

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128715

BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARININ YAPISAL  
OLUŞUMU VE TÜRKİYE' DE ÖRNEKLER ÜZERİNDE  
İRDELENMESİ

Mimar Oğuz Cenk YONAR

F.B.E Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cengiz BAYÜLGEN

128715

PROF. CENGİZ BAYÜLGEN  
Cengiz Bayülgen

Prof. A. Zafer ÖZTÜRK

Prof. Y. Mimar Hakkı ÖNEL

İSTANBUL, 2002

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÖNSÖZ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
<b>1 GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Araştırmanın Amacı.....	1
1.2 Araştırmanın Kapsamı .....	1
1.3 Araştırmanın Yöntemi.....	2
<b>2 SANAYİ YAPISI OLGUSU, EVRİMİ VE SINIFLANDIRILMASI.....</b>	<b>3</b>
2.1 Sanayi Yapısı Olgusu.....	3
2.2 Sanayi Yapısının Evrimi .....	4
2.2.1 Sanayi Devrimi .....	4
2.2.2 Dünyada Sanayi Yapısının Evrimi .....	6
2.2.3 Türkiye'de Sanayi Yapısının Evrimi .....	17
2.3 Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması .....	22
2.3.1 Üretim Türlerine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması .....	22
2.3.2 Oluşum Niteliğine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması .....	23
2.3.3 Oluşum Tekniğine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması .....	26
2.3.4 Boyutsal Gerekliliklere Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması .....	26
2.3.5 Örtü Sistemlerine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması .....	30
<b>3 BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARINDA YAPISAL OLUŞUM.....</b>	<b>34</b>
3.1 Temel Oluşumu .....	34
3.2 Taşıyıcı Sistem Oluşumu .....	38
3.3 Çatı Örtüsü Oluşumu .....	40
3.4 Dış Cephe Oluşumu .....	55
3.5 İç Düşey Bölücü Duvar Oluşumu.....	65
3.6 İç Yatay Bölücü Duvar Oluşumu .....	65
3.7 Zemine Oturan Endüstriyel Döşemeler.....	74
3.7.1 Zemine Oturan Endüstriyel Döşeme Türleri ve Uygulama Yöntemleri.....	74
<b>4 BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARINDA UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ.....</b>	<b>76</b>
4.1 Yapım Sistemi .....	76
4.1.1 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Uygulanan Endüstrileşmiş Yapım Sistemleri.....	78
4.1.1.1 İskelet Sistemler .....	81
4.1.1.1.a Dolu Gövdeli İskelet Sistemler .....	88
4.1.1.1.b Kafes Kirişli İskelet Sistemler.....	96

4.1.1.1.c	Kemer Kirişli İskelet Sistemler .....	103
4.1.1.2	Yüzeysel Sistemler .....	107
4.1.1.2.a	Düzlem Yüzeysel Sistemler .....	107
4.1.1.2.b	Eğrilikli Yüzeysel Sistemler .....	119
4.1.1.3	Uzay Kafes Sistemler .....	127
4.1.1.4	Şişme Yapılar .....	139
4.1.1.5	Asma - Germe Sistemler .....	141
5	<b>BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPISI YAPISAL OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER .....</b>	<b>152</b>
5.1	İşlevsel Faktörler .....	153
5.1.1	Üretim Sistemi ve İşyeri Düzeni .....	153
5.1.2	Gerekli Boyutlar ve Açıklıklar .....	154
5.1.3	Yapı İçi Vinç Montaj Türleri.....	155
5.1.4	Yangın Korunumu .....	156
5.1.5	Aydınlatma .....	166
5.1.5.1	Aydınlığın Niceliği İle İlgili Gereksinmeler ve Çözümler .....	166
5.1.5.2	Aydınlığın Niteliği İle İlgili Gereksinmeler ve Çözümler .....	169
5.1.6	Konfor .....	171
5.1.6.1	Termal Konfor .....	171
5.1.6.2	Gürültü Kontrolü .....	172
5.2	Yapıma İlişkin Faktörler .....	174
5.2.1	Yapım Maliyeti .....	174
5.2.2	Yapım Hızı .....	175
5.2.3	Sağlamlık ve Uzun Ömürlülük .....	176
5.2.4	Bakım ve Onarım (Yöntem ve Teknikleri) .....	176
5.2.5	Yapım Sistemini Oluşturan Bileşenlerde Az Çeşitlilik .....	177
5.2.6	Yapım Sistemini Oluşturan Bileşenlerde Birkaç İşlev Üstlenebilirlik .....	178
5.3	Çevresel Faktörler .....	178
5.3.1	Topoğrafik Durum .....	179
5.3.2	Zemin Özellikleri .....	180
5.3.3	Deprem .....	182
5.3.4	İklim Şartları.....	184
5.3.5	Görsel Etki .....	187
5.4	Büyüyebilirlik (Tevsi) Olgusu.....	188
5.5	Zorunluluklar (Yasa, Tüzük, Şartname vb.).....	189
6	<b>TÜRKİYE' DE BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARININ, SEÇİLEN ÖRNEKLER ÜZERİNDE YAPISAL İRDELENMESİ .....</b>	<b>190</b>
6.1	Lassa - Brisa Lastik Fabrikası .....	190
6.2	Olmuxsa Oluklu Mukavva Fabrikası .....	196
6.3	Arçelik Tesisleri .....	199
6.4	Türk Pirelli Tesisleri .....	202
6.5	Oyak - Renault Otomobil Fabrikası .....	204
6.6	Kordsa Kordbezi Fabrikası.....	208
6.7	Atlas - Copco Kompresör Fabrikası .....	211
6.8	Uzel Makine Traktör Fabrikası .....	213

7	SONUÇLAR.....	214
	KAYNAKLAR.....	217
	ÖZGEÇMİŞ.....	220



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	İngiltere’de yapılan ilk demir köprü (Gössel, 1991).....	6
Şekil 2.2	İngiltere’ de bir tekstil fabrikası (Gössel, 1991).....	7
Şekil 2.3	Londra’da sergi yapısı olarak yapılan Crystal Palace, 1851 (Gössel, 1991).....	8
Şekil 2.4	Galerie des Machines, 1889 (Gössel, 1991).....	9
Şekil 2.5	Galerie des Machines, 1889 (Gössel, 1991).....	10
Şekil 2.6	Çikolata Fabrikası, Noisiel-sur-Seine.....	10
Şekil 2.7	AEG Turbine Fabrikası, mimar Peter Behrens, 1909 (Gössel, 1991).....	11
Şekil 2.8	AEG Turbine Fabrikası, mimar Peter Behrens, 1909 (Gössel, 1991).....	12
Şekil 2.9	Fagus Fabrikası, mimar Walter Gropius, 1911 (Gössel, 1991).....	12
Şekil 2.10	Gropius ve Meyer, Werkbund Sergisi için bir fabrika, 1914 (Gössel, 1991)...	13
Şekil 2.11	Hoechst Boya Fabrikası, büro bloğu, 1925.....	14
Şekil 2.12	Van Nelle Tütün Fabrikası, Rotterdam, 1929.....	14
Şekil 2.13	S.C. Johnson & Son Şirketi, F.L. Wright, 1939 (Gössel, 1991).....	15
Şekil 2.14	Alver Aalto, Sunila Fabrikası.....	16
Şekil 2.15	Feshane Fabrika-i Hümayun ( dokuma fabrikası).....	18
Şekil 2.16	Sürekli oluşum akış şeması.....	24
Şekil 2.17	Süreksiz üretim oluşum akış şeması.....	25
Şekil 2.18	Çelik iskeletli tek katlı sanayi yapısı.....	27
Şekil 2.19	Çelik iskeletli çok katlı sanayi yapısı.....	28
Şekil 2.20	Fagus ayakkabı fabrikası, 1915.....	29
Şekil 2.21	Şed çatı örtü sistemi.....	30
Şekil 2.22	Nortern Elektrik Fabrikası, şed çatı aydınlatma düzeyleri.....	31
Şekil 2.23	Monitör çatı.....	32
Şekil 2.24	Monitör çatı.....	32
Şekil 2.25	Tek ve çift eğrilikli kabuk örtüler.....	33
Şekil 3.1	Uzel Traktör Fabrikası - Temel planı.....	36
Şekil 3.2	Uzel Traktör Fabrikası - Temel kesiti.....	36
Şekil 3.3	Önceden üretilmiş b.a. kolonun, yerinde imal edilen b.a. soket temel içine beton grouting yöntemi ile sabitlenmesi.....	37
Şekil 3.4	Önceden üretilmiş çelik kolonun, yerinde imal edilen b.a. temele ankre edilmiş çelik elemanlara montajı.....	37
Şekil 3.5	Farklı çatı tipleri.....	44
Şekil 3.6	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında çatı ışıklığı - cephe ilişkisi.....	45
Şekil 3.7	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış cephe - çatı saçağı ilişkisi.....	46
Şekil 3.8	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış cephe - çatı saçağı ilişkisi.....	47
Şekil 3.9	Çatı örtüsü detayı.....	48
Şekil 3.10	Yabancı bir firmanın (Trimo) ürettiği metal çatı sandviç paneli.....	49
Şekil 3.11	Yabancı bir firmanın (Trimo) ürettiği metal çatı sandviç panelleri ile ilgili teknik bilgiler.....	50
Şekil 3.12	Çatı kaplama detayları.....	50
Şekil 3.12 a	Çatı mahya detayları.....	51
Şekil 3.12 b	Dış oluk detayı.....	52
Şekil 3.12 c	İç oluk detayı.....	53
Şekil 3.12 d	Sınır detayları.....	54
Şekil 3.13	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış duvar oluşumları.....	57
Şekil 3.14	Yabancı bir firmanın ürettiği metal dış cephe sandviç paneli.....	58
Şekil 3.15	Yabancı bir firmanın ürettiği metal dış cephe sandviç panelleri ile ilgili teknik bilgiler.....	59
Şekil 3.16	Cephe kaplama detayları.....	59

Şekil 3.16 a	Cephe etek detayı .....	60
Şekil 3.16 b	Cephe köşe detayı.....	61
Şekil 3.16 c	Cephede panel ek yeri detayı .....	62
Şekil 3.16 d	Cephede pencere kenar detayları .....	63
Şekil 3.16 e	Cephede kapı kenar detayları.....	64
Şekil 3.17	İki katlı büyük açıklıklı bir sanayi yapısında döşemenin etkinliği .....	66
Şekil 3.18	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yapı içi döşeme oluşumu.....	66
Şekil 3.19	Döşeme sistemi içinde servisler .....	68
Şekil 3.20	Döşemelerde yangından korunum.....	68
Şekil 3.21	Döşemede ses yalıtımı.....	69
Şekil 3.22	Kompozit ve kompozit olmayan döşeme sistemleri .....	70
Şekil 3.23	Çelik trapez ile oluşturulan kompozit çalışan döşeme .....	71
Şekil 3.24	Kirişler ile kompozit çalışan döşeme .....	71
Şekil 3.25	Kompozit çalışan prefabrike döşeme .....	71
Şekil 3.26	Prefabrike betonarme döşeme.....	71
Şekil 3.27	Normal donatılı prefabrike betonarme döşeme.....	72
Şekil 3.28	Ön gerilmeli donatılı prefabrike betonarme döşeme.....	72
Şekil 3.29	Kompozit çelik döşeme kafesleri .....	72
Şekil 3.30	Kısa kirişli sistem .....	72
Şekil 3.31	Kastella (petek) kiriş sistemi.....	73
Şekil 4.1	Sanayi yapılarında sistemini oluşturan bileşenler .....	77
Şekil 4.2 a	Endüstrileşmiş yapım sistemleri .....	79
Şekil 4.2 b	Endüstrileşmiş yapım sistemleri .....	80
Şekil 4.3	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında uygulanabilen kolon tipleri .....	82
Şekil 4.4	Kiriş en kesitleri .....	83
Şekil 4.5	Tek doğrultulu kiriş çerçeve sistemleri (plan düzlemi).....	84
Şekil 4.6	İki doğrulu çerçeve .....	84
Şekil 4.7	Düşey rijitleştirme elemanları tipleri (kesme duvarlar).....	85
Şekil 4.8	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yatay stabilite düzenlemeleri.....	87
Şekil 4.9	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemler.....	88
Şekil 4.10	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemler.....	89
Şekil 4.11	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemler.....	90
Şekil 4.12	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları.....	91
Şekil 4.13	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları.....	92
Şekil 4.14	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları.....	93
Şekil 4.15	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları.....	94
Şekil 4.16	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları.....	95
Şekil 4.16	Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları.....	95
Şekil 4.17	Kafes kiriş çeşitleri.....	97
Şekil 4.18	Kafes kirişli iskelet sistem uygulamaları.....	98
Şekil 4.19	Kafes kirişli iskelet sistem uygulamaları.....	99
Şekil 4.20	Kafes kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları .....	100
Şekil 4.21	Kafes kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları .....	101
Şekil 4.22	Kafes kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları .....	102
Şekil 4.23	Dağıtım Holü, 'Swindon', Mimar F. Boiley .....	103
Şekil 4.24	Kemer kirişli iskelet sistemler .....	104
Şekil 4.25	Kemer kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları .....	105
Şekil 4.26	Kemer kirişli iskelet sistemler .....	106
Şekil 4.27	Yüzeysel taşıyıcı sistemler .....	108
Şekil 4.28	Yüzeysel plak taşıyıcılarla düz çatılı sistem kuruluşu.....	109
Şekil 4.29	Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan düz çatılı sistemler .....	110

Şekil 4.30	Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan eğimli çatılı sistemler .....	111
Şekil 4.31	Katlanmış plaklar .....	112
Şekil 4.32	Kenar eleman düzenlemeleri .....	112
Şekil 4.33	Katlanmış plak örnekleri .....	114
Şekil 4.34	Düzlem yüzeysel sistemler / Prizmatik katlanmış plaklar .....	115
Şekil 4.35	Düzlem yüzeysel sistemler / Prizmatik katlanmış plaklar .....	116
Şekil 4.36	Değişik geometride planlar üzerinde pramidal katlanmış plak tasarım örnekleri .....	117
Şekil 4.37	Değişik geometride planlar üzerinde pramidal katlanmış plak tasarım örnekleri .....	118
Şekil 4.38	Eğrilikli yüzeyler .....	119
Şekil 4.39	Tek eğrilikli yüzeysel sistemler / Silindirik kabuklar .....	120
Şekil 4.40	Tek eğrilikli yüzeysel sistemler / Konisel kabuklar .....	121
Şekil 4.41	Eğrilikleri aynı yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Küresel kabuklar ...	122
Şekil 4.42	Eğrilikleri aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Hiperbolik paraboloid kabuklar .....	123
Şekil 4.43	Eğrilikleri aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Hiperbolik paraboloid kabuklar .....	124
Şekil 4.44	Eğrilikleri aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Hiperbolik paraboloid kabuklar .....	125
Şekil 4.45	Eğrilikleri hem aynı yönde hem de aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Konoid kabuklar ve torus kabuklar .....	126
Şekil 4.46	Çubukların düzenlenmeleri (Bayülgen, 1993) .....	128
Şekil 4.47	Düğüm noktası oluşumları (Bayülgen, 1993) .....	129
Şekil 4.48	Uzay kafes strüktürlerin mesnetlendirilmesi ve temel örnekleri (Bayülgen, 1993) .....	130
Şekil 4.49	Uzay kafes sistemlerde çatı örtüsü oluşumları .....	131
Şekil 4.50	Uzay kafes çatı kaldırma yöntemleri .....	132
Şekil 4.51	Düz yüzeysel uzay kafes sistemler .....	134
Şekil 4.52	Düz yüzeysel uzay kafes sistemler .....	135
Şekil 4.53	Düz yüzeysel uzay kafes sistemler .....	136
Şekil 4.54	Tonozsal uzay kafes sistemler .....	137
Şekil 4.55	Kubbesel uzay kafes sistemler .....	138
Şekil 4.56	Tamamen şişirilmiş tek zarlı sistemler .....	139
Şekil 4.57	Hava yastığı şeklinde şişirilmiş tek zarlı sistemler .....	140
Şekil 4.58	Çelik kablolu asma sistemli yapılar .....	142
Şekil 4.59	Çelik kablolu örtülerde önemli detaylar .....	143
Şekil 4.60	Asma - germe sistemler ile ilgili kenar, destek ve ankraj öğeleri .....	144
Şekil 4.61	Paralel kablolu sistemler .....	146
Şekil 4.62	İşinsal kablolu sistemler .....	147
Şekil 4.63	Kablo ağı sistemler .....	148
Şekil 4.64	Kablunun salt gergi işlevinde olduğu sistemler .....	149
Şekil 4.65	Yüksek noktaları doğrudan desteklenen çadır sistemler .....	150
Şekil 4.66	Yüksek noktaları dolaylı desteklenen çadır sistemler .....	151
Şekil 5.1	Kreyn vinç – Taşıyıcı sistem ilişkisi .....	156
Şekil 5.2	Bölümleme (kompartmantasyon) .....	158
Şekil 5.3	Yapı birleşenlerinin yangın direnimi anlatımı .....	159
Şekil 5.4	Sıcak gazların hareketi .....	160
Şekil 5.5	Doğal havalandırma ile büyük açıklıklı sanayi yapılarında yangının sınırlandırılması .....	161
Şekil 5.6	Havalıklı ve yangın perdeli düz çatıda sıcak gazların hareketi .....	161

Şekil 5.7	Yangın havallıkları .....	162
Şekil 5.8	Mekanik havalandırma .....	162
Şekil 5.9	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında metal trapez çatı panellerinde yangın etkisi .....	164
Şekil 5.10	Neuhausen – Almanya, sanayi yapısı.....	165
Şekil 5.11	Karlsruhe – Almanya, alışveriş merkezi.....	165
Şekil 5.12	Farklı sanayi dallarında aydınlık düzeyi gereksinimleri .....	167
Şekil 5.13	Gürültünün azaltılması .....	173
Şekil 5.14	Çeşitli zeminlerde uygulanabilen değişik ıslah yöntemleri .....	181
Şekil 5.15	Deprem faktörüne karşılık düzenlenen düşey ve yatay stabilite oluşumları .	184
Şekil 5.16	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında rüzgarın etkisiyle oluşan basınç ve çekme yükleri (Türbülans) .....	186
Şekil 5.17	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında görsel etkiyi artırıcı çalışmalara örnekler.....	188
Şekil 5.18	Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yatayda ve düşeyde büyüme (tevsî).....	198
Şekil 6.1	Lassa ve Brisa Lastik Fabrikaları.....	191
Şekil 6.2	Lassa Lastik Fabrikası - Taşıyıcı sistem ve çatı örtüsü oluşumu .....	192
Şekil 6.3	Brisa Lastik Fabrikası - Taşıyıcı sistem oluşumu .....	193
Şekil 6.4	Brisa Lastik Fabrikası - Taşıyıcı sistem oluşumu .....	194
Şekil 6.5	Brisa Lastik Fabrikası - Genel görünüm .....	195
Şekil 6.6	Olmuksa Oluklu Mukavva Fabrikası - Taşıyıcı sistem kesiti ve yapım aşaması.....	197
Şekil 6.7	Olmuksa Oluklu Mukavva Fabrikası - Taşıyıcı sistem detayı.....	198
Şekil 6.8	Arçelik Tesisleri - Plan ve taşıyıcı sistem .....	200
Şekil 6.9	Arçelik Tesisleri - Plan ve taşıyıcı sistem .....	201
Şekil 6.10	Türk Pirelli Tesisleri.....	203
Şekil 6.11	Oyak - Renault Fabrikası .....	205
Şekil 6.12	Oyak - Renault Fabrikası - Yapısal oluşum.....	206
Şekil 6.13	Oyak - Renault Fabrikası - Taşıyıcı sistem detayı .....	207
Şekil 6.14	Kordsa Kordbezi Fabrikası - Genel görünüm.....	209
Şekil 6.15	Kordsa Kordbezi Fabrikası - Taşıyıcı sistem oluşumu .....	210
Şekil 6.16	Atlas - Copco Kompresör Fabrikası - Taşıyıcı sistem oluşumu .....	212

## ÖNSÖZ

Ülke ekonomilerinin en büyük dinamiği olan sanayinin, üretim işlemlerinin gerçekleşmesi ve üretimle ilgili gerekli bütün etkinliklerinin, istenilen koşullar altında yürüyebilmesi için, üretim alanını sınırlayan ve üretim karakterine uygun alanlar sağlayan yapılara ihtiyacı vardır.

2000’li yıllara ekonomik sıkıntılar içinde giren Türkiye’de, yapım maliyetleri çok yüksek olan mimarlık ve mühendislik açısından, yapım sistemlerini zorlayan, yeni yapı ürünlerinin gelişimine öncülük eden, yapı teknolojisinin gelişiminin gözlenebildiği ve ancak disiplinler arası ortak çalışmalarla yapılabilecek büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumlarında, doğru yapısal kararların alınması ulusal bir zorunluluk olmaktadır.

Bu sorun bağlamında bu tezde, büyük açıklıklı sanayi yapılarının dünya ve Türkiye’deki gelişimi, farklı sınıflandırmaları, yapım sistemleri ve yapısal oluşumları ve bu oluşumlarda etkili olan faktörler, örnekler ile irdelenmiştir.

Bu tezi hazırlayabilmem için gerekli eğitim ve bakış açısına sahip olmamı sağlayan, tez danışmanı hocam, Yapı Elemanları Anabilimdalı Başkanı Prof. Dr. Cengiz Bayülgen başta olmak üzere, bütün hocalarıma içten saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca eşime, aileme ve çalışmalarım sırasında kucağımdan inmeyen oğluma, verdikleri destek için teşekkür ediyorum.



## **ÖZET**

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, batıda sanayi devrimiyle başlayan ve günümüze kadar devam eden gelişim süreci içinde, mimarlık ve mühendislik açısından, yapım sistemlerini zorlayan, yeni yapı ürünlerinin gelişimine öncülük eden ve yapı teknolojisinin gelişiminin gözlenebildiği, disiplinler arası ortak çalışmalarla yapılabilen yapılar olmuşlardır.

Bu yapıların, geniş alanları örtebilmeleri, hızlı yapılmaları ve gelecekte büyüebilme özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. Ağır çalışma şartlarına dayanımlı yapılmaları gereken ve maliyetleri yüksek olan bu yapıların, yapısal oluşumlarında, doğru kararların alınması, 2000'li yıllarda, gelişmekte olan Türkiye ekonomisi için oldukça önemlidir. Yapısal oluşum sürecinde, yanlış kararların verildiği durumlarda, düzeltilmesi çok zor ya da maliyeti yüksek yapısal hatalar yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, uygun yapısal kararların alınabilmesi için büyük açıklıklı sanayi yapılarının, yapısal öğeleri, yapım sistemleri ve yapısal oluşuma etki eden faktörler irdelenmiş ve Türkiye' den örnekler, yapısal olarak analiz edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Büyük açıklıklı sanayi yapıları, yapısal oluşum, yapım sistemi, seçime etki eden faktörler, Türkiye'de büyük açıklıklı sanayi yapılarına örnekler.

## **ABSTRACT**

The industrial buildings, which have large spans, have always been the configurations that have coerced the limits of construction systems. They have guided the developments of the new construction products in the period of progress which had begun with the industrial revolution and has endured until today. These buildings in which the evolution of construction technology can be observed in terms of architecture and engineering, can only be done within the interdisciplinary cooperative studies.

Related with their characteristics, these buildings that are able to cover large areas, should be constructed rapidly and there should always be the possibility to expand them in the future. These buildings, which have high costs, should be produced resistant to the hard working conditions. It is very important to give the right decision in the selection process of the construction system of an industrial building for the developing Turkish economy in the 20s. Some structural mistakes that can be corrected very difficultly with high costs can be done in the selection process of the construction systems of the industrial buildings.

In this study, in order to reach appropriate building systems, the structural components and the construction systems of the industrial buildings which have large spans, were examined. And for giving the right decision in the selection process of the building systems, all the factors were searched on the examples from Turkey.

**Keywords:** Industrial buildings which have large spans, structural components, building systems, factors in selection process, samples of industrial buildings from Turkey.

## 1. GİRİŞ

Batı' da sanayi devrimi ile başlayan, Türkiye'de, Osmanlı İmparatorluğu döneminde ufak girişimler ile devam eden, Cumhuriyetin kurulmasının ardından hızla gelişerek günümüze kadar ulaşan sanayileşme sürecinde, sanayi yapılarının üretim sistemleri ile beraber yapısal oluşumları da hızla gelişmiştir.

Gelişmekte olan ülke ekonomilerinin en büyük dinamiği olan sanayi olgusu, üretim işlemlerinin gerçekleşmesi ve üretimle ilgili bütün etkinliklerinin, istenilen koşullar altında yürüyebilmesi için sanayi yapılarına ihtiyaç duymaktadır. Üretim özellikleri doğrultusunda bazı sanayi yapıları, büyük açıklıklı yapılabilmektedir. Taşıyıcı sistemler kapsamında, genel olarak 15 m. üzerindeki açıklıklar olarak tanımlanan büyük açıklıklı sanayi yapıları; geniş alanları örtebilen, gelecekte büyüyebilme özelliklerine sahip, hızlı yapılan, ağır çalışma şartlarına dayanımlı, yapım maliyeti yüksek yapılardır. Mimarlık ve mühendislik açısından, yapım sistemlerini zorlayan, yeni yapı ürünlerinin gelişimine öncülük eden ve yapı teknolojisinin gelişiminin gözlenebildiği büyük açıklıklı sanayi yapıları, ancak disiplinler arası ortak çalışmalarla yapılabilecek yapılardır.

Büyük maliyetler ile yapılabilen bu yapıların üretiminde, en uygun yapısal kararların alınması, daha ucuz ve hızlı üretilen yapı ürünlerinin ve süreçlerinin seçimi, çok önemli hatta ulusal ekonominin gelişimi için bir koşuldur.

Bu araştırmada; mimara ve yapımcıya, tasarım ve yapım sürecinde etkili olabilecek, büyük açıklıklı sanayi yapıları ile ilgili veriler sunmak üzere, sanayi yapılarının tarihsel gelişimi, türleri, büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal öğeleri, yapım sistemleri ve yapısal oluşumunda etkili olan faktörler; örnekler ve analizler ile irdelenmiştir.

### 1.1 Araştırmanın Amacı

Büyük açıklıklı sanayi yapıları endüstrileşmiş yapım sistemleri ile yapılabilen, yapı teknolojilerindeki yeniliklerin ilk uygulandığı hatta yapı teknolojisinin gelişimine öncülük edebilen yapılardır. Disiplinler arası ortak bir çalışmayla oluşturulabilecek bu yapıları, istenen ve olması gereken niteliklerde inşa edebilmek için, bazı temel konuların bilinmesi gerekmektedir.

Bu tezde amaçlanan, büyük açıklıklı sanayi yapılarının, yapısal öğelerinin ve üretimlerinde uygulanan yapım sistemlerinin incelenmesi ve yapısal oluşumlarında uygun kararlar alabilmek için analiz edilmesi gereken faktörlerin irdelenmesidir.

## 1.2 Araştırmanın Kapsamı

Tezin kapsamı, büyük açıklıklı sanayi yapılarının;

- sanayi devrimiyle dünyada ve Türkiye’ de gelişimi,
- yapısal ögelerinin irdelenmesi,
- üretiminde uygulanabilen yapım sistemlerinin irdelenmesi,
- oluşumunu etkileyen faktörlerin tespiti,

ile sınırlandırılmış ve Türkiye’ de seçilen örnekler üzerinde yapısal olarak irdelenmesi ile bitirilmiştir.

## 1.3 Araştırmanın Yöntemi

Sanayi ve sanayi yapısı olgusu, dünyadaki ve Türkiye’deki gelişimleri, büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal ögeleri, üretimlerinde kullanılan yapım sistemleri ve yapısal oluşumlarında etkili faktörlerin irdelenmesi amacıyla;

- büyük açıklıklı sanayi yapıları ile ilgili, yerli ve yabancı literatür kaynakları araştırılmış,
- internet taramaları yapılarak yerli ve yabancı yapım ve üretici firmaların katalogları ve ürün bilgileri incelenmiş,
- yerli yapım ve üretici firmaların canlı kaynakları ile toplantılar yapılmış,
- proje yapım ve üretici firmaların canlı kaynakları ile toplantılar yapılmış,
- yerinde teknik uygulama ekipleri ile incelemeler ve tartışmalar yapılmıştır.

## 2. SANAYİ YAPISI OLGUSU, SINIFLANDIRILMASI VE EVRİMİ

### 2.1 Sanayi Yapısı Olgusu

Sanayi kavramı olarak bir üretim eylemini içerir ve ‘hammaddeleri yapılabir hale sokmak için uygulanan eylemlerin ve bu eylemleri uygulamak için kullanılan araçların tümüdür’ (Hasol, 1995). Başka bir tanıma göre sanayi ‘doğayı dönüştürücü bir eylem olarak, bir üretim tekniği olgusudur ve doğa-insanlar-ürünler arasında belirli bir ilişkiler biçimini içeren (oluşturan ve geliştiren) tarihsel ve toplumsal bir olaydır’ (Batur, 1970).

İnsan, varolduğu zamandan itibaren varlığını sürdürebilmek için doğayı dönüştürmek zorunda kalmıştır. ‘İnsanın doğada saklı bulunanları ve doğa güçlerini ihtiyaç maddeleri meydana getirmek amacıyla yararlanabilir hale dönüştürme eylemine üretim, bu eylem sonucu elde edilen ihtiyaç maddelerine de ürün denmektedir’ (Lange, 1965). Üretim, toplumların ilk insansal eylemidir. ‘Tarih öncesi uygarlıkları inceleyen antropologlar, çağın kültüründen sanayi adı altında söz edebilmektedirler. Veya üretim aletlerinin derinleştirilmiş bir bilgisi üzerine dayanan etnoloji, toplumların verilmiş bir andaki durumlarını, aletlere ilişkin olarak belirleyebilmektedir. Bu durumda aletin oynadığı rol, kemiğin paleontolojide oynadığı rolün eşidir. Ve bu kapsamı içinde sanayi, insanla yaşattır’ (Batur, 1970). İnsan varoluşundan itibaren yaşamını sürdürebilmek için daima üretmektedir. Ürünlerin başında barınma ihtiyacını gidermek için yapılan yapılar gelmektedir. İkel çağlardaki bu üretim eylemi tarih boyunca büyük gelişmeler sağlamış ve insan yaşamındaki değişmelere paralel olarak bugünkü durumuna gelmiştir.

Uygarlık kavramının gelişimi ve tarih içindeki yerini alması üretimde kullanılan teknolojilerin düzeyi ile yakından ilgilidir. Tarih boyunca insan ihtiyaçlarının değişmesi, üretim tekniklerinin gelişerek yeni boyutlar kazanmasına neden olmuştur. Üretim eyleminde gelişmiş yeni tekniklerin kullanılması ise sanayileşme olgusunu oluşturmuştur. Üretim hız kazanması, üründe kalitenin artması, makine gücü kullanım oranının yükselmesi, sanayileşmenin getirdiği en büyük gelişmelerdir. Bu gelişmeler sanayileşme olgusunu tanımlayabilmektedir. Daha geniş bir anlamda sanayileşmenin tanımı şöyle yapılmıştır: ‘Sanayileşme; herhangi bir üretim kesiminde girişimci / kullanıcıların yerini, piyasaya hazır mal veya hizmet arz etmek amacıyla güden profesyonel girişimcilerini alarak; sürekli, büyük ölçekte üretime geçilmesi ve bu doğrultuda üretkenliği arttırmaya yönelik belli teknik ve ekonomik çözümlerin yaygın bir biçimde uygulanmaya başlanmasıdır’ (Sey vd., 1986).

Bir eylemler bütünü olan sanayinin, diğer eylem grupları gibi ihtiyaç duyduğu, üretim

işleminin gerçekleşmesi ve üretimle ilgili gerekli bütün etkinliklerin istenilen koşullar altında yürümesi için, üretim alanını sınırlayan ve üretim karakterine uygun alanlar sağlayan mekanlardan oluşan yapı veya yapılar grubuna ihtiyacı vardır. Bu yapılar, belirli bir üretim sistemi ile bir ürünün üretilmesiyle ilgili eylemler bütünüdürün gerçekleştirildiği üretim mekanlarıdır. Daha geniş anlamda da sanayi yapısı; ‘belirli bir ürünün gerçekleştirilmesi için belirli bir ulaşım sistemi içinde ana para, çalışan, makine, donatım, tesisat, araç, gereç, vb. unsurların bağlı oldukları sistemin bir parçası olarak organize edilmesi, kolay, ekonomik ve başarılı bir biçimde işletilmesi amacı ile oluşturulan bir iş yeri yapısıdır’ (Hızıroğlu, 1979).

‘Sanayi yapılarının biçimlenmesi büyük ölçüde fonksiyonları izlemektedir. Bu yapılarda problemlerin az bir kısmı bağımsız kalabilmekte ise de, tasarım’ ve yapı ile ilgili ‘problemleri diğerlerinden kopuk olarak düşünmek mümkün değildir’ (Manning, 1962). Bu nedenle bir sanayi yapısındaki fonksiyonların ilişkiler sistemi içinde ele alınması gerekmektedir. Sanayi yapılarında tasarımın en önemli amacı, ekonomik ve büyüyebilme imkanına sahip olarak işleme şartlarının sağlanması olmaktadır.

Sanayide üretim çok çeşitli operasyonları kapsamaktadır. Sanayi yapısı, üretim sistemine ait bu çok sayıda farklı operasyonları, belirli konfor koşullarını sağlayarak, dış çevresel etkenlerden koruyan bir yapı türüdür ve ürün veya hizmet üretilmesi için; yatırımcı, sermaye, çalışan, arsa ve üretim etmenlerinin bir araya getirildiği oluşumlardır.

Açıklıkları, 15 – 20 metreden fazla olan sanayi yapıları, büyük açıklıklı sanayi yapıları olarak adlandırılırlar. Disiplinler arası ortak bir çalışmayla tasarlanması gereken bu yapılar, gerçekte mimari sınırların zorlandığı, yapı teknolojisindeki yeniliklerin ortaya konulduğu, öncü yapılar olarak ta nitelendirilebilirler. Özellikle geniş açıklıklara ihtiyaç duymaları sebebi ile teknolojik açıdan pek çok yeni inşaat faaliyetlerinin oluşumunu sağlamaktadırlar.

## **2.2 Sanayi Yapısının Evrimi**

### **2.2.1 Sanayi Devrimi**

Bir dönemin yapısını, biçimselliğinin yanında özüne de değinilen bir çerçeve içinde incelenmesi için, o dönemin toplumsal koşullarının, akımlarının, sınıfsal yapısının ve bu ortamların düşünsel ve siyasal yansımalarının da araştırılması gerekmektedir.

18. yüzyılın ortalarında, Batı uygarlıklarında, sanayi devrimi denen yeni bir gelişme ve kapalı dünyayı sarsan oluşumlar görülmektedir. ‘Sanayi devrimi ile, Batılı toplumların yaşamlarında, köklü değişiklikler olmuştur. Tarımsal üretimin biçimlerinde ve ulaştırma araçlarında da

büyük gelişmeler yaşanmıştır. Batı toplumu hızla genişleyen bir makineleşmeye yönelmiş, nüfus ta hızla artmaya başlamıştır. Zincirleme birçok buluşlar yaşanmış, bu buluşlar da insanların üretim için sarf ettikleri fiziksel çabayı derece derece azaltmıştır' (Tanilli, 1997).

Sanayi devrimi; sermayenin ve insan gücünün merkezleşmesi, makinelerin gitgide karmaşık duruma gelmesi ve üretim alanlarının enerji kaynaklarına yakın yerlere toplanmaları gerekliliğini doğurmuştur. Bunun sonucunda büyük fabrikalar yapılmaya başlanmıştır. Fabrika, yani kapital sahipleri ile, işçiler arasında eskisinden çok daha farklı sosyal ilişkiler kurulmuştur. Tüm sanayiciler kentlere yerleşmiş ya da yeni kentler kurulmasına sebep olmuşlardır. Bunun sonucunda kentler ile köy ve kasabalar arasında eskiden beri görülmekte olan farklılıklar daha da derinleşmiştir. Kentler sanayi ve ticari faaliyetlerin merkezleri, köyler ve kasabalar ise sadece tarım faaliyetlerinin yerleşimleri olmuşlardır.

Sanayi devriminin 1750'lerden 1890'lara kadar süren ilk döneminde sanayi yapılarında hidrolik enerjinin yerini, James Watt'ın 1765'te bulduğu buhar enerjisi almıştır. Yine bu ilk dönemde dokuma sanayi ve metalurji konularında büyük gelişmeler olmuştur. Metalurjideki gelişmeler sonucu ilk yüksek fırınlarından Bessemer (1856) yöntemiyle çelik üretime geçilmiş, özellikle demiryolu yapımına büyük olanaklar sağlamıştır. Batı Avrupa, bütün bu gelişmelerin merkezi olmuştur. Maden kömürü bakımından zengin ülkeler, hareketin başını çekmişlerdir. İngiltere ve Almanya, bu ülkelere örnektir.

'1896'lardaki büyük fiyat artışları, sanayi devriminin ikinci dönemini başlatmış ve 1928'e kadar sürmüştür. Bu dönemde de enerji kaynakları bakımından, maden kömürü önemli bir rol oynamaya devam etmiş, bunun yanında elektrik ve petrol enerjisi bulunarak sanayide hızla kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra yeni sanayi alanları olarak kimya sanayi ile, otomobil ve uçak yapımına yarayan mekanik sanayi gelişmiştir. Bu yeni sanayi oluşumu, geliştirilmiş bir iş bölümüne dayanmakta ve işçilerin zaman kaybını önleyecek yöntemleri araştırıp kullanmaktadır. Zincirleme çalışma yöntemi (Taylorizasyon) ile, üretim, o zamana kadar görülmemiş boyutlara çıkmıştır. Son olarak tarım da sanayileşmiş, uzmanlaşmış ve mekanik tarım araçları kullanılmaya başlanmıştır' (Tanilli, 1997).

Sanayi, günümüzde de gelişimini sürdürmekte, bir anlamda sanayi devrimi devam etmektedir. Hızla gelişen otomasyon ve elektronik sistemler, gelişen enerji üretim olanakları, sanayi yapılarının yapım sistemlerinin ve teknolojilerinin de geliştirilmesine yol açmakta, üretilen yeni yapı malzemeleri, sanayi yapıları yapımında gelişime öncülük etmektedir.

### 2.2.2 Dünyada Sanayi Yapısının Evrimi

Geçmiş dönemlerde, toplumların zaman içinde ortaya çıkan ve hızla karşılanması gereken ihtiyaçları, bunları gerçekleştiren kurumlarca özümstenip algılanıncaya ve bu ihtiyaçların karşılığı olan biçimler ortaya çıkıncaya kadar, bir önceki aşamanın yarattığı biçimsel kalıplar ve koşullanmalar içinde yapılaşdırılmaktaydılar. Sanayi yapılarının gelişimi de bu oluşum doğrultusunda olmuştur. Yeni yapı malzemeleri üreilmeye başlamış olsa bile yapılarda eski biçimlerin uygulanmaya devam ettiği görülmektedir.

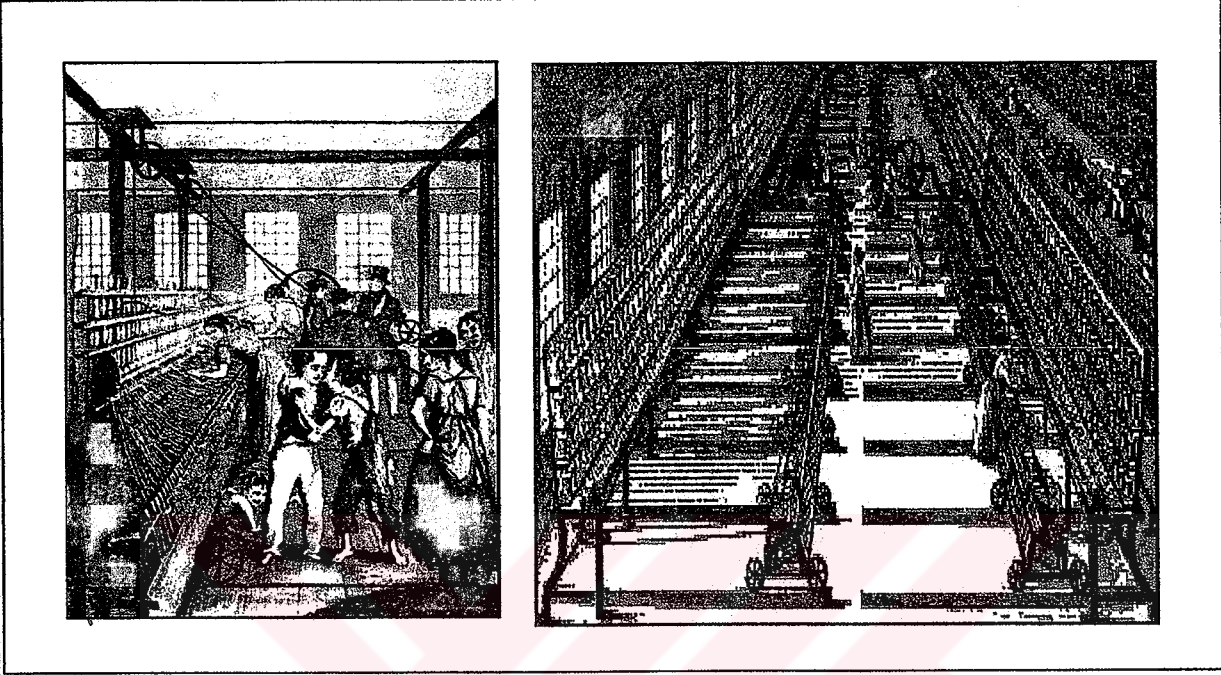
Sanayi devrimi ile birlikte sanayi yapıları da yeni bir fonksiyon ve içerik kazanmışlardır. 'Üretilen yeni inşaat malzemeleri, önce eski biçimsel kalıplar içinde, köprülerde, su kemerlerinde, su kulelerinde vb. kullanılmıştır. Dökme demirden İngiltere' de Severn nehri üzerinde yapılan ilk köprü (1777-1779) bu yapılara örnektir. Mimar T.F. Pritchard tarafından tasarlanan köprü, hem strüktürün ana biçimlenişi ile hem de dekoratif bazı eklenti elemanları ile eski taş köprüleri andırmaktadır' (Batur, 1970), (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 İngiltere'de yapılan ilk demir köprü, (Gössel, 1991).

İlk sanayi yapılarının belirleyici niteliği, işlevde ve malzemede yenilik olmuştur. Fakat yeni malzemelerin sahip oldukları özelliklerin gereği olan yeni bir strüktür oluşturulamamıştır. Bu yapılarda yeni malzemelerin; hafiflik, kesitlerinin inceliği, geniş açıklıkları geçilebilmeleri, yapım sürelerinin kısalığı gibi özelliklerinden yararlanıldığı halde, eski strüktür sistemlerine bağlı kalınmıştır. Fakat geniş açıklıkların geçilebilmesi önemli bir gelişmedir. Özellikle ilk dönemde en yaygın olan tekstil sanayisinde, enerji kaynağı buhar makinesidir ve genelde

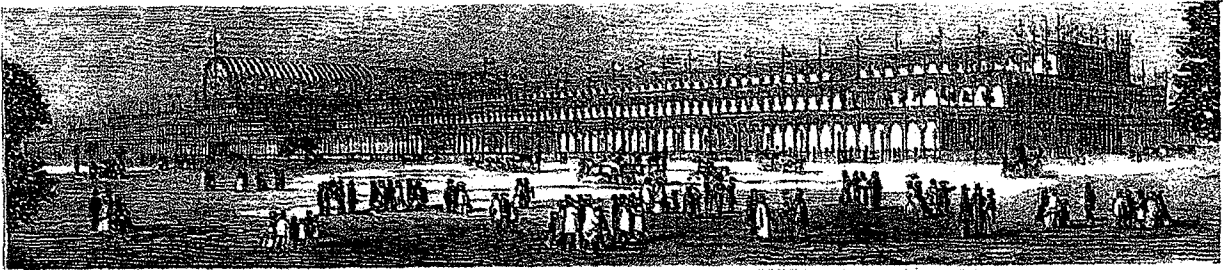
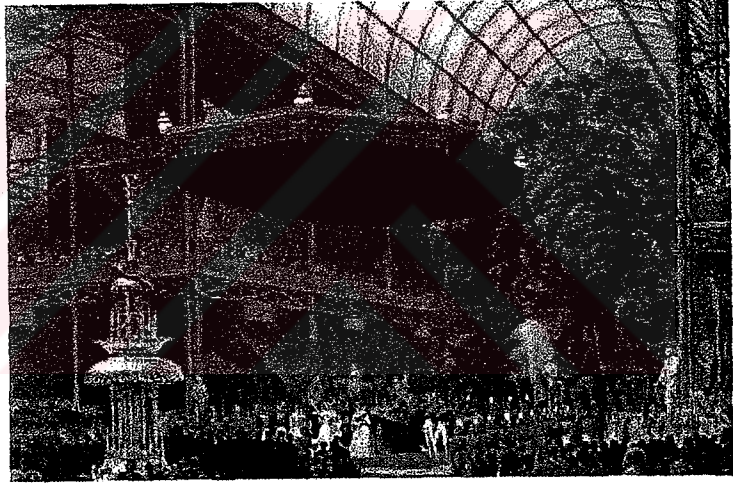
bütün bir fabrikada bu makineden bir tane bulunmaktadır. Bu sebeple, bütün araçların vargeller ve kolonlar aracılığı ile bu makineye bağlanması zorunludur. Bu özelliğinden ötürü bu üretim sistemi, en azından kesiksiz sürekli bir hacme ihtiyaç duymaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 İngiltere’ de bir tekstil fabrikası, (Gössel, 1991).

Sanayi yapıları bu aşamada yeni bir işlevin henüz eski biçimlerde karşılandığı bir durumdadır. Bundan sonraki aşamada, malzeme ile yapının strüktürü arasında bir uyum görülmeye başlanmıştır. Fakat bu davranış sanayi yapılarında değil de daha çok ürünlerin gösterişli bir biçimde teşhir edilmesi amacıyla inşa edilen sergi yapılarında ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar da çoğunlukla mühendisler tarafından yapılmıştır.

Dökme demir ve cam malzeme, 19.yüzyılın ortasından önce, çoğunlukla bahçe seralarında ve limonluklarda kullanılmıştır. Bu malzemeler, sanayi ile ilgili olarak ilk kez 1851’de Londra’da açılan büyük sanayi sergisinde kullanılmıştır. Yapı, asıl mesleği bahçıvanlık ve bitki uzmanlığı olan ve sera yapılarından dolayı, demir ve cam malzemeyi iyi tanıyan Joseph Paxton tarafından projelendirilmiştir. Daha sonra Crystal Palace adı verilen yapı, dökme demir iskelet olarak yapılmış ve arası cam ile kaplanmıştır. O dönemin koşullarında ‘karmaşık bir ağ gibi dokunmuş iskeleti ile sadece camdan sınırları olan, sonsuzcasına sürekli bu yapı, şaşkınlıkla dolaşılacak, içinde insanın mekan algısını kaybedebileceği bir ortam oluşturmuştur’ (Scully, 1972), (Şekil 2.3).

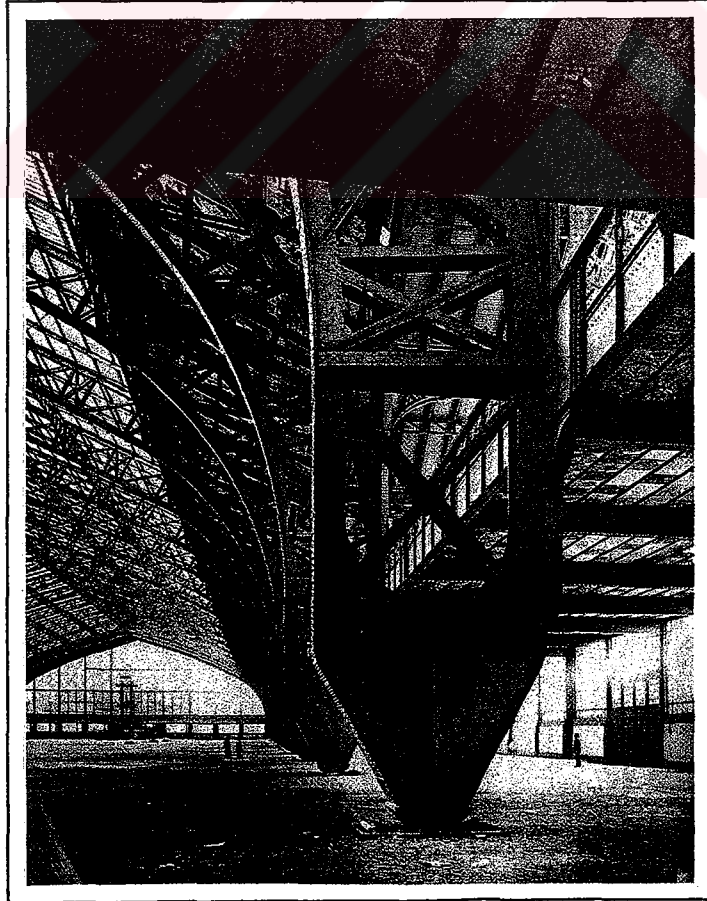


Şekil 2.3 Londra'da sergi yapısı olarak yapılan Crystal Palace, 1851, (Gössel,1991).

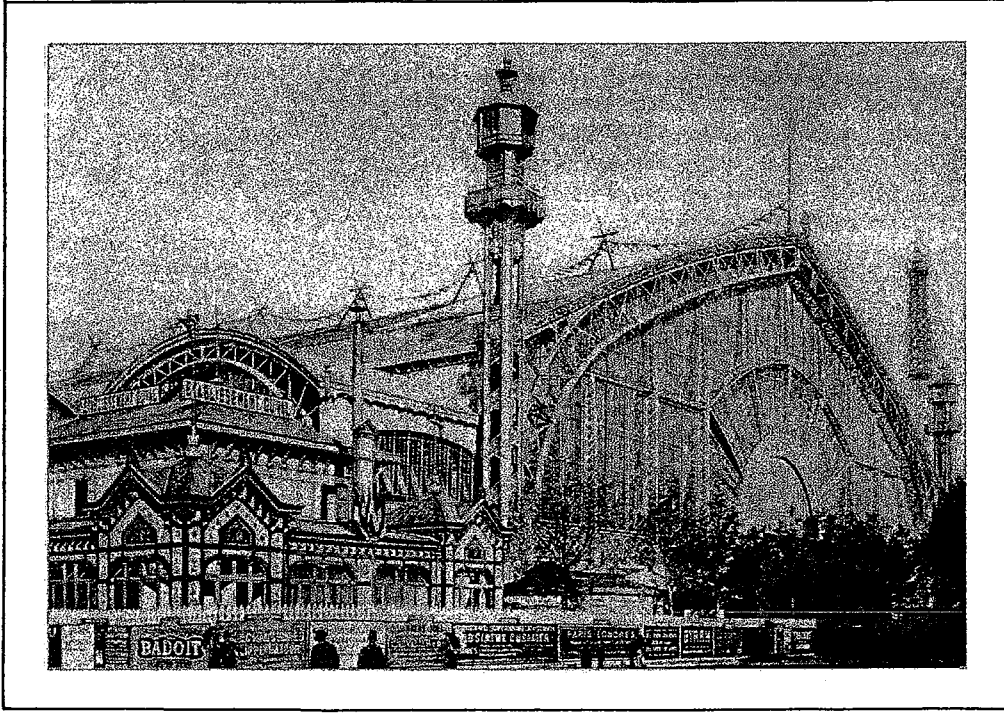
'Bir optik merkezden yoksun olan yapının, sınırsız uzunlukta görünmesi tasarlanmıştır. Basit bir motifin tekrarı üzerine kurulu olan bu kompozisyon; görünüşte klasik geleneğin modellerine benzemektedir, fakat benimsenen oranlar ve boyutlar sonucu yapı, tepeden tırnağa değişime uğramıştır (Benevolo, 1981). Bu yapıyı oluşturan elemanlar tamamen standardize edilmiş ve yapım yerine hazır bir şekilde getirilmiştir. Yapım hızı dört ay gibi çok kısa bir süre olan yapı, standardizasyon ve prefabrikasyonun ilk büyük örneği olmuştur.

Hızlanan sanayileşme süreci sonucu, üreticilerin dış pazarlara açılma gereği doğrultusunda, 19.yüzyılın ikinci yarısında birçok sergi düzenlenmiştir. Bir çeşit ulusal gövde gösterisi olan bu sergilerin en ilgi çekicileri, 1855, 1885, 1889 ve 1900 yıllarında Paris'te düzenlenenlerdir. En önemlisi 1889 sergisidir. Bu sergi, birbirine ekli bir dizi yapıdan oluşmuştur ( U biçiminde bir saray, Makineler Galerisi ve Eiffel Kulesi ).

1856'da Bessemer dönüştürücüleri yardımı ile çelik elde edilmiş, 1864'te açık-ocak sürecine geçilmiş ve 1878'de ise çelik üretim süreci mükemmel bir hale gelmiştir. 1889'da Dutert ile Contamine'nin birlikte yaptıkları Galerie des Machines ( Makineler Galerisi), çeliğin gelişimi sonucu, o zamana kadar yapılanlara göre çelik kullanımının en güzel örneği olmuştur (Şekil 2.4 ve Şekil 2.5). Açıklık 115 metredir ve mafsallı çelik makaslar ile geçilmiştir.

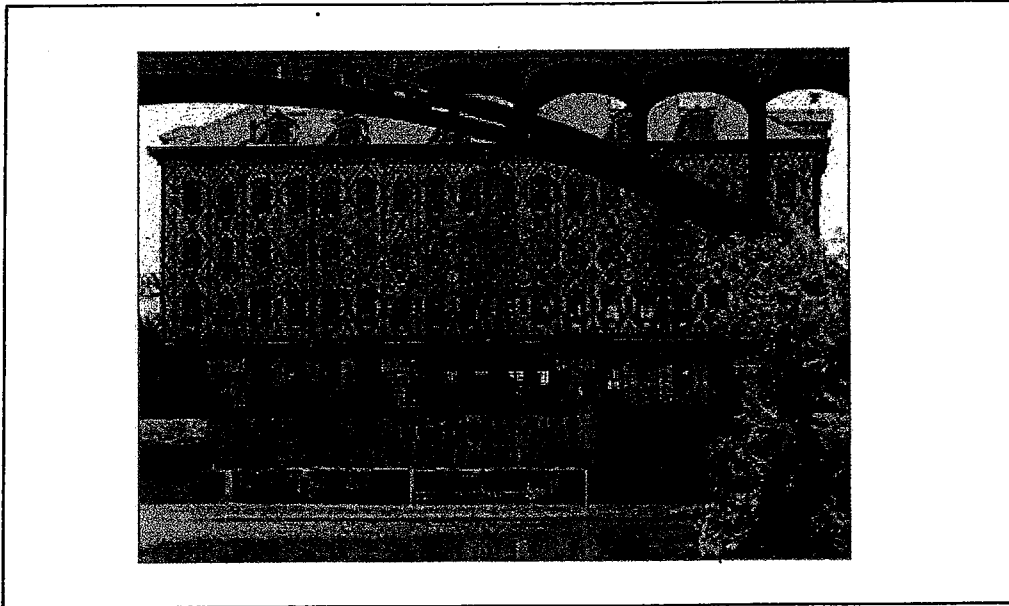


Şekil 2.4 Galerie des Machines, 1889, (Gössel,1991).



Şekil 2.5 Galerie des Machines, 1889, (Gössel,1991).

‘Bu dönemde birkaç fabrika örneğinden birisi de, ilk iskelet yapı örneği olan ve Jules Saulnier’in 1871-1872’de Noisiel-sur-Seine’de yaptığı çikolata fabrikasıdır (Şekil 2.6). Seine nehri üzerine oturtulmuş dört büyük ayağa oturan dört ana taşıyıcı sistemden meydana gelen bu yapının çevresi kagir bir kabukla çevrilmiştir. Yüzeyler ve çatıyı dolduran dekoratif öğeler ise, henüz kurumlarını ve beğenisini yaratamamış, karmaşık bir üretim sürecinin bütün yozlaşma belirtilerini taşımaktadır’ (Batur, 1970).

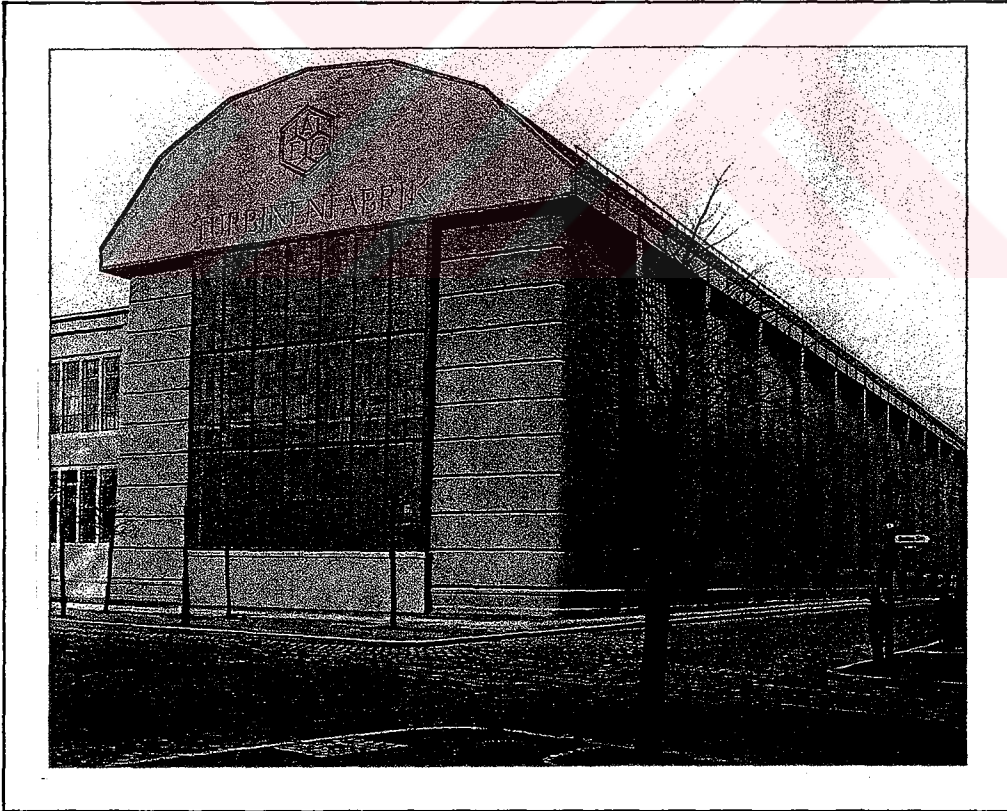


Şekil 2.6 Çikolata Fabrikası, Noisiel-sur-Seine.

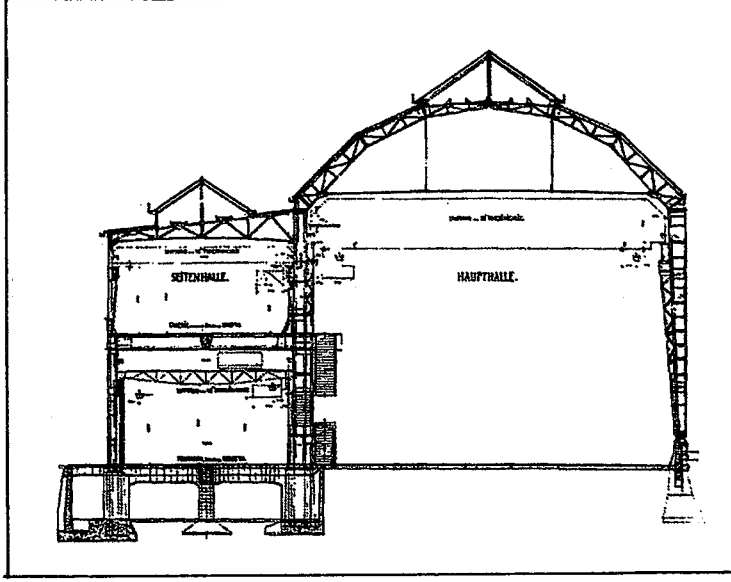
## Birinci Dünya Savaşı Öncesi

1907’ de Almanya’da Deutscher Werkbund adı altında; fabrikatör, mimar ve dizayncıların bir çeşit buluşma yeri olan bir kurumun oluşturulması ile, sanayicilerin mimarlar ile işbirliği içinde çalışmaları başlamıştır. Buna ilk örnek olarak, AEG firması, yaptıracığı sanayi yapılarının, ürünlerinin, ambalaj biçimlerinin, hatta kullanacağı kırtasiye gereçlerinin biçimlendirilme sorumluluğunu mimar Peter Behrens’ e vermiştir. Bu olay, sanayi yapılarının gelişimleri açısından, tarihteki önemli bir hareket olmuştur.

Peter Behrens, çalışmalarında, AEG’nin sanayi yapılarına, eski biçimlerden arınmış, kullanılan malzemenin işlevi, hammaddesi ve yapım süreci iyi düşünülmüş saf ve sağlam bir düzen getirmiştir. Örneğin Turbine Fabrikası, Almanya’da yapılan ilk çelik ve cam yapıdır (Şekil 2.7 ve Şekil 2.8). Strüktürün kurulmasındaki akılcı tutum ve dozu iyi ayarlanmış bir anıtsallık bakımından tutarlı bir örnek olmaktadır.

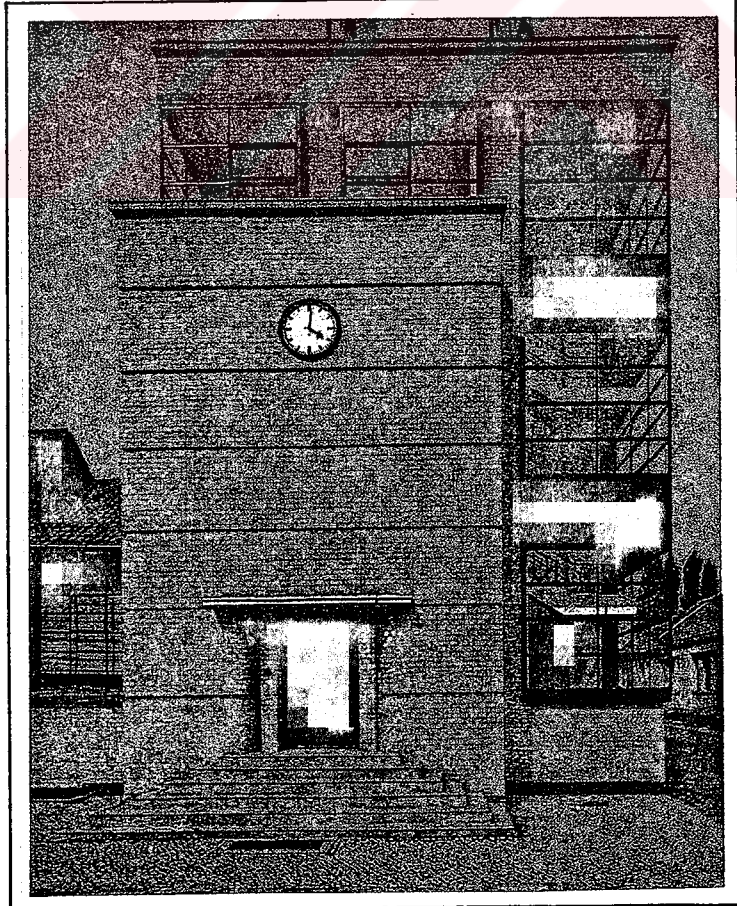


Şekil 2.7 AEG Turbine Fabrikası, mimar Peter Behrens, 1909, (Gössel,1991).



Şekil 2.8 AEG Turbine Fabrikası, mimar Peter Behrens, 1909, (Gössel,1991).

Behrens'in sanayi yapılarındaki çabalarını Walter Gropius sürdürmüştür. Gropius'un ilk bağımsız uygulaması, Adolf Mayer ile birlikte yaptığı, Fagus ayakkabı bağı fabrikasıdır (1911). Bu yapı, yalnızca sanayi yapısı olarak değil, aynı zamanda herhangi bir yapı olarak ta mimarlığın yüzyıl başındaki gelişmesi içinde ayrıcalıklı bir yer tutmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Fagus Fabrikası, mimar Walter Gropius, 1911, (Gössel,1991).

Üç katlı olan yapı çelik bir strüktür tarafından taşınmaktadır. Dış duvarlar cam perde olarak yapılmıştır. Köşelerdeki taşıyıcılar kaldırılarak, cam perdeler iyice açığa çıkarılmıştır. Bunun yanında da çatısında, herhangi bir çatı kornişinin bulunmayışı, girişi çevreleyen yatay tuğla bantlar gibi özellikleri, o dönem için oldukça yeni ayrıntılar olmuşlardır.

Çelik, beton ve cam hızla geleneksel kaba yapım gereçlerinin yerini almışlardır. Bu yeni yapı malzemelerinin sağlamlığı ve moleküler yoğunluğu sayesinde, geniş açıklıklı şeffaf yapılar oluşturulabilmiştir.

Bu gelişmeler, Gropius ile Meyer'in 1914'te Köln'de açılan Werkbund sergisi için yaptıkları yönetim yapısı ve arkasındaki örnek fabrikada da görülmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Gropius ve Meyer, Werkbund Sergisi için bir fabrika, 1914, (Gössel,1991).

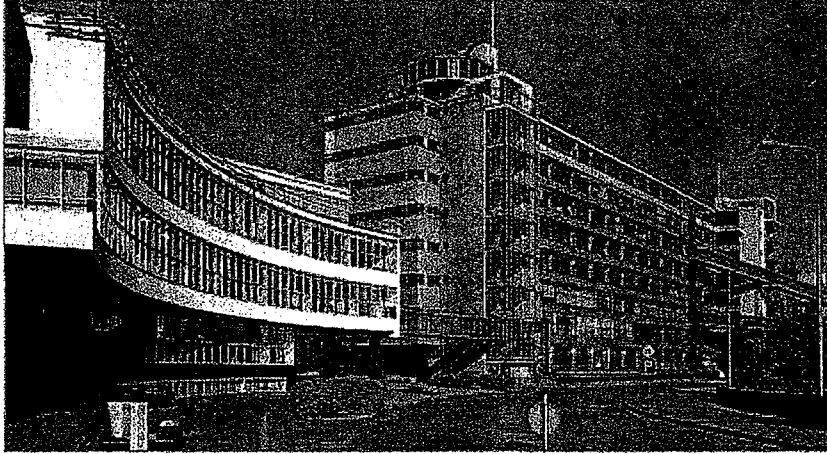
### **Birinci Dünya Savaşı Sonrası**

'Savaşı izleyen yıllardaki karışıklıklar, barışın geri gelmeyeceği kaygısı gibi belirsizlikler, mimarlığı ve mimarları kaçışa sürüklemiş, ekspresyonizm ortaya çıkmıştır' (Pevsner, 1970). Behrens'in 1920-1925 yılları arasında Hoechst'ün boya fabrikaları için yaptığı büro bloğu, özellikle girişi, ekspresyonizmin en uç örneklerinden birisidir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Hoechst Boya Fabrikası, büro bloğu, 1925.

Ekspresyonist tutum 1925'te yok olmuş, yerini alan tutuma da enternasyonal stil denmiştir. Bu stil içinde süratli yapım yöntemleri geliştirilmiş, fakat yapı elemanlarının yanısıra, adeta düşüncenin ve tasarımın yöntemlerinin bile standartlaştırılmış olması giderek bu tutumu kısırlaştırmıştır. Bu tarzda inşa edilmiş sanayi yapılarına örnek olarak J.Andreas Brinkman ile L.C. Van derVlugt' un 1928-1929'da Rotterdam'da yaptıkları Van Nelle Tütün Fabrikası (Şekil 2.12), ile Sir Owens Williams'ın 1930-1932'de Nottingham'da yaptığı Boots Kimyasal Ürünler Fabrikası gösterilmektedir.

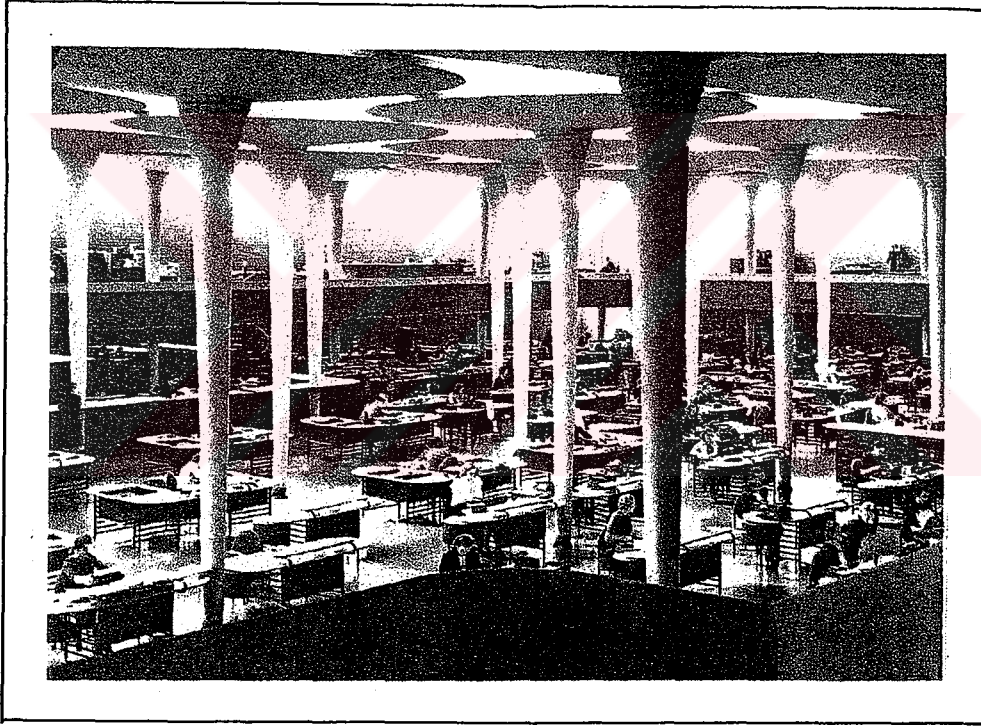


Şekil 2.12 Van Nelle Tütün Fabrikası, Rotterdam, 1929, (Gössel,1991).

## İkinci Dünya Savaşı Öncesi

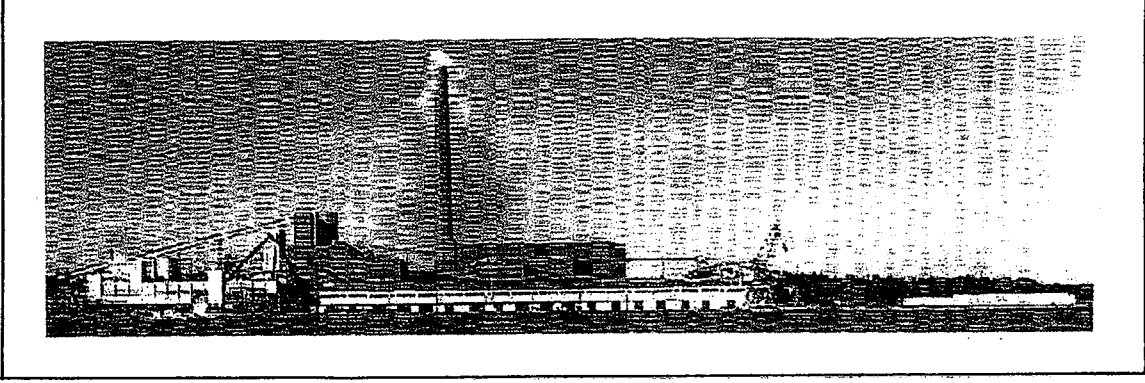
Sanayi yapıları yapımında iki savaş arası yıllarda, değişmekte ve gelişmekte olan yeni teknolojik düzey için yeni imgeler aranması olgusu ağırlık kazanmıştır. Böylece sanayi yapılarının programına katılan yönetim binaları ve araştırma birimleri, programların daha büyük bir bölümünü doldurmuştur. Bu olgu daha da gelişerek, anamalcı düzenin yarattığı yapay gereksinmelerin, geri dönüp sanayi yapısında yansması sonucu, yapılar prestij yapılarına dönüşmüş, bir anıtsallık kazanmaya başlamışlardır.

Frank Lloyd Wright'ın S. C. Johnson & Son firması için Racine, Wisconsin'de 1936 – 1939 yıllarında yaptığı yönetim binası ve araştırma merkezi buna örnek gösterilebilmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 S.C. Johnson & Son Şirketi, F.L. Wright, 1939, , (Gössel,1991).

Yine Alvar Aalto'nun Finlandiya Sunila'da ki fabrika kompleksidir (Şekil 2.14). Bu yapıdan başka, bir dizi selüloz ve bıçkı fabrikaları da yapılmıştır. Bu yapılar, abartılmış büyüklük ve gösterişten uzak, lüks ve zarif olmayan yapılardır. Üretim sürecinden sonuca ulaşılmış, düz, görünüşü hoş giden, sade yapılar olmuşlardır.



Şekil 2.14 Alver Aalto, Sunila Fabrikası, (Gössel,1991).

### İkinci Dünya Savaşı Sonrası

Savaş sonrası sanayi yapıları kompleksleri içinde, yönetim, pazarlama ve araştırma-geliştirme bölümlerinin ağırlık kazandığı görülmektedir. Bu yaklaşım sanayinin bilime açılması gibi görülebilecek bir davranış olarak nitelendirilmektedir. Mimarinin de bilime açılması bu döneme rastlamaktadır. Sanayi yapılarında ikinci önemli değişiklik de, yapıların büyüyen hacmi, patronun yerine, yönetim kurullarının ve danışma kurullarının oluşturulması ve böylece yönetimin tek kişiden, grup yönetimine dönüşmesi olmuştur.

1950'lerden son yıllara kadar, sanayi yapısının Avrupa ve ABD' deki gelişimi dışı vuran özellikleri yönünden iki ayrı doğrultuda olmaktadır. Yapıların özünde yatan üretim sürecinin saptanması ve yapı içinde örgütlenmesi, hemen bütün yapılarda aynı ilkelere göre çözümlenmektedir. Fakat bu sürecin etrafına giydirilen kaplamanın, bir ileri sanayi toplumunun imgesi olarak, anıtsallık derecesi, bu anıtsallığın elde edilme yöntemi, biçimi, rengi, dokusu farklılıklar göstermektedir.

### 2.2.3 Türkiye’de Sanayi Yapısının Evrimi

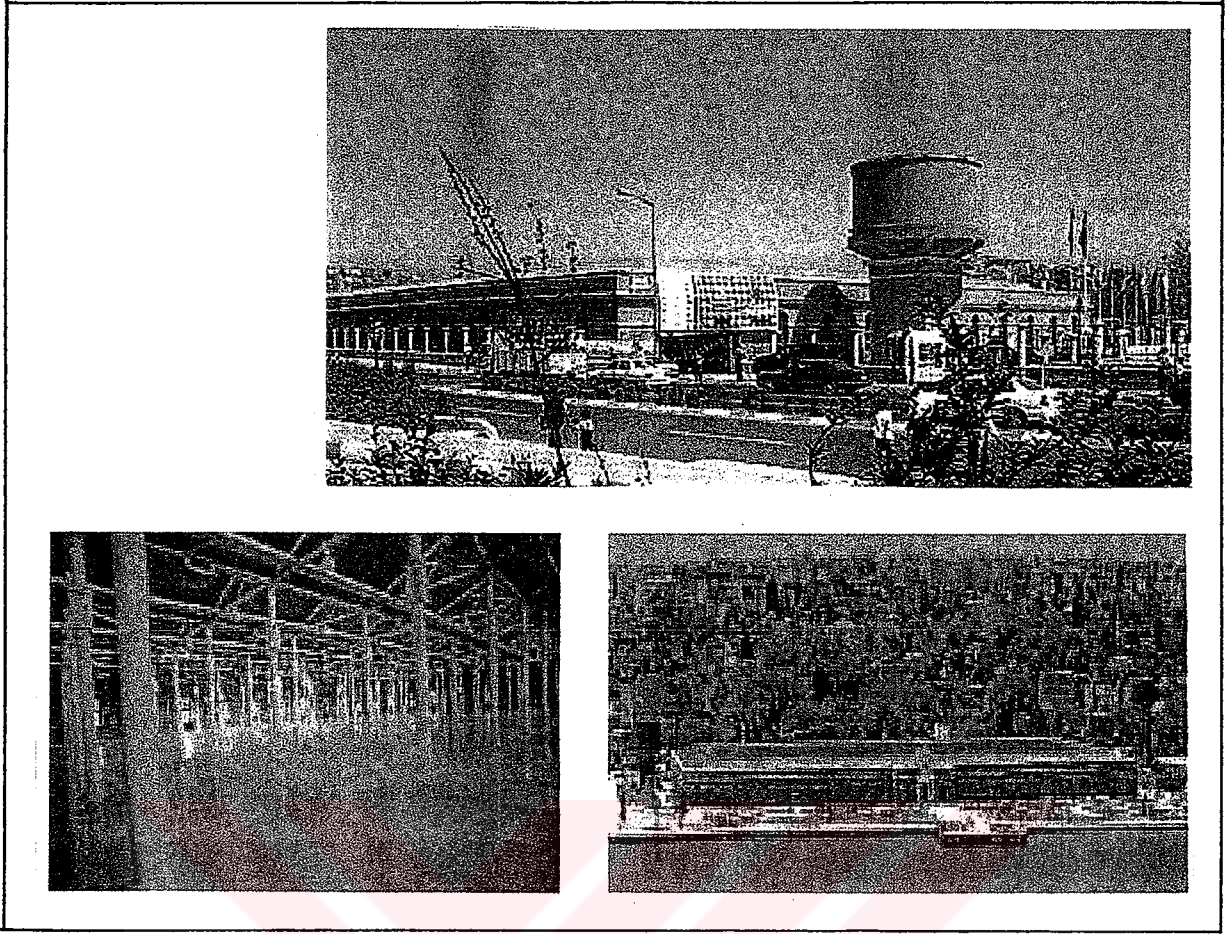
Türkiye’de, sanayi yapılarının evrimi üç dönemde incelenecektir.

- 1- Cumhuriyet öncesi Osmanlı döneminde, sanayi yapılarının irdelenmesi (1800 – 1923).
- 2- Cumhuriyetin kurulmasından ikinci dünya savaşına kadar geçen dönemde, sanayi yapılarının irdelenmesi (1923 – 1939).
- 3- İkinci dünya savaşından günümüze kadar geçen dönemde, sanayi yapılarının irdelenmesi (1939 - ...).

#### **Cumhuriyet öncesi Osmanlı Dönemi’nde, sanayi yapılarının gelişimi (1800-1923).**

Cumhuriyet öncesi Osmanlı Dönemi’nde, tersaneler ve askeri fabrikalar dışında büyük çapta sanayi yapısı hemen hemen hiç yapılmamıştır. Osmanlı İmparatorluğu, gelişiminin son dönemlerine vardığı 16.yüzyıl sonunda, Avrupa devletlerine kapitülasyonlar ile vermiş olduğu büyük ödümler sonucu, sanayisini geliştirememiş, batı devletlerinin sanayisine bağımlı bir pazar haline gelmiştir. Osmanlı sanayisi, ekonomisinin siyasal durumla birlikte giderek bozulması sonucu zayıflamış, zamanla köylerin, kapalı ekonomi biçiminde süregelen ilkel tarımsal yapısı yanında, küçük meta üretimine dayalı, geri teknolojiyle çalışan bir sanayi durumuna gelmiştir. “Osmanlı İmparatorluğu, 1838 yılında yapılan ticaret antlaşmasında tanıdığı haklar ile kapılarını, önce İngiltere’ye sonra diğer Avrupa ülkelerine, gümrüksüz olarak açmıştır. Bunun sonucunda; sanayi yabancı rekabet karşısında çökmüş, dış borçlanma giderek artmış, doğal kaynakların işletilmesi batılı ülkelerin eline geçmiştir” (Aslanoğlu, 1980). Sanayi yapıları da, batıda, sanayi devrimiyle hızla gelişirken, Osmanlı İmparatorluğu’nda, ekonomik, siyasi ve dini nedenlerden dolayı gelişmemiştir:

Gerçek anlamda ilk sanayi yapıları, 19.yüzyılın ortalarında yapılmaya başlanmıştır. Bu yapılar da, devlet tarafından, zorunlu ihtiyaçları karşılamak için yapılmış yatırımlardır (Gıda, tekstil, tersane gibi). 1833 yılında yapılan Feshane Fabrika-i Hümayun ( Dokuma Fabrikası – Mimar Krikor Balyan), Osmanlı Devleti’nin ilk sanayi yapısı sayılabilmektedir (Şekil 2.15). Yapı, 5.40 metrede bir oluşturulan akslara yerleştirilen, daire kesitli dökme demir boru kolonlar ve bu kolonlara oturtulan çelik makas kirişlerden oluşturulmuştur. Çelik elemanların montajında perçin ve bulon kullanılmıştır. Cephelerde 50 cm. kalınlığında yığma kagir duvar yapılmıştır. 8.500 m2 alanı kaplayan yapının tekstil fabrikası olması ve doğal aydınlatma ihtiyacı dikkate alınarak, çatı örtüsünde şed çatı formu kullanılmıştır.



Şekil 2.15 Feshane Fabrika-i Hümayun ( dokuma fabrikası).

19.yüzyılın sonlarına doğru yapılmış olan Hasköy Tersanesi Bakım Onarım Atölyeleri'nde kagir duvarlar taşıyıcı olarak kullanılmışlardır. Yapıda çelik profillere de rastlanmaktadır. 1000 m<sup>2</sup>' yi kaplayan yapıda 12.50 m. açıklık geçilmiş ve kolonlar iki I profilden teşkil edilmiştir. Bu profillerin üzerine ahşap çatı sistemi oturtulmuş ve doğal ışığın kullanılması düşünülmüştür. Çatı kaplaması olarak dönemin tek malzemesi olan kiremit kullanılmıştır.

Cumhuriyet öncesi Osmanlı döneminde yapılan bu az sayıda sanayi yapıları; teknolojinin yetersiz olması, malzeme seçeneklerinin çok sınırlı olması, imalat ve montajda, zaman, işçilik ve maliyet yönünden olumsuzluklar dolayısıyla çok zayıf kalmış, basit yapılardır. Genelde yapım malzemesi olarak, kagir duvar, çelik ve ahşap kullanılmıştır.

**Cumhuriyetin kurulmasından İkinci Dünya Savaşı'na kadar geçen dönemde, sanayi yapılarının irdelenmesi (1923 – 1939).**

Türkiye Cumhuriyeti, Osmanlı Devleti'nden harabe halinde bir ülke, çok geri kalmış bir tarım ve çok ilkel bir sanayi devralmıştır. Cumhuriyet ile birlikte, iktisadi ve toplumsal yapıyı, gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaştırma çabaları başlamıştır. 'Düzenlenen kongrelerde amaç olarak; iktisadi bakımdan kuvvetli bir devlet olmak için mevcut kaynakların kullanılarak,

büyük küçük her çeşit sanayinin yaratılması belirlenmiştir' (Serin, 1963). Bu dönemde sanayinin gelişmesinin teşvik edilmesi, yerli sanayi korunması, özel girişimlere ulusal ekonomi içinde önemli bir yer verilmesi, kredi olanaklarının sağlanması, sanayi için teknik eleman gereksinimi teknik eğitimler ile karşılanmaya çalışılması amaçlanmıştır. Özel sektörün gerçekleştiremediği yatırımlar, devlet eliyle yapılmaya çalışılmıştır. Fakat 1929 yılında dünya genelinde yaşanan ekonomik bunalım, devletin özel girişime olan güveninin sarsılmasına ve devletçiliğe yönelmesine sebep olmuştur. Bu nedenle Cumhuriyet Dönemi'nde yapılan sanayi yapılarının hepsi devlet tarafından yapılmıştır. Bu sanayi yapıları daha çok gıda (şeker), dokuma, maden gibi sektörlerde yapılmıştır. Sanayi yapılarının yapımına hız verilmeye çalışıldıysa da, ağır sanayiye fazla önem verilmemiştir.

İzmir Tütün ve İşletme Evi ( 1937 – Mimar Frahlich), dönemin en önemli sanayi yapılarından biridir. Zemin kat ve beş normal kattan oluşturulan yapı, betonarme iskelet sistemle 27.000 m<sup>2</sup> kapalı alanlı olarak yapılmıştır. Taşıyıcı kolonlar, 4.00 m. x 4.00 m. boyutlarındaki akslarda yerleştirilmiştir. Döşemeler, 1930'lu yıllarda sıkça kullanılan mantar döşeme olarak inşa edilmiştir. Yapıda kullanılan ve İngiliz Simplex firması tarafından yapılan temel sistemi ve yapım sistemi, Türkiye'de yapım teknolojisi açısından yeni sistemlerin getirilmesinde öncü bir rol oynamıştır.

Bu dönemde yapılan sanayi yapılarında yapım sistemi olarak betonarme iskelet sistem dikkati çekmektedir. Fakat bu dönem, Avrupa ülkelerindeki teknolojilerin incelenmesi ile maliyet ve zaman faktörlerini aşağıya çekecek yeni yapım sistemleri ve malzeme arayışlarının başlaması açısından da önemli bir dönemdir.

**İkinci Dünya Savaşı'ndan günümüze kadar geçen dönemde sanayi yapılarının irdelenmesi (1939 - ...).**

İkinci Dünya Savaşı'nın başlamasıyla, dış ticaret yolları kapanmış, kurulacak ve kurulmuş olan sanayi yapılarının çalışmalarını sağlayacak makine ve sistemlerin ithali güçleşmiştir. Bu yüzden, savaş yıllarında, özel sermaye yatırımlarında çok hızlı bir ekonomik düşüş yaşanmış ve az sayıda sanayi yapısı yapılmıştır. Bu yapılar genelde çok katlı olarak betonarme iskelet sistemle yapılmışlardır. 1939 yılında yapılan Sivas Çimento Fabrikası, tamamen betonarme iskelet sistemde brüt beton olarak inşa edilmiştir. Bu yapı brüt beton yapı olarak Türkiye'nin ilk örneğidir.

Bursa'da, 1950 yılında yapılan İpekçilik Kollektif Şirketi Dokuma Fabrikası, fonksiyonu dikkate alınarak yapım sistemi analizinin yapıp, strüktür ve fonksiyon uyumunun sağlandığı,

dönemin önemli yapılarından sayılmaktadır. 1000 m2 tabanlı iki kattan oluşturulan yapı, betonarme iskelet sistem ile inşa edilmiştir. Kolon aksları 7.60 m. x 6.00 m. olarak tasarlanmış, doğal ışık gereksinimini karşılamak için şed çatı sistemiyle inşa edilmiştir.

1950'lerde yapılan Haydarpaşa Silosu (Alman A.H.I. Baudusseldorf ve İbrahim Yolal Konsorsiyumu), betonarme olarak kayar kalıp sistemle yapılmıştır. Bu sistem sayesinde yapı, çok kısa bir zamanda ve daha az yardımcı malzeme harcanılarak inşa edilmiştir. Kayar kalıp sisteminin Türkiye'de kullanıldığı ilk yapıdır ve yapım sistemi açısından Türkiye'nin en önemli sanayi yapılarından birisidir.

1960 yılında Devlet Planlama Teşkilatı'nın kurulması, sanayi yapılarının gelişimi açısından önemli bir çalışma olmuştur. Bu kuruluş tarafından beşer yıllık kalkınma planları hazırlanmaya başlanmış ve bu planlarda sanayi konusunda birçok özendirici tedbirler alınmıştır. Türkiye'de, 1965'li yıllardan itibaren, kalkınmayı hızlandıran en etkin oluşum, sanayi sektörü olmaya başlamış ve ağır sanayi yapıları kurulmuştur. Bu dönemde yapılan sanayi yapılarının çoğu özel sektör tarafından yapılmıştır.

Bu dönemde, Cumhuriyet'ten önce çok kullanılan ve betonarmenin yaygınlaşması ile pek kullanılmayan çelik strüktür yeniden uygulanmaya başlamıştır. 'Yeni teknoloji ve malzemeler sayesinde, çelik strüktür tesisin yapım süresi kısalmış, geçilen açıklıklar artmış ve sonuçta tesisin maliyetlerinde azalmalar gibi önemli gelişmeler olmuştur' (Akgün, 1991).

1963 – 1964 yıllarında yapılan Chrysler Sanayi Anonim Şirketi Çayırova Tesisleri (Mimarlar D. Tekeli ve S. Sisa), Türkiye'nin ilk ağır sanayilerinden birisidir ve çelik strüktüre bir örnektir. Gelecekteki büyüme olgusu göz önünde tutularak tasarlanmış 6500 m2 kapalı alana sahip bir fabrikadır. Çelik kolonların ara mesafeleri 13.00 metredir ve doğal ışık kullanımı için şed çatı örtü sistemi kullanılmıştır. Çatı kaplaması olarak, o dönemde Türkiye'de yeni kullanılmaya başlanan malzemelerden biri olan eternit kullanılmıştır. Eternit; kiremite göre daha büyük parçalardan oluşması, kırılma dayanıklılığının az oluşu, montaj kolaylığı ve hızı, hafifliği, strüktüre verdiği yük ve ekonomikliği sebebiyle o dönemde çok olumlu bir malzeme olmuştur.

1960'lı yıllarda, sanayi yapıları inşaatında, yapım hızı ve maliyetlerin düşürülmesi amaçlı çalışmalar yapılmış, yeni ekonomik yapım sistemlerinin ve malzemelerin arayışına girilmiştir. Bu dönemde betonarmenin büyük gelişmeler göstermesi sonucu, betonarme ve çeliğin beraber kullanıldığı karma yapım sistemleri yaygınlaşmıştır.

