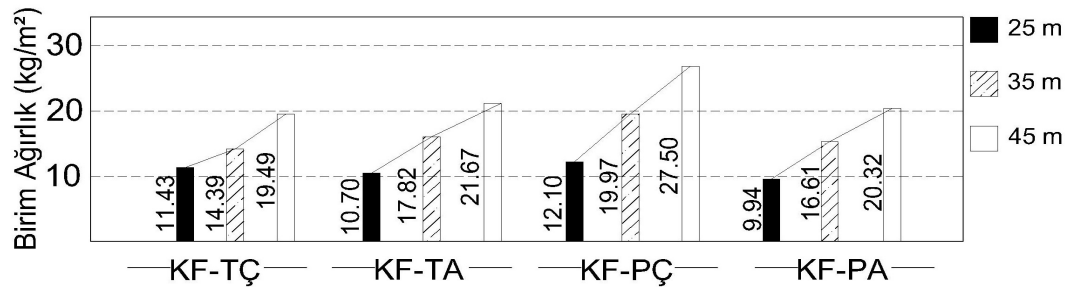
- Dolu gövdeli kirişlerde yapılan araştırmada tüm açıklıklarda tutkallı tabakalı ahşap kirişlerin ağırlıklarının çelik kirişlerden fazla olduğu görülmüştür. Her iki malzemede de açıklık arttıkça ağırlıklar arasındaki farkta da artış görülmüştür. Bu oranın tutkallı tabakalı ahşap malzemeli sistemde çelik malzemeli sisteme göre daha fazla olduğu görülmüştür.

25 metre açıklıkta çelik kirişin ağırlığı 2750 kg iken 45 metrede bu ağırlık 8260 kg'dır. Açıklığın %80 artmasına rağmen ağırlık %300 artmıştır. Tutkallı tabakalı ahşap malzemede ise 25 metre açıklıkta kiriş ağırlığı 3211.5 kg iken 45 metre açıklıkta 10026.9 kg'dır. Tutkallı Tabakalı Ahşap malzeme içinde artış oranının %310 olduğu görülmüştür (Şekil3.19). Açıklık arttıkça çelik ve tutkallı tabakalı ahşap malzeme arasındaki ağırlık farkında da artış gözlenmiştir. 25 metre açıklıkta tutkallı tabakalı ahşap kiriş çelik kirişten %8 ağır iken, açıklık 45 metreye çıktığında bu oran %17'ye çıkmaktadır.

3.4.3.2 Düzlem Kafes Sistemler



Şekil 3.21 Düzlem kafes sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

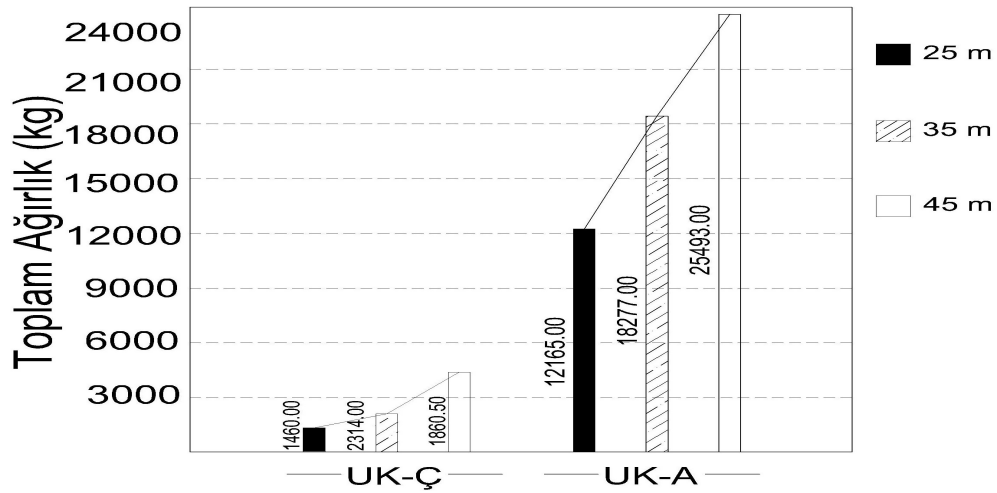


Şekil 3.22 Düzlem kafes sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

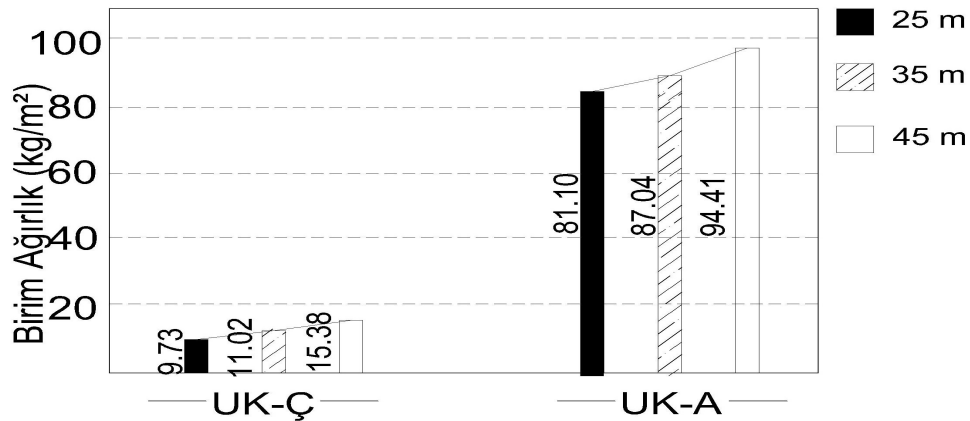
- Düzlem kafes sistemlerin hepsinde geçilen açıklık arttığında ağırlıklarda da doğru orantılı bir artış görülmüştür. 25m açıklıkta incelenen sistemler

içerisinde en hafif sistem paralel başlıklı tutkallı tabakalı ahşap sistemlerdir. Açıklık 35m'ye çıktığında tutkallı tabakalı ahşap kirişlerde hızlı bir ağırlık artışı gözlemlenmiştir. 35m'de incelenen en hafif sistemin trapez başlıklı çelik kafes kirişler olduğu görülmüştür. Açıklık 35m'den 45m'ye çıktığında her iki malzeme ile oluşturulan sistem ağırlıklarında da doğru orantılı bir artış olduğu görülmüştür. 45m açıklıkta incelenen en hafif sistemin yine trapez başlıklı çelik kafes kirişler olduğu görülmüştür (Şekil 3.22).

3.4.3.3 Uzay Kafes Sistemler



Şekil 3.23 Uzay kafes sistemlerin ağırlık karşılaştırmaları



Şekil 3.24 Uzay kafes sistemlerin birim ağırlık karşılaştırmaları

Uzay kafes sistemlerde iki malzeme arasında oldukça büyük fark görülmektedir. Tüm açıklıklılarda ahşap malzemeli sistemlerin çelik malzemeli sistemlerden yaklaşık 9 kat daha ağır olduğu görülmüştür.

3.5 İncelenen Sistemlerin Maliyet Analizleri

Strüktür maliyeti; strüktürün oluşturulması sırasında malzeme, nakliye, işçilik ve diğer giderler (vergi, işletme v.b.) için yapılan harcamaların toplamıdır (Yesügey, 1980).

Bu çalışmada yapılan maliyet analizi 2008 yılı verilerine göre geçerli olup, zaman içerisinde analizi oluşturan parametreler değişebileceğinden maliyet değerlerinin de değişebileceği dikkate alınmalıdır. Çelik malzemeler için maliyet analizleri 2008 yılı Bayındırlık Bakanlığı'nın birim fiyat analizlerinden yararlanılmıştır. Tutkallı Tabakalı Ahşap malzemeler için Holzbau şirketinin fiyatları esas alınmıştır. Ülkemizde Tutkallı Tabakalı Ahşap sistemlerin üretiminin olmamasından dolayı, yurtdışında üretim yapan ve ülkemizde de temsil edilen ve ürünlerinin kullandığı Holzbau-Nordlam firmasının fiyatları ve hesaplarından bu tez kapsamında yararlanılmıştır.

Maliyet analizinde işçilik maliyeti, bağlantı elemanları gibi unsurlar da hesaplamalara katılmıştır. Ancak vergi, inşaat süresi, bakım giderleri vb. giderler gibi faktörler yapının yalnızca örtü sistemini değil, tümünü etkilediği için maliyet analizinde dikkate alınmamıştır.

3.5.1 Çelik Kirişlerin Maliyet Analizi

Çelik taşıyıcı dolu gövdeli kiriş ve kafes kirişler için işçilik ve malzeme maliyet analizleri Bayındırlık Bakanlığı 2008 yılı birim fiyatları esas alınarak yapılmıştır (Bknz.Tablo 3.16).

Çelik malzemeli uygulamalarda nitelikli bir işçilik gerekmektedir. Bu nedenle çelik örtü sistemi maliyet hesaplamalarında işçilik bedeli, malzeme bedelini aşabilmektedir. Nakliye bedeli olarak ise çelik malzemeli sistemlerin yurtiçinde

üretilep uygulanabildiği için sadece şehiriçi nakliye bedeli hesaplamalara katılmıştır. Bu nedenle nakliye bedeli, toplam maliyeti çok az etkilemektedir.

3.5.1.1 Dolu Gövdeli Çelik Kirişlerin Maliyet Analizi

Dolu gövdeli çelik kirişlerin malzeme birim fiyat analizleri için Bayındırlık Bakanlığı 23.071 poz numaralı ‘profil demirlerinden çatı makası yapılması’ başlıklı hesaplamalardan yararlanılmıştır. Tablo 3.16’de dolu gövdeli çelik kiriş maliyeti hesaplanırken kullanılan yöntem gösterilmektedir.

Tablo 3.16 Dolu Gövdeli Düzlem Çelik Kirişlerin Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat değerleri (2008 Yılı)

NO	23.071-A				
Birimi	Ton				
Analiz Tanımı:	Dolu gövdeli çelik yapma kirişin imalatının yapılıp, Bayındırlık Bakanlığı 23.071 nolu poz analizi esas alınarak yapılan malzemenin 1 ton fiyatıdır.				
Tip Kod No :	Tanım	Miktar(t)	Rayiç(TL/t)	Fiyat(TL)	
1	04.259	Sac Levha Demiri(Kayıpları ile)	1.040	1,384.99	1,440.39
1	04.259	Kaynak için Demirin %7'si	0.073	1,384.99	101.11
MALZEME 1 TON FİYATI TL/Ton					1,541.50
2	Kod No :	Tanım	Miktar(sa)	Rayiç(TL/sa)	
2	01.501	Düz İşçi (İşyeri yük.taş.boşaltma)	15	4.30	64.50
3	01.501	Düz İşçi (hazırlanması ve montajı)	140	4.30	602.00
	01.019	Soğuk Demir Ustası	70	4.30	301.00
İŞÇİLİK 1 TON FİYATI TL/Ton					968.50
TOPLAM TL/Ton					2,510.00

Buna göre 25m, 35m ve 45m açıklıklı kirişler için maliyet analiz sonuçları sırasıyla Tablo 3.17, Tablo 3.18 ve Tablo 3.19’da özetlenmiştir.

Tablo 3.17 25m Dolu Gövdeli Çelik Kiriş maliyet tablosu

25 METRE DOLU GÖVDELİ ÇELİK KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 Yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.071-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	2.750	1,541.50	4,239.12
23.071-A	İşçilik	2.750	968.50	2,663.38
07.006	Nakliye(şehirçi)	2.750	4.10	11.28
TOPLAM MALİYET TUTARI				6,913.78
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				46.09

Tablo 3.18 35m Dolu Gövdeli Düzlem Çelik Kiriş maliyet tablosu

35 METRE DOLU GÖVDELİ ÇELİK KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 Yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.071-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	5.033	1,541.50	7,758.37
23.071-A	İşçilik	5.033	968.50	4,874.46
07.006	Nakliye(şehirçi)	5.033	4.10	20.63
TOPLAM MALİYET TUTARI				12,653.46
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				60.26

Dolu gövdeli çelik kirişlerde geçilen açıklık ve dolayısıyla ağırlık arttıkça toplam maliyet tutarları arasındaki farkta hızla artmaktadır. 25 metre açıklığı geçen dolu gövdeli kiriş maliyeti açıklık 25 metreden 45 metreye çıktığında, yani açıklık %80 arttığında maliyet değerinin yaklaşık olarak %299 arttığı görülmektedir. Dolu gövdeli çelik sistemlerde açıklık arttıkça maliyetin hızla artmasında, geniş açıklıklardaki uygulama zorluğu ve nitelikli işçilik maliyetinin fazla olmasının büyük etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 3.19 45m Dolu Gövdeli Düzlem Çelik Kiriş maliyet tablosu

45 METRE DOLU GÖVDELİ ÇELİK KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 Yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.071-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	8.260	1,541.50	12,732.79
23.071-A	İşçilik	8.260	968.50	7,999.81
07.006	Nakliye(şehirçi)	8.260	4.10	33.87
TOPLAM MALİYET TUTARI				20,766.47
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				76.92

3.5.1.2 Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi

Çelik düzlem kafes kirişlerin malzeme birim fiyat analizinde, Bayındırlık Bakanlığı'nın 23.081 poz numaralı hesabı esas alınmıştır. İşçilik birim fiyatları da Tablo 3.20'de görüldüğü gibi değerlendirmeye katılmıştır.

Tablo 3.20 Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin birim maliyeti

POZ NO	23.081-A				
Birimi	Ton				
Analiz Tanımı:	Çelik köşebentlerden projesine uygun imalatının yapılıp, Bayındırlık Bakanlığı 23.081 nolu poz analizine göre yapılan malzemenin 1 ton fiyatıdır.				
Tip	Kod No :	Tanım	Miktar(t)	Rayiç(TL/t)	Fiyat(TL)
1	04.2562	Köşebent Demiri	1.050	1,280.00	1,344.00
1	04.2562	Atölye giderlerine karşı Demirin %10'si	0.105	1,280.00	134.40
MALZEME 1 TON FİYATI YTL/Ton					1,478.40
2	Kod No :	Tanım	Miktar(sa)	Rayiç(TL/sa)	
2	01.501	Düz İşçi (İşyeri yük.taş.boşaltma)	80	4.30	344.00
3	01.019	Soğuk Demir Ustası(yerine montajı)	50	4.30	215.00
İŞÇİLİK 1 TON FİYATI TL/Ton					559.00
TOPLAM TL/Ton					2,037.40

Buna göre 25m, 35m ve 45m açıklıklı düzlem trapez ve paralel başlıklı kafes kirişler için maliyet analiz sonuçları sırasıyla Tablo 3.21, Tablo 3.22, Tablo 3.23, Tablo 3.24, Tablo 3.25 ve Tablo 3.26 'da özetlenmiştir.

a) Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi

Tablo 3.21 25metre Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

25 METRE TRAPEZ BAŞLIKLİ ÇELİK KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.081-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	1.713	1,478.42	2,532.53
23.081-A	İşçilik	1.713	559.00	957.57
04.259	Levhalar	0.243	1,478.42	359.25
07.006	Nakliye(şehir içi)	1.956	4.10	8.01
TOPLAM MALİYET TUTARI				3,849.35
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				25.66

Tablo 3.22 35 metre Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

35 METRE TRAPEZ BAŞLIKLİ ÇELİK KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.081-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	3.021	1,478.42	4,466.31
23.081-A	İşçilik	3.021	559.00	1,688.74
04.259	Levhalar	0.354	1,478.42	523.36
07.006	Nakliye(şehir içi)	3.375	4.10	13.84
TOPLAM MALİYET TUTARI				6,693.25
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				31.87

Tablo 3.23 45 metre Trapez Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

45 METRE TRAPEZ BAŞLIKLİ ÇELİK KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.081-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	5.262	1,478.42	7,779.44
23.081-A	İşçilik	5.262	559.00	2,941.46
04.259	Levhalar	0.531	1,478.42	785.04
07.006	Nakliye(şehir içi)	5.793	4.10	23.75
TOPLAM MALİYET TUTARI				11,529.69
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				42.70

Trapez başlıklı çelik düzlem kafes sistemlerin işçilik maliyeti, dolu gövdeli sistemlere nazaran daha fazla olsa da yapılan hesaplamalara göre toplam maliyet açısından dolu gövdeli çelik sistemlerden daha az maliyetli bir sistemdir. 25m açıklığı geçen trapez başlıklı çelik sistemlerde açıklık 45 metreye çıktığında maliyet değerinin de yaklaşık %291 arttığı görülmektedir.

b) Paralel Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi

Tablo 3.24 25 metre Paralel Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

25 METRE PARALEL BAŞLIKLİ ÇELİK KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.081-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	1.814	1,478.42	2,681.85
23.081-A	İşçilik	1.814	559.00	1,014.03
04.259	Levhalar	0.243	1,478.42	359.25
07.006	Nakliye(şehir içi)	2.057	4.10	8.01
TOPLAM MALİYET TUTARI				4,063.14
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				27.08

Tablo 3.25 35 metre Paralel Başlıklı Çelik Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

35 METRE PARALEL BAŞLIKLİ ÇELİK KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.081-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	4.193	1,478.42	6,199.01
23.081-A	İşçilik	4.193	559.00	2,343.89
04.259	Levhalar	0.436	1,478.42	644.59
07.006	Nakliye(şehir içi)	4.629	4.10	18.97
TOPLAM MALİYET TUTARI				9,206.46
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				43.84

Tablo 3.26 45 metre Paralel Başlıklı Düzlem Çelik Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

45 METRE PARALEL BAŞLIKLİ ÇELİK KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.081-A	Kiriş Malzeme Maliyeti	7.424	1,478.42	10,975.79
23.081-A	İşçilik	7.424	559.00	4,150.02
04.259	Levhalar	0.543	1,478.42	802.78
07.006	Nakliye(şehir içi)	7.967	4.10	31.45
TOPLAM MALİYET TUTARI				15,960.04
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				59.11

Paralel başlıklı çelik kafes kirişlerin, çelik sistemler içinde geçilen açıklık arttıkça maliyeti en fazla artan sistem olduğu görülmüştür. Açıklık 25 metreden 45 metreye çıktığında yani %80 arttığında, maliyet %398 artmaktadır. Paralel başlıklı kafes sistemde kullanılan çubuk uzunluklarının çok olması maliyet artışında önemli bir etken olarak görülmüştür.

3.5.1.3 Çelik Eğri (Çember) Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin Maliyet Analizi

Çelik eğri yüzeyle uzak kafes kirişlerin malzeme birim fiyat analizinde, Bayındırlık Bakanlığı'nın 23.086 poz numaralı hesabı esas alınmıştır. İşçilik birim fiyatları da Tablo 3.27'de görüldüğü gibi değerlendirmeye katılmıştır.

Çelik uzak kafes sistemlerin maliyetlerinin artış hızının daha önce incelenen sistemlere göre daha az olduğu görülmüştür. Açıklık arttıkça sistemin toplam ağırlığının da az artmasının maliyet artışındaki oranın diğer sistemle göre az olmasında bir etkidir. Çelik eğri yüzeyle uzak kafes sistemlerde açıklık 25 metreden 45 metreye çıktığında maliyet %284 artmaktadır. Uzak kafes sistemleri oluşturan elemanların en kesitlerinin küçük olması maliyet artışının incelenen diğer sistemlere göre daha az olmasında önemli bir etkidir.

Tablo 3.27 Çelik Eğri Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat değerleri (2008 Yılı)

POZ NO	23.086				
Birimi	Ton				
Analiz Tanımı:	Toz boyalı çelik borular ile küresel çelik düğüm elemanlarından her açıklıkta veyükseklikte uzak çatı teknik şartnamesine uygun olarak uzak sistem çelik çatı yapılması				
Tip	Kod No :	Tanım	Miktar(t)	Rayıç(TL/t)	Fiyat(TL)
1	04.290/3i	Çelik Boru(5" Zaiyatıyla)	0.900	1,390	1,251
2	04.279/2	Küresel Çelik Düğüm Elemanı(Montaj malz. dahil)	0.220	9,850	2,167
MALZEME 1 TON FİYATI TL/t					3,418
	Kod No :	Tanım	Miktar(sa)	Rayıç(TL/sa)	
3	01.018	Sıcak demirci ustası (İşyeri yük.taş.boşaltma)	300	4.30	1,290
4	01.501	Düz İşçi (hazırlanması ve montajı)	350	3.00	1,050
	01.019	Dülger Ustası	100	4.30	0,430
İŞÇİLİK 1 TON FİYATI TL/t					2,770
TOPLAM TL/t					6,188

Tablo 3.28 25 metre Çelik Eğri Yüzeyle Uzay Kafes Sistemlerin maliyeti

25 METRE EĞRİ YÜZEYLİ ÇELİK UZAY KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.086	Kiriş Malzeme Maliyeti	1.460	3,418	4,990.28
23.086	İşçilik	1.460	2,770	4,044.20
07.006	Nakliye(şehiriçi)	1.460	4.10	5.98
TOPLAM MALİYET TUTARI				9,040.46
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				60.26

Tablo 3.29 35 metre Çelik Eğri Yüzeyle Uzay Kafes Sistemlerin maliyeti

35 METRE EĞRİ YÜZEYLİ ÇELİK UZAY KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.086	Kiriş Malzeme Maliyeti	2.314	3,418	7,909.25
23.086	İşçilik	2.314	2,770	6,409.78
07.006	Nakliye(şehiriçi)	2.314	4.10	9.48
TOPLAM MALİYET TUTARI				14,328.51
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				68.23

Tablo 3.30 45 metre Çelik Eğri Yüzeyle Uzay Kafes Sistemlerin maliyeti

45 METRE EĞRİ YÜZEYLİ ÇELİK UZAY KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
23.086	Kiriş Malzeme Maliyeti	4.155	3,418	14,201.79
23.086	İşçilik	4.155	2,770	11,509.35
07.006	Nakliye(şehiriçi)	4.155	4.10	17.03
TOPLAM MALİYET TUTARI				25,728.17
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				95.28

3.5.2 Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişlerin Maliyet Analizi

Tutkallı tabakalı ahşap yapı elemanları Türkiye’de üretilmemektedir. Ancak uygulaması olan örnekler bulunmaktadır. Tutkallı tabakalı ahşap kirişlerin maliyet hesaplamalarında Holzbau firmasının birim fiyatları esas alınmıştır.

Hesaplamalarda bu çalışmaların gerçekleştiği tarih olan 20 Aralık 2008 tarihli 1 Euro =2.0 TL esas alınmıştır. Tutkallı tabakalı ahşap birim fiyatı 425 Euro/m³ olarak ele alınmıştır (Baltacı, 2009). Sistemlerin karşılaştırmasında kolaylık olması için m³ cinsinden alınan değerler ton cinsine dönüştürülerek hesaplamalara katılmıştır.1 m³ tutkallı tabakalı ahşap malzeme yaklaşık olarak 0.6 ton ağırlığa sahiptir.

Tutkallı tabakalı ahşap konstrüksiyon imalat ve montaj aşamalarında nitelikli teknik eleman gerektirmektedir. Montaj genellikle bu konuda yetiştirilmiş marangoz ekipleriyle yapılabilmekte, çok standart uygulamaları çelik montaj ekipleri dahi yapılabilmektedir (Tokyay, 1998).

İşçilik birim fiyatları kafes kirişler için 320Euro/m³, dolu gövdeli kirişler için 160 Euro/m³’dür. (Kalay, 2006)

Tutkallı tabakalı ahşap elemanların İtalya’dan Türkiye’ye nakliyesi 2008 yılı için 132 Euro/m³’dür (Baltacı, 2009).

3.5.2.1 Tutkallı Tabakalı Ahşap Dolu Gövdeli Kirişlerin Maliyet Analizi

Dolu gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap malzemelerin birim fiyat analizleri için daha öncede bahsedildiği gibi Holzbau üretici firmasının birim fiyatlarından yararlanılmıştır. Tutkallı tabakalı ahşap malzeme ile üretilen sistemlerin toplam maliyetleri belirlenirken Bölüm 3.3.2’de hesaplanan sistemlerin toplam ağırlıkları kullanılmıştır.

Dolu gövdeli tutkallı tabakalı ahşap kirişlerin, çelik kirişlerle karşılaştırıldığında yaklaşık olarak %40 daha maliyetli olduğu gözlemlenmiştir. 25m açıklıklı dolu gövdeli tutkallı tabakalı kiriş maliyeti 9.096 TL iken açıklık 45m'ye çıktığında maliyet yaklaşık %332 artarak 30.211 TL olduğu görülmektedir (Tablo 3.31, Tablo 3.32, Tablo 3.33).

Tablo 3.31 25 metre Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişlerin maliyet tablosu

25 METRE DOLU GÖVDELİ T.T.A KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 Yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	3.211	1,664.00	5,343.10
HOLZBAU	İşçilik	3.211	665.60	2,137.24
NAK.1	İtalya-Türkiye	3.211	499.20	1,602.93
07.006	Nakliye(şehiriçi)	3.211	4.10	13.15
TOPLAM MALİYET TUTARI				9,096.42
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				60.64

Tablo 3.32 35 metre Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişlerin maliyet tablosu

35 METRE DOLU GÖVDELİ T.T.A. KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 Yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	5.074	1,541.50	7,821.57
HOLZBAU	İşçilik	5.074	968.50	4,914.16
NAK.14.10	İtalya-Türkiye	5.074	499.20	2,532.94
07.006	Nakliye(şehiriçi)	5.074	4.10	20.80
TOPLAM MALİYET TUTARI				15,289.47
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				72.80

Tablo 3.33 45 metre Dolu Gövdeli Tutkallı Tabakalı Ahşap Kirişlerin maliyet tablosu

45 METRE DOLU GÖVDELİ T.T.A. KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 Yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	10.026	1,541.50	15,455.07
HOLZBAU	İşçilik	10.026	968.50	9,710.18
NAK.1	İtalya-Türkiye	10.026	499.20	5,004.97
07.006	Nakliye(şehiriçi)	10.026	4.10	41.10
TOPLAM MALİYET TUTARI				30,211.32
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				111.89

3.5.2.2 Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi

Bu bölümde sırasıyla trapez başlıklı tutkallı tabakalı ahşap düzlem kafesler ve paralel başlıklı tutkallı tabakalı ahşap düzlem kafes sistemlerin maliyet analizleri yapılmıştır. Daha önceki bölümlere olduğu gibi sistemlerin toplam maliyetleri 25m, 35m ve 45m'lik açıklıklara göre analiz edilmiştir.

a) Trapez Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi

Trapez başlıklı tutkallı tabakalı ahşap düzlem kafes kirişlerin maliyetleri aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir. Toplam ağırlık hesaplamalarına bu sistemlerde bulon, somun ve rondeler gibi bağlantı aparatlarının da fiyatları dahil edilmiştir (Bknz. Tablo 3.34).

Tablo 3.34 25 metre Trapez Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

25 METRE TRAPEZ BAŞLIKLİ T.T.A. KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	1.604	1,664.00	2,669.05
HOLZBAU	İşçilik	1.604	1,280.00	2,053.12
HOLZBAU	Metal birleşim elemanı	0.215	3,200.00	688.00
NAK.1	İtalya-Türkiye	1.604	499.20	800.71
07.006	Nakliye(şehir içi)	1.604	4.10	6.57
04.2752	Bulon	0.080	1,620.00	129.60
		MİKTAR (ad)	BİRİM FİYATI(TL/ad)	
04.435260	Somun	320	0.08	25.60
04.435280	Rondela	320	0.02	6.40
TOPLAM MALİYET TUTARI				6,379.05
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				42.53

Tablo 3.35 35 metre Trapez Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

35 METRE TRAPEZ BAŞLIKLİ T.T.A. KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	3.740	1,664.00	6,223.36
HOLZBAU	İşçilik	3.740	1,280.00	4,767.20
HOLZBAU	Metal birleşim elemanı	0.300	3,200.00	960.00
NAK.1	İtalya-Türkiye	3.740	499.20	1,867.00
07.006	Nakliye(şehir içi)	3.740	4.10	15.33
04.2752	Bulon	0.120	1,620.00	194.40
		MİKTAR (ad)	BİRİM FİYATI(TL/ad)	
04.435260	Somun	460	0.08	36.80
04.435280	Rondela	460	0.02	9.20
TOPLAM MALİYET TUTARI				14,073.29
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				67.01

Tablo 3.36 45 metre Trapez Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

45 METRE TRAPEZ BAŞLIKLİ T.T.A. KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	5.850	1,664.00	9,734.40
HOLZBAU	İşçilik	5.850	1,280.00	7,488.00
HOLZBAU	Metal birleşim elemanı	0.390	3,200.00	1,248.00
NAK.1	İtalya-Türkiye	5.850	499.20	2,920.32
07.006	Nakliye(şehiriçi)	5.850	4.10	23.98
04.2752	Bulon	0.160	1,620.00	259.20
		MİKTAR (ad)	BİRİM FİYATI(ytl/ad)	
04.435260	Somun	600	0.08	36.80
04.435280	Rondela	600	0.02	9.20
TOPLAM MALİYET TUTARI				21,719.50
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				80.44

Trapez başlıklı tutkallı tabakalı ahşap düzlem kafes kirişlerin maliyetinde işçilik ve nakliye fiyatları önemli bir dilimi oluşturmaktadır. Bunun dışında geçilen açıklık ve dolayısıyla kiriş ağırlığı arttıkça maliyet değerlerinde sabit bir artış gözlemlenmektedir. Sistem toplam maliyeti 25m açıklıkta 6379 TL iken, 35m açıklıkta 14073 TL ve 45m açıklıkta 21719 TL olarak gözlemlenmiştir. Açıklık 25m'den 35m'ye çıktığında toplam maliyet %210 artarken, açıklık 35m'den 45m'ye çıktığında maliyette %155 artış gözlemlenmiştir (Tablo 3.34, Tablo 3.35, Tablo 336).

b) Tutkallı Tabakalı Ahşap Paralel Başlıklı Düzlem Kafes Kirişlerin Maliyet Analizi

Tablo 3.37 25 metre Paralel Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

25 METRE PARALEL BAŞLIKLİ T.T.A. KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	1.491	1,664.00	2,481.02
HOLZBAU	İşçilik	1.491	1,280.00	1,908.48
HOLZBAU	Metal birleşim elemanı	0.125	3,200.00	400.00
NAK.1	İtalya-Türkiye	1.491	499.20	744.30
07.006	Nakliye(şehiriçi)	1.491	4.10	6.11
04.2752	Bulon	0.080	1,620.00	129.60
		MİKTAR (ad)	BİRİM FİYATI(TL/ad)	
04.435260	Somun	320	0.08	25.60
04.435280	Rondela	320	0.02	6.40
TOPLAM MALİYET TUTARI				5,941.91
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				39.61

Tablo 3.38 35 metre Paralel Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

35 METRE PARALEL BAŞLIKLİ T.T.A. KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	3.486	1,664.00	5,800.70
HOLZBAU	İşçilik	3.486	1,280.00	4,462.08
HOLZBAU	Metal birleşim elemanı	0.190	3,200.00	608.00
NAK.1	İtalya-Türkiye	3.486	499.20	1,740.21
07.006	Nakliye(şehiriçi)	3.486	4.10	14.29
04.2752	Bulon	0.120	1,620.00	194.40
		MİKTAR (ad)	BİRİM FİYATI(TL/ad)	
04.435260	Somun	460	0.08	36.80
04.435280	Rondela	460	0.02	9.20
TOPLAM MALİYET TUTARI				12,865.68
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				61.26

Tablo 3.39 45 metre Paralel Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Düzlem Kafes Kirişlerin maliyet tablosu

45 METRE PARALEL BAŞLIKLİ T.T.A. KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
HOLZBAU	Kiriş Malzeme Maliyeti	5.484	1,664.00	9,125.37
HOLZBAU	İşçilik	5.484	1,280.00	7,019.52
HOLZBAU	Metal birleşim elemanı	0.330	3,200.00	1,056.00
NAK.1	İtalya-Türkiye	5.484	499.20	2,737.61
07.006	Nakliye(şehiriçi)	5.484	4.10	22.49
04.2752	Bulon	0.160	1,620.00	259.20
		MİKTAR (ad)	BİRİM FİYATI(TL/ad)	
04.435260	Somun	600	0.08	36.80
04.435280	Rondela	600	0.02	9.20
TOPLAM MALİYET TUTARI				20,265.99
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				75.05

Paralel başlıklı tutkallı tabakalı ahşap düzlem kafes sistemlerin maliyeti, trapez başlıklı kirişlerle yaklaşık olarak aynıdır. Paralel başlıklı tutkallı tabakalı düzlem kafes kirişlerin maliyetinin biraz daha az olduğu görülmüştür. Sistem toplam maliyeti 25m açıklıkta 5941TL iken 35m açıklıkta 12865 TL ve 45m açıklıkta 20265 TL olduğu görülmüştür (Bknz. Tablo 3.37, Tablo 3.38, Tablo 3.39). Açıklık 25m'den 35m'ye çıktığında toplam maliyet %217 artarken, açıklık 35m'den 45m'ye çıktığında maliyette %160 artış gözlemlenmiştir.

