

67777

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

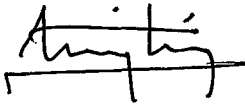
UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI

İnş.Müh. Nermin ÖZTORUN

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ





Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zafer ÖZTÜRK

İSTANBUL , 1997

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YAPILAR MÜHÜRÜ

İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1.Uzay Kafes Sistemlerin Kurulması	4
2.1.1.Uzayda Bir Noktanın Sabitlemesi	4
2.1.2.Bir Rijit Cismin Uzayda Statikçe Belirli Olarak Bağlanması	5
2.2.Uzay Kafes Sistemlerinin Rijitlik Kriteri	6
2.2.1. 1.Tip Uzay Kafes Rijitliği	6
2.2.2. 2.Tip Uzay Kafes Rijitliği	7
3.UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİN HESAP YÖNTEMİ	9
3.1.Matris Deplasman Metodu	9
3.1.1.Rijitlik Matrisi	11
3.1.2.Döndürme Matrisi	12
4.UZAY TAŞIYICI SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	15
4.1.Tip A	18
4.1.1.Tip A'nın SAP90 Datası	20
4.2.Tip B	24
4.2.1.Tip B'nin SAP90 Datası	26
4.3.Tip C	33
4.3.1.Tip C'nin SAP90 Datası	35
4.4.Tip D	41
4.4.1.Tip D'nin SAP90 Datası	43
4.5.Tip E	51
4.5.1.Tip E'nin SAP90 Datası	53
4.6.Tip F	58
4.6.1.Tip F'nin SAP90 Datası	60
4.7.Tip G	65
4.7.1.Tip G'nin SAP90 Datası	67
4.8.Tip A'ya ait SAP90 Çubuk Kuvvetlerinin Çözümü	72
4.9. Sonuçlar	75
5.UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİN ELEMANLARI	77
5.1.Çubuklar	77
5.2.Düğümler	77

5.2.1.Mero Dügüm Noktası	77
5.2.2.Nodus Dügüm Noktası	79
5.2.3.Oktaplatte Dügüm Noktası	80
5.2.4.Gero Dügüm Noktası	81
5.2.5.Varitec Dügüm Noktası	82
6.UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI	83
6.1.Uzay Kafes Sistemlerinin Davranışları	83
6.2.Açıklayıcı Mekanizmalar	84
6.3.Geliştirme Teknikleri	86
6.3.1.Süneklik Yönetimi	86
6.3.1.1.Zayıf ve Kuvvetli Dizayn Teknikleri	86
6.3.1.2.Basınca Çalışan Elemanlarda Sınırlı Kuvvet Uygulanması	88
6.3.2.Kuvvet Dağılım Yönetimi	92
6.3.2.1.Eksantrik Diagoneller	93
6.3.2.2.Eleman Çıkarılması	94
6.3.2.3.Hassasiyet Noksanlığından Dolayı Oluşan Öngerilmeler	96
6.3.3.Bileşik Teknikler	99
6.4.Sonuçlar	100
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Büyük açıklıkları geçmek için, klasik iki yönlü kiriş sistemlere göre daha ekonomik olan, uzay kafes taşıyıcı sistemler tercih edilmiştir. Bu çalışmada, farklı tiplerdeki uzay kafes taşıyıcı sistemlerin, birbirlerine göre üstünlükleri araştırıldı.

Düşey yük altında, uzay kafes taşıyıcı sistemlerin davranışları incelendi. Farklı konfigürasyonlarda inşaa edilmiş, farklı tipteki uzay kafes taşıyıcı sistemler birbiri ile kıyaslandı. Sistem tiplerinin karşılaştırılmasında, yapının maliyetine doğrudan etkilediği için minimum yapı ağırlığı esas alınmıştır. Bununla birlikte, maksimum eleman kuvvetleri, düğüm ve elemanların sayısı ve maksimum deplasmanlar da dikkate alınmıştır. Sistem çözümleri SAP90 ile yapıldı. Sistem elemanları ile ilgili bilgiler verildi.

Uzay kafes taşıyıcı sistemlerin, dizaynı ve uygulanması son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Gelişimindeki artış, bu karmaşık yapıların davranışlarının anlaşılmasını da beraberinde getirmiştir. Son yıllarda yapılan dizayn çalışmaları, özellikle elastik bölgeye yöneliktir. Bu araştırmalarla birlikte plastik bölge ve maksimum taşıma kapasitesi hakkında incelemelere yer verilmiştir. Bahsedilen araştırmaların bir çoğu halen devam etmektedir.

ABSTRACT

To cover large spans, space truss systems that are more economic compare to classic two way truss systems are preferred. In this paper superiorities to each other of different types of space truss systems are studied.

Under the vertical loads, behavior of space truss systems are examined. Different types of space truss systems that are built in different configurations, are compared. In the comparing the systems, weights of the systems are compared, because the weight of a system effects on the cost price of this system directly. In addition, maximum element forces, numbers of joints and elements and maximum deflections are taken account in the comparing. Systems are solved by using SAP90(Static Analysis Program Ver 5.10). Datas of elements of the systems are given.

The design and construction of the space truss systems,have undergone a tremendous expansion in recent years.This expansion in deployment has been preceded and accompanied by a parallel expansion in the understanding of the behavior of these complex stuctures, an understanding achieved through extensive analytical and experimental research.Athough current design practice is based predominantly under elastic range of response significant reseach effort has been concentrated on the nonlinear response and ultimate load capacity.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Uzay kafes taşıyıcı sistemler, uygulama alanına son yıllarda girmiş ve büyük gelişmeler göstermiştir. Büyük açıklıkların örtülmesinde, klasik iki yönlü giriş sistemlere göre daha ekonomiktir. Uzay kafes sistemler hakkında genel bilgiler, ikinci bölümde verilmiştir. Uzay kafes sistemlerinin, yüksek hiperstatiklik derecesi ve büyük sayıda düğüm noktaları gözönüne alınarak, çözümüne en uygun metod olan matris deplasman metodu seçilmiştir. Metod, üçüncü bölümde anlatılmıştır.

Uzay kafes sistemleri, farklı biçimlerde kurmak mümkün. Farklı uzay kafes sistem tiplerinin karşılaştırılması, dördüncü bölümde yer almaktadır. Uzay kafes sistemlerin çözümü, SAP90 statik analiz programı ile yapılmıştır. Karşılaştırmada, uzay kafes sistemlerin, düğüm ve çubuk sayısı, kullanılan en büyük boru çapı, çubuklara gelen maksimum çekme ve basınç kuvvetleri ile maksimum deplasmanlar ve esas olarak sistemin çubuklara bağlı ağırlığı, gözönünde bulundurulmuştur.

Beşinci bölümde, sistem elemanlarının teknik özellikleri verilmiştir.

Altıncı bölümde, uzay kafes sistemleri iyileştirmek için yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİ

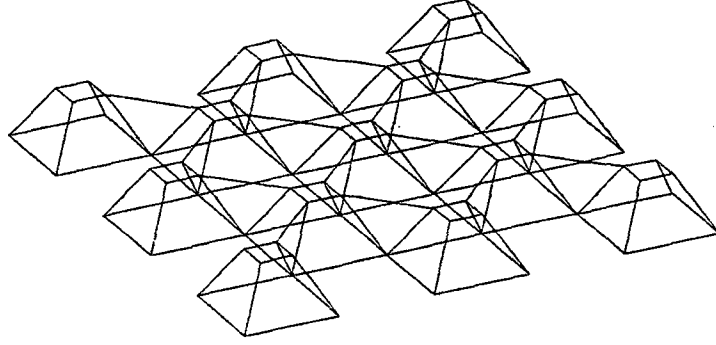
Büyük açıklıkları kolonsuz geçme çabaları ,uzay kafes sistemleri geliştirme çalışmalarını hızlandırmıştır.Bu çalışmalarla , yeni malzemelerin verdiği olanaklarla daha ekonomik sonuçlar alınmaya başlanmıştır.

Uzay kafes sistemler uygulama alanına son yıllarda girmiş yeni sistemlerdir.60 yıldan beri modüler sistemlerin tekrarı ile yapı elde etme usulleri bilinmekteydi.Fakat geniş uygulamalar son 25 yıl içinde olmuştur.Amerika Birleşik Devletlerinde Le Ricolais, Fransa'da S.du Chateau ve İngitere'de Z.Makowski, Buckminster Fuller, Konrad Wachman ilk uygulamaları yapmışlardır.Fakat geleneksel hesap yöntemleri ile sonuca ulaşmak çok zordu.Z.S.Makowski'nin teorik ve pratik etüdüleri, çubuklara gelen kuvvetleri hesaplamaya olanak verecek metodların, bilgisayarla çözümüne olanak verdi.Aynı zamanda arkla kaynak, dirençli bulonlama teknolojisindeki gelişmeler ve üretilen profillerin saıca artması da gerekli idi.

Bu teknolojik gelişmeler, doğal olarak standartlaşma ve hazır yapım tekniklerinin oluşmasını sağladı.Hazır yapım; ya düğüm noktaları ve çubuklar gibi basit elemanlara ya da üçgen veya dört yüzlü gibi bileşik elemanlara dayanmaktadır.

Üç boyutlu sistemler daha iyiyi yapma yolundaki araştırmaların bir ürünüdür.Amaç, kullanılan malzemeden en yüksek verimi alarak, ekonomik çözümler üretmektir.

Uzay kafes sistemlerin en çarpıcı örneği olan, Atlanta Kültür Merkezi, yaklaşık 100x100 m boyutlarına sahiptir ve 16.000 seyirci kapasitelidir.Bu salonun örtülmesinde, uzay kafes kiriş sistemleri kullanılmıştır ve Mimar Thompson, Vendulett ve Stainback İnc. ile Mühendis Prybyowski ve Gravino tarafından tasarlanıp uygulanmıştır.15x15 m boyutlu kesik piramitler tepe noktalarından çapraz şekilde çelik kablolarla birleştirilerek bir uzay kafes sistemi teşkil edilmiştir.Üst başları kesilmiş kare piramitler satranç tahtasını andırır şekilde bir boş bir dolu yerleştirilmiştir(Şekil 2.1).Klasik iki yönlü kiriş sistemlerde m² ye 112 kg ağırlık hesaplanırken bu inşaatte m² ye 78 kg kullanılmıştır.



Şekil 2.1

Uzay kafes sistemlerin üstünlükleri :

- Hafiflik.
- Rijitlik.
- Bir elemanın yetersizliği durumunda bir mukavemet ihtiyatı sağlayan yüksek mertebeden hiperstatiklik olanağı.
- Hemen hemen hiçbir eğilme elemanının olmaması nedeni ile malzemenin en uygun şekilde yararlanma.
- Projelendirmede önemli derecede serbestlik
- Hazır yapım ve montaj kolaylığı
- Sökme ve değiştirme kolaylığı
- Başlangıçtaki sakıncalar aşamalı olarak yok edilmiştir. Değişik açılar yapan uzay çubukların birleşimlerinden doğan teknolojik zorluklar, piyasada çıkan çok sayıda yapım sistemi sayesinde çözümlenmişlerdir.

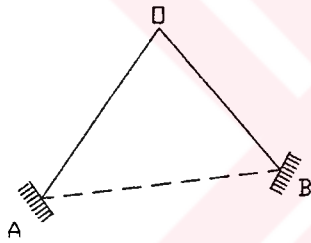
Hesap zorlukları, bilgisayarların kullanılmasının yaygınlaşmasından sonra artık bir engel değildir.

2.1.Uzay Kafes Sistemlerin Kurulması

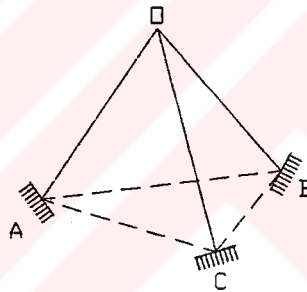
Doğru eksenli çubukların uzayda uçlarından birbirlerine ideal küresel mafsallarla eklenerek oluşturdukları uzay taşıyıcı sisteme "uzay kafes sistem" adı verilir.

2.1.1.Uzayda Bir Noktanın Sabitlenmesi

O uzayda bir nokta olsun.O noktasını iki çubuk yardımı ile rijit bir temele bağlayalım.İki çubuk daima bir düzlem içinde kalır.Bu yüzden O noktasının AB ekseninde dönmesi her zaman mümkündür.(şekil 2.2).O noktasının dönmesini önlemek için üçüncü bir çubukla bağlamamız gerekir.Ancak bu üç çubuğun aynı düzlemde olmaması gerekir(Şekil 2.3).Tam bağlı olan O noktasına bir P dış yükü etkidiğinde çubuklarda meydana gelebilecek olan iç kuvvetler



şekil 2.2



şekil 2.3

$$\sum X = 0$$

$$\sum Y = 0$$

$$\sum Z = 0$$

(2.1)

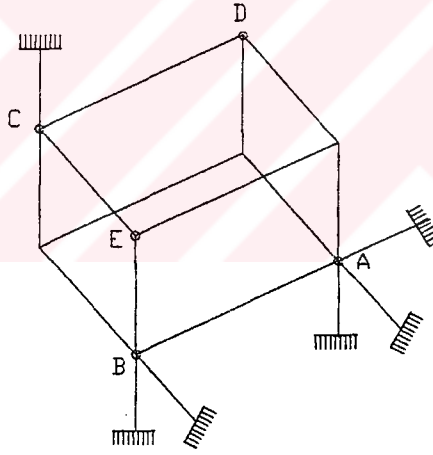
denklemleri ile bulunabilir.Bu nedenle sistem statikçe belirlidir.Eğer O noktası temele üçten fazla çubukla bağlanırsa denge denklemleri ile çubukların kuvvetleri bulunamaz.Bu sisteme "statikçe belirsiz" denir.

Eğer üçten az çubuk varsa ve ya üç çubuk da aynı düzlemde ise sistem rijit olmaz ve çubuklar düzlemi ile çakışmayan herhangi bir P kuvvetinin etkisi altında dengede kalmaz.

2.1.2. Bir Rijit Cismin Uzayda Statikçe Belirli Olarak Bağlanması

Uzaydaki bir kuvvet sisteminin denge şartları altı denge denklemi ile ifade edilir:

$$\begin{aligned} \sum X &= 0 & \sum M_x &= 0 \\ \sum Y &= 0 & \sum M_y &= 0 \\ \sum Z &= 0 & \sum M_z &= 0 \end{aligned} \quad (2.2)$$



Şekil 2.4

Herhangi bir A noktasını uzayda tesbit edebilmek için eksenleri bir düzlem içinde olmayan üç çubuğa ihtiyaç vardır. Katı cismin hareketi A noktasında dönme serbestliği şeklinde sınırlanmıştır.

Bu şartlar altında cismin herhangi bir noktası, merkezi A, yarıçapı sözedilen nokta ile A noktası arasındaki uzaklık olan bir küre üzerinde hareket edebilir. Cismin daha fazla bağlanması bir ikinci B noktasını Küreye teğet bir düzlem içinde tamamıyla tesbit etmekle olur. Rijit cisim B noktasından 2 çubukla tesbit edilirse, cismin hareket serbestliği, bu suretle AB eksenine etrafında dönme şeklinde sınırlanmış oldu. Cismin herhangi bir noktası, AB eksenine dik bir düzlem içinde, merkezi eksenin düzlemi kestiği nokta olan bir daire yayı üzerinde hareket eder. Böylece üçüncü C noktasında, AB'yi kesmeyen bir tek çubuk uzayda tam olarak bağlayacaktır (Şekil 2.4). Katı cisim uzayda tam olarak bağlayabilmek için eksenlerinin hepsinin birden aynı bir doğruyu kesmediği altı çubuk yeterlidir. (S. Timoshenko, D.H. Young, 1945)

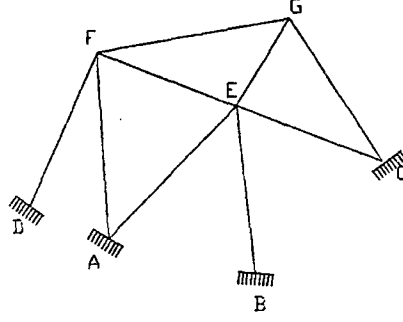
2.2. Uzay Kafes Sistemlerinin Rijitlik Kriteri

Bir uzay kafes sistemin rijitlik kriteri kurulma şekline bağlı olarak değişir.

2.2.1. 1. Tip Uzay Kafes Rijitliği

Uzayda bir noktanın tam olarak bağlanmasını, ancak bu noktayı eksenleri bir düzlem içinde bulunmayan üç çubukla temele bağlayarak sağlayabiliriz.

Uzayda bir noktanın bağlanmasına ait bu kavramı kullanarak bir çubuk sistemin uzayda bir rijit yapı teşkil ederek bağlanmasında aynı metodu kullanabiliriz. E düğüm noktası AE, BE ve CE çubukları ile ABCD temeline rijit olarak bağlanmıştır. F düğüm noktası EF, AF ve DF bağlanır. E ve F düğüm noktaları artık uzayda A, B, C, D noktaları gibi tespit edilmiştir. G düğüm noktası FG, EG ve CG çubukları ile rijit olarak bağlanır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5

Bir uzay kafes sistem daima ilk düğüm noktasını temele aynı düzlem içinde bulunmayan üç çubukla bağlamak ve bundan sonra her ilave düğüm noktasını da yine aynı düzlem içinde bulunmayan yeni üç çubuk yardımı ile kurmak mümkündür.

$$3d = \ç \quad (2.3)$$

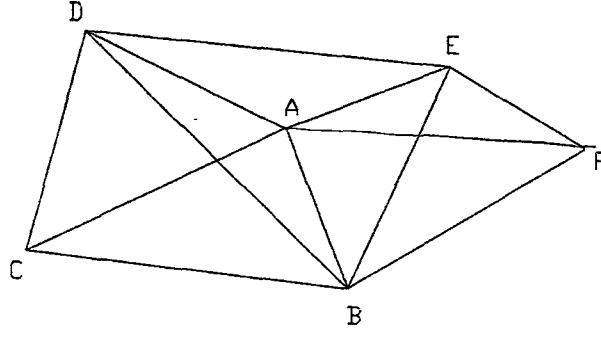
d: düğüm sayısı

ç: çubuk sayısı

2.2.2. 2.Tip Uzay Kafes Rijitliği

Uzay kafes taşıyıcı sistemlerin temel elemanı, altı çubuk ve dört düğüm noktasından oluşan dörtyüzlüdür. Böyle bir dörtyüzlü temel eleman seçilerek herbiri aynı düzlem içinde bulunmayan üçer çubuk ekleyip bunlarla yeni düğüm noktaları oluşturularak kolayca büyütülebilir. Böylece elde edilen uzay sistem, kendi içinde rijit olup, "basit uzay kafes sistem" adını alır.

ABCD düzgün dörtyüzlüsü temel sistem olup, E düğümü DE, AE ve BE çubukları ile bağlanır. EF düğümleri rijit düğüm olup, uzay kafes sistem bu şekilde geliştirilebilir. (şekil 2.6).



Şekil 2.6

Uzay kafes sistemlerinin hesabı düğüm noktalarının dengesi esasına dayanır. Her düğüm noktası için denge şartları, (2.1) eşitliği ile ifade edilir. d düğüm noktalı bir basit uzay kafes uzay sistem durumunda her düğüm noktası için bu şekilde denge şartlarının yazılması $3d$ sayıda denklem verir. Bilinmeyenlerin sayısı ise çubuk sayısı ile mesnet tepkisi sayılarının toplamına eşittir.

$$3d = \bar{c} + 6$$

(2.4)

BÖLÜM 3

UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİN HESAP YÖNTEMİ

Uzay kafes taşıyıcı sistemlerinin yüksek hiperstatiklik derecesi ve büyük sayıda düğüm noktaları gözönüne alınırsa bilgisayar kullanımına en uygun olan matris-deplasman metodu tercih edilir.

- Şekil değiştirmelerin elastik oldukları
- Çubukların prizmatik ve simetrik enkesitli oldukları
- Dış yüklerin düğüm noktalarına uygulandıkları varsayımı yapılır.

3.1. Matris Deplasman Metodu

Sistemlerin hesabının amacı dış etkilerden meydana gelen iç kuvvetlerin deformasyonların ve deplasmanların bulunmasıdır. Hesaplanacak sistemler sonlu uzaklıktaki noktalarda birleşen elemanlardan meydana gelmektedir. Bu elemanların birleştiği noktalara düğüm noktaları denir. Her elemanın üzerinde bulunan düğüm noktalarındaki iç kuvvetlerin bileşenlerine uç kuvvetleri, deplasmanların bileşenlerine uç deplasmanları denir.

Matris deplasman metodunun amacı, sistemlerde dış etkilerden meydana gelen uç kuvvetleri ile uç deplasmanlarının bulunmasıdır. Çünkü bunlardan hareketle bütün iç kuvvetler ve deplasmanlar bulunarak sistemin hesabı tamamlanabilmektedir.

Dış etkilerden meydana gelen uç kuvvetleri ile uç deplasmanlarının aşağıdaki üç şartı sağlamaları gerekmektedir.

1. Denge şartları;

- a) Düğüm noktalarının denge denklemleri
- b) Elemanların denge denklemleri

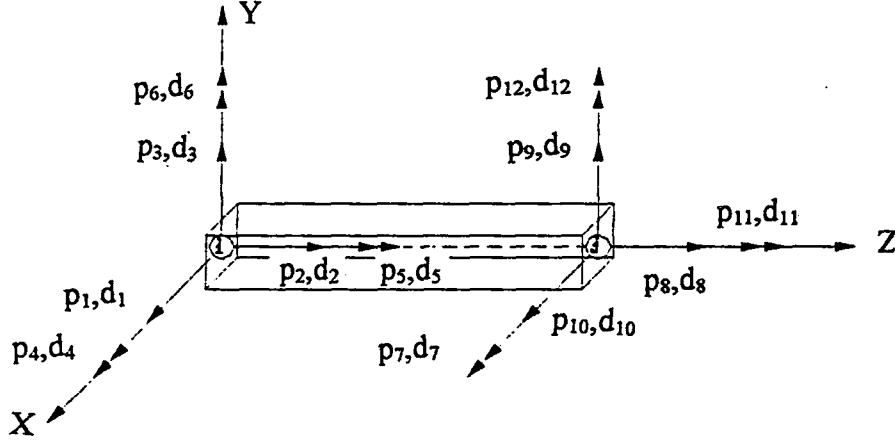
2. Geometrik uygunluk şartları;

- a) Her düğüm noktasında birleşen elemanların o noktadaki uç deplasmanlarının birbirine eşit olması

b) Mesnet koşulları

3. Gerilme deformasyon bağıntıları

(A.Çakıroğlu, 1992)



şekil 3.1

Şekil 3.1 de 12 serbestlik derecesi olan uzay çerçeve çubuğu görülmektedir. ij elemanın yapabildiği ötelenme ve dönmelere "serbestlik derecesi" denir. Yapı statikinde rijitlik, geniş anlamı ile, belirli bir doğrultuda birim bir deplasman elde edebilmek için, taşıyıcı sisteme uygulanması gereken kuvvet demektir. "k" ile gösterilir.

$$\{d_{ij}\}^T = \{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8, d_9, d_{10}, d_{11}, d_{12}\} \quad (3.1)$$

$\{d_{ij}\}$ = uç deplasman vektörü ; ij çubuğunun uçlarında x,y,z eksenlerine paralel ötelenmeleri ve uçlarda aynı eksenler çerçevesindeki dönmeleri göstermektedir.

$$\{p_{ij}\}^T = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}, p_{11}, p_{12}\} \quad (3.2)$$

$\{p_{ij}\}$ = uç kuvvetleri vektörü ; düğümlerde ij çubuk uçlarına uygulanan kuvvetlerin eksenlere paralel bileşenlerini bu kuvvetlerin aynı eksenlere göre momentlerini göstermektedir.

3.1.1. Rijitlik Matrisi

$$[k_{ij}] = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} & k_{16} & k_{17} & k_{18} & k_{19} & k_{110} & k_{111} & k_{112} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} & k_{26} & k_{27} & k_{28} & k_{29} & k_{210} & k_{211} & k_{212} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & k_{34} & k_{35} & k_{36} & k_{37} & k_{38} & k_{39} & k_{310} & k_{311} & k_{312} \\ k_{41} & k_{42} & k_{43} & k_{44} & k_{45} & k_{46} & k_{47} & k_{48} & k_{49} & k_{410} & k_{411} & k_{412} \\ k_{51} & k_{52} & k_{53} & k_{54} & k_{55} & k_{56} & k_{57} & k_{58} & k_{59} & k_{510} & k_{511} & k_{512} \\ k_{61} & k_{62} & k_{63} & k_{64} & k_{65} & k_{66} & k_{67} & k_{68} & k_{69} & k_{610} & k_{611} & k_{612} \\ k_{71} & k_{72} & k_{73} & k_{74} & k_{75} & k_{76} & k_{77} & k_{78} & k_{79} & k_{710} & k_{711} & k_{712} \\ k_{81} & k_{82} & k_{83} & k_{84} & k_{85} & k_{86} & k_{87} & k_{88} & k_{89} & k_{810} & k_{811} & k_{812} \\ k_{91} & k_{92} & k_{93} & k_{94} & k_{95} & k_{96} & k_{97} & k_{98} & k_{99} & k_{910} & k_{911} & k_{912} \\ k_{101} & k_{102} & k_{103} & k_{104} & k_{105} & k_{106} & k_{107} & k_{108} & k_{109} & k_{1010} & k_{1011} & k_{1012} \\ k_{111} & k_{112} & k_{113} & k_{114} & k_{115} & k_{116} & k_{117} & k_{118} & k_{119} & k_{1110} & k_{1111} & k_{1112} \\ k_{121} & k_{122} & k_{123} & k_{124} & k_{125} & k_{126} & k_{127} & k_{128} & k_{129} & k_{1210} & k_{1211} & k_{1212} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$[k_{ij}] =$ eleman rijitlik matrisi

k_{ij} = rijitlik katsayısı, taşıyıcı elemanın tarif edilmiş bütün serbestlik dereceleri doğrultularındaki deplasmanlar sıfır iken yalnız j doğrultusunda birim bir deplasman meydana getirebilmek için i doğrultusunda elemana dıştan uygulanması gereken kuvvet.

k_{ij} rijitlik katsayılarının tanımından faydalanarak rijitlik katsayılarının uç deplasmanları ile uç kuvvetleri arasındaki (3.4) bağıntısı yazılabilir.

$$\{p\} = [k] \times \{d\} \quad (3.4)$$

A : i-j çubuğunun enkesit alanını ,

I_x : Bu kesitin x eksenine göre eylemsizlik momentini ,

I_y : Aynı kesitin y eksenine göre eylemsizlik momentini ,

GI_b : Burulma rijitliğini ,

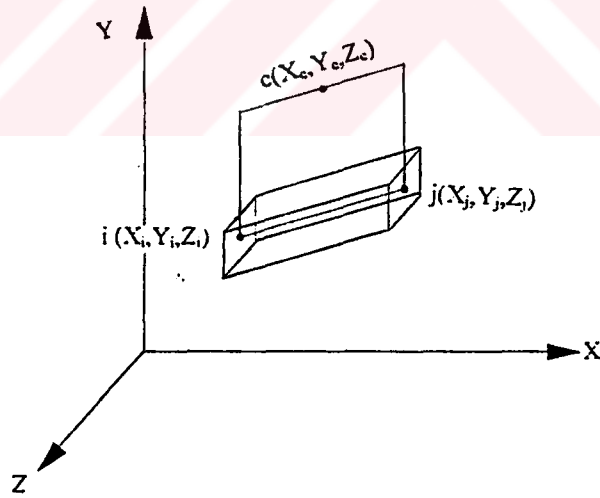
l : Çubuk boyunu göstermek üzere k_{ij} rijitlik msatrişi :

$$\left[k_y \right] = \begin{bmatrix}
 E_{X'}/L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -E_{X'}/L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 12E_{X'}/L^3 & 0 & 0 & 0 & 6E_{X'}/L^2 & 0 & -12E_{X'}/L^3 & 0 & 0 & 0 & 6E_{X'}/L^2 \\
 0 & 0 & 12E_{Y'}/L^3 & 0 & -6E_{Y'}/L^2 & 0 & 0 & 0 & -12E_{Y'}/L^3 & 0 & -6E_{Y'}/L^2 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & G_{X'}/L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -G_{X'}/L & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -6E_{Y'}/L^2 & 0 & 4E_{Y'}/L & 0 & 0 & 0 & 6E_{Y'}/L^2 & 0 & 2E_{Y'}/L & 0 \\
 0 & 6E_{X'}/L^2 & 0 & 0 & 0 & 4E_{X'}/L & 0 & -6E_{X'}/L^2 & 0 & 0 & 0 & 2E_{X'}/L \\
 -E_{X'}/L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & E_{X'}/L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -12E_{X'}/L^3 & 0 & 0 & 0 & -6E_{X'}/L^2 & 0 & 12E_{X'}/L^3 & 0 & 0 & 0 & -6E_{X'}/L^2 \\
 0 & 0 & -12E_{Y'}/L^3 & 0 & 6E_{Y'}/L^2 & 0 & 0 & 0 & -12E_{Y'}/L^3 & 0 & 6E_{Y'}/L^2 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & -G_{X'}/L & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & G_{X'}/L & 0 & 0 \\
 0 & 0 & -6E_{Y'}/L^2 & 0 & 2E_{Y'}/L & 0 & 0 & 0 & 6E_{Y'}/L^2 & 0 & 4E_{Y'}/L & 0 \\
 0 & 6E_{X'}/L^2 & 0 & 0 & 0 & 2E_{X'}/L & 0 & -6E_{X'}/L^2 & 0 & 0 & 0 & 4E_{X'}/L
 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

3.1.2.Döndürme Matrisi

Taşıyıcı sistemin bütününe incelemek için, yerel xyz eksen takımından genel XYZ eksen takımına geçmek gerekir.

