T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
MÜH. MİM. FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜH. BÖLÜMÜ

PREFABRİK YAPILARIN TASARIMI
DERS NOTLARI

Yrd. Doç. Dr. Rıfat SEZER

KONYA 2006

1 BETONARME PREFABRİKE YAPI ELEMANLARI

Bu bölümde konut, hizmet ve endüstri binalarının yapımında kullanılan betonarme prefabrike (ön yapım) yapı elemanlarını özellikleri incelenmektedir.

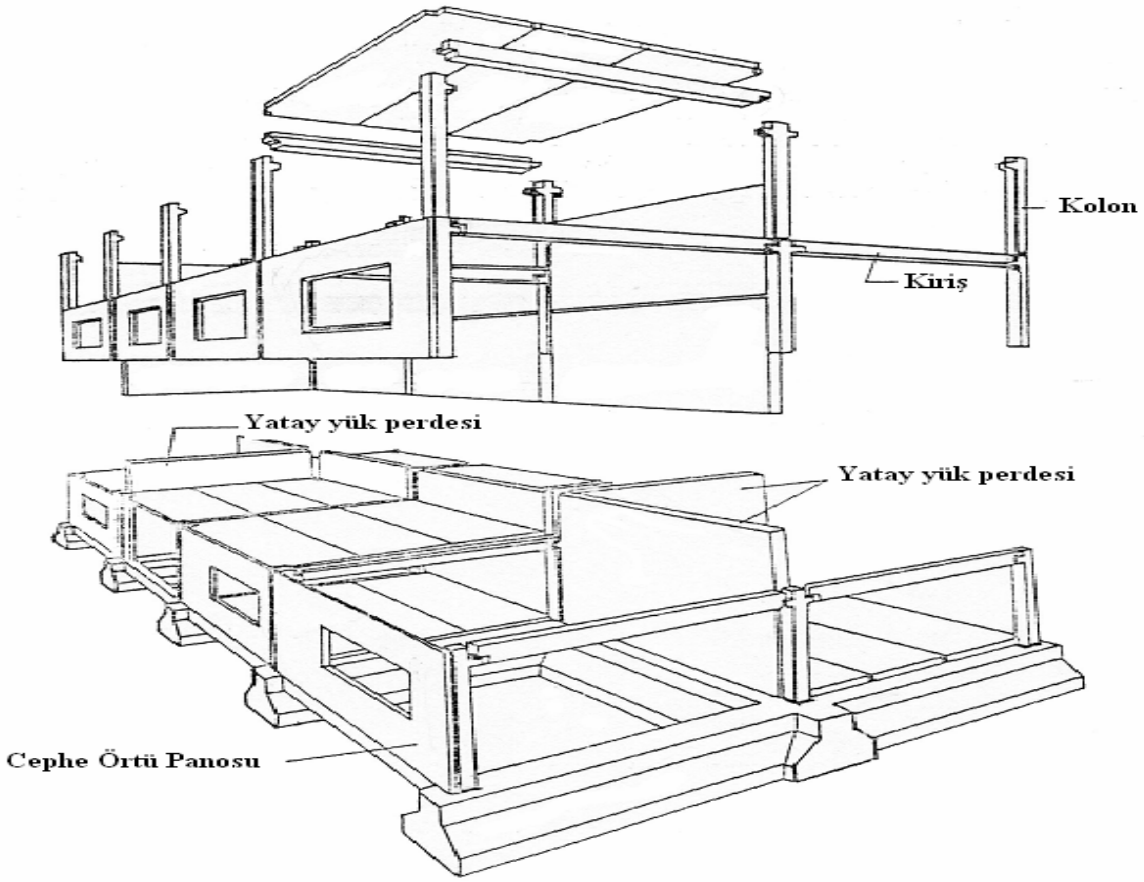
1.1 Prefabrike Eleman

Birleştirildiklerinde bir taşıyıcı sistemi meydana getiren ve atölyelerde önceden imal edilmiş olan betonarme veya öngerilmeli beton kısımlara **prefabrike eleman** denir.

1.2 Prefabrike elemanlar

Kiriş, kolon, çerçeve, kemer gibi çubuk elemanlar ile döşeme ve duvar yapmak için kullanılan ve pano denen düzlemsel elemanlar ve kabuk kısımlarından oluşan kabuk elemanlar şeklinde olabilirler (Şekil 1.1).

Elemanlar diğer elemanlarla birleşim yerlerinde, gerekli iç kuvvet aktarılmasına imkan verecek



form ve donatıya sahip olmalıdırlar.

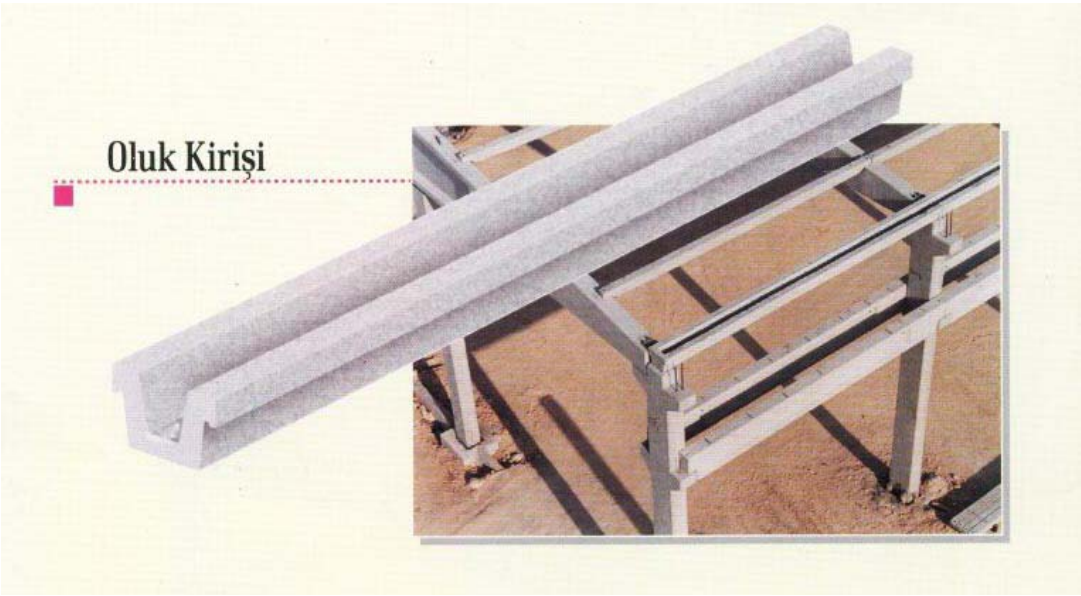
Şekil 1.1 Prefabrike Betonarme Elemanlar

1.2.1 Kiriş Elemanlar

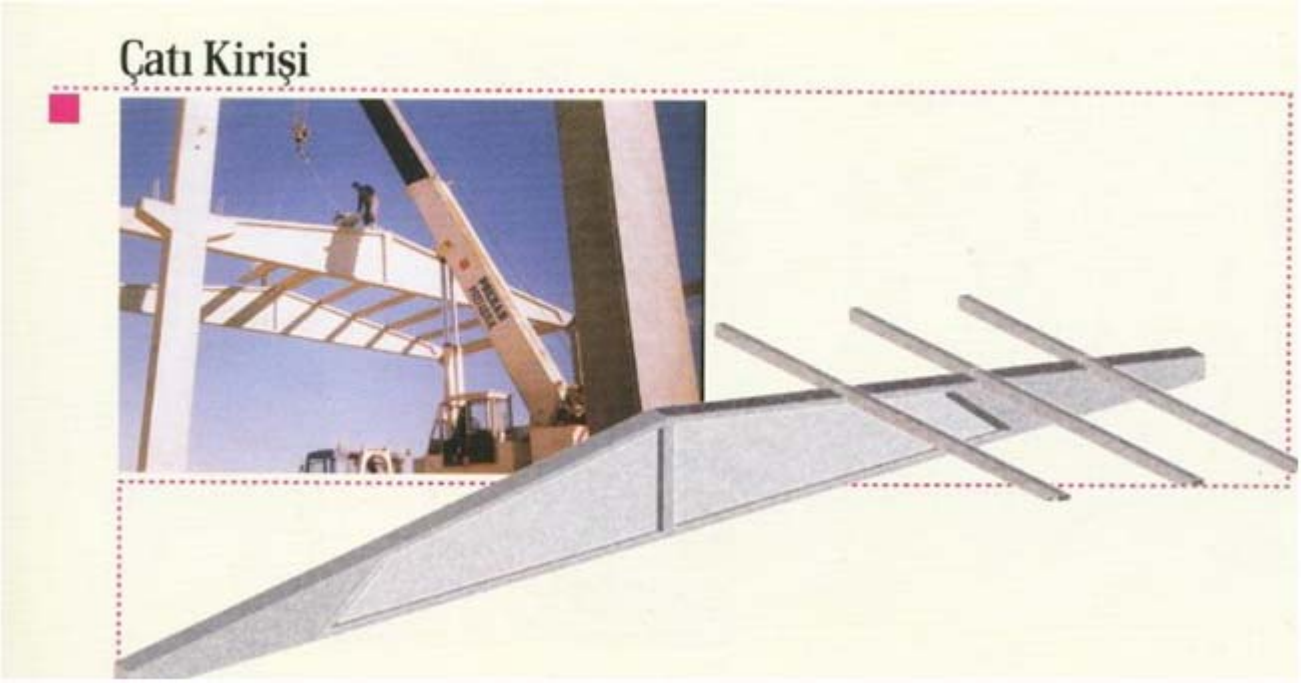
Kiriş elemanlar bir basit kirişi, bir mütemadi kirişi veya bir çerçeve kirişini teşkil etmek için kullanılan elemanlardır (Şekil 1.2-1.8)

Birbirleri ve kolon elemanlarla birleşimleri mafsallı veya rijit olabilir.

