İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

uygundur
Aras. Gör. Mahmut EKEN

UZAY KAFES SİSTEM VE ÖRTÜ ELEMANLARI

İTU MERKEZ KÜTÜPHANESİ
Demirbaş No: 64663
Sınıflama No: .....

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mim. Nurgül PARLAK

MİM
U21167
PAR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Haziran 1998
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Haziran 1998

Tez Danışmanı : Doç.Dr.Bilge IŞIK
Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Hasan KARATAŞ
Prof.Dr.Erol GÜRDAL

03.08.98



HAZİRAN 1998

ÖNSÖZ

Çalışmalarımın tez haline gelmesinde önemli katkıları olan Sayın Hocam Doç. Dr. Bilge IŞIK'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca bana sağladıkları maddi ve manevi her türlü destek için aileme, eşime ve her zaman yanımda olduklarını hissettirerek beni destekleyen arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

08.06.1998
Nurgül PARLAK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
SUMMARY	xv
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Kapsam	1
1.3. Yöntem	1
BÖLÜM 2. UZAY KAFES TAŞIYICILAR	2
2.1. Giriş	2
2.2. Büyük Açıklıklı Yapıların Örtülmesinde Kullanılan Taşıyıcı Sistem Türleri	4
2.2.1. İskelet Sistemler	4
2.2.2. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler	5
2.2.3. Asma-Germe Taşıyıcı Sistemler	7
2.2.4. Şişirme (pnömatik) Taşıyıcı Sistemler	10
2.2.5. Uzay Kafes Taşıyıcılar	10
2.3. Uzay Kafes Taşıyıcıların Tanımı ve Amacı	12
2.4. Uzay Kafes Taşıyıcıların Oluşum İlkeleri	12
2.5. Uzay Kafes Taşıyıcıların Bileşenleri	16
2.5.1. Borular	16
2.5.2. Küreler	18
2.5.3. Civata, Somun ve Pim	20
2.6. Uzay Kafes Taşıyıcılarda Aşık Elemanları Ve Aşıklar	21
2.6.1. Aşık Elemanları	21
2.6.2. Aşıklar	21
2.7. Uzay Kafes Taşıyıcılarda Hesap Prensipleri	21
2.8. Uzay Kafes Taşıyıcılarda Malzeme	23
2.8.1. Çelik	23

2.8.2. Alüminyum 23
2.8.3. Ahşap 23
2.9. Uzay Kafes Taşıyıcıların Biçim Özellikleri 24
2.9.1. Düz Yüzeysel 24
2.9.1.1. Düz Yüzeysel Uzay Kafes Taşıyıcılarda Sistem Belirlenmesi 25
2.9.1.2. Düz Yüzeysel Uzay Kafes Taşıyıcıların Yapım Sistemleri 29
2.9.2. Tonozsal (Tek Eğrilikli) 36
2.9.2.1. Tonozsal Uzay Kafes Taşıyıcıların Oluşum İlkeleri 36
2.9.2.2. Tonozsal Uzay Kafes Taşıyıcıların Yapım Sistemleri 37
2.9.3. Kubbesel (Aynı Yönde Çift Eğrilikli) 38
2.9.3.1. Kubbesel Uzay Kafes Taşıyıcı Sistemlerin Türleri 39
2.10. Uzay Kafes Taşıcılarda Montaj 44

BÖLÜM 3. UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİ 46

3.1. Giriş 46
3.2. Uzay Kafes Çatı Örtülerinin Karşılaştığı Dış Etkiler 46
3.2.1. Isı Etkisi 47
3.2.2. Ses Etkisi 51
3.2.3. Su ve Nem Etkisi 56
3.2.4. Yangın Etkisi 59
3.2.5. Yük Etkisi 60
3.2.5.1. Düşey Yük Etkisi 60
3.2.5.2. Yatay Yük Etkisi 61
3.3. Uzay Kafes Çatı Örtülerin Malzemelerine Göre Sınıflandırılması 62
3.3.1. Plastik Çatı Örtü Malzemeleri 62
3.3.1.1. PVC Esaslı 64
3.3.1.2. Polikarbonat 67
3.3.1.3. Akrilikler-Polymetil Methakrilat (PMMA) 73
3.3.1.4. Camelyaf Takviyeli Plastikler (CTP) 74
3.3.2. Metal Çatı Örtü Malzemeleri 76
3.3.2.1. Alüminyum 76
3.3.2.2. Çelik 78
3.3.2.3. Çinko 82
3.3.2.4. Kurşun 82
3.3.2.5. Bakır 83
3.3.3. Cam Çatı Örtü Malzemeleri 83
3.3.3.1. Düz Camlar 84
3.3.3.2. Emniyet Camları 84
3.3.3.2.1. Temperli Camlar 85
3.3.3.2.2. Kısmi Temperlenmiş Camlar 86
3.3.3.2.3. Lamine Camlar 87
3.3.3.2.4. Tellii Camlar 88

3.3.4. Mimari Tekstil Çatı Örtü Malzemeleri 89
3.3.5. Bitüm Esaslı Çatı Örtü Malzemeleri 91
3.4. Uzay Kafes Çatı Örtülerinin Dış Etkilere Karşı Davranışları 97
3.4.1. Örtülerin Sıcaklık Etkilerine Karşı Davranışları 97
3.4.2. Örtülerin Su ve Nem Etkilerine Karşı Davranışları 98
3.4.3. Örtülerin Ses Etkilerine Karşı Davranışları 100
3.4.4. Örtülerin Yangın Etkilerine Karşı Davranışları 101
3.4.5. Örtülerin Yük Etkilerine Karşı Davranışları 102

BÖLÜM 4. UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

4.1. Giriş 103
4.2. Plastik Çatı Örtüleri Uygulama Prensipleri ve Detayları 103
4.2 1. PVC Esaslı Çatı Kaplama Levhaları 103
4.2.2. Polikarbonat Çatı Kaplama Levhaları 107
4.2.3. Akrilik Çatı Kaplama Levhaları 112
4.2.4. Camelyaf Takviyeli Plastik (CTP) Çatı Kaplama Levhaları 113
4.3. Metal Çatı Örtüleri Uygulama Prensipleri ve Detayları 115
4.4. Cam Çatı Örtüleri Uygulama Prensipleri ve Detayları 121
4.5. Tekstil Çatı Örtüleri Uygulama Prensipleri ve Detayları 123
4.6. Bitüm Esaslı Çatı Örtüleri Uygulama Prensipleri ve Detayları 124

BÖLÜM 5. SONUÇ 127

KAYNAKLAR 129

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Toplumsal gelişmenin beraberinde getirdiği büyük açıklıklı yapı gereği, (BAYÜLGEN,1988). 2

Şekil 2.2. Çağdaş taşıyıcı sistemlerin oluşum etmenleri, (BAYÜLGEN,1988). 3

Şekil 2.3. Doğrusal taşıyıcı sistem türleri, (HERGET,1993). 6

Şekil 2.4. Çeşitli geometrik biçimlerin yükler karşısındaki deformasyonu, (BAYÜLGEN,1988). 12

Şekil 2.5. Dikdörtgen çerçevenin, P kuvveti karşısında deforme olması, (BAYÜLGEN,1988). 13

Şekil 2.6. Üçgen çerçevenin, P kuvveti karşısındaki rijitliği, (BAYÜLGEN,1988). 13

Şekil 2.7. Mies van der ROHE'nin Mannheim 'deki tiyatro projesinde düzlem kafes kirişlerin birbirine paralel kullanımı ile mekan örtülmesi görülmekte, (SIEGEL,1960). 14

Şekil 2.8. Birbirini dik kesen paralel düzlem kirişler'in kullanıldığı İngiltere'de bir okul, (SIEGEL, 1960). 14

Şekil 2.9. Uzay kafes kirişlerin oluşumu, (BAYÜLGEN,1988). 15

Şekil 2.10. Uzay kafes taşıyıcıların oluşumu, (SALVADORI, HELLER). 15

Şekil 2.11. 18 çubuktan oluşan mafsal, (SIEGEL, 1960). 18

Şekil 2.12. Sistem içinde çubukların adlandırılması, (BAYÜLGEN,1988). 18

Şekil 2.13a. Tipik bağlantı-üst başlık, (Uzaykon A.Ş.). 19

Şekil 2.13b. Tipik bağlantı-alt başlık, (Uzaykon A.Ş.). 20

Şekil 2.14. Düz yüzeysel uzay kafes sistem, çocuk oyun mahali, Wayne, U.S.A. (SIEGEL,1960). 24

Şekil 2.15. Düz yüzeysel uzay kafes taşıyıcılarda sistem belirlenmesi, (BAYÜLGEN,1988). 25

Şekil 2.16. Dörtyüzlü-yarım sekizyüzlü birleşmesi ile oluşan sistemler. 26

Şekil 2.17. Dörtyüzlü-Sekizyüzlü sistemler. 26

Şekil 2.18. Altıgen tabanlı piramit sistemler. 26

Şekil 2.19. Düşey üçgenlerden oluşan sistemler. 27

Şekil 2.20. Çift üçgenlerden oluşan sistem. 27

Şekil 2.21. Çapraz üçgenlerden oluşan sistem. 27

Şekil 2.22. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile tek üçgenlerden oluşan sistemler (Üçgen pirizmalardan oluşan sistemler). 28

Şekil 2.23. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile çift üçgenlerden oluşan sistemler, (Üçgen pirizmalardan oluşan sistemler). 28

Şekil 2.24. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile tek üçgenlerden oluşan sistemler, (Üç köşeli pirizmalardan oluşan sistemler). 28

Şekil 2.25. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile çift üçgenlerden oluşan sistemler, (Üç köşeli pirizmalardan oluşan sistemler). 29

Şekil 2.26. Altıgen pirizma esasına bağlı sistemler. 29

Şekil 2.27. Mero sistemi, (WENZEL,1978). 30

Şekil 2.28. Oktaplatte sistemi, (WENZEL,1978). 31

Şekil 2.29. SDC sistemi, (WENZEL,1978). 31

Şekil 2.30. Pyramitec sistemi, (WENZEL,1978). 32

Şekil 2.31. Tridimatec sistemi, (WENZEL,1978). 33

Şekil 2.32. Unistrut sistemi, (WENZEL,1978). 34

Şekil 2.33. Space-Deck sistemi, (WENZEL,1978). 35

Şekil 2.34. Triodetic sistemi, (WENZEL,1978). 35

Şekil 2.35. Tonozsal Uzay Kafes Sistem, (SIEGEL,1960). 36

Şekil 2.36. Düzlem kafes kirişleri birleştirmek suretiyle katlanmış kafes sistem kurulması, (BAYÜLGEN,1988). 37

Şekil 2.37. Wupperman Sistemi, (BAYÜLGEN,1988). 38

Şekil 2.38. Kubbesel Uzay Kafes Sistemler, (SIEGEL,1960). 39

Şekil 2.39. Çerçeve kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 40

Şekil 2.40. Zinmermann kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 40

Şekil 2.41. Jeodezik kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 41

Şekil 2.42. Schwedler kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 42

Şekil 2.43. Lamella kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 42

Şekil 2.44. Ribbed kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 43

Şekil 2.45. Lattice kubbeler, (BAYÜLGEN,1988). 44

Şekil 3.1.a. Akustik basıncı ya da genliği aynı dalga boyu değişik olan ses, (OLCAYTU,1979). 52

Şekil 3.1.b. Dalga boyu eşit, akustik basıncı ya da genlikleri farklı olan ses, (OLCAYTU,1979). 52

Şekil 3.1.c. Genliği ya da akustik basıncı zaman içinde değişen ses, (OLCAYTU,1979). 53

Şekil 3.1.d. Yalın (sinüsodial) veya karmaşık olan ses, (OLCAYTU,1979). 53

Şekil 3.1.e. Ses ve gürültü, (OLCAYTU,1979). 53

Şekil 3.2. Bir birini dik kesen paralel düzlem kirişlerin, sert PVC çatı örtüsü ile örtülmesi, (Tek Plastik ürün kataloğu). 64

Şekil 3.3. PVC ve PC'lerin ışık geçirgenliği (%) QUV-testi, (GE Plastik laboratuar). 65

Şekil 3.4. PC örtü malzemesinin uzay çatı üzerine uygulandığı bir örnek, (Polycar ürün kataloğu). 68

Şekil 3.5. Ataköy Kültür Koleji tüp geçidi, (Polycar ürün kataloğu). 69

Şekil 3.6. PC'lerin değişik kalınlıklarına göre şekilleri görülmekte, (Brett Martin ürün kataloğu). 69

Şekil 3.7. PC uygulama örnekleri, (Çuhadaroğlu ürün kataloğu). 70

Şekil 3.8. Akriliğin kullanıldığı bir çatı örtüsü, (Polycar ürün kataloğu). 73

Şekil 3.9. Uzay kafes sistemin CTP çatı örtüsü ile örtülmesi, (Almetsan ürün kataloğu). 74

Şekil 3.10. Uzay kafes sistemin alüminyum trapez çatı örtüsü ile örtülmesi, (Almetsan ürün kataloğu). 76

Şekil 3.11. Galvanizli oluklu levha, (Assan A.Ş. ürün kataloğu). 79

Şekil 3.12. Galvanizli trapez levhalar, (Assan A.Ş. ürün kataloğu). 80

Şekil 3.13. Sandviç paneller, (Tekiz ürün kataloğu). 81

Şekil 3.14. Temperlenmiş yapı emniyet camları, (Şişecam ürün kataloğu). 86

Şekil 3.15. Lamine güvenlik camı, (Şişecam ürün kataloğu). 87

Şekil 3.16. Telli camlar, (TOYDEMİR, 1990). 88

Şekil 3.17. PVC esaslı mimari tekstil örtüsünün kullanıldığı bir sergi binası, (Mero ürün kataloğu). 89

Şekil 3.18. Mimari tekstil örtüsünün kullanıldığı bir yapı, (Libra ürün kataloğu). 89

Şekil 4.1. PVC levhaların bağlantı elemanları, (Tekplastik ürün kataloğu). 104

Şekil 4.2. PVC levhaların montaj sırası, (Tekplastik ürün kataloğu). 104

Şekil 4.3. PVC levhalarda kanca ve vida kullanımı, (Tekplastik ürün kataloğu). 105

Şekil 4.4. PVC levhalarda kancaların doğru tespiti, (Tekplastik ürün katalloğu). 105

Şekil 4.5. PVC levhalarda kancaların tespit yeri, (Tekplastik ürün katalloğu). 105

Şekil 4.6. PVC oluklu çatı panelleri ile uzay kafes birleşim detayı (Uskon teknik föy kataloğu). 106

Şekil 4.7. Kubbe detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 106

Şekil 4.8. PC levhaların eğrisel montajı, (Brett Martin ürün kataloğu). 109

Şekil 4.9. PC örtü malzemeleri ile alüminyum kilitleme ve montaj profilerinin bağlantı detayları, (Libra teknik föy kataloğu). 110

Şekil 4.10. PC örtü malzemeleri ile PC kilitleme ve montaj profilerinin bağlantı detayları, (Libra teknik föy kataloğu). 110

Şekil 4.11. PC örtü malzemesi ile uzay kafes sistemin birleşim detayı, (Libra teknik föy kataloğu). 111

Şekil 4.12. Dere detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 111

Şekil 4.13. PC örtü kaplaması ile uzay kafes birleşimi, (Uskon teknik föy kataloğu). 112

Şekil 4.14. Uzay kafes üzerine uygulanmış, alüminyum tabanlı akrilik ışıklık, (Libra teknik föy kataloğu). 112

Şekil 4.15. Çift cidarlı akrilik kesit ve uzay kafes üzerine uygulanışı, (Polycar ürün kataloğu). 113

Şekil 4.16. CTP oluklu levhaların en kesit görünüşleri, (Oralitsa Ltd. Şti. ürün kataloğu). 113

Şekil 4.17. Metal profil çeşitleri, (VAW Aluform ürün kataloğu). 116

Şekil 4.18. Poliüretan izolasyonlu sandviç çatı panelleri ile uzay kafes birleşim detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 119

Şekil 4.19. Trapezoidal çatı panelleri ile uzay kafes birleşim detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 119

Şekil 4.20. Poliüretanlı alüminyum çatı panelleri ile uzay kafes dere detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 120

Şekil 4.21. Poliüretanlı saç çatı panelleri ile uzay kafes harpuşta detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 120

Şekil 4.22. Poliüretanlı alüminyum çatı panelleri ile uzay kafes kenar detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 121

Şekil 4.23. Lamine cam levhalar ile uzay kafes birleşim detayı, (Uskon teknik föy kataloğu). 122

Şekil 4.24. Mimari tekstil örtüsünün uygulanış örneği (Ceno Tec tekstil konstrüksiyon firma kataloğu, Almanya). 123

Şekil 4.25. Mimari tekstil örtüsünün, uzay kafes üzerine uygulanışı (Ceno Tec tekstil konstrüksiyon firma kataloğu, Almanya). 124

Şekil 4.26. Bitümlü örtülerin uygulanış şekilleri, (BTM ürün kataloğu). 125

Şekil 4.27. Bitümlü örtülerin uygulanış şekilleri, (BTM ürün kataloğu). 125

Şekil 4.28. Bitümlü örtülerin prefabrike elemanlar üzerine uygulanışı, (BTM ürün kataloğu). 126

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Yüzeysel taşıyıcı sistem türleri, (SIEGEL,1960 ve GERÇEK,1978). 8

Tablo 2.2. Asma-Germe taşıyıcı sistem türleri, (SIEGEL,1960). 9

Tablo 2.3. Şişirme taşıyıcı sistem türleri, (GERÇEK,1979). 11

Tablo 2.4. Uzay kafes sistemde kullanılan boruların çekme ve akma gerilmeleri, (USKON A.Ş.,1995). 16

Tablo 2.5. Uzay kafes sisteminde kullanılan boru çapları, (USKON A.Ş.,1995). 17

Tablo 2.6. Civata malzemesinin mekanik özellikleri, (USKON A.Ş.,1995). 21

Tablo 3.1. Bazı malzemelere ait ısı iletkenlik katsayıları (ÖZER,1982). 49

Tablo 3.2. Bazı malzemelere ait uzama katsayıları (ERİÇ,1994). 51

Tablo 3.3. Sesin değişik ortamlarda yayılma hızı (OLCAYTU, 1979) 54

Tablo 3.4. Bazı malzemelere ait birim hacim ağırlıkları (ERİÇ, 1994). 61

Tablo 3.5. PVC malzemelerin piyasa kullanılan bir kaç kesit örneği, (Tek Plastik ürün kataloğu). 66

Tablo 3.6. PVC, PC ve Akrilik'liklerin dayanıklılık testi (GE Plastik laboratuar). 66

Tablo 3.7. 6 mm kalınlığındaki bir Sert PVC çatı levhasının performans değerleri, (Tekplastik teknik föy kataloğu). 67

Tablo 3.8. PC'lerin kalınlıklarına göre tipik özellikleri, (Brett Martın ürün kataloğu). 71

Tablo 3.9. PC Malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri. (Brett Martin ürün kataloğu) 72

Tablo 3.10. CTP Teknik özellikleri, (Fibroser ürün kataloğu). 75

Tablo 3.11. Alüminyum ve çeliğin mukavemet değerleri karşılaştırılması, (ERİÇ,1994). 77

Tablo 3.12. Alüminyumun bazı metaller ile ısı iletkenlik değerlerinin karşılaştırılması, (ERİÇ,1994). 77

Tablo 3.13. Alüminyumun bazı metaller ile erime sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması, (ERİÇ,1994). 78

Tablo 3.14. Çeliğin performans değerleri, (ERİÇ,1994). 79

Tablo 3.15. Oluklu levhaların taşıyabileceği yayılı yükler (kg/m²) (Assan ürün kataloğu) 80

Tablo 3.16. Trapez levhaların taşıyabileceği yayılı yükler (kg/m²) (Assan ürün kataloğu) 81

Tablo 3.17. Sandviç paneller için yük taşıma tablosu (kg/m²) (Metalform ürün kataloğu) 82

Tablo 3.18. Düz camlara ait performans değerleri. 85

Tablo 3.19. Temperlenmiş camın teknik özellikleri. (Şişecam ürün kataloğu) 87

Tablo 3.20. Lamine camın teknik özellikleri, (Şişecam ürün kataloğu). 88

Tablo 3.21. Bitüm esaslı çatı örtülerin taşıyıcıları (BTM teknik föy kataloğu). 92

Tablo 3.22. Bitümlerin özellikleri (BTM teknik föy kataloğu). 93

Tablo 4.1. PC levhaların kalınlıklarına göre kuruma zamanı (Brett Martin ürün kataloğu). 107

Tablo 4.2. PC levhaların kalınlıklarına göre, bükülme yarıçapları (Brett Martin ürün kataloğu). 109

Tablo 4.3. CTP oluklu levhaların bindirme payları, aşık aralıkları, ve faydalı kaplama aralıkları (Oralitsa ürün kataloğu). 114

Tablo 4.4. Metal profil dayanak mesafeleri (VAW Aluform ürün kataloğu). 117

Tablo 4.5. Lamine camda kısa kenarın çatı eğimine göre maksimum ölçüsü (Şişecam ürün kataloğu). 122

ÖZET

Dünya nüfusu ile beraber yerleşme bölgelerinin nüfusu artmakta, sosyal, kültürel, eğlenme ve dinlenme etkinlikleri için daha büyük kapalı alan ihtiyacı doğmaktadır. Bu yapıların nitelikli ve ekonomik olarak çözümü uygun taşıyıcı sistemin ve örtü türlerinin seçimine bağlıdır. Uzay kafes taşıyıcılar bu aşamada nitelikli bir çözüm olarak sunulmuş ve örtü türleri ile birlikte incelenmiştir. Çalışma bu amaca yönelik olarak beş bölümden oluşmuştur.

Birinci bölümde, çalışmanın amacı, kapsamı ve yönteminin konu edildiği giriş bölümü yer almaktadır.

Uzay kafes sistemin, geleneksel sistemlere göre büyük açıklıkları geçmedeki başarısı ve genel taşıyıcı içindeki özellikli yerini ortaya koymak, uzay kafes sistemlerine uygun örtü türlerinin incelenmesi ve bu konuda teknolojinin sağladığı yöntemlerle en iyi çözümlere ulaşmak amaçlanmıştır.

Çalışmanın kapsamı, önce büyük açıklıkların geçilmesinde kullanılan taşıyıcı sistemlerden kısaca bahsedip, uzay kafes sistemin öncelikli yeri ve özellikleri açıklanmış, sonra çatı örtülerinin malzemelerine göre sınıflandırılması, karşılaştığı dış etkenler ve bu etkenlere karşı davranışları ve çatı örtülerinin uygulama prensipleri ve detayları sunulmuştur.

İzlenen yöntem, çalışmaya esas olan literatürlerin taranması, piyasa araştırması ve uzay kafes ve örtü türleri malzeme özelliği ve detaylara dayanarak kullanım prensiplerinin açıklanması şeklindedir.

İkinci bölümde, büyük açıklıkları geçmede kullanılan taşıyıcı sistemlerden kısaca bahsedilip, prefabrike çelik uzay kafes sistemin fonksiyonel ve mimariye katkıda bulunacak şekilde doğru bir tarzda projelendirilip kullanımı açısından değerlendirmesi yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, çatı örtü sistemlerinin karşılaştığı dış etkenler, örtülerin malzemelerine göre sınıflandırılması ve dış etkenler karşısındaki davranışlarından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde uzay kafes çatı örtülerinin birleşim detayları verilmiş ve örtü malzemelerinin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli şartlardan bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde araştırmanın bu bölümüne kadar olan bölümlerden ortaya çıkan sonuç verilmiştir. Yapı mimarı ve mühendisi uzay kafes taşıyıcı sistemi ile örtüleri arasında yapı fiziksel olaylardan kaynaklanan zararlı etkileri tanımlayabilmeli, konstrüktif detayları oluşturabilmeli ve bunları hatasız uygulayabilmedir.

SPACE FRAME SYSTEMS AND COVERAGE COMPONENTS

As the world population increases inconnection with the increased number of settlement areas. There is a need for bigger enclosed spaces for the social, cultural and entertainment activities to construct qualified and economical buildings depends on the proper selection of bearing system.

Compansating the spacing is very related to the capability of the construction materials. With the different materials and construction technics, the similar structures can be obtained and the spacings can be compansated. But this is a limited solution. Every material does not provide proper structure and not allow to compansate the proper spacing.

Nowadays we need a technology, which is different than the traditional one, in order to compansate the big spacings. Throughout the history, each new construction culture struggled to compansate the big spacings with the easier structure system.

The incapability of traditional bearing systems in compansating the big spacings has led the architects into creativ researchs for overcoming our century's needs.

To overlap the buildings, which needs the big spacings, such as enclosed sports centres, swimming centres, shopping centres, hotel lobbies, artriums, aircraft hangars, tennis courts, petrol stations, factories, show centres, conferrence rooms, stadiums etc. The different construction technologies like the bended slaps, shell, suspended systems, inflating system, plane frame and space frame and so on can be set.

The space frame system consisting of three dimension rigid pipe and orb and used as a prefabricated steel construction to compansate the wide spacings is presented at this stage as a qualified solution.

The buildings for their project and site need to be protected from outside effects as in line with the rules of construction physics. For this reason, the selection of sarking system and it's details for best performance is investigated.

This thesis which is developed for above object consists of 5 chapters.

In the first chapter, the object of this thesis, it's contents and procedures are dealt with.

The purpose of this work is to evaluate the specific place of space frame system in the general bearing with respect to utilization, to examime the coverage types suitable for space frame systems and most recent methots and materials provided by the tecnology for this issue, and to inform the designers and applicators who are willing to use that system.

Within this work, bearing systems used for passing over large clearances are mentioned briefly and privileged place, description, purpose, principles of formation, components, principles of calculation and physical characteristics of space frame system are explained and then classification of such roof covers according to their materials, the outer impacts they face with, their attitudes towards such impacts and details and application principles of cover components are given.

The method used, covers scanning of the literature which constitutes the base of the work, market research and explanation of principles of use based on the material characteristics and details of space frame and coverage systems.

The second chapter deals shortly with the constructions used to compansate the big spacings. The right projection and usuage of prefabricated steel space frame's functional and architectural contribution is investigated.

The space frame systems which are developed with the latest technics, can be set even with unqualified workers within a very short time. The system is made up on the ground and assembled into it's place by hanging up with the different ways. Even the assemblage can be done at it's place. As the system consists of prefabricated pieces, it could be disassembled and converted into a new usuage. For this reason, the expense of mould and build-up can be overcome and the fast completion of building provides economical advantage.

The three dimensions system provides highly efficient sarking of places with the biggest economy. The lightness of the system positively affect the phycology of those who live inside these places.

The space frame structures also provides highly wide shapes. As the plane surface and their coatings can be developed, the cupola and vault shapes can also be set.

From the static point, these systems are lighter than many other brearing systems. The lightness of fixed weights is realised not only on the roof but also on the lower system and bases. The cost therefore can be decreased accordingly. But the panel point component where each bundle of chord is assembled is an important factor which increases the cost.

The third chapter deals with the outside factors affecting the sarking system which is used for sarking of space frame systems, the classification of sarkings by materials and it's effects with the outside factors.

The pecularities needed in roof sarkings can be named as resistant to outside weather factors, light-tightness, refraction, isolation, lightness, elasticity, the selection of colour in accord with building, easy decoration and embroidery.

The buildings are exposed to different outside effects, therefore neccessary precautions should be taken into account from the economical and constructional terms at the project and application stage. We can rank these outside factors as follows:

- Heat effect
- Sound
- Water and humudity effect
- Fire effect
- Charge effect
- Horizental charge effect
- Vertical charge effect

The Classification Of Space Frame Sarking By Materials

1. PLASTIC

1.1 PVC base
1.2 Policarbonat
1.3 Acrylic
1.4 Architectural textile
1.5 CTP

2. METAL

2.1 Aluminium
2.2 Steel
2.3 Zinc
2.4 Lead
2.5 Copper

3. GLASS

3.1 Sheet glass
3.2 Safety glass

4. ARCHITECTURAL TEXTILE

5. BITUMINEOUS BASED ROOF SARKING SYSTEMS

Every construction is always under effect of outside factors. That makes a certain effect with different construction and determine it's volume, shape, movement capability and it's tension at stationary construction.

In the fourth chapter, the component details of sarking by materials is investigated.

The buildings are exposed to certain physical effects. The reasons of these effects, compansating their damage at proper and economical way, selection of proper and constructive materials for architectural purposes should all be taken into account.

For this purpose, the construction architect and engineer should be able to make good these physical effect and to from constructive details in order to minimize the negative effect of these factors.

The roof is the most exposed to outside effects of a building. The rain, snow, hail, heat difference between day and night, u.v. radiation, freeze, wind charge, pedestrians or vehicle traffic etc affects the roof. The water steam which is being inside the volume and continuously moving upwards is also another factor affecting the roof. For this reason, the selection of sarking system and best solution of it's details are investigated.

The insufficient knowledge on construction physical events and wrong applications can cause damages in the amount of milions T.L.

The fifth chapter deals with the results and advices come out up until this chapter.

There should be a proper investigation for constructions at the project stage, the proper material and system should be selected and the problems should be overcome beforehand with the right detailed solution.

Buiding architect and engineer should define the detrimental effects of physical events on the space frame bearing system and covers and be able to form and apply the constructive details.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. AMAÇ

Uzay kafes sistemin geleneksel taşıyıcı sistemlere göre büyük açıklıkları geçmedeki başarısı ve genel taşıyıcı içindeki özellikli yeri, kullanım açısından değerlendirilmesi, tanıtılması, uzay kafes sistemine uygun örtü türlerinin incelenmesi ve bu konuda teknolojinin sunduğu en gelişmiş yöntem ve malzemelerin incelenerek sistemi kullanmak isteyen tasarımcı ve uygulayıcıları bilgilendirmek amaçlanmıştır.

1.2. KAPSAM

Bu çalışmada, önce büyük açıklıkların geçilmesinde kullanılan taşıyıcı sistemlerden kısaca bahsedip, uzay kafes sistemin tanımı, amacı, oluşum ilkeleri, bileşenleri, hesap prensipleri, biçim özellikleri açıklanacak, sonra uzay kafes çatı örtülerinin malzemelerine göre sınıflandırılması, karşılaştığı dış etkenler ve bu etkenlere karşı davranışları, örtü birleşim detaylarının çözümü örneklerle sunulacaktır.

1.3. YÖNTEM

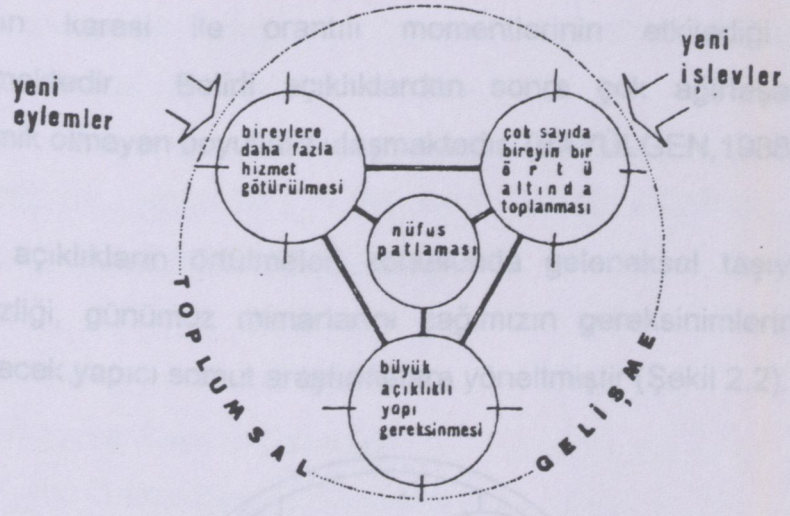
Çalışmada izlenen yöntem, çalışmaya esas olan literatürlerin taranması, piyasa araştırması ve uzay kafes ve örtü malzeme özelliği ve detaylara dayanarak kullanım prensiplerinin açıklanması şeklindedir.

BÖLÜM 2

UZAY KAFES TAŞIYICILAR

2.1. GİRİŞ

Dünya nüfusu ile beraber yerleşme bölgelerinin nüfusu artmakta, sosyal, kültürel, eğlenme ve dinlenme etkinlikleri için daha büyük kapalı alan ihtiyacı doğmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Toplumsal gelişmenin beraberinde getirdiği büyük açıklıklı yapı gereği (BAYÜLGEN,1988).

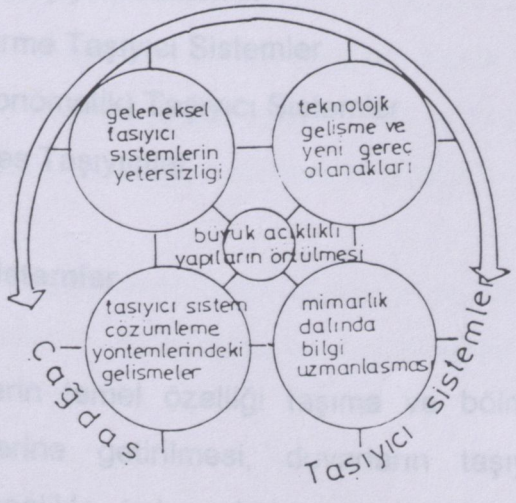
Açıklıkların geçilmesi, yapı malzemelerinin olanakları ile sıkı ilişki içerisindedir. Değişik malzeme ve yapım teknikleri ile benzer strüktürler elde edilip açıklıklar geçilebilir. Fakat bu sınırlı bir olanaktır. Her malzeme istenilen strüktürleri ve buna bağlı olarak istenilen açıklıkları geçme imkanı vermez (KUBAN,1990).

Günümüzde büyük açıklıkların geçilebilmesi için gelenekselden farklı teknoloji ve imkanlara ihtiyaç duyulmaktadır (MUNGAN,1994). Tarih boyunca her yeni yapı kültürü, daha büyük açıklıkları, daha kolay gerçekleştirilen strüktür sistemleri ile geçme çabasında olmuştur.

Toplumsal gelişmenin beraberinde getirdiği büyük açıklıklı yapılar ve örtülmeleri konusu karşısında, artık gelenekselleşmiş olarak kabul edilen yığma ve iskelet sistemlerde, açıklıklar gereçlerin boyutlarına bağımlı olarak sınırlı kalmaktadır.

Taşıyıcı (duvar, kolon, kiriş) ve örtücü işlevdeki öğelerden oluşan iskelet yapılarda oluşturulan hücresel çözümlerde, eğilmeye çalışan kirişlerde açıklığın karesi ile orantılı momentlerinin etkilediği kesitler çok büyükmektedir. Belirli açıklıklardan sonra çok ağırlaşan bu yapılar, ekonomik olmayan boyutlara ulaşmaktadır. (BAYÜLGEN,1988).

Büyük açıklıkların örtülmeleri konusunda geleneksel taşıyıcı sistemlerin yetersizliği, günümüz mimarlarını çağımızın gereksinimlerinin üstesinden gelebilecek yapıcı somut araştırmalara yöneltmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Çağdaş taşıyıcı sistemlerin oluşum etmenleri (BAYÜLGEN,1988).

Büyük açıklık gerektiren kapalı spor salonları, yüzme salonları, alışveriş merkezleri, otel lobi, atriumları, uçak hangarları, tenis kortları, halı sahalar, benzin istasyonları, fabrikalar, gösteri merkezleri, konferans salonları, stadyumlar v.b. yapıların örtülmeleri için bugün, katlanmış plaklar, kabuk, asma sistemler, şişirme sistem, düzlem kafes ve uzay kafes sistem gibi değişik yapı teknolojileri kurulabilmektedir.

Büyük açıklıklı bir yapının inşaasında, uygun strüktür malzemesinin seçilebilmesi için öncelikle bu strüktürlerin ve sahip oldukları özelliklerin bilinmesi gerekmektedir (GERÇEK,1979).

Burada büyük açıklıkları geçmede kullanılan yapılardan kısaca bahsedip, prefabrike çelik uzay kafes sistemin fonksiyonel ve mimariye katkıda bulunacak şekilde doğru bir tarzda projelendirilip kullanımı açısından değerlendirmesi yapılacaktır.

2.2. BÜYÜK AÇIKLIKLI YAPILARIN ÖRTÜLMESİNDE KULLANILAN TAŞIYICI SİSTEM TÜRLERİ

2.2.1. İskelet Sistemler
2.2.2. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler
2.2.3. Asma-Germe Taşıyıcı Sistemler
2.2.4. Şişirme (pnömatik) Taşıyıcı Sistemler
2.2.5. Uzay Kafes Taşıyıcılar

2.2.1. İskelet Sistemler

İskelet sistemlerin temel özelliği taşıma ve bölme işlevlerinin ayrı ayrı elemanlarca yerine getirilmesi, duvarların taşıyıcı olmaması, taşıyıcı strüktürlerin genelikle kolon, kiriş, çerçeve gibi doğrusal elemanlarca oluşturulmasıdır (Şekil 2.3).