Bir düğüm noktasında birleşen çubukların rijitlik matrisi terimlerini, cebrik olarak toplayabilmek için, o çubukların rijitlik matrislerinin, müşterek bir eksen takımına göre yazılmış olması gerekir. Daha önce anlatılan rijitlik matrisi çubuk eksenlerine göredir. Bir sistem içinde farklı çubuk eksenleri olan çubuklar vardır. Buna göre çubuk uçlarında farklı doğrultularda olan, deformasyon ve kuvvet vektörlerini müşterek bir eksen takımına dönüştürmek gerekmektedir.



Şekil 3.2

Uzaysal bir elemanda, (X,Y) düzleminde herhangi bir c noktası gözönüne alınır. Elemanın i ve j ucu ile, c noktasının genel eksen takımındaki koordinatları,

i (X_i, Y_i, Z_i) ; j (X_j, Y_j, Z_j) ; c (X_c, Y_c, Z_c) ise

$$l_{ij} = ((X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2 + (Z_i - Z_j)^2)^{1/2} \quad (3.5)$$

ile çubuk boyu hesaplanır.

Aşağıda bazı gösterim kısaltmaları verilecektir :

$$q = (X_i - X_c)(X_i - X_j) + (Y_i - Y_c)(Y_i - Y_j) + (Z_i - Z_c)(Z_i - Z_j) \quad (3.6)$$

$$U_x = q(X_i - X_j) + l_{ij}^2(X_c - X_j) \quad (3.7)$$

$$U_y = q(Y_i - Y_j) + l_{ij}^2(Y_c - Y_j) \quad (3.8)$$

$$U_z = q(Z_i - Z_j) + l_{ij}^2(Z_c - Z_j) \quad (3.9)$$

$$U = (U_x^2 + U_y^2 + U_z^2)^{1/2} \quad (3.10)$$

cos α ij çubuğunun yerel eksen takımı(xyz) ile sistemin genel eksen takımı (XYZ)

arasındaki açının kosinüsünü gösterebilir. $\cos \alpha = c$

$$\begin{aligned} c_{xx} &= (X_i - X_j) / l_{ij} & c_{zx} &= U_x / U & c_{yx} &= c_{xz} & c_{zy} &= c_{xy} & c_{zz} &= c_{zz} \\ c_{xy} &= (Y_i - Y_j) / l_{ij} & c_{zy} &= U_y / U & c_{yy} &= c_{xx} & c_{zz} &= c_{xz} & c_{zx} &= c_{zx} \\ c_{xz} &= (Z_i - Z_j) / l_{ij} & c_{zz} &= U_z / U & c_{yz} &= c_{xy} & c_{zx} &= c_{xx} & c_{zy} &= c_{zy} \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$[t] = \begin{bmatrix} c_{xx} & c_{yx} & c_{zx} \\ c_{xy} & c_{yy} & c_{zy} \\ c_{xz} & c_{yz} & c_{zz} \end{bmatrix}$$

$$[T] = \begin{bmatrix} [t] & & & \\ & [t] & & \\ & & [t] & \\ & & & [t] \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

$[T]$ = Döndürme Matrisi

$$[K] = [T]^T [k] [T] \quad (3.13)$$

$$\{D\} = [T]^T \{d\} \quad (3.14)$$

$$\{P\} = [K] \{D\} \quad (3.15)$$

$$\{p\} = [T]^T \{P\} \quad (3.16)$$

Eleman uç kuvvetleri bulunmuşdur.Uzay çerçeve kirişler için çıkarılan bağıntılar, düğüm noktaları mafsallı sistemler için yazılmıştır.Yerel üçlü eksen takımının xve y eksenleri işe karışmadığından, büyük ölçüde basitleşmiştir.

$$d_{ij} = \begin{bmatrix} d_{zi} & d_{zj} \end{bmatrix}^T \quad (3.17)$$

$$p_{ij} = \begin{bmatrix} p_{zi} & p_{zj} \end{bmatrix}^T \quad (3.18)$$

$$k_{ij} = EA/l \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.19)$$



BÖLÜM 4

UZAY TAŞIYICI SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Uzay taşıyıcı sistem tiplerinin, aynı plan ve yük altında çalışması etüd edildi. 30x30m ve 30x60m planda yalnız kenarlardan 6m ve 15m ara ile mesnetlenmiş sistemler, 1.20 KN/m² (75 kg/m² kar yükü, 20 kg/m² uzay kafes sistem zati ağırlığı, 18 kg/m² kaplama ve aşık ağırlığı, 7 kg/m² servis yükü) düşey yük ile yüklendi. Yükleme yalnızca üst ızgara düğümlerine yapıldı. Sistemlerin piramit birimlerinin tabanları 3m olarak seçildi. Sistem yükseklikleri diyagonal çubukların da 3m olmasını sağlayacak şekilde (2.121m olarak) seçildi. Çubuklar boru enkesitten seçilmiş olup alınan boru tipleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Çap (mm)	Et Kalınlığı (mm)	Alan (cm ²)
42.4	3.20	3.94
48.3	3.20	4.53
60.3	3.60	6.41
76.1	3.60	8.20
88.9	4.00	10.66
114.3	4.50	15.51
139.7	5.00	21.15
139.7	6.00	25.19
165.1	5.00	25.14
168.3	6.30	32.05
168.3	7.10	35.94
219.1	6.30	42.10
219.1	8.00	53.03

TABLO 4.1(Mannesman Sümerbank Boruları)

Kesit seçimi;

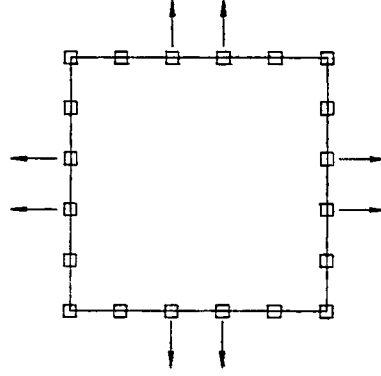
$$\text{a)Çekme gerilmesi } \sigma = \frac{P}{A} < 1.4 \text{ t/cm}^2 \quad (4.1)$$

$$\text{b)Basınç gerilmesi } \sigma = \frac{P}{A} \times \omega < 1.4 \text{ t/cm}^2 \quad (\omega \rightarrow \text{DIN:4114}) \quad (4.2)$$

Mesnetlenme Tipleri :

1. Tip Mesnetlenme

Uzay kafes sistemler kenarlardan 6m ara ile, mesnetlenmiştir.Kayıcı mesnetler, ok doğrultusunda serbest bırakılmıştır.Diğer mesnetler, yalnızca düşey yönde tutuludur.

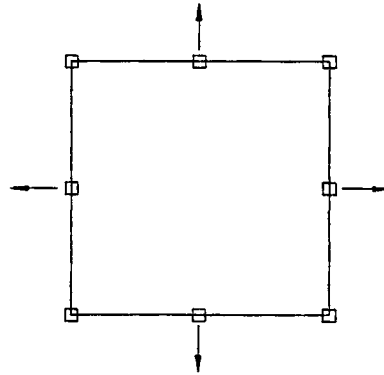


Şekil 4.1

1. tip mesnetlenmeye göre yapılan uzay kafes sistem çözüm sonuçları, Tablo 4.2'de yer almaktadır.

2. Tip Mesnetlenme


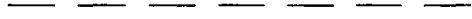
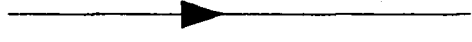


Uzay kafes sistemler, kenarlardan 15m ara ile mesnetlenmiştir.



Şekil 4.2

2. tip mesnetlenmeye göre yapılan uzay kafes sistem çözüm sonuçları, Tablo 4.3'de yer almaktadır.

Sistem şemalarını, anlaşılabilir duruma getirebilmek için, Şekil 4.3'te gösterilen simgeler kullanılacaktır.

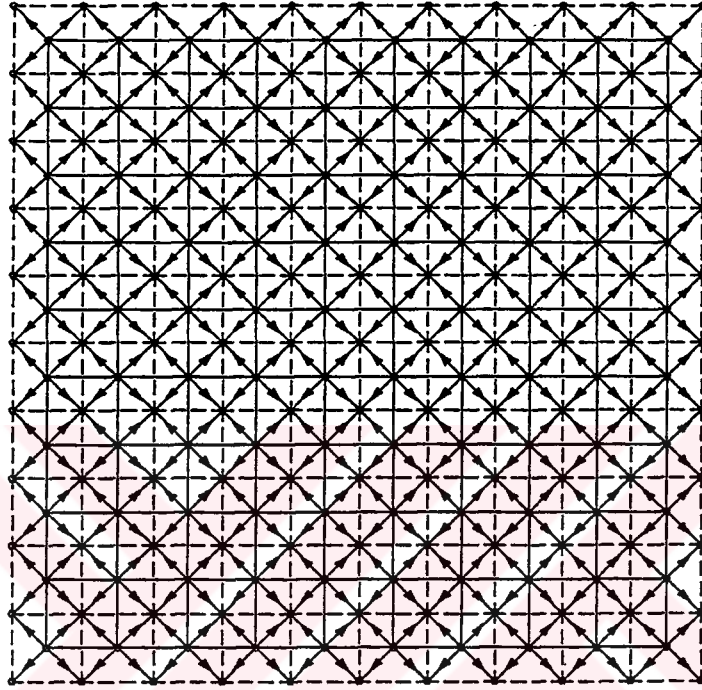
	Üst Izgara Çubuğu
	Alt Izgara Çubuğu
	Okla Gösterilen Yönde Yükselen Bağlantı Çubuğu
	Düğüm Noktası
	Ağlara Dik Çubuk

Şekil 4.3 Gösterim Simgeleri

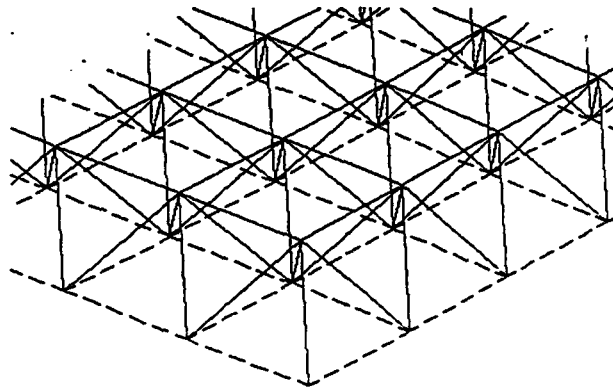


4.1 Tip A

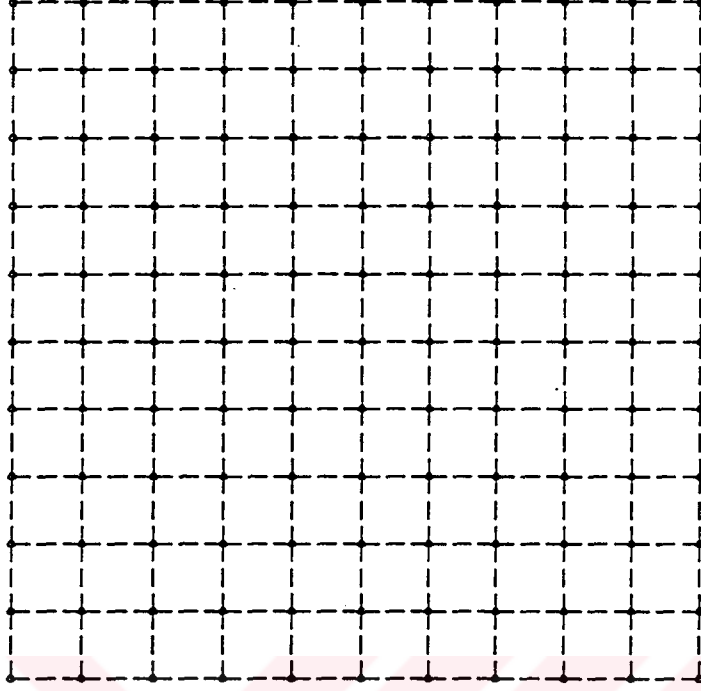
Piramit birimlerden oluşmaktadır. Piramit tepe noktaları her yönde birbirine bağlanmıştır. Alt ve üst ızgaralar mesnetlenme kenarına diktir.



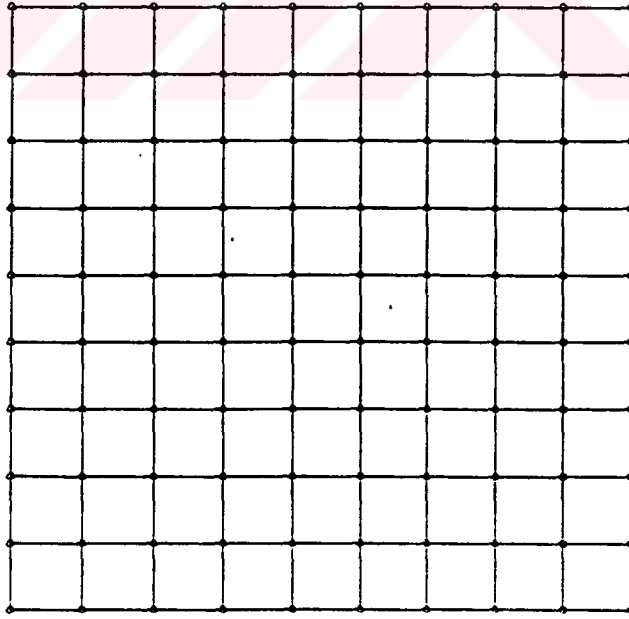
Şekil 4.4 Tip A Plan



Şekil 4.5 Tip A Perspektif Görünüş



Şekil 4.6a Tip A Alt Izgara Planı



Şekil 4.6b Tip A Üst Izgara Planı

4.1.1 Tip A'nun SAP90 Datası

A TIPI

SYSTEM

N=221 L=1

JOINTS

```

1 X= 0.0000 Y=30.0000 Z= 0.0000
11 X=30.0000 Y=30.0000 Z= 0.0000
12 X= 1.5000 Y=28.5000 Z= 2.1210
21 X=28.5000 Y=28.5000 Z= 2.1210
201 X= 1.5000 Y= 1.5000 Z= 2.1210
210 X=28.5000 Y= 1.5000 Z= 2.1210      Q=12,201,21,210,21,1
211 X= 0.0000 Y= 0.0000 Z= 0.0000
221 X=30.0000 Y= 0.0000 Z= 0.0000      Q=1,211,11,221,21,1

```

RESTRAINTS

```

1,221, 1 R=0,0,0,1,1,1
1, 11, 2 R=0,0,1,1,1,1
5, 7, 2 R=1,0,1,1,1,1
43,169,21 R=0,0,1,1,1,1
53,179,21 R=0,0,1,1,1,1
85, 95,10 R=0,1,1,1,1,1
127,137,10 R=0,1,1,1,1,1
211,221, 2 R=0,0,1,1,1,1
215,217, 2 R=1,0,1,1,1,1

```

FRAME

NM=3

```

1 A=0.000831          E=210000000.0      : 76.1x3.65
2 A=0.001000          E=210000000.0      : 88.9x4.05
3 A=0.000650          E=210000000.0      : 60.3x3.65
1, 1, 2 M=1          G=9,1,1,1
11, 22, 23 M=1      G=9,1,1,1

```

21, 43, 44 M=1	G=9,1,1,1
31, 64, 65 M=1	G=9,1,1,1
41, 85, 86 M=1	G=9,1,1,1
51,106,107 M=1	G=9,1,1,1
61,127,128 M=1	G=9,1,1,1
71,148,149 M=1	G=9,1,1,1
81,169,170 M=1	G=9,1,1,1
91,190,191 M=1	G=9,1,1,1
101,211,212 M=1	G=9,1,1,1
111, 1, 22 M=1	G=10,1,1,1
122, 22, 43 M=1	G=10,1,1,1
133, 43, 64 M=1	G=10,1,1,1
144, 64, 85 M=1	G=10,1,1,1
155, 85,106 M=1	G=10,1,1,1
166,106,127 M=1	G=10,1,1,1
177,127,148 M=1	G=10,1,1,1
188,148,169 M=1	G=10,1,1,1
199,169,190 M=1	G=10,1,1,1
210,190,211 M=1	G=10,1,1,1
221, 12, 13 M=2	G=8,1,1,1
230, 33, 34 M=2	G=8,1,1,1
239, 54, 55 M=2	G=8,1,1,1
248, 75, 76 M=2	G=8,1,1,1
257, 96, 97 M=2	G=8,1,1,1
266,117,118 M=2	G=8,1,1,1
275,138,139 M=2	G=8,1,1,1
284,159,160 M=2	G=8,1,1,1
293,180,181 M=2	G=8,1,1,1
302,201,202 M=2	G=8,1,1,1
311, 12, 33 M=2	G=9,1,1,1
321, 33, 54 M=2	G=9,1,1,1
331, 54, 75 M=2	G=9,1,1,1
341, 75, 96 M=2	G=9,1,1,1

351, 96, 117	M=2	G=9, 1, 1, 1
361, 117, 138	M=2	G=9, 1, 1, 1
371, 138, 159	M=2	G=9, 1, 1, 1
381, 159, 180	M=2	G=9, 1, 1, 1
391, 180, 201	M=2	G=9, 1, 1, 1
401, 1, 12	M=3	G=9, 2, 1, 1
402, 2, 12	M=3	G=9, 2, 1, 1
421, 12, 22	M=3	G=9, 2, 1, 1
422, 12, 23	M=3	G=9, 2, 1, 1
441, 22, 33	M=3	G=9, 2, 1, 1
442, 23, 33	M=3	G=9, 2, 1, 1
461, 33, 43	M=3	G=9, 2, 1, 1
462, 33, 44	M=3	G=9, 2, 1, 1
481, 43, 54	M=3	G=9, 2, 1, 1
482, 44, 54	M=3	G=9, 2, 1, 1
501, 54, 64	M=3	G=9, 2, 1, 1
502, 54, 65	M=3	G=9, 2, 1, 1
521, 64, 75	M=3	G=9, 2, 1, 1
522, 65, 75	M=3	G=9, 2, 1, 1
541, 75, 85	M=3	G=9, 2, 1, 1
542, 75, 86	M=3	G=9, 2, 1, 1
561, 85, 96	M=3	G=9, 2, 1, 1
562, 86, 96	M=3	G=9, 2, 1, 1
581, 96, 106	M=3	G=9, 2, 1, 1
582, 96, 107	M=3	G=9, 2, 1, 1
601, 106, 117	M=3	G=9, 2, 1, 1
602, 107, 117	M=3	G=9, 2, 1, 1
621, 117, 127	M=3	G=9, 2, 1, 1
622, 117, 128	M=3	G=9, 2, 1, 1
641, 127, 138	M=3	G=9, 2, 1, 1
642, 128, 138	M=3	G=9, 2, 1, 1
661, 138, 148	M=3	G=9, 2, 1, 1
662, 138, 149	M=3	G=9, 2, 1, 1

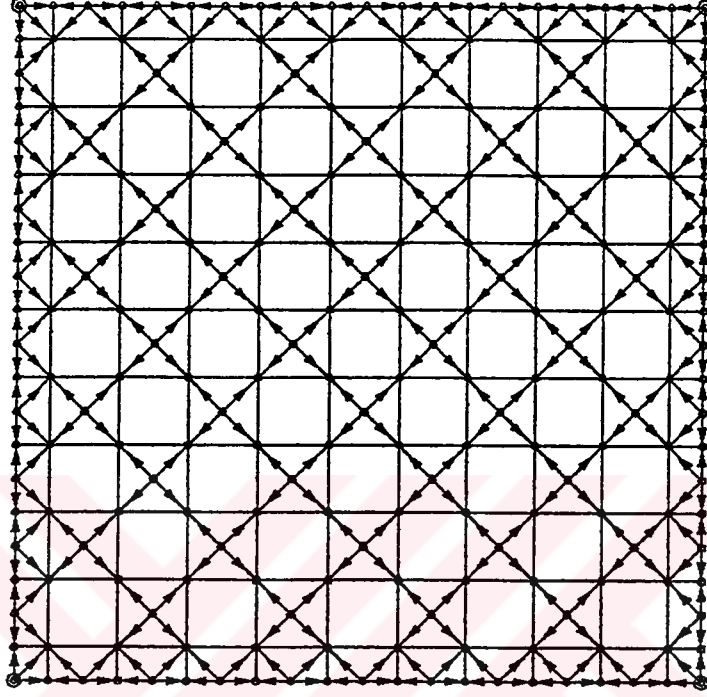
681,148,159	M=3	G=9,2,1,1
682,149,159	M=3	G=9,2,1,1
701,159,169	M=3	G=9,2,1,1
702,159,170	M=3	G=9,2,1,1
721,169,180	M=3	G=9,2,1,1
722,170,180	M=3	G=9,2,1,1
741,180,190	M=3	G=9,2,1,1
742,180,191	M=3	G=9,2,1,1
761,190,201	M=3	G=9,2,1,1
762,191,201	M=3	G=9,2,1,1
781,201,211	M=3	G=9,2,1,1
782,201,212	M=3	G=9,2,1,1

LOADS

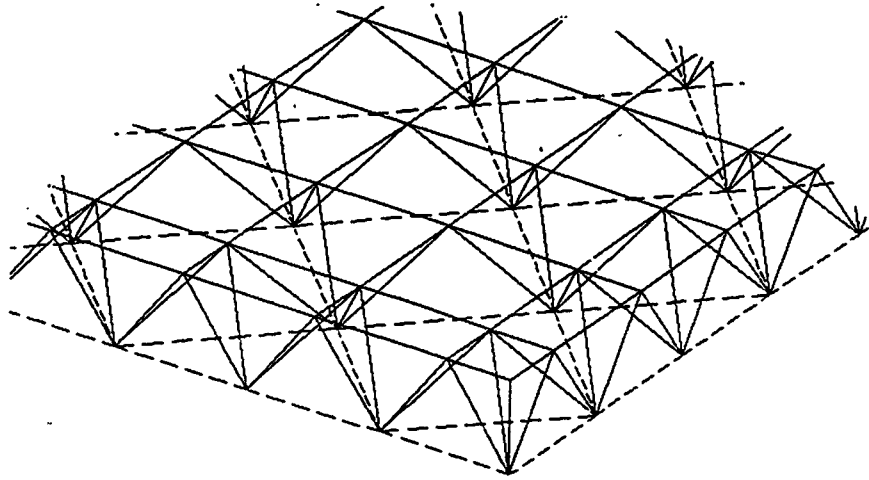
12, 21,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
33, 42,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
54, 63,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
75, 84,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
96,105,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
117,126,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
138,147,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
159,168,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
180,189,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
201,210,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800

4.2 Tip B

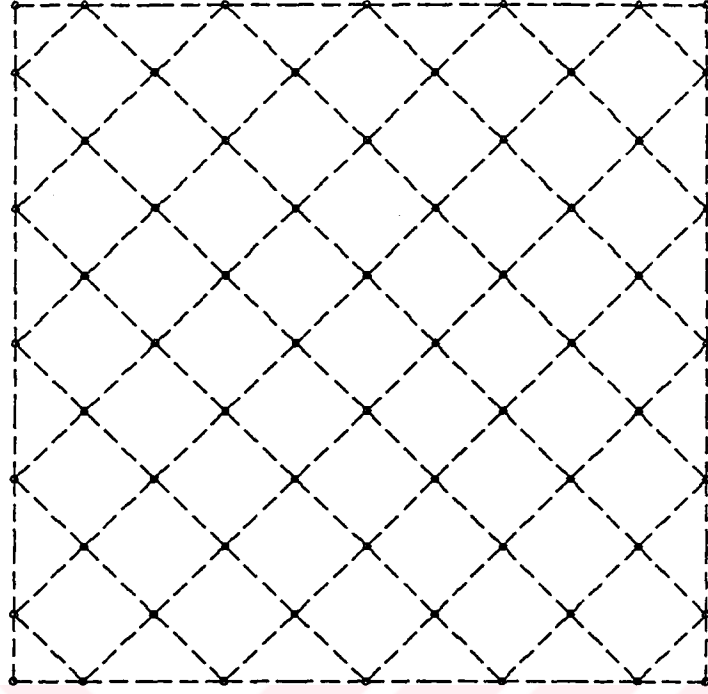
Boşluklu sistemdir. Alt ızgara mesnetlenme kenarlarına 45° açıdır. Sistem kenarları dikdörtgen tabanlı piramitlerden oluşurulmuştur.