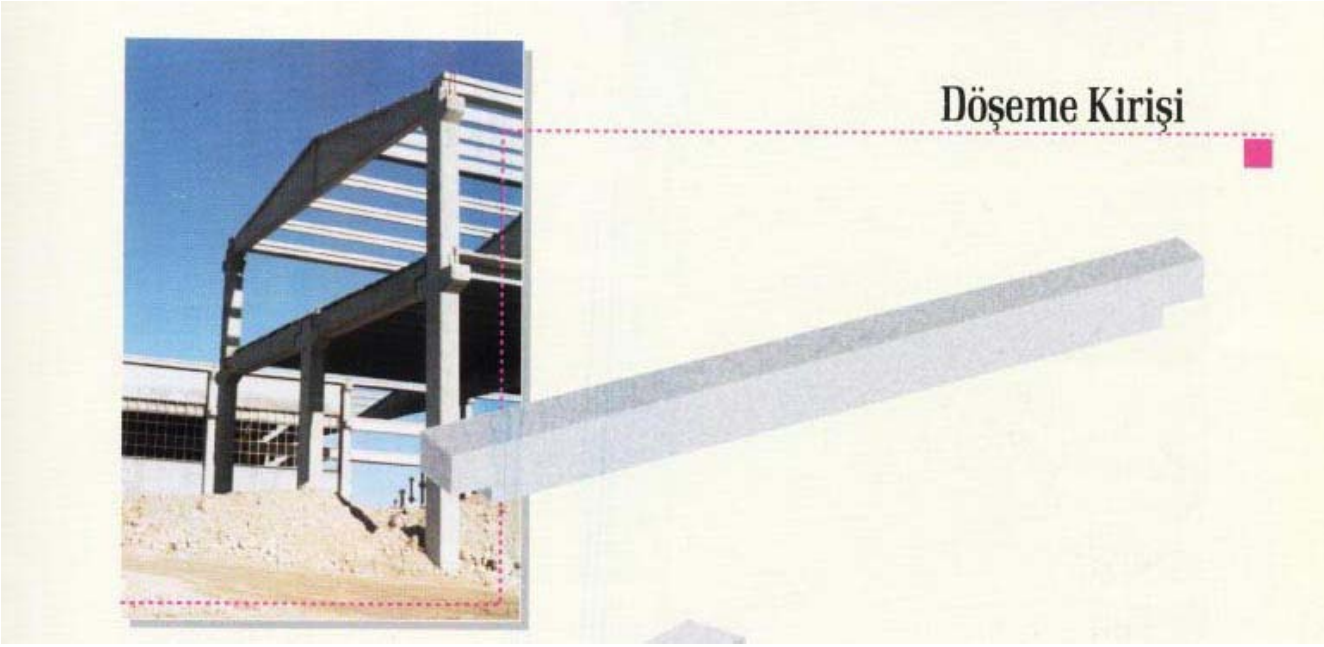
Şekil 1.2 Aşık Kirişi



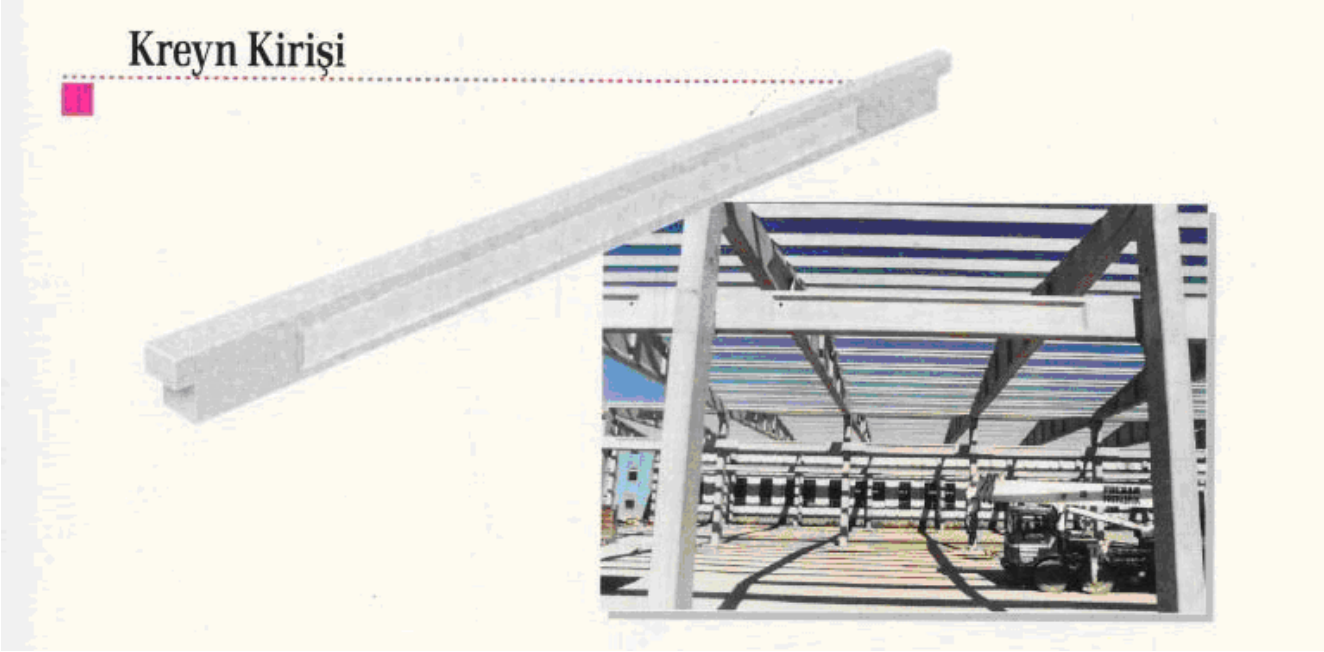
Şekil 1.2 Oluk Kirişi



Şekil 1.3 Çatı Kirişi (Makas)



Şekil 1.4 Döşeme Kirişi



Şekil 1.5 Kren Kirişi

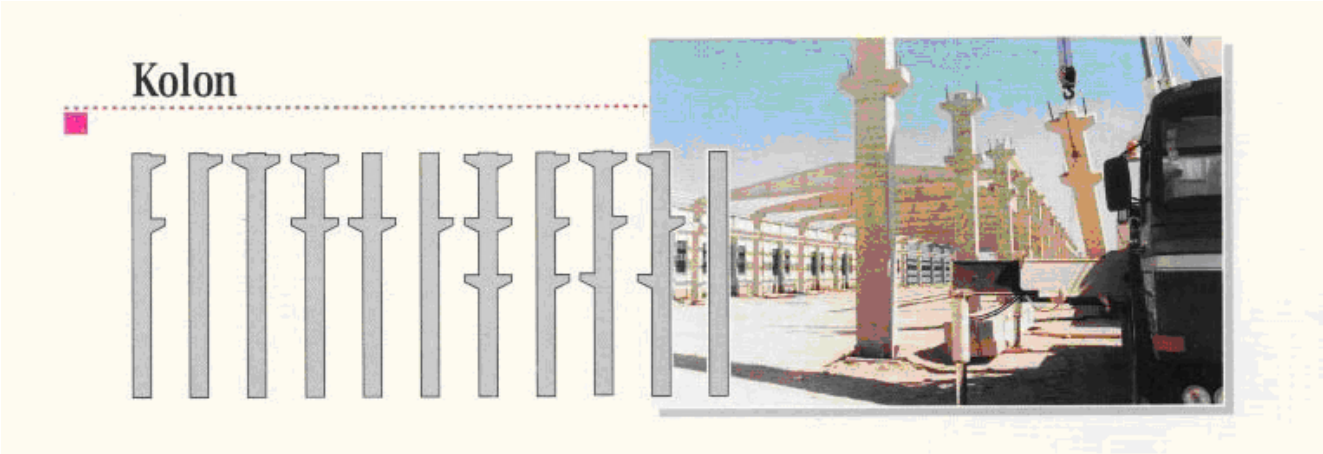
Şekil 1.6 Köprü Kirişi

Şekil 1.7 Fener Kirişi

1.8 Boşluklu Makas

1.2.2 Kolon Elemanlar

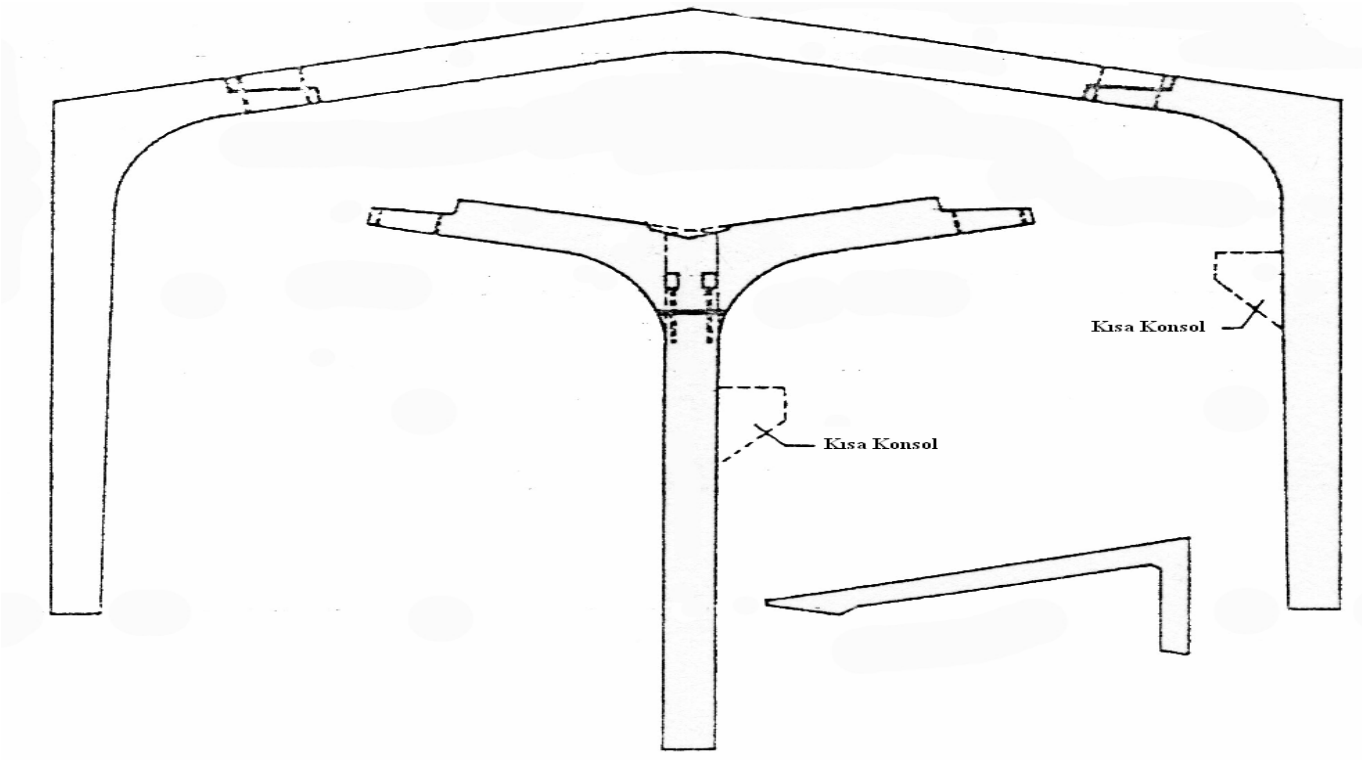
Kolon elemanlar, bir, iki veya üç kat yüksekliğinde olabilirler. Kendileri ve kirişlerle birleşimleri mafsallı veya rijit olabilir. Kolonlar kirişlerin oturmaları için inceltilmiş uçlu konsollar veya kısa konsollar ihtiva edebilirler.



1.9 Kolon

1.2.3 Çerçeve Elemanlar

Çerçeve elemanlar, genel olarak T, ^, H harfleri ile $\alpha \geq 90°$ şeklinde olabilirler. Birbirleri ile ve kirişlerle ekleri mafsallı veya rijit olabilir, (Şekil 1.10).