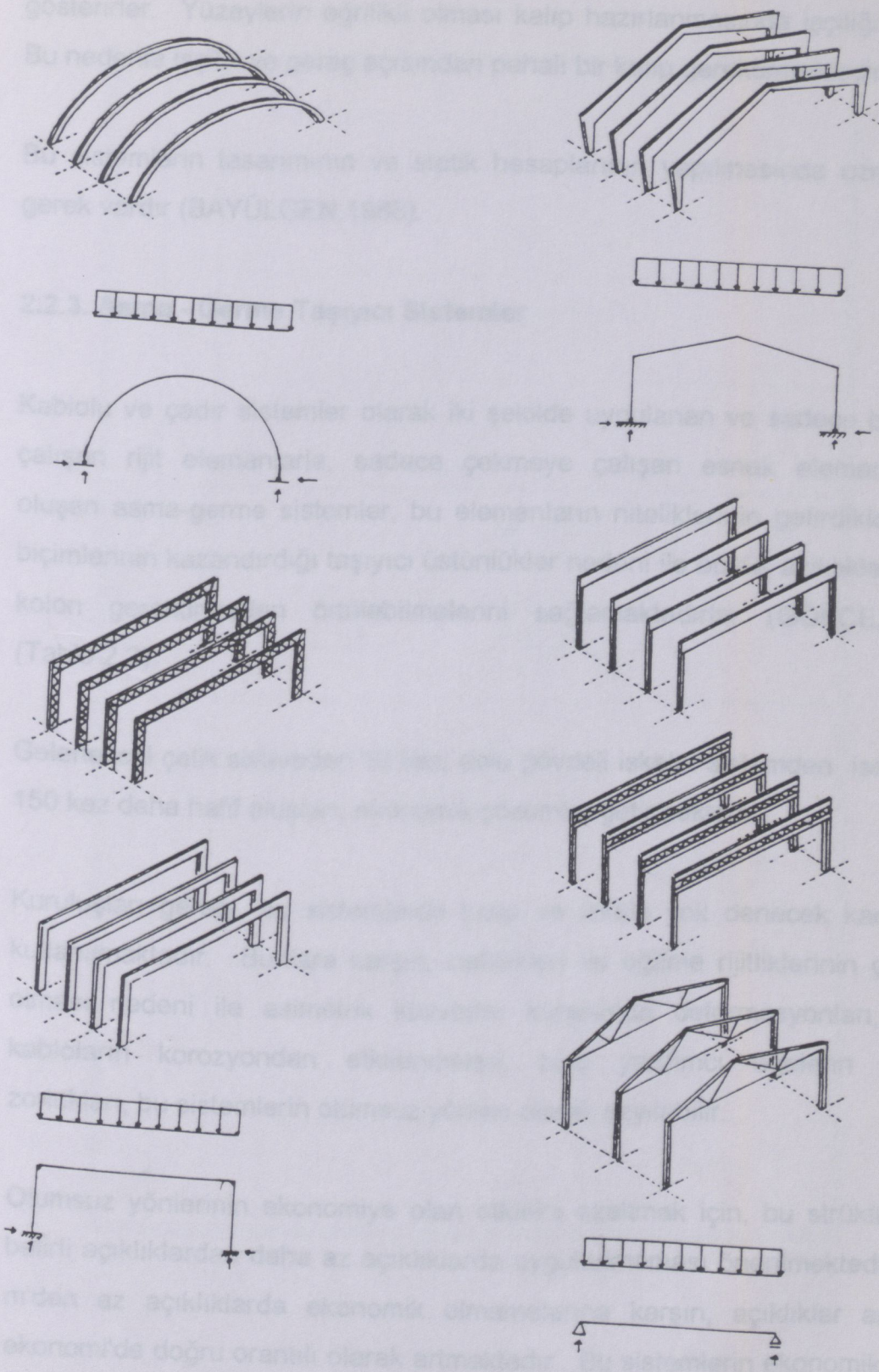
İskelet sistemli yapıların statik sistemleri, taşıyıcı eleman türleri ve bu elemanlarla geçilebilen açıklıklar incelendiğinde büyük bir çeşitlilik göze çarpmaktadır. Betonarme iskelet sistemde geçilebilen açıklığın 5 m-50 m arasında değiştiği görülmekte ve bunda da statik sistemin ve taşıyıcı elemanların seçimi büyük rol oynamaktadır. 15 m açıklığa kadar betonarme dolu gövdeli kirişler, 12 m-25 m'lik açıklıklarda daha çok öngerilmeli dolu gövdeli kirişler kullanılmakta ve bu sistemlerde kiriş uzunlukları için verilen 25 m'lik uzunluk sınırı da 30 m'ye çıkarılabilmektedir. Dolu gövdeli çelik kirişlerin üst başlığına %10-12'ye kadar eğim verilebilmekte, çatı eğiminin %15 ve daha fazla olması halinde ise üçgen kafes kirişler kulanılabilmektedir. 25 m - 40 m'lik açıklıkları geçebilen dolu gövdeli kirişler ise daha çok kutu kesitli olarak yapılabilmektedir.

25 m - 30 m'lik açıklıklardan sonra bütün iskelet sistemlerde, imalat, kalıp ve işçilik bakımından küçümsenmeyecek bir maliyet artışı ortaya çıkmakta bu nedenle de 30 m'den fazla olan açıklıklar için başka strüktürler ele alınmaktadır (AYAYDIN,1989).

2.2.2. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

Düzlem yüzeysel ve eğrilikli yüzeysel strüktürler olarak iki şekilde görülen yüzeysel taşıyıcı sistemler, büyük açıklıklı mekan kurulmasında kullanılan, kalınlıkları yüzeyine oranla çok küçük olan, iç kuvvet ve gerilme etkilerinin orta yüzeylere paralel olduğu sistemlerdir (ENGEL,1967), (Tablo 2.1).

Yapı gereçlerinin gelişimine bağlı olarak yüzeysel strüktürler ahşap, çelik, betonarme, plastik v.b. malzemeler ile uygulanabilir.



Şekil 2.3. Doğrusal taşıyıcı sistem türleri (HERGET,1993).

Yüzeysel strüktürler kalıpların hazırlanması ve sökülmesinde bazı zorluklar gösterirler. Yüzeylerin eğrilikli olması kalıp hazırlanmasında işçiliği arttırır. Bu nedenle işçilik ve gereç açısından pahalı bir kalıp gerektirmektedir.

Bu sistemlerin tasarımının ve statik hesaplarının yapılmasında uzmanlara gerek vardır (BAYÜLGEN,1988).

2.2.3. Asma - Germe Taşıyıcı Sistemler

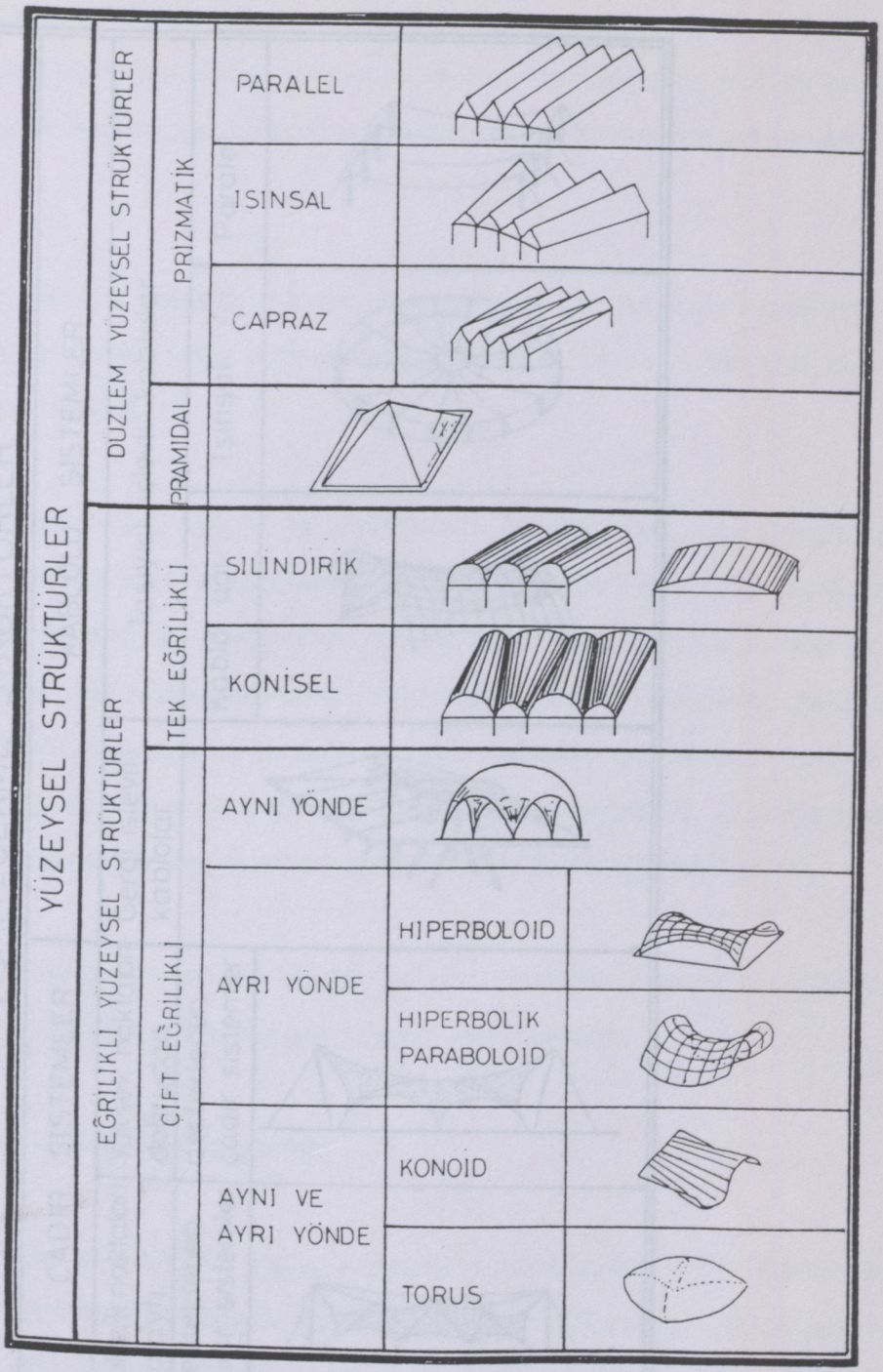
Kablolu ve çadır sistemler olarak iki şekilde uygulanan ve sadece basınca çalışan rijit elemanlarla, sadece çekmeye çalışan esnek elemanlardan oluşan asma-germe sistemler, bu elemenların niteliklerinin getirdikleri eğri biçimlerinin kazandırdığı taşıyıcı üstünlükler nedeni ile büyük açıklıkların ara kolon gerektirmeden örtülebilmelerini sağlamaktadırlar (GÖKÇE,1977), (Tablo 2.2).

Geleneksel çelik sistemden 10 kez, dolu gövdeli iskelet sistemden ise 100 - 150 kez daha hafif oluşları, ekonomik çözümler getirmektedir.

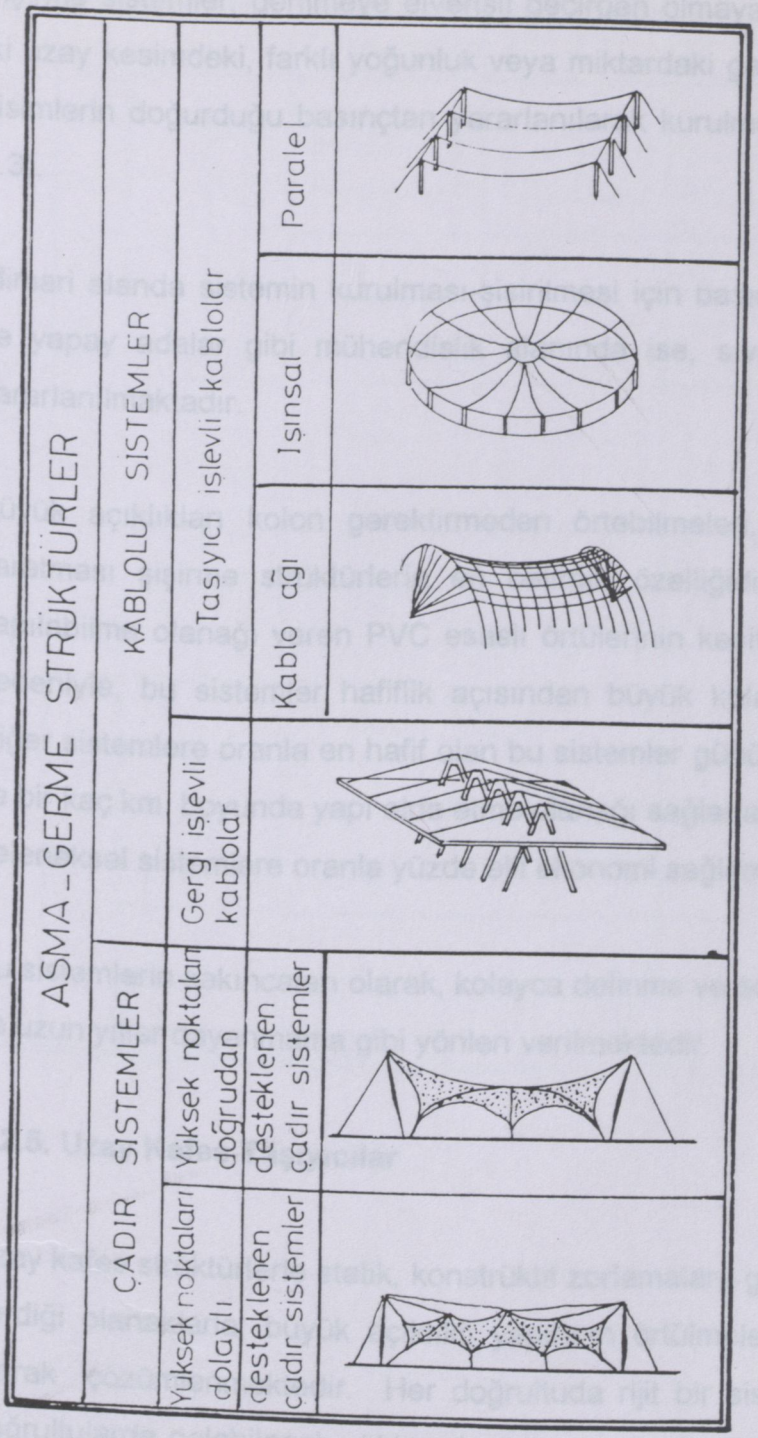
Kuruluşları gereği, bu sistemlerde kalıp ve iskele yok denecek kadar az kullanılmaktadır. Bunlara karşın, hafiflikleri ve eğilme rijitliklerinin çok az olması nedeni ile asimetrik kuvvetler karşısında deformasyonları, çelik kabloların korozyondan etkilenmeleri, bazı yardımcı öğelerin yapım zorlukları, bu sistemlerin olumsuz yönleri olarak sayılabilir.

Olumsuz yönlerinin ekonomiye olan etkisini azaltmak için, bu strüktürlerin belirli açıklıklardan daha az açıklıklarda uygulanmaması önerilmektedir. 40 m'den az açıklıklarda ekonomik olmamalarına karşın, açıklıklar arttıkça ekonomi'de doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu sistemlerin ekonomik sınırı da, 300 m açıklığa kadar devam etmektedir (BAYÜLGEN,1988).

Tablo 2.1. Yüzeysel taşıyıcı sistem türleri (SIEGEL,1960 ve GERÇEK,1979).



Tablo 2.2. Asma -Germe taşıyıcı sistem türleri (SIEGEL,1960).



2.2.4. Şişirme (Pnömatik) Taşıyıcı Sistemler

Şişirme sistemler, gerilmeye elverişli geçirgen olmayan bir yüzeyin ayırdığı iki uzay kesimdeki, farklı yoğunluk veya miktardaki gaz, sıvı ve tanesel katı cisimlerin doğurduğu basınçtan yararlanılarak kurulmuş sistemlerdir (Tablo 2.3).

Mimari alanda sistemin kurulması-şişirilmesi için basınçlı havadan, barajlar ve yapay adalar gibi mühendislik alanında ise, sıvı ve katı cisimlerden yararlanılmaktadır.

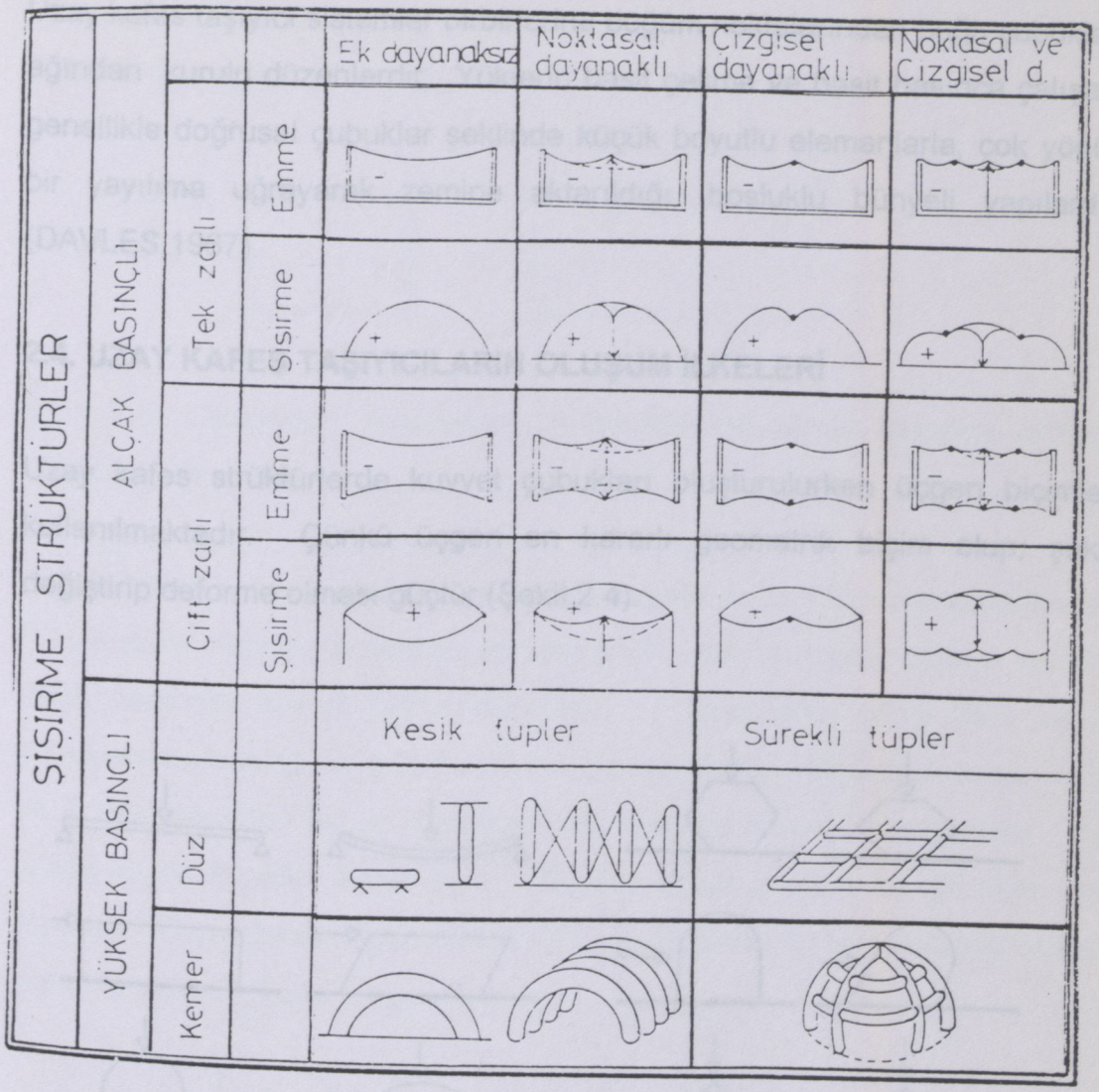
Büyük açıklıkları kolon gerektirmeden örtebilmeleri, çok ferah hacimler yaratması şişirme strüktürlerin en belirgin özelliğidir. Her türlü eğrilikte yapılabilme olanağı veren PVC esaslı örtülerinin kesitlerinin çok az olması nedeniyle, bu sistemler hafiflik açısından büyük kolaylıklar getirmektedir. Diğer sistemlere oranla en hafif olan bu sistemler günümüzde 500 m eninde ve bir kaç km. boyunda yapı elde etme olanağı sağlarlar. Şişirme sistemlerle geleneksel sistemlere oranla yüzde elli ekonomi sağlamaktadır.

Bu sistemlerin sakıncaları olarak, kolayca delinme ve sönme, çabuk bozulma ve uzun yıllar dayanmama gibi yönleri verilmektedir.

2.2.5. Uzay Kafes Taşıyıcılar

Uzay kafes strüktürlerle statik, konstrüktif zorlamalara gidilmeksizin, sistemin verdiği olanaklarla, büyük açıklıklı yapıların örtülmeleri kolaylıkla ve hafif olarak çözümlenmektedir. Her doğrultuda rijit bir sistem olduğu için tüm doğrultularda gelebilecek yüklere karşı mukavimdir (BAYÜLGEN,1988). Bu sistemler ile 100 metreyi aşan açıklıklar fonksiyonel olarak projelendirilip nitelikli ve ekonomik olarak kullanımı sağlanabilmektedir.

Tablo 2.3. Şişirme taşıyıcı sistem türleri (GERÇEK, 1979).

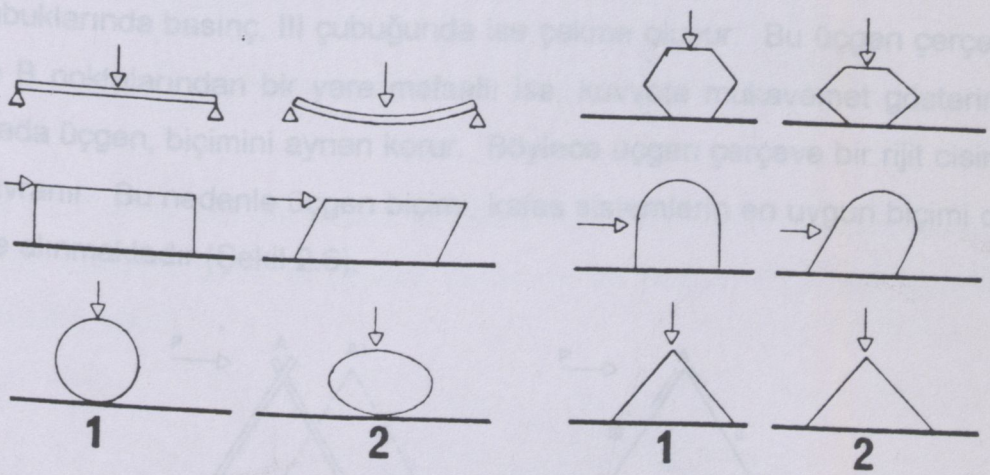


2.3. UZAY KAFES TAŞIYICILARIN TANIMI VE AMACI

Uzay kafes taşıyıcı sistemler birbirlerine düğüm noktalarından bağlı çubuklar ağından kurulu düzenlerdir. Yüklerin basit çekme ve basit basınca çalışan genellikle doğrusal çubuklar şeklinde küçük boyutlu elemanlarla, çok yönlü bir yayılıma uğrayarak zemine aktarıldığı, boşluklu bünyeli yapılardır (DAVLES,1967).

2.4. UZAY KAFES TAŞIYICILARIN OLUŞUM İLKELERİ

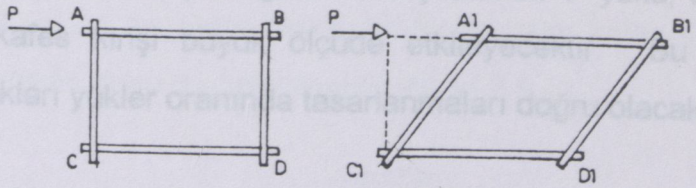
Uzay kafes strüktürlerde kuvvet çubukları oluşturulurken üçgen biçimler kullanılmaktadır. Çünkü üçgen en kararlı geometrik biçim olup, şekil değiştirip deforme olması güçtür (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Çeşitli geometrik biçimlerin yükler karşısındaki deformasyonu (BAYÜLGEN,1988).

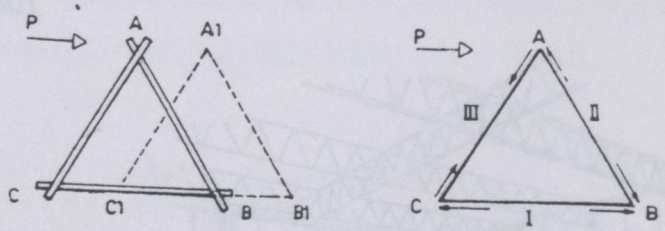
Üç çubuktan oluşan üçgen, düğüm noktaları mafsallı olsa bile, denge durumundadır. Fakat dört çubuktan oluşan dikdörtgen ancak takviye ile denge durumuna getirilebilir.

Bunun daha iyi belirlemek için birbirlerine uçlarından mafsallanmış olan bir dikdörtgen çerçeveyi ele alalım. Şekil 2.5'de görüldüğü gibi çerçeve P kuvveti etkidiğinde, ilk durumunu terk ederek deforme olmaktadır. Yani çerçeve rijit değildir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Dikdörtgen çerçevenin, P kuvveti karşısında deforme olması (BAYÜLGEN, 1988).

Köşelerinden birbirine mafsallı bir üçgen çerçeveye bir P kuvveti etkidiğinde, P kuvvetinin etkisiyle A noktası zorlanacaktır. Ancak üçgen, biçimin verdiği rijitlik nedenyle sistem bozulmayacaktır. P kuvvetinin etkisi ile I ve II çubuklarında basınç, III çubuğunda ise çekme oluşur. Bu üçgen çerçeve, C ve B noktalarından bir yere mafsallı ise, kuvvete mukavemet gösterir. Bu arada üçgen, biçimini aynen korur. Böylece üçgen çerçeve bir rijit cisim gibi davranır. Bu nedenle üçgen biçimi, kafes sistemlerin en uygun biçimi olarak ele alınmaktadır (Şekil 2.6).

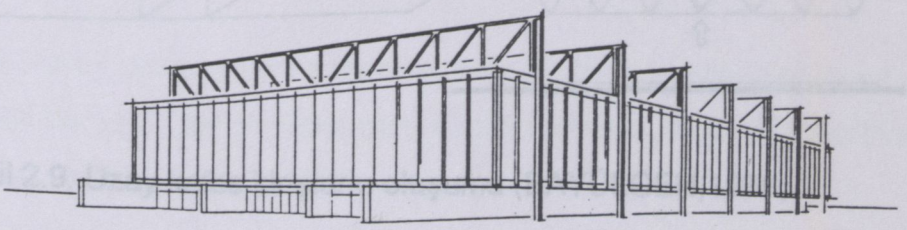


Şekil 2.6. Üçgen çerçevenin, P kuvveti karşısında rijitliği (BAYÜLGEN, 1988).

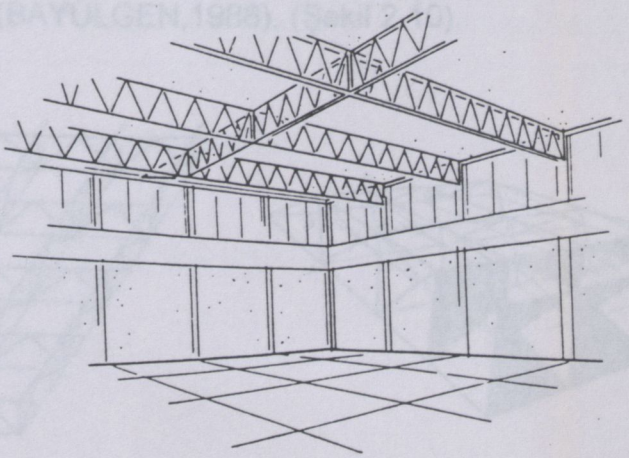
İki boyutlu olan düzlem kafes kirişlerde yük akışı, bir düzlem içinde ve bir doğrultu boyunca olmaktadır. Bu kirişlerin kullanılması ile bir mekanın örtülmesi, bu kirişlerin birine paralel olacak şekilde veya birbirini dik kesecek konumda kurulması ile gerçekleşebilir.

Düzlem kafes kirişler birbirine paralel konumda kullanıldıklarında, yükler birbirine paralel kafes kirişlerin düzlemleri içinde, birbirinden ayrı olarak mesnetlere akacaktır. Ayrıca, her kiriş için ayrı mesnetler gerekecektir (Şekil 2.7). Veya yük akışı yönüne dik boydan boya mesnet kullanılacaktır. Oluşturulan bu örtü rijit değildir. Oluşacak bir P yükü, kendisine en yakın düzlem kafes kirişi büyük ölçüde etkileyecektir. Bu nedenle kirişlerin kaldıracakları yükler oranında tasarlanmaları doğru olacaktır.

Birbirini dik kesen paralel düzlem kirişler de yük akışı düzlem kirişler boyunca olacaktır (Şekil 2.8.). Ancak sistemin yapısından dolayı, örtü tek yönlü paralel sisteme göre daha sağlam bir yapı gösterecektir. Oluşacak tekil yükler, birbirini dik kesen düzlem kafes kirişlere dağılacaktır.



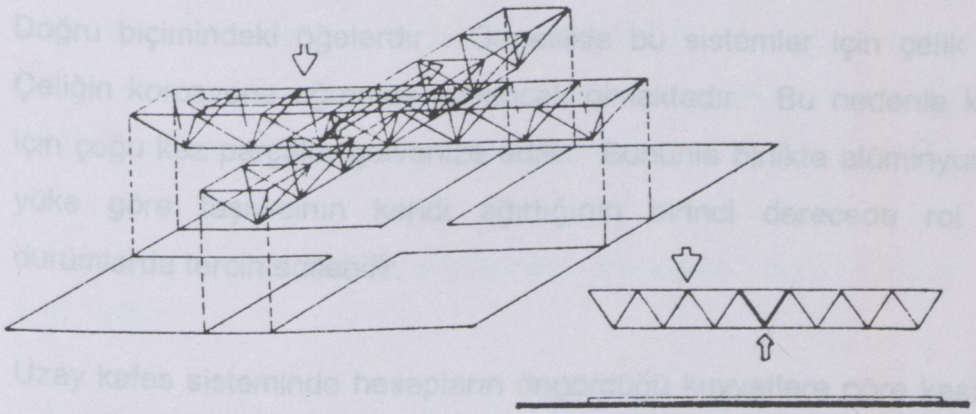
Şekil 2.7. Mies van der ROHE'nin Mannheim 'deki tiyatro projesinde düzlem kafes kirişlerin birbirine paralel kullanımı ile mekan örtülmesi görülmekte (SIEGEL,1960).



Şekil 2.8. Birbirini dik kesen paralel düzlem kirişler'in kullanıldığı İngiltere'de bir okul (SIEGEL, 1960).

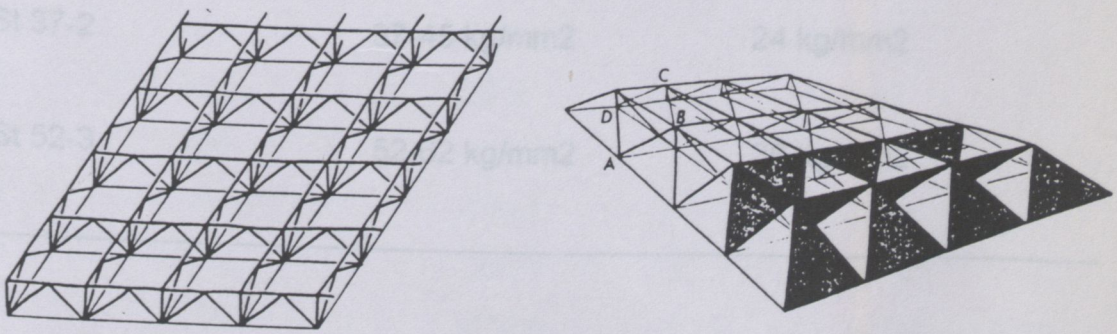
Bu sistem, düz yüzeysel uzay kafes strüktürlerin temelini oluşturmaktadır. Bu sistemin gelişimi sonuçta tüm uzay kafes strüktür türlerini ortaya koyacaktır.

Düzlem kafes kirişler, alt başlıklar ortada olacak şekilde, paralel yönde dik olarak alt ve üst başlıklar birleştirildiğinde uzay kafes kirişler oluşacak ve sağlanan rijitlik daha da pekişecektir (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Uzay kafes kirişlerin oluşumu (BAYÜLGEN,1988).

Düzlem ve uzay kafes kirişler tek veya iki doğrultuda kullanılsalar dahi, bir doğrultu üzerinde mesnetlenmeleri gerekmektedir. Uzay kafes strüktürler ise, düzlem ve uzay kafes kirişlerin her iki doğrultuda mesnetlendirilmeleri sonucu oluşmaktadır (BAYÜLGEN,1988), (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Uzay kafes taşıyıcıların oluşumu (SALVADORI, M.-HELLER, R. 1975).

2.5. UZAY KAFES TAŞIYICILARIN BİLEŞENLERİ

2.5.1. Borular

2.5.2. Küreler

2.5.3. Civata, somun ve Pim

2.5.1. Borular

Doğru biçimindeki öğelerdir. Genellikle bu sistemler için çelik kullanılır. Çeliğin korozyona uğraması sakıncalı olmaktadır. Bu nedenle korunması için çoğu kez parçalar galvanize edilir. Bununla birlikte alüminyum, toplam yüke göre taşıyıcının kendi ağırlığının birinci derecede rol oynadığı durumlarda tercih edilebilir.

Uzay kafes sisteminde hesapların öngördüğü kuvvetlere göre kesitleri tayin edilen borular, DIN 17100'e göre düşük karbonlu, kaynaklanabilme kabiliyeti yüksek St 37.2 veya St 52.3 dikişli veya çekmedir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4. Uzay kafes sistemde kullanılan boruların çekme ve akma gerilmeleri (USKON A.Ş.,1995).

Çelik Kalitesi	Çekme Gerilmesi	Akma Gerilmesi
St 37-2	37-45 kg/mm2	24 kg/mm2
St 52-3	52-62 kg/mm2	36 kg/mm2

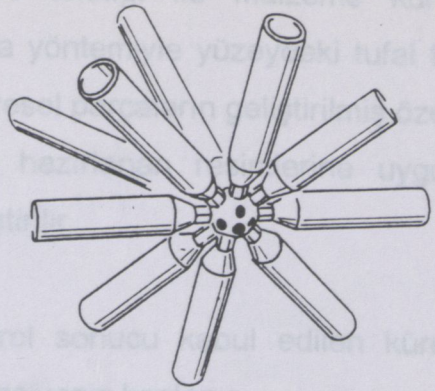
TS 301/2 ve DIN 2440'a uygun olarak imal edilen borular projeye göre 3/4" ve 8" çapları arasında kullanılırlar (Tablo 2.5).

Konik parçalar, kaynak ağzı açılmış olan borunun iki ucuna gazaltı kaynağı ile DIN 18800 ve DIN 18808'e uygun olarak kaynatılırlar (Şekil 2.11). Malzemesi, kullanılan boru malzemesi ile aynıdır. Sıcak döğme tekniği ile şekillendirilen koniklere yüzey temizlemesi için kumlama metodu kullanılır (USKON A.Ş.,1995).

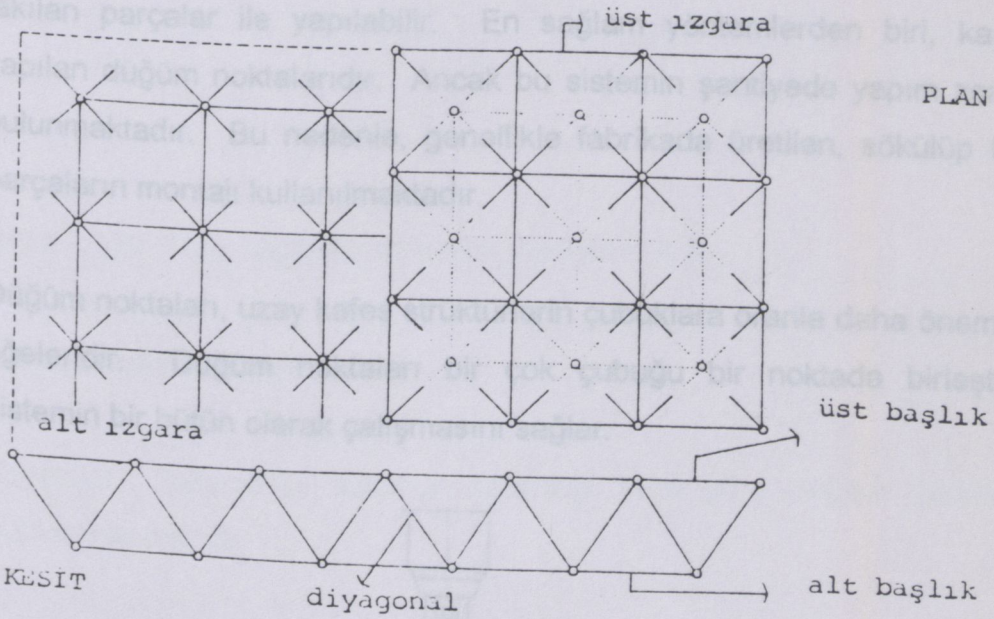
Çelik çubuklar kullanılan sisteme göre yuvarlak profilli, T, I, L,U profil şeklinde olabilir. Çubuk üretiminde en önemli nokta, en kesitlerde olan profil sayısının optimal bir sayı ile sınırlandırılmasıdır. Avrupanın en büyük Uzay kafes sistem yapımcılarından olan Mero firması, profillerini yanlız 20 farklı en kesitte seçmiştir BAYÜLGEN,1988), (Şekil 2.12.).

Tablo 2.5. Uzay kafes sisteminde kullanılan boru çapları (USKON A.Ş.,1995).

ANMA inç	ÇAPI mm	DIŞ ÇAP mm	ET KALINLIĞI mm
3/4"	20	26.9	2.65
1"	25	33.7	3.25
11/4"	32	42.4	3.25
11/2"	40	48.3	3.25
2"	50	60.3	3.65
21/2"	60	76.1	3.65
3"	80	88.9	4.05
4"	100	114.3	4.50
5"	125	139.7	4.85
6"	150	165.1	4.85
8"	200	219.0	4.00-5.00-6.30 7.10-8.00-8.80



Şekil 2.11. Onsekiz çubuktan oluşan mafsal (SIEGEL, 1960).



Şekil 2.12. Sistem içinde çubukların adlandırılması (BAYÜLGEN,1988).

2.5.2. Küreler

Boru uçlarındaki civataların bağlandığı ve yüklerin aktarıldığı noktalardır (Şekil 2.13a,b.). Çapları kullanıldığı yere ve aldığı yüke göre 50 mm ile 240 mm arasında değişir. Diş sıyırması emniyeti açısından kullanılan malzeme sert çelik'tir.

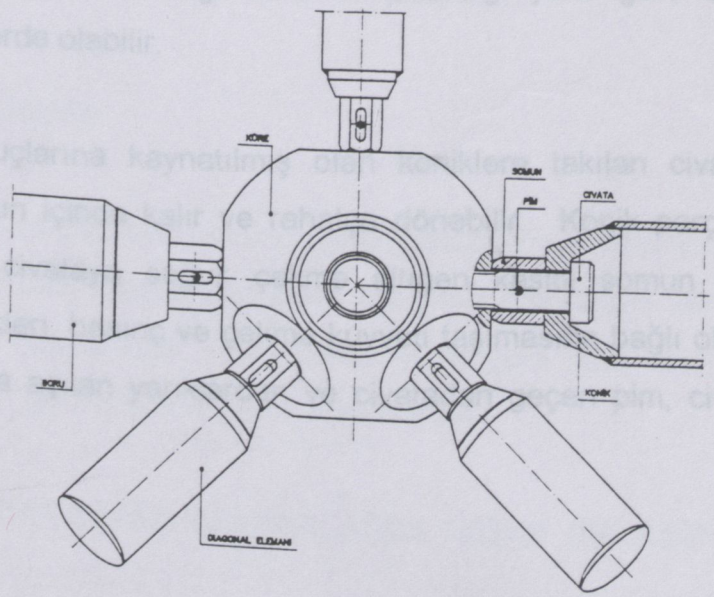
Küre üretiminin iki aşaması vardır:

Önce, sıcak dövme tekniği ile malzeme küresel şekle dönüştürülüp arkasından kumlama yöntemiyle yüzeydeki tufal tabakası temizlenir. İkinci aşamada ise, bu küresel parçaların geliştirilmiş özel tezgahlar ve aparatlarda bilgisayar kontrollü hazırlanan resimlerine uygun üretimi, talaşlı imalat usulleri ile gerçekleştirilir.

