

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Nuran AYTIŞ

01.01.2017

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Elif AĞCAKOCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda anlayış ve yardımlarını esirgemeyen Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü hocalarına teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi ve manevi açıdan destekleyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY	xii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Literatür Özeti	3
1.3. Çelik Yapı Sistemlerin Tanıtılması	5
1.3.1. Dolu gövdeli kiriş.....	5
1.3.2. Petek kiriş.....	6
1.3.3. Kafes kirişler	7

BÖLÜM 2.

SİSTEMİN TANIMLANMASI.....	8
2.1. Açıklığı 15 m Olan Sistem.....	8
2.1.1. Açıklığı 15 m olan dolu gövdeli sistem	8
2.1.1.1. Sistem bilgileri	8
2.1.1.2. Makasa ait bilgiler.....	9
2.1.2. Açıklığı 15 m olan petek kirişli sistem	10
2.1.2.1. Sistem bilgileri	10
2.1.2.2. Makasa ait bilgiler.....	11

2.1.3. Açıklığı 15 m olan kafes sistem	12
2.1.3.1. Sistem bilgileri	12
2.1.3.2. Makasa ait bilgiler	13
2.2. Açıklığı 20 m Olan Sistem	14
2.2.1. Açıklığı 20 m olan dolu gövdeli sistem	14
2.2.1.1. Sistem bilgileri	14
2.2.1.2. Makasa ait bilgiler	15
2.2.2. Açıklığı 20 m olan petek kirişli sistem	16
2.2.2.1. Sistem bilgileri	16
2.2.2.2. Makasa ait bilgiler	17
2.2.3. Açıklığı 20 m olan kafes kirişli sistem	18
2.2.3.1. Sistem bilgileri	18
2.2.3.2. Makasa ait bilgiler	19
2.3. Açıklığı 25 m Olan Sistem	20
2.3.1. Açıklığı 25 m olan dolu gövdeli sistem	20
2.3.1.1. Sistem bilgileri	20
2.3.1.2. Makasa ait bilgiler	21
2.3.2. Açıklığı 25 m olan petek kirişli sistem	22
2.3.2.1. Sistem bilgileri	22
2.3.2.2. Makasa ait bilgiler	22
2.3.3. Açıklığı 25 m olan kafes sistem	24
2.3.3.1. Sistem bilgileri	24
2.3.3.2. Makasa ait bilgiler	24

BÖLÜM 3.

SİSTEM YÜKLERİNİN TANIMLANMASI	26
3.1. Sisteme Etki Eden Yüklerin Tanıtılması	26
3.2. Öz Ağırlık Yükleri	27
3.3. Kar Yükü	28
3.4. Rüzgar Yükleri	30
3.5. Deprem Yükü	32

BÖLÜM 4.

SİSTEMİN SAP 2000 MODELLENMESİ	38
4.1. SAP2000 Programının Genel Mantığı	38
4.2. SAP2000 Genel Menü Dizaynı	38
4.2.1. File menüsü	38
4.2.2. Edit menüsü	38
4.2.3. View menüsü	39
4.2.4. Define menüsü	39
4.2.5. Draw menüsü	39
4.2.6. Select menüsü	39
4.2.7. Display menüsü	39
4.2.8. Design menüsü	39
4.2.9. Options menüsü	39
4.2.10. Help menüsü	40
4.3. Sistem Modelinin Oluşturulması	40
4.4. Yüklerin Tanımlanması ve Yüklenmesi	43
4.4.1. Yük analizleri (15 M)	44
4.4.1.1. Ölü yük	44
4.4.1.2. Kar yükü	45
4.4.1.3. Rüzgar yükü	46
4.4.1.4. Deprem yükü	50
4.4.1.5. Yük kombinasyonları	51

BÖLÜM 5.

KESİTLERİN BOYUTLANDIRILMASI	54
5.1. Aşık Profillerin Boyutlandırılması	54
5.1.1. Yük analizi	54
5.1.2. Eğilme gerilmesine göre boyutlandırma	56
5.1.3. Sehim kriterine göre boyutlandırma	57
5.2. Cephe Kuşaklarının Boyutlandırılması	58
5.2.1. Eğilme gerilmesine göre boyutlandırma	59
5.2.2. Sehim kriterine göre boyutlandırma	59

5.3. Makas Kesitlerinin Belirlenmesi.....	60
5.3.1. Eğilme gerilmesi tahkiki	62
5.3.2. Kesme gerilmesi tahkiki.....	62
5.3.3. Yanal burkulma tahkiki.....	63
5.4. Petek Kiriş Boyutlandırması	64
5.4.1. Petek kiriş atalet momenti hesabı (15 m).....	64
5.4.2. Petek kiriş atalet momenti hesabı (20 m).....	65
5.4.3. Petek kiriş atalet momenti (25 m).....	65
5.5. Ara Kat Kirişleri, Stabilite ve Çaprazların Boyutlandırılması	67
5.6. Çatı Çapraz Bağlantıları Boyutlandırılması	67

BÖLÜM 6.

MALİYET HESABI	69
6.1. Yaklaşık Maliyetin Tespiti.....	69
6.2. Yaklaşık Maliyetin Önemi	70
6.3. Yaklaşık Maliyet Hesaplama Esasları.....	71
6.4. Metraj ve Yaklaşık Maliyet Hesaplanması	72
6.5. Endüstri Yapısının Değerlendirilmesi.....	74

BÖLÜM 7.

SONUÇ VE ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	90

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A(T)	: Spektral ivme katsayısı
Ao	: Etkin yer ivmesi katsayısı
D	: Kuvvetinin moment kolu
g	: Toplam yapı ağırlığı
h	: Profil yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
I _x	: Kesitin x yönündeki ataleti
I _y	: Kesitin y yönündeki ataleti
L	: Makas aralığı
m	: Çatı eğimine (α) bağlı olarak azaltma değeri
M	: Eğilme momenti
n	: Aşık adedi
n	: Hareketli Yük Katılım Katsayısı
N	: Kesite gelen maksimum eksenel kuvvet
P	: Beton basınç gerilmesi
P _k	: Kar yükü için alınacak hesap değeri
P _{ko}	: Kar yükü
Q	: Kesite gelen maksimum kesme kuvveti
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R _a (T)	: Deprem yükü azaltma katsayısı
S(T)	: Spektrum Katsayısı
Sk	: Burkulma boyu
S _x	: Yarım profilin (x-x)e göre statik momenti
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
TA, TB	: Spektrum karakteristik periyotları [s]

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Dolu gövedeli kiriş kesiti görünümü	6
Şekil 1.2. Petek kiriş çeşitleri	6
Şekil 1.3. Kafes kiriş kesit görünümü	7
Şekil 2.1. XZ düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	9
Şekil 2.2. Sistemin yz düzleminde 2 boyutlu görünümü	9
Şekil 2.3. Sistemin 3 boyutlu modeli	10
Şekil 2.4. XZ düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	11
Şekil 2.5. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünümü	11
Şekil 2.6. Sistemin 3 boyutlu modeli	12
Şekil 2.7. XZ düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	13
Şekil 2.8. Sistemin 3 boyutlu modeli	13
Şekil 2.9. Sistemin yz düzleminde 2 boyutlu görünümü	14
Şekil 2.10. XZ düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	15
Şekil 2.11. Sistemin 3 boyutlu modeli	15
Şekil 2.12. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünüm	16
Şekil 2.13. XZ düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	17
Şekil 2.14. Sistemin 3 boyutlu modeli	17
Şekil 2.15. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünümü	18
Şekil 2.16. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	19
Şekil 2.17. Sistemin 3 boyutlu modeli	19
Şekil 2.18. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünüm	20
Şekil 2.19. Sistemin xz düzleminde 2 boyutlu modeli	21
Şekil 2.20. Sistemin 3 boyutlu görünümü	21
Şekil 2.21. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünüm	22
Şekil 2.22. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli	23
Şekil 2.23. Sistemin 3 boyutlu modeli	23

Şekil 2.24. XZ Düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli.....	23
Şekil 2.25. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli.....	25
Şekil 2.26. Sistemin 3 boyutlu modeli	25
Şekil 2.27. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünüm	25
Şekil 3.1. Sandviç Panel örneği.....	28
Şekil 3.2. Türkiye kar bölgesi haritası	29
Şekil 3.3. Aerodinamik yük katsayısı değişimi.....	32
Şekil 3.4. Aerodinamik yük katsayısının yüzeyler üzerindeki değişimi	32
Şekil 4.1. Grid sistemin oluşturulması	40
Şekil 4.2. Malzeme tanımının yapılması.....	41
Şekil 4.3. Yük isimlerinin tanımlanması.....	42
Şekil 4.4. Tanımlanan yük türleri.....	42
Şekil 4.5. Tanımlanan yük kombinasyonları.....	43
Şekil 4.6. Yüklerin sisteme yüklenmesi.....	43
Şekil 4.7. Ölü yükler altında dış çerçeveler	44
Şekil 4.8. Ölü yük etkisi altında iç çerçeveler.....	45
Şekil 4.9. Kar yükü etkisi altında dış çerçeveler	46
Şekil 4.10. Kar yükü etkisi altında iç çerçeveler.....	46
Şekil 4.11. Rüzgar yükü etkisi altındaki sistem	47
Şekil 4.12. Rüzgar yükü etkisi altındaki sistem	48
Şekil 4.13. Rüzgar yükü +X çatı yönü	49
Şekil 4.14. Rüzgar yükü -X çatı yönü	50
Şekil 4.15. Deprem yükü etkisi altında sistem.....	51
Şekil 4.16. Tanımlanan combolar	53
Şekil 5.1. Aşık profillerin yerleşimi	55
Şekil 5.2. Aşık yük idealleştirmesinin gösterimi	56
Şekil 5.3. Aşık sehimlerinin gösterilmesi	57
Şekil 5.4. Sap2000’de Profillerin Oluşturulması	60
Şekil 5.5. DSTL2’den oluşan kesit tesirleri katılım oranları	61
Şekil 5.6. COMB27’den Oluşan Maksimum 3-3 Momenti	61

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Örnek kaplama ağırlıkları	28
Tablo 3.2. Kar yükü değerleri	29
Tablo 3.3. Kar yükü azaltma katsayıları	30
Tablo 3.4. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve hız basıncı	31
Tablo 3.5. Hareketli yük katılım katsayısı	34
Tablo 3.6. Etkin yer ivmesi katsayısı	34
Tablo 3.7. Bina önem katsayısı değerleri	35
Tablo 3.8. Spektrum karakteristik periyotları	36
Tablo 3.9. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	37
Tablo 6.1. Yaklaşık maliyet profil metrajı	73
Tablo 6.2. Yaklaşık maliyet	73
Tablo 6.3. Yaklaşık maliyet	74
Tablo 6.4. 15 m açıklığa sahip Kafes Kirişli yapının Ağırlığı	74
Tablo 6.5. 15 m açıklığa sahip Dolu Gövdeli yapının ağırlığı	75
Tablo 6.6. 15 m açıklığa sahip Petek kirişli yapının ağırlığı	75
Tablo 6.7. 20m açıklığa sahip Kafes Kirişli yapının ağırlığı	75
Tablo 6.8. 20 m açıklığa sahip Dolu Gövdeli yapının ağırlığı	75
Tablo 6.9. 20 m açıklığa sahip Petek kirişli yapının ağırlığı	76
Tablo 6.10. 25m açıklığa sahip Kafes Kirişli yapının ağırlığı	76
Tablo 6.11. 25 m açıklığa sahip Dolu Gövdeli yapının ağırlığı	76
Tablo 6.12. 25 m açıklığa sahip Petek kirişli yapının ağırlığı	76
Tablo 6.13. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj karşılaştırması	77
Tablo 6.14. 20 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj karşılaştırması	77

Tablo 6.15. 25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj karşılaştırması.....	78
Tablo 6.16. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj icmali.....	79
Tablo 6.17. Y.23.081 Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması analizi.....	80
Tablo 6.18. 15 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti.....	81
Tablo 6.19. 20 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti.....	82
Tablo 6.20. 25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti.....	83
Tablo 6.21. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti.....	84
Tablo 6.22. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyet icmali karşılaştırması.....	84
Tablo 7.1. 15-20-25 m açıklığa sahip yapıda seçilen Kafes-Petek-Dolu Gövde kiriş tiplerinin yapı ağırlığının belirlenmesindeki avantaj karşılaştırması.....	87

ÖZET

Anahtar kelimeler: Çelik kiriş, petek kiriş, kafes kiriş, dolu gövdeli kiriş.

İnsanlar geçmişten günümüze gerek farklı malzeme kullanarak gerek farklı yapılar inşa ederek barınma ihtiyaçlarını karşılarlar. Gelişen teknolojiye de yardım alan bilim insanları farklı teknikleri araştırmışlar ve bu araştırma sonuçlarını yapılarına da yansıtmışlardır. İnşaat Mühendisliği eğitiminde; gerek eğitim yöntemleri, gerek meslek uygulamaları ve gerekse meslek örgütlenmeleri yönünden, sürekli gelişmeye ve gelişen teknolojiye ayak uydurmaya mecburdur. Bütün mühendislik eğitiminde olduğu gibi inşaat mühendisliği eğitiminde de yapının öncelikle güvenli, kullanılabilir ve ekonomik olması gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak günümüz yapılarında ihtiyaç duyulan büyük açıklıklar için kullanılan kesitler, büyük boyutta olmakta, dolayısı ile bina öz ağırlığının artmasına ve maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada makas açıklığı 15,20,25 m olanda çatı kirişinde sırası ile dolu gövdeli, kafes ve petek kirişlerden oluşan çatı sistemi tasarlanmıştır. Aynı yükleme altında farklı çatı kirişleri kullanılmış, bunun bina maliyetine etkisi incelenmiştir

A RESEARCH ON THE EFFECTS OF BUILDING COSTS ON ROOF WITH DIFFERENT CUTS

SUMMARY

Keywords: Steel beam, castelated beam, filled beam, truss beam

People meet their needs for accommodation by building different structures using different materials from the past day by day. Scientists who have also helped the developing technology investigate different techniques and have reflected the results of this research into their structures. In Civil Engineering education; Both in terms of education methods, professional practices and professional organizations, it is obliged to keep up with the developing and developing technology. It is emphasized that construction engineering education should be safe, usable and economical as it is in all engineering education. However, the sections used for the large openings required in today's constructions are in large size, thus causing the building self weight to increase and the costs to increase. In this study, a roof system consisting of cage and honeycomb beams with 15,20,25 meter of span openings and filled with rows in the roof beam was designed. Different roof beams were used under the same loading, the effect on building cost was investigated.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanlar geçmişten günümüze kadar yapılar inşa ederek barınma ihtiyaçlarını karşılarlar. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak, yeni malzemeler üretildikçe yapı türleri de değişiklik arz eder. Yüzyılın ilk yarılarında inşa edilen ahşap ve yığma yapıların yerini, günümüzde çelik ve betonarme yapılar almıştır. Dünyada olduğu gibi ağırlıklı olarak kullanılmakta olan çeliğin ülkemizde de özellikle endüstri ve sanayi yapılarında ve çok katlı yapılarda kullanımı artmaktadır. Günümüzde gerek içerisinde kolon bulunmayan büyük açıklıklı binalara, gerekse büyük yerleşim yerlerinde belirli merkezlerde toplanan yoğun insan kitlesini barındıracak çok katlı binalara olan ihtiyaç artmaktadır. Çeliğin elastisite modülünün betondan çok fazla olması, özellikle açıklığı büyük binalarda, endüstriyel yapılarda vb. tercih sebebi olmaktadır (Kocabaş, 2005). Bir yapının depreme dayanıklı olması için aranan özelliklerden biri de sünek olmasıdır. Çelik yapılarda da taşıyıcı elemanlara uygun profiller, bağlantı türleri, malzemeler kullanıldığında sünek davranış sergiler.

Yapılarımız çevresinden gelen yüklere karşı statik olarak ayakta durmak zorundadır. Yapıya gelen yükler, genel olarak kar, rüzgar, deprem ve ölü yük olarak sıralanabilir. Yapılarda hiperstatiklik durumu artıkça sıcaklık faktörü de dikkate alınmalıdır. Çelik yapılarda bunlara ek olarak malzeme taşınmasında kullanılan kren kirişleri ve taşıdığı yükler dikkate alınması gerekir. Yapılardaki yük analizi teorik olarak aşıklara, aşıklardan ana kirişlere, kirişlerden kolonlara, kolonlardan ise zemine aktarılır. Çelik yapılarda yükleri ana taşıyıcı eleman dediğimiz kolon ve kirişler taşır. Ayrıca yapıya gelen ilave yükleri diagoneller, çaprazlar, stabiliteleyiciler gibi kararlılığı sağlayan, yük sönmleyen ikincil elemanlar taşır.

Büyük açıklığa sahip yapılarda taşıyıcı sistem tasarımında kesit tesirlerinin büyüklüğünden dolayı eleman boyutları büyük çıkmaktadır. Büyük kesitli kolon ve kirişler daha fazla ağırlığa, daha fazla maliyete sahip olacaktır. Yapılara gelen yükler yapının ağırlığı ile direk orantılı olduğundan yapı daha fazla yüklerle zorlanacaktır. Bu durum çeliğin yapılar için olan önemini göstermektedir. Ülkemizde çelik yapılar daha çok tek katlı sanayi yapısı dediğimiz uygulamalarda kullanılmaktadır. Yapacağımız yapı tek katlı, tek açıklıklı olsa bile hesaplarının doğru ve eksiksiz yapılması gerekir. Kullanılan sonlu eleman tabanlı programlar sayesinde uygulamada istenilen her türlü ihtiyacı karşılayacak durumda alternatif bulunabilir. Bu çalışmamızda SAP 2000 sonlu eleman programı ile üç boyutlu iki açıklıklı endüstri yapısı modellenmiştir. Sap 2000 programı malzeme tanımı eleman tanımı, yapı boyutlandırması gibi birçok özellik için geniş bir kütüphaneye sahiptir. Ayrıca sap 2000 programı input ve output formatlarının çeşitli olması ayrıca kullanım ve uygulama kolaylığı sunmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı 3 farklı açıklıkta ve 3 farklı geometrik şekilde tasarlanan bir endüstriyel yapının lineer davranış altında sonlu elemanlar yöntemi ile analizinin yapılıp karşılaştırılmasıdır.

Makas açıklıkları 15 m, 20 m, 25 m olup 3 açıklıkta da sırası ile dolu gövdeli, kafes ve petek kirişlerden oluşan çatı sistemi tasarlanmıştır. Yapı tasarımdaki çatı kirişleri değiştirilerek aynı yük altında en uygun tasarımın belirlenmesi hedeflenmiştir.

Ayrıca çalışmada, çift açıklıklı tek katlı çelik endüstriyel yapının ilgili yönetmelik koşullarına göre tasarım ve analizleri yapılmıştır. Endüstri yapılarının statik yükler ve rüzgâr yükleri altında projelendirilmesinde TS498 (Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler) ve TS648 (Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları) kullanılmıştır; tek katlı yapının statik yükler ve deprem yükleri altında projelendirilmesinde ise standartlara ek olarak DBYBHY - 2007 (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) kullanılmıştır. Yapı tasarım

ve analizleri için geliştirilmiş sonlu elemanlar yöntemine dayalı, SAP2000 yapısal analiz programı kullanılmıştır. Yardımcı program olarak ise Excel ve AutoCAD programlarından yararlanılmıştır.

1.2. Literatür Özeti

Aslan çalışmasında, 3 farklı aşık tipi boyutlandırılarak elverişsiz yüklemeler sonucu hesaplama sonuçları kontrol edilerek aşık ağırlıkları ve yapı ağırlığı karşılaştırılarak petek kirişi, uzay kafes ve H profil kiriş tipleri kullanılarak boyutlandırılmıştır. Uzay kafes aşık tipi 1. Model, petek kiriş ise 2. Model tipi olarak kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalara göre aşık tipi en hafif sistem olarak belirlenmiş ancak, mesnetleme zorlukları göz önüne bulundurulmuştur. Aks açıklığı 10 metre alınarak yapılan hesaplamalarda yüklemeler ve sehim sınırlarının etkisi açıkça görülmüştür(Aslan, 2009).

Öner çalışmasında, uçak hangarı olarak planlanan bir binada konsol kafes kirişi mevcut yüklemeler ile boyutlandırılmış, Farklı aşık tipleri karşılaştırılarak boyutlandırılma çalışması yapılmıştır. Dolu gövdeli hadde profil, basit kiriş, petek kiriş ve uzay kafes sistemleri karşılaştırdığında uzay kafes sistemi en hafif olduğu görülmüş ancak, mesnetlenme ve montaj şartları göz önüne alındığında dolu gövdeli kiriş sistemi tercih sebebi olmuştur (Önder, 2009).

Çiftlik çalışmasında, Mevcut yükler altında çelik endüstri yapısı boyutlandırılarak farklı sistem çözümlerinin ekonomik karşılaştırılması yapılmış. Bu çalışmada en ekonomik aşık tipi araştırmasında hadde profiller kullanılarak gerber kiriş, sürekli kiriş ve petek kiriş tasarlanmıştır. Ayrı ayrı çözümlenen kiriş tipleri aynı kesiti vermiş. Analiz sonucu kafes sistem daha uygun ve ekonomik olduğu için tercih edilmiştir (Çiftlik, 2013).

Altın ve Bulut çalışmalarında, ekonomik taşıyıcı sistem seçimi ve boyutlandırılması hedeflenen çalışmada, en hafif sistem en ekonomik sistem olarak belirlenmiştir. Mevcut yüklemeler sonucu yapılan hesaplamalara göre kafes sistemlerin, dolu

gövdeli ve petek kiriş sistemleri ile karşılaştırıldığında ekonomik çözümler verdiği görülmüştür (Altın ve Bulut, 2002).

Korkmaz çalışmasında farklı deprem bölgeleri ile zemin sınıfları seçilerek betonarme çerçeveler ile uzay çatı sistemlerinin deprem analizleri yapılan bu çalışmada önemli derecede deprem davranışlarını etkileyen unsurun çelik çatının olmadığı, ana unsurun betonarme çerçeve sistemin olduğu vurgulanmıştır (Korkmaz ve Zeki, 2007).

Karasoy çalışmasında, endüstriyel yapıların ekonomik çözümlerini incelediği çalışmasında dolu gövdeli ve kafes kiriş sistemlerini aynı açıklık kullanılarak analiz ederek sonuçlarını değerlendirmiştir. Kafes kiriş sistemi eksenel yük, dolu gövdeli kiriş sistemi eksenel yük ve eğilme etkisi altında analiz yapılmıştır. Moment değerinin kolon kiriş birleşim bölgelerinde en büyük değere ulaştığı görülmüştür. I profiller kullanılarak modellenen çatı sisteminde eğiminin %18'e ulaşıncaya dek kolon alt momentlerinde lineer bir artış gösterdiği, ancak bu eğimden sonra momentlerin artış oranı azalmaktadır. Eğimin düşük olduğu durumlarda normal kuvvetler küçük, eğim arttıkça normal kuvvetin artma oranı artmaktadır (Karasoy, 2013).

Özmen çalışmasında, farklı çatı tipleri ve eğimdeki çatı sistemleri bulunan binalar üzerinde rüzgar etkilerinin deneysel ve teorik uygulamaları incelenmiştir (Özmen ve Baydar, 2016).

Parasi çalışmasında, yığma yapıların deprem davranışı üzerinde ahşap çatıların etkisini incelemiştir. Güçlendirme tadilatı sırasında yapılan ilavelerin olumsuz etki yarattığı örneklerle açıklanmıştır (Parasi ve ark., 2008).

Piroğlu çalışmasında, rüzgar ve yağmur etkisinde kalarak çöken betonarme sistem ve çelik çatılı bir yapı incelenerek, TS498 ve TS 648 standartlarında yağmur yükü eksikliğine dikkat çekilmiş ve düzenleme yapılması gerekliliği üzerinde durulmuştur (Piroğlu ve Özakgöl, 2016).

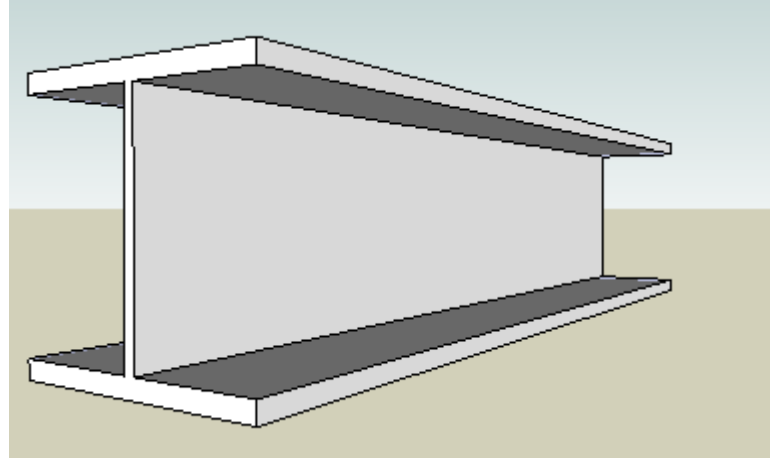
Yuanming çalışmasında, betonarme kolonlar üzerinde çelik kiriş ve beton platformdan oluşan bir köprünün sismik performansı incelenmiş, 50 yıllık tahmini süreçte karşılaşılabilecek 3 deprem ihtimali ve ivme kaydı kullanılarak titreşim modları incelenmiştir (Yuan ve Lin, 2006).

1.3. Çelik Yapı Sistemlerin Tanıtılması

1.3.1. Dolu gövdeli kiriş

Dolu gövdeli çelik kirişler, hadde mamulü profiller, levhalı yapma en kesitler ya da profil ve levhalarla oluşturulmuş bileşik enkesitlerle düzenlenir. Hadde mamulü dolu gövdeli kirişler genellikle geniş başlıklı I profillerle yapılır. Bu profillerin başlıklarında malzeme yoğunluğu olduğu için basit eğilme etkisindeki kirişler için uygun bir kesittir. U ya da köşebent gibi simetrik olmayan profillerle düzenlenecek kirişlerde eğilme momentleri ile birlikte burulma momentleri de oluşacağından bu kirişler fazla yüklü olmamalıdır. Kirişin taşıdığı yük bakımından hadde mamulü profilin yeterli olmadığı durumlarda, kiriş yüksekliği sınırlı ise ya da tüm kiriş yüksekliğinin artırılması ekonomik olmayacaksa, momentin büyük olduğu kısımlarda kiriş levhalarla takviye edilebilir.