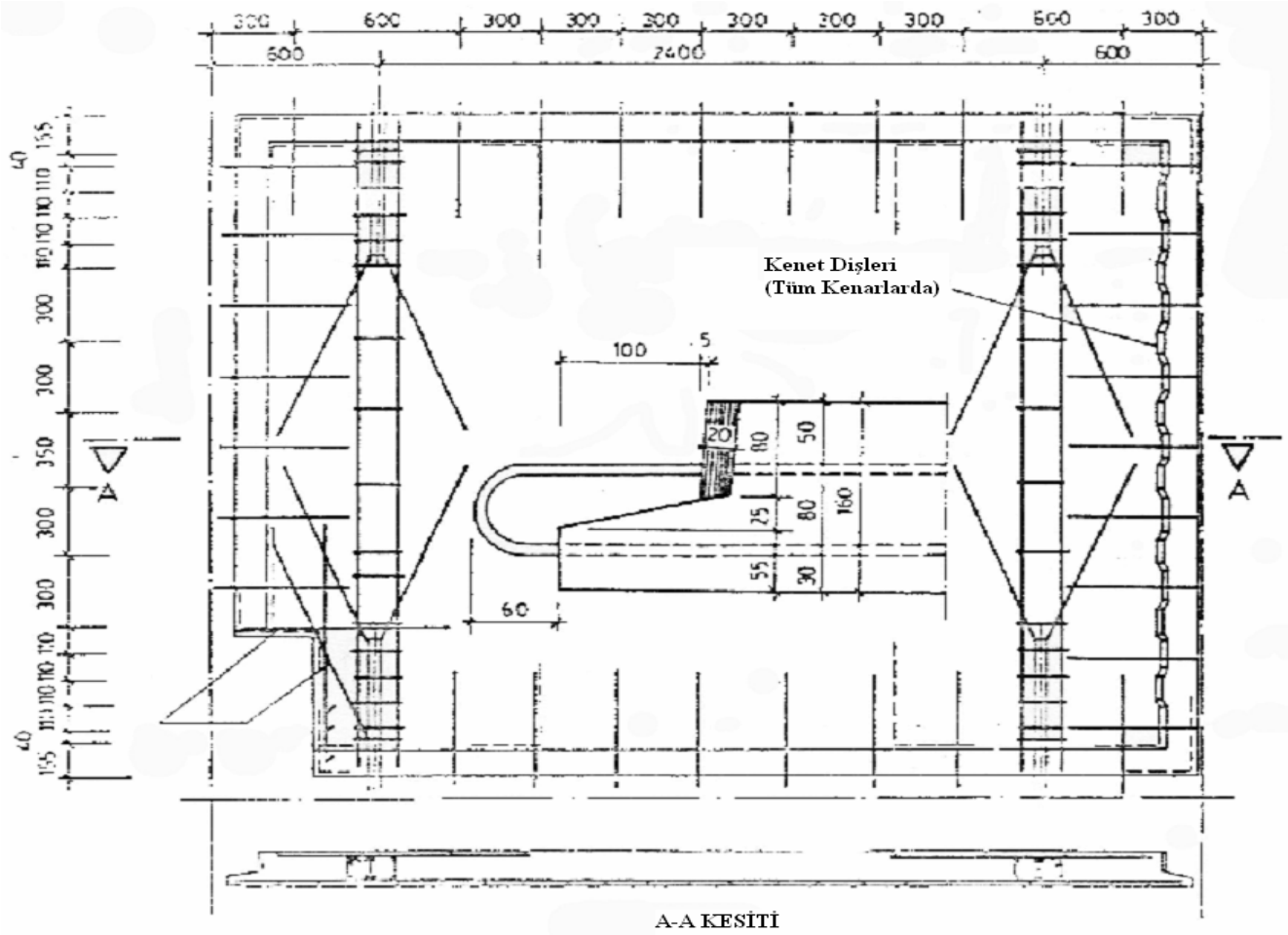
1.10 Çerçeve

1.2.4 Döşeme Panoları

Döşeme panoları genel olarak binada bir hacmin plan alanında olan ve bazen de en küçük üç tanesi bir hacmin plan alanını kaplayan döşeme elemanlarıdır. Döşeme panoları dolu veya boşluklu kesitli olabildikleri gibi ∏ veya TT kesitli de olabilirler. Kaset döşeme şeklinde döşeme panoları da olabilir, (Şekil 1.11-1.13).

1.11 Döşeme Paneli

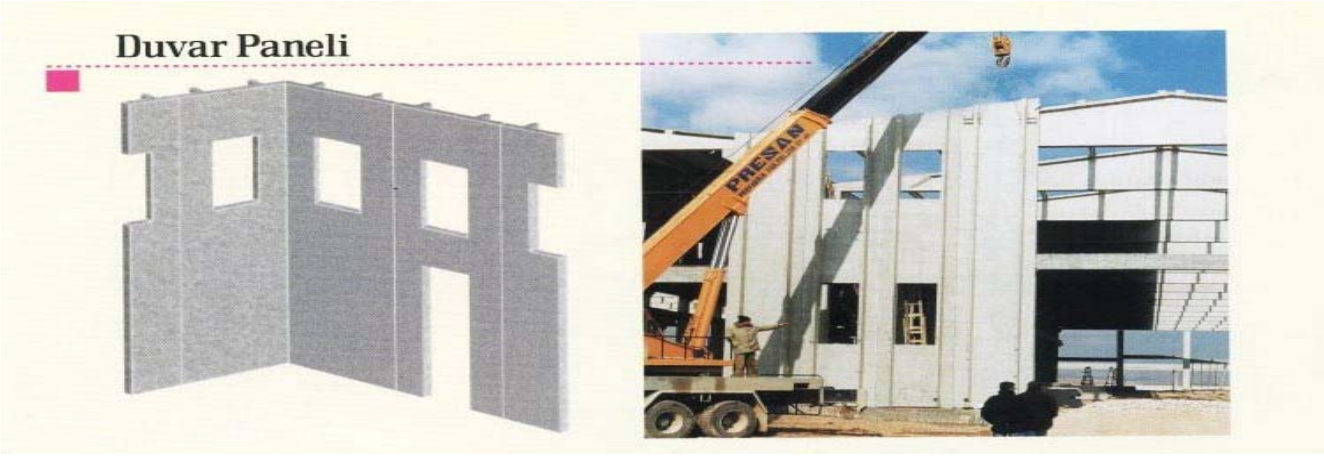
1.12 Boşluklu Döşeme



1.13 Döşeme Panosu Detayı

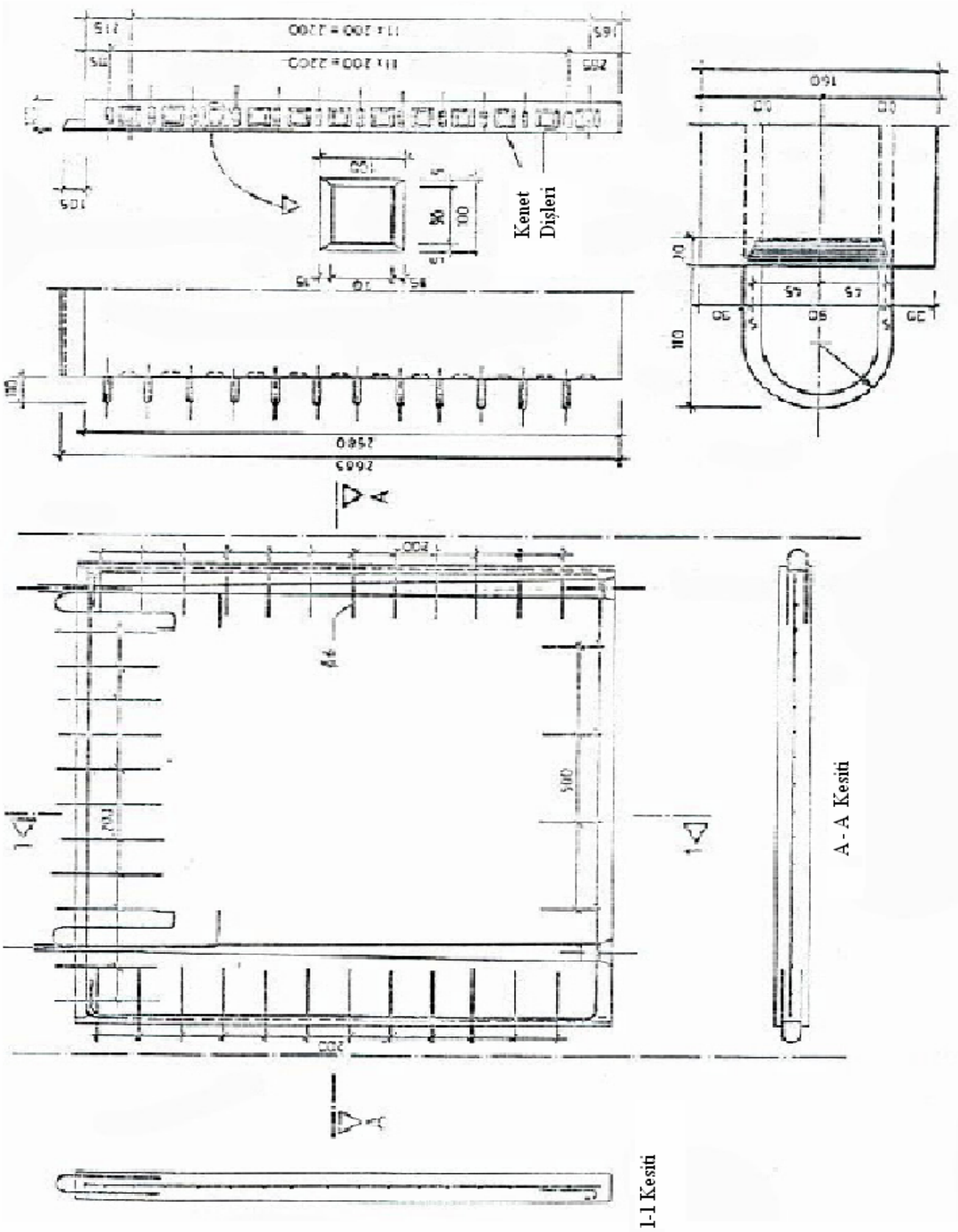
1.2.5 Duvar Panoları

Duvar panoları genel olarak bir hacmin bir yan yüzünü yekpare olarak örten dolu kesitli düzlemsel elemanlardır. Kutu ve profil kesitli dış duvar panoları da vardır. Bir kat yüksekliğinden daha yüksekte olabilen bu panolar düşeyde birleştirilerek oldukça büyük bir hacmin yan yüzleri örtülebilir (Şekil 1.14).

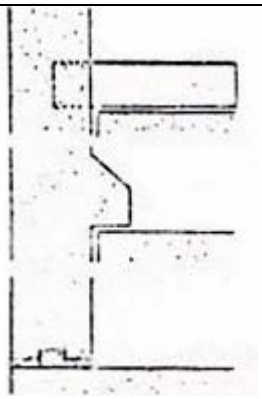
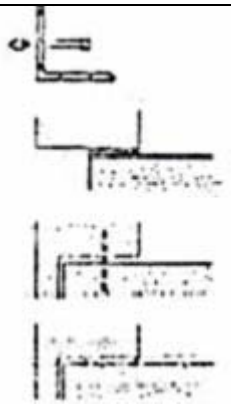
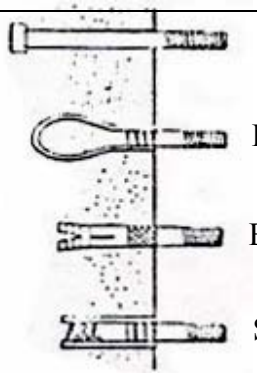
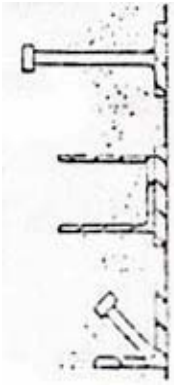
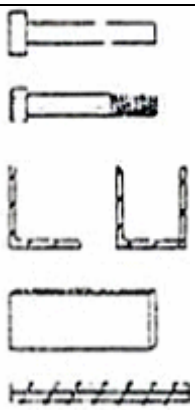
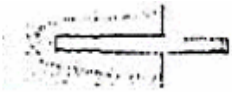
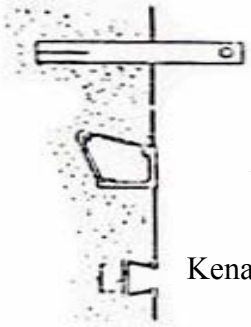


1.14 Duvar Paneli

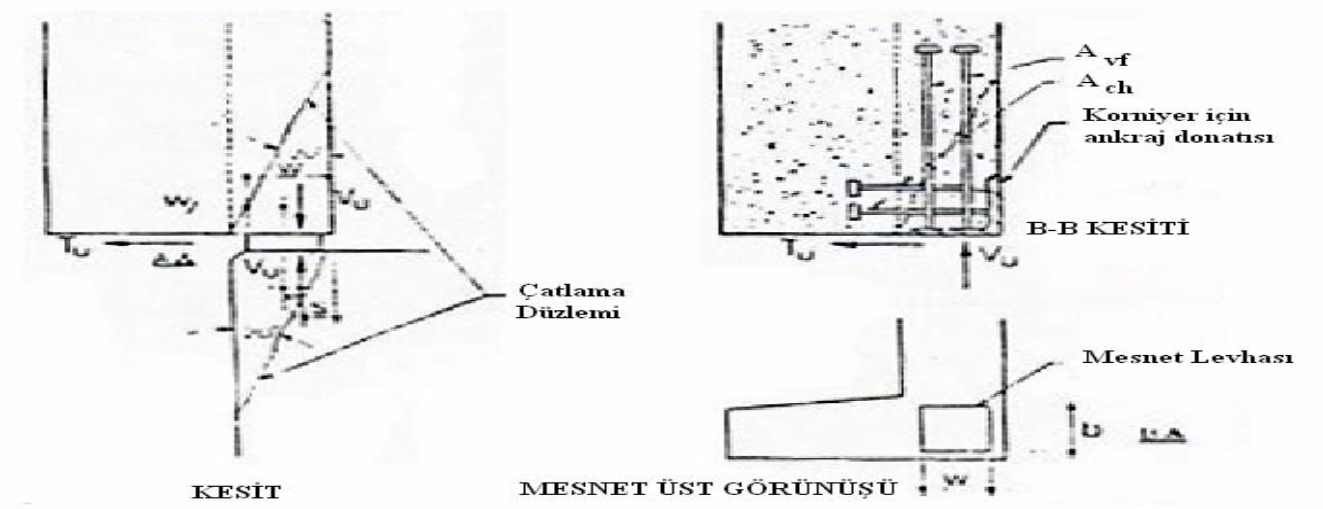
Duvar panolarının taşıyıcı, rijitleştirici ve bölme duvarlarında kullanılan türleri birbirinden farklıdır. Duvar panosu detayı Şekil 1.15'de verilmiştir.



