İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE AZ KATLI KONUTLAR İÇİN YARI AÇIK HAFİF ÇELİK YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ

DOKTORA TEZİ

Semih Göksel YILDIRIM

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Mimari Tasarım Program

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan ŞENER

MAYIS 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE AZ KATLI KONUTLAR İÇİN YARI AÇIK HAFİF ÇELİK YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ

DOKTORA TEZİ
Semih Göksel YILDIRIM
(502022021)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Ocak 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Mayıs 2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan ŞENER (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ayla ATASOY (İTÜ)
Prof. Dr. Nesrin YARDIMCI (İTÜ)
Prof. Dr. Nesrin DENGİZ (MSGSÜ)
Doç. Dr. Sinan Mert ŞENER (İTÜ)

MAYIS 2010

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında, değerli görüş ve bilgileriyle her konudaki yardımlarından dolayı Hocam Sn. Prof. Dr. Hasan Şener' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tüm tez çalışmam boyunca değerli eleştirileri ve görüşleri ile çalışmama çok önemli katkılarından dolayı tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Sn. Prof. Dr. Ayla Atasoy hocama ve Sn. Prof. Dr. Nesrin Yardımcı hocama şükranlarımı sunarım.

Mayıs 2010 Semih Göksel YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Problemin Tanımı 3
1.2 Amaç 5
1.3 Kapsam 5
1.4 Yöntem 5
2. TÜKİYE' DE KONUT ÜRETİMİ **7**
2.1 Türkiye Ekonomisi ve İnşaat Sektörünün Bugünkü Durumu 7
2.2 Konut Üretiminin Genel Bina Üretimi İçindeki Yeri 10
2.3 Konut Üretiminde Rol Alan Aktörler 12
2.4 Konut Üretiminde Finans Kaynakları 13
2.5 Konut Üretiminin Yıllara Göre Gelişimi 14
2.6 Konut İhtiyacı 15
2.7 Mevcut Konut Stoğuna İlişkin Özellikler 16
2.7.1 Konutlarda hane yapısı ve yoğunluk 16
2.7.2 Konutlarda oda sayısı 17
2.7.3 Konut birimi ortalama alanı ve bina taban alanı 18
2.7.4 Konut birimi ortalama maliyeti 19
2.7.5 Konutlarda kat sayısı 21
2.7.6 Konutlarda taşıyıcı sistem 22
2.8 Az Katlı Konut Projeleri Envanter Çalışması 22
3. ENDÜSTRİLEŞMİŞ AZ KATLI KONUT YAPIM SİSTEMLERİ **29**
3.1 Yapımda Endüstrileşme 29
3.1.1 Bina alanında endüstrileşme yaklaşımları 29
3.1.2 Açık bina, konut planlaması ve tasarımda açıklık 30
3.1.3 Endüstrileşmiş açık sistemler 33
3.2. Türkiye' de Endüstrileşmiş Konut Yapım Sistemlerinin Kullanılma Nedenleri 34
3.3 Türkiye' de Kullanılabilecek Endüstrileşmiş Az Katlı Konut Yapım Sistemleri Karşılaştırması 37
3.3.1 Az katlı konut tanımı 37
3.3.2 Prefabrike betonarme konut yapım sistemleri 38
3.3.3 Ahşap taşıyıcılı konut yapım sistemleri 42
3.3.4 Hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemleri 46

3.3.5 Endüstrileşmiş az katlı konut yapım sistemleri karşılaştırması ……..…51
3.3.5.1 Yapım sistemlerine yönelik karşılaştırma 57
3.3.5.2 Taşıyıcı sistem bileşen özelliklerine yönelik karşılaştırma 60
3.3.5.3 Üretim özelliklerine yönelik karşılaştırma 61
3.3.5.4 Montaj özelliklerine yönelik karşılaştırma 62
3.3.5.5 Bina maliyetine yönelik karşılaştırma 62
3.3.5.6 Yapı kullanım alanına yönelik karşılaştırma 66
3.3.5.7 Endüstrileşmiş az katlı konut taşıyıcı sistemleri karşılaştırma sonuçları 67
4. TÜRKİYE' DE AZ KATLI KONUTLAR İÇİN YARI AÇIK HAFİF ÇELİK YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ ……69
4.1 Yarı Açık Sistem Tasarımı 69
4.1.1 Sistem tanımı ……..…….69
4.1.2 Yarı açık sistem tanımı ……..……..70
4.1.3 Yarı açık sistemlerin nitelikleri ……..71
4.1.4 Yarı açık sistemlerin katalog verileri ……..…….71
4.1.5 Yarı açık sistem ile tasarım ……..……73
4.1.6 Tasarlayıcının ürettiği grafik belgeler ……73
4.2 Türkiye' de Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Üretimi / Önerilen Sistem …….74
4.3 Önerilen Sistemin Genel Prensipleri 79
4.3.1 Sistemin hedefleri ……..……..80
4.3.2 Program tipleri ……81
4.3.3 Sistemin sınırları ……..……82
4.3.4 Temel yapısal prensipler ……..……85
4.4 Önerilen Sisteme ilişkin bilgiler ……..…….89
4.4.1 Sistem bileşenleri ……89
4.4.1.1 Hafif çelik taşıyıcı sistem bileşeni 89
4.4.1.2 Taşıyıcı sistemi destekleyen kaplama malzemeleri 97
4.4.2 Bileşenlerin birbiri ile birleşmesi ……..……100
4.4.3 Sistemin geometrisi ……..……102
4.4.3.1 Modüler koordinasyon 102
4.4.3.2 Plan geometrisine ilişkin kurallar 105
4.4.3.3 Cephe kuruluşuna ilişkin kurallar 110
4.4.3.4 Bina formu 114
4.5 Önerilen Sistem Bileşenleri Aileleri ……..……118
4.5.1 Taşıyıcı sistem bileşenleri ailesi ……..……..118
4.5.1.1 Taşıyıcı duvar 118
4.5.1.2 Döşeme 130
4.5.1.3 Çatı 146
4.5.2 Tamamlayıcı bileşenler ailesi ……..……..150
4.5.3 Ekipman bileşenleri ailesi ……..……156
4.6 Önerilen Sistemin Esnekliğine İlişkin Bilgiler ……160
4.7 Önerilen Sistemde Çevresel Etki ve Mimari Kaliteye İlişkin Bilgiler…..… .162
5. ÖNERİLEN YARI AÇIK SİSTEMİN MEVCUT KONUT PROJELERİNE UYARLANMASI ……..165
5.1 Yarı açık sistemin konut planlarına uyarlanması ……..……165
5.2 Yarı açık sistemin konut cephelerine uyarlanması ……..……167
6. SONUÇLARVE ÖNERİLER ……..……..169
6.1 Teknolojik İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler ……..……169
6.2 Ekonomik İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler ……..……171

6.3 Tipolojik İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler ……..172
6.4 Modüler Koordinasyon ve Organizasyonel İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler 173
6.5 Kullanım Olanaklarının Artırılmasına Yönelik Değerlendirme 175
6.6 Yarı Açık Sisteme İlişkin Katalog Verileri ve Önerilen Bileşen Tipleri 175
KAYNAKLAR 177
EKLER 185
BİRİM ÇEVİRİMİ 341
ÖZGEÇMİŞ 343

KISALTMALAR

ABB : Ankara Büyükşehir Belediyesi
ABYBHY : Afet bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik
AISC : American Institute of Steel Construction
AISI : American Iron and Steel Institute
AWC : American Wood Council
BDDK : Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu
BKK : Bakanlar kurulu kararı
CFSEI : Cold Formed Steel Engineers Institute
CIB : International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CSSBI : Canadian Sheet Steel Building Institute
DBYBHY : Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik
DÇÜD : Demir – Çelik Üreticileri Derneği
DİE : Devlet İstatistik Enstitüsü
DPT : Devlet Planlama Teşkilatı
ENR : Engineering News Record
Erdemir : Ereğli Demir Çelik Fabrikaları T.A.Ş
GSHAP : Global Seismic Hazard Assesment Program
HUT : Helsinki University of Technology
HUD : The U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research
IISI : International Iron and Steel Institute
İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi
NASFA : North American Steel Framing Alliance
NAHB : National Association of Home Builders
OSB : Oriented strand board
SBA : Structural Board Association
SFA : Steel Framing Alliance
SSMA : Steel Stud Manufacturers Association
STAHL : Stahl Informations Zentrum
TCMB : Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TÇMB : Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği
TEMA : Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı
THBB : Hazır Beton Birliği
TOKİ : Toplu Konut İdaresi
TPB : Türkiye Prefabrik Birliği
TS : Türk Standartları
TTF : Timber Trade Federation
TUCSA : Türk Yapısal Çelik Derneği
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
YEM : Yapı Endüstri Merkezi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Türkiye' de sektörlere göre uluslararası doğrudan yatırım girişleri – 2006 ……..8
Çizelge 2.2 : İnşaat sektörünün yıllık büyüme performansı ve kümülatif büyüme oranları (%) ……9
Çizelge 2.3 : Konut kredilerinin gelişimi ……14
Çizelge 2.4 : Türkiye' de belediye sınırları içindeki binaların bitiş yılı ..……14
Çizelge 2.5 : Türkiye toplam konut sayısı içerisinde payı en fazla olan beş ildeki binaların ortalama yaşı …..……15
Çizelge 2.6 : Konut ihtiyacı 16
Çizelge 2.7 : Oda sayısına göre tamamen veya kısmen biten yeni ve ilave konutlar - yapı kullanma izin belgelerine göre ……..……18
Çizelge 2.8 : Ortalama konut birimi alanı (m2) ……18
Çizelge 2.9 : Konut birimi metrekare maliyeti (YTL) …….……20
Çizelge 2.10 : Yapı yaklaşık birim maliyetleri (YTL)……20
Çizelge 2.11 : Kat sayılarına göre konut yüzdeleri - yapı kullanma izin belgelerine göre 22
Çizelge 2.12 : Anadolu yakasında tamamlanmış az katlı konut projeleri ……...27
Çizelge 2.13 : Avrupa yakasında tamamlanmış az katlı konut projeleri ……29
Çizelge 3.1 : Türkiye prefabrik birliği üyeleri ürün türleri ve kapasiteleri (2006 yılı)…….39
Çizelge 3.2 : Deprem bölgelerinde yapılacak yığma yapılarda izin verilen kat sayısı ……41
Çizelge 3.3 : Panel, hücre ve iskelet taşıyıcılı yapıların üretim ve pazarlama sistemlerine göre özellikleri.....42
Çizelge 3.4 : Ahşap ve galvanize çelik profil kesiti karşılaştırması 47
Çizelge 3.5 : Proje verileri ……..52
Çizelge 3.6 : Zemin parametreleri 52
Çizelge 3.7 : Taşıyıcı sistem yük hesaplama verileri 52
Çizelge 3.8 : Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri ……54
Çizelge 3.9 : Malzeme fiziksel özellikleri ……55
Çizelge 3.10 : Ordinal bir skala yardımıyla ölçme tablosu ……56
Çizelge 3.11 : Yapım sistemlerine yönelik karşılaştırma …..……57
Çizelge 3.12 : Taşıyıcı sistem bileşen özelliklerine yönelik karşılaştırma …..60
Çizelge 3.13 : Üretim özelliklerine yönelik karşılaştırma ……..……61
Çizelge 3.14 : Montaj özelliklerine yönelik karşılaştırma ……..……62
Çizelge 3.15 : Bina maliyetine yönelik karşılaştırma ……..……..63
Çizelge 3.16 : Yapısal ağırlık ve malzeme maliyetleri karşılaştırması ……..65
Çizelge 3.17 : Yapı kullanım alanına yönelik karşılaştırma……66
Çizelge 3.18 : Karşılaştırma sonuçları tablosu ……67
Çizelge 4.1 : Taşıyıcı sisteme ilişkin limitler ……...……83
Çizelge 4.2 : Hafif çelik sistem ile kat düzenlemeleri ……84

Çizelge 4.3 **:** Statik analiz verileri 86
Çizelge 4.4 **:** Çinko kaplama özellikleri ve kullanım alanları 91
Çizelge 4.5 **:** Levha kalınlığına bağlı minimum çelik akma dayanımı …….93
Çizelge 4.6 **:** Montaj elemanlarının karşılaştırılması 101
Çizelge 4.7 **:** Vida numarası ve vida çapı 101
Çizelge 4.8 **:** Hafif çelik yapıda döşeme kiriş boyutlarına göre döşeme açıklığı 133
Çizelge 4.9 **:** Hafif çelik yapı sisteminde varolan-önerilen esneklik ……...161
Çizelge B5.1 **:** C serisi profiler 280
Çizelge B5.2 **:** Z serisi profiler 283
Çizelge B5.3 **:** U serisi profiler 287
Çizelge B5.4 **:** Omega serisi profiler 289
Çizelge B5.5 **:** Profillerde açılabilecek boşluk ölçüleri 290
Çizelge B6.1 **:** Ce serisi profiler 293
Çizelge B6.2 **:** Epsilon serisi profiler 294
Çizelge B6.3 **:** Zed serisi profiler 295
Çizelge B6.4 **:** U serisi profiler 296
Çizelge B6.5 **:** Saçak serisi profiler 297
Çizelge B6.6 **:** Omega serisi profiler 298
Çizelge B7.1 **:** C ve C+ serisi profiler 301
Çizelge B7.2 **:** ∑ (Sigma) ve ∑ + (Sigma plus) serisi profiler 302
Çizelge B7.3 **:** Zed serisi profiler 303
Çizelge B7.4 **:** Eaves serisi profiler 304
Çizelge D.1 **:** Sisteme ilişkin bilgiler.....333
Çizelge D.2 **:** Sistemde kullanılan bileşen tipleri 337
Çizelge D.3 **:** Sistemde kullanılan bileşen boyutları.....338
Çizelge D.4 **:** Taşıyıcı sistem bileşenleri 339

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Türkiye toptan eşya ve tüketici fiyatları endeksi ……8
Şekil 2.2 : 2006 yılı GSMH dağılımı ……9
Şekil 2.3 : Yapı ruhsatlarına göre yeni ve ilave yapı sayısı ……10
Şekil 2.4 : Belediye sınırlarında toplam bina sayısı içinde kullanma amaçlarına göre bina sayılarının oranı, 2000 ……11
Şekil 2.5 : 2001 yılı sektörlere göre enerji tüketimi (bin TPE) ……12
Şekil 2.6 : Son on yıllık konut ruhsatları (daire sayısı) (1997-2006) ……15
Şekil 2.7 : Türkiye' de hane yapısı ……17
Şekil 2.8 : Türkiye genelinde konut olan binaların taban alanlarına göre yüzde dağılımı ……19
Şekil 2.9 : Kat sayısına göre binaların oranı - Türkiye ……21
Şekil 2.10 : Kat sayısına göre binaların oranı - İstanbul ……21
Şekil 2.11 : Nüfus toğunluğu (km2' ye düşen kişi sayısı) ……23
Şekil 2.12 : Konut sayılarına göre ilk on il, 1984-2000 (bin adet) ……24
Şekil 2.13 : Birinci derecede gelişmiş iller ……25
Şekil 3.1 : Karar-tasarlama düzeyleri strüktürü ……32
Şekil 3.2 : Deprem bölgeleri haritası ……34
Şekil 3.3 : Global sismik risk haritası ……35
Şekil 3.4 : Türkiye prefabrik birliği üye kuruluşları coğrafi dağılımı ……38
Şekil 3.5 : Beton esaslı prefabrike sistemler ……40
Şekil 3.6 : Hafif çelik taşıyıcı system ……48
Şekil 3.7 : Balon çerçeve Sistem ……49
Şekil 3.8 : Platform çerçeve sistem ……49
Şekil 3.9 : Platform çerçeve sistem Türkiye' de hafif çelik konut yapı üretimi ……51
Şekil 3.10 : Bina maliyeti ……63
Şekil 4.1 : Döküman hiyerarşisi ……78
Şekil 4.2 : Doku düzeyinde konut yerleşim tipleri ……82
Şekil 4.3 : Taşıyıcı sisteme etkiyen yükler ……85
Şekil 4.4 : Konutlarda kat kullanımında kabul edilen hareketli yükler ……86
Şekil 4.5 : Yatay yük altında hafif çelik bileşenlerin strüktürel davranışı ……87
Şekil 4.6 : Düşey yük altında hafif çelik bileşenlerin strüktürel davranışı ……88
Şekil 4.7 : Galvanize levha hafif çelik yapı profili ……90
Şekil 4.8 : Çelik levhada soğuk şekillendirmenin taşıyıcı bileşene etkisi ……92
Şekil 4.9 : S350GD+Z özellikli çeliğin sıcaklığa bağlı akma dayanımı çeşitli standartlara göre karşılaştırılması ……94
Şekil 4.10 : Üretim aşamasında etiketleme yöntemleri ……94
Şekil 4.11 : Hafif çelik taşıyıcı bileşenlerin kuzey Amerika şartnamelerine göre kodlandırılması ……95
Şekil 4.12 : Önerilen S ve U tipi sistem bileşenleri ……97
Şekil 4.13 : Strüktürel kaplama bileşenleri ……100

Şekil 4.14 : Kendinden delme özelliği olan vidalar ile montaj 101
Şekil 4.15 : Yarı açık sistemin dayandığı modüler ızgaralar ……103
Şekil 4.16 : Yatayda ve düşeyde kullanılan modüler koordinasyon …….104
Şekil 4.17 : Dar veya geniş açılı plan düzenlenmesi …..……..106
Şekil 4.18 : Dar veya geniş açılı duvar birleşimlerinde kullanılan bileşenler ……..107
Şekil 4.19 : Hafif çelik eğrisel duvar kuruluşu ……109
Şekil 4.20 : Hafif çelik sistemlerde, boşluk genişliği ile dikme modülasyonu ilişkisi ……..……111
Şekil 4.21 : Köşede boşluk açılması ……112
Şekil 4.22 : Cephe boşlukları ve taşıyıcı duvar rijitliğinin sağlanması ……113
Şekil 4.23 : Hafif çelik sistemlerde kütlesel hareket olanakları …….……..114
Şekil 4.24 : Plan düzleminde bina düzensizliği ……116
Şekil 4.25 : Farklı kotlara oturan döşemelerin ayrı duvarlara oturması ……117
Şekil 4.26 : Düşey yüklerin aktarılması ……..119
Şekil 4.27 : Katlar arasında taşıyıcı sistem temel modülünün değişmesi 120
Şekil 4.28 : Taşıyıcı duvar kuruluşu ……121
Şekil 4.29 : Dikme-başlık profilleri montajı ve başlık profilinde ek yapılması 122
Şekil 4.30 : Hafif çelik lento oluşumu ……..123
Şekil 4.31 : Duvar boşluğunda lento pozisyonu ve tipleştirmesi ……123
Şekil 4.32 : Duvarda açılabilecek boşluk ölçüleri ……124
Şekil 4.33 : Duvar boşluğunda dikme konfigrasyonu ……125
Şekil 4.34 : Köşe yaklaşım ve iki boşluk arası mesafe ……126
Şekil 4.35 : Taşıyıcı duvarda stabilite elemanları ……128
Şekil 4.36 : Taşıyıcı duvar yüzeyinde strüktürel kaplama 129
Şekil 4.37 : Hafif çelik duvarda boşluk oranına bağlı yanal yüklere dayanım ……130
Şekil 4.38 : En fazla bina ölçüleri ……131
Şekil 4.39 : Döşeme kirişi düzenlenmesi 132
Şekil 4.40 : Normal kat döşemesinde tek ve sürekli açıklıklı kiriş detayı 134
Şekil 4.41 : Taşıyıcı iç duvarda farklı doğrultulu döşeme kirişleri birleşimi ……135
Şekil 4.42 : Normal kat döşemesinde tek ve iki doğrultulu kiriş detayı 136
Şekil 4.43 : Hafif çelik döşeme kirişinin betonarme sisteme oturması 137
Şekil 4.44 : Bodrum kat penceresi lento çözümü 138
Şekil 4.45 : Döşemede boşluk açılması 139
Şekil 4.46 : Döşeme kirişleri arasından boşluk açılması 140
Şekil 4.47 : Konsol detayı ……...……141
Şekil 4.48 : Bir ve iki tarafı açık balkon oluşumu ……142
Şekil 4.49 : Konsol ve üç tarafı açık balkon oluşumu ……..143
Şekil 4.50 : Kapalı garaj taşıyıcı sistemi 144
Şekil 4.51 : Döşemede stabilite elemanları ……...145
Şekil 4.52 : Teras ve eğimli çatı ……..……146
Şekil 4.53 : Eğimli çatı detayı ……..147
Şekil 4.54 : Eğimli çatı kuruluşu……148
Şekil 4.55 : Mahya detay alternatifleri ve çatı döşemesinde kuşaklama …..149
Şekil 4.56 : Merdivende basamak detayı ……..151
Şekil 4.57 : Merdiven tipleri ……152
Şekil 4.58 : Döşeme kirişi üzerinde bölücü duvar yerleşimi ……153

Şekil 4.59 **:** Bölücü duvar kuruluşu 155
Şekil 4.60 **:** Döşeme kirişi ve taşıyıcı dikmede tesisat deliği açılması 157
Şekil 4.61 **:** Sıhhi tesisatın duvar ve döşemeden geçişi 158
Şekil 4.62 **:** Elektrik tesisatının düzenlenmesi 159
Şekil 4.63 **:** Isıtma tesisat borularının yerleşimi 160
Şekil 4.64 **:** Isı köprüsünün engellenmesi 163
Şekil A1 **:** Genel yerleşim planı 186
Şekil A1.1 **:** Vaziyet planı 187
Şekil A1.2 **:** Mimari proje 188
Şekil A2.1 **:** 0.00 kotu zemin kat koordinasyon planı 189
Şekil A2.2 **:** +3.00 kotu üst kat koordinasyon planı 190
Şekil A2.3 **:** +3.00 kotu taşıyıcı sistem bileşenleri planı 191
Şekil A2.4 **:** +5.95 kotu taşıyıcı sistem bileşenleri planı 192
Şekil A2.5 **:** Temel planı 193
Şekil A2.6 **:** Çatı planı 194
Şekil A2.7 **:** 0.00 kotu zemin kat kabuk bileşenler planı 195
Şekil A2.8 **:** +3.00 kotu üst kat kabuk bileşenler planı 196
Şekil A2.9 **:** 0.00 kotu zemin kat bölücü bileşenler planı 197
Şekil A2.10 **:** +3.00 kotu üst kat bölücü bileşenler planı 198
Şekil A2.11 **:** 0.00 kotu zemin kat ekipman bileşenleri planı 199
Şekil A2.12 **:** +3.00 kotu üst kat ekipman bileşenleri planı 200
Şekil A2.13 **:** A-A kesiti 201
Şekil A2.14 **:** Ön cephe 202
Şekil A2.15 **:** Sol yan cephe 203
Şekil A2.16 **:** Arka cephe 204
Şekil A2.17 **:** Sağ yan cephe 205
Şekil A2.18 **:** Sistem bileşenleri 206
Şekil A2.19 **:** Yalıtım katmanları 207
Şekil A3.1 **:** 0.00 kotu zemin kat koordinasyon planı 208
Şekil A3.2 **:** +3.05 kotu üst kat koordinasyon planı 209
Şekil A3.3 **:** +3.05 kotu döşeme bileşenleri planı.....210
Şekil A3.4 **:** +6.10 kotu döşeme bileşenleri planı 211
Şekil A3.5 **:** Temel planı 212
Şekil A3.6 **:** Çatı planı 213
Şekil A3.7 **:** 0.00 kotu zemin kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı.....214
Şekil A3.8 **:** +3.05 kotu üst kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı 215
Şekil A3.9 **:** 0.00 kotu zemin kat bölücü bileşenler planı 216
Şekil A3.10 **:** +3.05 kotu üst kat bölücü bileşenler planı 217
Şekil A3.11 **:** 0.00 kotu zemin kat ekipman bileşenleri planı 218
Şekil A3.12 **:** +3.05 kotu üst kat ekipman bileşenleri planı 219
Şekil A3.13 **:** A-A kesiti 220
Şekil A3.14 **:** Ön cephe 221
Şekil A3.15 **:** Sol yan cephe 222
Şekil A3.16 **:** Arka cephe 223
Şekil A3.17 **:** Sağ yan cephe 224
Şekil A3.18 **:** Sistem bileşenleri 225
Şekil A3.19 **:** Yalıtım katmanları 226
Şekil A4.1 **:** 0.00 kotu zemin kat koordinasyon planı 227
Şekil A4.2 **:** +3.05 kotu üst kat koordinasyon planı 228
Şekil A4.3 **:** +3.05 kotu döşeme bileşenleri planı 229

Şekil A4.4 : +6.10 kotu döşeme bileşenleri planı 230
Şekil A4.5 : Temel planı 231
Şekil A4.6 : Çatı planı 232
Şekil A4.7 : 0.00 kotu zemin kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı 233
Şekil A4.8 : +3.05 kotu üst kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı 234
Şekil A4.9 : 0.00 kotu zemin kat bölücü bileşenler planı 235
Şekil A4.10 : +3.05 kotu üst kat bölücü bileşenler planı 236
Şekil A4.11 : 0.00 kotu zemin kat ekipman bileşenleri planı 237
Şekil A4.12 : +3.05 kotu üst kat ekipman bileşenleri planı 238
Şekil A4.13 : A-A kesiti 239
Şekil A4.14 : Ön cephe 240
Şekil A4.15 : Sol yan cephe 241
Şekil A4.16 : Arka cephe 242
Şekil A4.17 : Sağ yan cephe.....243
Şekil A4.18 : Sistem bileşenleri 244
Şekil A4.19 : Yalıtım katmanları 245
Şekil B7.1 : Profil bağlantı detayları (autoconnect ve autonotch) 304
Şekil C1.1 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Formula Country H tipi 305
Şekil C1.2 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Formula Country J tipi 306
Şekil C1.3 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Arkeon Evleri G tipi 307
Şekil C1.4 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Güzelşehir villaları 308
Şekil C1.5 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Kasaba evleri D3B tipi 310
Şekil C1.6 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Boğaziçi villaları 311
Şekil C1.7 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Spradon evleri D tipi 312
Şekil C1.8 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Güzelşehir villaları 313
Şekil C1.9 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Kasaba evleri S3A tipi 314
Şekil C1.10 : Plan uyarlamaları, sıra ev, Allice village K1 tipi 315
Şekil C1.11 : Plan uyarlamaları, sıra ev, Arkeon evleri S tipi 316
Şekil C1.12 : Plan uyarlamaları, sıra ev, Elit yaşam konakları C tipi 317
Şekil C1.13 : Plan uyarlamaları, TOKİ Eskişehir Tepebaşı evleri 318
Şekil C1.14 : Plan uyarlamaları, TOKİ Adapazarı Korucuk evleri 320
Şekil C1.15 : Plan uyarlamaları, TOKİ Yalova 2. bölge konutları 322
Şekil C2.1 : Cephe uyarlamaları, Formula Country H tipi 324
Şekil C2.2 : Cephe uyarlamaları, Formula Country J tipi 325
Şekil C2.3 : Cephe uyarlamaları, Güzelşehir villaları 326
Şekil C2.4 : Cephe uyarlamaları, Kasaba evleri D3B tipi 327
Şekil C2.5 : Cephe uyarlamaları, Boğaziçi villaları 328
Şekil C2.6 : Cephe uyarlamaları, Spradon evleri D tipi 329
Şekil C2.7 : Cephe uyarlamaları, Güzelşehir villaları 330
Şekil C2.8 : Cephe uyarlamaları, Kasaba evleri S3A tipi 331
Şekil D.1 : Sistemin kuruluşu 332
Şekil D.2 : Sistemde kullanılan ızgara 334
Şekil D.3 : Yatayda ve düşeyde kullanılan modüler koordinasyon 335
Şekil D.4 : Sistemde kullanılan dikme ve döşeme kirişinin modüler ızgara üzerinde birleşimi 336

TÜRKİYE' DE AZ KATLI KONUTLAR İÇİN YARI AÇIK HAFİF ÇELİK YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ

ÖZET

Bu tez çalışması ile Türkiye' de az katlı konut alanında kullanılabilecek "hafif çelik taşıyıcılı bir yarı açık endüstrileşmiş sistemin tasarımını" sağlayacak verileri / ortak kuralları ortaya koyarak bir öneri geliştirilmektedir. Bu amaçla, çalışma, temel olarak altı bölüme ayrılmaktadır.

Birinci bölümde problemin tespitine ve tez çalışmasının amacına yer verilmektedir. İkinci bölümde, geleceğe dönük Türkiye' deki az katlı konut projeksiyonuna yönelik konut üretimi envanter çalışmasına yer verilmektedir. Mevcut konut stoğuna, geleceğe yönelik niteliksel ve niceliksel konut projeksiyonuna bakıldığında az katlı konuta olan talep devam etmekte olup hafif çelik yapım sistemi sektörel eğilimlere cevap verebilecek alternatif bir konut yapım sistemi olarak görülmektedir.

Üçüncü bölümde Türkiye' de az katlı konut alanında kullanılabilecek endüstrileşmiş konut yapım sistemleri karşılaştırılmaktadır. Taşıyıcı sistem tercihi aşamasında öne çıkan çeşitli başlıklar bu karşılaştırmada, nedenleri ile irdelenmektedir. Prefabrike iskelet sistem, ahşap çerçeve sistem ve hafif çelik çerçeve sistemler karşılaştırıldığında, tasarım, üretim ve montaj özellikleri bakımından hafif çelik çerçeve sistem öne çıkmaktadır.

Dördüncü bölümde; Türkiye' de az katlı konut alanında kullanılabilecek hafif çelik taşıyıcılı yarı açık konut yapım sistemi tasarımı, yarı açık sistem ile tasarımın nasıl yapılacağı, nitelikleri ve katalog verileri ile ortaya konmaktadır.

Beşinci bölümde önerilen yarı açık sistem, seçilen az katlı betonarme konut projelerine, plan ve cephe düzleminde uygulanarak test edilmektedir.

Altıncı bölümde ise tez çalışmasının sonuçlarına yer verilmektedir.

Önerilen yarı açık sisteme, Türkiye' de hafif çelik yapı sektöründe faaliyet gösteren üretici firmalar birbirlerinden bağımsız olarak bileşen üreterek katkı yapabileceklerdir. Ayrıca, tasarlayıcılar, ortaya konmuş olan sınırları tanımlanmış ortak kuralları kullanarak, sınırlı sayıda bileşenli yarı açık hafif çelik yapım sistemi ile tasarım gerçekleştirebileceklerdir.

THE PROPOSAL OF SEMI OPEN COLD FORMED STEEL FRAMING SYSTEM FOR LOW RISE RESIDENTIALS IN TURKEY

SUMMARY

A proposal is developed by introducing datas / convention supplies “designing of semi-open industrialized cold formed steel framing system within this thesis study. With this match, the study is separated to six division.

Determining of the problem and the aim of the thesis are mentioned the first division. In second division, inventory study of housing production for housing projection in Turkey through near future is included. Having been evaluated existing housing stock, quantitative and the qualitative housing projection through near future, demand is continuing for low-rise residentials and cold formed steel framing seems as an alternative to meet the trend of industry-specific.

Industrialized systems, which can be used in the field of low-rise residentials in Turkey, are compared at third division. Variety prominent titles at the phase of preferences of structural system are examined. When prefabricated reinforced concrete skeleton system, timber platform system and cold formed steel platform system are compared, cold formed steel platform system comes into prominence in terms of design, factory production and on site erection.

At fourth division, attributes and catalog datas of designing of semi-open cold formed steel framing housing system which can be used in the field of low-rise residentials in Turkey and designing with proposed semi-open building system, are determined.

At fifth division, proposed semi-open building system is implemented to selected reinforced concrete low rise residentials at layout and facade plane.

At sixth division thesis study is concluded.

Manufacturer firms serve in cold formed steel framing industry in Turkey can contribute to proposed semi-open system by producing component independently from each other.

Moreover, designers can design with semi-open cold formed steel framing system with limited component by using introduced convention of which limits are defined.

1.GİRİŞ

Dünya' da üretilen çeliğin büyük bir bölümü yapı alanında tüketilmektedir. Yapılarda kullanılan çelik, çoğunlukla betonarme demiri (çubuk) olarak kullanılmaktadır. Özellikle malzeme olarak çeliğin nitelikleri ve çelik iskelet yapıların betonarme yapı malzemelerin tersine geri dönüşüm imkanı düşünüldüğünde, yapı sektörü içinde çelik taşıyıcılı yapı üretiminin büyük bir potansiyele sahip olduğu görülebilir.

Hafif çelik çerçeve sistem, soğukta şekil verilmiş çelik profillerden oluşan taşıyıcı bir sistemdir. Sac çelik malzemenin rollforming (döndürerek şekillendirme) makinelerinde çekilmesi ile oluşturulan profiller (CFS cold-formed steel profiles / soğukta şekillendirilmiş çelik profiller) yapı endüstrisine, otomotiv tren ve uçak endüstrilerinden taşınmıştır.

Çelik çerçeve sistemlerinin, ticari yapılardan sonra, dayanıklılığı, sünekliği, geniş ve temiz bir açıklık geçebilme, fleksibilite, geri dönüşebilme, tesisatın yerleşmesinde kolaylık, depremde daha iyi performans, hortum gibi doğal afetlerde yukarıdan emilmeye karşı daha iyi dayanım, haşere oluşumuna sebep olmaması, çevresel atıkların azlığı gibi özelliklerinden dolayı ABD' de ve Kanada' da konutta kullanımı yaygınlaşmıştır. Bugünkü ekonomik yapı içerisinde, hafif çelik taşıyıcılı konut yapım teknolojisi, az katlı konutların taşıyıcı sistem kalitesinin arttırılmasının yanında, ahşap konut yapım teknolojisine göre daha ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Soğuk bükme profilin kesitine verilebilen şekil olanakları, ahşap yapı bileşeninin kesitine verilebilen şekil olanaklarından daha fazladır. Ayrıca çeliğin % 100 geri dönüşebilir olması üretici açısından bir avantajdır. Aynı bileşen için çok çeşitli ahşap çeşitleri ve fiyatları olması, hafif çelik yapı bileşeninin standart kalite ve fiyat ile farklı üreticilerin konut pazarına ürün sunma olanağı ile tercih edilmesini sağlamaktadır (Scharff, 1996).

Kuzey Amerika' da olduğu gibi ülkemizde de bu çerçeve sistemin uygulamasında çalışacak olan işçilerin ve teknik personelin yetiştirilmesi ve konut pazarı içerisinde

kalifiye eleman olarak yaygınlaştırılması ile kolay satın alınabilir ve yüksek kalitede ürün veren bir yapı üretim kapasitesi elde edilebilir.

Gelişmiş ülkelerde yapı sektörü içinde önemli paya sahip hafif çelik iskelet yapılar, Türkiye' de 1999 İzmit depreminden sonra, yapı sektörünün kendini sorgulamaya ve alternatif yapım teknikleri arayışlarına yönelmesi ile ilgi görmeye başlamıştır. Depremde edinilen tecrübeler ışığında taşıyıcı sistem seçimi araştırmalarına önem verilmiş, bu araştırmalar sonucunda betonarme-karkas, yığma, ahşap-iskelet yapı dışında hafif çelik iskelet yapı gündeme gelmiştir. Artan talep ve üretim potansiyeli ile sistemin hafifliği, kolay üretilip hızlı monte edilebilmesi, geride atık bırakmayan temiz şantiye koşulları ile pazarda birçok kuruluşun dikkatini çekmiştir.

1999 İzmit depremi sonrasında geçen on yılda tasarım, üretim ve montaj aşamalarında çeşitli düzeylerde hizmet veren firma sayısı artmıştır. Bu firmaların bazıları bileşen üreticisidir. Bu üretici firmalar soğuk bükme ile ürettikleri galvanize profilleri sipariş olarak aldıkları projelerde kullanmaktadırlar. Tasarım ve montaj aşamalarında faaliyet gösteren firmaların bileşen tedarik edebileceği üretici yelpazesi giderek genişlemekte olup (Ek B), sektörde bileşen pazarı oluşumuna yönelik potansiyel olduğu görülmekte ve buna yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapı ölü yükünün az olması sebebiyle deprem kuvvetlerine daha az maruz kalan hafif çelik yapı teknolojisi ile en fazla üç kata kadar yapı yapılabilmektedir. Bu durum, Kuzey Amerika' da olduğu gibi Türkiye' de de az katlı konut alanında hafif çelik kullanımını gündeme getirmektedir.

Hafif çelik iskelet yapı öncelikle depreme dayanıklılığı ile gündeme gelmiş olsa da, bu sistemi incelerken yalnızca deprem etkisinin değil, çelik malzemenin mimariye, taşıyıcı sisteme ve yapı endüstrisine etkilerinin araştırılması da gerekmektedir.

Türkiye inşaat sektörünün finansman sorununu enflasyonun düşmesi ile çözmesine bağlı olarak birlikte, yapım sistemlerinin seçimi aşamasında yapım hızı, yapım sürecinin kısalması gibi kriterler de önem kazanmıştır.

Tasarım-üretim-montaj evrelerinin organizasyonel olarak en zor kısmı olan üretim aşamasında, üreticiler, Kuzey Amerika şartnamelerini kullanarak benzer özelliklerde ve boyutlarda bileşen üretmeye başlamışlardır. Türkiye hafif çelik yapı sektörünün mevcut

yapısına bakıldığında endüstrileşmiş yapımın gereği olan tasarım, üretim ve montaj evrelerinin kapalı sistemden açık sisteme doğru yöneldiği görülmektedir. Bu geçiş döneminde gerek tasarlayıcılar ve gerekse üreticiler tarafından kullanılabilecek ortak kuralların tanımlanması gerekmektedir.

1.1 Problemin Tanımı

Konut sorununu yüzyıllar önce kendi iç dinamikleriyle çözmüş olan Anadolu insanı eski Türk kentinde çağın imkanları dahilinde taşıyıcı sistem bileşeni olarak ahşap yapı malzemesi üretimini, imparatorluğun sınırları içerisinde yayılmasını ve bir anlamda önemli bir bileşen pazarı oluşmasını sağlamıştır. Günümüze gelindiğinde yeni ürünlerin ve tekniklerin geliştirilerek, geleneksel yapım sistemlerinin sorunlarını çözen endüstrileşmiş yapım sistemleri geliştirilse de, ülkemiz yapı sektöründe geçmişte olduğu gibi yaygınlık kazanmış bir taşıyıcı sistem bileşen pazarı oluşmamıştır.

Ülkemizdeki büyük konut açığına rağmen, toplu konut yapımında önüretim teknolojilerinin yaygınlık kazanamamış olmasında, çeşitli yasal ve finansal etmenlerin yanısıra, aşağıdaki nedenler de önemli bir rol oynar. (Ayaydın, Deniz, Mert, 1996)

- Hazır bileşen üreten kuruluşların daha çok "ısmarlama" projelere göre üretim yapması
- Sözü geçen üretim kuruluşları, geliştirdikleri sistemlere ilişkin tasarım kural ve olanakları kataloglarında yeterince tanıtmamaktadır.
- Mimar kökenli tasarımcıların büyük bir bölümü, önüretim teknolojilerine yönelik tasarım kurallarını bilmemekte ve/veya, mevcut önüretimli sistemlerin yeterli tasarım esnekliği sağlamadığı görüşünü savunarak, bu teknolojilerle ilgili proje ve uygulamalardan uzak durmaktadır.

Türk inşaat sektörü 1999 depreminden sonra kendini sorgulamaya ve yeni arayışlara yönelmeye başlamıştır. Bu süreçte kamuoyunda az katlı konutlara ve depreme dayanıklı alternatif taşıyıcı sistemlere olan ilgi artmıştır. Hafif çelik yapı teknolojisi de bu ilginin sonucunda "depreme dayanıklı konut" ve "amerikan evleri" imajı ile gündeme gelmiştir.

2001 ekonomik krizinin inşaat sektörünü durma noktasına getirmesi, sektördeki yeniliklerin piyasa koşullarında kabul görmesini de geciktirmiştir. 2004-2008 yılları

arasında yaşanan ekonomik canlanma ile inşaat sektörü kendini toparlamış ve hafif çelik taşıyıcılı konut üretimi yapan firma sayısı özellikle İstanbul, Ankara gibi şehirlerde artmıştır. Endüstrileşmiş yapım tekniklerinin konut alanında henüz yaygın olarak kullanılmadığı ülkemizde, bu yapım tekniği merak uyandırmış ve sektörde artan bir trendle yer edinmeye devam etmektedir.

Ayrıca akademik düzeyde de ilgi artmış ve YÖK verilerine göre ülkemizde 2002-2008 yılları arasında çeşitli üniversitelerde hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemi tasarımı üzerine 9 adet yüksek lisans tezi tamamlanmıştır.

Kapalı endüstrileşme olarak tariflenebilecek şekilde sektörde faaliyet gösteren firmalar kataloglarında kendi tip projelerini satışa sunmaktadırlar. Son dönemde, paket proje olarak geleneksel konut tipolojisi de dahil olmak üzere çok daha fazla konut tipleri pazarda kullanıcıların tercihine sunulmaktadır. Sektörde "Amerikan evi" imajını henüz kıramamış olan bu yapım sisteminin doğru tanınmasına ve yaygınlık kazanmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Hafif çelik taşıyıcılı yapım sisteminin sektördeki bilinen imajı dışında doğru tanınabilmesinde, taşıyıcı sistem seçimi için yapılacak farklı kriterleri esas alan karşılaştırmalar önem kazanmaktadır.

Şu an için kapalı endüstrileşme süreci olarak değerlendirilmesine rağmen, yapım sisteminin kuruluşuna, üretilen taşıyıcı sistem bileşenlerine ve bu bileşenlerin birbirleriyle birleşmelerine bakıldığında açık veya yarı açık endüstrileşme sürecine geçiş potansiyelinin olduğu görülmektedir. Kullanılan ulusal ve uluslar arası standart ve şartnamelere ve teknolojik olarak taşıyıcı sistem çözümünün gerekliliklerine bağlı olarak sektörde faaliyet gösteren firmaların bileşen boyutları birbirini tekrar etmektedir. Ancak her firma kendi bileşen imalatını gerçekleştirmektedir. Ulusal şartnamelerin hazırlanması, sistem bileşenlerinin standardizasyonu ile açık endüstrileşmeye yönelmenin mümkün olduğu görülmektedir. Ancak açık endüstrileşmeye geçişte ara çözüm olarak yarı açık sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Açık sistemlerde karar verme düzeyleri tasarım-üretim-montaj evreleri olarak tanımlanmaktadır. Tasarımı yapılacak olan taşıyıcı sistem için kabul edilen tasarım, üretim ve montaj evrelerinin iyi bilinmesi gerekmekte ve bir envanter çalışmasına

ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda, hafif çelik taşıyıcı sistemin ülkemiz koşullarındaki planlama ve üretim verilerini ortaya koyan bir envanter çalışması bulunmamaktadır.

Ülkemizde çelik kullanımının azlığı ve bina alanında açık veya yarı açık endüstrileşmeye geçilmemiş olması teknolojik imkanların konut alanına uygulanması problemini halen canlı tutmaktadır. Bu alanda yapılmış farklı disiplinlerdeki araştırmalardan konut piyasası ülkemizin ekonomik şartlarından ötürü yeterince faydalanamamıştır. Yapısal çeliğin konut pazarındaki yeri ve olanakları sorunu kullanıcı, tasarlayıcı, uygulayıcı ve onaylayan makamlar tarafından güncelliğini halen korumaktadır.

1.2 Amaç

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye' de az katlı konut alanında kullanılabilecek "hafif çelik taşıyıcılı yarı açık bir endüstrileşmiş sistemin tasarımını" sağlayacak verileri / kuralları ortaya koyarak bir öneri geliştirmektir. Önerilen sisteme, Türkiye' de sektörde çalışan üretici firmalar birbirlerinden bağımsız olarak bileşen üreterek katkı yapabilecektir.

1.3 Kapsam

Tezin amaçlarına ulaşabilmek için bu çalışma, endüstrileşmiş yarı açık sistemin kavramsal olarak incelenmesini, Türk yapı sektöründe günümüzde tercih edilen konut tiplerini ve sektörel eğilimi tespit etmeye yönelik envanter çalışmasını, endüstrileşmiş konut yapım sistemleri ile hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sisteminin karşılaştırılmasını ve tercih edilme nedenlerinin araştırılmasını, yapılan envanter çalışması neticesinde geliştirilen yarı açık sistemin Türkiye' de kullanılabilmesi için katalog verilerinin ortaya konmasını ve sistemin test edilmesini kapsamaktadır.

1.4 Yöntem

Çalışmada uygulanan yöntemler olarak;

- ileriye dönük konut projeksiyonuna yönelik istatistik bilgilerin oluşturulması,
- endüstrileşmiş açık sistemlere ilişkin literatür araştırması,

- hafif çelik yapı üreticisi firma yetkilileriyle yüzyüze görüşülmesi,
- Türkiye' de hafif çelik yapı sektöründe hizmet veren firmaların kataloglarından envanter föylerinin geliştirilmesi,
- sistem tasarımı sürecinden yararlanma,

yaklaşımlarından tez sürecinde yararlanılmıştır.

2. TÜRKİYE' DE KONUT ÜRETİMİ

Bu bölümde az katlı konutlar için yarı açık konut yapım sistemi geliştirilme çalışmasında esas alınacak konut envanterine farklı açılardan bakılmaya çalışılmıştır. İnşaat sektörünün bugünkü durumuna, mevcut konut stoğuna ve geleceğe yönelik konut ihtiyacına ve niteliksel konut projeksiyonuna göre üzerinde çalışılacak konut tipine yönelik araştırma daraltılmıştır.

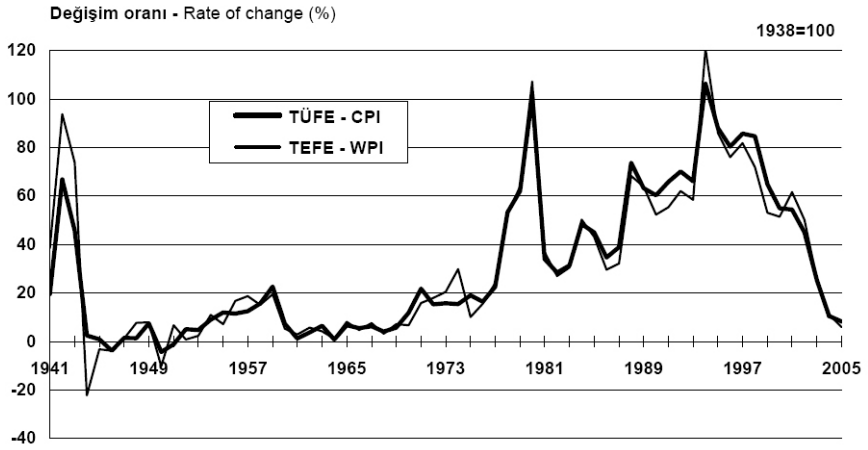
Türkiye' de konut üretimi analizi araştırmasında daha çok 1999 İzmit depremi sonrasındaki gelişmeler üzerinde durulacaktır ve inşaat sektöründe konut alanında sektörel eğilimlerin neler olduğu tespit edilmeye çalışılacaktır. Bu dönemin seçilme nedeni; 1999 İzmit depreminden sonra yapı sektörünün kendini sorgulamaya ve yeni arayışlara yönelmeye başlamasıdır.

2.1 Türkiye Ekonomisinin ve İnşaat Sektörünün Bugünkü Durumu

17 Ağustos 1999 Marmara Depreminde yaşanan büyük felaketin ardından, 2001 yılı mali krizinin de etkisiyle 2004 yılına kadar konut talebi çok büyük bir hızla düşmüş, inşaat sektörünü tamamen durma noktasına getirmiştir (Şenkaya, 2005).

2002-2007 yıllarında Türkiye ekonomisinde genel olarak olumlu gelişmelerin ağırlıkta olduğu, ekonominin gerek uluslararası gerekse ulusal düzeyde olumlu yönde geliştiği söylenebilir. Dünya ekonomisinde çok olumsuz dalgalanmaların olmaması, iç piyasalardaki olumlu yöndeki gelişmeler, ekonomik hedeflerinin yakalanması ile sonuçlanmıştır (TÇMB, 2006). Yurtdışı müteahhitlik hizmetlerindeki olumlu gelişmeler ile 2007 yılında dünyanın en büyük 225 uluslararası inşaat firması arasında 22 Türk firması bulunmaktadır (ENR, 2007). Uluslararası müteahhitlik hizmetleri Türkiye inşaat ve inşaat malzemeleri sektörünü ve ayrıca kalifiye işgücü istihdamını da destekleyen bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Ulusal düzeyde enflasyon verilerinin tek haneli

rakamlara düşmesi banka kredi faiz oranlarının da düşmesine neden olmuştur (Şekil 2.1). Faizlerin düşmesi ile bireysel tasarruflar büyük ölçüde gayrimenkule yönelmiştir.



Şekil 2.1 : Türkiye toptan eşya ve tüketici fiyatları endeksi (TÜİK, 2005).

2006 yılında uluslararası doğrudan yatırım girişinden inşaat sektörü 441 milyon USD ile % 2,5' luk bir pay almıştır (Çizelge 2.1).

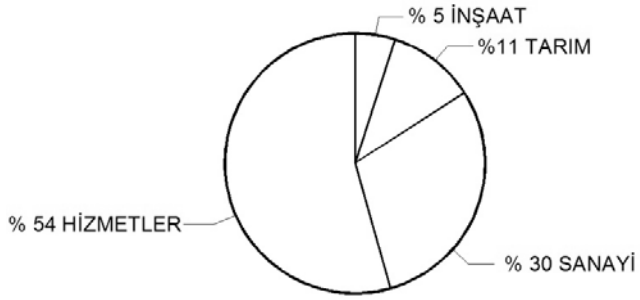
Çizelge 2.1 : Türkiye' de sektörlere göre uluslararası doğrudan yatırım girişleri – 2006 (YEM, 2007).

Sektör	Sermaye (milyon USD)	Pay (%)
Finansal aracılık	7002	39,3
Taşımacılık, depolama ve haberleşme	6624	37,2
İmalat sanayi	1853	10,4
Toptan ve perakende ticaret	1164	6,5
İnşaat	441	2,5
Sağlık ve sosyal hizmetler	264	1,5
Madencilik ve taş ocakçılığı	125	0,7
Elektrik, gaz ve su kaynakları	112	0,6
Diğer toplumsal, sosyal ve kişisel hizmetler	106	0,6
Emlak kom., kiralama ve işletme hizm.	88	0,5
Diğer	34	0,2
Toplam	**17817**	**100**

Yurtiçi inşaat sektöründeki canlanma nedenleri arasında, ekonomide yaşanan istikrar ortamına paralel, bankaların konut kredilerine uyguladıkları faiz oranlarının düşürülerek, gayri menkul yatırımlarının tetiklenmesi, ayrıca kamunun TOKİ vasıtasıyla başlattığı ve bilhassa dar gelirli vatandaşlarımıza yönelik konut edindirme seferberliği sayılabilir.

GSMH ve GSYİH 2006 yılında % 6,0 ve % 6,1 oranında büyüdü. Söz konusu dönemde en fazla büyüme % 19,4 oranı ile inşaat sektöründe yaşandı. Sanayi sektörü % 7,4, ticaret sektörü % 5,9, ulaştırma ve haberleşme sektörü % 3,1 oranında büyüdü. Tarım sektörü de % 2,9 oranında gelişme kaydetti (TÇMB, 2006).

2006 yılında toplam GSMH 154 milyar dolar olarak gerçekleşirken, bu rakam içinde inşaat sektörü 7 milyar usd ile yaklaşık % 5 lik bir pay almıştır (Şekil 2.2) (YEM, 2007, s. 30).



Şekil 2.2 : 2006 yılı GSMH dağılımı (YEM, 2007).

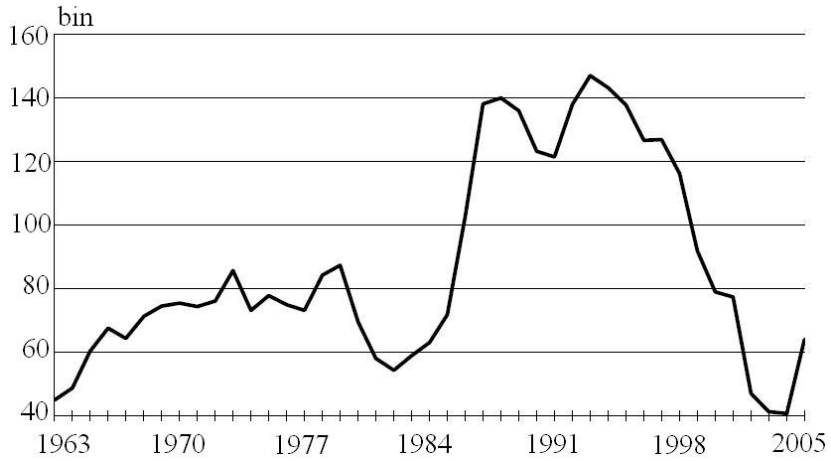
Sektörlerin son on yıllık büyüme performansları karşılaştırıldığında 2006 yılında bütün sektörlerin kümülatif olarak büyüme kaydettikleri görülmektedir. İnşaat sektörü ise son iki yılda oldukça yüksek bir gelişim hızı yakalamış olmasına rağmen yine de öteki sektörlerin gerisinde seyretmektedir (Çizelge 2.2, Şekil 2.3) (YEM, 2007).

Çizelge 2.2 : İnşaat sektörünün yıllık büyüme performansı ve kümülatif büyüme oranları (%) (YEM, 2007).

Yıl	Yıllık Büyüme Performansı (%)	Yıllar	Kümülatif Büyüme (%)
2001	-5,5	1997-2001 (5 yıllık)	-13
2002	-5,6	1997-2002 (6 yıllık)	-17,9
2003	-8,6	1997-2003 (7 yıllık)	-24,9
2004	4,2	1997-2004 (8 yıllık)	-21,8
2005	21,6	1997-2005 (9 yıllık)	-4,9
2006	19,4	1997-2006 (10 yıllık)	13,5

İnşaat sektörünün sabit sermaye yatırımları içindeki payı 2006 yılında % 52 olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılı için yaklaşık 63 milyar YTL' lik inşaat yatırımlarında kamu

yatırımlarının payı % 32 olarak, özel sektör yatırımlarının payı % 68 olarak gerçekleşmiştir (YEM, 2007).



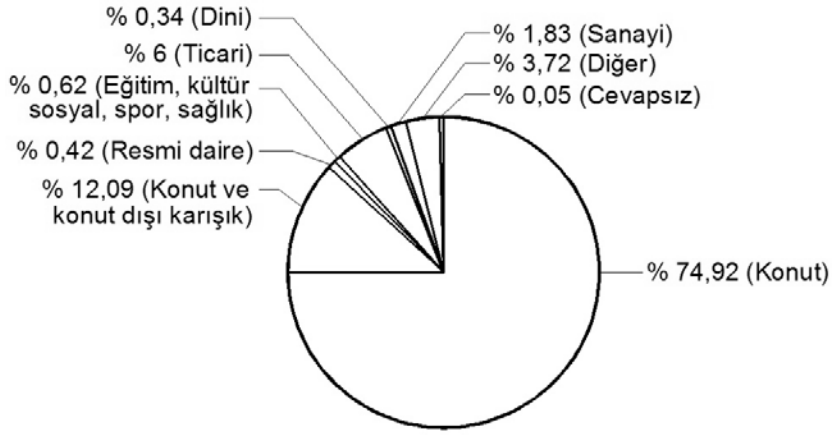
Şekil 2.3 : Yapı ruhsatlarına göre yeni ve ilave yapı sayısı (TÜİK, 2005).

2.2 Konut Üretiminin Genel Bina Üretimi İçindeki Yeri

Türkiye' de konut üretimi ve sorunları pek çok akademik araştırmada incelenmiş ancak sorunun çözümü için ortaya konulan önerilerin uygulama alanları da sınırlı olmuştur. Çözüm önerilerinin yapılabilmesi için öncelikle konut envanterine bakmak, mevcut yapı stoğunun niteliksel ve niceliksel özelliklerini göz önünde bulundurmak gerekir. Devlet İstatistik Enstitüsü Türkiye' deki yapı stoğuna dair detaylı çalışmaları ile önemli veriler ortaya koymuştur. Türkiye' de bina sayımlarının ilki 1965' te, ikincisi 1970 yılında, üçüncüsü 1984' te ve sonuncusu 2000 yılında yapılmıştır. 2000 yılında yapılan son bina sayımında belediye sınırları içinde 7.838.675, belediye mücavir alan sınırları içinde 224.971 ve toplam 8.063.646 bina tespit edilmiştir (DİE, 2000).

2000 Bina Sayımı sonuçlarına göre belediye sınırları içindeki binaların kullanma amaçlarına göre dağılımında en fazla payı % 74,9 ile yalnızca konut amaçlı kullanılan yapılar almaktadır. Konut stoku niteliksel olarak hiçbir standarda sahip değildir ve nitelikli ya da niteliksiz, ruhsatlı ya da ruhsatsız tüm konutları kapsamaktadır (Şekil 2.4) (DİE, 2000). 2006 yılında Yapı Ruhsatı verilen binaların toplam yüzölçümlerinin % 76' sı konut kullanım alanı olarak hesaplanmıştır (YEM, 2007).

Yalnızca konut amaçlı olan bina sayısı 5.872.808 bina, hem konut hem de konut dışı kullanma amacı olan bina sayısı 947.931 bina ve içinde konut bulunan toplam bina sayısı 6.820.739 olarak tespit edilmiştir. Bu binalarda toplam 16.235.830 konut bulunmaktadır. 1984 yılı Bina Sayımına göre konut sayısındaki artış oranı % 128 düzeyinde, bina sayısındaki artış ise % 60 oranındadır (DİE, 2000). Bu, binaların giderek daha yüksek katlı inşa edildiğini göstermektedir.

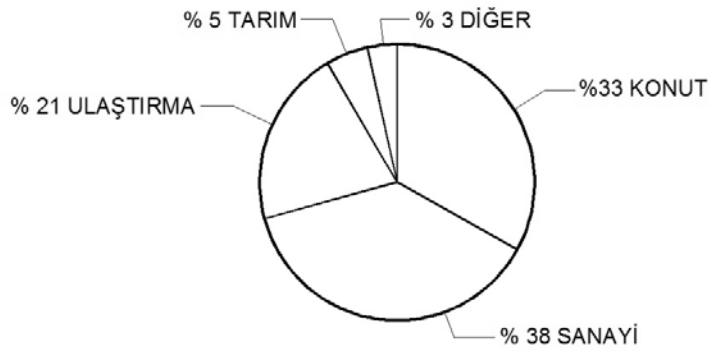


Şekil 2.4 : Belediye sınırlarında toplam bina sayısı içinde kullanma amaçlarına göre bina sayılarının oranı, 2000 (DİE, 2000).

İnşaat sektörü konut, konut dışı bina ve altyapı yatırımlarından oluşmaktadır. Genel olarak konut yatırımları toplam yatırımların yaklaşık % 60' ını, konut dışı bina yatırımları % 20' sini ve alt yapı yatırımları % 20' sini oluşturmaktadır. İnşaat malzemeleri sanayisi toplam sanayinin % 10' luk kısmını oluşturmaktadır (YEM, 2006, s. 17). İnşaat yatırımları içerisinde konut yatırımlarının payı 2006 yılında % 57 olarak gerçekleşmiştir. Toplam bina inşaatları içinde konut inşaatlarının payı ise % 85 düzeyindedir (YEM, 2007).

İnşaat malzemeleri ile hırdavat ürünleri iç tüketiminde son yıllarda belirgin bir artış görülmüştür. Bu artış, pazardaki değişim ve gelişmenin bir işaretidir. Sektördeki bir diğer önemli gelişme, geleneksel dağıtım sistemleri dışında Türkiye' de yapı market (Do it yourself) hipermarket zincilerinin kurulmasıdır. Türkiye' de yapı market pazarının cirosunun 1,5 milyar dolar dolayında olduğu tahmin edilmektedir (YEM, 2007).

Ülkemizdeki enerjinin büyük bölümü sanayide ve konutlarda tüketilmekte ve konutlarda tüketilen enerjinin de büyük kısmının ısınma için kullanıldığı görülmektedir (Şekil 2.5) (Rubacı, 2008).



Şekil 2.5 : 2001 yılı sektörlere göre enerji tüketimi (bin TPE) (Rubacı, 2008).

2.3 Konut Üretiminde Rol Alan Aktörler

Konut üretimi büyük oranda yasal veya yasadışı özel kesim tarafından gerçekleştirilmektedir. 2000 yılı bina sayım sonuçları, 7,8 milyon binanın 7,5 milyonunun özel kesim tarafından yapıldığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, kamu konut politikalarının, özel kesim yatırımları önündeki engellerin kaldırılmasına yönelik planlaması gerekmektedir (YEM, 2007).

Konut ruhsatlarının 2006 yılında yapı sahipliliğine göre dağılımınına bakıldığında; kamu sektörünün payı % 4,7, özel sektörün payı % 87,2, yapı kooperatifleri payı ise % 8,1 olarak gerçekleşmiştir (YEM, 2007).

Konut üretimi gerçekleştiren kamu kuruluşları olarak hükümete bağlı TOKİ, İstanbul Büyükşehir Belediyesi' ne bağlı KİPTAŞ, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi' ne bağlı Kent Konut AŞ sayılabilir.

1984 de çıkarılan toplu konut yasası ve yasa ile kurulan toplu konut fonu yapı kooperatiflerinin hızla çoğalmasına yol açmış ve 1990' lı yıllarda kooperatif sayısı bakımından en yüksek oranlara ulaşmış, ancak konut ruhsatlarının yapı sahipliliğine göre değerlendirildiğinde yapı kooperatifleri 2002 yılında %14,6 iken 2006 yılında %

8,1’ e düşmüştür (YEM, 2007). Yapı kooperatiflerinin sayısının ve dolayısıyla yapı kooperatifleri vasıtasıyla üretilen konut sayısındaki bu azalma, son yıllarda enflasyonun tek haneli rakamlara düşmesi, ekonomik istikrarın yakalanması, faizlerin azalması ve bireysel konut kredileri kulanımındaki artış ile kooperatife yapılan düzenli ödemelerin artık bankalara kredi geri ödemesi olarak yapılması ile açıklanmaktadır.

Konut üretiminde halen tek başına en önemli aktör bir kamu kuruluşu olan TOKİ’ dir. Devlet desteğiyle beraber, finansal yaklaşımı ve örgütlenmesiyle konut sektörü içinde örnek teşkil etmektedir. 1984-2003 yılları arasındaki 19 yıllık süreçte 43.145 konut üretimi gerçekleştiren TOKİ, 2003-2007 yılları arasında yaklaşık 285.746 adet konut üretimi gerçekleştirmiş olup, 2012 yılına kadar da 500.000 adet konut üretimi hedeflendiğini açıklamaktadır (TOKİ, 2007). 2006 yılında Türkiye’ de üretilen 566.674 adet (yapı ruhsatına göre) konut biriminin 55.000 adedi TOKİ tarafından üretilerek, TOKİ’ nin Türkiye’ deki konut birim üretimindeki payı % 9,7 olarak gerçekleşmiştir (YEM, 2007). Yapı sahipliliği bakımından, TOKİ’ nin üretmiş olduğu konutlar tamamlandıktan sonra özel mülkiyete geçmektedir.

2.4 Konut Üretiminde Finans Kaynakları

On yıllardır yüksek enflasyon ile yaşayan Türk ekonomisinde, yalnızca TOKİ ve Emlak Bankası gibi merkezi yönetim tarafından idare edilen kurumlar, düşük faizli konut kredileriyle konut üretimine yönelik çalışmalarda bulunmakta idi. Ancak, özellikle son yıllarda enflasyonun düşmesi ile emlak sektöründe bankaların konut kredisi olarak uzun vadeli düşük faiz olanağı sağlamaları, inşaat sektöründe konuta talepte canlanmaya yol açmıştır. Talepteki bu canlanmaya karşın, özel inşaat şirketleri de gerek kendi düzenledikleri kampanyalar ile gerekse banka anlaşmaları ile konut üreterek arz etmektedirler. Bu da, finansal açıdan devlet destekli toplu konut üretimine parallel, özel sektörün de güçlü bir şekilde, önemli ölçüde piyasaya konut arzında bulunmasını sağlamaktadır.

Konut kredilerindeki düşük faiz ve uzun vade olanakları ile konut alımında kredi kullanım oranı son dönemde artmıştır (Çizelge 2.3) (TÇMB, 2006).

Çizelge 2.3 : Konut kredilerinin gelişimi (BDDK, 2007).

Dönem	Konut kredileri (milyon TL)	Yıl sonuna göre artış (%)	Top. Krediler içinde pay (%)
Aralık 02	460	-	0,9
Aralık 03	786	70,9	1,2
Aralık 04	2631	234,8	2,7
Aralık 05	12407	371,5	8,4
Aralık 06	23377	88,4	10,7

2005 yılında ruhsat verilen konut amaçlı binaların toplam finansal değerinin % 84' ü özel sektör, % 9' u kamu ve % 7' si kooperatifler tarafından üstlenilmiştir (YEM, 2006).

2.5 Konut Üretiminin Yıllara Göre Gelişimi

Binaların yaş dağılımına bakıldığında, en hızlı yapılaşmanın 1970 sonrası olduğu görülmektedir (Çizelge 2.4) (Çizelge 2.5). Tespit edilen binaların % 77,3' ünün 1970 sonrası inşa edilmiş olduğu belirlenmiştir. Binaların % 91,9' u özel sektör tarafından, % 3,6' sı kamu sektörü tarafından, % 4,2' si ise yapı kooperatifleri tarafından yaptırılmıştır (DİE, 2000).

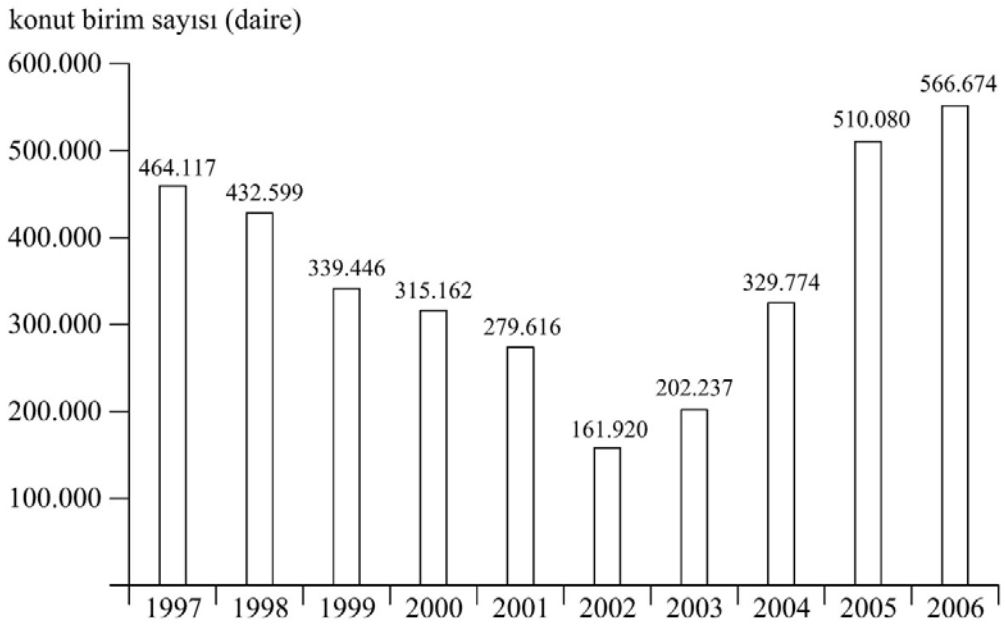
Çizelge 2.4 : Türkiye' de belediye sınırları içindeki binaların bitiş yılı (DİE, 2000).

Toplam Bina Sayısı	**Binanın Bitiş Yılı**							
	1929 ve öncesi	1930 1949	1950 1959	1960 1969	1970 1979	1980 1989	1990 2000	Cevapsız
7.838.675	171.643	307.725	425.556	799.175	1.566.037	2.134.106	2.361.642	72.791

Çizelge 2.5 : Türkiye toplam konut sayısı içerisinde payı en fazla olan beş ildeki binaların ortalama yaşı (Bayındırlık Bakanlığı, 2003b).

Payı En Fazla Olan Beş İl	**Binaların Ortalama Yaşı**
İstanbul	18
İzmir	23
Ankara	22
Bursa	19
Adana	18

Kentsel birimlerdeki konut stoğunun yaklaşık % 62' sinin yapı ruhsatı vardır **(**Şekil 2.6). Yapı kullanma izin belgesine sahip konut sayısı ise % 33' e düşmektedir (Çanga, Çor, Karademir, Özkan, Devecigil, Yılmaz, 2002).



Şekil 2.6 : Son on yıllık konut ruhsatları (daire sayısı) (1997-2006) (YEM, 2007).

2006 yılında ruhsat verilen konut amaçlı binaların toplam değeri 40 milyar 450 milyon YTL olmuştur (YEM, 2007).

2.6 Konut İhtiyacı

DİE verilerine göre 1970 yılında nüfusu 35 milyon olan ülkemizin nüfusu %100'e yakın bir artış ile 2000 yılında 67 milyona çıkmıştır. Türkiye' nin nüfus artış hızı 1991' de %1,94 iken 2005 yılına gelindiğinde % 1,24' e düşmüştür. Kent nüfusunun toplam nüfusa oranı 1970' de % 30,6 iken 2005' de bu oran % 62,1' e çıkmıştır (TÜİK, 2006a).

Türkiye' de nüfus artışına ve genç nüfus büyüklüğüne paralel olarak konut üretimine ihtiyaç süreklilik ve güncellik arzetmektedir (Özkurt, H., 2007).

VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde inşa edilen konut sayısının 1,3 milyon civarında olduğu tahmin edilmekte olup, bu dönem için ihtiyaç olarak belirlenen 2.540.000 rakamının çok altında kalınmıştır. Aradaki farkın kaçak yapılaşma ve gecekondu ile kapandığı tahmin edilmektedir (Çizelge 2.6) (DPT, 2000).

Çizelge 2.6 : Konut ihtiyacı (DPT, 2000).

Yıllar	Yıllık Kent Nüfusu Artışı (1) (Kişi)	Kentlerde Demografik Konut İhtiyacı	Yenileme ve Afet Konutu İhtiyacı	Kentlerde Toplam Konut İhtiyacı
2001	2.100.000	496.400	72.200	568.600
2002	2.200.000	521.300	72.200	593.500
2003	2.221.000	527.500	72.200	599.700
2004	2.358.000	561.400	72.200	633.600
2005	2.545.000	607.400	72.200	679.600
TOPLAM		2.714.000	361.000	3.075.000

(1) Nüfusu 20.000 ve üstü yerleşmeler

Türkiye' de nüfus artışı ve yenileme nedeniyle yıllık yaklaşık 600 bin adet konut açığı bulunmaktadır (TÜİK, 2006a). 2015 yılı için yapılan projeksiyonlara göre ise konut gereksiniminin karşılanması için yılda ortalama 900 bin adet konut yapılması gerekmektedir. Bu konutların 250 bini yenileme amaçlı olarak öngörülmektedir (YEM, 2007).

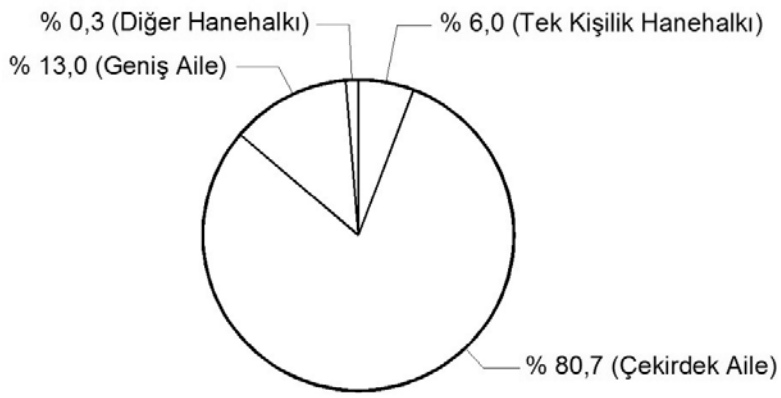
Konuta olan bu talep karşısında Yapı-Endüstri Merkezi, konut kalitesi ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi biraz daha görünür kılarak, tüketicilerin korunması doğrultusunda daha bilinçli tercihler yapmasına rehberlik etmeyi ve teknik, ekonomik ve hukuki açıdan değerlendirmeye katkıda bulunmayı hedefleyen bir "Konut Alım Rehberi" hazırlamıştır (YEM, 2005). Bu rehberin içeriği emlak sektöründe hizmet veren çeşitli internet sitelerinde de kamuoyuna yaygın olarak sunulmaktadır.

2.7 Mevcut Konut Stoğuna İlişkin Özellikler

Bu bölümde, Türkiye' de üretilen konutlarda hane yapısı, oda sayısı, konut birimi ortalama alanı ve bina taban alanı, konut birimi ortalama maliyeti, kat sayısı ve taşıyıcı sistemine yönelik sayısal verilere yer verilmektedir.

2.7.1 Konutlarda hane yapısı ve yoğunluk

TÜİK' in 2006 yılında yaptığı araştırmada Türkiye' de hane yapısını % 80' 7 oranı ile ana, baba ve bir veya iki çoçuktan oluşan çekirdek aile, % 13,0 oranı ile ikiden fazla çoçuklu ve akrabalarla birlikte yaşayan geniş aile ve % 6,0 oranı ile tek kişilik hanehalkı oluşturmaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 : Türkiye' de hane yapısı (TÜİK, 2006b, s. 1).

Avrupa genelinde 1 konuta 2 kişi, Tükiye' de 5 kişi düşmektedir (YEM, 2006). 2010 yılında Türkiye hanehalkı büyüklüğünün 4,16' ya (kişi/birim konut) düşeceği tahmin edilmektedir (YEM, 2007).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi' nin deprem sonrasında yaptırmış olduğu "İstanbul' un Mevcut Bina ve Sosyal Durumu" adlı çalışmasında konut alanlarındaki nüfus yoğunluğu 89 kişi/ha olarak tespit edilmiştir (Takahashi, R., 2002, s. 14). İstanbul 1/25000 ölçekli nazım imar plan raporunda konut alanlarındaki yoğunluk aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (İBB, 2007a) ;

Yoğun konut alanı : 300 kişi/ha
Orta yoğun konut alanı : 150 kişi/ha
Az yoğun konut alanı : 50 kişi/ha
Çok az yoğun konut alanı : 25 kişi/ha

2.7.2 Konutlarda oda sayısı

2000 Yılı Bina Sayım Sonuçları' na göre konutların % 85' i üç ve dört yatak odalı olarak belirlenmiştir. Beş ve altı odalı konut sayısının toplam konut sayısı içindeki oranı % 9,1, bir ve iki odalı konutların oranı ise % 5,3 olarak tespit edilmiştir (DİE, 2000). 2002-2006 yıllarında üretilen konutların yatak odası sayısına göre dağılımı Çizelge 2.7' de görülmektedir.

Çizelge 2.7 : Oda sayısına göre tamamen veya kısmen biten yeni ve ilave konutlar - yapı kullanma izin belgelerine göre (TÜİK, 2006c).

Daire Sayısı	2002	2003	2004	2005	2006
Toplam	161491	162908	164994	249337	266127
1 odalı	545	908	1378	3286	3006
2 odalı	7074	7088	9510	15070	15204
3 odalı	38598	33978	35213	46674	77493
4 odalı	57207	48443	45758	66334	106459
5 ve daha fazla odalı	58067	72491	73135	117973	63965

2.7.3 Konut birimi ortalama alanı ve bina taban alanı

Konut birimi ortalama alanı 1970 yılında ortalama 90 m2 iken 2005 yılına gelindiğinde ortalama 147 m2 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2.8) (TÜİK, 2005).

Çizelge 2.8 : Ortalama konut birimi alanı (m2) (TÜİK, 2006c).

2002	2003	2004	2005	2006
139	144	141	147	147

Türkiye' de üretilen konutların ortalama konut birimi alanını etkileyen bir faktör olarak katma değer vergisi oranları karşımıza çıkmaktadır;

a. % 1 oranında KDV uygulanan konut birim m2 sınırları (BKK, 2007) :

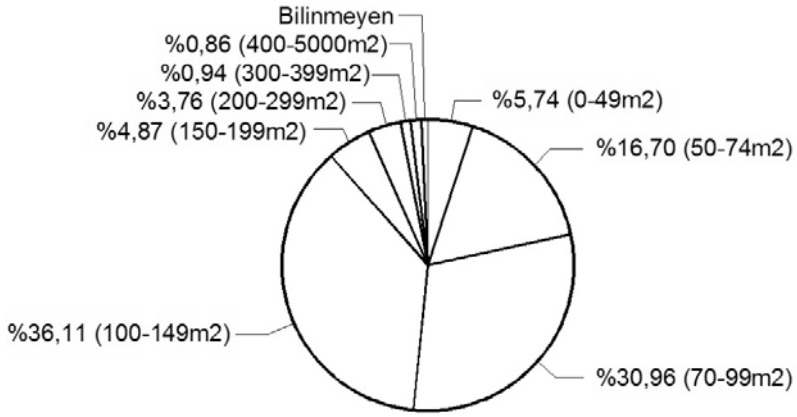
- Net alanı 150 m2'ye kadar konut teslimlerinde
- Kanunla kurulmuş sosyal güvenlik kuruluşları ve belediyelere yapılan ve net alanı 150 m2' ye kadar olan konutlara ilişkin inşaat taahhüt işlerinde,
- Konut kooperatiflerine yapılan inşaat taahhüt işlerinde (150 m2 sınırı aranmamaktadır)

b. Müteahhit tarafından arsa sahibine yapılan net alanı 150 m2' den fazla olan konut teslimlerinde konut emsal bedeli üzerinden % 18 oranında KDV uygulanmaktadır (BKK, 2007).

Özellikle 1999 İzmit depreminden sonra yeni yapılacak yapılara ilişkin yapı denetim zorunluluğu getirilmiştir. 2001' de yürürlüğe giren 4708 sayılı yapı denetimi hakkında kanunun 1. maddesinde "tek parselde, bodrum katı dışında en çok iki katlı ve toplam

ikiyüz metrekareyi geçmeyen müstakil yapılar“ yapı denetim zorunluluğu kapsamı dışında bırakılmıştır.

Türkiye genelinde konut olan binaların taban alanlarına göre yüzde dağılımı Şekil 2.8‘ de verilmektedir.



Şekil 2.8 : Türkiye genelinde konut olan binaların taban alanlarına göre yüzde dağılımı (Bayındırlık Bakanlığı, 2003a).

Yukarıdaki genel yüzde dağılımına ilaveten, kişi başına gelirde ortalamanın altında kalan illerde 100-149 metrekare tabanlı konut alanı ağırlığı oluştururken, kişi başına gelirde Türkiye ortalamasının üzerinde yer alan illerde 75-99 metrekare taban alanlı konut yapısı ağırlıklı olarak öne çıkmaktadır. Gelir düzeyinin düşük olması genel olarak büyük aile yapısı veya ailenin uzantısı olarak sosyal ve arkadaşlık ilişkilerine dayalı yaşam modeli aile yapısını doğururken, doğal olarak bu aile yapısı ve yaşam tarzının gelir düzeyi yüksek olan gruba göre daha büyük konutta yaşamayı tercih ettiği vurgulanmaktadır (Bayındırlık Bakanlığı, 2003a).

2.7.4 Konut birimi ortalama maliyeti

Genel olarak bina inşaat maliyetlerinde genel inşaat malzemelerinin girdi payı % 52,3, tesisat malzemelerinin payı % 15,6, işçiliklerin payı % 30,9 ve makinelerin payı ise % 1,2’ dir (YEM, 2007).

Arsa payı inşaat maliyeti içinde %20 oranına sahip olmalıdır. Ancak, Türkiye’ de bu oran %35-40 arasındadır. İşçilik maliyetleri ise, Türkiye’ de konut maliyetlerinin %15-20’ sini oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu pay %25-30 düzeyindedir. Dolayısıyla,

kalitesi tartışmalı olsa da işçilik Türkiye' de ucuzdur (YEM, 2007). Konut birimi ortalama metrekare maliyeti Çizelge 2.9' da görülmektedir.

Çizelge 2.9 : Konut birimi metrekare maliyeti (TL) (TÜİK, 2006c).

2002	2003	2004	2005	2006
240	290	329	363	431

Bayındırlık bakanlığının ilan ettiği yapı yaklaşık birim maliyetleri (TL) Çizelge 2.10' da sunulmaktadır.

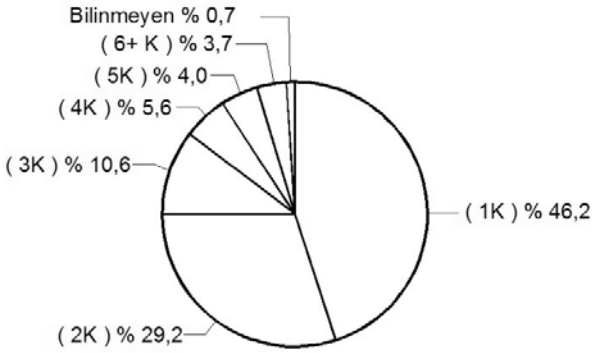
Çizelge 2.10 : Yapı yaklaşık birim maliyetleri (TL) (Bayındırlık Bakanlığı, 2007b).

YAPI GRUBU		Yapı Yaklaşık Birim Maliyeti (YTL/m2)						
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
3. SINIF	**A GRUBU YAPILAR** Konutlar (dört kata kadar- dört kat dahil – asansörsüz ve kalorifersiz)	123	203	264	283	315	334	375
	B GRUBU YAPILAR Konutlar (asansörlü ve/veya kaloriferli)	140	231	300	322	359	381	427
4. SINIF	**A GRUBU YAPILAR** • Özellikli müstakil konutlar (villalar, teras evleri, dağ evleri, kaymakam evi) • Apartman tipi konutlar (Bina yüksekliği 21.50 m.'yi aşan, asansörlü ve/veya kaloriferli)	158	260	339	364	406	430	482

IV. Sınıf A grubu yapılara giren özellikli müstakil konutların birim m2 maliyeti 2002 yılında yaklaşık 160 USD (2002 yılı ortalama Amerkan Doları kuru 1 USD = 1.5 TL) iken, 2007 yılında yaklaşık 400 USD' a (2007 yılı ortalama Amerkan Doları kuru 1 USD = 1.2 YTL) yükselmiştir. (TÜİK, 2006c, s. 218, Bayındırlık Bakanlığı, 2007b, TCMB, 2007). Türkiye' de konut üretimi için başlangıç-bitiş süreleri aralığı ortalama 700 gündür (YEM, 2007).

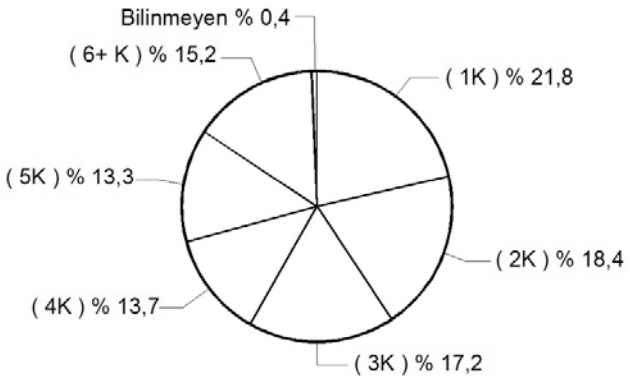
2.7.5 Konutlarda kat sayısı

2000 Yılı Bina Sayım Sonuçları' nda kat sayılarına göre bina sayıları incelendiğinde toplam içinde en yüksek payı % 46,2 ile bir katlı binalar almaktadır. İki katlı binalar % 29,2, üç katlı binalar % 10,6, dört katlı binalar % 5,6, beş katlı binalar ise % % 4,0 oranındadır. Altı veya daha fazla katsayısına sahip bina sayısı oranı % 3,7 olarak tespit edilmiştir (Şekil 2.9) (DİE, 2000).



Şekil 2.9 : Kat sayısına göre binaların oranı - Türkiye (DİE, 2000).

2000 yılında yapılan bina sayım sonuçlarına göre Türkiye' deki mevcut binaların yaklaşık % 85' inin az katlı (1-3 katlı) olduğu görülmektedir (Şekil 2.9).



Şekil 2.10 : Kat sayısına göre binaların oranı - İstanbul (DİE, 2000).

2000 yılında yapılan bina sayım sonuçlarına göre İstanbul' daki mevcut binaların yaklaşık % 57.4' ünün az katlı (1-3 katlı) olduğu görülmektedir (Şekil 2.10).

TÜİK' in yaptığı araştırmada 2002-2006 yıllarında üretilen konutların kat sayılarına Çizelge 2.11' de değinilmektedir.

Çizelge 2.11 : Kat sayılarına göre konut yüzdeleri - yapı kullanma izin belgelerine göre (TÜİK, 2006c).

Kat Sayısı	2002	2003	2004	2005	2006
-2	49,7	43,5	47,6	46,8	38,7
3 ,- 5	38,6	44,7	40,4	40,8	43
6+	11,7	11,9	12	12,4	18,3

Türkiye' de 2005 yılında yapı ruhsatı almış olan 510.080 adet konut amaçlı dairenin 32.448 adedi, yani % 6,4' ü tek daireli ikamet amaçlı (müstakil konut) binalardır (YEM, 2006).

2.7.6 Konutlarda taşıyıcı sistem

DİE' nin yapmış olduğu 2000 yılı bina sayım sonuçlarına göre; Taşıyıcı sistemine göre binaların % 48,4' ü iskelet, % 51,1' i yığma olarak inşa edilmişlerdir. Tünel kalıp sistemi ile inşa edilen bina sayısının oranı % 0,1 ve prefabrike yapıların oranı % 0,4 dür (DİE, 2000).

Türkiye' de en çok betonarme yapı tercih edilmektedir. 2006 yılında ruhsat verilen ikamet amaçlı binaların % 98,3 ü betonarme, % 1,5' i yığma-tuğla ve % 0,3' ü diğer yapım sistemlerine sahiptir (YEM, 2007).

İstanbul ilinde, çoğu 1970 sonrası yapılan betonarme iskelet yapıların tüm yapılara oranı % 74,4, çoğu 1970 öncesi yapılan tuğla/briket yığma yapıların tüm yapılara oranı %21,7 dir. Diğer taşıyıcı sistem tipleri % 3,9 olarak tespit edilmiştir (Takahashi, 2002).

Gelişmiş ülkelerde bugün yapılarda çelik kullanım oranları İngiltere'de %54, İskandinav ülkelerinde %40, Almanya ve Fransa'da ise %30'un üzerindedir (Terim, 2006).

2.8 Az Katlı Konut Projeleri Envanter Çalışması

İnşaat sektöründe az katlı konut üretimindeki sektörel eğilimi tespit etmek için üretim aşamasındaki güncel az katlı konut projeleri analiz edilmektedir.

Aşağıda sıralanan sebeplerden dolayı incelenecek olan konut projeleri İstanbul ilinden seçilmiştir.

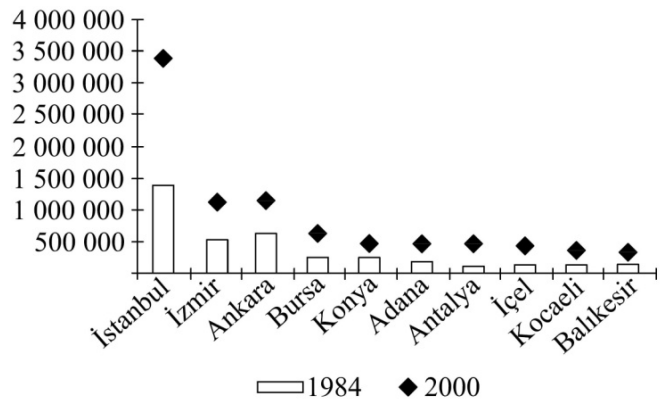
- İstanbul ili 1. derecede deprem bölgesindedir (Güler, Özmen, Nurlu, 1997, s. 89). Özellikle 1999 İzmit depreminden sonra kamuoyunun depreme olan hassasiyetine bağlı olarak depremle ilgili çeşitli araştırmaların sayısı kamu sektöründe bakanlıklar, belediyeler ve üniversiteler düzeyinde artmıştır. İstanbul ili için deprem master planı oluşturulmuştur (İBB, 2003).

- İstanbul ili 1928 kişi / km2 nüfus youğunluğu ile Türkiye' nin en yoğun bölgesidir. Türkiye'de ise km2'ye 88 kişi düşmekte ve İstanbul ilinin nüfus yoğunluğu Türkiye ortalamasının 22 katı üzerindedir (Şekil 2.11). % 3,3' lük nüfus artış hızı bakımından da % 1,8' lik Türkiye ortalamasının çok üzerindedir (DİE, 2000). Ayrıca, kentleşme oranı en yüksek bölge Marmara Bölgesi' dir (YEM, 2006).



Şekil 2.11 : Nüfus yoğunluğu (km2' ye düşen kişi sayısı) (TÜİK, 2006c).

- Bina sayısı ve konut sayısı açısından Türkiye içindeki payı en yüksek olan il İstanbul' dur (Şekil 2.12). Bu ilin bina sayısı 869.444, Türkiye içindeki payı % 11.1 iken, konut sayısı 3.393.077, Türkiye içindeki payı %20.9 olarak tespit edilmiştir (DİE, 2000).



Şekil 2.12 : Konut sayılarına göre ilk on il, 1984-2000 (bin adet) (DİE, 2000).

- Türkiye' nin en büyük kenti İstanbul gayrimenkul sektöründe öne çıkmaktadır. İstanbul Emlak Komisyoncuları Odası' nın gerçekleştirdiği "İstanbul Konut Sektörü Raporu" na göre; İstanbul' un halihazırda yaklaşık 750.000 konut açığı bulunmaktadır. Yerleşik nüfusun artış hızı, diğer illerden gelen göçler göz önüne alındığında yıllık 200.000 civarında konut açığı bulunmaktadır (Milliyet Emlak, 2007a). TÜİK' yaptığı konut ihtiyacı projeksiyonu na göre de; 2015 yılına kadar İstanbul' da 2.133.045 adet konut ihtiyacı olacağı öngörülmektedir (TÜİK, 2006a).

- Milliyet emlağın Ekim 2007 tarihinde yayınladığı Türkiye' nin beş büyük ilindeki gayrimenkul fiyatları üzerine yapılan araştırmaya göre satılık ortalama konut fiyatı İstanbul' da 2109 YTL / m2, Ankara' da 1220 YTL / m2, İzmir' de 1453 YTL / m2 , Antalya 1113 YTL / m2, Bursa' da ise 1061 YTL / m2 olarak gerçekleşmiştir (Milliyet Emlak, 2007b). Gayrimenkul değerleri bakımından en değerli il İstanbul' dur.

- İllerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırmasına göre İstanbul birinci derecede gelişmiş iller arasındadır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 : Birinci derecede gelişmiş iller (DPT, 1996).

- Organizasyonel ve lojistik alt yapı olarak inşaat sektöründe en gelişmiş il ve bölgedir. Örneğin diğer bölgelerden farklı olarak Marmara ve Ege bölgelerinde çimento fabrikalarından satılan çimentonun yarısı hazır beton tesislerinde kullanılmıştır (TÇMB, 2006). Ayrıca Türkiye Prefabrik Birliği üyesi ve üye dışı firmaların pazar bölgelerine bakıldığında Marmara bölgesi birinci sırayı almaktadır (TPB, 2006). Ayrıca hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemi üretimi yapan firmaların büyük çoğunluğu İstanbulda' dır.

Üst ve orta gelir gruplarına hitap eden konut gelişimine bakıldığında, konut alanlarının genel olarak kent çeperlerine doğru geliştiği söylenebilmektedir. İstanbul' da yeni konut projelerinde öne çıkan bölgeler Avrupa yakasında Göktürk-Kemerburgaz, Bahçeşehir, Beylikdüzü-Büyükçekmece, Halkalı-Esenyurt, Kilyos-Zekeriyaköy, Silivri, Hadımköy ve çevresi; Anadolu yakasında ise Samandıra-Ömerli, Ümraniye-Çekmeköy, Kurtköy-Tepeören, Riva-Şile, Ataşehir ve Beykoz' dur. Bu yeni konut alanları otoban bağlantıları ile hızlı ulaşım olanakları da sunmaktadır (YEM, 2007).

İstanbul' da merkez ilçelerde yeni arsa üretiminin çok sınırlı olması, üretilen veya varolan arsaların yüksek değerleri yüzünden konut birimlerine düşen arsa payı da yüksek olmakta, bu da yapıların çok katlı üretilmesini zorunlu kılmaktadır. Merkez ilçelerde yeni konut üretiminin çok az olması, hatta bazı bölgelerde hiç olmaması nedeniyle bu bölgelerde konut ihtiyacı ikinci el konutların alımı ile mümkün olmaktadır. Ancak

“İstanbul Emlak Komisyoncuları Odası“ ndan yapılan açıklamaya göre de deprem korkusu nedeniyle eski yerleşim bölgelerine ilginin azaldığı ve merkez bölgelerde ikinci el gayrimenkul alımının gelişmekte olan bölgelerde yeni inşaa edilen gayrimenkuller kadar prim yapmadığı belirtilmiştir (Milliyet Emlak, 2007a).

Kent içindeki apartman tipi yeni konut projelerinden konut almak yerine aynı bedelle kent dışından az katlı bahçeli ev almak tercihi ve deprem kaygıları az katlı konuta olan talebin sürekli olmasına sebep olmaktadır.

Yukarıda bahsedilen bölgelerde Çizelge 2.12 ve Çizelge 2.13‘ de görüleceği üzere bu çalışma içerisinde incelenen, tamamlanmış projelerde üretilen toplam az katlı konut sayısı 13425’ dir. Bu konutların % 4’ ünün (526 tanesinin) taşıyıcı sistemi hafif çeliktir. Listeye alınan bazı projeler villa + daire tiplerini bünyesinde barındırmakta ve bu projelerde 4 veya 5 katlı bina tipleri bulunmaktadır. Villa olarak tanımlanan ayrık veya bitişik nizam 1,2 veya 3 katlı müstakil konut yapılarında kullanım alanı 62 m2 (Sincap Evler) ile 1206 m2 (Alkent 2000, 3. Faz) arasında değişmektedir. Ancak genel olarak 150 - 300 m2 aralığındaki müstakil villalar talebi karşılamaya yönelik arz edilmektedir.

Çizelge 2.12 : İstanbul Anadolu yakasında tamamlanmış az katlı konut projeleri.

PROJE ADI	KONUMU	KONUT TİPİ	KAT SAYISI	KONUT ALANI (m2)	TOPLAM KONUT ADEDİ	TAŞIYICI SİSTEM	PROJE BİTİŞ TARİHİ	YAPIMCI FİRMA
SABAN ÇENGELKÖY	ÇENGELKÖY	VİLLA	2	316-323	10	B.A.	2007	SABAN İNŞAAT
BEYLERBEYİ KONAKLARI	BEYLERBEYİ	VİLLA	3	225-250	25	B.A.	2007	ST İNŞAAT
AYAZMA EVLERİ	BEYKOZ	VİLLA	2	305	18	B.A.	2006	OPAK İNŞAAT
BEYKOZ VADİ KONAKLARI	BEYKOZ	VİLLA DAİRE	3	182-275	42	B.A.	2007	MERT İNŞAAT
RİVARA RANCH	RİVA	VİLLA	2	464	7	B.A.	2005	http://rivararanch.com
ÇUBUKLU VADİ	ÇUBUKLU	VİLLA	2, 3	221-600	105	B.A.	2009	FİBA YÜKSEL
SİNPAŞ AVANGARDEN	ÇEKMEKÖY	VİLLA+DAİRE	4	167-489	56	B.A.	2008	SİNPAŞ GYO
İDEALİST KENT	ÇEKMEKÖY	VİLLA	2	368-505	250	B.A.	2008	HEKTAŞ İNŞAAT
GREENIUM	ÇEKMEKÖY	VİLLA	2, 3	350-638	94	B.A.	2008	SURYAPI
MY COUNTRY	ÇEKMEKÖY	VİLLA	2, 3	197-494	271	B.A.	2006	AĞAOĞLU
TERRA PORTİA EVLERİ	ÇEKMEKÖY	VİLLA	3	420-782	33	B.A.	2007	ELİT İNŞAAT
VİLLA SERA	ÇEKMEKÖY	VİLLA	2	340	15	B.A.	2008	SURYAPI
CASA BELLA	ALEMDAĞ	VİLLA DAİRE	3	165-200	20	B.A.	2008	AYFA İNŞAAT
REŞADİYE VADİ KONAKLARI	ALEMDAĞ	VİLLA	3	315	14		2007	PARLAR İNŞAAT
DOĞA ATA KONAKLARI	ALEMDAR	VİLLA	2, 3	287-386	47	B.A.	2006	DOĞA-ATA İNŞAAT
YEŞİL VADİ KONAKLARI	ÇAKMAK	VİLLA DAİRE	4	393-404	108	B.A.	2007	KİPTAŞ
SİNPAŞ LAGÜN 1.ETAP	SAMANDIRA	VİLLA	3, 4	209-749	138	B.A.	2009	SİNPAŞ GYO
ALICE VILLAGE	SAMANDIRA	VİLLA+DAİRE	3, 4	91-382	393	B.A.	2006	ALİCE İNŞAAT
ELYSIUM LIFE	SAMANDIRA	VİLLA	2	144	170	B.A.	2007	OFTON İNŞAAT
ELYSIUM GARDEN	SAMANDIRA	VİLLA	2	258-340	50	B.A.	2006	OFTON İNŞAAT
FMS PARK VİLLALARI	SAMANDIRA	VİLLA	2	170	16	B.A.	2006	KILIÇ İNŞAAT
YAKACIK COUNTRY	YAKACIK	VİLLA	3	370-395	64	B.A.	2006	ANT İNŞAAT
GREEN HILL VİLLALARI	YAKACIK	VİLLA	3	220	28	B.A.	2006	3E YAPI
CEREN SİTESİ	TUZLA	VİLLA	2, 3	266-331	26	B.A.	2006	GÜLDEREN İNŞAAT
ARKEON EVLERİ 1 - 5. ETAP	TEPEÖREN	VİLLA	2, 3	170-400	237	YIĞ.+ PREF.	2007	YAPI MERKEZİ
KIRKLAR VADİSİ VİLLALARI	TEPEÖREN	VİLLA	2	170	34	B.A.	2006	SANLI İNŞAAT
SULTAN KONAKLARI	TEPEÖREN	VİLLA	3	300-400	23	B.A.	2006	SIDDIKLAR İNŞAAT
KORU EVLERİ	TEPEÖREN	VİLLA	2	270	22	B.A.	2006	ERTAŞ İNŞAAT
İSPANYOL EVLERİ	TEPEÖREN	VİLLA	2	200-250	10	B.A.	2007	TÜMAK İNŞAAT
AKFIRAT EVLERİ	AKFIRAT	VİLLA	2	205-305	143	HAFİF ÇELİK	2007	D YAPI
AKFIRAT VİLLALARI	AKFIRAT	VİLLA	2	279	20	B.A.	2007	EREN İNŞAAT
KUĞU EVLERİ	AKFIRAT	VİLLA	2	292-455	96	B.A.	2007	BAUTEK
MİLLENİUM PARK	AKFIRAT	VİLLA	2, 3, 4	361-479	219	ÇELİK	2007	A.YILDIRIM İNŞAAT
ROYAL PARK RESIDENCE	ORHANLI	VİLLA+DAİRE	2, 4	187-515	136	B.A.	2008	ROYAL İST.TURİZM AŞ.
FORMULA COUNTRY	AKFIRAT	VİLLA	2, 3	278-391	62	B.A.	2009	CİHAN İNŞAAT
F2 EVLERİ	AKFIRAT	VİLLA+DAİRE	3	124-348	314	B.A.	2009	CE YAPI
İSTANBUL PARK KONAKL.	AKFIRAT	VİLLA	2	210-450	55	B.A.	2008	İNMAŞ İNŞAAT
ECESAN EVLERİ	AKFIRAT	VİLLA	2	180-310	104	B.A.	2006	ECESAN İNŞAAT
AKDENİZ EVLERİ	AYDINLI	DAİRE	4	57-215	203	B.A.	2008	DUMANKAYA İNŞAAT
MANZARA KONAKLARI	AYDINLI	DAİRE	3, 4	65-103	103	B.A.	2007	DUMANKAYA İNŞAAT
TANAY EVLERİ	KURTKÖY	VİLLA	3	386	48	B.A.	2006	TANAY İNŞAAT
ELİT YAŞAM KONAKLARI	KURTKÖY	VİLLA	2, 3	182-248	30	B.A.	2009	DELMAR YAPI
PENDİK AYDOS EVLERİ	KURTKÖY	VİLLA	2, 3	214-331	271	B.A.	2006	KİPTAŞ
GÖKKUŞAĞI EVLERİ	KURTKÖY	VİLLA	3	300	25	B.A.	2005	BİLEŞİM MÜHENDİSLİK
ENGİN SU VİLLALARI	KURTKÖY	VİLLA	2	245	34	B.A.	2006	MERAN İNŞAAT
RIVERSIDE ÖMERLİ	ÖMERLİ	VİLLA	1	236-379	19	B.A.	2006	İZMİR İNŞAAT
KASABA 1. FAZ	ÖMERLİ	VİLLA	2, 3		246	B.A.	20006	İŞ-KORAY ORT.
OPTİMUM EVL. 1. VE 2. ETAP	ÖMERLİ	VİLLA	2	201-360	57	B.A.	2002-2007	EMTA İNŞAAT
OPTİMUM EVL. 3. ETAP	ÖMERLİ	VİLLA	2	201-290	57	B.A.	2008	EMTA İNŞAAT
ÖMERLİ PARK 2.ETAP	ÖMERLİ	VİLLA	2	166-213	12	HAFİF ÇELİK	2007	ODC İNŞAAT
YAMAÇ EVLER	ÖMERLİ	VİLLA + DAİRE	2	92	40	B.A.	2007	METAY İNŞAAT
MEŞELİ EVLER	ÖMERLİ	VİLLA	1, 2	133-244	26	AHŞAP	2008	KANTAŞI İNŞAAT
BOĞAZİÇİ VİLLALARI	ŞİLE	VİLLA	3	262	26	B.A.	2007	AKZENGİN İNŞAAT
KİLİA	ŞİLE	VİLLA	3	300-500	104	B.A.	2009	İMSA İNŞAAT

Çizelge 2.13 : İstanbul Avrupa yakasında tamamlanmış az katlı konut projeleri.

PROJE ADI	KONUMU	KONUT TİPİ	KAT SAYISI	KONUT ALANI (m2)	TOPLAM KONUT ADEDİ	TAŞIYICI SİSTEM	PROJE BİTİŞ TARİHİ	YAPIMCI FİRMA
ESTON DENİZ YAKAMOZ MAH.	BEYLİKDÜZÜ	VİLLA	2, 3, 4	156-198	267	B.A.	2007	ESTON YAPI
ESTON DENİZ KALYON MAH.	BEYLİKDÜZÜ	VİLLA+DAİRE	2, 3, 4	100-190	368	B.A.	2009	ESTON YAPI
ARDIÇLI EVLERİ	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2, 3, 4	180-341	724	634 B.A. / 90 HAFİF ÇELİK	2005	ESTON YAPI
ARDIÇLI GÖL EVLERİ	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2, 3	156-377	371	B.A.	2007	ESTON YAPI
ESTON ŞEHİR 1. MAHALLE	BAHÇEŞEHİR	VİLLA+DAİRE	2 , 3, 4	162-292	329	B.A.	2007	ESTON YAPI
ESTON ŞEHİR 3. MAHALLE	BAHÇEŞEHİR	VİLLA+DAİRE	2 , 3, 4	65-371	324	B.A.	2008	ESTON YAPI
BANU EVLERİ	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	3	287-497	84	YIĞMA + AHŞAP DÖŞ.	2005	HASANOĞLU İNŞ.
SPRADON EVLERİ	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2, 3	285-456	110	B.A.	2008	KUZU GRUP
ŞEHRİ BAHÇE KONAKLARI	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2	450	20	B.A.	2007	KC GROUP
KARDELEN EVLERİ	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2	190-280	70	HAFİF ÇELİK	2006	AVRUPA İNŞAAT
YASEMEN EVLERİ	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2, 3	160-280	29	B.A.	2007	ASTOR İNŞAAT
EMRE MELİH YAPI KOP.	BAHÇEŞEHİR	VİLLA	2	335-345	25	B.A.	2006	UYGUNLAR İNŞAAT
ALKENT 2000 1. VE 2. FAZLAR	B. ÇEKMECE	VİLLA	2, 3	220-488	600	B.A.	2001	ALARKO İNŞAAT
ALKENT 2000 3. FAZ	B. ÇEKMECE	VİLLA	1, 2, 3	607-1206	63	B.A.	2008	ALARKO İNŞAAT
PELICAN HILL	B. ÇEKMECE	VİLLA	2	480-784	560	B.A.	2010	KKG GRUP
ALKON KONAKLARI	B. ÇEKMECE	VİLLA	3	750	13	B.A.	2005	ALKON İNŞAAT
MİMARSİNAN EVLERİ	B. ÇEKMECE	VİLLA+DAİRE	2, 4	120-390	173	B.A.	2008	ÇARMIKLI İNŞAAT
SUNRISE RESIDENCE	MİMAROBA	DAİRE	4	173-300	224	B.A.	2008	GAFFAROĞLU İNŞAAT
GÜZELŞEHİR	GÜZELCE	VİLLA	2	205-394	675	B.A.	2006	İHLAS HOLDİNG
ZEYTİNSUYU TEPESİ EVLERİ	KUMBURGAZ	VİLLA	2	168-190	91	HAFİF ÇELİK	2007	SAROS İNŞAAT
VADİ PARK EVLERİ	KARAAĞAÇ	VİLLA	2	415	38	B.A.	2005	SANAYİCİLER KOOP.
DOLPHIN VİLLALARI	SİLİVRİ	VİLLA	2	300-500	10	B.A.	2006	ÖZKONTEK GRUBU
SİNPAŞ SEALYBRIA	SİLİVRİ	VİLLA	3	427-508	222	B.A.	2006	SİNPAŞ GYO
SUNFLOWER EVLERİ	SİLİVRİ	VİLLA	2	190-474	350	AHŞAP	2006	SARAL İNŞAAT
STARLIFE VİLLALARI	SİLİVRİ	VİLLA	2	300-440	90	B.A.	2007	SAY YAPI
LEOLAND	KINALI	VİLLA	2	330	20	HAFİF ÇELİK	2002	ATLANTİS MÜH.
KINALI KONUTLAR	ÇANTAKÖY	VİLLA	2	240	100	HAFİF ÇELİK	2006	ANADOLU KONUT
SİNCAP EVLER	ISTRANCA	VİLLA	1	62	315	AHŞAP	2008	ÜNAL İNŞAAT
PERA KONAKLARI 1. VE 2. ETAPLAR	SARIYER	VİLLA	3	294-676	125	B.A.	2007	SARIYER İNŞAAT
NİDA PARK EVLERİ	SARIYER	VİLLA	2	312-470	36	B.A.	2007	NİDA İNŞAAT
SİNPAŞ RUMELİ KONAKLARI	ZEKERİYAKÖY	VİLLA	3, 4	291-369	108	B.A.	2008	SİNPAŞ GYO
ALLGREEN VILLAGE	ZEKERİYAKÖY	VİLLA	4	289-421	55	B.A.	2006	ENERJİ YAPI
SİNPAŞ MARENEGRO	KİLYOS	VİLLA	2, 3	288-556	239	B.A.	2006	SİNPAŞ GYO
TARABYA EVLERİ	TARABYA	DAİRE	4	190-350	48	B.A.	2007	BNS İNŞAAT
İSTANBLUE	RUMELİFENERİ	VİLLA	2	221-356	199	B.A.	2008	DÜNDAR İNŞAAT
KEMER COUNTRY	KEMERBURGAZ	VİLLA	1, 2	120-510	271	B.A. + AHŞAP	2003	KEMER GROUP
İSTANBULBİS	KEMERBURGAZ	DAİRE	4	104-253	112	B.A.	2008	YAPI KREDİ KORAY
GÖKTÜRK AYTEK EVLERİ	KEMERBURGAZ	VİLLA+DAİRE	2	210-275	96	ÇELİK	2003	AYTEK İNŞAAT
ÇEŞMELER VADİSİ	KEMERBURGAZ	VİLLA	3, 4	350-513	64	AHŞAP	2006	AKTÜRK İNŞAAT

3. ENDÜSTRİLEŞMİŞ AZ KATLI KONUT YAPIM SİSTEMLERİ

Bu bölümde, ülkemizde az katlı konutlarda uygulanabilecek endüstrileşmiş yapım sistemleri karşılaştırmasına yer verilmektedir.

3.1 Yapımda Endüstrileşme

Endüstrileşmiş yapım sistemlerinin karşılaştırılabilmesi için öncelikle endüstrileşme yaklaşımlarının ve bina alanında uygulanan açık sistemlerin kavramsal tanımlaması yapılmaktadır.

3.1.1 Bina alanında endüstrileşme yaklaşımları

Binanın endüstrileşmesinin veya "yapımın sistemleştirilmesinin" esas biçimde çözümlenebilmesi için teknik, ekonomik ve organizasyonel boyutlu üç ana yaklaşım ortaya konmuştur. Bunlar; program yaklaşımı, modeller yaklaşımı ve bileşenler yaklaşımıdır (Walters, 1968, s.67-68, Atasoy, 1980).

- Program yaklaşımı' nda; binanın endüstrileşmesinin gerekli koşulları "ölçü üzerine" yapılan talebe bağlıdır.
- Modeller yaklaşımı ise; hiçbir özel talep planlaması istemeyen ve bütün binaları dayanıklı tüketim malları olarak kabul eden yaklaşım biçimidir.
- Bileşenler yaklaşımı; hiçbir özel talep planlaması istemeyen, ancak bileşenlerin boyutları ve biraraya getirilmeleri için ortak kuralların veya normların olması gerektiğini kabul eden bir yaklaşımdır.

Merkezi Hollanda' da olan CIB, endüstrileşme yaklaşımlarını aşağıdaki gibi kategorize etmektedir (CIB, 2004) ;

a. Ürünün Endüstrileşmesi (Bina teknolojisi ile ilgili)

Ürünün endüstrileşmesine ise iki örnek olarak;

- Şantiyenin (On-site) endüstrileşmesini

- Üretimin (Off-site) endüstrileşmesini göstermektedir.

b. Sürecin Endüstrileşmesi (Tasarım – üretim - montaj koordinasyonu ve sözleşmesel ilişkiler ile ilgili) olarak tanımlanmaktadır.

Bir konut için üretim sürecinde üç önemli sözleşmesel ilişki tanımlanmaktadır (Friedman, 1989) ;

a. Kullanıcı (Konut sahibi) ve yatırımcı arasındaki ilişki

b. Resmi kurumlar ile yatırımcı arasındaki ilişki

c. Yatırımcı ve alt yüklenici arasındaki ilişki

Ayrıca mimari tasarımdaki iki boyutlu form-fonksiyon konseptini uygulanabilir kılmak için üçüncü bir boyut olarak "süreç" tanımlanmaktadır ve yapılaşmış çevrenin kalitesi sürecin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir (Bax, 1989).

3.1.2 Açık bina, konut planlaması ve tasarımda açıklık

Farklı ekonomik durumları, yaşam tarzları ve alışkanlıkları olan konut kullanıcılarının çevre ve mekana ilişkin çeşitli isteklerini karşılamanın tek yolu konutta çeşitliliğin sağlanması ile mümkündür (Bao, 1984). Çeşitliliğe ve zaman içinde değişime olanak sağlayabilen açık bina konsepti farklı karar verme düzeylerini birbirinden ayırmayı önermektedir (Cuperus, 2005). Çeşitlilik, değişim ve kullanıcı katılımı ihtiyaçlarına cevap vermenin organize yolu açık binadır (HUT, 2005). Bu yeni süreç ile konvansiyonel tasarım metodunda, inşa sürecinde ve sözleşmesel ilişkilerde değişiklik gerekmektedir (Kendall, S., 1990).

Açık bina, sosyal açıdan bakıldığında, zaman içinde konut biriminin adaptasyonu için gerekli olan esnekliği önererek kullanıcı tercihlerine cevap vermeye çalışmakta, teknik açıdan bakıldığında, minimum arayüz problemleri ile bina alt sistemlerinin kurulmasının veya değiştirilmesinin veya kaldırılmasının yollarını aramaktadır (Habraken, 2005b).

John Habraken tarafından açık bina konseptinin temel prensipleri aşağıdaki şekilde tarif edilmektedir (Habraken, 2005a) ;

- Yapılaşmış çevrede karar verme düzeylerinin ayrıştırılması
- Tasarım aşamasında kullanıcı katılımının sağlanması

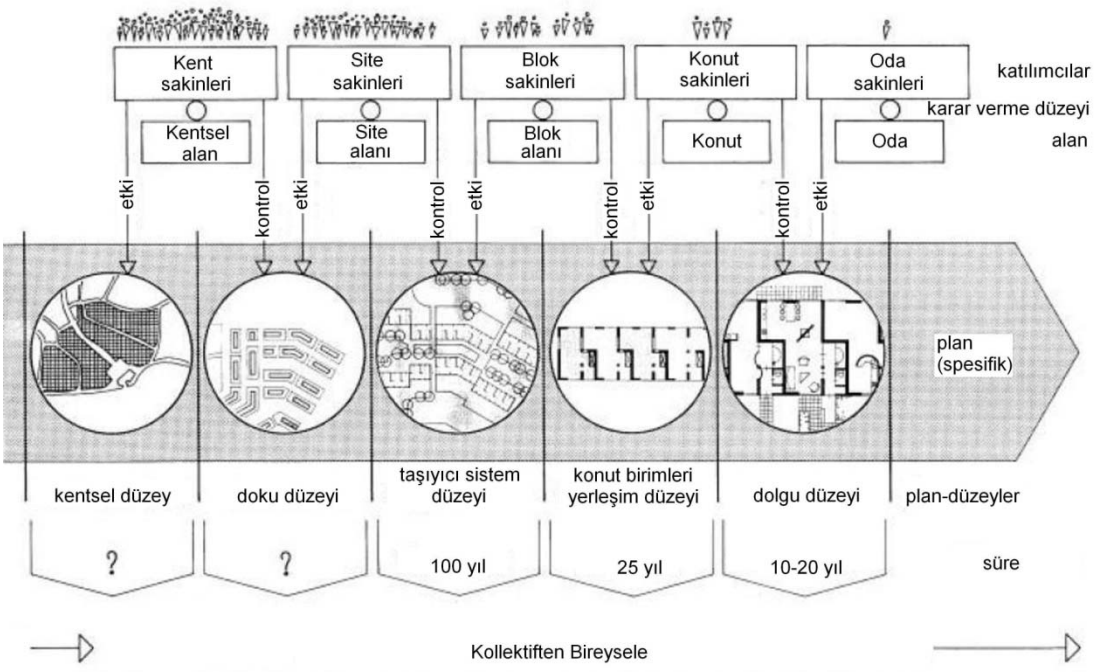
- Teknik sistemlerin birbiri arasındaki arayüzlerin tanımlanması
- Yapılaşmış çevrenin sürekli değişim ve dönüşüm halinde olduğunun kabul edilmesi

Konut ve çevresindeki değişimler "OBOM araştırma grubu" tarafından aşağıdaki şekilde analiz edilmiştir (Werf, 1990).

- Kişi-oda; bireyin kendi odası egemenlik sınırları içinde yaptığı değişimler,
- Konut-hanehalkı; aile veya hane halkının zaman içinde değişen koşullara gore konutunu yeniden düzenlemesi,
- Konut bloğu ve yapı adası ölçeğinde bir mülkiyet sahibi, sahipler topluluğu veya bir kamusal organizasyon tarafından gerçekleştirilen değişimler. Genelde bunlar yenileme çalışmaları olarak görülmektedir.
- Son olarak, kentsel bölge ölçeğinde kamunun arazi kullanım kararlarını değiştirmesi ve buna bağlı olarak konut çevresinin yeniden düzenlenmesi veya başka kullanım alanlarına dönüştürülmesi.

Yukarıdaki sıralama işleminde oda-kentsel bölge açılımı içinde değişimlerin giderek zorlaştığı, maksimum olan oda düzeyindeki esnekliğin kentsel bölge düzeyine doğru giderek azaldığı ve uzun zaman dilimine yayıldığı görülmektedir. Karar ve sorumlulukların da bireysel düzeyden kollektif-toplumsal düzeye doğru geliştiği sergilenmektedir. Bireysel düzeydeki değişimler kollektif düzeyi çok az etkilerken, kollektif değişimler çok daha alt düzeylerde etkili olmaktadır (Werf, 1990).

Değişim düzeyleri yukarıda tanımlandığı gibi ise; konut ve çevresi ile ilgili karar, tasarlama ve üretim fonksiyonları da bu tanımlanan düzeylere yanıt vermelidir. Bu gerekçeler ışığında OBOM, Habraken' in çalışmalarına da dayanarak aşağıdaki tasarlama ve üretim düzeylerini belirlemiştir. Bunlar; doku (tissue), taşıyıcı sistem (support) ve dolgu (infill) düzeyleridir (Şekil 3.1). Bu düzeylere ilişkin karar, tasarlama ve üretim fonksiyonları belli kurallar ışığında birbirlerinden bağımsız gerçekleştirilebilmelidir. Böyle bir yaklaşım, geleneksel yapım teknolojisi kullanımına olanak sağlayacak, endüstrileşmiş yapım tekniklerinin geliştirilmesine katkısı olacak ve özellikle açık sistemlerin uygulama olanaklarını arttıracaktır (Randen, 1991, s. 79, 82).



Şekil 3.1 : Karar-tasarlama düzeyleri strüktürü (Cuperus, 2005).

Genel olarak taşıyıcı sistem (support) temeli, bina taşıyıcı sistemini, dış kabuğu, merdivenleri ve ana tesisat sistemlerini (hatlarını) kapsamakta, dolgu sistemi (infill) bölücü duvarları, sabit dolap ve tezgahları, bitirme malzemelerini ve tesisat ekipmanlarını (vitrifiye malzemeleri, sıva üstü elektrik malzemeleri, vb) kapsamaktadır (Kendall, 2004).

Binanın, taşıyıcı sistem düzeyi ve dolgu düzeyi olarak ayrılması ile açık sistemde uyulacak olan standartlar, yapı izni (ruhsat) alma prosedürleri, vergilendirme şekli, yapımın finanse edilmesi gibi konuların ülkelere göre yeniden gözden geçirilmesi ve bu yönde uygulamayı destekleyici olarak yetkili kurumların politika geliştirmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Kendall, 1993; Kobayashi, 2005; Habraken, 2005b).

Açık bina (Open Builing) konusunda çalışma yürüten kuruluşlar aşağıda belirtilmektedir;

- OBOM (Open Building Strategic Studies), Delft Technical University, Hollanda
- CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) W104 Open Building Implementation, Hollanda
- Open Building Research & Development Programme, Helsinki University of Technology, Finlandiya

- SUREURO, Sustainable Refurbishment Europe, İsveç
- Building Future Institute, Ball State University, ABD
- Open Source Building Alliance, MIT, ABD
- Architectural Institute of Japan, Open Building Subcommittee, Japonya
- Meta-Technology Center for Metropolitan Metamorphosis Methods (4-Met Center), Tokyo Metropolitan University, Japonya

Açık sistemle ilgili dünyada çeşitli deneysel çalışmalar yapılmakta, bu konu ile ilgili çeşitli araştırıcıların yayınlarına ait bibliyografya, yukarıda belirtilen araştırma kuruluşlarının internet sitelerinde yer almaktadır. Ayrıca, Kendall, S. ve Teicher, J.' nin 2000 yılında yayınlamış oldukları "Residential Open Building" adlı kitabında dünyadaki açık sistem uygulamalarına geniş yer verilmiştir.

3.1.3 Endüstrileşmiş açık sistemler

Bina alanındaki endüstrileşmeyi temelde "kapalı endüstrileşme süreci" ve açık endüstrileşme süreci olarak ele almak mümkündür. Kapalı endüstrileşme sürecinde sınırlı sayıda tasarlayıcı, farklı tasarım problemlerinin çözümünde teknoloji sahibi firma veya örgütler içinde onlara bağımlı olarak görev yapmaktadır. Açık endüstrileşme sürecinde ise, tasarlayıcılarla teknoloji sahibi firmalar arasındaki bağımlılık, "ortak kurallar" sayesinde ortadan kalktığından, endüstrileşmiş binaların tasarımı tüm tasarlayıcılara açılmış olmaktadır. Bu özellik bu süreçte oluşacak mimari çevre kalitesini de kuşkusuz olumlu etkileyecektir (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995).

Bina alanında kapalı endüstrileşme sürecini yaşayan ülkelerdeki gelişmeler 1970' li yıllarda yeni bir endüstrileşme sürecini gerektirmiştir. Bu yeni süreç "Açık Endüstrileşme" sürecidir. "Bileşenler" yaklaşımına karşılık olan açık endüstrileşme süreci, diğer endüstrilerde mevcut olan "ihtisaslaşma" yı bina alanına da uygulamayı hedeflemektedir. Öte yandan, ideal anlamda "uyumlu bileşenlerle yapım" ın gerçekleşebilmesi için gerekli ekonomik ve teknik şartların hazırlanması, tüm kuralların yürürlüğe girmesi, ülkelerin öz kaynaklarına ve teknoloji seviyelerine bağlı olarak belirli bir "hazırlık veya geçiş" dönemi istemektedir. Bu süre içinde, ileride "uyumlu bileşenlerle yapım" veya "açık sistem" lere ulaşmayı kolaylaştıracak "geçiş" veya "ara" çözümler gerekli olmaktadır (Şener, 1990).

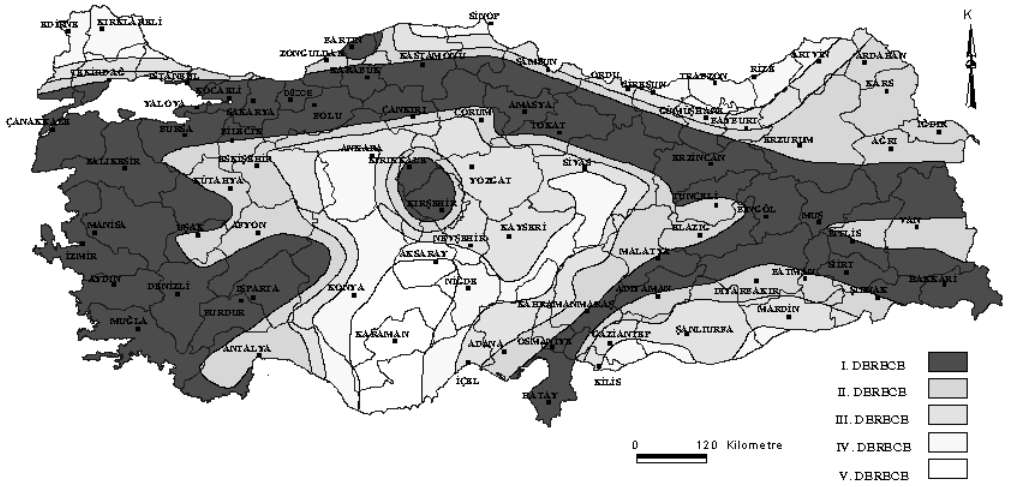
Ülkelerde ideal olarak “açık sistemle” veya “uyumlu bileşenlerle bina üretimi için gerekli tüm koşulların sağlanması kısa sürelerde gerçekleşememektedir. 1970’ li yılardan itibaren açık sistemin uzlaşma kurallarını / konvansiyonları hazırlamaya başlayan gelişmiş bazı ülkelerde (Örneğin; Hollanda, Fransa, Finlandiya gibi) hala ideal bir açık endüstrileşme sürecinin olmayışı problemin zorluğunu göstermektedir (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995).

3.2 Türkiye’ de Endüstrileşmiş Konut Yapım Sistemlerinin Kullanılma Nedenleri

Endüstrileşmiş yapım sistemlerinin ülkemizde kullanılmasının teknik, ekonomik ve organizasyonel nedenleri vardır;

- Teknik nedenler:

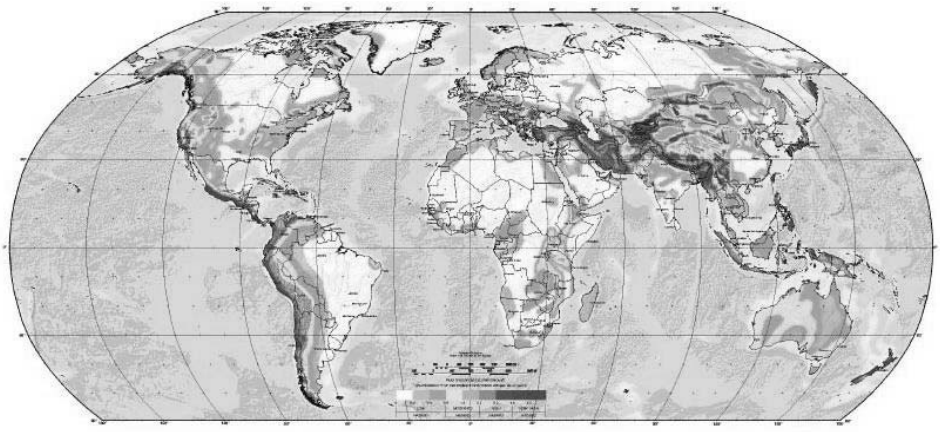
Ülke topraklarımızın % 96'sı, nüfusumuzun % 95'i, deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Nüfusumuzun % 21,5' u birinci derece, % 31.4' ü ikinci derece deprem bölgesinde yaşamaktadır **(**Şekil 3.2) (THBB, 2007a). 1999 İzmit depreminden sonra Türk inşaat sektörü kendini sorgulamaya ve yeni arayışlara yönelmeye başlamıştır. Bu süreçte kamuoyunda az katlı konutlara ve depreme dayanıklı alternatif taşıyıcı sistemlere olan ilgi artmıştır.



Şekil 3.2 : Deprem bölgeleri haritası (Güler, Özmen, Nurlu, 1997).

Şekil 3.3’ te dünyadaki deprem kuşaklarını gösterir haritaya bakıldığında, ahşap ve hafif çelik yapı uygulamalarının yaygın olduğu kuzey Amerika, batı ve kuzey Avrupa, Avustralya gibi bölgelerde deprem riskinin Türkiye’ ye göre çok daha düşük olduğu görülecektir. Yalnızca Japonya Türkiye gibi yüksek deprem riski

taşımaktadır. Dolayısıyla dünyada bu yapım sistemlerinin uygulanma sebebi veya gündemde olma nedeni ülkemizde olduğu gibi yalnızca deprem riskinden dolayı olduğu söylenemez. Türkiye gibi yüksek deprem riski taşıyan ülkelerin hafif yapım sistemlerine yönelik ilgisi kaçınılmazdır.



Şekil 3.3 : Global sismik risk haritası (GSHAP, 2008).

Amerika' da faaliyet gösteren Ulusal Konut Üreticileri Birliği' nin (NAHB-National association of home builders, *www.nahbrc.org,* www.toolbase.org) verdiği bilgilere göre yapı sektöründe yeni bir ürün veya metod piyasaya sunulduktan sonra 3 ila 15 yıl içinde geniş kulanım alanı bulmaktadır (Friedman, 1989). 1999 İzmit depremi üzerinden geçen süreye rağmen, deprem sonrası inşaat piyasasına sunulan çeşitli alternatif taşıyıcı sistemlerden hiçbiri Türkiye şartları da gözönünde bulundurularak halen tam anlamıyla yaygınlaşamamıştır. Yeni teknolojilerin inşaat sektöründe yaygınlık kazanması ne kadar uzun sürede olursa olsun, konut yapım teknolojileri ve malzemelerine yönelik olarak yurtdışında olduğu gibi teknik uygulamaların meslek adamları düzeyinde öğrenilmesi amacıyla araştırmaların ve yayınların devam etmesi bir zorunluluktur.

- Ekonomik nedenler:

Türkiye' de özellikle konut üretiminde yapısal çelik kullanım oranı, gelişmiş ülkelerdeki oranın çok altında kalmaktadır. İnşaat sektöründe betonarme yapım sisteminin yaygın uygulanması, yapı malzemesi olarak çimento ve betonu pazara hakim malzeme olarak ortaya çıkarmakta ve çimento ve beton sektöründeki tüm etkenler yapım maliyetini ve kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Türkiye Hazır Beton Birliği de, denetimsizlik, şantiyelerde denetimsiz beton üretimi, ruhsatlandırma, teşvik fazlalığı - bölgesel dengesizlik, kaliteli agrega temini, trafik

kısıtlamaları gibi sorunların hazır beton sektörünü olumsuz etkilediğini açıklamaktadır (THBB, 2007b).

İnşaat sektörünü tekelinde bulunduran çimento ve hazır beton sektörüne alternatif taşıyıcı sistemlerin ortaya çıkması, sektör içinde yapı taşıyıcı sistem malzemesi açısından çeşitliliğe, dolayısıyla tek bir yapı malzemesine (çimento) bağımlılığın azalmasına neden olacaktır. Ayrıca çeliğin %100 geri dönüşebilir bir malzeme olması, kullanılmış olan yapısal çeliğin ekonomik değerini korumasını sağlamaktadır.

- Organizasyonel nedenler

Konut sorununu yüzyıllar önce kendi iç dinamikleriyle çözmüş olan Anadolu insanı eski Türk kentinde çağın imkanları dahilinde taşıyıcı sistem bileşeni olarak ahşap yapı malzemesi üretimini Osmanlı İmparatorluğu sınırları içerisinde yayılmasını ve önemli bir bileşen pazarı oluşmasını sağlamıştır. Geçmişte böyle bir yapı kültürüne sahip olan bir toplum olarak günümüz Türkiye' sinde benzer koordinasyonu sağlamayı amaçlayan endüstrileşmiş yapım sistemlerinin kullanımının artırılması gerekmektedir.

Açık endüstrileşmenin en önemli ayağını oluşturan bileşen tedarikini sağlayan yapı marketlerin ülkemizdeki en önemli örneği Bauhaus yapı markettir. Bina yapımı, bakım ve yenileme faaliyetleri için gerekli her türden malzeme bu markette bulunabilmektedir. Mobilya sektörü ise endüstrileşme bakımından yapı sektörünün önünde yer almakta, önemli bir bileşen pazarının oluşmasına doğru yönelinmektedir. Özellikle IKEA firması, mobilya piyasasına mümkün olduğunca çok insanın satın alabileceği kadar düşük fiyatlarla, rasyonel tasarımlı ve işlevsel mobilya ve ev aksesuarı sunmaktadır. Ürünlerin modüler üretilmesi, montajın kullanıcıya ait olması nedeniyle düşük fiyat sunumu, mobilya sektöründe güçlü bir rekabet şansı yaratmaktadır. Yapı malzemesi ve mobilya sektörünün sahip olduğu bu endüstrileşme özellikleri, bina taşıyıcı sisteminin endüstrileşmesinde de kullanılabilir.

Son yıllarda ülkemizde artan yabancı yatırımlar ve Avrupa birliğine uyum süreci ile bilgi yönetimi, verimlilik, hizmet kalitesi, kalitenin temini ve kontrolü gibi kavramların kamuoyunda ve inşaat sektöründe yaygın bir şekilde gündeme gelmesi bina alanında koordinasyonu ve bilgi paylaşımını esas alan endüstrileşmiş açık

sistemlerin uygulanmasına zemin oluşturmaktadır. Ayrıca inşaat sektöründe faaliyet gösteren tüm meslek gruplarının internet aracılıyla kolayca erişebilecekleri veri tabanları (örneğin; *www.yapi.com.tr, www.insaatforumu.com, www.serki.com, www.şantiyeci.com, www.insaatim.com, www.yapiforum.net, www.arkitera.net, www.1insaat.com, www.yapidanismani.com, www.yapirehberi.net, inşaat ve mimarlar odalarının internet adresleri vb.*) oluşturulmuş ve bu veri tabanları aracılığıyla bilgi paylaşımı hız kazanmıştır.

3.3 Türkiye' de Kullanılabilecek Endüstrileşmiş Az Katlı Konut Yapım Sistemleri Karşılaştırması

1999 İzmit depremi sonrası etüt, proje, müteahhitlik ve yapım hatalarının yanı sıra yerleşim yerlerinin yanlış seçimi, standartlara uymayan kalitesiz malzeme kullanımı gibi teknik nedenler, idari ve politik hatalar, bir kısmının ise gelişen teknolojiler karşısında demode kalmış olması Türk İnşaat Sektörü'nü son yıllarda ciddi bir darboğaz ile karşı karşıya bırakmış, bu durum sektörü yeni arayışlara itmiştir. Nüfusu hızla çoğalan ve gittikçe artan oranda kentleşen ve kalkınan ülkemizde inşaat sektöründe yeni malzemelerle ileri tasarım ve yapım teknolojilerinin kullanımı, ülke ekonomisi açısından olduğu kadar insanlarımızın can güvenliği ve yaşam kalitesi açısından da büyük önem taşımaktadır (Şenkaya, 2005).

Konut yapımında konvansiyonel betonarme yapım sistemlerine alternatifler olarak prefabrike yapım sistem türleri içerisinde yer alan prefabrike betonarme, hafif çelik ve ahşap taşıyıcılı yapım sistemleri gündeme gelmiştir. Bu taşıyıcı sistemler alt kategorileri ile incelenip prefabrike yapıma uygun olan alt kategorileri seçilip, seçilen bu alt kategorileri esas alınarak prefabrike betonarme, hafif çelik ve ahşap taşıyıcılı yapım sistemleri arasında karşılaştırma yapılmaktadır. İzmit depremi sonrası yığma yapım tekniği de yeni arayışlar arasında gündeme gelse de, konvansiyonel özellikli bu tekniğin prefabrikasyonun kurallarına uygun olmaması nedeni ile bu çalışmada ele alınmaktadır. Bu karşılaştırma ile hafif çelik taşıyıcı sistemin diğer sistemlerden farkları ve tercih edilme nedenleri incelenmektedir.

3.3.1 Az katlı konut tanımı

Konutların az katlı olması imar yönetmeliklerine ve kullanıcıların müstakil ev tercihlerine göre şekillenmektedir. Özellikle, asansör, yapı maliyetini artıran bir

etken olduğu göz önünde bulundurulduğunda, inşaat sektöründe, az katlı yapı yapılacaksa asansörsüz yapı yapmak tercih edilmektedir.

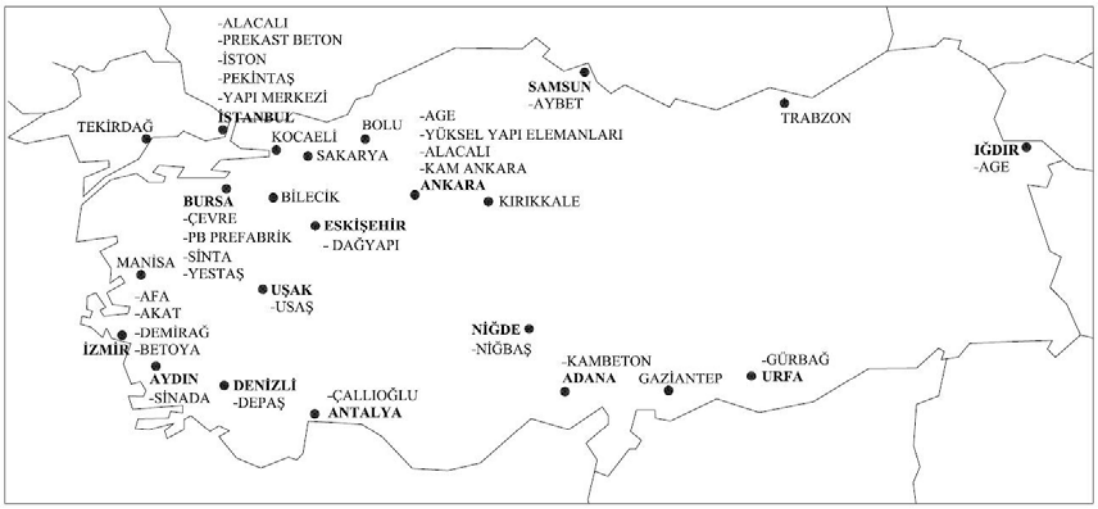
İstanbul ve Ankara imar yönetmeliklerinde kat sayısına göre asansör zorunluluğu; "Bina giriş katından itibaren kat adedi, konut binalarında, bu kat ile birlikte 4'den fazla olan, bodrumda iskan edilen katlar dahil tüm katlara hizmet veren asansör yapılması zorunludur." şeklinde tarif edilmektedir (İBB, 2007b, ABB, 2007).

Yangın yönetmeliğine göre; konutlar; bağımsız bölüm sayısına göre, en çok iki bağımsız bölümü olan bir ve iki ailelik evler ve üç veya daha çok bağımsız bölümü bulunan apartmanlar olarak tasnif edilir (Bayındırlık Bakanlığı, 2007c).

Yönetmeliklerin getirdiği sınırlamalar sonucunda, çalışmanın bundan sonraki kısımlarında "az katlı konut" zemin kat dahil dört kata kadar olan konutlar olarak tariflenmektedir.

3.3.2 Prefabrike betonarme konut yapım sistemleri

Prefabrike beton sanayinin inşaat sektörü içerisindeki üretim payı 2006 yılında % 1 olarak bildirilmektedir. Türkiye Prefabrik Birliği' ne kayıtlı 91 firmanın 26' sı üyedir. Üye firmaların 2006 yılında Türkiye' deki inşaat demiri tüketimindeki payı % 0,01 ve çimento tüketimindeki payı % 0,017' dir. Pazar bölgeleri dağılımına bakıldığında da Marmara bölgesi ilk sırayı almaktadır **(**Şekil 3.4) (TPB, 2006). Prefabrike beton elemanları üreticileri inşaat sektörü içerisinde ihtiyaç duyulan her türlü ürünün üretimini gerçekleştirmektedirler (Çizelge 3.1).



Şekil 3.4 : Türkiye prefabrik birliği üye kuruluşları coğrafi dağılımı (TPB, 2006).

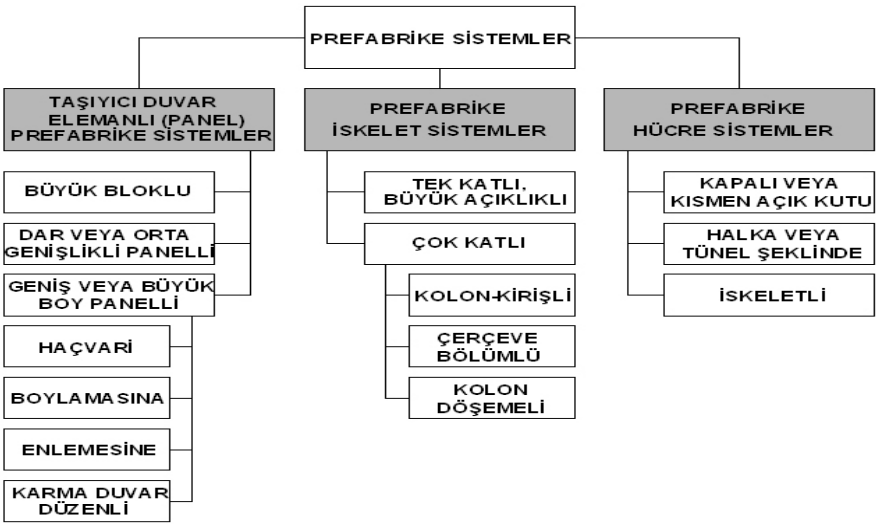
Çizelge 3.1 : Türkiye prefabrik birliği üyeleri ürün türleri ve kapasiteleri (2006 yılı) (TPB, 2006).

ÜRETİM ALANI		ALFAPREFABRİK	AGE	AKAT	ALACALI	AYBET	BETOYA	BORDES	ÇALLIOĞLU	ÇEVRE	DAĞYAPI	DEMİRAĞ	DEPAŞ	GÖK	GÜRBAĞ	İSTON	KAM	KAMBETON	NİĞBAŞ	PB PREFABRİK	PEKİNTAŞ	SİNTA	USAŞ	YAPI MERKEZİ	YESTAŞ	YÜKSEL YAPI ELEMANLARI
YAPI ELEMANLARI	Kolan kiriş, aşık çatı makası vb.	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	çift (T), tek (T) kirişler	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	boşluklu paneller	●			○		●				●			●					●	●		●		●	○	
	duvar ve döşeme panelleri	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	hücre elemanları						●											●						○		
	köprü kirişleri	●	●	●	●	●					●		●	●	●	●		●	●		●	●	●	●	○	●
	prekast asmolen döşeme kirişi	○										●		●					○			●		●		
	asmolen bloklar	○										●		●								●	●	○		
	b.a. çakma kazıklar	●		●	○		●						●	●			●	●	○					●		○
ULAŞIM YAPI VE TESİSLERİ	bordürler	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	○
	kilitli beton parkeler	●	●		○	●	●	●	●		●	●	●				●	●	●			●	●	●	●	●
	demiryolu traversleri	○					●											○				●		○		●
	ses bariyer elemanları			●	○							○	●	●			●	○		●		●		●	○	
	ışık ve yol bariyer	●		●	○							○		●			●	○						●	○	
	karayolları emniyet bordürleri	●			○	●	●	●				○	●	●	●	●	●	●	●				●	○	●	○
	karayolları kenar taşları	●	●		○	●	●					○		●	●	●	●	●	●			●	●	●		○
	kutu menfez elemanları	●	●	●	○	●		●				○	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●
ALT YAPI	beton ve b.a. Borular	●	●			●		●	●			○		●		●		●	●		●		●			●
	kanal ızgara elemanları	●	●		○	●		●				●	●	●		●	●	●	●		●		●	●		
ÇEVRE DÜZENLEME ELEMANLARI	istinad duvar elemanları	●		●	○	●	●				●			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	bahçe duvarı elemanları	●			●	●	●		●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	çit direkleri	●			●	●	●		●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	özel kaplama elemanları	●			●			●						●				●	●					●	●	
	kent mobilyaları				●							●					●	●	●					●	●	
ELEKTRİFİ KASYON	enerji nakil hattı direkleri												●				●	●	●						○	
	aydınlatma direkleri												●				●	●	●					●	○	
	trafo binası elemanları										●		●					●	●		●			●	○	
KAPASİTE (Bin m³/yıl)		60	32	20	80	130	60	32	48	28	12	20	30	120	41	434	90	90	121	19	85	75	60	130	25	29

● halen üretmekte olduğu elemanlar ○ önümüzdeki beş yıl içinde üretime geçmeyi tasarladığı elemanlar

Prefabrike betonarme yapım sistemlerinde stabilite sorunlarının çözümü ve düğüm noktalarının detaylandırılması, monolitik yapılara kıyasla daha güçtür. Ayrıca, beton elemanların kesit ve donatısı, üretim, kaldırma ve yerleştirme evrelerinde oluşabilecek ek kuvvetler de göz önünde tutularak tayin edilir (Ayaydın, Koman, 2004).