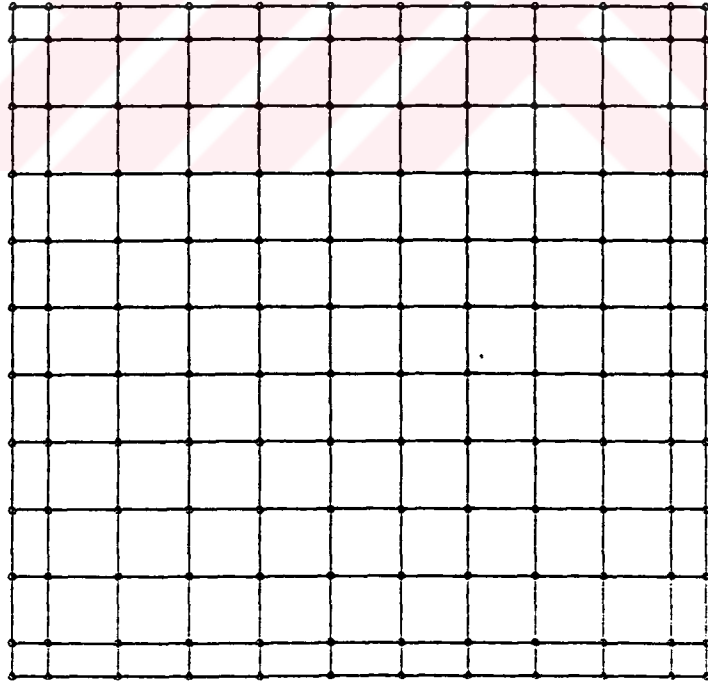
Şekil 4.7 Tip B Plan



Şekil 4.8 Tip B Perspektif Görünüş



Şekil 4.9a Tip B Alt Izgara Planı



Şekil 4.9b Tip B Üst Izgara Planı

4.2.1 Tip B'nin SAP90 Datası

B TIPI

SYSTEM

N=224 L=1

JOINTS

1	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 2.1210	
2	X= 1.5000	Y=30.0000	Z= 2.1210	
11	X=28.5000	Y=30.0000	Z= 2.1210	G=2,11,1
12	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 2.1210	
24	X= 0.0000	Y=28.5000	Z= 2.1210	
172	X= 0.0000	Y= 4.5000	Z= 2.1210	G=24,172,37
42	X= 0.0000	Y=25.5000	Z= 2.1210	
190	X= 0.0000	Y= 1.5000	Z= 2.1210	G=42,190,37
35	X=30.0000	Y=28.5000	Z= 2.1210	
183	X=30.0000	Y= 4.5000	Z= 2.1210	G=35,183,37
53	X=30.0000	Y=25.5000	Z= 2.1210	
201	X=30.0000	Y= 1.5000	Z= 2.1210	G=53,201,37
213	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	
214	X= 1.5000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	
223	X=28.5000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	G=214,223,1
224	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	
25	X= 1.5000	Y=28.5000	Z= 2.1210	
34	X=28.5000	Y=28.5000	Z= 2.1210	
173	X= 1.5000	Y= 4.5000	Z= 2.1210	
182	X=28.5000	Y= 4.5000	Z= 2.1210	Q=25,173,34,182,37,1
43	X= 1.5000	Y=25.5000	Z= 2.1210	
52	X=28.5000	Y=25.5000	Z= 2.1210	
191	X= 1.5000	Y= 1.5000	Z= 2.1210	
200	X=28.5000	Y= 1.5000	Z= 2.1210	Q=43,191,52,200,37,1
13	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
23	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	G=13,23,1
36	X= 0.0000	Y=27.0000	Z= 0.0000	

41	X=30.0000	Y=27.0000	Z= 0.0000	
184	X= 0.0000	Y= 3.0000	Z= 0.0000	
189	X=30.0000	Y= 3.0000	Z= 0.0000	Q=36,184,41,189,37,1
54	X= 0.0000	Y=24.0000	Z= 0.0000	
165	X= 0.0000	Y= 6.0000	Z= 0.0000	G=54,165,37
60	X=30.0000	Y=24.0000	Z= 0.0000	
171	X=30.0000	Y= 6.0000	Z= 0.0000	G=60,171,37
55	X= 3.0000	Y=24.0000	Z= 0.0000	
59	X=27.0000	Y=24.0000	Z= 0.0000	
166	X= 3.0000	Y= 6.0000	Z= 0.0000	
170	X=27.0000	Y= 6.0000	Z= 0.0000	Q=55,59,166,170,1,37
202	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	
212	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	G=202,212,1

RESTRAINTS

1, 224, 1	R=0, 0, 0, 1, 1, 1
13, 23, 2	R=0, 0, 1, 1, 1, 1
17, 19, 2	R=1, 0, 1, 1, 1, 1
54, 165, 37	R=0, 0, 1, 1, 1, 1
60, 171, 37	R=0, 0, 1, 1, 1, 1
91, 97, 6	R=0, 1, 1, 1, 1, 1
128, 134, 6	R=0, 1, 1, 1, 1, 1
202, 212, 2	R=0, 0, 1, 1, 1, 1
206, 208, 2	R=1, 0, 1, 1, 1, 1

FRAME

NM=3

1	A=0.001080	E=210000000.0	: 88.9x4.05
2	A=0.000831	E=210000000.0	: 76.1x3.65
3	A=0.000650	E=210000000.0	: 60.3x3.65
1, 1, 2	M=1	G=10, 1, 1, 1	
12, 24, 25	M=1	G=10, 1, 1, 1	
23, 42, 43	M=1	G=10, 1, 1, 1	

34, 61, 62	M=1	G=10,1,1,1
45, 79, 80	M=1	G=10,1,1,1
56, 98, 99	M=1	G=10,1,1,1
67,116,117	M=1	G=10,1,1,1
78,135,136	M=1	G=10,1,1,1
89,153,154	M=1	G=10,1,1,1
100,172,173	M=1	G=10,1,1,1
111,190,191	M=1	G=10,1,1,1
122,213,214	M=1	G=10,1,1,1
133, 1, 24	M=1	G=11,1,1,1
145, 24, 42	M=1	G=11,1,1,1
157, 42, 61	M=1	G=11,1,1,1
169, 61, 79	M=1	G=11,1,1,1
181, 79, 98	M=1	G=11,1,1,1
193, 98,116	M=1	G=11,1,1,1
205,116,135	M=1	G=11,1,1,1
217,135,153	M=1	G=11,1,1,1
229,153,172	M=1	G=11,1,1,1
241,172,190	M=1	G=11,1,1,1
253,190,213	M=1	G=11,1,1,1
265, 13, 14	M=2	G=9,1,1,1
275,202,203	M=2	G=9,1,1,1
285, 13, 36	M=2	G=1,1,10,5
287, 36, 54	M=2	G=3,4,37,37
288, 41, 60	M=2	G=3,4,37,37
289, 54, 73	M=2	G=3,4,37,37
290, 60, 78	M=2	G=3,4,37,37
303,184,202	M=2	G=1,1,5,10
305, 1, 13	M=3	G=10,2,1,1
306, 2, 13	M=3	G=10,2,1,1
327, 13, 24	M=3	G=10,2,1,1
328, 13, 25	M=3	G=10,2,1,1
350, 25, 36	M=3	G=5,2,2,1

351, 26, 37	M=3	G=5, 2, 2, 1
362, 36, 43	M=3	G=5, 2, 1, 2
363, 37, 44	M=3	G=5, 2, 1, 2
374, 43, 54	M=3	
375, 43, 55	M=3	G=4, 2, 2, 1
376, 44, 55	M=3	G=4, 2, 2, 1
385, 52, 60	M=3	G=1, 2, 2, 1
386, 53, 60	M=3	G=1, 2, 1, 2
389, 55, 62	M=3	G=4, 2, 1, 2
390, 55, 63	M=3	G=4, 2, 1, 2
399, 60, 71	M=3	
400, 60, 72	M=3	G=6, 2, 2, 1
401, 61, 73	M=3	G=6, 2, 2, 1
414, 73, 80	M=3	G=5, 2, 1, 2
415, 74, 81	M=3	G=5, 2, 1, 2
426, 80, 91	M=3	G=1, 1, 0, 1
428, 81, 92	M=3	G=4, 2, 2, 1
429, 82, 93	M=3	G=3, 2, 2, 1
437, 89, 97	M=3	
438, 90, 97	M=3	G=1, 1, 1, 1
440, 91, 99	M=3	
441, 92, 99	M=3	G=5, 2, 1, 2
442, 92, 100	M=3	G=4, 2, 1, 2
452, 97, 109	M=3	
453, 98, 110	M=3	G=5, 2, 2, 1
454, 99, 110	M=3	G=5, 2, 2, 1
465, 110, 116	M=3	G=5, 2, 1, 2
466, 110, 117	M=3	G=5, 2, 1, 2
477, 116, 128	M=3	G=1, 1, 1, 0
479, 117, 129	M=3	G=4, 2, 2, 1
480, 118, 129	M=3	G=4, 2, 2, 1
489, 126, 134	M=3	G=1, 1, 1, 0
491, 128, 135	M=3	G=1, 1, 0, 1

493,129,136	M=3	G=4,2,1,2
494,129,137	M=3	G=4,2,1,2
503,134,145	M=3	
504,134,146	M=3	G=6,2,2,1
505,135,147	M=3	G=6,2,2,1
518,147,154	M=3	G=5,2,1,2
519,148,155	M=3	G=5,2,1,2
530,154,165	M=3	
531,154,166	M=3	G=4,2,2,1
532,155,166	M=3	G=4,2,2,1
541,163,171	M=3	G=1,1,1,0
543,165,172	M=3	G=1,1,0,1
545,166,173	M=3	G=4,2,1,2
546,166,174	M=3	G=4,2,1,2
555,171,182	M=3	
556,171,183	M=3	G=6,2,2,1
557,172,184	M=3	G=6,2,2,1
570,184,191	M=3	G=5,2,1,2
571,185,192	M=3	G=5,2,1,2
582,191,202	M=3	G=10,2,1,1
583,191,203	M=3	G=9,2,1,1
603,202,213	M=3	
604,202,214	M=3	G=10,2,1,1
605,203,214	M=3	G=9,2,1,1
625, 14, 36	M=2	G=4,2,2,1
626, 14, 37	M=2	G=4,2,2,1
635, 36, 55	M=2	G=4,2,1,1
636, 37, 55	M=2	G=4,2,1,1
645, 55, 73	M=2	G=4,2,1,1
646, 55, 74	M=2	G=4,2,1,1
655, 73, 92	M=2	G=4,2,1,1
656, 74, 92	M=2	G=4,2,1,1
665, 92,110	M=2	G=4,2,1,1

666, 92, 111	M=2	G=4, 2, 1, 1
675, 110, 129	M=2	G=4, 2, 1, 1
676, 111, 129	M=2	G=4, 2, 1, 1
685, 129, 147	M=2	G=4, 2, 1, 1
686, 129, 148	M=2	G=4, 2, 1, 1
695, 147, 166	M=2	G=4, 2, 1, 1
696, 148, 166	M=2	G=4, 2, 1, 1
705, 166, 184	M=2	G=4, 2, 1, 1
706, 166, 185	M=2	G=4, 2, 1, 1
715, 184, 203	M=2	G=4, 2, 1, 2
716, 185, 203	M=2	G=4, 2, 1, 2

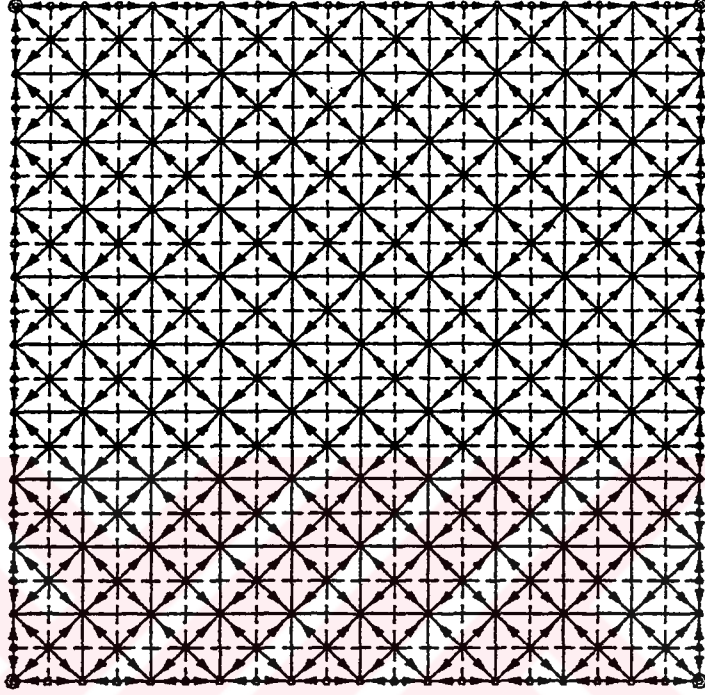
LOADS

1, 12, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -0.680
2, 11, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.030
3, 10, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
24, 35, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.030
25, 34, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -6.080
26, 33, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
42, 53, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
43, 52, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
44, 51, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
61, 72, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
62, 71, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
63, 70, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
79, 90, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
80, 89, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
81, 88, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
98, 109, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
99, 108, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
100, 107, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
116, 127, 11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
117, 126, 9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100

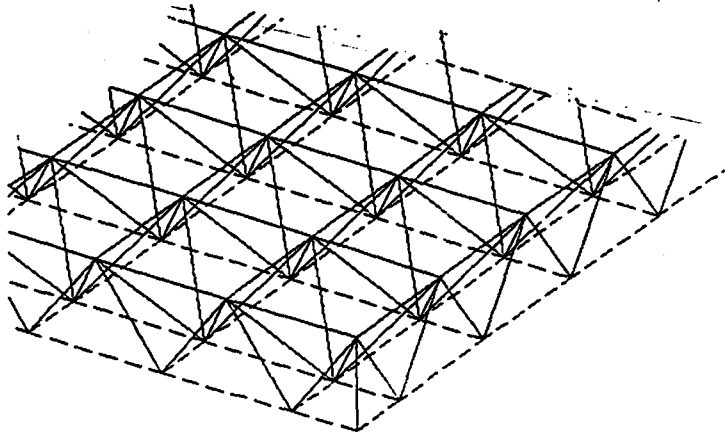
118,125,1	L=1	F= 0.000,	0.000,	-10.800
135,146,11	L=1	F= 0.000,	0.000,	-2.700
136,145,9	L=1	F= 0.000,	0.000,	-8.100
137,144,1	L=1	F= 0.000,	0.000,	-10.800
153,164,11	L=1	F= 0.000,	0.000,	-2.700
154,163,9	L=1	F= 0.000,	0.000,	-8.100
155,162,1	L=1	F= 0.000,	0.000,	-10.800
172,183,11	L=1	F= 0.000,	0.000,	-2.700
173,182,9	L=1	F= 0.000,	0.000,	-8.100
174,181,1	L=1	F= 0.000,	0.000,	-10.800
190,201,11	L=1	F= 0.000,	0.000,	-2.030
191,200,9	L=1	F= 0.000,	0.000,	-6.080
192,199,1	L=1	F= 0.000,	0.000,	-8.100
213,224,11	L=1	F= 0.000,	0.000,	-0.680
214,223,9	L=1	F= 0.000,	0.000,	-2.030
215,222,1	L=1	F= 0.000,	0.000,	-2.700

4.3 Tip C

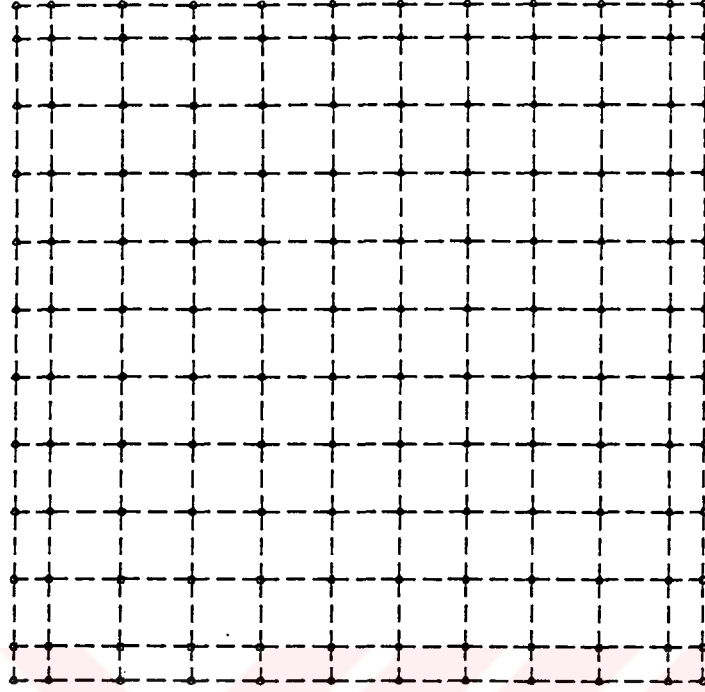
Tip A sisteminin kenarlarının dik bitirilmiş düzenlemesidir. Alt ızgara kenarlarda dikdörtgen planlıdır.



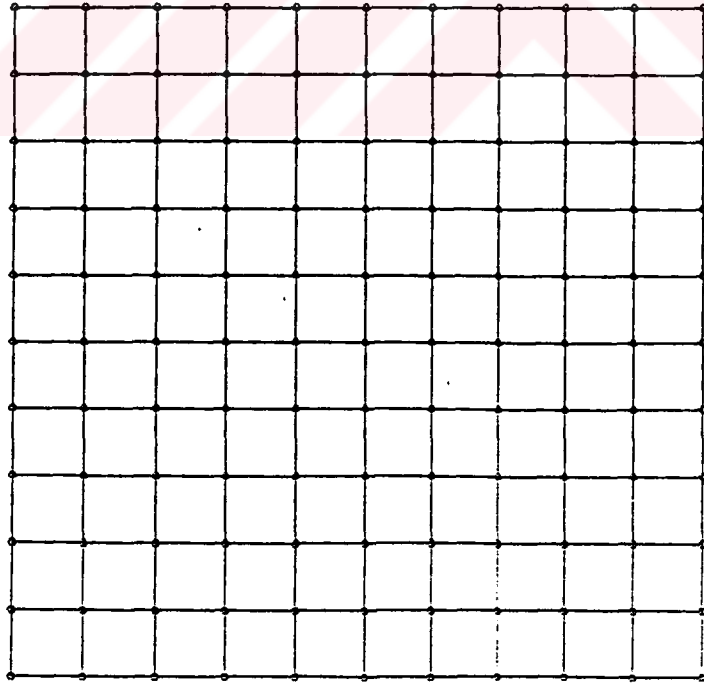
Şekil 4.10 Tip C Plan



Şekil 4.11 Tip C Perspektif Görünüş



Şekil 4.12a Tip C Alt Izgara Planı



Şekil 4.12b Tip C Üst Izgara Planı

4.3.1 C'nin SAP90 Datası

C TİPİ

SYSTEM

N=265 L=1

JOINTS

1	X= 0.0000	Y=30.0000	Z=-2.1210	
2	X= 1.5000	Y=30.0000	Z=-2.1210	
11	X=28.5000	Y=30.0000	Z=-2.1210	G=2,11,1
12	X=30.0000	Y=30.0000	Z=-2.1210	
24	X= 0.0000	Y=28.5000	Z=-2.1210	
231	X= 0.0000	Y= 1.5000	Z=-2.1210	G=24,231,23
35	X=30.0000	Y=28.5000	Z=-2.1210	
242	X=30.0000	Y= 1.5000	Z=-2.1210	G=35,242,23
254	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z=-2.1210	
255	X= 1.5000	Y= 0.0000	Z=-2.1210	
264	X=28.5000	Y= 0.0000	Z=-2.1210	G=255,264,1
265	X=30.0000	Y= 0.0000	Z=-2.1210	
25	X= 1.5000	Y=28.5000	Z=-2.1210	
34	X=28.5000	Y=28.5000	Z=-2.1210	
232	X= 1.5000	Y= 1.5000	Z=-2.1210	
241	X=28.5000	Y= 1.5000	Z=-2.1210	Q=25,232,34,241,23,1
13	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
23	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
243	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	
253	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	Q=13,243,23,253,23,1

RESTRAINTS

1,265,	1	R=0,0,0,1,1,1
13, 23,	2	R=0,0,1,1,1,1
17, 19,	2	R=1,0,1,1,1,1
59,197,46		R=0,0,1,1,1,1
69,207,46		R=0,0,1,1,1,1

105,115,10 R=0,1,1,1,1,1
 151,161,10 R=0,1,1,1,1,1
 243,253, 2 R=0,0,1,1,1,1
 247,249, 2 R=1,0,1,1,1,1

FRAME

NM=3

1	A=0.001080	E=210000000.0	:88.9x4.05
2	A=0.000831	E=210000000.0	:76.1x3.65
3	A=0.000650	E=210000000.0	:60.3x3.65
	1, 13, 14 M=1	G=9,1,1,1	
	11, 36, 37 M=1	G=9,1,1,1	
	21, 59, 60 M=1	G=9,1,1,1	
	31, 82, 83 M=1	G=9,1,1,1	
	41,105,106 M=1	G=9,1,1,1	
	51,128,129 M=1	G=9,1,1,1	
	61,151,152 M=1	G=9,1,1,1	
	71,174,175 M=1	G=9,1,1,1	
	81,197,198 M=1	G=9,1,1,1	
	91,220,221 M=1	G=9,1,1,1	
	101,243,244 M=1	G=9,1,1,1	
	111, 13, 36 M=1	G=10,1,1,1	
	122, 36, 59 M=1	G=10,1,1,1	
	133, 59, 82 M=1	G=10,1,1,1	
	144, 82,105 M=1	G=10,1,1,1	
	155,105,128 M=1	G=10,1,1,1	
	166,128,151 M=1	G=10,1,1,1	
	177,151,174 M=1	G=10,1,1,1	
	188,174,197 M=1	G=10,1,1,1	
	199,197,220 M=1	G=10,1,1,1	
	210,220,243 M=1	G=10,1,1,1	
	221, 2, 3 M=2	G=8,1,1,1	
	230, 25, 26 M=2	G=8,1,1,1	

239, 48, 49 M=2	G=8, 1, 1, 1
248, 71, 72 M=2	G=8, 1, 1, 1
257, 94, 95 M=2	G=8, 1, 1, 1
266, 117, 118 M=2	G=8, 1, 1, 1
275, 140, 141 M=2	G=8, 1, 1, 1
284, 163, 164 M=2	G=8, 1, 1, 1
293, 186, 187 M=2	G=8, 1, 1, 1
302, 209, 210 M=2	G=8, 1, 1, 1
311, 232, 233 M=2	G=8, 1, 1, 1
320, 255, 256 M=2	G=8, 1, 1, 1
329, 1, 2 M=2	G=11, 2, 23, 23
330, 11, 12 M=2	G=11, 2, 23, 23
353, 24, 47 M=2	G=11, 1, 1, 1
365, 47, 70 M=2	G=11, 1, 1, 1
377, 70, 93 M=2	G=11, 1, 1, 1
389, 93, 116 M=2	G=11, 1, 1, 1
401, 116, 139 M=2	G=11, 1, 1, 1
413, 139, 162 M=2	G=11, 1, 1, 1
425, 162, 185 M=2	G=11, 1, 1, 1
437, 185, 208 M=2	G=11, 1, 1, 1
449, 208, 231 M=2	G=11, 1, 1, 1
461, 1, 24 M=3	G=11, 1, 1, 1
473, 231, 254 M=3	G=11, 1, 1, 1
485, 1, 13 M=3	G=1, 1, 11, 10
487, 12, 23 M=3	G=1, 1, 10, 11
489, 2, 13 M=3	G=9, 2, 1, 1
490, 2, 14 M=3	G=9, 2, 1, 1
509, 243, 255 M=3	G=9, 2, 1, 1
510, 244, 255 M=3	G=9, 2, 1, 1
529, 13, 24 M=3	G=9, 4, 23, 23
530, 23, 35 M=3	G=9, 4, 23, 23
531, 24, 36 M=3	G=9, 4, 23, 23
532, 35, 46 M=3	G=9, 4, 23, 23

569, 13, 25 M=3	G=9, 2, 1, 1
570, 14, 25 M=3	G=9, 2, 1, 1
589, 25, 36 M=3	G=9, 2, 1, 1
590, 25, 37 M=3	G=9, 2, 1, 1
609, 36, 48 M=3	G=9, 2, 1, 1
610, 37, 48 M=3	G=9, 2, 1, 1
629, 48, 59 M=3	G=9, 2, 1, 1
630, 48, 60 M=3	G=9, 2, 1, 1
649, 59, 71 M=3	G=9, 2, 1, 1
650, 60, 71 M=3	G=9, 2, 1, 1
669, 71, 82 M=3	G=9, 2, 1, 1
670, 71, 83 M=3	G=9, 2, 1, 1
689, 82, 94 M=3	G=9, 2, 1, 1
690, 83, 94 M=3	G=9, 2, 1, 1
709, 94, 105 M=3	G=9, 2, 1, 1
710, 94, 106 M=3	G=9, 2, 1, 1
729, 105, 117 M=3	G=9, 2, 1, 1
730, 106, 117 M=3	G=9, 2, 1, 1
749, 117, 128 M=3	G=9, 2, 1, 1
750, 117, 129 M=3	G=9, 2, 1, 1
769, 128, 140 M=3	G=9, 2, 1, 1
770, 129, 140 M=3	G=9, 2, 1, 1
789, 140, 151 M=3	G=9, 2, 1, 1
790, 140, 152 M=3	G=9, 2, 1, 1
809, 151, 163 M=3	G=9, 2, 1, 1
810, 152, 163 M=3	G=9, 2, 1, 1
829, 163, 174 M=3	G=9, 2, 1, 1
830, 163, 175 M=3	G=9, 2, 1, 1
849, 174, 186 M=3	G=9, 2, 1, 1
850, 175, 186 M=3	G=9, 2, 1, 1
869, 186, 197 M=3	G=9, 2, 1, 1
870, 186, 198 M=3	G=9, 2, 1, 1
889, 197, 209 M=3	G=9, 2, 1, 1

890,198,209	M=3	G=9,2,1,1
909,209,220	M=3	G=9,2,1,1
910,209,221	M=3	G=9,2,1,1
929,220,232	M=3	G=9,2,1,1
930,221,232	M=3	G=9,2,1,1
949,232,243	M=3	G=9,2,1,1
950,232,244	M=3	G=9,2,1,1

LOADS

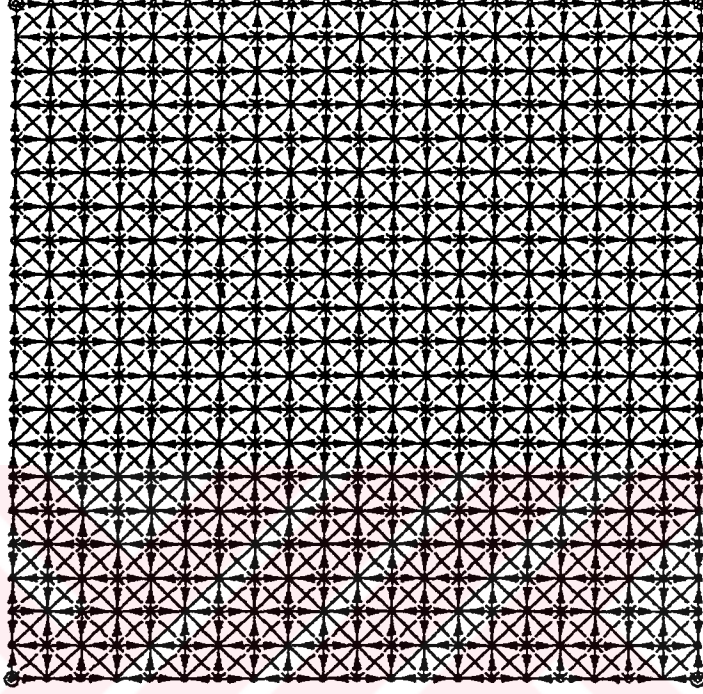
1, 12,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -0.680
2, 11,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.030
3, 10,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
24, 35,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.030
25, 34,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -6.080
26, 33,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
47, 58,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
48, 57,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
49, 56,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
70, 81,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
71, 80,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
72, 79,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
93,104,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
94,103,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
95,102,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
116,127,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
117,126,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
118,125,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
139,150,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
140,149,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
141,148,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
162,173,11	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.700
163,172,9	L=1	F= 0.000, 0.000, -8.100
164,171,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800

185,196,11	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.700
186,195,9	L=1	F=	0.000,	0.000,	-8.100
187,194,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-10.800
208,219,11	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.700
209,218,9	L=1	F=	0.000,	0.000,	-8.100
210,217,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-10.800
231,242,11	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.030
232,241,9	L=1	F=	0.000,	0.000,	-6.080
233,240,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-8.100
254,265,11	L=1	F=	0.000,	0.000,	-0.680
255,264,9	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.030
256,263,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.700

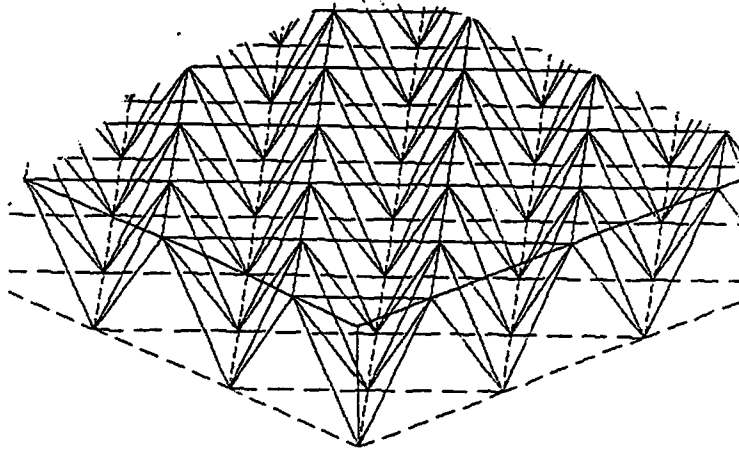


4.4 Tip D

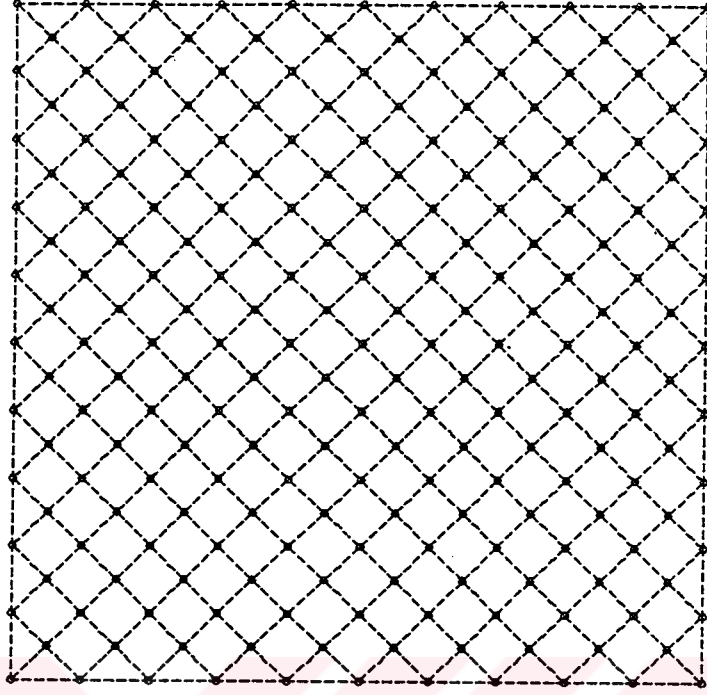
Piramit birimler mesnetlenme kenarına 45° açı yaparak düzenlenmiştir. Piramitlerin tepe noktası bağlantıları iki yönde üst ızgaraya paraleldir.