1.15 Duvar Panosu Detayı

Panel İçinde Ankraj	Panel ve Çerçeve Birleştirme Elemanları	Panel Ankrajı
Yerleşim 	 Korniyer-Bulon Sürtünme Çiviler Mesnet Levhaları	Bulon Kaynak Harç Pul
Bulon ve Dubel  Bulon Halkalı Dubel Burgulu Dubel Sargılı Dubel	Ankraj Bulonları Bulonlar Korniyerler	Bulon
Ankraj Levhası 	 Çiviler Bulonlar Profiller Levhalar Nervürlü Çelikler	Kaynak
Çivi  Epoksiyle Ekme	Nervürlü Çelikler Bulonlar Kaya Bulonları	Harç
Özel Yapımlar  Askı Askı Kenar Çengeli	Bulonlar Profiller Levhalar	Bulon Kaynak Kancalar

1.16 Panel Ankraj Elemanları



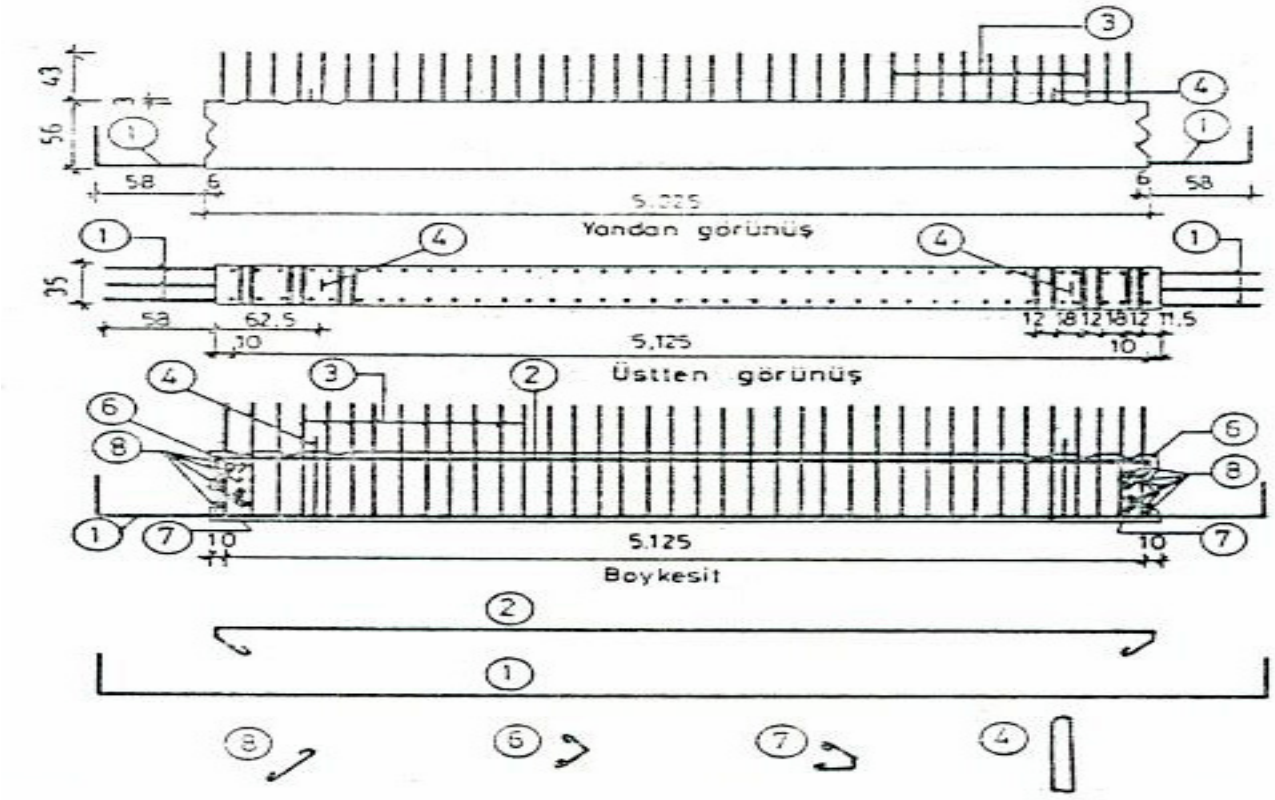
1.17 Panel Kenar Birleşim Detayı

1.2.6 Kabuk Elemanlar

Kabuk elemanlar düşünülen kabuk örtüyü meydana getirmek üzere teşkil edilmiş kabuk parçalarıdır.

1.2.7 Kompozit Elemanlar

Kompozit elemanlar bir kısmı prefabrike olarak yapılmış ve bir kısmı yerinde dökme betonla oluşturulmuş elemanlardır, (Şekil 1.18).



1.18 Kompozit Döşeme Detayı

1.2.8 Anolu Elemanlar

Anolu (parçalı) eleman prefabrike birkaç anodan oluşmaktadır. Anolar öngerilme ile birleştirilerek yekpare bir eleman elde edilmektedir.

1.2.9 Eleman Birleşim Bölgeleri

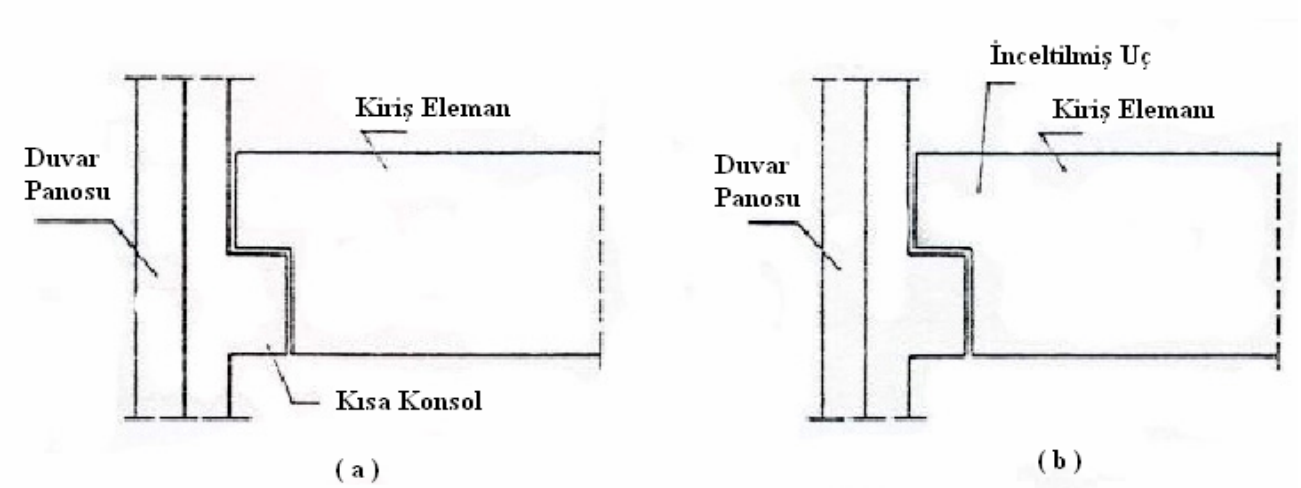
Prefabrike elemanların düşünülen birleşimleri için özel biçim verilen ve bazen uygun metal parçaları tespit edilen bölgelerine **birleşim bölgeleri** denir.

1.2.9.1 Kısa Konsollar

Kısa konsollar, yükün tatbik noktasının konsolun başladığı noktaya olan a uzaklığının, konsol yüksekliği olan h dan küçük veya eşit olduğu konsollardır. Çok kısa boylu konsollar betona gömme profil parçaları ile yapılırlar, (Şekil 1.19.a).

1.2.9.2 İnceltilmiş Uç ve Kenarlar

Bazı prefabrike kirişlerin uçlarında ve döşeme elemanlarının kenarlarında bu elemanların üst yüzleri ile bunlara oturan elemanların üst yüzlerinin aynı seviyede olmasını temin için elemanların yüksekliği oturma bölgesinde azaltılır. Bu uç veya ***kenarlara inceltilmiş uç veya kenar*** denir, (Şekil 1.19b)



Şekil 1.19 Kısa Konsol ve İnceltilmiş Uç

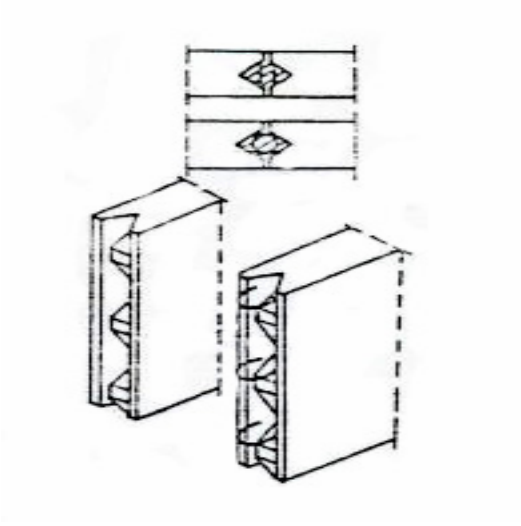
1.2.9.3 Metal Birleşim Parçaları

Metal birleşim parçaları, bir elemanın bir diğer eleman veya ünite ile düşünülen birleşimini yapmak için eleman betonuna birleşim yerinde yerleştirilmiş uygun formlu metal parçalarıdır.

1.2.10 Kenet Dişi

İki prefabrike eleman veya bir prefabrike elemanla diğer bir ünite arasında kayma olmayan bir birleşimin yapılabilmesi için uygulanan metotlardan birisi de, bu iki elemanın birleşim kenar veya yüzlerinde uygun aralıklı trapez biçiminde girintiler yapmak ve bu iki elemanı belirli bir aralıkta birleşim yapılacak tarzda yerleştirmek, girinti boylarının ortasında bileşkesi birleşim çizgisine dik

donatıları ya kaynakla veya bindirme suretiyle eklemek ve eleman arasını, girintileri betonlamaktan ibarettir. Girintilerin beherine **kenet dişi** denir, (Şekil 1.20).