Karma yapım sistemli sanayi yapılarına örnek olarak Northern Elektrik Telekomünikasyon

Şirketi (İstanbul – 1967, Mimar D. Tekeli ve S. Sisa); gösterilebilmektedir.

12.00 m. x 12.00 m. açıklıklar ile şed çatı sistemiyle yapılmıştır. Taşıyıcı kolonlar, prefabrike betonarme olarak imal edilmiştir. Çatı kaplaması olarak, ısı yalıtımı düşünülerek, üstte oluklu eternit, altta düz eternit ve aralarında cam yünü kullanılarak yerinde yapma bir sandviç sistem oluşturulmuştur.

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, yapım maliyetleri yüksek yapılardır. Ekonomik sıkıntılar içindeki Türkiye’de, bu tür yapıların kısa bir süre içinde tamamlanıp, üretime geçmesi ve kısa sürede kendilerini amortise etmeleri gerekmektedir. 1960’lı yılların sonlarına doğru yapılan Türk Pirelli Tesisleri’nin (İzmir – Afa Mimarlık Bürosu) yapısal oluşum çalışmalarında, bu sorunu çözebilecek sistemler arayışına gidilmiştir. Yapı, 10.00 m. x 12.50 m. aks aralığında, betonarme kolon ve betonarme ana kirişler üzerine çelik konstrüksiyon çatı makasları ile inşa edilmiştir. Betonarme kolon ve kirişlerin imalatı, Türkiye’de ilk defa gerçekleştirilen, ön gerilmeli prefabrike beton sistemiyle yapılmıştır. Bu tekniğin kullanılması ile üstün kaliteli betonarme elemanların üretimi sonucu, ekonomik ve zaman açısından büyük tasarruflar gerçekleşmiştir.

Bu dönemde yapılan ve büyüklük açısından Türkiye’nin en önemli yapılarından biri sayılan Arçelik Çayırova Tesisleri (Mimar Aydın Boysan), yaklaşık 50.000 m<sup>2</sup> alanı kaplamakta ve 10.00 m. x 20.00 m. aks aralıklarında inşa edilmiştir. Çelik çatı, iç nakliyatın en önemli unsuru olan konveyörlerin ve vinçlerin asılacağı hesaplanarak yapılmıştır. Çatı kaplaması olarak, teçhizatlı gazbeton plakların üzerine eternit kaplanmış, ana makasların mahya kısımlarında kullanılan fiberglas oluklu ışıklık levhaları ile birleştirilmiştir.

1970 yılında yapılan Atlas-Copco Kompresör Fabrikasının (İstanbul - Mimarlar D. Tekeli ve S. Sisa), çatı konstrüksiyonunda, hafifliği sağlayabilmek için, ilk kez çelik borulardan yapılmış üçgen formu uzay kirişler kullanılmıştır. Yapı, 10.00 m. x 20.00 m.’lik aks aralıkları ile yaklaşık 21.000 m<sup>2</sup> alandan oluşmaktadır. Bu yapının yapımından sonra yapılan araştırmalarda, özellikle büyük açıklıklı yapılarda, çelik kafes kiriş aşıklar yerine uzay çelik kirişlerin kullanılmasının, malzemedeki büyük ekonomi sağladığı tespit edilmiştir.

Yine 1974 yılında yapılan Özbucak Boya ve Apre Fabrikası (Sey Mimarlık Bürosu), yapım sistemi açısından önemli bir örnektir. B450 kalitesindeki ön gerilmeli hiperbolik paraboloid kabuklar, prefabrike sistemin esasını teşkil eder ve tek eğrilikli paraboloid yüzeysel strüktür sistemlerin Türkiye’deki ilk örneğidir.

1960-1970’li yıllarda Türkiye’de sanayi yapıları yapımında zaman ve ekonomiklik ön planda

tutulmuştur. Çatı kaplama malzemeleri gelişmiş ve Türkiye’de üretilmeye başlamıştır. Sanayi yapılarının sayıları, sanayiye yapılan yatırımlar sonucu artmışken, 1978 yılında, ekonomide ve siyasette başlayan çöküş ve karmaşıklık, sanayi yatırımlarının azalmasına neden olmuş, 1980 yılında yapılan 12 Eylül İhtifali ile birlikte tamamen durmuştur.

Daha sonraki dönemlerde ekonominin toparlanması ile sanayi tekrar canlanmış, serbest piyasa ekonomisine geçiş dönemi sonrası çok hızlı bir gelişim göstermiştir. Bu hızlı gelişim, sanayi yapılarının yapısal oluşumlarında da kendisini göstermiştir. Yapım sistemleri ve malzemeler, sanayi yapılarının yapım ve üretim özelliklerine göre şekillenmiş, yapım hızı, ucuzluk, hafiflik, büyüyebilme, dayanıklılık, güvenilirlik ve görsel prestij açılarından hızla gelişmiştir. Bu çalışmalar günümüzde de hızla sürmektedir. Günümüzde çoğu sanayi yapılarının üretim sistemlerinde kullanılan elektronik otomasyon sistemleri, yapılarda kullanılan malzemelerinde yeni özelliklere sahip olmaları gereğini de doğurmuştur, (yangın direnimi, iklimlendirme, kimyasallara karşı direnir, değiştirilebilme vb.).

Türkiye’ de büyük açıklıklı sanayi yapıları ile ilgili yapısal oluşumlar ve detaylar, 6. bölümde örnekler üzerinde irdelenmiştir.

### **2.3 Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması**

Sanayi yapıları, yapı teknolojisinin hızla geliştiği bu son yüzyıl içinde oldukça hızlı gelişim göstermiş, hatta yeni yapı ürünlerinin geliştirilmesini de hızlandırmıştır. Bu yapılar hem ağır şartlar altında hem de üretim teknolojilerinin hızla gelişmesi sonucu kısa sürede fiziksel ve işlevsel eskimeye uğrarlar. Dünyada sanayi yapıları için sağlam, ekonomik ve fonksiyonel yapı ürünleri üretimi çalışmaları hızla devam etmektedir. Böylesine gelişen bir teknolojik ortam içinde fonksiyonları, üretim sistemleri ve fiziksel oluşumları hızla değişen sanayi yapılarını ancak genel başlıklar altında sınıflandırmak mümkündür.

#### **2.3.1 Üretim Türlerine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması**

Amaçlanan üretim türü, sanayi yapısının tasarlanmasında ve yapım sisteminin belirlenmesinde birinci derecede önemli etkindir. Sanayi üretimi DTP (Devlet Planlama Teşkilatı) ye göre başlıca 20 grup altında toplanabilir (DTP, 1995).

- a. Gıda maddeleri sanayi
- b. İçki sanayi
- c. Tütün sanayi
- d. Dokuma, giyim eşyası ve ayakkabı sanayi
- e. Orman ürünleri ve mobilya sanayi

- f. Kağıt ve kağıt ürünleri sanayi
- g. Basım işleri sanayi
- h. Deri ve deri benzeri maddeler ve kürk eşya sanayi
- i. Kimyasal ürünler sanayi
- j. Petrokimya sanayi
- k. Petrol ürünleri -sanayi
- l. Taş ve toprağa dayalı sanayi
- m. Demir – çelik sanayi
- n. Demir dışı metaller sanayi
- o. Madeni eşyalar sanayi
- p. Elektriksiz makineler sanayi
- q. Tarım alet ve makineleri sanayi
- r. Elektrikli makineler sanayi
- s. Elektronik sanayi
- t. Taşıt araçları sanayi

Sanayi yapılarında, üretim sistemi ( process ) ve üretim holü ( layout ) nitelikleri ( işlev ) ile strüktür ve yapım sistemi arasında önemli bir ilişki vardır. Bu sebeple farklı sanayi dallarına ait yapıların kendilerine has farklı özellikleri vardır. Örneğin ağır sanayi dalına ait yapılarda uygulanan strüktür ve yapım sistemi ile yiyecek, içecek sanayisindeki yapının strüktür ve yapım sistemi özellikleri arasında büyük farklar olabilmektedir.

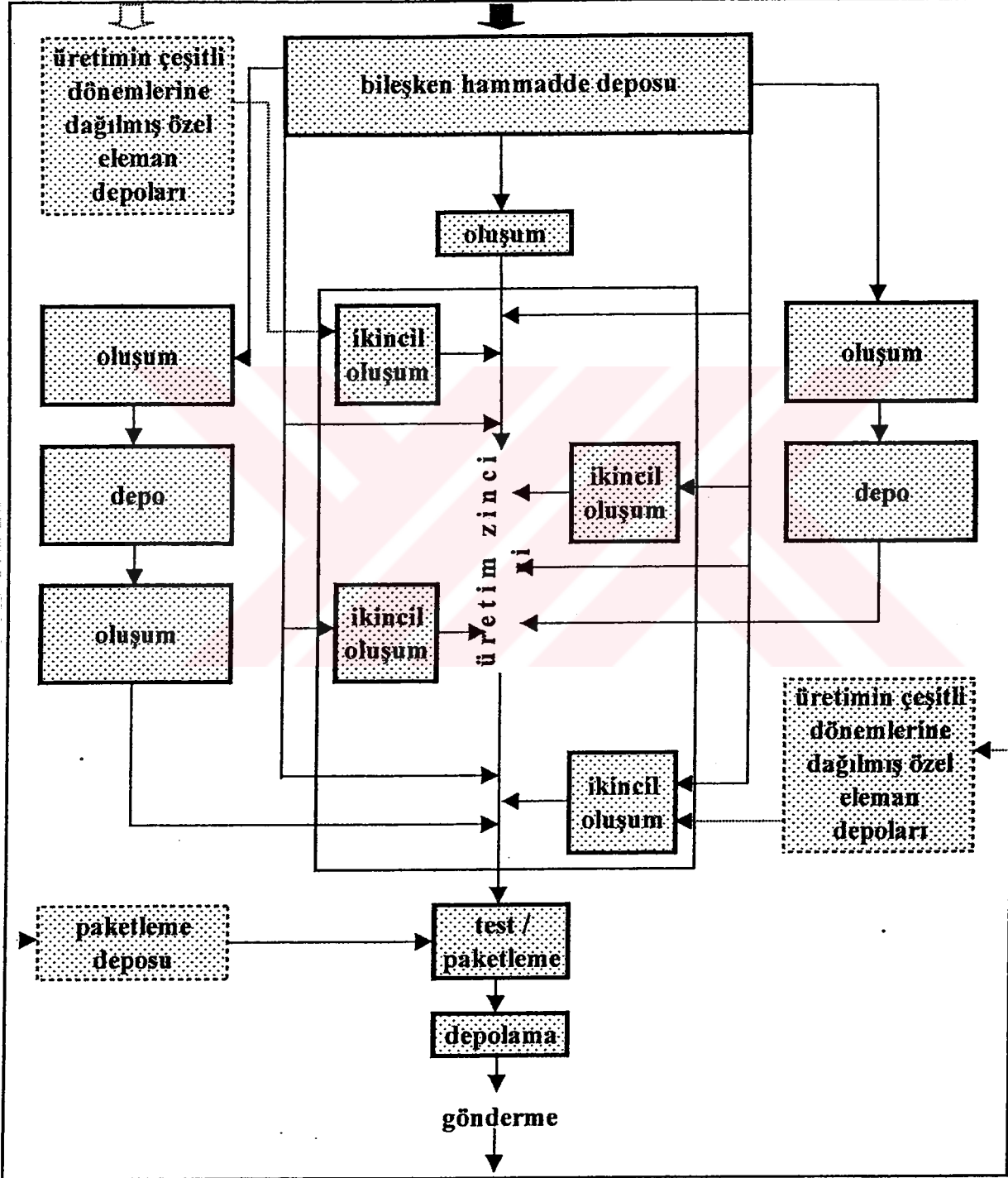
### 2.3.2 Oluşum Niteliğine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması

Sanayi yapısının içerdiği özellikler, ürünün üretim özelliklerine göre farklı karakterler taşımaktadır. Bu özellikler oluşum (process), iş yeri düzeni (plant layout), iş akışı ve malzeme akışı verileri ile belirlenmektedir. Oluşum (process) ‘bir amaca yönelmiş olan sürekli değişimlerin tümü; bir faaliyetin devam edişi, zaman içinde devamlı bir gelişme gösteren herhangi bir olay’ dır (Tuğlacı, 1972). ‘Oluşum niteliğine ve organizasyon örneğine göre kuruluşlar teknik olmayan bir sınıflandırmaya tabi tutulabilirler’ (İnceoğlu, 1971).

#### Sürekli oluşum

Sanayi yapılarında, çalışma prensiplerini ve üretim faaliyetlerinin nitelik ve niceliklerini, o sanayi tesisinin kuruluş amacı olan, kuruluşun üretim yaptığı alan belirlemektedir. Farklı sanayi alanlarının farklı oluşum, ve çalışma disiplinleri olması kaçınılmazdır. Örneğin çimento üretimi yapan bir sanayi tesisi ile otomobil üretimi yapan bir sanayi tesisinin oluşum şemaları farklılaşmaktadır. Çimento üretimi yapan fabrikada üretim kesintisiz ve seri adımlar ile sürmekte iken otomobil üretimi yapan fabrikada üretim farklı adımların birleştirilmesi ile farklı periyotlarda yapılmaktadır.

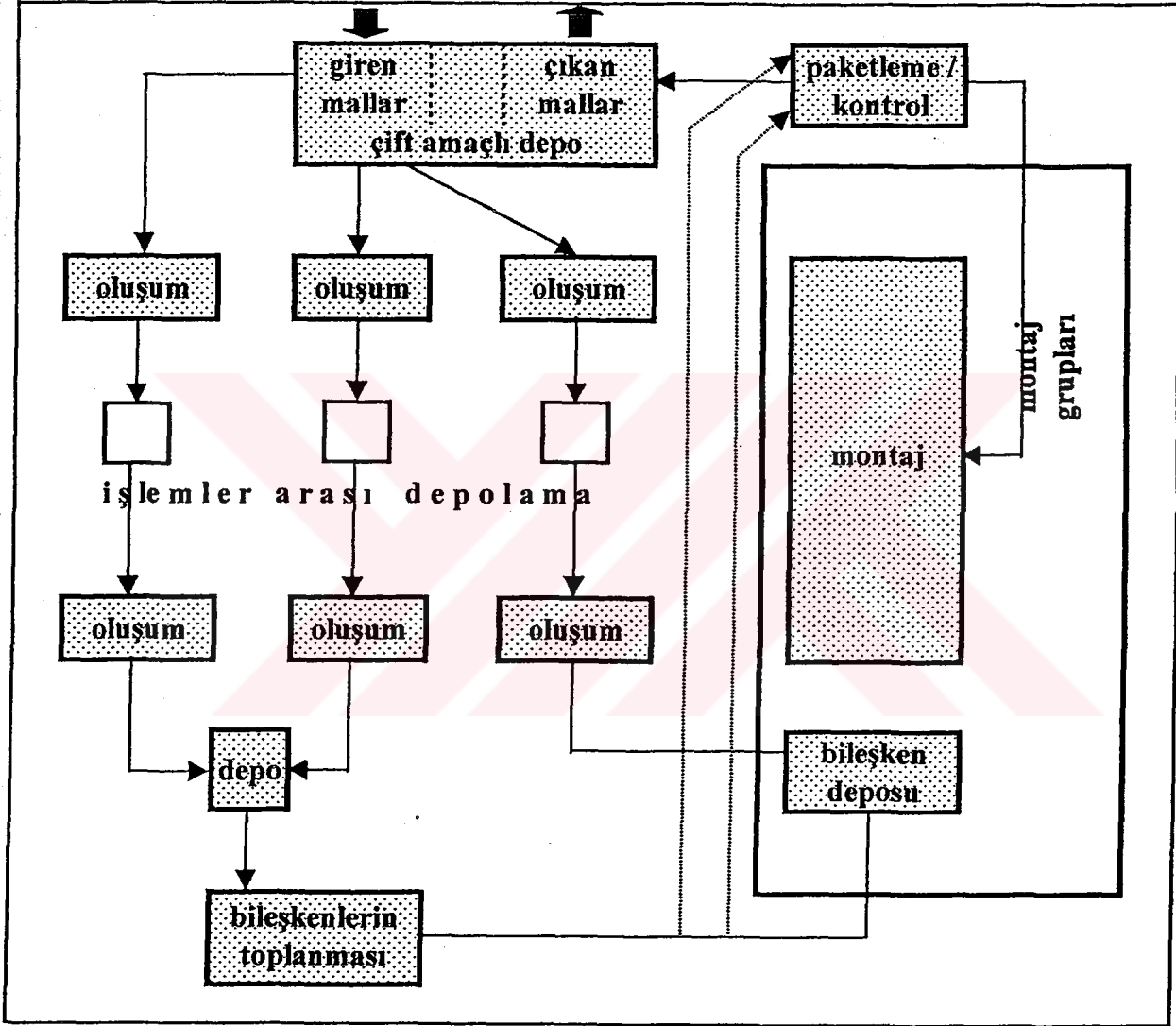
Şrekli oluşum, hammaddeden, nitelikli ürüne kadar kesintisiz bir akış, seri adımlar boyunca belirli hiyerarşide 24 saat süren oluşumlardır, (şeker, çimento, kimya, cam ve ağır sanayi gibi) (Şekil 2.16)



Şekil 2.16 Şrekli oluşum akış şeması, (Hızıroğlu, 1979).

### Süreksiz oluşum

Bu oluşumlarda ürün bir çok adımlar boyunca hareket eder ve birçok çalışma bölümünün bir araya gelmesinden ortaya çıkmaktadır. Her bölümün üretime belirli bir katkısı vardır. Üretim 24 saat sürebilmektedir. Fakat bu çalışma süresinde her bölümün üretime aynı oranda katkı yapması gerekmemektedir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Süreksiz üretim oluşum akış şeması, (Hızıroğlu, 1979).

### İstek üzerine üretim oluşumu

Bu oluşumlarda, müşteri talebi alındıktan sonra ve bu planlandıktan sonra üretim yapılmaktadır. Oluşum ihtiyaçları, her istek için farklı olabilmektedir ve üretimde aynı eylem sırası izlenmeyebilmektedir.

### 2.3.3 Oluşum Tekniğine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması

Oluşum tekniğine göre sınıflandırma; sanayi yapılarının daha genel dallarda toplanmasını ifade etmektedir (elektrik sanayi, kimya sanayi, makine sanayi gibi).

### 2.3.4 Boyutsal Gerekliliklere Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması

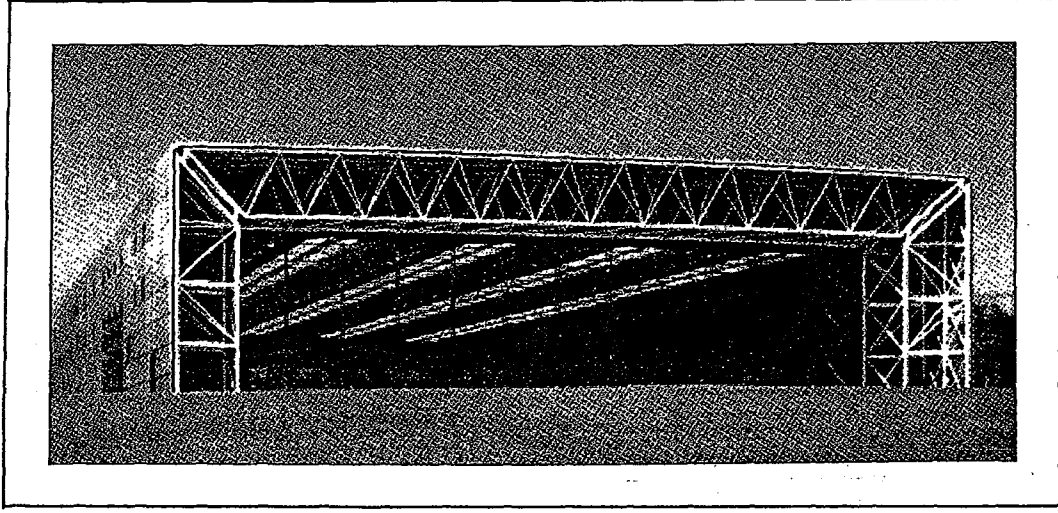
Sanayi yapıları, işlevlerinden ve donatılarından ötürü büyük hacimleri örten mekanlardır. Bu mekanları oluşturan yapı elemanlarının boyutları çoğu zaman yapım sistemlerinin sınırlarını zorlayabilmektedir. ‘Sanayi yapıları, teknik gerekliliklerin iş akışı yönüne yaptığı etki bağlamında, kat sayılarına göre; sirkülasyon gereksinmelerinin yatay düzlemde açıklığa yaptığı etki bağlamında ise, açıklığın boyutuna göre sınıflandırılabilirler’ (Özal, 1986).

#### **Kat sayılarına göre sınıflandırma**

Sanayi öncesi ev ve atölye imalatı, sanayileşme ile birlikte yerini makinenin üretimde kullanıldığı sanayi yapılarına bırakmıştır. Teknik gelişmeler ve teknolojik olanaklar günümüze kadar büyük değişiklikler göstermişlerdir. Bu gelişme ve değişimler, sanayi yapılarının yapısal niteliklerinde, ekonomik boyutlarında ve işyeri düzenlerinde değişikliklere sebep olmuştur. Bu değişiklikler yapının kütlesine ve yerleşimine bağlı olarak farklılıklar göstermişlerdir. Bu farklılıklar iki başlık altında incelenebilmektedir.

#### **Tek katlı sanayi yapıları**

Tek katlı olarak geniş bir arazi üzerinde inşa edilen bu yapı türü, genelde ağır ekipmanların, makinelerin ve maddelerin kullanıldığı sanayilerde uygulanmaktadır (ağır makine, otomotiv, metal sanayi gibi) (Şekil 2.18). Teknik imkanlardaki gelişmeler ve büyük kentlerin planlamalarındaki yenilik arayışları çerçevesinde bu sanayi yapısı türünün ortaya çıkışı hızlanmıştır. Sanayinin şehir içinden şehir dışındaki uygun yerlere kaydırılması ile, geniş arazilere yayılma imkanı bulan kuruluşlar, bir çok avantajı da beraberinde getiren tek katlı üretim bloklarına yönelmişlerdir. Tek katlı sanayi yapılarının ‘avantajları ve dezavantajları’ şöyledir (Elagöz, 1987) ;



Şekil 2.18 Çelik iskeletli tek katlı sanayi yapısı

Avantajları:

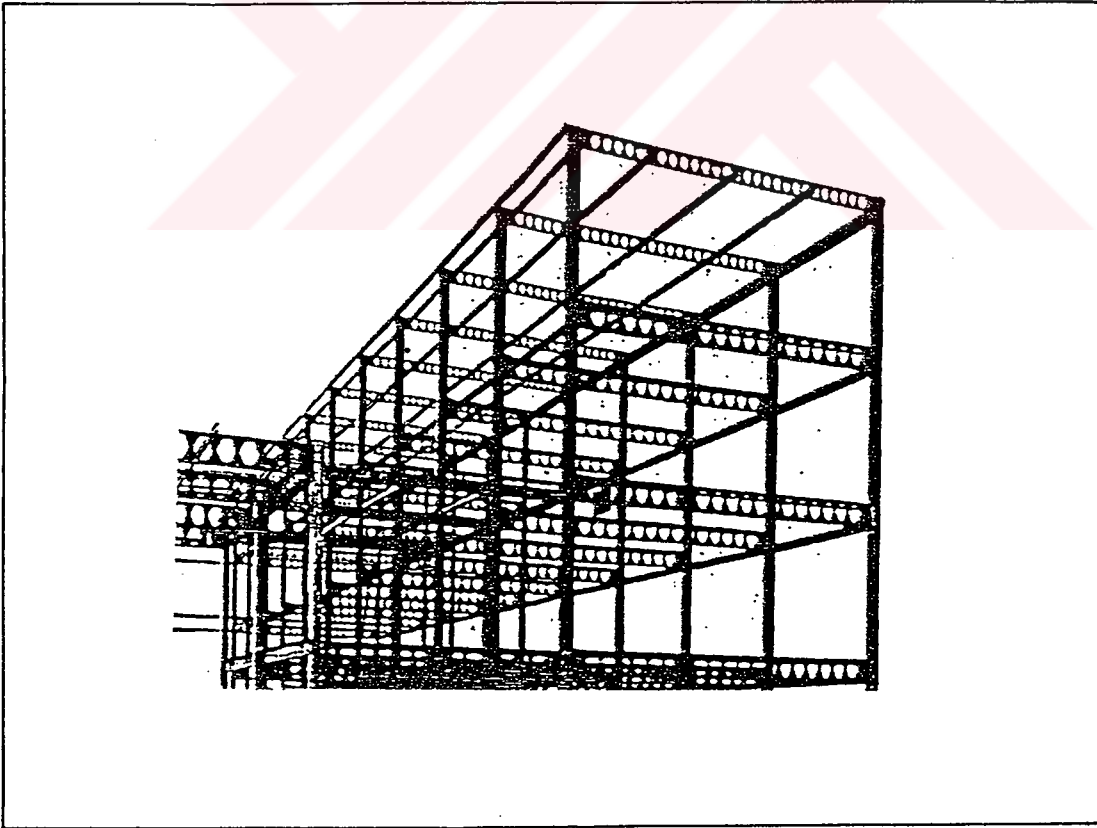
- a) Yapı içinde geniş açıklık imkanı sağlamaktadır.
- b) Günümüzde sanayi yapılarının yapımında büyük önem taşıyan konulardan birisi olarak kabul edilen, gelecekteki büyümeye (tevsî olgusu) olanak sağlayarak, yapının tüm yönlerden genişleyebilmesine imkan tanımaktadır.
- c) Çatı örtüsü yapımında, doğal aydınlatmayı sağlayacak elemanların ve sistemlerin kullanımına imkan verebilmektedir.
- d) Alt yapı sistemi daha kolay döşenebilmekte ve tesisat sistemleri, çatı sisteminin içinde çözümlenebilmektedir.
- e) İş kazalarına karşı güvenlik ve kontrol imkanları sağlamaktadır.
- f) Döşeme üzerinde farklı kotlarda çukurlar ve hollerin yapımına imkan sağlamaktadır.
- g) Döşeme üzerinde ağır yükler taşınabilmektedir.
- h) Yapı içinde hareketli ekipman ve araçların kullanılmasına imkan vererek yapı içinde taşıma yapılmasına imkan verebilmektedir.

Dezavantajları:

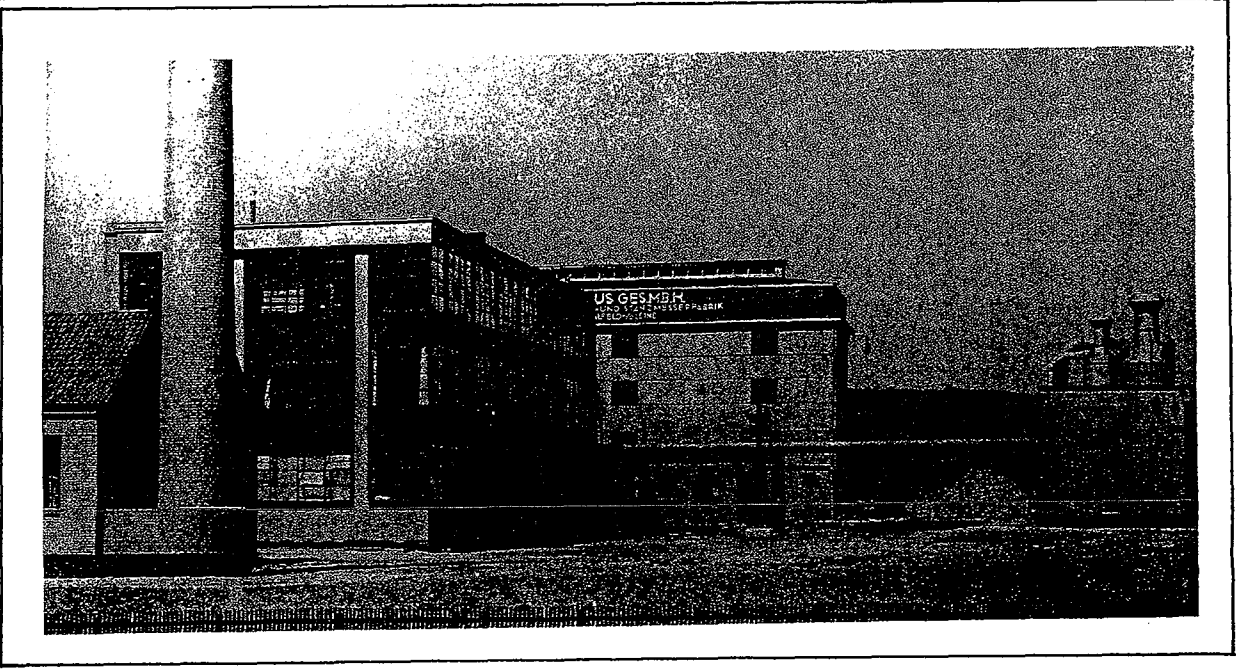
- a) Üretim sirkülasyonu genişlemekte ve kayıp alan miktarı artabilmektedir.
- b) Arsa maliyetinin yüksek olması durumunda ekonomik açıdan yatırım maliyeti yüksek olabilmektedir.

### Çok katlı sanayi yapıları

Geleneksel yapım tekniklerinin kullanıldığı ilk sanayi örneklerinde, genellikle üç ile altı kat arasında inşa edilen çok katlı yapılar kullanılmıştır. ‘Üretim için gerekli olan enerjiyi sağlayan güç kaynaklarının, kentin dışına iletilmemesi, bunun sonucunda merkeze bağlı kalma zorunluluğu ile oluşan arazi rantı, ilk dönemlerinde sanayi yapılarının çok kattan oluşmasında büyük rol oynamıştır’ (Moore, 1975). Zaman içinde mekanik gücün yerini elektrik enerjisine bırakması ve bant sistemine geçiş ile birlikte çok katlı sanayi yapılarının sayılarında azalmalar başlamıştır. Yakın geçmişe kadar her türlü üretim için tek katlı sanayi yapıları tercih edilmekteyken, günümüzde hızlı kaldırımlar, asansörler, hidrolik, mekanik ve elektronik konveyörlerin gelişimi sebebi ve arazi fiyatlarının yüksek olması durumunda, uygun bazı sanayi alanlarında çok katlı yapıların yapımı yaygınlaşmıştır (kağıt, kağıt ürünleri, basım, tekstil, gıda sanayi gibi) (Şekil 2.19). 1915 yılında Almanya’ da yapılan Fagus Ayakkabı Fabrikası çok katlı sanayi yapılarına bir örnektir (Şekil 2.20).



Şekil 2.19 Çelik iskeletli çok katlı sanayi yapısı



Şekil 2.20 Fagus Ayakkabı Fabrikası, 1915.

#### Avantajları:

- Arsa maliyetinin yüksek olduğu durumlarda, yatırım maliyetini düşürmektedir.
- Ürünün aktarılması işleminde yer çekimi kuvvetinden yararlanabilme imkanına sahiptir.
- Tesisat sisteminin düzenlenmesi, vantilyasyon ve haberleşme gibi sistemlerin maliyetleri düşük olmaktadır.
- Üretim sirkülasyonu daha dar bir alanda konumlanmaktadır.

#### Dezavantajları:

- Ağır makine ve ekipmanların taşıyıcı sistem üzerindeki ağırlaştırıcı etkilerinden dolayı, bu tür sanayi yapılarında kullanılmaları zorlaşmakta ve imkansızlaşmaktadır.
- Makine ve ekipmanların titreşimlerinden dolayı oluşan yapısal etkiler, çok katlı sanayi yapılarının taşıyıcı sisteminde sakınca yaratabilmektedir.
- Yapının sonraki zamanlarda büyütülebilmesi açısından imkansızlıklar oluşabilmektedir.
- Yangın ve patlama gibi tehlikeli durumlara karşı daha zor ve pahalı sistemlerin kullanılması gerekmektedir.

#### **Açıklığın boyutuna göre sanayi yapılarının sınıflandırılması**

‘Sanayi yapıları, üretim oluşumundaki sirkülasyon gereksinmelerinin yatay düzlemde açıklığa yaptığı etkiye göre;

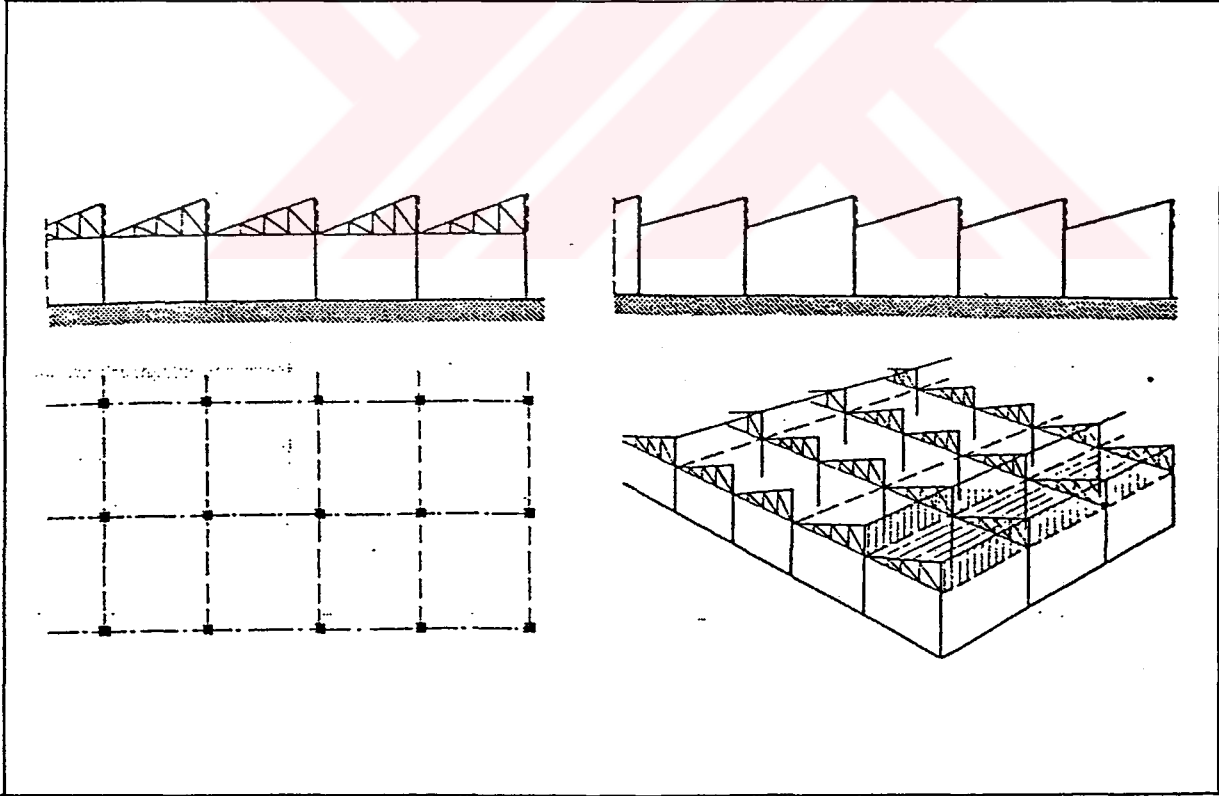
- Küçük açıklıklar ( 15 m.’ye kadar )
- Büyük açıklıklar ( 15 m. – 100 m. - > 100 m.)’ olarak sınıflandırılabilir (Özal, 1986).

### 2.3.5 Örtü Sistemlerine Göre Sanayi Yapılarının Sınıflandırılması

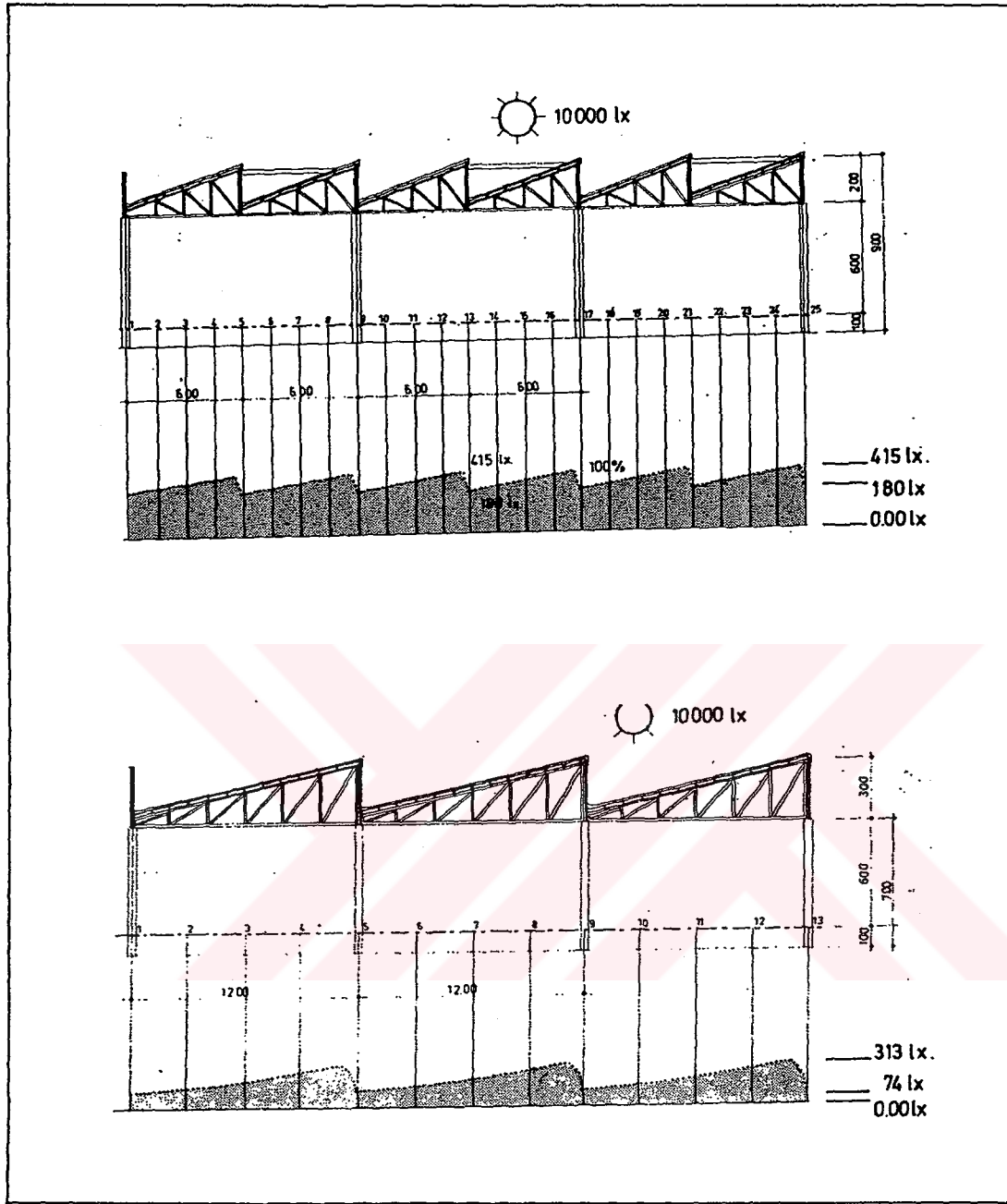
Sanayi yapılarında örtü sistemleri büyük açıklıkları geçebilme gereklilikleri nedeniyle büyük öneme sahiptirler. 'Bu sistemler, büyük açıklıkları geçebilme özelliği dışında ayrıca en ekonomik, hafif, montajı hızlı ve kolay yapılabilen ve büyüyebilme olgusuna uygun sistemler olmalıdırlar. Bu amacı gerçekleştirebilmek için, basit basınç ve çekme gerilmelerini içeren strüktürler gerekmektedir' (Bayülgen, 1993).

#### Şed çatı örtü sistemleri

Şed çatı örtüleri, sanayi yapılarında sıkça kullanılan sistemlerdir. Testere dişlerine benzer formu ile gün ışığını yapı içine alarak diğer sistemlere göre iyi bir aydınlık düzeyi ve ekonomik tasarruf sağlamaktadır (Şekil 2.21). 'Şed çatıların maliyetleri, düz çatılardan daha pahalı olmasına rağmen, gündüz sağlanacak elektrik enerjisi tasarrufu sayesinde, fazla olan yapı maliyetinin birkaç yıl içinde geri ödeneceği hesaplanmıştır' (Tekeli ve Sisa, 1970) (Şekil 2.22).



Şekil 2.21 Şed çatı örtü sistemi



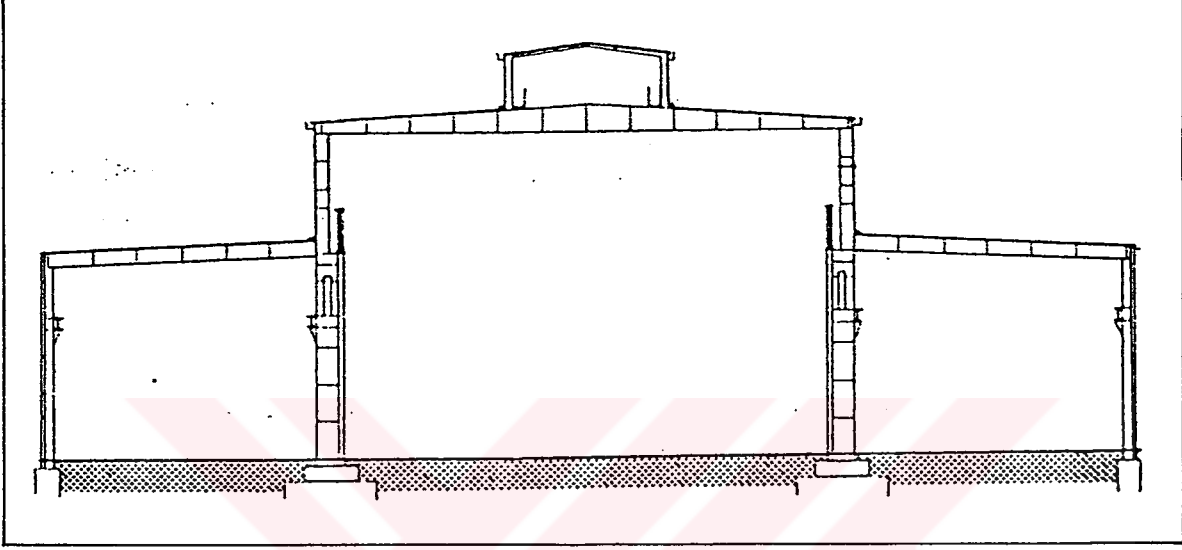
Şekil 2.22 Northern Elektrik Fabrikası, şed çatı aydınlatma düzeyleri

Çatıyı oluşturan dişler, farklı geometrik şekillerde düzenlenebilmektedirler. Trapez, üçgen, dairesel ve bu üç geometrik formun beraber bulunduğu geometrik düzenleme, uygulamada en çok kullanılan çözümlerdir.

‘Şed çatı örtü sistemleri uygulamalarında en çok karşılaşılan yapı malzemeleri, çelik ve betonarmedir. Tasarımda her türlü esnekliği sağlayan bu iki malzeme, geniş açıklıklı yapıların üretiminde de en çok kullanılan malzemelerdir. Şed çatı örtü sistemlerinde, çelik ve betonarme yanında ahşap ve alüminyum alaşımları da kullanılmaktadır’ (Kaylor, 1967).

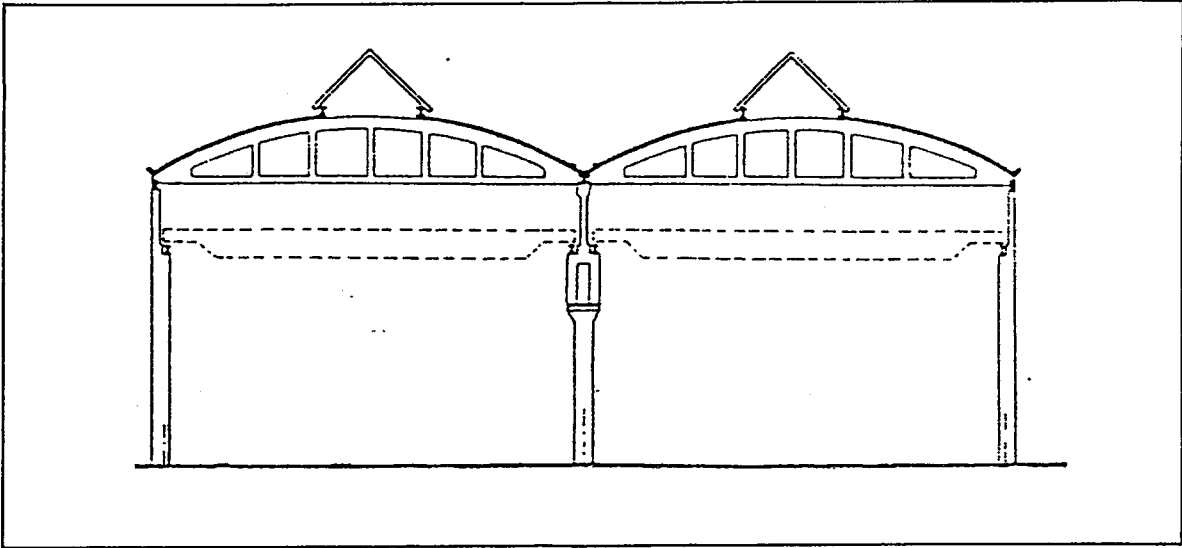
### Düz çatılar / monitör çatı örtü sistemleri

Sanayi yapıları çatılarında özel amaçlar ile oluşturulan birimlerdir. Yapı içinde bölgesel ışık farklılıkları istendiği ve bunun da yapay ışıkla sağlanması istendiğinde uygulanan sistemlerdir (Şekil 2.23). Çatıda fener ya da monitör adı verilen çıkıntılar oluşturulmaktadır. Bu elemanlar, çatı ana strüktürüne bağlı olarak her aksta değişik sayılarda olabilmektedirler.



Şekil 2.23 Monitör çatı

Monitör çatı sisteminin uygulandığı sanayi yapılarının çatı düzlemi, yataya yakın bir eğimde olmaktadır. Bu düzlem üzerine oturtulan monitör birimleri çeşitli geometrik formlarda üretilebilmektedirler. Tonoz, üçgen, trapez, dikdörtgen gibi formlar sıkça uygulanan tiplerdir (Şekil 2.24).



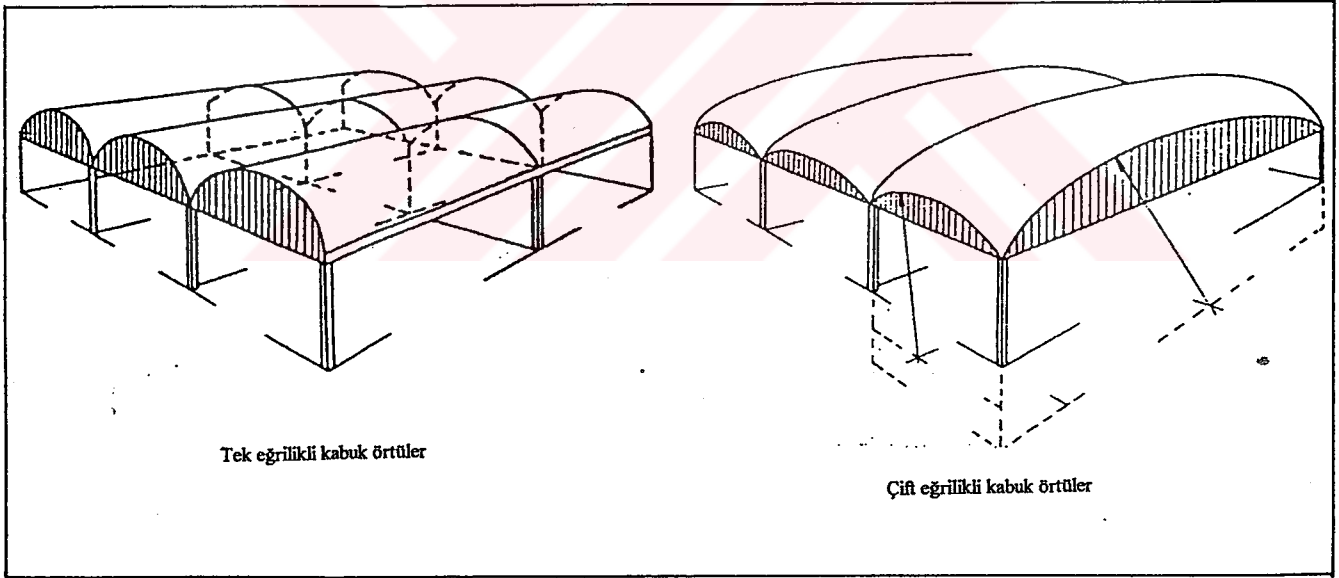
Şekil 2.24 Monitör çatı

'Monitör çatı sistemi için en uygun malzeme çeliktir. Monitörler genelde çelik elemanlardan önyapım olarak üretilmekte ve çatı makaslarına kaynaklı ve/veya bulonlu olarak monte edilmektedirler' (Kaylor, 1967).

Monitör çatılarda ana taşıyıcı olarak, sık olmasa da betonarme önyapım elemanlar da kullanılabilir. Çatıda yer almasından dolayı hafif olması gereken monitörlerin üretiminde başta çelik olmak üzere alüminyum gibi hafif malzemeler sıkça kullanılmaktadır.

### Kabuk tipi eğrisel formlu çatılar

Şed ve monitör çatı sistemleri, belirli lineer düzlemlerin çeşitli düzenlerde bir araya gelmesiyle oluşturulmaktadır. Oysa kabuk tipi eğrilikli örtü sistemlerinde, örtüyü oluşturan düzlem birimleri lineer değildirler. Bütün örtü sistemi boyunca bir süreklilik vardır. Bu nedenle diğer örtü sistemlerinde olduğu gibi bölgesel yükseltiler yoktur. Kabuk tipi eğrisel formlu çatı sistemlerinde başta betonarme olmak üzere çelik, ahşap, alüminyum, plastik ve cam gibi malzemeler kullanılabilir (Şekil 2.25), (Henn, 1964).



Şekil 2.25 Tek ve çift eğrilikli kabuk örtüler

Tüm yapı türleri gibi büyük açıklıklı sanayi yapıları da farklı yapı öğelerinin bir sistem içinde bir araya getirilmesi ile oluşturulmaktadır. Bu öğeler yapısal bir oluşum içinde, disiplinler arası çalışmalar ile bir araya getirilmektedirler.

### 3. BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARINDA YAPISAL OLUŞUM

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında özellikle önemli, seçimi disiplinler arası ortak çalışmalarla yapılabilen yapı öğeleri , ana başlıklar altında şöyle sıralanmaktadır.

Temel sistemi

Taşıyıcı sistem

Çatı örtü sistemi

Dış cephe sistemi

İç düşey bölücü duvarlar

İç yatay bölücü döşemeler

Zemine oturan endüstriyel döşemeler

#### 3.1 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Temel Oluşumu

Tüm yapısal yükleri, yapı içi üretim sisteminin tüm hareketli ve hareketsiz donanımlarının yüklerini, deprem ve rüzgar gibi yatay yükleri, zemine yayarak ileten yapı öğesidir. Taşıyıcı sistemin ayaklarını oluşturmaktadırlar.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında açıklıkların geniş olması, kolonlara gelen yüklerin oldukça fazla olmasına sebep olmaktadır. Bu yapılar ayrıca farklı makine ve ekipmanların ağır yüklerine ve oluşturdukları titreşimlere de maruz kalmaktadırlar. Bu sebeplerle büyük açıklıklı sanayi yapılarının temel sistemlerinin seçiminde doğru kararın verilmesi yapısal olarak ve ekonomik olarak oldukça önemlidir.

Yapılarda kullanılacak temel sistemleri farklı zemin türlerinde uygulanmaları açısından şu şekilde sıralanabilmektedir (Schoklitsch, 1976) :

#### Temel Türleri :

##### 1. Yüzeysel temeller

- a) Münferit temeller,
- b) Tek yönde mütemadi temeller,
- c) Çift yönde mütemadi temeller,
- d) Mütemadi plaka (radye jeneral) temeller

##### 2. Yüzen temeller ve derin temeller

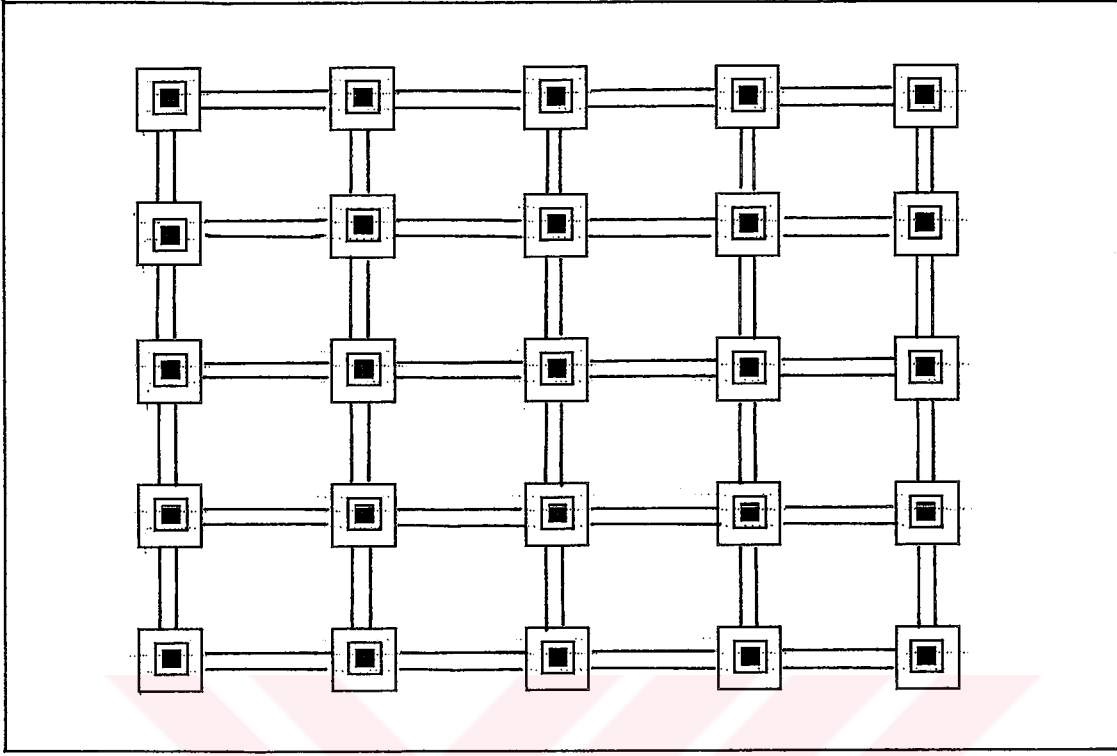
- a) Çakma kazıklar

- Hazır kazıklar
    - Ahşap çakma kazıklar
    - Betonarme çakma kazıklar
    - Çelik çakma kazıklar
  - Yerinde dökme çakma kazıklar
    - Kaplama borusuz olarak yerinde dökülen çakma kazıklar
    - Kaplama boruları kaybolan yerinde dökülen çakma kazıklar
    - Kaplama boruları tekrar çıkarılan yerinde dökülen çakma kazıklar
- b) Yerinde dökülen sondaj kazıkları
- Dövme beton sondaj kazıklar
    - Kaplama borusu zeminde kalanlar
    - Kaplama borusu tekrar çıkarılanlar
  - Basma beton kazıklar
- c) Kombine kazıklar
- d) Vidalı kazıklar
- e) Çekme kazıklar

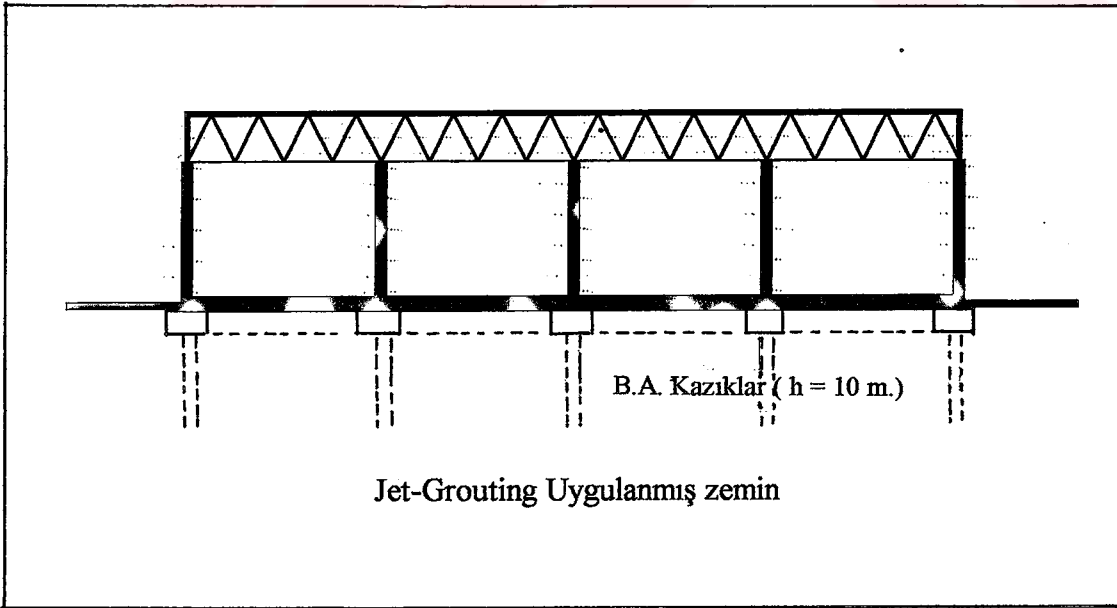
### 3. Özel temeller (çarpmalı ve ya titreşimli yüklere maruz temeller, deprem ve heyelan bölgelerinde yapılan temeller vb.).

Türkiye’ de büyük açıklıklı sanayi yapılarında, Türkiye’nin deprem kuşağı üzerinde olması dolayısı ile de genellikle özel temeller uygulanmaktadır. Yapının tüm yüklerini taşıyabilecek uygun zemine basan kazıklar ya da çürük zeminin ıslahı (güçlendirilmesi) ile oluşan zemin üzerine temel ögesi inşa edilmektedir. Kimi durumlarda bu uygulamalar birlikte de yapılabilmektedir.

Çelik kolon ve çelik kafes kirişler ile yapılan, kolon arası mesafeleri 20 metre olan Uzel Makine Traktör Fabrikası’ nın temel oluşumu, yerinde dökme kazıklar ve jet-grouting yöntemiyle iyileştirilen zeminin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bağ kirişler ile birbirlerine bağlı münferit kolon temelleri, bu kazıkların üzerine yapılmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

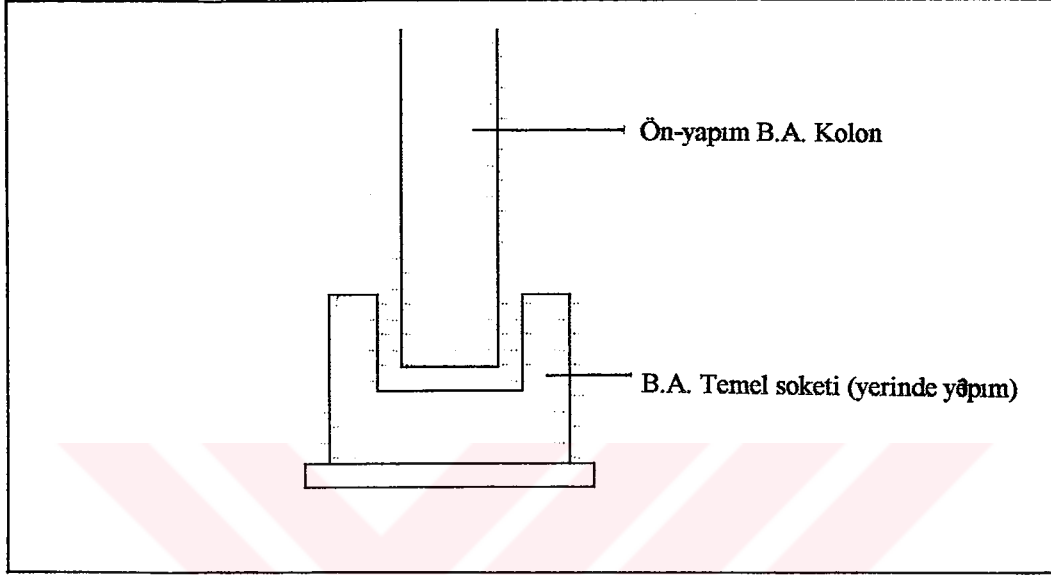


Şekil 3.1 Uzel Makine Traktör Fabrikası – Temel planı



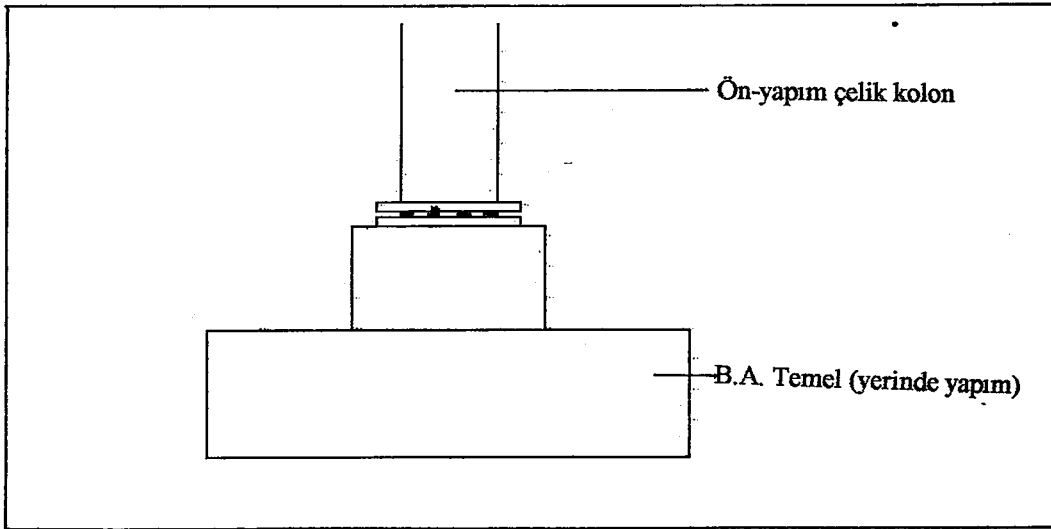
Şekil 3.2 Uzel Makine Traktör Fabrikası – Temel kesiti

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının hızlı yapılabilmesi için yapıyı oluşturan bileşenlerin, önceden fabrikada, atölyede veya şantiyede imal edilmeleri gerekmektedir. Betonarme kolon sistemi planlanan bir büyük açıklıklı sanayi yapısında, önceden üretilmiş (precast) kolonlar, şantiyede, yerinde inşa edilmiş soket temellerin içine vinçler ile oturtulmakta ve daha sonra beton ile grouting yapılarak aksında ve şekülünde sabitlenmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Önceden üretilmiş B.A. Kolonun, yerinde imal edilen B.A. Soket temel içine beton grouting yöntemiyle sabitlenmesi

Çelik kolonlar ile taşıyıcı bir sistem planlandığında ise önceden fabrika ve ya atölyelerde üretilen çelik kolonlar, B.A Temel oluşumu içine ankre edilen çelik ankraj elemanlarına montajlanırlar (Şekil 3.4)



Şekil 3.4 Önceden üretilmiş çelik kolonun, yerinde imal edilen B.A. Temele ankre edilmiş çelik elemanlara montajı.

### 3.2 Taşıyıcı Sistem Oluşumu

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında uygulanabilecek taşıyıcı sistem seçenekleri, beşinci bölümde yapım sistemleri kapsamında ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Bu bölümde büyük açıklıklı sanayi yapılarında taşıyıcı sistem ögesinin sahip olması gereken özellikleri ve yapısal oluşumunu etkileyen faktörler irdelenecektir.

Sanayi yapılarının yapısal oluşumu sürecinde en önemli konu taşıyıcı sistemdir. ‘Tasarımcının statikçi, üretici, uygulayıcı ve işletmeci ile sıkı bir işbirliği yaparak, farklı alternatif taşıyıcı sistemleri her yönden karşılaştırarak ve karar vermesi gerekmektedir. Statikçi ve üreticinin sunacağı veriler, işletmecinin, yapının organizasyonu ve maliyet açılarından yapacağı öneriler, bu seçimde etkin bir rol oynamaktadır’ (Veliöğlu, 1992). İç yerleşim düzeni etüt edilerek belirlenecek olan alanın hangi taşıyıcı sistemle geçileceği, en ekonomik ve uygun çözümü getireceğinin belirlenmesi en önemli sorunu oluşturmaktadır.

Sanayi yapılarına yönelik sorunlar genellikle yapı üretiminin endüstrileşmesi ile çözümlenebilecek sorunlar olmaktadır. Geleneksel ve geliştirilmiş geleneksel taşıyıcı sistemler ile büyük açıklıklarda gerekli ve yeterli verimin elde edilmesi, yapı kalitesinin yükseltilmesi, yapı maliyetinin en aza indirilmesi olanaksızlığı söz konusudur. Büyük ölçüde zaman kaybı, etkin olmayan denetim ve yetersiz verim nedeni ile yapımın pahalı ve düşük kalitede olması kaçınılmaz olmaktadır.

Her türlü gelişme ve yeni koşullarda kendisini yenileme gereksinimi duyan sanayi yapıları, bu amacı gerçekleştirirken bazı sınırlamaların da etkisi altında kalmaktadırlar. Bu nedenle planlamada ani değişikliklere kısa zamanda uyarlayabilmeye olanak veren esnek taşıyıcı sistemlerin araştırılmaları gerekmektedir. Geleneksel taşıyıcı sistemlerde bu özellikleri bulabilmek genelde olanaksız olmaktadır.

Günümüzdeki teknolojilere uygun biçimlendirilmiş bir sanayi yapısı, çok kısa sürede bu teknolojinin gelişmesi ve değişmesiyle kullanılmaz duruma gelebilmektedir. Bütün bunlar, endüstri yapılarının teknolojik değişme ve gelişmelerden doğrudan ve en aktif bir biçimde etkilendiğini göstermektedir. Genellikle zorlayıcı bu yönlendirmeler sanayi yapılarında esnek taşıyıcı sistemlerin araştırılıp, uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Büyük açıklıklı sanayi yapılarının en önemli ögesi olan taşıyıcı sistemin maliyetinin de tüm yapı maliyeti içinde % 16 – 20 arasında olduğu düşünüldüğünde, en uygun seçimin yapılması ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Bütün bu nitelikler, büyük açıklıklı sanayi yapısını çağdaş yapı sorununun kristalleştiği en ileri ve en gelişmiş taşıyıcı sistemlerin uygulanması gereken bir alan olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye olanaklarında büyük açıklıklı sanayi yapıları yapımında uygulanabilecek çağdaş, ön yapıma elverişli, endüstrileşmiş taşıyıcı sistemler 5. Bölümde Yapım Sistemleri kapsamında irdelenmiştir.

'Taşıyıcı sistemlerden, yapımı planlanan sanayi yapısının özellikleri doğrultusunda, en uygun olanının seçimi ve ölçümü için analiz edilmesi gereken çeşitli faktörler vardır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir' (Velioğlu, 1992).

1. Sanayi kolunun gerektirdiği ve taşıyıcı sistemin statik kuruluşunun, bağlantılarının, eleman biçim ve boyutlarının seçiminde etkili hususlar;
  - Gerekli açıklık ve yüksekliklerin belirlenmesi,
  - Köprü vinç montajının özellikleri (yapılacak işe),
  - Amaçlanan doğal aydınlatma düzeyi ve çatıdan aydınlatma gerekip gerekmediği,
  - Gelecekte, değişebilen ve gelişebilen amaçlara bağlı olarak yeni iç düzenlemelerin yapılması veya yapının büyütülebilmesi olasılığı,
  - Tesisat dağılımı, iç donanım, ince yapım işlerine bağlı ve kullanımdan doğan özellikler,
2. Çevresel şartlar;
  - Zemin etüdünün yapılarak arazi topoğrafyasının çıkarılması,
  - Deprem bölgeleri ve deprem yönetmeliklerinin göz önüne alınması,
  - Yapı dış kabuğunu ve yapı statüğünü sürekli etkileyecek olan iklimsel verilerin göz önüne alınması,
3. Ekonomik şartlar;
  - Seçilen taşıyıcı sistemin optimum maliyette olması,
  - Kısa sürede inşaa edilebilirlik,
  - Sistemin uzun ömürlü olması ve bakım kolaylığı,
4. Boyutsal etkenler;
  - Sistemi oluşturan elemanların taşınabilir ve monte edilebilir parça ve

büyükte olmaları,

- Konstrüktif yüksekliğin inşaat hacminde gereksiz bir artış getirmesi,

#### 5. Güvenlik etkenleri;

- Taşıyıcı sistem parça ve bileşenlerinin yangına karşı standartlarda öngörülen direnime sahip olmaları,
- Depreme karşı gerekli önlemlerin alınması,
- Sabotaj gibi tehlikelere karşı gereken güvenlik önlemlerinin alınması.

### 3.3 Çatı Örtüsü Oluşumu

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında çatı örtüsü, iç üretim mekanını dış mekandan ayıran, iç çalışma ortamında, çalışanlar ve üretim sistemi için gerekli konfor koşullarını sağlamak üzere, yapı bünyesini ısı, su, nem, termal gerilmeler ve radyasyon gibi dış ortam koşullarının zararlı etkilerinden koruyan, yatay yapı ögesidir.

Bir örtü olarak çatı, işlevine göre bir veya daha fazla katmandan oluşabilmektedir. Temel olarak büyük açıklıklı sanayi yapılarında çatı örtüsü, ısıya dirençli, su, ses ve kire karşı dayanıklı, rüzgar penetrasyonuna karşı dirençli, etki eden tüm yüklere karşı mukavim ve bu özelliklerini ortalama 50 yıl kaybetmeyecek ömürlükte olması gerekmektedir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında uygulanacak çatı örtüsü oluşumunu; sanayinin işlevsel gereksinimleri, çevresel etmenler, ekonomik etmenler ve yasal sınırlamalar kapsamında incelediğimizde şu performans gereksinimleri ortaya çıkmaktadır (Çakır, 2000).

- Mukavemet : Kendisini ve dış yükleri ana taşıyıcılara düzenli şekilde aktarmalı, bu yüklere karşı dayanıklı olmaları gerekmektedir.
- Durabilite : Çatı örtüsü ve birleşenleri uzun ömürlü olmalı ve zamanın etkilerine karşı yeterli bir dayanım göstermeleri gerekmektedir.
- Boyutsal kararlılık : Çatı örtüsü ve birleşenlerinin sabit ve değişken dış kuvvetler karşısında sınırların ötesinde bir boyutsal değişim göstermemeleri gerekmektedir.
- Doğal aydınlatma : Çatı örtü sistemi, sanayi dalının ihtiyacı doğrultusunda doğal aydınlatma koşullarını ekonomik bir şekilde yerine getirebilmelidir.
- Hava koşullarına dayanım : Yağmur, kar, kir, vb. atmosferik olaylara karşı iç ortamda

konforu sağlamaları gerekmektedir.

- Ses kontrolü : İç ortamdaki sesin dışarı çıkışında ve dış ortamdaki sesin içeri girişinde yeterli izolasyonu sağlaması gerekmektedir.
- Termal konfor : Değişken dış sıcaklıklara karşı içeride düzenli bir sıcaklık derecesini sağlayabilmesi gerekmektedir.
- Yangın direnci : Dış ortamdaki yangının yapıyı etkilemesini engelleyici özellik göstermesi, içeride yangın çıkmasını ve yayılmasını önleyecek özellikte olması gerekmektedir.
- Havalandırma ve aydınlatma istekleri : İç ortamdaki buhar ve tozların dışarıya atılması için gerekli havalandırmayı sağlaması, iç mekanlar için çatıdan aydınlatma gerektiğinde bunun düzenli ve güvenli biçimde sağlanabilmesine imkan verici özellikte olması gerekmektedir.
- Sağlık : Yapım sırasında ve sonrasında insan sağlığına zarar verici maddelerin çatı bünyesine girmesine izin verilmemesi, insan sağlığına zararlı malzemeler içermemesi gerekmektedir.
- Güvenlik : Kullanılan malzemelerin dış etmeler karşısında çevreye zarar vermemesi gerekmektedir (panellerin rüzgar etkisiyle uçması, kar etkisiyle çökmesi vb.)
- Maliyet : Üretim maliyetinin düşük, yapımının kolay ve hızlı, uzun ömürlü, bakım ve onarım maliyetlerinin düşük, gelecekteki büyüme durumunda zaiyat vermeden yeniden kullanılabilmesi gerekmektedir (Çakır, 2000).
- Görünüş : Estetik beklentileri karşılması ve yapının bütünü ile bir uyum içinde bulunması beklenmektedir.

Büyük açıklıklı bir sanayi yapılarında çatı örtüsü oluşumunun, bu gereksinmelerin hepsini aynı anda karşılması mümkün olmayabilmektedir. Bir takım gereksinmeler birbiri ile çakışabilmektedirler. Optimum bir çözüm bulunması ve maksimum gereksinmelerin karşılanması, çatı örtüsü yapımında temel ölçüt olmaktadır.

Sanayi yapılarında çatı örtüsüne etki eden etmenler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir;

#### 1. Isı ile ilgili etmenler

- Güneş ısısı
- Yapı içi kimyasal ve fiziksel olaylardan oluşan ısı

- Isı değişimleri
  - Düşük sıcaklık
  - Don ve buzlanma
2. Yükler (öz ağırlık, deprem, rüzgar, kar ve yağmur)
3. Su, nem ve diğer sıvılar ile ilgili etmenler
- Yağış rejimi
  - Sanayide kullanılan ve atık kimyasal gazlar
4. Işık ile ilgili etmenler
- Doğal ışık
  - Yapay ışık
  - Işık rengi ve parlaklık
  - Kızıl ötesi ışınlar
  - Ültraviyole
  - Radyoaktif ışınlar
5. Maliyet ile ilgili etmenler
- Gereç ve bileşen maliyeti
  - İşçilik maliyeti
  - Nakliye ve depolama
  - Montajda araç ve işçilik maliyeti
  - Enerji sarfiyatı (Başaran, 1998).

Sanayi yapılarında, çatı örtü sistemleri, yukarıda sözü edilen etmenler karşısında kendilerinden beklenen işleri yerine getirememeleri durumunda; yapı bünyesi kısa sürede bozularak çeşitli hasarlar çıkabilmekte, yapı içinde çalışanların sağlık düzenleri ve üretim

sistemini oluşturan makine, araç, ekipman, elektronik ve otomasyon sistemleri bozulabilmekte, oluşacak hasarlardan enerji kayıpları oluşabilmekte, oluşacak hasarların onarımı için büyük ölçüde işçilik ve malzeme gideri oluşabilmekte, oluşacak hasarların onarımı sırasında gerekli sürelerde üretim aksayabilmekte hatta durabilmektedir.

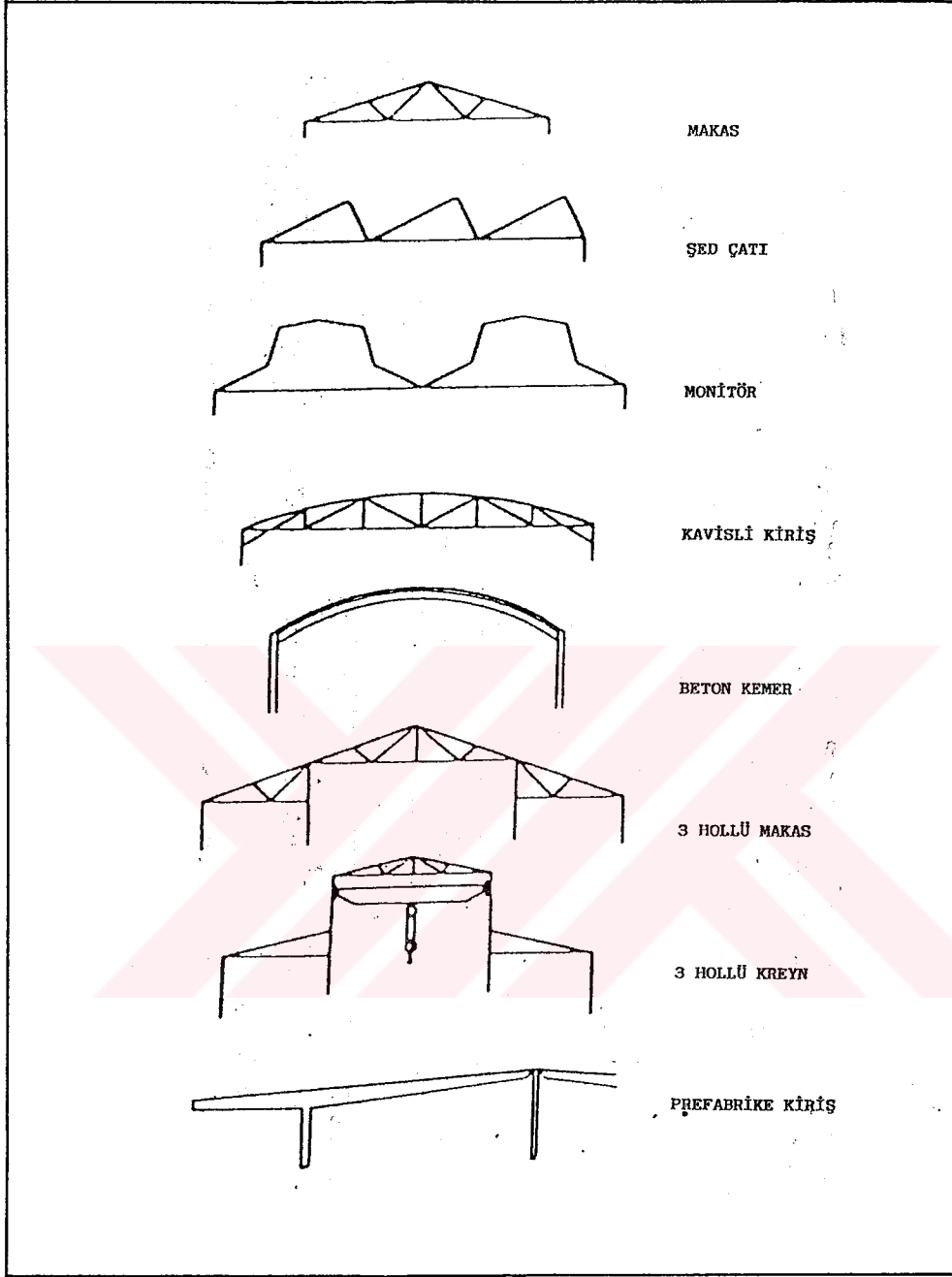
Büyük açıklıklı sanayi yapılarının çatı örtü sistemlerindeki bu hasarların genel sebepleri ise şu şekilde sıralanabilmektedir (Çakır, 2000) :

- Güneş ışınımını, mor ötesi ışınımı (U.V.), yağmur, kar, dolu, rüzgar, asit yağmurları, mantar oluşumları gibi dış etmenlerin olumsuz etkilerine özellikle düz çatılı sanayi yapıları

çok sık maruz kalmaktadırlar. Sıcak iklim bölgelerinde yaz aylarında çatı üst yüzeyinde sıcaklığın bazen 90 C' nin üzerine çıkabilmektedir. Geceleri ise çatıdaki ısı hızla düşmekte ve yüzey soğumaktadır. Oluşan bu hızlı ısı değişimleri çatı katmanlarını olumsuz etkilemekte ve ani gerilmelere yol açmakta, özellikle su izolasyon malzemelerinde çatlamalara sebep olabilmektedir.

- Yapı teknolojisindeki hızlı gelişmelere bağlı olarak, piyasaya birçok ürün sürülmektedir. Yeni geliştirilen bu malzemeler, daha önce çok fazla denenemedikleri için zaman içinde performansları ve diğer çatı katmanları ile uyumlarında çözümü çok zor sorunlara sebep olabilmektedirler.
- Büyük açıklıklı sanayi yapılarının çatı örtü sistemlerini oluşturan malzemelerin, tek tek gösterecekleri performanstan daha çok çatı örtüsünün bütün olarak göstereceği performans önemli olmaktadır.
- Geniş alanları kaplayan çatılarda, ısı sebebiyle oluşacak genleşme nedeniyle birden fazla derz düzenlenmesi gerekmekte, bu da hasarların artmasına sebep olabilmektedir.

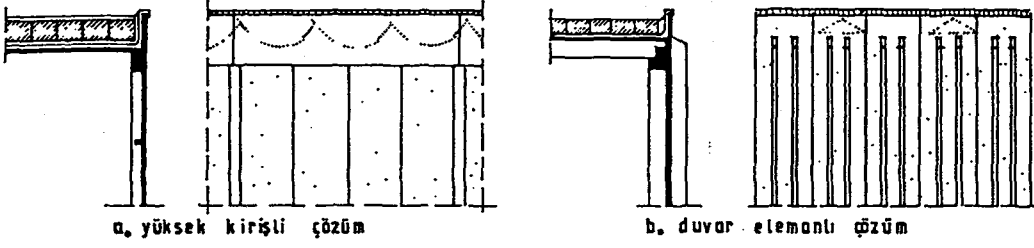
Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yukarıda bahsedilen gereklilikler ve koşullar doğrultusunda farklı çatı tipleri ve formları uygulanabilmektedir (Şekil 3.5). Doğal aydınlatma gibi önemli bir fonksiyona cevap veren çatı ışıklıkları, bunların cephe ile olan ilişkileri, çeşitli çözümleri ve uygulamaları Şekil 3.6, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9' da verilmiştir.



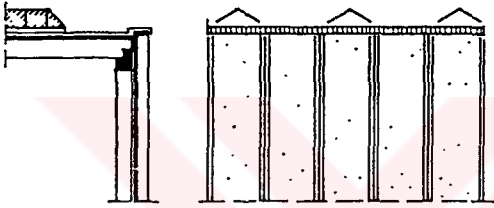
Şekil 3.5 Farklı çatı tipleri, (Veliöđü, 1992).

## BÜYÜK AÇIKLIKLI YAPILARDA ÇATI IŞIKLIĞI-CEPHE İLİŞKİSİ

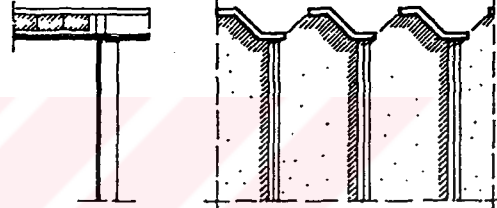
1. Işıklıkların yüksek kiriş veya duvar elemanı ile örtülmesi



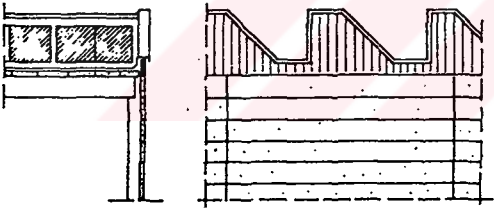
2. Işıklığın geride bırakılması



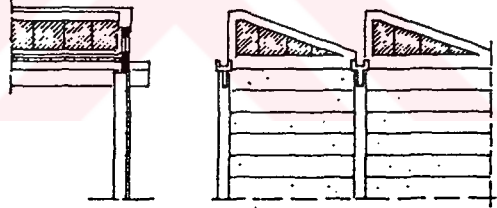
3. Yalnız taşıyıcı elemanların konsol çıkması



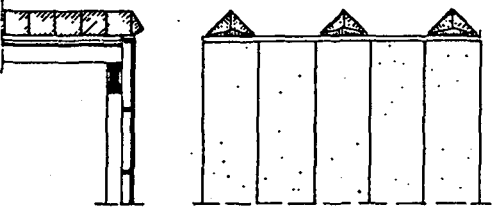
4. Işıklık yan yüzeyinin kaplanması



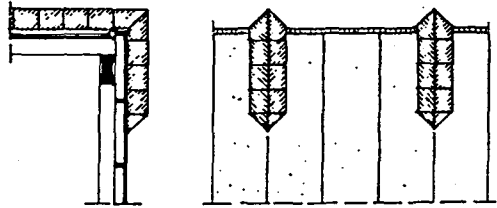
5. Işıklık yan yüzeyinde doğrama teşkili



6. Işıklık yan yüzeyine özel biçim verilmesi



7. Işıklığın cepheye döndürülmesi

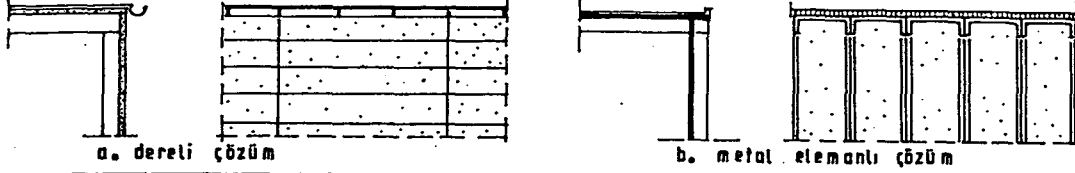


Şekil 3.6 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında çatı – cephe ilişkisi

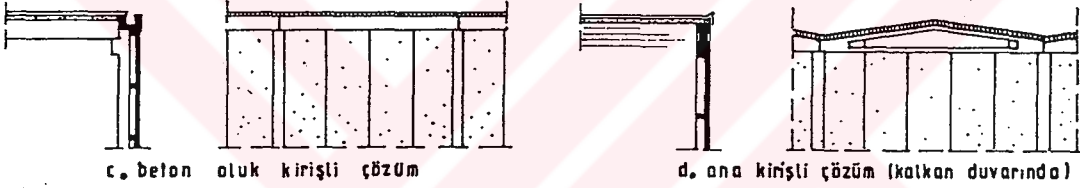
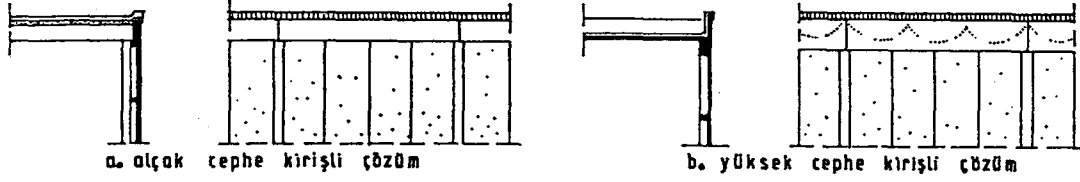
## BÜYÜK AÇIKLIKLI YAPILARDA DIŞ DUVAR-ÇATI SAĞAĞI İLİŞKİLERİ

### A. Saçaksız çözümler

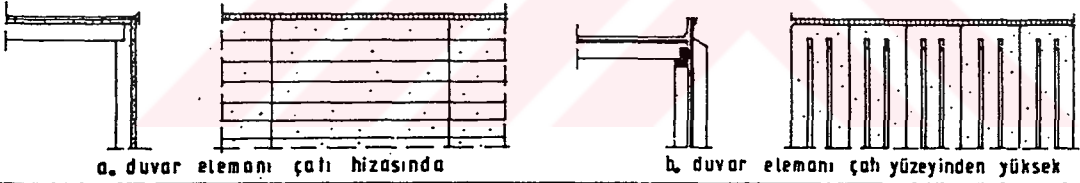
#### 1. Çatı duvar ilişkisinin bir dere veya metal elementle örülmesi



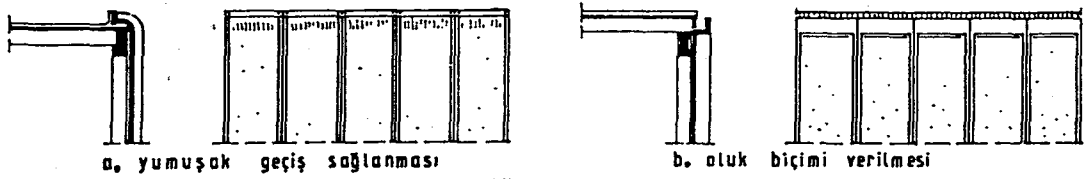
#### 2. Cephe, atuk veya taşıyıcı kirişli çözümler



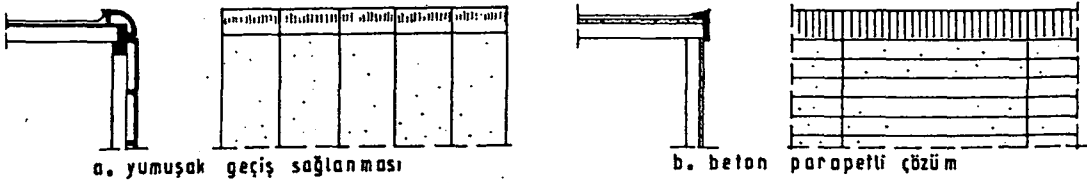
#### 3. Duvar elemanının yükseltilmesi



#### 4. Duvar elemanının üst bölümüne özel biçim verilmesi



#### 5. Beton ara elementli çözümler

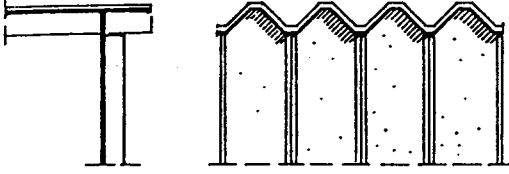


Şekil 3.7 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış cephe – çatı saçağı ilişkileri

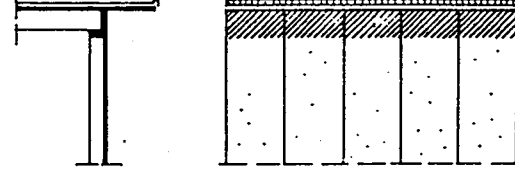
## BÜYÜK AÇIKLIKLI YAPILARDA DIŞ DUVAR-ÇATI SAĞAĞI İLİŞKİSİ

### B. Konsol saçaklı çözümler

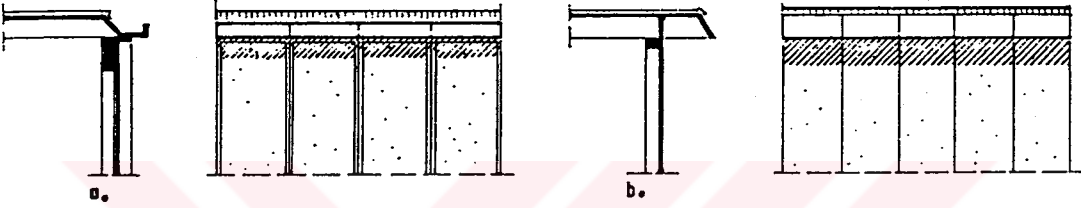
1. Çatı elemanının konsol çıkması



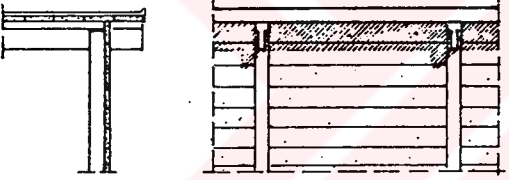
2. Çatı elemanının bir bölümünün konsol çıkması



3. Çatı elemanının uç kısmına özel biçim verilmesi



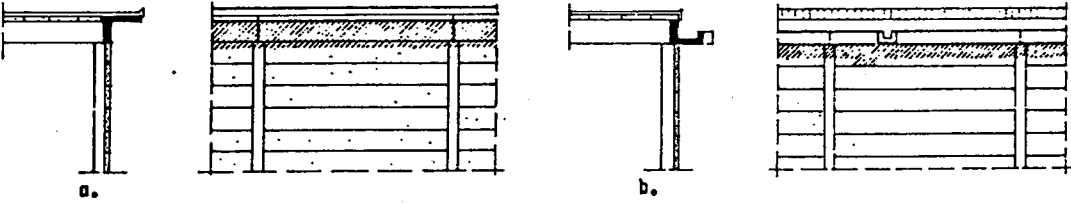
4. Ana kirişin konsol çıkması



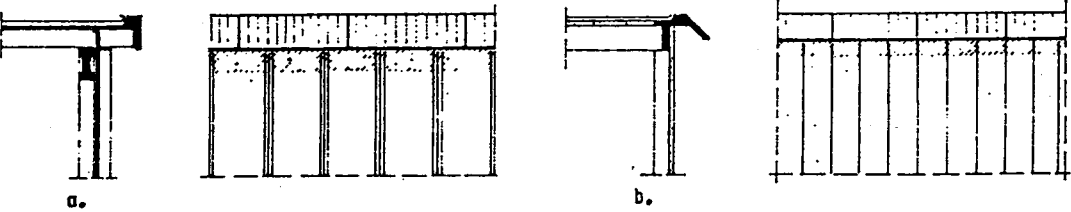
5. KOLON veya çerçeve ayağına bağlı konsol kol yapılması



6. Cephe kirişine özel biçim verilmesi



7. Saçığın özel bir beton elemanla birleştirilmesi



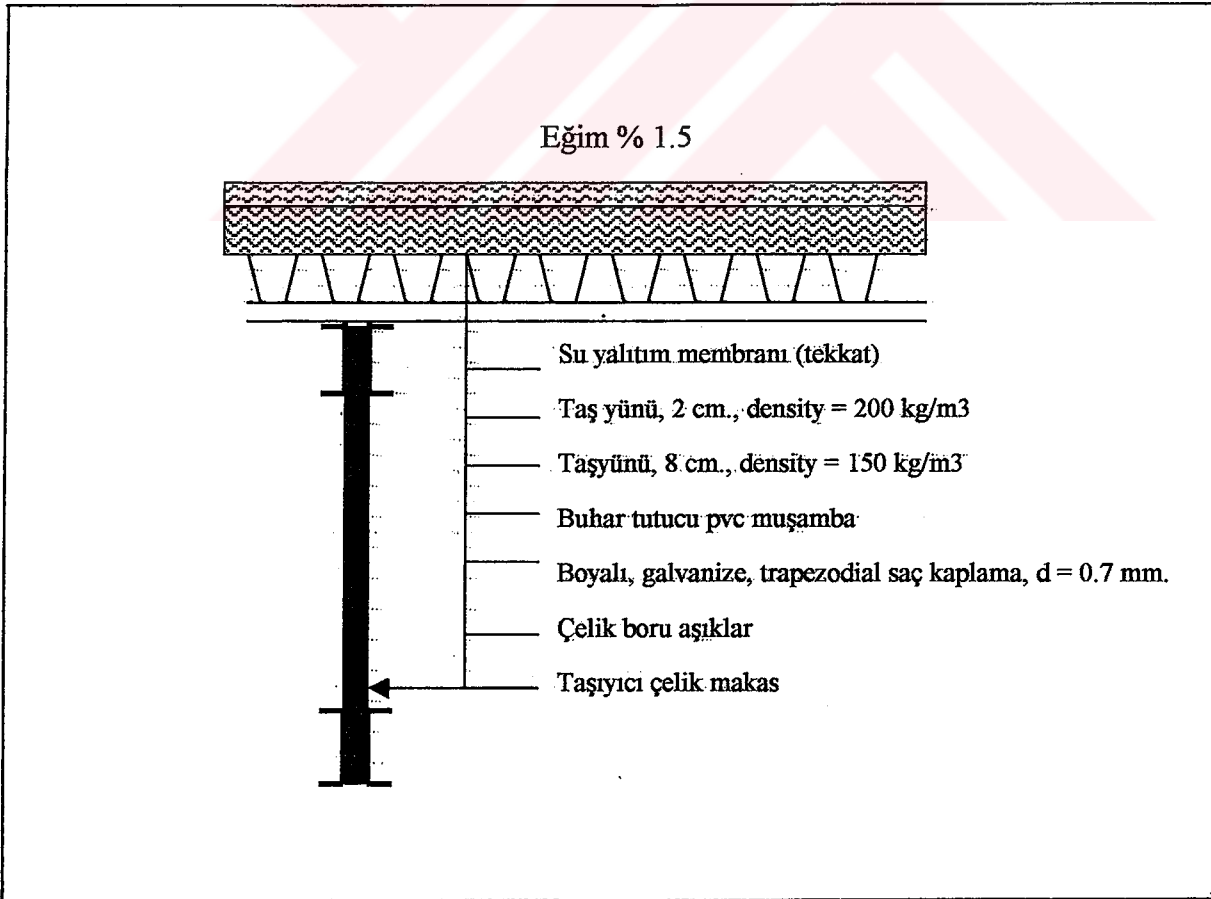
Şekil 3.8 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış cephe – çatı saçığı ilişkileri

Günümüzde yapı teknolojilerindeki gelişmeler ve yeni yapı ürünlerinin özellikle yalıtım malzemelerinin gelişimi Türkiye’de büyük açıklıklı sanayi yapılarının çatı örtülerinin oluşumunda uygun ve hızlı çözümler getirmektedir.