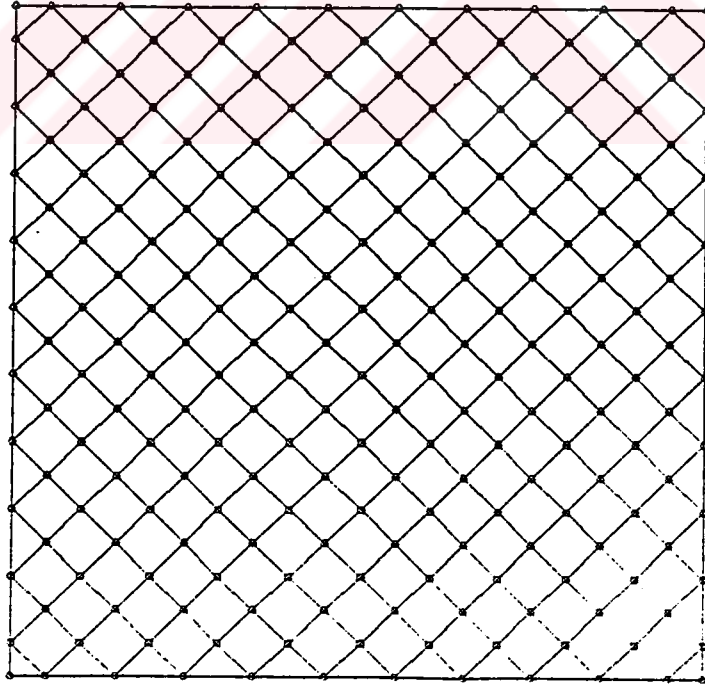
Şekil 4.13 Tip D Plan



Şekil 4.14 Tip D Perspektif Görünüş



Şekil 4.15a Tip D Alt Izgara Planı



Şekil 4.15b Tip D Üst Izgara Planı

4.4.1 Tip D'nin SAP90 Datasi

D TIPI

SYSTEM

N=445 L=1

JOINTS

1	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
11	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	G=1,11,1
24	X= 1.5000	Y=28.5000	Z= 0.0000	
33	X=28.5000	Y=28.5000	Z= 0.0000	
45	X= 0.0000	Y=27.0000	Z= 0.0000	
55	X=30.0000	Y=27.0000	Z= 0.0000	
402	X= 1.5000	Y= 1.5000	Z= 0.0000	
411	X=28.5000	Y= 1.5000	Z= 0.0000	Q=24,402,33,411,42,1
423	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	
433	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	Q=45,423,55,433,42,1
12	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 2.1210	
13	X= 1.5000	Y=30.0000	Z= 2.1210	
22	X=28.5000	Y=30.0000	Z= 2.1210	G=13,22,1
23	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 2.1210	
34	X= 0.0000	Y=28.5000	Z= 2.1210	
44	X=30.0000	Y=28.5000	Z= 2.1210	
56	X= 1.5000	Y=27.0000	Z= 2.1210	
65	X=28.5000	Y=27.0000	Z= 2.1210	
392	X= 1.5000	Y= 3.0000	Z= 2.1210	
401	X=28.5000	Y= 3.0000	Z= 2.1210	Q=56,392,65,401,42,1
412	X= 0.0000	Y= 1.5000	Z= 2.1210	
422	X=30.0000	Y= 1.5000	Z= 2.1210	Q=34,412,44,422,42,1
434	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	
435	X= 1.5000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	
444	X=28.5000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	G=435,444,1
445	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 2.1210	

RESTRAINTS

1, 445, 1 R=0, 0, 0, 1, 1, 1
 1, 11, 2 R=0, 0, 1, 1, 1, 1
 5, 7, 2 R=1, 0, 1, 1, 1, 1
 87, 339, 42 R=0, 0, 1, 1, 1, 1
 97, 349, 42 R=0, 0, 1, 1, 1, 1
 171, 181, 10 R=0, 1, 1, 1, 1, 1
 255, 265, 10 R=0, 1, 1, 1, 1, 1
 423, 433, 2 R=0, 0, 1, 1, 1, 1
 427, 429, 2 R=1, 0, 1, 1, 1, 1

FRAME

NM=3

1	A=0.000831	E=210000000.0	:76.1x3.65
2	A=0.001080	E=210000000.0	:88.9x4.05
3	A=0.000650	E=210000000.0	:60.3x3.65
1,	1,	2 M=1	G=9, 1, 1, 1
11,	423,	424 M=1	G=9, 1, 1, 1
21,	1,	45 M=1	G=1, 1, 10, 10
23,	45,	87 M=1	G=8, 2, 42, 42
24,	55,	97 M=1	G=8, 2, 42, 42
41,	1,	24 M=1	G=9, 2, 1, 1
42,	2,	24 M=1	G=9, 2, 1, 1
61,	24,	45 M=1	G=9, 2, 1, 1
62,	24,	46 M=1	G=9, 2, 1, 1
81,	45,	66 M=1	G=9, 2, 1, 1
82,	46,	66 M=1	G=9, 2, 1, 1
101,	66,	87 M=1	G=9, 2, 1, 1
102,	66,	88 M=1	G=9, 2, 1, 1
121,	87,	108 M=1	G=9, 2, 1, 1
122,	88,	108 M=1	G=9, 2, 1, 1
141,	108,	129 M=1	G=9, 2, 1, 1
142,	108,	130 M=1	G=9, 2, 1, 1

161, 129, 150	M=1	G=9, 2, 1, 1
162, 130, 150	M=1	G=9, 2, 1, 1
181, 150, 171	M=1	G=9, 2, 1, 1
182, 150, 172	M=1	G=9, 2, 1, 1
201, 171, 192	M=1	G=9, 2, 1, 1
202, 172, 192	M=1	G=9, 2, 1, 1
221, 192, 213	M=1	G=9, 2, 1, 1
222, 192, 214	M=1	G=9, 2, 1, 1
241, 213, 234	M=1	G=9, 2, 1, 1
242, 214, 234	M=1	G=9, 2, 1, 1
261, 234, 255	M=1	G=9, 2, 1, 1
262, 234, 256	M=1	G=9, 2, 1, 1
281, 255, 276	M=1	G=9, 2, 1, 1
282, 256, 276	M=1	G=9, 2, 1, 1
301, 276, 297	M=1	G=9, 2, 1, 1
302, 276, 298	M=1	G=9, 2, 1, 1
321, 297, 318	M=1	G=9, 2, 1, 1
322, 298, 318	M=1	G=9, 2, 1, 1
341, 318, 339	M=1	G=9, 2, 1, 1
342, 318, 340	M=1	G=9, 2, 1, 1
361, 339, 360	M=1	G=9, 2, 1, 1
362, 340, 360	M=1	G=9, 2, 1, 1
381, 360, 381	M=1	G=9, 2, 1, 1
382, 360, 382	M=1	G=9, 2, 1, 1
401, 381, 402	M=1	G=9, 2, 1, 1
402, 382, 402	M=1	G=9, 2, 1, 1
421, 402, 423	M=1	G=9, 2, 1, 1
422, 402, 424	M=1	G=9, 2, 1, 1
441, 13, 14	M=2	G=8, 1, 1, 1
450, 435, 436	M=2	G=8, 1, 1, 1
459, 12, 13	M=2	G=1, 1, 10, 10
461, 434, 435	M=2	G=1, 1, 10, 10
463, 34, 76	M=2	G=8, 2, 42, 42

464, 44, 86 M=2	G=8, 2, 42, 42
481, 12, 34 M=2	G=1, 1, 11, 10
483, 412, 434 M=2	G=1, 1, 10, 11
485, 13, 34 M=2	G=9, 2, 1, 1
486, 13, 35 M=2	G=9, 2, 1, 1
505, 34, 56 M=2	G=9, 2, 1, 1
506, 35, 56 M=2	G=9, 2, 1, 1
525, 56, 76 M=2	G=9, 2, 1, 1
526, 56, 77 M=2	G=9, 2, 1, 1
545, 76, 98 M=2	G=9, 2, 1, 1
546, 77, 98 M=2	G=9, 2, 1, 1
565, 98, 118 M=2	G=9, 2, 1, 1
566, 98, 119 M=2	G=9, 2, 1, 1
585, 118, 140 M=2	G=9, 2, 1, 1
586, 119, 140 M=2	G=9, 2, 1, 1
605, 140, 160 M=2	G=9, 2, 1, 1
606, 140, 161 M=2	G=9, 2, 1, 1
625, 160, 182 M=2	G=9, 2, 1, 1
626, 161, 182 M=2	G=9, 2, 1, 1
645, 182, 202 M=2	G=9, 2, 1, 1
646, 182, 203 M=2	G=9, 2, 1, 1
665, 202, 224 M=2	G=9, 2, 1, 1
666, 203, 224 M=2	G=9, 2, 1, 1
685, 224, 244 M=2	G=9, 2, 1, 1
686, 224, 245 M=2	G=9, 2, 1, 1
705, 244, 266 M=2	G=9, 2, 1, 1
706, 245, 266 M=2	G=9, 2, 1, 1
725, 266, 286 M=2	G=9, 2, 1, 1
726, 266, 287 M=2	G=9, 2, 1, 1
745, 286, 308 M=2	G=9, 2, 1, 1
746, 287, 308 M=2	G=9, 2, 1, 1
765, 308, 328 M=2	G=9, 2, 1, 1
766, 308, 329 M=2	G=9, 2, 1, 1

785, 328, 350 M=2	G=9, 2, 1, 1
786, 329, 350 M=2	G=9, 2, 1, 1
805, 350, 370 M=2	G=9, 2, 1, 1
806, 350, 371 M=2	G=9, 2, 1, 1
825, 370, 392 M=2	G=9, 2, 1, 1
826, 371, 392 M=2	G=9, 2, 1, 1
845, 392, 412 M=2	G=9, 2, 1, 1
846, 392, 413 M=2	G=9, 2, 1, 1
865, 412, 435 M=2	G=9, 2, 1, 1
866, 413, 435 M=2	G=9, 2, 1, 1
885, 1, 13 M=3	G=9, 2, 1, 1
886, 2, 13 M=3	G=9, 2, 1, 1
905, 24, 34 M=3	G=9, 2, 1, 1
906, 24, 35 M=3	G=9, 2, 1, 1
925, 45, 56 M=3	G=9, 2, 1, 1
926, 46, 56 M=3	G=9, 2, 1, 1
945, 66, 76 M=3	G=9, 2, 1, 1
946, 66, 77 M=3	G=9, 2, 1, 1
965, 87, 98 M=3	G=9, 2, 1, 1
966, 88, 98 M=3	G=9, 2, 1, 1
985, 108, 118 M=3	G=9, 2, 1, 1
986, 108, 119 M=3	G=9, 2, 1, 1
1005, 129, 140 M=3	G=9, 2, 1, 1
1006, 130, 140 M=3	G=9, 2, 1, 1
1025, 150, 160 M=3	G=9, 2, 1, 1
1026, 150, 161 M=3	G=9, 2, 1, 1
1045, 171, 182 M=3	G=9, 2, 1, 1
1046, 172, 182 M=3	G=9, 2, 1, 1
1065, 192, 202 M=3	G=9, 2, 1, 1
1066, 192, 203 M=3	G=9, 2, 1, 1
1085, 213, 224 M=3	G=9, 2, 1, 1
1086, 214, 224 M=3	G=9, 2, 1, 1
1105, 234, 244 M=3	G=9, 2, 1, 1

1106,234,245 M=3	G=9,2,1,1
1125,255,266 M=3	G=9,2,1,1
1126,256,266 M=3	G=9,2,1,1
1145,276,286 M=3	G=9,2,1,1
1146,276,287 M=3	G=9,2,1,1
1165,297,308 M=3	G=9,2,1,1
1166,298,308 M=3	G=9,2,1,1
1185,318,328 M=3	G=9,2,1,1
1186,318,329 M=3	G=9,2,1,1
1205,339,350 M=3	G=9,2,1,1
1206,340,350 M=3	G=9,2,1,1
1225,360,370 M=3	G=9,2,1,1
1226,360,371 M=3	G=9,2,1,1
1245,381,392 M=3	G=9,2,1,1
1246,382,392 M=3	G=9,2,1,1
1265,402,412 M=3	G=9,2,1,1
1266,402,413 M=3	G=9,2,1,1
1285,423,435 M=3	G=9,2,1,1
1286,424,435 M=3	G=9,2,1,1
1305, 1, 34 M=3	G=10,1,1,1
1316, 13, 24 M=3	G=9,1,1,1
1326, 24, 56 M=3	G=9,1,1,1
1336, 34, 45 M=3	G=9,1,1,1
1347, 45, 76 M=3	G=9,1,1,1
1358, 56, 66 M=3	G=9,1,1,1
1368, 66, 98 M=3	G=9,1,1,1
1378, 76, 87 M=3	G=10,1,1,1
1389, 87,118 M=3	G=10,1,1,1
1400, 98,108 M=3	G=9,1,1,1
1410,108,140 M=3	G=9,1,1,1
1420,118,129 M=3	G=10,1,1,1
1431,129,160 M=3	G=10,1,1,1
1442,140,150 M=3	G=9,1,1,1

1452,150,182 M=3	G=9,1,1,1
1462,160,171 M=3	G=10,1,1,1
1473,171,202 M=3	G=10,1,1,1
1484,182,192 M=3	G=9,1,1,1
1494,192,224 M=3	G=9,1,1,1
1504,202,213 M=3	G=10,1,1,1
1515,213,244 M=3	G=10,1,1,1
1526,224,234 M=3	G=9,1,1,1
1536,234,266 M=3	G=9,1,1,1
1546,244,255 M=3	G=10,1,1,1
1557,255,286 M=3	G=10,1,1,1
1568,266,276 M=3	G=9,1,1,1
1578,276,308 M=3	G=9,1,1,1
1588,286,297 M=3	G=10,1,1,1
1599,297,328 M=3	G=10,1,1,1
1610,308,318 M=3	G=9,1,1,1
1620,318,350 M=3	G=9,1,1,1
1630,328,339 M=3	G=10,1,1,1
1641,339,370 M=3	G=10,1,1,1
1652,350,360 M=3	G=9,1,1,1
1662,360,392 M=3	G=9,1,1,1
1672,370,381 M=3	G=10,1,1,1
1683,381,412 M=3	G=10,1,1,1
1694,392,402 M=3	G=9,1,1,1
1704,402,435 M=3	G=9,1,1,1
1714,412,423 M=3	G=10,1,1,1
1725, 1, 12 M=3	G=1,1,10,11
1727,423,434 M=3	G=1,1,10,11

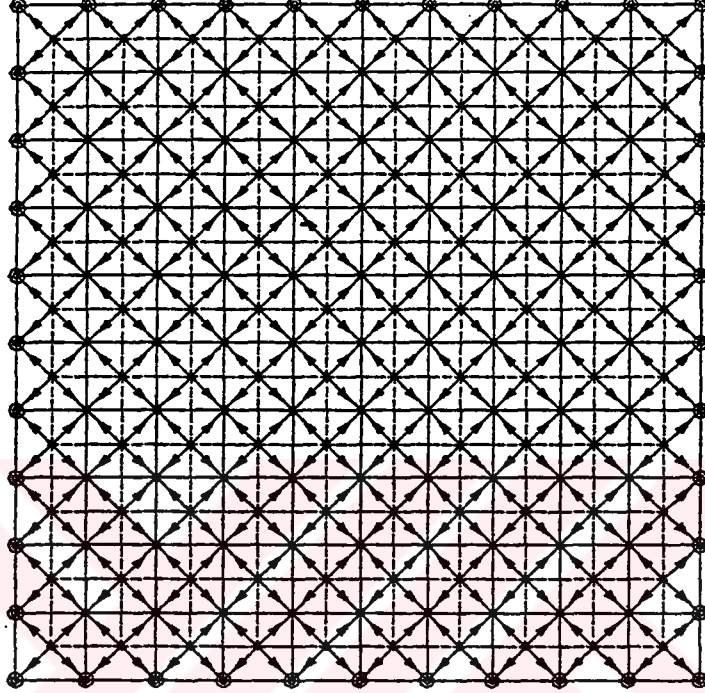
LOADS

12, 23,11 L=1 F=	0.000, 0.000,-1.340
13, 22,1 L=1 F=	0.000, 0.000,-2.700
34,412,42 L=1 F=	0.000, 0.000,-2.700

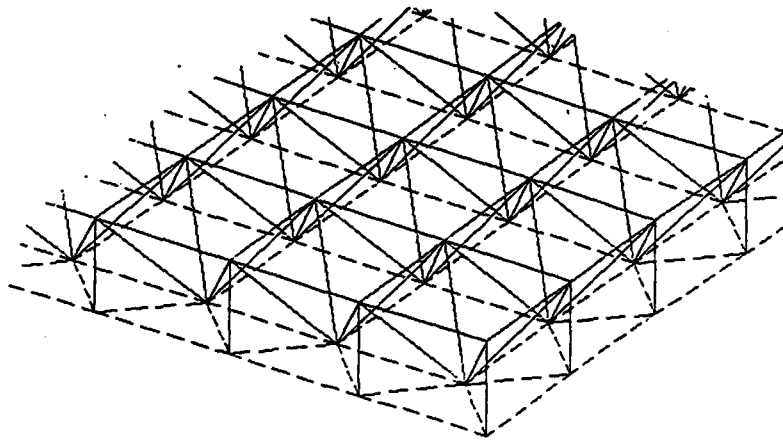
44,422,42	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.700
35, 43,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
56, 65,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
77, 85,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
98,107,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
119,127,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
140,149,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
161,169,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
182,191,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
203,211,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
224,233,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
245,253,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
266,275,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
287,295,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
308,317,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
329,337,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
350,359,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
371,379,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
392,401,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
413,421,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-5.400
434,445,11	L=1	F=	0.000,	0.000,	-1.340
435,444,1	L=1	F=	0.000,	0.000,	-2.700

4.5 Tip E

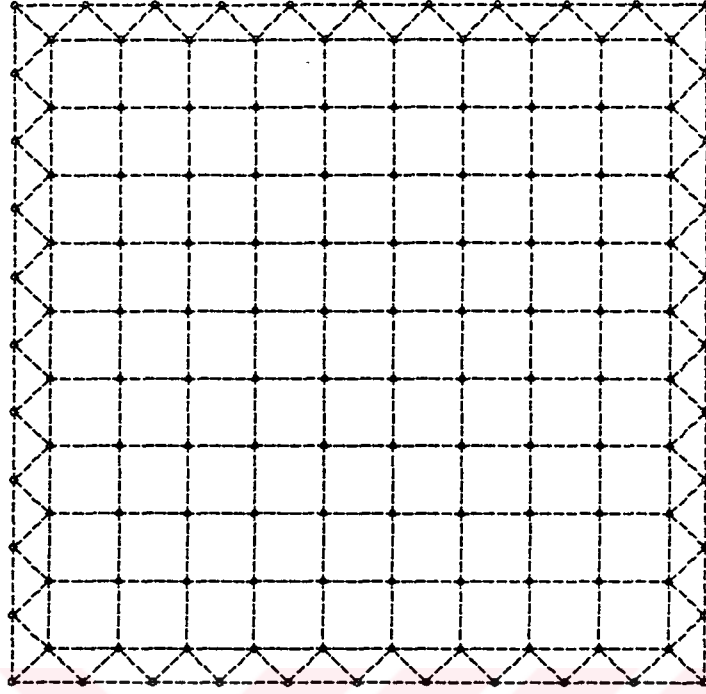
Tip C'nin alt ızgara kenar düzenlemesinin değiştirilmesi ile oluşturulmuş sistemdir.



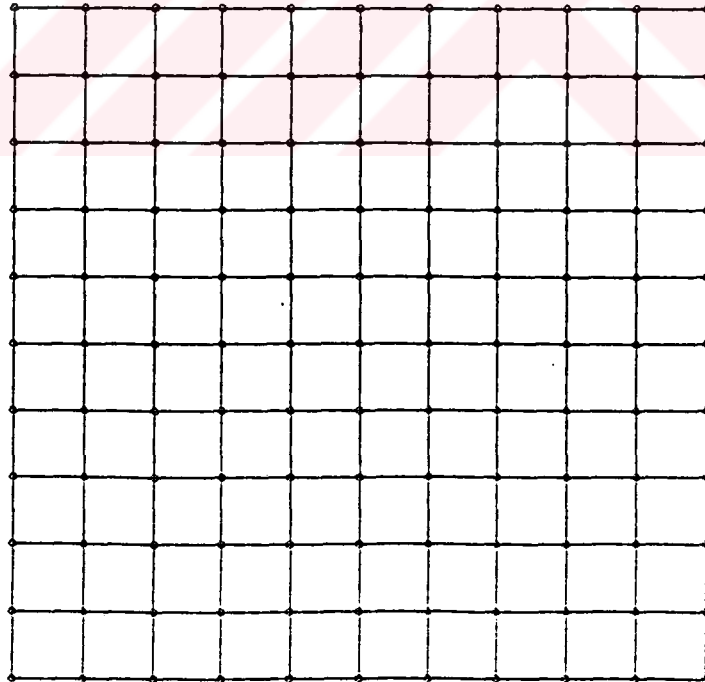
Şekil 4.16 Tip E Plan



Şekil 4.17 Tip E Perspektif Görünüş



Şekil 4.18a Tip E Alt Izgara Planı



Şekil 4.18b Tip E Üst Izgara Planı

4.5.1 Tip E'nin SAP90 Datası

E TİPİ

SYSTEM

N=261 L=1

JOINTS

1	X= 0.0000	Y=30.0000	Z=-2.1210	
11	X=30.0000	Y=30.0000	Z=-2.1210	G=1,11,1
23	X= 1.5000	Y=28.5000	Z=-2.1210	
32	X=28.5000	Y=28.5000	Z=-2.1210	
33	X= 0.0000	Y=27.0000	Z=-2.1210	
34	X=30.0000	Y=27.0000	Z=-2.1210	
217	X= 0.0000	Y= 3.0000	Z=-2.1210	G=33,217,23
218	X=30.0000	Y= 3.0000	Z=-2.1210	G=34,218,23
230	X= 1.5000	Y= 1.5000	Z=-2.1210	
239	X=28.5000	Y= 1.5000	Z=-2.1210	Q=23,230,32,239,23,1
251	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z=-2.1210	
261	X=30.0000	Y= 0.0000	Z=-2.1210	G=251,261,1
12	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
22	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
219	X= 0.0000	Y= 3.0000	Z= 0.0000	
229	X=30.0000	Y= 3.0000	Z= 0.0000	Q=12,219,22,229,23,1
240	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	
250	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	G=240,250,1

RESTRAINTS

1,261,1	R=0,0,0,1,1,1
1, 11,2	R=0,0,1,1,1,1
5, 7,2	R=1,0,1,1,1,1
56,57,1	R=0,0,1,1,1,1
102,103,1	R=0,1,1,1,1,1
148,149,1	R=0,1,1,1,1,1
194,195,1	R=0,0,1,1,1,1