3.5.2.3 Ahşap Eğri Yüzeyle Uzay Kafes Sistemlerin Maliyet Analizi

Bu bölümde ahşap uzay kafes kirişlerin toplam maliyetleri aşağıdaki grafikler yardımıyla gösterilmiştir. Bu bölümde de kirişler 25m, 35m ve 45m'lik açıklıklar için incelenmiştir.

Tablo 3.40 Ahşap Eğri Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin Bayındırlık Bakanlığı birim fiyat değerleri (2008 Yılı)

POZ NO	23.086				
Birimi	TON				
Analiz Tanımı:	Boyalı ahşap çubuklar ile bulon birleşimli çelik düğüm elemanlarından her açıklıkta ve yükseklikte uzak çatı teknik şartnamesine uygun olarak uzak sistem ahşap çatı yapılması				
Tip	Kod No :	Tanım	Miktar(t)	Rayıç(TL/t)	Fiyat(TL)
1	04.151	Ahşap Çubuk(Zaiyatıyla)	0.900	950	855
2	04.279/2	Bulon birleşimli Çelik Düğüm Elemanı(Montaj malz. dahil)	0.22	9,850	2,167
MALZEME 1 KG FİYATI TL/t					3,022
	Kod No :	Tanım	Miktar(sa)	Rayıç(Ytl/sa)	
3	01.018	Ahşap ustası (İşyeri yük.taş.boşaltma)	250	4.30	1,075
4	01.501	Düz İşçi (hazırlanması ve montajı)	250	3.00	750
İŞÇİLİK 1 KG FİYATI TL/t					1,825
TOPLAM TL/t					4,847

25 metre açıklıkta ahşap uzak kafes sistemlerin toplam maliyeti 58951 TL'dir (Tablo 3.41). Aynı açıklıktaki daha önce incelenen sistemlere nazaran oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.41 25 metre Ahşap Eğri Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin maliyet tablosu

25 METRE EĞRİ YÜZEYLİ AHŞAP UZAY KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (t)	BİRİM FİYATI(TL/t)	MALİYET (TL)
04.151	Kiriş Malzeme Maliyeti	12.165	3,022	36,762
23.086	İşçilik	12.165	1,820	22,140
07.006	Nakliye(şehiriçi)	12.165	4.1	49.87
TOPLAM MALİYET TUTARI				58,951.87
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m²)				393.01

Tablo 3.42 35 metre Ahşap Eğri Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin maliyet tablosu

35 METRE EĞRİ YÜZEYLİ AHŞAP UZAY KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (kg)	BİRİM FİYATI(TL/kg)	MALİYET (TL)
04.151	Kiriş Malzeme Maliyeti	18.277	3,022	55,233.09
23.086	İşçilik	18.277	1,820	33,264.14
07.006	Nakliye(şehirçi)	18.277	4.1	74.93
TOPLAM MALİYET TUTARI				88,572.16
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				421.77

Tablo 3.43 45 metre Ahşap Eğri Yüzeyle Uzak Kafes Sistemlerin maliyet tablosu

45 METRE EĞRİ YÜZEYLİ AHŞAP UZAY KAFES KİRİŞ MALİYET ANALİZİ(2008 yılı için)				
BİRİM FİYAT NO :	İŞİN CİNSİ	MİKTAR (kg)	BİRİM FİYATI(TL/kg)	MALİYET (TL)
04.151	Kiriş Malzeme Maliyeti	25.493	3,022	77,039.84
23.086	İşçilik	25.493	1,820	46,397.26
07.006	Nakliye(şehirçi)	25.493	4.1	104.52
TOPLAM MALİYET TUTARI				123,541.62
BİRİM MALİYET TUTARI(TL/m ²)				457.56

Tablo 3.41’de görüldüğü gibi açıklık 25m’den 35m’ye çıktığında incelenen ahşap uzak kafes sistemlerin ağırlığı 88572 TL olduğu gözlemlenmiştir. Toplam maliyet yaklaşık olarak %49 artmaktadır. 45m açıklıkta ise incelenen ahşap uzak kafes sistemin maliyeti 123541 TL olmuştur (Tablo 3.43). Açıklık 35m’den 45m’ye çıktığında maliyet yaklaşık olarak %39 artmıştır.

Yapılan incelemelerde Eğri yüzeyle uzak kafes sistemlerin toplam maliyeti, incelenen diğer sistemlere göre oldukça fazla olduğu görülmüştür. Ahşap uzak kafese sistemlerin toplam ağırlığının fazla olması ve dolaylı olarak iş süresinin de uzaması, toplam maliyetin yüksek olmasında önemli etkenlerdir.

3.6 İncelenen Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde, maliyet analizlerinde hesaplamaları yapılan sistemlerinin toplam maliyetlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmada da sistemlerin ağırlık analizlerinde kullanılan sınıflama kullanılacaktır.

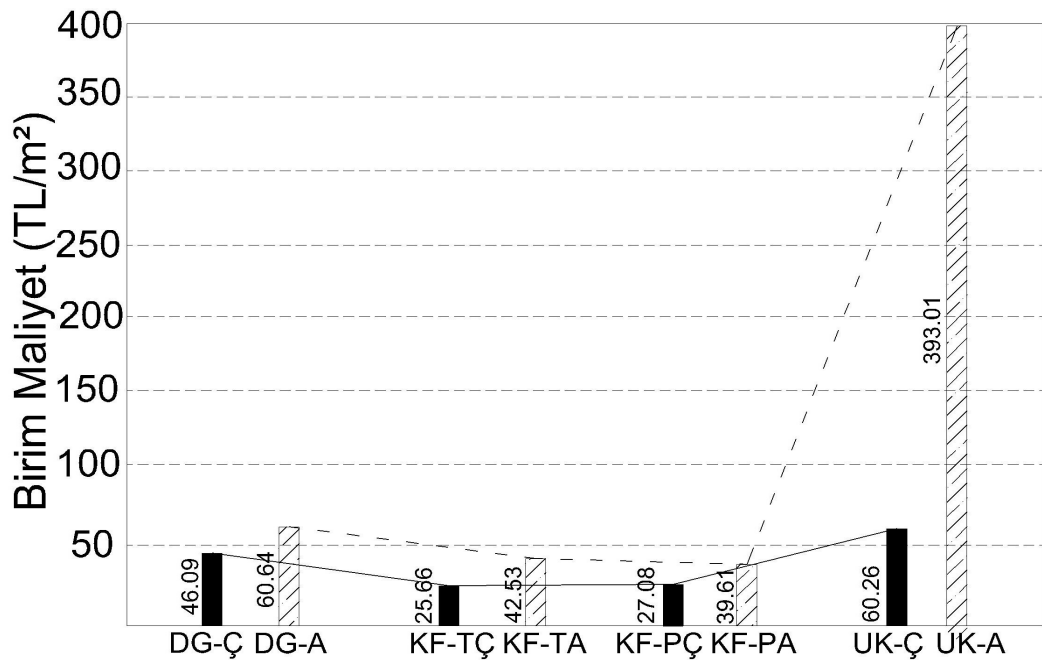
Karşılaştırma yapılırken benzer özellikli sistemlerin karşılaştırmasından başlanmıştır. İlk etapta sistem toplam maliyetleri 25m, 35m ve 45m'lik açıklıklara göre karşılaştırılmıştır. Daha sonra sistemler malzemelerine ve oluşturulma biçimlerine göre karşılaştırılmıştır.

3.6.1 Geçilen Açıklıklara Göre İncelenen Sistem Maliyetlerinin Karşılaştırılması

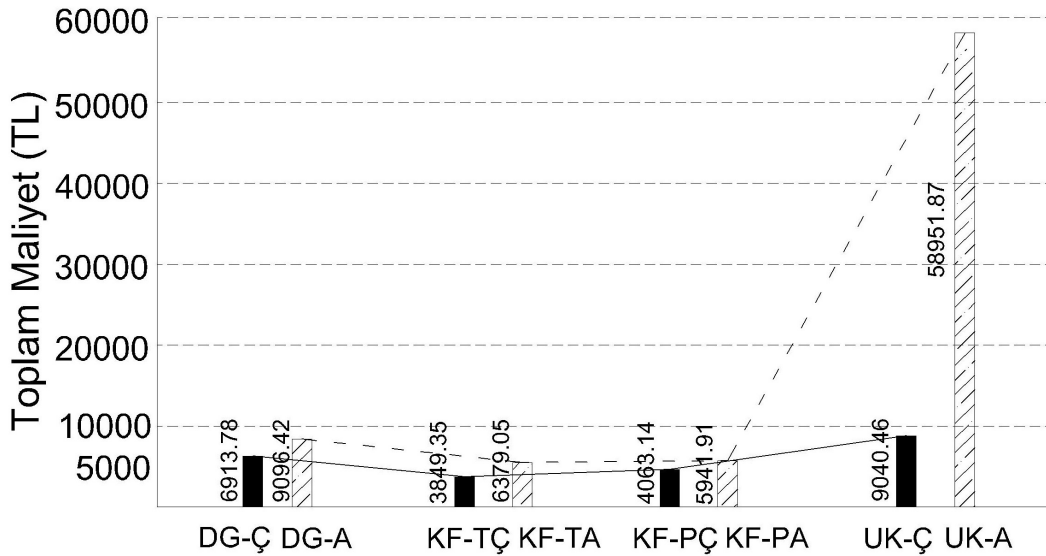
Bu bölümde ele alınan sistemlerin ağırlıkları sırasıyla 25m, 35m ve 45m'lik açıklıklara göre karşılaştırılmıştır.

3.6.1.1 25 Metre Açıklıklı Sistemler

- 25m açıklığı geçen sistemlerin maliyetlerinin, eğri yüzeyli ahşap uzay kafes sistemin maliyeti dışında birbirlerine yakın olduğu gözlemlenmiştir. 25m açıklıkta incelenen sistemler içerisinde en pahalı sistem 58951 ile eğri yüzeyli ahşap uzay kafesler olmuştur. Maliyeti en az olan sistem ise trapez başlıklı çelik düzlem kafes sistem olmuştur (Bknz. Şekil 3.26). Birim maliyet açısından değerlendirme yapıldığında 25.66 TL/m^2 ile trapez başlıklı çelik düzlem kafes sistem en az maliyetli sistem, 393.01 TL/m^2 ile tutkallı tabakalı ahşap uzay kafes sistem en pahalı sistem olmuştur (Bknz. Şekil 3.25).



Şekil 3.25 25m açıklıklı sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları

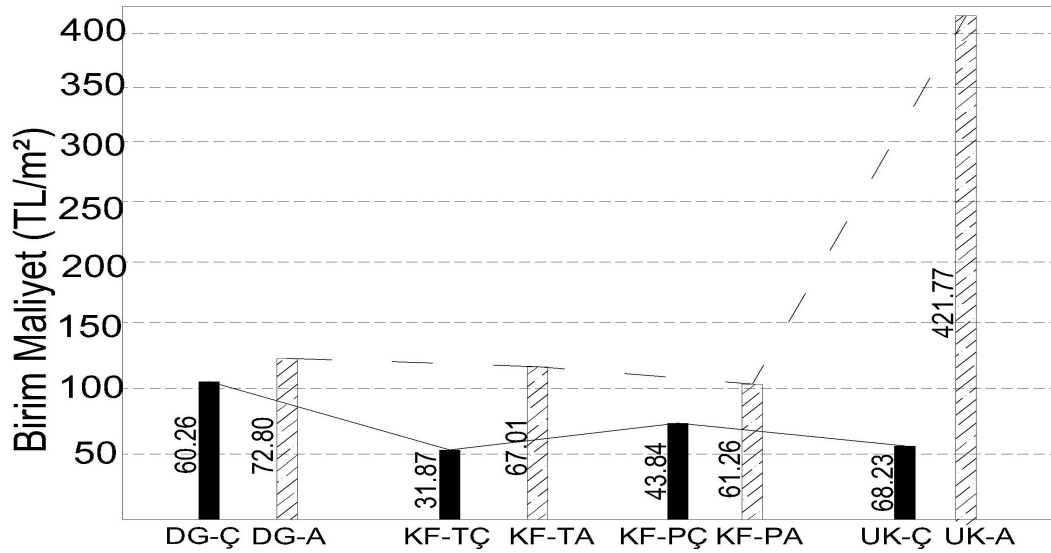


Şekil 3.26 25m açıklıklı sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

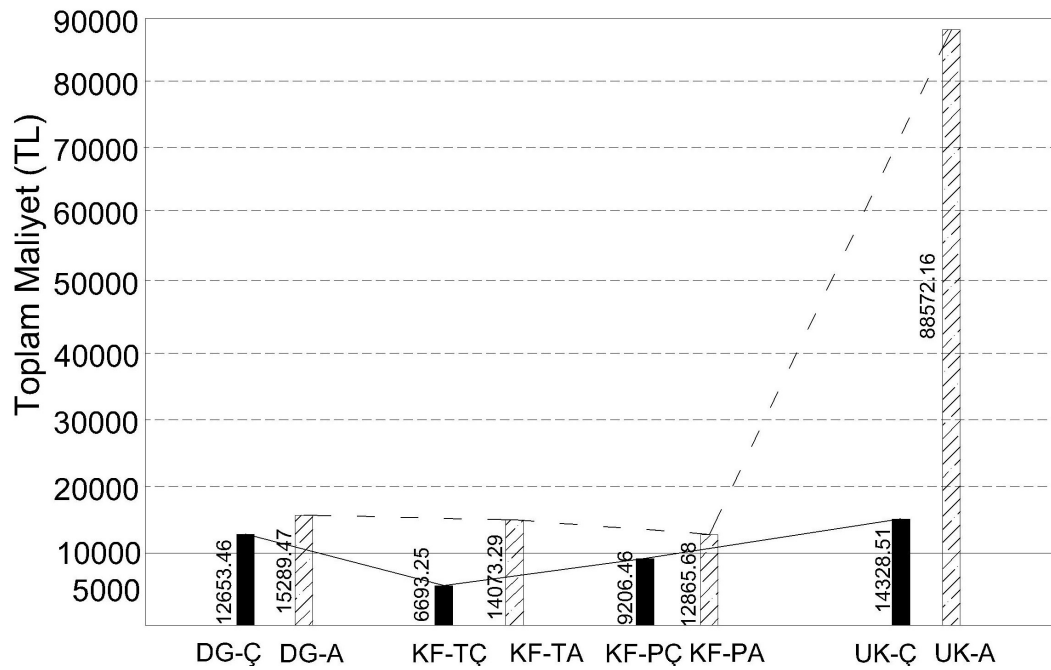
3.6.1.2 35 Metre Açıklıklı Sistemler

• İncelenen 35m açıklıklı sistemlerde maliyeti en az olan sistem trapez başlıklı çelik düzlem kafes sistemdir. Maliyeti en çok olan sistem ise eğri yüzeyli ahşap uzay kafes sistemlerdir. Trapez başlıklı çelik düzlem kafes sistemin maliyeti 6693 TL iken, eğri yüzeyli ahşap uzay kafes sisteminin maliyetinin 88572

TL olduğu görülmüştür (Bknz Şekil 3.28). Trapez başlıklı çelik sistemin birim maliyeti 31.87 TL/m² iken eğri yüzeyli ahşap sistem birim maliyeti 421.77 TL/m²'dir.



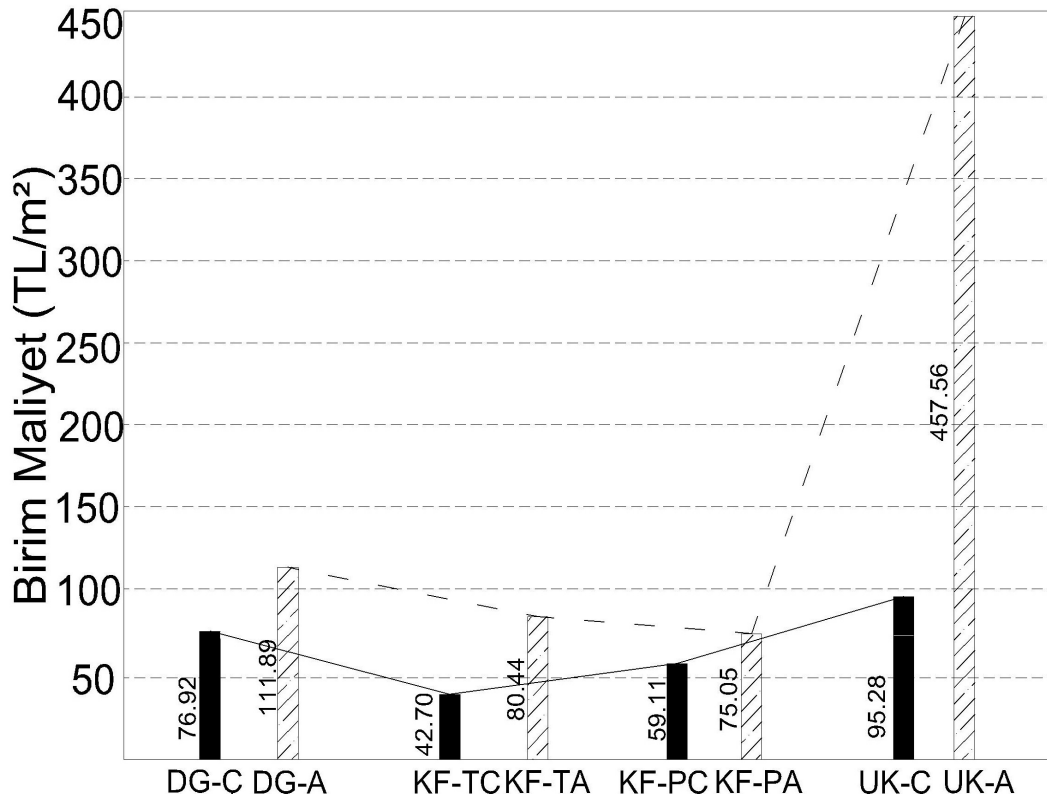
Şekil 3.27 35m açıklıklı sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları



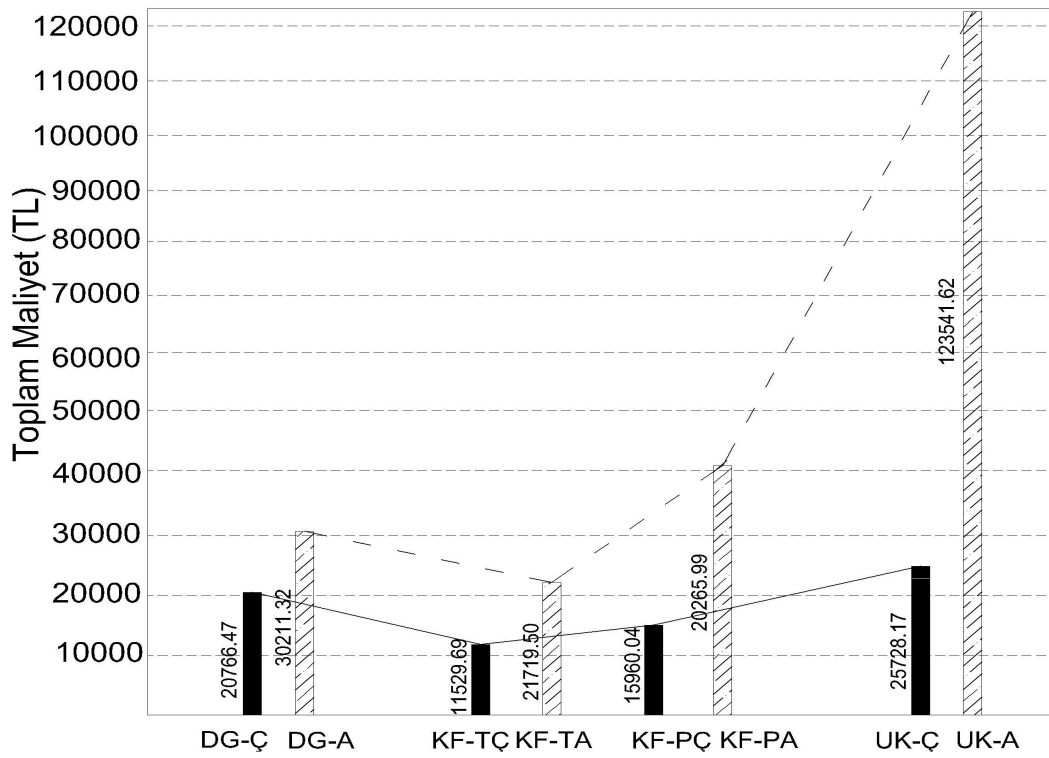
Şekil 3.28 35m açıklıklı sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

3.6.1.3 45 Metre Açıklıklı Sistemler

• 45m açıklıklı incelenen sistemler içerisinde maliyeti en az olan sistemin trapez başlıklı düzlem kafes sistem olduğu görülmüştür (Bknz Şekil 3.29). Maliyeti en çok olan sistemin ise eğri yüzeyli ahşap uzay kafes sistemler olduğu görülmüştür. 45m açıklıkta benzer formda yapılan sistemler arasındaki maliyet farkının 25m ve 35m açıklıktaki sistemlerin maliyetine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Birim maliyetler açısından çelik trapze başlıklı düzlem kafes sistem 42.70 TL/m^2 iken ahşap uzay kafes sistem 457.56 TL/m^2 'dir (Bknz Şekil 3.29).



Şekil 3.29 45m açıklıklı sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları

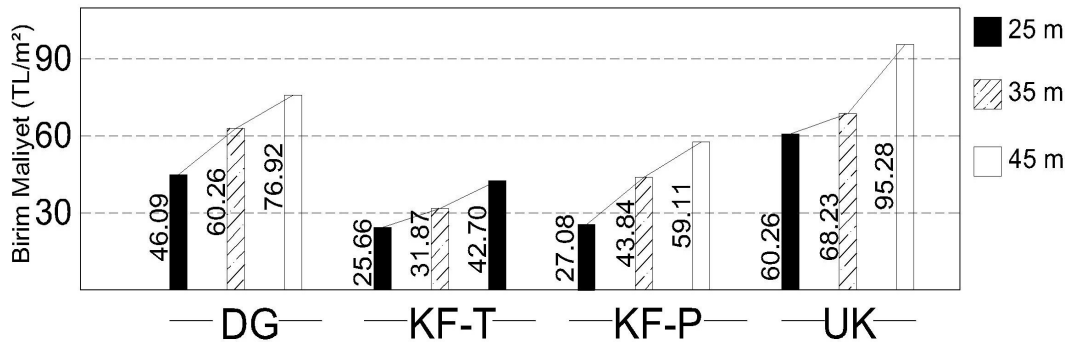


Şekil 3.30 45m açıklıklı sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

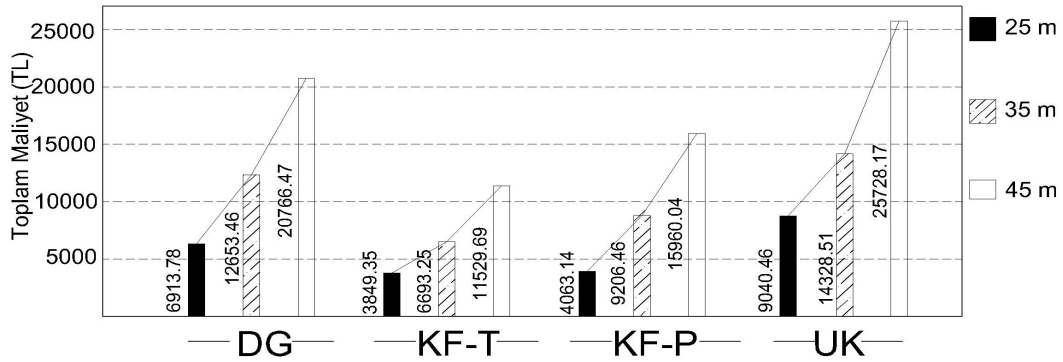
3.6.2 Kullanılan Malzemeler Bazında İncelenen Sistem Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde sistemlerin toplam ağırlıkları sırasıyla çelik ve ahşap malzemeler bazında karşılaştırılmıştır.

3.6.2.1 Çelik Malzemeli Sistemler



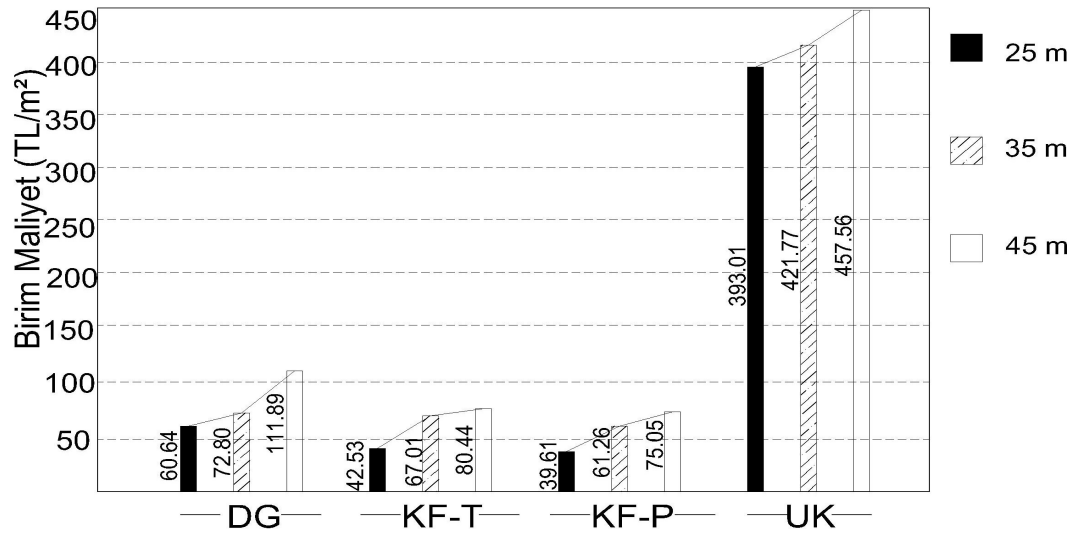
Şekil 3.31 İncelenen çelik malzemeli sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları



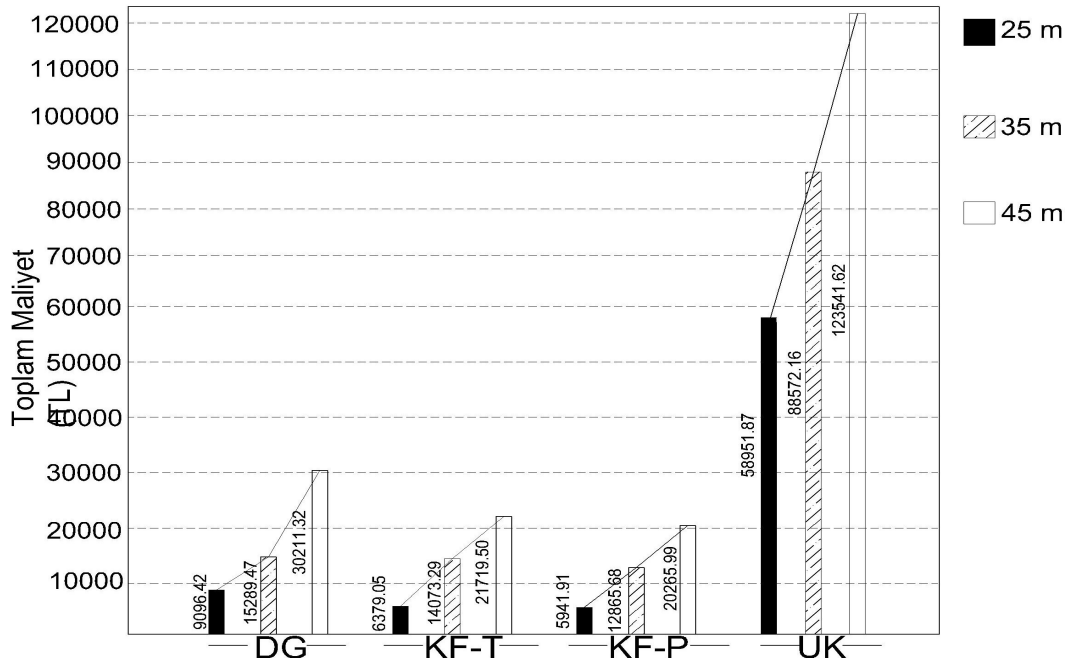
Şekil 3.32 İncelenen çelik malzemeli sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

- İncelenen çelik malzemeli sistemler içinde maliyeti en düşük olan sistemler trapez başlıklı düzlem kafes sistemler olduğu görülmüştür. Açıklıklar arttıkça sistemler arasındaki maliyet farklarında giderek arttığı gözlemlenmiştir. 25m açıklıkta sistemlerin maliyetlerinin birbirlerine çok yakın olduğu görülmüştür. Açıklık 45m'ye geldiğinde sistem maliyetleri arasındaki farklar artmaktadır. Açıklık arttıkça maliyeti en çok artan sistemin paralel başlıklı düzlem kafes sistemin olduğu görülmüştür. Birim maliyetler incelendiğinde en ucuz sistem 25.66 TL/m^2 ile 25m trapez başlıklı düzlem kafes sistem iken en pahalı sistemin ise 80.03 TL/m^2 ile 45m açıklıklı uzay kafes sistem olduğu görülmüştür.