Betonarme esaslı prefabrike sistemler düşey yüklerin zemine aktarılış şekline ve elemanların boyutsal ve biçimsel özelliklerine göre; panel, iskelet ve hücre sistemler olarak ayrılmaktadır **(**Şekil 3.5) (Ayaydın, Koman, 2004).



Şekil 3.5 : Beton esaslı prefabrike sistemler (Ayaydın, Koman, 2004).

Taşıyıcı duvar elemanlı (panel) prefabrike sistemler: "Büyük Bloklu" ve "Dar veya Orta Genişlikli Panelli" sistemlerin bitmişlik düzeylerinin düşük olması ve sık fugalardan dolayı şantiye işçiliğinin fazlalığı ve yanal kuvvetlere karşı mukavemetlerinin zayıf olması nedeniyle de statik açıdan sorunları vardır. "Geniş veya Büyük Boy Panelli" sistemlerin bitmişlik düzeyleri yüksektir. Düşük tabanlı bir araçla taşınan duvar ve döşeme panellerinin boyutları 3,6 x 6 m ile sınırlıdır. Büyük boy paneller ağırdır ve mobil vinç kaldırma açısından yetersiz kalabilmektedir. Ekonomik alt sınır 4 katlı binalarda uygulanmasıdır. Taşıyıcı sistemin "yığma" karakterinden dolayı, girintili, çıkıntılı plan tiplerinden kaçınılmaktadır. "Boylamasına" duvar düzenli sistemlerde sabit mahal derinlikleri ile cephe elemanları tasarımını oldukça kısıtlaması, çok sayıda bölme duvarını gerektirmesi, şantiye işçiliğini artırması, binanın yanal kuvvetler karşısındaki stabilitesinin iyi olmaması ve döşeme donatılarının ekonomik olmamasından dolayı hiçbir ülkede yaygınlık kazanamamıştır. "Enlemesine" duvar düzenli sistemlerde mahal genişlikleri kısıtlıdır ve stabilitenin "haçvari" sistemler kadar iyi olmamasından ve bağlantılara büyük kuvvetler gelmesinden dolayı deprem kuşağındaki bölgelerde kullanılması uygun değildir. "Karma" duvar düzenli sistemlerde bileşen ve bağlantı tiplerinde artış olmaktadır (Ayaydın, Koman, 2004).

Türkiye' de gazbeton özellikli yapı bileşeni üreten ve ürünleri yaygın olarak kullanılan firmaların kataloglarında *"donatılı taşıyıcı düşey paneller ile yığma yapım tekniklerine uygun biçimde 2 tam kata kadar konut vb. yapı yapmak mümkündür."*

şeklinde bilgi verilmektedir (YTONG, 2008). Taşıyıcı sistem yığma yapı olarak tariflenmektedir.

03.05.2007 tarihinde resmi gazetede yayınlanan "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" te 1.derece deprem bölgesinde en çok 2 kata (zemin kat dahil) kadar yığma yapı yapılmasına izin verilmektedir **(**Çizelge 3.2) (Bayındırlık Bakanlığı, 2007a).

Çizelge 3.2 : Deprem bölgelerinde yapılacak yığma yapılarda izin verilen kat sayısı (Bayındırlık Bakanlığı, 2007a).

Deprem Bölgesi	En Çok Kat Sayısı
1	2
2,3	3
4	4

Sonuç olarak yönetmeliğe göre gazbeton nitelikli taşıyıcı düşey paneller ile yığma yapım tekniklerine göre 2 kata kadar bina yapmak mümkündür.

Prefabrike hücre sistemler: Bina yapımında endüstrileşme düzeyini artırmak, dolayısıyla, şantiyedeki işlemleri en aza indirmek amacı ile tasarlanmış olan beton esaslı "bitmiş" veya kısmen tamamlanmış hücreler taşıma kısıtlamasından dolayı max. 3,5x9 m boyutlarındadır. Üretim, taşıma ve montaj güçlüklerinin yanı sıra, tasarım esnekliğine getirdikleri kısıtlamalardan dolayı, Avrupa ülkelerinde, beton esaslı hücreler daha çok hazır garajlarda ve tesisat çekirdeklerinde kullanılmaktadır (Ayaydın, Koman, 2004).

Prefabrike iskelet sistemler: Diğer sistemlere kıyasla daha büyük açıklıklara, daha esnek tasarımlara olanak sağlamakta, bileşenlerin üretim, taşıma ve kaldırılması kolaylığı, elemanların ve bağlantı detaylarının tipleştirilebilmesi, dolayısıyla kitlesel üretimin sağlanması veya modüler elemanlı bir "mekano" ya dönüştürülmesi mümkündür. Ancak, taşınan, yerleştirilen ve birleştirilen eleman sayısı fazla olduğundan elemanların bitmişlik düzeyi düşük ve şantiye işçiliği fazladır. Bir düğüm noktasında çok sayıda ve değişik tipte eleman bir araya gelmektedir. Stabilitenin sağlanması gerekmektedir. Panel sistemlere kıyasla iskelet sistemlerin maliyeti daha fazla ve yapım hızı daha düşüktür. Üretim, taşıma ve montaj güçlüklerinden dolayı " Çerçeve Bölümlü" sistemlerin, statik sorunlardan dolayı da "kolon-döşemeli" sistemler ülkemizde yaygınlık kazanamamıştır. (Ayaydın, Koman, 2004).

Çizelge 3.3 : Panel, hücre ve iskelet taşıyıcılı yapıların üretim ve pazarlama sistemlerine göre özellikleri (Ayaydın, Koman, 2004).

ÜRETİM VE PAZARLAMA SİSTEMLERİ	AVANTAJLARI	SORUNLARI	TİPLEŞTİRMEYE BAĞLI ÖZELLİKLERİ
KAPALI SİSTEMLER (DAHA ÇOK "PANEL" VEYA "HÜCRE" TAŞIYICILI YAPILAR)	• elemanların bitmişlik düzeyi yüksek • şantiye işçiliği az • modüler koordinasyon gereksiz	• yeterli proje büyüklüğünün sağlanması gereği • tasarım esnekliği kısıtlı	• elemanların veya bina bölümlerinin tek amaca yönelik tipleştirilmesi • bina planlarının tipleştirilmesi
ESNEK KAPALI (MEKANO) SİSTEMLER (DAHA ÇOK "İSKELET" TAŞIYICILI YAPILAR)	• farklı amaçlı binalar ve nisbeten küçük projeler için uygun • tasarım esnekliği iyi	• elemanların bitmişlik düzeyi düşük • şantiye işçiliği fazla • modüler koordinasyon kurallarına uygun tasarlama gerekli	• elemanların tek veya çok amaçlı olarak, modüler ölçülerde tipleştirilmesi

Esnek kapalı (mekano) sistemlerin tasarımına elverişli ve az katlı konut alanında kullanımının mümkün olması nedenleri ile bu tez çalışmasında prefabrike betonarme yapım sistemleri içerisinde "iskelet" taşıyıcılı yapım sistemleri diğer alternatif az katlı konut taşıyıcı sistemleri ile karşılaştırılmak üzere irdelenecektir.

Ülkemizde bu sistemle genellikle endüstri yapılarının üretimi gerçekleştirilmekte olup piyasada faaliyet gösteren firmalar yeterli üretim serisinin oluşmasıyla ancak talep edilen konut yapım sistemlerinin üretimi için teklif verebileceklerini belirtmektedirler. İnşaat sektöründe yeterli üretim serisini sağlayamayan bireysel konut üreticileri (kendi evini yapan veya yaptıran arsa sahipleri) bileşen tedarikçilerinden hazır bileşen bulamamakta ve sipariş verebilecekleri firma sayısı sınırlı olmakta, dolayısıyla taşıyıcı sistem olarak betonarme prefabrike iskelet sistem, inşaat birim fiyatı açısından sektörde rekabet edebilir bir konumdan uzak olmaktadır.

3.3.3 Ahşap taşıyıcılı konut yapım sistemleri

Yapı malzemesi olarak ahşabın kullanımında ülke kaynaklarını gözetmek gerekmektedir. Türkiye'deki ormanlar, ülke yüzeyinin %25.6'sını kaplamaktadır. Bunun miktarı 20.2 milyon hektardır. Odun hammaddesi üretimi bakımından ülkemiz ormanlarının ancak %44'ü verimli ormanlardır. Geriye kalan %56'sı ise bozuk, verimsiz ormanlar ile orman içi açıklıklar ve orman içi meralardır. Ülkemizde kişi başına düşen orman miktarı 0.31 hektar olup bunun da ancak 0.14 hektarı verimlidir. Bu miktar ortalama olarak ABD'de 1.3, Avustralya'da 7.2, Kanada'da 18.7 hektardır (ÇEPEL, 2000).

Ülkemizde orman ürünleri sanayi işletmelerinin % 93.3' ü küçük yada orta büyüklükteki işletmelerden oluşmakta ve düzenli gelişme politikasından uzak bulunmaktadır (Çakır, 2000). Ayrıca küresel ısınma sonucunda hızlı çölleşme ile orman alanları önemli tehdit altındadır.

Geleneksel ahşap yapı sistemleri "yığma (kütük yığma)" ve "iskelet" sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır (Çakır, 2000). Kullanılan ahşap taşıyıcı malzeme miktarının ve yapı ağırlığının fazla olması, depremde yanal kuvvetlere karşı iskelet sistemden daha zayıf olması nedeniyle ahşap kütük yığma taşıyıcı sistemlerin her bölgede yaygın kullanım imkanı olmamıştır. Ahşap iskelet sistemleri, taşıyıcı sistem kesitlerinin küçük olması, bileşen nakliyesinin kolay olması, mimari çözümün yığmaya göre daha esnek olması ve diğer yapı malzemelerinin kullanımına olanak vermesi nedenleri ile daha çok uygulama alanı bulmuştur. Geleneksel ahşap iskelet yapılarda, ahşap yapı malzemesi strüktürel olarak kullanılmış bina dış ve iç kabuğu bölgesel özelliklere bağlı olarak taş, tuğla, kerpiç ya da ahşap malzemeyle doldurulmaktadır. Bağlayıcılık özelliği düşük çamur harcıyla oluşturulmuş bir taş dolgu hem yapının ağırlığını artırdığından hem de depremde düzlem dışı kolayca devrildiğinden yapının deprem performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Oysa dizeme tekniği ile oluşturulmuş bir ahşap dolgu, deprem esnasında yapının dayanımına ve rijitliğine önemli katkılarda bulunabilmektedir. Özellikle de sıva tutması amacıyla bu dizemeler üzerine çakılan ahşap çıtalar bu katkıyı daha da artırabilmektedirler. Geleneksel ahşap yapıların deprem durumunda en zayıf yanı; yığma temel duvarları üzerine ahşap elemanların çoğu durumda iri taşlara herhangi bir bağlantı elemanı kullanılmadan mesnetlenmiş ya da kagir bir duvar üzerine oturtulmasıdır (Acar, Doğangün, Livaoğlu, Tuluk, 2004). Ancak, 1999 İzmit depreminde, ahşap elemanların birbiri ile bağlantısında çivinin yanı sıra geçme yöntemlerinin de kullanılmış olması, bölgedeki ahşap iskeletli yapıların depreme dayanımlarını artırdığı görülmüştür (Ahunbay, Aksoy, 2005).

Geleneksel ahşap yapıda dikme aralıkları çeşitli malzemelerle doldurulmakta ve genel olarak taşıyıcı duvar dikmeleri iç ve dıştan kaplanmamakta ve dolaysıyla yanal ötelenme ve burkulmalara karşı köşe çaprazları kullanılmakta idi. Gelişmiş ahşap yapıda ise çaprazlamaların görevini kaplama elemanları yerine getirmektedir. (Chiuini, Underwood, 2007)

Çağdaş ahşap taşıyıcılı konut üretim sistemlerinde, taşıyıcı strüktürün betonarme temelin üzerine oturması ve ankre edilmesi, duvar kaplamalarında panellerin (osb, alçı levha, vb.) kullanımı ile iskeletin rijitliğinin artması, izolasyon malzemelerinin gelişmesi ile geleneksel ahşap iskelet sistemlerdeki uygulama sorunları ortadan kalkmıştır (Çakır, 2000).

Dünyada kullanılan ahşap yapı sistemleri kütük sistem, çerçeve (dikme-kiriş) sistem ve panel sistem olmak üzere olmak üzere üç grupta toplanabilir. Ayrıca büyük açıklıkların örtülmesinde tabakalı ahşap elemanlarla oluşturulan sistemler de bulunmaktadır (Avlar, Limoncu, 2001; Götz, Hoor, Möhler, Natterer, 1989). Bu çalışmada, tabakalı ahşap elemanlarla oluşturulan sistemler, yığma yapım sistemine dahil olan kütük sistemler ve az katlı konut alanında yaygın kullanımı görülmeyen ahşap panel sistemler kapsam dışında bırakılmıştır.

Yaygın kullanımı ve prefabrikasyon kurallarına uygunluğu nedenleri ile bundan sonraki bölümlerde çerçeve (dikme-kiriş) sistemler ahşap taşıyıcılı yapım sistemi adı altında ele alınacaktır.

Çerçeve (dikme-kiriş) sistemler: Taşıyıcı sistem bileşenlerinin şantiyede birleştirilmesi ile duvar ve döşeme elemanları oluşturulmaktadır. Duvar ve döşeme panellerinin fabrikada hazırlanması için gerekli üretim serisinin oluşmadığı durumlarda tercih edilmektedir. Yapının kuruluş sisteminde yatay ve düşey elemanların birleşme şekline göre tek tabanlı ve çift tabanlı olarak ayrılmaktadır (Çakır, 2000).

Platform çerçeve sistemler: Çift tabanlı dikme-kiriş sistemi ile aynı strüktür özelliğine sahiptir. Duvar ve döşeme iskeletleri fabrikada prefabrike olarak her kat için ayrı bir platform olarak inşa edildiği için bu ismi almıştır. Dikmeler bir kat yüksekliğindedir ve duvar panelleri kolaylıkla standardize edilebilir. En yaygın metodlardan biridir (Çakır, 2000; Avlar, 2002; Chiuini, Underwood, 2007; Götz, Hoor, Möhler, Natterer, 1989).

Balon çerçeve sistemler: Tek tabanlı dikme-kiriş sistemi ile aynı strüktür özelliğine sahiptir. Duvar ve döşeme iskeletleri fabrikada prefabrike olarak her iki kat için ayrı inşa edilmektedir. Kullanımı pek yaygın değildir, çünkü büyük boyutlu panellerin ağırlığı, taşıma ve montaj zorluğu getirmektedir. Ayrıca, döşeme kirişleriyle

dikmeler arasındaki bağlantılar da prefabrikasyona uygun değildir. (Çakır, 2000; Avlar, 2002; Chiuini, Underwood, 2007; Götz, Hoor, Möhler, Natterer, 1989).

Modifiye çerçeve sistemler: Dikmeler bir kat yüksekliğindedir. Platform ve balon çerçeve sistemlerin bir birleşimidir. Dikmelerin bir kat yüksekliğinde olmasından dolayı platform çerçeveye ve kirişlerin bir eleman üzerine dayandırılması ve dikmelerin kenarlarına çivilenmesi açısından da balon çerçeve sistemlere benzer (Çakır, 2000).

1994 Californiya depreminde az katlı ahşap konutlarda taşıyıcı duvar üzerine kaplama levha kullanılmadığı durumda ve zemin katlarda garaj veya salon için duvarlarda çok geniş açıklık bırakılması durumunda, yanal yüklere karşı yeterli stabilite sağlanamadığı için daha fazla yapısal hasar oluştuğu tespit edilmiştir (EQE International, 1994). Ayrıca taşıyıcı duvar dikmeleri üzerine kaplama levhalarının yerleştirme düzeni de duvar panellerinin yatay kuvvetler karşısında ki deplasmanını da etkilemektedir (Keith, Martin, Skaggs, 2007). Taşıyıcı duvarların dıştan ve içten kaplanması, duvarın temele ankre edilmesi ve geleneksel sisteme göre daha gelişmiş bağlantı gereçleriyle oluşturulan platform çerçeve sistem, dünyada gerçekleşmiş olan çeşitli depremlerdeki davranışı ile test edilmiş ve güvenilirliği ispatlanmıştır (Karacabeyli, Rainer, 2000).

Dünyada günümüzdeki çağdaş ahşap yapı uygulamalarına bakıldığında az katlı konutların 3 katlı ve bitişik nizam yapılabildiği, ayrıca çok katlı olarak çeşitli deprem bölgelerine göre de 4-8 katlı da yapılabildiği görülmektedir (Öztank, 2004; Cheung, Kevin, 2000).

Oysa ki, İstanbul imar yönetmeliği ahşap yapıları bodrum hariç 2 kat ve 6.50 m bina yüksekliği ile sınırlandırmaktadır. Ayrıca ahşap ve yarım ahsap binaların bitisik nizamda yapılamayacağı ve temel ve bodrum kat duvarlarının kagir yapılması gerektiği hükmünü getirmektedir (İBB, 2007b).

1997 deprem yönetmeliği' nde de ahşap yapılarla ilgili olarak bütün deprem bölgelerinde, bodrum kat hariç olarak en fazla 2 kat olmasını ve sistem olarak ta geleneksel ahşap yapım sistemini tariflemektedir (Bayındırlık Bakanlığı, 1998). 2007 deprem yönetmeliğinin yürürlüğe girmesi ile 1997 deprem yönetmeliği' nin hükmü kaldırılmıştır ve 2007 deprem yönetmeliğinde ahşap yapılarla ilgili bölüm bulunmamaktadır. Ahşap yapı tasarımı ve üretimi ile ilgili Türkiye'de yeterli

yönetmelik ve standartların olmayışı ahşap yapı sektörünün önündeki en büyük engel olarak görülmektedir (Avlar, 2008; Toğay, 2002). Tasarlayıcılar kadar onay makamları da bu konuda şikayetlerini dile getirmektedirler.

Halbuki uluslarası standartlarda, çağdaş ahşap taşıyıcılı yapı standardı ile ilgili önemli çalışmalar mevcuttur. 2006 uluslararası bina kodunda *(2006 International Building Code)* bölüm 23' te ve ayrıca 2006 uluslararası konut kodunda *(2006 International Residential Code)* ahşap yapı tasarımı ile ilgili sınırlamalar tarif edilmektedir. Uluslararası ahşap komitesi *(ICOMOS, International Wood Commitee, www.icomos.org),* Amerika ahşap birliği *(American Wood Council, www.awc.org)* , Amerika ahşap mühendisleri birliği *(APA – The Engineered Wood Association, www.apawood.com)* Kanada ahşap birliği *(Canadian Wood Council, www.cwc.ca)*, İngiltere ahşap yapı birliği *(UK Timber Frame Association, www.timber-frame.org)*, Avustralya orman ve ahşap ürünleri birliği *(Forest & Wood Products Australia, www.timber.org.au)* gibi kuruluşların da ahşap yapı yük hesaplamaları ve taşıyıcı sistem çözümüne yönelik olarak önemli çalışmaları bulunmaktadır.

Bu çalışmaların ülkemiz koşullarına standartlar ve yönetmelikler açısından uyarlanabilirliği değerlendirilmelidir.

3.3.4 Hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemleri

Çelik yapılar iki tür taşıyıcı sistem ile inşa edilirler. Sıcak çekilen ağır çelik hadde profilleri ile yapının kolon-kiriş çelik iskeleti inşa edilir veya soğuk bükme ince cidarlı profiller yan yana getirilerek duvar/ döşeme taşıyıcısı oluşturulur. İkinci grubu oluşturan sisteme hafif çelik taşıyıcı sistem denilmektedir.

Hafif çelik elemanların sınırlı açıklık geçebilme yetenekleri göz önüne alındığında konut gibi büyük açıklık gerektirmeyen yapılar için uygun olduğu görülür. Üretim, nakliye, montaj kolaylıkları, yapım süresinin kısa oluşu küçük yapılar için tercih edilmesinde önemli rol oynar. Yapı ölü yükünün, diğer yapım sistemlerine göre daha az olması, deprem yükleri karşısında sistemi avantajlı kılar (Ekinci, Eşsiz, 2005).

Geleneksel çelik elemanlar ile büyük açıklıklı ve yüksek yapılar yapmak mümkündür. Strüktürel etkinliği göz önüne alındığında, geleneksel çelik elemanların geçebileceğinden daha az açıklıklarda ve yüksekliklerde kullanılması, ekonomik olmayacaktır. Geleneksel çelik sistemlerin daha karmaşık organizasyon, kalifiye ve ağır işçilik gerektiren inşası büyük yapılar için daha uygundur (Ekinci, Eşsiz, 2005).

Çelik çerçeveli yapılarda ağırlıklı olarak kullanılmakta olan I ve U gibi hadde profili kesitleri çoğu zaman istenilen boyutlarda üretilmemekte veya gereken miktarlarda bulunamamakta veya pahalı ithal ürünler bulunmaktadır. Dolayısıyla ülkemizde üretilen profil çeşitlerinin azlığı nedeniyle istenilen kesite en yakın, büyük kesitin kullanılması ortalama % 15-20 fazla malzeme kullanımına neden olmaktadır (Badem, Kurtay, 2004).

Her iki yüzeyi çinko ile kaplanmış (zinc coated) olan levhalara galvanizli levha denilmektedir. Demir çelik fabrikalarında üretilen bu galvanizli levhaların "soğuk bükülerek şekil verilmesi" (cold-formed) olarak tanımlanan teknik ile taşıyıcı sistem bileşenleri çeşitli tipte profiller olarak imal edilir.

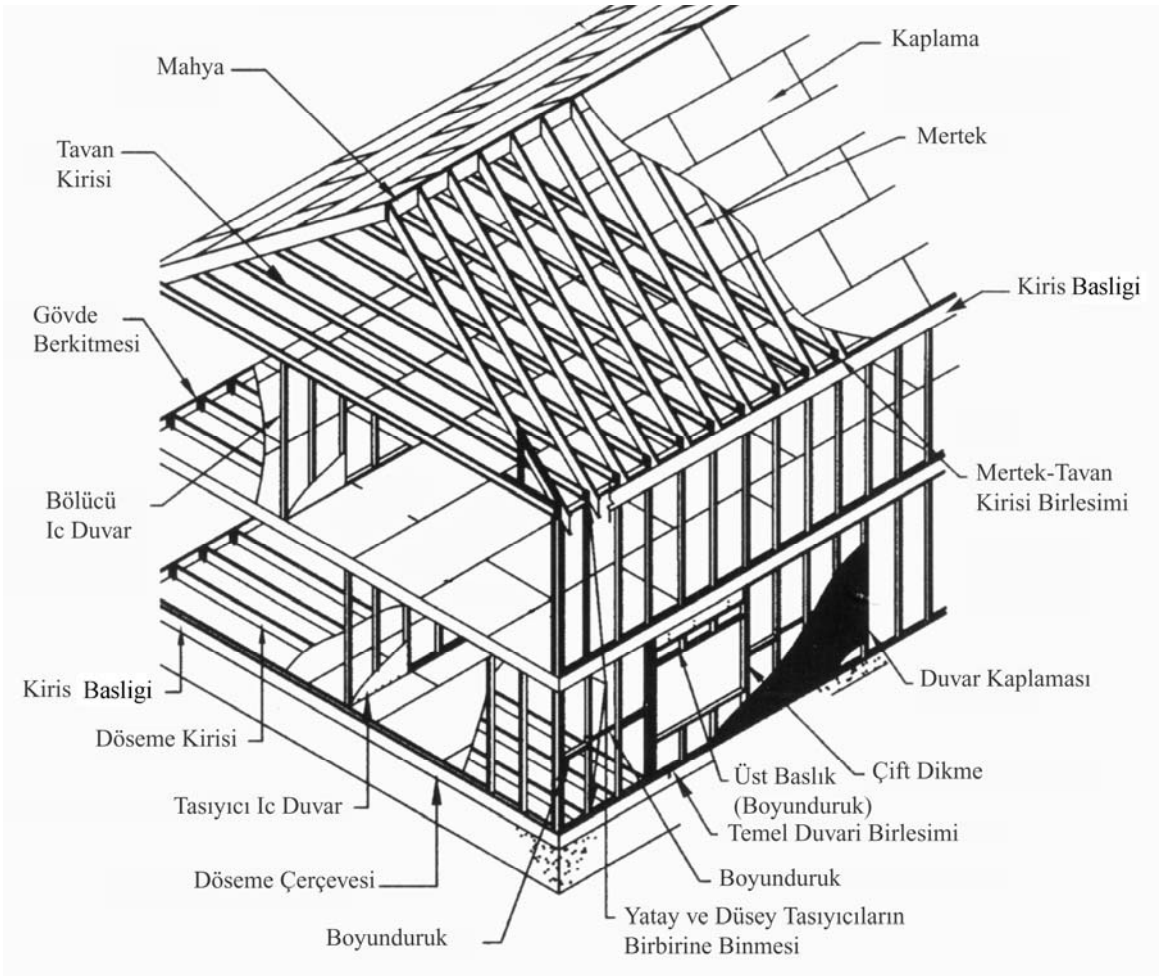
İngilizce' de "Light Gauge Steel Framing" veya "Cold Formed Steel Framing" olarak tariflenen sistem, Türkçe' de "Hafif Çelik Taşıyıcılı Sistem" olarak tariflenmektedir. Türkçe' de "Hafif Çelik" tanımı, kullanılan çelik malzeme kesitinin ince cidarlı ve hafif olmasından dolayı kullanılmaktadır.

İngilizce' de "gauge" kelimesi eskiden çelik levhanın kesit kalınlığını belirtmek için kullanılan ve artık günümüzde kullanılmayan bir ölçü birimidir. Günümüzde 1/1000 inch' e tekabül eden "mil" ölçü birimi olarak benimsenmiştir (AISI, 2003).

Hafif çelik iskeletin taşıyıcı eleman düzeni, bağlantı noktaları ve diğer pek çok teknik prensip olarak ahşap iskelet yapıya benzer. Burada önemli fark; taşıyıcı malzemenin izolasyon değeri yüksek dolu kesitli ahşap yerine iletken içi boş kesitli çelik ile yer değiştirmiş olmasıdır (Çizelge 3.4) (Işık, 2001a).

Çizelge 3.4 : Ahşap ve galvanize çelik profil kesiti karşılaştırması (SFA, 2007).

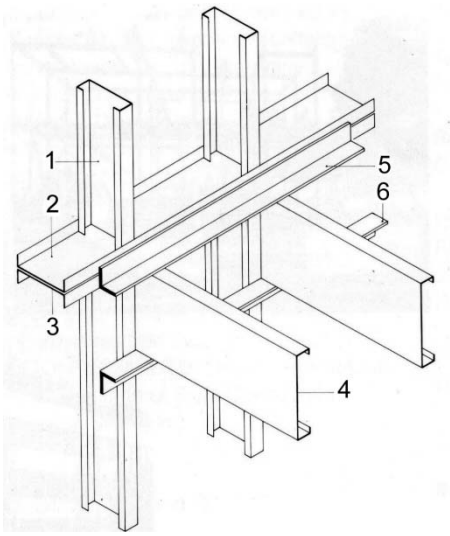
Ahşap		**Çelik**	
(inch)	(cm)	kodlama	(mm)
2x4	5x10	350S162-43	89S41-1,14
2x6	5x15	600S162-43	152S41-1,14
2x8	5x20	800S162-43	203S41-1,14
2x10	5x25	1000S162-43	254S41-1,14



Şekil 3.6 : Hafif çelik taşıyıcı sistem (NASFA, 2000).

Hafif taşıyıcı sistemlerde ahşap iskelet yapımında görüldüğü gibi bir mekan oluşturan duvar veya döşeme çok sayıda küçük taşıyıcı profillerden oluşturulur (Şekil 3.6). Duvar veya döşeme rijitliği diyagonaller kullanılmak ile beraber kaplama ve mantolama ile güçlendirilir. Bina taşıyıcı bileşenleri U, C, Z ve Σ kesitli soğuk bükme profillerden oluşmaktadır. Üç dört kata kadar bu teknik kullanılabilir. Hafif bükme profillerden bu şekilde yapının oluşturulmasına "Dikme Konstrüksiyon" (Stick Construction) denir. "Dikme Konstrüksiyon" duvar ve döşeme taşıyıcısının birbiri ile bağlantı ve yük aktarımı özellikleri açısından balon sistem ve platform sistem olarak ikiye ayrılmaktadır (Smith, 1996).

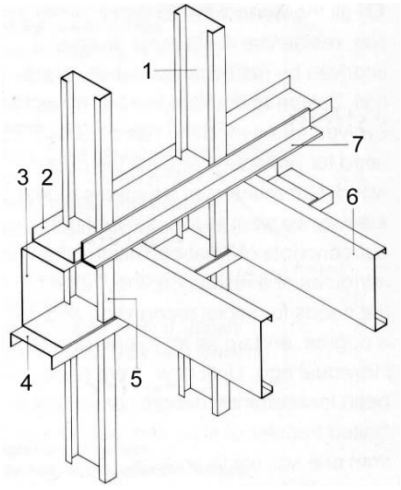
Balon Sistem: Bu sistemde duvar elemanları düşeyde sürekli devam etmektedir ve normal kolon-kiriş sisteminde olduğu gibi döşeme elemanları bunlara yandan bağlanmaktadır **(**Şekil 3.7) (Smith, 1996).



Balon sistem;
1. Taşıyıcı dikme
2. Alt Başlık
3. Üst Başlık
4. Döşeme kirişi
5. Üst kuşak
6. Alt Kuşak

Şekil 3.7 : Balon çerçeve sistem.

Platform Sistem: Duvar elemanları döşemenin üzerindedir. Basınç kuvveti döşeme üzerinden düşey taşıyıcı elemanlara aktarılır. Az katlı konutlarda genellikle bu tip kullanılmaktadır **(**Şekil 3.8) (Smith, 1996).



Platform sistem
1. Taşıyıcı dikme
2. Alt başlık
3. Alın kirişi
4. Üst Başlık
5. Gövde Berkitmesi
6. Döşeme kirişi
7. Alt kuşak

Şekil 3.8 : Platform çerçeve sistem.

Taşıyıcı sistemin montajı üç şekilde gerçekleşmektedir.

1- İskelet Sistem; taşıyıcı bileşenler fabrikada üretilir, bileşen olarak inşa alanına getirilir ve bileşenler inşa alanında birleştirilir.

2- Panel Sistem; taşıyıcı bileşenler fabrikada üretilir, bileşenler fabrikada monte edilerek paneller oluşturulur, paneller inşa alanına getirilir ve duvar ve döşeme panelleri birbirine birleştirilir.

3- Hücre Sistem; taşıyıcı bileşenler fabrikada üretilir, bileşenler fabrikada monte edilerek hücreler oluşturulur, hücreler inşa alanına getirilir ve her hücre birbirine birleştirilir.

Soğukta şekillendirilmiş profiller ilk olarak iç mekanda kullanılan bölücü eleman sistemlerinde ve hafif olması nedeni ile çatı sistemlerinde (mertek vb.) kullanılmıştır. Daha sonraları ise bu malzeme endüstri yapıları ve rekreasyon alanlarındaki basit yapı ve üst örtü sistemlerinde özellikle Amerika'da yaygın olarak kullanılmıştır.

İlk teknik çalışmalarına 1930'lu yıllarda yine Amerika'da başlanan soğukta şekillendirilmiş çelik profiller ile ilgili ilk standartların geliştirilmesi (AISI tarafından) 1946 yılına kadar sürmüştür. Malzemenin farklı yapısal özellikleri bu çalışmaların uzamasına ve yapı sektörüne de oldukça geç girmesine neden olmuştur. II. Dünya savaşı sonrası hafif çelik yapılar ile ilgili çalışmalar özellikle Japonya Almanya ve İskandinav ülkelerinde artmıştır. Fakat ilk hafif çelik uygulama denemeleri 1950'li yılların sonlarında Almanya'da yapılabilmiş ve hafif çelik çerçeve sistemin bugünkü halini alması 1980'li yılları bulmuştur (Terim, 2006).

Amerika Birleşik Devletlerinde 1996 yılında 75.000 adet hafif çelik konut üretimi gerçekleştirilmiş iken, hesap metodu ve taşıyıcı sistem temel tasarım kriterlerinin yayınlanması ile bu sayı yıllık bazda önemli oranda artmıştır (Yu, 2000).

Amerika'da yaygın olarak kullanılan ahşap evlerin yerini 1980'lerde hafif çelik evler almaya başlamıştır. Ahşap fiyatlarının artan taleple doğru orantılı olarak yükselmesi, taşınma kolaylığı açısından ve %100 oranda geri dönüşümü mümkün olan hafif çelik malzemenin üstünlüğü piyasanın hafif çelik sistemli evlere yönelmesini sağlamıştır. Bugün Amerika'da tek ve çift katlı konutların %20 si hafif çelik çerçeve sistem ile üretilmektedir. Amerika'nın dışında Avusturalya ve Kanada'da hafif çelik yapı sektörü gelişmektedir. Avrupa'da ise yapı stoğunun birçok merkezde tamamlanmış olması ve konut ihtiyacının yukarıda belirtilen ülkelere göre az olması hafif çelik endüstrileşmesinin tam anlamı ile sağlanamamasına neden olmaktadır. Sektör Amerika'da en gelişmiş durumdadır (Terim, 2006).

Ülkemizde hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemi üretimi gerçekleştiren firmalara yönelik envanter çalışmasına 4. bölümde madde 4.2.1' de yer verilmektedir. Bu envanter çalışması neticesinde ortaya çıkan Türkiye' de galvanize levhadan hafif çelik taşıyıcı bileşen (profil) üretimi yapan tesislerin, sistem üretimini gerçekleştiren

firmaların, bayilerin ve pazar bölgelerinin coğrafi dağılımı şekil 3.9‘ da görülmektedir.



Şekil 3.9 : Türkiye’ de hafif çelik platform çerçeve sistem konut yapı üretimi.

Ülkemizde üretilen hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemleri, duvar ve döşeme taşıyıcısının birbiri ile bağlantı ve yük aktarımı özellikleri bakımından platform sistem olarak, taşıyıcı sistemin montaj şekli bakımından ise şantiyeye bileşen veya panel olarak getirilmesi olarak tanımlanmalıdır. Keza dünyada da yaygın olarak kullanılan yük aktarım ve montaj tekniği bu şekildedir.

3.3.5 Endüstrileşmiş az katlı konut yapım sistemleri karşılaştırması

Ülkemizde az katlı konut alanında kullanılabilecek taşıyıcı sistem seçiminde, birbirine alternatif olan taşıyıcı sitemlerin tasarım, üretim, montaj özelliklerine yönelik karşılaştırılması karar verme sürecinde veri olacaktır.

Taşıyıcı sistem seçimine yönelik yapılacak karşılaştırmalarda aşağıda belirtilen yapım sistemleri esas alınmaktadır;

- Sistem no 1: Prefabrike betonarme iskelet konut yapım sistemi, (Ek A2)
- Sistem no 2: Ahşap iskelet platform çerçeve konut yapım sistemi, (Ek A3)
- Sistem no 3: Hafif çelik platform çerçeve konut yapım sistemi, (Ek A4)

Türkiye’ de en çok tercih edilen konut alanı, oda sayısı, standart ve yönetmeliklere göre yapı ve plan düzenine bölüm 2’ de değinilmektedir. Bu veriler ışığında Ek A1’

de tip konut projesi tasarlanmış ve yukarıda belirtilen üç ayrı taşıyıcı sistem ile yapımı irdelenmektedir. Bu bilgiler ile aşağıda verilen tip projeye ait üç farklı endüstrileşmiş yapım sistemi çözümü ile taşıyıcı sistemlere yönelik karşılaştırmalar yapılmaktadır.

Plan olarak üç ayrı taşıyıcı sistemin de uygulanabileceği, rasyonel bir plan tipi seçilmiş olup, taşıyıcı sistem farkından dolayı mimari planlamanın değişmeyeceği öngörülerek, taşıyıcı sistemlerin doğru karşılaştırılması amaç edinilmiştir.

Tip proje için zemin parametreleri, taşıyıcı sistem yük hesaplama verileri ve mimari planlama verileri çizelge 3.5, çizelge 3.6 ve çizelge 3.7‘ de verilmektedir.

Çizelge 3.5 : Proje verileri.

İLİ	TOPLAM YAPI ADASI ALANI	TOPLAM KONUT ADEDİ	BİRİM PARSEL ALANI	BİRİM KONUT BRÜT İNŞAAT ALANI	BİRİM KONUT TABAN ALANI	YAPI DÜZENİ	HANE HALKI SAYISI	YOĞUNLUK	EMSAL	SAÇAK YÜKSEKLİĞİ (h)
İSTANBUL	11.106 m2 (˜ 1 hektar)	24	430 m2	148 m2	74 m2	AYRIK NİZAM	4 kişi /konut	86 kişi /hektar (az yoğun)	0,3	6.50 m

Çizelge 3.6 : Zemin parametreleri.

DEPREM BÖLGESİ	ZEMİN SINIFI	ZEMİN GRUBU	SPEKTRUM PERİYOTLARI	ZEMİN YATAK KATSAYISI	ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ	ETKİN YER İVME KATSAYISI
1.DERECE (Deprem Bölgeleri Haritası, 1996)	Z4 (DBYBHY, 2007, s; 100)	D (DBYBHY, 2007, s; 100)	TA=0.20 sn TB=0.90 sn (DBYBHY, 2007, s; 11)	1500 ton/m3	1.20 kg/cm2 (Uzuner, B. A., 2001, s; 251)	Ao=0.4 (DBYBHY, 2007, s; 10)

Çizelge 3.7 : Taşıyıcı sistem yük hesaplama verileri.

BİNA ÖNEM KATSAYISI	TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYISI	HAREKETLİ YÜK KATILIM KATSAYISI (n)	HAREKETLİ YÜK AZALTMA KATSAYISI (cz)	HAREKETLİ YÜKLER	KAR YÜKÜ	ÇATI AĞIRLIĞI
I = 1.0 (DBYBHY, 2007, s; 10)	Beton. Prefab. için R=7 Ahşap ve Hafif Çelik için R=8 (DBYBHY, 2007, s; 13)	0,30 (DBYBHY 2007, s; 17)	0,1 (TS 498, s; 13)	1. Kat Döş.= 200 kg/m2 Çatı Kat Döş.= 150 kg/m2 (TS 498, s; 12)	75 kg/m2 (TS 498 s;7,16,19)	47 kg/m2 (1) (TS ISO 9194 s;6)

(1) Çatı merteği 8.5 kg/m2 + aşık 5 kg/m2 + cam yünü 10 kg/m2 + kiremitaltı tahtası 11,4 kg/m2 + su yalıtımı 2 kg/m2 + bitümlü çatı kaplaması 10 kg/m2 = 47 kg/m2

Rüzgar yükü TS 498’ e göre, ölü yükler TS ISO 9194’ e göre düzenlenmektedir. Yukarıdaki veriler ışığında hazırlanmış olan tip mimari proje ve yalıtım katmanlarında kullanılan malzeme ölü yüklerine göre üç ayrı taşıyıcı sistem için ayrı ayrı statik analiz ve kesit hesaplama çalışması yapılmıştır.

Betonarme prefabrike iskeletli konut yapım sistemi için, Türkiye' de geçerli standart ve yönetmeliklere göre statik olarak değerlendirilmiş ve kesitler öngörülmüştür. Ayrıca gazbeton döşeme panel kalınlıklarının tespiti için ytong kataloğundan yararlanılmıştır. Ahşap iskeletli konut yapım sistemi için Amerika Ahşap Birliği (AWC - American Wood Council) yayınlarından yaralanılmış ve Türkiye' de ahşap iskeletli konut üreticisi Kınalı Ahşap Yapılar dan yardım alınmıştır. Hafif çelik konut yapım sistemi için Kuzey Amerika Çelik Birliği (NASFA – North American Steel Framing Alliance) ve Amerika Demir ve Çelik Enstitüsü (AISI - American Iron and Steel Instıtute) yayınlarından yararlanılmış ve Türkiye' de hafif çelik taşıyıcılı konut üreticisi Akşan Yapı' dan yardım alınmıştır. Bu çalışmalar neticesinde ek 2' deki karşılaştırma projelerinde, taşıyıcı sistem bileşenlerine ait kesitler öngörülmektedir.

- Modüler koordinasyon kuralları

Ulusal ve uluslararası uygulama, standart ve yönetmeliklerde ahşap ve hafif çelik yapı sistemi için plan düzleminde boyutsal koordinasyon için yaygın olarak 41 cm, 48 cm ve 61 cm' lik boyut tarif edilmekte olup, bu proje kapsamında, maksimum açıklığın 480 cm ve 2 katlı yapı olması sebebiyle tüm taşıyıcı sistem tiplerinde plan düzleminde 61 cm' lik ızgara (referans planı) kabul edilmiştir. 61 cm lik temel modülün kabul edilmesinde ahşap ve hafif çelik taşıyıcı çerçeve sistemin kaplanmasında kullanılan OSB ve alçı levha boyutları etkilidir. Ayrıca prefabrike betonarme iskelet sistemde kullanılan, yapı sektöründe yaygın olarak bulunan gazbeton döşeme plaklarının plan düzleminde eni de bu modüle denk gelmektedir. Ancak ölçü ve hesap kolaylığı olması bakımından karşılaştırma projesinde 60 cm' lik net boyut uygulanmıştır.

- Yalıtım katmanları

Sistem no 1' de döşeme ve duvar panelleri inşaat sektöründe yaygın bulunan, sipariş üzerine değil, piyasadan doğrudan bileşen tedariki şeklinde temin edilebilen bir ürün olması bakımından gazbeton paneller tercih edilmiştir. Dış duvar dolgusu olarak 20cm kalınlıkta gazbeton panel, iç duvar dolgusu olarak 10 cm kalınlığında gazbeton panel kullanılmaktadır.

Sistem no 2 ve 3' de taşıyıcı iç ve dış duvar kalınlığı taşıyıcılık özelliği ve tesisat geçirilmesi bakımından 15 cm, iç mekan bölücü duvar kalınlığı 10 cm olarak alınmaktadır. Isı yalıtımı için dış duvar dikmeleri arasına cam yünü kullanılmakta,

ayrıca dıştan mantolama yapılarak ısı köprüsü oluşumu engellenmektedir. Çatıda çatı döşemesi üzerine camyünü şilte serilmesi, zemine oturan döşemede yüksek yoğunluklu "eps" kullanılması ile ısı yalıtımı sağlanmaktadır. İç duvar ve döşemede ses yalıtımı amacıyla cam günü kulanılmaktadır.

2008 yılında yayınlanmış olan son TS 825' de derece gün bölgelerine göre İstanbul 2. bölgede yer almakta ve buna göre ısıl iletkenlik katsayıları çizelge 3.8' deki gibi tanımlanmaktadır;

Çizelge 3.8 : Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri (TS 825, 2008).

	U_D (W/m2K)	U_T (W/m2K)	U_t (W/m2K)	U_P (W/m2K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

U_D (dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı)

U_T (tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı)

U_t (zemine oturan tabanın/döşenin ısıl geçirgenlik katsayısı)

U_P (pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı)

- Malzeme fiziksel özellikleri

Duvar yalıtım katmanlarına esas malzemelerin fiziksel özellikleri Çizelge 3.9' da verilmektedir.

Çizelge 3.9 : Malzeme fiziksel özellikleri.

Malzeme Cinsi (1)	**Ağırlık**		**Isı iletkenlik Katsayısı (W/mK)**	**Yangın Dayanım Sınıfı**
	Birim	Değer		
Gazbeton Döşeme Paneli	kg/m3	600,00	0,19	A1
Gazbeton Duvar Paneli	kg/m3	500,00	0,16	A1
EPS	kg/m3	16,00	0,040	B1
EPS	kg/m3	30,00	0,035	B1
Camyünü (Çatı Şiltesi)	kg/m3	18,00	0,036	A1
Camyünü (Isı ve ses yalıtımı)	kg/m3	28,00	0,033	A1
OSB (Tip 2 ve 3) *(2)*	kg/m3	650,00	0,13	B1
Kara Çam	kg/m3	550,00	-	D
Alçı Levha (Karton Kaplı)	kg/m3	800,00	0,25	A1
Sıva (Alçı Esaslı)	kg/m3	1000,00	0,51	A1
Sıva (Çimento Esaslı)	kg/m3	2100,00	1,60	A1
Döşeme Harcı (Çimento Esaslı)	kg/m3	2000,00	1,40	A1
Bitümlü Çatı Kaplaması (4mm)	kg/m2	10,00	0,19	A1
Grobeton	kg/m3	2200,00	1,65	A1
Blokaj (Çakıl 40 mm taneli)	kg/m3	1800,00	0,70	A1

(1) Referanslar; TS ISO 9194, TS 825, TS 7326 EN 13163, TS 901-1 EN 13162, TS EN 13986, Ytong kataloğu, İzocam Kataloğu, 2007 yangın yönetmeliği, TS 1263, TS EN 13501-1, 2006 yapı malzemeleri yönetmeliği

(2) OSB kaplama üzerine alev almazlık solüsyonu sürülerek, OSB' ye A2 sınıfı yangın mukavemeti kazandırmak mümkündür.

Üç yapım sistemindeki yalıtım katmanlarının ısıl geçirgenlik katsayıları TS 825’ de tariflenen hesap yöntemine göre hesaplanmış olup Ek A’ da “yalıtım katmanları detayları” içerisinde hesap sonuçlarına yer verilmiştir. Yapım sistemleri arasında doğru karşılaştırmanın yapılabilmesi için üç ayrı sistemin, ilgili yönetmeliklerdeki yapı fiziği ve konfor şartlarını eşit düzeyde sağlamaları gerekmektedir. Bu bakımdan ısı ve ses yalıtımı açısından yalıtım katmanları ekte belirtildiği şekilde detaylandırılmıştır.

- Değerlendirme kriterleri

Eşit ağırlıklı değerlendirme öğeleriyle yapılan değerlendirmede değerlendirmenin öğeleri olan değer kriterlerinin, alt amaçların ve değerlendiricilerin her birinin değer sistemi içinde önemleri eşit olarak kabul edilmekte ve bu öğelerin kendi içlerinde farklı ağırlık kazanmaları söz konusu olmamaktadır. Oysa ki, değerlendirmeye temel olan öğelerin ağırlıklarının eşit olması, diğer bir deyişle sistem değerini eşit biçimde etkilemeleri gerçek bir değerlendirmeyle genellikle ters düşebilir. Çünkü bir sistemi

oluşturan alt sistemlerin tümünün eşit önemlilikte olması gerçekte çok az rastlanan bir olgudur (Ayaydın, 1992, Tapan, 2004).

Yukarıda belirtilen sebepten dolayı bu çalışmada, "farklı ağırlıklı değer kriterleriyle ve farklı ağırlıklı alt-amaçlarla yapılan değerlendirme" metodu uygulanmaktadır.

Bir değer sistemine bağlı olarak geliştirilen alt amaçların ağırlık değerleri saptandıktan sonra, bu alt amaçların çözümlenmeleri sonucunda ortaya çıkan değer kriterlerinin ait oldukları alt-amacı yerine getirmedeki önemi üzerinde karar verilmekte, ağırlık değerleri saptanmaktadır (Tapan, 2004).

Karşılaştırma tablolarında her maddenin önem oranına göre fayda değerleri hesaplanmaktadır. Tablolarda kullanılan kısaltmalara ilişkin açıklamalar aşağıda verilmektedir.

G=Alt-amaç ağırlık değeri
g= değer kriteri ağırlık değeri
B= Alt-amaç değeri

b= değer kriteri değeri
Fd= Fayda değeri

Her değer kriterinin veya alt-amacın niteliğine göre bir skala seçilmektedir. Skala üzerinden en iyi çözümün sayısal değeri ile belli bir toleransla kabul edilebilecek en kötü değeri okunabilir (Çizelge 3.10) (Tapan, 2004).

Çizelge 3.10 : Ordinal bir skala yardımıyla ölçme tablosu (B/b) (Tapan, 2004).

1	2	3	4	5
çok kötü	kötü	orta standart yeterli	iyi	çok iyi

3.3.5.1 Yapım sistemlerine yönelik karşılaştırma

Çizelge 3.11 : Yapım sistemlerine yönelik karşılaştırma.

YAPIM SİSTEMLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA			PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	ALT AMAÇLAR / DEĞER KRİTERLERİ		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ		AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ		HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	
						G	g	B/b	Fd	B/b	Fd	B/b	Fd
UYGULANABİLİRLİK KRİTERLERİ	1	İMAR YÖNETMELİĞİNE GÖRE YAPI DÜZENİ	AYRIK VE BİTİŞİK NİZAM	AYRIK NİZAM	AYRIK VE BİTİŞİK NİZAM	15%	100%	3	0,45	2	0,30	3	0,45
	2	GEÇERLİ YÖNETMELİK VE STANDARTLAR *(1)*	DBYBHY-2007 TS 498, TS 500, TS 9967, TS 3233, TS 453 *(2)* , TS EN 991*(2)*	DBYBHY-2007 *(3)* TS 498, TS 647, TS EN 1995-1-1 *(4)*, *AWC Standartları*	DBYBHY-2007 *(3)* TS 498, TS-11372, TS EN 1993-1-3 *(4)* , TS 914 EN ISO 1461 TS EN 10327, AISI ve NASFA standartları	15%	100%	3	0,45	1	0,15	2	0,30
	3	YÖNETMELİKLERE VE TEKNİK KISITLAMALARA GÖRE EN FAZLA KAT SAYISI	3 +	2	3	15%	100%	3	0,45	2	0,30	3	0,45
TASARIM KRİTERLERİ	4	DEPREME DAYANIM	AĞIR TAŞIYICI SİSTEM	HAFİF TAŞIYICI SİSTEM	HAFİF TAŞIYICI SİSTEM	20%	100%	2	0,40	4	0,80	5	1,00
	4,1	KABA YAPI AĞIRLIĞI *(5)*	84,79 ton	10,10 ton	6,70 ton								
	4,2	İLERİ KABA YAPI AĞIRLIĞI *(6)*	100,00 ton	27,88 ton	24,51 ton								
	5	DÖŞEME' DE GEÇİLEBİLEN AÇIKLIK	max. 6 m *(7)*	max. 7,2 m *(8)*	max. 7,3 m *(8)*	2%	100%	2	0,04	3	0,06	3	0,06
	6	TAŞIYICI KOLON / DİKME YÜKSEKLİĞİ	> 3 m	max. 3 m	max. 3 m	2%	100%	3	0,06	3	0,06	3	0,06
	7	KONSOL	max. 60 cm *(7)*	max. 120 cm	max. 120 cm	2%	100%	2	0,04	3	0,06	3	0,06
	8	MODÜLER KOORDİNASYON	KOLON VE DUVAR KALINLIKLARI FARKLI	DUVAR - TAŞIYICI İSKELET, KALINLIK FARKI YOK	DUVAR - TAŞIYICI İSKELET, KALINLIK FARKI YOK	5%	100%	3	0,15	5	0,25	5	0,25
	9	BİLEŞEN TİPİ	KOLON, KİRİŞ ve DÖŞEME DOLU KESİTLİ	DİKME VE KİRİŞ İÇİ DOLU KÜÇÜK KESİTLİ	DİKME VE KİRİŞ İÇİ BOŞ KÜÇÜK KESİTLİ *(9)*	5%	100%	3	0,15	4	0,20	5	0,25
	10	BİLEŞEN SAYISI	15	7	13	3%	100%	3	0,09	5	0,15	4	0,12
	11	MERDİVEN TAŞIYICI BİLEŞENİ *(12)*	BİNA TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENİNDEN FARKLI TİPTE	BİNA TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENİ İLE AYNI TİP	BİNA TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENİ İLE AYNI TİP	2%	100%	1	0,02	3	0,06	3	0,06
	12	DAİRESEL PLAN ÇÖZÜMÜ	VAR (özel çözüm gerekli)	VAR	VAR	2%	100%	1	0,02	3	0,06	3	0,06
	13	PLANDA GALERİ OLUŞTURULMASI	MÜMKÜN	MÜMKÜN	MÜMKÜN	2%	100%	3	0,06	3	0,06	3	0,06
	14	PLANDA EKLEME / ÇIKARTMA YAPILMASI *(10)*	SINIRLI	MÜMKÜN	MÜMKÜN	2%	100%	2	0,04	3	0,06	3	0,06
	15	CEPHEDE PENCERE DÜZENİ	SERBEST	SINIRLI	SINIRLI	2%	100%	3	0,06	2	0,04	2	0,04
	16	TERAS ÇATI YAPIMI	VAR (Alev ile bitümlü membran serilmesi)	VAR (EPDM veya Sürme izolasyon)	VAR (EPDM veya Sürme izolasyon)	2%	100%	3	0,06	3	0,06	3	0,06
	17	STATİK HESAP İÇİN KULLANILAN BİLGİSAYAR YAZILIMI *(11)*	FİRMALARA ÖZEL	FİRMALARA ÖZEL	FİRMALARA ÖZEL	2%	100%	2	0,04	2	0,04	2	0,04
	18	YAPIM SONRASI TASARIMDA DEĞİŞİKLİK	ZOR	MÜMKÜN	MÜMKÜN	2%	100%	1	0,02	3	0,06	3	0,06
TOPLAM						**100%**			**2,60**		**2,77**		**3,44**
SIRALAMA									**3**		**2**		**1**

(1) Ahşap ve hafif çelik yapı sistemlerinde kullanılan bazı standartların yayın dilinin ingilizce olması ulusal düzeyde kullanımını sınırlı tutmaktadır. 1997 afet yönetmeliğinde geçerli ahşap yapı standardı 2007 deprem yönetmeliği ile yürürlükten kaldırılmıştır. Bu maddede belirtilen ahşap ve hafif çelik sistem standartları için statik yük hesap yöntemi verilmesine karşın, mimari tasarıma

yönelik standardın olmadığı görülmekte ve mimari tasarımda kullanılabilecek uluslararası standartların kullanımı gündeme gelmektedir. Dolayısıyla ahşap ve hafif çelik sistemin mimari tasarımında ve onay sürecinde geçerli standartlar açısından sorun yaşanmaktadır.

(2) Gazbeton döşeme panellerinin boyutlandırılması ile ilgili geçerli standart

(3) 2007 deprem yönetmeliğinde ahşap ve hafif çelik için ayrı bölüm bulunmamakta, madde 1.1.7' de "Bu yönetmeliğin kapsamı dısındaki yapılara uygulanacak koşul ve kurallar, kendi özel yönetmelikleri yapılıncaya dek, ilgili Bakanlıklar tarafından çağdaş uluslararası standartlar gözönünde tutularak saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir." şeklinde tarif edilmektedir. Ayrıca, inşaat mühendisleri odası İstanbul şubesi her türlü taşıyıcı sistemin 2008 deprem yönetmeliğinin 2. bölümünde belirtilen genel şartları sağlaması gerektiğini bildirmektedir.

(4) Yayın dili İngilizce

(5) Ek A' daki karşılaştırma projesi sonuçlarına göre, kaba yapı düzeyinde karşılaştırıldığında ahşap iskelet yaklaşık 1.5 kat, betonarme prefabrike yaklaşık 12.5 kat hafif çelikten daha ağırdır.

(6) Ek A' daki karşılaştırma projesi sonuçlarına göre, ileri kaba yapı düzeyinde karşılaştırıldığında ahşap iskelet yaklaşık 1.14 kat, betonarme prefabrike yaklaşık 4 kat hafif çelikten daha ağırdır. Ahşap ve hafif çelik çerçeve sistemlerde temele gelen üst yapı yükü azaldığı için temelde kullanılan yapısal kesitler de küçülmekte ve tasarruf sağlanmaktadır.

(7) Döşeme plağı olarak karşılaştırma projesinde gazbeton panel tercih edildiği için bu tabloda verilen değerler gazbeton döşeme plaklarının limitlerini yansıtmaktadır. Prefabrike betonarme döşeme plakları (dolu, boşluklu, düz, kaset vb) kulanıldığında farklı limitler uygulanır.

(8) Döşemede geçilebilen açıklık ahşap ve hafif çelikte uluslar arası yönetmeleklerde genel olarak bu boyutlarda tarif edilmektedir. Konut planlamasında en geniş açıklıkların salonlar olduğu düşünüldüğünde en çok tercih edilen bu açıklık boyutu rasyonel ve ekonomik bileşen kesitleri ile aşılabilmesi açısından yeterli bulunmaktadır. Farklı program tiplerinde farklı teknolojik çözümler ve limitler uygulanabilir.

(9) Hafif çelik taşıyıcı sistemde, galvanize kesit kalınlığı mm cinsinden artırılarak (1.0, 1.5, 2.0, 2.5 mm) taşıma kapasitesi artırılabilir. Bu durumda bileşeninin yük taşıma kapasitesine göre boyutlandırılması mimari planlamayı ve detaylandırmayı etkilememektedir.

(10) Betonarme prefabrikede yalnızca kolon akslarının ve ana çerçeve kirişlerin devamı olan kirişler ile ekleme veya çıkartma yapılabiliniyor. Ek A2' deki projede merdiven yuvası ve giriş üzeri balkon çözümü bu çaptaki bir projede çözüldüğü öngörülmektedir, ancak statik açıdan sorunludur. Halbuki hafif çelik ve ahşap iskelet te, ana çerçeve aksları dışında, istenilen yerden taşıyıcı duvar dikmeleri üzerine detay sorunu olmaksızın saplama kiriş veya ilave kiriş desteklemesi yapılabilmektedir. Bu da planlamada serbestlik getirmektedir.

(11) Statik hesap için kullanılan bilgisayar yazılımlarında ülkemizde geçerli yönetmelik ve standartların tanımlanmış olması gerekmektedir. Aksi taktirde yabancı kaynaklı bir bilgisayar yazılımı başka bir ülkeye ait yönetmelik ve standartlara göre analiz yapacak ve bu durumda ülkemiz koşullarına uymayan bir analiz sonucu elde edilecektir.

(12) Ahşap ve hafif çelikte, farklı tip bileşene ihtiyaç olmaksızın taşıyıcı sistem bileşenleri ile merdiven oluşturulabilmektedir. Betonarme prefabrike sistemde ise yalnızca merdivene özel bileşen tipi kullanılabilir. Ahşap ve hafif çelik çerçeve sistemde merdiven basamakları detay bakımından taşıyıcı sistem ile daha kolay entegre olmakta, hatta bölücü bileşenlerle bile desteklenebilmekte, dolayısıyla merdiven yeri ve boyutları bakımından betonarme prefabrike sisteme göre tasarım serbestliği getirmektedir.

İçi boş küçük kesitli hafif çelik sistemin ağırlığına göre taşıma kapasitesi benzer taşıyıcı sistem özelliğine sahip ahşap iskelet sisteme göre daha yüksektir ve duvar taşıyıcı iskeleti – iç ve dış kabuk kesit kalınlığı farkı prefabrike betonarme iskelet sistemde olduğu gibi yoktur. Ayrıca planlamadaki değişikliklerin üretimdeki telafisi mümkündür. Yapım sistemlerine yönelik yapılan karşılaştırma neticesinde hafif çelik platform çerçeve sistem en avantajlı görülmektedir (Çizelge 3.11).

3.3.5.2 Taşıyıcı sistem bileşen özelliklerine yönelik karşılaştırma

Çizelge 3.12 : Taşıyıcı sistem bileşen özelliklerine yönelik karşılaştırma.

	TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞEN ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	ALT AMAÇLAR / DEĞER KRİTERLERİ		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ		AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ		HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	
					G	g	B/b	Fd	B/b	Fd	B/b	Fd
1	SICAKLIĞA BAĞLI GENLEŞME/ BÜZÜŞME	YOK	YOK	*YOK (1)*	15%	100%	3	0,45	3	0,45	3	0,45
2	KOROZYON / ÇÜRÜME RİSKİ	ÇOK DÜŞÜK	VAR *(2)*	DÜŞÜK *(3)*	20%	100%	4	0,80	2	0,40	3	0,60
3	BÖCEKLENME RİSKİ	YOK	VAR (2)	YOK	20%	100%	3	0,60	2	0,40	3	0,60
4	YANICILIK SINIFI *(4)*	A1 *(5)* (Hiç Yanmaz)	D-s2, d0 *(6)* (Normal Alevlenici)	A1 *(5)* (Hiç Yanmaz)	20%	100%	5	1,00	2	0,40	5	1,00
5	YANGINDA SİSTEMİN GÖÇME RİSKİ	YOK	VAR	VAR *(7)*	15%	100%	3	0,45	2	0,30	1	0,15
6	BİLEŞEN HAMMADE ÜRETİMİNDE ENERJİ KULLANIMI *(8)*	YÜKSEK	DÜŞÜK	YÜKSEK	10%	100%	1	0,10	5	0,50	2	0,20
	TOPLAM				**100%**			**3,40**		**2,45**		**3,00**
	SIRALAMA							**1**		**3**		**2**

(1) Hafif çelik yapıda iç mekan konfor şartlarını sağlayabilmek için dıştan ısı yalıtımı (mantolama) ile ısı köprüsü oluşumu engellenmektedir. Bu çözüm aynı zamanda galvanize çelik profiller için de ısı izolasyonu sağlamakta ve sıcaklığa bağlı genleşme veya büzüşme sorunları ortadan kalkmaktadır.

(2) Uygulamada büyük oranda kolay elde edilebilmesi sebebiyle emprenye edilmemiş ahşap yapı bileşenleri kullanılmaktadır. Emprenye işlemi ile böceklenme ve çürümeye karşı ahşabın ömrü türüne bağlı olarak yaklaşık on kat artmaktadır.

(3) Hafif çelik yapı bileşeni olarak galvanize levhadan soğuk bükme ile fabrika ortamında profil elde edilmekte, şantiyede kesme işlemi olmaksızın montajı gerçekleşmektedir.

(4) 2007 yangın yönetmeliği Ek 3/C' ye göre bina yüksekliği 21.50 m' den az olan konutların yapı elemanları (duvar, döşeme gibi) en az 60 dk yangına dayanıklı olması gerekmektedir.

(5) 2007 yangın yönetmeliği Ek 2/C

(6) Yapı malzemeleri yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında, yapı malzemelerinin yangına tepki sınıflarına ve yapı elemanlarının yangına dayanıklılığına dair tebliğin değiştirilmesine dair tebliğ (tebliğ no: YİG-15/2006-02)

(7) Hafif çelik sistemde göçme ahşap sisteme göre daha önce gerçekleşmektedir.

(8) Betonarme veya çelik çerçeve konut sisteminin yapımında ahşap çerçeve konut sisteminden %16-17 daha fazla enerji harcanmaktadır. Buna bağlı olarak küresel ısınma potansiyeli % 26-31 daha fazladır (Couch, 2004).

Taşıyıcı sistem bileşen özelliklerine yönelik yapılan karşılaştırma neticesinde hafif çelik platform çerçeve sistem ikinci sırada yer almaktadır (Çizelge 3.12).

3.3.5.3 Üretim özelliklerine yönelik karşılaştırma

Çizelge 3.13 : Üretim özelliklerine yönelik karşılaştırma.

	ÜRETİM ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	ALT AMAÇLAR / DEĞER KRİTERLERİ		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ		AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ		HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	
					G	g	B/b	Fd	B/b	Fd	B/b	Fd
1	ÜRETİM SERİSİ	BÜYÜK ÇAPLI *(1)*	KÜÇÜK ÇAPLI	KÜÇÜK ÇAPLI	15%	100%	2	0,30	4	0,60	4	0,60
2	MALZEME	ÇİMENTO ÇAKIL İNŞAAT DEMİRİ	AĞAÇ TOMRUK *(2)*	GALVANİZE LEVHA	15%	100%	2	0,30	3	0,45	4	0,60
3	İŞLEM	KALIP HAZIRLIĞI DONATI HAZIRLIĞI BETON DÖKÜMÜ	DİKME-KİRİŞ KESİMİ	GALVANİZE LEVHADAN PROFİL ÇEKİLMESİ	15%	100%	3	0,45	5	0,75	5	0,75
4	ÜRETİM SÜRESİ	7 GÜN *(5)*	1 GÜN	1 GÜN	20%	100%	3	0,60	5	1,00	5	1,00
5	BİLEŞEN TEDARİĞİ *(3)*	SİPARİŞ ÜZERİNE	HAZIR BİLEŞEN	HAZIR BİLEŞEN	15%	100%	2	0,30	4	0,60	4	0,60
6	DEPOLAMA	BÜYÜK ALAN İHTİYACI	KÜÇÜK ALAN İHTİYACI	KÜÇÜK ALAN İHTİYACI	10%	100%	3	0,30	5	0,50	5	0,50
7	NAKLİYE	AĞIR TONAJLI VASITA	HAFİF TONAJLI VASITA *(4)*	HAFİF TONAJLI VASITA *(4)*	10%	100%	3	0,30	5	0,50	5	0,50
TOPLAM					**100%**			**2,55**		**4,40**		**4,55**
SIRALAMA								**3**		**2**		**1**

(1) Türkiye Prefabrik Birliği' nden edinilen bilgiye göre birlik üyeleri 1000 m2 nin altındaki inşaat alanlarının yapımı için teklif vermekten kaçınmaktadırlar.

(2) Orman alanlarının azalmasından dolayı kaynak kısıtlı (Dohnomae, Kanno, Nomura, Sakumoto, 2000).

(3) Prefabrike betonarme sistemde sipariş üzerine bileşen üretiminin gerçekleşmesi ve depolama gibi sorunlar nedeniyle yapı sektöründe betonarme prefabrike hazır bileşen tedariki mümkün olamamaktadır. Oysa ki ahşap dikme profilleri ve galvanize levha profilleri sektörde farklı amaçlar için de kullanıldığı için bu ürünlere sürekli talep vardır ve bileşen pazarı oluşumuna daha müsaittir.

(4) Hafif yapım sistemi, sistem bileşenlerini taşıma kolaylığı getirmekte ve nakliye maliyetleri de buna bağlı olarak düşük olmaktadır.

(5) Yaş döküm sonrası çimentonun priz alması normal şartlar altında 28 günde gerçekleşmektedir. Katkı maddeleriyle bu süre 7 güne indirilebilir.

Kaynak sıkıntısı çekilmeyen galvanize levha tek işlemle profil haline getirilmekte ve küçük depolama alanından hafif tonajlı araçlarla taşıma mümkün olmaktadır. Üretime yönelik yapılan karşılaştırma neticesinde hafif çelik platform çerçeve sistem en avantajlı görülmektedir (Çizelge 3.13).

3.3.5.4 Montaj özelliklerine yönelik karşılaştırma

Çizelge 3.14 : Montaj özelliklerine yönelik karşılaştırma

	MONTAJ ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	ALT AMAÇLAR / DEĞER KRİTERLERİ		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ		AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ		HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	
					G	g	B/b	Fd	B/b	Fd	B/b	Fd
1	YARDIMCI ARAÇLAR	MOBİL VİNÇ DUVAR PANELLERİ HİZALAMA PROFİLLERİ	EL ALETLERİ	EL ALETLERİ	20%	100%	3	0,60	5	1,00	5	1,00
2	İŞÇİLİK	HIZLI YAPIM OLDUĞU İÇİN AZ	HIZLI YAPIM OLDUĞU İÇİN AZ	HIZLI YAPIM OLDUĞU İÇİN AZ	10%	100%	3	0,30	3	0,30	3	0,30
3	GEREKLİ İKLİM ŞARTLARI	TÜM İKLİM ŞARTLARINDA	KURU İKLİM ŞARTLARINDA *(1)*	TÜM İKLİM ŞARTLARINDA	20%	100%	3	0,60	2	0,40	3	0,60
4	BİRLEŞİM DETAYLARI	MAFSALLI BİRLEŞİM (DEPREMDE SORUNLU)	MAFSALLI BİRLEŞİM (ÇİVİ , VİDA)	MAFSALLI BİRLEŞİM (VİDA, BULON)	30%	100%	2	0,60	3	0,90	4	1,20
5	TESİSATIN YERLEŞTİRİLMESİ	TAŞIYICI BİLEŞENLERDE DELİK AÇILAMAMAKTA	TAŞIYICI BİLEŞENLERDEN TESİSAT GEÇİŞİNDE RİSK VAR	TAŞIYICI BİLEŞENLERDEN TESİSAT GEÇİRİLMEKTE	20%	100%	2	0,40	4	0,80	5	1,00
TOPLAM					100%			2,50		3,40		4,10
SIRALAMA								3		2		1

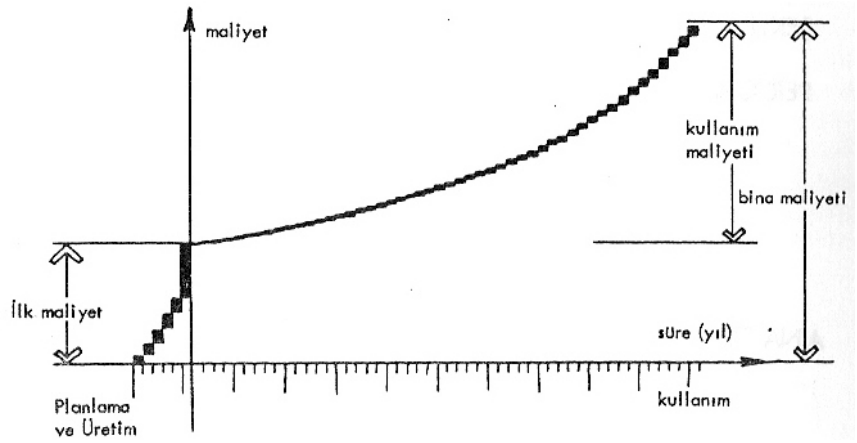
(1) Ahşap yapı bileşeni ağırlığı kuru malzeme ağırlığı olarak statik hesaba katılmaktadır. Malzemenin yaş olması statik ağırlığı etkilemektedir.

Hafif çelik platform çerçeve sistem mobil vince ihtiyaç duyulmadan tüm iklim şartlarında hızlı bir yapım tekniğidir ve taşıyıcı bileşenlerde bulonlu birleşim alternatifi ve tesisat geçiş kolaylığı ile ahşap sisteme göre daha iyi bağlantı tipine sahiptir. Montaja yönelik yapılan karşılaştırma neticesinde hafif çelik platform çerçeve sistem en avantajlı görülmektedir (Çizelge 3.14).

3.3.5.5 Bina maliyetine (life cycle cost-LCC) yönelik karşılaştırma

Bina yapımına ilişkin ilk teşebbüsten (bina ihtiyacının belirlenmesinden), binanın kullanılmaz duruma gelmesi nedeniyle yıkım kararı verilmesine dek, fiziksel ihtiyacın belirlenmesi, yapılabilirlik etüdü, tasarlama, inşaat ve kullanımla ilişkili

bakım, işletme vb. giderler toplamı "bina maliyeti" olarak tanımlanır (Şekil 3.10) (Okan, 1975).



Şekil 3.10 : Bina maliyeti (Okan, 1975).

Çizelge 3.15 : Bina maliyetine yönelik karşılaştırma.

BİNA MALİYETİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA			PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	ALT AMAÇLAR / DEĞER KRİTERLERİ		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ		AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ		HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	
						G	g	B/b	Fd	B/b	Fd	B/b	Fd
İLK MALİYET	1	STATİK PROJE HİZMET BEDELİ *(1)*	YSK (1,0)	YSK (>1,1) % 10 PAHALI *(2)*	YSK (1,1) % 10 PAHALI	3%	100%	3	0,09	2	0,06	2	0,06
	2	MESLEK ODALARI ONAY BEDELLERİ	PROJE BEDELİ ÜZERİNDEN	PROJE BEDELİ ÜZERİNDEN	PROJE BEDELİ ÜZERİNDEN	1%	100%	3	0,03	3	0,03	3	0,03
	3	BELEDİYE RUHSAT ONAYI BEDELİ	TOPLAM İNŞAAT ALANINA GÖRE *(3)*	TOPLAM İNŞAAT ALANINA GÖRE *(3)*	TOPLAM İNŞAAT ALANINA GÖRE *(3)*	1%	100%	3	0,03	3	0,03	3	0,03
	4	İNŞAAT YAPIM BEDELİ / İleri Kaba Fiyatı YTL/m2 *(4) (5) (6)*	350-500 *(7)*	450-700 *(8)*	400-750 *(9)*	70%	100%	3	2,10	3	2,10	3	2,10
KULLANIM MALİYETİ	5	TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENİ GERİ DÖNÜŞÜMÜ	MÜMKÜN DEĞİL	MÜMKÜN (ZAYİAT FAZLA)	MÜMKÜN (%100)	10%	100%	1	0,10	2	0,20	5	0,50
	6	BAKIM ONARIM MALİYETİ	YÜKSEK	AZ	AZ	5%	100%	2	0,10	4	0,20	4	0,20
	7	YAPIM SONRASI KULLANICI İHTİYAÇLARINA YÖNELİK KONUTTA DEĞİŞİKLİK	MÜMKÜN	MÜMKÜN	MÜMKÜN	5%	100%	1	0,05	3	0,15	4	0,20
	8	YANGIN GÜVENLİĞİ	YÜKSEK	AZ	AZ	5%	100%	5	0,25	2	0,10	2	0,10
TOPLAM						100%			2,75		2,87		3,22
SIRALAMA									3		2		1

(1) Yalnızca inşaat mühendisleri odasının belirlediği 2008 yılı proje ücreti (PÜ) ve fenni mesuliyet ücreti (FÜ) alınmıştır. Mimari proje en az bedel hesabında zorluk kriteri katsayısı zorunlu olmadığı için mimari proje bedeli, taşıyıcı sistem tipinden etkilenmediği için de mekanik proje ve elektrik proje hizmet bedelleri de bu değerlendirmenin dışında tutulmuştur. Statik proje ve fenni mesuliyet hizmet bedelleri hesaplarını yapı sınıfı katsayısı (YSK) etkilemektedir.

(2) Yapı sınıfı katsayısı (YSK) kagir, betonarme ve çelik yapı için verilmekte, ahşap yapıya ilişkin bilgi verilmemektedir. Ahşap sistemin hafif çelikle aynı sistem kuruluşuna sahip olmasından dolayı YSK değerinin en az 1,1 olacağı öngörülmektedir.

(3) Belediye ruhsat bedelini taşıyıcı sistemin tipi etkilememektedir.

(4) İleri kaba inşaat bitmişlik düzeyi; dış ve iç kabuğun oluşturulması, iç duvar ve tavanlarının boyaya, döşeme, dış duvar ve çatının son kaplamaya hazır halde bırakılması tüm su ve ısı izolasyonların tamamlanması, elektrik ve sıhhi tesisatın duvar ve döşeme içlerinden borulamalarının yapılıp, ince işlere hazır halde bırakılması olarak tanımlanmaktadır.

(5) Fiyat aralıklarına bakıldığında bir sistemin diğer bir sisteme inşaat yapım maliyeti açısından daha avantajlı olduğu net olarak söylenemez. Projeden projeye ve üretim serisi büyüklüğüne göre değişkendir. Bu bakımdan inşaat maliyetinden ziyade projenin başlangıcından kullanım sürecini de kapsayan yapı ömür maliyetinin değerlendirilmesi daha doğrudur.

(6) Bu maddede belirtilen bedeller piyasa verilerini yansıtmaktadır. Ancak Ek A1' da belirtilen endüstrileşmiş konut yapım sistemleri üzerinden yapılan karşılaştırmalı maliyet analizinde (Çizelge 3.16) işçilik, makine, nakliye bedelleri hariç yalnızca malzeme bedellerinin yaklaşık birbirine eşit olduğu görülmektedir.

(7) Prefabrike betonarme yapım sistemi için bileşen üretimi gerçekleştiren firmalar yeterli üretim serisi oluştuğunda (toplam inşaat alanı min. 1000 m2) birim fiyatın konvansiyonel betonarme iskelet sistemlere göre en az 1.5 katı olacağını ve birim fiyatı üretim serisinin büyüklüğünün belirleyeceğini belirtmişlerdir.

(8) Ahşap dikme taşıyıcı yapım sistemi üretimi yapan Konkur, Holger, Kütükev, Baneva, Konak, Kınalı Ahşap firmalarından Ocak 2008 tarihinde alınan ileri kaba yapı maliyetleri 450-700 YTL/m2 aralığında değişmektedir.

(9) Hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemi ileri kaba birim fiyatı, bu tezin eki olan firma envanter föylerindeki Ocak 2008 birim fiyatlara göre 400 -750 YTL/m2 aralığında değişmektedir.

Ek A' da sunulan farklı endüstrileşmiş konut yapım sistemlerinin yapısal ağırlık ve yapım bedelleri içerisindeki yalnızca malzeme maliyetleri karşılaştırılması sonucuna Çizelge 3.16' da yer verilmektedir.

Çizelge 3.16 : Yapısal ağırlık ve malzeme maliyetleri karşılaştırması.

EK A2	PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ *(1)*			YAPISAL AĞIRLIK BİLGİSİ		MALZEME FİYAT BİLGİSİ *(2)*		
	MALZEME TANIMI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM AĞIRLIK (ton)	TOPLAM AĞIRLIK (ton)	BİRİM	BİRİM FİYAT (YTL)	TOPLAM FİYAT (YTL)
1	TAŞIYICI SİSTEM							19.215,71
1,1	Demir (ST 420)	ton	1,88	-	1,88	YTL/ton	1.200,00	2.256,00
1,2	Betonu (C30) (Hazır beton)	m3	18,32	2,5	45,80	YTL/m3	78,00	1.428,96
1,3	Kalıp Kerestesi	m3	1,45	0,55	0,80	YTL/m3	450,00	652,50
1,3	Gazbeton panel (döşeme)	m3	24,80	0,6	14,88	YTL/m3	285,00	7.068,00
1,4	Gazbeton panel (duvar)	m3	33,35	0,5	16,68	YTL/m3	250,00	8.337,50
1,5	Döşeme Harcı (Gazbeton döşeme üzeri)	m3	1,67	2,5	4,18	YTL/m3	75,00	125,25
2	ÇATI YAPIMI							4.076,15
2,1	Ahşap çatı merteği (5x10 cm)	m3	2,47	0,55	1,36	YTL/m3	800,00	1.976,00
2,2	Çatı ısı yalıtımı (Cam yünü şilte, 5cm / 18 kg/m3)	m3	3,55	0,018	0,06	YTL/m3	85,00	301,75
2,3	Kiremit altı tahtası (OSB, 11 mm)	m3	1,39	0,65	0,90	YTL/m3	560,00	778,40
2,4	Çatı kaplaması (Shingle, 4mm)	m2	102,00	0,01	1,02	YTL/m2	10,00	1.020,00
3	İNCE İŞLER							1.284,21
3,1	Alçı esaslı iç sıva (1 cm kalınlığında)	m3	5,79	1,00	5,79	YTL/m3	80,00	463,20
3,2	Çimento esaslı şap (5 cm, C20 doz)	m3	3,35	2,00	6,70	YTL/m3	75,00	251,25
3,3	Dış cephe ısı yalıtımı (EPS, 3 cm / 16 kg/m3)	m3	5,70	0,016	0,09	YTL/m3	100,00	569,76
	TOPLAM				100,14			24.576,07

EK A3	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ *(1)*			YAPISAL AĞIRLIK BİLGİSİ		MALZEME FİYAT BİLGİSİ *(2)*		
	MALZEME TANIMI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM AĞIRLIK (ton)	TOPLAM AĞIRLIK (ton)	BİRİM	BİRİM FİYAT (YTL)	TOPLAM FİYAT (YTL)
1	TAŞIYICI SİSTEM							20.191,00
1,1	Ahşap Yapı Bileşeni (Kara çam, 550 kg/m3)	m3	18,37	0,55	10,10	YTL/m3	800,00	14.696,00
1,2	Döşeme üstü OSB kaplama (OSB 3 - 22 mm)	m3	2,57	0,65	1,67	YTL/m3	560,00	1.439,20
1,3	Dış cephe OSB kaplama (OSB 3 - 11 mm)	m3	2,21	0,65	1,44	YTL/m3	560,00	1.237,60
1,4	Kiremit altı OSB kaplama (OSB 3 - 11 mm)	m3	1,39	0,65	0,90	YTL/m3	560,00	778,40
1,5	Tavan alçı levha kaplama (tek kat - 1,25 cm)	m3	1,82	0,80	1,46	YTL/m3	310,00	564,20
1,6	Duvar alçı levha kaplama (tek kat - 1,25 cm)	m3	4,76	0,80	3,81	YTL/m3	310,00	1.475,60
2	İNCE İŞLER (YALITIM KATMANLARI)							4.606,50
2,1	1. kat döşeme ses yalıtımı (EPS, 3 cm / 16kg/m3)	m3	1,85	0,016	0,03	YTL/m3	100,00	185,00
2,2	Dış cephe ısı yalıtımı (EPS, 3 cm / 16kg/m3)	m3	5,66	0,016	0,09	YTL/m3	100,00	566,00
2,3	Çatı ısı yalıtımı (Cam yünü şilte, 8cm / 18 kg/m3)	m3	5,55	0,018	0,10	YTL/m3	85,00	471,75
2,4	1. kat döş. ses yalıtımı (camyünü, 5 cm / 28kg/m3)	m3	3,30	0,028	0,09	YTL/m3	125,00	412,50
2,5	Dış ve iç duvar ses yal. (camyünü, 5 cm / 28kg/m3)	m3	13,60	0,028	0,38	YTL/m3	125,00	1.700,00
2,6	Çimento esaslı şap (5 cm, C20 doz)	m3	3,35	2,00	6,70	YTL/m3	75,00	251,25
2,7	Çatı kaplaması (Shingle, 4mm)	m2	102,00	0,01	1,02	YTL/m2	10,00	1.020,00
	TOPLAM				27,79			24.797,50

EK A4	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ *(1)*			YAPISAL AĞIRLIK BİLGİSİ		MALZEME FİYAT BİLGİSİ *(2)*		
	MALZEME TANIMI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM AĞIRLIK (ton)	TOPLAM AĞIRLIK (ton)	BİRİM	BİRİM FİYAT (YTL)	TOPLAM FİYAT (YTL)
1	TAŞIYICI SİSTEM							21.575,00
1,1	Galvanize Profil (Z 275 gr/m2)	ton	6,70	-	6,70	YTL/ton	2.400,00	16.080,00
1,2	Döşeme üstü OSB kaplama (OSB 3 - 22 mm)	m3	2,57	0,65	1,67	YTL/m3	560,00	1.439,20
1,3	Dış cephe OSB kaplama (OSB 3 - 11 mm)	m3	2,21	0,65	1,44	YTL/m3	560,00	1.237,60
1,4	Kiremit altı OSB kaplama (OSB 3 - 11 mm)	m3	1,39	0,65	0,90	YTL/m3	560,00	778,40
1,5	Tavan alçı levha kaplama (tek kat - 1,25 cm)	m3	1,82	0,80	1,46	YTL/m3	310,00	564,20
1,6	Duvar alçı levha kaplama (tek kat - 1,25 cm)	m3	4,76	0,80	3,81	YTL/m3	310,00	1.475,60
2	İNCE İŞLER (YALITIM KATMANLARI)							4.741,15
2,1	1. kat döşeme ses yalıtımı (EPS, 3 cm / 16kg/m3)	m3	1,85	0,016	0,03	YTL/m3	100,00	185,00
2,2	Dış cephe ısı yalıtımı (EPS, 3 cm / 16kg/m3)	m3	5,66	0,016	0,09	YTL/m3	100,00	566,00
2,3	Çatı ısı yalıtımı (Cam yünü şilte, 8cm / 18 kg/m3)	m3	5,84	0,018	0,11	YTL/m3	85,00	496,40
2,4	1. kat döş. ses yalıtımı (camyünü, 5 cm / 28kg/m3)	m3	3,48	0,028	0,10	YTL/m3	125,00	435,00
2,5	Dış ve iç duvar ses yal. (camyünü, 5 cm / 28kg/m3)	m3	14,30	0,028	0,40	YTL/m3	125,00	1.787,50
2,6	Çimento esaslı şap (5 cm, C20 doz)	m3	3,35	2,00	6,70	YTL/m3	75,00	251,25
2,7	Çatı kaplaması (Shingle, 4mm)	m2	102,00	0,01	1,02	YTL/m2	10,00	1.020,00
	TOPLAM				24,42			26.316,15

(1) Hesaba katılan iş kalemleri yalnızca zemin kat su basman üzerinde kalan ileri kaba yapı düzeyindeki imalatları kapsamaktadır. Birim fiyatlar Yapı Endüstri Merkezi' nin yayınlamış olduğu 2008 yılına ait yapı malzemeleri fiyatlarından alınmıştır.

(2) KDV hariç

100% geri dönüşebilen bir malzeme olması, düşük bakım onarım ve tadilat masrafları olması bakımından hafif çelik platform çerçeve sistem bina maliyetine yönelik yapılan karşılaştırmada en avantajlı görülmektedir (Çizelge 3.15).

3.3.5.6 Yapı kullanım alanına yönelik karşılaştırma

Çizelge 3.17 : Yapı kullanım alanına yönelik karşılaştırma.

YAPI ALANINA YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	ALT AMAÇLAR / DEĞER KRİTERLERİ		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ		AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ		HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	
					G	g	B/b	Fd	B/b	Fd	B/b	Fd
1	NET ALAN / BRÜT ALAN *(1)*	0,85	0,87	0,87	100%	100%	3	3,00	4	4,00	4	4,00
1,1	NET ALAN	128,74 m2	126,26 m2	126,26 m2								
1,2	BRÜT ALAN	151,38 m2	146,20 m2	146,20 m2								
TOPLAM					100%			3,00		4,00		4,00
SIRALAMA								2		1		1

(1) Ek A' da test edilen projede açıklıkların az olması ve betonarme prefabrike sistemde döşemelerin gaz beton malzeme olarak kabul edilmesi sebebiyle betonarme prefabrike sistemde kolon boyutları küçük kesitlidir. Daha geniş açıklık ve döşemede betonarme elemanların tercih edilmesi durumunda kolon boyutları artacak ve net alan/brüt alan oranı azalacaktır. Ahşap ve hafif çelik çerçeve sistemlerde ise açıklıkların artması durumunda dikme ve döşeme kirişleri aralıkları azaltılmakta, ahşap sistemde dikmeler duvar içleri yönüne genişletilmekte, hafif çelik sistemde galvanize profilin kalınlığı mm cinsinden artırılmakta, dolayısıyla net alanlar etkilenmemektedir. Sonuç olarak, mekan açıklıklıları arttıkça net/brüt alan oranı ahşap ve hafif çelik çerçeve sistem lehine doğru kaymaktadır.

Çizelge 3.17' de görüleceği üzere ahşap ve hafif çelik yapılarda kullanılabilir net alanların brüt alanlara oranları betonarme prefabrike sitemden daha fazladır ve bu karşılaştırmada ilk sırada yer almaktadırlar.

3.3.5.7 Endüstrileşmiş az katlı konut taşıyıcı sistemleri karşılaştırma sonuçları

Az katlı konut alanında, betonarme prefabrike iskelet sistem, ahşap iskelet platform çerçeve sistem ve hafif çelik platform çerçeve sistem arasında taşıyıcı sistem seçimi için yapılan tasarım, bileşen, üretim, montaj, bina maliyeti ve yapı kullanım alanına yönelik yapılan karşılaştırmalar sonucuna aşağıdaki tabloda değinilmektedir. Bileşen özelliklerine yönelik yapılan karşılaştırmada galvanize levhadan üretilen hafif çelik sistem, yangında göçme riskinin karşılaştırılan diğer yapım sistemlerine göre daha yüksek olması nedeniyle ikinci sırada yer almaktadır. Görüleceği üzere taşıyıcı sistem bileşen özelliklerine yönelik yapılan karşılaştırma dışındaki tüm karşılaştırmalarda hafif çelik platform çerçeve sistem birinci sırada yer alarak en avantajlı görülmekte ve taşıyıcı sistem seçiminde tercih nedenleri ortaya konmaktadır.

Çizelge 3.18 : Karşılaştırma sonuçları tablosu.

KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARI		SIRALAMA		
		PREFABRİKE BETONARME İSKELET KONUT YAPIM SİSTEMİ	AHŞAP İSKELET PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ	HAFİF ÇELİK PLATFORM ÇERÇEVE KONUT YAPIM SİSTEMİ
1	YAPIM SİSTEMLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	3	2	1
2	TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞEN ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	1	3	2
3	ÜRETİM ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	3	2	1
4	MONTAJ ÖZELLİKLERİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	3	2	1
5	BİNA MALİYETİNE YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	3	2	1
6	YAPI KULLANIM ALANINA YÖNELİK KARŞILAŞTIRMA	2	1	1

Hafif çelik platform çerçeve konut yapım sisteminin avantajları;

- Hafif yapım sistemi olması (Ek A' daki karşılaştırma projesi sonuçlarına göre, kaba yapı düzeyinde karşılaştırıldığında hafif çelik taşıyıcı sisteme göre, ahşap iskelet yaklaşık 1.5 kat, betonarme prefabrike yaklaşık 12.5 kat daha ağırdır.), çeliğin sünek bir malzeme olması ve birleşimlerde bulon

kullanılabilmesi sebebiyle depremde diğer sistemlere göre daha iyi performans göstermektedir.

- İçi boş küçük kesitli taşıyıcı sistem bileşeni kullanımı ile ağırlığına göre taşıma kapasitesi oranı diğer sitemlere göre yüksektir.
- Ahşap sisteme nazaran böceklenme sorununun olmaması ve korozyon/çürüme riskinin bulunmaması sebebiyle, yapı ömrü içerisinde ahşap yapıda olduğu gibi taşıyıcılık kapasitesi azalmamaktadır.
- Fabrikada taşıyıcı sistem bileşeni üretimi aşamasında tek tip malzeme ve tek işlem ile bileşen elde edilebilmekte, hafif olması sebebiyle küçük depo alanlarında depolanabilmekte ve düşük tonajlı araçlarla şantiyeye nakliyesi mümkün olmaktadır.
- El aletleri ile kolay, hızlı ve tüm iklim şartlarında şantiyede montaj yapılabilmektedir.
- Yatayda ve düşeyde tesisat kolay yerleştirilebilmektedir.
- Duvar-taşıyıcı iskelet kalınlık farkının olmaması nedeniyle mekanın net alanlar olarak kullanılabilmesi mümkündür.
- Net alanın brüt alana oranı betonarme sisteme göre daha fazladır.
- Döşemenin sık kirişlerle oluşturulması sebebiyle planda ekleme/çıkartma yapılması betonarme prefabrike sisteme göre daha kolay olmaktadır.
- Yapım sonrası tasarımda değişiklik mümkündür.
- Bakım onarım maliyeti betonarme sisteme göre düşüktür.
- Yapım sonrası kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik konutta değişiklik yapılabilmektedir.
- Tamamlanmış yapım sisteminin sökülebilmesi ve galvanize çeliğin % 100 geri dönüşümlü bir malzeme olması betonarme ve ahşap' a göre üstünlük sağlamaktadır.

4. TÜRKİYE' DE AZ KATLI KONUTLAR İÇİN YARI AÇIK HAFİF ÇELİK YAPIM SİSTEMİ ÖNERİSİ

Bu bölümde yarı açık sistemin nasıl tasarlanacağı, Türkiye' de hafif çelik taşıyıcılı konut üretimi envanter çalışması ve bu envanter çalışması esas alınarak tasarlanan Türkiye' de kullanabilecek yarı açık hafif çelik yapım sistemine ilişkin bilgilere yer verilmektedir.

4.1 Yarı Açık Sistem Tasarımı

Bir yarı açık sistemin tasarımının hangi kriterlere göre yapılacağı ve ortak kuralları konulmuş, tasarımı tamamlanmış olan yarı açık hafif çelik yapım sistemi ile az katlı konutların tasarımının nasıl yapılacağına bu bölümde yer verilmektedir.

4.1.1 Sistem tanımı

Günümüzde çeşitli alanlarda sık sık karşılaşılan sistem sözü konuşma diline yerleşmiş farklı alanlarda kullanılmakta ve en yaygın şekilde "belli parçaların oluşturduğu bir bütün" olarak tanımlanmaktadır (Berköz, 1975).

Bina alanında ve özellikle açık endüstrileşme içerisinde sistem' in ve sistemi oluşturan parçaların nasıl anlaşıldığını N. J., Habraken şu şekilde açıklamaktadır; *"Tasarım sürecinin ayrıştırılıp yeniden tanımlanması endüstrileşmiş bina alanının bir parçasıdır. Taşıyıcı sistem düzeyi (support) ve dolgu düzeyi (infill-fitout) olarak binayı oluşturan parçaların (elemanların, bileşenlerin) ayrılması ile bina taşıyıcı sistemi kendi içinde tasarlanmaktadır. Dolgu düzeyinde ayrıştırılmış parçalar (bileşenler) olarak pencereler, kapılar, dış duvar kaplamaları, zemin kaplamaları iç bölme duvarları vs., üretici kataloglarında yer almaktadır. Karar verme düzeylerinin ve binanın bu şekilde bütünü oluşturan parçalara ayrılması ile oluşan açık endüstrileşme teknik bir sorun değil, sorumlulukların yeniden tanımlanmasıdır."* (Habraken, 2005b).

4.1.2 Yarı açık sistem tanımı

Gerek geleneksel sistem içinde, gerekse sipariş sistemler içinde katalog bileşenlerinden kısmi olarak yararlanılarak binanın oluşturulması yaygın bir uygulama biçimidir. Kısmi olarak kullanılan katalog bileşenleri içinde banyo ekipmanları, ısıtıcılar, radyatörler, kapı ve pencereler, bölücü panolar, döşeme-kirişler vb. elemanlar sayılabilir. Kısmi kullanım günden güne gelişmektedir. Zira, açık sistem için düzenlenmiş olması gereken "boyutlandırma" ve "birleşmelere" ilişkin genel kuralları beklemeksizin, yalnız kataloglarda olan bileşenler kullanım avantajlarına sahiptir. Bu sistemde, kullanılacak olan katalog bileşenleri sabit veri kabul edip, diğer bina kısımları geleneksel biçimde gerçekleştirilebilmekte ve katalog bileşenlerine uydurulmaktadır. Tasarlama aşamasında, katalogdan seçilen bileşenlerin özellikle boyutları, binanın geometri sisteminin oluşmasında belirleyici olabilmektedir. Günümüzde ise "yarı açık sistemler" bir binanın en azından taşıyıcı sistemini oluşturan bir bileşen takımı olarak tasarlanmakta ve kullanılmaktadır. Bu sistemlerde, katalogda tasarlayıcıya sunulmuş olan, değişik alternatif çözümler üretmeye elverişli ve tek bir firmaya ait bileşenlerdir. Ancak bu bileşenlerin konumlandırılmasını yönlendiren ortak kurallar vardır (Şener, 1990).

Yarı açık sistemler ;

- "bir strüktür, bir kabuk, duruma göre ikinci derecede yapı ve ekipman bileşenleri bütünüdür" veya
- "değişik mimaride binaların yapımına olanak veren bir bileşenler bütünüdür".

Yukarıdaki tanımlara rağmen, bugün değişik ülkelerde ortaya konan ve açık sisteme geçişi amaçlayan sistemler; çoğunlukla kaba yapıyı veya sadece taşıyıcı sistem bileşenlerini kapsamaktadır. Bileşenler bütünü, kolon-kiriş-döşeme, kolon-döşeme, duvar-döşeme vb. biçimlerde oluşabilmektedir. Tek bir bina alanında uygulanabildiği gibi farklı bina tipolojilerini de kapsayabilmektedir. Açık endüstrileşme sürecini hızlandıran yaklaşımlardan birisi olan "yarı açık sistemler" le ilgili uygulamalar incelendiğinde iki durum söz konusu olmaktadır (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995) :

- Ya ulusal ölçekte, farklı üreticiler tarafından bileşenleri üretilen ve bazen devletin yönlendiriciliğinde ve teşvikiyle gelişen bir sistemdir. Örneğin; Finlandiya' da 1970' li yıllarda geliştirilen ve hala değişik bina alanında kullanılan BES sistemi bu niteliktedir.

- Ya da, firmaların bağımsız olarak kendi teknolojileri ile geliştirdikleri sistemlerdir. Bu yaklaşımda önerilen yarı açık sistemin, saptanmış olan açık endüstrileşme hedeflerine uygunluğu açısından bir değerlendirmesi yapılarak devlet tarafından onayı söz konusu olabilmektedir. Örneğin; Fransa' da 1979-1980 yılları arasında yapılan uygulamalar bu yönde olmuştur.

4.1.3 Yarı açık sistemlerin nitelikleri

Yarı açık sistemlerin genel olarak aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir:

- Bir binanın yapı sistemini oluşturmak üzere tasarlanmış sınırlı sayı ve tipte bileşen, hızlı bir şekilde stok üzerinden yararlanılabilir durumdadır. Sistem bileşenlerine ilişkin tüm karakteristikler bir katalog üzerinde tanıtılmaktadır.
- Sistemi oluşturan bileşenler hızlı ve basit bir şekilde bir araya getirilmektedir. Bileşenlerin uyumlu bir şekilde bir araya gelebilmesi ise, ya ülke ölçeğinde geçerli olmak üzere ortaya konmuş ortak uzlaşma kurallarına (konvansiyonlara) uyarak, ya da sadece sistem için ortaya konmuş ortak uzlaşma kurallarına uymakla mümkün olmaktadır.
- Sistem bileşenlerinin üretimi ile uygulanması arasında bağımsızlık vardır.
- Sistemin bütün bileşenleri fabrikada üretilmektedir ve bir katalog içinde kullanıcıya sunulmaktadır.
- Sistemin bütün bileşenleri özel bir projeden bağımsız olarak tasarlanmaktadırlar.
- Bir binanın kaba yapısını oluşturacak biçimde tasarlanmış olan sistem bileşenleri, tasarlayıcılara değişik mimari çözüm alternatiflerini üretme olanağı vermektedir.

Yukarıda açıklanan nitelikler sistemin açıklık derecesini ortaya koymak için gerekli kriterler olarak değerlendirilmelidir (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995).

4.1.4 Yarı açık sistemlerin katalog verileri

Tasarımı bitmiş, bileşenleri tanımlanmış, uzlaşma kuralları ortaya konmuş ve kullanıcının hizmetine sunulmuş olan bir yarı açık sistem için temel enformasyon aracı "sistem katalogları" olmaktadır. Üretici firmalar tarafından ortaya konmuş "sistem katalogları" incelendiğinde aşağıdaki başlıklarda verilerin sunulduğu görülmektedir (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995).

- Sistemin genel prensipleri ve hedeflerine ilişkin bilgiler;
    - Sistemin hedefleri
    - Program tipleri
        - Hangi tip binalar için uygulanacağı
    - Sistemin sınırları
        - Sistemin olanak tanıdığı maksimum kat sayısı
    - Bodrum katlarda sağladığı olanaklar
    - Temel yapısal prensipler;
        - Sistemin, bileşen ailelerine bağlı olarak yapısal özellikler
        - Yetkili kurumların sisteme ilişkin teknik rapor ve görüşleri
- Sisteme ilişkin bilgiler;
    - Sistemin bileşenleri
    - Bileşenlerin birbirleri ile birleşmesi
    - Sistemin geometrisi
        - Kullanılan ızgaralar
        - Bileşenlerin yatay ızgara üzerinde yerleşme kuralları
        - Boşluklar (merdiven, baca, vb.)
        - Kesit ve cephelerde yerleşme kuralları
        - Döşeme ve duvarda delik açma kuralları
        - Ekipman ve diğer yardımcı bileşenler
- Sistemin esnekliğine ilişkin bilgiler;
    - Sistemin özel kullanımları;
        - Değişik problemlere sistemin uyum kapasitesi
        - Balkon ve locaların durumu
        - Ara ve son katlarda teras olanakları
        - Köşe pencereleri vb.
    - Teknik açıklığa ilişkin bilgiler
        - Bileşen ailesi seviyesinde
        - Bileşen seviyesinde
- Kaliteye ilişkin performans bilgileri;
    - Kabul edilebilir yükler
    - Yalıtım ve duvar katmanları
    - Yalıtım katsayıları

- Sese ilişkin
- Termik özelliğe ilişkin

- Uygulama koşullarına ilişkin bilgileri;
  - Nakliye
  - Şantiye organizasyonu
  - El işçiliği ve montaj
  - Beceri ve bilginin yaygınlığı
- Maliyetlerin hesabı

Yukarıda ortaya konan bilgi sistematiği, bu tez çalışması için geliştirilmiş olan ve yurt içi sistemlerin envanteri için yararlanılan anket formunun da kaynağını oluşturmaktadır. Hafif çelik yapım teknolojisi ile ilgili dünyada ortaya konan yapım kuralları, taşıyıcı sistem limitleri ve sistemin kuruluş olanakları incelendikten sonra Türkiye' de üretici firmalar ve katalogları incelenmiş, mevcut yasa, yönetmelik ve olanaklar açısından değerlendirilerek, uygulanabilir nitelikte yarı açık sistemin ortak kuralları da yukarıdaki bilgi sistematiği içinde ortaya konulmaktadır.

4.1.5 Yarı açık sistem ile tasarım

Uygulamalar değerlendirildiğinde yarı açık sisteme ilişkin olarak tasarlayıcının rolü; tasarımı bitmiş ve kullanıma hazır bir yarı açık sistemin verilerinden hareket ederek, değişik tip ve içerikte ihtiyaç programlarına ve çevreye uygun mimari çözümleri ortaya koymaktır. Bu aşamada tüm tasarlayıcıların, sistem kataloglarında olan yarı açık sistemle çalışma olanağı mevcuttur. Tasarlayıcı, ortak uzlaşma kurallarına (konvansiyonlara) uygun olarak binanın "taşıyıcı sistemi" ni, önceden katalog üzerinde tanıtılmış ve sunulmuş olan bir sistemin sınırlı sayı ve tipteki bileşenlerinden seçerek oluşturmak zorundadır. Binanın yapısının geri kalan kısmı için, sistemin tanıdığı olanaklar içinde diğer kaynaklı bileşenlere başvurabilecektir (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995).

4.1.6 Tasarlayıcının ürettiği grafik belgeler

Yarı açık sistem ile tasarlama yapan tasarlayıcının ortaya koyduğu grafik belgeler, geleneksel sistemle tasarlama sonucu ortaya çıkan belgelerden farklı olarak aşağıdaki başlıklarda toplanmaktadır (Atasoy, Şener, Pulat, Erem, 1995; Şener, 1990).

- Mimari plan: Tasarlamada veri olarak alınan yarı açık sistemin "boyutsal koordinasyon kuralları" na uygun olarak çizilmiş ve mimari anlatımı amaçlayan bir belgedir.
- Taşıyıcı sistem (iskelet) bileşenleri planı: sadece düşey ve yatay taşıyıcı sistem bileşenlerinin ifade edildiği plandır.
- Kabuk bileşenleri planı: Binanın yapısının, dış ortamla ayırıcısı durumunda olan bileşenleri gösteren plandır. Bu planda sadece cephe duvar bileşenleri ifade edilmektedir.
- İç bölücü bileşenler planı: Söz konusu planda boyutsal koordinasyonu sağlayan modüler ızgara üzerinde, mimari plana bağlı olarak sadece "iç bölücü bileşenler" yer almaktadır.
- Ekipman bileşenleri planı: Sistemin modüler ızgarası üzerinde mimari plana bağlı olarak ekipman için gerekli baca delikleri, baca bileşenleri ve diğer ekipman kapsamına giren (tesisat duvarları, tesisat banketleri vb.) bileşenler gözükmektedir.
- Koordinasyon planı: Tüm bileşen ailelerine ait planların üst üste çakıştırılmasıyla oluşturulmuş bir plandır.

Yukarıda açıklanan belgelerin uygulamadaki amacı, yapımda kullanılacak bileşenlerin tiplerine ve niteliklerine bağlı olarak dökümünün yapılabilmesi ve şantiye için siparişinin verilebilmesidir. Ek A' da tasarlanan hafif çelik yapı sisteminin projelendirilmesinde bu prensiplere göre grafik belgeler üretilmiştir. Bu tez çalışmasında ortaya konan yarı açık hafif çelik yapım sistemi ile tasarlanacak olan bir konuta ilişkin grafik belgeler de yukarıda tanımlandığı şekilde hazırlanmalıdır.

4.2 Türkiye' de Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Üretimi / Önerilen Sistem

Ülkemizde yapısal çeliğin kullanımı büyük oranda sanayi yapılarında gerçekleşmektedir. Sanayi yapılarının projelendirmesini, uygulamasını yapabilecek pek çok firma mevcuttur. Firmalar bazında ve teknik kadrolar bazında var olan bu teknik deneyim, yapısal çeliğin konut alanında kullanımına yönelik olarak değerlendirilmekte ve sektörde hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sisteminin araştırmasını yapan firma sayısı artmaktadır. Son yıllarda inşaat sektörünün de canlanması ile birlikte konuyla direkt veya dolaylı ilgilenen firma sayısında kayda

değer bir artış görülmektedir. Bu firmaların bir kısmı sistem geliştirme çalışmasını tamamlamış ve inşaat sektöründe aktif üretim yapmakta (A), bir kısmı yalnızca bileşen (profil) üretimi gerçekleştirerek sektöre hazır bileşen tedariki sağlamakta (B), bir kısmı sektördeki diğer bileşen üreticilerinden hazır profil tedarik ederek proje tasarım ve montaj hizmeti vermekte (C), bir kısmı ise sistem geliştirme çalışmasını tamamlamıştır ve konut yapan ve konut üretimlerini yeni gerçekleştirmektedirler (D). Firma görüşmeleri neticesinde, firmaların hafif çelik taşıyıcılı konut teknik ve ekonomik üretim kapasiteleri yöntem olarak envanter bilgi föylerinin doldurulmasıyla değerlendirilmektedir. A ve B maddelerinde belirtilen kuruluşlara ait bilgiler envanter föyüne işlenmekte, C ve D maddelerindeki diğer kuruluşlara envanter çalışmasında yer verilmemektedir.

A. Bileşen üretimi, yapım sistemi tasarım hizmeti ve montaj hizmeti gerçekleştiren kuruluşlar (yapım sistemi kataloğuna sahip kuruluşlar)

1- Akşan Etüt Müş. Müh. İnş. A.Ş., İstanbul (Ek B1)
2- Köşk Çelik Yapı İnşaat Sanayi ve Dış Ticaret Ltd.Şti., İstanbul (Ek B2)
3- Proev Yapı Endüstrisi San. Ve Tic. AŞ., İstanbul (Ek B3)
4- Badeçelik Konstrüksiyon İnş. San. Tic. Ltd. Şti., Ankara (Ek B4)

B. Yalnızca bileşen üretimi gerçekleştiren kuruluşlar

1- Profacto (Köşk Çelik Yapı' ya bağlı marka), İstanbul (Ek B5)
2- Park Panel AŞ., Kocaeli (Ek B6)
3- Sadef, Belçika (Ek B7)

C. Tasarım / proje hizmeti ve montaj hizmeti gerçekleştiren kuruluşlar

1- Eston Villa, Eston Yapı A.Ş., İstanbul
2- Anka Çelik Yapı Sistemleri Ltd. Şti, Istanbul
3- Atlantis Yapı, Ankara, İstanbul
4- Arev Çelik Konut Sistemleri Tic. Ltd., Ankara
5- Kent Yapı Tasarım Ltd. Şti., İstanbul
6- Erke Mim. Müh. Müşav. Müteahhitlik İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul

D. Bileşen üretimi, yapım sistemi tasarım hizmeti ve montaj hizmeti gerçekleştiren kuruluşlar (sistem geliştirme çalışmasına devam eden ve yapım sistemi kataloğuna sahip olmayan kuruluşlar)

1- Villa Yapı Müh. San. ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul
2- Sarp Villa Müh. Mim. İnş. San. Tic. Ltd. Şti., Ankara
3- Şeker Ev Hazır Ev Yapı Endüstrisi, Bursa
4- Ankuva Prefabrik, Ankara
5- Apec Çelik Yapı Sistemleri San. Tic. A.Ş. İstanbul
6- Amerikan Evi, Bursa

Hafif çelik taşıyıcı sistem tasarımında kullanılan ülkemizde geçerli ulusal nitelikli standartlar aşağıda verilmektedir;

- TS 11372 - Soğukta şekil verilmiş profillerle oluşturulan çelik yapıların hesap kuralları, 1994
- TS 498 - Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri, 1997
- TS 648 - Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları, 1980
- Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, 2007
- TS 914 EN ISO 1461 - Demir ve çelikten yapılmış malzemeler üzerine sıcak daldırılmış galvaniz kaplamalar - özellikler ve deney metotları, 2001
- TS EN 1993-1-3 (1996) Çelik yapıların projelendirilmesi – soğukta biçimlendirilmiş ince ölçülü elemanlar ve sacla kaplama için genel kurallar

Bu tez çalışmasında tariflenen tasarım verilerine göre tasarlanan bir hafif çelik yapım sistemi mutlaka yukarıda tanımlanan ülkemizde geçerli standart , şartname ve yönetmeliklere göre statik analiz ile doğrulanmalı ve nihai taşıyıcı sistem bileşen tipi ve boyutları bu analize göre seçilmelidir.

Yukarıda belirtilen Türk Standartlarının tamamı yük hesaplamaları konusundadır. Ülkemizde hafif çelik taşıyıcı sistem tasarımında kullanılabilecek standart ve şartname bulunmaması dolayısıyla yurtdışı kaynaklı standartlar kullanılmaktadır.

Amerika' da AISI kodları, Avrupa' da Eurocode 3: bölüm 1.3 (ENV 1993-1-3) kodları, Almanya' da DIN kodları kullanılmakta olup, bu kodlardan türetilmiş çeşitli ülkelerin kendi kodları bulunmaktadır (Yu, 2000).

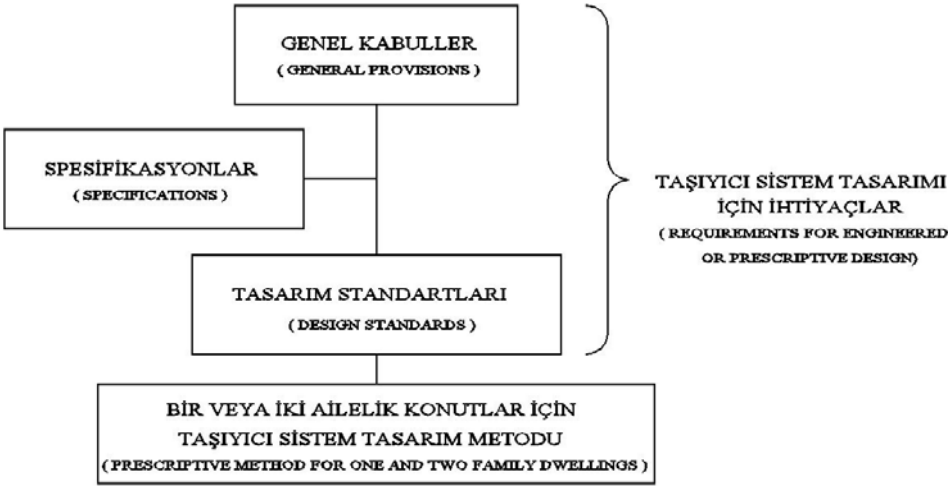
Hafif çelik sistemin yaygın olarak kullanıldığı Kuzey Amerika' da geçerli aşağıda belirtilen kuruluşların yayınladıkları standartlar esas alınmaktadır;

- American Institute of Steel Construction Inc. (AISC), Chicago, Amerika
- American Iron and Steel Institute (AISI), Washington, Amerika
- North American Steel Framing Alliance (NASFA), Washington, Amerika
- Cold-Formed Steel Engineers Institute (CFSEI), Washington, Amerika
- U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD), Washington, Amerika
- National Association of Home Builders (NAHB), Washington, Amerika
- Steel Stud Manufacturers Association (SSMA), Chicago, Amerika
- Canadian Sheet Steel Building Institute (CSSBI), Cambridge, Ontario, Kanada

Hafif çelik yapı ile ilgili ilk spesifikasyon 1946' da Amerika Demir Çelik Enstitüsü (AISI) sponsorluğunda Cornell Üniversitesi' nde Prof. George Winter tarafından hazırlanmıştır (Yu, 2000). Amerika Demir Çelik Enstitüsü tarafından hafif çelik yapı hesabında kullanılmak üzere yayınlanan "Load and Resistance Design Factor-LRFD" ve "Allowable Stress Design-ASD" metodu olarak tanımlanan her iki metod ta ayrı ayrı eşit düzeyde kabul edilmektedir, ancak birleştirilerek kullanılmaması tavsiye edilmektedir (Yu, 2000; NAHB, 2001).

Hesap metodu haricinde hafif çelik yapı temel tasarım kriterlerinin eksikliği, uygulayıcılar ve onay makamları tarafından bu yapım sisteminin daha geniş çapta kabul görmesini engellemiştir. Bu eksikliği gidermek için ulusal konut üreticileri birliği (National Association of Home Builders – NAHB) araştırma merkezi tarafından 1997 yılında hafif çelik taşıyıcı sistem tasarımı metodu (prescriptive method) yayınlanmış olup, uluslararası kod birliği (International Code Council - ICC) tarafından da kabul edilmiş olup, bir ve iki katlı konutlar kısmına dahil edilmiştir (NAHB, 1997b).

Tasarımda kullanılacak belgelere ilişkin hiyerarşi Şekil 4.1' deki gibi kabul edilmektedir.



Şekil 4.1 : Belge hiyerarşisi (Larson, 2007, s. 2).

Amerikan demir ve çelik birliği hafif çelik yapı sektöründe yasal kısıtlamaları azaltmak ve konut sektöründe hafif çelik yapım sistemine güvenilirliği artırmak ve rekabet edebilir kılmak amacıyla çerçeve sistemlere ilişkin standart komitesini (AISI Committee on Framing Standards-COFS) oluşturmuştur. Bu komite 2004 ve 2005 yılında aşağıdaki çalışmaları yayınlamıştır.

- Code of standard practice for cold-formed steel structural framing (AISI, 2005)
- North American standard for cold-formed steel framing – product data 2004
- Genel kabuller (general provisions AISI, 2004b)
- Lento tasarımı (header design - AISI, 2004c)
- Stabilite tasarımı (lateral design - AISI, 2004d)
- Döşeme kirişi tasarımı (truss design - AISI, 2004e)
- Duvar dikme tasarımı (wall stud design - AISI, 2004f)
- Prescriptive method (AISI, 2004g)

Hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemlerinin tasarımına ilişkin uluslararası nitelikli standartlar;

- Prescriptive method for residential cold formed steel framing, NASFA 2000
- Low-rise residential construction details, NASFA (North American Steel Framing Alliance), March 2000
- Load and resistance factor design specification for structural steel buildings. AISC-LRFD, 1996. Türkiye'deki "Taşıma Gücü Yöntemi" ile aynı

prensiptedir. Çelik yapılar için TS 4561'de "Plastik Teori" olarak da adlandırılmaktadır.

- Specification for the design of cold-formed steel structural members, AISI (American Iron and Steel Institute), 2004
- Specifications for the design, fabrication and erection of structural steel for buildings, AISC (American Institute of Steel Construction Inc.)
- Code of standard practice for cold-formed steel structural framing practice, AISI (American Iron and Steel Institute), September 2006
- Specification for structural steel buildings, ANSI/AISC 360-05, AISC (American Institute of Steel Construction), March 9, 2005
- Acceptance criteria for steel deck roof and floor systems, ICC (International Code Council) evaluation service, AC 43, March 01, 2008
- Cold-formed steel details, SSMA (Steel Stud Manufacturers Association)
- Product technical information ICBO ER-4943P, SSMA (Steel Stud Manufacturers Association)
- The lightweight steel frame house construction handbook, CSSBI (Canadian Sheet Steel Building Institute), 2005
- Lightweight steel framing details, CSSBI (Canadian Sheet Steel Building Institute), 2004
- Lightweight structural framing system for commercial and residential construction, *The Bailey Group of Associated Companies,* Canada
- CSA-S136 cold formed steel structural members limit states design
- ASTM A446, A653

Ayrıca bina ve konut tasarımına ilişkin uluslararası nitelikli standartlar olarak;

- 2006 international building code, ICC (International Code Council)
- 2006 international residential code, ICC (International Code Council)

kullanılmaktadır.

4.3 Önerilen Sistemin Genel Prensipleri

Hafif çelik yapım sistemi taşıyıcı sistem olarak ahşap çerçeve sistemler ile aynı prensiplere sahiptir. Dolu kesitli ahşap dikme ve kirişler yerine ince cidarlı levhadan oluşturulmuş dikme ve kirişler kullanılır. Ahşabın ve çeliğin malzeme fiziksel ve

kimyasal özellikleri birbirinden farklı olduğundan dolayı dinamik yük altında ve yangın yükü altındaki davranış biçimleri de farklı olmaktadır.

Yarı açık hafif çelik yapım sistemi çalışmasında dikme konstrüksiyon olarak duvar ve döşeme taşıyıcısının birbiri ile bağlantı ve yük aktarımı özellikleri açısından platform sistem kulanılmaktadır.

4.3.1 Sistemin hedefleri

Ülkemizde çelik kullanımının azlığı ve bina alanında açık veya yarı açık endüstrileşmeye geçilmemiş olması teknolojik imkanların konut alanına uygulanması problemini halen canlı tutmaktadır. Bu alanda yapılmış farklı disiplinlerdeki araştırmalardan konut piyasası ülkemizin ekonomik ve politik şartlarından ötürü yeterince faydalanamamıştır. Yapısal çeliğin konut pazarında çok düşük paya sahip olması sorunu, üretici ve tasarımcılar açısından güncelliğini halen korumaktadır.

Şu an için kapalı endüstrileşme süreci olarak değerlendirilmesine rağmen, yapım sisteminin kuruluşuna, üretilen taşıyıcı sistem bileşenlerine ve bu bileşenlerin birbirleriyle birleşmelerine bakıldığında açık veya yarı açık endüstrileşme sürecine geçiş potansiyelinin olduğu görülmektedir. Kullanılan ulusal ve uluslar arası standart ve şartnamelere ve teknolojik olarak taşıyıcı sistem çözümünün gerekliliklerine bağlı olarak sektörde faaliyet gösteren firmaların bileşen boyutları birbirini tekrar etmektedir. Ancak her firma kendi bileşen imalatını gerçekleştirmektedir. Ulusal şartnamelerin hazırlanması, sistem bileşenlerinin standardizasyonu ile açık endüstrileşmeye yönelmenin mümkün olduğu görülmektedir. Ancak açık endüstrileşmeye geçişte ara çözüm olarak yarı açık sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Önerilen yarı açık sisteme, Türkiye' de hafif çelik yapı sektöründe faaliyet gösteren üretici firmalar birbirlerinden bağımsız olarak bileşen üreterek katkı yapabileceklerdir. Ayrıca, tasarlayıcılar, ortaya konmuş olan sınırları tanımlanmış ortak kuralları kullanarak, sınırlı sayıda bileşen ile yarı açık hafif çelik yapım sistem tasarımını gerçekleştirebileceklerdir.

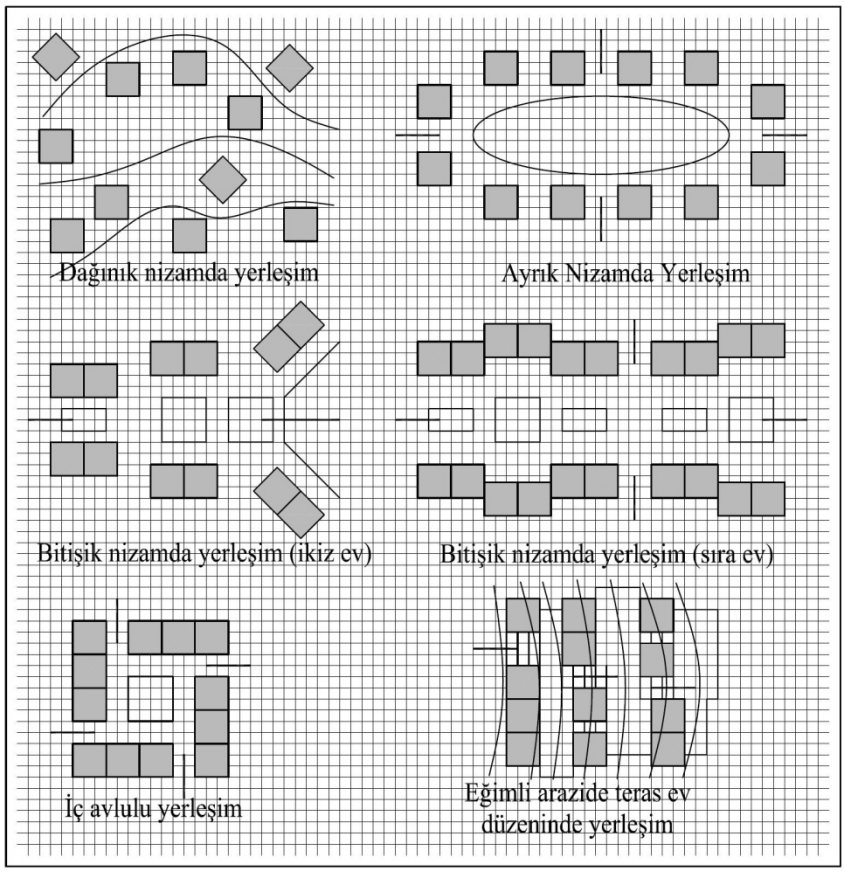
4.3.2 Program tipleri

Hafif çelik yapılar teknik olarak 3 kat ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırma tüm program tipleri için az katlı yapıları zorunlu kılmaktadır. Bu bakımdan en fazla 3 kat ile az katlı olarak sınırlandırılarak hafif çelik yapıların kullanılabileceği program tipleri aşağıdaki gibidir;

- Konutlar
- İdari ve ofis binaları
- Eğitim binaları
- Konaklama binaları (yurt, otel, pansiyon, vb.)
- Afet konutları (geçici konut yapımı hızında kalıcı konut yapılabilmektedir)
- Depo ve hangarlar

Bölüm 2‘ deki “Türkiye‘ de Konut Üretimi“ analizleri sonuçlarına göre yukarıda belirtilen program tipleri arasından bu tez çalışmasında “az katlı konutlar“ a yer verilmektedir.

Doku düzeyinde (tissue level) az katlı konutlar; dağınık nizam, ayrık nizam, bitişik nizam (ikiz ev), bitişik nizam (sıra ev), iç avlulu ve teras ev yerleşim düzeninde düzenlenebilmektedir (Şekil 4.2). Bölüm 4.3.3‘ te taşıyıcı sistem düzeyinde (support level) temel modül 3M olarak alınmıştır ve bu modülün katı olarak doku düzeyinde (tissue level) temel modül 12M olarak alınmaktadır.



Şekil 4.2 : Doku düzeyinde konut yerleşim tipleri (temel modül = 12M).

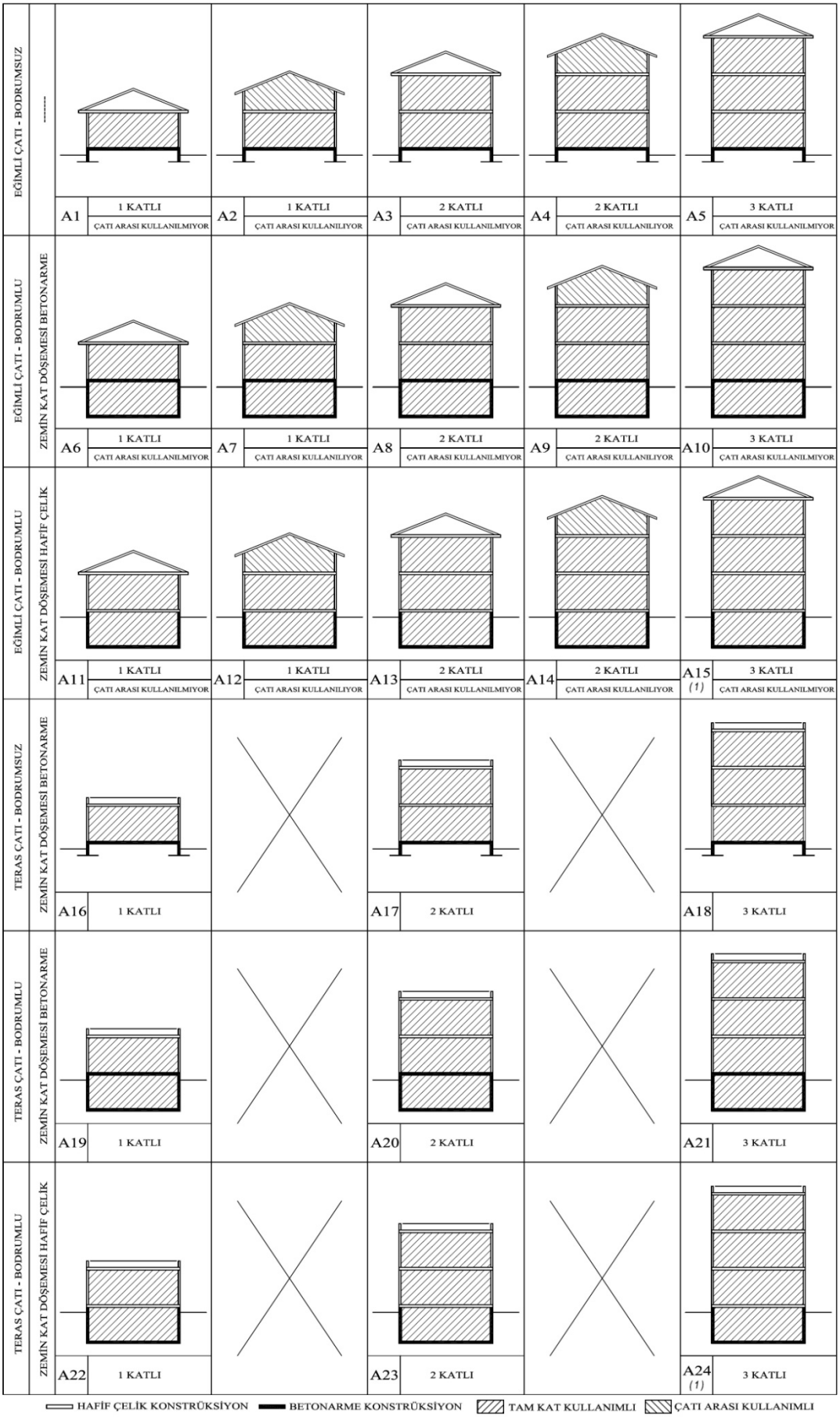
4.3.3 Sistemin sınırları

Kuzey Amerika Çelik Birliği'ne (NASFA) göre hafif çelik yapılar en fazla bir bodrum ve iki kattan oluşabilmektedir (NASFA, 2000). Bu sınırlandırmaya rağmen üç katlı yapılar da hafif çelik yapım sistemi ile inşa edilebilir. Amerika haricinde, Japonya ve Almanya gibi ülkelerde örnekleri vardır. Hafif çelik taşıyıcı sistem, bodrum kat olmadığı durumda; betonarme temel üzerine inşa edilmekte, bodrum kat olduğu durumda; betonarme bodrum kat üzerine inşa edilmektedir. Yarı açık sistemde kabul edilen hafif çelik yapılara ilişkin sınırlandırmalara Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2' de değinilmektedir.

Çizelge 4.1 : Taşıyıcı sisteme ilişkin limitler.

NİTELİKLER	LİMİTLER	AÇIKLAMALAR
Bina Ölçüleri (maksimum)	En 12 m	Döşeme kirişine paralel yönde
	Boy 18 m	Döşeme kirişine dik yönde
Bina Taban Alanı (TAKS)	200 m2	Kuzey Amerika şartnameleri 200 m2 ile sınırlandırmıştır.Bölüm 2' de Türkiye' de konut üretimine bakıldığında az katlı konutlarda bina taban alanı olarak genel tercih 200 m2' nin altında olduğu görülmekte ve burada tanımlanan yarı açık sistemde uygulanabilir niteliktedir.
Kat Sayısı	3 Kat	Kuzey Amerika şartnamelerine göre hafif çelik yapılar en fazla iki kattan oluşabilmekte, ancak Amerika haricinde, Japonya ve Almanya gibi ülkelerde üç katlı örnekleri bulunmaktadır.
Taşıyıcı Duvar Yüksekliği (Dikme boyu)	270 cm 300 cm 330 cm	Taşıyıcı duvar yüksekliğini Kuzey Amerika şartnameleri en fazla 300 cm' ye kadar , Alman standartları 350 cm' ye kadar izin vermektedir. 2007 İstanbul İmar Yönetmeliği' ne göre konutlarda kat yüksekliği (taban döşemesi üzerinden tavan altına kadar) en az 260 cm olarak tanımlanmıştır. Yanda tanımlanan boyutlar uygulamada en çok tercih edilen ve modüler koordinasyona uyumlu boyutlardır.
Taşıyıcı Duvarda Açılabilecek En Fazla Genişlik	240 cm	Kuzey Amerika şartnameleri en fazla lento boyunu 370 cm olarak tanımlanmakta, ancak sistemin yatay kuvvetlere karşı performansı ve sistemin ekonomisi bakımından optimum çözüm olarak 240 cm' yi kabul etmektedirler.
Taşıyıcı Duvar Niteliği Olmayan, İki Kolon Arasında En Fazla Kiriş Uzunluğu	420 cm	Balkon, veranda gibi fonksiyonları yerine getirmek amacıyla oluşturulmuş döşeme ve çatılara ait döşeme kirişlerinin oturacağı ana kiriş boyu tanımlanmaktadır.
Döşeme Açıklığı	720 cm	Zemin ve 1. kat döşemesi için 200 kg/m2 hareketli yük kabul edilmektedir. Bu sebeplerden dolayı optimum değer olarak 720 cm kabul edilmektedir. Kuzey Amerika şartnameleri daha düşük hareketli yük değerleri ve çift profil kullanımı ile (iki adet C profilin sırt sırta birleştirilmesi ile) döşemede geçilebilen net açıklığın artırılabileceğini belirtmektedir.
Döşemede Açılabilecek En fazla Genişlik (Saplama Kirişi İle)	240 cm	Döşeme kirişlerine dik yönde, kasnak kirişi boyutu olarak
Konsol Mesafesi	120 cm	Kuzey Amerika şartnameleri' ne göre en fazla konsol ve saçak mesafesi 60 cm olarak tanımlanmaktadır, ancak uygulamalara bakıldığında gerek açık çıkma gerekse kapalı çıkma olarak 120 cm' ye kadar konsol yapıldığı görülmüştür. Döşeme kirişinin uzatılması dışında makas kiriş gibi çözümler ise sistem dışı çözüm olarak kabul edilmektedir.
Saçak Mesafesi	120 cm	
Yatay Modüler Koordinasyon	30 cm 60 cm	Kuzey Amerika ve Alman şartnamelerine göre dikme ve döşeme kiriş aralığı 30, 40, 50 ve 60 cm olarak alınmaktadır. Kiriş aralığı 50 cm olduğunda kaplama malzemelerinde (OSB, alçıpan boyutları) fire verilmektedir. Modüler koordinasyonu sağlayabilmek için bu çalışmada kullanılabilecek yatay ızgara boyutu optimum değer olarak 30 ve 60 cm olarak kabul edilmektedir.
Çatı Oluşumu	Teras	Teras çatı çözümünde şalümo alevi ile uygulanan bitümlü membran yerine rulo serme tip su izolasyon ürünleri kullanılabilmektedir. (örn; EPDM gibi)
	Eğimli %33 - % 100	Kuzey Amerika şartnameleri çatı eğimini %25 - %100 aralığında vermekte, Türkiye' de geçerli imar yönetmelikleri ise % 33 - % 100 aralığında sınırlandırmaktadır.

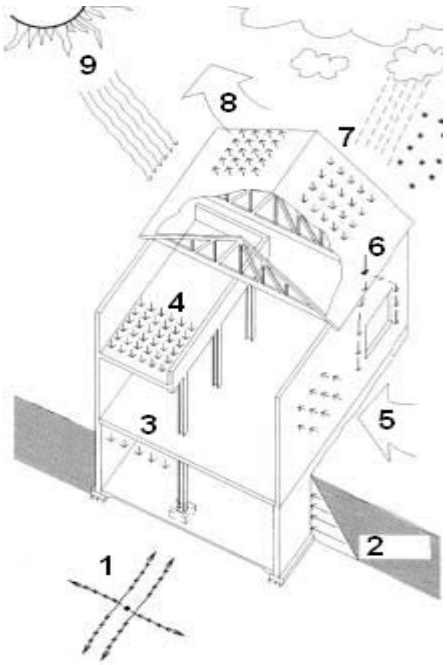
Çizelge 4.2 : Hafif çelik sistem ile kat düzenlemeleri.



(1) Kuzey Amerika şartnamelerine gore A15 ve A24 tipleri 1. derece deprem bölgesinde uygulanamaz. Diğer deprem bölgeleri için sistem, statik analiz ile doğrulanmalıdır.

4.3.4 Temel yapısal prensipler

Bir yapıya ilişkin olarak taşıyıcı sistemi çeşitli yükler etkilemektedir. Bu yükler taşıyıcı sistem çözümünde sistemi etkileyen ana verilerdir (Şekil 4.3).

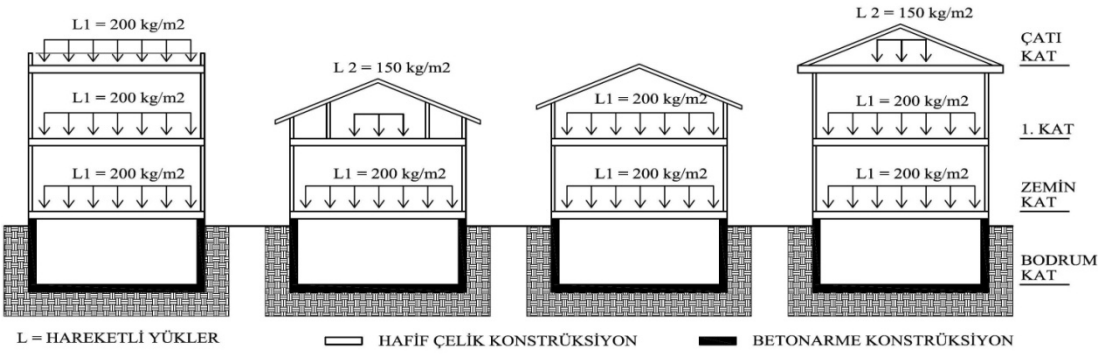


1- Deprem yükleri
2- Toprak yükleri
3- Ölü yükler
4- Hareketli yükler
5- Rüzgar yükü
6- Çatı yükleri
7- Kar yükü
8- Rüzgar emiş yükü
9- Termal yükler

Şekil 4.3 : Taşıyıcı sisteme etkiyen yükler (AISC, 2002, s. 9).

Deprem kuvvetlerine karşı bir yapının dayanımını ise binanın yüksekliği, konfigrasyonu ve tipi, strüktürel geometrisi, taşıyıcı bileşenlerin birleşim metodu, taşıyıcı bileşen tipleri, bölücü bileşen tipleri, zemin hareketi ile temel sisteminin etkileşimi belirlemektedir (NAHB, 1994).

Amerikan normlarına göre konutlarda hareketli yük olarak zemin kat döşemesinde 200 kg/m2 (40 psf) ve 1. kat döşemelerinde (yatak odası) 150 kg/m2 (30 psf) olarak kabul edilmektedir (AISI, 1993). Türk Standartlarına göre hareketli yük değerleri ise benzer nitelikte olup Şekil 4.4' deki gibidir. Hafif çelik yapıların statik analizinde kullanılacak ölü ve hareketli yük değerleri Çizelge 4.3' te görülmektedir.



Şekil 4.4 : Konutlarda kat kullanımında kabul edilen hareketli yükler (TS 498, 1997).

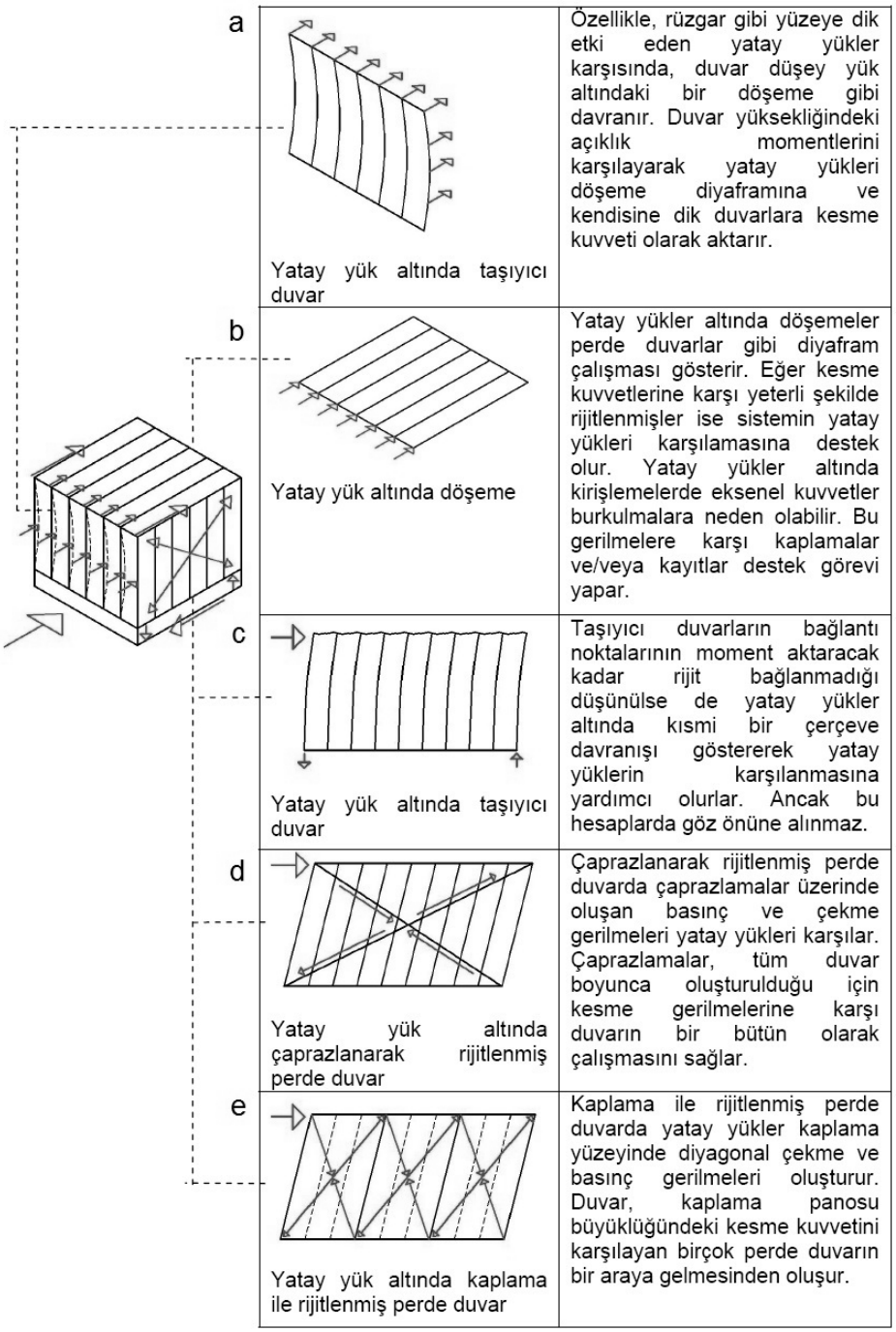
Çizelge 4.3 : Statik analiz verileri.