251,261,2 R=0,0,1,1,1,1
 255,257,2 R=1,0,1,1,1,1

FRAME

NM=3

1	A=0.000831	E=210000000.0	:76.1x3.65
2	A=0.001080	E=210000000.0	:88.9x4.05
3	A=0.000650	E=210000000.0	:60.3x3.65
	1, 12, 13 M=1	G=9,1,1,1	
	11, 35, 36 M=1	G=9,1,1,1	
	21, 58, 59 M=1	G=9,1,1,1	
	31, 81, 82 M=1	G=9,1,1,1	
	41,104,105 M=1	G=9,1,1,1	
	51,127,128 M=1	G=9,1,1,1	
	61,150,151 M=1	G=9,1,1,1	
	71,173,174 M=1	G=9,1,1,1	
	81,196,197 M=1	G=9,1,1,1	
	91,219,220 M=1	G=9,1,1,1	
	101,240,241 M=1	G=9,1,1,1	
	111, 12, 35 M=1	G=10,1,1,1	
	122, 35, 58 M=1	G=10,1,1,1	
	133, 58, 81 M=1	G=10,1,1,1	
	144, 81,104 M=1	G=10,1,1,1	
	155,104,127 M=1	G=10,1,1,1	
	166,127,150 M=1	G=10,1,1,1	
	177,150,173 M=1	G=10,1,1,1	
	188,173,196 M=1	G=10,1,1,1	
	199,196,219 M=1	G=10,1,1,1	
	210,219,240 M=1	G=10,1,1,1	
	221, 1, 2 M=2	G=9,1,1,1	
	231, 23, 24 M=2	G=8,1,1,1	
	240, 46, 47 M=2	G=8,1,1,1	
	249, 69, 70 M=2	G=8,1,1,1	

258, 92, 93 M=2	G=8, 1, 1, 1
267, 115, 116 M=2	G=8, 1, 1, 1
276, 138, 139 M=2	G=8, 1, 1, 1
285, 161, 162 M=2	G=8, 1, 1, 1
294, 184, 185 M=2	G=8, 1, 1, 1
303, 207, 208 M=2	G=8, 1, 1, 1
312, 230, 231 M=2	G=8, 1, 1, 1
321, 251, 252 M=2	G=9, 1, 1, 1
331, 1, 33 M=2	G=1, 1, 10, 1
333, 23, 46 M=2	G=11, 1, 1, 1
345, 46, 69 M=2	G=11, 1, 1, 1
357, 69, 92 M=2	G=11, 1, 1, 1
369, 92, 115 M=2	G=11, 1, 1, 1
381, 115, 138 M=2	G=11, 1, 1, 1
393, 138, 161 M=2	G=11, 1, 1, 1
405, 161, 184 M=2	G=11, 1, 1, 1
417, 184, 207 M=2	G=11, 1, 1, 1
429, 207, 230 M=2	G=9, 1, 1, 1
439, 217, 251 M=2	G=1, 1, 1, 10
441, 1, 23 M=2	G=9, 2, 1, 1
442, 2, 23 M=2	G=9, 2, 1, 1
461, 23, 33 M=2	G=8, 4, 23, 23
462, 32, 34 M=2	G=8, 4, 23, 23
463, 33, 46 M=2	G=8, 4, 23, 23
464, 34, 55 M=2	G=8, 4, 23, 23
497, 230, 251 M=2	G=9, 2, 1, 1
498, 230, 252 M=2	G=9, 2, 1, 1
517, 12, 23 M=2	G=9, 2, 1, 1
518, 13, 23 M=2	G=9, 2, 1, 1
537, 23, 35 M=2	G=9, 2, 1, 1
538, 23, 36 M=2	G=9, 2, 1, 1
557, 35, 46 M=2	G=9, 2, 1, 1
558, 36, 46 M=2	G=9, 2, 1, 1

577, 46, 58 M=2	G=9, 2, 1, 1
578, 46, 59 M=2	G=9, 2, 1, 1
597, 58, 69 M=2	G=9, 2, 1, 1
598, 59, 69 M=2	G=9, 2, 1, 1
617, 69, 81 M=2	G=9, 2, 1, 1
618, 69, 82 M=2	G=9, 2, 1, 1
637, 81, 92 M=2	G=9, 2, 1, 1
638, 82, 92 M=2	G=9, 2, 1, 1
657, 92, 104 M=2	G=9, 2, 1, 1
658, 92, 105 M=2	G=9, 2, 1, 1
677, 104, 115 M=2	G=9, 2, 1, 1
678, 105, 115 M=2	G=9, 2, 1, 1
697, 115, 127 M=3	G=9, 2, 1, 1
698, 115, 128 M=3	G=9, 2, 1, 1
717, 127, 138 M=3	G=9, 2, 1, 1
718, 128, 138 M=3	G=9, 2, 1, 1
737, 138, 150 M=3	G=9, 2, 1, 1
738, 138, 151 M=3	G=9, 2, 1, 1
757, 150, 161 M=3	G=9, 2, 1, 1
758, 151, 161 M=3	G=9, 2, 1, 1
777, 161, 173 M=3	G=9, 2, 1, 1
778, 161, 174 M=3	G=9, 2, 1, 1
797, 173, 184 M=3	G=9, 2, 1, 1
798, 174, 184 M=3	G=9, 2, 1, 1
817, 184, 196 M=3	G=9, 2, 1, 1
818, 184, 197 M=3	G=9, 2, 1, 1
837, 196, 207 M=3	G=9, 2, 1, 1
838, 197, 207 M=3	G=9, 2, 1, 1
857, 207, 219 M=3	G=9, 2, 1, 1
858, 207, 220 M=3	G=9, 2, 1, 1
877, 219, 230 M=3	G=9, 2, 1, 1
878, 220, 230 M=3	G=9, 2, 1, 1
897, 230, 240 M=3	G=9, 2, 1, 1

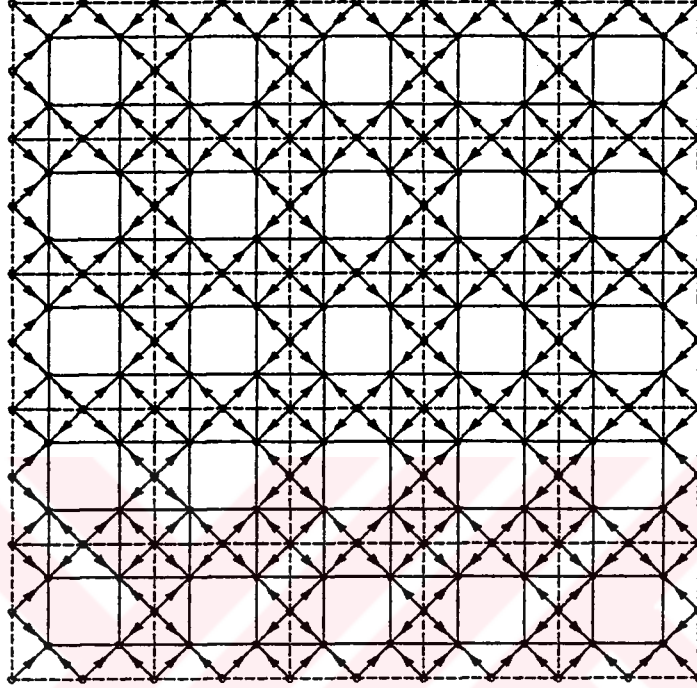
898, 230, 241	M=3	G=9, 2, 1, 1
917, 1, 12	M=3	G=10, 1, 1, 1
928, 33, 35	M=3	G=8, 2, 23, 23
929, 34, 45	M=3	G=8, 2, 23, 23
946, 240, 251	M=3	G=10, 1, 1, 1

LOADS

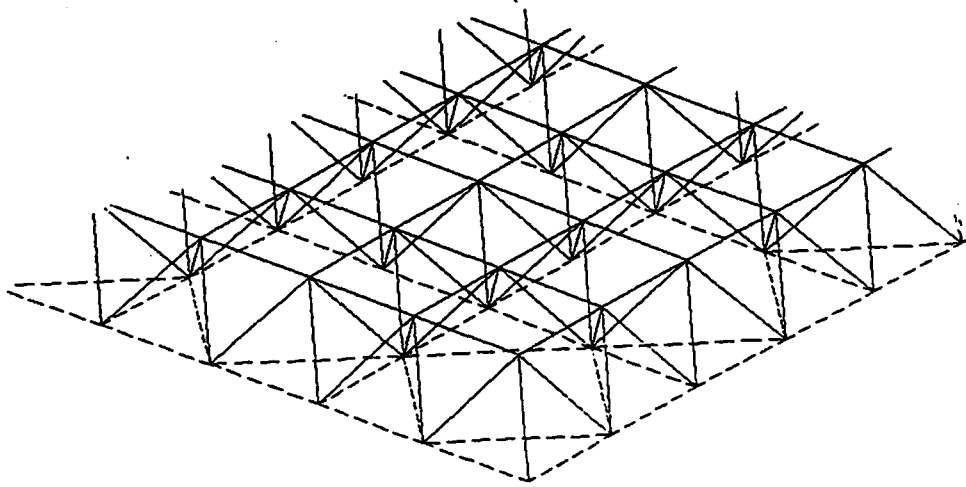
12, 22, 10	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.270
13, 21, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -5.540
36, 44, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
59, 67, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
82, 90, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
105, 113, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
128, 136, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
151, 159, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
174, 182, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
197, 205, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
220, 228, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.080
241, 249, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -5.540
240, 250, 10	L=1	F= 0.000, 0.000, -2.270
35, 219, 23	L=1	F= 0.000, 0.000, -5.540
45, 229, 23	L=1	F= 0.000, 0.000, -5.540

4.6 Tip F

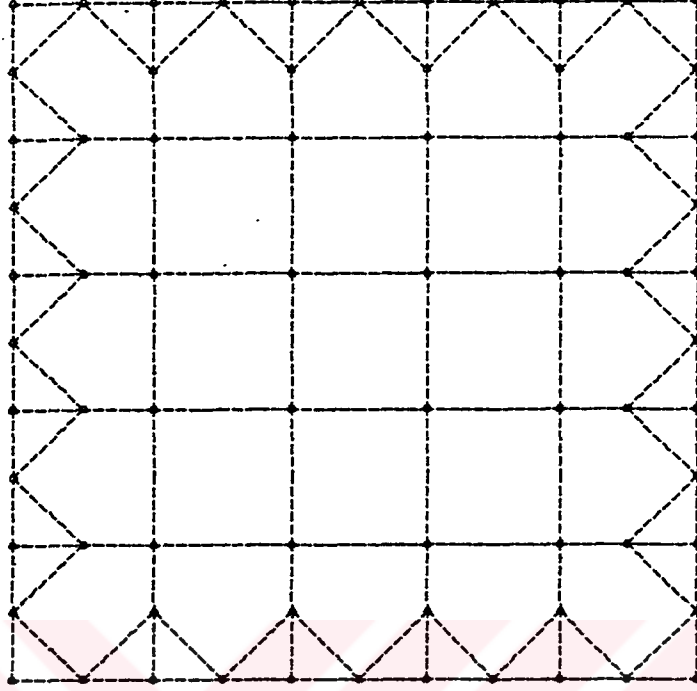
Tip A'nın hafifletilmiş düzenlenmesidir. Bir dolu bir boş şekilde kurulmuştur.



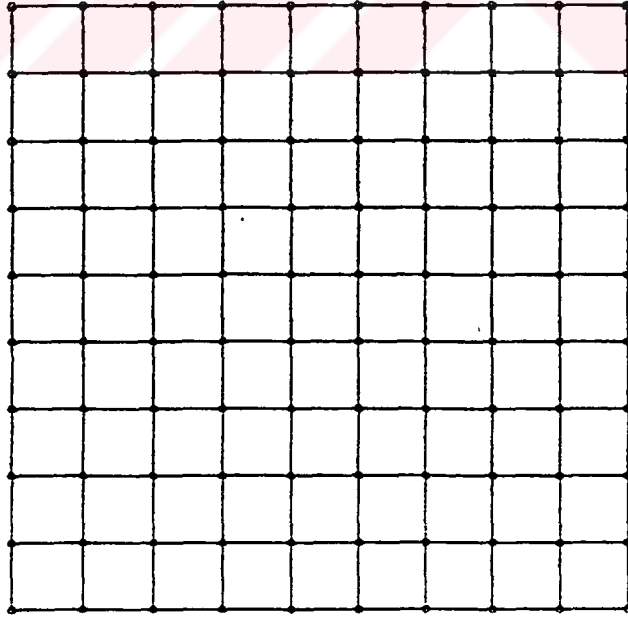
Şekil 4.19 Tip F Plan



Şekil 4.20 Tip F Perspektif Görünüş



Şekil 4.21a Tip F Alt Izgara Planı



Şekil 4.21b Tip F Üst Izgara Planı

4.6.1 Tip F'nin SAP90 Datası

F TİPİ

SYSTEM

N=221 L=1

JOINTS

1 X= 0.0000 Y=30.0000 Z= 0.0000
 11 X=30.0000 Y=30.0000 Z= 0.0000
 12 X= 1.5000 Y=28.5000 Z= 2.1210
 21 X=28.5000 Y=28.5000 Z= 2.1210
 22 X= 0.0000 Y=27.0000 Z= 0.0000
 27 X=30.0000 Y=27.0000 Z= 0.0000
 28 X= 1.5000 Y=25.5000 Z= 2.1210
 37 X=28.5000 Y=25.5000 Z= 2.1210
 160 X= 1.5000 Y= 4.5000 Z= 2.1210
 169 X=28.5000 Y= 4.5000 Z= 2.1210 Q=12,160,21,169,37,1
 170 X= 0.0000 Y= 3.0000 Z= 0.0000
 175 X=30.0000 Y= 3.0000 Z= 0.0000 Q=22,170,27,175,37,1
 176 X= 1.5000 Y= 1.5000 Z= 2.1210
 185 X=28.5000 Y= 1.5000 Z= 2.1210 Q=28,176,37,185,37,1
 186 X= 0.0000 Y= 0.0000 Z= 0.0000
 196 X=30.0000 Y= 0.0000 Z= 0.0000 Q=1,186,11,196,37,1

RESTRAINTS

1,196,1 R=0,0,0,1,1,1
 1, 11,2 R=0,0,1,1,1,1
 5, 7,2 R=1,0,1,1,1,1
 38,48,10 R=0,0,1,1,1,1
 75,85,10 R=0,1,1,1,1,1
 112,122,10 R=0,1,1,1,1,1
 149,159,10 R=0,0,1,1,1,1
 186,196,2 R=0,0,1,1,1,1
 190,192,2 R=1,0,1,1,1,1

FRAME

NM=3

1	A=0.001080	E=210000000.0	:114.3x4.50
2	A=0.001552	E=210000000.0	: 88.9x4.05
3	A=0.000831	E=210000000.0	: 76.1x3.65
	1, 1, 2 M=1	G=9,1,1,1	
	11, 38, 39 M=1	G=9,1,1,1	
	21, 75, 76 M=1	G=9,1,1,1	
	31,112,113 M=1	G=9,1,1,1	
	41,149,150 M=1	G=9,1,1,1	
	51,186,187 M=1	G=9,1,1,1	
	61, 1, 22 M=1	G=5,1,2,1	
	67, 22, 38 M=1	G=5,1,1,2	
	73, 38, 59 M=1	G=5,1,2,1	
	79, 59, 75 M=1	G=5,1,1,2	
	85, 75, 96 M=1	G=5,1,2,1	
	91, 96,112 M=1	G=5,1,1,2	
	97,112,133 M=1	G=5,1,2,1	
	103,133,149 M=1	G=5,1,1,2	
	109,149,170 M=1	G=5,1,2,1	
	115,170,186 M=1	G=5,1,1,2	
	121, 12, 13 M=2	G=8,1,1,1	
	130, 28, 29 M=2	G=8,1,1,1	
	139, 49, 50 M=2	G=8,1,1,1	
	148, 65, 66 M=2	G=8,1,1,1	
	157, 86, 87 M=2	G=8,1,1,1	
	166,102,103 M=2	G=8,1,1,1	
	175,123,124 M=2	G=8,1,1,1	
	184,139,140 M=2	G=8,1,1,1	
	193,160,161 M=2	G=8,1,1,1	
	202,176,177 M=2	G=8,1,1,1	
	211, 12, 28 M=2	G=9,1,1,1	
	221, 28, 49 M=2	G=9,1,1,1	
	231, 49, 65 M=2	G=9,1,1,1	
	241, 65, 86 M=2	G=9,1,1,1	
	251, 86,102 M=2	G=9,1,1,1	
	261,102,123 M=2	G=9,1,1,1	
	271,123,139 M=2	G=9,1,1,1	

281, 139, 160 M=2	G=9, 1, 1, 1
291, 160, 176 M=2	G=9, 1, 1, 1
301, 1, 12 M=3	G=9, 2, 1, 1
302, 2, 12 M=3	G=9, 2, 1, 1
321, 12, 22 M=3	G=4, 2, 2, 1
322, 13, 23 M=3	G=4, 2, 2, 1
331, 22, 28 M=3	G=4, 2, 1, 2
332, 23, 29 M=3	G=4, 2, 1, 2
341, 28, 38 M=3	G=9, 2, 1, 1
342, 28, 39 M=3	G=9, 2, 1, 1
361, 38, 49 M=3	G=9, 2, 1, 1
362, 39, 49 M=3	G=9, 2, 1, 1
381, 49, 59 M=3	G=4, 2, 2, 1
382, 50, 60 M=3	G=4, 2, 2, 1
391, 59, 65 M=3	G=4, 2, 1, 2
392, 60, 66 M=3	G=4, 2, 1, 2
401, 65, 75 M=3	G=9, 2, 1, 1
402, 65, 76 M=3	G=9, 2, 1, 1
421, 75, 86 M=3	G=9, 2, 1, 1
422, 76, 86 M=3	G=9, 2, 1, 1
441, 86, 96 M=3	G=4, 2, 2, 1
442, 87, 97 M=3	G=4, 2, 2, 1
451, 96, 102 M=3	G=4, 2, 1, 2
452, 97, 103 M=3	G=4, 2, 1, 2
461, 102, 112 M=3	G=9, 2, 1, 1
462, 102, 113 M=3	G=9, 2, 1, 1
481, 112, 123 M=3	G=9, 2, 1, 1
482, 113, 123 M=3	G=9, 2, 1, 1
501, 123, 133 M=3	G=4, 2, 2, 1
502, 124, 134 M=3	G=4, 2, 2, 1
511, 133, 139 M=3	G=4, 2, 1, 2
512, 134, 140 M=3	G=4, 2, 1, 2
521, 139, 149 M=3	G=9, 2, 1, 1
522, 139, 150 M=3	G=9, 2, 1, 1
541, 149, 160 M=3	G=9, 2, 1, 1
542, 150, 160 M=3	G=9, 2, 1, 1

561,160,170	M=3	G=4,2,2,1
562,161,171	M=3	G=4,2,2,1
571,170,176	M=3	G=4,2,1,2
572,171,177	M=3	G=4,2,1,2
581,176,186	M=3	G=9,2,1,1
582,176,187	M=3	G=9,2,1,1
601, 13, 30	M=2	G=3,1,2,2
605, 28, 50	M=2	G=4,2,2,2
606, 30, 50	M=2	G=3,2,2,2
614, 50, 67	M=2	G=3,1,2,2
618, 65, 87	M=2	G=4,2,2,2
619, 67, 87	M=2	G=3,2,2,2
627, 87,104	M=2	G=3,1,2,2
631,102,124	M=2	G=4,2,2,2
632,104,124	M=2	G=3,2,2,2
640,124,141	M=2	G=3,1,2,2
644,139,161	M=2	G=4,2,2,2
645,141,161	M=2	G=3,2,2,2
653,161,178	M=2	G=3,1,2,2
657, 2, 22	M=1	G=4,2,2,1
658, 2, 23	M=1	G=4,2,2,1
667, 22, 39	M=1	G=3,4,37,37
668, 27, 47	M=1	G=3,4,37,37
669, 39, 59	M=1	G=3,4,37,37
670, 47, 64	M=1	G=3,4,37,37
683,170,187	M=1	G=4,2,1,2
684,171,187	M=1	G=4,2,1,2

LOADS

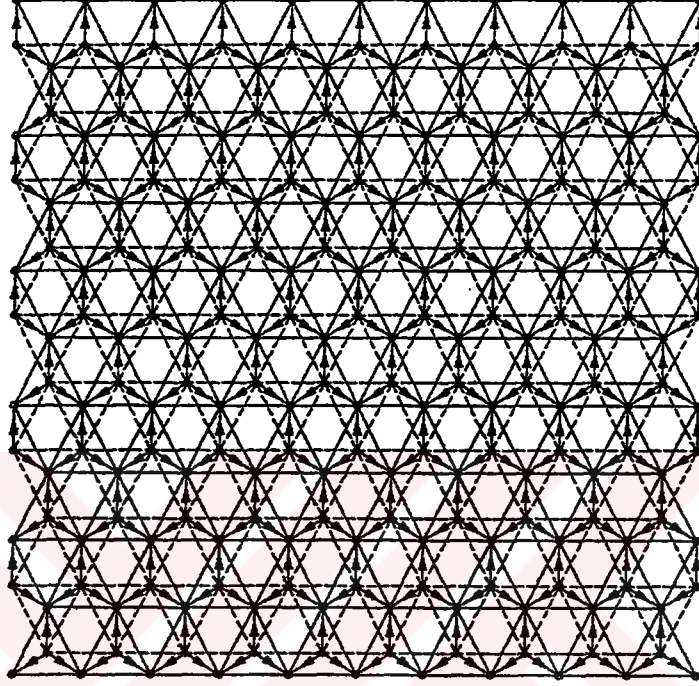
12, 21,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
28, 37,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
49, 58,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
65, 74,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
86, 95,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
102,111,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800
123,132,1	L=1	F= 0.000, 0.000,-10.800

139,148,1	L=1 F= 0.000, 0.000,-10.800
160,169,1	L=1 F= 0.000, 0.000,-10.800
176,185,1	L=1 F= 0.000, 0.000,-10.800

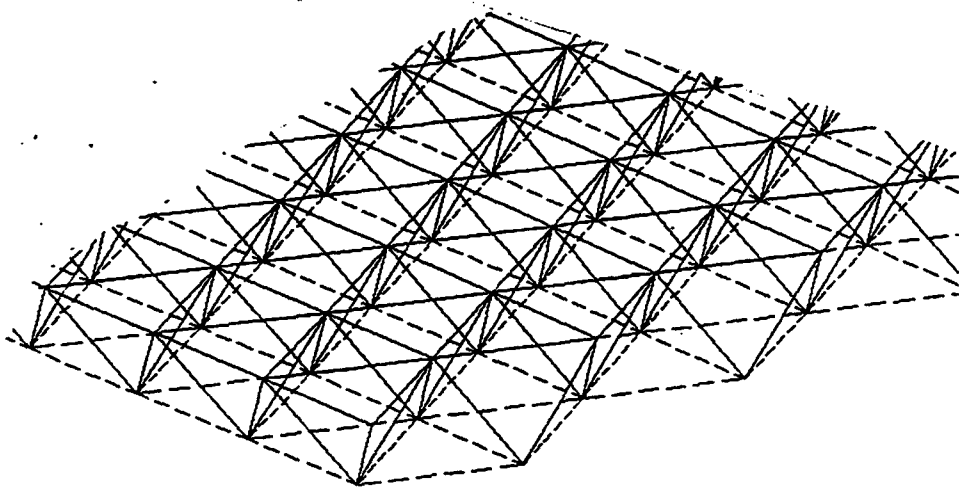


4.7 Tip G

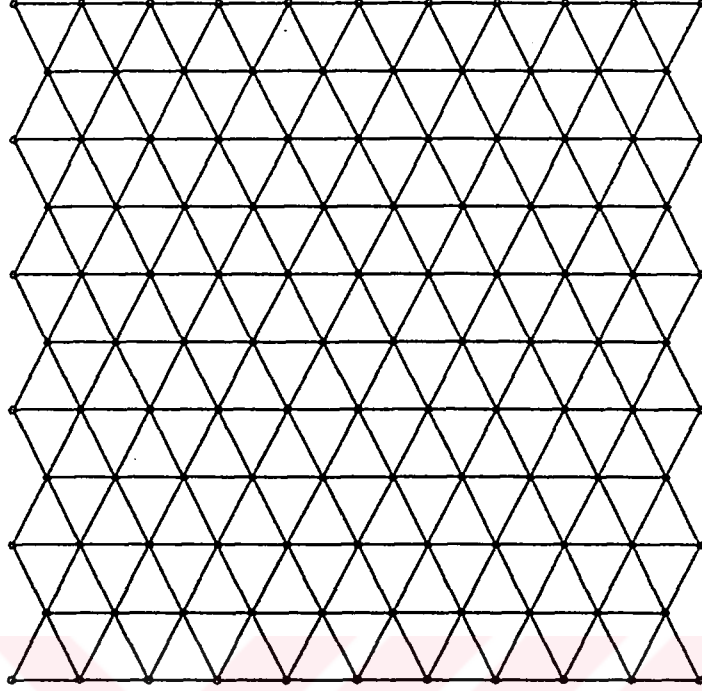
Alt ve üst ızgaralar eşkenar üçgenlerden kuruludur.