Şekil 1.20 Panel Birleşim Kenet Dişi

1.2.11 Bağ Çubukları

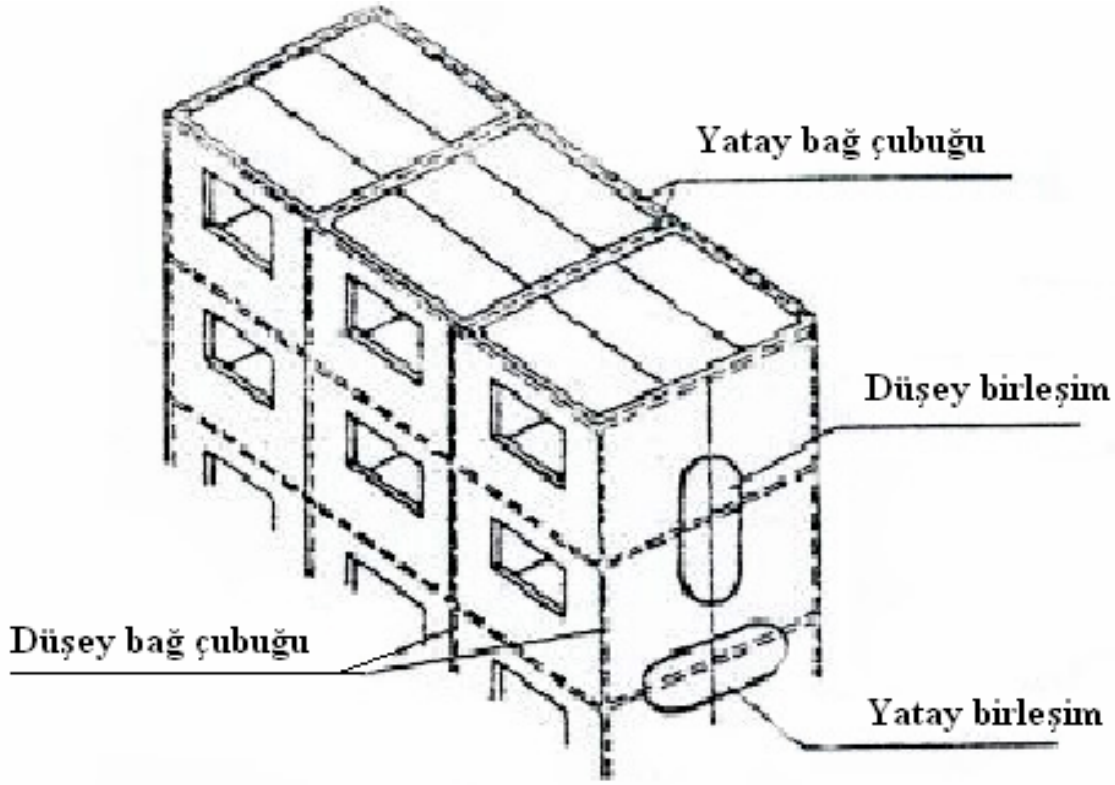
Bağ çubukları prefabrike yapılarda elemanları birleştirerek yapının düşey ve yatay yükler altında monolitik bir yapı gibi davranmasını temine yarayan çekme çubuklarıdır. Bunlar döşeme elemanlarını birleştirerek diyafram gibi çalışmalarını temin etmek için katlar seviyesinde kat çevresinde ve büyük panolarla yapılan taşıyıcı duvarlarda bu duvarların döşeme ile olan ara kesitlerinde yatay olarak ve düşey taşıyıcı elemanlarda düşey çekme kuvvetlerini almak üzere bina köşelerinde ve bazı yerlerde eleman içinde, mesela taşıyıcı duvar panolarının düşey ara kesit veya duvar panosu içinde, düşey doğrultuda teşkil edilirler. Çerçeve sistemlerde genel olarak kolonlarla kirişler bağ çubuğu görevini de yerine getirecek şekilde boyutlandırılırlar.

Bağ çubukları, ayrıca komşu kenarlar arasındaki yatay ve düşey deformasyonları eşitlemek, ısı faklarından doğacak deformasyonları dengelemek, duvar panolarında farklı temel çökmelerinden doğacak çekme kuvvetlerini almak gibi görevleri de yaparlar. Çok önemli bir diğer görevi de taşıyıcı duvar panolarından birinin bir kaza veya anormal kullanım sonucu yerinden çıkması sonucu ani veya aşamalı yıkılmayı önlemektir, (Şekil 1.21).

1.2.12 Kuru Ek, Islak Ek

Prefabrike elemanların ekleri iki türlü olabilir,

Kuru ek denen tür, metal birleşim parçalarını kaynakla veya bulonla birleştirmek suretiyle yapılan eklerdir. Bu tür ekte birleşim, metal birleşim parçalarının bulunduğu ayrık bölgelerde olmaktadır. Dolayısıyla eleman ayrık zorlamalara maruz olmaktadır.



Şekil 1.21 Bağ Çubukları

Islak ek denen tür, yerinde dökme betonla elemanlar arasındaki derzin bütün boyunca, yerinde dökme betonla sağlanan eklerdir. İki elemanın donatıları kaynakla veya bindirme veya fiyongla bindirme suretiyle eklenirler. Ek süreklidir.

Prefabrike elemanının ekleri, ek en kesitinin yatay veya düşey olmasına göre sırasıyla yatay ek, düşey ek olarak ta isimlendirilirler.

2 BETONARME PREFABRİKE TAŞIYICI SİTEMLER

2.1.1 Genel Düşünceler

Betonarme prefabrike pek çok taşıyıcı sistem türleri mevcuttur. Bunların aynı türden olanlarının detayları bile, ülkeden ülkeye değişmektedir.

Bu bölümde konut, hizmet ve endüstri binalarının yapımında kullanılan betonarme prefabrike yapı elemanları ve bu elemanlardan oluşturulmuş taşıyıcı sistemlerin türleri incelenmektedir.

Başlıca prefabrike taşıyıcı sistemler;

a) Çerçeve Sistemler

b) Büyük Panolu Sitemler

c) Hücre Sistemler

d) Perdeli Döşeme-Kolon Sistemleri

e) Kaldırmalı Menteşeli Döşeme-Duvar Sistemleri

f) Karışık Sistemler

gruplarına ayrılabilir.

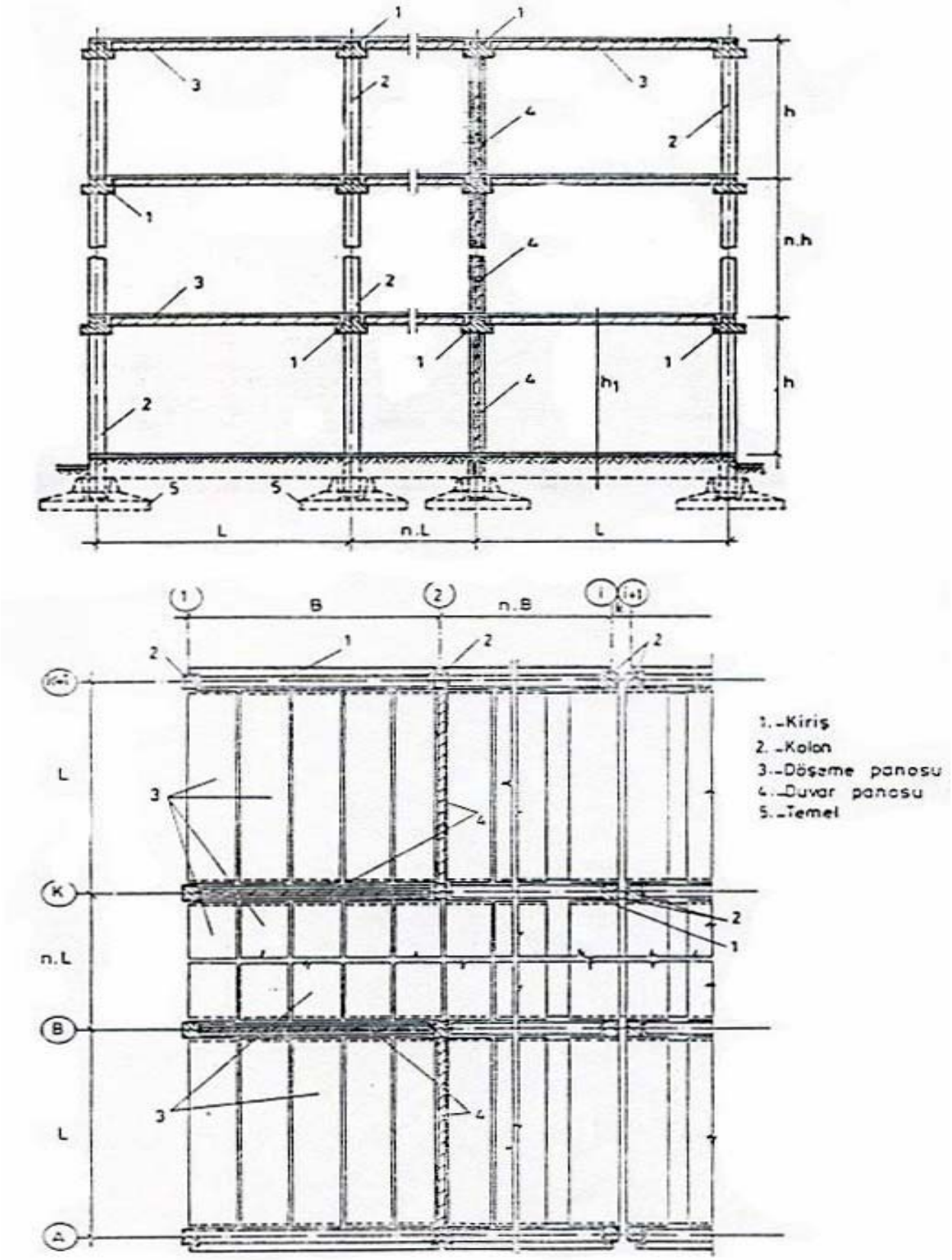
2.1.2 Çerçeve Sistemler

Prefabrike çerçeve sistemler konutlarda ve bilhassa az sayıda bölme duvarı isteyen ofis ve endüstri yapılarında kullanılırlar.

Düşey yükler daha ziyade kolonlar tarafından ve yatay yükler, çerçevelerin teşkil tarzına bağlı olarak bir veya iki dik doğrultuda ya prefabrike veya yerinde dökme perdeler ve/veya çekirdeklerle alınırlar.

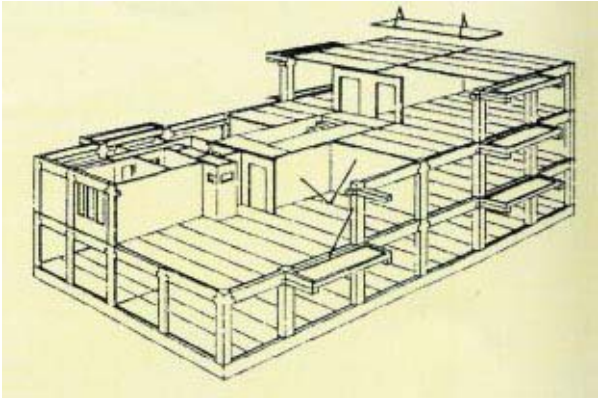
Kat döşemeleri, yatay yükü, bu yükü taşıyacak elemanlara dağıtacak durumda olmalıdır.

Kolon ekleri kat döşemeleri üzerinde olabildiği gibi kat yarı yüksekliğinde de olabilirler. Kiriş kolon birleşimleri mafsallı veya rijit olabilirler, (Şekil 2.1).

