

55793.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## UZAY KAFES SİSTEMLER VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Ahmet G. ÇETİN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27 Mayıs 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 20 Haziran 1996

T-55793

Tez Danışmanı : Yrd. Doç Dr. Erdal COŞKUN

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Kaya ÖZGEN

Prof. Dr. Özkan İŞLER

Mayıs - 1996

TEZ KURULU

## ÖNSÖZ

Uzay Kafes Sistemler 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren oldukça uygulama alanı bulmuş taşıyıcı sistemlerdir. Ülkemizde de son yıllarda tercih edilen bir sistem olmuştur.

Büyük açıklıkları geçebilme özelliği sayesinde sosyal yapılar, hangar ve stadlar gibi yapıların örtülmesinde kullanılmaktadır. Prekast olarak üretilmesi, montajının kolay ve çabuk olması avantajlarıdır. Ancak bina ile uyumsuz olması, üzerindeki kaplama malzemesinin niteliksiz olması gibi estetik problemlerde mevcuttur. Genelde bu estetik kaygılar gözardı edilmektedir. Oysa Uzay Kafes Sistemler tasarımcıya çok değişik formlar üretme olanağı vermektedir. Yurt dışında bu amaca yönelik örnekler bulunmaktadır. Türkiye'de de uzay kafes sistemlerin ön plana çıktığı yapıların artması, mimari nitelikleri daha iyi yapıların ortaya konulmasına yardımcı olacaktır.

"Uzay Kafes Sistemler ve bir uygulama örneği" isimli bu tezin amacı; bu sistemler hakkındaki bilgileri bir araya getirmek, detaylarını, montaj sistemlerini, kaplama malzemelerini ve düzenleme biçimlerini anlatmaktır. Tezin ikinci kısmında ise bu bilgileri bir cami örneğinde incelemek ve Uzay Kafes Sistemin binalarla uyumlu bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktır.

Bu çalışmamda bana yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Erdal Coşkun başta olmak üzere, tezimin çeşitli aşamalarında yardımları bulunan herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet G. Çetin

Mayıs 1996, İstanbul

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                           |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ.. ..                                                                                                                | ii   |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                         | iii  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                                                                                        | v    |
| TABLO LİSTESİ .....                                                                                                       | viii |
| ÖZET ....                                                                                                                 | ix   |
| SUMMARY .....                                                                                                             | x    |
| BÖLÜM 1. GİRİŞ .....                                                                                                      | 1    |
| BÖLÜM 2. ÇELİK YAPILAR .....                                                                                              | 2    |
| 2.1. Çelik Yapıların Tarihçesi .....                                                                                      | 2    |
| 2.2. Çelik Malzemesi Üretimi, Özellikleri .....                                                                           | 3    |
| BÖLÜM 3. UZAY KAFES SİSTEMLERİN TARİHÇESİ .....                                                                           | 5    |
| BÖLÜM 4. UZAY KAFES SİSTEMLER .....                                                                                       | 7    |
| BÖLÜM 5. DÜZLEM VE UZAY KAFES SİSTEMLERİN<br>KARŞILAŞTIRILMASI .....                                                      | 9    |
| BÖLÜM 6. DÜZLEM UZAY KAFES SİSTEMLERİN TAŞIYICI<br>OLARAK DÜZENLENMESİ .....                                              | 11   |
| 6.1. İki Doğrultulu Düzenleme .....                                                                                       | 12   |
| 6.1.1. Dikdörtgen düzenleme .....                                                                                         | 13   |
| 6.1.2. Açılı düzenleme .....                                                                                              | 14   |
| 6.1.3. Çapraz düzenleme .....                                                                                             | 15   |
| 6.2. Üç Doğrultulu Düzenleme .....                                                                                        | 16   |
| 6.2.1. Düz üçgen düzenleme.....                                                                                           | 16   |
| 6.2.2. Ters üçgen düzenleme .....                                                                                         | 16   |
| 6.3. Dört Doğrultulu Düzenleme .....                                                                                      | 17   |
| 6.4. Altı Doğrultulu Düzenleme .....                                                                                      | 17   |
| 6.4.1. Basit doğrultulu düzenleme .....                                                                                   | 17   |
| 6.4.2. Çift altıgen doğrultulu düzenleme .....                                                                            | 18   |
| BÖLÜM 7. UZAY ÇERÇEVE ÇATIYI FARKLI<br>GEOMETRİK OLANAKLAR ARASINDAN SEÇMEDE<br>KULLANILABİLECEK ÖLÇÜLER VE YÖNTEMİ ..... | 19   |
| 7.1. Kesişen Kafes Kirişler .....                                                                                         | 19   |
| 7.2. En Sıkı Küre Paketlemeleri .....                                                                                     | 19   |
| 7.3. Çok Yüzlülerin Sıralanması .....                                                                                     | 21   |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.3.1. Düzgün çokyüzlüler.....                                   | 21        |
| 7.3.2. Özdeş köşeli yarı düzgün çokyüzlüler .....                | 21        |
| <b>BÖLÜM 8. UZAY KAFES SİSTEMLERDE KORUMA ve</b>                 |           |
| <b>ÖRTÜ GEREÇLERİ .....</b>                                      | <b>27</b> |
| 8.1. Korozyona Karşı Koruma .....                                | 27        |
| 8.2. Toz Boya .....                                              | 27        |
| 8.3. Asbest Elyafı Çimentolu Örtü Malzemeleri .....              | 28        |
| 8.4. Bitkisel Elyafı Bitüm Emdirilmiş Örtü Gereçleri .....       | 29        |
| 8.5. Galvanizli Sac Örtü Gereçleri .....                         | 29        |
| 8.6. Alüminyum Örtü Gereçleri .....                              | 29        |
| 8.7. Cam Elyaf Takviyeli Polyester Örtü Gereçleri .....          | 30        |
| 8.8. Gazbeton Örtü Gereçleri .....                               | 30        |
| <b>BÖLÜM 9. GENEL SİSTEM DETAYLARI .....</b>                     | <b>31</b> |
| <b>BÖLÜM 10. ÖRNEKLER .....</b>                                  | <b>43</b> |
| 10.1. Tokyo Tatsumi Uluslararası Yüzme Merkezi.....              | 43        |
| 10.2. Galaxy Toyoma 1992 .....                                   | 47        |
| 10.3. Nima Kum Müzesi .....                                      | 49        |
| 10.4. Palafolls Spor Merkezi .....                               | 52        |
| 10.5. Orio Spor Salonu .....                                     | 59        |
| 10.6. Arizona Çölünde Bir Dünya Modeli Yapısı.....               | 66        |
| <b>BÖLÜM 11. UZAY KAFES SİSTEMLE TASARLANMIŞ BİR UYGULAMA ..</b> | <b>71</b> |
| <b>SONUÇLAR.....</b>                                             | <b>90</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                           | <b>92</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                            | <b>94</b> |

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 6.1. Dikdörtgen düzenleme .....                                                              | 13 |
| Şekil 6.2. Açılı düzenleme .....                                                                   | 14 |
| Şekil 6.3. Çapraz düzenleme .....                                                                  | 15 |
| Şekil 6.4. Düz üçgen düzenleme .....                                                               | 16 |
| Şekil 6.5. Ters üçgen düzenleme .....                                                              | 16 |
| Şekil 6.6. Dört doğrultulu düzenleme .....                                                         | 17 |
| Şekil 6.7. Altı doğrultulu düzenleme .....                                                         | 17 |
| Şekil 6.8. Basit düzenleme .....                                                                   | 18 |
| Şekil 6.9. Çift altıgen düzenleme .....                                                            | 18 |
| Şekil 7.1. Uzay strüktür türetiminde yararlanılabilecek düzgün ve<br>yarı düzgün çokyüzlüler ..... | 20 |
| Şekil 7.2. Düzgün ve yarı düzgün çokyüzlülerin sıralanma olanakları .....                          | 22 |
| Şekil 7.3. Küp sıralaması .....                                                                    | 22 |
| Şekil 7.4. İki yarım küp sıralaması .....                                                          | 23 |
| Şekil 7.5. 4x yarım küp sıralaması .....                                                           | 23 |
| Şekil 7.6. Dört yüzlü ve sekiz yüzlü sıralaması altıgen plan üzerine .....                         | 24 |
| Şekil 7.7. Dört yüzlü ve yarım sekiz yüzlü sıralaması .....                                        | 24 |
| Şekil 7.8. Dört yüzlü ve yarım sekiz yüzlü sıralaması yarım sekiz yüzlü<br>kenara dik .....        | 25 |
| Şekil 7.9. Yarım sekiz yüzlü ve yarım ondört yüzlü sıralaması .....                                | 25 |
| Şekil 7.10. Yarım sekiz yüzlü ve yarım ondört yüzlü sıralaması .....                               | 26 |
| Şekil 7.11. Çeyrek sekiz yüzlü ve ondört yüzlü sıralaması .....                                    | 26 |
| Şekil 9.1. Tipik uzay sistem modülü .....                                                          | 31 |
| Şekil 9.2. Üst başlıktan oturan sistem .....                                                       | 32 |
| Şekil 9.3. Alt başlıktan oturan sistem .....                                                       | 32 |
| Şekil 9.4. Üst başlıktan mesnetleme (A detayı) .....                                               | 33 |
| Şekil 9.5. Mahya dikmesi detayı .....                                                              | 34 |
| Şekil 9.6. Mahya elemanı detayı (C Detayı) .....                                                   | 35 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Şekil 9.7. Alt başlıktan mesnetleme (D Detayı) .....      | 36 |
| Şekil 9.8. Tipik bağlantı-Alt başlık .....                | 37 |
| Şekil 9.9. Tipik bağlantı-Üst başlık .....                | 38 |
| Şekil 9.10. Eğim dikmesi detayları .....                  | 39 |
| Şekil 9.11. Aydınlatma elemanı bağlantı detayı .....      | 40 |
| Şekil 9.12. Havalandırma kanalı bağlantı detayı .....     | 41 |
| Şekil 9.13. İmalat için kullanılan normlar .....          | 42 |
| Şekil 10.1. Bina planları .....                           | 43 |
| Şekil 10.2. Binanın çeşitli görünüşleri.....              | 44 |
| Şekil 10.3. İç mekandan görüntü .....                     | 45 |
| Şekil 10.4. İç mekandan çatının görünüşü .....            | 46 |
| Şekil 10.5. Binanın plan ve kesiti .....                  | 47 |
| Şekil 10.6. İç mekandan çatının görünüşü .....            | 48 |
| Şekil 10.7. Binanın plan ve görünüşü .....                | 49 |
| Şekil 10.8. Uzak kafes çatının çeşitli görünüşleri .....  | 50 |
| Şekil 10.9. Avlunun görünüşü .....                        | 51 |
| Şekil 10.10. Binanın maketinden görünüşler .....          | 52 |
| Şekil 10.11. Binanın görünüş ve kesitleri.....            | 53 |
| Şekil 10.12. Uzak kafes strüktürün görünüşü.....          | 54 |
| Şekil 10.13. Strüktürün başka bir görünüşü.....           | 55 |
| Şekil 10.14. Strüktürün içten görünüşü .....              | 56 |
| Şekil 10.15. Strüktürün içten görünüşü .....              | 57 |
| Şekil 10.16. Strüktürün yapım aşamasından görüntüler..... | 58 |
| Şekil 10.17. Bina cephesinden ayrıntılar.....             | 59 |
| Şekil 10.18. Binanın içten görünüşleri .....              | 60 |
| Şekil 10.19. Binanın genel görünüşleri.....               | 61 |
| Şekil 10.20. Uzak kafes çatından ayrıntılar .....         | 62 |
| Şekil 10.21. Binanın içten görünüşü .....                 | 63 |
| Şekil 10.22. Binadan çeşitli ayrıntılar .....             | 64 |
| Şekil 10.23. Binanın cephesine bakı .....                 | 65 |
| Şekil 10.24. Strüktürün perspektifi .....                 | 66 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 10.25. Strüktürün içten görünüşü .....                                                 | 67 |
| Şekil 10.26. Strüktürün bilgisayarla çizilmiş perspektifleri .....                           | 68 |
| Şekil 11.1. Bodrum kat planı.....                                                            | 71 |
| Şekil 11.2. Zemin kat planı.....                                                             | 72 |
| Şekil 11.3. Üst kat planı .....                                                              | 73 |
| Şekil 11.4. Çatı planı.....                                                                  | 74 |
| Şekil 11.5. Çatı planı.....                                                                  | 75 |
| Şekil 11.6. Ön görünüş.....                                                                  | 76 |
| Şekil 11.7. Yan görünüş.....                                                                 | 77 |
| Şekil 11.8. Boy kesiti.....                                                                  | 78 |
| Şekil 11.9. Çatı detayı (A detayı).....                                                      | 79 |
| Şekil 11.10. Alüminyum sandviç panel ve pleksiglas levha birleşim<br>detayı (B detayı) ..... | 80 |
| Şekil 11.11. Mesnet detayı (C detayı) .....                                                  | 81 |
| Şekil 11.12. Alt başlık çubukları .....                                                      | 82 |
| Şekil 11.13. Diyagonal çubuklar.....                                                         | 83 |
| Şekil 11.14. Uzay kafes sistem planı.....                                                    | 84 |
| Şekil 11.15. Sistem mesnet yerleri.....                                                      | 85 |
| Şekil 11.16. Uzay kafes sistem modul prespektifi.....                                        | 86 |
| Şekil 11.17. Uzay kafes sistem perspektifi .....                                             | 87 |
| Şekil 11.18. Uzay kafes sistem çubuk ve küre numaraları .....                                | 88 |

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 11.1. Uzay kafes sistem çubuk ve küre boyutları..... | 89 |
|------------------------------------------------------------|----|



## ÖZET

### UZAY KAFES SİSTEMLERİ VE BİR UYGULAMA ÖRNEĞİ

Uzay Kafes Sistemler son yıllarda ülkemizde oldukça yaygınlaşmış bulunmaktadır. Büyük açıklıkların geçilmesinde en çok kullanılan sistem haline gelmiştir.

Bu tezde çok yaygın olarak kullanılan, ancak hakkında az sayıda literatürün bulunduğu bu sistemleri anlatmak ve bir uygulama örneği vermek amaçlanmıştır.

Önce çelik malzemesi hakkında bilgi verilmiş ve Uzay Kafes Sistemlerin tarihçesi anlatılmıştır. Bu sistemler doğrultularına göre sınıflandırılmışlardır. Sonra üç boyutlu geometrik cisimlerin uzayda hangi şekillerde bir araya gelecek Uzay Kafes Sistem modülleri oluşturabileceği gösterilmiştir.

Daha sonra Uzay Kafes Sistemlerin standart olarak kullanılan detaylarına yer verilmiştir.

Örnekler bölümünde ise mimari estetik kaygısı taşımayan örnekler yerine, dünyada uygulanmış, seçkin örnekler tanıtılmıştır.

Türkiye'de Uzay Kafes Sistemleri, sadece büyük açıklıkları geçmekte kullanılan bir araç olmaktan çıkarp, mimari ile bütünleşebilen ve orjinal formların oluşturulacağı bir sistem haline gelmesi için çalışmaların yapılması gerektiğini vurguluyoruz Çünkü bu sistem mimara her yönden bir çok avantajlar sunabilmektedir. Amacımız önce bu sistemleri, hesap yöntemlerine girmeden mimari olarak anlatmak ve dünyadaki örnekleriyle yarışabilen uygulamalar için bir kaynak oluşturmaktır.

Son bölümde ise Uzay Kafes Sistemin taşıyıcı örtü elemanı olarak kullanıldığı bir cami örneğine yer verilmiştir. Buradaki amaç ise Uzay Kafes Sistemin olanaklarından yararlanarak, büyük açıklıklı mekan gerektiren cami örneğinde klasik mimari anlayış yerine, çok değişik ve modern örneklerin yapılabileceğini vurgulamaktır.

## **SUMMARY**

### **Steel Space Structure and An Example**

#### **Steel Constructions**

Usage of steel materials in engineering constructions have begun 200 years ago. With the beginning of productions in blast furnaces appeared possibility of this material's wide usage

Usage of rolling steel begun in 1784 year at the end of 19. century, by cleaning of raw rough iron, rolling steel have been produced. In this way, technic of modern steel constructions appeared and progress in this field occurred.

#### **Steel material's and it's production**

Steel alloy refined in mechanical way is iron. Steel is composed of iron (Fe) and about 0,016-0,20 of carbon.

#### **History of Steel Space Structure**

This system is giving a possibility of using a wide spaces. The development of these systems is parallel to prefabrication and steel constructions. Hardness of unification of bars in joint point and statical calculations are preventing a wide usage of these systems.

Statical analysis of Steel Space Structure have been made by August Föbbe. After 2. World War, Buckminster Fuller and Konrad applied it various ways. Z.K. Makowski developed methods with using of calculator.

Besides, production of profiles in technology and in material's opened the way to increase of these practices.

#### **Steel Space Structure**

A space structure may be defined as a three dimensional assembly of elements resisting loads which can be applied at any point, inclined at any angle to the surface of the structure and acting in any direction.

Space structures are divided into three main types:

Skeleton (braced) framework

Stressed-skin system, and

Suspended (cable or membrane) structures

Architects often turn their attention to space structures because of the need for visual beauty. In their search for new forms and shapes, architects have begun to appreciate that space structures provide exceptional freedom in design. The emphasis which is now being placed on industrialised building construction shows that many types of space frames can be built up economically from simply prefabricated units, in most cases of standard size and shape. Such units mass produced in the factory can be easily and rapidly the small size of the units simplifies greatly the problems of handling and transportation. About a century ago civil engineers began to appreciate the fact that space structures require less material than ordinary two-dimensiona structures and that, if properly designed, can be highl economical in cost.

### **The advantages and The disadvantages**

When considering the type of framework to adopt for a particular structure, it should be borne in mind that there is no one kind of structure or method of construction suitable for all purposes. In most structures, the principle elements are desinged on the assumptionthat the main members span in one direction only and carry the whole load with secondary spans normally placed at right angles in of deepheavy units and light shallow units and, because of this, the overall roof depth is greater than is required for a space structure in which the members span in two directins or more. Whereas the simple structure, which is basically in two-dimensional and generally of special design fulfills only one specific purpose, it is possible with space structures to provide a variety of arrangements using only two essential parts, the single structural member and a standardised type of joint. In certain circumstanses their use may be advantageous.

The advantages of space structures include:

- \* Simplicity of the elements
- \* High fabricating speeds attainable by virtue of the large numbers of simple standard elements required.
- \* Minimum use of material and corresponding lightness.
- \* Low cost and ease of delivery
- \* Flexibility of assembly arrangement from a given number of standard elements
- \* Pleasing appearance.
- \* Ease of access to site because the sizes of the components can be small
- \* Increased structural rigidity for a given span/depth ratio.
- \* Reduction in the number of intermediate columns.
- \* Design which can be standardised.

The disadvantages can be:

\* Simplicity ... The very simplicity listed above as an advantages can, in itself, be restrictive in some forms of structures; for example, it leads to the necessity of making many more site joints than is usual for a simple structure which spans in a single direction.

\* Cost of joints ... In the sense the cost of the joints relative to the cost of materials between the joints is invariably much higher than the plane structures.

\* The cost and the speed of erection ... if the structure can not be completely assembled at ground level and lifted in either in one piece or in large units into its final position, since centering is generally necessary for the assembly of small elements in their final position.

\* The application of suitable camber or of presetting the prefabricated framework to ensure good drainage ... this manufacture than with a simple structure.

In order to utilise the the advantages and overcome the disadvantages, some forms of space structure can be prefabricated competitively in units larger than the simple section and joint.

The use of tubular steel in large structures has increased in recent years and both welded and mechanical joints have been developed.

### **Steel Space Structure arrangement**

Basically, Steel Space Structure's are made of 6 bar and 4 joint points and are fourfaces.

For the creation of pressure and attraction forces from bars in the frame of space is necessary to provide these conditions:

1. Joint point is to be jointed
2. Bar's axis in joint point is to be crossed in just a one point.
3. Just in joint point's hardness is to be effective.
4. Bars are to be strength and upright. Bars have been made in 3 different forms.

#### **4.1. Arrangement with two directions.**

- Rectangle arrangement
- Angled arrangement
- Closed arrangement

#### **4.2. Arrangement with 3 directions**

- Plane triangle arrangement
- Reverse triangle arrangement

#### **4.3. Arrangement with 4 directions**

#### **4.4. Arrangement with 6 directions**

- Simple arrangement
- Double hexagonal arrangement

Geometrical object that have been used information of Steel Space Structure are as follows:

Tetraeder, half oktaeder, cube oktaeder and cube. These elements can not be packed. They can be brought together only with each other. Like elements of covering, we can say follows:

Absent concrete plates, aluminium coverings, polycarbonat and polyester coverings.

At the last part of thesis at the example of an mosque this sistem have been designed.

Steel Space Structure like triangle and space is in way of rectangle.

At last, this thesis is giving informations about Steel Space Structure and according to these project have been designed.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanoğlu var olduğu süreden beri barınma ihtiyacı en temel gereksinimlerinden biri olmuştur. Barınma ihtiyacı nedeniyle mekanlar oluşturmak ve bu mekanların üzerini örtmek gerekmektedir. Tarih içinde bir çok örtü sistemleri geliştirilmiştir. Uzay kafes sistemlerde bunlardan bir tanesidir. 19 yüzyılın ortalarında geliştirilen bu sistemler, 20 yüzyılın ortasına gelince iyice yaygınlaşmaya başlamıştır. Çünkü hesap yöntemleri geliştirilmiş ve prefabrikasyon alanında ilerlemeler kaydedilmiştir. Ayrıca daha çok çubuğun bağlanabildiği düğüm noktaları oluşturulmuştur. Bu sistemler çok büyük açıklıkların kolayca geçilmesine olanak verdiği için tercih edilmektedir. Günümüzde Türkiyede de oldukça kullanım alanı bulmaktadır ve bilgisayarla hesap yöntemlerinin geliştirilmesi ile kolayca hesabı yapılmakta ve dizayn edilmektedir. İlk önce bu sistemin elemanlarının yapıldığı çelik malzemesi hakkında kısaca bilgi verilecek ve daha sonra uzay kafes sistem düzenlemelerine geçilecektir.

## BÖLÜM 2. ÇELİK YAPILAR

### 2.1. Çelik Yapıların Tarihçesi

Demir malzemenin mühendislik yapılarında kullanılması iki yüzyıl öncesine dayanır. Buna karşın, belgelenebilen ahşap ve kârgir yol köprülerinin tarihçesi 2500 yıl evveline kadar gider.

Demir ve çelik insanlık tarihinde çok eski devirlerden beri bilinmekle beraber, geniş ölçüde üretilemediğinden, iki yüzyıl öncesine kadar sadece silah ve eşya yapımında kullanılabiliştir. 18. yüzyılda İngiltere'de, yüksek fırın yöntemiyle geniş ölçüde ham demir ve font (pik) üretiminin başlamasından sonra, demirin yapı malzemesi olarak kullanılabilmesi olanağı ortaya çıkmıştır. Demir malzeme kullanılarak inşa edilen ilk mühendislik yapıları köprülerdir.

Kullanılan ilk malzeme fontdur. Font kullanılarak inşa edilen ilk köprü 1778'de İngiltere'de Coalbrookdale Kasabası civarında, Severn nehri üzerindeki yol köprüsüdür. 31 m açıklığında olan bu köprü bugün hâlâ kullanılmaktadır. Bundan sonra Avrupa kıtasının en eski font köprüsü olarak Almanya'da Schlesien bölgesinde, Striegauer akarsuyu üzerinde 1796'da inşa edilen yol köprüsü gelir. Kârgir gibi fontun da basınç mukavemetinin yüksek olmasına karşın, çekme mukavemeti az olduğundan, bu ilk köprüler ile bunlardan sonra, font kullanılarak inşa edilen diğer köprüler kemer tarzında yapılmıştır. Font kemer köprülerin dönemi yaklaşık olarak 1875 yılında kapanmıştır. Bunun da sebebi, çekme mukavemeti büyük olan ve mühendislere yeni olanaklar sağlayan dövme çeliğin, daha sonra da dökme çeliğin yapı malzemesi piyasasına çıkmış olmasıdır.

Pudralama fırını metodunun 1784 yılından itibaren İngiltere'de, 1824 yılından itibaren de Almanya'da kullanılmaya başlanmasından sonra geniş ölçüde dövme çelik üretimi sağlanmıştır. Bundan sonra da dövme çelik kullanılarak dolu gövdeli ana kirişli ve kafes ana kirişli köprülerin yapımına baş-

lanmıştır. ilk asma köprülerde de malzeme olarak dövme çelik kullanılmıştır. 1846'da İngiltere'de Menai Boğazı üzerinde inşa edilen, 140 m orta açıklıklı, dolu gövdeli sandık ana kirişli Britannia Köprüsü ile 1857'de Batı Prusya'da Dirschau'da inşa edilen, 131 m. açıklıklı, sık dokulu kafer ana kirişli Weichsel Köprüsü, dökme çelikte inşa edilen demiryolu köprülerinin ilginç örnekleridir [1].

Bessemer (1855), Siemens-Martin (1864), Thomas (1879) yöntemlerinin bulunmasıyla ham demirin sıvı halindeyken arıtılması sağlanabilmiş ve geniş ölçüde dökme çelik üretimi olanağı ortaya çıkmıştır. 20. yüzyılın başından itibaren elektrik fırınlarının da kullanılmaya başlanmasıyla dökme çelik üretimi artmıştır. Bu suretle 1890 yılından itibaren dövme çelik yerini tamamen dökme çeliğe bırakmış bulunmaktadır. Dökme çeliğin kullanılmaya başlanmasıyla da modern çelik yapı tekniği ortaya çıkmış ve bu alanda büyük ilerlemeler meydana gelmiştir.

20. yüzyılın başından itibaren kaynaklı birleşimler ilk önce yüksek yapılarda (çelik karkas yapılar, hal yapıları) kullanılmaya başlandı. Yapılmış olan uzun araştırmalardan sonra, ikinci dünya harbini takip eden yıllarda kaynaklı birleşimler köprülerde de kullanılmaya başlandı. Bu suretle bu günkü modern çelik konstrüksiyon anlayışı ortaya çıkmış oldu. Zamanımızda bir çelik konstrüksiyonun kısımları, ulaşım olanaklarına bağlı olarak, mümkün olduğu kadar büyük parçalar halinde, kaynaklı birleşimler yapılmak suretiyle çelik atelyelerde hazırlanır. Bu kısımlar şantiyede genellikle bulonlu montaj birleşimleriyle birleştirilerek çelik konstrüksiyon tamamlanır. Perçinli birleşimler artık kullanılmamakla beraber eski perçinli konstrüksiyonların, yeni yüklere göre tahkiki ve gerektiğinde takviyesi bakımından perçinli birleşim ve teşkillerin de bilinmesi gerekmektedir [2].

## 2.2. Çelik Malzemesi Üretimi, Özellikleri

Mekanik olarak işlenebilen (dövülerek, preslenerek, haddeden geçirile-

rek şekil alabilen) demir alaşımlarına çelik denir. Çelik bünyesinde demir (Fe) den başka % 0.16~0.20 kadar karbon (C) bulunur. Karbon miktarı arttıkça çelik sertleşir ve mukavemeti artar. Çelik alaşımında bundan başka fosfor (P), kükürt (S), azot (N), silisyum (Si), manganez (Mn), bakır (Cu) gibi elemanlar bulunur. Bunların çeliğin bünyesinde belirli oranların üstünde bulunmaması gerekir. Çelik alaşımına krom (Cr), nikel (Ni), vanadyum (V), molibden (Mo) gibi maddeler ilave edilerek yüksek kaliteli çelikler elde edilir.

Demir cevherlerinin yüksek fırınlarda kok kömürü yakılarak eritilmesiyle ham demir elde edilir. Ham demirde % 5'e kadar karbon bulunur.

Özel fırınlarda ham demire hurda demir ve diğer katkı maddeleri karıştırılarak font (pik) elde edilir. Fontda da % 4'e kadar karbon bulunduğundan işlenebilme özelliği yoktur, döküm malzemesi olarak kullanılır, çekme mukavemeti çok azdır.

Thomas konvertörü, bessemer konvertörü, Siemens-martin fırını, elektrik fırını gibi özel fırınlarda ham demir arıtılarak ve gerekli katkılar yapılarak çeşitli çelik cinsleri elde edilir. Bu fırınlardan sıvı halinde çıkan çelik ingot (kokil) kalıplarına dökülür. Kütük denen prizma şeklindeki dökme çelik bloklar haddelenmek suretiyle, çeşitli şekillerde olmak üzere, çelik ürünleri elde edilmiş olur.

Sıvı halindeki çeliğin donması sırasında, içinde bulunan karbonmonoksitten dolayı, çelik bünyesinde gaz habbecikleri oluşur. Böyle olan çeliğe gazı alınmamış (Unberuhight) çelik denir. Silisyum (si), manganez (mn), alüminyum (al), kalsiyum (Ca) gibi elemanlar ilave edilerek ergimiş çelikte bulunan oksijen bağlanarak adı geçen gaz habbeciklerinin oluşması önlenir. Böyle olan çeliğe de gazı alınmış (beruhihgt) çelik denir. Diğer taraftan, gazı alınmış çelikte kükürt ve fosforun yoğunlaştığı yerler (yığılma bölgeleri) daha az olduğundan, bu çelik kaynaklanma, yorulma ve bükülebilme bakımından daha elverişlidir [3].

### BÖLÜM 3. UZAY KAFES SİSTEMLERİN TARİHÇESİ

İnsanlar çağlar boyu büyük açıklıkları kolonsuz olarak geçme çabalarını vermişlerdir. Uzay kafes sistemlerde büyük açıklıkların geçilmesine olanak veren bir sistemdir. Uzay kafes taşıyıcıların gelişimi prefabrikasyona ve çelik konstrüksiyonların gelişimine paraleldir. Yapıda ön imalata olanak sağlayan gelişme 19 yy. da demir profillerin belli en kesitlerde ve uzunluklarda piyasaya sürülmesi ile başlamıştır. Birleşme detaylarının perçinleme ile yapıldığı zamanlarda uzay kafes sistemleri uygulamak zordu. Çünkü biraraya gelen 8-10 çubuğu perçinle birleştirmek olanaksızdır. Statik hesaplamalardaki zorluk, farklı açılarda bir düğüm noktasına gelen çubukları birleştirilme güçlüğü, uygun kalitede malzeme yokluğu uzay kafes sistemlerin gelişmesini engellemekteydi.

Uzay kafes sistemleri statik analizi 1882 yılında August Föppl tarafından yapılmıştır. August Föppl çubuklardan kurulacak sistemler içinde stabil olan en küçük çokgenin bir üçgen, en küçük çok yüzlünün ise 4 üçgenden oluşan tetraeder olduğunu ortaya koymuştur. Bu konudaki en büyük aşamalar II. Dünya Savaşından sonra olmuştur. Le Ricolais, Buckminster, Fuller, Konrad Wachman ilk uygulamaları yapmışlardır. B. Fuller Jeodezik strüktürlerin kuramını ortaya atmıştır. Z.K. Makowski'nin teorik ve pratik etüdları çubuklara gelecek olan yükleri hesaplamaya olanak veren metodların elektronik hesap makinaları ile çözümüne olanak verdi. Ayrıca teknolojiye ve malzemede çeşitli profillerin üretimi, arkla kaynak ve yüksek dirençli bulonlama bu uygulamaların daha da artmasına yol açtı [4].

Uzay kafes sistemlerde düğüm noktası çözümü güç sorunlardan biri olmuş ve çeşitli öneri ve patentlere konu olmuştur.

1.1 Bu yöntemlerden biri kaynaklı birleşim noktalarıdır. Fakat şantiyede yerinde sonuç olmak çok zor olmaktadır.

1.2. Unibat sistemi Fransa'da imal edilen, tamamen prefabrik elemanların montajı ile olmaktadır. 2 değişik eleman vardır. Biri prefabrik piramitler diğeri ise bu pramitlerin tepe noktalarını birleştiren bağlantı çubuklarıdır. Sistemin tamamı birbirine bulonlanarak kolayca kurulmaktadır. Piramitlerin üstüste çift kullanılması halinde sistemin gücü çok artmaktadır.

1.3. En tanınmışlarından biri Mero sistemidir. Değişik boyuttaki yuvarlak toplar ve çubuklardan oluşmaktadır. Çubuklar bu topların içine girerek vidalanırlar.

Bu çalışmada dünyada ve özellikle Türkiye'de en çok kullanılan Mero sistemi tanıtılacaktır.



## BÖLÜM 4. UZAY KAFES SİSTEMLER

Çubuk ve düğüm noktalarından oluşan uzay taşıyıcı sistemler, kabuk, kubbe ve katlanmış plaklarda tek katlı, plak ve küçük eğrilikli kabuklarda iki katlı yapılır. Statik yönden uzay taşıyıcı sistemler yüksek mertebeden hiperstatiktir. Bu sistemlerin hiperstatik derecelerinin yüksek olması, sistem içinde yük dağılımının sürekli olmasını sağlaması bakımından bir avantajdır. Aşırı yerel yükler, çelik malzemenin plastik deformasyon yapabilmesinden dolayı komşu taşıyıcı elemanlara dağılır. Bir veya bir kaç çubuğun kopmasıyla konstrüksiyon çökmez. Statik ve mukavemet hesapları için harcanan zaman, sistemin hiperstatiklik derecesinin yüksek olmasından dolayı fazla olmakla beraber bilgisayar hesap yöntemlerinin gelişmesiyle kolaylaşmıştır. Soğuk veya sıcak haddelenmiş, burulma ve basınç etkilerine karşı uygun olan daire ve dikdörtgen kesitli profiller yardımıyla oldukça hafif sistemler meydana getirilebilmektedir.

Yüzeyssel taşıyıcı sistemler statik bakımdan eğilmeye maruz ve eğilmeye maruz olmayan sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. İkinci gruba ayrılan sistemler, yalnız normal ve kayma kuvvetlerinin etkisi altındadır; bunlara "Mambran Sistemler"de denir. Eğilmenin meydana geldiği uzay sistemler çok katlı, membran sistemler tek katlı kafes sistem olarak teşkil edilir.

Yüzeyin geometrisi bakımından taşıyıcı sistemler; "Düzlem sistemler" (plaklar), bir veya iki doğrultuda "Eğrilikli sistemler" (Kabuklar), ve "Katlanmış Sistemler" olmak üzere ayırmakta mümkündür.

Düzlemde çubuk ağları çeşitli tarzlarda oluşturulabilir. Çubuklar iki doğrultuda giden sistemlere "İki doğrultuda çubuklu sistemler" denir. Üç veya çok doğrultuda çubuklu sistemlerde yapılabilir. Çok katlı sistemlerde, çeşitli düzlemlerdeki çubuk ağları üst üste birbirini örtecek tarzda düzenlenebileceği gibi birbirine göre şaşırtmalı olarakta yapılabilir [5].

Genellikle, montaj kolaylığı nedeniyle MERO tipi (bulonlu düğüm noktası) sistemler yaygındır. Düğüm nokta aralığı, genellikle (2.50-3.00)m dolaylarında alınmakta, dolayısıyla aşık aralıkları da bu mertebelerde olduğundan, ülkemizde, çatı örtüsü için trapezoidal metal levhalar kullanılmaktadır. Örneğin, uzay taşıyıcı sistemli yapılarda eternit türü kaplamalardan yararlanma olanağı, uygulamada detay zorlukları nedeniyle pek bulunmamaktadır.



## BÖLÜM 5. DÜZLEM VE UZAY KAFES SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Düzlem taşıyıcı sistemli, çelik konstrüksiyonlarda olduğu gibi, ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) olarak çelik malzeme giderini bulmak suretiyle işin yapım gideri hakkında bilgi edinmek, uzay taşıyıcı sistemli yapılarda uygulanan bir yöntem almamaktadır. Yapımcı firmaya başvurmak,

-Konstrüksiyonun yapılacağı yöreyi (kar yükü değeri için)

-Her iki doğrultudaki eksen mesafelerini bildirmek ve ( $\text{TL}/\text{m}^2$ ) olarak fiyat almak yolu izlenmektedir.

Bu durumda, uzay ve düzlem taşıyıcı sistemleri ekonomiklik açısından karşılaştırmak için düzlem taşıyıcı sistemi hesaplamak, ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) olarak çelik malzeme giderini bulmak ve imalat fiyatını (montaj ve boya dahil) ( $\text{TL}/\text{kg}$ ) şeklinde belirledikten sonra, düzlem taşıyıcı sistem için de ( $\text{TL}/\text{m}^2$ ) bedelini saptamak gerekir. Böylece her iki sistem içinde de ( $\text{TL}/\text{kg}$ ) bedelini saptamak gerekir. Böylece her iki sistem için çatı konstrüksiyonunun birim olan fiyatları belli olduktan sonra, ekonomi açısından kıyaslama, gerçeği bir sonuca ulaşır. Özetle uzay taşıyıcı sistemler için çelik malzeme giderinden hareketle karşılaştırma yapmaya kalkmak çok yanıltıcı sonuçlar doğurur.

Her iki sistemden birinin tercih edilmesinde şu kriterler uygulanır.

-Eksen mesafelerinin bir doğrultudaki değeri küçük, diğer doğrultudaki çok büyükse, uzay taşıyıcı sistemler ekonomik değildir.

-Eksen mesafelerinin her iki doğrultuda eşite yakın değerlerde olması ve hele bu değer 20 m'nin üstünde bulunması uzay sistemini, düzlem sisteme karşı avantajlı duruma geçireceği söylenebilir.

Tabiki kesin yargı için gene bir hesap yapmak gerekir. Ancak, (20mx20m)'lik eksen mesafelerinin düzlem sistemlere yatkın olmadığını en

azından deneyimlere dayanarak rahatlıkla belirtilebileceğini vurgulamak yerinde olur. Herhangi bir yapı için, düzlem taşıyıcı, haldeki çelik malzeme girdi,  $45 \text{ kg/m}^2$  'yi geçiyorsa uzay sistemler daha avantajlı olacaktır.

Olaya sadece maliyet açısından yaklaşmak söz konusu olmaz. Diğer etkenler bazen maliyet faktörünün önünde yer alabilir.

**-YAPIM SÜRESİ:** Uzay sistemlerde bu süre diğer sisteme göre kıyaslanmayacak kadar kısadır.

**-BOYA:** Çelik yapının en önemli özelliği, kullanım süresi içindeki bakımıdır. Periyodik boyama şarttır. Uzay sistemlerde fırın boya, hatta galvaniz uygulanmaktadır. Düzlem sistemlerde ise daha zordur.

**-GÖRÜNTÜ:** Uzay sistemlerde, elemanların narinliği, sistemin montajdan sonra fevkalade düzgün görüntüsü düzlem sistemlerle kıyaslanmayacak kadar üstünlük sağlar.

**-ÇATI ÖRTÜSÜ:** Uzay sistemlerin uygun bir ekonomik düğüm nokta aralığı 2.50-3.00 m'dir. Dolayısıyla metal örtü (alüminyum veya sac) zorunluluğu söz konusudur. Aşık aralığında düğüm nokta aralığına bağlı olarak 2.50-3.00 m'dir ve örtü malzemesinin kalınlığı buna göre saptanmaktadır. Örneğin trapezoidal alüminyumda, 2 metrenin üstündeki aşık aralıkları 2 m'nin altında ve alüminyum örtü kalınlığı 0.70 mm alınır. Bu da düzlem sonucu sistemlerde alüminyum örtü malzemesinin %25 daha ucuz olmasını getirir [6].

## BÖLÜM 6. DÜZLEM UZAY KAFESLERİN TAŞIYICI OLARAK DÜZENLENMESİ

Uzay Kafes Sistemler, düzlem yada eğri birbirleriyle düğüm noktalarından bağlı çubuklar ağından kurulu düzenlerdir. Uzay Kafes taşıyıcı sistemlerin temel elemanı 6 çubuk ve 4 düğüm noktasından oluşan, çubukların herhangi bir temele bağlı olmaksızın kendi kendine rijit bir çerçeve oluşturdıkları, dörtyüzlüdür.

Uzay strüktürlerin taşıyıcı elemanlarını içine almak için en az iki düzlem gereklidir. Bu nedenle en basit uzay strüktür aynı düzlem içinde olmayan 3 çubuğun bir düğüm noktasında birleştirilmesiyle bulunur.

Uzay Çerçeve gibi çubuk ve düğüm noktalarından kurulan taşıyıcı sistemler de, çubuklarda sadece basınç ve çekme kuvvetlerinin oluşması için aşağıdakilerin sağlanması gerekmektedir.

1. Düğüm noktası mafsallı yapılmalıdır.
2. Çubukların eksenleri düğüm noktasında tek bir noktada kesişmeli, başka bir deyişle çubukların düğüm noktalarıyla bağlantıları eksenel olmalıdır.
3. Yükler sadece düğüm noktalarına etki etmelidir.
4. Çubuklar doğrusal ve düzgün olmalıdır.

Düğüm noktaları, mafsallı da olsa etkiyen bir dış kuvvet karşısında, bu dört yüzlü kesinlikle şekil değiştirmez, rijittir. Böylece bir dörtyüzlü, herbiri aynı düzlem içinde bulunmayan üçer çubukla kolaylıkla büyütülebilir. Bir düğüm noktasını diğer üçüne rijit olarak bağlamak için uç çubuk gerekli ve yeterlidir. Bu şekilde oluşturulan sistemler içten izostatiktir. Uzay kafesin izostatiklik koşulu;

$$t+4 = 3d \text{ 'dir.}$$

$t$  = mesnet tepkiler bileşenleri sayısı

4 = çubuk sayısı

$d$  = düğüm noktaları sayısı

Genellikle uzay kafes sistemlerin çubuk sayısı izostatiklik koşulu ile belirtilenden çoktur ve  $(h)$  hiperstatiklik dereceleri " $h = t+4-3$ " yüksektir. Hiperstatiklik derecesi yüksek olduğu için sistemin tek bir elemanının burkulması tüm yapının çökmesine neden olmaz.

Uzay kafes sistemler tek tabakalı olarak düzenlenebildikleri gibi iki veya daha çok tabakalıda yapılabilirler. Eğrilikli yüzeyler genellikle tek, nadiren çift tabakalı olarak düzenlenirler. Bu sistemlerde çubuk boyları farklı uzunlukta olacağından montaj güçlüğü vardır. Eğrilikli yüzeyin çift tabakalı yapılması gerektiğinde daire kesitli, silindir, küre yada koni şeklindeki taşıyıcı sistemleri seçmek daha iyi olur.