NİTELİKLER	LİMİTLER	AÇIKLAMALAR
Deprem Bölgesi	1,2,3,4,5	Tablodaki değerler Türkiye' de geçerli deprem bölgesi derecelerini ifade etmektedir. Kuzey Amerika şartnameleri ise sismik zone 0,1,2,3,4,5 ve kategori A,B,C,D olarak tanımlamaktadır.
Kar Yükü	160 kg/m2	TS 498' de en fazla kar yükü 160 kg/m2 olarak verilmekte, ancak hafif çelik yapılar Kuzey Amerika şartnamelerine göre 335kg/m2 kar yükü taşıyabilmektedir.
Rüzgar Hızı / Emme Hız Basıncı	166 km/s 130kg/m2	TS 498' de en fazla rüzgar hızı 166 km/s olarak verilmektedir. Hafif çelik yapılar Kuzey Amerika şartnamelerine göre şehir içi ve ormanlık alanlarda 177 km/s' lik, açık alanlarda ise 144 km/s' lik rüzgar hızına dayanabilmektedir.
Ölü Yükler		
Döşeme Ölü Yükü	48 kg/m2	Kuzey Amerika Çelik Birliği (NASFA) yönetmeliklerinde bulunmaktadır. Ancak TS 498' de bu başlıklara yer verilmemektedir.
Duvar Ölü Yükü	48 kg/m2	
Hareketli Yükler (Döşeme)		
Zemin Kat (Salon vb.)	200 kg/m2	Bodrum kat üzeri zemin kat döşemesi için
1. Kat-Yatak Od. (tam kat)	200 kg/m2	Tablodaki değerler TS 498' den alınmaktadır. Kuzey Amerika şartnamelerinde yatak odası ve çatı katlarına ilişkin daha düşük değerler tanımlanmaktadır.
1. Kat-Yatak Od. (çatı arası)	150 kg/m2	
Çatı Döşemesi (depo kullanımsız)	150 kg/m2	

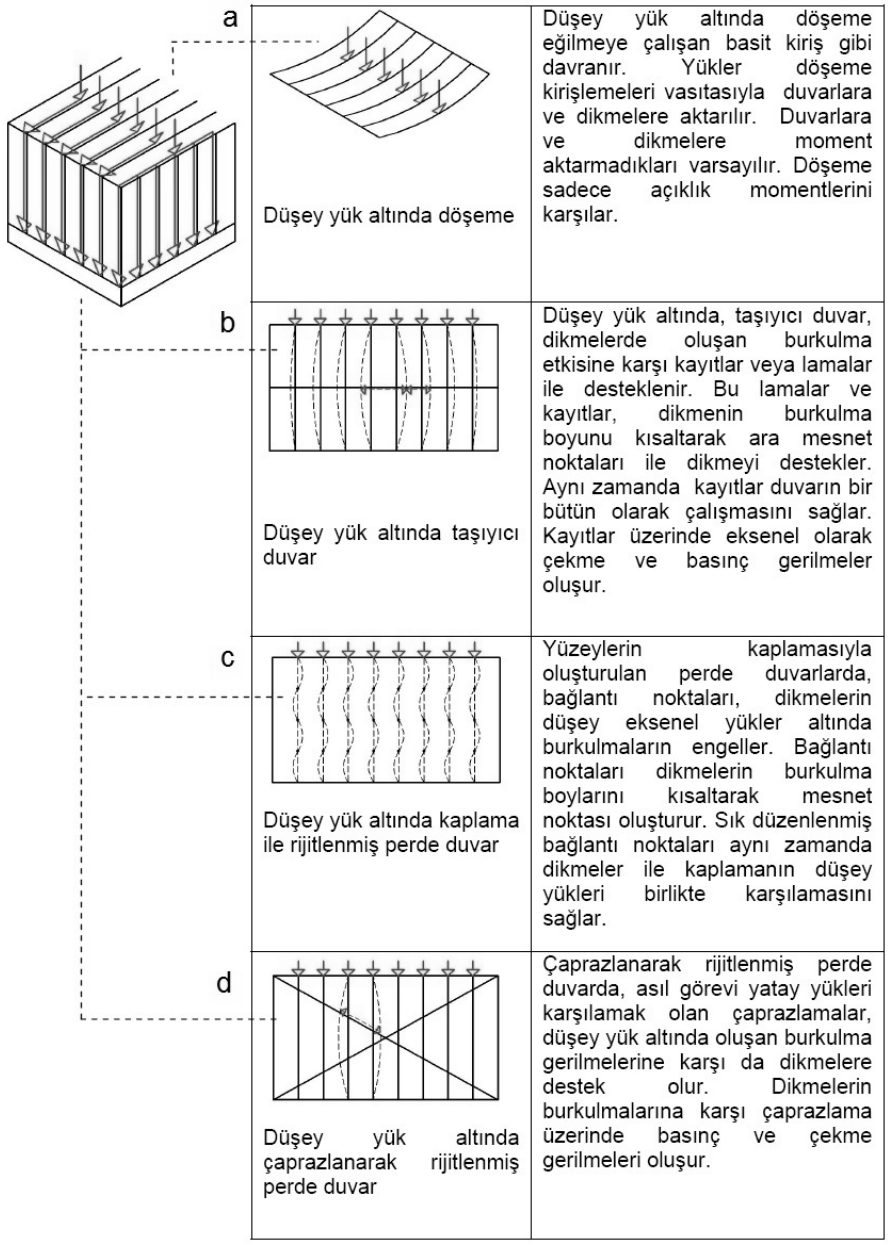
Hafif çelik taşıyıcı sistemi diğer taşıyıcı sistemlerden ayıran en temel özellik, aynı ahşap yapı sisteminde olduğu gibi sistemin taşıyıcı duvarlardan oluşmasıdır. Strüktürel analizlerde duvarlar taşıyıcı olarak alınmaktadır. Duvarlarda köşelere çok yakın geniş boşluklar oluşturulması gibi sistemin limitleri dışında özel çözümler arandığında o bölüm strüktürel analiz ile doğrulanmalıdır. Aynı şekilde, sistem limitleri dışında döşemelerde açılacak geniş boşluklar için de taşıyıcı sistem tekrar analiz edilmelidir.

Kuzey Amerika şartnamelerinde verilen tabloları doğrudan kullanarak sistem limitleri içinde taşıyıcı galvanize levha profil tipi ve kalınlığı seçilebilmektedir. Aynı şekilde kapalı endüstrileşme kapsamında çeşitli hafif çelik yapı üreticilerinin kataloglarından döşeme açıklıklarına göre ve kat sayılarına göre galvanize levha profil tipi ve kalınlığı seçilebilmektedir. Ancak, taşıyıcı sistemin strüktürel etkinliği

bir çok nedene bağlıdır ve dolaysıyla her koşulda statik analiz ile seçilen profil tipleri doğrulanmalıdır. Yatay ve düşey yük altında hafif çelik yapı sisteminin strüktürel davranışı Şekil 4.5 ve Şekil 4.6‘ da görülmektedir.



Şekil 4.5 : Yatay yük altında hafif çelik sistemin strüktürel davranışı (Ekinci, 2006).



Şekil 4.6 : Düşey yük altında hafif çelik sistemin strüktürel davranışı (Ekinci, 2006).

Şekil 4.6c ve 4.6d‘ de görüleceği üzere yalnızca kaplama ile rijitlenmiş taşıyıcı duvarın düşey yük altında performansı yalnızca çaprazlama ile rijitlenmiş taşıyıcı duvara göre daha yüksektir.

Temel duvarı, sömel ve su basman hatılı zemin durumu ve yapı yüklerine bağlı olarak yapılır ve boyutlandırılır. Hafif çelik yapılarda, yapı ölü yükünün diğer sistemlere kıyasla az olması sebebiyle temellerin de hafif ve küçük olması sağlanır.

4.4 Önerilen Sisteme İlişkin Bilgiler

4.4.1 Sistem bileşenleri

Hafif çelik taşıyıcı sistemde duvar, döşeme ve stabilite elemanları malzeme olarak galvanize sac levhadan soğuk büküm yöntemi ile elde edilmekte olup, oluşturulan taşıyıcı sistemin üzerine kaplanan malzemeler de ayrıca stabiliteye katkı sağlamaktadır.

4.4.1.1 Hafif çelik taşıyıcı sistem bileşenleri

Yapısal çelik profil kesitleri dörde ayrılmaktadır; sıcak hadde işlemli kesitler (rolled and formed sections), sıcak hadde işlemli kesitlerin kaynak ile birleştirildiği birleşik kesitler (compound sections), sıcak hadde işlemli levhaların kaynakla birleştirilmesinden oluşturulmuş yapma kesitler (built-up sections), soğuk bükme boşluklu kesitler (cold-rolled open sections) (Ang, Chiew, Lam, 2004).

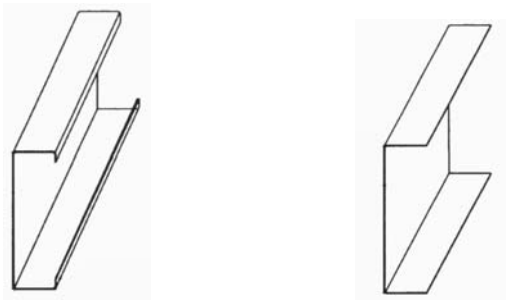
Galvanizli sac levhalar otomotiv ve beyaz eşya endüstrisinde, tersanelerde, her türlü depo, konteyner yapımında, her türlü klima tesisinde, kablo kanalları yapımında, radyatör imalatında elektrik iletim hattı direklerinde, taşıt yolu bariyerlerinde, yönlendirme tabelalarında, soba ve boru imalatında, alçıpan taşıyıcı ve çatı profili yapımında ve çeşitli yardımcı inşaat malzemeleri olarak yaygın olarak kullanılmaktadır.

Demir cevherinden çelik üretimine göre, geri dönüşümle çelik elde etmek için % 60 daha az enerji harcanmaktadır. Az katlı bir konutun hafif çelik taşıyıcı sistemi için 6 adet eski otomobilden geri dönüşüm yapılması yeterli olmaktadır (SFA, 2008).

Türkiye' de Erdemir, Borçelik, Assan Galvaniz, Tezcan Galvaniz ve Marmara Galvaniz firmaları tarafından yurt içi ve yurt dışından temin edilen sac mamül üzerine galvanizleme işlemi yapılarak, hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sisteminde taşıyıcı sistemin ana bileşeni olan galvanizli sac levha elde edilmektedir. Galvanizli sac isteğe bağlı olarak ya tam rulo, veya dilimlenmiş rulo olarak bu tesislerden temin edilebilmektedir. Çelik levha üreticilerinden veya tedarikçilerden rulo olarak alınan galvanizli levhalar, "roll forming" adı verilen bükerek şekil veren özel makineler ile istenilen ebatta ve kesitte profile (CFS-cold-formed steel profiles / soğukta şekillendirilmiş çelik profiller) dönüştürülmektedir. "Roll forming" cihazı dışında

herhangi bu boyutta büyük başka bir makineye ihtiyaç yoktur. Dolayısıyla hafif çelik taşıyıcılı yapım sisteminin üretim ayağını oluşturan fabrika ortamında bileşen imalatında, betonarme prefabrike eleman üreten bir fabrika kadar fiziksel alan ve işlem yoktur. Tek seferde 30 m' ye kadar profil çekilmesi teknik olarak mümkün olsa da, talep edilen yapı bileşeni daha küçük boyutlu olmakta ve ayrıca karayolu taşımacılığında standartların üzerine çıkılamamaktadır.

Bu bölümde, galvanize levhanın soğuk bükme ile şekillendirilerek hafif çelik taşıyıcılı sistem bileşeninin oluşturulmasındaki ana malzeme olan galvanizli sac levhanın niteliklerine ve bileşen tanımlamasına yönelik araştırmaya yer verilmektedir.



a- Dikme ve kiriş b- Başlık

Şekil 4.7 : Galvanize levha hafif çelik yapı profili

Hafif çelik yapım sisteminde taşıyıcı bileşen olarak şekil 4.7' de görülen taşıyıcılık özelliğine sahip galvanize profil kullanılmaktadır. Taşıma kapasitesine göre dikme veya döşeme kirişi olabilmektedir. Taşıma kapasitesini galvanizli sac levha niteliği, profil et kalınlığı, profil tipi ve profil boyutları belirlemektedir. Şekil 4.7a' da görülen C profil hafif çelik yapıda kullanılan ana taşıyıcı bileşeni sembolize etmektedir. Bu bölümün devamında belirtildiği üzere taşıma kapasitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar neticesinde profil tipi geliştirilmiş, sigma (∑) ve zed tipi profiller de kullanılmaya başlanmıştır. Şekil 4.7 b' de görülen başlık profili dikmelerde alt ve üst başlık olarak, döşeme kirişlerinde ise alınları kapatmaya yönelik olarak kullanılmaktadır.

Sac levha üzerine çeşitli oranlarda alüminyum alaşım karışımlı çinko koruyucu kaplama uygulanarak, korozyon direnci sağlanmaktadır. TS EN 10327' de galvanize levhaların çelik sınıfı "DX51D+Z" ve iki yüzeyde çinko kaplama ağırlığı 100 ile 600 gr/m2 aralığında tariflenmektedir. Yüzey kalitesi olarak ta "A" sınıfı (kaplandığı durumdaki yüzey) malzeme yapı uygulamalarında kullanılmaktadır. Erdemir, levha

üzerine çinko kaplama ağırlığı 100 ile 450 gr/m2 arasında değişen üretim yelpazesine sahiptir. Soğuk şekillendirmeye uygun olanlar "Erdemir 1311" kalite olarak tarif edilmekte olup üretilen soğuk haddelenmiş, çinko kaplı galvanize ruloların (GZR kodlu) kalınlıkları 0,3 mm ile 2,0 mm arasında değişmektedir (Erdemir, 2007). Amerikan standardı olan ASTM A 653/A 653 M' i (sıcak daldırma çinko kaplama ile galvanize levha standardı) esas alan "Amerikan çelik birliği" nin hafif çelik taşıyıcılı yapıların taşıyıcı bileşenlerinin iki yüzeyindeki çinko kaplama ağırlığını en az 180 gr/m2, taşıyıcı olmayan bileşenlerin en az 120 gr/m2 olması gerektiğini belirtmektedir (Çizelge 4.4) (NASFA, 2000).

Çizelge 4.4 : Çinko Kaplama Özellikleri ve Kullanım Alanları (AISI, 1996).

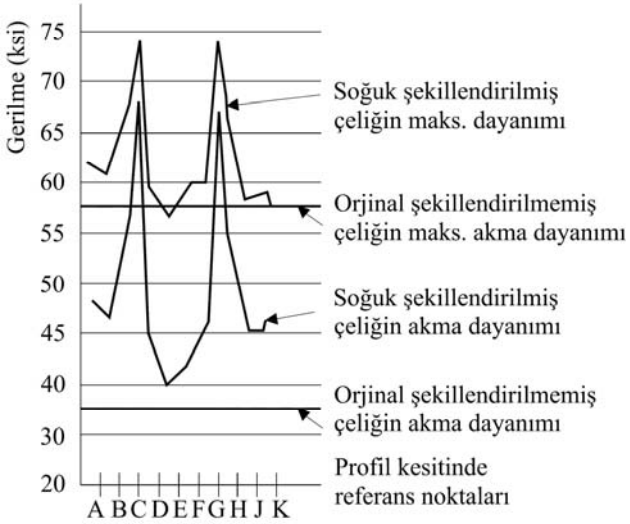
Kaplama Cinsi	İki Yüzeydeki Toplam Ağırlık		Bir Taraftaki Kaplama Kalınlığı (mikron)	ASTM A 653 / A653M' ye Göre Kullanım Alanları
	(oz/ft2)	(gr/m2)		
G40/Z120	40	120	8,5	Bölücü bileşenler
G60/Z180	60	180	12,7	Taşıyıcı bileşenler
G90/Z275	90	275	19,4	

Konutlarda taşıyıcı sistem olarak kullanılan galvanize profil bileşenlerindeki çinko kaplamada korozyon oldukça düşük orandadır. Kırsal, kentsel, kıyı ve endüstriyel bölgelerdeki uygulanmış hafif çelik yapılar üzerinde yapılan araştırma neticesinde çinko kaplamadaki korozyon miktarı 3 yıllık periyot için 0,1 mikrondan daha azdır. Taşıyıcı sistem bileşenlerinde kullanılan G60/Z180 niteliğindeki galvanize levhanın yüzeyindeki çinko kaplamanın tamamı, korozyon ile yaklaşık 381 yılda yok olmaktadır. Dolayısıyla çeliği, korozyona karşı yapı ömrü boyunca yeterince korumaktadır (AISI, 1996).

Galvanize levhalar soğuk bükme işlemi ile şekillendirilmesi sonucunda taşıma kapasitesi artırılır ve taşıyıcılık özelliği olan yapısal profillere dönüştürülür. Taşıma kapasiesi açısından soğuk şekillendirme işleminin etkisi Şekil 4.8' de görülmektedir.



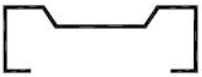
Soğuk şekillendirilmiş U profil



* Yapılan deneyler sonucunda orjinal şekillendirilmemiş çeliğe göre soğuk şekillendirme sonrasında akma dayanımında artış görülmektedir. Bu farklılık malzemenin soğuk şekillendirilmesi ile ilişkilidir.

* Dayanımın azaldığı A ve K bölgeleri için C profillere dudak eklenmiştir. D-G aralığı için dayanımın artırılmasına yönelik olarak C profillerin gövdesinde büküm sayısı artırılarak kesitte düz olan kısımların genişliğinin azaltılması ile sigma (∑) kesitlere yönelinmiştir. Dikme ve döşeme kirişlerinde kullanılan C profil ve sigma profile ilave olarak döşeme kirişlerinde zed (Z) kesitli profiller de kullanılabilmektedir.

a – Soğuk şekillendirilmiş profil üzerinde soğuk şekillendirme işleminin etkisi (U profil) (AISI, 2001c; Karen, Winter, 1967).

	Şekillendirilmemiş düz levha
	U profil (Flanşlar ile her iki uçta rijitlenmiş gövde. Gövde flanşları bir uçta rijitlerken flanşların bir ucu serbest)
	C profil (Flanşlar ile her iki uçta rijitlenmiş gövde. Gövde ve dudaklar ile rijitlenmiş flanşlar)
	∑ profil (Gövdede büküm sayısı artırılarak kesitte düz olan kısımların genişliğinin azaltılması)
	Ara bükümlerle güçlendirilmiş C profil (Gövdede büküm sayısı artırılarak kesitte düz olan kısımların genişliğinin azaltılması) *(Profil gövdesinde tesisat geçişinin zor olması nedeniyle bu profil tipi uygulamada tercih edilmemektedir.)*

b- Hafif çelik elemanların büküm noktaları ile güçlendirilmesi (AISI, 2001d, STAHL, 2002b, s. 15).

Şekil 4.8 : Çelik levhada soğuk şekillendirmenin taşıyıcı bileşene etkisi

Genel olarak bina taşıyıcı sisteminde kullanılan hafif çelik malzeme olarak akma dayanımı (yield strength) 2200 – 5500 kgf/cm2 aralığında kabul edilmekte olup, profil kalınlığı olarak 0.5 - 3.0 mm aralığında üretim gerçekleştirilmektedir (Hara,

Kaitila, Kupari, Outinen, Perttola, 2000; Larson, 2007). Amerikan standartları olan ASTM A653, A792 ve A875' e göre ise hafif çelik yapıda kullanılacak galvanizli sac levhaların minimum akma dayanımı 33 ksi (2320,23 kgf/cm2) olmalıdır. Çizelge 4.5' te hafif çelik yapıda kullanılacak galvanize levhaların, levha kalınlığına bağlı olması gereken minimum akma dayanımı gösterilmektedir.

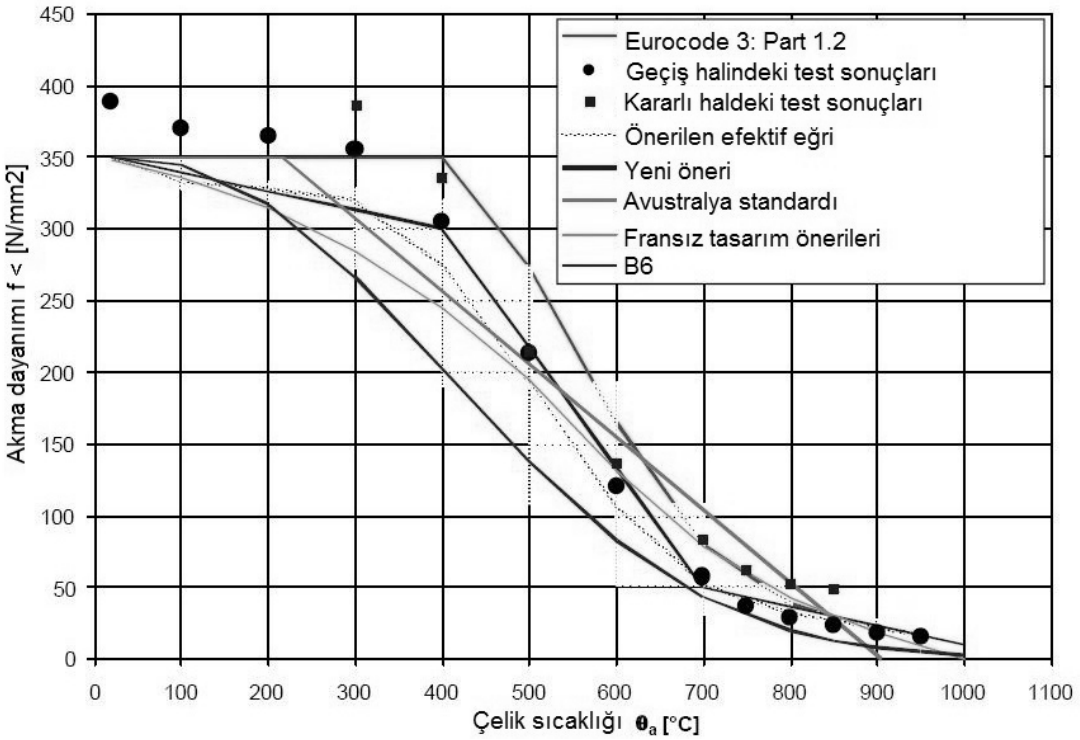
Çizelge 4.5 : Levha kalınlığına bağlı minimum çelik akma dayanımı (AISI, 2001a).

Levha Kalınlığı		**Çelik Akma Dayanımı**	
Imperial	SI	Imperial	SI
43 - 54 mil	0,84-1,4 mm	33 KSI	2320,23 kgf/cm2
54 mil ve >	1,4 mm ve >	50 KSI	3515,50 kgf/cm2

Amerikan Demir ve Çelik Enstitüsü'nün (AISI) hazırlamış olduğu "Soğuk Şekillendirilmiş Çelik Strüktürel Elemanlar İçin Kuzey Amerika Şartnamesi" minimum 0,84 mm kalınlığında çelik kullanılmasına izin verirken, Alman DASt-Richtlinie 016 ve Avrupa Eurocode 3 standartları strüktürel elemanlarda minimum 1,0 mm olması koşulunu getirmiştir. Bu tez çalışmasındaki yarı açık sistemde tüm bileşenler için minimum 1,0 mm levha kalınlığı kabul edilmektedir.

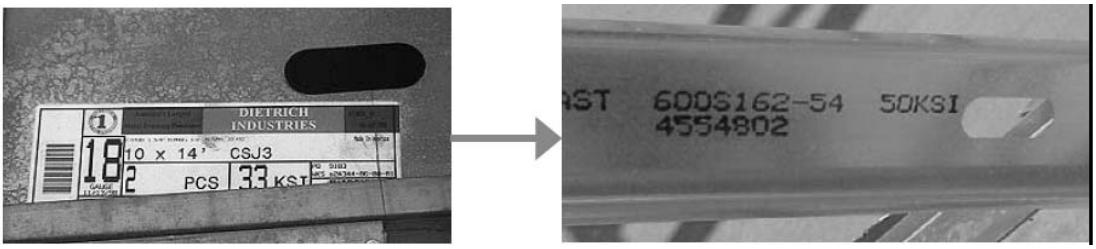
Hafif çelik yapıda kullanılan tüm çelik malzemeler benzer mekanik özellikte olmalıdır. Normal şartlarda ki statik hesaplamalar -34 °C ile +93 °C aralığında geçerlidir (Yu, 2000).

Yangın yükü hesaplamaları için Avrupa' da Eurocode 3, Part 1.2 (ENV 1993-1-2:1995) kullanılmaktadır (Kaitila, 2000). Şekil 4.9' da çelik malzemenin yangın durumunda sıcaklığa bağlı taşıyıcılık kapasitesi görülmektedir. 400 °C' den sonra taşıyıcılık kapasitesini önemli ölçüde kaybetmektedir.



Şekil 4.9 : S350GD+Z özellikli çeliğin sıcaklığa bağlı akma dayanımı çeşitli standartlara göre karşılaştırılması (Kaitila, 2000).

Fabrika ortamında üretim aşamasında galvanize çelik profillerin üzerinde minimum 120 cm' de bir aks aralığında etiketleme yapılmalıdır (NASFA, 2000). Şekil 4.10 b' de görülen yöntem günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.



a - Eski yöntem b - Yeni yöntem

Şekil 4.10 : Üretim aşamasında etiketleme yöntemleri.

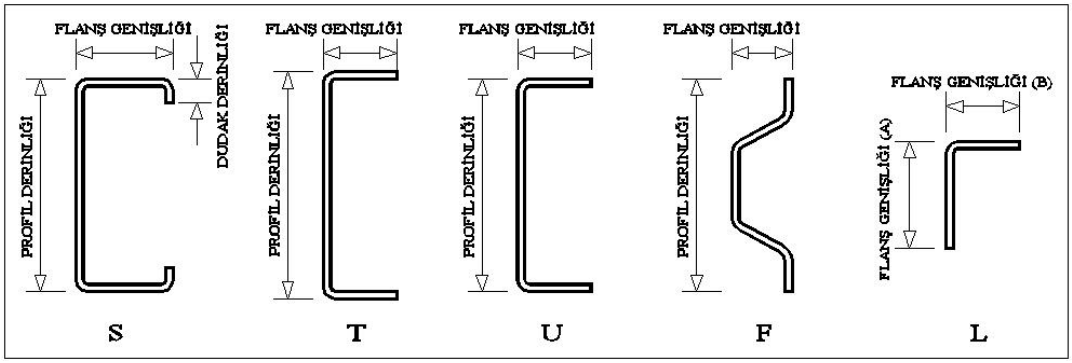
Hafif çelik taşıyıcı galvanize profil ürünün tanımlanması İngiliz-Amerikan (Imperial) ölçü sistemine göre mil cinsinden tarif edilmekte olup Şekil 4.11' de metrik (Metric-SI) ölçü sistemdeki karşılığı ve bileşenlere ilişkin kodlandırmanın nasıl yapıldığı belirtilmektedir.

a- Galvanize profil kalınlığı tanımlaması

Etiketlemede Kullanılan Profil Kalınlığı (mil)	Levha Kalınlığı		Hesap Kalınlığı		Ref. Gauge Numarası	ASTM C 955 Renk Kodu
	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)		
18	0,0179	0,455	0,0188	0,478	25	
30	0,0296	0,752	0,0312	0,792	22	
33	0,0329	0,836	0,0346	0,879	20	beyaz
43	0,0428	1,087	0,0451	1,146	18	sarı
54	0,0538	1,367	0,0566	1,438	16	yeşil
68	0,0677	1,720	0,0713	1,811	14	turuncu
97	0,0966	2,454	0,1017	2,583	12	kırmızı
118	0,1180	2,997	0,1242	3,155	10	

Hafif çelik taşıyıcı sistem bileşenleri tipleştirildiğine temel olarak beşe ayrılmaktadır;

S = Dikme veya döşeme kirişi (Stud or joist framing member which have lips – i.e., C-shape)
T = Başlık (Track section)
U = U profil (channel or stud framing section which do not have lips)
F = Asma tavan profili (furring channels)
L = Köşebent (angle or L-header)



b - Hafif Çelik Taşıyıcı Sistem Bileşen Tipleri

c - Kodlama örneği; 400S162-54

	Profil Derinliği	Bileşen Tipi	Flanş Genişliği	Profil Kalınlığı
Imperal	inch/1000		inch/1000	mil
	400	S	162	54
SI	mm		mm	mm
	100	S	41	1,4

Taşıyıcı galvanize profil bileşen özelliklerinin etiketlenmesinde dört kısımdan (profil derinliği, bileşen tipi, flanş genişliği ve profil kalınlığı) oluşan bir kodlama sistemi kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında Türkiye' de kullanılan ölçü sistemi olan metrik sisteme (SI) göre bileşen kodlandırılması kabul edilmektedir.

Şekil 4.11 : Hafif çelik taşıyıcı bileşenlerin kuzey Amerika şartnamelerine göre kodlandırılması (NASFA, 2000; Larson, 2007; CSSBI, 2005).

Şekil 4.11' de tanımlanan bileşen tipleri içerisinde taşıyıcılık özelliği açısından ana bileşen S tipi bileşendir. T bileşen başlık profili olarak S bileşene bağlı olmakta ve çelik akma dayanımı ve profil et kalınlığı olarak her zaman S bileşen ile aynı özelliklerde olmalıdır. U bileşen ise duvarda, döşemede veya lento oluşturulmasında S bileşene ilave olarak birleşik kesit (kutu kesit vb.) oluşturmak amacıyla kullanılır. F bileşen asma tavan montaj profili amacıyla kullanılmakta olup, taşıyıcılık açısından yalnızca döşeme alt stabilitesine yardımcı olur. L bileşen ise lento oluşturulmasında birleşik kesit oluşturulurken kullanılır. Dikme veya döşeme kirişi olarak kullanılan S tipi bileşen büküm sayısı artırılarak ve şekli değiştirilerek taşıyıcılık kapasitesi artırılmaktadır.

Taşıyıcı sistem bileşenleri tanımlamasında profil derinliği, bileşen tipi, flanş genişliği ve profil et kalınlığı anılmaktadır. Bileşen aileleri içinde sistem tasarımında duvar kalınlığı ve döşeme yüksekliği esastır. S, T, U, F, L kodlu tüm bileşenlerde çelik levha kalınlığı 1mm ile 2,5mm aralığında alınmaktadır. Bu tez çalışmasındaki yarı açık sistemde tanımlanan duvar kalınlığı ve döşeme yüksekliğine uygun bileşenlerin seçiminde, statik analiz neticesinde, Ek B' de belirtilen Türkiye' de tedarik edilebilir bileşen tiplerinden yararlanılabilmesi için sistem bileşenleri, Şekil 4.11' de belirtilen ingilizce terminolojide kullanılan STUFL kısa kodları yerine, Türkiye' de üretimde yaygın olarak kullanılan bileşen isimleri ve kodları ile yeniden tanımlanmaktadır (Şekil 4.12).

- S tipi bileşen : Üretici kataloglarında alt başlıklar olarak C, C+, ∑, ∑+ (epsilon veya sigma olarak anılmaktadır), Z profil olarak tanımlanmaktadır.
- U tipi bileşen : Kuzey Amerika şartnamelerindeki T ve U tipi bileşen aynı niteliklere sahip olup, ülkemizdeki üretici kataloglarında tek bir kod (U profil) olarak tariflenmektedir.
- F tipi bileşen: Kuzey Amerika şartnameleri ile aynı kodlandırma kullanılmaktadır. (ülkemizdeki üretici kataloglarında omega profil olarak adlandırılmaktadır)
- L tipi bileşen: Kuzey Amerika şartnameleri ile aynı kodlandırma kullanılmaktadır

Sistemde kullanılacak S ve U tipi bileşen çelik levha kalınlığı en az 1 mm, en fazla 2,5 mm alınmaktadır. F ve L tipi bileşen çelik levha kalınlığı ise 1 mm olarak alınmaktadır.

Bileşen Tipi	S					U
	S1	S2	S3	S4	S5	
	C (Ce)	C+ (Ce plus)	∑ (Sigma veya epsilon)	∑+ (Sigma veya epsilon plus)	Z (Zed)	
Bileşen Şekli						
Kullanım Yeri – Dikme	X	X	X	X		Başlık Profili
Kullanım Yeri – Kiriş	X	X	X	X	X	
Profil Kalınlığı	min. 1,0 mm - max. 2,5 mm					

Şekil 4.12 : Önerilen S ve U tipi sistem bileşenleri.

4.4.1.2 Taşıyıcı sistemi destekleyen kaplama malzemeleri

Hafif çelik yapım sistemini oluşturan taşıyıcı duvar ve döşemenin içten ve dıştan kaplanması sisteme stabilite kazandırmaktadır. Dış mekanda dış duvarın dış yüzeyinde, çatıda ve döşemenin kapatılmasında kaplama olarak OSB kullanılmakta, iç mekanda dış duvarın iç yüzeyinde, iç duvarların tüm yüzeylerinde, tavan altının kaplanmasında alçı esaslı levha kullanılmaktadır.

- OSB

1970 lerin sonunda ilk defa Kuzey Amerika' da üretilip plywood' a alternatif olarak kullanılmaya başlanan OSB *(Oriented Strand Board-Yönlendirilmiş Yonga Levha)*, bugün tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Hafif çelik yapım sisteminde yüksek mukavemetli ve neme dayanıklı bir panel levha olarak dış kabuk (cephe, çatı) ve döşeme kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. EN 300 Avrupa normlarının belirlediği ve ülkemizde Ocak 2008' de kabul edildiği şekli ile "TS EN 300 Yönlendirilmiş Lif Levhalar (OSB) – Tarifler, Sınıflandırma ve Özellikler" e göre teknik ve üretim özelliklerine göre OSB levhaları OSB1, OSB2, OSB3 ve OSB4 olarak 4 kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar arasında yapı alanında en yaygın

kulanılanlar olarak OSB2 ve OSB3 karşımıza çıkmaktadır. Levha kalınlığı olarak 6 mm' den 25 mm' kadar kalınlık tarif edilmektedir.

-OSB1; Kuru şartlarda kullanılan, yük taşıyıcı olmayan levhalar, genel amaçlı levhalar ve kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) levhalar.

-OSB2; Kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar.

-OSB3; Nemli şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalar.

-OSB4; Nemli şartlarda kullanılan ve aşırı yük taşıyabilen levhalar.

Ülkemizde çeşitli ithalatçılar vasıtasıyla Bulgaristan, Almanya, Kanada, Amerika ve İskçoçya menşeli ithal OSB' ler temin edilebildiği gibi Kastamonu Entegre firmasının Kastamonu fabrikasında roofpan adı ile 9-18 mm aralığında çeşitli kalınlıklarda 122x244cm plaka ebatlarında ve Sumaş firmasının Balıkesir fabrikasında 9-22 mm aralığında çeşitli kalınlıklarda 183 x 244cm ve 183 x 122cm plaka ebatlarında OSB 2 ve OSB3 üretimi yapılmaktadır. Ayrıca ateşe dayanıklı OSB üretimi de gerçekleştirilmektedir.

OSB' nin ilk defa Kuzey Amerika' da üretilmesi ve İngiliz ölçü sisteminin kullanıldığı bu bölgeden tüm dünyaya yayılması sebebiyle ülkemizde üretilen ve diğer pek çok yabancı ülkeden ithal edilen OSB levha boyutları halen İngiliz ölçü sisteminden kalma alışkanlıkla üretilmekte, bu da hafif çelik taşıyıcı sistem temel modülünü etkilemektedir. Bu sebepten dolayı uygulamada hafif çelik yapım sistemleri 305mm (12 inch) veya 610 mm (24inch)' lik temel modülü kullanmaktadır.

Merkezi Ontario / Kanada' da bulunan "Structural Board Association – SBA" Kuzey Amerika' da ahşap panel üreticileri birliği olarak faaliyet göstermektedir. Türkçe' ye "Taşıyıcı Levha Birliği" olarak çevrilirken buradaki taşıyıcı levha kendi OSB inşaat teknik şartnamesinde OSB, yonga levha, yumuşak tahta plywood ve kompozit ahşap levha olarak tanımlanmaktadır. Ahşap panel üreticileri birliği olarak faaliyet gösteren bu birlik OSB üretimi ile alakalı veritabanı oluşturmakta ve levha teknik standartları ve geliştirilmesi konusunda çalışmaktadır. SBA' nın OSB inşaat teknik şartnamesinde konut inşaatlarında OSB' nin kullanım alanını üçe ayrılmaktadır (SBA, 2008) ;

- Çatı mertekleri üzerine kiremitaltı tahtası olarak *(Underlayment)*
- Ahşap iskelet veya hafif çelik taşıyıcılı sistemde dış kabuk duvar dikmeleri üzerine dışarıdan uygulanan kaplama malzemesi olarak *(Sheating)*
- Döşemenin oluşturulması için altlık olarak *(Subflooring)*

Ayrıca merkezi Londra / İngiltere' de bulunan"Timber Trade Federation-Ahşap Ticaret Federasyonu" OSB levhaların üretim özellikleri ve montaj spesifikasyonlarını yayınlamaktadır (TTF, 2008).

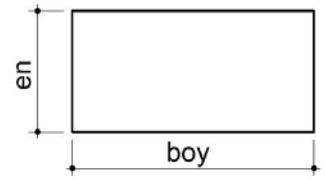
Kuzey Amerika şartnamelerine göre hafif çelik yapılarda kullanılacak OSB levha kalınlığı taşıyıcı duvarda *(sheating)* minimum 9 mm, döşemede *(subflooring)* minimum 18 mm, çatı mertekleri üzerine kiremitaltı tahtası olarak *(Underlayment)* minimum 9 mm (teras çatıda ve çatı arasının kullanılması durumunda çatı döşemesinde 18 mm) olarak tanımlanmakatadır.

- Alçı Levha

Ülkemizde alçı esaslı levha, yapı sektöründe bölme duvar, asma tavan, iç mekan dekorasyon imalatları gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye' de Knauf firması Ankara ve İzmit fabrikalarında, Lafarge-Dalsan firması Ankara fabrikasında ve ABS firması Ankara fabrikasında çeşitli alçı levha (normal, suya dayanıklı, ateşe dayanıklı) üretimi gerçekleştirmektedirler. Alçı levhalarla ilgili Türk Standardı olan Kasım 2006 tarihinde yayınlanan TS EN 520 geçerlidir. İç mekanda kullanılan beyaz renkli alçı levhalara sistemde ALB kodu verilmekte, ıslak hacimlerde ve dış mekanlarda kullanılan suya dayanıklı yeşil renkli alçı levhalara ALY kodu verilmektedir. Eğrisel yüzey kaplamalarında kullanılabilecek alçı levhalar da üretilmektedir. Sistemde ALB ve ALY kodlu alçı levhalar 9 mm, 12,5 mm ve 15 mm kalınlığında, 60 cm ve 120 cm eninde ve 120 ve 240 cm boyunda üretilmektedir. Eğrisel yüzeylerde kullanılacak alçı levha kalınlığı 6mm olup, ıslatılarak şekil verilmekte ve yerinde kurutulmaktadır. Eğri yarı çap olarak üreticiler 120 cm' yi kataloglarında tanımlamaktadırlar. Tüm alçı levha bileşen tipleri birden çok katmanlı olarak yerinde monte edilebilmektedir.

Gerek OSB, gerekse alçı levha sistemde strüktürel kaplama görevindedirler. OSB levha alçı levhaya göre stabiliteye daha fazla katkıda bulunmaktadır.Yarı açık

sistemde kullanılacak bu kaplama malzemelerine ilişkin kodlandırma ve kullanılabilecek boyutsal değereler Şekil 4.13‘ de verilmektedir.

Kaplama Bileşeni		Bileşen Kodu	En (cm)	Boy (cm)	Kalınlık (mm)	Kullanım Yeri
OSB		OSB2	122	244	9,0 11,0 18,0 22,0	Kuru şartlarda
		OSB3				Nemli şartlarda
Alçı Levha		ALB	120	240	9,0 12,5 15,0	Kuru şartlarda
		ALY				Nemli şartlarda

Şekil 4.13 : Strüktürel kaplama bileşenleri.

4.4.2 Bileşenlerin birbiri ile birleşmesi

Hafif çelik yapı elemanlarının montajında kullanılan elemanlar, sağlamlık, ekonomiklik ve üretim hızı bakımından önemlidir. Montaj elemanları ve yöntemleri, vida ve bulon, punto ve perçin, kaynak gibi bağlantı elemanları ile ankraj elemanları olarak ele alınabilir. Montaj elemanları Çizelge 4.6’ da karşılaştırılmaktadır.

Bulon ve vida gibi elemanlar sökülebilir birleşim araçlarıdır, punto, perçin ve kaynak işlemleri ise sökülemeyen birleşim araçlarıdır. Ankraj işlemleri ise genel olarak betonarme temele hafif çelik yapı profillerinin ankre edilmesi şeklindedir. Kaynakla birleşim galvaniz kaplamalarının zarar görmesi, şantiye şartlarında kalite kontrolünün zor olması, ağır kaynak makinesinin taşınma güçlüğü, diğer yöntemlere göre daha uzun zaman alması, sökülmesi ve değiştirilmesi güçlüğü nedenleriyle tercih edilmemektedir. Punto ile montaj da aynı kaynaklı birleşimde olduğu gibi daha sonradan elemanların sökülmesi ve sökülen elemanların tekrar kullanılması zorluğu, punto noktalarında ezilen profillerin galvaniz kaplamasının zarar görmesi gibi nedenlerle tercih edilmemektedir. Hafif çelik sistemlerde bulonlu bağlantılar ise genellikle hafif çelik elemanların, beton veya diğer çelik elemanlar ile birleşimlerinde kullanılır. En yaygın olarak, hafif çelik yapılarda profillerin birbiri ile montajında kendinden delme özelliği olan vidalar (Self- Drilling Screws) kullanılmaktadır (Şekil 4.14).

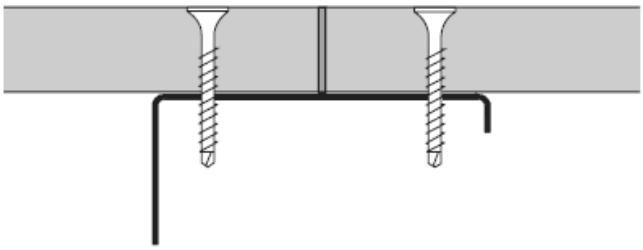
Çizelge 4.6 : Montaj elemanlarının karşılaştırılması.

	Uygulama Kolaylığı	Montaj Aşamaları	Montaj Hızı	Bağlantı Rijitliği	Tekrar Sökülebilirlik	Özel Ekipman Gerekliliği
Vida	Kolay	Bir aşamalı (delme ve montaj birlikte)	Hızlı	Orta	Kolay Sökülebilir	-
Bulon	Orta	İki aşamalı 1. delme 2. montaj	Orta	Yüksek	Kolay Sökülebilir	-
Punto	Kolay	Bir aşamalı 1. ezme	Hızlı	Orta	Sökülemez	Gerekli
Perçin	Orta	İki aşamalı 1. delme 2. montaj	Orta	Orta	Sökülmesi Zor	Gerekli
Çivi	Kolay	Bir aşamalı (delme ve montaj birlikte)	Hızlı	Düşük	Kolay Sökülebilir	-
Kaynak	Zor	Dört aşamalı 1. temizleme 2. montaj 3.düzeltme 4. temizleme	Yavaş	Yüksek	Sökülemez	Gerekli

Birbirine monte edilen levhaların kalınlığı 0,879 mm' den fazla olduğunda kendinden delme özellikli vidalar, 0,879 mm veya daha az levha kalınlıkları için keskin uçlu vidalar kullanılmaktadır **(**Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 : Vida numarası ve vida çapı (CSSBI, 2005; NASFA, 2000).

Vida Numarası		Keskin Uçlu	Kendiliğinden Delme Özellikli		
		# 8	# 8	# 10	# 12
Vida Çapı	mm *(inch)*	4,2 *(0,164)*	4,2 *(0,164)*	4,8 *(0,190)*	5,5 *(0,216)*
Birbirine monte edilen levhaların toplam kalınlığı	mm *(inch)*	0,879' a kadar *(0,0346)*	2,79-3,56 *(0,100-0,140)*	2,79-4,45 *(0,110-0,175)*	2,29-5,33 *(0,090-0,210)*



Şekil 4.14 : Kendinden delme özelliği olan vidalar ile montaj (STAHL, 2002a).

4.4.3 Sistemin geometrisi

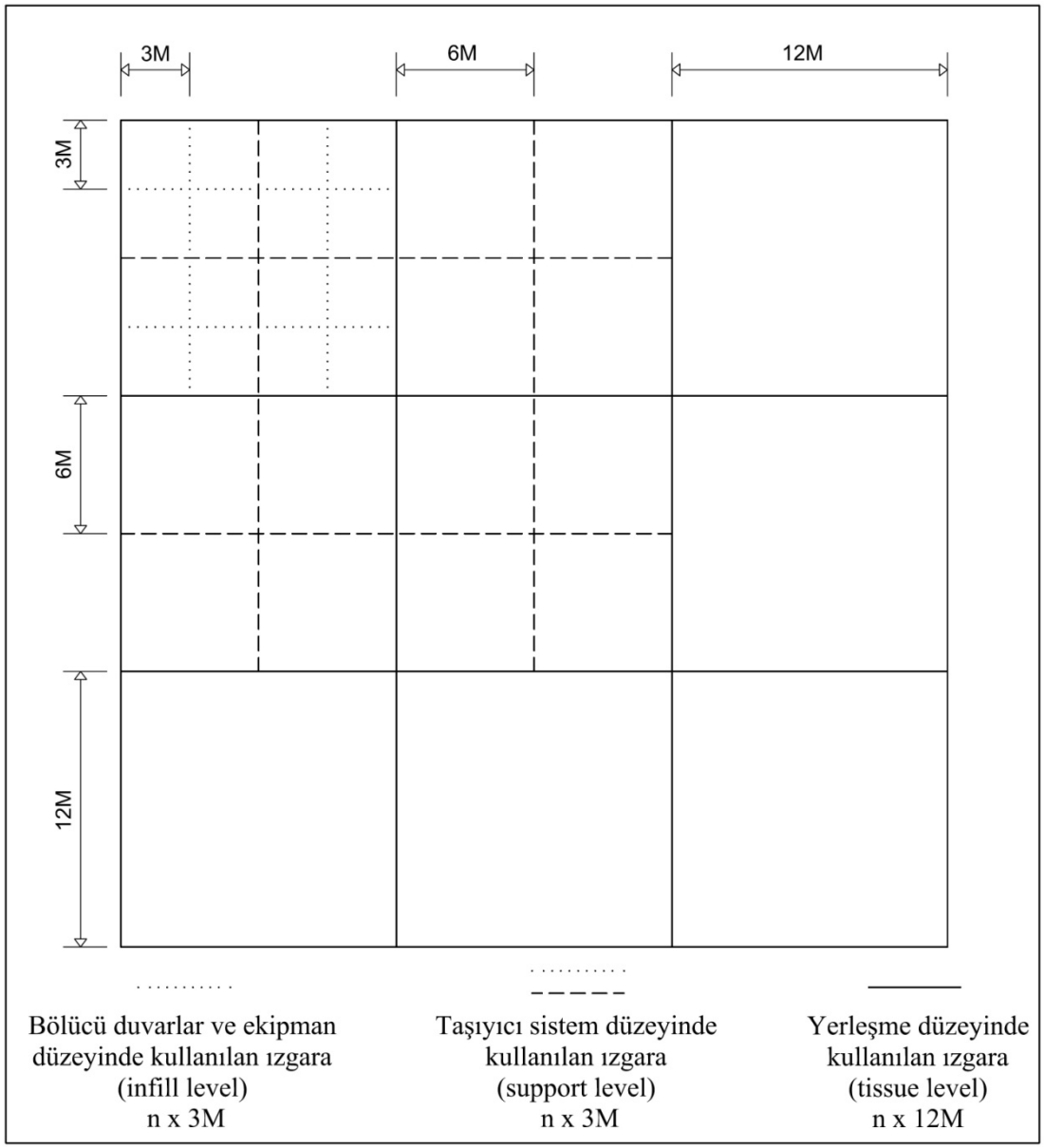
4.4.3.1 Modüler koordinasyon

Yapının tasarlanmasında, mekan veya yapı elemanlarının yatay ve düşey boyutları ile bileşenlerin koordinasyon boyutları belli bir ölçüsel modülün tam katlarından seçilir. Dolayısıyla bileşenlerin birbirleriyle uyumlu konumlandırılabilmesi için bir modüler ızgara veya referans planı oluşturulur. Bu "Standart temel modül" adıyla nitelenen ve M sembolü ile gösterilen 10 cm'lik veya 4 inch'lik ölçü büyüklüğüdür. Ancak duvar, döşeme gibi elemanların boyutlarının belirlenmesinde M/2 veya M/5 gibi alt modüller de kullanılabilir. Büyük yapı elemanları için M modülünün üç katı olan 3M üst modülü ve bu üst modülün katları kullanılır. Buradaki amaç yapı bileşenlerindeki M modülü kullanılarak azaltılmış olan boyutsal çeşitliliğin 3M üst modülü ile daha da sınırlandırılarak azaltılmasıdır. Elde edilen 3M temel modülünün n x 3M şeklindeki tekrarı ile 3M, 6M, 12M, 15M, 30M… gibi çoklu modüller elde edilir (Berköz, 1968).

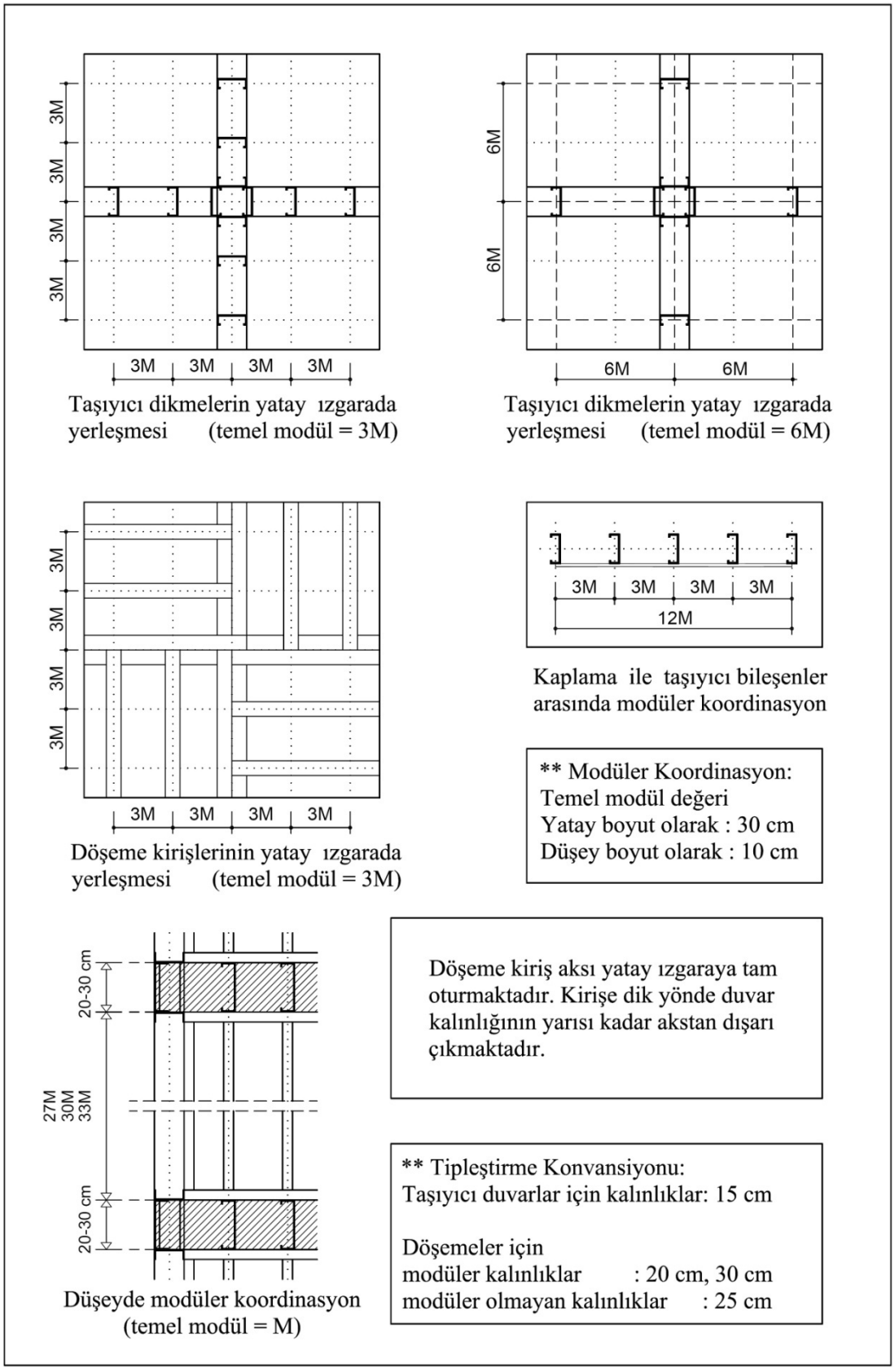
Hafif çelik taşıyıcılı yapım sistemi için İngiliz/Amerikan ölçü sisteminde (Imperial) 12, 16, 20, 24 inch olarak tariflenen plan düzlemindeki modülasyon boyutları alındığında metrik (SI) sistemdeki tam karşılığı 305 , 406, 508, 610 mm olmaktadır. Ayrıca kaplama malzemesi olarak kullanılan levhalar da aynı şekilde İngiliz/Amerikan ölçü sisteminden (Imperial) kalma alışkanlıkla üretilmekte ve taşıyıcı sistem modülünü etkilemektedir. Kiriş aralığı 50 cm olduğunda kaplama malzemelerinde (OSB, alçıpan boyutları) fire verilmekte ve bu modülün kullanımı tercih edilmemektedir. Modüler koordinasyonu sağlayabilmek için bu tez çalışmasında yatay ızgara boyutu olarak 30 ve 60 cm olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada metrik sistemde tam sayı olarak tariflenen temel modül değeri olarak yatay ızgara boyutu 3M=30cm olarak alınmaktır **(**Şekil 4.15). Plan düzleminde modüler ızgara taşıyıcı dikme profillerin orta aksı olarak kabul edilmektedir. Taşıyıcı duvar kalınlığı 15cm, taşıyıcı olmayan duvar kalınlığı (bölücü duvarlar) 10cm olarak kabul edilmektedir. Hafif çelik taşıyıcı sistem teknolojisinde taşıyıcı duvar kalınlığı 10 cm' de olabilmekte, ancak dikmelerden tesisat geçirilmesi sorun olmaktadır. Tesisat geçirilmeyen merdiven taşıyıcı duvarları gibi kısımlarda 10 cm' lik taşıyıcı duvar kalınlığı uygulanabilir. Kaplama elemanlarının standart boyutları ile hafif çelik sistemlerin taşıyıcı sistemi modüler koordinasyon çerçevesinde birbirine uyum

gösterir. Kuzey Amerika şartnameleri taşıyıcı duvar yüksekliğini en fazla 300 cm olarak vermekte, Alman standartları 350 cm' ye kadar izin vermektedir (NAHB, 1997b; NASFA, 1999; STAHL, 2002a). 2007 İstanbul İmar Yönetmeliği' ne göre konutlarda kat yüksekliği (taban döşemesi üzerinden tavan altına kadar) en az 260 cm olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu limitin banyo, wc, antre, koridor gibi alanlarda 240 cm' ye düşürülebileceği belirtilmiştir. Duvar yüksekliği içerisinde boşluk açılması belirli bir modülasyona bağlı değildir. Yalnızca, boşluk açıldığında mutlaka döşeme kirişi altında lento gerekmektedir. Döşeme kalınlığı boyutsal olarak 20 cm ile 30 cm arasında değişmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.15 : Yarı açık sistemin dayandığı modüler ızgaralar (referans planı).



Şekil 4.16 : Yatayda ve düşeyde kullanılan modüler koordinasyon.

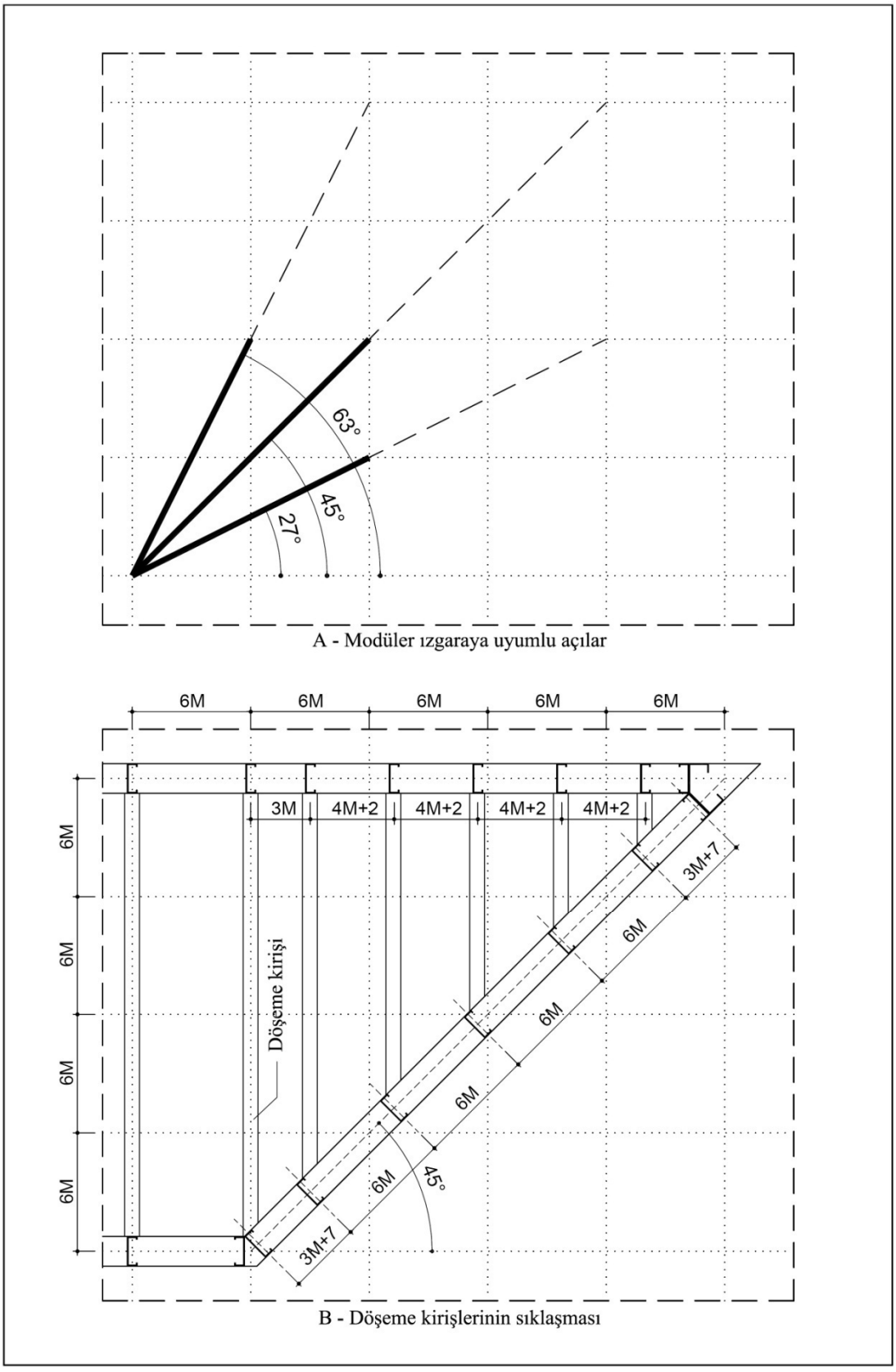
4.4.3.2 Plan geometrisine ilişkin kurallar

Taşıyıcı duvarların birbirine dik açı oluşturacak şekilde düzenlenmesiyle elde edilen dikdörtgen ya da kare şeklindeki plan geometrisi, hafif çelik yapım ilkelerine daha uygundur. Duvarların birbirine dik açıda düzenlendiği plan formu, eleman ve bileşen bağlantılarının kolay ve basit çözülmesini sağlar. Ayrıca, planda bir taşıyıcı duvara saplanan diğer yöndeki duvarlar, o duvar için mesnet noktaları oluşturur. Duvarı destekleyen bu mesnet noktalarının duvar yüzeyine dik olması, duvarın ve yapının stabilitesi ve yüklerin aktarılması açısından açılı veya eğrisel birleşimlere göre daha olumludur.

Planda taşıyıcı duvarların açılı ve/veya eğrisel düzenlenmesi, taşıyıcılık, yapı stabilitesi ve bağlantı noktalarında dezavantaj getirmesine rağmen, mimari açıdan gerekli görüldüğü durumlarda uygulanabilir. Ancak bu durum, taşıyıcı sistem statik hesaplarda ve elemanların boyutlandırılmasında göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanında, eleman ve bileşenlerin açılı veya eğrisel düzenlenmesine ve bunların bağlantı noktalarına ilişkin özel çözümler üretilir.

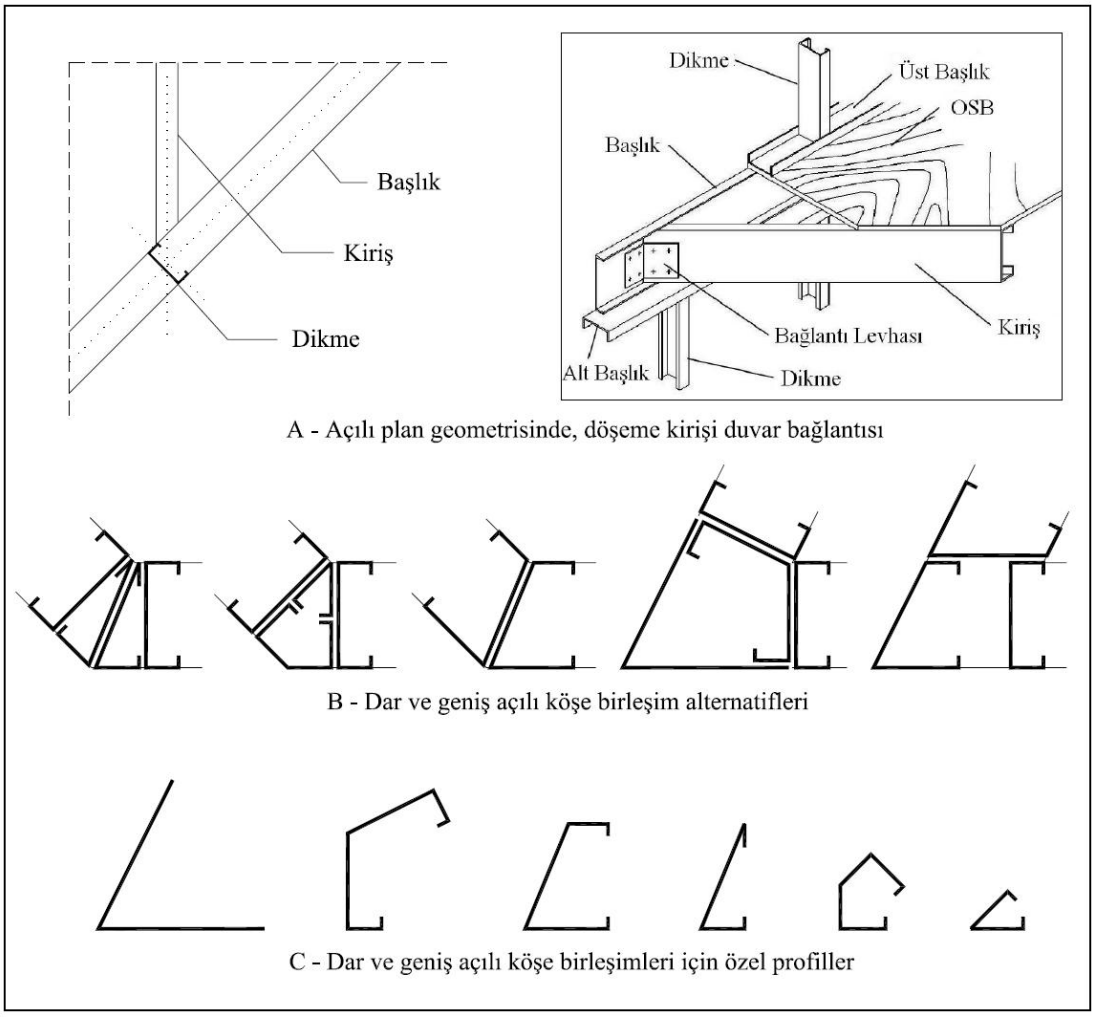
- Dar veya geniş açılı plan geometrisi

Hafif çelik sitemde, taşıyıcı duvarların birbirleriyle dik açıdan daha geniş veya daha dar açılar yapacak şekilde düzenlenmesi mümkündür. Bu tür bir düzenlemede, hafif çelik yapım ilkelerine ve standartlarına uyulmalıdır. Temel kural olarak taşıyıcı duvarları oluşturan hafif çelik dikmelerin arası 60 cm‘ den daha geniş olamaz. Ayrıca, döşeme kirişleri, her durumda duvar dikmelerinin aksında yer almalıdır. **(AISI, 1995)** Bu ilkeler göz önüne alındığında, döşeme kirişlerinin duvar düzlemine açılı oturduğu kısımlarda daha sık düzenlenmesi gerekir. Ayrıca modüler ızgaraya uyumlu açılar olarak 27°, 45° ve 63° ‘ lik açılar sistemde kullanılır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 : Dar veya geniş açılı plan düzenlenmesi.

Kirişlerin duvar düzlemine dik açılı düzenlenmesinde olduğu gibi, açılı düzenlendikleri durumda da; dikme, başlık ve kirişlerin, ağırlık merkezlerinden geçen aksların, plan düzleminde çakışması gereklidir (Lorre, 1994).



Şekil 4.18 : Dar veya geniş açılı duvar birleşimlerinde kullanılan bileşenler.

Dik açılı olmayan hafif çelik plan geometrilerinde, özellikle üzerinde durulması gereken bir diğer konu da duvarların köşe birleşimleridir. Hafif çelik yapılarda, duvarların taşıyıcı olması dolayısıyla, yapının stabilitesi, köşe bağlantılarının stabilitesine büyük ölçüde bağlıdır. Bu doğrultuda, köşeler için dik açılı birleşimlerden farklı olarak, birleşim açısına bağlı olarak özel çözümler geliştirilir. Köşelerde duvarların birbirine rijit şekilde bağlanabilmesi için, standart U, C, Σ profillerin dışında, özel üretim profillere ihtiyaç duyulur (Şekil 4.18). Ancak bu profillerin burkulma, burulma gibi mekanik özellikleri, deneysel veya hesap yöntemi ile belirlenip yapı statiğinde göz önüne alınmalıdır. AISI' nin hazırladığı "Kuzey Amerika Soğuk Şekillendirilmiş Çelik Strüktürel Elemanların Tasarım

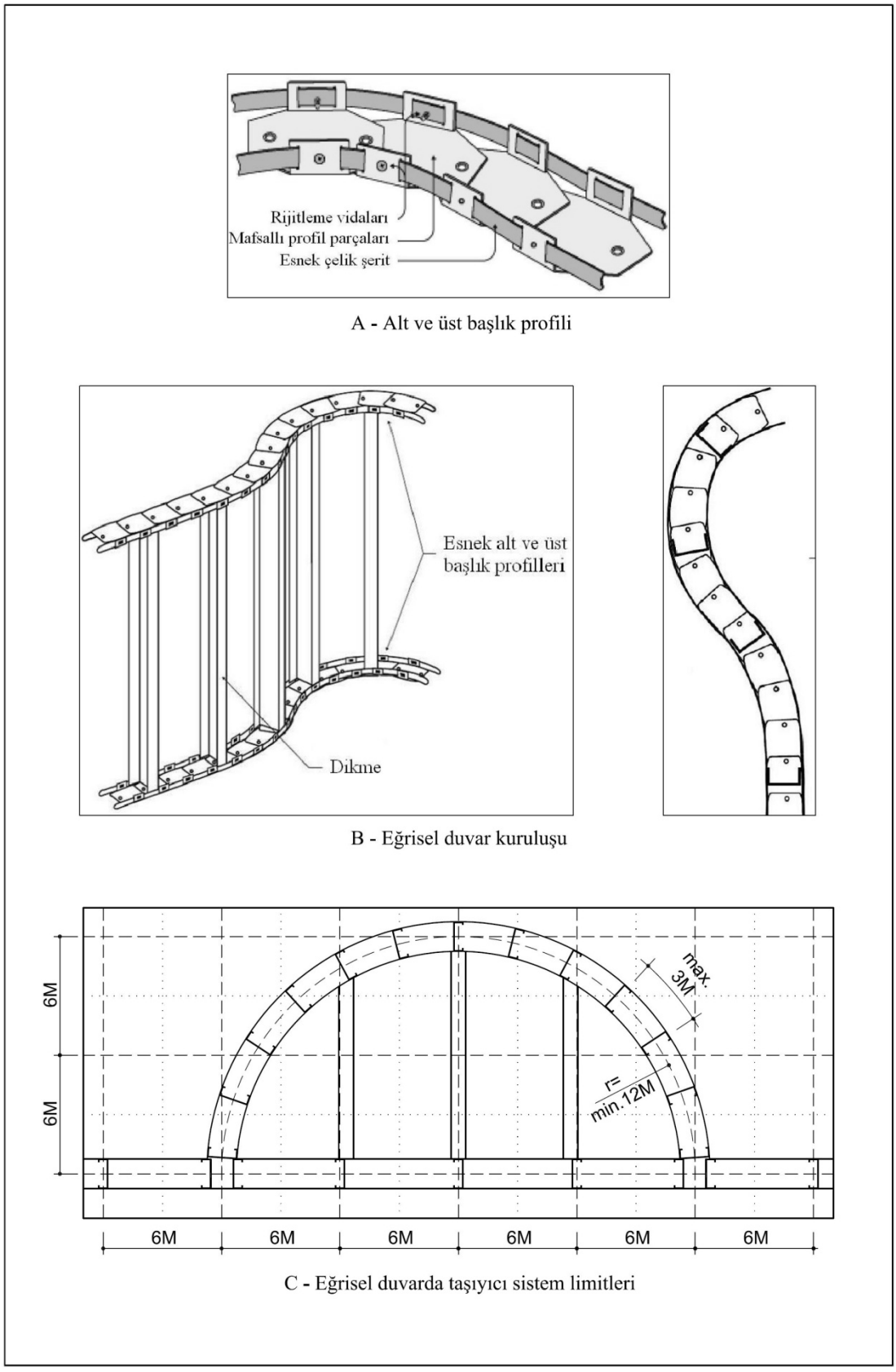
Şartnamesi"nde bu tür elamanlara ilişkin ilkeler ve hesaplamalara yer verilmiştir (AISI, 2001a). Taşıyıcı hafif çelik duvarların açılı birleşimlerinde, farklı çözümler olabilir ve bu çözümler çok sayıda çeşitlendirilebilinir.

- Eğrisel plan geometrisi

Hafif çelik duvarların eğrisel plan geometrisinde düzenlenmesi için duvar dikmelerinin oturduğu ve duvara kontur teşkil eden alt ve üst başlık profillerinin, eğrisel geometriye göre şekil alması gerekir. Hafif çelik C profil, bir eğri oluşturacak şekilde biçimlendirilirken, profilin flanş ve gövdesinde lokal burkulmalar ve ek gerilmeler oluşur. Özellikle eğri yarıçapı kısaldıkça lokal burkulmalar ve ek gerilmeler artar. Bu durumdan sakınmak amacıyla, istenilen eğri yarıçapına göre şekillenebilen, elemanlar geliştirilmiştir. Genellikle bu elemanlar "Contour track", "Flex-C track" vb. adlarla anılan; ASTM-A-653 ve ASTM-E-8 şartnamelerine uygun patentli ürünlerdir (NAHB, 2004). Genel olarak, "esnek profil" şeklinde adlandırılır. Çok sayıda kısa parçanın mafsallı olarak bir araya getirilmesi ile oluşturulan bu duvar dikme alt ve üst başlıkları, istenilen eğrisel geometriye göre şekil alır.

Kaplamaların sürekli olması, duvar rijitliğine önemli katkı sağlar. Buna karşın, hafif çelik duvarın eğri yarıçapının, kaplama elemanlarının esneklik sınırından daha dar olduğu durumda, kaplamaların parçalı olarak montajı ise rijitlikten ödün verilmesi anlamına gelir ve ayrıca duvarın görünüşündeki eğrisel geometri, kırıklı olarak elde edilmiş olur. Kaplamaların, hafif çelik konstrüksiyona ek gerilmeler yaratmaması ve sürekli olması bakımından ve kaplama elemanlarının büküm yarı çapları göz önünde bulundurulduğunda eğrisel duvar düzenlenmesinde minimum yarı çap 12M ve dikme aralığı en fazla 3M alınır (Şekil 4.19). OSB ve alçı levhaya ilave olarak eğrisel duvarda lamine ahşap levhalarda kullanılabilir.

Plan geometrisindeki açılı veya eğrisel geometriler, hafif çelik sistem için özel çözümler gerektirir. Bu durum hafif çelik sistemde yapı ekonomisini etkiler. Hafif çelik yapı sisteminde plan geometrisi, eğrisel veya açılı düzenlemeler içerse de, taşıyıcı duvarlar her iki yönde birbirlerini takip edecek şekilde düzenlenerek, yapının ana taşıyıcı akslarını oluşturmalıdır.



Şekil 4.19 : Hafif çelik eğrisel duvar kuruluşu (NAHB, 2004; Url 1).

4.4.3.3 Cephe kuruluşuna ilişkin kurallar

Çerçeve sistemlerden oluşan konvansiyonel çelik yapılarda cepheler istenilen boşluk oranında düzenlenebilir. Hafif çelik sistemlerde ise, strüktürel kuruluşun taşıyıcı duvarlardan oluşması, cephede boşluk açılabilme olanaklarını kısıtlar. Cephe kuruluşu olanaklarının incelenmesinde, "taşıyıcı sistemin cepheye yansıması ve cephe kuruluşunu belirlemesi", "cephede boşluk açılması","boşluk boyutu", "boşluk geometrisi", "cephe kaplama malzemesi ve dokusu" gibi tasarım kriterleri ele alınmaktadır.

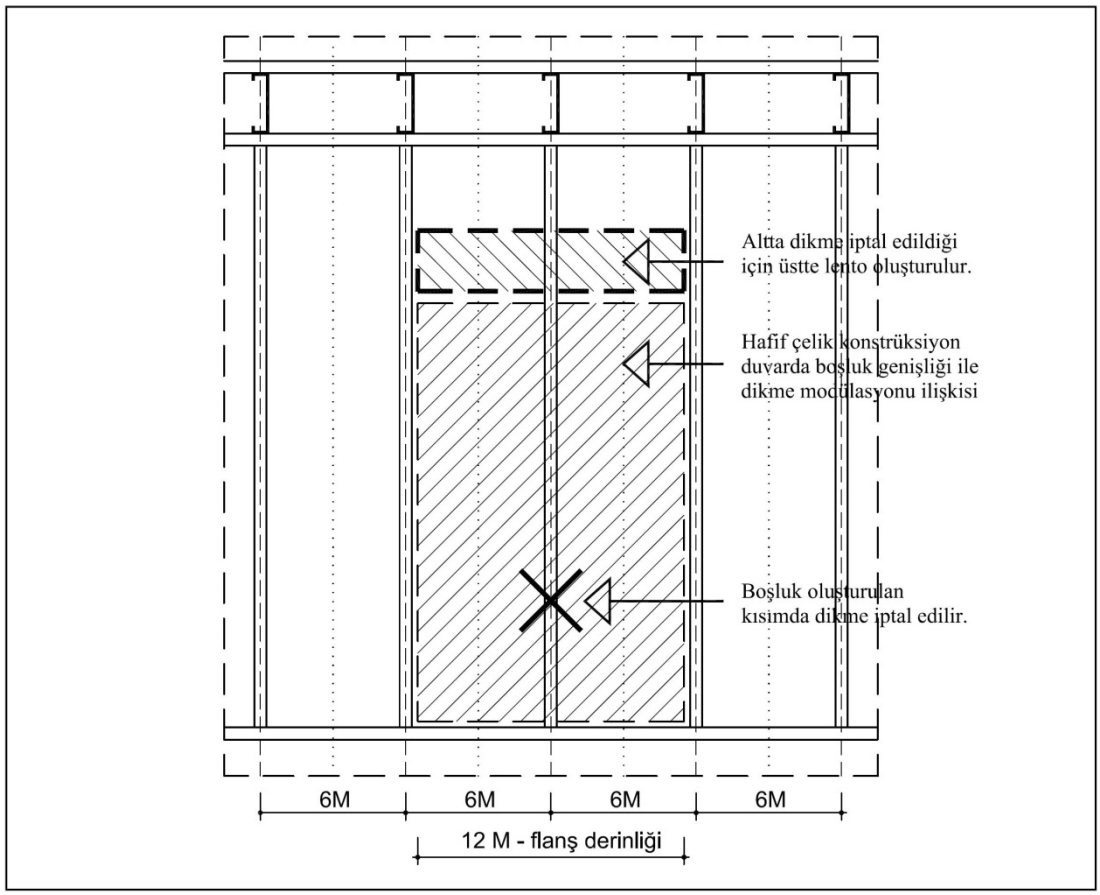
- Taşıyıcı sistemin cepheye yansıması ve cephe kuruluşunu belirlemesi

Hafif çelik sistemlerde cephe, taşıyıcı duvarlardan oluşmalıdır. Bu nedenle cephe kuruluşu, taşıyıcı duvarı oluşturan elemanlara bağlıdır. Hafif çelik yapı cephesinde, boşlukların ve boşluklar arasındaki dolu kısımların boyutları, dikmelerin düzenlenme modülasyonuna bağlıdır (Şekil 4.20). Bu boyutlar, dikme aralıklarının katları şeklindedir.

Ancak gerekli olduğu durumlarda duvarda oluşturulacak boşlukların mimari kaygılara göre kaydırabilmesi için sistem modülü dışında dikme aralıkları azaltılabilmektedir.

Hafif çelik sistemlerde, cepheyi oluşturan duvarlar aynı zamanda taşıyıcılık görevi üstlenir. Taşıyıcı duvarı dolayısıyla da cepheyi oluşturan profiller, kaplama elemanları ile birlikte yapı yüklerini karşılar ve yapı rijitliğini sağlar. Yapı cephesini oluşturan profiller, hafif çelik yapım ilkeleri doğrultusunda, genellikle açıkta yer almazlar.

Hafif çelik cephede, profillerin kaplama elemanlarının gerisinde yer alması, taşıyıcı sistemin cephede doğrudan algılanmasını engeller. Bu nedenle, hafif çelik profillerin oluşturduğu iskelet görülmediği için cephe taşıyıcı yüzeyler olarak algılanır. Ayrıca yığma yapılarda olduğu gibi boşlukların taşıyıcılığı zayıflatması, cephe kuruluşunun, küçük boşluklar ve büyük taşıyıcı yüzeylerden oluşturulmasına neden olur.



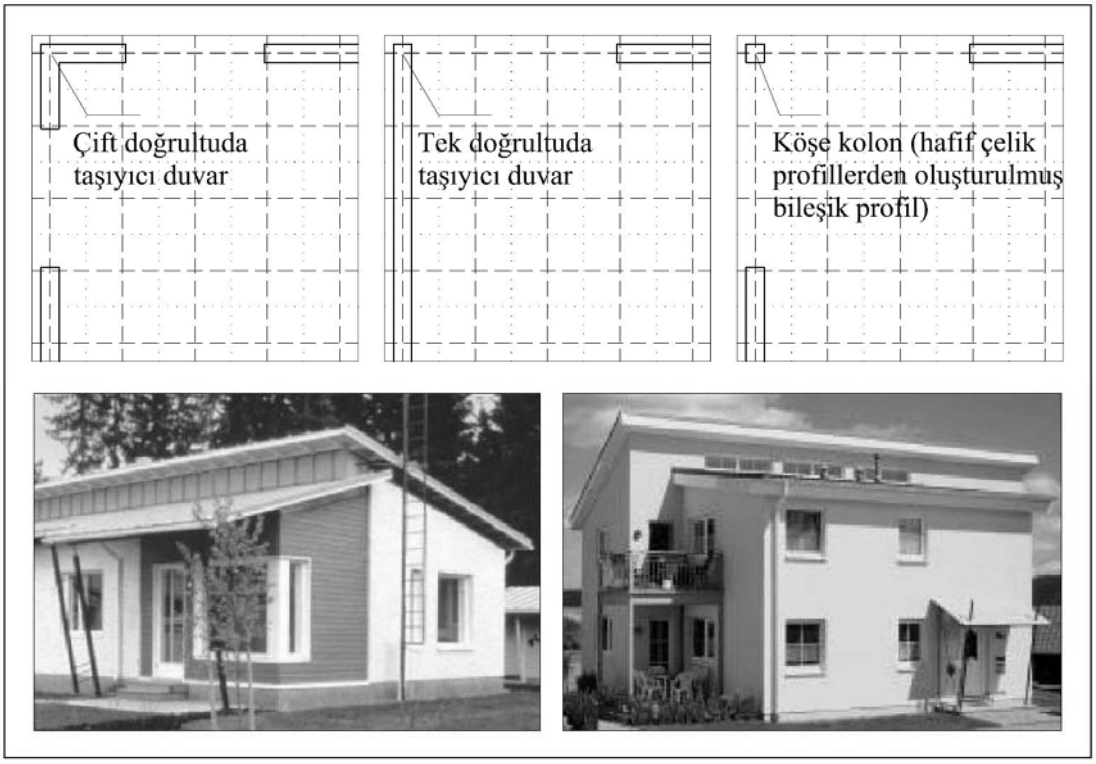
Şekil 4.20 : Hafif çelik sistemde, boşluk genişliği ile dikme modülasyonu ilişkisi.

Hafif çelik iskelet elemanları doğrudan cephede algılanmasa da, taşıyıcı sistemin modüler yapısı, cephede dolu boş oranına ve bu oranların düzenlenmesine yansır. Taşıyıcı sistemin getirdiği modülerlik, cephede doluluk ve boşluk oranları arasında aritmetik bir ilişki kurulmasını sağlar.

Hafif çelik iskeletin cephede doğrudan algılandığı örnekler de vardır. Cephe, taşıyıcı duvar yüzeyleri yerine, moment dayanımlı rijit hafif çelik çevreler ile kurulabilir. Kaplama levhaları veya çaprazlamalar olmadığı için rijitlik çerçeveler tarafından sağlanır. Hafif çelik çerçevelerin yapı yüklerine karşı dayanım gösterebilmesi için, dikmeler kutu profil (hafif çelik profillerden oluşturulmuş bileşik profil) şeklinde düzenlenebilir

Yatay yüklere karşı, yapılan çaprazlamalar, cephe kuruluşunda önemli bir etkendir. Çaprazlamalar ile rijitlenmiş hafif çelik taşıyıcı duvar bölümlerinde boşluk açılması genellikle mümkün olmaz. Bu nedenle çaprazlamaların düzenlenmesinde, yapı rijitliği ile birlikte, cephe düzenlemesi birlikte ele alınmalıdır.

Hafif çelik yapım ilkelerine göre, yapı köşelerinde boşluk açılması tavsiye edilmez. Tıpkı yığma yapılarda olduğu gibi, köşe noktaları yapının rijitliği için önemlidir. Köşeler, özellikle yatay yüklere karşı, taşıyıcı duvarların birbirine mesnet oluşturduğu noktalardır. Köşelerde açılacak boşluklar taşıyıcı duvarların mesnetlenmesini güçleştirir. Ayrıca çaprazlamalar ile oluşturulan hafif çelik perde duvarlar köşelere yakın düzenlendiği için bu noktaların sağır olması kaçınılmazdır. Fakat, tüm bu dezavantajlarına rağmen köşelerde boşluk açılması da belli koşullar altında mümkündür. Öncelikle, köşenin dolayısıyla da yapının rijitliği, boşluğu oluşturan hafif çelik çerçeve tarafından sağlanmalıdır. Bu amaçla köşede moment dayanımlı bir çerçeve oluşturulması gereklidir. İki cephenin birleştiği noktada, dikme, bileşik profillerden ve bir kolon gibi oluşturulur (Şekil 4.20).

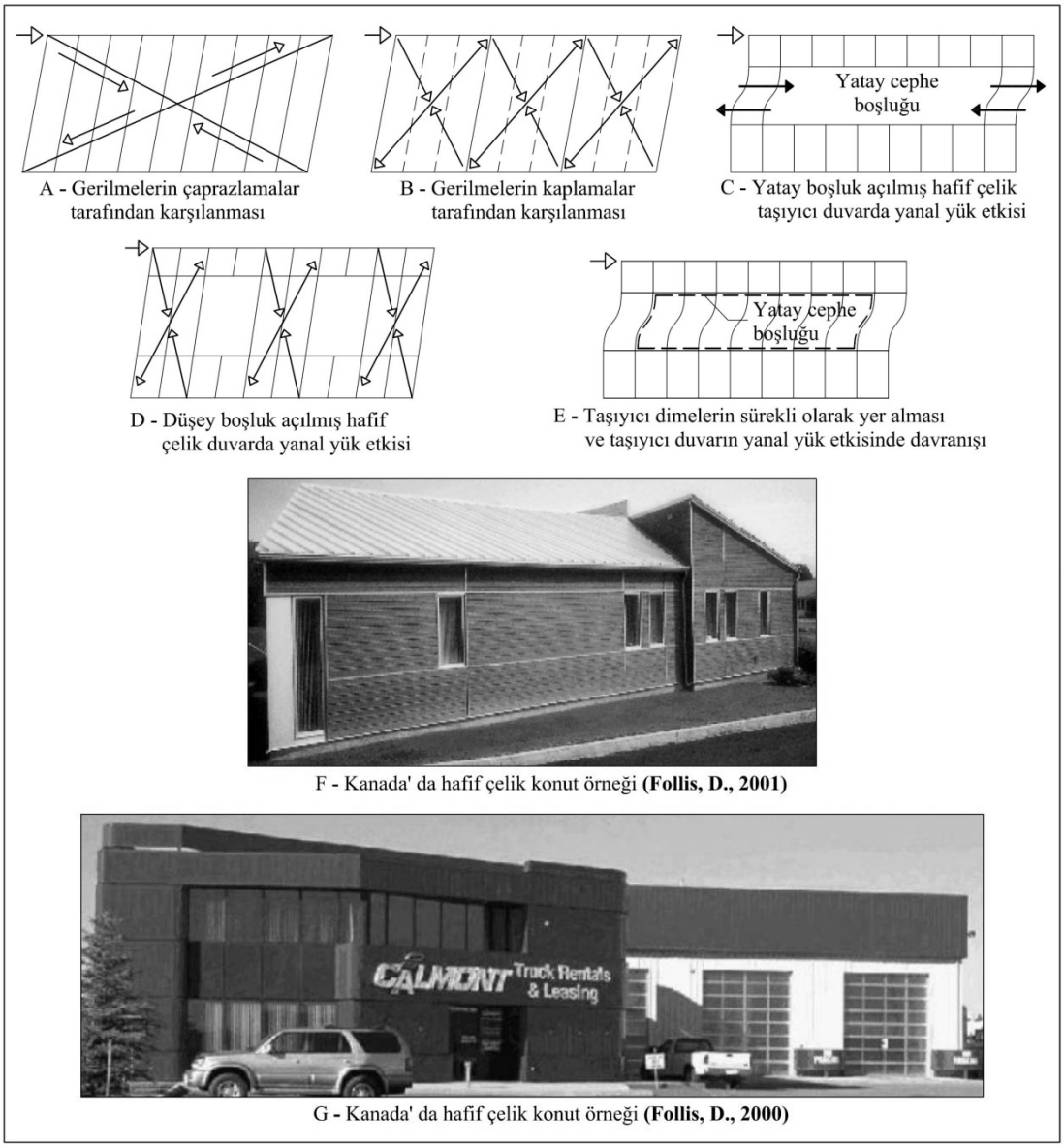


Şekil 4.21 : Köşede boşluk açılması (STAHL, 2002a, s, 5, 66).

- Cephe boşlukları ve taşıyıcı duvar rijitliğinin sağlanması

Hafif çelik sistemde, açılacak boşlukların geometrisi ve cephede düzenlenmeleri taşıyıcılığı etkiler. Yüksekliği, genişliğine göre daha az olan yatay cephe boşlukları, taşıyıcı duvarın yanal yüklere karşı dayanımını olumsuz etkiler. Yanal yük etkisinde, taşıyıcı duvar üzerinde diyagonal gerilmeler oluşur. Bu diyagonal gerilmeler çaprazlamalar ve/veya kaplamalar tarafından karşılanır (Şekil 4.22a, 4.22b). Yatay düzenlenmiş cephe boşluğu, yüklerin diyagonal aktarılmasını engellediği için,

taşıyıcı duvarın perde çalışması göstermesine engel teşkil eder (Şekil 4.22c). Yatay yük etkisinde, boşluğun yanında yer alan dikmeler üzerinde burkulma ve kesme etkisi oluşur (Şekil 4.22d). Ayrıca, boşluk genişliğinin artması, lentonun daha fazla düşey yük karşılamak zorunda olduğu anlamına gelir.



Şekil 4.22 : Cephe boşlukları ve taşıyıcı duvar rijitliğinin sağlanması.

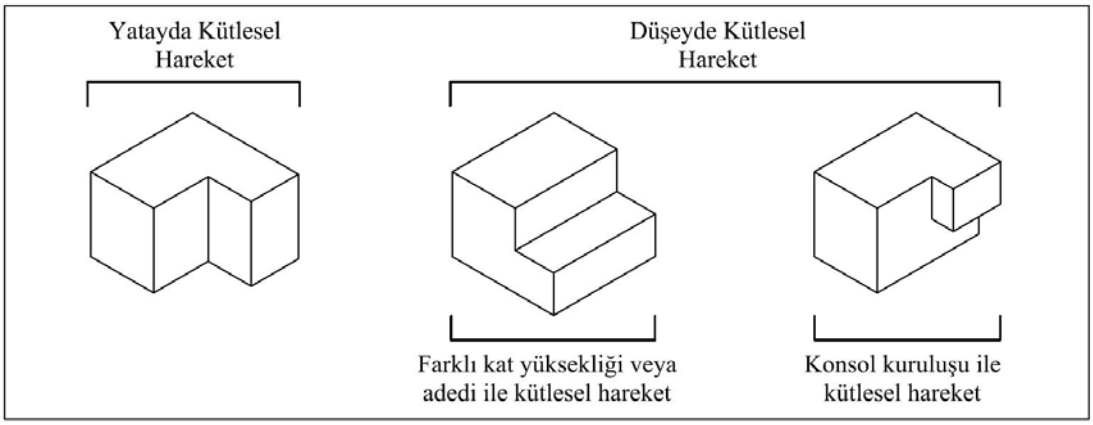
Genişliği, yüksekliğine göre daha az olan düşey boşluklar, hafif çelik sistemler için daha uygundur. Boşluklar arasında yer alan dolu kısımlar, yanal yükleri karşılayan perde çalışması gösterirken, duvar bir bütün olarak davranır (Şekil 4.22e). Ayrıca küçük boşluk genişliği, düşey yükleri karşılayan lento yüksekliğinin daha az olabilmesine olanak tanır. Düşey düzenlenen boşluklar, taşıyıcı duvar konstrüksiyonunda daha az sayıda dikmeyi kesintiye uğratır.

Şekil 4.22e' de olduğu gibi, cephe boşluklarının yatay düzenlenmesi cephede mimari etki açısından arzu edilebilir. Böyle bir durumda, cephe boşluğu içinde taşıyıcı duvar dikmelerin sürekliğinin kesilmemesi önemlidir. Cephe boşluğu içinde sürekli olarak yer alan taşıyıcı duvar dikmeleri, aynı zamanda da pencere orta kasa dikmesi olarak da işlev görür (Follis, 2000). Bu şekilde cephe boşluğunun, taşıyıcı duvarı zayıflatması kısmen engellenmiş olur. Taşıyıcı duvar yatay yük etkisinde bir bütün olarak çalışır (Şekil 4.22g).

Cephe taşıyıcı duvarının, moment dayanımlı rijit bir çerçeve olarak çalışma gösterebilmesinde, hafif çelik elemanların bağlantı rijitliği ön plana çıkar.

4.4.3.4 Bina formu

Bina formuna ilişkin olanakları yatayda ve düşeyde olmak üzere temel olarak iki şekilde ele alınabilir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23 : Hafif çelik sistemlerde kütlesel hareket olanakları.

Yatayda açısal veya eğrisel formlara ilişkin olarak bölüm 4.4.3.2' de değinilmektedir. Düşeyde açısal çözümlere ilişkin olarak çatı eğiminden bahsedilebilinir ve bunun içinde bölüm 4.5.1.3' de çatılara değinilmektedir. Taşıyıcı nitelikli eğrisel profiller özel sipariş ile üretilmekte, hazır bileşen olarak piyasadan tedarik edilememektedir, dolayısıyla düşeyde eğrisel form olarak tonoz çatı gibi uygulamalara sistemde yer verilmemektedir. Konsol kuruluşuna ilişkin kurallara bölüm 4.5.1.2' de değinilmektedir.

- Yatayda kütlesel hareket

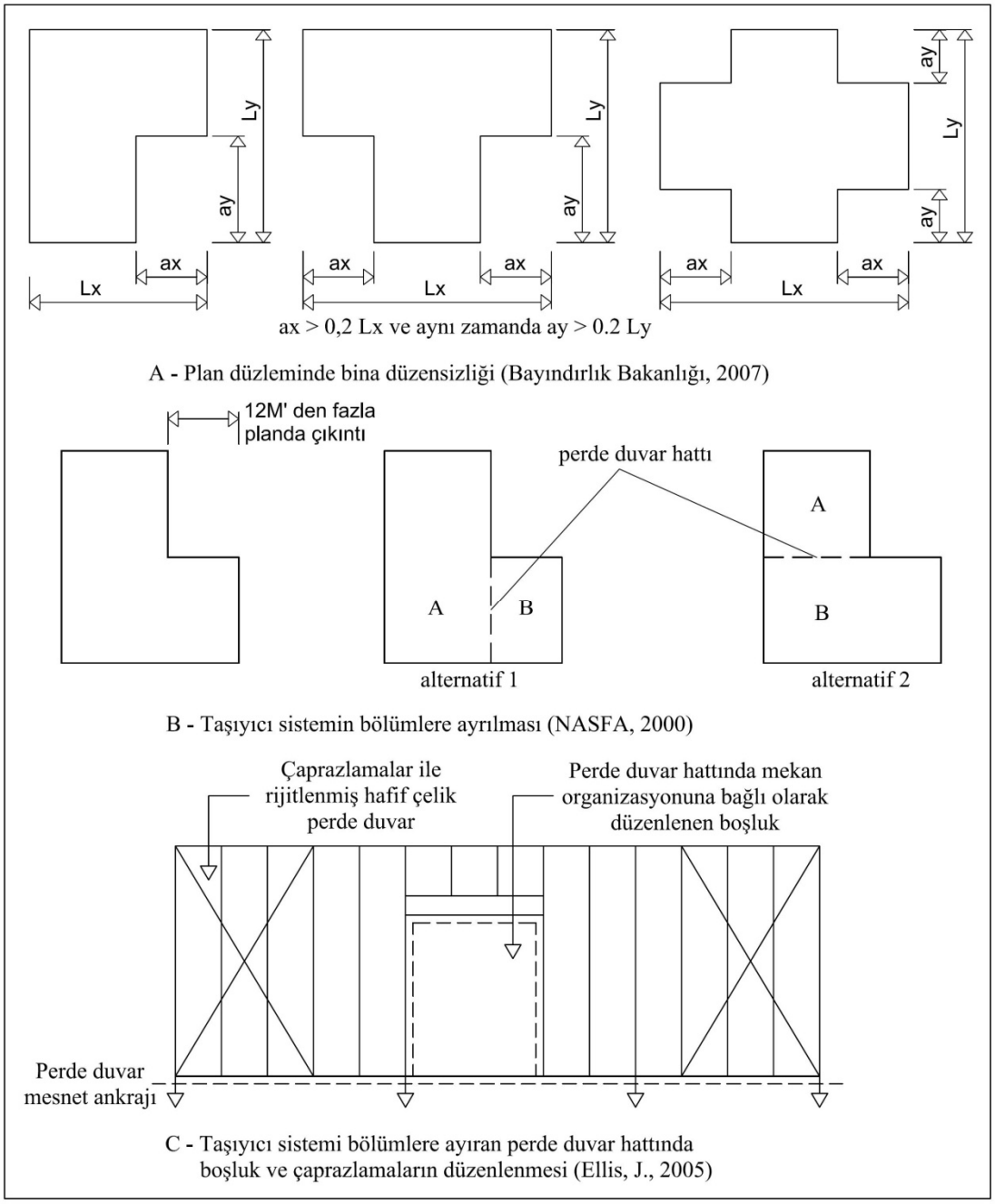
Hafif çelik yapılarda, plan düzleminde kütlesel hareket yapılması, yönetmeliklerce belirlenen kurallar dahilinde mümkündür. Hafif çelik yapılar ile birlikte tüm yapım sistemlerinde de geçerli olmak üzere Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 2007 yılında hazırladığı "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" de düzensiz binaların tanımı yapılmıştır. Yönetmeliğe göre, "planda çıkıntılar bulunması" şeklinde ele alınan yapı düzensizliği, "Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu." olarak tanımlanmıştır (Bayındırlık Bakanlığı, 2007).

Yönetmelik, bu duruma ilişkin "birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde kat döşemelerinin, kendi düzlemleri içinde ve düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında deprem kuvvetlerini güvenle aktarabildiği, hesapla doğrulanacaktır." koşulunu getirmektedir (Bayındırlık Bakanlığı, 2007).

Benzer nedenlerle, "Kuzey Amerika Çelik Birliği" (NASFA), hafif çelik sistemlerde çıkıntı yapan kısımların uzunluğunu, maksimum 12M olarak belirtir. Eğer 12M'den fazla plan düzleminde çıkıntı yapılması durumunda, yapı iki ayrı bölüm olarak analiz edilir ve bölümlenmenin yapıldığı taşıyıcı iç duvar, taşıyıcı dış duvarlarda olduğu gibi çaprazlamalarla desteklenir ve perde duvar görevi üstlenir. Bölümlenme, mekan düzenlemesine bağlı olarak, farklı alternatiflerde olabilir (Şekil 4.24).

Bölümler, bir perde duvar hattı ile birbirinden ayrılır. Perde duvar hattı doğrultusunda çaprazlamalar ile rijitlenmiş taşıyıcı duvarlar yer alır. Perde duvarlar (çaprazlamaların uygulandığı taşıyıcı duvarlar), mekan organizasyonuna ve yapı yüklerine göre düzenlenir. Perde duvar hattının, tamamen çaprazlanmış perde duvarlardan oluşması, gibi bir zorunluluk yoktur. Ancak, perde duvar hattının her iki ucu, mutlaka çaprazlamalar ile rijitlenmiş olmalıdır.

Yukarıda tarif edilen yatayda kütlesel hareketlere ilişkin olarak 90° açılı şekillere yer verilmiştir. Aynı sistem prensipleri içinde kalmak şartı ile, dar veya geniş açılı plan geometrisi ve eğrisel plan geometrisi de Bölüm 4.3.3.4' de "Plan Geometrisine İlişkin Kurallar" kısmında belirtildiği üzere gerçekleştirmek mümkündür.

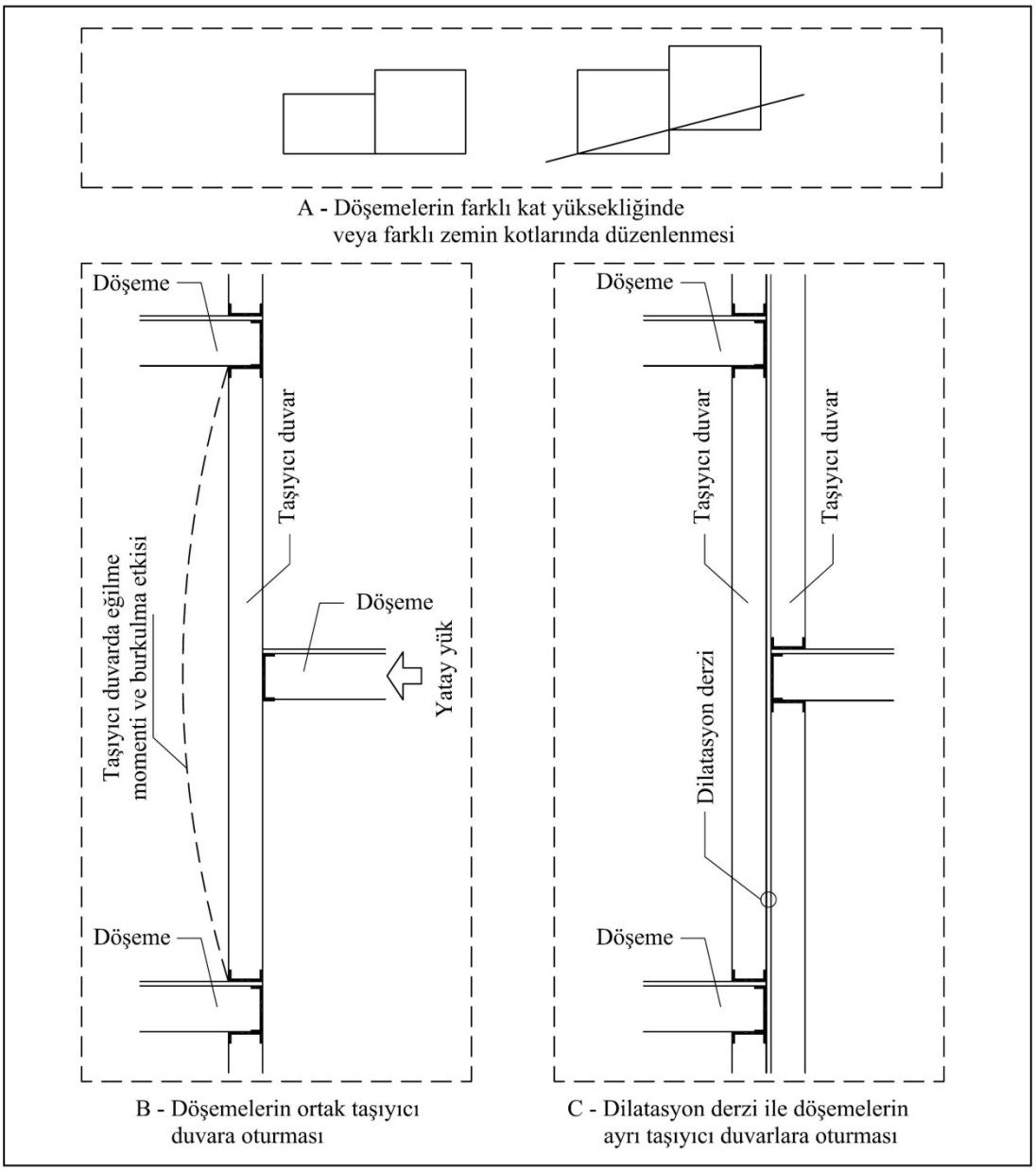


Şekil 4.24 : Plan düzleminde bina düzensizliği.

- Düşeyde kütlesel hareket

Düşeyde kütlesel hareket, farklı kat yüksekliği ve/veya kat adedindeki yapı bölümlerinin bir araya gelmesi ile oluşur. Benzer şekilde, topografya şartlarına uygunluk amacı ile yapı bölümlerinin farklı zeminlere oturması da düşeyde kütlesel hareket yaratır. Farklı kat yüksekliği veya yapı bölümlerinin farklı kotlara oturması nedeniyle döşemelerin farklı kotlarda yer alması, dilatasyon oluşturulmasını konstrüktif açıdan zorunlu kılar (Şekil 4.25). Dilatasyon yapılmaması durumunda, taşıyıcı duvarın yan yüzüne döşemenin bağlanması konstrüktif açıdan detaylandırma

sorunları yaratır. Ayrıca, deprem etkisinde, döşemenin ilettiği yanal yükler, taşıyıcı duvar üzerinde eğilme momenti ve burkulma etkisi oluşturur.



Şekil 4.25 : Farklı kotlara oturan döşemelerin ayrı duvarlara oturması.

4.5 Önerilen Sistem Bileşenleri Aileleri

4.5.1 Taşıyıcı sistem bileşenleri ailesi

Açık sistemlerde bileşen aileleri içerisinde taşıyıcı bileşenler, bölücü bileşenler, ekipman bileşenleri, kabuk bileşenleri ve tamamlayıcı bileşenler aileleri tanımlanmaktadır. Burada kullanılan kabuk bileşenler tanımı taşıyıcı sistemin kurulduğunda geriye kalan duvar boşluğunun doldurulmasında kullanılan yapı bileşenleridir. Oysa ki hafif çelik yapıda duvarlar taşıyıcı nitelikte olduğu ve kaplama elemanlarıda sistemin stabilitesine katkı sağladığı için, taşıyıcı sistem oluşturulduğunda geriye herhangi bir doldurulması gerekli duvar boşluğu kalmamaktadır.

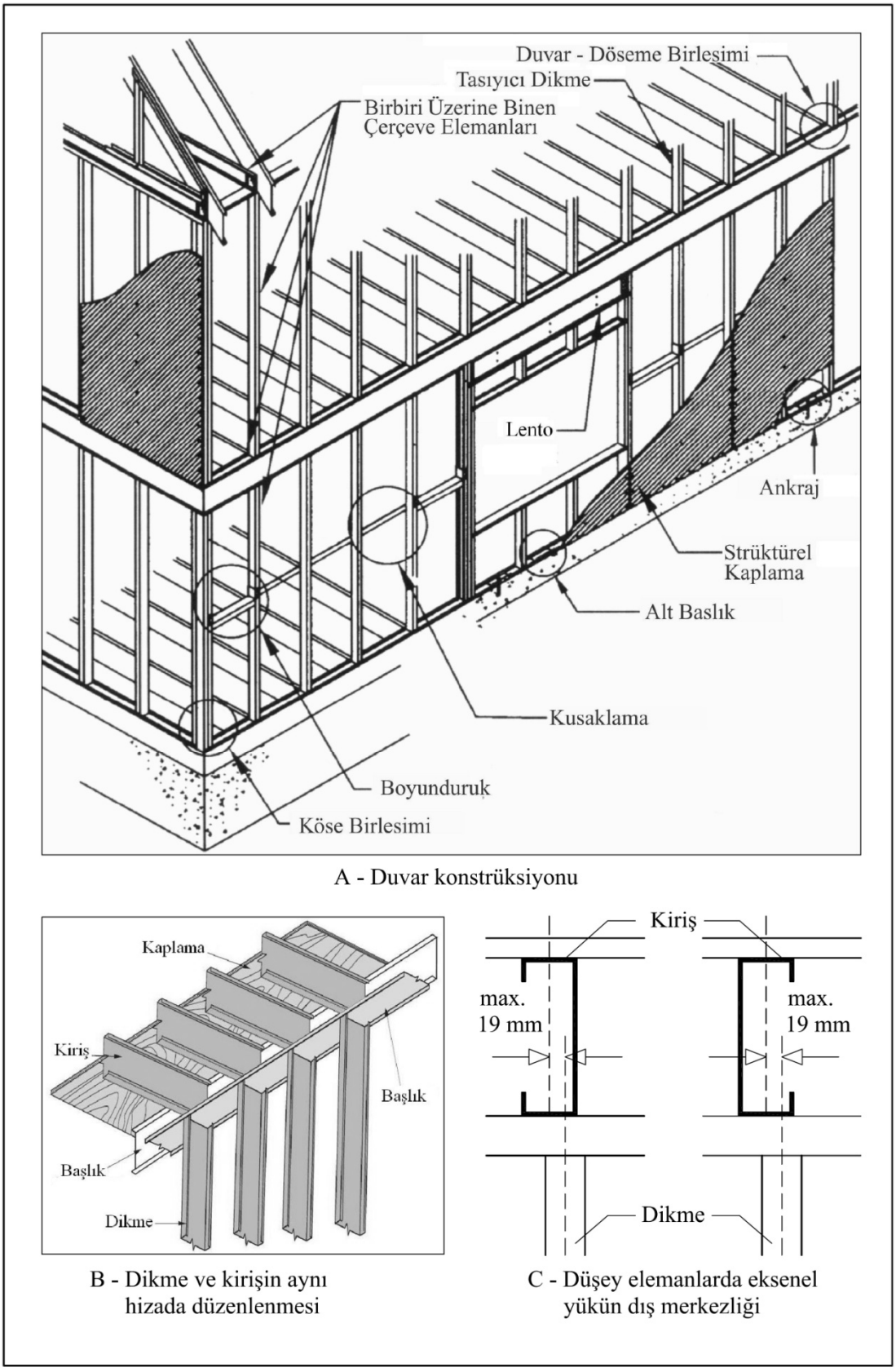
4.5.1.1 Taşıyıcı duvar

Yatay ve düşey yük altında hafif çelik taşıyıcı duvarların strüktürel etkinliği, bir çok etkene bağlıdır. Ana belirleyici unsurlar, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Duvarda açılan boşluk oranı ve boyutları
- Dikmelerin düzenlenme sıklığı
- Dikmelerin profil tipi, boyutları ve cidar kalınlıkları
- Stabilite elemanlarını düzenlenme şekli (boyunduruk, kuşaklama, çaprazlama, kaplama vs.)
- Kaplama malzemesi cinsi, kalınlığı, düzenlenme biçimi, oranı ve montaj sıklığı
- Montaj yöntemi, montaj elemanı özellikleri ve düzenlenme sıklığı

Düşey yüklerin aktarılmasında dikme ve kirişin aynı hizda düzenlenmesi ve eksenel yükün dış merkezliği önemldir (Şekil 4.26).

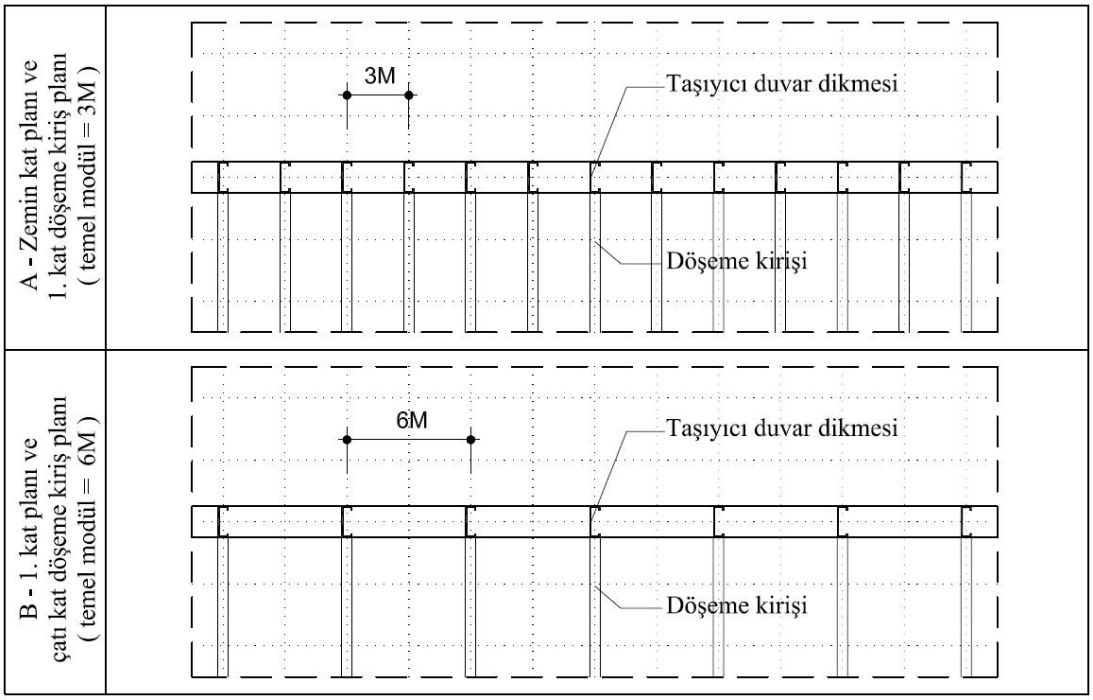
Dikme boyundaki ve dış merkezlik miktarındaki artış, taşıma gücünü olumsuz etkilemekte, levha kalınlığı ve profil boyutlarındaki artış ise olumlu etkilemektdir. Ancak, cidar kalınlığındaki artış, profilin gövde genişliğindeki artışa göre taşıma gücüne daha fazla katkıda bulunmaktadır (STAHL, 2002a; STAHL, 2002b).



Şekil 4.26 : Düşey yüklerin aktarılması (NASFA, 2000; CSSBI, 2005; STAHL, 2002a).

Hafif çelik yapım sisteminde taşıyıcı duvarda kullanılacak profil derinliği en az 90 mm olmalıdır. Ancak gerek taşıyıcılık özelliği bakımından, gerekse profil kesitinden tesisat elemanlarının geçiş kolaylığı bakımından uygulamada profil derinliği en az 140-160 mm olarak alınmaktadır. Statik analiz neticesinde ihtiyaca göre profil derinliği artırılabilmektedir. Yalnızca, merdiven basamaklarını taşıyan duvar profilleri 90 mm olarak uygulanmaktadır. Bu tez çalışmasında modüler koordinasyonu sağlamaya yönelik olarak taşıyıcı duvar kalınlığı 15 cm olarak Kabul edilmektedir. Statik analiz neticesinde ihtiyaç duyulan profil kesitleri Ek B' den seçilmelidir.

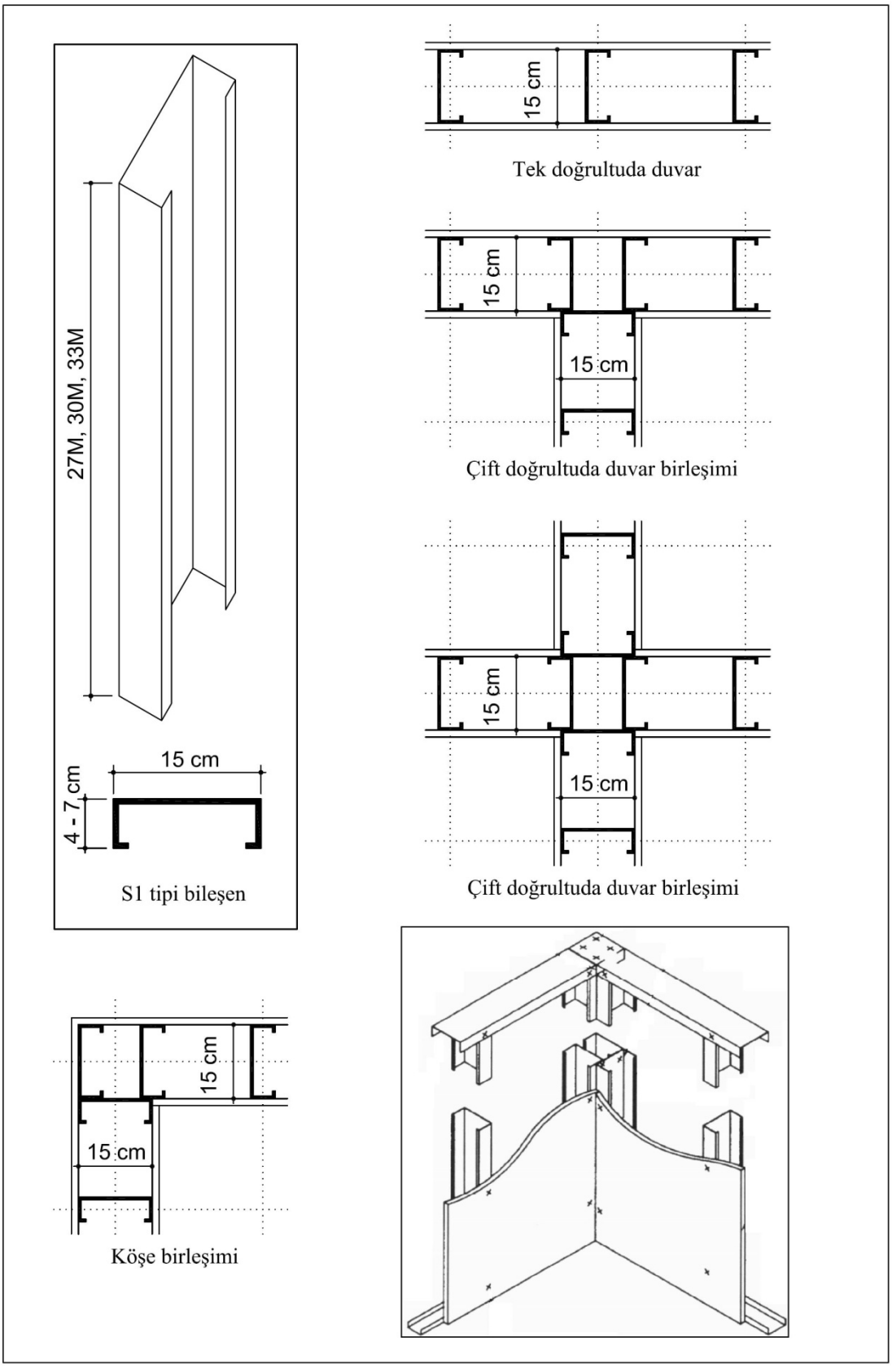
Yatay düzlemde modüler koordinasyonda 3M ve 6M temel modülü kullanılır. 3M temel modülü kullanılan katın üst katında statik analiz neticesinde yeterli olduğu durumda dikme aralığı ve döşeme kiriş aralığı genişletilip 3M yerine 6M temel modül alınabilinir. Ancak her türlü durumda dikmelerin üst üste gelmesi esastır **(**Şekil 4.27).



Şekil 4.27 : Katlar arasında taşıyıcı sistem temel modülünün değişmesi.

Dikme boyu Kuzey Ameika şartnamelerinde en fazla 300 cm, Alman standartlarında 350 cm olarak belirtilmekte olup, ülkemizde geçerli imar yönetmelklerinde de konutlarda kat yüksekliği en az 260 cm olarak tanımlanmaktadır. Bu limitler dahilinde gerek uygulamalara bakıldığında gerekse bu tez çalışmasında kabul edilen

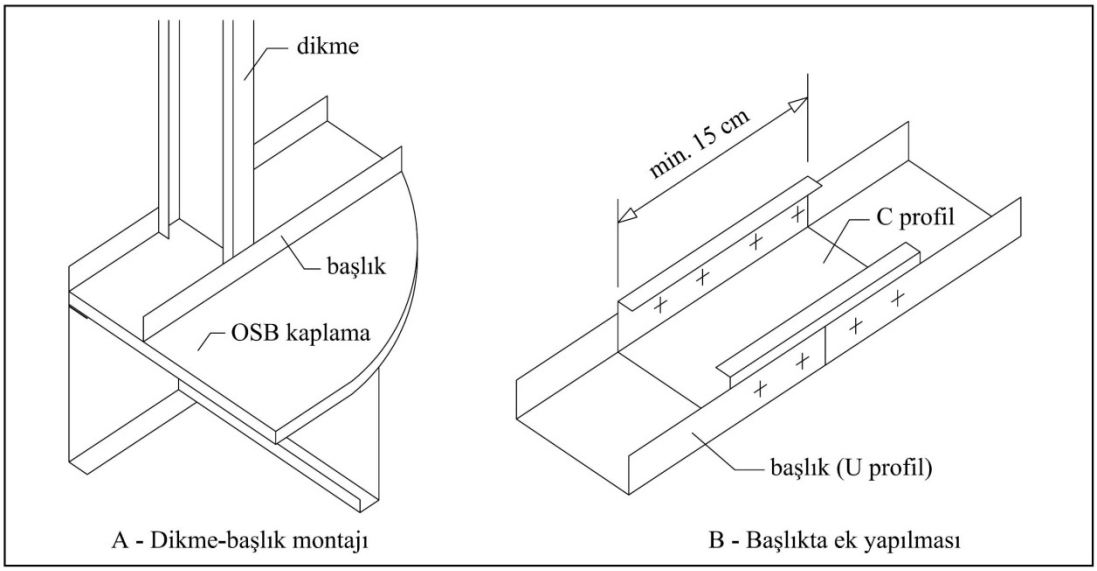
modüler koordinasyon kurallarına göre 27M, 30M ve 33M dikme boyları uygulanabilir niteliktedir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 : Taşıyıcı duvar kuruluşu.

Duvar dikmeleri üst ve alt başlık profilleri (T bileşen – track section) en az dikme levha kalınlığı kadar olmalıdır. Alt ve üst başlık profillerinde ek yapılması durumunda toplam bindirme minimum 15 cm olmalıdır. Duvar dikmelerinin kesilmesine ve ek yapılmasına özel statik analiz yapılmadığı sürece izin verilmez. Yalnızca dikme alt veya üst başlığında ek yapılmasına müsade edilir (Şekil 4.29).

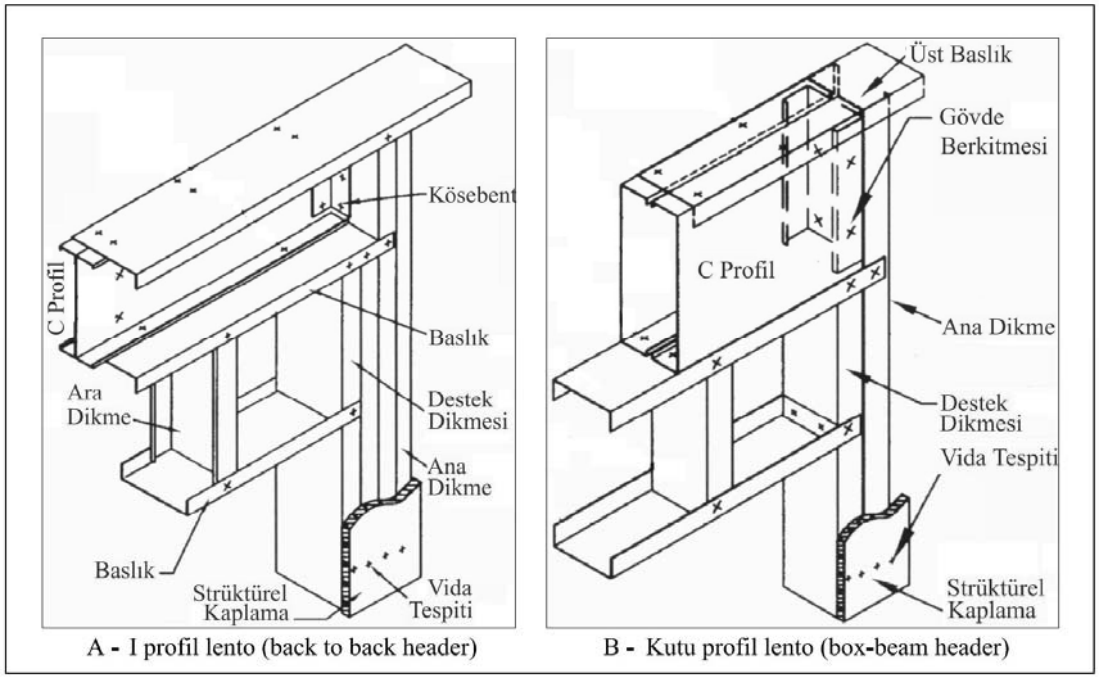
Dikme montajından sonra detayların kapanıp, müdahale edilemeyecek kısımlar oluşmasına karşın olarak, duvar dikmeleri montajı esnasında izolasyon malzemesinin nasıl yerleştirileceği göz önünde bulndurulmalıdır.



Şekil 4.29 : Dikme-başlık profilleri montajı ve başlık profilinde ek yapılması.

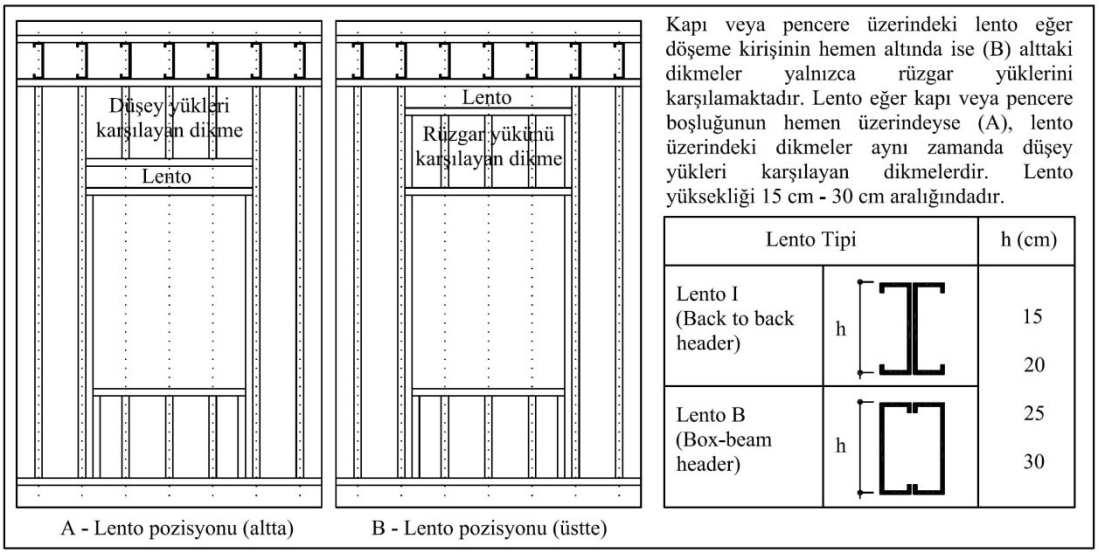
- Taşıyıcı duvarda boşluk oluşturulması

Taşıyıcı duvarlarda en önemli problemlerden biri; kapı ve pencere boşlukları nedeniyle ile bu kısımlarda taşıyıcı elemanın bulunmaması ve taşıyıcı çerçevenin zayıflamasıdır. Bu sorun, boşluk içine, duvarın taşıdığı yüklere karşı dayanabilecek hafif çelik profilden yapılmış kapı veya pencere kasası ve üzeride yükleri dağıtacak bir lento ile çözülür. Böylece boşluk içinde, kasadan ve lentodan meydana gelen rijit bir çerçeve oluşur. Lento, sırt sırta iki C profilden meydana gelen I profil (back to back header) ile veya duvar kalınlığında iki C profilden kutu (box-beam header) yapılarak oluşturulur (Şekil 4.30). Bileşik I profilden (back to back header) oluşan lentodan tesisat geçişi uygulama bakımından daha pratiktir. Taşıyıcı duvar boşluğu üzeride lentonun pozisyonu, lentonun üstündeki ve altındaki dikmelerin görevini belirleyicidir (Şekil 4.31).



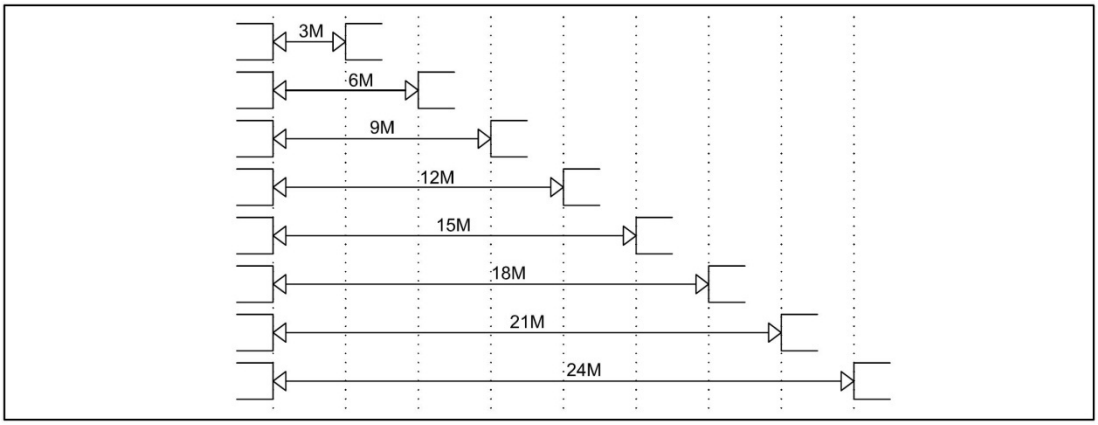
Şekil 4.30 : Hafif çelik lento oluşumu (NASFA, 2000).

Duvarda, kabul edilen dikme aralığından daha geniş bir boşluk açıldığında, boşluğun her iki yanına mutlaka ilave destek dikmesi konulmalıdır. Ana dikme "king stud" olarak, kapı veya pencere boşluğu oluşumunda kullanılan ilave destek dikme ise "jack stud" olarak ingilizce terminolojide kullanılmaktadır.



Şekil 4.31 : Duvar boşluğunda lento pozisyonu ve tipleştirilmesi.

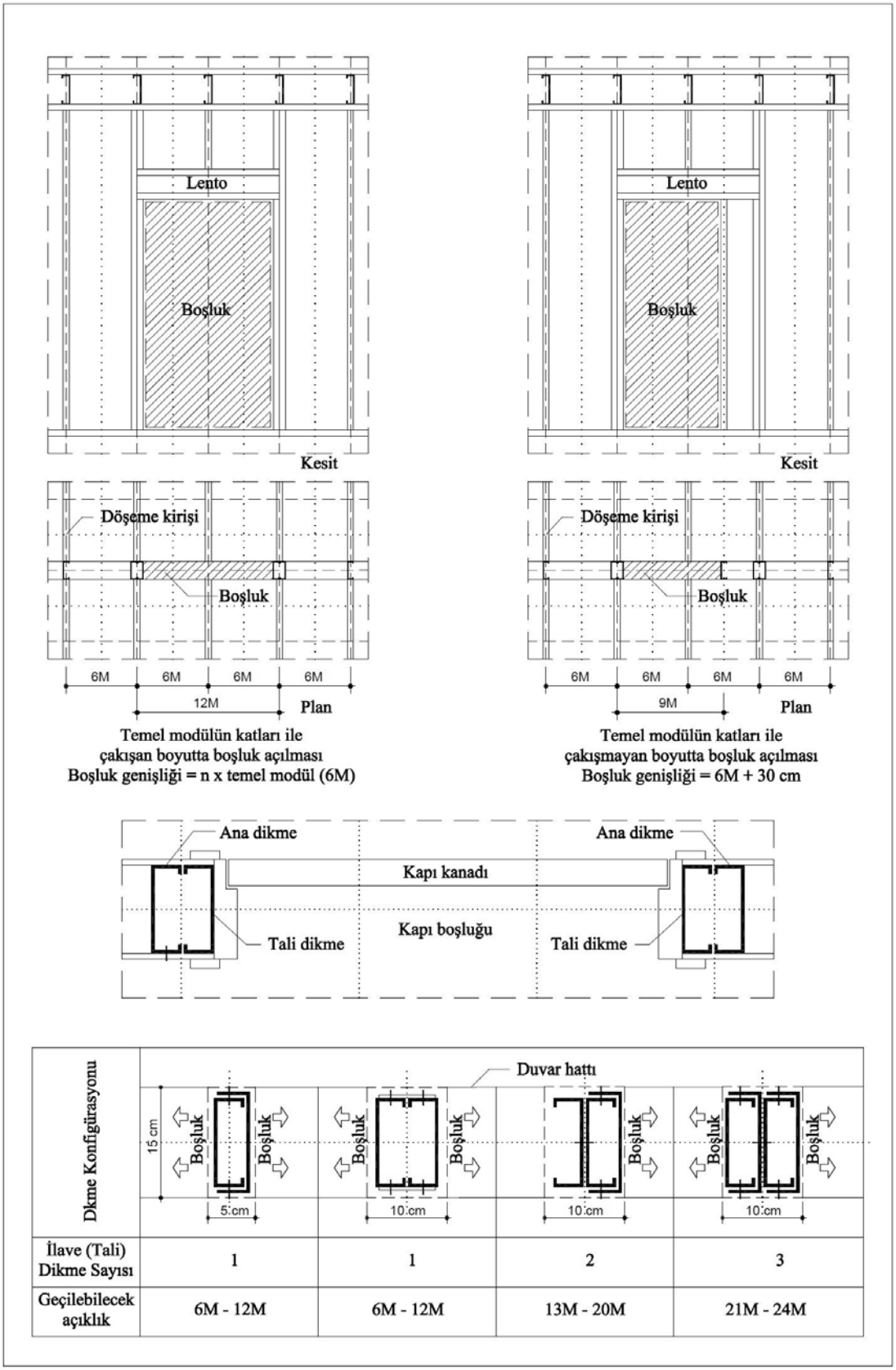
Taşıyıcı duvarda lento oluşturularak açılabilecek boşluğa ilişkin olarak Şekil 4.32' de belirtilen açıklık boyutları temel modül olan 3M' in katları şeklindedir. Ara ölçülerde boşluk açılması mümkündür. Bina içinde veya bina cephesinde yer alan taşıyıcı duvarın sistem kuruluşu bakımından birbirinden bir farkı yoktur.



Şekil 4.32 : Duvarda açılabilecek boşluk ölçüleri.

Taşıyıcı duvarlarda pencere ve kapılar için maksimum lento açıklığı, yapı genişliğine, lentoyu oluşturan profilin tipine ve boyutlarına, yapı hareketli yüklerine bağlı olarak maksimum 300-360 cm arasında olabilir (NAHB, 1997b; NASFA, 1999; CSSBI, 2005). Ancak sistemin yatay kuvvetlere karşı performansı ve sistemin ekonomisi bakımından optimum çözüm olarak 240 cm' yi kabul etmektedirler, dolayısıyla burada kullanılan yarı açık hafif çelik yapım sistemi için, en fazla boşluk genişliği olarak 24M kabul edilmektedir.

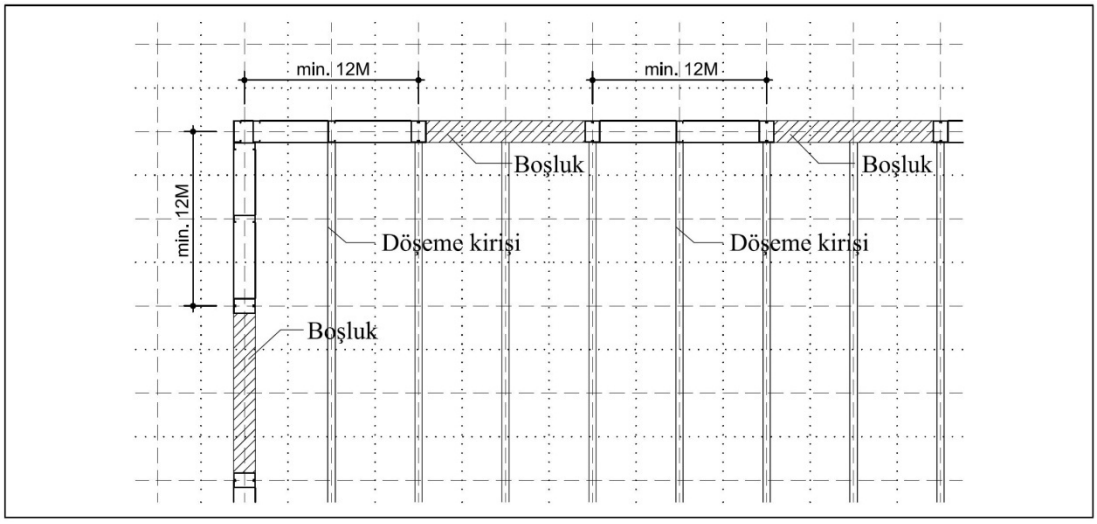
Taşıyıcı duvarda açılabilecek boşluk boyutlarına bağlı dikme konfigürasyonu şekil 4.33‘ de belirtilmektedir.



Şekil 4.33 : Duvar boşluğunda dikme konfigürasyonu.

Perde duvarlar yapı köşelerine yakın olarak ve planda düzensizlik yaratmayacak şekilde düzenlenmelidir. Perde duvarların sağladığı rijitlik merkezi ile yapının geometrik merkezi birbirine yakın olmalı, aksi durumda oluşacak yapı burulma düzensizliği hesaba katılmalıdır (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007).

Taşıyıcı duvarın yatay kuvvetlere karşı gerekli rijitliği sağlayabilmesi için kapı ve pencere gibi boşlukların arasında ve köşelere yaklaşımda en az 120 cm genişlik olması gerekir (Şekil 4.34). Bu kuralın uygulanması konut tasarımını mimari planlama aşamasında çok fazla kısıtlamakta ve uygulamalara bakıldığında statik analiz ile sistem doğrulanarak sıklıkla bu kuralın dışına çıkıldığı görülmektedir. 120 cm' den az genişlik olması durumunda bileşik profil olarak kolonlar oluşturulur, ancak yatay kuvvetlere karşı sistemin performansı ve ekonomisi gözden geçirilmeli, statik analiz ile doğrulanmalıdır.



Şekil 4.34 : Köşe yaklaşım ve iki boşluk arası mesafe.

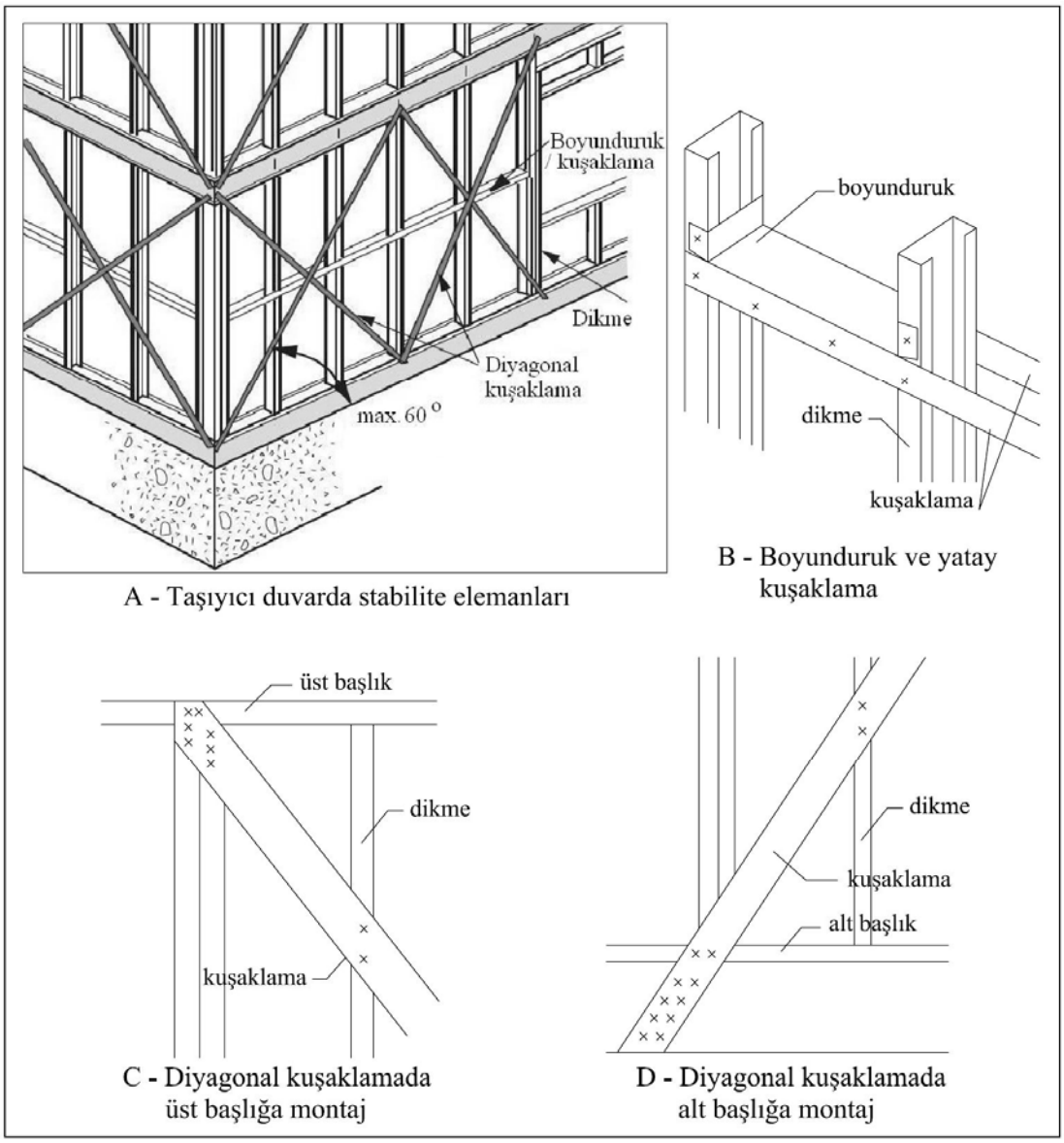
- Taşıyıcı duvarda stabilite elemanları

Burada tanımlanan stabilite elemanlarına yönelik tanımlamalar Kuzey Amerika şartnamelerinin tavsiye niteliğinde sınırlandırmalardır. Kuzey Amerika şartnamelerinde bina dış köşelerinde çaprazlamalar uygulanması tavsiye edilse de, mühendisliğin optimum çözümü sunması gerçeği ile bakıldığında, her türlü stabilite elemanının kullanımı statik analiz neticesinde burkulma riski oluşan bölgelerde mümkün olmaktadır. Aynı şekilde, statik analiz neticesinde iç taşıyıcı duvarlarda burkulma riski oluşan bölgelerde de stabilitenin sağlanmasına yönelik olarak gerekli

önlemler alınmalıdır. Bu önlemler çaprazlamalar, yatay kuşaklamalar, boyunduruk kullanımı veya OSB levha kalınlığının artırılması gibi çeşitli yöntemlerle olabilir.

Dikmelerin yanal yüklere karşı rijitliğini artırmak için kuşaklama ve boyunduruk gibi elemanlar kullanılmaktadır Ayrıca iç ve dış kaplama malzemeleri de sisteme, yanal yüklere karşı destek vermektedir. Genel olarak stabilite elemanları yatay stabilite elemanları ve diyagonal stabilite elemanları olarak ayrılır. Diyagonal stabilite elemanları malzeme özellikleri bakımından yatay kuşaklamalar ile aynıdır. Yatay kuşaklama dikmelerin dönmesini engeller. Diyagonal kuşaklama ise rüzgar ve deprem yükleri karşısında duvar düzleminin burkulmasını engeller ve dış duvarlarda ve tüm katlarda uygulanması tavsiye edilir. Çapraz uygulamada yatay düzlemden 60º den fazla açı olmaması tavsiye edilir (Şekil 4.35).

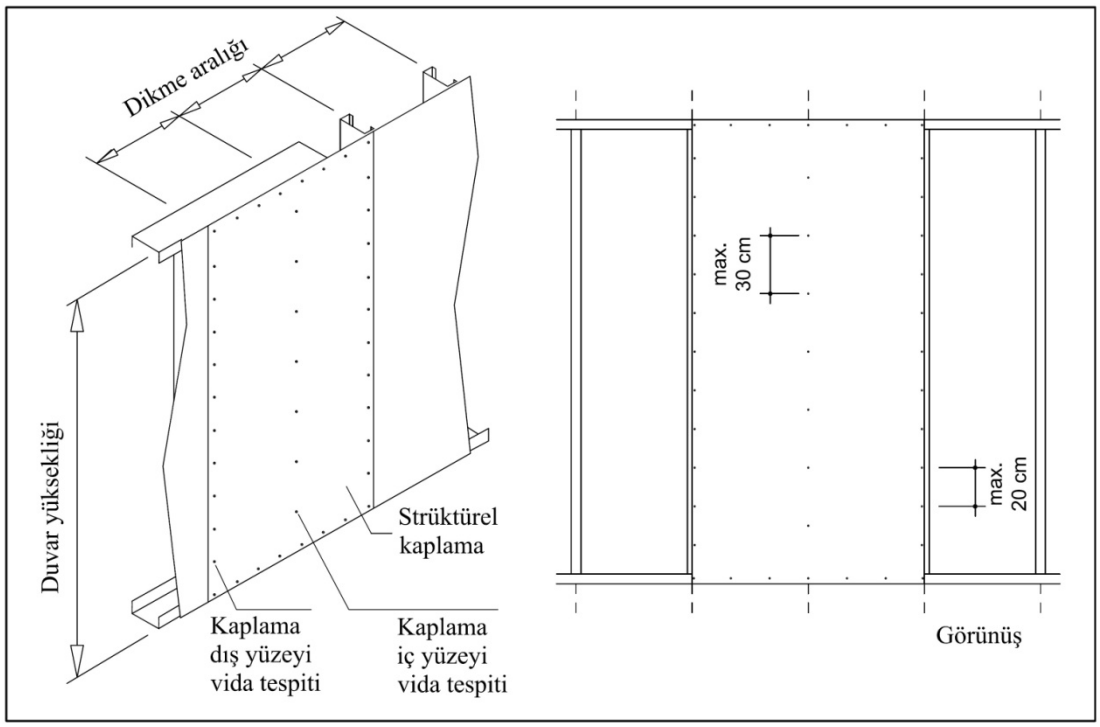
Kuşaklama elemanları minimum 38 mm levha genişliğinde ve 1 mm levha kalınlığında olmalıdır. Yüksekliği 24M veya daha az olan duvarlarda ortada tek sıra, yüksekliği 24M' den fazla (33M' e kadar) olan duvalarda eşit aralıklı iki sıra yatay kuşaklama yapılması Kuzey Amerika şartnameleri tarafından tavsiye edilir.. Ayrıca taşıyıcı duvarın her iki tarafında son modülde kuşaklama hizasında boyunduruk takviyesi yapılmalıdır. Boyunduruk U tipi bileşen olarak minimum 1 mm kalınlığında olmalıdır.