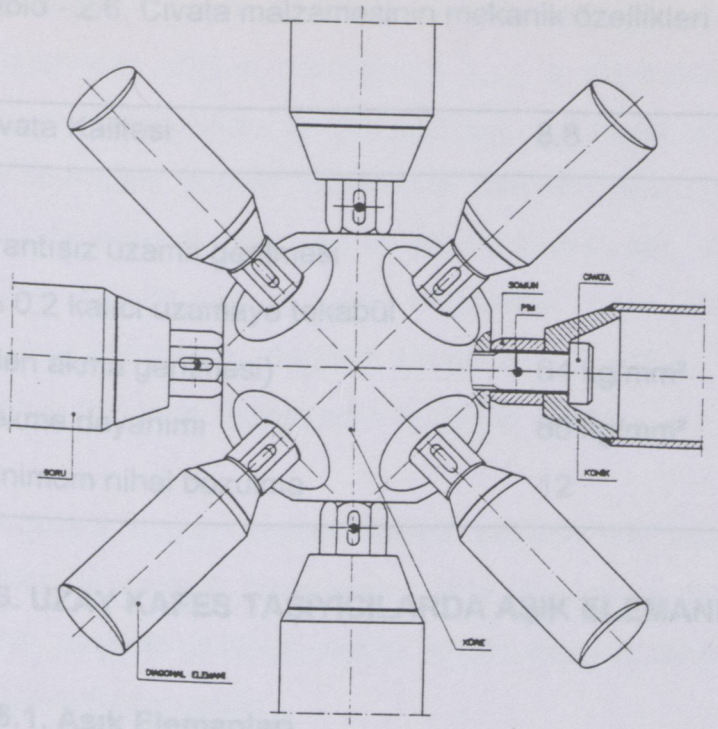
Yapılan kalite kontrol sonucu kabul edilen küreler, ortalama 25 mikron kalınlığında elektro galvaniz kaplanır.

Düğüm noktaları bulon, kaynak, perçin, ve özel olarak üretilen sökülüp takılan parçalar ile yapılabilir. En sağlam yöntemlerden biri, kaynakla yapılan düğüm noktalarıdır. Ancak bu sistemin şantiyede yapım zorlukları bulunmaktadır. Bu nedenle, genellikle fabrikada üretilen, sökülüp takılan parçaların montajı kullanılmaktadır.

Düğüm noktaları, uzay kafes strüktürlerin çubuklara oranla daha önemli olan öğeleridir. Düğüm noktaları bir çok çubuğu bir noktada birleştirerek, sistemin bir bütün olarak çalışmasını sağlar.



Şekil 2.13a. Tipik bağlantı-üst başlık (Uzaykon A.Ş.).



Şekil 2.13b. Tipik bağlantı-alt başlık (Uzaykon A.Ş.).

2.5.3. Civata, Somun ve Pim

Cıvatalar kullanıldığı borunun aktardığı yüke göre değişik çaplarda ve kalitelerde olabilir.

Boru uçlarına kaynatılmış olan koniklere takılan civatanın kafası konik parçanın içinde kalır ve rahatça dönebilir. Konik parça ile küre arasında kalan civataya soğuk çekme altıgen kesitli somun takılır. Somun et kalınlıkları, basınç ve çekme kuvveti taşımasına bağlı olarak değişir. Her iki tarafına açılan yarıklardan ve civatadan geçen pim, civataların sıkılmasını sağlar.

Tablo - 2.6. Civata malzemesinin mekanik özellikleri (USKON A.Ş.,1995).

Civata Kalitesi	8.8	10.9
Orantısız uzama gerilmesi (% 0.2 kalıcı uzamaya tekabül eden akma gerilmesi)	64 kg/mm²	90 kg/mm²
Çekme dayanımı	80 kg/mm²	104 kg/mm²
Minimum nihai bozulma	12	9

2.6. UZAY KAFES TAŞIYICILARDA AŞIK ELEMANLERI VE AŞIKLAR

2.6.1. Aşık Elemanları

Çatı meyilini düzenleme amacı ile kullanılır. Üst başlık kürelerinde bulunan deliklere uçlarındaki civatalar aracılığı ile bağlanır. Bir ucunda konik, civata, somun ve pim, diğer ucunda ise minimum 3 mm saçtan bükülmüş U kesit kaynatılmış borudan oluşur. Aşık elemanlarının boyu, eğime bağlı olarak değişir.

2.6.2. Aşıklar

Yapılacak kaplama cinsine uygun, düzgün ve yeterli yüzeyler oluşturmak ve gerekli çatı meyilini sağlamak için, aşık elemanları yardımı ile uzay sistem çatıya monte edilir. Taşıdıkları yüke göre kutu veya değişik kesitli olan aşıklar, ST 37 malzemeden imal edilirler.

2.7. UZAY KAFES TAŞIYICILARDA HESAP PRENSİPLERİ

Uzay kafes sistemin yüksek dereceden hiperstatik olması nedeni ile hiçbir basitleştirici kabul yapılmadan sistem bilgisayar yardımıyla çözülür.

Kullanılan proğram Matris - Deplasman yöntemine dayanır. Analiz çıkışlarından düğüm noktalarının x, y, z deplasmanları, çubuk kuvvetleri, mesnet reaksiyonları ve çubuklardaki gerilmeler alınabilir. Yükler düğüm noktalarındaki küreler vasıtasıyla borulara aktarılır. Bu durumda borular yalnızca eksenel çekme ya da basınç kuvveti alır. Aksi belirtilmedikçe uzay sistem borularında moment doğuracak boru eksenine dik doğrultuda yükleme yapılamaz. Bağlantı elemanları TS 648 ve TS 3357'ye göre Elastik Teori kullanılarak dizayn edilir (USKON,1995).

Hesaplara uygun olarak montaj planları ve imalat resimleri tamamen bilgisayar destekli hazırlanır. Uzay sistemin bağlantılı bulunduğu duvar, kolon, döşeme ve bitişik yapılar ile ilgili detaylar da çıkartılır. Mesnetleme ve ankraj detayları verilir.

Statik hesapta göz önüne alınması gerekli yük kriterleri :

1- Zati ağırlıklar
- Uzay kafes sistem,
- Aşık sistemi,
- Kaplama

2- Hareketli yük
- İnsan yükü

3- Servis yükleri
- Aydınlatma
- Havalandırma
- Temizlik
- Kedi yolları
- Asma tavanlar
- Tesisat yükleri
- Noktasal yükler

4- Kar yükü

5- Rüzgar yükü

6- Deprem etkisi

7- Sıcaklık etkisi

2.8. UZAY KAFES TAŞIYICILARDA MALZEME

2.8.1. Çelik

2.8.2. Alüminyum

2.8.3. Ahşap

2.8.1. Çelik

Uzay kafes taşıyıcıların yapımında alüminyuma göre daha ucuz daha mukavemetli olması nedeniyle çoğunlukla çelik kullanılır. Fakat çeliğin korozyona uğraması sakıncası vardır. (WENZEL,1978) Bu nedenle diş açılmış bütün parçalar standart olarak 25 mikron kalınlıkta elektro galvaniz kaplanır. Borular ve aşıklar, gerekli yüzey temizlikleri yapıldıktan sonra sıcak galvaniz yöntemi ile içten ve dıştan minimum 80 mikron kalınlıkta galvanizle kaplandıktan sonra minimum 60 mikron kalınlıkta epokxy-polyester esaslı toz boya ile boyanır. Ancak bu pahalı bir yöntemdir. Başka tür koruyucu kaplamalar geliştirilmektedir.

2.8.2. Alüminyum

Alüminyum, toplam yükte taşıyıcının kendi ağırlığının birinci derecede rol oynadığı durumlarda çelikle yarışabilir. Ayrıca alüminyum korozyona karşı dayanıklıdır.

2.8.3. Ahşap

Ahşaptan kurulu yapılarda yapının seçim ve kararlaştırılması kuvvet taşıyan düğüm noktalarına bağlıdır. Nokta şeklinde ahşap düğüm noktaları ancak

küçük kuvvetler aktarabildiklerinden, büyükçe açıklıklı uzay kafes taşıyıcılar için ahşap uygun bir malzeme değildir.

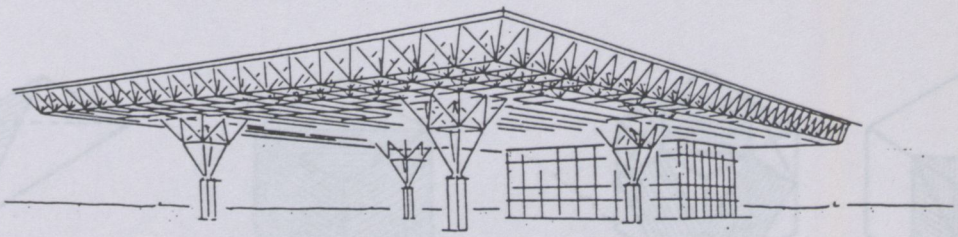
2.9. UZAY KAFES TAŞIYICILARIN BİÇİM ÖZELLİKLERİ

2.9.1. Düz Yüzeysel
2.9.2. Tonozsal (Tek Eğrilikli)
2.9.3. Kubbesel (Aynı Yönde Çift Eğrilikli)

2.9.1. Düz Yüzeysel

İki düz yüzeysel ızgaranın, düğüm noktalarından birbirlerine arada belirli bir açıklık kalacak şekilde bağlanmaları sonucu düz yüzeysel uzay kafes strüktürler oluşmaktadır (Şekil 2.14.).

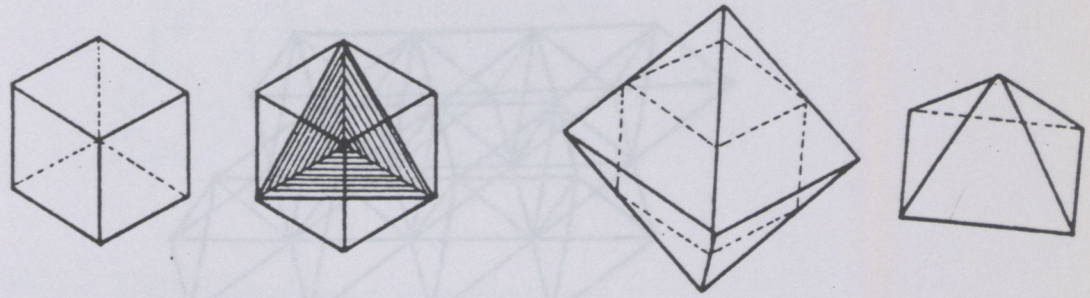
Düz yüzeysel uzay kafes sistemlerde, etkiyen kuvvet çok sayıda ve doğrultuda bileşenlere ayrılır.



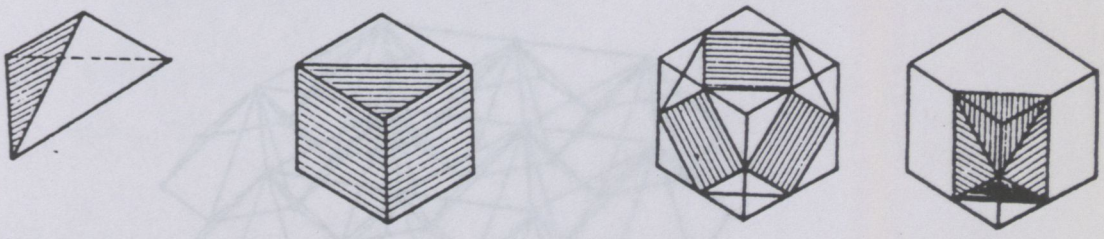
Şekil 2.14. Düz yüzeysel uzay kafes sistem, çocuk oyun mahali, Wayne, U.S.A. (SIEGEL,1960).

2.9.1.1. Düz yüzeysel uzay kafes taşiyicilarda sistem belirlenmesi

Düz yüzeysel sistemlerin ana modülü üçgen, dörtgen veya altıgen piramitlerdir. Sistemin kurulması ve çalışabilmesi için bu piramitlerin tepe noktalarından birbirine rijit bir şekilde bağlanmaları gerekmektedir. Böylece üçgen, dörtgen ve altıgen piramitlerin yanyana montajı ile taşıyıcı sistem oluşturulmaktadır (BAYÜLGEN,1988). Sistemin belirlenmesi için çeşitli sistematik düzenler vardır. Alışılmış ve basit olanı Şekil 2.15'deki geometrik cisimlerin eklenmesi ve kombinasyonlarına göre yapılan gruplamalardır. Bu sistemler geometrik olarak bu cisimlerin köşe veya kenarları ile belirlenirler.



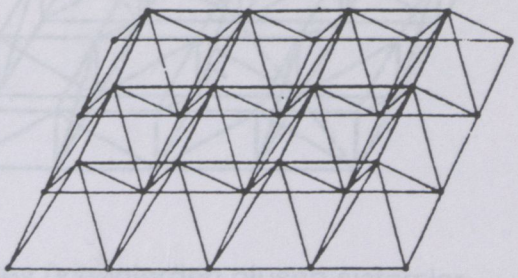
Küp sekizyüzlü | Dörtyüzlü | Sekizyüzlü | Yarım



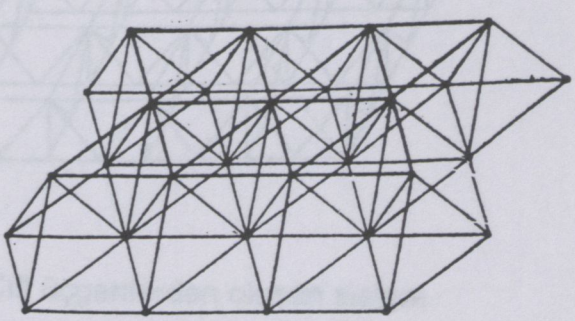
Dörttebir sekizyüzlü | Köşegeninden kesilmiş küp | Kübik sekizyüzlü | Kübik sekizyüzlü parçası

Şekil 2.15. Düz Yüzeysel Uzay Kafes Taşıyıcılarda Sistem Belirlenmesi (BAYÜLGEN,1988).

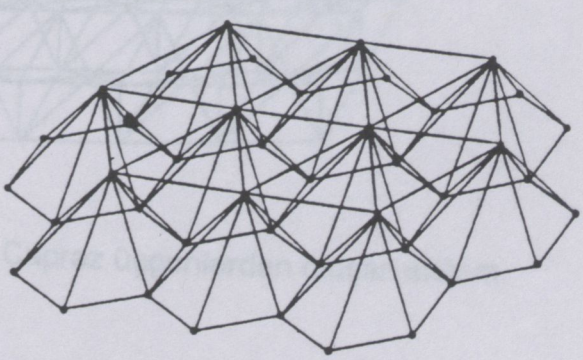
Geometrik olarak Şekil 2.15'deki cisimlerin köşe veya kenarları ile belirlenirlenen sistemler ;



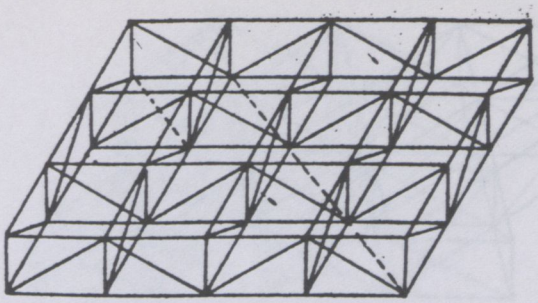
Şekil 2.16. Dörtyüzlü-yarım sekizyüzlü birleşmesi ile oluşan sistemler.



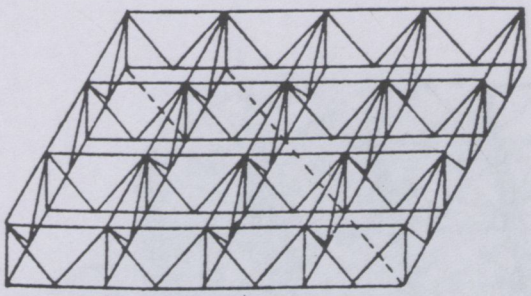
Şekil 2.17.Dörtyüzlü-Sekizyüzlü sistemler.



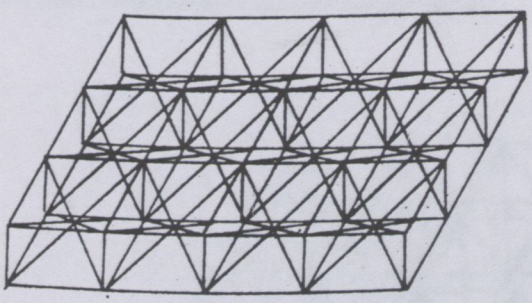
Şekil 2.18. Altıgen tabanlı piramit sistemler.



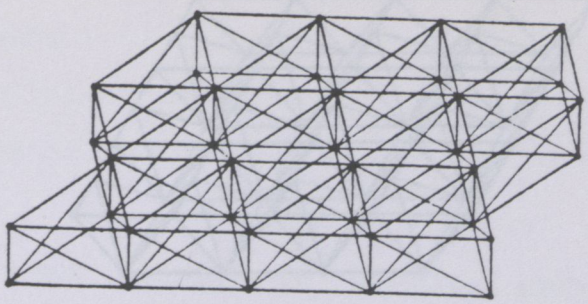
Şekil 2.19. Düşey üçgenlerden oluşan sistemler.



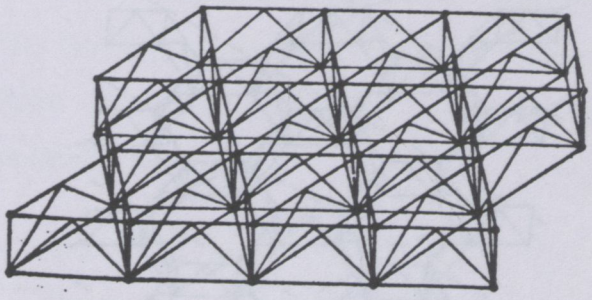
Şekil 2.20.Çift üçgenlerden oluşan sistem.



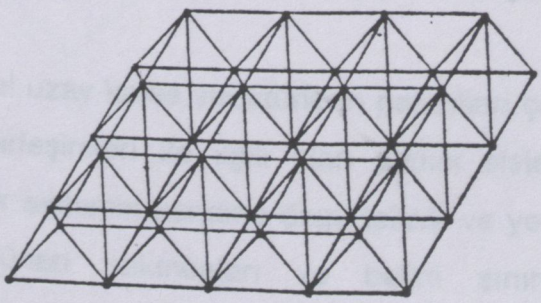
Şekil 2.21. Çapraz üçgenlerden oluşan sistem.



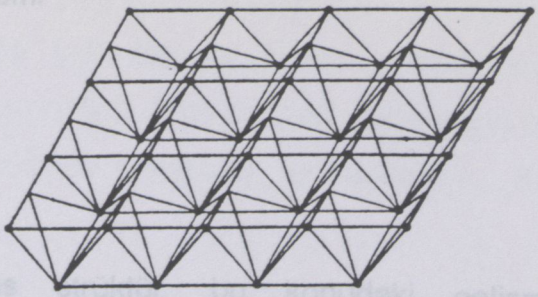
Şekil 2.22. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile tek üçgenlerden oluşan sistemler (Üçgen pirizmalardan oluşan sistemler).



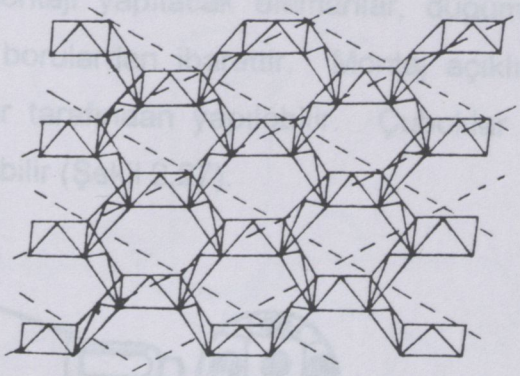
Şekil 2.23. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile çift üçgenlerden oluşan sistemler (Üçgen pirizmalardan oluşan sistemler).



Şekil 2.24. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile tek üçgenlerden oluşan sistemler (Üç köşeli pirizmalardan oluşan sistemler).



Şekil 2.25. Dikdörtgen pirizmatik yüzler ile çift üçgenlerden oluşan sistemler (Üç köşeli pirizmalardan oluşan sistemler).



Şekil 2.26. Altıgen pirizma esasına bağlı sistemler.

2.9.1.2. Düz yüzeysel uzay kafes taşiyicilarin yapim sistemleri

Düz yüzeysel uzay kafes strüktürlerin patentleri çoğunlukla düğüm noktaları ve çubuk birleşimleri ile ilgili olan yapım sistemlerinin sayıları oldukça fazladır. Her sistemin kendine özgü teknik ve yer üstünlükleri, buna karşın hemen görünen sakıncaları ve belirli sınırları vardır. Günümüzde uygulanmakta olan belirgin yapı sistemleri ;

Mero sistemi
Oktaplatte sistemi
SDC, Pyramitec,Tridimatec sistemi
Unistrut sistemi

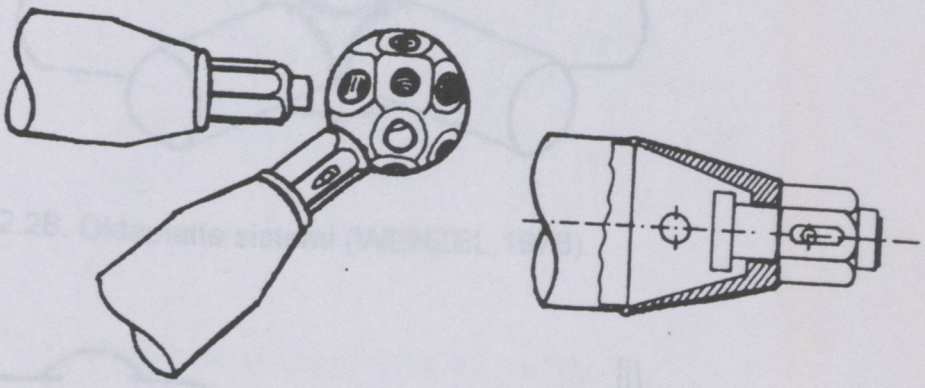
Space-Deck sistemi

Triodetic sistemi

Mero Sistemi

Bu uzay kafes strüktür, bu konudaki gelişmelerin başlangıcıdır. Mengeringhausen tarafından geliştirilmiş olan bu sistem şimdiki formda 1942'den beri kullanılmaktadır.

Düğümler tam merkeze yönelmiş 18 çubuğun bağlanmasına olanak sağlarlar. Montajı yapılacak elemanlar, düğümler ve uçlarında bağlantı vidaları olan borulardan ibarettir. Montaj açıklıklayıcı bilgiler yardımı ile vasıfsız işçiler tarafından yapılabilir. Çubuklar ve düğümler bir çok kez sökülüp takılabilir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. Mero sistemi (WENZEL,1978).

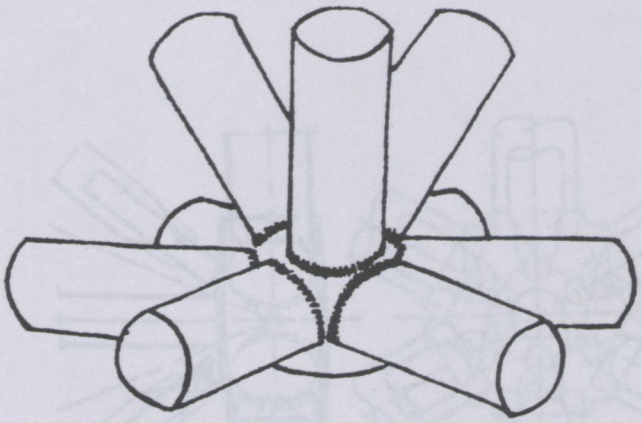
Oktaplatte Sistemi

Bu sistem sekiz yüzlüler ile oluşturulan taşıyıcılar için uygundur. Mero sistemin civatalı birleşim noktalarının aksine, bu sistemde çubuklar boş bir düğüm küresine kaynatılırlar. Çubuklar şablonlarla kesilir ve taşınabilir büyükçe parçalar oluşturacak şekilde fabrikada bir araya getirilirler.

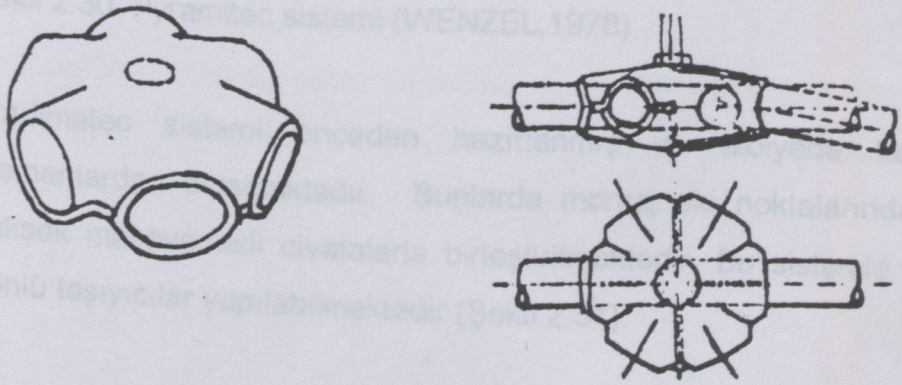
Oktaplatte sadece çatı taşıyıcı sistemi olarak kullanılır. Çubukların doğrultuları düğüm noktası detayına bağlı olmaksızın belirlenebildiğinden bu sistemle tonoz şeklinde taşıyıcılar da yapılabilir. Konstrüksiyon sökülüp takılamaz.

SDC, Pyramitec ve Tridimatec Sistemleri

SDC sistemin kaynaklı yapımı nedeni ile Oktoplatte'ye bir benzerliği vardır. Düğüm noktaları açık delikleri olan yarım kabuklar oluşturur (Şekil 2.29).



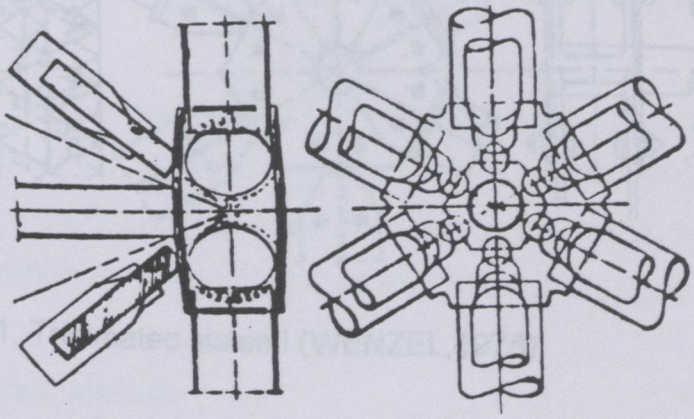
Şekil 2.28. Oktaplatte sistemi (WENZEL,1978).



Şekil 2.29. SDC sistemi (WENZEL,1978).

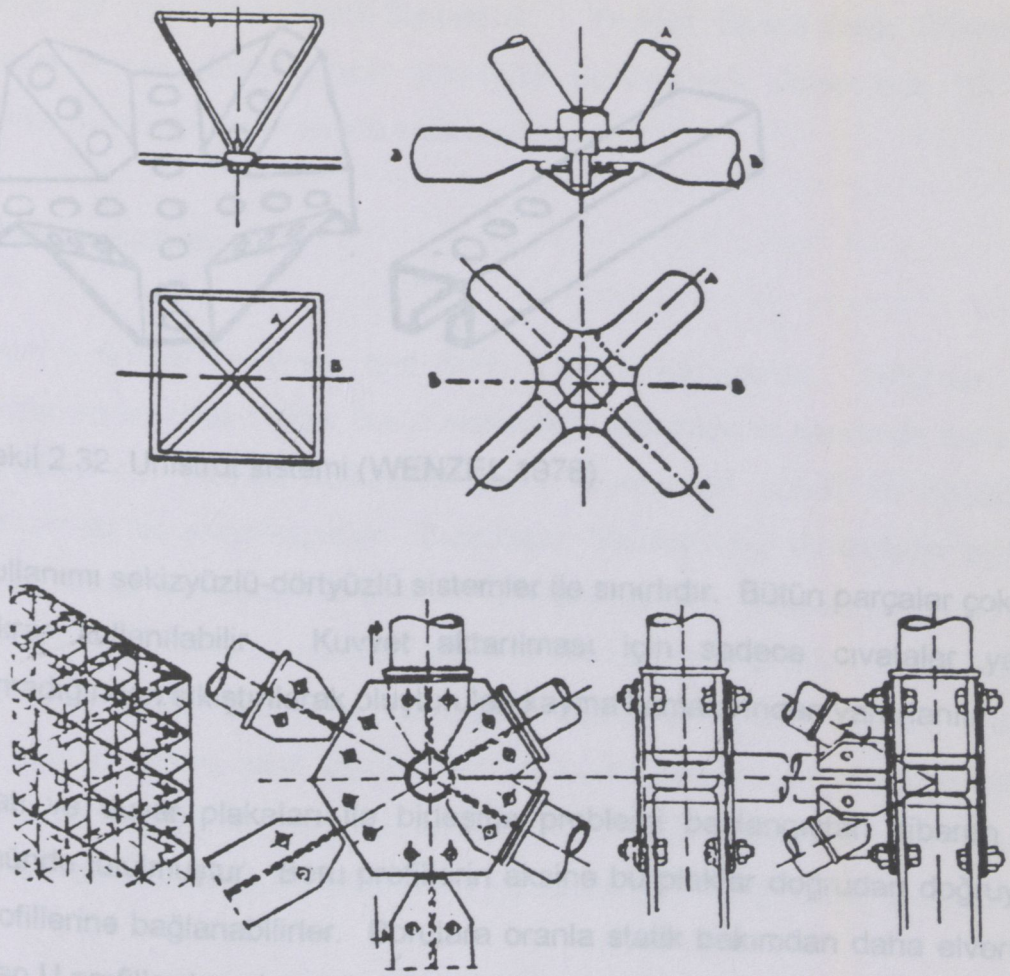
Montaj şeklinin bir sonucu olarak düğüm plakalarının ve çubuklarının bir araya getirilmesi, başlangıçta düğüm plakalarındaki bağlantılar oynak olduğundan, düğüm noktaları kaynaklanmasından önce konstrüksiyonun düzeltilmesi gereklidir. Bundan dolayıdır ki eğrilikli tavan yapmak da belirli sınırlar içinde mümkündür (WENZEL,1978). Bu sistemle 50 x 50 cm. boyutunda bir alan 1.30 m. bir konstrüksiyon yüksekliği ile örtülebilmektedir.

SDC-sistemi son zamanlarda, Pyramitec sistemi denen civatalı bir konstrüksiyonla geliştirilmiştir. Bu sistem dörtgen, üçgen veya altıgen ızgaralarda hazır piramitlerle (Space-Deck-sistemine bemzer) oluşturulmaktadır (Şekil 2.30).



Şekil 2.30. Pyramitec sistemi (WENZEL,1978).

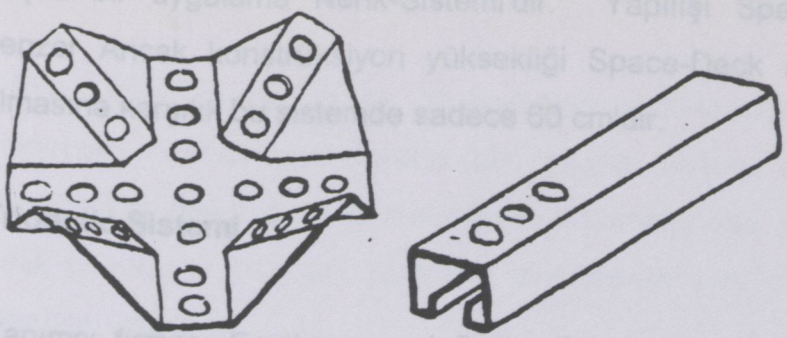
Tradimatec sistemi önceden hazırlanmış ve atölyede kaynaklanmış elemanlardan oluşmaktadır. Bunlarda montaj eki noktalarında şantiyede yüksek mukavemetli civatalarla birleştirilmektedir. Bu sistemle iki veya üç yönlü taşıyıcılar yapılabilmektedir (Şekil 2.31).



Şekil 2.31. Tridimatec sistemi (WENZEL,1978).

Unistruct Sistemi

Unistrut Corp, Wayne, Mich. tarafından geliştirilen cıvatalı sistem A.B.D. 'nde yapılanların en eskisidir. Soğukta çekilmiş U şeklinde saç profillerle, büyükçe düğüm levhalarından oluşur (Şekil 2.32).



Şekil 2.32. Unistrut sistemi (WENZEL,1978).

Kullanımı sekizyüzlü-dörtyüzlü sistemler ile sınırlıdır. Bütün parçalar çok kez tekrar kullanılabilir. Kuvvet aktarılması için sadece cıvatalar yeterli olmadığından sıkıştırılarak oluşturulan kayma kamalarından yararlanılır.

Çatı ve duvar plakaları ile birleşme problemi başlangıçtan itibaren göz önünde tutulmuştur. Boru profillerin aksine bu plaklar doğrudan doğruya U profillerine bağlanabilirler. Borulara oranla statik bakımdan daha elverişsiz olan U profillerden oluşan bu sistemde malzeme sarfiyatı fazla olur.

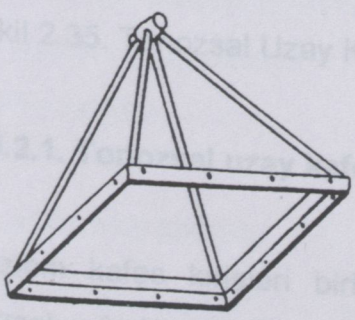
Space-Deck sistemi

Yapımcısı Londra'daki Space-Deck Division of Denings of Chard Ltd.'dir. Space-Deck sistemi, çatılar için alışılagelmiş yapımlarla yarışabilecek, pratik, ekonomik bir uzay kafes taşıyıcı yapmak amacı ile ortaya çıkarılmıştır. Boyutları 1.20 x 1.00 m, 2.00 x 1.00 m olan önceden hazırlanmış piramitlerden oluşur. Bu piramitlerin köşebentlerden yapılmış üst başlık çubukları şantiyede birbirine cıvatalanır. Alt başlıkta olan piramit tepeleri ise uçlarına diş açılmış yuvarlak çelik çekme çubukaları ile birbirine bağlanırlar. Diyagoneller çelik borudur. Bu tür birleştirme, bir doğrultuda eğrilikli yüzeyler oluşturmaya da olanak sağlar (Şekil 2.33).

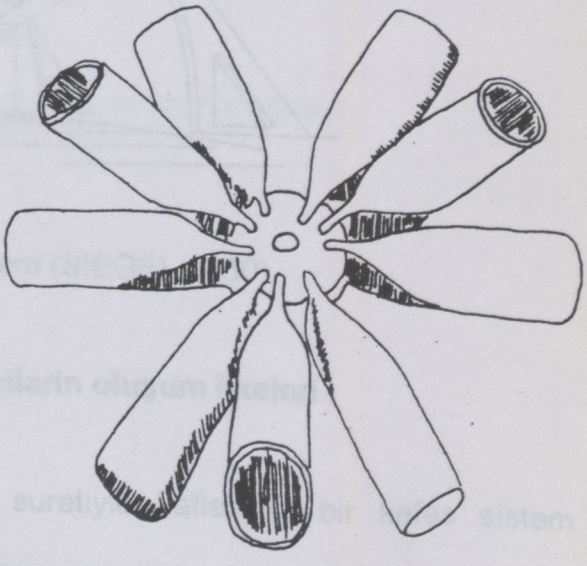
Başka bir uygulama Nenk-Sistemi'dir. Yapılışı Space-Deck Sistemi'ne benzer Ancak konstrüksiyon yüksekliği Space-Deck sistemi'nde 100 cm olmasına karşılık bu sistemde sadece 60 cm'dir.

Triodetic Sistemi

Yapımcı firması Fentiman and Sons, Ottowa Kanada'dır. 1953'den beri geliştirilen bu sistem diğer bütün sistemleri üstünlüklerini kendinde toplar ve dünyanın her yerinde kullanılmaktadır. Elemanları çubuk ve düğümler, malzemesi ise alüminyumdur. Çubukların düzleştirilmiş ve kertikler açılmış uçları bunlar için düğümde mevcut yarıklara sokulur. Düğüm noktaları özel her kullanma amacına uyabilen çeşitli formlarda prese profillerdir. Tamamen dik açıya kadar herhangi bir eğime ayarlanabilirler. Düğüm noktası parçasının yapımı basit ve ucuzdur. Bir bulon ve yarıkları örten levhalarla boruların düğüm noktası yarıklarından çıkmaları veya kaymaları önlenir. Kurulması vasıfsız işçiler tarafından yapılabilir (WENZEL,1978), (Şekil 2.34).



Şekil 2.33. Space-Deck sistemi

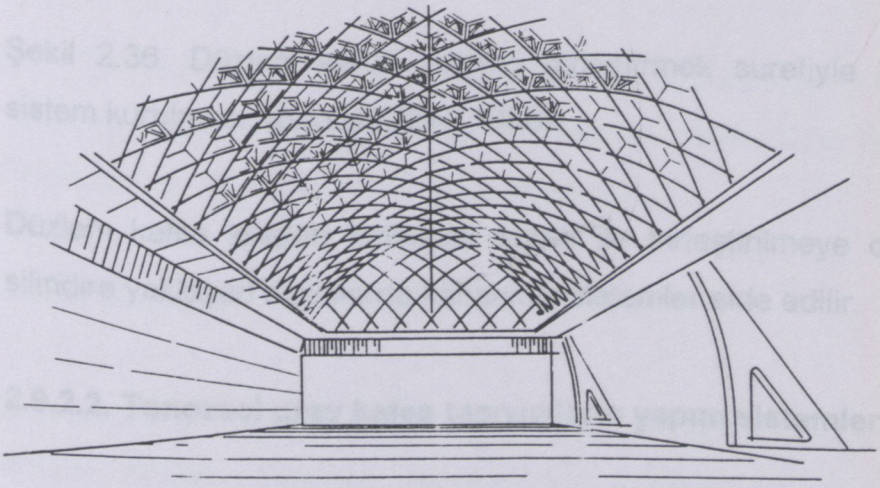


Şekil 2.34. Triodetic sistemi

2.9.2. Tonozsal (Tek Eğrilikli)

Tonoz, yükleri mekan içinde yönlendirerek zemine aktarmaya uygun biçimi açısından her dönemde etkin bir taşıyıcı sistem olarak kullanılmıştır. Günümüzde büyük açıklıklı mekanların örtülmelerinde, basit basınca çalışan çelik çubuklarla boşluklu bünyeler oluşturarak yeni bir uygulama alanına kavuşturulmuştur.

Küçük tonozlarda basit çubuklar, daha büyük açıklıkların örtülmelerinde de birleşik öğeler ve büyük profiller kullanılmaktadır (BAYÜLGEN,1988), (Şekil 2.35)



Şekil 2.35. Tonozsal Uzay Kafes Sistem (SIEGEL,1960).