Son yıllarda Türkiye’ de büyük açıklıklı sanayi yapılarının çatı örtü oluşumlarında en sık kullanılan ürünler ve detaylar aşağıdadır ;

1. Katmanları taşıyan, alt yüzeyi oluşturan döşeme plakası,
2. Astar,
3. Buhar kesici, basınç ayarlayıcı ve dengeleyici,
4. Isı yalıtımı,
5. Su yalıtımı

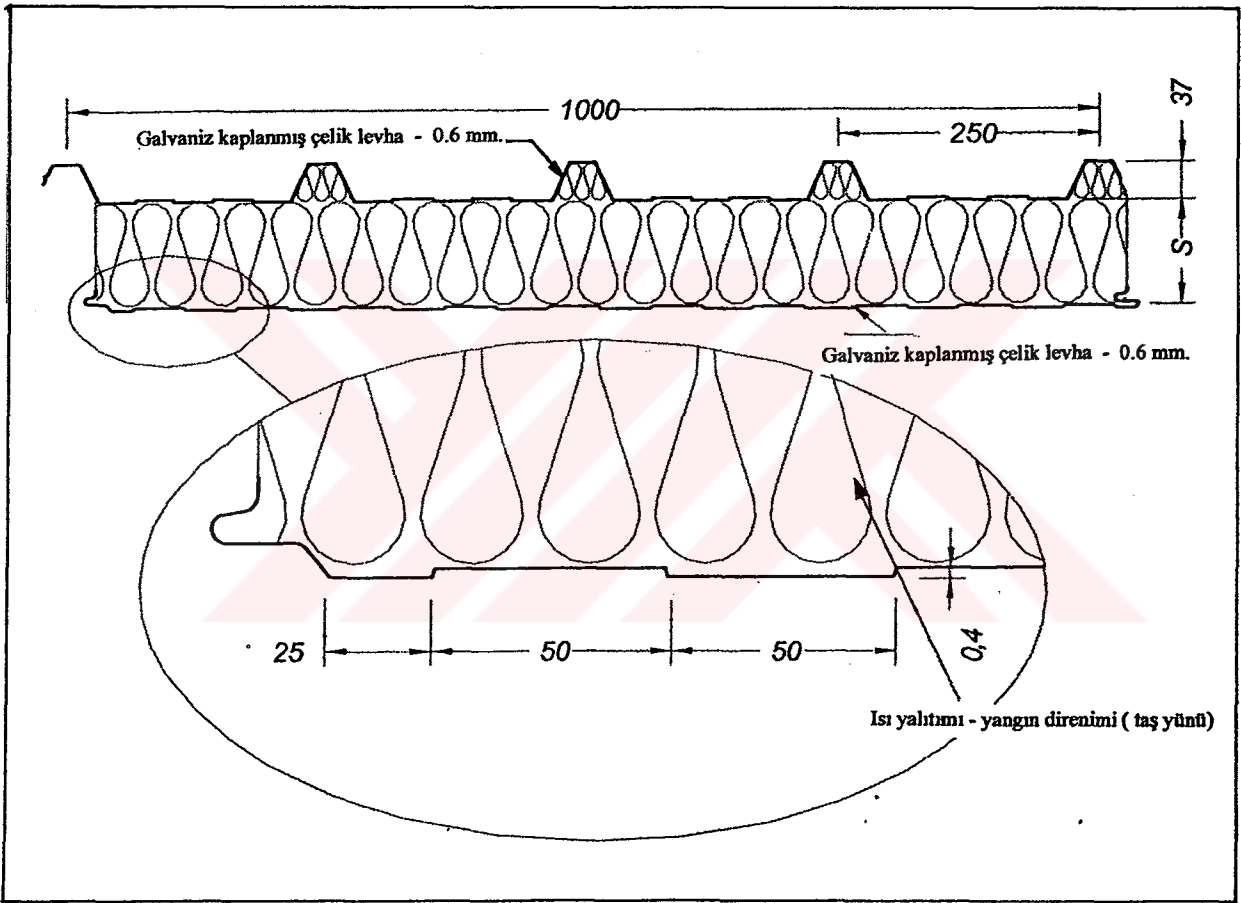
Bu katmanların dizilişi sistem çözümüne göre değişebilmektedir. Günümüzde bu katmanlardan oluşan hazır çatı panelleri (sandviç) oldukça sık kullanılmaktadır. Yeni geliştirilen bir su izolasyon malzemesi (U.S.A.), üzerine koruma yapılmasına gerek kalmadan, yürünebilir bir yüzey oluşturabilmektedir (Şekil 3,9).



Şekil 3.9 Çatı örtüsü detayı

Metal çatı örtü panelleri, kesit biçimine göre daima çok katmanlı panellerdir. Katmanlar; dış kabuk, ısı yalıtımı ve iç kabuktur. Gereç türüne göre çelik levha, alüminyum levha ve ya plastik bileşimlerden yapılabilmektedirler.

Örnek olarak bir firmanın ürettiği yangın dayanımlı çatı kaplama paneli, iki yüzeyi 0.6 mm. kalınlığında galvaniz kaplanmış çelik levhalar arasına, kolay tutuşmayan yoğunlaştırılmış taş yünü konarak ve bu üç katmanın özel kimyasallar ile yapıştırılması ile oluşturulmuştur (Şekil 3.10). Panelin dış ve iç yüzeyi plastik bir film tabakası kaplanarak korunumlu hale getirilmiştir.



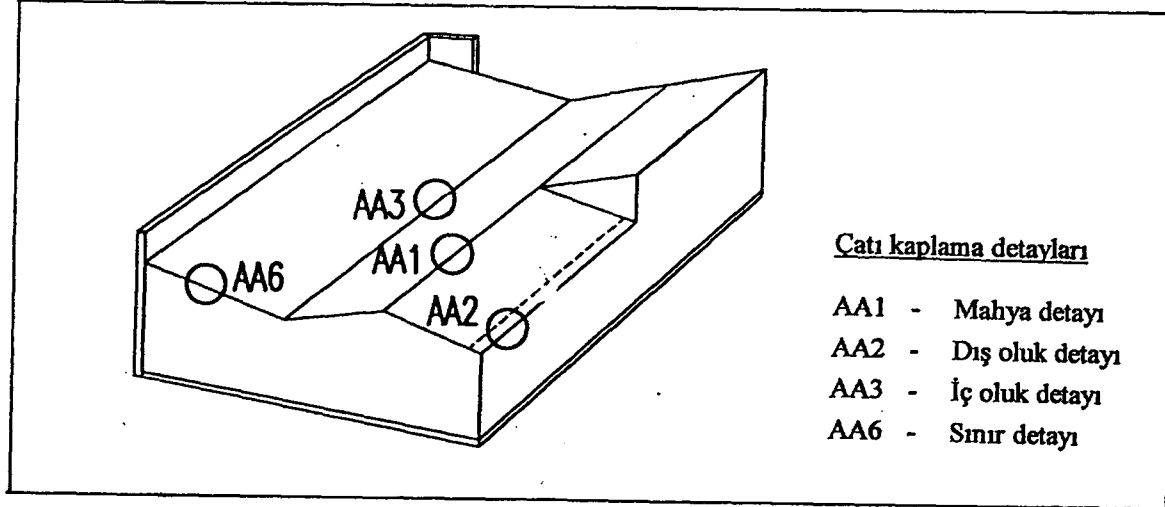
Şekil 3.10 Yabancı bir firmanın (Trimo) ürettiği metal çatı sandviç paneli

Altı farklı kalınlıktan oluşturulabilen bu paneller ile ilgili teknik veriler Şekil 3.11' de gösterilmiştir. Üretilen bu panellerin, kalınlıklarının büyütülmesi sonucu yangına dayanımlarının arttığı görülmektedir.

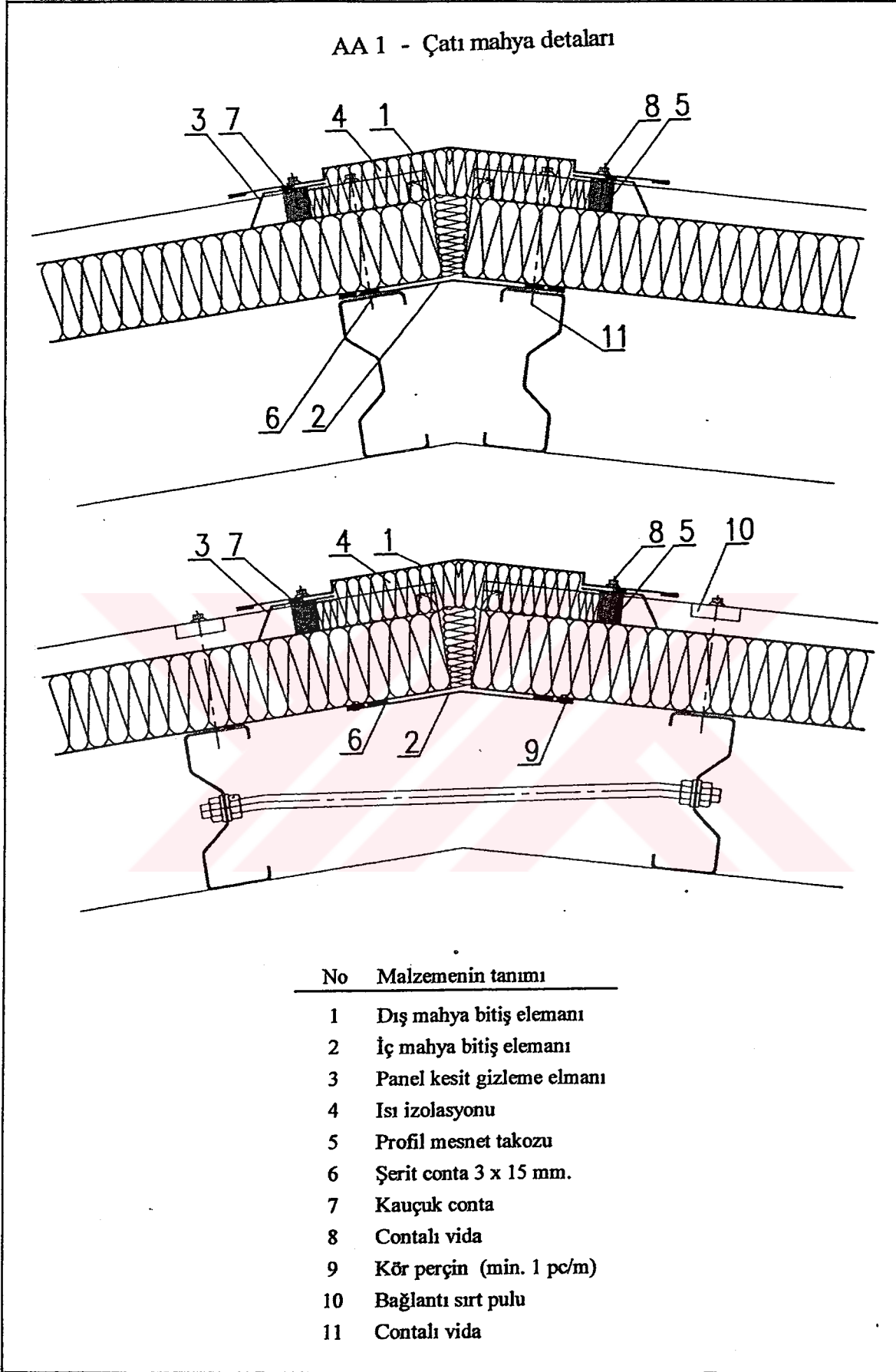
Özellikler	60' lık	80' lık	100' lük	120' lik	150' lik	200' lük
Panel kalınlığı (mm.)	60	80	100	120	150	200
İzolasyon malzemesinin tutuşabilirlik özelliği	kolay tutuşmayan - sınıf A1					
Yangın korunumu - Sınıf W (DIN 4102)	W 90 - AB →					
Yangın korunumu - Sınıf F (DIN 4102)	F 60 - AB		F 90 - AB	F 120 - AB →		
Birim ağırlığı (kg/m <sup>2</sup> )	19,60	21,90	24,30	26,70	30,30	36,30
Termal iletkenliği (W/m <sup>2</sup> K) (DIN 52 612-1)	0,61	0,48	0,40	0,34	0,27	0,21
Ses tutuculuğu (DIN 52 210)	Rw = 30 dB →					
Minimum çatı eğimi	5					
Genişlik (üretilen)	1000 mm.					
Boy (üretilen)	14 metreye kadar					

Şekil 3.11 Yabancı bir firmanın (Trimo) ürettiği metal çatı sandviç panelleri ile ilgili teknik bilgiler

Aynı firmanın ürettiği çatı panelleri ile ilgili çeşitli detaylar Şekil 3.12 - a,b,c,d' de gösterilmiştir.

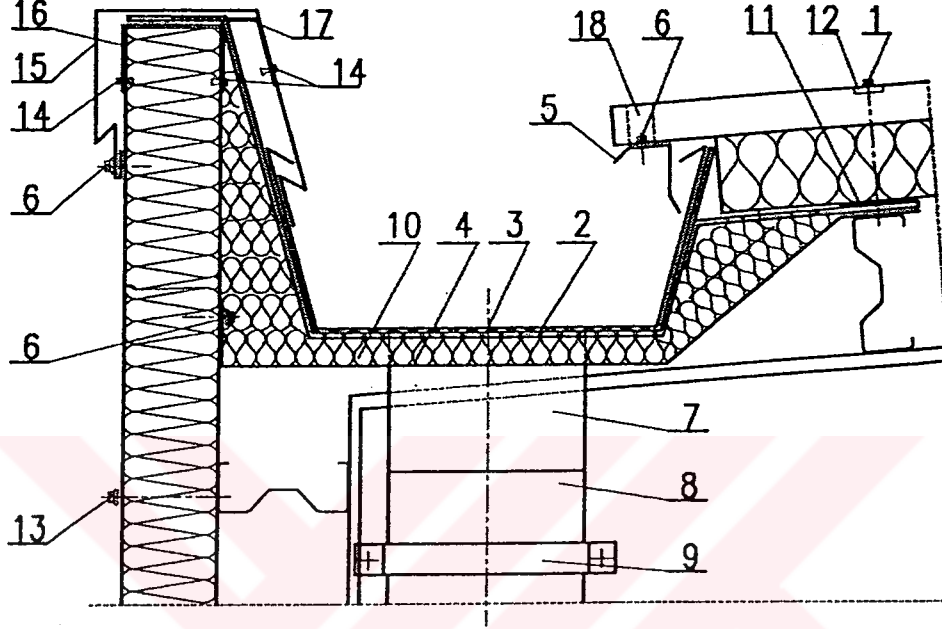


Şekil 3.12 Çatı kaplama detayları



Şekil 3.12.a Çatı mahya detayları

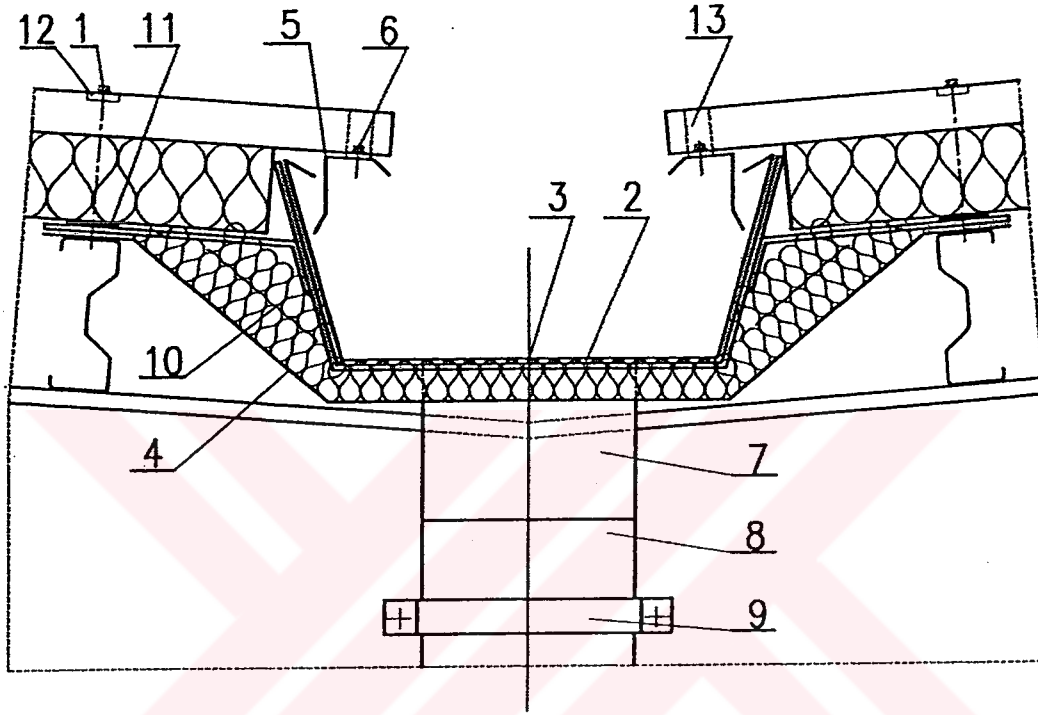
## AA 2 - Dış oluk detayı



No	Malzemenin tanımı	No	Malzemenin tanımı
1	Sabitleme vidası	10	Isı izolasyonu
2	Oluk desteği	11	Şerit conta 3 x 15 mm.
3	İç oluk	12	Bağlantı sırt pulu
4	Oluk taban kalıbı	13	Sabitleme vidası
5	Oluk bitirme elemanı	14	Kör perçin (min. 1 pc/m)
6	Contalı vida	15	Saçak bitiş elemanı
7	Oluk çıkış bağlantısı	16	Panel bitiş profili
8	Düşey iniş borusu	17	Bitiş mesnetleme elemanı
9	Düşey iniş borusu mesneti	18	Profil mesnet takozu

Şekil 3.12.b Dış oluk detayı

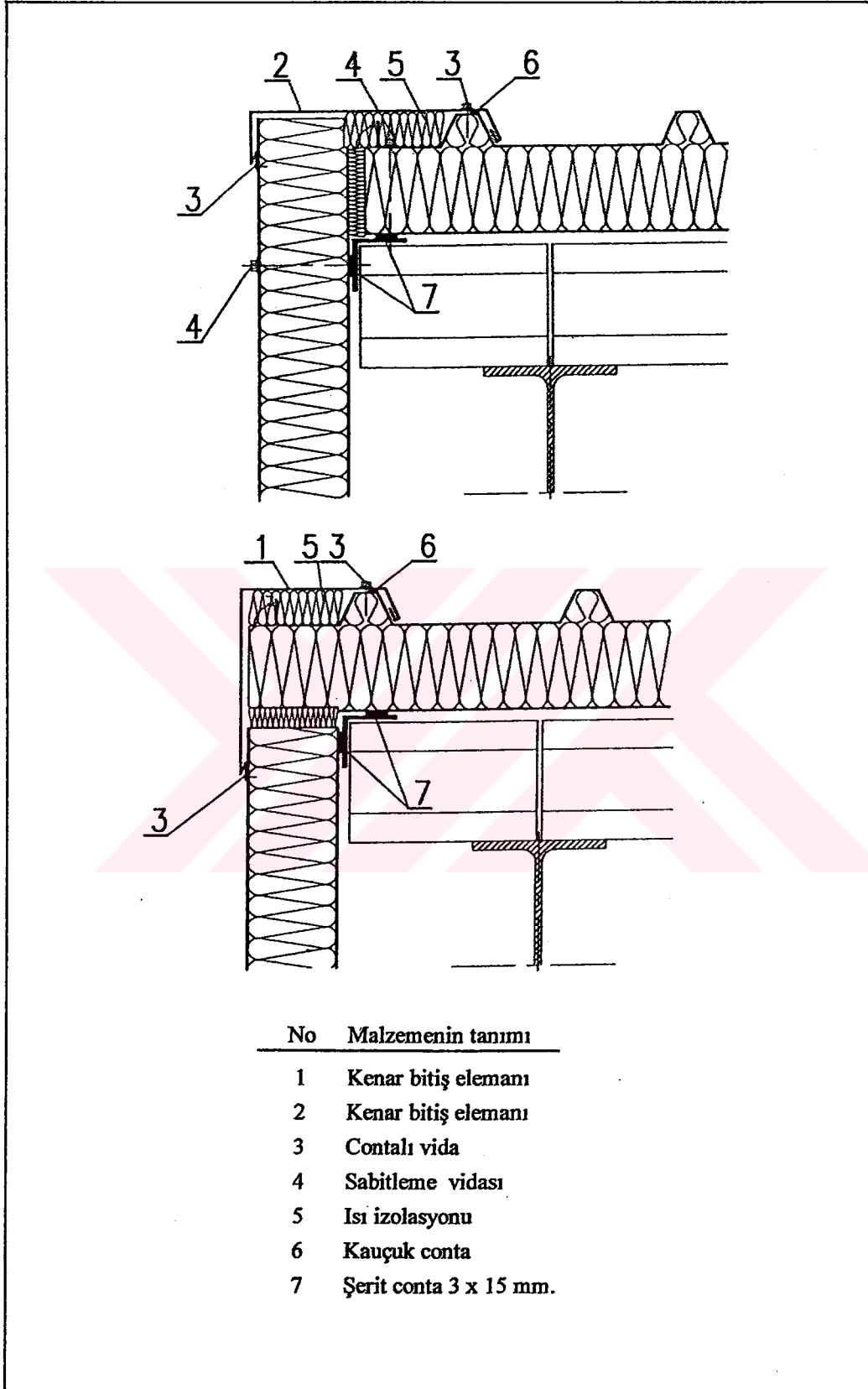
AA 3 - İç oluk detayı



No	Malzemenin tanımı
----	-------------------

- |    |                           |
|----|---------------------------|
| 1  | Sabitleme vidası          |
| 2  | Oluk desteği              |
| 3  | İç oluk                   |
| 4  | Oluk taban kalıbı         |
| 5  | Oluk bitirme elemanı      |
| 6  | Contalı vida              |
| 7  | Oluk çıkış bağlantısı     |
| 8  | Düşey iniş borusu         |
| 9  | Düşey iniş borusu mesneti |
| 10 | Isı izolasyonu            |
| 11 | Şerit conta 3 x 15 mm.    |
| 12 | Bağlantı sırt pulu        |
| 13 | Profil mesnet takozu      |

Şekil 3.12.c İç oluk detayı



Şekil 3.12.d Sınır detayları

### 3.4 Dış Cephe Oluşumu

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış cephe oluşumu, iç üretim mekanını dış mekandan ayıran, iç çalışma ortamında, çalışanlar ve üretim sistemi için gerekli konfor koşullarını sağlamak üzere, yapı bünyesini ısı, su, nem, termal gerilmeler ve radyasyon gibi dış ortam koşullarının zararlı etkilerinden koruyan, düşey yapı ögesidir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış duvarlar çeşitli açılardan önem kazanmaktadır. Dış cepheye etki eden etmenler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir;

#### 1. Isı ile ilgili etmenler

- Güneş ısısı
- Yapı içi kimyasal ve fiziksel olaylardan oluşan ısı
- Isı değişimleri
- Düşük sıcaklık
- Don ve buzlanma

#### 2. Yükler (öz ağırlık, deprem, rüzgar ve olası çarpmalar)

#### 3. Su, nem ve diğer sıvılar ile ilgili etmenler

- Yağış rejimi
- Su basıncı
- Su baskını ve sel
- Kirli su (atık su)
- Sızıntı sular
- Hava nemi ve ortam nemi
- Sanayide kullanılan kimyasal sıvılar

#### 4. Işık ile ilgili etmenler

- Doğal ışık
- Yapay ışık
- Işık rengi ve parlaklık
- Kırmızı ötesi ışınlar
- Ultraviyole
- Radyoaktif ışınlar

#### 5. Maliyet ile ilgili etmenler

- Gereç ve bileşen maliyeti
- İşçilik maliyeti
- Nakliye ve depolama
- Montajda araç ve işçilik maliyeti
- Enerji sarfıyatı (Başaran, 1998).
- Gelecekte olası büyümeye imkan verebilmesi, demonte edilip tekrar monte edilebilmesi

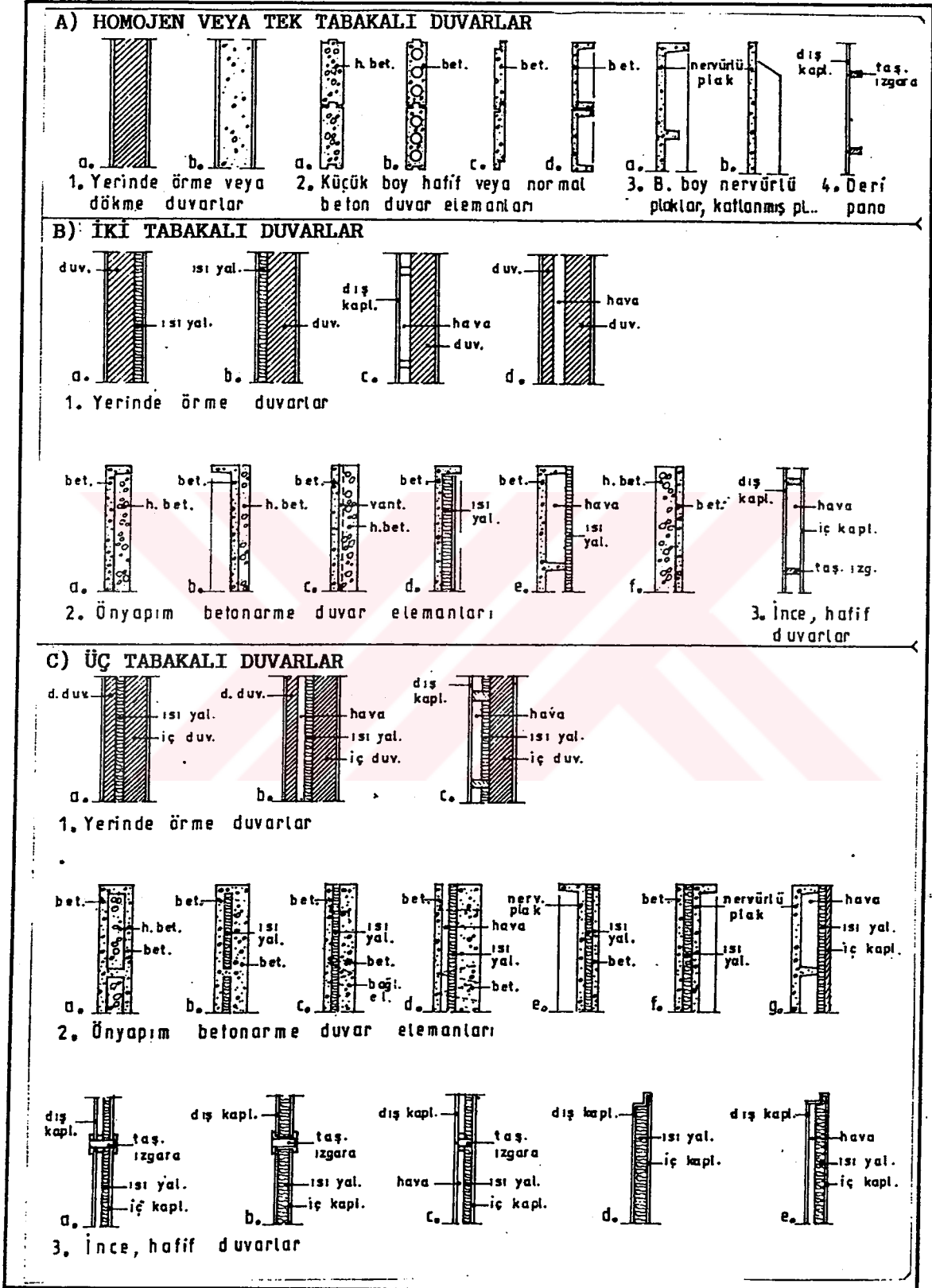
Sanayi yapılarında, dış cephe oluşumları yukarıda sözü edilen etmenler karşısında kendilerinden beklenen işleri yerine getirememeleri durumunda;

- Yapı bünyesi kısa sürede bozularak çeşitli hasarlar çıkabilmekte,
- Yapı içinde çalışanların sağlık düzenleri ve üretim sistemini oluşturan makine, araç, ekipman, elektronik ve otomasyon sistemleri bozulabilmekte,
- Oluşacak hasarlardan enerji kayıpları oluşabilmekte,
- Oluşacak hasarların onarımı için büyük ölçüde işçilik ve malzeme gideri oluşabilmekte,
- Oluşacak hasarların onarımı sırasında gerekli sürelerde üretim aksayabilmekte hatta durabilmektedir.

Bu olumsuz durumlarla karşılaşılması için dış cephenin işlevlerinin çok iyi saptanarak, panel katmanlarının en doğru kompozisyonu oluşturmaları gerekmektedir. Cephe panelleri içinde yer alan malzemelerin yapı fiziği kuralları içinde doğru seçilmeleri ve uygulanmaları ile sağlanan konfor ve ekonominin süreklilik kazandığı gözlenebilmektedir (Başaran, 1998).

Dış cephe öğeleri kendi yükleri ve ağırlıkları dışında, rüzgar ve deprem yükleri gibi yatay yükleri, tespit edildikleri taşıyıcı sistem bileşenlerine aktarmaktadırlar. Toplam yapı ağırlığını ve deprem yükünü azaltması açısından, büyük açıklıklı sanayi yapılarında çok geniş alanları kaplayan cephe sisteminin, olabildiğince hafif olmaları gerekmektedir. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında uygulanan dış duvar oluşumları Şekil 3.13' te verilmiştir.

## BÜYÜK AÇIKLIKLI YAPILARDA DIŞ DUVAR KURULUŞLARI

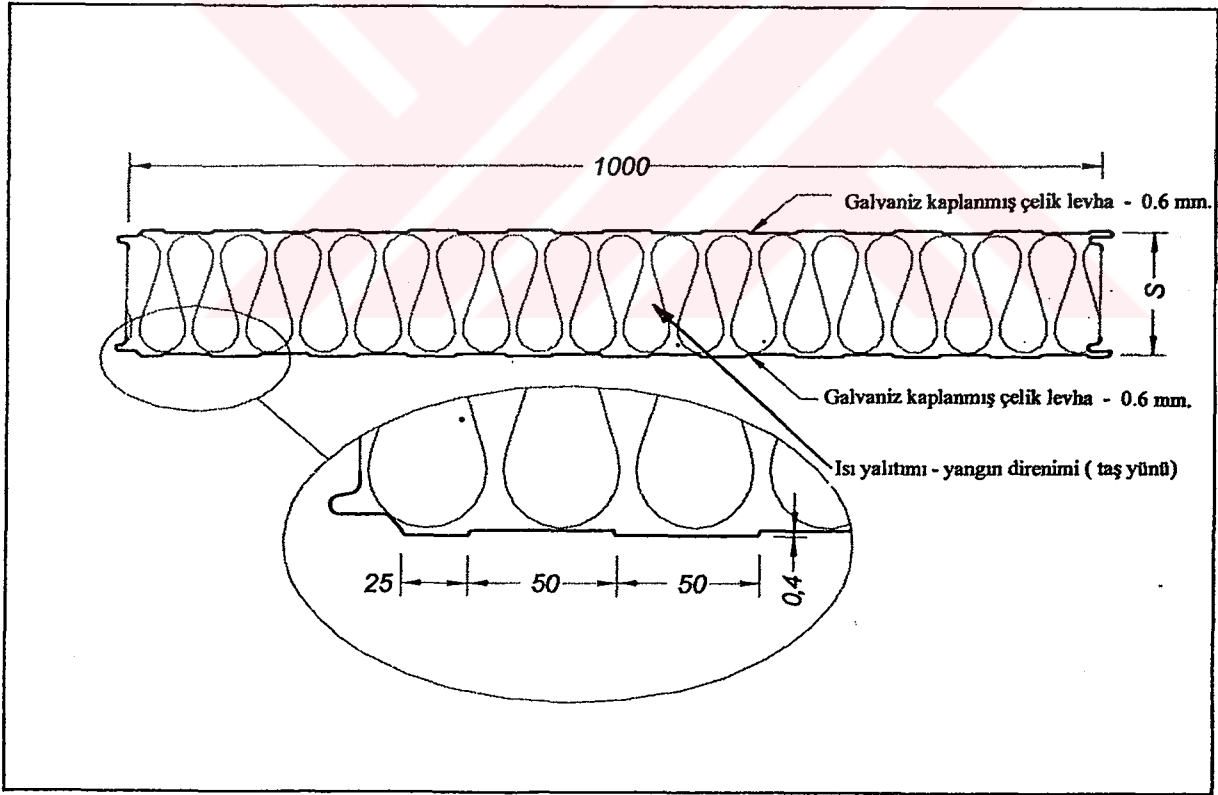


Şekil 3.13 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında dış duvar oluşumları.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, dış duvarların geniş alanları kaplamalarından dolayı, cephe sisteminin olabildiğince hafif olmaları gerekmektedir. Bu yapılarda son yıllarda ülkemizde de çok sık kullanılan, metal sandviç cephelerin, panel yapım sistemi ile uygulanmaları tercih edilmektedir.

Metal cepheler, kesit biçimine göre üç katmanlı panellerdir. Katmanlar; dış kabuk, ısı yalıtımı ve iç kabuktur. Gereç türüne göre çelik levha, alüminyum levha ve ya plastik bileşimlerden yapılabilmektedir.

Örnek olarak bir firmanın ürettiği yangına dayanımlı cephe kaplama paneli, iki yüzeyi 0.6 mm. kalınlığında galvaniz kaplanmış çelik levhalar arasına, kolay tutuşmayan yoğunlaştırılmış taş yünü konarak ve bu üç katmanın özel kimyasallar ile yapıştırılması ile oluşturulmuştur (Şekil 3.14). Panelin dış ve iç yüzeyi plastik bir film tabakası kaplanarak korunumlu hale getirilmiştir. Çelik levhalara farklı düşey ve yatay formlar da verilebilmektedir.



Şekil 3.14 Yabancı bir firmanın ürettiği metal dış cephe sandviç paneli

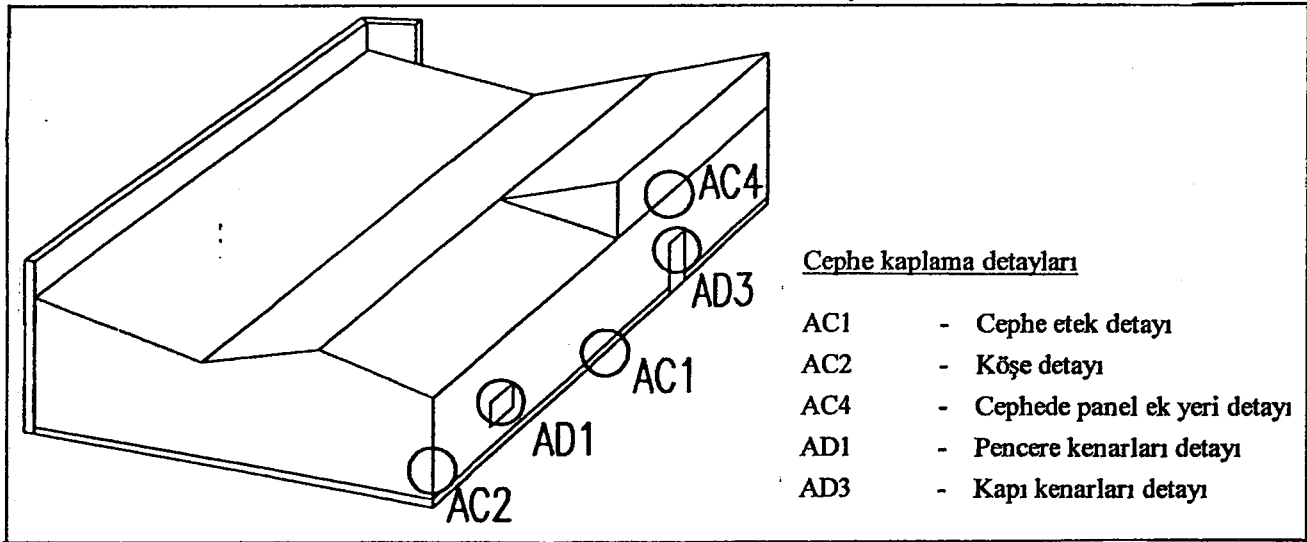
Altı farklı kalınlıktan oluşturulabilen bu paneller ile ilgili teknik veriler Şekil 3.15’ te gösterilmiştir. Üretilen bu panellerin, kalınlıklarının büyütülmesi sonucu yangına dayanımlarının arttığı görülmektedir.

Özellikler	60' lık	80' lık	100' lük	120' lık	150' lık	200' lük
Panel kalınlığı (mm.)	60	80	100	120	150	200
İzolasyon malzemesinin tutuşabilirlik özelliği	kolay tutuşmayan - sınıf A1					
Yangın korunumu - Sınıf W (DIN 4102)	W 90 - AB →					
Yangın korunumu - Sınıf F (DIN 4102)	F 60 - AB		F 90 - AB	F 120 - AB →		
Birim ağırlığı (kg/m <sup>2</sup> )	19,00	21,30	23,70	26,10	29,70	35,70
Termal iletkenliği (W/m <sup>2</sup> K) (DIN 52 612-1)	0,66	0,51	0,42	0,35	0,29	0,22
Ses tutuculuğu (DIN 52 210)	Rw = 32 dB →					
Genişlik (üretilen)	1000 mm.					
Boy (üretilen)	14 metreye kadar					

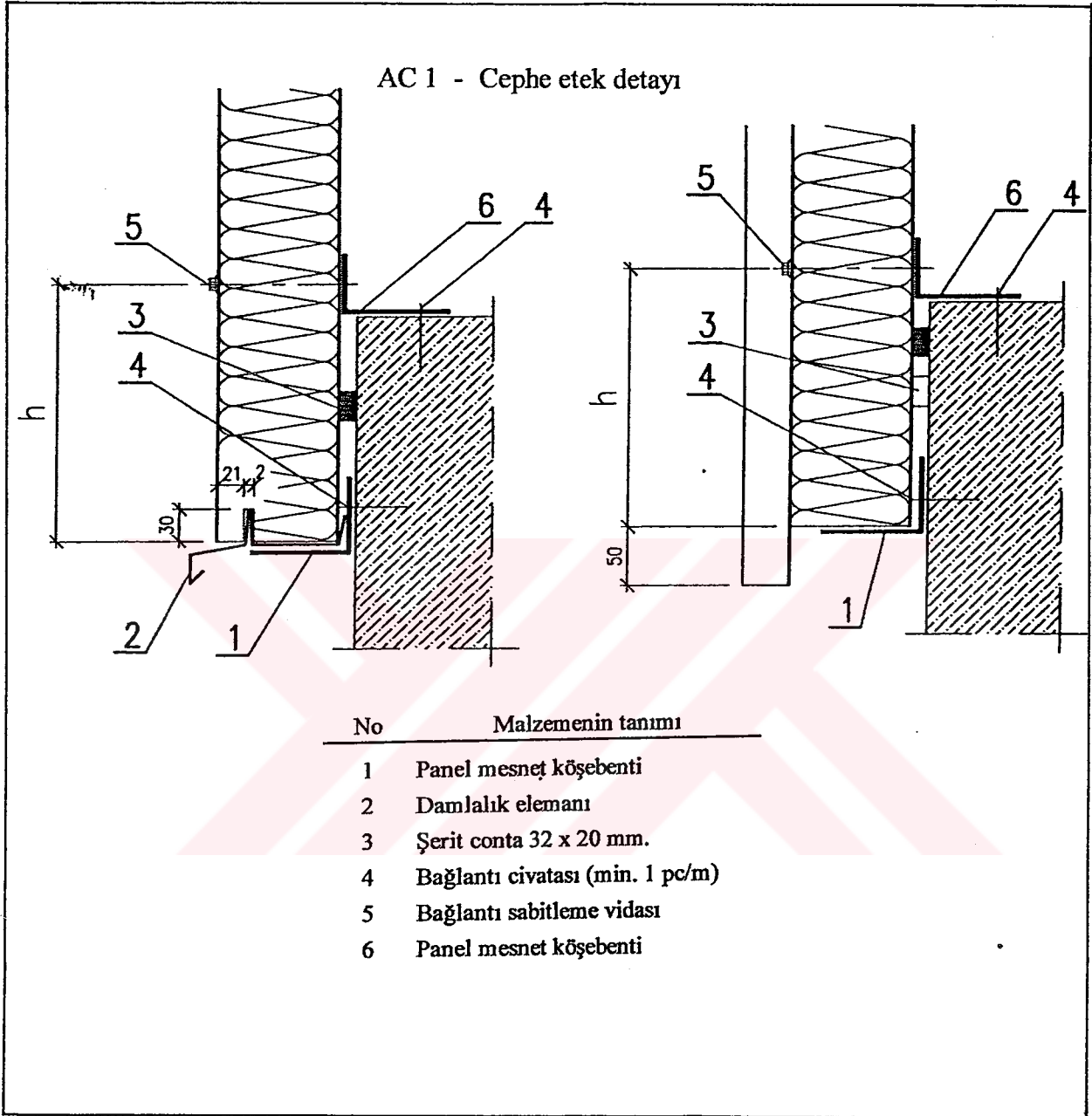
Şekil 3.15 Yabancı bir firmanın ürettiği metal dış cephe sandviç panelleri ile ilgili teknik bilgiler

Metal cephe panellerin yüzeylerinin düzgün olması ,kir tutmamaları ,geniş renk özellikleri, kolay temizlenmeleri ve montajlarının kolay ve hızlı gerçekleşmesi de önemli yapısal avantajlarıdır.

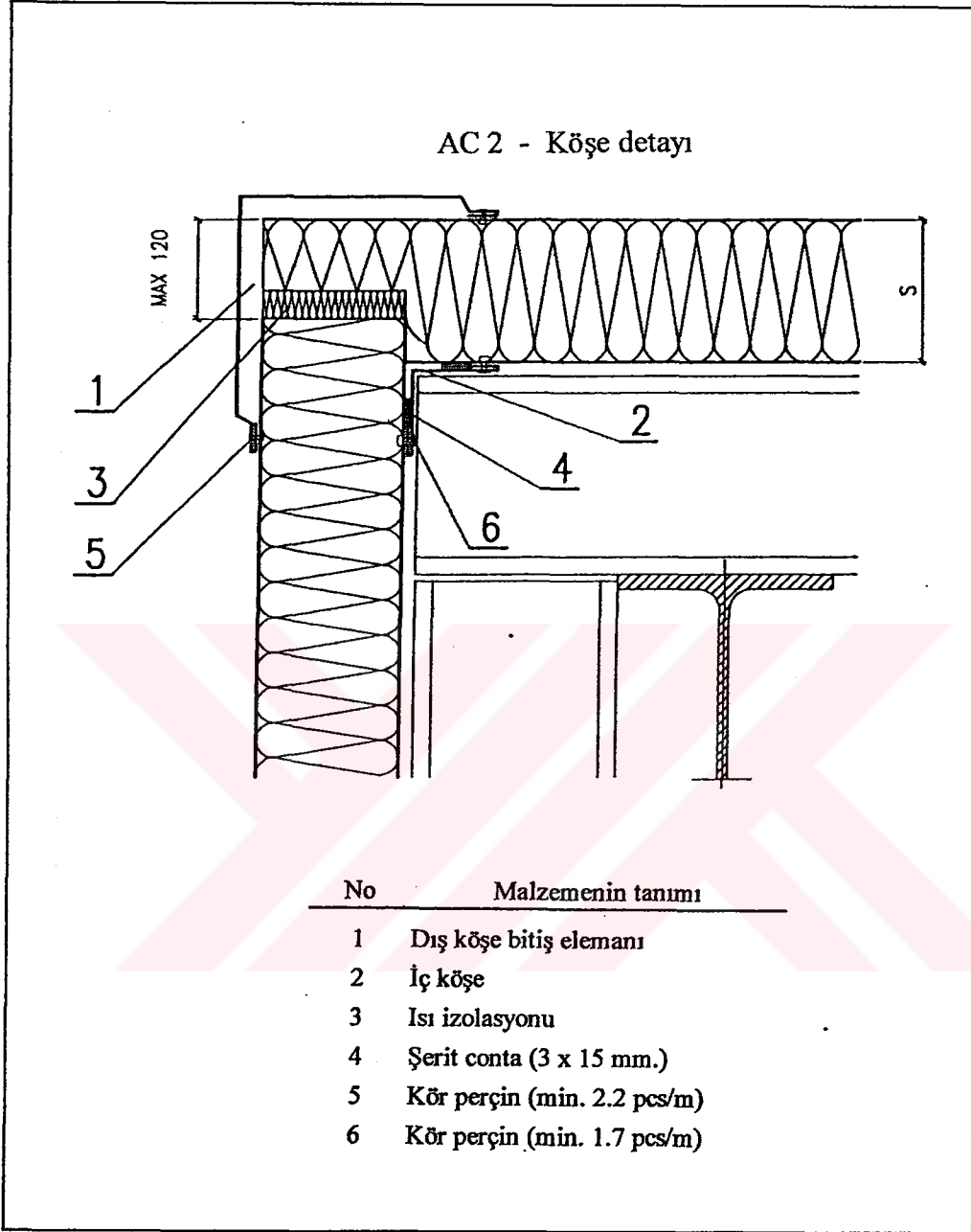
Yabancı bir firmanın ürettiği cephe panelleri ile ilgili çeşitli detaylar Şekil 3.16 – a,b,c,d, e' de



Şekil 3.16 Cephe kaplama detayları

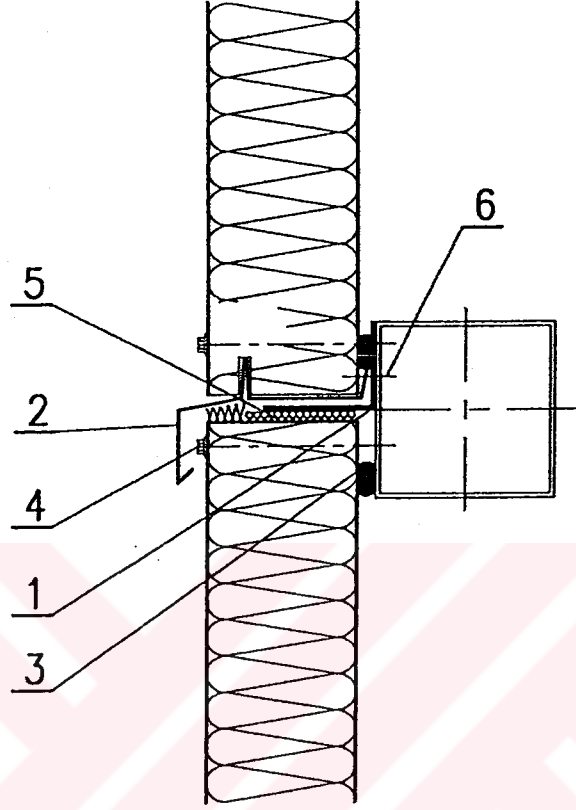


Şekil 3.16.a Cephe etek detayı



Şekil 3.16.b Cephe köşe detayı

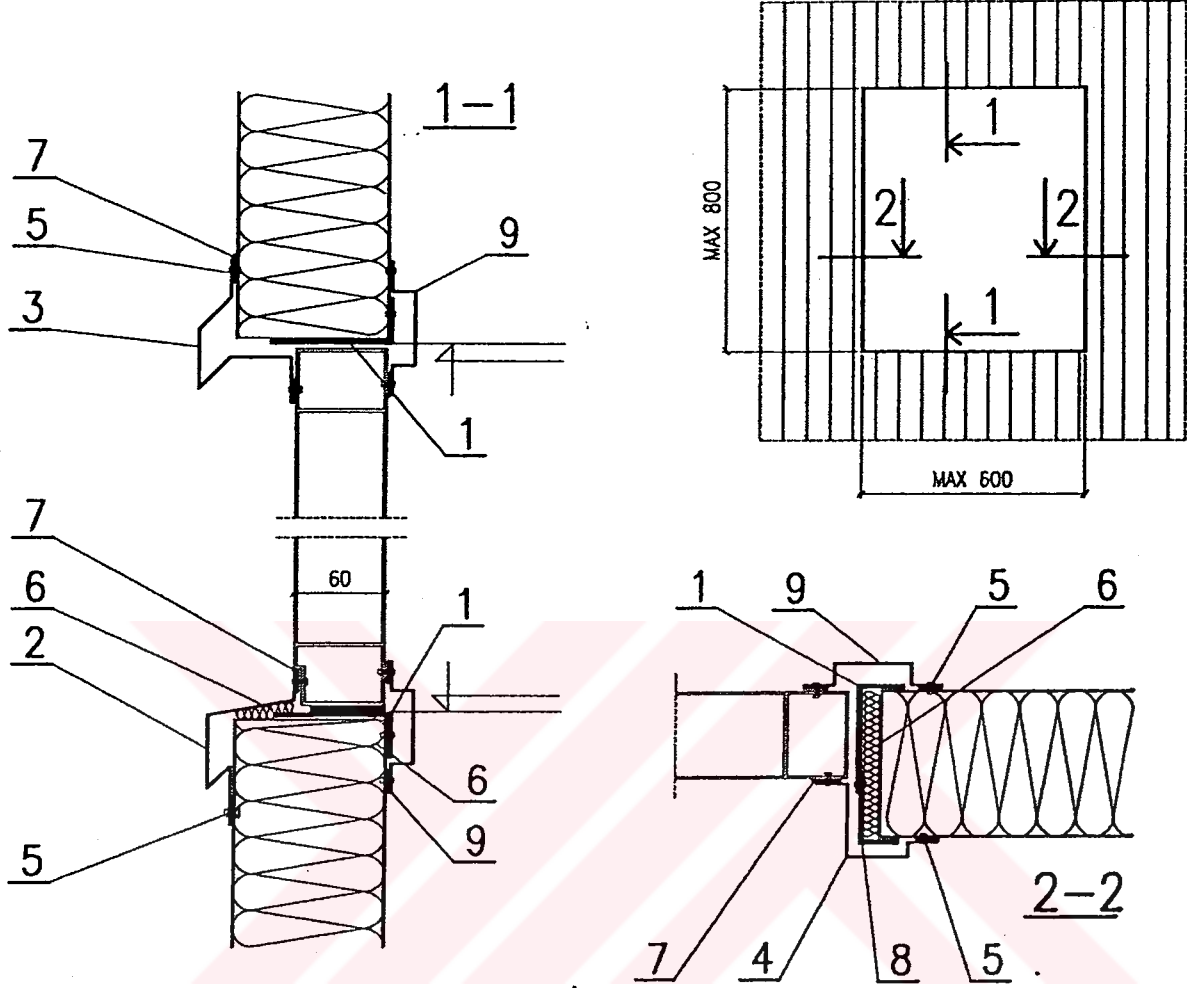
## AC 4 - Panel ek yeri detayı



No	Malzemenin tanımı
1	Panel mesnet köşebenti
2	Damlalık elemanı
3	Şerit conta (3 x 15 mm.)
4	Sabitleme vidası
5	Isı yalıtımı
6	Kör perçin (min. 2 pcs/m)

Şekil 3.16.c Cephede panel ek yeri detayı

## AD 1 - Pencere kenar detayları

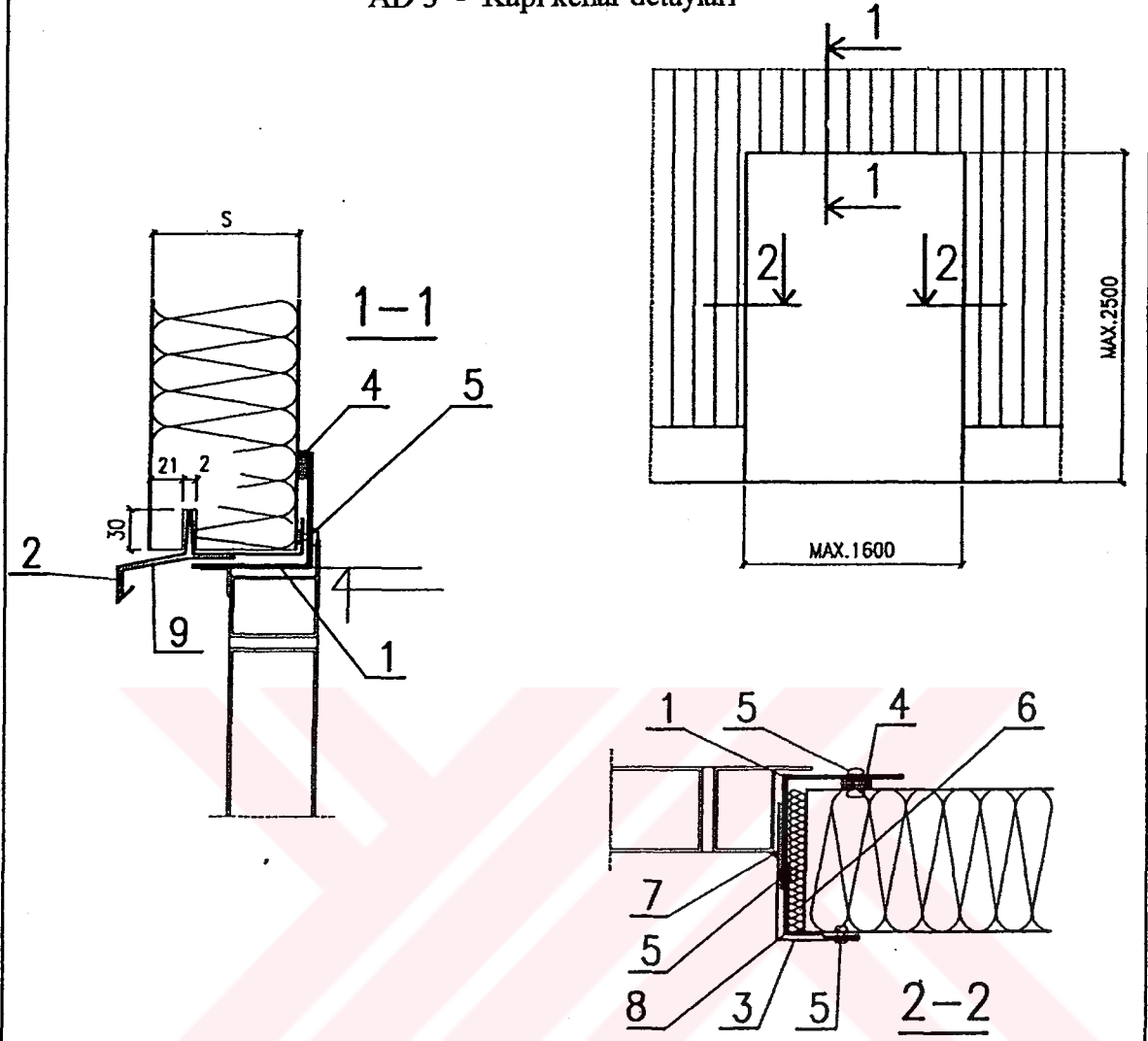


## No Malzemenin tanımı

- | No | Malzemenin tanımı               |
|----|---------------------------------|
| 1  | Destek köşebent çerçeve         |
| 2  | Pencere denizlik bitiş elemanı  |
| 3  | Pencere üst kenar bitiş elemanı |
| 4  | Pervaz bitiş elemanı            |
| 5  | Kör perçin (min. 12 pcs/m)      |
| 6  | Isı yalıtımı                    |
| 7  | Cam macunu conta                |
| 8  | Mesnet köşebenti                |
| 9  | İç pervaz bitiş elemanı         |

Şekil 3.16.d Cephede pencere kenar detayları

## AD 3 - Kapı kenar detayları



No	Malzemenin tanımı
1	Destek köşebent çerçeve
2	Damlalık bitiş elemanı
3	Pervaz bitiş elemanı
4	Şerit conta (3 x 15 mm.)
5	Kör perçin (min. 1.6 pcs/m)
6	Isı yalıtımı
7	Cam macunu conta
8	Mesnet köşebenti
9	Kapı üst bitiş elemanı

Şekil 3.16.e Cephede kapı kenar detayları

### 3.5 İç Düşey Bölücü Duvarlar Oluşumları

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının iç düşey bölücü duvarları, üretim sistemi işlevlerine bağlı olarak yapı içinde bazı düşey bölmelerin oluşturulması amacıyla, dış cephe sistemleri mantığı çerçevesinde uygulanmaktadır. Bu duvarların oluşturulmasında da, yoğun olarak metal sandviç panel kullanılmaktadır. Bazı durumlarda geleneksel yöntemler ile tuğla, briket veya gazbeton örülerek te duvarlar oluşturulabilmektedir.

İç düşey bölücü duvarların sahip olmaları gereken yapısal özellikler şunlardır:

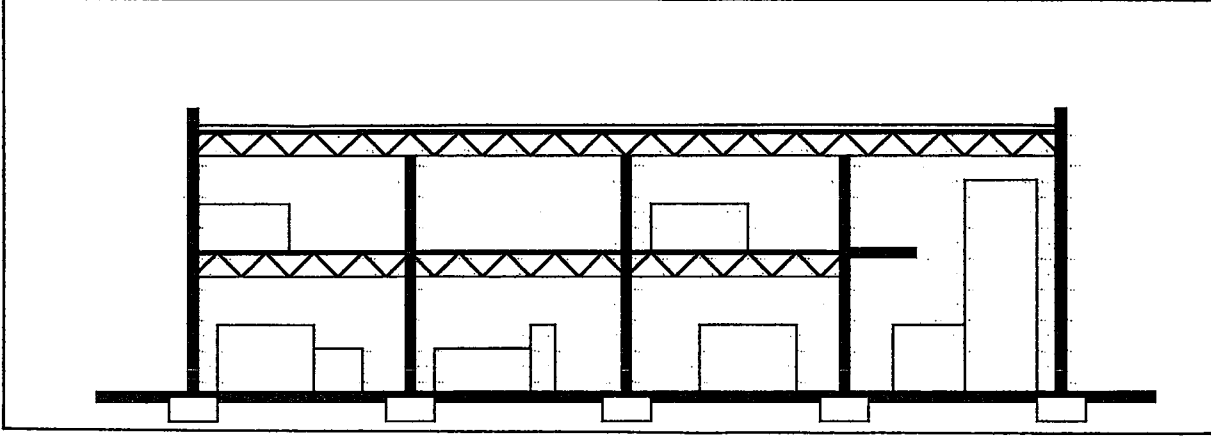
- Yangın karşısında yüksek derecede direnimli olmaları, yüzeylerinde yangın geçişini kolaylaştıran açıklıkların olmaması, çatı ve asma tavan boşluklarında yürütülmeleri (devam etmeleri), gereken kesimlerde yangın durduruculara yer verilmesi, panellerin taşıyıcı sisteme iyi tespit edilmesi ve tespit parçalarının ısı etkisiyle bükülmesini önleyecek yangın durdurucuların kullanılması gerekmektedir.
- Yapı içindeki ofis, dinlenme ve depo mekanlarını oluşturacak duvarların özellikle ses ve ısı izolasyonlarının optimum konfor koşullarını sağlamaları gerekmektedir.
- Yapı içi üretim sisteminin üretebileceği titreşim, ısı, kimyasal gaz ve sıvılara karşı direnimli olmaları gerekmektedir.
- Yatay deprem yükü ve olası darbelere karşı direnimli olmaları gerekmektedir.
- Hızlı yapılabilmesi, gelecekteki olası büyüme durumunda kolay demonte ve yeniden zaiyatsız monte edilebilmeleri gerekmektedir.
- Bakım ve onarım kolaylığı sağlayabilen ve temizlenebilmesi kolay olan ürünler olmaları gerekmektedir.

### 3.6 İç Yatay Bölücü Döşeme Oluşumları

Döşemeler, yapının duvar, kolon ya da çerçeve gibi düşey iskeleti üzerine oturan ve iki döşeme arasında oluşan mekanın üzerini örterek katlar arası ayrımı sağlayan, rijit yatay düzlemlerdir. Bunlar yapıda kapalı bir sistem oluşturarak dış yükleri karşılamakta, yapının düşey taşıyıcı sistemini bağlamakta ve sağlamlaştırmakta, düşey ve yatay kuvvetleri kolonlara ve / veya duvarlara iletmektedirler (Yamaç, 1998).

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, yapı genel olarak zemine yayılmakta ve sistemi etkileyecek boyutlarda döşemeler yapılmamaktadır. Fakat çok katlı ve büyük açıklıklı sanayi

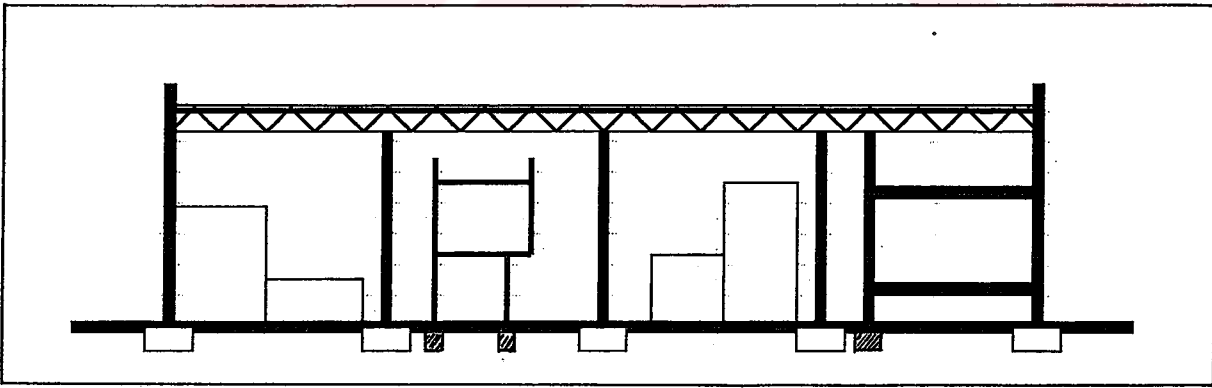
yapılarında, oluşturulacak döşeme bileşenine, ağır ve titreşimi yüksek makineler konabildiği için yapılacak döşemelerde hesaplamalar ve kullanılacak ürünler, ağır ve hareketli yüklere mukavim olacak şekilde oluşturulmalıdır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 İki katlı büyük açıklıklı bir sanayi yapısında döşemenin etkinliği

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında ayrıca daha sık yapılan döşemeler; ofis, depo ve büyük makinelerin üst kotlarındaki balkon düzlemleri gibi amaçlar için üretilmektedir.

Bu düzenlemelerde döşemeyi taşıyan taşıyıcı bileşenler, sanayi yapısının ana taşıyıcı sistemi ile ilişkilendirilmeyebilmekte, kendi başına, münferit, yüklerini doğrudan kendi temel sistemine ileten strüktürler olabilmektedir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yapı içi döşeme oluşumu

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında döşemelerin düzeni, yapının şekline ve taşıyıcı sistemine bağlıdır. Döşeme oluşumuna karar verirken, döşemenin genel yapı sistemine içindeki yeri, döşemeden beklenen fonksiyonları hangi sistemin karşılayacağı ve hangi sistemin uygulamada daha rasyonel ve ekonomik sonuç doğuracağını iyi etüd edilmesi gerekmektedir.

Sanayi yapılarında döşemelerin, yapı sistemi içinde taşıyıcılık özelliği dışında üretim sistemi ve çalışanlar için optimum konforu ve ihtiyaçları gerçekleştirebilmek için gerekli olan koruyuculuk ve servisleri içinde barındırma gibi hayati önem arz eden özellikleri bulunmaktadır. Döşeme sisteminin doğru seçimi önemli bir noktadır. Bu seçim, düşey kuvvetlerin iletim yönünü belirleyerek yapı iskeleti geometrisini biçimlendirmektedir. Ayrıca döşemeden tavana yüksekliğin sabit olduğu kabul edildiğinde, döşeme kalınlığı da tüm yapı yüksekliğini etkilemektedir. Yapı yüksekliğindeki her artış tüm mimari, mekanik ve taşıyıcı sistem maliyetini arttıracığından döşeme kalınlığının optimize edilmesi gerekmektedir. Kalınlık ; taşıyıcı döşeme içinde (örneğin boşluklu gövdeli kirişler ya da kafesler) ya da altında yer alan kanal düzenlemelerine de bağlıdır.

Döşeme sistemin yapısal kalınlığının dışında, diğer yapı malzemelerinin kalınlıkları da olacağı hesaba katıldığında, döşeme sisteminin rasyonel seçiminin önemi anlaşılmaktadır.

Döşeme, yalnızca düşey yükleri kolon ya da duvarlara iletmekle kalmamakta, aynı zamanda yatay kuvvetlere karşı da diyafram olarak çalışmaktadır. Döşeme, kısa doğrultudaki yükleri çerçeve ve / ve ya betonarme perde sistemine ileten yatay, yüksek bir kiriş olarak da düşünülebilmektedir (örn. rijit plak). Monolitik bir döşeme sisteminde diyafram davranışı tehlike yaratmamaktadır. Fakat geniş aralıklarla düzenlenmiş basit birleşimli çelik ya da prefabrik betonarme kiriş sistemlerinde döşeme diyaframının sağlamlığını arttırmak gerektiğinde yatay çaprazlama kullanılmaktadır (Yamaç, 1993).

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, taşıyıcı sistem tarafından taşınan döşeme yüklerinin iki birleşeni bulunmaktadır:

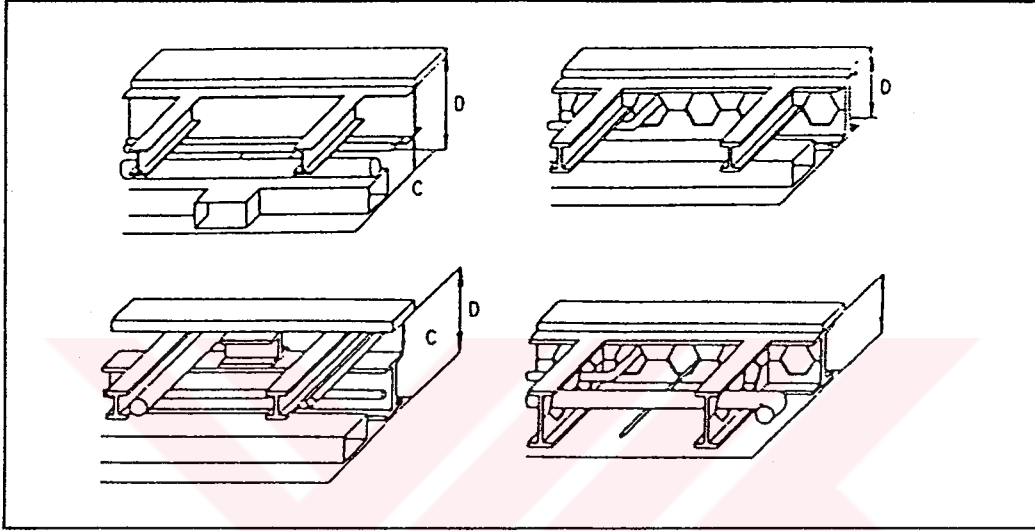
- Döşeme ve iskeletin sıva, şap, yükseltilmiş döşeme, tavan, havalandırma kanalları ve bunların ekipmanıyla birlikte kendini ağırlıklarından oluşan kalıcı ya da ölü yükler.
- Döşemenin, ekonomik ömrü boyunca maruz kalacağı ve kullanıma bağlı olan hareketli yükler.

Prefabrikasyon, hızlı yapım, gelecekteki büyümelere uygunluk gibi sebepler ile çelik malzemeler ile oluşturulan sanayi yapısı döşemeleri, hareketli yükler altında oluşacak sehim sınırlandıracak şekilde tasarlanmaktadır.

Bazı durumlarda, döşeme elemanlarındaki titreşim kullanıcıda rahatsızlık ve hoşnutsuzluk yaratabilir, ya da hassas cihazların çalışmasını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu yüzden tasarımcını, döşeme sisteminin temel frekansını kontrol etmesi gerekmektedir. Yapıda, titreşimin algılanabilme eşiği tanımlanabilir olmadığından, bu gün kullanılan limitler deneyseldir. Günümüzde modern hafif döşemelerin, hassas cihazların çalışmasını etkileyen

dinamik yüklere karşı duyarlı olduğuna dair veriler bulunmaktadır (Yamaç, 1993).

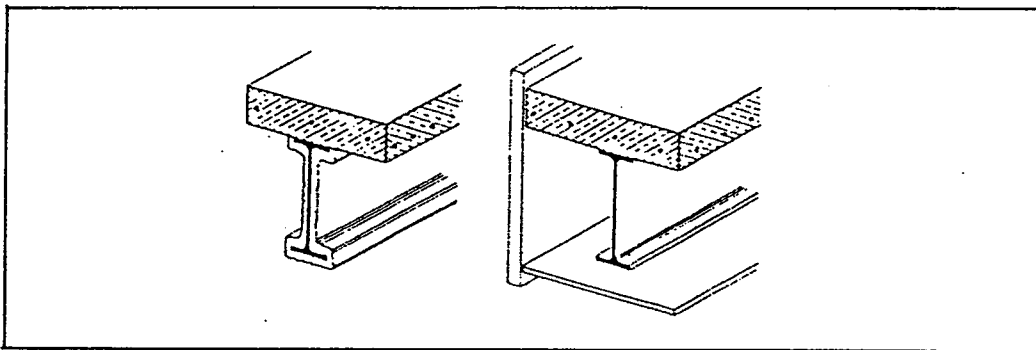
Büyük açıklıklı sanayi yapılarında döşemelerin, yük taşıma dışında da yapı için hayati öneme sahip işlevleri bulunmaktadır. Döşemelerin karmaşık ve gittikçe gelişmiş bir hal alan servisler imkanı veren bir yapıda olmaları gerekmektedir. Üretim sistemi ve makineler düzeninin esnekliğini sağlamak amacıyla, düşey servisler için kısıtlı sayıda şafttan yararlanılmakta, buna karşılık servisler yatay yollardan döşeme sistemi içinde dağıtılma yoluna gidilmektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Döşeme sistemi içinde servisler

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında döşemeler yangına karşı korunumlu olmaları gerekmektedir. Bu amaçla yapılan işlemlerden bazıları şunlardır:

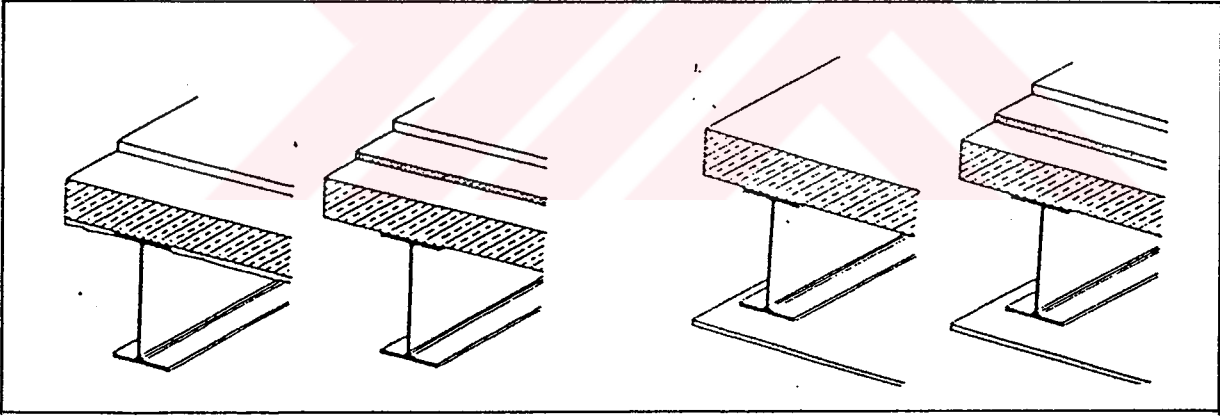
- Doğrudan döşeme plağını yangına dayanıklı bir yapıya seçilmesi ya da üzerinde koruyucu bir kaplama giydirilmesi,
- Kirişlerin ve kolonların kaplanması,
- Döşeme sisteminin tamamında, altta asma tavanlar ile ve yanlarda duvar ve eğik tavanlarla izole edilmesi (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Döşemelerde yangından korunum

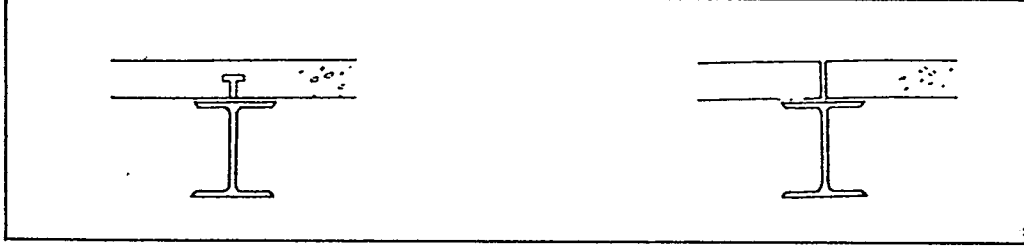
Büyük açıklıklı sanayi yapılarında döşemeler, yapıda ses yalıtımı da sağlayabilmektedir. Çalışanların konfor koşulları doğrultusunda gürültü kontrolü için akustik yalıtım, göz önüne alınması gereken önemli bir etkidir. Bu akustik problemi karşılamak için döşeme, bir veya birkaç katmandan oluşturulmaktadır:

- Tek katmanlı döşemeler, sadece yapısal döşemeyi kapsar. Döşeme plağının üstüne yapıştırılan bir kaplama ya da şap ve altına da plaster örtü ile çalıştırılır. Bu tip döşeme eğer ağırlığı yeteri kadar büyük ise, hava doğuşumlu gürültüye karşı yeterli yalıtım sağladığı halde, etkili seslere aynı tepkiyi verememektedir.
- İki katmanlı döşemeler, yapısal döşeme ve kaplama ile ikisinin arasına serilen camyünü gibi bir yalıtım malzemesi ile oluşturulmaktadır. Bu tip döşemeye yüzer döşeme denmektedir.
- İki katmanlı döşemelere alternatif olarak yapısal döşeme ve altına monte edilen asma tavan ile oluşturulabilmektedir.
- Üç katmanlı döşemeler, bu iki yapım sisteminin, yani üzer döşeme ile asma tavanın birleşmesi ile oluşturulmaktadır. (Şekil 3.21), (Yamaç, 1993).



Şekil 3.21 Döşemede ses yalıtımı

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında döşemeler, destek kirişleriyle birlikte kompozit, yani sürekli döşeme şeklinde, ya da kirişlere basit oturarak bağımsız bir şekilde çalışabilmektedirler (Şekil 3.22). Kompozit etki, döşemenin kirişle birlikte çalışmasını sağlayarak dayanımını artırmakta ve yapacağı sehim miktarını azaltmaktadır. Kompozit etki, birleşik çelik – beton sistemi için bir basınç flanşı görevi gördüğünden, özellikle kirişlerin sehim yapma durumunda faydaları çok büyük olmaktadır (Blanc, McEvory, Plank, 1993).

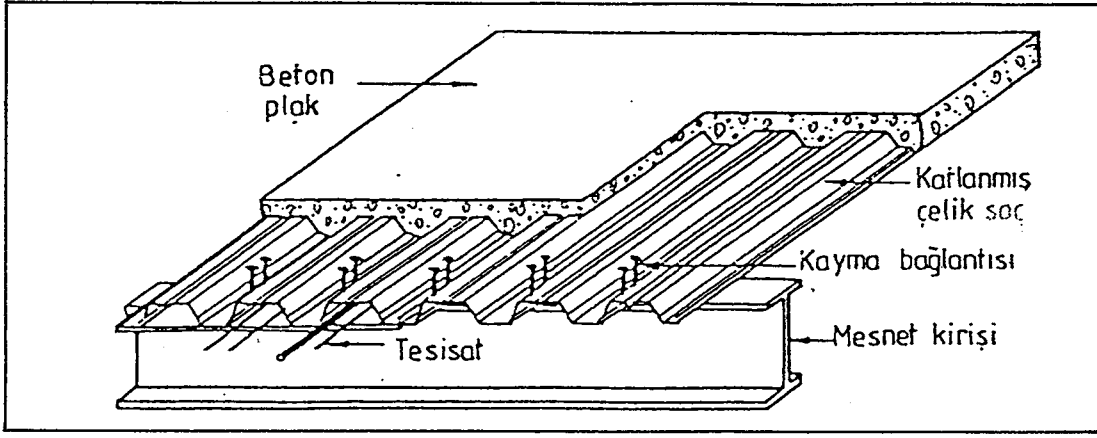


Şekil 3.22 Kompozit ve kompozit olmayan döşeme sistemleri

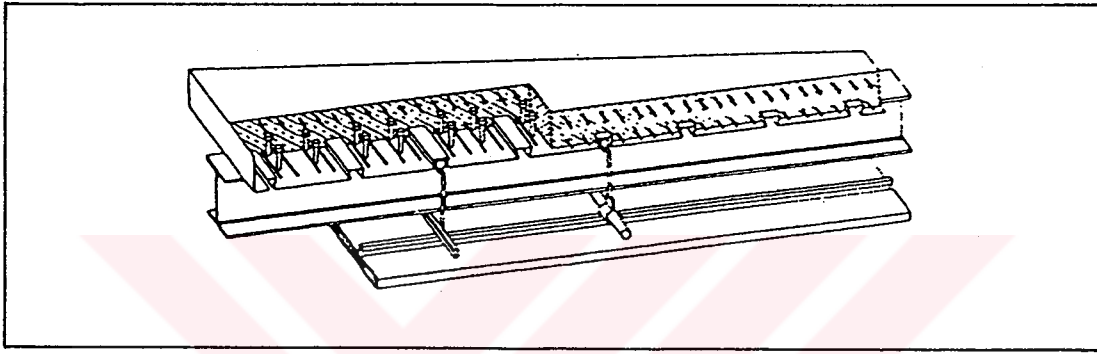
### 3.6.1 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Uygulanan Döşeme Oluşumları

Büyük açıklıklı çelik sanayi yapılarında uygulanabilen döşeme oluşumları şunlardır ;

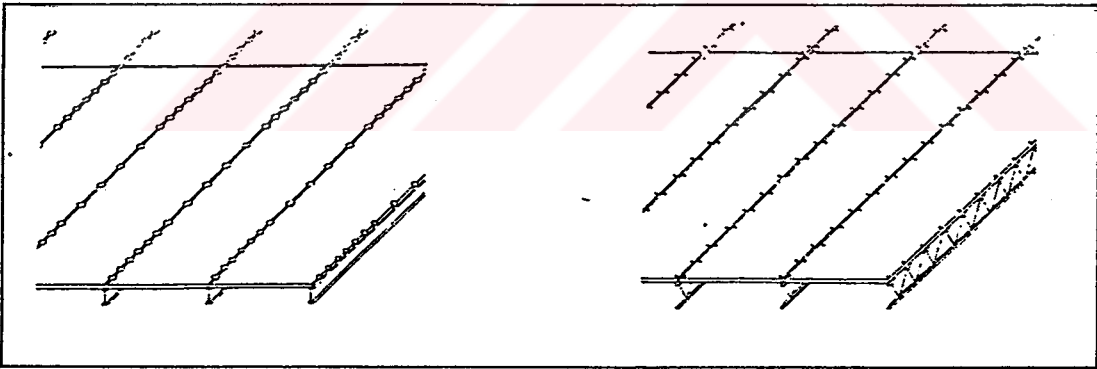
- Kompozit çalışan döşeme oluşumları
  - Çelik trapez ile oluşturulan kompozit çalışan döşeme (Şekil 3.23),
  - Kirişler ile kompozit çalışan döşeme (Şekil 3.24),
  - Kompozit çalışan prefabrike döşeme (Şekil 3.25),
- Serbest çalışan döşeme oluşumları
  - Prefabrike betonarme döşeme (Şekil 3.26),
  - Normal donatılı prefabrike betonarme döşeme (Şekil 3.27),
  - Ön gerilmeli donatılı prefabrike betonarme döşeme (Şekil 3.28),
  - Kalıp ile yerinde dökülen betonarme döşeme,
  - Filigran betonarme döşeme
- Alternatif döşeme çerçeve oluşumları
  - Kompozit çelik döşeme kafesleri (Şekil 3.29),
  - Kısa kirişli sistem (Şekil 3.30),
  - Kastella (petek) kiriş sistemi (Şekil 3.31),



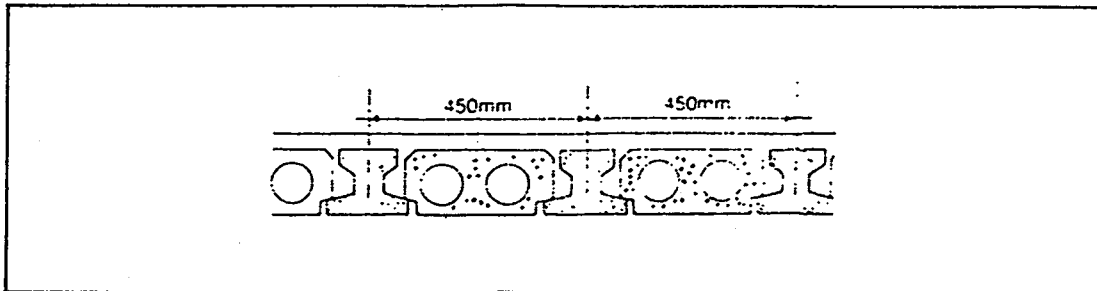
Şekil 3.23 Çelik trapez ile oluşturulan kompozit çalışan döşeme



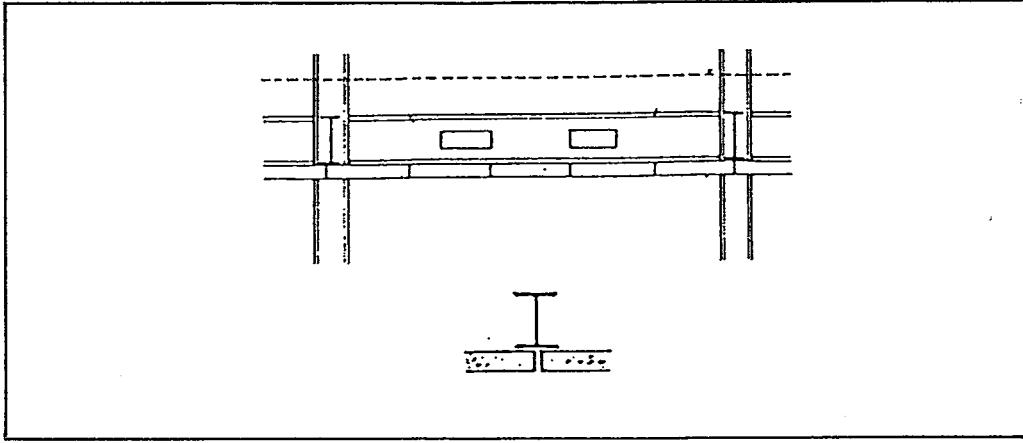
Şekil 3.24 Kirişler ile kompozit çalışan döşeme



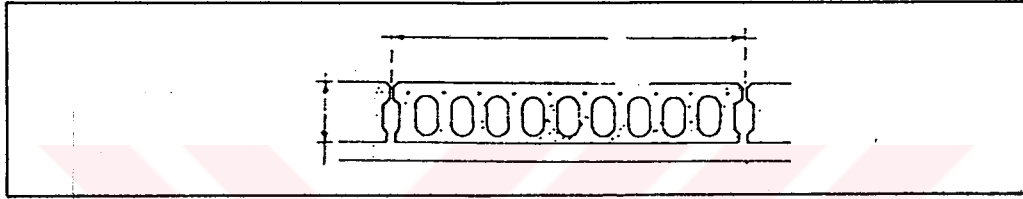
Şekil 3.25 Kompozit çalışan prefabrike döşeme



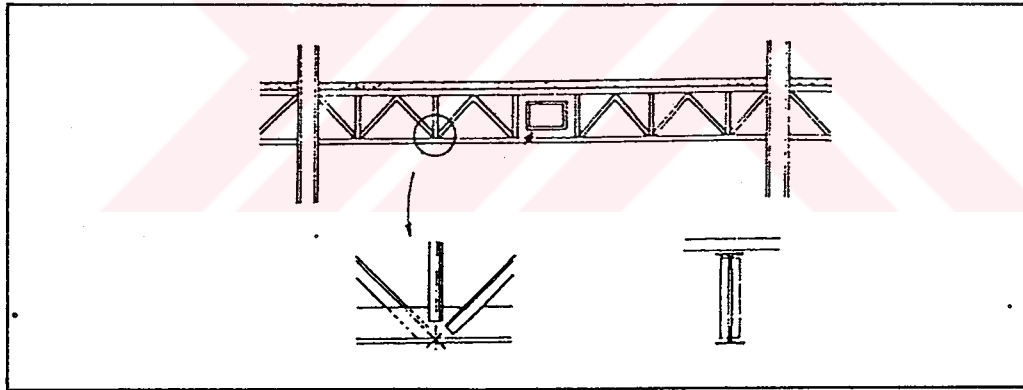
Şekil 3.26 Prefabrike betonarme döşeme



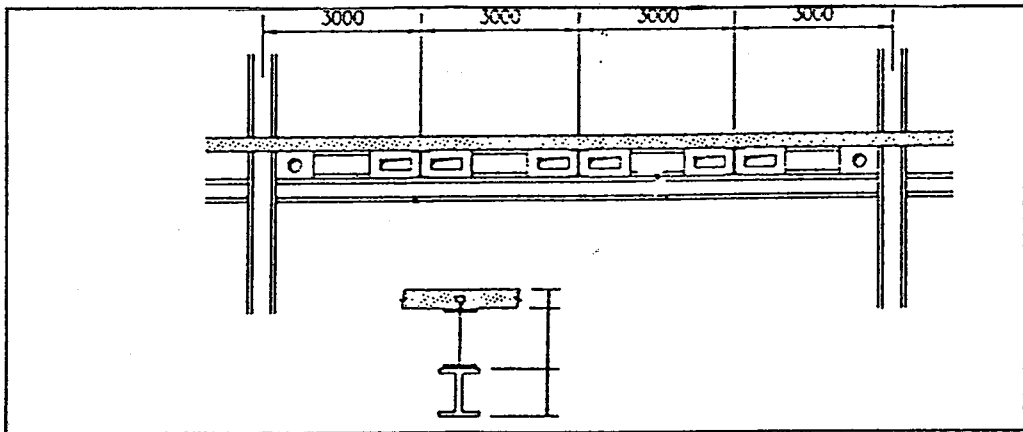
Şekil 3.27 Normal donatılı prefabrike betonarme döşeme



Şekil 3.28 Ön gerilmeli donatılı prefabrike betonarme döşeme



Şekil 3.29 Kompozit çelik döşeme kafesleri



Şekil 3.30 Kısa kirişli sistem



### 3.7 Zemine Oturan Endüstriyel Döşemeler

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının zemine oturan döşemeleri, üretim sisteminin tüm yüklerinin üzerine oturduğu, ağır iş makine, araç ve vinçlerinin üzerinde çalıştığı, fiziksel ve kimyasal oluşumların yüzeyini etkilediği düzlemlerdir.