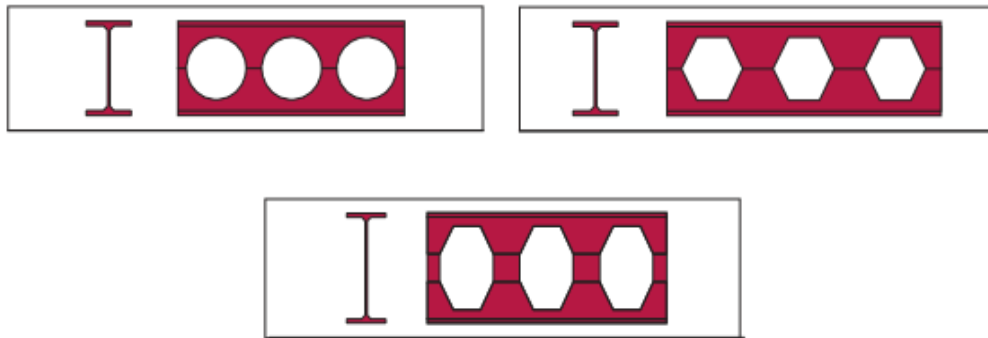
Levhalı yapma en kesitli kirişler hazır profil ve takviyeli profil en kesitlerinin yetmediği büyük açıklıkların geçileceği durumlarda kullanılır. Genellikle kiriş iki başlık levhasının tek gövde levhasına eklenmesiyle oluşturulur. Levhalı yapma en kesitli kiriş yüksekliği arttıkça gövde levhası kalın yapılmalı ya da ince yapılacaksa, gövdenin karşıladığı kesme kuvvetlerinin gövdede buruşmaya yol açmaması için gövde düşey ya da yatay levhalarla berkitilmelidir. Berkitilme levhaları kirişi ağırlaştırır. Kutu kesitler, iki başlık levhasına iki gövde levhası kaynaklanarak oluşturulur. Bunların bertilmesi içten diyafram levhalarıyla yapılır.



Şekil 1.1. Dolu gövdeli kiriş kesiti görünümü

1.3.2. Petek kiriş

I kesitli hadde profillerinin (I, IP, IPE profilleri) gövdeleri boyunca testere dişine benzer şekilde kesildikten sonra özel bir sistemde tekrar kaynaklanmalarıyla elde edilen kirişlere çelik yapılarda “petek kiriş” adı verilmiştir. Bu şekilde gövdesinde petek şeklinde altı köşeli boşluklar bulunan daha yüksek bir profil elde edilir. Gövde boşluklarının altı köşeli ve petek görünüşlü olmaları nedeniyle, bu tür kirişlere genel olarak bu ad verilmektedir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.2. Petek kiriş çeşitleri

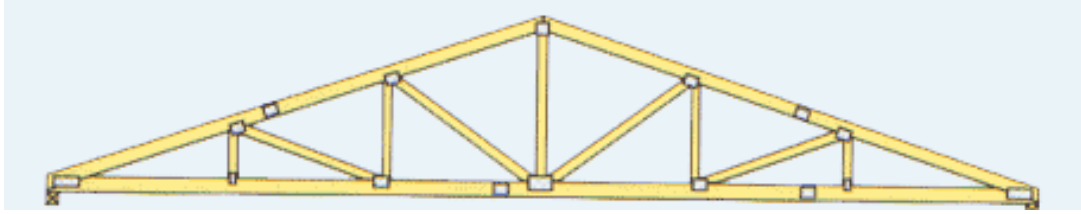
Petek kirişlerin başlıca avantajları şunlardır:

- Aynı kg/m ağırlıkta daha yüksek eğilme mukavemeti sağlayabilmeleri
- İstenilen yapı yüksekliğini geniş ölçüde sağlama imkanı
- Hafif görünümlü bir konstrüksiyon ve boşluklar dolayısıyla boya yüzeyinin azalmasıdır.

1.3.3. Kafes kirişler

Kafes kiriş sisteminde alt başlık, üst başlık, diyagonal ve dikme çubukları optimum kesit olacak şekilde tasarlanmıştır. Çelik yapıyı oluşturan kolonlar zemine ankastre olacak şekilde mesnetlendirilmiştir. Alt başlık ve üst başlıkta yer alan çubukların tamamının, düğüm noktalarından, kafes düzleme dik doğrultudaki hareketlerinin tutulduğu kabul edilmiştir.

Betonarme yapılara birçok üstünlük sağlayan çelik yapılar oluşturduğu yüksek maliyetler nedeniyle ülkemizde yeterince tercih edilmemektedirler. Ancak hal yapıları, uçak hangarları gibi büyük açıklıklara ihtiyaç duyulan yapıların tasarlanmasında çelik yapı sistemlerinin kullanılması tercih sebebidir.



Şekil 1.3. Kafes kiriş kesit görünümü

BÖLÜM 2. SİSTEMİN TANIMLANMASI

2.1. Açıklığı 15 m Olan Sistem

Bu çalışmada ilk olarak açıklığı 15 m olan sistem tasarlanmıştır. Tasarımda incelenecek yapı dolu gövdeli çelik kiriş olarak yapılmıştır. Endüstriyel yapının ana taşıyıcı elemanları kolon ve kirişden oluşmaktadır. İkincil yapı elemanı olarak ise rüzgar yükünü alan cephe kuşakları, aşıklar ve çaprazlardan oluşturulmuştur. Aynı açıklığa sahip dolu gövdeli, petek ve kafes sistem olarak 3 farklı tasarımı yapılmıştır. Tasarım yapılırken kolon ve kirişler emniyet gerilmesini aşmayan en küçük kesit olarak belirlenmiştir. Diğer yapı elemanı olarak aşık, çapraz ve cephe kuşağı profilleri ise her sistemde sabit olarak alınmıştır. Böylece yapılacak maliyet analizini daha doğru oluşturulacaktır.

2.1.1. Açıklığı 15 m olan dolu gövdeli sistem

2.1.1.1. Sistem bilgileri

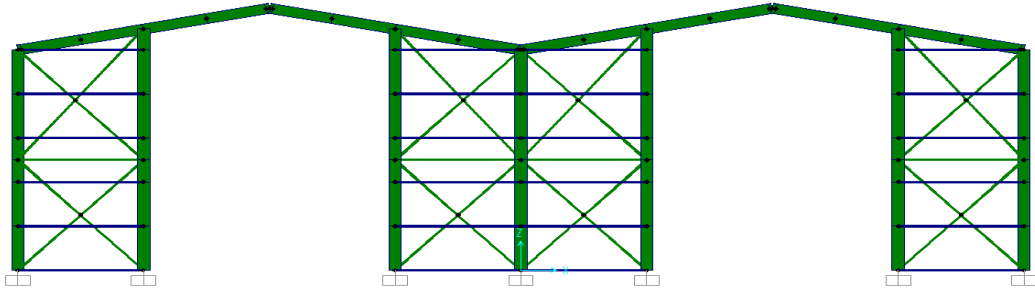
Bu bölümde açıklığı 15 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan dolu gövdeli sistemin analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.1.- Şekil 2.2.- Şekil 2.3.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

- Sistem şekli : Dolu gövdeli kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde)
- Kaplama malzemesi : Saç kaplama

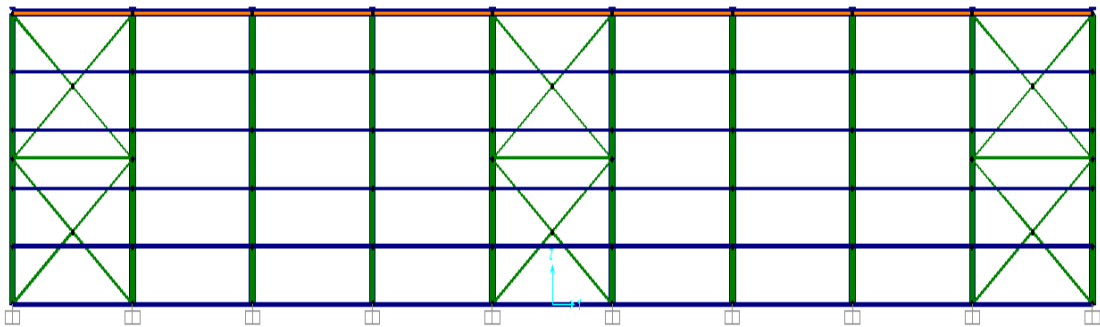
- Kolon ve Kiriş : HEA 300
- Çaprazlar : F89 Daire Kesit
- Aşıklar : 150x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil
- Zemin Sınıfı : Z2
- Deprem Bölgesi : 1

2.1.1.2. Makasa ait bilgiler

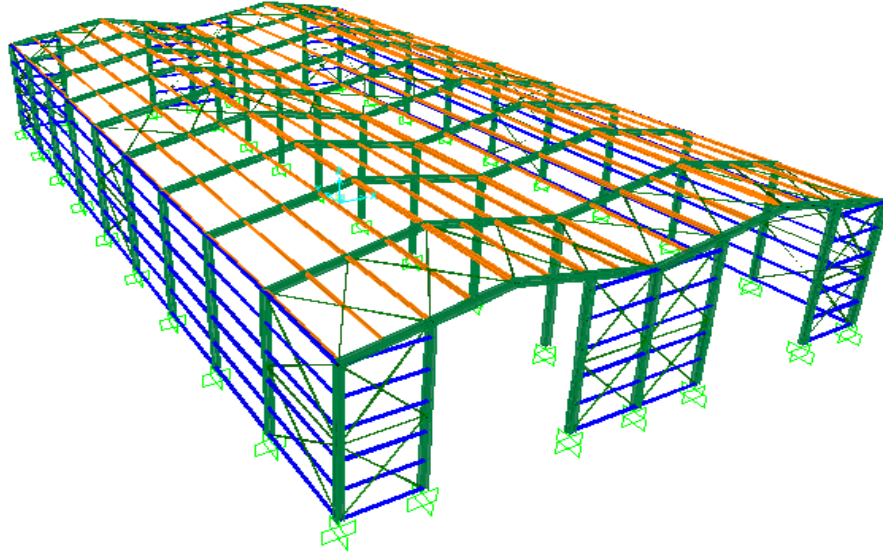
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 15.00 m
- Aşık sayısı : 10
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 1.875 m
- Makas orta yüksekliği : 1.5 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.1. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.2. Sistemin yz düzleminde 2 boyutlu görünümü



Şekil 2.3. Sistemin 3 boyutlu modeli

2.1.2. Açıklığı 15 m olan petek kirişli sistem

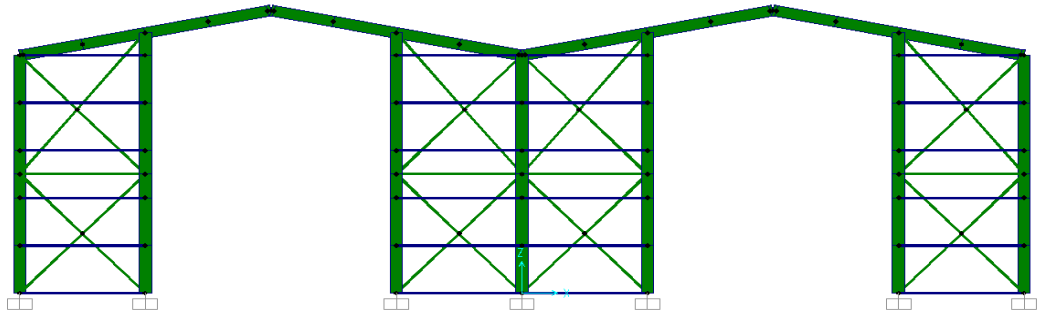
2.1.2.1. Sistem bilgileri

Bu bölümde açıklığı 15 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan petek kirişli sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.4.- Şekil 2.5.- Şekil 2.6.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

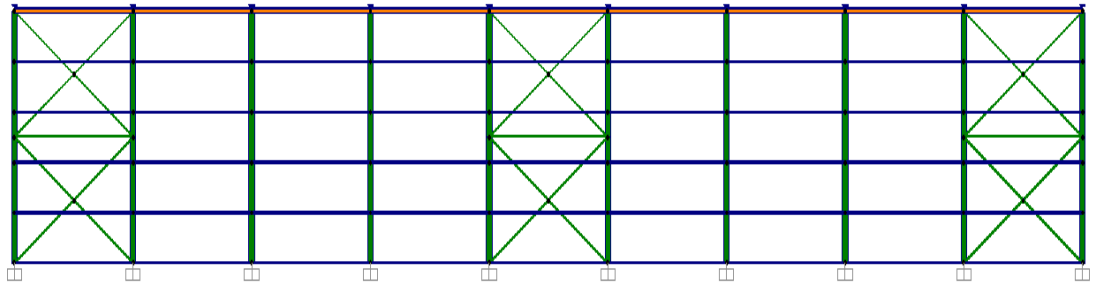
- | | |
|-------------------|--|
| - Sistem şekli | : Dolu gövdeli kiriş |
| - Çelik malzemesi | : A992Fy50 |
| - Birleşim aracı | : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde) |
| - Kolon ve Kiriş | : HEA 300 |
| - Çaprazlar | : F89 Daire Kesit |
| - Aşıklar | : 150x100 Kutu Profil |
| - Cephe Kuşağı | : 120x60 Kutu Profil |
| - Zemin Sınıfı | : Z2 |
| - Deprem Bölgesi | : 1 |

2.1.2.2. Makasa ait bilgiler

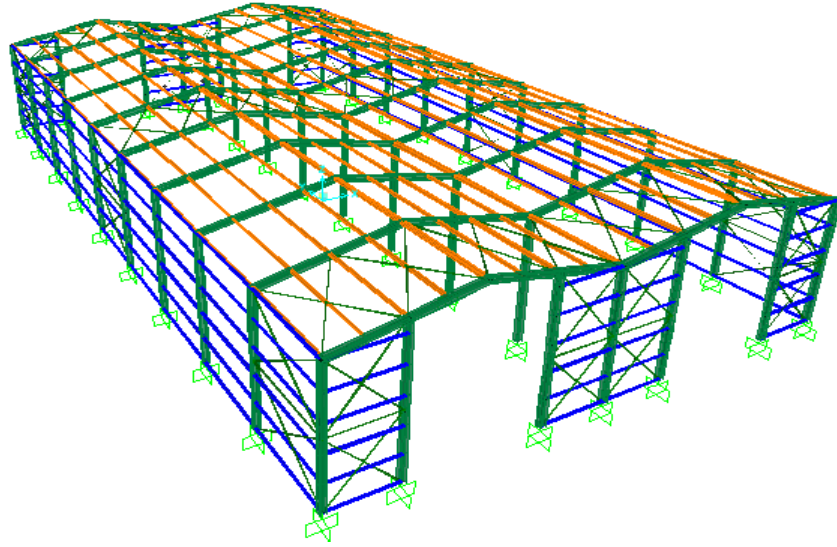
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 15.00 m
- Aşık sayısı : 10
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 1.875 m
- Makas orta yüksekliği : 1.5 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.4. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.5. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünümü



Şekil 2.6. Sistemin 3 boyutlu modeli

2.1.3. Açıklığı 15 m olan kafes sistem

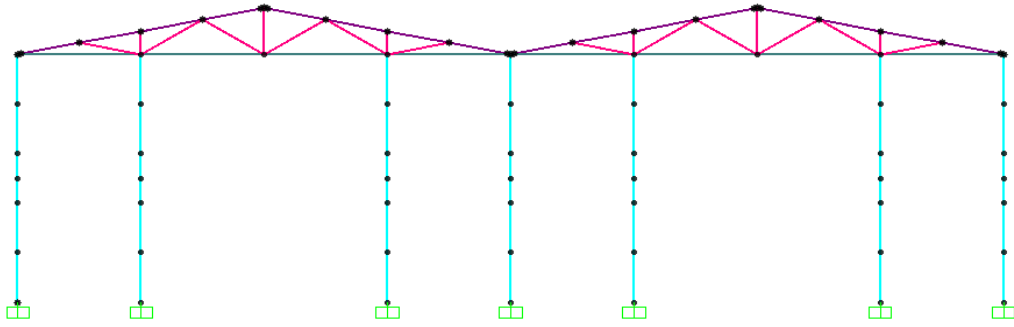
2.1.3.1. Sistem bilgileri

Bu bölümde açıklığı 15 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan kafes kirişli sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.7.- Şekil 2.8.- Şekil 2.9.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

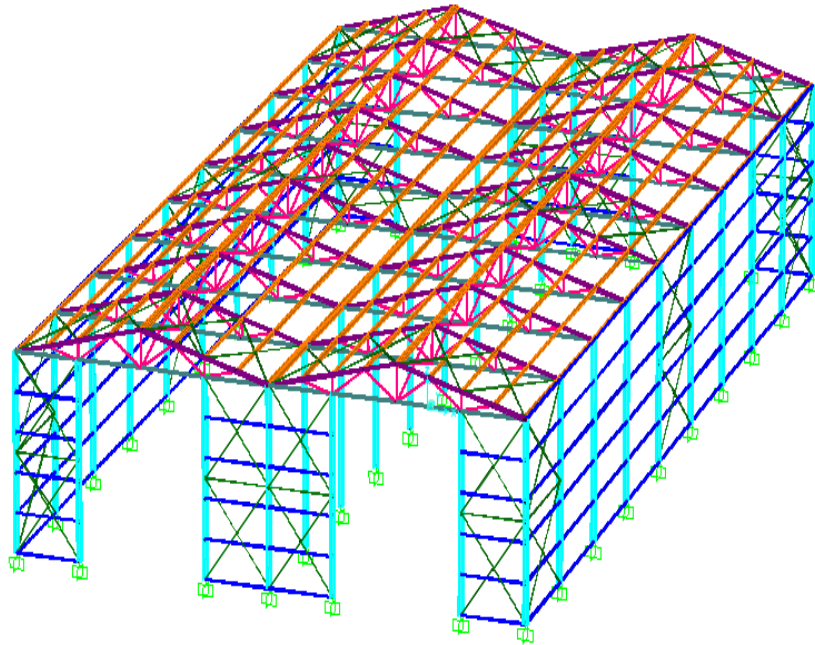
- Sistem şekli : Kafes Kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon(temelde)
- Kolon : HEAn260
- Kiriş : HEA 100
- Çaprazlar : F89 Daire Kesit
- Aşıklar : 150x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil
- Diagoneller : 60x60 Kutu Profil
- Zemin Sınıfı : Z2
- Deprem Bölgesi : 1

2.1.3.2. Makasa ait bilgiler

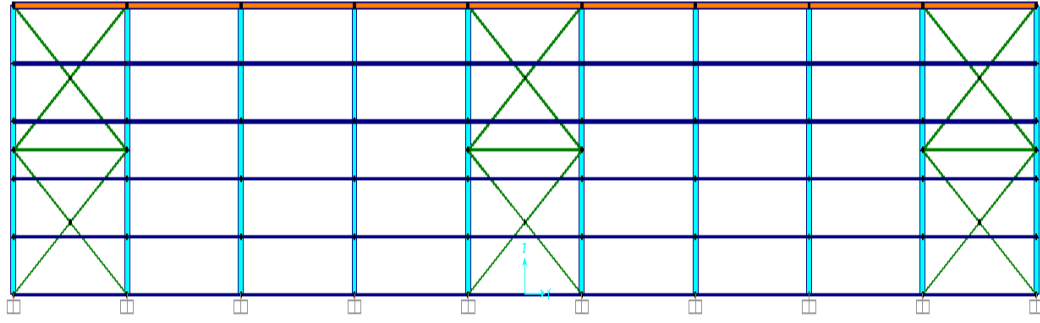
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 15.00 m
- Aşık sayısı : 10
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 1.875 m
- Makas orta yüksekliği : 1.5 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.7. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.8. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.9. Sistemin yz düzleminde 2 boyutlu görünümü

2.2. Açıklığı 20 m Olan Sistem

Bu çalışmada tasarlanan endüstriyel yapı kolon, kiriş gibi ana taşıyıcı elemanlardan, rüzgar yükünü alan cephe kuşaklarından, aşıklardan ve çaprazlardan oluşmaktadır. Dolu gövdeli, petek ve kafes sistem olarak 3 farklı tasarımı olan sistemin aşık, çapraz ve cephe kuşağı profilleri her sistemde aynıdır.

2.2.1. Açıklığı 20 m olan dolu gövdeli sistem

2.2.1.1. Sistem bilgileri

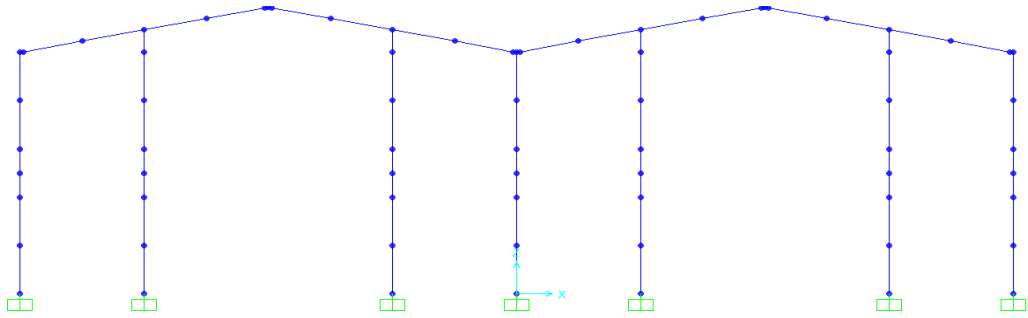
Bu bölümde açıklığı 20 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan dolu gövdeli kiriş sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.10.- Şekil 2.11.- Şekil 2.12.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

- | | |
|-------------------|--|
| - Sistem şekli | : Dolu gövdeli kiriş |
| - Çelik malzemesi | : A992Fy50 |
| - Birleşim aracı | : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde) |
| - Kolon ve Kiriş | : HEA 340 |
| - Çaprazlar | : F114 Daire Kesit |
| - Aşıklar | : 160x100 Kutu Profil |

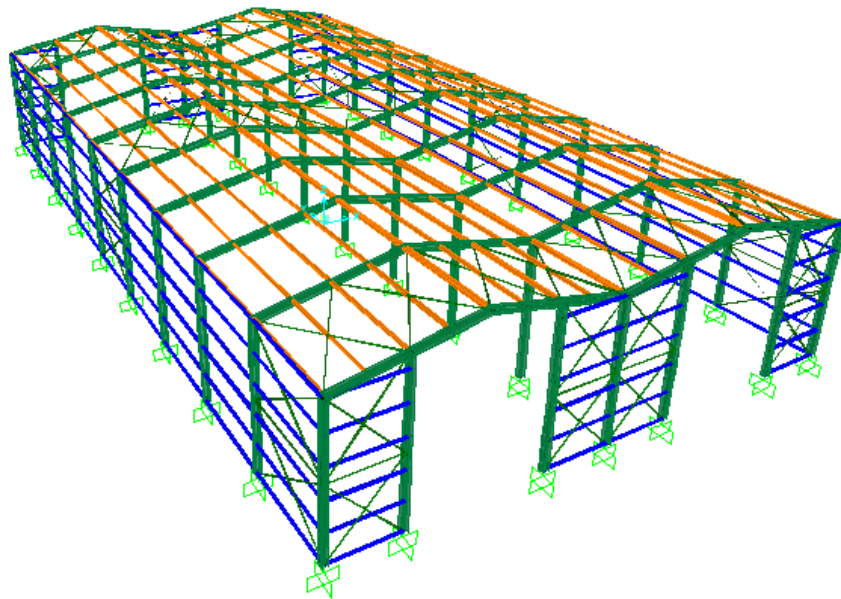
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil
- Zemin Sınıfı : Z2
- Deprem Bölgesi : 1

2.2.1.2. Makasa ait bilgiler

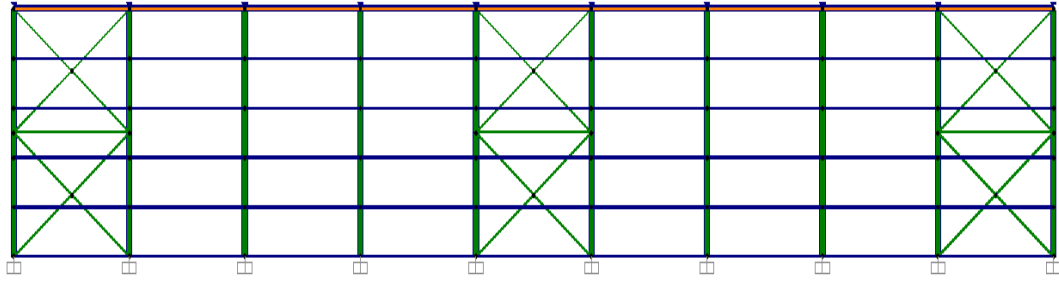
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 20.00 m
- Aşık sayısı : 12
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 2m
- Makas orta yüksekliği : 2 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.10. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.11. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.12. Sistemin yz düzleminde 2 boyutlu görünümü

2.2.2. Açıklığı 20 m olan petek kirişli sistem

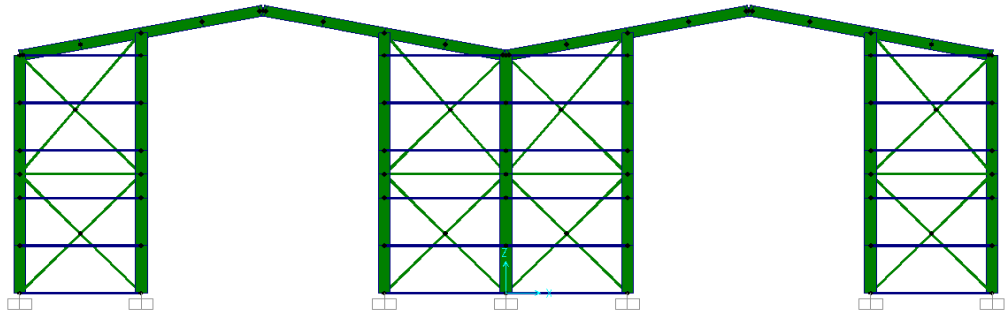
2.2.2.1. Sistem bilgileri

Bu bölümde açıklığı 20 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan petek kiriş sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.13.- Şekil 2.14.-Şekil 2.15.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