3.6.2.2 Ahşap Malzemeli Sistemler



Şekil 3.33 İncelenen ahşap malzemeli sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları



Şekil 3.34 İncelenen ahşap malzemeli sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

• Şekil 3.33'te de görüldüğü gibi incelenen ahşap malzemeli sistemler içinde maliyeti en yüksek olan sistem uzay kafes sistemdir. İncelenen sistemlerin maliyetleri arasındaki fark açıklık arttıkça önce sabit olurken 35m den sonra giderek artmaktadır. Birim maliyeti en düşük sistem olan Paralel başlıklı 25m açıklıklı sistemin birim maliyeti 39.66 TL/m^2 iken birim maliyeti en yüksek sistem olan uzay kafes sistemin birim maliyeti 457.56 TL/m^2 'dir.

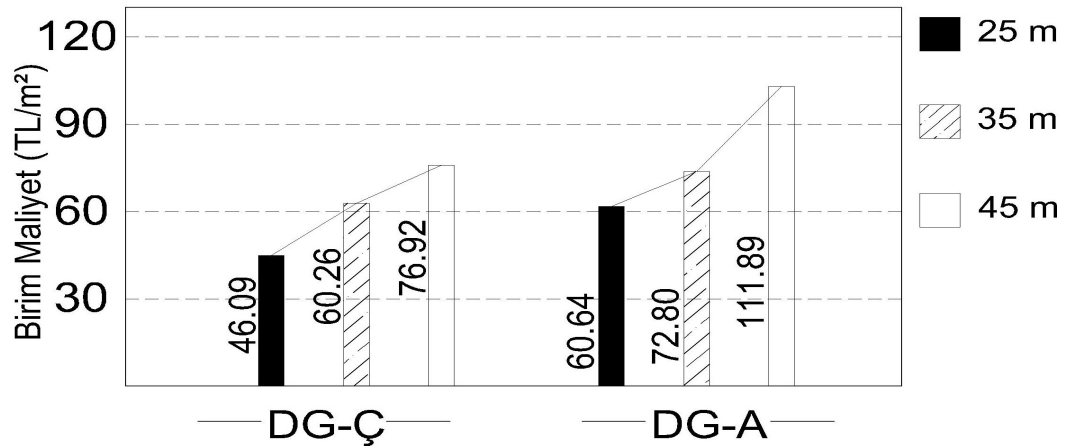
3.6.3 Formları Açısından İncelenen Sistem Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde incelenen sistemlerin ağırlıkları formları (dolu gövdeli sistem, düzlem kafes sistem, uzay kafes sistem) açısından karşılaştırılmıştır.

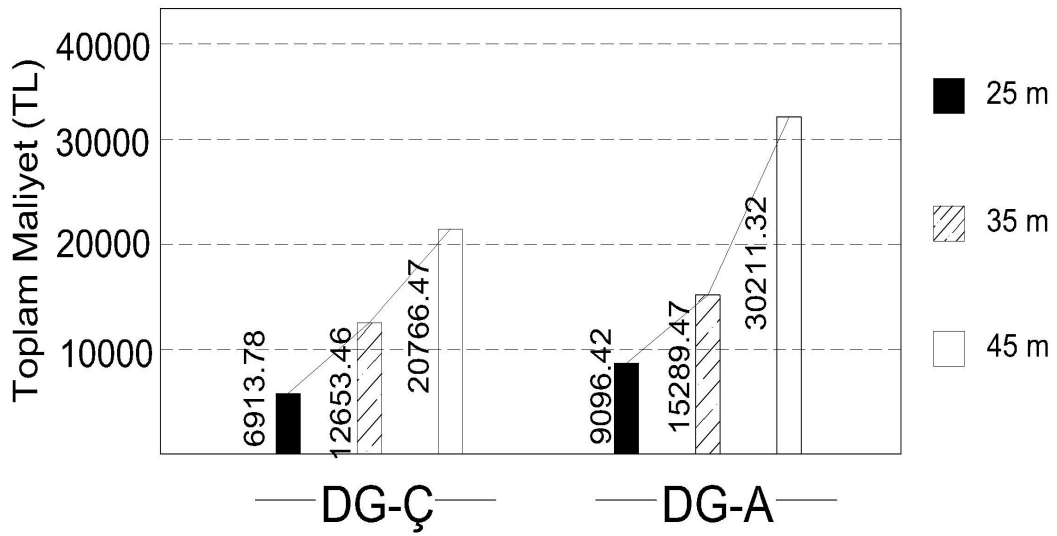
3.6.3.1 Dolu Gövdeli Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması

İncelenen dolu gövdeli ahşap ve çelik sistemlerde üç açıklıkta da ahşap malzeme ile oluşturulan sistemlerin maliyetlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. 25m açıklıkta çelik kiriş ile ahşap kiriş arasındaki maliyet farkı 2183 TL iken,

açıklık 35m'ye çıktığında maliyet farkı 2182 TL, açıklık 45m'ye çıktığında maliyet farkı 9445 TL olmaktadır (Bknz. Şekil 3.36). Birim maliyeti en düşük sistem 46.09 TL/m² ile çelik dolu gövdeli 25m açıklıklı sistemdir. Birim maliyeti en yüksek sistem ise 111.89 TL/m² ile dolu gövdeli 45m açıklıklı T.T.A sistemdir.

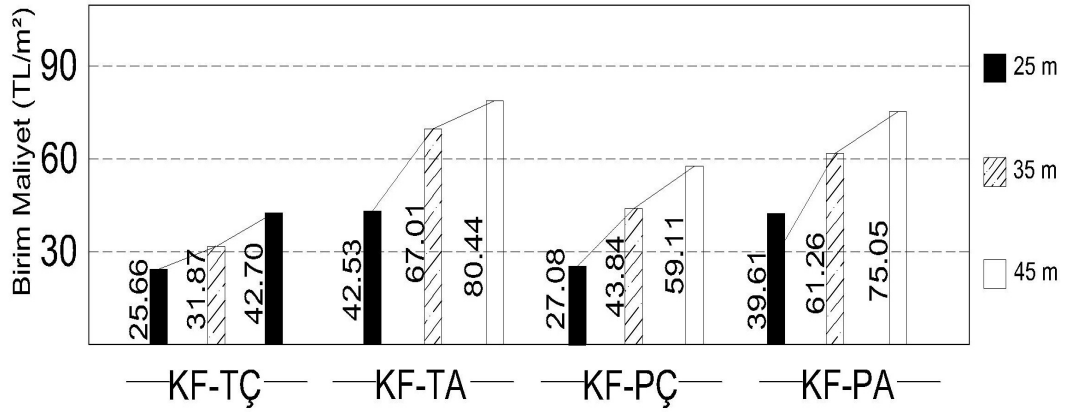


Şekil 3.35 Dolu gövdeli sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları

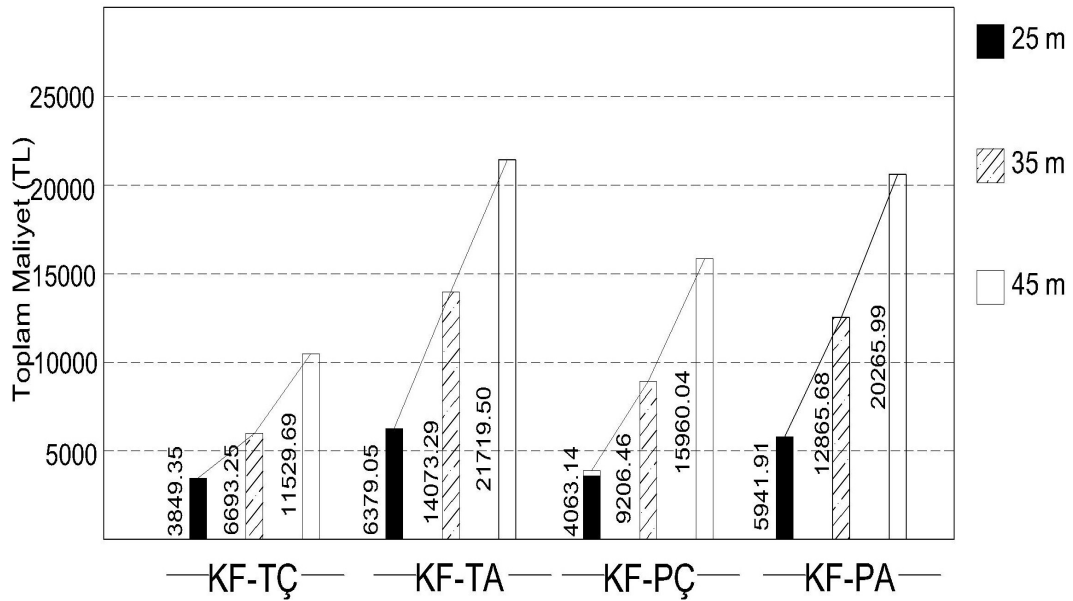


Şekil 3.36 Dolu gövdeli sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

3.6.3.2 Düzlem Kafes Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması



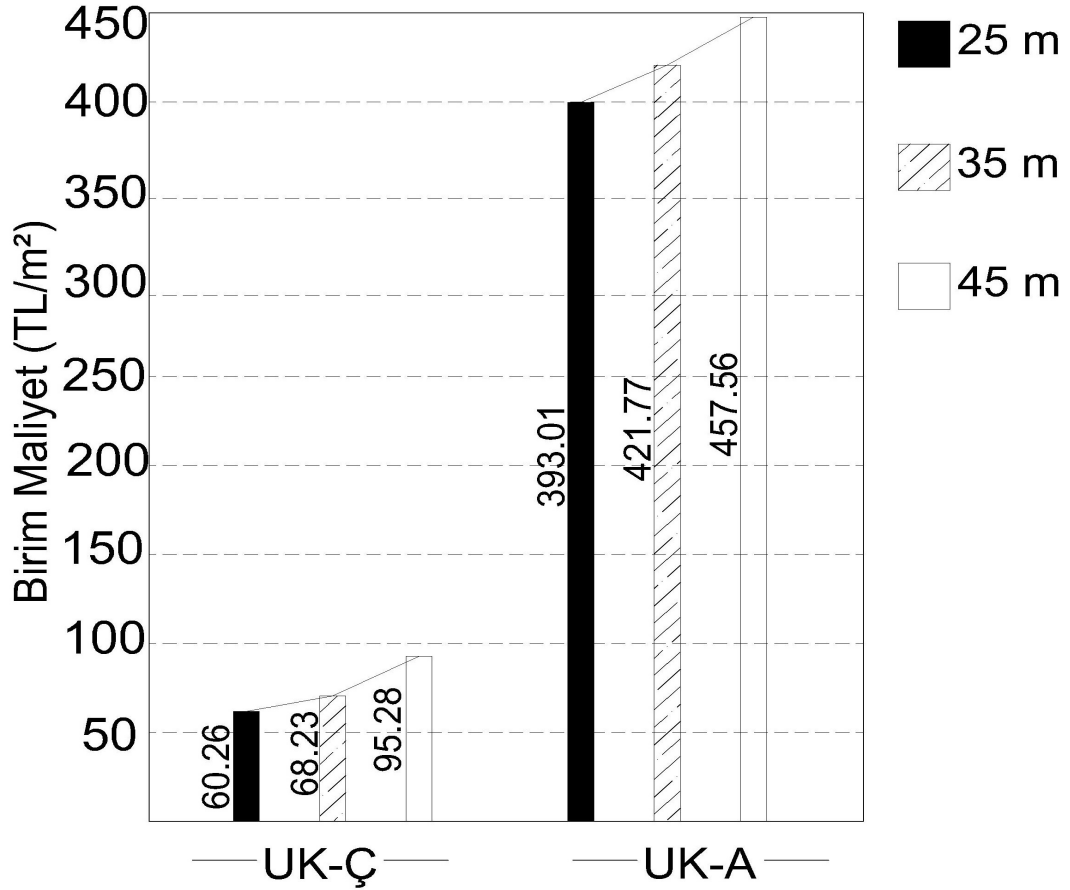
Şekil 3.37 Düzlem kafes sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları



Şekil 3.38 Düzlem kafes sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

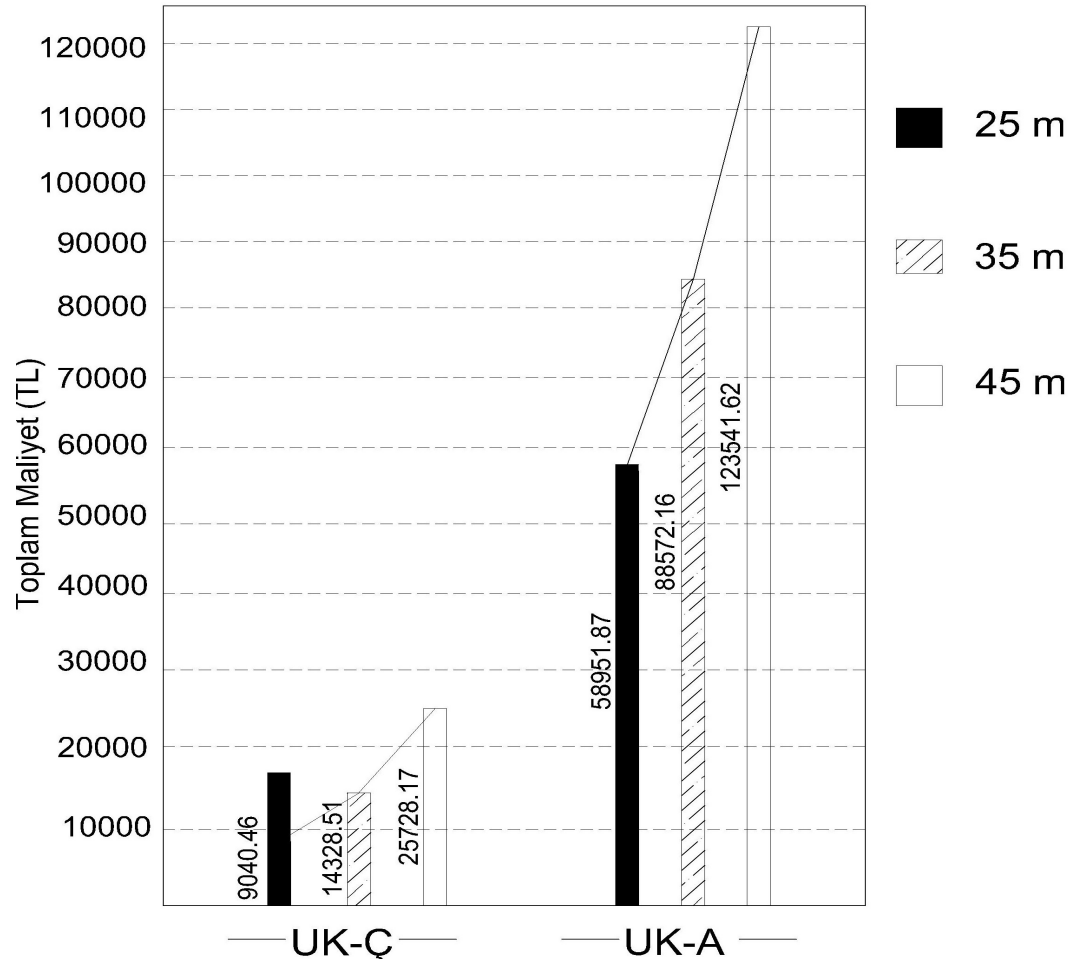
Düzlem kafes sistemler arasında 25 m trapez başlıklı çelik kafes sistemin 25.66 TL/m^2 ile en ucuz sistem olduğu görülmüştür. Düzlem kafes sistemler içinde çelik sistemlerin T.T.A sistemlere göre daha az maliyetli olduğu görülmüştür.

3.6.3.3 Uzay Kafes Sistemlerin Maliyetlerinin Karşılaştırılması



Şekil 3.39 Uzay kafes sistemlerin birim maliyet karşılaştırmaları

Uzay kafes sistemlerin karşılaştırıldığı Şekil 3.40’da görüldüğü gibi çelik malzemeli sistemler ile ahşap malzemeli sistemler arasında oldukça fazla maliyet farkının olduğu görülmüştür. 25m açıklıklı çelik uzay kafes sistemin birim maliyeti 60.26 TL/m² iken 25m açıklıklı ahşap uzay kafes sistem birim maliyeti 393.01 TL/m²’dir.



Şekil 3.40 Uzay kafes sistemlerin maliyet karşılaştırmaları

BÖLÜM DÖRT

SONUÇ

Bu tez çalışmasında, geniş açıklıklı yapıların örtü sistemleri, kullanılan malzemeler bazında çelik, ahşap (tutkallı tabakalı ahşap) ve betonarme malzemeler olarak, oluşturulma biçimleri bazında ise dolu gövdeli sistemler, düzlem kafes sistemler ve uzay kafes sistemler olarak incelenmiştir.

Geniş açıklıklı yapı sistemlerine, ülkemizde son yıllarda yoğun bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır. Sanayi yapıları, spor tesisleri, havaalanları ve depo gibi geniş açıklık yapılar için farklı sistemlerde ve malzemelerde uygulamalara rastlanmaktadır. Bu tip yapılarda yapının açıklığı arttıkça yapının ağırlığı da orantılı olarak artmaktadır.

Yapının toplam ağırlığı yapının strüktürel etkinliğini etkileyen ana nedenlerden biridir. Yapıya etkiyen yükler (deprem yükü v.b.) yapının ağırlığı ile orantılı olarak yapıyı etkiler. Yapının ağırlığı ne kadar az olursa yapıyı etkileyebilecek kuvvetlerde o kadar az olacaktır. Bu açıdan bakıldığında geniş açıklıklı yapı uygulamalarında hafif ve kolay uygulanabilir malzeme seçimine önem verilmelidir. Çelik yüksek mukavemetli ve esnek bir malzemedir. Bu nedenle çelik malzemeli taşıyıcı sistemler narin taşıyıcı elemanlarla oluşturulabilmektedir. Çeliğin mukavemetinin yüksek olması ve narinlik yapıdaki yüklerin etkisini azaltmaktadır. Tutkallı Tabakalı Ahşap'ta çelik gibi hafif ve dış kuvvetlere karşı dayanıklı bir malzemedir. Her iki malzemedeki kolaylıkla yeniden dönüştürülüp yapı elemanlarında kullanılabilen malzemelerdir. Ayrıca her iki malzeme ile yapılan yapıların uygulama süreçleri kolay ve kısa sürmektedir.

Bu çalışmada öngörüler, geniş açıklıklı yapılar için maliyet ve ağırlık kriterleri açısından uygulanması kolay sistemleri belirtilen form ve malzemeler bazında karşılaştırarak en uygun olabileceği belirlenen sistemin önerilmesidir.

Ahşap, çelik ve betonarme malzeme ile oluşturulan sistemler taşıyıcı özellikleri bazında incelenmiş ve bu sistemleri etkileyebilecek yükler tanımlanarak bu yükler altında sistemlerin etkinliği araştırılmıştır. Çelik ahşap ve betonarme malzemelerin fiziksel, kimyasal, mekanik özellikleri avantaj ve dezavantajları incelenmiştir. Aynı zamanda çalışmada ele alınan bu malzemeler ile yapılabilecek taşıyıcı elemanlar ve strüktürel özellikleri araştırılmıştır. Sistem analizlerine betonarme malzemeli sistemlerin dahil edilmeme nedeni ise, ele alınan tipik açıklıklarda (25m, 35m ve 45m) ve formlarda betonarme malzeme ile oluşturulan sistemlerin uygulanabilir sistemler olmadıklarının çalışmanın aşamalarında görülmüş olmasıdır. Özellikle ağırlık açısından diğer malzemeler ile yapılan sistemlerle aralarında çok büyük fark bulunmaktadır. Bundan dolayı betonarme malzemeli sistemler değerlendirmeye katılmamıştır.

Çalışmanın son bölümünde çelik ve tutkallı tabakalı ahşap malzeme ile oluşturulan dolu gövdeli, düzlem kafes ve uzay kafes sistemler daha önce belirlenen açıklıktaki strüktürel etkinliklerine göre ağırlık ve maliyetleri açısından birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada toplam 3 farklı form, 2 farklı malzeme ve 3 farklı açıklıkta sistem değerlendirmesi yapılmıştır. Ele alınan tüm değerlendirmeler tablolar yardımı ile gösterilmiştir. Çalışmada ele alınan sistemler her iki malzeme ile oluşturulabilen sistemlerdir.

Tez kapsamında çelik ve tutkallı tabakalı ahşap geniş açıklıklı taşıyıcı sistemler form ve açıklıkları açısından incelenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Her iki malzeme ile üretilen sistemlerde açıklık arttıkça sistem ağırlığı da açıklıkla doğru orantılı olarak artmıştır. Ele alınan sistemlerde ağırlık artışının en çok açıklıklar 35m'den 45m'ye arttığında olduğu görülmüştür.
- Dolu gövdeli sistemlerde açıklık arttıkça iki malzemenin ağırlık artışlarının farklı orantılarda olduğu görülmüştür. 25m açıklıkta çelik malzemeli sistem,

tutkallı tabakalı ahşap malzemeli sisteme göre daha hafif iken, açıklık 35m'ye çıktığında iki malzeme arasındaki ağırlık farkının azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak açıklık daha fazla artıp 45m'ye çıktığında çelik malzemeli sistemin çok daha hafif olduğu görülmüştür. 35m'lik açıklıktan sonra ağırlık farkında açıklıkla doğru orantılı artış görülmüştür.

- Düzlem kafes sistemlerde bu çalışmada ele alınan aynı açıklıklardaki sistemler arasındaki ağırlık farkı dolu gövdeli sistemlere göre daha azdır. Paralel başlıklı düzlem kafes sistemlerde tutkallı tabakalı ahşap malzeme ile yapılan sistemler daha hafifken, trapez başlıklı düzlem kafes sistemlerde çelik malzeme ile oluşturulan sistemlerin daha hafif olduğu görülmüştür. Düzlem kafesler ile oluşturulan sistemler içinde 25m açıklıkta en hafif sistem paralel başlıklı tutkallı tabakalı ahşap sistemlerdir. 35m ve 45m açıklıkta ise trapez başlıklı çelik sistemlerdir. 25m açıklığa kadar tutkallı tabakalı ahşap malzemeli sistemler daha hafif iken açıklık daha fazla arttıkça çelik malzemeli sistemler daha hafif olmaktadır.
- Uzak kafes sistemlerde ise çelik malzeme ve ahşap malzeme ile yapılanlar arasındaki farkın çok fazla olduğu görülmüştür. Ahşap malzeme ile oluşturulan uzak kafes sistemler, çelik malzemeli sistemlere göre 8 kat daha ağır olduğu belirlenmiştir. Çelik malzeme ile oluşturulan uzak kafes sistemlerin ağırlıkları en hafif düzlem kafes sistemlerle yaklaşık olarak aynı ağırlığa sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Çelik ve ahşap malzemeler ile oluşturulan sistemlerin toplam ağırlıkları aşağıdaki tabloda bir özet olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.1 Ele alınan sistemlerin ağırlık değerleri özet tablosu

SİSTEMLERİN AĞIRLIK DEĞERLERİ				
Sistem	Açıklık	25m	35m	45m
	Dolu Gövdeli Sistemler	Çelik(kg)	2750.00	5033.00
Birim Ağırlık(kg/m ²)		18.33	23.97	30.60
Ahşap(kg)		3211.50	5074.30	10026.90
Birim Ağırlık(kg/m ²)		21.41	24.01	37.13
Trapez Başlıklı Düzlem Kafes Sistemler	Çelik(kg)	1713.66	3021.35	5262.82
	Birim Ağırlık(kg/m ²)	11.43	14.39	19.49
	Ahşap(kg)	1603.66	3740.98	5850.34
	Birim Ağırlık(kg/m ²)	10.70	17.82	21.67
Paralel Başlıklı Düzlem Kafes Sistemler	Çelik(kg)	1814.87	4193.92	7424.15
	Birim Ağırlık(kg/m ²)	12.10	19.97	27.50
	Ahşap(kg)	1491.00	3486.27	5483.92
	Birim Ağırlık(kg/m ²)	9.94	16.61	20.32
Uzay Kafes Sistemler	Çelik(kg)	1460.00	2314.00	4155.00
	Birim Ağırlık(kg/m ²)	9.73	11.02	15.38
	Ahşap(kg)	12165.00	18277.00	25493.00
	Birim Ağırlık(kg/m ²)	81.10	87.04	94.41

Tez kapsamında ağırlıkları açısından ele alınan sistemlerin uygulanabilirlik açısından seçimlerinin daha kolay olması için ayrıca maliyet açısından da değerlendirmeleri yapılmıştır. Aşağıda maliyet açısından değerlendirmeler görülmektedir.

- Her iki malzeme ile üretilen sistemlerde açıklık arttıkça sistem maliyeti de açıklıkla doğru orantılı olarak arttığı anlaşılmaktadır.

- Tüm açıklık ve sistemlerde çelik malzemeli sistemlerin maliyetinin, ahşap malzemeli sistemlerin maliyetinden daha az olduğu görülmüştür.
- Dolu gövdeli sistemlerin düzlem kafes sistemlere göre daha çok maliyetli olduğu görülmüştür. Açıklık arttıkça dolu gövdeli sistemlerdeki maliyet artışı düzlem kafes sistemlere göre daha fazladır.
- Düzlem kafes sistemlerde tüm açıklıklarda çelik malzeme bazında trapez başlıklı sistemler daha ekonomik olmasına rağmen, tutkallı tabakalı ahşap malzeme bazında paralel başlıklı sistem daha ekonomik olduğu görülmüştür. Düzlem kafesler içinde en ekonomik sistemin çelik malzemeli trapez başlıklı sistemler olduğu ve açıklık arttıkça sistemler arasındaki maliyet farkının da giderek arttığı görülmüştür.
- Uzak kafes sistemlerde ağırlık değerlerinde olduğu gibi maliyet değerlerinde de çelik ve ahşap malzeme arasında çok büyük fark gözlemlenmektedir. Çelik malzemeli uzak kafes sistemler özellikle 25m'den geniş açıklıklarda açıklık arttıkça diğer sistemlere nazaran daha az maliyet artışı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çelik ve ahşap malzemeler ile oluşturulan sistemlerin toplam maliyet değerleri aşağıdaki tabloda bir özet olarak gösterilmektedir.

Tablo 4.2 Ele alınan sistemlerin maliyet değerleri özet tablosu

SİSTEMLERİN MALİYET DEĞERLERİ					
Sistem		Açıklık	25m	35m	45m
		Dolu Gövdeli Sistemler	Çelik(TL)	6913.78	12,653.46
Birim Maliyet(TL/m ²)	46.09		60.26	76.92	
Ahşap(TL)	9096.42		15289.47	30211.32	
Birim Maliyet(TL/m ²)	60.64		72.80	111.89	
Trapez Başlıklı Düzlem Kafes Sistemler	Çelik(TL)	3,849.35	6,693.25	11,529.69	
	Birim Maliyet(TL/m ²)	25.66	31.87	42.70	
	Ahşap(TL)	6379.05	14073.29	21719.50	
	Birim Maliyet(TL/m ²)	42.53	67.01	80.44	
Paralel Başlıklı Düzlem Kafes Sistemler	Çelik(TL)	4,063.14	9,206.46	15,960.04	
	Birim Maliyet(TL/m ²)	27.08	43.84	59.11	
	Ahşap(TL)	5941.91	12865.68	20265.99	
	Birim Maliyet(TL/m ²)	39.61	61.26	75.05	
Uzay Kafes Sistemler	Çelik(TL)	9,040.46	14,328.51	25,728.17	
	Birim Maliyet(TL/m ²)	60.26	68.23	95.28	
	Ahşap(TL)	58,951.87	88,572.16	123,541.62	
	Birim Maliyet(TL/m ²)	393.01	421.77	457.56	

İncelenen sistemler ve açıklıklar için, günümüz Türkiye şartları göz önüne alındığında çelik malzemeli sistemlerin genel olarak çok daha ekonomik olduğu görülmüştür. Toplam sistem ağırlıklarının birbirlerine yakın olmasına rağmen sistemlerin büyük bir kısmında çelik malzemeli sistemler daha ekonomiktir.