Bu durumda bazı alt tabaka çubukları üst tabaka çubuklarından daha kısa olmasına rağmen değişken çubuk sayısı diğer eğrilikli yüzeylerden daha azdır. Örtülecek açıklık büyükse sistemi iki tabakalı oluşturmak uygun olur. Düzlem uzay kafesler çok tabakalı olarak düzenlenirler. Bu ayrı tabakalar-daki çubuklar düzeninin aynı doğrultuda veya aynı düzey düzlemde olması gerekmez.

Eğik düzlemlili kafes kirişlerden oluşan katlanmış yüzeylerin üst tabaka düğüm noktalarından birbirine bağlanmasıyla düzenlenirler. Tek yönden taşıyıcıdırlar.  $h = xy - 3x - 2y - 3 + t$  'dir.

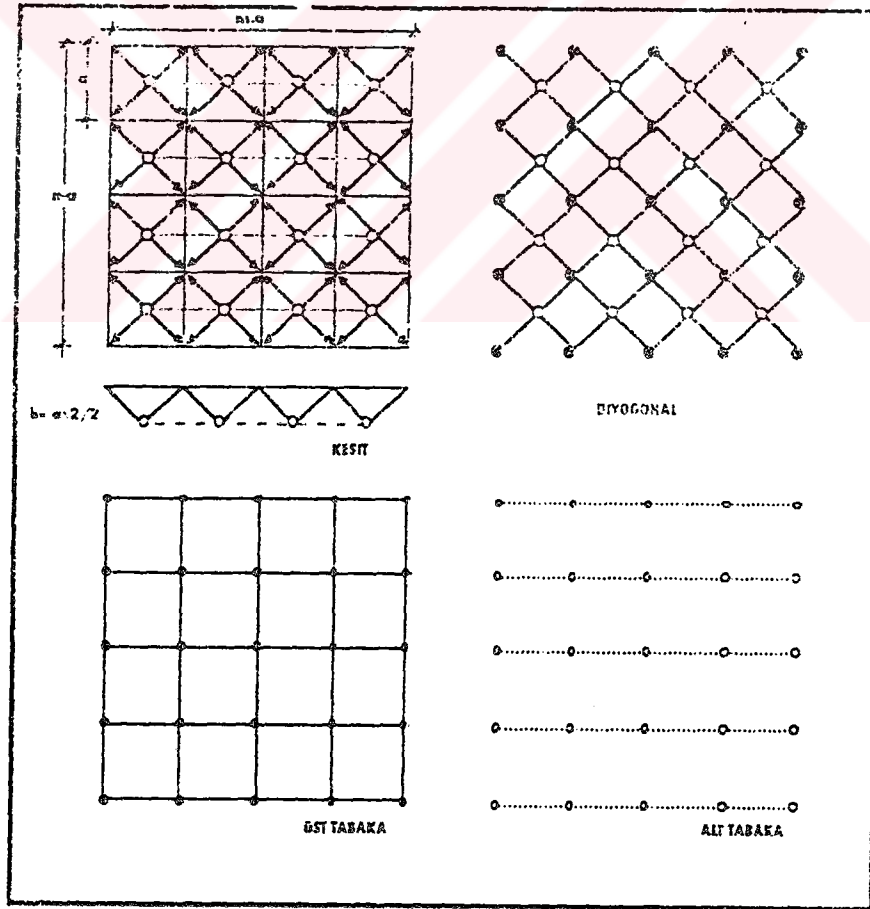
Düzenleme şekillerine göre üç grupta incelenir.

## 6.1. İki Doğrultulu Düzenleme

### 6.1.1. Dikdörtgen düzenleme

Yarım sekizyüzlü ve dörtyüzlülerin kenarlara paralel sıralanmasıyla oluşur. Bu düzenleme birbirine dik iki doğrultuda taşıyıcıdır (Şekil 6.1.). Hipostatiklik derecesi  $h=2xy-3x-3y-3+t$  dir.

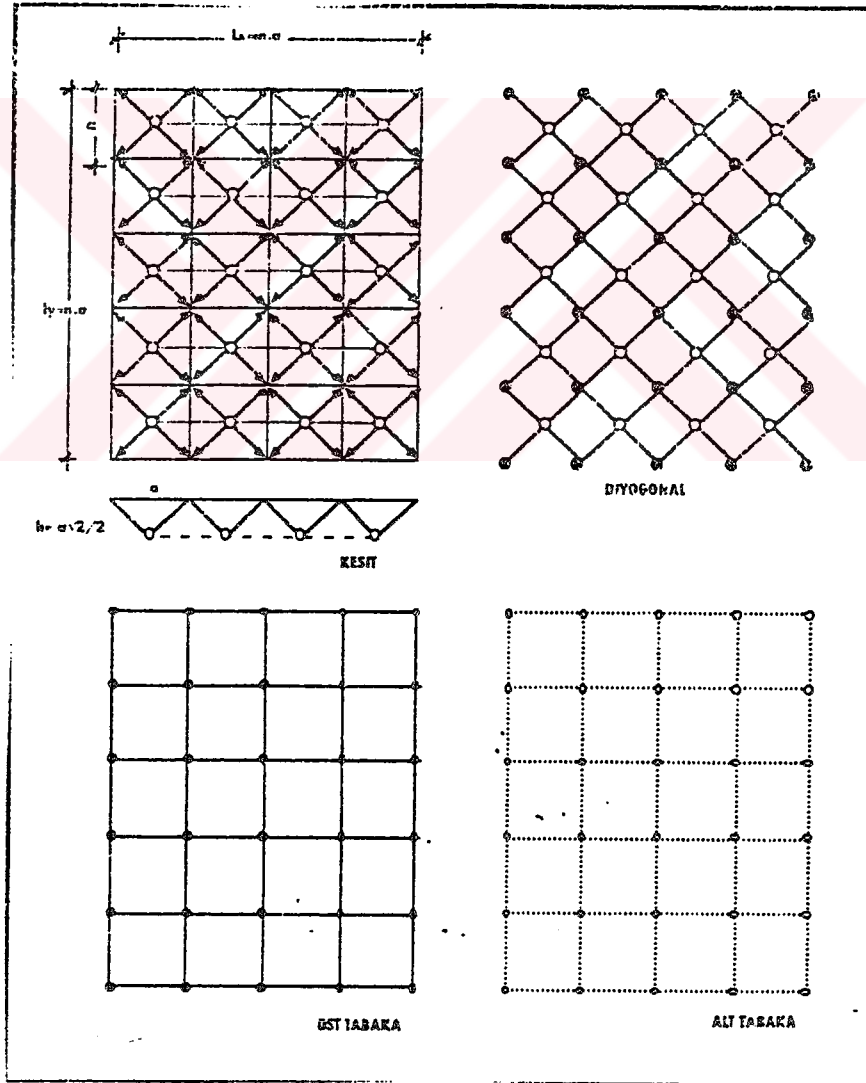
Dört taraflı mesnetlendirilmiş olarak yapılan bir çalışma sonucunda tüm üst tabaka çubukları basınç, alt tabaka çubukları çekme çıkmış, sistemin mesnet çökmesine karşı orta derecede hassasiyet gösterdiği görülmüştür.



Şekil 6.1. Dikdörtgen düzenleme

### 6.1.2. Açılı düzenleme

Üst ve alt tabaka dörtgenlerinin birbirleriyle belli bir açı ( $45^\circ$ ) yaparak birleşmesiyle oluşur. Bu düzenlemede dörtyüzlü ve yarım sekiz yüklülerin kenarlara  $45^\circ$  açı yaparak sıralanmasıdır (Şekil 6.2.). Hiperstatiklik derecesi  $h=xy-2x-2y-3+t$ 'dir. Böyle bir düzenlemenin dört tarafı mesnetlendirilmiş olarak yapılan bir çalışma sonucunda üst tabaka çubukları basınç, kenarlarda çekme alt tabaka çubukları çekme, kenarlarda basınç çıkmış, sistem mesnet çökmesine karşı orta derecede hassasiyet göstermiştir.

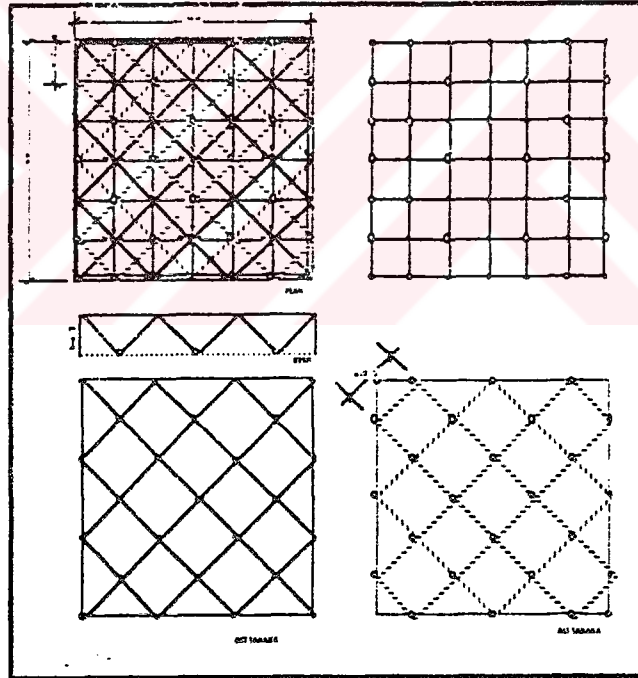


Şekil 6.2. Açılı düzenleme

### 6.1.3. Çapraz düzenleme

Yarım ondört yüzlü ve yarım sekiz yüzlülerin sıralanması ile oluşturulur. İki elemanda stabil olduğu için sistemi kenarlarda rijitleştirmek gerekir. Alt tabaka dörtgenleri üst tabaka ile  $45^\circ$  yaparlar ve alt tabaka çubukları üst tabaka çubuklarından  $(\sqrt{2})$  katı daha uzundur (Şekil 6.3.). Bu düzenleme diğer iki doğrultulu düzenlemelerin birlikte çözümüdür. Hiperstatiklik derecesi  $h=xy/2-1.5x-1.5y-5$ 'dir.

Dört tarafı mesnetlendirilmiş olarak yapılan çalışma sonucunda tüm üst tabaka çubukları basınç, alttabaka çubukları çekme çıkmış, sistemin mesnet çökmesine karşı hassasiyetinin az olduğu görülmüştür. Bu da bu düzenlemelerin yumuşak bir zeminde kullanmaya elverişli olduğunu gösterir.



Şekil 6.3. Çapraz düzenleme

## 6.2. Üç Doğrultulu Düzenleme

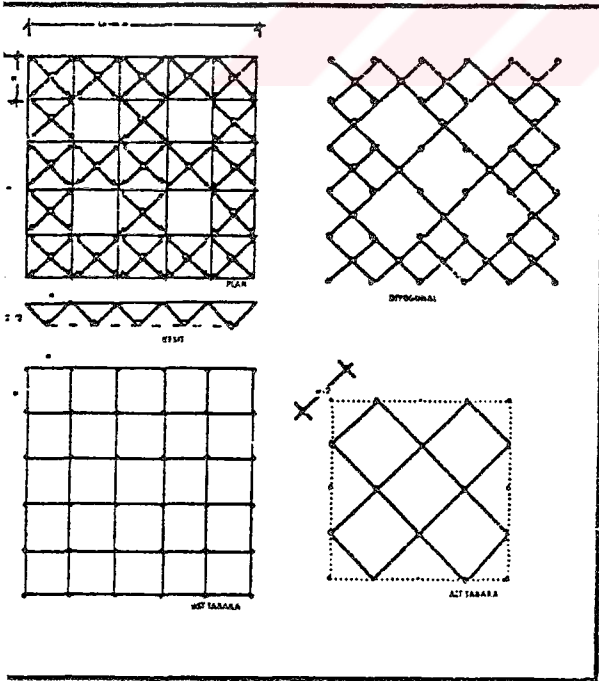
Düzenleme şekillerine göre iki grupta incelenir.

### 6.2.1. Düz üçgen düzenleme

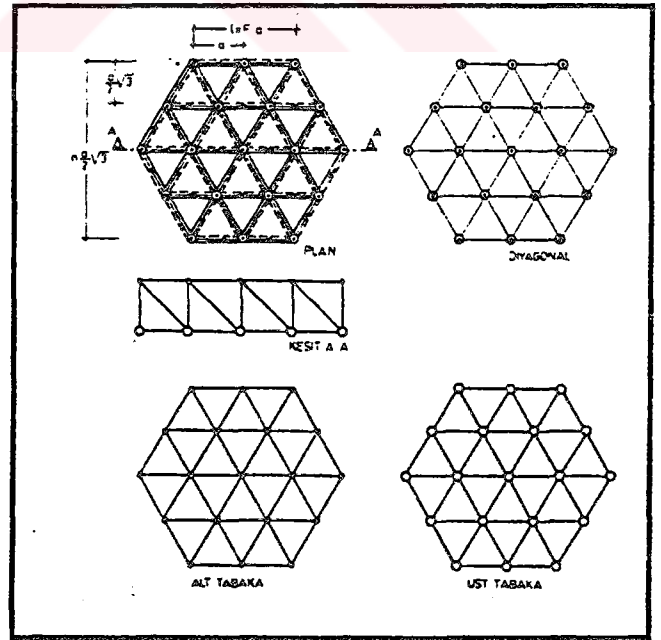
Yarım küp sıralamalarıyla düzenlenir. Üst ve alt başlık çubukları eşit uzunlukta olan üç grup düzlem kafes kirişin 60 derece ile birbirlerine paralel sıralanmasıyla oluşur (Şekil 6.4.). Üst ve alt tabaka düğüm noktaları hep üst üste gelir. Hiperstatiklik derecesi  $h=2x2-3x-5+t$ 'dir.

### 6.2.2. Ters üçgen düzenlemesi

Sekiz yüzlü ve dört yüzlü sıralamalarıyla oluşur (Şekil 6.5.). Hiperstatiklik derecesi  $h=1.5x2-4.5y-3-t$ 'dir. Dört tarafı mesnetlenmiş olarak yapılan bir çalışma sonucunda tüm üst tabaka çubukları basınç, alt tabaka çubukları çekme çıkmış, sistemin mesnet çökmesine karşı çok hassas olduğu görülmüştür. Sağlam zeminlerde uygulamak yerinde olur.



Şekil 6.4. Düz üçgen düzenleme



Şekil 6.5. Ters üçgen düzenleme

### 6.3. Dört Doğrultulu Düzenleme

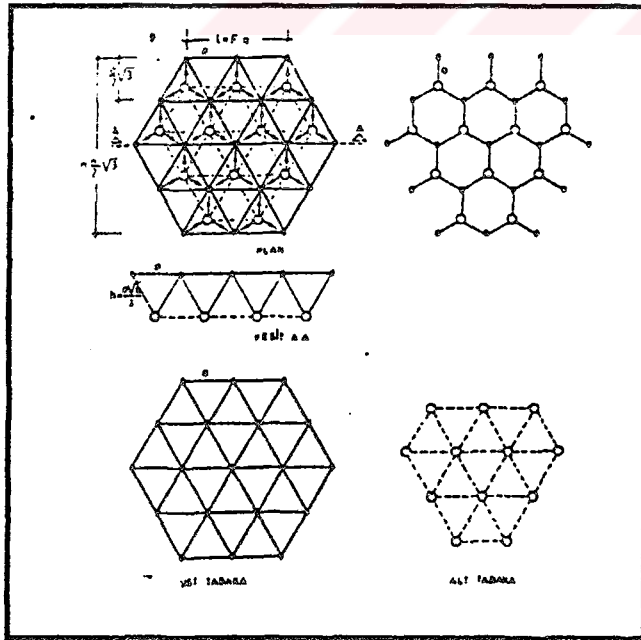
Yarım küp; sıralamalarıyla oluşturulur. Dört düzlem kafes kirişin  $45^\circ$  ile birbirine paralel sıralanmasıyla düzenlenir (Şekil 6.6.). Üst ve alt tabaka düğüm noktaları hep üstüstedir. Hiperstatiklik derecesi  $h=8xy-2x-2y-5+t$ 'dir.

### 6.4. Altı Doğrultulu Düzenleme

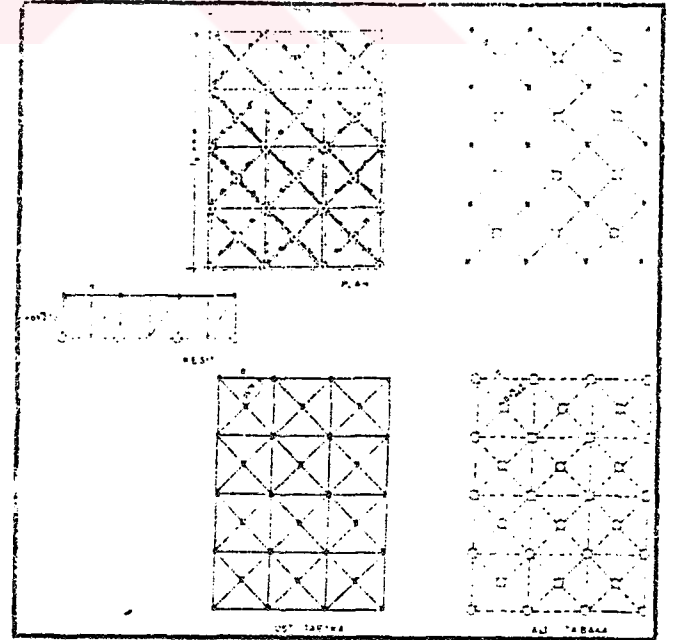
Bu düzenlemelerin Hiperstatiklik derecesini bulmak için genel bir bağıntı çıkarılamaz. Bunun için kısım kısım inceleme gerekir. Bunlar da düzenleme şekillerine göre iki grupta incelenir (Şekil 6.7.).

#### 6.4.1. Basit düzenleme

Dört yüzlü ve yarım küp sıralamalarıyla düzenlenir. Üst tabaka altıgenlerden, alt tabaka bu ters altıgen piramitlerin uçlarını birleştiren üçgenlerden oluşmuştur (Şekil 6.8.).



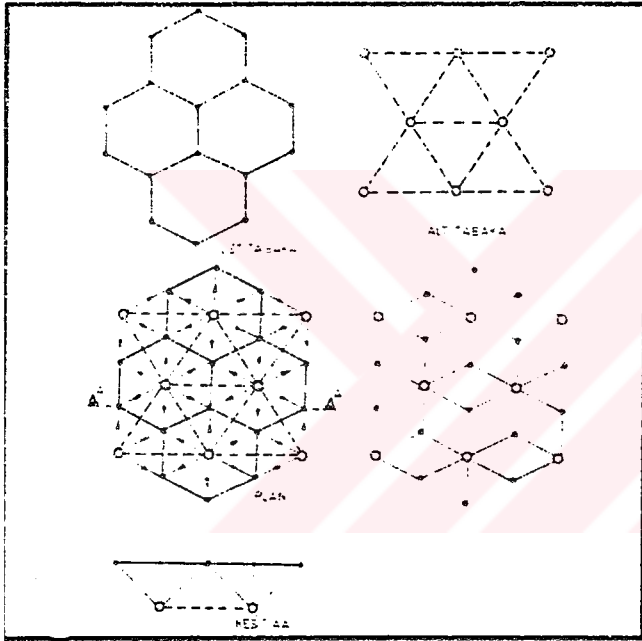
Şekil 6.6. Dört doğrultulu düzenleme



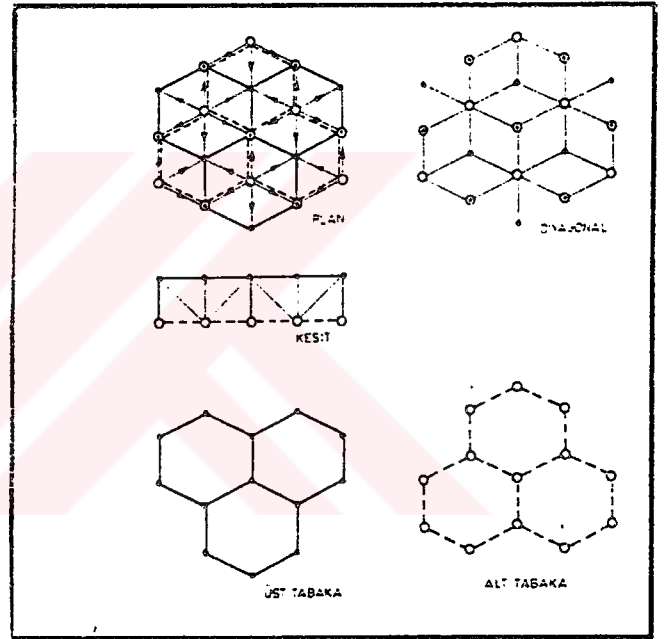
Şekil 6.7. Altı doğrultulu düzenleme

#### 6.4.2. Çift altıgen düzenleme

Dört yüzlü sıralamalarıyla oluşur. Her iki tabaka altıgenleri, bir tabaka düğüm noktaları diğer tabaka altıgenleri merkezine gelecek şekilde düzenlenirler (Şekil 6.9.). Altıgen merkezleri her iki tabaka düğüm noktalarına diyagonallerle, üstüste gelen düğüm noktaları da birbirlerine dikmelerle birleştirilir. Bu düzenlemelerde çubuk sayısını azaltmak, hiperstatiklik derecesini düşürmek, açık ya da camlı bölümler oluşturmak amacıyla aralarında boşluk bırakılarak sistemlerde hafifletmeler yapılabilir.



Şekil 6.8. Basit düzenleme



Şekil 6.9. Çift altıgen düzenleme

Çift tabakalı uzay kafes sistemlerde, birbirine paralel iki tabaka arasındaki  $h$  yüksekliği, dikdörtgen ağlarda açıklığının  $1/20$ 'si, eğik ağlarda açıklığının  $1/30$ 'u olması istenir.  $h$  yüksekliği büyüdükçe çökme azalacağı için bu alt sınırın üstünde değerler almak avantajlı olabilir. Bir düzenleme türünün seçimi herşeyden önce örtülecek alanın biçimine bağlıdır. Tek, iki ve dört doğrultulu düzenler dikdörtgen alanlar için, üç ve altı doğrultulu düzenler altıgen ya da daire alanları örtmek için daha uygundur. Diğer önemli bir kriterde sistemin maliyetini etkileyen çubuk ve düğüm noktaları sayısıdır [7].

## **7. UZAY ÇERÇEVE ÇATIYI FARKLI GEOMETRİK OLANAKLAR ARASINDAN SEÇMEDE KULLANILABİLECEK ÖLÇÜLER VE YÖNTEMİ**

### **7.1. Kesişen Kafes Kirişler**

Birbirini dik düzlemler içinde kesen kafes kirişlerde iki tabakalı uzay çerçeve geometrileri geliştirilebilir. Bu durumda tek bir düzlem içinde kalan bir kafes kiriş sisteminden bir uzay sisteme geçilmiş olur. Böyle bir düzenlemede bir kafes kirişin her düğüm noktasından ikinci veya üçüncü düzlemler içinde başka kafes kirişler geçmekte ve üç boyutlu hacimsel bir strüktür sistemi bulunmaktadır.

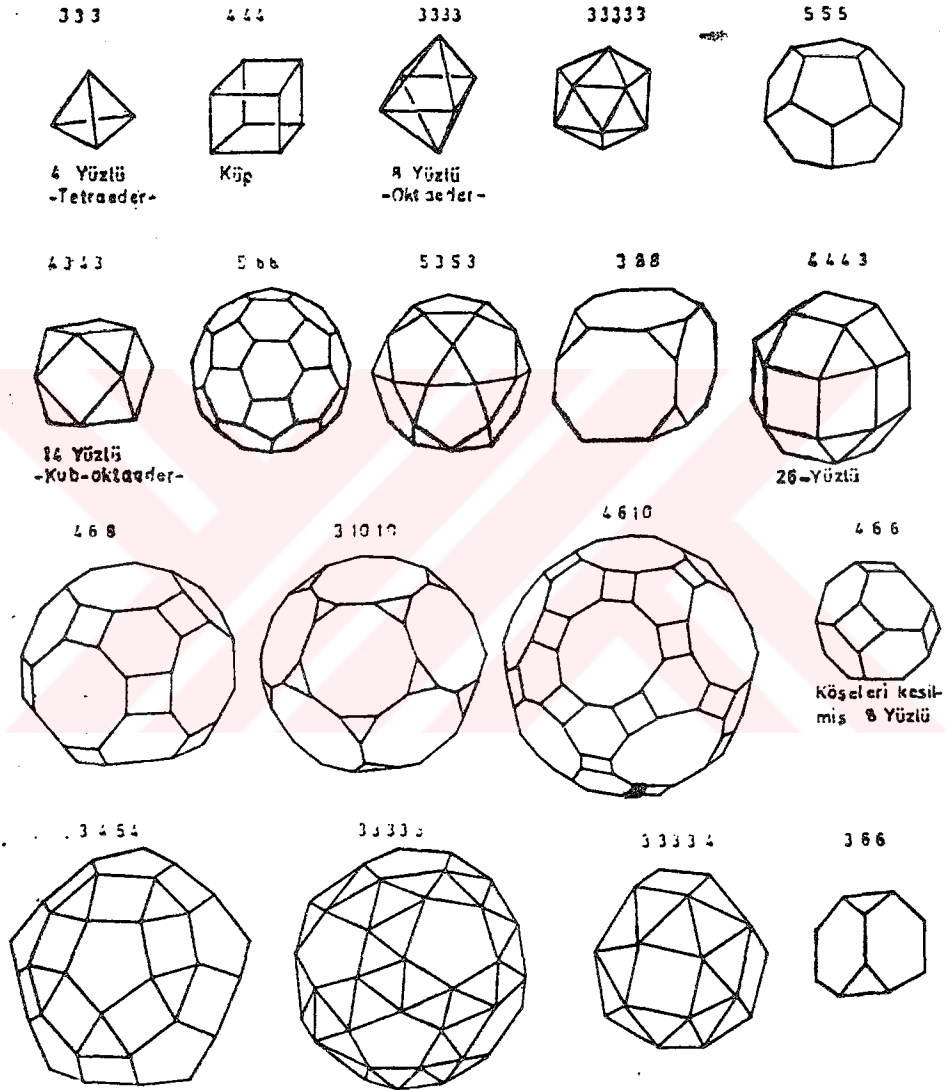
### **7.2. En Sıkı Küre Paketlemeleri**

En sıkı küre paketlemesi eşit büyüklükteki kürelerin en sıkı bir biçimde, en küçük uzay içinde paketlenmesidir.

Uzay paketlemede ortaya çıkan ve uzay çerçeve geometrisinde önemli yer tutan geometrik cisimler şunlardır (Şekil 7.1).

Tetraeder (Dört yüzlü), Yarım oktaeder (Yarım sekiz yüzlü), Küp oktaeder (Sekiz yüzlü), Küp oktaeder (14 yüzlü) dür.

Bu cisimler kendileriyle tekrar paketlenemezler. Tek istisna küptür. Diğerleri ancak bir başka cisimle veya onun parçalarıyla en sık, paketleme ilkesine bağlı kalarak arada boşluk bırakmadan uzayda paketlenabilir.



Şekil 7.1. Uzay strüktür türetiminde yararlanılabilecek düzgün ve yarı düzgün çokyüzlüler

### 7.3. Çok Yüzlülerin Sıralanması

Uzay çerçevelerin geometrik türetilmeleri en geniş anlam da çok yüzlü cisimlerin sıralanmasıyla gerçekleşmektedir. Geometri dalında sonsuz sayıda çok yüzlü bulunduğundan, bu tanımlamaya göre sonsuz uzay çerçeve geometrisinin türetilbileceği anlaşılmaktadır. Oysa bunların rasyonel yapılabilirlikleri söz konusu olunca sayılarında büyük bir azalma görülecektir. Prefabrikasyon ve seri üretimin ilk şartlarından biri olan bileşen tipi sayısının minimumda tutulabilmesi için uzay çerçeve geometrisi türetiminde kullanılacak çok yüzlülerin düzgün ve yarıdüzgün çokyüzlülerden seçilmesi zorunludur. Uzay çerçeve geometrisi için önem kazanan çok yüzlüler (Şekil 7.2.):

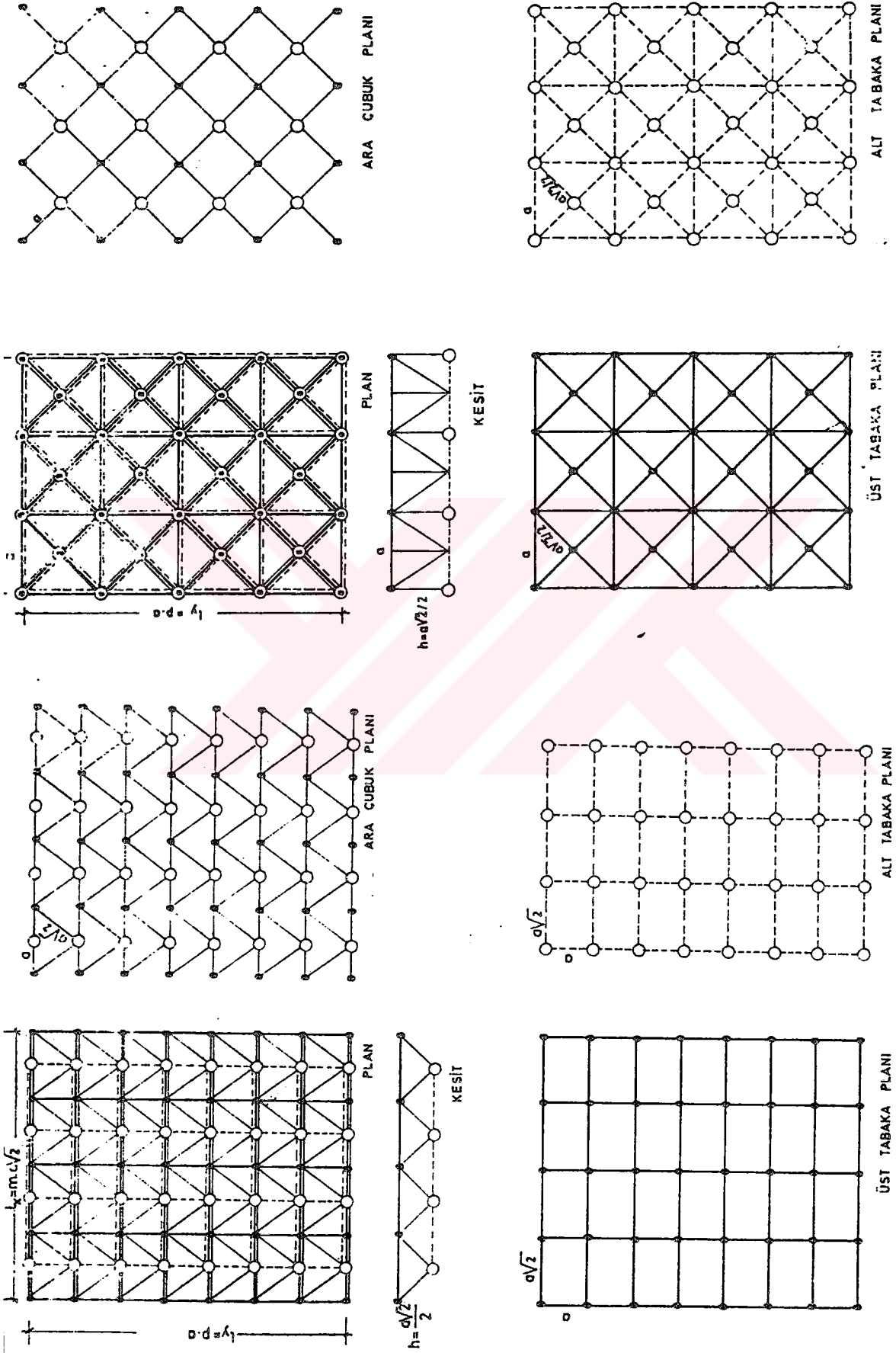
#### 7.3.1. Düzgün Çokyüzlüler

Bütün yüzeyleri özdeş olan, tüm köşelerinde eşit sayı ve uzunlukta kenar bulunan çokyüzlülere düzgün çokyüzlüler denir. Düzgün çokyüzlülerden ilk üçü, tetraeder, küp oktaeder uzay çerçeve türetiminde çok önemli bir yer tutarken, son ikisi (dodekaeder ve ikosaeder) jeodezik kubbelerin çıkış şekli olmaktadır.

#### 7.3.2. Özdeş Köşeli Yarı Düzgün Çokyüzlüler.

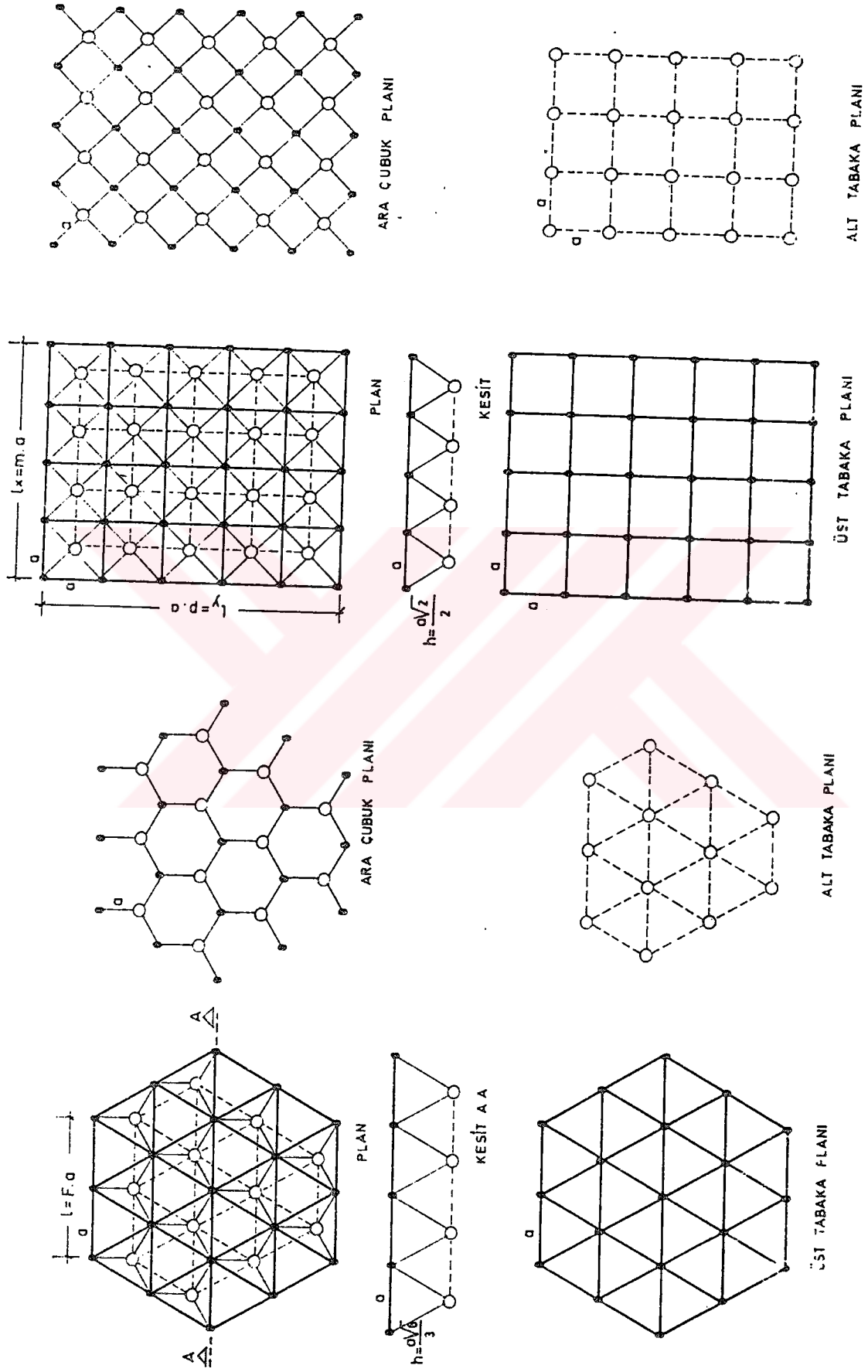
Yüzeyleri en az iki en çok üç değişik çokgen tipinden oluşan ve her köşede eşit uzunlukta kenarların birleştiği çok yüzlüler bu gruba girerler. Sayıları onüç olan yarıdüzgün çokyüzlülerden uzay çerçeveler için önemli olanları bir kaç tanedir (Kub-oktaeder=14 yüzlü, 26 yüzlü)[8].





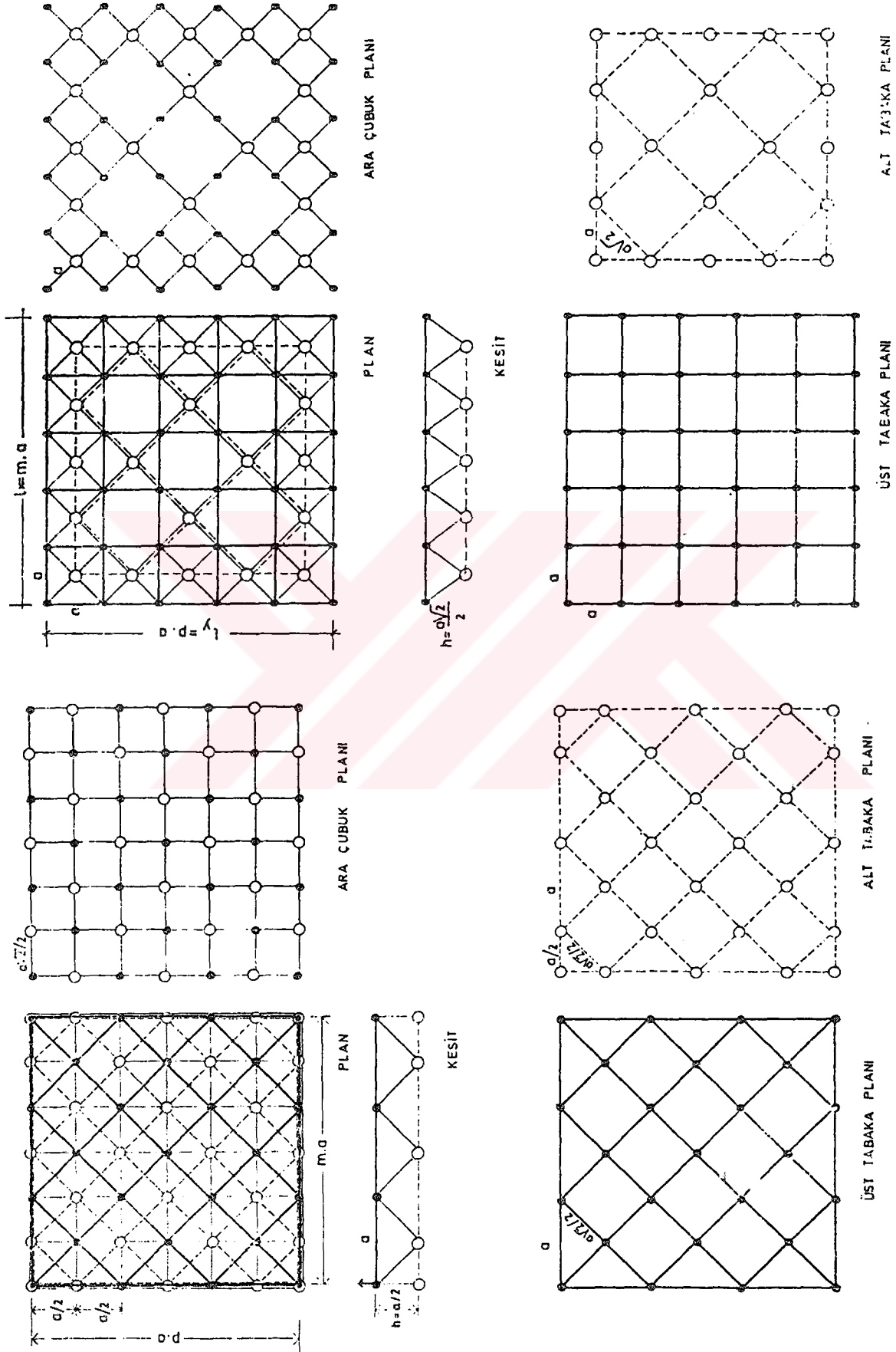
Şekil 7.4. İki yarım küp sıralaması

Şekil 7.5. 4x yarım küp sıralaması



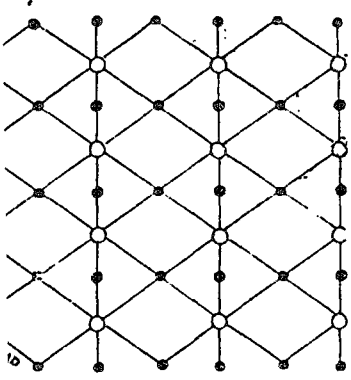
Şekil 7.7. Dört yüzlü ve yarım sekiz yüzlü sıralaması

Şekil 7.6. Dört yüzlü ve sekiz yüzlü sıralaması  
Altıgen plan üzerine

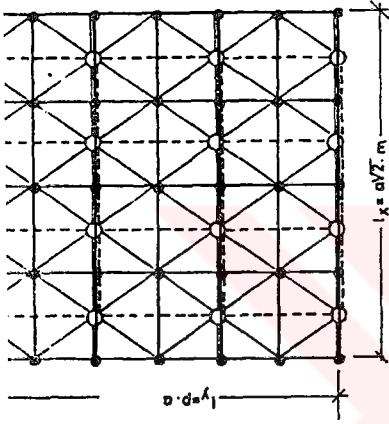


Şekil 7.8. Dört yüzlü ve yarım sekiz yüzlü sıralaması  
Yarım sekiz yüzlü kenara dik

Şekil 7.9. Yarım sekiz yüzlü ve yarım ondört yüzlü sıralaması



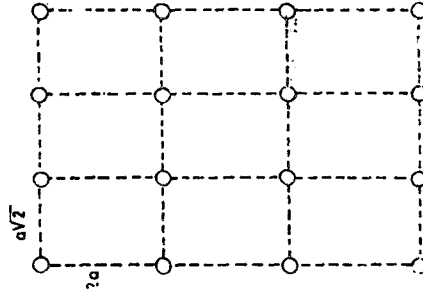
ara çubuk planı



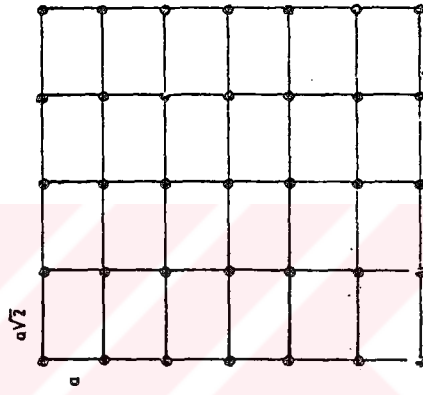
plan



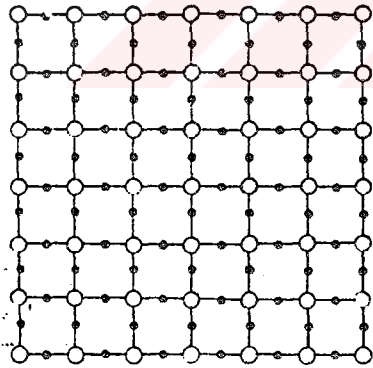
kesit



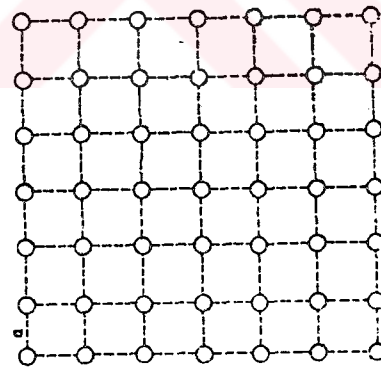
alt tabaka planı



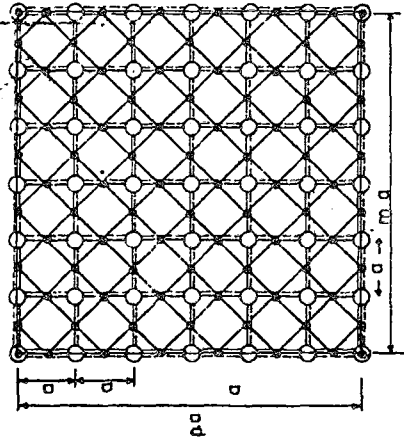
üst tabaka planı



ARA TABAKA PLANI



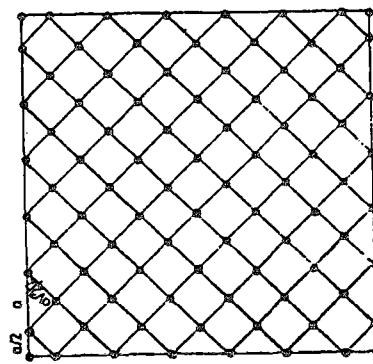
ALT TABAKA PLANI



PLAN



KESİT



ÜST TABAKA PLANI

Şekil 7.10. Yarım sekiz yüzlü ve yarım ondört yüzlü sıralaması

Şekil 7.11. Çeyrek sekiz yüzlü ve ondört yüzlü sıralaması

## **BÖLÜM 8. UZAY KAFES SİSTEMLERDE KORUMA VE ÖRTÜ GEREÇLERİ**

### **8.1. Korozyona Karşı Koruma**

Çubuklar ve somunlar sıcak daldırma galvaniz yapılır. Bu galvanizleme işleminde önce borular özel banyolarda yağ ve pastan arındırılır. Daha sonra bu borular 400-500 °C de erimiş çinko banyolarına sokulur. Çinko çelik yüzeye iyice nüfuz eder. Demir metali ile kaplama arasında meydana gelen kimyasal reaksiyon sonucu çinko demir kristalleri oluşur. Çinko banyosundan çıkan elemanlar, ayrıca bir tabaka saf çinko ile kaplanırlar. Minimum çinko kalınlığı 50 mikrondur.