Yapı sektörü içinde endüstriyel zeminler olarak isimlendirilen bu döşeme oluşumları, sanayi yapılarında ağır çalışma şartları altında aşınmalara, kopmalara, kimyasal sıvıların yüzeyde çok sık bulunmaları sonucu bozulmalara ve dağılmalara sebep olmaktadır.

Bu olumsuz oluşumlara karşı zemin betonunun üzerine ilave olarak ince (0.5 – 5.0 mm.) bir koruma tabakası uygulanmaktadır. Bu tabakalar zemin betonu üzerine, beton prizini almadan hemen önce, birkaç katmanla oluşturulan uygulamalardır.

#### 3.7.1 Zemine Oturan Endüstriyel Döşeme Türleri ve Uygulama Yöntemleri

Genellikle reçine esaslı malzemeler kullanılmaktadır. Özellikle epoxy ve poliüretanlar çok yaygın olarak kullanılan yüzey sertleştirici kimyasallardır. Farklı endüstriyel zemin uygulamaları şunlardır :

- Epoxy Self – Levelling Kaplama Sistemleri
- Poliüretan Self – Levelling Kaplama Sistemleri
- Vinil Ester Kaplama Sistemleri
- Metil Akrelat Kaplama Sistemleri
- Coating Kaplama Sistemleri
- Multi – Layer Kaplama Sistemleri
- Laminasyonlu Kaplama Sistemleri
- Anti Statik Kaplama Sistemleri
- Su bazlı Epoxy Reçine Kaplama Sistemleri
- Coaltar Epoxy Kaplama Sistemleri
- Akrilik Reçine Kaplama Sistemleri

Reçine esaslı kaplama sistemlerini üç ana bölümde toplamak mümkündür.

- Yüzeye nüfuz eden kaplamalardır ki; bunlar da akrilik esaslı ve poliüretan esaslı olarak ayrılabilir. Bunlar beton yüzeyinde film tabakası oluşturamamakta, betonun mikro boşluklarına oturarak aşınma mukavemetini arttırmaktadırlar. Son derece ucuz olmaları sebebiyle ambarlarda vb. daha kaba alanlarda tercih edilen bu ürünler, yüzey

mukavemetini arttırmakta, dolayısıyla tozumu önlemekte ve yüzeyi şeffaflaştırmaktadırlar. Bu ürünler aynı zamanda geçirimsizlik sağlamak ve kolay uygulanmaktadırlar. Poliüretan esaslı olanlar, akrilik esaslara göre daha derine nüfuz edebilmektedirler.

- İnce kaplamalar olarak isimlendirilen kaplamalardır. 250 mikron ile 1 mm. arasında olan malzemelerdir. Bunların reçine tipleri epoxy, poliüretan, akrilik ve furane olabilmektedir. Bu tip kaplamalar için uygulama yapılacak beton yüzeyin pürüzsüz olması gerekmektedir. Türkiye'deki uygulamalarda genelde pürüzsüz beton yüzeyleri elde edilemediği için bu kaplamalar pek uygulanmamaktadır. Avrupa'da ise en çok kullanılan kaplama çeşididirler ve maliyetleri de çok düşüktür. Türkiye'de en çok kullanılan ince film zemin kaplamaları; epoxy ve poliüretanlardır. Bu ürünler rulo ile ya da mala ile yayılarak uygulanabilmektedir.
- Kalın zemin kaplamaları olarak isimlendirilen, 2-3 mm. arasında uygulanan zemin kaplamalarıdır. En yaygın olarak self levellingler (beton üzerinde kendisi yeni bir yüzey oluşturan ürünler) uygulanmaktadır. Self levelling, epoxy ve poliüretanlar kullanılabilir. Avrupa ve Amerika'da "epoxy screed" diye tanımlanan 5 mm. kalınlığında mala ile yayılan ürünler mevcuttur. Ayrıca batıda kullanımı yaygın olan, Türkiye'ye daha yeni yeni gelmeye başlayan, pompalanabilen, self levelling çimento esaslı endüstriyel şaplar mevcuttur.

Endüstriyel zemin kaplaması yapılırken temel mühendislik kurallarına mutlaka uyulması gerekmektedir. Derzler kapatılmamalı ve kaplamaya aynen yansıtılmalıdır. Genleşme derzleri aynı kalınlıkta kalmalıdır.

Türkiye'de son yıllarda hızla artan bu uygulamalarda yapılan genel ve önemli bir yanlış; reçine ve sertleştiricilerin torbalarla uygulama alanına götürülmesi, burada terazilerle veya kaplar ile muntazam olmayan ölçeklemeler ile karışımın yapılması ve uygulanmasıdır. Bu durumda endüstriyel zeminin performansı son derece düşük olmakta, eskime ve bozulmalar hızlı olmakta ve maliyetler artmaktadır.

Gelişmiş batı ülkelerinde (Amerika'da, İngiltere'de, Almanya) satın alınan epoxy zemin kaplaması, uygulama alanına, reçinesi, sertleştiricisi, dolgu malzemesi karıştırılarak, hata yapma olasılığının minimuma indirildiği hazır bir malzeme halinde gelmekte ve profesyonel ekip ve ekipmanlar ile uygulanmaktadır.

Tüm bu yukarıda irdelenen yapısal öğelerin, bir sistem içinde bir araya getirilip bütünleştirilmesi için uygun yapım sistemine gereksinim duyulmaktadır.

## 4. BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARINDA UYGULANAN YAPIM SİSTEMLERİ

### 4.1 Yapım Sistemi

Sanayi yapılarında yapım sistemi, 'üretim alt-sisteminin gereksinmelerini karşılamak üzere tasarlanmış yapay çevreyi, dış ve iç çevreden fiziksel olarak ayıran yapının gerçekleştirilebilmesi için, sistem çevresinden sağlanan kaynaklardan yararlanılarak, önceden - fabrikada, atölyede, veya şantiyede - imal edilerek çeşitli düzeylerde bitirilmiş yapı ürünleri ve diğer kaynaklar kullanılarak yapı yerinde inşaat ve veya montajı içeren bir bütün olarak tanımlanabilmektedir. Sistem çevresine bağlı olarak, sanayi yapıları yapımında yer alan kaynaklar temel olarak, izlenen şu üç başlık altında toplanmaktadır' (Özkan, 1976) :

- malzeme,
- işçilik,
- araç

Yapım sistemi, tanımından da anlaşılacağı gibi, 'imalat' ve 'inşaat ve veya montaj' süreçleri olmak üzere temel iki süreçten oluşur.

Sanayi yapılarında imalat süreci, ister şantiyeden uzakta bir fabrika veya atölyede, ister şantiyede yürütülsün, yapı üretim sisteminin diğer alt-sistemleri ve boyutlarının çıktıları (program, tasar vb.) ve kaynaklardan yararlanılarak üç temel işlem ile sürdürülmektedir. Bu işlemler; çıkarma, biçimlendirme ve ekleme işlemleridirler. İmalat sonunda, sıra ile birbirlerine göre daha çok bitirilmiş yapı ürünleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu ürünler sırasıyla;

- Yapı gereci (beton, demir, çelik, pvc, vb.),
- Yapı parçası (profil, kablo, blok, boru, plak vb.),
- Yapı bileşeni (çatı kaplaması, kolon, kiriş, duvar gövdesi, vb.),
- Yapı ögesi (temel, kat döşemesi, dış duvar, iç duvar, iskelet taşıyıcı sistem, elektrik döşem sistemi vb.),
- Yapı birimi (hücre, konteynır vb.) olarak adlandırılırlar.

Fiziksel boyutu ile sanayi yapısı, 'bir sistem olarak, emniyetle ayakta durabilme, gerekli servisleri sağlayabilme ve bir örtü olarak dışa ve içe süzme işlevlerine göre analiz edilerek alt-sistemlerine ayrılabilir. Bu görüş çevresinde, sanayi yapısının 'fiziksel boyutu ile ilgili

işlevine göre aşağıda izlenecek üç alt-temel sistemden söz edilmektedir' (Özkan, 1976).

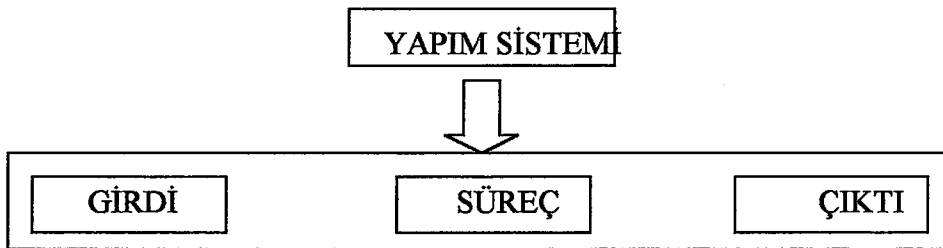
- Strüktürel alt-sistem (asma-germe, iskelet sistem vb.)
- Temel elemanlar alt-sistemi (dış kabuk, yatay bölme vb.)
- Servisler alt-sistemi (sıvı madde sağlayan ve kullanan sistemler vb.)

Büyük açıklıklı sanayi yapısının fiziksel boyutu, yukarıda belirtilen bu alt sistemler doğrultusunda değerlendirilebilmektedir. 'İşlevsel boyutta sanayi yapısı, belli işlevler bütününe karşılıkta. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında bu işlevlere sebep olan üretim sisteminin oluşturduğu eylemelere bağlı olarak, yapıyı bölüm ve alt-bölmelerine ayırarak analiz etmek gerekmektedir. İşlevsel bölümler, mekan, mekan grupları ve mekan bölümleri olarak oluşturulmaktadır ve yapının bu alt-bölmelerine ayrılışında, yapının temel işlevine bağlı kalınmaktadır' (Özkan, 1976).

Tüm tanımlamalar sonucunda, büyük açıklıklı sanayi yapılarında yapım sistemlerinin sahip olduğu özellikleri üç ana başlık altında toplayabiliriz:

- 'Fiziksel özellikler; değişik olguların mevcut fiziksel görünümünü biçimlendiren özelliklerdir.
- İşlevsel özellikler; her bir olgunun görevini gereğince yerine getirebilmesi açısından önem taşıyan özellikleri içerir.
- Performans özellikleri; herhangi bir olgunun veya nesnenin kendisinden kaynaklanan beklentileri ne oranda gerçekleştirdiğini ifade eder' (Aktan, 1980).

Sanayi yapılarında yapım sistemleri, girdilerin, sürecin ve çıktının oluşturduğu dinamik bir olaydır (Şekil, 4.1).



Şekil 4.1 Sanayi yapılarında sistemi oluşturan bileşenler

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapım sistemlerinde, girdileri oluşturan yapım kaynaklarının, süreci oluşturan yapım sürecinin, özelliklerindeki farklılıklar, çıktı olarak tanımlanan yapıyı etkilemektedir. Bu özellikler, büyük oranda yapım sistemlerini ve bunun sonucu olarak çıktı diye nitelendirilen yapıyı yani ürünü etkileyebileceği gibi, aynı zamanda

yapı alt sistemlerinin içerdiği ürünleri de (cephe kaplamaları, çatı örtü sistemleri, taşıyıcı sistem, yatay bölücü duvarlar vb.) etkilemektedir. Bu durumda en önemli nokta, sürece ilişkin işlevsel, fiziksel ve performans özellikleri, ürüne ilişkin özelliklerin oluşumunda bir temel oluşturacağından bu durum direkt olarak alt-sistemleri ve bunların çıktıları olan hazır cephe elemanları, çatı örtüleri, taşıyıcı elemanları gibi yapısal ürünleri etkilemektedir. Bu nedenle özelliklerin iyi tanımlanması ve şekillendirilmesi, çıktılar açısından oldukça faydalı olmaktadır.

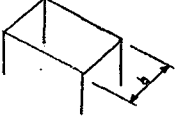
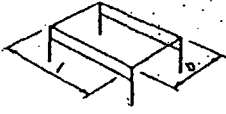
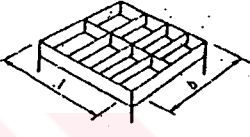
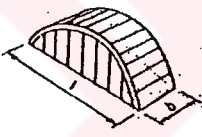
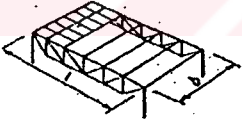
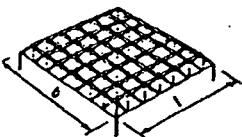
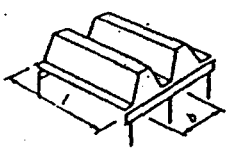
#### 4.1.1 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Uygulanan Endüstrileşmiş Yapım Sistemleri

Sanayi yapıları, yapısal boyutlar açısından sınıflandırıldıklarında, 15 metreden büyük açıklıklı sanayi yapıları (15m. - 100m. - >100m.) büyük açıklıklı sanayi yapıları olarak adlandırılırlar. Büyük açıklıklı sanayi yapıları, disiplinler arası ortak bir çalışmayla tasarlanması gereken, mimari sınırların zorlandığı, yapı teknolojisindeki yeniliklerin ortaya konulduğu, öncü yapılarıdır. Yapımları ile ilgili özel şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Bunlardan en önemlileri;

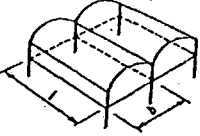

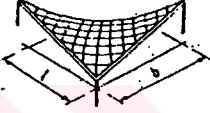
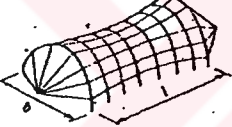

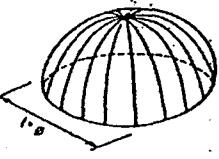
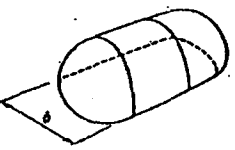
- Üretim sisteminin ihtiyacı olan, makinelerin, farklı vinç ve bant sistemlerinin yerleştirilmesine ve işlemesine olanak verecek serbest açıklıklara sahip olmaları,
- Hızlı ve kısa sürede yapılması,
- Hafif ve gelecekte büyütülebilmeye imkan verebilecek yapılar olmaları,
- Üretim sisteminin parçaları olan ekipman, makine ve sistemlerin gerektiğinde değiştirilmesine, yapıdan çıkarılabilmesine, bakımına, modernizasyonuna imkan verebilmeleri,
- Üretim sisteminin ve insan sirkülasyonunun tüm fiziksel konforunu sağlayabilecek, dış çevre koşullarından çok iyi izole edebilecek ve tüm güvenlik sistemlerini sağlayabilecek yapılar olmaları,
- Sanayi girişimcisinin tanıtımını da yapan prestij yapıları olmalarıdır.

Bu şartları yerine getirebilecek yapıyı inşa edebilmek ancak endüstrileşmiş yapım sistemleri ile olanaklıdır.

Yapım sistemi seçiminde, sistemin uygulanabilirlik sınırlarının bilinmesi gerekmektedir. Sistem seçilirken işleve uyum sağlaması kadar, optimum maliyetle bitirilebilmesi de, kararda önemli bir etkidir. Optimum maliyetlerin elde edilebilmesi için yapının ihtiyacı olan en uygun açıklık ve boyutlar tespit edilerek seçim yapılmalıdır. Şekil 4.2' de yapım sistemlerinin optimum olarak geçebilecekleri alt ve üst sınırlar koyu lekeler olarak gösterilmiştir. Koyu lekelerin dışına çıkıldığında artık sistem zorlanmakta ve ekonomik olmaktan çıkmaktadır.

Endüstrilemiş yapım sistemleri ve açıklık sınırları		Açıklıklar (m)																		
		25	50	75	100	200	300	400	500											
Plak $b/l \sim 1/2$		■																		
Kirişli plak $b/l \sim 1/3$		■																		
Nervürlü plak $b/l \sim 2/3$		■																		
Kemer $b/l \sim 1/5$		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Düzlem kafes kiriş $l/b \sim 1/4$		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uzay kafes $a/b \sim 1/1,5$		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Katlanmış plak $b/l \sim 1/10$		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Şekil 4.2a Endüstrilemiş yapım sistemleri, (Özşen ve Yamantürk, 1991).

Endüstrilemiş yapım sistemleri ve açıklık sınırları		Açıkhklar (m)							
		25	50	75	100	200	300	400	500
Tonoz $b/l \approx 1/6$		■							
Kubbe		■	■						
Hiperbolik paraboloid kabuk $b/l \approx 1/1,5$			■	■	■				
Hiperbolik paraboloid kabuk $b/l \approx 1/2$			■	■	■	■			
Kablo ağı asma sistem				■	■	■	■	■	■
Şişirme sistem		■	■						
Şişirme sistem		■	■						

Şekil 4.2b Endüstrilemiş yapım sistemleri, (Özşen ve Yamantürk, 1991).

#### 4.1.1.1 İskelet Sistemler

İskelet sistemler tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de büyük açıklıklı sanayi yapılarının üretiminde kullanılan, yapının tüm yüklerinin kolon, kiriş, çerçeve gibi yapı bileşenleri ile temel sistemine iletiildiği yapım sistemidir. Kolon ve kiriş, iskelet sisteminin iki rijit ve doğrusal elemanıdır. Kiriş ve kolonların birlikte çalışacak şekilde mafsallı ya da ankastre birleştirilmesiyle çerçeve oluşturulmaktadır. İskelet sistemlerin temel özelliği taşımadır ve çatı sistemi, döşeme, duvar ve bölme gibi mekan oluşturan elemanların taşınmasına olanak sağlamaktadır. Büyük açıklıklı sanayi yapıları yapımında kirişlerin açıklık doğrultusu, düşey elemanların ve stabilite elemanlarının tipi ve düzenlenmesi önemli kriterler oluşturmaktadır.

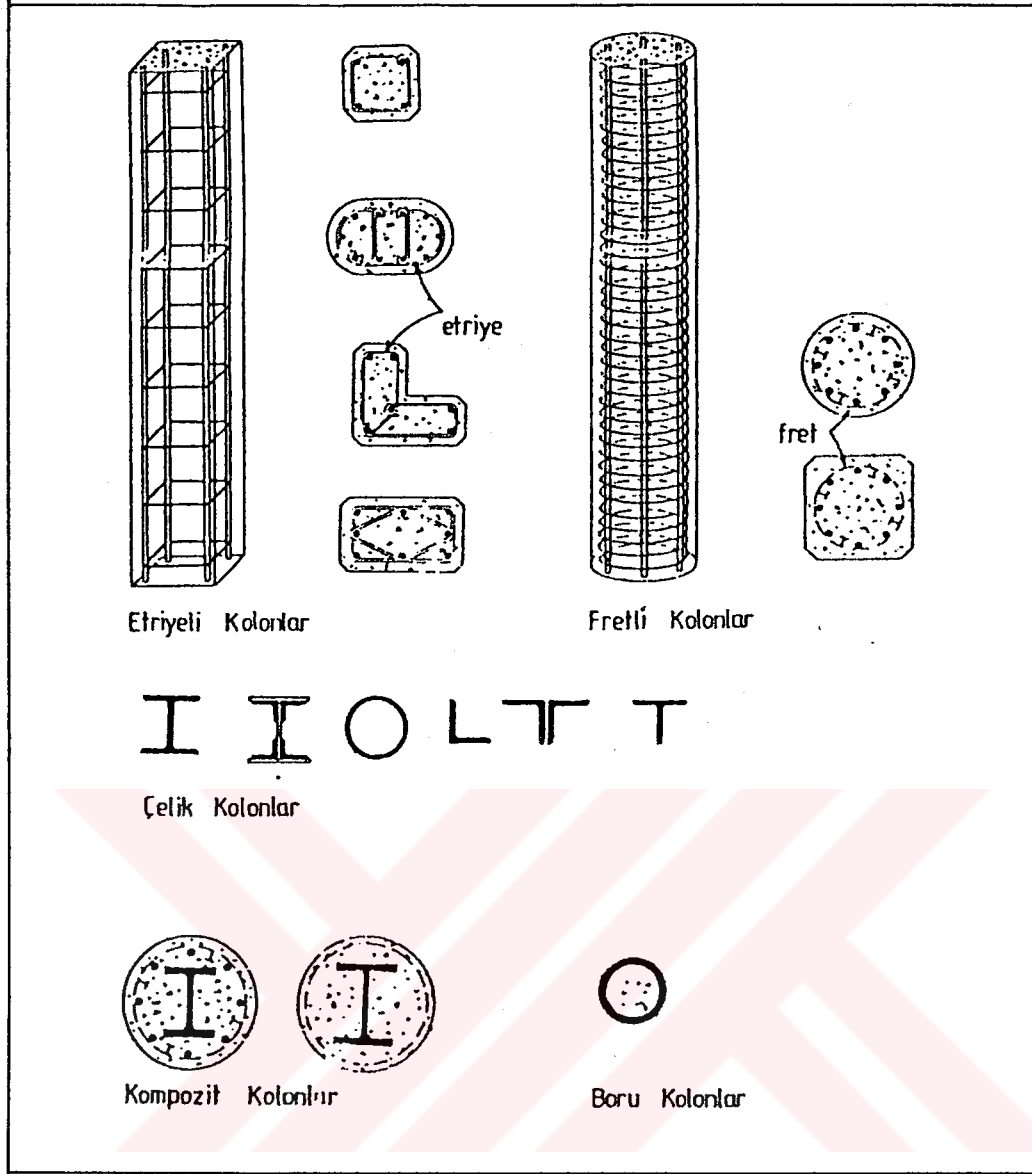
Kirişler, üzerlerine etkiyen düşey yükleri eğilmeye çalışarak taşıyan, kolon ya da taşıyıcı duvar üzerine mesnetlenmiş yatay taşıyıcı yapı bileşenleridir. Kolonlar ise kirişlerin altında çoğunlukla basınca çalışan düşey yapı bileşenleridirler. Kolon temelleri, yükü zemine yayarak çökmelerin sınırlı olmasını sağlamakta ve esas olarak basınca çalışmaktadırlar. Yapıya etkiyen yükler düşey ve yatay yükler olarak ikiye ayrılmaktadır. Düşey yükler; öz ağırlık, kullanım yükleri, kar yükü, buz yükü, konstrüksiyon (yapım) yükleridir. Yatay yükler, rüzgar yükü ve deprem yükleridir (Özşen ve Yamantürk, 1991).

Günümüzde büyük açıklıklı sanayi yapıları, ülkemizde önyapım betonarme bileşenler, öngerilmeli betonarme bileşenler ve çelik yapı bileşenleri ile kurulan iskelet sistemler ile üretilmektedir.

İskelet sistemler 25 – 30 m’lik açıklıklardan sonra ekonomik olmaktan uzaklaşmaktadırlar. İmalat, nakliye, montaj ve işçilik bakımlarından önemli maliyet artışları ortaya çıkmaktadır. Bu durumlarda diğer sistemler araştırılmalıdır.

#### Kolonlar

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında genellikle çelik, betonarme (yerinde yada önyapım) ve kompozit olarak, kare, dikdörtgen, daire yada farklı geometrik tiplerde yapılabilen kolonlar (Şekil 4.3), döşeme ve kirişlerden gelen yükleri zemine aktaran doğru eksenli düşey yapı bileşenleridirler.



Şekil 4.3 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında uygulanabilen kolon tipleri, (Özşen ve Yamantürk, 1991).

Çelik kolonlar genellikle aksenal basınca çalıştırılmaktadırlar. Ancak ankastre bileşimli çerçeve kolonları yüklemeyen doğacak eğilme gerilimlerini de karşılayacak şekilde tasarlanmaktadır.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında hadde profillerinden biraz daha büyük bir kolon en kesiti gerektiğinde, öncelikle profil başlıkları bir levha ya da profil kaynaklanarak takviye ile kesit büyütülmesi yoluna gidilmektedir. Düşey yükler fazla ve hadde mamulü profillerin taşıma sınırlarını geçiyorsa, kolon başlıklarında düzenlenen levha ya da profillerin şişip açılma riski oluşmaktadır. Bu durumda, kolon en kesitinin, levhaların ya da profillerin birleştirilmesi ile oluşturulan bir yapma en kesit şeklinde düzenlenmesi daha uygun olmaktadır. Bu şekilde levhaların kesilip sürekli kaynaklanması ile bir I kesit, iki köşebent, iki U profil ya da dört

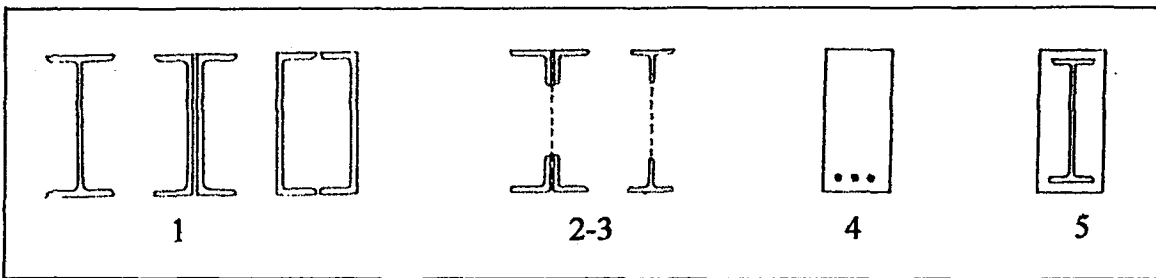
levhanın kaynaklanması ile bir kutu kesit ya da kolon atalet momentini tek ya da iki doğrultuda artıracak şekilde çeşitli düzenlerle oluşturulabilmektedir. Kutu kesitli olarak imal edilen kolonların iç yüzeylerinin bakımı sonradan yapılamayacağı için birleşim kenarları içeriye hava ve rutubet geçirmeyecek şekilde sürekli kaynaklanmaktadır.

Betonarme kolonlar, yapılarında kullanılan yatay demir donatıların düzenlenmelerine göre sınıflandırılmaktadırlar. Yatay donatı, düşey donatıyı bir arada tutmakta ve kayma gerilmelerini karşılamaktadır. Bu çubuklar kendi düzlemleri içinde kolon geometrisine bağlı, kapalı bir çokgen oluşturuyorsa, kolona etriyeli kolon, sürekli bir spiral şeklinde ise fretli kolon olarak adlandırılmaktadırlar. (Şekil 4.3).

### Kirişler

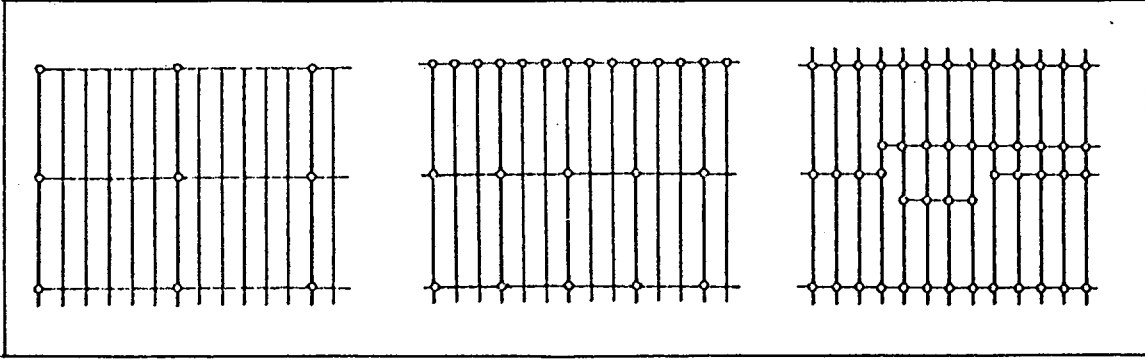
Büyük açıklıklı sanayi yapılarında kirişler, iskelet sistemleri oluşturan çerçevelerin kolon ya da duvar gibi düşey elemanlarını bağlayacak şekilde yatay ya da eğik düzenlenen taşıyıcı elemanlardır. Kirişler, dolu gövdeli yada kafes kiriş olarak şu en kesitlerde yapılabilmektedirler, (Şekil 4.4).

1. Çelik profiller ile oluşturulan dolu gövdeli kirişler,
2. Çelik profiller ile oluşturulan boşluklu gövdeli kirişler
3. Kafes gövdeli kirişler,
4. Betonarme kiriş,
5. Kompozit kiriş



Şekil 4.4 Kiriş en kesitleri.

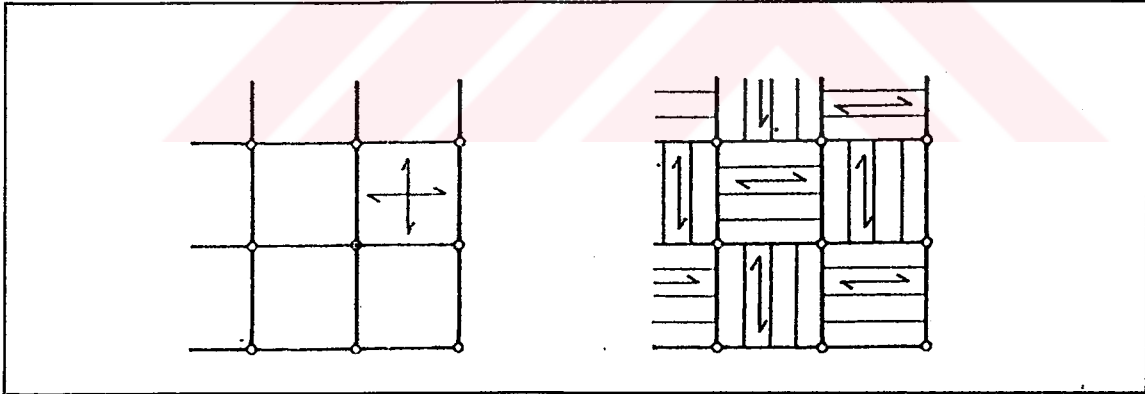
Kiriş çerçeveleri, yapıda (plan düzleminde) tek yada iki doğrultuda tasarlanabilmektedir. Tek doğrultulu olarak tasarlanan çerçeveler yapının kısa yada uzun kenarı doğrultusunda düzenlenebilmektedirler (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Tek doğrultulu kiriş çerçeve sistemleri (plan düzlemi)

Kısa kenar doğrultusunda düzenlenmiş çerçeveler, hem düşey, hem de yatay yüklere karşı koyarak yükleri yapının eni doğrultusunda iç çerçevelere dağıtmaktadırlar. Yapı uzun kenarı doğrultusundaki çerçeve sistemlerinde ise düşey yükler bu çerçevelerle, yatay yükler ise bu çerçevelere dik kirişler ya da çatı sistemi ve döşeme plakları ile alınmaktadır.

Yapı modülü kareye yakın ölçülerde ise yapının iki doğrultusunda da çerçeveler oluşturulmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 İki doğrultulu çerçeve

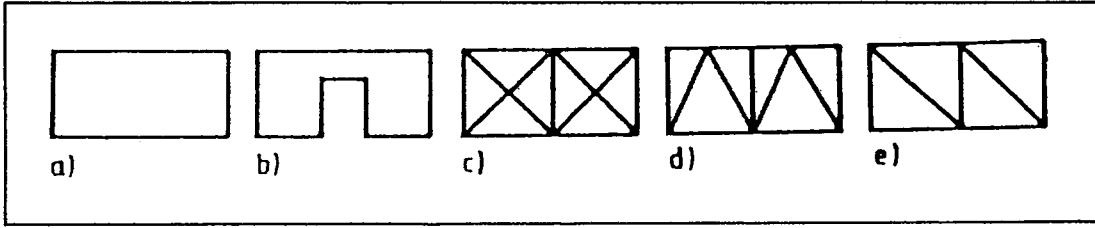
### Stabilite

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, üzerlerine etkiyen yükleri güvenli bir şekilde zemine aktarmakla görevli taşıyıcı sistem bileşenlerinden oluşturulmuş, üç boyutlu bir sistem oldukları için, herhangi bir doğrultudan gelecek yüklere karşı üç düzlemde de stabilitenin sağlanması gerekmektedir. Bir iskelet yapıda, yapıya etkiyen yatay kuvvetleri temellere iletmek ve yapının bu yükler karşısında yer değiştirmesini sınırlandırmak için yapılan taşıyıcı düzenlemelere stabilite elemanları ya da rijitleştirme elemanları denmektedir. Yapı stabilitesi;

düşey düzlemde, rijit çerçeve, betonarme perde, düşey çaprazlama, yatay düzlemde ise betonarme plak ve yatay çaprazlama sistemlerinden bir ya da bir kaçının birlikte kullanılmasıyla sağlanmaktadır.

#### Düşey stabilite elemanları (kesme duvarları)

Deprem ve rüzgar gibi yapıya etkiyen yatay kuvvetleri karşılamak için tasarlanan kesme duvarlarıdır. Kesme duvarları; dolu yada boşluklu betonarme perde ve ya çelik çaprazlamalar olarak yapılabilmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Düşey rijitleştirme elemanları tipleri (kesme duvarlar).

- a) Dolu gövdeli betonarme perde
- b) Boşluklu gövdeli betonarme perde
- c, d, e) Çelik çaprazlamalar ile oluşturulan kesme perdeleri

Büyük açıklıklı çelik iskeletli sanayi yapılarında, çok gözlü çerçevelerin rijit düzenlenmesi ekonomik olmamaktadır. Bu yapı sistemlerinde mafsalı birleşimler ankastre birleşimlerden daha fazla kullanıldığı için yapı bloğu içinde uygun yerlerde düşey stabilite elemanları düzenlemek gerekmektedir. Genellikle de düşey rijitlemeyi sağlayabilmek için çelik çaprazlamalar kullanılmaktadır.

Kesme duvarları açık ve kapalı sistemler olarak sınıflandırılmakta ve yapı içi yada dışında simetrik veya asimetrik olarak düzenlenebilmektedirler.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında düşey rijitleme, açık sistemler ile yapılabilmektedir. Açık sistemler L, X, V, Y, T ve H biçimlerinde, tek doğrusal elemanların birleşimi ile olan ve bir mekanı tam olarak kapamayan sistemlerdir. Kolonlar arasının düşey çaprazlama ile rijitleştirildiği bu sistemlerde, kolonların üst ve alt başlık, çaprazlamaların diyagonal olarak düzenlendiği düşey bir kafes kiriş oluşturulmaktadır. Düşey kafes oluşturan çubuklar yükleri sadece çekme ve basınç kuvvetleri ile zemine ilettiklerinden kafes alt ve üst başlıklarını oluşturan kolon en kesitleri rijit çerçeve en kesitlerinden küçük ve ekonomik olmaktadır. Örgü

çubuklarının kolonlara bağlandığı düşey çaprazlamalarda bağlantı, kolon en kesitinin başlıklarına yapılmaktadır. Çaprazlamaların düzenlenmesinde, çaprazlanacak gözün açıklık ve yüksekliği ile bu açıklıkta istenen boşluklar önemli olmaktadır.

Kapalı sistemler; bir alanı çevreleyen, betonarme perde ve düşey kafeslerin genellikle kare, üçgen, dikdörtgen ve daire biçiminde kapalı bir kutu oluşturacak şekilde düzenlenmesi ile oluşturulmaktadır. Çekirdek denilen bu yapı bileşenleri genel olarak yüksek yapılarda uygulanmaktadır. İyi düzenlenmiş çekirdekli sistemlerde, yapıya gelen yatay yükler çekirdekle zemine aktarılırken diğer kolonlara sadece düşey yükler taşınabilmektedir.

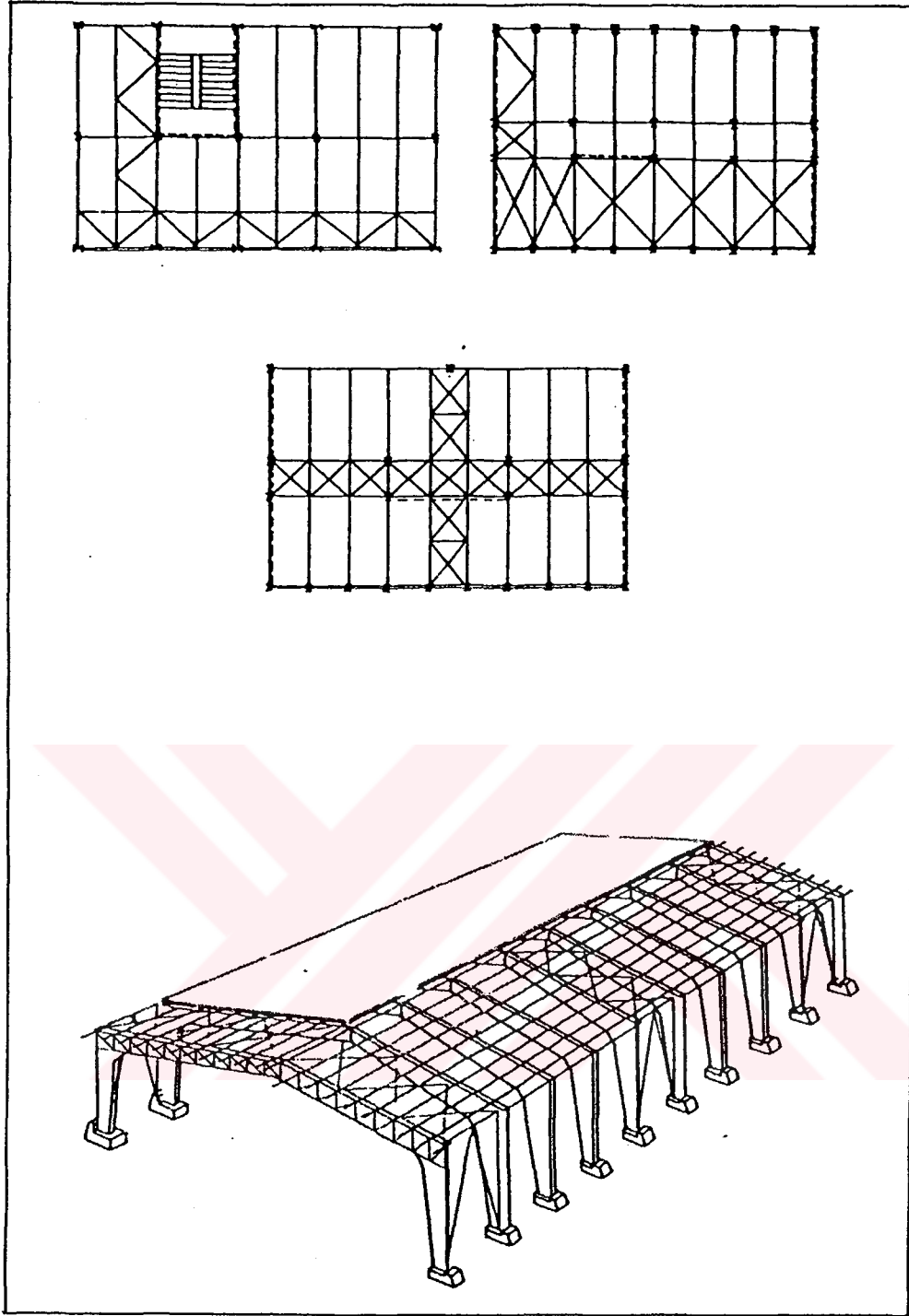
Stabiliteyi sağlama yöntemi ve taşıyıcı sistem içindeki düzeni, sanayi yapısı tasarımda önemlidir. Stabilite, yapı içinde düşey çelik çaprazlamalar düzenlenerek sağlanırsa iç kullanımı sınırlamaktadır. Bu elemanları duvarlara yerleştirmek iç düzenlemede serbestlik sağlayabilmektedir. Stabilite elemanlarını olabildiğince yapının dış çevresine yakın ve bina kenarlarına paralel düzenlenmesi yapının yanal yükler altında burkulmasını önlemektedir.

#### **Yatay stabilite elemanları**

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yatay stabilite elemanları; çatı yada döşeme düzlemleri içinde, yatay yükler ile oluşacak etkileri rijit düşey elemanlara aktarmak için düzenlenmektedirler.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, çatı sistemi, üzerine gelen yatay yükler karşısında, plak olarak taşıyıcı sistemle birlikte çalışabilmesi ve bu kuvvetlerin düşey taşıyıcı elemanlara iletilebilmesi için, çatı düzleminin kiriş yada aşık seviyesinde, yatay çaprazlamalar düzenlenerek yatay stabilite sağlanması gerekmektedir (Şekil 5.8). Bunlara yatay rijitleştirme elemanları veya stabilite elemanları denmektedir. Yatay çaprazlamaların her gözde düzenlenmelerine gerek yoktur. Alın kirişlerin burulmaya dayanımını artırmak için yapı kenarı boyunca bulunan kirişler arasındaki döşemelerde çaprazlama yapılabilmektedir.

Yatay stabilite elemanlarını, her doğrultudan gelebilecek yatay etkileri, düşey stabilite elemanlarına aktarabilecek şekilde düzenlenmeleri gerekmekte fakat gereksiz bağlantılardan kaçınılması gerekmektedir.



Şekil 4.8 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yatay stabilite düzenlemeleri

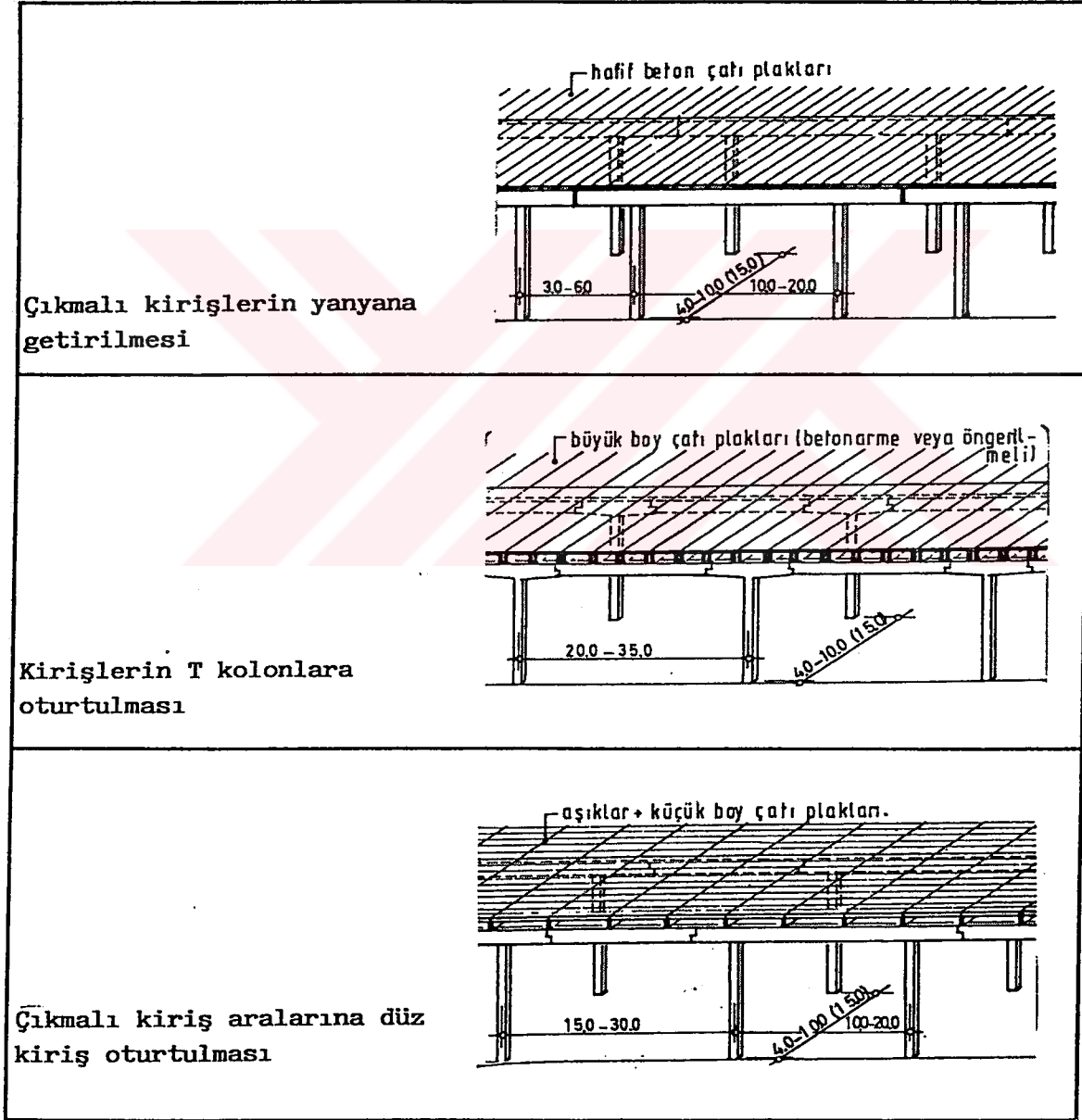
İskelet yapım sistemlerinin, geçebildikleri açıklıklara göre çeşitli biçimlenişleri vardır. Bu biçimlenişlerin üç grupta ele alınarak değerlendirilmesi mümkündür.

- Dolu gövdeli iskelet sistemler
- Kafes kirişli iskelet sistemler
- Kemer kirişli iskelet sistemler

#### 4.1.1.1.a Dolu Gövdeli İskelet Sistemler

Dolu gövdeli iskelet sistemler 15 m. açıklığa kadar ekonomik olarak kullanılabilir. Bu açıklığın artırılması istendiğinde ise betonda öngerilimin uygulanması, çelikte ise özel imalat kirişlerin yapımı ile 25 – 30 m. açıklığa kadar ulaşılabilir.

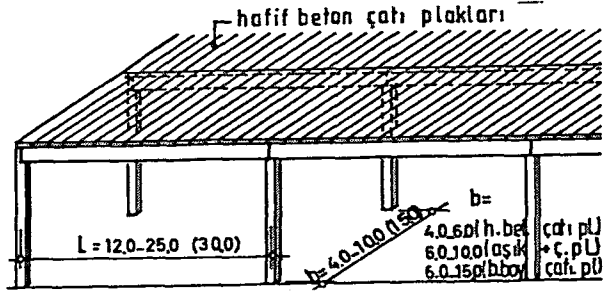
Büyük açıklıklı sanayi yapılarında kullanılabilen dolu gövdeli kirişli iskelet yapım sistem uygulamaları Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11’ de tanımlanmıştır. Dolu gövdeli iskelet sistemlerde çatı ışıklıklarına ilişkin tiplerde Şekil 4.12 – Şekil 4.16’ da verilmiştir.



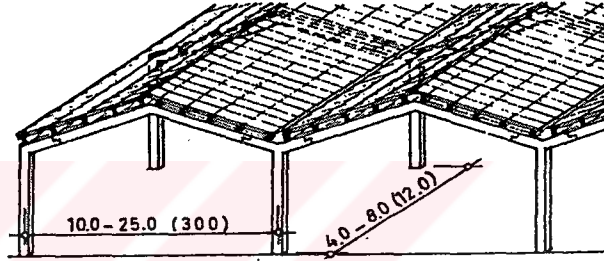
Şekil 4.9 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemler

## DOLU GÖVDELİ KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLER

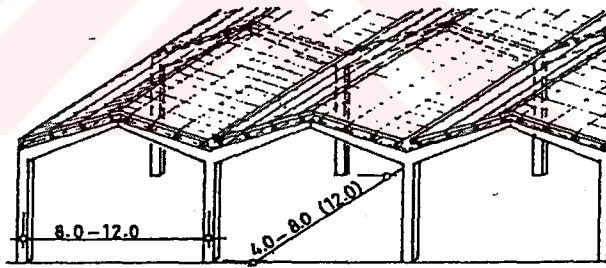
Paralel başlıklı kirişlerin  
doğrudan kolonlara oturtulması



Momentin "0" olduğu noktalarda  
ekli çerçeveler

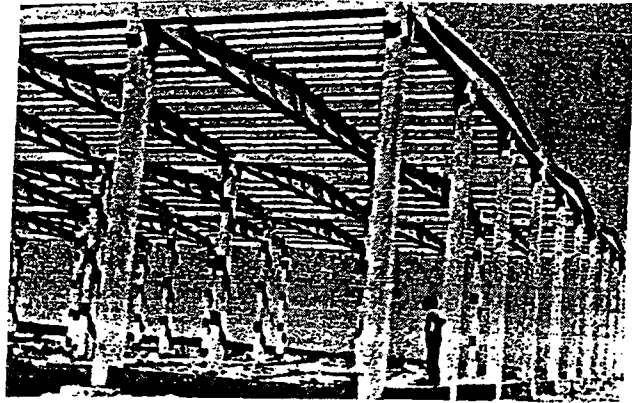


Y kolonlu çerçeveler



Altın formika fabrikası  
Gürpınar, İstanbul  
Uyg. : Pekintaş

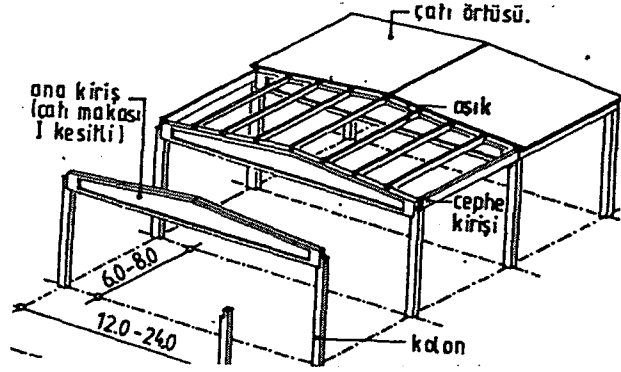
Eğimli başlıklarla kurulan  
bir sistem



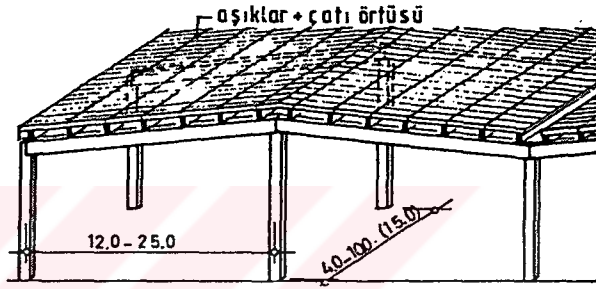
Şekil 4.10 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemler

## DOLU GÖVDELİ KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLER

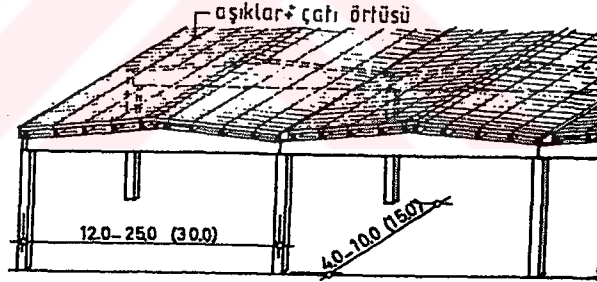
Eğimli başlıklı dolu gövdeli kirişler



Paralel başlıklı kirişlerin kolonlara eğimli olarak oturtulması



Kirişlerin üst başlığının çift eğimli yapılması

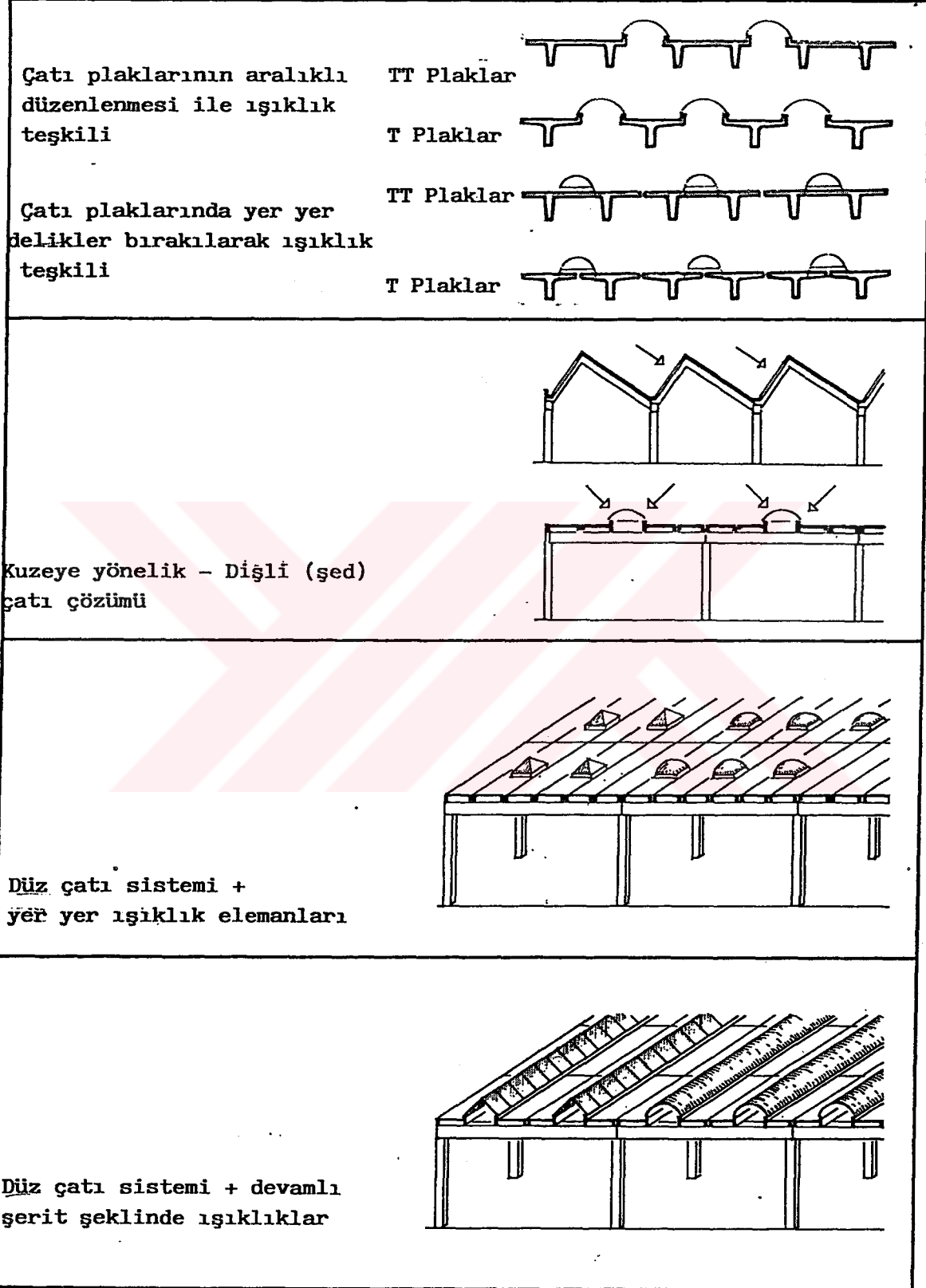


Kirişlerin üst başlığının tek eğimli yapılması



Şekil 4.11 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemler

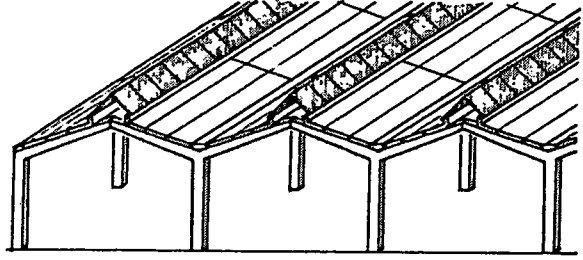
DOLU GÖVDELİ KIRIŞLI İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI IŞIKLIKLARI



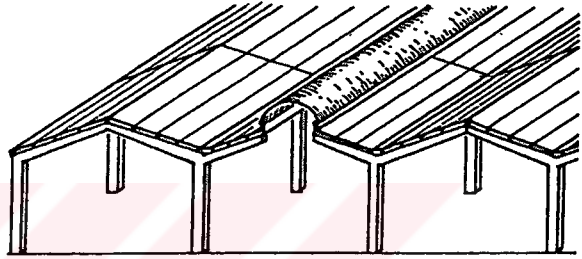
Şekil 4.12 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları

DOLU GÖVDELİ KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI İŞIKLIKLARI

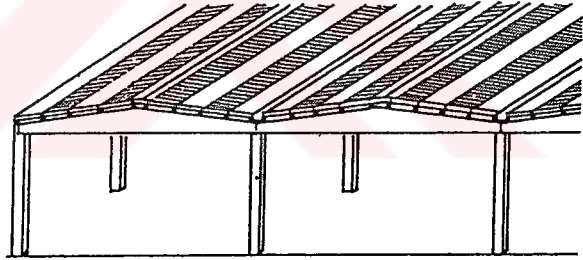
Eğimli çatılı çerçeve sistem +  
devamlı çatı ışıklıkları



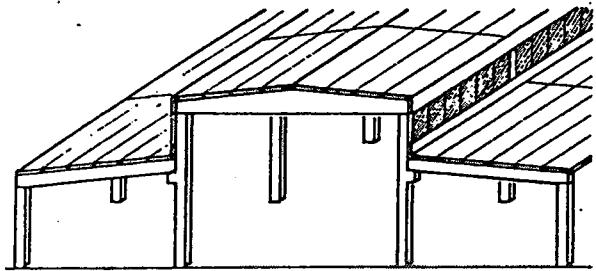
Eğimli çatılı konsollu çerçeve  
sistem+devamlı çatı ışıklıkları



Eğimli çatı+yarı saydam çatı  
kaplaması ile şerit şeklinde  
ışıklık tespiti



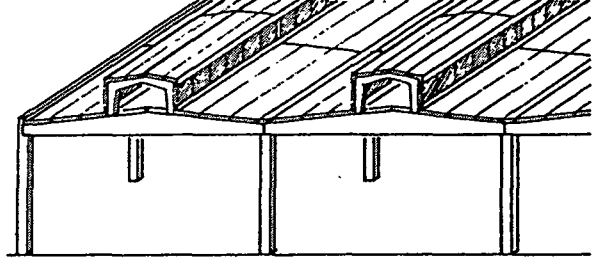
Yükseklik farkları ile bir  
çesit fenerli çatı çözümü



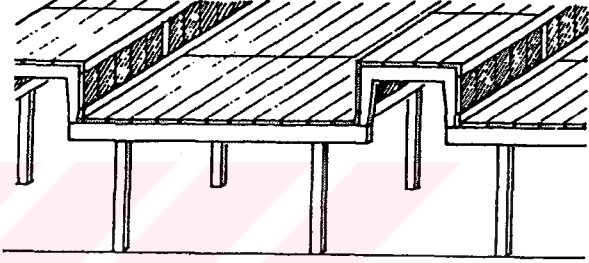
Şekil 4.13 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları

DOLU GÖVDELİ KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI IŞIKLIKLARI

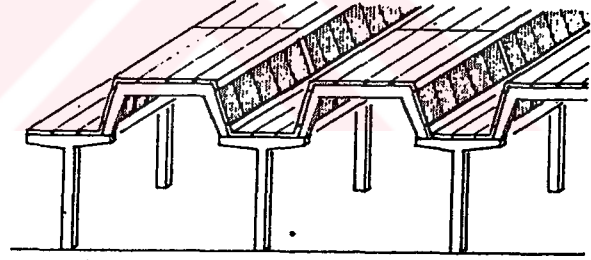
Eğimli çatıda fener çerçeveleri  
ile çatı çözümü



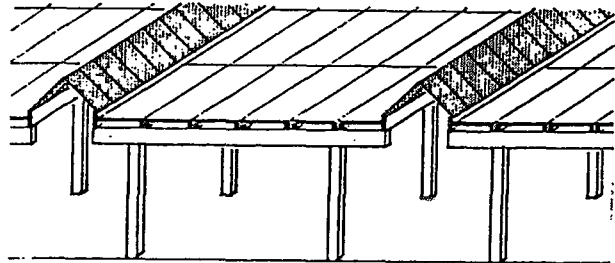
Konsollu düz çatı + fener  
çerçeveleri ile fenerli  
çatı çözümü



T kolonlar + fener çerçeveleri  
ile fenerli çatı çözümü



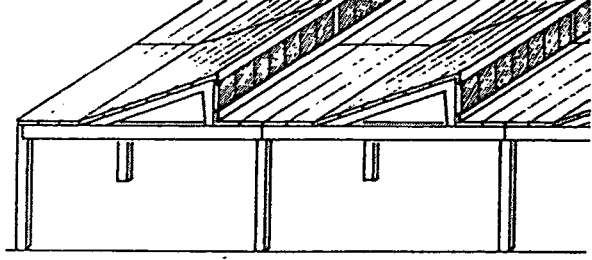
Düz çatılı konsollu sistem +  
devamlı şerit şeklinde  
ışıklıklar



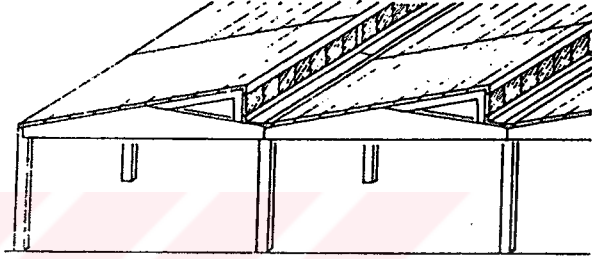
Şekil 4.14 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları

DOLU GÖVDELİ KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI İŞİKLİKLERİ

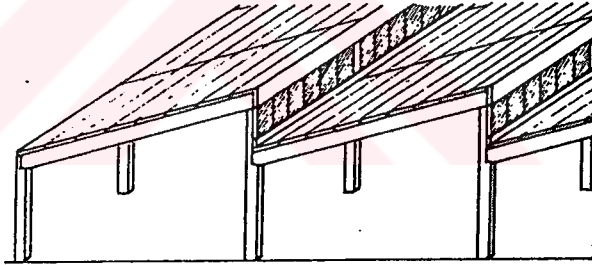
Düz çatı + şed kirişleri ile  
şed teşkili



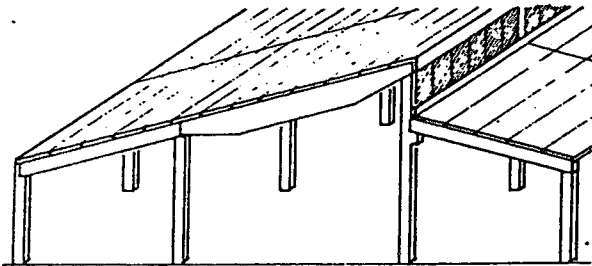
Eğimli çatı + şed kirişleri ile  
şed teşkili



Tek eğimli çatıların sağladığı  
şed çözümü



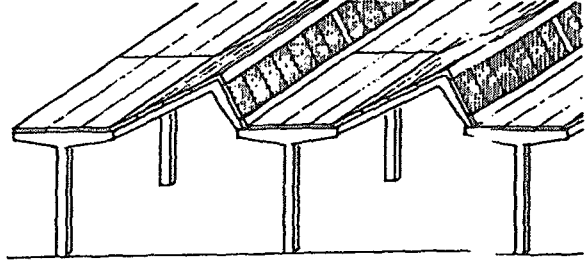
Tek eğimli çatılar ve kuzey  
ışığı sağlanması



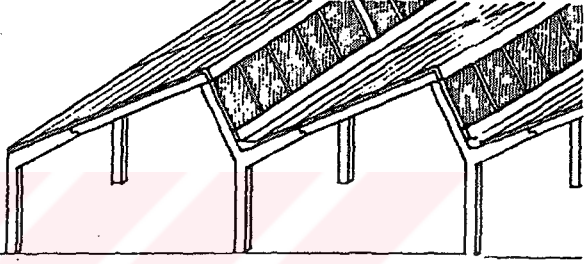
Şekil 4.15 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı işiklikleri

. DOLU GÖVDELİ KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI IŞIKLIKLARI

T.kolonlar + şed kirişleri  
ile şed çatı teşkili



Özel Y kolonlar ile şed çatı  
teşkili



Denizli Basma ve boya fabrikası  
uyg.: Pega



Şekil 4.16 Dolu gövdeli kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklıkları




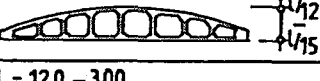

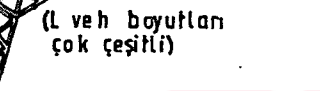


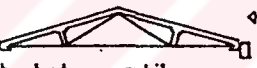








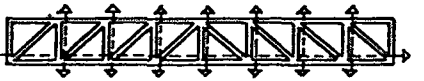



#### 4.1.1.1.b Kafes Kirişli İskelet Sistemler

Açıklık büyüdükçe kiriş yüksekliği de artmaktadır. Buna karşılık çok parçadan oluşan, içi boşaltılmış kirişler yapmak mümkündür. Üst ve alt başlık çubukları ile bunların arasında üçgen alanlar oluşturacak şekilde düzenlenen örgü çubuklarından oluşan sistemler, kafes kiriş sistemlerdir. Birleşim yerlerine düğüm noktası denmektedir. Kafes kirişi oluşturan doğru eksenli çubuklar ve düğüm noktaları, aynı düzlem içinde oluşturulmaktadır. Bu çubuklar eksenel basınç ve çekme gerilmeleri almakta ve ince en kesitler ile büyük açıklıklar geçilebilmektedir. Düzlem kafes kirişler taşıyıcı olabilmeleri için üçgenler ile kurulmaktadır. Kısaca makas denilen düzlem kafes kirişler, başlık şekillerine göre adlandırılmaktadırlar (Özşen ve Yamantürk, 1991), (Şekil 4.17). Düzlem kafes kirişlerde kiriş yüksekliğinin açıklığa oranı ve geçebileceği en büyük açıklık, malzeme türüne göre değişmektedir. Bu oran çelik için  $H/L = 1/12 \sim 1/16$  ve öngerilmeli çelik için  $H/L = 1/16 \sim 1/25$  alınmaktadır. Bu sistem ve çelik malzeme ile geçilebilecek en büyük açıklıklar ise 50 – 60 metredir.

Makas aralıkları, çatı örtüsü ve aşıklarına bağlıdır. Genellikle 3 - 6 m. arasında seçilmektedir. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, aşıklar olarak paralel başlıklı kafes kirişler kullanılarak 15 – 20 m.'ye kadar çıkabilmektedir. 'Düzlem kafes kirişler doğrudan kolonlar üzerine oturtuluyor ise, mesnetlerden birisi kayıcı diğeri sabit olarak düzenlenmektedir. Üzerlerine oturdukları kolonlarında kafes gövdeli yapılmasıyla çerçeve olarak tasarlanabilmektedirler.

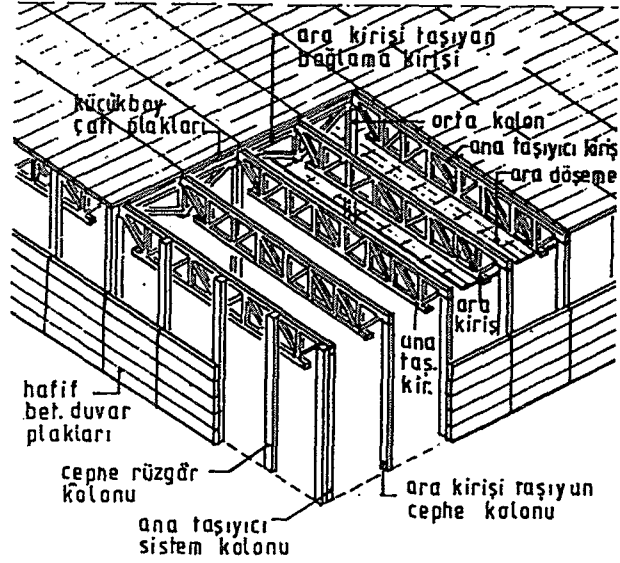
Düzlem kafes kirişler (makaslar), yapı kısa kenarına paralel olarak yerleştirilmektedirler. Ayrıca kafes düzlemine dik etkiyen yatay yükleri karşılamak ve yapıyı rijit hale getirmek için bu yüklerin etkidiği doğrultuda aşıklar ile aynı düzlemde stabilite bağlantıları (çaprazlamalar) düzenlenmektedir. Bu stabilite bağlantılarının, yapı iki ucunda ve iki ya da üç açıklıkta bir yapılması gerekmektedir' (Özşen ve Yamantürk, 1991). Şekil 4.18 ve Şekil 4.19' da kafes kiriş uygulamaları, Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22' de ise kafes kirişlerde uygulanabilecek çatı açıklıkları ve örnekleri verilmiştir.

## KAFES KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLER KİRİŞ ÇEŞİTLERİ

kafes kiriş çeşitleri.	
$L = 18,0 - 36,0$ (600)	 paralel başlıklı kafes kiriş.
$L = 12,0 - 36,0$	 trapez kafes kiriş.
$L = 24,0 - 40,0$ (500)	 üst başlığı kırık çubuklu k. kiriş.
$L = 18,0 - 36,0$	 kemer başlıklı kafes kiriş.
$L = 12,0 - 30,0$	 üçgen kafes kiriş.
(L ve h boyutları çok çeşitli)	 kafes kiriş çerçeve elemanı.
$L = 25,0 - 50,0$ (h çok çeşitli)	 uzay kafes kiriş.
<b>Kafes kirişler – bazı örnekler.</b>	<b>Paralel başlıklı kafes kiriş tipleri.</b>
 a. bölümlerden oluşan k. kiriş	 b. beton + çelik kafes kiriş
 c. şed kirişi	 d. bağlama kirişi
<b>Üçgen kafes kirişlerden örnekler.</b>	
 a. bölümlerden oluşan k. kiriş	 b. beton + çelik k. kiriş (aşık)
 c. çatı feneri kirişi	 d. şed kirişi
<b>Trapez kafes kirişlerden örnekler.</b>	
 a.	 b.
 c.	 d.
 e.	 f.
	düsey çubuklu kafes kirişler. (---> ön germ. verilebilen çubuklar.)
	yalnız diagonal çubuklu kafes kirişler.
	vierendeel tipi kafes kiriş.

Şekil 4.17 Kafes kiriş çeşitleri

## KAFES KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEM UYGULAMALARI



Tesisat katlı 12.0 x 24.0 modüllü, düz çatılı, kafes kirişli bir sistem

Tesisat katlı 12.0x24.0 modüllü, düz çatılı, kafes kirişli bir sistem.

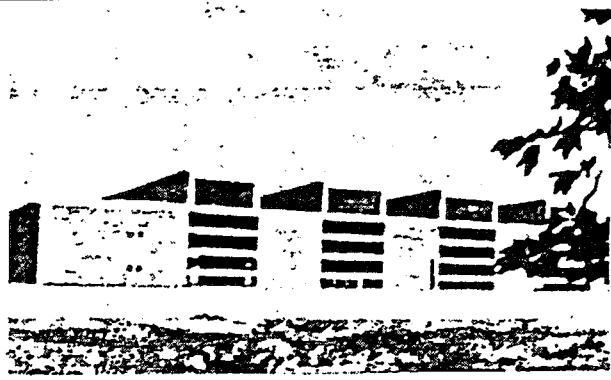
Irak' da bir tekstil fabrikasında uygulanan paralel başlıklı kafes kiriş Uyg.: Studio Tecnico-Milano



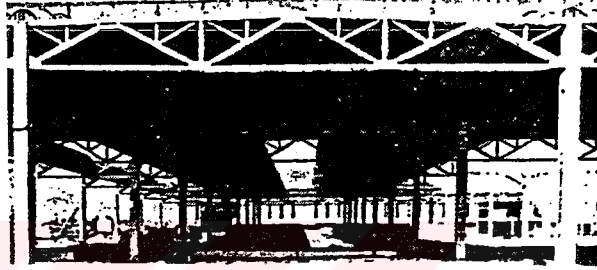
Şekil 4.18 Kafes kirişli iskelet sistem uygulamaları.

## KAFES KIRIŞLI İSKELET TAŞIYICI SİSTEM UYGULAMALARI

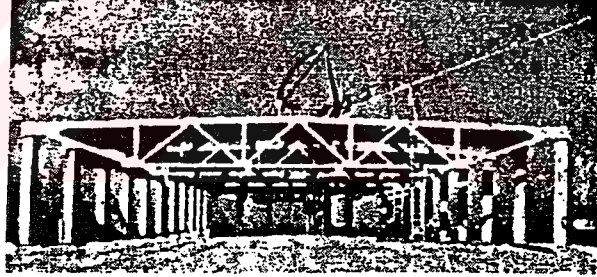
Macaristan'da Vierendeel .  
kirişli, fener çatılı bir  
endüstri binası



Macaristan'da paralel başlıklı  
kafes kirişli bir endüstri  
binası



Macaristan'da trapez başlıklı  
kafes kirişli bir endüstri  
binası



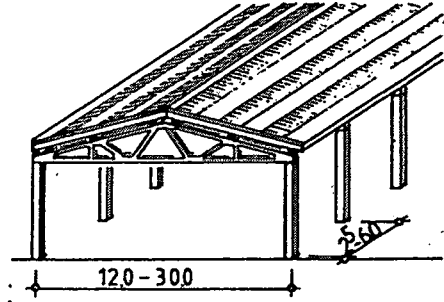
Macaristan'da kemer başlıklı  
bir kafes kiriş uygulaması



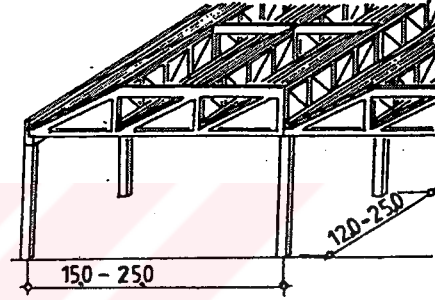
Şekil 4.19 Kafes kirişli iskelet sistem uygulamaları.

KAFES KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI İŞIKLIKLARI

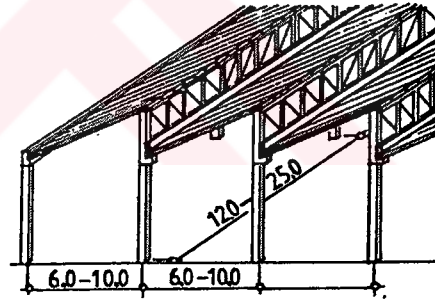
Yarı saydam çatı örtüsü ile ışıklık teşkili



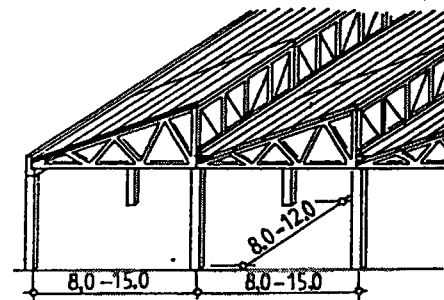
Her iki doğrultuda uygulanan kafes kirişli şed çatı teşkili



Kafes kirişle şed penceresi teşkili



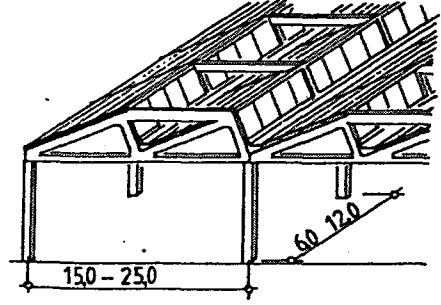
Üçgen ve paralel başlıklı kafes kirişlerle şed çatı teşkili



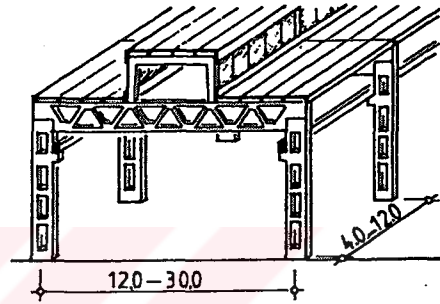
Şekil 4.20 Kafes kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları.

KAFES KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI IŞIKLIKLARI

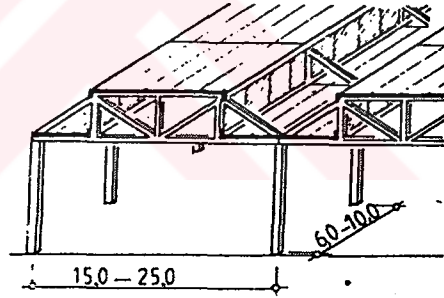
Kafes kiriş çubukları aracılığıyla  
şed teşkili



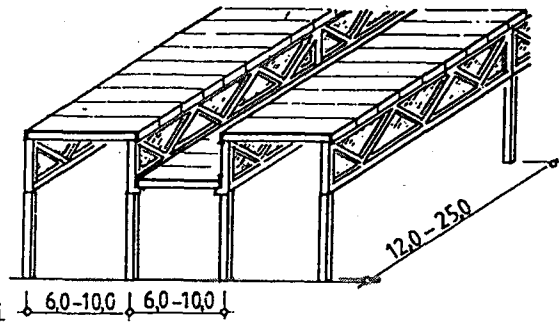
Fener çerçevesi ile ışıklık teşkili



Kafes kiriş çubukları aracılığıyla ile  
fener teşkili



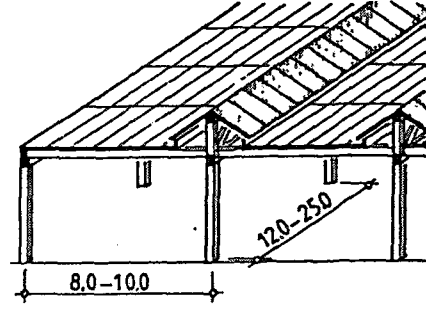
Seviye farkları ile fener teşkili



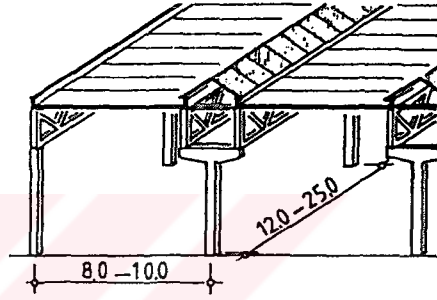
Şekil 4.21 Kafes kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları.

KAFES KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI IŞIKLIKLARI

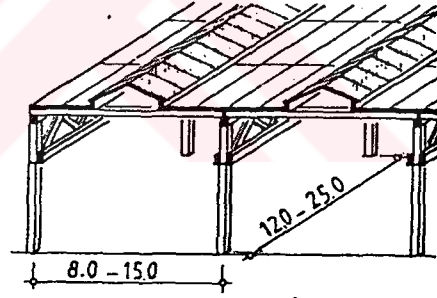
Kafes kirişin üzerinde ışıklık teşkili



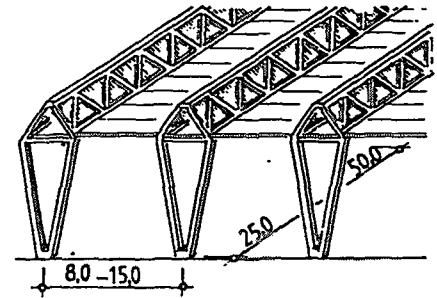
Kafes kiriş arasında ışıklık teşkili



Aşık veya çatı plakları üzerinde  
ışıklık teşkili



Uzay kafes kiriş çubukları arasında  
ışıklık teşkili



Şekil 4.22 Kafes kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları.

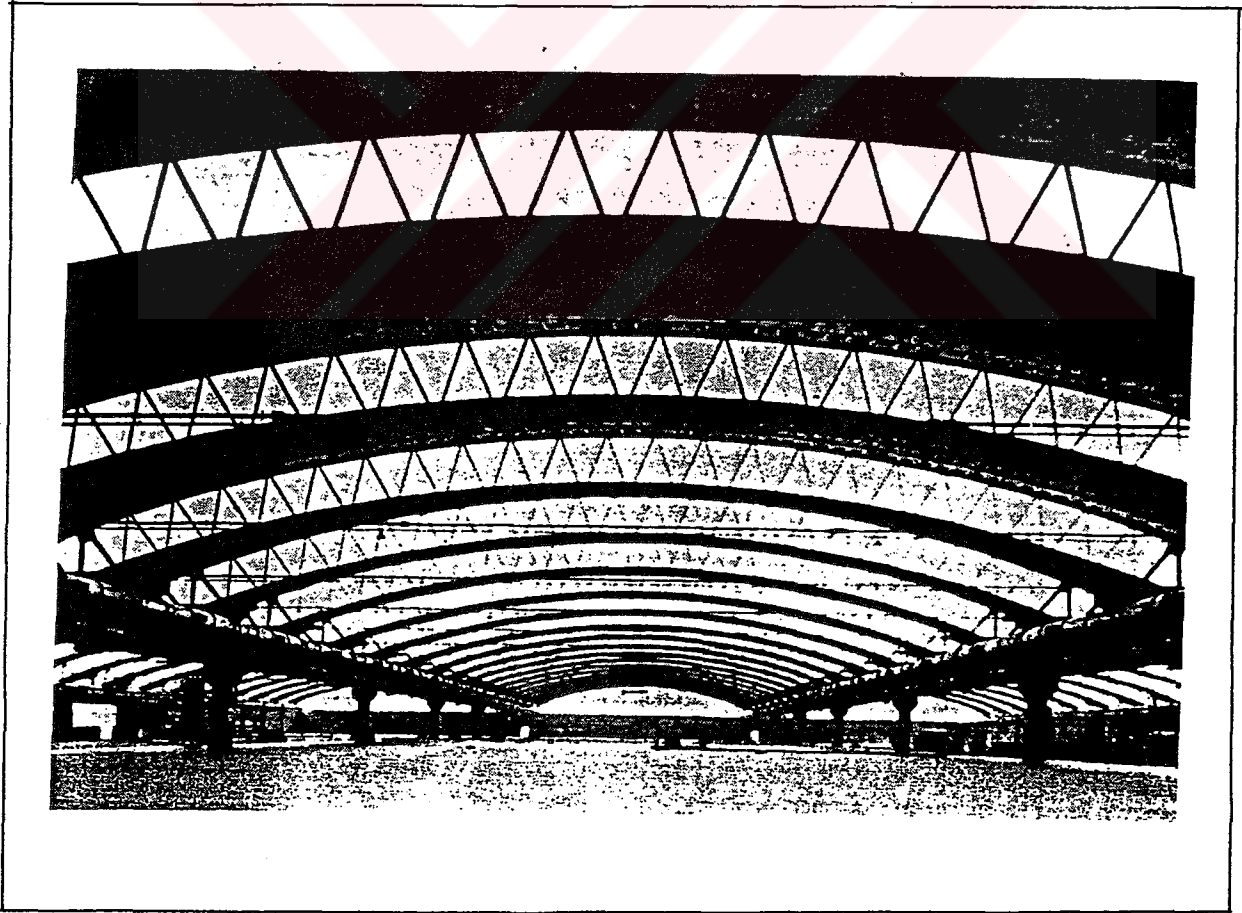
#### 4.1.1.1.c Kemer Kirişli İskelet Sistemler

Kemer kirişli iskelet sistemler, kafes kirişlerin ekonomiklik sınırını aştığı durumlarda, 30 – 60 m. gibi açıklıklarda kullanılabilen sistemlerdir.

Kemerler, basınca çalışan eğri eksenli çubuk taşıyıcı sistemlerdir. Basınç kuvveti belirli bir büyüklüğe ulaştığında doğru eksenli basınç çubuklarında olduğu gibi kemerlerde de burkulma olmaktadır. Yalnız kemerler daha fazla basınç kuvveti taşıyabildikleri için doğru eksenli çubuklara kıyasla narin yapılabilmektedirler' (Özşen ve Yamantürk, 1991).

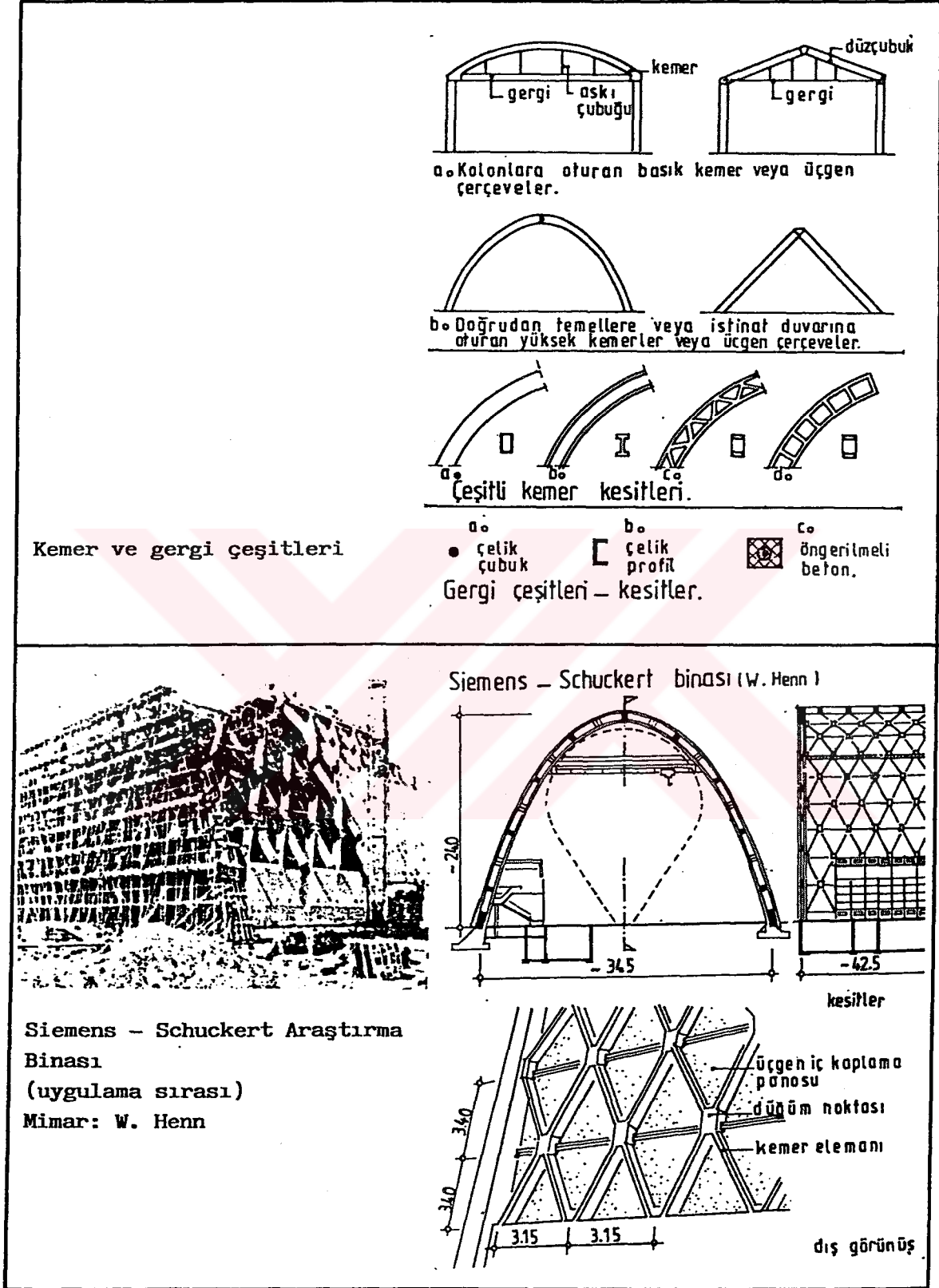
Şekil 4.23' te mimar F. Boiley tarafından Swindon' da yapılmış yay parçası formu kafesli kemer kirişle yapılmış Dağıtım Holü yapısı

görülmektedir. Şekil 4.24'te kemer kirişli sistemlerin kuruluş şema ve elemanları verilmiştir. Şekil 4.25' te bu sistemlerde çatı ışıklıklarına ilişkin bazı çözümler sunulmuştur. Şekil 4.26' da ise bu sistemlerle yapılan uygulamalardan bazı örnekler verilmiştir.