Ele alınan sistemlerde her iki malzeme ile oluşturulan sistemlerde de açıklık değişimi-toplam ağırlık artışı oranının en çok dolu gövdeli sistemlerde olduğu görülmüştür. Dolu gövdeli sistemlerde açıklık artışına dayalı ağırlık artışı, tutkallı

tabakalı ahşap malzemeli sistemlerde çelik malzemeli sistemlere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Düzlem kafes sistemlerde ise tutkallı tabakalı ahşap sistemler paralel başlıklı sistemlerde tüm açıklıklarda daha hafif ve ağırlık artışı çelik malzemeli sistemlere göre daha az olduğu görülmüştür. Trapez başlıklı sistemlerde ise 25m açıklıkta tutkallı tabakalı ahşap sistem daha hafif iken açıklık arttıkça, tutkallı tabakalı ahşap sistemin ağırlık artışı artmaktadır. 25m'den büyük açıklıklarda çelik sistemler daha hafif olmaktadır. Uzay kafes sistemlerde ise çelik ve ahşap malzeme arasında ağırlık açısından çok büyük fark gözlenmiştir. Ahşap malzemeli uzay kafes sistemlerin oldukça ağır olduğu görülmüştür.

İnşaat sektöründe sistemlerin karşılaştırılmasında ekonomiklik çok önemli bir parametredir. Geçilen açıklık-toplam ağırlık oranları baz alındığında tutkallı tabakalı ahşap malzemeler bazı sistemlerde daha hafif olmasına rağmen, maliyet açısından bakıldığında çelik malzeme ile oluşturulan sistemlerin tutkallı tabakalı ahşap sistemlerden daha ekonomik olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, sistemlerin strüktürel etkinliği ağırlık ve maliyet değerleri açısından birlikte değerlendirildiğinde çelik malzemeli sistemler, üretim kolaylığı, küçük en kesitli ve ekonomik olması açısından ülkemiz şartlarında daha kolay uygulanabilir sistemlerdir.

Tutkallı tabakalı ahşap malzemeliler ise toplam ağırlık açısından çelik malzemelilerle genellikle eşdeğer ağırlıkta olmasına ve estetiklik avantajlarına rağmen, maliyet açısından pek ekonomik olmadığı görülmektedir. Bunun nedenleri olarak ülkemizde endüstriyel yapı elemanı olarak üretilmemesi, nakliye maliyetleri ve uzman işçilik eksikliği gösterilebilir. Buna rağmen estetik olması, yaşayan bir malzeme olması mimari estetik kaygısı ile birçok Avrupa ülkesinde sıklıkla tercih edilmekte ve uygulanmaktadır.

KAYNAKLAR

Aka, İ., Keskinel F. ve Arda, T. S. (1990). *Betonarmeye giriş*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Aka, İ., Keskinel F. ve Arda, T. S. (1992). *Betonarme yapı elemanları*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Akdumanlar, E. (1996). *Türkiye’de çelik yapı tasarım ve yapım sorunları*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Aktuğlu. Y. (1996). *A New Trend in Design And Construction For 21st Century According to Architectural Requirements in Steel Buildings And Economic Design*

Atalay, T. (2002). *Geniş açıklıklı mekanların üstünü örten taşıyıcı sistem incelemesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Ayaydın, Y. (1996). *Büyük Açıklıklı Prefabrike Betonarme Yapılar*. İstanbul: Birsen Kitabevi Yayınları.

Bahadır, Ş. S. (1997). *Büyük açıklıklı yapılarda taşıyıcı sistemler*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Barış, Z. (1998). *Metalin özelde demir ve çeliğin yapıdaki strüktürel işlevinin tarihsel gelişim çerçevesinde araştırılması*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Çınar, B. (2002). *Uzay kafes sistemlerinin çelik ve ahşap malzeme ile çeşitli form ve açıklıklarda uygulanabilirliği*. İzmir : Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Dilber, K.K (2001). Taşıyıcı Sistem Malzemesinin Seçimindeki Etkenler. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Elliott, C.D. (1992). *Technics and Architecture*. Massachusetts: The MIT Pres.

Erşen, N. (1994). *Çelik yapılar ve çözümlenmiş problemler* (3. Baskı). İstanbul.

Eyüce, Ö. (2001). Çelik ve cam mimarlığı. *Ege Mimarlık*, 37, 7.

Frampton, K. (1995). *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction In Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. The M.I.T. Pres.

Kalay, E. (2006). *Tutkallı tabakalı ahşap ve çelik malzemeli taşıyıcı yapı elemanlarının form ve açıklık kriterleri açısından incelenmesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Mutlubaş, F. (1999). *Çağdaş yapımda ahşabın kullanılması*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Natterer, J. (1976). Rosttragwerke aus Holz. *DBZ*, 9, 512-515.

Nervi, P.L. (1957). *Bauten und Projecte*. Stuttgart: Verlag Gert Hatje.

Odabaşı, Y. (2000). *Ahşap ve çelik yapı elemanları* (3.Baskı). İstanbul: Beta Yayınevi.

Özyiğit, O. (2004). *Çelik yapıların eleman ve bileşen düzeyinde incelenmesi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

- Salvadori, M. & Heller, R. (1975). *Structure in architecture*. 2nd edition, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Savaşır, K. (1999). *Silindir yüzeyli uzay kafes sistemlerde yükseklik ve geçilen açıklık bakımından tek ve çift tabakalı sistemlerin karşılaştırılması*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Şenol, D. (2001). *Büyük açıklıklı mekanların tutkallı tabakalı ahşap sistemler ile geçilmesi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Tanyeli, U. (1997). *Mimarlık Tarihi II Ders Notları*.
- Tokay, V. (1998). Tutkallı tabakalı ahşap teknolojisi. *Yapı*, 197, 114-118.
- Türkçü, H. Ç. (1990). *Çağdaş yapı ve strüktür sistemleri I* (2. Baskı). İzmir: Dokuz Eylül Yayınları.
- Türkçü, H. Ç. (2003). *Çağdaş taşıyıcı sistemler*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Ünver, H. (2003). *Çelik yapı detaylarının taşıyıcı sistemler açısından irdelenmesi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Yesügey, C. (1980). *Tek katlı endüstri yapılarında, çubuk elemanlarla oluşturulan strüktür sistemlerinin seçimine ilişkin bir araştırma*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Yesügey, C. (2001). *Glued Laminated Timber Structures. Materials, Production Methods and economic impact*. C.J. Animba, C. Egbu & A.Thorpe, (Ed.), Perspectives on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (215-230) United Kingdom: (Cice) Loughborough University.

Yurtsever, H. (1998). Doğrusal elemanlarla strüktür tasarımı. *Yapı*, 198, 84-93.

Grandmar. (2008). *İron Bridge*.

<http://www.members.virtualtourist.com/m/4a9c6/4be21/>.

Holzbau Company. (2008). *Tutkallı tabakalı ahşam üretim bölümlerinin boyutu*.

11 Aralık 2008, <http://www.holzbau.com/index.php?id=26>.

Sanayiden.com. (2008). *Çelik sistemler*. 21 Eylül 2008,

<http://www.sanayiden.com-celiksistemler.htm>.

Stephan Sweeny. (2008). *Celtic Park*. 21 Eylül 2008,

<http://www.geograph.org.uk/photo/66239>.

T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı inşaat ve tesisat analiz ve birim fiyatları.

(2008). 15 Ekim 2008,

<http://www.bayindirlik.gov.tr/birimfiyat/index.php?Sayfa=aramadetay=23.081>.

T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı inşaat ve tesisat analiz ve birim fiyatları.

(2008). 15 Ekim 2008,

<http://www.bayindirlik.gov.tr/birimfiyat/index.php?Sayfa=aramadetay=23.086>.

Tokyay, V. (2008). *Tutkallı tabakalı ahşap teknolojisi*. 21 Ağustos 2008

<http://www.oranmimarlik.com.tr/teknoloji03.php>.

EK1

DOLU GÖVDELİ SİSTEMLERİN BOYUTLANDIRMA YÖNTEMLERİ

1. Kirişlerin Boyutlandırılmasında Kullanılan Yöntem

Dolu gövdeli kiriş ve düzlem kafes kirişlerin hesapları, basit kiriş çözümlerine dayanılarak yapılmıştır. Buna göre '25m' açıklıklı sistemler için yapılan hesaplamalar örnek olarak aşağıda gösterilmektedir.

Hesaplarda kullanılan moment değeri iç açıklık ve mesnetlerde $M = qL_1^2/8$ şeklinde hesaplanmıştır. Denklemden 'q' sisteme etki eden yükü L_1 kiriş aralıklarını göstermektedir (Odabaşı, Y., 2000).

▪ 'q' Değerinin Belirlenmesi

Sisteme etkiyen yükler, kaplama(alüminyum trapez levha) özağırlığı, aşıkların özağırlığı ve kar yükü olarak kabul edilmiştir. Bu yüklerin toplam değeri 'q' değerini verir. Aşıkların yükleri belirlenirken aşıkların her 2,5m(a)'de olduğu varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. Yüklerin toplamı aşağıdaki gibidir:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Kaplama özağırlığı} & = & 10 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Aşık özağırlığı} & = & 10 \text{ kg/m}^2 \\
 + & \text{-----} & \\
 q_1 & = & 20 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{Kar yükü (P}_k\text{)} & = & 75 \text{ kg/m}^2 \text{ (TSE 498)} \\
 + & \text{-----} & \\
 q_2 & = & 95 \text{ kg/m}^2 \\
 q = q_2 * a & q = 95 * 2,5m & q = 237,50 \text{ kg/m} \\
 q_x = q * \cos \alpha & & q_x = 234,85 \text{ kg/m} \\
 q_y = q * \sin \alpha & & q_y = 35,23 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

▪ Boyutlandırma

Boyutlandırma yapılırken sistemi oluşturan kiriş birimlerine belirli değerler verilmiştir. Bu değerlere göre sistemde oluşan moment değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplar sonucunda belirlenen profil boyutlarının sınır değerlere göre uygunluğu kontrol edilip boyutlar kesinleştirilmiştir. Buna göre aşağıda 25m açıklıklı sistemler için boyutlandırma hesapları gösterilmiştir.

Kiriş elemanları tek gergiliolarak I160 profilinden oluşmaktadır.

$$M_x = (q_x * l^2)/8 \quad M_x = (234,85 * 6^2)/8 \quad M_x = 1056,82 \text{ kgm} = 105.6 \text{ tcm}$$

$$M_y = (q_y * (l/2)^2)/8 \quad M_y = (35.23 * 3^2)/8 \quad M_y = 39,63 \text{ kgm} = 3.96 \text{ tcm}$$

Seçilen Profil

$$I 160 \quad W_x = 117,0 \text{ cm}^3 \quad I_x = 935 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 14,8 \text{ cm}^3 \quad I_y = 54,7 \text{ cm}^4$$

$$\sigma (\text{Max eğilme sınırı}) = (M_x/W_x) + (M_y/W_y) \quad \sigma = \underline{830 \text{ kg/cm}^2} < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_x (\text{Max sehım sınırı}) = (5/384) * ((q_x * l^4) / (E * I_x)) \quad f_x = 1,41 \text{ cm}$$

$$f_y (\text{Max sehım sınırı}) = (5/384) * ((q_y * (l/2)^4) / (E * I_y)) \quad f_y = 0,23 \text{ cm}$$

$$f = \underline{1,64 \text{ cm}} < f_{em} = l/300 = 2 \text{ cm}$$

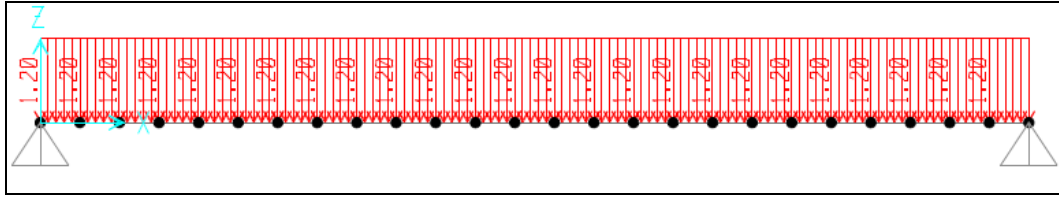
2. 25m Açıklıklı Çelik Dolu Gövdeli Sistemlerin Analizi

Tüm sistemlerde kiriş aralıkları 6m ve kaplama malzemesi alüminyum trapez levhadır.

Seçilen Kesit $b=30 \times 1 \text{ cm}$ $h=100 \times 1 \text{ cm}$

Kiriş Yükleri

Kaplama özağırlığı	:	10kg/m^2
Aşık özağırlığı	:	10kg/m^2
Çatı Yüğü	:	$20\text{kg/m}^2 * 6\text{m} = 120\text{kg/m}$
Kar Yüğü	:	$75\text{kg/m}^2 * 6\text{m} = 450\text{kg/m}$
Kiriş Yüğü	:	$2 * (30 * 1) + (0,8 * 100) = 125\text{kg/m}$
		+ _____
Toplam Yüğü	:	695kg/m



Şekil 1. Kiriş Yüğü Dağılım Grafiğı

Eğilme Kontrolü

$$M = q * L^2 / 8 \quad M = 695 * 25^2 / 8 \quad M = 54609,37 \text{ kgm} \quad M = 5460937 \text{ kgcm}$$

$$I_1 = b * h^3 / 12 \quad I_1 = 1 * 100^3 / 12 \quad I_1 = 83333 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 2 * 1 * 30 * (40,5)^2 \quad I_2 = 153015 \text{ cm}^4$$

$$I = I_1 + I_2 \quad 83333 + 153015 \quad I = 236348 \text{ cm}^4$$

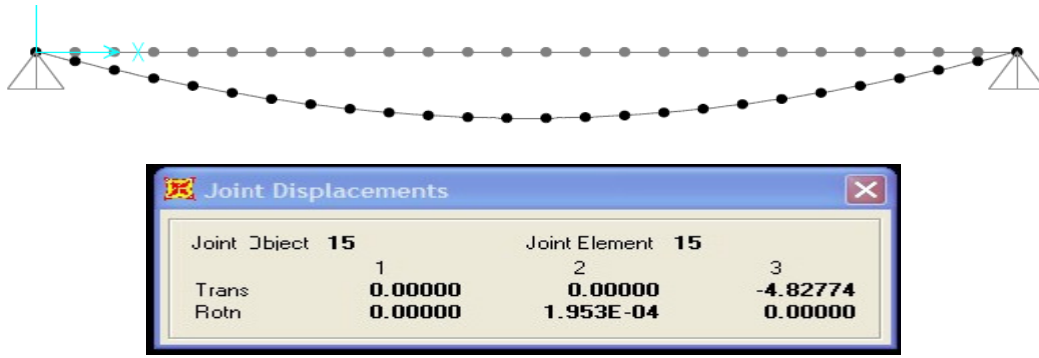
$$W = 236348 / 51 \quad W = 4634,27 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = M / W \quad \sigma = 5460947 / 4634,27 \quad \sigma = 1178,38 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

Sehim Kontrolü

$$f_y = (5 * M * L^2) / (48 * E * I) < L / 300 \quad (5 * 5460937 * 2500^2) / (48 * 2,1 * 10^6 * 236348)$$

$$f_y = 7,16 \text{ cm} < 8,1 \text{ cm} \quad \text{Seçilen boyutlar uygundur.}$$



Şekil 2. Maksimum Sehim Tablosu

3. 25m Açıklıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Dolu Gövdeli Sistemlerin Analizi

Seçilen Kesit $b=20$ cm $h=133.8$ cm

Kiriş Yükleri

Kaplama özağırlığı	:	10kg/m^2
Aşık özağırlığı	:	10kg/m^2
Çatı Yüğü	:	$20\text{kg/m}^2 \cdot 6\text{m} = 120\text{kg/m}$
Kar Yüğü	:	$75\text{kg/m}^2 \cdot 6\text{m} = 450\text{kg/m}$
Kiriş Yüğü	:	$0,2\text{m} \cdot 1,33\text{m} \cdot 480\text{kg/m}^3 = 129\text{kg/m}$
		+ _____
Toplam Yüğü	:	699kg/m

Eğilme Kontrolü

$$M = q \cdot L^2 / 8 \quad M = 699 \cdot 25^2 / 8 \quad M = 54609,37 \text{ kgm} \quad M = 5460937 \text{ kgcm}$$

$$I = b \cdot h^3 / 12 \quad I = 20 \cdot 133,8^3 / 12 \quad I = 3992244,1 \text{ cm}^4$$

$$W = b \cdot h^3 / 6 \quad W = 20 \cdot 133,8^2 / 6 \quad W = 59674,8 \text{ cm}^3$$

$$E = 110000$$

$$\sigma = M / W \quad \sigma = 5244684 / 59674,8 \quad \sigma = 87,9 \text{ kg/cm}^2 < 110 \text{ kg/cm}^2$$

Sehim Kontrolü

$$f_y = (M \cdot L^2) / (9,6 \cdot E \cdot I) < L / 300 \quad (5244884 \cdot 2500^2) / (9,6 \cdot 110000 \cdot 3992244,2)$$

$$f_y = 7,46 \text{ cm} < 8,2 \text{ cm} \quad \text{Seçilen boyutlar uygundur}$$

EK2

DÜZLEM KAFES SİSTEMLERİN BOYUTLANDIRMA YÖNTEMLERİ

25m açıklıklı düzlem kafes sistemler için;

Kiriş aralığı : 6m

Kiriş yüksekliği: 250 cm

Trapez yüksekliği:50 cm

Çatı Eğimi : %16

Eğim Açısı : $\alpha = 8.9^0$

▪ Düğüm Noktalarındaki Yükler

Kaplama özağırlığı	: 10kg/m ²
Aşık özağırlığı	: 10kg/m ²
Makas özağırlığı	: 25 kg/m ² (25m'lik kiriş için)
	+ _____
Toplam Yük (g ₃)	: 45kg/m ²

Düğüm Noktasına Gelen Tekil Yüklerin Belirlenmesi

$$P_{u\check{c}} = (a/2) * l * g_3 \text{ kg} \quad P_{u\check{c}} = (2,5/2) * 6m * 45kg/m^2 \quad P_{u\check{c}} = 337,5 \text{ kg}$$

$$P_{i\check{c}} = a * l * g_3 \text{ kg} \quad P_{i\check{c}} = 2,5 * 6m * 45kg/m^2 \quad P_{i\check{c}} = 675 \text{ kg}$$

Kardan Kaynaklanan Yükler

$$P_k = 75kg/m^2$$

$$P_{k u\check{c}} = 75 * (a/2) * l \quad P_{k u\check{c}} = 75 * 2,5/2 * 6 \quad P_{k u\check{c}} = 562,5 \text{ kg}$$

$$P_{k i\check{c}} = 75 * a * l \quad P_{k i\check{c}} = 75 * 2,5 * 6 \quad P_{k i\check{c}} = 1125 \text{ kg}$$

Rüzgardan Kaynaklanan Yükler

$$q_{\text{rüzgar}} = 80 \text{ kg/m}^2$$

Katsayılar:

$$A = +0,8 \quad B = (1,2 \sin \alpha - 0,4) \quad B = (1,2 \sin(8,9) - 0,4) = -0,214 \quad C = -0,4 \quad D = -0,4$$

Trapez makaslar için 'B' ve 'C' kullanılmıştır.

$$R_{\text{sol ön}} = A * (a/2) * l * q \quad R_{\text{sol ön}} = +0,8 * 0,5/2 * 6 * 80 \quad R_{\text{sol ön}} = 96 \text{ kg}$$

$$R_{\text{sol dış}} = B * (a/2 \cos \alpha) * l * q \quad R_{\text{sol dış}} = -0,214 * 2,5/1,974 * 6 * 80 = -139,09 \text{ kg}$$

$$R_{\text{sol iç}} = B * (a/\cos \alpha) * l * q \quad R_{\text{sol iç}} = -0,214 * 2,5/0,987 * 6 * 80 = -278,18 \text{ kg}$$

$$R_{\text{sağ dış}} = C * (a/2 \cos \alpha) * l * q \quad R_{\text{sağ dış}} = -0,4 * 2,5/1,984 * 6 * 80 = -241,93 \text{ kg}$$

$$R_{\text{sağ iç}} = C * (a/\cos \alpha) * l * q \quad R_{\text{sağ iç}} = -0,4 * 2,5/0,987 * 6 * 80 = -483,86 \text{ kg}$$

$$R_{\text{sol arka}} = D * (a/2) * l * q \quad R_{\text{sol arka}} = -0,4 * 0,5/2 * 6 * 80 \quad R_{\text{sol arka}} = 48 \text{ kg}$$

1. Trapez Başlıklı Düzlem Kafes Kirişlerin Analizi

1.1 25m Açıklıklı Çelik Trapez Başlıklı Düzlem Kafes Kirişlerin Analizi

- Üst Başlık Kesit Kontrolü

Statik hesaplar sonucu oluşan maksimum değere karşı yapılan hesaplardır.

$$O_{\text{max}} = -30882 \text{ kg (basınç)}$$

$$F_1 = P / \sigma_{\text{em}} \quad F_1 = 30882 / (2 * 1400) \quad F_1 = 11,029 \text{ cm}^2$$

Seçilen 90.90.9

$$F_1 = 15,5 \text{ cm}^2 \quad I_x = I_y = 116 \text{ cm}^4 \quad i_x = i_y = 2,74 \text{ cm} \quad e = 2,54 \text{ cm} \quad i_{\text{min}} = 1,76 \text{ cm}$$

Kontrol Hesabı

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 176,96 / 2,74 = 65,58 \rightarrow \omega = 1,41 \quad i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)}$$

$$\sigma = 30882 * 1,41 / (2 * 15,5) = 1404 \text{ kg/cm}^2 \approx 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 90.90.9 kesiti Üst Başlık için uygundur.

▪ Alt Başlık Kesit Kontrolü

$$U_{\max} = 30541 \text{ kg (çekme kuvveti)}$$

$$\sigma = 30541 / (2 * 12,30) = 1241,50 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{2L 80.80.8 için } \sigma = 1241,50 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 80.80.8 kesiti Alt Başlık için uygundur.

▪ Dikme Kesit Kontrolü

$$V_{\max} = -8792 \text{ kg (basınç kuvveti)}$$

$$F_1 = P / \sigma_{em} \quad F_1 = 8792 / (2 * 1400) \quad F_1 = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen } 50.50.5 \quad F_1 = 4,80 \text{ cm}^2 \quad i_x = 1,51 \text{ cm}$$

$$I_{kx} = 40 \text{ cm}$$

$$\lambda_0 = 40 / 1,51 = 26,5 \rightarrow \omega = 1,60$$

$$F_1 = P * \omega / \sigma_{em} \quad F_1 = 8792 * 1,6 / (2 * 1400) \quad F_1 = 3,33 \text{ cm}^2$$

2L 50.50.5 kesiti Dikme için uygundur.

$$F_1 = 4,80 \text{ cm}^2 \quad I_x = I_y = 11 \text{ cm}^4 \quad i_x = i_y = 1,51 \text{ cm} \quad e = 1,40 \text{ cm} \quad i_{\min} = 0,98 \text{ cm}$$

Kontrol Hesabı

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 40 / 1,51 = 26,49 \rightarrow \omega = 1,06 \quad i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)}$$

$$\sigma = 8792 * 1,06 / (2 * 4,8) = 970,78 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 50.50.5 kesiti Dikme için uygundur.

▪ Diyagonal Kesit Kontrolü

$$D_{\max} = 22721 / (2 * 9,40) = 1208,56 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{2L 70.70.7 için } \sigma = 1208,56 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 80.80.8 kesiti Diyagonal için uygundur.

1.2 25m Açıklıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Trapez Başlıklı Düzlem Kafes Kirişlerin Analizi

▪ Üst Başlık Kesit Kontrolü

$$O_{\max} = -30882 \text{ kg (basınç)}$$

Seçilen boyutlar : $b=14 \text{ cm}$ $h=29,7 \text{ cm}$

$$F_1 = 14 * 29,7 = 415,8 \text{ cm}^2$$

$$I_x = b * h^3 / 12 \quad I_x = 14 * (29,7)^3 / 12 \quad I_x = 30564,41 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)} \quad i_x = 8,51$$

$$I_{kx} = 177 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 177 / 8,51 = 20,80 \rightarrow \omega = 1$$

$$\sigma = \omega * N / F \quad \sigma = 1 * 30882 / (415,8) = 74,27 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Üst Başlık kesiti $b=14 \text{ cm}$ $h=29,7 \text{ cm}$ uygundur.

▪ Alt Başlık Kesit Kontrolü

$$U_{\max} = 30541 \text{ kg (çekme kuvveti)}$$

Seçilen boyutlar : $b=14 \text{ cm}$ $h=26 \text{ cm}$

$$F_1 = 14 * 29,7 = 415,8 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N / F \quad \sigma = 30541 / (415,8) = 73,45 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Alt Başlık kesiti $b=14 \text{ cm}$ $h=29,7 \text{ cm}$ uygundur.

▪ Dikme Kesit Kontrolü

$$V_{\max} = -8792 \text{ kg (basınç kuvveti)}$$

Seçilen boyutlar : $b=14 \text{ cm}$ $h=9,6 \text{ cm}$

$$F_1 = 14 * 9,6 = 134,4 \text{ cm}^2$$

$$I_x = b * h^3 / 12 \quad I_x = 14 * (9,6)^3 / 12 \quad I_x = 1032,19 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)} \quad i_x = 2,77$$

$$I_{kx} = 40 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 40/2,77 = 14,44 \rightarrow \omega = 1$$

$$\sigma = \omega * N/F \quad \sigma = 1 * 8792/(134,4) = 65,41 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Dikme kesiti b=14 cm h=9,6 cm uygundur.

▪ Diyagonal Kesit Kontrolü

$$D_{\max} = 22721 \text{ (çekme)}$$

Seçilen boyutlar : b=14 cm h=23 cm

$$F_1 = 14 * 23 = 322 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N/F \quad \sigma = 22721/(322) = 70,56 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Diyagonal kesiti b=14 cm h=9,6 cm uygundur.

2. 25m Açıklıklı Paralel Başlıklı Düzlem Kafes Kirişlerin Analizi

Düzlem kafes sistemler için:

Kiriş aralığı : 6m

Kiriş yüksekliği: 225 cm

▪ Düğüm Noktalarındaki Yüklerin Hesaplanması

Kaplama özağırlığı	: 10kg/m ²
Aşık özağırlığı	: 10kg/m ²
Makas özağırlığı	: 25 kg/m ² (25m'lik kiriş için)
	+ _____
Toplam Yük (g ₃)	: 45kg/m ²

Düğüm Noktası Yükleri

$$P_{uç} = (a/2) * 1 * g_3 \text{ kg} \quad P_{uç} = (2,5/2) * 6m * 45\text{kg/m}^2 \quad P_{uç} = 337,5 \text{ kg}$$

$$P_{iç} = a * 1 * g_3 \text{ kg} \quad P_{uç} = 2,5 * 6m * 45\text{kg/m}^2 \quad P_{uç} = 675 \text{ kg}$$

Kardan Kaynaklanan Yükler

$$P_k = 75\text{kg/m}^2$$

$$P_{k\ uç} = 75 * (a/2) * 1 \quad P_{k\ uç} = 75 * 2,5/2 * 6 \quad P_{k\ uç} = 562,5 \text{ kg}$$

$$P_{k\ iç} = 75 * a * 1 \quad P_{k\ uç} = 75 * 2,5 * 6 \quad P_{k\ uç} = 1125 \text{ kg}$$

Rüzgardan Kaynaklanan Yükler

$$q_{rüzgar} = 80\text{kg/m}^2$$

Katsayılar:

$$A = + 0,8 \quad B = (1,2\sin\alpha - 0,4) \quad B = (1,2\sin(8,9) - 0,4) = -0,214 \quad C = -0,4 \quad D = -0,4$$

$$R_{sol\ ön} = A * (a/2) * 1 * q \quad R_{sol\ ön} = +0,8 * 2,5/2 * 6 * 80 \quad R_{sol\ ön} = 480 \text{ kg}$$

$$R_{sol\ dış} = B * (a/2\cos\alpha) * 1 * q \quad R_{sol\ dış} = -0,214 * 2,5/1,974 * 6 * 80 = -139,09 \text{ kg}$$

$$R_{sol\ iç} = B * (a/\cos\alpha) * 1 * q \quad R_{sol\ iç} = -0,214 * 2,5/0,987 * 6 * 80 = -278,18 \text{ kg}$$

$$R_{sol\ arka} = D * (a/2) * 1 * q \quad R_{sol\ arka} = -0,4 * 2,5/2 * 6 * 80 \quad R_{sol\ arka} = -240 \text{ kg}$$

2.1 25m Açıklıklı Paralel Başlıklı Çelik Malzemeli Kirişlerin Analizi

▪ Üst Başlık Kesit Kontrolü

$$O_{max} = -25193\text{kg}(\text{basınç})$$

$$F_1 = P / \sigma_{em} \quad F_1 = 25193 / (2 * 1400) \quad F_1 = 8,99 \text{ cm}^2$$

Seçilen 90.90.9

$$F_1 = 15,5 \text{ cm}^2 \quad I_x = I_y = 116\text{cm}^4 \quad i_x = i_y = 2,74 \text{ cm} \quad e = 2,54 \text{ cm} \quad i_{min} = 1,76 \text{ cm}$$

Kontrol Hesabı

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 176,96/2,74 = 65,58 \rightarrow \omega = 1,41 \quad i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)}$$

$$\sigma = 25193 * 1,41 / (2 * 15,5) = 1146 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 90.90.9 kesiti Üst Başlık için uygundur.

- **Alt Başlık Kesit Kontrolü**

$$U_{\max} = 24679 \text{ kg (çekme kuvveti)}$$

$$F_{\text{ger}} = 24679 / (2 * 9,40) = 1312,71 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \underline{2L 70.70.7} \text{ için } \sigma = 1312,71 \text{ kg/cm}^2 > 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 70.70.7 kesiti Alt Başlık için uygundur.

- **Dikme Kesit Kontrolü**

$$V_{\max} = -8792 \text{ kg (basınç kuvveti)}$$

$$F_1 = P / \sigma_{em} \quad F_1 = 8792 / (2 * 1400) \quad F_1 = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen } 50.50.5 \quad F_1 = 4,80 \text{ cm}^2 \quad i_x = 1,51 \text{ cm}$$

$$I_{kx} = 213,75 \text{ cm}$$

$$\lambda_0 = 213,75 / 1,51 = 141,6 \rightarrow \lambda_0 = 102 \quad \omega = 2,01$$

$$F_1 = P * \omega / \sigma_{em} \quad F_1 = 8792 * 2,01 / (2 * 1400) \quad F_1 = 6,31 \text{ cm}^2$$

2L 50.50.5 kesiti Dikme için uygun değildir.