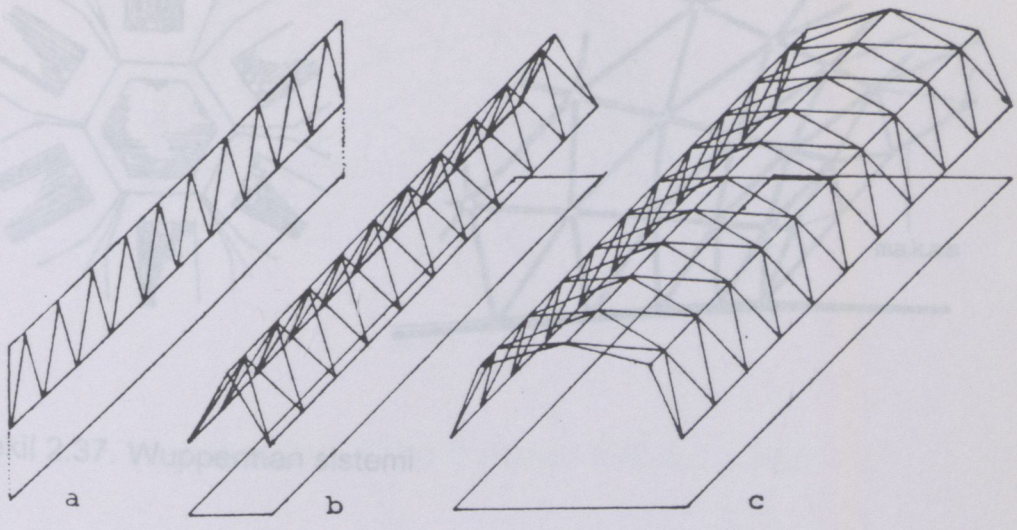
2.9.2.1. Tonozsal uzay kafes taşiyicilarin oluşum ilkeleri

Düzlem kafes kirişleri birleştirmek suretiyle katlanmış bir kafes sistem kurmak mümkündür (Şekil 2.36).

a. Basit düzlem kafes kiriş

b. Tepede birleşen iki düzlem kafes kiriş

c. Düzlem kafes kirişlerle katlanmış kafes sistem kurulması



Şekil 2.36. Düzlem kafes kirişleri birleştirmek suretiyle katlanmış kafes sistem kurulması, (BAYÜLGEN, 1988).

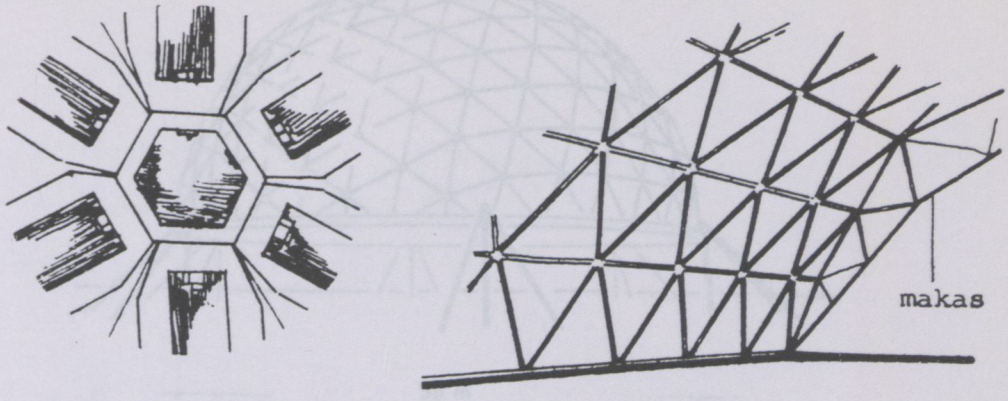
Düzlem kafes kirişleri katlamak sureti ile birleştirilmeye devam edilir ise silindire yaklaşan biçimlerde katlanmış sistemler elde edilir.

2.9.2.2. Tonozsal uzay kafes taşıyıcıların yapım sistemleri

Wupperman sistemi tonozlar,
Üç üçgen çubuk sistemi,
Lamel sistemi,

Wupperman sistemi

Prefabrik çelik konstrüksiyon çubukların eşit boyda her düğüm noktasında altı adet önceden üretilmiş çubukların cıvatalanmaları suretiyle birleştirilmesidir (Şekil 2.37).



Şekil 2.37. Wupperman sistemi.

Üç üçgen çubuk sistemi

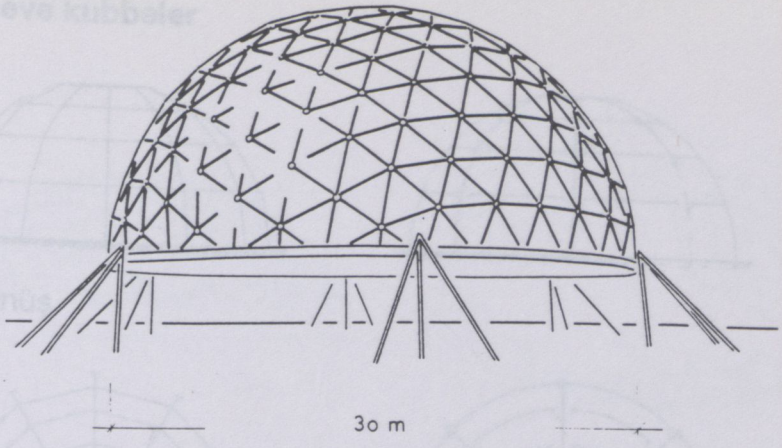
Prof. Toroz'un oluşturduğu bir sistemdir. İlk uygulamaları 1935'de Toroz'un tanınmış Frantin Rcaktas binası ve 1948'de oluşturduğu Beton Geliştirme Enstitüsüdür. SDC sistemine benzemektedir.

Lamel sistemi

Örtü yüzeyi çok sayıda lamaların birleştirilmesi ile oluşmuştur. Bu sistemde lamalar silindir, parabol, hiperbol ve küresel olarak biçimlendirilirler. Birleştirilmeler çok basittir.

2.9.3. Kubbesel (Aynı Yönde Çift Eğrilikli)

Kubbesel uzay kafes strüktürler yükleri mekan içinde yönlendirerek zemine aktarılmasını sağlayan ve sadece basınca çalışan son derece hafif taşıyıcı sistemlerdir. Büyük açıklıkların örtülmesinde önemli ölçüde ekonomi sağlarlar. Bu tür taşıyıcı sistemlerde çubukların düğüm noktaları çok duyarlı ve çok karmaşık kısımlardır. Üçgen, dörtgen, çokgen ve dairesel alanların örtülmelerinde bu sistemler tercih edilmektedir (BAYÜLGEN,1988), (Şekil 2.38).



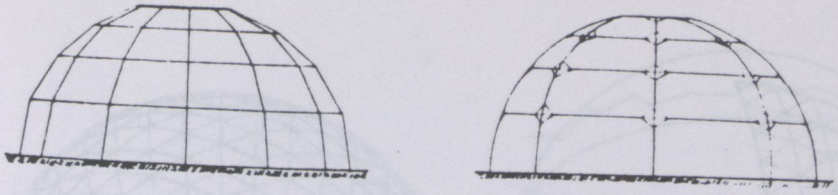
Şekil 2.38. Kubbesel Uzay Kafes Sistemler (SIEGEL,1960).

Bu sistemlerin mesnetleri planın biçimine göre düzenlenmektedir. Örneğin, çokgen planlı bir sistemde, değişken yükseklikli radyal kafeslerin birleştirilmesi ile çokken kenar öğeler (mesnetler) oluşturulmaktadır. Çekme etkisinde olan bu kenar öğeler kendi doğrultularında etki kuvvetini dengeler.

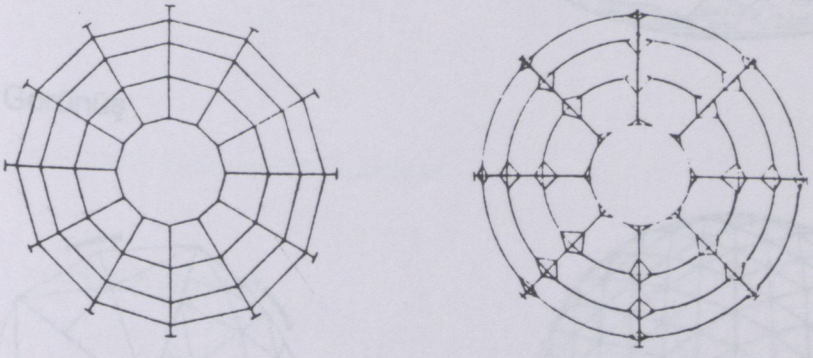
2.9.3.1. Kubbesel uzay kafes taşiyici sistemlerin türleri

Çerçeve kubbeler
Zinmermann Kubbeleri
Jeodezik Kubbe
Schwedler Kubbesi
Lamella Kubbesi
Ribbed Kubbesi
Lattice Kubbesii

Çerçeve kubbeler



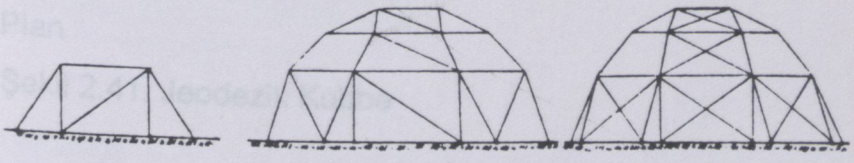
Görünüş



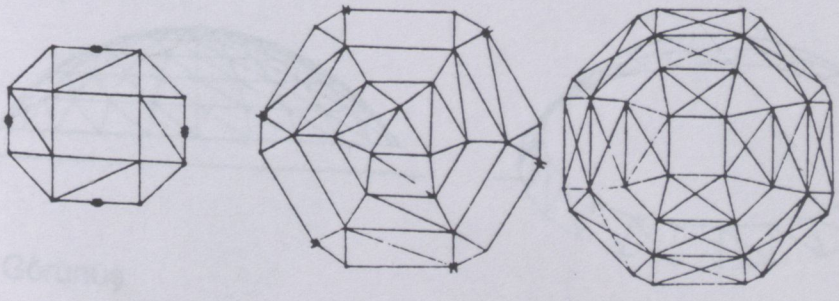
Plan

Şekil 2.39. Çerçeve kubbeler.

Zinmermann Kubbeleri



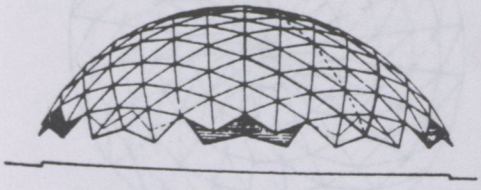
Görünüş

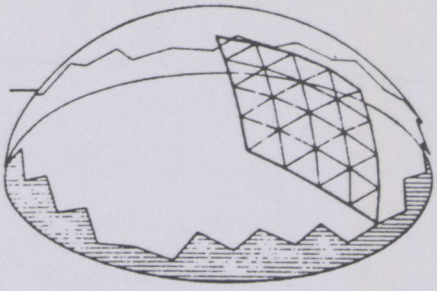


Plan

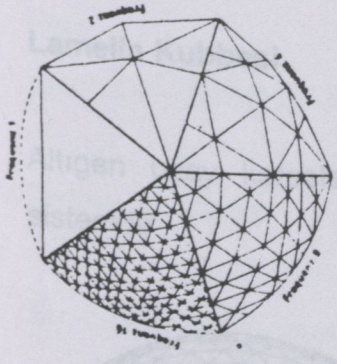
Şekil 2.40. Zinmermann Kubbeleri.

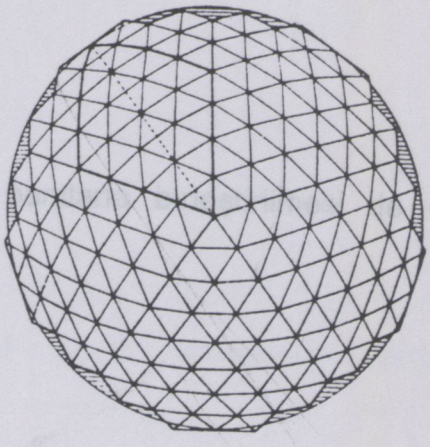
Jeodezik Kubbe





Görünüş

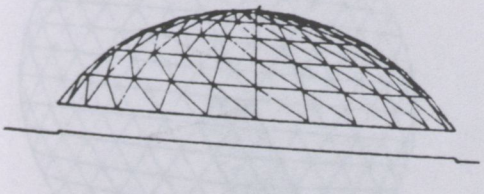


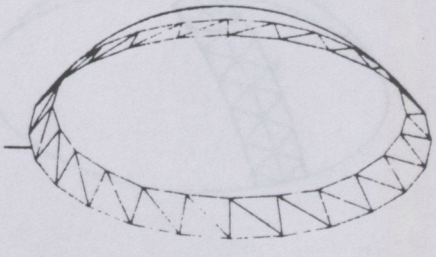


Plan

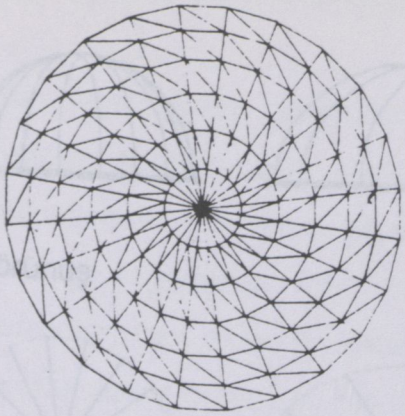
Şekil 2.41. Jeodezik Kubbe

Schwedler Kubbesi





Görünüş

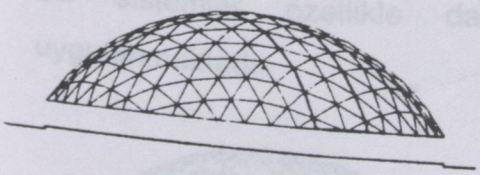


Plan

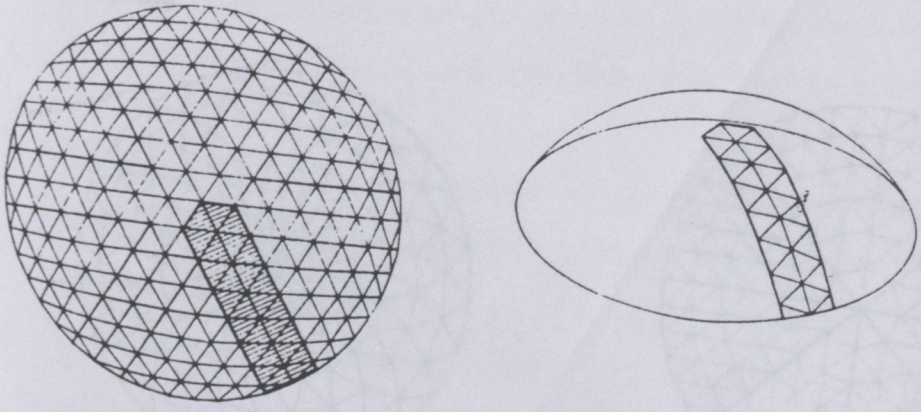
Şekil 2.42. Schwedler Kubbesi.

Lamella Kubbesi

Altıgen uzay kafeslerin dairesel bantlarla birleştirilmesi ile oluşturulan sistemdir.



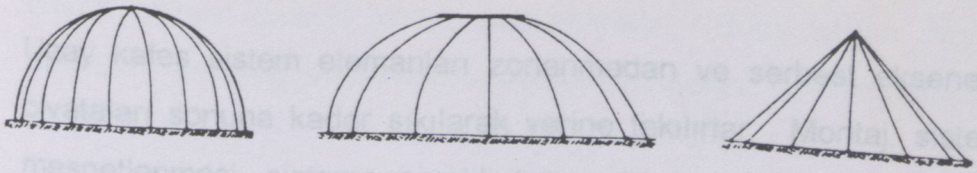
Görünüş



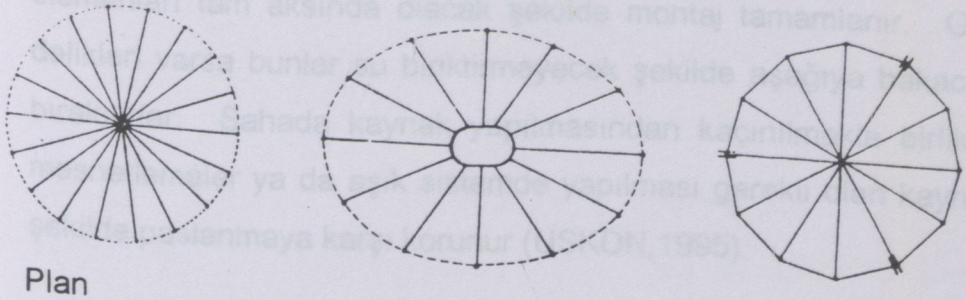
Plan

Şekil 2.43. Lamella Kubbesi.

Ribbed Kubbesi



Görünüş

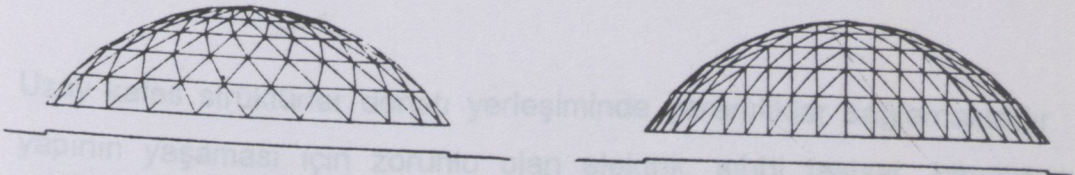


Plan

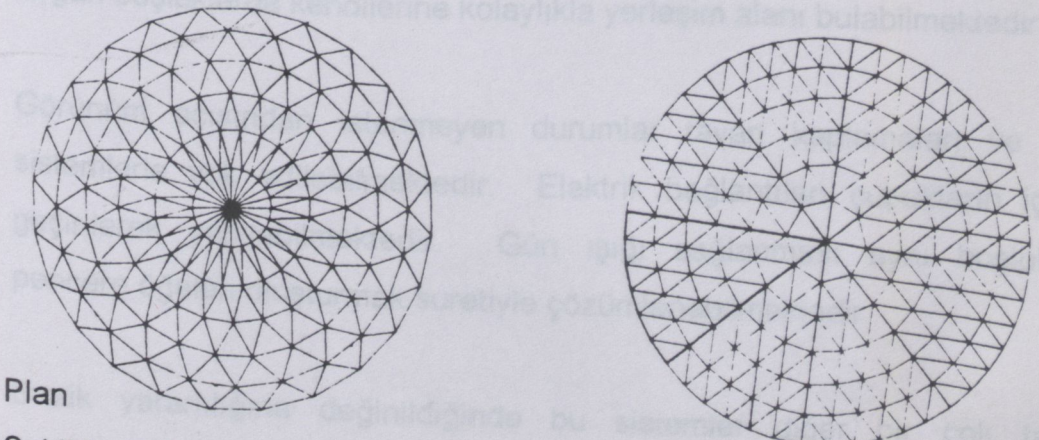
Şekil 2.44. Ribbed Kubbesi.

Lattice Kubbesi

Bu sistemler özellikle dairesel planlı mekanların örtülmelerinde uygulanmaktadır.



Görünüş



Plan

Şekil 2.45. Lattice Kubbesi.

2.10. UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLERİN MONTAJI

Uzay kafes sistem elemanları zorlanmadan ve serbest eksenel durumda civataları sonuna kadar sıkılarak yerine takılırlar. Montaj, sistemin geçici mesnetlenmesi, sisteme gerekli ters sehimin verilmesi ve yapının genel güvenliği sağlanarak hiçbir civata gevşek olmayacak ve bütün uzay sistem elemanları tam aksında olacak şekilde montaj tamamlanır. Galvanizleme delikleri varsa bunlar su biriktirmeyecek şekilde aşağıya bakacak durumda bırakılırlar. Sahada kaynak yapılmasından kaçınılmakla birlikte, özellikle mesnetlemeler ya da aşık sistemde yapılması gerekli olan kaynaklar uygun şekilde paslanmaya karşı korunur (USKON,1995).

Son zamanlardaki tekniklerle ön yapım olanakları geliştirilen bu sistemler, bugün ustalık istemeden vasıfsız işçiler tarafından kısa sürede kurulabilmektedir. Sistem tamamen yerde oluşturulduktan sonra değişik yöntemlerle kaldırlarak yerine monte edilebilmektedir. Hatta montaj işlemi tamamen yerinde de yapılabilmektedir. Sistem prefabrik parçalardan oluştuğu için, istendiğinde sökülerek yeni bir kullanıma dönüştürülebilmektedir.

Uzay kafes strüktürler donatı yerleşiminde yararlılıklar sağlamaktadır. Bir yapının yaşaması için zorunlu olan elektrik, sıhhi tesisat, havalandırma kanalları, iklimsel sistemler gibi donatılar, bu sistemlerin oluşum ilkesinden doğan boşluklarda kendilerine kolaylıkla yerleşim alanı bulabilmektedir.

Görünüm açısından istenmeyen durumlar tavan kaplamaları ve asma sistemlerle yok edilebilmektedir. Elektrik bağlantıları çubukların içinden geçirilerek yapılabilmektedir. Gün ışığı sağlanması aynı boşluklarda pencere öğeleri oluşturmak suretiyle çözümlenebilmektedir.

Statik yararlılığına değinildiğinde bu sistemler diğer bir çok taşıyıcı sistemlere oranla çok daha hafiftirler. Sabit yüklerin azlığı sadece çatıda

değil, alt sistem öğeleri ile temellerde kendini göstermektedir. Buna bağlı olarak maliyet önemli ölçüde azalmaktadır. Buna karşın, her bir çubuk demetinin birleştiği düğüm nokta bileşenleri maliyeti artıran önemli faktördür.

BÖLÜM 3

UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİ

3.1. GİRİŞ

Çatı bir binanın dış etkenlere en çok maruz kalan kısmıdır. Yağmur, kar, dolu, gece-gündüz sıcaklık farkları, U.V. radyasyonu, don, rüzgar yükleri, yaya veya taşıt trafiği gibi olaylar çatıyı etkiler. Ayrıca iç hacimlerde oluşan ve yukarı doğru devamlı bir hareket halinde olan rölatif su buharıda çatıyı etkiyen bir faktördür.

Çatı örtülerinde aranan özellikler, dış hava etkenlerine dayanıklılık, ışık geçirgenliği, kırılmazlık, izolasyon, hafiflik, esneklik, yapıya uygun renk seçeneklerinin sağlanması, dekoratif ve işleme kolaylığının olması şeklinde sıralanabilir.

Bu bölümde uzay kafes sistemlerin örtülmesi için kullanılan örtü sistemlerinin karşılaştığı dış etkenler, örtülerin malzeme özelliklerine göre sınıflandırılması ve örtü malzemelerin dış etkenler karşısındaki davranışlarından bahsedilecektir.

3.2. UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİNİN KARŞILAŞTIĞI DIŞ ETKİLER

Yapılar çeşitli dış etkilere maruz kalırlar, proje aşamasında ve uygulamada bu etkileri ekonomik ve yapısal açıdan göz önünde bulundurmak ve tedbirleri almak gereklidir. Dış etkileri şu başlıklar altında sıralayabiliriz.

3.2.1. Isı etkisi

3.2.2. Ses etkisi

3.2.3. Su ve nem etkisi

3.2.4. Yangın etkisi

3.2.5. Yük Etkisi

3.2.1. Isı Etkisi

Isı, yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa akan enerjidir. Bir cismin sıcaklığının artmasına sebep olan fiziksel harekettir.

Isı birimi (Kcal)

1 litre suyun sıcaklığını +1°C yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır.

Isı iletkenliği (λ Kcal/mh°C)

Homojen bir malzemenin, iki yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğu zaman, birim zamanda (1 saat), birim alan (1 m^2) ve bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan (1 m) geçen ısı miktarıdır.

Isı geçirgenliği (Λ Kcal/m^2h°C)

Bir yapı bileşeninin birbirine paralel iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğu zaman, birim zamanda (1 saat) d kalınlığındaki (m) bu cismin birim alanından (1 m^2) yüzeylere dik yönde geçen ısı miktarıdır.

Isı geçirgenlik direnci (Isı yalıtımı), (1/Λ m^2h°C/kcal)

Isı geçirgenliğinin aritmetik tersidir.

Yüzeysel ısı iletim katsayısı (α kcal/m²h°C)

Aradaki sıcaklık farkının 1°C olması halinde 1 m² alanında bir malzeme yüzeyinden, değdiği havaya veya havadan malzeme yüzeyine bir saatte geçen ısı miktarıdır.

Yüzeysel ısı iletim direnci (1/α m²h°C/kcal)

Yüzeysel ısı iletim katsayısının aritmetik tersidir.

Isı geçirme katsayısı (k kcal/m²h°C)

Herhangi d (m) kalınlığındaki yapı bileşeninin (duvar, döşeme v.s. gibi) her iki tarafında bulunan hava sıcaklıkları arasındaki farkın 1°C olması halinde bileşenin 1 m² sinde bir saatte geçen ısı miktarıdır.

Isı kaybı (Q kcal/m²h°C)

Herhangi d (m) kalınlığındaki yapı bileşeninin 1 m² 'sinden bir saatte olan ısı kaybıdır (OLCAYTU, 1979).

Isı taşımaları genellikle sabit durum, yani sabit iç ve dış sıcaklıklar için hesaplanır. Dış sıcaklık gün boyunca hissedilir ölçüde, yıl boyunca da oldukça büyük değişimler gösterir. Eğer özel aygıtlarla bir çözüme gidilmemişse iç sıcaklığın da pratikte sabit kalması olanaksızdır (ÖZER,1982).

Bir malzemedeki ısı miktarı o malzemenin atomlarının titreşimleri ve kinetik enerjilerinin toplamı olduğundan, ısısal enerjileri farklı olan malzemeler temas halinde iken enerji iletimi olmakta ve her iki malzeme atomlarının enerjileri eşit olunca ısısal denge sağlanmaktadır. Enerji iletimi

malzemelerin bulunduğu ortamlara göre üç farklı şekil göstermektedir (NEŞELİ,1990).

1- Kondüksiyon (ısı iletimi)

2- Konveksiyon (ısı taşınımı)

3- Radyasyon (ısı ışınımı)

1- Kondüksiyon (ısı iletimi)

Bir malzemenin kendi yapısı içinde veya bağlantılı bulunduğu farklı ısıdaki bir malzeme ile moleküler yapıdaki kinetik enerji iletimidir (ERİÇ, 1994). Özellikle katı cisimlerde ve hareket etmeyen sıvı veya gaz akışkanlarda görülür. Bu yolla malzemede meydana gelen ısı geçirimliliği, malzemenin kalınlığı ve kendi iç yapı özelliğine bağlı ısısal iletkenlik katsayısına bağlıdır (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Bazı malzemelere ait ısı iletkenlik katsayıları (ÖZER,1982).

Malzemeler	Isı iletkenlik katsayıları	
Demir, çelik	50	kcal/mh°C
Bakır	330	kcal/mh°C
Alüminyum	175	kcal/mh°C
Plastik	0,35	kcal/mh°C
Cam	0,70	kcal/mh°C

Çeşitli özellikte ve kalınlıktaki malzemelerin yan yana gelmesiyle oluşan kompozit malzemelerin ısı geçirimlilik değerleri, her birinin ısı geçirimlilik değerleri toplamına eşittir.

2- Konveksiyon (ısı taşınımı)

Molekülleri serbestçe hareket eden sıvı veya gaz gibi molekül ağırlıkları düşük akışkanlarda, sıcak moleküllerin soğuk moleküllerle yer değiştirmeleri sonucu oluşan ısısal geçirimlilik olayıdır.

3- Radyasyon (ısı ışınımı)

Isı enerjisinin, ışınım yolu ile herhangi bir ara taşıyıcıya gereksinim göstermeden, elektromanyetik dalgalar şeklinde oluşan ve malzemeye geçiş sağlayan ısısal iletim şekli olarak tanımlanabilmektedir.

Güneş radyasyonları etkiledikleri malzemenin yüzeysel durumuna ve rengine göre değer kazanmaktadır. Örneğin parlak yüzeyler radyasyonu yansıtmakta, koyu renkli yüzeyler ise radyasyonu yutmaktadır. Bu özellikten dolayı, malzeme yüzeyinin çeşitli renklerine göre yüzeysel emicilik katsayısının % olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Özellikle sıcak bölgeler için yapılan projelendirmelerde ısısal deformasyon ve geçirimlilikte, ortam ısısı yerine yüzeysel radyasyon ısısının alınması daha iyi sonuç vermektedir (ERİÇ, 1994).

Isı ışınları, havası boşaltılmış ve gazla doldurulmuş cisimlerden onları ısıtmadan geçerler. Isı ışınlaması sayesinde dünyamız yaşam için gerekli ısıyı güneşten sağlar. Isı ışınları elektromanyetik titreşimler olarak da kabul edilir. Belirli ve kendi aralarında farklılık gösterebilen dalga uzunlukları vardır.

İki farklı sıcaklıkta cisim, sadece ışın geçirgenlik özelliği olan bir ayırıcı ile ayrılmışsa, sıcak cisimden soğuk cisme bir ışınlama başlar. Soğuk cisme ulaşan ışınlama enerjisinin bir bölümü cisme vardığında kısmen absorbe

edilir, kısmen geri ışınlanır. Bunlar yapılarda sık sık meydana gelen olaylardır.

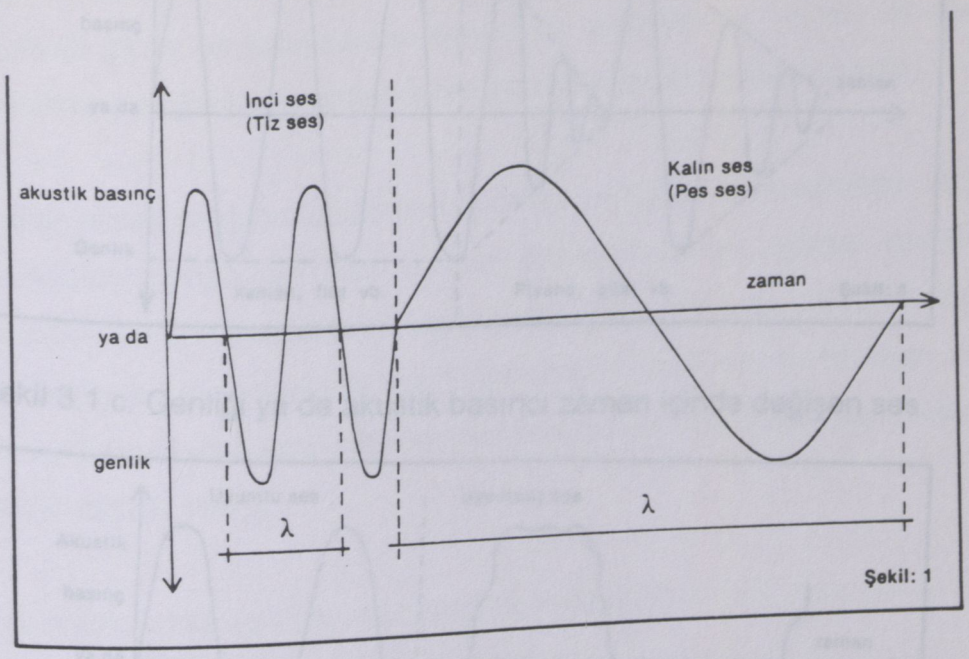
Yapılarda bundan başka, güneşin yaz mevsiminde çatı kaplaması ve dış duvarlara ışınladığı ısı miktarıda önem kazanır. Bunlar kısmen bina içine ışınlanır ve yapı elemanlarının hissedilir ölçüde şekil değişikliğine uğramasına neden olur (T ablo 3.2.).

Tablo 3.2. Bazı malzemelere ait uzama katsayıları (ERİÇ,1994).

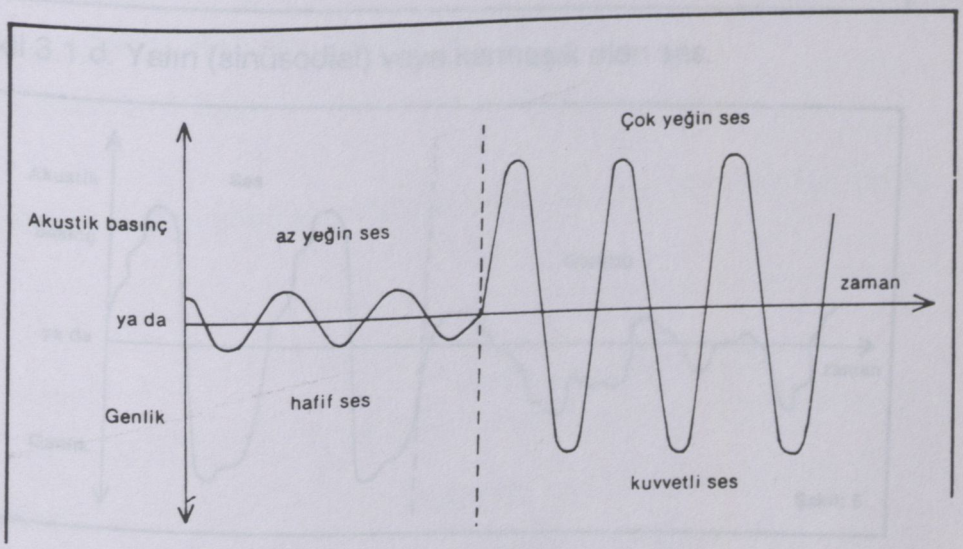
Malzemeler	Uzama katsayıları
Cam	3-5 cm / cm °C
Cam elyafı	35-45 cm / cm °C
PVC	78-80 cm / cm °C
Çelik	12 cm / cm °C
Demir	10 cm / cm °C
Alüminyum	24 cm / cm °C
Bakır	16 cm / cm °C

3.2.2. Ses Etkisi

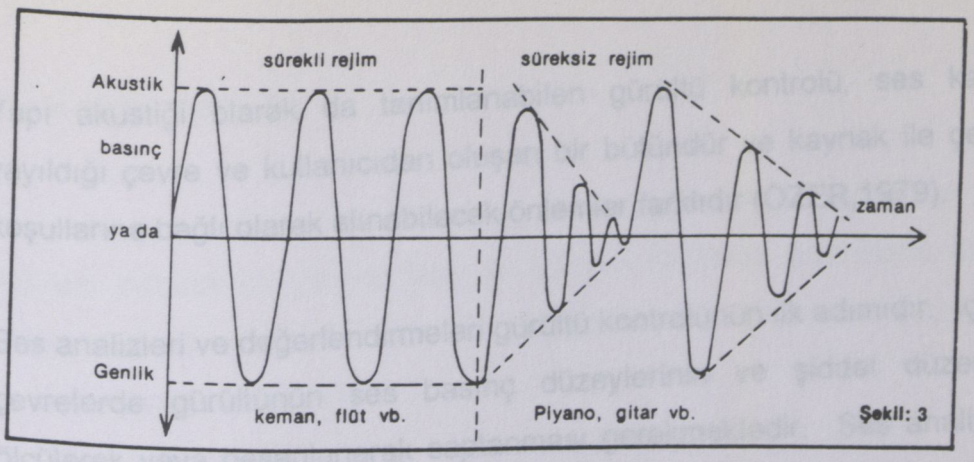
Ses, mekanik titreşimler ve basınç dalgaları olarak yayılır. Bunlar atmosfer basıncına göre mikrobar olarak ölçülen basınç artışları ve düşüşleri meydana getirirler (Şekil 3.1a,b,c,d), (OLCAYTU, 1979).



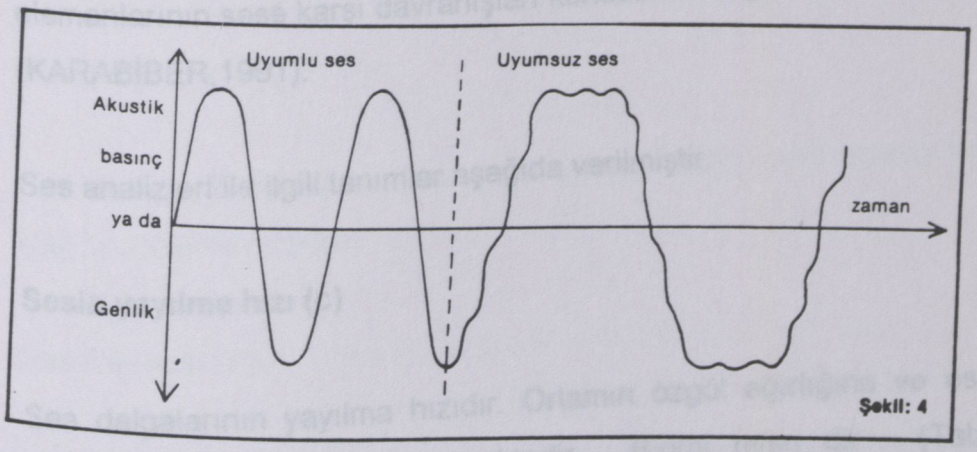
Şekil 3.1.a. Akustik basıncı ya da genliği aynı dalga boyu değişik olan ses.



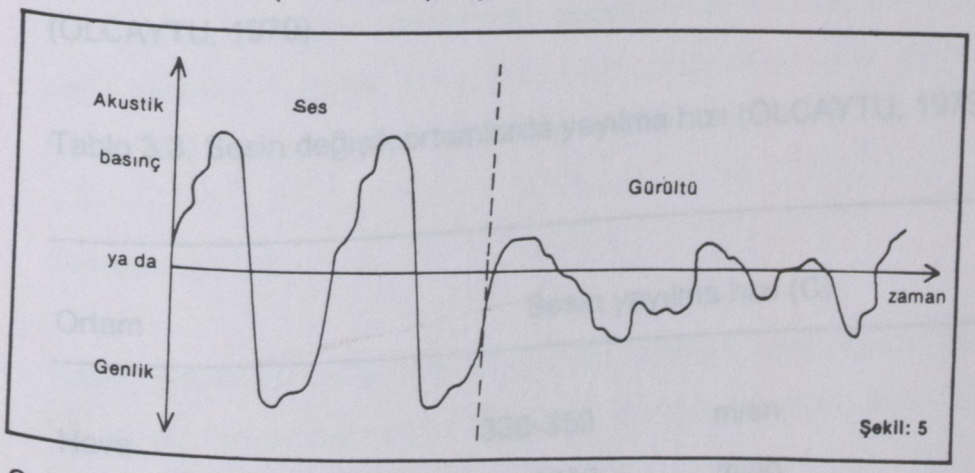
Şekil 3.1.b. Dalga boyu eşit, akustik basıncı ya da genlikleri farklı olan ses.



Şekil 3.1.c. Genliği ya da akustik basıncı zaman içinde değişen ses.



Şekil 3.1.d. Yalın (sinüsodial) veya karmaşık olan ses.



Şekil 3.1.e. Ses ve gürültü.

İnsan kulağı için işitilebilen ses titreşimlerinin frekansı 20 Hz ile 20000 Hz arasındadır (1 Hz = 1 titreşim / saniye). Yapı için insan kulağının en hassas olduğu 100-3200 Hz arası önemlidir.

Yapı akustiği olarak da tanımlanabilen gürültü kontrolü, ses kaynağı, yayıldığı çevre ve kullanıcıdan oluşan bir bütündür ve kaynak ile çevrenin koşullarına bağlı olarak alınabilecek önlemler farklıdır (ÖZER,1979).