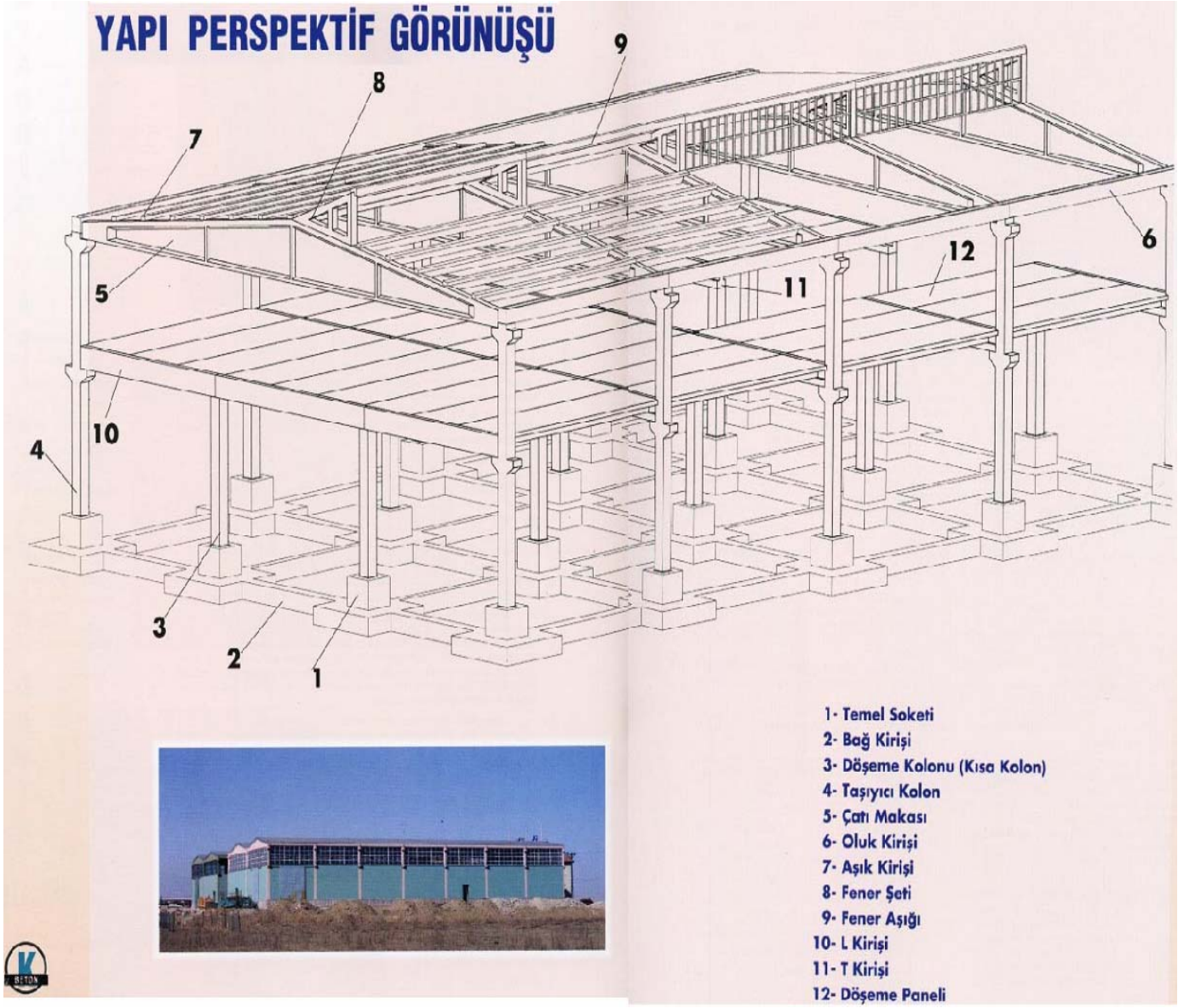


Şekil 2.1 Çerçeve Sistemler

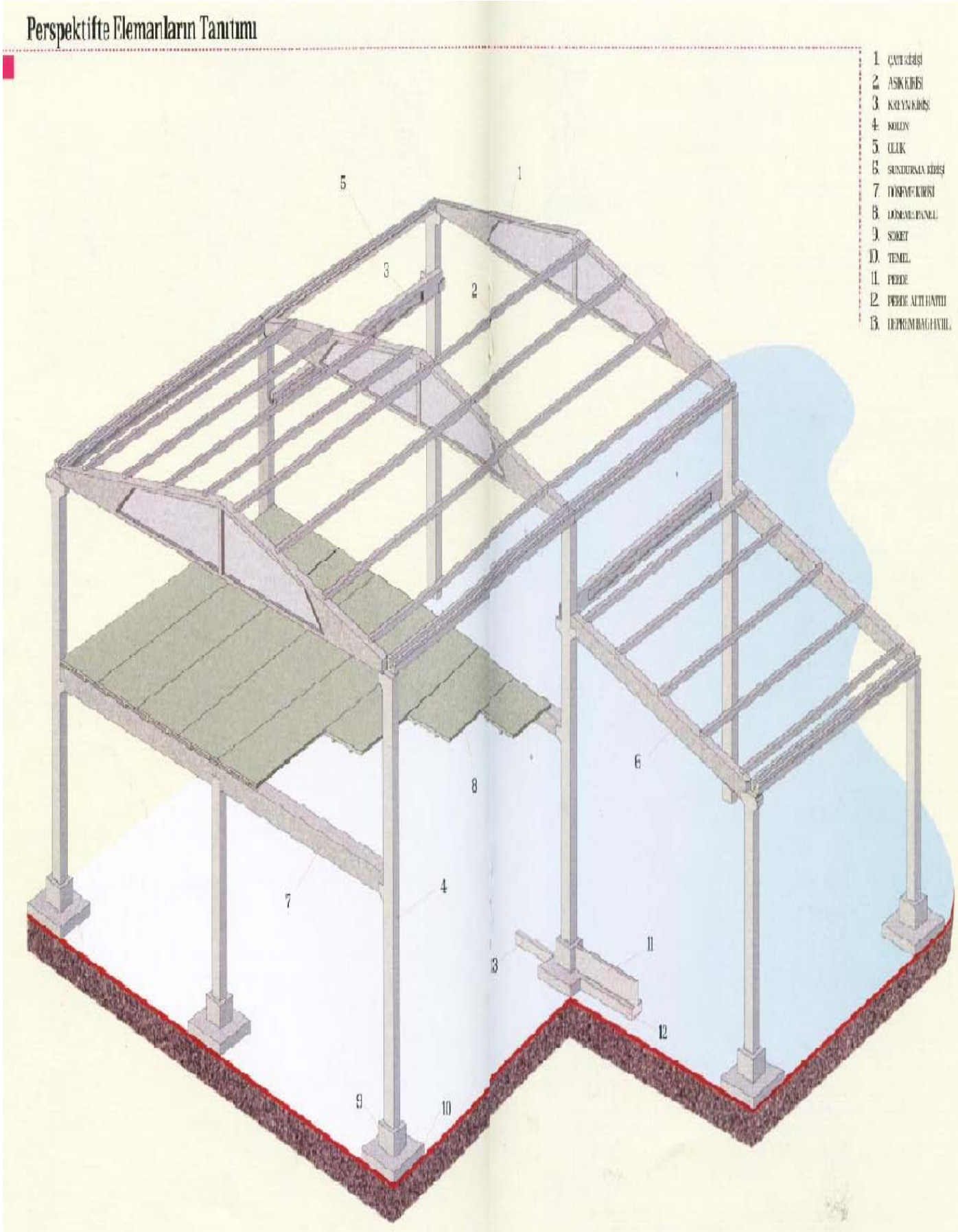
Taşıyıcı olmayan bölme duvarları deprem esnasında çerçevelerin deformasyonlarına engel teşkil etmeyecek yer ve detaylarla teşkil edilmelidir.