Somunlar ve ilave aksesuar küçük parçalar sıcak daldırma galvaniz işleminden sonra DIN 50976 ya uygun minimum kaplama kalınlığı sağlamak için santrifüj işlemine tabi tutulur. Sıcak daldırma galvaniz en küçük boşluklara nüfuz ettiği için çok uzun yıllar koruma sağlar. Daha sonra galvaniz üzerine yapılacak ilave koruma malzemelerinin tatbiki ile bu süreler önemli ölçüde arttırılmaktadır. Aşık, kolon, mesnet v.s. gibi büyük parçaların sıcak daldırma ile galvanizlenmesi bazı hallerde mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda sıcak daldırma galvaniz yerine püskürtme sprej galvaniz yapılabilir.

### **8.2. Toz Boya**

Çubuk elmaları ve somun ile küreler galvanizlemeden sonra yüksek evsafı plastik toz boya ile boyanmaktadır.

Kaplama işlemi sırasında, karboksil ihtiva eden poliester tozu, ilave

katkı maddesi konmadan, elektrostatik bir alan içinde galvaizli borulara ve somunlara püskürtülür. Bu toz boya, 200 °C'lik fırında pişirilerek sertleştirilir. Bu işlem sonunda bütün yüzeyleri tamamen kaplayan düzgün, parlak ve 80 mikron kalınlığında bir film tabakası oluşur. Bu boya renkleri beynelmilel RAL katoloğundan seçilir. Bütün renkler uygulanabilir. Çeşitli tonlarda, mat, yarımat, yarı parlak ve tam parlak yüzeyler, tonlar sağlanabilir.

Somunlarda diğer elemanlar gibi kaplanır. Yalnız bu elemanlar yüksek gerilmelere maruz kaldıklarından galvaniz banyosundan sonra ve toz boya yapılmadan önce meydana gelen gerilme gevrekliğinin alınması için sıcak as-tar banyosuna bastırılırlar ve sonra boyanırlar.

Elektrostatik toz boya, darbelere mukavim olduğundan alışılmış yaş bo-yalara ve şantiyede yapılan boyalara göre çok daha uzun ömürlüdür. Bu boya -35 °C ile +280 °C arasındaki sıcaklıklara dayanıklı olup, ultraviyole ışınları-na da mukavemetlidir. Aşınmaya karşı çok dayanıklıdır. Üzerinde kabarcık-lar, pütürler ve lekeler oluşmaz.

### **8.3. Asbest Elyafı Çimentolu Örtü Malzemeleri**

Bu gerecin hammaddesi olan asbestin kansorejen etkisi olduğu tesbit edilmiştir. Solunum yoluyla alınan asbest belirli bir süre sonra kanser yap-maktadır. Yangına karşı dayanımı, işlenme kolaylığı ve çelik, ahşap aşıklara monte edilebilmesi gerecin olumlu yanlarıdır. Baca dibi, mahya ve fener de-tayları mevcuttur. Isı yalıtımı için poliüretan ile sandviç detaylar yapılabil-mektedir. Korozyon sorunu yoktur. Olumsuz yanlarından biri malzemenin yalnızca düz yüzeylere monte edilebilmesidir.

#### 8.4. Bitkisel Elyafli Bitüm Emdirilmiş Örtü Gereçleri

İçerisindeki bitüm katkısından dolayı yanıcı bir gereçtir. İşleme kolaylığı çok iyidir. Ahşap ve çelik aşıklara monte edilebilen, çok hafif bir gereçtir. Korozyondan etkilenmemektedir. Kırılabilirliği çok düşüktür. Nem yalıtımı açısından başarılıdır. Elastik oluşu ayrı bir avantaj sağlamaktadır. Pütürlü yüzeyinden dolayı ses yutuculuğu fazladır. Çeşitli renklerde üretilmesi dekoratif özellik kazandırmaktadır. Isı izolasyonunu arttırmak için iki levha arasına poliüretan püskürtülerek sandviç örtü elde edilebilmektedir. Eğimli yüzeylerde rahatlıkla kullanılmaktadır.

#### 8.5. Galvanizli Sac Örtü Gereçleri

Türkiye'de üretilen saclar sürekli sıcak daldırma metoduyla T.S. 822 normuna uygun olarak üretilmektedir. Korozyondan etkilenmektedir. Eğimli yüzeylerde kullanılmaktadır. Kırılabilirliği yoktur. Sandviç detaylandırmaya gidilebilir. Isı köprüleri önlenememektedir. Fener, mahya, baca gibi detayları yoktur. Montaj esnasında delinen gereç çinkosu kalmadığından korozyona açık hale gelmektedir.

#### 8.6. Alüminyum Örtü Gereçleri

Düz, trapez ve sinüs olarak adlandırılan profilleri mevcuttur. 1.70 m. den 12.00 m. uzunluğa kadar üretilmektedir. Mahya, sıva dibi, saçak altı, kenar kaplama detayları da üretilmektedir. Korozyondan fazla etkilenmez. Poliüretan ile birlikte sandviç olarakta üretilir. Poliüretan sayesinde ses ve ısı yalıtımı birlikte sağlanmış olmaktadır.

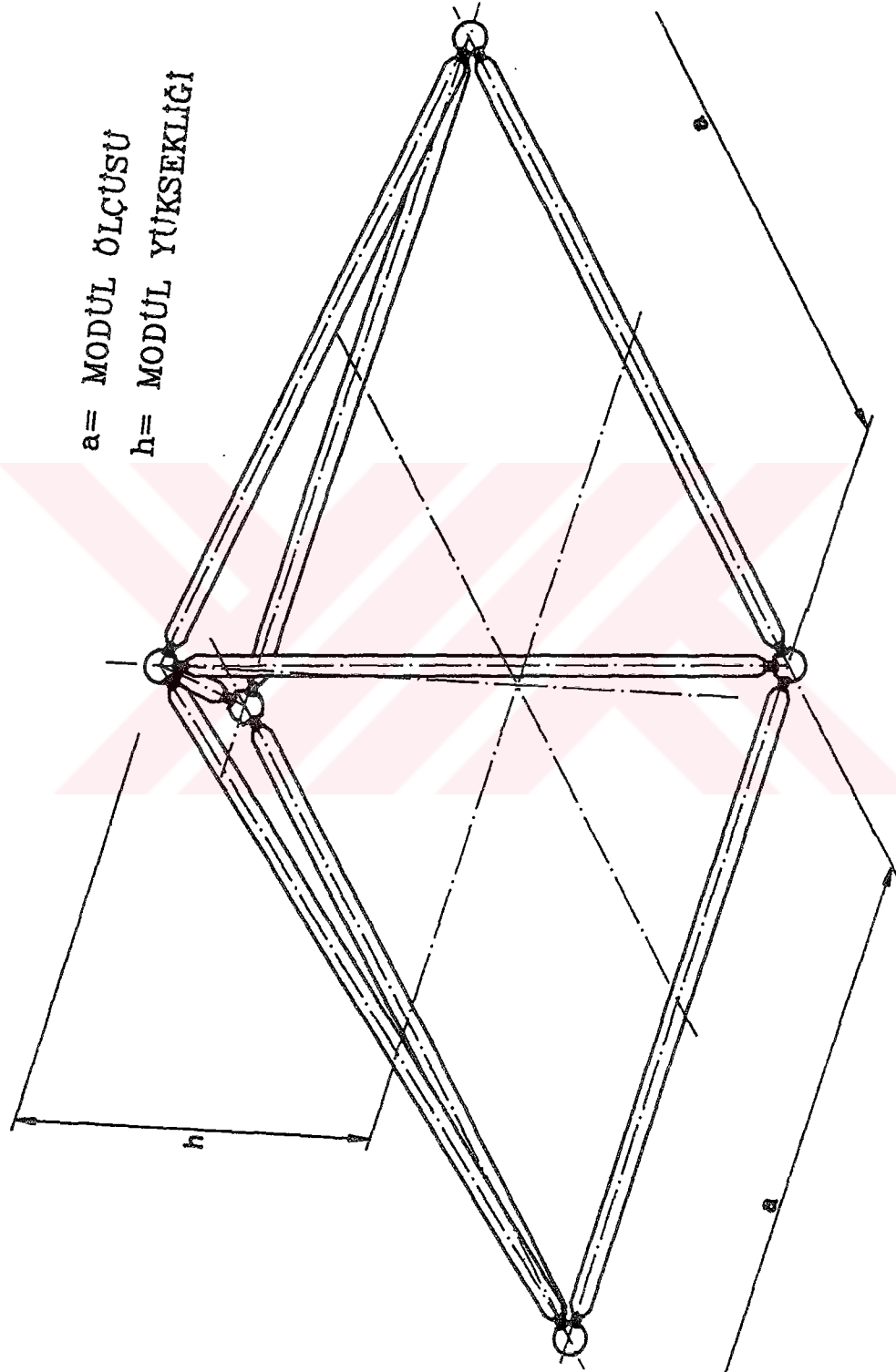
### 8.7. Cam Elyaf Takviyeli Polyester Örtü Gereçleri

Eğimli yüzeylerde kullanılmaktadır. Bütün detaylar üretilmektedir. Profiller ondüle, oluklu ve trapez olarak adlandırılmaktadır. Sandviç sistemlerde uygulanır. Korozyondan etkilenmez. Çeşitli renklerde üretilebilir. Yanıcı olması olumsuz yanıdır.

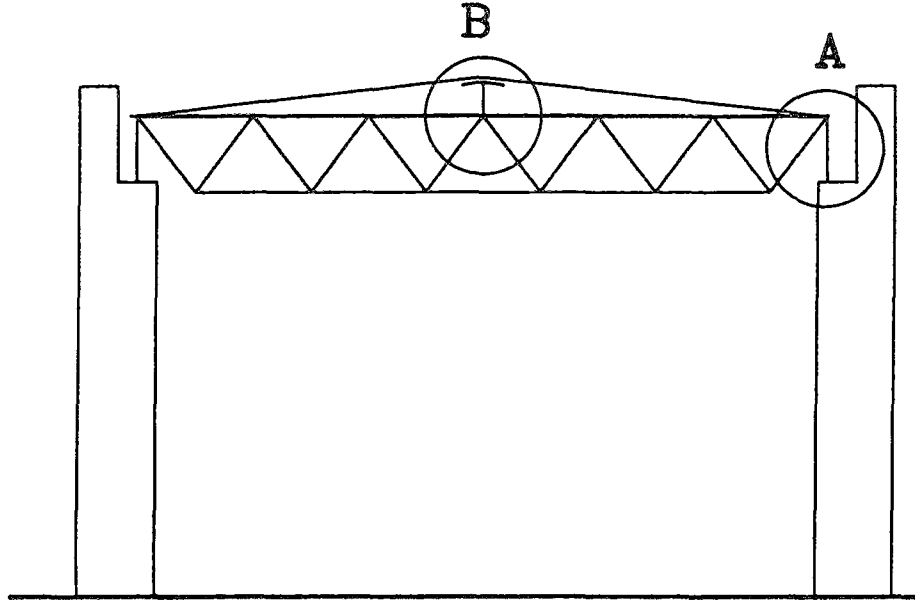
### 8.8. Gazbeton Örtü Gereçleri

Kireç, kuvarsit, çimento, su ve aliminyum tozu karışımı ile elde edilen bir hafif gazbeton gereçtir. Ayrıca izolasyon maddesi veya örtü gereci istemektedir. Isı, ses ve nem yalıtımı yapmaktadır. Kolay işlenebilir. Eğimli yüzeylerde her zaman uygulanamamaktadır [9].

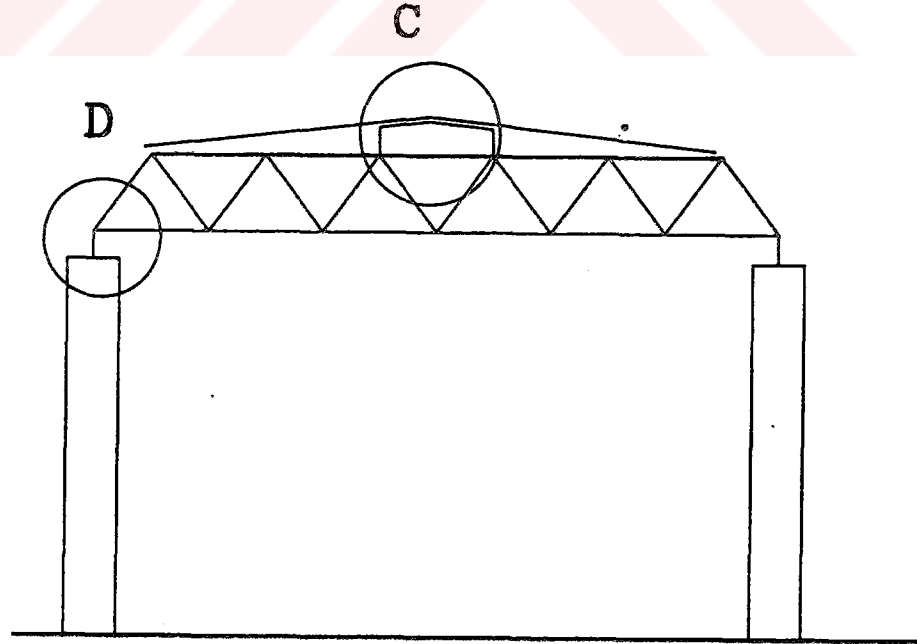
## BÖLÜM 9. GENEL SİSTEM DETAYLARI [10]



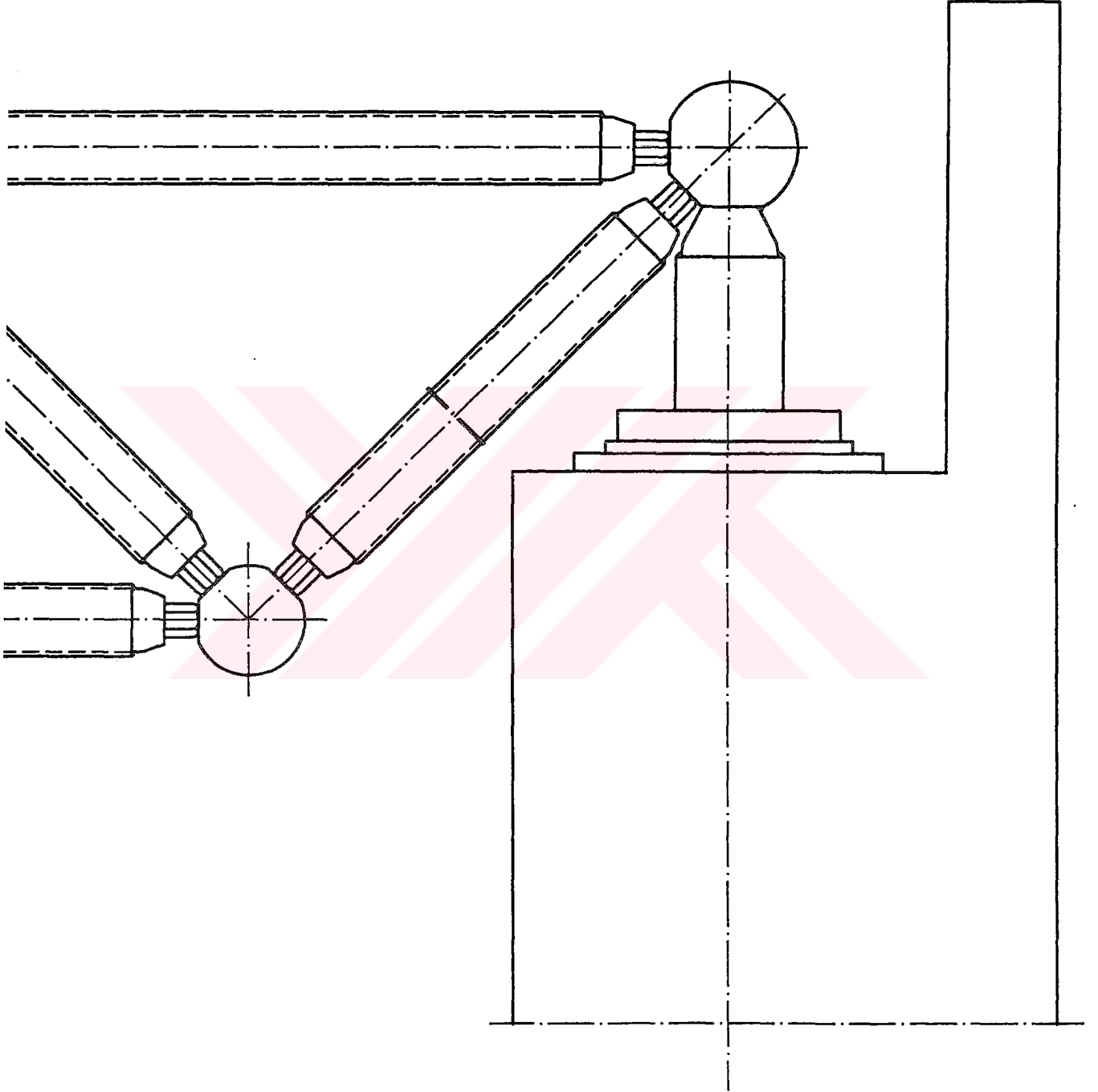
Şekil 9.1. Tipik uzay sistem modülü [10]



Şekil 9.2. Üst Başlıktan Oturan Sistem [10]

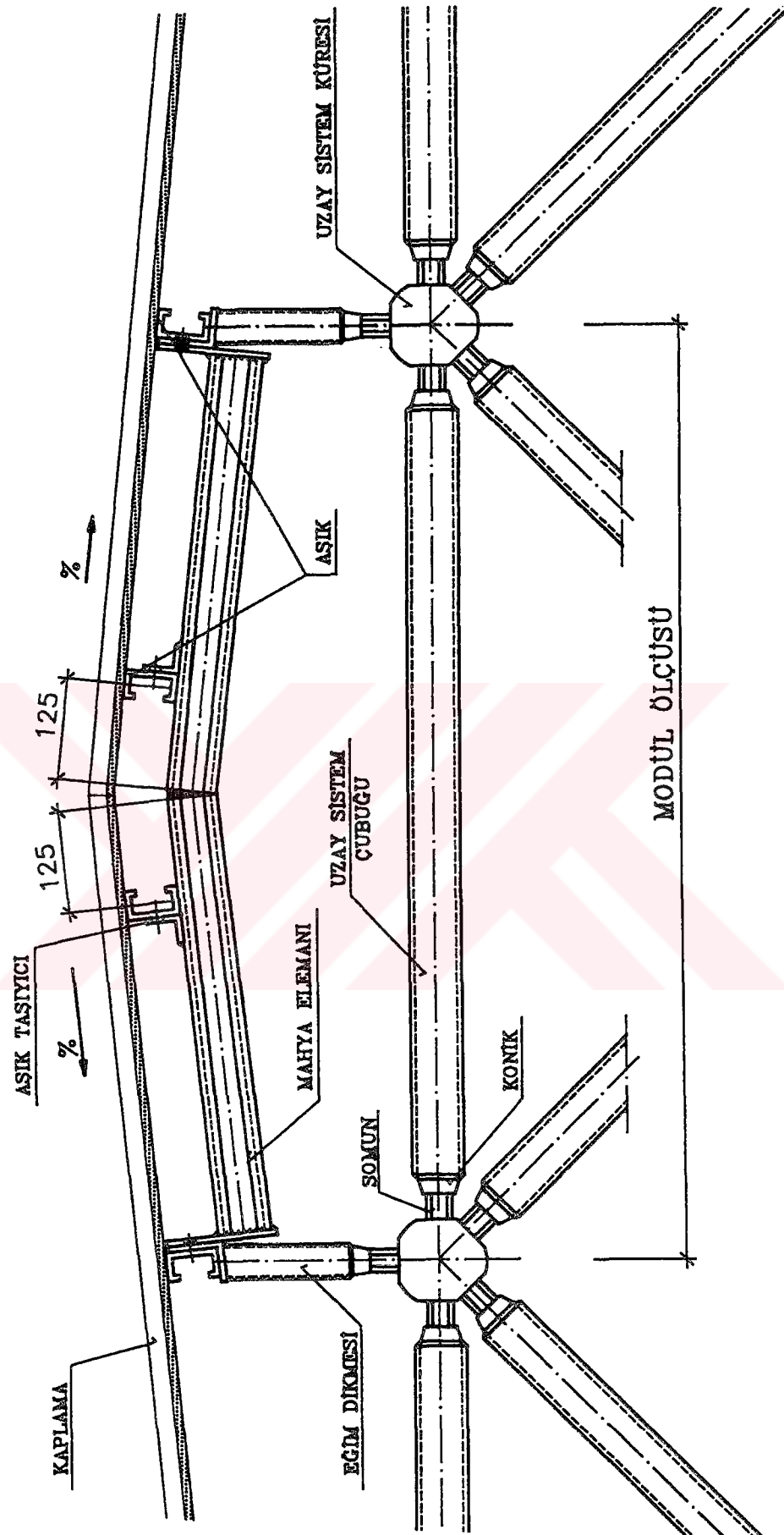


Şekil 9.3. Alt Başlıktan Oturan Sistem [10]

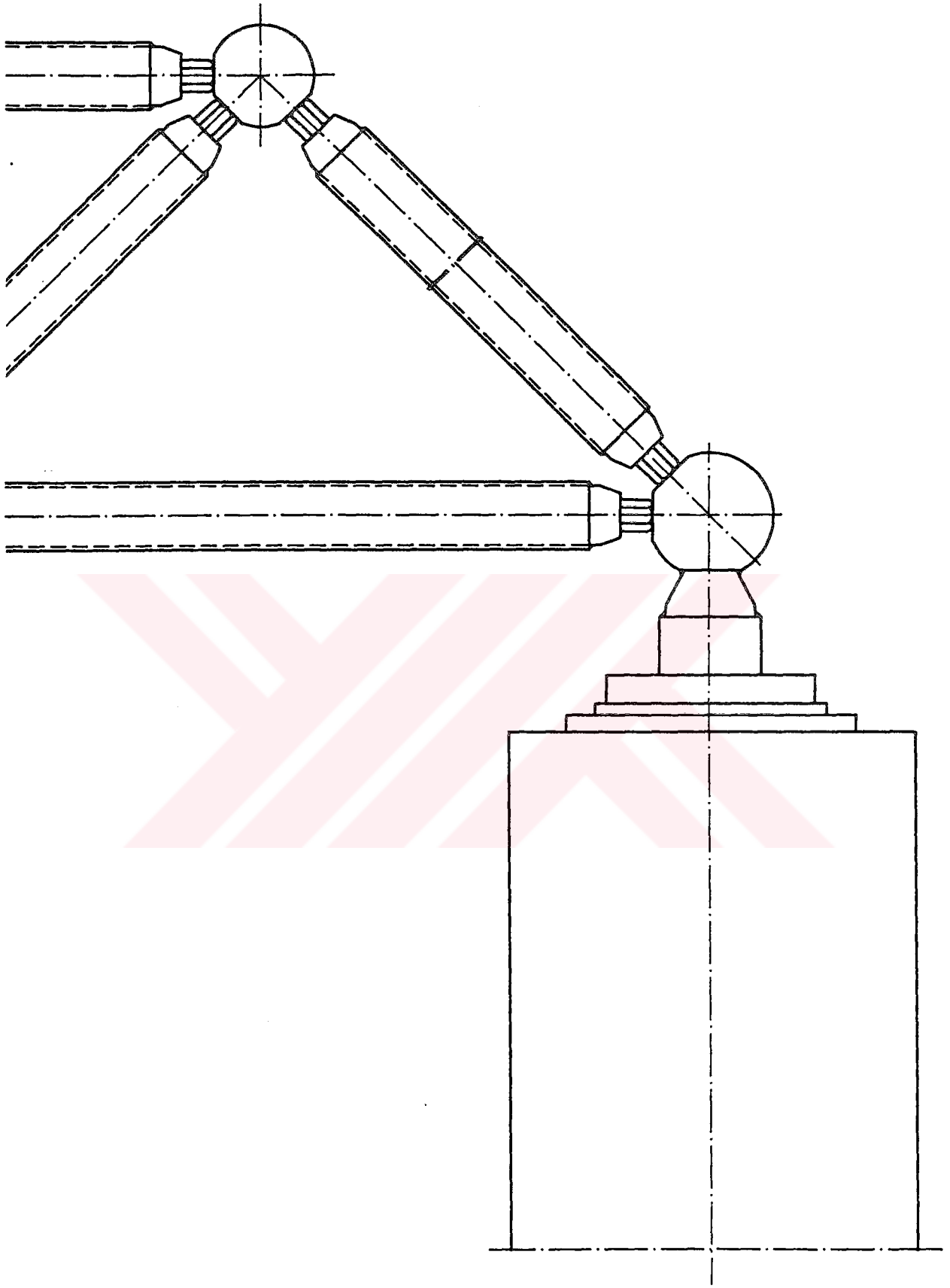


Şekil 9.4. Üst Başlıktan Mesnetleme (A detayı) [10]

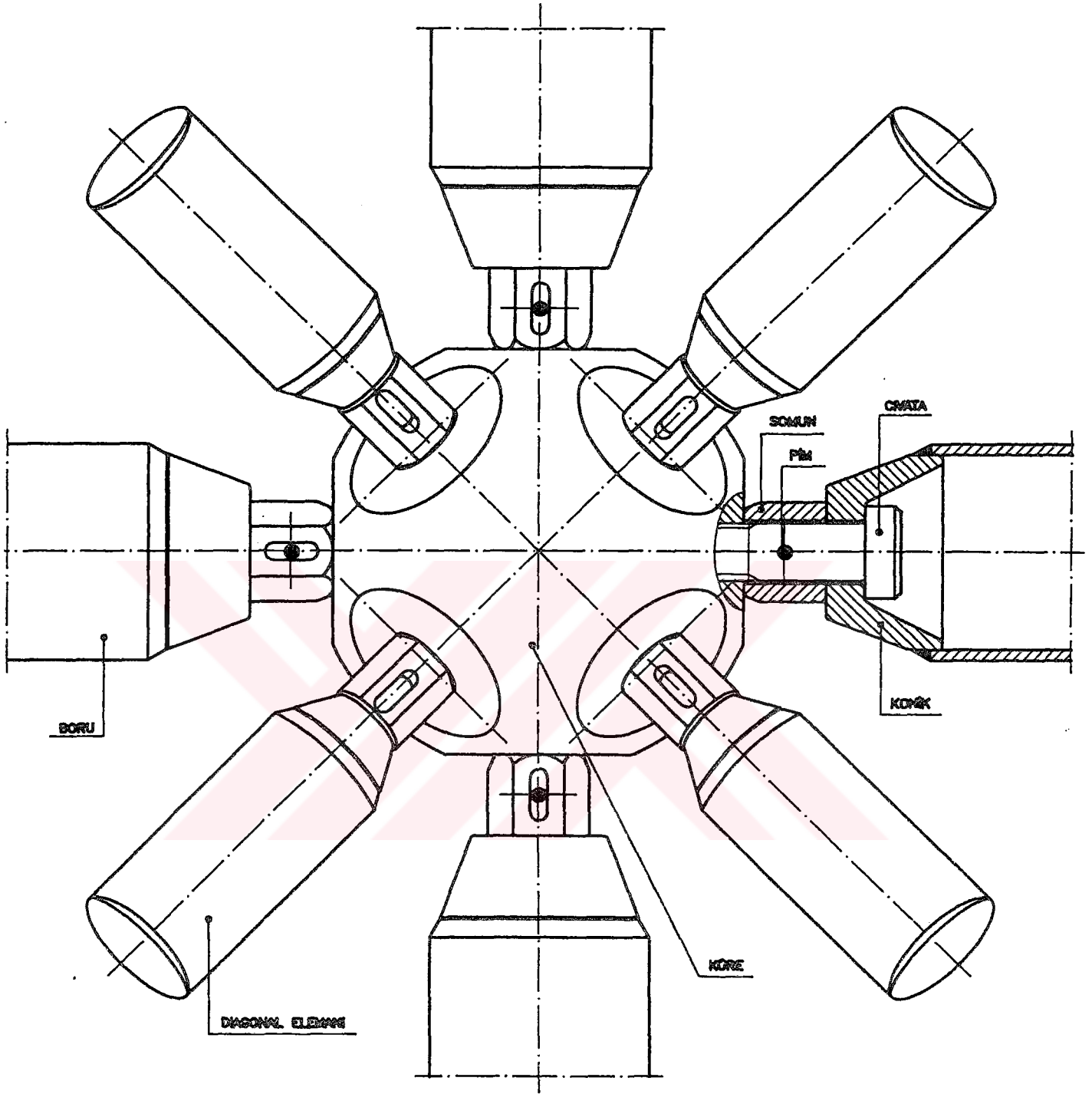




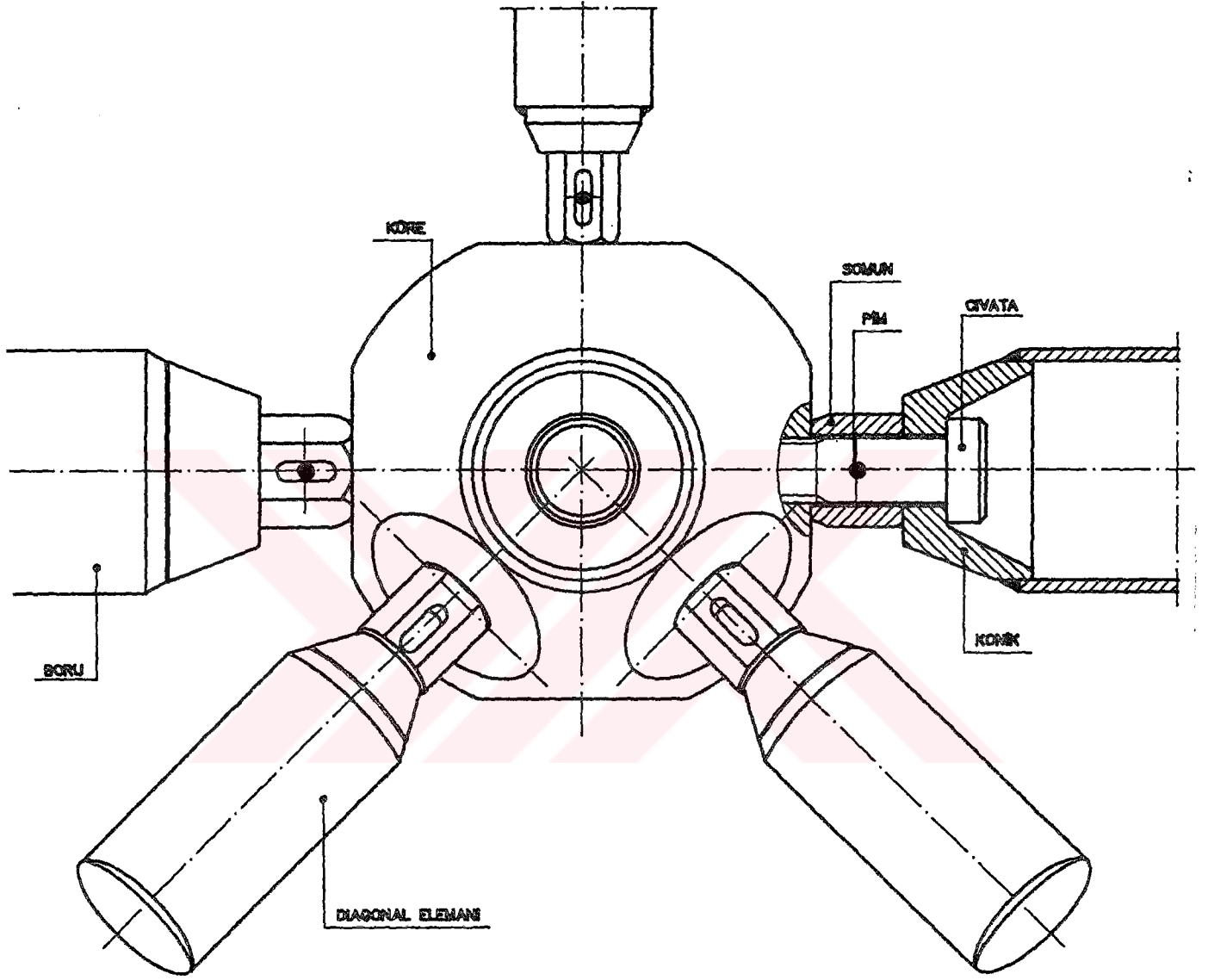
Şekil 9.6. Mahya elemanı detayı (C Detayı) [10]



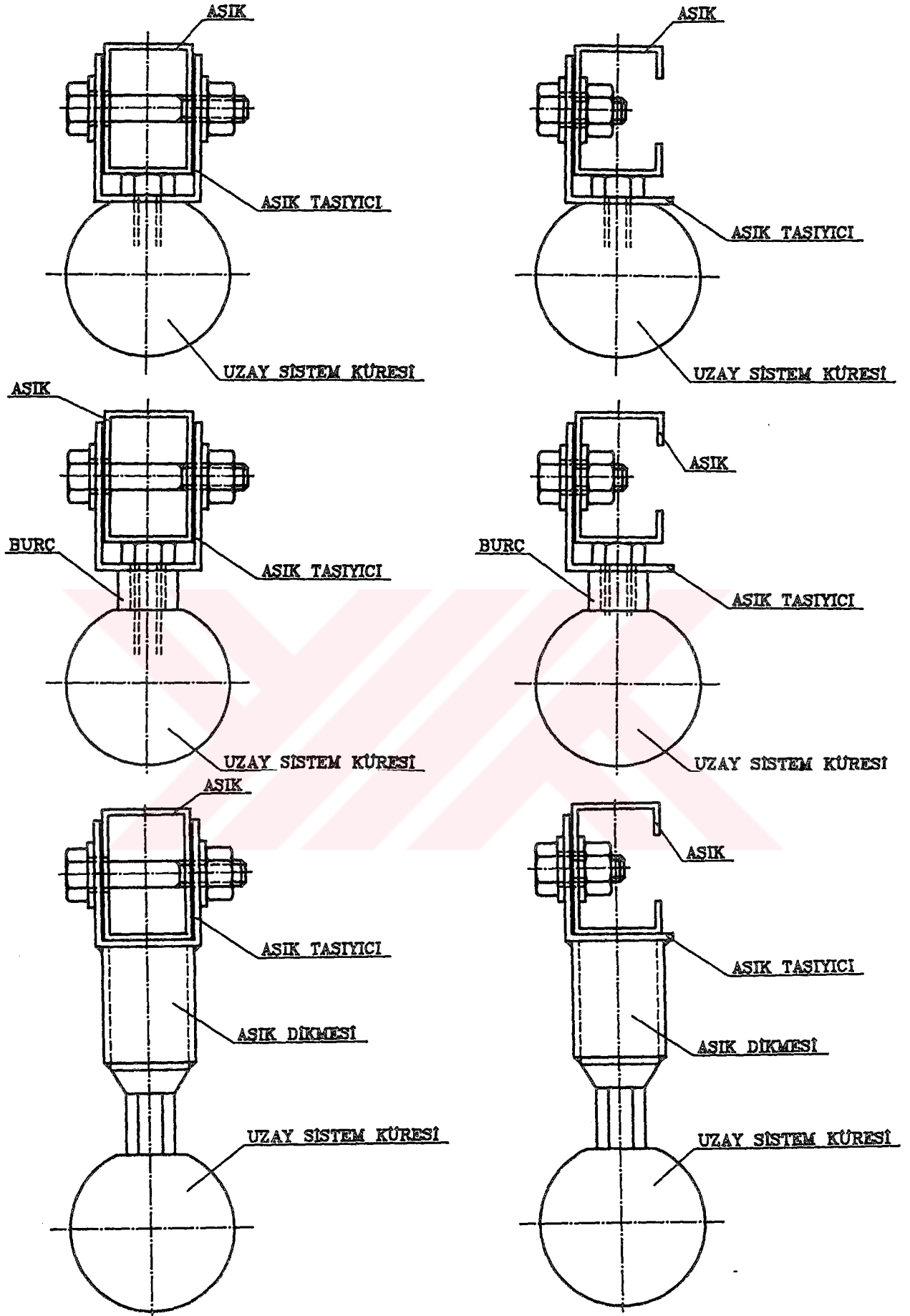
Şekil 9.7. Alt başlıktan mesnetleme (D Detayı) [10]



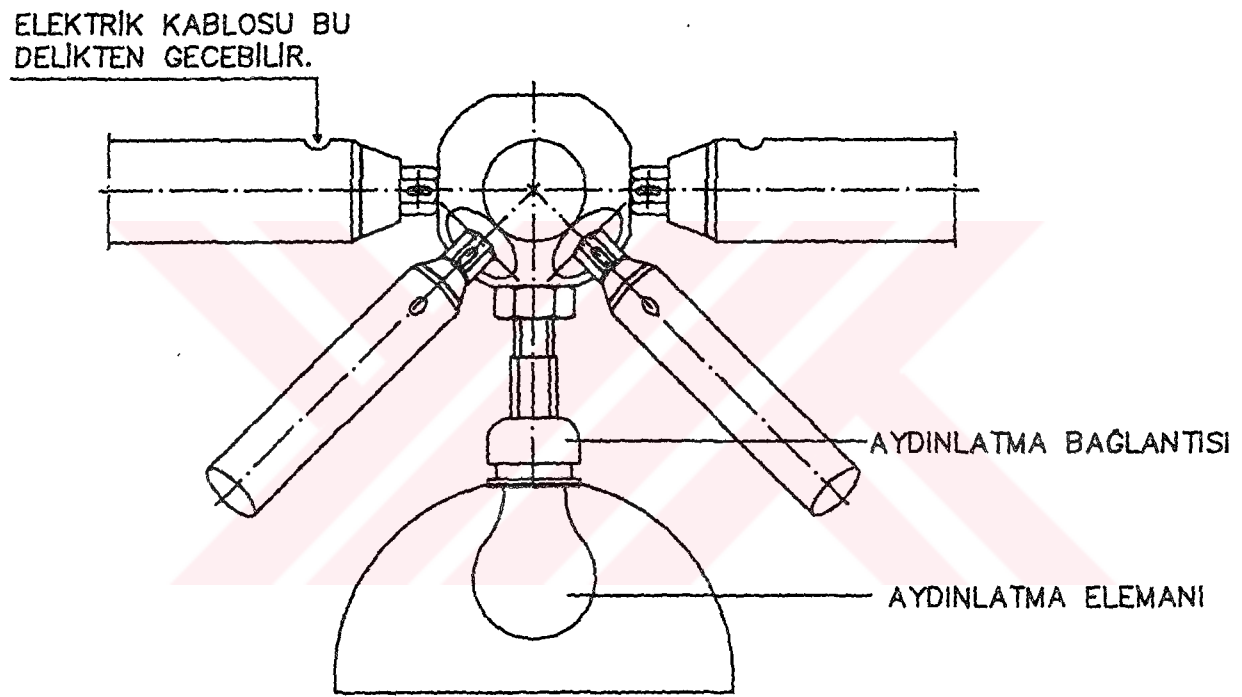
Şekil 9.8. Tipik bağlantı - Alt başlık [10]