Seçilen 70.70.7

$$F_1 = 4,80 \text{ cm}^2 \quad I_x = I_y = 42,9 \text{ cm}^4 \quad i_x = i_y = 2,12 \text{ cm} \quad e = 1,97 \text{ cm} \quad i_{\min} = 1,37 \text{ cm}$$

Kontrol Hesabı

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 225/2,12 = 106,13 \rightarrow \omega = 1,99 \quad i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)}$$

$$\sigma = 8792 * 1,99 / (2 * 9,4) = 930,64 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 70.70.7 kesiti Alt Başlık için uygundur.

- **Diyagonal Kesit Kontrolü**

$$D_{\max} = 10551/(2*4.80)=1099.06\text{kg/ cm}^2 \rightarrow \underline{2L\ 50.50.5} \text{ için } \sigma =1099.06\text{kg/ cm}^2$$

$$\text{cm}^2 > 1400 \text{ kg/cm}^2$$

2L 50.50.5 kesiti Diyagonal için uygundur.

2.2 25m Açıklıklı Paralel Başlıklı Tutkallı Tabakalı Ahşap Malzemeli Kirişlerin Analizi

- **Üst Başlık Kesit Kontrolü**

$$O_{\max} = -25193\text{kg}(\text{basınç})$$

Seçilen boyutlar : b=14 cm h=26,3 cm

$$F_1 = 14*26,3 = 368,2 \text{ cm}^2$$

$$I_x = b* h^3/12 \quad I_x = 14* (26,3)^3/12 \quad I_x = 21223,4 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)} \quad i_x = 7,6$$

$$I_{kx} = 225 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 225/7,6 = 29,6 \rightarrow \omega = 1$$

$$\sigma = \omega * N/F \quad \sigma = 1 * 25193/(368,2) = 68,4 \text{ kg/ cm}^2 < 85 \text{ kg/ cm}^2$$

Üst Başlık kesiti b=14 cm h=26,3 cm uygundur.

- **Alt Başlık Kesit Kontrolü**

$$U_{\max} = 24679 \text{ kg}(\text{çekme kuvveti})$$

Seçilen boyutlar : b=14 cm h=23 cm

$$F_1 = 14*23 = 322 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N/F \quad \sigma = 24679/322 = 76,6 \text{ kg/ cm}^2 < 85 \text{ kg/ cm}^2$$

Alt Başlık kesiti b=14 cm h=23 cm uygundur.

- **Dikme Kesit Kontrolü**

$$V_{\max} = -8792 \text{ kg(basınç kuvveti)}$$

Seçilen boyutlar : b=14 cm h=12,9 cm

$$F_1 = 14 * 12,9 = 180,6 \text{ cm}^2$$

$$I_x = b * h^3 / 12 \quad I_x = 14 * (12,9)^3 / 12 \quad I_x = 2504,50 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{(\sum I_x / \sum F)} \quad i_x = 3,72$$

$$I_{kx} = 225 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = I_{kx} / i_x = 225 / 3,72 = 15,58 \rightarrow \omega = 1$$

$$\sigma = \omega * N / F \quad \sigma = 1 * 8792 / 180,6 = 60,9 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Dikme kesiti b=14 cm h=12,9 cm uygundur.

- **Diyagonal Kesit Kontrolü**

$$D_{\max} = 10551 \text{ (çekme)}$$

Seçilen boyutlar : b=14 cm h=9,6 cm

$$F_1 = 14 * 9,6 = 134,4 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = N / F \quad \sigma = 10551 / (134,4) = 78,50 \text{ kg/cm}^2 < 85 \text{ kg/cm}^2$$

Diyagonal kesiti b=14 cm h=9,6 cm uygundur.

EK3 HESAPLAMALARDA KULLANILAN VERİLER

1. Tutkallı Tabakalı Ahşap İçin Standart Boyutlar

Kalınlığı kiriş b. .. [cm]							
8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0

Kiriş yüksekliği h. .. [cm]						
3,3	39,7	76,9	113,7	150,6	187,4	
6,2	43,1	80,2	117,1	153,9	190,8	
9,6	46,4	83,6	120,4	157,3	194,1	
12,9	50,1	86,9	123,8	160,6	197,5	
16,3	53,4	90,3	127,1	164,0	200,8	
19,6	56,8	93,6	130,5	167,3	204,2	
23,0	60,1	97,0	133,8	170,7	207,5	
26,3	63,5	100,3	137,2	174,0	210,9	
29,7	66,8	103,7	140,5	177,4	214,2	
33,0	70,2	107,0	143,9	180,7	217,6	
36,4	73,5	110,4	147,2	184,1	220,9	

Kiriş yüksekliği	h. ..	[cm]
Kalınlık	b. ..	[cm]
Alan	$A = b \times h$	[cm ²]
Moment dayanıklı	$W_y = B \times Y^2 / 6$ $W_{zB} = H \times x^2 / 6$	[cm ³] [cm ³]
Moment atalet	$I_y = B \times Y^3 / 12$ $I_{zB} = H \times x^3 / 12$	[cm ⁴] [cm ⁴]
Yarıçapı atalet	$i_y = \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times h$ $i_{zB} = \sqrt{I_{zB} / A} = 0.289 \times h$	[cm]

2. Tutkalı Tabakalı Ahşap İçin Kullanılan Katsayılar

Tabella 1.1					
Moduli di elasticità e scorrimento del materiale (N/mm ²) per $u \leq 20\%$ (1)					
Tipo di sollecitazione		Classe del lamellare			
		BS 11	BS 14	BS 16	BS 18
Flessione	E_{II}	11000	11000	12000	13000
Trazione/Compressione \parallel	E_{II}	11000	12000	13000	14000
Trazione/Compressione \perp	E_{\perp}	350	400	400	450
Taglio	G	550	600	650	700

(1) - I valori devono essere ridotti di 1/6 per esposizioni all'acqua occasionali e di 1/4 per esposizione permanente.

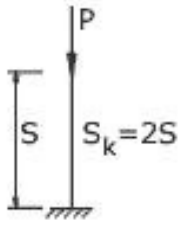
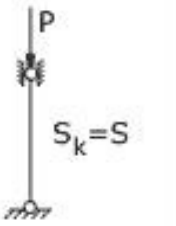
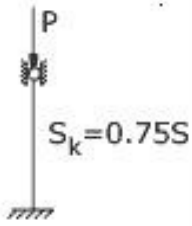
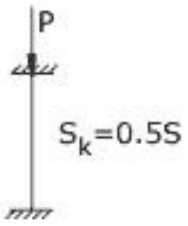
Lunghezza di libera inflessione per diversi schemi statici.			
			
$S_k = 2 l$	$S_k = l$	$S_k = 0,71 l$	$S_k = 0,5 l$

Tabella 4.9		
Grado di snellezza ammissibile λ		
$\lambda \leq 150$	per elementi realizzati in un solo pezzo	sezione rettangolare (b x h)
$\lambda_{eff} \leq 175$	per elementi composti non incollati	$\lambda_y = S_k / 0,289 b$
$\lambda \leq 200$	per elementi di controvento	$\lambda_z = S_k / 0,289 h$

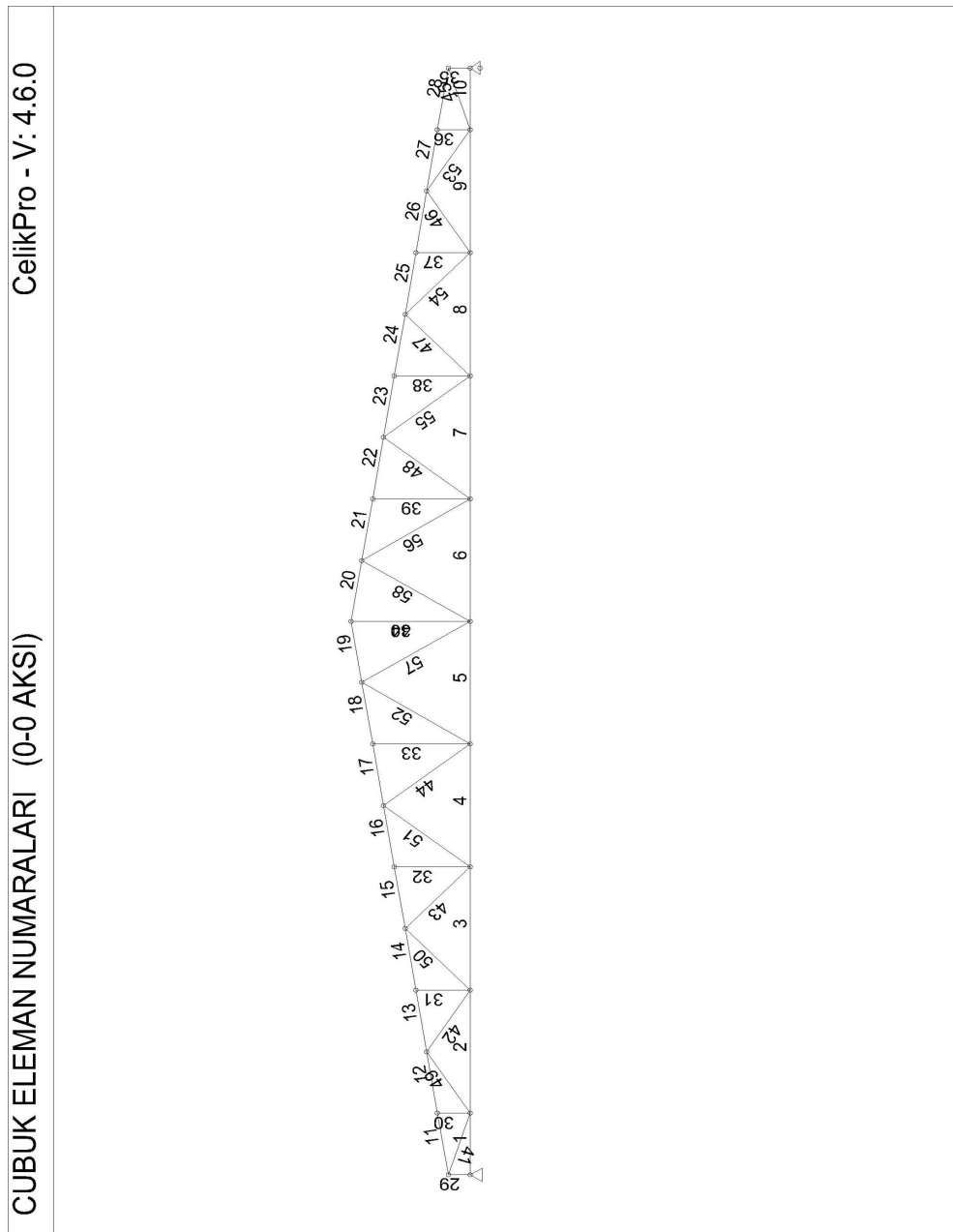
Tabella 4.10										
Coefficiente di instabilità (α) per BS11										
λ	BS11									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
10					1,00					
20										
30	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03
40	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,09	1,10
50	1,11	1,12	1,14	1,15	1,17	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24
60	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43
70	1,45	1,48	1,51	1,54	1,57	1,60	1,63	1,66	1,69	1,72
80	1,75	1,80	1,84	1,89	1,94	1,99	2,03	2,08	2,13	2,17
90	2,22	2,27	2,32	2,38	2,43	2,48	2,53	2,58	2,64	2,69
100	2,74	2,74	2,80	2,86	2,91	2,97	3,03	3,09	3,15	3,20
110	3,32	3,38	3,45	3,51	3,57	3,64	3,70	3,76	3,82	3,89
120	3,95	4,02	4,09	4,15	4,22	4,29	4,36	4,43	4,49	4,56
130	4,63	4,70	4,78	4,85	4,93	5,00	5,07	5,15	5,22	5,30
140	5,37	5,45	5,53	5,61	5,69	5,77	5,85	5,93	6,01	6,09
150	6,17	6,26	6,34	6,43	6,51	6,60	6,68	6,77	6,85	6,94
160	7,02	7,11	7,20	7,29	7,38	7,47	7,56	7,65	7,74	7,83
170	7,92	8,02	8,11	8,21	8,30	8,39	8,50	8,59	8,69	8,78
180	8,88	8,98	9,08	9,18	9,28	9,39	9,49	9,59	9,69	9,79
190	9,89	10,00	10,10	10,21	10,32	10,43	10,53	10,64	10,75	10,85
200	10,96	11,07	11,18	11,30	11,41	11,52	11,63	11,74	11,86	11,97

Tabella 4.11										
Coefficiente di instabilità (i) per BS14, BS16 E BS18										
λ	BS14, BS16 E BS18									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0										
10					1,00					
20										
30	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03
40	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
50	1,13	1,15	1,16	1,18	1,19	1,21	1,22	1,24	1,25	1,27
60	1,28	1,30	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46	1,49
70	1,51	1,55	1,59	1,63	1,67	1,72	1,76	1,80	1,84	1,88
80	1,92	1,97	2,02	2,07	2,12	2,18	2,23	2,28	2,33	2,38
90	2,43	2,49	2,54	2,60	2,66	2,72	2,77	2,83	2,89	2,94
100	3,00	3,06	3,12	3,18	3,24	3,31	3,37	3,44	3,50	3,57
110	3,63	3,70	3,76	3,83	3,90	3,97	4,04	4,11	4,18	4,25
120	4,32	4,39	4,46	4,54	4,61	4,68	4,76	4,84	4,92	4,99
130	5,07	5,15	5,23	5,31	5,39	5,47	5,55	5,63	5,71	5,80
140	5,88	5,96	6,05	6,13	6,22	6,31	6,39	6,48	6,57	6,66
150	6,75	6,84	6,93	7,02	7,11	7,21	7,30	7,39	7,49	7,58
160	7,68	7,78	7,87	7,97	8,07	8,17	8,27	8,37	8,47	8,57
170	8,67	8,77	8,88	8,98	9,08	9,19	9,29	9,40	9,51	9,61
180	9,72	9,83	9,94	10,05	10,16	10,27	10,38	10,49	10,60	10,72
190	10,83	10,94	11,06	11,17	11,29	11,41	11,52	11,64	11,76	11,88
200	12,00	12,12	12,24	12,36	12,48	12,61	12,73	12,85	12,98	13,10

3. Düzlem Kafes Kirişlerin Boyutlandırılmalarında Kullanılan Bilgisayar Analiz Örnekleri (25m Açıklıklı Trapez Paralel Başlıklı Düzlem Kafes)

Düzlem Kafes kirişler için yapılan analizler ÇelikPro-V 4.6.0 programında İnş Müh. Çağlar Kemal'in yardımıyla yapılmıştır.

3.1 Çubuk Bilgileri (Trapez Başlıklı Düzlem Kafes)



Proje Adı:

ÇUBUK ELEMAN BİLGİLERİ

Cubuk No	I	J	Boyu	Skx	Sky	Kesit	Kullanım Yeri	Lr_i	Lr_j
29	1	12	45.1	45.1	45.1	2L 50.50.5	Makas	1	1
30	2	13	67.5	67.5	67.5	2L 50.50.5	Makas	1	1
31	3	15	112.0	112.0	112.0	2L 50.50.5	Makas	1	1
32	4	17	156.4	156.4	156.4	2L 50.50.5	Makas	1	1
33	5	19	200.9	200.9	200.9	2L 50.50.5	Makas	1	1
34	6	21	245.1	245.1	245.1	2L 50.50.5	Makas	1	1
35	11	30	45.1	45.1	45.1	2L 50.50.5	Makas	1	1
36	10	29	67.5	67.5	67.5	2L 50.50.5	Makas	1	1
37	9	27	112.0	112.0	112.0	2L 50.50.5	Makas	1	1
38	8	25	156.4	156.4	156.4	2L 50.50.5	Makas	1	1
39	7	23	200.9	200.9	200.9	2L 50.50.5	Makas	1	1
40	6	21	245.1	245.1	245.1	2L 50.50.5	Makas	1	1
41	2	12	146.0	146.0	146.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
42	3	14	165.4	165.4	165.4	2L 80.80.8	Makas	1	1
43	4	16	193.1	193.1	193.1	2L 80.80.8	Makas	1	1
44	5	18	226.3	226.3	226.3	2L 80.80.8	Makas	1	1
45	10	30	146.0	146.0	146.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
46	9	28	165.4	165.4	165.4	2L 80.80.8	Makas	1	1
47	8	26	193.1	193.1	193.1	2L 80.80.8	Makas	1	1
48	7	24	226.3	226.3	226.3	2L 80.80.8	Makas	1	1
49	2	14	165.4	165.4	165.4	2L 80.80.8	Makas	1	1
50	3	16	193.1	193.1	193.1	2L 80.80.8	Makas	1	1
51	4	18	226.3	226.3	226.3	2L 80.80.8	Makas	1	1
52	5	20	262.8	262.8	262.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
53	10	28	165.4	165.4	165.4	2L 80.80.8	Makas	1	1
54	9	26	193.1	193.1	193.1	2L 80.80.8	Makas	1	1
55	8	24	226.3	226.3	226.3	2L 80.80.8	Makas	1	1
56	7	22	262.8	262.8	262.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
57	6	20	262.1	262.1	262.1	2L 80.80.8	Makas	1	1
58	6	22	262.1	262.1	262.1	2L 80.80.8	Makas	1	1
1	1	2	138.9	138.9	138.9	2L 80.80.8	Makas	1	1
2	2	3	277.8	277.8	277.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
3	3	4	277.8	277.8	277.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
4	4	5	277.8	277.8	277.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
5	5	6	276.3	276.3	276.3	2L 80.80.8	Makas	1	1
6	6	7	276.3	276.3	276.3	2L 80.80.8	Makas	1	1
7	7	8	277.8	277.8	277.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
8	8	9	277.8	277.8	277.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
9	9	10	277.8	277.8	277.8	2L 80.80.8	Makas	1	1
10	10	11	138.9	138.9	138.9	2L 80.80.8	Makas	1	1
11	12	13	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
12	13	14	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
13	14	15	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
14	15	16	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
15	16	17	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
16	17	18	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
17	18	19	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
18	19	20	140.7	140.7	140.7	2L 90.90.9	Makas	1	1
19	20	21	139.2	139.2	139.2	2L 90.90.9	Makas	1	1
20	21	22	139.2	139.2	139.2	2L 90.90.9	Makas	1	1

3.1.1 Dügüm Noktası ve Yük Bilgileri

Proje Adı:	NOKTASAL YUKLER
------------	------------------------

Kaplama	Diğer(10 kg/cm2)						
Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)	Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)
12	0	21	0	13	0	42	0
14	0	42	0	15	0	42	0
16	0	42	0	17	0	42	0
18	0	42	0	19	0	42	0
20	0	42	0	21	0	42	0
22	0	42	0	23	0	42	0
24	0	42	0	25	0	42	0
26	0	42	0	27	0	42	0
28	0	42	0	29	0	42	0
30	0	21	0				

Kar	75 kg/cm2)						
Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)	Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)
12	0	156	0	13	0	312	0
14	0	312	0	15	0	312	0
16	0	312	0	17	0	312	0
18	0	312	0	19	0	312	0
20	0	312	0	21	0	312	0
22	0	312	0	23	0	312	0
24	0	312	0	25	0	312	0
26	0	312	0	27	0	312	0
28	0	312	0	29	0	312	0
30	0	156	0				

RuzgarL	Dügüm nokta koordinatları dikkate alınarak hesaplanmaktadır.						
Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)	Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)
1	30	0	0	11	15	0	0
12	27	-21	0	13	-7	-43	0
14	-7	-43	0	15	-7	-43	0
16	-7	-43	0	17	-7	-43	0
18	-7	-43	0	19	-7	-43	0
20	-7	-43	0	21	3	-63	0
22	13	-82	0	23	13	-82	0
24	13	-82	0	25	13	-82	0
26	13	-82	0	27	13	-82	0
28	13	-82	0	29	13	-82	0
30	22	-41	0				

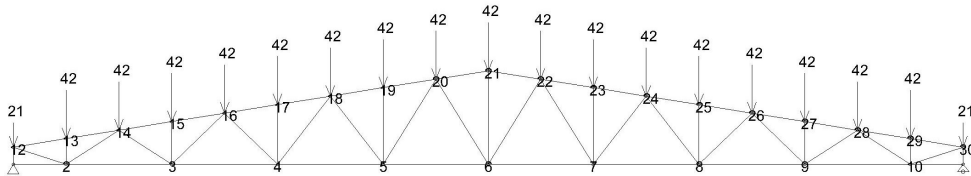
OZ	Profil Kesit alanları dikkate alınarak hesaplanmaktadır						
Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)	Nokta No:	Px (kg)	Py (kg)	Pz (kg)
1	0	15	0	2	0	73	0

Proje Adı:

NOKTASAL YUKLER

YUKLER (0-0 AKSI)

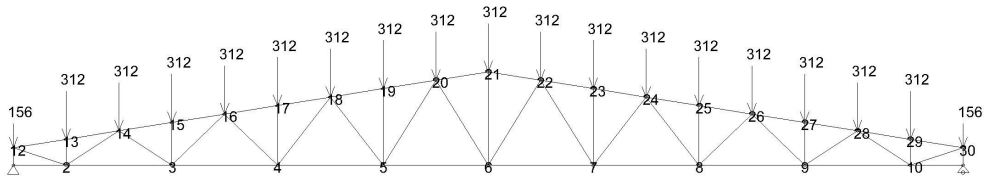
CelikPro - V: 4.6.0



KAPLAMA

YUKLER (0-0 AKSI)

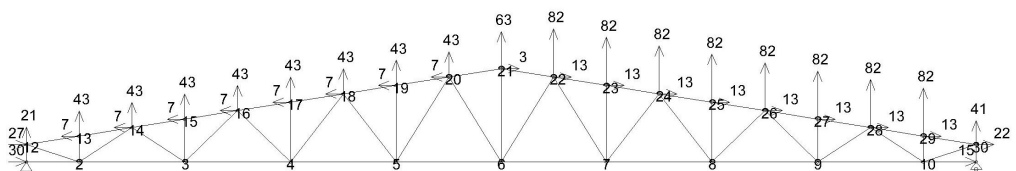
CelikPro - V: 4.6.0



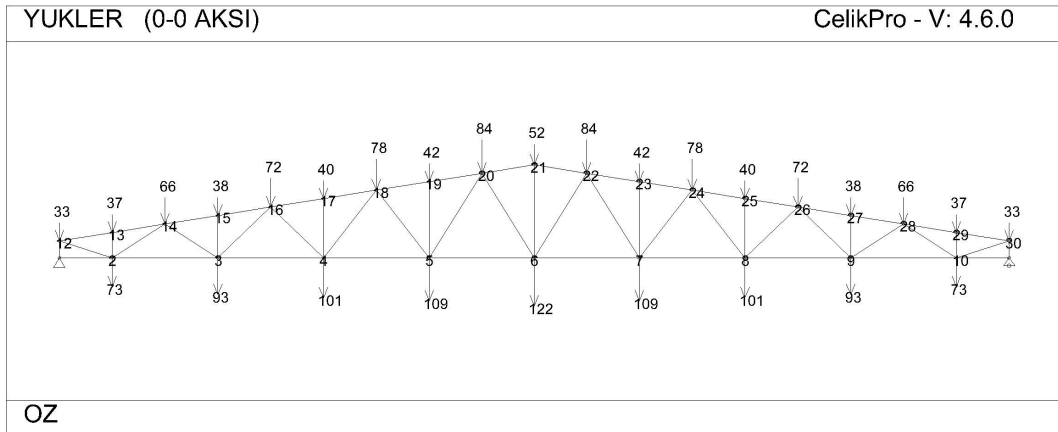
KAR

YUKLER (0-0 AKSI)

CelikPro - V: 4.6.0



RUZGARL



3.1.2 Çubuk Kesit Tesir Örnekleri

Proje Adı:		ÇUBUK KESİT TESİRLERİ (NMT)							
1	OZ + Kaplama + Asik + Kar								
2	OZ + Kaplama + Asik + YarimKar								
3	OZ + Kaplama + Asik + Kar + RuzgarL								
4	OZ + Kaplama + Asik + Kar + RuzgarR								
Cubuk No: 1	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 138.9 cm Kullanım Yeri: Makas								
Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	115	115	115	0	0	0	0	0	0
4	-130	-130	-130	0	0	0	0	0	0
Cubuk No: 2	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 277.8 cm Kullanım Yeri: Makas								
Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33	
1	11440	11440	11440	0	0	0	0	0	0
2	9266	9266	9266	0	0	0	0	0	0
3	10194	10194	10194	0	0	0	0	0	0
4	9578	9578	9578	0	0	0	0	0	0
Cubuk No: 3	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 277.8 cm Kullanım Yeri: Makas								
Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33	
1	13452	13452	13452	0	0	0	0	0	0
2	10543	10543	10543	0	0	0	0	0	0
3	11929	11929	11929	0	0	0	0	0	0
4	11353	11353	11353	0	0	0	0	0	0
Cubuk No: 4	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 277.8 cm Kullanım Yeri: Makas								
Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33	
1	13038	13038	13038	0	0	0	0	0	0
2	9760	9760	9760	0	0	0	0	0	0
3	11513	11513	11513	0	0	0	0	0	0
4	11081	11081	11081	0	0	0	0	0	0
Cubuk No: 5	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 276.3 cm Kullanım Yeri: Makas								

Proje Adı:	ÇUBUK KESİT TESİRLERİ (NMT)
------------	------------------------------------

Cubuk No: 49	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 165.4 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	-4002	-4002	-4002	0	0	0	0	0
2	-3134	-3134	-3134	0	0	0	0	0
3	-3512	-3512	-3512	0	0	0	0	0
4	-3413	-3413	-3413	0	0	0	0	0

Cubuk No: 50	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 193.1 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	-704	-704	-704	0	0	0	0	0
2	-295	-295	-295	0	0	0	0	0
3	-588	-588	-588	0	0	0	0	0
4	-644	-644	-644	0	0	0	0	0

Cubuk No: 51	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 226.3 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	646	646	646	0	0	0	0	0
2	904	904	904	0	0	0	0	0
3	615	615	615	0	0	0	0	0
4	486	486	486	0	0	0	0	0

Cubuk No: 52	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 262.8 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	1515	1515	1515	0	0	0	0	0
2	1702	1702	1702	0	0	0	0	0
3	1395	1395	1395	0	0	0	0	0
4	1212	1212	1212	0	0	0	0	0

Cubuk No: 53	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 165.4 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	-4002	-4002	-4002	0	0	0	0	0
2	-2168	-2168	-2168	0	0	0	0	0
3	-3413	-3413	-3413	0	0	0	0	0
4	-3512	-3512	-3512	0	0	0	0	0

Cubuk No: 54	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 193.1 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	-704	-704	-704	0	0	0	0	0
2	-648	-648	-648	0	0	0	0	0
3	-644	-644	-644	0	0	0	0	0
4	-588	-588	-588	0	0	0	0	0

Cubuk No: 55	Kesit:2L 80.80.8 Boyu 226.3 cm Kullanım Yeri: Makas
---------------------	---

Yükleme No	Eks-i	Eks-i	Eks	Kes-i	Kes-i	Mom-i	Mom-j	Mom-33
1	646	646	646	0	0	0	0	0
2	-53	-53	-53	0	0	0	0	0
3	486	486	486	0	0	0	0	0
4	615	615	615	0	0	0	0	0

3.1.3 Başınç Çubuğu Kontrolleri

Sadece "Eksenel Basınç" etkisindeki çubuklarının kesit kontrolü (En çok zorlanan çubuklar):