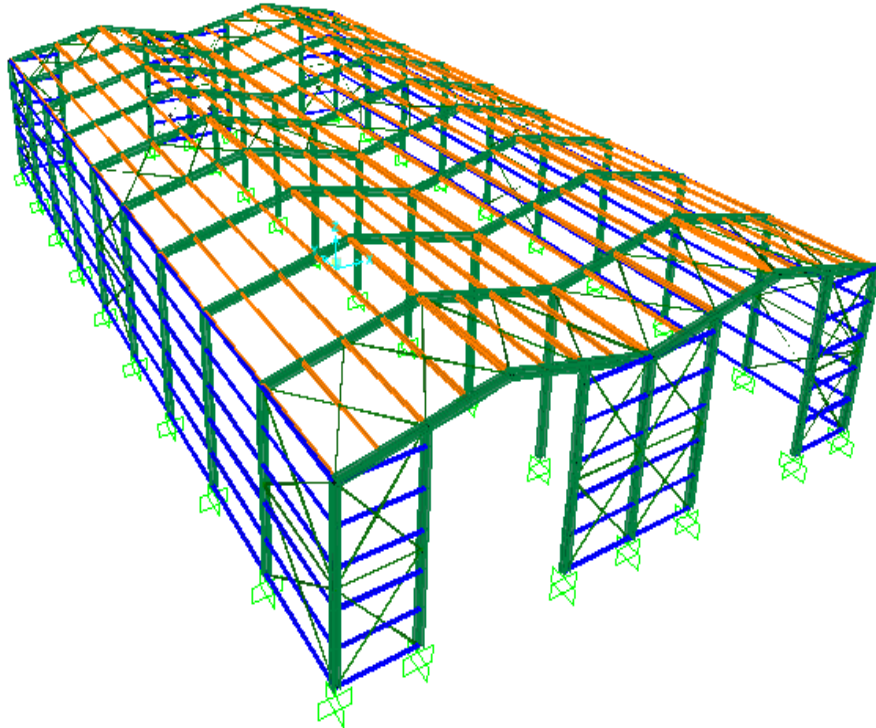
- Sistem şekli : Dolu gövdeli kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde)
- Kolon ve Kiriş : HEA 300
- Çaprazlar : F114 Daire Kesit
- Aşıklar : 160x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil
- Zemin Sınıfı : Z2
- Deprem Bölgesi : 1

2.2.2.2. Makasa ait bilgiler

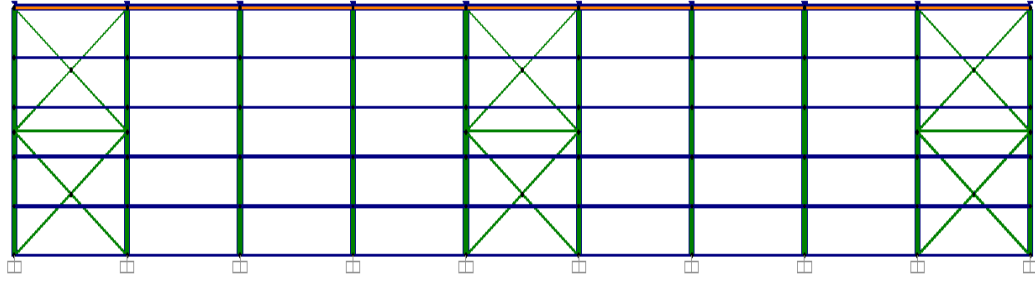
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 20.00 m
- Aşık sayısı : 12
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 2 m
- Makas orta yüksekliği : 2 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.13. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.14. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.15. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünümü

2.2.3. Açıklığı 20 m olan kafes kirişli sistem

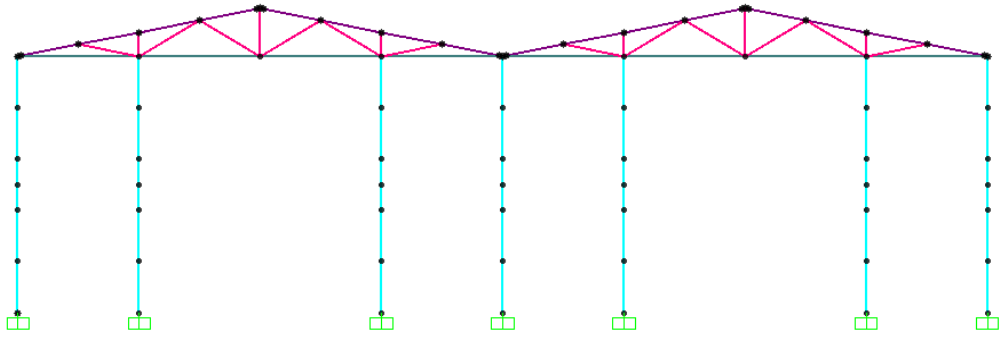
2.2.3.1. Sistem bilgileri

Bu bölümde açıklığı 20 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan kafes kiriş sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.16.- Şekil 2.17.-Şekil 2.18.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

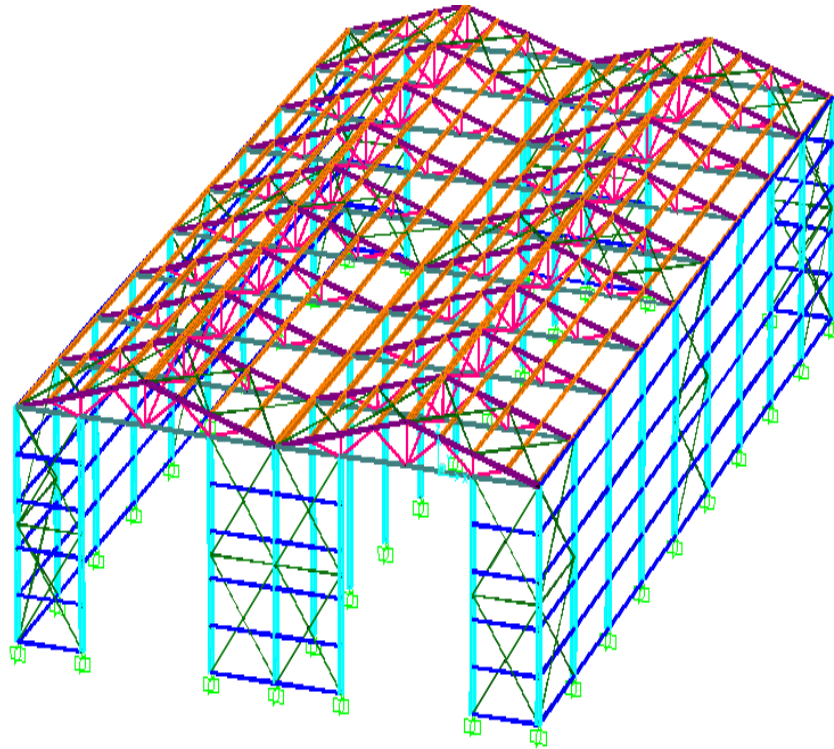
- Sistem şekli : Kafes Kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde)
- Kolon : HEA 300
- Kiriş : HEA 100
- Çaprazlar : F114 Daire Kesit
- Aşıklar : 160x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil
- Diagoneller : 60x60 Kutu Profil
- Zemin Sınıfı : Z2
- Deprem Bölgesi : 1

2.2.3.2. Makasa ait bilgiler

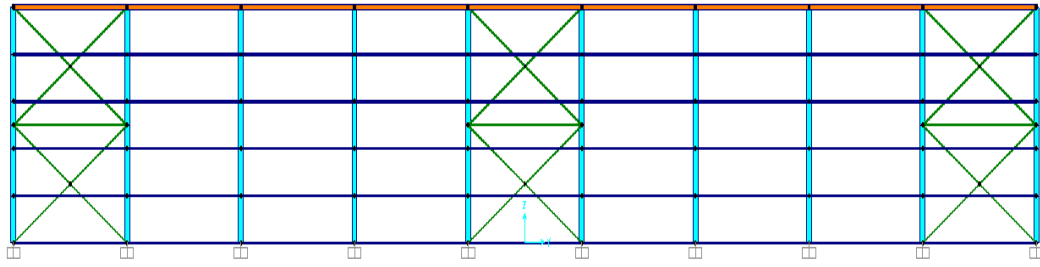
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 20.00 m
- Aşık sayısı : 12
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 2 m
- Makas orta yüksekliği : 2 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.16. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.17. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.18. Sistemin yz düzleminde 2 boyutlu görünümü

2.3. Açıklığı 25 m Olan Sistem

Bu çalışmada tasarlanan endüstriyel yapı kolon, kiriş gibi ana taşıyıcı elemanlardan, rüzgar yükünü alan cephe kuşaklarından, aşıklardan ve çaprazlardan oluşmaktadır. Dolu gövdeli, petek ve kafes sistem olarak 3 farklı tasarımı olan sistemin aşık, çapraz ve cephe kuşağı profilleri her sistemde aynıdır.

2.3.1. Açıklığı 25 m olan dolu gövdeli sistem

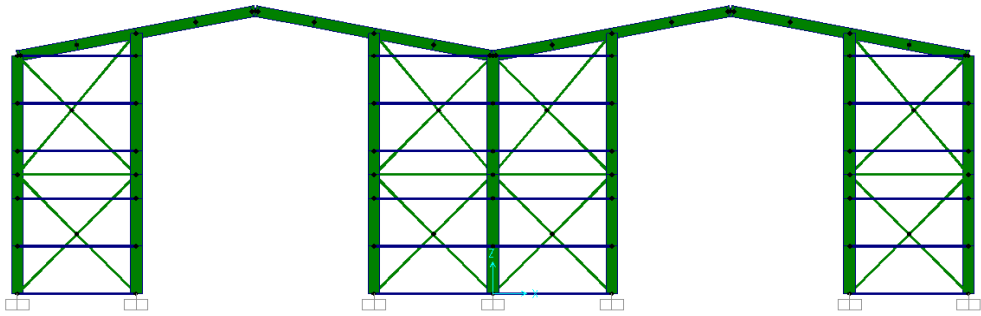
2.3.1.1. Sistem bilgileri

Bu bölümde açıklığı 25 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan dolu gövdeli kiriş sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.19.-Şekil 2.20.-Şekil 2.21.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

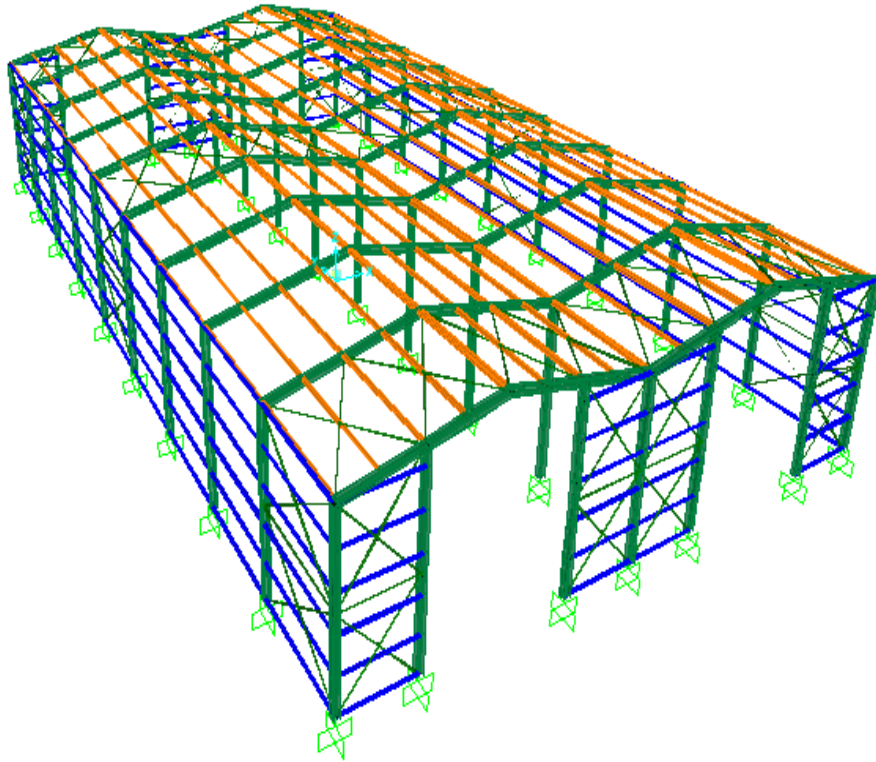
- Sistem şekli : Dolu gövdeli kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde)
- Kolon ve Kiriş : HEA450
- Çaprazlar : F139 Daire Kesit
- Aşıklar : 160x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil

2.3.1.2. Makasa ait bilgiler

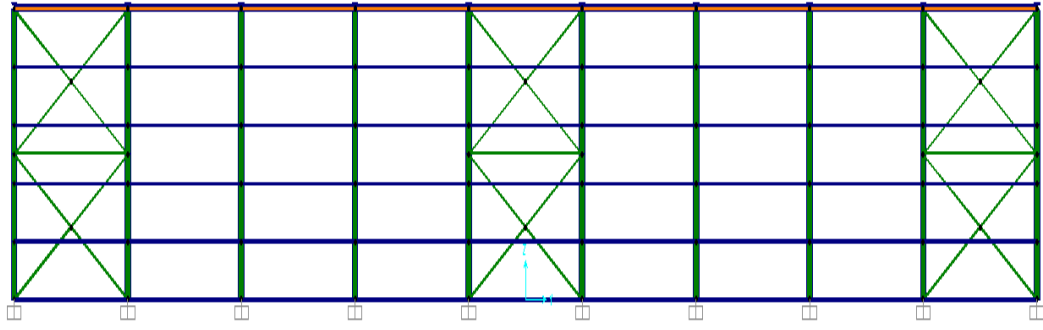
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 25.00 m
- Aşık sayısı : 14
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 2.084 m
- Makas orta yüksekliği : 2.5 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.19. Sistemin xz düzleminde 2 boyutlu modeli



Şekil 2.20. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.21. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünümü

2.3.2. Açıklığı 25 m olan petek kirişli sistem

2.3.2.1. Sistem bilgileri

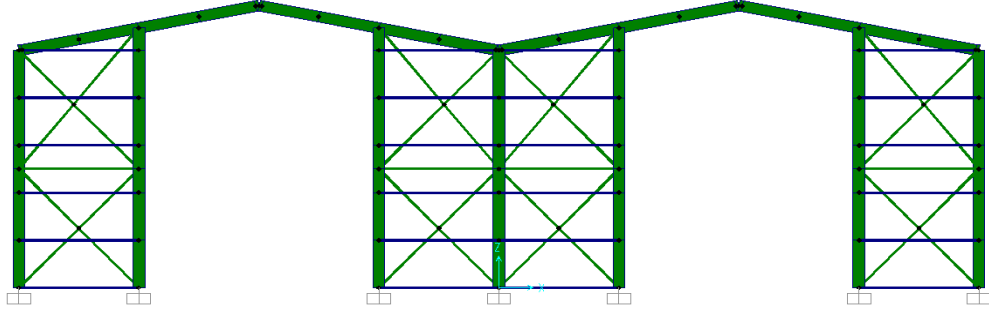
Bu bölümde açıklığı 25 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan petek kiriş sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.22.- Şekil 2.23.-Şekil 2.24.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

- Sistem şekli : Dolu gövdeli kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon(temelde)
- Kolon ve Kiriş : HEA 360
- Çaprazlar : F139 Daire Kesit
- Aşıklar : 160x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil

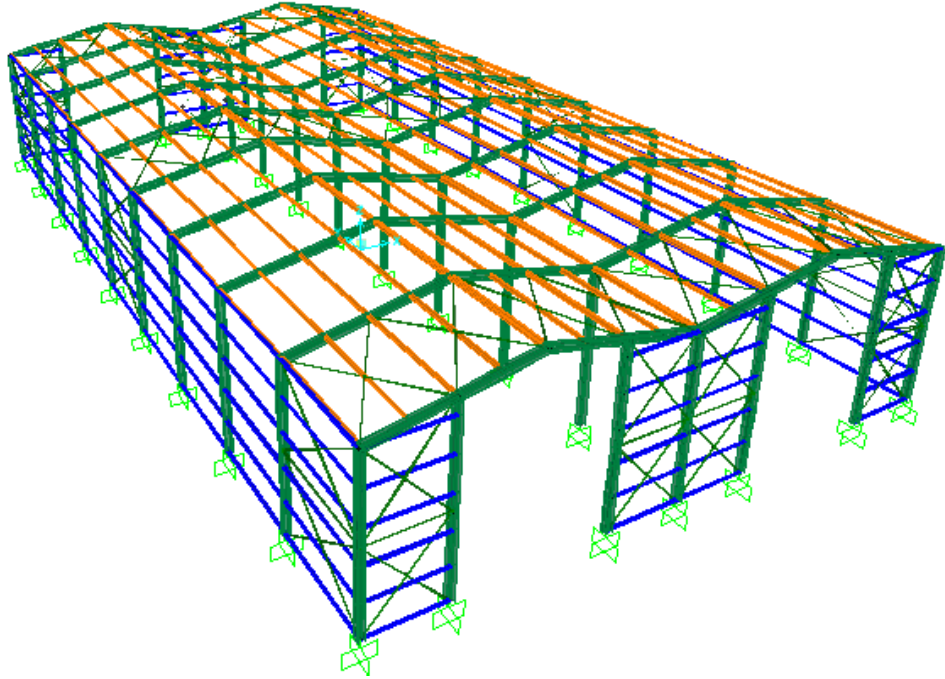
2.3.2.2. Makasa ait bilgiler

- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 25.00 m
- Aşık sayısı : 14

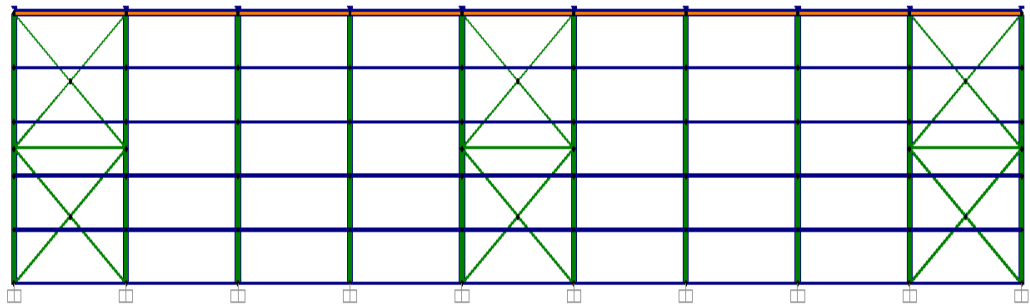
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 2.084 m
- Makas orta yüksekliği : 2.5 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)



Şekil 2.22. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.23. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.24. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli

2.3.3. Açıklığı 25 m olan kafes sistem

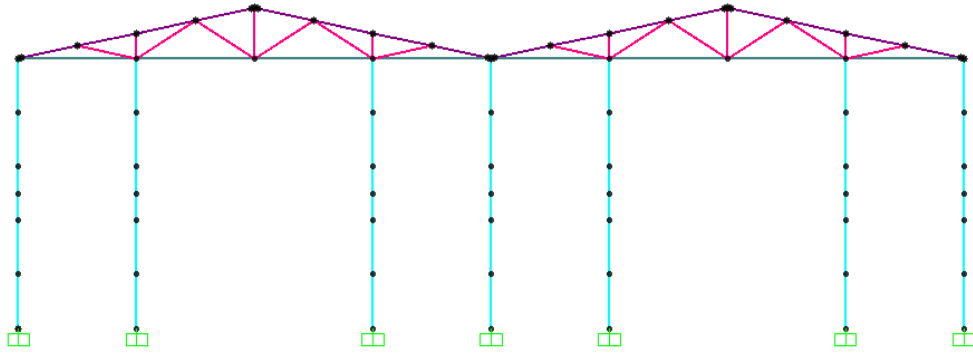
2.3.3.1. Sistem bilgileri

Bu bölümde açıklığı 25 m, kolon yüksekliği 8 m, kolonlar arası mesafesi 6 m olarak tasarlanan petek kiriş sistem analizi yapılmıştır. Çelik malzemesi olarak SAP2000 programının default malzemesi olan A992Fy50 kullanılmıştır. Kıyaslama malzeme üzerinden yapılacağı için tüm sistemlerde aynı malzeme kullanılmıştır. Şekil 2.25.- Şekil 2.26.-Şekil 2.27.'de geometrik özellikleri verilmiştir.

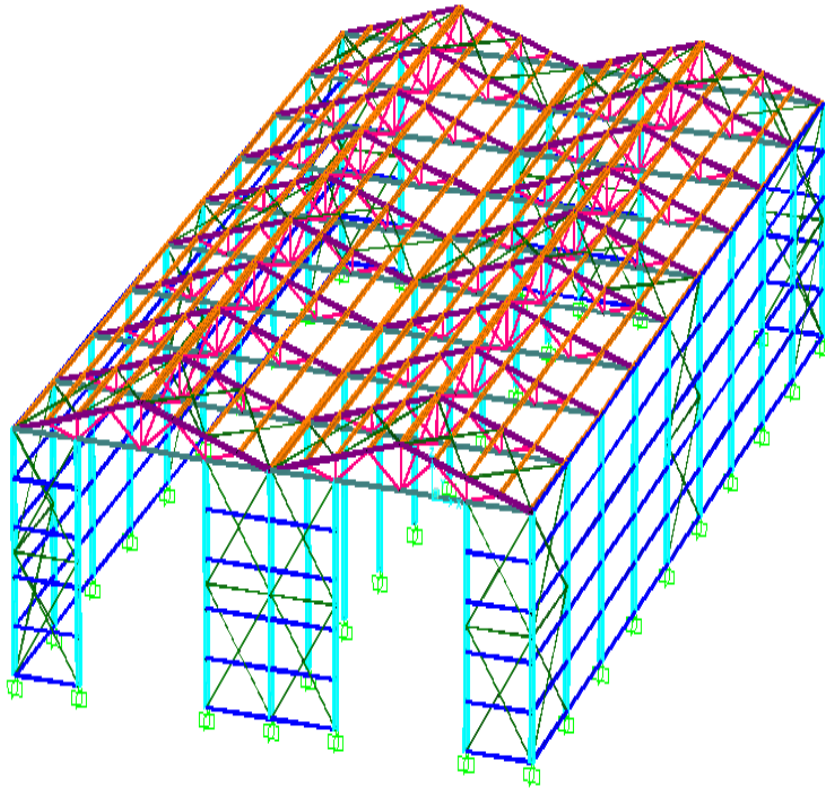
- Sistem şekli : Dolu gövdeli kiriş
- Çelik malzemesi : A992Fy50
- Birleşim aracı : Kaynak (makas, kolon ve temelde),
Bulon (temelde)
- Kolon ve Kiriş : HEA 360
- Çaprazlar : F139 Daire Kesit
- Aşıklar : 160x100 Kutu Profil
- Cephe Kuşağı : 120x60 Kutu Profil

2.3.3.2. Makasa Ait Bilgiler

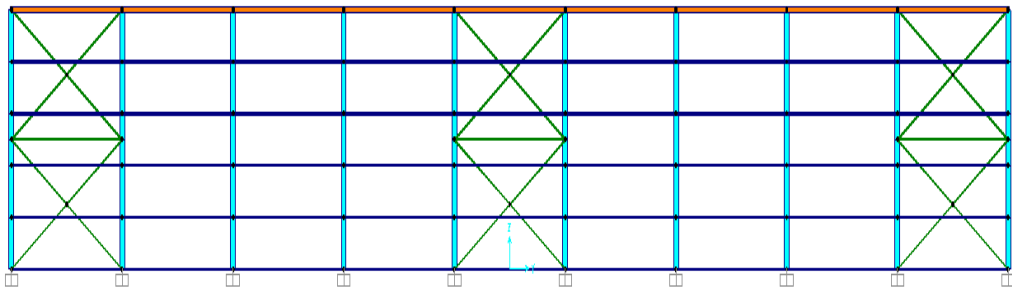
- Makas aralığı : 6.00 m
- Makas açıklığı : 25.00 m
- Aşık sayısı : 14
- Aşık aralığı (Y.D.) (a) : 2.084 m
- Makas orta yüksekliği : 2.5 m
- Çatı eğimi : 11.30 ° (%20)
- Diagoneller : 70x70 Kutu Profiller



Şekil 2.25. Xz düzleminde sistemin 2 boyutlu modeli



Şekil 2.26. Sistemin 3 boyutlu modeli



Şekil 2.27. Sistemin yz düzlemi 2 boyutlu görünüm

BÖLÜM 3. SİSTEM YÜKLERİNİN TANIMLANMASI

3.1. Sisteme Etki Eden Yüklerin Tanıtılması

Çelik çatılar atmosfer, yalıtım ve bunları karşılayan kaplama örtüleri yüklerine göre boyutlandırılırlar. Çelik çatı taşıyıcı iskelete ağırlık önemli ölçüde kaplama örtüsü yüklerinden gelir. Kaplama örtüsünün kullanım amacına ve yerel koşullara göre uygun seçilmesi önem taşır. Özellikle rüzgâr ve kar yüklerinin yapıya etkisi; yapının formu, eğimi, açık veya kapalı olmasına göre değişiklikler gösterir. Rüzgâr yükleri, yapının bulunduğu yerin deniz kenarında veya dağ silsileleri üzerinde olmasından etkilenir. Rüzgâr yükleri, çelik çatılar için birinci dereceden önemli yükler olup basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek dikkate alınır. Kar yükleri ise; yapının bulunduğu yerin denizden yüksekliğine, çatının eğimine, yapının açıklık sayısına bağlı olarak birçok değişkene bağlıdır. Depremler ise; her biri tamamen kendine özgü ve önceden bilinemeyecek birçok değişkeni içinde barındıran doğa olaylarıdır. Deprem yükleri, oldukça yıkıcı sonuçlar doğurabilecek nitelikte olup tüm bina sistemi dikkate alınarak incelenmesi gereken yüklerdir(Kocabaş, 2009).