Şekil 4.23 Dağıtım Holü, 'Swindon', Mimar F. Boiley.

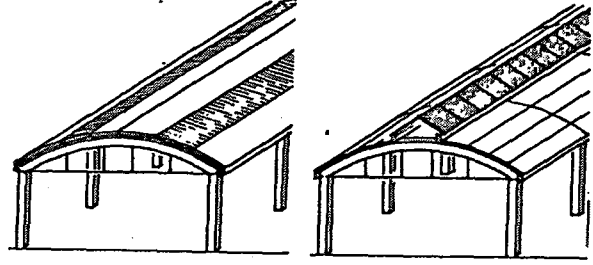
## KEMER KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLER



Şekil 4.24 Kemer kirişli iskelet sistemler

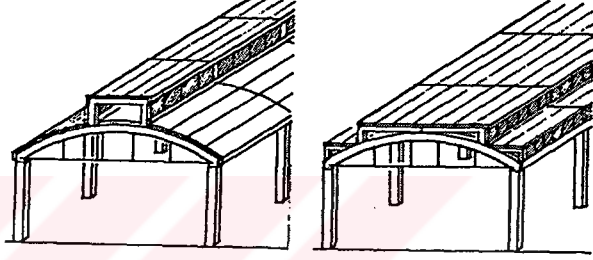
KEMER KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEMLERDE  
ÇATI IŞIKLIKLARI

a. Yarı saydam çatı kaplaması yapılması



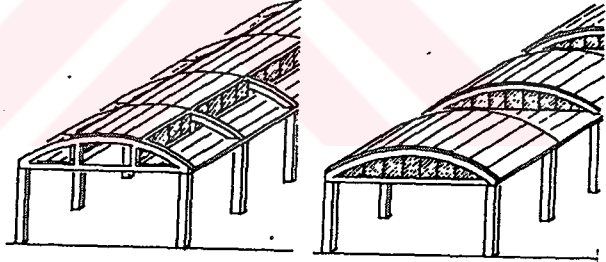
b. İlave çatı ışıklıkları yapılması

a. İlave çatı feneri yapılması



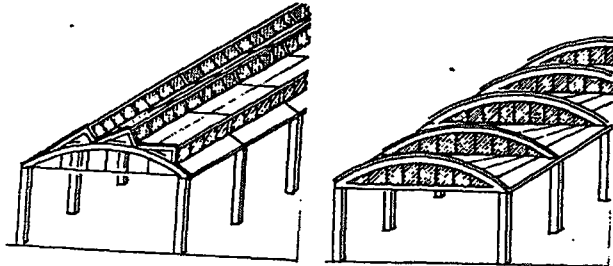
b. Kademeler teşkili ile ışıklık çözümü

a. Asma çubukları ile fener teşkili



b. Seviye farkları ile ışıklık çözümü

a. Şed kiriş ilavesi ile şed teşkili

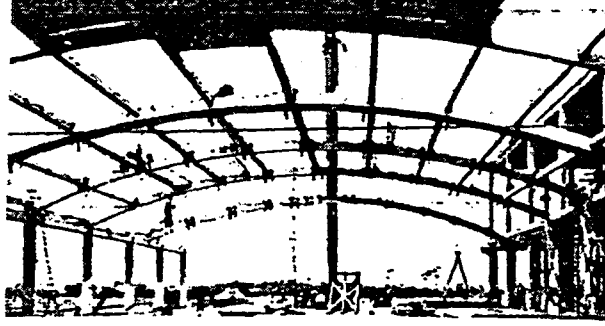


b. Konoid yüzeylerle şed teşkili

Şekil 4.25 Kemer kirişli iskelet sistemlerde çatı ışıklık uygulamaları.

## KEMER KİRİŞLİ İSKELET TAŞIYICI SİSTEM UYGULAMALARI

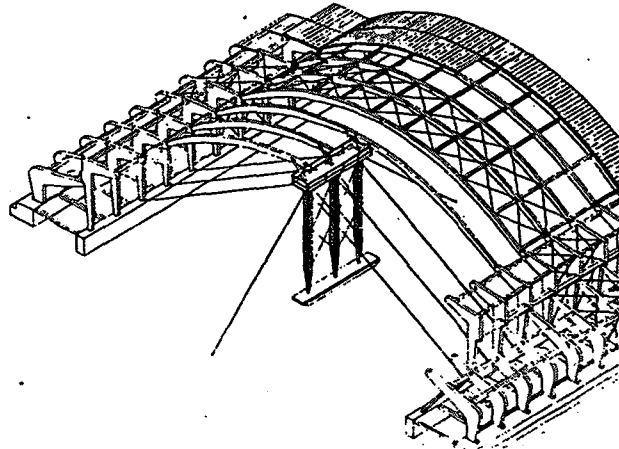
Rheinber (B. Almanya) de  
bir endüstri binasının,  
24 m. açıklık geçen 3  
mâfsallı kemer kirişli  
bir bölümü



Potekiz' deki bir endüstri  
binasında kemerler aracılı-  
ğıyla yapılan çatı fenerleri  
Uyg. : Hochtief



Kanada' da kemer kirişli  
demontabl bir uçak hangarı



Şekil 4.26 Kemer kirişli iskelet sistemler

#### 4.1.1.2 Yüzeysel Sistemler

Yüzeysel sistemler, kalınlıkları yüzeylerine oranla çok küçük olan taşıyıcı sistemlerdir. İki boyutlu bu taşıyıcı sistemler, düzlem yada eğri yüzeyli olarak düzenlenebilmektedirler (Şekil 4.27). Örtü sistemlerinin hafif oluşu mesnet donatılarında ve temelerde büyük ölçüde ekonomi sağlamaktadır. Bu sistemler, tasarımcıya çeşitli estetik olanaklar sağlayabilmektedir. Fakat yüzeysel sistemler, kalıpların hazırlanması ve sökülmesinde işçilik ve malzeme (kalıp, iskele vb.) açısından zorluklar oluşturmaktadır.

Yüzeysel sistemler iki ana grupta sınıflandırılmaktadır.

- Düzlem yüzeysel sistemler
  - Yüzeysel plaklar
  - Katlanmış plaklar
- Eğrilikli yüzeysel sistemler
  - Tek eğrilikli yüzeysel sistemler
  - Çift eğrilikli yüzeysel sistemler

##### 4.1.1.2.a Düzlem Yüzeysel Sistemler

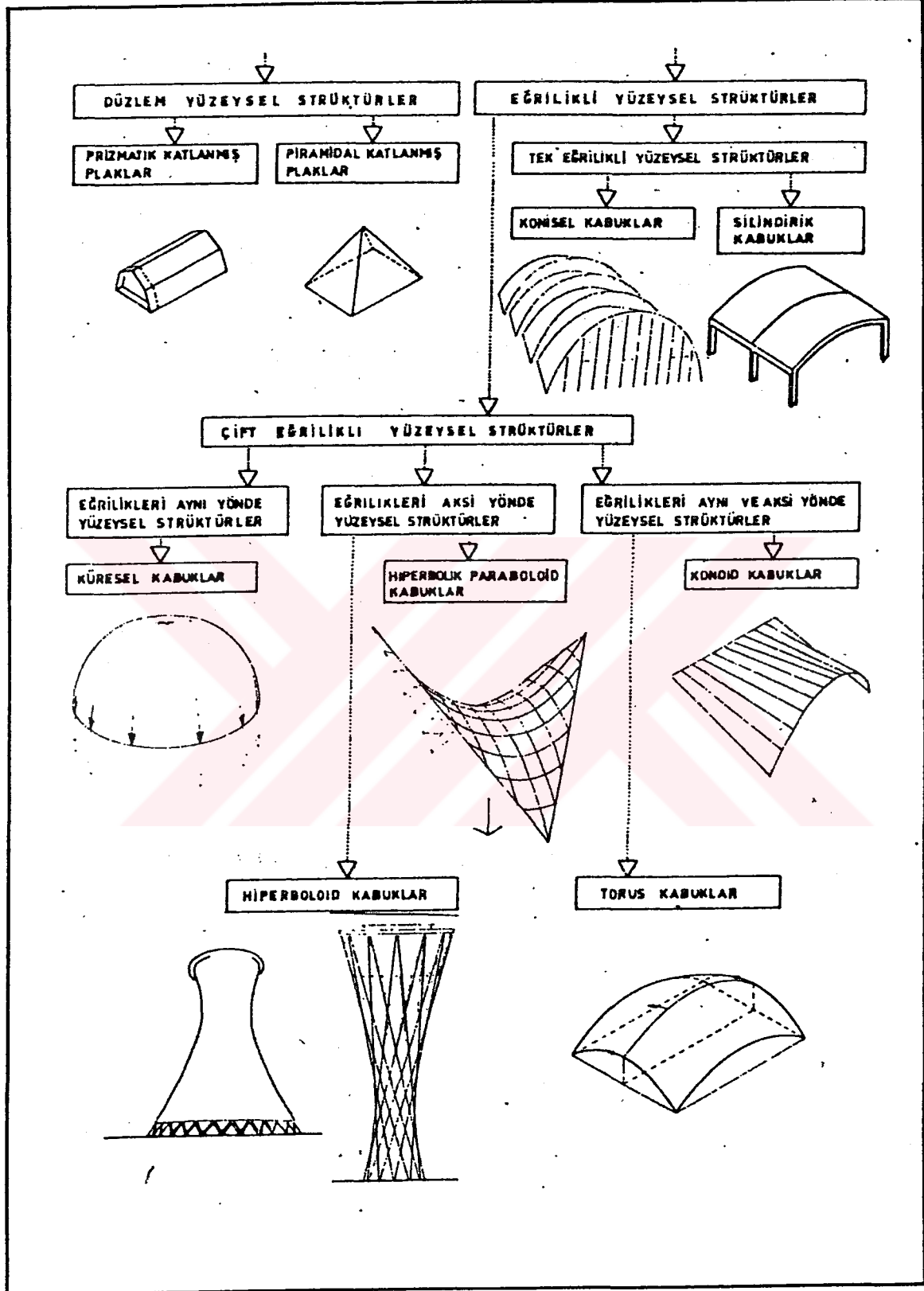
Bu sistemleri yapı içlerindeki konum ve işlevlerine göre iki gruba ayırmak mümkündür.

##### A - Yüzeysel Plaklar

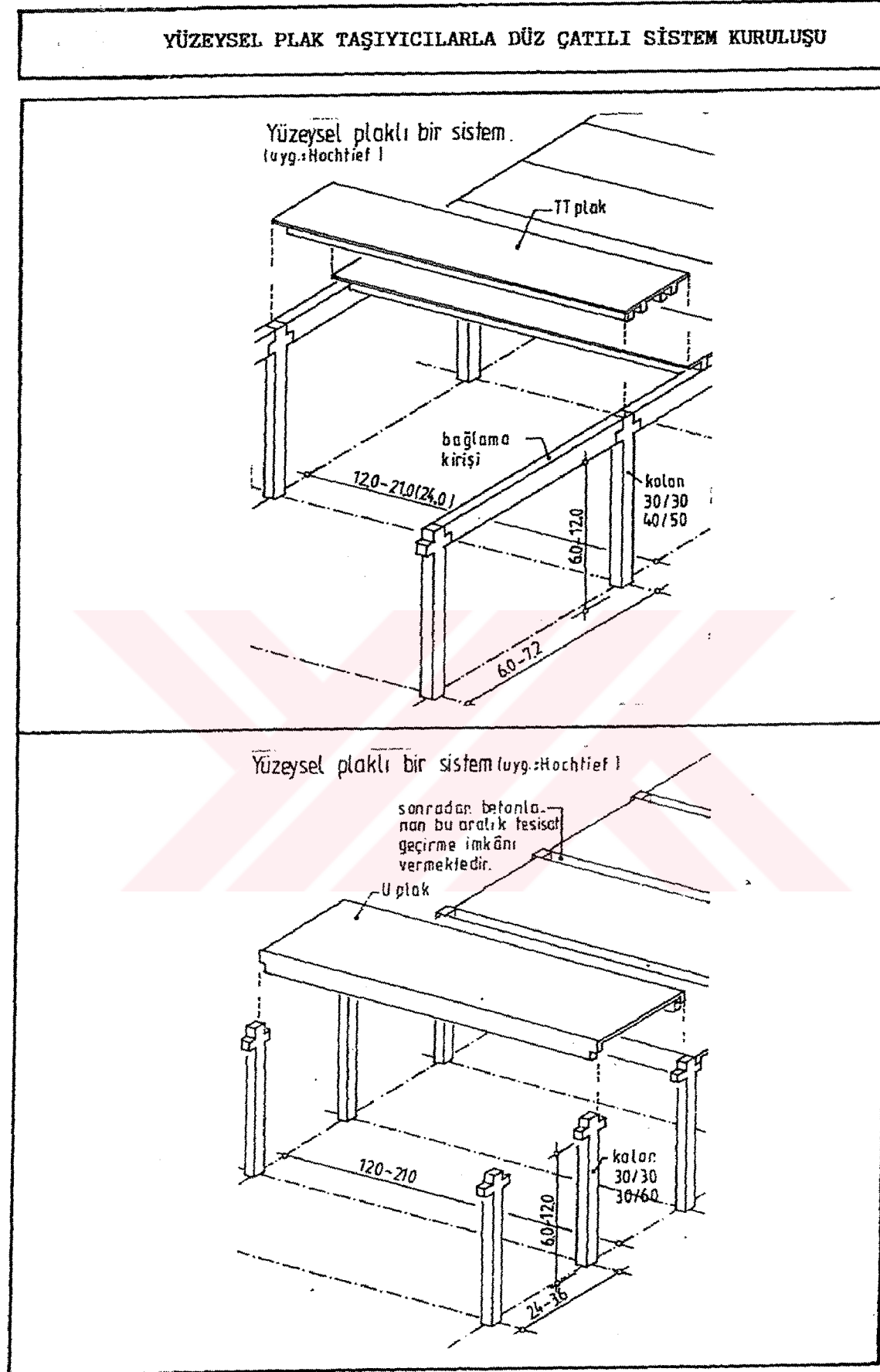
Büyük boy çatı plaklarının hem çatı kaplamasını hem de taşıyıcı elemanları oluşturduğu bu sistemler, tarafsız düzleme dik gelen kuvvetler karşısında 'blok şeklinde', düzleme paralel gelen kuvvetler karşısında ise 'perde' şeklinde çalışırlar. Plak ve perdelerden oluşmaktadırlar.

Yüzeysel plaklar aynı zamanda taşıyıcı elemanları da teşkil edebilmektedirler, fakat en çok kullanılan uygulama; düşey taşıyıcıların kolonlardan oluşturulması ve yüzeysel plak taşıyıcıların kolonlara tespit edilen bağlama kirişlerine oturtulması şeklindedir (Şekil 4.28 ve Şekil 4.29). Ayrıca yüzeysel plakların taşıyıcı kolonları oluşturduğu durumlar da Şekil 4.30' da verilmiştir.

## YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLER k:5



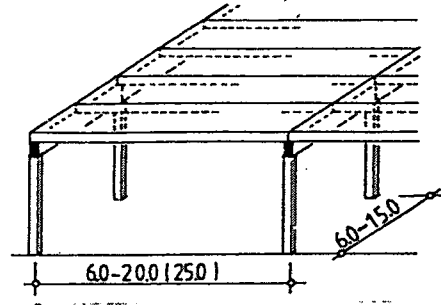
Şekil 4.27 Yüzeysel taşıyıcı sistemler



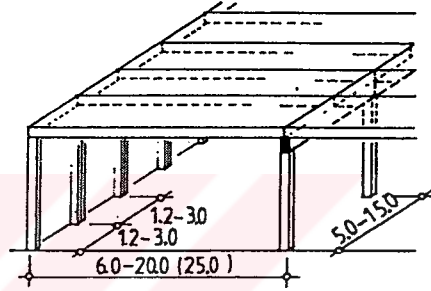
Şekil 4.28 Yüzeysel plak taşıyıcılarla düz çatılı sistem kuruluşu.

**YÜZEYSEL PLAK TAŞIYICILARLA KURULAN DÜZ ÇATILI SİSTEMLER**

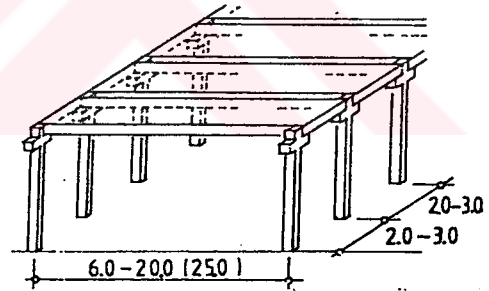
Kolon + kirişlere oturan yüzeysel taşıyıcılar



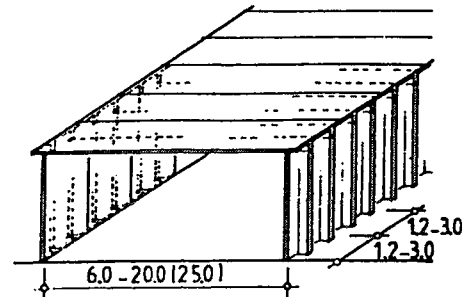
Taşıyıcı duvar + iskelet elemanlı karma sistem



Doğrudan kolonlara oturan yüzeysel plak taşıyıcılar



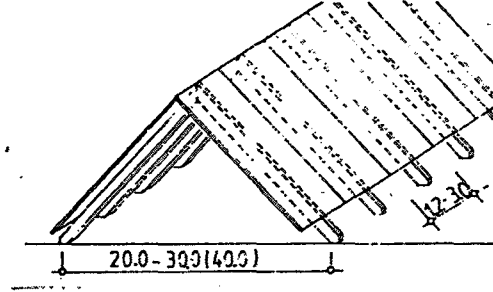
Taşıyıcı duvar + çatı plaklı sistem



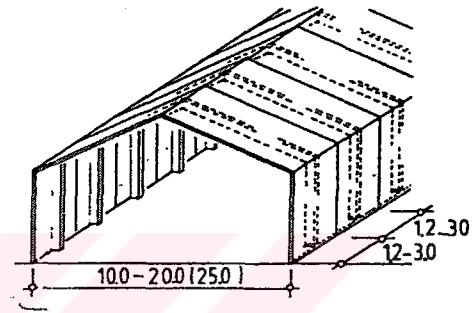
Şekil 4.29 Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan düz çatılı sistemler.

## YÜZEYSEL PLAK TAŞIYICILARLA KURULAN EĞİMLİ ÇATILI SİSTEMLER

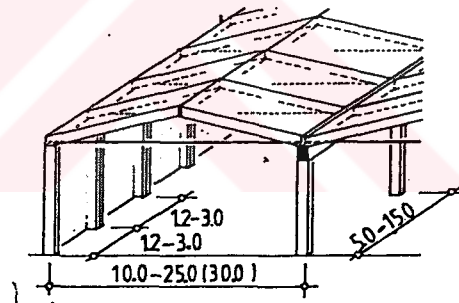
Doğrudan temellere oturan üçgen çerçeve sistem



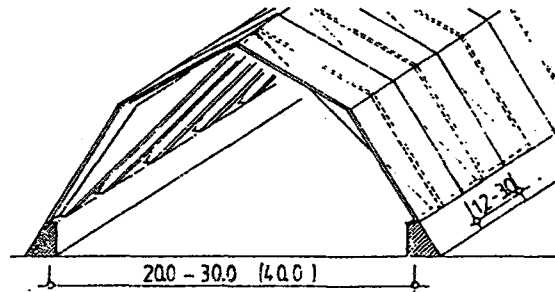
Taşıyıcı duvar plakları ile rijit bağlantılı çerçeve sistem



Taş duvar ve kirişlere oturan gergili sistem



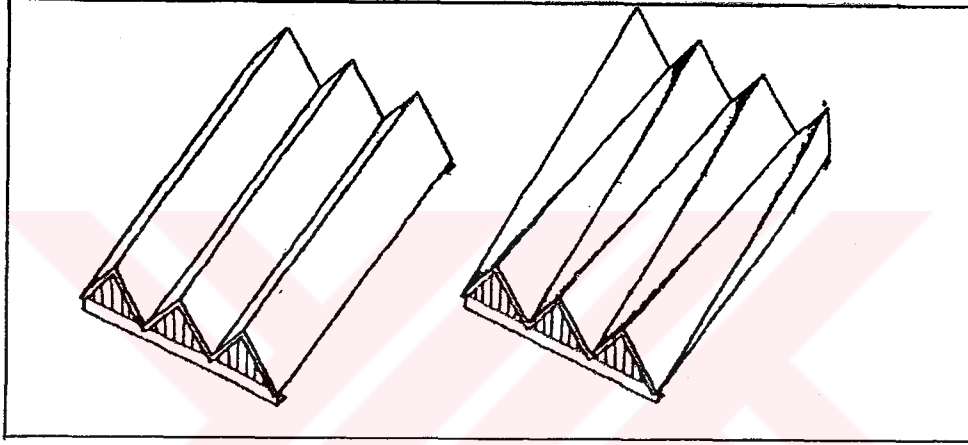
İstinat duvarlarına oturan üçgen çerçeve sistem



Şekil 4.30 Yüzeysel plak taşıyıcılarla kurulan eğimli çatılı sistemler

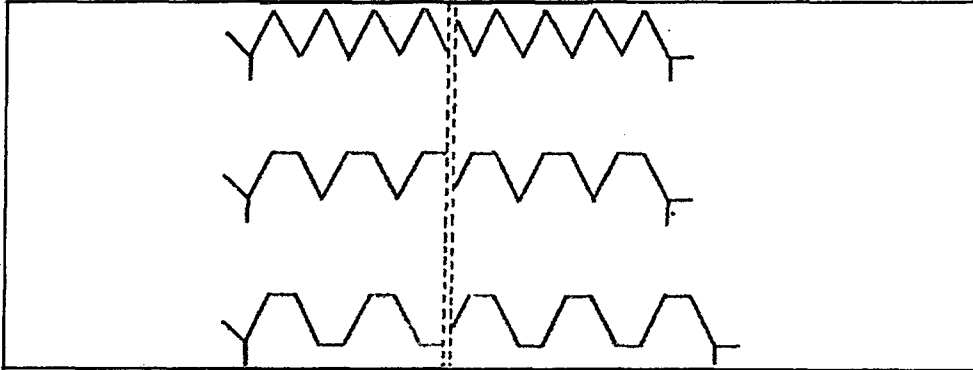
## B – Katlanmış Plaklar

Geniş açıklıklı yapılarda plak kalınlığının artması sistemin daha ağır olmasına ve maliyetinin yükselmesine sebep olmaktadır. Fakat düzlem yüzeylerin katlanarak bir araya getirilmeleriyle oluşturulan katlanmış plak yüzeyler 50 m'ye kadar açıklıkları geçebilmektedirler. Uzak taşıyıcılar arasında sayılan katlanmış plaklar, düzlem yüzeylerin belli açılarla birleştirilmesi ile oluşturulmuşlar ve ara kesitlerinin birbirleriyle olan konumlarına göre piramidal ve prizmatik katlanmış plaklar olarak iki grupta ele alınmaktadır. Düzlem yüzeylerin, paralel arakesitler vermeyecek şekilde katlanmaları ile piramidal katlanmış plaklar, paralel arakesitler yapacak şekilde katlanmaları ile de prizmatik katlanmış plaklar oluşturulmaktadır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31 Katlanmış Plaklar

Katlanma açısının katlanma boyunca sabit kalması ve bu açının 15 dereceden büyük, 165 dereceden küçük olması taşıyıcı sistemin yük altında açılmasından önemli olmaktadır. Katlanmış plaklarda, plaklar birbirlerini burkulmaya karşı rijitleştirdiği için, büyük açıklıklar ince levhalar ile kirişsiz olarak geçilebilmektedir. Çok sayıda katlanmış plaktan oluşan çatının kenar plakları dışında tüm plakları, sürekli bir kiriş çalışması ile aynı davranışı göstermektedir. Kenar plaklarda sürekliliğin kesilmesi ile gerilme yığılmaları oluşacağından bu bölgede kenar elemanı düzenlenmesi gerekmektedir (Şekil 4.32).



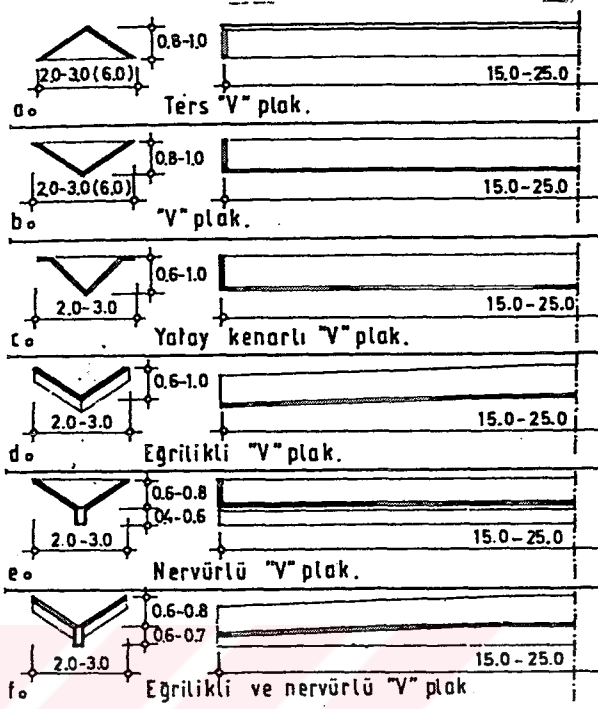
Şekil 4.32 Kenar eleman düzenlemeleri

Katlanmış plak sisteminde, kullanılacak malzemenin çekme ve basınç mukavemeti olması gerekmektedir. Betonarme, bu sistem için en uygun ve ekonomik yöntemdir. Çelik ve alüminyum yüksek mukavemetlerine karşılık levha olarak kullanıldıklarında buruşma tehlikesi, boyutlarını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle çelik kafes taşıyıcılarla oluşturulan katlanmış plaklar daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

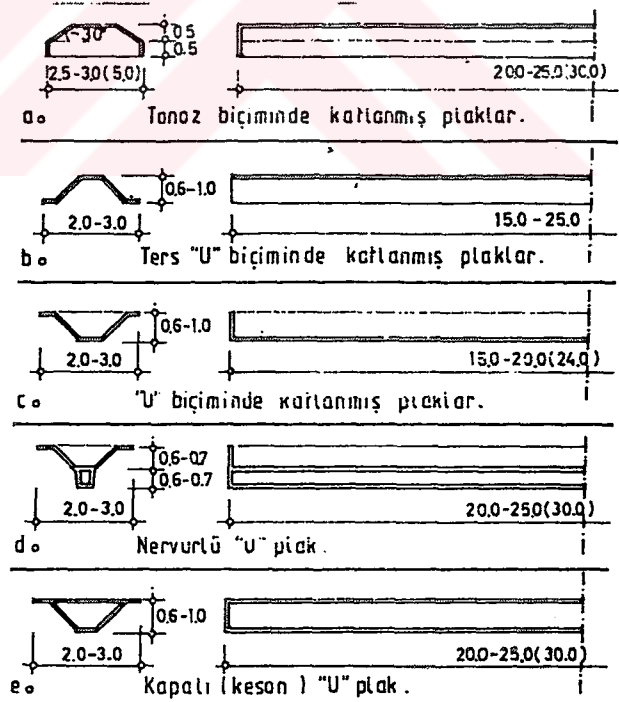
Betonarme olarak 15 – 40 m, çelik kafes olarak düzenlendiklerinde daha büyük açıklıklar geçilebilmektedir. Betonarme katlanmış plaklarda levhaların kalınlığı (d), dar kenar (s)'in  $1/40$  ı kadardır. Bu kalınlık 5 cm'den az, 20 cm'den fazla olmamalıdır. Kaldırma yöntemlerinin gelişmesi ile katlanmış plaklar zemin kotunda yapılarak sistem yüksekliğine kaldırılabilen ve böylece iskele gereksinimi ortadan kalkmaktadır.

Şekil 4.33' te katlanmış plak örnekleri sunulmuştur. Şekil 4.34 ve Şekil 4.35' te prizmatik katlanmış plaklar verilmiştir. Şekil 4.36 ve Şekil 4.37'de pramidal katlanmış plak tasarım örnekleri verilmiştir.

## KATLANMIŞ PLAK ÖRNEKLERİ

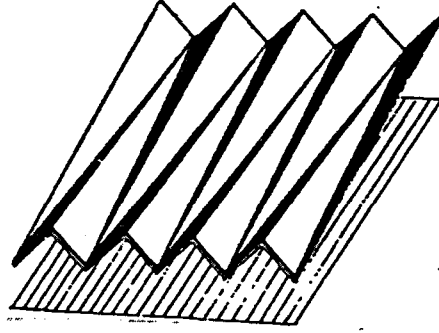
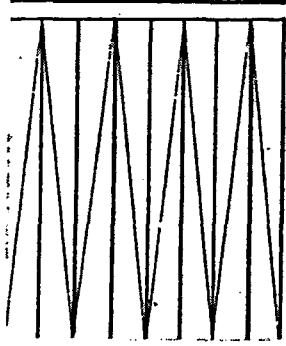
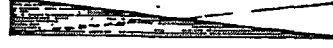


Tek parçada üretilebilen  
katlanmış plaklardan bazı  
örnekler

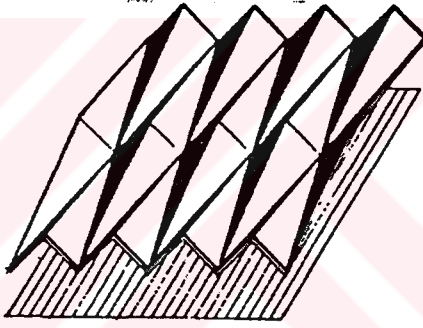
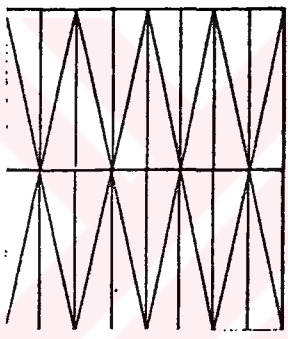


Şekil 4.33 Katlanmış plak örnekleri

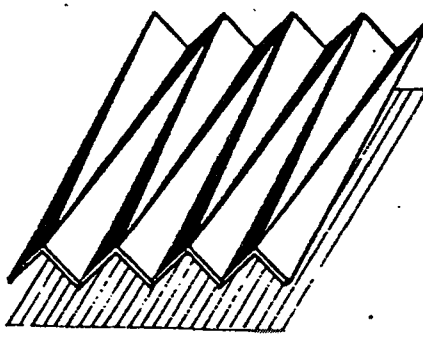
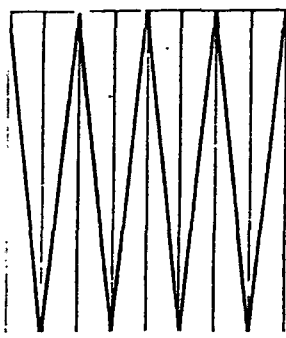
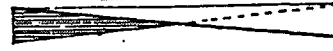
DÜZLEM YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLER  
PRİZMATİK KATLANMIŞ PLAKLAR



Çapraz Katlama - Katlama profil derinliği ve zeminden yükseklikleri aynı tepeden profil çukuruna katlama



Çapraz Katlama - Katlama profil derinliği ve zeminden yükseklikleri aynı ortadan karşı profil

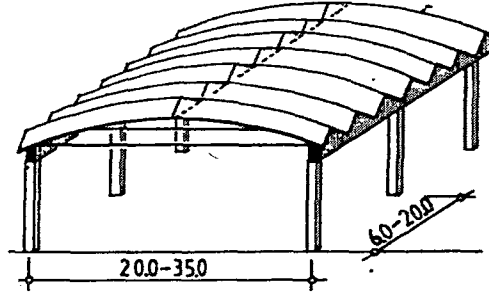


Çapraz Katlama - Katlama profil derinliği ve zeminden yükseklikleri aynı tepeden tepeye katlama

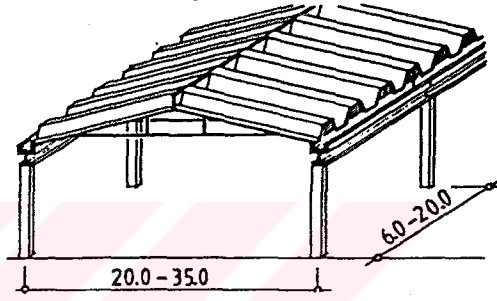
Şekil 4.34 Düzlem yüzeysel sistemler / Prizmatik katlanmış plaklar

DÜZLEM YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLER  
PRİZMATİK KATLANMIŞ PLAKLAR

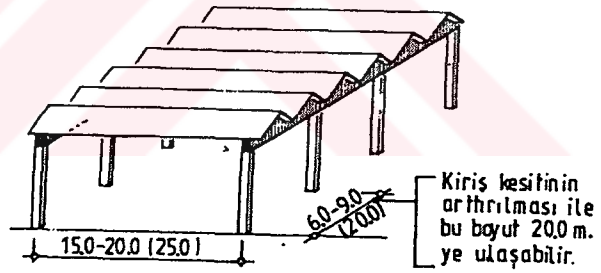
Katlanmış plakla gergili kemer teşkili



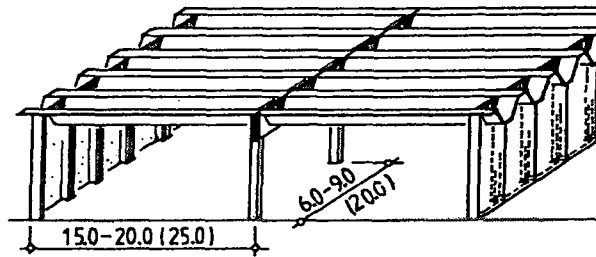
Katlanmış plaklarla-gergili üçgen çerçeveli bir sistem kurulması



Katlanmış plakların kolon ve kirişlere oturtulması

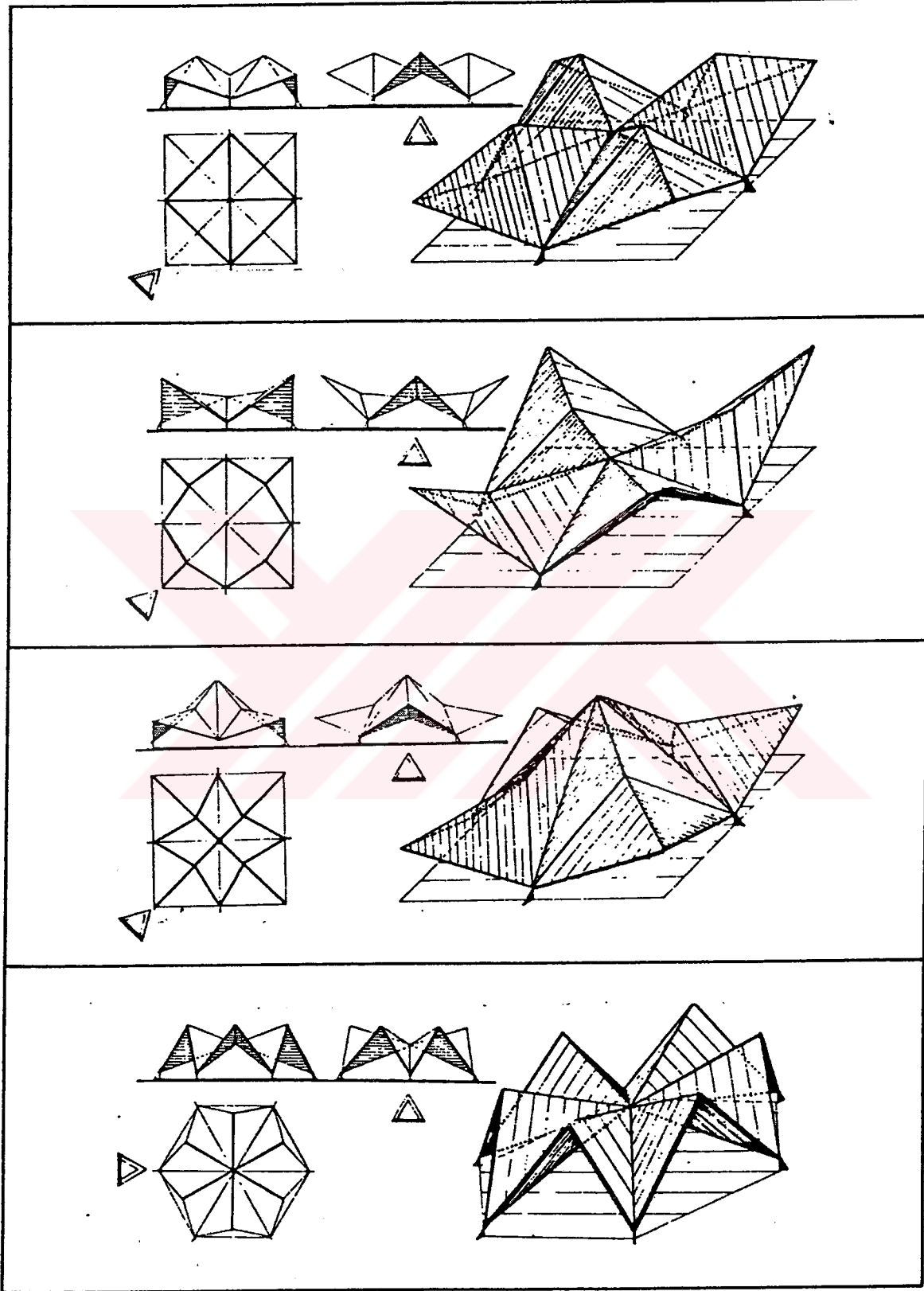


Birkaç açıklıklı yapıda katlanmış plakların taşıyıcı duvar ve iskelet elemanlarına mafsallı oturtulması



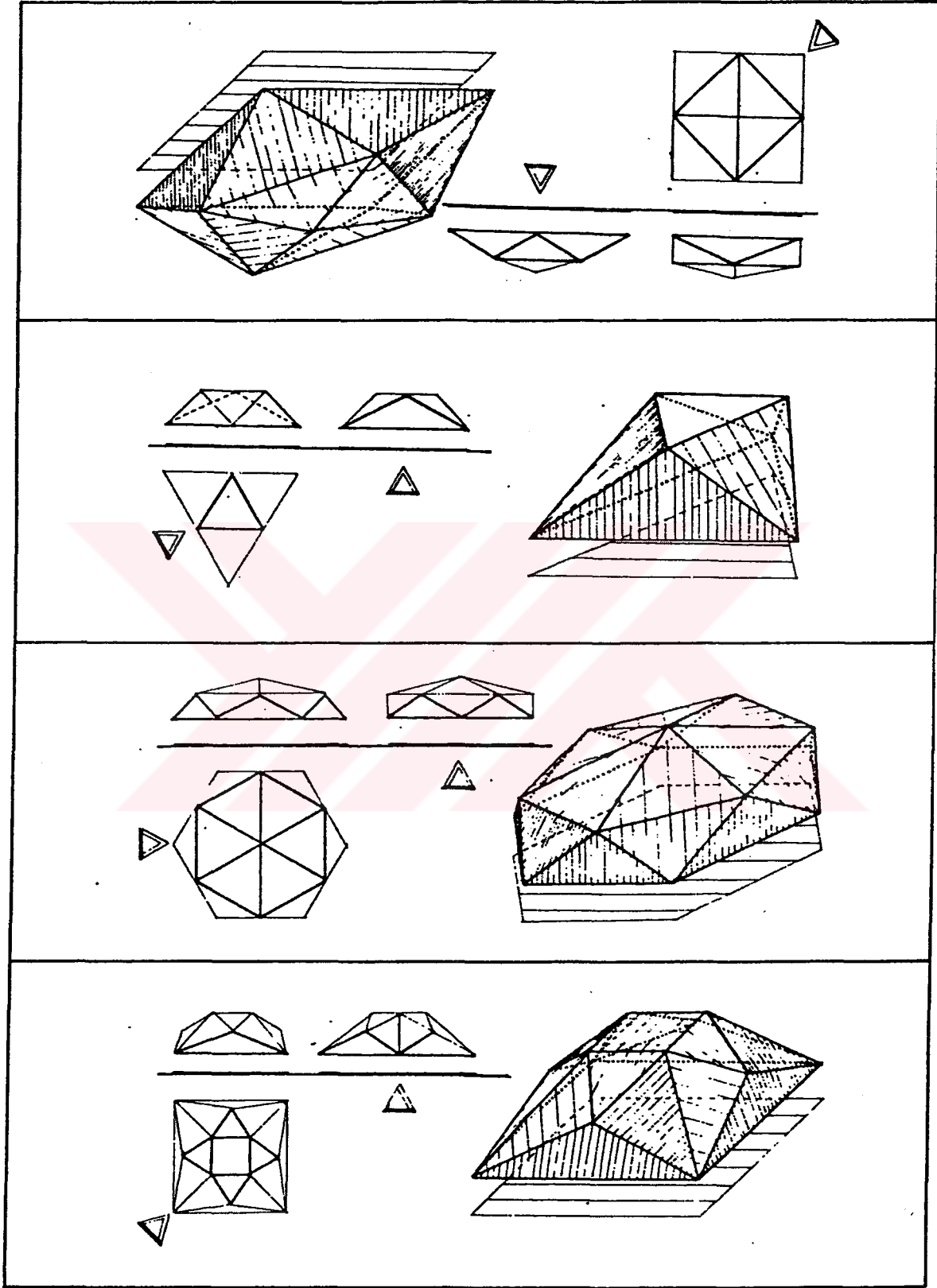
Şekil 4.35 Düzlem yüzeysel sistemler / Prizmatik katlanmış plaklar

DEĞİŞİK GEOMETRİDE PLANLAR ÜZERİNDE PRAMİDAL KATLANMIŞ  
PLAK TASARIM ÖRNEKLERİ



Şekil 4.36 Değişik geometride planlar üzerinde pramidal katlanmış plak tasarım örnekleri

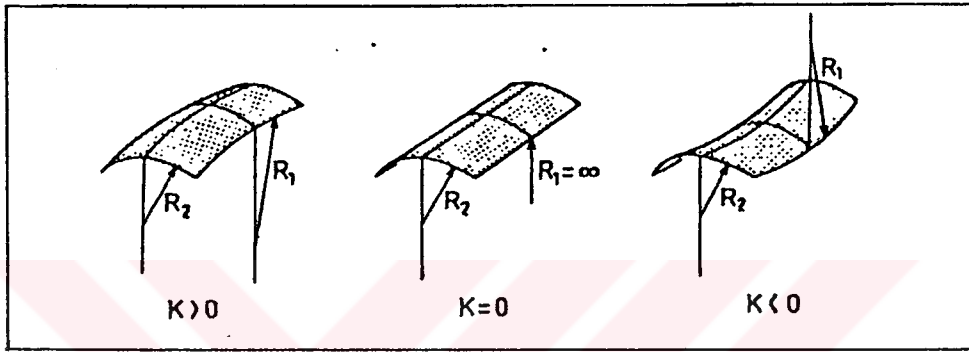
DEĞİŞİK GEOMETRİDE PLANLAR ÜZERİNDE PRAMİDAL KATLANMIŞ  
PLAK TASARIM ÖRNEKLERİ



Şekil 4.37 Değişik geometride planlar üzerinde pramidal katlanmış plak tasarım örnekleri

#### 4.1.1.2.b Eğrilikli Yüzeysel Sistemler

Eğrilikli yüzeysel sistemlere kabuk sistemler de denilmektedir. Kabuklar, geometri olarak eğrilikleri yada oluşturma yöntemleri göz önüne alınarak sınıflandırılmaktadırlar. 'Eğriliklerine göre sınıflandırma, yüzeyin birbirlerine dik düzlemlerle kesiminde yarıçapı minimum yada maksimum olan asal eğrilikler ile yapılmaktadır. Bu eğrilikler birbirinin aynı yada ters işaretle olabilmektedirler. Asal eğriliklerin çarpımıyla elde edilen Gauss eğriliği  $\{ (1/R_1) \times (1/R_2) = K \}$ , bu nedenle sıfır ( $K = 0$ ), pozitif ( $K > 0$ ) yada negatif ( $K < 0$ ) olabilmektedir. Bir yüzey her üç tip eğriliği de kapsayabilmektedir' (Şekil 4.38), (Özşen ve Yamantürk, 1991).



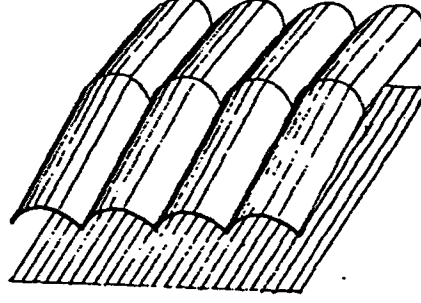
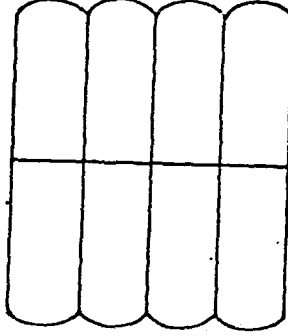
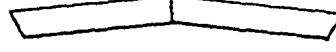
Şekil 4.38 Eğrilikli yüzeyler

Sıfır Gauss eğrilikli yüzeylere (tek eğrilikli yüzeylere) silindir ve koni örnek gösterilebilmektedir. Silindirik kabuklar açıklıkları enlemsel ve boylamsal olarak geçebilmektedirler. Yükler karşısında yüzeyde kemer kiriş ve eğri plak etkileri oluşmaktadır. Boylamsal olarak oluşturulduklarında çekmeye çalıştıklarından esas olarak plak tesiri göstermektedirler. Silindirik kabuklar enlemsel olarak oluşturulduklarında ise kemer etkisi göstermektedirler. Silindirik kabukların paralel ayrıtlar veya birleşme ara kesitleri verecek şekilde bir araya getirilerek kullanılmaları sanayi yapılarında uygulanabilmektedir.

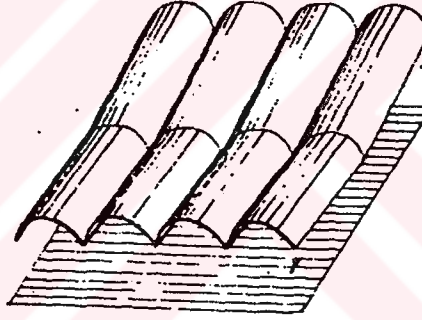
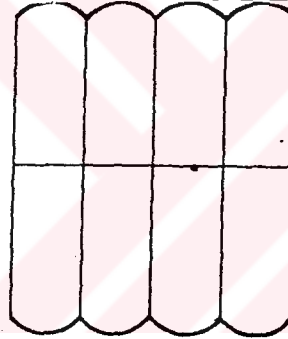
Eğrilikli yüzeysel sistemler oluşumları açısından iki ana gruba ayrılmaktadırlar;

- Tek eğrilikli yüzeysel strüktürler
  - Silindirik kabuklar (Şekil 4.39)
  - Konisel kabuklar (Şekil 4.40)
- Çift eğrilikli yüzeysel strüktürler
  - Eğrilikleri aynı yönde olanlar (Şekil 4.41)
  - Eğrilikleri aksi yönde olanlar (Şekil 4.42)
  - Eğrilikleri hem aynı hem de aksi yönde olanlar (Şekil 4.43, Şekil 4.44 ve Şekil 4.45)

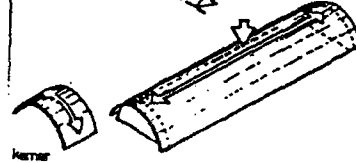
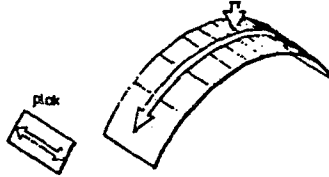
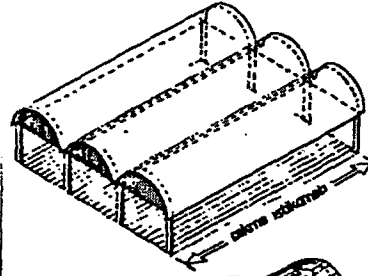
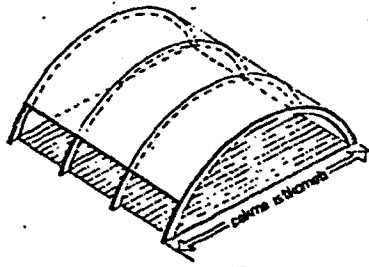
TEK EĞRİLİKLİ YÜZEYSEL STRÜKTÜRLER  
SİLİNDİRİK KABUKLAR



Silindirik kabukların kırılması ve ortada yükselerek birleştirilmesi

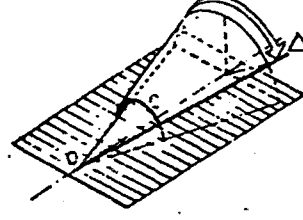
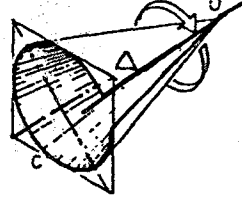


Silindirik kabukların kırılması ve ortada alçalarak birleştirilmesi

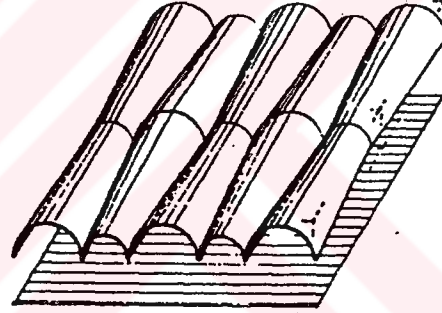
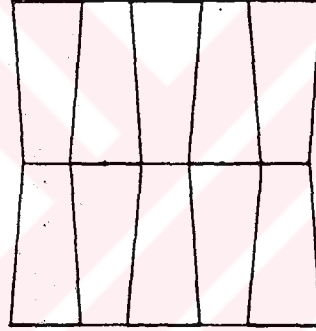
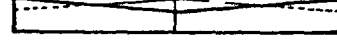


Şekil 4.39 Tek eğrilikli yüzeyel sistemler / Silindirik kabuklar

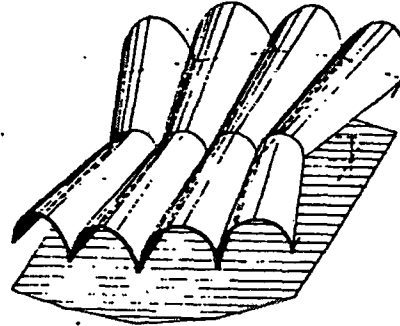
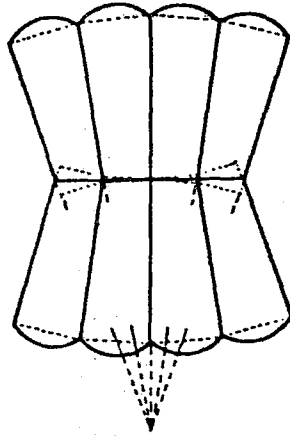
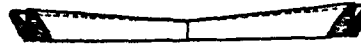
TEK EĞRİLİKLİ YÜZEYSEL STRÜKTÜRLER  
KONİSEL KABUKLAR



Konisel kabuklar, açık veya kapalı bir eğri ile eğrinin bulunduğu düzleme dik bir eksen üzerindeki noktayı doğrultman olarak kabul eden bir doğru doğurayın bu doğrultmanlar üzerindeki hareketiyle oluşurlar.



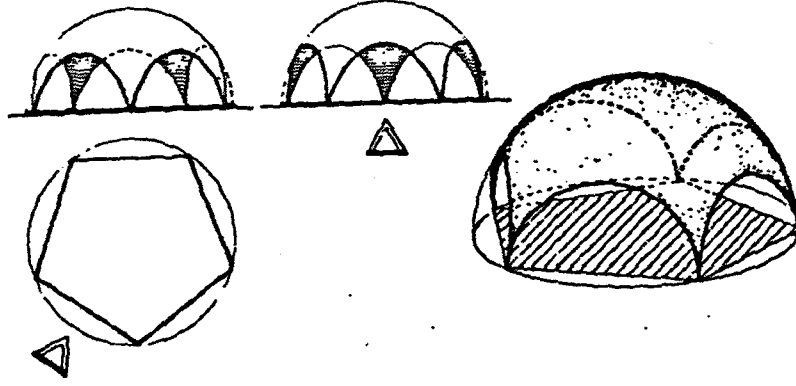
Çapraz konisel birleşme



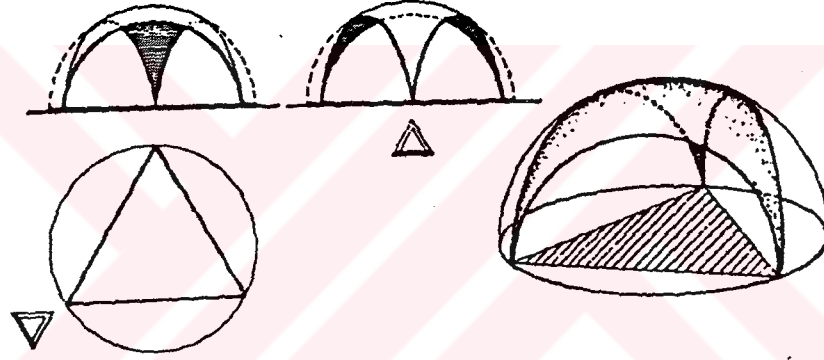
Konisel kabukların birleşmesiyle tasarlanan bir oditoryum

Şekil 4.40 Tek eğrilikli yüzeyel sistemler / Konisel kabuklar

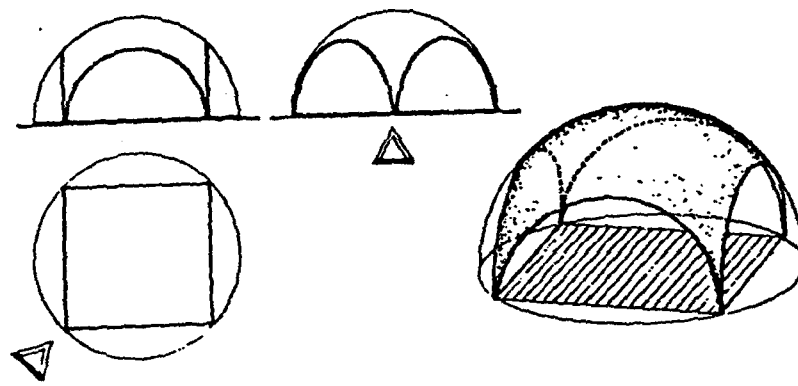
EĞRİLİKLERİ AYNI YÖNDE, ÇİFT EĞRİLİKLİ YÜZEYSEL STRÜKTÜRLER  
KÜRESEL KABUKLAR



Beşgen plan üzerinde düşey düzlemle kesilmiş küresel strüktürler



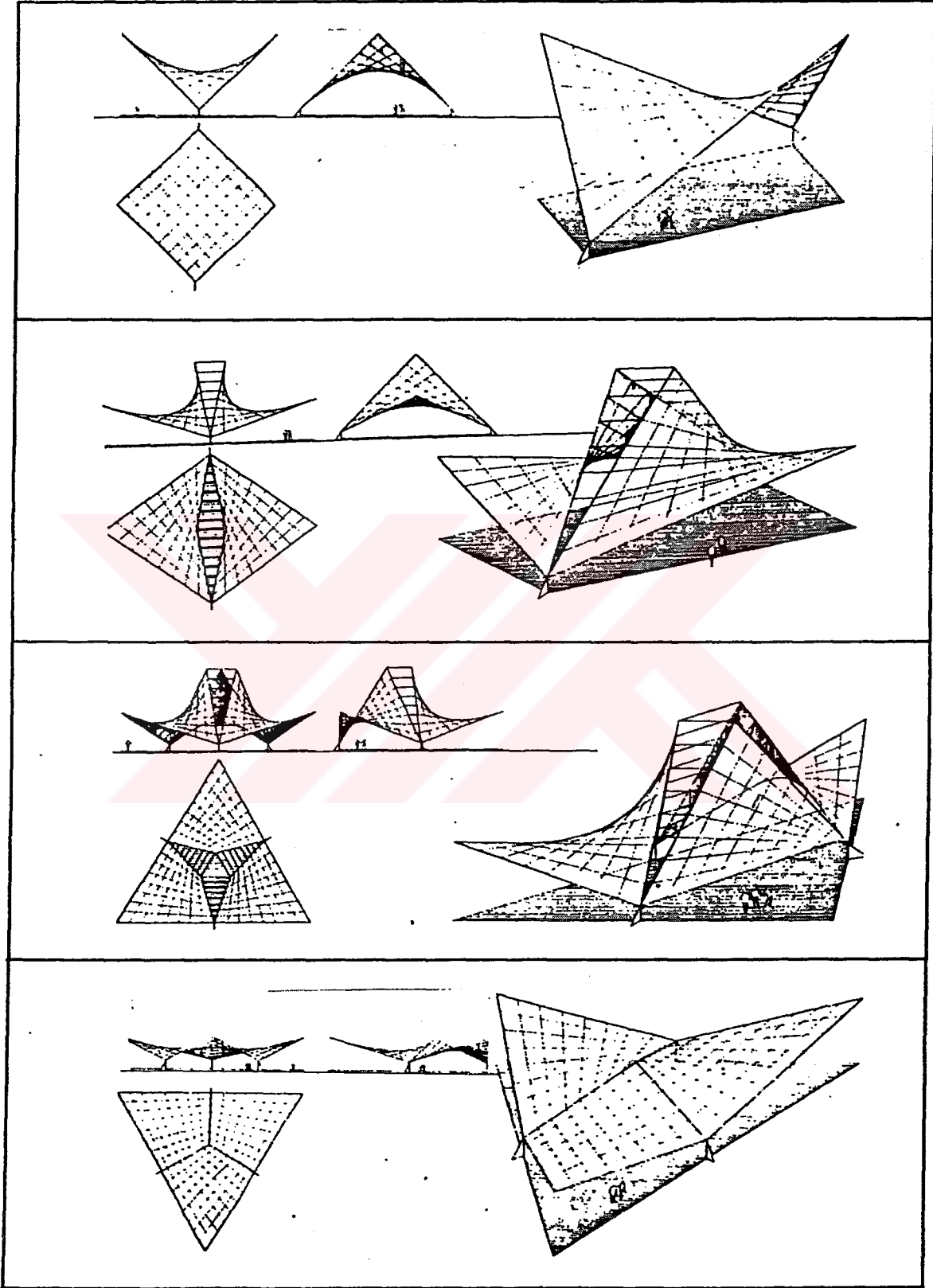
Üçgen plan üzerinde düşey düzlemle kesilmiş küresel strüktürler



Kare plan üzerinde düşey düzlemle kesilmiş küresel strüktürler

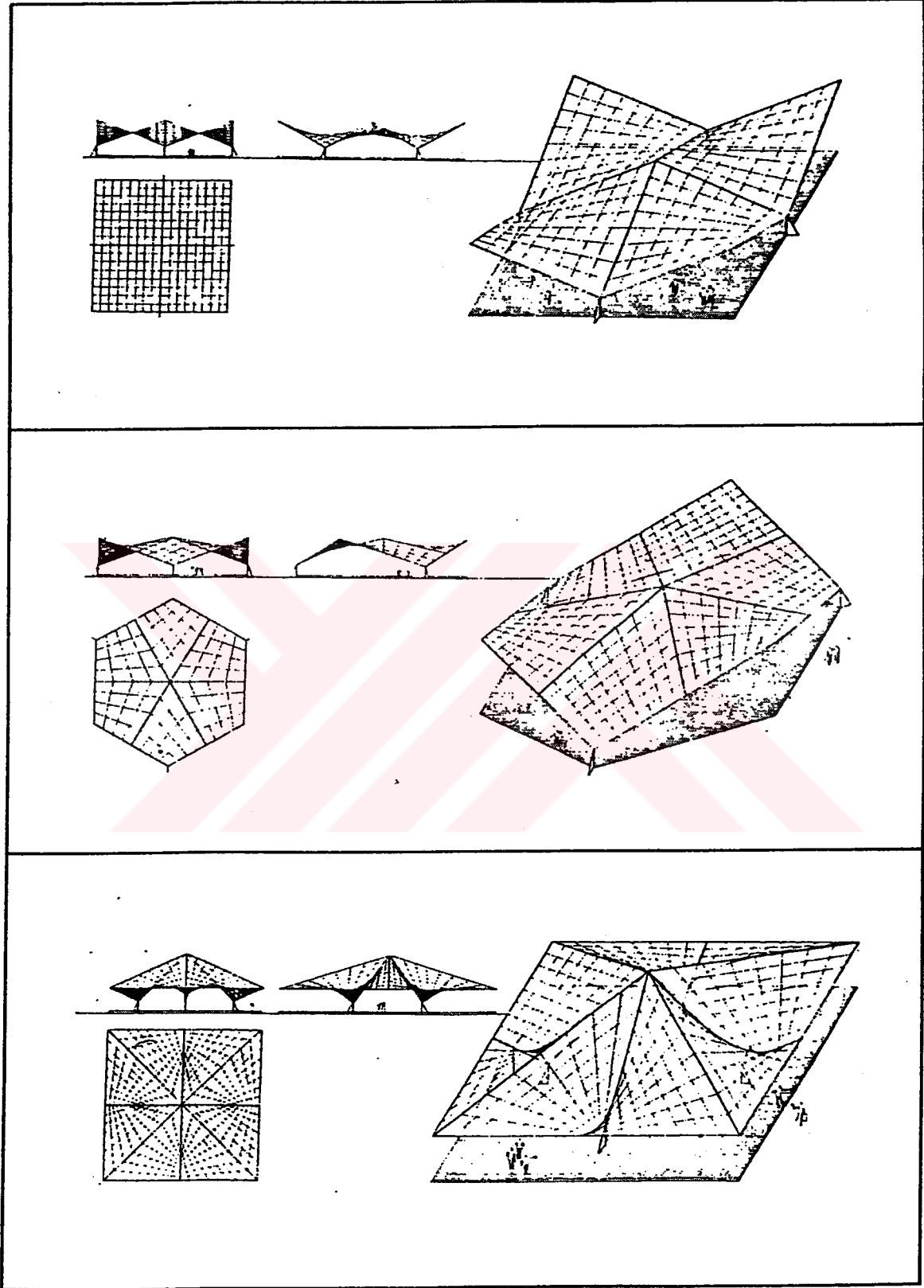
Şekil 4.41 Eğrilikleri aynı yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Küresel kabuklar

EĞRİLİKLERİ AKSİ YÖNDE, ÇİFT EĞRİLİKLİ YÜZEYSEL STRÜKTÜRLER  
HİPERBOLİK PARABOLOİD KABUKLAR



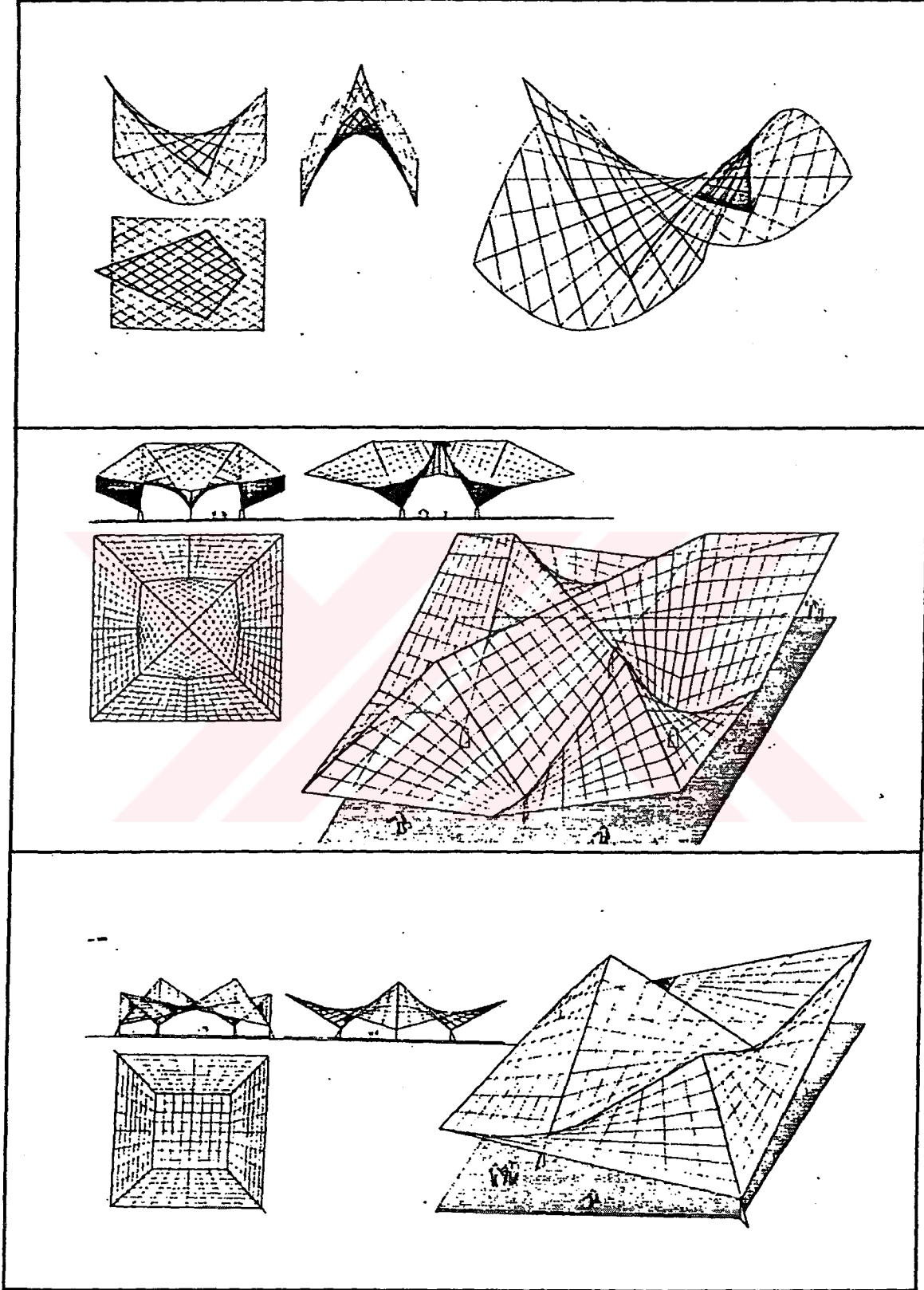
Şekil 4.42 Eğrilikleri aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Hiperbolik paraboloid kabuklar

EĞRİLİKLERİ AKSİ YÖNDE, ÇİFT EĞRİLİKLİ YÜZEYSEL STRÜKTÜRLER  
HİPERBOLİK PARABOLOİD KABUKLAR



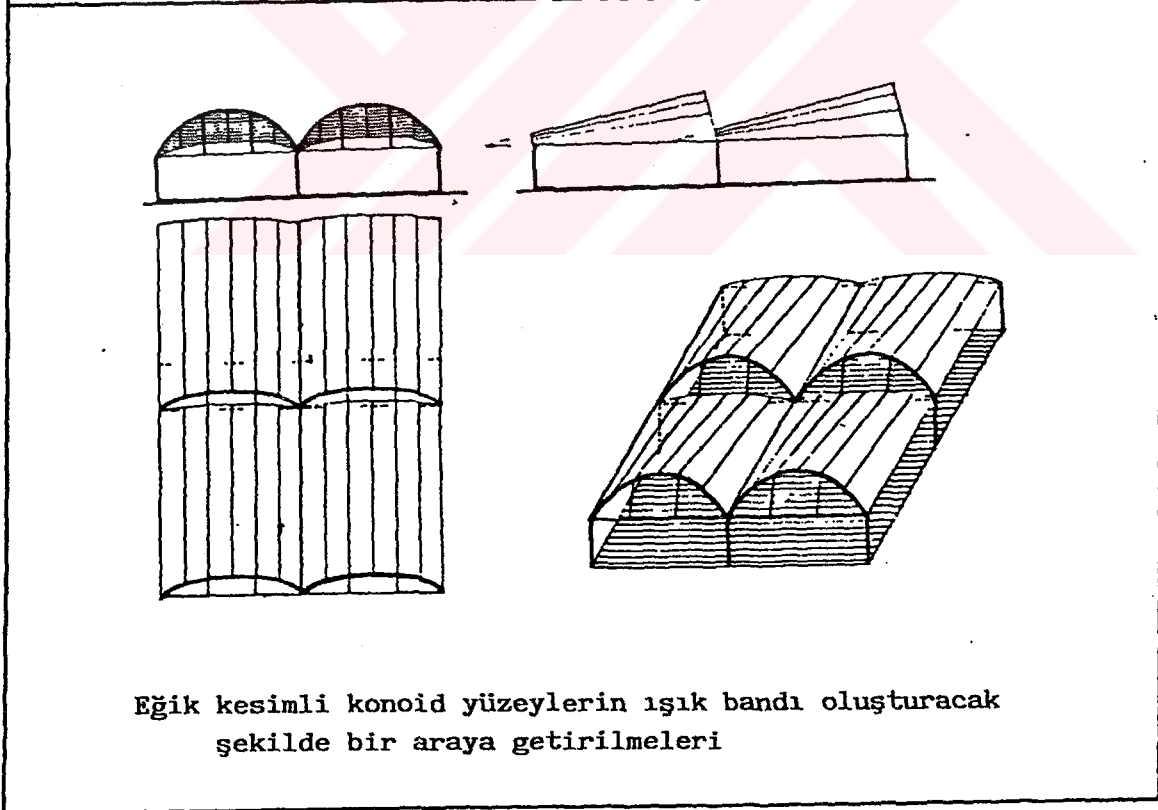
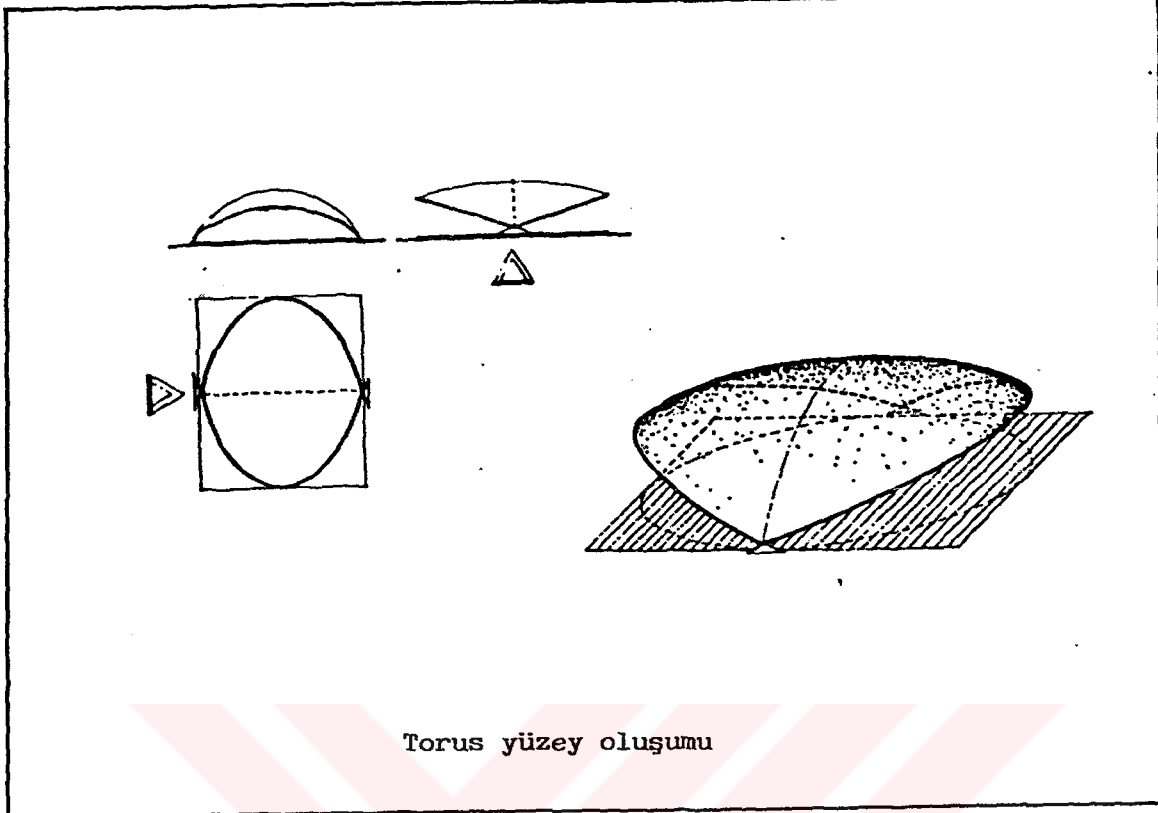
Şekil 4.43 Eğrilikleri aksi yönde, çift eğrilikli yüzeySEL sistemler / Hiperbolik paraboloid kabuklar

EĞRİLİKLERİ AKSİ YÖNDE, ÇİFT EĞRİLİKLİ YÜZEYSEL STRÜKTÜRLER  
HİPERBOLİK PARABOLOİD KABUKLAR



Şekil 4.44 Eğrilikleri aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Hiperbolik paraboloid kabuklar

EĞRİLİKLERİ HEM AYNI HEM DE AYRI YÖNDE, ÇİFT EĞR. YÜZ. STR.  
KONOID KABUKLAR VE TORUS KABUKLAR



Şekil 4.45 Eğrilikleri hem aynı hem de aksi yönde, çift eğrilikli yüzeysel sistemler / Konoid kabuklar ve torus kabuklar

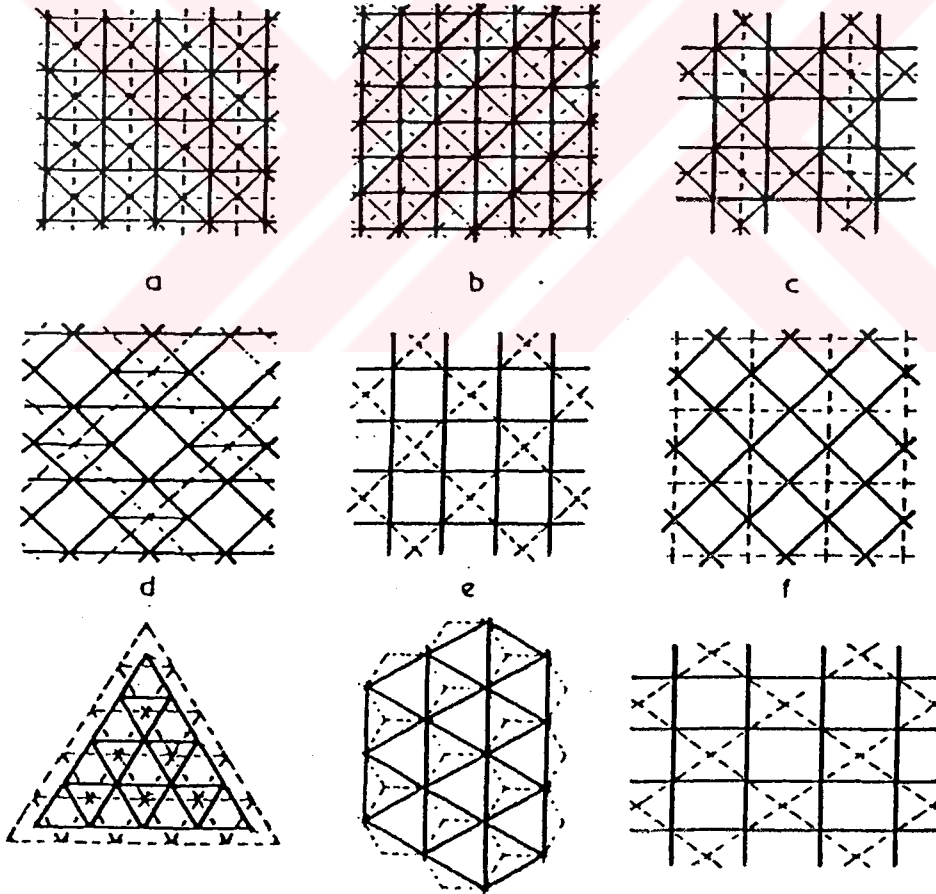
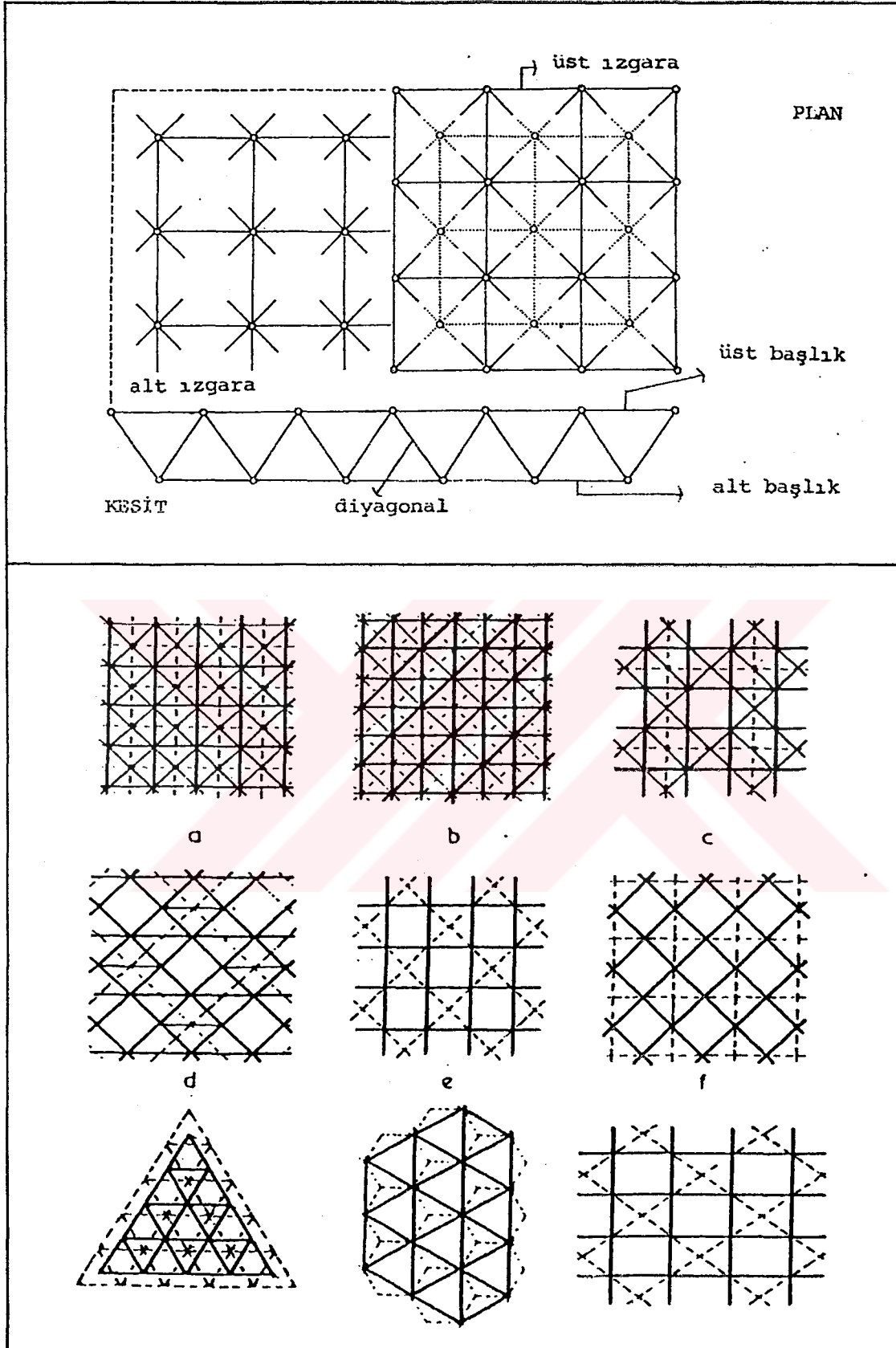
#### 4.1.1.3 Uzay Kafes Sistemler

Uzay kafes sistemler, birbirlerine düğüm noktalarından bağlı, basit çekmeye yada basınca çalışan doğrusal çubuklar ağından kurulu düzenlerdir. Bu çubuklar düzeni, üzerine etkiyen dış yükleri iki doğrultuda mesnetlere ileten ve boşluğun organize edilmesi ilkesine göre üretilen çağdaş sistemlerdir. ‘Uzay kafes strüktürlerle normal olarak statik, konstrüktif zorlamalara gidilmeksizin, oluşumunun verdiği olanaklarla, büyük açıklıklı yapıların örtülmeleri konusu çözümlenmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte bu sistemlerle 100 m’ ye kadar olan açıklıkları örtülebilmektedir. Bu strüktür sistemleriyle kare, dikdörtgen, poligon ve daire şeklindeki mekanlara uygun örtü biçimleri oluşturulabilmektedir. En geniş kullanım alanları spor salonları, uçak hangarları ve endüstri yapılarıdır. Özellikle endüstri yapılarında bu sistemlerden kolaylıkla yararlanılarak, olumlu kitle ve mimari anlatımlar kazanılmaktadır. İyi tasarlanmış bir uzay kafes örtü, mimariye güzellik katan görünümler vermektedir’ (Bayülgen, 1993).

Uzay kafes strüktürleri oluşturan öğeler;

- Çubuklar,
- Düğüm noktaları
- Mesnetler,
- Temeller,
- Örtü gereçleri’ dir.

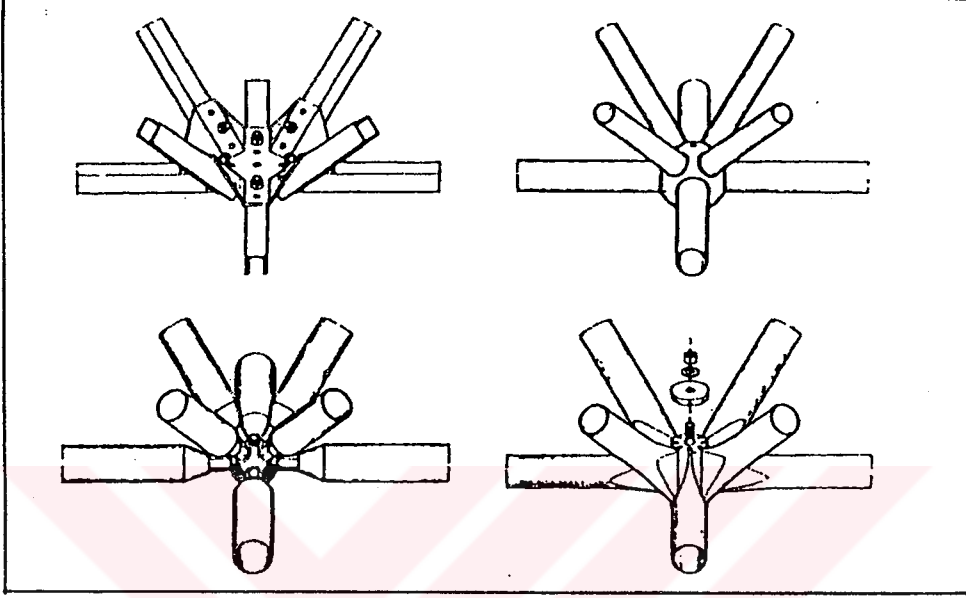
Çubuklar, doğru biçiminde öğelerdir. Çubuklar alüminyumdan da oluşturulabilmektedirler fakat çeliğin alüminyuma göre daha ucuz ve daha mukavemetli olması nedeniyle, genellikle bu sistemlerde çelik kullanılmaktadır. Üst başlıklar, piramitlerin tepe noktalarını birleştiren çubuklar olup, genellikle basınca çalışacak şekilde düzenlenmektedirler. Alt başlıklar ise, genellikle çekmeye çalışacak şekilde düzenlenen ve piramitlerin alt noktalarını birleştiren çubuklardır. Dikme ve diyagonaller ise, yükleri düğüm noktalarına ileten aynı zamanda, basınca ve gereğinde çekmeye çalışan çubuklardır, (Bayülgen, 1993). Doğru biçimde çubukların düğüm noktalarında bağlanmak suretiyle ızgara adı verilen çeşitli geometrik yüzeyler oluşturulabilmektedir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46 Çubukların düzenlenmeleri, (Bayülgen, 1993).

Düğüm noktaları, çubukların birleşme noktalarıdır. Genellikle çelikten oluşturulurlar. Çeşitli yapım sistemlerine göre değişik nitelikte olan düğüm noktaları yardımıyla, diyagonal

ve dikmelere gelen yükler mesnetlere aktarılmaktadır. Düğüm noktalarının üretimi ile ilgili çeşitli yöntemlere bulunmaktadır. Balon, kaynak, perçin ve özel olarak üretilen sökülüp takılabilen parçalar bu amaçla sıralanabilir. Düğüm noktaları, uzay kafes strüktürlerin çubuklara oranla daha önemli olan öğeleridir. Düğüm noktası bir çok çubuğu bir noktada birleştirerek, sistemin bir bütün olarak çalışmasını sağlamaktadır (Şekil 5.47), (Bayülgen, 1993).

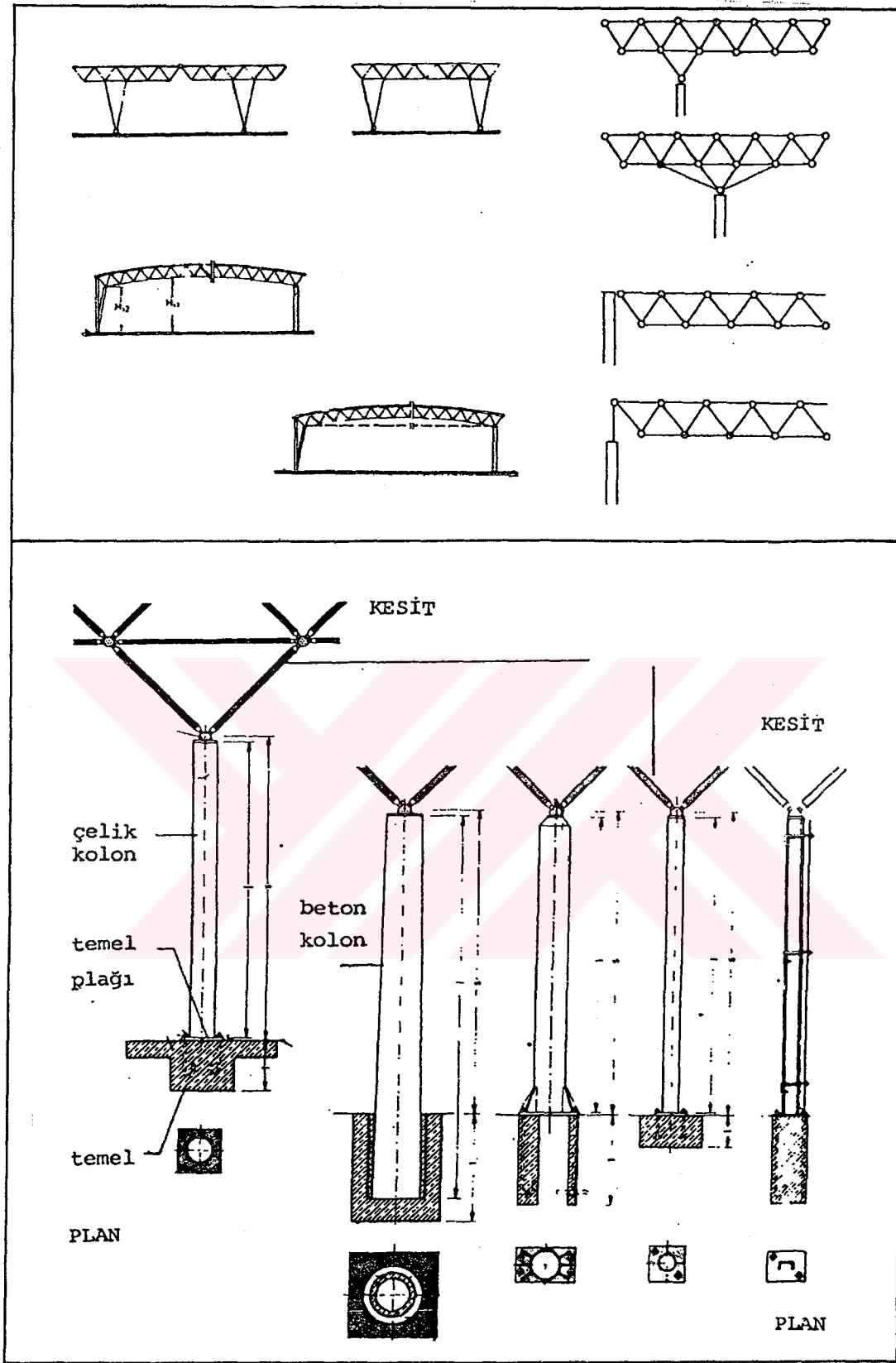


Şekil 4.47 Düğüm noktası oluşumları

Mesnetler, sistemi zemine bağlayan öğelerdir. Sabit, doğrusal ve radyal hareketli mesnet tipinde oluşturulabilmektedirler. Uzay kafes taşıyıcı sistemler doğrudan doğruya zemine (temellere) oturabildiği gibi, kolon veya yan destek duvarlarına ve tamamen çubukların birbirlerine düğümlendirilmesi ile üretilen bir kafes sisteme de oturtulabilmektedirler.