Ses analizleri ve değerlendirmeleri gürültü kontrolünün ilk adımıdır. İç ve dış çevrelerde gürültünün ses basınç düzeylerinin ve şiddet düzeylerinin ölçülerek veya hesaplanarak saptanması gerekmektedir. Ses analizlerinin yapılabilmesi için, temelde ses fiziği, analiz teknikleri ve birimleri ile yapı elemanlarının sese karşı davranışları konusunda bilgi sahibi olmak gereklidir (KARABİBER,1991).

Ses analizleri ile ilgili tanımlar aşağıda verilmiştir.

Sesin yayılma hızı (c)

Ses dalgalarının yayılma hızıdır. Ortamın özgül ağırlığına ve esnekliğine bağlı olarak değişim göstermektedir. Birimi m/sn dir. (Tablo 3.3.), (OLCAYTU, 1979).

Tablo 3.3. Sesin değişik ortamlarda yayılma hızı (OLCAYTU, 1979).

Ortam	Sesin yayılma hızı (C)	
Hava	330-350	m/sn.
Su	1453	m/sn.
Çelik	5000	m/sn.
Ahşap	1000-4000	m/sn.
Kauçuk	50	m/sn.

Sesin dalga boyu (λ)

Periyodik bir dalgada, yayılma doğrultusundaki dalga alnına dik olarak ölçülen, birbirini bir periyot farkı ile izleyen iki nokta arasındaki uzaklığa dalga boyu adı verilir. Birimi m dir. Dalga boyunun frekans ve yayılma hızı ile ilişkisi aşağıdaki gibidir.

Dalga boyu (m) = Sesin yayılma hızı (m/sn) / Frekans (Hz)

Ses gücü (w)

Bir kaynağın birim zamanda etrafına yaydığı toplam ses enerjisidir. Birimi *watt* 'tır (KURRA, 1996).

Ses frekansı (*f*)

Ses dalgalarının birim zamandaki titreşim sayısı olarak tanımlanan ses frekansının işitilebilen seslerdeki değerleri 20 Hz ile 20 kHz arasında değişmektedir. Birimi Herz (Hz) dir. Gürültüler çok şiddetli frekans bileşenlerine sahiptirler (KARABİBER, 1991).

Ses basıncı (p)

Sesin yayılması sırasında belirli bir zaman içerisindeki herhangi bir noktadaki hava basıncının atmosfer denge basıncından farkıdır. Birimi newton / m 'dir.

Ses şiddeti (yeğinliği),(I)

Birim zamanda, yayılma doğrultusuna dik birim alandan geçen ses enerjisinin ortalama değeridir. Birimi watt / m^2 'dir (KARABİBER, 1992).

Yapı elemanlarının ses etkisine karşı davranışları ses fiziğinin önemli konularındandır. Ses ve gürültü ; gazlar, katı maddeler ve sıvı ortamda titreşimler yaratarak yayılan bir enerji türüdür. Eğer ses dalgaları, içinde yer aldıkları ortamdan farklı yoğunluk veya esneklikte bir engelle karşılaşırsa enerjinin bir kısmı yansıtılır, bir kısmı ve ısıya dönüştürülür, kalan bölümü de yoluna devam eder. Sistemi oluşturan elemanlar, yapıları ve tasarımlarına bağlı olarak dış kaynaklı gürültünün içeri geçişini az veya çok önleyen engellerdir (KURRA, 1996).

3.2.3. Su ve Nem Etkisi :

Çatı kabuğunda su faktörü, kar, yağmur, dolu, kırağı gibi dış etkenler nedeni ile yapı bünyesine girerek beraberinde problemleri getirir.

Yağmur suyu, çatı yüzeyini oluşturan elemanların üzerinden kenarlardaki derzlere, açık derzlerden de rüzgarın sağladığı momentum yardımıyla sistem içerisine kolaylıkla girebilmektedir. Derzlerin dar olması, şiddetli yağışlarda damlaların içeriye sızmasına engel olmamaktadır (ÖZER, 1982).

Yağmur suyu, rüzgarın etkisi ile sistem içerisine girebileceği gibi, malzemeye yüzeysel olarak etki etmekte ise, malzeme yapısında bulunan kılcal kanallarda kapiler basınç etkisi ile de hareket eder.

Atmosfer, oranı değişken ve sabit gazlardan oluşmuştur. Değişken gazların oranı bulunduğu hacim ve iklim koşulları ile yakın ilişkilidir. Yapı fiziği ve klimatolijik yönden su buharı atmosferik oluşum içinde en önemli etkendir. Su buharı hava içinde maksimum yüzde dört oranındadır.

Yapı fiziği yönünden kondansasyon, nemlenme ve terlemenin ana kaynağı su buharıdır.

Nemlenme

Yapı fonksiyonuna uygun olarak hacimden hacime değişken oranlarla ortaya çıkan, hava içindeki su buharı nem olarak adlandırılır. Sıcaklık derecesine bağlı olarak farklı değerler gösteren buhar basıncı, yüksek basınçtan alçak basınca yönelik bir akım meydana getirir. Nem miktarı, sıcaklığın değişmesi ile birlikte değişim göstererek çiğlenme ve donma olaylarına neden olur.

Terleme

Elemanların yüzeylerindeki sıcaklık düşmesi ile meydana gelen buharın suya dönüşmesi olarak tanımlanabilmektedir. Görünür yoğuşma (terleme) yapı elemanı yüzeyinde oluşur (ESER, 1981)

Malzeme yüzeyindeki terleme, ortam iç ısısına ve ortamdaki havanın taşıdığı maksimum su buharı olarak tanımlanabilen bağıl neme bağlıdır. Ortam iç ısısı ile malzeme yüzeyi ısısı arasındaki fark olan soğuma derecesinin artması halindeyse terleme olayı ortaya çıkmaktadır.

Terlemenin kontrolü, tedbirler ;

1. Yapı elemanlarının su direncini fazlalaştırmak ;
Isı yalıtım malzemesi konularak yüzey sıcaklık derecesini çiğ noktası üzerine çıkarmak.

Çiğ noktası, belirli şartlardaki doymuş havanın sıcaklık derecesidir. Bu sıcaklık derecesi yoğunlaşmaya geçiş halini belirtir.

2. İç havanın bağıl nemliliğini azaltmak ;
Kuru, sıcak hava üflemek veya yapay olarak soğutulmuş yüzeyler üzerinde bir miktar hava neminin yoğunlaşmasını sağlamak ve bağıl nemliliği kabul edebilecek bir düzeye indirmek.

3. Terleyen yüzeylerin yapay olarak ısıtılması.

4. Terleyen yüzeyleri vantile etmek suretiyle yüzeylere bitişik havayı harekete geçirmek ve yüzey sıcaklığını çiğ noktası üzerine çıkarmak (ESER, 1981).

Kondansasyon

Malzemenin her iki yüzü arasındaki buhar basınç farklılığından dolayı ortaya çıkmaktadır. Gizli yoğuşma (kondansasyon) yapı elemanları içinde oluşur (ESER, Lami)

Hava içerisindeki su buharı miktarı, havanın doymuş su buharı miktarına eşit olacak sıcaklığa kadar soğursa doymuş duruma gelir. Su buharı ile doymuş durumdaki hava daha da soğursa içindeki su buharını tutamaz olur ve yoğuşma başlar (ÖZER, 1982).

Kondansasyon kontrolü, tedbirler ;

1. Yapı elemanlarını oluşturan tabakaları difüzyon tekniğine uygun olan sırayla yapmak ;
Isı yalıtımını veya hareketsiz ve hapsedilmiş hava tabakasını, yapı elemanının sıcak tarafına yerleştirmekten kaçınmak.
Buhar kesici tabakaları, yapı elemanının soğuk tarafına yerleştirmekten kaçınmak.

2. Buhar kesici tabaka kullanmak.

3. Basınç dengeleyici tabaka kullanmak.

Düz ve az eğimli çatılarda, çatı örtüsü altındaki zararlı su buharı basıncını düşürmek ve dış ortam ile ilişkisini sağlamak gerekir. Basınç dengeleyici tabaka buhar kesici tabaka altına yerleştirilmelidir.

4. Yapı elemanının soğuk yöndeki kaplamanın altından havalandırmak ve gerekli durumlarda ısı yalıtımı tabakası ilave etmek.

5. İç ortamdaki bağıl nemliliği azaltmak (ESER, 1981).

3.2.4. Yangın Etkisi

Isı, oksijen ve yanıcı maddelerin olduğu her yerde yangın teklikesi olmaktadır.

Bir yapı sisteminin yangına karşı korunmasında ana prensip, yangın çıkışına mani olmaktır. Önlenemediği taktirde ise insanların çabuk tahliyesini, zehirli dumandan korunmasını ve yangın söndürüldükten sonra taşıyıcı sistemin ayakta kalmasını sağlamaktadır. Bu üç faktörde bina tasarım aşamasında düşünülmelidir. İnsanların tahliyesi için yangın kaçış kapılarının ve yangın merdivenlerinin kolay ulaşılır ve işler durumda bulunması, uygun havalandırma tertibatının sağlanmış olması ve taşıyıcı sistemin yangına karşı dayanımının yeterli düzeyde bulunması tasarımda göz önünde bulundurulması gereken faktörlerdir (ÖZER,1982).

Bu tedbirlerin dışında yapılan sistemlerde kullanılacak malzemelerin yangına dayanıklı olmasına dikkat edilmedir. Bu nedenle malzeme seçiminde performans değerleri bilinmeli ve karşılaştırma yapılabilmedir (AYTİS,1992).

Yangın anında zehirli dumanın atılması için hava çıkışlarının yeri büyük önem taşımaktadır. Çünkü rüzgar hava çıkışlarındaki sıcak gazların akışını büyük ölçüde etkilemektedir. Bunun nedeni de sıcak gazların basıncının, rüzgar basıncından düşük olmasıdır. Bir çatı üzerinde esen rüzgar genellikle

emme etkisi yaratmaktadır. Fakat çatı eğimi çok dik (40°'den fazla) ise rüzgar, rüzgara bakan taraftaki hava çıkışından duman çıkışını engellemekte, buna karşılık çatının diğer tarafındaki hava çıkışlarında da emici etki göstermektedir. Eğer rüzgarın gücü dumanın basıncından fazla ise rüzgarın etkisiyle binaya serin hava girerek dumanı soğutabilmekte ve kısa sürede soğuyan dumanın çökmesi ile bütün binanın tabanına kadar duman ile dolmasına sebep olabilmektedir (ÖZER, 1985)

3.2.5. Yük Etkisi

Taşıyıcı sistem bileşenlerinin yükler altında öngörülenden fazla deformasyon yapması performans düşüşüne neden olabileceğinden, etkiyen yüklerin bilinmesi ve gereken tedbirlerin önceden alınması gereklidir.

3.2.5.1. Düşey yük etkisi

Statik ve dinamik olmak üzere iki sınıfta topladığımız düşey yükler, yerçekimi etkisi ile oluşur.

Statik yükleri, çatı sistemlerini oluşturan bileşenlerin öz ağırlıkları oluşturur. Sistemin toplam sabit yükünün bulunabilmesi için gerekli olan, çatı sistemi içerisinde kullanılan malzemelere ait birim hacim ağırlıkları Tablo 3.4. de verilmiştir.

Dinamik yükleri ise kar, buz ve konstrüksiyon yükleri gibi yükler oluşturur. Şartnamelerde belirlenen kar yükleri, zemindeki maksimum kar kalınlığına dayanır. Genelde bu yükler çatıyı etkileyen kar yüklerinden daha fazladır. Çünkü, çatıda rüzgar etkisi, karda azalma yapar ya da yüzeydeki ısı kaybı nedeni ile erime olur. (YAMANTÜRK VE ÖZŞEN, 1993).

Tablo 3.4. Bazı malzemelere ait birim hacim ağırlıkları (ERİÇ, 1994).

Malzemeler	Birim hacim ağırlıkları	
Demir	7,80	gr/cm³
Çelik	7,85	gr/cm³
Alüminyum	2,70	gr/cm³
Ahşap	0,45-0,89	gr/cm³
PVC	1,38	gr/cm³
PC (6 mm)	0,13	gr/cm³
Cam	2,50	gr/cm³
Teflon	2,13	gr/cm³
Poliüretan	1,21	gr/cm³

Yağmur suyu ise, yük hesabında dikkate alınmasa da tasarımda akılda bulundurulmalıdır. Genellikle yağmur yükleri kar yüklerinden azdır, fakat suyun yoğunluğu kara oranla fazla olduğundan su birikintisi yapıda oldukça fazla bir yük oluşturacaktır. Bu nedenle çatı tasarımında uygun eğim ve su tahliyelerinin ayarlanmasıyla sistem üzerinde suyun birikmesinin önlenmesi gereklidir.

3.2.5.2. Yatay yük etkisi

Yatay yükleri rüzgar ve deprem yükleri oluşturur. Dinamik yükler olmalarına rağmen hesap kolaylığı açısından statik yük olarak kabul edilir.

Sistemin tasarımında, özellikle rüzgar yüklerinin tayininde dikkat edilecek hususlar başta yapının şekillenmesi ile başlar. Bunu sırası ile yapının konumunun bulunduğu coğrafi yer ve şartlar, çevredeki diğer yapıların konumları, rüzgar hızı ve yağış miktarları izler. Bu nedenle özellikle yapının

bulunduğu yerin mevsimlere göre tabiat şartlarının, rüzgar hız ve yönlerinin tam olarak bilinmesi gereklidir (ÇATIKKAŞ, 1996).

3.3. UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİNİN MALZEMELERİNE GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Uzay kafes çatı örtülerinde kullanabileceğimiz malzemelerin sınıflandırılması, tanımlanması, birbirleri ile kıyaslanabilmesi için performans tabloları hazırlanmıştır.

3.3.1. Plastik çatı örtü malzemeleri
3.3.2. Metal çatı örtü malzemeleri
3.3.3. Cam çatı örtü malzemeleri
3.3.4. Mimari Tekstil çatı örtü malzemeleri
3.3.5. Bitüm esaslı çatı örtü malzemeleri

3.3.1. Plastik Çatı Örtü Malzemeleri

Hidrojen, oksijen ve azot olmak üzere karbonun organik bileşenlerinden mineral, petrol, ahşap gibi doğal maddelerin ısı-basınç ve kimyasal etkilerle polimerizasyon ve kondansasyon şeklinde molekül ve amorf yapılarının değişimi ve yeni bağlar yaratılması sonucu doğada bulunmayan türler olarak meydana gelmiş makromoleküler, organik esaslı maddelere plastik denir (ERİÇ,1978).

Plastik malzemeleri ısı karşısındaki davranışlarına göre, termoplastikler (ısıl plastik) ve termosetler (ısıl dengeli) olmak üzere, iki ana grupta toplayabiliriz.

Termoplastikler, doğrusal bağlı molekül yapılarında değişme olmaksızın, belli bir ısı derecesinden sonra yumuşama göstererek, soğuduktan sonra bulundukları şekli koruyan ve de tekrar ısı ile değişme özelliğine sahip plastik türleridir.

PVC (Polivinil klorür), PC (Polikarbonat), PMMA (Polimetilmetakrilat) ve Teflon bu grup plastiklerdendir. Işık geçirgen çatı örtüsü olarak kullanılabilmektedir.

Termosetler, genellikle çapraz bağlı molekül yapılarında meydana gelen polimerleşme sonucu, yumuşama sırasında ilk formlarını koruyarak belli bir ısı derecesinden sonra erimeksizin karbonlaşmaya uğrayan ve ısı karşısında artık değişme göstermeyen plastik türleridir.

CTP (Camelyaf takviyeli plastik) malzemelerde kullanılan poliester türü plastikler bu grup plastiklerdendir.

Termoplastiklerin düşük ısıda yanma ve erimeleri yanında düzgün bir kesilme göstermeleri, termosetlerin ise yüksek ısı karşısında karbonlaşma ve kesildiği zaman döküntü meydana getirmeleri bu iki türü birbirinden ayıran en önemli özellikleridir.

Özellikleri, plastik malzemelerin genel özelliği, amorf iç yapı ve ısıya karşı düşük dayanım göstermeleridir.

Bir çok plastik türünün kesin erime noktaları yoktur ve ergime büyük bir yavaşlıkla katı halden yüksek akışkanlı (viskos) sıvı hale geçiş şeklindedir. Bu nedenle plastiklerin bu özelliklerinden yararlanarak kalıplaşması, çekilmesi, şişirilmesi ve sıkıştırılması mümkün olmuştur.

Plastiklerin diğer önemli özelliği de uzun sürede görülen mekanik dayanımların kısa süredekine oranla çok daha çabuk düşme göstermeleridir. Ancak plastikler atmosfer ve dış etkenlere karşı yüksek dayanım gösteren ve doğada yok olmayan malzemelerdir. Teflon, PVC, melamin ve epoksi gibi plastik türleri çeşitli kimyasal etkilerle yüksek dayanım gösterir. Bunun yanında korozif ortamlarda plastiklerin şişmesi ve ağırlıklarının artması

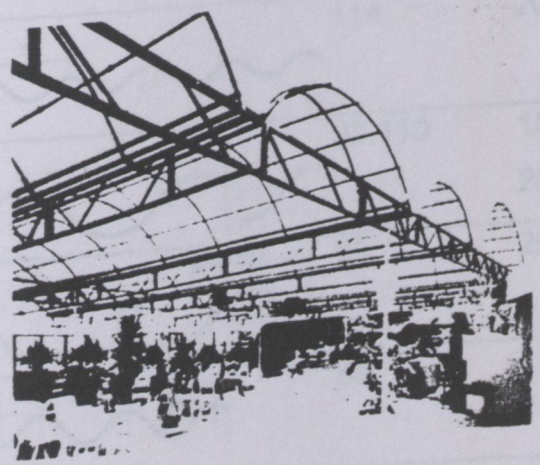
sonucu mekanik özelliklerinde düşme tespit edilmiştir. Bu nedenle korozyon plastiklerin sadece yüzeyini değil tümünü etkiler diyebiliriz.

Plastik malzemelerin mekanik özelliklerinden, gerilme-deformasyon eğrisi diğer yapı malzemelerine oranla çok farklı bir şekil gösterir. Malzemede elastik deformasyon ve akma sınırını geçtikten sonra mukavemet düşmesi görülmekte ve bu değer yavaş yavaş bir maksimum değere eriştikten sonra kopma meydana gelmektedir.

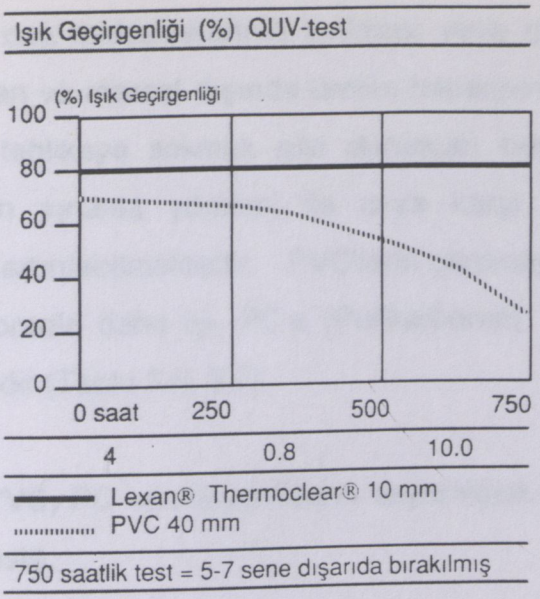
3.3.1.1. PVC esaslı

Işık geçirgen çatı örtü malzemesi olarak kullanılan PVC, polivinil klorür polimerlerinin sıkıştırılması ya da basınç altında ısıtılmasıyla ince film tabakaları halina getirilmesi sonucunda oluşan termoplastik bir malzemedir (TOYDEMİR,1990), (Şekil 3.2).

Işık geçirgenliği polikarbonat ve akriliklere göre düşük olan PVC'ler düz, ondüle ve trapezoidal kesitli olarak üretilmektedir (Tablo 3.5), (Şekil 3.3).

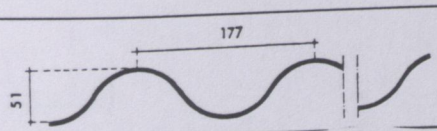
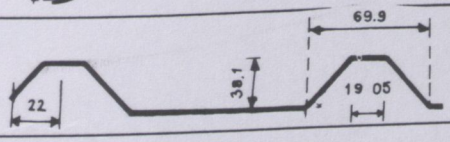
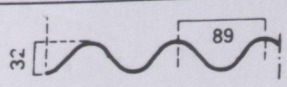


Şekil 3.2. Bir birini dik kesen paralel düzlem kirişlerin, sert PVC çatı örtüsü ile örtülmesi (Tek Plastik ürün kataloğu).



Şekil 3.3. PVC ve PC'lerin Işık geçirgenliği (%) QUV-testi (GE Plastik laboratuar).

Tablo 3.5. PVC malzemelerin piyasada kullanılan bir kaç kesit örneği (Tek Plastik ürün kataloğu).

	Genişlik (cm)	Uzunluk(cm)	Kalınlık(mm)
Galvaniz Ondüle 	114	200-250 300	1.5
Eternit Ondüle 	92-110	150-200 250-320	1.6
Trapez Ondüle 	93	200-250 300	1.6
Ondülin 	89	200	1.5

Geleneksel çatı malzemelerinin kırılması veya çatlaması, değiştirmek için gerekli zaman ve masraf dışında üretim hatlarının aksaması ve çalışanların sağlıklarını tehlikeye sokmak gibi durumları beraberinde getirirdi. PVC malzemelerin sırlama yöntemi ile ısıya karşı dayanımları ve mekanik dayanımları artırılabilmektedir. PVC'lerin çarpmaya karşı dayanımları cama ve akriliğe oranla daha iyi, PC'a (Polikarbonat) oranla daha kötü özellik göstermektedir (Tablo 3.6, 3.7).

Tablo 3.6. PVC, PC ve Akrilik'liklerin dayanıklılık testi (GE Plastik standart laboratuar testi).

Sıcaklık	Çok katlı akrilik levha	Çok katlı P.V.C. levha 20-25 mm	PC
20°C	0.5	37	> 37
0°C	0.5	28	> 37
-20°C	0.5	11	> 37

Tablo 3.7. 6 mm kalınlığındaki bir Sert PVC çatı levhasının performans değerleri (Tekplastik teknik föy kataloğu).

PVC Teknik özellikleri	Birim Ölçü	Değer
Yoğunluk (TS 1310)	g/cm³	1.4 (1.4 ± 0.1)
Çekme Mukavemeti 20°C'de (TS 1398)	kg/cm³ (min)	Enine 400 Boyuna 500
Elastisite Modülü 20°C'de	kg/cm³	32900
Eğilme Mukavemeti 20°C' de	kg/cm³	1000
Isı Geçirme Katsayısı	kcal/m x saat x C	0.14
Su Absorbsiyonu (TS 702)	mgr. (max)	5
Kopma Uzaması (TS 1398)		Enine %3-5 Boyuna %5-7

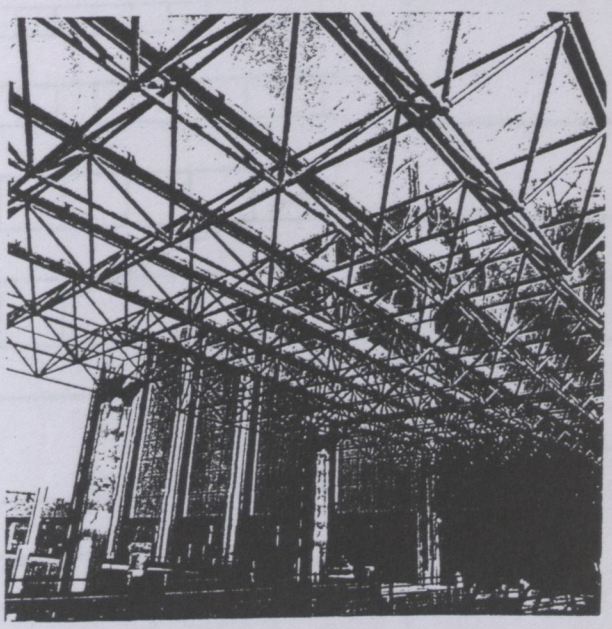
3.3.1.2 Polikarbonat levhalar (PC)

Işık geçirimli çatı örtü malzemesi olarak kullanılan çabraz bağlı molekül yapısına sahip polikarbonat reçinesi esaslı malzemelerdir.

PC örtülerin darbeye dayanımları cama göre 200, akrilik levhalar göre 8 kat fazladır. çift cama eşdeğer ısı geçirgenliğinin sahiptirler bu nedenle ısıtma giderlerinde %50' ye varan tasarruf sağlanabilir. Malzemenin işleme kolaylığı, bükülebilme ve basit el aletleri ile kesilebilme, delinebilme özelliklerinden ve hafif olmasından dolayı montajı kolaydır. Renk ve kalınlığa bağlı olarak, %90' a varan ışık geçirgenliğine sahip olması ışık istenen çatılarda ideal bir çözüm olarak sunulabilir (Şekil 3.4).

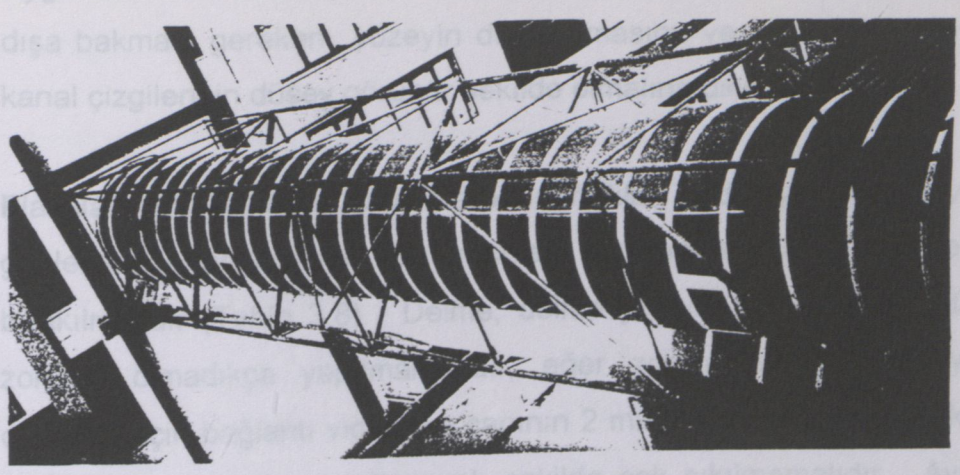
Camla yapılması mümkün olmayan estetik ve dairesel formlar yaratılabilir. Profiller, polikarbonat esaslı profillerle bağlanabildiği gibi, alüminyum, çelik veya ahşap profillerle de rahatlıkla kullanılabilmektedir. şeffaf, bronz, opak (sütbeyazı) ile özel renk olarak mavi ve yeşil gibi renkler temin edilebilir (Şekil 3.5).

Malzeme yüksek ısıda erir, fakat alev almaz, yangının yayılmasını önler.

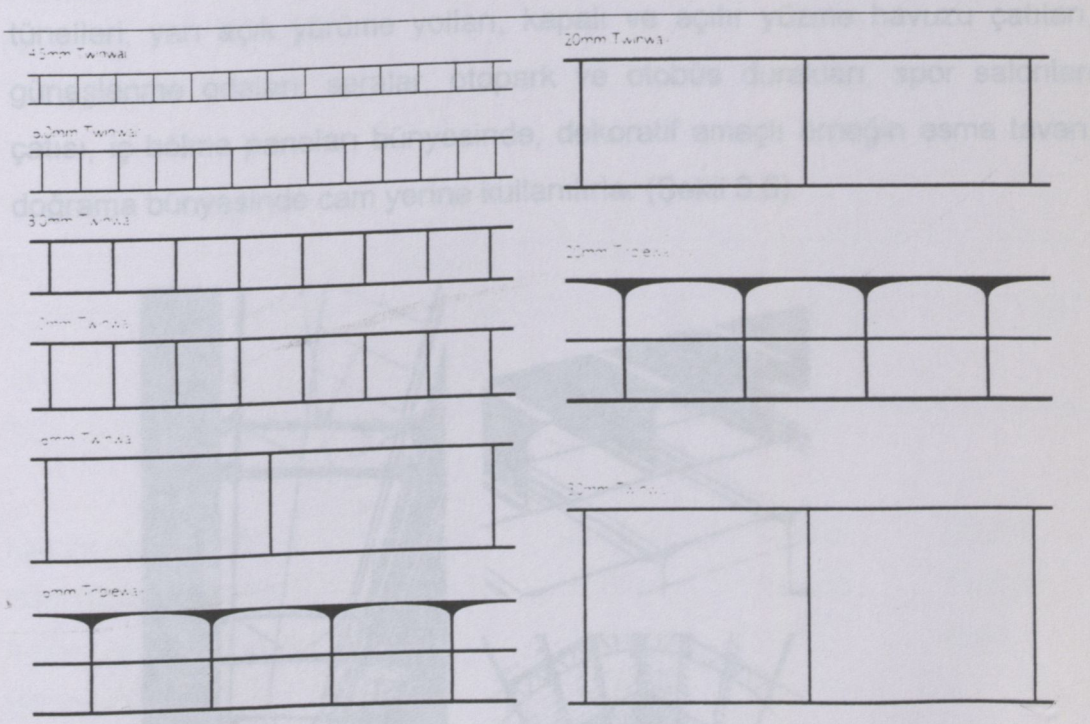


Şekil 3.4. PC örtü malzemesinin uzay çatı üzerine uygulandığı bir örnek (Polycar ürün kataloğu).

Çift cidarlı ve solid (dolu) olarak iki ana grupta toplanabilir. Kalınlıkları 4 mm.'den 30 mm.'ye kadardır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Ataköy Kültür Koleji tüp geçidi (Polycar ürün kataloğu).

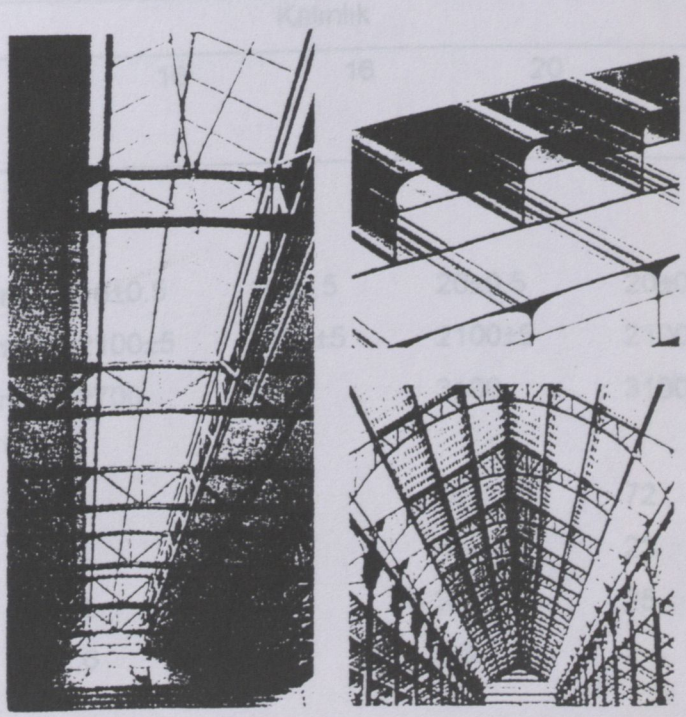


Şekil 3.6. PC'lerin değişik kalınlıklarına göre kesitleri görülmekte, (Brett Martin ürün kataloğu).

Uygulama esnasında, U.V. korunumlu yüzey, plakalar üzerinde belirtilen dışa bakması gereken yüzeyin dışta olmasına ve plakaların bünyesindeki kanal çizgilerinin düşey görünür şekilde olmalına dikkat edilmelidir.

Plakaların büyüklüğüne bağlı olarak ısı farkları nedeniyle 1 mt. boyda 4 mm genleşeceği öngörülmeli ve montaj esnasında bu genleşme payları bırakılmalıdır (Tablo 3.8). Delme, delme yoluyla vida veya civatalı tesbit zorunlu olmadıkça yapılmamalıdır, eğer zorunluysa genleşmeye engel olmamak için bağlantı vidasının çapının 2 misli çapında geniş delik açılmalı ve vida genleşmeyi engelleyecek şekilde çok sıkılmamalıdır. Ayrıca vida yuvasına su girmesini önlemek için özel geniş fitilli pullar ve silikon kullanılmalıdır.

Polikarbonat levhalar çatı ışıklıkları, giriş saçakları, binalar arası geçiş tünelleri, yarı açık yürüme yolları, kapalı ve açılır yüzme havuzu çatıları, güneşlenme odaları, seralar, otopark ve otobüs durakları, spor salonları çatısı, iç bölme panoları bünyesinde, dekoratif amaçlı örneğin asma tavan, doğrama bünyesinde cam yerine kullanılırlar (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. PC uygulama örnekleri (Çuhadaroğlu ürün kataloğu).

Tablo 3.8. PC'lerin kalınlıklarına göre tipik özellikleri (Brett Martın ürün kataloğu).

	Kalınlık				
	4.5	6	8	10	10
Kalınlık mm	4.5±0.5	6±0.5	8±0.5	10±0.5	10±0.5
Genişlik mm	2100±5	2100±5	2100±5	2100±5	2100±5
Ağırlık g/m²	1000	1300	1500	1700	2000
Işık geçir. %					
Şeffaf	83	82	82	79	79
Bronz	83	55	82	46	46
Opal	83	69	82	50	50
U-Değeri (W/m²°K)	4.0	3.6	3.3	3.2	3.2

	Kalınlık				
	16	16	20	20	30
Kalınlık mm	16±0.5	16±0.5	20±0.5	20±0.5	30±0.5
Genişlik mm	2100±5	2100±5	2100±5	2100±5	1250±5
Ağırlık g/m²	2700	2700	3100	3100	3500
Işık geçir. %					
Şeffaf	76	76	76	72	76
Bronz	31	31	31	23	31
Opal	32	32	32	25	32
U-Değeri (W/m²°K)	2.6	2.6	2.5	2.4	2.6

Temel formları, tonoz, kubbe, piramit, kırma çatı, tek eğimli çatı (min.%10 eğim), birleşik formlar gibi sıralanabilir.

Tablo 3.9. PC Malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri (Brett Martin ürün kataloğu).

Özellikler	Birim	Değer
Fiziksel		
Yoğunluk	g/cm³	1,2
Işık geçişi (3 mm)	%	88
Yansıma indeksi		1,585
Su absorbsiyonu	%	0,36
Su geçirgenliği	g/m²	2,28
Genleşme levha <5		-0,+10
>5		-0,+15
Mekanik performans		
Esnemeye karşı çekme dayanımı	N/mm²	>60
Kırılma karşı çekme gerilimi	%	6-8
Elastiklik modülü	N/mm²	2300
Darbe dayanımı	kJ/m²	>30
Termal		
Linear genleşme sabiti	1/K	$65x10^{-6}$
Termal iletkenlik	W/mK	0,21
Sıcaklık sapma ısısı yük 1,81 N/mm²	°C	135
Maksimum sürekli servis ısısı	°C	100

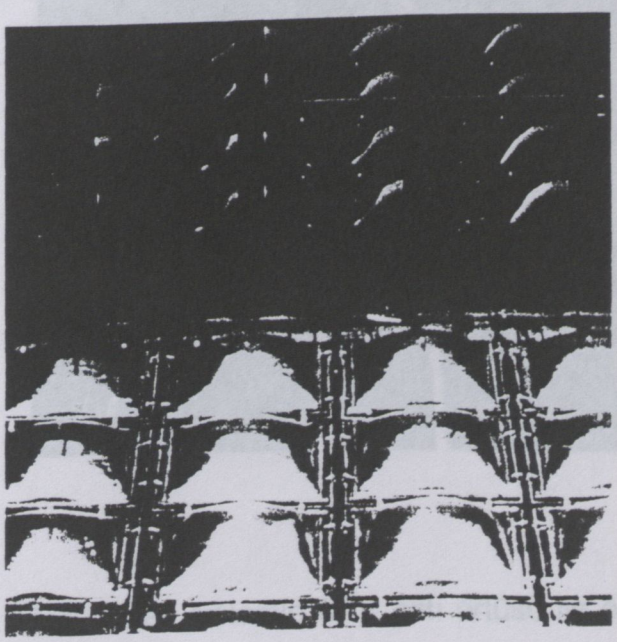
3.3.1.3. Akrilikler-Polymetil methakrilat (PMMA)

Akrilik reçinesinin sıkıştırılması ile elde edilen yüksek ışık geçirgenliğine sahip termoplastik malzemelerdir.

Akrilik levhalar naturel şeffaf veya opal beyaz renkte ve pek çok doku çeşidinde üretilebilmektedir. Normal çatılarda kullanılan tek katlı, ısı yalıtımı istenen çatılarda iki katlı ve ısı yalıtımının çok önemli olduğu soğuk yerleşimlerde kullanılmak üzere üç katlı (duvarlı) üretilirler.

Akrilik levhalar sürtünme sonucu statik elektrik yüklenerek havadaki tozları çekerler. Bunu engellemek için her iki yüzü antistatik verniklerle kaplanmaktadır (SİREL,H., 1992).

Darbeye karşı yüksek dayanımlarının olmasına ve zor kırılmalarına karşın, kırıldıkları taktirde kesici parçalara ayrılırlar ve teklikeli sonuçlar doğururlar. Bu nedenle akrilikler çatı örtüsü olarak büyük mekanların örtülmesinde kullanılırken bu hususun gözden kaçırılmaması gerekmektedir (Şekil 3.8).



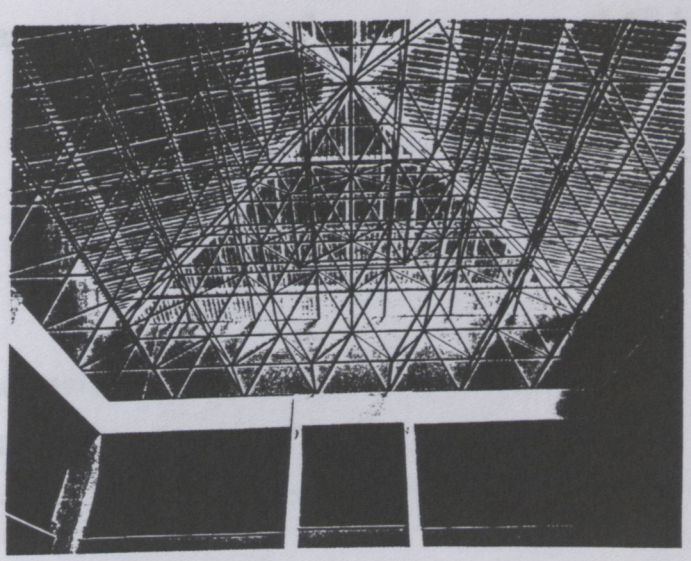
Şekil 3.8. Akriliğin kullanıldığı bir çatı örtüsü (Polycar ürün kataloğu).