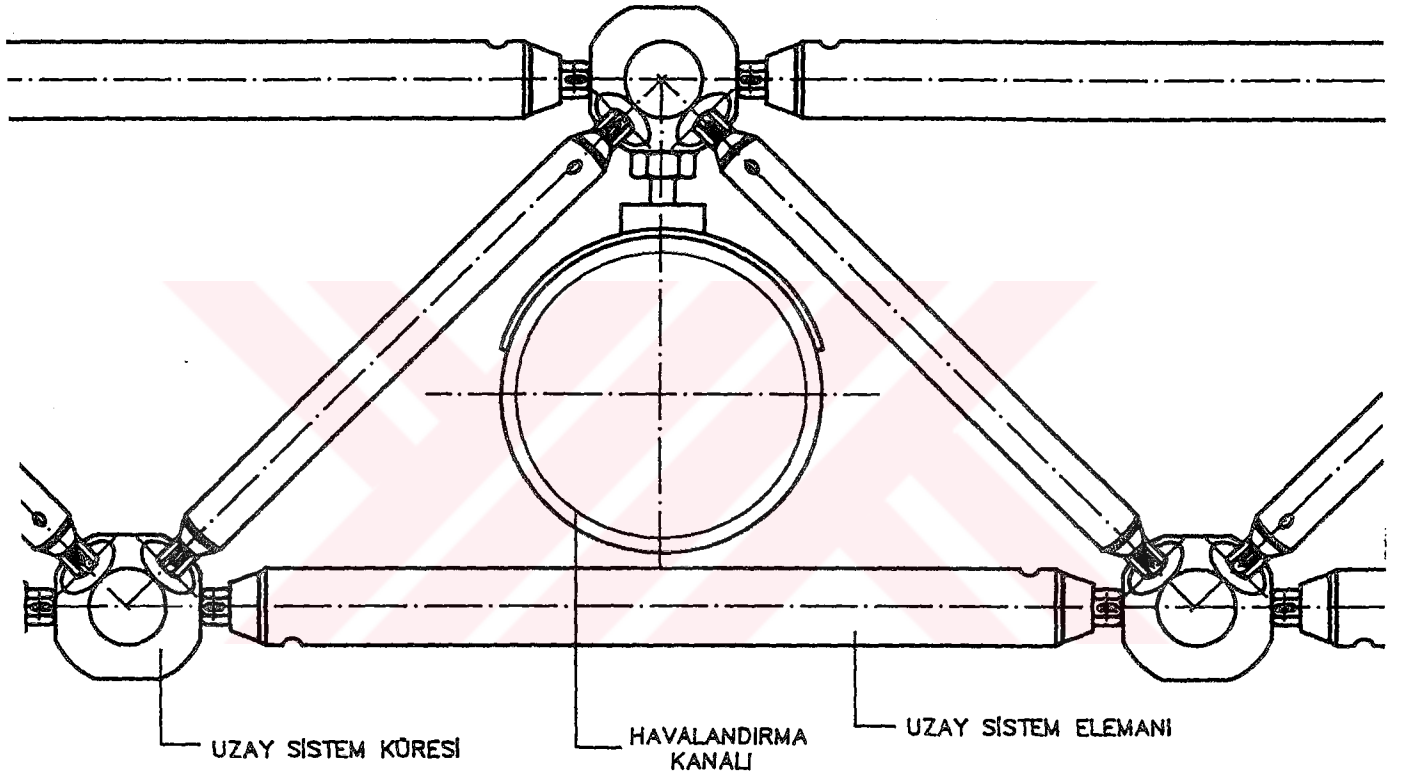
Şekil 9.9. Tipik bağlantı - Üst başlık [10]



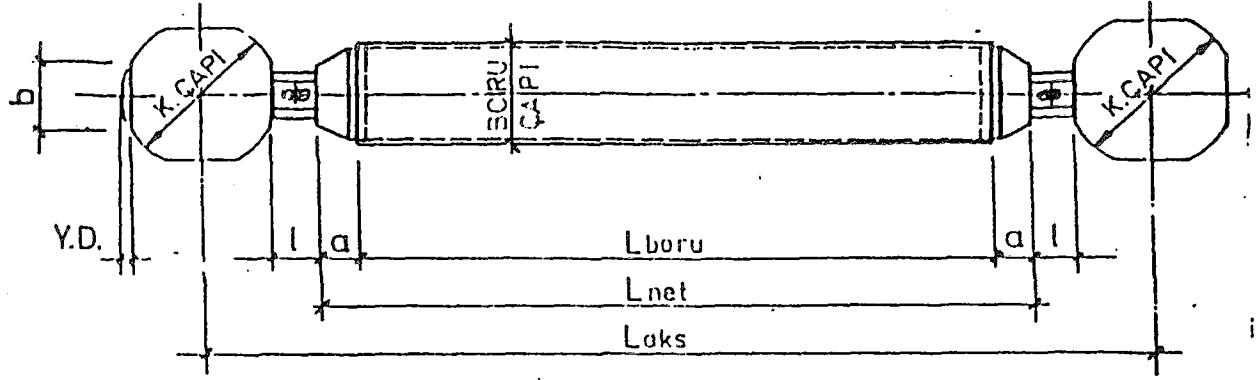
Şekil 9.10. Eğim dikmesi detayları [10]



Şekil 9.11. Aydınlatma elemanı bağlantı detayı [10]



Şekil 9.12. Havalandırma kanalı bağlantı detayı [10]

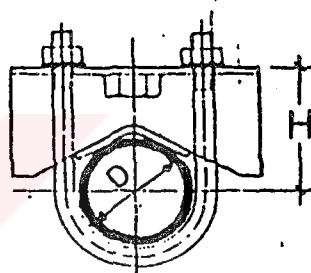


## KÜRELER

| ÇAP | max somun | Y.D. | b    | agirlik (gf.)<br>tk. | kk.  |
|-----|-----------|------|------|----------------------|------|
| 50  | 17 / 11   | 2    | 19.6 |                      | —    |
| 60  | 24 / 13   | 2.5  | 24   | 890                  | —    |
| 75  | 30 / 22   | 3.5  | 31.6 | 1750                 | —    |
| 90  | 36 / 22   | 4    | 37   | 3000                 | 2700 |
| 110 | 46 / 22   | 5    | 45.8 | 5470                 | 4800 |
| 132 | 46 / 32   | 6    | 55   | 9030                 |      |
| 154 | 46 / 32   | 7    | 64.1 |                      |      |
|     | /         |      |      |                      |      |
|     | /         |      |      |                      |      |

## KELEPÇELER

| D      | H   |  |
|--------|-----|--|
| 1 1/4" | 53  |  |
| 1 1/2" | 56  |  |
| 2"     | 63  |  |
| 2 1/2" | 72  |  |
| 3"     | 80  |  |
| 4"     | 104 |  |
| 5"     | 119 |  |
|        |     |  |
|        |     |  |



## KONİKLER

| BORU ÇAP                | inc. | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"   | 2 1/2" | 3"   | 3" * | 4"    | 5"    |  |
|-------------------------|------|--------|--------|------|--------|------|------|-------|-------|--|
| Ø                       | m.m. | 42.4   | 48.3   | 60.3 | 76.1   | 88.9 | 88.9 | 114.3 | 139.7 |  |
| konik tam boyu          |      | 18     | 24     | 31   | 39     | 45   | 45   | 60    | 84    |  |
| a                       |      | 14     | 20     | 27   | 35     | 41   | 40   | 52    | 76    |  |
| boru içinde kalan kısım |      | 4      | 4      | 4    | 4      | 4    | 5    | 8     | 8     |  |

[\* ETLİ BORU]

## SOMUNLAR

|       |  | 3"(elli) DAHİL AŞAĞISI<br>BORULAR İÇİN |  |  |       |       |       |       |       | 4" DAHİL YUKARISI<br>BORULAR İÇİN |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|--|----------------------------------------|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SOMUN |  |                                        |  |  | 17/11 | 19/13 | 24/13 | 26/18 | 28/18 | 30/18                             | 36/18 | 36/22 | 41/22 | 46/22 | 50/22 | 55/22 | 60/22 | 65/22 | 41/29 | 46/29 | 50/29 | 60/29 | 70/29 | 75/29 | 46/32 | 46/35 | 50/35 | 55/35 | 60/35 | 60/38 | 65/38 | 60/44 | 65/44 | 70/44 | 75/48 | 70/50 |
| 1     |  | 28                                     |  |  |       |       |       |       |       |                                   |       |       | 45    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Şekil 9.13. İmalat için kullanılan normlar [10]

## BÖLÜM 10. ÖRNEKLER

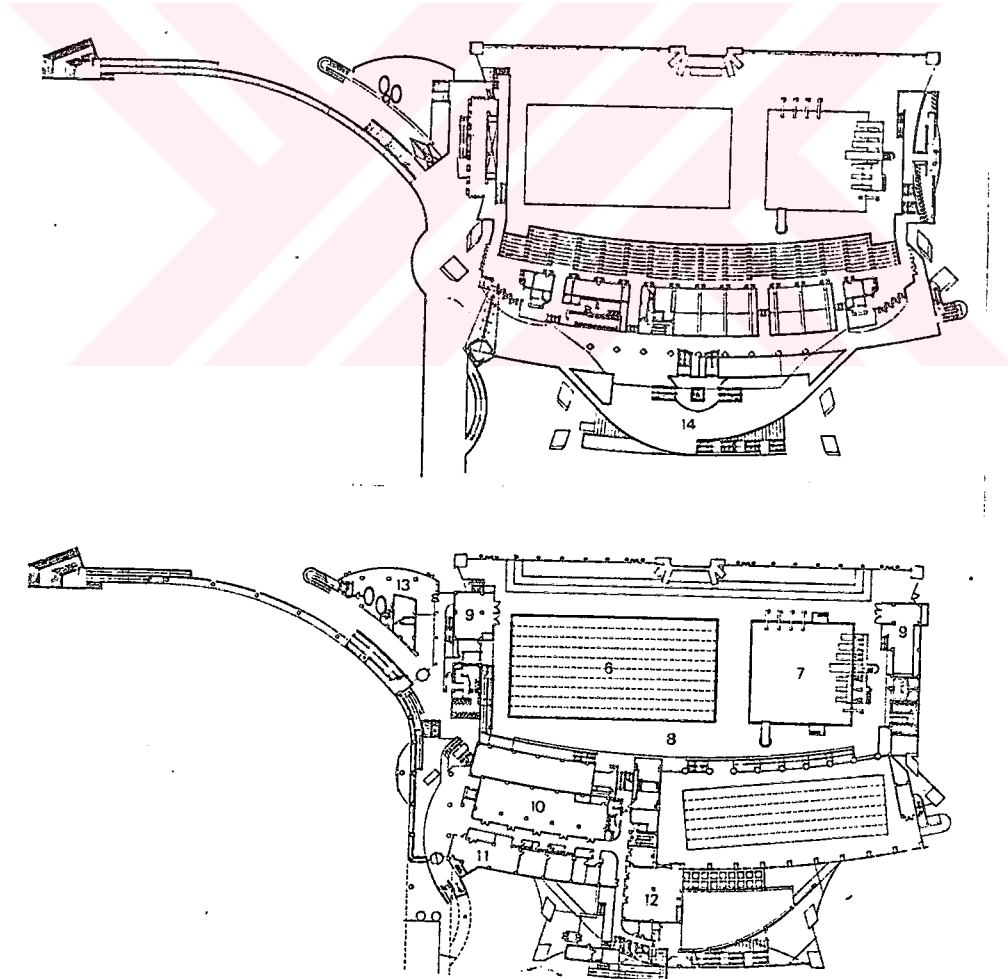
### 10.1. Tokyo Tatsumi Uluslararası Yüzme Merkezi

**Tasarımcı: Mitsuru Senda + Enviroment Design Institute**

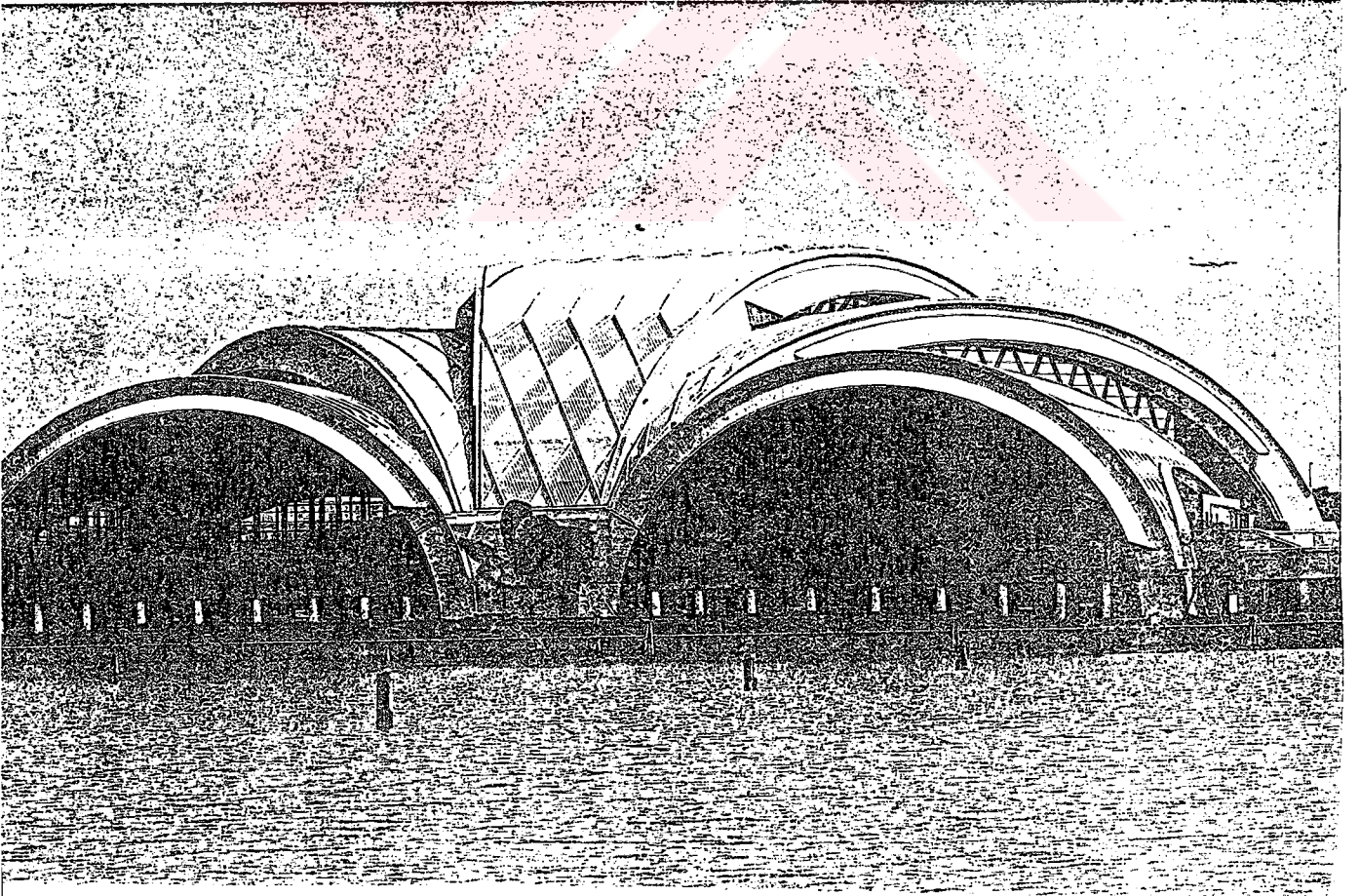
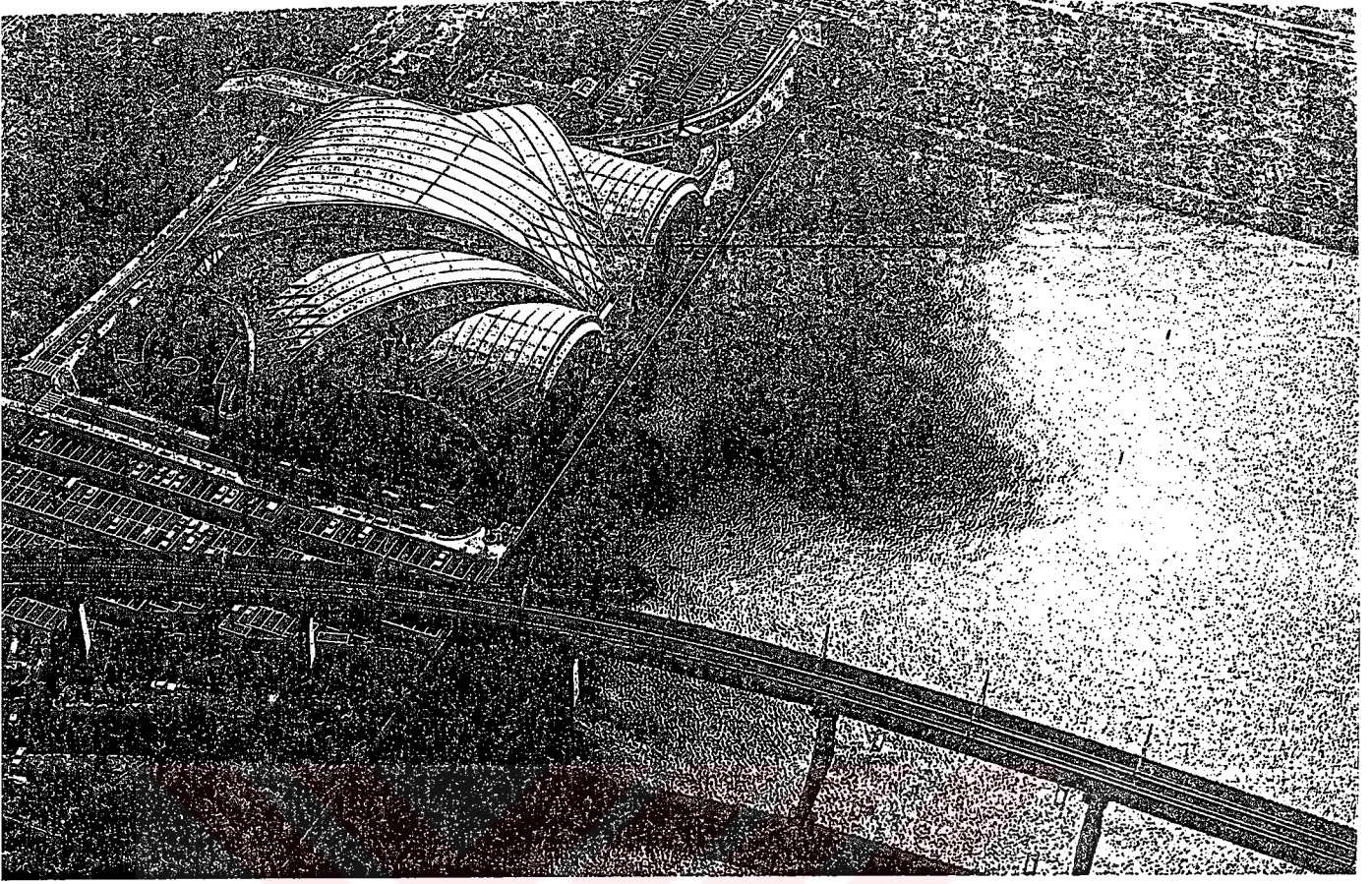
Tokyo limanının sahil şeridinde bulunup hem uluslararası hemde halka açık kullanımlar için tasarlanmıştır.

Dış görüntüsü kanatlarını çırpıp bir deniz kuşunu anımsatmakta olup, üst üste binmiş beş tane kemerden oluşmuştur.

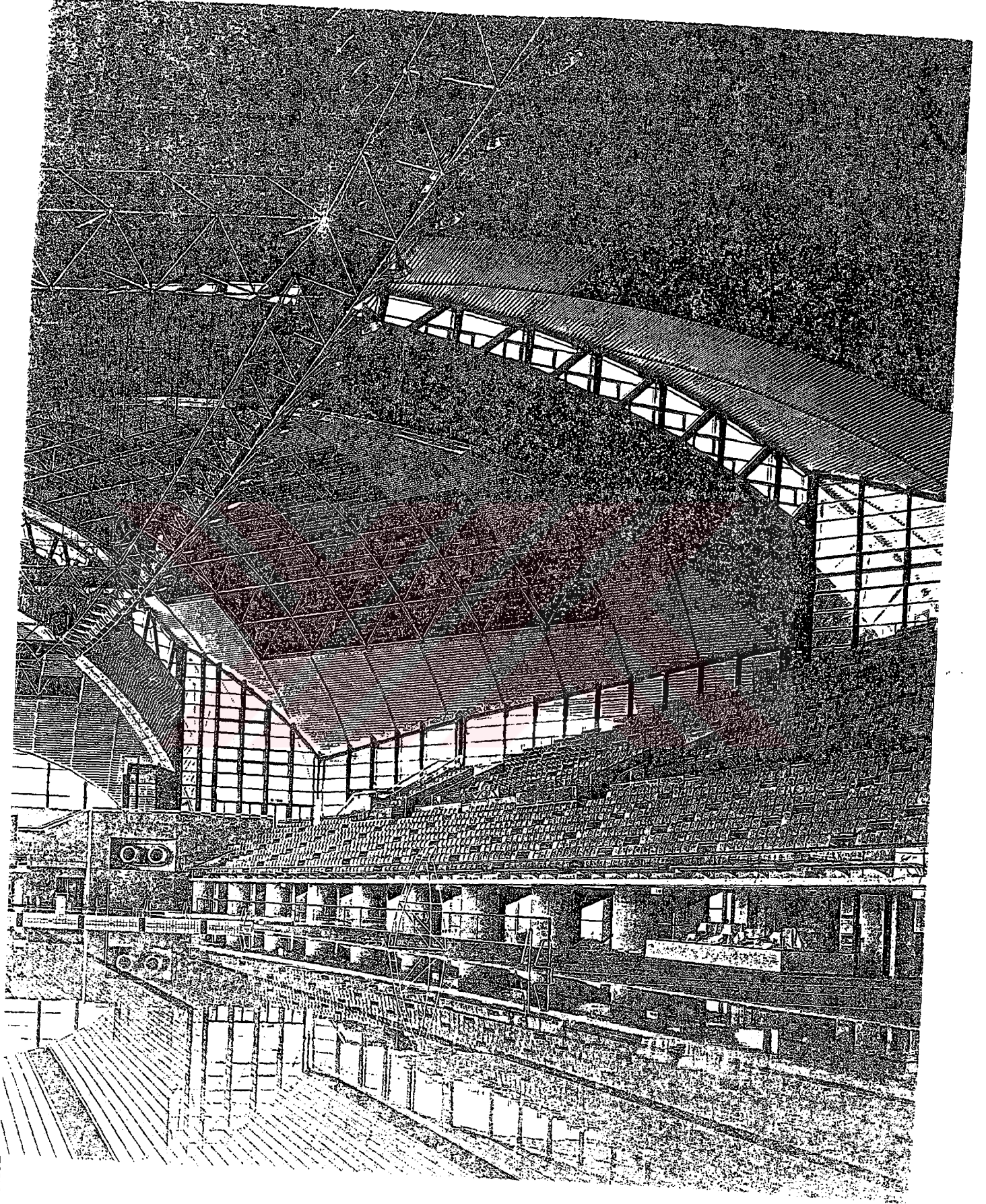
Kayar tabanıyla havuz derinlikleri değiştirilebilmektedir. Üstü polimer boyalı çelik panellerle kaplanmıştır. 100 m'nin üstünde açıklıklar geçilmiştir[11].



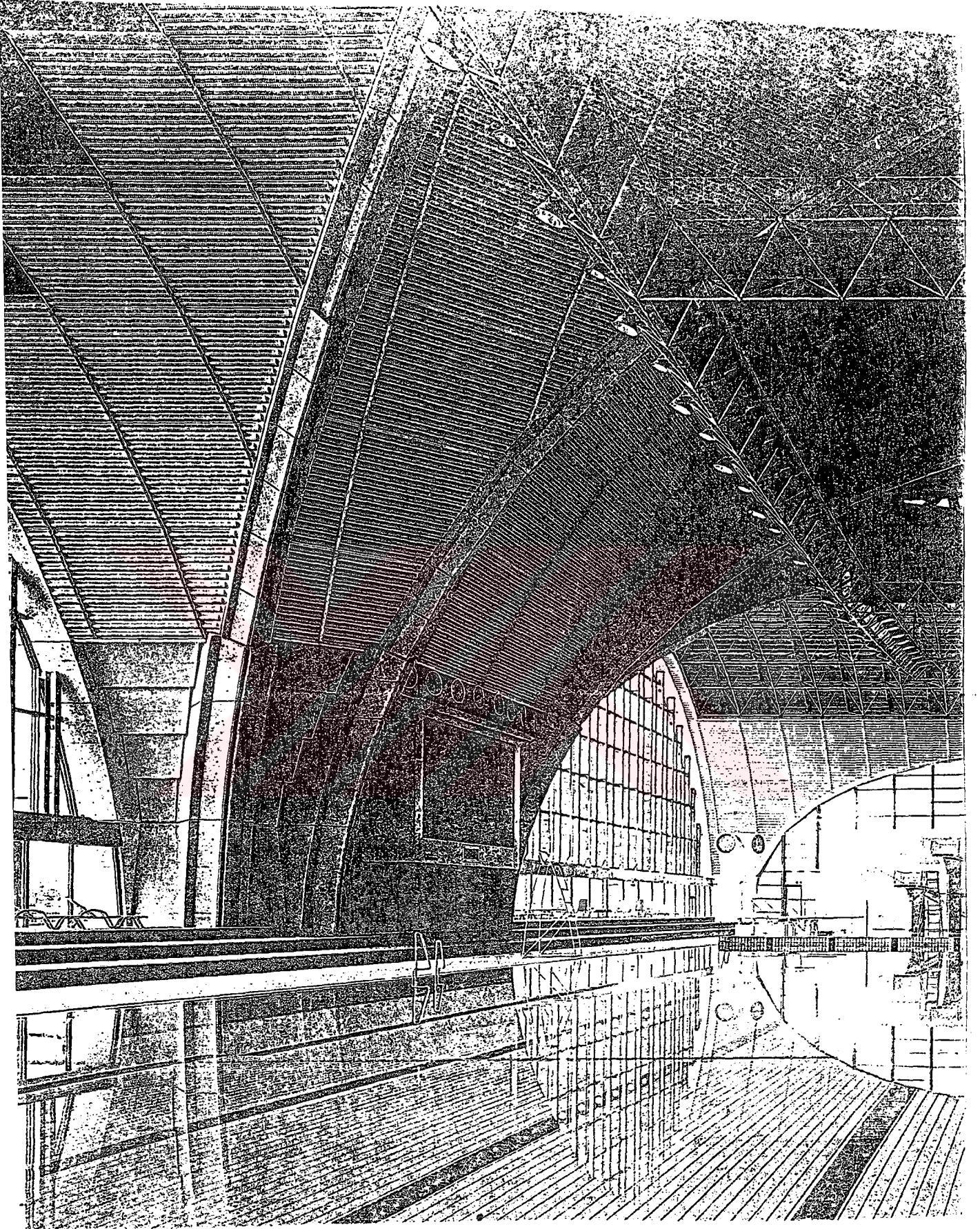
Şekil 10.1. Bina planları



Şekil 10.2. Binanın çeşitli görüşleri

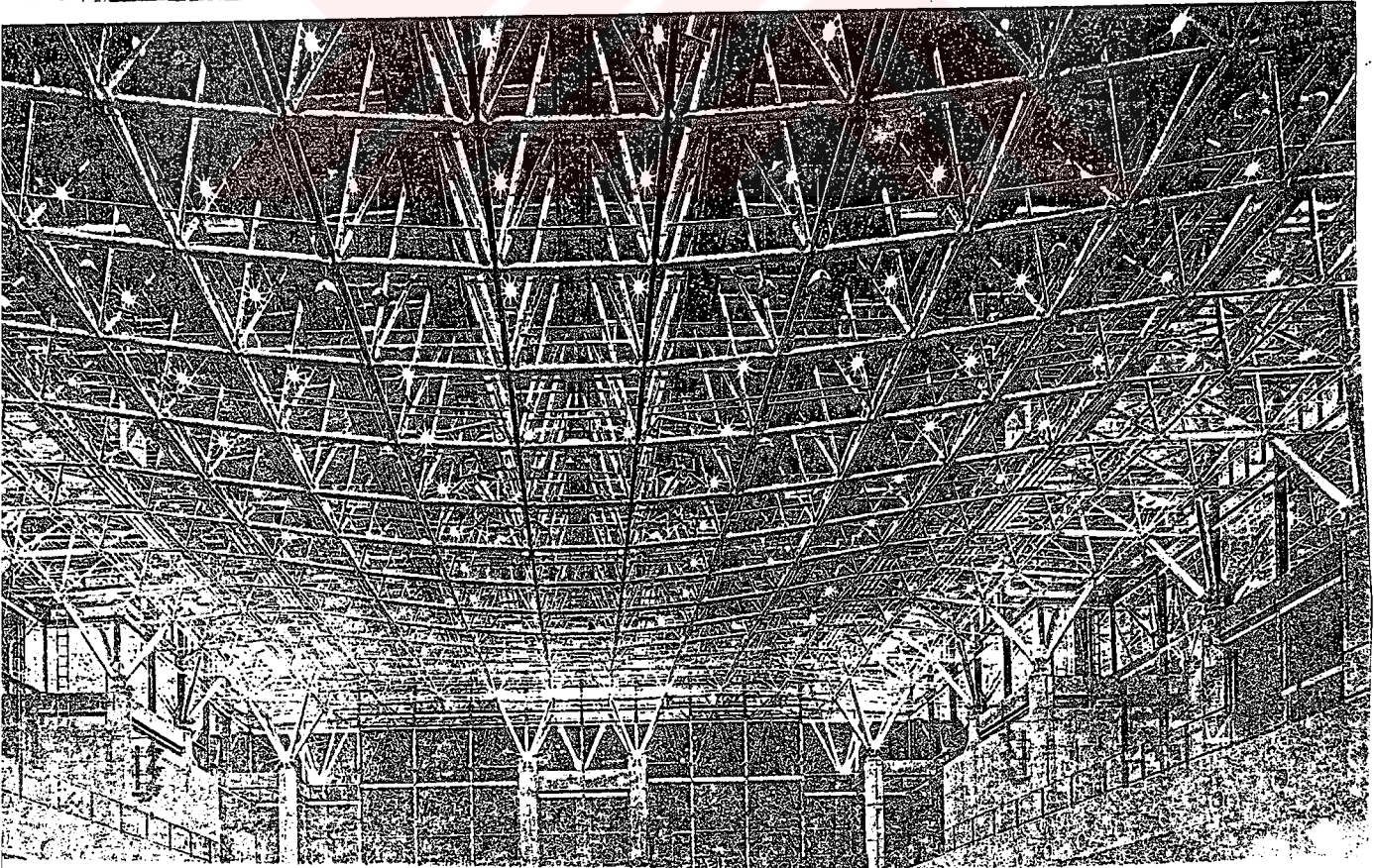
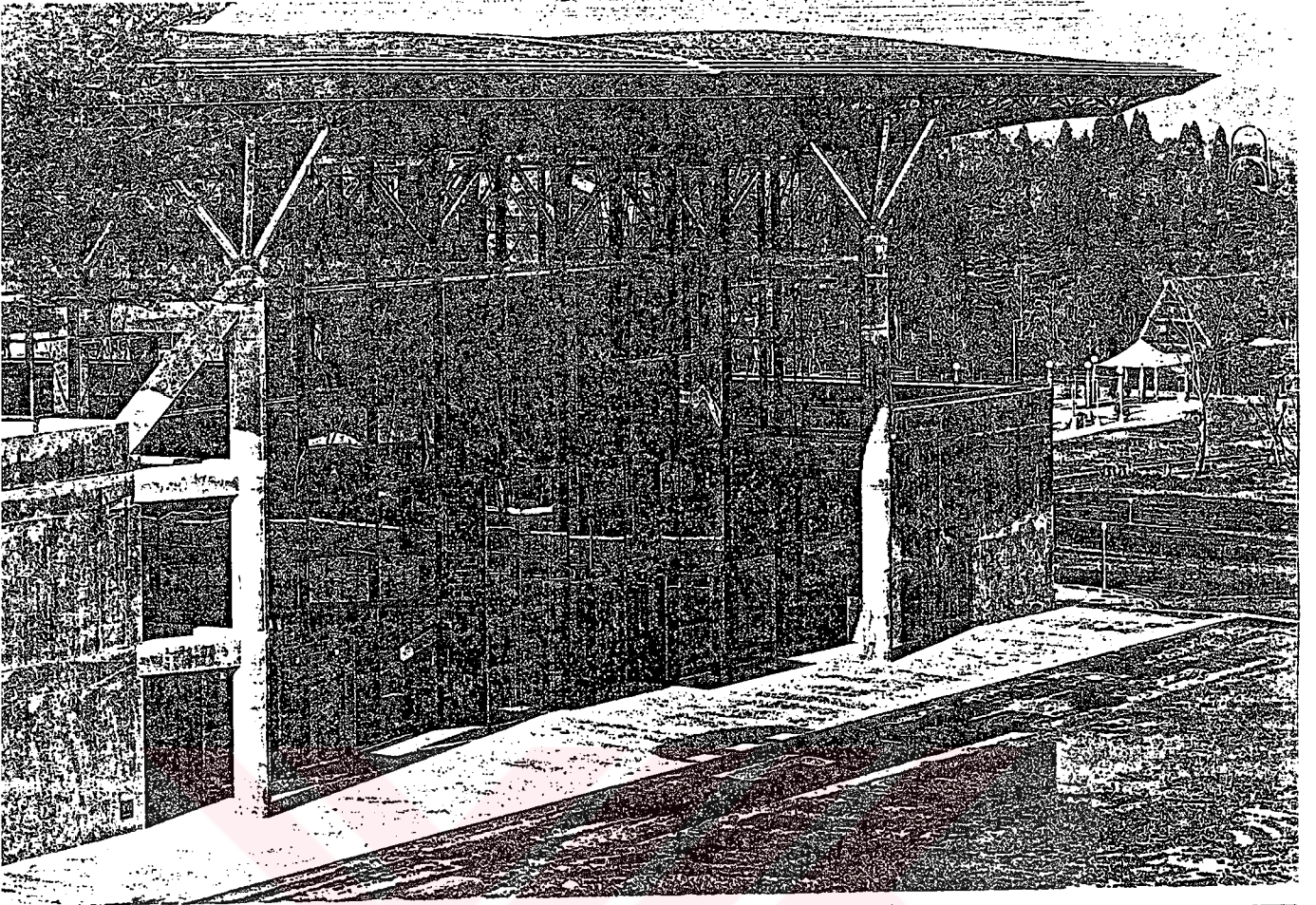


Şekil 10.3. İç mekandan görüntü



Şekil 10.4. İç mekandan çatının görünüşü





Şekil 10.6. İç mekandan çatının görünüşü

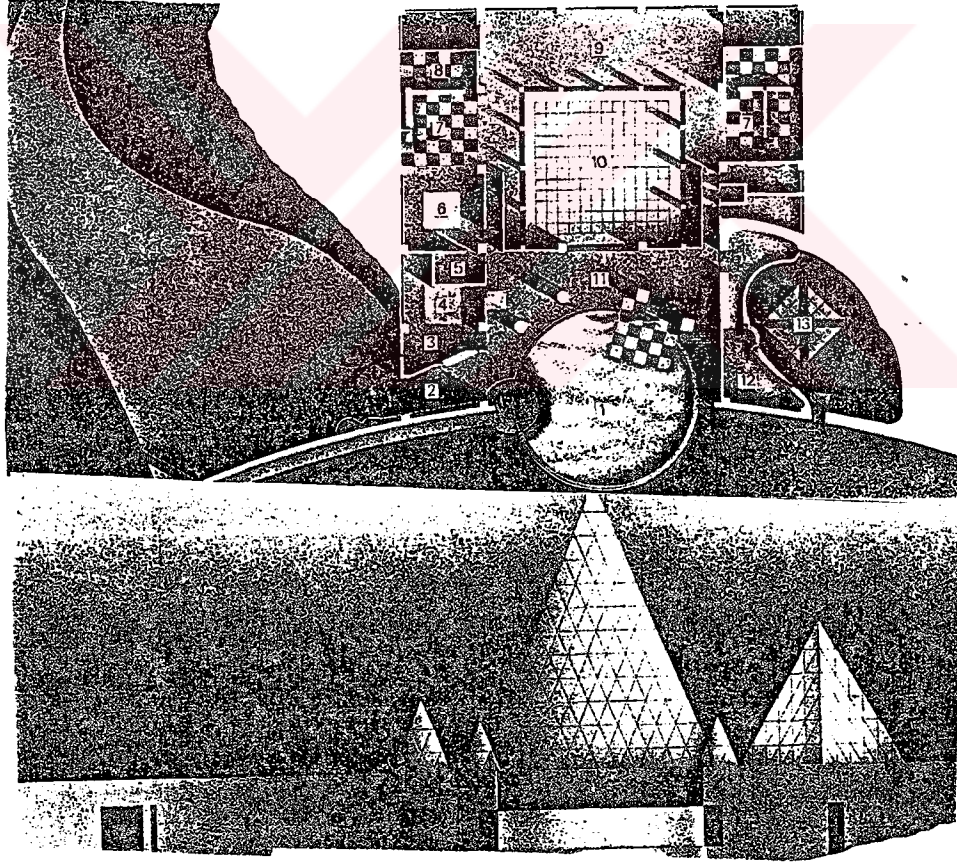
### 10.3. Nima Kum Müzesi

**Tasarımcı: SIHN TAKAMATSU Architect & Associates.**

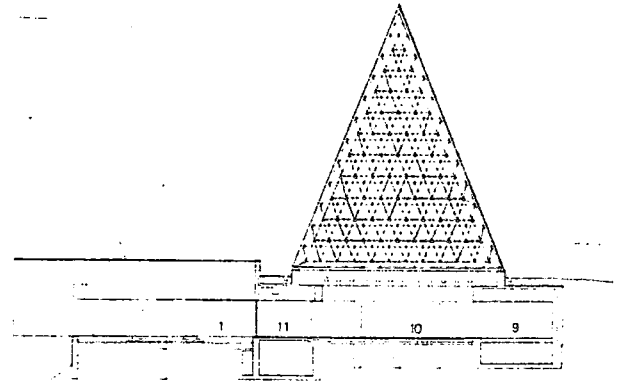
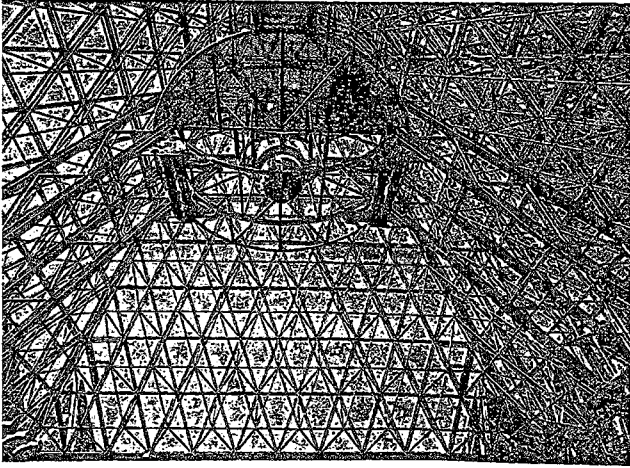
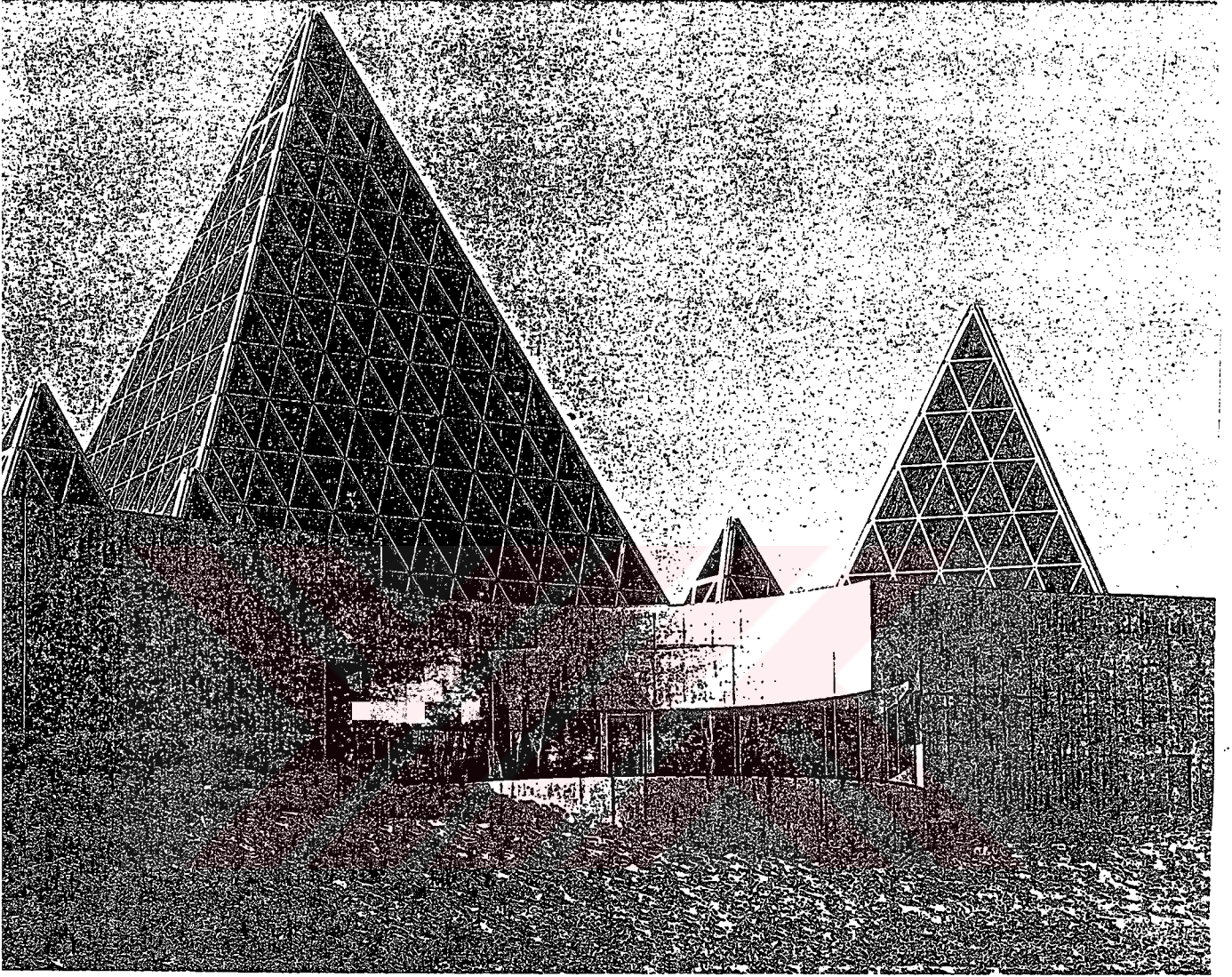
Japon denizi kıyısındaki Shimane bölgesinde şarkı söyleyen sahil olarak bilinen turistik yerde tasarlanmıştır.