Tekil çubukların düzenlenmesi ile birkaç komşu düğüm noktası, bu çubuklar üzerine mesnetlendirilmektedirler. Çubukların tümü kolon üzerinde toplanan bir demet oluşturmaktadır. Masif duvar veya kirişler üzerinde oluşturulacak kenar mesnetlemesinde ise, çoğunlukla her düğüm noktası bir bağlantı birleşeni (düzey ve yatay tek çubuk veya çubukların V şeklinde düzenlenmesi) ile teker teker mesnetlendirilmektedirler (Şekil 4.48).

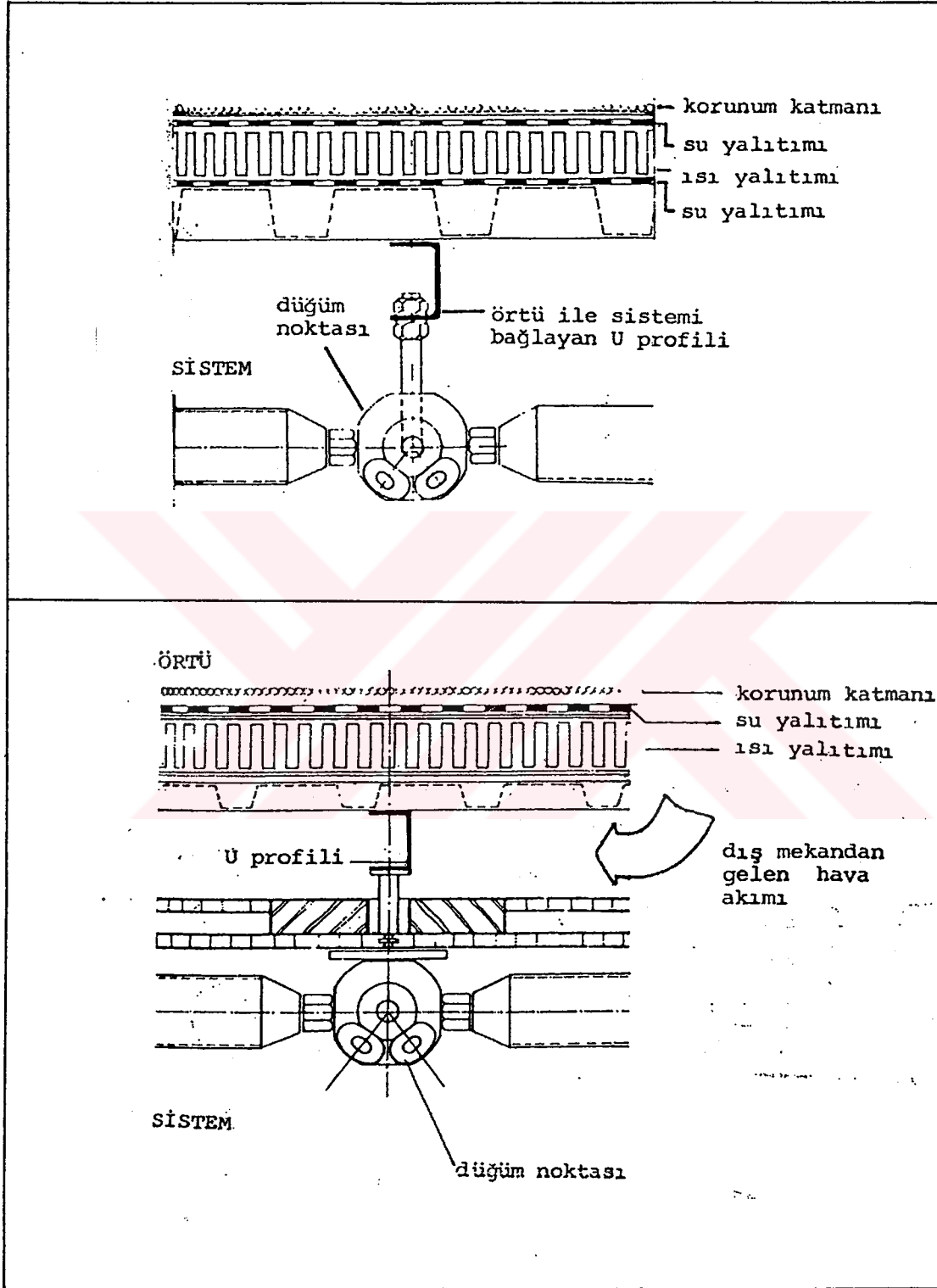
Temel sistemi ise; kolonların, destek duvarlarının veya uzay kafes sistemin direkt zemine oturan kenarlarının, beton temeller üzerine ankraj edilmesi suretiyle oluşturulmaktadır. Beton temeller, uygulanacak uzay kafes sistemin büyüklüğü, biçimi ve tipine göre çeşitli şekillerde düzenlenmektedirler (Şekil 4.48), (Bayülgen, 1993).



Şekil 4.48 Uzay Kafes Strüktürlerin Mesnetlendirilmesi ve Temel Örnekleri,  
(Bayülgen, 1993).

Örtme işlemi farklı şekillerde ve farklı malzemelerle yapılabilmektedir. Genel olarak sistem kurulduktan sonra çatı, hafif alüminyum veya galvanizlenmiş çelik oluklu saç plakalarla

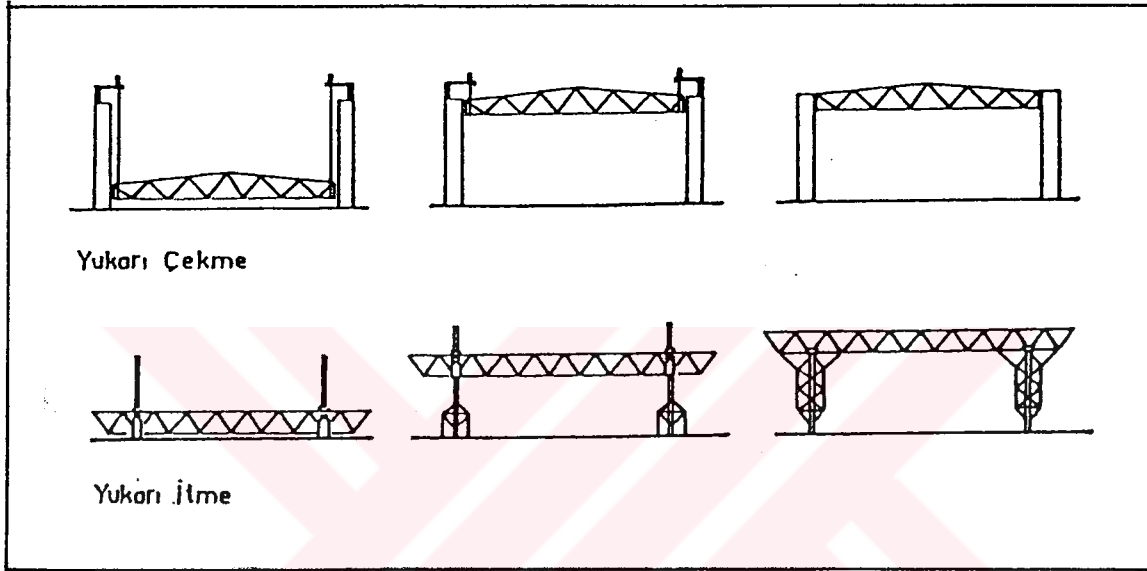
kaplanmakta, üzerine ısı ve su tabakası uygulanmakta ve koruyucu bir ürün ile bitirilmektedir (Şekil 4.49). En önemli nokta su yalıtımının kusursuz yapılmasıdır .



Şekil 4.49 Uzay kafes sistemlerde çatı örtüsü oluşumları

Uzay kafes taşıyıcı sistemlerin birim elemanı, altı çubuk ve dört düğüm noktasından oluşan bir dörtyüzlüdür. 'Böyle bir dörtyüzlü her biri aynı düzlem içinde bulunmayan üç çubukla

kolaylıkla büyütülebilmektedir. Çubuk birleşimleri, montajda çeşitli kolaylıklar sağlayan patentli düğüm noktası elemanları ile yapılmaktadırlar. Bu taşıyıcı sistemlerle tek, çift yada çok tabakalı düzlem yada eğri yüzeyler oluşturulabilmektedir. Eğri yüzeyler genellikle tek tabakalı, düzlem yüzeyler çift yada çok tabakalı olarak yapılmaktadırlar. Uzay kafesler, düzlem bir yüzey olarak tasarlandığında 100 m.'ye kadar açıklıkları geçebilmektedirler ve sistemin yüksekliğinin geçtiği açıklığa oranı (H/L) yaklaşık 1/20 – 1/30' dur. Bu sistemler, iskele gereksinimini ortadan kaldırmak için genellikle zemin kotunda kurulmakta ve çeşitli yöntemler ile yerlerine monte edilmektedirler' (Şekil 4.50), (Özşen ve Yamantürk, 1991).



Şekil 4.50 Düzlem uzay kafes çatı kaldırma yöntemleri

Sistem prefabrik parçalardan oluştuğu için, istendiğinde sökülerek yeni bir kullanıma dönüştürülebilmektedir. Bu nedenle kalıp ve iskele masrafı ortadan kalkmakta, inşaatın süratle bitirilmesi de ekonomi sağlamaktadır (Bayülgen, 1993).

Uzay kafes strüktürler donatı yerleşiminde de yararlılıklar sağlayabilmektedirler. Elektrik, sıhhi tesisat, havalandırma kanalları klima, iklimleme sistemleri gibi donatılar, bu sistemlerin oluşum ilkesinden doğan boşluklarda kendilerine kolaylıkla yerleşim alanı bulabilmektedir. Bu donatılar her doğrultuda yer alabilmektedirler. Elektrik bağlantıları çubukların içinden geçirilerek te yapılabilmektedirler. Gün ışığı sağlanması aynı boşluklarda pencere öğeleri oluşturmak suretiyle kolayca çözümlenebilmektedir.

Statik yararları açısından, bu sistemler diğer bir çok taşıyıcı sistemlere oranla çok daha hafiftirler. Sabit yüklerin azlığı sadece çatıda değil, alt sistem öğeleri ile temellerde kendini göstermekte, buna bağlı olarak maliyet önemli ölçüde azalmaktadır.

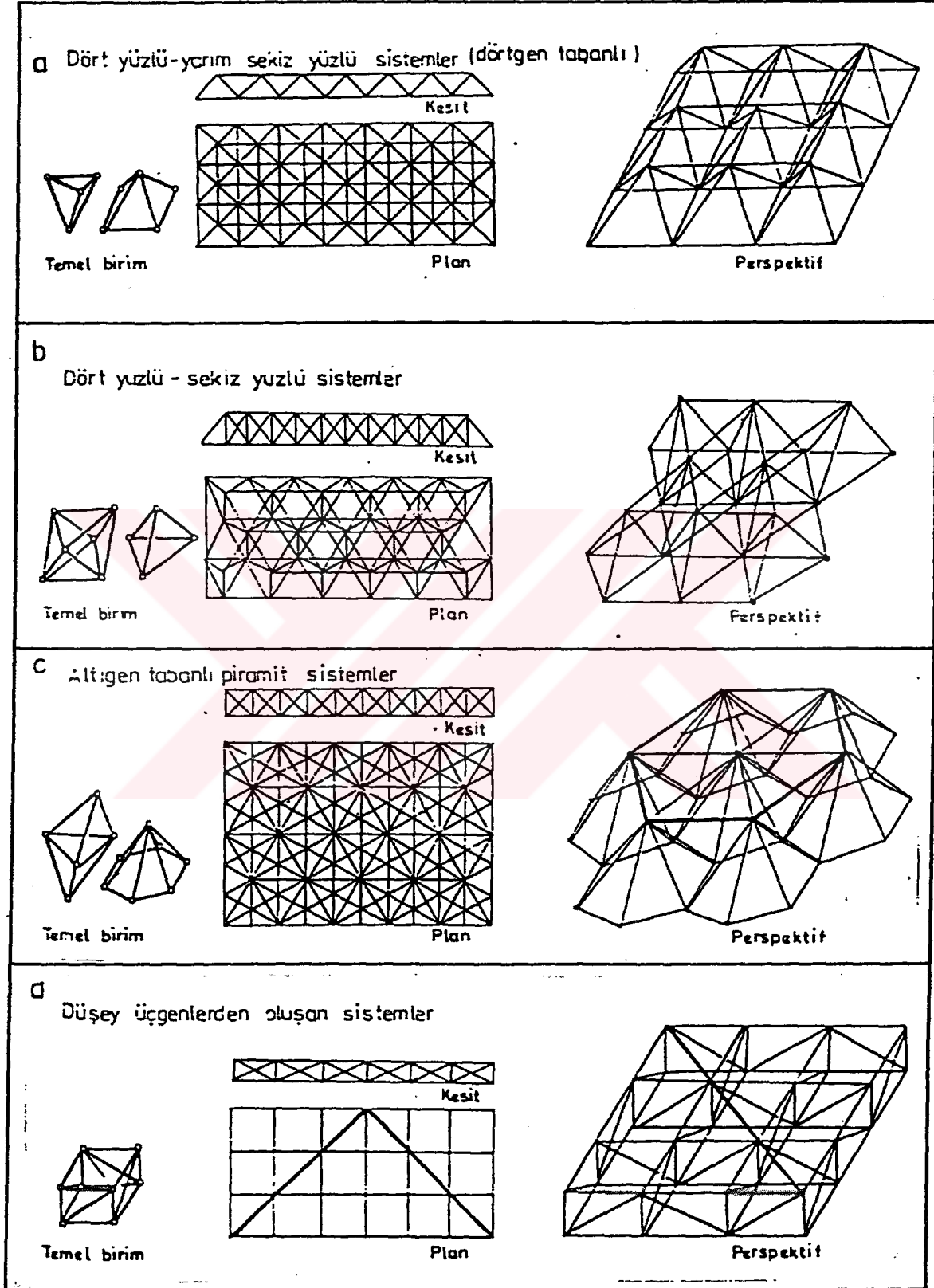
Uzay kafes strüktürler, günümüzde Türkiye’ de büyük açıklıklı sanayi yapılarının örtülmeleri konusunda oldukça fazla uygulama alanı bulmaktadır. Bu sistemlerin geometrik, strüktürel ve konstrüktif sorunları hızla çözülmektedir. Kullanılan galvanize çelik profil ve düğüm noktası gibi metal gereçlerin diğer gereçlere oranla daha pahalı olmasına karşın, yakın bir gelecekte daha yaygın uygulama alanı bulacakları düşünülmektedir.

Uzay kafes strüktürler oldukça geniş biçimsel olanaklar da sağlanmaktadır. Temel ilke ve biçimleri açısından üç gruba ayrılmaktadırlar;

- Düz yüzeysel uzay kafes sistemler (Şekil 4.51, Şekil 4.52, Şekil 4.53)
- Tonozsall uzay kafes sistemler (Şekil 4.54)
- Kubbesel uzay kafes sistemler (Şekil 4.55)



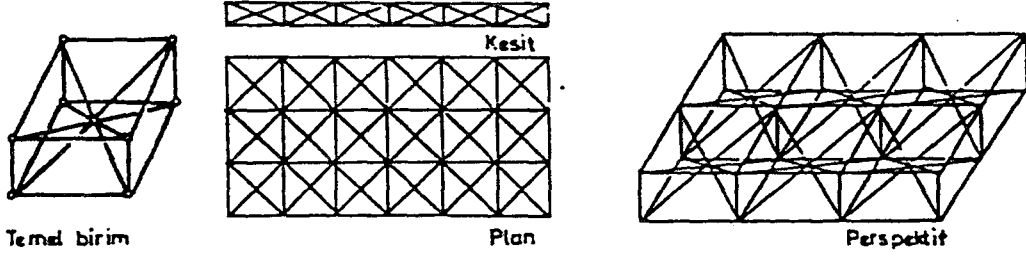
DÜZ YÜZEYSEL UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLER



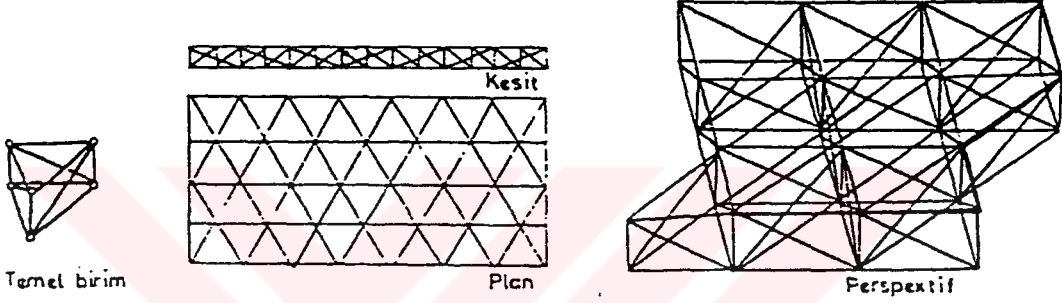
Şekil 4.51 Düz yüzeysel uzay kafes sistemler

## DÜZ YÜZEYSEL UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLER

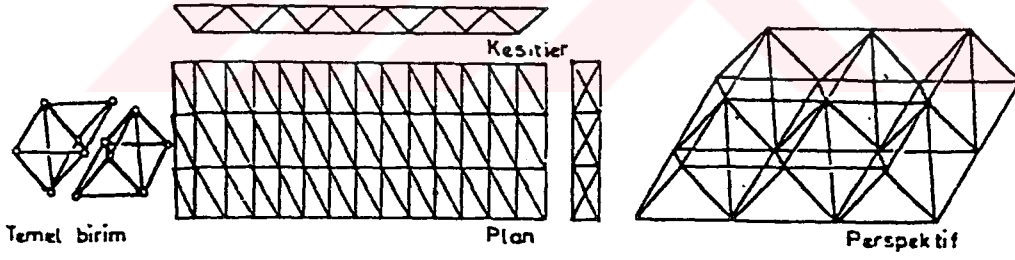
Çapraz üçgenlerden oluşan sistemler



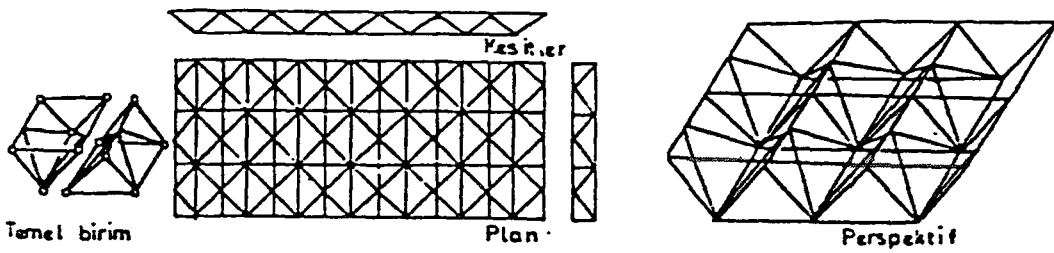
Üçgen prizmalardan oluşan sistemler



Üç köşeli prizmalardan oluşan sistemler



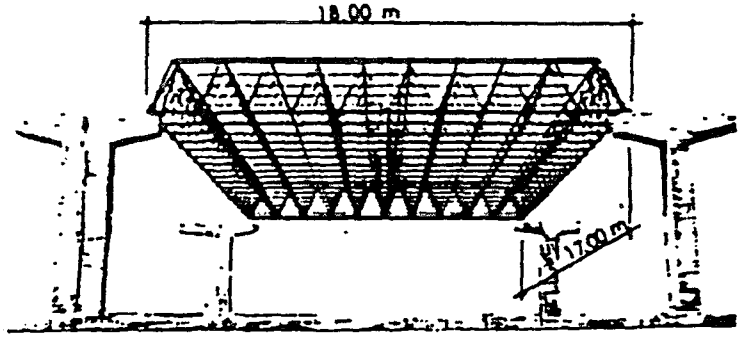
Dikdörtgen prizmatik yüzeyler ile çift üçgenlerden oluşan sistemler



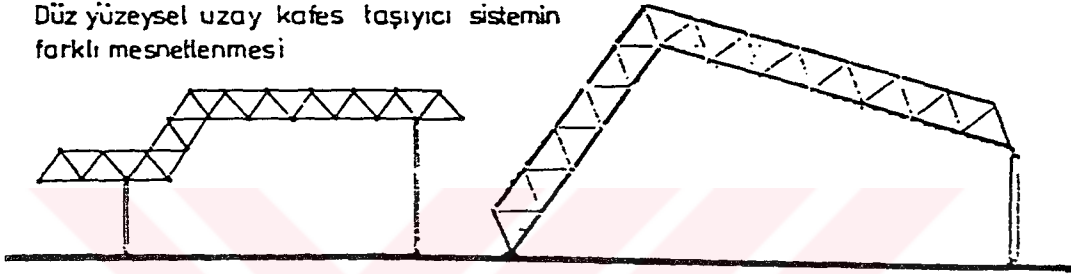
Şekil 4.52 Düz yüzeysel uzay kafes sistemler

## DÜZ YÜZEYSEL UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLER

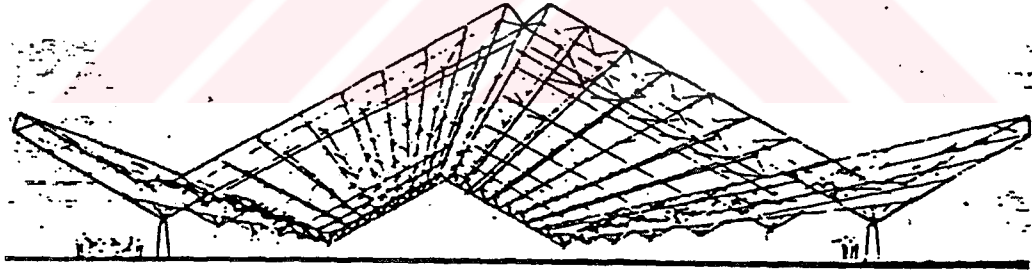
Düz yüzeysel uzay kafes taşıyıcı sistem uygulama örneği  
(Tokat sigara fabrikası)



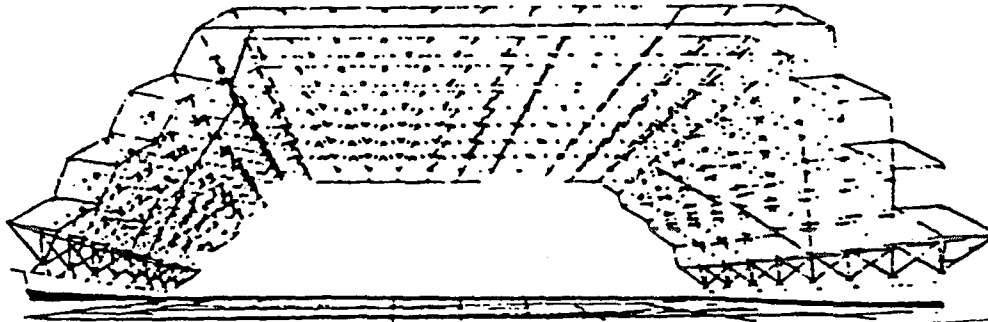
Düz yüzeysel uzay kafes taşıyıcı sistemin farklı mesnetlenmesi



Uzay kafes taşıyıcı sistemin farklı eğimle tasarım alanı:



Uzay kafes taşıyıcı sistemin doğrudan zemine mesnetlenmesi ve biçimsel alanı:

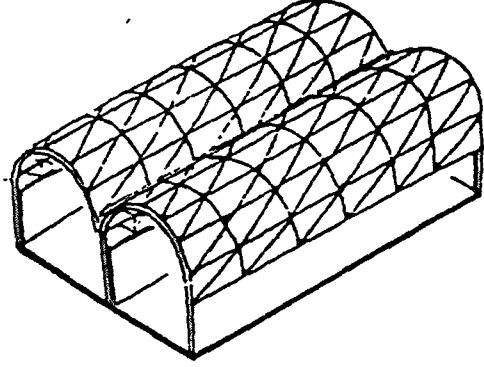


Şekil 4.53 Düz yüzeysel uzay kafes sistemler

## TONOZSAL UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLER

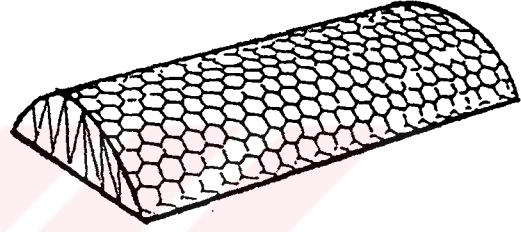
a

Tonozsall uzay kafes taşıyıcı sistemlerin  
boyıamsal düzenlenmesi



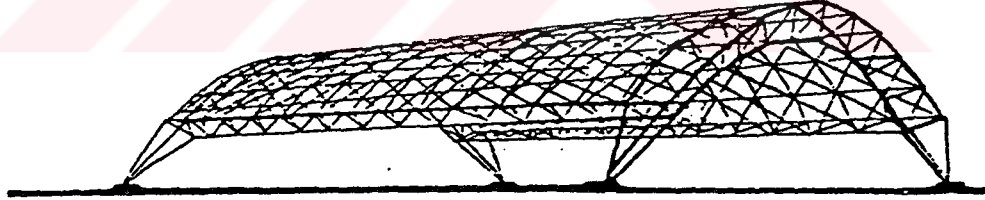
b

Tonozsall uzay kafes taşıyıcı sistemlerin  
enlemsel ve maksalı düzenlenmesi



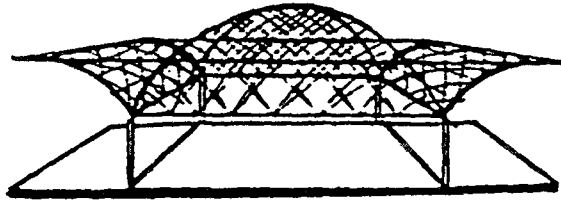
c

Tonozsall uzay kafes taşıyıcı sistemlerin tasarım örneği:  
(çubuk demeti ile mesnetlenme)



d

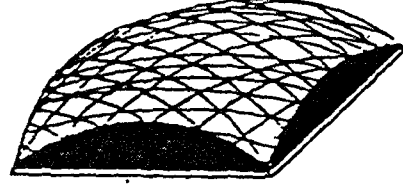
Tonozsall uzay kafes taşıyıcı sistemin, maksalı ve gergi çubuklu  
tasarım örneği



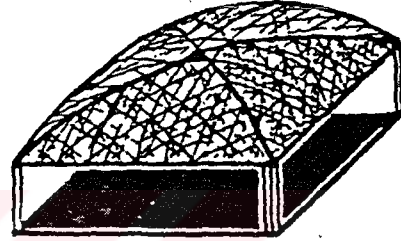
Şekil 4.54 Tonozsall uzay kafes sistemler

## KUBBESEL UZAY KAFES TAŞIYICI SİSTEMLER

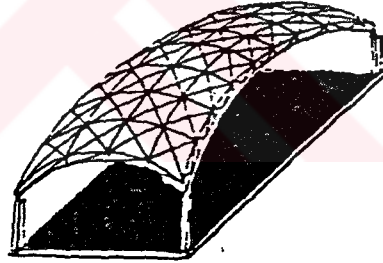
Kübbesel uzay kafes taşıyıcı sistemin  
kare planda tasarım örneği



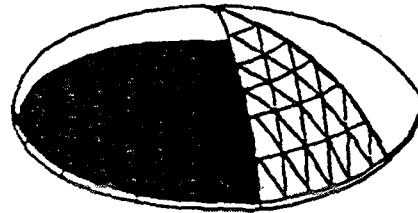
Küresel üçgen parçalı  
kübbesel uzay kafes taşıyıcı sistemin  
düzenlenmesi



Kübbesel uzay kafes taşıyıcı sistemin  
dikdörtgen planlı mekânlarda  
kesik küre parçası olarak biçimlenişi ile  
tasarım planı



Dairesel parçaların birbirine paralel olarak  
düzenlenmesiyle, kübbesel uzay kafes taşıyıcı  
sistemin oluşturulması  
(Lattice kubbesi)



Şekil 4.55 Kübbesel kafes sistemler

#### 4.1.1.4 Şişme Yapılar (Pnömatikler)

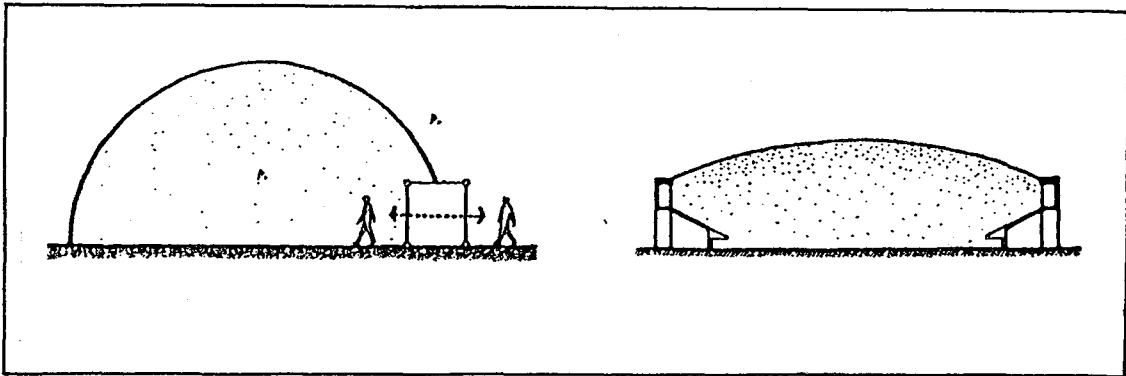
Şişme yapılar (pnömatikler); günümüzde büyük açıklıklı sanayi yapılarında henüz uygulama bulmasa da gelecekte teknolojik gelişmeler sonucu kullanılabilir, çok esnek yapılardır. Çok büyük alanlar, bu sistem ile hızlı, basit ve ekonomik örtülebilmektedir. Şişme yapılar, gerilmeye çalışabilen ve geçirgen olmayan bir yüzeyin ayırdığı iki uzay kesimindeki, farklı yoğunluk veya miktardaki basınçlı havadan (mimari yapılarda) yararlanılarak kurulmuş sistemlerdir. Bu sistemlerde asal taşıyıcı eleman basınçlı havadır. sistemlerdir. Hava, yapı dışında düzenlenen fan merkezleri ile sürekli olarak yapı içine verilmektedir.

‘Şişirme sistemlerin her noktasının eş basınçla gerilmesi, temel biçimlerinin basık küresel şekillerde olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu temel biçim ağ ve kabloların kullanımı ile bir ölçüde değiştirilebilmektedir. Düzlem yüzeyleri ise pnömatik olarak elde etmek olanaksızdır.

Bu sistemle yapı oluşumunda, kalıp ve iskele kullanımı gerekmemektedir. Şişirme sistemlerin önemli özelliklerinden bazıları; çok kısa sürede inşa edilebilmeleri, söndürülüp toplandıklarında çok küçülerek birkaç metre küplük hacme sığabilmeleri ve kolayca taşınabilmeleridir’ (Bayülgen, 1993).

Şişme sistemler iki şekilde yapılmaktadırlar :

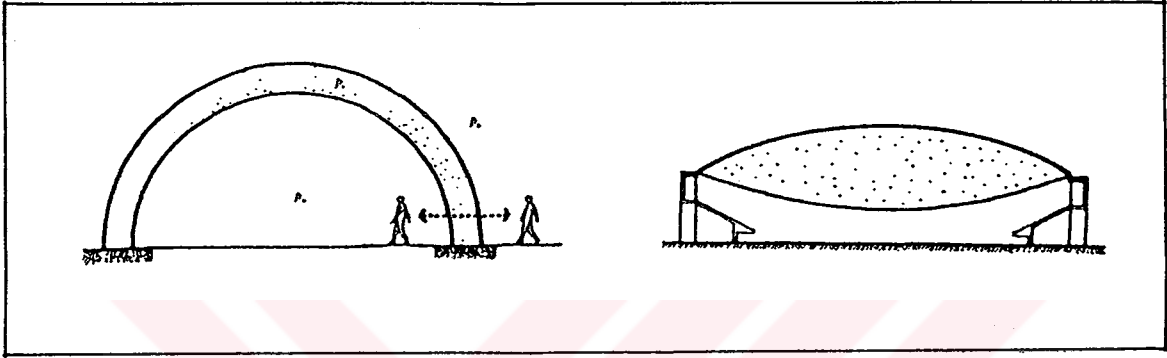
Tümüyle şişirilen sistemler (Şekil 4.56); tek kat örtünün içine fanlarla basılan havanın, içerde yarattığı basınç farkı ile örtünün gerilerek havada durması ile oluşturulmaktadır. İnsanlar, basınçlı hava ile oluşturulan bu pozitif hacmi kullanmaktadırlar. Hava basıncı esnek membranı germekte, membran da, kar ve rüzgar yüklerini zemine aktarmaktadır. Bu sistemlerin, basınçlı hava ve rüzgar ile zeminden kopmaya ve uçmaya çalışmaları sebebiyle ağ yada kablolar ile zemine bağlanmaları gerekmektedir. Bu kapalı alana girmek için girişler hava kaçırmayacak şekilde düzenlenmektedir.



Şekil 4.56 Tamamen şişirilmiş tek zarlı sistemler

Hava yastığı şeklinde şişme sistemler, iki zar arasında yer alan basınçlı hava yardımıyla ayakta duran, yapı içindeki nesnelere ve insanların pozitif basınç alanında olmayıp, bu alanın

altında oldukları sistemlerdir (Şekil 4.57). 0.2 ile 7.0 atümlük basınç uygulanmaktadır. Bu sistemde girişlerin hava kaçırmayacak şekilde tasarlanmasına gerek olmamaktadır. Yastık, gerilmeye dayanıklı kapalı bir membrandır ve iç hava basıncı fanlarla sağlanır. Yastık yapılar, ya doğrudan ya da ara taşıyıcı elemanlarla (kolon vb.) zemine bağlanır.



Şekil 4.57 Hava yastığı şeklinde şişirilmiş sistemler

'Pnömatik yapılarda membran olarak kullanılan malzemeler polietilen, kauçuk, neopren, PVC folyeler, çelik yada alüminyum levhalar, poliamid- polyester yada cam elyafı dokumalar ve PVC, poliüretan, neopren, politetrafloretilen, teflon gibi maddelerle kaplı ağ dokumalardır. Kaplanmış ağ dokumalarla diğer membranlara oranla daha büyük açıklıklar (50 – 150 m) geçilebilmektedir.

Bir şişme yapıda herhangi bir nedenle hava kaynağı yetersiz bir duruma geldiğinde yada bir delik açıldığında membranın hafifliği nedeniyle sistem çok yavaş olarak sönmektedir. Bu sönmeye olayı bazı durumlarda günlerce sürebildiğinden hiçbir zaman yaşamsal bir tehlike oluşturmaz ve kolayca tamiri yapılabilmektedir' (Özşen ve Yamantürk, 1991).

#### 4.1.1.5 Asma Germe Sistemler

'Salt basınca çalışan rijit öğelerle salt çekmeye çalışan flexsibl öğelerden oluşturulan asma – germe strüktürler, yaşayan doğadaki lifler, kılcallar ve bunların oluşturdukları gözlenemeyecek kadar çok sayıdaki ağ sistemlerden esinlenerek üretilmektedir. En belirgin esin kaynakları, örümcek ağları ve ipek böceği kozalarıdır' (Bayülgen, 1993).

Asma – germe sistemler, taşıyıcı elemanları ankraj noktaları arasına asılı kablolar olan bir sistemdir. Eğri biçimlerin yarattığı strüktürel üstünlüklere ek olarak kabloların yalnızca çekme etkisinde olmaları asma sistemlerin büyük açıklıkların kolon gerektirmeden geçilmesinde en etkili sistemlerden biri durumuna getirmektedir.

Doğal salınımları zincir eğrisi biçimde olan, çekmeye çalışan çelik kabloların ve çelik ipliği ile güçlendirilmiş ince membran (tekstil ürünü gerilmiş tabaka) örtülerin kesit ölçülerinin çok az olması nedeniyle (1 – 3 mm), bu strüktürler hafiflik açısından büyük bir etkinlik ortaya koymuştur.

Geleneksel çelik sistemden 10 kez, dolu gövdeli iskelet sistemden ise 100 – 150 kez daha hafif oluşları, ekonomik çözümler getirmektedir. Bu ekonomi, salt örtü ögesinde değil, diğer yardımcı öğelerde de önemli oranda gerçekleştirilmektedir.

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

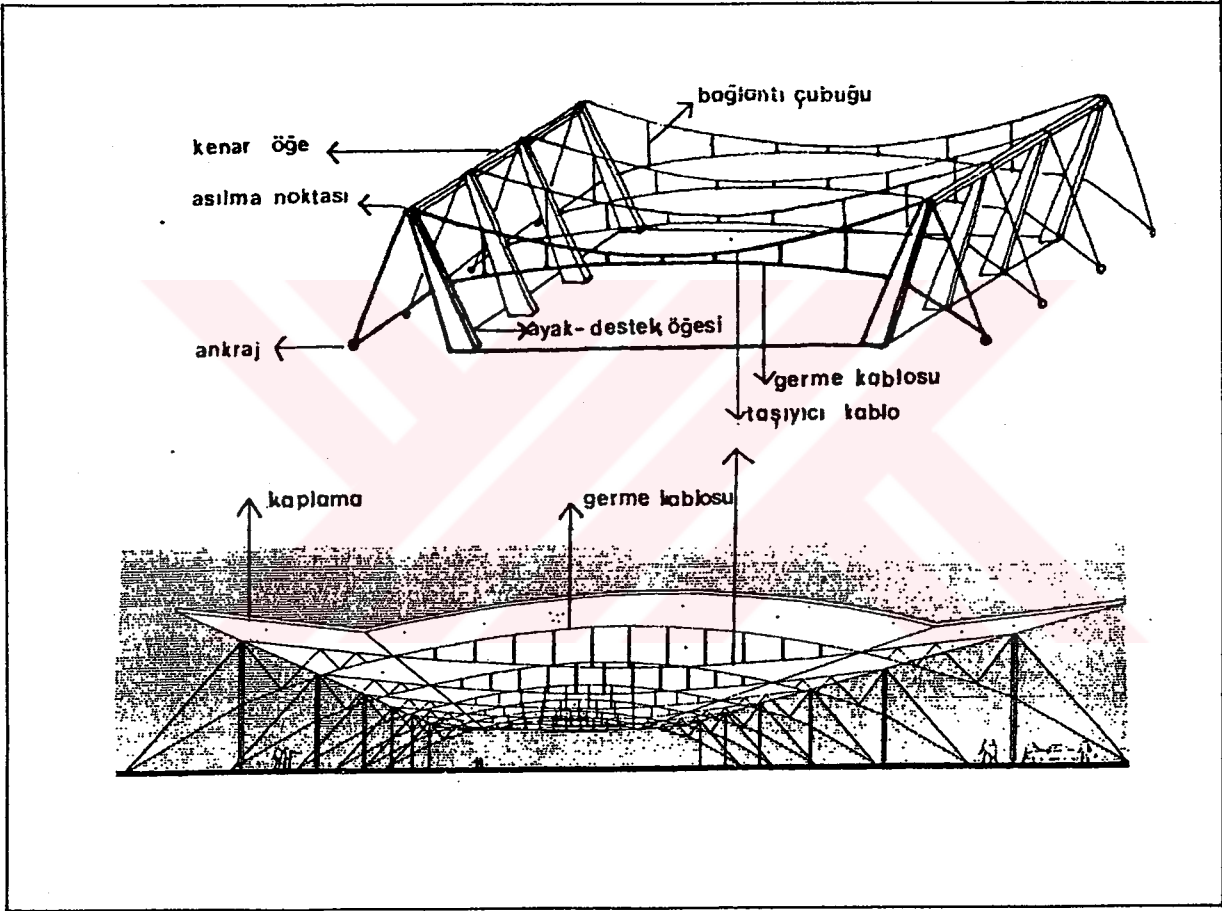
Bu strüktürlerin 40 m' den az açıklıklarda uygulanmaları ekonomik olmamalarına karşın, açıklıklar arttıkça ekonomikliği de doğru orantılı olarak artmaktadır. Diğer taşıyıcı sistemler 100 m (10.000 m<sup>2</sup>) sınırından sonra ekonomik olmamakta ve yerlerini bu sistemlere bırakmaktadır. Bu sistemlerin ekonomik sınırı da, 300 m. (90.000 m<sup>2</sup>) açıklığa kadar devam etmektedir.

Asma – germe strüktürler kısa sürede kurulabilmektedir. Bazı uygulama türleri de, gereğinde sökülerek başka bir alanda tekrar kurulabilmektedir. Bir örnek verilecek olursa, U.S.A.'da 65.000 m<sup>2</sup> . lik alan bu sistemle dört hafta gibi kısa bir sürede örtülmüştür.

Asma – germe sistemleri oluşturan öğeler; asal ve yardımcı olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Büyük açıklıkların geçilmesine olanak sağlayan bükülebilir ve yüksek mukavemetli gereçlerden oluşturulan örtü, bu sistemlerin asal ögesidir. Yardımcı öğeler ise

destek, kenar ve ankraj öğelerden oluşmaktadır.

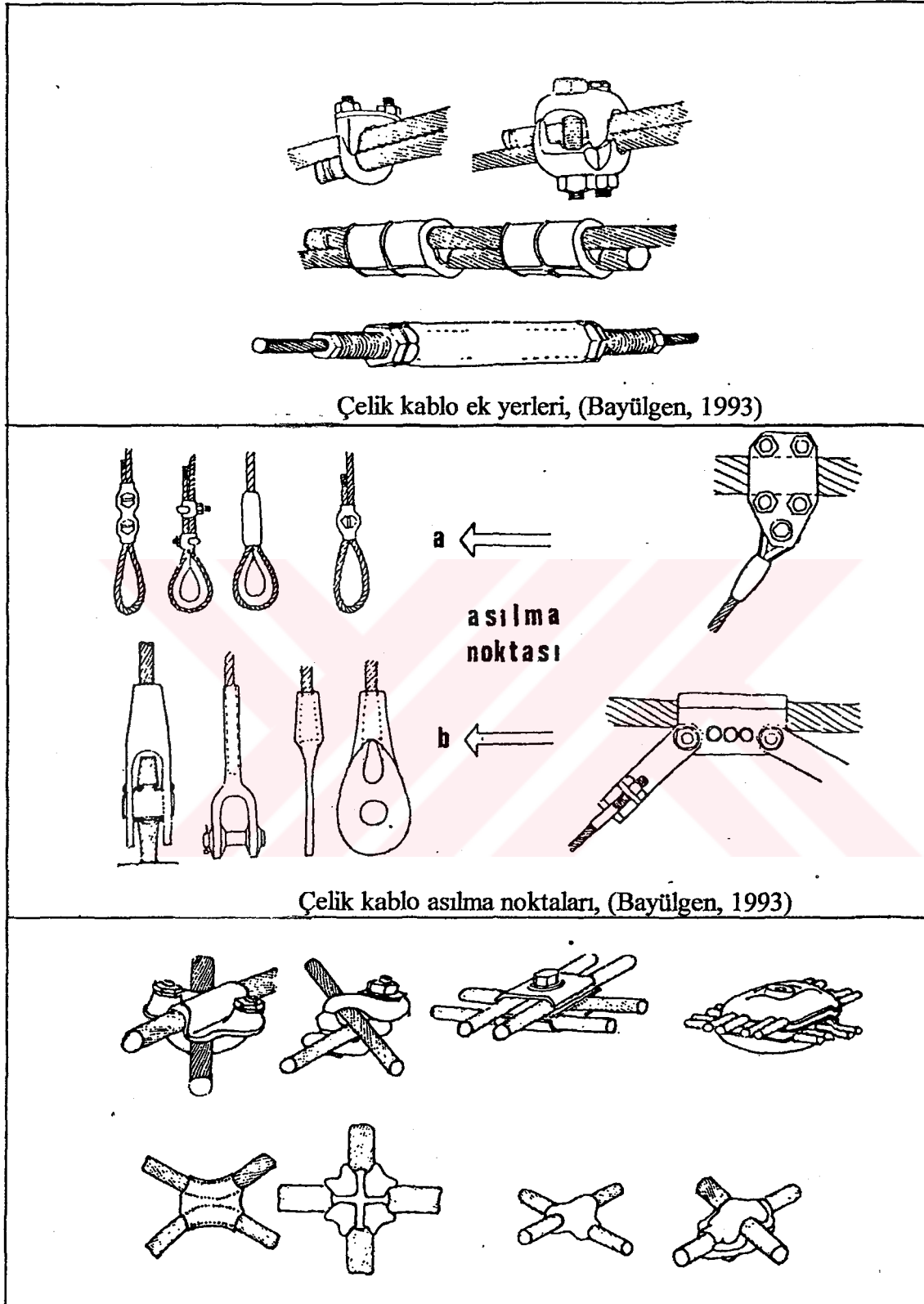
Örtü, çelik kabloların çeşitli düzenlemelerinden ve genellikle dokusal membranlardan oluşturulan yapı bileşenidir. Yükleri çekme kuvvetleri ile asılma noktalarına iletmektedir. Çelik kablolu örtüler, taşıyıcı ve taşınan olmak üzere iki bileşenden oluşturulmaktadır. Çelik kablolar, sabit mesnetler arasında tek tek veya bir ağ şeklinde asılarak düzenlenen taşıyıcı bileşendir. Taşınan bileşen ise, kabloların üzerine serilen veya kablolarla asılan çatı kaplamalarıdır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58 Çelik kablolu asma sistemli yapılar, (Bayülgen, 1993)

Çelik kablolu örtülerde önemli detaylar şunlardır (Şekil 4.59);

- Çelik kablo ek yerleri,
- Asılma noktaları,
- Düğüm noktaları,
- Göz oluşumları.



Çelik kablo ek yerleri, (Bayülgen, 1993)

Çelik kablo asılma noktaları, (Bayülgen, 1993)

Şekil 4.59 Çelik kablolu örtülerde önemli detaylar, (Bayülgen, 1993)

Membran örtüler, çeşitli pvc ve metal esaslı tekstil ürünlerinden oluşturulan, gerilerek mesnetlere (asılma noktaları) bağlanan ve çekmeye çalışarak yükleri asılma noktalarına ileten

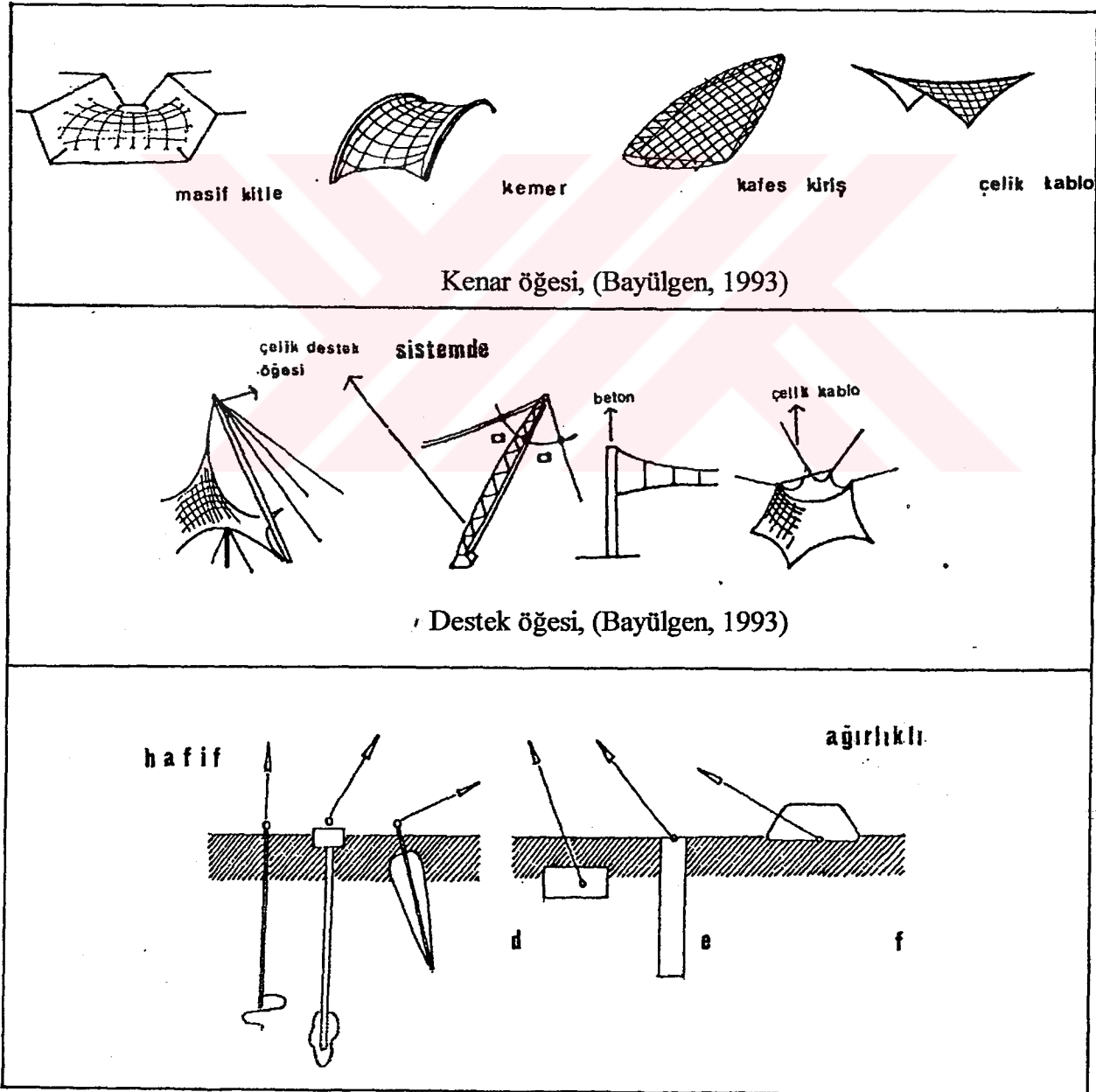
bileşenlerdir. Hem taşıyıcılık işlevini, hem de çatı kaplaması işlevini beraber yerine getirebilmektedirler. Çekme mukavemetleri  $90 \text{ kg/mm}^2$ ' ye çıkmaktadır.

Membran örtülerde önemli detaylar şunlardır :

Kenar ögesi; örtünün kenar düğümleriyle bağlandığı, geometrik biçimini sınırlayıcı işlevdeki ögesidir (Şekil 4.60),

Destek ögesi; asma – germe sistemlerin, yükleri ankraj noktalarına basınç kuvvetleri ile ileten, örtünün ayakta durmasını sağlayan ögesidir (Şekil 4.60),

Ankraj ögesi; asma germe sistemlerin biçiminin devamlılığını ve dengesini koruyan, asılma noktalarının gergi kabloları ile bağlandığı ve yüklerin zemine aktarıldığı sabit noktalardır. (Şekil 4.60).

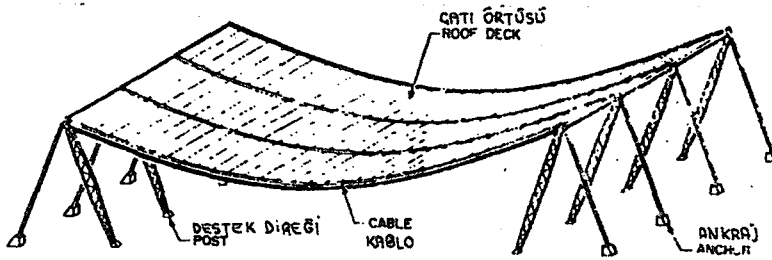
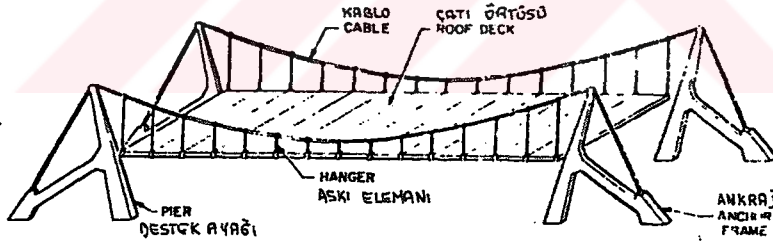
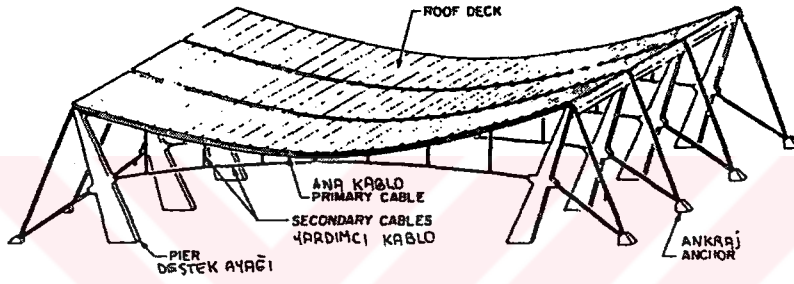
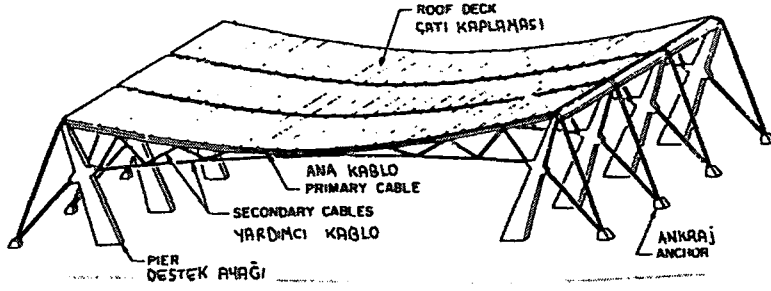


Şekil 4.60 Asma – germe sistemler ile ilgili kenar, destek ve ankraj ögeleri (Bayülgen, 1993)

Asma – germe sistemleri genel ilke ve biçimlenişleri açısından aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür;

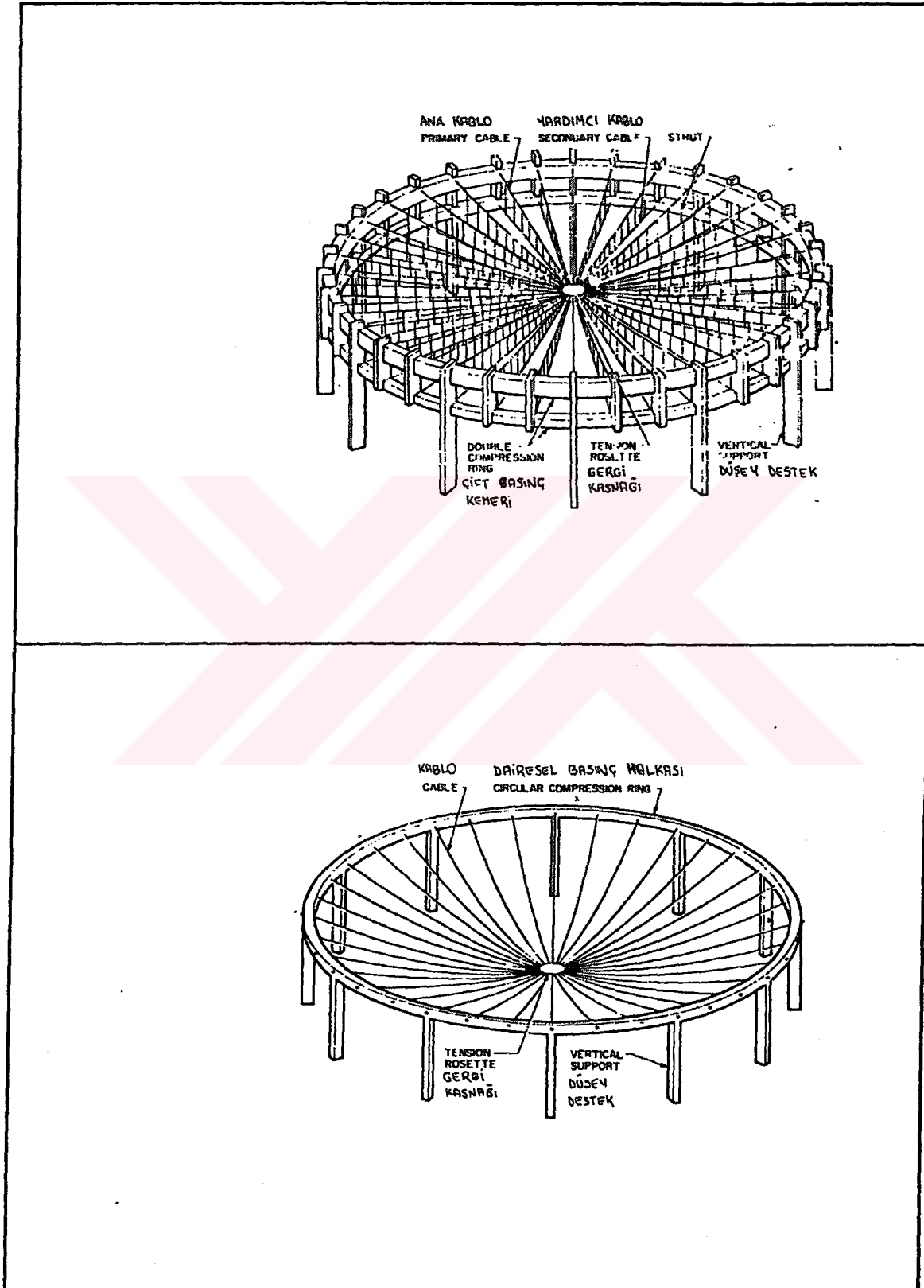
- Kablolü sistemler
  - Kablonun taşıyıcı işlevde olduğu sistemler
    - Paralel kablolu sistemler (Şekil 4.61)
    - Işınsal kablolu sistemler (4.62)
    - Kablo ağı sistemler (4.63)
  - Kablonun salt gergi işlevinde olduğu sistemler (Şekil 4.64)
    - Askılı sistemler
- Çadır sistemler
  - Yüksek noktaları doğrudan desteklenen çadır sistemleri (Şekil 4.65)
  - Yüksek noktaları dolaylı desteklenen çadır sistemleri (Şekil 4.66)

## PARALEL KABLOLU SİSTEMLER



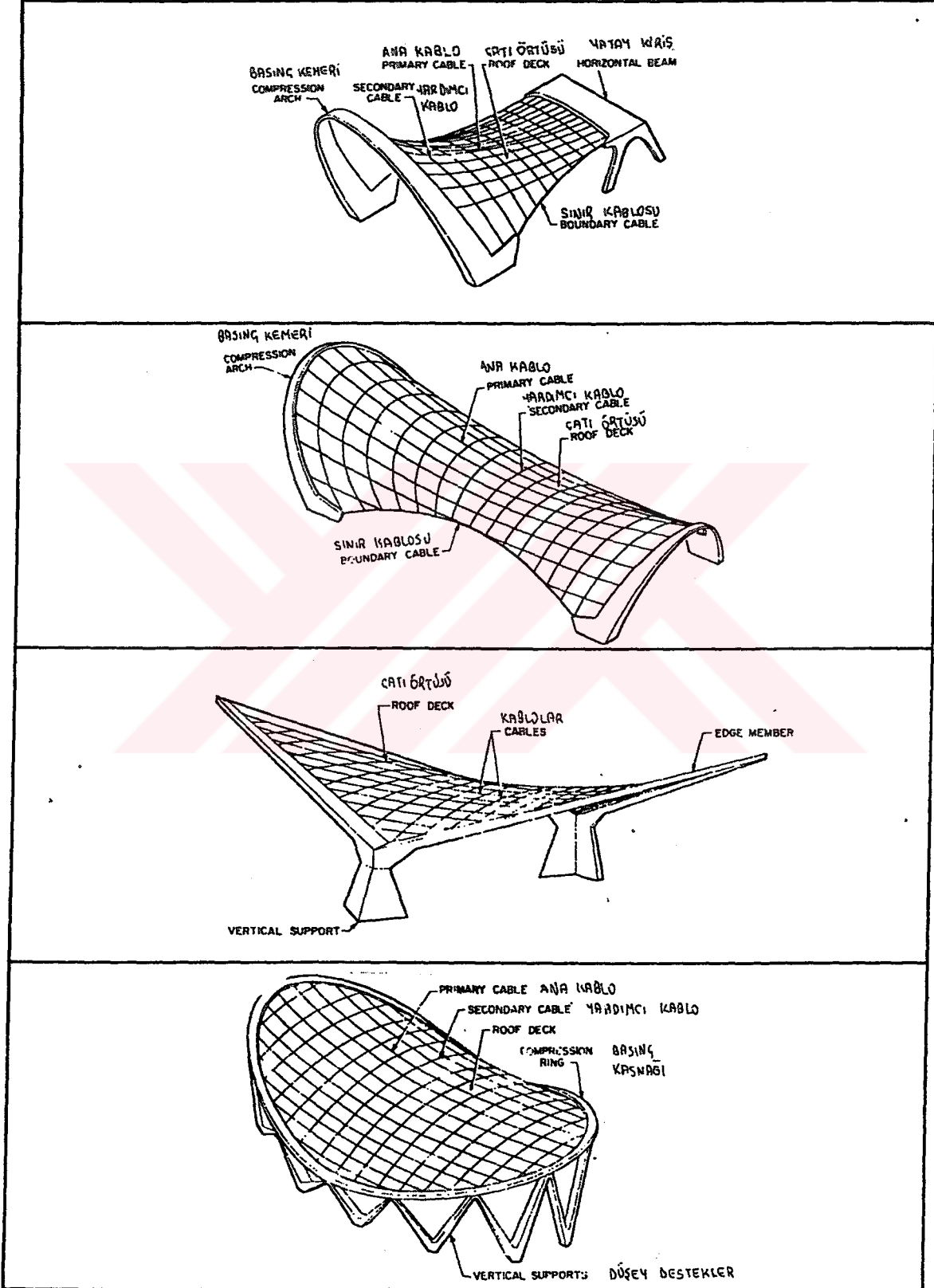
Şekil 4.61 Paralel kablolu sistemler

## IŞINSAL KABLOLU SİSTEMLER



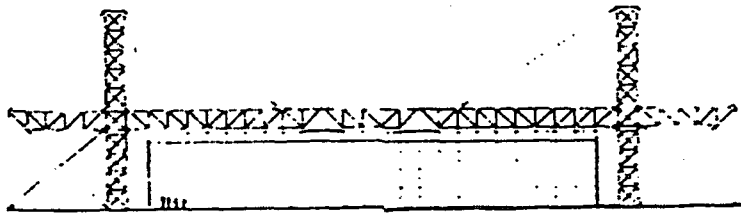
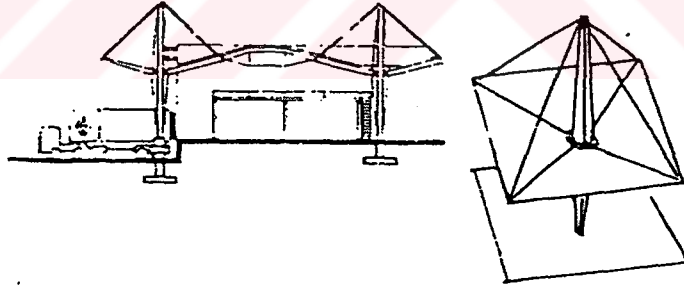
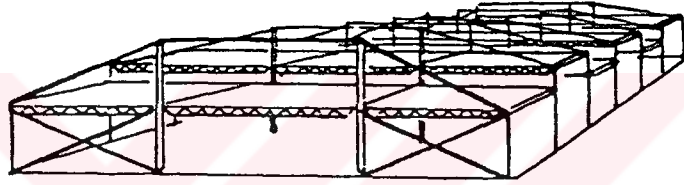
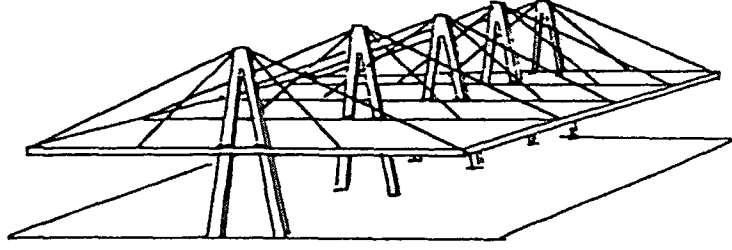
Şekil 4.62 Işnsal kablolu sistemler

## KABLO AĞI SİSTEMLER



Şekil 4.63 Kablo ağı sistemler

KABLONUN SALT GERGİ İŞLEVİNDE OLDUĞU SİSTEMLER



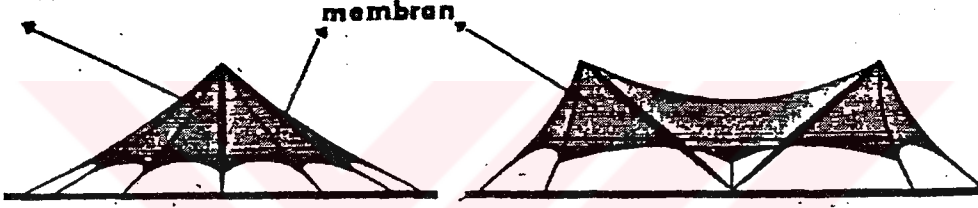
Şekil 4.64 Kablonun salt gergi işlevinde olduğu sistemler

## YÜKSEK NOKTALARI DOĞRUDAN DESTEKLENEN ÇADIR SİSTEMLER

destek çögesi - direk -



Kenar yüksek noktalı çadır örtüsü

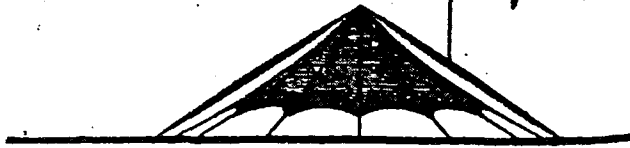


Membranın destek kemeri ile yükseltilmesi

destek kemeri



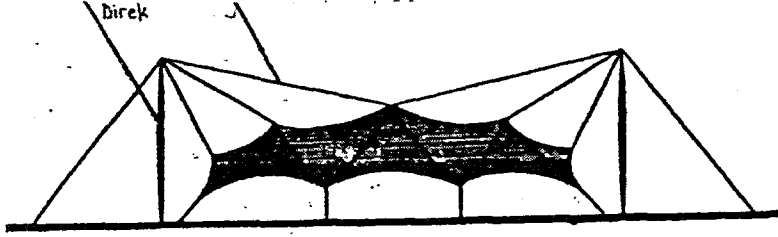
İç direklerle desteklenen yüksek noktalı membranlar

direk  
dış destek

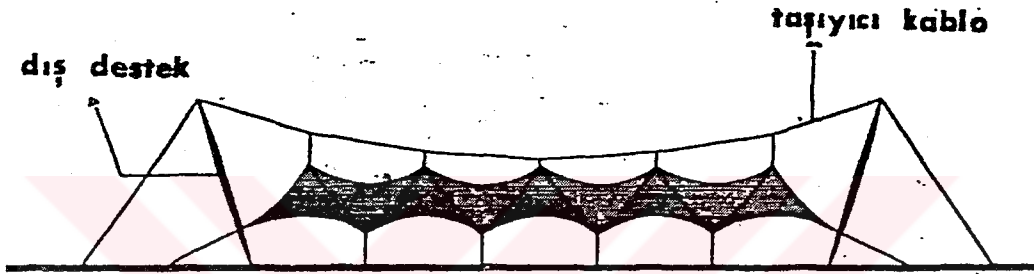
Dış direklerle desteklenen yüksek noktalı membranlar

Şekil 4.65 Yüksek noktaları doğrudan desteklenen çadır sistemler

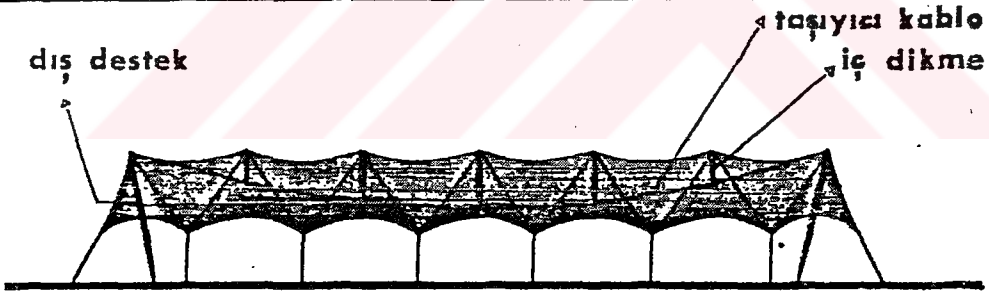
## YÜKSEK NOKTALARI DOLAYLI DESTEKLENEN ÇADIR SİSTEMLER



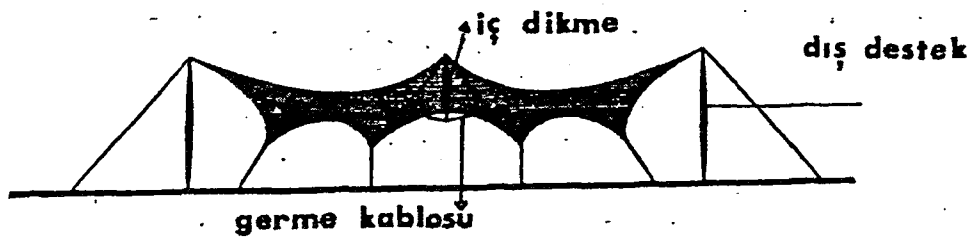
Yüksek noktaları direklere kablolarla gerilmek suretiyle dolaylı desteklenen çadır sistem kuruluşu



Yüksek noktaları örtünün kablolarla asılarak taşınmasıyla oluşturulan çadır sistemler



Yüksek noktaları, örtü, kablolarla iç dikmeler yardımıyla taşınarak oluşturulan çadır sistemler



Gergi kabloları ve iç dikmelerle dolaylı desteklenen çadır sistemler

Şekil 4.66 Yüksek noktaları dolaylı desteklenen çadır sistemler

## 5. BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPISI OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, hızlı ve minimum maliyetlerde üretilmeleri ve büyük açıklıkları küçük en kesitlerle geçebilecek yapı bileşenleri ile yapılmaları gereken, yapı teknolojisindeki son gelişmelerinin denenip uygulanabildiği yapılardır. Yapım sistemi seçiminde, kararların doğru verilemediği durumlar da ise düzeltilmesi çok zor, maliyeti yüksek ve bazı durumlarda imkansız yapısal hatalar yapılabilmektedir. Bu sebeple büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumları sürecinde, inceleme ve analizlerin bilimsel veriler ve disiplinler arası ortak çalışmalar ile yapılması gerekmektedir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumlarını etkileyen faktörler şunlardır;

- **İşlevsel faktörler**
  - Üretim sistemi ve işyeri düzeni
  - Gerekli boyutlar
  - Yapı içi vinç montaj türleri
  - Yangın korunumu
  - Aydınlatma
  - Konfor
- **Yapıma ilişkin faktörler**
  - Yapım maliyeti
  - Yapım hızı
  - Sağlamlık ve uzun ömürlülük
  - Bakım ve onarım (yöntem ve maliyetleri)
  - Sistemi oluşturan elemanlarda az çeşitlilik
  - Sistemi oluşturan elemanlarda birkaç işlev üstlenebilirlik
  - Taşımacılık ve istiflemeye bağlı boyutsal faktörler
- **Çevresel faktörler**
  - Topoğrafik durum
  - Zemin özellikleri
  - Deprem
  - İklim şartları
  - Görsel etki

## 5.1 İşlevsel Faktörler

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, belirli bir ürünün gerçekleştirilmesi için, belirli bir ulaşım sistemi içinde, ana para, çalışan, makine, donatım, tesisat, araç, gereç vb. unsurların bağlı oldukları sistemin bir parçası olarak organize edilmesi, kolay, ekonomik ve başarılı bir şekilde işletilmesi amacı ile oluşturulan bir işyeri yapısı olarak tanımlanabilmektedir (Hızıroğlu, 1979).

Bu yapıların içerdiği özellikler, ürünün üretim özelliklerine göre farklı karakterler taşımaktadırlar. Bu özellikler üretim sistemi, işyeri düzeni, iş akışı, malzeme akışı verileri ile belirlenmektedirler. Yapının işlevlerine göre yapım sistemi seçimini etkileyen faktörler şöyle sıralanabilmektedir :

- Üretim sistemi ve işyeri düzeni,
- Gerekli boyutlar ve açıklıklar
- Yapı içi vinç montaj türleri,
- Yangın güvenliği,
- Doğal aydınlatma,
- Tesisat sistemleri,
- Konfor.

### 5.1.1 Üretim Sistemi ve İşyeri Düzeni

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, yapısal oluşumu etkileyen faktörlerden en önemlisi yapının yapım amacı olan işlevleri ve bu işlevler doğrultusunda üretim sisteminin (donatıların) nitelikleri, nicelikleri ve yapı içi yerleşimidir. Üretim sistemi; hammaddenin teminiyle başlayan, işlendikten sonra oluşan ürünün satışı sonucunda yüklenip sevkiyatının yapılması ve ilgili yerlere gönderilmesi ile sonuçlanan bir süreçtir ve içinde birbiri ile ilişkili pek çok işler yer almaktadır. Yapıyı oluşturan işlevlerin doğru tanımlanmasının yapılması ile birlikte birbirleriyle olan ilişkileri sağlamak başarılı bir şekilde sonuçlandırmaları gerekmektedir.

Hammaddenin temini ile başlayan üretim süreci; üretilen mamülün satışı ile gideceği yere gönderilmesi aşamasına kadar birbirinden farklı pek çok işlevi kapsamaktadır. Bu eylem ilişkileri doğrultusunda iki ana etkinlik belirlenmiştir (Koşaner, 1990).

- Üretim ve yapı ile ilişkili etkinlikler,
- Yönetim ve iş güvenliği ile ilgili etkinlikler

Sanayi yapısı denildiğinde üretim ile ilişkili eylemler akla gelmektedir. Dolayısı ile büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşum ve biçimlenişlerinde öncelikli sorun, üretime yönelik etkinlikler olmaktadır. Yapılan fizibilite çalışmalarının ardından bu bağlamda üretim sistemi ve işyeri düzeni için, gerekli hacimsel, strüktürel, konstrüksiyonel, termal ve güvenlik koşullarını yerine getiren ve maksimum verimliliği sağlayan bir yapısal oluşum gerçekleştirilmelidir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında geniş alanlara ihtiyaç duyulduğu için, yapısal oluşumun en önemli süreci, uygun taşıyıcı sistemin seçimi ve inşaatıdır. Yapının kendi teknik koşullarına cevap verebilecek en doğru taşıyıcı sistemin seçilmesi gerekmektedir (Kaylor, 1967).

Örneğin ağır sanayi türlerinden olan otomotiv sanayisine ait büyük açıklıklı bir sanayi yapısının, işlevleri doğrultusunda kullanılacak ağır ve büyük makineler, vinç ve bant sistemleri, yapı oluşumunda, geniş açıklıkları geçebilen, asılabilecek ağır sistemleri taşıyabilecek bir taşıyıcı sisteme gereksinimi vardır. Böyle bir yapının oluşumu, bu tür bir üretim sistemi içindeki ağır şartlara, titreşimlere, çarpmalara, kimyasal etkilere dayanım ve konfor sağlayabilmelidir.

Oysa dokuma sanayisine ait büyük açıklıklı bir üretim yapısı, işlevleri doğrultusunda ağır makine ve ekipmanların olmamasından dolayı hafif bir yapı sistemini ile üretilebilmektedir. Örneğin uzay kafes strüktürler.

### 5.1.2 Gerekli Boyutlar ve Açıklıklar

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının mekan düzeni ve açıklıkları, iş akışı ve sirkülasyon alanlarına göre boyutlandırılmalıdır. Üretim akslarının çok sayıda ve sürekli olması, seçilen açıklık boyutunun yapı maliyetine olan etkisini oldukça arttırmaktadır. Bu sebeple üretim akslarının en ekonomik boyutlarının hesaplanarak seçilmesi gerekmektedir. Açıklığın seçilmesi;

- Üretimde kullanılacak makinelerin boyutlarına,
- Üretimin akışına,
- Kurulacak iç sirkülasyon ağına,
- Gerekli depolama alanlarına bağlıdır.

Çeşitli üretim işleyişlerine olanak sağlaması açısından bir yöndeki açıklıkların diğer

yöndekilere göre daha geniş olmasının avantajları vardır.

Büyük işlemler geniş açıklıklar doğrultusunda, küçük işlemler hem geniş hem de dar açıklıklar doğrultusunda işlerler.

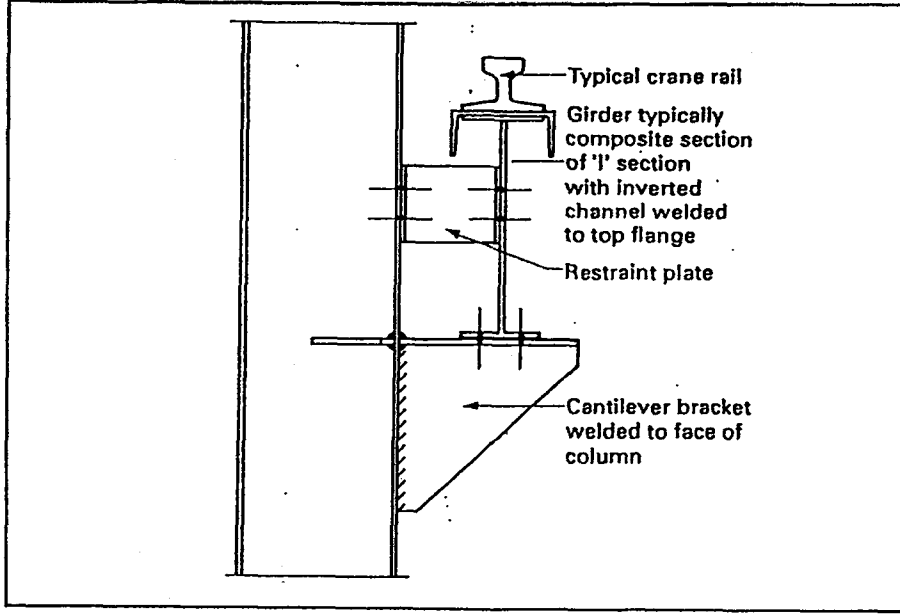
Bu boyutlar ilk olarak genel birimlerin ilişkilerinden başlayarak, insan – araç – iş arasındaki ilişkilerin belirlenmesi bulunmaktadır. Belirlenen bu boyutlar optimum bir sınır içinde düzenlenmelidirler (İnceoğlu, 1979).

Yapım sisteminin genel boyutsal verileri kadar sistemi oluşturan yapı bileşenlerinin kendi boyutsal verileri de önemle irdelenmelidirler, çünkü bunlar taşıma ve montaj sürecinde etkili olabilecek önemli ölçütler olmaktadır.

Yapım sistem seçeneklerinin değişik açıklıklardaki teknik olanaklarının ve ekonomik verimliliğinin etüt edilmesi de karar vermede etkili olmaktadır (Şekil 4.2 a ve 4.2 b). Ancak sadece yapının geçmesi gereken açıklığı, yüksekliği, kolon aks aralığı, yapım sistemi seçiminde yeterli kriterler olmamaktadırlar. Yapıdaki değişebilirlik ve büyüye bilirlilik gereksinimi de esnek bir yapım sisteminin oluşturulmasının zorunlu kılmaktadır. Günümüzde tüm dünyada üretilen ve üretilecek sanayi yapılarında bu özellikler aynıdır.

### 5.1.3 Yapı İçi Vinç Montaj Türleri

Vinçler ve kaldırıncıların en büyük yararı ağır malzemelerin yukarıdan (zemindeki sistemin üzerinden - hava boşluğundan) taşınmasını sağlamalarıdır. Ancak hizmet verdikleri alanlar kısıtlı olabilmektedir. Vinçlerin ve kaldırıncıların çeşitli türleri vardır ve her tür kendi içinde değişik taşıma kapasitelerine sahiptirler. Ayrıca çalışma prensipleri doğrultusunda ihtiyaç duydukları alanlar, hacimler, mesnetler, enerji sistemleri olabilmektedir. Özellikle büyük açıklıklı ağır sanayi yapılarında kreyn vinçlerin kullanımı, yapı oluşumunda, taşıyıcı sisteme yükledikleri ilave kuvvetler sebebi ile etkili olmaktadır. Genel olarak bu tür vinç kullanımı gereksinimi olduğu zaman dayanıklı çelik kafes kiriş ve kolonlardan oluşan iskelet yapım sistemleri uygulanmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Kreyn vinç - Taşıyıcı sistem ilişkisi

#### 5.1.4 Yangın Korunumu

Sanayi yapıları, bir ulusun en büyük mal varlıkları ve ulusun ihtiyacı olan ekonomik gücün en önemli parçalarıdır. Her birisi birer milli servettir. Ürettikleri ürünlerin nitelikleri ve nicelikleri, ithalat ve ihracat potansiyelleri, doğrudan ulusun dünya ekonomisi içindeki durumunu etkilemektedir. Bu yapıların oluşturulması için büyük finansal kaynaklar kullanılmakta, bu kaynaklar kimi zaman ulusal krediler kimi zaman da uluslar arası krediler olabilmektedir. En önemli nokta ise bu üretim yapılarında binlerce insan çalışabilmektedir. Görülmektedir ki bu tür yapılarda can ve mal varlıklarının yangına karşı korunumu, yapım sistemi tasarımı ve seçimi açısından çok önemli bir faktör olmaktadır.

Yangın korunumunda üç temel amaç şunlardır :

- Yangın çıkış olasılıklarının azaltılması,
- Can güvenliğinin sağlanması ve sürdürülmesi (Kaçışları sağlayacak uygun yol ve çıkışların sağlanması),
- Malvarlığı kayıplarının en aza indirilmesi (yangının yapı içinde ve yapılar arasında yayılımının önlenmesi).

Diğer yapı türlerinde olduğu gibi büyük açıklıklı sanayi yapılarında da yangın korunumu çalışmaları; yapının işlevi, üretim sistemi, yapı yönetmelikleri ve standartları, yangın sigortası kuralları ışığında :

- Pasif yangın korunumu,
- Aktif yangın korunumu

olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilmektedir (Yavuz, 1996).

### **Pasif yangın korunumu**

Pasif yangın korunumu, mimari tasarım sürecinde ve yapım sistemi analizleri ve seçimi sürecinde araştırılarak çözüme kavuşturulmaktadır. Yangın çıkış olasılıklarının azaltılması, yangın oluşumu ve doğuracağı sonuçların sınırlandırılması yönündeki çalışmaları kapsamaktadır.

Sanayi yapıları, kullanılabilen farklı enerji yakıt sistemleri, hammaddeler, ürünler ve üretim işlemleri sebebi ile hızlı gelişebilen yangınlara çok uygun yapılardır. İtfaiyenin yapıya hızla ulaşabilmesi, yapıya yaklaşımı, gerekirse itfaiye araçlarının yapı içine girebilmesi için cephede gerekli açıklıkların sağlanması gerekmektedir. Sanayi yapıları sulu yangın su kolonu bulunan yapılardır. Yapı içindeki sistemde devamlı su bulunan ve farklı bölgelerde düzenlenmiş hidrantlar ile yangına anında müdahale edilebilen bir sistemdir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yangının tüm yapıya yayılımı ;

- İç bölücü duvarlardaki açıklıklar,
- İç bölücü duvarların, çatı ve asma tavan boşluklarında yürütülmemesi ve gereken kesimlerde yangın durduruculara yer verilmemesi,
- Büyük servis kapılarının ve kasalarının uygulandıkları duvarlarda aynı yangın direnime değerine sahip olmamaları,
- Yürüyen bant sistemlerinin bir mekandan diğer mekana geçtiği bölüm duvarlarındaki boşlukların kepenk, kapak vb. ile korunmaması,
- Tesisat boru ve kanallarının içinden geçtiği makas aralarında veya mekan kabuklarını delerek geçtikleri boşlukların çevresinin sıkı bir biçimde kapatılmaması ve yangın durdurucuların düzenlenmemesi,
- Alev, sıcak gaz ve buharın içinden geçtiği kanallarda kapakların (damper) bulunmayışı,
- Çarpmalara karşı önlemler alınmaması sonucu taşıyıcı sistemde ve cephe sistemlerinde yangın direniminin zayıflaması,
- Cephe, çatı, iç yatay ve düşey bölücü panellerin taşıyıcı sisteme iyi tespit edilmemesi ve tespit parçalarının ısı etkisiyle bükülmesini önleyecek yangın durdurucuların kullanılmaması gibi nedenler ile olmaktadır.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının taşıyıcı sisteminin yapımında en uygun malzemenin çelik olması fakat çeliğin yangına dayanımının zayıf olması, bu yapılarda taşıyıcı sistemin yangına

karşı korunması için ilave önlemler alınmasını gerektirmektedir. Sistemin taşıyıcılığının yangın sırasında mümkün olduğunca az etkilenmesi için, kolonlardan başlamak üzere bütün taşıyıcı sistem birleşenlerinde özel yangına dayanım önlemleri alınmaktadır.

Bu yöntemlerden en sık kullanılanları şunlardır :

Kolonun beton ile kaplanması ki böylece kolon beton örtü ile hem yangına karşı, hem de darbe ve etkilere karşı korunmaktadır. Betonun dayanımının artması için tel kafes veya etriye kullanılmakta ve beton kalınlığı en az 40 mm kalınlıkta olmaktadır. Çelik profilin içinin doldurulması söz konusu ise, ağırlığı azaltmak için iç kısma hafif beton dökülmektedir.

Kolonun sıva ile kaplanması, yangına dayanıklı maddelerin karışımından oluşturulan sıvanın püskürtülerek uygulanmasıdır. Sıvanın üst yüzeyi pürüzlü olacağı için ayrıca bir kaplama yapılmaktadır. Ekonomik olması sıva ile kaplamanın çokça uygulanmasını sağlamaktadır.

Kolonun levhalarla kaplanması, beton esaslı ve alçı levhalarla kolonun kaplanmasıdır.

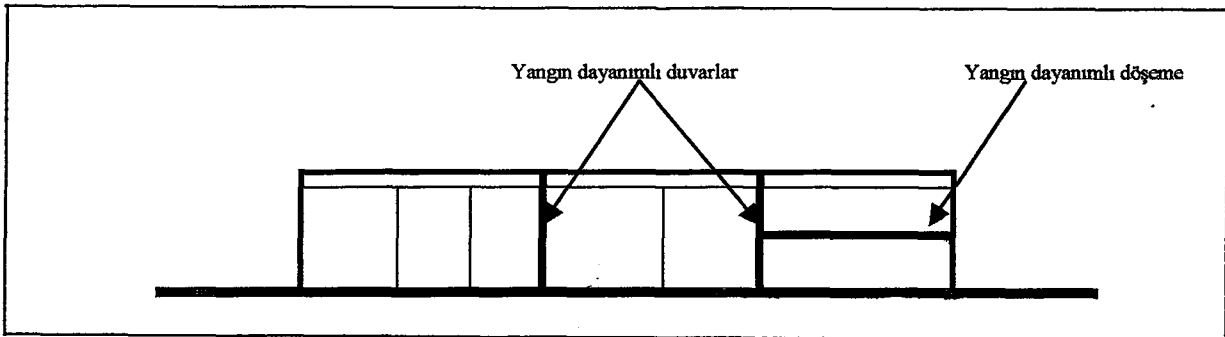
Kolonun su dolaşımı ile korunması, kurulan bir sistem ile kolon içinde, yangın esnasında su dolaşımı ile korunma sağlanmasıdır.

Pasif yangın korunum yöntemleri;

1. Bölümleme (kompartmentasyon),
2. Havalandırma,
  - Doğal havalandırma,
  - Mekanik ve elektronik havalandırma,

### **Bölümleme (kompartmentasyon)**

Yönetmeliklere uygun olarak yeterli yangın direnimine sahip duvar ve döşemeler ile kendi içinde bölümlere ayırma işlemidir. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında üretim sisteminin çalışma prensiplerinden dolayı tam olarak uygulanamazlar. İki yada daha fazla yatay veya düşey hacimler tek bir bölüm içerisinde yer alabilmektedir. Düşey boşluklar genel olarak bağımsız bölümler olarak düzenlenmektedirler (Şekil 5.2).