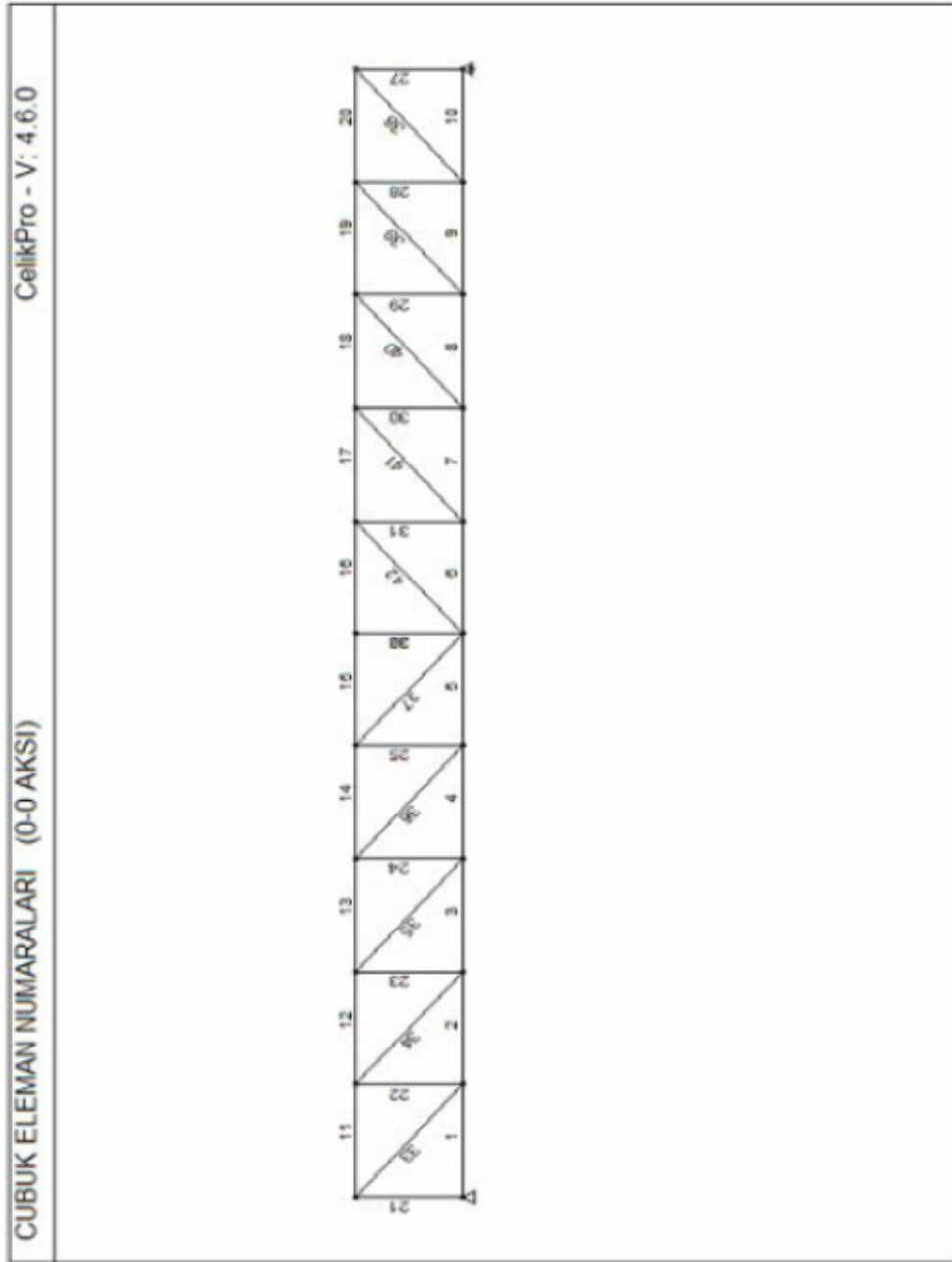
Çubuk No:	Kesit	Eksenel Kuvvet	Moment 3-3	Skx	Sky	λ_x	λ_y	σ_{et}	σ_{deniz}	$\sigma_{et} / \sigma_{deniz}$	Durum
1	2L 80.80.8	-130	0	138.9	138.9	57.4	42.1	5	1082	0.00	Uygundur
10	2L 80.80.8	-30	0	138.9	138.9	57.4	42.1	1	1082	0.00	Uygundur
11	2L 90.90.9	-10510	0	140.7	140.7	58.1	42.7	765	1075	0.71	Uygundur
12	2L 90.90.9	-10507	0	140.7	140.7	58.1	42.7	765	1075	0.71	Uygundur
13	2L 90.90.9	-16843	0	140.7	140.7	58.1	42.7	822	1075	0.76	Uygundur
14	2L 90.90.9	-16843	0	140.7	140.7	58.1	42.7	822	1075	0.76	Uygundur
15	2L 90.90.9	-17471	0	140.7	140.7	58.1	42.7	710	1075	0.66	Uygundur
16	2L 90.90.9	-17471	0	140.7	140.7	58.1	42.7	710	1075	0.66	Uygundur
17	2L 90.90.9	-16155	0	140.7	140.7	58.1	42.7	657	1075	0.61	Uygundur
18	2L 90.90.9	-16155	0	140.7	140.7	58.1	42.7	657	1075	0.61	Uygundur
19	2L 90.90.9	-13945	0	139.2	139.2	57.5	42.2	567	1080	0.52	Uygundur
20	2L 90.90.9	-13945	0	139.2	139.2	57.5	42.2	567	1080	0.52	Uygundur
21	2L 90.90.9	-16155	0	140.7	140.7	58.1	42.7	657	1075	0.61	Uygundur
22	2L 90.90.9	-16155	0	140.7	140.7	58.1	42.7	657	1075	0.61	Uygundur
23	2L 90.90.9	-17471	0	140.7	140.7	58.1	42.7	710	1075	0.66	Uygundur
24	2L 90.90.9	-17471	0	140.7	140.7	58.1	42.7	710	1075	0.66	Uygundur
25	2L 90.90.9	-16843	0	140.7	140.7	58.1	42.7	685	1075	0.64	Uygundur
26	2L 90.90.9	-16843	0	140.7	140.7	58.1	42.7	685	1075	0.64	Uygundur
27	2L 90.90.9	-10507	0	140.7	140.7	58.1	42.7	427	1075	0.40	Uygundur
28	2L 90.90.9	-10510	0	140.7	140.7	58.1	42.7	427	1075	0.40	Uygundur
29	2L 50.50.5	-5345	0	45.1	45.1	29.9	35.3	557	1273	0.44	Uygundur
30	2L 50.50.5	-519	0	67.5	67.5	44.7	35.5	488	1190	0.41	Uygundur
31	2L 50.50.5	-536	0	112.0	112.0	74.2	58.9	488	1190	0.41	Uygundur
32	2L 50.50.5	-538	0	156.4	156.4	103.6	72.6	56	705	0.08	Uygundur
33	2L 50.50.5	-540	0	200.9	200.9	133.0	88.5	56	468	0.12	Uygundur

35	2L 50.50.5	-5345	0	45.1	45.1	29.9	35.3	557	1273	0.44	Uygundur
36	2L 50.50.5	-517	0	67.5	67.5	44.7	35.5	54	1190	0.05	Uygundur
37	2L 50.50.5	-536	0	112.0	112.0	74.2	58.9	56	942	0.06	Uygundur
38	2L 50.50.5	-538	0	156.4	156.4	103.6	72.6	56	705	0.08	Uygundur
39	2L 50.50.5	-540	0	200.9	200.9	133.0	88.5	56	468	0.12	Uygundur
43	2L 80.80.8	-335	0	193.1	193.1	91.1	63.0	18	805	0.02	Uygundur
44	2L 80.80.8	-1488	0	226.3	226.3	106.7	73.8	79	679	0.12	Uygundur
47	2L 80.80.8	301	0	193.1	193.1	91.1	63.0	2	805	0.01	Uygundur
48	2L 80.80.8	-1286	0	226.3	226.3	106.7	73.8	68	679	0.10	Uygundur
49	2L 80.80.8	-5159	0	165.4	165.4	78.0	56.6	274	911	0.30	Uygundur
50	2L 80.80.8	-906	0	193.1	193.1	91.1	63.0	48	805	0.06	Uygundur
53	2L 80.80.8	-5159	0	165.4	165.4	78.0	56.6	274	911	0.30	Uygundur
54	2L 80.80.8	-906	0	193.1	193.1	91.1	63.0	48	805	0.06	Uygundur
57	2L 80.80.8	-2354	0	262.1	262.1	123.6	83.4	125	544	0.23	Uygundur
58	2L 80.80.8	-2200	0	262.1	262.1	123.6	83.4	117	544	0.22	Uygundur

3.1.4 Çekme Çubuğu Kontrolleri

Çubuk No:	Kesit	Eksenel Kuvvet	Moment 3-3	F	Wxx	σ/σ_{max}	Durum
1	2L 80.80.8	-130	0	24.60	25.32	0.00	Uygundur
2	2L 80.80.8	14703	0	24.60	25.32	0.42	Uygundur
3	2L 80.80.8	17281	0	24.60	25.32	0.49	Uygundur
4	2L 80.80.8	16741	0	24.60	25.32	0.47	Uygundur
5	2L 80.80.8	14924	0	24.60	25.32	0.42	Uygundur
6	2L 80.80.8	14924	0	24.60	25.32	0.42	Uygundur
7	2L 80.80.8	16741	0	24.60	25.32	0.47	Uygundur
8	2L 80.80.8	17281	0	24.60	25.32	0.49	Uygundur
9	2L 80.80.8	14703	0	24.60	25.32	0.42	Uygundur
10	2L 80.80.8	-30	0	24.60	25.32	0.00	Uygundur
34	2L 50.50.5	1929	0	9.60	6.16	0.14	Uygundur
40	2L 50.50.5	1929	0	9.60	6.16	0.14	Uygundur
41	2L 70.70.7	10916	0	18.80	12.11	0.40	Uygundur
42	2L 70.70.7	2297	0	18.80	12.11	0.08	Uygundur
43	2L 70.70.7	-70	0	18.80	12.11	0.00	Uygundur
45	2L 70.70.7	10916	0	18.80	12.11	0.40	Uygundur
46	2L 70.70.7	2297	0	18.80	12.11	0.08	Uygundur
47	2L 70.70.7	-70	0	18.80	12.11	0.00	Uygundur
51	2L 70.70.7	1092	0	18.80	12.11	0.04	Uygundur
52	2L 70.70.7	2135	0	18.80	12.11	0.08	Uygundur
55	2L 70.70.7	833	0	18.80	12.11	0.03	Uygundur
56	2L 70.70.7	1947	0	18.80	12.11	0.07	Uygundur

3.2 Çubuk Bilgileri (Paralel Başlıklı Düzlem Kafes)



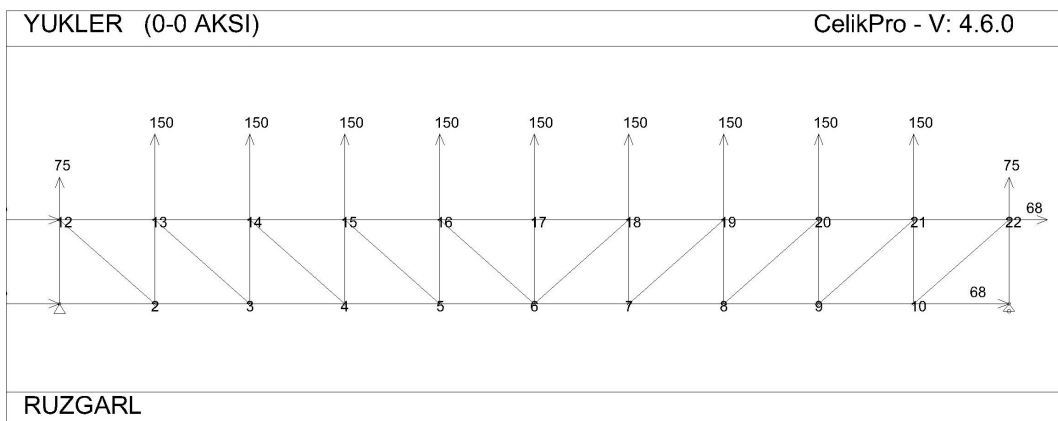
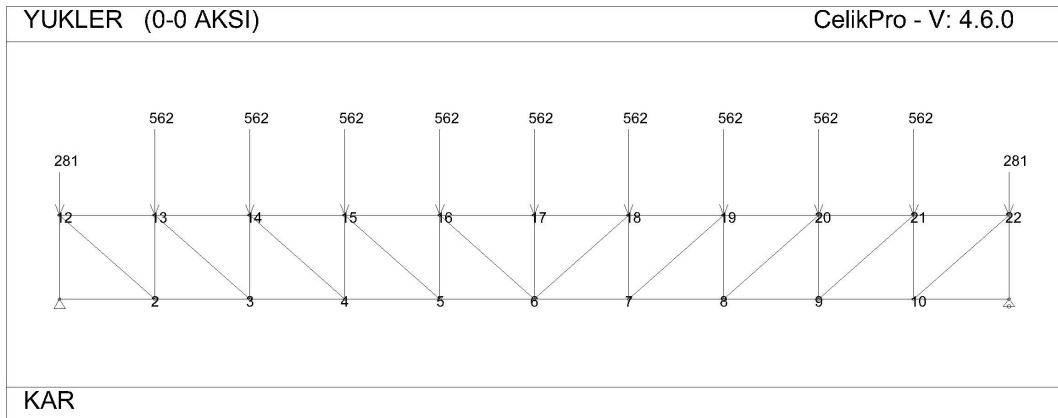
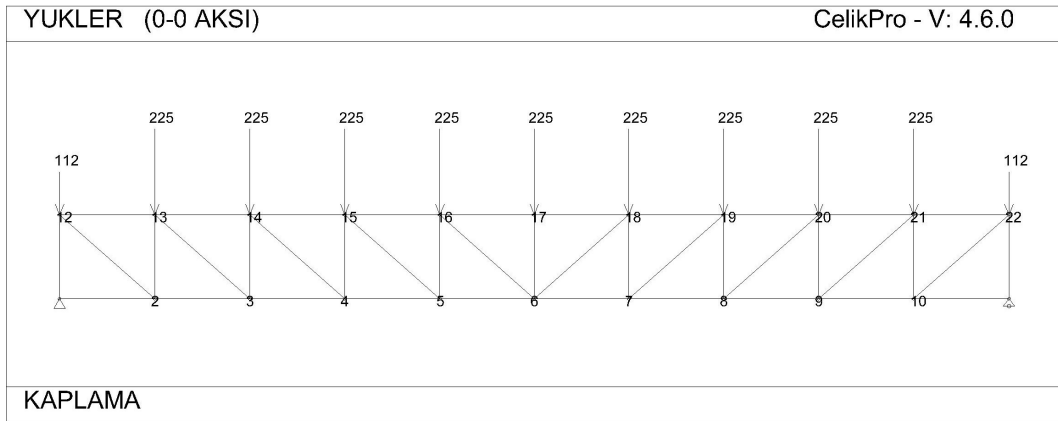
Proje Adı:

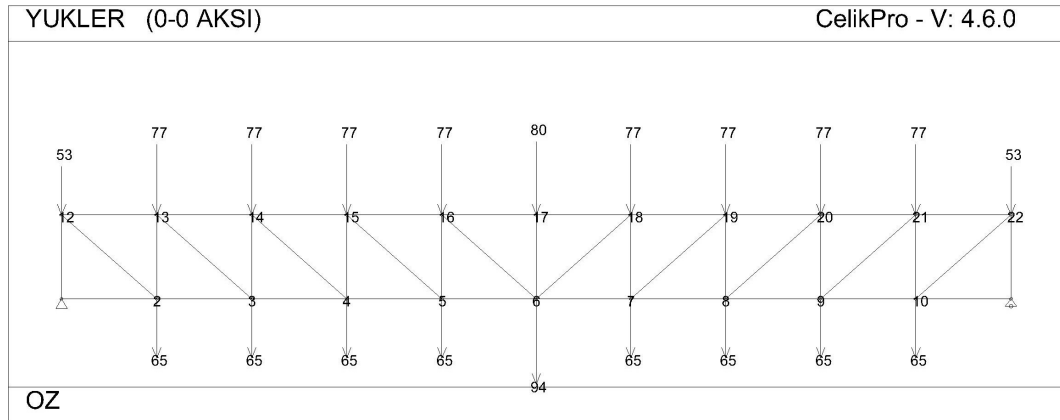
ÇUBUK ELEMAN BİLGİLER

Cubuk No	I	J	Boyu	Skx	Sky	Kesit	Kullanım Yeri	Lr _i	Lr _j
1	1	2	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
2	2	3	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
3	3	4	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
4	4	5	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
5	5	6	248.0	248.0	248.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
6	6	7	248.0	248.0	248.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
7	7	8	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
8	8	9	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
9	9	10	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
10	10	11	250.0	250.0	250.0	2L 70.70.7	Makas	1	1
11	12	13	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
12	13	14	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
13	14	15	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
14	15	16	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
15	16	17	248.0	248.0	248.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
16	17	18	248.0	248.0	248.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
17	18	19	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
18	19	20	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
19	20	21	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
20	21	22	250.0	250.0	250.0	2L 80.80.8	Makas	1	1
21	1	12	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
22	2	13	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
23	3	14	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
24	4	15	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
25	5	16	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
26	6	17	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
27	11	22	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
28	10	21	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
29	9	20	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
30	8	19	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
31	7	18	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
32	6	17	220.7	220.4	220.4	2L 70.70.7	Makas	1	1
33	2	12	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
34	3	13	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
35	4	14	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
36	5	15	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
37	6	16	332.0	331.8	331.8	2L 50.50.5	Makas	1	1
38	10	22	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
39	9	21	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
40	8	20	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
41	7	19	333.5	333.3	333.3	2L 50.50.5	Makas	1	1
42	6	18	332.0	331.8	331.8	2L 50.50.5	Makas	1	1

Proje Adı:

NOKTASAL YUKLER





EK4

UZAY KAFES SİSTEMİ BOYUTLANDIRMALARINDA KULLANILAN VERİLER

Uzay kafes sistemler için yapılan hesaplamalarda ve kesit kontrollerinde SAP2000 bilgisayar programı kullanılmıştır.

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	StepType	P	M2	M3	F	Gerilme	Emn. Gerilmesi
Text	m	Text	Text	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
3	0	ZARF	Max	1,0912	0	0	1,95	559,5897	< 1400 O.K.
3	1,923	ZARF	Max	1,0912	0	-8,403E-19	1,95	559,5897	< 1400 O.K.
3	0	ZARF	Min	-0,7643	0	0	1,95	-391,9487	< 1400 O.K.
3	1,923	ZARF	Min	-0,7643	0	-8,403E-19	1,95	-391,9487	< 1400 O.K.
4	0	ZARF	Max	0,6281	0	0	1,95	322,1026	< 1400 O.K.
4	0,9615	ZARF	Max	0,6281	0	0,00071	1,95	322,1026	< 1400 O.K.
4	1,923	ZARF	Max	0,6281	0	-7,86E-19	1,95	322,1026	< 1400 O.K.
4	0	ZARF	Min	-0,4446	0	0	1,95	-228	< 1400 O.K.
4	1,923	ZARF	Min	-0,4446	0	-7,86E-19	1,95	-228	< 1400 O.K.
5	0	ZARF	Max	1,5957	0	0	1,95	818,3077	< 1400 O.K.
5	1,923	ZARF	Max	1,5957	0	-7,318E-19	1,95	818,3077	< 1400 O.K.
5	0	ZARF	Min	-0,1952	0	0	1,95	-100,1026	< 1400 O.K.
5	1,923	ZARF	Min	-0,1952	0	-7,318E-19	1,95	-100,1026	< 1400 O.K.
6	0	ZARF	Max	2,3291	0	0	1,95	1194,41	< 1400 O.K.
6	1,923	ZARF	Max	2,3291	0	8,945E-19	1,95	1194,41	< 1400 O.K.
6	0	ZARF	Min	-1,1476	0	0	1,95	-588,5128	< 1400 O.K.
6	1,923	ZARF	Min	-1,1476	0	8,945E-19	1,95	-588,5128	< 1400 O.K.
7	0	ZARF	Max	2,8572	0	0	1,95	1465,231	> 1400 NOT O.K.
7	1,923	ZARF	Max	2,8572	0	-7,318E-19	1,95	1465,231	> 1400 NOT O.K.
7	0	ZARF	Min	-1,0584	0	0	1,95	-542,7692	< 1400 O.K.
7	1,923	ZARF	Min	-1,0584	0	-7,318E-19	1,95	-542,7692	< 1400 O.K.
8	0	ZARF	Max	2,604262	0	0	1,95	1335,519	< 1400 O.K.
8	1,923	ZARF	Max	2,604262	0	-2,683E-18	1,95	1335,519	< 1400 O.K.
8	0	ZARF	Min	-1,1778	0	0	1,40	-841,2857	< 1400 O.K.
8	1,923	ZARF	Min	-1,1778	0	-2,683E-18	1,40	-841,2857	< 1400 O.K.
9	0	ZARF	Max	2,714463	0	0	1,95	1392,032	< 1400 O.K.
9	1,923	ZARF	Max	2,714463	0	8,403E-19	1,95	1392,032	< 1400 O.K.
9	0	ZARF	Min	-1,2177	0	0	1,40	-869,7857	< 1400 O.K.
9	1,923	ZARF	Min	-1,2177	0	8,403E-19	1,40	-869,7857	< 1400 O.K.
10	0	ZARF	Max	2,64775	0	0	1,95	1357,821	< 1400 O.K.
10	1,923	ZARF	Max	2,64775	0	-2,196E-18	1,95	1357,821	< 1400 O.K.
10	0	ZARF	Min	-1,5704	0	0	1,40	-1121,714	< 1400 O.K.
10	1,923	ZARF	Min	-1,5704	0	-2,196E-18	1,40	-1121,714	< 1400 O.K.
11	0	ZARF	Max	2,8574	0	0	2,10	1360,667	< 1400 O.K.
11	1,923	ZARF	Max	2,8574	0	-2,196E-18	2,10	1360,667	< 1400 O.K.
11	0	ZARF	Min	-1,12896	0	0	1,40	-806,4	< 1400 O.K.
11	1,923	ZARF	Min	-1,12896	0	-2,196E-18	1,40	-806,4	< 1400 O.K.
12	0	ZARF	Max	2,3296	0	0	1,95	1194,667	< 1400 O.K.
12	1,923	ZARF	Max	2,3296	0	1,708E-18	1,95	1194,667	< 1400 O.K.
12	0	ZARF	Min	-1,435	0	0	1,95	-735,8974	< 1400 O.K.
12	1,923	ZARF	Min	-1,435	0	1,708E-18	1,40	-1025	< 1400 O.K.
13	0	ZARF	Max	1,5964	0	0	1,40	1140,286	< 1400 O.K.
13	1,923	ZARF	Max	1,5964	0	8,403E-19	1,40	1140,286	< 1400 O.K.
13	0	ZARF	Min	-0,1953	0	0	1,40	-139,5	< 1400 O.K.
13	1,923	ZARF	Min	-0,1953	0	8,403E-19	1,40	-139,5	< 1400 O.K.
14	0	ZARF	Max	0,629	0	0	1,40	449,2857	< 1400 O.K.
14	1,923	ZARF	Max	0,629	0	3,795E-19	1,40	449,2857	< 1400 O.K.
14	0	ZARF	Min	-0,0742	0	0	1,40	-53	< 1400 O.K.
14	1,923	ZARF	Min	-0,0742	0	3,795E-19	1,40	-53	< 1400 O.K.
15	0	ZARF	Max	0,5946	0	0	1,40	424,7143	< 1400 O.K.
15	1,924	ZARF	Max	0,5946	0	1,328E-18	1,40	424,7143	< 1400 O.K.
15	0	ZARF	Min	-0,763	0	0	1,40	-545	< 1400 O.K.
15	1,924	ZARF	Min	-0,763	0	1,328E-18	1,40	-545	< 1400 O.K.
16	0	ZARF	Max	-1,05	0	0	1,40	-750	< 1400 O.K.
16	1,923	ZARF	Max	-1,05	0	-8,403E-19	1,40	-750	< 1400 O.K.
16	0	ZARF	Min	-0,518	0	0	1,40	-370	< 1400 O.K.
16	1,923	ZARF	Min	-0,518	0	-8,403E-19	1,40	-370	< 1400 O.K.
17	0	ZARF	Max	1,0175	0	0	1,40	726,7857	< 1400 O.K.
17	1,923	ZARF	Max	1,0175	0	-7,86E-19	1,40	726,7857	< 1400 O.K.
17	1,44225	ZARF	Min	-0,1291	0	0,00053	1,40	-92,21429	< 1400 O.K.
17	1,923	ZARF	Min	-0,1291	0	-7,86E-19	1,40	-92,21429	< 1400 O.K.
18	0	ZARF	Max	2,0244	0	0	1,95	1038,154	< 1400 O.K.
18	1,923	ZARF	Max	2,0244	0	-7,318E-19	1,95	1038,154	< 1400 O.K.
18	0	ZARF	Min	-0,2524	0	0	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.

18	1,923 ZARF	Min	-0,2524	0	-7,318E-19	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
19	0 ZARF	Max	2,8267	0	0	1,95	1449,59	> 1400 NOT O.K.
19	1,923 ZARF	Max	2,8267	0	8,945E-19	1,95	1449,59	> 1400 NOT O.K.
19	0 ZARF	Min	-0,3508	0	0	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
19	1,923 ZARF	Min	-0,3508	0	8,945E-19	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
20	0 ZARF	Max	2,4255	0	0	1,95	1243,846	< 1400 O.K.
20	1,923 ZARF	Max	2,4255	0	-7,318E-19	1,95	1243,846	< 1400 O.K.
20	0 ZARF	Min	-0,8416	0	0	1,95	-431,5897	< 1400 O.K.
20	1,923 ZARF	Min	-0,8416	0	-7,318E-19	1,95	-431,5897	< 1400 O.K.
21	0 ZARF	Max	2,489267	0	0	1,95	1276,547	< 1400 O.K.
21	1,923 ZARF	Max	2,489267	0	-2,683E-18	1,95	1276,547	< 1400 O.K.
21	0 ZARF	Min	-0,4624	0	0	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
21	1,923 ZARF	Min	-0,4624	0	-2,683E-18	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
22	0 ZARF	Max	2,564067	0	0	1,95	1314,906	< 1400 O.K.
22	1,923 ZARF	Max	2,564067	0	8,403E-19	1,95	1314,906	< 1400 O.K.
22	0 ZARF	Min	-0,4762	0	0	1,95	-244,2051	< 1400 O.K.
22	1,923 ZARF	Min	-0,4762	0	8,403E-19	1,95	-244,2051	< 1400 O.K.
23	0 ZARF	Max	2,489333	0	0	1,95	1276,581	< 1400 O.K.
23	1,923 ZARF	Max	2,489333	0	-2,196E-18	1,95	1276,581	< 1400 O.K.
23	0 ZARF	Min	-0,4624	0	0	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
23	1,923 ZARF	Min	-0,4624	0	-2,196E-18	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
24	0 ZARF	Max	2,122375	0	0	1,95	1088,397	< 1400 O.K.
24	1,923 ZARF	Max	2,122375	0	-2,196E-18	1,95	1088,397	< 1400 O.K.
24	0 ZARF	Min	-0,4208	0	0	1,95	-215,7949	< 1400 O.K.
24	1,923 ZARF	Min	-0,4208	0	-2,196E-18	1,95	-215,7949	< 1400 O.K.
25	0 ZARF	Max	2,8269	0	0	1,95	1449,692	> 1400 NOT O.K.
25	1,923 ZARF	Max	2,8269	0	1,708E-18	1,95	1449,692	> 1400 NOT O.K.
25	0 ZARF	Min	-0,3508	0	0	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
25	1,923 ZARF	Min	-0,3508	0	1,708E-18	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
26	0 ZARF	Max	2,0246	0	0	1,95	1038,256	< 1400 O.K.
26	1,923 ZARF	Max	2,0246	0	8,403E-19	1,95	1038,256	< 1400 O.K.
26	0 ZARF	Min	-0,2524	0	0	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
26	1,923 ZARF	Min	-0,2524	0	8,403E-19	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
27	0 ZARF	Max	1,0176	0	0	1,40	726,8571	< 1400 O.K.
27	1,923 ZARF	Max	1,0176	0	3,795E-19	1,40	726,8571	< 1400 O.K.
27	0 ZARF	Min	-0,1292	0	0	1,40	-92,28571	< 1400 O.K.
27	1,923 ZARF	Min	-0,1292	0	3,795E-19	1,40	-92,28571	< 1400 O.K.
28	0 ZARF	Max	-1,05	0	0	1,40	-750	< 1400 O.K.
28	1,924 ZARF	Max	-1,05	0	1,328E-18	1,40	-750	< 1400 O.K.
28	0 ZARF	Min	-0,148	0	0	1,40	-105,7143	< 1400 O.K.
28	1,924 ZARF	Min	-0,148	0	1,328E-18	1,40	-105,7143	< 1400 O.K.
29	0 ZARF	Max	-0,875	0	0	1,95	-448,7179	< 1400 O.K.
29	1,923 ZARF	Max	-0,875	0	-8,403E-19	1,95	-448,7179	< 1400 O.K.
29	0 ZARF	Min	-0,148	0	0	1,95	-75,89744	< 1400 O.K.
29	1,923 ZARF	Min	-0,148	0	-8,403E-19	1,95	-75,89744	< 1400 O.K.
30	0 ZARF	Max	1,0175	0	0	1,95	521,7949	< 1400 O.K.
30	1,923 ZARF	Max	1,0175	0	-7,86E-19	1,95	521,7949	< 1400 O.K.
30	0 ZARF	Min	-0,1291	0	0	1,95	-66,20513	< 1400 O.K.
30	1,923 ZARF	Min	-0,1291	0	-7,86E-19	1,95	-66,20513	< 1400 O.K.
31	0 ZARF	Max	2,0244	0	0	1,95	1038,154	< 1400 O.K.
31	1,923 ZARF	Max	2,0244	0	-7,318E-19	1,95	1038,154	< 1400 O.K.
31	0 ZARF	Min	-0,2524	0	0	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
31	1,923 ZARF	Min	-0,2524	0	-7,318E-19	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
32	0 ZARF	Max	2,8267	0	0	1,95	1449,59	> 1400 NOT O.K.
32	1,923 ZARF	Max	2,8267	0	8,945E-19	1,95	1449,59	> 1400 NOT O.K.
32	0 ZARF	Min	-0,3508	0	0	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
32	1,923 ZARF	Min	-0,3508	0	8,945E-19	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
33	0 ZARF	Max	2,612077	0	0	1,95	1339,527	< 1400 O.K.
33	1,923 ZARF	Max	2,612077	0	-7,318E-19	1,95	1339,527	< 1400 O.K.
33	0 ZARF	Min	-0,4208	0	0	1,95	-215,7949	< 1400 O.K.
33	1,923 ZARF	Min	-0,4208	0	-7,318E-19	1,95	-215,7949	< 1400 O.K.
34	0 ZARF	Max	2,489267	0	0	1,95	1276,547	< 1400 O.K.
34	1,923 ZARF	Max	2,489267	0	-2,683E-18	1,95	1276,547	< 1400 O.K.
34	0 ZARF	Min	-0,4624	0	0	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
34	1,923 ZARF	Min	-0,4624	0	-2,683E-18	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
35	0 ZARF	Max	2,564067	0	0	1,95	1314,906	< 1400 O.K.
35	1,923 ZARF	Max	2,564067	0	8,403E-19	1,95	1314,906	< 1400 O.K.