Burada yürüdüğünüzde kum parçacıklarının müzik gibi oldukça gizemli sesler çıkardığı görülür.

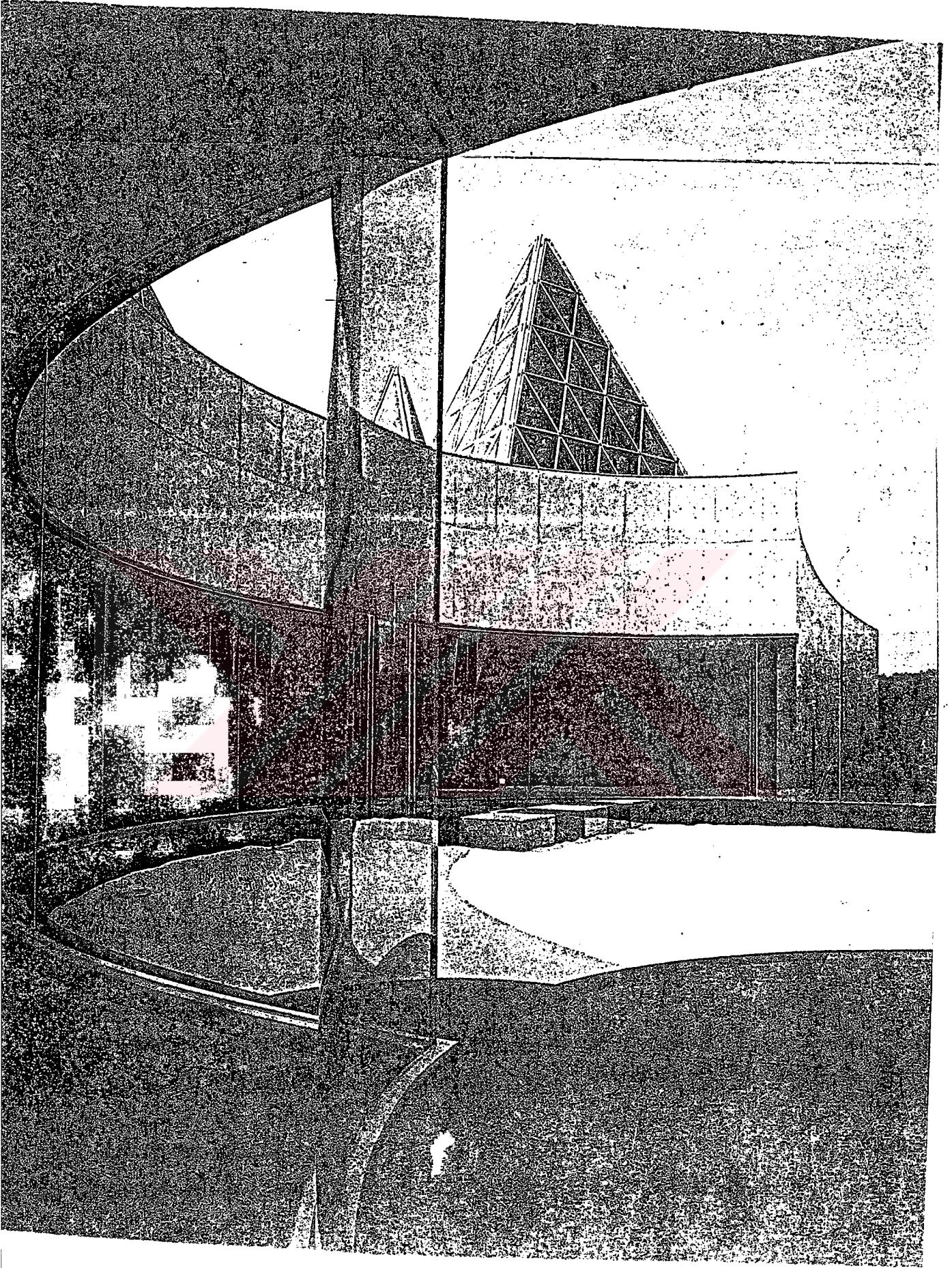
Bu küçük müzenin mimarisi esas olarak sahilin nostaljik imajıyla, piramitler kümesi imajının beraber kullanılması ile belirlenmiş 6 tane geniş ve küçük cam piramitten oluşmuştur. Piramitlerin arasında Pesert Gallery adı verilen bahçe vardır. Bu bahçe şarkı söyleyen kumlarla kaplanmıştır. Bu müze kasabanın kültürel ve doğal özelliklerini birarada gösteren bir çevre olarak tasarlanmıştır[13].



Şekil 10.7. Binanın plan ve görünüşü



Şekil 10.8. Uzay kafes çatının çeşitli görüşleri



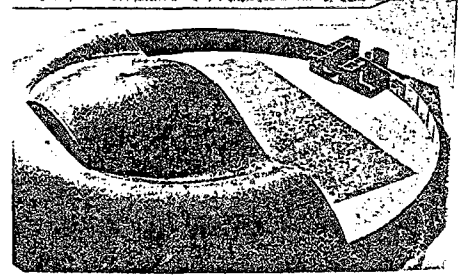
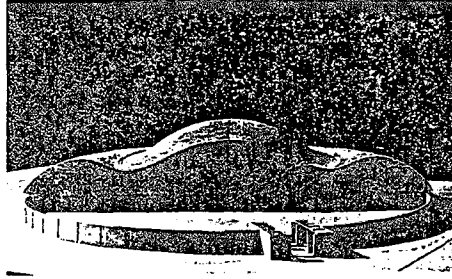
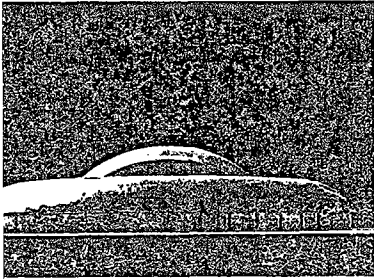
Şekil 10.9. Avlunun görünüşü

#### 10.4. Palafolls Spor Merkezi

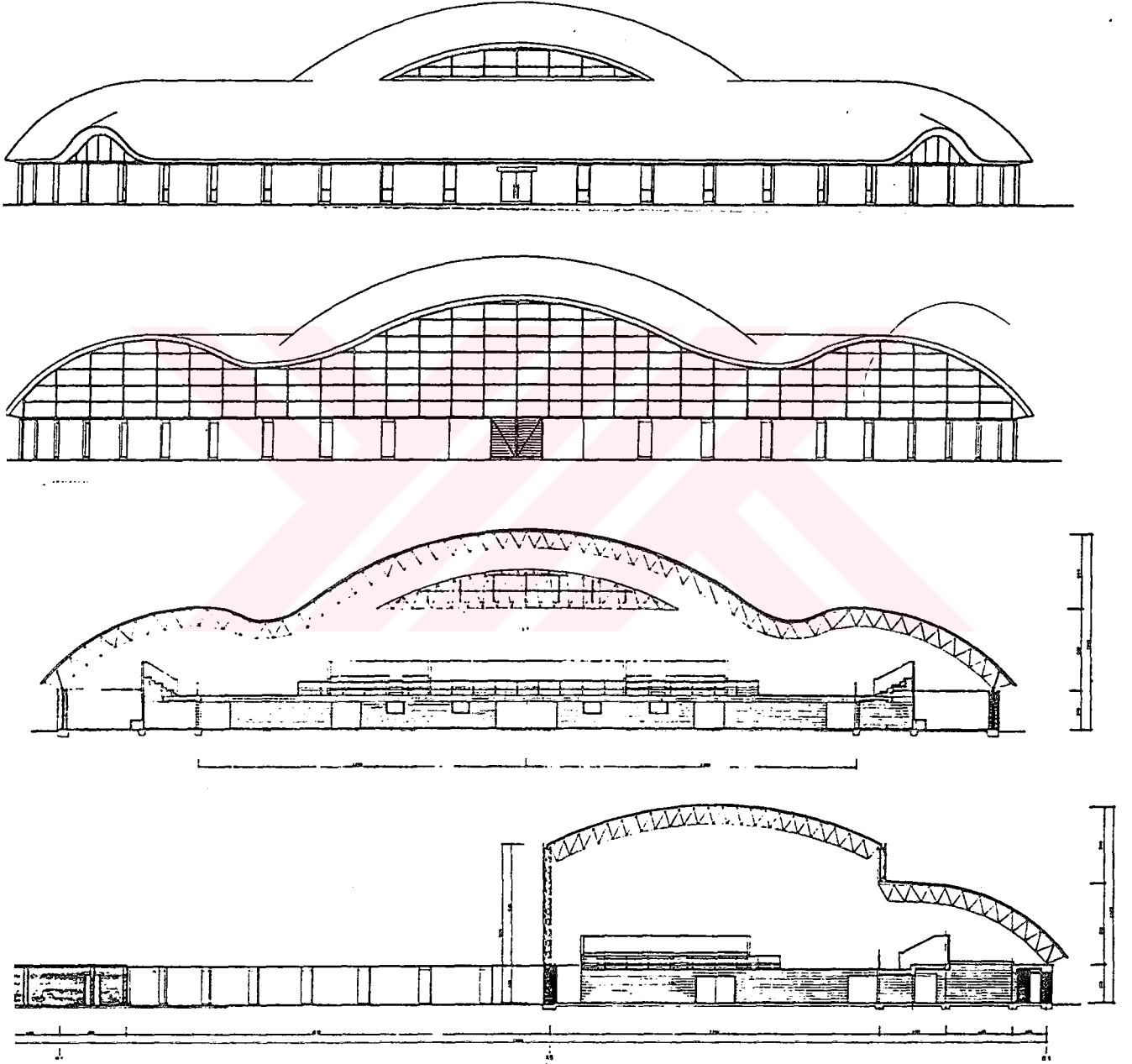
**Mimar: ARATA ISOZAKI**

Barcelona yakınlarındaki bu ufak yerleşim merkezinde mevcut spor sahalarının üzerini örtmek için Arata Isozakiye proje siparişi yapılır. Projelendirme 1 sene 3 ay sürdü. Salonun 67.5 m çapında bir planı var. Çatının yüksekliği 14 m'dir. Çatının formu yapılan spor dallarının gerçekli ölçülerinden çıkmıştır.

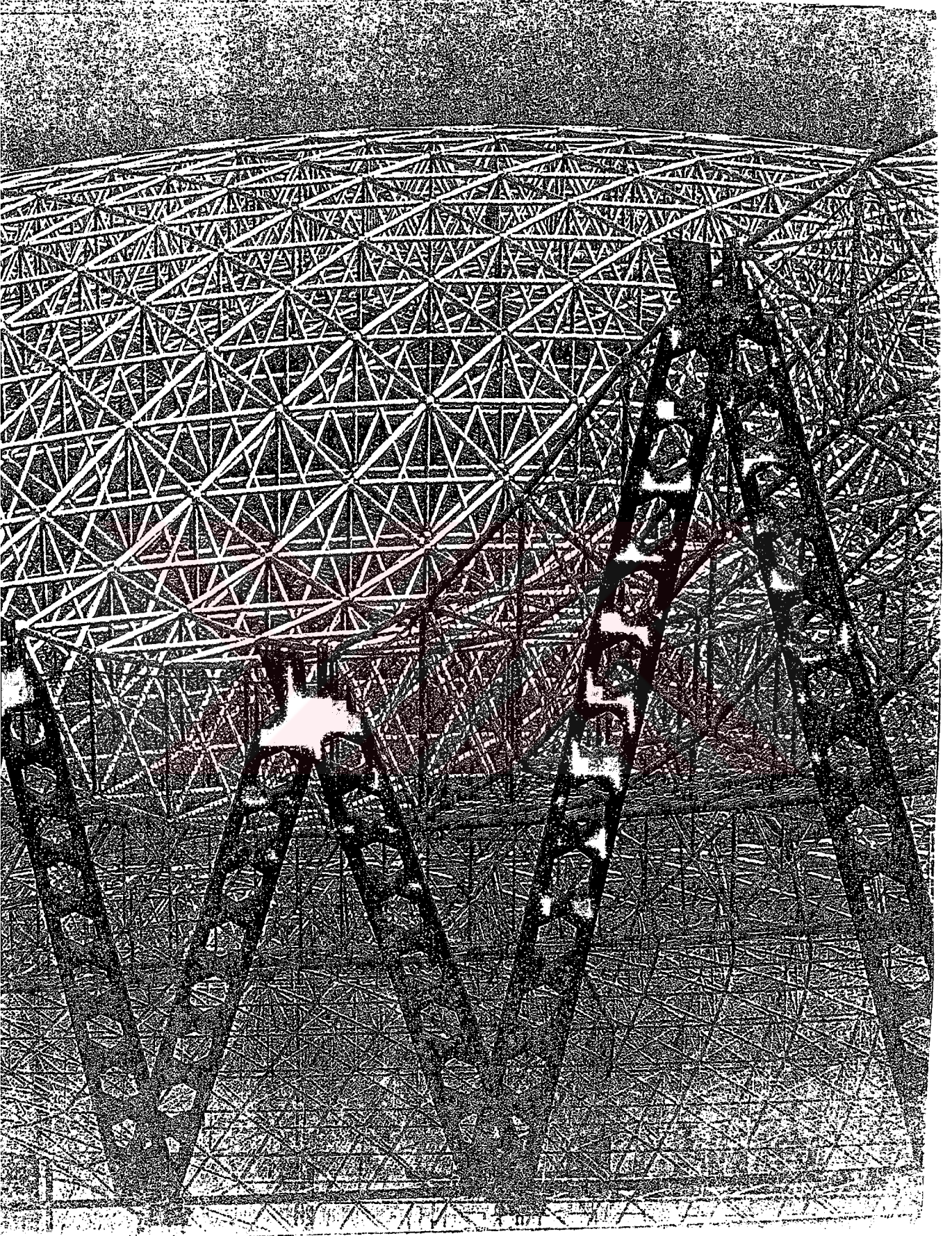
Çelik işleri 1991 Eylülünde başladı. Kubbe yerde iki parça halinde inşa edilip, montaj için geçici destekler üzerinde yükseltildi. Kontrüksiyon yerde tek parça halinde oluşturulup, monte edildi. Yapı spor karşılaşmaları için kullanılmakta olup, yerel toplantılarda hizmet etmektedir[14].



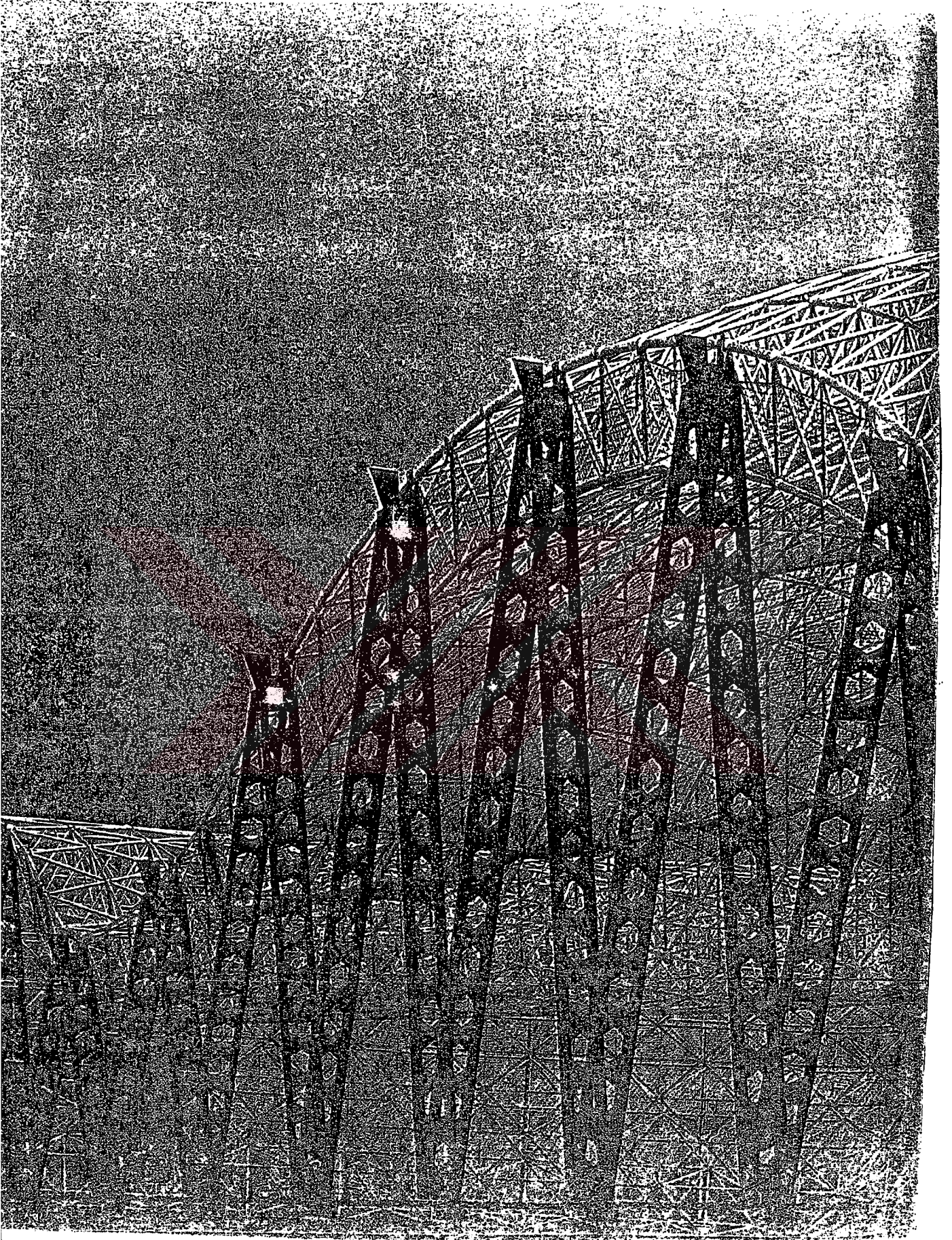
Şekil 10.10. Binanın maketinden görüşler



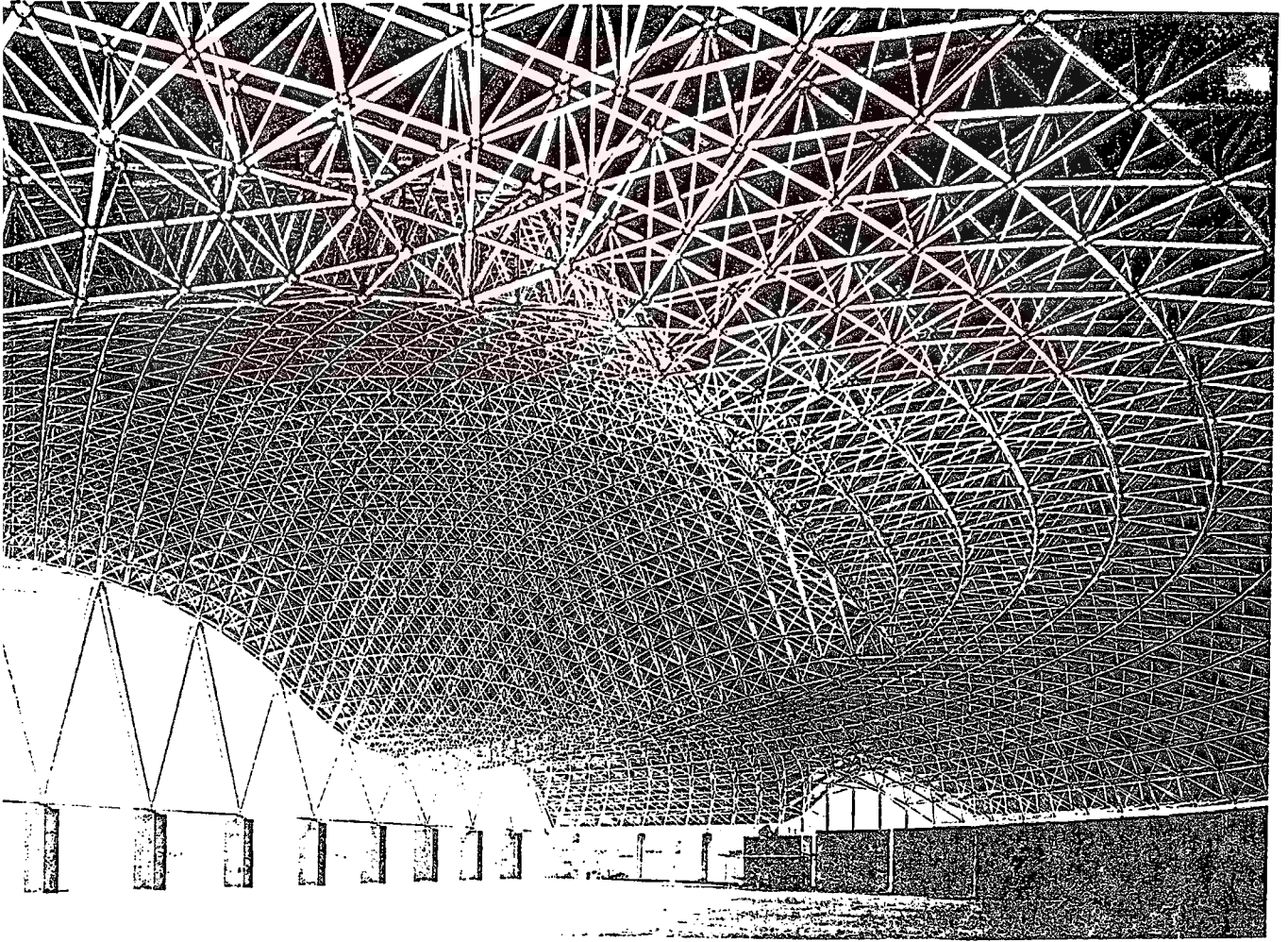
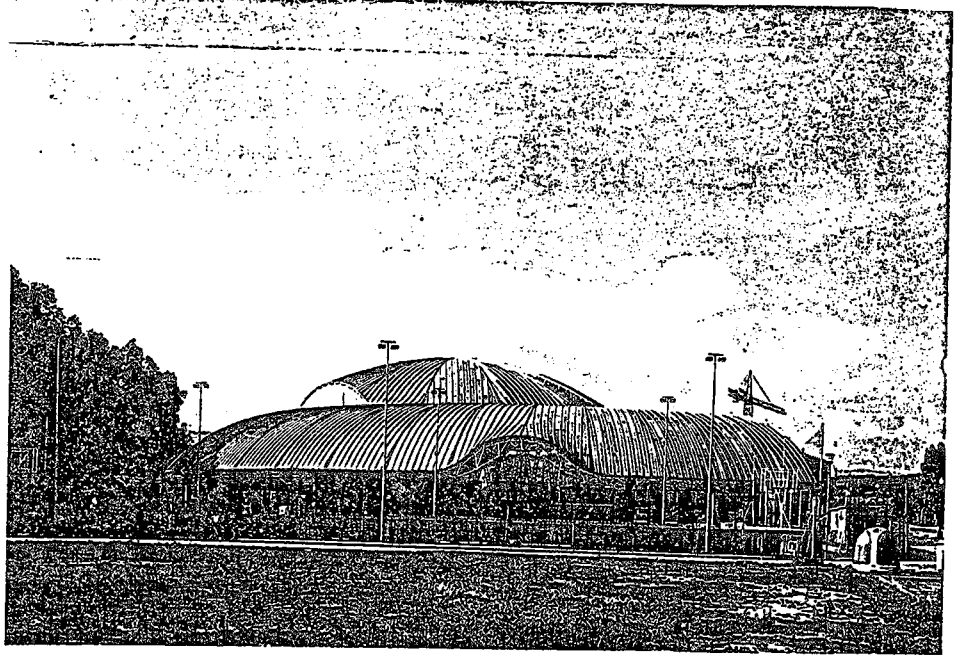
Şekil 10.11. Binanın görünüş ve kesitleri



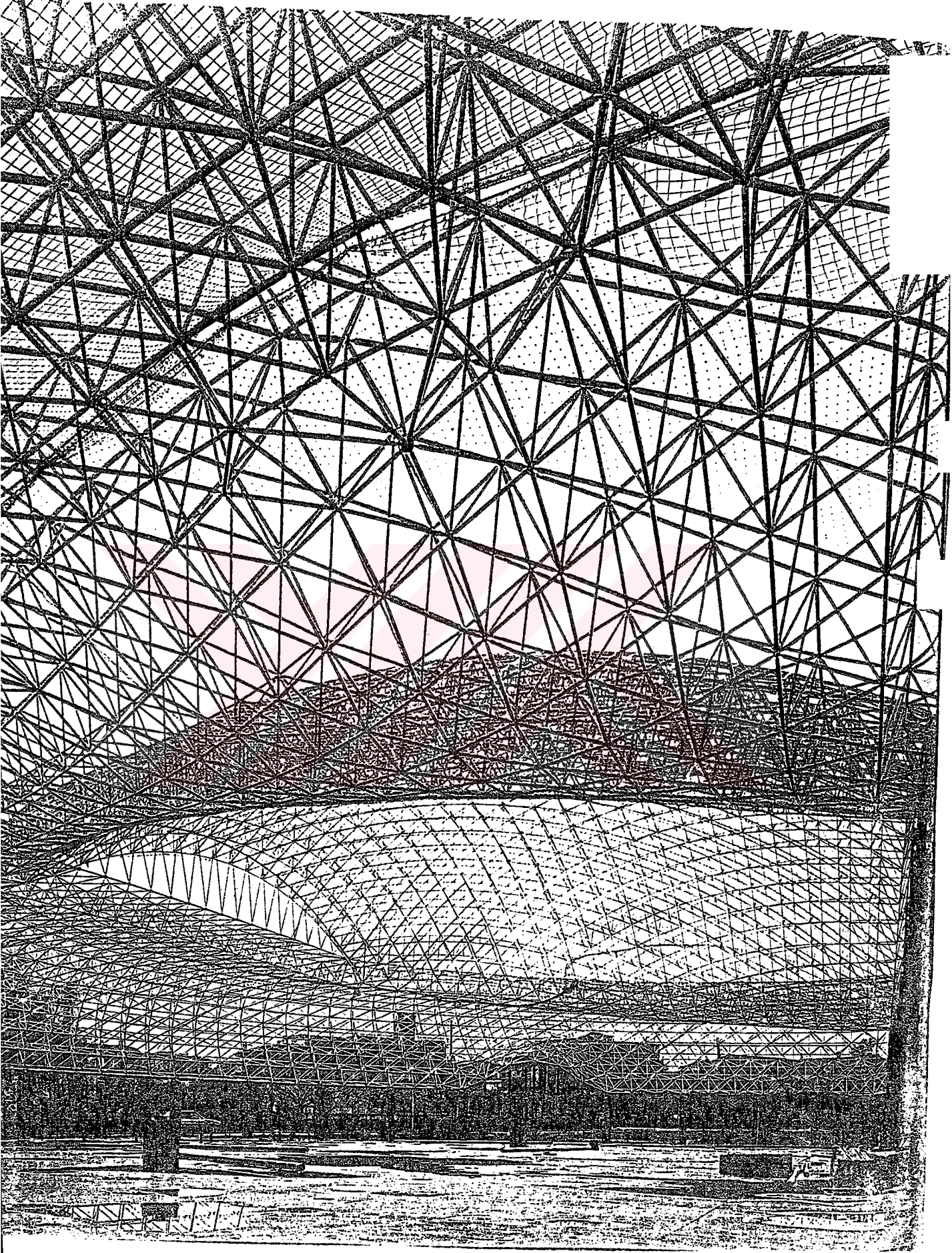
Şekil 10.12. Uzay kafes strüktürün görünüşü



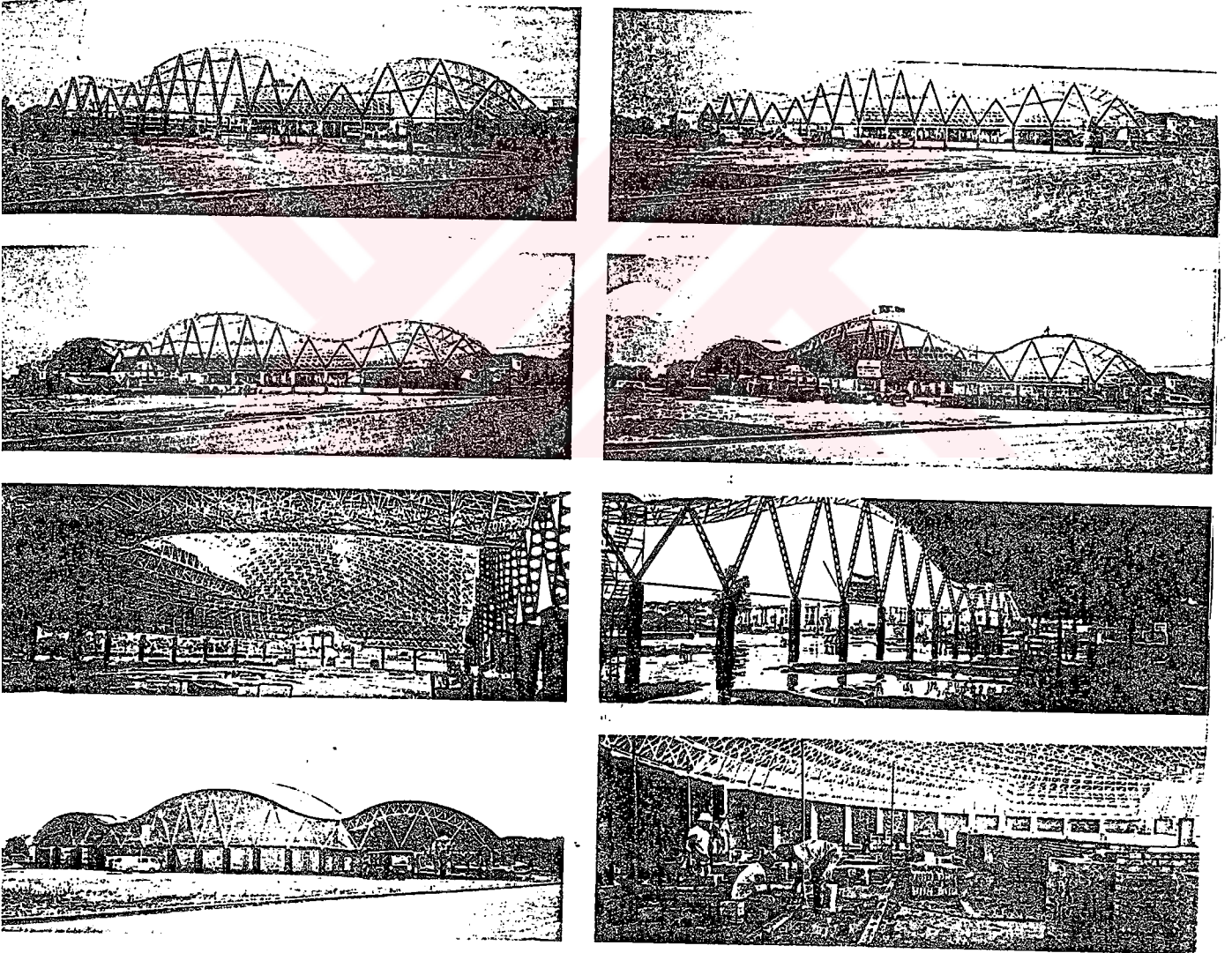
Şekil 10.13. Strüktürün başka bir görünüşü



Şekil 10.14. Strüktürün içten görünüşü



Şekil 10.15. Strüktürün içten görünüşü



Şekil 10.16. Strüktürün yapım aşamasından görüntüler

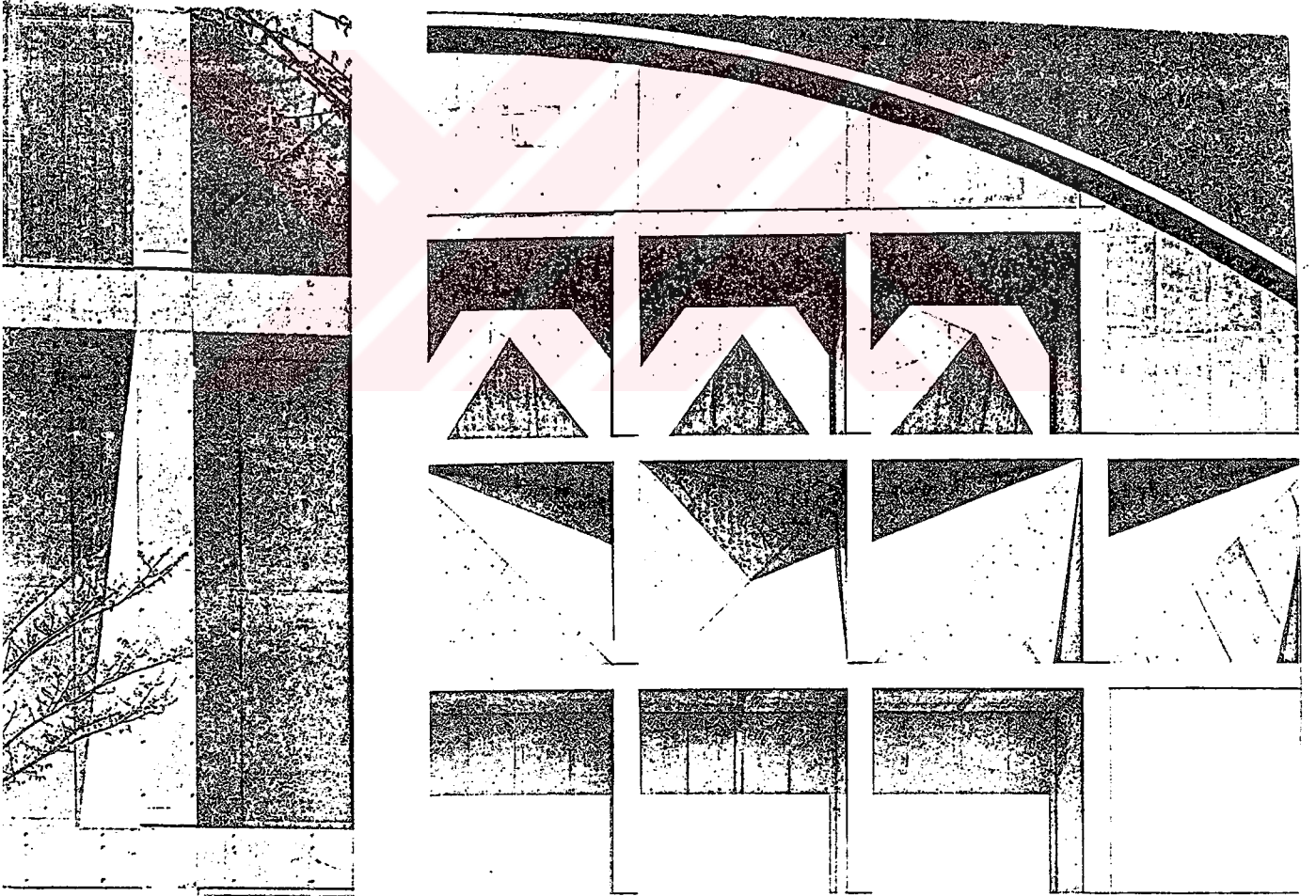
### 10. 5. Orio Spor Salonu

**Mimarlar: Yasutimi Kijima + YAS Urbanists**

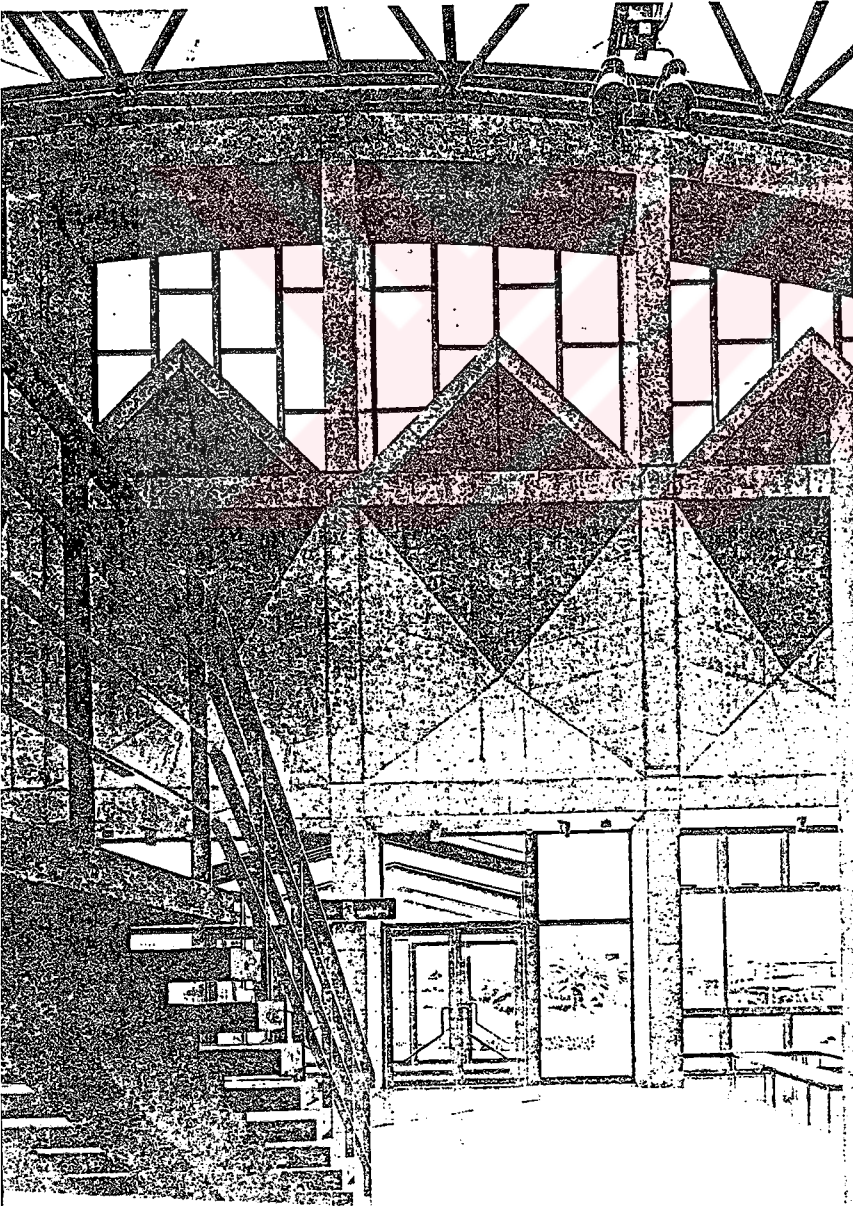
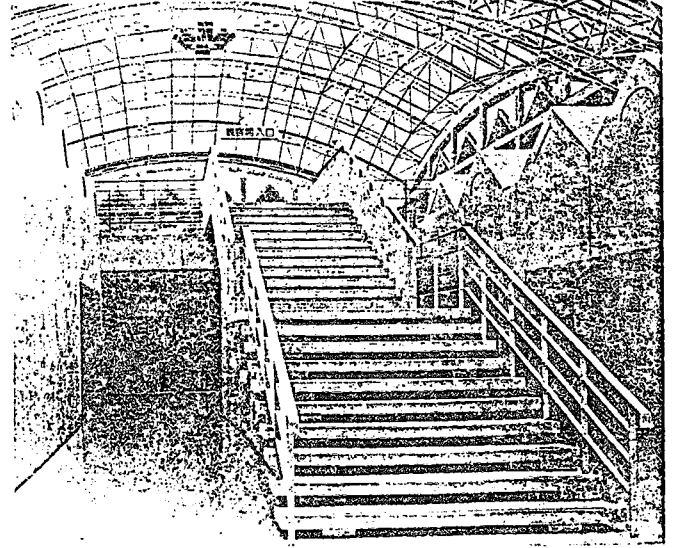
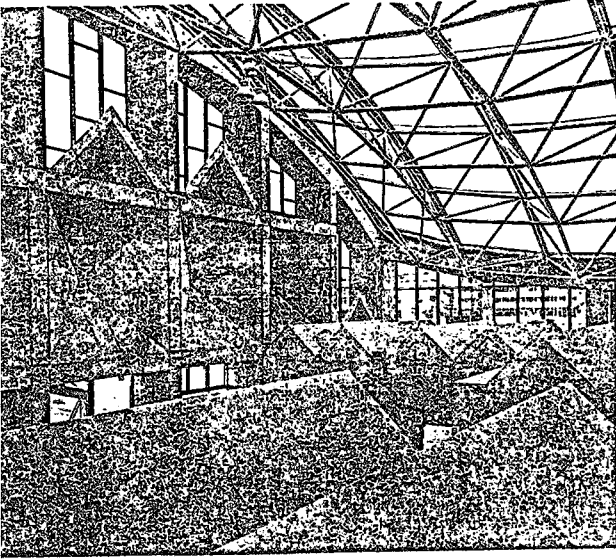
Kitakyushu kenti için bir referans noktası ihtiyacı bu projenin ilham kaynağını oluşturdu. Çok sayıda farklı aktiviteye olanak sağlamaktadır.

Yapının duvarları öngerilmeli beton kiriş ve kolonlardan oluşmuştur. Kolon ve kirişlerin arası beton dolgu panellerden oluşmuştur.