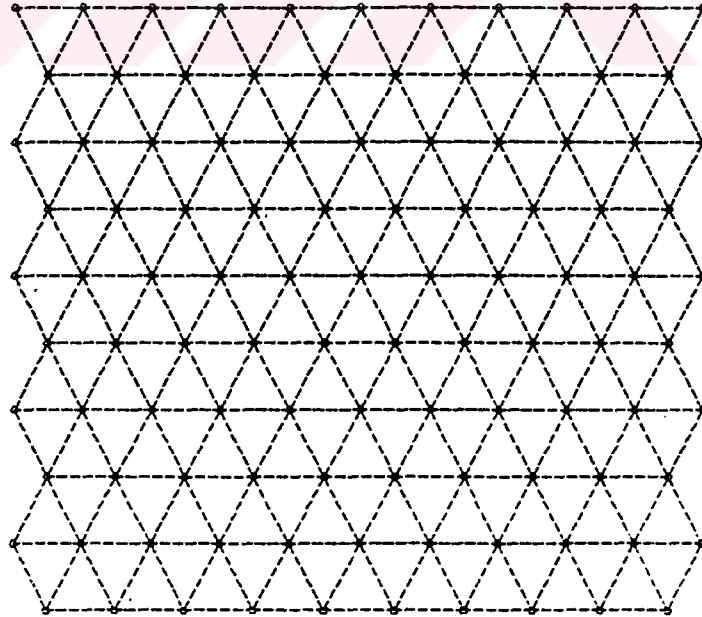
Şekil 4.22 Tip G Plan



Şekil 4.23 Tip G Perspektif Görünüş



Şekil 4.24a Tip G Alt Izgara Planı



Şekil 4.24b Tip G Üst Izgara Planı

4.7.1 Tip G'nin SAP90 Datası

G TIPI

SYSTEM

N=221 L=1

JOINTS

1	X= 0.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	
11	X=30.0000	Y= 0.0000	Z= 0.0000	
12	X= 1.5000	Y= 1.0000	Z=-2.1210	
21	X=28.5000	Y= 1.0000	Z=-2.1210	
22	X= 1.5000	Y= 3.0000	Z= 0.0000	
31	X=28.5000	Y= 3.0000	Z= 0.0000	
32	X= 0.0000	Y= 4.0000	Z=-2.1210	
42	X=30.0000	Y= 4.0000	Z=-2.1210	
180	X= 1.5000	Y=25.0000	Z=-2.1210	
189	X=28.5000	Y=25.0000	Z=-2.1210	Q=12,21,180,189,1,42
190	X= 1.5000	Y=27.0000	Z= 0.0000	
199	X=28.5000	Y=27.0000	Z= 0.0000	Q=22,31,190,199,1,42
200	X= 0.0000	Y=28.0000	Z=-2.1210	
210	X=30.0000	Y=28.0000	Z=-2.1210	Q=32,42,200,210,1,42
211	X= 0.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	
221	X=30.0000	Y=30.0000	Z= 0.0000	Q=1,11,211,221,1,42

RESTRAINTS

1,221,1	R=0,0,0,1,1,1
1, 11,2	R=0,0,1,1,1,1
5, 7,2	R=1,0,1,1,1,1
43,53,10	R=0,0,1,1,1,1
85,95,10	R=0,1,1,1,1,1
127,137,10	R=0,1,1,1,1,1
169,179,10	R=0,0,1,1,1,1
211,221,2	R=0,0,1,1,1,1
215,217,2	R=1,0,1,1,1,1

FRAME

NM=3

1	A=0.001080	E=210000000.0	:114.3x4.50
2	A=0.001552	E=210000000.0	: 88.9x4.05
3	A=0.000831	E=210000000.0	: 76.1x3.65
	1, 1, 2 M=1	G=9,1,1,1	
	11, 22, 23 M=1	G=8,1,1,1	
	20, 43, 44 M=1	G=9,1,1,1	
	30, 64, 65 M=1	G=8,1,1,1	
	39, 85, 86 M=1	G=9,1,1,1	
	49,106,107 M=1	G=8,1,1,1	
	58,127,128 M=1	G=9,1,1,1	
	68,148,149 M=1	G=8,1,1,1	
	77,169,170 M=1	G=9,1,1,1	
	87,190,191 M=1	G=8,1,1,1	
	96,211,212 M=1	G=9,1,1,1	
	106, 1, 22 M=1	G=9,2,1,1	
	107, 2, 22 M=1	G=9,2,1,1	
	126, 22, 43 M=1	G=9,2,1,1	
	127, 22, 44 M=1	G=9,2,1,1	
	146, 43, 64 M=1	G=9,2,1,1	
	147, 44, 64 M=2	G=9,2,1,1	
	166, 64, 85 M=2	G=9,2,1,1	
	167, 64, 86 M=2	G=9,2,1,1	
	186, 85,106 M=2	G=9,2,1,1	
	187, 86,106 M=2	G=9,2,1,1	
	206,106,127 M=2	G=9,2,1,1	
	207,106,128 M=2	G=9,2,1,1	
	226,127,148 M=2	G=9,2,1,1	
	227,128,148 M=2	G=9,2,1,1	
	246,148,169 M=2	G=9,2,1,1	
	247,148,170 M=2	G=9,2,1,1	

266,169,190 M=2	G=9,2,1,1
267,170,190 M=2	G=9,2,1,1
286,190,211 M=2	G=9,2,1,1
287,190,212 M=2	G=9,2,1,1
306, 12, 13 M=2	G=8,1,1,1
315, 32, 33 M=2	G=9,1,1,1
325, 54, 55 M=2	G=8,1,1,1
334, 74, 75 M=2	G=9,1,1,1
344, 96, 97 M=2	G=8,1,1,1
353,116,117 M=2	G=9,1,1,1
363,138,139 M=2	G=8,1,1,1
372,158,159 M=2	G=9,1,1,1
382,180,181 M=2	G=8,1,1,1
391,200,201 M=2	G=9,1,1,1
401, 12, 32 M=2	G=9,2,1,1
402, 12, 33 M=2	G=9,2,1,1
421, 32, 54 M=2	G=9,2,1,1
422, 33, 54 M=2	G=9,2,1,1
441, 54, 74 M=2	G=9,2,1,1
442, 54, 75 M=2	G=9,2,1,1
461, 74, 96 M=2	G=9,2,1,1
462, 75, 96 M=2	G=9,2,1,1
481, 96,116 M=2	G=9,2,1,1
482, 96,117 M=2	G=9,2,1,1
501,116,138 M=2	G=9,2,1,1
502,117,138 M=2	G=9,2,1,1
521,138,158 M=2	G=9,2,1,1
522,138,159 M=2	G=9,2,1,1
541,158,180 M=2	G=9,2,1,1
542,159,180 M=2	G=9,2,1,1
561,180,200 M=2	G=9,2,1,1
562,180,201 M=2	G=9,2,1,1
581, 1, 12 M=2	G=9,2,1,1

582, 2, 12 M=2	G=9, 2, 1, 1
601, 22, 32 M=2	G=9, 2, 1, 1
602, 22, 33 M=2	G=9, 2, 1, 1
621, 43, 54 M=2	G=9, 2, 1, 1
622, 44, 54 M=2	G=9, 2, 1, 1
641, 64, 74 M=2	G=9, 2, 1, 1
642, 64, 75 M=2	G=9, 2, 1, 1
661, 85, 96 M=2	G=9, 2, 1, 1
662, 86, 96 M=2	G=9, 2, 1, 1
681, 106, 116 M=2	G=9, 2, 1, 1
682, 106, 117 M=2	G=9, 2, 1, 1
701, 127, 138 M=2	G=9, 2, 1, 1
702, 128, 138 M=2	G=9, 2, 1, 1
721, 148, 158 M=2	G=9, 2, 1, 1
722, 148, 159 M=2	G=9, 2, 1, 1
741, 169, 180 M=2	G=9, 2, 1, 1
742, 170, 180 M=2	G=9, 2, 1, 1
761, 190, 200 M=2	G=9, 2, 1, 1
762, 190, 201 M=2	G=9, 2, 1, 1
781, 12, 22 M=2	G=4, 2, 2, 2
782, 13, 23 M=2	G=4, 2, 2, 2
791, 32, 43 M=2	G=5, 2, 2, 2
792, 33, 44 M=2	G=4, 2, 2, 2
802, 54, 64 M=2	G=4, 2, 2, 2
803, 55, 65 M=2	G=4, 2, 2, 2
812, 74, 85 M=2	G=5, 2, 2, 2
813, 75, 86 M=2	G=4, 2, 2, 2
823, 96, 106 M=2	G=4, 2, 2, 2
824, 97, 107 M=2	G=4, 2, 2, 2
833, 116, 127 M=2	G=5, 2, 2, 2
834, 117, 128 M=2	G=4, 2, 2, 2
844, 138, 148 M=2	G=4, 2, 2, 2
845, 139, 149 M=2	G=4, 2, 2, 2

854,158,169	M=2	G=5,2,2,2
855,159,170	M=2	G=4,2,2,2
865,180,190	M=2	G=4,2,2,2
866,181,191	M=2	G=4,2,2,2
875,200,211	M=2	G=5,2,2,2
876,201,212	M=2	G=4,2,2,2

LOADS

2, 10, 2	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
22, 31, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
44, 52, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
64, 73, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
86, 94, 1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
106,115,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
128,136,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
148,157,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
170,178,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
190,199,1	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800
212,220,2	L=1	F= 0.000, 0.000, -10.800

4.8 Tip A'ya ait SAP90 Çubuk Kuvvetlerinin Çözümü

COMPUTERS AND VERSION OF SAP90 - STRUERCIAL USE PROHIBITED

PROGRAM:SAP90/FILE:A.F3F

A TİPİ

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT	LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE	1-3 PLANE	AXIAL
ID	COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT	TORQ
41	1	59.76				
42	1	100.43				
43	1	133.76				
44	1	145.39				
45	1	150.00				
46	1	148.91				
47	1	141.94				
48	1	127.21				
49	1	93.19				
50	1	55.46				
51	1	.00				
52						

SİSTEM	DÜĞÜM SAYISI	ÇUBUK SAYISI	MAX. ÇEKME(KN)	MAX. BASINÇ(KN)	MAX. BORU ÇAPI(mm)	MAX. δ_x (m)	MAX. δ_y (m)	MAX. δ_z (m)	SİSTEM AĞIRLIĞI		
									kg	kg/m ²	
30x30 (m)	A	221	800	150.00	133.00	114.3x4.50	0.007	0.007	0.005	13120	14.58
	B	224	724	138.00	128.00	114.3x4.50	0.012	0.012	0.005	12835	14.26
	C	265	968	142.00	131.00	114.3x4.50	0.007	0.007	0.005	14388	15.99
	D	445	1728	61.00	49.00	76.1x3.60	0.005	0.005	0.004	15935	17.71
	E	261	956	145.00	131.00	114.3x4.50	0.006	0.006	0.050	14278	15.86
	F	196	639	237.00	137.00	139.7x6.00	0.006	0.006	0.049	12598	14.00
	G	221	885	110.00	57.00	88.9x4.00	0.004	0.004	0.035	14298	15.89
30x60 (m)	A	431	1600	260.00	242.00	139.7x6.00	0.007	0.007	0.055	28309	15.73
	B	409	1334	250.00	240.00	139.7x6.00	0.020	0.011	0.089	32344	17.97
	C	495	1848	245.00	223.00	139.7x6.01	0.007	0.007	0.054	30161	16.76
	D	465	3388	96.00	79.00	88.9x4.00	0.011	0.007	0.077	35901	19.95
	E	491	1836	231.00	246.00	139.7x6.00	0.006	0.006	0.054	30321	16.85
	F	381	1258	445.00	241.00	219.1x6.30	0.008	0.007	0.065	25610	14.23
	G	481	1780	232.00	194.00	139.7x6.00	0.006	0.006	0.055	32268	17.93

Tablo 4.2 1. Tip Mesnetlenme

SİSTEM	DÜĞÜM SAYISI	ÇUBUK SAYISI	MAX. ÇEKME(KN)	MAX. BASINÇ(KN)	MAX. BORU ÇAPİ(mm)	MAX. δ_x (m)	MAX. δ_y (m)	MAX. δ_z (m)	SİSTEM AĞIRLIĞI	
									kg	kg/m ²
30x30 (m)	A	221	278.00	160.00	114.3x4.50	0.007	0.007	0.053	13923	15.47
	B	224	189.00	147.00	114.3x4.50	0.008	0.008	0.054	13086	14.54
	C	265	173.00	140.00	114.3x4.50	0.007	0.007	0.053	14926	16.58
	D	445	90.00	120.00	76.1x3.60	0.066	0.066	0.039	16341	18.16
	E	261	168.00	200.00	114.3x4.50	0.007	0.007	0.055	15018	16.69
	F	196	292.00	178.00	139.7x6.00	0.011	0.011	0.058	13766	15.30
	G	221	269.00	129.00	88.9x4.00	0.005	0.005	0.033	14100	15.67
30x60 (m)	A	431	360.00	265.00	139.7x6.00	0.008	0.009	0.059	29708	16.50
	B	409	265.00	250.00	139.7x6.00	0.022	0.013	0.090	32898	18.28
	C	495	282.00	242.00	139.7x6.01	0.007	0.008	0.056	31456	17.48
	D	465	121.00	170.00	88.9x4.00	0.011	0.007	0.079	36918	20.51
	E	491	272.00	352.00	139.7x6.00	0.007	0.007	0.059	31875	17.71
	F	381	619.00	273.00	219.1x6.30	0.012	0.014	0.070	28072	15.60
	G	481	266.00	184.00	139.7x6.00	0.007	0.005	0.054	30597	17.00

Tablo 4.3 2. Tip Mesnetlenme

4.9.Sonuçlar

1. A,C ve E tipleri arasındaki kıyaslama kuruluş biçimleri aynıdır.Kenar düzenlemeleri farklı A tipinde çubuk ve düğüm sayısı C ve E tiplerine göre daha azdır.C ve E'nin kenarlarının A'ya göre daha rijit olması sistemin deplasmanında etkin olmamıştır.

2. E tipi, 1. tip mesnetlenmede maksimum çekme kuvveti, maksimum basınç kuvvetinden büyük iken; 2. tip mesnetlenmede maksimum basınç kuvveti, maksimum çekme kuvvetinden daha büyüktür.Bu da gösteriyor ki E tipi mesnetlenmenin daha sık aralıklarla yapıldığı durumlarda uygundur.

3. C ve E tiplerinde mesnetlenme araları 6m'den 15m'ye çıktığında maksimum çekme ve maksimum basınç kuvvetlerinde %20'lik bir artış olurken, bu artış A tipinde %80 olmuştur.C ve E tipindeki kuvvet dağılımı daha dengelidir.

4. D tipi, diğerlerine göre, iki kat sayıda düğüm noktası ve çubuğa sahiptir.Bu da maliyeti artırır.A'ya göre daha rijittir.Çünkü, çevreye göre eğik ağırlık kirişleri, değişik uzunluklardadır.Köşelerdeki kısa kirişler daha rijittir.D tipi sistem ağırlığı olarak ağır olmasına rağmen, kullanılan çaplar daha küçüktür.D tipi daha büyük açıklıklarda tercih edilebilir.

5. F tipi, A tipinin boşluklu sistemidir.Çubuk sayısını azaltmak hiperstatiklik derecesini indirmek demektir.Bu da yapıyı daha sünek hale getirir.En hafif sistemdir.Açık ya da camlı bölgeler oluşturmak için çok uygundur.

6. G tipi, düzgün dört yüzlü birimlerden kuruludur.Diğer tiplerden daha rijittir.Maksimum basınç kuvveti, maksimum çekme kuvvetinin yarısı kadardır.Sehimi en az olan sistemdir.Büyük açıklıklarda tercih edilir.Basınç elemanlarındaki burkulma etkisi azdır.

7. B ve F tipleri boşluklu ve hafif sistemlerdir.1. tip mesnetlenmede, F tipi, B tipine göre daha hafif iken; 2. tip mesnetlenmede, B tipinin sistem ağırlığı daha az çıkmıştır. Büyük mesnet aralıklarında, B tipini kullanmak daha elverişlidir.

8. Bütün tipler kare planda, dikdörtgen plana göre daha verimli çalışmaktadır.



BÖLÜM 5

UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİN ELEMANLARI

5.1.Çubuklar

Uzay kafes sistemi kurmak için, sabit enkesitli herhangi bir çubuk seçilebilir. Aşağıdaki nedenlerden dolayı, genellikle borular tercih edilir :

- Enkesitin her doğrultuda sahip olduğu büyük eylemsizlik yarıçapı nedeni ile, burkulmaya karşı büyük mukavemetleri,
- Kapalı enkesitlerinden dolayı, burulmaya karşı büyük mukavemetleri,
- Silindirik biçimlerinin zayıf bir sürüklenme katsayısına sahip olmasından ötürü, rüzgar kuvvetlerindeki azalma,
- Yanal yüzeylerinin küçüklüğü ve içeri giren açılarının olmamasından ileri gelen, bakım ve boyama kolaylığı,
- Çoğu zaman görünür bırakılan kafes taşıyıcının güzel görünümü.

Bazı düzenler, bütünü ile kutu enkesitli çubuklardan kurulabilir. Böyle bir çözümün üstünlüğü de, birleşimlerinin imalatının kolay düzlem kesimlerle yetinmesidir.

Özellikle, çekmeye çalışan çubuklarda, dolu enkesitli yuvarlak çubukların da kullanıldığı olur. Bu kullanım, basınç çubuklarından burkulma nedeni ile, zorluklar yaratır.

5.2. Düğümler

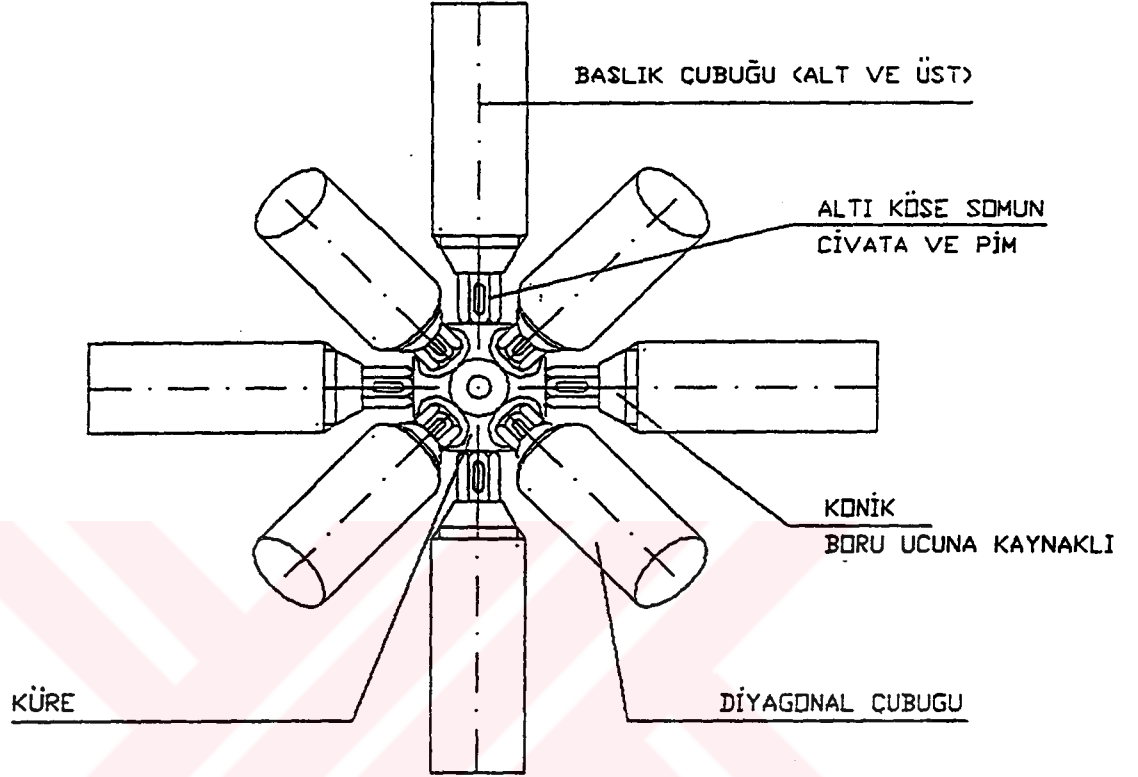
Bir uzay kafes taşıyıcının imalatında, en zor ve hassas bölüm düğüm noktalarıdır. Gerçekten de bunlar, montajda kolaylık ve sistemin maliyeti üzerinde büyük etkinliğe sahiptirler.

İmalat zorluklarını yenebilmek amacı ile, çok sayıda birleşim detayları geliştirilmiştir.

5.2.1. Mero Düğüm Noktası (M. Meninghausen, Almanya)

Düğüm noktaları, eksenleri birbirine dik üç doğrultuda ve bunların uzay açıortaylarında olan dış açılmış 18 deliğe sahip masif kürelerden oluşur. Boru kesitli

çubukların uçlarında hareketli bir bulon ve bunun üzerine bağlı bir somun-manşon bulunur.



Şekil 5.1 Mero Düğüm Noktası

Üstünlükleri :

- Tam prefabrikasyon ve çok kolay montaj,
- Sökme kolaylığı,
- Küçük ve düzgün düğümler : Güzel görünüm,
- Tek bir düğüm tipi ile yüksek sayıda değişik birleşimler yapma olanağı,

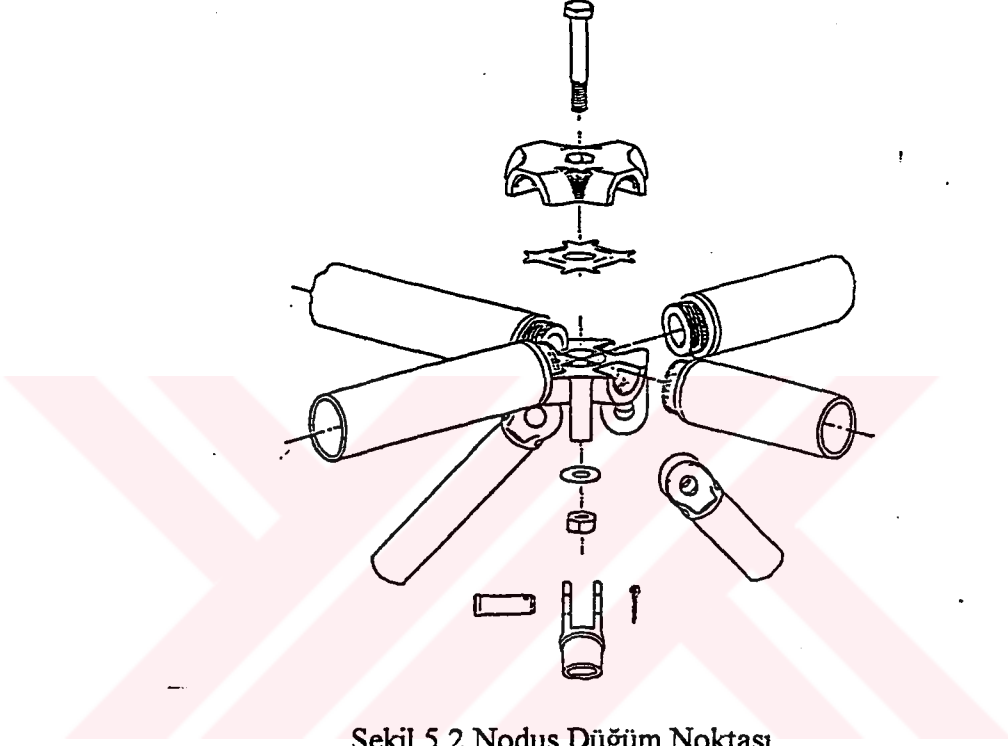
Sakıncaları :

- Birleşimlerin zayıf mukavemeti,
- Parçaların çok işlem görmelerinden kaynaklanan pahalı maliyetleri,

Mero Düğüm Noktası Tipi, açıklıkları 30m' yi aşmayan uzay kafes sistemlerde uygun sonuçlar verir.

5.2.2. Nodus Dügüm Noktası (British Steel Corporation, İngiltere)

Dügüm noktaları dökme çelikten olup, çubuklar boru ya da kutu enkesitlidir. Çubuk uçları, dügüm noktasına, kendilerine kaynaklanan özel parçalarla bağlanmaktadır. İki doğrultulu ağ çubukları bulunan, kare tabanlı piramitlerden oluşan düzlemler için uygundur.



Şekil 5.2 Nodus Dügüm Noktası

Üstünlüleri :

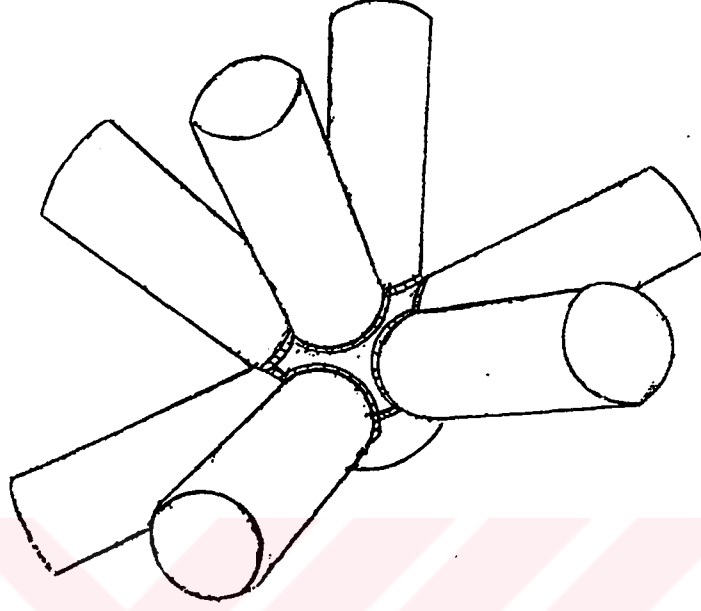
- Kolay montaj, tam prefabrikasyon,
- Sökme kolaylığı,
- Örgü çubukları açılarının ayarlanabilmesi olanağı,
- Güzel görünüm.

Sakıncaları :

- Çubuk boylarının ayarlanamaması,
- Uzun atölye kaynağı işlemleri gerektirmesi.

5.2.3. Oktaplatte Dügüm Noktası (Mannesman, Almanya)

Dügüm noktaları, iki yarım kürenin bir ara rondela üzerine kaynaklanması ile elde edilen çelik kürelerden oluşur. Birleşimler, boru kesitli çubukların, bu kürelere basit olarak kaynaklanması ile gerçekleştirilir.



Şekil 5.3 Oktaplatte Dügüm Noktası

Üstünlükleri :

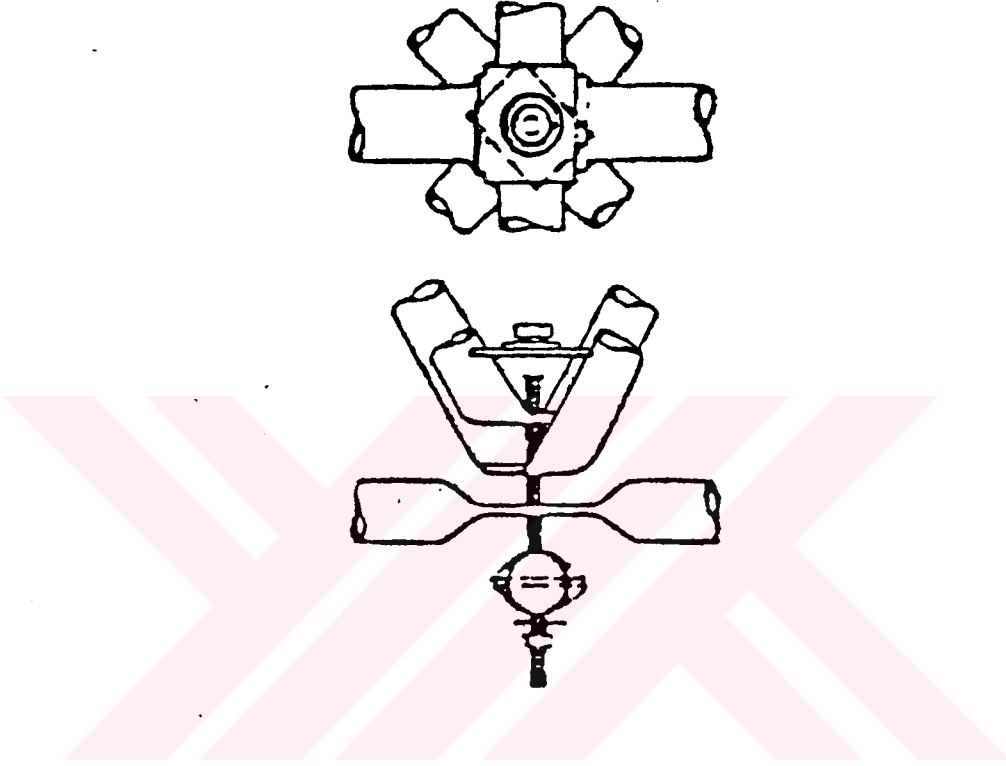
- Basit kuruluş,
- Boruların uçlarında özel kesim gerekmemesi,
- Kolaylıkla gerçekleşen kaynaklar,
- Güzel görünüm,
- Büyük rijitlik,
- Eğri yüzeylerin kurulabilmesi olanağı,

Sakıncaları :

- Boruların uzunluklarının çok kesin belirlenmesi zorluğu,
- Montaj zorluğu,
- Sökülme olanaksızlığı,
- Dügüm noktalarının kuruluş özelliğinin çok büyük açıklıkların aşılmasına engel olması.

5.2.4. Gero Dügüm Noktası (Gero, Ding Cie., Avusturalya)

Boru enkesitli çubuklar düğüm noktalarını, yerel olarak yassılaştırılarak ve örgü çubuklarında ayrıca katlanarak aşarlar. Aynı bir düğüm noktasının yassı yüzeyleri bir bulonla sıkılarak birbirlerine bağlanır.