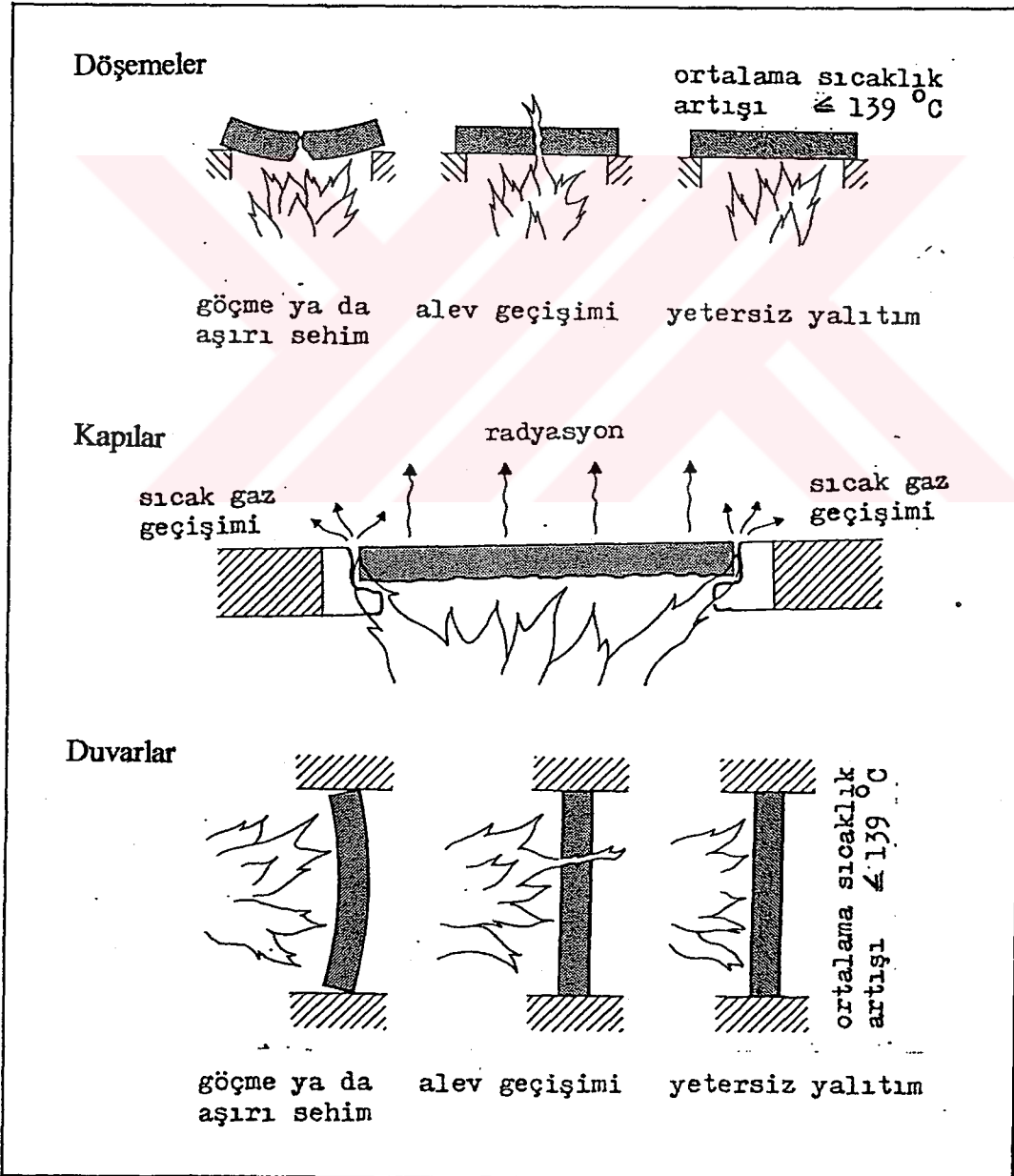


Şekil 5.2 Bölümleme (kompartmentasyon)

## Yangın direnimi

Yangın direnimi, yapıyı oluşturan yapı bileşenlerinin (kolon, kiriş, cephe ve çatı panelleri ile düşey ve yatay bölücü duvarlar) önceden saptanan şiddette bir yangın sırasında aşağıda belirtilen ölçütlerin tümünü ya da bazılarını, belirli bir süre için yeterli bir biçimde yerine getirebilme yeteneğinin ölçüsü olup bu sürenin dakika olarak anlatımıdır. Bu ölçütler (Şekil 5.3) :

- a) Duraganlık (stability) : Aşırı sehim ya da göçmeye direnim,  
 b) Geçirimsizlik (integrity) : Alev ya da sıcak gaz geçişine direnim,  
 c) Yalıtkanlık (insulation) : Yangına bakışımı olmayan arka yüzde aşırı sıcaklık artışına direnimdir.



Şekil 5.3 Yapı bileşenlerinin yangın direnimi anlatımı

Yangın direnimi kavram olarak bir yapının tümüne ya da bir ögeyi oluşturan gereçlere ayrı ayrı uygulanmamaktadır. Gereçlerin yanma davranışlarından söz edilebilmektedir. Yapısal yangın korunumunda yalnızca sınırlı bir zaman aralığında yeterli olma niteliği aranmaktadır.

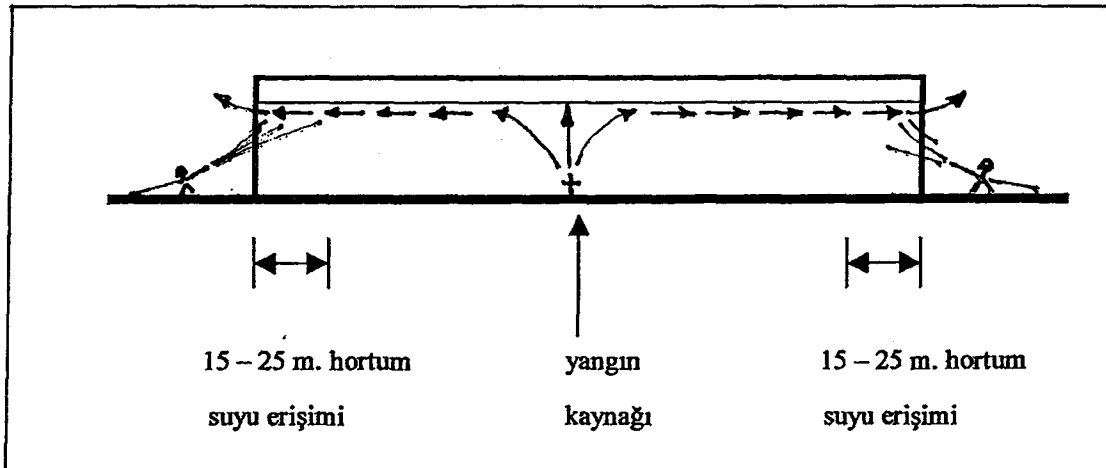
Örneğin;

- Kaçış yolları, yapıdaki tüm insanlar dışarıya çıkana dek güvenli geçiş özelliğini korumalıdır.
- Bölüm (kompartman) kabuğunu oluşturan yapı bileşenleri yangın süresince işlevlerini sürdürmelidirler.
- Yapının diğer ögeleri (özellikle taşıyıcı sistem) kurtarma ve yangın savaşımı sırasında işlevlerini yerine getirmelidirler.

Fakat bu sınırlar gereğinden çok yüksek tutulurlarsa israf doğurmakta ve aşırı harcamalara yol açabilmektedir.

### Havalandırma

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında çıkabilecek bir yangın sırasında oluşan duman ve sıcak gazların, yapı içinde birikimi, kurtarma ve savaşım çalışmalarında yaklaşım ve görüş zorlukları doğurmakta, yüksek sıcaklık nedeniyle yangının yayılımına da hizmet etmektedir. Bu zararlı ürünler mekandan dışarıya çıkamazsa, birden oksijen sağlanması halinde patlamalı bir tutuşma (duman patlaması) oluşmaktadır. Camların kırılması sonucu doğan karşılıklı hava akımı, duman ve sıcak gazların istenmeyen yönlere dağılmasına neden olmaktadır. Dağılımın yönü, savaşım sürdürenlere doğru da olabilmektedir. Bu durum yangın kaynağının saptanmasını zorlaştırmakta ve söndürme çabalarını da etkisiz kılmaktadır (Şekil 5.4).

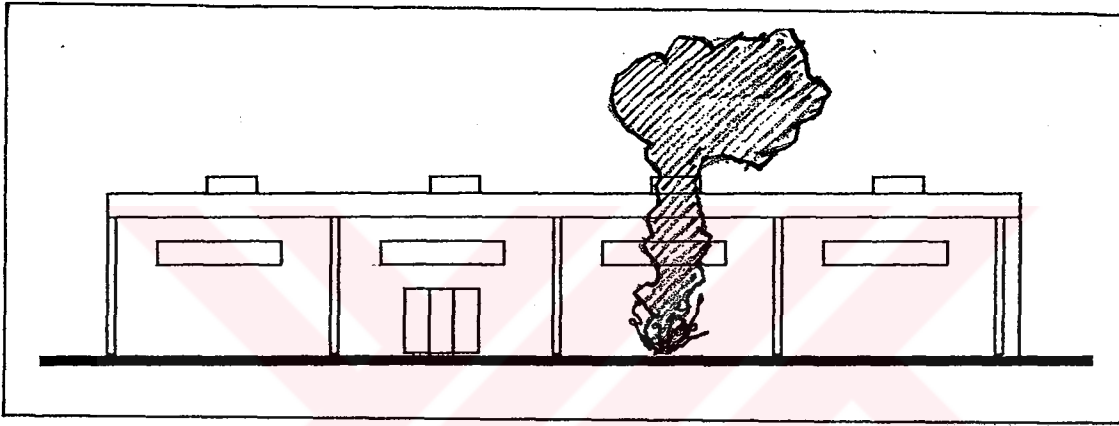


Şekil 5.4 Sıcak gazların hareketi

Bu olumsuz durumları önlemek için değişik yangın havalandırma (fire venting) yöntemleri uygulanmaktadır.

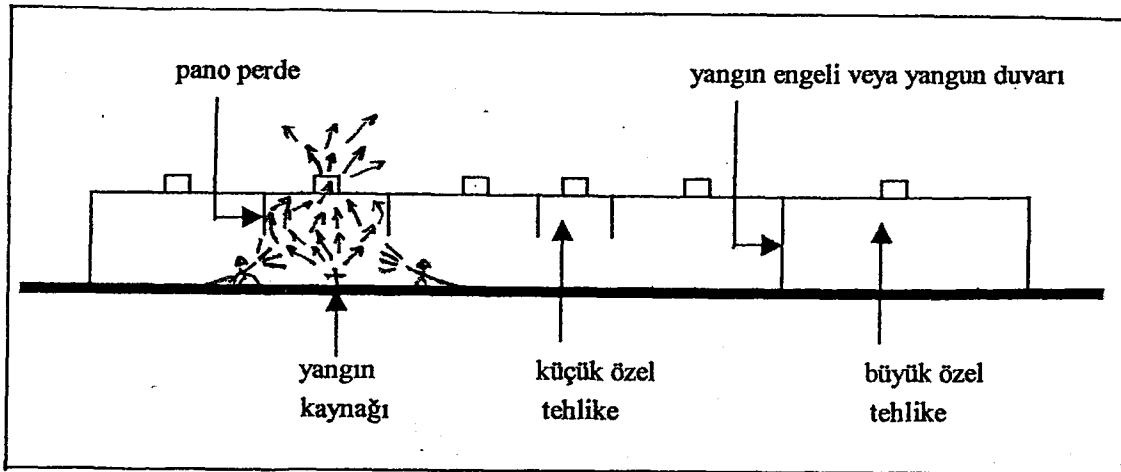
### Doğal havalandırma

Üretim sisteminin çalışma prensiplerinden dolayı, bölümlenme (kompartmantasyon) uygulanamayan büyük açıklıklı sanayi yapılarında, çatı havalıkları, yangının sınırlandırılmasını sağlamaktadır. Havalıkların altındaki yangın kaynağına taze hava (oksijen) gelmesiyle yanma olayı hızlanmaktadır. Ancak bu hızlı yanma, belirli ve dumandan arınmış bir kesimde olacağından yangın savaşımı daha etkili bir biçimde ve kolaylıkla sürdürülebilmektedir (Şekil 5.5).



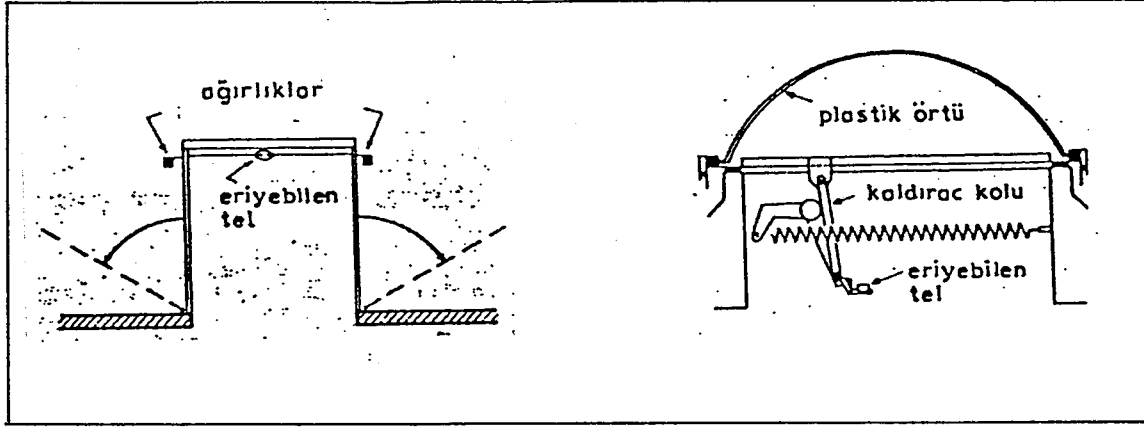
Şekil 5.5 Doğal havalandırma ile büyük açıklıklı sanayi yapılarında yangının sınırlandırılması

Düz çatılı sanayi yapılarının çatı sistemlerinde, yangın havalıkları ile birlikte yanmaz perdeler de düşünülmelidir (Şekil 5.6). Eğimli çatılarda yangın perdeleri en azından çatı makaslarının alt düzeyine kadar indirilmelidir.



Şekil 5.6 Havalıklı ve yangın perdeli düz çatıda sıcak gazların hareketi

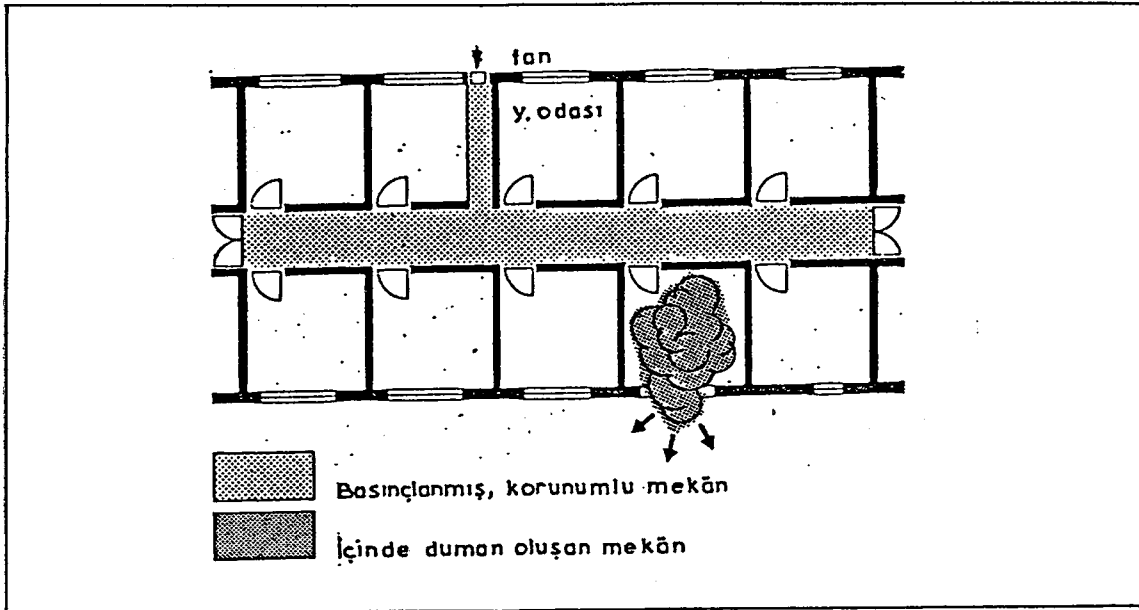
Büyük açıklıklı sanayi yapılarının çatılarında gerekli oranda hem ışık sağlayabilmek hem de yangını sınırlayabilmek için ergime noktası düşük, sabit, saydam plastik levhalar da kullanılabilir. Aşağıda yangın havalıklarından bazı örnekler görülmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 Yangın havalıkları

### Mekanik havalandırma

Duman ve sıcak gazların yayılabileceği koridor, merdiven yuvaları vb. yerlerde doğal havalandırmaya güvenilmediği zaman basınçlama (pressurisation) uygulanabilmektedir. Bu yöntemde örneğin korunumlu bir koridordaki hava basıncı yükseltilecek şekilde komşu hacimlerde oluşan dumanın dışarıya atılması sağlanmaktadır. Basınçlama yönteminin kaçış yollarında duman denetimi amacıyla kullanılması büyük yararlar sağlayabilmektedir (Şekil 5.8). Büyük açıklıklı sanayi yapılarında pek fazla kullanılma imkanları olmamaktadır.



Şekil 5.8 Mekanik havalandırma

## Aktif yangın korunumu

Mimari tasarım dışında, yangın oluşumunun algılanması ve söndürülmesine yönelik çalışmalar bütünüdür. Yangın algılama sistemleri, uyarı sistemleri ve söndürme sistemleri gibi sistemler, aktif yangın korunum türleridir. Bu sistemler ile ilgili teknolojik gelişmeler hızla sürdüğü için genel olarak irdeleneceklerdir.

Yangın algılama sistemleri şunlardır:

- İyonizasyon duman dedektörü :

Yangınların büyük bir çoğunluğunu oluşturan hidrokarbon yangınlarında ortaya çıkan küçük partiküllü siyah dumana en çabuk cevap veren, iyonizasyon tipi bir duman dedektörüdür. Algılayıcı olarak kullanılan çift-odacıklı iyonizasyon hücresi, dedektörün çevre sıcaklığı ve rutubet değişimlerinden etkilenmesini engellemekte ve bu nedenlerle dedektörün yalancı alarm verme olasılığını ortadan kaldırmaktadır.

- Optik duman dedektörü :

İyonizasyon duman dedektörlerinin daha geç cevap verdikleri, kalın partiküllü beyaz duman meydana getiren yangınlarda hızlı cevap verebilen optik algılama yöntemi kullanılmaktadır. Işık dağıtma esaslı bir optik algılama hücresi kullanılan dedektörler, duman algılamada duman spektrumuna en hızlı cevap verebilecek şekilde oluşturulabilmektedirler.

- Alev dedektörü :

Alev dedektörleri, yangın sırasında oluşan alevleri algılayarak uyarı sistemleridir.

- Isı dedektörü :

Ani sıcaklık artışlarını algılayabilecek şekilde tasarlanmışlardır. İki ayrı yarı iletken sıcaklık algılayıcısının çıkışlarını karşılaştırarak yangına çok hızlı bir şekilde cevap verebilmektedirler. Bu tür dedektörler, duman dedektörlerinin kullanılmasının uygun olmadığı ortamlarda en yaygın olarak kullanılan dedektör tipidir. Çok yavaş sıcaklık artışlarında da sıcaklık 60°C'ye ulaştığında alarm durumuna geçebilmektedirler.

- Mikroişlemci teknolojisine dayalı adreslenebilir yangın alarm sistemleri :

Bilgisayar teknolojisi kullanılarak çıkan yangının tam olarak yerini uyarı sistemleridir.

- Vesda (Very early smoke detection apparatus) : Büyük açıklıklı sanayi yapılarında kullanımı en uygun olan sistemdir. Diğer sistemlerden üstünlüğü, çok hassas olması, yangın

henüz başlangıç aşamasında iken dumanı algılayabilmeleridir.

Yangına müdahale genel olarak:

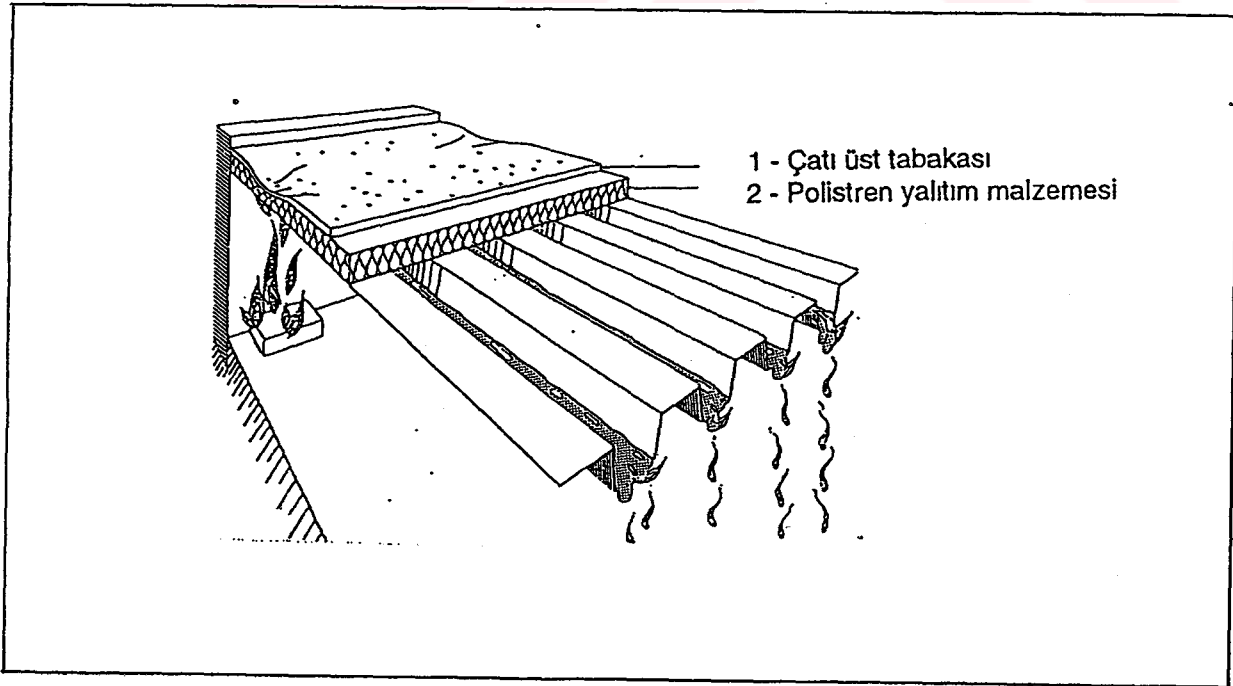
Portatif söndürücüler,

Yangın dolapları,

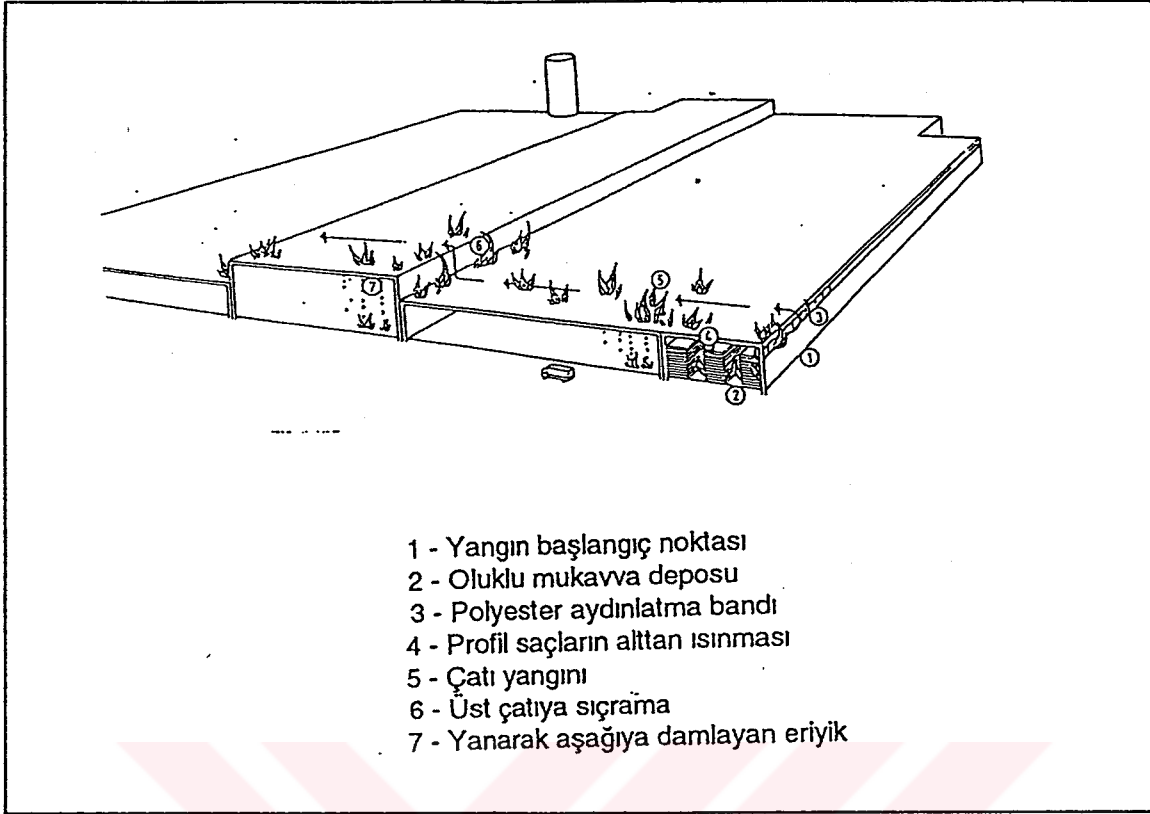
- Hidrantlar,
- İtfaiye araçları,

Otomatik sprinkler sistemi ile yapılmaktadır.

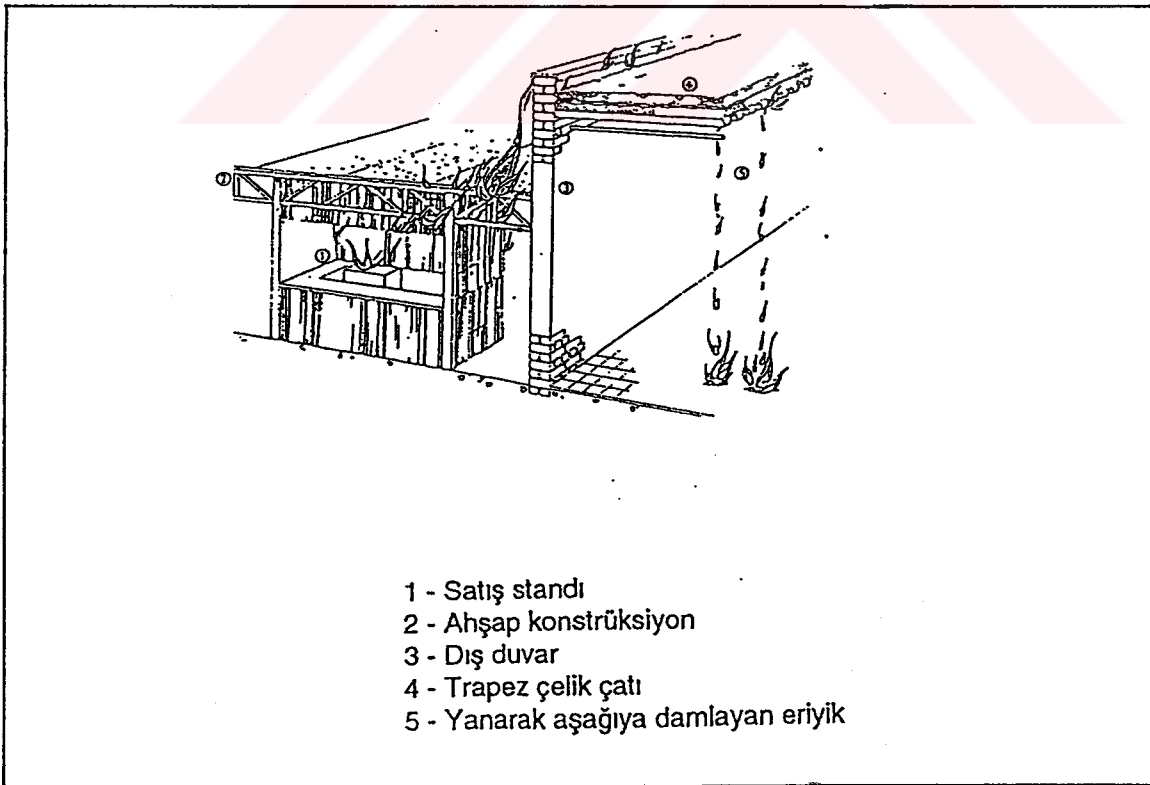
Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, son yıllarda, özellikle çatı ve cephe örtü malzemesi olarak metal trapez hafif inşaat tarzı kullanılmaktadır. Bu yapım tarzı çatıya az yük getirmesi, büyük açıklıklar ve daha az masrafı ifade etmektedir. Ancak bu tür çatı oluşumları yangından korunma açısından bazı problemleri de yaratmıştır. Bunların başında ısı yalıtımı amacıyla kullanılan poliüretan gibi maddeler gelmektedir. Şiddetli yanan ve zehirli gaz çıkaran bu malzemeler, yangını tüm çatı sathına süratle yaymakta, damlamalarla diğer bölümlerde yeni yangın merkezleri meydana getirerek, tüm binada yangının yayılmasını sağlamakta ve tüm sistemin çökmesine neden olup, yangına müdahale olanağını yok edebilmektedir (Şekil 5.9, Şekil 5.10 ve Şekil 5.11).



Şekil 5.9 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında metal trapez çatı panellerinde yangın etkisi



Şekil 5.10 Neuhausen – Almanya, sanayi yapısı



Şekil 5.11 Karlsruhe – Almanya, alışveriş merkezi

### 5.1.5 Aydınlatma

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının oluşumunda aydınlatma; üretim kalitesi, çalışanın konforu ve ekonomik açıdan oldukça önemli bir faktördür. Ülke ekonomisi açısından enerji tasarrufu, bu tür yapılarda çok önem taşımakta ve mümkün olduğunca gün ışığından doğal aydınlatma yöntemleri ile yararlanılmalıdır.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında aydınlıkla ilgili gereksinimler ve çözümlerini konu bakımından üçe ayrılabilir.

- 1 – Aydınlığın niceliğiyle ilgili gereksinimler
- 2 – Aydınlığın niteliğiyle ilgili gereksinimler
- 3 – Özel gereksinimler

#### 5.1.5.1 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Aydınlığın Niceliğiyle İlgili Gereksinimler ve Çözümler

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, yapılan işin niceliği, yani seçilmesi gereken ayrıntıların ufaklığı, bu ayrıntılar arasındaki ya da ayrıntılarla çevresi arasındaki yansıtıcılık farkları, çalışma hızı, çalışma süresi, konunun hareketli olup olmaması gibi faktörler, aydınlığın niceliği ile ilgili gereksinmeyi belirlemektedir (yukarıdaki veriler uygun birimlerle verildiğinde gerekli minimum aydınlık hesaplanabilmektedir).

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında aydınlığın yeterli olmayışı, hemen hemen bütün alanlarda, çalışma hızının düşmesi, hatalı imalatın artması (malzeme ve enerji israfının artması), iş hastalıkları ve iş kazalarının artması, kaliteli işçilerin kısa sürede yıpranması ve benzeri sonuçlarla, genel olarak, randımanın ve kalitenin düşüklüğünün önemli nedenlerinden birini teşkil etmektedir. Gereğinden fazla aydınlığın ise, nitelik bakımından, tekniğine uygun olmak şartıyla, aşırı yüksek değerlere ulaşılmadıkça, aydınlatma giderlerinin artmasından başka sakıncası olmamaktadır. Bu bakımdan aydınlığın niceliğiyle ilgili gereksinimler alt sınırlarla belirlenmektedir ve çizelgelerde, ya minimum değerler ya da minimum ve yeterli (iyi) olmak üzere her konu için iki değer verilmektedir.

Çeşitli sanayi kollarının değişik çalışma birimleri ve buradaki çeşitli çalışma şekilleri için gerekli minimum aydınlıklar hesaplanarak geniş çizelgeler düzenlenmiştir. Birbirinden farklı yüzlerce çalışma konusunu kapsayan bu çizelgelerin tezin sınırları içinde yer alması olanaksızdır. Aşağıdaki örnekler gerekli aydınlık düzeyleri bakımından bir fikir verilebilmektedir (Şekil 5.12), (Sirel, 1970).

<b><u>Döküm sanayi</u></b>	
Çekirdek ve kalıp yapımı.....	300 - 700 lüks
Mulajların dökümü ve ayrılması.....	200 - 400 lüks
Yoklama – kontrol.....	500 - 2000 lüks
<b><u>Kağıt sanayi</u></b>	
Öğütme, yoğurma, silindirleme.....	150 - 300 lüks
Kağıt makinesi (ıslak yan).....	300 - 600 lüks
Kağıt makinesi (kuru yan), kontrol.....	400 - 800 lüks
<b><u>Konfeksiyon (hazır giysi) sanayi</u></b>	
Kumaşların yoklanması ve kontrolü.....	1500 - 3000 lüks
Bıçme ve ütü .....	500 - 2000 lüks
Dikiş ve garnitür .....	750 - 3000 lüks
<b><u>Konserve sanayi</u></b>	
Firelerin ayrılması.....	200 - 400 lüks
Temizleme, yıkama.....	200 - 400 lüks
Renk ayırması (kesme mahalli).....	1000 - 2000 lüks
Kesme ve katı kısımların ayrılması.....	300 - 600 lüks
Kurutma .....	300 - 600 lüks
Dolu kutuların yoklanması (örnek alma).....	1000 - 2000 lüks
Kutular üzerinde çalışma, yoklama – kontrol.....	1000 - 2000 lüks
<b><u>Tekstil sanayi (dokumacılık)</u></b>	
balyaların açılması, karıştırma, ayırma.....	100 - 200 lüks
yoklama – kontrol.....	400 - 800 lüks
tarama, germe, çirileme, bükme, bobinleme.....	200 - 400 lüks
iplik haline sokma, beyaz.....	200 - 400 lüks
renkli.....	400 - 800 lüks
dokuma, beyaz.....	400 - 800 lüks
renkli.....	750 - 1500 lüks

Şekil 5.12 Farklı sanayi dallarında aydınlık düzeyi gereksinimleri

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının aydınlatma hesaplarında yararlanılacak maksimum gök ışığı değerini CIE (uluslar arası aydınlatma komisyonu ) açıkta ve yatayda, yani yarım küre büyüklüğünde bir gök parçasını gören yüzeyde 5.000 lüks aydınlık yapan değer olarak saptamıştır. Önünde göğü örten bir engel bulunmayan pencereler yatay iseler dörtte bir küre büyüklüğünde gök parçası görmektedirler. Eğik pencereler ve önünde engel bulunan pencereler özel durumlara göre hesaplanmaktadır. Bir penceren girebilecek gök ışığı o pencerenin gördüğü gök parçasıyla orantılıdır (güneş ışığı hesaba katılmadığı gibi, kaba bir hesap için yerden yansıyan ışık ta ihmal edilebilir). maksimum ışık yatay (ya da yataya yakın) bir çatı penceresinden girilebilir. Yerden yansıyan ışık ihmal edilirse ve göğü örten engeller yoksa, düşey pencereden girebilecek ışık, aynı büyüklükteki yatay pencereden girebilecek ışığın yarısı oranındadır (Sirel, 1970).

Bir hacmin içersindeki aydınlık yüzeyi, cam yüzey alanının döşeme yüzeyi alanına oranıyla, küçük değerler için, doğru orantılıdır. Yani, verilmiş bir hacim için cam yüzey alanı arttıkça, o hacimdeki aydınlık ta bu artışla doğru orantılı olarak artar. Bu doğru orantı 1 / 6 dan daha büyük değerler için bozulur ve aydınlık artması azalarak birim aydınlığın elde edilmesi gitgide daha pahalı hale gelmektedir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, çoğu kez yan duvardaki pencereler aydınlatma açısından bir değer taşımamakta ve çoğu zamanda hacmin fonksiyonu bakımından duvarlara pencere yapılmamaktadır, ya da yandan gelen ışık zararlı olabilmektedir. Büyük çoğunlukla çözüm tepeden aydınlatma şeklinde olmaktadır.

Bazı sanayi yapılarında hacmin yüksekliği fazla olabilmektedir. 8 – 10 metre yüksekliklere sık sık rastlanmakta, yükseklik 15 , 20 hatta 30 metreye çıkabilmektedir. Böyle yüksek hacimli sanayi yapılarında çoğu kez hava ve özellikle yüksek noktalar, toz ve buharla doludur. Bu durumlarda pencere ve yayınlık ışık veren aydınlatma araçlarından ışık veren aydınlatma araçlarından elde edilen ışık hemen difüzyona uğrar ve çalışma düzlemine inemez. Bu gibi durumlarda gündüz ışığıyla aydınlatmadan büsbütün vazgeçmek gerekebilmektedir. Bu durumlarda lamba ışığı ile yapay aydınlatma yapmak zorunlu olmaktadır.

Gündüz ışının nicelik bakımından yetersiz kalacağı her durumda, lamba ışığı ile aydınlatmada, ekonomik faktör büyük önem kazanmaktadır. Işık kaynaklarının doğru seçimi ve aydınlatma da araçlarının her özel duruma göre ciddi bir şekilde etüdü gerekmektedir. Yüksek aydınlıkların gerekli olduğu durumlarda, bu aydınlık, oldukça yakınlara yerleştirilmiş (örneğin, masaların, tezgahların bir, bir buçuk metre yukarısına kadar sarkıtılmış) aydınlatma araçlarıyla sağlanmalı ve bölgesel aydınlatma hesapları yapılmalı, ya da bu olanağın olmadığı

durumlarda, geometri ve gereç bakımında özel olarak etüd edilmiş araçlar kullanılarak ışık ve enerji israfı önlenmelidir. Hava ortamı tozlu yüksek hacimlerde, ışık kaynaklarının yükseğe yerleştirilmesi zorunlu durumlarda, dar huzmeli aydınlatma araçları kullanılmaktadır.

Bu kurallara uyulmadığı takdirde gerekli aydınlığı elde etmek için, çoğu zaman, gerekli olandan 15, 20 kat fazla enerji harcamaları, ya da gerekli aydınlığın elde edilemeysiyle doğacak dolaylı zararlar kaçınılmaz olmaktadır (Sirel, 1970).

Nitelik bakımından sakıncalı olmamak şartıyla, yeterli olduğu durumlarda gündüz ışığı kullanılmalı, yeterli olmadığı durumlarda gündüz ışığı hesapları yapılarak lamba ışığıyla yapılacak genel aydınlatmaya katkısı bulunmaktadır ve bu katkı oranı dikkate alınacak büyüklükteyse, lamba ışığı, gündüz ve akşam olmak üzere iki kademeli olarak düşünülmektedir. Yüksek aydınlık düzeyleri gerektiren işler ve her türlü özel durum için mutlaka ciddi aydınlatma etüdüleri yapılmaktadır. Tozlu ve buharlı iş yerlerinde gündüz ışığıyla aydınlatma konusunda çok daha dikkatli olunmaktadır. Kirlenen cam yüzeylerin randımanı çok büyük oranda azalmaktadır. Geniş cam yüzeylerin temizlenmesi ise ufak aydınlatma araçlarının temizlenmesinden çok daha zor olabilmektedir.

#### **5.1.5.2 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Aydınlığın Niteliğiyle İlgili Gereksinimler ve Çözümler**

Nitelikle ilgili gereksinimlerin büyük açıklıklı sanayi yapılarındaki çeşitliliği oldukça fazladır. Gıda sanayi, otomotiv sanayi, boya sanayi, cam sanayi, dokuma sanayi, kimya sanayi ve daha bir sürü önemli sanayi kolu ve bunların bölümlerinden her biri için en uygun nitelikteki aydınlığı bulunması büyük önem taşımaktadır. Yapılacak aydınlatma etüdüleri ve alınacak çoğu kez basit önlemler ve doğru seçimlerle bir ülkenin toplam sanayi giderlerinde, hissedilir bir azalmanın olduğu yapılan çalışmalar sonucu tespit edilmiştir.

Bazı genel kurallar şöyledir :

Parlak aletlerle çalışan atölyeler, parlak boya yapılan yerler (otomobil boyası gibi), ve imalatın ya da çok parlak olduğu bütün sanayi kollarında, konunun parlaklığı nedenli fazlasıyla o oranda yaynık ışık veren aydınlatma araçları kullanılmaktadır. Bu gibi yerlerin iç yüzeylerinde fazla koyuluk farkı bulunmalıdır, bütün iç yüzeylerin (duvar, tavan ve varsa başka yüzeyler) birbirinden az açık renklerde oluşturulmaları gerekmektedir. Nicelik bakımından yeterli ise gündüz ışığı ile aydınlatma yapılabilir, buzlu cam ya da benzeri gereçlerle tepe ışığı çözümüne gidilebilmektedir. Gündüz ışığı ile aydınlatmak olanaksızsa, çatı örtüsünün alt yüzeyi, beyaza boyanarak dolaylı ya da yarı dolaylı aydınlatma sistemleri

seçilebilmektedir, bu da olanaksızsa, geniş yüzeyli reflektörler için de flüoresan lambalarla aydınlatma yapılabilir.

Çalışma konusunun röliyepli yani girintili çıkıntılı olduğu ve bu röliyeplin görülmesi gereken bütün sanayi kollarında yaygın ışığın yanı sıra, eğimi, röliyeflerin özelliklerine göre seçilecek doğrultulu ışık kullanılmaktadır. Doğrultu ışık, akkor lambalar gibi, noktasal sayılabilecek ışık kaynaklarının çıplak kullanılmasıyla, ve çok daha iyi olarak özel reflektörler içinde kullanılmasıyla elde edilmektedir. Bu durumlarda gündüz ışığı – lamba ışığı karışımından yararlanılabilmektedir.

Rengin önemli olduğu çalışma yerlerinde (gıda sanayii, boya sanayiinin bazı bölümleri vb.), özel tayflı lambalar ya da belirli oranda akkor – flüorişl karışımları kullanılmaktadır (Sirel, 1970).

### **3 – Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Özel Gereksinimler ve Çözümler**

Sanayi kollarının bazı bölümlerinde aydınlatmayla ilgili özel gereksinimler olabilmektedir. Çok ince mekanik işler, bazı özel kaynak işleri, bazı özel laboratuvar deneyleri, çeşitli kalite kontrol ve kusur yakalama işleri bunlarla ilgili örneklerdir. Bu türden özel gereksinimlerin her biri özel aydınlatma etüdü gerekmektedir. Bu gibi aydınlatmanın hemen hiç birinde gündüz ışığından yararlanma olanağı yoktur. Çünkü gerekli nitelik ve niceliğin büyük bir duyarlılık ve kesinlikle saptanması ve sağlanması gerekmektedir. Bu ise ancak nitelik ve niceliğini kontrol altında tutabileceğimiz ve ayarlayabileceğimiz lamba ışığıyla mümkün olabilmektedir (Sirel, 1970).

Sonuç olarak büyük açıklıklı sanayi yapılarında, yapı içi doğal ve yapay aydınlatma nicelik ve nitelikleri gereksinimleri, yapısal oluşum sürecinde, yapıyı oluşturan bileşenlerin seçiminde önemli faktörlerdir. Ayrıca doğal aydınlatma için yapının çatı örtüsü oluşumunda farklı yapım sistemleri uygulanabilmektedir (şed, uzay kafes, çatı fenerleri vb.)

### 5.1.6 Konfor

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında konfor; yapı içinde çalışanların ve üretim sistemini oluşturan tüm mekanik ve elektronik araç, gereç, ekipman ve otomasyon sistemlerinin, en verimli değerlerde çalışabilmesi için gerekli, optimum fiziksel ve psikolojik koşullardır. Konfor değerleri, büyük açıklıklı sanayi yapılarının oluşumunda, kararı (seçimi) etkileyen faktörlerdendir.

İş verimliliği ve iş güvenliği açısından da konforun sağlanması, fiziksel çevrenin sağlıklı bir düzeye getirilmesi için yapım sistemi üzerinde etüd yapılarak çözüm aranması gerekmektedir. Bu yararlılıkları sağlayabilmesi için de, yapım sisteminin esnek bir niteliğe sahip olması gerekmektedir.

#### 5.1.6.1 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Termal Konfor

Büyük açıklıklı sanayi yapısını oluşturan hacim içerisinde, üretim eylemi yapmakta olan insan ve makine sistemlerinin, iklimsel konforu, iç çevre iklimini oluşturan; iç hava sıcaklığı, iç hava nemliği, iç hava hızı ve ortalama ışımsal sıcaklık gibi etkenlere bağlı olmaktadır. Bedensel ve zihinsel performansın, istenen düzeyde gerçekleşmesi, söz konusu iklim elemanlarının sahip oldukları değerlerle doğrudan ilişkilidir. Bu koşulların, makinelerin çalışabilmeleri içinde bazı değerlerde olmaları gerekmektedir. Bu elemanların, insanla ilişkili diğer etkenlere bağlı olarak, iklimsel konforu gerçekleştiren değerleri, iklimsel konfor koşulları olarak nitelenebilmektedir (Timoçin, 2001).

Hacim içersinde iklimsel konforu belirleyen en etkin iklim elemanı iç hava sıcaklığıdır. Bunun yanı sıra insanla çevresi arasındaki ışımla, ısı alış-veriş miktarını belirleyen çevre yüzeylerin sıcaklıkları da önemli bir etken olmaktadır. Yılın hangi döneminde olursa olsun, bir hacim içersindeki insanın iklimsel konforda olabilmesi için, içe bağlı nemlilik ve hava hareketi hızı, belirli sınırlar arasında kalmak koşuluyla, belirli bir iç hava sıcaklığının gerçekleştirilmiş olması zorunlu olmaktadır (Timoçin, 2001).

Hacim içersindeki iklimsel konfor koşullarının oluşumunda rol oynayan etkenler, iklimsel çevre etkenleri ve yapma çevre değişkenleri olarak iki grupta ele alınabilmektedir .

İklimsel çevre etkenleri; bina dışı çevrenin iklimini oluşturan iklim elemanları güneş ışınlamı, dış hava nemliliği ve rüzgar olarak sayılabilmektedir.

Yılın belirli dönemlerinde, hacim içersinde iklimsel konforun gerçekleştirilmesi için ek yapma enerji sistemlerine gereksinme duyulmaktadır. Enerji korunumu açısından bu

sistemlerin yükünün en aza indirilmesi, dış iklimsel etkenlerin etkilerini iç çevreye aktarmada rol oynayan ve dolayısıyla iç çevrenin iklimsel koşullarını belirleyen, yapısal etkenlerin, diğer bir deyişle yapma çevre değişkenlerinin optimum değerlere sahip olacak şekilde yapım sistemini oluşturan yapı bileşenlerinin analizi ve seçimi ile olanaklı olmaktadır. Bir hacim içersinde iklimsel konforu etkileyen en önemli iç iklim elemanlarının - iç hava sıcaklığı ve güneş ışıını etkisinin - iç çevreye aktarılmasında, diğer bir deyişle hacmin kazandığı veya yitirdiği ısı miktarının hesaplanmasında rol oynayan yapma çevre değişkenlerinin alacakları değerler, iklimsel konforun gerçekleştirilmesinde ve herhangi bir ek yapma enerji sisteminin varlığı durumunda ise, harcanarak enerji miktarının belirlenmesinde etkili olacaklardır. Hacim içersinde, gerek iklimsel konfor ve gerekse iklimsel konforu sağlamak için harcanacak yapma enerji miktarını belirlemede etkili olan, yapım sistemi yapma çevre değişkenleri, aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Timoçin, 2001) ;

- Cephe ve çatı panel bileşenlerinin, ısı ve nem geçişine ilişkin fiziksel özellikleri
  - Toplam ısı geçirme katsayısı,
  - Güneş ışıınına karşı geçirgenliği, yutuculuğu ve yansıtıcılığı,
  - Zaman geciktirmesi,
  - Genlik küçültme faktörleri'dir.

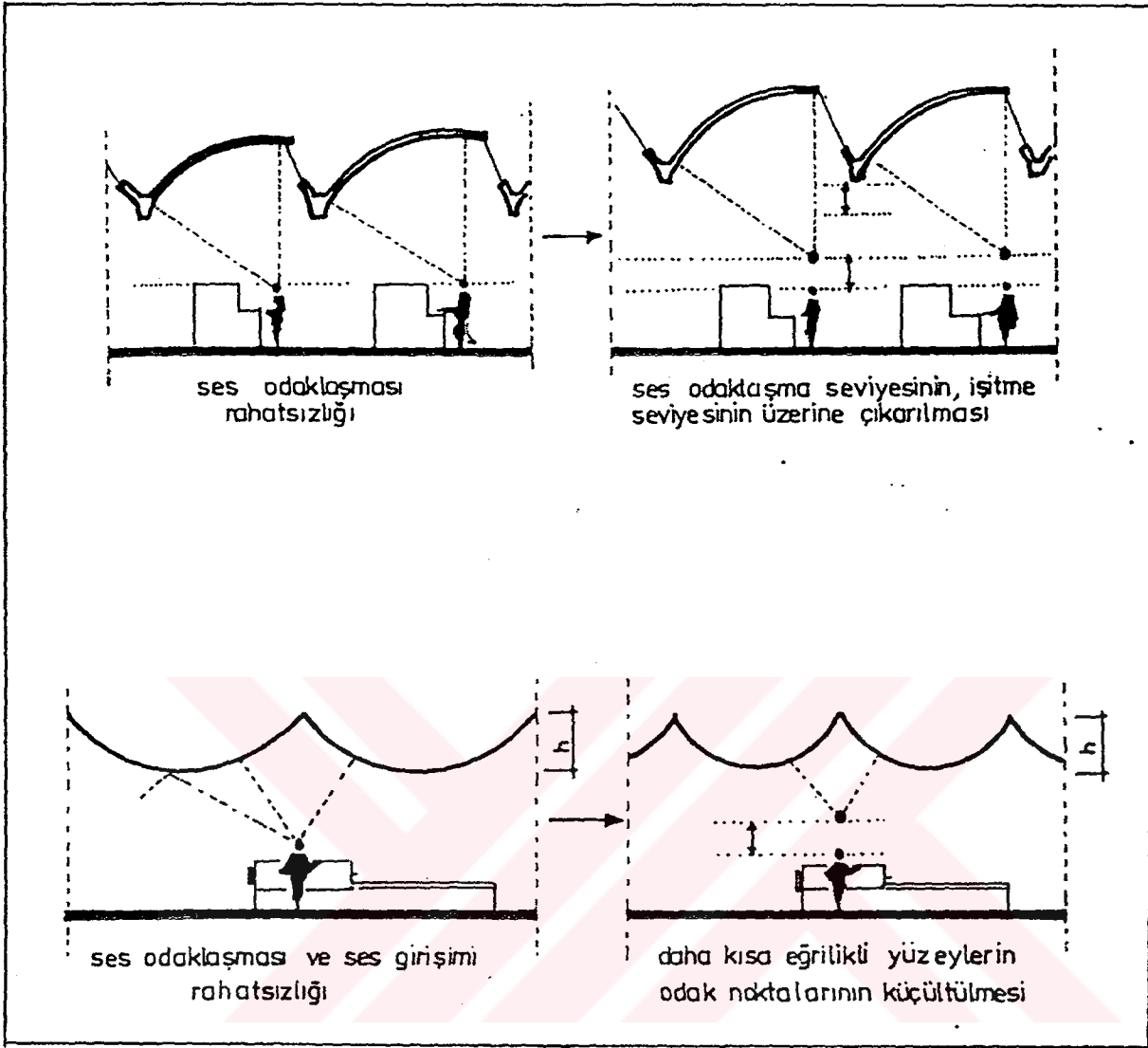
Bu değişkenler, yapım sisteminin, cephe ve çatı alt bileşenleri aracılığı ile kazandığı veya yitirdiği ısı miktarı üzerinde, doğrudan etkili olan yapma çevre değişkenleridirler ve yapım sistemi analizi ve seçiminde oldukça önemli faktörlerdir.

#### 5.1.6.2 Büyük Açıklıklı Sanayi Yapılarında Gürültü Kontrolü

Büyük açıklıklı bir sanayi yapısı içinde ne kadar gürültü olabileceği, tasarım aşamasında belirlenmesi gereken bir konudur. Limitleri aşan (80 – 90 db' den fazla) ortamlarda çeşitli önlemler alınmaktadır.

'Büyük bir olasılıkla gürültü kaynaklarının olacağı sanayi yapılarında, özellikle sesi odaklaştıracak ve ölü noktalar oluşturacak eğrisel yüzeyli yapım sistemlerinin seçimi uygun olmamakta veya özel önlemler alınarak sesin rahatsız edici etkisinden uzaklaştıracak çözümler aranmaktadır' (Özal, 1986).

Şekil 5.13' da eğrisel yüzeyli bir taşıyıcı sistemde, ses odak noktasının, insan işitmesini etkileyemeyeceği, belirli bir yükseklik düzlemine çıkarılmasının, çözüm olabileceği görülmektedir (Özal, 1986).



Şekil 5.13 Gürültünün azaltılması

Ses odaklaşmasındaki rahatsız edici olumsuz etkilerin, eğrisel yüzeyli yapım sistemlerinde (kabuklar) oluşabileceği gibi, eğrisel biçimlenmiş diğer taşıyıcı sistemlerde de oluşma olasılığı bulunmaktadır.

## 5.2 Yapıma İlişkin Faktörler

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, büyük alanları örten, genişleyebilme özelliklerine sahip, hafif, hızlı yapılan, ağır çalışma şartlarına dayanımlı, maliyeti yüksek yapılardır. Yapıma ilişkin faktörler, bu yapıda kullanılan yapım sistemleri seçimini sınırlamakta ve seçenekleri azaltmaktadır. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yapısal oluşumu etkileyen yapısal faktörler şu başlıklar altında toplanabilmektedir :

- Yapım maliyeti,
- Yapım hızı (seri üretim),
- Sağlamlık ve uzun ömürlülük,
- Bakım ve onarım (yöntem ve maliyetleri),
- Sistemi oluşturan bileşenlerde az çeşitlilik,
- Sistemi oluşturan bileşenlerde birkaç işlev üstlenebilirlik,
- Taşımacılık şartlarına ve istiflemeye bağlı boyutsal faktörler.

### 5.2.1 Yapım Maliyeti

Planlama ilkelerinde etkili olan ekonomik etmenler, yapı bütününde olduğu kadar, yapısal oluşumda da yapım maliyetleri olarak en önemli faktörlerden birisidir ve yapısal oluşum sürecinde sınırlandırmalar ve yönlendirmeler getirmektedir. Maliyetler ve amaç arasındaki bu dengenin kurulabilmesi için analizlerin geniş kapsamlı yapılması gerekmektedir. Bu analizlerin tek bir boyutta ele alınması, geri dönülmesi çok zor, çözüm maliyetleri çok yüksek hatta imkansız sorunlar yaratabilmektedir (Özal, 1986).

Maliyet analizleri;

- Yapım sisteminin üretim aşamasında,
- Yapım sürecinde,
- Kullanım sürecinde, yapılacak gerçekçi etütler ile oluşturulabilmektedir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının amortisman sürelerinin, makine gibi üretim sistemi donanım yatırımlarından daha uzun olması sebebiyle yapısal oluşum sürecinin önemi artmaktadır. Bir sanayi üretim tesisinin, ilk fizibilite ve planlama çalışmalarının başladığı andan üretime geçeceği ana kadar geçen zaman, büyük bir ekonomik değere sahiptir. Yapım

ve donanım için büyük finans kaynakları kullanılmakta ve daha yapıma başlanmadan üretilecek mallar ile ilgili bazen birkaç yılı kapsayan siparişler alınabilmektedir. Görülmektedir ki zamanın çok büyük bir ekonomik değer taşıdığı bu süreçte, üretimi, ulaştırılmaları ve montajları hızlı olan yapım sistemleri, büyük açıklıklı sanayi yapılarının üretiminde, yapım maliyetleri açısından etüt edilen faktörlerdir. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, bakım - onarım kolaylığı ve gelecekteki olası büyümelere imkan verebilecek yapısal oluşum çözümleri ve seçimleri de, ekonomik sürekliliğin sağlanabilmesi için önemli faktörlerdir.

Bu tür yapılarda, minimum harcama ile maksimum fayda sağlamak amacına yönelik yapısal bir oluşuma yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Yapımla ilişkili olan masrafları minimum seviyede tutma çabası üretime yönelik, yani tesisin işlevine, üretim sistemini oluşturacak donanımlara, daha fazla yatırım yapılmasına olanak sağlayabilmektedir. Diğer yandan, yapı ile ilgili gerekli yapısal nitelikler sağlanamadığı durumlarda ise geri dönüşü çok zor, çok pahalı bazen imkansız zararlar ortaya çıkabilmektedir. Bu bağlamda ilk yatırım maliyeti ile bakım masrafları arasındaki orantılı ilişki sebebiyle uygun koşullar gerçekleşmemiş yapı, ekonomik açıdan ileride büyük kayıplara sebep olabilmektedir (Çamoğlu, 2001).

Görülmektedir ki yapısal oluşum sürecinde, çok iyi analiz edilmesi, çözülmesi ve oluşturulması gereken ekonomik bir denge söz konusudur.

### 5.2.2 Yapım Hızı

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumunda, sistemle ilgili analiz edilmesi gereken ve kararda etkili olan diğer bir yapısal faktör de yapım hızıdır.

Büyük açıklıklı bir sanayi yapısının yapısal oluşum süreci, zamanın çok büyük bir ekonomik değer taşıdığı bir süreçtir. Yapının kendisini, ekonomik sınırlar içinde amortise edebilmesi için, yapıyı oluşturacak tüm yapı öğelerinin ve onların bileşenlerinin, belirlenmiş süreler içinde, imalatının, ulaşımının ve montajlarının tamamlanması gerekmektedir.

Genel olarak büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapım sistemleri, yapımın hızlı olması gereği ile, prefabrik (ön üretim) yapı bileşenleri ile oluşturulmaktadır. Özellikle taşıyıcı sistem bileşenleri, büyük alanlar kaplayan cephe ve çatı örtü bileşenleri, önceden fabrikalarda veya atölyelerde, istenilen sürelerde ve kalitede üretilmekte, çeşitli ulaşım yolları ile (kara, deniz, tren ve hava) şantiyeye ulaştırılmakta ve montajları yapılmaktadır. Ön üretim, nakliyeler ve şantiyede montaj süreçlerinin her birinin hızı, yapım hızını etkilemektedir ve çok iyi organize edilmesi gereken süreçlerdir.

Prefabrik yapım sistemleri içinden de seçim aşamasında, yapım hızı faktörü etkili olmaktadır. Örneğin taşıyıcı sistem açısından, ön üretim betonarme bileşenler, ön üretim çelik bileşenlere oranla daha uzun sürelerde üretilmekte, daha zor nakledilmektedirler. Montaj aşamasında ise çelik bileşenlerin montajı, bazı durumlarda daha uzun sürebilmektedir. Yapım hızı, özellikle büyük açıklıklı sanayi yapılarının cephe ve çatı örtüsü oluşumunda, bu yapı öğelerinin oldukça fazla alanlar kaplamalarından dolayı, önemli bir faktör olmaktadır.

### 5.2.3 Sağlık ve Uzun Ömürlülük

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, ağır çalışma şartlarına dayanımlı olmaları gereken, yapım maliyeti yüksek yapılardır. Bu açıdan, yapısal oluşum sürecinde değerlendirilmesi gereken başka bir faktör de yapıyı oluşturan bileşenlerin ve yapı bütününe, tesisin işlevinden kaynaklanabilen ağır çalışma şartlarının oluşturduğu olumsuz etkiler karşısında sağlam ve uzun ömürlü kalabilmesidir. Çalışma şartlarından ve çevresel verilerden kaynaklanabilecek ve yapıyı oluşturan bileşenleri olumsuz bir şekilde etkileyebilecek faktörler arasında şunlar sayılabilmektedir ;

- Kimyasal gazlar ve sıvılar,
- Farklı ısı değişimleri,
- Ağır araç kullanımı ve titreşim,
- Çarpma,
- Yangın,
- İklimsel faktörler (su, su buharı, don, rüzgar)
- Deprem.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının, yapısal oluşum sürecinde, sayılan bu olumsuz faktörlere karşı sağlık ve uzun ömürlülük değerleri, kararı etkilemektedir.

### 5.2.4 Bakım ve Onarım (Yöntem ve Maliyetleri)

Sanayi yapıları, birer üretim merkezleri olmaları ve çoğu türünde, günün 24 saati çalışabilmeleri gereken, ülke ekonomisinin ateşleyici unsurlarıdır. Ağır çalışma şartları altında kısa sürelerde eskiyelebilen bu yapılarda bakım ve onarım uygulamaları oldukça önemli ve organizasyonel çalışmalar olmak zorundadırlar.

'Bakım; genel anlamı ile yapıların yararlılık ömürlerini arttıracak ve bu ortamları belirli standartlarda tutacak eylemler bütünüdür ve her yapının bakıma ve onarımlara ihtiyacı vardır. Bir yapıda bakım ve onarımın hiç yapılmaması, zamanında yapılmaması ya da yanlış ve bilinçsiz (sistemsiz) yapılması o yapının olması gerekenden daha çabuk ve hızlı yıpranmasına, kullanılamaz hale gelmesine ve de büyük tadilat masraflarına yol açmasına sebep olabilmektedir' (Avlar, 2000).

'Büyük açıklıklı sanayi yapılarında bu istenmeyen değişimlere ve eskimelere hemen müdahale edilmeli ve bu aksaklıklar büyümeden ve daha da büyük sorunlara sebep olmadan giderilmelidir. Bu müdahale zamanında ve bilinçli bir şekilde yapılmalıdır. Bunun içinde bir sisteme ve sistemi işleten bir ekibe ihtiyaç vardır. Bu sisteme bakım ve onarım, ekibe de bakım ve onarım ekibi denmektedir' (Avlar, 2000).

Yapısal eskime ve bozulmanın, hızlı ve çok sık olduğu büyük açıklıklı sanayi yapılarının; işletme niteliğine, büyüklüklerine, kullanılan ağır üretim sistemleri, araçlar ve vinçlerin etkilerine, kullanıcı sayısı ve niteliğine, kullanım sürelerine, iç ve dış fiziksel koşullara göre bakım ve onarım sistemleri değişebilmektedir.

Son yıllarda ekonomik sıkıntıların yaşandığı ülkemizde, maliyetleri minimumda tutmak ve ekonomik olmak için, sanayi yapılarının, doğru bakım ve onarım sistem ve organizasyonları ile kullanım performanslarının artırılması ve yapıların işletme maliyetlerinin optimum seviyelerde tutulması gerekmektedir. Bunu sağlamak için yapılması gereken önemli konulardan birisi de yapısal oluşum aşamasında, yapının kullanım sürecinde, bakım ve onarım gereksinimlerini ve maliyetlerini minimumda tutabilecek, yapının işlevlerinin ve çevresinin oluşturduğu tüm olumsuz etkilere karşı uygun, yapısal ürünlerin tespit edilmesi ve uygulanmasıdır.

### **5.2.5 Sistemi Oluşturan Bileşenlerde Az Çeşitlilik**

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının oluşumunda etkili olan başka bir faktör de sistemi oluşturan yapı bileşenlerinde az çeşitliliğidir.

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, mimarlık ve mühendislik açısından, yapım sistemlerini zorlayan, karmaşık ve ağır yapılardır ve genel olarak fabrikalarda prefabrik üretilmiş, bitmiş bileşenlerin, şantiyede montajı ile oluşturulmaktadır. Bu yapılar, üretim sistemlerinin gereksinimlerine göre çok farklı boyutlarda ve özelliklerde olabilmektedirler. Bu sebeple yapı bileşenleri, atölyelerde ve fabrikalarda, sırf bu yapılar için hazırlanan özel kalıplar ile özel sistemler ile üretilebilmektedirler. Bu sebeple, üretim maliyetlerinin minimum olabilmesi için üretilecek bileşenlerde, çeşidin az olması önemli bir etkidir.

Yapım hızının ekonomik açıdan çok önemli olduğu bu yapıların, yapım sistemlerini oluşturan bileşenlerin yerinde montajı da kısa sürede ve minimum işçilik hataları ile tamamlanmalıdır. Bunun sağlanabilmesi açısından da, yapıyı oluşturan bileşenlerde az çeşitlilik önemli bir faktördür. Yapısal oluşum sürecinde, bu özelliğe sahip yapım sistemlerinin tercih edildiği, tez kapsamında yapılan sanayi yapıları analizlerinde tespit edilmiştir.

### 5.2.6 Sistemi Oluşturan Bileşenlerde Birkaç İşlev Üstlenebilirlik

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumunda etkili olan benzer başka bir faktör de yapıyı oluşturan yapı bileşenlerinin birkaç işlev üstlenebilmesidir. Bu özellik, yapım maliyetlerini minimumda tutabilmek açısından oldukça önemlidir.

Örnek olarak şunlar sayılabilmektedir :

- Taşıyıcı sistemi oluşturan bileşenlerin, cephe ve çatı panellerinin birleşim, mesnet ve taşıyıcı iskelet ihtiyaçlarını da karşılayabilmesi,
- Çatı panellerinin, örtü özelliği yanında doğal aydınlatma sağlayabilmeleri,
- Çatı konstrüksiyonunun, tesisat, elektrik vb. kanallarını bünyelerinde taşıyabilmesi,
- İç düşey ve yatay bölücü duvarların, yangın korunumu sağlayabilmeleri (kompartmantasyon).

### 5.3 Çevresel Faktörler

Sistematik bir yaklaşım içinde ele alındığında ve “birbiri ile ilişkili bir açık sistemler topluluğu düşünüldüğünde bu sistemlerden birisi için diğerleri çevre oluştururlar” şeklinde kabul edildiğinde; insan ve toplum dışındaki sisteminin tümüne çevre sistemi denilebilmektedir (Yürekli, 1980).

Genel anlamda ele alınacak olursa insanları ve yapıları etkileyen çevreye fiziksel çevre denilebilmektedir. Fiziksel çevre ; iklim, yer şekilleri, topoğrafya gibi insan dışında şekillenmiş oluşumların yer aldığı koşullardır. Fiziksel çevrenin verileri ile büyük açıklıklı sanayi yapılarının yerleşimleri, konumlarının belirlenmesi ve yapısal tercihlerin yapılması sağlanmaktadır. ‘Yapısal oluşum aşamasında önemli bir kriter olan fiziksel çevre verileri; özellikle büyük açıklıklı sanayi yapılarında, arazinin topoğrafik yapısı, iklimsel koşullar, ve zeminin yapısı, jeolojik olarak ele alınmakta ve tasarım aşamasında etkin olmaktadır’ (Yürekli, 1980).

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, yapısal oluşumu etkileyen çevresel faktörler şunlardır:

- Topoğrafik durum,
- Zemin özellikleri,
- İklim şartları
- Deprem
- Görsel etki (prestij).

### 5.3.1 Topoğrafik Durum

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının konumlandırılacağı yerin topoğrafik özellikleri, yapısal oluşumu etkileyen faktörlerden birisidir. Arazinin eğimi ve yakın çevresinde yer alan su oluşumlarının (dere, nehir, kaynak, göl, deniz v.b) mevsimlere göre davranışları (debileri), tasarım ve yapım aşamasında, analizleri yapılması gereken konulardır.

Arazinin eğimi, yapı içinde farklı kotların kullanımına ve döşeme oluşumlarına olanak vererek, yapısal oluşuma da etki etmektedir. Ayrıca yapı içinde düşey bir sirkülasyon oluşmakta, merdivenler, asansörler ve kaldıraçlar taşıyıcı sistem bileşenleri üzerinde farklı statik ve dinamik etkilere sebep olmaktadır. Yapı çevresinde, zemin sularının yapıya zarar vermemesi için çeşitli önlemler (drenaj kanalları, açık ve kapalı hendekler) alınması gerekmektedir. Yapının kot farkından dolayı, toprak altında kalan gövdesinin, su geçirimsizliği sağlayacak yapım sistemleri ( yerinde dökme b.a perdeler v.b) ile yapılması ve daha sonra da çeşitli izolasyon yöntemleri ile su geçirimsizliğin sağlanması gerekmektedir.

Büyük açıklıklı sanayi yapıları için genel olarak düz yada az eğimli araziler tercih edilmektedir. Bunun başlıca sebepleri ;

- Disiplinler arası çalışmalar eşliğinde, karmaşık ve zor yapım sistemleri ile üretilen bu yapılarda, farklı döşeme kotlarının oluşturacağı düşey etkilerin çözümünün, zaman ve maliyetler açısından ekonomik olmaması,
- Özellikle ağır sanayi kuruluşlarında, ağır makine, ekipman ve vinç kullanımının yaratacağı hareketli yüklerin ve titreşimlerin oluşturacağı yüklerin, tek katlı (zemine oturan) yapıların yapılmasını daha uygun kılması,
- Sanayi kuruluşunun kullandığı hammaddelerin ve oluşan ürünlerin yapıya ulaşımı, girişi, yapı içi hareketi, yüklenmeleri, çıkışları ve nakilleri ile ilgili sorunların, farklı kotlardaki arazi

ve çok katlı yapılar içinde zorlanmaları ve hatta imkansız hale gelmeleri' dir.

### 5.3.2 Zemin Özellikleri

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının, üzerine inşa edileceği zeminin nitelikleri, temel sisteminin ve taşıyıcı sistemin kararını etkileyebilen bir faktördür. Zeminler farklı kimyasal bileşimlere ve fiziksel özelliklere sahip yer parçalarıdır. Yapının ayakta durmasının ilk şartı, tasarıma başlanmadan önce zeminin cinsi ile ilgili incelemelerin ve saptamaların yapılması gerekliliğidir.

Büyük açıklıklı sanayi yapıları, çok geniş bir zemin yüzeyi üzerine oturmaktadırlar. Yapının büyük, ağır, rijit kütlesi, yapı içindeki ağır makine, vinç, ekipman ve araç hareket ve titreşimleri, yatay ve düşey yükler, temel sistemi tarafından zemine aktarılmaktadır. Bu tür yapılarda temel sistemi olarak yüzeysel radye temel yapımı, ekonomik olarak oldukça pahalıdır. Bu sebeple yapının üzerine oturduğu zeminin uygun bir sağlamlıkta ve homojenlikte olması gerekmektedir. Bunun için de uygun olmayan zeminlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Arazide zemin özelliklerinin proje kriterlerini sağlamadığı hallerde zemin mühendisinin yapacağı ilk çalışma, değişik yöntemler ile zemini ıslah ederek öngörülen kriterlere ulaşabilmektir. 'Zemin iyileştirilmesinde temel ilke, zemin içerisindeki mevcut boşlukların mekanik araçlarla azaltılması, zemin boşluklarının çeşitli bileşimdeki karışımlarla doldurulması, yer altı su seviyesinin düşürülmesi veya zeminin su içeriğinin azaltılması yada çeşitli elemanların kullanılması ile mevcut zeminin güçlendirilmesidir' (Hausmann, 1990).

Zemin iyileştirme yöntemleri üç ana gruba ayrılmaktadır :

1. Zemini geçici olarak iyileştirme teknikleri;

Yer altı su seviyesinin düşürülmesi, ısı işlemler (zemin dondurulması) ve elektro-osmoz bu tür tekniklerdir.

2. Herhangi bir madde katmadan zemini kalıcı olarak iyileştirme teknikleri;

Yüzey kompaksiyonu, patlama ile sıkıştırma, vibro-kompaksiyon ve dinamik konsolidasyon bu tür tekniklerdir.

3. Çeşitli maddeler katarak zemini kalıcı olarak iyileştirme teknikleri;

Kireç, çimento, bitüm gibi katkı maddeleri ile zeminin üniform bir şekilde karıştırılması, kireç kazıkları, zeminin değiştirilmesi, ön yükleme ile birlikte dikey drenlerin kullanılması, enjeksiyon ve geotekstiller ile stabilizasyon bu tür tekniklerdir (İncecik, 1999).

Çeşitli zeminlerde uygulanabilen değişik iyileştirme yöntemleri Şekil 5.14' te belirtilmektedir (İncecik, 1999).

YÖNTEMLER	ÇAKIL	KUM	ŞİST	KİL
Vibro kompaksiyon				
Patlamayla sıkıştırma				
Kompaksiyon kazıklar				
Bitümlle stabilizasyon				
Daneli enjeksiyon				
Çimento stabilizasyonu				
Kimyasal enjeksiyon				
Kompaksiyon enjeksiyonu				
Kireçle stabilizasyon				
Ön yükleme				
Dinamik konsolidasyon				
Elektro-osmoz				
Donatılı zemin				
Islı işlemler				
Zemin yer değiştirilmesi				
Islatma				

Şekil 5.14 Çeşitli zeminlerde uygulanabilen değişik ıslah yöntemleri, (İncecik, 1999).

Büyük açıklıklı sanayi yapısının oturacağı zeminin iyileştirilmesi için bu yöntemlerden biri yada birkaçı uygulanabilmektedir ve genel olarak şu işlemler izlenmektedir :

- Çürük nebati zemin katmanının sıyrılıp kaldırılması,
- Taş, çakıl, kum ve stabilize gibi mukavemetli malzemeler ile dolgu yapıp vibrasyonlu yöntemlerde sıkıştırılması,
- Donatılı kazıkların çakılması vb.
- Gerekirse kimyasal enjeksiyon yapılması

Kimyasal enjeksiyon olarak günümüzde en sık kullanılan yöntem jet – grouting yöntemidir. ‘Bu yöntemle zeminin içine, doğrudan doğruya çok yüksek basınçla (en az 300 barlık)

enjekte edilen stabilite malzeme ile (genellikle su – çimento karışımı), yüksek basınç ve basit çimento şerbeti enenjeksiyonu ile her türlü zemin ıslah edilebilmektedir (Melegari, 1997).

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının oturtulacağı zeminlerin türleri, temel sistemlerinin kararını etkilemektedir. Büyük bir alana yerleşen yapının farklı oturmalarından dolayı taşıyıcı sistemi farklı gerilmelere maruz kalabilmekte, bu sebeple bileşenlerde farklı hesaplara ve boyutlandırmalara gidilebilmektedir. Zayıf zeminlerin ıslahı ayrıca yapım maliyetini oldukça arttırabilmektedir.

### 5.3.3 Deprem

Türkiye bir deprem ülkesi olup, yüzölçümünün % 90' ı ve nüfusun % 92'si deprem bölgesi içinde kalmaktadır. Yapılara gelen dış etkiler arasında deprem etkisi çok önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'de yapılacak büyük açıklıklı sanayi yapılarının tasarımında ve yapısal oluşumunda, deprem faktörü çok önemli bir etkidir.

'Depremler, yer kabuğu içinde birikmiş olan potansiyel enerjinin, bir yerde, genel olarak fay denilen jeolojik kırıklar (çatlaklar) üstünde boşalması ile oluşan ve o bölgenin dengesini bozan, aniden meydana gelen, saniye ile ölçülen zaman süreleri içinde devam eden, kısa süreli hareketlerdir. Deprem yükü hesabı şu şekilde hesaplanabilmektedir' (Çamlıbel, 1994) :

$$F = c \times W$$

W : Toplam yapı ağırlığı

c : Deprem katsayısı

$$C : C_o \times K \times S \times I$$

C<sub>o</sub> : Deprem bölge katsayısı

K : Yapı tipi katsayısı

S : Yapı dinamik katsayısı

I : Yapı önem katsayısı

Yer hareketlerinin yatay ve düşey hareketleri yapılara da yansımaktadır. Düşey hareketler, yapının düşey statik yüklere karşı dayanıklı olarak boyutlandırılması sebebi ile ihmal edilmektedirler. Çünkü kolonlar düşey yükler etkisi ile önemli deformasyonlar yapmamaktadırlar. Fakat yatay hareketler kolonlarda kesme etkileri oluşturarak yapıların üst kısımlarında önemli ötelenmelere (deplasmanlara) neden olmaktadır. Bu nedenle büyük açıklıklı sanayi yapıları genellikle yatay deprem kuvvetlerine karşı dayanıklı olarak

tasarlanmakta ve boyutlandırılmaktadır.

Depremden oluşan yer hareketinin ivmesi, yapıda atalet kuvvetlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu kuvvetler etkisi ile yapı harekete başlamaktadır.

'Genel olarak depreme dayanıklı büyük açıklıklı sanayi yapısı yapmak için şu ilkelere bağlı kalınması zorunludur :

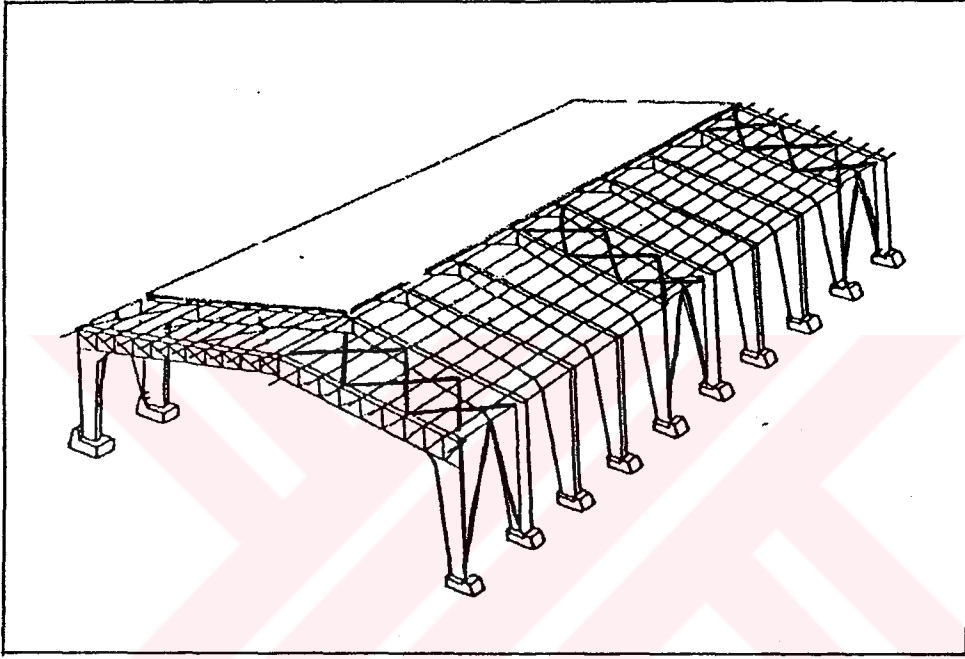
- Yapının öz ağırlığının yeterli derecede azaltacak biçimde bir tasarım yapılması;
  - Yapıya etkiyecek deprem etkisinin az olmasını sağlamaktadır,
  - Deprem süresince; kolonların düşey doğrultudan sapmaları durumunda, kolonlara gelen düşey yükler eksantrik olarak kesitlere etkiyeceğinden, eğilme momentlerinin yapıya zararlı olmayacak büyüklükte kalmasını sağlamaktadır,
  - Hafif yapıların doğal periyotlarının küçük olması nedeni ile, depremin hakim titreşim etkisi yapıda rezonans tehlikesini azaltmaktadır.
- Yapı taşıyıcı sisteminin üst düzeyde dayanıklı, rijit, sürekli olmasının sağlanması;
  - Depreme dayanıklı yapı yapmanın ön koşulu, doğru bir taşıyıcı sistem tasarlamak ve maksimum mukavemette malzeme kullanmaktır,
  - Yapıları üst düzeyde yapmak, doğal periyodu kısaltmak ve deformasyonları küçültmek için en etkin bir önlemdir. Bu tür bir önlemlerle, çatı ve cephe kaplamaları, yapı giriş çıkış noktaları ve boşluklardaki zararlar azalmaktadır,
  - Taşıyıcı sistemin sünek (düktil), yapmak, tam olarak çökmenin önüne geçmek için en etkin bir yoldur. Yüksek bir süneklikle yutulan enerji artmaktadır ve aynı zamanda bazı yerel zorlanmalardan sonra doğal periyot değişmektedir. Bu özellik, yapının depreme etkisi ile daha az deformasyon yapmasını sağlamaktadır.

Bu temel ilkelere bağlı kalınması durumunda, depreme dayanıklılık büyük ölçüde sağlanmış olmaktadır' (Çamlıbel, 1994).

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında; açıklıkları uygun maliyetlerle, hızlı yapım ile geçebilmek için tercih edilen çelik malzeme aynı zamanda depreme en iyi dayanan yapı malzemesidir. Çelik yapılar dayanıklı, sünek ve hafif yapılardır.

Deprem faktörü, büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapım sistemi seçiminde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Büyük bir yapı hacmine sahip oldukları için ağır ve büyük açıklıklı

yapılardır. Bu sebeple tercih edilen taşıyıcı sistem malzemesi çelik olmaktadır. Yapım sistemleri içerisinde en uygun olanı iskelet sistemlerdir. Deprem yatay yüklerinin taşıyıcı sistem ile temel sistemine ve zemine, yapıya zarar vermeden iletilebilmesi için, bu yapılarda yatayda ve düşeyde yine çelik profiller ile çaprazlamalar oluşturularak yatay ve düşey stabilite sağlanmaktadır (Şekil 5.15).



Şekil 5.15 Deprem faktörüne karşılık düzenlenen düşey ve yatay stabilite oluşumları.

#### 5.3.4 İklim

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yapısal oluşumu etkileyen başka bir faktör de iklim koşullarıdır. İklim durumu, yapının yapılacağı bölge ve yakın çevresindeki, yıl içindeki farklı zamanlarda güneş ışınımı (radyasyon), ısı, nemlilik, yağış, rüzgar ve basıncın nitelikleri ve nicelikleridir. Büyük açıklıklı sanayi yapılarında çatı örtüsü ve cephe kaplamaları bu fiziksel olaylardan birinci derecede etkilenmektedirler.

#### Isı Etkisi

Yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa akan enerji, bir cismin sıcaklığının artmasına sebep olan fiziksel bir olaydır. 'Her çeşit yanma ısı vermektedir. Isı, sıcaklık dengesi kurulunca ya kadar sıcak cisimden soğuk cisme kendiliğinden geçmektedir. Isının cisimlerin içinden veya bir

cisimden diğere geçi; iletim, çevirim ve ışıma yolları ile oluşturulabilmektedir' (Çatak, 2000). Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, üretim sistemi içinde yer alan insanların, makinelerin, ekipmanların, elektrik ve elektronik otomasyon sistemlerinin, yapıyı oluşturan sistemlerin ve bileşenlerinin, zarar görmemesi ve istenilen performansı gösterebilmeleri için başarılı bir termal çevrenin yaratılmış olması gerekmektedir. Bunun için içten dışa ve dıştan içe ısı akımının engellenmesi önemlidir. 'Sıcaklığın yapıya etkisi yapının cephe ve çatı alanına, dış hava sıcaklığına, güneş yansımalarına, rüzgara, yüzeylerin yapılarına, rengine, ısı emme kapasitelerine, yalıtım tabakalarına ve iç ortam sıcaklıklarına göre değişebilmektedir' (Çakır, 2000). Büyük açıklıklı sanayi yapılarının cephe ve çatı yüzeylerinin çok büyük alanları kaplaması ve genel olarak metal kaplamalar ile oluşturulmaları sebebi ile, iç bölümlerinde çok iyi ısı yalıtımı oluşturulması gerekmektedir.

### **Radyasyon Etkisi**

Isının, ısı dalgaları halinde yayılması olayına radyasyon adı verilmektedir. Sıcak bir cisimden gelen ısı dalgaları karşılaştıkları soğuk cisimleri ısıtmaktadırlar. Bir cisme geçmiş bulunan herhangi bir enerjinin ışık şeklinde çevreye yayılması şeklinde de radyasyon etkisi tanımlanabilmektedir.

Güneş radyasyonları etkiledikleri malzemenin yüzeysel durumuna ve rengine göre değer kazanmaktadırlar. Örneğin parlak yüzeyler radyasyonu yansıtmakta, koyu renkli yüzeyler ise radyasyonu yutmaktadır.

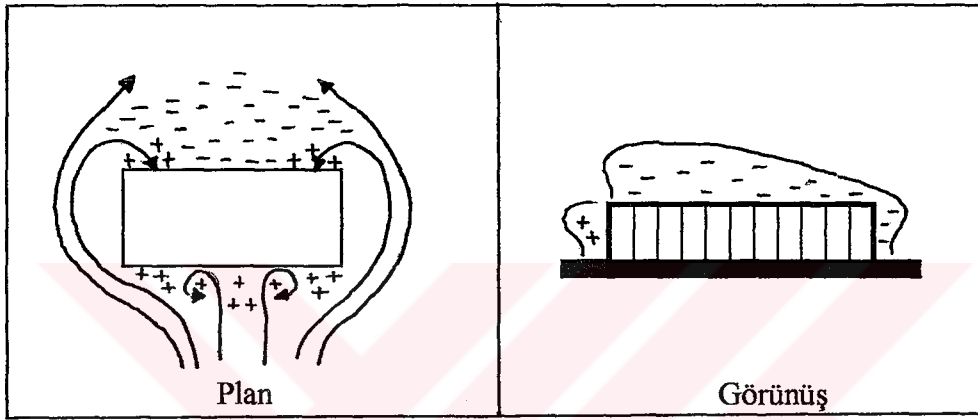
İklimsel etkiler başlığı altında radyasyon etkisini ele aldığımız zaman büyük açıklıklı sanayi yapılarında çatı örtü malzemesinin ve cephe kaplama malzemesinin, güneş ışınlarından etkilendiği görülmektedir. Güneşin yol açtığı ultraviyole ışınları, bu malzemeleri ve bileşenlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, ışınlar sonucu ısınan malzeme, sıcaklık farklılıklarından dolayı deformasyonlar oluşabilmektedir.

### **Rüzgarın Etkisi**

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında rüzgar, cephe ve çatı yüzeylerinin oluşturduğu büyük alanları etkilemektedir. Sanayi yapıları genel olarak yerleşim bölgelerinden uzak yerlerde yapılan münferit büyük yapılardır. Bu sebeple hakim rüzgar yapı yüzeylerinde büyük basınçlar yaratarak etkili olabilmektedir. 'Rüzgar basıncının değerini ( $p - \text{kg/m}^2$ ), yapının şekline ait şekil katsayısı ( $C_d$ ) ve maksimum hafif rüzgar hızı ( $V - \text{km/saat}$ ) belirlemektedir (Schueller, 1993).

$$P = 0,00487 \times Cd \times V^2$$

Rüzgarın etkileri, büyük açıklıklı sanayi yapılarında deprem etkilerine karşı düzenlenen yatay ve düşey stabilite elemanları sayesinde çözümlenmektedir. 'Ayrıca rüzgar, cephe ve çatı kaplamalarında kimi yerde basınç gerilmesi yaratırken, kimi yerde emme etkisi ve buna bağlı olarak çekme gerilmeleri yaratabilmektedir. Bunun sonucunda kaplama malzemelerinin taşıyıcı sistemden kopmalarına ve ayrılmalarına sebep olabilmektedir' (Çakır, 2000) Şekil 5.16. Yapım sistemi içinde cephe ve çatı sistemlerinin oluşumu ve yapı bütünseli içinde taşıyıcı sistemle birleştirilmeleri noktasında rüzgar etkileri önemli bir faktör olmaktadır.



Şekil 5.16 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında rüzgarın etkisiyle oluşan basınç ve çekme yükleri (türbülans).

### Su, Kar, Buz ve Nem Etkileri

Büyük açıklıklı sanayi yapılarında, özellikle çatı sisteminde etkili olan faktörlerdir. Büyük bir alana sahip olan çatı örtüsü genellikle düz ve az eğimli yapıldığı için biriken su, kar ve buz kitleleri taşıyıcı sisteme ek yükler getirmektedir. Çatılarda ve cephelerde çok iyi su yalıtımları sağlanması gerekmektedir. Ayrıca suyun çatılardan hızla ve en kısa yoldan aşağıya inışı sağlanmalıdır.

Suyun malzemeye yüzeysel olarak etki etmesi durumunda, malzeme yapısında bulunan kılcal kanallarda su, kapiler basınç etkisi ile hareket etmektedir ve su hareketi atmosfer basıncını dengelemektedir. Malzeme boşlukları içine girmiş bulunan suyun, sıcaklık derecesinin düşmesi ile donma olayı ortaya çıkmaktadır. Donma sırasında, su katı hale geçerek hacmi genişlemekte ve malzeme yapısında iç gerilmelere neden olmaktadır. Suyun buz haline gelmesi ile hacminde % 7'lik artış oluşmakta, bu da malzemeyi genişletirerek çatlamasına yol açmaktadır (Çatak, 2001).

Hava içinde bulunan su buharı (nem) miktarı, sıcaklığa bağlı olarak değişimler göstermektedir. Sıcaklık azaldıkça havanın tutabileceği su buharı miktarı düşmektedir. Hava içindeki su buharının taşınamayacak kadar artıp, sıvılaşmasına yoğuşma denmektedir. Yapı öğelerinde ısı akımına paralel yönde bir su buharı akımı vardır. Buhar, yapı öğesinden yoğuşmaksızın geçtiği sürece bir sakınca yaratmamaktadır. Ancak, sıcaklık dereceleri ile taşınabilir nem oranının değişmesi sonucu, yapı elemanının yüzeyinde veya iç kesiminde yoğuşma olursa yapı bünyesi için sakıncalı bir durum oluşmaktadır.