Çelik yapılar; atmosfer, yalıtım, bunların oluşturduğu yükleri karşılayan kaplama örtüleri, kreyn ve deprem gibi yüklere göre boyutlandırılırlar. Çelik yapının ana taşıyıcı elemanlarına binen ağırlığın büyük bir çoğunluğunu kaplama örtüsü teşkil eder. Kaplama örtüsünün kullanım amacına ve yerel koşullara uygun seçilmesi büyük önem taşır. Rüzgâr ve kar yüklerinin etkisi; yapının formu, eğimi, açık veya kapalı olmasına göre değişiklikler gösterir. Rüzgâr yükleri, yapının bulunduğu konumun deniz kenarına olan uzaklığından, yapının toplam yüksekliğinden veya dağlık bir bölgede oluşundan etkilenebilir. Kar yükleri ise yapının bulunduğu konumun denizden yüksekliğine (rakımına), çatının eğimine, yapının sahip olduğu açıklık sayısına göre değişiklik gösterir. Depremler ise; her biri tamamen kendine

özgü ve önceden bilinmeyecek birçok değişkeni içinde barındıran doğa olaylarıdır. Deprem yükleri, oldukça yıkıcı sonuçlar doğurabilecek nitelikte olup, tüm bina sistemi dikkate alınarak incelenmesi gereken yüklerdir. Ülkemizde çelik yapı boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri TS498 – 1997 standardı ile verilmektedir. Bu çalışmada, çelik yapıya etkiyen çeşitli yük durumları incelenmiş ve etkileşimleri dikkate alınarak analiz yapılmıştır. Çelik yapı hesabında göz önünde tutulacak olan yükler iki gruba ayrılır. Birinci gruptaki yükler; öz ağırlık yükleri, kar yükü, kreyn yükü gibi yükler olup Esas Yükler adı verilir. İkinci gruptaki yükler ise; rüzgâr yükü, ısı değişimi sonucu meydana gelen yükler, montaj aşamasındaki yükler olup İlave Yükler denir. Çelik bir yapının hesabı emniyet gerilmeleri yöntemine göre iki farklı yükleme haline göre yapılır. Bu iki yükleme halinde emniyet katsayıları ve emniyet gerilmeleri farklıdır. Birinci yükleme hali; EY (H) Yükleme veya 1. Yükleme hali olarak adlandırılan sadece Esas Yükler 'den oluşan bir yüklemedir. İkinci yükleme hali ise EIY (HZ) Yükleme veya 2. Yükleme hali olarak adlandırılan ve Esas Yükler + İlave Yükler 'den oluşan bir yüklemedir.

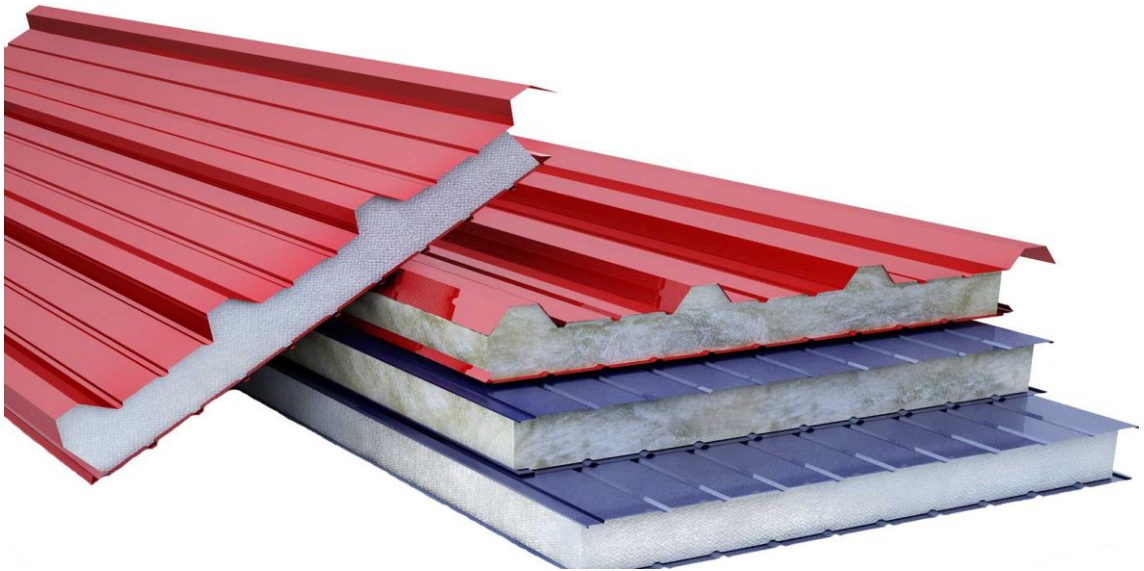
3.2. Öz Ağırlık Yükleri

Çelik yapılara etkiyen öz ağırlık yükleri; çatı örtüsü ağırlığı, aşık, rüzgar bağlantıları, stabilite bağlantıları ve makas öz ağırlıklarıdır. Bazı özel durumlarda; tesisat ve aydınlatma elemanları, asma tavan yükleri, kren, vinç vb. diğer etkenlerde öz ağırlık yükü olarak dikkate alınır.

Konut projesinde kullanılan öz ağırlık yükleri; kaplama, aşık ve asma tavan yükleridir. Örnek teşkil edebilecek bazı kaplama ve çatı örtüsü malzemelerinin öz ağırlıkları aşağıdaki Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 3.1. Örnek kaplama ağırlıkları

Malzeme	Ortalama Öz Ağırlık Yükleri (Kg/m ²)
Alüminyum	5
Çimentolu Sinüs Oluklu Levha	25
Tek Kat Galveniz Saç	10
Sandviç Panel	20
Shingle	10
Polikarbonat Esaslı Levha	2
Kenet Sistemli Levha	15
Kiremit	48

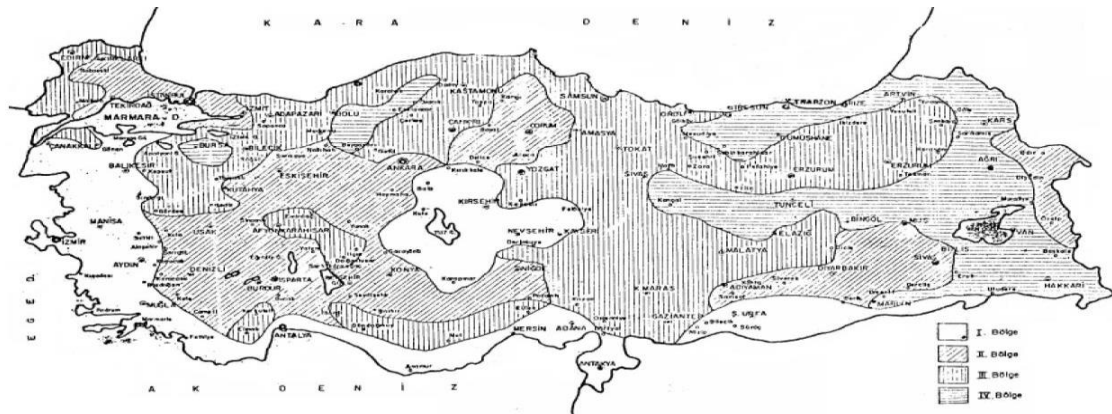


Şekil 3.1. Sandviç panel örneği

3.3. Kar Yükü

Kar yükleri inşa edilecek yapının çevresinde bulunduğu konuma, çatının tipine, çatı eğimine, hava sıcaklığına, yapının termal özelliklerine bağlıdır. Çelik çatı tasarımında; çatı üzerinde kar birikmesi, bölgedeki kar yağışının miktarı, çatı üzerinden kayan kar miktarı ve düzenli olmayan kar yüklemeleri gibi durumlar dikkate alınmalıdır. Çatıda kar birikmesinin temel nedeni rüzgâr etkisi olup çatı tasarımını doğrudan etkilemektedir. Kar yükü, çatı planında kg/m² olarak dikkate alınır. Kar yükü, yapının deniz seviyesinden yüksekliğine, yapılacak bölgenin

özelliklerine ve çatı yüzeyinin yatayla yaptığı açığa göre değişir. Kar yükü hareketli yük sınıfına girer ve coğrafi, meteorolojik şartlara bağlıdır. Kar yükü (P_{ko}) değeri, hesabı istenen çatının bulunduğu kar bölgesi dikkate alınarak yapı yerinin deniz seviyesinden yüksekliğine göre hesaplanır. Çatının ilk olarak hangi kar bölgesinde yer aldığı bilinmelidir. Türkiye dört kar bölgesine ayrılmıştır. I. bölge en az, IV. bölge en çok kar yağın bölgedir. Şekil 3.2.'de ülkemiz için kar bölgesi haritası verilmiştir.



Şekil 3.2. Türkiye kar bölgesi haritası

Bölgelere göre kar yükü değeri Tablo 3.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Kar yükü değerleri

Yapının Denizden Yükseklığı (m)	Kar Bölgesi Numarası			
	I	II	III	IV
0 – 200	75	75	75	75
300	75	75	75	80
400	75	75	75	80
500	75	75	75	85
600	75	75	80	90
700	75	75	85	95
800	80	85	125	140
900	80	95	130	150
1000	80	105	135	160
>1000	1000 m'ye karşılık gelen değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 arttırılır.			

Kar yükü hesap değerini elde etmek için çatı eğimi de dikkate alınmalıdır. Kar yükü hesap değeri (P_k), 30° 'ye kadar eğimli çatılarda kar yükü değerine (P_{ko}) eşit kabul edilir ve çatı düzlemine dik düzgün yayılı yük olarak dikkate alınır. Yatayla α açısı kadar eğim yapan ve kar kaymasının engellenmediği çatılarda kar yükü hesap değeri olarak;

$$P_k = m \times P_{ko} \quad m = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ}$$

Burada m değeri, kar yükü azaltma katsayısıdır ve TS498 – 1997'de verilen Tablo 3.3.'den alınır. Çok dik çatılarda kar durmaz ve kayar. Bu nedenle 70° 'den büyük eğimli çatılarda kar yükü hesap değeri sıfır kabul edilir.

Tablo 3.3. Kar yükü azaltma katsayıları

α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0 - 30°	1,0									
30°	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77
40°	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55	0,52
50°	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,27
60°	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10	0,07	0,05	0,02
$70^\circ - 90^\circ$	0									

3.4. Rüzgar Yükleri

Rüzgar yükü, doğrultusu genelde yatay olarak kabul edilen bir yüküdür. Rüzgar yükünün, çok yüksek olmayan normal yapılar için statik olduğu kabul edilir. Rüzgarın esme yönünde çarptığı yüzeyler basınç, arka yüzeyler ise emme kuvveti oluşturur. Rüzgar hızı yapı yüksekliği boyunca belli bir yüksekliğe kadar artar. Bu nedenle cephe ile çatıya etkiyen kuvvetlerde yapı yüksekliğine göre artış gösterebilir.

Rüzgar yükü hesabı yapının geometrisine göre değişiklik gösterir. Basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek hesaba alınır. TS498 – 1997 yönetmeliğine göre rüzgar yükleri şu şekilde hesaplanır;

$$W = C_f \times q \times A$$

C_f = Aerodinamik yük katsayısı

q = Hız basıncı (kg/m^2)

A = Etkilene yüzey alanı

Binanın zeminden yüksekliğine bağlı olarak değişen q hız basıncı aşağıdaki Tablo 3.4.'de gösterilmiştir.

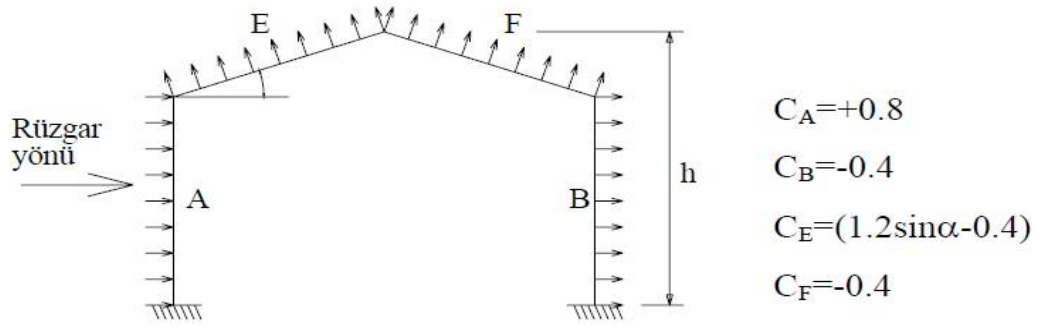
Tablo 3.4. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve hız basıncı

Zeminden Yükseklik (m)	Rüzgar Hızı (m/s)	Hız Basıncı (kg/m^2)
0 – 8	28	50
9 – 20	36	80
21 – 100	42	110
> 100	46	130

Aerodinamik yük katsayısı (C_f)'nin belirlenmesi, yapı geometrisine ve rüzgar esme yönüne bağlıdır. TS498 – 1997 yönetmeliğindeki bazı aerodinamik yük katsayıları şöyle verilmiştir;

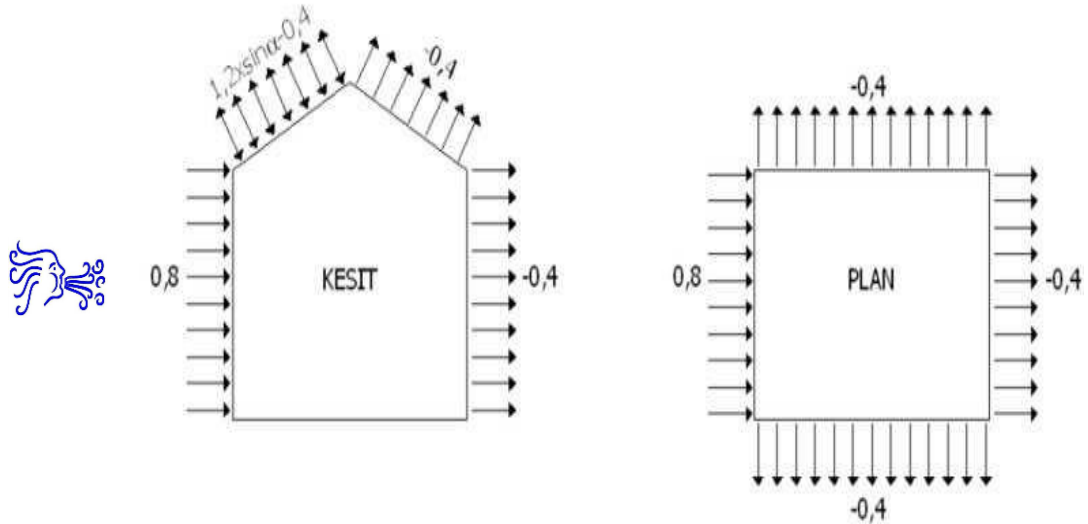
- Rüzgarın dik açıyla çarptığı yüzeyler : 0,8
- Rüzgarın terk ettiği : 0,4
- Rüzgarın α açısıyla çarptığı yüzeyler : $1,2 \sin\alpha - 0,4$

Sakarya – Adapazarı bölgesinde yapılacak olan bu proje için toplam yükseklik (h) = 8 m'dir. Buradan yola çıkarak tablodan aldığımız hız basıncı değerimiz (q) = 50 kg/m^2 seçilmiştir. Aerodinamik yük katsayısının, rüzgarın soldan esmesi durumunda nasıl değişeceği Şekil 3.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Aerodinamik yük katsayısı değişimi

Rüzgarın soldan esmesi ile yapı yüzeylerindeki aerodinamik yük katsayısı değişimi Şekil 3.4.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Aerodinamik yük katsayısının yüzeyler üzerindeki değişimi

3.5. Deprem Yüğü

Binalar deprem hesabında; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi TDY 2007 ile belirtilen koşullar dikkate alınarak kullanılabilir. Deprem hesabında bina modellenirken çelik yapı ve yapıya etkiyen yükler dikkate alınmalıdır. Deprem bölgelerinde yapılacak binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi için TDY 2007'nin çelik bina tasarımı için verilen özel kurallara öncelikli olarak uyulması gereklidir.

Deprem hesabında sıkça kullanılan ve TDY 2007 ile verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde, binanın toplam ağırlığı hesaplanırken çatı için hesaplanan kar yüklerinin %30'ü zati yüklerin toplamına eklenerek dikkate alınmaktadır.

Bu projede deprem yükünün hesaplamak için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılacaktır. Öncelikle gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkileyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (Taban Kesme Kuvveti) V_t , verilen denklemlerle hesaplanmıştır.

$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \times I \times W$$

W : Binanın Toplam ağırlığı

$A(T_1)$: Binanın doğal titreşim periyodu olan T_1 'e ait spektral ivme katsayısı

$R_a(T_1)$: Binanın doğal titreşim periyodu olan T_1 'e ait deprem yükü azaltma katsayısıdır.

A_0 : Etkin yer ivme katsayısı

I : Bina önem katsayısı

T_A, T_B : Zemin sınıfına göre karakteristik periyotlar

T_1 : Binanın doğal titreşim periyodu

Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak olan toplam ağırlığı aşağıda verilen denklem kullanılarak belirlenebilir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad w_i = g_i + nq_i$$

N : Kat sayısı

w_i : Binanın i. katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı

g_i : i. kat sabit yükleri toplamı

q_i : i. kat hareketli yükleri toplamı

n : Hareketli yük katılım katsayısı

Hareketli yük katılım katsayısı değerleri TDY 2007 yönetmeliğinde verilmiştir. Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Hareketli yük katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, yurt, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,30

Göz önüne alınan deprem doğrultusu için birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e karşı gelen deprem yüklerinin belirlenmesinde esas alınacak spektral ivme katsayısı $A(T_1)$ aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir.

$$A(T_1) = A_0 \times I \times S(T_1)$$

A_0 : Etkin yer ivme katsayısı

I : Bina önem katsayısı

$S(T_1)$: 1. doğal titreşim periyoduna ait spektrum katsayısı

Spektral ivme katsayısının belirleneceği denklemde yer alan etkin yer ivmesi katsayısı A_0 'ın değerleri DBYBHY 2007 yönetmeliğinde verilen tabloda tanımlanmıştır.

Tablo 3.6. Etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A_0
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10

Spektral ivme katsayısının denklemi içerisinde geçen bina önem katsayısı (I) TDY 2007 yönetmeliğinde verilen Tablo 3.7.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.7. Bina önem katsayısı değerleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	
a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastane, dispanser, sağlık ocağı, itfaye binası, haberleşme tesisleri, belediye ve yönetim binaları, terminaller, ilk yardım ve afet planlama binaları)	1,5
b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	
2. İnsanların uzun süreli, yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyaların saklandığı binalar	
a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri vb.	1,4
b) Müzeler	
3. İnsanları kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	1,2
a) Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları vb.	
4. Diğer binalar	
a) Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları vb.)	1,0

Spektrum katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşulları ve binanın doğal titreşim periyodu T 'ye bağlı olarak aşağıdaki denklem yardımıyla tanımlanmıştır.

$$S(T) = 1 + 1,5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

$$S(T) = 2,5 \times \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0,8} \quad (T_B \leq T)$$

Spektrum karakteristik periyotları T_A ve T_B yerel zemin sınıflarına göre TDY 2007 yönetmeliğinde verilen Tablo 3.8.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.8. Spektrum karakteristik periyotları

Zemin Sınıfı	T _A (sn)	T _B (sn)
Z1	0,10	0,30
Z2	0,15	0,40
Z3	0,15	0,60
Z4	0,20	0,90

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere spektral ivme katsayısına göre bulunacak deprem yükleri, $R_a(T)$ deprem yükü azaltma katsayısına bölünerek hesap yapılır. $R_a(T)$, yapı davranış katsayısı R ve doğal titreşim periyodu olan T 'ye bağlı olarak TDY 2007 yönetmeliğinde verilen denklemde şu şekilde tanımlanmıştır.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$R_a(T) = R \quad (T_A \leq T)$$

Yönetmeliğe göre deprem yükü azaltma katsayıları Tablo 3.9.'da verilmiştir.

Tablo 3.9. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Bina Taşıyıcı Sistemi	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
1. Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
a) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
b) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
c) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
d) Deprem yüklerinin tamamının çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7
2. Prefabrike Betonarme Binalar		
a) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
b) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar	-	3
c) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar	-	5
d) Deprem yüklerinin, bağlantı tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz veya bağ kirişli perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	3	6
3. Çelik Binalar		
a) Deprem yüklerinin tamamının çerçeveler tarafından taşındığı binalar	5	8
b) Deprem yüklerinin tamamının üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar	-	4
c) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar	4	5
c.1 Çaprazların merkezi olması durumu	-	7
c.2 Çaprazların dış merkez olması durumu	4	6
c.3 Betonarme perdelerin kullanılması durumu		
d) Deprem yüklerinin çerçevelerle birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	5	6
d.1 Çaprazların merkezi olması durumu	-	8
d.2 Çaprazların dış merkez olması durumu	4	7
d.3 Betonarme perdelerin kullanılması durumu		

BÖLÜM 4. SİSTEMİN SAP 2000 MODELLENMESİ

4.1. SAP2000 Programının Genel Mantığı

Çalışmanın modeli SAP2000 programında oluşturulup analizi yapılmıştır. SAP2000 programı sonlu eleman yöntemi ile çözümlene yapar. Dünyada herhangi bir nesnede sonsuz nokta bulunur. Bu yöntemle tasarımdaki sonsuz nokta sonlu noktaya indirgenir. Bu indirgenen noktalara düğüm noktası, indirgeme işlemine mesh'leme denir. Düğüm noktaları birleştirilerek 1, 2 ve 3 boyutlu şekiller oluşturur. Bunlara ise eleman denir. Sap2000 programı da bu işlemleri frame (çubuk eleman) ve point ile oluşturur. Tasarım modeli oluşturulan şekilde düğüm noktalarına mesh'leme yapılarak daha gerçekçi sonuçlar elde edilir.

4.2. SAP2000 Genel Menü Dizayını

4.2.1. File menüsü

Bu menü altındaki komutlar ve alt komutlar yardımıyla yeni çalışma başlatma, kütük kayıt işlemleri, çalışmanın başka ortamlara aktarılması veya başka ortamlardan bilgi aktarımı, çıktı oluşturma gibi işlemler gerçekleştirilir.

4.2.2. Edit menüsü

Bu menüdeki komutlar ile sistem elemanlarının düzenlenmesi, kopyalanması, çoğaltılması, silinmesi, yeniden adlandırılması gibi işlemler yapılabilir.

4.2.3. View menüsü

Bu menüdeki komutlar ile sistemin görünümü ve bakış açılarını düzenleme işlemleri gerçekleştirilir.

4.2.4. Define menüsü

Bu menüdeki komutlar ile sistemi oluşturan elemanların özellikleri, yüklemeler, yük kombinezonları v.b. tanımlanabilir.

4.2.5. Draw menüsü

Bu menüdeki komutlar ile sistemi oluşturan elemanların çizilmesi, yardımcı çizgilerin ve çizim araçlarının düzenlenmesi v.b. işlemler yapılabilir.

4.2.6. Select menüsü

Bu menüdeki komutlar ile sistem modelini oluşturulma arasında gereken seçim işlemleri yapılabilir.

4.2.7. Display menüsü

Bu menüdeki komutlar ile sistemin şekil değiştirmiş durumu, yüklemeler, mod şekilleri gibi çeşitli durumlardaki görünümü elde edilebilir.

4.2.8. Design menüsü

Sap2000 ile çelik veya betonarme boyutlandırma yapmak için bu menü kullanılabilir.

4.2.9. Options menüsü

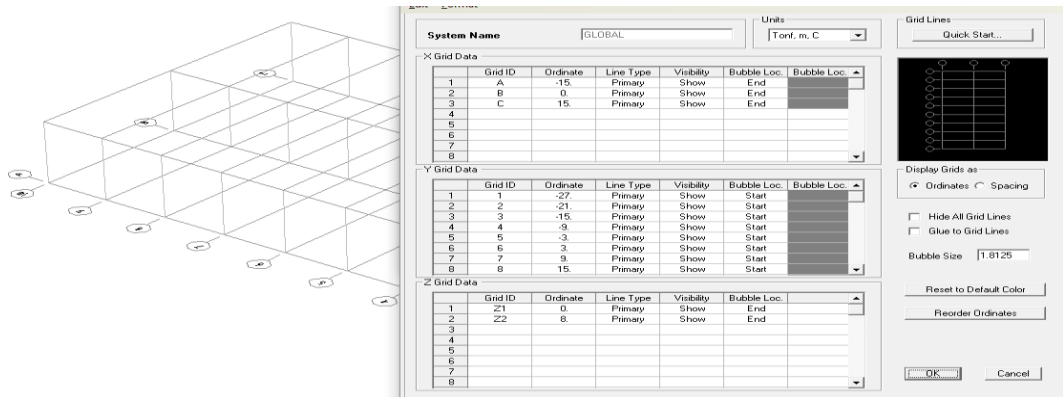
Model görüntü ayarlarının yapıldığı menüdür.

4.2.10. Help menüsü

Programla ilgili yardım bilgilerinin bulunduğu menüdür.

4.3. Sistem Modelinin Oluşturulması

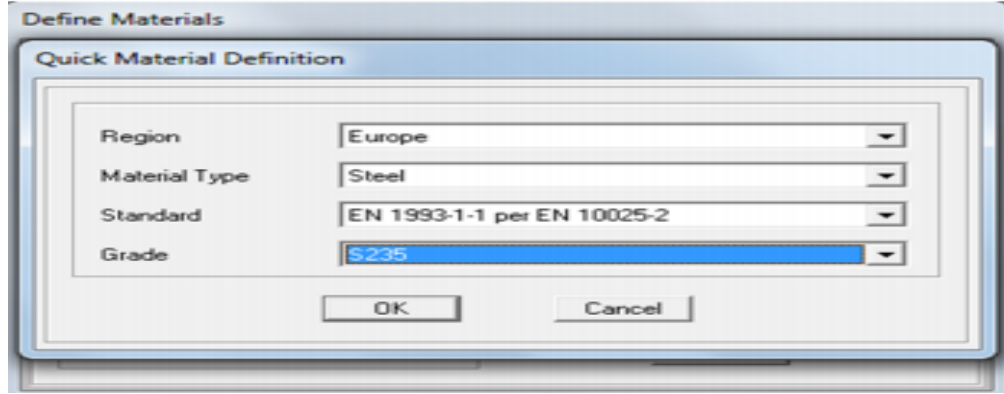
Öncelikle tasarımda belirlenen açıklık aralığına ve kat yüksekliğine göre grid sistem Şekil 4.1.' deki gibi oluşturulur. SAP2000 programında sistem modellenirken ilk adım grid sisteminin oluşturulmasıdır. Program açılıp new model simgesi tıklandıktan sonra sonra grid only seçeneği seçilir. Daha sonra ekrana gelen pencerede OK tıklanır. Açılan sayfaya sağ tıklanarak Edit Grid Data menüsü açılır ve düzenlemeler yapılır. Grid sistemi girildikten sonra materyal tanımlaması yapılır. Define-Materials sekmesinden Add New Material tıklanarak aşağıdaki pencere görüntülenir. S235 (ST37) ve S275 (ST 44) çelikleri sırasıyla seçilerek Modify/Show System sekmesi seçilir.