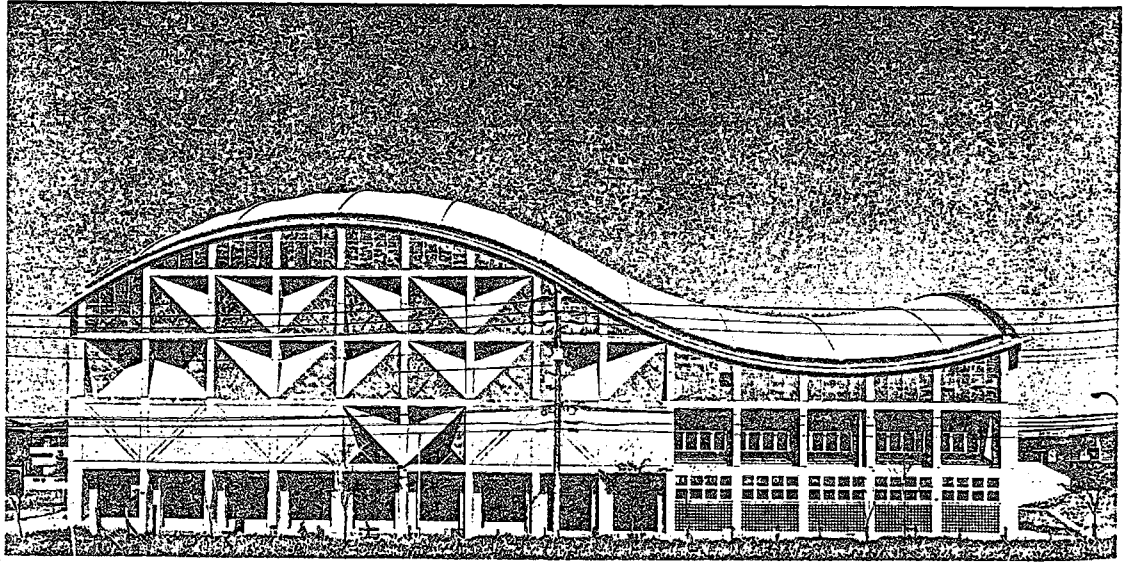
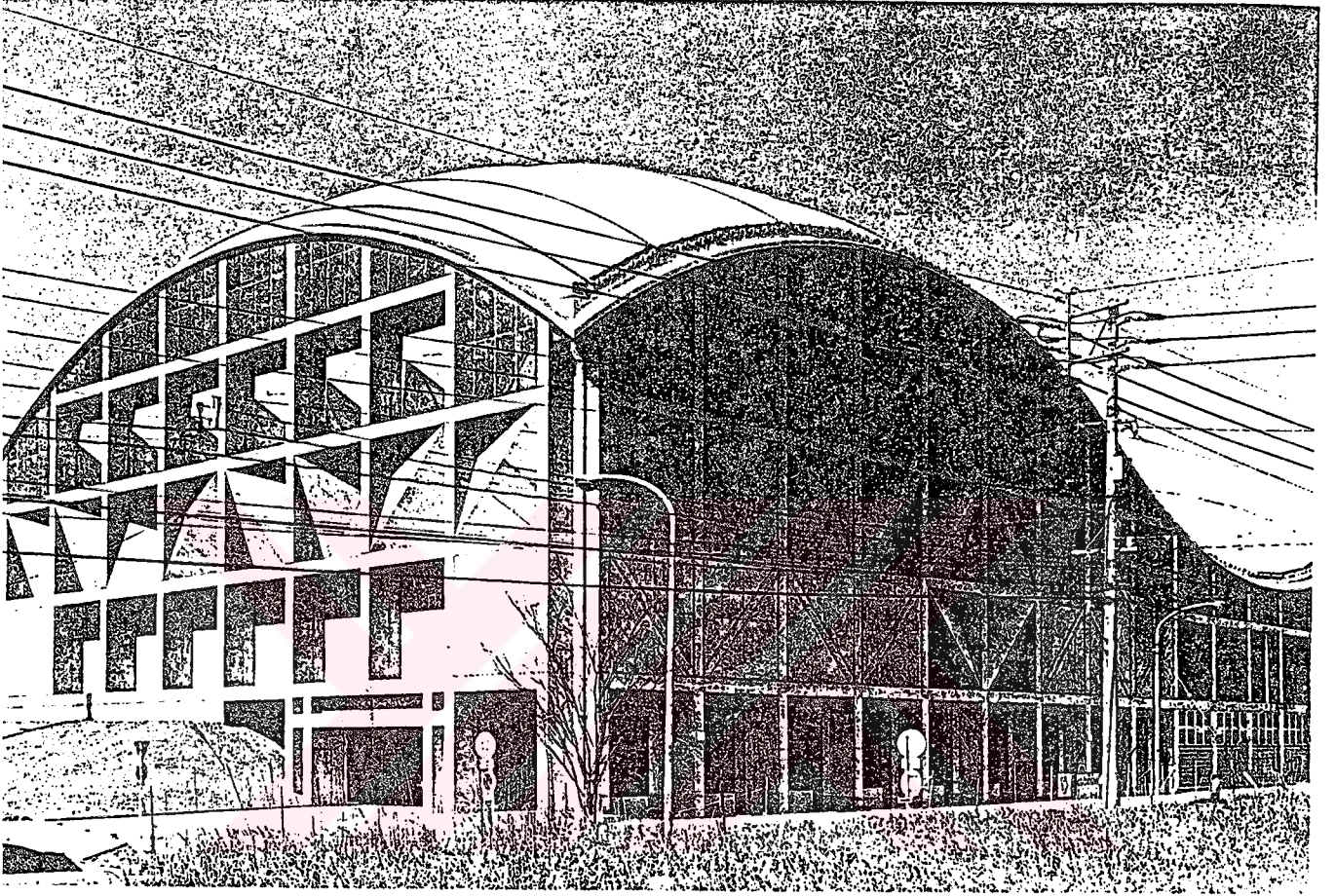
Çatının uzay kafesten oluşan formu yükselip alçalan kemer şeklinde olup, hem içten hem dıştan bir yön ve odak noktası oluşmasını sağlar. Yapı 2000 m<sup>2</sup>lik bir alanı örter [15].



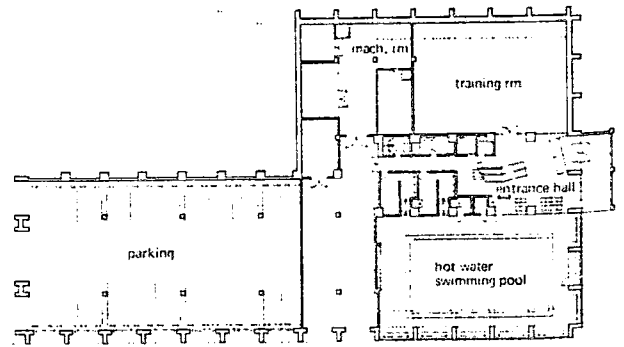
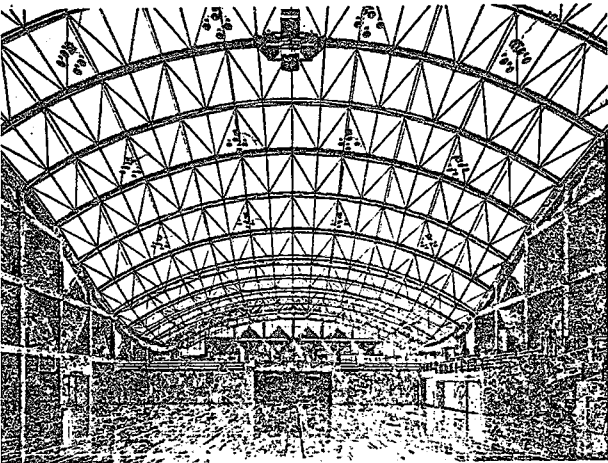
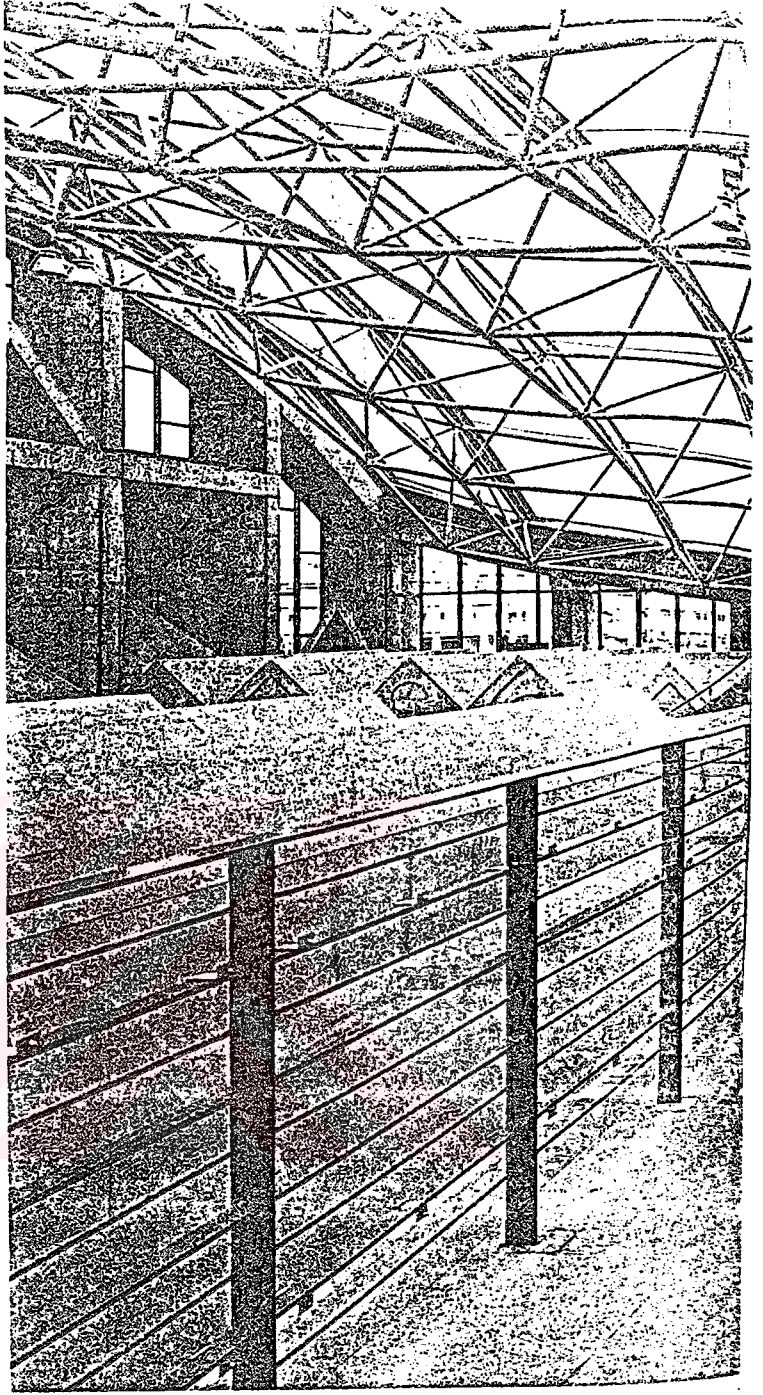
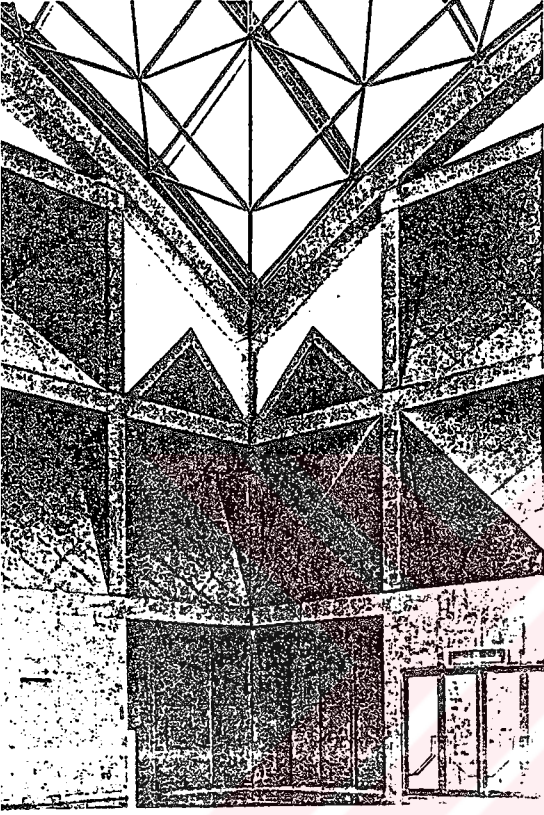
Şekil 10.17. Bina cephesinden ayrıntılar



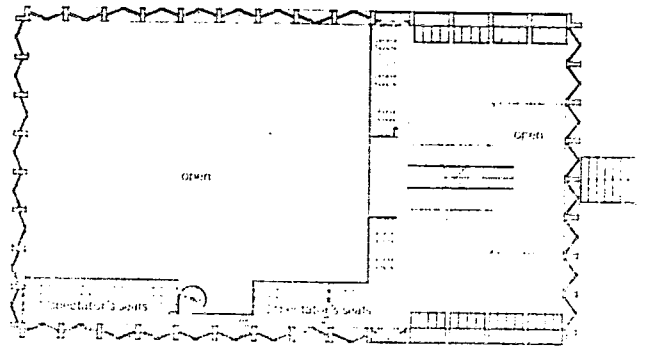
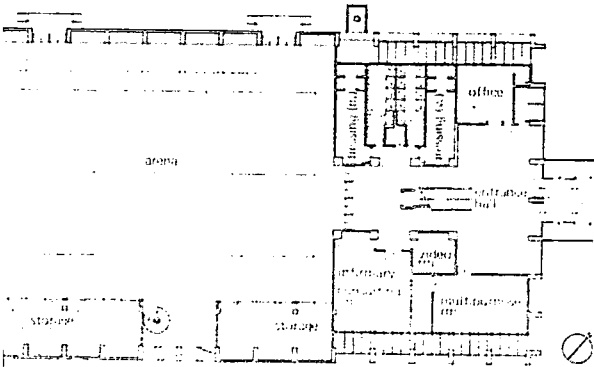
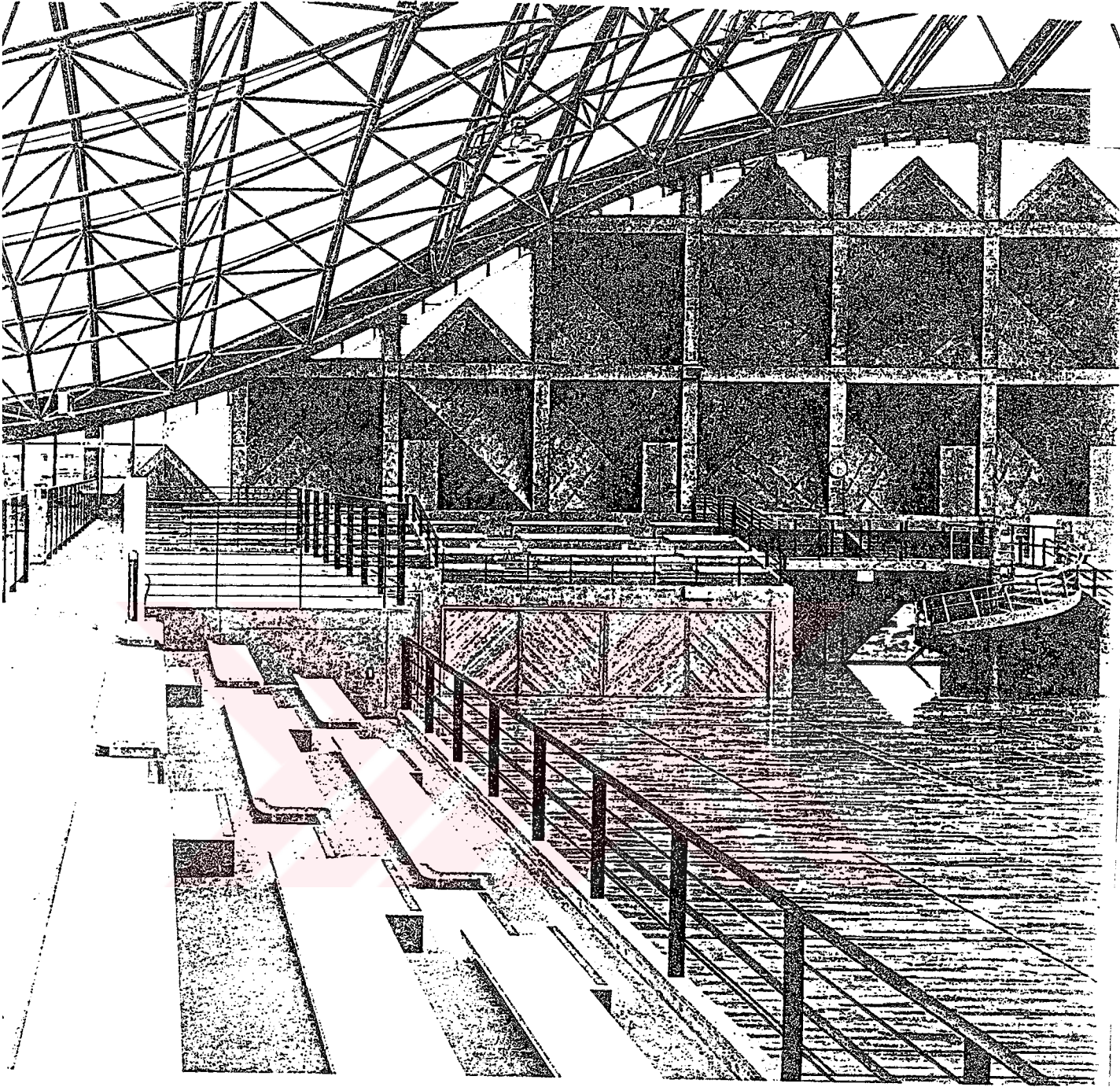
Şekil 10.18. Binanın içten görüşleri



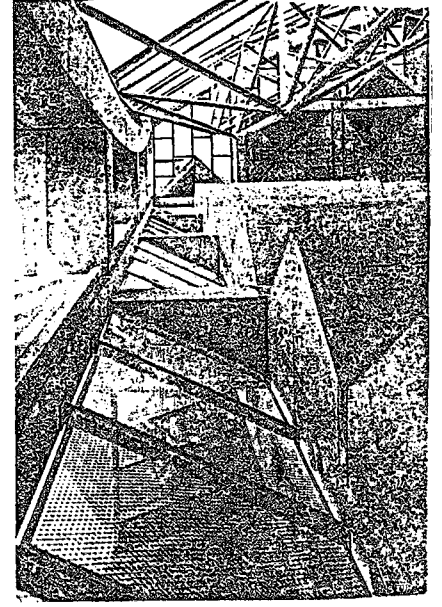
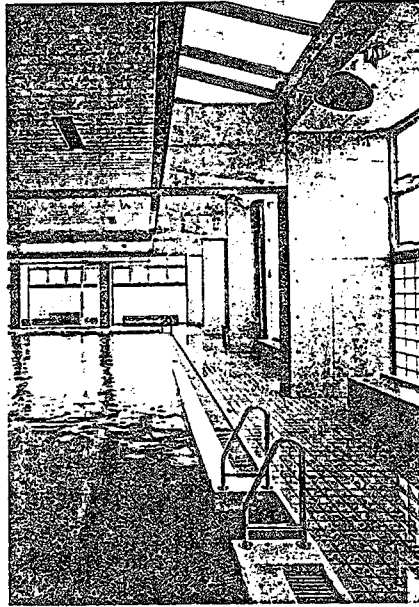
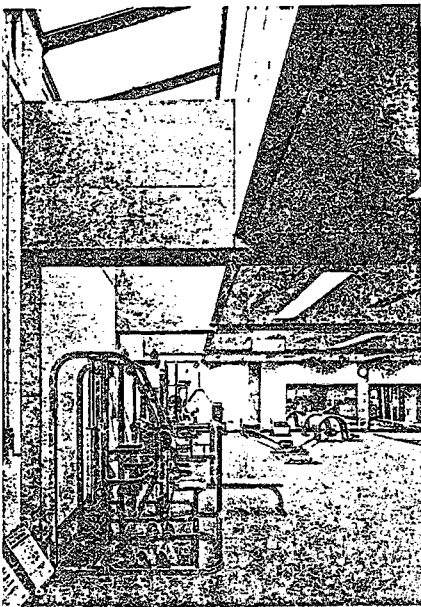
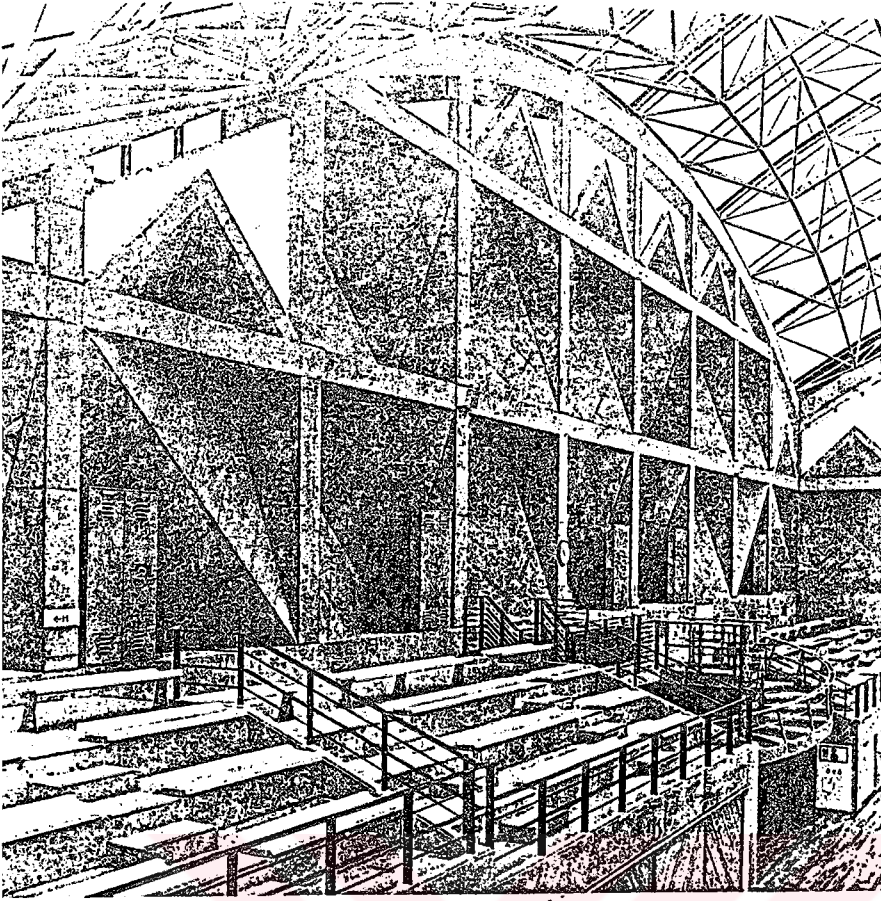
Şekil 10.19. Binanın genel görünüşleri



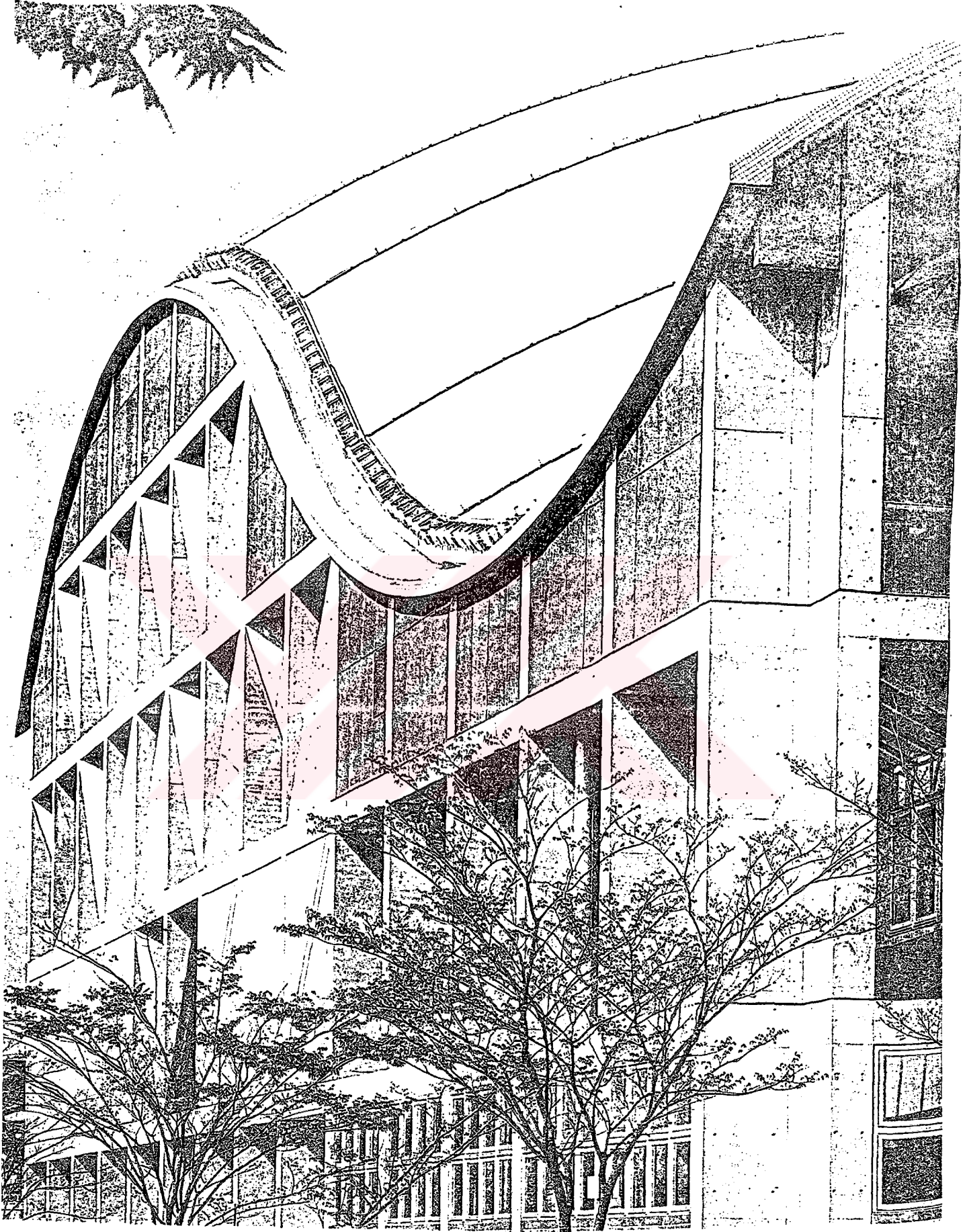
Şekil 10.20. Uzay kafes çatıdan ayrıntılar



Şekil 10.21. Binanın içten görünüşü



Şekil 10.22. Binadan çeşitli ayrıntılar



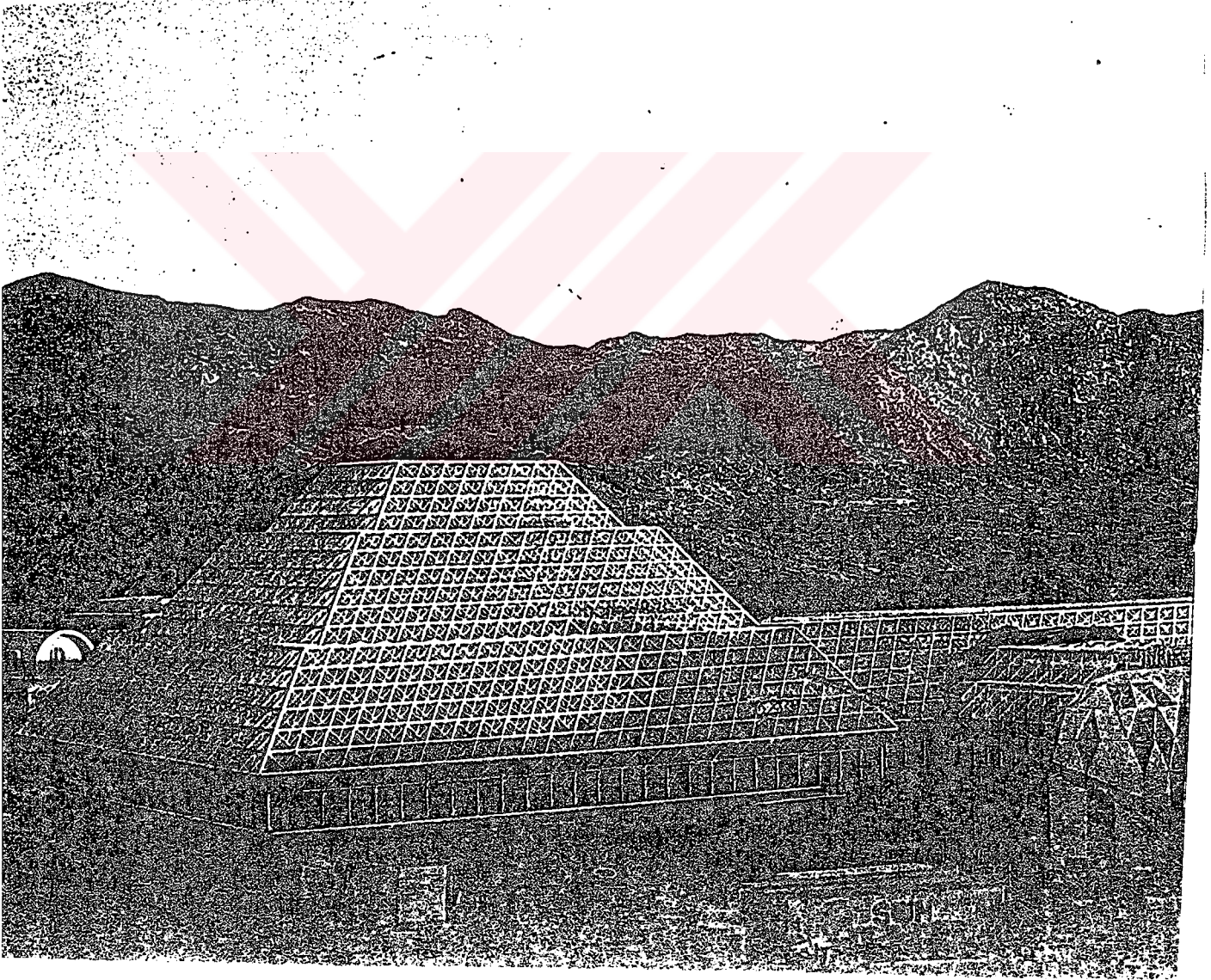
Şekil 10.23. Binanın cephesine bakı

### 10. 6. Arizona Cölünde Bir Dünya Modeli Yapısı

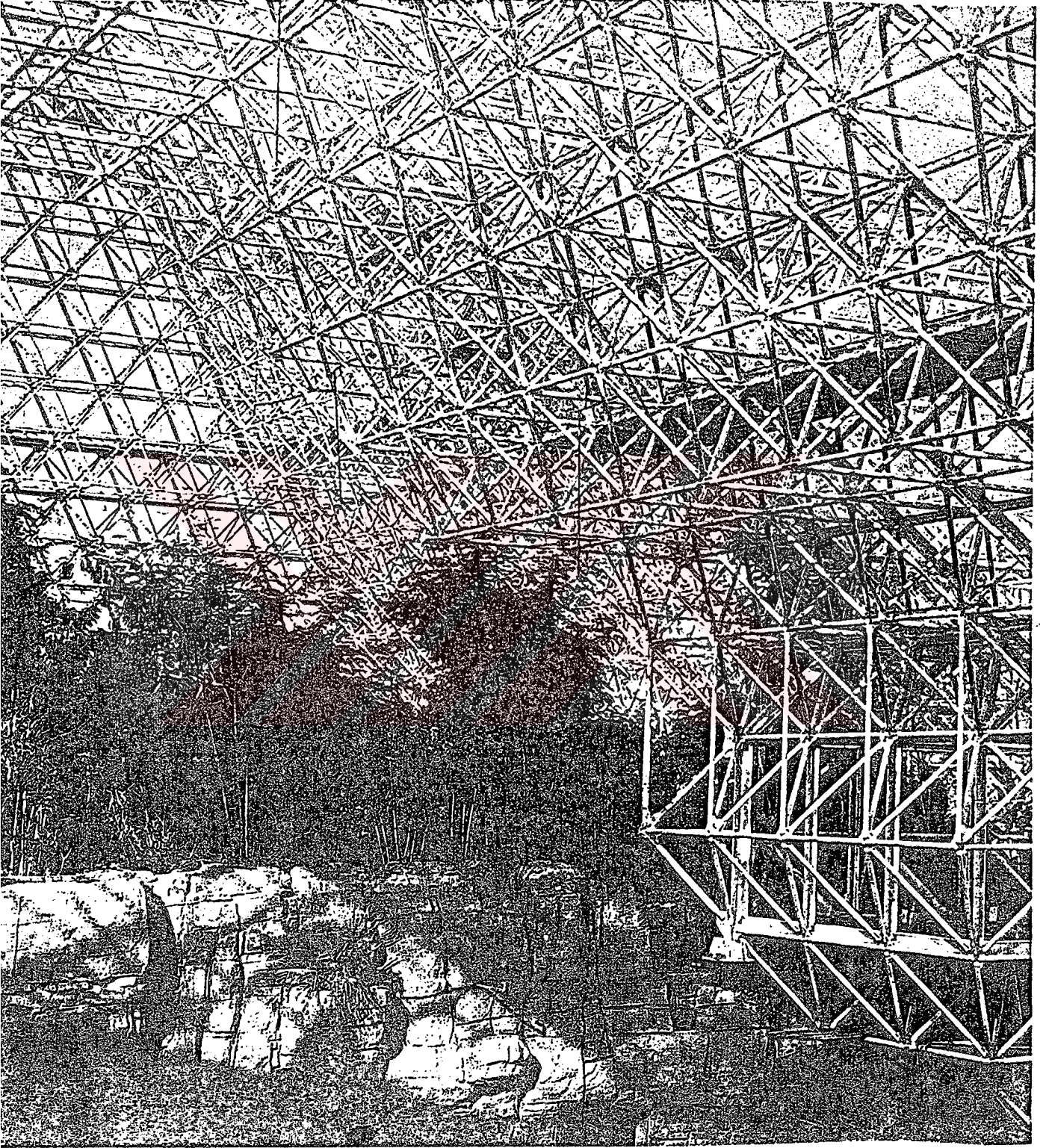
Düşünce olarak gezegenimizin büyük bir modeli oluşturulmak istenmiştir. Fiziki olarak kapalı ama içinde canlılar ve farklı elementler mevcuttur.

Gözlem, analiz, ölçüm ve deney yapmak için birkaç kişinin 2 sene burada geçirmesi amaçlanmıştır.

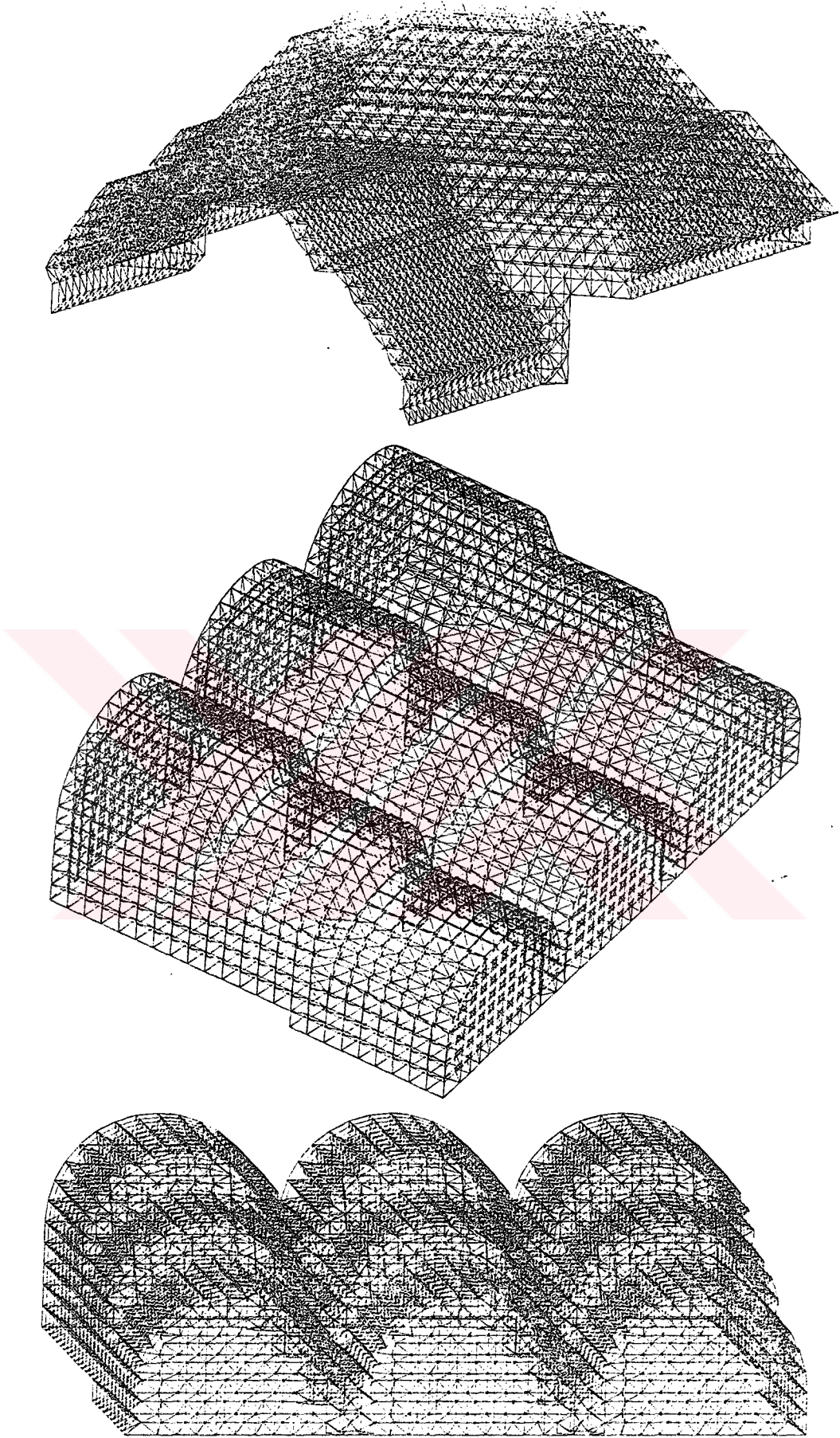
Yaklaşık olarak 3.15 dönüm alanı kaplamakta ve 3800 bitki ve hayvan türünü barındırmaktadır [16].



Şekil 10.24. Strüktürün perspektifi



Şekil 10.25. Strüktürün içten görünüşü



Şekil 10.26. Strüktürün bilgisayarla çizilmiş perspektifleri

## BÖLÜM 11. UZAY KAFES SİSTEM'LE YAPILMIŞ BİR CAMİ ÖRNEĞİ

Tüm dünyada çok geniş bir uygulama alanı bulan Uzay Kafes Sistemler tasarımcıya bir çok yönden avantajlar sağlamaktadır. Kolonsuz geçilmesi gereken büyük mekanlar için ideal bir strüktürdür.

Betonarme kullanılmaya başlanmadan önce mekanları örtmek için kullanılan malzemelerin en önemlisi doğal taşı. Mekanlar kubbe, kemer, tonoz gibi tekniklerle taş malzemeden örülerek normal kuvvete çalışırlardı. Ancak günümüzde, teknolojinin ilerlemesi ile basınca ve çekmeye dayanıklı bir çok malzeme ve strüktürler bulunmaktadır. Geniş açıklıkların geçilmesinde elimizde çok olanaklar vardır.

Cami, geniş açıklık gerektiren bir mimari yapıdır. Türkiye'deki uygulamalarda cami inşaatlarında genellikle klasik Osmanlı mimarisinin kötü taklitleri yapılmaktadır. Genelde betonarme taşıyıcı sistem kullanılan bu uygulamalar başarısız olmaktadır. Çünkü bu sistem kargir malzemeye uygundur. Betonarme ile uygulandığı zaman fonksiyon ve taşıyıcı sistem arasındaki ilişki kaybolmaktadır. Bu da kalitesi yüksek olmayan ve daha pahalı bir sistem oluşturmaktadır. Oysa bu mekanlar çok daha ucuz ve estetik strüktürlerle örülebilmektedir. Uzay Kafes Sistemler bunlardan bir tanesidir. Bu sistem geometrik bakımdan çok olanaklar sağlamaktadır.

Buradaki çalışmayla Uzay Kafes Sistemin büyük açıklıklı bir mekanda kullanımını göstermek amaçlanmıştır.

Projenin ana kütlesi üçgen biçimindedir. Uzay Kafes Sistem de bu geometridir. Yandaki çıkmalarla mekan dikdörtgensel bir hale getirilmiştir. Uzay çatının üzeri alüminyum sandviç panellerle örtülmesi düşünülmüştür. Ayrıca yer yer pleksiglas malzeme kullanılarak çatıdan ışık alınmıştır. Uzay Kafes Sistemin altıda şeffaf levhalarla kaplanarak hem ışığın devam etmesi sağlanmış hem de oluşturulan hava tabakası ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Böylece radyoaktif ışınların mekanı ısıtması önlenmiştir.

Caminin bodrum katında sosyal işlevlere yönelik olarak mekanlar oluşturulmuştur. Görevli odaları, abdesthane ve WC'lerin dışında caminin sosyal iş-

leviyle ilgili olarak konferansların verileceği bir mekan ve dini bilgilerin geliştirileceği kütüphane yer almaktadır (Şekil 11.1). Böylece caminin toplayıcı işleviyle uygun olarak, sosyal ilişkilerin daha yoğun yaşanacağı bir bina amaçlanmıştır.

Caminin formu geleneksel formların dışında üçgen bir formdadır. Ancak dikdörtgensel mekanların ibadet işlevine daha uygun olması nedeniyle üçgen ana kütle yanına çıkmalar eklenerek mekan dikdörtgensel hale getirilmiştir (Şekil 11.2). Böylece büyük ana kütle daha yumuşak hale gelmiştir. Ayrıca girişteki son ibadet mahalide bu amaca yöneliktir.