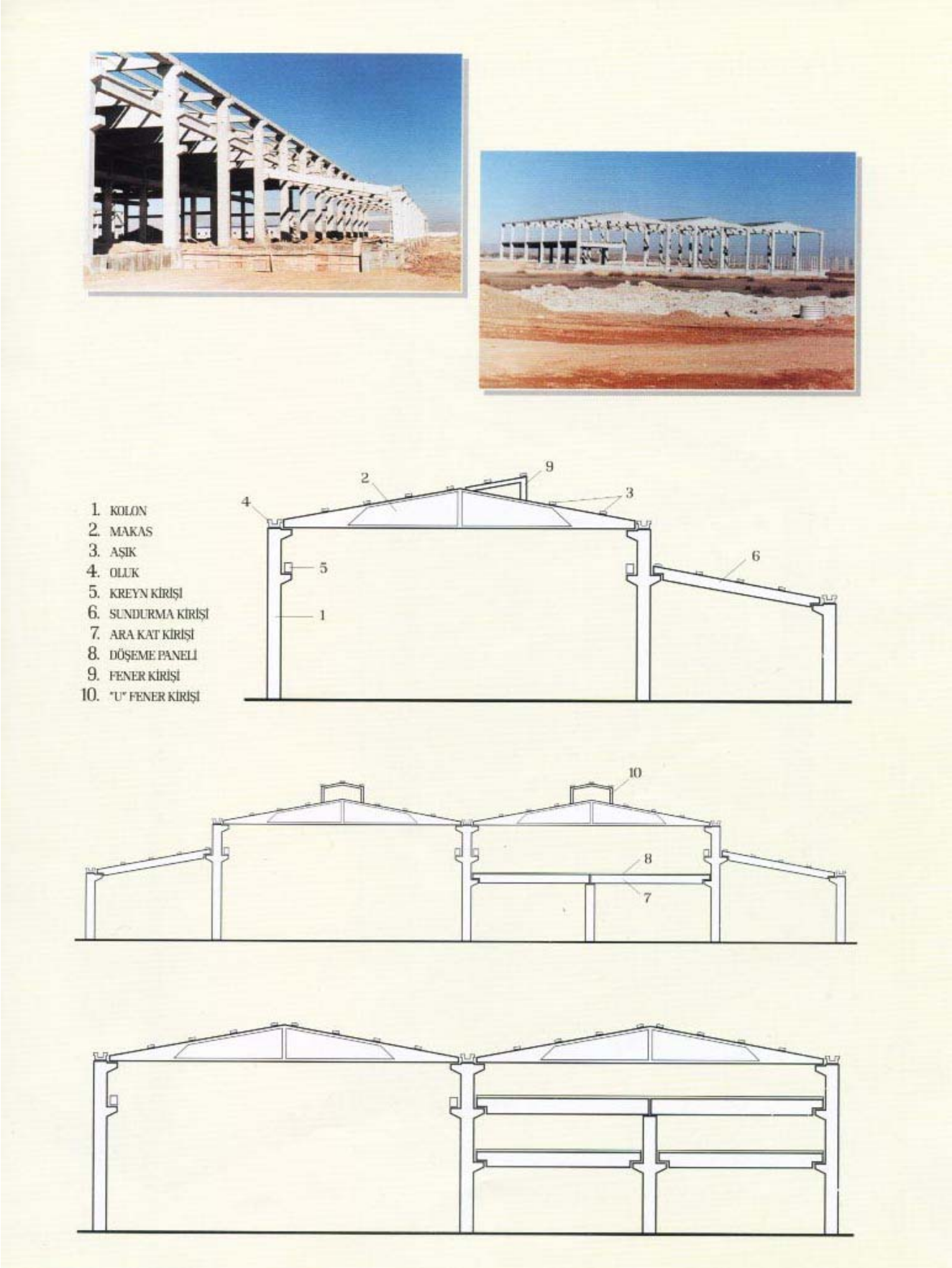
Şekil 2.2 Kolon-Kiriş Sistemi



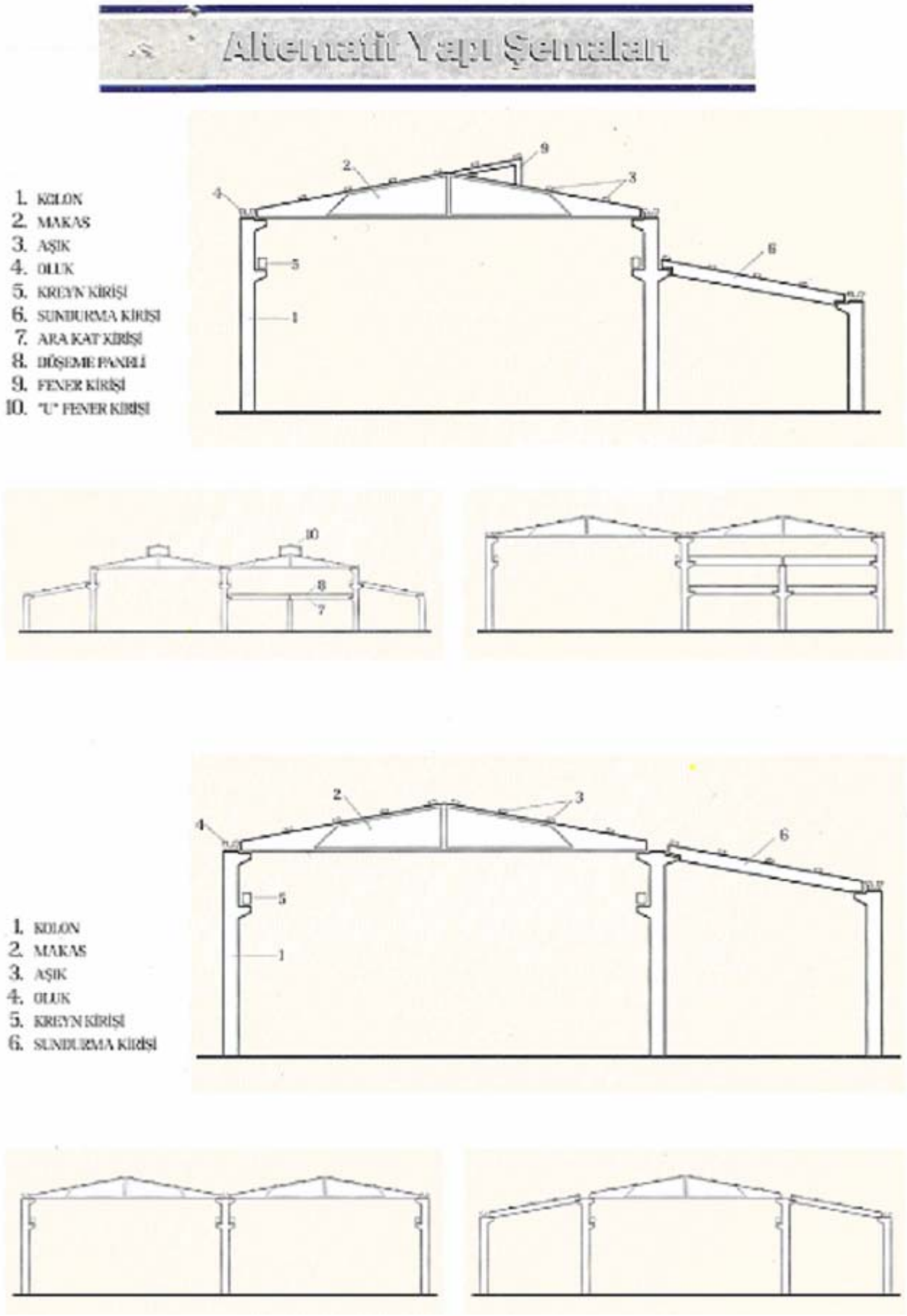
Şekil 2.3 Yapı Perspektif Görünüşü



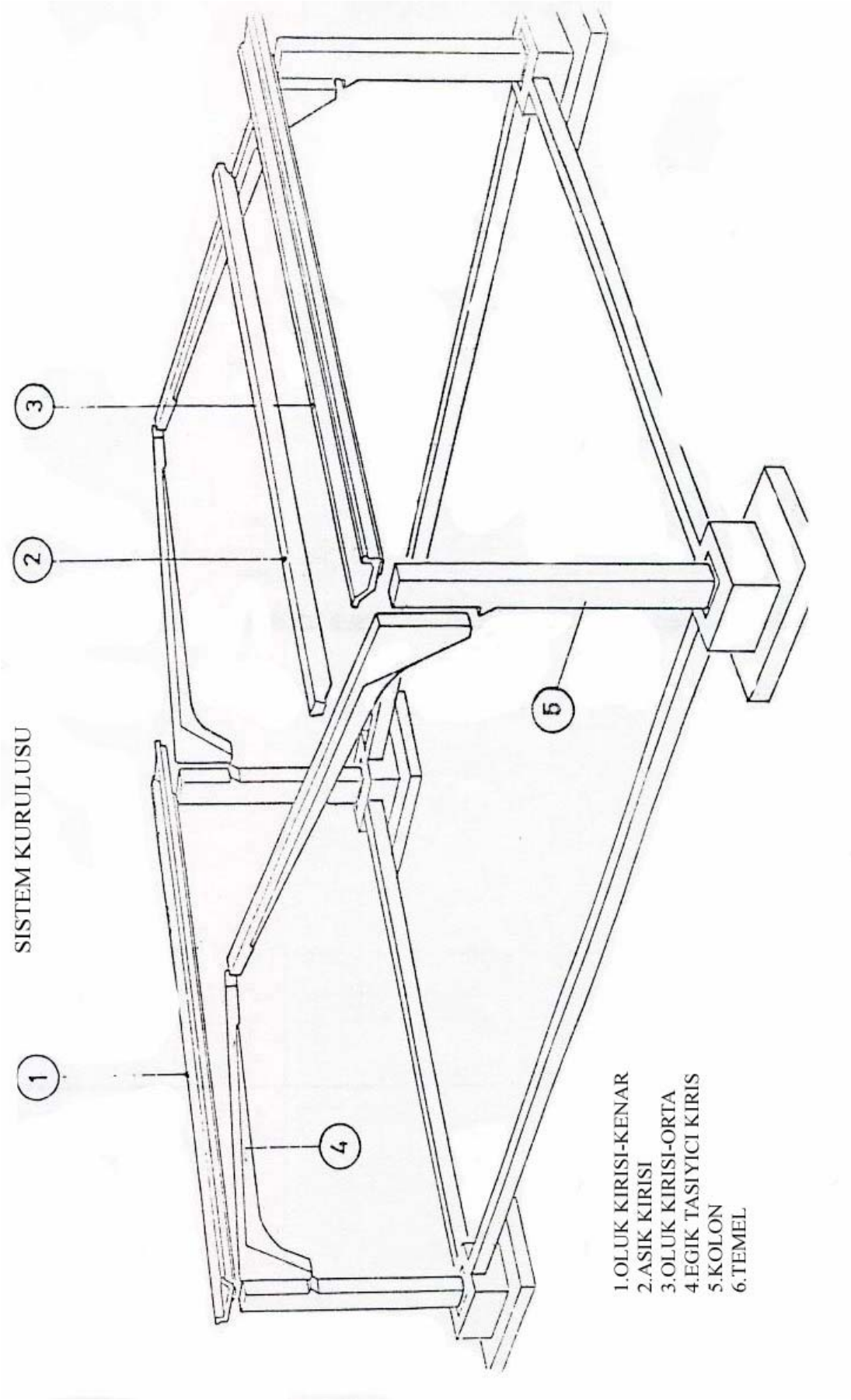
Şekil 2.4 Perspektifte Elemanların Tanıtımı



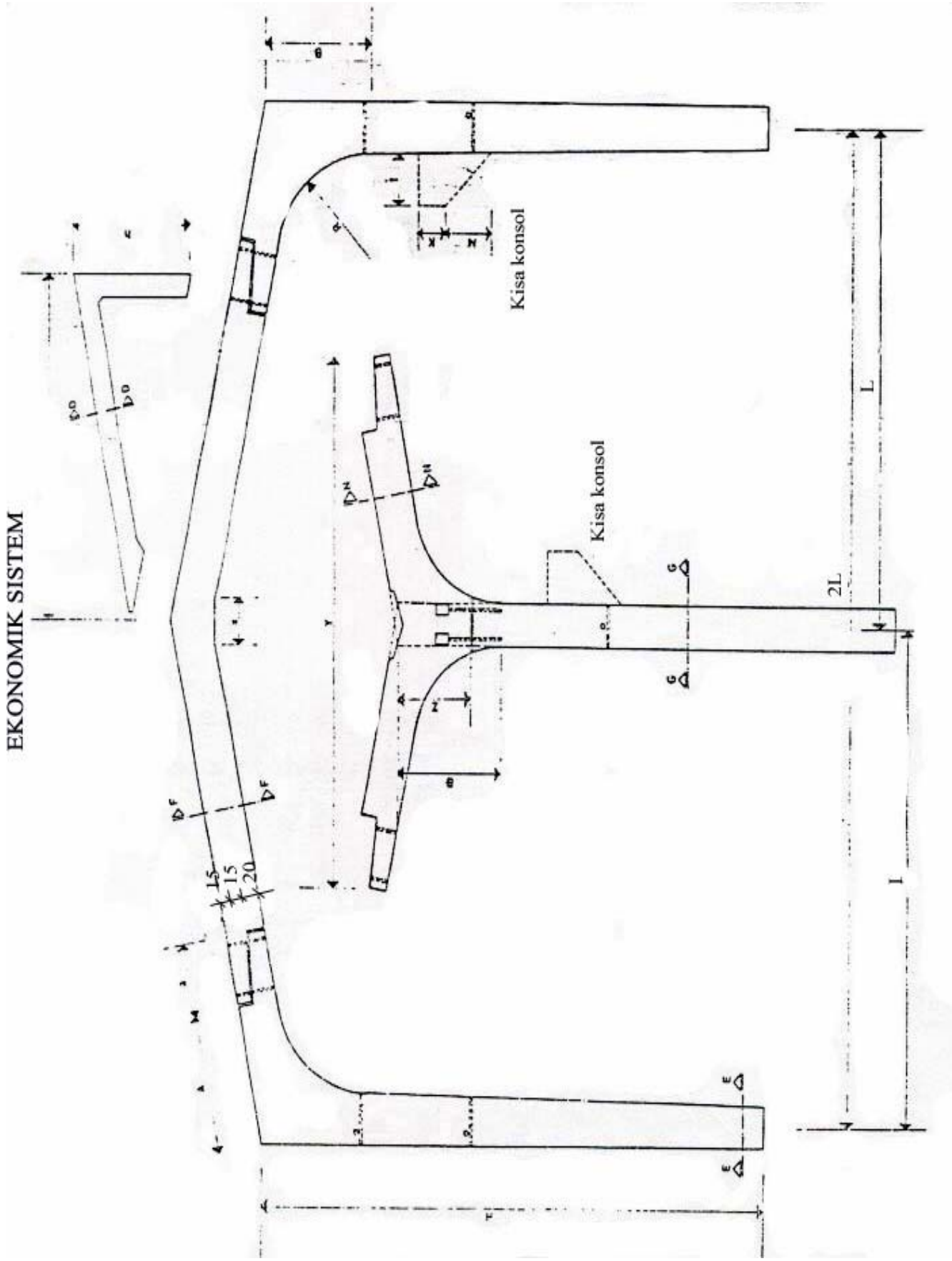
Şekil 2.5 Çerçeve Sistemi Kesit Görünüşü