Şekil 4.1. Grid sisteminin oluşturulması

Define araç çubuğundan Section Properties/ Frame Section seçilerek kolon ve kiriş ana taşıyıcı elemanları çizilir. Elemanlar SAP2000' in kendi kütüphanesinden seçilebilir veya kullanıcı kendi boyutlandırma yapabilir. Bu çalışmada SAP2000 kütüphanesi kullanılmıştır. Taşıyıcı elemanlardan sonra aynı yol ile diğer yardımcı elemanlar çizilir.

Grid sistemi girildikten sonra materyal tanımlaması yapılır. Define-Materials sekmesinden Add New Material tıklanarak aşağıdaki pencere görüntülenir. S235 (ST37) ve S275 (ST 44) çelikleri sırasıyla seçilerek Modify/Show System sekmesi seçilir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Malzeme tanımının yapılması

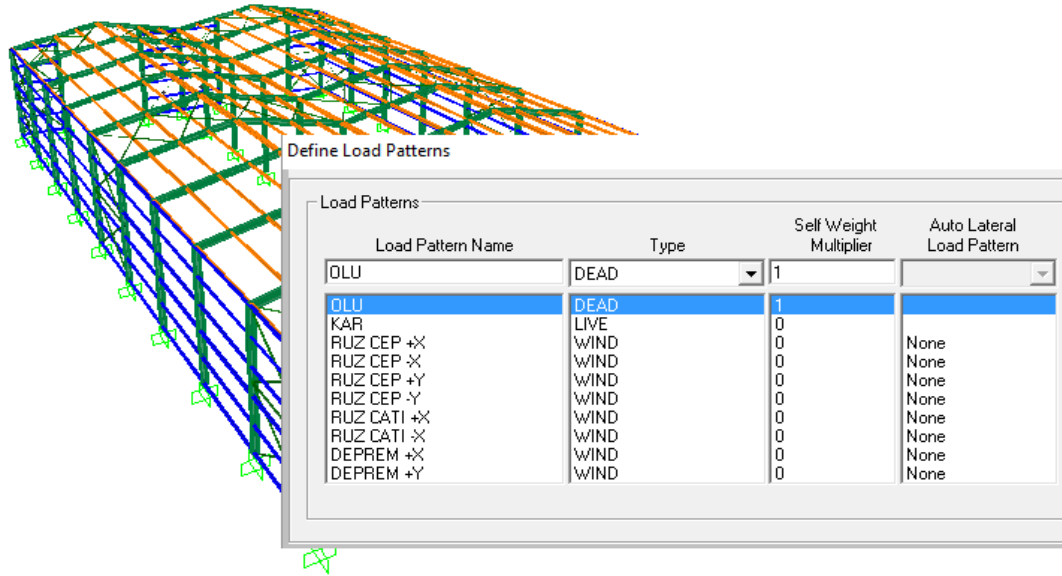
Bu projede kullanılacak olan ST37 ve ST44 çeliklerinin akma dayanımı, çekme dayanımı, birim hacim ağırlığı, elastisite modülü vb. karakteristik özellikleri tanımlanır.

St37 için;

- Akma Dayanımı : 24000000 kg/m²
- Çekme Dayanımı : 37000000 kg/m²
- Elastisite Modülü : 2,1 x 10¹⁰ kg/m²
- Birim Hacim Ağırlık : 7850 kg/m³

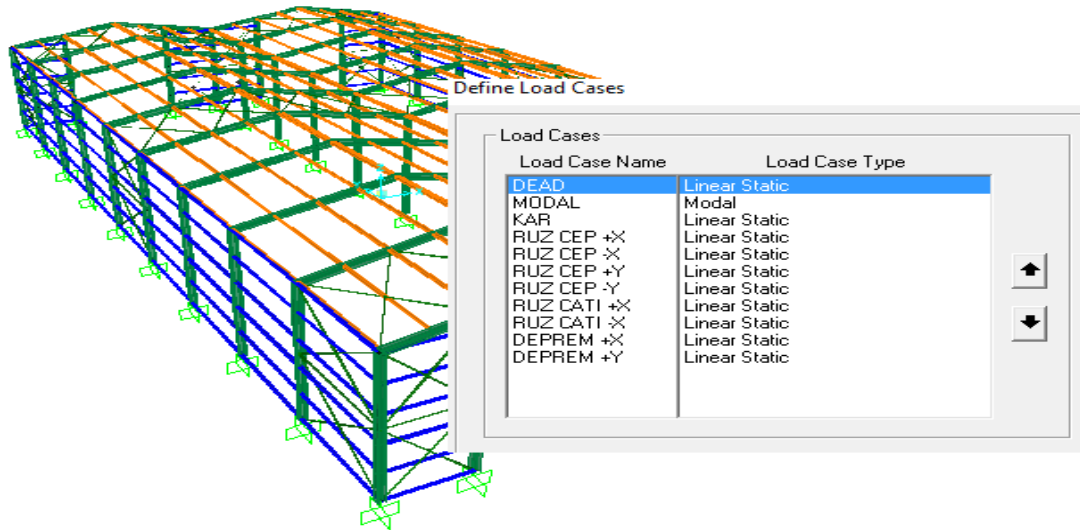
St44 için;

- Akma Dayanımı : 27500000 kg/m²
- Çekme Dayanımı : 44000000 kg/m²
- Elastisite Modülü : 2,1 x 10¹⁰ kg/m²
- Birim Hacim Ağırlık : 7850 kg/m³



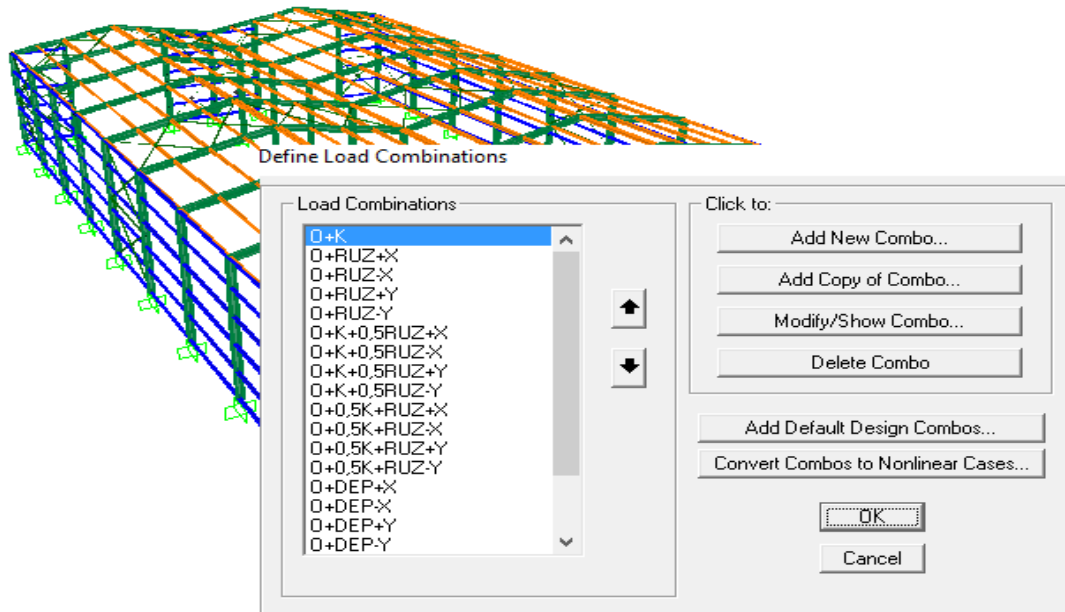
Şekil 4.3. Yük isimlerinin tanımlanması

Define/ Load Case butonundan tanımlanan yüklerin türleri belirlenmiştir. Yapıya gelen deprem yükü eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanmıştır. Şekil 4.4.' de yük türleri gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Tanımlanan yük türleri

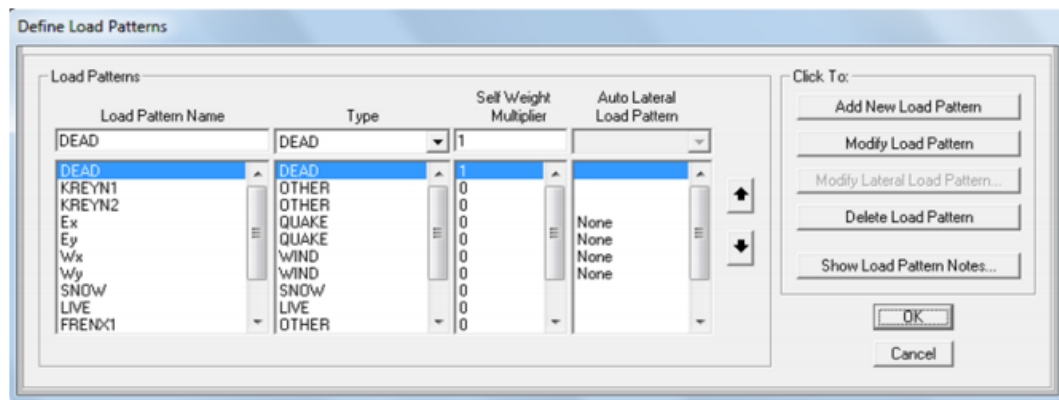
TS 648'e uygun olarak Define/ Load Combination butonundan yük kombinasyonları tanımlanmıştır. Şekil 4.5.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Tanımlanan yük kombinasyonları

4.4. Yüklerin Tanımlanması ve Yüklenmesi

Çelik yapıya etkileyen farklı yük türleri Bölüm 2’de tanımlanmıştır. Bu yüklerin SAP2000’de modellenmesi için önce yük tanımlaması yapılması gereklidir. SAP2000’de kar, dalga, deprem, sismik, sıcaklık vb. gibi birçok türde yük tanımlaması yapılabilir. Yük tanımlamak için Define sekmesi tıklanarak Load Patterns seçilir (Şekil 4.6.).



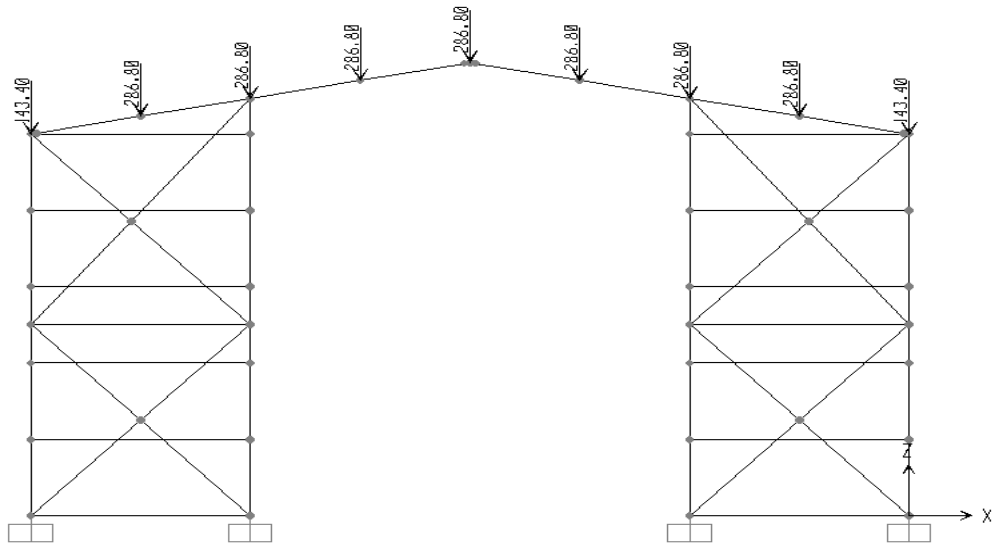
Şekil 4.6. Yüklerin sisteme yüklenmesi

4.4.1. Yük Analizleri (15 M)

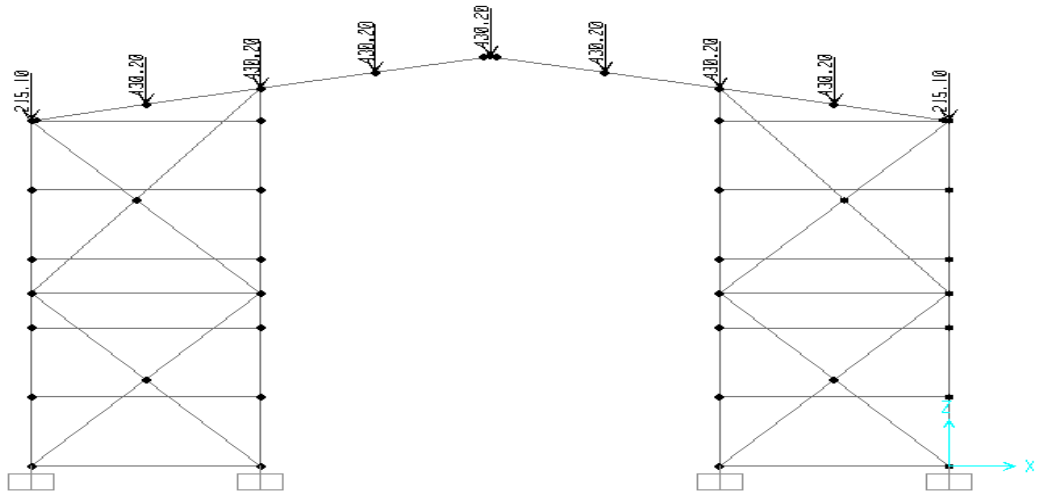
4.4.1.1. Ölü yük

Çatı kaplaması	: 25 kg/m ²
Aşık aralığı	: 1.9121 m
Aşık uzunluğu	: 6 m
Kenar aşığa gelen yük	: 25x1.9121x0.5 = 23.90 kg/m
Ara aşığa gelen yük	: 25x1.9121 = 47.80 kg/m
Dış çerçeve ara düğüm noktalarına gelen yük	: 47.80x3 = 143.4 kg
Dış çerçeve kenar düğüm noktalarına gelen yük	: 23.90x3 = 71.7 kg
İç çerçeve ara düğüm noktalarına gelen yük	: 47.80x3 + 47.80x3 = 286.8 kg
İç çerçeve kenar düğüm noktalarına gelen yük	: 23.90x3 + 23.90x3 = 143.4 kg

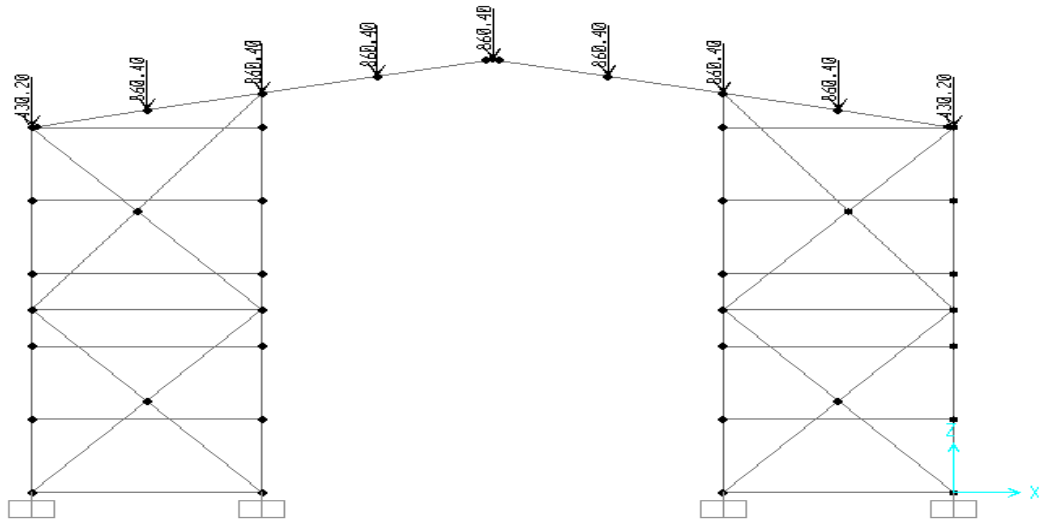
Makaslara etkileyen çizgisel öz ağırlık yükleri Bölüm 2.'de hesaplandığı gibi çatı kaplaması + aşık öz ağırlıkları olarak orta makaslara etkileyen yük 180 kg/ m² , kenar makaslara etkileyen yük ise 90 kg/ m² 'dir. Burada aşık öz ağırlıkları ampirik olarak 10 kg/ m² alınmıştır. Bu yüklemeyi yapabilmek için öncelikle orta makaslar seçilip Assign – Frame Loads – Distributed seçilir. Açılan pencerede DEAD yükü seçilip gravity yönünde 180 kg / m² yükleme yapılır.



Şekil 4.7. Ölü yükler altında dış çerçeveler



Şekil 4.9. Kar yükü etkisi altında dış çerçeveler



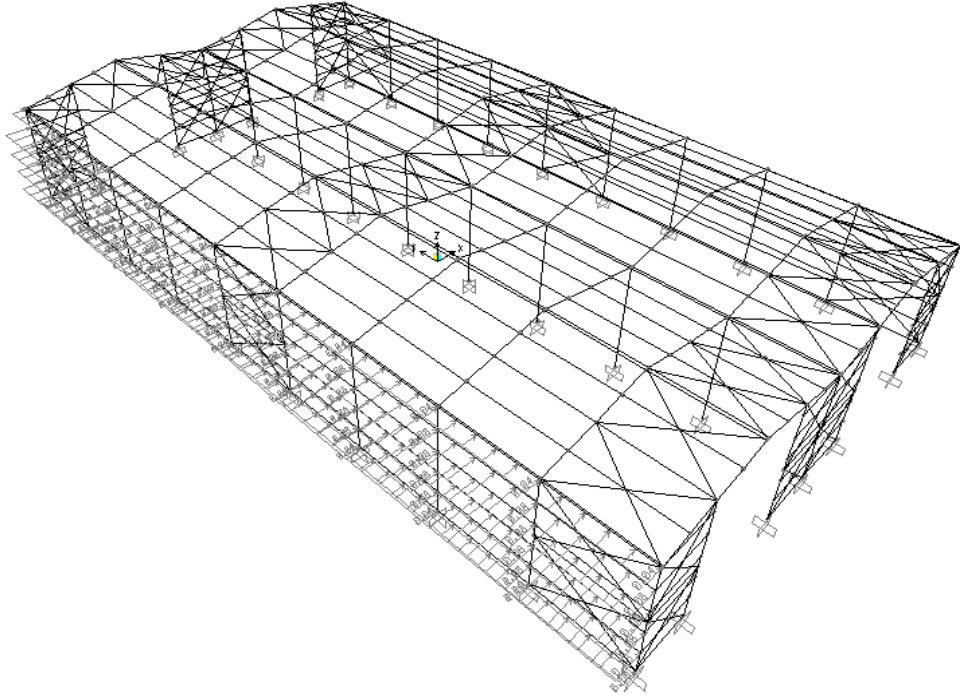
Şekil 4.10. Kar yükü etkisi altında iç çerçeveler

4.4.1.3. Rüzgar yükü

(+X cephe yönü)

Diğer yüklerin aksine rüzgâr yükleri, aşık, makas, kolon ve cephe kuşakları elemanlarına aynı anda etki eder. Bunun sebebi, rüzgârın bir doğrultuda estiğinde diğer doğrultuda da emme kuvveti oluşturmasıdır. Bu yüzden rüzgâr yüklerini elemanlara gelen yükler olarak değil, estiği doğrultuya göre değerlendirmek gerekir.

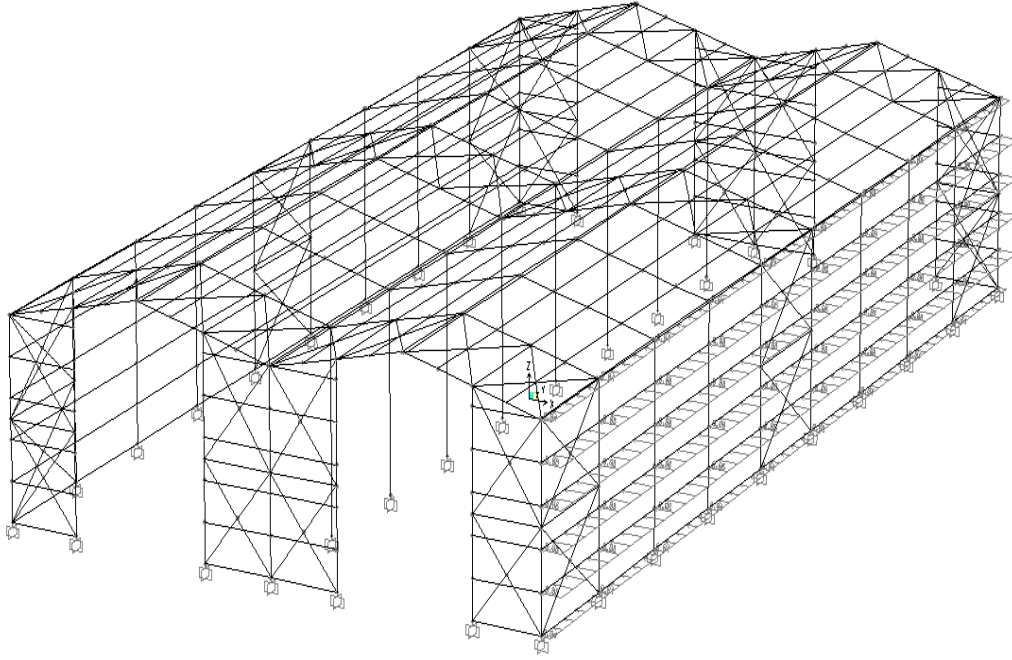
Rüzgar	: 50 kg/m^2
Kolon yüksekliği	: 6 m
Kenar aşığa gelen yük	: $50 \times 1.6 \times 0.5 = 40 \text{ kg/m}$
Ara aşığa gelen yük	: $50 \times 1.6 = 80.00 \text{ kg/m}$



Şekil 4.11. Rüzgar yükü etkisi altındaki sistem

(-X cephe yönü)

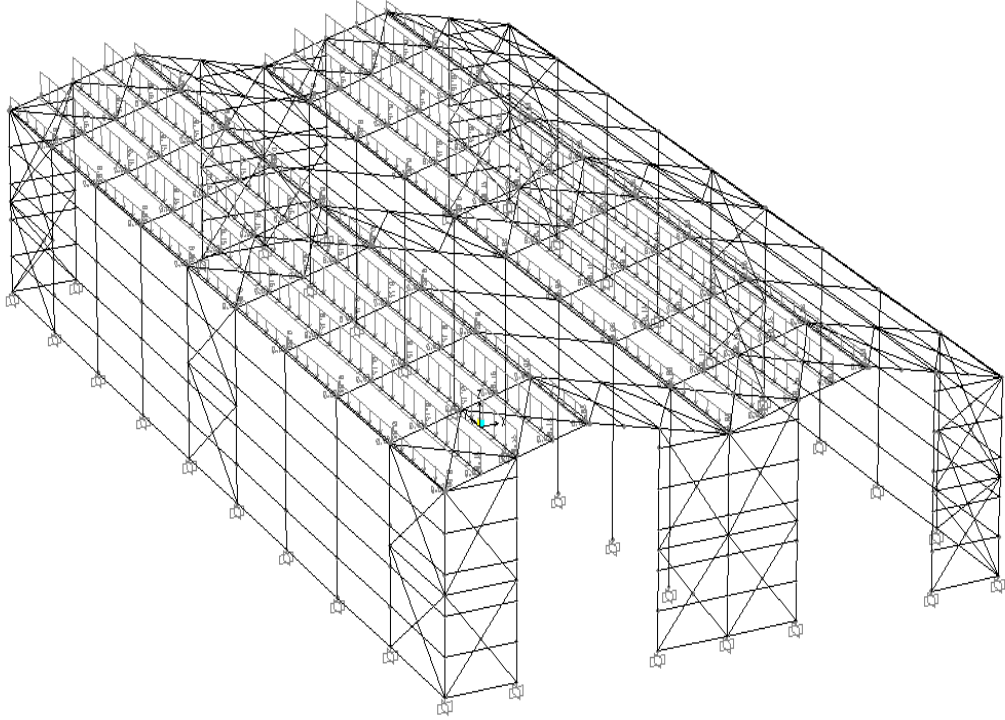
Rüzgar	: 50 kg/m^2
Kolon yüksekliği	: 6 m
Kenar aşığa gelen yük	: $50 \times 1.6 \times 0.5 = 40 \text{ kg/m}$
Ara aşığa gelen yük	: $50 \times 1.6 = 80.00 \text{ kg/m}$



Şekil 4.12. Rüzgar yükü etkisi altındaki sistem

(+X çatı yönü)