Şekil 4.35 : Taşıyıcı duvarda stabilite elemanları.

- Strüktürel kaplama

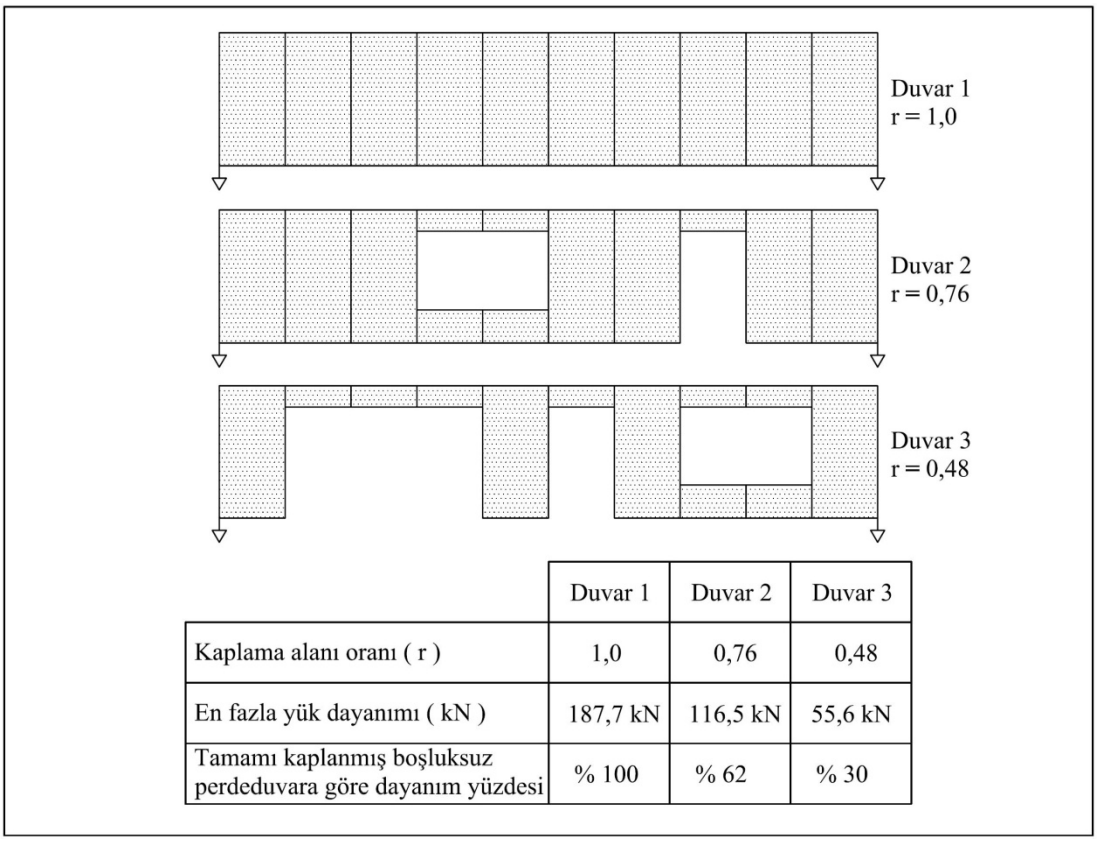
Strüktürel kaplama (OSB, plywood vb.) yatay ve diyagonal çaprazlamaya alternatif olarak kullanılabilmektedir. Ancak ön tasarımda bu durum dikkate alınmaldır. OSB levhaların taşıyıcı sitem üzerine montaj şekli ve aralığı, yerleşim düzeni, bağlantı elemanı özellikleri önem kazanmaktadır. Strüktürel kaplama elemanı olarak bina dış yüzeyinde kullanılacak OSB levha (OSB 3) en az 11 mm kalınlıkta, plywood 12 mm kalınlıkta olmalı, montaj için kendinden delme özellikli 8#' lik vida kullanılmalıdır. Yatay kuşaklama yapılırken kaplama elemanı yerleşim düzeni göz önünde bulundurulmalıdır. Kaplama elemanı dış kenarında yapılan montaj, orta aksında yapılan montajdan daha sık olmalıdır. Dış kenarda yapılan montaj en fazla 20 cm ara ile, orta aksında yapılan montaj en fazla 30 cm ara ile yapılmalıdır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36 : Taşıyıcı duvar yüzeyinde strüktürel kaplama.

NAHB Araştırma Merkezi tarafından yapılmış deneylere sonuçlarına göre dikmeleri burulmaya karşı OSB, kontraplak veya alçı levha kaplamalar, ara kayıt elemanlarına veya çaprazlamalara göre daha fazla desteklemektedir. Kaplama elemanlarının montaj aralığı azaldıkça dikmelerin burkulmalara karşı dayanımı artmaktadır. Dayanım montaj aralığı ilişkisi, montaj noktalarının çelik profillere burkulma etkisine karşı bir mesnet noktası oluşturması ile açıklanmaktdır. Boy-en oranı 2/1 olan kaplamaların, boy-en oranı 4/1 olan kaplamalara göre dayanıma daha fazla katkı sağladığı görülür. Ancak, montaj aralığı azaldıkça, kaplama oranının dayanıma etkisi de azalır (NAHB, 1997a; AISI, 1998).

Pencere, kapı gibi boşluklar perde duvarın yatay kuvvetlere karşı dayanımında belirleyici rol oynarlar. Boşluk oranının dayanıma etkisini incelemek amacıyla Amerika Demir ve Çelik Birliği (AISI) tarafından yapılan deneylerde, perde duvarlarda açılan boşluklara bağlı olarak, perde duvarın yanal yüklere karşı dayanımının düştüğü gözlemlenir. Taşıyıcı duvar üzerinde açılacak boşluk oranı toplam alanın yarısından fazla olması durumunda ($r < 0,48$), taşıyıcı duvar olarak, yatay kuvvetleri karşılayacak yeterli performansı sağlayamaz (Şekil 4.37).

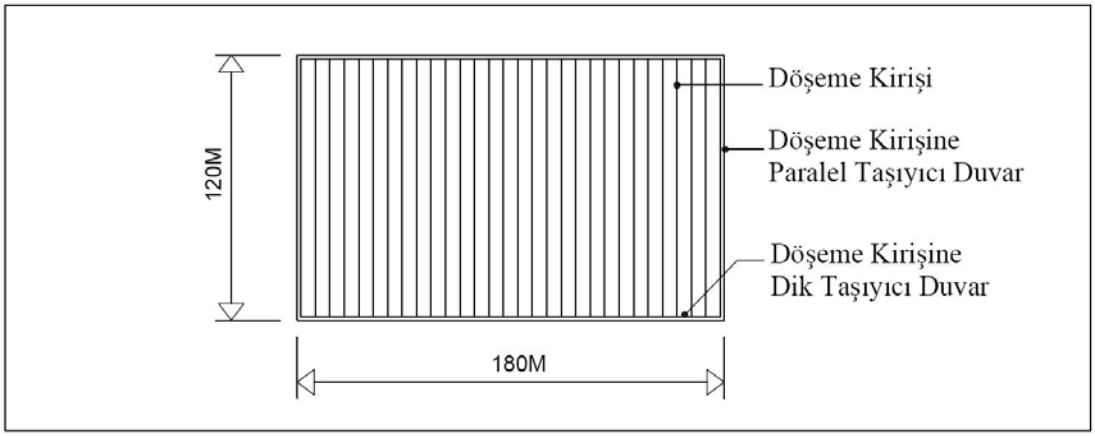


	Duvar 1	Duvar 2	Duvar 3
Kaplama alanı oranı (r)	1,0	0,76	0,48
En fazla yük dayanımı (kN)	187,7 kN	116,5 kN	55,6 kN
Tamamı kaplanmış boşluksuz perdeduvara göre dayanım yüzdesi	% 100	% 62	% 30

Şekil 4.37 : Hafif çelik duvarda boşluk oranına bağlı yanal yüklere dayanım (AISI, 1997).

4.5.1.2 Döşemeler

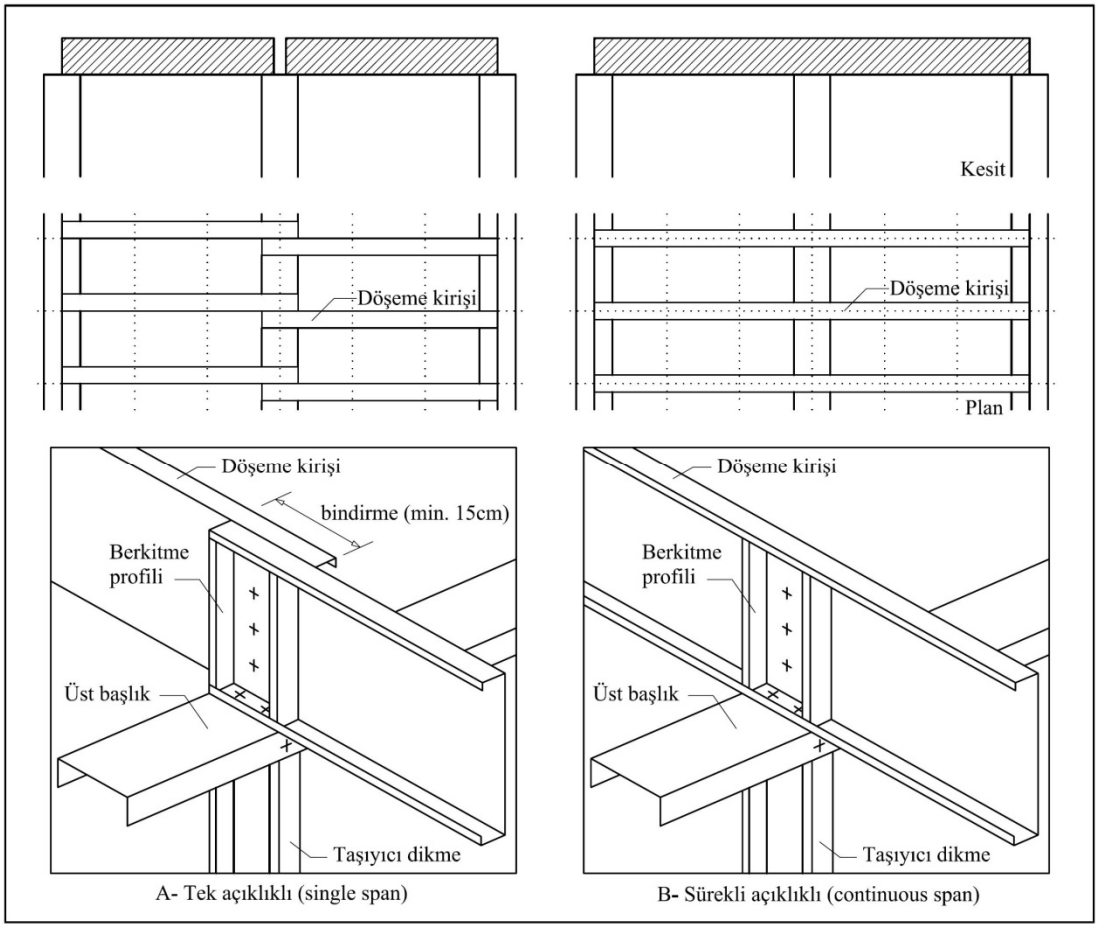
Kuzey Amerika şartnamelerinin belirlediği ve yarı açık sistemde kabul edilen en fazla bina boyutları 12m x 18 m' dir (Şekil 4.38). Burada belirtilen bina boyutları sürekli doğrultulu döşeme kirişi ile geçilebilecek en fazla bina boyutları olarak tariflenmektedir. Ayrıca bina taban alanı 200 m2 ile sınırlandırılmıştır. Esas olarak 200 m2 bina taban alanına bağlı kalarak 12m x 18m boyutları dışında da (iki doğrultulu, ara taşıyıcı iç duvarları olan) bina boyutları uygulanabilmektedir. Bölüm 2' de Türkiye' de konut üretimine bakıldığında az katlı müstakil konutlarda bina taban alanı olarak genel tercih 200 m2' nin altında olduğu görülmekte ve burada tanımlanan yarı açık sistemde uygulanabilir niteliktedir. Bitişik nizam ve sıra ev tiplerinde ise dilatasyon ile ayrılmış bloklar olarak daha fazla taban alanı kullanımı mümkündür.



Şekil 4.38 : En fazla bina ölçüleri.

TS 498' e göre konutlarda kabul edilen en fazla hareketli yük 200 kg/m2' dir. Alman standardına ve Kuzey Amerika şartnamelerine göre 200 kg/m2 hareketli yük altında geçilebilen açıklıklar birbirine yakın değerlerdedir (NASFA, 2000; STAHL, 2002a). Döşemenin profil boyutu ve düzenlenme sıklığına bağlı olarak yaklaşık 12 metre açıklık (berkitme profili ile destekli, sürekli açıklıklı ve kiriş aralığı 30cm olması durumunda) geçilebilmekte, ancak optimum değer olarak 7,2 m açıklık Kuzey Amerika şartnamelerinde tavsiye edilmektedir. Dolayısıyla bu tez çalışmasında yer verilen yarı açık sistemde döşemedeki en fazla açıklık 72M olarak tanımlanmaktadır.

Döşemeler tek açıklıklı (single span) veya sürekli açıklıklı (continuous span) olarak düzenlenir (Şekil 4.39, 4.40). Sürekli açıklıklı olması durumunda geçilen açıklığın ortasındaki mesnet noktasında ek oluşmaz ve ortadaki destek, burkulmaları ve sehimi azalttığı için tek açıklıklıya göre daha küçük kesitli veya profil kalınlığı daha ince döşeme profilleri kullanılır. Yapım sisteminde kullanılan döşeme kirişlerinin toplam ağırlığı bakımından değerlendirildiğinde, döşeme kirişlerinin sürekli açıklıklı düzenlenmesi daha ekonomiktir. Ayrıca, döşeme kirişinin taşıyıcı duvar üzerine oturduğu her noktada burkulmalara karşı berkitme profilinin kullanılması geçilen açıklığı olumlu etkilemektedir.



Şekil 4.39 : Döşeme kirişi düzenlenmesi.

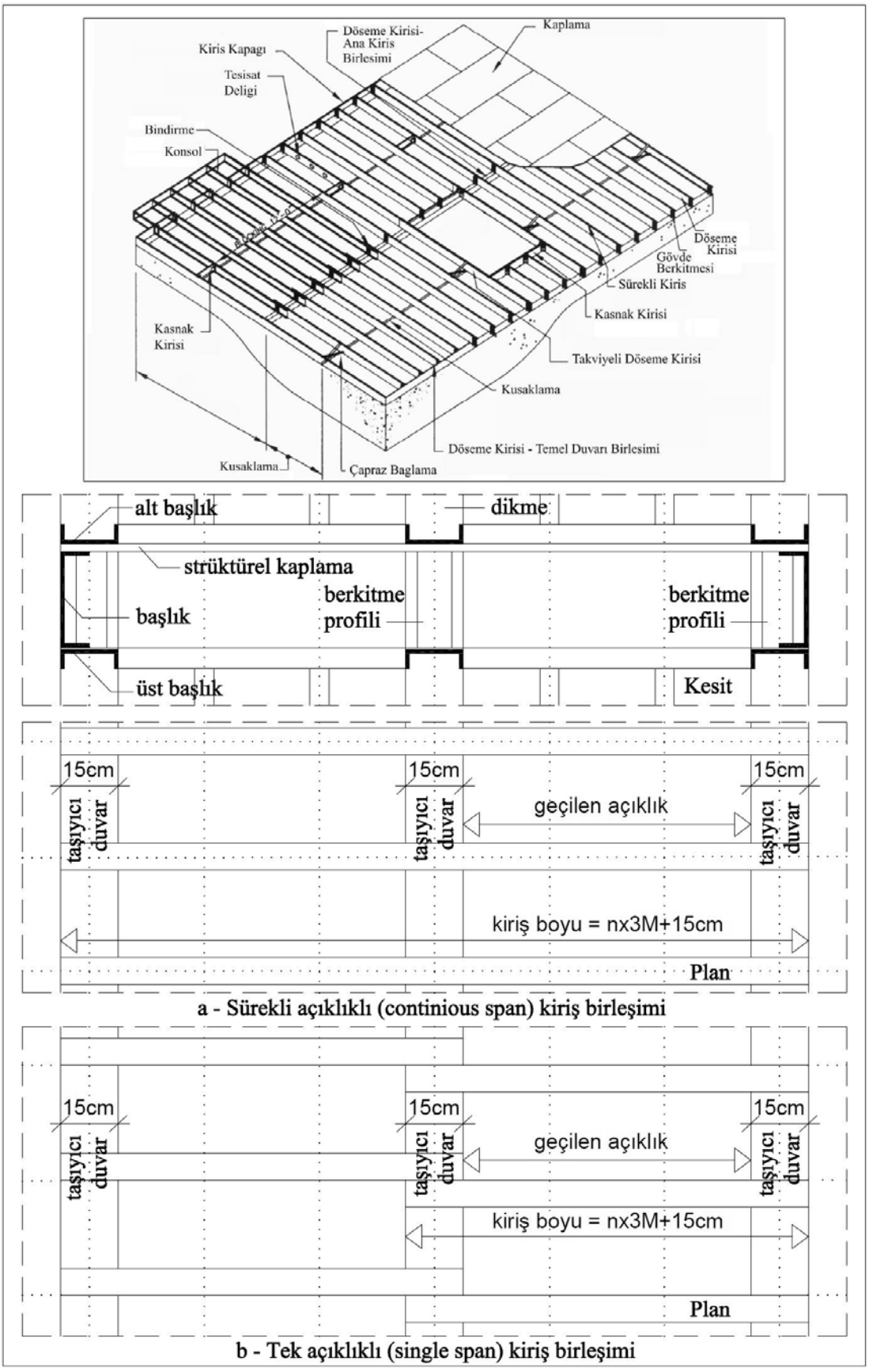
TS 498' de belirtilen hareketli yük değeri olan 200 kg/m2' ye en yakın değer olarak Kuzey Amerika şartnamelerinde geçerli 192 kg/m2 hareketli yüke göre tanımlanmış döşeme kirişi boyutlarına göre döşemede geçilebilen açıklıklar Çizelge 4.8' de tanımlanmaktadır. Taşıyıcı sistem tasarımı esnasında döşeme kirişi yüksekliğinin tespiti (profil derinliği) bu tablo üzerinden tespit edilmelidir. Statik analiz neticesinde nihai profil boyutları belirlendikten sonra Ek B' deki üretici firma bileşen kataloglarından yararlanılmalıdır. Açıklıklar, döşeme kirişleri aralığı olarak 30 cm ve 60 cm' ye göre tanımlanmaktadır.

Bölüm 4.3.1.1' de hafif çelik taşıyıcı sistem bileşenleri kısmında döşeme kirişi için beş farklı şekilde bileşen (S1, S2, S3, S4, S5) tanımlanmaktadır. Çizelge 4.8' da tanımlanan bileşen tipi ve açıklıklar sadece sistem tasarımında döşeme kiriş yüksekliğini ve dolayısıyla döşemenin yüksekliğini tespit etmeye yönelik olarak gösterge niteliğindedir. Tüm bileşen tiplerine ait nihai boyutlandırma ancak statik analiz neticesinde yapılır.

Çizelge 4.8 : Hafif çelik yapıda döşeme kiriş boyutlarına göre döşeme açıklığı (NASFA, 2000).

Döşeme Kirişi Boyutları	192 kg/m2 Hareketli Yüke Göre			
	Tek Açıklıklı		**Sürekli Açıklıklı**	
	Kiriş Aralığı (cm)		Kiriş Aralığı (cm)	
	30	60	30	60
	Serbest Açıklık (m)		Serbest Açıklık (m)	
140S1-41-0,84	3,23	2,46	3,50	2,41
140S1-41-1,09	3,50	2,77	4,26	2,99
140S1-41-1,37	3,76	2,97	4,80	3,40
140S1-41-1,72	4,03	3,20	5,38	3,81
140S1-41-2,45	4,50	3,56	6,01	4,57
203S1-41-0,84	4,27	2,79	3,73	2,18
203S1-41-1,09	4,72	3,73	5,30	3,25
203S1-41-1,37	5,08	4,03	6,24	4,41
203S1-41-1,72	5,46	4,31	7,06	4,97
203S1-41-2,45	6,10	4,83	8,17	5,99
254S1-41-1,09	5,69	4,14	5,71	3,45
254S1-41-1,37	6,12	4,85	6,95	4,72
254S1-41-1,72	6,55	5,20	8,33	5,86
254S1-41-2,45	7,34	5,82	9,82	7,08
305S1-41-1,09	6,37	4,06	5,53	3,20
305S1-41-1,37	7,11	5,33	7,54	4,62
305S1-41-1,72	7,65	6,07	8,89	6,27
305S1-41-2,45	8,56	6,78	11,48	8,17

Çizelge 4.8’ de sehim, hareketli yükler için L/480, toplam yükler için L/240, döşeme ölü yükü 47,9 kg/m2 alınmaktadır.

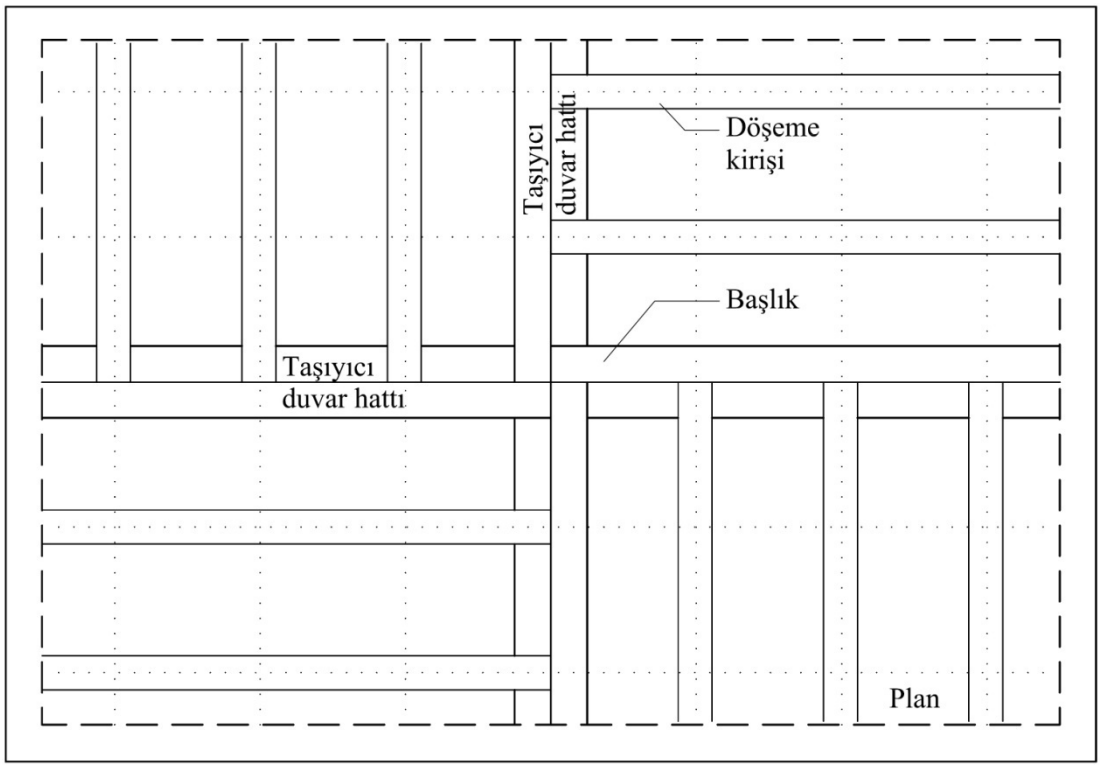


Şekil 4.40 : Normal kat döşemesinde tek ve sürekli açıklıklı kiriş detayı.

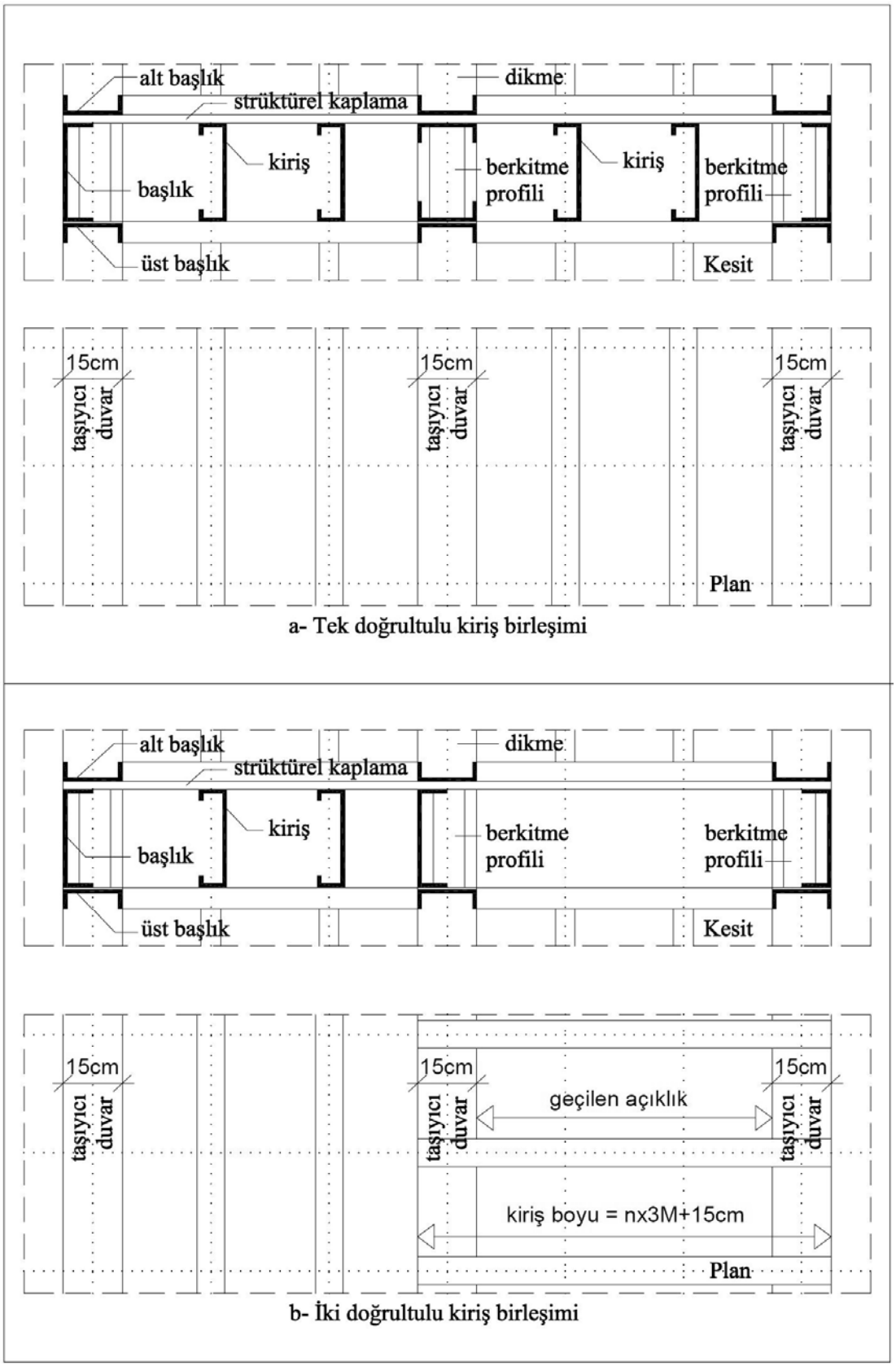
İki adet C profilin sırt sırta birleştirilmesinden oluşturulan][profillerin geçebildiği açıklıklar ile cidar kalınlığı 0,5 mm daha kalın sigma Σ profillerin geçebildiği açıklıklar birbirine çok yakın veya aynı değerdedir. Bu durumda profil ağırlıkları göz önüne alındığında sigma Σ profiller daha ekonomiktir. Dikmelerin aksine, kirişlerde profil yüksekliğindeki artışın, cidar kalınlığındaki artışa göre dayanıma daha çok katkıda bulunmaktadır. Eğilme momenti etkisindeki kiriş profilleri ile eksenel yük etkisi altındaki dikme profillerinin davranış farklılığı bu sonucu doğurmaktadır (STAHL, 2002a).

Döşeme kirişinin sürekli açıklıklı olarak düzenlenmesi geçilen açıklığa olumlu etkisi olsa da, profil boyutunun belirlenmesinde nakliye koşulları (fabrikadan şantiye ortamına nakledilebilecek en fazla bileşen ölçüleri) göz önünde bulundurulmalıdır.

Taşıyıcı sistem tasarımı esnasında döşeme kiriş yönü mekan kullanımını etkilemksizin en kısa yönde tasarlanmalıdır. Döşeme kirişlerinin kısa mesafede düzenlenmesi ile bir katta farklı doğrultuda döşeme kirişleri oluşabilmekte, bu durum ayrıca tüm döşemenin stabilitesine katkı sağlamaktadır (Şekil 4.41, 4.42).

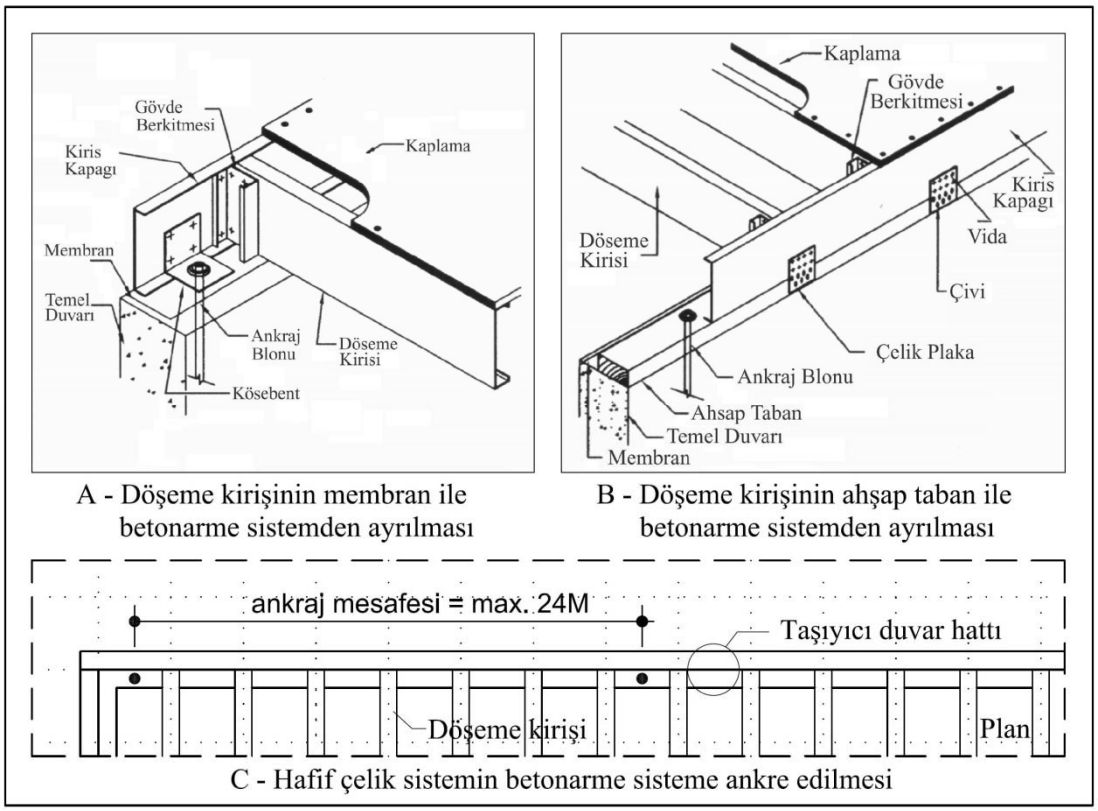


Şekil 4.41 : Taşıyıcı iç duvarda farklı doğrultulu döşeme kirişleri birleşimi.



Şekil 4.42 : Normal kat döşemesinde tek ve iki doğrultulu kiriş detayı.

Temel veya bodrum kat perde duvarına hafif çelik döşeme veya duvarın ankrajında iki detay uygulanmaktadır. Birincisinde galvanize profil doğrudan yalıtım bantı üzerine yerleştirilir, ikincisinde yalıtım bantı üzerinde emprenyeli ahşap ayırıcı kullanarak galvanize profil bu ahşap taban üzerine oturtulur (Şekil 4.43).

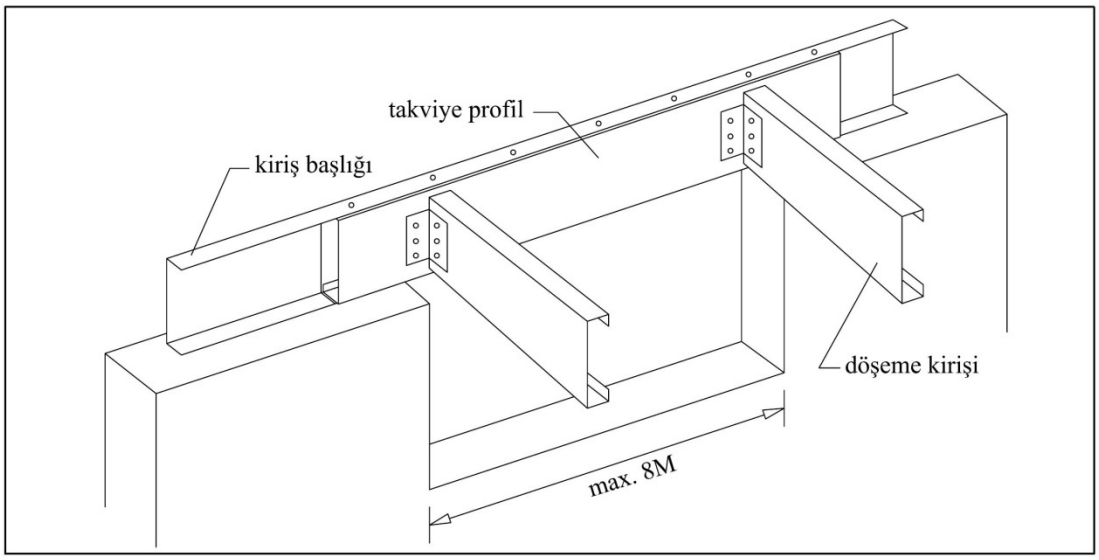


Şekil 4.43 : Hafif çelik döşeme kirişinin betonarme sisteme oturması.

Galvanize levha başlık profilleri çelik plakalarla 6M ara ile ahşap tabana sabitlenmelidir. Hafif çelik döşeme, betonarme temele veya duvara en fazla 24M aralıkla ankre edilmelidir. Hafif çelik döşeme kirişleri ile çakışmaması için köşe ankrajları temel veya bodrum kat perde duvarının iç yüzeyinden minimum 15 cm içeride olmalıdır.

Döşeme kirişinin taşıyıcı duvar üzerine oturduğu her noktada berkitme profili monte edilerek burkulmalara karşı önlem alınır. Berkitme profili S tipi bileşen olarak minimum 1 mm levha kalınlığında, kiriş başlığı olan U tipi bileşen ise en az döşeme kirişi levha kalınlığında olmalıdır.

Bodrum katlara 80 cm‘ den küçük pencerelerin üzerine denk gelen döşeme kirişlerinin oturacağı kısımlar için soğuk bükme profiller ile yapma profiller oluşturularak lento yapımına ihtiyaç olmadan bu tip küçük açıklıklar geçilebilir (Şekil 4.44).

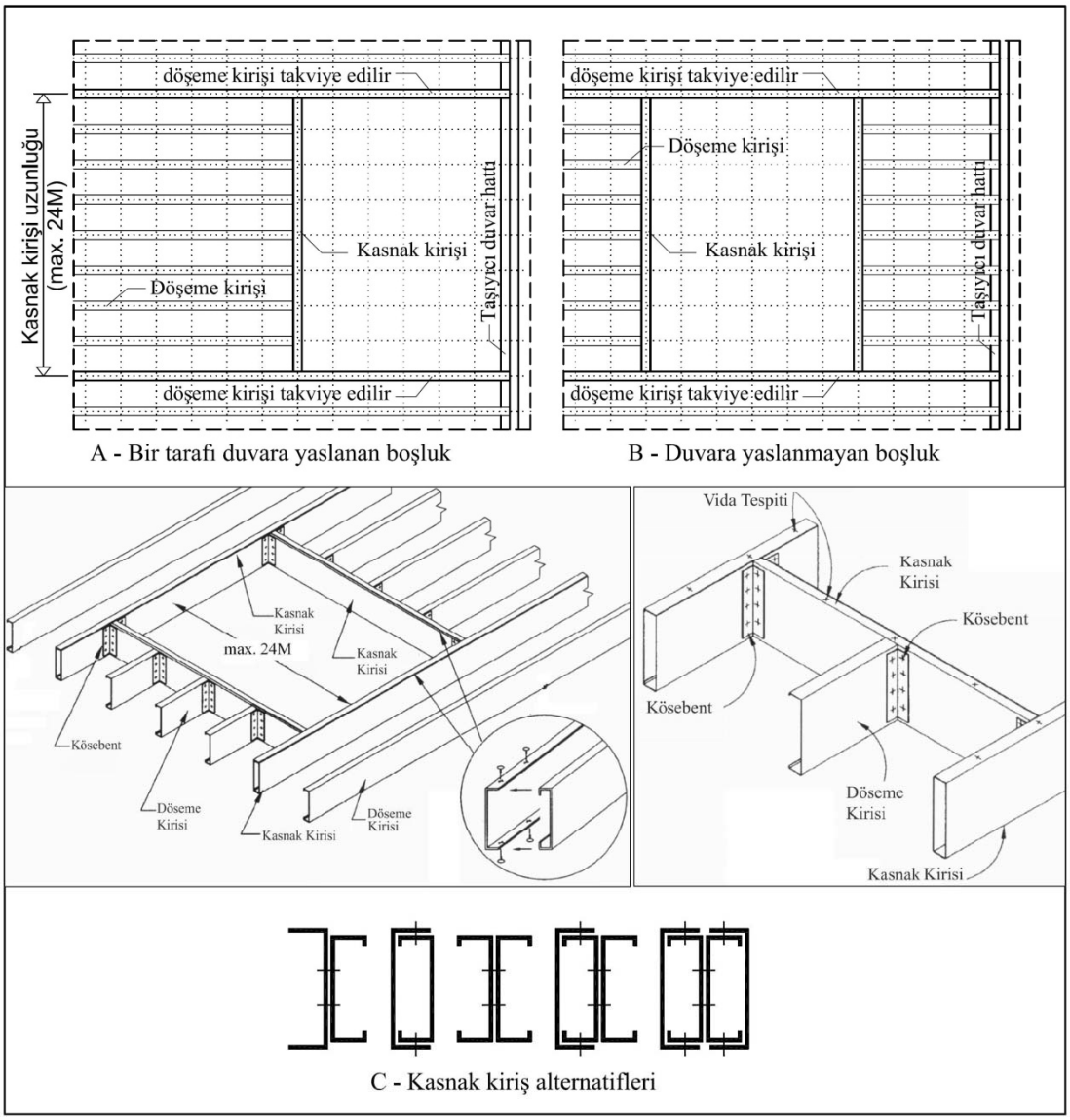


Şekil 4.44 : Bodrum kat penceresi lento çözümü.

Döşeme kirişlerinde ek yapılmasına izin verilmez. Başlık profillerinde ek yapılması durumunda ise ek parçası levha kalınlığı en az ek yapılan ana profil kalınlığında olmalıdır. Ek yerlerinde bindirme toplam boyu minimum 15cm olmalıdır. Levha yüzeyindeki galvaniz tabakanın bozulması sebebiyle şantiye ortamında profillerin kesilmesine izin verilmemektedir.

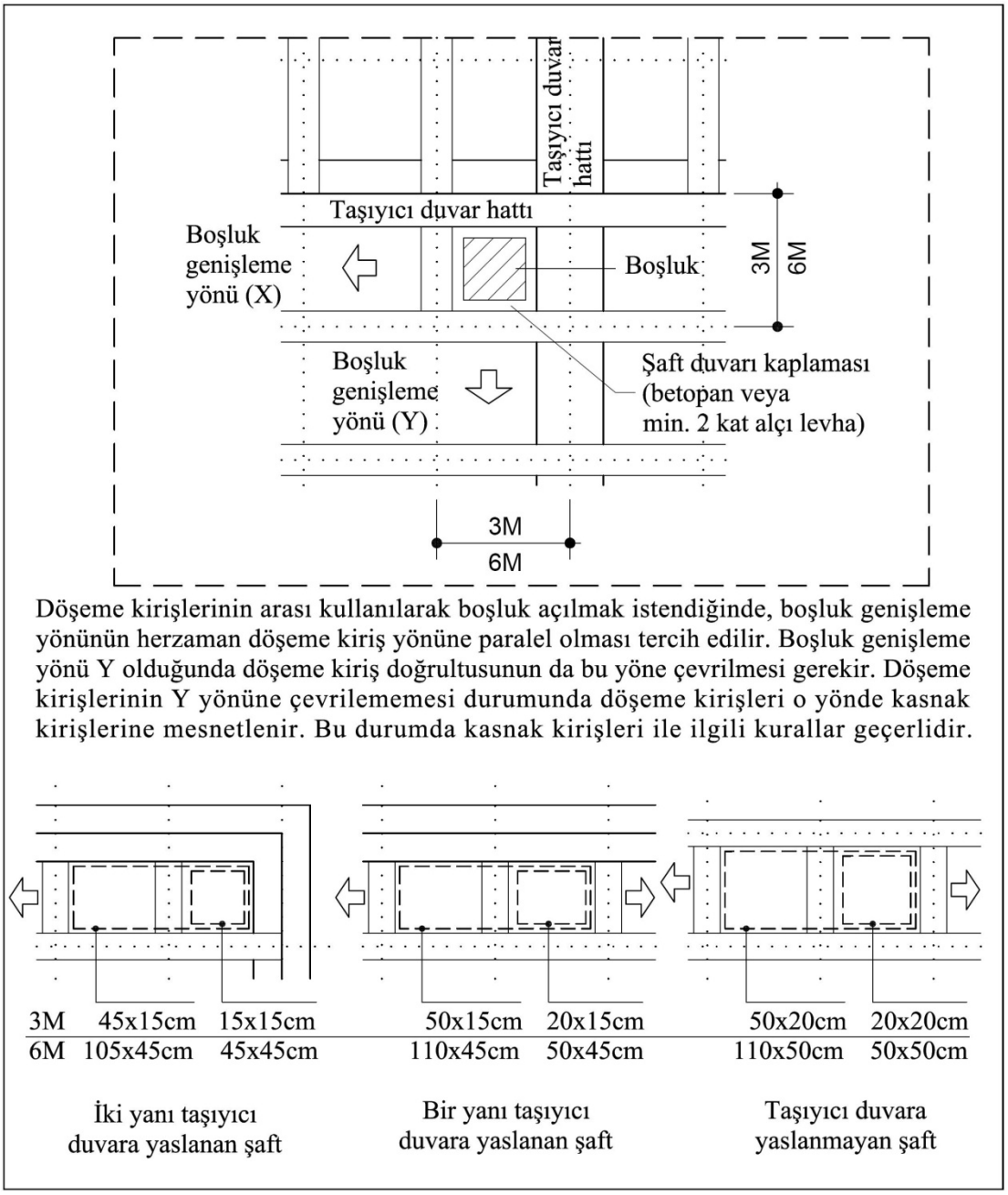
Döşemelerde boşluklar kasnak kirişi yardımı ile iki tipte oluşturulur. Şekil 4.45a' da boşluğun bir tarafı duvar yüzeyine yaslanan ve Şekil 4.45b' de döşeme içerisinde herhangi bir yerde konuşlandırılan tip görülmektedir. Kasnak kirişi yapma profil olarak soğuk bükme profillerin birleştirilmesi ile oluşturulur ve döşeme kirişi ile aynı levha kalınlığında profiller kullanılmalıdır. Döşeme kirişine dik yönde kasnak kirişi ile en fazla 24M (kasnak kiriş boyu) boşluk açılabilmektedir.

Sistemde tanımlanan en fazla kasnak kirişi boyutuna uyulduğu sürece, kasnak kirişinin bastığı mesnet noktasında dikme takviyesine gerek yoktur.



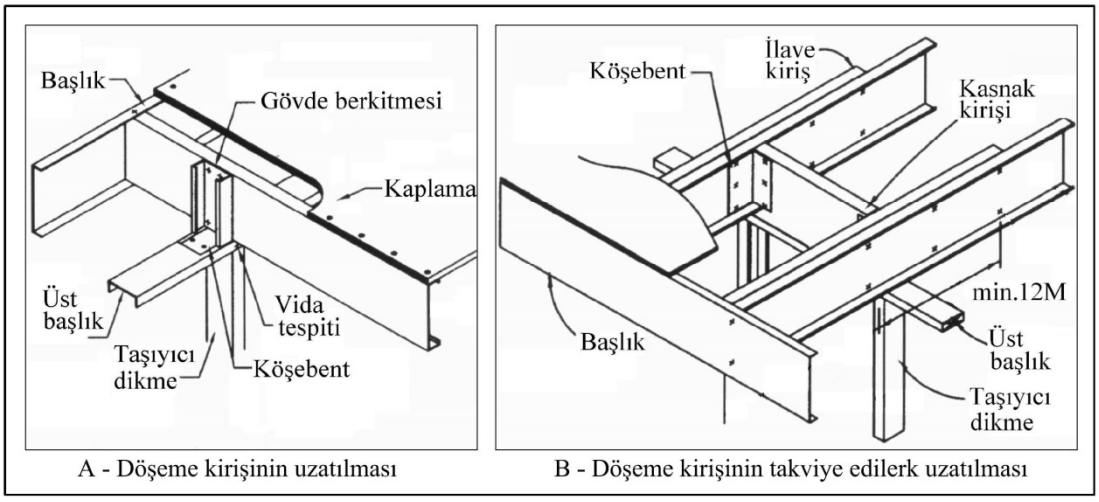
Şekil 4.45 : Döşemede boşluk açılması.

Döşeme kirişlerinin arasından tesisat geçişi amacıyla boşluk bırakılabilinir. Bu durumda kasnak kirişi çözümünde olduğu gibi döşeme diyaframı etkilenmemiş olur. Ancak bu durumda döşeme kirişi temel modül değeri boşluk boyutunu belirleyicidir (Şekil 4.46).



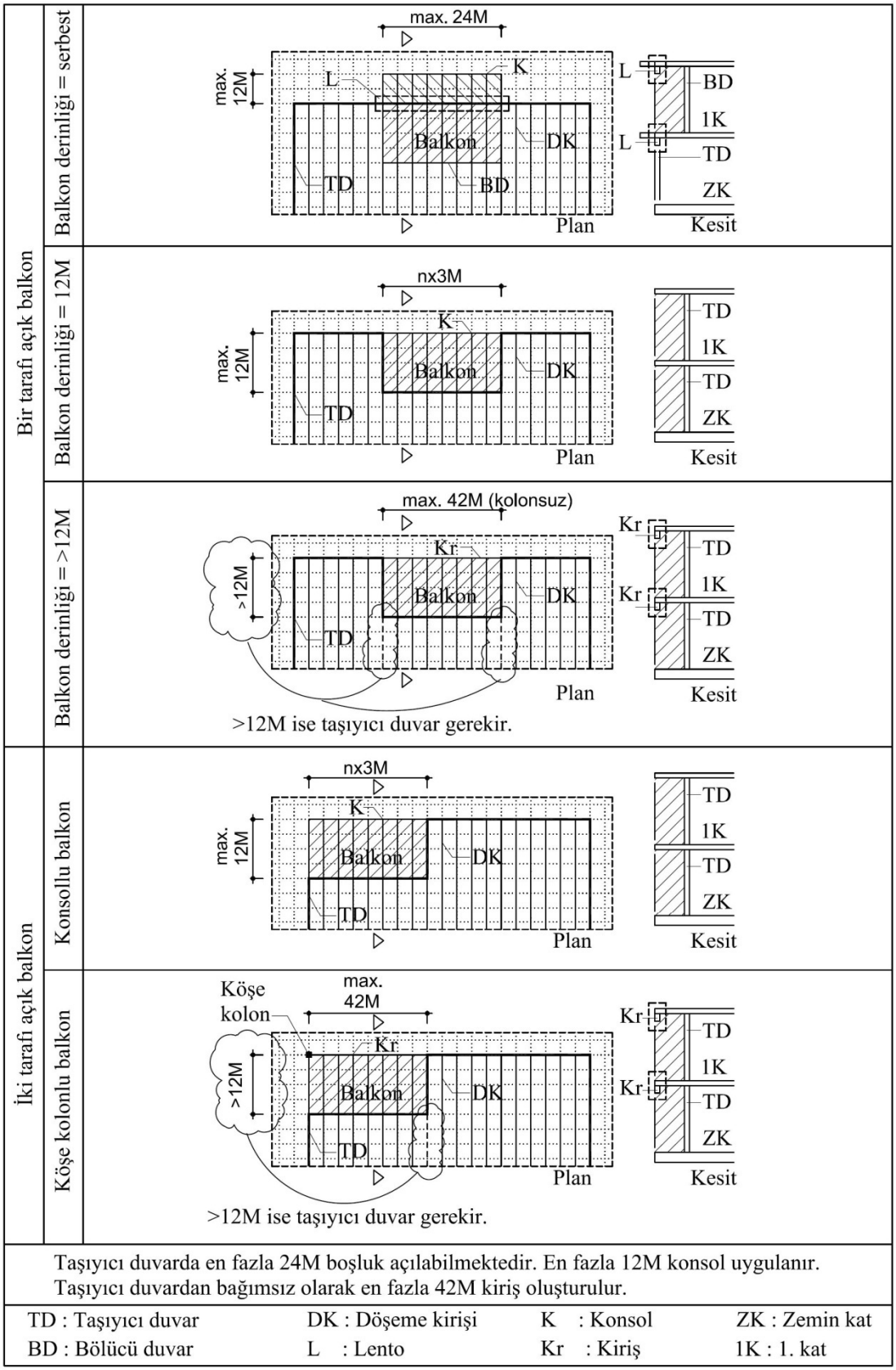
Şekil 4.46 : Döşeme kirişleri arasından boşluk açılması.

Hafif çelik yapılarda mevcut döşeme kirişini uzatarak en fazla 12M konsol yapılabilmektedir. Taşıyıcı sistem temel modülünün 6M olması durumunda konsol mesafesinin 12M olarak yapılabilmesi için uzatılan döşeme kirişine ikinci kiriş monte edilerek (bileşik profil) konsol kiriş kesiti artırılır. 12M' den daha uzun konsol oluşturulabilmesi için hafif çelik profiller ile makas kirişler oluşturulması gerekir, ancak bu durum bu çalışmadaki yarı açık sistem dışı çözüm olarak kabul edilmektedir **(**Şekil 4.47).

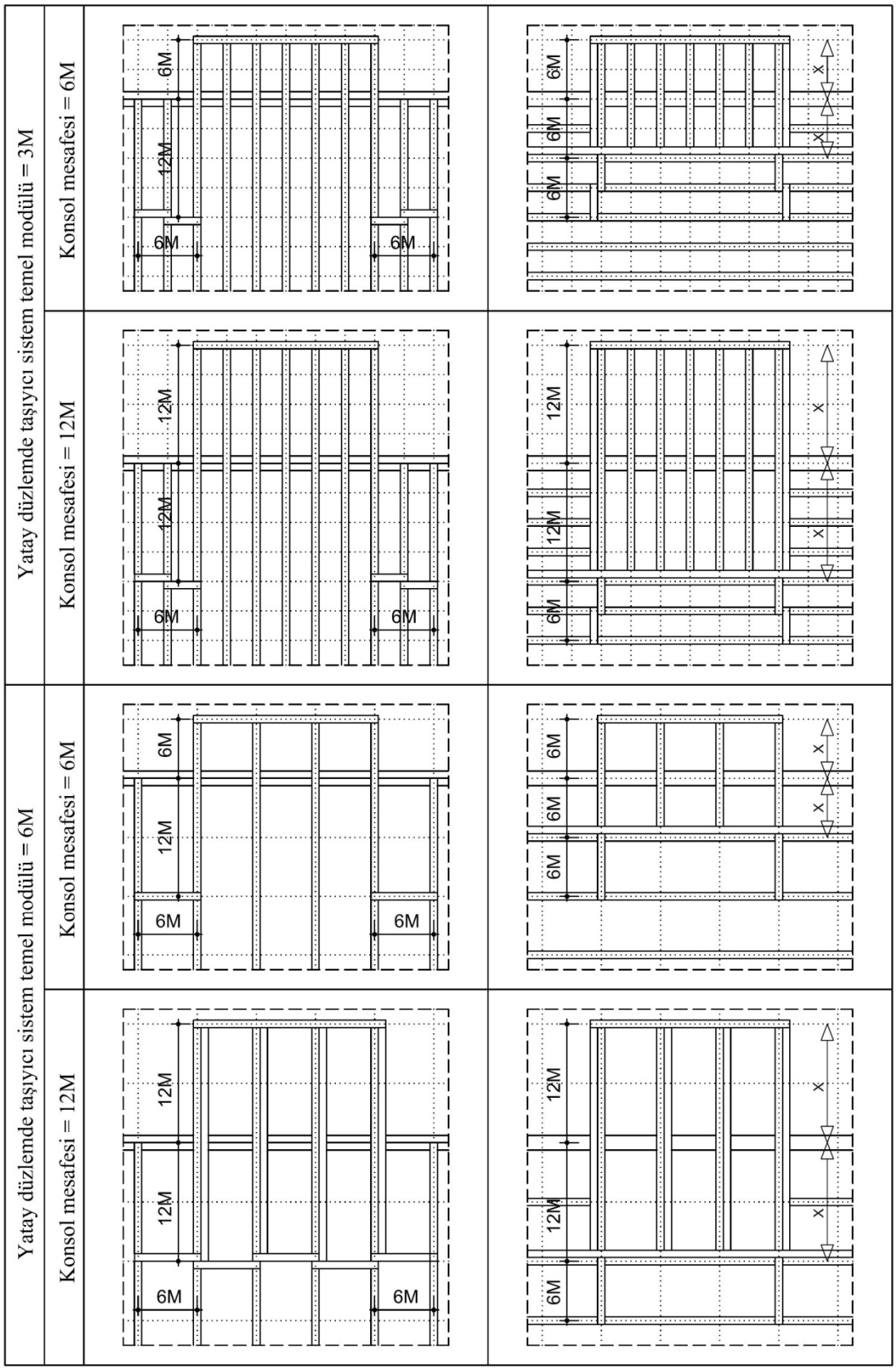


Şekil 4.47 : Konsol detayı (NASFA, 2000).

Balkonlar bir, iki veya üç tarafları açık olarak düzenlenebilir. İlk iki türün düzenlenmesinde balkon derinliği, genişliği ve taşıyıcı duvar düzeni etkilidir. Üç tarafı açık balkonlar ise konsollar vasıtası ile elde edilir. Konsollar dışında oluşturulan üç tarafı açık balkonlar teras niteliğindedir. 12M' lik konsol mesafesinde sistemde kapalı çıkma da yapılabilmektedir. Üç tarafı açık balkonlarda döşeme kiriş sistemine dik yönde konsol oluşturmak için, konsol mesafesi kadar konsol kirişi iç mekan yönüne uzatılır (Şekil 4.48; 4.49).

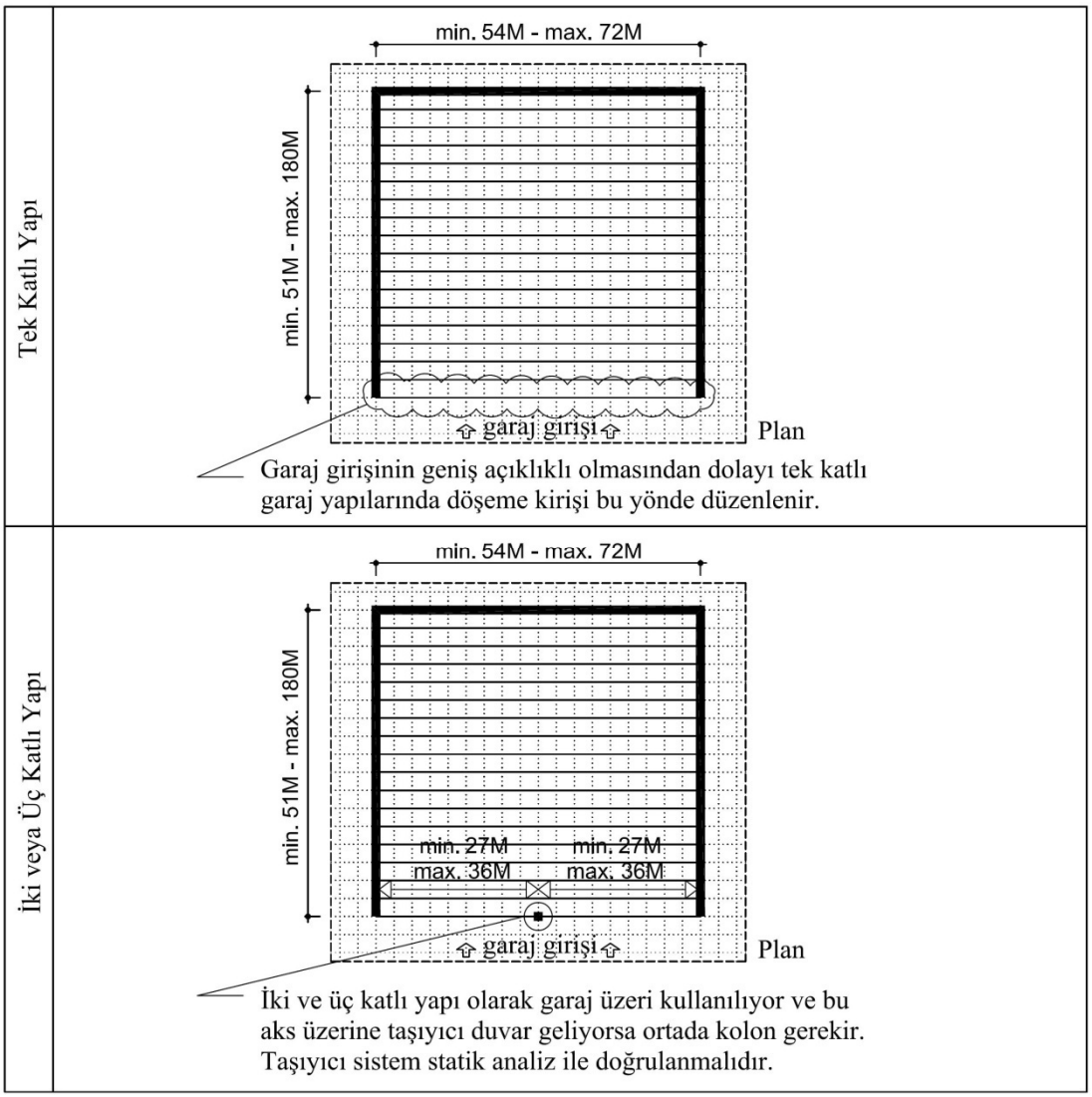


Şekil 4.48 : Bir ve iki tarafı açık balkon oluşumu.



Şekil 4.49 : Konsol ve üç tarafı açık balkon oluşumu.

Kapalı garaj olarak kullanılan yapılarda döşeme kirişi garaj giriş yönüne dik olarak düzenlenir. İki veya üç katlı konutların zemin katının garaj olarak kullanılması durumunda taşıyıcı sistem tasarımında garaj girişinde ihtiyaç duyulan geniş açıklık dikkate alınmalıdır (Şekil 4.50).

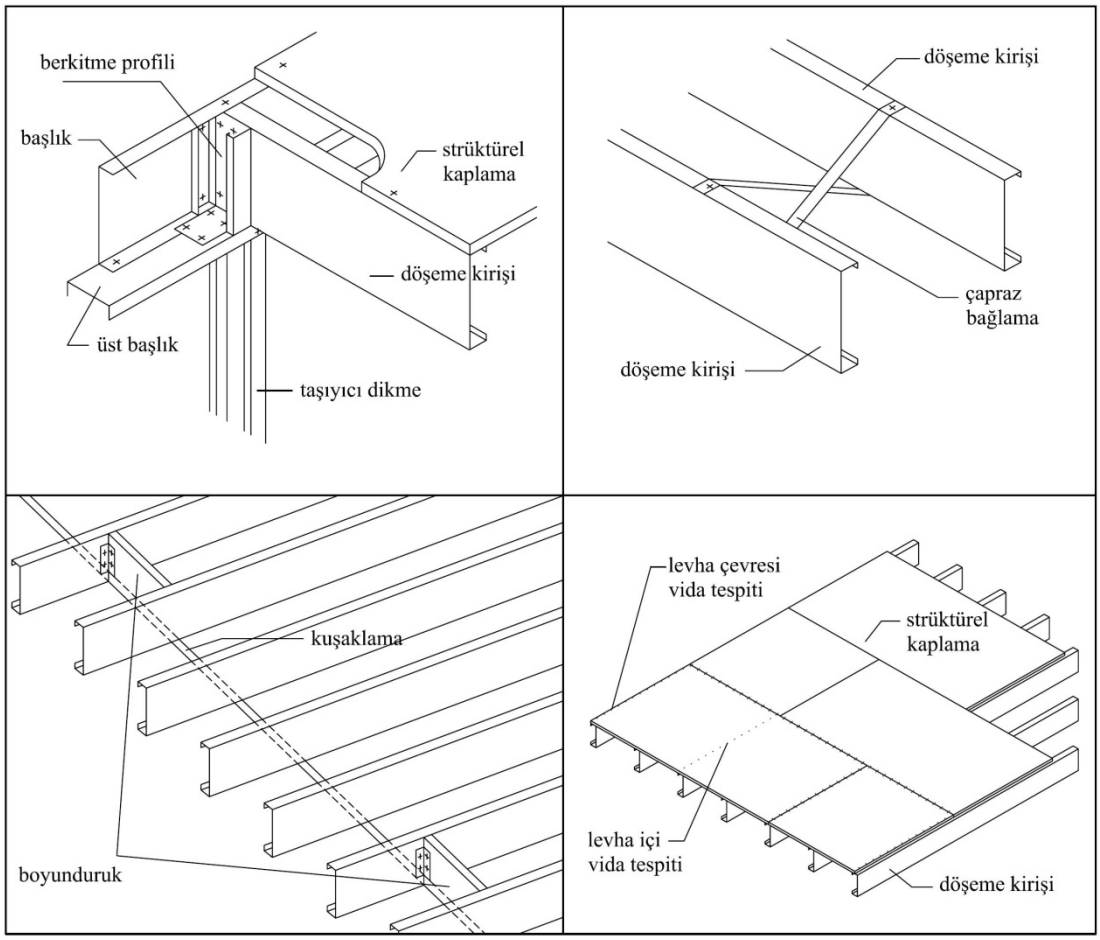


Şekil 4.50 : Kapalı garaj taşıyıcı sistemi.

Döşeme kirişleri; berkitme profili, kuşaklama, çapraz bağlama ve kasnak kirişi / boyunduruk gibi stabilite elemanları ile desteklenirler. Ayrıca döşeme kaplaması ve tavan kaplaması da stabilite görevi yapmaktadır **(**Şekil 4.51).

Kuşaklama levha kalınlığı minimum 1 mm olmalıdır. İki boyundurukarası en fazla 240 cm aralıklı olarak ve her iki taraftaki duvar kenarından 2 modülde döşeme kirişlerine dik yönde monte edilir. İki kuşaklama arası en fazla 240 cm olabilir. Bu tanımlamalar Kuzey Amerika şartnamelerinde tavsiye niteliğindedir, döşemede

stabiliteye yönelik kullanılacak stabilite elemanı ve düzeni ancak statik analiz neticesinde karar verilir.



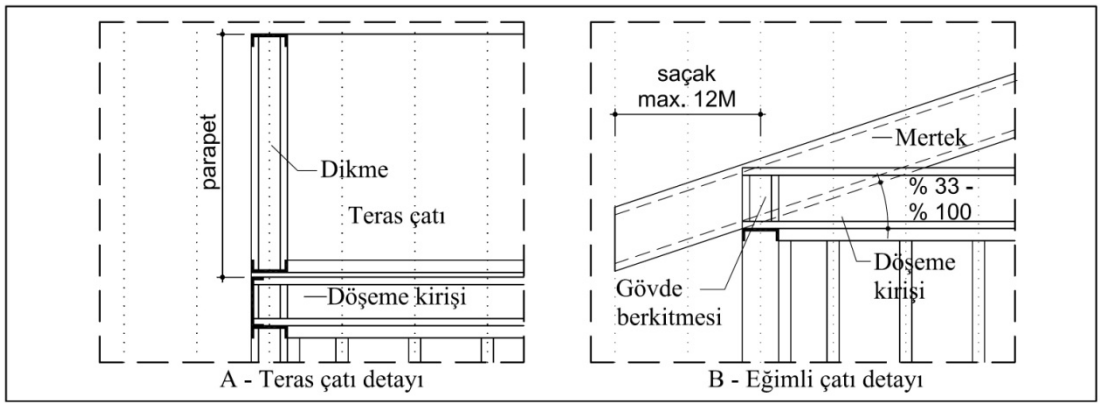
Şekil 4.51 : Döşemede stabilite elemanları.

Yatay yük altında döşeme diyaframı test edildiğinde; döşemenin yanal yüklere karşı dayanım mekanizmasının kaplama tarafından sağlandığı, kaplama sayesinde döşemenin yatay yüklere karşı diyafram çalışması gösterdiği sonucu çıkarılabilir. Vidaların kesme dayanım kapasitesi, montaj aralıklarına bağlı olarak döşemenin yatay yükler karşısındaki dayanımında belirleyicidir (HUD, 1999). OSB levha döşeme kaplaması döşeme kirişine paralel yönde şaşırtmalı uygulanmalıdır. Kaplama elemanı dış kenarında yapılan montaj, orta aksında yapılan montajdan daha sık olmalıdır. Dış kenarda yapılan montaj en fazla 20 cm ara ile, orta aksında yapılan montaj en fazla 30 cm ara ile yapılmalıdır.

4.5.1.3 Çatı

Hafif çelik yapım sistemlerinde eğimli çatı ve teras çatı uygulanır (Şekil 4.52). Tonoz çatı uygulamalarına yönelik çeşitli örnekler bulunsa da, yarı açık sistemde kullanılacak bileşenlerden farklı olarak kavisli bileşen ihtiyacı doğmakta ve bileşen pazarında tedariki güçleşmektedir. Teras çatı prensipleri, normal kat döşeme prensipleri ile aynıdır.

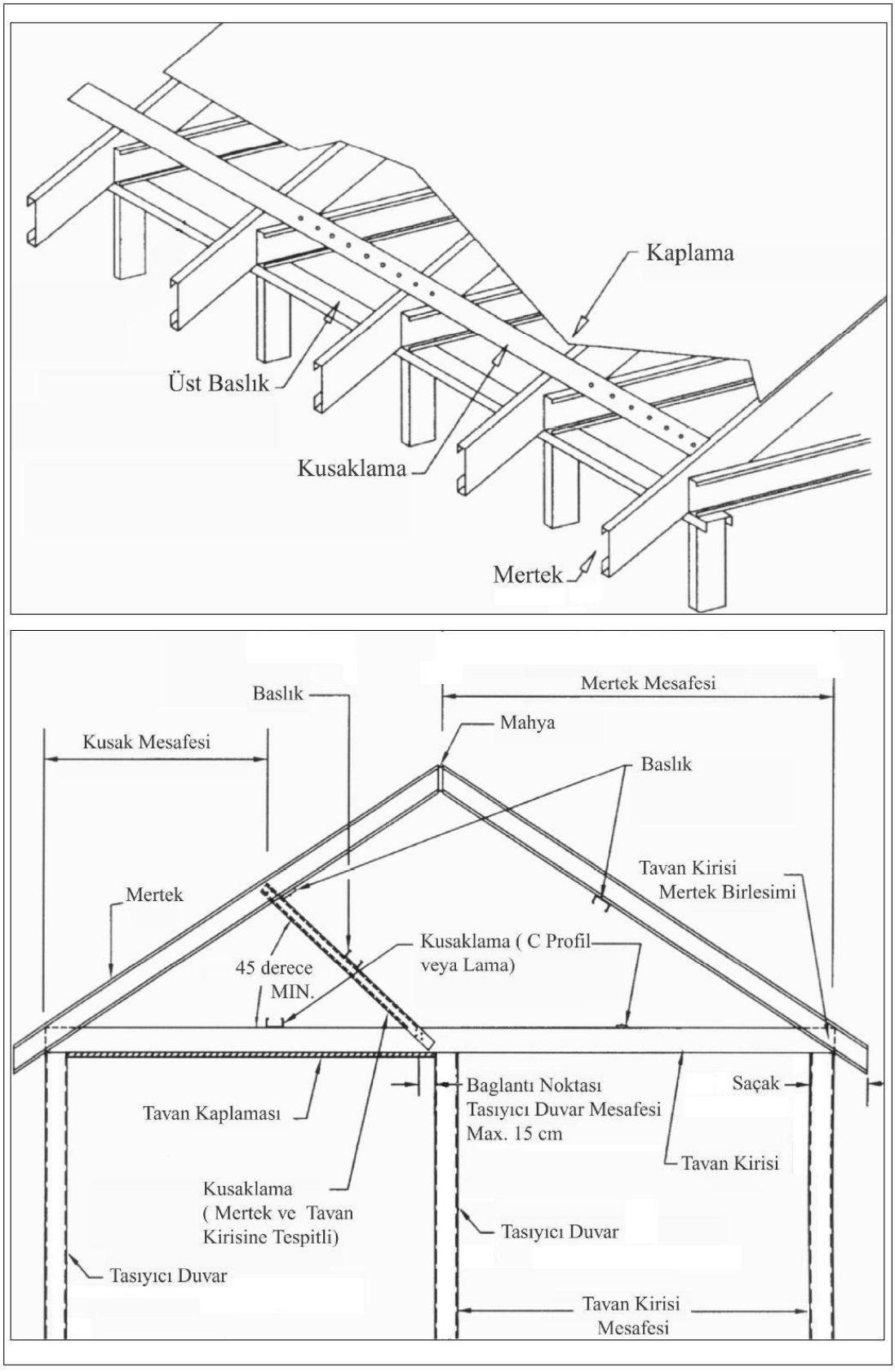
Hafif çelik yapılarda 60º den az eğimli yüzeyler duvar olarak analiz edilmezler, eğimli çatı olarak analiz edilirler (CSSBI, 2005). Hafif çelik konstrüksiyon ile tek yöne eğimli çatı, kırma çatı, oturtma çatı, mansard çatı gibi eğimli çatılar olarak inşa edilir. Çatı konstrüksiyonu çubuk profil mertekler ile veya makas kirişler olarak çözülebilir, ancak makas kiriş çözümü sistem ekonomisini zorladığı için çok fazla tercih edilmezler ve bu çalışmada yer verilmemektedir.



Şekil 4.52 : Teras ve eğimli çatı.

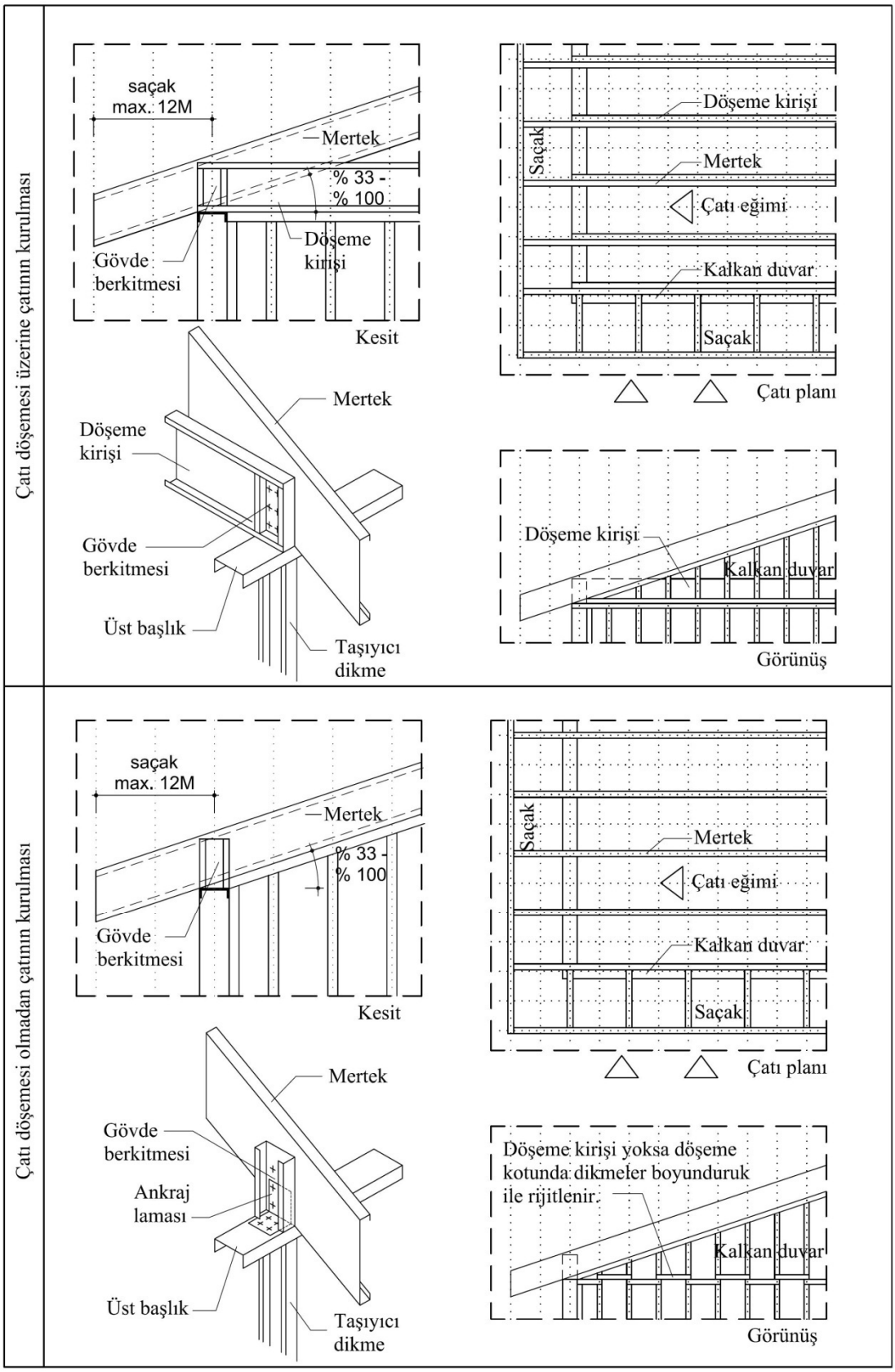
Teras çatılarda parapet yüksekliği Türkiye‘ de geçerli imar yönetmelikleri ile en fazla 1 m olarak sınırlandırılmıştır.

Döşeme oluşumunda geçerli olan berkitme profili, boyunduruk, kuşaklama, strüktürel kaplama vb. ile sağlanan stabilite prensipleri çatı mertekleri için geçerlidir (Şekil 4.53). Bina taşıyıcı sisteminin üst kabukta sonlandığı döşeme olarak kabul edilen çatı döşemesinde normal kat döşemesine göre stabiliteye yönelik daha fazla tedbir almak gerekir. Ya döşeme kirişine ve merteklere dik yönde 12M ara ile kuşaklama yapılır veya bunun yerine çapraz kuşaklama yapılır. Çatı mertekleri yüksekliği (profil derinliği) M – 3M aralığında kullanılmaktadır.



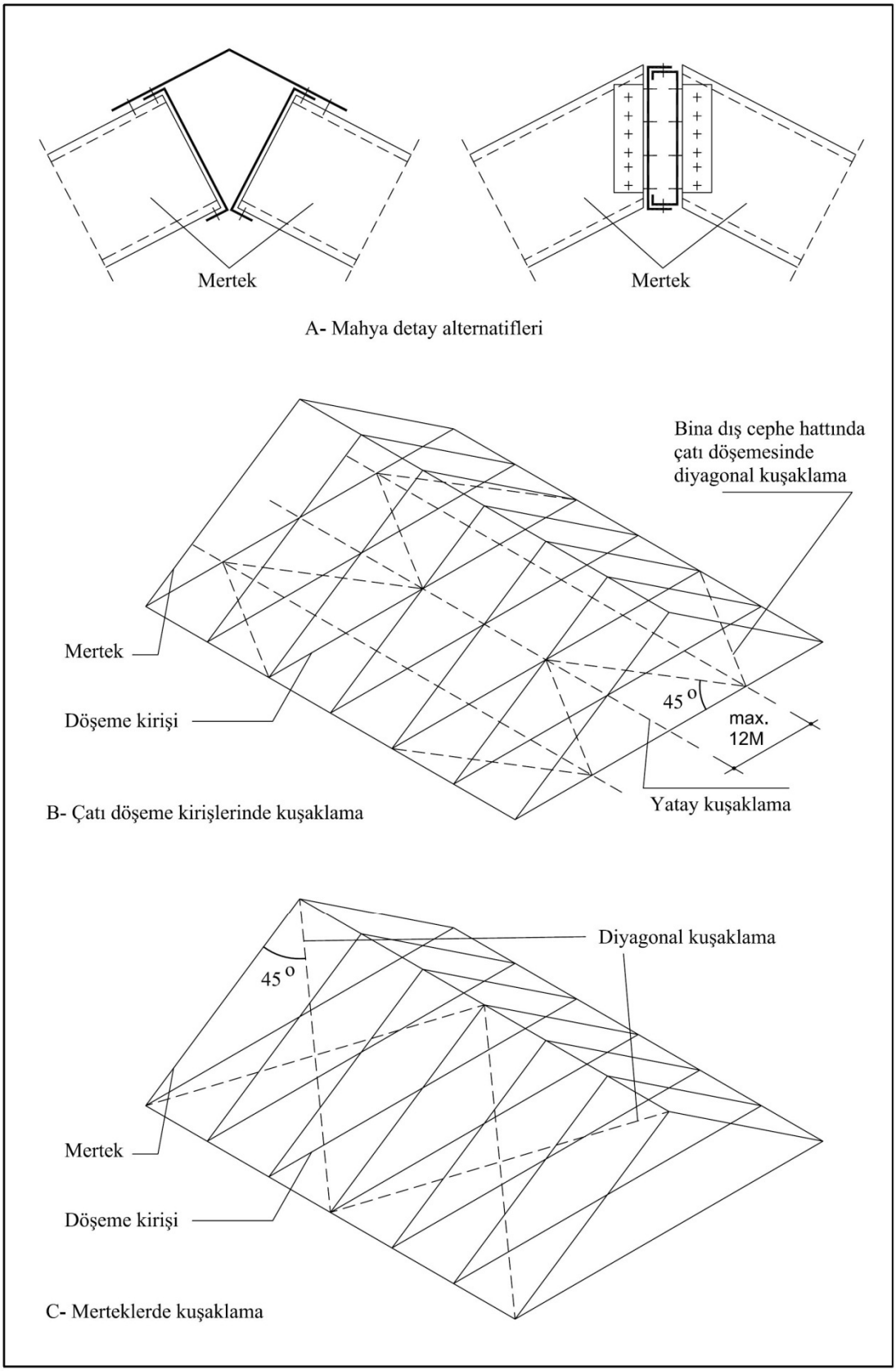
Şekil 4.53 : Eğimli çatı detayı.

Eğimli çatı iki şekilde kurulur; ya çatı döşemesi olmadan çatı kurulur, veya çatı döşemesi üzerine çatı kurulur (Şekil 4.54).



Şekil 4.54 : Eğimli çatı kuruluşu.

Mahya detay çözümü Şekil 4.55a‘ da görüleceği üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Çatı döşeme kirişlerinde ve merteklerde kuşaklama Şekil 4.55b ve c‘ deki gibidir.



Şekil 4.55 : Mahya detay alternatifleri ve çatı döşemesinde kuşaklama.

4.5.2 Tamamlayıcı bileşenler ailesi

- Merdivenler

Merdivenler taşıyıcı sisteme katılmazlar, dikmeler ve basamak kirişleri vasıtası ile düzenlenirler. Galvanize çelik birleşik profiller ile döşemeden döşemeye çalışan kirişler oluşturulabilir, ancak her bir merdiven basamağın düşey bir mesnet üzerine oturtulması yaygın olarak kullanılmaktadır.

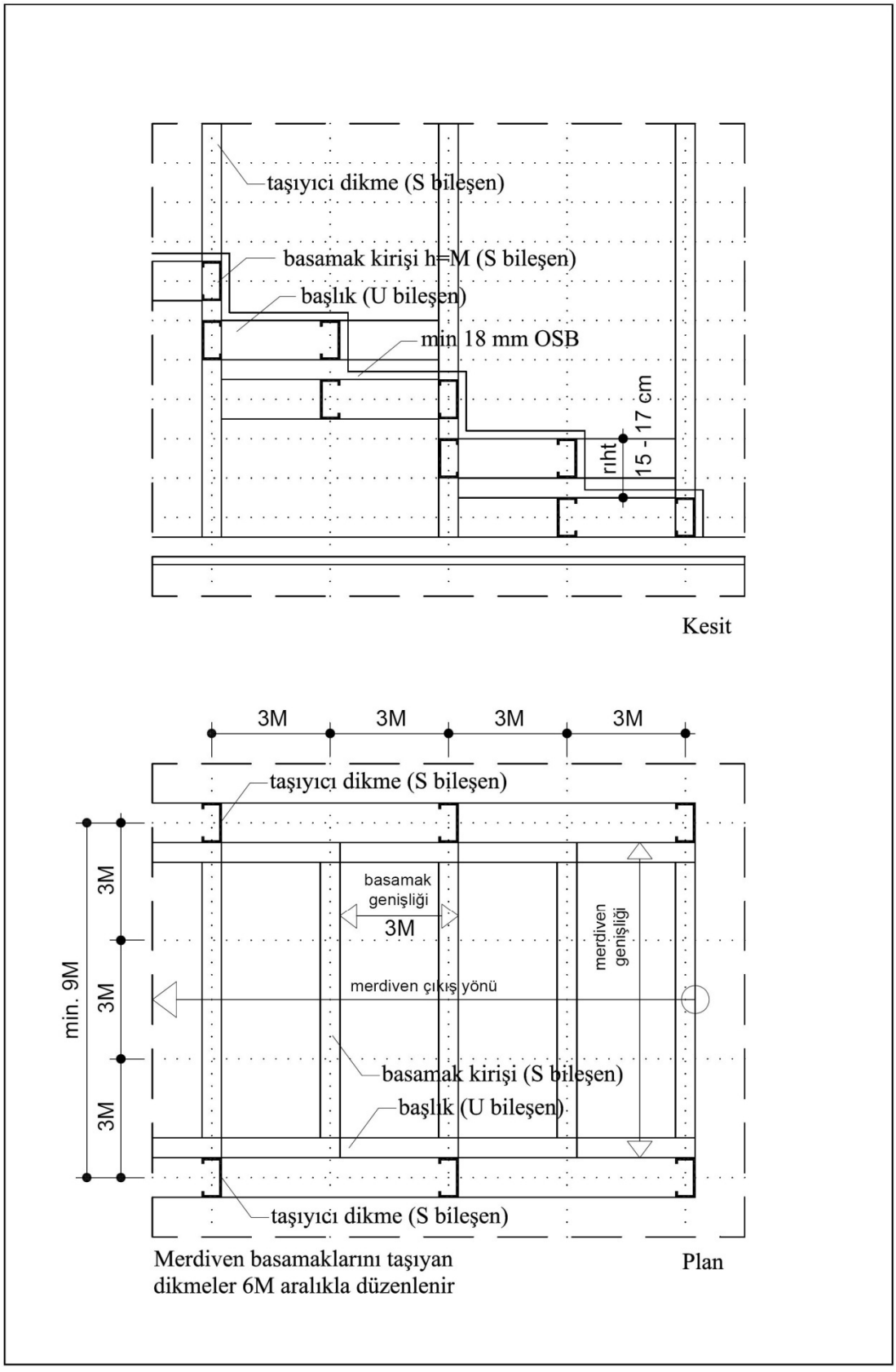
Basamakların dikmelere oturtulması ile merdiven alt kısmı kapatılmış olur ve bu alanlar depo nitelikli kullanılmaktadır. Müstakil konutlarda konut iç merdiven genişliği en az 9M olarak alınmakta olup, katlarda farklı kullanıcılara ait olan konutlara ulaşmayı sağlayan ortak merdivenlerin genişliği en az 12M olarak alınmaktadır.

Basamakların monte edildiği dikmeler yalnızca basamakları taşıdıkları için 6M ara ile düzenlenir. Merdivenin herhangi bir kenarı taşıyıcı duvara yaslandığı durumda, basamaklar mevcut taşıyıcı duvara monte edilerek ilave dikmeye ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu durumda basamaklara ait ölü ve hareketli yükler duvar dikmelerine aktarılmış olur ve analiz edilmelidir. TS 498' de konut merdivenleri için hareketli yük 350 kg/m2 olarak döşeme yükünden fazla kabul edilmiştir. Merdivenler her ne kadar taşıyıcı sisteme katılmasalar da, mevcut taşıyıcı sistem ile malzeme özellikleri, bileşen tipi ve modüler koordinasyon bakımından uyumlu olmalıdır.

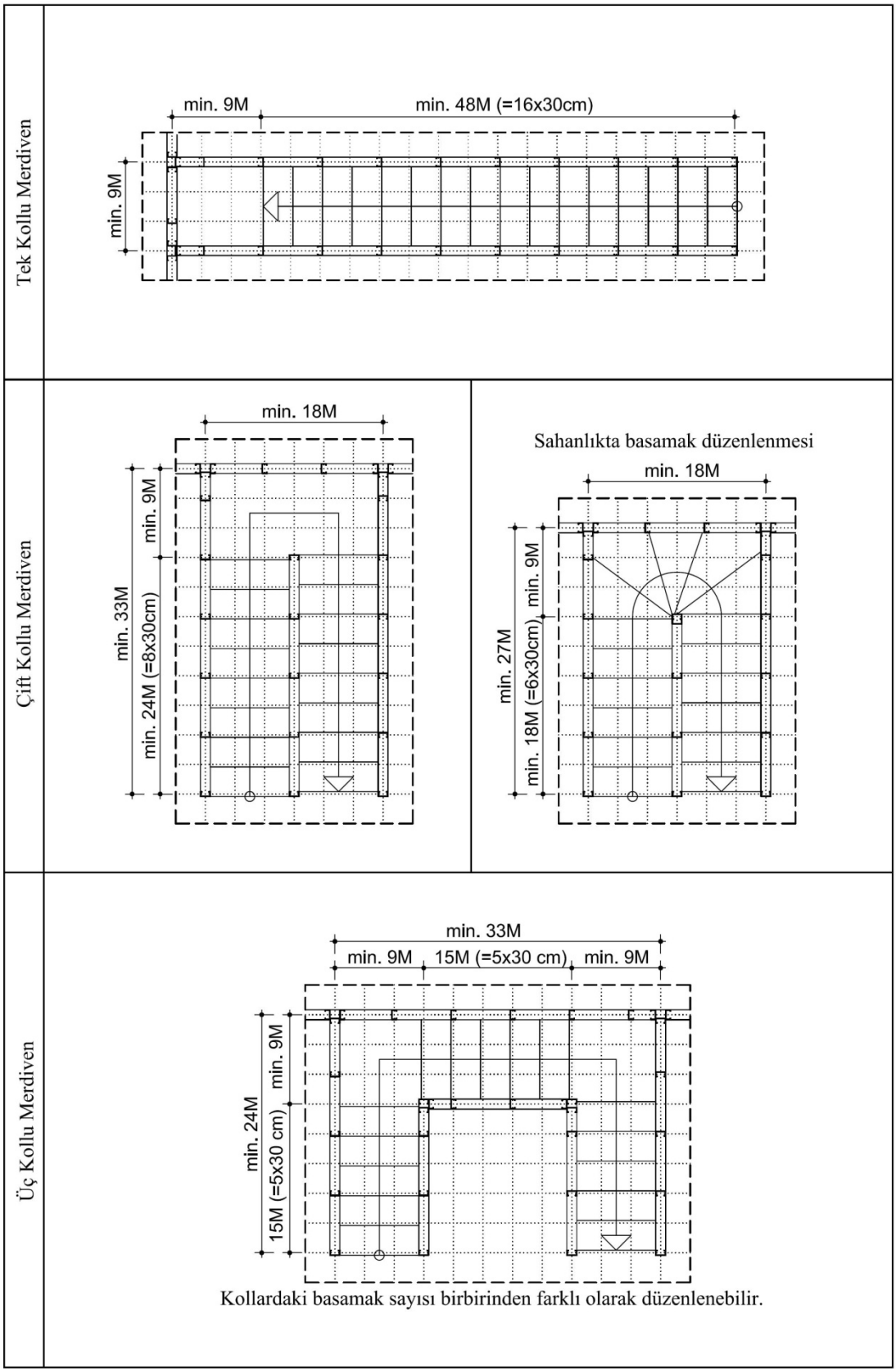
Merdivenler duvarlara oturmakta ve geometrik olarak yapı teknolojisinin zorunlu kıldığı duvar geometrisine uymak zorundadırlar. Daha önceki bölümde hafif çelik yapıda eğrisel duvar oluşturulabildiği ve bunun için en az 12M' lik bir yarı çap tariflenmiş idi. Dolayısıyla merdivenin kendisinin veya yalnızca sahanlığın eğrisel oluşturulması için de bu kural geçerlidir.

Basamak yüksekliği 15 ila 17 cm aralığında kabul edilmekte olup, basamak genişliği modüler ızgaraya uyumlu olarak 3M' dir (Şekil 4.56).

Tek, çift ve üç kollu tipte merdivenler düzenlenebilirler. Çift ve üç kollu merdivenlerde, merdiven kolları açısal olarak düzenlenebilirler. Bu durumda da açısal duvar oluşumundaki kurallar geçerlidir (Şekil 4.57).



Şekil 4.56 : Merdivende basamak detayı.

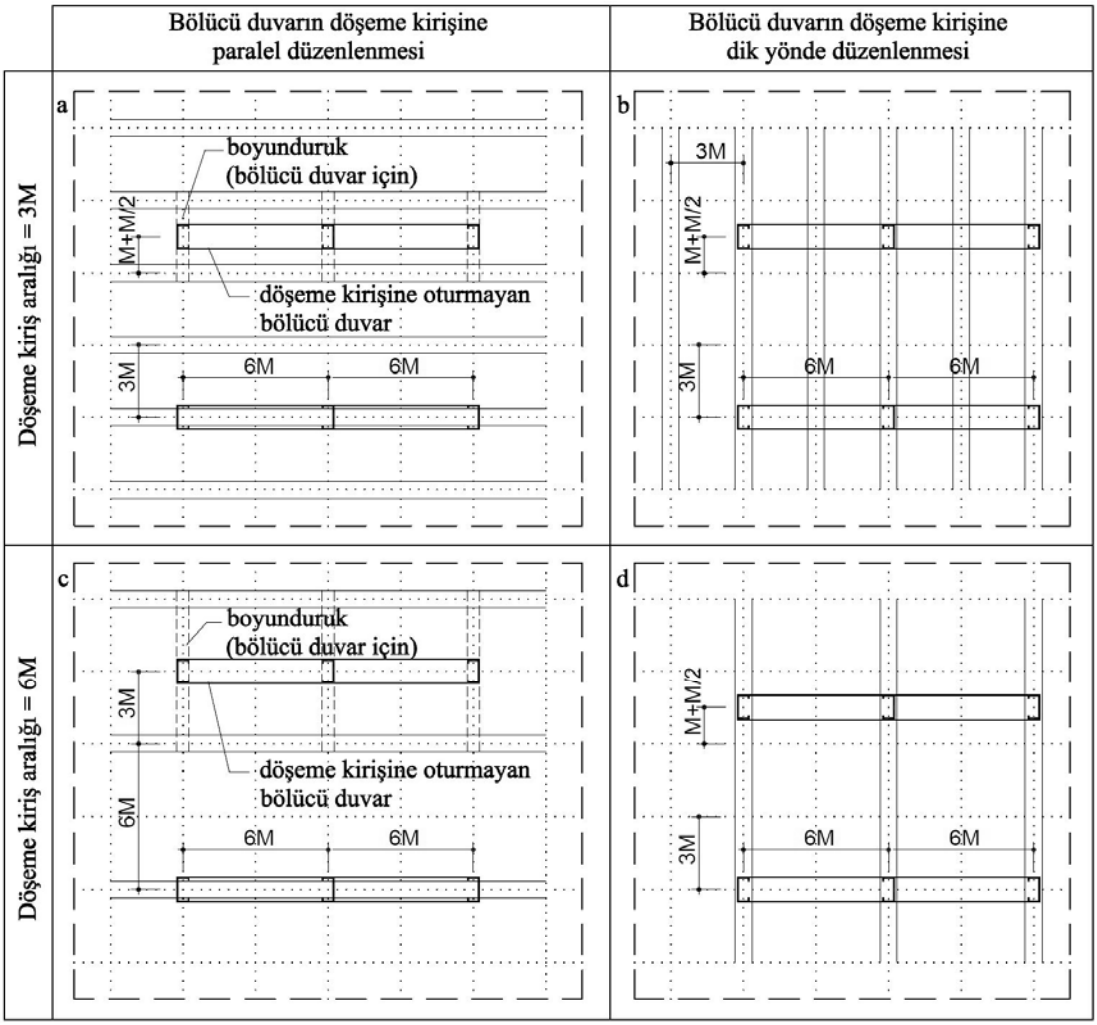


Şekil 4.57 : Merdiven tipleri.

- Bölücü duvarlar

Bölücü duvarlar taşıyıcı sisteme katılmazlar, yalnızca kendi yüklerini taşırlar. Bölücü duvar dikmeleri yatay düzlemde 6M ara ile en fazla 48M yüksekliğe kadar yapılabilmektedir. Tesisat geçişi, detayların basitleştirilmesi ve tip sayısının azaltılması bakımından, sistem tasarımı esnasında bölücü duvar dikmelerinin modüler ızgara üzerindeki konumlandırılması yine modüler düzene uygun olmalıdır (Şekil 4.58).

Bölücü duvarın döşeme kirişine paralel düzenlenmesi durumunda ya bölücü duvar doğrudan tek bir döşeme kirişi üzerine oturmakta, veya bölücü duvar iki döşeme kirişi arasına tespit edilen boyunduruklar üzerine oturmaktadır (Şekil 4.58a, c). Bölücü duvarın döşeme kirişine dik yönde düzenlenmesi durumunda ise bölücü duvar birden fazla döşeme kirişi üzerine oturmaktadır ki bölücü duvara ait yükler farklı döşeme kirişleri üzerine dağılmaktadır (Şekil 4.58b, d).



Şekil 4.58 : Bölücü duvarın modüler ızgara üzerinde konumlandırılması.

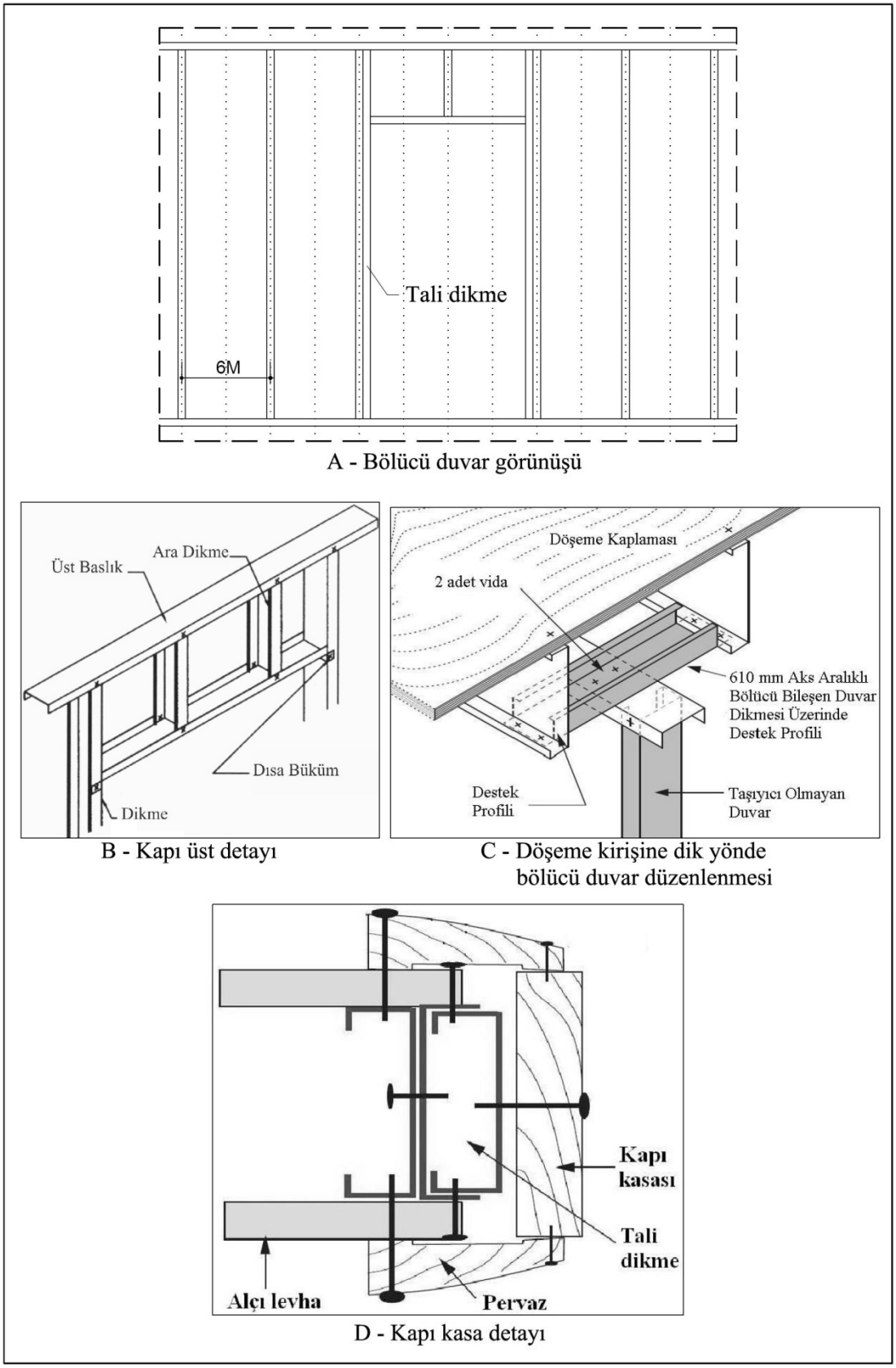
Bölücü duvarlar açısal veya eğrisel formlarda düzenlenebilir. Plan düzleminde modüler ızgara ile uyumlu açılar ve eğrisel düzenlemeler bölüm 4.4.3.2‘ de tanımlanmaktadır.

Bölücü duvarlarda açılan boşluklarda lentoya ihtiyaç yoktur. Kapı boşluğunu oluşturan yan dikmeler tek profil olarak yeterlidir, ancak kapının hareketi ve çarpmasından dolayı oluşacak hareketli yükleri karşılaması bakımından çift dikme olarak düzenlenir (Şekil 4.59).

Çeşitli alçı leva üreticisi firmalar kendi sistemlerine özel bölücü duvar dikmelerini de piyasaya arz etmektedirler. Ancak hafif çelik yapım sisteminde bileşen tiplerini azaltmak ve detay birleşimlerini uyumlu hale getirmek amacıyla, bölücü duvar dikmeleri de hafif çelik taşıyıcı sistem bileşenlerinin seçildiği tablolardan daha ince cidarlı olarak seçilmelidir. Bölücü duvarlarda kullanılan dikmelerin levha kalınlığı minimum 0,5‘ mm olmalıdır.

Merdivenin bir tarafı bölücü duvara denk geliyorsa, bölücü duvar profilleri en az 1 mm cidar kalınlığında uygulanarak taşıyıcı nitelikte olması sağlanır ve merdiven basamakları bölücü duvar profillerine monte edilir.

Genel olarak duvar kalınlığı bitmiş ölçü olarak 10 cm kabul edilmekte olup, dikme profil boyutları buna göre seçilmektedir. Ancak dikme içerisinden geçecek tesisatın boyutlarının geniş olması veya tesisat geçişinin yoğun olması durumlarında duvar kalınlığı daha fazla alınabilir. Bölücü duvarlarda yatay ve diyagonal kuşaklamalara gerek yoktur.



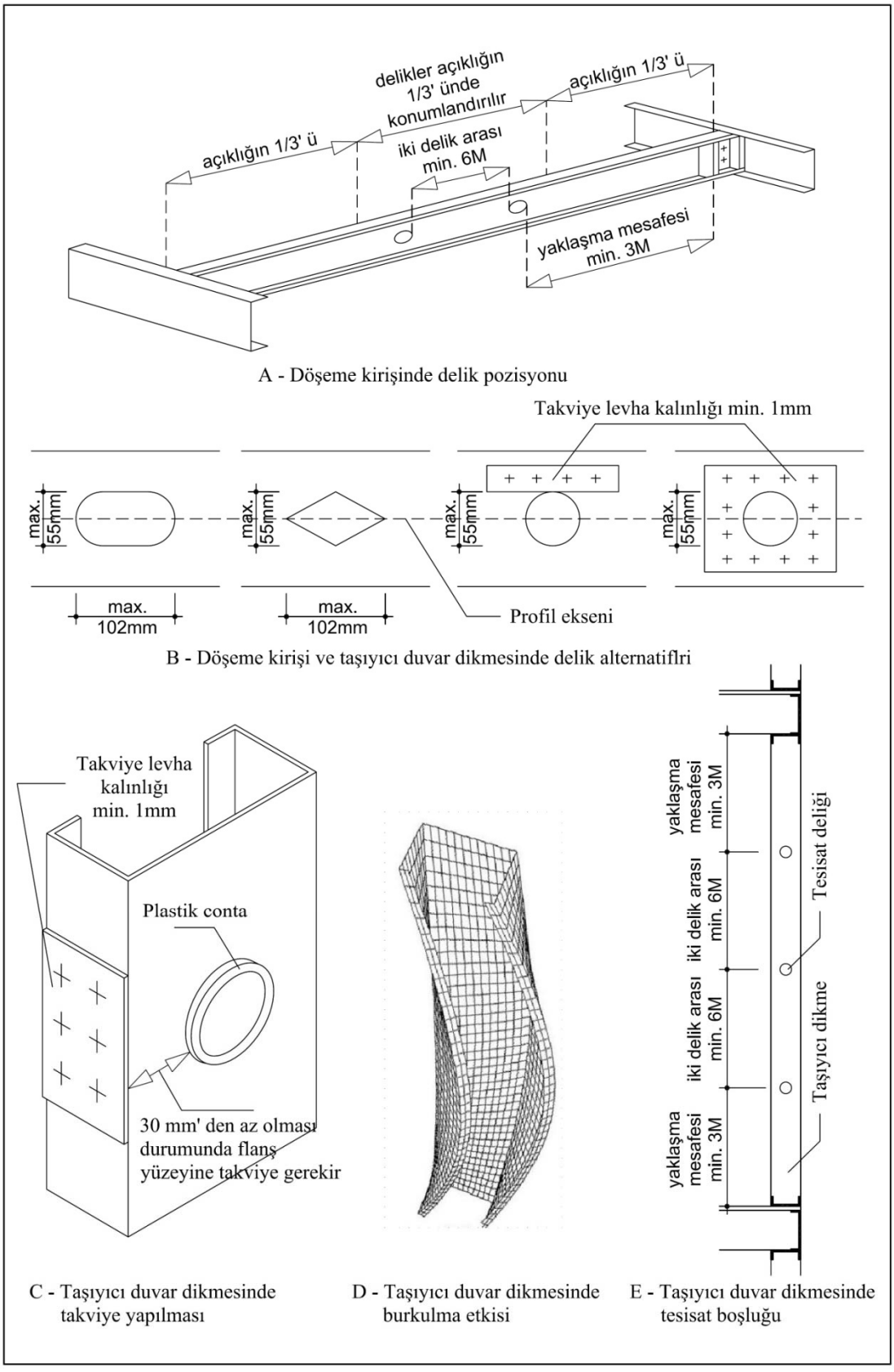
Şekil 4.59 : Bölücü duvar kuruluşu.

4.5.3 Ekipman bileşenleri ailesi

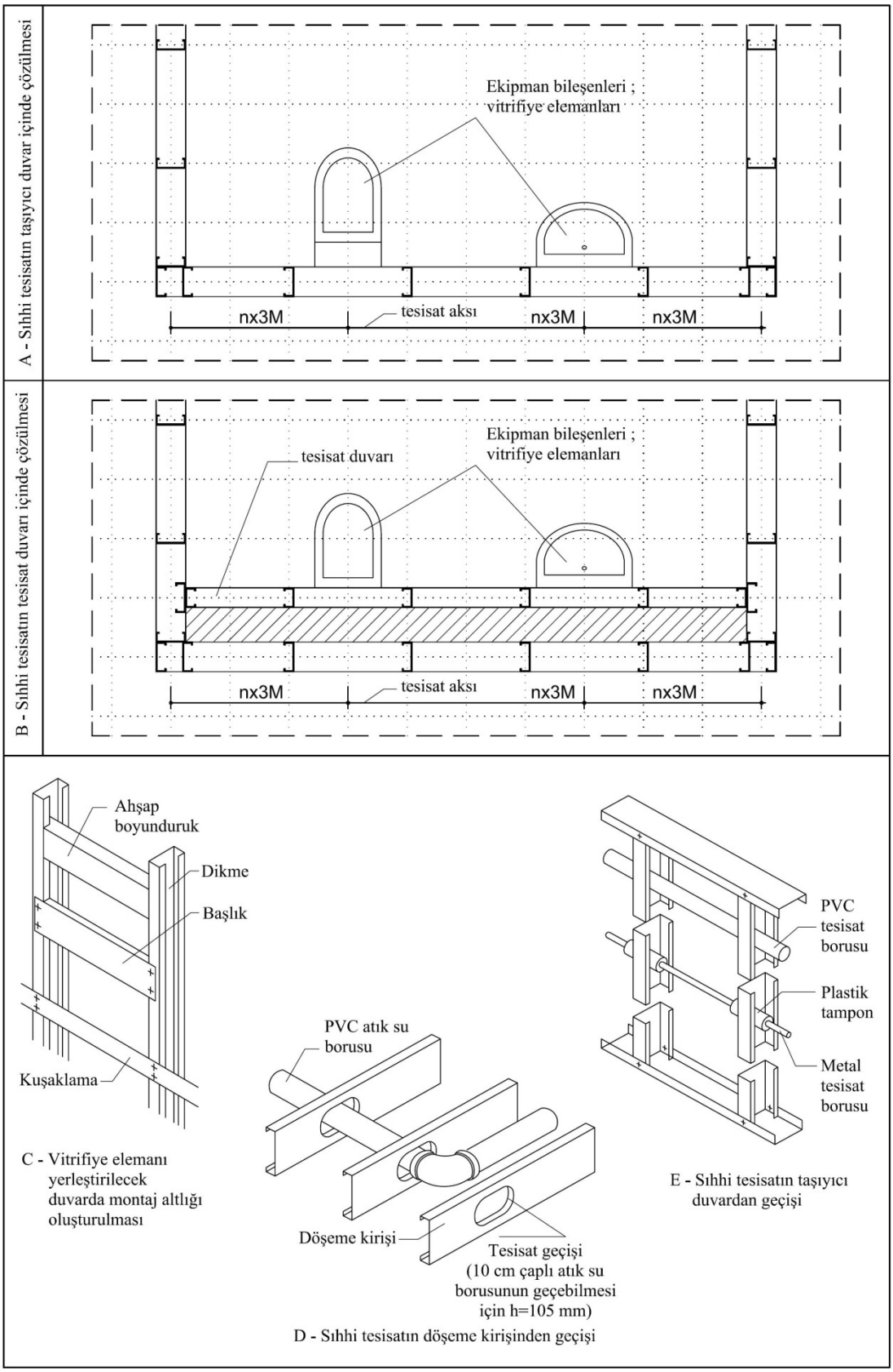
Hafif çelik yapılarda taşıyıcı dikme ve döşeme kirişleri arasından tesisat ve baca geçişleri mümkün olmaktadır. Çelik konstrüksiyon üzeri alçı levha ile kaplanarak hava ve tesisat bacaları oluşturulabilmektedir. Tesisat bacalarında temiz veya pis su geçişleri olacağından dolayı bu bacaların oluşturulmasında suya dayanıklı alçıpan vb. elemanlar kullanılmaldır. Ayrıca tesisat bacalarında da ses izolasyonu sağlanması tavsiye edilmektedir. Mutfak, tuvalet gibi mekanlara hizmet veren hava bacalarında çelik konstrüksiyon üzerine uygulanacak kaplama elemanı ve birleşim noktaları koku geçişine engel olacak şekilde hava geçirimsiz olmalıdır. Çeliğin yüksek ısı karşısında mekanik özelliklerini kaybetmesinden dolayı ateş bacalarının oluşturulmasında seçilecek kaplama tipi önem kazanmaktadır. Genellikle ateşe dayanım özelliklerinden dolayı beton esaslı levhalar tercih edilmektedir.

Tesisatın yatayda ve düşeyde dağıtımı taşıyıcı sistem ile birlikte ele alınarak planlanmalıdır. Delikler sadece profil gövdesinde açılabilir ve delik merkezleri, profil ekseni üzerinde yer almalıdır. Kuzey Amerika şartnamelerine göre, dikmelerde açılacak delikler alt ve üst başlıklara 3M‘ den fazla yaklaşamaz, aksi takdirde özel analiz gerektirmektedir. Açılacak delikler 38 mm’ den daha geniş, 102 mm’ den daha uzun ve aynı dikme üzerindeki iki delik arası 6M’ den daha yakın olamaz. Temiz su borularının ve elektrik borularının geçebileceği küçük çaplı deliklerde plastik conta kullanılmakta ve boruların profil ile teması kesilmektedir. Açılan delik ile profil kenarı 30 mm veya daha az kalıyorsa profil üzerinde o bölge takviye edilmelidir (Şekil 4.60).

Temiz su tesisatı borularının çapları küçük olduğu için yatayda ve düşeyde dağıtımı taşıyıcı sistem bileşenleri içerisindeki boşluklardan özel planlama yapılmaksızın geçirilebilir. Ancak pis su tesisatı boru çapları temiz su tesisatı boru çaplarından büyük olduğu için yatayda ve düşeyde taşıyıcı sistem bileşenleri içerisinden dağıtımı temiz su tesisatına göre zordur. Bu bakımdan ıslak hacimlere denk gelen taşıyıcı veya bölücü duvar kalınlığının tesisat geçişi bakımından 10 cm yerine 15 cm alınması tavsiye edilir. Vitrifiye elemanlarının duvara montajı için askı aparatlarına ihtiyaç duyulur ve bu aparatların monte edilebilmesi için duvarda altlık oluşturulmalıdır. Oluşturulan bu altlığa montaj aparatları tespit edilmektedir. Sıhhi tesisatın duvara montajında ihtiyaç duyulduğu takdirde tesisat duvarı oluşturulabilinir (Şekil 4.61).



Şekil 4.60 : Döşeme kirişi ve taşıyıcı dikmede tesisat deliği açılması.

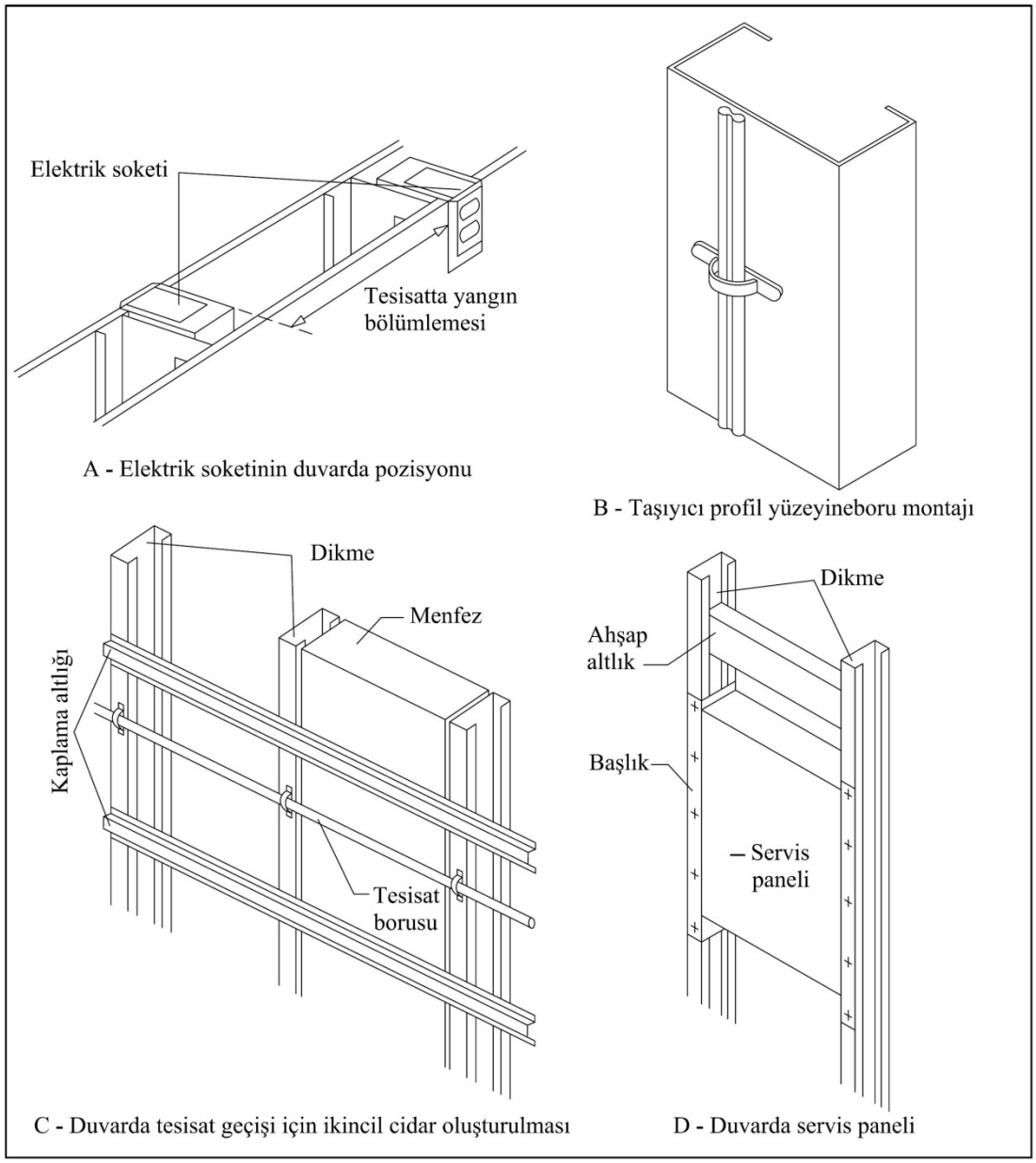


Şekil 4.61 : Sıhhi tesisatın duvar ve döşemeden geçişi.

Sistem bileşeninin metal ve dolayısıyla iletken olması sebebiyle, elektrik borularının geçtiği tüm taşıyıcı profil deliklerine plastik conta monte edilerek, metal taşıyıcı

profil ile elektrik boruları teması kesilmelidir. Taşıyıcı profillerdeki tesisat deliklerine alternatif olarak taşıyıcı profil yüzeyinden kablolar dağıtılabilir. Ancak bu daha çok data kabloları için mümkündür (Şekil 4.62b).

Elektrik soketleri istenilen yükseklikte duvar dikme profillerine monte edilir. Soketlerin yerleşiminde, yangın güvenliği amaçlı olarak birbirlerinden etkilenmeyecek şekilde düzenlenmesi tavsiye edilir (Şekil 4.62a).

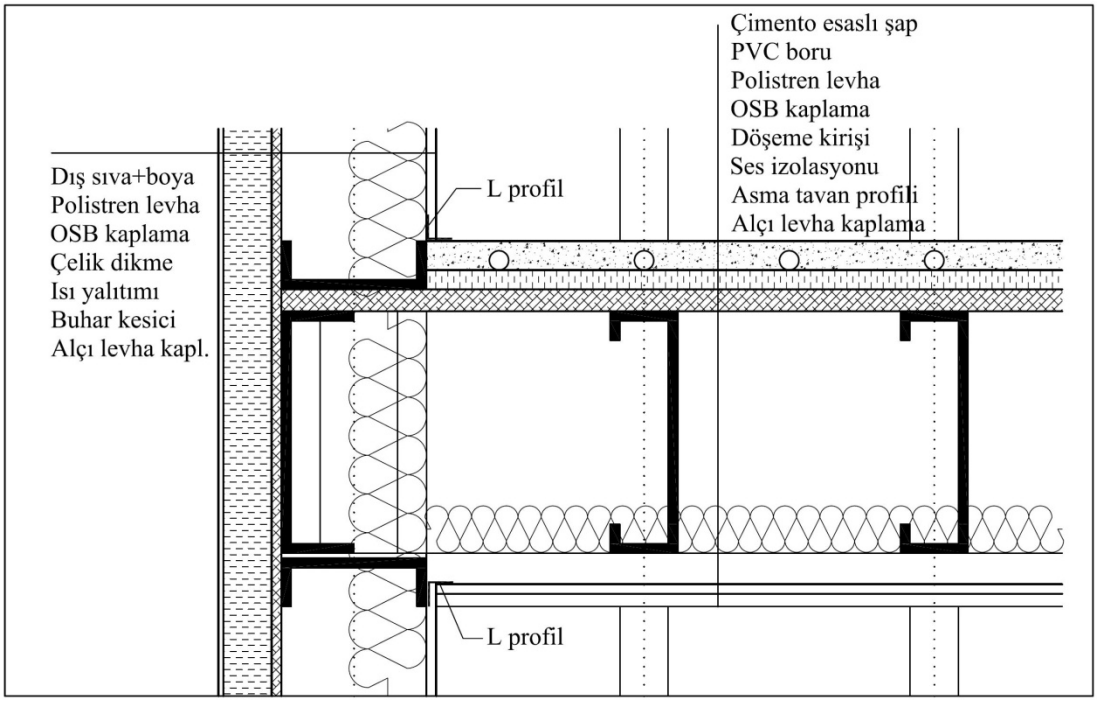


Şekil 4.62 : Elektrik tesisatının düzenlenmesi.

Eğer yatayda veya düşeyde iki taşıyıcı profil arası mekanik tesisat (menfez vb.) ile tamamen dolmuş ise ve diğer tesisat bileşenlerinin geçişine engel oluyorsa, bu durumda duvar ve döşeme profili dış hattında ikincil cidar oluşturulur (Şekil 4.62c).

Havalandırma kanalları düşeyde tesisat şaftlarından, yatayda asma tavan içinden geçirilir.

Isıtma tesisatı sıcak su boruları yatayda döşeme kaplaması üzerinden geçirilmektedir (Şekil 4.63). Dolayısıyla taşıyıcı sistemden etkilenmemektedir. Isı merkezinden çıkan ana boruların üst katlara çıkışı için tesisat şaftına ihtiyaç vardır.



Şekil 4.63 : Isıtma tesisat borularının yerleşimi.

4.6 Önerilen Sistemin Esnekliğine İlişkin Bilgiler

Mimaride değişebilirlik, "bir mekanın veya yapının, bir bölümünün veya bütününün, başka bir biçim veya boyut kazanabilmesi olarak tanımlanabilir. Değişebilirliğin amacı, "kullanıcıya birbirinden farklı kullanım olanağı sağlayabilmektir" (Gök, 1993) Genel olarak, değişebilirlik kavramı içinde, esneklik, değişkenlik, uyabilirlik, büyüyebilirlik tanımları yer alırken, bazı durumlarda ise bu kavramlar birbirinden ayrı olarak tasarım kriterleri olarak ele alınabilir.

Hafif çelik yapım sistemleri için varolan-önerilen esneklik Çizelge 4.9' daki gibi iki ana başlık altında ele alınmaktadır.

Çizelge 4.9 : Hafif çelik yapı sisteminde varolan-önerilen esneklik.

Mimari Çözümde	Fonksiyonel ve Fiziksel Eskime Durumunda	
	Taşıyıcı Sistem Elemanları	Bölücü Elemanlar
Sistemin teknolojik olarak el verdiği ve dünyada kabul edilmiş ortak kurallar olarak belirli modüler ızgaraya bağlı planlama yapılmaktadır. Sistemin taşıyıcı duvarlardan oluşması planlamada bağlayıcı unsurdur. Modüler ızgara üzerinde dik açılı çözümler dışında, sistemde tanımlanmış açılar ile açısal geometriler elde edilmektedir. Plan düzelminde eğrisel formlar da yapılabilmektedir. Döşemede geçilebilen en fazla açıklık ve en fazla duvar yüksekliği gibi sistemin teknolojik sınırları bulunmaktadır. Bu sınırların teknik olarak farklı yöntemlerle artırılması mümkün olsa da, önerilen yarı açık sistem dışı çözüm olarak kabul edilmektedir.	Taşıyıcı sistem bileşenleri ve elemanları vidalı birleşimler olduğu için en az hasarla tamamen sökülebilmekte ve yeniden kullanılabilmektedir. Yapıya ilişkin statik analiz neticesinde mekan ekleme veya çıkarma mümkün olmaktadır. Taşıyıcı sistem bileşenlerinin sökülüp yeniden kullanılması hızlı ve düşük maliyetli olmaktadır.	Bölücü elemanlar (duvarlar, tesisat vb.) tamamen bağımsız olarak taşıyıcı sisteme dahil olmakta veya değişikliği mümkün olmaktadır.

- Teknik açıklığa ilişkin bilgiler

Bu çalışmada ulusal nitelikli olacak olan hafif çelik yapım teknolojili yarı açık yapım sistemi önerisi ile tasarlayıcıların ve üreticilerin kullanabilecekleri ortak konvansiyonlar ortaya konmaya çalışılmıştır. Sistemin teknik olarak kapalı sistemden açık sisteme geçiş potansiyeli bulunmaktadır.

Hafif çelik yapım sisteminin ülkemizde uygulanması büyük oranda kapalı sistem olarak gerçekleşmektedir. Sipariş üzerine, uygulamacılar tarafından projelerin ve imalatın tek paket olarak sunulduğu Türkiye hafif çelik piyasasında yalnızca bileşen satışı da gerçekleşmeye başlamıştır. Bölüm 4.2' de hafif çelik konut üretimi yapan firmalar Kuzey Amerika şartnamelerini kullanmaktadırlar, dolayısıyla sistemin kuruluşu bakımından ortak konvansiyonları kullandıkları söylenebilir. Ayrıca piyasaya sipariş üzerine yalnızca bileşen arzı da gerçekleştirilmektedir. Ortak konvansiyonların bulunması ve bunun ülkemiz koşullarına göre yeniden düzenlenmesi ve yayınlanması mümkündür. Sektörde bileşen pazarının oluşmaya başlaması da hafif çelik yapı teknolojisinin açık endüstrileşmeye geçiş potansiyeli olduğunu göstermektedir.

4.7 Önerilen Sistemde Çevresel Etki ve Mimari Kaliteye İlişkin Bilgiler

- Çevresel etki

Yaşanan ekolojik sorunlar karşısında ekolojik mimarinin getirilerine olan acil ihtiyaç ve eko-teknolojik gelişmeler sayesinde doğayla uyumlu mimari imkanları artmaktadır.

Doğayla uyumlu yapılar, sürdürülebilir, ekolojik, yeşil, çevre dostu vb. pek çok isim altında karşımıza çıkmaktadır. Bu yapılar arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü çerçevesinde değerlendirildiği, bütüncül bir anlayışla ve sosyal & çevresel sorumluluk anlayışıyla tasarlandığı, iklim verilerine ve o yere özgü koşullara uygun, ihtiyacı kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş, doğal ve atık üretmeyen malzemelerin kullanıldığı, katılımı teşvik eden, ekosistemlere duyarlı yapılar olarak tariflenebilir. Yeşil yapılar bugün pek çok farklı değerlendirme sisteminde pek çok farklı ölçüt üzerinden değerlendirilmekte ve sertifikalandırılmaktadır (Url 2; Url 3). Bunlar aşağıdaki başlıklarda toplanmaktadır.

LEED; ABD merkezli, Çevre Dostu Binalar Konseyi tarafından "Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik" (LEED) olarak geliştirilen bir dizi kriterler listesidir.

BREEAM; İngiltere merkezli, "Binalar için Çevresel Değerlendirme Metodu" dur.

SBTool; Kanada merkezli, yapılara ilişkin ekonomik ve sosyal sorunların çözümüne yönelik sürdürülebilirlik ölçütleri ortaya koymaktadır.

Casbee; Japonya merkezli "Bina çevresel Verimlilik Değerlendirme Sistemi" dir.

C2C; atık kavramını bütünüyle ortadan kaldırmak isteyen mimar William McDonough ve kimyager Michael Braungart' ın geliştirdiği düşünce akımıdır.

Bu değerlendirme kriterleri arasında LEED sertifikasına dünya çapında pek çok proje aday olmaktadır. LEED, bina bazındaki projelerin çevre üzerindeki etkilerini ve doğal kaynakları korumadaki duyarlılıklarını ortaya çıkarmada ölçülebilir bir referansın olmasına olanak sağlayan, bir tür sertifikasyon sürecini de içeren derecelendirme sistemidir. Sırasıyla sertifika, gümüş, altın ve platin olarak derecelendirme artmaktadır. Sertifikalandırma altı temel kategoriye dayanmaktadır. Bunlar; sürdürülebilir tesisler, su verimliliği, enerji ve atmosfer, materyaller ve kaynak, yapı içi çevresel kalite, yenileme ve tasarımdır. Farklı türden binalar için 6 farklı LEED çeşidi bulunmaktadır;

LEED-NC; Yeni inşaat ve renovasyon alanında

LEED-EB; Varolan binalar alanında

LEED-CI; Ticari yapıların iç mekanları alanında

LEED-CS; Bina iskeleti-strüktürü alanında (core and shell)

LEED-H; Az katlı konut alanında

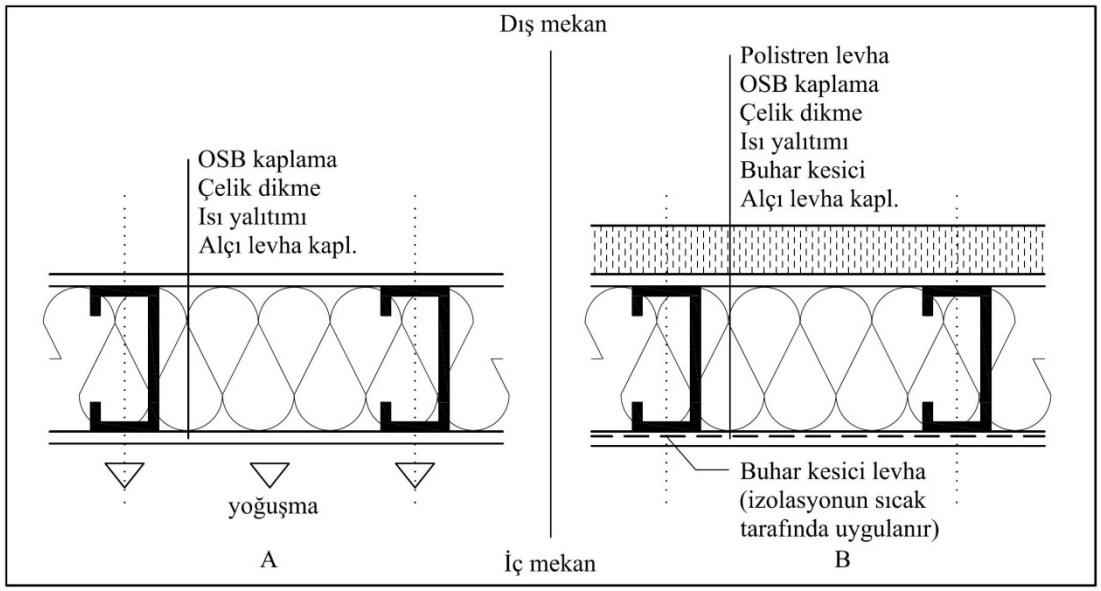
LEED-ND; Mahalle gelişimi ve komşuluk üniteleri alanında

Her türden bina alanında uygulanabilecek hafif çelik çerçeve sistem, LEED sertifikalandırma kategorileri arasından *"materyaller ve kaynak"* başlığından, %100 geri dönüşebilen bir malzeme olması ve inşaat atığı oranının çok düşük olması özelliklerinden dolayı, tasarım ve üretim öncesinde belirli puanları baştan almaktadır. Bu da, sertifikalandırmada önemli avantaj sağlamaktadır.

- Mimari Kalite (Yalıtım ve duvar/döşeme katmanları)

Mimari kaliteye ilişkin olarak hafif çelik yapım sisteminde iç mekan konfor şartları ele alınmakta olup, yalıtım ve duvar/döşeme katmanları değerlendirilmektedir.

Çelik levha taşıyıcı profillerin ısı iletkenliği yüksektir. Dıştan izolasyon yapılmadığı durumlarda taşıyıcı profiller ile ısı köprüsü oluşur. Dolayısıyla taşıyıcı profillerin arasına yerleştirilen ısı izolasyonuna ilave olarak dıştan tüm yapıyı kaplayan kesintisiz ikinci kademe ısı izolasyonu yapılmalıdır (Şekil 4.64).



Şekil 4.64 : Isı köprüsünün engellenmesi.

Taşıyıcı profillerin arasına yerleştirilen ısı yalıtım malzemesinin görevini tam olarak yapabilmesi için, profil aralarına tam ölçü ile yerleştirilmelidir. Boşluk bırakılmamalı veya malzemenin bünyesindeki hava boşluklarının kapanmasına sebebiyet verecek şekilde sıkıştırılmamalıdır. Buhar kesici levha her zaman izolasyon tabakasının sıcak tarafında uygulanmalıdır.

Hafif çelik yapıların taşıyıcı sistemindeki önemli sorunlardan birisi vibrasyondur. İnce cidarlı ve hafif elemanlardan oluşan taşıyıcı sistem küçük yükler altıda dahi vibrasyon etkisi yaratmaktadır. Bu durum yapı için herhangi bir tehlike yaratmamakla birlikte kullanıcıları konfor şartları bakımından olumsuz etkilemektedir. Bu sorun döşeme kirişleri tarafından taşınan trapez levha ve üzerine dökülecek rijitlik betonu ile engellenebilir.

Yangın esnasında ortaya çıkan duman, en az yangın kadar can güvenliğini tehlikeye düşürmektedir. Yangının ve dumanın mekanlar ve katlar arasında geçişine engel olmak önleyici faaliyettir. Binalarda düşeyde ve yatayda oluşabilecek hava geçişlerinin kapatılması gerekmektedir. Gerek yapısal boşluklar, gerekse tesisat boşluklarında oluşan bu geçiş bölgeleri için özel önlem almak gerekmektedir.

5. ÖNERİLEN YARI AÇIK SİSTEMİNİN MEVCUT KONUT PROJELERİNE UYARLANMASI

Türkiye' deki mevcut binaların büyük çoğunluğunun az katlı (1-3 katlı) olduğu gerçeği ile, bölüm 2.8' de yer verilen İstanbul' da tamamlanmış olan az katlı konut projelerine yönelik envanter çalışması içerisinden, betonarme yapım sistemiyle uygulaması tamamlanmış olan proje örnekleri uyarlama çalışmasında tercih edilmiştir. Buradaki amaç, mevcut konut stoğunda kullanılan betonarme yapım sisteminin yerine hafif çelik sistemin kullanılması durumunda, mimari çözümlerin etkilenme düzeylerinin düşüklüğünü ortaya koymak, dolayısıyla hafif çelik sistemin alternatif olabileceğini göstermektir.

Seçilmiş olan konut tiplerine bölüm 4' de sınırları ve taşıyıcı sistem tasarım kuralları tariflenmiş olan yarı açık hafif çelik konut yapım sistemi uyarlanmaya çalışılmıştır.

5.1 Yarı Açık Sistemin Konut Planlarına Uyarlanması

Önerilen yarı açık sistemin konut örneklerine uyarlanabilirliğinin araştırılmasında bölüm 2.8' de belirtilen konut planları incelenmiş; aralarından, az sayıda örneği olan teras ev, dik açıdan farklı açılarda ve eğrisel kitlesel düzenlemeli projeler elenmiş ve farklı 12 adet konut tipi belirlenmiştir. Ayrıca kamu destekli bir kuruluş olan TOKİ' nin 1999 İzmit depremi sonrası gerçekleştirmiş olduğu 3 adet konut tipi de hafif çelik yapım sisteminde uygulanabilir nitelikte bulunmuş olup, proje uyarlamalarına dahil edilmiştir. TOKİ projelerinin proje uyarlamalarına dahil edilmesiyle, az katlı toplu konut uygulamalarına yönelik yarı açık sistemin potansiyeli değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Farklı özellikli toplamda 15 adet konuta ait planlar 3M' lik modüler ızgaraya Ek C' de görüleceği üzere uyarlanmıştır. Konut planlarının seçiminde; bina taban alanının bölüm 2.7.3' te belirtildiği gibi genel tercih olması bakımından ve yarı açık sistemin sınırları dahilinde olan 200 m2' nin altındaki plan tipleri, yapı düzeninin birbirinden farklı özellikte olanları, konsollu, balkonlu, dolu çıkmalı, geniş açıklı, farklı kat

düzenlemesi olanlar gibi kriterlere, yarı açık sistemi test edebilmek için yer verilmiştir. Konut planlarının gruplandrılmasında ana başlık olarak yapılaşma düzeni esas alınmıştır;

- ayrık nizam,
- bitişik nizam (ikiz ev)
- bitişik nizam (sıra ev)

Projelerin modüler ızgaraya uyarlanması sırasında bazı mekan boyutlarında, mekan standartlarının altına inmemek koşulu ile, küçültme veya büyültmeler yapılmış, çeşitli konut projeleri için önerilen strüktürel çözümlerde, taşıyıcı hafif çelik duvar ve döşeme kuruluş ilkelerine uygun konumlarda düzenlenmesine çalışılmıştır.

Yarı açık sistemin temel ilkesi olan taşıyıcı duvarların üst üste gelmesi, proje uyarlamaları çalışmasında mevcut planların değerlendirilmesinde ilk konu olmaktadır. Seçilen projelerde zemin kat ve üst kat duvarlarının çakışmaması durumunda, getirilen öneride döşeme kiriş açıklıkları sistem limitleri dahilinde en fazla uzunlukta tercih edilerek, iç duvarlar bölücü duvar niteliğinde ele alınmaktadır. Bu durum, strüktürel kuruluş – tasarım ilişkisinin iyi kurulabilmesi için, projenin daha ilk aşamada, bazı boyutsal, teknolojik ve taşıyıcı sistem kurallar gözönünde tutularak hazırlanması gereğini ortaya koymaktadır.

Önerilen planlarda temel modül değeri 3M olarak alınmakta, ancak taşıyıcı sistem temel modül değeri 3M‘ in katı olarak statik açıdan yeterli olduğu durumlarda 6M aralıklı olarak ta düzenlenebilmektedir. Üç katlı projelerin zemin katlarında dikme ve döşeme kiriş aralığı mutlaka 3M alınmakta üst katlara ait dikme ve döşeme kiriş aralıkları 6M olarak alınabilmektedir. Aynı kata ilişkin olarak geçilen açıklığa ve sistemin rijitliğine bağlı olarak dikme ve döşeme kiriş aralığı farklı mekanlarda 3M ve 6M olarak farklı alınabilmektedir.

Strüktürel önerilerde taşıyıcı duvarların üst üste gelmesi kuralına ilave olarak ayrıca, döşeme kiriş yönü, bina çıkıntısı mesafesi, konsol mesafesi, lento boyu, kasnak kirişi boyu, merdiven düzeni, taşıyıcı duvardan bağımsız kiriş boyu taşıyıcı sistem tasarımında ana belirleyici etkenlerdir.

Döşeme kirişi üzerine OSB levha kaplanmakta, kiriş altına ise asma tavan profili olarak kullanılan F tipi bileşen (Ek B‘ deki katalogarda omega profil olarak tanımlanmaktadır) 6M aralıkla monte edilmektedir. Döşeme kirişi üzerinde ve

altındaki bu iki uygulama döşemenin stabilitesini sağlayan ana unsurlardır. Standart uygulama dışında döşeme kirişlerinin stabilitesini sağlamaya yönelik olarak kullanılması gerekli boyunduruk, kuşaklama gibi stabilite elemanlarının konumu ve düzeni, ancak statik analiz neticesinde ihtiyaca göre belirlenebilmektedir. Bu bakımdan proje uyarlama çalışmalarında stabilite elemanlarına yer verilmemiş, taşıyıcı sistem tasarım kurallarının mimari planlara uyarlanabilirliği değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Hafif çelik yapım teknolojisinde merdiven basamakları taşıyıcı duvara oturtulmaktadır, bu da merdiven altlarının kapatılmasını getirmektedir. Müstakil konutlarda bu durum sorun teşkil etmemekte, ancak Ek C1.14 ve Ek C1.15‘ de görüleceği üzere az katlı toplu konut uygulamalarında ortak merdivenlerde, merdiven kolları arası duvar ile kapanmaktadır. Toplu konut uygulamalarında merdiven basamaklarının duvarlara oturtulması kuralı yerine, döşemeden döşemeye çalışan soğuk bükme profillerden oluşturulmuş bileşik kesitli kirişler üzerine merdiven basamaklarının oturtulması daha esnek bir tasarım imkanı sağlamaktadır.

5.2 Yarı Açık Sistemin Konut Cephelerine Uyarlanması

Bölüm 5.1’ de planları yarı açık hafif çelik yapım sistemine uyarlanan konut projeleri Ek C2‘ de cepheleri değerlendirilmek üzere ele alınmaktadır. Bir, iki ve üç katlı yapılar olarak uygulanabilen hafif çelik yapım sisteminde cephede açılacak boşlukların taşıyıcı duvarın toplam alanına oranı önem kazanmaktadır. 3M veya 6M aralıkla düzenlenen dikmeler ile oluşturulan taşıyıcı duvarların kuruluşu ile cepheler oluşur. Subasman kotu üzeri kurulan bu sistemde kat yüksekliği 27M, 30M ve 33M olarak alınabilmektedir. Döşeme kiriş yüksekliği ise 2M, 2M+5 veya 3M olarak alınabilmektedir.

Taşıyıcı duvarda açılacak boşluk, sistemin sınırları dahilinde, düşeyde taşıyıcı duvarın herhangi kısmında açılabilir. Yalnızca dikmelerin iptal edildiği kısımlarda lento oluşturulmaktadır. Lentolar boşluğun hemen üzerinde veya döşeme kirişinin hemen altında olarak iki şekilde uygulanmaktadır. Pencere parapetlerinin düşey yük taşıyıcı özelliği yoktur, ancak taşıyıcı duvarda kaplama malzemesinn sistemin stabilitesine katkı sağlaması bakımından ve dolayısıyla boşluk oranının toplam duvar alanına oranının bunda belirleyici olması bakımından sistemin stabilitesine katılmaktadırlar.

Bölüm 4‘ te taşıyıcı duvarda boyunduruk, yatay kuşaklama, ve diyagonal kuşaklama stabilite elemanları olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar yapının tüm dış duvarlarında köşe çaprazları uygulanması tanımlansa bile optimum çözüm mühendisliğin temel ilkesidir. Kullanılacak stabilite elemanı ancak statik analiz neticesinde burkulma tanımlanan kısımlarda uygulanır. Boyunduruklarının nerelerde uygulanacağı, düşeyde kaç sıra uygulanacağı da benzer prensiple statik analiz neticesinde belirlenir. Keza bazı projelerde köşe pencere veya balkon oluşumu nedenleriyle köşe kolon oluşturulmakta, bu durumda köşe çaprazlamaları uygulanamamaktadır. Köşe çaprazlamaları uygulanamaması sebebiyle planlamada köşelerde boşluk oluşturulamaz hükmü getirilemez. Temel prensipleri ortaya konan, mimari tasarım aşamasında taşıyıcı sistem özellikleri bilinerek tasarlanan bir hafif çelik yapı projesi statik analiz ile mutlaka doğrulanmalıdır.

Yalnızca dış duvarlarda değil, statik analiz neticesinde burkulma tanımlanan kısımlarda ihtiyaca göre taşıyıcı iç duvarlarda da köşe çaprazlamaları veya boyunduruk uygulanır. Stüktürel kaplama olarak ele alındığında OSB, alçı levhaya göre daha çok stabiliteye katkı sağlamaktadır. Uygulamalara bakıldığında dış duvarların dış yüzeyinde uygulanan OSB, yeterli olmadığı durumlarda, dış duvarların iç yüzeyinde de uygulanmakta, daha sonra bu yüzeyin üzerine ikinci levha olarak alçı levha kaplanmaktadır.