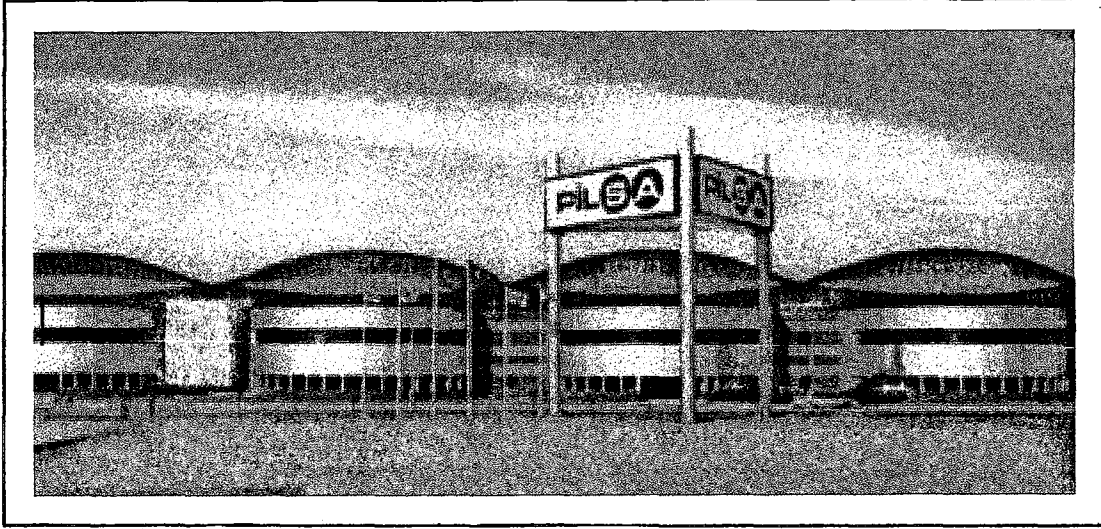
Sıcaklık derecelerine bağlı olarak farklı değerler gösteren buhar basıncı, yüksek basınçtan alçak basınca yönelik bir akım meydana getirmektedir. Malzemelerin, bünyelerinden buhar akımını geçirmeleri olayına difüzyon denilmektedir (Çatak, 2001).

Yapıda hasarları önlemek için yapı elemanları içinde yoğuşmayı önlemek gerekmektedir. Bunun için, buhar geçirgenlik direnci çok yüksek olan gereçler, buhar tutucular, kullanılmaktadır. İç hava rutubetinin, ısı akımı yönünde hareket ederken, soğuk kesime gelmeden önce, ısı tutucu tabaka içinde yoğuşup bu gerecin ısı tutuculuk değerini azaltmasını önlemek üzere buhar difüzyon direnci yüksek olan bir tabakadan (buhar kesici) yararlanılmaktadır. Buhar kesici olarak çoğu kez bitüm emdirilmiş çeşitli gereçlerle, plastik ve cam taşıyıcılı gereçler kullanılmaktadır.

### 5.3.5 Görsel Etki

Sanayi yapıları, mimarlık ve mühendislik açısından, yapım sistemlerini zorlayan, yeni yapı ürünlerinin gelişimine öncülük eden ve yapı teknolojisinin gelişiminin gözlenebildiği yapılardır. Bu yapılar, çoğunlukla geniş açıklıklı ve büyük alanları örten, maliyeti yüksek yapılardır. Ayrıca bu yapılar, yatırımcısı olan sanayi girişimcisinin, ulusal ve uluslar arası tanıtımını (reklam – vizyon) da yerine getirebilen, yatırımcısının gücünü simgeleyen yapılardır.

Hacim olarak büyük kütleler olan bu yapıların yapım sistemlerinin, özellikle cephe ve çatı örtü sistemlerinin - ki bu bileşenler çok büyük alanları kaplayan, monoton bileşenlerdir – görsel çevre kirliliği yaratmamaları gerekmektedir. Seçilen yapı bileşenlerinde yapısal gerekliliklerin yanı sıra, görsel etkiyi artırıcı farklı form, doku ve renk gereksinimleri ile ilgili çalışmalar da yapılmaktadır (Şekil 5.17).

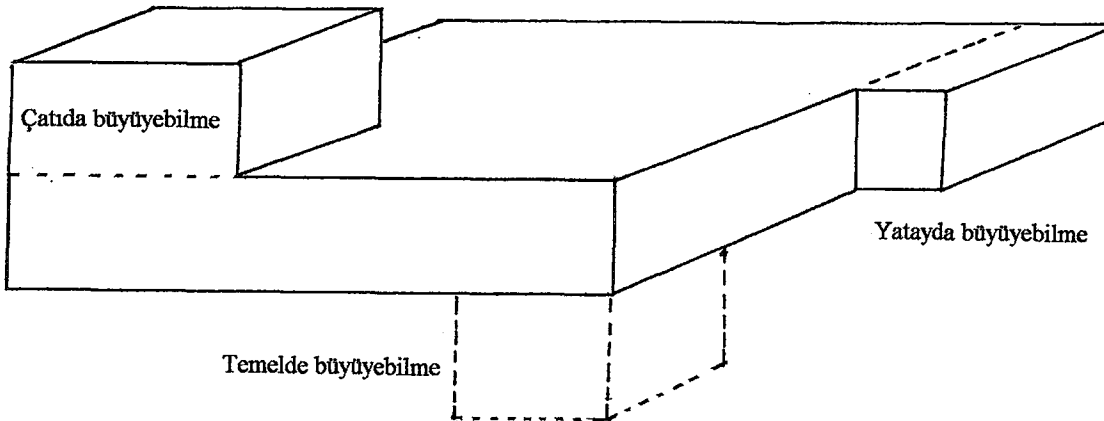


Şekil 5.17 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında görsel etkiyi artırıcı çalışmalara örnekler

#### 5.4 Büyüyebilirlik (Tevsi) Olgusu

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşum sürecinde, üzerinde durulan en önemli faktörlerden birisi de gelecekte büyüyebilirlik olgusudur. Bunun başlıca sebebi, sanayi üretim sistemlerinin teknolojik gelişmeler sonucunda hızla gelişmesi, yeni makine ve otomasyon sistemlerinin geliştirilmesidir. Ortalama beş senede, mevcut üretim sistemi eskimekte ve üretim maliyetleri yeni sistemlerdekine oranla daha fazla olabilmektedir. Bu durumda üretici firma, rakip üreticiler ile rekabet edememekte, önlem alınmadığı takdirde ise üretimi tamamen durabilmektedir. Bu sebeple üretim sistemleri periyodik olarak revize edilmektedirler.

Üretim sistemlerinin periyodik revizyonları sürecinde, bazı durumlarda büyük açıklıklı üretim mekânının büyütülmesi gerekebilmektedir. Bu büyüme yatayda enine ve boyuna, düşeyde ise yukarı ve aşağı olabilmektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18 Büyük açıklıklı sanayi yapılarında yatayda ve düşeyde büyüme (tevisi)

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumunda, yapıyı oluşturan tüm yapı öğelerinin (temel sistemi, taşıyıcı sistem, dış cephe sistemi, çatı örtü sistemi), gelecekteki büyüyebilme şartlarına uygun olması gerekmektedir.

Örneğin cephe sisteminin olası büyüme çalışmaları sürecinde taşıyıcı sistemden demonte edilip, sökülen kısmın tamamına yakınının, büyütülen kısımda tekrar kullanılması gerekmektedir. Yeni bir cephe kaplama sistemi kullanılacak ise de mevcut yapı sistemlerinin, bu yeni sisteme uygun olması gerekmektedir.

Çatıdaki bir büyütme çalışmasında, taşıyıcı sistemin ve çatı örtü sisteminin uygunluğu gerekmektedir. Sökülen bileşenler, yeniden kullanılabilirlerdir.

Yapının zemininde de gelecekte düşey bir hacim gereksinimi duyulabilmektedir. Bu durumda yapının temel ve zemin döşeme sisteminin, bu doğrultudaki bir büyümeye uygun sistemler ile üretilmiş ve hesaplanmış olmaları gerekmektedir.

Gelecekteki büyüyebilme olgusu, yapıda en çok taşıyıcı sistemde problem yaratabilmektedir. Projenin ilk aşamalarında, gelecekteki olası büyümeler dikkate alınarak, taşıyıcı sistem bileşenleri hesaplanmalı ve boyutlandırılmalıdır.

Görülmektedir ki büyük açıklıklı sanayi yapılarının oluşumunda, kararı etkileyecek önemli bir faktör, yapım sisteminin, gelecekteki olası büyüyebilme şartlarına imkan verebilmesidir. Yapısal oluşum sürecinde tüm yapı öğeleri ve bileşenleri, bu amaç doğrultusunda analiz edilmeli ve seçilmelidir.

### **5.5 Zorunluluklar ( Yasa, Tüzük, Şartname vb.)**

Zorunluluklar, yasalar, tüzükler ve şartnameler, büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşum sürecinde etkin olan başka bir faktördür. Zorunluluklar genel olarak sanayi tesisleri ile ilgili imar hususları, yakın çevre belediyelerin imar uygulamaları, çevre kirliliği ile ilgili kanunlar, sanayi işletmeleri ile ilgili mevzuatlardır. Bu kurallar da sanayi yapıları üretiminde uygulanacak yapım sistemleri seçiminde etkili olabilmektedir.

## 6. TÜRKİYE’ DE BÜYÜK AÇIKLIKLI SANAYİ YAPILARININ, SEÇİLEN ÖRNEKLER ÜZERİNDE, YAPISAL İRDELENMESİ

### 6.1 Lassa – Brisa Lastik Fabrikaları

İzmit, Köseköy mevkiinde yaklaşık iki milyon m<sup>2</sup> lik bir alanda kurulan sanayi sitesi “KENTSA”, 370.000 m<sup>2</sup> lik kapalı alana sahip Brisa, Kordsa, Dusa, Beksa Tesislerin, Bimsa bilgi işlem merkezini ve tüm Kentsa çalışanlarına ait sosyal tesisleri içermektedir.

İlk olarak 1974 – 1975 döneminde Lassa Lastik Fabrikası olarak yapılan yapıya ilave olarak Japon ortaklığı ile 1989 – 1990 yıllarında Brisa Lastik Fabrikası da inşa edilmiştir. Bu yapı Lassa fabrikasına ilave niteliğinde, benzer mimaride fakat farklı teknolojiyle yapılmıştır (Şekil 6.1).

1975 – 1977 yılları arasında yapılan 80.000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip Lassa fabrikası tamamıyla prefabrik olarak yapılan ilk endüstri yapısı örneklerindedir. Bu yapının strüktürel ve yapısal özelliklerini şu şekilde sıralamak mümkündür.

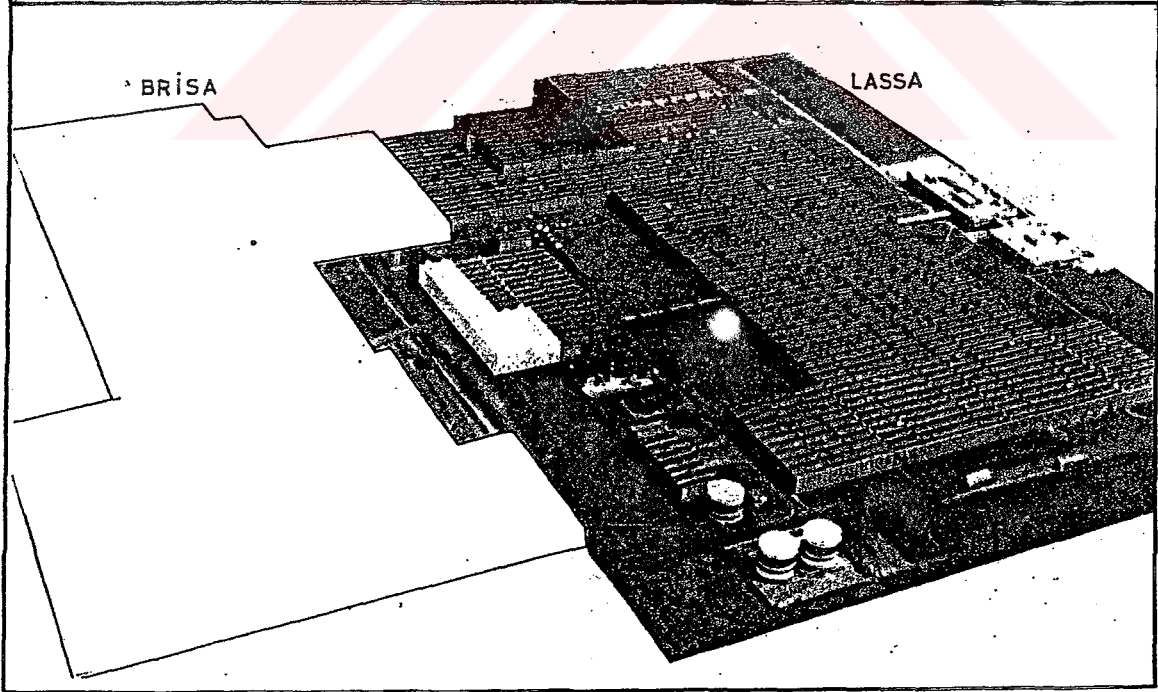
Temel	:Yerinde yapım betonarme
Çerçeve	:Tamamıyla prefabrik betonarme kolon kiriş sistemi; 16.00 metrelik açıklık öngörülmesi bir çift T plaketi ile 12.00 metrelik açıklık ise ara taşıyıcı .kiriş ile geçilmiştir.
Kolon	:Prefabrike betonarme kolon, aks aralığı 12.00 x 16.00 metredir.
Döşeme	:Betonarme yerinde yapım
Döşeme kaplaması	:Suni taş karo
Duvar	:Cephe 1.20 x 5.33 metre boyutlarında prefabrike betonarme plaklar
Kapılar	:Kutu profil doğrama
Pencereler	:Kutu profil doğrama
Çatı	:Prefabrike betonarme çatı bileşenleri ve bunlar arasında bırakılan boşluklarda polycarbon ışıklık elemanları kullanılmıştır.

Lassa Fabrikasına ek olarak Brisa Lastik Fabrikası adı altında yapılan fabrika aslında ayrı bir işletme olmayıp, aynı tip ürünü "Brisa" adı altında üreten ek tesis niteliğindedir. Böylece iki yapının birleşmesi ile oluşan Brisa Lastik Fabrikası, dünyanın tek çatı altındaki en büyük lastik fabrikasıdır. 150.000 m<sup>2</sup> lik bir arazi üzerine inşa edilen yapı 100.000 m<sup>2</sup> lik kapalı alana sahiptir.

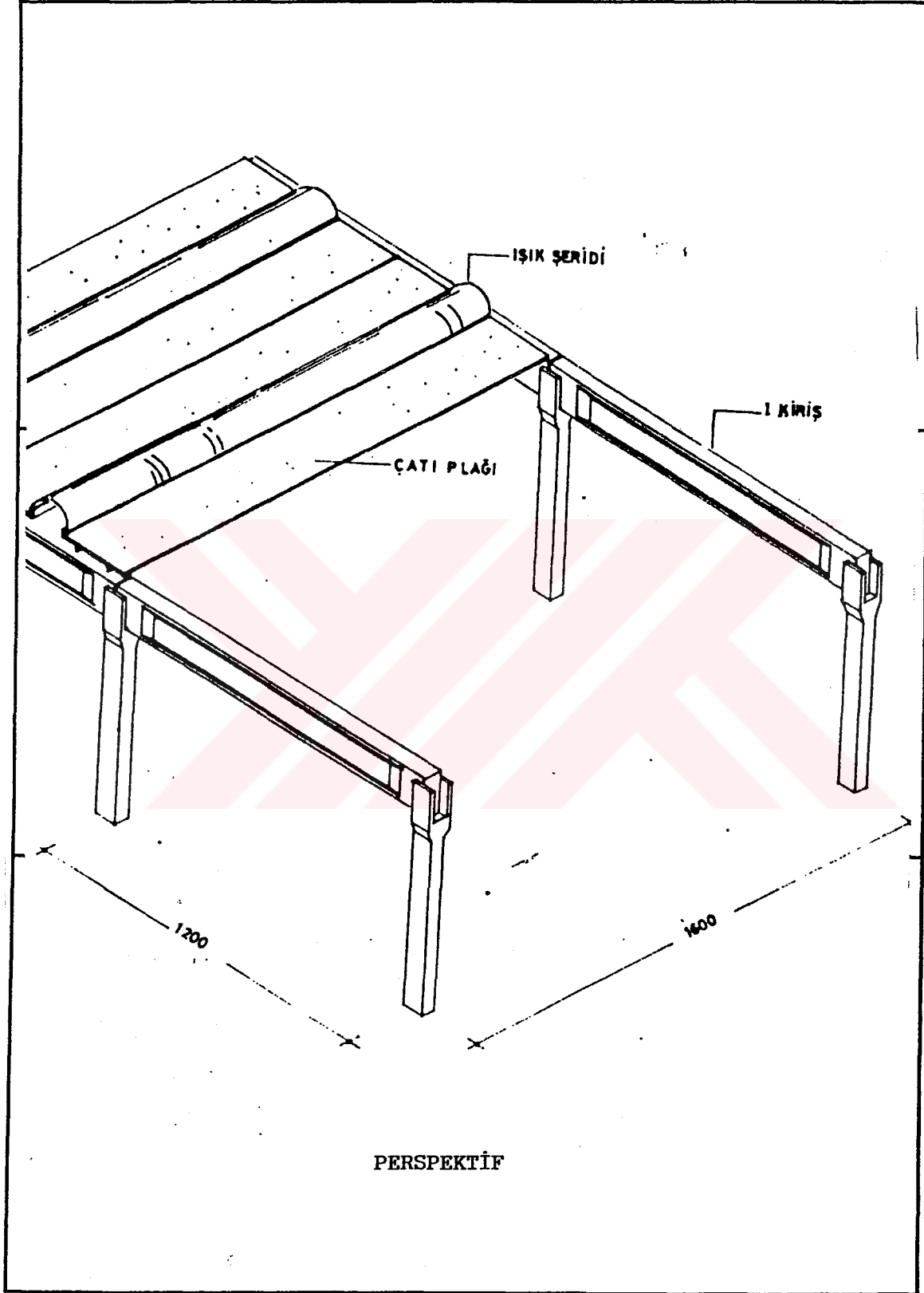
Ek tesislerin taşıyıcı sistemi çelik kafes kirişlerin prefabrik betonarme kolonlara oturtulması ile oluşturulmuştur. Prefabrik betonarme kolonlar, yerinse yapım betonarme temel soketleri içine oturtulmuştur.

Ek tesislerin, açıklıklarının çelik kafes kirişler ile geçilmesi, betonarme prefabrik kirişli ilk yapılan tesislere oranla daha hızlı yapımını sağlamış, daha fazla doğal ışık imkanı vermiştir. Yapı hafiflemiş ve çeşitli elektrik ve tesisat kanallarının, strüktür içinde taşınmasına imkan vermiştir.

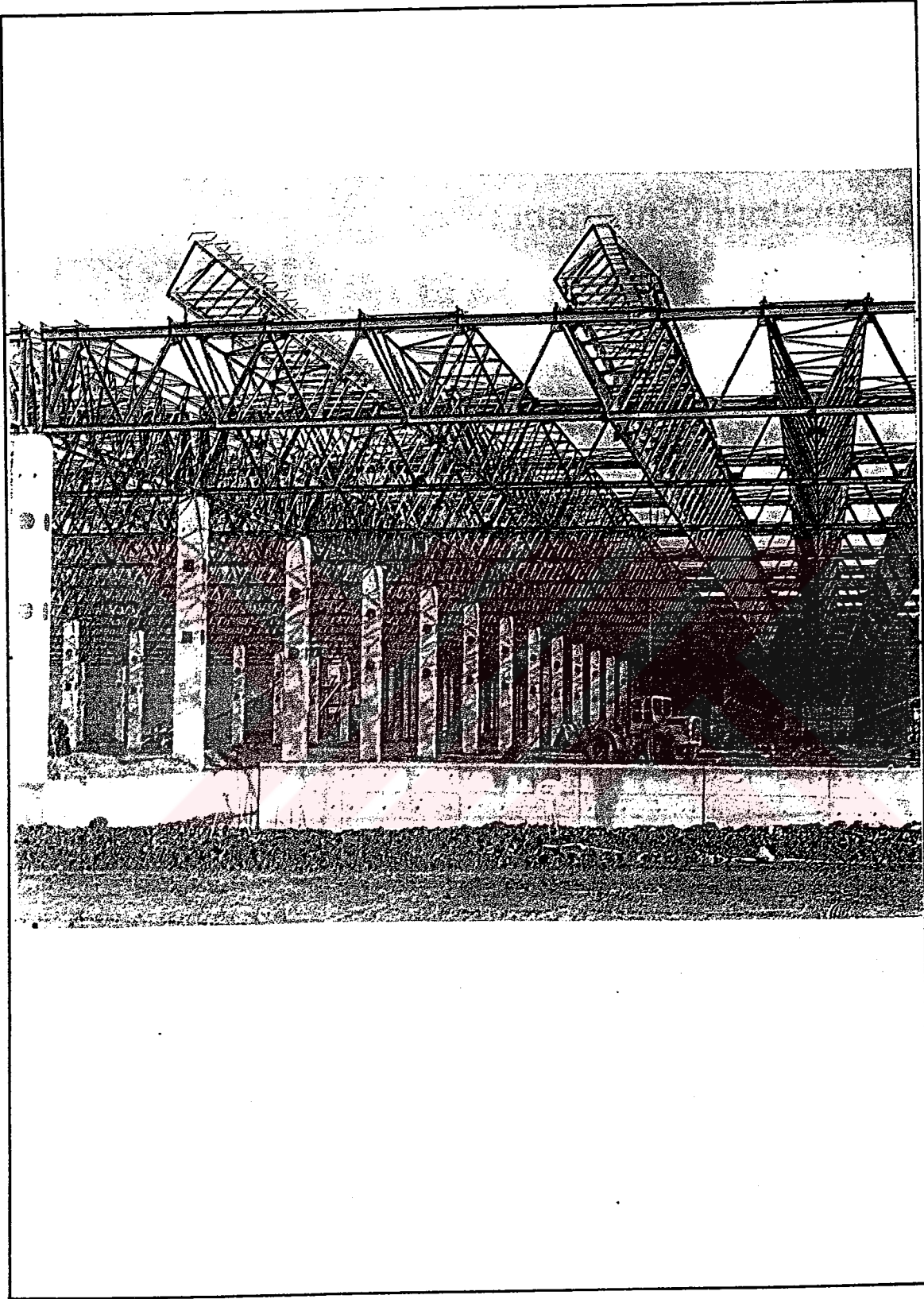
Brisa Fabrikasının yapısal oluşum şemaları ve fotoğrafları Şekil 6.1 – Şekil 6.5' te verilmiştir.



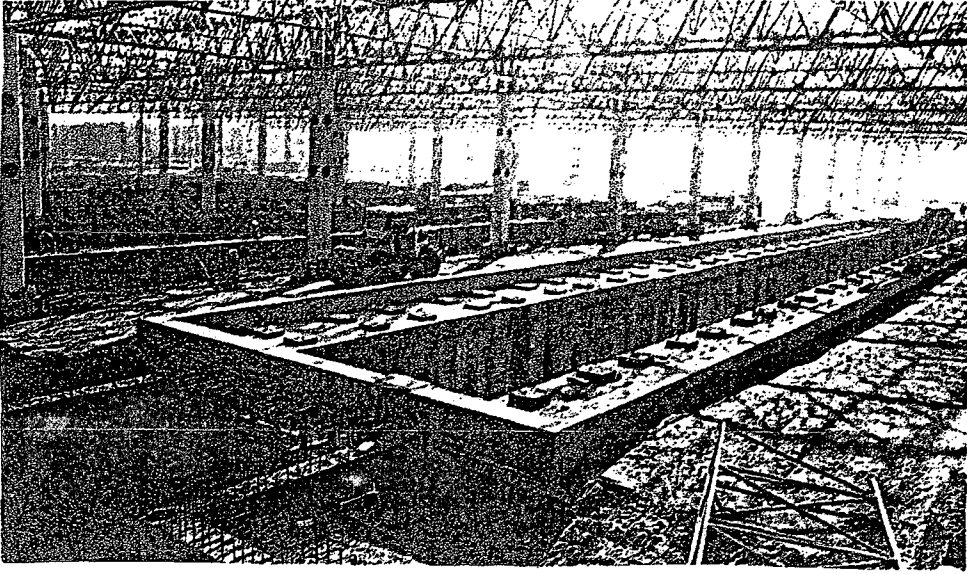
Şekil 6.1 Lassa ve Brisa Lastik Fabrikası



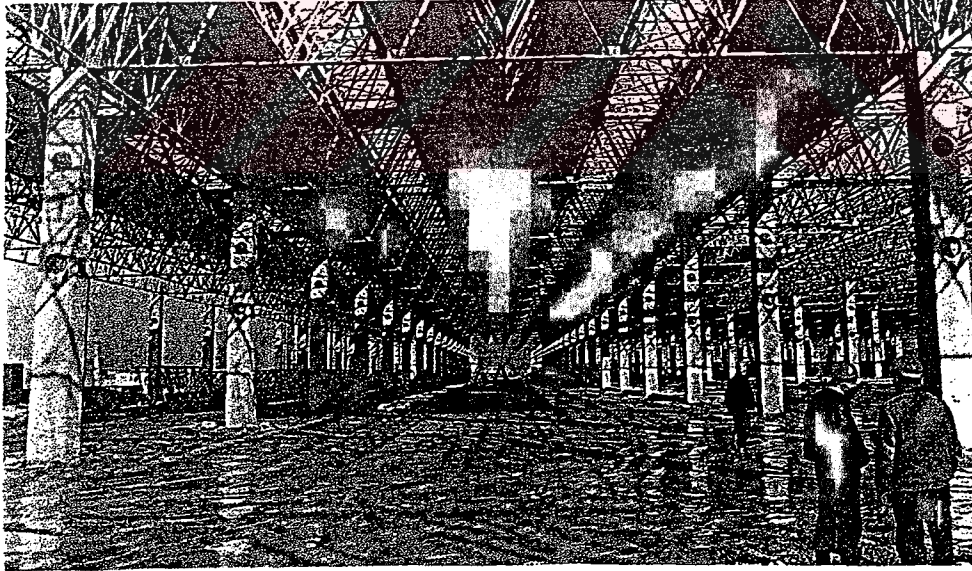
Şekil 6.2 Lassa Lastik Fabrikası - Taşıyıcı sistem ve çatı örtüsü oluşumu



Şekil 6.3 Brisa Lastik Fabrikası – Taşıyıcı sistem oluşumu

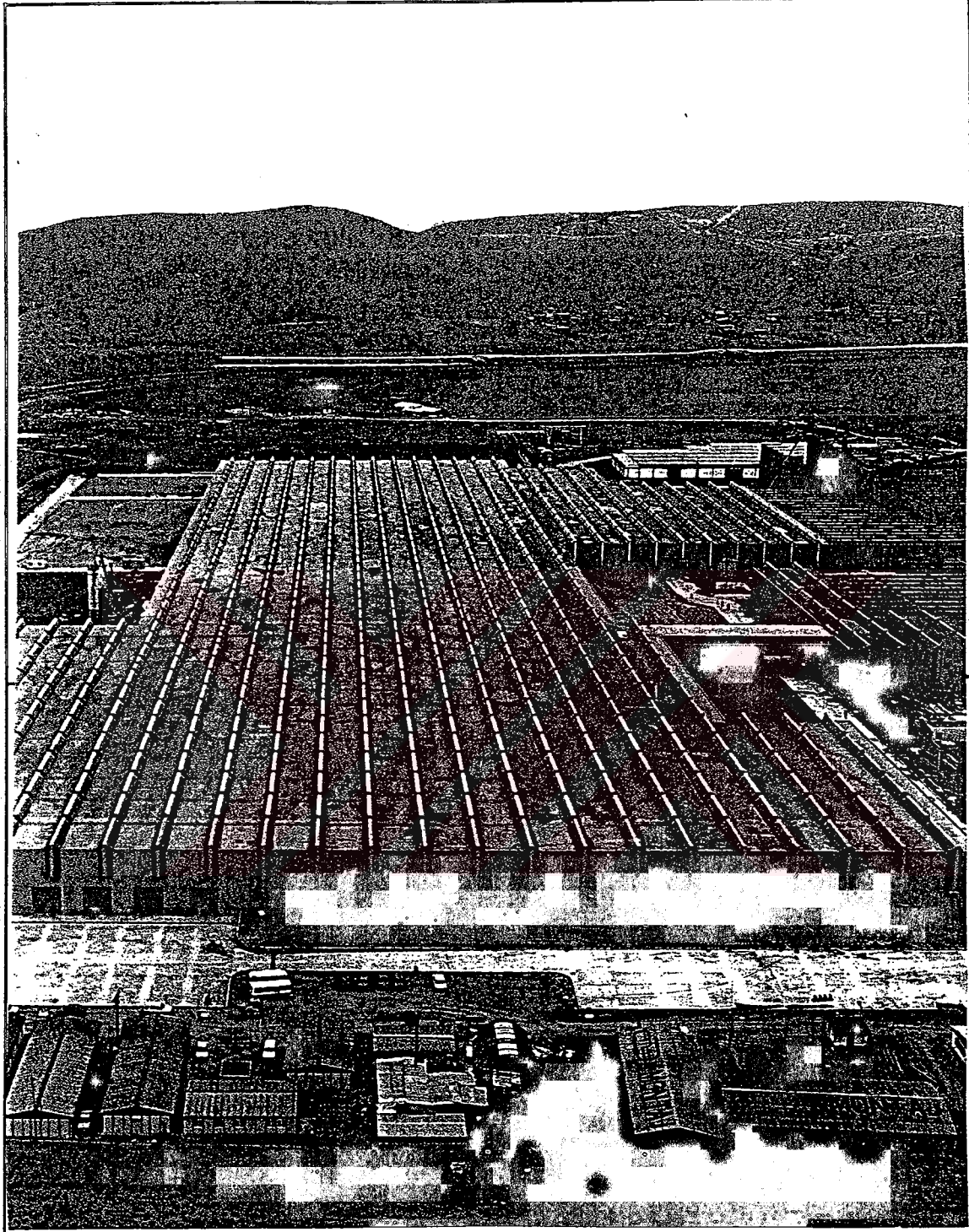


ARALIK 1989



ŞUBAT 1990

Şekil 6.4 Brisa Lastik Fabrikası – Taşıyıcı sistem oluşumu



1990 YILI İÇİNDE FABRİKA İNŞAATI BİTTİKTEN SONRAKİ GENEL GÖRÜNÜM

Şekil 6.5 Brisa Lastik Fabrikası – Genel görünüm

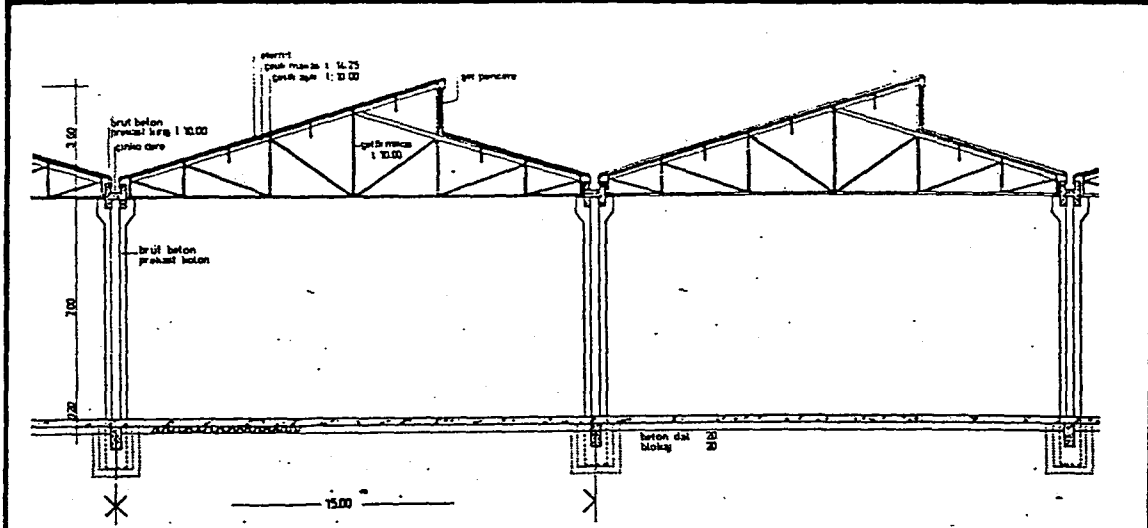
## 6.2 Olmuksa Oluklu Mukavva Fabrikası – Gebze

1968 yılında 11.000 m<sup>2</sup> kapalı alanlı olarak inşa edilen fabrikada ambalaj kağıdı, 100 m. boyundaki bir makinede oluklu mukavva haline getirilip konfeksiyon bölümünde kutu yapımında kullanılmaktadır.

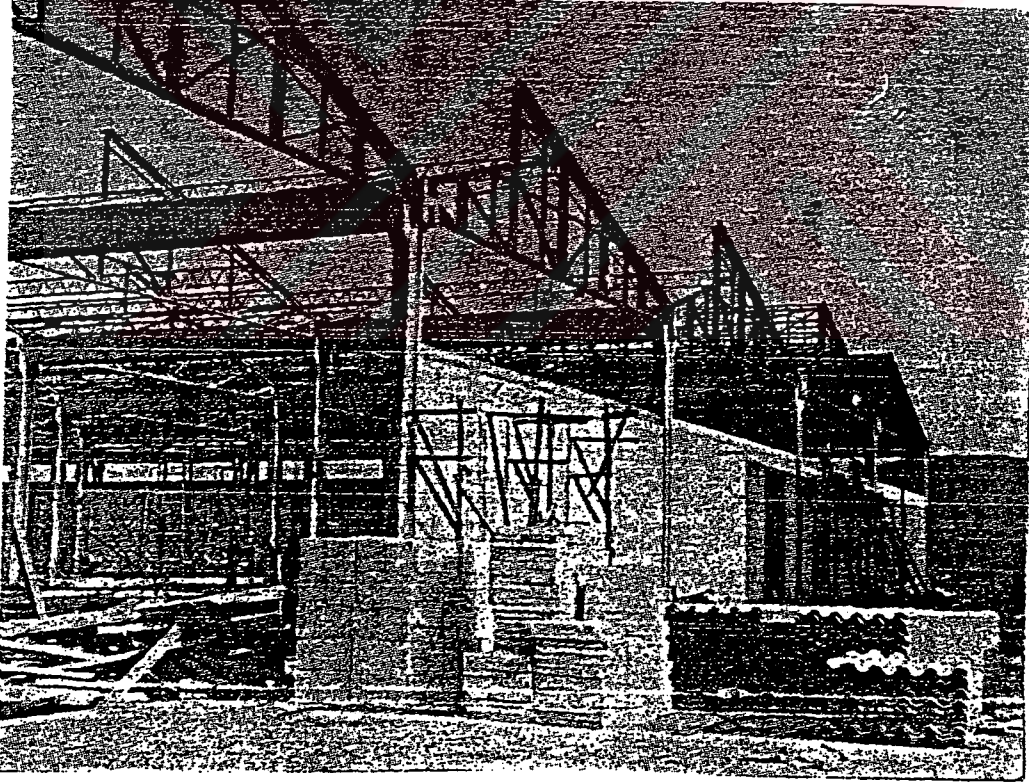
Yapının strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır;

Temel	:Zayıf olan zeminden dolayı temel sistemi, fore kazıklar üzerine inşa edilmiştir. Temeller, betonarme yerinde yapım soket temellerdir.
Çerçeve	:15.00 metrelik açıklıklar, çelik makas kirişler ile, 10 metrelik açıklıklar ise H kesitli ön yapım betonarme kirişler ile geçilmiştir. Bu kirişler şed aralarında yatay dere görevini yapmaktadırlar.
Kolon	:10.00 x 15.00 m. açıklıklarda ön yapım betonarme kolonlar kullanılmıştır.
Döşeme	:Betonarme yerinde yapım
Döşeme kaplaması	:Betonarme döşeme üzerine plakalar halinde şap dökülmüştür.
Duvar	:Hafif beton blok dolgu duvar
Dış kaplama	:Beyaz badana
Kapılar	:Kutu profil doğrama
Pencereler	:Kutu profil doğrama
Çatı	:Tek katlı oluklu kiremit

Olmuksa Mukavva Fabrikasının yapısal oluşum şemaları ve fotoğrafları Şekil 6.6 ve 6.7' de verilmiştir.

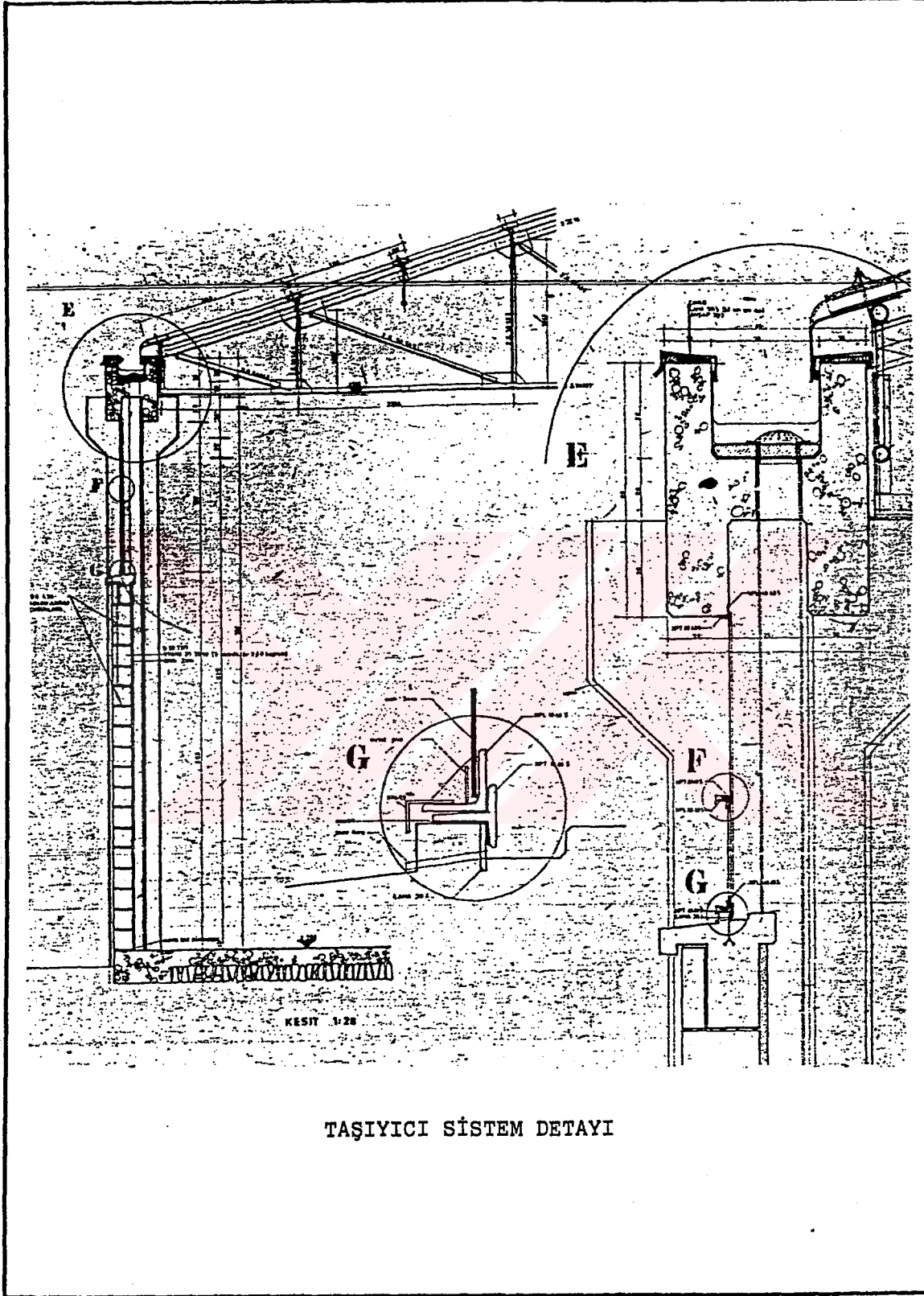


TAŞIYICI SİSTEM KESİTİ



TAŞIYICI SİSTEM UYGULANIRKEN

Şekil 6.6 Olmuksa Oluklu Mukavva Fabrikası – Taşıyıcı sistem kesiti ve yapım aşaması



Şekil 6.7 Olmuksa Oluklu Mukavva Fabrikası – Taşıyıcı sistem detayı

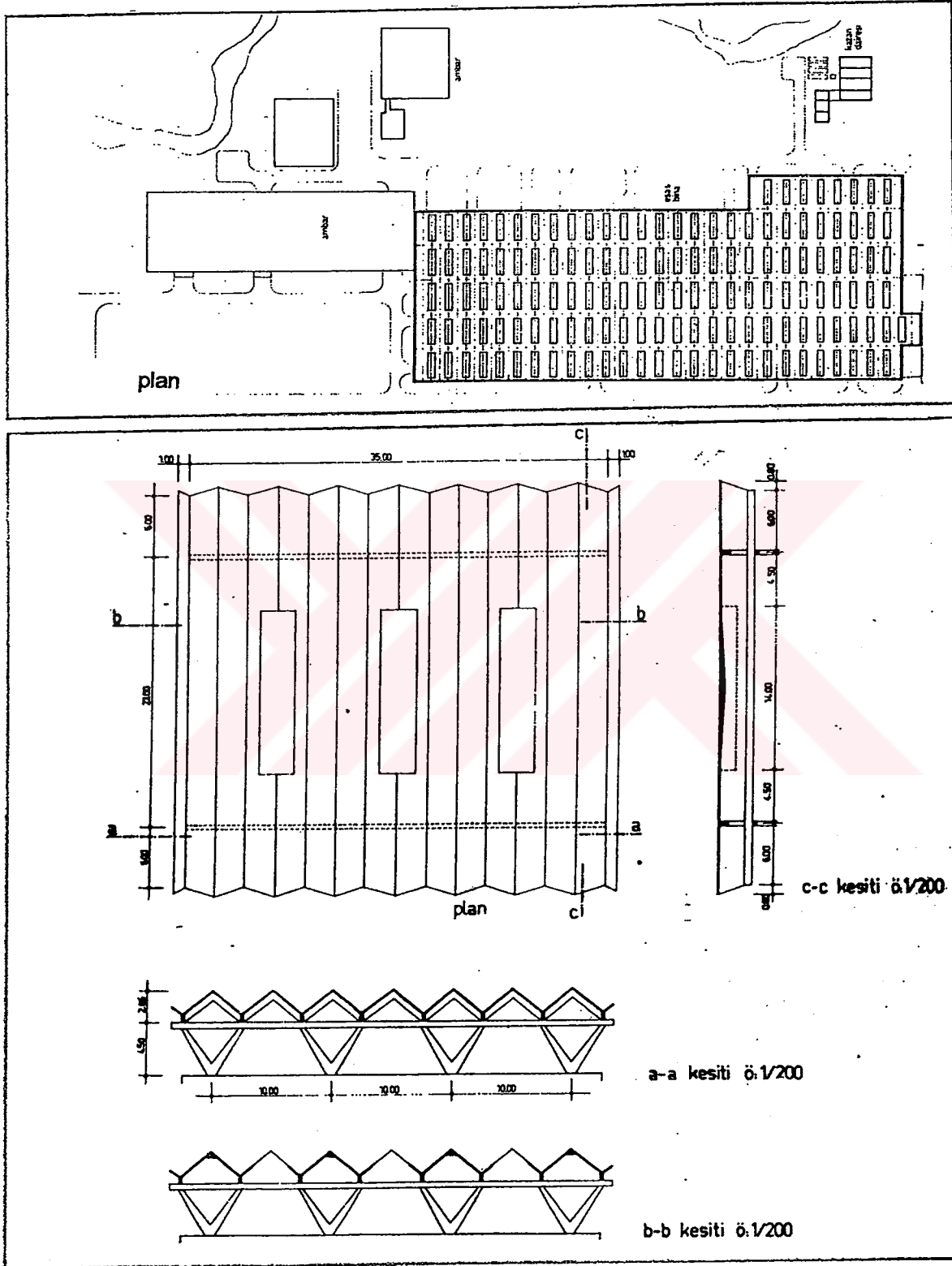
### 6.3 Arçelik Tesisleri – Gebze

Gebze - Çayırova'da inşa edilmiş bulunan Arçelik Tesisleri, elektrikli aletleri, tarım makineleri, tripotörler ve benzeri prodüksiyon için kurulmuştur. Yapı alanı 50.000 m<sup>2</sup> olan yapının mimarı Aydın Boysan'dır. İmalat bloklarında, makas ve pres kalıp ilk ve son montaj bölümleri ile emaye fabrikası kalıp imalathanesi, elektrostatik boyahane ve elektro kimya tesisleri kurulmuştur.

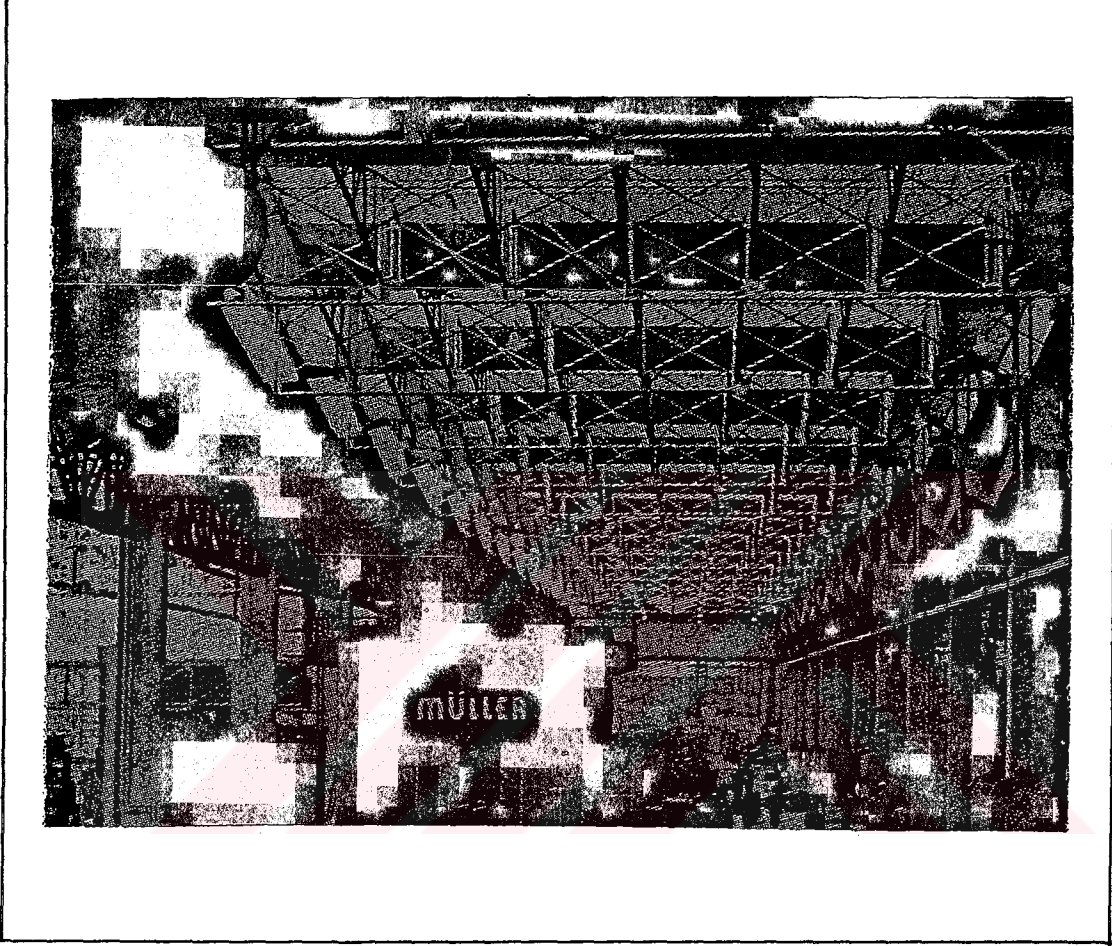
Bu tesisin strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır.

Temel	:Betonarme yerinde yapım.
Çerçeve	:Ana imalat bloğunda betonarme kolonlara oturan çatı strüktürü 20 m.'lik açıklıklarda çelik makaslar ile, 10 m.'lik açıklıklarda ise makaslardan iki tarafa konsol çıkan 5 m.'lik üçgen çelik papyonlar ile yapılmıştır.
Kolon	:10.00 x 20.00 m. açıklıklarda ön yapım betonarme yerinde yapım kolonlar, sistemi taşımaktadır.
Döşeme	:Betonarme yerinde yapım
Döşeme kaplaması	:Sertleştirilmiş betonarme zemin
Duvar	:Sıvasız derzli tuğla
Kapılar	:Kutu profil doğrama
Pencereler	:Kutu profil doğrama
Tavan kaplaması	:Ytong teçhizatlı plak
Çatı kaplaması	:Eternit levha ile kaplanmıştır. Ana makasların üstünde fiberglas oluklu çatı ışıklıkları vardır.

Arçelik Tesislerinin yapısal oluşum şemaları ve fotoğrafları Şekil 6.8 ve Şekil 6.9' da verilmiştir.



Şekil 6.8 Arçelik Tesisleri – Plan ve taşıyıcı sistem



Şekil 6.9 Arçelik Tesisleri – Plan ve taşıyıcı sistem

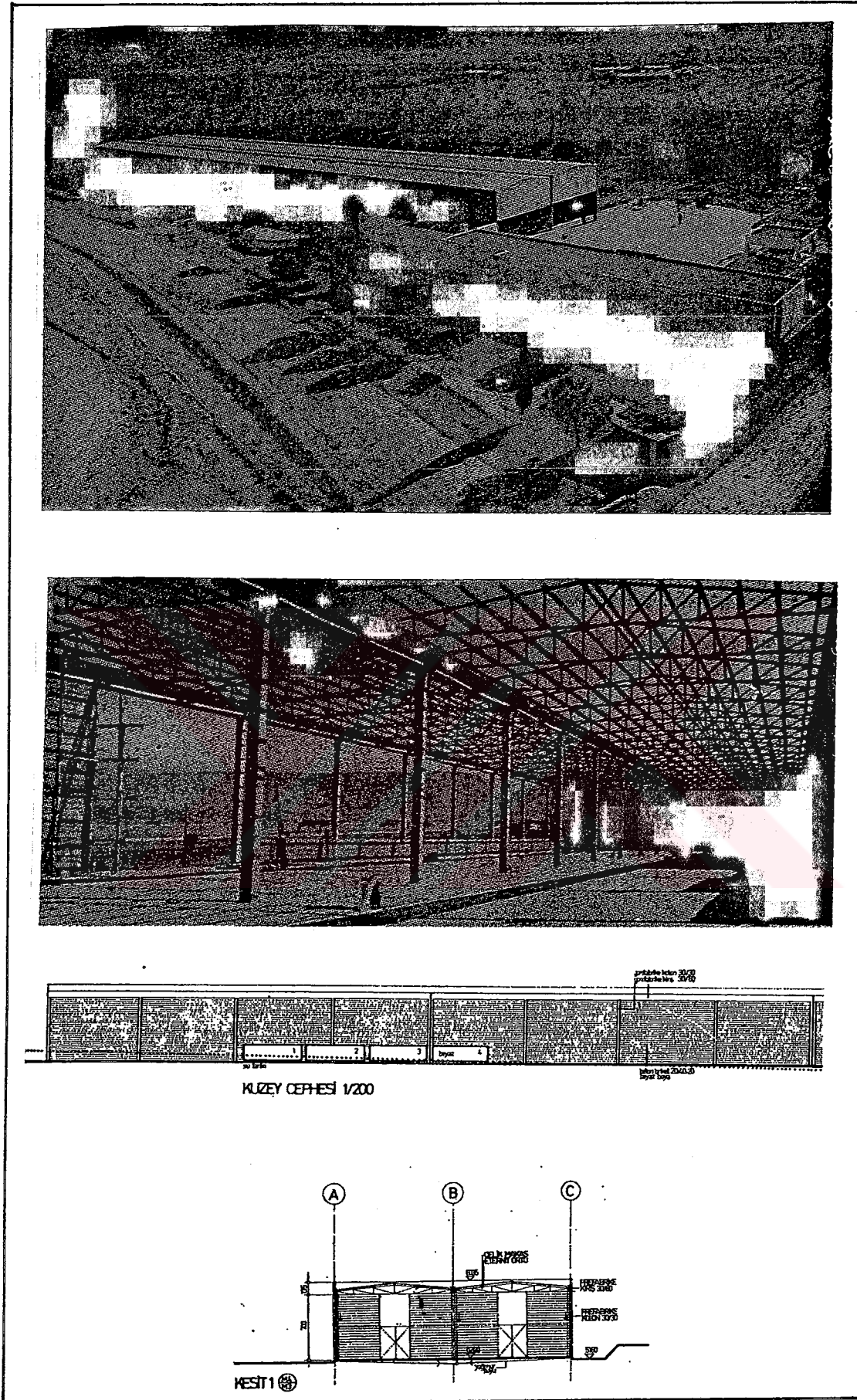
#### 6.4 Türk Pirelli Tesisleri – İzmir

1969 yılında Afa Mimarlık Bürosu tarafından İzmir’ de yapılmıştır. Bu fabrikanın yapımında Türkiye’de ilk defa kullanılan ön-gerilmeli prefabrik betonarme kolon ve betonarme ana kirişler kullanılmıştır.

Bu tesisin strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır.

Temel	:Betonarme yerinde yapım soket temeller.
Çerçeve	:Ön-gerilmeli prefabrik betonarme kolonlara oturan ön-gerilmeli ana prefabrik kirişler üzerine, çelik konstrüksiyon çatı makasları ile inşa edilmiştir.
Kolon	:10.00 x 12.50m. açıklıklarda, ön-gerilmeli prefabrik betonarme kolonlar, sistemi taşımaktadır.
Döşeme	:Betonarme yerinde yapım
Döşeme kaplaması	:Sertleştirilmiş betonarme zemin
Duvar	:Beton briket
Kapılar	:Kutu profil doğrama
Pencereler	:Kutu profil doğrama
Tavan kaplaması	:Ytong teçhizatlı plak
Çatı kaplaması	:Eternit levha ile kaplanmıştır.

Türk Pirelli Tesislerinin yapısal oluşum şemaları ve fotoğrafları Şekil 6.10’ da verilmiştir.



Şekil 6.10 Türk Pirelli Tesisleri

### 6.5 Oyak – Renault Otomobil Fabrikası

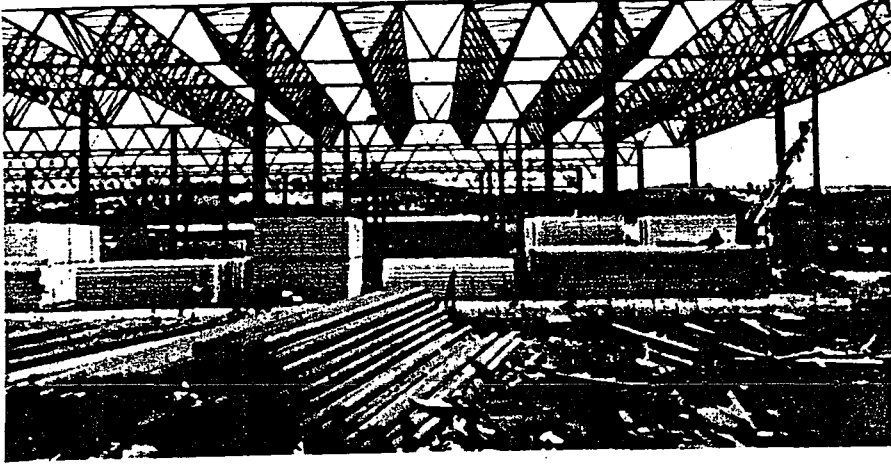
1971 – 1974 yılları arasında Ordu Yardımlaşma Kurumu (OYAK), Fransız Renault Otomobil Fabrikaları ve Yapı Kredi Bankası Ortaklığı ile kurulan fabrika 50.000 m<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Bursa – Mudanya yolunun 10. km.'sinde yer almaktadır.

Bu tesisin strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır.

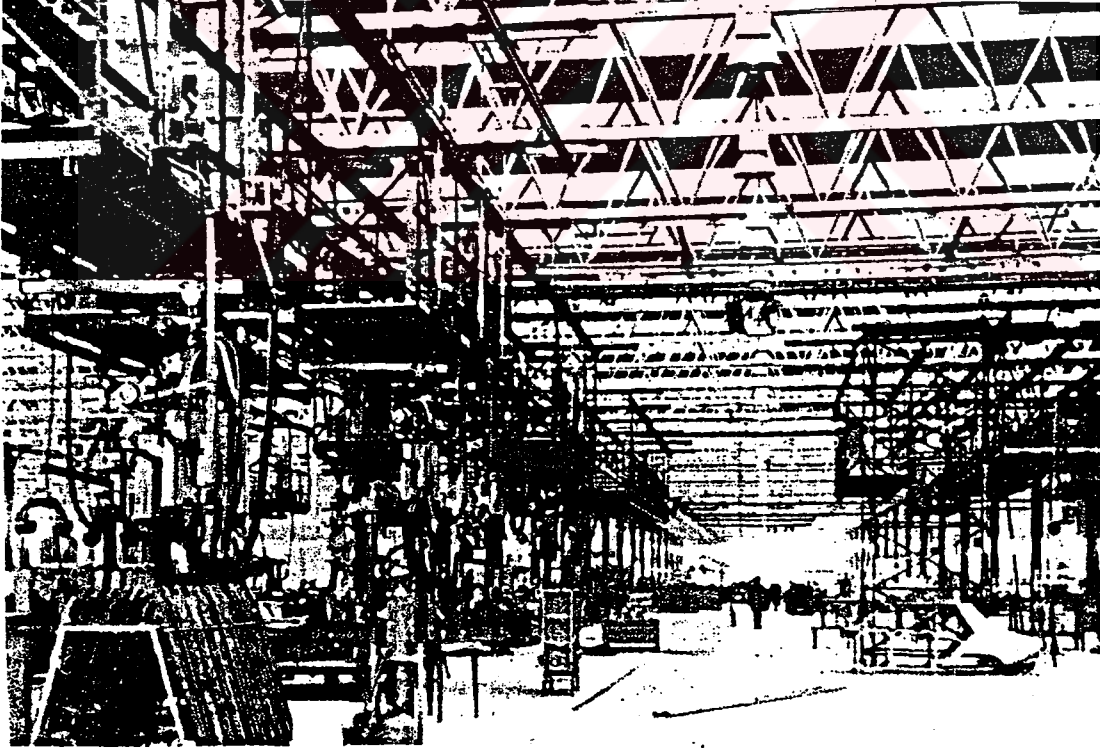
Temel	:Betonarme yerinde yapım soket temeller.
Çerçeve	:Düzlem çelik kafes kirişlerle oluşturulan strüktür, 12.00 / 5 = 2.40 m. aralıklarla yerleştirilen ve boyu 20 m. olan üçgen mekan kirişlerinin, 12 m.'yi geçen aynı yükseklikteki normal çelik makaslar tarafından taşınmaları ile oluşmaktadır. Üçgen kirişlerin her düğüm noktası, 500 kg yük taşıyabilecek şekilde hazırlanmış olmakla beraber, bu kirişleri teşkil eden borulara, normal profiller kaynatılmak suretiyle gerektiğinde çok daha büyük yükler taşınabilmektedir.
Kolon	:Çelik platalardan meydana gelen 35/35 H şeklinde kolonlar
Döşeme	:Betonarme ön-yapım plaklar
Döşeme kaplaması	:Sertleştirilmiş betonarme zemin
Dış duvar	:Prefabrik özel gazbeton elemanlar
Kapılar	:Kutu profil doğrama
Pencereler	:Kutu profil doğrama
Tavan kaplaması	:Ytong teçhizatlı plak
Çatı kaplaması	:Gazbeton çatı döşeme plakları ve yalıtım katmanları

Oyak – Renault Fabrikası' nın yapısal oluşum şemaları ve fotoğrafları Şekil 6.11 – Şekil 6.13' te verilmiştir.





SİSTEMİN UYGULANMASI



MONTAJ HOLÜ İÇ MEKANI

Şekil 6.12 Oyak – Renault Otomobil Fabrikası / Yapısal oluşum



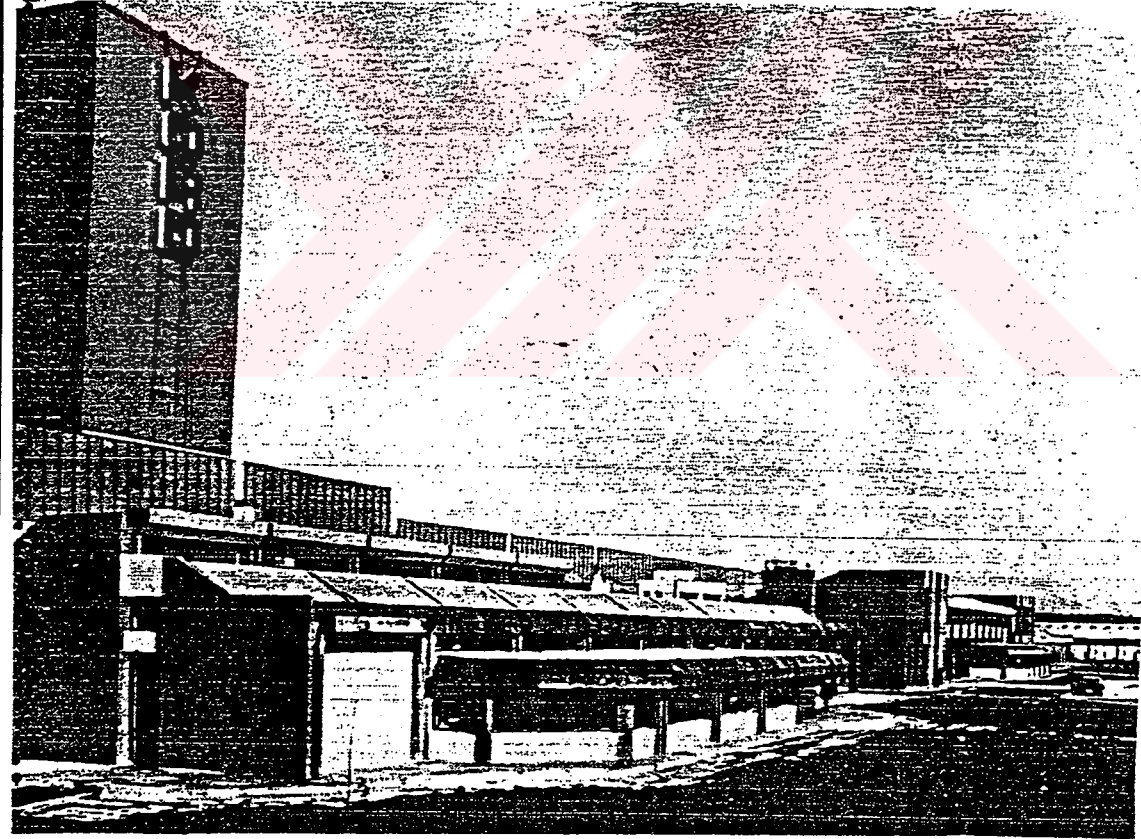
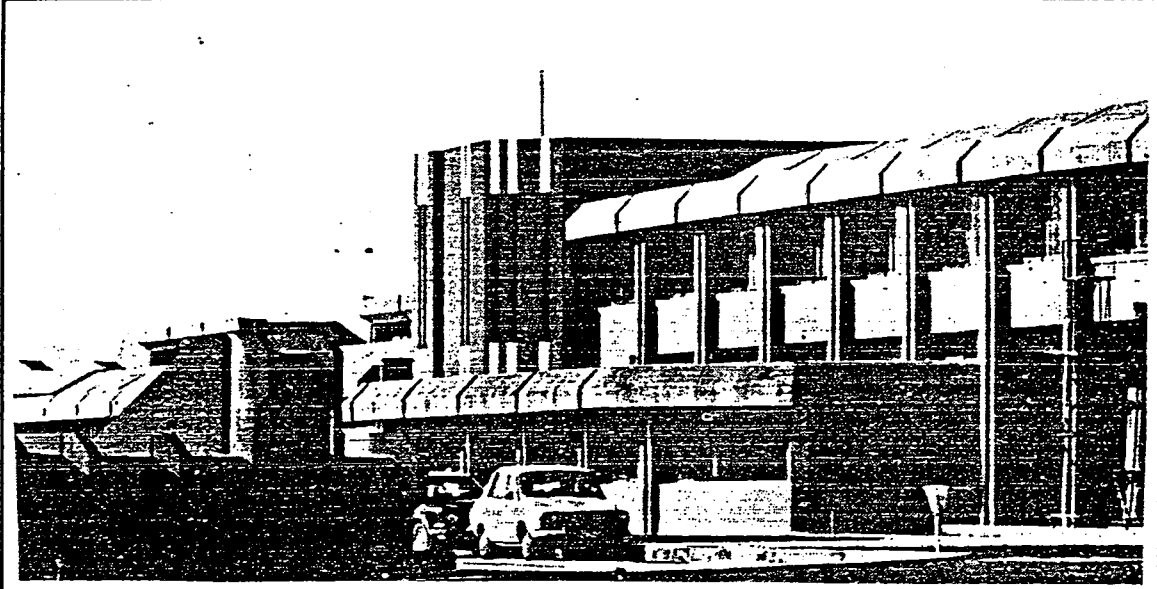
## 6.6 Kordsa Kordbezi Fabrikası

1974 – 1975 yıllarında yapılan Kordsa Fabrikası, bir yabancı Holding kuruluşudur. Yapı 25.000 m<sup>2</sup> lik bir alana oturmaktadır.

Bu tesisin strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır.

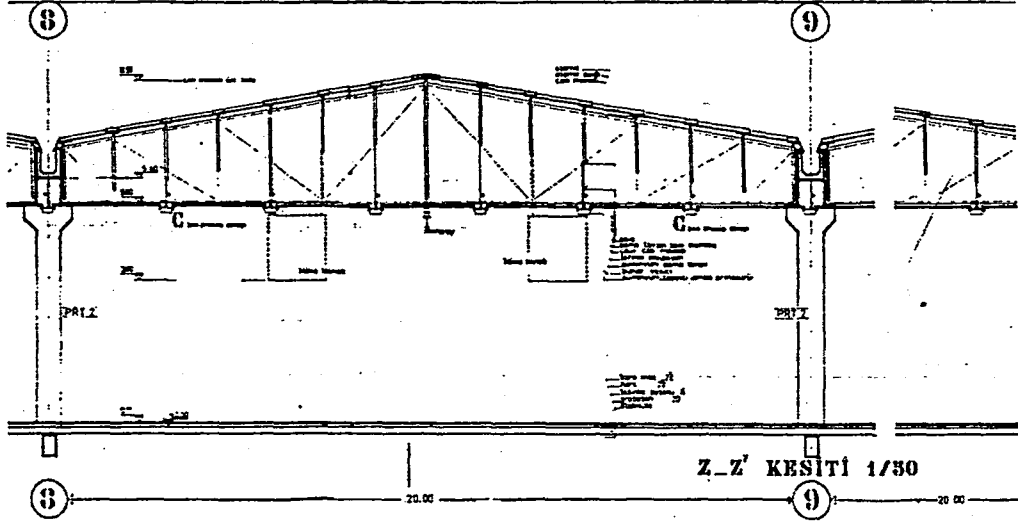
Temel	:Betonarme yerinde yapım soket temeller.
Çerçeve	:Ön-yapım betonarme kolonlar, U yatay oluk kirişleri ve boru elemanlı çatı makaslarından oluşturulmuştur.
Kolon	:16 m. x 20 m. aks açıklıklarında yapılmış, ön- yapım betonarme kolonlar.
Döşeme	:Yerinde yapım betonarme döşeme.
Döşeme kaplaması	:30 cm. x 30 cm. cilalı suni taş karo
Dış duvar	:Blok tuğla duvar.
Kapılar	:Kutu profil doğrama.
Pencereler	:Kutu profil doğrama.
Tavan kaplaması	:Termik izolasyonlu alüminyum asma tavan.
Çatı kaplaması	:Eternit levha kaplama.

Kordsa Kordbezi Fabrikası' nın yapısal oluşum şemaları ve fotoğrafları Şekil 6.11 – Şekil 6.13' te verilmiştir.

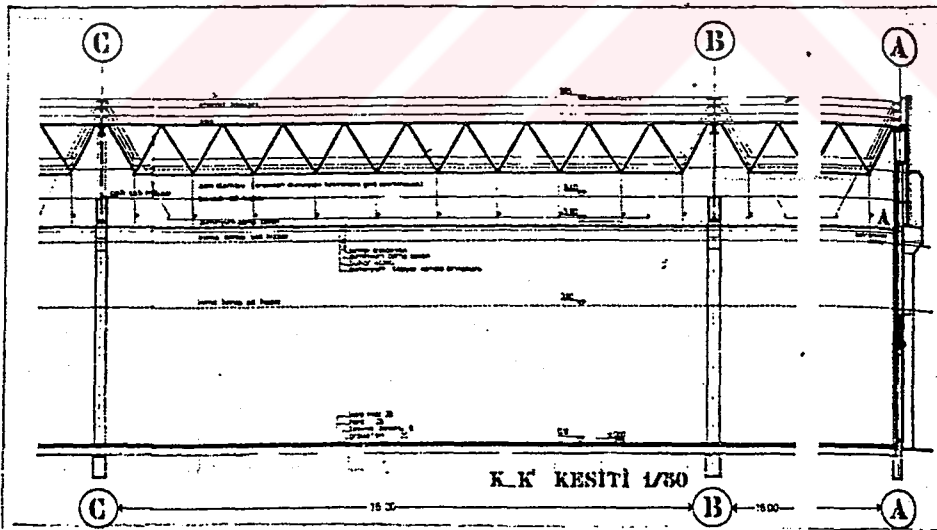


GENEL GÖRÜNÜMLER

Şekil 6.14 Kordsa Kordbezi Fabrikası – Genel görünüm



TAŞIYICI SİSTEM KESİTİ



TAŞIYICI SİSTEM KESİTİ

Şekil 6.15 Kordsa Kordbezi Fabrikası – Taşıyıcı sistem oluşumu

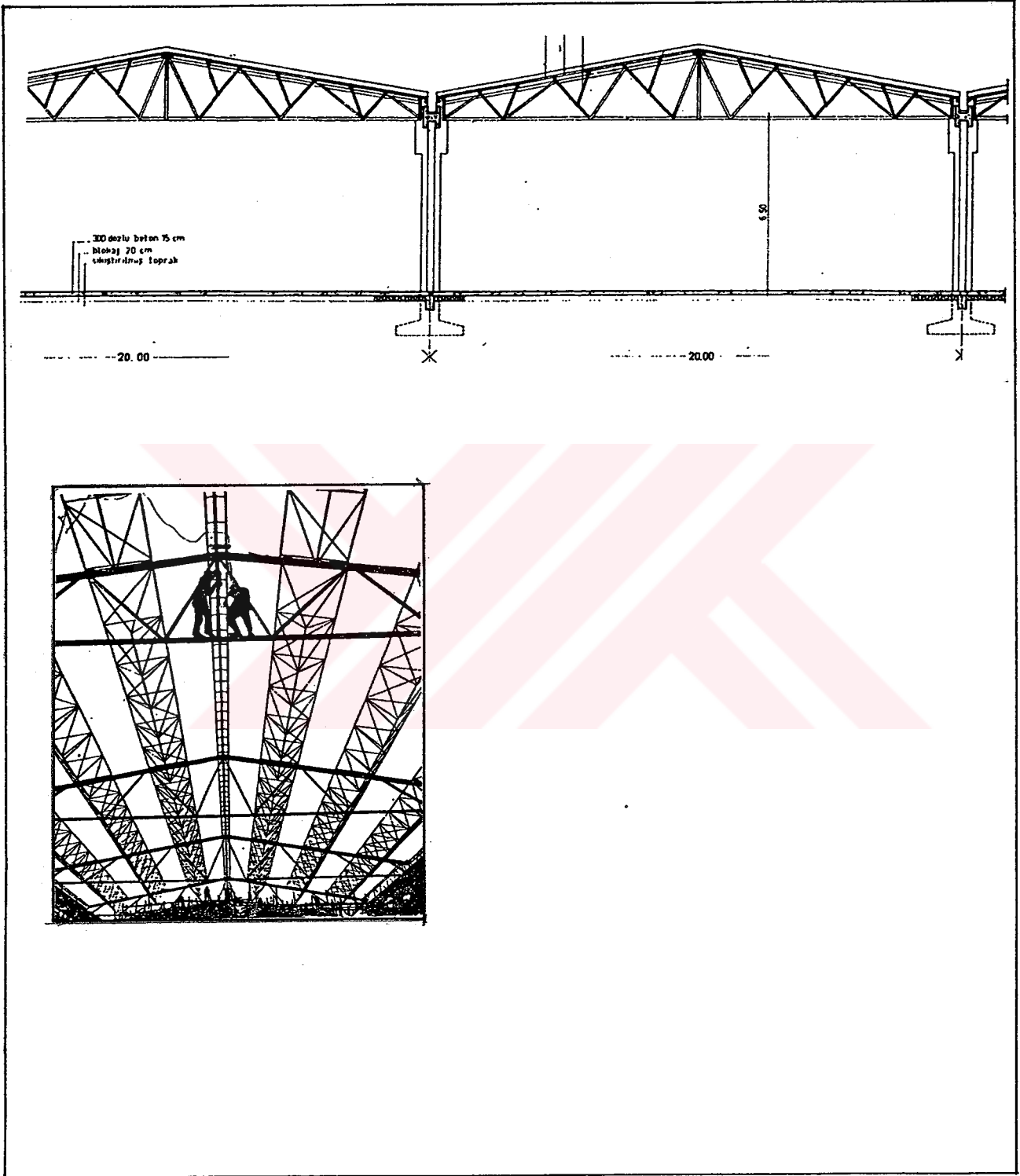
## 6.7 Atlas - Copco Kompresör Fabrikası

21.000 m<sup>2</sup>' lik yapı, 1970 yılında mimarlar D. Tekeli ve S. Sisa tarafından yapılmıştır. Çatı konstrüksiyonunda, çelik borulardan yapılmış üçgen formlu uzay kirişler kullanılmıştır. Bu yapının yapımından sonra yapılan araştırmalarda, özellikle büyük açıklıklı sanayi yapılarında, çelik kafes kiriş aşıklar yerine uzay çelik kirişlerin kullanılmasının, malzemede büyük ekonomi sağladığı tespit edilmiştir.

Bu tesisin strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır;

Temel	:Betonarme yerinde yapım soket temeller.
Çerçeve	:Ön-yapım betonarme kolonlar üzerine oturan çelik kafes kirişlerin üzerine, uzay çelik kirişlerin montajlanması ile oluşturulmuştur.
Kolon	:10 m. x 20 m. aks açıklıklarında yapılmış, ön- yapım betonarme kolonlar.
Döşeme	:Yerinde yapım betonarme döşeme.
Döşeme kaplaması	:Sertleştirilmiş betonarme döşeme
Dış duvar	:Blok tuğla duvar.
Kapılar	:Kutu profil doğrama.
Pencereler	:Kutu profil doğrama.
Çatı kaplaması	:Eternit levha kaplama.

Atlas – Copco Fabrikası' nın yapısal oluşum şemaları Şekil 6.16' da verilmiştir.



Şekil 6.16 Atlas – Copco Kompresör Fabrikası – Taşıyıcı sistem oluşumu

## 6.8 Uzel Makine Traktör Fabrikası – Düzce

Her biri 20.000 m<sup>2</sup>'lik üç ayrı fabrikadan oluşan projenin uygulaması halen devam etmektedir. Yapımı biten motor üretim fabrikasının taşıyıcı sistemi, fabrikada özel yapım çelik kolonlar üzerine oturan çelik kafes kirişler ve bu kirişlerin üzerine mesnetlenen uzay çelik kirişlerden oluşmaktadır.

Bu tesisin strüktürel ve yapısal özellikleri şunlardır;

Temel	:Betonarme yerinde yapım soket temeller.
Çerçeve	:Ön-yapım çelik kolonlar üzerine oturan çelik kafes kirişlerin üzerine, uzay çelik kirişlerin montajlanması ile oluşturulmuştur.
Kolon	:15 m. x 20 m. aks açıklıklarında yapılmış, ön- yapım çelik kolonlar.
Döşeme	:Yerinde yapım betonarme döşeme.
Döşeme kaplaması	:Sertleştirilmiş betonarme döşeme
Dış duvar	:Üç katmanlı (metal kaplama + taşıyıcı + metal kaplama) sandviç paneller (Trimo marka)
Kapılar	:Kutu profil doğrama.
Pencereler	:Kutu profil doğrama.
Çatı kaplaması	:Galvaniz sac üzeri taşıyıcı, PVC buhar kesici muşamba, PVC membran su yalıtımı

## 7. SONUÇLAR

Mimarlık ve mühendislik açısından, yapım sistemlerini zorlayan, yeni yapı ürünlerinin gelişimine öncülük eden, yapı teknolojisinin gelişiminin gözlenebildiği ve ancak disiplinler arası ortak çalışmalarla yapılabilecek büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumunda kararın doğru verilmesi, sanayinin ülke ekonomilerinin en büyük dinamiği olduğu kabul edildiğinde, 2000'li yıllarda gelişmekle beraber mali sıkıntılar çeken Türkiye ekonomisi için oldukça önem taşımaktadır.

Araştırmalarımızın sonucu olarak; büyük açıklıklı sanayi yapılarının;

- yapım maliyetlerinin yüksek olması,
- yüksek olan maliyetlerini, üretime geçerek kısa sürelerde amortise edebilmeleri için, hızlı yapılma gerekliliği,
- büyük açıklıkları uygun kesitli ve hafif taşıyıcı sistem bileşenleri ile geçebilme gerekliliği,
- gelecekte, üretim sistemlerindeki teknolojik gelişmelere paralel olarak işlev eskimeleri sonucunda yapılan yeniliklere ve değişikliklere uyum sağlayacak şekilde büyütülme gerekliliği,
- ağır çalışma şartları altında hızlı fiziksel eskimelere uğraması,
- çalışanlar ve üretim sistemi için gerekli konfor koşullarını sağlayabilme gerekliliği,

yapısal oluşumlarını ve yapım sistemi seçimini önemli kılan genel özellikleri olarak tespit edilmişlerdir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının bu özellikleri doğrultusunda, yapısal oluşum sürecinde doğru kararların verilebilmesi için;

- a) sanayi yapısının işlevleri ile ilgili,
- b) sanayi yapısını oluşturan yapı öğeleri ve yapım sistemleri ile ilgili,
- c) çevresel veriler ile ilgili faktörlerin incelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir

Seçimde yapılacak yanlışlar sonucu yapılan yapısal hataların düzeltilmesi zor, maliyeti yüksek bazen de imkansız olabilmektedir.

Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumları ile ilgili veri teşkil edebilecek bazı sonuçlara varmak mümkündür;

- Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumları, farklı uzmanlık dalları arasında bir grup çalışması gerektirmektedir. Bu grup çalışmasında, sanayi yapısı ile ilgili, aşağıdaki özellikler dikkate alınmalıdır;
  - İşlevler tam ve eksiksiz belirlenmelidir.
  - Kullanıcı özelliklerini tespit edilmelidir.
  - Kullanılacak sabit ve hareketli makineler, ekipmanlar ve bunların yapıya olan yükleri tespit edilmelidir.
  - İşlevden gelen sonuçlar doğrultusunda, ihtiyaç duyulan açıklıkları geçmek için, taşıyıcı sistem seçeneklerinden en uygun ve ucuz olanının seçimi yapılmalıdır.
  - Yapı öğelerinin oluşumlarında bir araya getirilecek yapı bileşenlerinin birbirleri içinde tam bir yapısal uyum sağlanmalı, ayrıca oluşan yapı öğelerinin, yapım sistemi oluşumunda tam bir uyum içinde olmaları sağlanmalıdır.
  - Yapısal oluşum sürecinde seçilecek yapı bileşenlerinin, fonksiyon ihtiyaçlarına, çevresel etkilere (iklim, deprem, rüzgar ), yapısal faktörlere (yangın direnimi, maliyetler, yapım hızı, bakım ve onarımı) ve gelecekteki olası büyümeye optimum derecede uygun olmalıdırlar.
  - Sanayi yapısındaki farklı mekanların kullanım etkinlikleri tespit edilmelidir.
  - Yapının büyük alanlar kaplayan cephelerinin, görsel etki açısından analiz edilerek, farklı mimari formlar, doku ve renkler kullanılmalıdır.

Türkiye’de büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumlarının, bu sonuçlar bağlamında bazı açılardan yetersiz oldukları, yerinde yapılan incelemelerde tespit edilmiştir. Bunlardan en önemlileri şunlardır:

- 1 – Yangın çıkışı, yangın algılama ve yangına müdahale konularında, kullanıcıların bilgi yetersizliği ve yapısal eksiklikler (yangın havalıkları, kompartmantasyon yapılmaması, aktif söndürme yöntemlerinin çok zayıf olması vb).

- 2 – Yanlış seçilen yapı ürünlerinden dolayı büyük cephe ve çatı alanlarından çok fazla ısı kaybı, sonucunda da büyük enerji kaybı.
- 3 – Büyük çatı alanlarında kullanılan çatı kaplama malzemelerinin, taşıyıcı sistem ile oluşan ilişkisinde, seçimde yapılan hatalar sonucu, iklimsel etkiler karşısında görevini yerine getirememesi (su sızıntıları, termal konfor yetersizliği, doğal aydınlatmada yetersizlikler vb.)
- 4 - Üretim mekanının zemin döşemesinde, zaman içinde, ağır çalışma şartları sonucunda, fiziksel bozulmalar ve kopmalar. Bu yapılarda döşeme oluşumları sürecinde, aşınmalara direnimli özel endüstriyel kimyasallar ile kaplamalar, profesyonel uygulamalar ile yapılmalıdır.
- 5 - Yapısal oluşum aşamasında gelecekteki büyüme olasılıklarının, yanlış tespiti sonucu, yapının bir zaman sonra üretim açısından yetersiz kalabilmekte, çözüm sürecinde büyük yapısal maliyetler ortaya çıkabilmektedir.
- 6 - Büyük açıklıklı sanayi yapılarında önemli başka bir sorun da, yeni geliştirilen yapı malzemelerin, iyice tecrübe ve test edilmeden bu yapılarda kullanılması sonucunda zaman içinde yapısal aksaklıkların çıkmasıdır.

Sonuç olarak ülkemizde son yıllarda hızla gelişen sanayi kuruluşları, ihtiyaçları doğrultusunda bir çok büyük açıklıklı sanayi tesisleri inşa etmektedirler. Bu yapıların yapısal oluşumlarında ortaya çıkan yapısal hataların düzeltilmesi sürecinde parasal kayıpların yanında, üretim sisteminin, tamir esnasında durması sonucu büyük ekonomik kayıplar olabilmektedir. Ayrıca batıda gelişmiş ülkelerde bir çok örneği olan, büyük açıklıklı sanayi yapılarında kullanılabilen yapı sistemleri (asma – germe, uzay kafes, kabuklar), teknolojilerinin yeterince bilinmemesi, uygulayıcı yetişmiş elemanların yetersizliği, uluslararası standartlarda ülkemizde üretilmemeleri sonucu, Türkiye’ de hiç ya da çok az uygulanabilmektedir.

**KAYNAKLAR**

Anon., (1959), "Building Types Studies, 266, Industrial Buildings, Simplified Flowlines Dictate Plant Layout and Design", Architectural Record, New York.

Akgün, E., (1991), Türkiye'deki Endüstri Yapılarının Strüktürel Gelişimi ve İrdelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Aksoy, Ö., (1974), Uyum Sürecinin Mimarlık Sistemi İçinde Örneklenmesi, K.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayın, Trabzon.

Aktan, S., (1980), Yerinde Dökümle Yapım Teknikleri, İstanbul.

Aslanoğlu, İ., (1980), Erken Cumhuriyet Dönemi Mimarlığı, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliği, Ankara.

Avlar, E., (2000), Yapılarda Bakım ve Onarım, Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Başaran, U., (1998), Zemin Üzeri Dış Duvarlarda Seçenek Özelliklerinin Tanımlaması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Batur, A. ve Batur, S., (1970), "Sanayi, Sanayi Toplumu ve Sanayi Yapısının Evrimi Üzerine Bazı Düşünceler", Mimarlık Dergisi, 80, İstanbul.

Bayülgen, C., (1993), Çağdaş Strüktür Sistemleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Baskı İşliği, İstanbul.

Benevolo, L., (1981), Modern Mimarlığın Tarihi, Çevre Yayınları, İstanbul.

Berköz, S., (1973), Yapıma Sistemler Yaklaşımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Bertalanffy, L. F., (1969), General System Theory, George Brazillier Inc., New York.

Blanc, A., McEvoy, M., Plank, R., (1993), Architecture and Construction in Steel, The Steel Construction Institute, London.

Churchman, C. W., (1968), Introduction to Operations Research, John Wiley and Sons Inc., New York.

Çakır, Z., (2000), Düz Çatılarda Isı ve Su Yalıtım Malzemelerinin Performans Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Çamlıbel, N., (1994), Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Baskı İşliği, İstanbul.

Çamoğlu, Ö., (2001), Sanayi Yapılarında Üretim Holü İle İdare Bölümü Arasındaki Biçimleniş Özellikleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Çatak, N., (2001), Büyük Açıklıklı Yapılarda Çatı Örtü Malzemeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Çoker, G.B., (1979), Bina Yapımında Bileşen Yaklaşımı İle Tasarlama Veri Koordinasyonunu Sağlayacak Bir Yöntem, İstanbul.

DTP, (1995), Beş Yıllık Kalkınma Planı, DTP, Ankara.

Elagöz, A., (1987), "Endüstri Yapılarının Tasarım ve Strüktürünü Belirleyen Etkenler", Yem

Yayınları, İstanbul.

Eser, L., (1977), Geleneksel ve Gelişmiş Geleneksel Yapı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Gössel, P., (1991), Architecture In The Twentieth Century, Taschen, Berlin.

Hasol, D., (1995), Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yem Yayınları, İstanbul.

Hausmann, M. R., (1990), Enginnering Treatment of Soils, E & FN Spon, London.

Henn, W., (1964), Building for Industry Vol. 1, Hiffe Books Ltd, Munich.

Hızıroğlu, E., (1979), Endüstri Yapıları Tasarımında Kullanılabilir Bir Yöntem Modeli İnsan Ögesi ve Üretim Oluşumu Değerlendirmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

İncecik, M., (1999), Zemin Stabilizasyonu ve Zemin Yapıları Ders Notları, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.

İnceoğlu, N., (1979), Tek Katlı Endüstri Yapılarında İnsan Sirkülasyonu Probleminin Çözümünde Kullanılabilecek Sistematik Bir Metot, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kaylor, H., (1967), "Materials and Techniques – Factory Construction", Factory Building, Leonard Hill, London.

Koşaner, Y., (1990), Fabrika Binaları Tasarımı, Eskişehir Sanayi Odası Yayınları, Eskişehir.

Lange, O., (1965), Ekonomi Politik, (Çeviri: M. Şeref), Ataç Kitapevi Yayınları, İstanbul.

Manning, P., (1962), The Design of Roofs For Single Storey General Purpose Factories, A Report Upon An Investigation, University of Liverpool, Dep. of Building Science, Liverpool.

Melegari, C. ve Garassino, A., (1997), Seminar on Jet Grouting, CI – Premier Pte. Ltd. Singapore.

Moore, M.M., (1975), Fabrika Projesi ve Yerleşim Planı, (Çeviri: Yülek, İ.E. ve Cezzar M.R.), Nüve Matbaası, Ankara.

Özal, M., (1986), Türkiye’de Endüstri Yapılarının Planlanmasında Taşıyıcı Sistem Seçimi ve İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Özdeniz, M. ve Diğerleri, (1988), Yapı Bilgisi, K.T.Ü., Trabzon.

Özkan, E., (1976), Yapım Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Özşen, G. ve Yamantürk, E., (1991), Taşıyıcı Sistem Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Pevsner, N., (1970), Avrupa Mimarisinin Anahatları, (Çeviri: S. Batur), İstanbul Teknik Üniversitesi Matbbası, İstanbul.

Schoklitsch, A., (1976), Temel Yapıları, Çeviri : Necati Acun, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Schueller, W., (1993), Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri, (Çeviri : E. Yamantürk ve G. Özşen), Yıldız Teknik Üniversitesi, Baskı İşliğı, İstanbul.

Scully, V., (1972), Modern Mimari, (Çeviri: S. Batur), İstanbul Teknik Üniversitesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

Serin, N., (1963), Türkiye’nin Sanayileşmesi, Sevinç Matbaası, Ankara.

Sey, Y. ve diğerkleri, (1986), Çağdaş Yapım Sistemleri – Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Sirel, Ş., (1970), “Sanayi Yapılarında Aydınlatma”, Mimarlık Dergisi, 80, İstanbul.

Tanilli, S., (1997), Uygarlık Tarihi, Adam Yayınları, İstanbul.

Tekeli, D. ve Sisa, S., (1970), “Sanayi Yapıları Üzerine”, Mimarlık Dergisi, 80, İstanbul.

Timoçin, S., (2001), Bina Cephe Oluşumu ve Bina Ekonomisi Açısından Güneş Kontrol Sistemlerinin İrdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

Velioglu, Ü., (1992), Endüstri Yapılarında Mimari Planlama İlkeleri ve Ülkemizdeki Başlıca Örneklerin Bu İlkeler Açısından İrdelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yamaç, Z., (1998), Çok Katlı Çelik Yapılarda Döşeme Türü Kararı Etkenleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Yavuz, G., (1996), “Bina Yangın Güvenliği Seminer Bildirileri”, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.

Yürekli, H., (1980), İnsan Davranışları ve Çevre İlişkilerine Bağlı Olarak Çevrenin Korunması ve Geliştirilmesi İçin Bir Metot Önerisi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Müh. – Mim. Fakültesi, İstanbul.

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	29.03.1974	
Doğum yeri	Bursa	
Lise	1986-1992	Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans	1992-1996	Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	1999-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

**Çalıştığı kurumlar**

1994-1995	Parlamento Binası Restorasyonu / Moskova Enka AŞ. (Staj)
1996-1997	Em-Ha Mimarlık Bürosu
1997-Devam ediyor	Yonar Yapı Sanayi ve Ticaret Ltd. Şirketi