35	0 ZARF	Min	-0,4762	0	0	1,95	-244,2051	< 1400 O.K.
35	1,923 ZARF	Min	-0,4762	0	8,403E-19	1,95	-244,2051	< 1400 O.K.
36	0 ZARF	Max	2,667143	0	0	1,95	1367,766	< 1400 O.K.
36	1,923 ZARF	Max	2,667143	0	-2,196E-18	1,95	1367,766	< 1400 O.K.
36	0 ZARF	Min	-0,4624	0	0	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
36	1,923 ZARF	Min	-0,4624	0	-2,196E-18	1,95	-237,1282	< 1400 O.K.
37	0 ZARF	Max	2,263867	0	0	1,95	1160,957	< 1400 O.K.
37	1,923 ZARF	Max	2,263867	0	-2,196E-18	1,95	1160,957	< 1400 O.K.
37	0 ZARF	Min	-0,4208	0	0	1,95	-215,7949	< 1400 O.K.
37	1,923 ZARF	Min	-0,4208	0	-2,196E-18	1,95	-215,7949	< 1400 O.K.
38	0 ZARF	Max	2,8269	0	0	1,95	1449,692	> 1400 NOT O.K.
38	1,923 ZARF	Max	2,8269	0	1,708E-18	1,95	1449,692	> 1400 NOT O.K.
38	0 ZARF	Min	-0,3508	0	0	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
38	1,923 ZARF	Min	-0,3508	0	1,708E-18	1,95	-179,8974	< 1400 O.K.
39	0 ZARF	Max	2,0246	0	0	1,95	1038,256	< 1400 O.K.
39	1,923 ZARF	Max	2,0246	0	8,403E-19	1,95	1038,256	< 1400 O.K.
39	0 ZARF	Min	-0,2524	0	0	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
39	1,923 ZARF	Min	-0,2524	0	8,403E-19	1,95	-129,4359	< 1400 O.K.
40	0 ZARF	Max	1,42464	0	0	1,40	1017,6	< 1400 O.K.
40	1,923 ZARF	Max	1,42464	0	3,795E-19	1,40	1017,6	< 1400 O.K.
40	0 ZARF	Min	-0,18088	0	0	1,95	-92,75897	< 1400 O.K.
40	1,923 ZARF	Min	-0,18088	0	3,795E-19	1,95	-92,75897	< 1400 O.K.
41	0 ZARF	Max	-0,875	0	0	1,40	-625	< 1400 O.K.
41	1,924 ZARF	Max	-0,875	0	1,328E-18	1,40	-625	< 1400 O.K.
41	0 ZARF	Min	-0,148	0	0	1,40	-105,7143	< 1400 O.K.
41	1,924 ZARF	Min	-0,148	0	1,328E-18	1,40	-105,7143	< 1400 O.K.
42	0 ZARF	Max	1,1904	0	0	1,40	850,2857	< 1400 O.K.
42	1,923 ZARF	Max	1,1904	0	-8,403E-19	1,40	850,2857	< 1400 O.K.
42	0 ZARF	Min	-0,7643	0	0	1,40	-545,9286	< 1400 O.K.
42	1,923 ZARF	Min	-0,7643	0	-8,403E-19	1,40	-545,9286	< 1400 O.K.
43	0 ZARF	Max	1,2562	0	0	1,40	897,2857	< 1400 O.K.
43	1,923 ZARF	Max	1,2562	0	-7,86E-19	1,40	897,2857	< 1400 O.K.
43	0 ZARF	Min	-0,1482	0	0	1,40	-105,8571	< 1400 O.K.
43	1,923 ZARF	Min	-0,1482	0	-7,86E-19	1,40	-105,8571	< 1400 O.K.
44	0 ZARF	Max	1,5957	0	0	1,95	818,3077	< 1400 O.K.
44	1,923 ZARF	Max	1,5957	0	-7,318E-19	1,95	818,3077	< 1400 O.K.
44	0 ZARF	Min	-0,1952	0	0	1,95	-100,1026	< 1400 O.K.
44	1,923 ZARF	Min	-0,1952	0	-7,318E-19	1,95	-100,1026	< 1400 O.K.
45	0 ZARF	Max	2,3291	0	0	1,95	1194,41	< 1400 O.K.
45	1,923 ZARF	Max	2,3291	0	8,945E-19	1,95	1194,41	< 1400 O.K.
45	0 ZARF	Min	-0,2869	0	0	1,95	-147,1282	< 1400 O.K.
45	1,923 ZARF	Min	-0,2869	0	8,945E-19	1,95	-147,1282	< 1400 O.K.
46	0 ZARF	Max	2,8572	0	0	2,10	1360,571	< 1400 O.K.
46	1,923 ZARF	Max	2,8572	0	-7,318E-19	2,10	1360,571	< 1400 O.K.
46	0 ZARF	Min	-0,3528	0	0	1,95	-180,9231	< 1400 O.K.
46	1,923 ZARF	Min	-0,3528	0	-7,318E-19	1,95	-180,9231	< 1400 O.K.
47	0 ZARF	Max	2,647667	0	0	1,95	1357,778	< 1400 O.K.
47	1,923 ZARF	Max	2,647667	0	-2,683E-18	1,95	1357,778	< 1400 O.K.
47	0 ZARF	Min	-0,3926	0	0	1,95	-201,3333	< 1400 O.K.
47	1,923 ZARF	Min	-0,3926	0	-2,683E-18	1,95	-201,3333	< 1400 O.K.
48	0 ZARF	Max	2,526538	0	0	1,95	1295,661	< 1400 O.K.
48	1,923 ZARF	Max	2,526592	0	8,403E-19	1,95	1295,688	< 1400 O.K.
48	0 ZARF	Min	-0,4059	0	0	1,95	-208,1538	< 1400 O.K.
48	1,923 ZARF	Min	-0,4059	0	8,403E-19	1,95	-208,1538	< 1400 O.K.
49	0 ZARF	Max	2,444077	0	0	1,95	1253,373	< 1400 O.K.
49	1,923 ZARF	Max	2,444077	0	-2,196E-18	1,95	1253,373	< 1400 O.K.
49	0 ZARF	Min	-0,3926	0	0	1,95	-201,3333	< 1400 O.K.
49	1,923 ZARF	Min	-0,3926	0	-2,196E-18	1,95	-201,3333	< 1400 O.K.
50	0 ZARF	Max	2,8574	0	0	2,10	1360,667	< 1400 O.K.
50	1,923 ZARF	Max	2,8574	0	-2,196E-18	2,10	1360,667	< 1400 O.K.
50	0 ZARF	Min	-0,3528	0	0	1,95	-180,9231	< 1400 O.K.
50	1,923 ZARF	Min	-0,3528	0	-2,196E-18	1,95	-180,9231	< 1400 O.K.
51	0 ZARF	Max	2,3296	0	0	1,95	1194,667	< 1400 O.K.
51	1,923 ZARF	Max	2,3296	0	1,708E-18	1,95	1194,667	< 1400 O.K.
51	0 ZARF	Min	-0,287	0	0	1,95	-147,1795	< 1400 O.K.
51	1,923 ZARF	Min	-0,287	0	1,708E-18	1,95	-147,1795	< 1400 O.K.
52	0 ZARF	Max	2,07532	0	0	1,95	1064,267	< 1400 O.K.

52	1,923 ZARF	Max	2,07532	0	8,403E-19	1,95	1064,267	< 1400 O.K.
52	0 ZARF	Min	-0,1953	0	0	1,95	-100,1538	< 1400 O.K.
52	1,923 ZARF	Min	-0,1953	0	8,403E-19	1,95	-100,1538	< 1400 O.K.
53	0 ZARF	Max	1,258	0	0	1,40	898,5714	< 1400 O.K.
53	1,923 ZARF	Max	1,258	0	3,795E-19	1,40	898,5714	< 1400 O.K.
53	0 ZARF	Min	-0,1484	0	0	1,40	-106	< 1400 O.K.
53	1,923 ZARF	Min	-0,1484	0	3,795E-19	1,40	-106	< 1400 O.K.
54	0 ZARF	Max	0,991	0	0	1,40	707,8571	< 1400 O.K.
54	1,924 ZARF	Max	0,991	0	1,328E-18	1,40	707,8571	< 1400 O.K.
54	0 ZARF	Min	-2,289	0	0	1,95	-1173,846	< 1400 O.K.
54	1,924 ZARF	Min	-2,289	0	1,328E-18	1,95	-1173,846	< 1400 O.K.
273	0 ZARF	Max	0,2372	0	0	1,95	121,641	< 1400 O.K.
273	1,923 ZARF	Max	0,2372	0	1,708E-18	1,95	121,641	< 1400 O.K.
273	0 ZARF	Min	-1,9775	0	0	1,95	-1014,103	< 1400 O.K.
273	1,923 ZARF	Min	-1,9775	0	-3,819E-17	1,95	-1014,103	< 1400 O.K.
274	0 ZARF	Max	0,4136	0	0	2,21	187,1493	< 1400 O.K.
274	1,923 ZARF	Max	0,4136	0	1,74E-17	2,21	187,1493	< 1400 O.K.
274	0 ZARF	Min	-2,828417	0	0	2,21	-1279,827	< 1400 O.K.
274	1,923 ZARF	Min	-2,828417	0	-8,132E-19	2,21	-1279,827	< 1400 O.K.
275	0 ZARF	Max	0,5506	0	0	2,21	249,1403	< 1400 O.K.
275	1,923 ZARF	Max	0,5506	0	3,795E-19	2,21	249,1403	< 1400 O.K.
275	0 ZARF	Min	-2,997333	0	0	2,21	-1356,259	< 1400 O.K.
275	1,923 ZARF	Min	-2,997333	0	-2,304E-17	2,21	-1356,259	< 1400 O.K.
276	0 ZARF	Max	0,6543	0	0	2,21	296,0633	< 1400 O.K.
276	1,923 ZARF	Max	0,6543	0	1,708E-18	2,21	296,0633	< 1400 O.K.
276	0 ZARF	Min	-2,961944	0	0	2,21	-1340,246	< 1400 O.K.
276	1,923 ZARF	Min	-2,961944	0	-3,819E-17	2,21	-1340,246	< 1400 O.K.
277	0 ZARF	Max	0,7243	0	0	1,95	371,4359	< 1400 O.K.
277	1,923 ZARF	Max	0,7243	0	-4,337E-19	1,95	371,4359	< 1400 O.K.
277	0 ZARF	Min	-2,948	0	0	2,21	-1333,937	< 1400 O.K.
277	1,923 ZARF	Min	-2,948	0	-1,301E-18	2,21	-1333,937	< 1400 O.K.
278	0 ZARF	Max	0,7596	0	0	1,95	389,5385	< 1400 O.K.
278	1,923 ZARF	Max	0,7596	0	1,74E-17	1,95	389,5385	< 1400 O.K.
278	0 ZARF	Min	-2,47224	0	0	2,21	-1118,661	< 1400 O.K.
278	1,923 ZARF	Min	-2,47224	0	-8,132E-19	2,21	-1118,661	< 1400 O.K.
279	0 ZARF	Max	0,7596	0	0	2,21	343,7104	< 1400 O.K.
279	1,923 ZARF	Max	0,7596	0	5,611E-18	2,21	343,7104	< 1400 O.K.
279	0 ZARF	Min	-2,4722	0	0	2,21	-1118,643	< 1400 O.K.
279	1,923 ZARF	Min	-2,4722	0	-2,196E-18	2,21	-1118,643	< 1400 O.K.
280	0 ZARF	Max	0,7243	0	0	2,21	327,7376	< 1400 O.K.
280	1,923 ZARF	Max	0,7243	0	3,795E-19	2,21	327,7376	< 1400 O.K.
280	0 ZARF	Min	-2,9479	0	0	2,21	-1333,891	< 1400 O.K.
280	1,923 ZARF	Min	-2,9479	0	-2,304E-17	2,21	-1333,891	< 1400 O.K.
281	0 ZARF	Max	0,6543	0	0	2,21	296,0633	< 1400 O.K.
281	1,923 ZARF	Max	0,6543	0	2,572E-17	2,21	296,0633	< 1400 O.K.
281	0 ZARF	Min	-2,6656	0	0	2,21	-1206,154	< 1400 O.K.
281	1,923 ZARF	Min	-2,6656	0	-2,982E-19	2,21	-1206,154	< 1400 O.K.
282	0 ZARF	Max	0,5506	0	0	2,21	249,1403	< 1400 O.K.
282	1,923 ZARF	Max	0,5506	0	-4,066E-19	2,21	249,1403	< 1400 O.K.
282	0 ZARF	Min	-2,997	0	0	2,21	-1356,109	< 1400 O.K.
282	1,923 ZARF	Min	-2,997	0	-2,816E-17	2,21	-1356,109	< 1400 O.K.
283	0 ZARF	Max	0,4135	0	0	2,21	187,1041	< 1400 O.K.
283	1,923 ZARF	Max	0,4135	0	-3,253E-19	2,21	187,1041	< 1400 O.K.
283	0 ZARF	Min	-2,827917	0	0	2,21	-1279,6	< 1400 O.K.
283	1,923 ZARF	Min	-2,827917	0	-1,681E-17	2,21	-1279,6	< 1400 O.K.
284	0 ZARF	Max	0,2371	0	0	1,95	121,5897	< 1400 O.K.
284	1,923 ZARF	Max	0,2371	0	-4,066E-19	1,95	121,5897	< 1400 O.K.
284	0 ZARF	Min	-1,9767	0	0	1,95	-1013,692	< 1400 O.K.
284	1,923 ZARF	Min	-1,9767	0	-1,428E-17	1,95	-1013,692	< 1400 O.K.
285	0 ZARF	Max	0,1356	0	0	1,95	69,53846	< 1400 O.K.
285	1,923 ZARF	Max	0,1356	0	1,708E-18	1,95	69,53846	< 1400 O.K.
285	0 ZARF	Min	-1,1081	0	0	1,95	-568,2564	< 1400 O.K.
285	1,923 ZARF	Min	-1,1081	0	-3,819E-17	1,95	-568,2564	< 1400 O.K.
286	0 ZARF	Max	0,3258	0	0	1,95	167,0769	< 1400 O.K.
286	1,923 ZARF	Max	0,3258	0	1,74E-17	1,95	167,0769	< 1400 O.K.
286	0 ZARF	Min	-2,6623	0	0	1,95	-1365,282	< 1400 O.K.
286	1,923 ZARF	Min	-2,6623	0	-8,132E-19	1,95	-1365,282	< 1400 O.K.

287	0 ZARF	Max	0,4863	0	0	2,21	220,0452	< 1400 O.K.
287	1,923 ZARF	Max	0,4863	0	3,795E-19	2,21	220,0452	< 1400 O.K.
287	0 ZARF	Min	-3,1748	0	0	2,21	-1436,561	> 1400 NOT O.K.
287	1,923 ZARF	Min	-3,1748	0	-2,304E-17	2,21	-1436,561	> 1400 NOT O.K.
288	0 ZARF	Max	0,6047	0	0	2,21	273,6199	< 1400 O.K.
288	1,923 ZARF	Max	0,6047	0	1,708E-18	2,21	273,6199	< 1400 O.K.
288	0 ZARF	Min	-2,899882	0	0	2,21	-1312,164	< 1400 O.K.
288	1,923 ZARF	Min	-2,899882	0	-3,819E-17	2,21	-1312,164	< 1400 O.K.
289	0 ZARF	Max	0,6819	0	0	1,95	349,6923	< 1400 O.K.
289	1,923 ZARF	Max	0,6819	0	-4,337E-19	1,95	349,6923	< 1400 O.K.
289	0 ZARF	Min	-2,314833	0	0	1,95	-1187,094	< 1400 O.K.
289	1,923 ZARF	Min	-2,314833	0	-1,301E-18	1,95	-1187,094	< 1400 O.K.
290	0 ZARF	Max	0,72	0	0	1,95	369,2308	< 1400 O.K.
290	1,923 ZARF	Max	0,72	0	1,74E-17	1,95	369,2308	< 1400 O.K.
290	0 ZARF	Min	-2,44325	0	0	1,95	-1252,949	< 1400 O.K.
290	1,923 ZARF	Min	-2,44325	0	-8,132E-19	1,95	-1252,949	< 1400 O.K.
291	0 ZARF	Max	0,72	0	0	1,95	369,2308	< 1400 O.K.
291	1,923 ZARF	Max	0,72	0	5,611E-18	1,95	369,2308	< 1400 O.K.
291	0 ZARF	Min	-2,443208	0	0	1,95	-1252,927	< 1400 O.K.
291	1,923 ZARF	Min	-2,443208	0	-2,196E-18	1,95	-1252,927	< 1400 O.K.
292	0 ZARF	Max	0,6819	0	0	1,95	349,6923	< 1400 O.K.
292	1,923 ZARF	Max	0,6819	0	3,795E-19	1,95	349,6923	< 1400 O.K.
292	0 ZARF	Min	-2,314708	0	0	1,95	-1187,03	< 1400 O.K.
292	1,923 ZARF	Min	-2,314708	0	-2,304E-17	1,95	-1187,03	< 1400 O.K.
293	0 ZARF	Max	0,6046	0	0	2,21	273,5747	< 1400 O.K.
293	1,923 ZARF	Max	0,6046	0	2,572E-17	2,21	273,5747	< 1400 O.K.
293	0 ZARF	Min	-2,4647	0	0	2,21	-1115,249	< 1400 O.K.
293	1,923 ZARF	Min	-2,4647	0	-2,982E-19	2,21	-1115,249	< 1400 O.K.
294	0 ZARF	Max	0,4862	0	0	1,95	249,3333	< 1400 O.K.
294	1,923 ZARF	Max	0,4862	0	-4,066E-19	1,95	249,3333	< 1400 O.K.
294	0 ZARF	Min	-2,736552	0	0	1,95	-1403,36	< 1400 O.K.
294	1,923 ZARF	Min	-2,736552	0	-2,816E-17	1,95	-1403,36	< 1400 O.K.
295	0 ZARF	Max	0,3258	0	0	1,95	167,0769	< 1400 O.K.
295	1,923 ZARF	Max	0,3258	0	-3,253E-19	1,95	167,0769	< 1400 O.K.
295	0 ZARF	Min	-2,6617	0	0	1,95	-1364,974	< 1400 O.K.
295	1,923 ZARF	Min	-2,6617	0	-1,681E-17	1,95	-1364,974	< 1400 O.K.
296	0 ZARF	Max	0,1355	0	0	1,95	69,48718	< 1400 O.K.
296	1,923 ZARF	Max	0,1355	0	-4,066E-19	1,95	69,48718	< 1400 O.K.
296	0 ZARF	Min	-1,1075	0	0	1,95	-567,9487	< 1400 O.K.
296	1,923 ZARF	Min	-1,1075	0	-1,428E-17	1,95	-567,9487	< 1400 O.K.
297	0 ZARF	Max	0,2372	0	0	1,95	121,641	< 1400 O.K.
297	1,923 ZARF	Max	0,2372	0	1,708E-18	1,95	121,641	< 1400 O.K.
297	0 ZARF	Min	-1,9775	0	0	1,95	-1014,103	< 1400 O.K.
297	1,923 ZARF	Min	-1,9775	0	-3,819E-17	1,95	-1014,103	< 1400 O.K.
298	0 ZARF	Max	0,4136	0	0	1,95	212,1026	< 1400 O.K.
298	1,923 ZARF	Max	0,4136	0	1,74E-17	1,95	212,1026	< 1400 O.K.
298	0 ZARF	Min	-2,828417	0	0	1,95	-1450,47	< 1400 O.K.
298	1,923 ZARF	Min	-2,828417	0	-8,132E-19	1,95	-1450,47	< 1400 O.K.
299	0 ZARF	Max	0,5506	0	0	1,95	282,359	< 1400 O.K.
299	1,923 ZARF	Max	0,5506	0	3,795E-19	1,95	282,359	< 1400 O.K.
299	0 ZARF	Min	-4,496	0	0	1,95	-2305,641	< 1400 O.K.
299	1,923 ZARF	Min	-4,496	0	-2,304E-17	1,95	-2305,641	< 1400 O.K.
300	0 ZARF	Max	0,6543	0	0	1,95	335,5385	< 1400 O.K.
300	1,923 ZARF	Max	0,6543	0	1,708E-18	1,95	335,5385	< 1400 O.K.
300	0 ZARF	Min	-2,66575	0	0	1,95	-1367,051	< 1400 O.K.
300	1,923 ZARF	Min	-2,66575	0	-3,819E-17	1,95	-1367,051	< 1400 O.K.
301	0 ZARF	Max	0,7243	0	0	1,95	371,4359	< 1400 O.K.
301	1,923 ZARF	Max	0,7243	0	3,795E-19	1,95	371,4359	< 1400 O.K.
301	0 ZARF	Min	-2,3584	0	0	1,95	-1209,436	< 1400 O.K.
301	1,923 ZARF	Min	-2,3584	0	-2,304E-17	1,95	-1209,436	< 1400 O.K.
302	0 ZARF	Max	0,7596	0	0	1,95	389,5385	< 1400 O.K.
302	1,923 ZARF	Max	0,7596	0	1,548E-17	1,95	389,5385	< 1400 O.K.
302	0 ZARF	Min	-2,57525	0	0	1,95	-1320,641	< 1400 O.K.
302	1,923 ZARF	Min	-2,57525	0	1,599E-18	1,95	-1320,641	< 1400 O.K.
303	0 ZARF	Max	0,7596	0	0	1,95	389,5385	< 1400 O.K.
303	1,923 ZARF	Max	0,7596	0	5,611E-18	1,95	389,5385	< 1400 O.K.
303	0 ZARF	Min	-2,4722	0	0	1,95	-1267,795	< 1400 O.K.

303	1,923 ZARF	Min	-2,4722	0	-2,196E-18	1,95	-1267,795	< 1400 O.K.
304	0 ZARF	Max	0,7243	0	0	1,95	371,4359	< 1400 O.K.
304	1,923 ZARF	Max	0,7243	0	3,795E-19	1,95	371,4359	< 1400 O.K.
304	0 ZARF	Min	-2,679909	0	0	1,95	-1374,312	< 1400 O.K.
304	1,923 ZARF	Min	-2,679909	0	-2,304E-17	1,95	-1374,312	< 1400 O.K.
305	0 ZARF	Max	0,6543	0	0	1,95	335,5385	< 1400 O.K.
305	1,923 ZARF	Max	0,6543	0	2,572E-17	1,95	335,5385	< 1400 O.K.
305	0 ZARF	Min	-2,805895	0	0	1,95	-1438,92	> 1400 NOT O.K.
305	1,923 ZARF	Min	-2,805895	0	-2,982E-19	1,95	-1438,92	> 1400 NOT O.K.
306	0 ZARF	Max	0,5506	0	0	1,95	282,359	< 1400 O.K.
306	1,923 ZARF	Max	0,5506	0	-4,066E-19	1,95	282,359	< 1400 O.K.
306	0 ZARF	Min	-4,4955	0	0	1,95	-2305,385	< 1400 O.K.
306	1,923 ZARF	Min	-4,4955	0	-2,816E-17	1,95	-2305,385	< 1400 O.K.
307	0 ZARF	Max	0,4135	0	0	2,21	187,1041	< 1400 O.K.
307	1,923 ZARF	Max	0,4135	0	-3,253E-19	2,21	187,1041	< 1400 O.K.
307	0 ZARF	Min	-2,827917	0	0	2,21	-1279,6	< 1400 O.K.
307	1,923 ZARF	Min	-2,827917	0	-1,681E-17	2,21	-1279,6	< 1400 O.K.
308	0 ZARF	Max	0,2371	0	0	1,95	121,5897	< 1400 O.K.
308	1,923 ZARF	Max	0,2371	0	-4,066E-19	1,95	121,5897	< 1400 O.K.
308	0 ZARF	Min	-1,9767	0	0	1,95	-1013,692	< 1400 O.K.
308	1,923 ZARF	Min	-1,9767	0	-1,428E-17	1,95	-1013,692	< 1400 O.K.

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	StepType	P	M2	M3	F	Gerilme	Gerilme
Text	m	Text	Text	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
55	0	ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
55	2	ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
55	0	ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
55	2	ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
56	0	ZARF	Max	0,3463	0	0	1,40	247,357	< 1400 O.K.
56	1,93	ZARF	Max	0,3481	0	-4,337E-19	1,40	248,643	< 1400 O.K.
56	0	ZARF	Min	-1,995986	0	0	1,40	-1425,705	> 1400 NOT O.K.
56	1,93	ZARF	Min	-1,995986	0	-4,337E-19	1,40	-1425,705	> 1400 NOT O.K.
57	0	ZARF	Max	1,5475	0	0	1,40	1105,357	< 1400 O.K.
57	1,93	ZARF	Max	1,5493	0	-2,168E-19	1,40	1106,643	< 1400 O.K.
57	0	ZARF	Min	-0,1889	0	0	1,40	-134,929	< 1400 O.K.
57	1,93	ZARF	Min	-0,1871	0	-2,168E-19	1,40	-133,643	< 1400 O.K.
58	0	ZARF	Max	1,39776	0	0	1,40	998,400	< 1400 O.K.
58	1,93	ZARF	Max	1,39776	0	-2,168E-19	1,40	998,400	< 1400 O.K.
58	0	ZARF	Min	-0,0618	0	0	1,40	-44,143	< 1400 O.K.
58	1,93	ZARF	Min	-0,0601	0	-2,168E-19	1,40	-42,929	< 1400 O.K.
59	0	ZARF	Max	1,69825	0	0	1,40	1213,036	< 1400 O.K.
59	1,93	ZARF	Max	1,69825	0	-2,168E-19	1,40	1213,036	< 1400 O.K.
59	0	ZARF	Min	-0,0711	0	0	1,40	-50,786	< 1400 O.K.
59	1,93	ZARF	Min	-0,0694	0	-2,168E-19	1,40	-49,571	< 1400 O.K.
60	0	ZARF	Max	0,9775	0	0	1,40	698,214	< 1400 O.K.
60	0	ZARF	Min	-1,541	0	0	1,40	-1100,714	< 1400 O.K.
60	1,93	ZARF	Min	-1,5392	0	-4,337E-19	1,40	-1099,429	< 1400 O.K.
61	0	ZARF	Max	1,0765	0	0	1,40	768,929	< 1400 O.K.
61	1,93	ZARF	Max	1,0783	0	-4,337E-19	1,40	770,214	< 1400 O.K.
61	0	ZARF	Min	-0,1311	0	0	1,40	-93,643	< 1400 O.K.
61	1,93	ZARF	Min	-0,1293	0	-4,337E-19	1,40	-92,357	< 1400 O.K.
62	0	ZARF	Max	1,502	0	0	1,40	1072,857	< 1400 O.K.
62	1,93	ZARF	Max	1,502	0	-2,168E-19	1,40	1072,857	< 1400 O.K.
62	0	ZARF	Min	-0,0346	0	0	1,40	-24,714	< 1400 O.K.
62	1,93	ZARF	Min	-0,0328	0	-2,168E-19	1,40	-23,429	< 1400 O.K.
63	0	ZARF	Max	1,51	0	0	1,40	1078,571	< 1400 O.K.
63	1,93	ZARF	Max	1,51	0	-2,168E-19	1,40	1078,571	< 1400 O.K.
63	0	ZARF	Min	-0,1498	0	0	1,40	-107,000	< 1400 O.K.
63	1,93	ZARF	Min	-0,148	0	-2,168E-19	1,40	-105,714	< 1400 O.K.
64	0	ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
64	2	ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
64	0	ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
64	2	ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
65	0	ZARF	Max	0,1377	0	0	1,40	98,357	< 1400 O.K.
65	1,93	ZARF	Max	0,1395	0	7,589E-19	1,40	99,643	< 1400 O.K.
65	0	ZARF	Min	-1,0699	0	0	1,40	-764,214	< 1400 O.K.
65	1,93	ZARF	Min	-1,0681	0	7,589E-19	1,40	-762,929	< 1400 O.K.
66	0	ZARF	Max	1,6334	0	0	1,40	1166,714	< 1400 O.K.
66	1,93	ZARF	Max	1,6334	0	-4,337E-19	1,40	1166,714	< 1400 O.K.
66	0	ZARF	Min	-0,0984	0	0	1,40	-70,286	< 1400 O.K.
66	1,93	ZARF	Min	-0,0966	0	-4,337E-19	1,40	-69,000	< 1400 O.K.
67	0	ZARF	Max	1,1444	0	0	1,40	817,429	< 1400 O.K.
67	1,93	ZARF	Max	1,1444	0	-4,337E-19	1,40	817,429	< 1400 O.K.
67	0	ZARF	Min	-0,0236	0	0	1,40	-16,857	< 1400 O.K.
67	1,93	ZARF	Min	-0,0218	0	-4,337E-19	1,40	-15,571	< 1400 O.K.
68	0	ZARF	Max	1,329	0	0	1,40	949,286	< 1400 O.K.
68	1,93	ZARF	Max	1,329	0	4,337E-19	1,40	949,286	< 1400 O.K.
68	0	ZARF	Min	-0,2717	0	0	1,40	-194,071	< 1400 O.K.
68	1,93	ZARF	Min	-0,27	0	4,337E-19	1,40	-192,857	< 1400 O.K.
69	0	ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
69	2	ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
69	0	ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
69	2	ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
70	0	ZARF	Max	0,105	0	0	1,40	75,000	< 1400 O.K.
70	1,93	ZARF	Max	0,1067	0	-6,505E-19	1,40	76,214	< 1400 O.K.
70	0	ZARF	Min	-1,6202	0	0	1,40	-1157,286	< 1400 O.K.
70	1,93	ZARF	Min	-0,8084	0	-6,505E-19	1,40	-577,429	< 1400 O.K.
71	0	ZARF	Max	1,178	0	0	1,40	841,429	< 1400 O.K.