Taşıyıcı duvarlar oluşturulurken dikmelerin düşey yükleri aktarması kadar, sisteme özgü bir sorun olarak burkulma mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Taşıyıcı dikme aralıklarından sonra burkulmaya yönelik alınacak tedbirler cephelerin oluşumunda etkili olmaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye‘ de uygulanabilecek nitelikte, bileşenleri ve taşıycı sistem tasarım kuralları tanımlı yarı açık hafif çelik yapım sistemine yönelik çalışmanın sonuçlarına bu bölümde yer verilmektedir. Sistemin uygulanabilirliğinin ele alınmasında teknolojik, ekonomik, tipolojik, organizasyonel ve mevcut potansiyeline yönelik değerelendirmelerde bulunulmaktadır.

6.1 Teknolojik İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler

Ülkemizde mevcut konut stoğunun büyük bölümünün az katlı (1-3 katlı) olduğu ve mevcut bina taban alanı oranının büyük bölümünün 150 m2‘ nin altında olması göz önünde bulundurulduğunda hafif çelik yapım teknolojisinin sınırları ile mevcut ihtiyacın çakıştığı görülmektedir. Üç kat ile sınırlandırılmış, iki mesnet arası açıklığın en fazla 720 cm ve mekan iç yüksekliği en fazla 330 cm olarak uygulanabilen yarı açık hafif çelik yapım sistemi, konut yapımında boyutsal ihtiyaçlar konusunda mevcut tercihlere cevap verebilir niteliktedir.

Mühendisliğin optimum çözüm sunması bakımından değerlendirildiğinde, en az ölü yük ile taşıyıcı sistemi oluşturması ve deprem yüklerine en az düzeyde maruz kalması bakımından hafif çelik yapım teknolojisi az katlı konut alanında endüstrileşmiş yapım sistemleri arasında en avantajlı görülmektedir.

1999 İzmit depremi sonrası hafif çelik üretici firmaların kurulması ve mevcut Kuzey Amerika şartnamelerinin Türkiye‘ de kullanılmaya başlanması ile ilk aşama olarak doğrudan teknoloji transferi gerçekleşmiş olup, bugün itibarı ile bu yapım teknolojisi ülkemizde gittikçe yaygınlaşmaktadır. Galvanize levhadan soğuk bükme işlemi ile yapısal çelik profil üreten firma ve fabrika sayısında zamanla artış gözlenmektedir. Üretim yelpazesine bakıldığında üretici firmaların benzer şartnameleri kullanmasından dolayı birbirine yakın boyutlarda ve niteliklerde profil üretimi gerçekleştirmektedirler. Mevcut üretici firmalardan bağımsız olarak yalnızca proje ve taahhüt şeklinde hafif çelik konut üretimi yapan firma sayısı da günden güne artmakta, bu firmalar da, ihtiyaç duydukları yapısal soğuk bükme profilleri ana

üreticilerden serbest piyasa koşulları çerçevesinde temin etmektedirler. Aynı niteliklerde, benzer boyutlarda üretim yapan firmalardan bileşen tedariği mümkün olmakta, bileşen pazarının oluştuğu ve zamanla daha da geliştiği gözlenmektedir.

Türkiye‘ de ahşap iskelet sistemle ilgili yasa, yönetmelik ve şartnameler, ahşap iskelet sistemi iki kat ve ayrık nizam (bitişik nizam yapılamaz) olarak sınırlandırmaktadır. Hafif çelik yapım sistemi ile ilgili geçerli yasa yönetmelik ve şartnamelerin yapı düzenini ve kat sayısını ahşap sistemde olduğu gibi sınırlandırmıyor olması hafif çelik sistemi ahşap iskelet sisteme göre avantajlı kılmaktadır.

Bölüm 3‘ te Türkiye‘ de az katlı konut alanında uygulanabilecek prefabrike yapım sistemleri karşılaştırmasında, hafif çelik yapım sisteminin diğer prefabrike yapım sistemleri ile tasarım kriterleri, uygulanabilirlik kriterleri, bileşen özellikleri, üretim özellikleri, montaj özellikleri, bina maliyetine göre özellikleri irdelenmiş, inşaat sektöründe yalnızca Amerikan evi ve depreme dayanıklı hafif yapım sistemi olarak bilinen bu sistemin objektif bir karşılaştırması yapılmıştır. Hafif çelik yapım sistemini kullanmayı planlayan kişi veya kurumlar öncelikli tercih kriterlerine göre bu karşılaştırma tablolarından yararlanabilirler.

Kuzey Amerika ve Alman şartnamelerinde ve firma kataloglarında döşeme kirişi tipine göre iki mesnet arası geçilebilen açıklıklar, dikme tipine göre duvar yüksekliği ve lento tipine göre duvarda açılabilecek boşluk ölçüleri gibi bazı tanımlamar yapılmış olup, taşıyıcı sistem tasarımı esnasında bunlardan gösterge niteliğinde yararlanılabilmektedir. Her türlü nihai boyutlandırma statik analiz neticesinde yapılabilir.

Mimari çözümlerde, hafif çelik yapım teknolojisi ile yatayda ve düşeyde kütlesel hareket, eğrisel plan geometrisi, dar veya geniş açılı plan geometrisi, dolu çıkma, köşe pencere, teras çatı, ve mekan içinde galeri oluşturulabilmesi temel yapısal prensiplere uyularak mümkündür.

Çeliğin, yapılarda kullanılmasında, avantajları yanında bazı dezavantajları bulunmaktadır. Çelik yapı denilince ilk akla gelen yangın riskinin yüksek oluşudur. Hafif çelik yapıların teknolojik olarak üç kat ile sınırlı oluşu nedeniyle, yangın yönetmeliklerine göre ilave yangın merdiveni ihtiyacı duyulmamaktadır. Yapı iç

mekanında duvar ve tavanın tamamının alçı levha ile kaplanması iç mekanda çıkacak yangına karşı taşıyıcı sistemi koruyan en etkin çözümdür.

Hafif çelik çerçeve sistem, %100 geri dönüşebilen bir malzeme olması ve inşaat atığı oranının çok düşük olması özelliklerinden dolayı, tasarım ve üretim öncesinde LEED sertifikalandırma kriterlerine önemli uyum göstermektedir. Bu da, hafif çelik yapım sistemli binalar için, sertifikalandırmada önemli bir avantajdır.

6.2 Ekonomik İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler

On yıllarca yüksek enflasyon ve faiz ile yürüyen Türkiye ekonomisinde, konut ihtiyacı duyanlar, gelirlerinden sağladıkları tasarruf ile konut edinebilmeye çalışmışlardır. Yüksek faiz sebebiyle banka kredisi kullanamayan konut tüketicisi ve yapımı gerçekleştirecek olan konut üreticisini buluşturan organizasyon, yapı kooperatifleri olmuştur. Yapım süreci finansmana bağlı olarak oldukça uzamıştır. Yeterli finansman sağlanamadığı için yapım sistemi tercihi esnasında sistemler karşılaştırılırken yapım hızı kriteri etkisiz kalmıştır.

2004 yılı sonrasında geçmiş on yıllara göre önemli oranda düşen enflasyon ve faizlere bağlı olarak, gerek konut tüketicisi, gerekse konut üreticisi banka kredisi kullanabilir hale gelmiştir. Finansman sorununu geçmişe göre oldukça düşük faizler ile banka kredisi ile çözen inşaat sektöründe önemli bir canlanma yaşanmış, yapım sistemi tercihindeki yapım hızı kriterinin önemi artmaya başlamıştır. Bu dönemde kooperatif sayısında önemli düşüş yaşanmış, özel sektörde faaliyet gösteren bağımsız müteahhitlik firmalarının gerçekleştirdiği yatırım projeleri öne çıkmıştır. Finansman sorununu halleden inşaat sektöründe, hafif çelik konut üretimi gerçekleştiren firmalar reklamlarında “30 günde villa“ gibi sloganlar kullanmaya başlamışlarıdır.

Gerek yap-satçı olarak tarif edilen konut üreticileri, gerekse kendi konutunu yapmak isteyen arazi sahipleri, yatırım yaptıkları arazi üzerindeki planladıkları konutu, kullandıkları banka kredilerine bağlı olarak en kısa sürede tamamlamayı amaç edinmektedirler. Endüstrileşmiş yapım sistemlerininin en önemli avantajı olan hızlı yapım özelliğine ilgi inşaat sektöründe artmıştır.

Az katlı konut alanında kullanılabilecek kapalı nitelikli betonarme prefabrike sistemlerin fabrikada üretilebilmesi, belirli bir sipariş miktarı ile mümkün olmaktadır. Önerilen hafif çelik sistemde ise, bileşen pazarından, büyük sipariş

miktarları yerine, istenilen miktarlarda ve özel bir binaya bağlı olmadan bileşen temin edilebilecektir. Bu da, serbest piyasa koşulları içerisinde özel siparişe girmemekte, hazır ürünlerin temini olarak soğuk bükme profillerin piyasada rekabet gücünü artırmaktadır.

6.3 Tipolojik İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler

Hafif çelik yapım sistemi az katlı konut alanında ayrık ve bitişik nizam yapı düzeninde uygulanır. Bir, iki ve üç katlı olarak uygulanan sistemde yapım sonrası kulanıcı ihtiyaçlarına göre mekan organizasyonunda değişikliğe gidilebilmektedir.

Bölüm 2‘ de Türkiye‘ de konut üretimine yönelik yapılan niceliksel araştırma ve az katlı konut projeleri envanter çalışması neticesinde, bölüm 3‘ te az katlı konut alanında konut tipolojisi, kat sayısı, oda sayısı, kullanım alanı bakımlarından mevcut tercihlere cevap verebilecek, yapım sistemlerine yönelik karşılaştırma yapılabilecek iki katlı, 150 m2 kullanım alanlı, üç yatak odalı, tip konut projesi hazırlanmıştır. Endüstrileşmiş yapım sistemlerine yönelik karşılaştırma bu proje üzerinden yapılmıştır. Bölüm 2‘ de listelenmiş olan az katlı konut projelerine bakıldığında genel olarak toplam inşaat alanı 150 - 300 m2 aralığındaki müstakil villalar talebi karşılamaya yönelik arz edilmektedir.

Bölüm 2‘ de incelenen konut projeleri arasından farklı tipte onbeş adet proje seçilmiş, Ek C‘ de proje uyarlama çalışmaları yapılmıştır. Gerek plan düzleminde gerekse cephe düzeninde yapılan çalışma neticesinde betonarme olarak yapılmış bu projelerin hafif çelik yapım teknolojisi ile de mimari planlaması etkilenmeden tasarlanabileceği ortaya konulmuştur. Hafif çelik sistemin betonarme sistemden temel strüktürel kuruluş farkları olması, planların uyarlanmasında bazı düzenlemelere gidilmesine sebep olmuştur. Bu da, strüktürel kuruluş – tasarım ilişkisinin iyi kurulabilmesi için, projenin daha ilk aşamada, bazı boyutsal, teknolojik ve taşıyıcı sistem kuralları gözönünde tutularak hazırlanması gereğini ortaya koymaktadır.

6.4 Modüler Koordinasyon ve Organizasyonel İmkanlara Yönelik Değerlendirmeler

Hafif çelik sistemler Kuzey Amerika' da yaygın bir şekilde kullanılmakta, bunun içinde yapısal şartnameler ve araştırmalar bakımından oldukça ileri düzeydedirler. İngiliz / Amerikan (Imperial) ölçü sisteminin kullanıldığı bu bölgede uzunluk ölçüsü olarak "inch" kullanılmakta, OSB gibi strüktürel kaplama malzemeleri de bu ölçü sistemi ile üretilmektedir.

Üretilen OSB levha boyutu metrik sistemde 120 / 240 cm' lik net ölçüye karşılık gelmemekte, birim çevirimi yapıldığında 122 / 244 cm' ye karşılık gelmektedir. Hafif çelik yapım sisteminde taşıyıcı dikme aralıkları 12, 16, 20, 24 inch olarak Kuzey Amerika şartnamelerinde tanımlanmış olup, metrik sistemdeki karşılığı 305, 406, 508, 610 mm' dir. Metrik sistemde bu ölçülerin tam sayı olarak alınmasında yapım sistemi açısından teknik bir sakıncası yoktur. 30, 40, 50, 60 cm dikme aralığı alınabilir, ancak bu durumda piyasadan temin edilebilen OSB levha boyutları ile boyutsal uyum mümkün olmamaktdır. İthal OSB levhalar İngiliz / Amerikan ölçü sistemine göre üretilmiş olup, ülkemizdeki OSB üreticileri de yurt dışına satış gerçekleştirdikleri için talebe göre yine İngiliz / Amerikan ölçü sistemine uygun levha boyutunda üretim gerçekleştirmektedirler. Sektörde OSB levha boyutları İngiliz / Amerikan ölçü sistemine göre oluşmuştur.

Hafif çelik yapım sisteminde 50 cm' lik dikme aralığı uygulamalara bakıldığında genellikle tercih edilmemektedir. Bunun sebebi 122 /244 cm' lik OSB levha boyutundan önemli oranda fire verilmesidir. Yarı açık sistem tasarımında modüler koordinasyonu sağlamaya yönelik olarak 40 cm' lik dikme aralığı kullanılmamış, 30 cm ve 60 cm' lik dikme aralığı sistem tasarımında kabul edilmşitir. "Standart temel modül" adıyla nitelenen ve M sembolü ile gösterilen 10 cm' lik ölçü büyüklüğü tariflenmiş olup, planlama aşamasında kullanılacak yatayda boyutsal koordinasyonda temel modül 3M olarak belirlenmiştir. Düşeyde kullanılabilecek temel modül değeri M' dir. Dikme yüksekliği ana belirleyicidir, 27M, 30M ve 33M olarak kabul edilmiş olup, döşeme kiriş yüksekliği 2M, 2M+5 ve 3M olarak sınırlıdır.

Üç kat ile sınırlandırılmış olan hafif çelik yapım teknolojisinde, statik analiz neticesine göre farklı katlarda veya aynı kat içerisinde farklı dikme ve döşeme kiriş

aralığı uygulanabilir. Bu bakımdan belli ölçünün katları olarak devam eden 30 cm ve 60 cm' lik temel modül değerleri taşıyıcı sistem tasarımında kolaylık sağlamaktadır.

Yarı açık taşıyıcı sistem tasarımında dikme aralıklarının yerleştirilmesinde 3M ve 6M temel modülleri, strüktürel kaplama olan OSB levha boyutları ile tam olarak uyumlu olmamasına rağmen diğer yapı bileşenleri ile genel boyutsal koordinasyonu sağlamaya yönelik olarak tercih edilmiştir. Keza alçı levhalar ise OSB levhaların aksine metrik sistemde 120 / 240 cm' gibi tam sayı katları olarak üretilmekte ve yarı açık sistem tasarımında tercih edilen temel modüller ile uyumludur.

Bu tez çalışmasında sınırları ve tasarım kuralları tanımlanmış yarı açık hafif çelik yapım sistemine göre tasarlanacak bir konut için statik analiz neticesinde nihai bileşen boyutları ortaya çıkacaktır. Yapım sistemini gerçekleştirebilmek için bileşen siparişi aşamasında üretici firma ve bileşenler Ek B' den seçilmelidir. Ek B' de tanımlı firmalar inşaat sektörüne talebe yönelik olarak bileşen arzında bulunmaktadır. Soğuk bükme galvanize profil üreticileri Kuzey Amerika şartnamelerine uygun ürün sunmaktadırlar.

Bölüm 4.2' de Türkiye' de hafif çelik taşıyıcılı konut üretimine yönelik envanter çalışmasında görüleceği üzere bazı firmalar hem profil üretimi, hem tasarım, hemde montaj hizmeti gerçekleştirmktedirler. Bazı firmalar ise sadece tasarım ve montaj hizmeti gerçekleştirmekte olup farklı üreticilerden profil tedariğine gitmektedirler. Dolayısıyla sektörde bir bileşen pazarı oluşmaya başlamıştır. Tasarım, üretim ve montaj aşamaları sonucunda ortaya çıkan bir prefabrike yapı, organizasyonel olarak sektörde ortak konvansiyonları kullanıyorsa, bu, kapalı sistemden açık sisteme geçiş potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bir yarı açık sistem tasarımında ortak konvansiyonların konmasından sonra en zor aşama üretim aşamasının organizasyonudur. Hafif çelik yapı sektörü zaten bunu, farklı üreticilerin Kuzey Amerika şartnameleri ile benzer şartnameleri kullanarak kendi içinde organize etmiş görünmektedir. Dolayısıyla organizasyonel olarak az katlı konut alanında hafif çelik yapı teknolojisi ortak konvansiyonlarını kullanarak tasarım-üretim-montaj evrelerini gerçekleştirebilir niteliktedir.

6.5 Kullanım Olanaklarının Artırılmasına Yönelik Değerlendirme

Türkiye inşaat sektöründe konut uygulamalarının genel inşaat faaliyetleri içerisinde önemli paya sahip olmasından dolayı tasarlanan yarı açık sistemin oldukça geniş bir kullanım alanı olduğu görülmektedir. Ancak buna rağmen kullanım olanaklarının artırılmasına yönelik çalışmalara sistemin tanınmasını ve dolayısıyla bileşen pazarının gelişmesini sağlamak için ihtiyaç duyulmaktadır.

Hafif çelik yapım sisteminin sınırlarına bölüm 4' te değinilmektedir. Bu sınırlar dahilinde bu sistem ile her tipolojide yapı üretilebilir.

Plan düzleminde kullanılan modüler ızgara metrik ölçü sistemine (SI) göre 3M ve 6M olarak kabul edilmekte, ancak strüktürel kaplama olarak kullanılan OSB levha boyutları tam olarak buna uymamaktadır. İngiliz/Amerikan ölçü sistemine göre (Imperial) 122/244 cm boyutlarında üretilen OSB levhaların metrik ölçü sistemine (SI) göre 120/240 cm boyutlarında üretilebilirliği araştırılmalıdır. Böylece sistemde tarif edilen modüler ızgara ile tam uyumlu strüktürel kaplama kullanılabilecektir.

Ek B' de yapılan hafif çelik üreticisi firmalara ilişkin envanter çalışmasında, üretici bu firmalar tarafından İstanbul ve Ankara dışındaki illere bayilikler verildiği görülmektedir. Bayilik sayısındaki artış bileşen tedariğinde rekabet gücünü de önemli ölçüde artıracaktır.

Afet bölgelerinde uygulanmak üzere, geçici konut hızında kalıcı konut yapılmasına yönelik bazı çalışmalar mevcuttur. Üç kat ile sınırlı hafif çelik yapım sisteminin ağır çelik profiller ile desteklenerek kat sayısının artırılmasına yönelik araştırmalara ihtiyaç vardır.

6.6 Yarı Açık Sisteme İlişkin Katalog Verileri ve Önerilen Bileşen Tipleri

Önerilen sisteme ilişkin katalog bilgileri ve bileşen tipleri Ek D' de tanımlanmaktadır. Taşıyıcılık kapasitesinin artırılmasına yönelik çeşitli büküm detayları bulunsa da, bileşen pazarında yaygın olarak temin edilmesi bakımından S1 tipi bileşen ana taşıyıcı bileşen olarak kabul edilmektedir. 13 tip S1 tipi bileşen, 13 tip U tipi bileşen, strüktürel kaplama olarak 8 tip OSB ve 6 tip alçı levha olarak sistem bileşenleri tanımlanmaktadır.

KAYNAKLAR

ABB, 2007. Ankara imar yönetmeliği, Ankara Büyükşehir Belediyesi.

Acar, R., Doğangün, A., Livaoğlu, R., Tuluk, O. İ., 2004. Geçmişten günümüze ahşap yapılarda taşıyıcı sistemler, *Ahşap-Yapı Malzemeleri Sektör Dergisi,* Dergi No. 22.

Ahunbay, Z., Aksoy, D., 2005. Geleneksel ahşap iskeletli Türk Konutu'nun deprem davranışları, *İTÜ Dergisi/a mimarlık, planlama, tasarım,* Cilt:**4**, Sayı.1, s. 47-58, Mart 2005.

AISC, 2002. Designing with structural steel, a guide for architects, American Institute of Steel Construction – AISC – Chicago.

AISI, 1993. Residential steel beam and column load/span tables, **RG-936**, technical data. American Iron and Steel Institute, Washington.

AISI, 1995. Design guide for cold-formed steel trusses, *AISI Technical Report*, Washington.

AISI, 1996. Durability of cold-formed steel framing members, American Iron and Steel Institute, Washington.

AISI, 1997. Monotonic tests of cold-formed steel shear wals with openings, *AISI Technical Report,* Washington DC.

AISI, 1998. Shear wall design guide, *AISI Technical Report,* **RG-9804**, Washington DC.

AISI, 2001a. Standard for cold-formed steel framing – general provisions, **AISI/COFS/GP,** American Iron and Steel Institute, Washington.

AISI, 2001b. Standard for cold-formed steel framing – prescriptive method for one and two family dwellings, **AISI/COFS/GP**, American Iron and Steel Institute, Washington.

AISI, 2001c. North American specification for design of cold-formed steel Structural members, *AISI Technical Report,* Washington DC.

AISI, 2001d. Commentary on The North American Specification for Design of Cold Formed Steel Structural Members, *AISI Teknik Şartnamesi Açıklama Raporu*, Washington.

AISI, 2003. Commentary on the standard for cold-formed steel framing – prescriptive method for one and two family dwellings, American Iron & Steel Institute, Washington.

Ang, T. C., Chiew, S. P., Lam, D., 2004. *Structural steelwork; design to limit state theory*, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford.

Atasoy, A., 1980. Yapımda endüstrileşme-tasarlama ilişkileri, bir katılmalı tasarlama incelemesi, *Doçenlik Tezi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi.

Atasoy, A., Şener, H., Şener, S. M., Pulat, G., Erem, Ö., 1995. *Türkiye' de toplu konut üretiminde kullanılabilecek ulusal nitelikli bir endüstrileşmiş sistem tasarımı araştırma projesi 1. aşama : envanter,* İ.T.Ü. Araştırma Fonu, İstanbul.

Avlar, E., 2002. Ahşap çerçeve yapıların strüktürel tasarımı, *deprem bölgelerinde yapı üretimi sempozyumu,* TMMOB Mimarlar Odası Anakent Şubesi,15-16 Şubat 2002, İstanbul.

Avlar, E., 2008. Türkiye' de ahşap yapı üretimine yönelik durum tespiti, *Mimarlıkta Malzeme*, Sayı 2, s. 71-76

Avlar, E., Limoncu, S., 2001. Yapı malzemesi olarak ahşap ve ahşap yapı sistemleri, *Yapı Dergisi,* Sayı **241**, s. 87-90, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.

Ayaydın, Y., 1992. *Betonarme çok katlı prefabrike iskelet sistemler*, Kurtiş Matbaası, İstanbul.

Ayaydın, Y., Deniz., Ö., Ş., Mert, İ., 1996. Toplu konut üretimine yönelik, betonarme önüretimli iskelet bileşenli bir "yapısal mekano" önerisi, Proje no: İNTAG-TOKİ 525.

Ayaydın Y., Koman, İ., 2004. *12 soruda beton prefabrikasyon*, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.

Badem, M., Kurtay, C., 2004. Avrupa ülkeleri ve Türkiye' deki çelik yapı uygulama olanak ve kısıtlarının incelenmesi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi,* Cilt **19**, No 4, s. 351-363.

Bao, J. S., 1984. SAR in China. *Open house international*, vol. **9**, no.1, March, p. 14-23.

Bax, M. F. Th., 1989. Structuring architectural design processes. *Open house international*, vol. **14**, no.3, Sept., p. 20-27.

Bayındırlık Bakanlığı, 1998. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,* Ankara.

Bayındırlık Bakanlığı, 2003a. 2000 yılı Kkonut stokunun taban alanlarına göre değerlendirilmesi, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Konut Müsteşarlığı*, Ankara.

Bayındırlık Bakanlığı, 2003b. 2000 yılı konut stokunun yaş itibariyle değerlendirilmesi, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Konut Müsteşarlığı,* Ankara.

Bayındırlık Bakanlığı, 2007a. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,* Ankara.

Bayındırlık Bakanlığı, 2007b. Yapı yaklaşık birim maliyetleri 2001-2007*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,* Ankara.

Bayındırlık Bakanlığı, 2007c. Binaların yangından korunması hakkında yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,* Ankara.

Berköz, S., 1968. Modüler koordinasyon çerçevesinde bireysel yapı bileşenleri için boyut seçmek amacıyla kullanılabilecek bir metod, *Doktora Tezi*, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Baskı Atölyesi, İstanbul.

Berköz, S., 1975. Yapımda sistemler yaklaşımı, *Doçentlik Tezi*, İTÜ Mimarlık Fakültesi. İstanbul.

BDDK, 2007. *Finansal piyasalar raporu mart 2007*, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu, alındığı tarih 15.12.2007, http:// bddk.gov.tr.

BKK, 2007. Mal ve hizmetlere uygulanacak katma değer vergisi oranlarının tespitine ilişkin karar, *Bakanlar Kurulu Kararı*, 30.12.2007 tarihli Resmi Gazete, Sayı 26742, Karar Sayısı 2007/13033.

Cheung, P.E., Kevin, C. K., 2000. Multi-storey wood frame construction, Western wood product association, USA. *ICOMOS international wood committee symposium,* Sept. 27, 2000.

Chiuini, M., Underwood, R., 2007. *Structural design, a practical guide for architects,* John Wiley & Sons Inc. New Jersey, USA.

CIB, 2004. Industrialisation in construction, *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, retrieved September 09, 2004, from http://cibworld.nl.

Couch, G., 2004. Wood frame houses better for environment, *News Release*, United State Department of Agriculture (USDA) Forest Service, Forest Products Labarotory, retrieved October 13, 2004, from http://fpl.fs.fed.us.

CSSBI, 2005. *The lightweight steel frame house construction handbook*, Canadian Sheet Steel Building Institute, Canada

Cuperus, Y., 2005. An introduction to open building, OBOM open building strategic studies, Delft University of Technology, Netherland, retrieved March 22, 2005, from http://obom.org.

Çakır, Suat, 2000. Geleneksel Karadeniz ahşap konut yapım yönteminin çağdaş teknoloji açısından değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Mimar Sinan Üniversitesi Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çanga, A., Çor, E., Karademir, G. K., Özkan, A., Devecigil, P. T., Yılmaz, T., 2002. *2000-2010 Türkiye konut ihtiyacı raporu,* T.C. Başbakanlık Konut Müsteşarlığı, alındığı tarih 23.08.2005, http://konut.gov.tr.

Çepel, N., 2000. Orman erozyon ilişkisi, *Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA), alındığı tarih 29.11.2007, http://tema.org.*

Dohnomae, H., Kanno, R., Nomura, H., Sakumoto, Y., 2000. Steel-framed houses, environmentally friendly houses, *Nippon Steel Technical Report*, No. 81 January 2000.

DÇÜD, 2008 *Faaliyet raporu,* Demir Çelik Üreticileri Derneği*,* alındığı tarih 28.08.2008, http://dcud.org.tr.

DİE, 2000. 2000 yılı bina sayım sonuçları, *Devlet İstatistik Enstitüsü,* Ankara.

DPT, 1996. *İllerin sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralaması araştırması*, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

DPT, 2000. VIII. beş yıllık kalkınma planı, 2001-2005, *Devlet Planlama Teşkilatı*, Ankara.

Ekinci, S., Eşsiz, Ö. 2005. Deprem bölgelerinde hafif çelik yapım sistemleriyle üretilen konutların uygulanabilirliği, *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, 23-25 Mart 2005.

Ekinci, S., 2006. Hafif çelik yapım sistemleri – taşıyıcı sistem, yapı fiziği etkileri ve mimari tasarım ilkeleri açısından analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Elgiz, C., 1978. Türkiye' de ilkokul binalarında endüstrileşme olanakları, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Ellis, J., 2005. *Shear wall assemblies of cold-formed steel, framework*, SFA publication, Washington.

ENR, 2007. Top 225 International contractors, *Engineering News Record,* retrieved December 24, 2007, from http://enr.ecnext.com.

EQE International, 1994. The January 17, 1994 Northridge California earthquake, *An EQE Summary Report*, March 1994.

Erdemir, 2007. Erdemir ürün kataloğu, 2007 - galvanize yassı çelik ürünler, Ereğli Demir Çelik Fabrikaları T.A.Ş.

Erenman, Ö. ve Mungan, İ. ve Mert, İ. 2000. Villa inşası için alternatif yapı sistemleri karşılaştırmalı incelemesi, *Araştırma Raporu*, Mimar Sinan Üniversitesi, Sanayi-i Nefise Vakfı.

Follis, D., 2000. *Steel desing*, Cilt. **32**, No. 2, s. 6-7, Dofasco Inc., Ontorio, Kanada.

Follis, D., 2001. *Steel desing*, Cilt. **33**, No. 1, s. 15, Dofasco Inc., Ontorio, Kanada.

Friedman, A., 1989. Innovation and the North American homebuilding industry. *Open house international*, vol. **14**, no.3, Sept., p. 16-19.

Gök, N., 1993. Mimari tasarımda bir faktör olarak değişebilirlik, *Doktora Tezi*, M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Götz, K. H., Hoor, D., Möhler, K., Natterer, J., 1989. *Timber design & construction sourcebook, a comprehensive guide to methods and practice,* Mc Graw-Hill Publishing Comp. New York.

GSHAP, 1999. Global seismic hazard map, *Global Seismic Hazard Assesment Program (GSHAP),* retrieved November 23, 2008, from http://seismo.ethz.ch/GSHAP.

Güler, H., Özmen B., Nurlu, M., 1997. Coğrafi bilgi sistemi ile deprem bölgelerinin incelenmesi, *T.C Bayındırlık Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi*, Ankara.

Habraken, N. J., 2005a. Open building-introduction, retrieved March 21, 2005, from http:// habraken.org.

Habraken, N. J., 2005b. Open building as a condition for industrial construction, retrieved March 21, 2005, from http:// habraken.org.

Hara, R., Kaitila, O.,Kupari, K., Outinen, J., Perttola, H., 2000. Design of cold formed steel structures, *Seminar on steel structures*, Helsinki University of Technology Department of Civil and Environmental Engineering Laboratory of Steel Structures, Helsinki.

HUD, 1999. Innovative residential floor construction: horizontal diaphragm values for cold-formed steel framing, *Technical report*, HUD Office of Policy Development and Resarch, Washington DC.

HUT, 2005. Residential open building, Helsinki University of Technology, retrieved March 21, 2005, from http:// hut.fi.

Işık, B., 2001a. Hafif çelik yapıların geleneksel ahşap yapılar ile benzerlikleri, Türk Yapısal Çelik Derneği, alındığı tarih 15.07.2001, http://tucsa.org.

Işık, B., 2001b. Çelik hafif taşıyıcı sistemlerin konut yapımında kullanılması, Türk Yapısal Çelik Derneği, alındığı tarih 15.07.2001, http://tucsa.org.

İBB, 2003. İstanbul deprem master planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

İBB, 2007a. İstanbul 1/25000 ölçekli nazım imar plan raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

İBB, 2007b. İstanbul imar yönetmeliği, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

Kaitila, O., 2000. *Cold formed steel structures in fire conditions,* Helsinki University of Technology Department of Civil and Environmental Engineering Laboratory of Steel Structures, Helsinki.

Karacabeyli, E., Rainer, H., 2000. *Ensuring good sesimic performance with platform frame wood housing*, National Research Council of Canada, Ottawa.

Karen, K.W. ve Winter, G., 1967. Effects of cold-work on light gauge steel members, *Journal of the Structural Division*, ASCE, Cilt **93**, No. ST1.

Keith, E. L., Martin, Z., Skaggs, T. D., 2007. Full – scale 3d wall bracing tests, *APA report T2007-73*, The Engineered Wood Association.

Kendall, S., 1990. Shell / infill: a technical study of a new strategy for '2 x 4' housing. *Open house international*, vol. **15**, no.1, March, p. 13-19.

Kendall, S., 1993. Open building for housing. *Progressive architecture*, no.11, Nov., p. 95-98

Kendall, S., 2004. An open building strategy for balancing production efficiency and consumer choice in housing, *National Science Foundation / PATH Housing Research Agenda Workshop Proceedings and Recommendations,* vol**. I, II**. June 2004, p. 60-71. Michigan State University.

Kobayashi, H., 2005. Realization of durable apartment buildings by the open building approach, retrieved March 21, 2005, from http:// nilim.go.jp.

Larson, J, W., 2007. AISI standards for cold-formed steel framing, *Construction Standards Development*, American Iron and Steel Institute, Washington.

Lorre, E.N., 1994. *Residential steel farming construction guide*, Technical Publications, Las Vegas, Nevada.

Milliyet Emlak, 2007a. *İstanbul konut sektörü raporu*, Emlak Dünyası, alındığı tarih 19.05.2007, http://milliyetemlak.com.

Milliyet Emlak, 2007b. Konut Fiyatları, Emlak Dünyası, alındığı tarih 05.10.2007, http://milliyetemlak.com.

NAHB, 1994. Assessment of damage to residential buildings caused by the Northridge earthquake, NAHB Research Center, USA.

NAHB, 1997a. *Combined axial and bending load test of fully- sheathed cold-formed steel wall assemblies,* NAHB, AISI, HUD, Research Report, Washington.

NAHB, 1997b. Prescriptive method for residential cold formed steel framing, National Association of Home Builders (NAHB), USA.

NAHB, 2001. Structural design loads for one and two-family dwellings, NAHB Research Center, Maryland.

NAHB, 2004. Flexible framing track, National Association of Home Builders Resarch Center (NAHB-RC), retrieved November 05, 2004, from http://nahbrc.org.

NASFA, 1999. *L-shaped header-field guide*, NASFA technical report, **NT19-99F**, Washington.

NASFA, 2000. Prescriptive method for residential cold formed steel framing, North American Steel Framing Alliance (NASFA), retrieved April 12, 2002, from http://steelframingalliance.com.

Okan, A, 1975. Bina tasarımında performans yaklaşımı ile maliyet denetimi, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul

Özkurt, H., 2007. Türkiye ekonomisinde konut sektörü: gelişimi ve alternatif finansman modelleri, *Sosyal Bilimler Dergisi*, sayı 1, s. 159-173, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret ve Avrupa Birliği Programı.

Öztank, N., 2004. Orta yükseklikteki (4-8) konut yapılarında ahşap teknolojisinin uygulanabilirliği, *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Randen, A. V., 1991. Consumer oriented building: in full control of and behind one' s frontdoor, entangled building, University of Technology, Delft.

Rubacı, E., 2008. Yaşanan konutlarda enerji tasarrufu, *Yapı Endüstri Merkezi,* alındığı tarih 19.08.2008, http://yem.com.tr.

SBA, 2008. *Technical report,* Structural Board Association, Ontario*,* retrieved September 27, 2008, from http://osbguide.com.

SFA, 2007. Steel framing guide, a builder' s guide to steel frame construction, Steel Framing Alliance, Washington, retrieved July 21, 2007, from http://steelframing.org.

SFA, 2008. Steel framing workshop - introduction, Steel Farming Alliance, Washington, retrieved June 13, 2007, from http://steelframing.org.

Scharff, R., 1996. *Residential steel framing handbook*, McGraw-Hill, New York.

Smith, R. J., 1996. Innovations in steel, residential construction around the world, International Iron and Steel Institute, Belgium.

STAHL, 2001. Wohnhaus in Manderscheid, Stahl Informations Zentrum, yayın referans no: **D 078**, Dusseldorf.

STAHL, 2002a. Häuser in stahl- leichtbauweise, Stahl Informations Zentrum, yayın referans no: **560**, Dusseldorf.

STAHL, 2002b. Wohnungsbau mit stahl - profilhandbuch, Stahl Informations Zentrum, yayın referans no: Markblatt **480**, Dusseldorf.

Şener, H., 1990. *Endüstrileşmiş binada açık sistemler*, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskısı, İstanbul.

Şenkaya, E., 2005. Türk konut sektörünün bugünkü durumu ve yeni konut tipi trendleri, alındığı tarih 17.09.2005, http://yapiworld.com.

Takahashi, R., 2002. İstanbul' un mevcut bina ve sosyal durumu, JICA Çalışma Ekibi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

Tapan, M., 2004. *Mimarlıkta değerlendirme*, İ.T.Ü. Yayınevi, İstanbul

TCMB, 2007. Piyasa verileri - gösterge niteliğindeki kurların belirlenmesinde esas alınan TRL/USD ve USD/EUR kurları, *Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası*, alındığı tarih 13.05.2007, http://tcmb.gov.tr.

TÇMB, 2006. Sektörel değerlendirme, *Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği*, www.tcmb.org.tr, alındığı tarih 23.12.2006.

Terim, B., 2006. Hafif çelik çerçeve sistem, *Ege Mimarlık*, sayı 1, s. 56, İzmir.

THBB, 2007a. Depreme dayanıklı yapı üretiminde beton kalitesinin önemi, *Türkiye Hazır Beton Birliği*, alındığı tarih 30.08.2007, http://thbb.org.

THBB, 2007b. Türkiye"de hazır beton sektörü'nün başlıca sorunları, *Türkiye Hazır Beton Birliği,* alındığı tarih 08.07.2007, http://thbb.org.

Toğay, A., 2002. Ahşap yapılar, Türkiye' de ahşap yapı endüstrisinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

TOKİ, 2007. *Faaliyet özeti: 2003-2007*, Toplu Konut İdaresi, Ankara.

TPB, 2006. Rakamlarla prefabrik sektörü 2006, *Türkiye Prefabrik Birliği*, Ankara.

TS 498, 1997. Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değeri*, Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

TS 825, 2008. Binalarda ısı yalıtım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

TTF, 2008. *Panel guide OSB*, Timber Trade Federation, retrieved August 23, 2008, http://ttf.co.uk.

TUCSA, 2006. Yangın yönetmeliği taslağı **-** binaların yangından korunması hakkında yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik taslağı, Türk Yapısal Çelik Derneği, alındığı tarih 03.06.2006, http://tucsa.org.

TÜİK, 2005. 1923-2005 istatistik göstergeler, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara.

TÜİK, 2006a. Nüfus istatistikleri, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara.

TÜİK, 2006b.Aile yapısıa 2006, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara.

TÜİK, 2006c. Türkiye istatistik yıllığı 2006, *Türkiye İstatistik Kurumu*, Ankara.

Url-1 <*http://www.flaxc.com* >, alındığı tarih 29.06.2008.

Url-2 < *http://www.usgbc.org*>, alındığı tarih 15.12.2008.

Url-3 < *http://www.cedbik.org*>, alındığı tarih 28.12.2008.

Uzuner, B. A., 2001, *Temel zemin mekaniği*, Teknik Yayınevi, Ankara

Walters, R., T., 1968. Le Role de L'Architecte et L'Ingernieur Dans L'Adoption de la Systematisation, Progremme Beam, Construction Industrialisee, Causeries et delibera tions d'une conference nationale de La construction, Ottawa.

Werf, F.V. D., 1990. Practice on open building, Stuttgart.

YEM, 2005. Konut alım rehberi, Yapı Endüstri Merkezi, alındığı tarih 06.04.2007, http://yem.com.tr.

YEM, 2006. *Türk Yapı Sektörü Raporu 2006*, Yapı Endüstri Merkezi, alındığı tarih 06.04.2007, http://yem.com.tr.

YEM, 2007. *Türk Yapı Sektörü Raporu 2007*, Yapı Endüstri Merkezi, alındığı tarih 06.04.2007, http://yem.com.tr.

YTONG, 2008. Donatılı yapı elemanları kataloğu, alındığı tarih 19.11.2008, http://ytong.com.tr.

Yu, W. W., 2000. *Cold formed steel design*, John Wiley & Sons, Canada.

EKLER

EK A : Endüstrileşmiş Konut Yapım Sistemleri Karşılaştırması
- **EK A.1 :** Karşılaştırmaya Esas Konut Mimari Projesi
- **EK A.2 :** Prefabrike Betonarme Konut Yapım Sistemi
- **EK A.3 :** Ahşap İskelet Konut Yapım Sistemi
- **EK A.4 :** Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Yapım Sistemi

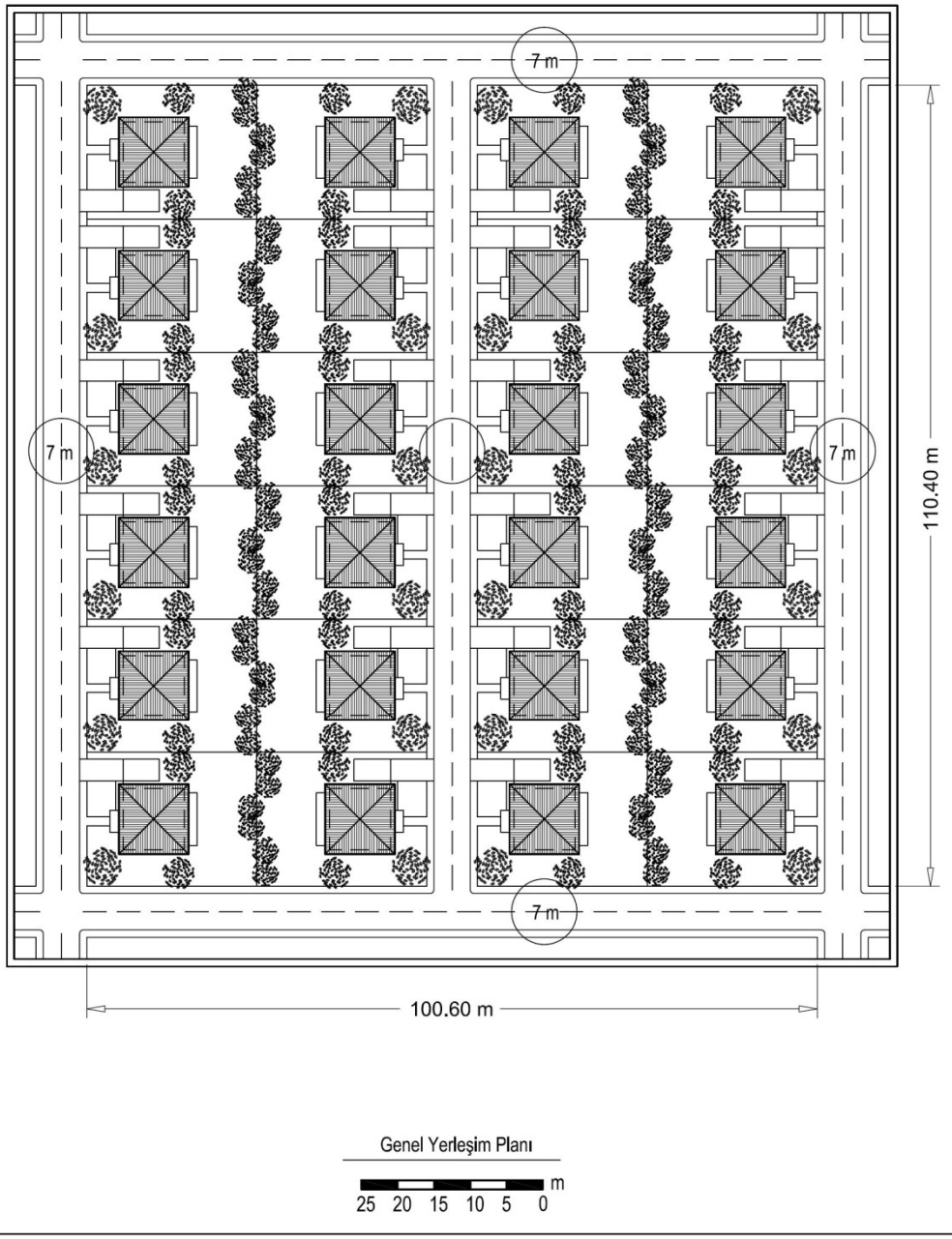
EK B : Hafif Çelik Taşıyıcılı Endüstrileşmiş Sistem Envanter Çalışması
- **EK B.1 :** Akşan Etüd Müşavirlik Mühendislik İnşaat A.Ş.
- **EK B.2 :** Köşk Çelik Yapı Ltd. Şti.
- **EK B.3 :** Proev Yapı Endüstrisi San. Ve Tic. A.Ş.
- **EK B.4 :** Bade Çelik Konstrüksiyon İnşaat San. Tic. Ltd.
- **EK B.5 :** Profacto Özel Yapı Profilleri
- **EK B.6 :** Park Panel A.Ş.
- **EK B.7 :** Sadef Hafif Çelik Yapı Profilleri

EK C : Önerilen Yarı Açık Yapım Sistemin Mevcut Konut Projelerine Uyarlama Çalışması
- **EK C.1 :** Önerilen Yarı Açık Yapım Sisteminin Mevcut Konut Planlarına Uyarlanması
- **EK C.2 :** Önerilen Yarı Açık Yapım Sisteminin Mevcut Konut Cephelerine Uyarlanması

EK D : Yarı Açık Sisteme İlişkin Katalog Verileri ve Önerilen Bileşen Tipleri

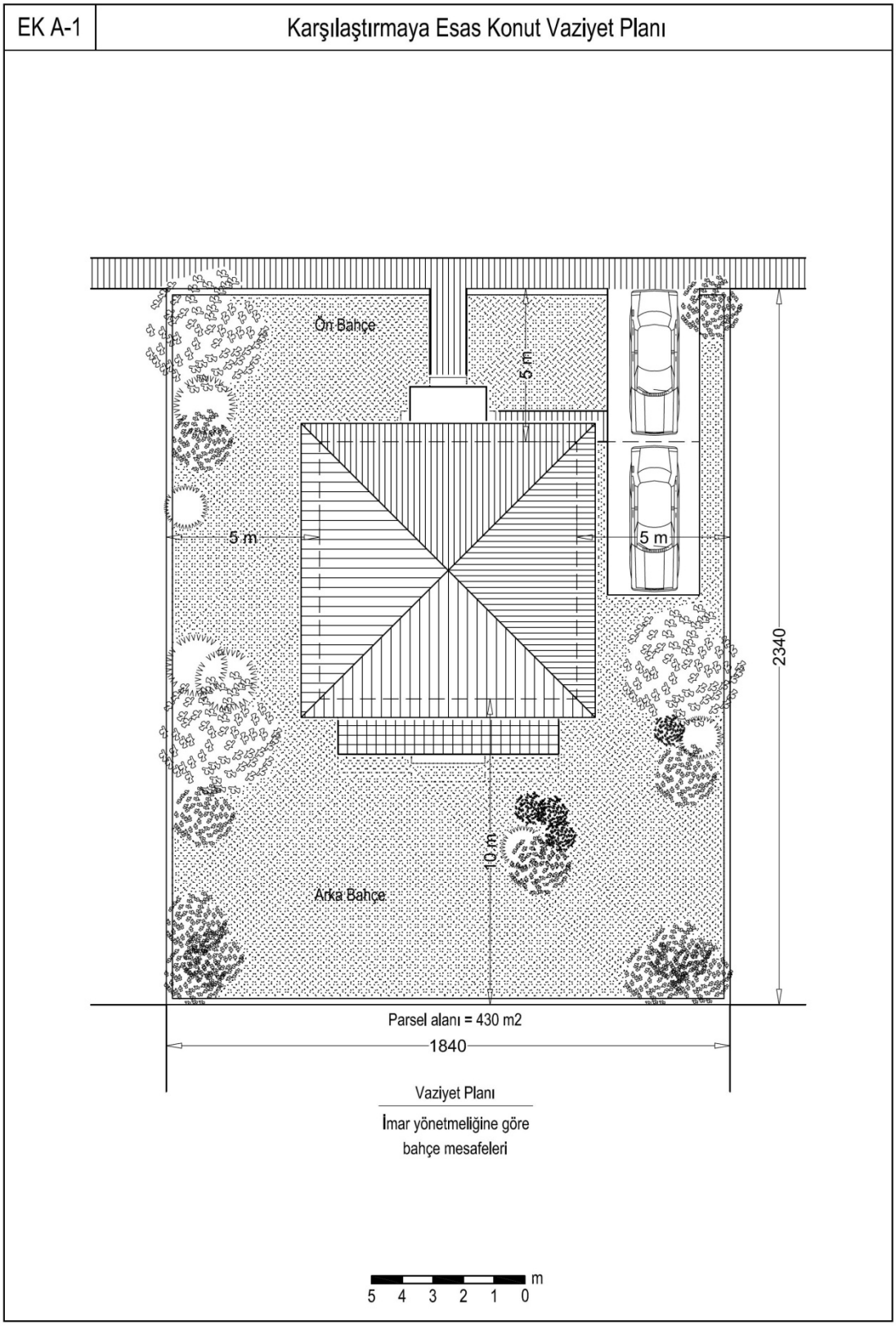
EK A : Endüstrileşmiş Konut Yapım Sistemleri Karşılaştırması

EK A	Endüstrileşmiş Konut Yapım Sistemleri Karşılaştırması
Proje Bilgileri	Bulunduğu yer: İstanbul ili Toplam arsa alanı: 11.106 m2 (yaklaşık 1 hektar) Yapı düzeni: Ayrık nizam Emsal: 0,3 Saçak yüksekliği (h): 6.50 m 1 Birim parsel alanı: 430 m2 Toplam konut adedi: 24 1 Birim konut toplam brüt inşaat alanı: 148 m2 1 Birim konut taban alanı: 74 m2 Hane halkı sayısı: 4 kişi / konut Yoğunluk: 86 kişi / hektar (az yoğun)

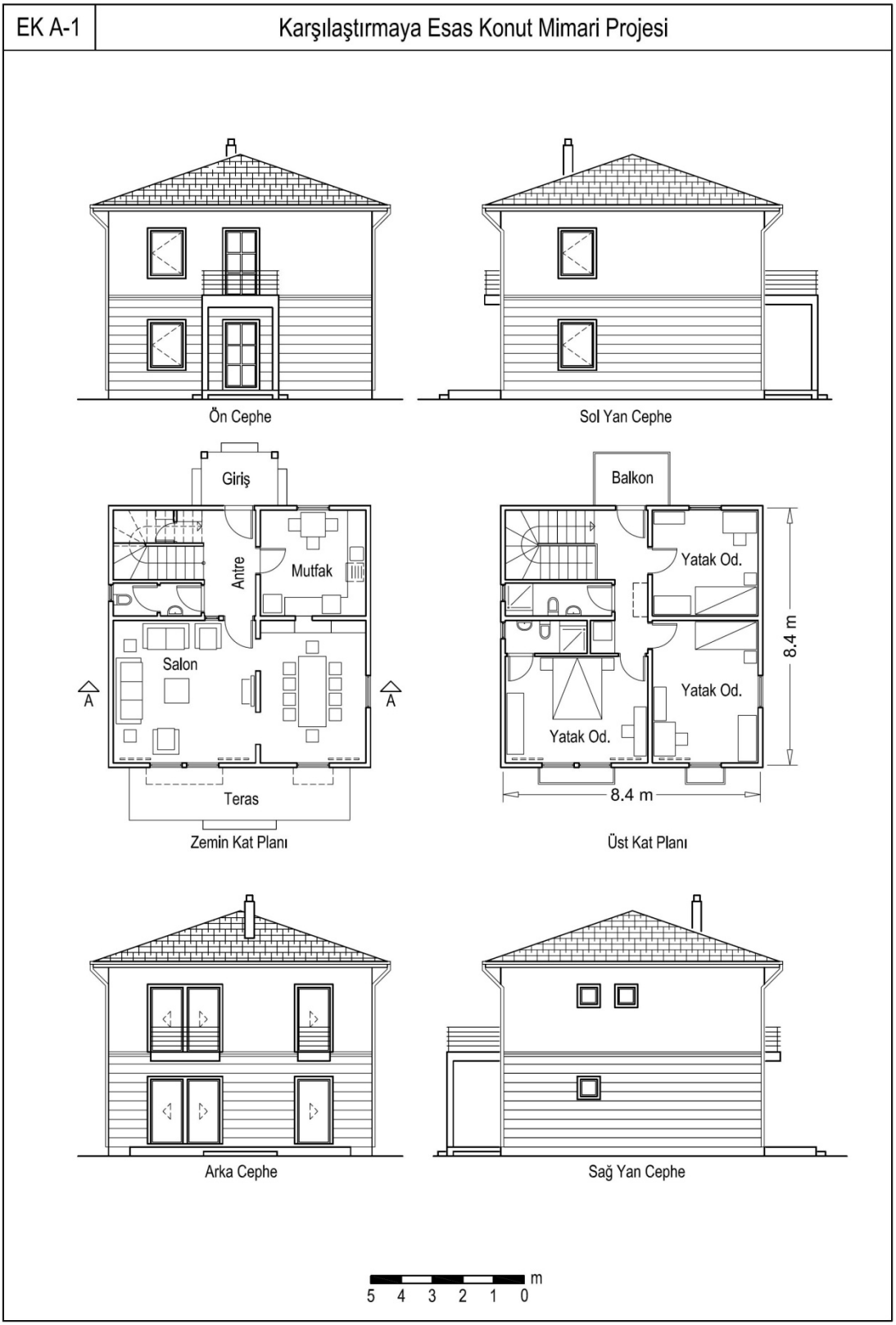


Şekil A1 : Genel yerleşim planı.

EK A.1 : Karşılaştırmaya Esas Konut Mimari Projesi

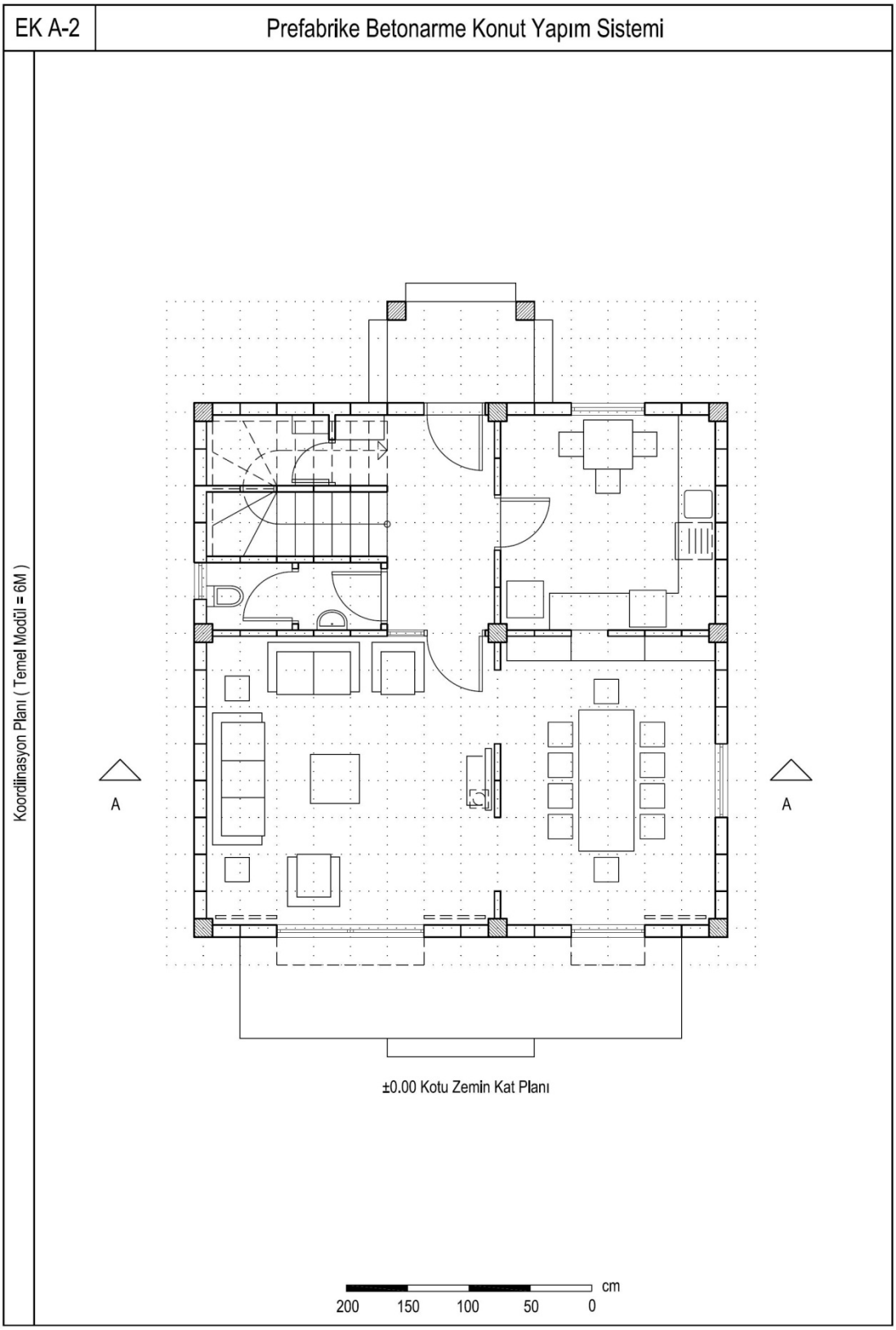


Şekil A1.1 : Vaziyet planı.

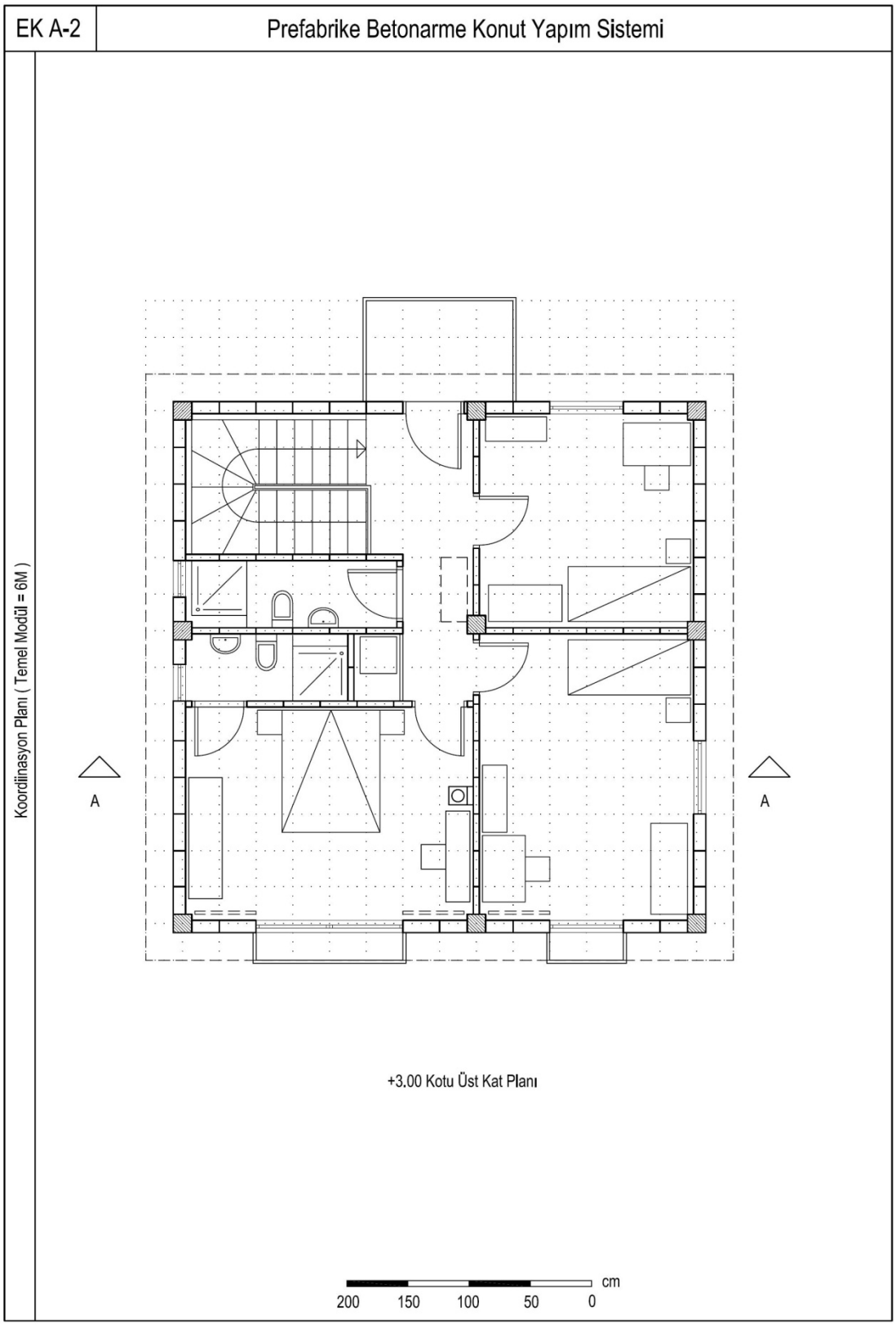


Şekil A1.2 : Mimari proje.

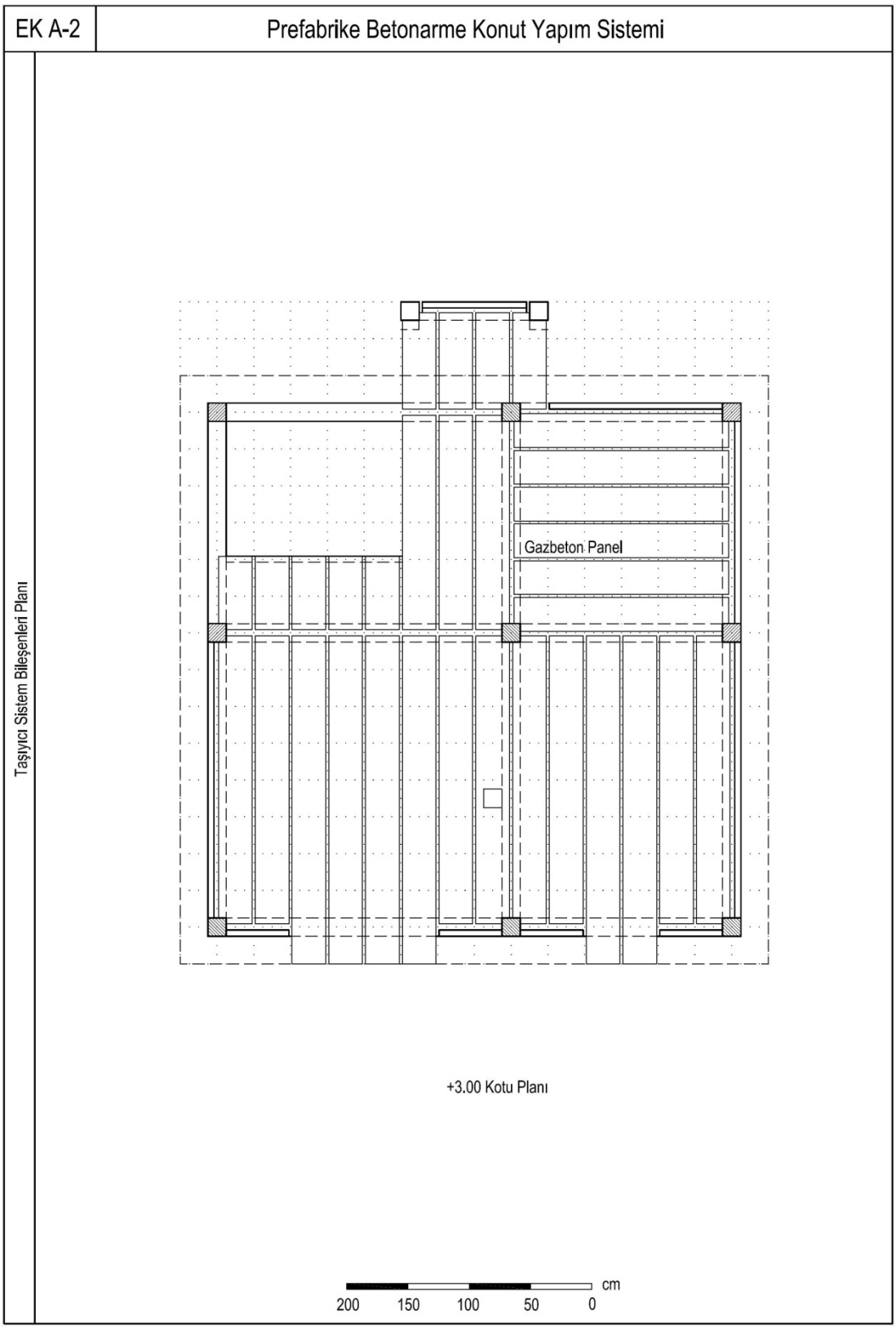
EK A.2 : Prefabrike Betonarme Konut Yapım Sistemi



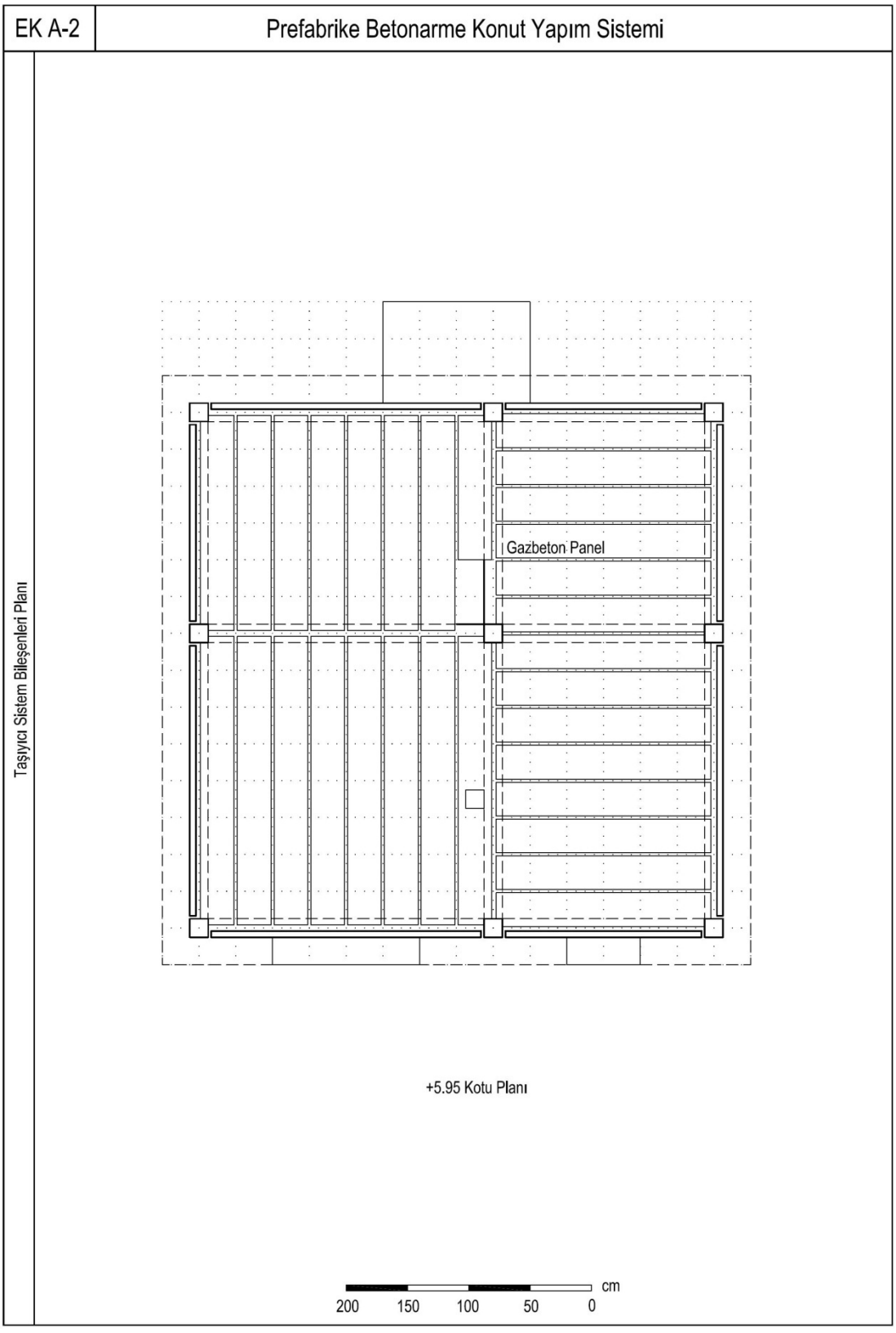
Şekil A2.1 : 0.00 kotu zemin kat koordinasyon planı.



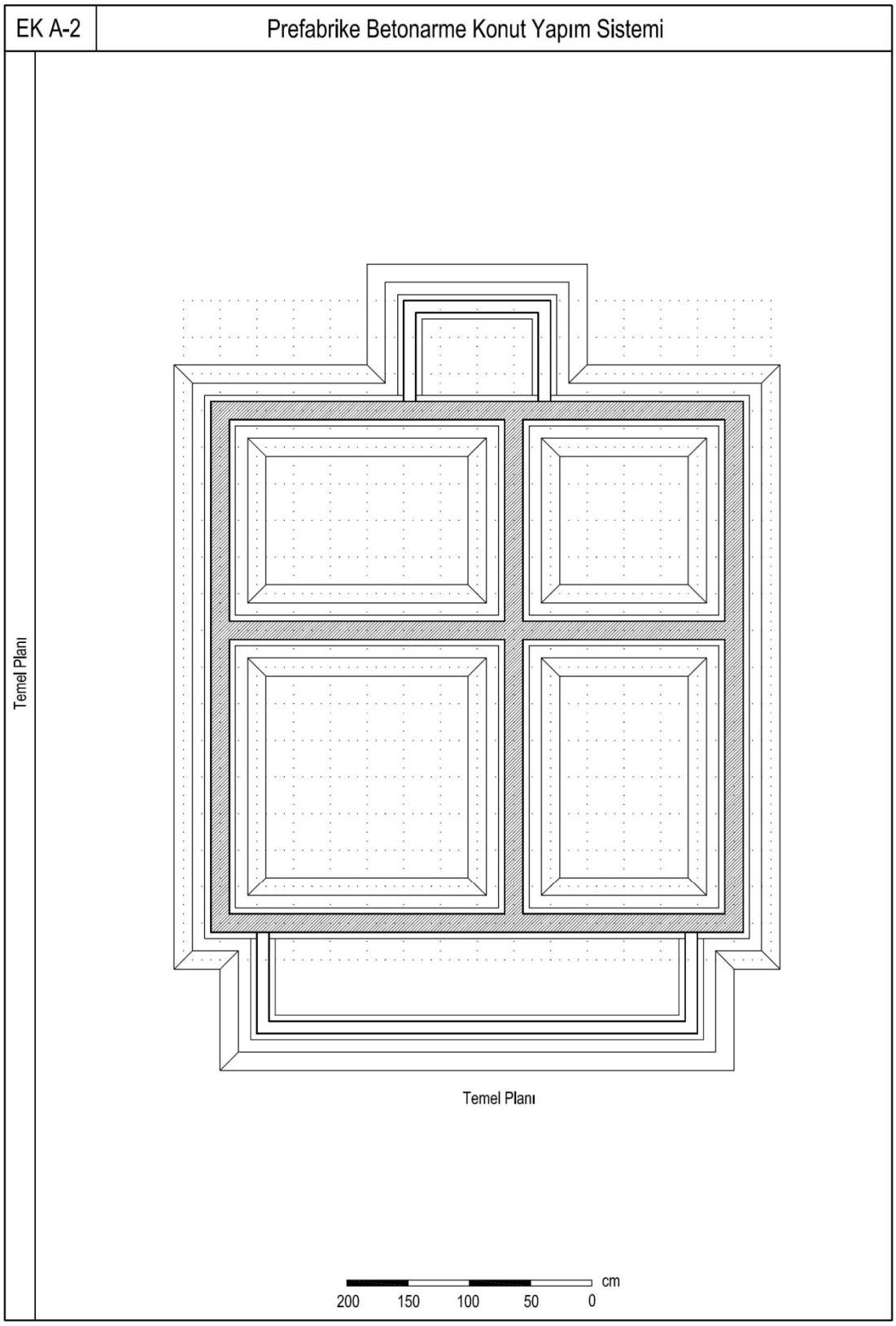
Şekil A2.2 : +3.00 kotu üst kat koordinasyon planı.



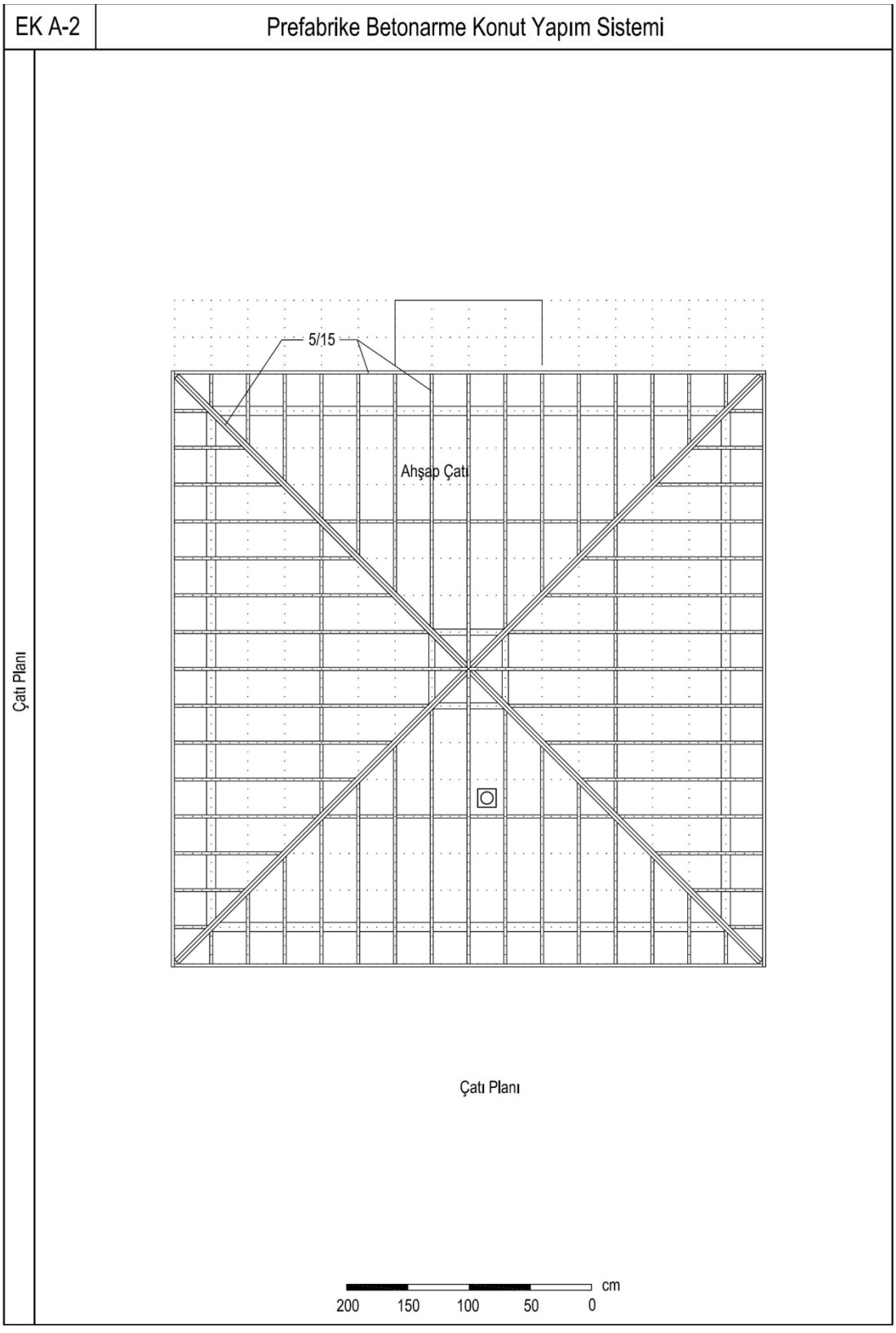
Şekil A2.3 : +3.00 kotu taşıyıcı sistem bileşenleri planı.



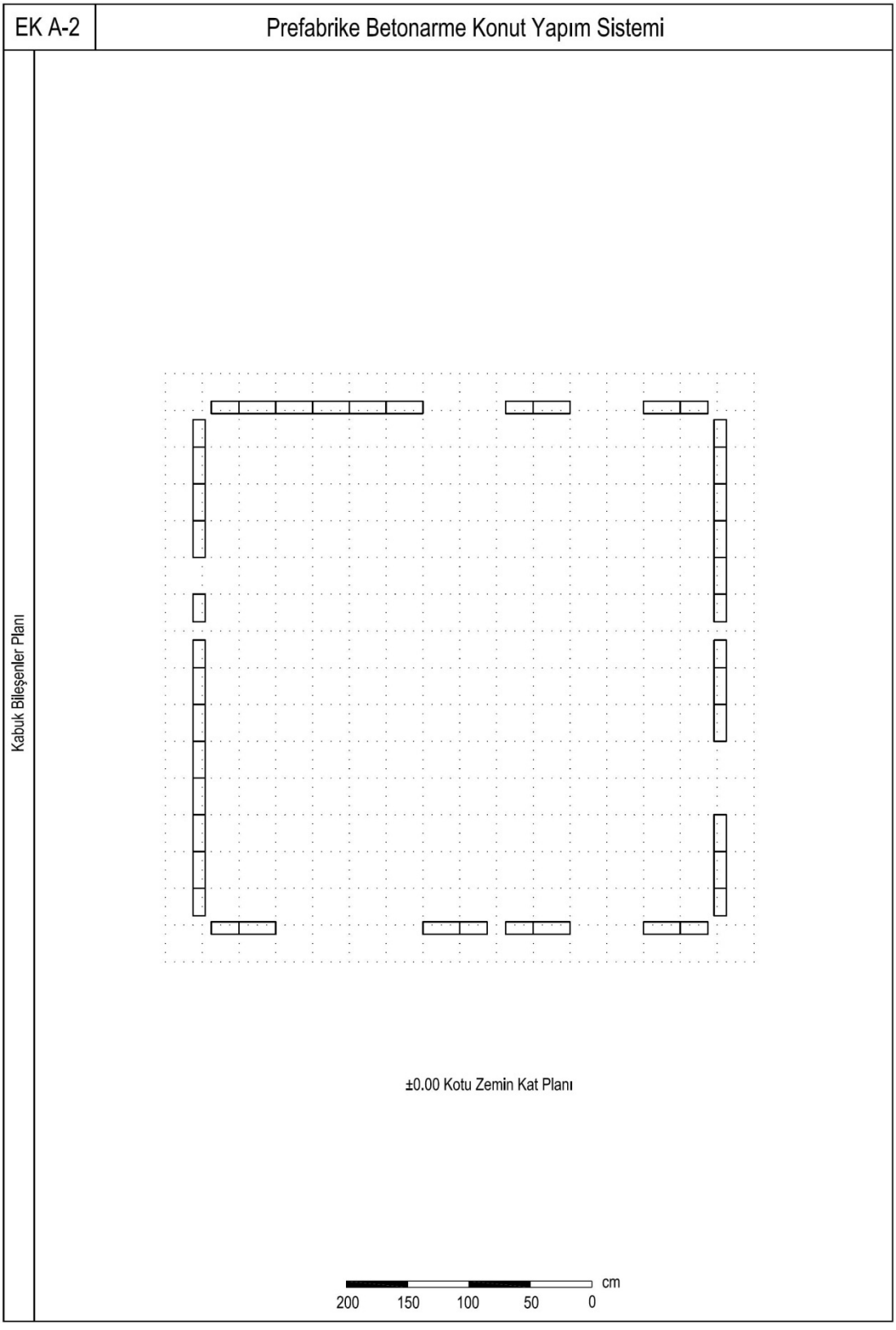
Şekil A2.4 : +5.95 kotu taşıyıcı sistem bileşenleri planı.



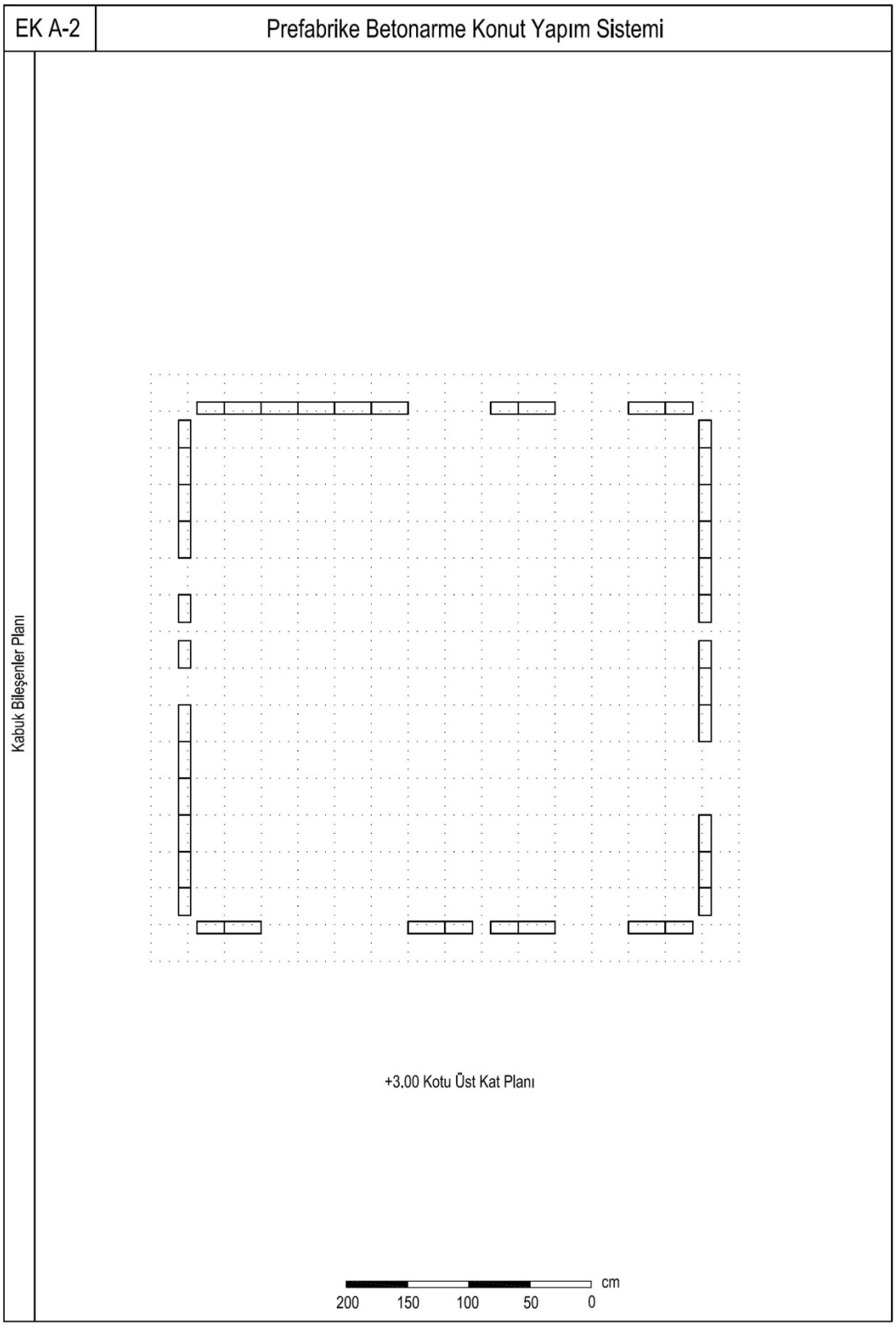
Şekil A2.5 : Temel planı.



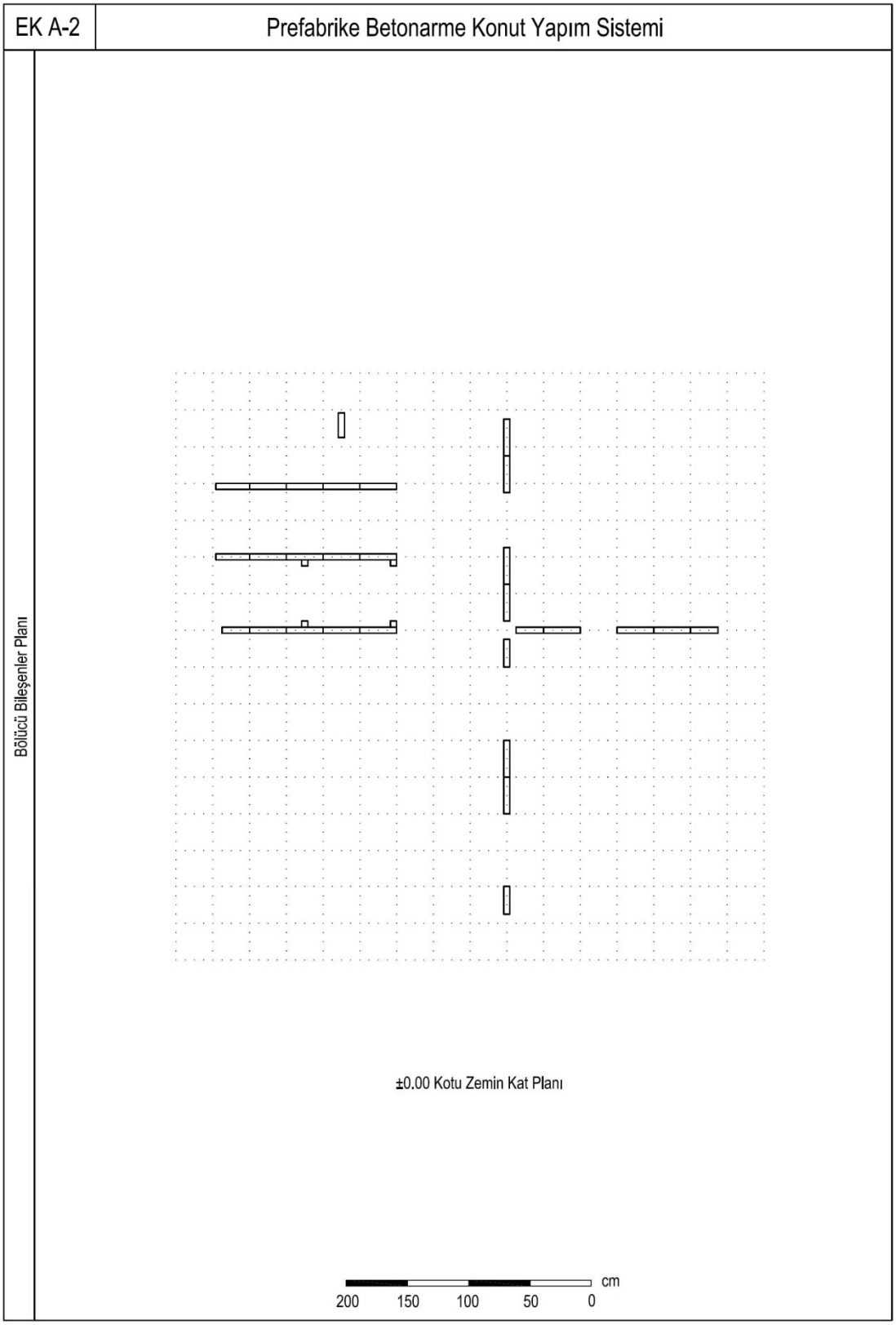
Şekil A2.6 : Çatı planı.



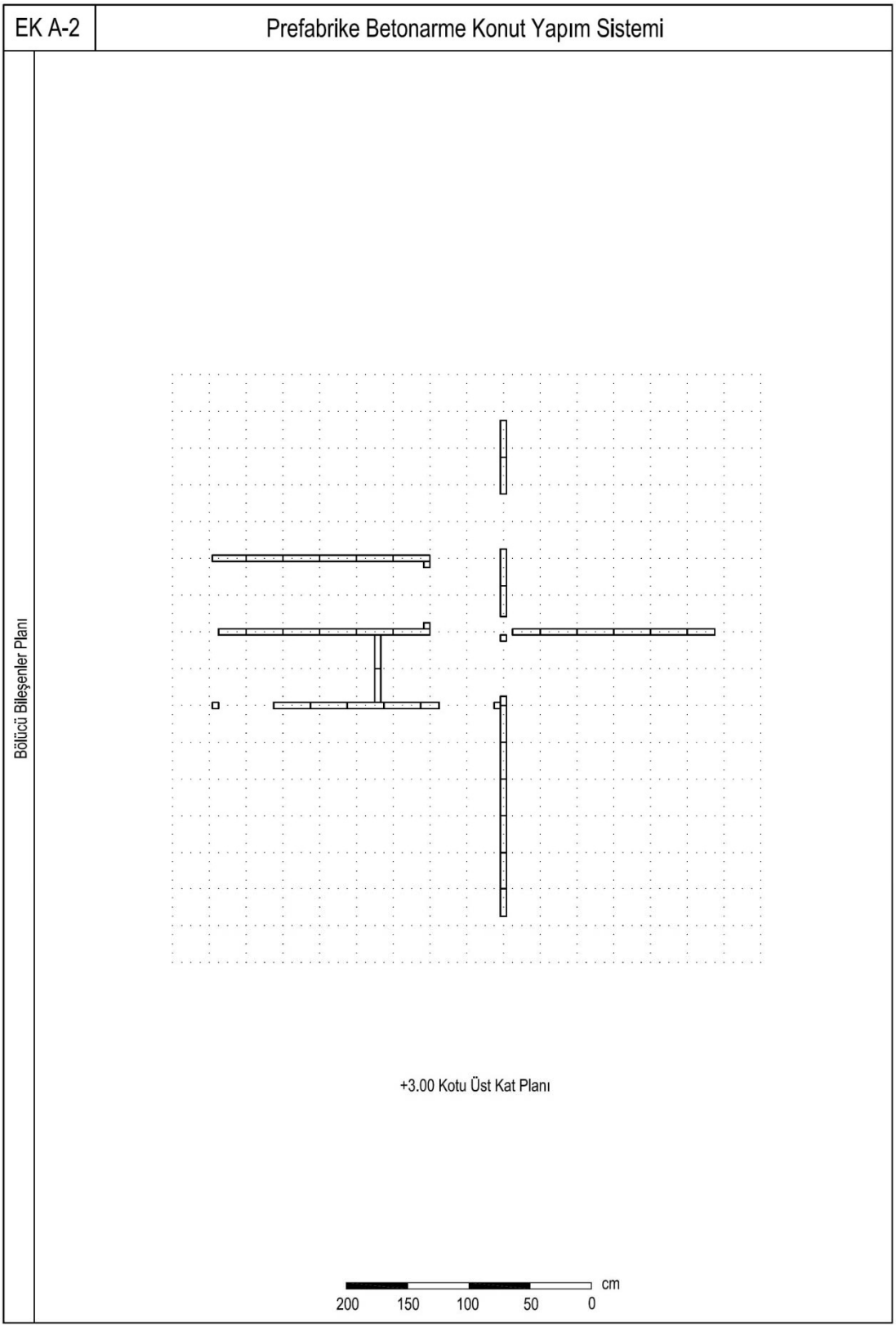
Şekil A2.7 : 0.00 kotu zemin kat kabuk bileşenler planı.



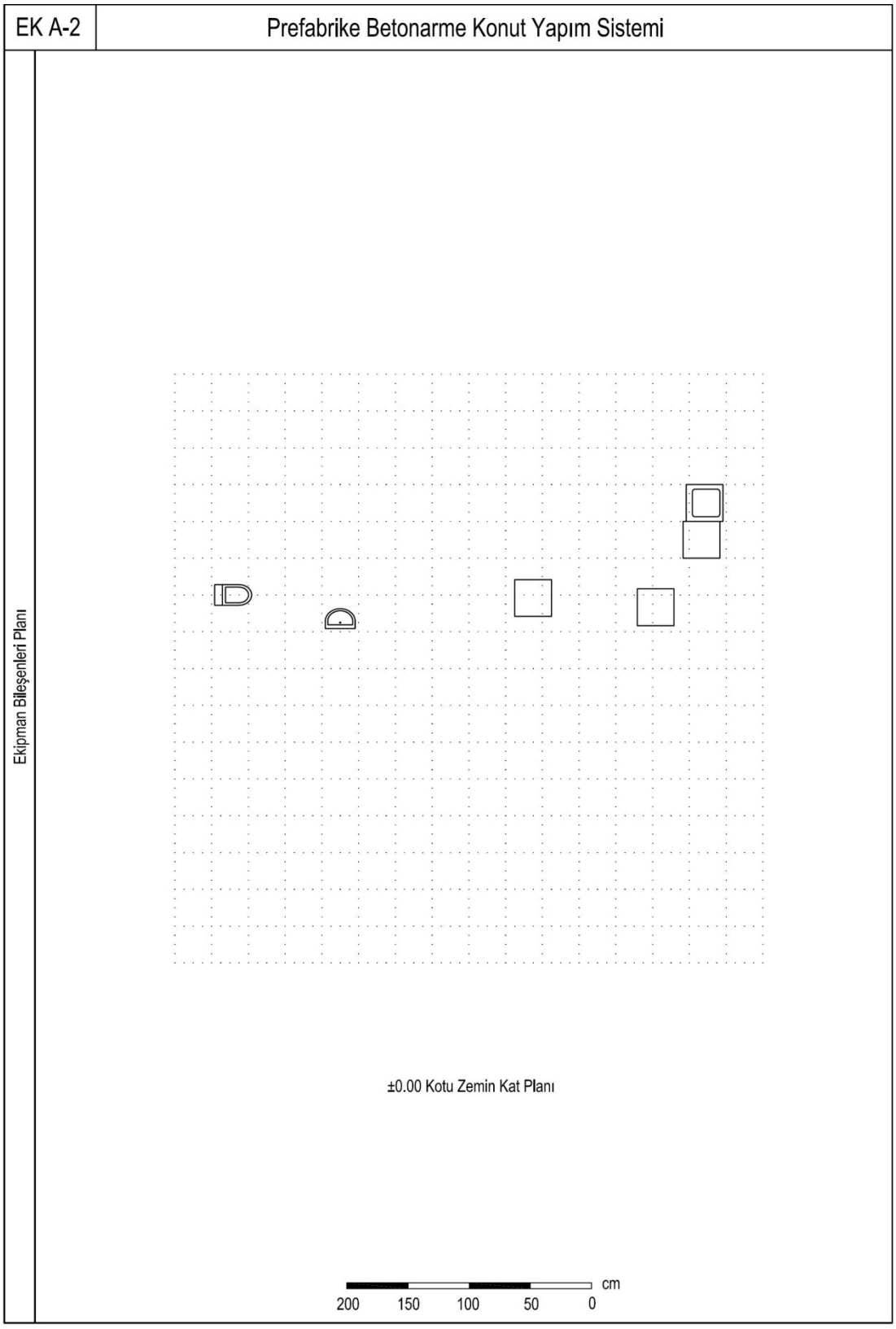
Şekil A2.8 : +3.00 kotu üst kat kabuk bileşenler planı.



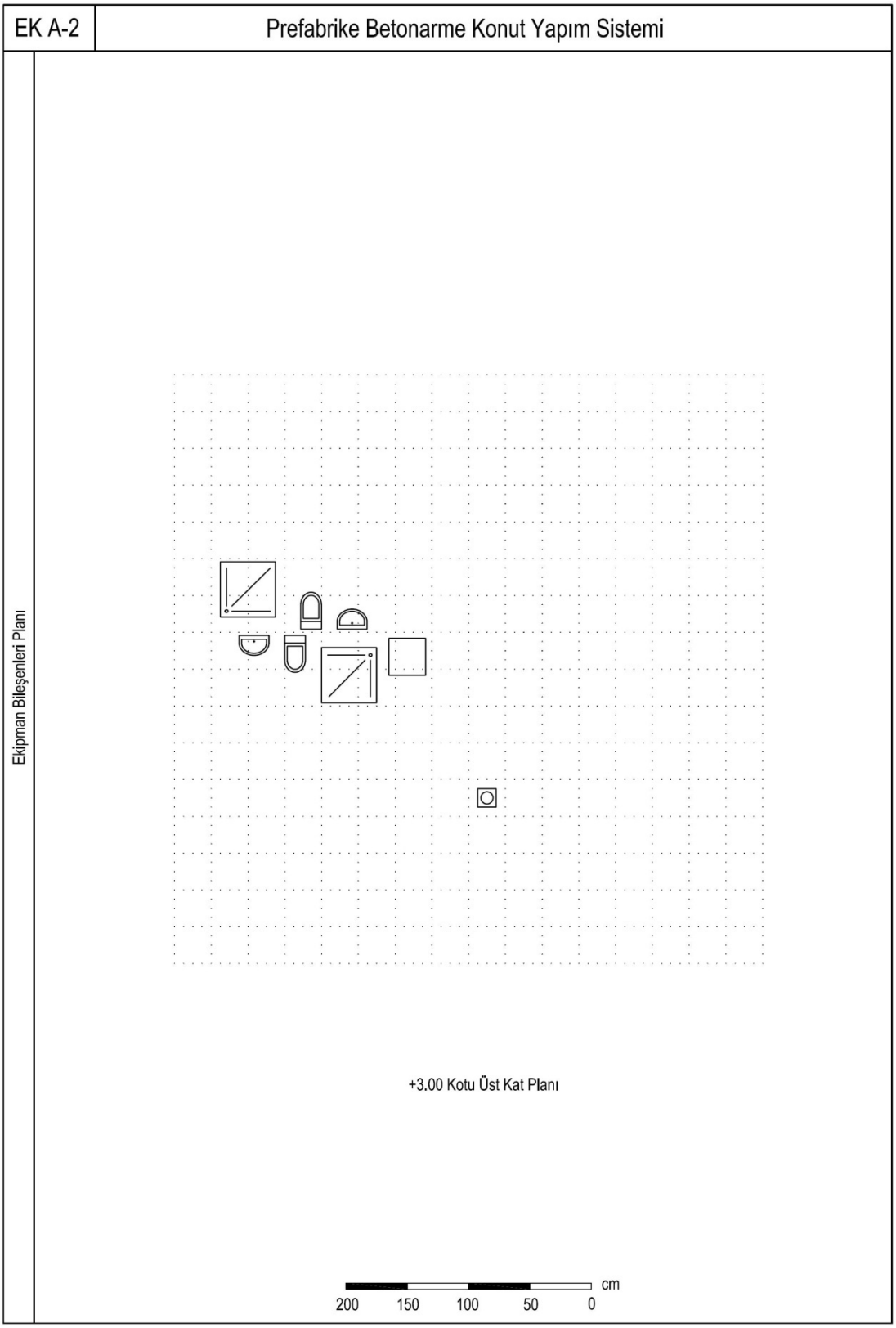
Şekil A2.9 : 0.00 kotu zemin kat bölücü bileşenler planı.



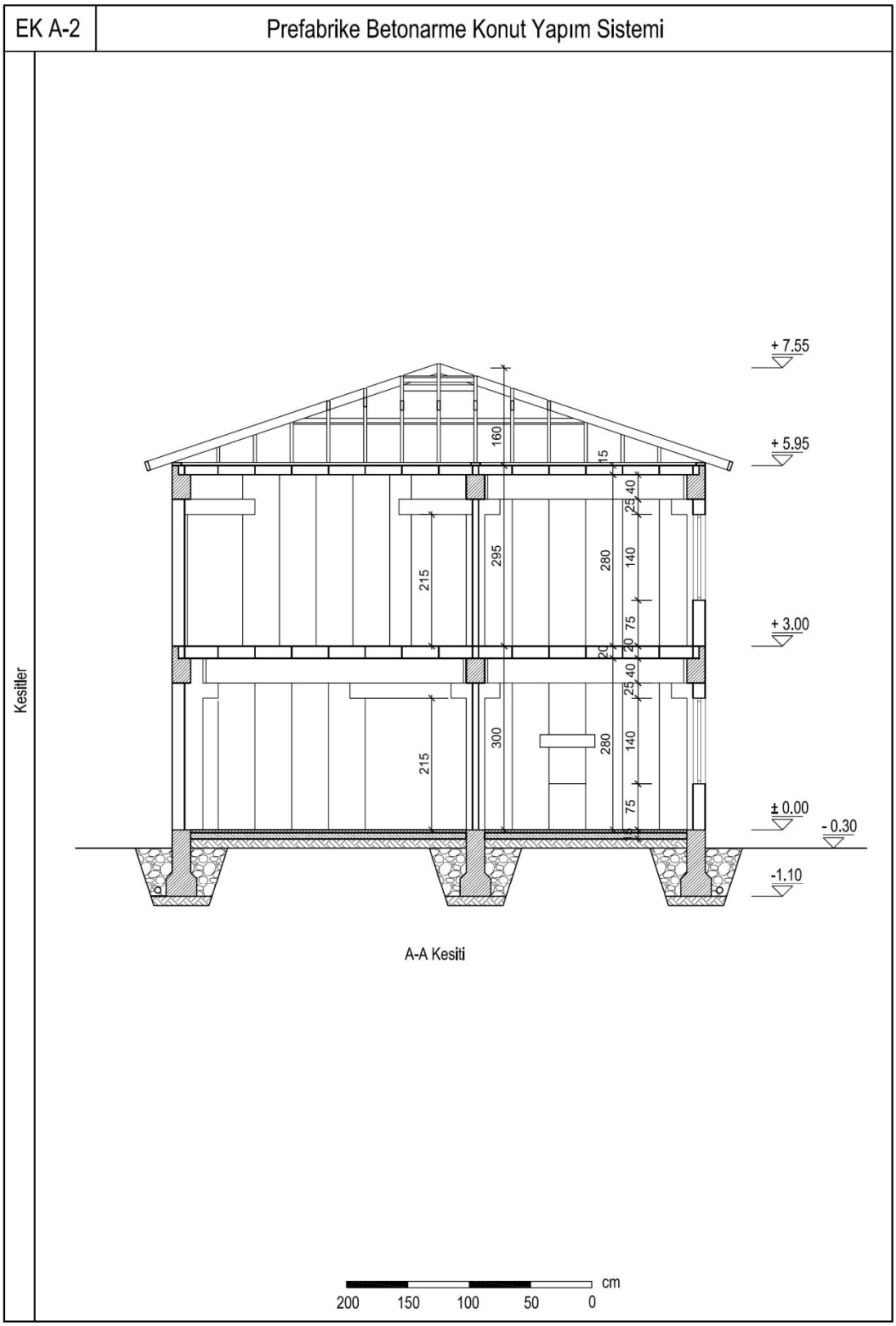
Şekil A2.10 : +3.00 kotu üst kat bölücü bileşenler planı.



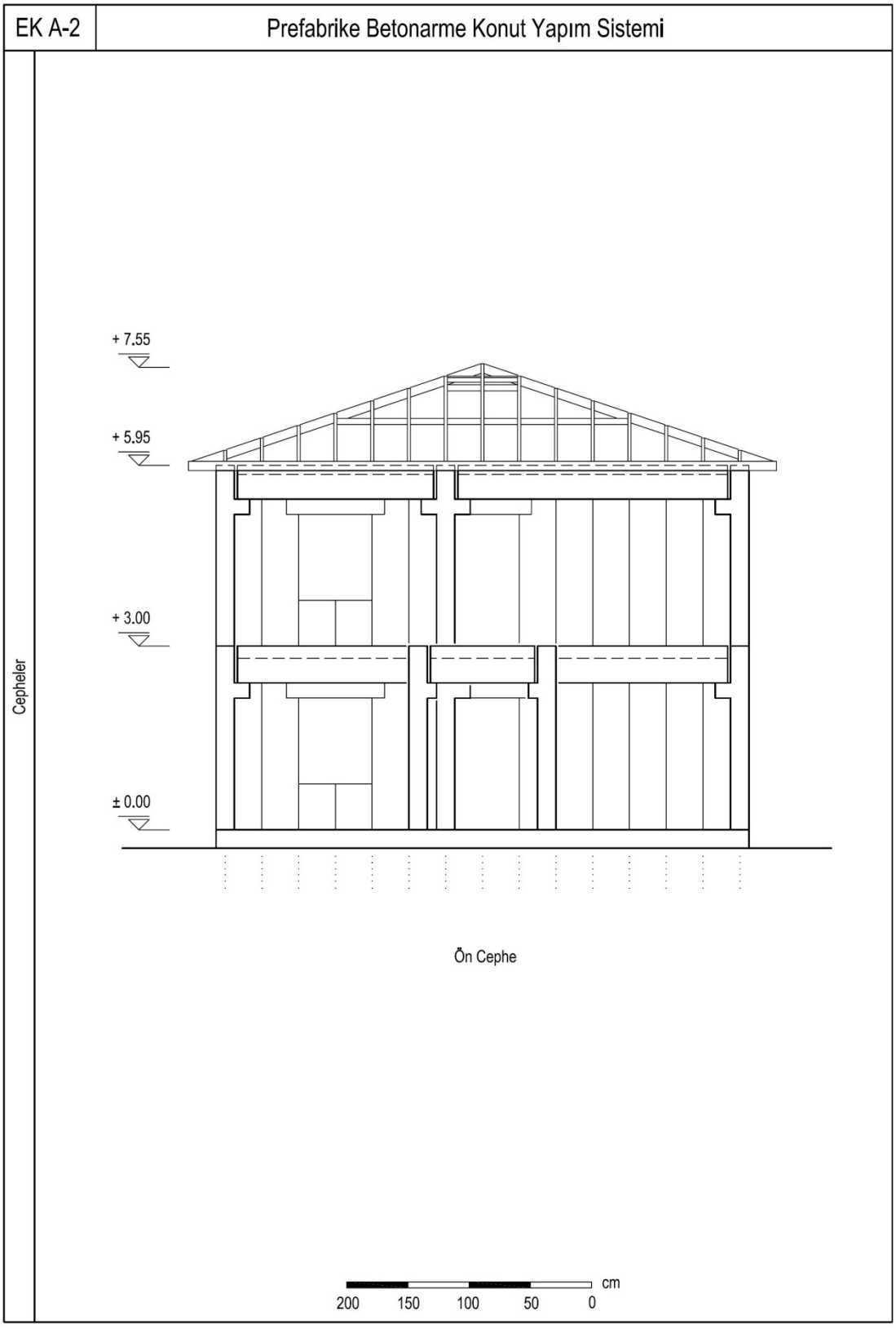
Şekil A2.11 : 0.00 kotu zemin kat ekipman bileşenleri planı.



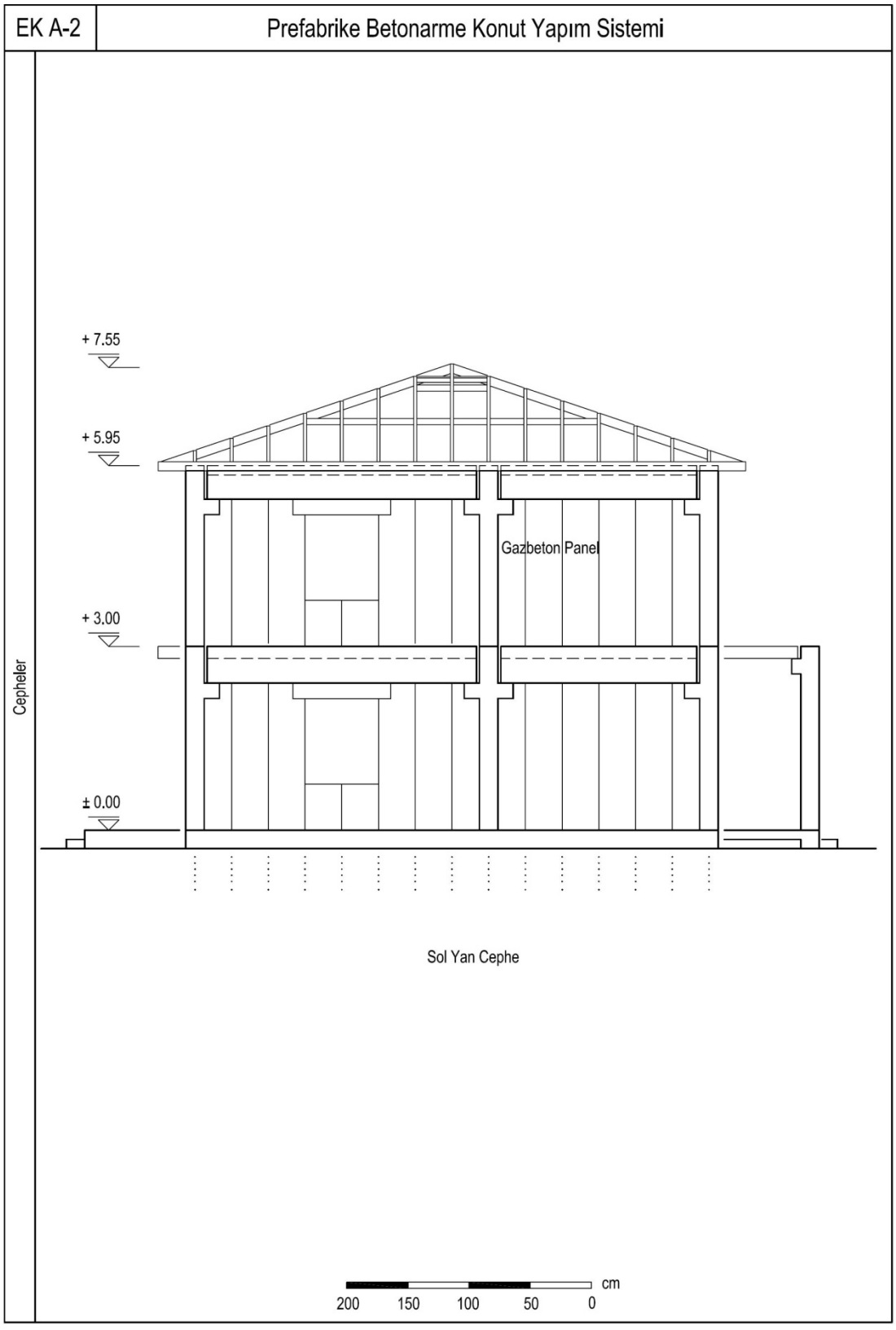
Şekil A2.12 : +3.00 kotu üst kat ekipman bileşenleri planı.



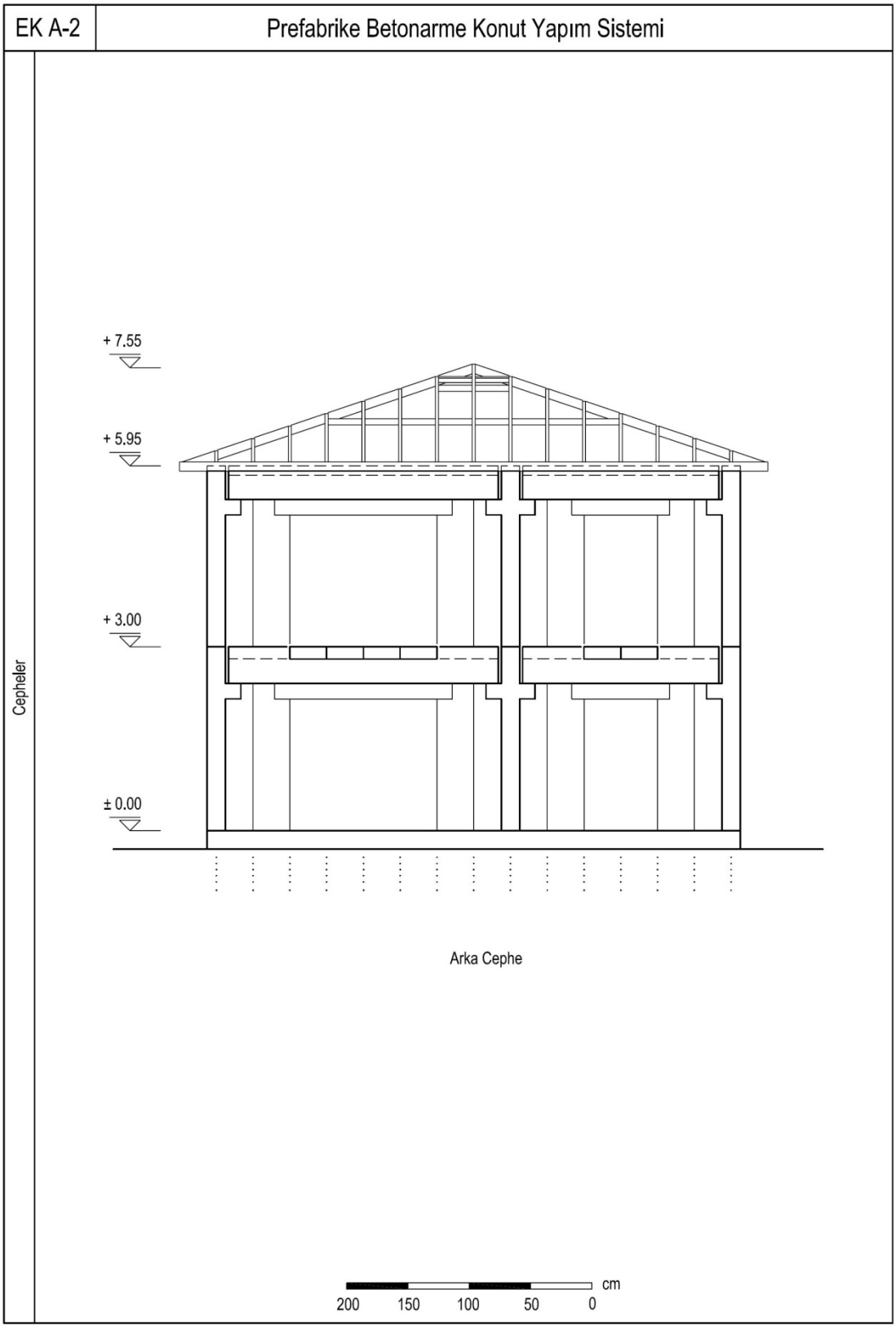
Şekil A2.13 : A-A kesiti.



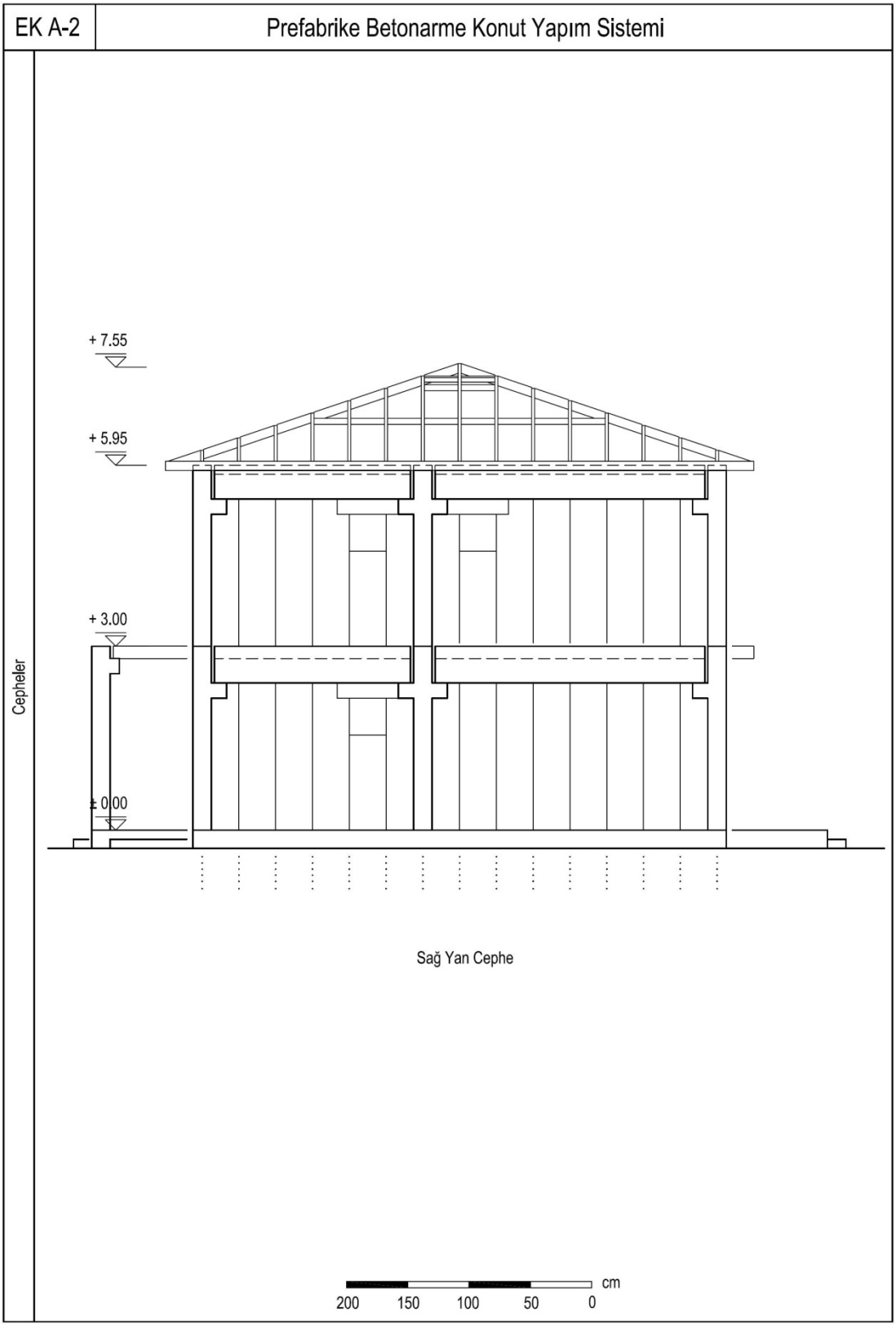
Şekil A2.14 : Ön cephe.



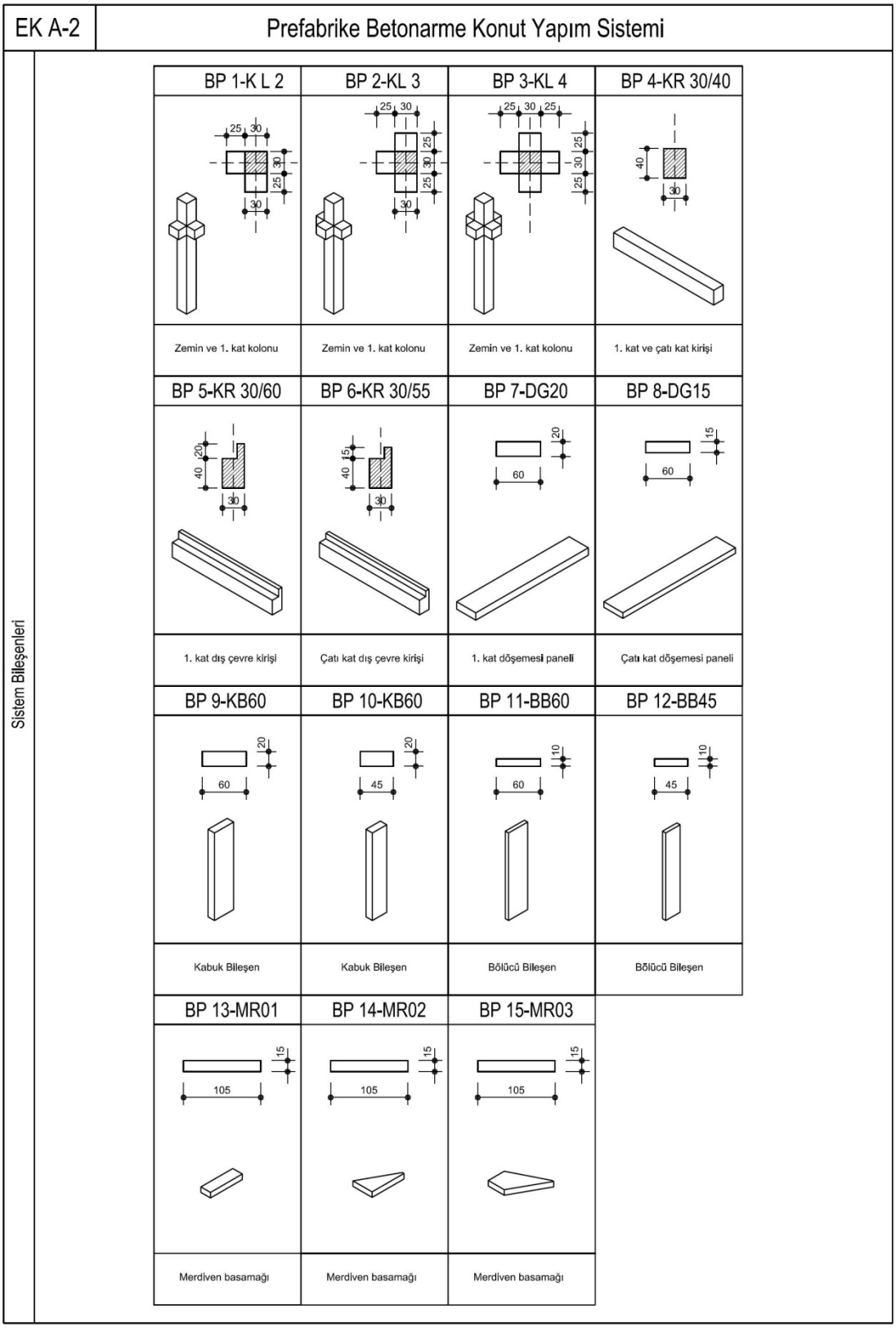
Şekil A2.15 : Sol yan cephe.



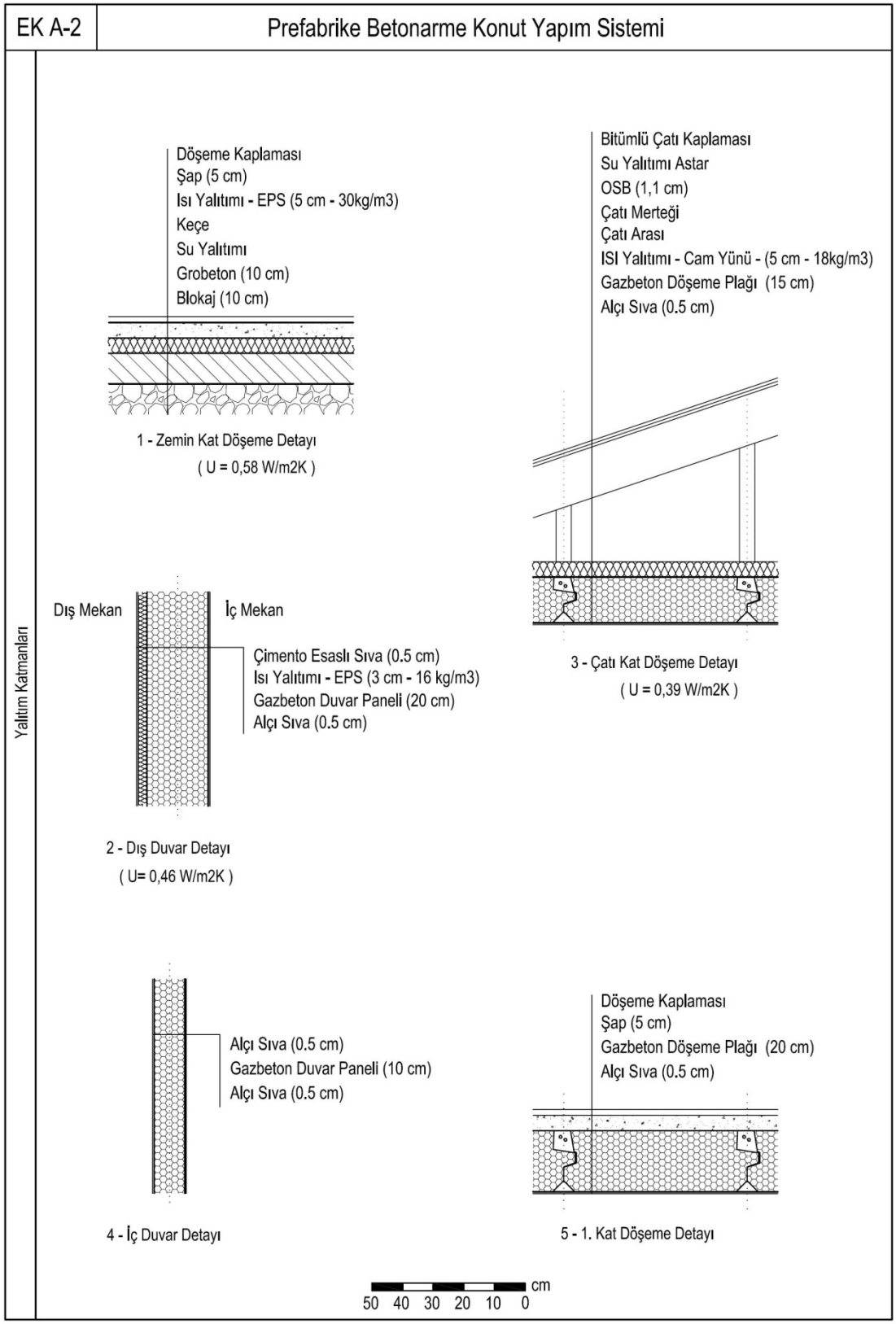
Şekil A2.16 : Arka cephe.



Şekil A2.17 : Sağ yan cephe.

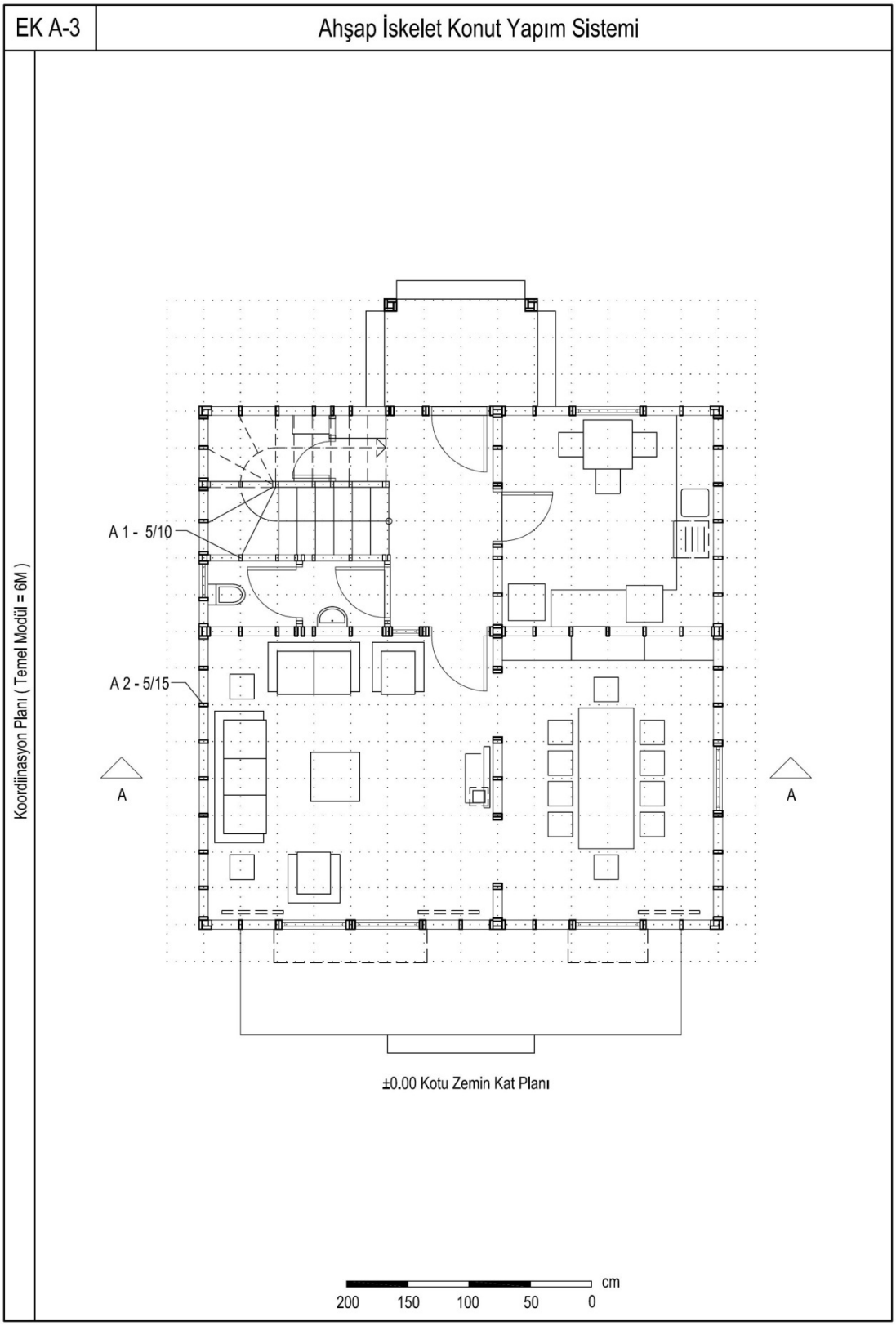


Şekil A2.18 : Sistem bileşenleri.

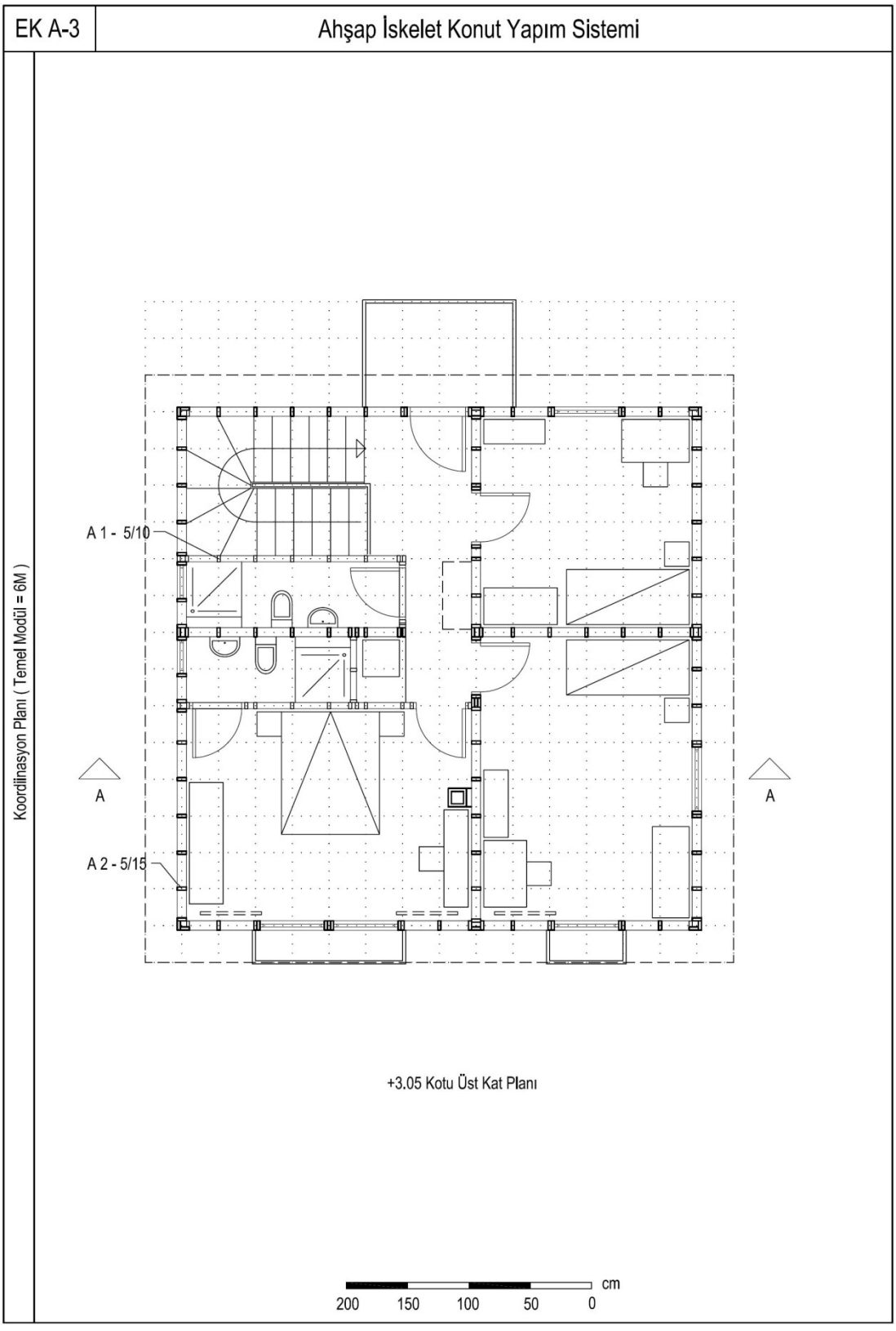


Şekil A2.19 : Yalıtım katmanları.

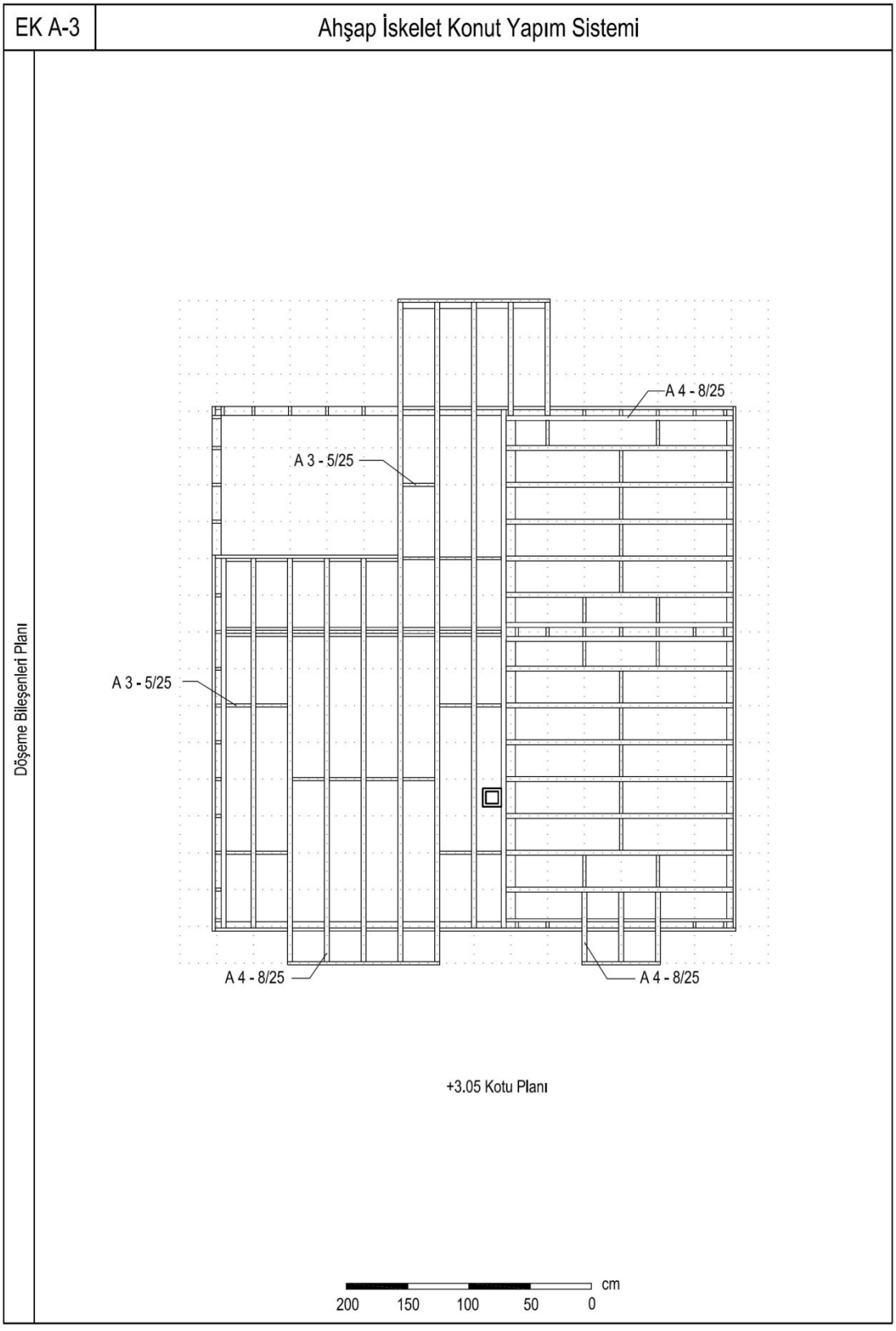
EK A.3 : Ahşap İskelet Konut Yapım Sistemi



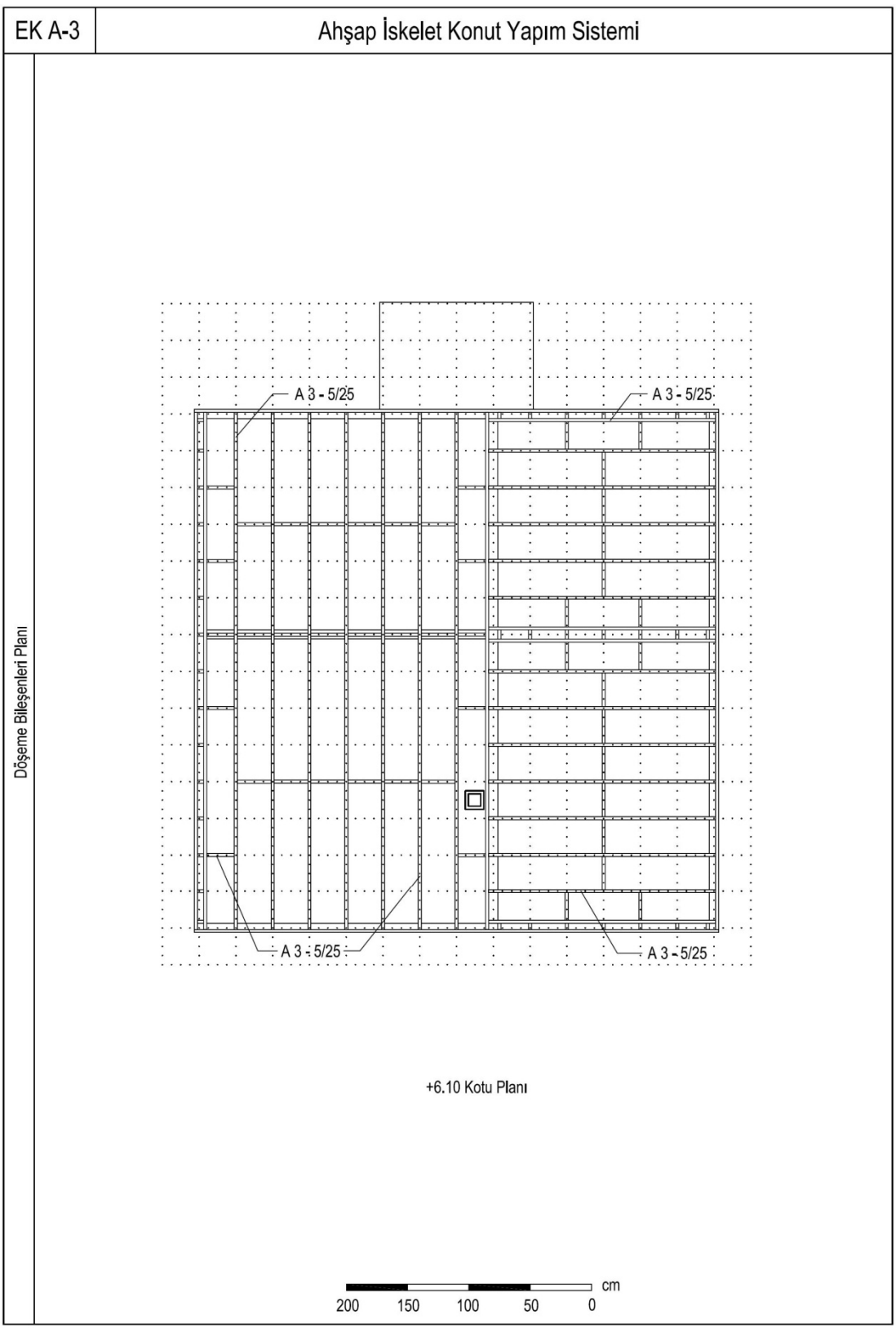
Şekil A3.1 : 0.00 kotu zemin kat koordinasyon planı.



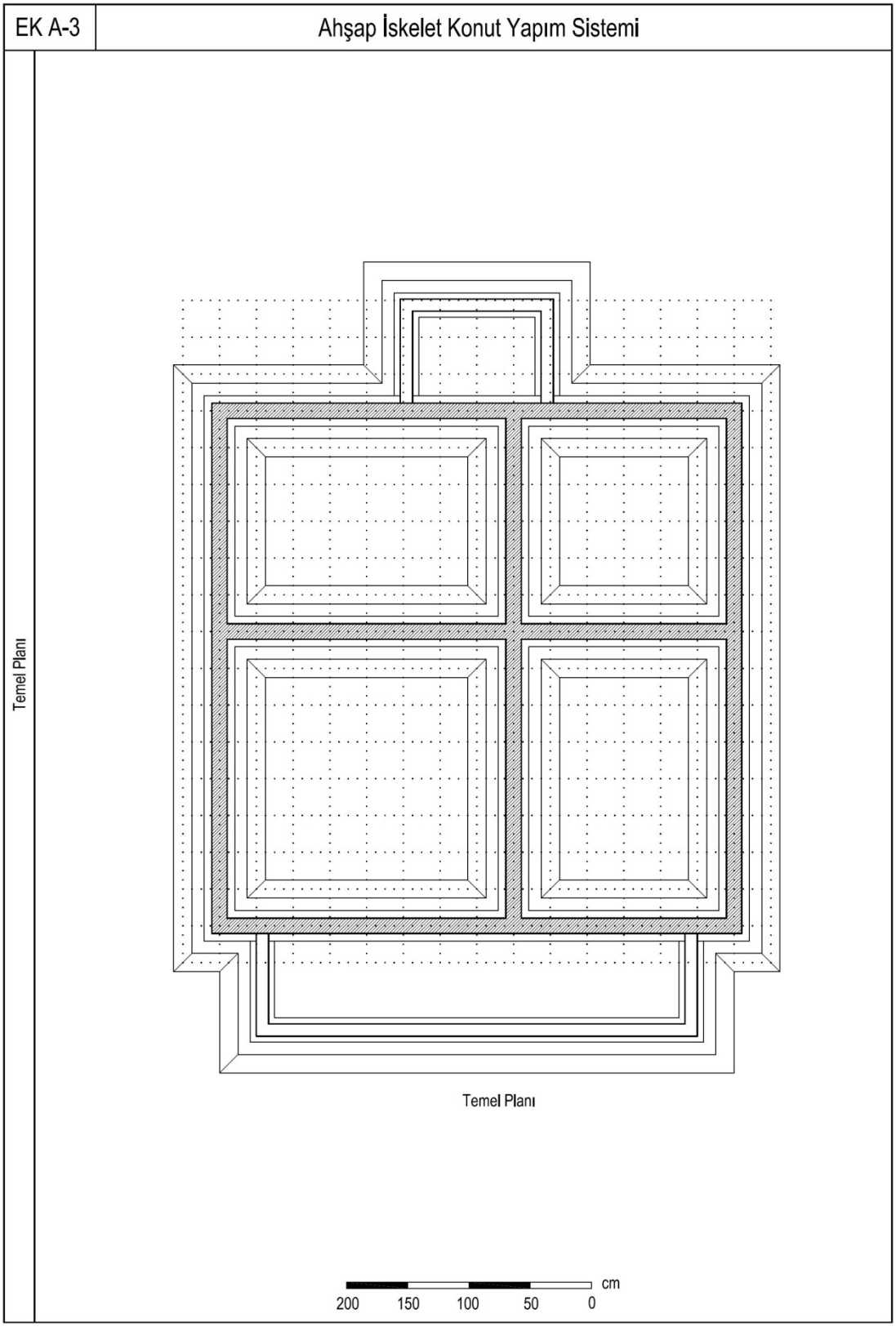
Şekil A3.2 : +3.05 kotu üst kat koordinasyon planı.