Şekil 5.4 Gero Dügüm Noktası

Üstünlükleri :

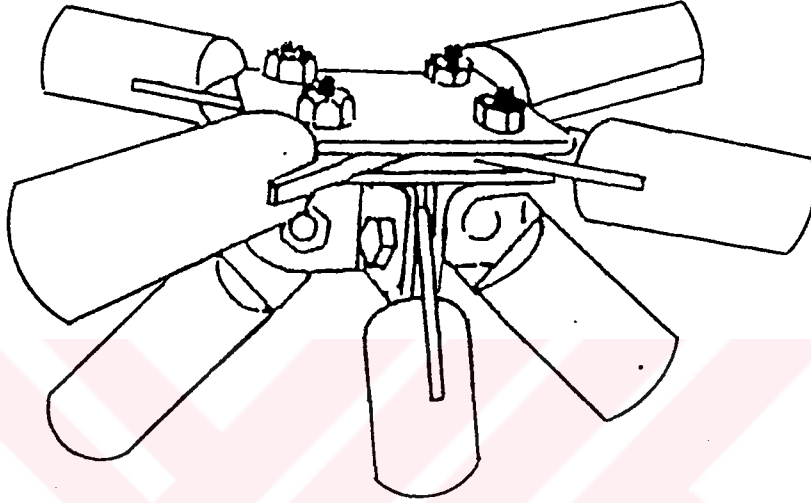
- Dügüm noktalarında hiçbir özel parça olmaması,
- Sökme kolaylığı,

Sakıncaları :

- Çubukların biçimlendirilmesindeki zorluk; montaj zorlukları,
- Birleşimlerin zayıf mukavemeti,
- Çubuk eksenlerindeki dışmerkezlilikler.

5.2.5. Varitec Düğüm Noktası (Stienen ve Tröhler A.G, İsviçre)

Düğüm noktaları bir birleşim plağı ve birbirine dik üç yüzü bulunan parçalardan bileşiktir. Dört köşeli böyle bir düğüm noktası sekiz çubuğun birleştirilmesini sağlar. Birleşimler, bulonlarla yapılır. Üst başlık ağının çubukları, bazı kereler kutu kesitli ya da örtüyü taşımaya uygun profildedirler.



Şekil 5.5 Varitec Düğüm Noktası

Üstünlükleri :

- Çok basit kuruluş,
- Ekonomik imalat,
- Montaj ve sökme kolaylığı,
- İleri ölçüde önyapım olanağı,
- Köşegenlerin bağlantı eksenleri çevresinde açısal değişim olanağı.

Sakıncaları :

- Hiçbir ayarlama olanağının olmayışı,
- Birleşimlerin mukavemetinin, bulonlara bağlı olması.

BÖLÜM 6

UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI*

Çift katlı ızgara uzay kafeslerinin dizayn ve uygulaması son yıllarda oldukça yaygınlaşmış, New York Javits Toplantı Merkezinin bitirilmesiyle bu uygulama zirveye ulaşmıştır. Bu yapılar hakkındaki bilgilere analitik ve deneysel çalışmalar sonucu ulaşılmıştır. Son yıllarda yapılan dizayn çalışmaları özellikle elastik bölgeye yönelik olmasına karşın plastik bölge ve maximum taşıma kapasitesi hakkında da incelemeler yapılmaktadır.(ASCE, Journal of Structural Engineering, 5 Mayıs 1989)

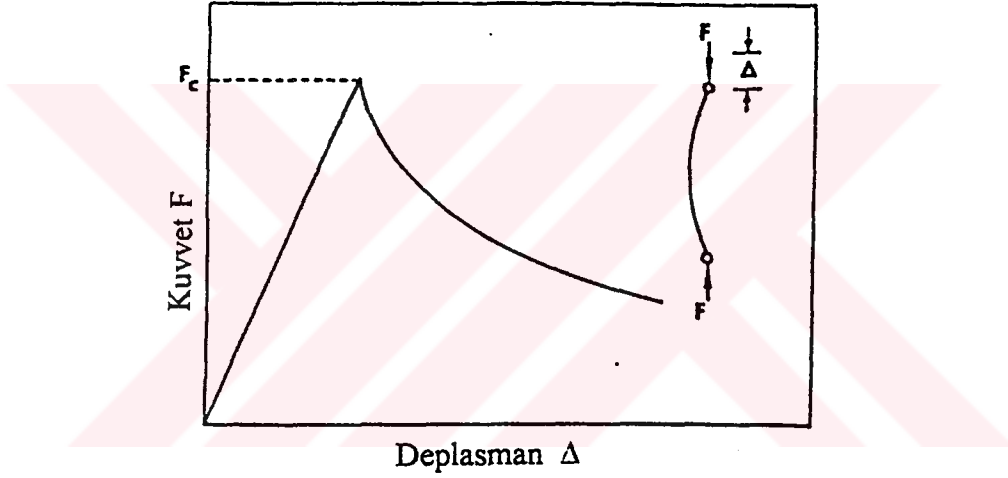
6.1 Uzay Kafes Sistemlerinin Davranışları

Önceleri çift katlı ızgara sistemlerinin analizi için, çok bağlı sistemlerde bulunan yük dayanım kapasitesi dikkate alınarak akma çizgisi metodunun uygulanması için çalışmalar yapıldı (Marsh 1975; Saka ve Heki 1975).

Bu çalışmalar, çökme mekanizmasında önemli rol oynayan, basınca çalışan elemanların burkulması hakkında tatmin edici sonuçlar verememişlerdir. Çekme sonucu akan kafes dizaynlarında bile, sistemin çökmesine özellikle basınca çalışan elemanların burkulması sebep olmuştur (Tosto ve Mezzina 1975; Schmidt et al. 1980,1982).

*Journal of Structural Engineering, Vol.115, No.5,May 1989; Publ. by ASCE, Newyork
Ariel Hanaor, Asst. Prof., Dept of Civ. Engrg.,Rutgers Univ.,Piscataway
Cedric Marsh, Prof., Centre for Building Studies,Concordia Univ., Montreal, Canada
Gerard A. R. Parke, Lecturer, Dept. of Civ. Engrg., Univ of Surrey, Guilford, England

Elastik lineer dizaynda, basınca çalışan elemanların burkulması dikkate alındığında, elastik limit; burkulan elemanın azalan dayanıklılığı sonucu oluşan maksimum yükü ifade eder. Kafes sisteminin elastik limit ötesinde herhangi bir taşıma kapasitesi yoktur. Deneysel araştırmalar, gerçekte bulunan elastik limitin analizlerden elde edilenden daha küçük olduğunu ortaya çıkarmıştır (Schmidt et al. 1982). Analitik ile deneysel tepkiler arasında oluşan böylesine büyük farklar, elastik dizaynın güvenilir olmadığını ortaya koymuştur.



Şekil 6.1. Basınca çalışan narin elemanın kuvvet-deplasman grafiği

6.2. Açıklayıcı Mekanizmalar

Birçok araştırmacı, uzay kafes sistemindeki basınca çalışan elemanların burkulmasıyla, sistemin kapasitesinde oluşan azalmanın üzerinde durarak çeşitli sebepler belirlemeye çalışmışlardır (Schmidt et al. 1976,1980,1982; Hanaor 1987; Collins 1984).

Bu çalışma sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1.Basınca çalışan elemanın burkulması sonucu, burkulmaya neden olan kuvvetler diğer elemanlara aktarılır.

2.Kafes sistemin geometrisindeki herhangi bir kusur (elemanın imalattaki hassasiyet noksanlığı gibi) elemana başlangıçta bir kuvvet etkimesine sebep olur. En çok ön basınca maruz kalan eleman en çabuk burkulması beklenen elemandır. Bu burkulma esnasında kuvveti diğer elemanlara dağıtır, böylece artan eleman yükleri, eleman burkulmalarına bağlı reaksiyon zincirini başlatır (Schmidt et al. 1982, Hanaor 1987). İlginçtir ki bu etkinin asıl sebebi yüksek derecedeki hiperstatiklidir.Kararlı konfigürasyonlar üzerinde yapılan testler (Schmidt et al. 1982) ve hemen hemen kusursuz kafes sistemler üzerinde yapılan testler, teori ve deney sonuçlarının birbirlerine uygunluğunu ortaya koymuştur.

3.Bağlama sisteminin özellikleri de kafes sistemin tepkilerinde önemli rol oynamaktadır. Deneysel sonuçlar göstermektedir ki, rijit ve elastik bağlayıcılar bulonlanarak biraraya getirilmiş olanlardan daha güvenilir sonuçlar vermiştir (Schmidt et al. 1982; Collins 1984; Hanaor 1987). Bulon gibi herhangi bir tutturucu ile elemanların biraraya getirilmesi, kafes sisteminin tepkilerini iki türlü etkilemektedir: Düğüm, tabiatından kaynaklanan bir kararsızlığa sahiptir. Bunun sebebi bulonlanmış birleşimlerin teorik olarak elemanların kesişim noktalarından uzaklaştırma gereğidir. Bu birçok deneyde görülen ani kesme etkisini doğurur(Schmidt et al. 1980, 1982). Bunun yanında bulonlanmış sistemler genellikle belirli oranda rahatlıkla hareket edebilirler,bu da bazı kusurlardan dolayı oluşan başlangıç yükünü yükleme sırasında daha da şiddetli hale getirebilir (Schmidt et al. 1982; Hanaor 1987). Düğüm rijitliği, elemanların burkulabilirliğini etkileyebilir. Düğüm çubuk birleşiminin rijitliği gibi bazı özellikler vardır ki, uç noktasının çevresindeki sünekliği etkileyebilir,ancak tüm sünekliği etkilemez (Hanaor 1987). Uç noktası çevresindeki bu sınırlı süneklik oldukça önemlidir çünkü başlangıç burkulmasından sonra yükün tekrar dağılmasını sağlayarak, kafes sistemin kapasitesini artırır.

6.3. Geliştirme Teknikleri

Bundan önceki bölümde kafes sistemlerdeki tepkileri etkileyen iki önemli faktör üzerinde duruldu. Bu faktörler; elemanların sünekliği ve kuvvetlerin elemanlara yayılmasıdır. Bu faktörlerin sağlanması halinde kafes sistemin davranışı geliştirilebilir.

Son yıllarda bu konuda birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmaların birçoğu, belirlenen bir dizayn için arttırılmış yük kapasitesi üzerinde durmaktadır. Daha sonra, bu dizayn verilen yük altında azalmış ağırlıktaki bir sistem dizaynına çevrilebilir.

Araştırmacılar tarafından araştırılan birçok teknik, süneklik yönetimi ve kuvvet dağılım yönetimi başlıkları altında sunulmuştur.

6.3.1. Süneklik Yönetimi

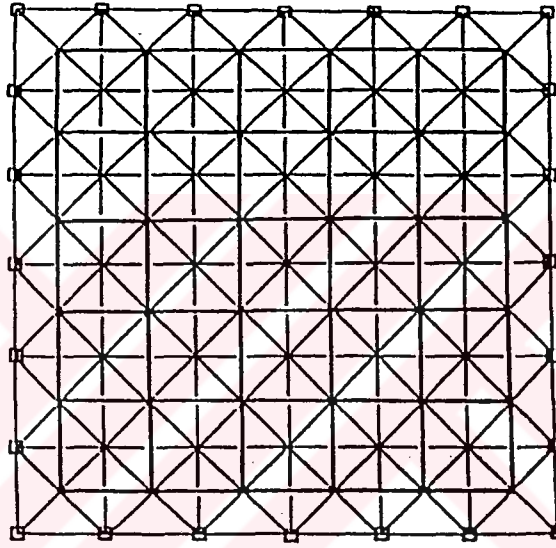
Araştırılan süneklik yönetimi stratejisi iki tanedir. Bir tanesi, çekme altındaki elemanların başlangıç akmasının belirlenmesi ve sistemin sünekliğinin arttırılmasıdır. Bu, temel elastik dizayna göre çekmeye çalışan elemanların zayıf, basınca çalışan elemanların da kuvvetli dizaynı ile sağlanabilir. Bunun yanında çekmeye çalışan elemanın akması ve basınca çalışan elemanların burkulmasının geciktirilmesi, elemanlara uygun önerilme vererek sağlanabilir. Diğer strateji ise, sınırlı kuvvet uygulayan alet kullanarak, basınca çalışan elemanlarda süneklik oluşturmaktır. Her iki strateji de, sünek sistemlerin karakteristik özelliği olan kuvvet dayanım kapasitesinin gelişmesine olanak sağlar.

6.3.1.1 Zayıf ve Kuvvetli Dizayn Teknikleri

Uzay kafes sistemlerin maksimum yük kapasitesini etkileyen en önemli faktör, basınca çalışan elemanların burkulmasıdır. Döğümlerdeki kararsızlık ve basınca çalışan narin elemanların burkulması, tahmin edilenden daha kısa bir sürede, sistemin basınçtan dolayı çökmesine sebep olur. Bu kanı, yapılan analizler sonucu ortaya çıkmıştır(Schmidt et al. 1980).Ayrıca, kirişlerin dizaynı için, akma sınırı plastik bölgenin başlangıcı olarak

alındığında, burkulmayı geciktirir ve yükün tekrar dağılımını sağlayarak, süneklik ve yük taşıma kapasitesinde belirli bir artış sağlar.

Maksimum yük dayanım kapasitesi, verilen bir dizayn için şu şekilde hesaplanır: Limitsiz basınç kapasiteli eleman düşünülerek, bir dizi lineer analiz yapılır, bu analizlerde her çekme elemanı akma kuvveti ile değiştirilir ve plastik mafsal olması sağlanır. Bu işlem, yapı tamamen bir mekanizma olana dek sürer. Daha sonra basınca çalışan elemanlar, burkulmaya karşı dizayn edilir (Parke ve Walker 1984).

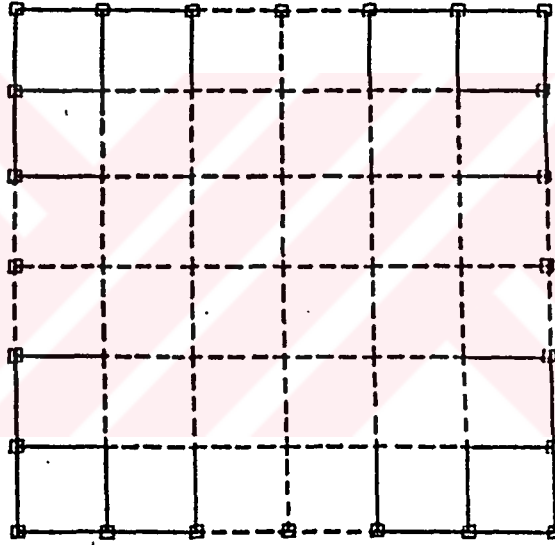


Şekil.6.2.Kare-Kare Çift Katlı Uzay Kafes Sistemi

Şekil 6.2'de çok katlı bir ızgara görülmektedir. Dizaynda her üç eleman için de (üst eleman, alt eleman, ara elemanlar) aynı kesit öngörülmüştür. Teorik olarak bu sistemin kapasitesindeki maksimum artış, %14 ağırlık artışına karşın, %70 dir. Kapasitedeki bu teorik artış, kesit alanı ile elemanların izin verilen kuvvetleri arasında lineer bir ilişki olduğu düşünülerek, net ağırlıkta %33 oranında bir düşüşe dönüşebilir. Limitte alt elemanların %62'si akar. Akan elemanlar, Şekil 6.3'de gösterilmiştir. Bu metodu, pratik bir dizayn prosedürü olarak uygulamak için, basınca çalışan üst

elemanlardan bazıları elastik dizayndan daha kuvvetli dizayn edilirken, çekmeye çalışan elemanlar da zayıf olarak dizayn edilir. Bu dizaynın sonucu, Şekil 6.2'deki örnek sistem için %10'luk net ağırlık azalması ve alt elemanların %60'ının akmasıdır. Bu dizayn, servis koşullarını karşılamaktadır. Servis sırasında alt elemanların %14'ü akar, ağırlık azalması önemsenmeyecek kadar azdır. Pratikte, çalışma yükü, akmaya karşı yapının güvenli olması için, ulaşılabilen maksimum ağırlık azalmasını sınırlayabilir.

Schmidt (1980) tarafından belirtildiği gibi süreklilik arttırılmadığı takdirde ufak burkulmalar dahi dikkate alınmalıdır.



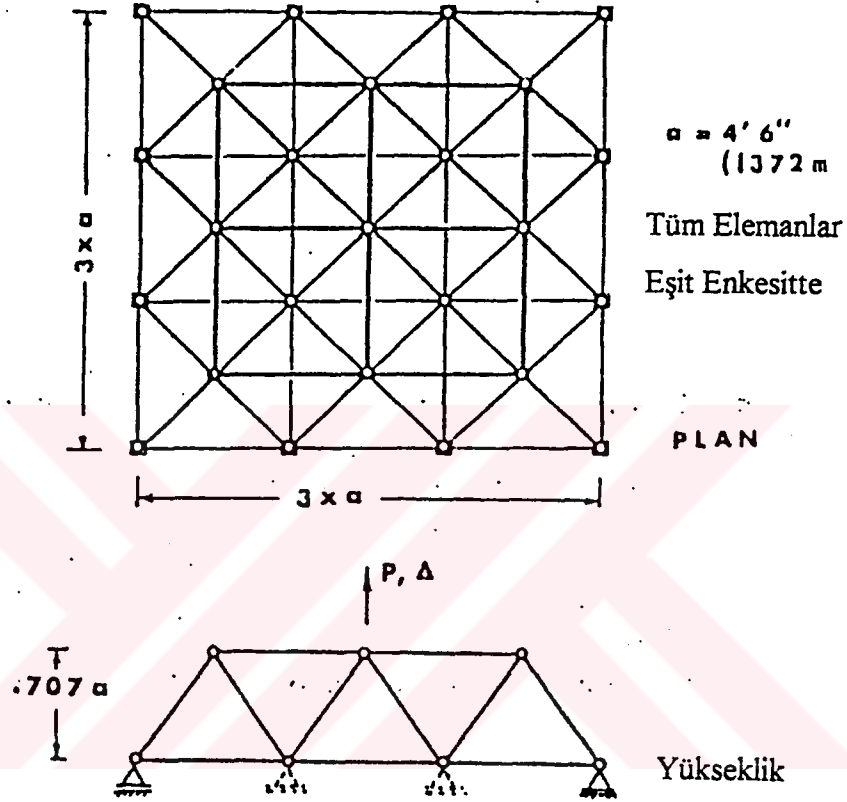
Şekil 6.3 Karasızlık Durumunda Akan Alt Izgara Elemanları

6.3.1.2 Basınca Çalışan Elemanlarda Sınırlı Kuvvet Uygulanması

Kuvvet sınırlayabilen aletler rijit-plastik kuvvet/kısalma karakterine sahip olmalıdırlar. Eğer bu alet, basınca çalışan bir elemana bağlanır ve sınır kuvveti elemanın

burkulma kuvvetinden aza ayarlanırsa, eleman elastik-plastik şekilde davranır. Sonuçta oluşan sistemin sünekliği, sistemin yük taşıma kapasitesinin artmasına izin verir.

Böyle sistemin teorik yararları 1979'de Schmidt ve Hanaor tarafından ispat edilmiş ve prototip aletlerle yapılan deneylerin sonuçları, 1980'de yine Hanaor ve Schmidt tarafından açıklanmıştır.



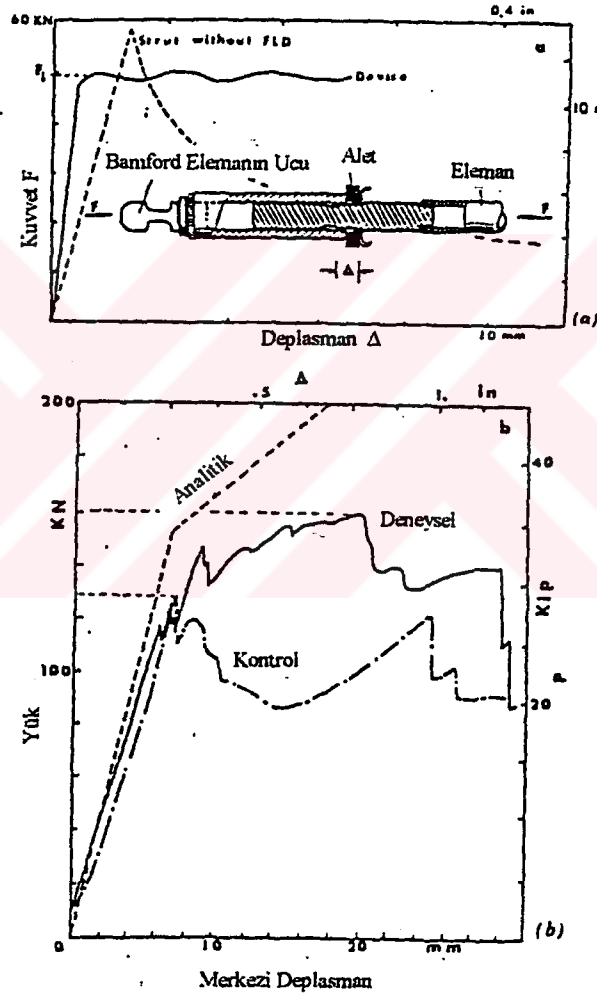
Şekil 6.4 Üçe Üç Kare-Kare'den Oluşan Kafes Sistem

Bamford Kafes Sistemi

Şekil 6.4'de 3x3 karelerden oluşan çift katlı ızgara sistemi görülmektedir. Bu sistem, birleşimleri bulonlanmış bir sistemdir. Kafes sistem sınırlı kuvvet uygulayabilen aletlerle test edilmiş, sonuçlar alet bulunmayan sistem (kontrol sistem) ile karşılaştırılmıştır. Alet ve yükleme karakteri Şekil 6.5a da gösterilmiştir. Kafes sistem tepkileri aletin bulunduğu ve bulunmadığı haller için Şekil 6.5b'de verilmiştir. Her iki kafes sistem de (aletli ve aletsiz) beklenen kuvvet seviyesine ulaşamamıştır. Analitik

model 1985'de Hanaor tarafından oluşturulmuştur. Aletli kafes sistemin beklenen performansı gösterememesinin sebebi, aletlerden birinin beklenen fonksiyonu gösterememesiydi. Buna rağmen aletlerin takılı bulunduğu sistem kontrol sistemden %25 daha fazla kuvvet kaldırabilmiş ve sünekliği oldukça artmıştır.

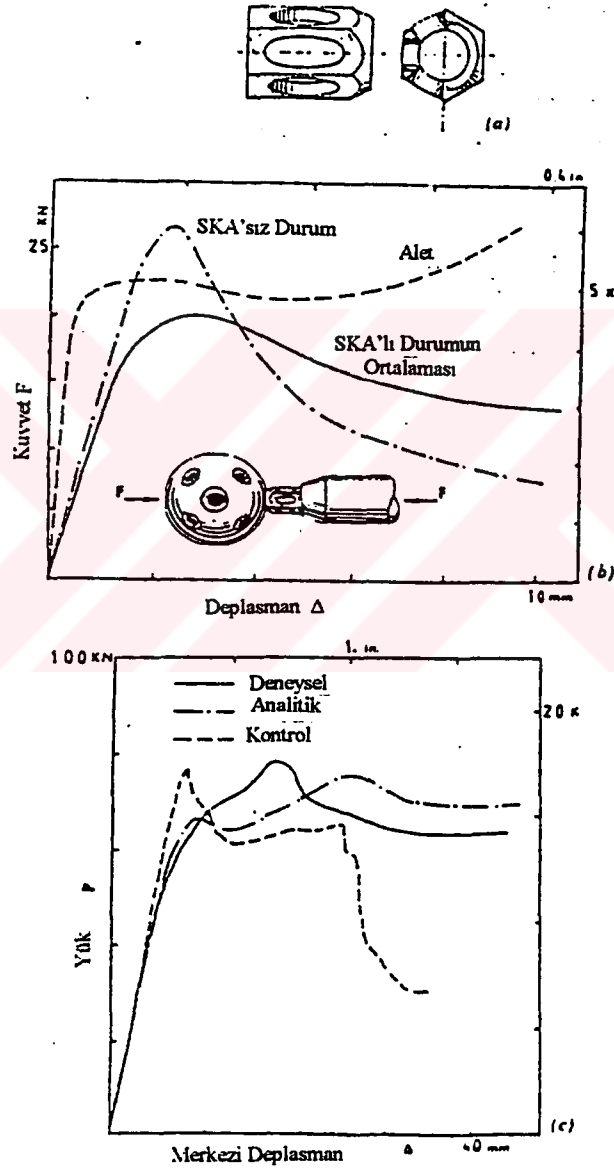
Bu metotta eleştirilen en önemli nokta aletlerin yüksek fiatı ve yerleştirilmesindeki bazı zorluklardır. Oysa alet sadece basınca çalışan birkaç eleman üzerine yerleştirilir. Bunun amacı da potansiyel yük taşıma kapasitesini, büyük oranda artırmaktır. Belirli bağlama sistemleri için kolay ve ucuz yollar bulunabilir.



Şekil 6.5 Sınırlı Kuvvet Uygulayan Aletlerle Bamford Kafes Sistemi Üzerinde Yapılan Testler: (a) Alet ve Yükleme Karakteri; (b) Kafes Sistemin Tepkileri

Mero Kafes Sistemi

Test edilen sistem boyut ve içerik bakımından Şekil 6.4'te gösterilen Bamford sisteminin aynısıdır. Tek fark Mero bağlama sisteminin elastik bağlayıcılardan oluşmasıdır. Şekil 6.6a'da gösterilen alet Mero düğüm ve elemanlarını içermektedir. Elemanın ucunda sıkışmayı sağlayan elips delikli somun bulunmaktadır. Bu sistem Şekil 6.6b'de gösterilen yükleme karakterini üretir.



Şekil 6.6 Sınırlı Kuvvet Uygulayan Aletlerle Mero Kafes Sistemi Üzerinde yapılan Testler
(a)Sınırlı Kuvvet Uygulayan Alet;(b) Aletin Yükleme Karakteri; (c) Kafes Sistemin Tepkileri

Alet istenilen karaktere sahip olmasına rağmen, aletin elemanlara sağladığı ortalama burkulma yükü düzlem elemanlarından küçüktür. Bunun sebebi, aletin elemanın bir miktar kararsız davranmasına sebep olması ve bunun sonucu olarak elemanın, aletin sağladığı sınır yüküne ulaşmadan burkulmasıdır. Bu sonucun sınırlı kuvvet uygulayabilen aletlerin karakteristik özelliği mi olduğu yoksa, sadece üretimdeki hatalar yüzünden mi oluştuğu, hala araştırma konusudur.