71	1,93 ZARF	Max	1,178	0	-4,337E-19	1,40	841,429	< 1400 O.K.
71	0 ZARF	Min	-0,0697	0	0	1,40	-49,786	< 1400 O.K.
71	1,93 ZARF	Min	-0,068	0	-4,337E-19	1,40	-48,571	< 1400 O.K.
72	0 ZARF	Max	1,5295	0	0	1,40	1092,500	< 1400 O.K.
72	1,93 ZARF	Max	1,5295	0	-4,337E-19	1,40	1092,500	< 1400 O.K.
72	0 ZARF	Min	-0,0153	0	0	1,40	-10,929	< 1400 O.K.
72	1,93 ZARF	Min	-0,0136	0	-4,337E-19	1,40	-9,714	< 1400 O.K.
73	0 ZARF	Max	1,203	0	0	1,40	859,286	< 1400 O.K.
73	1,93 ZARF	Max	1,203	0	-2,168E-19	1,40	859,286	< 1400 O.K.
73	0 ZARF	Min	-0,2361	0	0	1,40	-168,643	< 1400 O.K.
73	1,93 ZARF	Min	-0,2343	0	-2,168E-19	1,40	-167,357	< 1400 O.K.
74	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
74	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
74	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
74	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
75	0 ZARF	Max	0,0763	0	0	1,40	54,500	< 1400 O.K.
75	1,93 ZARF	Max	0,0781	0	0	1,40	55,786	< 1400 O.K.
75	0 ZARF	Min	-1,1648	0	0	1,40	-832,000	< 1400 O.K.
75	1,93 ZARF	Min	-1,1648	0	0	1,40	-832,000	< 1400 O.K.
76	0 ZARF	Max	1,4328	0	0	1,40	1023,429	< 1400 O.K.
76	1,93 ZARF	Max	1,4328	0	-3,253E-19	1,40	1023,429	< 1400 O.K.
76	0 ZARF	Min	-0,0409	0	0	1,40	-29,214	< 1400 O.K.
76	1,93 ZARF	Min	-0,0391	0	-3,253E-19	1,40	-27,929	< 1400 O.K.
77	0 ZARF	Max	1,1888	0	0	1,40	849,143	< 1400 O.K.
77	1,93 ZARF	Max	1,1888	0	-2,168E-19	1,40	849,143	< 1400 O.K.
77	0 ZARF	Min	-0,0067	0	0	1,40	-4,786	< 1400 O.K.
77	1,93 ZARF	Min	-0,005	0	-2,168E-19	1,40	-3,571	< 1400 O.K.
78	0 ZARF	Max	0,939	0	0	1,40	670,714	< 1400 O.K.
78	1,93 ZARF	Max	0,939	0	-4,337E-19	1,40	670,714	< 1400 O.K.
78	0 ZARF	Min	-0,1633	0	0	1,40	-116,643	< 1400 O.K.
78	1,93 ZARF	Min	-0,1615	0	-4,337E-19	1,40	-115,357	< 1400 O.K.
79	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
79	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
79	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
79	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
80	0 ZARF	Max	1,425	0	0	1,40	1017,857	< 1400 O.K.
80	1,93 ZARF	Max	1,425	0	-4,337E-19	1,40	1017,857	< 1400 O.K.
80	0 ZARF	Min	-0,3516	0	0	1,40	-251,143	< 1400 O.K.
80	1,93 ZARF	Min	-0,3499	0	-4,337E-19	1,40	-249,929	< 1400 O.K.
81	0 ZARF	Max	1,223	0	0	1,40	873,571	< 1400 O.K.
81	1,93 ZARF	Max	1,223	0	-4,337E-19	1,40	873,571	< 1400 O.K.
81	0 ZARF	Min	-0,0115	0	0	1,40	-8,214	< 1400 O.K.
81	1,93 ZARF	Min	-0,0097	0	-4,337E-19	1,40	-6,929	< 1400 O.K.
82	0 ZARF	Max	0,8892	0	0	1,40	635,143	< 1400 O.K.
82	1,93 ZARF	Max	0,8892	0	-2,168E-19	1,40	635,143	< 1400 O.K.
82	0 ZARF	Min	0,0024	0	0	1,40	1,714	< 1400 O.K.
82	1,93 ZARF	Min	0,0042	0	-2,168E-19	1,40	3,000	< 1400 O.K.
83	0 ZARF	Max	1,08	0	0	1,40	771,429	< 1400 O.K.
83	1,93 ZARF	Max	1,08	0	-4,337E-19	1,40	771,429	< 1400 O.K.
83	0 ZARF	Min	-0,0835	0	0	1,40	-59,643	< 1400 O.K.
83	1,93 ZARF	Min	-0,0817	0	-4,337E-19	1,40	-58,357	< 1400 O.K.
84	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
84	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
84	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
84	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
85	0 ZARF	Max	0,905	0	0	1,40	646,429	< 1400 O.K.
85	1,93 ZARF	Max	0,905	0	-4,337E-19	1,40	646,429	< 1400 O.K.
85	0 ZARF	Min	-0,1157	0	0	1,40	-82,643	< 1400 O.K.
85	1,93 ZARF	Min	-0,1139	0	-4,337E-19	1,40	-81,357	< 1400 O.K.
86	0 ZARF	Max	0,905	0	0	1,40	646,429	< 1400 O.K.
86	1,93 ZARF	Max	0,905	0	-4,337E-19	1,40	646,429	< 1400 O.K.
86	0 ZARF	Min	-0,1155	0	0	1,40	-82,500	< 1400 O.K.
86	1,93 ZARF	Min	-0,1138	0	-4,337E-19	1,40	-81,286	< 1400 O.K.
87	0 ZARF	Max	1,785	0	0	1,40	1275,000	< 1400 O.K.
87	1,93 ZARF	Max	1,785	0	2,168E-19	1,40	1275,000	< 1400 O.K.
87	0 ZARF	Min	-0,0037	0	0	1,40	-2,643	< 1400 O.K.
87	1,92 ZARF	Min	-0,002	0	2,168E-19	1,40	-1,429	< 1400 O.K.

88	0 ZARF	Max	1,19	0	0	1,40	850,000	< 1400 O.K.
88	1,93 ZARF	Max	1,19	0	-4,337E-19	1,40	850,000	< 1400 O.K.
88	0 ZARF	Min	-0,0037	0	0	1,40	-2,643	< 1400 O.K.
88	1,93 ZARF	Min	-0,002	0	-4,337E-19	1,40	-1,429	< 1400 O.K.
89	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
89	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
89	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
89	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
90	0 ZARF	Max	1,4652	0	0	1,40	1046,571	< 1400 O.K.
90	1,93 ZARF	Max	1,4652	0	-4,337E-19	1,40	1046,571	< 1400 O.K.
90	0 ZARF	Min	-0,0115	0	0	1,40	-8,214	< 1400 O.K.
90	1,93 ZARF	Min	-0,0097	0	-4,337E-19	1,40	-6,929	< 1400 O.K.
91	0 ZARF	Max	1,425	0	0	1,40	1017,857	< 1400 O.K.
91	1,93 ZARF	Max	1,425	0	-4,337E-19	1,40	1017,857	< 1400 O.K.
91	0 ZARF	Min	-0,3515	0	0	1,40	-251,071	< 1400 O.K.
91	1,93 ZARF	Min	-0,3497	0	-4,337E-19	1,40	-249,786	< 1400 O.K.
92	0 ZARF	Max	1,08	0	0	1,40	771,429	< 1400 O.K.
92	1,93 ZARF	Max	1,08	0	-4,337E-19	1,40	771,429	< 1400 O.K.
92	0 ZARF	Min	-0,0835	0	0	1,40	-59,643	< 1400 O.K.
92	1,93 ZARF	Min	-0,0817	0	-4,337E-19	1,40	-58,357	< 1400 O.K.
93	0 ZARF	Max	0,741	0	0	1,40	529,286	< 1400 O.K.
93	1,93 ZARF	Max	0,741	0	-2,168E-19	1,40	529,286	< 1400 O.K.
93	0 ZARF	Min	0,0024	0	0	1,40	1,714	< 1400 O.K.
93	1,93 ZARF	Min	0,0042	0	-2,168E-19	1,40	3,000	< 1400 O.K.
94	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
94	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
94	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
94	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
95	0 ZARF	Max	1,4324	0	0	1,40	1023,143	< 1400 O.K.
95	1,93 ZARF	Max	1,4324	0	-4,337E-19	1,40	1023,143	< 1400 O.K.
95	0 ZARF	Min	-0,0409	0	0	1,40	-29,214	< 1400 O.K.
95	1,93 ZARF	Min	-0,0391	0	-4,337E-19	1,40	-27,929	< 1400 O.K.
96	0 ZARF	Max	0,763	0	0	1,40	545,000	< 1400 O.K.
96	1,93 ZARF	Max	0,763	0	-4,337E-19	1,40	545,000	< 1400 O.K.
96	0 ZARF	Min	-0,5822	0	0	1,40	-415,857	< 1400 O.K.
96	1,93 ZARF	Min	-0,5804	0	-4,337E-19	1,40	-414,571	< 1400 O.K.
97	0 ZARF	Max	1,565	0	0	1,40	1117,857	< 1400 O.K.
97	1,93 ZARF	Max	1,61	0	-2,168E-19	1,40	1150,000	< 1400 O.K.
97	0 ZARF	Min	-0,1633	0	0	1,40	-116,643	< 1400 O.K.
97	1,93 ZARF	Min	-0,1615	0	-2,168E-19	1,40	-115,357	< 1400 O.K.
98	0 ZARF	Max	1,1896	0	0	1,40	849,714	< 1400 O.K.
98	1,93 ZARF	Max	1,1896	0	-4,337E-19	1,40	849,714	< 1400 O.K.
98	0 ZARF	Min	-0,0067	0	0	1,40	-4,786	< 1400 O.K.
98	1,93 ZARF	Min	-0,005	0	-4,337E-19	1,40	-3,571	< 1400 O.K.
99	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
99	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
99	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
99	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
100	0 ZARF	Max	1,1776	0	0	1,40	841,143	< 1400 O.K.
100	1,93 ZARF	Max	1,1776	0	-4,337E-19	1,40	841,143	< 1400 O.K.
100	0 ZARF	Min	-0,0697	0	0	1,40	-49,786	< 1400 O.K.
100	1,93 ZARF	Min	-0,0679	0	-4,337E-19	1,40	-48,500	< 1400 O.K.
101	0 ZARF	Max	0,105	0	0	1,40	75,000	< 1400 O.K.
101	1,93 ZARF	Max	0,1067	0	-4,337E-19	1,40	76,214	< 1400 O.K.
101	0 ZARF	Min	-0,8099	0	0	1,40	-578,500	< 1400 O.K.
101	1,93 ZARF	Min	-0,8082	0	-4,337E-19	1,40	-577,286	< 1400 O.K.
102	0 ZARF	Max	1,203	0	0	1,40	859,286	< 1400 O.K.
102	1,93 ZARF	Max	1,203	0	-2,168E-19	1,40	859,286	< 1400 O.K.
102	0 ZARF	Min	-0,2362	0	0	1,40	-168,714	< 1400 O.K.
102	1,93 ZARF	Min	-0,2344	0	-2,168E-19	1,40	-167,429	< 1400 O.K.
103	0 ZARF	Max	1,5302	0	0	1,40	1093,000	< 1400 O.K.
103	1,93 ZARF	Max	1,5302	0	-2,168E-19	1,40	1093,000	< 1400 O.K.
103	0 ZARF	Min	-0,0153	0	0	1,40	-10,929	< 1400 O.K.
103	1,93 ZARF	Min	-0,0136	0	-2,168E-19	1,40	-9,714	< 1400 O.K.
104	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
104	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
104	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.

104	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
105	0 ZARF	Max	0,8165	0	0	1,40	583,214	< 1400 O.K.
105	1,93 ZARF	Max	0,8183	0	2,168E-19	1,40	584,500	< 1400 O.K.
105	0 ZARF	Min	-0,0984	0	0	1,40	-70,286	< 1400 O.K.
105	1,93 ZARF	Min	-0,0966	0	2,168E-19	1,40	-69,000	< 1400 O.K.
106	0 ZARF	Max	0,1377	0	0	1,40	98,357	< 1400 O.K.
106	1,93 ZARF	Max	0,1394	0	-7,589E-19	1,40	99,571	< 1400 O.K.
106	0 ZARF	Min	-1,0696	0	0	1,40	-764,000	< 1400 O.K.
106	1,93 ZARF	Min	-1,0678	0	-7,589E-19	1,40	-762,714	< 1400 O.K.
107	0 ZARF	Max	1,329	0	0	1,40	949,286	< 1400 O.K.
107	1,93 ZARF	Max	1,329	0	-2,168E-19	1,40	949,286	< 1400 O.K.
107	0 ZARF	Min	-0,2718	0	0	1,40	-194,143	< 1400 O.K.
107	1,93 ZARF	Min	-0,2701	0	-2,168E-19	1,40	-192,929	< 1400 O.K.
108	0 ZARF	Max	1,431	0	0	1,40	1022,143	< 1400 O.K.
108	1,93 ZARF	Max	1,431	0	2,168E-19	1,40	1022,143	< 1400 O.K.
108	0 ZARF	Min	-0,0236	0	0	1,40	-16,857	< 1400 O.K.
108	1,93 ZARF	Min	-0,0219	0	2,168E-19	1,40	-15,643	< 1400 O.K.
109	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
109	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
109	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
109	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
110	0 ZARF	Max	1,0762	0	0	1,40	768,714	< 1400 O.K.
110	1,93 ZARF	Max	1,0779	0	0	1,40	769,929	< 1400 O.K.
110	0 ZARF	Min	-0,1311	0	0	1,40	-93,643	< 1400 O.K.
110	1,93 ZARF	Min	-0,1293	0	0	1,40	-92,357	< 1400 O.K.
111	0 ZARF	Max	0,1954	0	0	1,40	139,571	< 1400 O.K.
111	1,93 ZARF	Max	0,1972	0	-2,168E-19	1,40	140,857	< 1400 O.K.
111	0 ZARF	Min	-1,5406	0	0	1,40	-1100,429	< 1400 O.K.
111	1,93 ZARF	Min	-1,5388	0	-2,168E-19	1,40	-1099,143	< 1400 O.K.
112	0 ZARF	Max	0,906	0	0	1,40	647,143	< 1400 O.K.
112	1,93 ZARF	Max	0,906	0	7,589E-19	1,40	647,143	< 1400 O.K.
112	0 ZARF	Min	-0,1499	0	0	1,40	-107,071	< 1400 O.K.
112	1,93 ZARF	Min	-0,1482	0	7,589E-19	1,40	-105,857	< 1400 O.K.
113	0 ZARF	Max	1,5024	0	0	1,40	1073,143	< 1400 O.K.
113	1,93 ZARF	Max	1,5024	0	-5,421E-19	1,40	1073,143	< 1400 O.K.
113	0 ZARF	Min	-0,0346	0	0	1,40	-24,714	< 1400 O.K.
113	1,93 ZARF	Min	-0,0328	0	-5,421E-19	1,40	-23,429	< 1400 O.K.
114	0 ZARF	Max	0,39	0	0	1,40	278,571	< 1400 O.K.
114	2 ZARF	Max	0,39	0	4,066E-19	1,40	278,571	< 1400 O.K.
114	0 ZARF	Min	-1,17	0	0	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
114	2 ZARF	Min	-1,17	0	4,066E-19	1,40	-835,714	< 1400 O.K.
115	0 ZARF	Max	1,5472	0	0	1,40	1105,143	< 1400 O.K.
115	1,93 ZARF	Max	1,5489	0	4,337E-19	1,40	1106,357	< 1400 O.K.
115	0 ZARF	Min	-0,1888	0	0	1,40	-134,857	< 1400 O.K.
115	1,93 ZARF	Min	-0,1871	0	4,337E-19	1,40	-133,643	< 1400 O.K.
116	0 ZARF	Max	1,3856	0	0	1,40	989,714	< 1400 O.K.
116	1,93 ZARF	Max	1,3856	0	6,505E-19	1,40	989,714	< 1400 O.K.
116	0 ZARF	Min	-1,996259	0	0	1,40	-1425,899	> 1400 NOT O.K.
116	1,93 ZARF	Min	-1,996259	0	6,505E-19	1,40	-1425,899	> 1400 NOT O.K.
117	0 ZARF	Max	0,6795	0	0	1,40	485,357	< 1400 O.K.
117	1,93 ZARF	Max	0,6812	0	-2,168E-19	1,40	486,571	< 1400 O.K.
117	0 ZARF	Min	-0,0712	0	0	1,40	-50,857	< 1400 O.K.
117	1,93 ZARF	Min	-0,0694	0	-2,168E-19	1,40	-49,571	< 1400 O.K.
118	0 ZARF	Max	0,5825	0	0	1,40	416,071	< 1400 O.K.
118	1,93 ZARF	Max	0,5843	0	-1,03E-18	1,40	417,357	< 1400 O.K.
118	0 ZARF	Min	-0,0618	0	0	1,40	-44,143	< 1400 O.K.
118	1,93 ZARF	Min	-0,0601	0	-1,03E-18	1,40	-42,929	< 1400 O.K.
119	0 ZARF	Max	1,5896	0	0	1,40	1135,429	< 1400 O.K.
119	2 ZARF	Max	1,5896	0	-4,608E-19	1,40	1135,429	< 1400 O.K.
119	0 ZARF	Min	-0,0379	0	0	1,40	-27,071	< 1400 O.K.
119	2 ZARF	Min	-0,0379	0	-4,608E-19	1,40	-27,071	< 1400 O.K.
120	0 ZARF	Max	0,776	0	0	1,40	554,286	< 1400 O.K.
120	1,93 ZARF	Max	0,776	0	-2,168E-19	1,40	554,286	< 1400 O.K.
120	0 ZARF	Min	-0,6737	0	0	1,40	-481,214	< 1400 O.K.
120	1,93 ZARF	Min	-0,6719	0	-2,168E-19	1,40	-479,929	< 1400 O.K.
121	0 ZARF	Max	0,5546	0	0	1,40	396,143	< 1400 O.K.
121	1,93 ZARF	Max	0,5564	0	-2,168E-19	1,40	397,429	< 1400 O.K.

121	0 ZARF	Min	-0,0727	0	0	1,40	-51,929	< 1400 O.K.
121	1,93 ZARF	Min	-0,0709	0	-2,168E-19	1,40	-50,643	< 1400 O.K.
122	0 ZARF	Max	1,6638	0	0	1,40	1188,429	< 1400 O.K.
122	1,93 ZARF	Max	1,6638	0	-2,168E-19	1,40	1188,429	< 1400 O.K.
122	0 ZARF	Min	-0,0727	0	0	1,40	-51,929	< 1400 O.K.
122	1,93 ZARF	Min	-0,0709	0	-2,168E-19	1,40	-50,643	< 1400 O.K.
123	0 ZARF	Max	0,776	0	0	1,40	554,286	< 1400 O.K.
123	1,93 ZARF	Max	0,776	0	-2,168E-19	1,40	554,286	< 1400 O.K.
123	0 ZARF	Min	-0,6737	0	0	1,40	-481,214	< 1400 O.K.
123	1,93 ZARF	Min	-0,6719	0	-2,168E-19	1,40	-479,929	< 1400 O.K.
124	0 ZARF	Max	0,1136	0	0	1,40	81,143	< 1400 O.K.
124	1,93 ZARF	Max	0,1153	0	-2,168E-19	1,40	82,357	< 1400 O.K.
124	0 ZARF	Min	-0,9779	0	0	1,40	-698,500	< 1400 O.K.
124	1,93 ZARF	Min	-0,9762	0	-2,168E-19	1,40	-697,286	< 1400 O.K.
125	0 ZARF	Max	0,7459	0	0	1,40	532,786	< 1400 O.K.
125	1,93 ZARF	Max	0,7477	0	-2,168E-19	1,40	534,071	< 1400 O.K.
125	0 ZARF	Min	-0,0975	0	0	1,40	-69,643	< 1400 O.K.
125	1,93 ZARF	Min	-0,0957	0	-2,168E-19	1,40	-68,357	< 1400 O.K.
126	0 ZARF	Max	0,7459	0	0	1,40	532,786	< 1400 O.K.
126	1,93 ZARF	Max	0,7477	0	-2,168E-19	1,40	534,071	< 1400 O.K.
126	0 ZARF	Min	-0,0975	0	0	1,40	-69,643	< 1400 O.K.
126	1,93 ZARF	Min	-0,0957	0	-2,168E-19	1,40	-68,357	< 1400 O.K.
127	0 ZARF	Max	1,3632	0	0	1,40	973,714	< 1400 O.K.
127	1,93 ZARF	Max	1,3632	0	-2,168E-19	1,40	973,714	< 1400 O.K.
127	0 ZARF	Min	-0,9779	0	0	1,40	-698,500	< 1400 O.K.
127	1,93 ZARF	Min	-0,9762	0	-2,168E-19	1,40	-697,286	< 1400 O.K.
128	0 ZARF	Max	1,068	0	0	1,40	762,857	< 1400 O.K.
128	2 ZARF	Max	1,068	0	-4,608E-19	1,40	762,857	< 1400 O.K.
128	0 ZARF	Min	0,042235	0	0	1,40	30,168	< 1400 O.K.
128	2 ZARF	Min	0,042235	0	-4,608E-19	1,40	30,168	< 1400 O.K.
129	0 ZARF	Max	1,164	0	0	1,40	831,429	< 1400 O.K.
129	1,93 ZARF	Max	1,164	0	4,337E-19	1,40	831,429	< 1400 O.K.
129	0 ZARF	Min	-0,8404	0	0	1,40	-600,286	< 1400 O.K.
129	1,93 ZARF	Min	-0,8386	0	4,337E-19	1,40	-599,000	< 1400 O.K.
130	0 ZARF	Max	0,6084	0	0	1,40	434,571	< 1400 O.K.
130	1,93 ZARF	Max	0,6102	0	-4,337E-19	1,40	435,857	< 1400 O.K.
130	0 ZARF	Min	-0,0809	0	0	1,40	-57,786	< 1400 O.K.
130	1,93 ZARF	Min	-0,0791	0	-4,337E-19	1,40	-56,500	< 1400 O.K.
131	0 ZARF	Max	0,6084	0	0	1,40	434,571	< 1400 O.K.
131	1,93 ZARF	Max	0,6102	0	-4,337E-19	1,40	435,857	< 1400 O.K.
131	0 ZARF	Min	-0,0809	0	0	1,40	-57,786	< 1400 O.K.
131	1,93 ZARF	Min	-0,0791	0	-4,337E-19	1,40	-56,500	< 1400 O.K.
132	0 ZARF	Max	0,097	0	0	1,40	69,286	< 1400 O.K.
132	1,93 ZARF	Max	0,0988	0	4,337E-19	1,40	70,571	< 1400 O.K.
132	0 ZARF	Min	-0,8404	0	0	1,40	-600,286	< 1400 O.K.
132	1,93 ZARF	Min	-0,8386	0	4,337E-19	1,40	-599,000	< 1400 O.K.
133	0 ZARF	Max	1,413	0	0	1,40	1009,286	< 1400 O.K.
133	2 ZARF	Max	1,413	0	-4,608E-19	1,40	1009,286	< 1400 O.K.
133	0 ZARF	Min	0,216	0	0	1,40	154,286	< 1400 O.K.
133	2 ZARF	Min	0,216	0	-4,608E-19	1,40	154,286	< 1400 O.K.
134	0 ZARF	Max	0,737	0	0	1,40	526,429	< 1400 O.K.
134	1,93 ZARF	Max	0,737	0	-2,168E-19	1,40	526,429	< 1400 O.K.
134	0 ZARF	Min	-0,6491	0	0	1,40	-463,643	< 1400 O.K.
134	1,93 ZARF	Min	-0,6474	0	-2,168E-19	1,40	-462,429	< 1400 O.K.
135	0 ZARF	Max	1,6688	0	0	1,40	1192,000	< 1400 O.K.
135	1,93 ZARF	Max	1,6688	0	-4,337E-19	1,40	1192,000	< 1400 O.K.
135	0 ZARF	Min	-0,0576	0	0	1,40	-41,143	< 1400 O.K.
135	1,93 ZARF	Min	-0,0559	0	-4,337E-19	1,40	-39,929	< 1400 O.K.
136	0 ZARF	Max	1,6688	0	0	1,40	1192,000	< 1400 O.K.
136	1,93 ZARF	Max	1,6688	0	-4,337E-19	1,40	1192,000	< 1400 O.K.
136	0 ZARF	Min	-0,0576	0	0	1,40	-41,143	< 1400 O.K.
136	1,93 ZARF	Min	-0,0559	0	-4,337E-19	1,40	-39,929	< 1400 O.K.
137	0 ZARF	Max	0,0737	0	0	1,40	52,643	< 1400 O.K.
137	1,93 ZARF	Max	0,0755	0	-2,168E-19	1,40	53,929	< 1400 O.K.
137	0 ZARF	Min	-0,6491	0	0	1,40	-463,643	< 1400 O.K.
137	1,93 ZARF	Min	-0,6474	0	-2,168E-19	1,40	-462,429	< 1400 O.K.
138	0 ZARF	Max	1,012	0	0	1,40	722,857	< 1400 O.K.

138	2 ZARF	Max	1,012	0	-4,608E-19	1,40	722,857	< 1400 O.K.
138	0 ZARF	Min	0,0067	0	0	1,40	4,786	< 1400 O.K.
138	2 ZARF	Min	0,0067	0	-4,608E-19	1,40	4,786	< 1400 O.K.
139	0 ZARF	Max	0,0509	0	0	1,40	36,357	< 1400 O.K.
139	1,93 ZARF	Max	0,0527	0	-4,337E-19	1,40	37,643	< 1400 O.K.
139	0 ZARF	Min	-1,3893	0	0	1,40	-992,357	< 1400 O.K.
139	1,93 ZARF	Min	-1,3893	0	-4,337E-19	1,40	-992,357	< 1400 O.K.
140	0 ZARF	Max	1,6177	0	0	1,40	1155,500	< 1400 O.K.
140	1,93 ZARF	Max	1,6177	0	-2,168E-19	1,40	1155,500	< 1400 O.K.
140	0 ZARF	Min	-0,0348	0	0	1,40	-24,857	< 1400 O.K.
140	1,93 ZARF	Min	-0,033	0	-2,168E-19	1,40	-23,571	< 1400 O.K.
141	0 ZARF	Max	1,6177	0	0	1,40	1155,500	< 1400 O.K.
141	1,93 ZARF	Max	1,6177	0	-2,168E-19	1,40	1155,500	< 1400 O.K.
141	0 ZARF	Min	-0,0348	0	0	1,40	-24,857	< 1400 O.K.
141	1,93 ZARF	Min	-0,033	0	-2,168E-19	1,40	-23,571	< 1400 O.K.
142	0 ZARF	Max	0,0509	0	0	1,40	36,357	< 1400 O.K.
142	1,93 ZARF	Max	0,0527	0	-4,337E-19	1,40	37,643	< 1400 O.K.
142	0 ZARF	Min	-1,3893	0	0	1,40	-992,357	< 1400 O.K.
142	1,93 ZARF	Min	-1,3893	0	-4,337E-19	1,40	-992,357	< 1400 O.K.
143	0 ZARF	Max	0,0569	0	0	1,40	40,643	< 1400 O.K.
143	2 ZARF	Max	0,0569	0	-4,608E-19	1,40	40,643	< 1400 O.K.
143	0 ZARF	Min	0,0057	0	0	1,40	4,071	< 1400 O.K.
143	2 ZARF	Min	0,0057	0	-4,608E-19	1,40	4,071	< 1400 O.K.
144	0 ZARF	Max	0,0292	0	0	1,40	20,857	< 1400 O.K.
144	1,93 ZARF	Max	0,031	0	-4,337E-19	1,40	22,143	< 1400 O.K.
144	0 ZARF	Min	-1,148	0	0	1,40	-820,000	< 1400 O.K.
144	1,93 ZARF	Min	-1,148	0	-4,337E-19	1,40	-820,000	< 1400 O.K.
145	0 ZARF	Max	1,1	0	0	1,40	785,714	< 1400 O.K.
145	1,93 ZARF	Max	1,1	0	-2,168E-19	1,40	785,714	< 1400 O.K.
145	0 ZARF	Min	-0,0131	0	0	1,40	-9,357	< 1400 O.K.
145	1,93 ZARF	Min	-0,0113	0	-2,168E-19	1,40	-8,071	< 1400 O.K.
146	0 ZARF	Max	1,1	0	0	1,40	785,714	< 1400 O.K.
146	1,93 ZARF	Max	1,1	0	-2,168E-19	1,40	785,714	< 1400 O.K.
146	0 ZARF	Min	-0,0131	0	0	1,40	-9,357	< 1400 O.K.
146	1,93 ZARF	Min	-0,0113	0	-2,168E-19	1,40	-8,071	< 1400 O.K.
147	0 ZARF	Max	0,0292	0	0	1,40	20,857	< 1400 O.K.
147	1,93 ZARF	Max	0,031	0	-4,337E-19	1,40	22,143	< 1400 O.K.
147	0 ZARF	Min	-1,148	0	0	1,40	-820,000	< 1400 O.K.
147	1,93 ZARF	Min	-1,148	0	-4,337E-19	1,40	-820,000	< 1400 O.K.
148	0 ZARF	Max	0,603	0	0	1,40	430,714	< 1400 O.K.
148	2 ZARF	Max	0,603	0	-4,608E-19	1,40	430,714	< 1400 O.K.
148	0 ZARF	Min	0,0051	0	0	1,40	3,643	< 1400 O.K.
148	2 ZARF	Min	0,0051	0	-4,608E-19	1,40	3,643	< 1400 O.K.
149	0 ZARF	Max	0,0081	0	0	1,40	5,786	< 1400 O.K.
149	1,93 ZARF	Max	0,0098	0	-4,337E-19	1,40	7,000	< 1400 O.K.
149	0 ZARF	Min	-1,16	0	0	1,40	-828,571	< 1400 O.K.
149	1,93 ZARF	Min	-1,16	0	-4,337E-19	1,40	-828,571	< 1400 O.K.
150	0 ZARF	Max	0,0081	0	0	1,40	5,786	< 1400 O.K.
150	1,93 ZARF	Max	0,0098	0	2,168E-19	1,40	7,000	< 1400 O.K.
150	0 ZARF	Min	-1,159	0	0	1,40	-827,857	< 1400 O.K.
150	1,93 ZARF	Min	-1,159	0	2,168E-19	1,40	-827,857	< 1400 O.K.
151	0 ZARF	Max	0,0081	0	0	1,40	5,786	< 1400 O.K.
151	1,93 ZARF	Max	0,0098	0	2,168E-19	1,40	7,000	< 1400 O.K.
151	0 ZARF	Min	-1,159	0	0	1,40	-827,857	< 1400 O.K.
151	1,93 ZARF	Min	-1,159	0	2,168E-19	1,40	-827,857	< 1400 O.K.
152	0 ZARF	Max	0,0081	0	0	1,40	5,786	< 1400 O.K.
152	1,93 ZARF	Max	0,0098	0	-4,337E-19	1,40	7,000	< 1400 O.K.
152	0 ZARF	Min	-1,16	0	0	1,40	-828,571	< 1400 O.K.
152	1,93 ZARF	Min	-1,16	0	-4,337E-19	1,40	-828,571	< 1400 O.K.
153	0 ZARF	Max	0,7236	0	0	1,40	516,857	< 1400 O.K.
153	2 ZARF	Max	0,7236	0	-4,608E-19	1,40	516,857	< 1400 O.K.
153	0 ZARF	Min	0,0051	0	0	1,40	3,643	< 1400 O.K.
153	2 ZARF	Min	0,0051	0	-4,608E-19	1,40	3,643	< 1400 O.K.
154	0 ZARF	Max	0,6588	0	0	1,40	470,571	< 1400 O.K.
154	1,93 ZARF	Max	0,6588	0	0	1,40	470,571	< 1400 O.K.
154	0 ZARF	Min	-0,0131	0	0	1,40	-9,357	< 1400 O.K.
154	1,93 ZARF	Min	-0,0113	0	0	1,40	-8,071	< 1400 O.K.