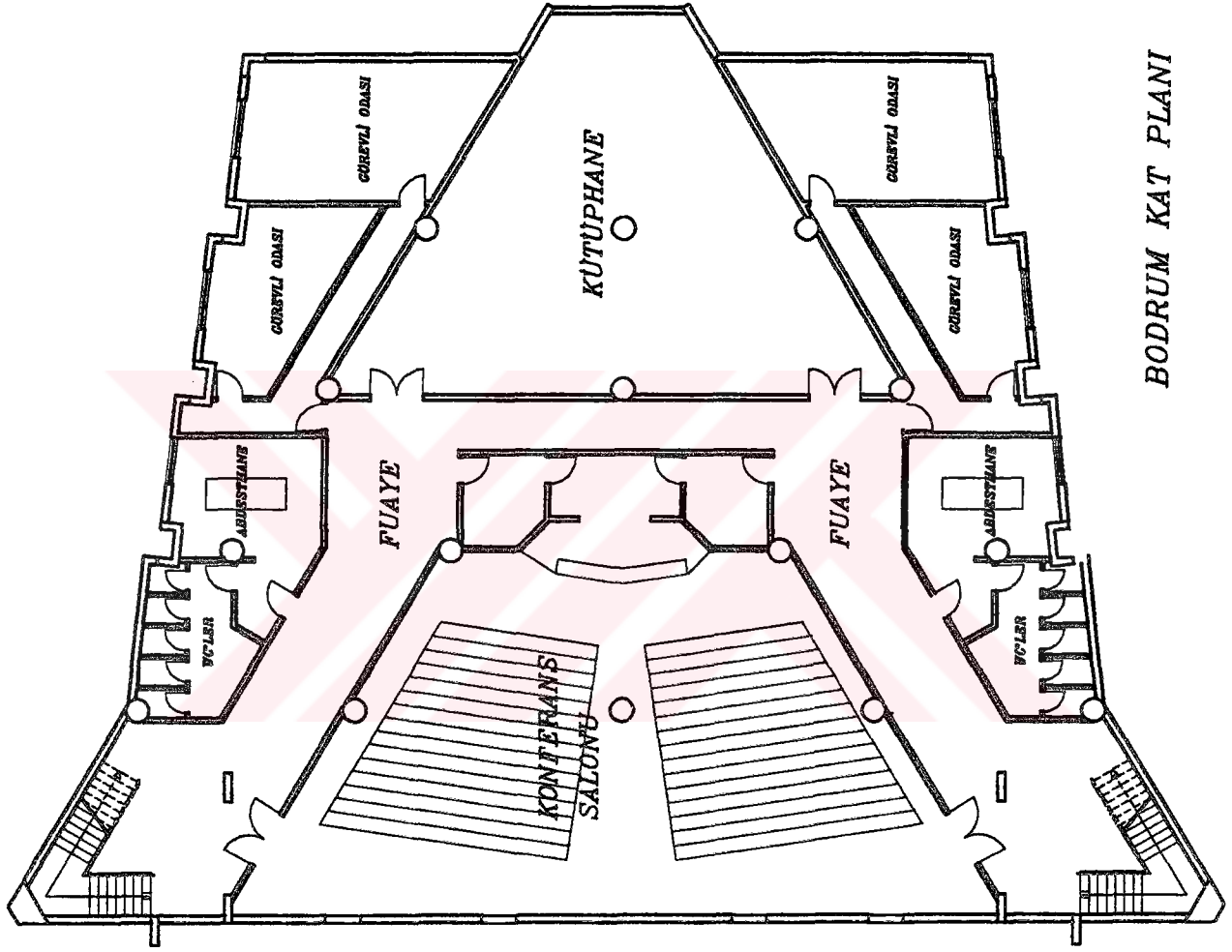
Caminin ana mekanı 1800 kişiliktir. Çıkmalar iki katlı olarak düzenlenmiştir ve konsollar ana kitleyi iç mekanda da daha hareketli hale getirilmiştir (Şekil 11.7).

Uzay Kafes sistem ana mekanı örtecek şekilde düzenlenmiştir (Şekil 11.14). Form üçgen olduğundan uzay sistemin modülleride üçgendir. Modüller 250 cm'dir ve kenar ortaylarının izdüşümünde ara çubuklar birleşmektedir. Konstrüksiyon yüksekliği 180 cm.dir. Bu birleşme noktalarında da üst tabaka çubukları bulunmaktadır.

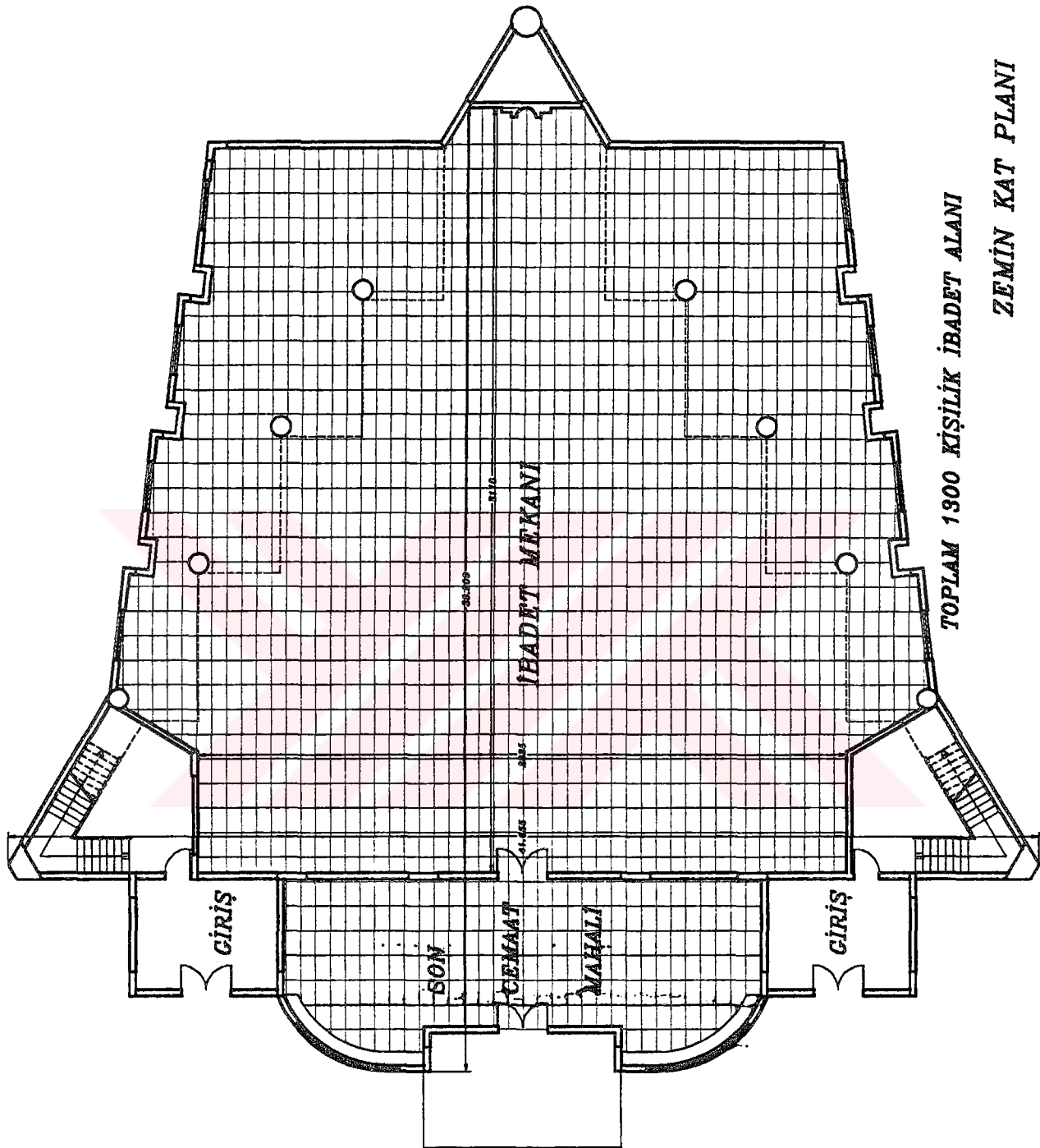
Uzay Kafes Sistem üçgenin bir kenarında sabit mesnetlenmiş ve diğer iki kenar hareketli mesnet yapılmıştır (Şekil 11.15).

Uzay Kafes Sisteminin statik analizi FrameCAD program ile yapılmıştır. Strüktüre gelecek alan kaplama aşıklar, rüzgar ve kar yükü hesap edilerek, çubuk boyları ve küre çapları belirlenmiştir (Şekil 11.18). Uzay Kafes Sistemin üzeri alüminyum sandviç panel ve polikarbonat şeffaf levhalarla kaplanmıştır. Sistemin altı da polikarbonat levhalarla örtülerek hem çatıdan gelen ışığın devam etmesi sağlanmış, hem de aradaki hava tabakası sayesinde, mekanın aşırı ısınması önlenmiştir (Şekil 11.9).

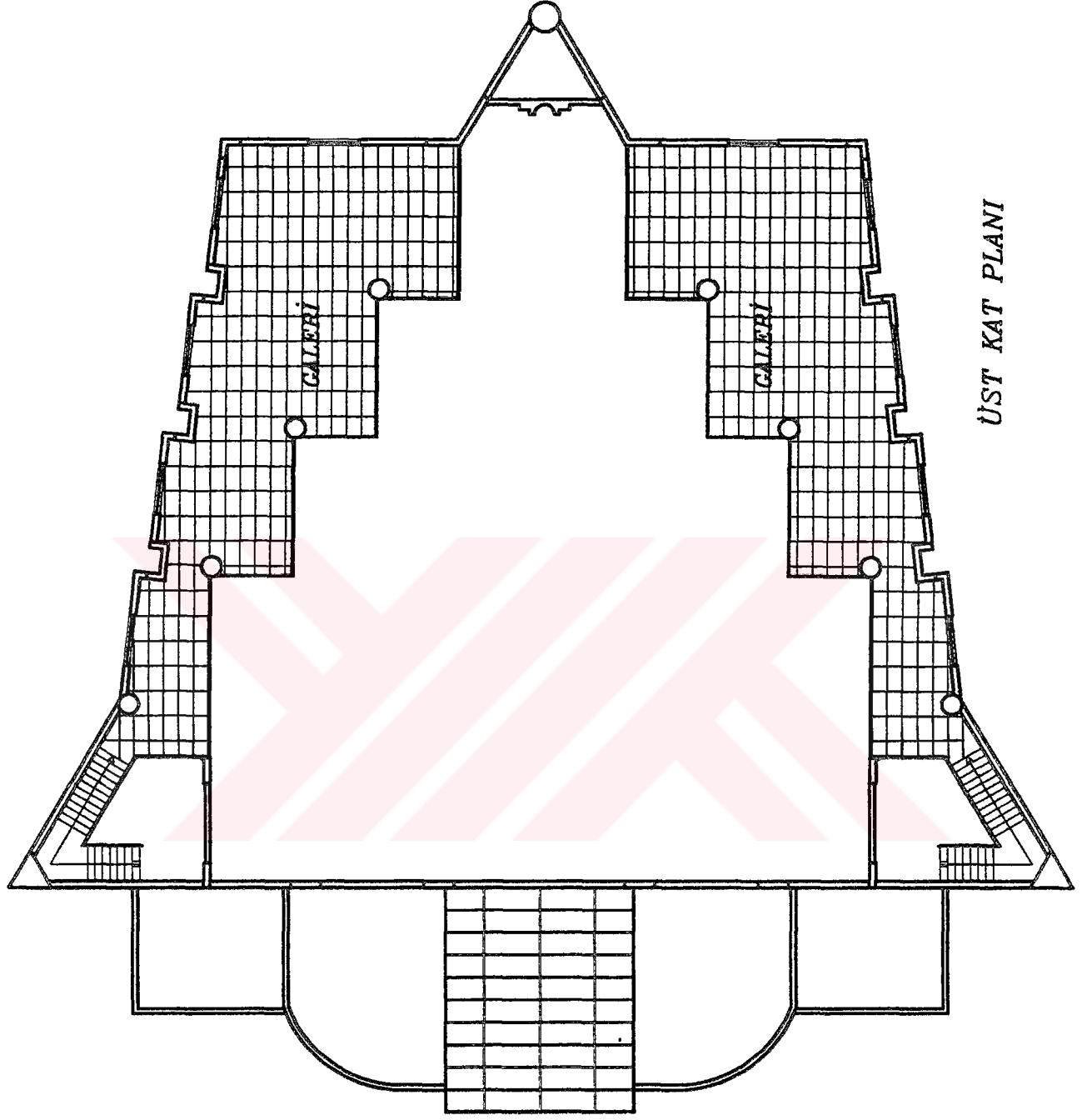
Güneş ışınları şeffaf levhalardan geçerken kırılmaktadır ve radyoaktif ışınlara dönüşmektedir. Bu da mekanlarda sera etkisi yapmaktadır. Caminin içinin aşırı ısınmasını önlemek için sistem hem alttan, hem üstten kaplanarak orada hava tabakası oluşturulmuştur. Hava tabakasının yalıtkanlığı ile ısı yalıtımının sağlanması amaçlanmıştır.



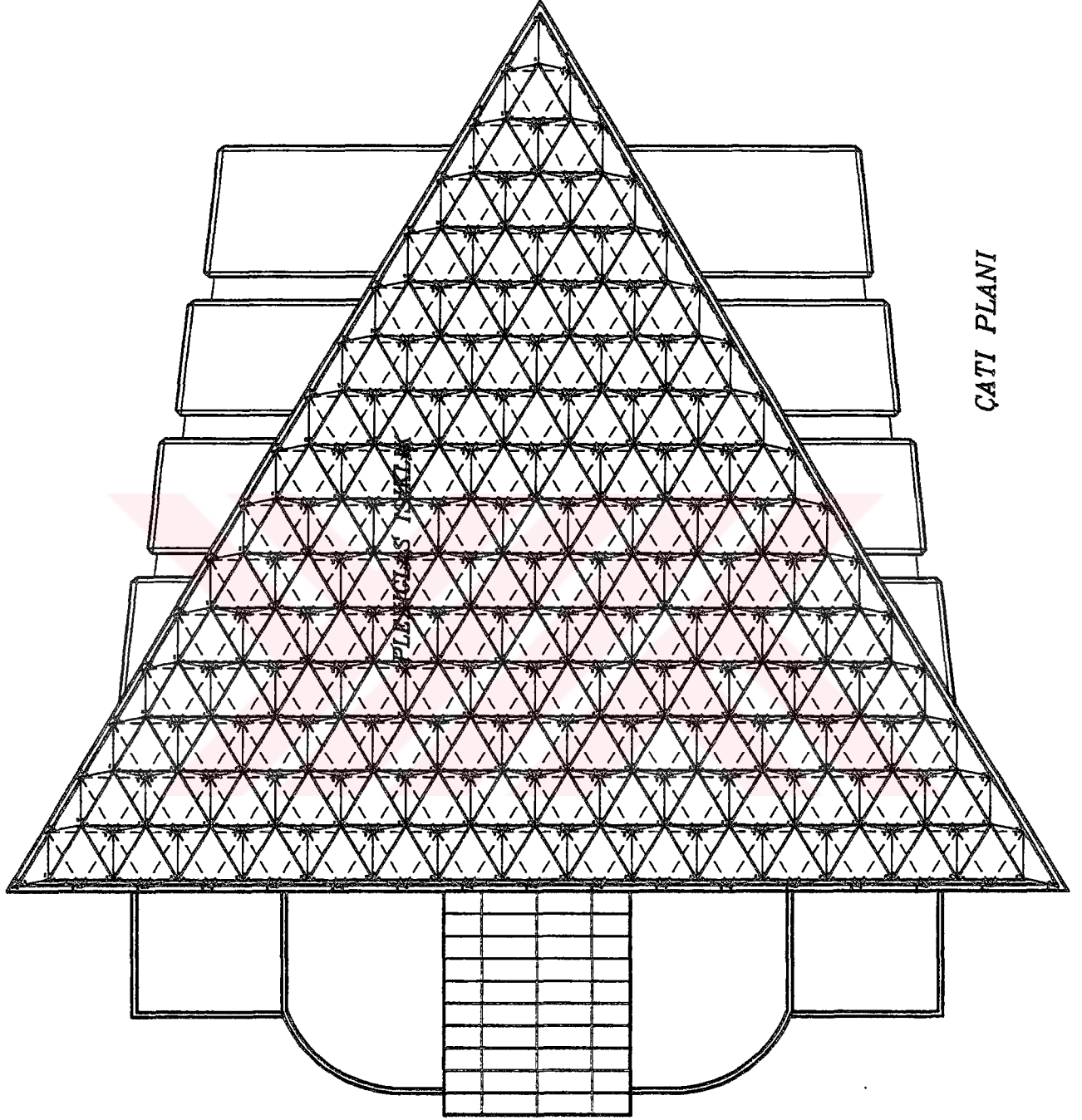
**BODRUM KAT PLANI**



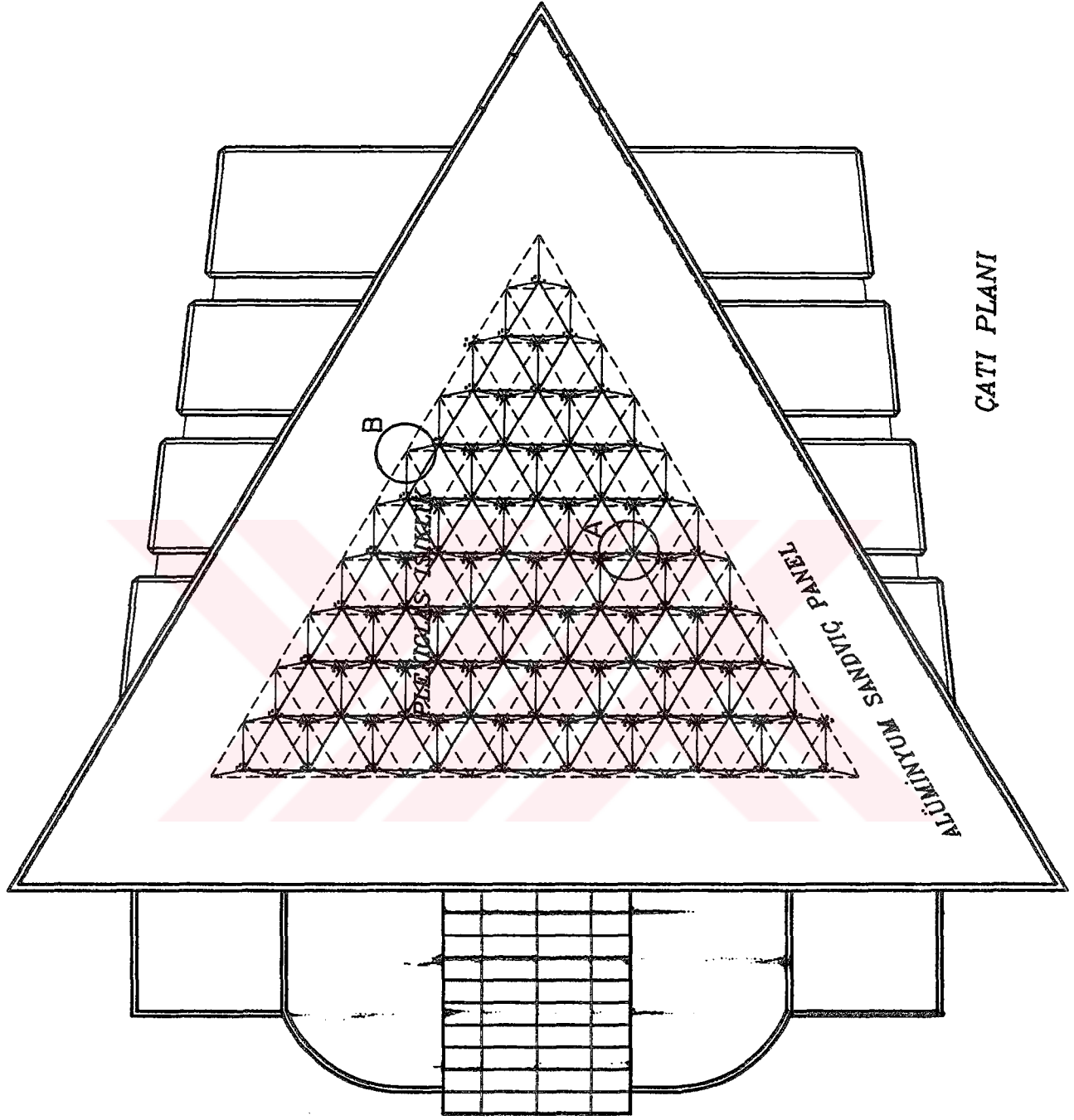
Şekil 11.2. Zemin kat planı



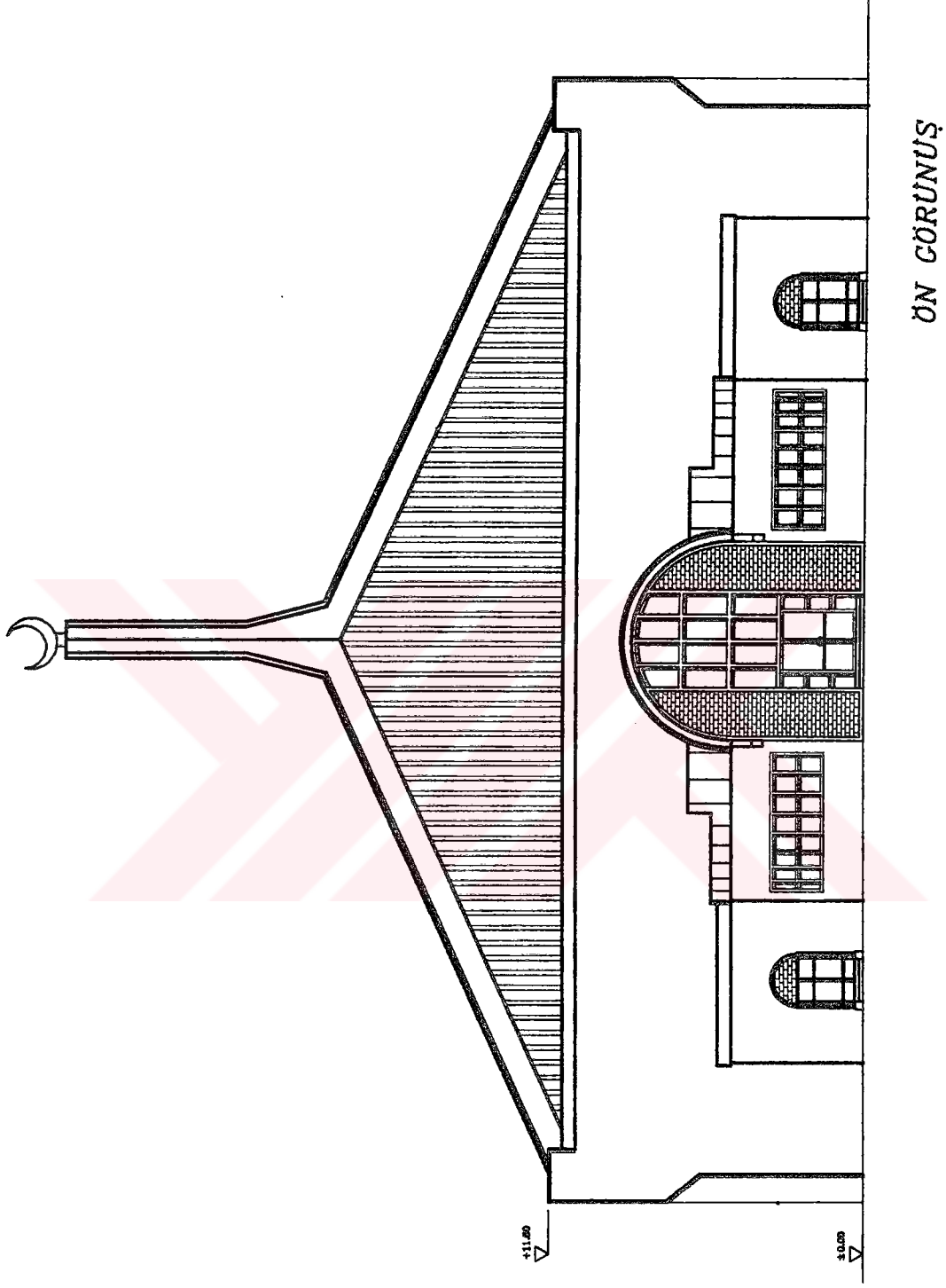
Şekil 1.1.3. Üst kat planı



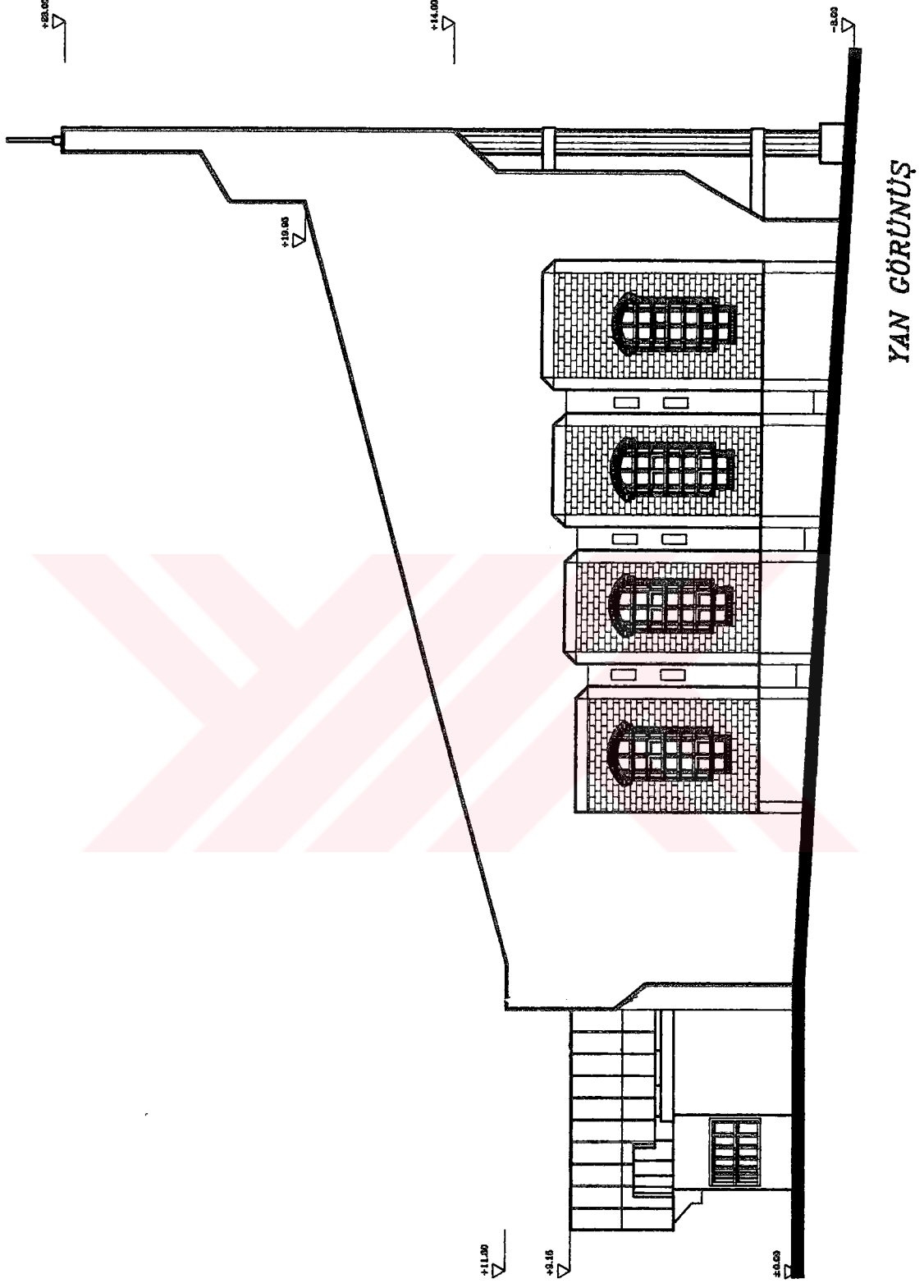
Şekil 11.4. Çatı planı



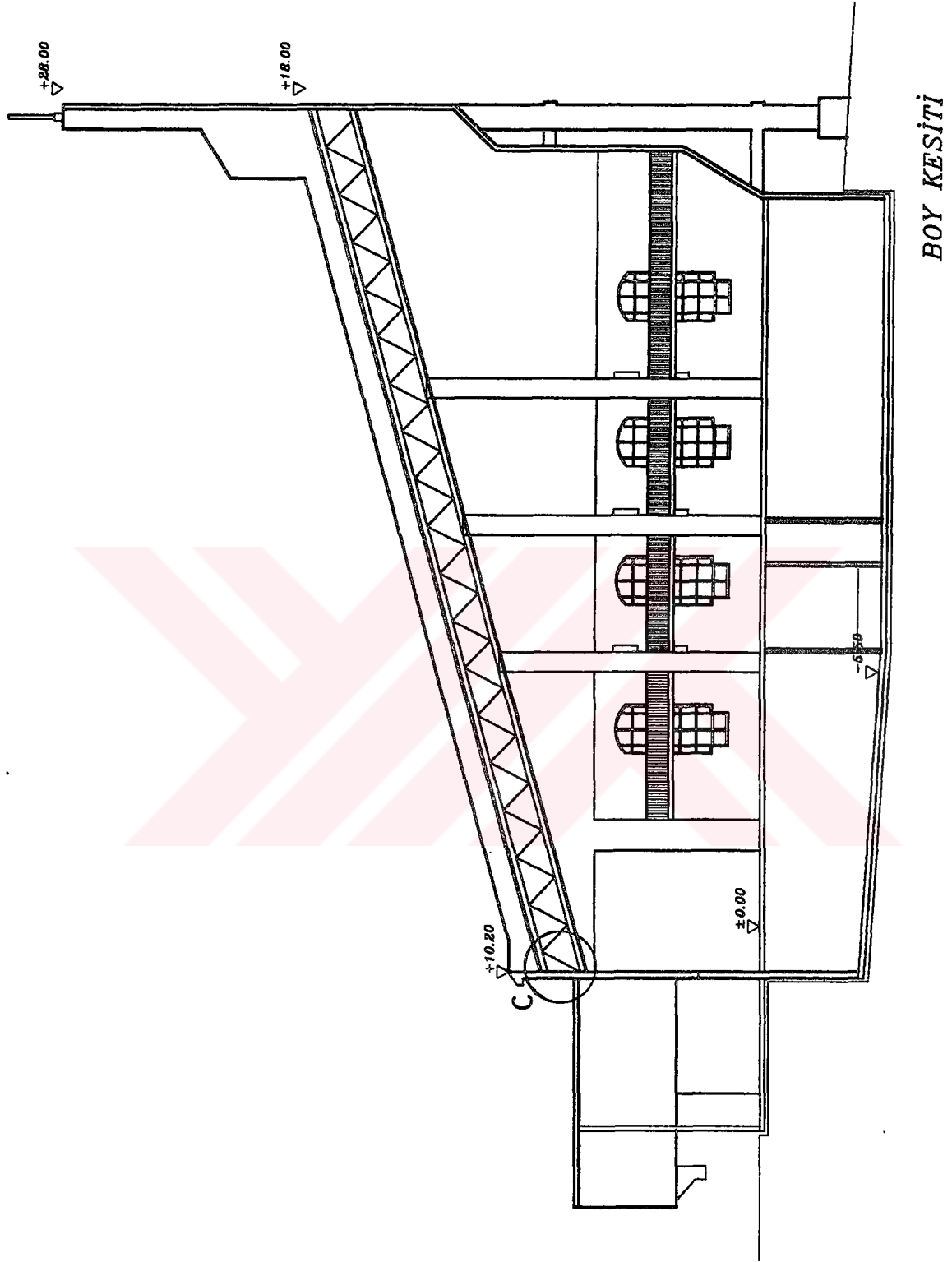
Şekil 11.5. Çatı planı



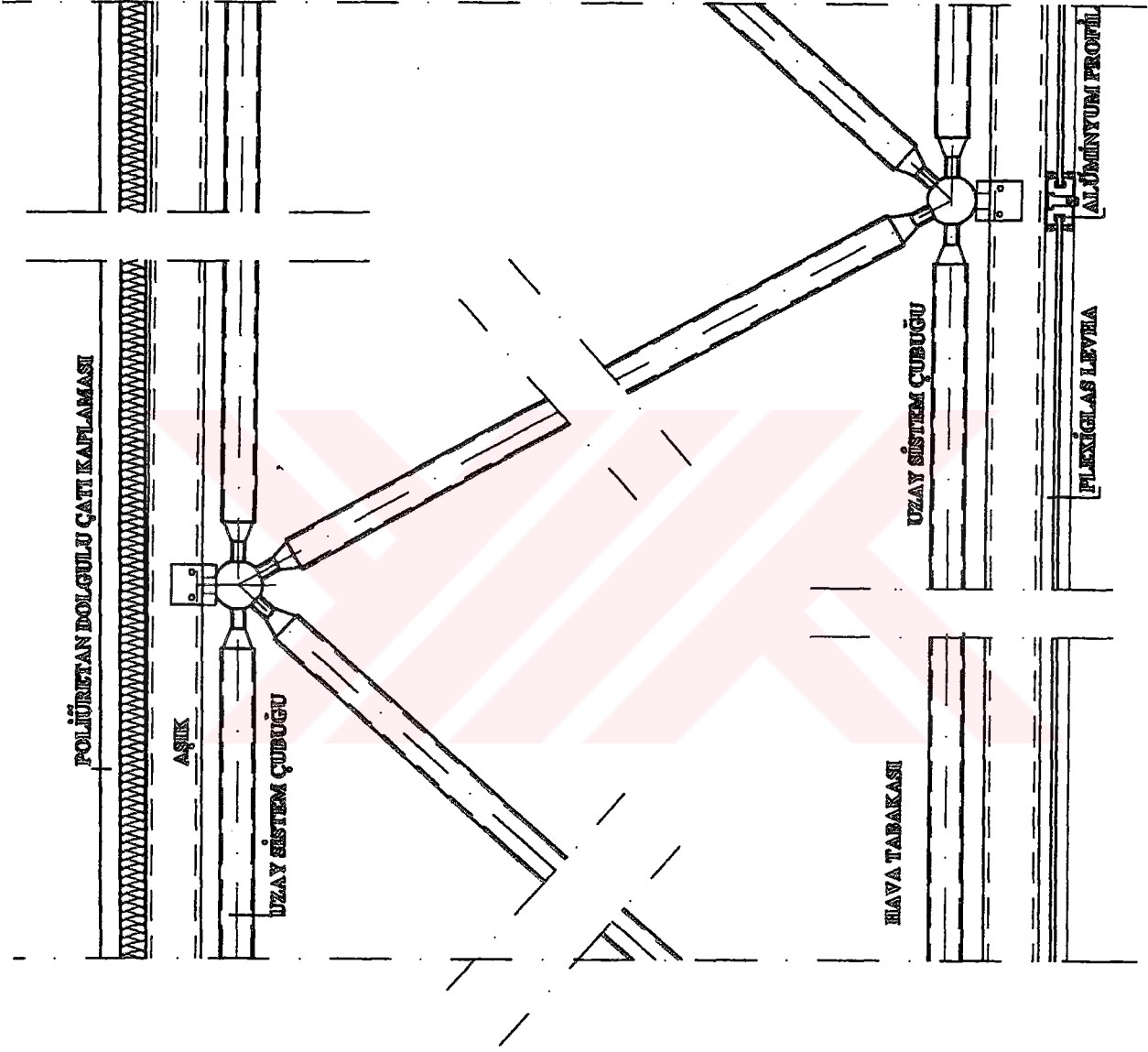
Şekil 11.6. Ön görünüş



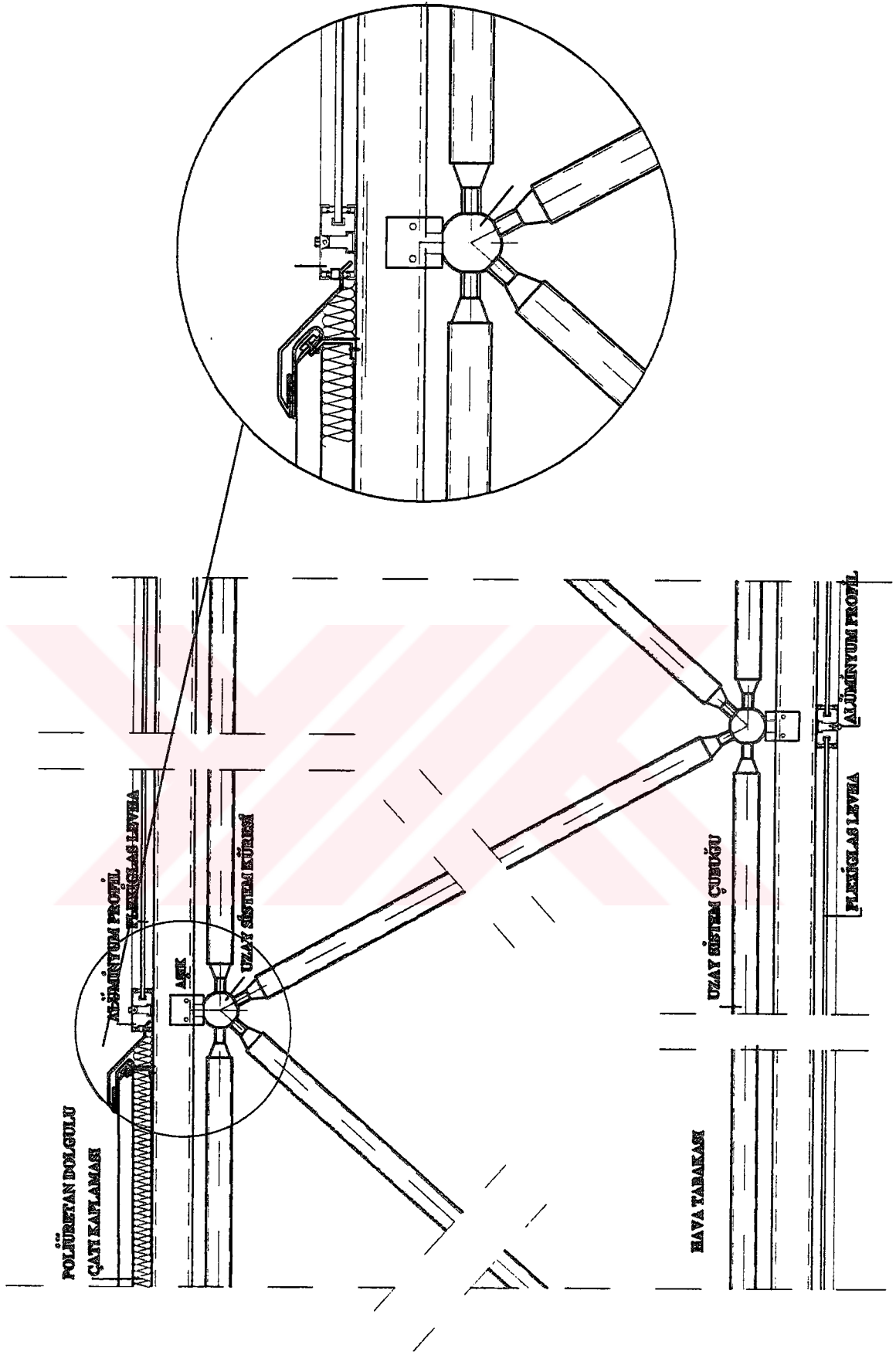
Şekil 11.7. Yan görünüş.