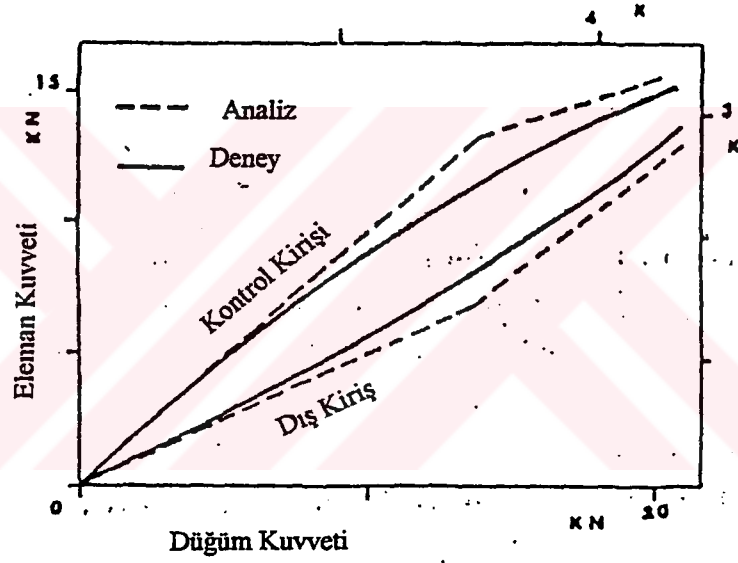
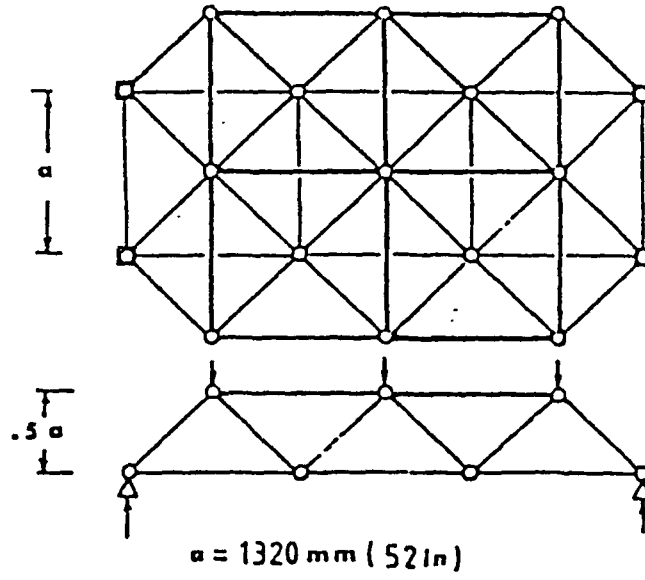
Şekil 6.6, sınırlı kuvvet uygulayabilen aletin bulunduğu bir kafes sistemle bir kontrol sistemin analitik ve deneysel sonuçlarını göstermektedir. Elastik bağlama sistemi her iki kafes konfigürasyonu için de test ve analiz bakımından bir uygunluk ortaya koymuştur. Aletli elemanların kapasitelerinin düşüşü dolayısıyla, maksimum yükte bir artış gözlenmemiştir, ancak süneklik önemli oranda artmıştır.

6.3.2 Kuvvet Dağılım Yönetimi

Kuvvet dağılım yönetimi elastik bölgede malzemenin daha iyi kullanımını sağlayan kuvvet dağılımının oluşmasını amaçlamaktadır.

Geliştirilmiş kuvvet dağılımı elastik limitte, artmış yük dayanımını sağlar, aynı şekilde verilen bir yük içinde ağırlıkta azalmayı sağlar. Basınca çalışan elemanın burkulması elastik limitte ise, maksimum yük dayanımı artar ve genellikle süneklik azalır. Fakat hem gücün hem de sünekliğin attığı durumlar da vardır.

Kuvvet dağılım yönetiminde, iki temel teknik vardır. Birinci yaklaşım, kirişlerdeki kuvvet dağılımının diagonal elemanlar yardımıyla bulunmasıdır. Bu teknik kiriş kuvvetlerinin pasif kontrolü olarak değerlendirilebilir. Diğer yaklaşım ise bu dağılımın öngerilme dikkate alınarak bulunmasıdır. Bu metod aktif kontrol olarak adlandırılır.



Şekil 6.7 Eksantrik Diagonallerin Bulunduğu Kafes Sistem

6.3.2.1 Eksantrik Diagonaller

Çift katlı ızgaraların el ile yapılan analizinde (Lind ve Marsh 1977), iç diagonallerin yük dayanım kapasiteleri istenildiği gibi seçilmiştir. Bu prosedür yapının merkezinden başlar ve kesme kuvvetlerinin mesnetlere doğru izlediği yolu seçer. Diagonal kuvvetler daha sonra düzlem elemanlardaki kuvvetlerin hesabı için kullanılır.

Bu metod, düzlem eleman kuvvetlerinin nasıl diagonal kuvvetlerce kontrol edildiğini gösterir ve düzlem elemanlardaki kuvvet dağılımının iyileştirilmesinin seçilen iç diagonallerdeki kuvvetlerin sınırlandırılmasıyla olabileceğini ortaya koyar.

M-dec sisteminde (Marsh ve Nelson 1977) iç diagonaller kesintisiz düzlem elemanlara civatalanmıştır. Flanşlardan civatalanan bir T kesit diagonal belirli bir eksantrisiteye sebep olur ki bunun iki önemli etkisi vardır. Birincisi, elemanda oluşan burkulmayı önler. Diğer etkisi ise, lineer olmayan kuvvet/kısalma ilişkisinin, oldukça kuvvetli oluşudur. Bu demektir ki bir diagonaldeki kuvvet, kapasite sınırına yaklaştığında boyundaki her uzamaya karşın daha az kuvvet alır.

T-kesit elemanların yerleştirilmesiyle düzlem elemanlara aktarılan kuvvetler artık uygulanan kuvvetle lineer bir ilişki göstermezler fakat yüksek kesme kuvvetinin olduğu bölgelerde, düzlem eleman kuvvetleri daha yavaş artar. Buna göre, en çok yüklenmiş düzlem elemanlara yük aktarımının azaltılmasıyla, düzlem eleman kuvvetlerinin daha tekdüze dağılımı sağlanmış olur.

Şekil 6.7'de model bir uzay kafes sisteminden elde edilen bir ilişki gösterilmiştir. Üst üç düzlem eleman 1:2:1 oranında kuvvet taşımaktadırlar. Diagonaller lineer olmayan bölgede yüklendiklerinde düzlem elemanların yük dağılım oranı 1:1:1 olmaktadır. Sistem elastik kalır ve yük kaldırıldığında eski boyutlarına döner.

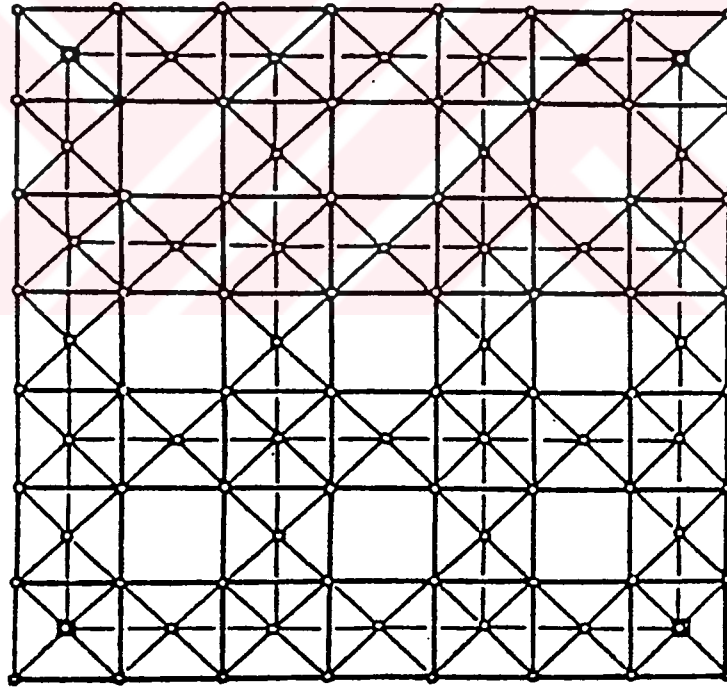
Bazı uzay kafes sistemlerinde, eksantrik diagonaller kullanılmıştır ki bu, kafes sisteminin sünekliğini belirli bir oranda artırır. Kuvvet/kısalma ilişkisi, bilgisayar analizi için gereklidir. Davranışın belirli bir kısmı lineer olarak modellenabilir. Eksantrik diagonaller sınırlı kuvvet uygulayabilen aletler gibi davranırlar.

6.3.2.2 Eleman Çıkarılması

Kuvvet sınırlamasının diğer bir yolu ise eleman çıkarılmasıdır ki bu sayede buradaki kuvvetin sıfır olduğu garantilenebilir. Kuvvetin iç diagonallerden transferi, düzlem elemanlarda, kesme kuvvetiyle orantılı bir kuvvet oluşturur. Belirli bir kirişte(düzlem elemanda) kuvvet oluşumunu önlemek için, bu kirişe bağlı bazı diagonal elemanların kaldırılması ve böylece kuvvetlerin diğer kirişlere aktarımı en mantıklı yoldur.

Kaldırılacak diagonaller belirlendikten sonra bilgisayar sadece eleman kuvvetlerinin belirlenmesi için elastik analiz yapar.

Diagonal çıkarılmasıyla, sistemin hiperstatiklik derecesinin azalması sağlanır ve bu da, sistemin ufak çökmelere karşı olan hassasiyetini azaltır (Schmidt, 1976). Eğer düşey yönde yük fazla ise, bazı diagonallerin ve bazı alt kirişlerin kaldırılmasıyla belli oranda amaçlara ulaşılabilir. Bu durumda üst kirişler eksiksizdir ve iki yönlü hareket korunmaktadır (Şekil 6.8). Yük yolları henüz belirlenmemiştir ancak kirişlerin büyüklükleri kullanılmayan kapasitenin minimumu yoluyla bulunabilir. Büyük kareler üzerindeki daha küçük karelerden oluşan ızgaralar yanında diagonal üzerinde kare, kare üzerinde diagonal gibi değişik uygulamalar (Makowski, 1984), üst üste karelerden oluşan formlardan daha verimlidir fakat rüzgar kaldırma kuvvetinin söz konusu olduğu durumlarda uygun değildirler.



Şekil 6.8: Bazı Alt Kiriş ve Diagonallerin Çıkarılması (Büyük kare-Küçük kare Sistemi)

6.3.2.3 Hassasiyet Noksanlığından Dolayı Oluşan Öngerilmeler

Kafes sistemlerde, hassasiyet noksanlığından dolayı oluşan öngerilme, yük dayanım kapasitesindeki azalmanın en önemli sebebidir. Hassasiyetin sağlanması ile, hassasiyet noksanlığının sebep olduğu birçok kötü etkinin azaltılması yanında daha iyi bir kuvvet dağılımını sağlayan ve dolayısıyla yük dayanım kapasitesini artıran bir başlangıç gerilmesi de oluşturulabilir. Kritik durumdaki basınca çalışan elemanın dayanabildiği yük kapasitesi, arttırılmış olur.

Öngerilmenin, yük kapasitesini maksimize etmesi veya ağırlığı minimize etmesi için; kritik elemanlardaki basınç kuvvetleri minimize edilmeli, diğer tüm elemanlardaki kuvvetlerin öngerilme ve öngerilme+uygulanmış yük altında izin verilen kuvvetleri geçmemesi amaçlanmalıdır.

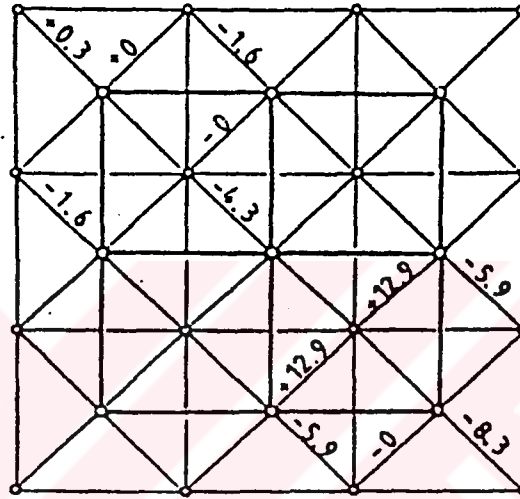
Eleman kritik kuvvetlerinin doğru orantılı olduğu durumlarda ki, bu birçok dizaynda böyledir, optimizasyon, Simplex metoduyla çözülebilen bir lineer programlama problemi haline gelir. Analitik yol, 1985, 1986'da Hanaor ve Levy tarafından açıklanmıştır. Öne sürülen algoritmalar, optimal bir yük dağılımı sağladığı gibi, hassasiyet noksanlığı uygulanacak elemanları ve noksanlık değerlerini de vermektedir.

Elemanlardaki uygun yük dağılımı, verilen bir yükte bir kafes sistem için aynı olmasına karşın bu dağılımı sağlayan hassasiyet kalıpları tek değildir. Mesela öngerilme bazı elemanların kısaltılması ya da bazı elemanların uzaltılması ile sağlanabilir. Analitik araştırmalardan anlaşıldığına göre diagonaller giriş kuvvetlerinin kontrolünü amaçlayan hassasiyet noksanlığının uygulanabileceği en uygun noktalardır.

Uygulama teknikleri ve yararları Şekil 6.9 ve Şekil 6.10'da gösterilmiştir. Şekil 6.4'teki konfigürasyon için yapılan hassasiyet noksanlığı dizaynının analitik sonuçları Şekil 6.10'da verilmiştir. Şekil 6.9'da simetrik ve asimetrik hassasiyet noksanlığı kalıpları gösterilmiştir. Şekil 6.10'da Mero kafes sisteminin analitik ve deneysel sonuçları yer almaktadır. Şekil 6.9'da analitik olarak elde edilmiş dört değişik hassasiyet noksanlığı kalıbı görülmektedir. Dördüncü kalıbın deneysel programa adapte edilmesinin sebebi eleman kısaltmayı içermesidir ki bu Mero sisteme daha iyi uygulanabilir. Öngerilme

Mero somunlarının istenilen oranda kısaltılması ve elemanların normal şekilde bağlanmasıyla sağlanır ve maliyeti önemsizdir.

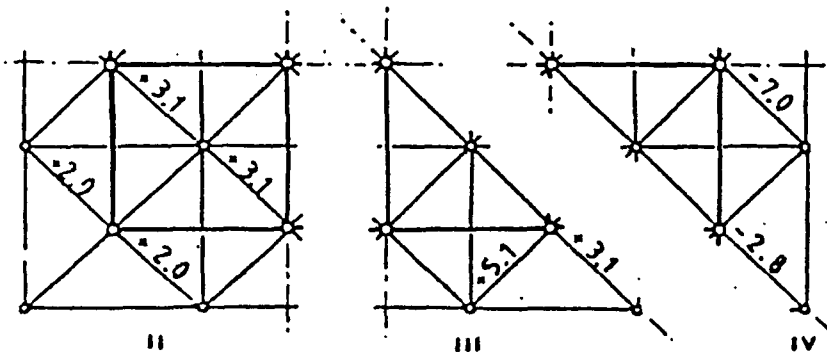
Şekil 6.10'de kafes sistemin analitik ve deneysel tepkilerini görüyoruz. Analitik olarak ancak, çekmeye çalışan kirişlerde kuvvet oluşmamışsa ya da akma başlamamışsa maksimum yüke ulaşılabilir. Öngerilme kritik durumdaki gergi kirişlerine basınç kuvveti sağladığı gibi basınç kirişlerine de çekme kuvveti iletir. Sonuçta maksimum kapasitede bir azalma görülmesine karşın süneklik artar.



a) Asimetrik

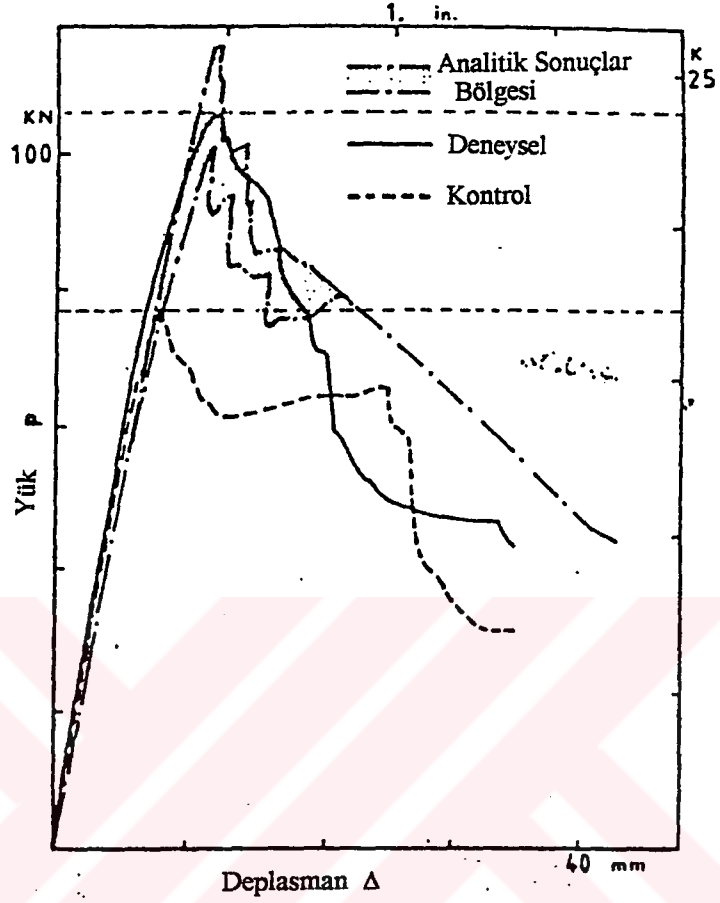
♦ Uzama - Kısılma

mm ($= 0.039 \text{ in}$)



b) Simetrik Alt Birimler

Şekil 6.9 Şekil 6.4'teki Sistemde Öngerilme için Oluşturulan Hassasiyet Noksanlığı



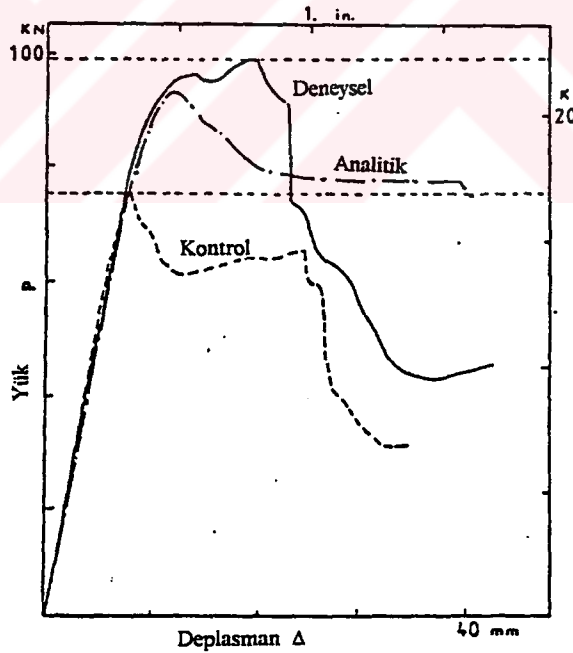
Şekil 6.10 Öngerilmeli Mero Kafes Sisteminin Tepkileri

Öngerilme konfigürasyonu, kontrol sisteme göre % 36 lık daha yüksek bir yük taşıma kapasitesine ve artırılmış bir süneklığe sahiptir. Bu göstermektedir ki, öngerilme temelde bir kuvvet yönetim tekniği olması yanında, eğer akma, plastik bölgenin başlangıcında başlarsa , öngerilme süneklilik için de kullanılabilir.

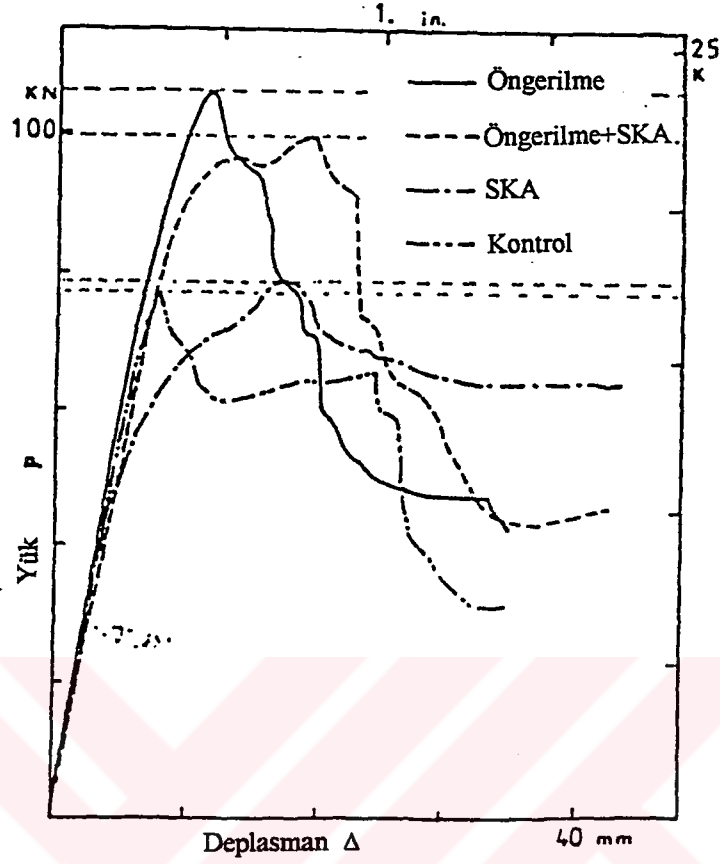
6.3.3 Bileşik Teknikler

Önceki örnekte belirtildiği gibi öngerilme hem süneklik hem de kuvvet dağılımının geliştirilmesi için kullanılabilen bir tekniktir. Bunun yanında diğer süneklik ve kuvvet dağılım tekniklerinin teorik olarak birleştirilmesi de bazı durumlarda mümkündür.

Daha önce hassasiyet noksanlığı ve öngerilme ile ayrı ayrı test edilmiş olan Mero kafes sistemi öngerilme ve hassasiyet noksanlığı birlikte olmak kaydıyla test edilmiştir. Sonuçlar Şekil 6.11 de görülmektedir. Beklendiği gibi hassasiyet noksanlığı bulunan (Şekil 6.6b) elemanların azalan kapasiteleri, sadece öngerilmenin bulunduğu sisteme göre daha az bir kafes yüküne sahip olur fakat süneklik oldukça artmıştır. Diğer taraftan öngerilme, kafes sistemin kapasitesinde, sadece hassasiyet noksanlığının bulunduğu sistemlere göre %28 lik bir artış sağlar. Şekil 6.12 Mero sistemin dört test altındaki; kontrol, hassasiyet noksanlığı, öngerilme, hassasiyet noksanlığı+öngerilme durumu karşılaştırılmıştır. Birleşik teknikler sisteme karmaşıklık katmaları yanında yararları sınırlıdır ancak belirli kurallar doğrultusunda uygulanabilir.



Şekil 6.11: Sınırlı Kuvvet Uygulayan Aletlerle Öngerilmesi Sağlanmış Mero Sistemin Tepkileri



Şekil 6.12 Mero Sistemin Tepkilerinin Deneysel Sonuçlarının Karşılaştırılması

6.4 Sonuçlar

Yapılan çalışmalar uzay sistemin dizaynında geleneksel yaklaşımların kullanılmasının pek de güvenilir olmadığını ortaya koymuştur. Bu bilgilerin uzay sistem dizaynında gözönüne alınması ve aksini kanıtlayan deney sonuçları bulunmadığı sürece tutucu bir yaklaşım sergilenmesi doğru olacaktır. Geleneksel kolon dizaynına göre basınç elemanlarında izin verilen gerilme %15-25 oranında düşürülmelidir (özellikle burkulan elemanların elastik dizaynında).

Uzay sistemlerin güç ve sünekliğini arttırmanın birçok tekniği vardır. Bu tekniklerin uygulanması, daha hafif ve daha güzel görünümler elde edilmesini sağlar.

- Zayıf ve Kuvvetli Dizayn

Bu metod yük taşıma kapasitesini %20-60 oranında artırır. Süneklik başlangıç akmasının kesinleşmesiyle belirli oranda artırılır. Çökme, basınca çalışan elemanların burkulması ile oluşur ve basınca çalışan elemanın geleneksel yolla dizaynı gerekebilir. Bu teknikteki analitik model diğerlerine göre daha kolaydır.

- Eksantrik Diagonaller

Bu metod yük dayanım kapasitesini belirli oranda arttırabilir. Çökme, basınca çalışan kirişlerdeki burkulmadan ya da bazı diagonallerin fazla yüklenmesinden oluşabilir. Tek harcama dizayn için yapılan lineer olmayan analiz sırasında oluşur. Bu metod sadece diagonal elemanların eksantrik bağlanmasına izin veren sistemler için uygundur.

- Bazı Diagonallerin Kaldırılması

Diagonal kaldırılması, eksantrik diagonal metoduyla aynı yük dayanım kapasitesine sahiptir. Çökme, basınç kontrollü ise süneklkte bir gelişme yoktur. Eğer başlangıç akma modu kesinleşirse çökme sünektir. Basınca çalışan elemanlar için geleneksel dizayn uygundur. Tek harcama, dizayn sırasında lineer analiz içindir. Bu metod her türlü bağlama sistemi için kullanılır.

- Hassasiyet Noksanlığından Oluşan Öngerilme

Bu metod diğer metodlar arasında en yüksek yük dayanım kapasitesine ulaşabilen metottur. Değerler elemanların konumuna ve sistemin hiperstatiklik derecesine bağlıdır. Tek tip kiriş dizaynıyla %30-100 oranında gelişim sağlanabilir. Eğer basınç elastik limitteyse süneklik azalır, ancak her ikisinin de gelişimine izin verilirse süneklik ve güç arasında bir alışveriş olabilir. Harcamalar dizayn sırasındaki optimizasyonda olur. ancak

analiz lineerdir. Asıl harcamalar yapım sırasında işçi gücüne olan ihtiyacın artmasına bağlı olarak artar. Bu metod bazı bağlama sistemleri için uygundur. Çekilmiş dişli elemanların bağlandığı sistemler, bu metoda en iyi şekilde uyan sistemlerdir.

- Sınırlı Kuvvet Uygulayan Aletler

Bu metod süreklilik ve yük taşıma kapasitesinin maksimumunun elde edildiği bir sistemdir. Öngermeye göre eşit kiriş dizaynlarında %30-100 oranında güç artışı görülmektedir. Lineer olmayan analiz bu metod için en uygunu olsada lineer analiz elastik limitin ve maksimum yük limitinin bulunması için yeterlidir. Bu teknik hala deneysel olarak araştırılmaktadır. Şu anda bu metodun uygulanabilir olduğu hiçbir çalışma alanı kesinleşmemiştir. Harcamanın büyük bir bölümü, aletin üretimi için yapılacaktır. Bu metodun gelişimi ucuz, verimli, güvenilir prototiplerinin yapılmasına bağlıdır. Değişik bağlama sistemleri için değişik aletler gerekebilir.

İncelenen tüm teknikler arasında süreklilik ve yük dayanımı açısından en büyük değerlere ulaşan bu teknik olmasına karşın, en pahalı olanı da budur.

KAYNAKLAR

Makowski, Z.S., 1965. Steel Space Structures

Makowski, Z.S., 1970. Paper Read at The Conference on Modern Steel Structures Organized by The Danish Institution of Civil Engineers and Held on 27th November 1970 in Scanticon, Aarhus, Denmark

Timoshenko, S., and Young, D.H. 1945. Theory of Structure.

Çakıroğlu,A., Özden, E., Özmen G.,1992. Yapı Sistemlerin Hesabı İçin Matris Metotları ve Elektronik Hesap Makinesi Programları

Tezcan,S., 1970. Çubuk Sistemlerin Elektronik Hesap Makineleri ile Çözümü

Hanaor, A., Marsh, C., Parke,G.A.R., 1989.Modification of Behavior of double Layer Grids: Overview,Journal of Structural Engineering Vol.15 No5 p.p1021-1037

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 3 Mart 1972

Doğum Yeri : Manisa

Eğitim : 1978-1983 Ali Rıza Çevik İlkokulu

1983-1986 Atatürk Ortaokulu

1986-1990 Manisa Teknik Lisesi

1990-1994 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak. İnşaat Müh.Böl.

1994-1996 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Müh. Anabilim Dalı
Yapı Programı