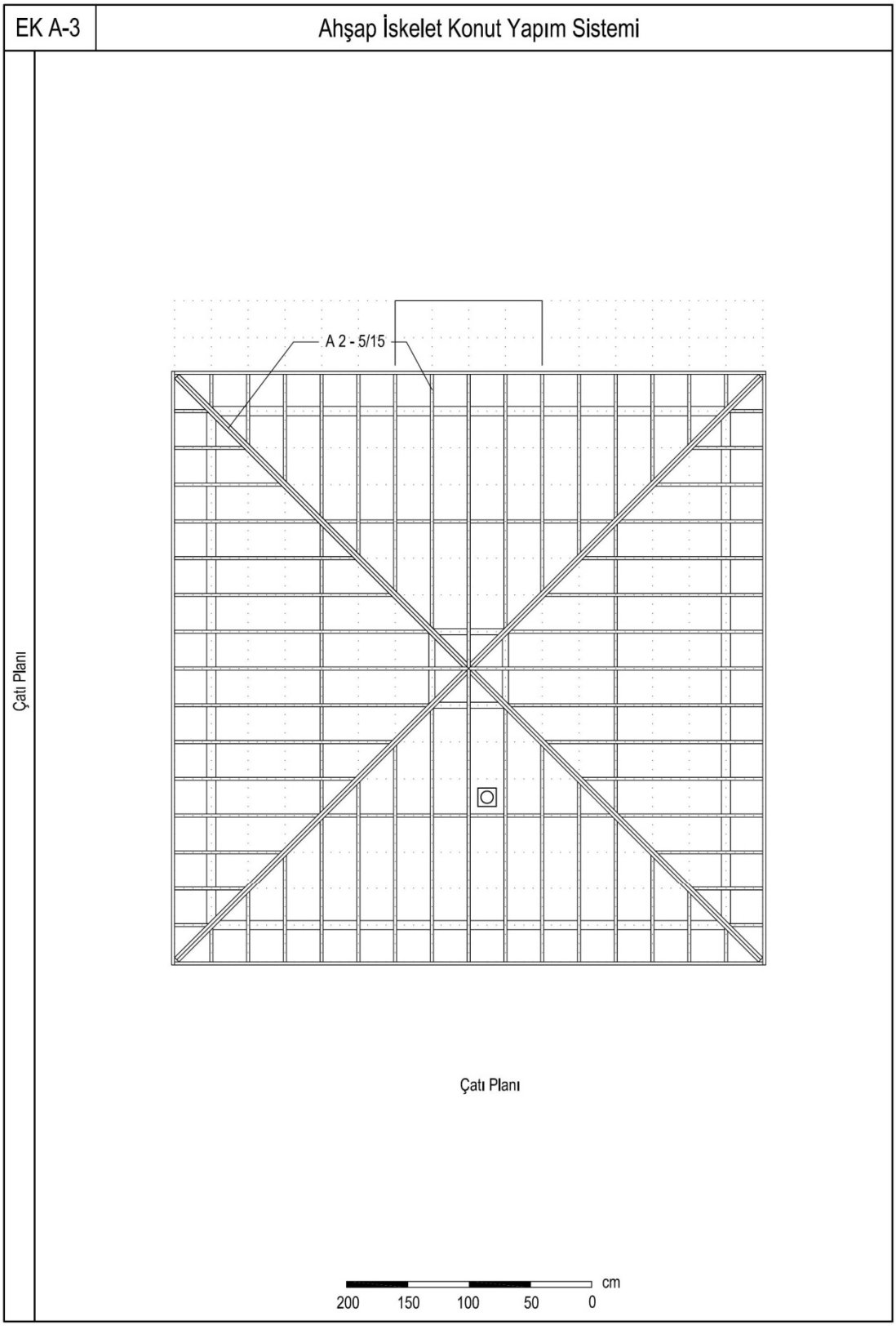
Şekil A3.3 : +3.05 kotu döşeme bileşenleri planı.



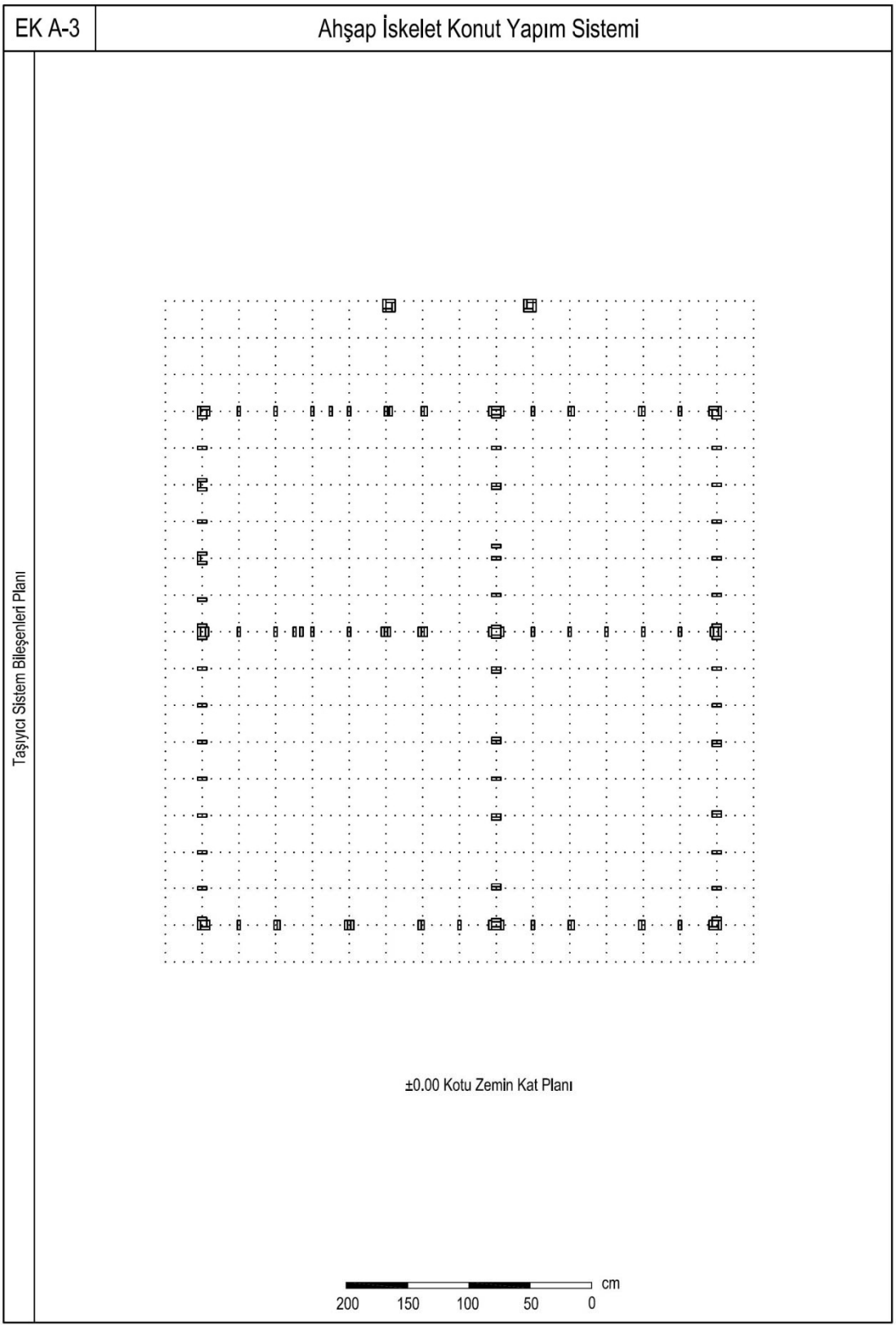
Şekil A3.4 : +6.10 kotu döşeme bileşenleri planı.



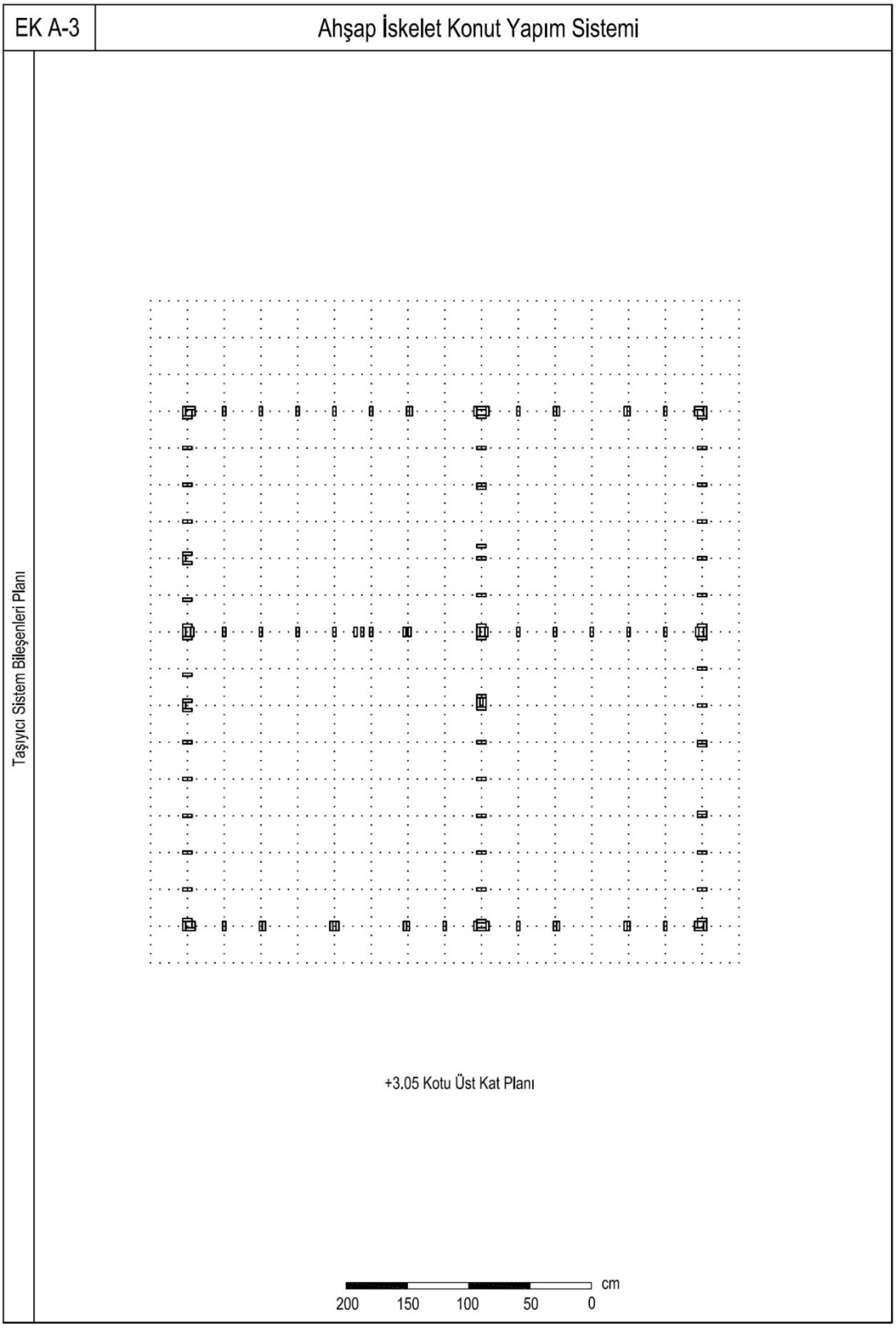
Şekil A3.5 : Temel planı.



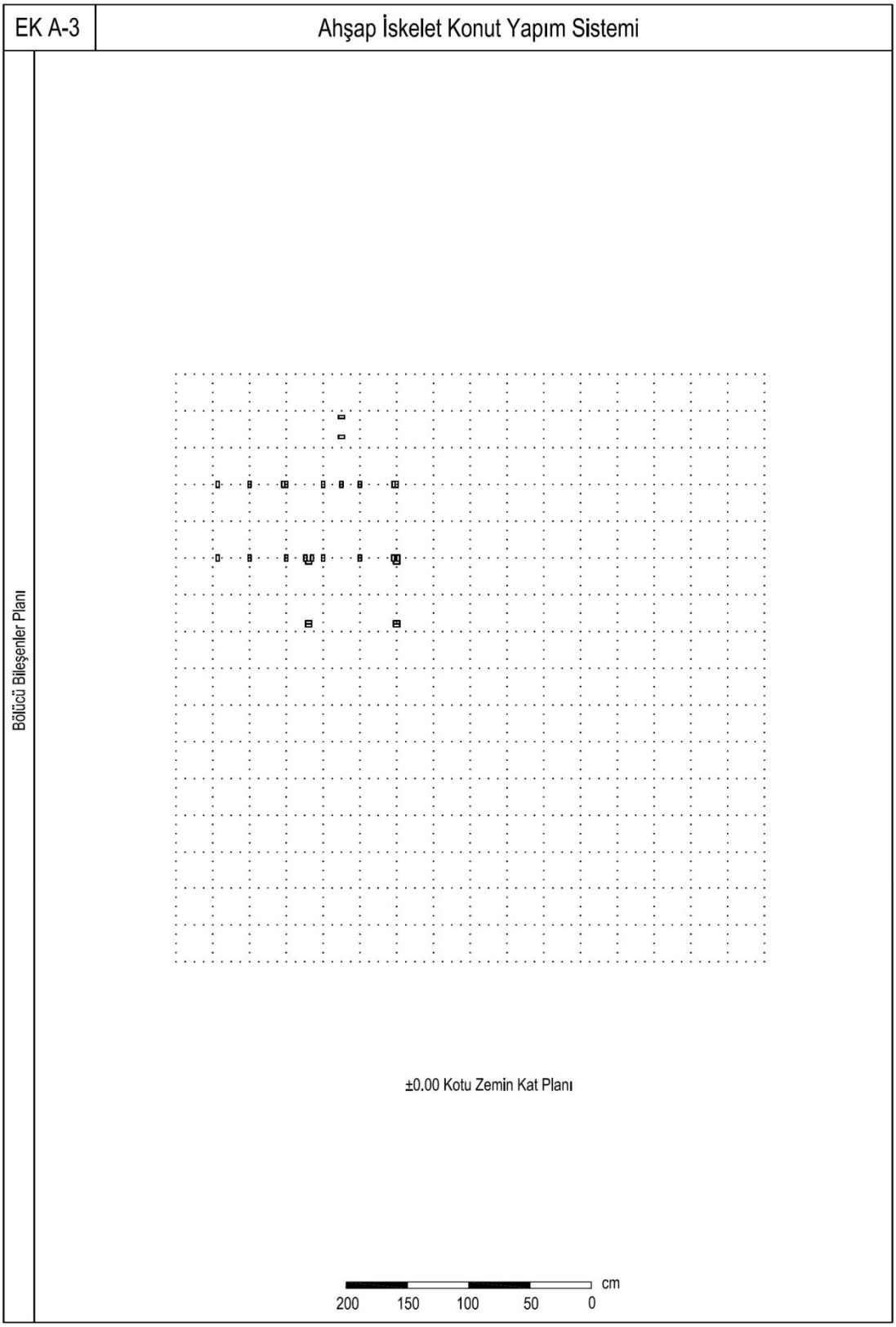
Şekil A3.6 : Çatı planı.



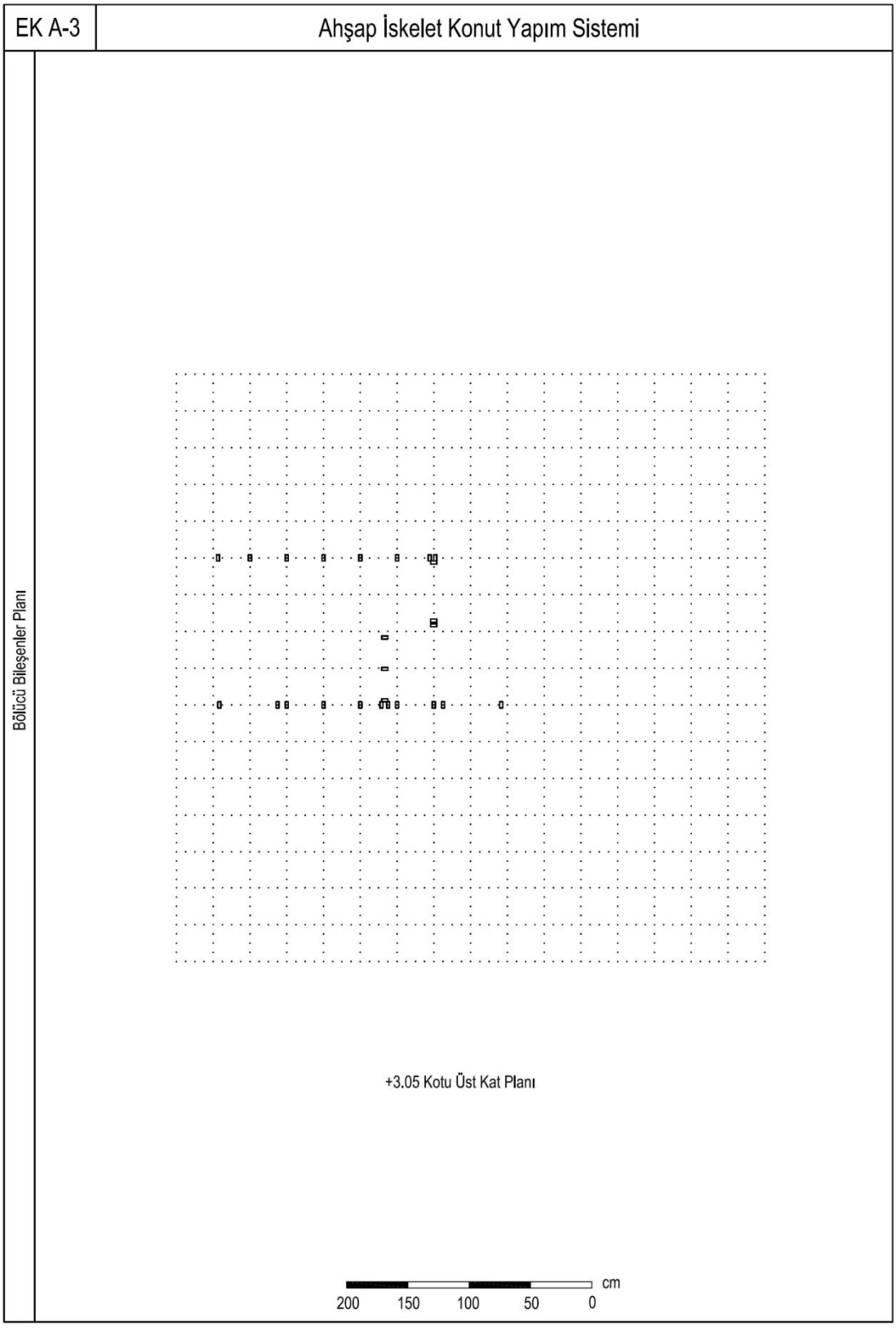
Şekil A3.7 : 0.00 kotu zemin kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı.



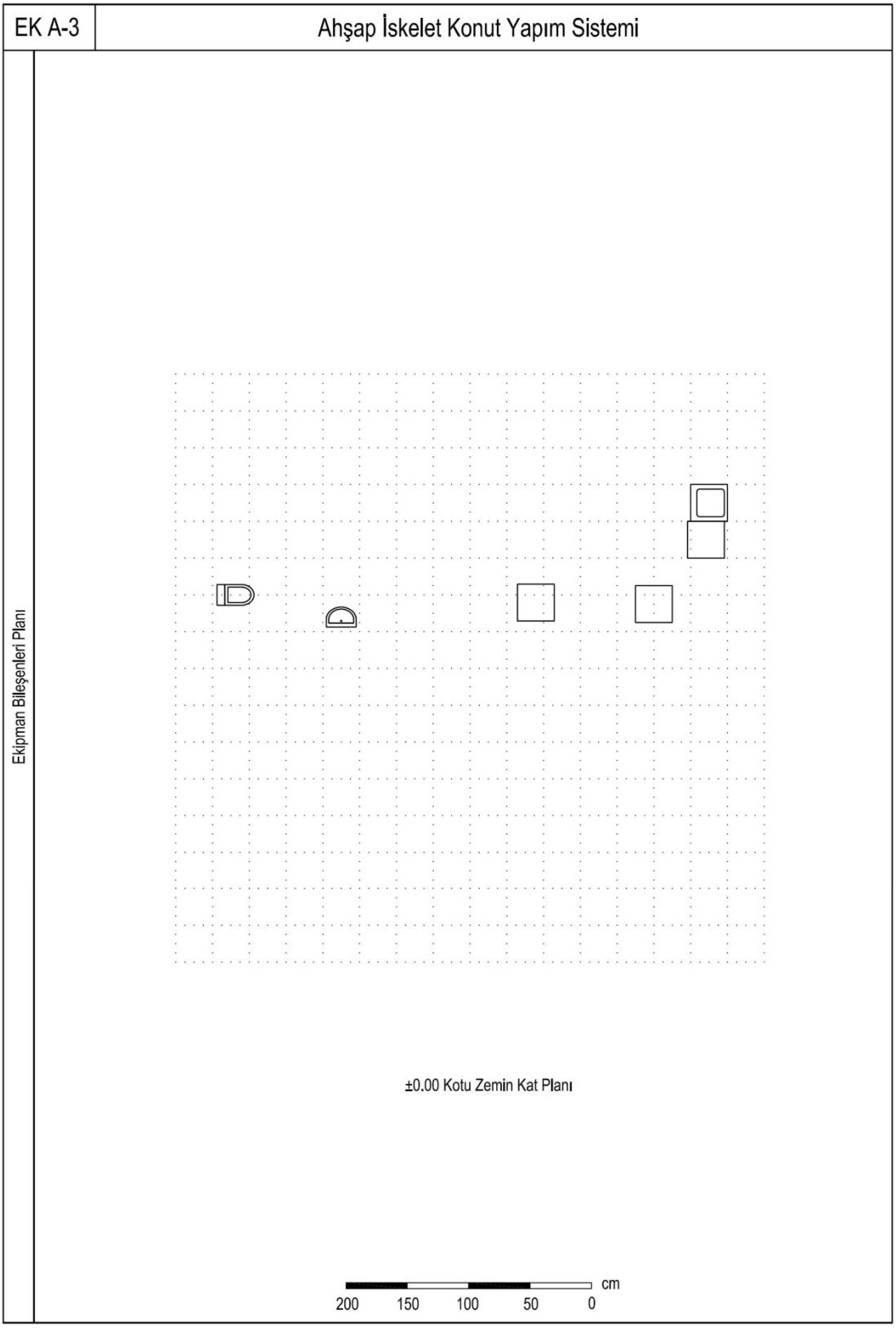
Şekil A3.8 : +3.05 kotu üst kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı.



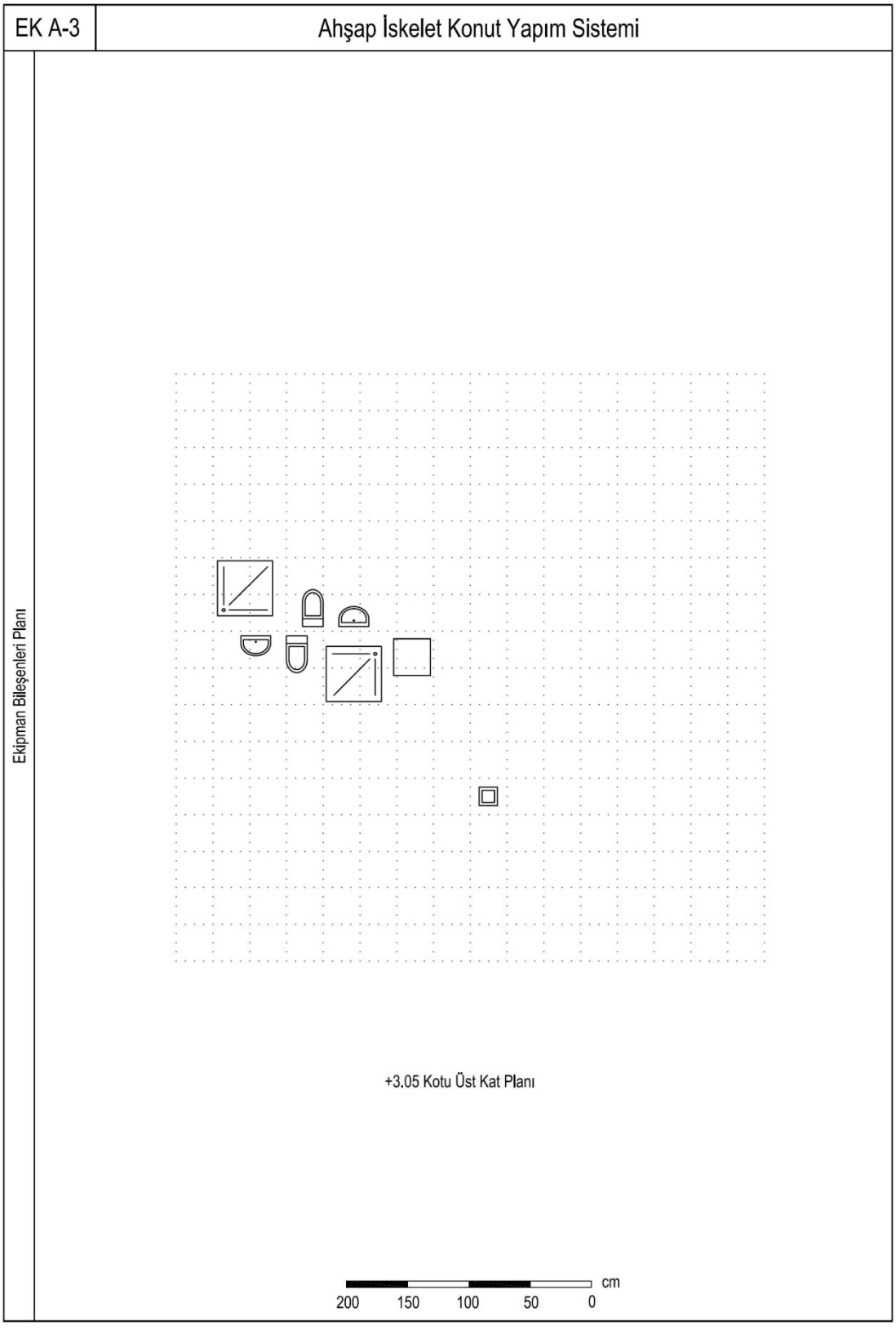
Şekil A3.9 : 0.00 kotu zemin kat bölücü bileşenler planı.



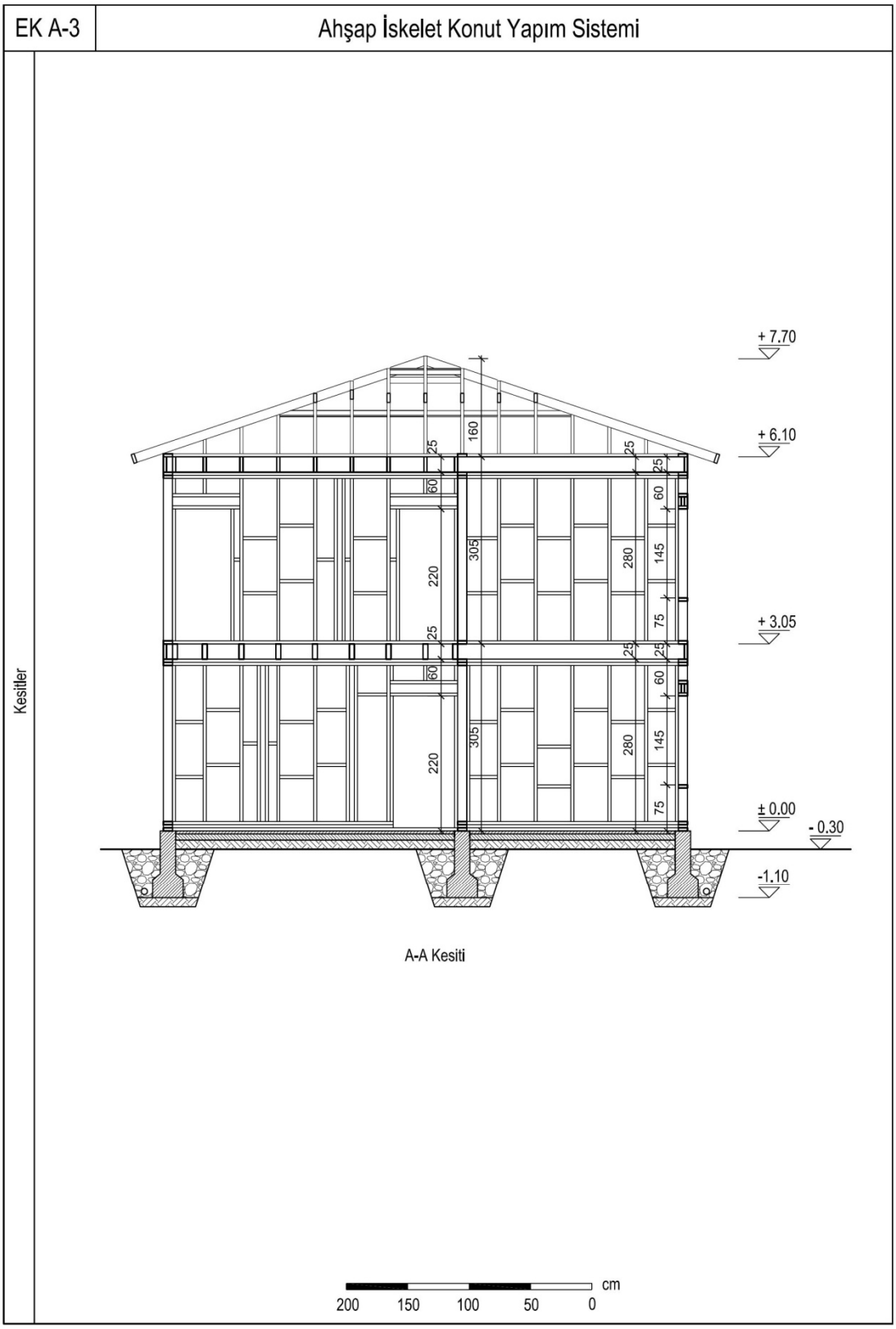
Şekil A3.10 : +3.05 kotu üst kat bölücü bileşenler planı.



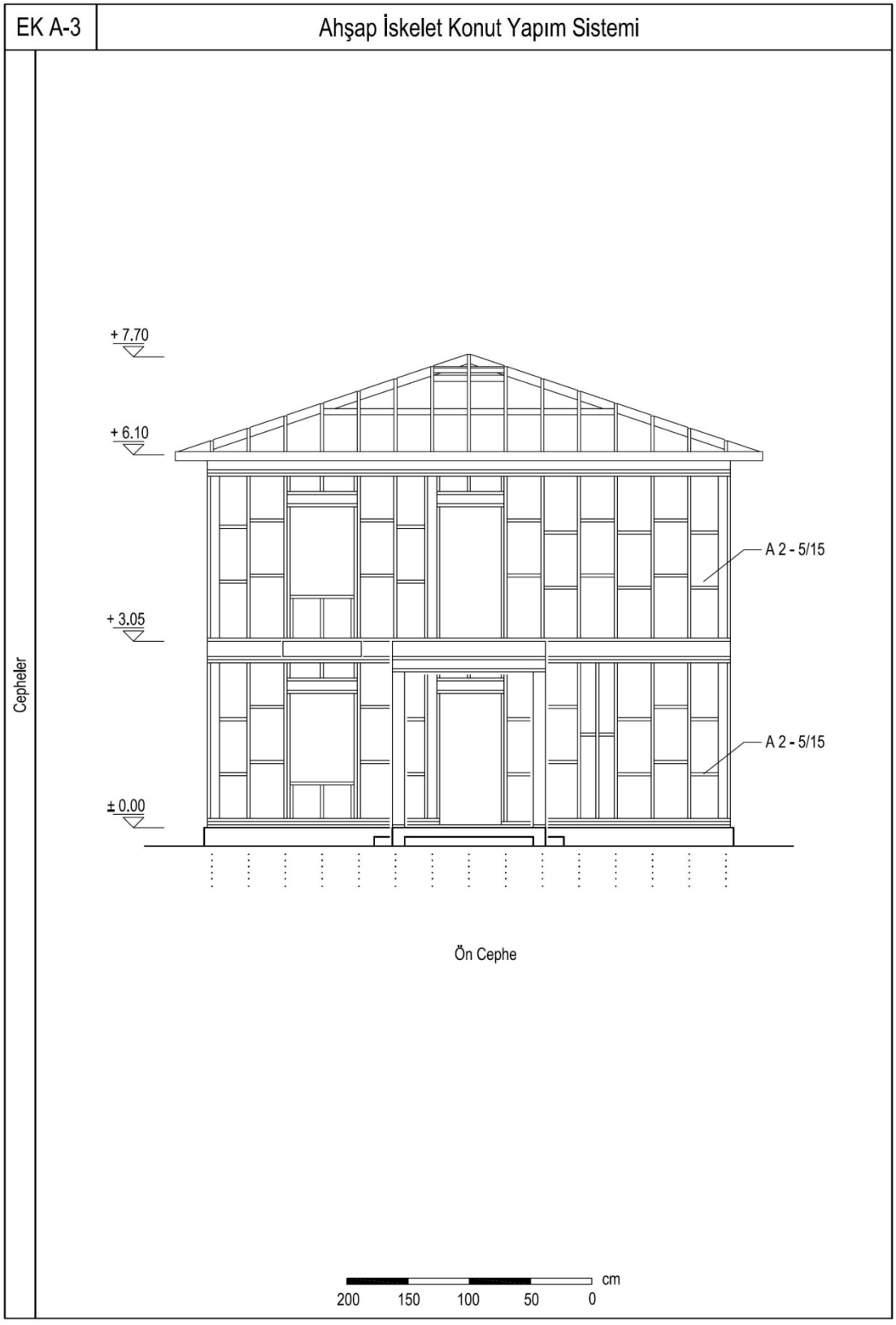
Şekil A3.11 : 0.00 kotu zemin kat ekipman bileşenleri planı.



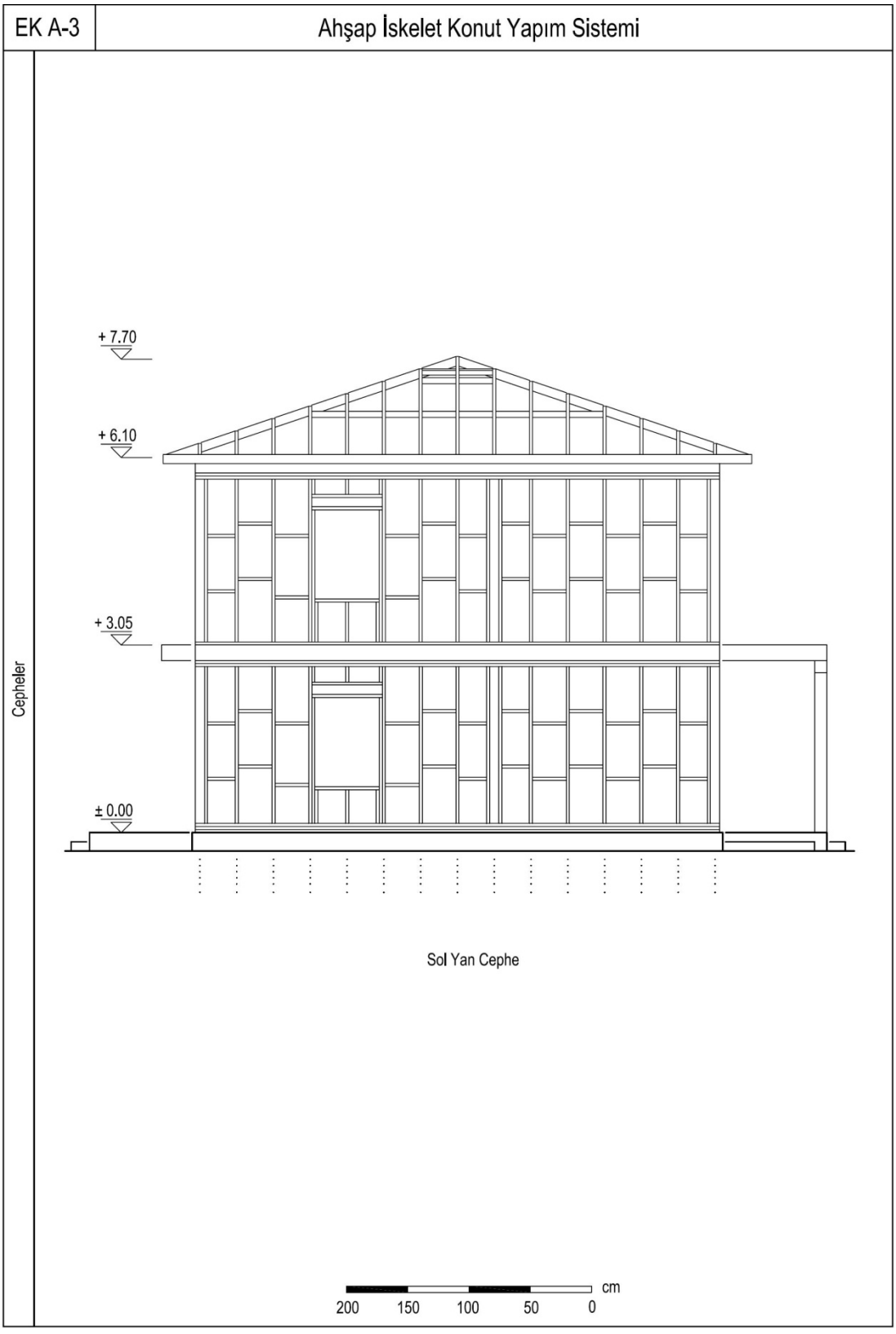
Şekil A3.12 : +3.05 kotu üst kat ekipman bileşenleri planı.



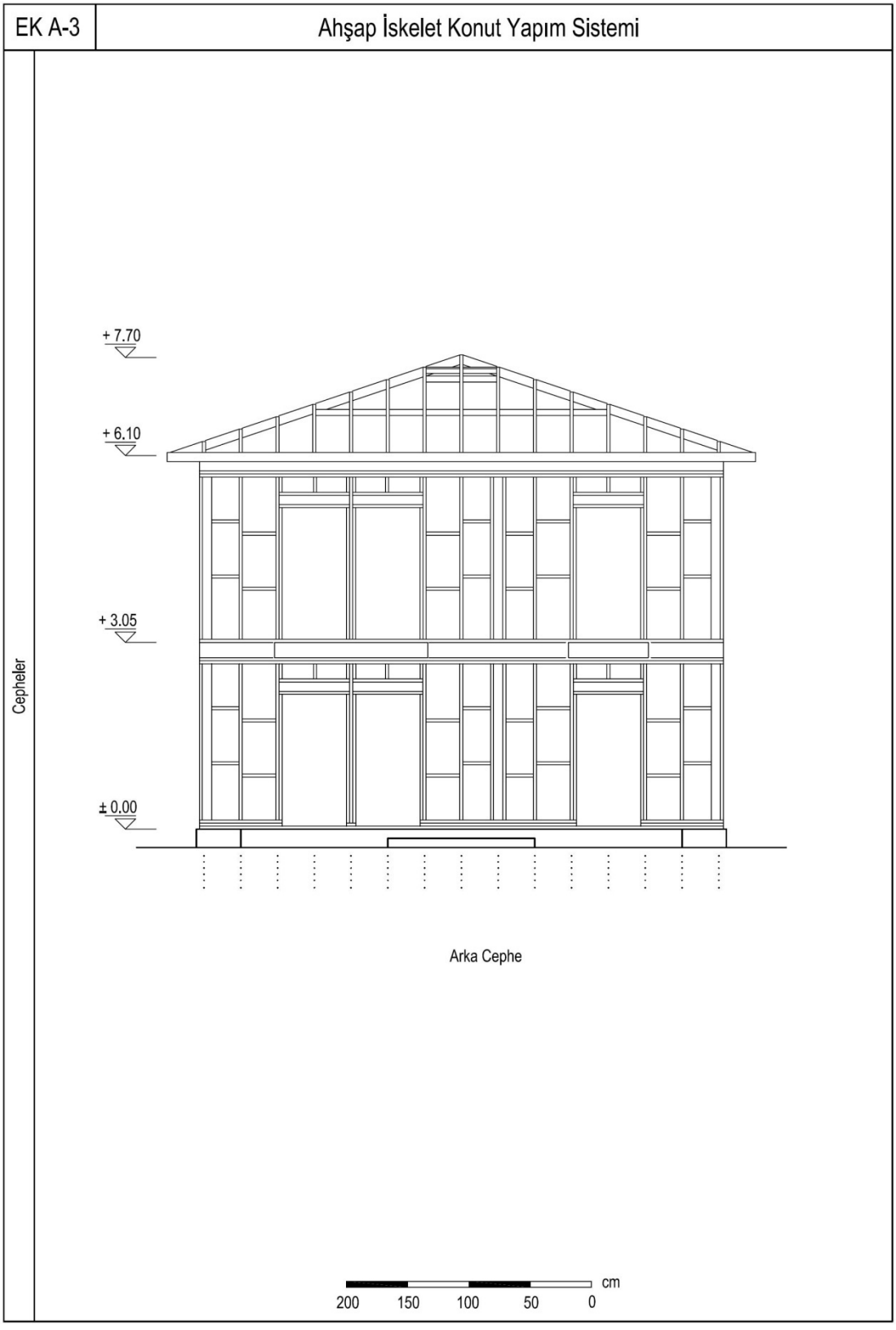
Şekil A3.13 : A-A kesiti.



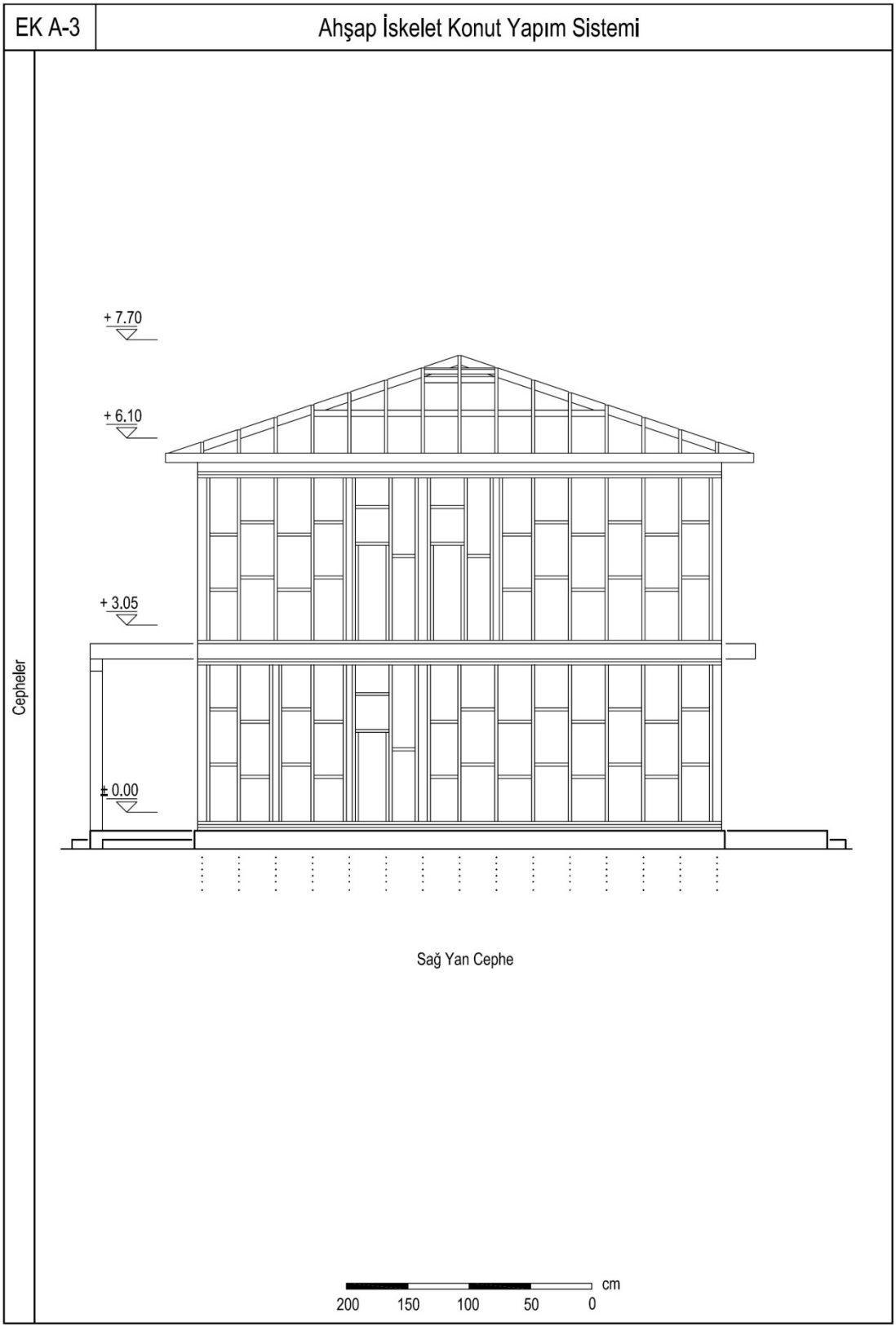
Şekil A3.14 : Ön cephe.



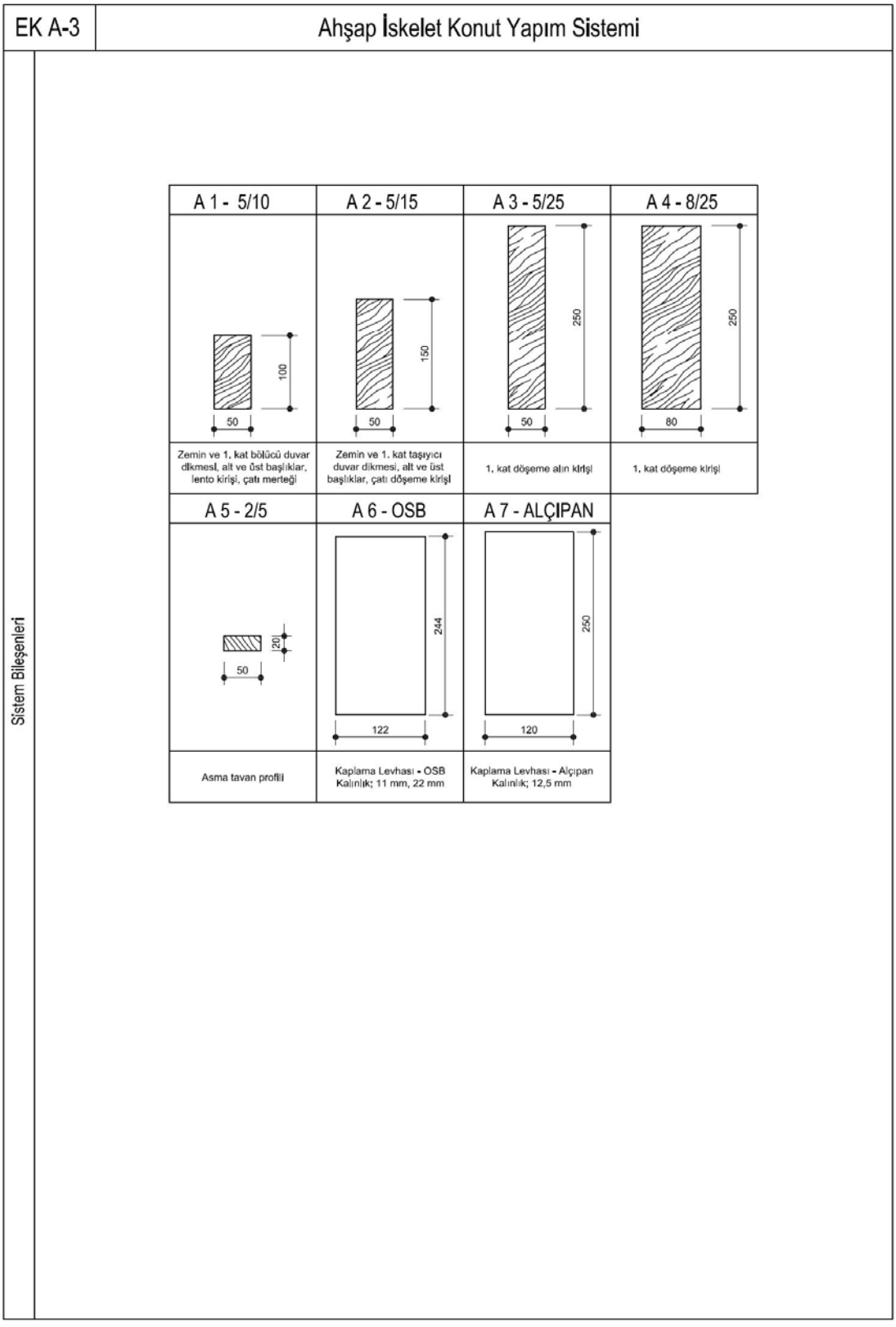
Şekil A3.15 : Sol yan cephe.



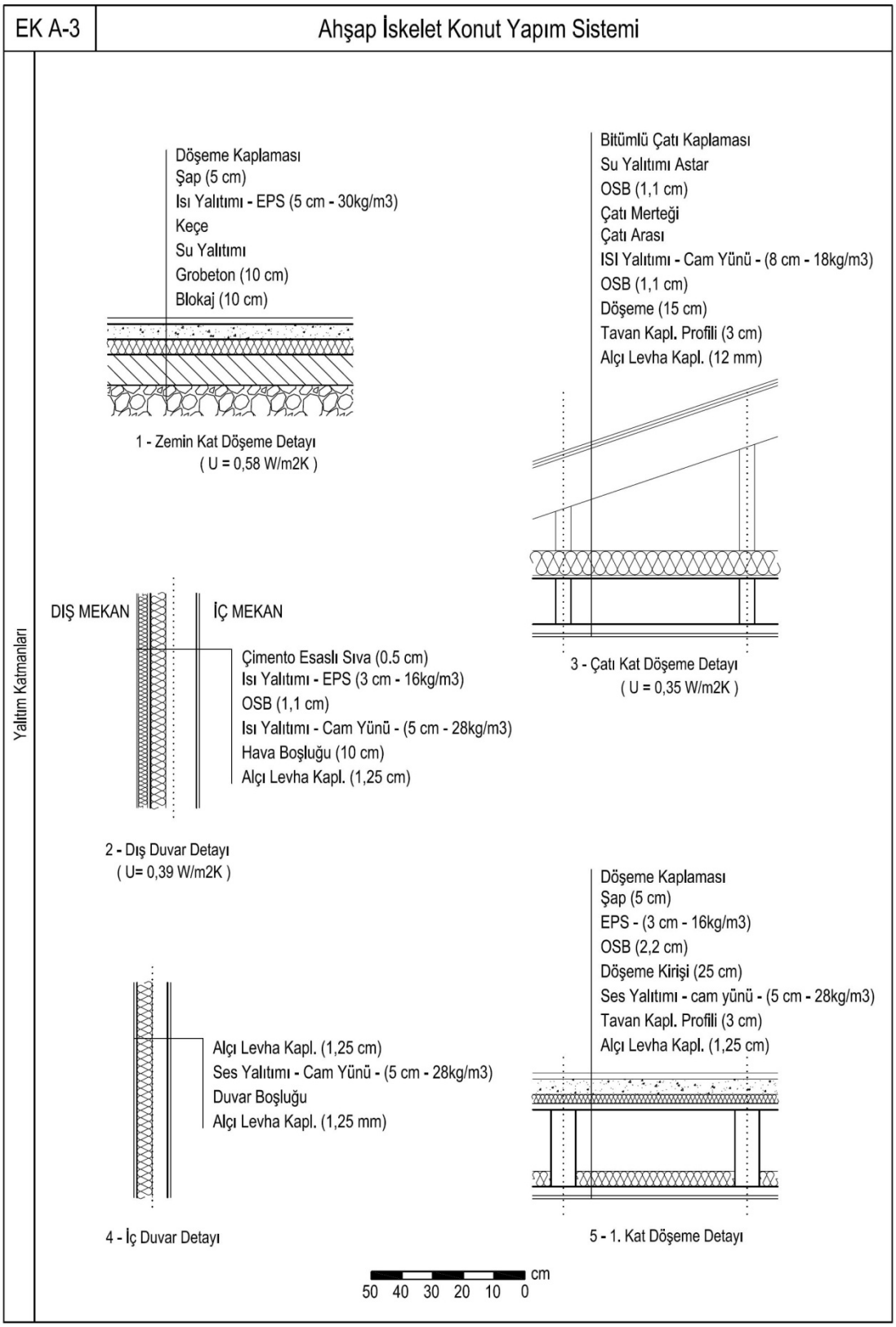
Şekil A3.16 : Arka cephe.



Şekil A3.17 : Sağ yan cephe.

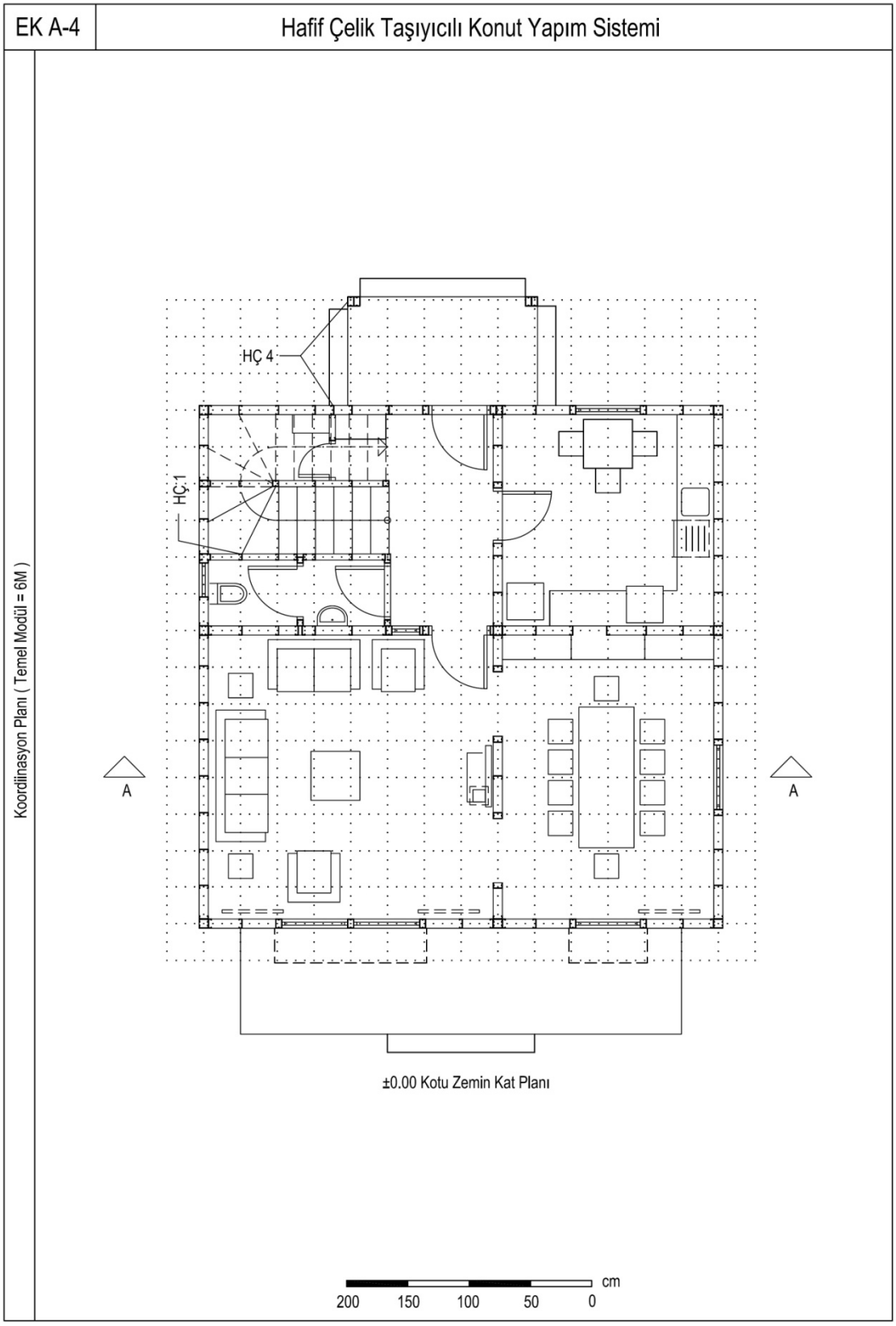


Şekil A3.18 : Sistem bileşenleri.

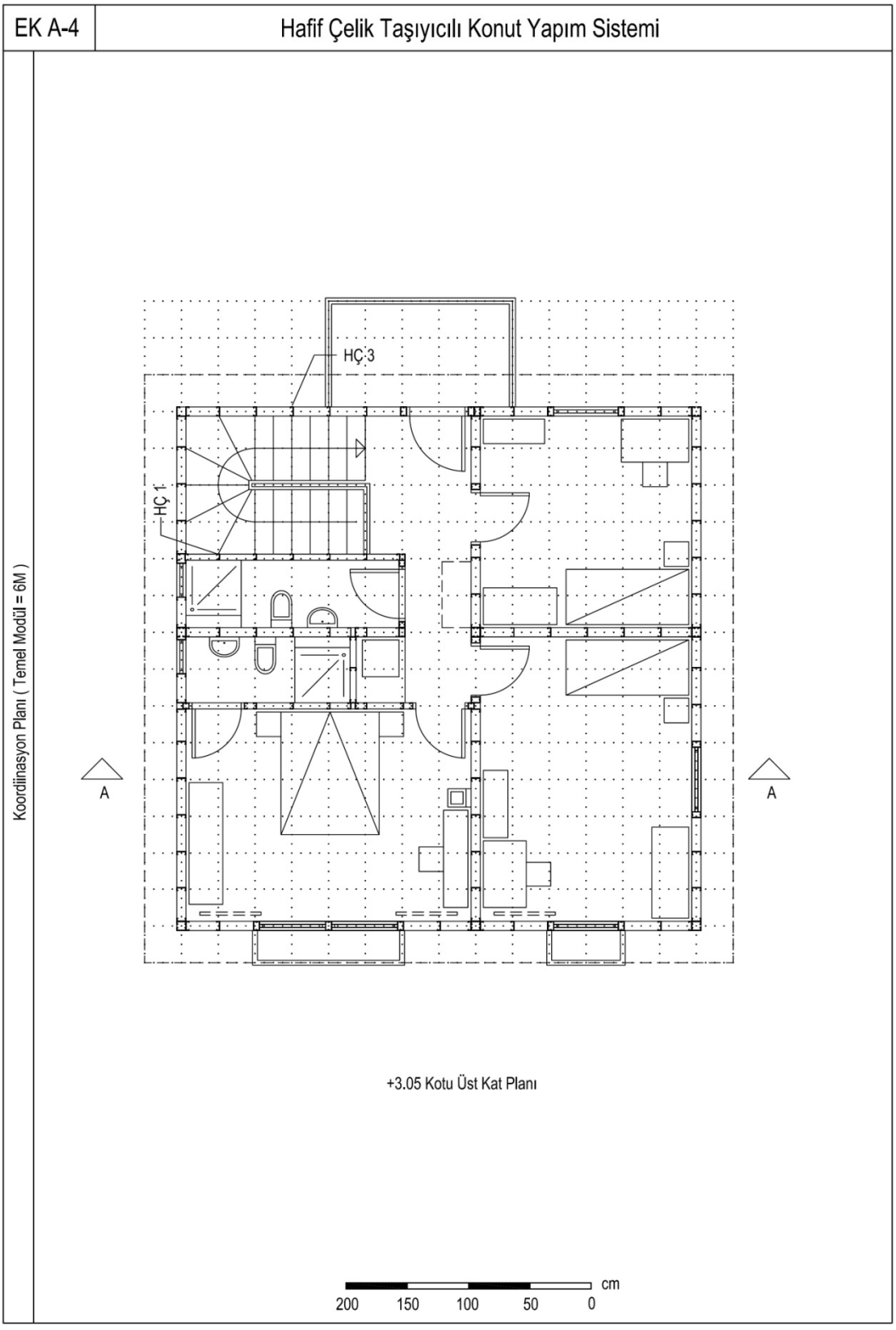


Şekil A3.19 : Yalıtım katmanları.

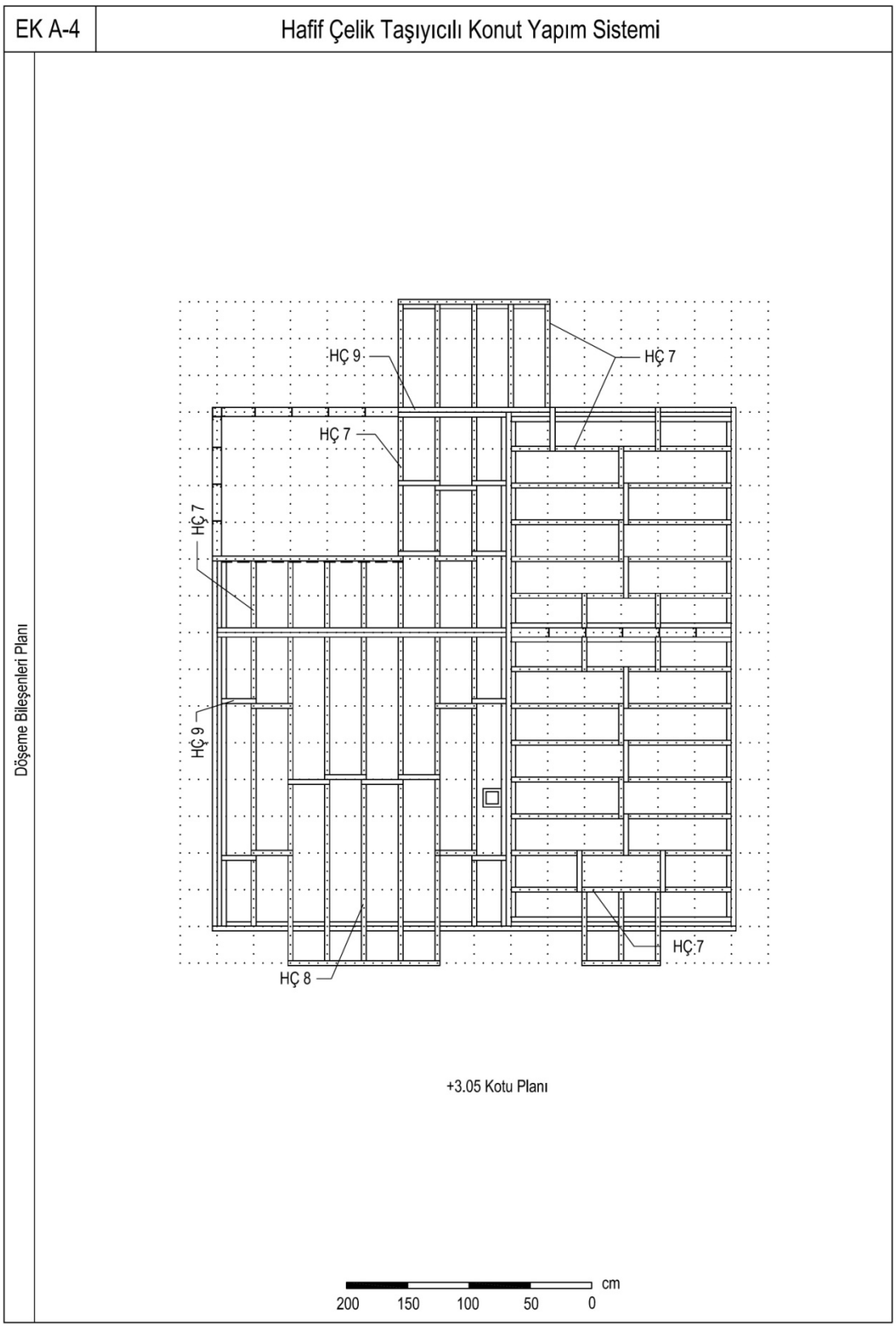
EK A.4 : Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Yapım Sistemi



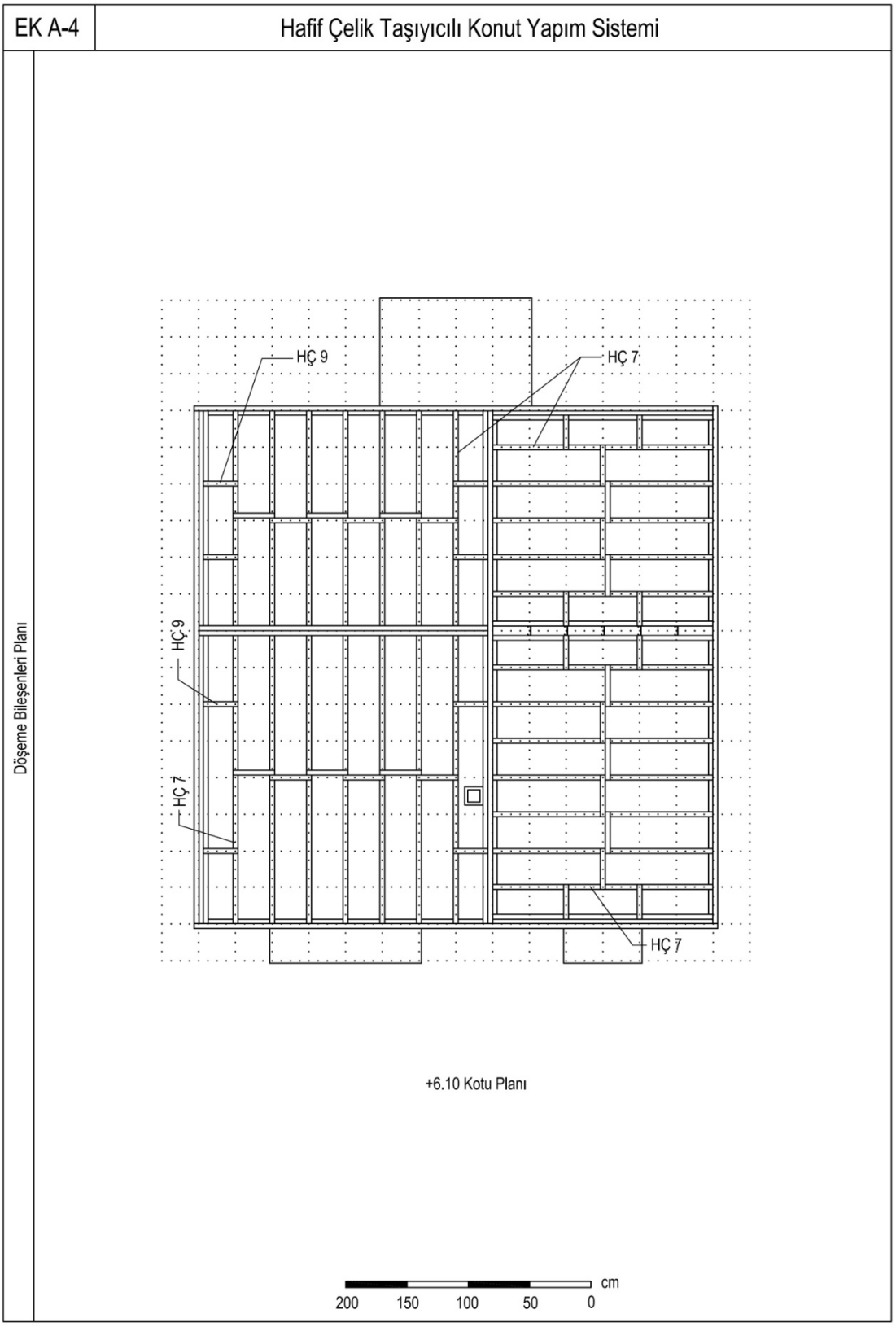
Şekil A4.1 : 0.00 kotu zemin kat koordinasyon planı.



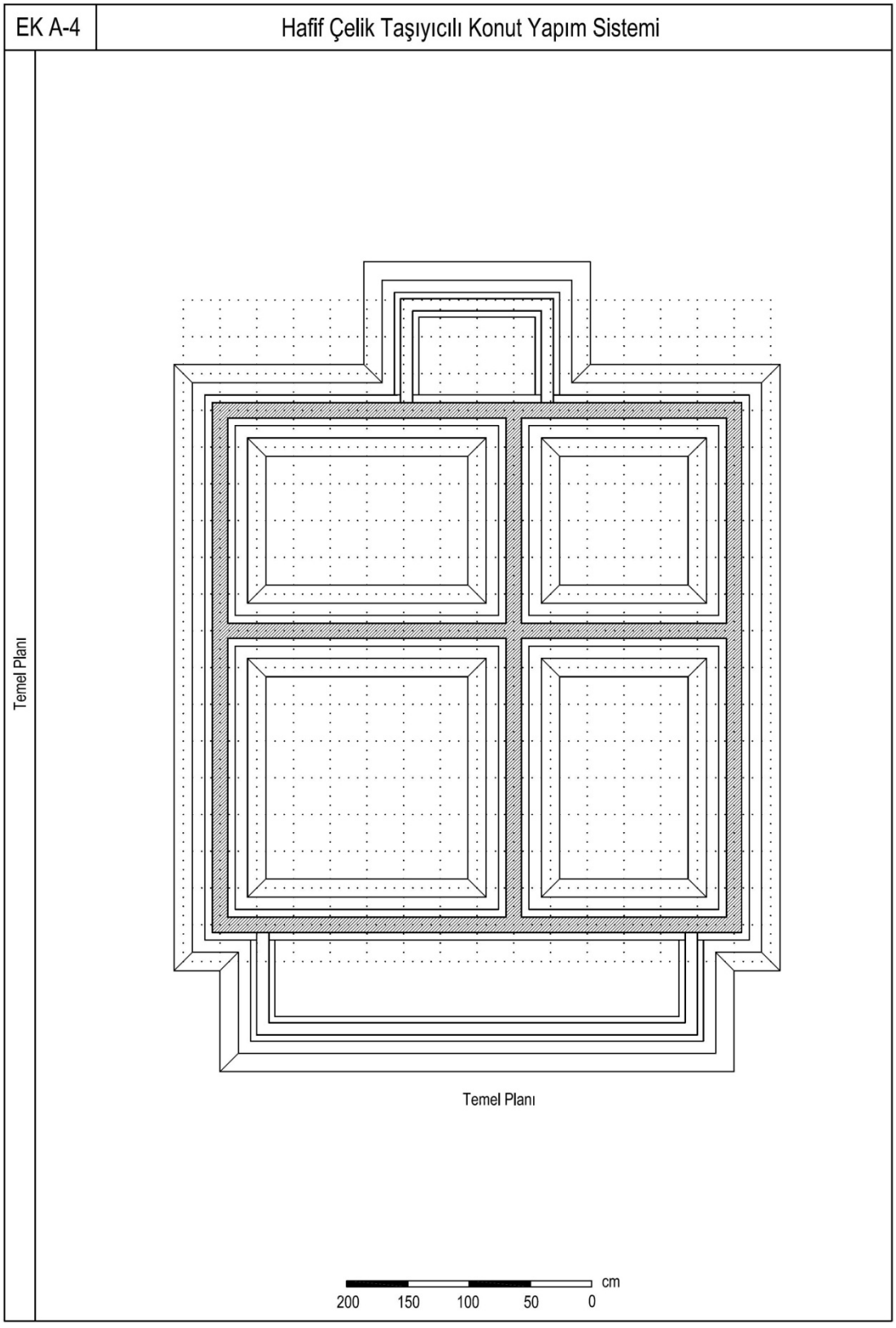
Şekil A4.2 : +3.05 kotu üst kat koordinasyon planı.



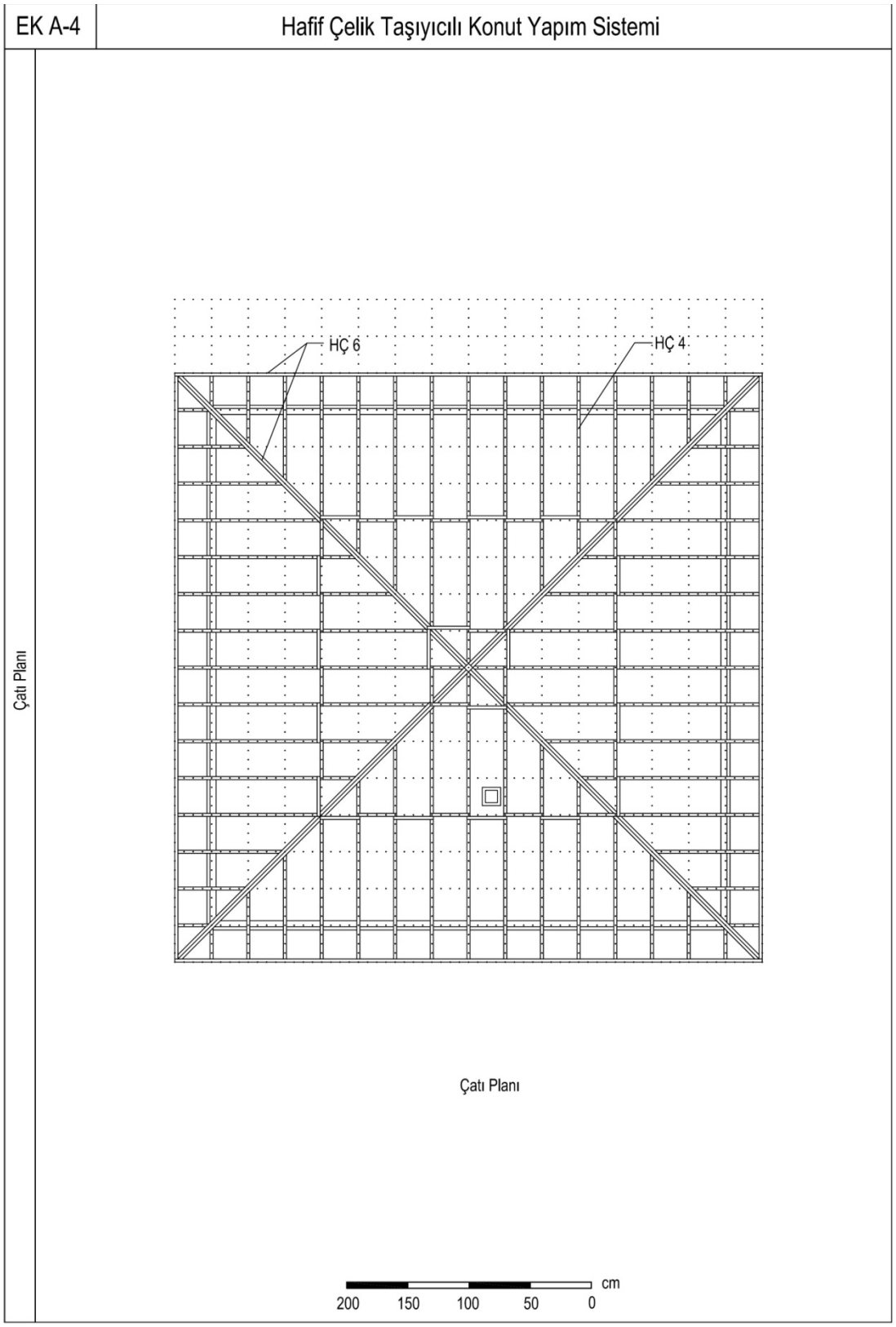
Şekil A4.3 : +3.05 kotu döşeme bileşenleri planı.



Şekil A4.4 : +6.10 kotu döşeme bileşenleri planı.



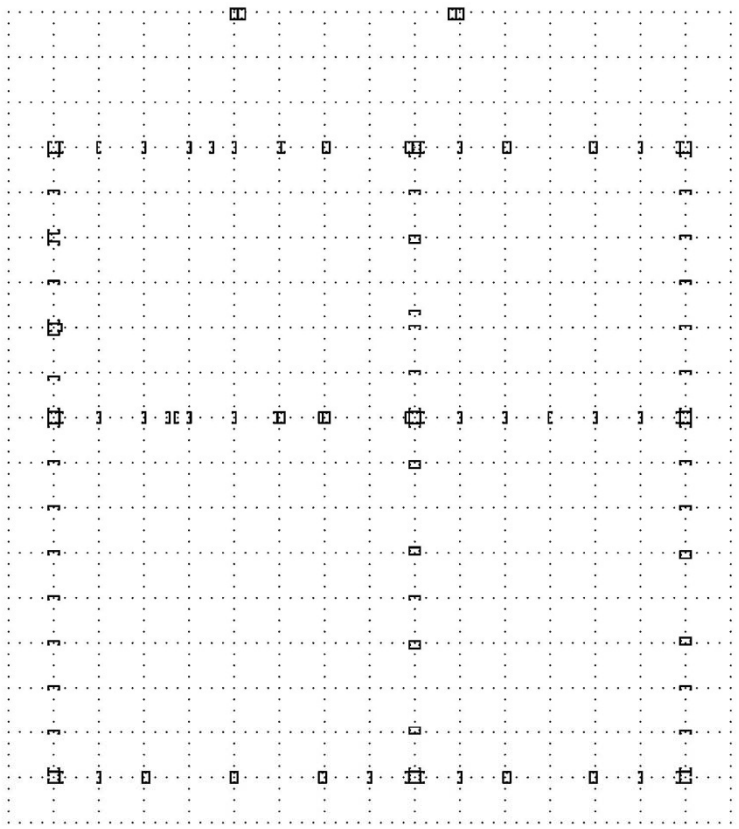
Şekil A4.5 : Temel planı.



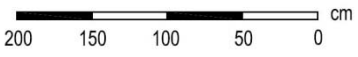
Şekil A4.6 : Çatı planı.

EK A-4 | Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Yapım Sistemi

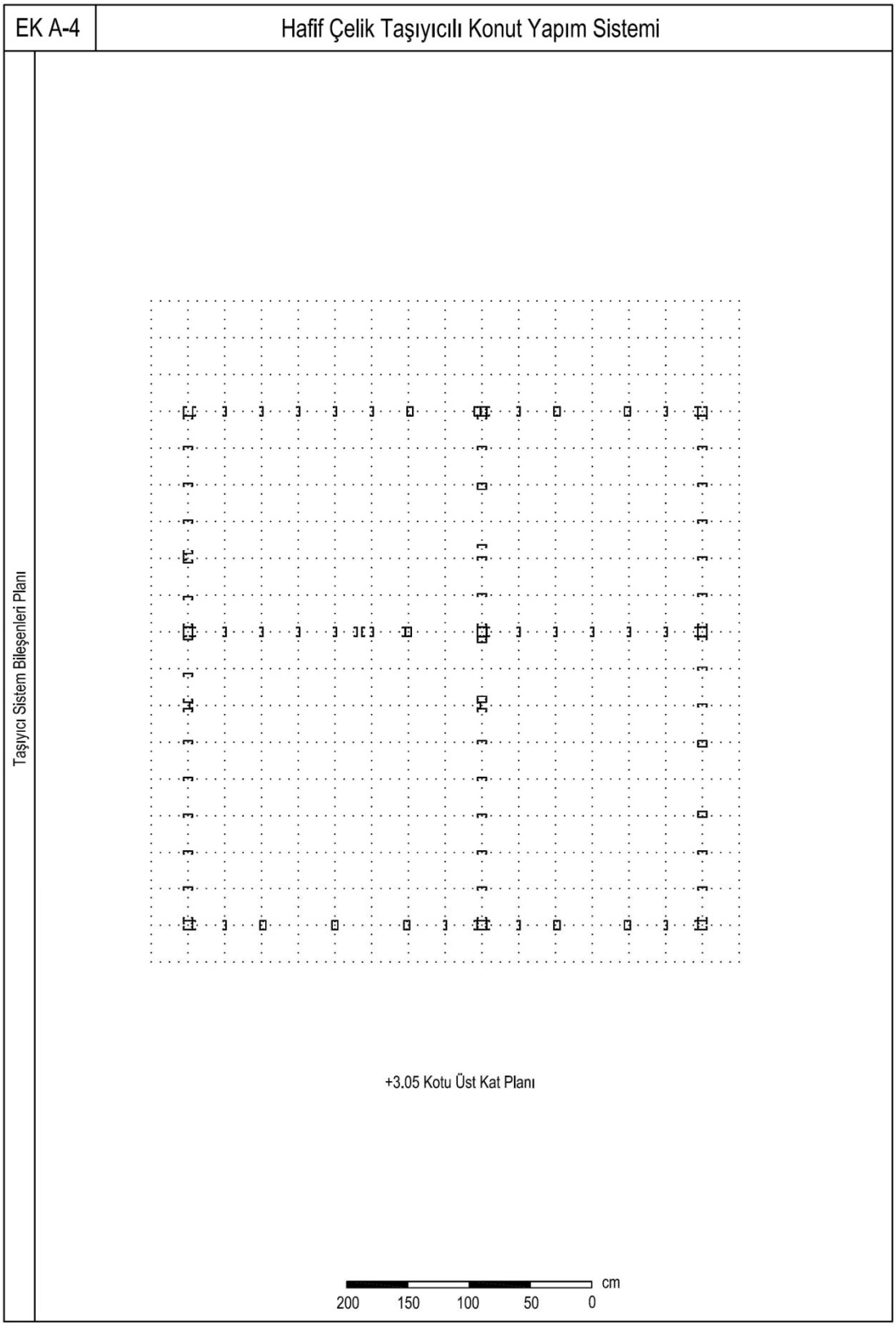
Taşıyıcı Sistem Bileşenleri Planı



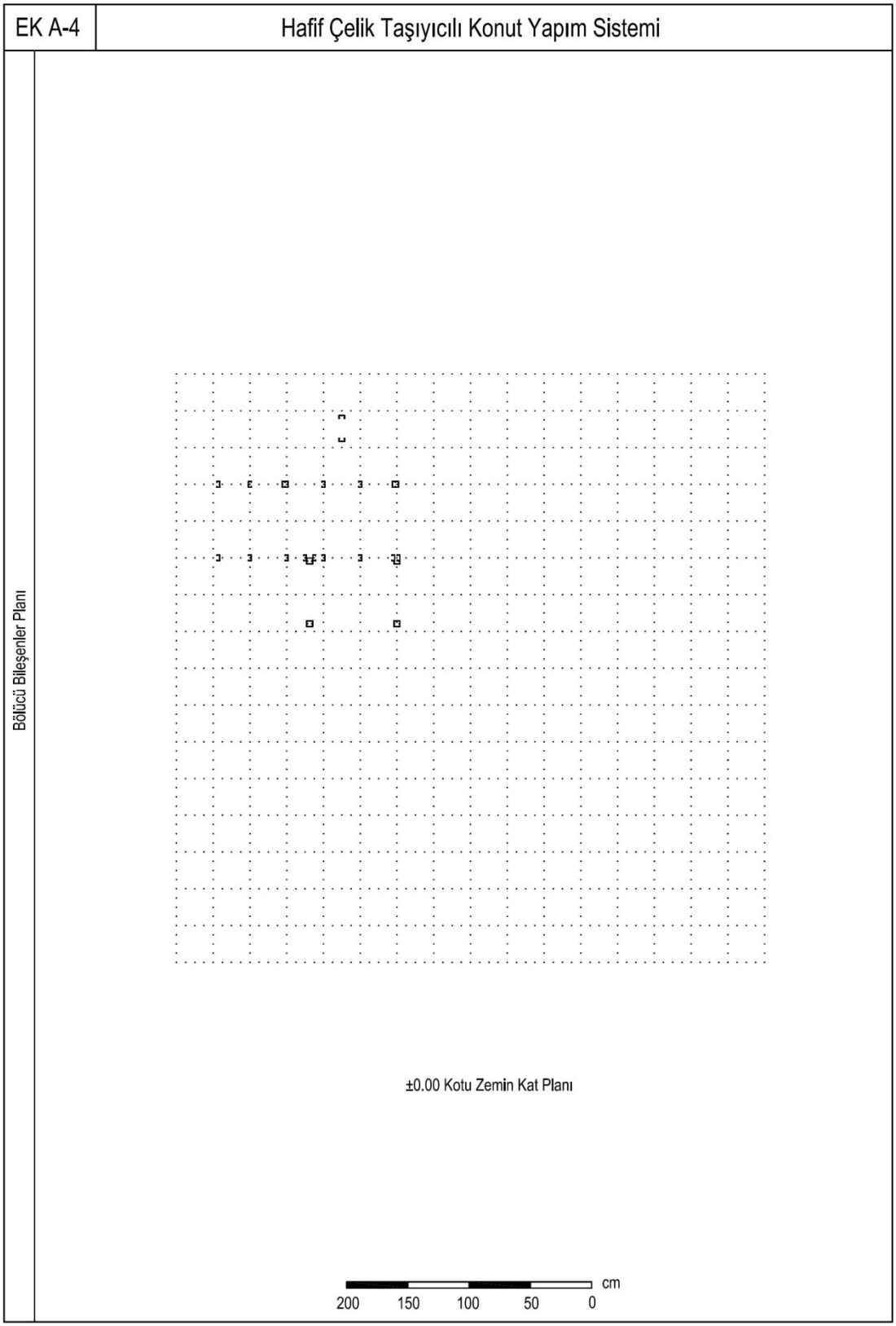
±0.00 Kotu Zemin Kat Planı



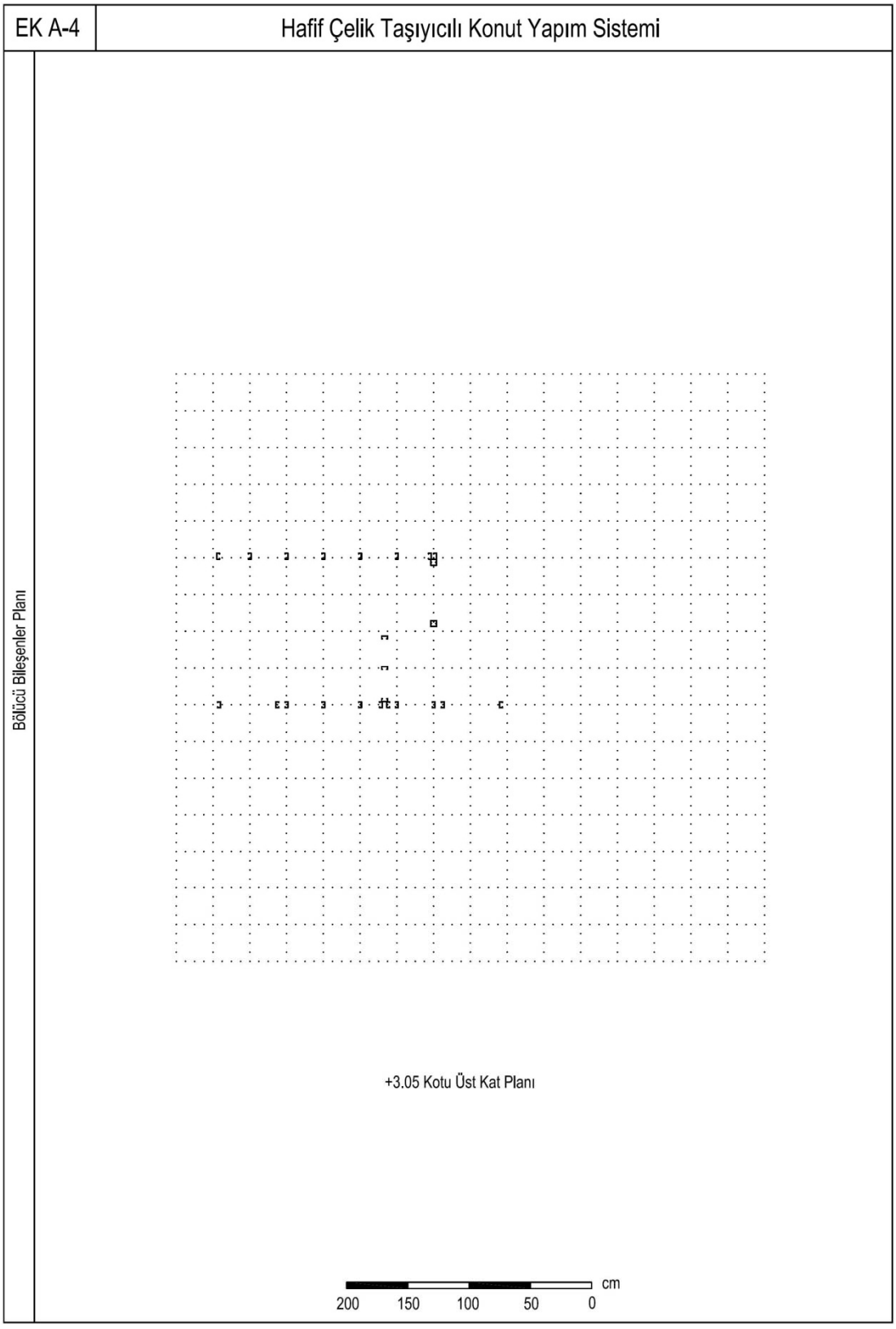
Şekil A4.7 : 0.00 kotu zemin kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı.



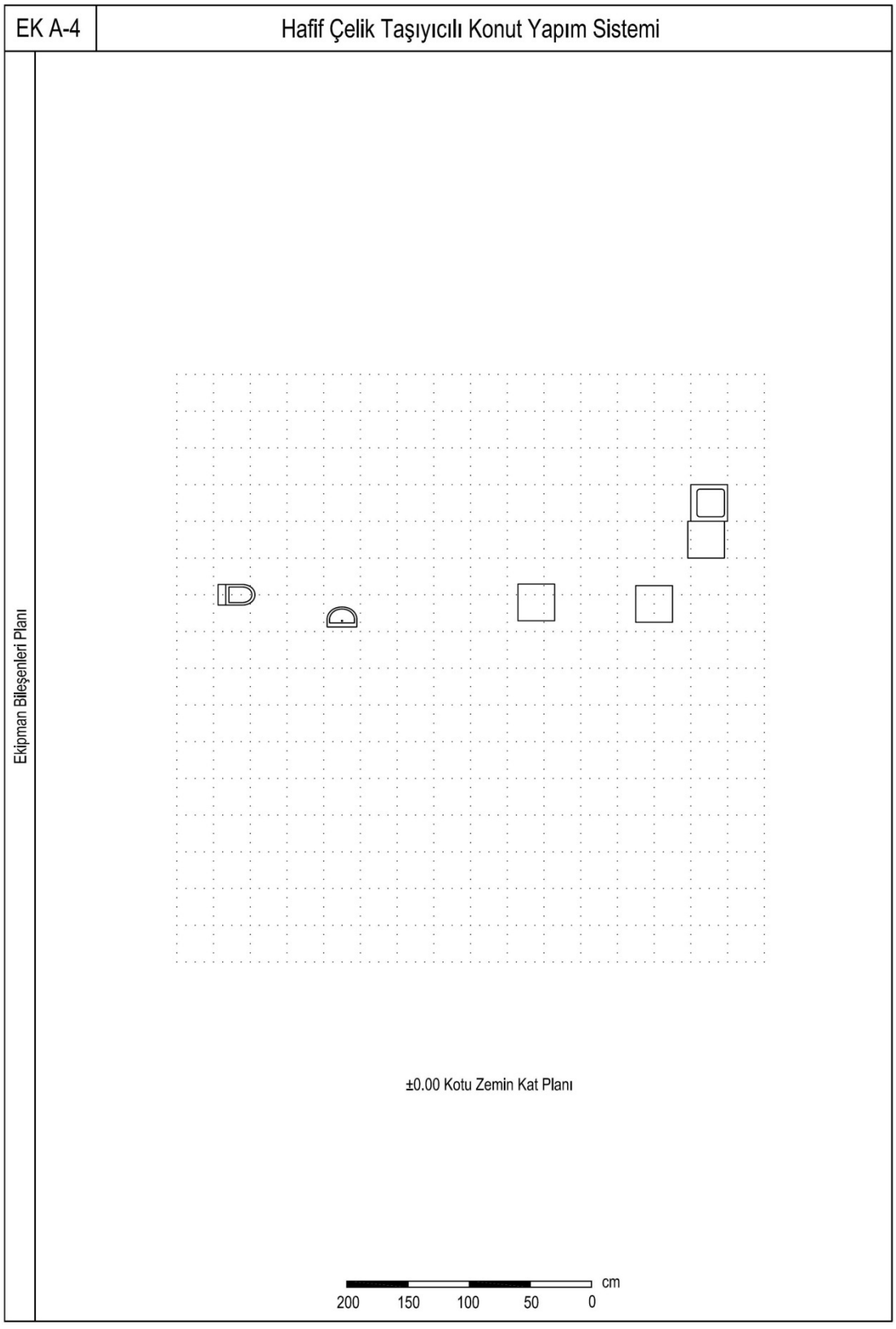
Şekil A4.8 : +3.05 kotu üst kat taşıyıcı sistem bileşenleri planı.



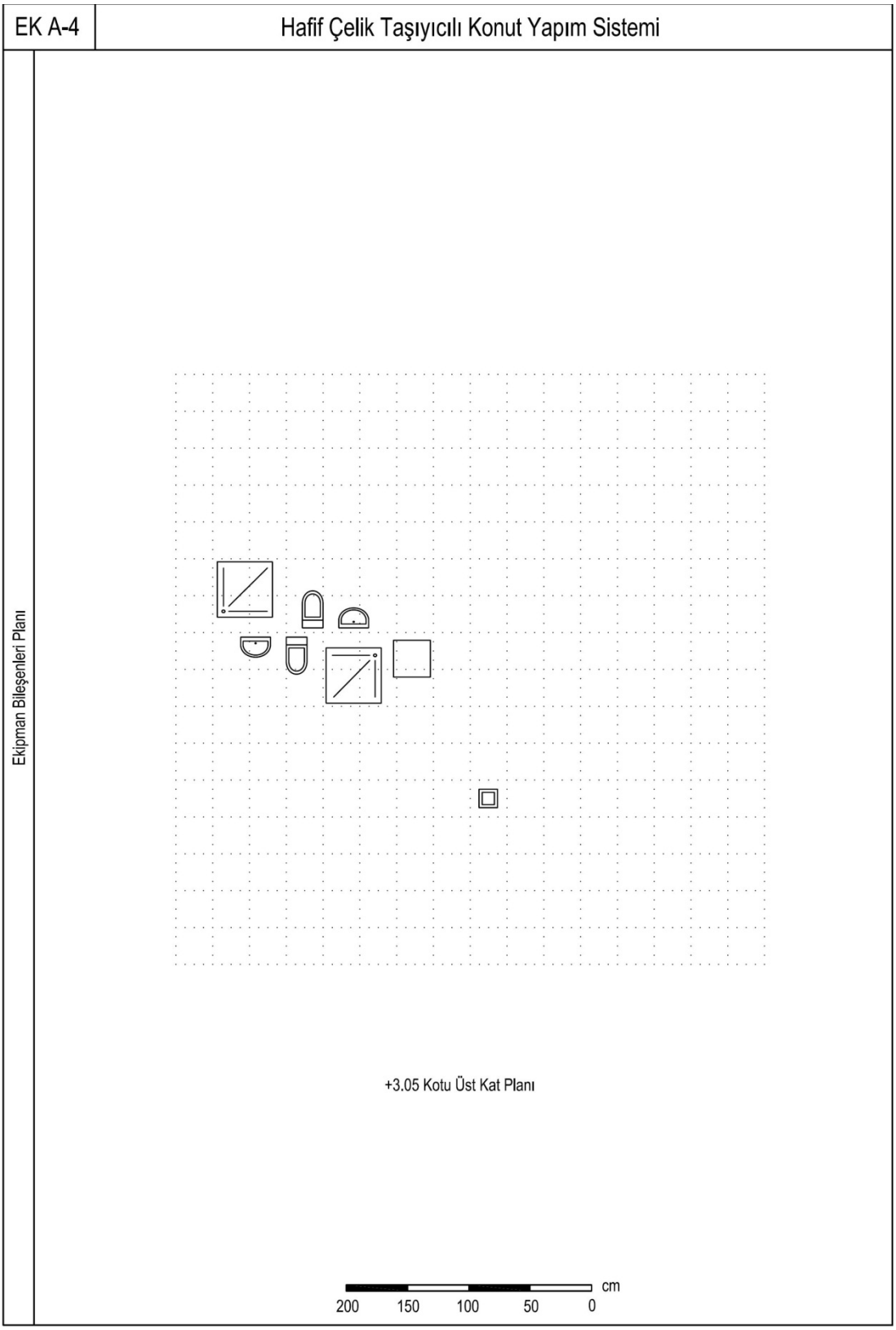
Şekil A4.9 : 0.00 kotu zemin kat bölücü bileşenler planı.



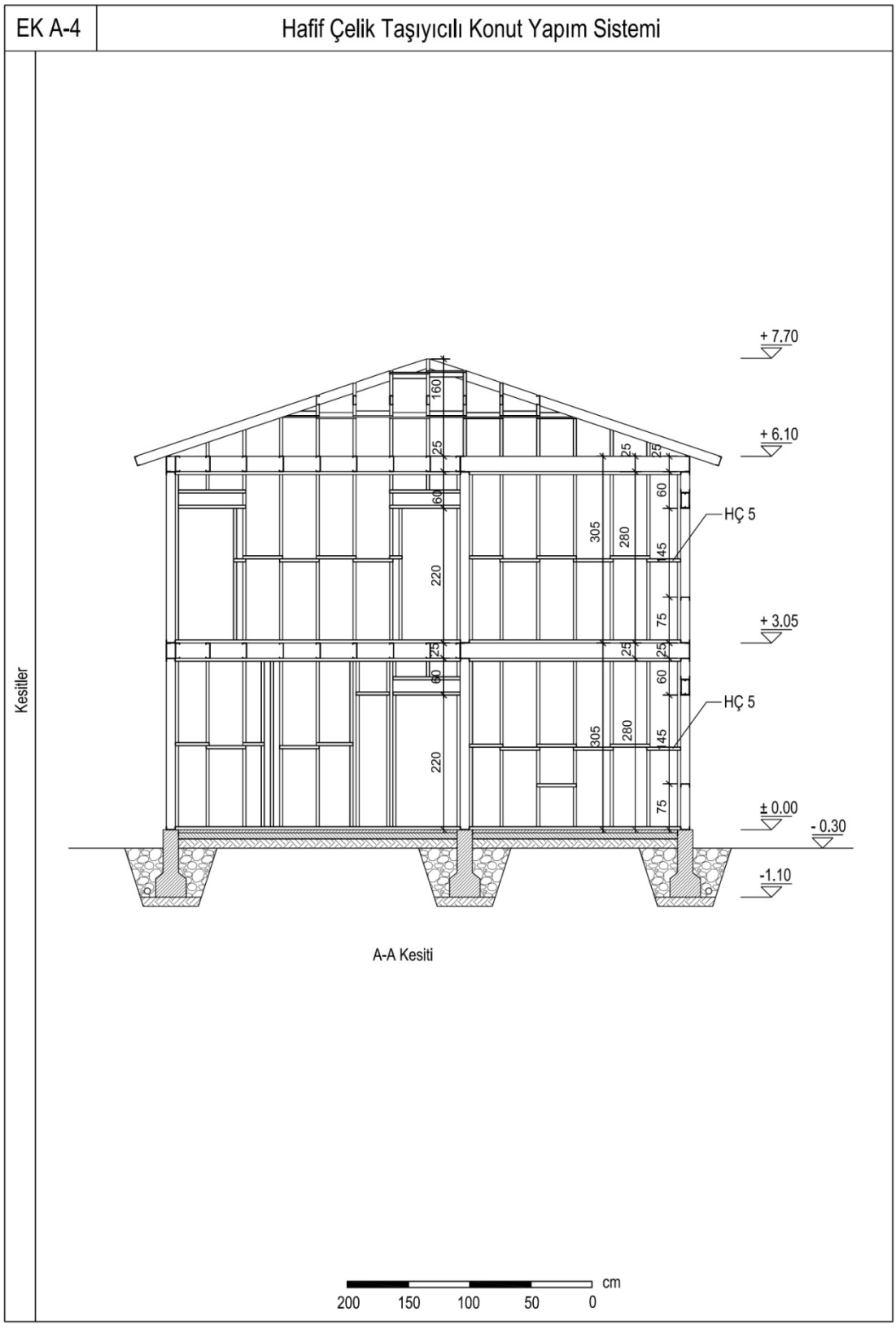
Şekil A4.10 : +3.05 kotu üst kat bölücü bileşenler planı.



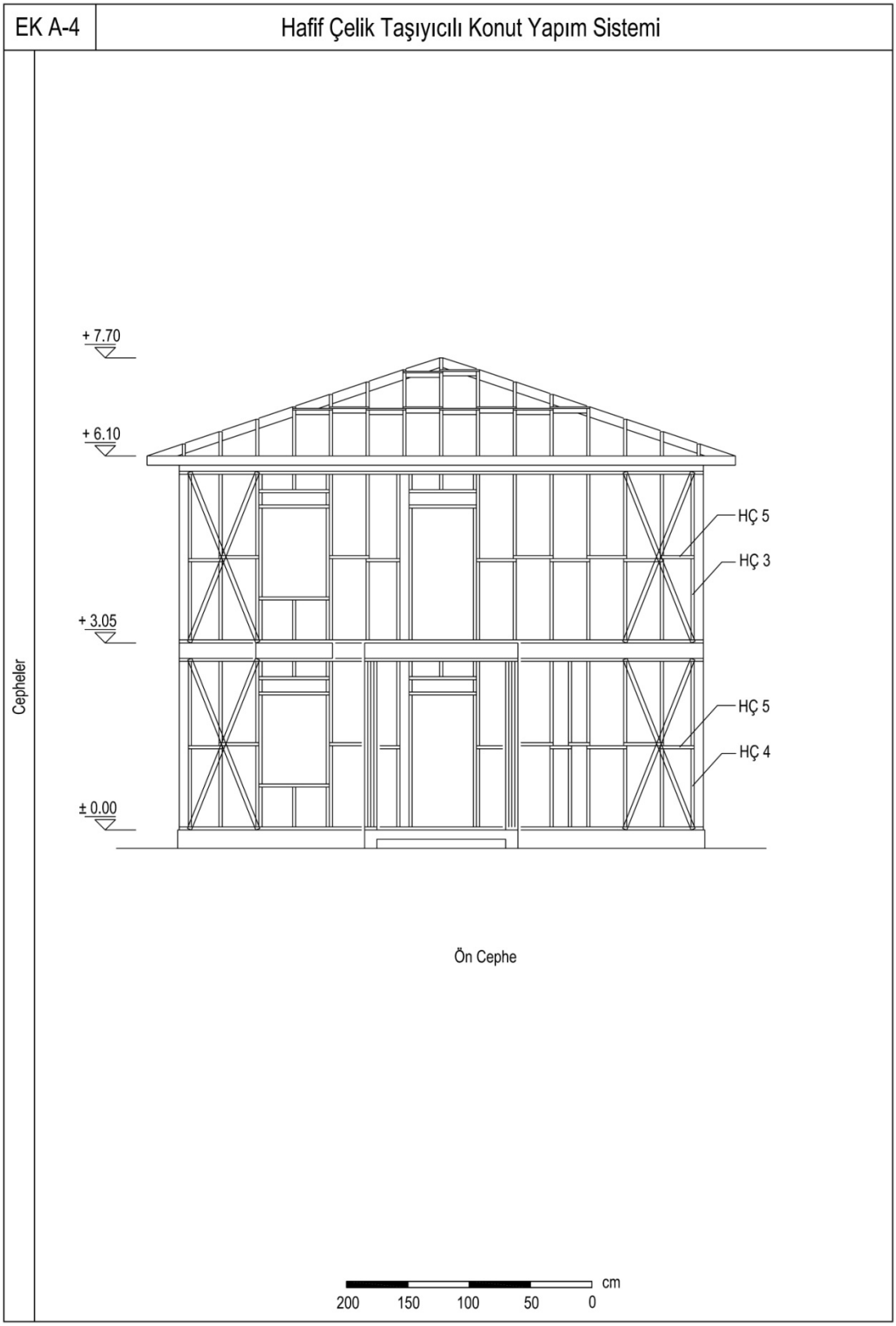
Şekil A4.11 : 0.00 kotu zemin kat ekipman bileşenleri planı.



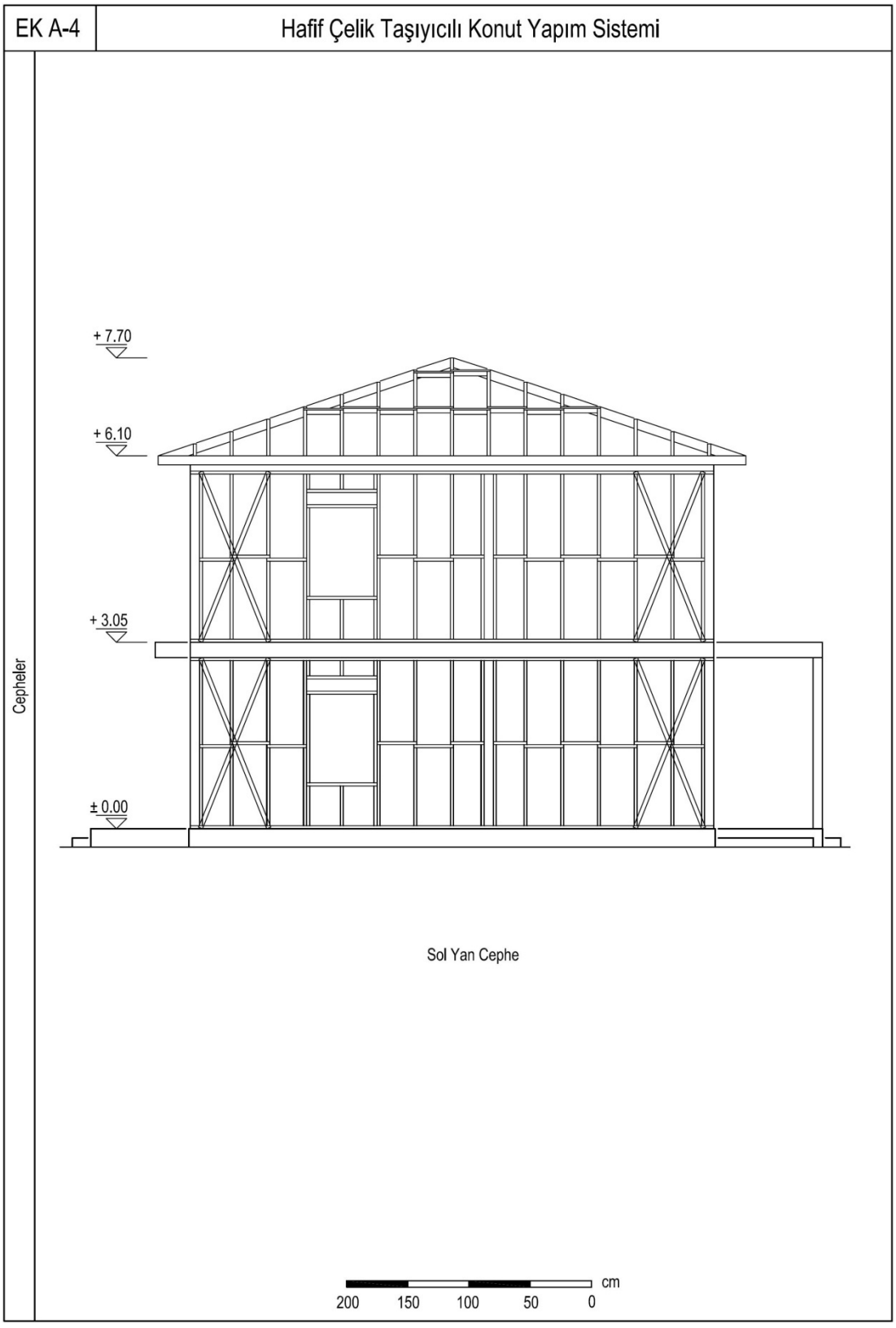
Şekil A4.12 : +3.05 kotu üst kat ekipman bileşenleri planı.



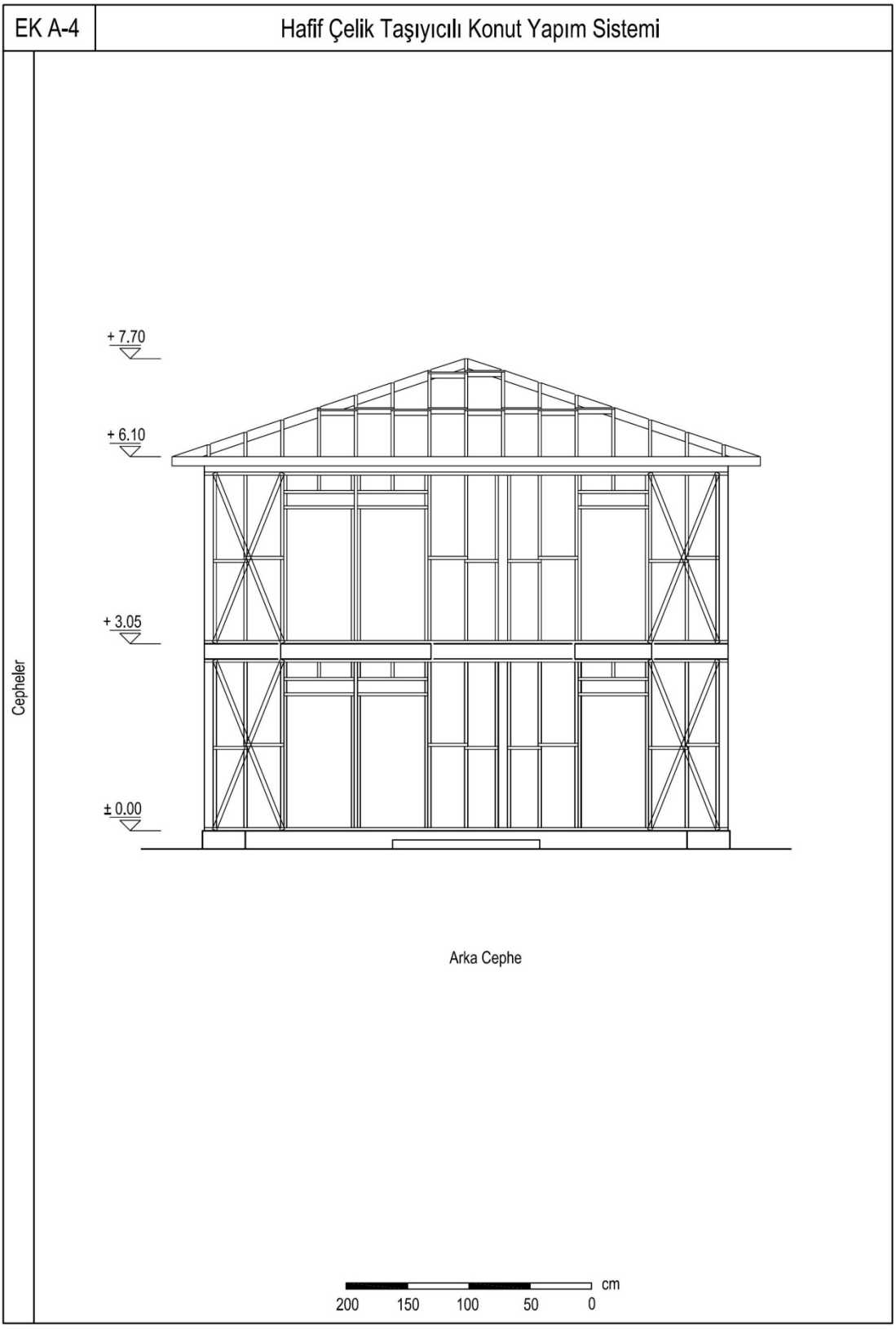
Şekil A4.13 : A-A kesiti.



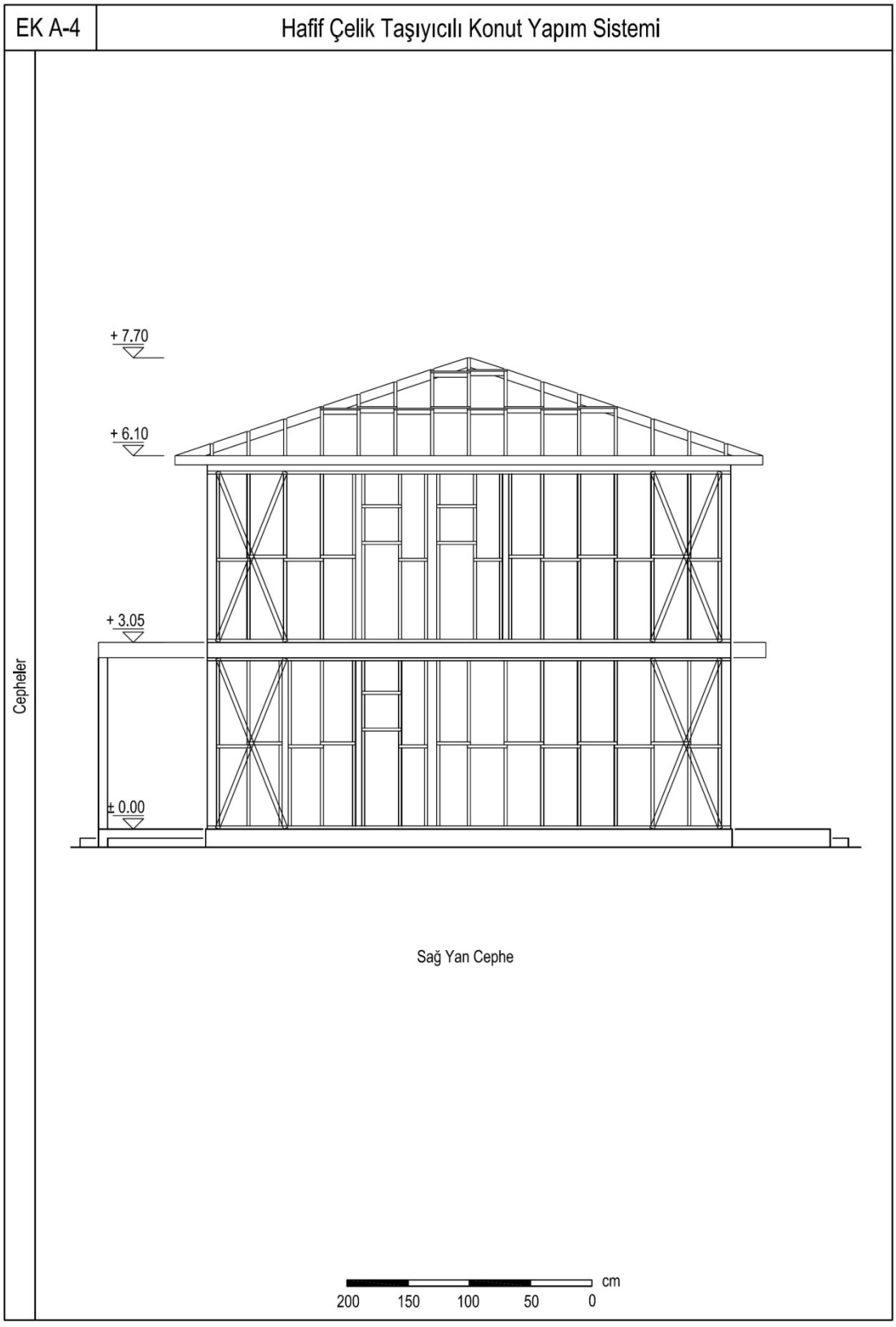
Şekil A4.14 : Ön cephe.



Şekil A4.15 : Sol yan cephe.



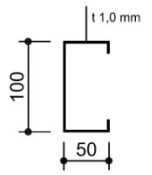
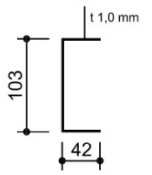
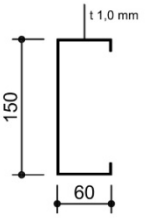
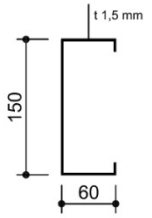
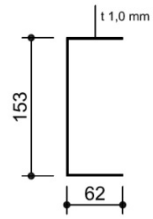
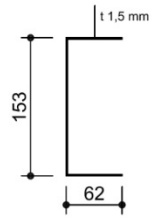
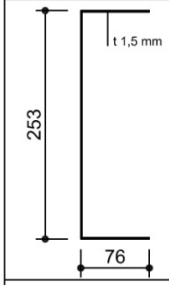
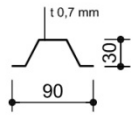
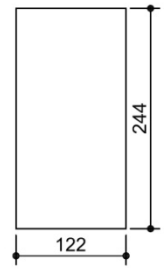
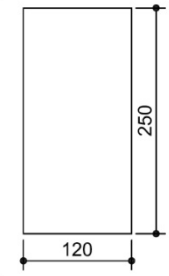
Şekil A4.16 : Arka cephe.



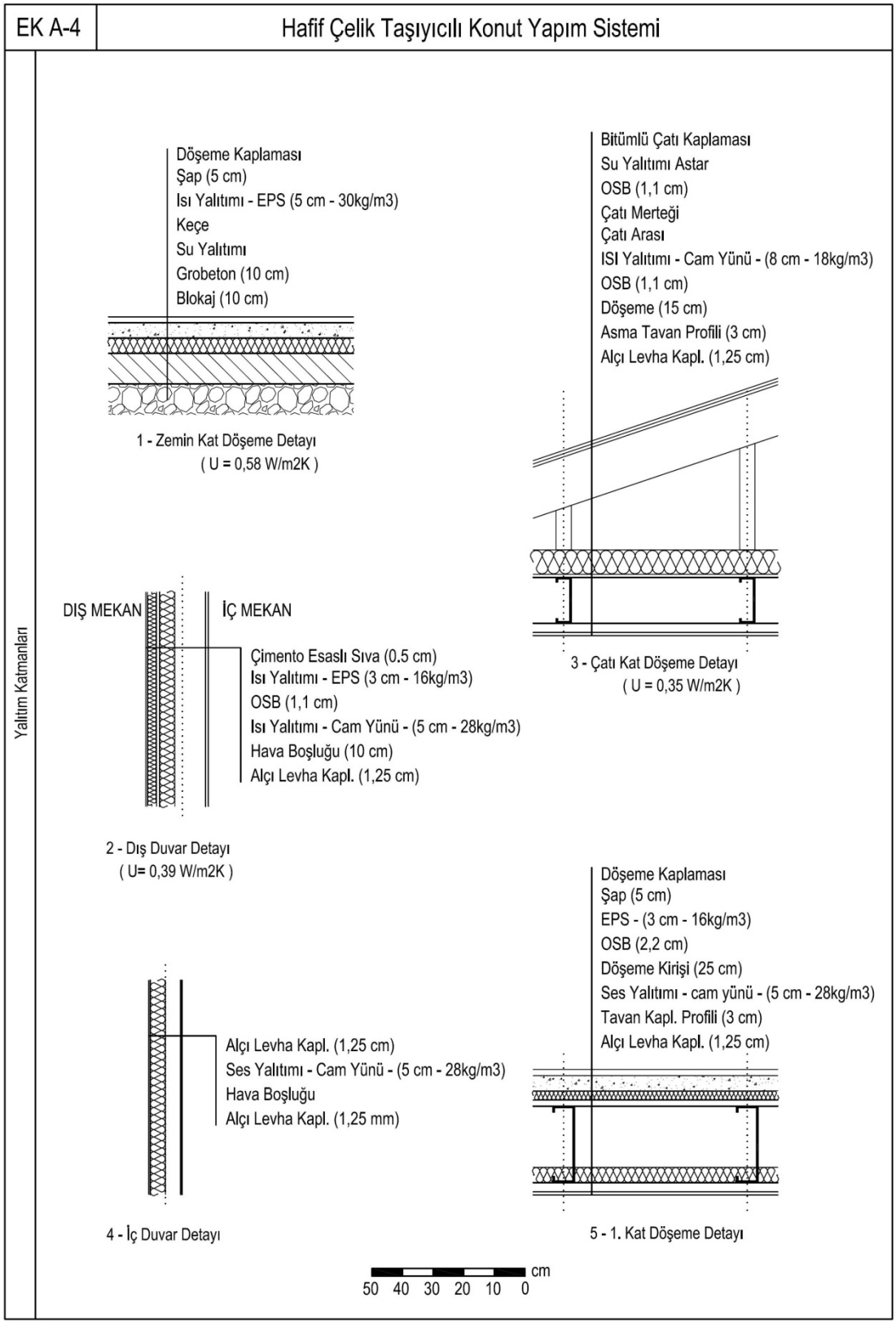
Şekil A4.17 : Sağ yan cephe.

EK A-4	Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Yapım Sistemi

Sistem Bileşenleri

HÇ1-100S1/50-1,0	HÇ2-103U42-1,0	HÇ3-150S1/60-1,0	HÇ4-150S1/60-1,5
			
Zemin ve 1. kat bölücü duvar dikmesi, merdiven basamağı	Zemin ve 1. kat bölücü duvar alt ve üst başlıklar, boyunduruk	1. kat taşıyıcı duvar dikmesi	Zemin kat taşıyıcı duvar dikmesi, çatı merteği
HÇ5-153U62-1,0	**HÇ6-153U62-1,5**	**HÇ7-250S1/76-1,5**	**HÇ8-250S1/76-1,5**
			
Zemin ve 1. kat duvarı alt ve üst başlıklar, boyunduruk	Çatı aşıkları, boyunduruk	1. kat ve çatı katı döşeme kirişi	1. kat döşeme kirişi
HÇ9-253U76-1,5	**HÇ10-90F30-0,7**	**HÇ11-OSB3-11/22**	**HÇ12-ALB-12,5**
			
1. kat ve çatı kat döşeme kiriş başlığı ve boyunduruk	Asma tavan profili	Kaplama Levhası - OSB Kalınlık; Döşemede 22 mm Dış Duvarda 11 mm	Kaplama Levhası - Alçıpan Kalınlık; 12,5 mm İç Mekanda

Şekil A4.18 : Sistem bileşenleri.



Şekil A4.19 : Yalıtım katmanları.

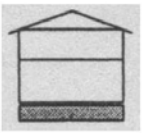
EK B.1 : Akşan Etüd Müşavirlik Mühendislik İnşaat A.Ş.

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM ENVANTER FÖYÜ			Sistem No EK B-1
1. KURULUŞ			
Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Sahibi Kuruluş	Adı	Akşan Etüd Müşavirlik Mühendislik İnşaat A.Ş.	
	Büro Ad.	Nazmi Akbacı İş merkezi No:233 Maslak / İSTANBUL	
	Büro Tel.	0 212 286 05 67	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Taşıyıcı Profil Tedariki Sağlayan Kuruluş	Adı	Akşan Etüd Müşavirlik Mühendislik İnşaat A.Ş.	
	Fabr. Ad.	Org. San. Blg. 7. Sk. No:12 Çerkezköy / TEKİRDAĞ	
	Fabr. Tel.	0 282 758 17 45	
2. YAPIM SİSTEMİNİN TANIMI			
Endüstr. Yapım Sistemi	Adı	Akşan Hafif Çelik Konut Yapım Sistemi - AKEV	
	Orijinal		X
	Lisans		
	Lisans Türü	Sınırlı	
		Sınırsız	
Lisans Veren	Adı		
	Adresi		
3. SİSTEM			
3.1 SİSTEMİN AMAÇ VE PRENSİPLERİ			
SİSTEMİN AMAÇLARI			
Yerleşme ve ünite ölçeğinde planlama esnekliği			
Kalite - maliyet ilişkisini iyileştirmek			X
Mevcut kent dokusu içindeki uygulamalara olanak sağlamak			
Yapım hızını artırmak			X
Uluslar arası modüler koordinasyon kurallarına uymak			
Ulaşım ve montaj işlerinde ülke kaynak ve olanaklarını gözetmek			
Bina işletme masraflarını azaltmak			X
Geleneksel yapı ürünlerinin kullanımına da açık olmak			
SİSTEMİN TEKNİK VE EKONOMİK PRENSİPLERİ			
Kapalı Sistem			X
Açık ve Yarı Açık Sistem			
Model Sistem			
Sipariş Sistem			X
SİSTEMİN TEMEL YAPISAL PRENSİPLERİ			
Hücre Sistem			
Panel Sistem			
İskelet Sistem			X
Açıklama: Kapalı sistem olarak sipariş üzerine iskelet taşıyıcılı az katlı konut yapım sistemidir. Sistem ahşap iskelet yapıya benzer. Farkı ; Taşıyıcı malzemenin izolasyon değeri yüksek ahşap yerine iletken çelik ile yer değiştirmiş olmasıdır.Sistem en fazla 3 kata kadar kurulabilmektedir.			
3.2 SİSTEMİN UYGULANABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ			
Konut		X	
Eğitim yapıları		X	
Büro yapıları		X	
Hastane yapıları		X	
Maksimum Kat Sayısı		3	
Bodrum kat yapımı		Betonarme	

4. TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENLERİ (SUPPORT)

4.1 TEMELLER

Kazık temel	
Münferit temel	
Mütemadi temel	X
Keson	
Temel duvarı	
Radye	X



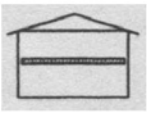
Açıklama : Dikmelerin üzerine oturduğu betonarme zemin üzerine, 15cm genişliğinde esnek lastik band iç ve dış duvar alt başlık profillerinin altına gelecek şekilde serilerek sistemin betonarme yüzeyden teması kesilir.

4.2 DÖŞEME BİLEŞENLERİ (Yatay Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil

Döşeme Kirişi Boyutları (C profil)

Yükseklik (mm)	200, 270
Galvanizli Levha Kesiti (mm)	1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)	55
Maks. Açıklık (cm)	720
Döşemeler İçin Kabul Edilebilir Yük (kg/m2)	300-500



Açıklama : Döşeme kirişi (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini artırmak için gerekirse iki adet döşeme kirişi C profili konulmaktadır. Elektrik ve su tesisatları, döşeme kirişlerinde açılan deliklerden geçirilerek, döşeme kesiti içinde çözülmektedir. Tavanı kapatmak için alçı levhalar döşeme kirişleri aksına ters aksta yerleştirilmiş olan omega profillerine monte edilmektedir. Omega profilleri fabrikada C ve U profillerinin hazırlandığı aynı roll-forming makinasında hazırlanmaktadır.

4.3 DUVAR BİLEŞENLERİ (Düşey Taşıyıcı Bileşenler)

Taşıyıcı Duvar Bileşenleri Tip	2	C Profil ve U Profil

Dikme Profili Boyutları (C profil)

Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)	100, 140
Yükseklik (cm)	275,300,330
Galvanizli Levha Kesiti (mm)	1, 1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)	55



Açıklama: Taşıyıcı duvar dikmesi (C profil) ve alt-üst başlık (U profil) olarak 2 tip duvar bileşeni vardır. Elektrik ve su tesisatları, taşıyıcı dikmelerde açılan deliklerden geçirilerek, duvar kesiti içinde çözülmektedir. Tesisat delik çapı 55 mm' dir. Yatay stabiliteyi sağlamak amacıyla çapraz kuşaklamalar ve C profil boyunduruk kullanılarak bina köşelerinde burkulma momentine karşı önlemler alınmaktadır.

4.4 ÇATI BİLEŞENLERİ (Çatı Mertekleri)

Teras Çatı		X
Eğimli Çatı		X
Çatı Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil

Çatı Kiriş (Mertek) Boyutları (C profil)

Yükseklik (y ekseninde) (mm)	140, 200
Galvanizli Levha Kesiti (mm)	1, 1.5, 2
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)	55
Maks. Açıklık (cm)	720



Açıklama : Çatı merteği (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip çatı döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini atırmak için gerekirse iki adet C profil çatı bileşeni konulmaktadır. Elektrik tesisatı, çatı merteğinde açılan deliklerden geçirilerek, çatı döşeme kesiti içinde çözülmektedir.

4.5 MERDİVEN, BALKON VE SAÇAK TAŞIYICISI

MERDİVENLER

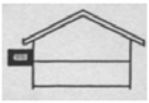
Geleneksel Yapı Elemanı			
Sisteme Özgü Bileşen			X
Sahanlık Döşemesinin Tipi			Boşluklu
Sahanlık Döşemesinin Taşınma Biçimi		Dikme profiller + döşeme kirişleri	
Merdiven Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Merdiven Taşıyıcı Dikme Boyutları (C Profil)			
Kalınlık (mm)			100, 140
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2
Merdiven Taşıyıcı Kiriş Boyutları (C Profil)			
Yükseklik (mm)			100, 140
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2
Merdiven Yuvası Boyutları	Şartnamelerin belirlediği boyutlarda		



Açıklama : Merdiven basamakları galvanize dikme profillere bağlanan kirişlerle teşkil edilmektedir. Merdiven taşıyıcısının üzeri (rıht ve basamak) osb ile kaplanmaktadır. Merdiven altları tesisat dolabı (kombi cihazı veya elektrik panosu) olarak kullanılmaktadır.

BALKONLAR

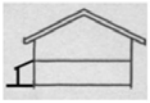
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Balkon			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Balkon			X
Geniş Açıklıklı Balkonların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Balkon Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			200, 270
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1.5, 2, 2.5
Konsolda Maks. Açıklık (cm)			150



Açıklama : Balkon döşeme profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek mümkündür, ancak kolonla desteklense de planlamada balkon çıkmaları 150 cm' yi geçmemektedir.

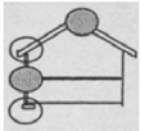
SAÇAKLAR

Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Saçak			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Saçak			X
Geniş Açıklıklı Saçakların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Saçak Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			200, 270
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2, 2.5
Çatı Saçağı Maksimum Konsol (cm)			150



Açıklama : Saçak profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek suretiyle teras üzerinde kendini taşıyan saçak yapmak mümkündür.

4.6 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Sistem Bileşenlerinin Birleşme Biçim ve Özellikleri (Düğüm Noktaları Özellikleri)	Sistem bileşenleri bulon veya vida ile birleştirilmektedir. Fabrikada hazırlanmış olan standart özel birleştirme elemanları ile bileşenlerin birbirine bağlantısı desteklenmektedir. Burkulmalara karşı duvar, döşeme ve çatı bileşenleri birbirine berkitme profili, köşebent ve lama ile bağlanmaktadır.	

4.7 KABUK BİLEŞENLER (kaplama)		
Kabuk Bileşenlerinin Teknik Ekonomik Niteliği		Genel Bileşen ve Hafif Malzemeler
Kabuk Bileşenleri Tip Sayısı	2	OSB ve Alçı Levha
1. OSB - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,11,15,18,22,25
En (cm)		122,125
Boy (cm)		244, 250
Açıklama: OSB levha binanın dış kabuğunun dışarıdan kaplanarak sarılması için kullanılır ve üzerine her türlü ısı yalıtımı ile cephe ve çatı kaplama malzemeleri monte edilebilinir. Ayrıca döşeme kirişleri üstüne monte edilir ve döşenen bu OSB levhaların üstüne strafor konarak ve straforun üzerine çimento esaslı şap dökülerek döşeme yüzeyi elde edilir. Ateşe dayanıklı OSB levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		
2. Alçı Levha - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,5-12,5-15
En (cm)		120
Boy (cm)		250,260,270,280,290,300
Açıklama: Alçı levha bina içinde duvar ve tavanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılır. Ateşe dayanıklı alçı levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		

5. TAMAMLAYICI BİLEŞENLER (INFILL)

5.1 İÇ BÖLÜCÜ BİLEŞENLER (TAŞIYICI OLMAYAN İÇ BÖLÜCÜLER)			
Bölücü Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		100	
Yükseklik (cm)		275,300,330	
Galvanizli Levha Kesiti		0,7	
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri		30	
Açıklama: Taşıyıcı dikme profili (C profil) ve alt-üst başlık olarak 2 tip bileşen bulunmaktadır. Üzeri alçıpan levha ile kaplanan bölücü duvar dikmeleri taşıyıcı sistemden bağımsız olarak kurulabilmekte ve tasarım esnekliği sağlamaktadır. Elektrik ve sıhhi tesisat iç bölücü duvar dikmelerinde açılan deliklerden geçirilerek,duvar kesiti içinde çözülmektedir.			

5.2 EKİPMAN BİLEŞENLER

SIHHİ TESİSAT		
Ekipman Bileşenleri		
Sistem Dışı Hazır Bileşen		X
Genel Bileşen		X
Teknik Bölücüler (tesisat şaftı)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	
Teknik Banketler(tesisat parapeti)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	

Açıklama : Sistem dışı genel hazır bileşenler (sıhhi tesisat boruları ve vitrifiye malzemeleri) kullanılmaktadır. Temiz su ve pis su boruları duvar dikmelerinde ve döşeme profillerinde açılan boşluklardan geçirilerek, yatayda ve düşeyde dolaşım sağlanmaktadır. Özellikle tuvalet pis su gideri, çapının en az 100mm olmasından dolayı sorun olmakta ve döşeme kirişleri arasından geçirilen özel şaft düzenlenerek çözümlenmektedir.

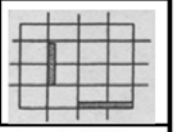
ISITMA HAVALANDIRMA		
Baca Boyutları		
En (cm)	40	
Boy (cm)	40	
Yükseklik	Serbest	
Hava Bacası Bileşen Malzemeleri		
Alçı Levha (Suya dayanıklı tip)	X	
OSB 3 (Rutubetli ortamlarda kullanılan tip)	X	
Ateş Bacası Bileşen Malzemeleri		
Alçı Levha (Ateşe dayanıklı tip)	X	
OSB (Ateşe dayanıklı tip)	X	
Isıtma Sistemi için Sıcak Su Boru Geçişi		
Duvardan		
Döşemeden	X	

Açıklama : Kombi cihazına bağlı olan sıcak su boruları döşeme üstü OSB üzerine serilmektedir. Şap dökülmesi ile döşeme içerisinde saklanmaktadır. Duvardan sıcak su borusu geçirilebilmekte ancak tercih edilmemektedir. İç mekanda şömine yapımı durumunda ateş tuğlası ile şömine teşkil edilmekte ve baca yukarıda tariflendiği şekilde yapılmaktadır.

DOĞRAMALAR (KAPI VE PENCERE)		
Sistem Dışı Hazır Bileşen		
Genel Bileşen		X
Açıklama : Sistem dışından herhangi bir doğrama profili kullanılabilir. Kapı boşlukları ve geniş pencere açıklıkları çift sıra duvar dikme profili ile desteklenmektedir.		X

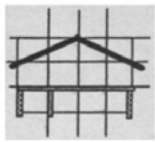
6. SİSTEM GEOMETRİSİ

6.1 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN YATAYDA BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Yatay Izgara		
Vaziyet Planı Izgarası Temel Modülü	Yok	
Taşıyıcı Sistem Izgarası Temel Modülü (cm)	35, 41, 49, 61	
İç Bölücülere İlişkin Izgara (cm)	35, 41, 49, 61	

Açıklama : Statik hesap sonucu gerekli duvar ve döşeme profilleri aralığına ilave olarak OSB ve alçıpan levha boyutuna bağlı olarak modüler koordinasyon oluşturulmaktadır. Taşıyıcı döşeme profil aksı ve duvar dikme profili aksı ızgaraya tam oturmaktadır.

6.2 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN DÜŞEYDE BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Düşey Izgara		
Izgara Temel Modülü (cm)	Yok	

Açıklama : Döşeme kirişleri yüksekliği = 200, 270 cm. Dikme yükseklikleri = 275, 300,330 cm. Pencere, kapı ve duvar boşluklarının oluşturulmasında mimariye bağlı kalınmaktadır.

7. SİSTEME İLİŞKİN ÖZEL DURUMLAR

Döşemelerde Değişik Nedenlerle Delik Açılması Durumu	Hava, ateş ve tesisat bacaları ve çatı arasına çıkış kapağı
Döşeme Deliği Boyutları	Yatay ızgara boyutlarına bağlı
Yan Yüklere Karşı Sistem Stabilitesini Sağlayan Elemanlar	Çapraz Gergi (Kuşaklama)
	Boyunduruk (C profil)
	OSB, Alçı Levha

Deprem Bölgesi Derecesi	1

Açıklama: Çapraz gergi (kuşaklama) ve boyunduruk bina duvarlarında köşelere yakın kısımlarda uygulanmaktadır. OSB ve alçı levhalar taşıyıcı düşey ve yatay profillere monte edilmesi ile sistemin stabilitesine yardımcı olurlar.

8. SİSTEME İLİŞKİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Yalıtım ve Ek Katmanlar (Yatay ve Düşey Bileşenlerde)	Sese İlişkin	X
	Isıya İlişkin	X

Açıklama: Döşemede OSB üstüne strafor, duvar profilleri arasına camyünü levha, çatı mertekleri arasına camyünü levha ve strafor konulmaktadır.

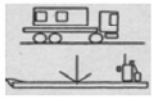
Kullanılan Bilgisayar Programları	

Sistemin Ulusal ve Uluslar arası Standart ve Şartnamelere Uygunluğu	
Uygun	X
Uygun Değil	

Açıklamalar; Söz Konusu Standart ve Şartnameler
AISI - LRFD 1996 EDITION
AISI (American Iron and Steel Institute) Specification For The Design of Cold Formed
TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri.
TS 648 Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları
DIN 4114
1997 Deprem şartnamesi (Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik)
TS 825 Bina ısı yalıtım kuralları
Galvanize sac standartları. ASTM A-653/A653M-1996 Standart Specification Sheet
Zinc-Coated (Galvanized) or Zinc-Iron (Galvanealed) by the Hot Dip Process
Vidalar ISO 9002 ve TS 2162 standartları

9. GERÇEKLEŞTİRME

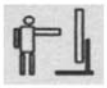
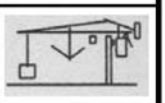
9.1 SİSTEMİN UYGULAMA KOŞULLARI

Yapım Organizasyonu			
Ekonomik Maks. Fabrika - Şantiye Uzaklığı	Km	Sınır yok	
	Saat	Sınır yok	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Bileşen Olarak)		20	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Panel Olarak)		4	
Taşıma Aracı	Hafif Tonajlı	X	
	Ağır Tonajlı	X	
Şantiye Fabrikası	Var		
	Yok	X	

Taşıyıcı Profillerin Şantiyede Yerinde Birleştirilmesi	X
Taşıyıcı Profillerin Fabrikada Birleştirilip Panel Haline Getirilmesi	X

Açıklama: Taşıyıcı profillerin fabrikada birleştirilerek duvar ve döşeme panellerinin oluşturulması şantiyede birleştirilmesine göre daha hızlı olmakta, ancak bir seferde nakledilebilecek taşıyıcı sistem bileşeni ağırlığı azaldığı için nakliye maliyetleri artmaktadır.

9.2 ŞANTİYE ORGANİZASYONU

Kullanılan Makinalar			
Montajda matkap ve elektrikli testere gibi el aletleri kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistemin panel olarak fabrikadan şantiyeye getirilmesi durumunda yalnızca çatı yapımında mobil vinç kullanılmaktadır.			
Kapasite			
Sipariş İçin Minimum Yapı Bloğu Sayısı		1	
1 Birim Konut İçin Yapım Süresi (temeller hariç) - (gün)		45	
Fabrikada Maksimum Bileşen Üretim Hacmi (ton/yıl)		4.000	
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (m2/yıl)		600.000	
100 Birim Konut İçin Fabrikada Üretim Süresi (gün)		30	
İş Gücü			
Vasıfsız (%)		70	
Vasıflı (%)		30	
Yerel İşgücü Kullanımı	Var	X	
	Yok		
İşbaşında Eğitilen İşçi	Var	X	
	Yok		
Yerel Müteahhitlerden Yararlanma	Var	X	
	Yok		

10. DAĞITIM / SATIŞ

Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Türkiye, KKTC, Romanya
Planlanan Pazar Bölgeleri	Bulgaristan, Güney Afrika, Kazakistan, Türkmenistan, Azerbaycan, Ukrayna, Rusya, Irak, İran
Her Bölge İçin Üretim Olanakları	Yalnızca Tekirdağ fabrikasında üretim var.
Bayilik Verme Çalışmaları	Var
Bayiler	Antalya - Aryol İnşaat
	Çanakkale - Lal Çelik

Açıklama; Bugüne kadar Türkiye' nin çeşitli bölgelerinde uygulamalar yapmış olan firma, Tekirdağ fabrikasında ürettiği profilleri Türkiye nin heryerine nakliye ederek yapım sistemi uygulamasını gerçekleştirebilmektedir. Tübitak ile ortak yürütülen "Afet Sonrası Geçici Konut Hızında Kalıcı Konut Yapımı" projesi, Türkiye Yapısal Çelik Derneği ile ortak yürütülen "Hafif Çelik Yapı Şartnamesi" çalışmaları ve "Hafif Çelik Konstrüksiyon ile 5 Katlı Bina Yapım Sistemi Geliştirilmesi" çalışmaları devam etmektedir.