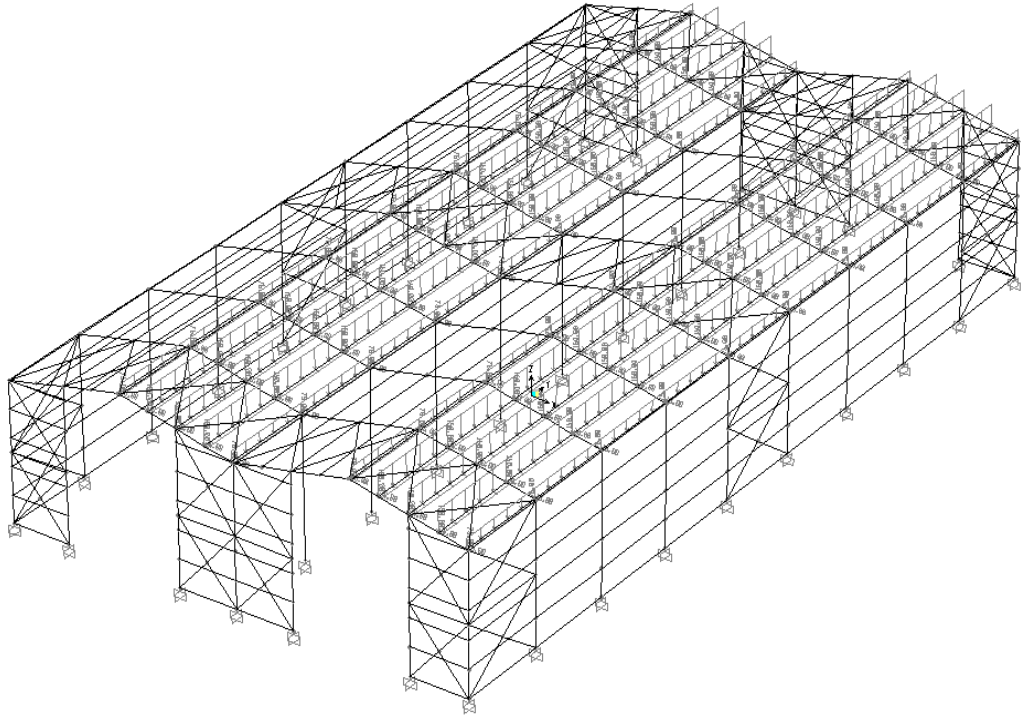
Rüzgar Yükü	: 80 kg/m^2
Aşık aralığı	: 1.9121 m
Aşık uzunluğu	: 6 m
Kenar aşığa gelen yük	: $80 \times 1.9121 = 152.968 \text{ kg/m}$
Çatı X bileşeni	: $152.968 \times \cos 11.53 = 150 \text{ kg/m}$
Çatı Y bileşeni	: $152.968 \times \sin 11.53 = 30 \text{ kg/m}$



Şekil 4.13. Rüzgar yükü +X yönü

(-X çatı yönü)

Rüzgar Yükü	: 80 kg/m^2
Aşık aralığı	: 1.9121 m
Aşık uzunluğu	: 6 m
Kenar aşığa gelen yük	: $80 \times 1.9121 = 152.968 \text{ kg/m}$
Çatı X bileşeni	: $152.968 \times \cos 11.53 = 150 \text{ kg/m}$
Çatı Y bileşeni	: $152.968 \times \sin 11.53 = 30 \text{ kg/m}$



Şekil 4.14. Rüzgar yükü -X çatı yönü

4.4.1.4. Deprem yükü

Çatı:

$$W = (25 + 25) + 0.3 \times 75 = 72.5 \text{ kg/m}^2$$

$$d = \frac{A_0 \times I \times S(T)}{R} = \frac{(0.4 \times 1 \times 2.5)}{6} \times 72.5 = 12 \text{ kg/m}^2$$

Deprem yükü : 12 kg/m²

Aşık aralığı : 1.9121 m

Aşık uzunluğu : 6 m

Kenar aşığa gelen yük : 12x1.9121x0.5 = 11.45 kg/m

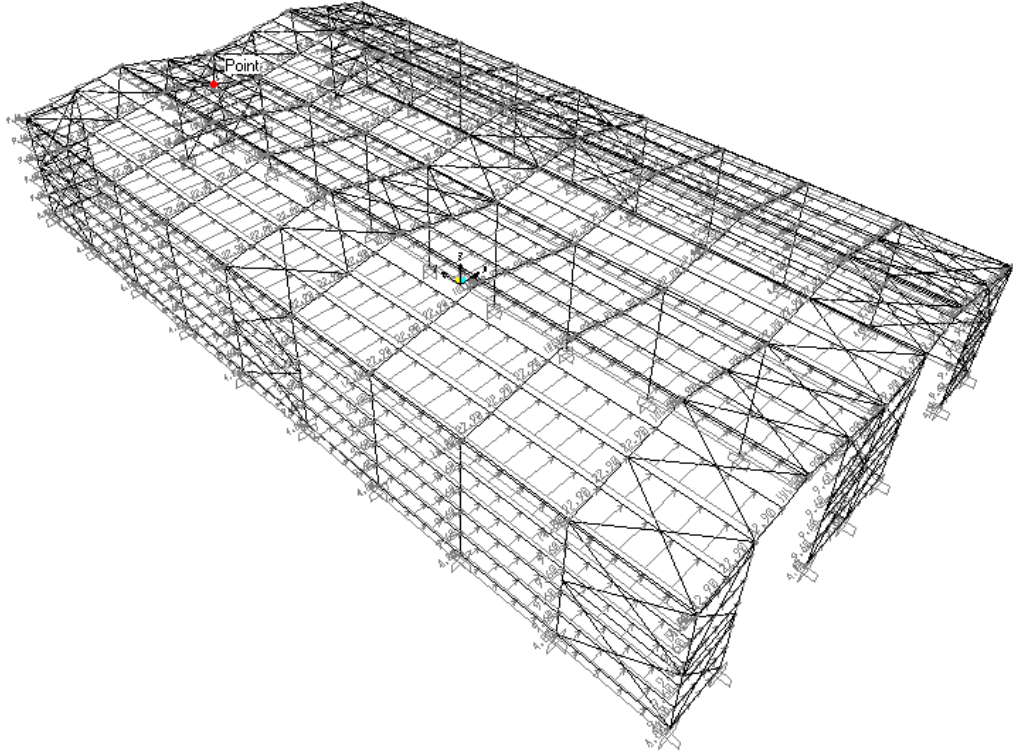
Ara aşığa gelen yük : 12x1.9121 = 22.90 kg/m

Cephe:

$$W = 25 + 15 + 5 = 35 \text{ kg/m}^2$$

$$d = \frac{A_0 \times I \times S(T)}{R} = \frac{(0.4 \times 1 \times 2.5)}{6} \times 35 = 6 \text{ kg/m}^2$$

Deprem yükü	: 6 kg/m^2
Kolon yüksekliği	: 1.6 m
Kenar aşığa gelen yük	: $6 \times 1.6 \times 0.5 = 4.8 \text{ kg/m}$
Ara aşığa gelen yük	: $6 \times 1.6 = 9.6 \text{ kg/m}$



Şekil 4.15. Deprem yükü etkisi altında sistem

4.4.1.5. Yük kombinasyonları

Yük ve yük kombinasyonları yapının yapım aşamasındaki ve yapımından sonraki dönemlerde maruz kalacağı yüklerin gerçeğe uygun olarak yapıya etkilmesi esasına dayanır. İnşaat mühendisliğinin temel prensiplerinden biri olan güvenilir yapı koşulları sağlanırken aynı zamanda ekonomiklik faktöründe gözönüne alınması gereken önemli bir etkidir. Her iki koşulun sağlanabilmesi için farklı yükler farklı katsayılar ile aynı anda etkilerek yapının davranışının gerçeğe en yakın biçimde öngörülebilmesi gerekir. Bu sebeple SAP2000’de analiz yaparken çeşitli yük kombinasyonları kullanılır. Bu tezde kullanılan yük kombinasyonları aşağıdaki gibidir :

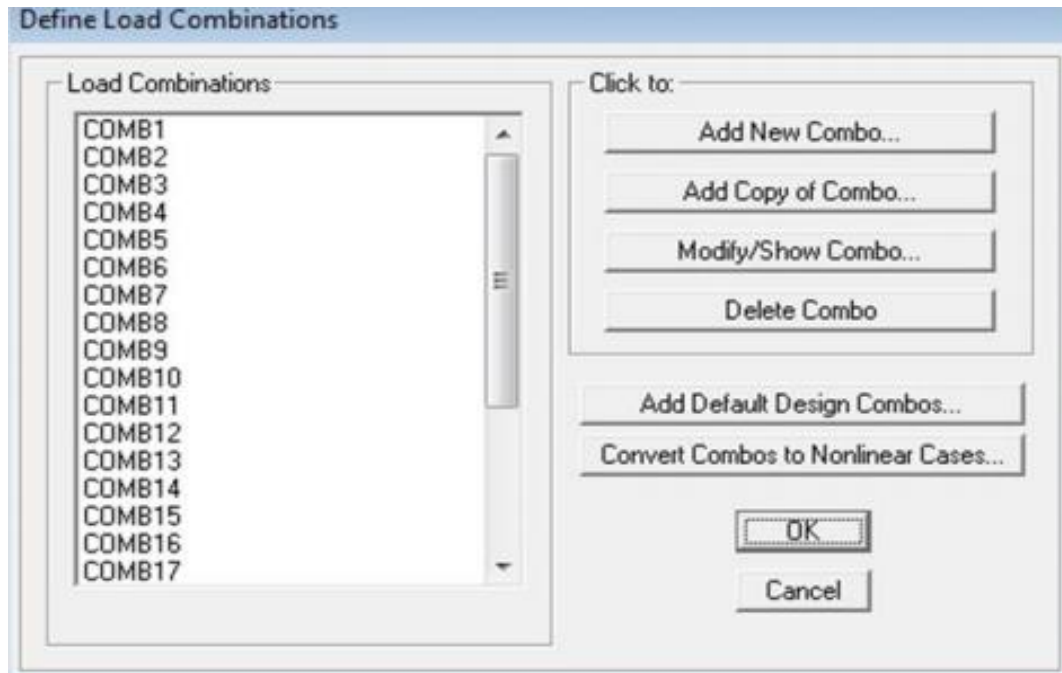
Yük ve yük kombinasyonları inşaatın yapım aşamasındaki ve yapımından sonraki dönemlerde maruz kalacağı yüklerin gerçeğe uygun olarak yapıya etkimesi ve yapının mühendisliği en büyük şartı olan ekonomik ve güvenli yapı şartlarına uygun olarak tasarlanması için kullandığımız farklı yüklerin farklı katsayılarla bir anda etkimesidir.

Kullanılan yük kombinasyonları yeni şarnameye uygun olarak güvenlik katsayıları yöntemine göre seçilmiştir.

COMB1	: Dead
COMB2	: Dead+ Live
COMB3	: Dead+ Snow
COMB4	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live
COMB5	: Dead+Wind-x
COMB6	: Dead+0,7 Eq-x
COMB7	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live+ 0,75 Wind-x
COMB8	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live+ 0,525 Eq-x
COMB9	: 0,6 Dead+ 0,7 Eq-x
COMB10	: 0,6 Dead+ Wind-x
COMB11	: Dead+Wind-y
COMB12	: Dead+0,7 Eq-y
COMB13	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live+ 0,75 Wind-y
COMB14	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live+ 0,525 Eq-y
COMB15	: 0,6 Dead+ 0,7 Eq-y
COMB16	: 0,6 Dead+ Wind-y
COMB17	: Dead-Wind-x
COMB18	: Dead+0,7 Eq-x
COMB19	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live- 0,75 Wind-x
COMB20	: Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live- 0,525 Eq-x
COMB21	: 0,6 Dead- 0,7 Eq-x
COMB22	: 0,6 Dead- Wind-x
COMB23	: Dead-Wind-y
COMB24	: Dead-0,7 Eq-y

- COMB25 : Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live- 0,75 Wind-y
 COMB26 : Dead+0,75 Snow+ 0,75 Live- 0,525 Eq-y
 COMB27 : 0,6 Dead- 0,7 Eq-y
 COMB28 : 0,6 Dead- Wind-y

Bu kombinasyonları tanımlayabilmek için Define menüsünden Load Combinations seçilir. Açılan pencerede Add New Combo tıklanarak sırasıyla yeni kombinasyonlar eklenir(Şekil 4.16.). Bu kombinasyonlar eklenirken Scale Factor yazan kısım ilgili yükün katsayısı anlamına gelir. Örneğin COMB6 için Ex'in scale factor 'ü 2,5 olarak yazılır. Burada belirtilen CP1,CP2,CP3 ve CP4 sistemin analizinde kullanılacak kombinasyonlar olmayıp, yalnızca çatı çaprazlarının (çekme elemanlarının) analizinde kullanılacaktır.



Şekil 4.16. Tanımlanan combolar

BÖLÜM 5. KESİTLERİN BOYUTLANDIRILMASI

5.1. Aşık Profillerin Boyutlandırılması

Eğik eğilmeye maruz aşık elemanları, eğilme gerilmesi, kayma gerilmesi ve sehim şartları göz önüne alınarak boyutlandırılmalıdır.

5.1.1. Yük analizi

Çatı Örtüsü = 25 kg / m ²	a = 1,9121 m (aşıklar arası mesafe)
Aşık Zati Ağırlığı = 10 kg / m ²	L = 6 m (aşık boyu)
Kar Yüğü = 75 kg / m ²	H= 1,8 m (çatı yüksekliğı)
Rüzgar Yüğü = 50 kg / m ²	L _M = 15 m (makas açıklığı)
Mesnet Durumu = Basit	α= 11,30°

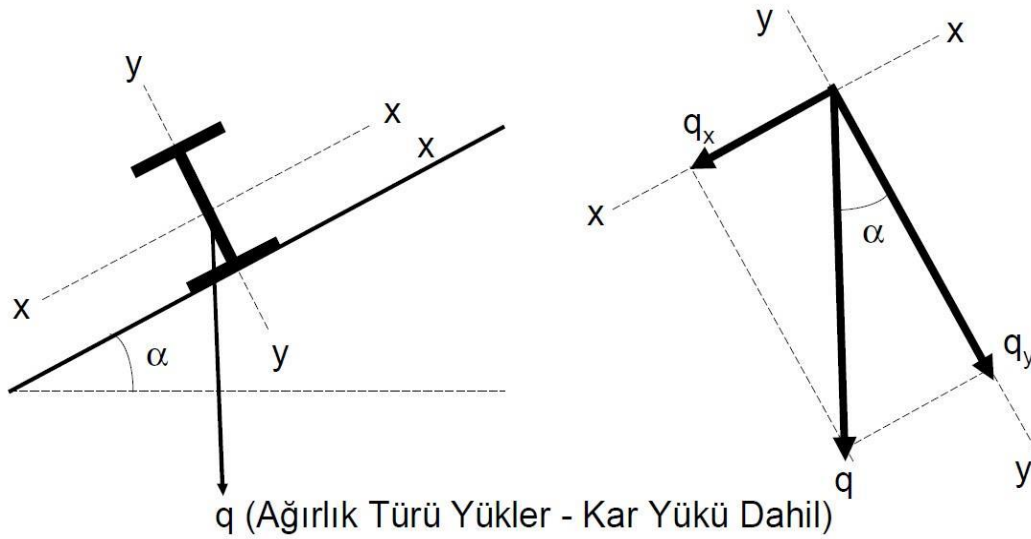
Öncelikle aşık kesitlerine gelen toplam yükün belirlenmesi gereklidir. Aşıklar kaplama yükleri, öz ağırlık yükleri ve kar yükleri etkisi altındadır.

$$q = (35 \times 1,9121) + (75 \times 1,9121) = 210,331 \text{ kg/m}$$

Aşıklar, makas kirişlerinin üzerine eğik bir biçimde konuldukları için üzerlerine gelen kuvvetler X ve Y doğrultusunda ayrılacaktır.

$$q_x = 210,331 \times \cos 11,30^\circ = 206,353 \text{ kg/m}$$

$$q_y = 210,331 \times \sin 11,30^\circ = 41,213 \text{ kg/m}$$



Şekil 5.1. Aşık profillerinin yerleşimi

Eksellere gelen yükler bulunduğandan sonra iki ucu basit mesnet olan aşık profiline gelen momentler bulunacaktır. Burada çok önemli bir unsuru belirtmekte fayda vardır. Çelik aşıklar kullanıldığında malum profilin bir yöndeki ataleti çok fazladır. ($I_x \gg I_y$) Bu nedenle çatı eğimine bağı olarak yüklemelerden meydana gelen gerilmeler ve sehimler küçük atalet yönünde etkiğinde (I_y) büyük değerlere ulaşır. Buda profil en kesitlerinin büyümesine sebep olur. Bu sakıncayı önlemek ve profil boyutlarını makul tutabilmek için (dolayısıyla çatı düzleminde burkulma boylarını azaltmak için) aşıklar açıklık ortalarında yeterli sayıda gergi elemanı ile bağlanır. Bu gergi elemanları aşıklara mesnet olur ve burkulma boyları azalır. Böylece aşık aralıkları ve profil boyutları küçültülmüş olur. Gergi elemanı olarak genellikle $\phi 10 - \phi 12$ ' lik demir kullanılır. Şekil 5.1.'de gösterilmiştir.

$$M_x = \frac{qxl^2}{8} = \frac{206,353x6^2}{8} = 928,588 \text{ kgm}$$

$$M_y = \frac{qxl^2}{8} = \frac{41,213x2^2}{8} = 20,606 \text{ kgm}$$

Bu çalışmada Y yönünde çift gergi kullanılmıştır. Bu sebeple MX momentini hesabında aşık tam boy çalışırken, My momentini hesabında $L = 2$ m alınmıştır. Şimdi ise ön tasarım koşulu olarak bir kesit seçilip uygunluğu araştırılacaktır.

5.1.2. Eğilme gerilmesine göre boyutlandırma

Seçilen kesit: 150x100 Kutu Profil

$$W_x = 82,308 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 65,710 \text{ cm}^3$$

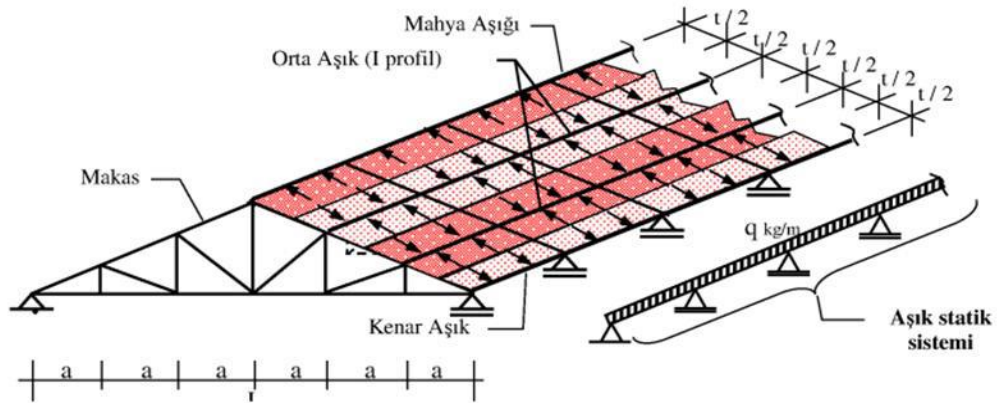
$$I_x = 328 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 21,5 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{92,86}{82,31} + \frac{0,21}{65,71} = 1,13 \leq 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Uygundur.

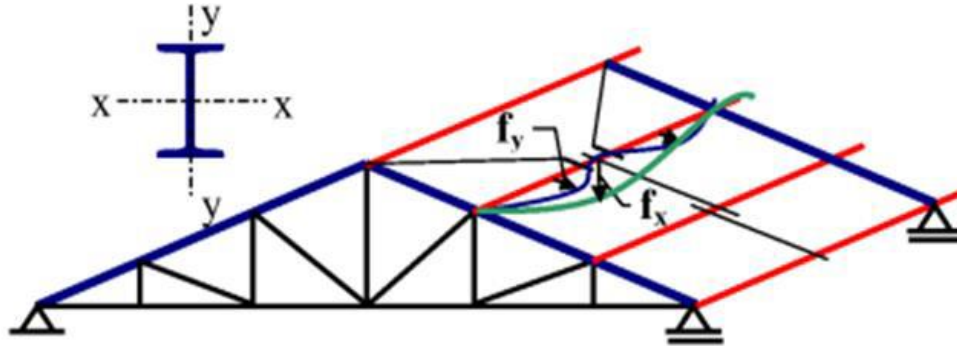
Burada gergisiz mahya aşığı hesabı da yapılmalıdır. Mahya aşıklarına gelen yükler normal aşıklara gelen yüklerin yarısı kadardır. Aşağıdaki şekilden de görüleceği gibi orta bölgelerdeki aşıklara t genişliğinde bir alan yükü etki ederken; mahya aşığına $t/2$ genişliğinde bir alan yükü etkir. Bu sebeple momentlerde yarıya düşer(Şekil 5.2. ve 5.3).



Şekil 5.2. Aşık yük idealleşirmesinin gösterimi

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{46,43}{82,31} + \frac{0,11}{65,71} = 0,566 \leq 1,44 \text{ t/cm}^2$$

5.1.3. Şehim kriterine göre boyutlandırma



Şekil 5.3. Aşık sehmlerinin gösterilmesi

$$\delta_x = \frac{5q_x L^4}{384EI_x} = \frac{5 \times 0,206 \times 600^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 617,4} = 0,268 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

$$\delta_y = \frac{5q_y L^4}{384EI_y} = \frac{5 \times 0,041 \times 200^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 328,6} = 0,0012 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = 0,268 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

Mahya aşıkları için gergisiz şehim kontrolü yapılmalıdır. X yönünde sadece yayılı yük değeri yarıya düşeceği için şehim değeri $0,268/2 = 0,134 \text{ cm}$ olur. Mahya aşıklarında gergisiz Y yönündeki şehim önemlidir.

$$\delta_y = \frac{5q_y L^4}{384EI_y} = \frac{5 \times 0,041 \times 600^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 328,6} = 0,10 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = 0,286 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

Gergiler için kesit seçimi yapılmalıdır. Maksimum çekme kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\tan \beta = \frac{L}{2e} = 1,5$$

$$\beta = 56,3^\circ$$

$$Z_{max} = \frac{1}{\cos \beta} \times \left(q_y \times \frac{L}{3} \times \frac{n-3}{2} \right) = \frac{1}{\cos 56,3} \times \left(41,21 \times \frac{6}{3} \times \frac{10-3}{2} \right) = 519,91 \text{ kg} = 0,520 \text{ t}$$

$$\sigma = \frac{Z_{max}}{Fz} = \frac{0,520}{Fz} \leq 1,44 \text{ t/cm}^2$$

$$Fz = \frac{\pi(0,86d^2)}{4}$$

En küçük demir çapı olarak Ø10 alınır. d = 10 mm için Fz=0,580 cm² bulunur.

$$\sigma = \frac{0,520}{0,580} = 0,896 \leq 1,44 \text{ t/cm}^2$$

1 adet Ø10 yeterlidir.

Bütün tahkikler sağladıktan sonra başlangıçta ön tasarım koşulu olarak alınan 10 kg/m² öz ağırlık kontrolü yapılır.

150x100 kutu kesit öz ağırlığı: 14.4 kg/m²

Bir makasa gelen aşık yükü;

14,4 x 12 = 172,8 kg < 12 x 10 x 6 = 720 kg Uygundur.

5.2. Cephe Kuşaklarının Boyutlandırılması

Öncelikle cephe kuşaklarına gelen toplam yükün belirlenmesi gereklidir. Kuşaklar kaplama yükleri, öz ağırlık yükleri ve rüzgar yükleri etkisi altındadır. Cephe kuşaklarının öz ağırlıkları ön tasarım koşulu olarak 10 kg/m² alınır.

Sistemde mevcut cephe kuşakları y yönünde sürekli kiriş olarak tasarlanmıştır.

$$q_x = 0,8 \times 50 \times 1,6 = 64 \text{ kg/m}$$

$$q_y = (20 + 10) \times 1,6 = 48 \text{ kg/m}$$

$$M_x = \frac{q_x l^2}{8} = \frac{64 \times 6^2}{8} = 288 \text{ kgm}$$

$$M_x = \frac{qxl^2}{11} = \frac{48 \times 2^2}{11} = 17,45 \text{ kgm}$$

Momentler bulunduğundan sonra ön tasarım olarak bir cephe kuşak profili kesiti seçilmeli ve eğilme tahkiki yapılmalıdır.

5.2.1. Eğilme gerilmesine göre boyutlandırma

Seçilen kesit: 120x60 Kutu Profil

$$W_x = 32,88 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 22,14 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 197,30 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 66,41 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{28,8}{32,88} + \frac{1,74}{22,14} = 0,955 \leq 1,44 \text{ t/cm}^2$$

Uygundur. Gerilme tahkikleri geçildikten sonra sehim tahkiki yapılması gereklidir.

5.2.2. Sehim kriterine göre boyutlandırma

$$\delta_x = \frac{5q_x L^4}{384EI_x} = \frac{5 \times 0,064 \times 600^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 197,30} = 0,052 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

$$\delta_y = \frac{5q_y L^4}{384EI_y} = \frac{5 \times 0,048 \times 200^4}{384 \times 2,1 \times 10^6 \times 66,41} = 0,007 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

$$\delta = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = 0,005247 \text{ cm} < \frac{L}{300} = 2 \text{ cm}$$

Bütün tahkikler sağladıktan sonra başlangıçta ön tasarım koşulu olarak alınan 10 kg/m² öz ağırlık kontrolü yapılır.

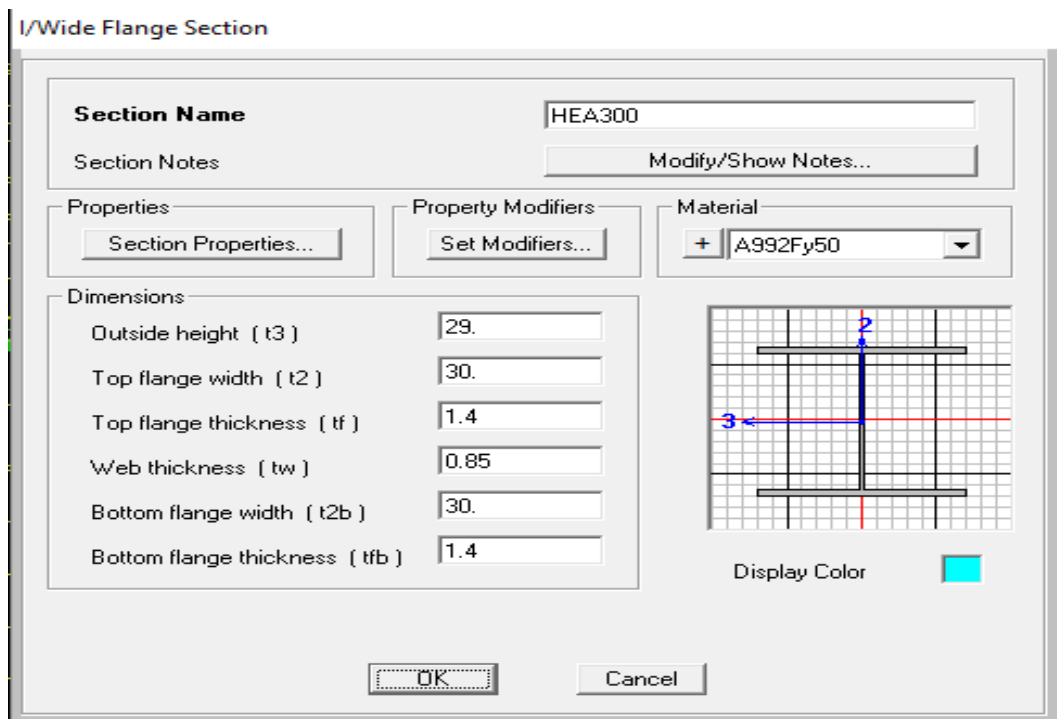
120x60 kutu kesit öz ağırlığı:

$$16 \times 6 = 96 \text{ kg} < 10 \times 3 \times 6 = 180 \text{ kg}$$

Uygundur.