3.3.1.4. Camelyaf takviyeli plastikler (CTP)

Camelyafı ile takviye edilerek fiziksel mukavemet değeri artırılmış, doymamış poliyesterden oluşan bir kompozit malzemedir, (AVŞAR,1993), (Şekil 3.9).

İç ve dış etkenlere dayanıklı, kimyasal maddelerden etkilenmeyen, kırılma ve çatlama riskinin olmadığı, darbelere dayanıklı, esnek ve hafif olması nedeni ile montajı kolay bir kaplama türüdür. Ağır alt çatı konstrüksiyonları gerektirmediğinden çatı maliyetlerini asgari seviyerde tutar (Tablo 3.10).

Uygulamada tek başına kullanıllabildiği gibi alüminyum, onduline, galvanizli ve boyalı saç ile poliüretanlı çift kat sandwich sistem çatı örtülerinde de uygulanabilmektedir. Yüzey yaşlanmasına engel olmak için levhalın üst yüzeyine kaplan özel film sayesinde uzun yıllar yüzeyde yıpranma ve renk değişikliği olmaz.



Şekil 3.9. Uzay kafes sistemin CTP çatı örtüsü ile örtülmesi (Almetsan ürün kataloğu).

Tablo 3.10. CTP Teknik özellikleri (Fibroser ürün kataloğu).

CTP Teknik özellikleri	Birim Ölçü	Değer
Yoğunluk	g/cm³	1.30-1.40
Işık geçirgenliği	%	85
Isı dayanımı	°C	- 40 +120
Çekme dayanımı	kg/cm²	720
Basınç dayanımı	kg/cm²	2000
Esneme dayanımı	kg/cm²	1200
Gerilme dayanımı	kg/cm²	700-1350
Eğilme dayanımı	kg/cm²	850-1850
Darbe dayanımı	kg/cm²	1.15-1.25
Genleşme	mm/°C	9-25x10-6
Su emme	%mg/cm²	0.18-0.25
Sertlik	Barcol	40
Alevleme noktası	°C	404.4
Isı iletim katsayısı	Kcal/mh °C	0.22

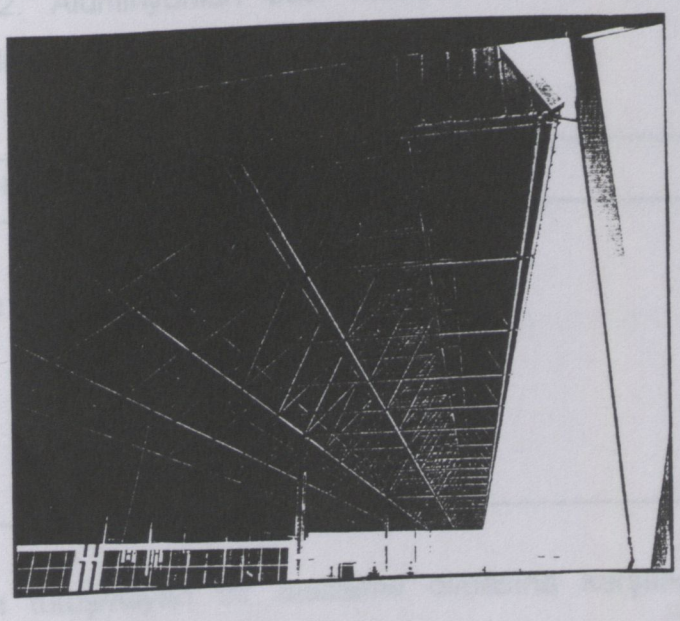
3.3.2. Metal Çatı Örtü Malzemeleri

3.3.2.1. Alüminyum

Parlak metal olan alüminyum, hafif metallerin en değerlisidir. Özgül ağırlığı 2,7 gr/cm³ olup, kolayca levha durumuna getirilebimekte, ince tel halinde çekilebilmektedir (ERİÇ,1994).

Atmosfer koşullarında levha yüzeyinde çok ince bir oksit tabakası oluşur. Bu tabaka paslanmayı, yüzeyin toz tutmasını önler ve korozyona karşı direnç kazandırır.

0.70 mm kalınlığındaki bir levhanın ağırlığı 2.56 kg/m²'dir. Bu nedenle levhanın taşınması, istiflenmesi, çatıya çıkartılması ve montajı kolaydır. Hafifliği taşıyıcı sisteme gelen birim yükü azaltır ve inşaat maliyetini düşürür (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Uzay kafes sistemin alüminyum trapez çatı örtüsü ile örtülmesi (Almetsan ürün kataloğu).

Alüminyum hafif olmasına karşın, normal inşaat çeliğine yakın mekanik mukavemet gösterir (Tablo 3.11).

Tablo 3.11. Alüminyum ve çeliğin mukavemet değerleri karşılaştırılması (ERİÇ,1994).

Malzemeler	Kopma gerilmesi	Kopma uzaması
Alüminyum	10-200 N/mm²	0.03-0.15
Çelik	400-480 N/mm²	0.25-0.28

Alüminyum yüzeyi mat halde güneş ışınlarının %80'ini, parlak halde ise %95'ini yansıtma kabiliyetine sahiptir. Yüksek ısı iletkenliğine sahiptir. Sadece metaller arasında bakır, gümüş ve altının ısı iletkenlikleri alüminyumdan fazladır (Tablo 3.12).

Tablo 3.12. Alüminyumun bazı metaller ile ısı iletkenlik değerlerinin karşılaştırılması (ERİÇ,1994).

Malzemeler	Isı iletkenlik değerleri
Alüminyum	175 kcal/mh°C
Altın	266 kcal/mh°C
Bakır	330 kcal/mh°C
Gümüş	360 kcal/mh°C

Alüminyum tutuşmayan bir malzeme olmasına karşılık diğer metallere kıyasla düşük bir erime sıcaklığına sahiptir (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. Alüminyumun bazı metaller ile erime sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması (ERİÇ,1994).

Malzemeler	Erime sıcaklıkları
Alüminyum	658 °C
Bakır	1083 °C
Çelik	1400 °C

3.3.2.2. Çelik (Saç)

Alüminyuma göre daha ucuz daha mukavemetli olması nedeniyle çelik tercih edilebilir. Fakat çeliğin korozyona uğraması sakıncası vardır (WENZEL,1978). Bu nedenle korozyona uğramayan bir başka bir metal ile kaplanması gerekmektedir. Galvaniz veya bünyesindeki yüksek değerde çinko bulunan bileşiklerle örtmek çeliğin korozyona karşı dayanımını güçlendirmektedir (İZGİ,1975).

Çelik elemanlar birbirine kaynakla bağlandığında kaynak noktalarında galvaniz veya örtücü boyalar bozulur. Kaynaklama işleminden sonra bu noktalar ihmal edilmemeli ve üzeri antipas boya ile örtülmedir.

Örtü elemanı olarak çeliğin kullanılması düşünülürken bilinmesi gereken performans değerleri tablo 3.14'de verilmiştir.

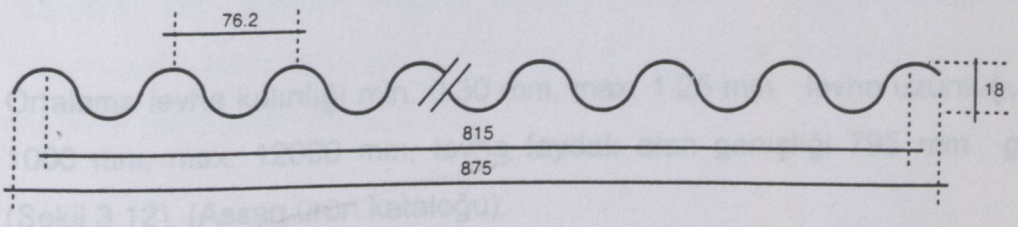
Tablo 3.14. Çeliğin performans değerleri (ERİÇ,1994).

Çelik Teknik özellikleri	Birim Ölçü	Değer
Birim ağırlığı	gr/cm³	7.85
Erime sıcaklığı	° C	1400
Isı iletkenliği	kcal/mh°C	35
Isı genleşme katsayısı	cm/cm°C	12x10-6
Kopma gerilmesi	N/mm²	400-480

Alüminyum ve Çelik çatı örtüsü olarak, oluklu, trapez ve sandviç panel gibi değişik formlar kullanılır.

Oluklu levhalar

Ortalama levha kalınlığı min. 0.30 mm, max. 1.25 mm, levha uzunluğu min. 1000 mm, max. 9500 mm, levha faydalı alan genişliği 815 mm gibi'dir (Şekil 3.11), (Assan ürün kataloğu).



Şekil 3.11. Galvaniz oluklu levha (Assan ürün kataloğu).

Tablo 3.15. Oluklu levhaların taşıyabileceği yayılı yükler (kg/m²), (Assan ürün kataloğu).

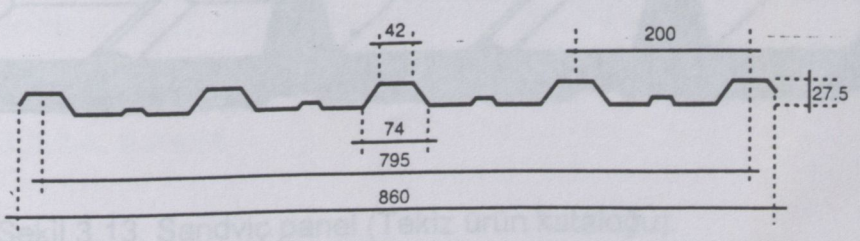
Aşık Aralığı (m)	Galvanizli Sac Kalınlığı (mm)											
	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.25
1.00	208	243	278	312	347	382	451	520	590	659	693	833
1.10	172	200	230	258	287	315	373	430	487	545	574	688
1.20	144	169	193	217	241	265	313	361	410	458	482	578
1.40	106	124	142	159	177	195	230	266	301	336	354	425
1.50	92	108	123	139	154	170	200	231	262	293	308	370
1.80	34	75	86	96	107	118	139	161	182	203	214	257
2.00	53	61	69	78	87	95	113	130	148	165	173	208
2.20	43	50	57	65	72	79	93	108	122	136	143	172
2.40	36	42	48	54	60	66	78	90	102	114	120	145
2.50	33	39	44	50	56	61	72	83	94	106	111	133
2.80	26	31	35	40	44	49	57	66	75	85	89	106
3.00	23	27	31	35	39	42	50	58	66	75	77	93

Emniyet gerilmesi= 1200 kg/cm² Hesaplar sürekli kiriş şekline göredir.Tek noktaya münferit yük gelmemelidir.

Trapez levhalar

Alüminyum ve çelik levhalara boyuna trapezoidal kanal formu verilmekle levhaya yük taşıma ve açıklık geçme yeteneği kazandırılmakta, böylece alt kaplamaya gerek olmadan, hafif bir taşıyıcı aşık veya ızgaraya monte edilen kaplama sistemi oluşturulmaktadır.

Ortalama levha kalınlığı min. 0.30 mm, max. 1.25 mm, levha uzunluğu min. 1000 mm, max. 12000 mm, levha faydalı alan genişliği 795 mm gibi'dir (Şekil 3.12), (Assan ürün kataloğu).



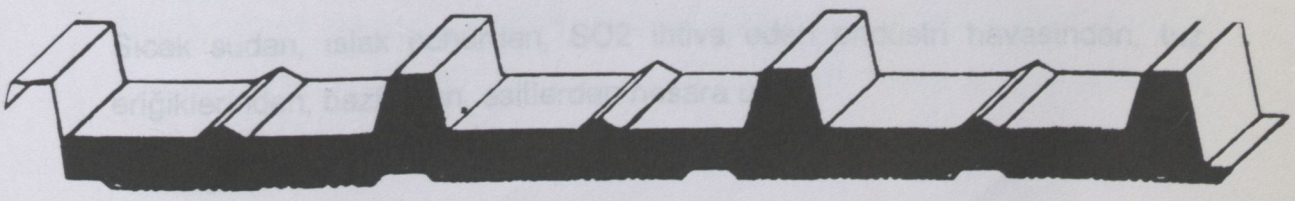
Şekil 3.12. Galvaniz trapez levha (Assan ürün kataloğu).

Tablo 3.16. Trapez levhaların taşıyabileceği yayılı yükler (kg/m²), (Assan ürün kataloğu).

Aşık Aralığı (m)	Galvanizli Sac Kalınlığı (mm)											
	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.25
1.00	355	415	473	533	593	652	770	889	1009	1127	1187	1425
1.10	294	343	391	440	490	538	637	734	833	931	981	1177
1.20	246	288	329	370	411	452	536	617	701	782	824	989
1.40	181	211	241	272	302	332	393	453	515	575	605	726
1.50	158	185	211	237	264	290	343	396	449	501	528	634
1.80	110	128	146	165	183	201	238	275	312	348	367	440
2.00	89	104	119	134	149	163	193	223	252	282	297	356
2.20	73	86	98	110	123	135	160	184	209	233	245	295
2.40	62	72	82	93	103	113	134	155	175	196	206	248
2.50	57	67	76	86	95	104	124	142	162	181	190	228
2.80	45	53	61	68	76	83	98	114	129	144	152	182
3.00	39	46	53	59	66	72	86	99	112	125	132	158
Atalet Momenti (I_x cm^4)	4.03	4.70	5.37	6.04	6.71	7.38	8.73	10.07	11.41	12.75	13.43	16.11
Mukavemet Momenti (W_x cm^3)	2.32	2.71	3.09	3.48	3.87	4.25	5.03	5.80	6.58	7.35	7.74	9.29

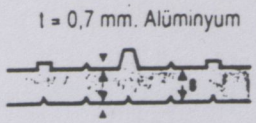
Sandviç paneller

İki kat metal (alüminyum, boyalı galvanizli sac veya %55 alüminyum-çinko kaplamalı sac) arasına enjekte edilmiş poliüretan dolgulu kompozit çatı örtüleri metal satıhların trapezlendirilmesi ile muhtemel yüzeysel burulmalara mukavim panellerdir (Şekil 3.13).

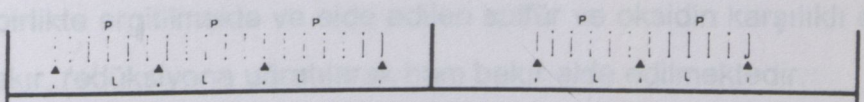


Şekil 3.13. Sandviç panel (Tekiz ürün kataloğu).

Tablo 3.17. Sandviç paneller için yük taşıma tablosu (kg/m²), (Metalform ürün kataloğu).



Yük taşıma Tablosu



		Geçilebilen açıklık L (cm)									
S mm	Panel Ağırlığı (kg/m²)	P (kg/m²)					P (kg/m²)				
		60	80	100	120	150	60	80	100	120	150
30	5,0	265	240	220	210	190	310	280	260	240	220
40	5,35	280	250	230	215	200	330	295	270	250	230
50	5,70	295	265	240	225	205	345	310	280	260	240
60	6,05	315	280	255	230	210	365	320	290	270	245

3.3.2.3. Çinko levhalar

Çinko levhaların özellikleri ; kalınlıkları 0,5 ile 0,95 mm arasında değişir. Çatı kaplamalarında en çok 0,66 mm ve 0,82 mm kalınlıktaki çinkolar kullanılır. Çinkolar piyasada 0,8 x 2,0 m veya 1,0 x 2,0 m boyutunda tabakalar halinde satılır.

Sıcak sudan, ıslak buhardan, SO2 ihtiva eden endüstri havasından, tuz eriğiklerinden, bazlardan, asitlerden hasara uğrar.

3.3.2.4. Kurşun

Mavimsi esmer renkte, 11.3 yoğunluğunda, yumuşakça ve bükülgen, 327.3 °C'de eriyen bir maddedir.

Kurşunun atmosfer etkilerinden dolayı okside olması yüzeyinde aşınmalara neden olur. Kolay şekil verilebildiğinden, değişik çatıları örtmekte kullanılabilir.

3.3.2.5. Bakır levhalar

Yüzdürme metodu ile zenginleştirilen cevher, fırınlarda kavrularak demir sülfür ile birlikte ergitilmekte ve elde edilen sülfür ve oksidin karşılıklı etkileri sonucu bakır, redüksiyona uğratılarak ham bakır elde edilmektedir.

Bakır levhaların özellikleri ; Bakır levhalar, estetik ve dayanıklıdır. Kalınlıkları 0,5 ile 1,3 mm, ağırlıkları 5 ile 13 kg arası değişir. Genel olarak piyasada 1,0 x 2,0 m boyutlu levhalar halinde satılırlar. Bakırın kırmızı rengi kısa zamanda paslanarak yeşile döner ve çok güzel bir renk alır.

3.3.3. Cam Çatı Örtü Malzemeleri

Camlar yüksek ısıda bile yüksek bir ağdalığa (viskozite) sahip sıvılar olup, normal ısıda kristalleşmeden katılaşan, katı cisimlerin mekanik özellikleri yanında sıvı cisimlerin özelliklerinide gösteren inorganik esaslı bir silikat sistemidir. Camın ana maddesi saydamlık özelliğini sağlayan, amorf bünye içinde erimiş ve dağılmış durumda bulunan SİO2 (Silisyum Dioksit) tir (ERİÇ,1978).

Camlar amorf iç yapılı, özellikle mekanik, kimyasal, atmosfer etkilerine ve ısı değişkenliklerine yüksek dayanımlı, ışığı düzgün kırma özelliğine sahip, güneş radyasyonuna geçirimli saydam yapı malzemeleridir.

Saydamlık, geçen ışığın gelen ışığa oranı olup camlarda K= % 80-98'dir. Bu nedenle cam henüz en saydam plastikten daha yüksek bir saydamlığa sahiptir.

Cam örtülerin mekanı iyi aydınlatma gibi büyük bir faydası olmakla beraber, çabuk kırılmak ve ısıyı iyi korumamak ve kirlenince temizlenmesinin güç olması gibi bazı sakıncaları vardır.

Cam, çok eski tarihlerden beri bilinmesine rağmen, büyük boyutta plaka üretiminin güç olması nedeni ile ancak 20.yy. dan itibaren yapıda bugünkü anlamıyla kullanılmaya başlamıştır.

Çatı örtü malzemesi olarak kullanılan cam yapı malzemeleri şunlardır.

3.3.3.1. Düz camlar
3.3.3.2. Emniyet camları

3.3.3.1. Düz camlar

Düşey ve yatay çekme tekniğiyle elde edilen ve yüzeyine hiç bir mekanik işlem uygulanmayan cam türüdür (TOYDEMİR,1990). Adi cam olarak bilinen bu camlara ait performans değerleri tablo 3.18 de belirtilmiştir.

3.3.3.2. Emniyet camları

Emniyet camları genel anlamda basınç, darbe ve ısıl kırılma risklerine karşı ısıl işlemli camlardır. Kırılmanın en az düzeyde olması ya da kırılma sonucu parçalanıp dökülmemesi ve camın kırılması halinde insana zarar vermesinin önlenmesi çatı örtüsü sisteminde öncelikle düşünülmesi gereken noktadır.

3.3.3.2.1. Temperli camlar
3.3.3.2.2. Kısmi temperlenmiş camlar
3.3.3.2.3. Lamine camlar
3.3.3.2.4. Telli camlar

3.3.3.2.1. Temperli camlar

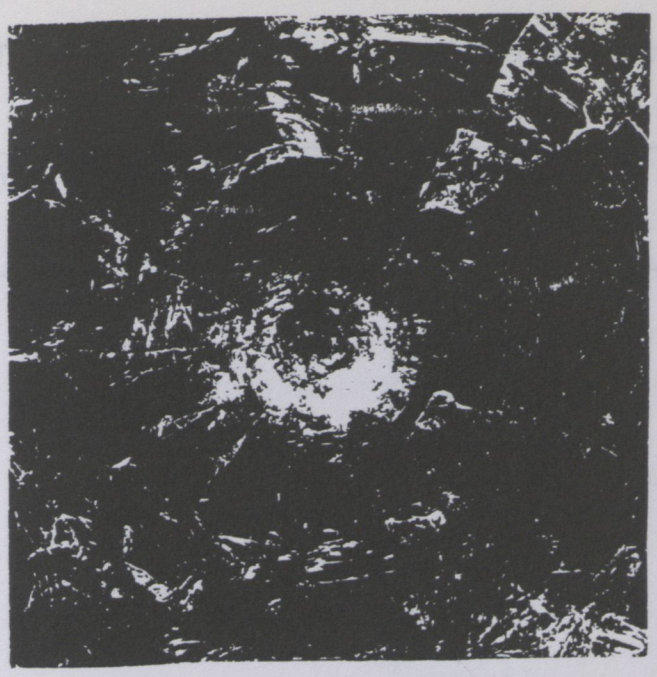
Özel ısıl işlemler, darbe, basınç ve ısıl gerilimlere karşı direnci arttırır. Kırılma halinde küçük ve yuvarlak parçalara ayrılarak yaralanmaların önlenmesinde etkili olan bir üründür. Temperleme işlemi camın diğer özelliklerini değiştirmeksizin darbe ve basınca karşı cam direncini yaklaşık 4-5 kat artırır. Kullanım gereksinimlerine göre, renkli, renksiz, yansıtıcı, desenli, buzlı, sable, ve emaye baskılı camlar olabilir (Şekil 3.14).

Temperleme işleminden sonra camların üzerinde herhangi bir kesim, kenar ve yüzey işlemi yapılmaz. Bu nedenle kesim ölçüleri temperleme işleminden önce belirlenmelidir.

Üretim sürecinde camların bünyesine yerleşebilen mikroskobik partiküller, tam temperlenmiş camların yüzeyi ile cam kalınlığı ortası arasındaki gerilme farklılığın dengesini bozarak camlarda spontan kırılmalara yol açabilmektedir. Bu olasılığa karşı camların tamamı ya da temsili bir bölümü ısı banyosu (heat soaking) testinden geçirilerek bir ön elemeye tabi tutulabilir (ŞİŞECAM,1997).

Tablo 3.18. Düz camlara ait performans değerleri.

Cam kalınlığı (mm)	Isı geçirgenliği (kcal/m²h°C)	Işık geçirgenliği (%)	Birim ağırlık (kg/m²)
2	4,5	84	7,50
4	4,5	83	9,54
5	4,5	82	12,03
6	4,5	81	14,53



Şekil 3.14. Temperlenmiş yapı emniyet camları (Şişecam ürün kataloğu).

Noktasal darbelere karşı çok hassas olan temperli cam, kırıldığında zar büyüklüğünde yuvarlak parçalara bölündüğünden yaralanmalara sebep olmamakta, bu nedenlede günümüz çatı örtü sistemlerinde çoğunlukla kullanılan bir cam tipi olma özelliğini korumaktadır (MAĞGÖNÜL,1993), (Tablo 3.19).

3.3.3.2.2. Kısmi temperlenmiş camlar

Kısmi temperleme camın darbe, basınç ve ısıl kırılma riskine karşı korunması için yapılan bir diğer ısıl işlemdir. Kırıldığı zaman büyük parçalara ayrıldığı için emniyet camı olarak değerlendirilmemekle beraber, cam direncini iki kat artırır. Kısmi temperlenmiş camlarda da sonradan kesme, delme ve kenar işleme yapılmaz.

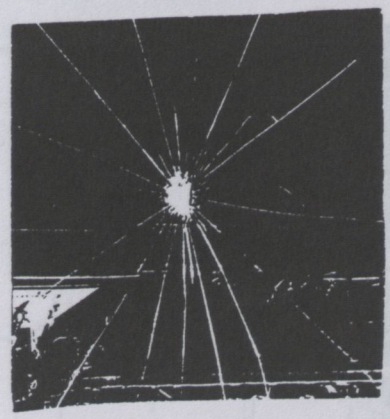
Kısmi temperlenmiş camların standart olarak kalınlıkları 3-4-5-6 mm 'dir.

Tablo 3.19. Temperlenmiş camın teknik özellikleri (Şişecam ürün kataloğu).

Kalınlık (mm)	Ağırlık (kg/m²)	Temperlenebilir Max. Ebat (mm)	Temperlenebilir Min. Ebat (mm)
3	7.2	1000 x 2000	350 x 100
4	9.6	2140 x 3300	"
5	12.1	"	"
6	14.7	"	"
8	19.7	"	"
10	24.6	"	"
12	29.0	"	"
19	45.0	"	"

3.3.3.2.3. Lamine camlar

Lamine cam özel şeffaf bağlayıcı tabakalar yardımıyla 2 veya daha fazla cam plakanın ısı ve basınç altında kaynaştırılması ile üretilir. Kırılma sonrasındaki cam saçılmaları ve cisimlerin geçişine karşı direnci nedenyle gerek insan sağlığı, gerekse hırsızlık ve saldırı benzeri güvenlik sorunlarının beklendiği yerlerde yaygın bir kullanım potansiyeline sahiptir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Lamine güvenlik camı (Şişecam ürün kataloğu).

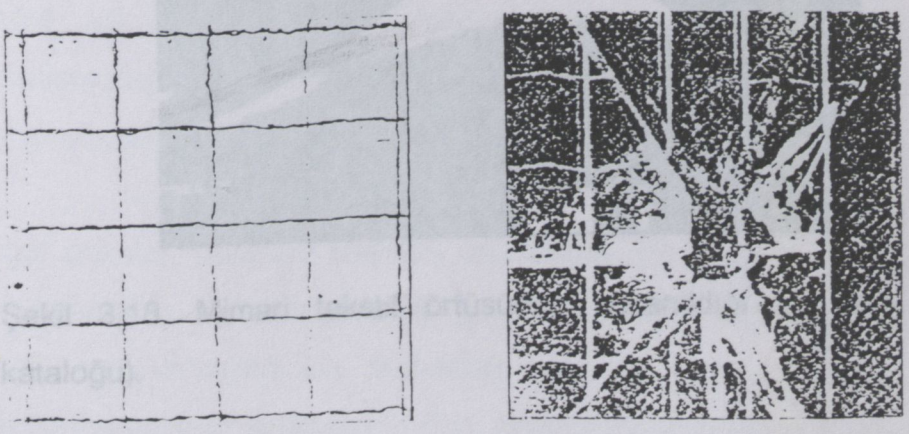
Lamine, normal camlardaki şeffaflık ve geçirgenlik özelliklerini büyük ölçüde değiştirmez, çünkü kullanılan ara tabakalarla camın optik özellikleri birbirine yakındır. Lamine cam aynı zamanda gürültü yalıtımına katkısı ve düşük U.V. geçirgenliği ile yararlı bir üründür (ŞİŞECAM,1997). Lamine renkli, renksiz ve yansıtıcı cam kombinasyonlarıyla üretilebilmektedir (Tablo 3.20).

Tablo 3.20. Lamine camın teknik özellikleri (Şişecam ürün kataloğu).

Kalınlık (mm)	Bağlayıcı Mad.	Max. Ebat (mm)	Min. Ebat (mm)
6-34	PVB	1500 x 2000	200 x 300
3+3,4+4,5+5	PVB	3210 X 2250	150 X 150

3.3.3.2.4. Telli camlar

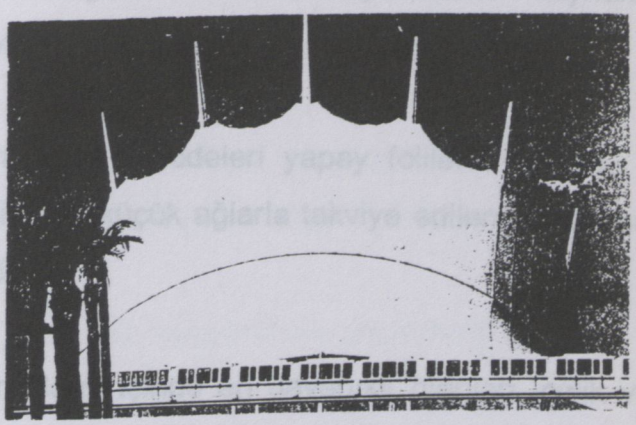
Camın hem kırılmaya karşı direncini arttırmak, hem de kırıldığında dağılmasını engellemek için, yapımı sırasında hazırlanan metal ağın bünyesi içerisine yerleştirilmesi ile elde edilen camlara telli camlar adı verilmektedir. Bu tür camlarda güvenlik, camın kırılmazlığından çok metal ağın sıklığına bağlıdır. Krom ve nikel ile alaşım yapılmış tellerden oluşan bu ağ sayesinde cam mekanik darbelere dayanabildiği gibi ısıl şoklar karşısında da özelliğini yitirmemektedir (Şekil 3.16), (TOYDEMİR,1990).



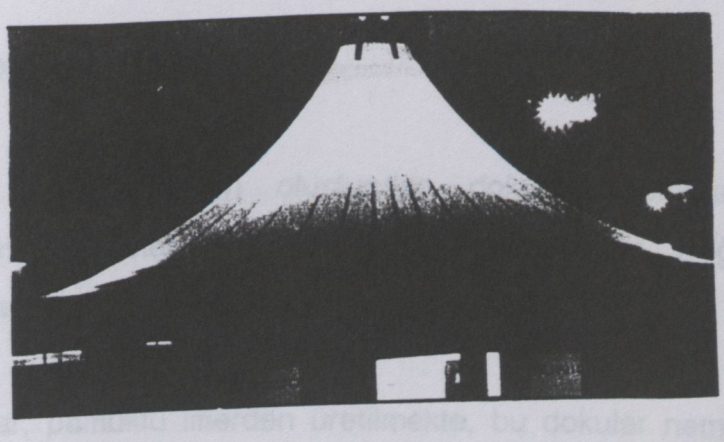
Şekil 3.16. Telli camlar (TOYDEMİR, 1990).

3.3.4. Mimari Tekstil Çatı Örtü Malzemeleri

Cam elyafı ve silikon alaşımından üretilmiş, ışık geçirgen malzemesiyle tasarım ve uygulamalarda kalıcı organik formlar geliştirmeye olanak sağlar. Sert doğa koşullarından etkilenmeyen, hafif konstrüksiyon gerektiren, esnek ve kalıcı yapısı ile büyük açıklıkların küçük kesitlerle geçilmesini sağlarlar (Şekil 3.17-3.18).



Şekil 3.17. PVC esaslı mimari tekstil örtüsünün kullanıldığı bir sergi binası (Mero ürün kataloğu).



Şekil 3.18. Mimari tekstil örtüsünün kullanıldığı bir yapı (Libra ürün kataloğu).

Mimari tekstil örtüleri izotrop ve dokusal membranlar olmak üzere iki grupta incelemek olanaklıdır.

İzotrop membranlar,

Yapay foliler, kafes foliler ve metal membranlardan oluşmaktadır.

Yapay foliler, polyester polietilen ve polivinilklorid gibi maddelerden oluşturulmaktadır. Çekme mukavemetleri 3-20 kg/mm² olup 50 metre açıklığa kadar kullanılmaktadır. Şeffaf ve renkli olarak üretilebilen bu membranlarda bağlantı noktaları oluşturulurken kaynak ve yapıştırma gibi yöntemler uygulanmaktadır.

Kafes folilerin ham maddeleri yapay folilerin aynıdır. Bu membranların bünyeleri, teller ve küçük ağlarla takviye edilerek, yırtılmaya karşı dirençleri arttırılmaktadır.

Metal membranların içinde en dayanıklı olanları, çelik ve alüminyumlardır. Çekme mukavemetleri 90 kg/mm² 'ye kadar değişen bu membranların bağlantı noktalarında, kaynak yapıştırma ve vidalama yöntemleri uygulanmaktadır.

Dokusal membranlar,

Doğal ve yapay liflerden oluşturulan dokusal membranlar, esnek olduklarından, gerilmeleri kolaylıkla dengeleyebilmektedir. Doğal, yapay ve camsı dokular olmak üzere üç türde üretilmektedir.

Doğal dokular, pamuklu liflerden üretilmekte, bu dokular nemli ortamlarda buruşmakta ve kuru ortamlarda genişlemektedir. Ağırlıkları 0.150-1.000 kg/m², mukavemetleri ise 500-5000 kg/m 'dir. Kalınlıklarına ve hava koşullarına göre dayanıklıkları 1-5 yıl arasında değişmektedir.

Yapay dokular, polivinil, polyester, poliakril grubu yapay liflerden üretilmektedir. Sağlam olmaları nedeni ile en çok dokunan membran türüdür. Çekme mukavemetleri ve ağırlıkları doğal dokular ile aynıdır.

Cam dokular, mineral liflerden üretilmektedir. Çok az kırılma gerilme gösterdiklerinden metal membranlara benzerler. Bu dokular ultraviole ışınlarından zarar görmemelerine karşın su buharından büyük ölçüde etkilenmektedir. Genişlemelerinin az olması biçimsel yer değiştirmeleri önler.

Pamuklu liflerden oluşturulan doğal dokularda su geçirimsizliğinin sağlanması için genellikle asetikasit emdirilir. Bu emdirme işlemi su geçirimsizliğini sağlamasına karşılık hava ve su buharını geçirir.

Camsı ve yapay lifli dokuların su geçirimsizlikleri, dokuların iç yüzeylerinin plastikle kaplanmasıyla veya plastik banyolarına batırılmaları sonucu sağlanır. Bu banyolar, poliüretan, PVC, yapay kauçuk, polyester, parafin ve bitüm gibi su geçirimsiz maddeleri içerir. Bu kaplamaya ek olarak U.V. ışınlarına karşı buharla alüminyum kaplanır (BAYÜLGEN,1988).

3.3.5. Bitüm Esaslı Çatı Örtü Malzemeleri

Bitüm, su geçirimsizliği özelliği nedeniyle kullanılan, bilinen en eski yapı malzemesidir. Hampetrolün rafineride damıtılması sonucu elde edilen bitüm ısıtılınca akışkan hale geçen katı kıvamlı bir petrokimya ürünüdür. Bitümlü örtüleri taşıyıcı, kaplama bitümü ve yüzey kaplaması olarak üç ana unsur oluşturur.

Su yalıtımını sağlayan bitümü örtü haline getirerek standart boyutların oluşturulmasını sağlayan taşıyıcı faktöründe, organik taşıyıcılar geride kalmış, bugün gelişmiş örtüler imalinde kullanılan anorganik nitelikli cam tülü ve yüksek çekme mukavemeti ile esnekliği yanı sıra dayanıklılığı bir arada

bulunduran polyester keçe aşamasına gelinmiştir. Taşıyıcı aynı zamanda örtülerin kopma, yırtılma, delinme, çekme mukavemeti gibi fiziksel performanslarını oluşturur (Tablo 3.21).

Tablo 3.21. Bitüm esaslı çatı örtülerinin taşıyıcıları (BTM ürün kataloğu).

Taşıyıcı	Ağırlık gr/m²	Çekme mukavemeti N/50 mm		Kopma anındaki boy uzaması %	
Cam tülü	50-120	Boyuna	200-300	Boyuna	%2-3
		Enine	150-250	Enine	%2-3
Cam dokuma	150-200	Boyuna	800-1000	Boyuna	%4
		Enine	600-800	Enine	%4
Polyester keçe	150-350	Boyuna	600-1100	Boyuna	%30-40
		Enine	400-800	Enine	%30-40
Polietilen taşıyıcılı	10 mikron			Boyuna	%300
				Enine	%300

Bitüm tipleri

Petrokimya sanayiindeki gelişmeler yalıtım sektörünü, Penetrasyon bitümleri TS 105 (Çatı örtülerinde kullanılan asfalt) ve Okside bitümlerden TS 306 (Temellerin ve düşey yüzeylerin yalıtımında kullanılan nem geçirmez ve su geçirmez asfalt) sonra yüksek nitelikli modifiye Polimer bitümler ile tanıştırmıştır.

Gelişmiş modifiye Polimer bitümler, katkı olarak kullanılan termoplastik polimerlerin cinsine göre Plastomerik veya Elastomerik formülü oluşturur (Tablo 3.22).

Tablo 3.22. Bitümlerin özellikleri (BTM ürün kataloğu).

	Okside Bitümler	Plastomer Bitümler (APP)	Elastomer Bitümler (SBS)
Yumuşama noktası (Bilya halka metodu)	85-105	130-150	100-120
Geçmesi gereken akma ısısı deneyi °C	80-90	125	80-90
Kopma anındaki boy uzaması %	140	400	1650-1950
Kalıcı deformasyon %	100	300	10
Geçmesi gereken soğukta eğilme testi ısısı °C	-5	-7	-20
Penetrasyon aralığı	25-35	20-30	40-50

Plastomerik bitüm

APP (Atactic polypropylene) katkılı, oldukça dayanıklı olup, sıcak iklim performansı yüksektir ve şeklini koruyan plastik deformasyon niteliği gösterir. Uygulama yöntemi şalümo tekniğidir.

Elastomerik bitüm

SBS (Styrene butadiene styrene) katkılı, yaşlanma direnci yüksek olup, soğuk iklim performansı yüksektir ve elastik deformasyon niteliği gösterir. Uygulama yöntemi şalümo veya sıcak asfalt tekniğidir.

Yüzey kaplamaları

Polimer bitümlü örtüler, fonksiyon ve detay gereği şalümo ya da sıcak asfalt ile uygulama tekniğine uyum sağlayacak şekilde ;

Her iki yüzü polietilen film, ince kum veya talk kaplaması,

Bir yüzü reflektif mineral veya metal folyo, diğer yüzü polietilen film, ince kum veya talk ile kaplanması, sureti ile imal edilirler.

Astar tabakası

Bitümlü örtülere iyi bir yapışma yüzeyi sağlamak amacı ile bitüm esaslı, solüsyon TS 103 (Asfaltlı çatı örtülerinde kullanılan astar) metal yüzeylere, emülsiyon TS 113 (Çatı örtülerinde kullanılan koruyucu asfalt emülsiyonları) beton yüzeylere soğuk olarak sürülür.

Buhar kesici ve dengeleyici tabaka

Bina içindeki rölatif rutubetin ısı tutucuya geçmesini önleyen örtülerdir. Çatı döşemesindeki genleşmelerin yalıtım tabakalarını etkilememesi ve bir hava yastığı oluşturması için noktasal veya şeritsel olarak yapıştırılırlar. Buhar difüzyon direnç faktörü (μ) yüksek olması istendiğinde metal folyolu bitümlü örtüler tercih edilir.

Isı tutucu tabaka

Yapıda ısısal konforu sağlarken, altındaki tüm elemanların ısısal genleşmeler etkisi ile zarar görmesini engeller. Buhar kesici ile birlikte çalışarak yoğuşma suyu oluşumunu önler. Isı tutucu rijit olmalıdır (min. 1,5 kg/cm² basınç mukavemeti). Lifli veya hücresel yapıda olabilirler.

Buhar dengeleyici tabaka

Isı tutucu tabaka üzerine, noktasal veya şeritsel olarak yapıştırılarak muhtemel su buharının yalıtım tabakaları altında dengeli biçimde yayılmasını sağlamak amacıyla oluşturulan bitümlü örtülerdir (BTM ürün kataloğu).

Bitümlü Örtü Çeşitleri

Alüminyum folyo kaplı plastomerik bitümlü

Üzerindeki folyo sayesinde ultraviole ışınlarında etkilenmez, dilotasyonlarda veya yapılarda olabilecek çatlaklarda su yalıtım özelliğini korur, esnektir. Sıcağa dayanıklı, her türlü yüzeye çok iyi yapışır. Non-woven polyester keçe taşıyıcısı sayesinde çok yüksek çekme mukavemeti vardır.