11. BU GÜNE KADAR YAPILMIŞ UYGULAMALAR

Tamamlanan Birim Sayısı	Türkiye'de	250.000 m2
	Diğer Ülk.	15.000 m2
Prototip Üretim	Var	X
	Yok	
Mevsimsel Sınırlamalar	Var	
	Yok	X
Sipariş Üzerine Yalnızca Bileşen (Profil) Tedariki		
Girişimci Kuruluşun Yaptığı Hizmetler		
Bileşen (veya sistemin) İmalatı		X
Yapım Müteahhitliği		X
Alt Yapının Hazırlanması		X
Bileşen veya Sistemin Sevkiyatı		X
Tasarlama Hizmetleri (Yardımcı olma)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje-Sipariş Edilebilir)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje Sayısı)		38
Yapımdan Sonra Bakım Hizmetleri		
Kredi İpotek Hizmetleri		
Garanti Verme		**Malzeme**
Ortalama m2 Fiyatı (USD) (KDV Hariç)		
Kaba Yapı		200-250
İleri Kaba (Sıvalı, izolasyonlu)		300-325
Bitmiş		425-500

TAMAMLANMIŞ VE DEVAM EDEN UYGULAMALAR		m2
Adapazarı	Serdivan Konut Projesi - 22 adet 190 m2 villa	4180
Ankara	Oyak Villaları - 2 adet villa	316
Ankara	Ulus Pazar Yeri Çelik Çatı Konstrüksiyonu	1080
Ankara	Prodet Incek Villası	174
Ankara	Altungül Kent Sitesi, 51 adet x 240 m2	12240
Bolu	Bolu Dispanseri	650
Bingöl	TBMM Vakfı Bingöl Fen Lisesi	8200
Bingöl	49. Tugay Misafirhane Binası	1134
Bingöl	49. Tugay İdari Komuta Binaları ve Er Lojmanları	22000
Bolu	Mehmet Uzuner Evi	150
Çanakkale	Duzkoç Deposu	150
Çorlu	Nuryıldız Fabrikası Çelik Çatı Konstrüksiyonu	1000
Enez	Altınkum Kooperatifler Birliği, 258 adet x 80 m2	20640
Fethiye	Süleyman Özyer Konağı	1500
Göcek	Çarşı Kompleksi	1500
İstanbul	Saint Michael İlköğretim Okulu	300
İstanbul	Eston Bahçeşehir Ardıçlı Konutları - 180 m2' lik 90 adet villa	16200
İstanbul	Erke Mimarlık Deposu, Beylikdüzü	150
İstanbul	Art Proje Prestij Binası	472
İstanbul	Çakır Evi, Beylerbeyi	309
İstanbul	Sima Villaları - 52 adet villa (10x190m2, 32x238m2, 1x256m2)	9772
İstanbul	Saint Michel İlköğretim Okulu	300
İstanbul	Kardelen Evleri, Bahçeşehir 60 adetx188 m2, 18 adetx280 m2	16320
İzmit	Derbent Villaları - 18 adet 180 m2 villa	3240
İzmit	Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi İtfaiye Binası	566
İzmir	Yamaç Evler, 240 adet 250 m2 villa	60000
İzmir	Kelebek Özgecan Konut Yapı Kooperatifi, 31 Dönüm,26 Konut	3200
KKTC	D.A.Ü. Yurtları	3250
KKTC	D.A.Ü. LongSon Yurtları	10550
Sapanca	Akyıldız - Ciba Konutları - 2 adet villa (2x240m2)	480
Silivri	Dolunay Konutları - 36 adet 365 m2' lik villa	13320
Silivri	Zeytinsuyu Evleri 3. Etap 8 adet 236 m2 lik villa	1888
Tekirdağ	Ç.O.S. İtfaiye Binası	650
Romanya	Paradiso Verde	

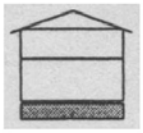
EK B 2 : Köşk Çelik Yapı Ltd. Şti.

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM ENVANTER FÖYÜ			Sistem No EK B-2
1. KURULUŞ			
Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Sahibi Kuruluş	Adı	Köşk Çelik Yapı Ltd. Şti.	
	Büro Ad.	Alt Kaynarca Yanyol Cad. No:186 81500 Pendik - İstanbul	
	Büro Tel.	0 216 390 47 77	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Taşıyıcı Profil Tedariki Sağlayan Kuruluş	Adı	Köşk Çelik Yapı Ltd. Şti.	
	Fabr. Ad.	Akşemsettin Mh. Atatürk Cd. Yüce Sk. No:6 81458 Sultanbeyli - İst.	
	Fabr. Tel.	0 216 487 35 61	
2. YAPIM SİSTEMİNİN TANIMI			
Endüstr. Yapım Sistemi	Adı	Steelife Galvanizli Hafif Çelik Yapım Sistemi	
	Orijinal		X
	Lisans		
	Lisans Türü	Sınırlı	
		Sınırsız	
Lisans Veren	Adı		
	Adresi		
3. SİSTEM			
3.1 SİSTEMİN AMAÇ VE PRENSİPLERİ			
SİSTEMİN AMAÇLARI			
Yerleşme ve ünite ölçeğinde planlama esnekliği			
Kalite - maliyet ilişkisini iyileştirmek			X
Mevcut kent dokusu içindeki uygulamalara olanak sağlamak			
Yapım hızını artırmak			X
Uluslar arası modüler koordinasyon kurallarına uymak			
Ulaşım ve montaj işlerinde ülke kaynak ve olanaklarını gözetmek			
Bina işletme masraflarını azaltmak			X
Geleneksel yapı ürünlerinin kullanımına da açık olmak			
SİSTEMİN TEKNİK VE EKONOMİK PRENSİPLERİ			
Kapalı Sistem			X
Açık ve Yarı Açık Sistem			
Model Sistem			
Sipariş Sistem			X
SİSTEMİN TEMEL YAPISAL PRENSİPLERİ			
Hücre Sistem			
Panel Sistem			
İskelet Sistem			X
Açıklama: Kapalı sistem olarak sipariş üzerine iskelet taşıyıcılı az katlı konut yapım sistemidir. Sistem ahşap iskelet yapıya benzer. Farkı ; Taşıyıcı malzemenin izolasyon değeri yüksek ahşap yerine iletken çelik ile yer değiştirmiş olmasıdır. Sistem en fazla 3 kata kadar kurulabilmektedir.			
3.2 SİSTEMİN UYGULANABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ			
Konut		X	
Eğitim yapıları		X	
Büro yapıları		X	
Hastane yapıları		X	
Maksimum Kat Sayısı		3	
Bodrum kat yapımı		Betonarme	

4. TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENLERİ (SUPPORT)

4.1 TEMELLER

Kazık temel	
Münferit temel	
Mütemadi temel	X
Keson	
Temel duvarı	
Radye	X



Açıklama : Dikmelerin üzerine oturduğu betonarme zemin üzerine, 15cm genişliğinde esnek lastik band iç ve dış duvar alt başlık profillerinin altına gelecek şekilde serilerek sistemin betonarme yüzeyden teması kesilir.

4.2 DÖŞEME BİLEŞENLERİ (Yatay Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Yükseklik (mm)		200, 250, 300
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		80
Maks. Açıklık (cm)		750
Döşemeler İçin Kabul Edilebilir Yük (kg/m2)		300-500



Açıklama : Döşeme kirişi (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini artırmak için gerekirse iki adet döşeme kirişi C profili konulmaktadır. Elektrik ve su tesisatları, döşeme kirişlerinde açılan deliklerden geçirilerek, döşeme kesiti içinde çözülmektedir. Tavanı kapatmak için alçı levhalar döşeme kirişleri aksına ters aksta yerleştirilmiş olan omega profillerine monte edilmektedir. Omega profilleri fabrikada C ve U profillerinin hazırlandığı aynı roll-forming makinasında hazırlanmaktadır.

4.3 DUVAR BİLEŞENLERİ (Düşey Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		100, 140
Yükseklik (cm)		280
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1, 1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		50



Açıklama: Taşıyıcı duvar dikmesi (C profil) ve alt-üst başlık (U profil) olarak 2 tip duvar bileşeni vardır. Elektrik ve su tesisatları, taşıyıcı dikmelerde açılan deliklerden geçirilerek, duvar kesiti içinde çözülmektedir. Yatay stabiliteyi sağlamak amacıyla çapraz kuşaklamalar ve C profil boyunduruk kullanılarak bina köşelerinde burkulma momentine karşı önlemler alınmaktadır.

4.4 ÇATI BİLEŞENLERİ (Çatı Mertekleri)

Teras Çatı		X
Eğimli Çatı		X
Çatı Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Yükseklik (mm)		150, 200
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1, 1.5, 2
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		50
Maks. Açıklık (cm)		750



Açıklama : Çatı merteği (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip çatı döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini atırmak için gerekirse iki adet C profil çatı bileşeni konulmaktadır. Elektrik tesisatı, çatı merteğinde açılan deliklerden geçirilerek, çatı döşeme kesiti içinde çözülmektedir.

4.5 MERDİVEN, BALKON VE SAÇAK TAŞIYICISI

MERDİVENLER

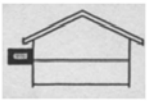
Geleneksel Yapı Elemanı			
Sisteme Özgü Bileşen			X
Sahanlık Döşemesinin Tipi			Boşluklu
Sahanlık Döşemesinin Taşınma Biçimi		Dikme profiller + döşeme kirişleri	
Merdiven Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Merdiven Taşıyıcı Dikme Boyutları (C Profil)			
Kalınlık (mm)			100, 140
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2
Merdiven Taşıyıcı Kiriş Boyutları (C Profil)			
Yükseklik (mm)			100, 140
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2
Merdiven Yuvası Boyutları	Şartnamelerin belirlediği boyutlarda		



Açıklama : Merdiven basamakları galvanize dikme profiller üzerine oturan kirişlerle teşkil edilmektedir. Merdiven taşıyıcısının üzeri (rıht ve basamak) osb ile kaplanmaktadır. Merdiven altları tesisat dolabı (kombi cihazı veya elektrik panosu) olarak kullanılmaktadır.

BALKONLAR

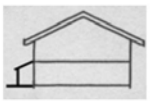
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Balkon			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Balkon			X
Geniş Açıklıklı Balkonların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Balkon Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			200, 270
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1.5, 2, 2.5
Konsolda Maks. Açıklık (cm)			150



Açıklama : Balkon döşeme profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek mümkündür, ancak kolonla desteklense de planlamada balkon çıkmaları 150 cm' yi geçmemektedir.

SAÇAKLAR

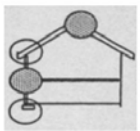
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Saçak			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Saçak			X
Geniş Açıklıklı Saçakların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Saçak Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			200, 270
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2, 2.5
Çatı Saçağı Maksimum Konsol (cm)			150



Açıklama : Saçak profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek suretiyle teras üzerinde kendini taşıyan saçak yapmak mümkündür.

4.6 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Sistem Bileşenlerinin Birleşme Biçim ve Özellikleri (Düğüm Noktaları Özellikleri)	Sistem bileşenleri bulon veya vida ile birleştirilmektedir. Fabrikada hazırlanmış olan standart özel birleştirme elemanları ile bileşenlerin birbirine bağlantısı desteklenmektedir. Burkulmalara karşı duvar, döşeme ve çatı bileşenleri birbirine berkitme profili, köşebent ve lama ile bağlanmaktadır.



4.7 KABUK BİLEŞENLER (kaplama)		
Kabuk Bileşenlerinin Teknik Ekonomik Niteliği		Genel Bileşen ve Hafif Malzemeler
Kabuk Bileşenleri Tip Sayısı	2	OSB ve Alçı Levha
1. OSB - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,11,15,18,22,25
En (cm)		122,125
Boy (cm)		244, 250
Açıklama: OSB levha binanın dış kabuğunun dışarıdan kaplanarak sarılması için kullanılır ve üzerine her türlü ısı yalıtımı ile cephe ve çatı kaplama malzemeleri monte edilebilinir. Ayrıca döşeme kirişleri üstüne monte edilir ve döşenen bu OSB levhaların üstüne strafor konarak ve straforun üzerine çimento esaslı şap dökülerek döşeme yüzeyi elde edilir. Ateşe dayanıklı OSB levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		
2. Alçı Levha - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,5-12,5-15
En (cm)		120
Boy (cm)		250,260,270,280,290,300
Açıklama: Alçı levha bina içinde duvar ve tavanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılır. Ateşe dayanıklı alçı levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		

5. TAMAMLAYICI BİLEŞENLER (INFILL)

5.1 İÇ BÖLÜCÜ BİLEŞENLER (TAŞIYICI OLMAYAN İÇ BÖLÜCÜLER)			
Bölücü Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		100	
Yükseklik (cm)		280	
Galvanizli Levha Kesiti		0,5-0,6	
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri		40	
Açıklama: Taşıyıcı dikme profili (C profil) ve alt-üst başlık olarak 2 tip bileşen bulunmaktadır. Üzeri alçıpan levha ile kaplanan bölücü duvar dikmeleri taşıyıcı sistemden bağımsız olarak kurulabilmekte ve tasarım esnekliği sağlamaktadır. Elektrik ve sıhhi tesisat iç bölücü duvar dikmelerinde açılan deliklerden geçirilerek,duvar kesiti içinde çözülmektedir.			

5.2 EKİPMAN BİLEŞENLER

SIHHİ TESİSAT

Ekipman Bileşenleri		
Sistem Dışı Hazır Bileşen		X
Genel Bileşen		X
Teknik Bölücüler (tesisat şaftı)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	
Teknik Banketler(tesisat parapeti)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	



Açıklama : Sistem dışı genel hazır bileşenler (sıhhi tesisat boruları ve vitrifiye malzemeleri) kullanılmaktadır. Temiz su ve pis su boruları duvar dikmelerinde ve döşeme profillerinde açılan boşluklardan geçirilerek, yatayda ve düşeyde dolaşım sağlanmaktadır. Özellikle tuvalet pis su gideri, çapının en az 100mm olmasından dolayı sorun olmakta ve döşeme kirişleri arasından geçirilen özel şaft düzenlenerek çözümlenmektedir.

ISITMA HAVALANDIRMA

Baca Boyutları	
En (cm)	
Boy (cm)	
Yükseklik	Serbest
Hava Bacası Bileşen Malzemeleri	
Alçı Levha (Suya dayanıklı tip)	X
OSB 3 (Rutubetli ortamlarda kullanılan tip)	X
Ateş Bacası Bileşen Malzemeleri	
Alçı Levha (Ateşe dayanıklı tip)	X
OSB (Ateşe dayanıklı tip)	X
Isıtma Sistemi için Sıcak Su Boru Geçişi	
Duvardan	
Döşemeden	X



Açıklama : Kombi cihazına bağlı olan sıcak su boruları döşeme üstü OSB üzerine serilmektedir. Şap dökülmesi ile döşeme içerisinde saklanmaktadır. Duvardan sıcak su borusu geçirilebilmekte ancak tercih edilmemektedir. İç mekanda şömine yapımı durumunda ateş tuğlası ile şömine teşkil edilmekte ve baca yukarıda tariflendiği şekilde yapılmaktadır.

DOĞRAMALAR (KAPI VE PENCERE)

Sistem Dışı Hazır Bileşen	X
Genel Bileşen	X

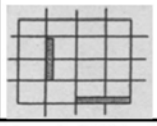


Açıklama : Sistem dışından herhangi bir doğrama profili kullanılabilir. Kapı boşlukları ve geniş pencere açıklıkları çift sıra duvar dikme profili ile desteklenmektedir.

6. SİSTEM GEOMETRİSİ

6.1 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN YATAYDA BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

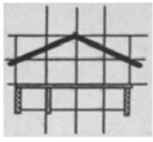
Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Yatay Izgara	
Vaziyet Planı Izgarası Temel Modülü	Yok
Taşıyıcı Sistem Izgarası Temel Modülü (cm)	41, 49, 61
İç Bölücülere İlişkin Izgara (cm)	41, 49, 61



Açıklama : Statik hesap sonucu gerekli duvar ve döşeme profilleri aralığına ilave olarak OSB ve alçıpan levha boyutuna bağlı olarak modüler koordinasyon oluşturulmaktadır. Taşıyıcı döşeme profil aksı ve duvar dikme profili aksı ızgaraya tam oturmaktadır.

6.2 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN DÜŞEYDE BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Düşey Izgara	
Izgara Temel Modülü (cm)	Yok



Açıklama : Döşeme kirişleri yüksekliği= 200, 250, 300 cm. Dikme yükseklikleri 280 cm. Pencere, kapı ve duvar boşluklarının oluşturulmasında mimariye bağlı kalınmaktadır.

7. SİSTEME İLİŞKİN ÖZEL DURUMLAR

Döşemelerde Değişik Nedenlerle Delik Açılması Durumu	Hava, ateş ve tesisat bacaları ve çatı arasına çıkış kapağı	
Döşeme Deliği Boyutları	Yatay ızgara boyutlarına bağlı	
Yan Yüklere Karşı Sistem Stabilitesini Sağlayan Elemanlar	Çapraz Gergi (Kuşaklama)	
	Boyunduruk (C profil)	
	OSB, Alçı Levha	
Deprem Bölgesi Derecesi		1

Açıklama: Çapraz gergi (kuşaklama) ve boyunduruk bina duvarlarında köşelere yakın kısımlarda uygulanmaktadır. OSB ve alçı levhalar taşıyıcı düşey ve yatay profillere monte edilmesi ile sistemin stabilitesine yardımcı olurlar.

8. SİSTEME İLİŞKİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Yalıtım ve Ek Katmanlar (Yatay ve Düşey Bileşenlerde)	Sese İlişkin	X
	Isıya İlişkin	X

Açıklama: Döşemede OSB üstüne strafor, duvar profilleri arasına camyünü levha, çatı mertekleri arasına camyünü levha ve strafor konulmaktadır.

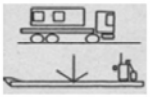
Sistemin Ulusal ve Uluslar arası Standart ve Şartnamelere Uygunluğu	
Uygun	X
Uygun Değil	

Açıklamalar; Söz Konusu Standart ve Şartnameler

- AISI - LFRD 1996 EDITION, Specification For The Design of Cold Formed
- AISC Standartları
- TS 11372 (Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan Çelik Yapıların Hesap Kuralları)
- TS 648 Çelik Yapıların hesap ve yapım kuralları
- TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
- TS 6793 Konutlar ve Kamu Binalarında Kullanım ve Yerleşim Yükleri
- TS ENV-1998 Depreme Dayanıklı Yapıların Projelendirilmesi Tedbirleri
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- TS 825 Bina Isı Yalıtım Kuralları

9. GERÇEKLEŞTİRME

9.1 SİSTEMİN UYGULAMA KOŞULLARI

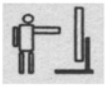
Yapım Organizasyonu			
Ekonomik Maks. Fabrika - Şantiye Uzaklığı	Km	Sınır yok	
	Saat	Sınır yok	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Bileşen Olarak)		20	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Panel Olarak)		4	
Taşıma Aracı	Hafif Tonajlı	X	
	Ağır Tonajlı	X	
Şantiye Fabrikası	Var		
	Yok	X	
Taşıyıcı Profillerin Şantiyede Yerinde Birleştirilmesi			X
Taşıyıcı Profillerin Fabrikada Birleştirilip Panel Haline Getirilmesi			X

Açıklama: Taşıyıcı profillerin fabrikada birleştirilerek duvar ve döşeme panellerinin oluşturulması şantiyede birleştirilmesine göre daha hızlı olmakta, ancak bir seferde nakledilebilecek taşıyıcı sistem bileşeni ağırlığı azaldığı için nakliye maliyetleri artmaktadır.

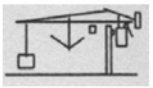
9.2 ŞANTİYE ORGANİZASYONU

Kullanılan Makinalar

Montajda matkap ve elektrikli testere gibi el aletleri kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistemin panel olarak fabrikadan şantiyeye getirilmesi durumunda yalnızca çatı yapımında mobil vinç kullanılmaktadır.



Kapasite



Sipariş İçin Minimum Yapı Bloğu Sayısı	1
1 Birim Konut İçin Yapım Süresi (temeller hariç) - (gün)	60
Fabrikada Maksimum Bileşen Üretim Hacmi (ton/yıl)	
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (konut/yıl)	5.000
100 Birim Konut İçin Fabrikada Üretim Süresi (gün)	8

İş Gücü



Vasıfsız (%)		70
Vasıflı (%)		30
Yerel İşgücü Kullanımı	Var	X
	Yok	
İşbaşında Eğitilen İşçi	Var	X
	Yok	
Yerel Müteahhitlerden Yararlanma	Var	X
	Yok	

10. DAĞITIM / SATIŞ

Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Türkiye, Yunanistan, Libya, Irak, Kazakistan
Planlanan Pazar Bölgeleri	Ortadoğu, Orta Asya, Balkanlar, Doğu Avrupa
Her Bölge İçin Üretim Olanakları	Yalnızca İstanbul fabrikasında üretim var.
Bayilik Verme Çalışmaları	Var
Bayiler	Ramel Prefabrik İnşaat San. Ve Tic. Ltd. Şti. / Muğla
	Seba Çırçır Tekstil İnşaat San. Tic. Ltd. Şti. / Kahramanmaraş
	Al-Buraq Company For Engineering And Const. Techn. Inc. / Benghazi - Libya

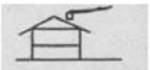
Açıklama; Bugüne kadar Türkiye' nin çeşitli bölgelerinde uygulamalar yapmış olan firma, İstanbul fabrikasında ürettiği profilleri Türkiye nin heryerine nakliye ederek yapım sistemi uygulamasını gerçekleştirebilmektedir. Köşk Çelik Yapı Ltd. Şti. tescili kendisine ait olan Steelife konut yapı sistemi markası ile kataloğunda bulunan tip proje ile veya mevcut projelere yardımcı olarak hafif çelik taşıyıcılı konut yapım sistemi üretimi gerçekleştirmekte ve ayrıca tescili kendisine ait olan Profacto özel yapı profilleri markası ile de sipariş üzerine yalnızca bileşen (profil) tedariki de sağlamaktdır.

11. BU GÜNE KADAR YAPILMIŞ UYGULAMALAR

Tamamlanan Birim Sayısı (m2)	Türkiye'de	12.960
	Diğer Ülk.	1.761
Prototip Üretim	Var	X
	Yok	
Mevsimsel Sınırlamalar	Var	
	Yok	X
Sipariş Üzerine Yalnızca Bileşen (Profil) Tedariki		X
Girişimci Kuruluşun Yaptığı Hizmetler		
Bileşen (veya sistemin) İmalatı		X
Yapım Müteahhitliği		X
Alt Yapının Hazırlanması		X
Bileşen veya Sistemin Sevkiyatı		X
Tasarlama Hizmetleri (Yardımcı olma)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje-Sipariş Edilebilir)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje Sayısı)		29
Yapımdan Sonra Bakım Hizmetleri		
Kredi İpotek Hizmetleri		
Garanti Verme		**Malzeme**
Ortalama m2 Fiyatı (USD) (KDV Hariç)		
Kaba Yapı		
İleri Kaba (Sıvalı, izolasyonlu)		800
Bitmiş		1000

TAMAMLANMIŞ VE DEVAM EDEN UYGULAMALAR			m2
ADAPAZARI	ATİLLA ŞARBAŞ - ABANT BİNASI		140
PENDİK	KİPTAŞ AŞ. - AYDOS BİNASI		243
SİLİVRİ	İHLAS HOLDİNG AŞ. - ÇATI KATLARI		633
PENDİK	VEFA MÜHENDİSLİK - SAFRANBOLU BİNASI		185
MARMARİS	MEHMET KOCAOĞLU - ABANT BİNASI		140
BAKIRKÖY	BEYAZ İNŞAAT - FLORYA BİNASI		437
GÜRPINAR	KARTEKS TEKSTİL - GÜRPINAR VİLLALARI		299
ANKARA	İLKADIM MÜHENDİSLİK - ÖZEL KONUT		130
K. MARAŞ	K.MARAŞ BELEDİYESİ - BAŞKANLIK KONUTU		300
İZMİR	S. CEM YÜCE - ABANT BİNASI		140
ÇANAKKALE	KALE GRUBU - ABANT BİNASI		140
BURSA	YÜKSELLER İNŞAAT - ABANT BİNASI		140
ÇAVUŞBAŞI	ÇAVUŞBAŞI BLD. BİNASI - HİZMET BİNASI		800
ÇAMLICA	NECAT İNŞAAT - ÇATI KATLARI		700
GÜRPINAR	HASAN YILMAZ - ÇATI KATLARI		960
IRAQ	ZAGROS COMPANY - HASTAHANE BİNASI		1350
YUNANİSTAN	YANİS DALAVİKAS - DUBLEX KONUT		160
KAZAKİSTAN	ORSEP İNŞAAT LTD ŞTİ. - AMERİKAN KÖŞKÜ		251
ÇANKIRI	İDRİS NAİM ŞAHİN - TEK KATLI KONUT		110
ANKARA	EFENDİ ESMER - KONUT		120
ŞİLE	HASAN YILMAZ - TEK KATLI KONUT		88
BEYKOZ	ÖZ ZENGİN DERİ - DUBLEX KONUT		350
BURSA	ÜMİT YÜKSEL - AMERİKAN KÖŞKÜ		200
TUZLA	SALEH TERSANESİ - ÇATI KATI		160
ADAPAZARI	BERİKÖY KONUTLARI - DUBLEX KONUT		800
İZMİR	SOYAK İNŞAAT AŞ. - TEK KATLI KONUT		120
ÇAVUŞBAŞI	MELİH KARASOY - ABANT BİNASI		140
ANKARA	YAŞAR YILMAZ - TEK KATLI KONUT		120
ÇANAKKALE	RAFETDİN BAHADIR - DUBLEX KONUT		160
BURSA	KENZEN İNŞAAT - DUBLEX KONUT		50
MAR. ADASI	ÖZAY DÖNMEZ - DUBLEX KONUT		110
ÇAMLICA	FAHRETTİN KOCA - ÇATI KATI		200
ÇAMLICA	MAHMUT AKBAL - ÇATI KATI		200
SİLİVRİ	HARUN KAPIYOLDAŞ - DUBLEX KONUT		230
SİLİVRİ	EKREM ŞİMŞEK - DUBLEX KONUT		230
SİLİVRİ	MÜFİT ŞİMŞEK - DUBLEX KONUT		230
ERZURUM	HASSA MÜHENDİSLİK - ÇARŞI		1200
ÇERKEZKÖY	AKYAPI İNŞAAT - ÇARŞI		900
SAPANCA	NECAT İNŞAAT - DBLX AMERİKAN EVİ		300
PROFACTO ÖZEL YAPI PROFİLLERİ		**PROFİL TİPİ**	**ton**
SİLİVRİ	NECAT İNŞAAT - Z PROFİL	Z	180
KATAR	ÇEÇEN İNŞAAT - C PROFİL	C	370
GAZİANTEP	BİMETAL -C PROFİL	C	20
KAZAKİSTAN	ALTINBOYNUZ İNŞAAT	ÖZEL PROFİL	20
GEBZE	MORRAF MAĞAZA DONANIM	HIGHRACK PROFİL	40
SAMANDIRA	PROEV YAPI	C	17

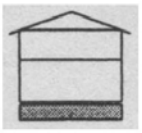
EK B.3 : Proev Yapı Endüstrisi San. Ve Tic. A.Ş.

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM ENVANTER FÖYÜ			Sistem No EK B-3
1. KURULUŞ			
Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Sahibi Kuruluş	Adı	Proev Yapı Endüstrisi San. Ve Tic. A.Ş.	
	Büro Ad.	Aydınlar Mah. Sultangazi Cad. No: 239 Tasdelen / Umraniye	
	Büro Tel.	0 216 484 57 01	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Taşıyıcı Profil Tedariki Sağlayan Kuruluş	Adı	Proev Yapı Endüstrisi San. Ve Tic. A.Ş.	
	Fabr. Ad.	Aydınlar Mah. Sultangazi Cad. No: 239 Tasdelen / Umraniye	
	Fabr. Tel.	0 216 484 57 01	
2. YAPIM SİSTEMİNİN TANIMI			
Endüstr. Yapım Sistemi	Adı	Proev Çelik Yapı Sistemleri	
	Orijinal		X
	Lisans		
	Lisans Türü	Sınırlı	
		Sınırsız	
Lisans Veren	Adı		
	Adresi		
3. SİSTEM			
3.1 SİSTEMİN AMAÇ VE PRENSİPLERİ			
SİSTEMİN AMAÇLARI			
Yerleşme ve ünite ölçeğinde planlama esnekliği			
Kalite - maliyet ilişkisini iyileştirmek			X
Mevcut kent dokusu içindeki uygulamalara olanak sağlamak			
Yapım hızını artırmak			X
Uluslar arası modüler koordinasyon kurallarına uymak			
Ulaşım ve montaj işlerinde ülke kaynak ve olanaklarını gözetmek			
Bina işletme masraflarını azaltmak			X
Geleneksel yapı ürünlerinin kullanımına da açık olmak			
SİSTEMİN TEKNİK VE EKONOMİK PRENSİPLERİ			
Kapalı Sistem			X
Açık ve Yarı Açık Sistem			
Model Sistem			
Sipariş Sistem			X
SİSTEMİN TEMEL YAPISAL PRENSİPLERİ			
Hücre Sistem			
Panel Sistem			
İskelet Sistem			X
Açıklama: Kapalı sistem olarak sipariş üzerine iskelet taşıyıcılı az katlı konut yapım sistemidir. Sistem ahşap iskelet yapıya benzer. Farkı ; Taşıyıcı malzemenin izolasyon değeri yüksek ahşap yerine iletken çelik ile yer değiştirmiş olmasıdır. Sistem en fazla 3 kata kadar kurulabilmektedir.			
3.2 SİSTEMİN UYGULANABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ			
Konut		X	
Eğitim yapıları		X	
Büro yapıları		X	
Hastane yapıları		X	
Maksimum Kat Sayısı		3	
Bodrum kat yapımı		Betonarme	

4. TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENLERİ (SUPPORT)

4.1 TEMELLER

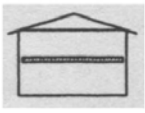
Kazık temel	
Münferit temel	
Mütemadi temel	X
Keson	
Temel duvarı	
Radye	X



Açıklama : Dikmelerin üzerine oturduğu betonarme zemin üzerine, 15cm genişliğinde esnek lastik band iç ve dış duvar alt başlık profillerinin altına gelecek şekilde serilerek sistemin betonarme yüzeyden teması kesilir.

4.2 DÖŞEME BİLEŞENLERİ (Yatay Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Yükseklik (mm)		250
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		50
Maks. Açıklık (cm)		700
Döşemeler İçin Kabul Edilebilir Yük (kg/m2)		



Açıklama : Döşeme kirişi (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini artırmak için gerekirse iki adet döşeme kirişi C profili konulmaktadır. Elektrik ve su tesisatları, döşeme kirişlerinde açılan deliklerden geçirilerek, döşeme kesiti içinde çözülmektedir. Tavanı kapatmak için alçı levhalar döşeme kirişleri aksına ters aksta yerleştirilmiş olan omega profillerine monte edilmektedir. Omega profilleri fabrikada C ve U profillerinin hazırlandığı aynı roll-forming makinasında hazırlanmaktadır.

4.3 DUVAR BİLEŞENLERİ (Düşey Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		144
Yükseklik (cm)		280, 290, 300
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1, 1.5, 2
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		50



Açıklama: Taşıyıcı duvar dikmesi (C profil) ve alt-üst başlık (U profil) olarak 2 tip duvar bileşeni vardır. Elektrik ve su tesisatları, taşıyıcı dikmelerde açılan deliklerden geçirilerek, duvar kesiti içinde çözülmektedir. Yatay stabiliteyi sağlamak amacıyla çapraz kuşaklamalar ve C profil boyunduruk kullanılarak bina köşelerinde burkulma momentine karşı önlemler alınmaktadır.

4.4 ÇATI BİLEŞENLERİ (Çatı Mertekleri)

Teras Çatı		X
Eğimli Çatı		X
Çatı Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Yükseklik (y ekseninde) (mm)		150, 200, 220, 250
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1, 1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		50
Maks. Açıklık (cm)		700



Açıklama : Çatı merteği (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip çatı döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini atırmak için gerekirse iki adet C profil çatı bileşeni konulmaktadır. Elektrik tesisatı, çatı merteğinde açılan deliklerden geçirilerek, çatı döşeme kesiti içinde çözülmektedir.

4.5 MERDİVEN, BALKON VE SAÇAK TAŞIYICISI

MERDİVENLER

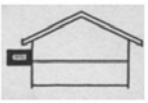
Geleneksel Yapı Elemanı			
Sisteme Özgü Bileşen			X
Sahanlık Döşemesinin Tipi			Boşluklu
Sahanlık Döşemesinin Taşınma Biçimi		Dikme profiller + döşeme kirişleri	
Merdiven Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Merdiven Taşıyıcı Dikme Boyutları (C Profil)			
Kalınlık (mm)			144
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2, 2.5
Merdiven Taşıyıcı Kiriş Boyutları (C Profil)			
Yükseklik (mm)			100, 144
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1.5, 2, 2.5
Merdiven Yuvası Boyutları	Şartnamelerin belirlediği boyutlarda		



Açıklama : Merdiven basamakları galvanize dikme profiller üzerine oturan kirişlerle teşkil edilmektedir. Merdiven taşıyıcısının üzeri (rıht ve basamak) osb ile kaplanmaktadır. Merdiven altları tesisat dolabı (kombi cihazı veya elektrik panosu) olarak kullanılmaktadır.

BALKONLAR

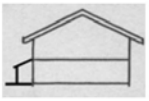
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Balkon			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Balkon			X
Geniş Açıklıklı Balkonların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Balkon Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			250
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1.5, 2, 2.5
Konsolda Maks. Açıklık (cm)			150



Açıklama : Balkon döşeme profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek mümkündür, ancak kolonla desteklense de planlamada balkon çıkmaları 150 cm' yi geçmemektedir.

SAÇAKLAR

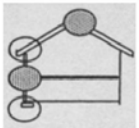
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Saçak			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Saçak			X
Geniş Açıklıklı Saçakların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Saçak Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			250
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2, 2.5
Çatı Saçağı Maksimum Konsol (cm)			150



Açıklama : Saçak profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek suretiyle teras üzerinde kendini taşıyan saçak yapmak mümkündür.

4.6 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Sistem Bileşenlerinin Birleşme Biçim ve Özellikleri (Düğüm Noktaları Özellikleri)	Sistem bileşenleri bulon veya vida ile birleştirilmektedir. Fabrikada hazırlanmış olan standart özel birleştirme elemanları ile bileşenlerin birbirine bağlantısı desteklenmektedir. Burkulmalara karşı duvar, döşeme ve çatı bileşenleri birbirine berkitme profili, köşebent ve lama ile bağlanmaktadır.	



4.7 KABUK BİLEŞENLER (kaplama)		
Kabuk Bileşenlerinin Teknik Ekonomik Niteliği		Genel Bileşen ve Hafif Malzemeler
Kabuk Bileşenleri Tip Sayısı	2	OSB ve Alçı Levha
1. OSB - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,11,15,18,22,25
En (cm)		122,125
Boy (cm)		244, 250
Açıklama: OSB levha binanın dış kabuğunun dışarıdan kaplanarak sarılması için kullanılır ve üzerine her türlü ısı yalıtımı ile cephe ve çatı kaplama malzemeleri monte edilebilinir. Ayrıca döşeme kirişleri üstüne monte edilir ve döşenen bu OSB levhaların üstüne strafor konarak ve straforun üzerine çimento esaslı şap dökülerek döşeme yüzeyi elde edilir. Ateşe dayanıklı OSB levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		
2. Alçı Levha - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,5-12,5-15
En (cm)		120
Boy (cm)		250,260,270,280,290,300
Açıklama: Alçı levha bina içinde duvar ve tavanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılır. Ateşe dayanıklı alçı levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		

5. TAMAMLAYICI BİLEŞENLER (INFILL)

5.1 İÇ BÖLÜCÜ BİLEŞENLER (TAŞIYICI OLMAYAN İÇ BÖLÜCÜLER)			
Bölücü Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		100	
Yükseklik (cm)		280, 290, 300	
Galvanizli Levha Kesiti		0,5-0,6	
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri		35	
Açıklama: Taşıyıcı dikme profili (C profil) ve alt-üst başlık olarak 2 tip bileşen bulunmaktadır. Üzeri alçıpan levha ile kaplanan bölücü duvar dikmeleri taşıyıcı sistemden bağımsız olarak kurulabilmekte ve tasarım esnekliği sağlamaktadır. Elektrik ve sıhhi tesisat iç bölücü duvar dikmelerinde açılan deliklerden geçirilerek,duvar kesiti içinde çözülmektedir.			

5.2 EKİPMAN BİLEŞENLER

SIHHİ TESİSAT

Ekipman Bileşenleri		
Sistem Dışı Hazır Bileşen		X
Genel Bileşen		X
Teknik Bölücüler (tesisat şaftı)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	
Teknik Banketler(tesisat parapeti)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	



Açıklama : Sistem dışı genel hazır bileşenler (sıhhi tesisat boruları ve vitrifiye malzemeleri) kullanılmaktadır. Temiz su ve pis su boruları duvar dikmelerinde ve döşeme profillerinde açılan boşluklardan geçirilerek, yatayda ve düşeyde dolaşım sağlanmaktadır. Özellikle tuvalet pis su gideri, çapının en az 100mm olmasından dolayı sorun olmakta ve döşeme kirişleri arasından geçirilen özel şaft düzenlenerek çözümlenmektedir.

ISITMA HAVALANDIRMA

Baca Boyutları	
En (cm)	40, 50
Boy (cm)	40, 50
Yükseklik	Serbest
Hava Bacası Bileşen Malzemeleri	
Alçı Levha (Suya dayanıklı tip)	X
OSB 3 (Rutubetli ortamlarda kullanılan tip)	X
Ateş Bacası Bileşen Malzemeleri	
Alçı Levha (Ateşe dayanıklı tip)	X
OSB (Ateşe dayanıklı tip)	X
Isıtma Sistemi için Sıcak Su Boru Geçişi	
Duvardan	
Döşemeden	X



Açıklama : Kombi cihazına bağlı olan sıcak su boruları döşeme üstü OSB üzerine serilmektedir. Şap dökülmesi ile döşeme içerisinde saklanmaktadır. Duvardan sıcak su borusu geçirilebilmekte ancak tercih edilmemektedir. İç mekanda şömine yapımı durumunda ateş tuğlası ile şömine teşkil edilmekte ve baca yukarıda tariflendiği şekilde yapılmaktadır.

DOĞRAMALAR (KAPI VE PENCERE)

Sistem Dışı Hazır Bileşen	X
Genel Bileşen	X

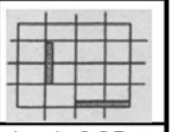


Açıklama : Sistem dışından herhangi bir doğrama profili kullanılabilir. Kapı boşlukları ve geniş pencere açıklıkları çift sıra duvar dikme profili ile desteklenmektedir.

6. SİSTEM GEOMETRİSİ

6.1 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN YATAYDA BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

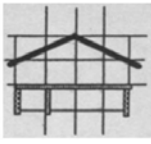
Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Yatay Izgara	
Vaziyet Planı Izgarası Temel Modülü	Yok
Taşıyıcı Sistem Izgarası Temel Modülü (cm)	41, 49, 61
İç Bölücülere İlişkin Izgara (cm)	41, 49, 61



Açıklama : Statik hesap sonucu gerekli duvar ve döşeme profilleri aralığına ilave olarak OSB ve alçıpan levha boyutuna bağlı olarak modüler koordinasyon oluşturulmaktadır. Taşıyıcı döşeme profil aksı ve duvar dikme profili aksı ızgaraya tam oturmaktadır.

6.2 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN DÜŞEYDE BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Düşey Izgara	
Izgara Temel Modülü (cm)	Yok



Açıklama : Döşeme kirişleri yüksekliği 250 cm. Dikme yükseklikleri 280, 290, 300 cm. Pencere, kapı ve duvar boşluklarının oluşturulmasında mimariye bağlı kalınmaktadır.

7. SİSTEME İLİŞKİN ÖZEL DURUMLAR

Döşemelerde Değişik Nedenlerle Delik Açılması Durumu	Hava, ateş ve tesisat bacaları ve çatı arasına çıkış kapağı	
Döşeme Deliği Boyutları	Yatay ızgara boyutlarına bağlı	
Yan Yüklere Karşı Sistem Stabilitesini Sağlayan Elemanlar	Çapraz Gergi (Kuşaklama)	
	Boyunduruk (C profil)	
	OSB, Alçı Levha	
Deprem Bölgesi Derecesi		1

Açıklama: Çapraz gergi (kuşaklama) ve boyunduruk bina duvarlarında köşelere yakın kısımlarda uygulanmaktadır. OSB ve alçı levhalar taşıyıcı düşey ve yatay profillere monte edilmesi ile sistemin stabilitesine yardımcı olurlar.

8. SİSTEME İLİŞKİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Yalıtım ve Ek Katmanlar (Yatay ve Düşey Bileşenlerde)	Sese İlişkin	X
	Isıya İlişkin	X

Açıklama: Döşemede OSB üstüne strafor, duvar profilleri arasına camyünü levha, çatı mertekleri arasına camyünü levha ve strafor konulmaktadır.

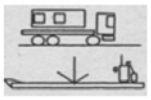
Sistemin Ulusal ve Uluslar arası Standart ve Şartnamelere Uygunluğu	
Uygun	X
Uygun Değil	

Açıklamalar; Söz Konusu Standart ve Şartnameler

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- AISI - LFRD 1996 EDITION; AISI (American Iron and Steel Institute) Soğuk şekil verilmiş çelik yapı elemanları boyutlandırılması standardı (Specification For The Design of Cold Formed)
- TS 648 Çelik Yapıların hesap ve yapım kuralları
- TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
- TS 11372 (Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan Çelik Yapıların Hesap Kuralları)
- TS 825 Bina Isı Yalıtım Kuralları

9. GERÇEKLEŞTİRME

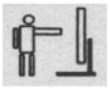
9.1 SİSTEMİN UYGULAMA KOŞULLARI

Yapım Organizasyonu			
Ekonomik Maks. Fabrika - Şantiye Uzaklığı	Km	Sınır yok	
	Saat	Sınır yok	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Bileşen Olarak)		20	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Panel Olarak)		4	
Taşıma Aracı	Hafif Tonajlı	X	
	Ağır Tonajlı	X	
Şantiye Fabrikası	Var		
	Yok	X	
Taşıyıcı Profillerin Şantiyede Yerinde Birleştirilmesi			X
Taşıyıcı Profillerin Fabrikada Birleştirilip Panel Haline Getirilmesi			X

Açıklama: Taşıyıcı profillerin fabrikada birleştirilerek duvar ve döşeme panellerinin oluşturulması şantiyede birleştirilmesine göre daha hızlı olmakta, ancak bir seferde nakledilebilecek taşıyıcı sistem bileşeni ağırlığı azaldığı için nakliye maliyetleri artmaktadır.

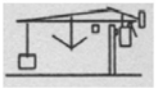
9.2 ŞANTİYE ORGANİZASYONU

Kullanılan Makinalar



Montajda matkap ve elektrikli testere gibi el aletleri kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistemin panel olarak fabrikadan şantiyeye getirilmesi durumunda yalnızca çatı yapımında mobil vinç kullanılmaktadır.

Kapasite



Sipariş İçin Minimum Yapı Bloğu Sayısı	1
1 Birim Konut İçin Yapım Süresi (temeller hariç) - (gün)	60
Fabrikada Maksimum Bileşen Üretim Hacmi (ton/yıl)	1.500
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (m2/yıl)	250.000
100 Birim Konut İçin Fabrikada Üretim Süresi (gün)	25

İş Gücü



Vasıfsız (%)		70
Vasıflı (%)		30
Yerel İşgücü Kullanımı	Var	X
	Yok	
İşbaşında Eğitilen İşçi	Var	X
	Yok	
Yerel Müteahhitlerden Yararlanma	Var	X
	Yok	

10. DAĞITIM / SATIŞ

Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Türkiye
Planlanan Pazar Bölgeleri	Bulgaristan, Romanya, Ukrayna, Kazakistan, Irak
Her Bölge İçin Üretim Olanakları	Yalnızca İstanbul fabrikasında üretim var.
Bayilik Verme Çalışmaları	Var
Bayiler	

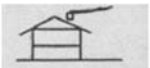
Açıklama; Bugüne kadar Türkiye' nin çeşitli bölgelerinde uygulamalar yapmış olan firma, İstanbul fabrikasında ürettiği profilleri Türkiye nin heryerine nakliye ederek yapım sistemi uygulamasını gerçekleştirebilmektedir.

11. BU GÜNE KADAR YAPILMIŞ UYGULAMALAR

Tamamlanan Birim Sayısı	Türkiye'de	1000
	Diğer Ülk.	
Prototip Üretim	Var	X
	Yok	
Mevsimsel Sınırlamalar	Var	
	Yok	X
Sipariş Üzerine Yalnızca Bileşen (Profil) Tedariki		
Girişimci Kuruluşun Yaptığı Hizmetler		
Bileşen (veya sistemin) İmalatı		X
Yapım Müteahhitliği		X
Alt Yapının Hazırlanması		X
Bileşen veya Sistemin Sevkiyatı		X
Tasarlama Hizmetleri (Yardımcı olma)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje-Sipariş Edilebilir)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje Sayısı)		21
Yapımdan Sonra Bakım Hizmetleri		
Kredi İpotek Hizmetleri		
Garanti Verme		**Malzeme**
Ortalama m2 Fiyatı (USD) (KDV Hariç)		
Kaba Yapı		125
İleri Kaba (Sıvalı, izolasyonlu)		350
Bitmiş		500

TAMAMLANMIŞ VE DEVAM EDEN UYGULAMALAR		m2
Boyalık	Weekend Evleri	
Çatalca	Çatalca Melissa Evleri	
İstanbul	Cemil Çalışkan Evi	
İstanbul	Fuar evi - İstanbul Yapı Fuarı 2006	
Kumburgaz	Zeytinsuyu Tepesi Evleri	
Tuzla	Ahmet Nadir Görgül Binası	
Yeniçiftlik	Kadir Ünal Evi	

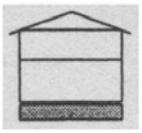
EK B.4 : Bade Çelik Konstrüksiyon İnşaat San. Tic. Ltd.

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM ENVANTER FÖYÜ			**Sistem No**
			EK B-4
1. KURULUŞ			
Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Sahibi Kuruluş	Adı	Bade Çelik Konstrüksiyon İnşaat San. Tic. Ltd.	
	Büro Ad.	Birlik Mahallesi 15. Sokak No:11 06610 Çankaya / Ankara	
	Büro Tel.	0 312 439 08 60	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Taşıyıcı Profil Tedariki Sağlayan Kuruluş	Adı	Bade Çelik Konstrüksiyon İnşaat San. Tic. Ltd.	
	Fabr. Ad.	Karaca Sokak No:32/7 Gaziosmanpaşa / Ankara	
	Fabr. Tel.		
2. YAPIM SİSTEMİNİN TANIMI			
Endüstr. Yapım Sistemi	Adı	Bade Çelik Konstrüksiyon	
	Orijinal		X
	Lisans		
	Lisans Türü	Sınırlı	
		Sınırsız	
Lisans Veren	Adı		
	Adresi		
3. SİSTEM			
3.1 SİSTEMİN AMAÇ VE PRENSİPLERİ			
SİSTEMİN AMAÇLARI			
Yerleşme ve ünite ölçeğinde planlama esnekliği			
Kalite - maliyet ilişkisini iyileştirmek			X
Mevcut kent dokusu içindeki uygulamalara olanak sağlamak			
Yapım hızını artırmak			X
Uluslar arası modüler koordinasyon kurallarına uymak			
Ulaşım ve montaj işlerinde ülke kaynak ve olanaklarını gözetmek			
Bina işletme masraflarını azaltmak			X
Geleneksel yapı ürünlerinin kullanımına da açık olmak			
SİSTEMİN TEKNİK VE EKONOMİK PRENSİPLERİ			
Kapalı Sistem			X
Açık ve Yarı Açık Sistem			
Model Sistem			
Sipariş Sistem			X
SİSTEMİN TEMEL YAPISAL PRENSİPLERİ			
Hücre Sistem			
Panel Sistem			
İskelet Sistem			X
Açıklama: Kapalı sistem olarak sipariş üzerine iskelet taşıyıcılı az katlı konut yapım sistemidir. Sistem ahşap iskelet yapıya benzer. Farkı ; Taşıyıcı malzemenin izolasyon değeri yüksek ahşap yerine iletken çelik ile yer değiştirmiş olmasıdır. Sistem en fazla 3 kata kadar kurulabilmektedir.			
3.2 SİSTEMİN UYGULANABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ			
Konut		X	
Eğitim yapıları		X	
Büro yapıları		X	
Hastane yapıları		X	
Maksimum Kat Sayısı		3	
Bodrum kat yapımı		Betonarme	

4. TAŞIYICI SİSTEM BİLEŞENLERİ (SUPPORT)

4.1 TEMELLER

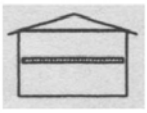
Kazık temel	
Münferit temel	
Mütemadi temel	X
Keson	
Temel duvarı	
Radye	X



Açıklama : Dikmelerin üzerine oturduğu betonarme zemin üzerine, 15cm genişliğinde esnek lastik band iç ve dış duvar alt başlık profillerinin altına gelecek şekilde serilerek sistemin betonarme yüzeyden teması kesilir.

4.2 DÖŞEME BİLEŞENLERİ (Yatay Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Yükseklik (mm)		200, 250, 300
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		70
Maks. Açıklık (cm)		750
Döşemeler İçin Kabul Edilebilir Yük (kg/m2)		



Açıklama : Döşeme kirişi (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini artırmak için gerekirse iki adet döşeme kirişi C profili konulmaktadır. Elektrik ve su tesisatları, döşeme kirişlerinde açılan deliklerden geçirilerek, döşeme kesiti içinde çözülmektedir. Tavanı kapatmak için alçı levhalar döşeme kirişleri aksına ters aksta yerleştirilmiş olan omega profillerine monte edilmektedir. Omega profilleri fabrikada C ve U profillerinin hazırlandığı aynı roll-forming makinasında hazırlanmaktadır.

4.3 DUVAR BİLEŞENLERİ (Düşey Taşıyıcı Bileşenler)

Döşeme Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		100, 150
Yükseklik (cm)		280, 290
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1, 1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		50



Açıklama: Taşıyıcı duvar dikmesi (C profil) ve alt-üst başlık (U profil) olarak 2 tip duvar bileşeni vardır. Elektrik ve su tesisatları, taşıyıcı dikmelerde açılan deliklerden geçirilerek, duvar kesiti içinde çözülmektedir. Yatay stabiliteyi sağlamak amacıyla çapraz kuşaklamalar ve C profil boyunduruk kullanılarak bina köşelerinde burkulma momentine karşı önlemler alınmaktadır.

4.4 ÇATI BİLEŞENLERİ (Çatı Mertekleri)

Teras Çatı		X
Eğimli Çatı		X
Çatı Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)		
Yükseklik (y ekseninde) (mm)		150, 200
Galvanizli Levha Kesiti (mm)		1, 1.5, 2, 2.5
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri - R (mm)		70
Maks. Açıklık (cm)		750



Açıklama : Çatı merteği (C profil) ve başlık (U profil) olarak 2 tip çatı döşeme bileşeni vardır. Statik hesaba göre yük taşıma kapasitesini atırmak için gerekirse iki adet C profil çatı bileşeni konulmaktadır. Elektrik tesisatı, çatı merteğinde açılan deliklerden geçirilerek, çatı döşeme kesiti içinde çözülmektedir.

4.5 MERDİVEN, BALKON VE SAÇAK TAŞIYICISI

MERDİVENLER

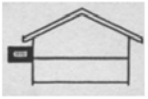
Geleneksel Yapı Elemanı			
Sisteme Özgü Bileşen			X
Sahanlık Döşemesinin Tipi			Boşluklu
Sahanlık Döşemesinin Taşınma Biçimi		Dikme profiller + döşeme kirişleri	
Merdiven Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Merdiven Taşıyıcı Dikme Boyutları (C Profil)			
Kalınlık (mm)			100, 150
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2
Merdiven Taşıyıcı Kiriş Boyutları (C Profil)			
Yükseklik (mm)			100, 140
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2
Merdiven Yuvası Boyutları	Şartnamelerin belirlediği boyutlarda		



Açıklama : Merdiven basamakları galvanize dikme profiller üzerine oturan kirişlerle teşkil edilmektedir. Merdiven taşıyıcısının üzeri (rıht ve basamak) osb ile kaplanmaktadır. Merdiven altları tesisat dolabı (kombi cihazı veya elektrik panosu) olarak kullanılmaktadır.

BALKONLAR

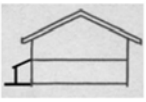
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Balkon			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Balkon			X
Geniş Açıklıklı Balkonların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Balkon Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			200, 250, 300
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1.5, 2, 2.5
Konsolda Maks. Açıklık (cm)			150



Açıklama : Balkon döşeme profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek mümkündür, ancak kolonla desteklense de planlamada balkon çıkmaları 150 cm' yi geçmemektedir.

SAÇAKLAR

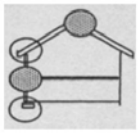
Sistemin Yatay Taşıyıcı Bileşenlerinin Devamı Olan Saçak			X
Zeminden Başlayan Kendini Taşıyan Saçak			X
Geniş Açıklıklı Saçakların Hadde Profili Kolonlarla Desteklenmesi			
Saçak Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Yükseklik (mm)			200, 250, 300
Galvanizli Levha Kesiti (mm)			1, 1.5, 2, 2.5
Çatı Saçağı Maksimum Konsol (cm)			150



Açıklama : Saçak profilleri sistemin yatay taşıyıcı bileşenlerinin devamı niteliğindedir. Ayrıca köşe kolonlarla desteklemek suretiyle teras üzerinde kendini taşıyan saçak yapmak mümkündür.

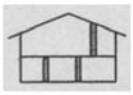
4.6 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN BİRLEŞTİRİLMESİ

Sistem Bileşenlerinin Birleşme Biçim ve Özellikleri (Düğüm Noktaları Özellikleri)	Sistem bileşenleri bulon veya vida ile birleştirilmektedir. Fabrikada hazırlanmış olan standart özel birleştirme elemanları ile bileşenlerin birbirine bağlantısı desteklenmektedir. Burkulmalara karşı duvar, döşeme ve çatı bileşenleri birbirine berkitme profili, köşebent ve lama ile bağlanmaktadır.



4.7 KABUK BİLEŞENLER (kaplama)		
Kabuk Bileşenlerinin Teknik Ekonomik Niteliği		Genel Bileşen ve Hafif Malzemeler
Kabuk Bileşenleri Tip Sayısı	2	OSB ve Alçı Levha
1. OSB - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,11,15,18,22,25
En (cm)		122,125
Boy (cm)		244, 250
Açıklama: OSB levha binanın dış kabuğunun dışarıdan kaplanarak sarılması için kullanılır ve üzerine her türlü ısı yalıtımı ile cephe ve çatı kaplama malzemeleri monte edilebilinir. Ayrıca döşeme kirişleri üstüne monte edilir ve döşenen bu OSB levhaların üstüne strafor konarak ve straforun üzerine çimento esaslı şap dökülerek döşeme yüzeyi elde edilir. Ateşe dayanıklı OSB levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		
2. Alçı Levha - Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar		
Kalınlık (mm)		9,5-12,5-15
En (cm)		120
Boy (cm)		250,260,270,280,290,300
Açıklama: Alçı levha bina içinde duvar ve tavanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılır. Ateşe dayanıklı alçı levhalar ateş bacalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Duvar ve döşeme taşıyıcı profillerine monte edilmesi, taşıyıcı sistemin burkulma kuvvetlerine karşı rijitliğini artırmaya yardımcı olmaktadır.		

5. TAMAMLAYICI BİLEŞENLER (INFILL)

5.1 İÇ BÖLÜCÜ BİLEŞENLER (TAŞIYICI OLMAYAN İÇ BÖLÜCÜLER)			
Bölücü Bileşenleri Tip Sayısı	2	C Profil ve U Profil	
Standartlaştırılmış (tipleştirilmiş) Boyutlar (C profil)			
Kalınlık (Duvar Kalınlığı) (mm)		100	
Yükseklik (cm)		280, 290	
Galvanizli Levha Kesiti		0.5, 0.6	
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri		30	
Açıklama: Taşıyıcı dikme profili (C profil) ve alt-üst başlık olarak 2 tip bileşen bulunmaktadır. Üzeri alçıpan levha ile kaplanan bölücü duvar dikmeleri taşıyıcı sistemden bağımsız olarak kurulabilmekte ve tasarım esnekliği sağlamaktadır. Elektrik ve sıhhi tesisat iç bölücü duvar dikmelerinde açılan deliklerden geçirilerek,duvar kesiti içinde çözülmektedir.			

5.2 EKİPMAN BİLEŞENLER

SIHHİ TESİSAT

Ekipman Bileşenleri		
Sistem Dışı Hazır Bileşen		X
Genel Bileşen		X
Teknik Bölücüler (tesisat şaftı)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	
Teknik Banketler(tesisat parapeti)	Tuvalet pis su gideri için gerekli	



Açıklama : Sistem dışı genel hazır bileşenler (sıhhi tesisat boruları ve vitrifiye malzemeleri) kullanılmaktadır. Temiz su ve pis su boruları duvar dikmelerinde ve döşeme profillerinde açılan boşluklardan geçirilerek, yatayda ve düşeyde dolaşım sağlanmaktadır. Özellikle tuvalet pis su gideri, çapının en az 100mm olmasından dolayı sorun olmakta ve döşeme kirişleri arasından geçirilen özel şaft düzenlenerek çözümlenmektedir.

ISITMA HAVALANDIRMA

Baca Boyutları	
En (cm)	40
Boy (cm)	40
Yükseklik	Serbest
Hava Bacası Bileşen Malzemeleri	
Alçı Levha (Suya dayanıklı tip)	X
OSB 3 (Rutubetli ortamlarda kullanılan tip)	X
Ateş Bacası Bileşen Malzemeleri	
Alçı Levha (Ateşe dayanıklı tip)	X
OSB (Ateşe dayanıklı tip)	X
Isıtma Sistemi için Sıcak Su Boru Geçişi	
Duvardan	
Döşemeden	X



Açıklama : Kombi cihazına bağlı olan sıcak su boruları döşeme üstü OSB üzerine serilmektedir. Şap dökülmesi ile döşeme içerisinde saklanmaktadır. Duvardan sıcak su borusu geçirilebilmekte ancak tercih edilmemektedir. İç mekanda şömine yapımı durumunda ateş tuğlası ile şömine teşkil edilmekte ve baca yukarıda tariflendiği şekilde yapılmaktadır.

DOĞRAMALAR (KAPI VE PENCERE)

Sistem Dışı Hazır Bileşen	X
Genel Bileşen	X

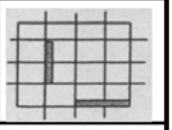


Açıklama : Sistem dışından herhangi bir doğrama profili kullanılabilir. Kapı boşlukları ve geniş pencere açıklıkları çift sıra duvar dikme profili ile desteklenmektedir.

6. SİSTEM GEOMETRİSİ

6.1 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN YATAYDA BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

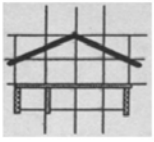
Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Yatay Izgara	
Vaziyet Planı Izgarası Temel Modülü	Yok
Taşıyıcı Sistem Izgarası Temel Modülü (cm)	41, 49, 61
İç Bölücülere İlişkin Izgara (cm)	41, 49, 61



Açıklama : Statik hesap sonucu gerekli duvar ve döşeme profilleri aralığına ilave olarak OSB ve alçıpan levha boyutuna bağlı olarak modüler koordinasyon oluşturulmaktadır. Taşıyıcı döşeme profil aksı ve duvar dikme profili aksı ızgaraya tam oturmaktadır.

6.2 SİSTEM BİLEŞENLERİNİN DÜŞEYDE BOYUTSAL KOORDİNASYONUNUN SAĞLANMASI

Sistem Bileşenlerinin Boyutsal Koordinasyonunu Sağlayan Düşey Izgara	
Izgara Temel Modülü (cm)	Yok



Açıklama : Döşeme kirişleri yüksekliği=200, 250, 300 cm. Dikme yükseklikleri 280, 290 cm. Pencere, kapı ve duvar boşluklarının oluşturulmasında mimariye bağlı kalınmaktadır.

7. SİSTEME İLİŞKİN ÖZEL DURUMLAR

Döşemelerde Değişik Nedenlerle Delik Açılması Durumu	Hava, ateş ve tesisat bacaları ve çatı arasına çıkış kapağı	
Döşeme Deliği Boyutları	Yatay ızgara boyutlarına bağlı	
Yan Yüklere Karşı Sistem Stabilitesini Sağlayan Elemanlar	Çapraz Gergi (Kuşaklama)	
	Boyunduruk (C profil)	
	OSB, Alçı Levha	
Deprem Bölgesi Derecesi		1

Açıklama: Çapraz gergi (kuşaklama) ve boyunduruk bina duvarlarında köşelere yakın kısımlarda uygulanmaktadır. OSB ve alçı levhalar taşıyıcı düşey ve yatay profillere monte edilmesi ile sistemin stabilitesine yardımcı olurlar.

8. SİSTEME İLİŞKİN KALİTE ÖZELLİKLERİ

Yalıtım ve Ek Katmanlar (Yatay ve Düşey Bileşenlerde)	Sese İlişkin	X
	Isıya İlişkin	X

Açıklama: Döşemede OSB üstüne strafor, duvar profilleri arasına camyünü levha, çatı mertekleri arasına camyünü levha ve strafor konulmaktadır.

Kullanılan Bilgisayar Programları	

Sistemin Ulusal ve Uluslar arası Standart ve Şartnamelere Uygunluğu

Uygun	X
Uygun Değil	

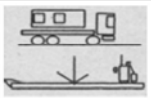
Açıklamalar; Söz Konusu Standart ve Şartnameler

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
- AISI - LFRD 1996 EDITION; AISI (American Iron and Steel Institute) Soğuk şekil verilmiş çelik yapı elemanları boyutlandırılması standardı (Specification For The Design of Cold Formed)

- TS 648 Çelik Yapıların hesap ve yapım kuralları
- TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
- TS 11372 (Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan Çelik Yapıların Hesap Kuralları)
- TS 825 Bina Isı Yalıtım Kuralları

9. GERÇEKLEŞTİRME

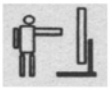
9.1 SİSTEMİN UYGULAMA KOŞULLARI

Yapım Organizasyonu			
Ekonomik Maks. Fabrika - Şantiye Uzaklığı	Km	Sınır yok	
	Saat	Sınır yok	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Bileşen Olarak)		20	
Bir Defada Taşınabilir Maksimum Yük (ton) (Panel Olarak)		4	
Taşıma Aracı	Hafif Tonajlı	X	
	Ağır Tonajlı	X	
Şantiye Fabrikası	Var		
	Yok	X	
Taşıyıcı Profillerin Şantiyede Yerinde Birleştirilmesi			X
Taşıyıcı Profillerin Fabrikada Birleştirilip Panel Haline Getirilmesi			X

Açıklama: Taşyıcı profillerin fabrikada birleştirilerek duvar ve döşeme panellerinin oluşturulması şantiyede birleştirilmesine göre daha hızlı olmakta, ancak bir seferde nakledilebilecek taşıyıcı sistem bileşeni ağırlığı azaldığı için nakliye maliyetleri artmaktadır.

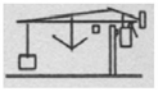
9.2 ŞANTİYE ORGANİZASYONU

Kullanılan Makinalar



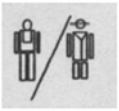
Montajda matkap ve elektrikli testere gibi el aletleri kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistemin panel olarak fabrikadan şantiyeye getirilmesi durumunda yalnızca çatı yapımında mobil vinç kullanılmaktadır.

Kapasite



Sipariş İçin Minimum Yapı Bloğu Sayısı	1
1 Birim Konut İçin Yapım Süresi (temeller hariç) - (gün)	45
Fabrikada Maksimum Bileşen Üretim Hacmi (ton/yıl)	
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (m2/yıl)	
100 Birim Konut İçin Fabrikada Üretim Süresi (gün)	

İş Gücü



Vasıfsız (%)		70
Vasıflı (%)		30
Yerel İşgücü Kullanımı	Var	X
	Yok	
İşbaşında Eğitilen İşçi	Var	X
	Yok	
Yerel Müteahhitlerden Yararlanma	Var	X
	Yok	

10. DAĞITIM / SATIŞ

Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Türkiye
Planlanan Pazar Bölgeleri	
Her Bölge İçin Üretim Olanakları	Yalnızca İstanbul fabrikasında üretim var.
Bayilik Verme Çalışmaları	Var
Bayiler	Temsilcilik; Kore Şehitleri Cad. Mithat Uluünlü Sk. No: 13/3 Zincirlikuyu / İst.
	Doğu Anadolu Bölge Bayi; Sankoç Ltd. Şti. - Niyazi Mısri Mh. Çevre yolu üzeri Niyazi Mısri Cami arkası Balanlı Apt. No: 16 / Malatya

Açıklama; Bugüne kadar Türkiye' nin çeşitli bölgelerinde uygulamalar yapmış olan firma, İstanbul fabrikasında ürettiği profilleri Türkiye nin heryerine nakliye ederek yapım sistemi uygulamasını gerçekleştirebilmektedir.

11. BU GÜNE KADAR YAPILMIŞ UYGULAMALAR

Tamamlanan Birim Sayısı	Türkiye'de	180.181 m2
	Diğer Ülk.	
Prototip Üretim	Var	X
	Yok	
Mevsimsel Sınırlamalar	Var	
	Yok	X
Sipariş Üzerine Yalnızca Bileşen (Profil) Tedariki		
Girişimci Kuruluşun Yaptığı Hizmetler		
Bileşen (veya sistemin) İmalatı		X
Yapım Müteahhitliği		X
Alt Yapının Hazırlanması		X
Bileşen veya Sistemin Sevkiyatı		X
Tasarlama Hizmetleri (Yardımcı olma)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje-Sipariş Edilebilir)		X
Tasarlama Hizmetleri (Tip Mimari Proje Sayısı)		19
Yapımdan Sonra Bakım Hizmetleri		
Kredi İpotek Hizmetleri		
Garanti Verme		**Malzeme**
Ortalama m2 Fiyatı (USD) (KDV Hariç)		
Panel Halinde		118,50
Kaba Yapı (Çelik Karkas Montajlı)		150,10
İleri Kaba (Çelik Karkas Montajlı, Sıvalı, İzolasyonlu, Elekro-Mekanik Tesisatlı)		568,80
Bitmiş		711,00

TAMAMLANMIŞ VE DEVAM EDEN UYGULAMALAR		m2
Ankara	SS Tedkent Konut Yapı Kooperatifi (252m2 x 11 adet)	2772
Van	Çaldıran İlköğretim Okulu	2000
Eskişehir	Yenişehir Konakları (600 adet)	90000
Irak	Haberleşme Merkezi	180
Irak	Yatakhane (290 m2 x 20 adet)	5800
Irak	Yemekhane (350 m2 x 5 adet)	1750
Irak	Çamaşırhane	450
Irak	Ofis (826 m2 x 2 adet)	1652
Irak	Dinlenme Salonu (105 m2 x 9 adet)	945
Irak	Atölye	660
Irak	Fırın	200
Irak	Atölye (200 m2 x 3 adet)	600
Ankara	Bekçi Evi	70
Bodrum	Uğur-2 Evleri (88 m2 x 13 adet)	1144
İstanbul	Bağ Evi	88
İstanbul	Akfırat Evleri (175-235 m2 x 143 adet)	29315
Irak	Anaokulu	450
Mardin	Mardin Yeşilköy Çağdaş Yaşam Haldun Darbaz Örn. İlköğ. Ok.	216
İzmir	Menemen Projesi	235
Mardin	Mardin Noter Cevdet Altun İlköğretim Okulu İlave Kat	250
Bursa	Ofis Binası	70
Bursa	Bursa Görükle Evleri	198
İzmir	Çandarlı Villası	110
İzmir	Örnek Villa	45
İzmir	Işıldak Anaokulu	150
Ankara	Fuar Evi	80
Ankara	Haymana Evi	117
Ankara	İncek İkiz Villa	260
Edirne	Keşan Apart Evleri (90 m2 x 10 adet)	900
Malatya	Malatya Evi	110
Ankara	Dikme Evi	40
Ankara	Ostim Ek Bina	42
Ankara	Kazan Evi	144
Yozgat	Troymaz Evi (118 m2 x 1 adet, 170 m2 x 2 adet)	458
İstanbul	Fuar Evi	80
İzmir	EgeKoop Villakent Örnek Villa	220
İzmir	EgeKoop Güzelbahçe Evleri (265 m2 x 140 adet)	37100
Ankara	Kızılcahamam İlköğretim Okulu	937
Ankara	Aksaray Köy Okulu	343

EK B.5 : Profacto Özel Yapı Profilleri

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM BİLEŞENİ ENVANTER FÖYÜ	Sistem No
	EK B-5

1. BİLEŞEN ÜRETİCİSİ KURULUŞ			
Hafif Çelik Taşıyıcılı Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Bileşen Üreticisi	Adı	Köşk Çelik Yapı Ltd. Şti.	
	Büro Ad.	Alt Kaynarca Yanyol Cad. No:186 81500 Pendik - İstanbul	
	Büro Tel.	0 216 390 47 77	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Bileşen Kataloğu Adı		Profacto Özel Yapı Profilleri	

2. BİLEŞEN ÜRETİCİSİNİN SAĞLADIĞI HİZMETLER	
Hafif çelik taşıyıcılı bina yapımında kullanılan taşayıcı profillerin üretimi	X
Hafif çelik çatı aşıkları üretimi	X
Hafif çelik cephe kuşakları üretimi	X
Bileşen kataloğu	X
Katalog üzerinden piyasaya bileşen arzında bulunmak	X
Projelendirme Hizmeti Vermek	X

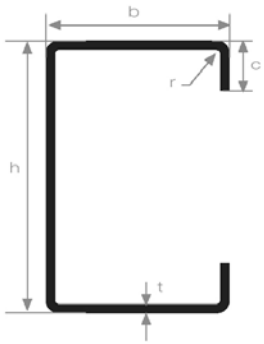
3. BİLEŞENLERİN KULLANILABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ		
Konut	X	
Eğitim yapıları	X	
Büro yapıları	X	
Hastane yapıları	X	
Endüstri Yapıları	X	
Maksimum Kat Sayısı	3	
Bodrum kat yapımı	Betonarme	

4. ÜRETİME İLİŞKİN ÖZELLİKLER	
Üretime İlişkin Standart	TS 11372
Sıcak veya Soğuk Hadde Galvanizli Rulolardan Soğuk Şekillendirme	X
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (ton/yıl)	
Fabrikadaki İş Gücü (işçi sayısı)	

5. BİLEŞEN TİPLERİ			
Taşıyıcı Sistem Bileşenleri Tip Sayısı		3	Ce, Zed, U
Yardımcı Bileşenleri Tip Sayısı		1	Omega Serisi
Profil Özellikleri			
Profil Tipi	**Levha Kalınlığı (mm)**	**Boy (m)**	**Kullanım Alanları**
C Serisi	1,0 - 4,0		Dikme Profili, Döşeme Kirişi
Z Serisi	1,5 - 4,0		Döşeme Kirişi, Çatı Merteği
U Serisi	1,0 - 4,0		Dikme Profili ve Döşeme Kirişleri İçin Başlık
Omega Serisi	0,8 - 2,0		Tavan Montajı İçin Yardımcı Profil
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri			55 x 110 mm
Açıklama : Profil serilerine ilişkin boyutlar için bakınız ek tablo.			

6. DAĞITIM / SATIŞ		
Minimum Sipariş Miktarı (ton)		10 ton
Sipariş Üzerine Teslim Süresi (gün)		3-4 hafta
Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Türkiye	
Planlanan Pazar Bölgeleri		
Üretim Olanakları	Yalnızca İstanbul fabrikasında üretim var.	
Bayilik Verme Çalışmaları	Var	
Bayiler		
Ortalama Fiyatı (USD/ton) (KDV Hariç)		1800

Çizelge B5.1 : C serisi profiller

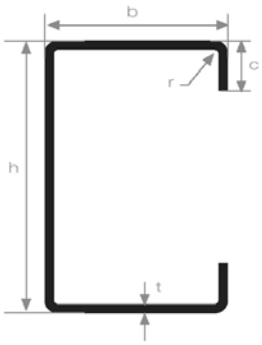


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
60	40	9.1	1	149	1.49	1.17	9.14	3.05	2.48	3.23	1.27	1.47	1.45
60	40	9.6	1.2	149	1.79	1.40	10.87	3.62	2.47	3.88	1.53	1.47	1.47
60	40	10.3	1.5	149	2.24	1.75	13.39	4.46	2.45	4.84	1.93	1.47	1.49
60	40	11.5	2	149	2.98	2.34	17.41	5.80	2.42	6.43	2.60	1.45	1.53
60	40	12.7	2.5	149	3.73	2.92	21.21	7.07	2.39	7.99	3.28	1.46	1.57
60	40	13.9	3	149	4.40	3.45	24.78	8.19	2.36	9.52	3.75	1.44	1.60
80	40	10.1	1.2	170	2.04	1.60	21.08	5.27	3.21	4.38	1.63	1.47	1.32
80	40	10.8	1.5	170	2.55	2.00	26.08	6.52	3.20	5.47	2.06	1.46	1.34
80	40	12.0	2	170	3.40	2.67	34.16	8.54	3.17	7.28	2.77	1.46	1.37
80	40	13.2	2.5	170	4.25	3.33	41.91	10.48	3.14	9.06	3.50	1.46	1.41
80	40	14.4	3	170	5.10	4.00	49.32	12.33	3.11	10.82	4.23	1.46	1.44
80	40	15.7	3.5	170	5.95	4.67	56.39	14.10	3.08	12.54	4.97	1.45	1.48
80	40	16.9	4	170	6.80	5.33	63.11	15.78	3.05	14.23	5.71	1.45	1.51
100	40	13.6	1	198	1.98	1.55	30.78	6.16	3.94	4.53	1.67	1.51	1.28
100	40	14.1	1.2	198	2.38	1.86	36.72	7.34	3.93	5.42	2.00	1.51	1.30
100	40	14.8	1.5	198	2.97	2.33	45.48	9.10	3.91	6.75	2.51	1.51	1.32
100	40	16.0	2	198	3.96	3.11	59.71	11.94	3.88	8.94	3.37	1.50	1.35
100	40	17.2	2.5	198	4.95	3.76	73.45	14.69	3.85	11.10	4.24	1.50	1.38
100	40	18.4	3	198	5.94	4.52	86.69	17.34	3.82	13.21	5.10	1.49	1.41
100	40	19.7	3.5	198	6.93	5.44	99.42	19.89	3.79	15.27	5.97	1.48	1.44
100	40	20.9	4	198	7.92	6.21	111.64	22.33	3.75	17.38	6.83	1.48	1.47
100	50	15.8	1.5	220	3.30	2.59	53.12	10.62	4.01	11.81	3.63	1.89	1.75
100	50	17.0	2	220	4.40	3.45	69.76	13.95	3.98	15.68	4.87	1.89	1.78
100	50	18.2	2.5	220	5.50	4.31	85.85	17.17	3.95	19.50	6.12	1.88	1.81
100	50	19.4	3	220	6.60	5.18	101.39	20.28	3.92	23.26	7.38	1.88	1.85
100	50	20.7	3.5	220	7.70	6.04	116.35	23.27	3.89	26.96	8.64	1.87	1.88
100	50	21.9	4	220	8.80	6.90	130.74	26.15	3.85	30.59	9.91	1.86	1.91
120	50	14.8	1.5	238	3.57	2.80	80.46	13.41	4.75	12.25	3.58	1.85	1.58
120	50	16.0	2	238	4.76	3.73	106.02	17.67	4.72	16.29	4.81	1.85	1.61
120	50	17.2	2.5	238	5.95	4.67	130.92	21.82	4.69	20.29	6.05	1.85	1.65
120	50	18.4	3	238	7.14	5.60	155.14	25.86	4.66	24.25	7.30	1.84	1.68
120	50	19.7	3.5	238	8.33	6.53	178.67	29.78	4.63	28.16	8.56	1.84	1.71
120	50	20.9	4	238	9.52	7.47	201.05	33.58	4.60	32.01	9.83	1.83	1.74
120	60	11.0	2	248	4.96	3.89	115.62	16.27	4.83	22.18	5.35	2.11	1.85
120	60	12.2	2.5	248	6.20	4.86	143.05	23.84	4.80	27.79	6.76	2.12	1.89
120	60	13.4	3	248	7.44	5.84	169.85	28.31	4.78	33.40	8.21	2.12	1.93
120	60	14.7	3.5	248	8.68	6.81	196.00	32.67	4.75	38.99	9.67	2.12	1.97
120	60	15.9	4	248	9.92	7.78	221.48	36.91	4.73	44.57	11.15	2.12	2.00

Çizelge B5.1 : (Devam) C serisi profiller

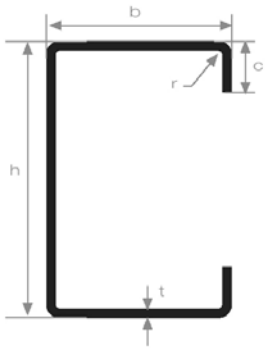


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
140	50	9.8	1.5	248	3.72	2.92	110.31	15.76	5.45	11.00	2.99	1.72	1.32
140	50	11.0	2	248	4.96	3.89	145.86	20.84	5.42	14.72	4.04	1.72	1.36
140	50	12.2	2.5	248	6.20	4.86	180.76	25.82	5.40	18.45	5.11	1.72	1.39
140	50	13.4	3	248	7.44	5.84	214.98	30.71	5.38	22.17	6.21	1.73	1.43
140	50	14.7	3.5	248	8.68	6.81	248.50	35.50	5.35	25.88	7.32	1.73	1.46
140	50	15.9	4	248	9.92	7.78	281.29	40.18	5.33	29.57	8.44	1.73	1.50
140	60	22.0	2	290	5.80	4.55	177.54	25.36	5.53	30.41	7.68	2.29	2.04
140	60	23.2	2.5	290	7.25	5.69	219.49	31.36	5.50	37.84	9.64	2.28	2.07
140	60	24.4	3	290	8.70	6.82	260.42	37.20	5.47	45.18	11.60	2.28	2.10
140	60	25.7	3.5	290	10.15	7.96	300.33	42.90	5.44	52.43	13.57	2.27	2.14
140	60	26.9	4	290	11.60	9.10	339.20	48.46	5.41	59.57	15.54	2.27	2.17
160	60	16.0	2	298	5.96	4.67	233.76	29.22	6.26	27.86	6.56	2.16	1.75
160	60	17.2	2.5	298	7.45	5.84	289.81	36.23	6.24	34.80	8.26	2.16	1.79
160	60	18.4	3	298	8.94	7.01	344.83	43.10	6.21	41.72	9.99	2.16	1.82
160	60	19.7	3.5	298	10.43	8.18	398.82	49.85	6.18	48.59	11.72	2.16	1.86
160	60	20.9	4	298	11.92	9.35	451.74	56.47	6.16	55.41	13.48	2.16	1.89
180	60	23.0	2	332	6.64	5.21	322.08	35.79	6.96	33.73	8.09	2.25	1.83
180	60	24.2	2.5	332	8.30	6.51	399.28	44.37	6.94	41.99	10.15	2.25	1.86
180	60	25.4	3	332	9.96	7.81	475.10	52.79	6.91	50.17	12.21	2.24	1.89
180	60	26.7	3.5	332	11.62	9.11	549.52	61.06	6.88	58.25	14.28	2.24	1.92
180	60	27.9	4	332	13.28	10.42	622.51	69.17	6.85	66.22	16.36	2.23	1.95
200	60	13.0	2	332	6.64	5.21	386.49	38.65	7.63	27.49	6.08	2.04	1.48
200	60	14.2	2.5	332	8.30	6.51	480.37	48.04	7.61	34.45	7.68	2.04	1.51
200	60	15.4	3	332	9.96	7.81	573.08	57.31	7.59	41.41	9.30	2.04	1.55
200	60	16.7	3.5	332	11.62	9.11	664.58	66.46	7.56	48.37	10.95	2.04	1.58
200	60	17.9	4	332	13.28	10.42	754.80	75.48	7.54	55.30	12.62	2.04	1.62
200	80	25.0	2	396	7.92	6.21	496.45	49.65	7.92	71.53	13.06	3.01	2.52
200	80	26.2	2.5	396	9.90	7.76	616.20	61.62	7.89	89.20	16.39	3.00	2.56
200	80	15.4	3	372	11.16	8.75	689.50	68.95	7.86	85.60	14.88	2.77	2.25
200	80	16.7	3.5	372	13.02	10.21	799.70	79.97	7.84	100.10	17.51	2.77	2.29
200	80	17.9	4	372	14.88	11.67	908.50	90.85	7.81	114.50	20.17	2.78	2.32
220	60	23.0	2	372	7.44	5.83	518.83	47.17	8.35	35.87	8.23	2.20	1.64
220	60	24.2	2.5	372	9.30	7.29	644.41	58.58	8.32	44.69	10.33	2.19	1.67
220	60	25.4	3	372	11.16	8.75	768.20	69.84	8.30	53.40	12.44	2.19	1.70
220	60	26.7	3.5	372	13.02	10.21	890.30	80.94	8.27	62.10	14.55	2.18	1.73
220	60	27.9	4	372	14.88	11.67	1010.60	91.87	8.24	70.60	16.67	2.18	1.76

Çizelge B5.1 : (Devam) C serisi profiller

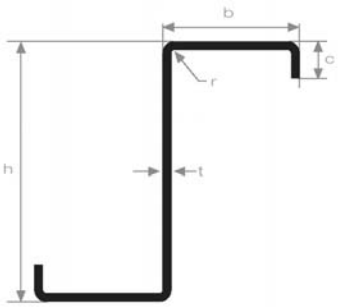


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
220	80	25.7	2.5	415	10.38	8.14	768.10	69.83	8.60	91.30	16.38	2.97	2.43
220	80	17.4	3	396	11.88	9.32	871.90	79.26	8.57	92.00	15.86	2.78	2.20
220	80	18.7	3.5	396	13.86	10.87	1011.60	91.97	8.54	107.40	18.64	2.78	2.24
220	80	19.9	4	396	15.84	12.42	1149.70	104.52	8.52	122.90	21.45	2.79	2.27
240	60	25.0	2	396	7.44	5.83	597.48	49.79	8.96	28.85	6.18	1.97	1.33
240	60	26.2	2.5	396	9.30	7.29	743.54	61.96	8.94	36.17	7.80	1.97	1.37
240	60	27.4	3	396	11.16	8.75	888.20	74.02	8.92	43.50	9.46	1.98	1.40
240	60	28.7	3.5	396	13.02	10.21	1031.30	85.94	8.90	50.90	11.13	1.98	1.43
240	60	29.9	4	396	14.88	11.67	1173.00	97.75	8.88	58.20	12.83	1.98	1.46
240	80	15.7	2.5	415	10.38	8.14	892.80	74.40	9.28	77.60	13.06	2.74	2.05
240	80	16.9	3	415	12.45	9.76	1066.40	88.87	9.26	93.40	15.80	2.74	2.09
240	80	18.2	3.5	415	14.53	11.39	1238.20	103.18	9.23	109.10	18.57	2.74	2.12
240	80	19.4	4	415	16.60	13.02	1408.10	117.34	9.21	124.90	21.38	2.74	2.16
260	60	15.0	2	396	7.92	6.21	735.66	56.59	9.64	31.13	6.65	1.98	1.32
260	60	16.2	2.5	396	9.90	7.76	915.70	70.44	9.62	39.00	8.38	1.98	1.35
260	60	17.4	3	396	11.88	9.32	1094.10	84.16	9.60	46.80	10.14	1.99	1.38
260	60	18.7	3.5	396	13.86	10.87	1270.70	97.75	9.58	54.70	11.91	1.99	1.41
260	60	19.9	4	396	15.84	12.42	1445.60	111.20	9.55	62.50	13.71	1.99	1.44
260	80	22.2	2.5	448	11.20	8.78	1118.30	86.02	9.99	90.50	15.42	2.84	2.14
260	80	23.4	3	448	13.44	10.54	1335.50	102.73	9.97	108.50	18.61	2.84	2.17
260	80	24.7	3.5	448	15.68	12.30	1550.30	119.26	9.94	126.50	21.82	2.84	2.20
260	80	25.9	4	448	17.92	13.03	1762.90	135.61	9.92	144.50	25.05	2.84	2.23
280	60	14.5	2	415	8.30	6.51	877.56	62.68	10.28	31.26	6.58	1.94	1.25
280	60	15.7	2.5	415	10.38	8.14	1092.80	78.06	10.26	39.20	8.29	1.94	1.28
280	60	16.9	3	415	12.45	9.76	1306.30	93.31	10.24	47.10	10.04	1.95	1.31
280	60	18.2	3.5	415	14.53	11.39	1518.00	108.43	10.22	55.00	11.80	1.95	1.34
280	60	19.4	4	415	16.60	13.02	1727.80	123.42	10.20	62.90	13.59	1.95	1.37
280	80	24.2	2.5	472	11.80	9.25	1346.60	96.19	10.68	95.80	16.23	2.85	2.10
280	80	25.4	3	472	14.16	11.11	1608.60	114.90	10.66	114.80	19.56	2.85	2.13
280	80	26.7	3.5	472	16.52	12.96	1867.90	133.42	10.63	133.80	22.92	2.85	2.16
280	80	27.9	4	472	18.88	14.81	2124.70	151.76	10.61	152.70	26.30	2.84	2.19
300	60	21.0	2	448	8.96	7.03	1084.20	72.28	11.00	37.40	8.00	2.04	1.33
300	60	22.2	2.5	448	11.20	8.78	1349.80	89.98	10.98	46.60	10.05	2.04	1.36
300	60	23.4	3	448	13.44	10.54	1613.10	107.54	10.96	55.80	12.11	2.04	1.39
300	60	24.7	3.5	448	15.68	12.30	1874.00	124.93	10.93	65.00	14.19	2.04	1.42
300	60	25.9	4	448	17.92	13.03	2132.50	142.17	10.91	74.10	16.28	2.03	1.45
300	80	24.2	2.5	492	12.30	9.65	1587.10	105.81	11.36	97.60	16.32	2.82	2.02
300	80	25.4	3	492	14.76	11.58	1896.60	126.44	11.34	117.10	19.68	2.82	2.05
300	80	26.7	3.5	492	17.22	13.51	2203.30	146.89	11.31	136.50	23.06	2.82	2.08

Çizelge B5.2 : Z serisi profiller

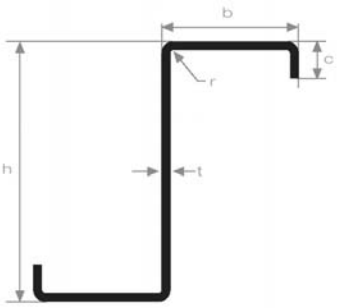


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
120	50	14.8	1.5	238	3.57	2.80	80.46	13.41	4.75	20.32	4.13	2.39
120	50	16.0	2	238	4.76	3.73	106.02	17.67	4.72	27.18	5.55	2.39
120	50	17.2	2.5	238	5.95	4.67	130.92	21.82	4.69	34.06	6.99	2.39
120	50	18.4	3	238	7.14	5.60	155.14	25.86	4.66	40.95	8.44	2.39
120	50	19.7	3.5	238	8.33	6.53	178.67	29.78	4.63	47.83	9.91	2.40
120	50	20.9	4	238	9.52	7.47	201.50	33.58	4.60	54.69	11.39	2.40
120	60	11.0	2	248	4.96	3.89	115.62	19.27	4.83	37.44	6.35	2.75
120	60	12.2	2.5	248	6.20	4.86	143.05	23.84	4.80	47.15	8.03	2.76
120	60	13.4	3	248	7.44	5.84	169.85	28.31	4.78	56.96	9.74	2.77
120	60	14.7	3.5	248	8.68	6.81	196.00	32.67	4.75	66.86	11.48	2.78
120	60	15.9	4	248	9.92	7.78	221.48	36.91	4.73	76.83	13.25	2.78
140	50	9.8	1.5	248	3.72	2.92	110.31	15.76	5.45	16.79	3.41	2.12
140	50	11.0	2	248	4.96	3.89	145.86	20.38	5.42	22.57	4.61	2.13
140	50	12.2	2.5	248	6.20	4.86	180.76	25.82	5.40	28.42	5.83	2.14
140	50	13.4	3	248	7.44	5.84	214.98	30.71	5.38	34.32	7.08	2.15
140	50	14.7	3.5	248	8.68	6.81	248.50	35.50	5.35	40.26	8.35	2.15
140	50	15.9	4	248	9.92	7.78	281.29	40.18	5.33	46.23	9.63	2.16
140	70	16.0	2	298	5.96	4.67	190.34	27.19	5.65	66.88	9.69	3.35
140	70	17.2	2.5	298	7.45	5.84	235.68	33.67	5.62	83.96	12.21	3.36
140	70	18.4	3	298	8.94	7.01	280.07	40.01	5.60	101.15	14.77	3.36
140	70	19.7	3.5	298	10.43	8.18	323.51	46.22	5.57	118.42	17.35	3.37
140	70	20.9	4	298	11.92	9.35	365.97	52.28	5.54	135.75	19.96	3.37
160	60	16.0	2	298	5.96	4.67	233.76	29.22	6.26	44.17	7.49	2.72
160	60	17.2	2.5	298	7.45	5.84	289.81	36.23	6.24	55.42	9.43	2.73
160	60	18.4	3	298	8.94	7.01	344.83	43.10	6.21	66.72	11.41	2.73
160	60	19.7	3.5	298	10.43	8.18	398.82	49.85	6.18	78.05	13.40	2.74
160	60	20.9	4	298	11.92	9.35	451.74	56.47	6.16	89.41	15.42	2.74
160	70	23.0	2	332	6.64	5.21	268.99	33.62	6.36	79.83	11.57	3.47
160	70	24.2	2.5	332	8.30	6.51	333.13	41.64	6.34	99.91	14.53	3.47
160	70	25.4	3	332	9.96	7.81	395.99	49.50	6.31	120.01	17.52	3.47
160	70	26.7	3.5	332	11.62	9.11	457.54	57.19	6.28	140.10	20.53	3.47
160	70	27.9	4	332	13.28	10.42	517.78	64.72	6.24	160.17	23.55	3.47
160	80	14.2	2.5	332	8.30	6.51	345.63	43.20	6.45	111.68	14.18	3.67
160	80	15.4	3	332	9.96	7.81	411.63	51.45	6.43	134.78	17.17	3.68
160	80	16.7	3.5	332	11.62	9.11	476.52	59.57	6.40	158.07	20.20	3.69
160	80	17.9	4	332	13.28	10.42	540.28	67.54	6.38	181.53	23.27	3.70

Çizelge B5.2 : (Devam) Z serisi profiller

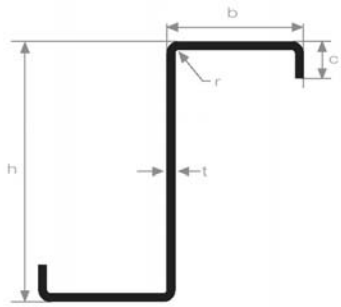


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
180	60	23.0	2	332	6.64	5.21	322.08	35.79	6.96	53.59	9.08	2.84
180	60	24.2	2.5	332	8.30	6.51	399.28	44.37	6.94	67.00	11.40	2.84
180	60	25.4	3	332	9.96	7.81	475.10	52.79	6.91	80.37	13.74	2.84
180	60	26.7	3.5	332	11.62	9.11	549.52	61.06	6.88	93.71	16.09	2.84
180	60	27.9	4	332	13.28	10.42	622.51	69.17	6.85	106.99	18.45	2.84
180	70	14.2	2.5	332	8.30	6.51	413.58	45.95	7.06	77.13	11.22	3.05
180	70	15.4	3	332	9.96	7.81	493.02	54.78	7.04	93.08	13.59	3.06
180	70	16.7	3.5	332	11.62	9.11	571.28	63.48	7.01	109.14	15.99	3.06
180	70	17.9	4	332	13.28	10.42	648.35	72.04	6.99	125.32	18.43	3.07
180	80	24.2	2.5	372	9.30	7.29	478.05	53.12	7.17	141.72	18.00	3.90
180	80	25.4	3	372	11.16	8.75	569.10	63.23	7.17	170.36	21.70	3.91
180	80	26.7	3.5	372	13.02	10.21	658.57	73.17	7.11	199.05	25.44	3.91
180	80	27.9	4	372	14.88	11.67	746.44	82.94	7.08	227.76	29.20	3.91
200	80	25.0	2	396	7.92	6.21	496.45	49.65	7.92	118.02	14.94	3.86
200	80	26.2	2.5	396	9.90	7.76	616.16	61.62	7.89	147.73	18.76	3.86
200	80	27.4	3	396	11.88	9.32	734.05	73.41	7.86	177.48	22.61	3.87
200	80	16.7	3.5	372	13.02	10.21	799.73	79.97	7.84	158.08	20.20	3.48
220	60	23.0	2	372	7.44	5.83	518.83	47.17	8.35	53.60	9.08	2.68
220	60	24.2	2.5	372	9.30	7.29	644.41	58.58	8.32	67.00	11.41	2.68
220	60	25.4	3	372	11.16	8.75	768.25	69.84	8.30	80.38	13.74	2.68
220	60	26.7	3.5	372	13.02	10.21	890.33	80.94	8.27	93.72	16.09	2.68
220	60	27.9	4	372	14.88	11.67	1010.60	91.87	8.24	107.00	18.45	2.68
220	70	14.2	2.5	372	9.30	7.29	662.29	60.21	8.44	77.14	11.22	2.88
220	70	15.4	3	372	11.16	8.75	790.71	71.88	8.42	93.08	13.59	2.89
220	70	16.7	3.5	372	13.02	10.21	917.70	83.42	8.40	109.20	15.99	2.90
220	70	17.9	4	372	14.88	11.67	1043.10	94.83	8.37	125.30	18.43	2.90
220	80	16.2	2.5	396	9.90	7.76	730.41	66.40	8.59	117.70	14.95	3.45
220	80	17.4	3	396	11.88	9.32	871.90	79.26	8.57	141.90	18.08	3.46
220	80	18.7	3.5	396	13.86	10.87	1011.60	91.97	8.54	166.30	21.25	3.46
220	80	19.9	4	396	15.84	12.42	1149.70	104.52	8.52	190.80	24.46	3.47
240	60	25.0	2	396	7.92	6.21	646.50	53.88	9.04	56.29	9.54	2.67
240	60	26.2	2.5	396	9.90	7.76	803.35	66.95	9.01	70.31	11.97	2.67
240	60	27.4	3	396	11.88	9.32	958.20	79.85	8.98	84.30	14.41	2.66
240	60	16.7	3.5	372	13.02	10.21	1031.30	85.94	8.90	71.40	12.25	2.34
240	60	17.9	4	372	14.88	11.67	1173.00	97.75	8.88	81.90	14.12	2.35

Çizelge B5.2 : (Devam) Z serisi profiller

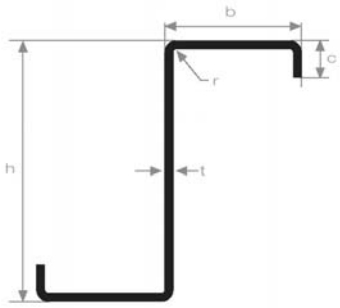


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
240	70	16.2	2.5	396	9.90	7.76	825.03	68.75	9.13	81.70	11.88	2.87
240	70	17.4	3	396	11.88	9.32	985.30	82.11	9.11	98.50	14.38	2.88
240	70	18.7	3.5	396	13.86	10.87	1143.90	95.32	9.09	115.40	16.90	2.89
240	70	19.9	4	396	15.84	12.42	1300.70	108.39	9.06	132.30	19.46	2.89
240	80	15.7	2.5	415	10.38	8.14	892.80	74.40	9.28	116.20	14.76	3.35
240	80	16.9	3	415	12.45	9.76	1066.40	88.87	9.26	140.10	17.85	3.36
240	80	18.2	3.5	415	14.53	11.39	1238.20	103.18	9.23	164.20	20.99	3.36
240	80	19.4	4	415	16.60	13.02	1408.10	117.34	9.21	188.50	24.17	3.37
260	60	15.0	2	396	7.92	6.21	735.66	56.59	9.64	42.83	7.26	2.33
260	60	16.2	2.5	396	9.90	7.76	915.70	70.44	9.62	53.78	9.15	2.33
260	60	17.4	3	396	11.88	9.32	1094.10	84.16	9.60	64.80	11.08	2.34
260	60	18.7	3.5	396	13.86	10.87	1270.70	97.75	9.58	75.90	13.02	2.34
260	60	19.9	4	396	15.84	12.42	1445.60	111.20	9.55	86.90	14.99	2.34
260	70	15.7	2.5	415	10.38	8.14	995.30	76.56	9.80	80.60	11.72	2.79
260	70	16.9	3	415	12.45	9.76	1189.30	91.49	9.77	97.10	14.18	2.79
260	70	18.2	3.5	415	14.53	11.39	1381.50	106.27	9.75	113.80	16.68	2.80
260	70	19.4	4	415	16.60	13.02	1571.80	120.91	9.73	130.60	19.20	2.81
260	80	22.2	2.5	448	11.20	8.78	1118.30	86.02	9.99	135.70	17.24	3.48
260	80	23.4	3	448	13.44	10.54	1335.50	102.73	9.97	163.30	20.80	3.49
260	80	24.7	3.5	448	15.68	12.30	1550.30	119.26	9.94	190.90	24.39	3.49
260	80	25.9	4	448	17.92	13.03	1762.90	135.61	9.92	218.60	28.02	3.49
280	60	14.5	2	415	8.30	6.51	877.56	62.68	10.28	42.16	7.15	2.25
280	60	15.7	2.5	415	10.38	8.14	1092.80	78.06	10.26	53.00	9.01	2.26
280	60	16.9	3	415	12.45	9.76	1306.30	93.31	10.24	63.80	10.91	2.26
280	60	18.2	3.5	415	14.53	11.39	1518.00	108.43	10.22	74.70	12.83	2.27
280	60	19.4	4	415	16.60	13.02	1727.80	123.42	10.20	85.70	14.78	2.27
280	70	22.2	2.5	448	11.20	8.78	1236.70	88.34	10.51	95.40	13.87	2.92
280	70	23.4	3	448	13.44	10.54	1477.40	105.53	10.49	114.60	16.74	2.92
280	70	24.7	3.5	448	15.68	12.30	1715.80	122.56	10.46	134.00	19.63	2.92
280	70	25.9	4	448	17.92	13.03	1951.90	139.42	10.44	153.30	22.54	2.92
280	80	24.2	2.5	472	11.80	9.25	1346.60	96.19	10.68	141.70	18.00	3.47
280	80	25.4	3	472	14.16	11.11	1608.60	114.90	10.66	170.40	21.70	3.47
280	80	26.7	3.5	472	16.52	12.96	1867.90	133.42	10.63	199.10	25.44	3.47
280	80	27.9	4	472	18.88	14.81	2124.70	151.76	10.61	227.80	29.21	3.47

Çizelge B5.2 : (Devam) Z serisi profiller

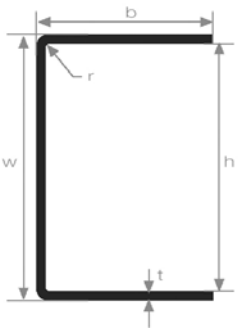


b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

Tablodaki tüm profiller
TS 11372'ye göre kompakttır.

h	b	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm
300	60	21.0	2	448	8.96	7.03	1084.20	72.28	11.00	50.90	8.63	2.38
300	60	22.2	2.5	448	11.20	8.78	1349.80	89.99	10.98	63.70	10.84	2.39
300	60	23.4	3	448	13.44	10.54	1613.10	107.54	10.96	76.50	13.08	2.39
300	60	24.7	3.5	448	15.68	12.30	1874.00	124.93	10.93	89.30	15.33	2.39
300	60	25.9	4	448	17.92	13.03	2132.50	142.17	10.91	102.00	17.59	2.39
300	70	24.2	2.5	472	11.80	9.25	1476.50	98.43	11.19	99.90	14.54	2.91
300	70	25.4	3	472	14.16	11.11	1764.30	117.62	11.16	120.00	17.52	2.91
300	70	26.7	3.5	472	16.52	12.96	2049.50	136.63	11.14	140.10	20.53	2.91
300	70	27.9	4	472	18.88	14.81	2332.00	155.47	11.11	160.20	23.56	2.91
300	80	25.7	2.5	495	12.38	9.71	1598.90	106.59	11.37	146.20	18.57	3.44
300	80	26.9	3	495	14.85	11.65	1910.40	127.36	11.34	175.70	22.39	3.44
300	80	26.7	3.5	492	17.22	13.51	2203.30	146.89	11.31	199.10	25.44	3.40
300	80	27.9	4	492	19.68	15.43	2507.20	167.15	11.29	227.80	29.21	3.40

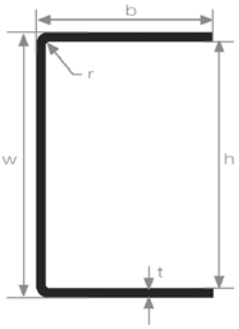
Çizelge B5.3 : U serisi profiller



h: İç yükseklik
w: Dış yükseklik
b: Genişlik
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

h	w	b	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
60	62	37.29	1	132	1.3200	1.0353	8.4910	2.7389	2.5362	1.9300	0.7276	1.2092	1.0762
	62.5	37.28	1.2	132	1.5840	1.2423	10.2660	3.2852	2.5458	2.3010	0.8689	1.2052	1.0801
	63	37.40	1.5	132	1.9800	1.5528	12.8990	4.0949	2.5524	2.8700	1.0846	1.2040	1.0932
	64	37.50	2	132	2.6399	2.0704	17.4170	5.4428	2.5686	3.7940	1.4373	1.1989	1.1101
	65	37.61	2.5	132	3.3000	2.5881	22.0490	6.7843	2.5848	4.7050	1.7863	1.1940	1.1273
	66	37.72	3	132	3.9599	3.1056	26.7910	8.1186	2.6011	5.5990	2.1312	1.1891	1.1442
80	82	35.79	1	149	1.4900	1.1686	15.5750	3.7987	3.2330	1.8880	0.7012	1.1256	0.8865
	82.5	35.78	1.2	149	1.7882	1.4024	18.7920	4.5556	3.2417	2.2500	0.8374	1.1218	0.8917
	83	35.90	1.5	149	2.2350	1.7528	23.5680	5.6791	3.2473	2.8050	1.0447	1.1202	0.9047
	84	36.00	2	149	2.9799	2.3370	31.7010	7.5478	3.2616	3.7040	1.3837	1.1150	0.9229
	85	36.11	2.5	149	3.7250	2.9214	39.9770	9.4063	3.2760	4.5900	1.7191	1.1100	0.9412
	86	36.22	3	149	4.4699	3.5056	48.3900	11.2530	3.2902	5.4580	2.0500	1.1050	0.9593
	87	36.33	3.5	149	5.2151	4.0900	56.9500	13.0920	3.3046	6.3140	2.3780	1.1003	0.9776
	88	36.43	4	149	5.9599	4.6741	65.6470	14.9200	3.3189	7.1530	2.7020	1.0956	0.9957
100	102	36.29	1	170	1.7000	1.3333	26.1730	5.1320	3.9237	2.0900	0.7400	1.1890	0.8041
	102.5	36.28	1.2	170	2.0400	1.5999	31.5320	6.1525	3.9315	2.4890	0.8832	1.1047	0.8095
	103	36.40	1.5	170	2.5500	1.9999	39.5200	7.6738	3.9368	3.1050	1.1024	1.1035	0.8231
	104	36.50	2	170	3.3999	2.6664	53.0410	10.2000	3.9498	4.1000	1.4600	1.0982	0.8420
	105	36.61	2.5	170	4.2500	3.3331	66.7440	12.7130	3.9629	5.0790	1.8140	1.0932	0.8610
	106	36.72	3	170	5.0999	3.9997	80.6200	15.2110	3.9759	6.0400	2.1640	1.0882	0.8799
	107	36.83	3.5	170	5.9501	4.6664	94.6800	17.6970	3.9890	6.9900	2.5100	1.0836	0.8990
	108	36.93	4	170	6.7999	5.3329	108.9100	20.1680	4.0020	7.9100	2.8520	1.0789	0.9178
120	122	40.29	1	198	1.9912	1.5616	43.3550	7.1074	4.6662	2.9420	0.9239	1.2154	0.8452
	122.5	40.28	1.2	198	2.3760	1.8634	51.6880	8.4389	4.6642	3.4950	1.1019	1.2129	0.8558
	123	40.40	1.5	198	2.9700	2.3293	64.7510	10.5290	4.6692	4.3610	1.3750	1.2117	0.8694
	124	40.50	2	198	3.9599	2.1056	86.8000	14.0000	4.6818	5.7600	1.8230	1.2064	0.8886
	125	40.61	2.5	198	4.9500	3.8821	109.0900	17.4540	4.6945	7.1400	2.2660	1.2014	0.9079
	126	40.72	3	198	5.9399	4.6584	131.6100	20.8900	4.7071	8.5000	2.7040	1.1964	0.9271
	127	40.83	3.5	198	6.9301	5.4350	154.3700	24.3110	4.7197	9.8400	3.1380	1.1916	0.9464
	128	40.93	4	198	7.9199	6.2113	177.3600	27.7130	4.7323	11.1600	3.5670	1.1869	0.9655
140	142.5	50.28	1.2	238	2.8560	2.2398	86.1100	12.0860	5.4911	6.7400	1.7140	1.5359	1.0975
	143	50.40	1.5	238	3.5700	2.7998	107.8500	15.0840	5.4963	8.4100	2.1400	1.5346	1.1110
	144	50.50	2	238	4.7599	3.7330	144.4800	20.0670	5.5094	11.1300	2.8400	1.5293	1.1300
	145	50.61	2.5	238	5.9500	4.6664	181.4700	25.0300	5.5226	13.8200	3.5330	1.5241	1.1491
	146	50.72	3	238	7.1399	5.5996	218.7900	29.9710	5.5356	16.4700	4.2200	1.5189	1.1680
	147	50.83	3.5	238	8.3301	6.5330	256.4700	34.8940	5.5487	19.0900	4.9020	1.5140	1.1871
	148	50.93	4	238	9.5199	7.4661	294.4800	39.7950	5.5618	21.6800	5.5770	1.5090	1.2060

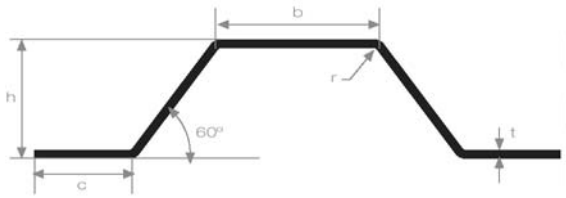
Çizelge B5.3 : (Devam) U serisi profiller



h: İç yükseklik
w: Dış yükseklik
b: Genişlik
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

h	w	b	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
160	164	40.50	2	238	4.7599	3.7330	170.5500	20.7990	5.9860	6.1800	1.8760	1.1390	0.7560
	165	40.61	2.5	238	5.9500	4.6664	213.9700	25.9360	5.9970	7.6600	2.3320	1.1350	0.7760
	166	40.72	3	238	7.1399	5.5996	257.6900	31.0470	6.0080	9.1100	2.7830	1.1300	0.7960
	167	40.83	3.5	238	8.3301	6.5330	301.7400	36.1370	6.0190	10.5500	3.2300	1.1250	0.8170
	168	40.93	4	238	9.5199	7.4661	346.0800	41.2000	6.0290	11.9600	3.6720	1.1210	0.8370
180	184	35.50	2	248	4.9599	3.8899	209.7400	22.7980	6.5030	4.3400	1.4620	0.9360	0.5800
	185	35.61	2.5	248	6.2000	4.8625	262.9200	28.4270	6.5120	5.3800	1.8170	0.9310	0.6010
	186	35.72	3	248	7.4399	5.8348	316.4400	34.0250	6.5220	6.3900	2.1670	0.9270	0.6220
	187	35.83	3.5	248	8.6801	6.8075	370.2500	39.5990	6.5310	7.3900	2.5150	0.9230	0.6430
	188	35.93	4	248	9.9199	7.7798	424.3400	45.1420	6.5400	8.3700	2.8600	0.9190	0.6640
200	204	50.50	2	298	5.9599	4.6741	333.1900	32.6650	7.4770	12.1500	2.9440	1.4280	0.9230
	205	50.61	2.5	298	7.4500	5.8428	417.7200	40.7530	7.4880	15.0900	3.6630	1.4230	0.9430
	206	50.72	3	298	8.9399	7.0112	502.7100	48.8070	7.4990	17.9800	4.3750	1.4180	0.9630
	207	50.83	3.5	298	10.4300	8.1799	588.2300	56.8340	7.5100	20.8300	5.0830	1.4130	0.9830
	208	50.93	4	298	11.9200	9.3483	674.2000	64.8270	7.5210	23.6500	5.7830	1.4090	1.0030
220	224	40.50	2	298	5.9599	4.6741	369.5800	32.9980	7.8750	6.6000	1.9250	1.0520	0.6240
	225	40.61	2.5	298	7.4500	5.8428	463.0500	41.1600	7.8840	8.1800	2.3940	1.0480	0.6450
	226	40.72	3	298	8.9399	7.0112	556.9200	49.2850	7.8930	9.7300	2.8570	1.0430	0.6660
	227	40.83	3.5	298	10.4300	8.1799	651.2500	57.3790	7.9020	11.2600	3.3170	1.0390	0.6880
	228	40.93	4	298	11.9200	9.3483	745.9600	65.4350	7.9110	12.7700	3.7730	1.0350	0.7090
240	244	36.50	2	310	6.1999	4.8624	435.2700	35.6780	8.3790	4.9500	1.5760	0.8940	0.5070
	245	36.61	2.5	310	7.7500	6.0781	545.1400	44.5010	8.3870	6.1400	1.9590	0.8900	0.5290
	246	36.72	3	310	9.2999	7.2936	655.3900	53.2840	8.3950	7.3000	2.3380	0.8860	0.5500
	247	36.83	3.5	310	10.8500	8.5093	766.1000	62.0320	8.4030	8.4400	2.7150	0.8820	0.5720
	248	36.93	4	310	12.4000	9.7248	877.1600	70.7390	8.4110	9.5700	3.0880	0.8790	0.5940
260	264	36.50	2	330	6.5999	5.1761	533.0700	40.3840	8.8970	5.0200	1.5840	0.8720	0.4820
	265	36.61	2.5	330	8.2500	6.4702	667.4800	50.3760	8.9950	6.2200	1.9690	0.8680	0.5040
	266	36.72	3	330	9.8999	7.7641	802.3000	60.3230	9.0020	7.3900	2.3500	0.8640	0.5260
	267	36.83	3.5	330	11.5500	9.0583	937.6100	70.2330	9.0100	8.5600	2.7290	0.8610	0.5480
	268	36.93	4	330	13.2000	10.3520	1073.3000	80.0980	9.0170	9.7000	3.1060	0.8570	0.5700
280	284	59.50	2	396	7.9199	6.2113	826.9800	58.2380	10.2190	20.7900	4.1710	1.6200	0.9640
	285	59.61	2.5	396	9.9000	7.7642	1035.8000	72.6860	10.2290	25.8000	5.1930	1.6150	0.9850
	286	59.72	3	396	11.8800	9.3170	1245.3000	87.0860	10.2380	30.8000	6.2060	1.6110	1.0060
	287	59.83	3.5	396	13.8600	10.8700	1455.7000	101.4500	10.2480	35.7000	7.2100	1.6060	1.0270
	288	59.93	4	396	15.8400	12.4230	1666.9000	115.7600	10.2580	40.6000	8.2100	1.6010	1.0480
300	304	49.50	2	396	7.9199	6.2113	887.6400	58.3970	10.5870	12.4300	2.9220	1.2530	0.6940
	305	49.61	2.5	396	9.9000	7.7642	1111.4000	72.8760	10.5950	15.4000	3.6360	1.2490	0.7160
	306	49.72	3	396	11.8800	0.9317	1335.7000	87.3040	10.6040	18.4000	4.3430	1.2440	0.7370
	307	49.83	3.5	396	13.8600	10.8700	1560.9000	101.6900	10.6120	21.3000	5.0500	1.2400	0.7590
	308	49.93	4	396	15.8400	12.4223	1786.7000	116.2000	10.6210	24.2000	5.7400	1.2360	0.7800

Çizelge B5.4 : Omega serisi profiller



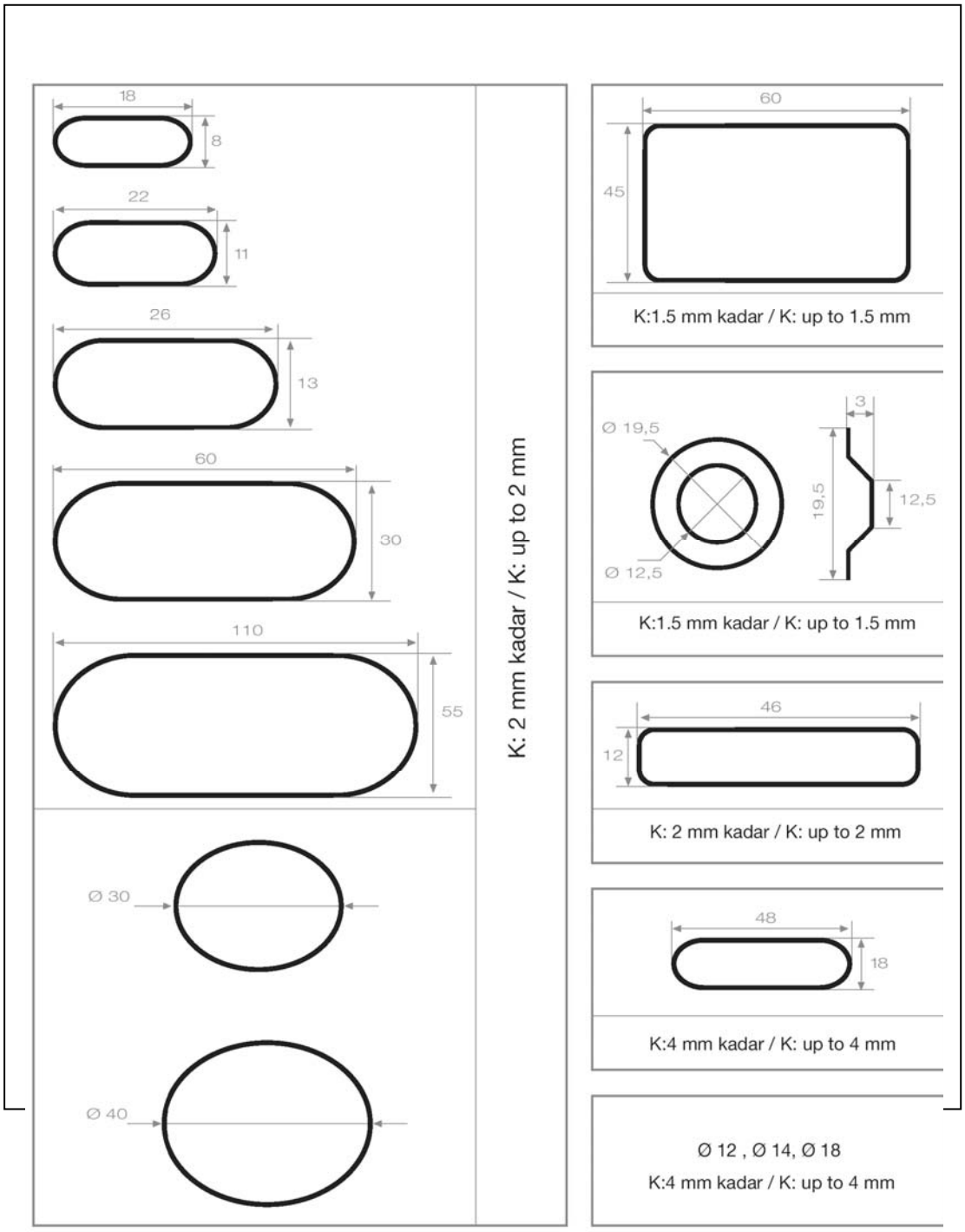
b: Genişlik
h: Yükseklik
c: Tırnak uzunluğu
t: Kalınlık
r: Büküm yarıçapı = 2 ~ 4

b	h	c	t	açınım opening	alan area	ağırlık weight	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
35	32.9	21	0.8	149	1.1920	0.9349	2.0430	1.1872	1.3092	11.7610	2.0782	3.1411	5.6591
		21.4	1		1.4900	1.1685	2.5280	1.4630	1.3026	14.7500	2.5993	3.1458	5.6725
		21.8	1.2		1.7880	1.4023	3.0030	1.7306	1.2961	17.7440	3.1214	3.1507	5.6864
		22.3	1.5		2.2349	1.7528	3.6970	2.1171	1.2862	22.2910	3.9060	3.1581	5.7068
		23.2	2		2.9799	2.3370	4.8020	2.7229	1.2695	29.9640	5.2193	3.1710	5.7410

b	h	c	t	açınım	alan	ağırlık	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
35	41.5	21.6	0.8	170	1.3600	1.0600	3.5400	1.6292	1.6134	16.0310	2.5804	3.4333	6.2126
		22	1		1.7000	1.3332	4.3920	2.0134	1.6073	20.0860	3.2261	3.4374	6.2260
		22.3	1.2		2.0400	1.5999	5.2300	2.3887	1.6011	24.1650	3.8726	3.4417	6.2399
		22.9	1.5		2.5499	1.9998	6.4610	2.9351	1.5918	30.3200	4.8431	3.4482	6.2603
		23.8	2		3.3999	2.6664	8.4470	3.8026	1.5762	40.6930	6.4648	3.4596	6.2946

b	h	c	t	açınım	alan	ağırlık	I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y	e_x
mm	mm	mm	mm	mm	F/cm^2	kg/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm
35	50.2	25.5	0.8	198	1.5840	1.2423	5.8880	2.1717	1.9280	23.8940	3.3610	3.8839	7.1091
		25.9	1		1.9800	1.5529	7.3120	2.6888	1.9217	29.9350	4.2027	3.8883	7.1230
		26.3	1.2		2.3760	1.8634	8.7170	3.1957	1.9154	35.9990	5.0445	3.8925	7.1364
		26.8	1.5		2.9701	2.3293	10.7890	3.9374	1.9059	45.1580	6.3095	3.8993	7.1572
		27.7	2		3.9601	3.1058	14.1400	5.1246	1.8899	60.5700	8.4219	3.9108	7.1915

Çizelge B5.5 : Profillerde açılabilecek boşluk ölçüler



EK B.6 : Park Panel A.Ş.

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM BİLEŞENİ ENVANTER FÖYÜ	Sistem No
	EK B-6

1. BİLEŞEN ÜRETİCİSİ KURULUŞ			
Hafif Çelik Taşıyıcılı Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Bileşen Üreticisi	Adı	Park Panel A.Ş.	
	Büro Ad.	Muallimköy Serenlikuyu Mevkii Gebze / Kocaeli / Türkiye	
	Büro Tel.	0 262 7591616	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Bileşen Kataloğu Adı		Park Profil Özel Yapı Profilleri	

2. BİLEŞEN ÜRETİCİSİNİN SAĞLADIĞI HİZMETLER	
Hafif çelik taşıyıcılı bina yapımında kullanılan taşayıcı profillerin üretimi	X
Hafif çelik çatı aşıkları üretimi	X
Hafif çelik cephe kuşakları üretimi	X
Bileşen kataloğu	X
Katalog üzerinden piyasaya bileşen arzında bulunmak	X
Projelendirme Hizmeti Vermek	X

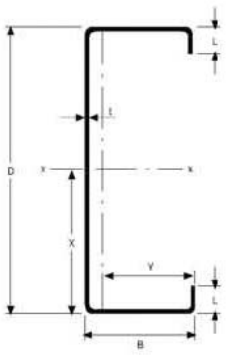
3. BİLEŞENLERİN KULLANILABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ		
Konut	X	
Eğitim yapıları	X	
Büro yapıları	X	
Hastane yapıları	X	
Endüstri Yapıları	X	
Maksimum Kat Sayısı	3	
Bodrum kat yapımı	Betonarme	

4. ÜRETİME İLİŞKİN ÖZELLİKLER	
Üretime İlişkin Standart	EN 10147
Sıcak veya Soğuk Hadde Galvanizli Rulolardan Soğuk Şekillendirme	X
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (ton/yıl)	
Fabrikadaki İş Gücü (işçi sayısı)	

5. BİLEŞEN TİPLERİ			
Taşıyıcı Sistem Bileşenleri Tip Sayısı		5	Epsilon, Ce, Zed, U, Saçak Serileri
Yardımcı Bileşenleri Tip Sayısı		1	Omega Serisi
Profil Özellikleri			
Profil Tipi	**Levha Kalınlığı (mm)**	**Boy (m)**	**Kullanım Alanları**
Epsilon Serisi	1,5 - 3,0	Serbest	Dikme Profili, Döşeme Kirişi
Ce Serisi	1,0 - 2,5	Serbest	Dikme Profili, Döşeme Kirişi
Zed Serisi	1,0 - 2,5	Serbest	Döşeme Kirişi, Çatı Merteği
U Serisi	0,7 - 1,5	6	Dikme Profili ve Döşeme Kirişleri İçin Başlık
Saçak Serisi	0,7 - 1,5	6	Çatı Merteği için Saçak Başlığı
Omega Serisi	0,5 - 1,5	6	Tavan Montajı İçin Yardımcı Profil
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri			14 mm, 16 mm, 18 mm
Açıklama : Profil serilerine ilişkin boyutlar için bakınız ek tablo. Tablodan seçilen profil tipi sipariş üzerine fabrikada işlenerek 3-4 hafta sonra teslim edilmektedir.			

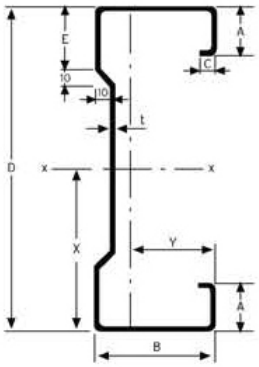
6. DAĞITIM / SATIŞ		
Minimum Sipariş Miktarı		5 ton
Sipariş Üzerine Teslim Süresi		3-4 hafta
Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Türkiye	
Planlanan Pazar Bölgeleri		
Üretim Olanakları	Yalnızca İstanbul fabrikasında üretim var.	
Bayilik Verme Çalışmaları	Var	
Bayiler		
Ortalama Fiyatı (USD/ton) (KDV Hariç)		1550

Çizelge B6.1 : Ce serisi profiller



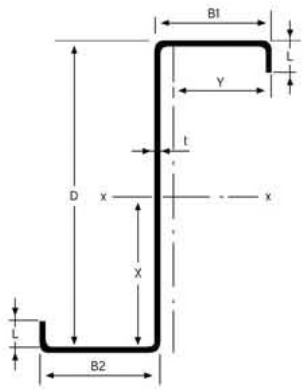
	Nominal Dimensions						Section Properties							
Profil Tipleri	Yükseklik D mm	Derinlik B mm	Kalınlık t mm	Kenar L mm	Ağırlık kg/m	Alan cm2	İxx cm4	Zxx cm3	İyy cm4	Zyy cm4	Rxx cm	Ryy cm	x mm	y mm
C10010	102	51	1,0	12,5	1,68	2,15	37,97	7,52	7,58	2,23	4,20	1,88	51,00	34,52
C10012	102	51	1,2	13,0	2,02	2,58	45,60	9,05	9,29	2,77	4,20	1,90	51,00	34,09
C10015	102	51	1,5	13,5	2,53	3,23	56,27	11,20	11,38	3,42	4,18	1,88	51,00	33,98
C10016	102	51	1,6	14,0	2,69	3,44	59,91	11,93	12,17	3,68	4,17	1,88	51,00	33,84
C10018	102	51	1,8	14,5	3,03	3,87	66,89	13,35	13,58	4,14	4,16	1,87	51,00	33,72
C10020	102	51	2,0	15,0	3,37	4,30	73,76	14,75	14,97	4,59	4,14	1,87	51,00	33,59
C15012	152	64	1,2	15,0	2,77	3,54	134,24	17,80	19,35	4,38	6,16	2,34	76,00	44,79
C15015	152	64	1,5	15,5	3,47	4,43	166,33	22,10	23,78	5,42	6,13	2,32	76,00	44,65
C15016	152	64	1,6	16,0	3,70	4,78	177,28	23,57	25,44	5,82	6,13	2,32	76,00	44,51
C15018	152	64	1,8	16,5	4,16	5,31	198,47	26,43	28,42	6,53	6,11	2,31	76,00	44,39
C15020	152	64	2,0	17,0	4,62	5,90	220,11	29,35	31,75	7,36	6,11	2,32	76,00	44,13
C15024	152	64	2,4	18,0	5,54	7,08	260,72	34,86	37,14	8,67	6,07	2,29	76,00	44,04
C15025	152	64	2,5	18,0	5,78	7,38	270,50	36,19	38,32	8,95	6,06	2,28	76,00	44,05
C20015	203	76	1,5	15,0	4,40	5,63	326,70	36,00	39,65	7,29	8,03	2,65	101,50	55,13
C20016	203	76	1,6	15,5	4,70	6,00	386,80	38,41	42,40	7,82	8,03	2,66	101,50	55,00
C20018	203	76	1,8	18,0	5,29	6,75	437,42	43,48	49,02	9,15	8,05	2,69	101,50	54,45
C20020	203	76	2,0	19,0	5,87	7,50	509,16	48,32	54,73	10,59	8,05	2,70	101,50	54,19
C20024	203	76	2,4	20,0	7,05	9,00	608,65	57,68	64,92	12,31	8,02	2,69	101,50	53,96
C20025	203	76	2,5	20,5	7,34	9,38	634,76	60,08	67,80	12,89	8,02	2,69	101,50	53,83
C25015	254	76	1,5	18,0	4,99	6,38	644,47	49,21	44,65	7,95	9,87	2,65	127,00	56,88
C25018	254	76	1,8	18,0	5,99	7,65	768,93	58,62	52,24	9,33	9,83	2,61	127,00	56,91
C25020	254	76	2,0	18,5	6,66	8,50	853,89	65,00	57,70	10,34	9,82	2,61	127,00	56,80
C25024	254	76	2,4	19,5	7,99	10,20	1021,87	77,68	68,45	12,36	9,79	2,59	127,00	56,58
C25025	254	76	2,5	20,0	8,32	10,63	1065,87	80,94	71,49	12,95	9,79	2,59	127,00	56,46

Çizelge B6.2 : Epsilon serisi profiller



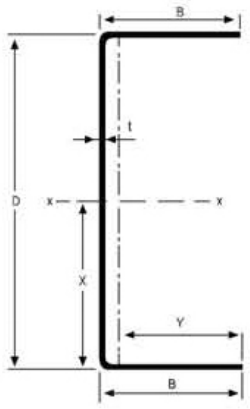
	Nominal Dimensions									Section Properties							
Profil	Yükseklik	Derinlik	Kenar	Kalınlık	Ağırlık	Alan	Diğer Ölçüler			İxx	Zxx	İyy	Zyy	Rxx	Ryy	x	y
Tipleri	D mm	B mm	A mm	t mm	kg/m	cm^2	E	F	C	cm^4	cm^3	cm^4	cm^4	cm	cm	mm	mm
E15015	150	65	20	1,50	3,68	4,70	40	50	10	180,24	24,03	29,51	7,31	5,95	2,41	75	40,38
E15016	150	65	20	1,60	3,93	5,01	40	50	10	191,73	25,56	31,30	7,75	5,95	2,40	75	40,40
E15019	150	65	20	1,80	4,42	5,63	40	50	10	214,53	28,60	34,81	8,61	5,95	2,39	75	40,44
E15020	150	65	20	2,00	4,91	6,26	40	50	10	237,07	31,61	38,24	9,45	5,94	2,39	75	40,48
E15024	150	65	20	2,40	5,89	7,51	40	50	10	281,38	37,52	44,84	11,06	5,93	2,37	75	40,56
E15025	150	65	20	2,50	6,13	7,83	40	50	10	292,30	38,97	46,44	11,44	5,93	2,36	75	40,57
E15030	150	65	20	3,00	7,36	9,39	40	50	10	345,92	46,12	54,13	13,31	5,91	2,34	75	40,67
E20015	200	75	30	1,50	4,74	6,05	40	100	10	396,25	39,63	50,46	10,90	7,85	2,80	100	46,31
E20016	200	75	30	1,60	5,06	6,45	40	100	10	421,76	42,18	53,56	11,56	7,84	2,80	100	46,33
E20018	200	75	30	1,80	5,69	7,25	40	100	10	472,45	47,24	59,68	12,87	7,84	2,79	100	46,36
E20020	200	75	30	2,00	6,32	8,06	40	100	10	522,68	52,27	65,67	14,16	7,83	2,78	100	46,39
E20024	200	75	30	2,40	7,58	9,67	40	100	10	621,80	62,18	77,29	16,64	7,82	2,76	100	46,45
E20025	200	75	30	2,50	7,90	10,08	40	100	10	646,30	64,63	80,12	17,24	7,82	2,75	100	46,46
E20030	200	75	30	3,00	9,48	12,09	40	100	10	767,12	76,71	93,83	20,16	7,80	2,73	100	45,54
E25015	250	75	30	1,50	5,33	6,80	40	150	10	671,23	53,70	52,62	10,92	9,67	2,71	125	48,18
E25016	250	75	30	1,60	5,69	7,25	40	150	10	714,56	57,16	55,85	11,59	9,66	2,70	125	48,19
E25018	250	75	30	1,80	6,40	8,15	40	150	10	800,69	64,06	62,22	12,90	9,65	2,69	125	48,22
E25020	250	75	30	2,00	7,11	9,06	40	150	10	886,11	70,89	68,45	14,19	9,65	2,68	125	48,24
E25024	250	75	30	2,40	8,53	10,87	40	150	10	1055	84,39	80,53	16,68	9,63	2,66	125	48,28
E25025	250	75	30	2,50	8,89	11,33	40	150	10	1097	87,73	83,47	17,29	9,63	2,66	125	48,29

Çizelge B6.3 : Zed serisi profiller



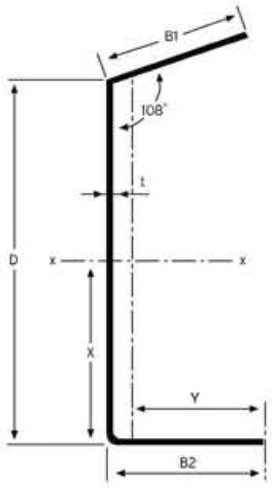
	Nominal Dimensions							Section Properties							
Profil Tipleri	Yükseklik D mm	Derinlik B1 mm	Derinlik B2 mm	Kalınlık t mm	Kenar L mm	Ağırlık kg/m	Alan cm^2	İxx cm^4	Zxx cm^3	İyy cm^4	Zyy cm^4	Rxx cm	Ryy cm	x mm	y mm
Z10010	102	53	49	1,0	12,5	1,68	2,15	37,66	7,40	12,93	2,56	4,19	2,45	51,36	50,96
Z10012	102	53	49	1,2	13,0	2,02	2,58	47,98	9,35	16,94	3,33	4,31	2,56	51,90	51,42
Z10015	102	53	49	1,5	13,5	2,53	3,23	59,61	11,65	21,01	4,16	4,30	2,55	51,89	51,30
Z10016	102	53	49	1,6	14,0	2,69	3,44	63,66	12,46	22,61	4,48	4,30	2,56	51,89	51,25
Z10018	102	53	48	1,8	14,5	3,03	3,87	71,19	13,90	24,80	4,96	4,29	2,53	52,11	50,89
Z10020	102	53	48	2,0	15,0	3,37	4,30	78,91	15,44	27,57	5,54	4,28	2,53	52,11	50,81
Z15012	152	65	61	1,2	15,0	2,77	3,54	138,07	18,07	31,58	5,02	6,25	2,99	76,99	63,51
Z15015	152	65	61	1,5	15,5	3,47	4,43	171,87	22,54	39,22	6,26	6,23	2,98	76,99	63,39
Z15016	152	65	61	1,6	16,0	3,70	4,78	183,58	24,09	42,15	6,74	6,24	2,99	76,99	63,34
Z15018	152	65	61	1,8	16,5	4,16	5,31	206,54	27,10	47,44	7,61	6,23	2,99	76,99	63,26
Z15020	152	65	61	2,0	17,0	4,62	5,90	229,76	30,24	53,47	8,60	6,24	3,01	76,88	63,17
Z15024	152	65	60	2,4	18,0	5,54	7,08	275,11	36,07	63,39	10,18	6,23	2,99	77,47	63,49
Z15025	152	65	60	2,5	18,0	5,78	7,38	285,80	37,49	65,58	10,54	6,23	2,98	77,48	63,45
Z20015	203	79	74	1,5	15,0	4,40	5,63	376,88	36,92	65,92	8,62	8,19	3,42	102,82	77,21
Z20016	203	79	74	1,6	15,5	4,70	6,00	402,53	39,46	70,80	9,27	8,19	3,44	102,82	77,17
Z20018	203	79	74	1,8	18,0	5,29	6,75	457,13	44,86	82,72	10,86	8,23	3,50	102,81	77,07
Z20020	203	79	74	2,0	19,0	5,87	7,50	509,16	50,01	93,07	12,25	8,24	3,52	102,80	76,98
Z20024	203	79	73	2,4	20,0	7,05	9,00	608,65	59,75	109,90	14,58	8,22	3,449	103,06	76,57
Z20025	203	79	73	2,5	20,5	7,34	9,38	634,76	62,35	115,17	15,30	8,23	3,51	103,06	76,53
Z25015	254	79	74	1,5	18,0	4,99	6,38	644,47	50,47	70,15	9,16	10,05	3,32	128,44	77,32
Z25018	254	79	74	1,8	18,0	5,99	7,65	768,93	60,29	82,73	10,84	10,03	3,29	128,45	77,19
Z25020	254	79	73	2,0	18,5	6,66	8,50	853,89	67,00	91,97	12,08	10,02	3,29	128,44	77,11
Z25024	254	79	73	2,4	19,5	7,99	10,20	1021,87	80,13	108,61	14,38	10,01	3,26	128,73	76,72
Z25025	254	79	73	2,5	20,0	8,32	10,63	1065,87	8361	113,84	15,09	10,02	3,27	128,73	76,68

Çizelge B6.4 : U serisi profiller



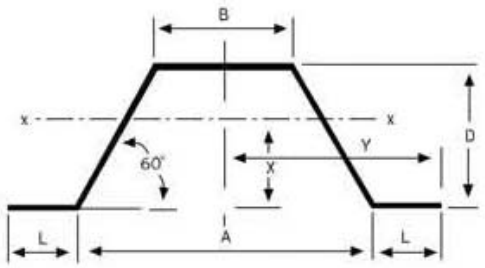
Nominal Dimensions						Section Properties							
Profil Tipleri	Yükseklik D mm	Derinlik B mm	Kalınlık t mm	Ağırlık kg/m	Alan cm2	İxx cm4	Zxx cm3	İyy cm4	Zyy cm4	Rxx cm	Ryy cm	x mm	y mm
U10007	105	57	0,7	1,175	1,50	27,50	5,24	4,91	1,19	4,28	1,81	52,50	41,18
U10010	105	57	1,0	1,673	2,13	38,92	7,41	6,95	1,69	4,27	1,80	52,50	41,06
U10012	105	57	1,2	2,003	2,55	46,41	8,84	8,29	2,02	4,26	1,80	52,50	40,98
U10015	105	57	1,5	2,495	3,18	57,47	10,95	10,28	2,52	4,25	1,80	52,50	40,85
U15007	155	72	0,7	1,625	2,07	80,47	10,38	10,93	2,01	6,23	2,30	77,50	54,31
U15010	155	72	1,0	2,316	2,95	114,20	14,74	15,52	2,86	6,22	2,29	77,50	54,19
U15012	155	72	1,2	2,775	3,54	136,43	17,60	18,54	3,43	6,21	2,29	77,50	54,11
U15015	155	72	1,5	3,460	4,41	169,41	21,86	23,03	4,27	6,20	2,28	77,50	53,99
U20007	206	86	0,7	2,059	2,63	175,65	17,05	19,28	2,92	8,18	2,71	103,00	66,09
U20010	206	86	1,0	2,936	3,74	249,64	24,24	27,39	4,15	8,17	2,71	103,00	65,97
U20012	206	86	1,2	3,519	4,49	298,54	28,98	32,75	4,97	8,16	2,70	103,00	65,89
U20015	206	86	1,5	4,390	5,60	371,26	36,04	40,72	6,19	8,15	2,70	103,00	65,77

Çizelge B6.5 : Saçak serisi profiller



Nominal Dimensions						Section Properties							
Profil Tipleri	Yükseklik D mm	Derinlik B1=B2 mm	Kalınlık t mm	Ağırlık kg/m	Alan cm2	İxx cm4	Zxx cm3	İyy cm4	Zyy cm4	Rxx cm	Ryy cm	x mm	y mm
S15007	152	75	0,7	1,638	2,09	88,92	9,27	11,56	2,05	6,53	2,35	95,95	56,38
S15010	152	75	1,0	2,335	2,97	126,33	13,17	16,42	2,92	6,52	2,35	95,91	56,26
S15012	152	75	1,2	2,798	3,56	151,03	15,75	19,63	3,50	6,51	2,35	95,89	56,17
S15015	152	75	1,5	3,491	4,45	187,77	19,59	24,41	4,36	6,50	2,34	95,85	56,05
S20007	203	89	0,7	2,072	2,64	192,02	15,31	20,07	2,94	8,53	2,76	125,43	68,29
S20010	203	89	1,0	2,955	3,76	273,13	21,78	28,54	4,19	8,52	2,75	125,39	68,17
S20012	203	89	1,2	3,542	4,51	326,81	26,07	34,14	5,02	8,51	2,75	125,36	68,08
S20015	203	89	1,5	4,421	5,63	406,74	32,46	42,49	6,25	8,50	2,75	125,33	67,96
S25007	254	89	0,7	2,352	3,00	313,99	20,76	21,37	3,02	10,23	2,67	151,28	70,72
S25010	254	89	1,0	3,356	4,27	446,88	29,55	30,40	4,31	10,23	2,67	151,24	70,59
S25012	254	89	1,2	4,023	5,12	534,92	35,38	36,37	5,16	10,22	2,66	151,22	70,51
S25015	254	89	1,5	5,021	6,40	666,15	44,07	45,26	6,43	10,21	2,66	151,18	70,39

Çizelge B6.6 : Omega serisi profiller



Nominal Dimensions								Section Properties							
Profil Tipleri	Yükseklik D mm	Derinlik B mm	Taban A mm	Kalınlık t mm	Kenar L mm	Ağırlık kg/m	Alan cm2	İxx cm4	Zxx cm3	İyy cm4	Zyy cm4	Rxx cm	Ryy cm	x mm	y mm
04005	40	40	86	0,5	25	0,704	0,90	2,32	1,09	12,58	1,86	1,61	3,74	21,23	67,66
04007	40	40	86	0,7	25	0,983	1,25	3,22	1,51	17,47	2,59	1,60	3,74	21,28	67,49
04010	40	40	86	1,0	25	1,398	1,78	4,54	2,13	24,66	3,67	1,60	3,72	21,36	67,23
04012	40	40	86	1,2	25	1,673	2,13	5,41	2,53	29,36	4,38	1,59	3,71	21,41	67,06
05007	50	50	108	0,7	25	1,165	1,48	5,84	2,32	28,56	3,65	1,98	4,39	25,18	78,26
05010	50	50	108	1,0	25	1,658	2,11	8,26	3,27	40,39	5,18	1,98	4,37	25,25	78,00
05012	50	50	108	1,2	25	1,985	2,53	9,85	3,89	48,14	6,19	1,97	4,36	25,30	77,83
05015	50	50	108	1,5	25	2,472	3,15	12,19	4,80	59,56	7,68	1,97	4,35	25,38	77,57
06007	60	60	129	0,7	25	1,347	1,72	9,51	3,28	43,75	4,91	2,35	5,05	28,96	89,04
06010	60	60	129	1,0	25	1,918	2,44	13,47	4,64	61,95	6,98	2,35	5,04	29,03	88,78
06012	60	60	129	1,2	25	2,297	2,93	16,07	5,52	73,90	8,34	2,34	5,03	29,08	88,60
06015	60	60	129	1,5	25	2,862	3,65	19,82	6,83	91,55	10,36	2,34	5,01	29,16	88,34
07007	70	70	151	0,7	25	1,529	1,95	14,38	4,40	63,69	6,38	2,72	5,72	32,67	99,81
07010	70	70	151	1,0	25	2,178	2,77	20,39	6,23	90,27	9,07	2,71	5,70	32,75	99,55
07012	70	70	151	1,2	25	2,608	3,32	24,34	7,42	107,76	10,84	2,71	5,69	32,79	99,38
07015	70	70	151	1,5	25	3,252	4,14	30,20	9,19	133,67	13,48	2,70	5,68	32,87	99,12

EK B.7 : Sadef Hafif Çelik Yapı Profilleri

HAFİF ÇELİK TAŞIYICILI ENDÜSTRİLEŞMİŞ SİSTEM BİLEŞENİ ENVANTER FÖYÜ	Sistem No
	EK B-7

1. BİLEŞEN ÜRETİCİSİ KURULUŞ			
Hafif Çelik Taşıyıcılı Endüstrileşmiş Yapım Sistemi Bileşen Üreticisi	Adı	Voestalpine AG-Voestalpine Profilform GmbH-Sadef NV	
	Büro Ad.	Bruggesteenweg 60, 8830 Hooglede-Gits, Belgium	
	Büro Tel.	00 32 51 261 211	
	Sektör	Kamu	
		Özel	X
		Karma	
Bileşen Kataloğu Adı		Sadef Hafif Çelik Yapı Profilleri	

2. BİLEŞEN ÜRETİCİSİNİN SAĞLADIĞI HİZMETLER	
Hafif çelik taşıyıcılı bina yapımında kullanılan taşayıcı profillerin üretimi	X
Hafif çelik çatı aşıkları üretimi	X
Hafif çelik cephe kuşakları üretimi	X
Bileşen kataloğu	X
Katalog üzerinden piyasaya bileşen arzında bulunmak	X
Projelendirme Hizmeti Vermek	

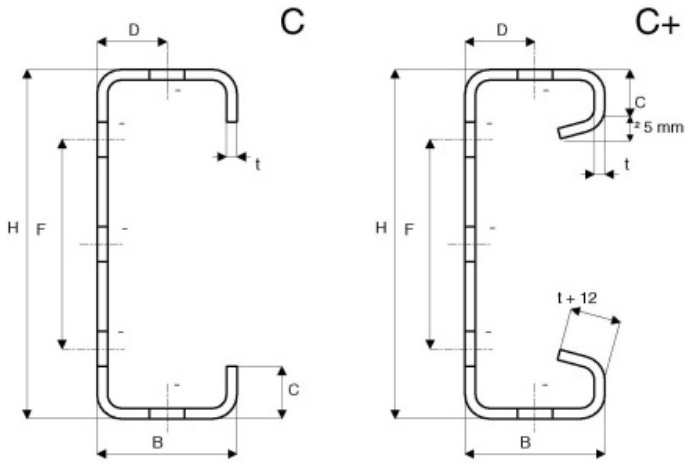
3. BİLEŞENLERİN KULLANILABİLECEĞİ BİNA TİPLERİ		
Konut	X	
Eğitim yapıları	X	
Büro yapıları	X	
Hastane yapıları	X	
Endüstri Yapıları	X	
Maksimum Kat Sayısı	3	
Bodrum kat yapımı	Betonarme	

4. ÜRETİME İLİŞKİN ÖZELLİKLER	
Üretime İlişkin Standart	EN 10147
Sıcak veya Soğuk Hadde Galvanizli Rulolardan Soğuk Şekillendirme	X
Fabrikada Maksimum Üretim Hacmi (km/gün)	150
Fabrikadaki İş Gücü (işçi sayısı)	

5. BİLEŞEN TİPLERİ			
Taşıyıcı Sistem Bileşenleri Tip Sayısı		5	Epsilon, Ce, Zed, U, Saçak Serileri
Yardımcı Bileşenleri Tip Sayısı		-	
Profil Özellikleri			
Profil Tipi	**Levha Kalınlığı (mm)**	**Boy (m)**	**Kullanım Alanları**
C Serisi	1,0 - 2,5		Dikme Profili, Döşeme Kirişi
C+ Serisi	2,0 - 5,0		Dikme Profili, Döşeme Kirişi
∑ (Sigma)	1,25 - 2,5		Döşeme Kirişi
∑+ (Sigma +)	1,25 - 5,0		Döşeme Kirişi
Zed Serisi	1,25 - 4,0		Döşeme Kirişi, Çatı Merteği
SE eaves	2,0 - 3,0		Çatı Merteği ve Saçak Başlığı
Üzerinde Açılabilecek Boşluk Ölçüleri			max 70x100 mm
Açıklama : Profil serilerine ilişkin boyutlar için bakınız ek tablo.			