5.3. Makas Kesitlerinin Belirlenmesi

Makas kesitleri boyutlandırılırken ön tasarım kabulü olarak programa çeşitli profiller atanır. Define-Section Properties-Frame Section sekmesi tıklanarak açılan pencerede Add New Property seçilerek kullanılacak olan profil türü belirlenir. Profile ait yükseklik, gövde ve başlık kalınlıkları yazılarak profil oluşturulmuş olur. Daha sonra makaslar seçilip Assign-Frame-Frame Section tıklanıp istenilen profil ilgili kesite atanır. Bu tezde makaslar payandalı olacak şekilde RF-IPE 450 olarak seçilmiştir. Ön tasarım yapıldıktan sonra profillerin gerilme kontrolleri yapılacaktır (Şekil 5.4.).



Şekil 5.4. Sap2000’de profillerin oluşturulması

Eğilme gerilmesi tahkiki yapılırken kesiti en çok zorlayan moment hesaba dâhil edilmelidir. Bu momenti belirleyebilmek için Start Steel Design sekmesine tıklanır. Kesit tesirlerinin hangi oranlarda taşındığını ifade eden farklı renklerdeki makaslara sırasıyla sağ tıklanarak hangi kombinasyonda kesiti en çok zorlayan moment taşıdığı belirlenir. Bu tezde tüm makaslar sırasıyla incelenmiş ve kesiti en çok zorlayan momentin Frame 400 makasında DSTL2’ den oluştuğu tespit edilmiştir. Bu moment ise yukarıda belirtilen 1962,680 tcm’dir.

Steel Stress Check Information (AISC-LRFD93)

Frame ID	400	Analysis Section	HEA300
Design Code	AISC-LRFD93	Design Section	HEA300

COMBO ID	STATION LOC	----MOMENT INTERACTION CHECK-----	MAJ-SHR	MIN-SHR
ID	LOC	RATIO = AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
DSTL1	1.36	0.168 (C) = 0.003 + 0.164 + 0.000	0.059	0.000
DSTL1	1.81	0.200 (C) = 0.003 + 0.196 + 0.000	0.060	0.000
DSTL2	0.00	0.191 (C) = 0.009 + 0.181 + 0.001	0.146	0.000
DSTL2	0.45	0.269 (C) = 0.009 + 0.260 + 0.000	0.147	0.000
DSTL2	0.91	0.348 (C) = 0.009 + 0.339 + 0.000	0.148	0.000
DSTL2	1.36	0.428 (C) = 0.009 + 0.419 + 0.000	0.149	0.000
DSTL2	1.81	0.509 (C) = 0.009 + 0.499 + 0.001	0.150	0.000

Modify/Show Overwrites

Display Details for Selected Item

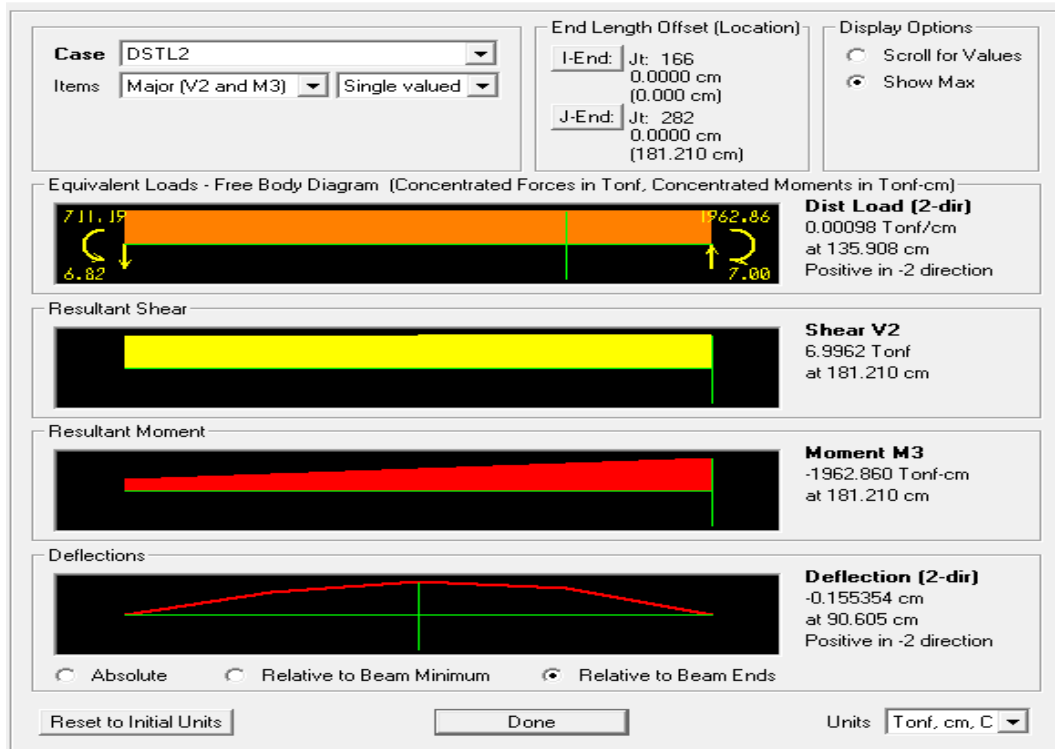
Display Complete Details

Stylesheet: Default

Strength
 Deflection

Şekil 5.5. DSTL2'den oluşan kesit tesirleri katılım oranları

Diagrams for Frame Object 400 (HEA300)



Şekil 5.6. COMB27'den oluşan maksimum 3-3 momenti

Şekil 5.5. ve 5.6.'dan da görülebileceği gibi kesiti en çok zorlayan moment Location 181,210 'daki (kesitin 1,8'inci metresinde) 1962,860 tcm'lik momenttir. Benzer şekilde normal kuvvet ve kesme kuvveti de belirlenir.

$$M_{\max} = 1962,860 \text{ tcm} \quad N_{\max} = 4,28 \text{ t} \quad V_{\max} = 6,99 \text{ t}$$

5.3.1. Eğilme gerilmesi tahkiki

Eksenel kuvvetler ve eğilme momentleri normal gerilme meydana getirdikleri için, kesitte oluşan gerilmeler aynı cinsten olur ve bu gerilmeleri toplamak mümkündür. Makas kirişleri boyutlandırılması yapılırken aslında eğilme elemanı olarak hesap yapılır. Ama bu bitirme tezinde çok küçük de olsa eksenel kuvvet içermektedir. Bu yüzden, gerilme tahkikinde eksenel kuvvete de yer verilecektir.

Seçilen kesit: HEA300

$$\begin{aligned} W_x &= 1192,04 \text{ cm}^3 & W_y &= 420,09 \text{ cm}^3 & A &= 106,27 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 17284,60 \text{ cm}^4 & I_y &= 6301,34 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{N}{A} = \frac{1962,860}{1192,04} + \frac{4,28}{106,27} = 1,68 \leq 1,68 \text{ t/cm}^2$$

Uygundur.

5.3.2. Kesme gerilmesi tahkiki

$$\tau = \frac{V}{d \times tw} = \frac{6,99}{26,2 \times 0,85} = 0,313 \leq 0,970 \text{ t/cm}^2$$

$$d = \text{Gövde uzunluğu} = 29 - 2 \times 1,4 = 26,2 \text{ cm}$$

$$tw = \text{Gövde kalınlığı} = 0,85 \text{ cm}$$

$$\tau_{em} = \frac{\sigma_{cem}}{\sqrt{3}} = \frac{1680}{\sqrt{3}} = 0,970 \text{ t/cm}^2$$

5.3.3. Yanal burkulma tahkiki

$$C_b = 1,75 + 1,05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2,3$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \left(\frac{-711,190}{-1962,680} \right) + \left(\frac{-711,190}{-1962,680} \right)^2 = 1,50 \leq 2,3$$

$$F_b = 30 \times 1,4 + \frac{26,2 \times 0,85}{6} = 45,71 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 1,4 \times \frac{30^3}{12} = 3150 \text{ cm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{3150}{45,71}} = 8,30 \text{ cm}$$

$$\frac{s}{i_y} \leq \sqrt{\frac{3 \times 10^7 \times C_b}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \times 10^7 \times 1,50}{2800}} = 126,77$$

$$\frac{600}{8,30} = 72,29$$

72,29 \leq 126,77 olduğu için;

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \times \left(\frac{s}{i_y} \right)^2}{9 \times 10^7 \times C_b} \right] \times \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2800 \times \left(\frac{600}{4,93} \right)^2}{9 \times 10^7 \times 1,50} \right] \times 2800 \\ &= 1006,54 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Eğer basınç başlığı dolu ve yaklaşık olarak dikdörtgen enkesite sahip ve çekme başlığı en kesitinden daha ufak değil ise;

$$\sigma_b = \frac{840000 \times C_b}{\frac{s \times d}{F_b}} = \frac{840000 \times 1,5}{\frac{600 \times 29}{45,71}} = 3310 \text{ kg/cm}^2$$

σ_b 'lerden büyük olan alınır. Ancak bu değer $0,6 \sigma_a$ 'dan büyük olamaz. Yani basınç emniyet gerilmemiz;

$$\sigma_{bem} = 0,6 \times \sigma_a = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

Emniyet gerilme değerimiz $1680 \text{ kg/cm}^2 \geq 1680 \text{ kg/cm}^2$ olduğundan yanal burkulma oluşmaz.

5.4. Petek Kiriş Boyutlandırması

5.4.1. Petek kiriş atalet momenti hesabı (15 m)

Kullanılan kesit: HEA220

$$A = 64.34 \text{ cm}^2$$

$$A_1 = 70.64 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 58.04 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 2x \left(22x \frac{1.1^3}{12} + 22x1.1x \left(15 - \frac{1.1}{2} \right)^2 \right) + 0.7x \frac{27.6^3}{12} = 11364 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 2x \left(22x \frac{1.1^3}{12} + 22x1.1x \left(15 - \frac{1.1}{2} \right)^2 \right) + 0.7x \frac{27.6^3}{12} - 0.7x \frac{18^3}{12} = 11026 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 757.6 \text{ cm}^3 \quad W_2 = 734.9 \text{ cm}^3$$

$W_1 > W_2$ olduğundan kurtarmıştır.

Kullanılan kesit: HEA260

$$A = 66.62 \text{ cm}^2 \quad A_1 = 93.57 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 60.07 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 19391 \text{ cm}^4 \quad I_2 = 19026 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 1140 \text{ cm}^3 \quad W_2 = 1119 \text{ cm}^3$$

$W_1 > W_2$ olduğundan kurtarmıştır.

Kullanılan kesit: HEA280

$$A = 97.26 \text{ cm}^2 \quad A_1 = 105.26 \text{ c} \quad A_2 = 69.26 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 25919 \text{ cm}^4 \quad I_2 = 25366 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 1401 \text{ cm}^3 \quad W_2 = 11372 \text{ cm}^3$$

$W_1 > W_2$ olduğundan kurtarmıştır.

5.4.2. Petek kiriş atalet momenti hesabı (20m)

Kullanılan kesit: HEA300

$$A = 112.5 \text{ cm}^2 \quad A_1 = 121.88 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 103.15 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 34949 \text{ cm}^4 \quad I_2 = 34194 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 1747 \text{ cm}^3 \quad W_2 = 1709 \text{ cm}^3$$

$W_1 > W_2$ olduğundan kurtarmıştır.

5.4.3. Petek kiriş atalet momenti (25 m)

Kullanılan kesit: HEA340

$$A = 133.5 \text{ cm}^2 \quad A_1 = 145.65 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 121.15 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 54667 \text{ cm}^4 \quad I_2 = 53475 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 2365 \text{ cm}^3 \quad W_2 = 2325 \text{ cm}^3$$

$W_1 > W_2$ olduğundan kurtarmıştır.

Kullanılan kesit: HEA360

$$A = 142.6 \text{ cm}^2 \quad A_1 = 155.6 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 129.64 \text{ cm}^2$$

$$I_1 = 63520 \text{ cm}^4 \quad I_2 = 62055 \text{ cm}^4$$

$$W_1 = 2646 \text{ cm}^3 \quad W_2 = 2565 \text{ cm}^3$$

$W_1 > W_2$ olduğundan kurtarmıştır.

Yapılacak olan bu hayvan barınağında kolonlar için HEA profiller kullanılacaktır. SAP2000' de analiz için kolon profilleri başlangıçta HEA 360 olarak belirlenmiş ancak sistemin tüm elemanları boyutlandırılıp Run edildiğinde bazı kolonların gelen kesit tesirlerini taşımadığı görülmüştür. Aşağıdaki resimde Total Ratio değerinin (katılım oranlarının) 1'i geçmesi sebebiyle kesitin taşımadığı gösterilmiştir. HEA400 profilini tanımlayabilmek için makasların boyutlandırılmasındaki işlem basamakları uygulanır. Frame Section simgesinden Add New Property tıklanarak HEA400 profiline ait özellikler girilir. Ön tasarım yapıldıktan sonra profillerin gerilme kontrolü yapılacaktır.

Kolon elemanlarını boyutlandırma da üzerlerine gelen gerilmeler çok önemlidir. Eğer kayda değer bir moment değerleri varsa eğilme tahkikiyle birlikte boyutlandırılması yapılmalıdır. Bu projede kolonlarımızı hem eksenel yük hemde eğilme etkisi altındaki elemanlar olarak boyutlandıracağız. Öncelikle burkulma boylarının bulunması gereklidir.

$$Sk_y = 0,65 \times 800 = 520 \text{ cm} \quad P_{max} = 8,40 \text{ t}$$

$$Sk_x = 0,80 \times 160 = 128 \text{ cm} \quad M_{max} = 14 \text{ tm}$$

Seçilen kesit: HEA300

$$W_x = 1192,04 \text{ cm}^3 \quad W_x = 1192,04 \text{ cm}^3 \quad A = 106,27 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 17284,60 \text{ cm}^4 \quad I_y = 6301,34 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 12,75 \text{ cm} \quad i_y = 7,70 \text{ cm}$$

$$b = 300 \text{ mm} \quad h = 290 \text{ mm}$$

$$t_w = 8,5 \text{ mm} \quad t_f = 14 \text{ mm}$$

$$\sigma_{eb} = \frac{P}{A} = \frac{8,40}{106,27} = 0,079 \text{ t/cm}^2$$

$$\lambda_x = \frac{128}{12,75} = 10,03$$

$$\lambda_y = \frac{520}{7,70} = 67,53$$

λ_{max} seçilir ve buna göre bir burkulma katsayısı bulunur. $\omega = 1,45$

$$P \leq \frac{\sigma_{\text{çem}} \times A}{\omega} = \frac{1,68 \times 106,27}{1,45} = 123,13$$

8,40 ton \leq 123,13 ton *Uygundur.*

$$\sigma_{ex'} = \frac{8290000}{\left(\frac{K \times S_b}{I_b}\right)^2} = \frac{8290000}{\left(\frac{0,65 \times 800}{7,7}\right)^2} = 1817,73 \text{ kg/cm}^2$$

5.5. Ara Kat Kirişleri, Stabilite ve Çaprazların Boyutlandırılması

Sistemde idari kat olarak kullanılacak asma kat, düşey ve yatay çaprazlar, stabilite bağları da benzer şekilde ön tasarım kabulleriyle belirlenir. Bu kesitlerin de gerilme tahkikleri yapılarak daha küçük bir kesitin kurtarması durumunda eleman boyutları küçültülecektir. Ön tasarım olarak yatay ve düşey çaprazlar, stabilite CHS139,7*5 lik boru profillerden yapılacaktır. Asma kat kirişleri ise ana kirişler IPE270 ve RF-IPE330; tali kirişler ise UPN100 olarak tanımlanacaktır. Asma kat kolonları ise RHS250*8'lik kutu profiller seçilerek tasarlanacaktır.

5.6. Çatı Çapraz Bağlantıları Boyutlandırılması

Çatı çapraz bağlantıları boyutlandırılırken daha önce belirtildiği gibi CP1, CP2, CP3 ve CP4 kombinasyonları dikkate alınmalıdır. CHS 139,7*7,5 olarak ön tasarımı yapılan çatı stabilite seçilir. Show Input Db Tables simgesi tıklanarak açılan pencerede Selection Load Cases butonundan CP kombinasyonları seçilir. Daha sonra Element Output-Frame Output-Table: Forces-Frames ibaresi tıklanarak maksimum kuvvetler belirlenir. Maksimum çekme kuvvetlerinin pozitif, basınç kuvvetlerinin ise negatif işaretli olacağı unutulmamalıdır.

Seçilen : F89

$$W_x = 21,67 \text{ cm}^3 \quad W_y = 21,67 \text{ cm}^3 \quad A = 10,67 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 96,34 \text{ cm}^4 \quad I_y = 96,34 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 3 \text{ cm} \quad i_y = 3 \text{ cm}$$

$$P_{max} = -6,11 \text{ t (basınç)} \quad P_{max} = 6,03 \text{ t (çekme)}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \longrightarrow 1,44 = \frac{6,11}{A_n}$$

$A_n = 4,24 \text{ cm}^2 < 10,67 \text{ cm}^2$ olduğundan uygundur.

BÖLÜM 6. MALİYET HESABI

6.1. Yaklaşık Maliyetin Tespiti

4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu'nun temel ilkeler bölümünün 5. Maddesinde yer alan "Ödeneği bulunmayan hiçbir iş ihaleye çıkarılamaz." hükmü "Yaklaşık Maliyetin" hazırlanarak ihale edilmesini zorunlu hale getirmiştir.

4734 Sayılı Kamu İhale Kanununa göre yapılacak ihalelerde; idareler kaynakları verimli kullanarak, ihtiyaçların zamanında uygun şartlar ile rekabeti, eşitlik, güvenilirlik ve gizlilik esaslarını sağlamakla sorumludur. Kanunlar ile belirlenmiş temel ilkeler doğrultusunda yaklaşık maliyetin hesaplanmasına ilişkin usul ve esaslar belirlenmiştir.

Yatırımlara ilişkin daha önceki kanun uygulamalarında maliyet hesapları tahmini keşif niteliğinde hazırlanıp, uygulama sırasında yapılan imalatların metrajlanarak fiyatlandırılması sonucu hazırlanan ikinci keşif doğrultusunda harcama yapılmakta idi. Maliyete ilişkin bütçe programlanmasında tahmin edilemeyen bu durum, işin sürdürülüp sonuçlandırılması hususunda kaynakları doğru ve zamanında kullanılmasına engel olmaktadır.

01.01.2013 tarihinde yürürlüğe giren 4734 Sayılı ihale Kanun' da yer alan "Yaklaşık Maliyet" kavramı alımı planlanan mal, hizmet veya yapım işleri için ihale öncesi fiyatların araştırılarak getireceği mali yükün belirlenmesini amaçlamaktadır.

Yapılan bu fizibilite çalışmasının adı yaklaşık maliyet olarak adlandırılrsa da gerçek değerine yakın hesaplama yapmaktır.

Proje verilerine göre imalatların metrajı hesaplanarak tespit edilen miktarlar yaklaşık maliyet hesaplanması yönetmeliğinde de belirtildiği gibi, kamu kurumlarının yayınladığı birim fiyatlar, meslek odalarınca açıklanan fiyatlar ile piyasa araştırması yapılarak tespit edilen fiyatlar ile çarpılması sonucu elde edilen tutarların toplamı ile yaklaşık maliyet belirlenir.

“4734 Sayılı Kamu İhale Kanununun: Yaklaşık Maliyet başlıklı 9. Maddesinde: Mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin ihalesi yapılmadan önce idarece, her türlü fiyat araştırması yapılarak katma değer vergisi hariç olmak üzere yaklaşık maliyet belirlenir ve dayanaklarıyla birlikte hesap cetvelinde gösterilir. Yaklaşık Maliyete ihale ve ön yeterlilik ilanlarında yer verilmez, isteklilere veya ihale süreci ile resmi ilişkisi olmayan diğer kişilere açıklanmaz” hükmü bulunmaktadır.

6.2. Yaklaşık Maliyetin Önemi

Yaklaşık maliyetin belirlenmesi uygulamaya başlamadan önce önem kazanmaktadır. Proje ve detayların esas alınarak imalatın maliyetinin hesaplanması öncelikle söz konusu iş için gerekli tutarı belirlememizi sağlar. Böylece işin yapılması için kaynak arayışında sağlıklı verilerle hareket etmiş oluruz.

Statik hesap programları ile yönetmelikler doğrultusunda gerekli yükleme ve analiz yapılarak hazırlanan hesap sonuçları kullanılarak uygulama proje ve detayları çizilir.

Uygulama projeleri ve detaylar göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar bizi reel sonuçlara ulaştırır.

Yaklaşık maliyetin önceden belirlenmesinin gerekliliğini aşağıdaki belirtilen hususlar açısından değerlendirebiliriz;

- Hukuki olarak bir ihale sonucu yapılacak yatırımlar için maliyetin önceden belirlenmesi bize yatırım için gerekli ödeneğin belirlenmesini ve ödenek kaynaklarına bildirilecek gerçek maliyetini,
- İhale Kanunu ile belirlenen ilan sürelerini belirlemesini,

- Eşik değerin hesaplanmasını,
- İhaleye katılacak isteklilerde aranan yeterlik değerlendirme belgelerinin belirlenmesinde,
- Yerli istekli veya yerli malını sunan istekli lehine fiyat avantajı sağlanması gibi hususların belirlenmesini,
- Önceden belirlenmiş maliyet hesabı tekliflerin değerlendirilmesinde etkin bir kıyaslama yapmamızı, eşik değeri altında kalıp kalmadığını belirler.

İhale edilecek işin ödeneğinin temini, ihale işlemleri ve sonrasında yükleniciye yapılacak ödemelerin yaklaşık maliyette yer alan porsantaj değerlerine göre yapılacağı göz önünde bulundurulduğunda, hesabın doğru ve eksiksiz yapılması gerektiği gerçeğini vurgulamaktadır.

Yaklaşık maliyetin belirlenmesinde ana unsur hazırlanan metraj cetvelleri ile işin miktarının tespiti ve o imalata ilişkin doğru pozların seçimi ile imalatların m²/TL, m³/TL, Ton/TL, Ad/TL. olarak birim fiyatların kullanılmasıdır. Böylece yapılması istenilen imalatın vasıfları da belirlenmiş olmaktadır. Elde edilen maliyetin doğru tespit edilmesi ihale sürecini etkileyecek önemli bir unsurdur. Tekliflerin yaklaşık maliyetin üzerinde olması ihalenin iptal edilmesi için önemli bir unsurdur. Bundan anlaşıldığı üzere maliyetin doğruluğu ihale sürecinin düzgün şekilde yürütülmesinde önem taşımaktadır.

6.3. Yaklaşık Maliyet Hesaplama Esasları

Yapım İşleri için yaklaşık maliyet hesaplanmasında öncelikle proje ve projede kullanılması gereken imalatların şartnameleri hazırlanmalıdır.

Projenin gerçekleştirilmesi için hangi mahalde hangi imalatın uygulanacağını belirleyen bir liste düzenlenmelidir. Yapıyı bir bütün olarak düşünmeli inşaat mekanik ve elektrik tesisatı için gerekli imalatlar esas alınmalıdır.

Proje ve eklerindeki detaylar göz önünde bulundurularak kullanılacak ölçü birimi esas alınarak kullanılacak imalat miktarları hesaplanır bu aşama metraj çalışması olarak adlandırılmaktadır. Maliyeti etkileyen doğru miktarın tespiti. Bu çalışmada yapılacak hata doğrudan maliyeti etkilemektedir.

Mahal listesinde belirtilen imalat kalemlerine ilişkin metraj ile tespit edilen miktarlar, şartnamesine uygun seçilen birim fiyat tutarı ile çarpılarak tespit edilen değerlerin toplamı ile yaklaşık maliyet hesaplanmış olur. Birim fiyatlar kamu kurumlarının, meslek odalarının yayımladığı fiyatlar ve piyasa araştırması sonucu tespit edilen fiyatlar sonucu hazırlanan analizler kullanılarak belirlenir.

İş kalemlerine ait fiyatlandırma ile belirlenen yaklaşık maliyet içinde her kalemin imalat tutarının toplam maliyete göre yüzde oranının belirlenmesi porsantaj olarak adlandırılmaktadır. Yükleniciye ödeme yapılması aşamasında gerçekleşme yüzdeleri ile çarpılarak tamamlanmış kısmının maddi karşılığı hesaplanır.

6.4. Metraj ve Yaklaşık Maliyet Hesaplanması

Genel olarak yapı işlerinde yapılacak imalatın niteliğine göre m², m³, kg,ton, adet gibi değerlere göre hesap yapılır.

Projesine göre karşılaştırmak istediğimiz kafes kiriş, dolu gövdeli ve petek kirişten hazırlanan çatı tiplerinin maliyetini etkileyen ana imalat profil demirler kullanılarak hazırlanan çatı makaslarıdır. Bu nedenle bu poza ilişkin imalat metrajı hesaplanmıştır.

Tablo 6.1. Yaklaşık maliyet profil metraji

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ

Sayfa : 1
No

YAKLAŞIK MALİYET PROFİL METRAJİ

..... İNŞAATI

01.1.2 İNŞAAT İŞLERİ/ Çatı İmalatları

Y.23.081 PROFİL DEMİRLERİNDEN ÇATI MAKASLI YAPILMASI VE YERİNE KONULMASI TON

Ma hal	Açıklama	Profil Tipi	Adet	Boy	Kaynak Katsayısı	Birim Ağırlık /Yüzey	Azı	Çoğu
.....
						Toplam
GENEL TOPLAM							

Hazırlayan

Metraj yapılarak tespit edilen imalat miktarları yaklaşık maliyet cetvellerine yansıtılarak “Yaklaşık Maliyet” hesaplanmış olur.