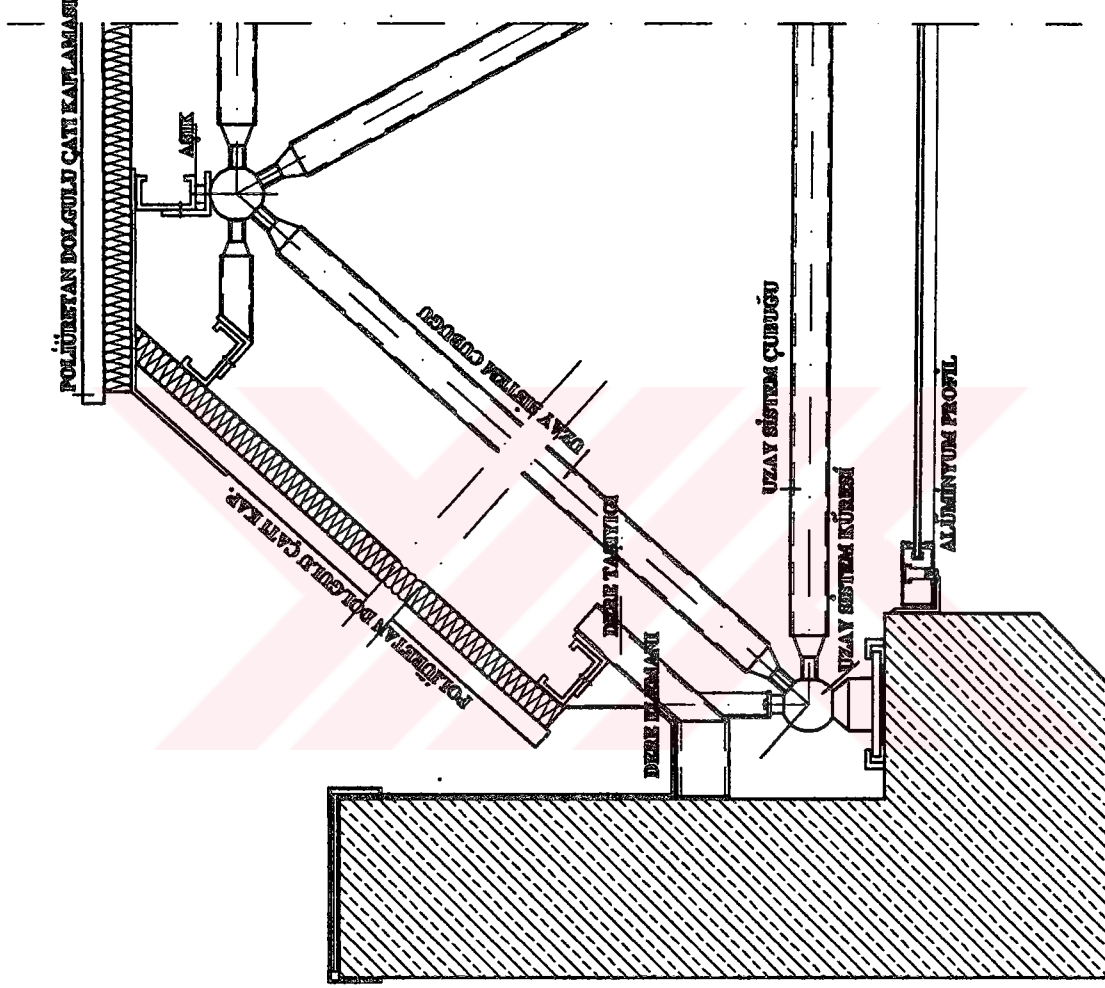
Şekil 11.8. Boy kesiti



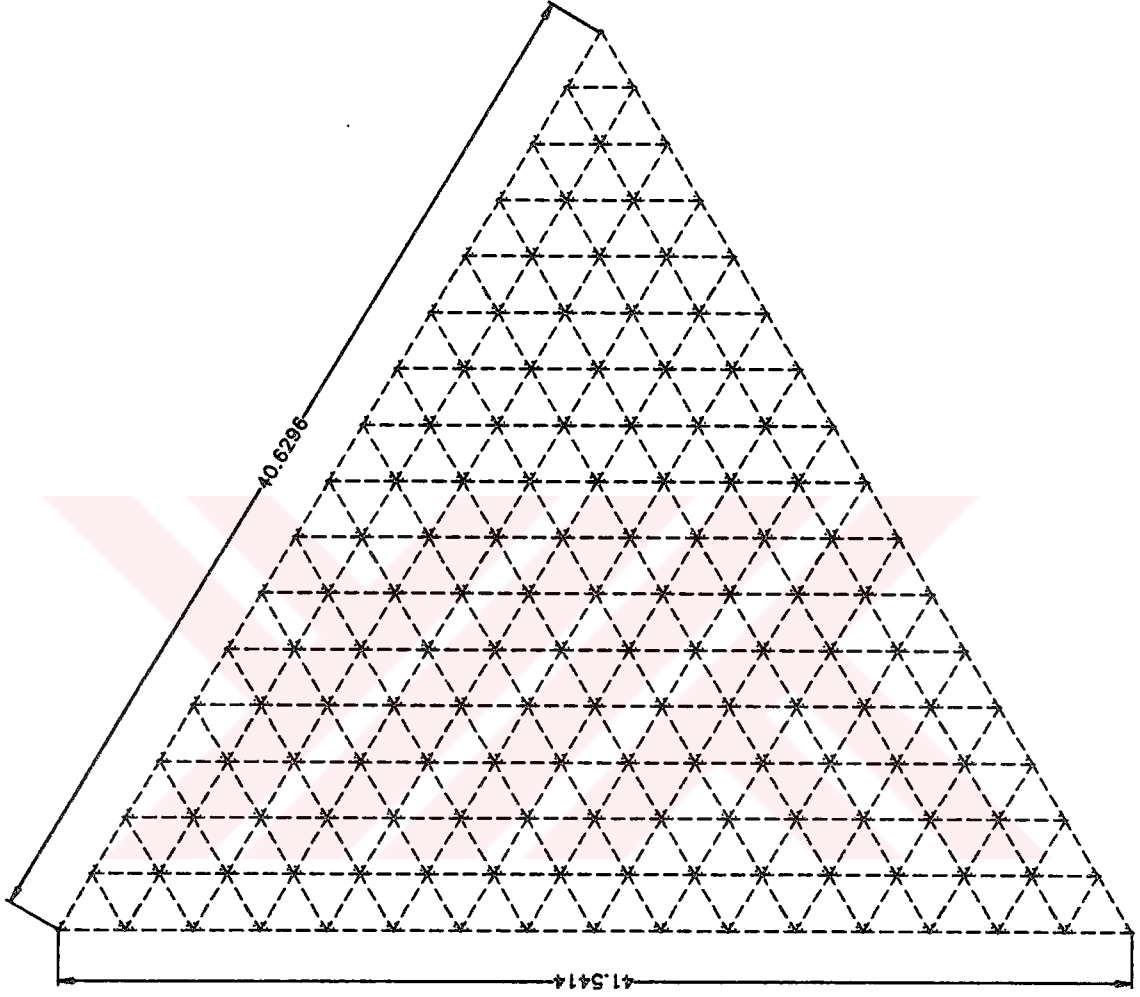
Şekil 11.9. Çatı detayı (A detayı)



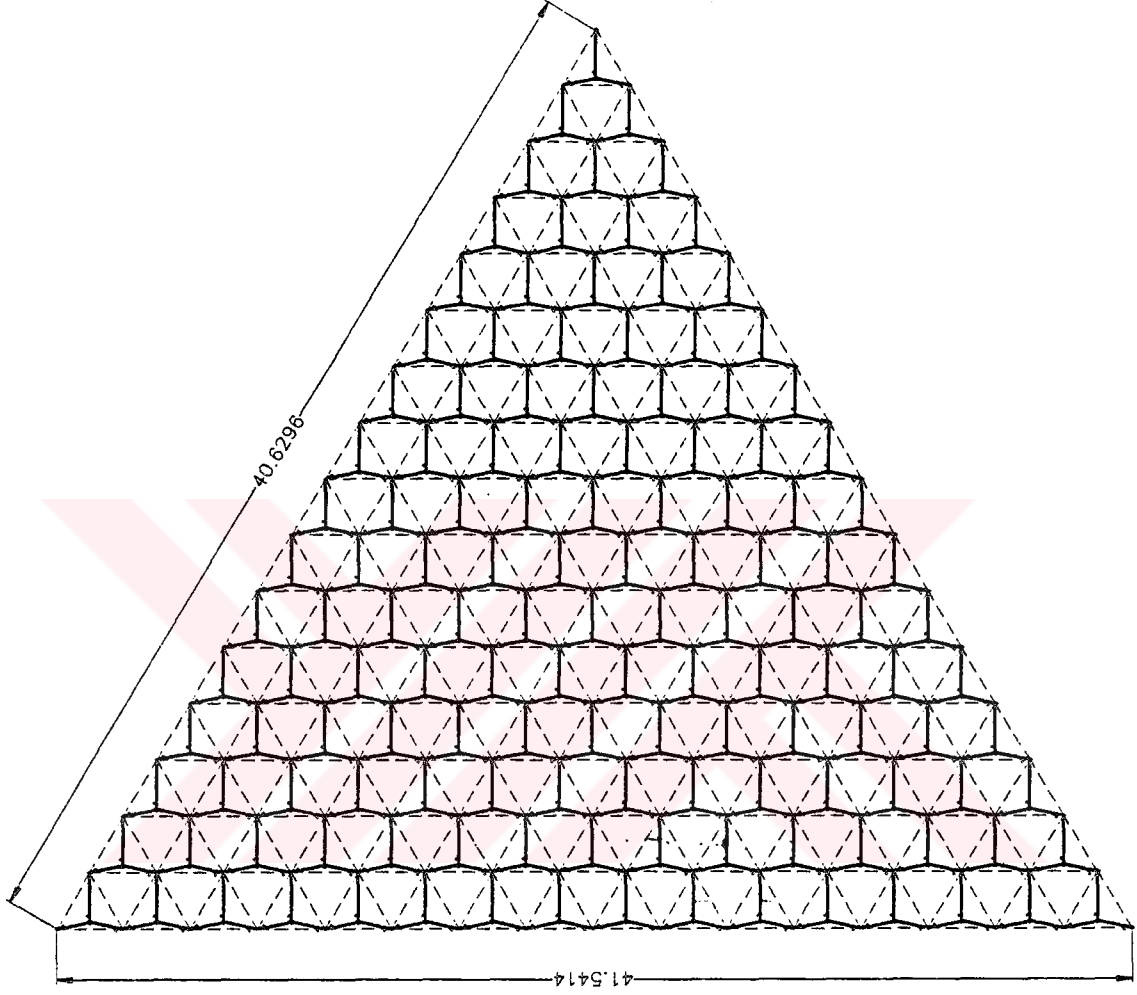
Şekil 11.10. Alüminyum sandviç panel ve pleksiglas levha birleşim detayı (B detayı)



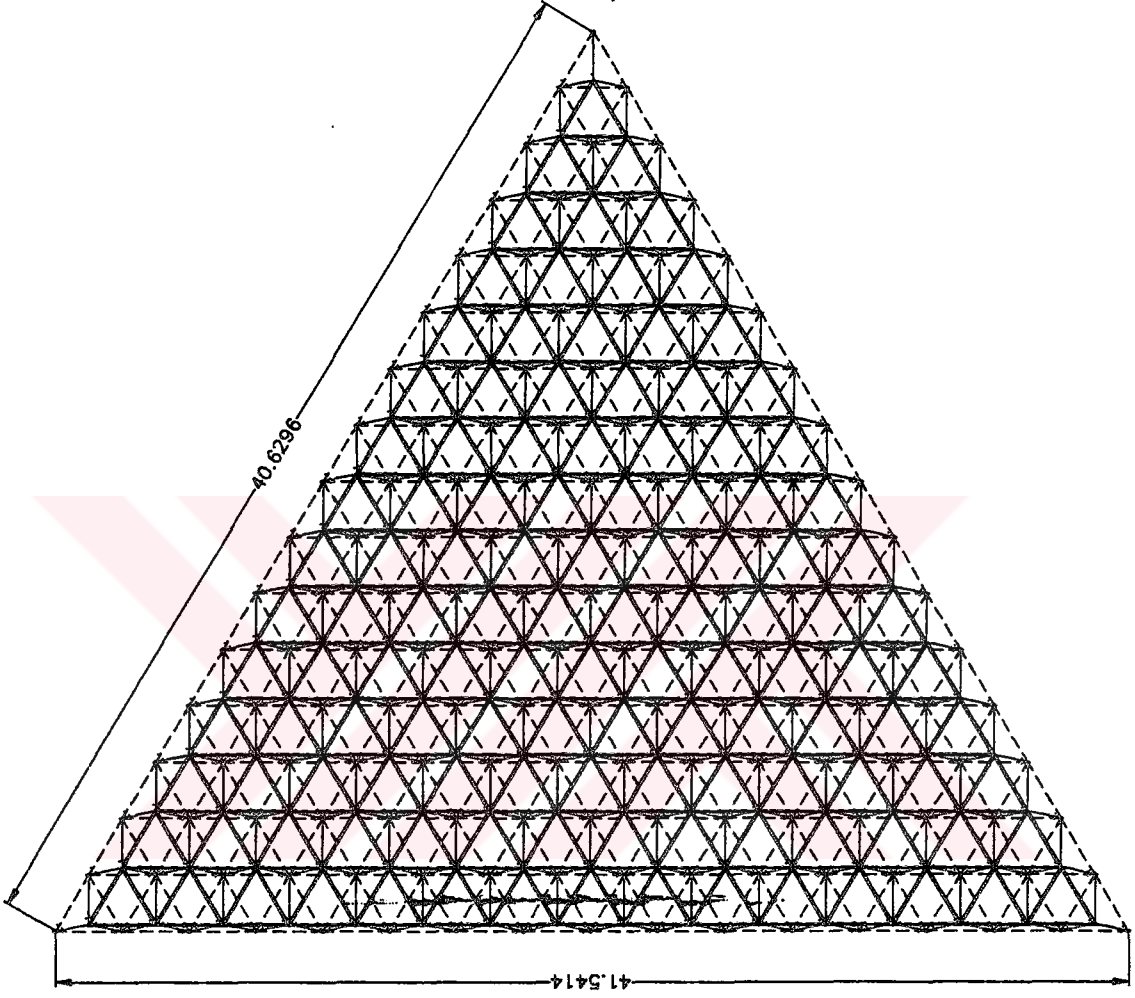
Şekil 11.1.1.1. Mesnet detayı (C detayı)



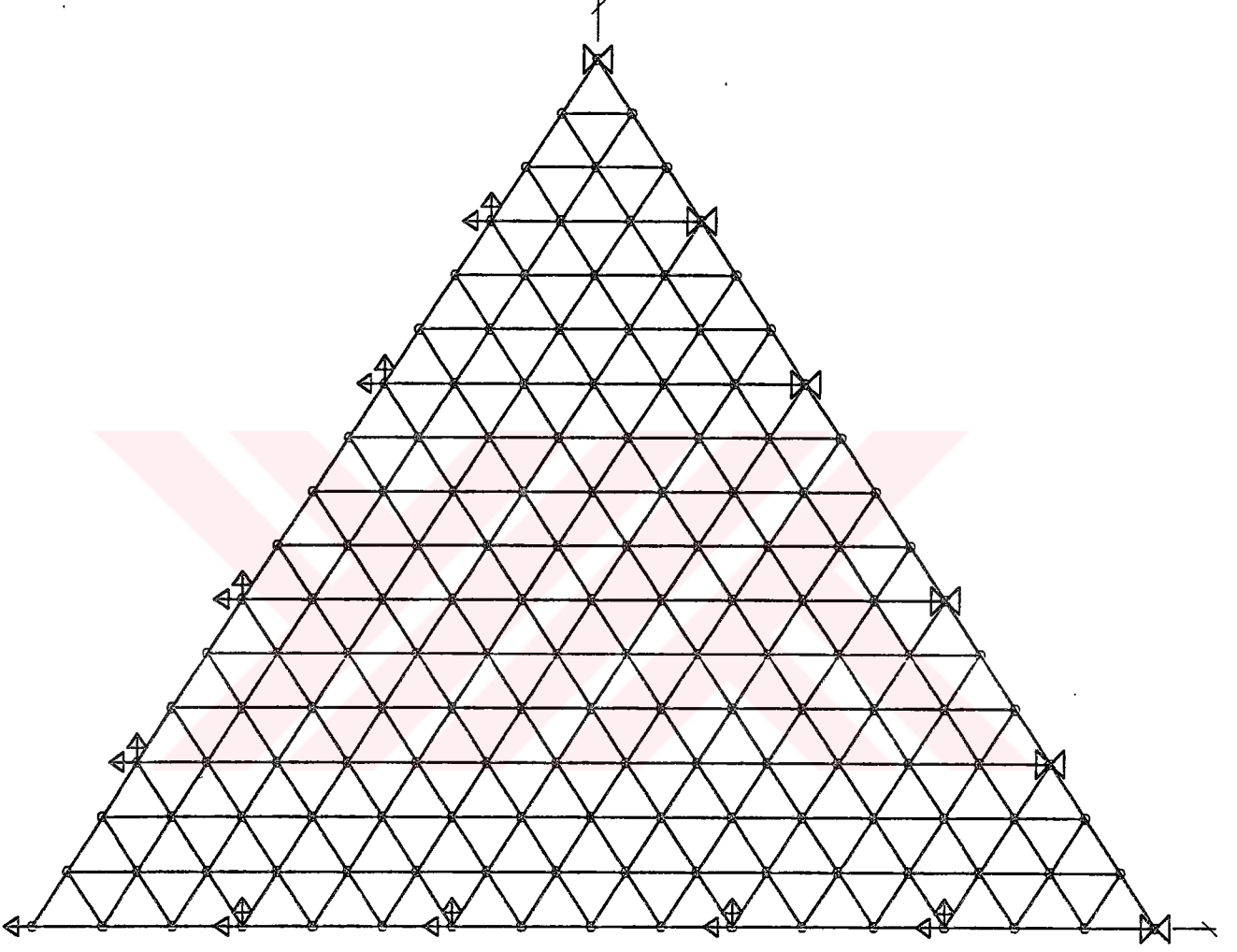
Şekil 11.12. Alt başlık çubukları



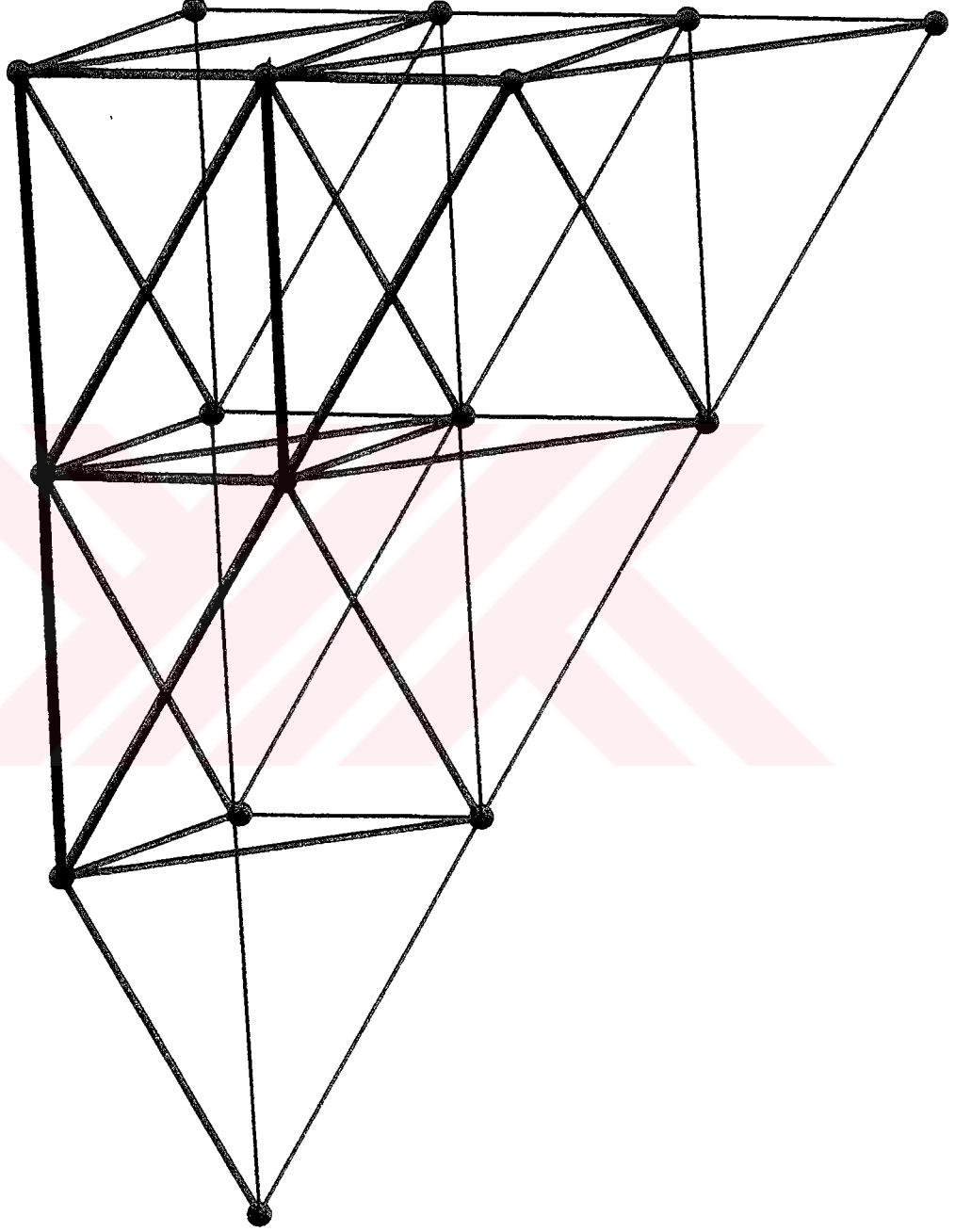
Şekil 11.13. Diyagonal çubuklar



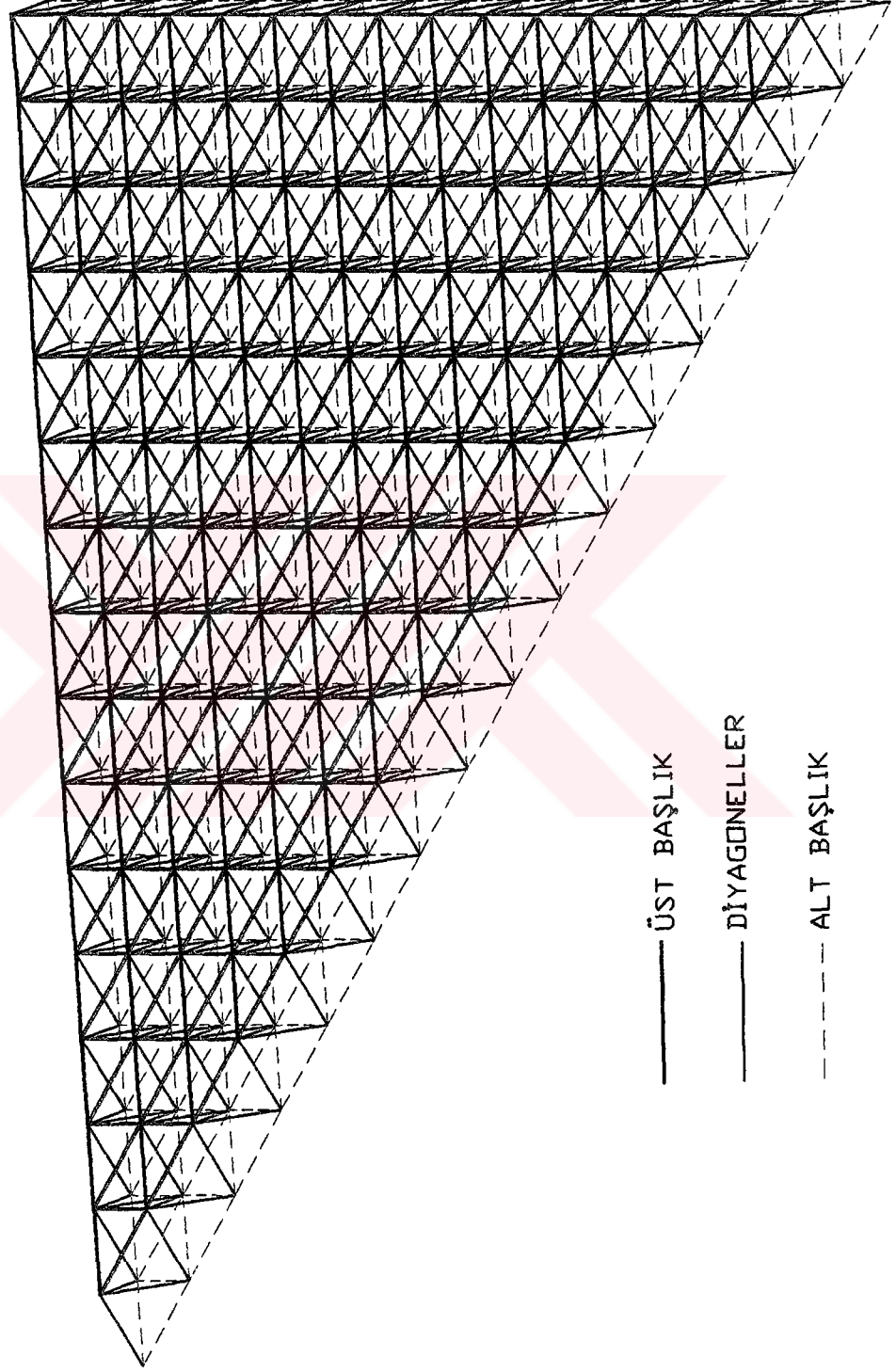
Şekil 11.14. Uzay kafes sistem planı



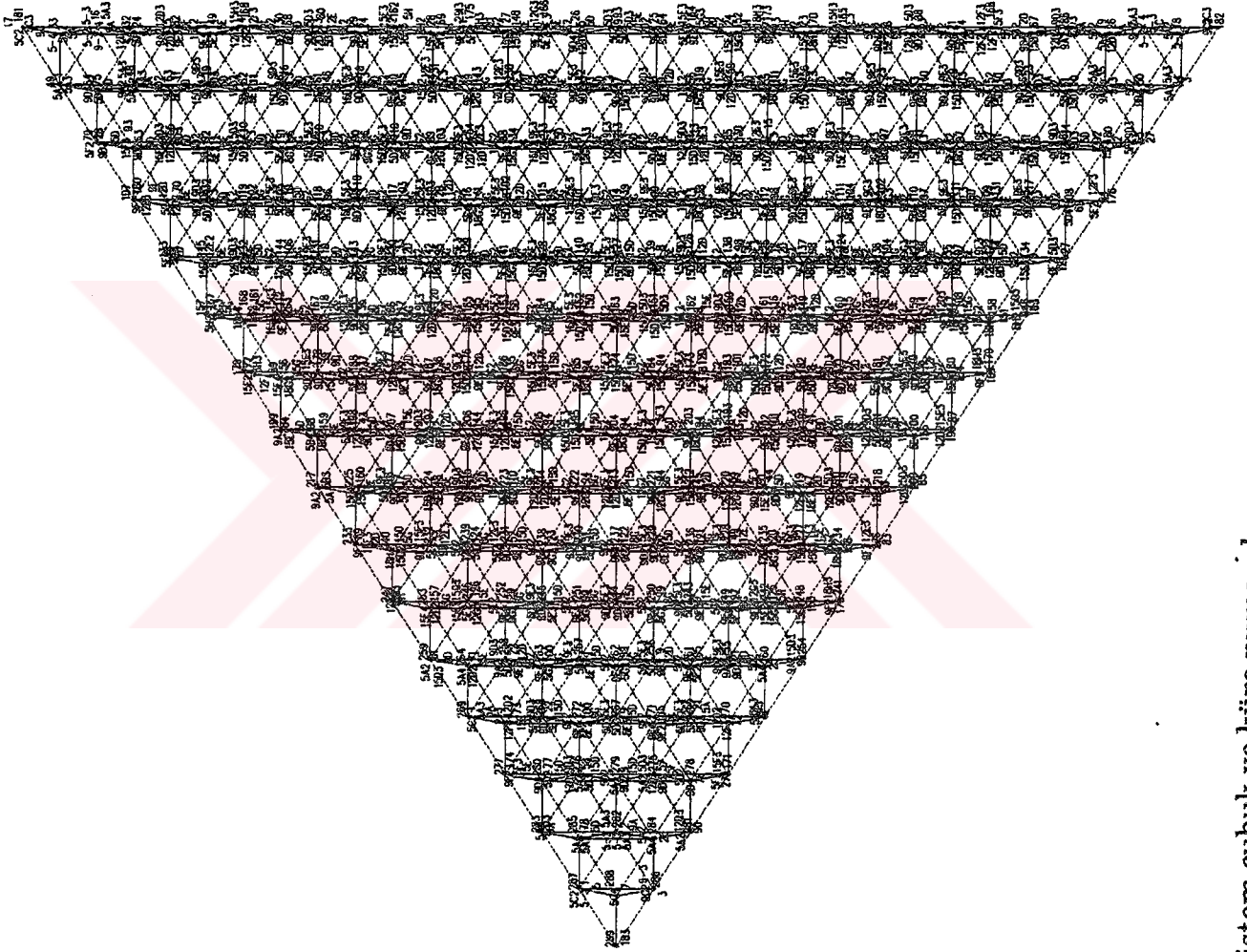
Şekil 11.15. Sistem mesnet yerleri



Şekil 11.16. Uzay kafes sistem modul prespektifi.



Şekil 11.17. Uzay kafes sistem perspektifi



Şekil 11.18. Uzay kafes sistem çubuk ve küre numaraları

| CUBUKLAR |           |      |          |         |           |         |       |           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|-----------|------|----------|---------|-----------|---------|-------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TP       | CAP       | ADET | AKS BOYU | NET BOY | BOYU BOYU | CVATA   | SOLUN | KURİLER   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9F2      | 42.4x12.2 | 9    | 2.373    | 2.229   | 2.209     | M12-10x | 24/13 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9G       | 42.4x12.2 | 6    | 2.500    | 2.358   | 2.338     | M12-10x | 24/13 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9G2      | 42.4x12.2 | 18   | 2.373    | 2.231   | 2.211     | M12-10x | 24/13 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9G3      | 42.4x12.2 | 4    | 2.065    | 1.923   | 1.903     | M12-10x | 24/13 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9G4      | 42.4x12.2 | 1    | 2.015    | 1.873   | 1.853     | M12-10x | 24/13 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9H       | 42.4x12.2 | 1    | 2.500    | 2.349   | 2.329     | M12-10x | 24/13 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 120      | 48.3x12.2 | 30   | 2.500    | 2.372   | 2.318     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1202     | 48.3x12.2 | 48   | 2.373    | 2.245   | 2.191     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1203     | 48.3x12.2 | 4    | 2.065    | 1.937   | 1.883     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1204     | 48.3x12.2 | 1    | 2.015    | 1.887   | 1.833     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12E      | 48.3x12.2 | 6    | 2.500    | 2.385   | 2.311     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12E2     | 48.3x12.2 | 7    | 2.373    | 2.238   | 2.184     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12E3     | 48.3x12.2 | 10   | 2.065    | 1.930   | 1.876     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12E4     | 48.3x12.2 | 2    | 2.015    | 1.880   | 1.828     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12F      | 48.3x12.2 | 2    | 2.500    | 2.356   | 2.302     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12F2     | 48.3x12.2 | 5    | 2.373    | 2.229   | 2.175     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12F3     | 48.3x12.2 | 4    | 2.065    | 1.921   | 1.867     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12F4     | 48.3x12.2 | 2    | 2.015    | 1.871   | 1.817     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12G      | 48.3x12.2 | 6    | 2.500    | 2.358   | 2.304     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12G2     | 48.3x12.2 | 11   | 2.373    | 2.231   | 2.177     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12G3     | 48.3x12.2 | 5    | 2.065    | 1.923   | 1.869     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12G4     | 48.3x12.2 | 3    | 2.015    | 1.873   | 1.819     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 150      | 60.3x12.2 | 33   | 2.500    | 2.372   | 2.304     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1502     | 60.3x12.2 | 81   | 2.373    | 2.245   | 2.177     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1503     | 60.3x12.2 | 2    | 2.065    | 1.937   | 1.889     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1504     | 60.3x12.2 | 1    | 2.015    | 1.887   | 1.819     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15E      | 60.3x12.2 | 25   | 2.500    | 2.365   | 2.297     | M16-10x | 27/18 | 75 - 75   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15E2     | 60.3x12.2 | 36   | 2.373    | 2.238   | 2.170     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15E3     | 60.3x12.2 | 16   | 2.065    | 1.930   | 1.882     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15E4     | 60.3x12.2 | 9    | 2.015    | 1.880   | 1.812     | M16-10x | 27/18 | 75 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15F      | 60.3x12.2 | 2    | 2.500    | 2.356   | 2.288     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15F2     | 60.3x12.2 | 3    | 2.373    | 2.229   | 2.161     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15F3     | 60.3x12.2 | 3    | 2.065    | 1.921   | 1.853     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15F4     | 60.3x12.2 | 4    | 2.015    | 1.871   | 1.803     | M16-10x | 27/18 | 75 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15G      | 60.3x12.2 | 17   | 2.500    | 2.358   | 2.290     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15G2     | 60.3x12.2 | 50   | 2.373    | 2.231   | 2.163     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15G3     | 60.3x12.2 | 8    | 2.065    | 1.923   | 1.855     | M16-10x | 27/18 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15H      | 60.3x12.2 | 3    | 2.500    | 2.349   | 2.281     | M16-10x | 27/18 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15H2     | 60.3x12.2 | 2    | 2.373    | 2.222   | 2.154     | M16-10x | 27/18 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15H3     | 60.3x12.2 | 3    | 2.065    | 1.914   | 1.846     | M16-10x | 27/18 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 186      | 76.1x12.6 | 22   | 2.500    | 2.358   | 2.274     | N20-10x | 36/22 | 90 - 90   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1862     | 76.1x12.6 | 38   | 2.373    | 2.231   | 2.147     | N20-10x | 36/22 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1863     | 76.1x12.6 | 6    | 2.065    | 1.914   | 1.830     | N20-10x | 36/22 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1864     | 76.1x12.6 | 4    | 2.015    | 1.864   | 1.780     | N20-10x | 36/22 | 90 - 110  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23G3     | 88.9x25.5 | 2    | 2.065    | 1.905   | 1.811     | N24-10x | 41/26 | 110 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| KURİLER   |     |     | CUBUKLAR  |      |          |         |           |         |       |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------|-----|-----|-----------|------|----------|---------|-----------|---------|-------|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TP        | CAP | TP  | CAP       | ADET | AKS BOYU | NET BOY | BOYU BOYU | CVATA   | SOLUN | KURİLER  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 - 7     | 60  | 5   | 33.7x12.2 | 1    | 2.500    | 2.385   | 2.385     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 - 93    | 75  | 5-2 | 33.7x12.2 | 4    | 2.373    | 2.258   | 2.238     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 94 - 167  | 90  | 5-3 | 33.7x12.2 | 3    | 2.065    | 1.950   | 1.930     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 168 - 183 | 110 | 5-4 | 33.7x12.2 | 2    | 2.015    | 1.900   | 1.880     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5A  | 33.7x12.2 | 7    | 2.500    | 2.378   | 2.358     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5A2 | 33.7x12.2 | 13   | 2.373    | 2.252   | 2.232     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5A3 | 33.7x12.2 | 12   | 2.065    | 1.944   | 1.924     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5A4 | 33.7x12.2 | 7    | 2.015    | 1.894   | 1.874     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5B3 | 33.7x12.2 | 1    | 2.065    | 1.937   | 1.917     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5B4 | 33.7x12.2 | 1    | 2.015    | 1.887   | 1.867     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5C  | 33.7x12.2 | 1    | 2.500    | 2.382   | 2.342     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5C2 | 33.7x12.2 | 4    | 2.373    | 2.238   | 2.218     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5C3 | 33.7x12.2 | 2    | 2.065    | 1.928   | 1.908     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5C4 | 33.7x12.2 | 1    | 2.015    | 1.878   | 1.858     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5D  | 33.7x12.2 | 23   | 2.500    | 2.372   | 2.352     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5D2 | 33.7x12.2 | 38   | 2.373    | 2.245   | 2.225     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5D3 | 33.7x12.2 | 21   | 2.065    | 1.937   | 1.917     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5D4 | 33.7x12.2 | 12   | 2.015    | 1.887   | 1.867     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5E  | 33.7x12.2 | 9    | 2.500    | 2.365   | 2.345     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5E2 | 33.7x12.2 | 28   | 2.373    | 2.238   | 2.218     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5E3 | 33.7x12.2 | 52   | 2.065    | 1.930   | 1.910     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5E4 | 33.7x12.2 | 30   | 2.015    | 1.880   | 1.860     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5F  | 33.7x12.2 | 7    | 2.500    | 2.368   | 2.338     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5F2 | 33.7x12.2 | 8    | 2.373    | 2.228   | 2.208     | M12-8.6 | 19/13 | 75 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5G  | 33.7x12.2 | 16   | 2.500    | 2.358   | 2.338     | M12-8.6 | 19/13 | 90 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5G2 | 33.7x12.2 | 24   | 2.373    | 2.231   | 2.211     | M12-8.6 | 19/13 | 90 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5G3 | 33.7x12.2 | 1    | 2.065    | 1.923   | 1.903     | M12-8.6 | 19/13 | 90 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5G4 | 33.7x12.2 | 2    | 2.015    | 1.873   | 1.853     | M12-8.6 | 19/13 | 90 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5H  | 33.7x12.2 | 4    | 2.500    | 2.349   | 2.329     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 5H2 | 33.7x12.2 | 4    | 2.373    | 2.222   | 2.202     | M12-8.6 | 19/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9   | 42.4x12.2 | 2    | 2.500    | 2.365   | 2.365     | M12-10x | 24/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9-2 | 42.4x12.2 | 2    | 2.373    | 2.258   | 2.238     | M12-10x | 24/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9-3 | 42.4x12.2 | 1    | 2.065    | 1.950   | 1.930     | M12-10x | 24/13 | 60 - 60  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9A  | 42.4x12.2 | 4    | 2.500    | 2.378   | 2.358     | M12-10x | 24/13 | 60 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9A2 | 42.4x12.2 | 10   | 2.373    | 2.252   | 2.232     | M12-10x | 24/13 | 60 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9C  | 42.4x12.2 | 1    | 2.500    | 2.382   | 2.342     | M12-10x | 24/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9C2 | 42.4x12.2 | 2    | 2.373    | 2.238   | 2.218     | M12-10x | 24/13 | 60 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9D  | 42.4x12.2 | 20   | 2.500    | 2.372   | 2.352     | M12-10x | 24/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9D2 | 42.4x12.2 | 51   | 2.373    | 2.245   | 2.225     | M12-10x | 24/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9D3 | 42.4x12.2 | 38   | 2.065    | 1.937   | 1.917     | M12-10x | 24/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9D4 | 42.4x12.2 | 15   | 2.015    | 1.887   | 1.867     | M12-10x | 24/13 | 75 - 75  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9E  | 42.4x12.2 | 7    | 2.500    | 2.385   | 2.345     | M12-10x | 24/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9E2 | 42.4x12.2 | 15   | 2.373    | 2.238   | 2.218     | M12-10x | 24/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9E3 | 42.4x12.2 | 76   | 2.065    | 1.930   | 1.910     | M12-10x | 24/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9E4 | 42.4x12.2 | 39   | 2.015    | 1.880   | 1.860     | M12-10x | 24/13 | 75 - 90  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           |     | 9F  | 42.4x12.2 | 1    | 2.500    | 2.358   | 2.338     | M12-10x | 24/13 | 75 - 110 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## SONUÇLAR

1. Geniş açıklıklı mekanlar ve bu mekanların örtülmesi teknolojinin gelişmesi ile kolaylaşmıştır. Büyük hacim gereksinimi olan uçak hangarları, fabrikalar, oditoryum gibi çok amaçlı salonlar ve spor salonları, büyük marketler bu tür mekanların en önemlilerine verilebilecek örneklerdir.

Geleneksel yapı üretimi ve betonarme sistemler geniş açıklık geçme ihtiyacını tam olarak karşılayamamaktadır. Büyük açıklıkları geçme arayışları çelik malzemenin kullanılmasıyla 19. yy. ortalarına doğru başlamıştır. Uzay Kafes Sistemler 19. yy. sonlarına doğru geliştirilmiştir. 20. yy. ortalarında ise, standardizasyonun artışı, elektronik hesaplamanın ve daha sonra bilgisayar hesap yöntemlerinin yaygınlaşması bu sistemin çok kolay hesap edilmesini, dolayısıyla da daha yaygın olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Türkiye'de de son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Hızlı yapım, prefabrike elemanlardan oluşması, estetik görünüm, büyük açıklıkları geçmesi başlıca olumlu yanlarıdır.

Tasarlama olanaklarının kısıtlı olması, işçiliğinin zor olması, maliyetinin fazlalığı ve üzerine gelecek örtü gerecinin iyi detaylandırılması gerekliliği olumsuz yanlarıdır. Özellikle üstüne gelecek örtü sistemi uzay kafesle bütünleşmelidir ve uzay kafesin görsel üstünlüğünü kısıtlamamalıdır.

2. Değişik geometrideki mekanları örtmek için Uzay Kafes Sistemler oluşturulabilmektedir. Bu sistemler değişik doğrultularda ve geometrilerde çözülebilmektedir. Bunların nasıl oluşturulabilecekleri 6. ve 7. bölümlerde anlatılmıştır. Oluştururken kullanılacak çok yüzlülerin tanıtımı ve bunların nasıl biraraya getirilecekleri incelenmiştir.

3. Ülkemizde çokça uygulanan bu sistemlerde ne yazık ki estetik kaygılar gözardı edilmektedir. Oysa tasarım olanakları hayli fazladır. Bu konuda yeterince literatür de bulunmamaktadır. Bu tezin bir amacı da bu kaynakları bir araya getirmek ve hesap yöntemlerine girmeden mimari olarak incelemektir. Bunun için dünyada uygulanmış orjinal örnekler tezde yer almıştır. Bu örnekler Uzay Kafes Sistemlerin çok geniş olanaklarını ve estetik katkısını göstermektedir. Ülkemizde bundan sonra yapılacak uygulamaların daha nitelikli olmasında katkısı olacağına inanıyoruz.

4. Ülkemizde inşaat sektörü hızla gelişmektedir. Şehirler daha modernleştikçe daha geniş açıklıklı mekanlar yapma gereği duyulmaktadır. Bu mekanların kolonsuz geçilmelerinde en çok kullanılan sistemlerden biri Uzay Kafes Sistemlerdir. Hangar, fabrika, depo, spor ve sergi salonları gibi binalarda Uzay Kafes Sistemler hızlı yapımından dolayı tercih edilmektedir. Ancak daha çok insanın kullanacağı genel mekanlarda estetik ön plana çıkmalı ve Uzay Kafes Sistemler tüm olanaklarıyla kullanılmalıdır.

5. Türkiye'de en çok yapılan geniş açıklıklı binalar camilerdir. Ancak yeni yapım sistemleri pek kullanılmamaktadır. Örneğimizde bu sistemin kolayca bu tür yapılarda da kullanılabileceğini gösterilmektedir. Uzay Kafes Sistemlerle çok daha estetik camilerin yapılabileceği vurgulanmıştır. Böylece daha net, kullanışlı, teknik problemleri çözülmüş çatı konstrüksiyonları oluşturulacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Hart, F., Henn, W. , Sontag, H., "Multi-Storey Buildings in Steel" (Second Edition) Collins, 1985.
- [2] Deren, H., Çelik Yapılar. Teknik Kitaplar Yayınevi. (1984)
- [3] Gedik, E., Ahşap ve Çelik Yapılar. (1987) Devlet Kitapları
- [4] Makowski, Z.S., Steel Space Structures, 1965, London.
- [5] Özgen, A., Odabaşı, Y., Dizayn/Konstrüksiyon Dergisi Sayı:38 "Uzay Taşıyıcı Sistemler". Sayfa: 32-33.
- [6] İnşaat, Şantiye ve Endüstrisi Dergisi Sayı: 35 Sayfa 40-41. "Uzay-kon Uzay Sistemleri".
- [7] Özşen, G., Dizayn/Konstrüksiyon Dergisi. "Düzlem Uzay Kafeslerin Taşıyıcı Olarak Düzenlenmesi". Yıldız Üniversitesi. Sayfa: 57-61.
- [8] Türkçü, H. Ç., "Uzay Çerçeve Çatıyı Farklı Geometrik Olanaklar Arasında Seçmede Kullanılabilecek Ölçütler ve Yöntemi", (İzmir-1982) E.Ü. Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları.
- [9] Dizayn/Konstrüksiyon Dergisi Sayı: 45 "Uzay Kafes Sistemlerde Örtü Gereçleri Dizayn Araştırma Grubu". Sayfa: 28-33.
- [10] Uzaykon Firması Bilgi Föyleri
- [11] Japan Architect (1994-1) Sayfa 166-169.
- [12] Japan Architect (1994-1) Sayfa 162-163.
- [13] Japan Architect (1994-1) Sayfa 76-79.
- [14] Japan Architect (1994-4) Sayfa 229-240.
- [15] Japan Architect (1993-4) Sayfa 7-13.
- [16] L'arca (1993-3) Sayfa 36-46.

## ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Erzincan'ın Refahiye ilçesinde doğdu. İlk öğrenimini burada bitirdi. Orta öğrenimini Ordu'da tamamladı. Liseyi İstanbul Kadir Has Lisesi'nde bitirdikten sonra 1988 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ne başladı. 1992 yılında mezun olduktan sonra aynı fakültede yüksek lisansa başladı.

Halen İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı İSTON AŞ. de çalışmaktadır.

Bekar ve ingilizce bilmektedir.

İSTON AŞ.