6. DAĞITIM / SATIŞ		
Minimum Sipariş Miktarı (ton)		
Sipariş Üzerine Teslim Süresi (gün)		
Mevcut Pazar Bölgeleri	Tüm Avrupa, Türkiye	
Planlanan Pazar Bölgeleri		
Üretim Olanakları	Belçika fabrikasında üretim gerçekleşmekte	
Bayilik Verme Çalışmaları	Tüm Avrupa' da bayileri bulunmaktadır	
Türkiye' deki Bayiler	IMS Uluslararsı Pazarlama Ltd. Şti, Kızıltoprak / İstanbul	
	Erke Mim. Müh. Müş. Müt. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti., B.Çekmece / İstanbul	
Ortalama Fiyatı (USD/ton)		

Çizelge B7.1 : C ve C+ serisi profiller

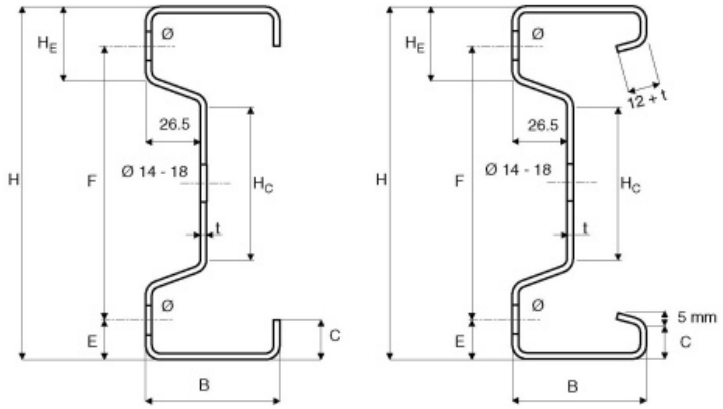


Section		C100/50						C150/50					C200/80		
Dimensions (mm)	t	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	1.25	1.5	1.75	2	2.5	1.5	2	2.5
	H	100						150					200		
	B	50						50					80		
	C	12						12					25		
	D	25						25					40		
	F	50						60					100		
	Ø	14						14					14		
Gross cross section properties	G (kg/m)	1.67	2.07	2.46	2.85	3.24	3.99	2.56	3.05	3.54	4.02	4.97	4.66	6.16	7.64
	A (cm²)	2.04	2.55	3.06	3.57	4.07	5.04	3.16	3.79	4.42	5.05	6.27	5.78	7.71	9.62
	Iy (cm⁴)	33.2	41.3	49.3	57.0	64.6	79.1	106	126	147	166	205	363	481	597
	Wy (cm³)	6.64	8.27	9.86	11.4	12.9	15.8	14.1	16.9	19.6	22.2	27.4	36.3	48.2	59.7
	Iz (cm⁴)	6.88	8.50	10.0	11.5	13.0	15.6	9.69	11.4	13.1	14.8	17.9	52.7	69.2	84.9
	Wz (cm⁴)	2.04	2.52	2.98	3.42	3.85	4.65	2.64	3.12	3.59	4.04	4.88	9.60	12.6	15.5
painting area (m²/m)		0.42						0.52					0.79		
Type		C													

Section		C+150/90			C+200/100			
Dimensions (mm)	t	2	2.5	3	2	2.5	3	4
	H	150			200			
	B	90			100			
	C	43			43			
	D	45			50			
	F	60			100			
	Ø	14			18			
Gross cross section properties	G (kg/m)	6.55	8.12	9.65	7.64	9.47	11.2	14.7
	A (cm²)	8.21	10.2	12.2	9.57	11.9	14.2	18.9
	Iy (cm⁴)	285	353	420	601	747	889	1164
	Wy (cm³)	38.1	47.1	56.0	60.2	74.7	88.9	116
	Iz (cm⁴)	110	135	159	155	191	226	292
	Wz (cm⁴)	21.9	26.9	31.7	25.9	32.0	37.8	48.7
painting area (m²/m)		0.84			0.98			
Type		C - plus						

Section		C+250/80			C+300/80						C+350/100						C+450/120				
Dimensions (mm)	t	2	2.5	3	2	2.25	2.5	3	3.5	4	2	2.25	2.5	3	3.5	4	3	3.5	4	4.5	5
	H	250			300						350						450				
	B	80			80						100						120				
	C	25			25						30						30				
	D	40			40						50						60				
	F	150			150						200						300				
	Ø	18			18						18						18				
Gross cross section properties	G (kg/m)	7.24	8.98	10.7	8.03	9.00	9.96	11.9	13.74	15.6	9.60	10.7	11.9	14.2	16.49	18.7	17.52	20.31	28.81	25.86	28.81
	A (cm²)	9.08	11.33	13.55	10.06	11.31	12.56	15.03	17.48	19.90	12.02	13.51	15.02	17.99	20.94	23.86	22.14	25.75	36.87	33.00	36.87
	Iy (cm⁴)	851	1057	1257	1312	1471	1630	1942	2247	2546	2172	2437	2704	3226	3739	4244	6483	7512	10679	9566	10679
	Wy (cm³)	68.1	84.5	101	87.5	98.1	109	129	149	170	124	139	155	184	213	243	288	333	380	425	474
	Iz (cm⁴)	82.7	101	119	87.6	97.5	107	126	143	161	166	185	205	242	277	311	404	462	523	579	648
	Wz (cm⁴)	14.9	18.2	21.4	15.1	16.8	18.6	21.8	24.8	27.8	23.2	25.7	28.5	33.7	38.5	43.3	45.3	51.8	73.1	64.9	73.1
painting area (m²/m)		0.92			1.02						1.22						1.50				
Type		C - plus																			

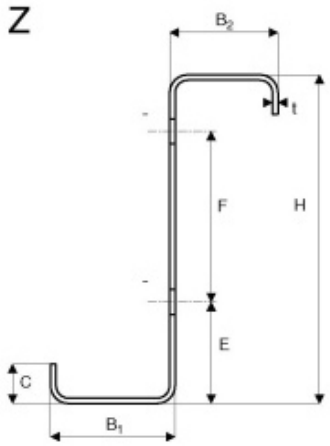
Çizelge B7.2 : ∑ (Sigma) ve ∑ + (Sigma plus) serisi profiller



Section		S140/60/15				S170/60/15				S200/65/20						S+250/70/20				
Dimensions (mm)	t	1.25	1.5	1.75	2	1.25	1.5	1.75	2	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	1.5	1.75	2	2.25	2.5
	H	140				170				200						250				
	B	60				60				65						70				
	C	15				15				20						20				
	H_C	40				70				100						120				
	H_E	34				36				36						50				
	K	26.5				26.5				26.5						26.5				
	F	102				132				162						196				
	E	19				19				19						27				
	Ø	14				14				14						18				
Gross cross section properties	G (kg/m)	3.03	3.61	4.19	4.77	3.32	3.96	4.60	5.24	3.81	4.55	5.29	6.02	6.74	7.45	5.49	6.38	7.26	8.13	9.00
	A (cm^2)	3.74	4.49	5.24	5.99	4.10	4.93	5.75	6.57	4.71	5.66	6.60	7.55	8.50	9.42	6.82	7.97	9.12	10.24	11.4
	Iy (cm^4)	107	129	149	170	170	205	238	271	273	327	381	434	486	537	606	706	805	901	1000
	Wy (cm^3)	15.4	18.4	21.4	24.3	20.1	24.1	28.0	31.9	27.3	32.7	38.1	43.4	48.6	53.7	48.5	56.5	64.4	72.1	80.0
	Iz (cm^4)	13.4	15.9	18.4	20.7	13.7	16.3	18.8	21.2	18.5	22.0	25.4	28.6	31.7	34.9	32.6	37.6	42.4	46.9	51.5
	Wz (cm^3)	3.65	4.34	5.01	5.65	3.74	4.44	5.13	5.79	4.73	5.63	6.51	7.35	8.18	8.98	7.61	8.78	9.92	10.9	12.1
Painting area (m^2/m)		0.62				0.68				0.78						0.94				
Type		SIGMA														SIGMA - plus				

Section		S+300/80/25							S+350/90/30							S+420/100/30					
Dimensions (mm)	t	1.75	2	2.25	2.5	3	3.5	4	1.75	2	2.25	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3	3.5	4	5
	H	300							350							420					
	B	80							90							100					
	C	25							30							30					
	H_C	170							220												
	H_E	50							50												
	K	26.5							26.5							48					
	F	246							296							320					
	E	27							27							50					
	Ø	18							18							18					
Gross cross section properties	G (kg/m)	7.48	8.52	9.54	10.6	12.6	14.5	16.5	8.58	9.77	10.9	12.1	14.5	16.7	19.0	11.69	14.51	17.33	20.00	22.86	28.26
	A (cm^2)	9.34	10.7	12.01	13.3	16.0	18.5	21.2	10.7	12.2	13.7	15.3	18.4	21.3	24.3	14.66	18.30	21.97	25.48	29.24	36.45
	Iy (cm^4)	1199	1369	1534	1703	2031	2346	2665	1879	2144	2406	2671	3190	3690	4195	3553	4419	5289	6103	6999	8673
	Wy (cm^3)	79.9	91.3	102	114	135	156	178	107	123	137	153	182	210	240	169	210	251	290	333	413
	Iz (cm^4)	56.5	63.9	70.8	77.9	91.2	103	115	82.1	92.8	103	114	133	151	170	139.2	171.1	202.6	233.6	262.6	318.3
	Wz (cm^3)	11.5	13.0	14.4	15.9	18.7	21.1	23.7	14.7	16.7	18.5	20.4	24.0	27.2	30.7	23.6	29.0	34.5	39.2	44.9	54.8
Painting area (m^2/m)		1.09							1.25							1.49					
Type		SIGMA - plus																			

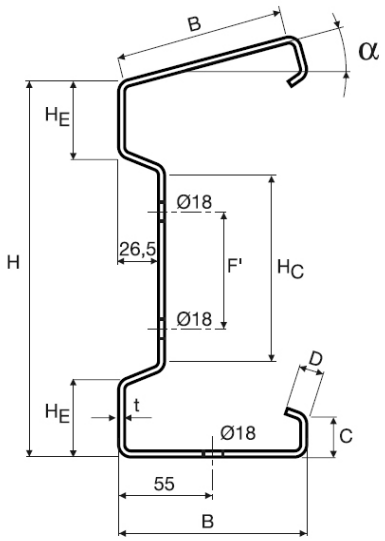
Çizelge B7.3 : Zed serisi profiller



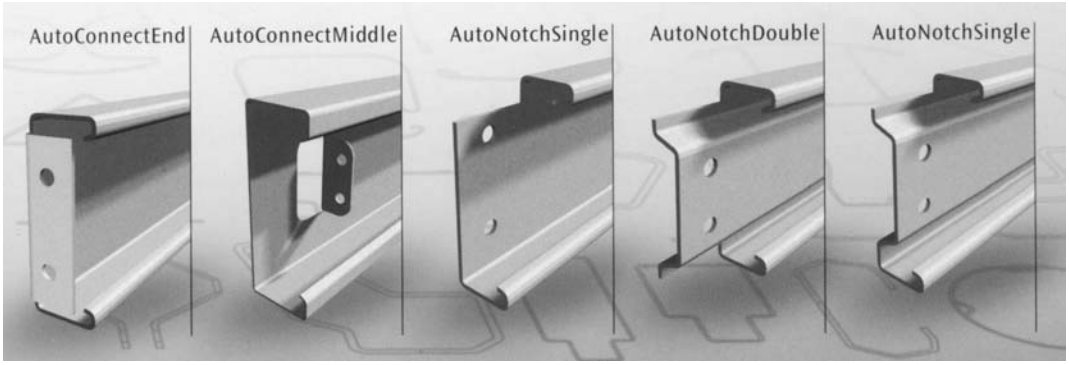
Section		Z180						Z200						Z250						
Dimensions (mm)	t	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	1.5	1.75	2	2.25	2.5	3	1.75	2	2.25	2.5	3	3.5*	4*
	H	180	180	180	181	181	182	202	202	202	202	203	203	250	250	250	251	252	253	253
	B1	65	65	65	65	65	66	70	70	71	71	72	72	77	77	77	78	78	78	79
	B2	59	59	59	59	59	60	59	59	60	61	61	62	67	67	67	68	69	69	70
	C	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22
	E	50.5	50.5	50.5	51	51	52	52	52	52	52	53	53	51.5	51.5	51.5	52	52.5	53.5	53.5
	F	81.5						100						150						
	Ø	14						14						18						
Gross Cross section properties	G (kg/m)	3.22	3.85	4.47	5.10	5.73	6.38	4.16	4.84	5.54	6.15	6.93	8.27	5.73	6.53	7.36	8.16	9.77	11.3	12.9
	A (cm²)	3.97	4.77	5.57	6.38	7.18	8.02	5.16	6.03	6.92	7.71	8.70	10.4	7.14	8.16	9.22	10.2	12.3	14.3	16.4
	Iy (cm⁴)	193	231	268	309	348	391	310	361	415	461	524	625	644	734	831	927	1117	1308	1485
	Wy (cm³)	21.0	25.2	29.3	33.6	37.7	42.2	29.8	34.7	39.8	44.4	50.1	59.9	50.3	57.4	64.8	72.1	86.8	101	114
	Iz (cm⁴)	33.3	39.6	45.6	51.5	58.4	65.4	44.2	51.0	59.9	64.2	76.0	90.5	69.7	78.8	89.8	99.9	119	137	156
	Wz (cm⁴)	5.30	6.31	7.29	8.24	9.29	10.3	6.62	7.66	8.89	9.51	11.1	13.2	9.42	10.6	12.1	13.3	15.9	18.4	20.8
Painting area (m²/m)		0.66						0.71						0.84						

Section		Z300						Z350					Z400			
Dimensions (mm)	t	2	2.25	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3	3.5	4	2	2.5	3	3.5
	H	300	300	300	301	301	302	350	350	351	351	352	400	400	401	401
	B1	94	94	94	95	95	96	94	94	95	95	96	94	94	95	95
	B2	86	86	86	87	87	87	86	86	87	87	87	86	86	87	87
	C	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	E	56	56.5	56.5	57	57.5	58	56	56.5	57	57.5	58	56	56.5	57	57.5
	F	190						240					290			
	Ø	18						18					18			
Gross Cross section properties	G (kg/m)	8.13	9.12	10.1	12.1	14.0	16.1	8.92	11.09	13.31	15.46	17.64	9.70	12.07	14.48	16.84
	A (cm²)	10.2	11.4	12.7	15.3	17.8	20.4	11.14	13.92	16.77	19.56	22.36	12.12	15.15	18.25	21.29
	Iy (cm⁴)	1343	1505	1669	2018	2341	2687	1939	2412	2914	3384	3861	2674	3329	4020	4671
	Wy (cm³)	88.2	99.0	109	132	153	175	109	135	163	190	217	132	164	198	230
	Iz (cm⁴)	166	184	205	248	287	328	166	205	248	287	328	166	205	248	287
	Wz (cm⁴)	18.2	20.4	22.5	27.1	31.3	35.6	18.2	22.5	27.0	31.3	35.5	18.2	22.4	27.0	31.2
Painting area (m²/m)		1.04						1.14					1.24			

Çizelge B7.4 : Eaves serisi profiller

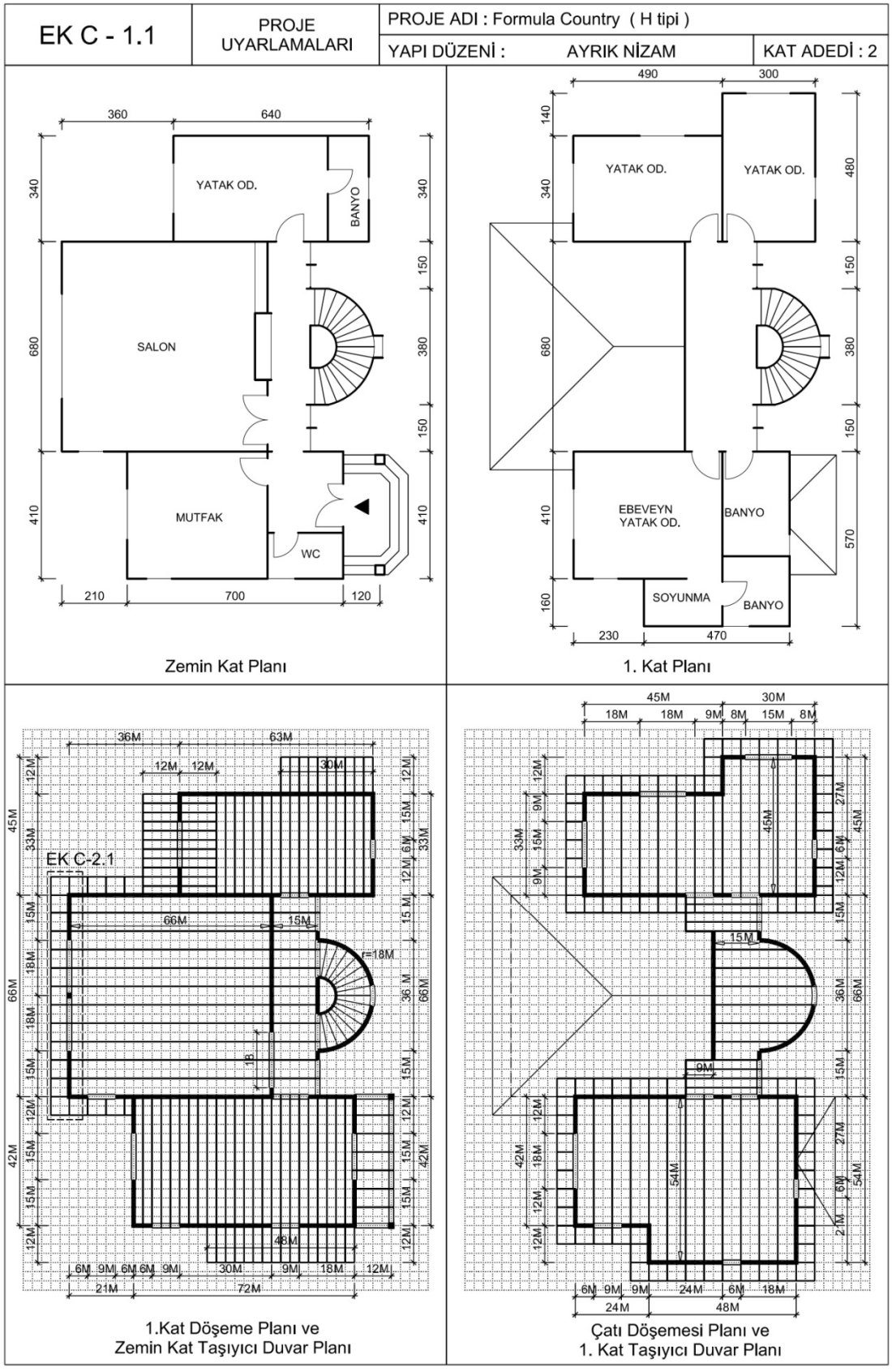


Section		SE200	SE250	SE300	SE350
Dimensions (mm)	t	2	2.5	3	4
	H	200	250	300	350
	H_C	100	120	170	220
	H_E	36	50	50	50
	B	100	100	100	90
	C	25	30	30	30
	D	-	14.5	15	16
	F'	60	60	100	150
	Ø	18	18	18	18
Griss cross section properties	G (kg/m)	7.28	10.6	13.8	19.0
	A (cm ²)	9.12	13.35	17.48	24.35
	Iy (cm⁴)	580	1265	2328	4195
	Wy (cm³)	58.0	101.2	155	240
	Iz (cm⁴)	94.2	147	175	170
	Wz (cm⁴)	15.3	24.2	28.3	30.7
Painting area (m^2/m)		0.93	1.08	1.18	1.22



Şekil B7.1 : Profil bağlantı detayları (Autoconnect ve Autonotch)

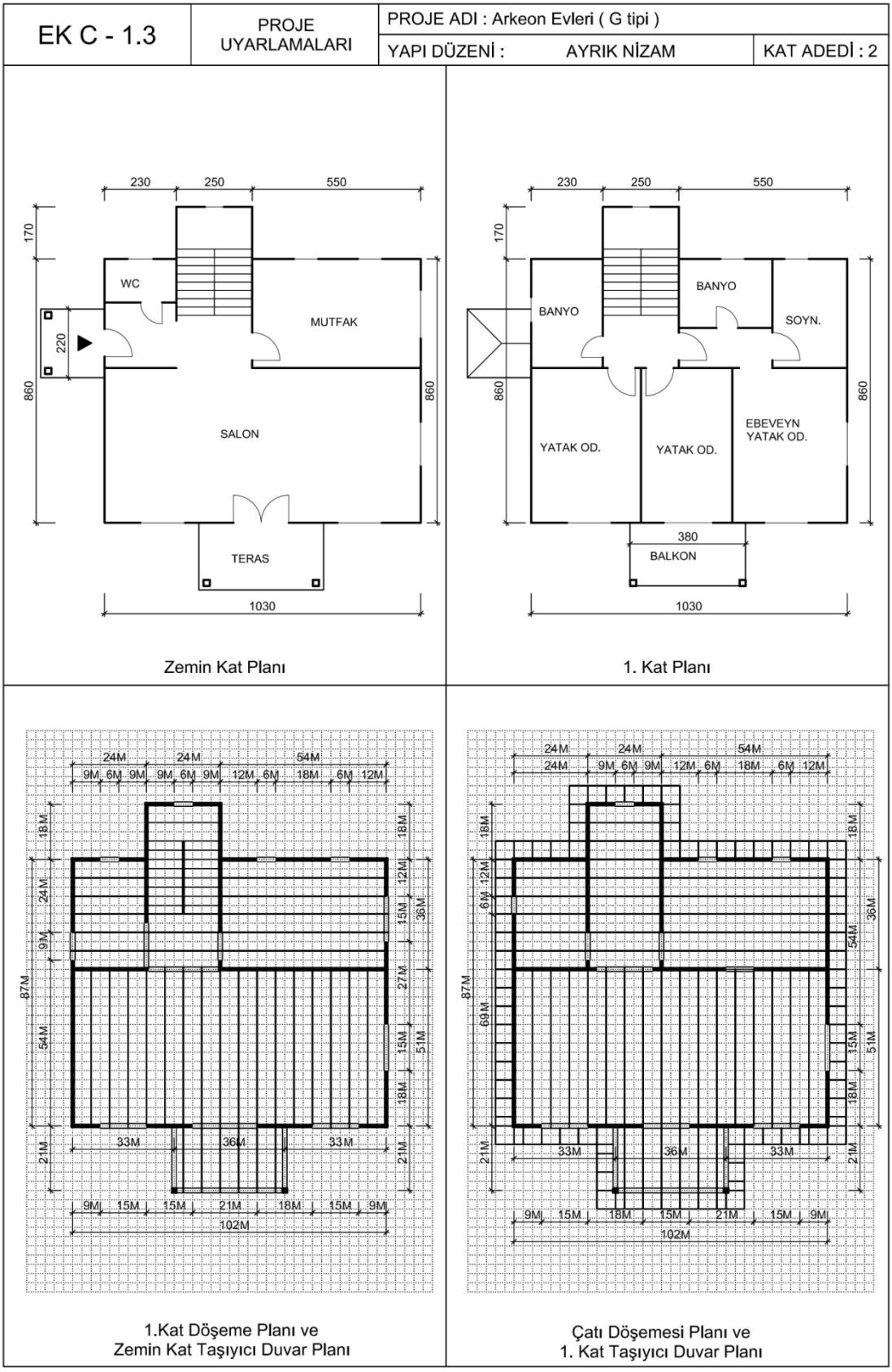
EK C.1 : Önerilen Yarı Açık Yapım Sisteminin Mevcut Konut Planlarına Uyarlanması



Şekil C1.1 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Formula Country H tipi.

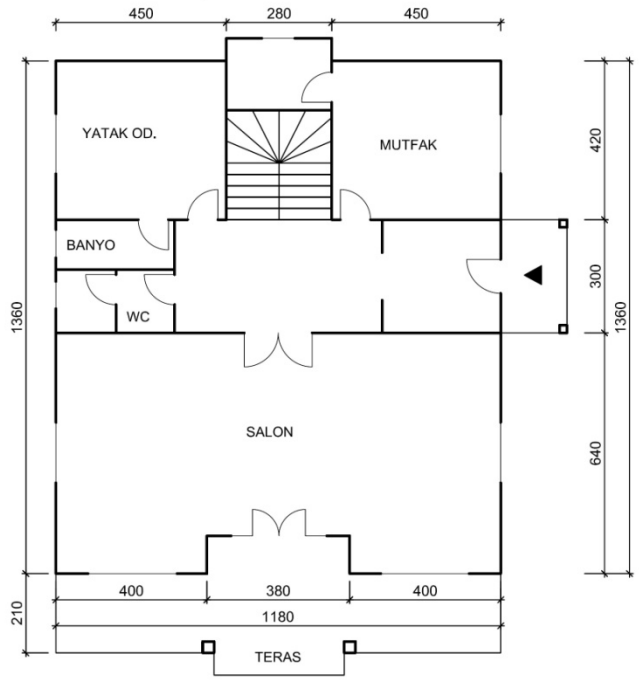


Şekil C1.2 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Formula Country J tipi.

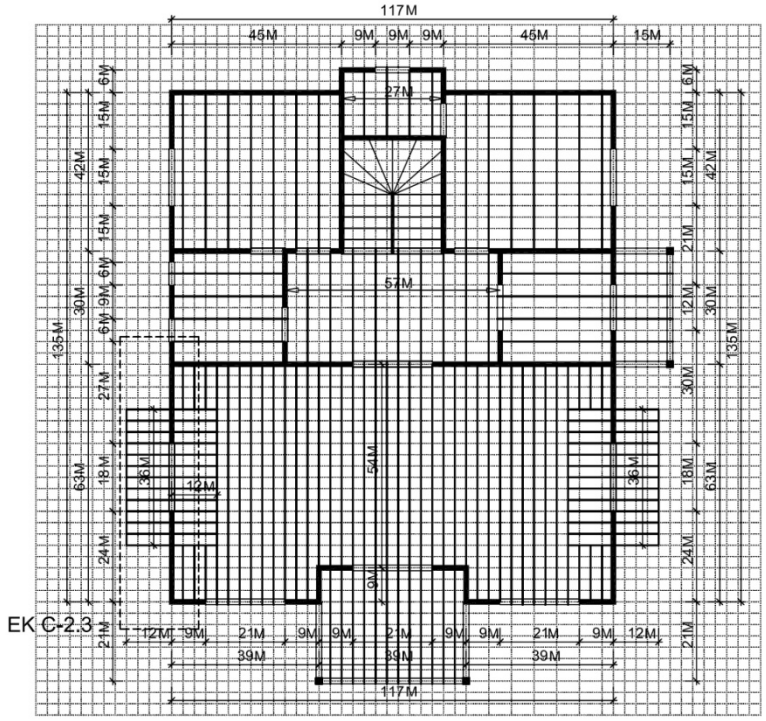


Şekil C1.3 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Arkeon Evleri G tipi.

EK C - 1.4a	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : Güzelşehir Villaları (Orkide Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : AYRIK NİZAM	KAT ADEDİ : 2



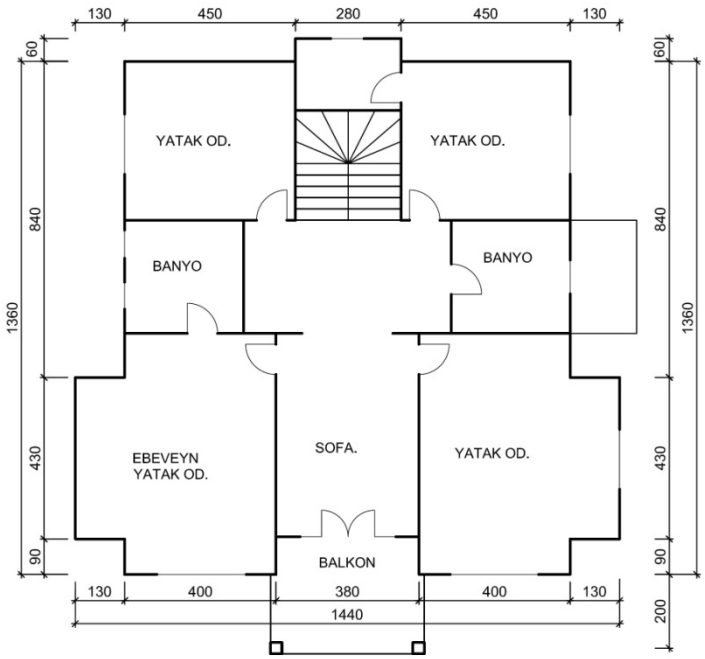
Zemin Kat Planı



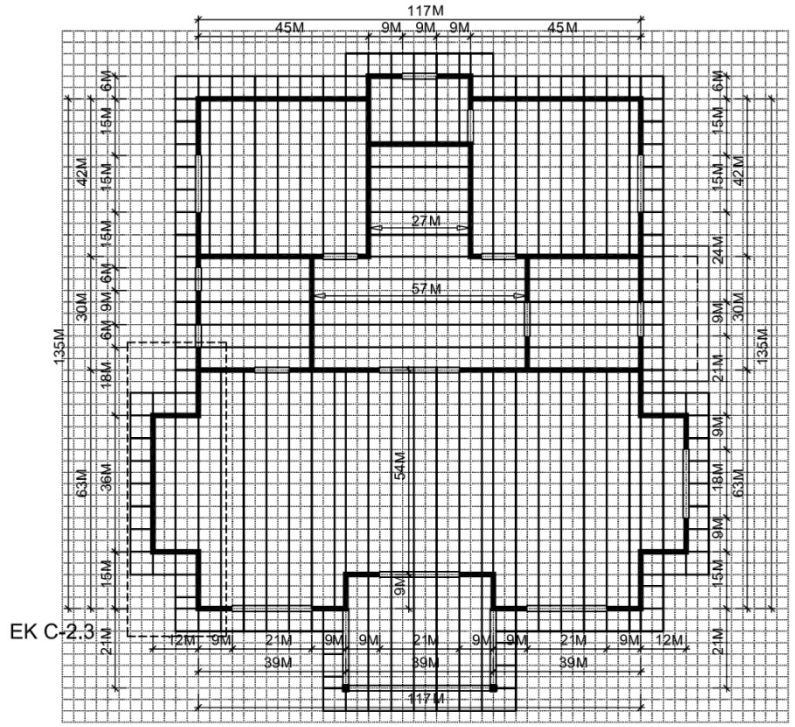
1.Kat Döşeme Planı ve
Zemin Kat Taşıyıcı Duvar Planı

Şekil C1.4 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Güzelşehir villaları.

EK C - 1.4b	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : Güzelşehir Villaları (Orkide Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : AYRIK NİZAM	KAT ADEDİ : 2

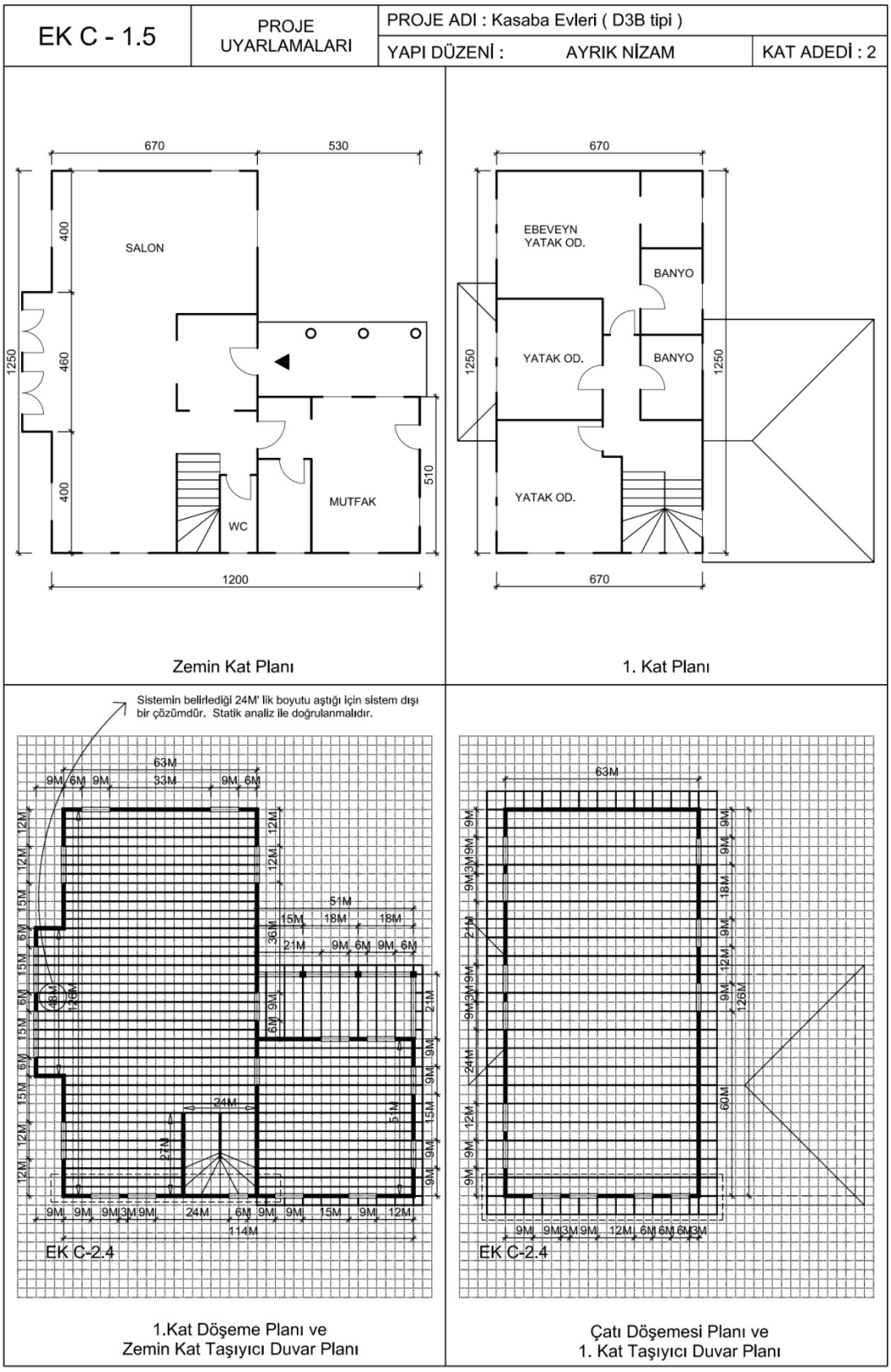


1. Kat Planı

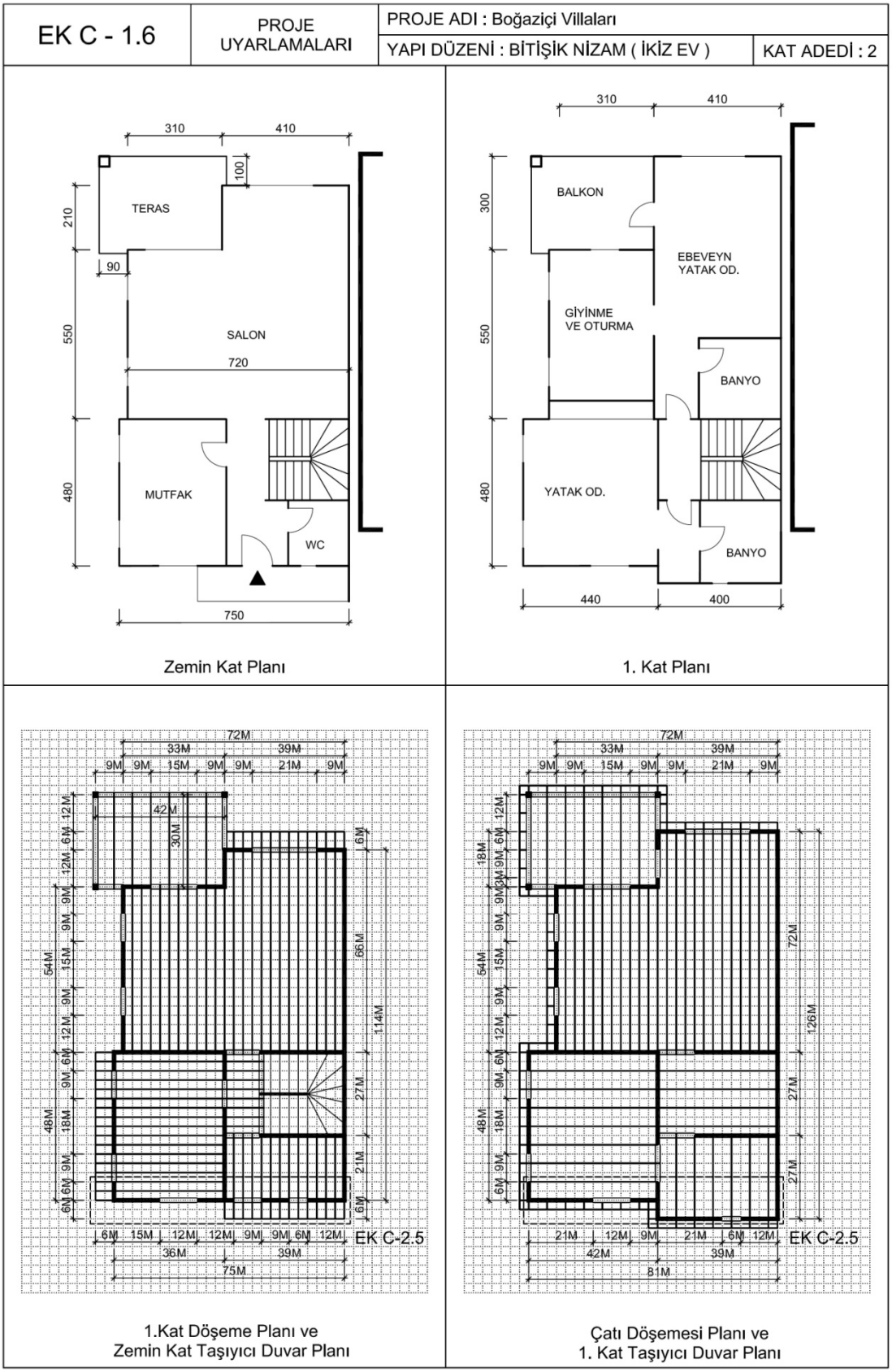


Çatı Döşemesi Planı ve
1. Kat Taşıyıcı Duvar Planı

Şekil C1.4 : (Devam) Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Güzelşehir villaları.

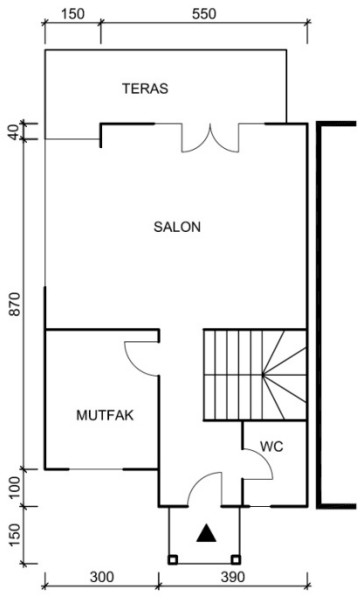


Şekil C1.5 : Plan uyarlamaları, ayrık nizam, Kasaba evleri D3B tipi.

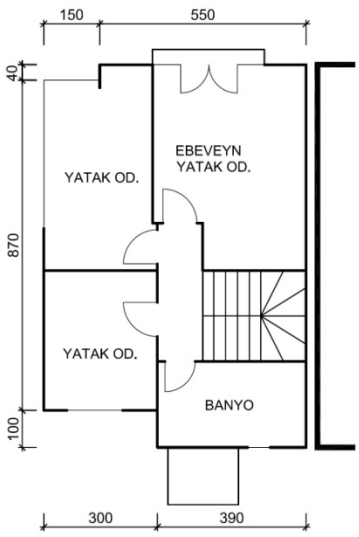


Şekil C1.6 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Boğaziçi villaları.

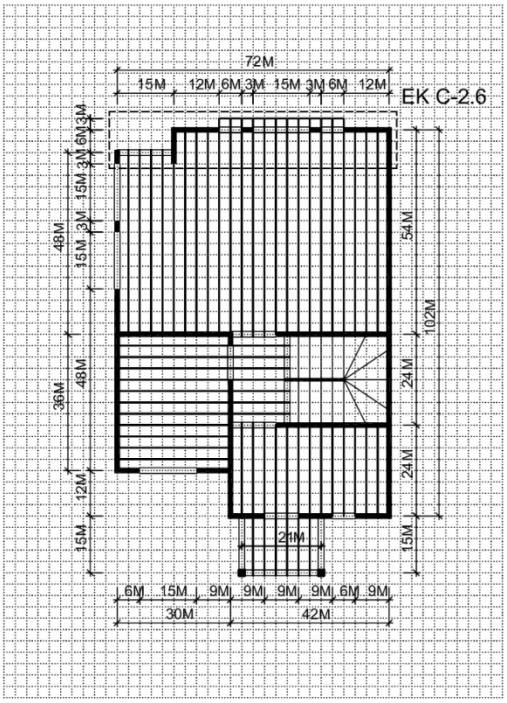
EK C - 1.7	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : Spradon Evleri (D Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (İKİZ EV)	KAT ADEDİ : 2



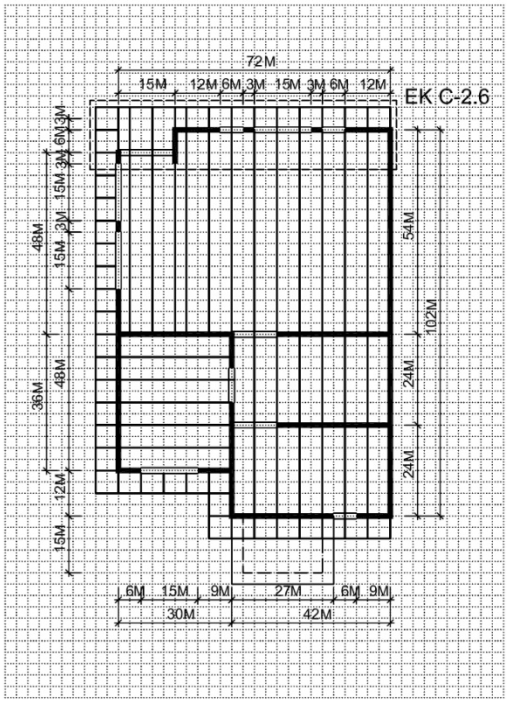
Zemin Kat Planı



1. Kat Planı

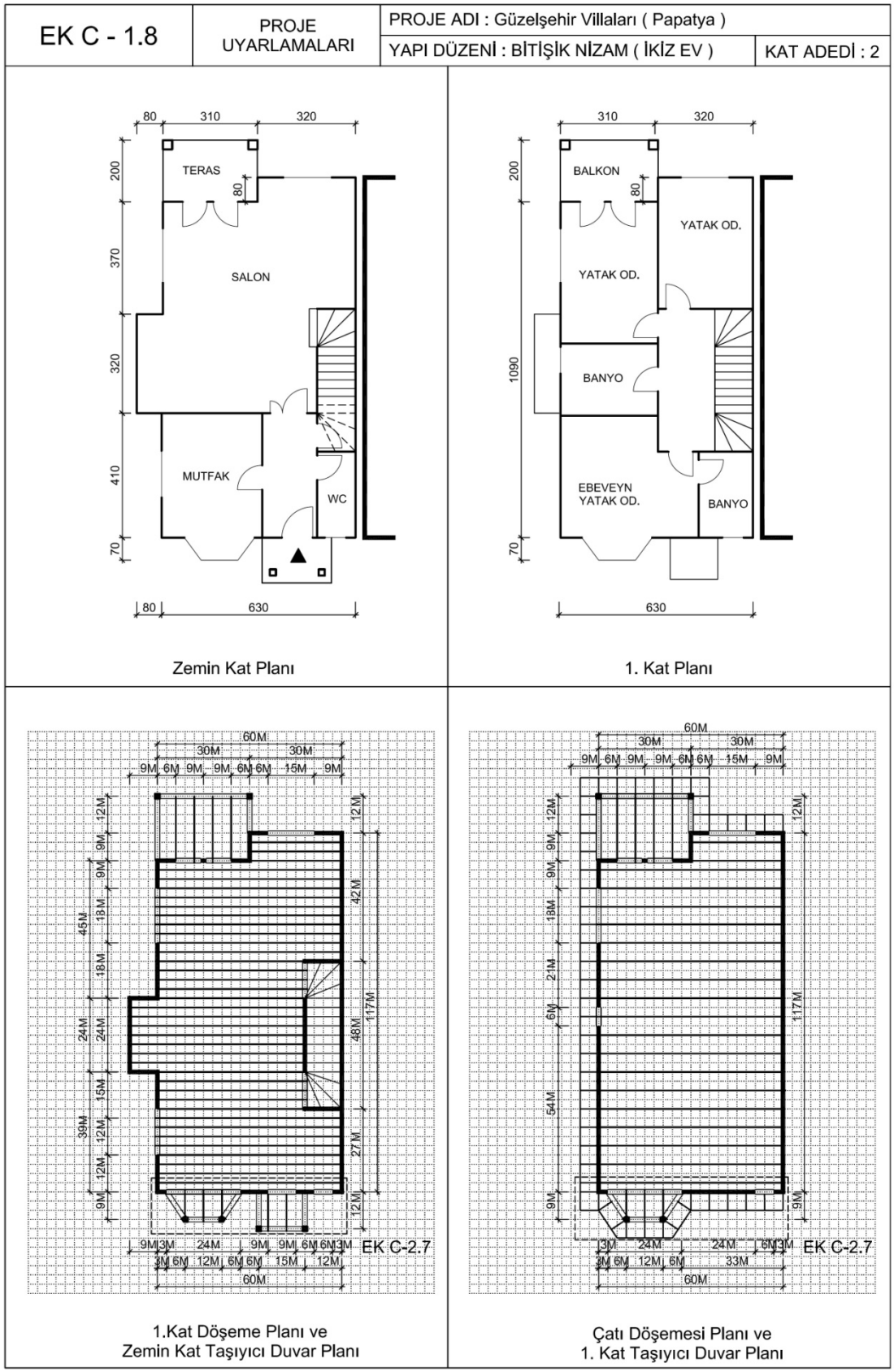


1.Kat Döşeme Planı ve
Zemin Kat Taşıyıcı Duvar Planı

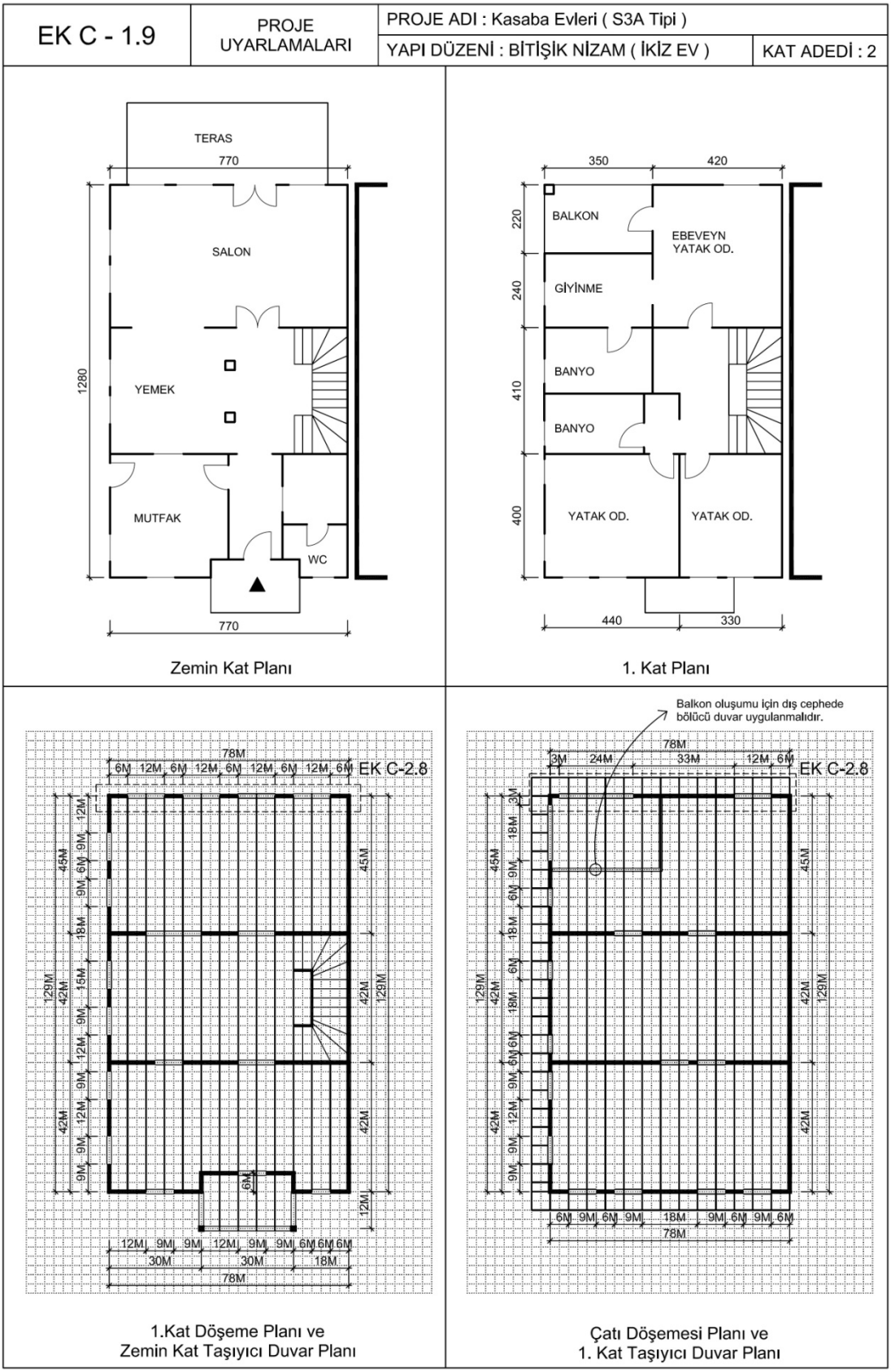


Çatı Döşemesi Planı ve
1. Kat Taşıyıcı Duvar Planı

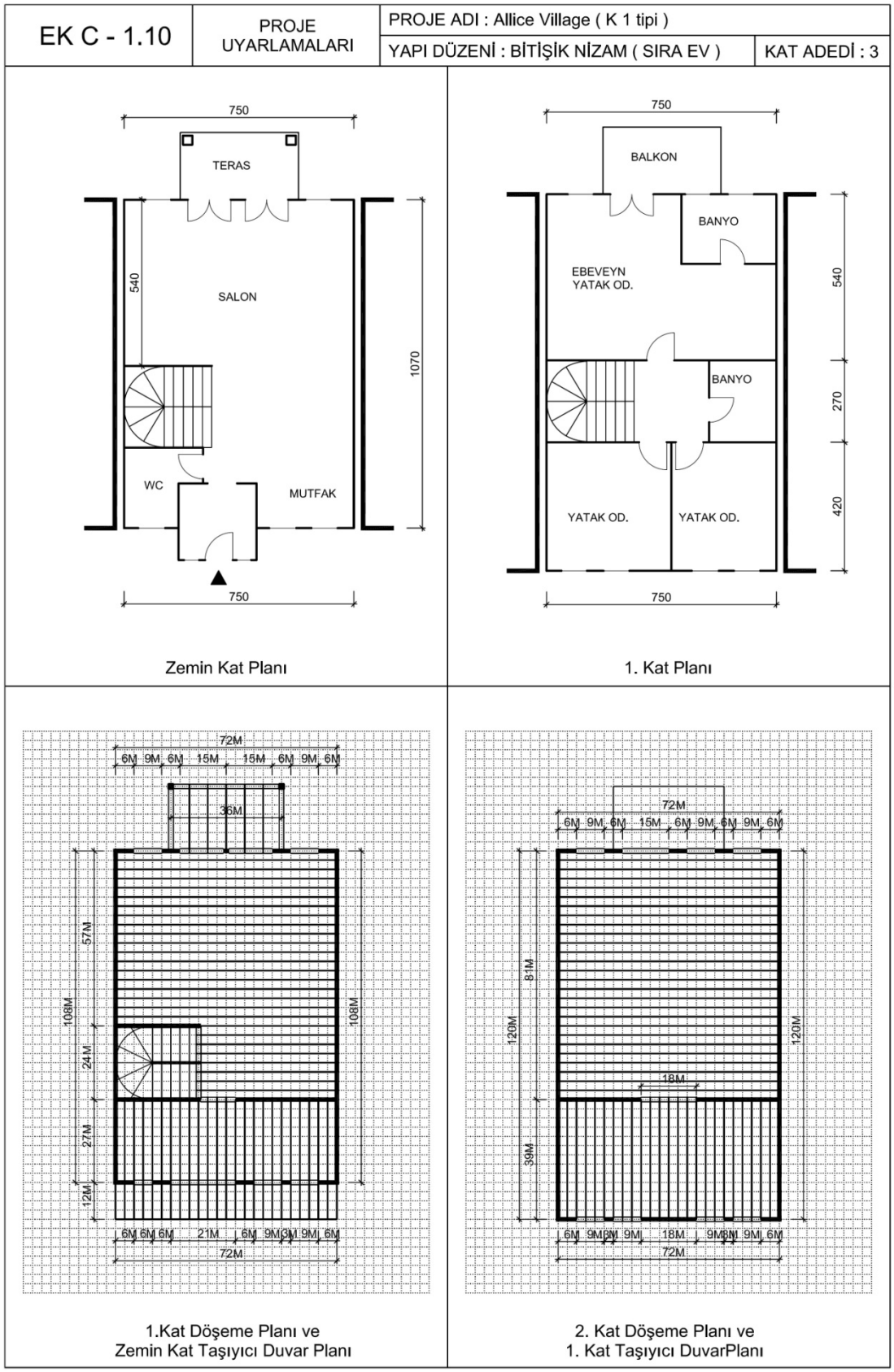
Şekil C1.7 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Spradon evleri D tipi.



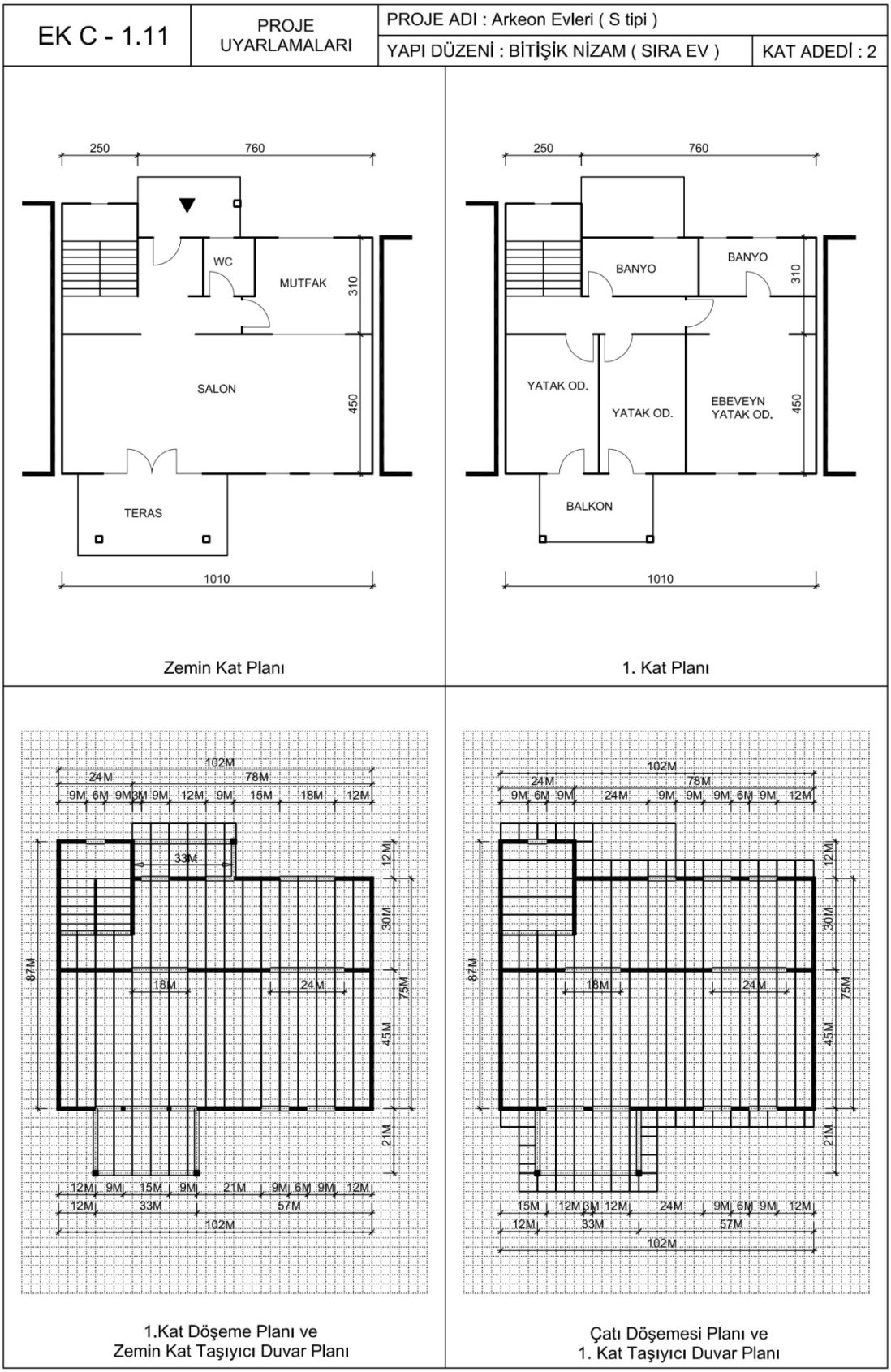
Şekil C1.8 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Güzelşehir villaları.



Şekil C1.9 : Plan uyarlamaları, ikiz ev, Kasaba evleri S3A tipi.

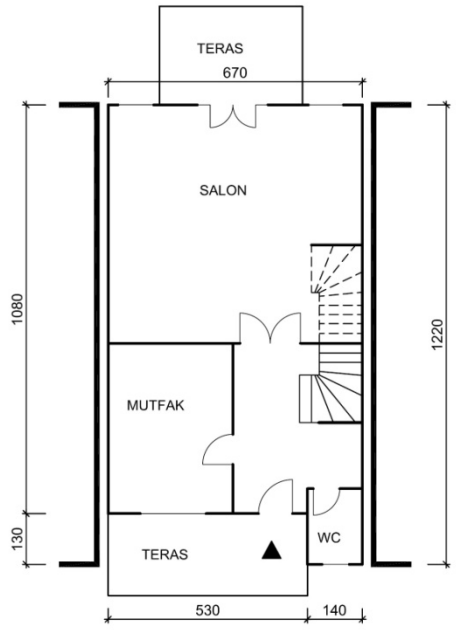


Şekil C1.10 : Plan uyarlamaları, sıra ev, Allice village K1 tipi.

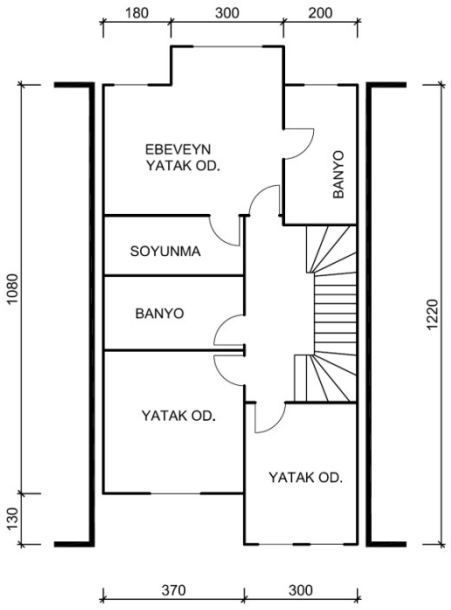


Şekil C1.11 : Plan uyarlamaları, sıra ev, Arkeon evleri S tipi.

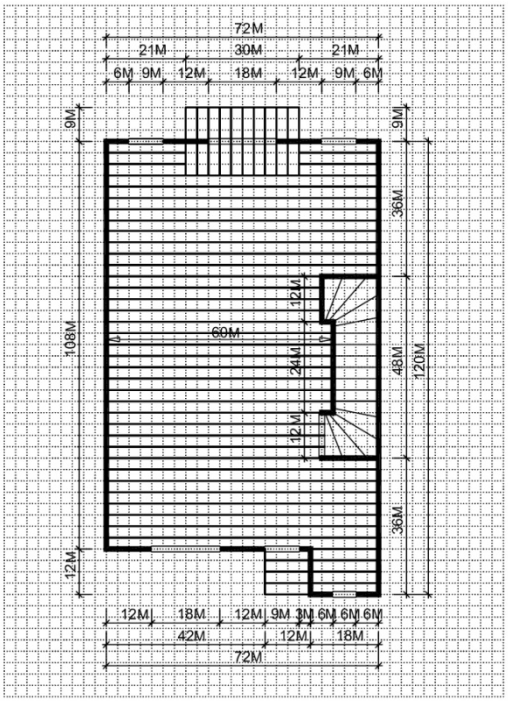
EK C - 1.12	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : Elit Yaşam Konakları (C tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 2



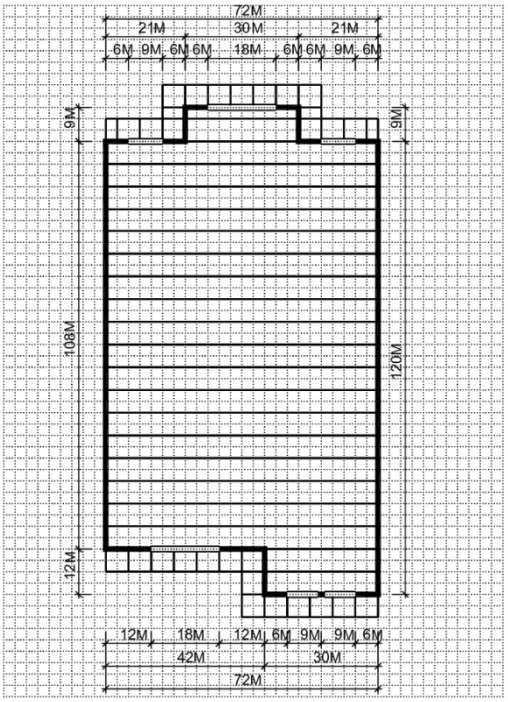
Zemin Kat Planı



1. Kat Planı



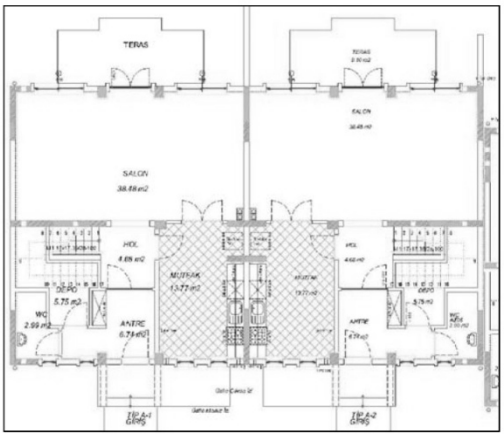
1.Kat Döşeme Planı ve
Zemin Kat Taşıyıcı Duvar Planı



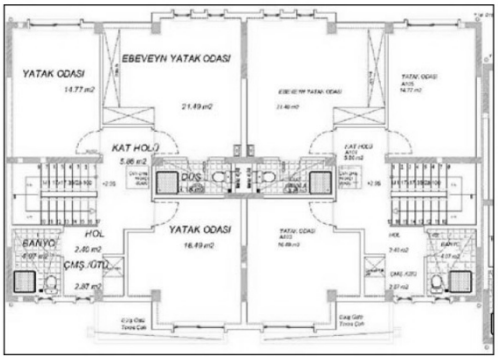
Çatı Döşemesi Planı ve
1. Kat Taşıyıcı Duvar Planı

Şekil C1.12 : Plan uyarlamaları, sıra ev, Elit yaşam konakları C tipi.

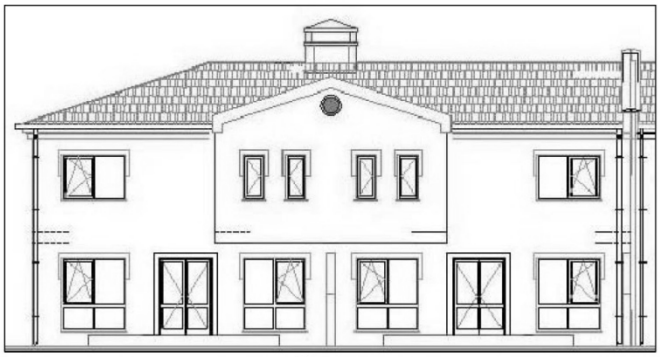
EK C - 1.13a	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : TOKİ Eskişehir Tepebaşı Evleri (S Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 2



Zemin Kat Planı



1. Kat Planı



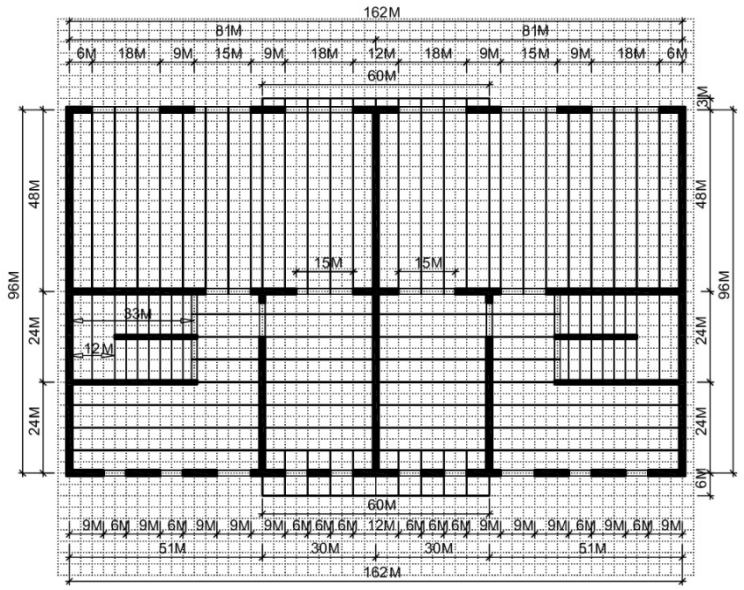
Cephe



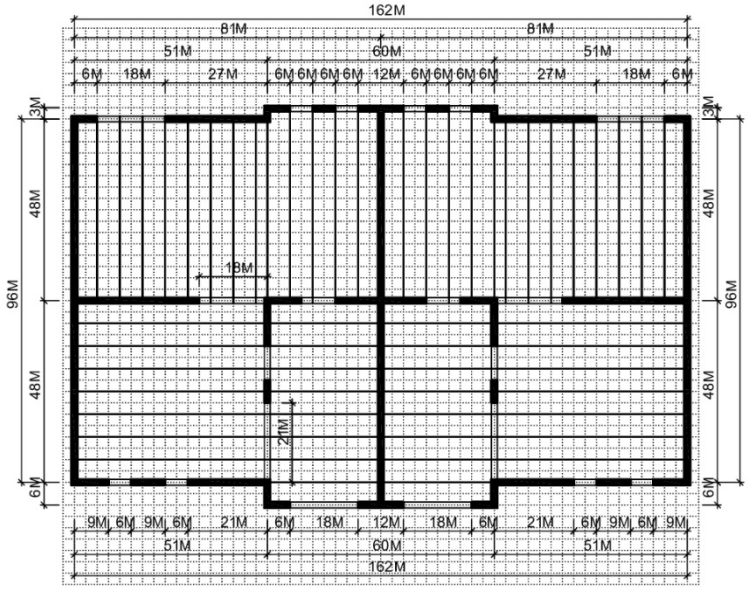
Görünüş

Şekil C1.13 : Plan uyarlamaları, TOKİ Eskişehir Tepebaşı evleri.

EK C - 1.13b	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : TOKİ Eskişehir Tepebaşı Evleri (S Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 2



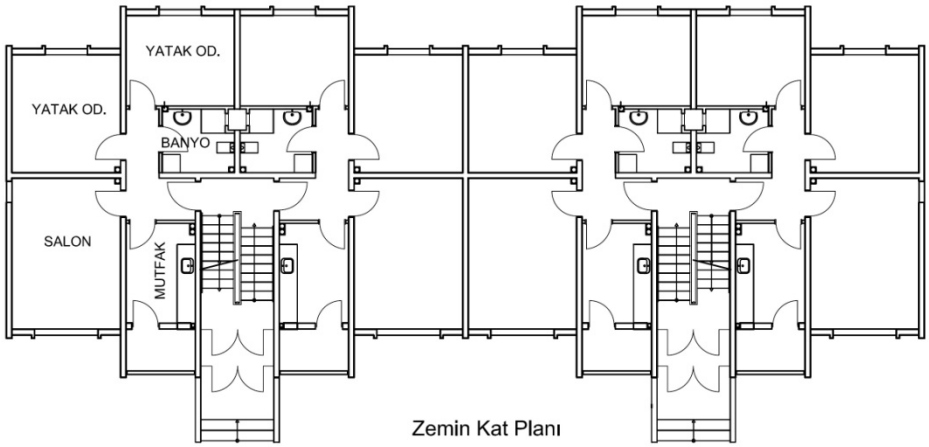
1.Kat Döşeme Planı ve
Zemin Kat Taşıyıcı Duvar Planı



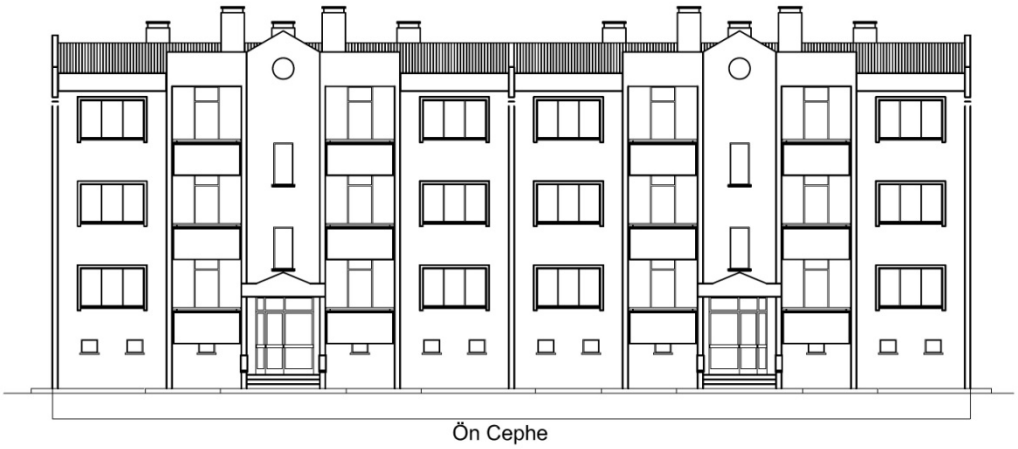
Çatı Döşemesi Planı ve
1. Kat Taşıyıcı Duvar Planı

Şekil C1.13 : (Devam) Plan uyarlamaları, TOKİ Eskişehir Tepebaşı evleri.

EK C - 1.14a	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : TOKİ Adapazarı Korucuk Konutları (F Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 3



Zemin Kat Planı



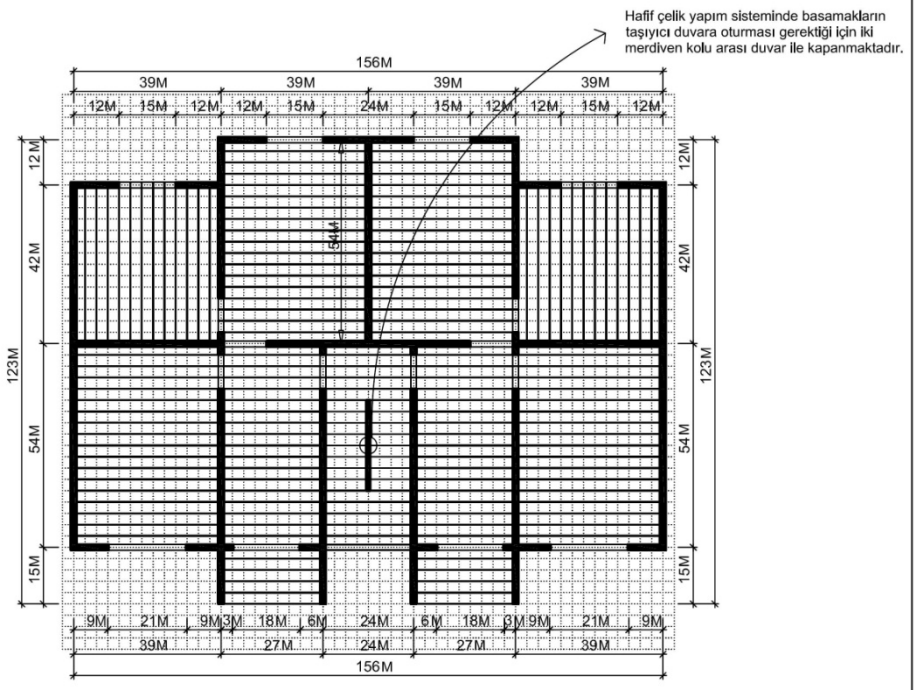
Ön Cephe



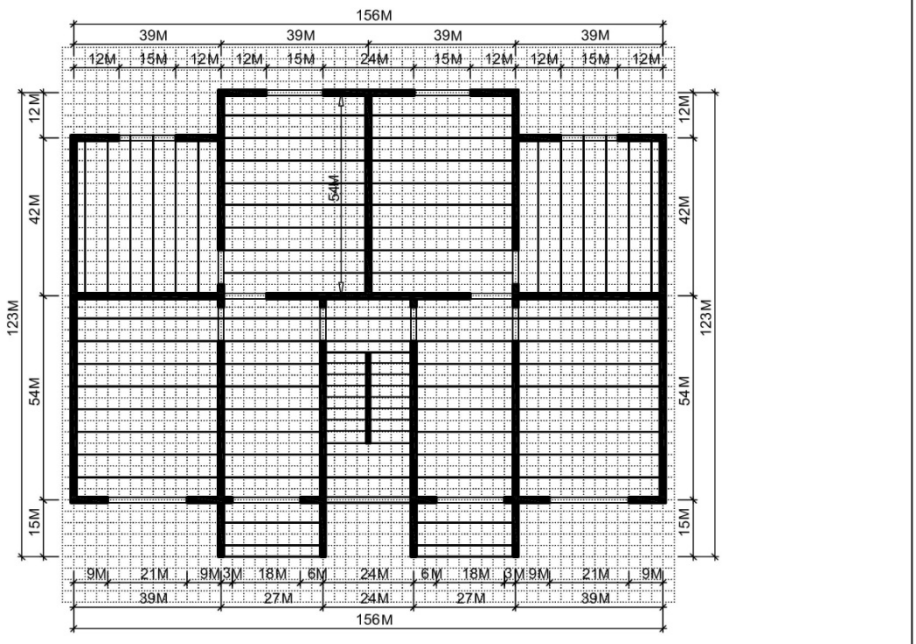
Görünüş

Şekil C1.14 : Plan uyarlamaları, TOKİ Adapazarı Korucuk evleri.

EK C - 1.14b	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : TOKİ Adapazarı Korucuk Konutları (F Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 3



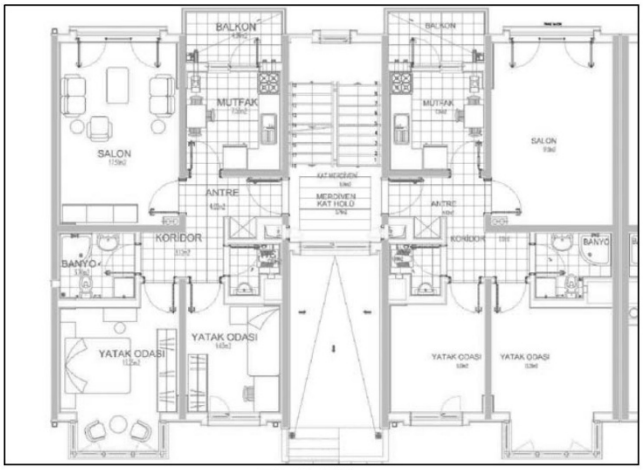
1.Kat Döşeme Planı ve
Zemin Kat Taşıyıcı Duvar Planı



2. Kat ve Çatı Döşemesi Planı
1. ve 2. Kat Taşıyıcı Duvar Planı

Şekil C1.14 : (Devam) Plan uyarlamaları, TOKİ Adapazarı Korucuk evleri

EK C - 1.15a	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : TOKİ Yalova 2. Bölge Konutları (D Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 3



Tip Kat Planı



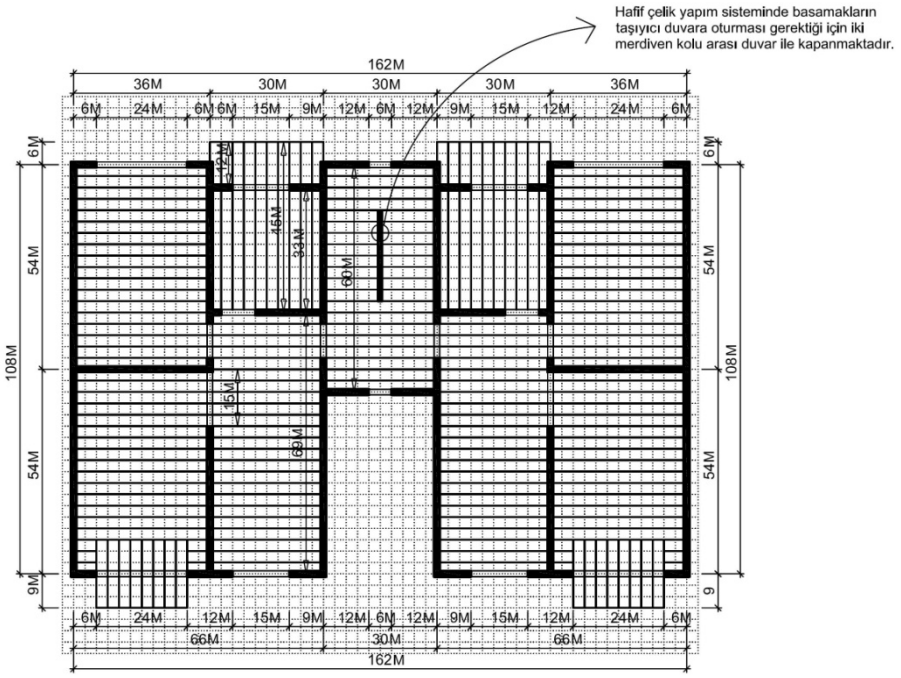
Ön Cephe



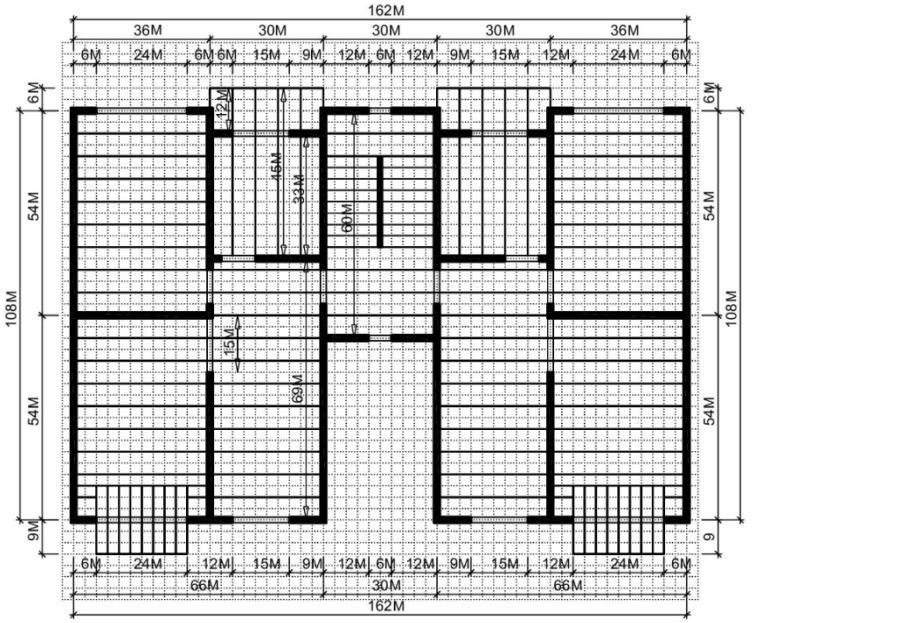
Görünüş

Şekil C1.15 : Plan uyarlamaları, TOKİ Yalova 2. bölge konutları.

EK C - 1.15b	PROJE UYARLAMALARI	PROJE ADI : TOKİ Yalova 2. Bölge Konutları (D Tipi)	
		YAPI DÜZENİ : BİTİŞİK NİZAM (SIRA EV)	KAT ADEDİ : 3



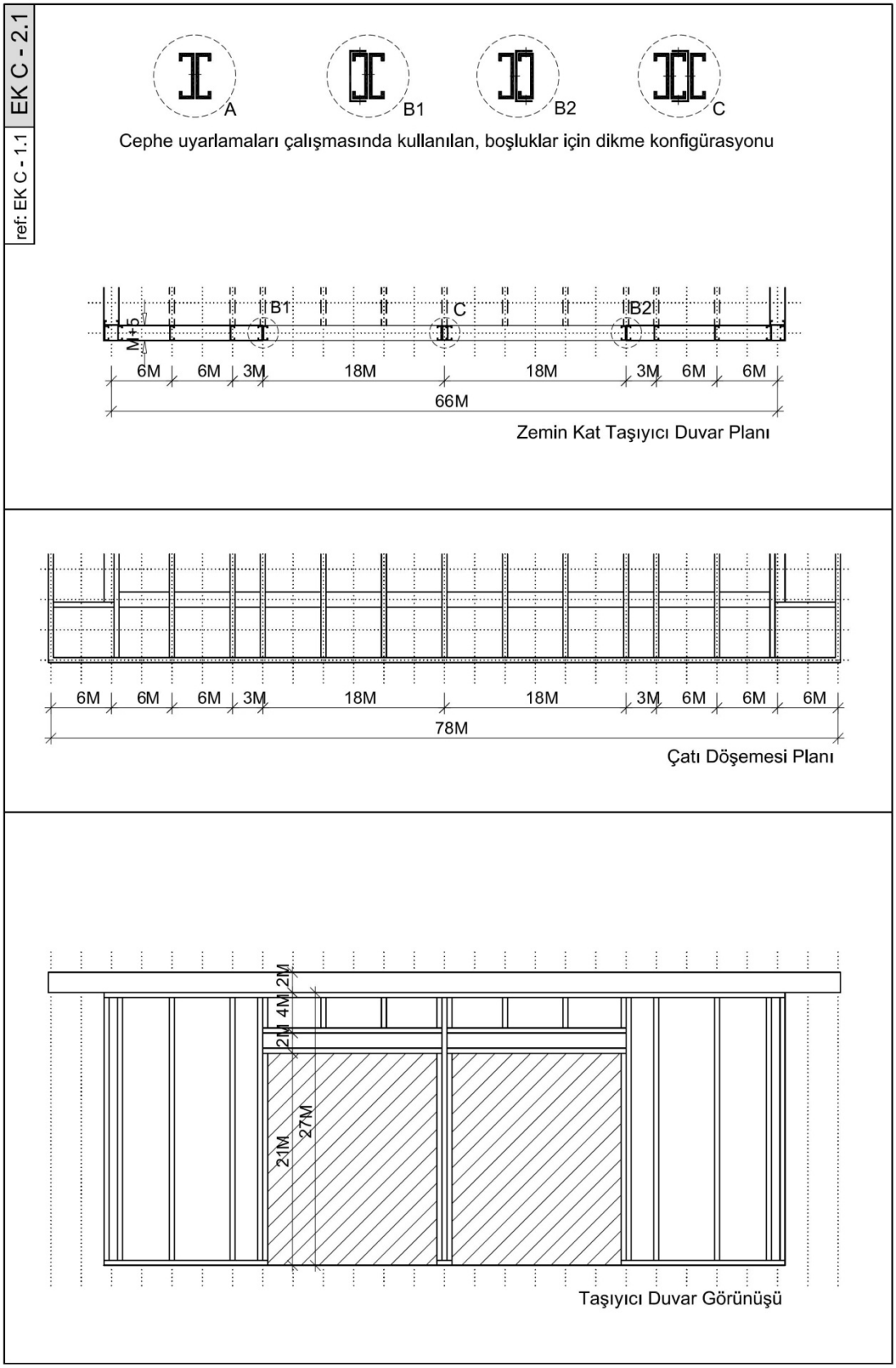
1.Kat Döşeme Planı ve
Zemin Kat Taşıyıcı Duvar Planı



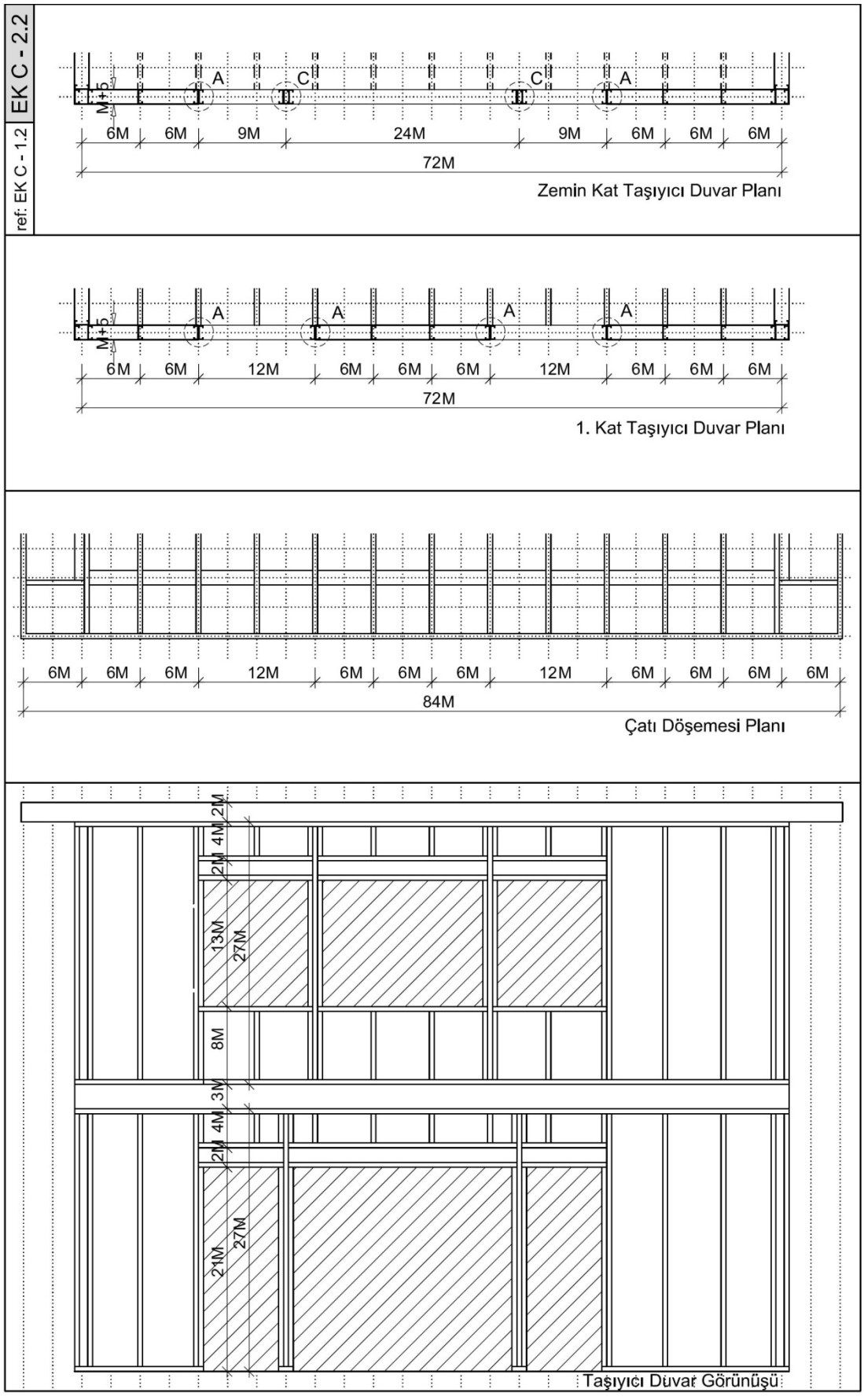
2. Kat ve Çatı Döşemesi Planı
1. ve 2. Kat Taşıyıcı Duvar Planı

Şekil C1.15 : (Devam) Plan uyarlamaları, TOKİ Yalova 2. bölge konutları.

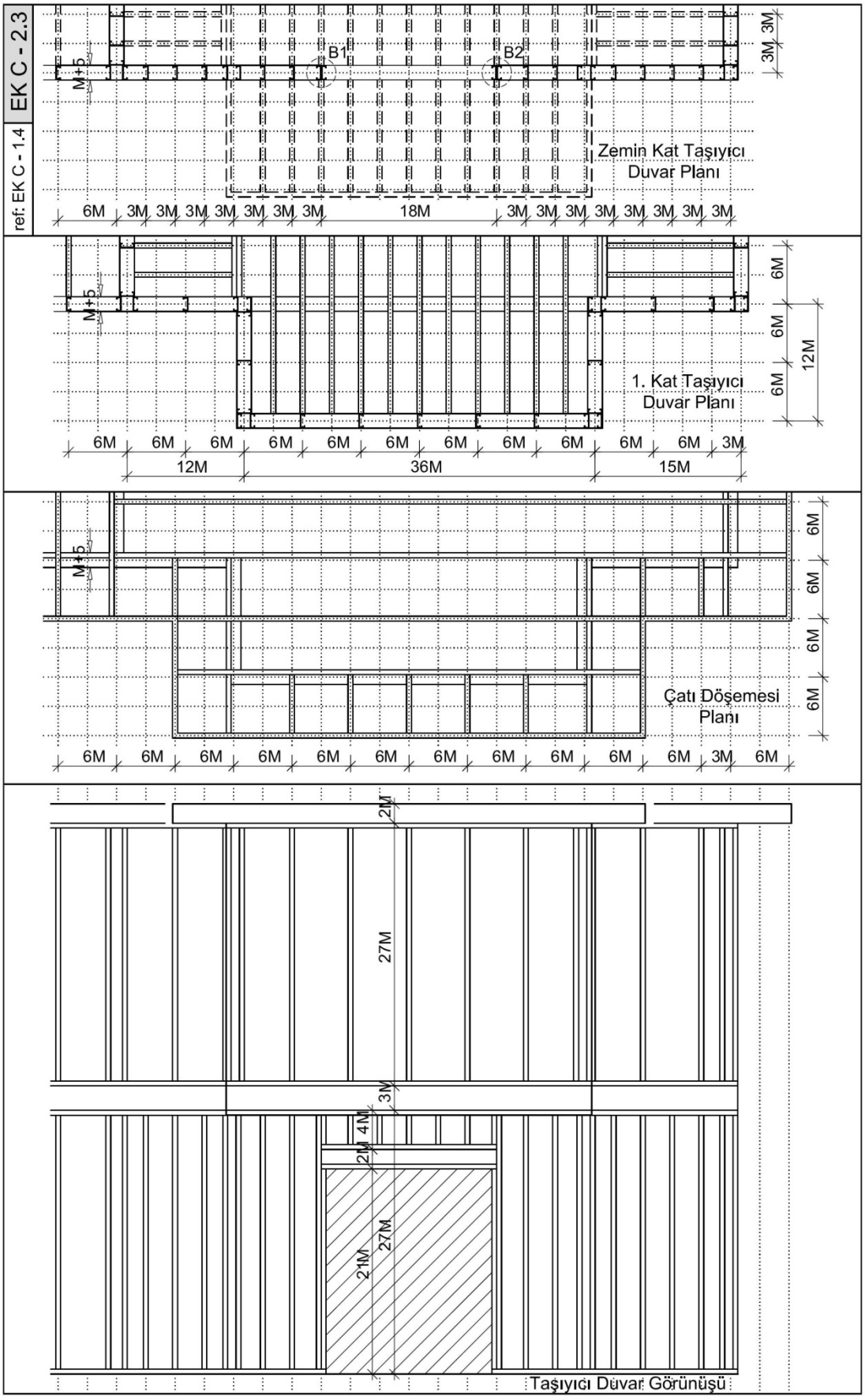
EK C.2 : Önerilen Yarı Açık Yapım Sisteminin Mevcut Konut Cephelerine Uyarlanması



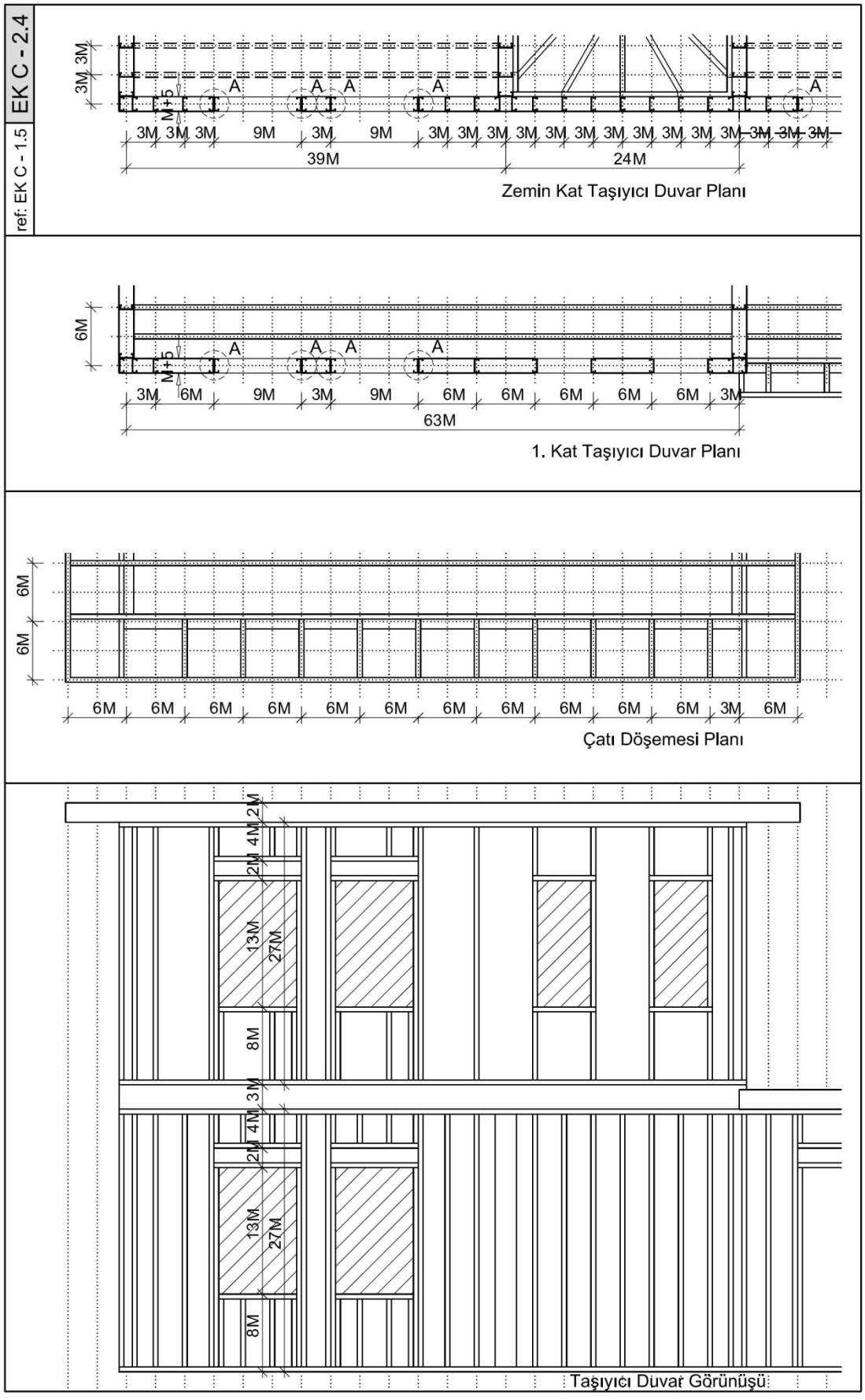
Şekil C2.1 : Cephe uyarlamaları, Formula Country H tipi.



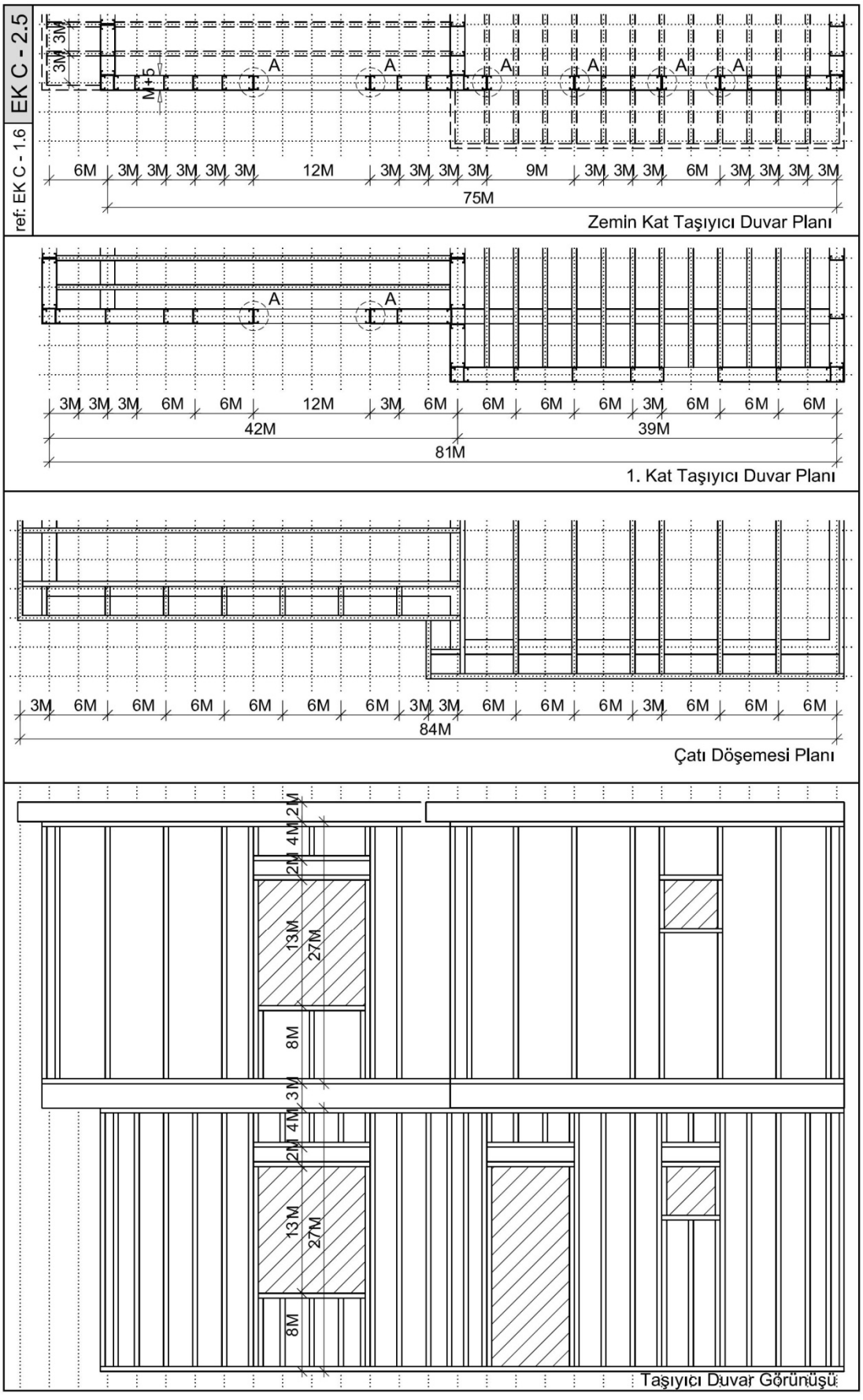
Şekil C2.2 : Cephe uyarlamaları, Formula Country J tipi.



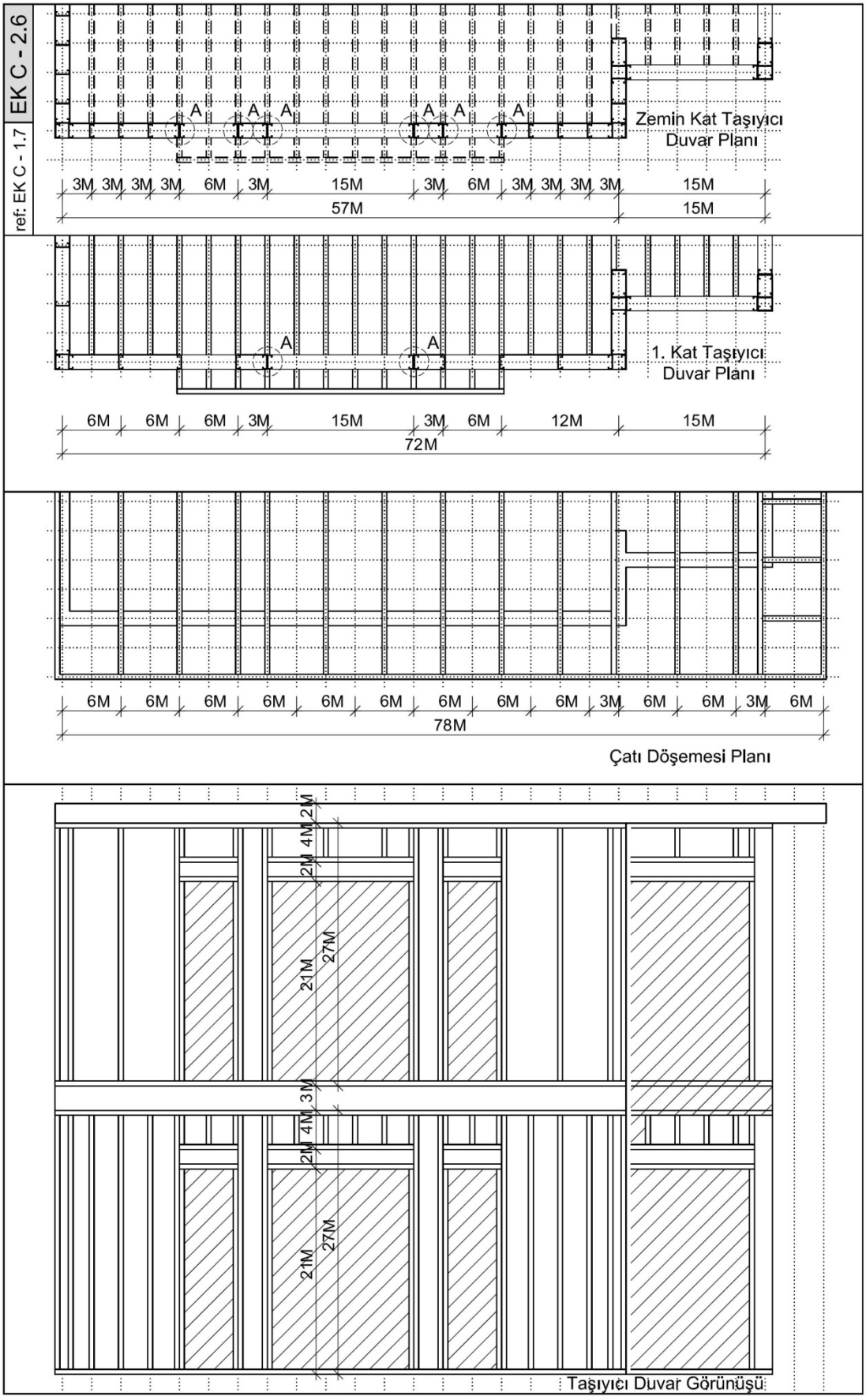
Şekil C2.3 : Cephe uyarlamaları, Güzelşehir villaları.



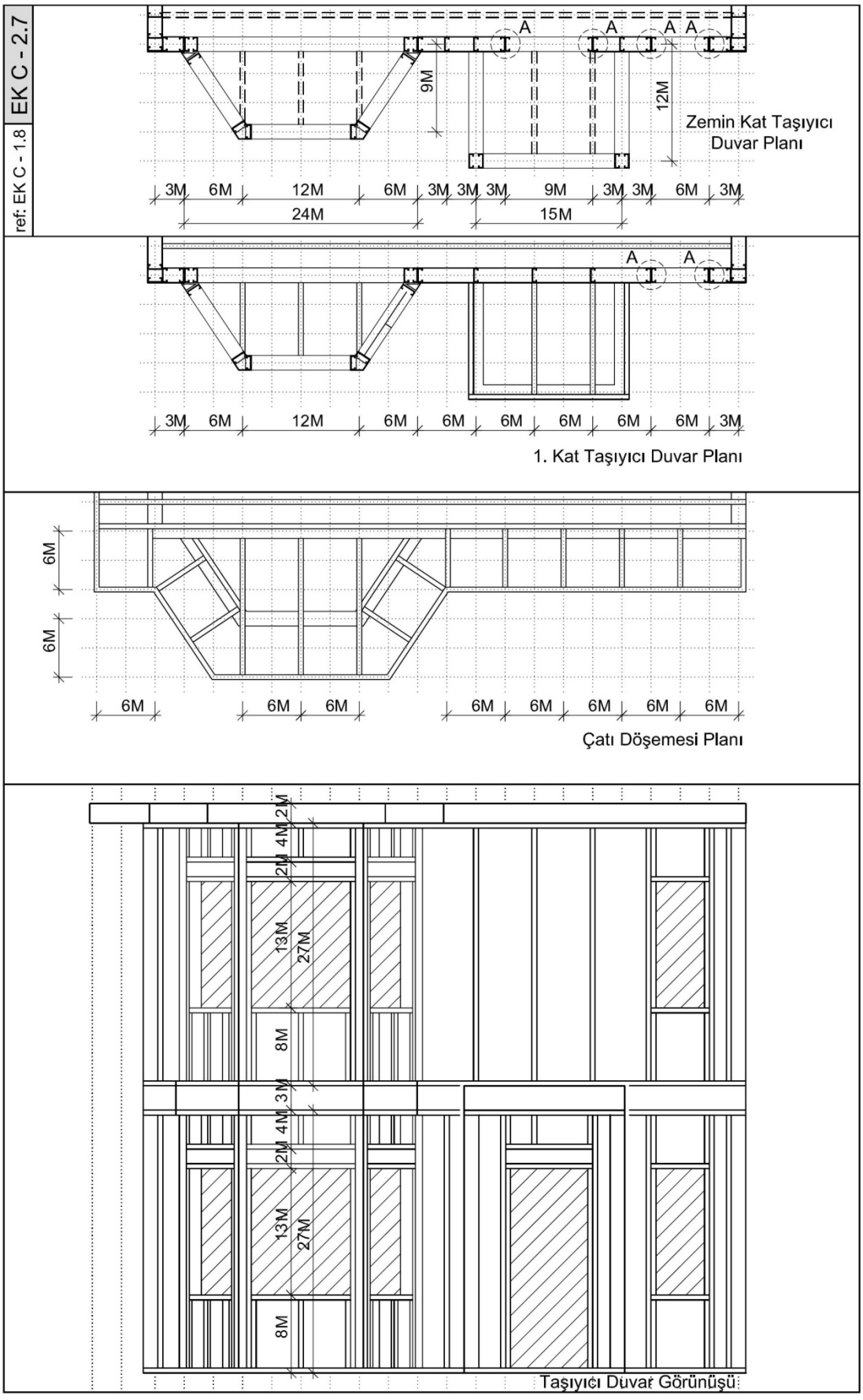
Şekil C2.4 : Cephe uyarlamaları, Kasaba evleri D3B tipi.



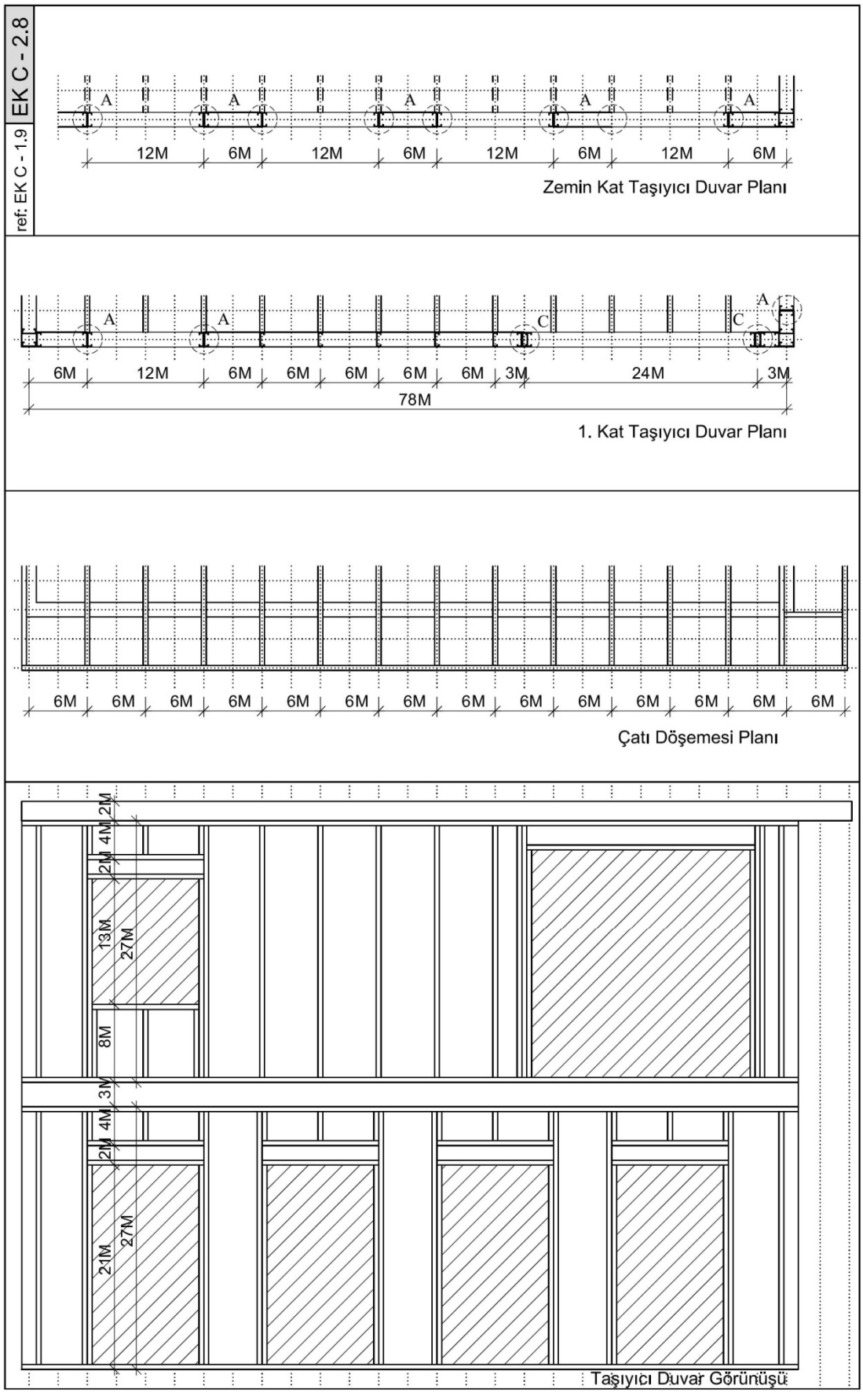
Şekil C2.5 : Cephe uyarlamaları, Boğaziçi villaları.



Şekil C2.6 : Cephe uyarlamaları, Spradon evleri D tipi.

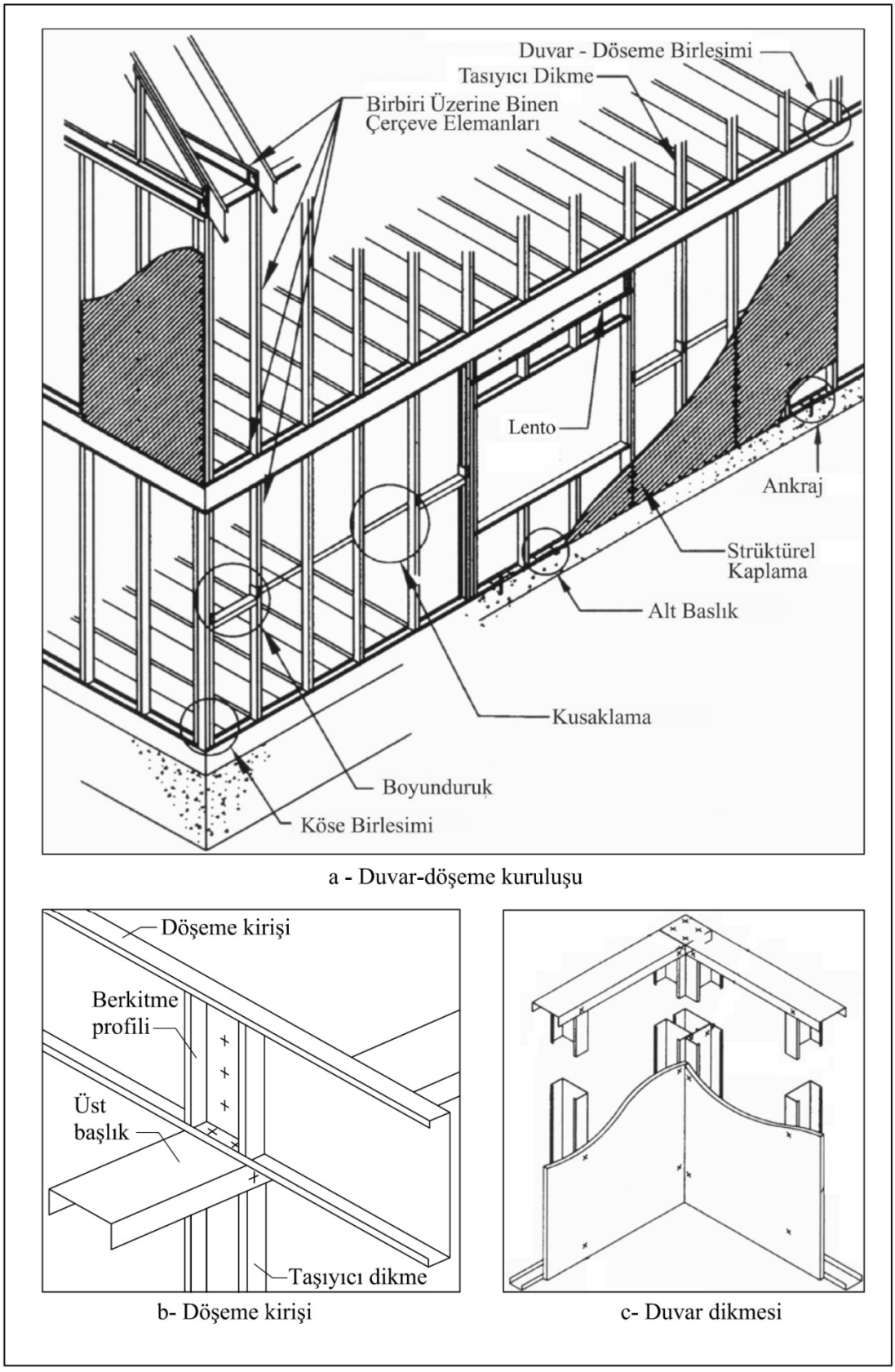


Şekil C2.7 : Cephe uyarlamaları, Güzelşehir villaları.



Şekil C2.8 : Cephe uyarlamaları, Kasaba evleri S3A tipi.

EK D : Yarı Açık Sisteme İlişkin Katalog Verileri ve Önerilen Bileşen Tipleri

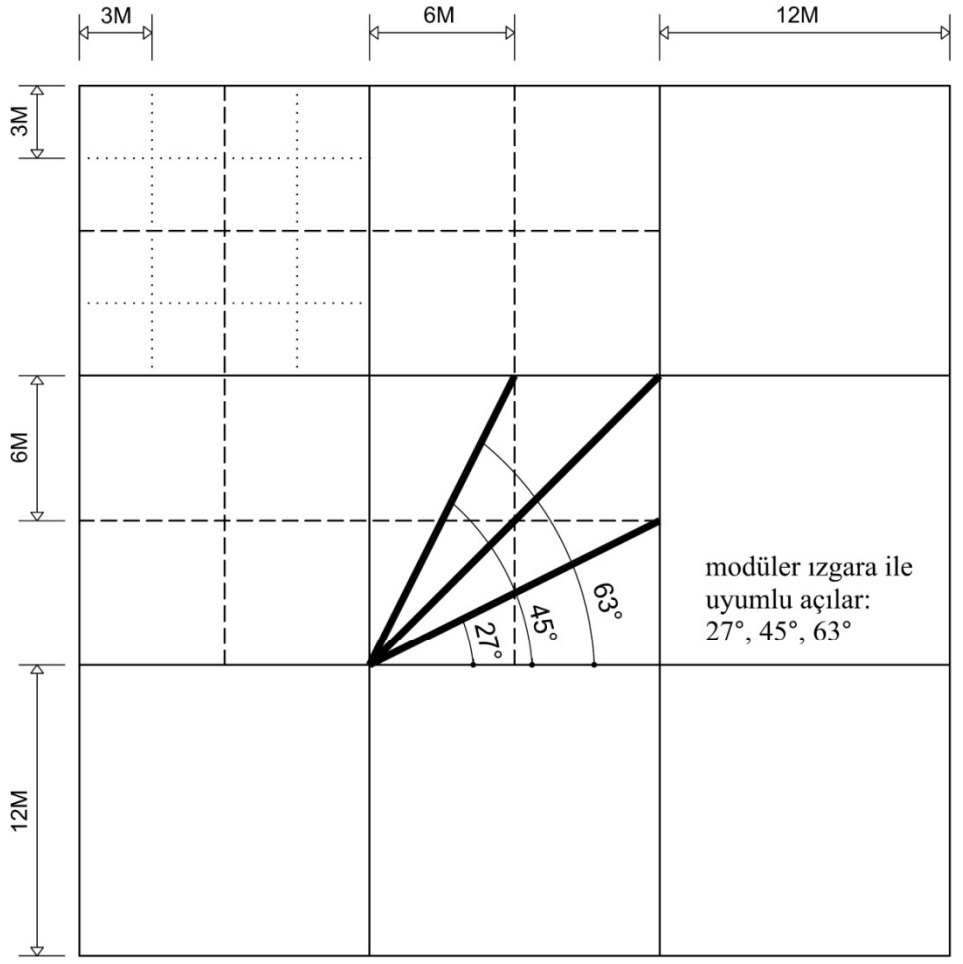


Şekil D.1 : Sistemin kuruluşu.

Çizelge D.1 : Sisteme ilişkin bilgiler.

Sistemin Hedefi	Önerilen yarı açık sisteme, Türkiye' de hafif çelik yapı sektöründe faaliyet gösteren üretici firmalar birbirlerinden bağımsız olarak bileşen üreterek katkı yapabileceklerdir. Ayrıca, tasarlayıcılar, ortaya konmuş olan sınırları tanımlanmış ortak kuralları kullanarak, sınırlı sayıda bileşen ile yarı açık hafif çelik yapım sistemi ile farklı konutların tasarımını gerçekleştirebileceklerdir.
Sistemin Teknik ve Ekonomik Prensipleri	Ulusal Nitelikli Yarı Açık Sistem
Sistemin Temel Yapısal Prensipleri	İskelet Sistem (Platform Çerçeve)
Sistemin Uygulanabileceği Program Tipi	Az Katlı Konutlar (1-3 Katlı)
Yatay Modüler Koordinasyon	3M 6M
Bina Ölçüleri (Döşeme Kirişine Paralel / Dik Yönlerde)	maks. 120M / 180M
Dar veya Geniş Açılı Plan Düzenlemesinde Modüler Koordinasyon ile Uyumlu Açılar	27°, 45°, 63°
Eğrisel Plan Geometrisinde Eğrisel Duvar Yarıçapı	min. 12M
Taşıyıcı Duvar Yüksekliği (Dikme boyu)	27M, 30M, 33M
Taşıyıcı Duvar Kalınlığı	M+5
Taşıyıcı Duvarda Açılabilecek En Fazla Genişlik	24M
Taşıyıcı Duvar Niteliği Olmayan, İki Kolon Arasında En Fazla Kiriş Uzunluğu	42M
Döşeme Açıklığı	72M
Döşeme Kiriş Yüksekliği	2M, 2M+5, 3M
Döşemede Açılabilecek En fazla Genişlik (Saplama Kirişi Boyu)	24M
Konsol Mesafesi	12M
Saçak Mesafesi	12M
Çatı Oluşumu	Teras / Eğimli
Çatı Döşeme Kirişi / Mertek Yüksekliği	M, M+5, 2M 2M+5, 3M
Bölücü Duvar Kalınlığı	M

Hafif çelik taşıyıcılı yapım sistemi için plan düzlemindeki modülasyon boyutları teknolojik olarak 30 , 40, 50, 60 cm olmaktadır. Kaplama malzemesi olarak kullanılan levhalar, taşıyıcı sistem modülünü etkilemektedir. Temel modül değeri 50 cm olduğunda kaplama malzemelerinde (OSB, alçıpan boyutları) fire verilmekte ve bu modülün kullanımı uygulamada tercih edilmemektedir. Modüler koordinasyonu sağlayabilmek için bu tez çalışmasında önerilen yarı açık sistemde yatay ızgara boyutu olarak, 30 ve 60 cm kabul edilmektedir. Buna bağlı olarak temel modül değeri olarak yatay ızgara boyutu 3M=30cm olarak alınmaktadır. Plan düzleminde modüler ızgara, taşıyıcı dikme profillerin ve döşeme kirişlerinin orta aksı olarak kabul edilmektedir. Taşıyıcı duvar kalınlığı 15cm, taşıyıcı olmayan duvar kalınlığı (bölücü duvarlar) 10cm olarak kabul edilmektedir.

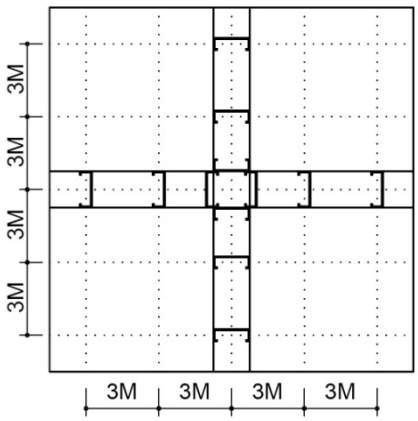


Bölücü duvarlar ve ekipman düzeyinde kullanılan ızgara (infill level) n x 3M

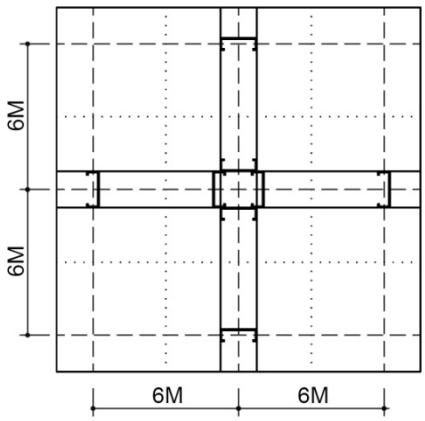
Taşıyıcı sistem düzeyinde kullanılan ızgara (support level) n x 3M

Yerleşme düzeyinde kullanılan ızgara (tissue level) n x 12M

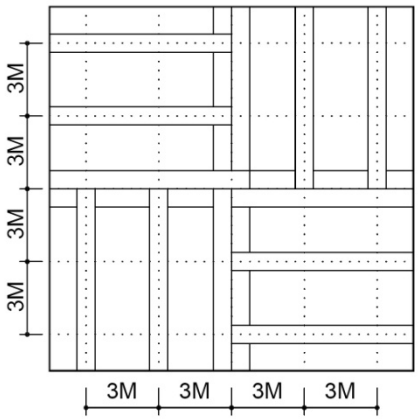
Şekil D.2 : Sistemde kullanılan ızgara (referans planı).



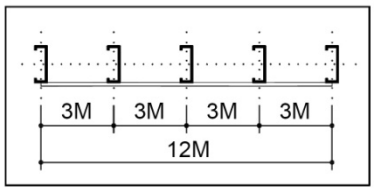
Taşıyıcı dikmelerin yatay ızgarada yerleşmesi (temel modül = 3M)



Taşıyıcı dikmelerin yatay ızgarada yerleşmesi (temel modül = 6M)

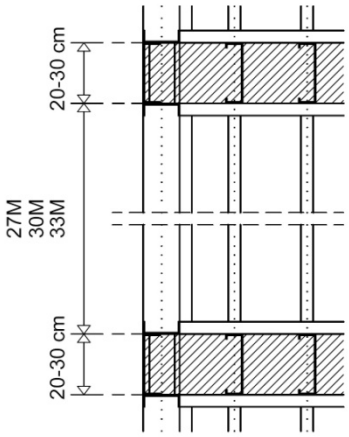


Döşeme kirişlerinin yatay ızgarada yerleşmesi (temel modül = 3M)



Kaplama ile taşıyıcı bileşenler arasında modüler koordinasyon

** Modüler Koordinasyon:
Temel modül değeri
Yatay boyut olarak : 30 cm
Düşey boyut olarak : 10 cm



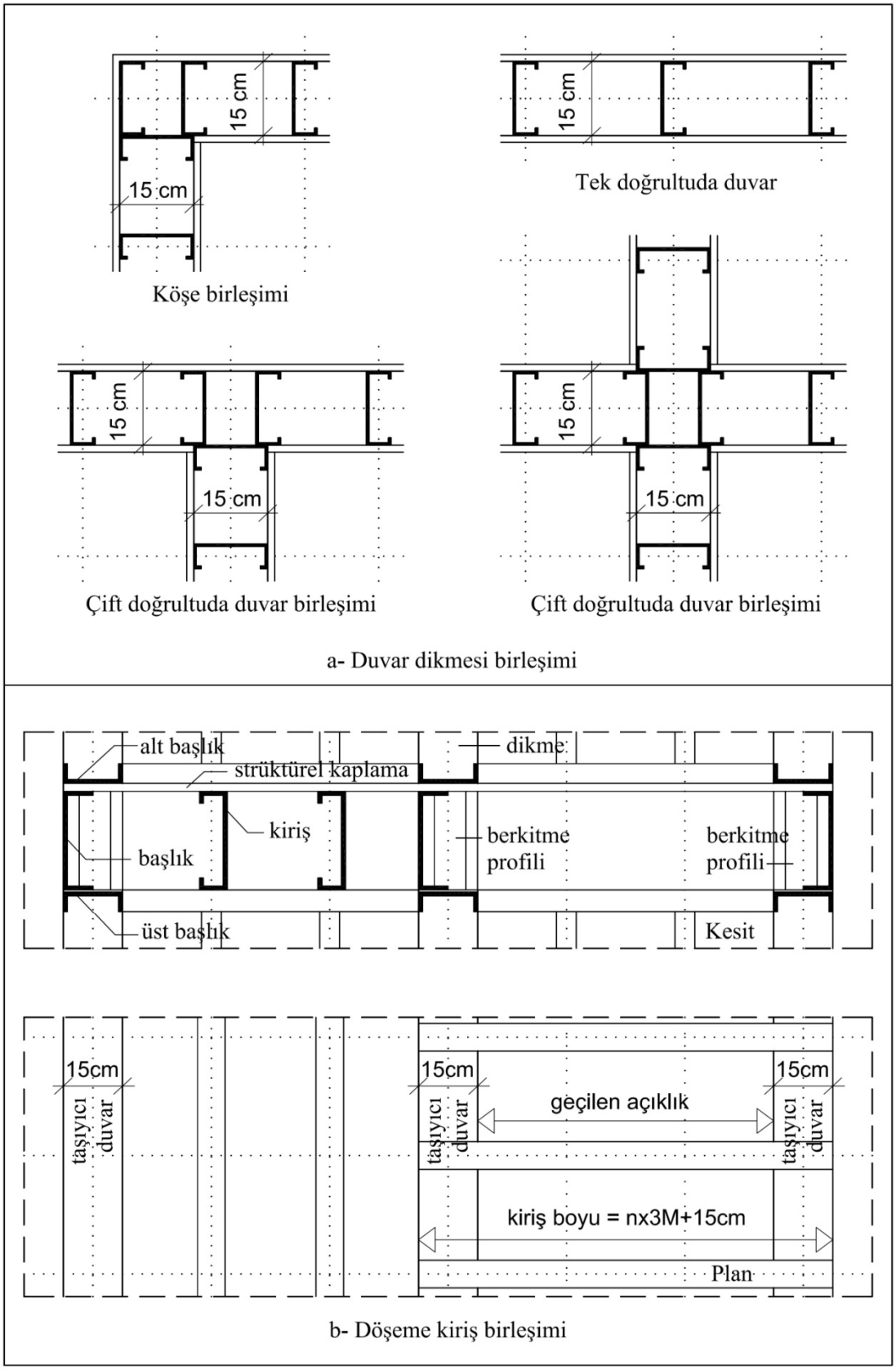
Düşeyde modüler koordinasyon (temel modül = M)

Döşeme kiriş aksı yatay ızgaraya tam oturmaktadır. Kirişe dik yönde duvar kalınlığının yarısı kadar akstan dışarı çıkmaktadır.

** Tipleştirme Konvansiyonu:
Taşıyıcı duvarlar için kalınlıklar: 15 cm

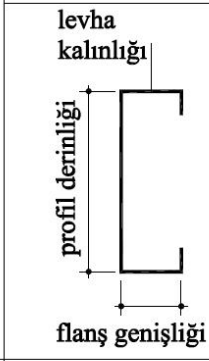
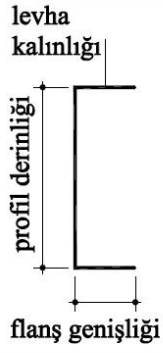
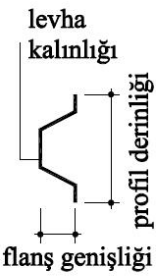
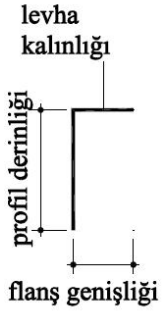
Döşemeler için
modüler kalınlıklar : 20 cm, 30 cm
modüler olmayan kalınlıklar : 25 cm

Şekil D.3 : Yatayda ve düşeyde kullanılan modüler koordinasyon.

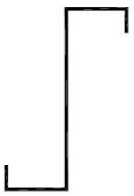


Şekil D.4 : Sistemde kullanılan dikme ve döşeme kirişinin modüler ızgara üzerinde birleşimi.

Çizelge D.2 : Sistemde kullanılan bileşen tipleri.

	Bileşen Tipleri			
	S	U	F	L
Bileşen Şekli				
Bileşen Kodlandırması	100S1/50-1,0 levha kalınlığı flanş genişliği bileşen tipi profil derinliği	102U50-1,0 levha kalınlığı flanş genişliği bileşen tipi profil derinliği	90F30-0,7 levha kalınlığı flanş genişliği bileşen tipi profil derinliği	100L50-1,0 levha kalınlığı flanş genişliği bileşen tipi profil derinliği

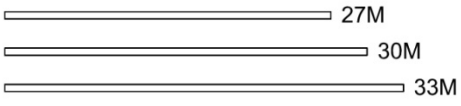
Sistemde ana taşıyıcı bileşen S tipi bileşendir. Gerek taşıyıcı duvar dikmesi, gerek döşeme kirişi olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcılık kapasitesinin artırılmasına yönelik çeşitli büküm detayları uygulanarak sigma ve zed tipi gibi alt bileşenler geliştirilmiştir.

		S					U
Bileşen Tipi		S1	S2	S3	S4	S5	
		C (Ce)	C + (Ce plus)	Σ (Sigma veya epsilon)	Σ + (Sigma veya epsilon plus)	Z (Zed)	
Bileşen Şekli							
Kullanım Yeri	Dikme	X	X	X	X	-	Başlık Profili
	Kiriş	X	X	X	X	X	
Profil Kalınlığı		min. 1,0 mm - max. 2,5 mm					

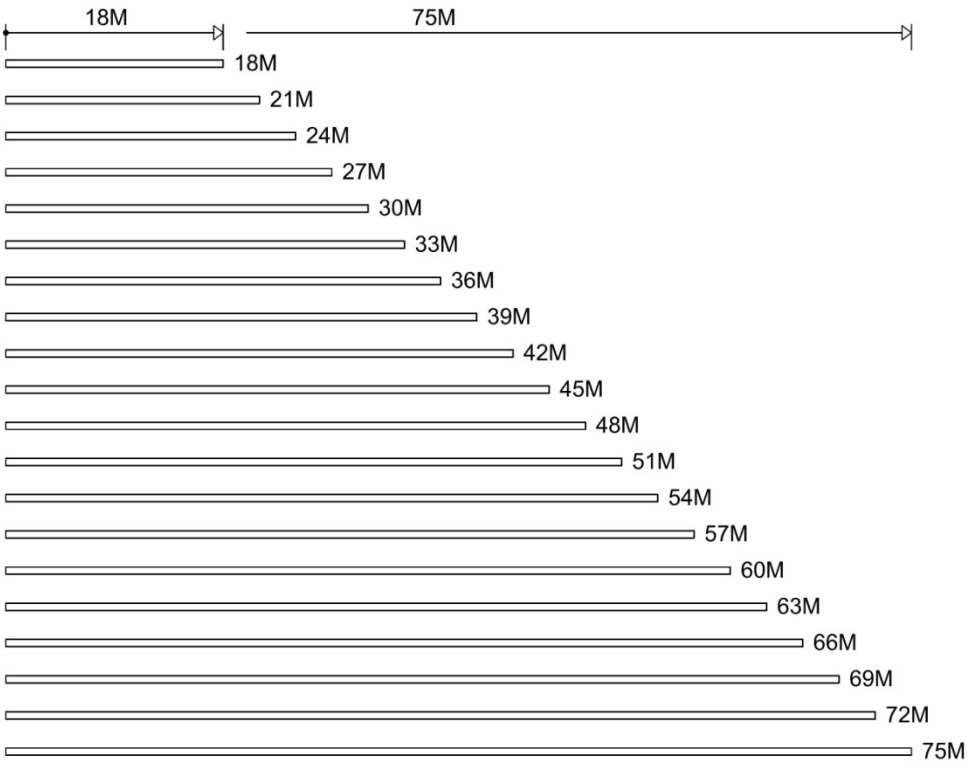
Çizelge D.3 : Sistemde kullanılan bileşen boyutları.

Taşıyıcı Sistem Bileşenleri

Dikme Boyu

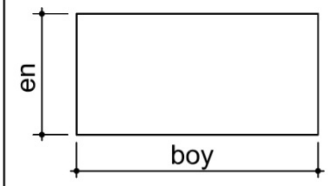
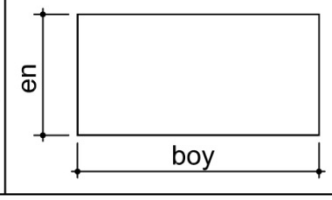


Döşeme Kirişi Boyu



Strüktürel Kaplama Bileşenleri

(Yarı açık sistemde strüktürel kaplama, kuşaklamalardan daha fazla sistemin rijitliğine katkı sağlamaktadır. OSB levha ise, alçı levhaya göre daha üstün performans göstermektedir.)

Strüktürel Kaplama Bileşeni		Bileşen Kodu	En (cm)	Boy (cm)	Kalınlık (mm)	Kullanım Yeri	Tip Sayısı ve Kodu	
OSB		OSB2	122	244	9,0 11,0 18,0 22,0	Kuru şartlarda	1	OSB2-9
							2	OSB2-11
							3	OSB2-18
							4	OSB2-22
		OSB3				Nemli şartlarda	5	OSB3-9
							6	OSB3-11
							7	OSB3-18
							8	OSB3-22
Alçı Levha		ALB	120	240	9,0 12,5 15,0	Kuru şartlarda	1	ALB-9
							2	ALB-12,5
							3	ALB-15
		ALY				Nemli şartlarda	4	ALY-9
							5	ALY-12,5
							6	ALY-15

Çizelge D.4 : Taşıyıcı sistem bileşenleri.

Bu tez çalışmasında yarı açık sistemde, inşaat sektöründe bileşen pazarında en yaygın bileşen olarak temin edilebilen S1 tipi bileşen ana sistem bileşeni olarak kabul edilmektedir. Gerek duvar dikmesi, gerek döşeme kirişi ve gerekse çatı merteği olarak kullanılabilmesi bakımından bileşen tip sayısı azaltılmaktadır.

Yarı Açık Hafif Çelik Taşıyıcılı Konut Yapım Sistemi Bileşenleri
(S1 tipi bileşen ana taşıyıcı sistem bileşeni olup, U tipi bileşen başlık görevini yerine getirmektedir. U tipi bileşen boyutları S1 tipi bileşene bağlıdır)

Bileşen Tipi			Bileşen Boyu																			
			18M	21M	24M	27M	30M	33M	36M	39M	42M	45M	48M	51M	54M	57M	60M	63M	66M	69M	72M	75M
S1 Tipi Bileşen	1	150S1/40-1,0																				
	2	150S1/40-1,5																				
	3	150S1/40-2,0																				
	4	150S1/40-2,5																				
	5	200S1/60-1,5																				
	6	200S1/60-2,0																				
	7	200S1/60-2,5																				
	8	250S1/60-1,5																				
	9	250S1/60-2,0																				
	10	250S1/60-2,5																				
	11	300S1/60-1,5																				
	12	300S1/60-2,0																				
	13	300S1/60-2,5																				
U Tipi Bileşen	1	152U/40-1,0																				
	2	153U/40-1,5																				
	3	154U/40-2,0																				
	4	155U/40-2,5																				
	5	203U/60-1,5																				
	6	204U/60-2,0																				
	7	205U/60-2,5																				
	8	253U/60-1,5																				
	9	254U/60-2,0																				
	10	255U/60-2,5																				
	11	303U/60-1,5																				
	12	304U/60-2,0																				
	13	305U/60-2,5																				

BİRİM ÇEVİRİMİ

1 mil	= 1/1000 inch,
1 inch	= 25,4 mm
1 oz/ft2 (ounce per square foot)	= 305,15 gr/m2
1 ksi	= 70,31 kgf/cm2

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Semih Göksel YILDIRIM.

Doğum Yeri ve Tarihi: Ordu, 1975.

Lisans Üniversite: Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü, 1999.

Yüksek Lisans: İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Mimarlık Anabilim Dalı, Mimari Tasarım Programı, 2003.

Ödüller: Çevre Bakanlığı Hizmet Binası Mimari Proje Yarışmasında 5.Mansiyon, 2001.