Tablo 6.2. Yaklaşık maliyet

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ

Tarih :
Sayfa No :

YAKLAŞIK MALİYET

..... İNŞAATI

01.1.1 İNŞAAT İŞLERİ/..... İMALATLARI

Sı ra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutar
1
2						
3						
TOPLAM					

Bu yaklaşık maliyet yılı birim fiyatları ve piyasa rayıçlarına göre ihaleye esas olmak üzere hazırlanmıştır. KDV dahil değildir.

Hazırlayan

Tablo 6.3. Yaklaşık maliyet

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ

Tarih :
Sayfa No : 1

YAKLAŞIK MALİYET

.....İNŞAATI
01.1.1 İNŞAAT İŞLERİ/.....İMALATLARI

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Pursantaj	Nakliye Dahil Pursantaj
1
2					
3					
TOPLAM				

Bu yaklaşık maliyet yılı birim fiyatları ve piyasa rayıçlarına göre ihaleye esas olmak üzere hazırlanmıştır. KDV dahil değildir.

Hazırlayan

Yaklaşık maliyet ve pursantaj tabloları hazırlanarak onaylandıktan sonra ödenek temin edilerek diğer ihale evrakları tamamlanarak ihale işlemlerine başlanır.

Yukarıda bahsedilen metraj ve yaklaşık maliyet hazırlanmasına ait temel ilkeler korunarak excel ofis programı kullanılarak hazırlanan cetveller olduğu gibi metraj, yaklaşık maliyet cetvelleri, eşik değer tabloları, hakediş ödemelerine ilişkin işlemleri içeren bilgisayar programları bulunmaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişimi ile temel ilkeler korunarak farklı yazılımlar bulunmaktadır. Bunlara yaygın olarak kullanılan OSKA hakediş yazılım, AMP hakediş yazılım, HASER hakediş yazılım, VİNTEK hakediş yazılım vb... gibi 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu ile uyumlu çalışan yazılımları örnek olarak verebiliriz.

6.5. Endüstri Yapısının Değerlendirilmesi

Tablo 6.4. 15 m açıklığa sahip Kafes Kirişli yapının Ağırlığı

Table: Material List 2 - By Section Property				
Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F89	Frame	222	756.04615	6.3312
120X60	Frame	148	798.00000	6.5391
HEA260	Frame	180	304.00000	19.5363
150x100	Frame	180	1080.00000	16.4114
HEA100	Frame	80	300.00000	4.7094
HEA120	Frame	240	305.94117	5.7872
60X60	Frame	252	534.06155	2.8672

Tablo 6.5. 15 m açıklığa sahip Dolu Gövdeli yapının ağırlığı

Table: Material List 2 - By Section Property				
Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F89	Frame	222	760.59760	6.3693
120X60	Frame	156	828.00000	6.7850
HEA300	Frame	428	615.94117	51.3768
150x100	Frame	180	1080.00000	16.4114

Tablo 6.6. 15 m açıklığa sahip Petek kirişli yapının ağırlığı

Table: Material List 2 - By Section Property				
Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F89	Frame	222	760.59760	6.3693
120X60	Frame	156	828.00000	6.7850
P-HEA280	Frame	428	615.94117	47.0201
150x100	Frame	180	1080.00000	16.4114

Tablo 6.7. 20 m açıklığa sahip Kafes Kirişli yapının ağırlığı

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F114	Frame	222	831.91881	9.0507
120X60	Frame	148	848.00000	6.9489
HEA300	Frame	180	304.00000	25.3572
160x100	Frame	216	1296.00000	20.5075
60x60	Frame	412	786.12961	4.2205
HEA100	Frame	160	400.00000	6.2792
HEA140	Frame	304	407.92156	9.6630

Tablo 6.8. 20 m açıklığa sahip Dolu Gövdeli yapının ağırlığı

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F114	Frame	222	837.26236	9.1089
120X60	Frame	156	888.00000	7.2766
HEA340	Frame	492	719.92156	71.8854
160x100	Frame	216	1296.00000	20.5075

Tablo 6.9. 20 m açıklığa sahip Petek kirişli yapının ağırlığı

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F114	Frame	222	837.26236	9.1089
120X60	Frame	156	888.00000	7.2766
P-HEA300	Frame	492	719.92156	63.5887
160x100	Frame	216	1296.00000	20.5075

Tablo 6.10. 25 m açıklığa sahip Kafes Kirişli yapının ağırlığı

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F139	Frame	222	916.69101	12.2696
120X60	Frame	148	898.00000	7.3586
HEA300	Frame	180	304.00000	25.3572
160x100	Frame	252	1512.00000	23.9254
HEA140	Frame	160	500.00000	11.8442
HEA160	Frame	320	509.90195	14.7443
70X70	Frame	412	949.05098	5.9891

Tablo 6.11. 25 m açıklığa sahip Dolu Gövdeli yapının ağırlığı

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F139	Frame	222	922.62703	12.3490
120X60	Frame	156	948.00000	7.7683
HEA450	Frame	508	823.90195	111.0810
160x100	Frame	252	1512.00000	23.9254

Tablo 6.12. 25 m açıklığa sahip Petek kirişli yapının ağırlığı

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
			m	Tonf
F139	Frame	222	922.62703	12.3490
120X60	Frame	156	948.00000	7.7683
P-HEA360	Frame	508	823.90195	92.3627
160x100	Frame	252	1512.00000	23.9254

Tablo 6.13. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj karşılaştırması

15-20-25 MT AÇIKLIĞA SAHİP FARKLI KİRİŞ TİPİ SEÇİLEREK PROJELENDİRİLEN YAPIYA AİT METRAJ KARŞILAŞTIRILMASI 15 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK YAPI					
KAFES KİRİŞLİ		PETEK KİRİŞLİ		DOLU GÖVDE KİRİŞLİ	
F89	6,3312	F89	6,3693	F89	6,3693
120X60	6,5391	120X60	6,7850	120X60	6,785
HEA260	19,5363	P-HEA280	47,0201	HEA300	51,3768
150X100	16,4114	150X100	16,4114	150X100	16,4114
HEA100	4,7094				
HEA120	5,7872				
60X60	2,8672				
TOPLAM: 62,1818 Ton		TOPLAM: 76,5858 Ton		TOPLAM: 80,9425 Ton	

$$\text{Kafes kiriş} = \frac{62,1818}{76,5858} = 0,81$$

$$\text{Petek kiriş} = \frac{76,5858}{80,9425} = 0,94$$

$$\text{Kafes kiriş} = \frac{62,1818}{80,9425} = 0,77$$

$$\text{Dolu gövdeli kiriş} = \frac{80,9425}{80,9425} = 1,00$$

15 mt açıklığa sahip kafes kiriş ile projelendirilen çatı makası ağırlık metrajını, seçilen diğer petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş metrajı ile oranladığımızda petek kirişe göre %19, dolu gövdeli kirişe göre ise %23'lük avantaj sağladığı görülmektedir.

Tablo 6.14. 20 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj karşılaştırması

20 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK YAPI					
KAFES KİRİŞLİ		PETEK KİRİŞLİ		DOLU GÖVDE KİRİŞLİ	
F114	9,0507	F114	9,1089	F114	9,1089
120X60	6,9489	120X60	7,2766	120X60	7,2766
HEA300	25,3572	P-HEA300	63,5887	HEA340	71,8854
160x100	20,5075	160x100	20,5075	160x100	20,5075
60x60	4,2205				
HEA100	6,2792				
HEA140	9,6630				
TOPLAM: 82,0270 Ton		TOPLAM: 100,4817 Ton		TOPLAM: 108,7784 Ton	

$$\text{Kafes kiriş} = \frac{82,0270}{100,4817} = 0,81$$

$$\text{Kafes kiriş} = \frac{82,0270}{108,7784} = 0,74$$

20 mt açıklığa sahip kafes kiriş ile projelendirilen çatı makası ağırlık metrajını, seçilen diğer petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş metrajı ile oranladığımızda petek kirişe göre %19, dolu gövdeli kirişe göre ise %26'lık avantaj sağladığı görülmektedir.

Tablo 6.15. 25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj karşılaştırması

25 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK YAPI					
KAFES KİRİŞLİ		PETEK KİRİŞLİ		DOLU GÖVDE KİRİŞLİ	
F139	12,2696	F139	12,349	F139	12,349
120X60	7,3586	120X60	7,7683	120X60	7,7683
HEA300	25,3572	P-HEA360	92,3627	HEA450	111,081
160x100	23,9254	160x100	23,9254	160x100	23,9254
HEA140	11,8442				
HEA160	14,7443				
70X70	5,9891				
TOPLAM: 101,4884Ton		TOPLAM: 136,4054 Ton		TOPLAM: 155,1237 Ton	

$$\text{Kafes kiriş} = \frac{101,4884}{136,4054} = 0,74$$

$$\text{Kafes kiriş} = \frac{101,4884}{155,1237} = 0,65$$

25 mt açıklığa sahip kafes kiriş ile projelendirilen çatı makası ağırlık metrajını, seçilen diğer petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş metrajı ile oranladığımızda petek kirişe göre % 26, dolu gövdeli kirişe göre ise % 35'lük avantaj sağladığı görülmektedir.

Tablo 6.16. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının metraj icmali

Sıra no	Tanımı	KAFES KİRİŞ (Ton)	PETEK KİRİŞ (Ton)	DOLU GÖVDELİ KİRİŞ (Ton)
1	15 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	62,1818	76,5858	80,9425
2	20 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	82,0270.	100,4817	108,7784
3	25 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	101,4884	136,4054	155,1237

Yaklaşık maliyetin bulunması için metraj sonucu elde edilen imalat miktarlarının bu işin yapılması için belirlenen birim fiyatlar ile çarpılması gerekmektedir. 4734 Sayılı İhale Kanunu yaklaşık maliyet belirleme esaslarına göre bu fiyatların belirlenmesinde öncelikle kamu kurumlarının belirlediği birim fiyatlar, meslek odalarının yayımladığı fiyatlar ve piyasa araştırması sonucu tespit edilen fiyatlar kullanılarak yaklaşık maliyet tespit edileceği belirtilmektedir.

Bu nedenle, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2016 Yılı Birim Fiyatları esas alınarak, yaklaşık maliyet hesaplanmıştır. Çelik çatı makası yapımına ilişkin Y.23.081 Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması pozu kullanılarak maliyet hesaplanmıştır.

Bu poza ait analiz tablo 6.17.' te gösterilmiştir.

Tablo 6.17. Y.23.081 Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması analizi

Analiz Format : 1	İNŞAAT İŞ KALEMLERİ BİRİM FİYAT ANALİZLERİ					
İş Kalemi /İş Grubu	Analizin Adı :					Ölçü Birimi :
Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.					TON
Poz No :	GİRDİLER	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı	
	Malzeme :					
04.256	Sıcak haddelenmiş profil demirler (1-u-t-omega)	KG	1020	1,31	1.336,20	
	(Zayıyla)					
04.256	Sıcak haddelenmiş profil demirler (1-u-t-omega)	KG	51	1,31	66,81	
	(Kaynak, perçin ve blonlu irtibat karşılığı %5)					
	İşçilik :					
	Yapılması					
03.589(Y)	Demir doğrama imalat atölyesinin 1 saatli ücreti	SA	8	188,89	1.511,12	
	Yerine konması					
03.671(Y)	Mobil vinç 'in 1 saatlik ücreti	SA	2.5	62,28	155,70	
01.018	Sıcak demirci ustası	SA	2	10,10	20,20	
01.501	Düz işçi (inşaat işçisi)	SA	2	7,40	14,80	
	(inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma dahil)					
Karsız Toplam					3.104,83	
%25 Kar ve Genel Giderler					776,21	
Toplam Tutar					3.881,04	
<p>Her türlü profil demirinden projesine göre her açıklıkta kafes kirişli çatı makası yapılması, parçaların birbirine levhalarla eklenmesi ve bütün aksamın yerlerine konması ve tespiti, her türlü malzeme ve zayıat, kaynak, perçin, cıvata, atölye giderleri, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, taşıyıcı iskele veya kaldırma tertibatı, boşaltma işçilik, müteahhit genel giderleri ve kârı dâhil, (boya bedeli hariç) çatı makası yapılması ve yerine konulması, 1 ton fiyatı :</p> <p>ÖLÇÜ:</p> <p>1)Ölçümede tartı esaslıdır, kullanılan profil demiri perçin,cıvata,ek levhaları ve benzeri tespit elemanları birlikte boyanmadan ve montajdan önce tartılır ve atışmana geçirilir.</p> <p>2)Ancak idareler lüzum gördüğü takdirde, proje boyutları üzerinden bütün profillerin ve düğüm noktaları levhalarının cetveldeki ağırlıklarına nazaran tartı ağırlığını tahkik edebilir. Bu tartı neticesinde; cetvellere nazaran % 7 ağırlık fazlasına kadar ödeme yapılır. % 7 den fazla ağırlık dikkate alınmaz. Hesap tahkikinde perçin ve cıvata delikleri dolu alınır. Bu tartı neticesinde bulunan ağırlığın cetveldekenden az olması halinde yapılan imalatın idarece kabul edilmesi şartıyla tartı esas alınır.</p>						

Tablo 6.18. 15 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti

YAKLAŞIK MALİYET**01.01.1 İNŞAAT/15 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET
KARŞILAŞTIRILMASI/KAFES KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	62,1818	3.880,94	241.323,83
TOPLAM						241.323,83

**01.01.2 İNŞAAT/15 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET
KARŞILAŞTIRILMASI/ PETEK KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	76,5858	3.880,94	297.224,89
TOPLAM						297.224,89

**01.01.3 İNŞAAT/15 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET
KARŞILAŞTIRILMASI/ DOLU GÖVDE KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	80,9425	3.880,94	314.132,99
TOPLAM						314.132,99

Tablo 6.19. 20 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti

YAKLAŞIK MALİYET**01.02.1 İNŞAAT/20 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET****KARŞILAŞTIRILMASI/ KAFES KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	82,0270	3.880,94	318.341,87
TOPLAM						318.341,87

01.02.2 İNŞAAT/ 20 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET**KARŞILAŞTIRILMASI / PETEK KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	100,4817	3.880,94	389.963,45
TOPLAM						389.963,45

01.02.3 İNŞAAT/20 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET**KARŞILAŞTIRILMASI/ DOLU GÖVDE KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	108,7784	3.880,94	422.162,44
TOPLAM						422.162,44

Tablo 6.20. 25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti

YAKLAŞIK MALİYET**01.03.1 İNŞAAT/25 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET****KARŞILAŞTIRILMASI/ KAFES KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	101,4884	3.880,94	393.870,39
TOPLAM						393.870,39 TL.

01.03.2 İNŞAAT/25 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET**KARŞILAŞTIRILMASI/ PETEK KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TON/TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	136,4054	3.880,94	529.381,17
TOPLAM						529.381,17 TL.

01.03.3 İNŞAAT/25 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET**KARŞILAŞTIRILMASI/ DOLU GÖVDE KİRİŞLİ YAPI**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (TON/TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.081	Profil demirlerinden çatı makası yapılması ve yerine konulması.	TON	155,1237	3.880,94	602.025,77
TOPLAM						602.025,77 TL.

Tablo 6.21. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyeti

YAKLAŞIK MALİYET**01.01 İNŞAAT/25 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET****KARŞILAŞTIRILMASI**

Sıra no	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	01.01.1	KAFES KİRİŞLİ YAPI	241.323,83 TL
2	01.01.2	PETEK KİRİŞLİ YAPI	297.224,89 TL
3	01.01.3	DOLU GÖVDE KİRİŞLİ YAPI	314.132,99 TL

01.02 İNŞAAT/20 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET**KARŞILAŞTIRILMASI**

Sıra no	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	01.02.1	KAFES KİRİŞLİ YAPI	318.341,87 TL
2	01.02.2	PETEK KİRİŞLİ YAPI	389.963,45 TL
3	01.02.3	DOLU GÖVDE KİRİŞLİ YAPI	422.162,44 TL

01.03 İNŞAAT/25 MT AÇIKLIĞA SAHİP ÇELİK ÇATI KİRİŞLERİNİN MALİYET**KARŞILAŞTIRILMASI**

Sıra no	Grup Kodu	Tanımı	Tutarı
1	01.03.1	KAFES KİRİŞLİ YAPI	393.870,39 TL
2	01.03.2	PETEK KİRİŞLİ YAPI	529.381,17 TL
3	01.03.3	DOLU GÖVDE KİRİŞLİ YAPI	602.025,77 TL

Tablo 6.22. 15-20-25 m açıklığa sahip Kafes-Petek-Dolu Gövde kirişli yapının maliyet icmalı karşılaştırması

15-20-25 MT AÇIKLIĞA SAHİP KAFES KİRİŞLİ ÇELİK YAPI MALİYET İCMALİ

Sıra no	Tanımı	Kafes kiriş	Petek kiriş	Dolu gövdeli kiriş
1	15 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	241.323,83 TL.	297.224,89 TL.	314.132,99 TL.
2	20 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	318.341,87 TL.	389.963,45 TL.	422.162,44 TL.
3	25 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	393.870,39 TL.	529.381,17 TL.	602.025,77 TL.

Tablo 6.22.' de belirtildiği üzere maliyet karşılaştırmasına göre kafes kiriş çatı sistemi seçilerek projelendirilen yapı, maliyet açısından en uygun seçimdir.

BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı kesitlere sahip çatı kirişlerinin bina maliyetini etkisini araştırmak üzere yaptığımız bu çalışmada, analiz sonuçlarını daha iyi değerlendirebilmek üzere 15-20-25 mt olmak üzere üç farklı açıklık kullanılmıştır. Yapı tasarımında binanın ana taşıyıcı elemanlarından kolon ve kirişler emniyet gerilmesini aşmayan en küçük kesitler olarak belirlenmiştir. Diğer yapı elemanlarından aşık çaprazlar ve cephe kuşağı profilleri her sistemde sabit tutarak maliyet analizinde daha doğru sonuca varılması sağlanmıştır.

SAP 2000 Sonlu elemanlar programı ile üç boyutlu iki açıklıklı endüstri yapısı modellenmiş olup yapılan hesap sonucu elde edilen ağırlık verileri metraj hazırlanmasında kullanılmıştır. Aynı yükler altında kafes kiriş, petek kiriş ve dolu gövdeli olmak üzere farklı geometriye sahip çatı kirişleri kullanılarak en uygun tasarım tespit edilmiştir.

Kamu kurumlarınca belirlenen birim fiyatların her üç çatı makasları için sabit tutulduğu göz önünde bulundurulduğunda, tasarlanan yapının metrajı yaklaşık maliyeti etkileyen ana unsurdur. Bu nedenle,15-20-25 mt açıklıklar için kafes kiriş, petek kiriş ve dolu gövdeli kirişlere göre tespit edilen metrajlar, Tablo 6.16.'da karşılaştırılmıştır. Analiz sonucu elde edilen bu ağırlıklar karşılaştırıldığında tüm açıklıklar için kafes kiriş sisteminin daha avantajlı olduğu belirlenmiştir.

15 mt açıklık için:

$$\frac{\text{Kafes kiriş}}{\text{Petek kiriş}} = \frac{62,1818}{76,5858} = 0,81$$

$$\text{Petek kiriş} = 76,5858$$

$$\frac{\text{Kafes kiriş}}{\text{Dolu gövdeli kiriş}} = \frac{62,1818}{80,9425} = 0,77$$

$$\text{Dolu gövdeli kiriş} = 80,9425$$

15 mt açıklığa sahip kafes kiriş ile projelendirilen çatı makası ağırlık metrajını, seçilen diğer petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş metrajı ile oranladığımızda petek kirişe göre %19, dolu gövdeli kirişe göre ise %23'lük avantaj sağladığı görülmektedir.

20 mt açıklık için:

$$\frac{\text{Kafes kiriş}}{\text{Petek kiriş}} = \frac{82,0270}{100,4817} = 0,81$$

$$\text{Petek kiriş} = 100,4817$$

$$\frac{\text{Kafes kiriş}}{\text{Dolu gövdeli kiriş}} = \frac{82,0270}{108,7784} = 0,74$$

$$\text{Dolu gövdeli kiriş} = 108,7784$$

20 mt açıklığa sahip kafes kiriş ile projelendirilen çatı makası ağırlık metrajını, seçilen diğer petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş metrajı ile oranladığımızda petek kirişe göre %19, dolu gövdeli kirişe göre ise %26'lük avantaj sağladığı görülmektedir.

25 mt açıklık için:

$$\frac{\text{Kafes kiriş}}{\text{Petek kiriş}} = \frac{101,4884}{136,4054} = 0,74$$

$$\text{Petek kiriş} = 136,4054$$

$$\frac{\text{Kafes kiriş}}{\text{Dolu gövdeli kiriş}} = \frac{101,4884}{155,1237} = 0,65$$

$$\text{Dolu gövdeli kiriş} = 155,1237$$

25 mt açıklığa sahip kafes kiriş ile projelendirilen çatı makası ağırlık metrajını, seçilen diğer petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş metrajı ile oranladığımızda petek kirişe göre %26, dolu gövdeli kirişe göre ise %35'lük avantaj sağladığı görülmektedir.

Kafes kirişin petek kiriş ve dolu gövdeli kirişe göre avantaj sağladığı açıkça görülmektedir.

Tablo 7.1. 15-20-25 m açıklığa sahip yapıda seçilen Kafes-Petek-Dolu Gövde kiriş tiplerinin yapı ağırlığının belirlenmesindeki avantaj karşılaştırması

15-20-25 MT AÇIKLIĞA SAHİP KAFES KİRİŞLİ ÇELİK YAPI MALİYET İCMALİ

Sıra no	Tanımı	KAFES KİRİŞ /PETEK KİRİŞ %	KAFES KİRİŞ/ DOLU GÖVDELİ KİRİŞ %
1	15 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	19	23
2	20 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	19	26
3	25 MT AÇIKLIKLI ÇELİK YAPI	26	35

Açıklıkların 15 mt'den 20 ve 25 mt çıkması ile petek kiriş ve dolu gövdeli kiriş kullanılarak oluşturulan yapı ağırlıkları arttığı, bu durumda maliyeti etkilediği Tablo 6.22. de gösterilmiştir.

Kamu kurumlarınca tespit edilen birim fiyatlar sabit tutularak maliyet hesabı yaptığımızı belirtmiştik. Ancak maliyet belirlenirken yalnızca tonaj olarak ağırlığın değerlendirmesinin yeterli olmadığı konusunda birkaç noktanın göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamak gerekir.

İmalat aşamasında seçilen kiriş tiplerinde kullanılan profillerin işlenmesinde işçilik süreleri ile birleşim elemanlarının işlenmesinde kullanılacak kaynak vb. malzemelerinde her kiriş tipi için ayrı olacağı açıktır. Bunlar da birim fiyatı etkileyecektir. Aslında her projenin daha nitelikli değerlendirilerek fiyatlandırılması, maliyetin belirlenmesinde daha gerçekçi olacaktır. Bu nedenle birim fiyatların hazırlanmasında gerçekçi ve güncel yaklaşımların ortaya konulması gerçek maliyete yaklaşmamızı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Altın, I., Bulut, S. Z., Bir Sanayii Yapısı İçin Ülkemiz Koşullarında En Ekonomik Taşıyıcı Sistem Araştırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(3): 77-83, 2002.
- [2] Aslan, D., Büyük Açıklıklı Gergili Bir Sergi Binasının Ec3'E Göre Karşılaştırmalı Boyutlandırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [3] Çiftlik, E. N., Üç Açıklıklı Çelik Endüstri Yapısı Ve Ekonomik Sistem Araştırması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [4] Karasoy, M., Pamukkale Üniversitesi. İnşaat Mühendisliği. Endüstriyel Çelik Yapıların Ekonomik Çözümleri Ders Notları, 2014.
- [5] Kocabaş, S., Çelik Yapıların Sap2000 Programı İle Analiz Ve Tasarımı Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [6] Korkmaz, A., Zeki, A. Y., Çelik Uzay Çatı Sistemli Hal Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi. Journal Of Yaşar University, 2(8): 875-887, 2007.
- [7] Önder, A., Konsol Kafes Kirişli Bir Uçak Hangarının Karşılaştırmalı Boyutlandırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [8] Özmen, Y., Baydar, E., The Effect Of Eaves Types To Wind Pressures On 45° Pitched Gable Roofs. Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering, 21(1): 45-62, 2016.
- [9] Parisi, M. A., Chesi, C., Tardini, C., Piazza, M., Seismic Vulnerability and Preservation of Timber Roof Structures. Proceedings, SAHC08, 1253-1260, 2008.
- [10] Piroglu, F., & Ozakgul, K., Partial Collapses Experienced For a Steel Space Truss Roof Structure Induced By Ice Ponds. Engineering Failure Analysis, 60, 155-165, 2016.

- [11] Yuan, M., & Lin, Y., Model Selection and Estimation in Regression With Grouped Variables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)* 68(1): 49-67, 2006.

ÖZGEÇMİŞ

01.02.1965 tarihinde Bitlis'te doğmuştur. Babasının işi dolayısı ile 1972 yılında İzmir'e taşınmıştır. İlköğretimini Karşıyaka Aydoğdu İlkokulunda tamamladıktan sonra Karşıyaka Gazi Lisesinde ortaokul ve lise eğitimini tamamlamıştır. 1982-1984 tarihleri arasında 9 Eylül Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu İnşaat programını tamamladıktan sonra 2 yıl özel bir mimari büroda çalışmıştır. Maliye Bakanlığının 1986 yılında açmış olduğu sınav sonucu İzmir Defterdarlığı Milli Emlak Müdürlüğünde çalışmaya başlamıştır. 1990 Öğretim yılında ÖSYM sınavı ile Trakya Üniversitesi Mimarlık Bölümüne kayıt yaptırmıştır. İlk yarıyıl sonunda özel nedenlerden dolayı eğitimine ara vermek durumunda kalmıştır. 1995 Öğretim yılında ÖSYM sınavı ile Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi II. Öğretim İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazanmıştır 4 yıllık eğitimini tamamlayarak 1999 yılında mezun olmuştur. 2000 yılında Maliye Bakanlığından kurum değiştirerek Sakarya Bayındırlık ve İşkan Müdürlüğünde görevine devam etmiştir. 2009 yılında İzmir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne İnşaat Mühendisi olarak atanmıştır. Halen aynı kurumda görevine devam etmektedir.