Kubbe ve tonozlu çatılarda, ikinci kat olarak uygulanır.

Arduvaz kaplı elastomerik bitümlü

Arduvaz minerali ultraviole ışınlarından etkilenmez, başka bir koruma yüzeyi gerektirmez. Değişik renk alternatifleri ile dekoratif bir örtüdür. Dilotasyonlarda veya yapılarda olabilecek çatlaklarda yalıtım özelliğini korur, esnektir. Her türlü yüzeye kolaylıkla yapışır.

Gezilmeyen teras çatılarda, eğimli çatılarda, kubbe ve tonoz çatılarda, Isı farklılıklarının fazla olduğu soğuk iklim koşullarında ikinci kat olarak uygulanır.

Arduvaz kaplı plastomerik bitümlü

Arduvaz minerali ultraviole ışınlarından etkilenmez, başka bir koruma yüzeyi gerektirmez. Değişik renk alternatifleri ile dekoratif bir örtüdür. Dilotasyonlarda veya yapılarda olabilecek çatlaklarda yalıtım özelliğini korur, esnektir. Her türlü yüzeye kolaylıkla yapışır. Non-woven polyester keçe taşıyıcısı sayesinde çok yüksek çekme mukavemeti vardır.

Gezilmeyen teras çatılarda, eğimli çatılarda, kubbe ve tonoz çatılarda ikinci kat olarak uygulanır.

Polietilen kaplı polimerik bitümlü

Dilatasyonlarda veya yapılarda olabilecek çatlaklarda yalıtım özelliğini korur, esnektir. Soğukta çatlamaz, sıcakta erimez, ısıya dayanıklıdır. Her türlü yüzeye kolaylıkla yapışır. Non-woven polyester keçe taşıyıcısı sayesinde çok yüksek çekme mukavemeti vardır.

Teras çatılarda, eğimli çatılarda kullanılır.

Polietilen kaplı elastomerik bitümlü

Dilotasyonlarda veya yapılarda olabilecek çatlaklarda yalıtım özelliğini korur, esnektir. Soğukta çatlamaz, sıcakta erimez, ısıya dayanıklıdır. Her türlü yüzeye kolaylıkla yapışır. Non-woven polyester keçe taşıyıcısı sayesinde çok yüksek çekme mukavemeti vardır. Esneme kabiliyetinin çok yüksek olması nedenyle konstüksiyon çatılar için idealdir. Özellikle soğuk iklimlerde dayanımı yüksektir.

Prefabrik elemanlı çatılarda, teras çatılarda, eğimli çatılarda ve özellikle ısı farklılıklarının fazla olduğu soğuk iklim şartlarında kullanılır.

3.4. UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİNİN DIŞ ETKİLERE KARŞI DAVRANIŞLARI

Tanımları bölüm 3.2'de yapılan ısı, ses, su ve nem gibi kontrol edilemeyen dış etkilerin, çeşitli konstrüksiyonlarda belli etkileri vardır. Yapıların hacimlerini, şekillerini, hareket etmelerini ve hareketsiz konstrüksiyonlarda gerilimlerini belirlerler.

3.4.1. Örtülerin Sıcaklık Etkilerine Karşı Davranışları

Sıcaklık ve sıcaklığın etkilediği yapılar, dolayısı ile kullanıcılar ısı faktöründen birinci derecede etkilenirler.

Isı, yapı tasarımında iki farklı etkisi ile ele alınmalıdır. Birincisi mekanda ısının artması ve eksilmesine dayanan doğal ısı dengesinin bozulması ve konforsuzluk yaratması, ikincisi yapıyı meydana getiren malzemelerde deformasyona sebep olması ve hasarlara yol açmasıdır.

Isısal deformasyonlar sonucunda oluşan genleşme ve büzülmeler iç gerilmeler oluşturarak malzemelerde yıpranmalara, hatta parçalanmalara sebep olabilmektedir. Oluşabilecek bu hasarların önlenebilmesi için malzemelerin ısısal deformasyonlarının önceden tespit edilmesi ve bu deformasyonlara uygun genleşme ve kısalma paylarını hesaba katarak sistem çözümüne gidilmesi gerekmektedir.

Levhalar kendilerine verilen şekli koruyamazlar, sürekli değişirler. Burada boyutlar arasındaki orantı bozulmazsa izotrop bir hacim değişikliği söz konusudur. Örneğin her tarafı eşit ısıtılan bir cam küre hacmi artmasına rağmen küre şekli korunur. Doğal yapı taşındaki kristaller ısıtılınca anizotrop

bir form değişikliği gösterirler. Yani bir yöne doğru daha fazla genişlerler (ÖZER, 1982).

Çatı sistemlerinde bir yüzeyin güneş etkisinde diğer yüzeyin ise gölgede olması iç ve dış ısı farklılığı doğurmakta, bunun sonucunda da sistemde yatay hareketlerin ve ısıl genleşmelerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Söz konusu hareketler taşıyıcı elemanlarda hissedilir ölçüde meydana gelmektedir. Özellikle metal elemanlar birkaç saat içinde -20° C ile +20°C arasında değişen sıcaklık farklılıklarının etkisinde kalabilmekte bunun sonucu olarak da profil boylarında uzama ve kısalmalar görülebilmektedir (ÇATIKKAŞ, 1996).

Uzay kafes örtü elemanlarında tespit sistemleri, elemanlara zarar getirmeyecek şekilde, ısıl genleşmelerden doğan boyut değişimlerine imkan vermelidir. Sistem öğelerinin boylarını azaltarak veya bir ısı tutucu ile korunmasını sağlayarak da toplam hareket azaltılabilir. Isı ve nem değişikliklerine bağlı olan bu tür boyut farklılaşmaları malzemelerin bilinen ilgili genleşme katsayıları yardımı ile hesaplanabilir (ERİÇ, 1994).

3.4.2. Örtülerin Su ve Nem Etkilerine Karşı Davranışları

Malzeme boşlukları içine girmiş olan suyun sıcaklık derecesinin düşmesi ile donma olayı ortaya çıkar. Donma sırasında, su katı hale geçerek hacmi genişler ve malzeme yapısında iç gerilmelere neden olur. Suyun donması ile hacminde % 9'luk artış olur. Bu da malzemeyi genleşmeye uğratarak çatlatır. Söz konusu hasarların önlenebilmesi için de sistem içerisine sızıntı, kapilarite, terleme ya da yoğuşma nedeni ile girebilecek olan suyun en kısa sürede tahliyesinin sağlanması gerekmektedir (ÇATIKKAŞ, 1996)

Bir çok yapı malzemesinde nem emme ve nem kuruma yeteneği farklı ölçülerdedir. Gazbeton, mineral yünler gibi boşluklu malzemeler gelen su ile çabucak ve tümü ile nemlenir. Bu tür malzemeler suyu ancak su buharı

şeklinde dışa verebilirler. Bunun içinde ısı verilmesi (buharlaşma ısısı) gereklidir. Isı suyu buhar haline geçirir ve bundan başka içten dışa doğru sadece buhar difüzyonuna yönelik bir basınç düşmesi sağlar ve bu da yıllar sürebilir.

Malzeme içindeki nem şu hallerde hareket eder,

Malzemenin gözenekleri yardımıyla akıcı formda kapiler iletme özelliği. Bu arada iletilen nem miktarının değeri, sıcaklığa, malzemenin su iletme özelliğine ve malzemedeki nem miktarına bağlıdır.

Malzeme içinde buhar halinde daha az miktarda nem iletilir. İletim sıcaklığa bağlı buhar basıncı ve malzemenin ve yüzeyinin buhar geçirgenliğine bağlıdır.

Malzeme içinde belli bir miktar nem kalmayacaksa ve artan bir nemlenme istenmiyorsa bir malzeme tabakasına giren su buharı miktarı, öbür taraftan tekrar çıkmalıdır. Difüzyon olayları için kritik mevsim olan kış mevsiminde su buharının hareket yönü, içten dışa doğru olduğundan su buharını yapı elemanının iç tarafından engellemek, buna karşı çıkışta dış havaya geçişi mümkün olduğunca kolaylaştırmak yararlıdır.

Isı da nem de bir form değişikliğine neden olabilir. Her sert madde ve her gaz, sıcaklık artışına bağımlı olan ısı absorbsiyonu ile (ısı emişi) hacim artışı gösterir. ve bunun tersi de söz konusudur. Aynı zamanda nem absorbe eden her maddenin de hacmi artar.

Metaller, cam ve sert plastikler sadece sıcaklığa bağlı form değişiklerine uğrarlar, yani genişler veya küçülürler. Nem alma özelliği olan malzemelerde kabarma ve büzülme olayları etkisindedirler (ÖZER,1982).

Metaller, yüzeylerine gelen kimyasal ve elektrokimyasal etkilerle korozyona uğrarlar. Kimyasal korozyonda gazlar, asitler ve alkalilerin etkisinde kalan metaller, elektrokimyasal korozyonda nem, su veya tuz eriyikleri etkisinde korozyona uğrarlar. Uzay kafes sistemlerde elemanlar galvanizleme yöntemleri ile korozyondan korunmaktadır.

3.4.3. Örtülerin Ses Etkilerine Karşı Davranışları

Ses dalgalarının etkisi ile çatı örtüleri, duvar, döşeme gibi elemanların bütünü ile titreşmesi olanıksız gibi gelsede, bu titreşim milimetrenin binde biri oranındadır, bu da sesin diğer yüzde belli bir yeğinlikte doğmasına neden olur. Sesin etkisi altında kalan yüzey, basıç farkının doğurduğu çekme ve itme hareketine kitlesi ile karşı koyar. Yüzey ne kadar ağırsa titreşmeside o denli zor olur. Buna akustikte *kitle* kanunu denir (OLCAYTU, 1979).

Hava içinde yayılan dış gürültünün bina girişini engellemek için alınabilecek tedbirler ;

Gürültüye karşı alınacak önlemlerden ilki, malzemelerin bünyesi veya birleşim yerlerinde hava sızıntılarına yol açacak delik ve açıklıklar olmamasına dikkat etmektir.

Bir yapıda çeşitli malzemelerden oluşmuş herhangi bir yüzeye gelen ses dalgalarıyla yüzey titreşime girmekte, yüzeyin titreşmesiyle de yüzeyin öteki tarafındaki hava titreşerek sesin geçmesine neden olmaktadır. Yüzey kitlesinin az olması halindeyse kolay titreşim olacağından ses bir taraftan öteki tarafa daha fazla geçmektedir. Ağır bir kitleyi titreştirmek zor olduğu için, kitle ağırlaştıkça gelen sese karşı koyma gücü artar. Yüzeyin gösterdiği bu direnç onun ses geçirmezliğini belirler (AKYÜREK, 1996).

Sistem içerisinde, özellikle sistemin yapıya bağlandığı noktalarda ses yutucu malzemelerin kullanılması.

Örtü malzemelerinin iki kat, arada hava boşluğu oluşturularak uygulanması.

Montajın işi bilen elemanlarca eksiksiz yapılması alınacak tedbirler arasındadır (ŞEREFHANOĞLU, 1992).

3.4.4. Örtülerin Yangın Etkilerine Karşı Davranışları

Yapılan sistemlerde malzeme seçiminde performans değerleri karşılaştırılmalı ve kullanılacak tüm malzemelerin yangına dayanıklı olmasına dikkat edilmelidir.

Malzemeler yanma sonunda zehirli gazlar çıkarmamalıdır.

Malzemeler ısıya karşı mukavemetleri göz önüne alınarak seçilmedir. Örneğin çelik yangın başlangıcından 20 dakika sonra ilk mukavemetinin %10'una inerken, alüminyum 5 dakika sonra bu yüzdeye erişmiş olur.

Sistem içerisinde ısı iletimini engelleyecek bariyerler teşkil edilmelidir (AYTİS,1992).

3.4.5. Örtülerin Yük Etkilerine Karşı Davranışları

Çatı sistem bileşenlerinin yükler altında deformasyon yapması performans düşüşüne neden olabileceğinden, çatıya etkiyen yüklerin bilinmesi gereklidir.

Çatı sistemini oluşturan elemanlara etki eden ana yükler ;

Çatı sistemini oluşturan bileşenlerin ağırlıklarının oluşturduğu sabit yükler, rüzgar, yağmur, ve kar yükleri, ısıl genleşmelerin sistem üzerinde oluşturduğu yükler olarak bölüm 3.2.5 'de tanımlanmıştı.

Yağmur suyu, rüzgarın etkisi ile sistem içerisine girebileceği gibi, malzemeye yüzeysel olarak etki etmekte ise, malzeme yapısında bulunan kılcal kanallarda kapiler basınç etkisi ile de hareket eder (ÖZER, 1982).

Taşıyıcı sistem ile bu sistemin ana bağlantıya birleşim detayları ve kullanılacak örtü sistemi boyut ve niteliklerinin doğru seçilmesi, rüzgar, yağmur, kar yüklerinin zararlı etkilerinden korunmak için alınacak tedbirlerden bazılarıdır.

Yapılarda, güneşin yaz mevsiminde çatı kaplamasına ışınladığı ısı miktarıda önem kazanır. Bunlar kısmen bina içine ışınlanır ve yapı elemanlarının hissedilir ölçüde şekil değişikliğine uğramasına neden olur.

BÖLÜM 4

UZAY KAFES ÇATI ÖRTÜLERİNİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

4.1. GİRİŞ

Çatı örtü malzemesinin koruma ve yalıtım fonksiyonu, dış mekanda bulunan sakıncalı etkenlerin iç mekana girmesini, içi mekanda bulunan sakıncalı etkenlerin ise kontrol edilerek dışarıya atılmasını sağlamaktır. Bu bölümde uzay kafes çatı örtülerinin uygulama detaylarına yer verilerek, çatı örtü malzemesinin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli şartlardan bahsedilecektir.

4.2. PLASTİK ÇATI ÖRTÜLERİNİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

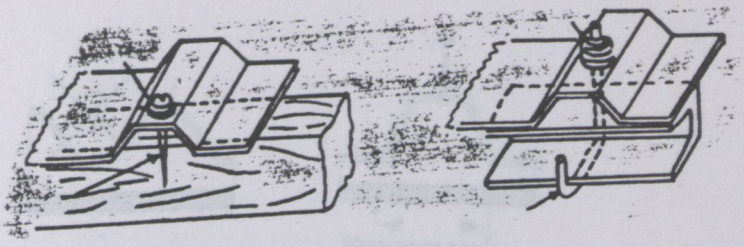
4.2.1. PVC esaslı çatı kaplama levhaları
4.2.2. Polikarbonat çatı kaplama levhaları
4.2.3. Akrilik çatı kaplama levhaları
4.2.4. Camelyaf takviyeli plastik (CTP) çatı kaplama levhaları

4.2.1. PVC Esaslı Çatı Kaplama Levhaları

PVC levhaların montaj prensipleri ;

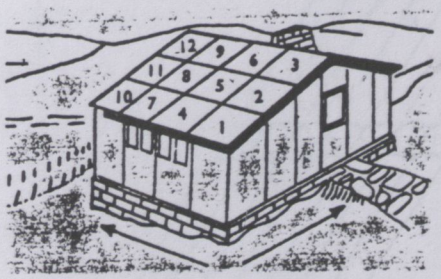
1. Levhalar ince dişli daire testere, dekopaj veya el testeresi ile kesilebilir.
2. Levhalar matkap ile delinmeli, çakarak delinmemelidir. Delinen deliğin çapı her zaman kullanılan vida çapında 1-2 mm daha büyük olmalıdır.

3. Levhaların mekanik özelliklerinden azami faydayı sağlamak için trifon ve kanca seçimine ve tesisata dikkat edilmelidir. Metal aşıklarda galvaniz çelik, pirinç veya alüminyum kanca kullanılmalı, tahta aşıklarda tahta vidası ve galvanize çelik, pirinç veya alüminyum madeni pullar kullanılmadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. PVC levhaların bağlantı elemanları (Tekplastik ürün kataloğu).

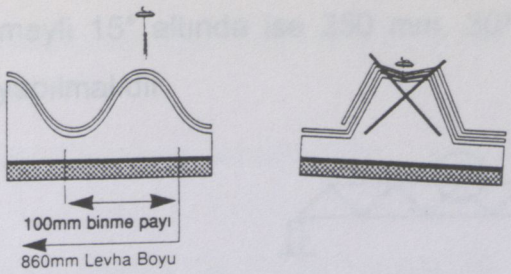
4. Levhaların montajına başlanırken montajın yörede rüzgarın çoğunlukla estiği tarafın aksinden ve aşağıdan yukarı doğru yapılacağı göz önünde bulundurulur (Şekil 4.2).



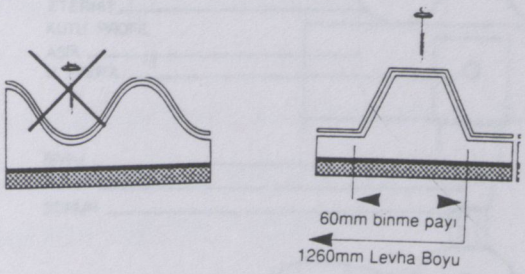
Şekil 4.2. PVC levhaların montaj sırası (Tekplastik ürün kataloğu).

5. Kanca ve vidalar levha üzerine tesirli bir sıkışıklık temin etmeli fakat hiç bir zaman oluğun üstüne fazlaca basıp ezmemelidir (Şekil 4.3).

6. Kanca ve vidalar daima olukların üst noktalarına monte edilmelidir (Şekil 4.4).

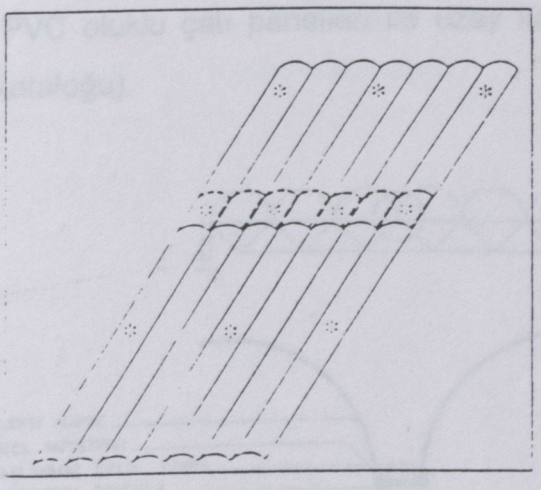


Şekil 4.3. PVC levhalarda kanca ve vida kullanımı (Libra ürün kataloğu).



Şekil 4.4. PVC levhalarda kancaların tespit yeri (Libra ürün kataloğu)

7. Levhalara bindirme noktalarında 2 olukta bir, ara noktalarda 3 olukta bir kanca takılır (Şekil4.5)

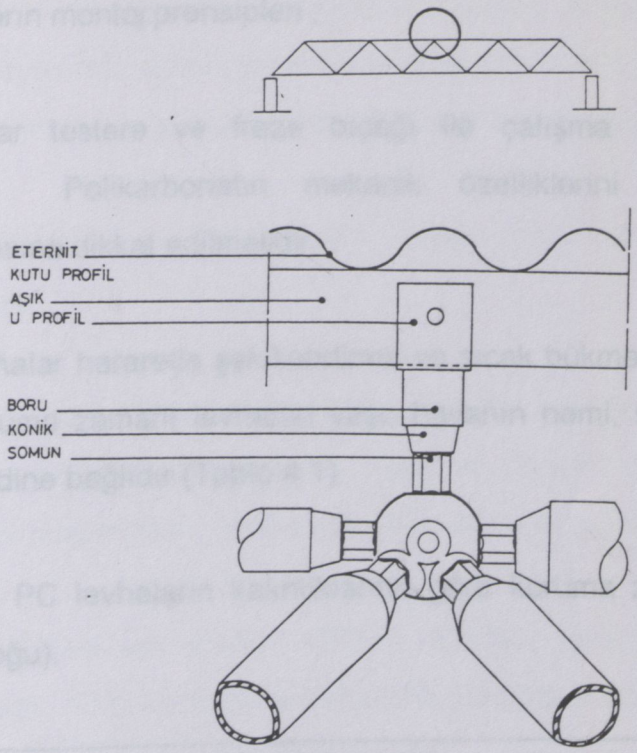


Şekil 4.5. PVC levhaların montajında kanca adedi (Tekplastik ürün kataloğu).

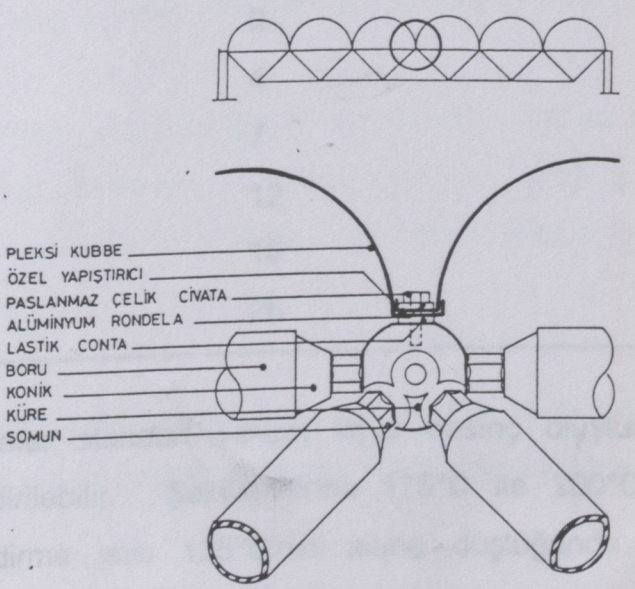
8. Levhalar yanlardan 1/2 oluk, boylardan 5 cm üst üste bindirilir.

9. Bölgesel şartlara göre kar yükü 60kg/m'yi geçiyorsa ve çatı eğimi 15°'nin altında ise daha sık aralıklar ile aşık konulmalı ve levhaların bel vermesi önlenmelidir.

10. Çatı meyli 15° altında ise 250 mm, 30° üstünde ise 150 mm üstüste bindirme yapılmalıdır.



Şekil 4.6. PVC oluklu çatı panelleri ile uzay kafes birleşim detayı (Uskon teknik föy kataloğu).



Şekil 4.7. Kubbe detayı (Uskon teknik föy kataloğu).

4.2.2. Polikarbonat Çatı Kaplama Levhaları

PC levhaların montaj prensipleri ;

1. Levhalar testere ve freze bıçağı ile çalışma ebatlarına kolaylıkla kesilebilir. Polikarbonatın mekanik özelliklerini etkileyen çentikler yapılmamasına dikkat edilmelidir.

2. PC levhalar hararetle şekillendirme ve sıcak bükmeden önce ön kuruma ister. Kuruma zamanı levhanın yaşı, havanın nemi, stok koşulları, ısı ve fırının çeşidine bağlıdır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. PC levhaların kalınlıklarına göre kuruma zamanı (Brett Martin ürün kataloğu).

Levha kalınlığı (mm)	Kuruma zamanı 120°C-125°C arasında (saat)
1	0
2	4
3	7
4	12
5	18
6	26

PC levhalar standart vakum veya basınç oluşturan donatı tarafından biçimlendirilebilir. Şekillendirme 175°C ile 200°C arasında yapılabilir. Biçimlendirme ısısı 125°C'nin altına düştüğünde oluşan kısımlar geri dönüşebilir. Biçim daralması %0,5 ile %1,0 arasında olacaktır.

Sıcak bükme için tavsiye edilen sıcaklık 155°C ile 165°C arasındadır.

3. PC levhalar kolaylıkla soğuk olarak bükülebilir. Küçük yarıçaplarda düşük kimyasal dayanıma sahip olacak malzeme üzerinde yüksek basınç oluşur. Basıncı azaltmak için yarıçap mümkün olduğunca büyük tutulmalıdır.

4. PC levhalar Epoksi, Poliüretan, Sıcak Eriyik ve Silikon kullanılarak yapıştırılabilir.

5. Temizlikte sert olmayan bir deterjan, ılık su, yumuşak bez veya sünger kullanılmalı çok iyi durulanmalıdır. Boya ve benzeri malzemeleri çıkarmak için etil alkol kullanılabilir. Ardından yıkamak ve durulamak gerekir.

6. Dolgu malzemesi olarak silikon, EPDM, neopren veya kloropren kullanılmalıdır. PVC contalar polikarbonat için uygun değildir.

7. Levhaları keserken, termal genleşme, basınç ve bükülme oluşmaması için boşluk bırakılmasına dikkat edilmelidir.

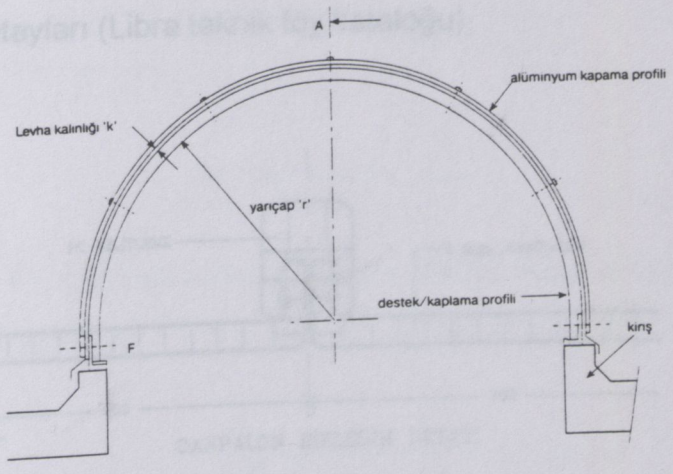
8. UV koruyucu yüzeyi dışa gelecek şekilde monte edilmelidir.

9. PC levhalar önceden biçim verilmeksizin eğrisel olarak monte edilebilir. Kullanılacak levhanın kalınlığı, kavise, uzunluğa, kaplama profilleri arasındaki mesafeye ve levhaya uygulanan maksimum yüke bağlıdır (Tablo 4.2), (Şekil 4.8).

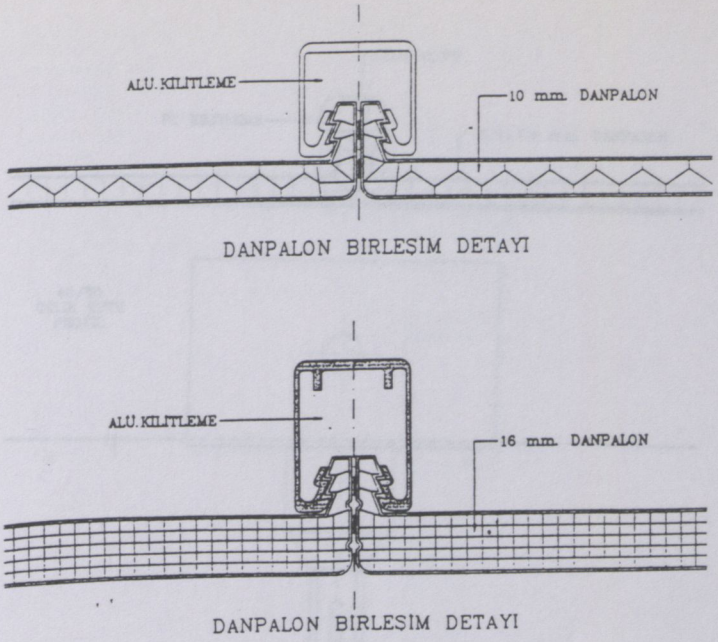
10. Profiller, polikarbonat esaslı profillerle bağlanabildiği gibi, alüminyum, çelik veya ahşap profillerle de rahatlıkla kullanılabilmektedir (Şekil 4.9)

Tablo 4.2. PC levhaların kalınlıklarına göre bükülme yarıçapları (Brett Martin ürün kataloğu).

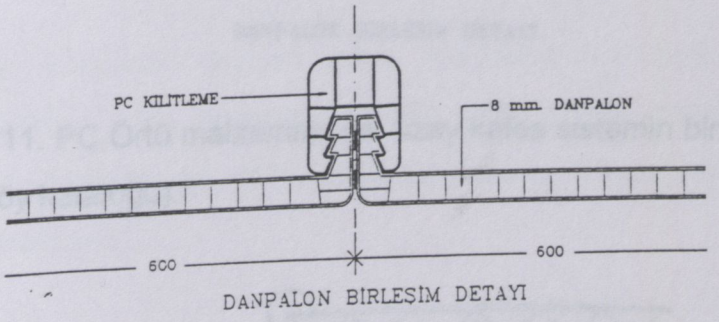
Levha kalınlığı (mm)	Minimum yarıçap 'r' (mm)
3	525
4	700
5	875
6	1050
8	1400



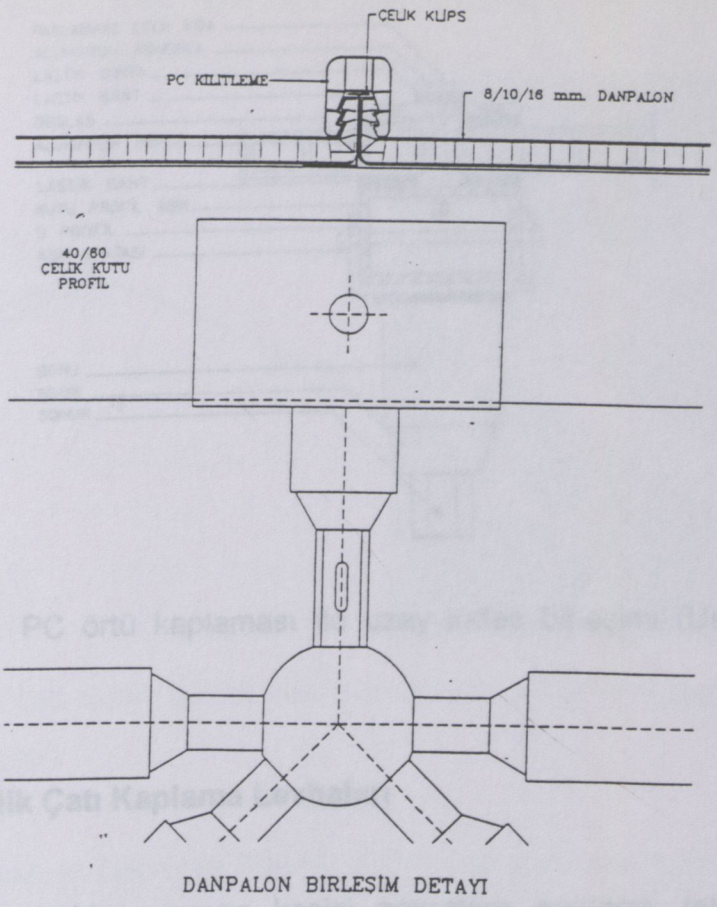
Şekil 4.8. PC levhaların eğrisel montajı (Brett Martin ürün kataloğu)



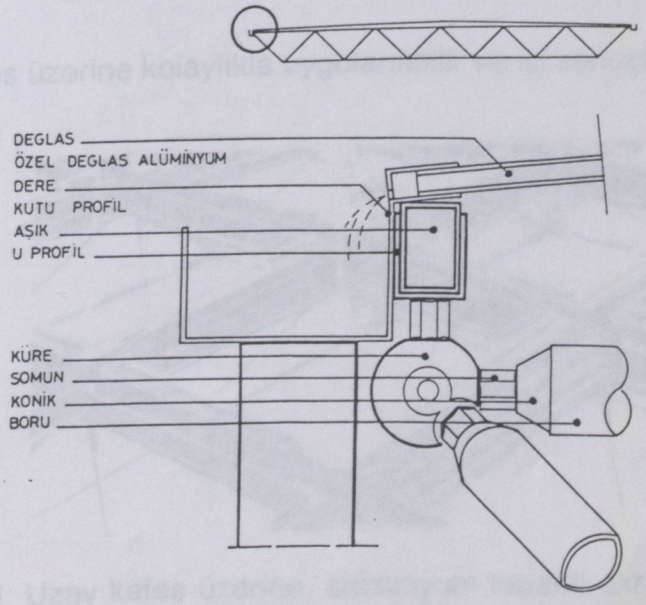
Şekil 4.9. PC örtü malzemeleri ile alüminyum kilitleme ve montaj profilerinin bağlantı detayları (Libra teknik föy kataloğu).



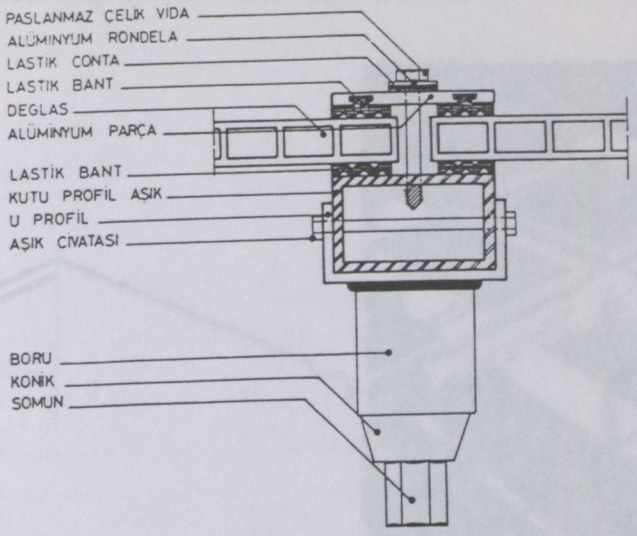
Şekil 4.10. PC Örtü malzemeleri ile PC kilitleme ve montaj profilerinin bağlantı detayları (Libra teknik föy kataloğu).



Şekil 4.11. PC Örtü malzemesi ile uzay kafes sistemin birleşim detayı (Libra teknik föy kataloğu).



Şekil 4.12. Dere detayı (Uskon teknik föy kataloğu).

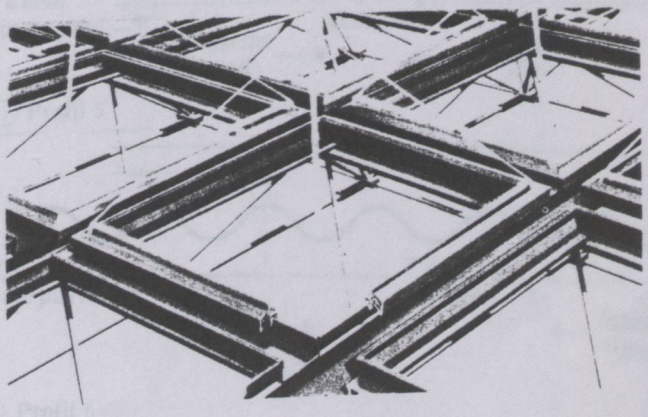


Şekil 4.13. PC örtü kaplaması ile uzay kafes birleşimi (Uskon teknik föy kataloğu).

4.2.3. Akrilik Çatı Kaplama Levhaları

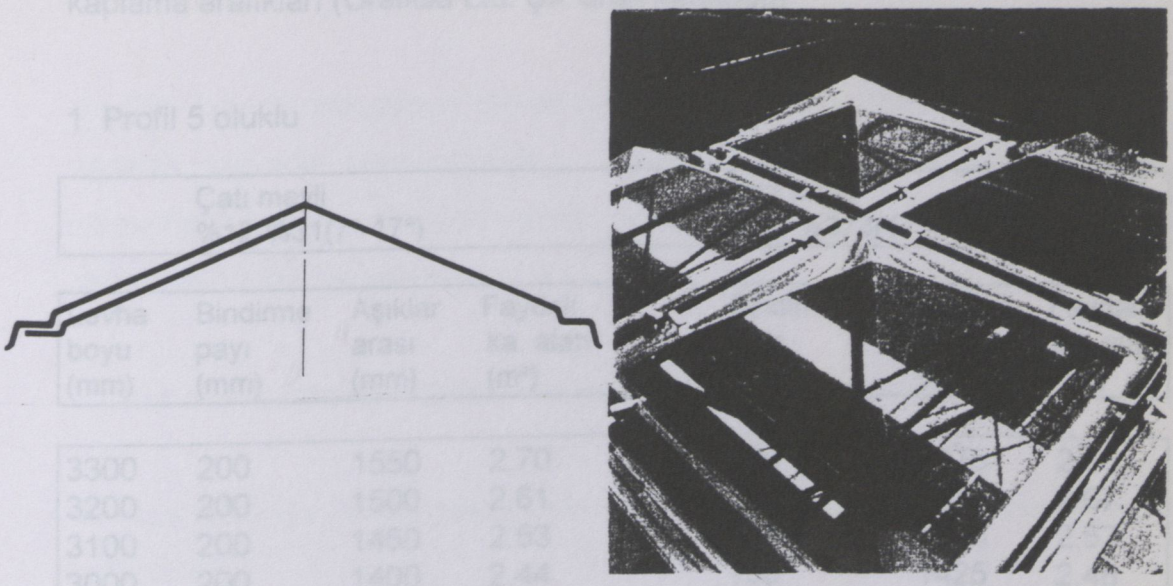
Akrilikler kırıldıkları zaman kesici parçalara ayrılarak tehlikeli sonuçlar doğurabilirler. Bu nedenle akriliğin çatı örtüsü olarak kullanımı sınırlı düzeyde kalmakta, genelikle ışık kubbelerinde ışık geçirgen malzeme olarak kullanılmaktadır.

Uzay kafes üzerine kolaylıkla uygulanabilir ve iyi sonuçlar verir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Uzay kafes üzerine, alüminyum tabanlı akrilik ışıklık (Libra ürün kataloğu).

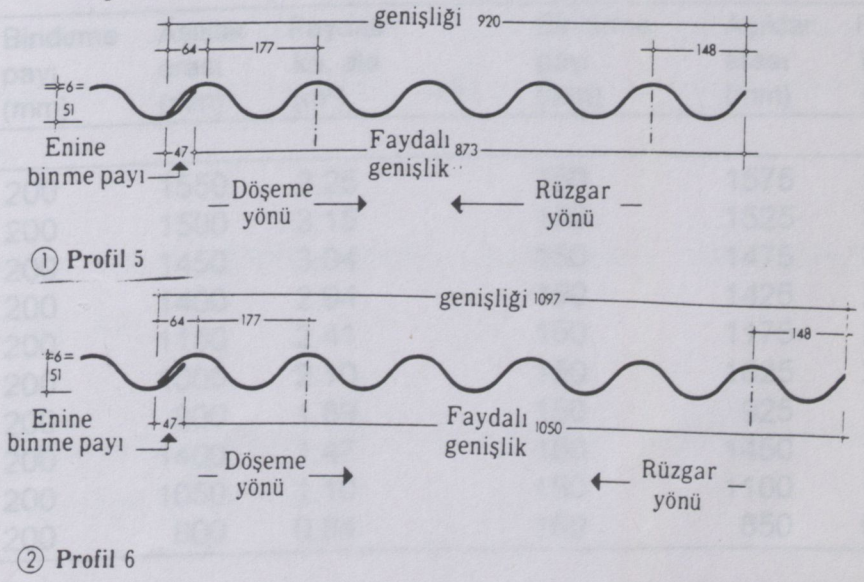
Tek ve çift cidarlı tipleri mevcutur (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Çift cidarlı akrilik kesiti ve uzay kafes üstüne uygulanışı (Polycar ürün kataloğu).

4.2.4. Camelyaf Takviyeli Plastik (CTP) Çatı Kaplama Levhaları

Şekil 4.16'de kesitleri verilmiş olan CTP oluklu levhaların bindirme payları, aşık aralıkları ve faydalı kaplama alanlarının görülebilmesi için Tablo 4.3'de değerler verilmiştir.



Şekil 4.16. CTP oluklu levhaların en kesit görünüşleri (Oralitsa Ltd. Şti ürün kataloğu).

Tablo 4.3. CTP oluklu levhaların bindirme payları, aşık aralıkları, ve faydalı kaplama aralıkları (Oralitsa Ltd. Şti. ürün kataloğu).

1. Profil 5 oluklu

	Çatı meyli %12-%31(7°-17°)			Çatı meyli %31-%373(17°-75°)		
Levha boyu (mm)	Bindirme payı (mm)	Aşıklar arası (mm)	Faydalı ka. alan (m^2)	Bindirme payı (mm)	Aşıklar arası (mm)	Faydalı ka. alan (m^2)
3300	200	1550	2.70	150	1575	2.75
3200	200	1500	2.61	150	1525	2.67
3100	200	1450	2.53	150	1475	2.57
3000	200	1400	2.44	150	1425	2.48
2500	200	1150	2.00	150	1175	2.05
2200	200	1000	1.74	150	1025	1.79
2000	200	900	1.57	150	925	1.61
1600	200	1400	1.22	150	1450	1.26
1250	200	1050	0.92	150	1100	0.96
1000	200	800	0.70	150	850	0.74

2. Profil 6 oluklu

	Çatı meyli %12-%31(7°-17°)			Çatı meyli %31-%373(17°-75°)		
Levha boyu (mm)	Bindirme payı (mm)	Aşıklar arası (mm)	Faydalı ka. ala (m^2)	Bindirme payı (mm)	Aşıklar arası (mm)	Faydalı ka. alan (m^2)
3300	200	1550	3.25	150	1575	3.30
3200	200	1500	3.15	150	1525	3.20
3100	200	1450	3.04	150	1475	3.10
3000	200	1400	2.94	150	1425	2.99
2500	200	1150	2.41	150	1175	2.47
2200	200	1000	2.10	150	1025	2.15
2000	200	900	1.89	150	925	1.94
1600	200	1400	1.47	150	1450	1.52
1250	200	1050	1.10	150	1100	1.15
1000	200	800	0.84	150	850	0.89

Çatı kaplamasında kullanılacak levhaların seçiminde dikkat edilmesi gereken noktalar ;

1. Çatı boyutlarına uygun olarak aşık aralıkları, standart aşık aralıklarına uyacak biçimde belirlenmelidir. Aşık aralıklarının standart değerlere uymaması halinde standart levha seçimi imkansız olur ya da standart bindirme payları uygulanamaz.

2. Tüm levhalarda enine bindirme payı 47 mm'den az olmamalıdır.

3. Aşık aralıklarına ve çatı meyline göre kullanılacak levha boyu tespit edilmelidir.

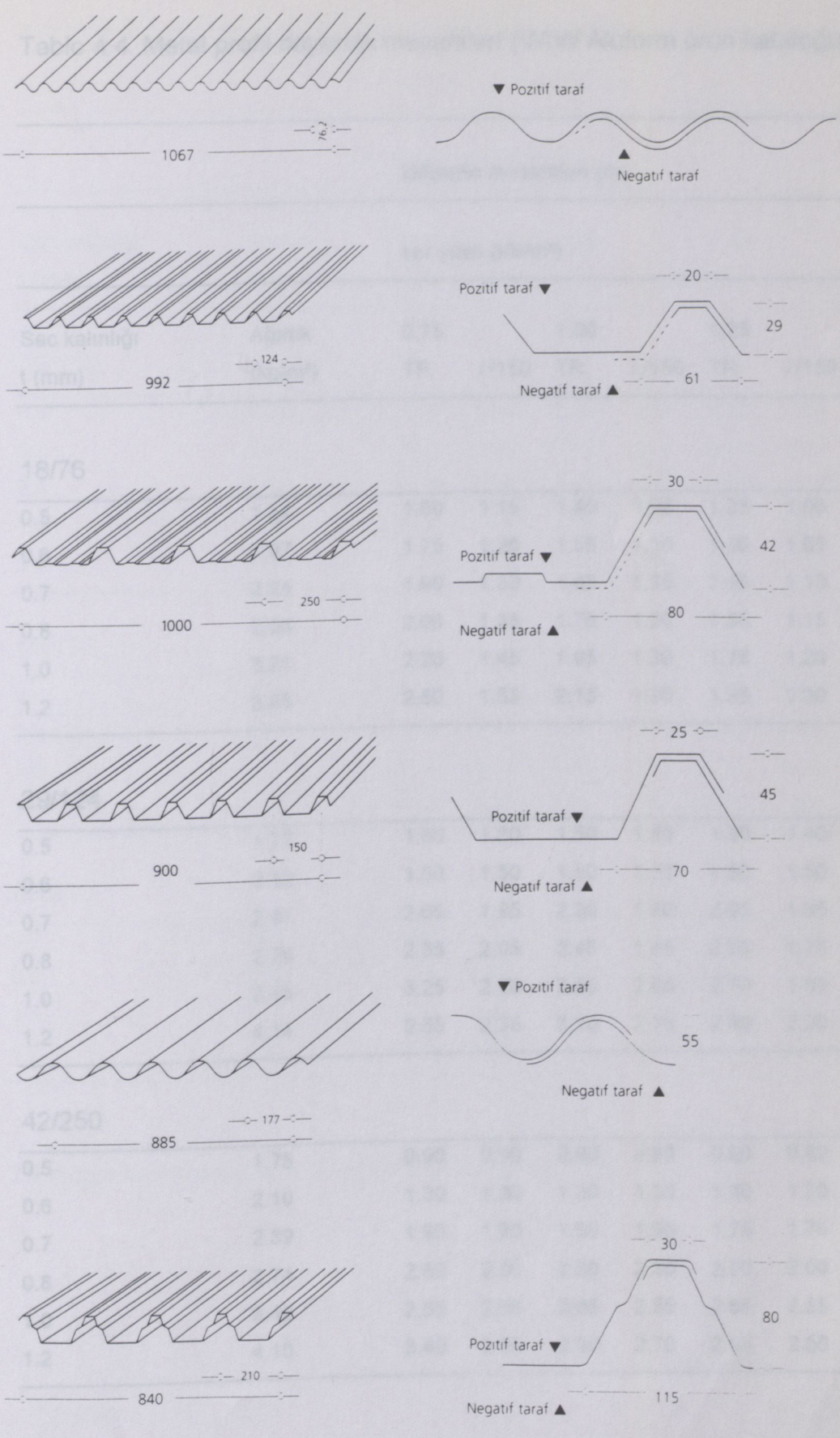
4. Faydalı kaplama alanları tablodan alınarak çatıda kullanılacak levha adedi bulunmalıdır.

5. Çatı meyline göre bindirme payları tablolarda belirtilmiştir. Levha boylarında istifade sağlamak amacıyla bu değerlerden az bindirme yapılırsa çatıda su yalıtım problemleri doğabilir.

6. Aşırı rüzğarlı ve karlı bölgelerde 1150 mm'den büyük aşık aralıklarının kullanılmaması, kullanılan levhaların dolayısıyla çatının ömrü açısından çok önemlidir.

4.3. METAL ÇATI ÖRTÜLERİNİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

Şekil 4.17'de kesitleri verilmiş olan metal levhaların dayanak mesafeleri için Tablo 4.4'de değerler verilmiştir.



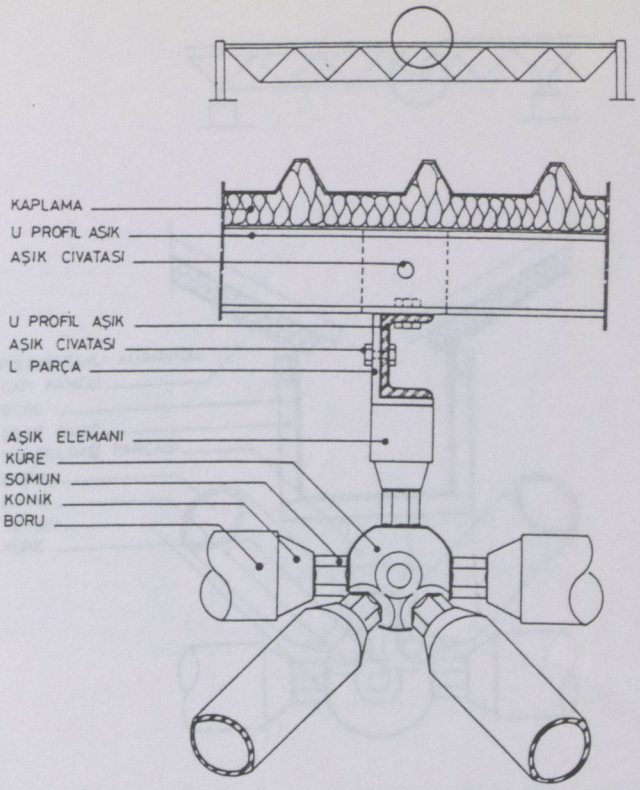
Şekil 4.17. Metal profil çeşitleri (VAW Aluform ürün kataloğu).

Tablo 4.4. Metal profil dayanak mesafeleri (VAW Aluform ürün kataloğu).

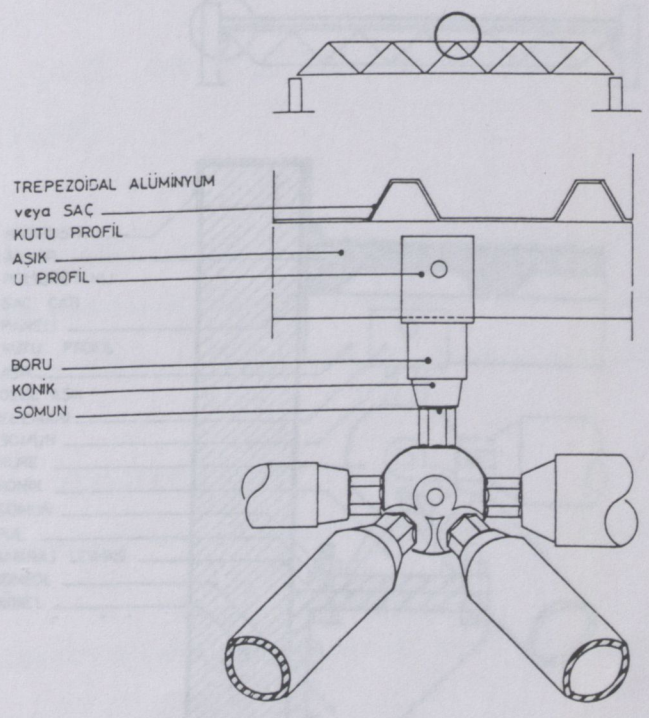
		kirişlerin mesafeleri (m)					
		kar yükü (kN/m²)					
Sac kalınlığı t (mm)	Ağırlık (kg/m²)	0,75 TR	l/150	1,00 TR	l/150	1,25 TR	l/150
18/76							
0.5	1.64	1.60	1.15	1.40	1.05	1.25	1.00
0.6	1.97	1.75	1.20	1.55	1.10	1.35	1.05
0.7	2.24	1.90	1.30	1.65	1.15	1.45	1.10
0.8	2.56	2.00	1.35	1.75	1.20	1.55	1.15
1.0	3.21	2.20	1.45	1.95	1.30	1.75	1.20
1.2	3.85	2.50	1.55	2.15	1.40	1.95	1.30
29/124							
0.5	1.77	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40
0.6	2.12	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
0.7	2.41	2.65	1.95	2.30	1.80	2.05	1.65
0.8	2.76	2.85	2.05	2.45	1.85	2.20	1.75
1.0	3.45	3.25	2.20	2.80	2.00	2.70	1.85
1.2	4.14	3.55	2.35	3.10	2.15	2.80	2.00
42/250							
0.5	1.75	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
0.6	2.10	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
0.7	2.39	1.90	1.90	1.90	1.90	1.75	1.75
0.8	2.74	2.65	2.50	2.30	2.30	2.00	2.00
1.0	3.42	2.65	2.65	2.65	2.55	2.65	2.35
1.2	4.10	3.40	2.95	3.30	2.70	2.95	2.50

		kirişlerin mesafeleri (m)					
		kar yükü (kN/m²)					
Sac kalınlığı t (mm)	Ağırlık (kg/m²)	0,75 TR	0,75 //150	1,00 TR	1,00 //150	1,25 TR	1,25 //150
45/150							
0.6	2.28	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
0.7	2.66	3.25	2.70	2.80	2.45	2.50	2.30
0.8	3.04	3.45	2.80	3.00	2.55	2.70	2.40
1.0	3.80	3.85	3.00	3.35	2.75	3.05	2.55
1.2	4.56	4.25	3.20	3.70	2.95	3.30	2.75
55/177							
0.7	2.71	3.50	2.80	3.05	2.55	2.75	2.35
0.8	3.09	3.75	2.90	3.25	2.65	2.95	2.45
1.0	3.86	4.15	3.10	3.65	2.85	3.25	2.65
1.2	4.64	4.55	3.30	3.95	3.00	3.55	2.80
80/210							
0.7	2.85	3.50	3.50	2.90	2.90	2.50	2.50
0.8	3.26	4.10	4.00	3.45	3.45	3.00	3.00
1.0	4.07	5.30	4.30	4.50	3.95	3.95	3.65
1.2	4.89	6.20	4.55	5.40	4.15	4.80	3.85

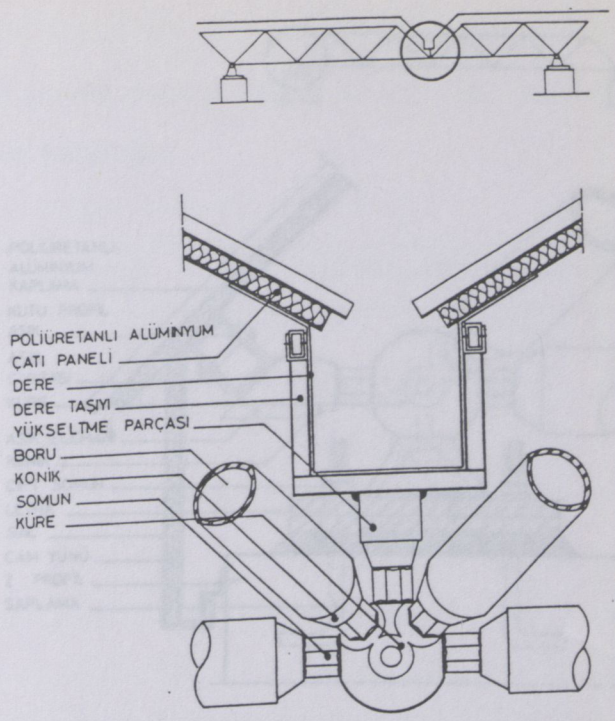
TR = taşıma kapasitesi //150 = bükme sınırlaması



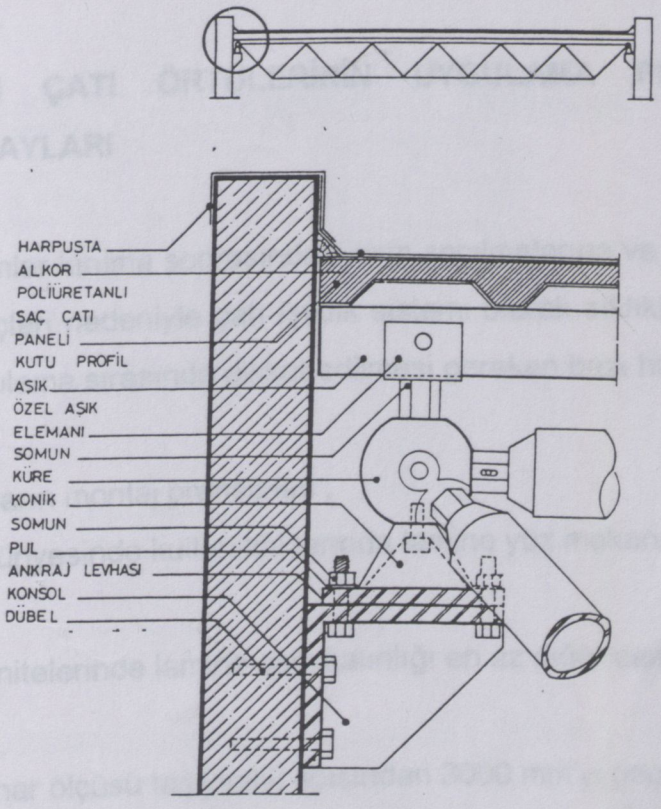
Şekil 4.18. Poliüretan izolasyonlu sandviç çatı panelleri ile uzay kafes birleşim detayı (Uskon teknik föy kataloğu).



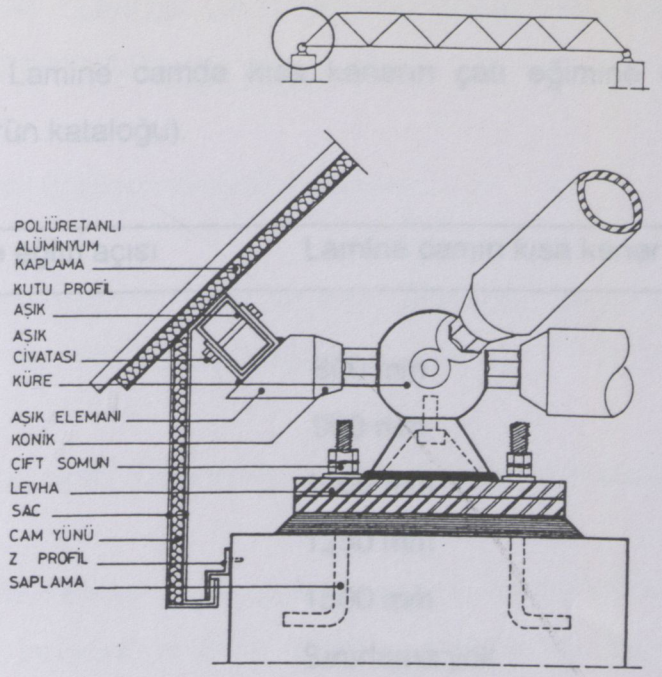
Şekil 4.19. Trapezoidal çatı panelleri ile uzay kafes birleşim detayı (Uskon teknik föy kataloğu).



Şekil 4.20. Poliüretanlı alüminyum çatı panelleri ile uzay kafes dere detayı (Uskon teknik föy kataloğu).



Şekil 4.21. Poliüretanlı saç çatı panelleri ile uzay kafes harpuşta detayı (Uskon teknik föy kataloğu).



Şekil 4.22. Poliüretanlı alüminyum çatı panelleri ile uzay kafes kenar detayı (Uskon teknik föy kataloğu).

4.4. CAM ÇATI ÖRTÜLERİNİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

Lamine camlar kırılma sonrasındaki cam saçılmalarına ve cisimlerin geçişine karşı dirençleri nedeniyle çatı ışıklık sistemi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak uygulama sırasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır.

Cam levhaların montaj prensipleri ;

1. Isıcam bünyesinde kullanıldıklarında lamine yüz mekana bakmalıdır.

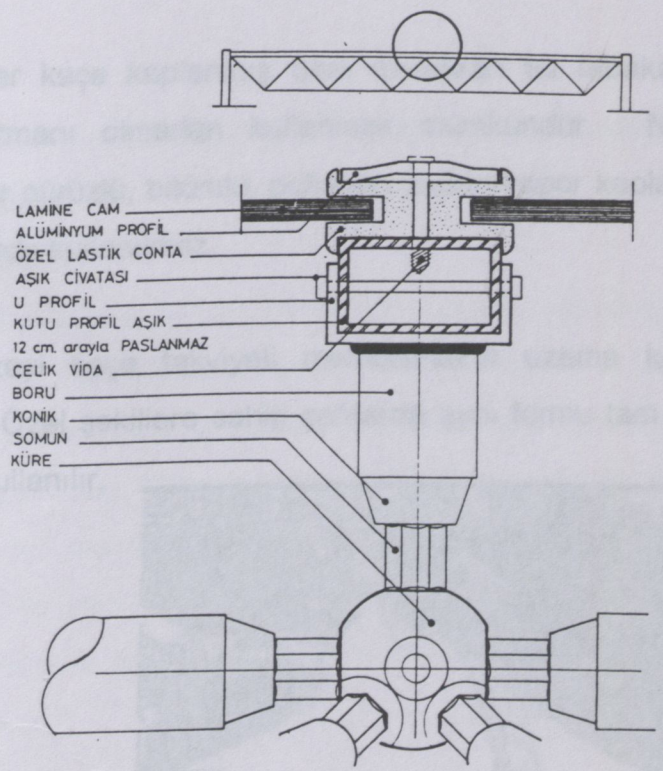
2. Isıcam ünitelerinde lamine cam kalınlığı en az diğer cam kadar olmalıdır.

3. Uzun kenar ölçüsü taşıyıcılık açısından 3000 mm'yi geçmemelidir.

4. Kısa kenar ölçüsü eğim açısı göz önüne alınarak belirlenmeldir (Tablo 4.5.), (Şişecam Ürün kataloğu).

Tablo 4.5. Lamine camda kısa kenarın çatı eğimine göre max. ölçüsü (Şişecam ürün kataloğu).

Yataya göre eğim açısı	Lamine camın kısa kenar ölçüsü
00°-30°	800 mm
30°-45°	900 mm
45°-60°	1000 mm
60°-75°	1250 mm
75°-85°	1500 mm
85°	Sınırlama yok



Şekil 4.23. Lamine cam levhaları ile uzay kafes birleşim detayı (Uskon teknik föy kataloğu).

4.5. MİMARİ TEKSTİL ÇATI ÖRTÜLERİNİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

Mimari tekstil örtülerin montaj prensipleri ;

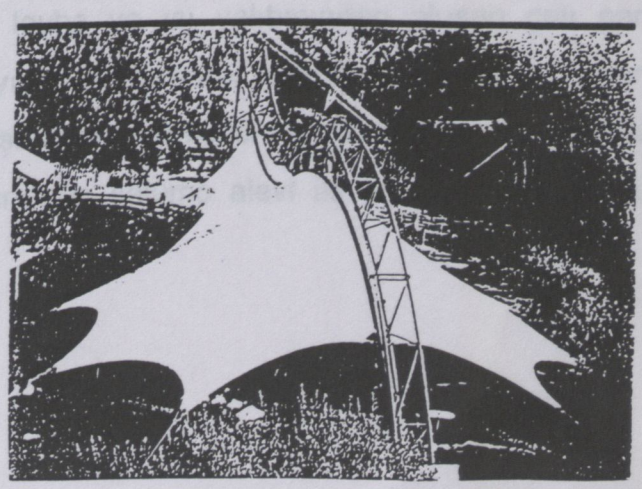
1. Mekanik bağlantılı yada serbest uygulama, bağlantılar sert PVC yapı elemanları veya PVC kaplı metallerle yapılır.

2. Kaynakları sıcak hava, solvent yada dilli kaynak makinası ile yapılır.

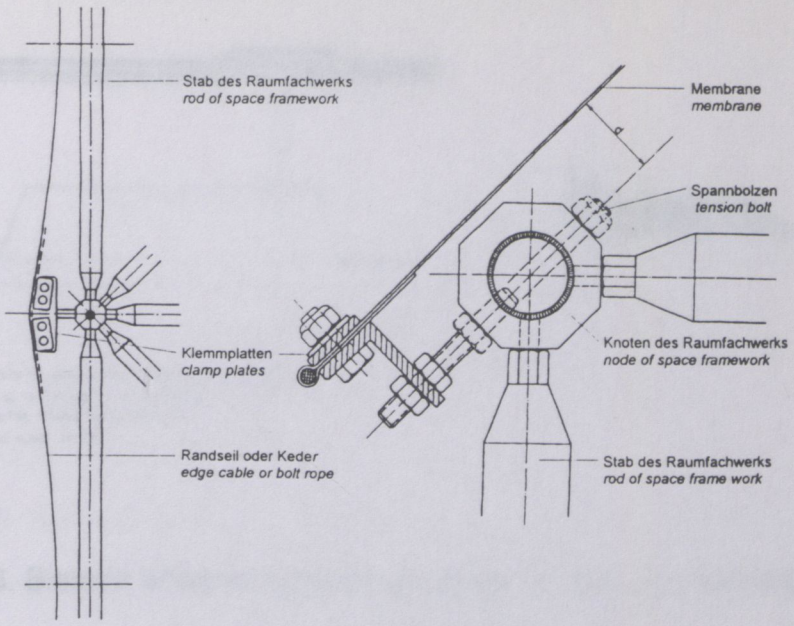
3. Cam yünü takviyeli olan çeşitleri vardır. Cam yünü keçe membrana çok yüksek bir boyutsal stabilite sağlar. Uzama kısalmanın çok az olması özellikle serbest sistemlerde önem kazanır.

4. Polyester keçe kaplanmış olan membran alt tabaka ne olursa olsun ayırma katmanı olmadan kullanmak mümkündür. Normal PVC bazlı membranlar pürüzlü, bitümlü, polistren yada stropor kaplama üzerinde direk temas halinde kullanılmaz.

5. Alt yüzeyi keçe takviyeli membranların uzama kısalması minimum seviyedir. Özel şekillere sahip çatılarda aynı formu tam olarak yakalaması amacı ile kullanılır.



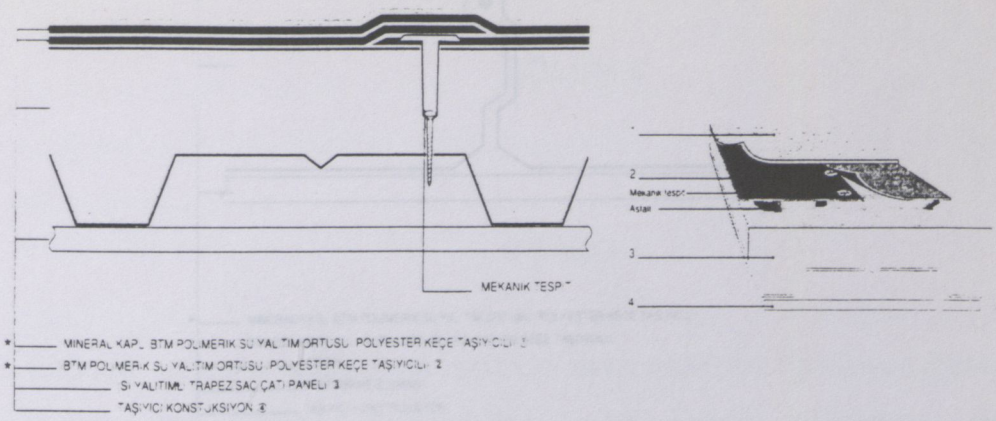
Şekil 4.24. Mimari tekstil örtüsünün uygulanış örneği (Ceno Tec, tekstil konstrüksiyon firma kataloğu, Almanya).



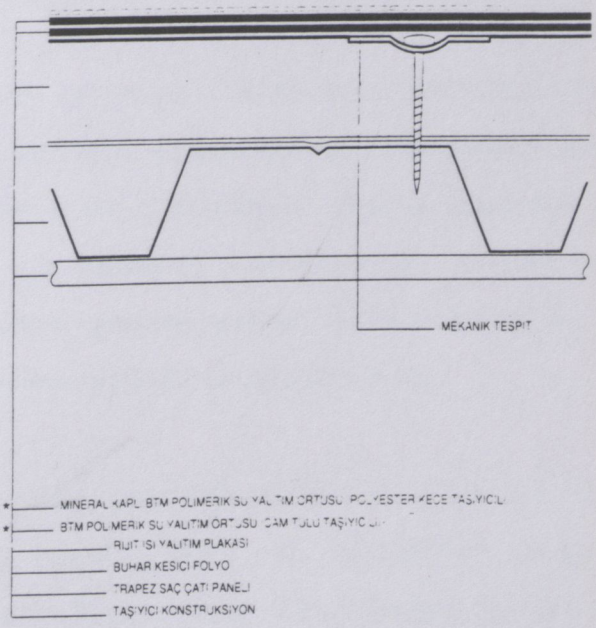
4.25. Mimari tekstil örtüsünün uzay kafes üzerine uygulanışı (BUBNER, 1997).

4.6. BİTÜM ESASLI ÇATI ÖRTÜLERİNİN UYGULAMA PRENSİPLERİ VE DETAYLARI

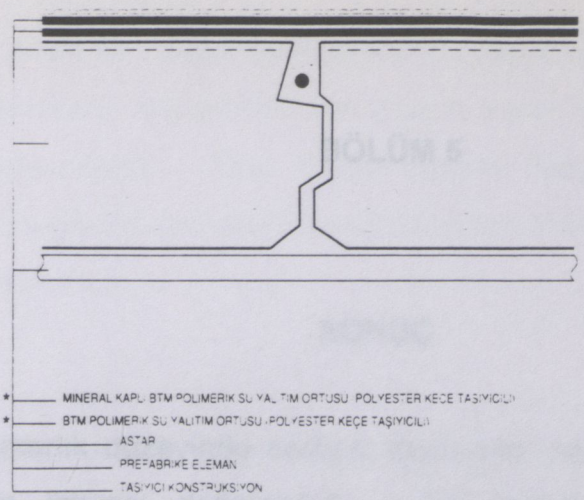
Geniş ve düz çatı açıklıkları gerektiren, sanayi yapılarının ve büyük ticaret merkezlerinin çatı konstrüksiyonu olarak seçtikleri hafif metal çatıların bitümlü su yalıtımı ile çözümü son yıllarda hızla yaygınlaşmıştır. Şekil 4.26-27 'de trapez saç levha ve ısı yalıtımından oluşan çatı paneli üzerine polyester keçe taşıyıcılı Elastomerik bitümlü birinci katın mekanik tespit ve sıcak asfalt ile yapıştırılması ve ikinci kat olarak üst yüzeyi reflektif mineral kaplı Elastomerik örtünün şalümo alevi ile yapıştırılması sureti ile çözüm getirilmektedir.



Şekil 4.26. Bitümlü örtülerin uygulanış şekilleri (BTM ürün kataloğu)



Şekil 4.27. Bitümlü örtülerin uygulanış şekilleri (BTM ürün kataloğu)



Şekil 4.28. Bitümlü örtülerin prefabrike elemanlar üzerine uygulanışı (BTM ürün kataloğu)

BÖLÜM 5

SONUÇ

Çağdaş mimarlık düzeyinde serbest tasarımlar ile fonksiyon gereği büyük kapalı alan ihtiyacı doğmaktadır. Bu büyük açıklıkların örtülmeleri konusunda geleneksel taşıyıcı sistemlerin rasyonel olmayışı, günümüz mimarlarını çağımızın gereksinimlerinin üstesinden gelebilecek yapıcı somut araştırmalara yöneltmiştir.

Büyük açıklık gerektiren kapalı spor salonları, yüzme salonları, alışveriş merkezleri, otel lobi, atriumları, uçak hangarları, tenis kortları, halı sahalar, benzin istasyonları, fabrikalar, gösteri merkezleri, konferans salonları, stadyumlar v.b. yapıların örtülmeleri için bugün, katlanmış plaklar, kabuk, asma sistemler, şişirme sistem, düzlem kafes ve uzay kafes sistem gibi değişik yapı teknolojileri kurulabilmektedir.

Büyük açıklıkları geçmede kullanılan yapı teknolojilerinden, uzay kafes sistem, üç boyutlu boru ve kürelerden oluşan prefabrik çelik bir konstrüksiyon türüdür. Son zamanlardaki tekniklerle ön yapım olanakları geliştirilen uzay kafes sistemler, bugün ustalık istemeden vasıfsız işçiler tarafından kısa sürede kurulabilmektedir. Sistem tamamen yerde oluşturulduktan sonra değişik yöntemlerle kaldırılarak yerine monte edilebilmektedir. Hatta montaj işlemi tamamen yerinde de yapılabilmektedir. Bu nedenle kalıp ve iskele masrafı ortadan kalkmakta, inşaatın süratle bitirilmesi de ekonomi sağlamaktadır. Sistem prefabrik parçalardan oluştuğu için, istendiğinde sökülerek yeni bir kullanıma dönüştürülebilmektedir.

Uzay kafes sistemler, mekanların ekonomik olarak ve gereçten yüksek verim alınarak örtülmesini sağladıkları için yaygın olarak kullanılırlar. Bu sistemler boşluklu taşıyıcılardır. Örtü türüne uygun düzgün ve yeterli yüzeyler oluşturmak ve gerekli çatı meylini sağlamak için kutu veya değişik kesitli aşık elemanları kullanılır.

Uzay kafes sistemlerin örtü türleri olarak, plastik, metal, cam, mimari tekstil ve bitüm esaslı örtüler kullanılmaktadır. Bu örtü türleri içinde iki kat metal arasına enjekte poliüretan dolgulu kompozit levhalar su yalıtımının yanında, ısı yalıtımı ile özellikle geniş açıklıklı sanayi yapıları, spor tesislerinde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Şeffaf ve ışık geçirgen cam ve polikarbonat çatı örtüleri doğal aydınlatmanın istendiği yapılarda tercih edilmiştir. Mimari tekstil örtüleri de organik formların istendiği özel yapılarda kullanılmıştır.

Uzay kafes çatı örtüleri malzeme özellikleri göz önünde bulundurularak, çatı örtülerini etkileyen yağmur, kar, dolu, gece-gündüz sıcaklık farkları ve U.V etkisi araştırılmıştır. Bu dış etkilere karşı plastik, metal, cam, tekstil ve bitüm esaslı çatı örtülerinin davranışları incelenmiştir. Dış etkiler yapıların hacimlerini, şekillerini, hareket etmelerini ve hareketsiz konstrüksiyonda gerilmelerini belirlerler.

Yapı mimarı ve mühendisi, uzay kafes taşıyıcı sistemi ile örtüleri arasında yapı fiziksel olaylardan kaynaklanan zararlı etkileri tanımlayabilmeli, konstrüktif detayları oluşturabilmeli ve bunları hatasız uygulayabilmelidir.

KAYNAKLAR

AKYÜREK, Y. (1996), Gürültü Kontrolü ve Cam, Şişecam-Camtaş Teknik Hizmetler Müdürlüğü, İstanbul.

AVŞAR, E. (1993), Yapıda Temelden Çatıya Cam ve Cam Kökenli Malzeme Türleri ve Uygulama Örnekleri, Sempozyum Notları, YEM Yayınları, İstanbul.

BAYÜLGEN, C. (1988), Çağdaş Strüktür Sistemleri, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul.

BERKMAN, A.F. (1970), Yapı Elemanları Cilt 1, Gümüşsuyu.

BUBNER, E. (1997), Membrane Construction, Wehlmann, Deutschland.

ÇATIKKAŞ, F.E. (1996), Alüminyum Giydirme Sistemlerinin Yeniden Sınıflandırılması ve Değerlendirilmesi, İ.T.Ü., İstanbul.

DAVLES, R.M. (1967), Space Structure, Blockwell Scientific Publication, London.

ENGEL, H. (1967), Structure System, Deutsche-Veriags, Stuttgart.

ERİÇ, M. (1994), Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

ERİÇ, M. (1978), Yapı Malzemeleri Cilt 2, İstanbul.

ESER, L. (1981), Geleneksel ve Gelişmiş Geleneksel Yapı, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

GERÇEK, C. (1979), Yapıda Taşıyıcı Sistemler, Doğuş Matbaacılık, Ankara.

İZGİ, U. (1975), Pencereler I, D.G.S.A. Yayınları, İstanbul.

HERGET, W. (1993), Tragwerkslehre, B.G. Teubner, Stuttgart.

KARABİBER, Z. (1991), Mimari Akustikle İlgili Başlıca Tanım, Terim, Formül ve Büyüklükler, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul.

KARABİBER, Z. (1992), Mimari Akustikte Ses Ölçümleri, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul.

KUBAN, D. (1990), Mimarlık Kavramları, Y.E.M. Yayıevi, İstanbul.

KURRA, S. (1996), Yapıda Ses İle İlgili Problemler ve Çözüm Önerileri, Sempozyum Notları, YEM Yayıları, İstanbul.

MAĞGÖNÜL, G. (1993), Yapıda Temelden Çatıya Cam ve Cam Kökenli Malzeme Türleri ve Uygulama Örnekleri, Sempozyum Notları, Y.E.M. Yayınları, İstanbul.

MERRITT, F.S. (1982), Building Design and Construction Handbook, McGraw-Hill Book Company.

NEŞELİ, M.Ö. (1990), Mimarimizde Cephe kuruluşuna Malzeme etkisi Sonucu Günümüzdeki Yapı Fiziği Sorunlarının Araştırılması, M.S.Ü. Yük. Lisans Tezi, İstanbul.

OLCAYTU, A. (1979), Isı + Ses + Teknik İzolasyon, Kompozisyon ve Baskı Model Matbaa A.Ş., İstanbul.

ÖZER, M. (1982), Yapılarda Isı-Su Yalıtımları, Özer Yayınları, İstanbul.

ÖZER, M. (1985), Endüstriyel Yangın Teklikesi ve Güvenlik tedbirleri, Yenilik Basımevi, İstanbul.

ÖZSEN, E.G. Taşıyıcı Sistem Tasarımı, Y.T.Ü.

POSTACIOĞLU, B. (1965), Yapı Malzemesi Esasları Cilt 1.

SALVADORI, M.-HELLER, R. (1975), Structure in Architecture, Englewood Cliffs, New Jersey.

SIEGEL, C. (1960), Strukturformen Der Modernen Archıtektur, Verlag Georg D.W. Callwey.

SİREL, H.K. (1992), Müze Aydınlatmasında Zararlı Işınımlar ve Nesnelerin Bunlardan Korunması, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul.

ŞEREFHANOĞLU, M. (1992), Yapılarda Dış Gürültü Açısından Tek ve Çift Cam Yüzeyleri, Y.T.Ü. Mimarlık fakültesi Baskı İşliği, İstanbul.

TOYDEMİR, N. (1990), Cam Yapı Malzemeleri, Sakarya Gazetecilik ve Matbaacılık, Eskişehir.

USKON A.Ş. (1995), Prefabrike Uzay Çelik Kafes Sistem Teknik Şartnamesi.

YAMANTÜRK, F.E., ÖZŞEN, E.G. (1993), Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul.

WENZEL, F. (1978), Uzay Kafes Taşıyıcılar, Çeviri : M. YORULMAZ - N. DUMAN.

ÖZGEÇMİŞ

25.07.1971 yılında Malatya'da doğdu. İlkokulu Güneştepe ilkokulu'nda, ortaokulu Güngören Ortaokulu'nda, liseyi Pertevniyal Lisesinde tamamladı.

1989 yılında Trakya Üniversitesi, Mimarlık Bölümü'ne girdi. Buradan 1993 yılında mezun oldu. Bir yıl sonra yüksek lisans sınavını kazanarak İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Bölümünde öğrenimine devam etti.

Halen Bayındır İnşaat Turizm Ticaret ve Sanayi A.Ş.'de görevine devam etmektedir.