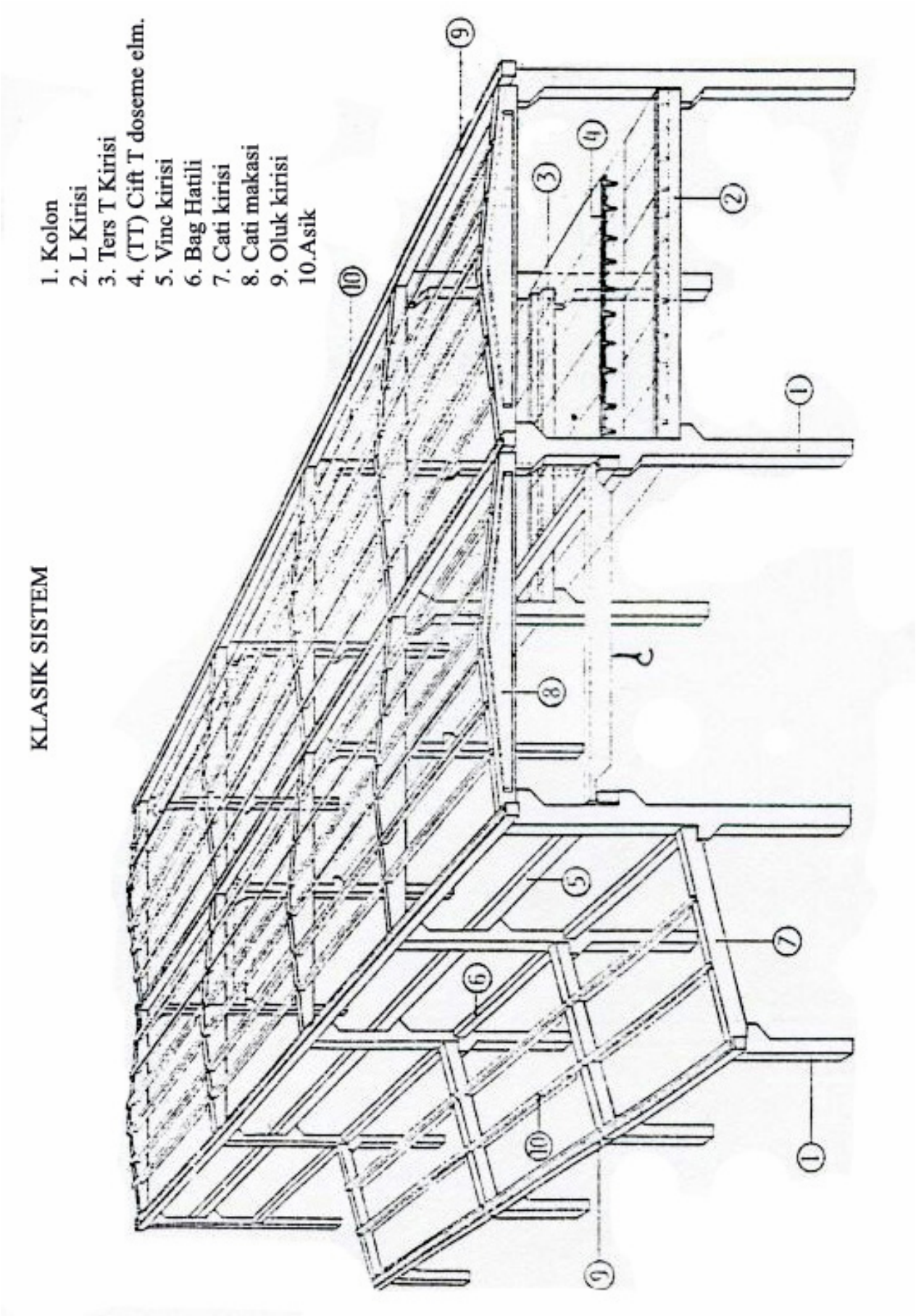
Şekil 2.6 Alternatif Çerçeve Kesitleri



Şekil 2.7 Prefabrik Sistemin Kuruluşu



Şekil 2.8 Ekonomik Sistem Çerçeve Detayı

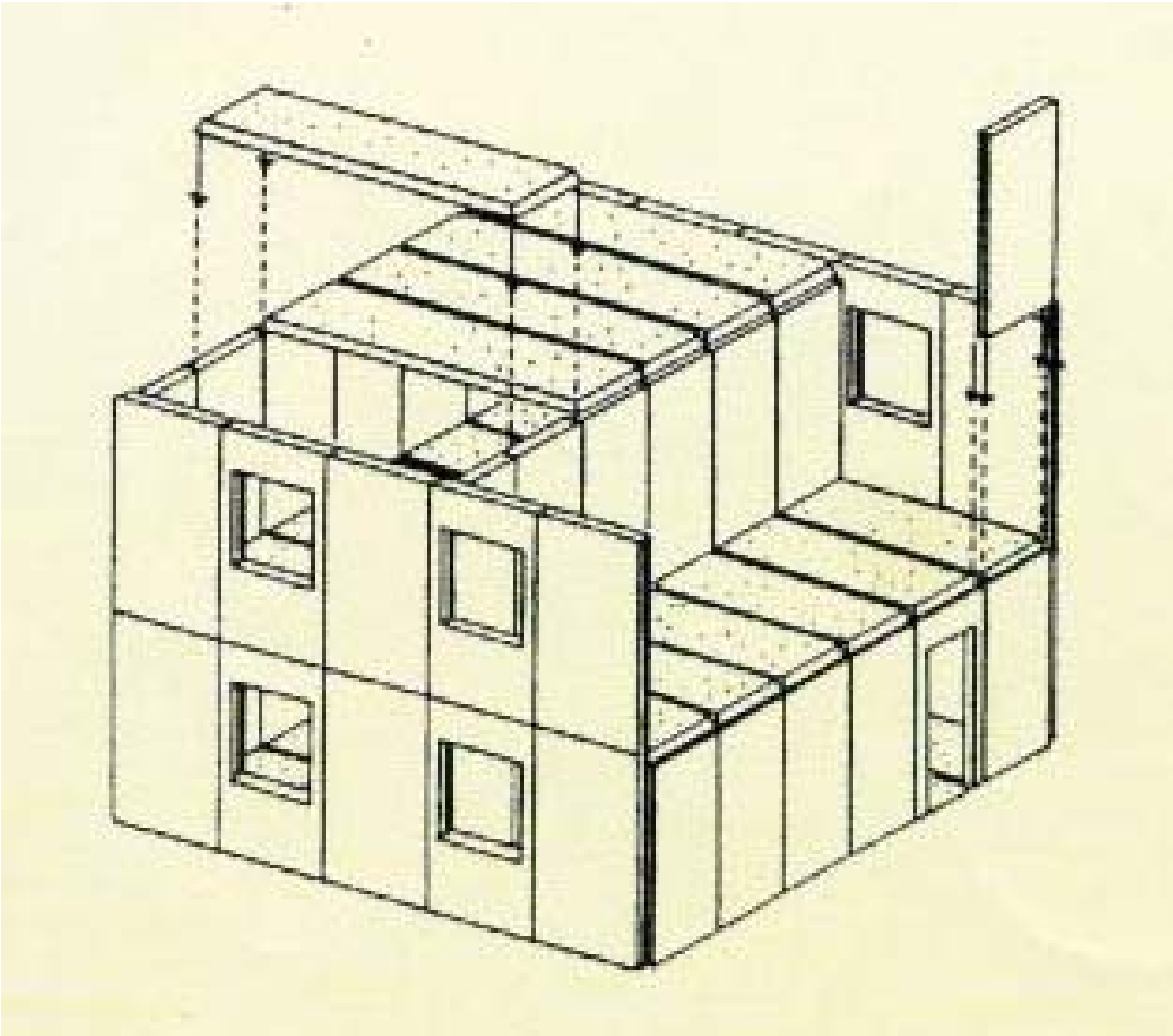


Şekil 2.9 Klasik Sistem Çerçeve Elemanları

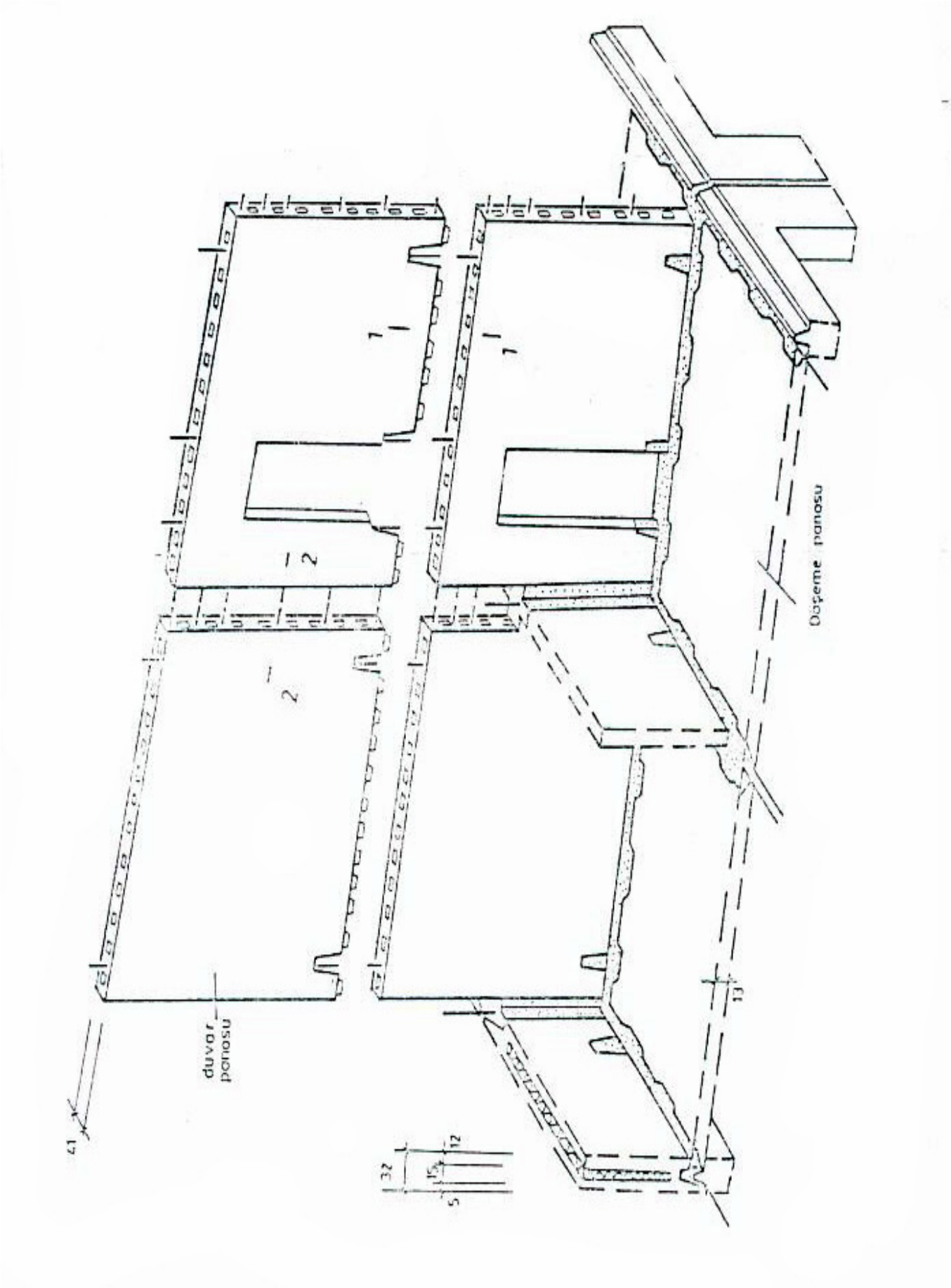
2.1.3 Büyük Panolu Sistemler

Büyük panolu sistemler esas itibariyle çok katlı konut binalarında kullanılır. Büyük duvar panoları düşey kenarlarında diğer duvar panoları ile ve yatay kenarlarında yine diğer duvar panoları ve döşeme panoları ile birleşerek istenilen büyüklükte odaları, hacimleri ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi meydana getirirler. Panolardan bazıları yük taşıyıcı olmayabilir. Panolar genel olarak bir kat yüksekliğindedirler, (Şekil 2.10-2.12).

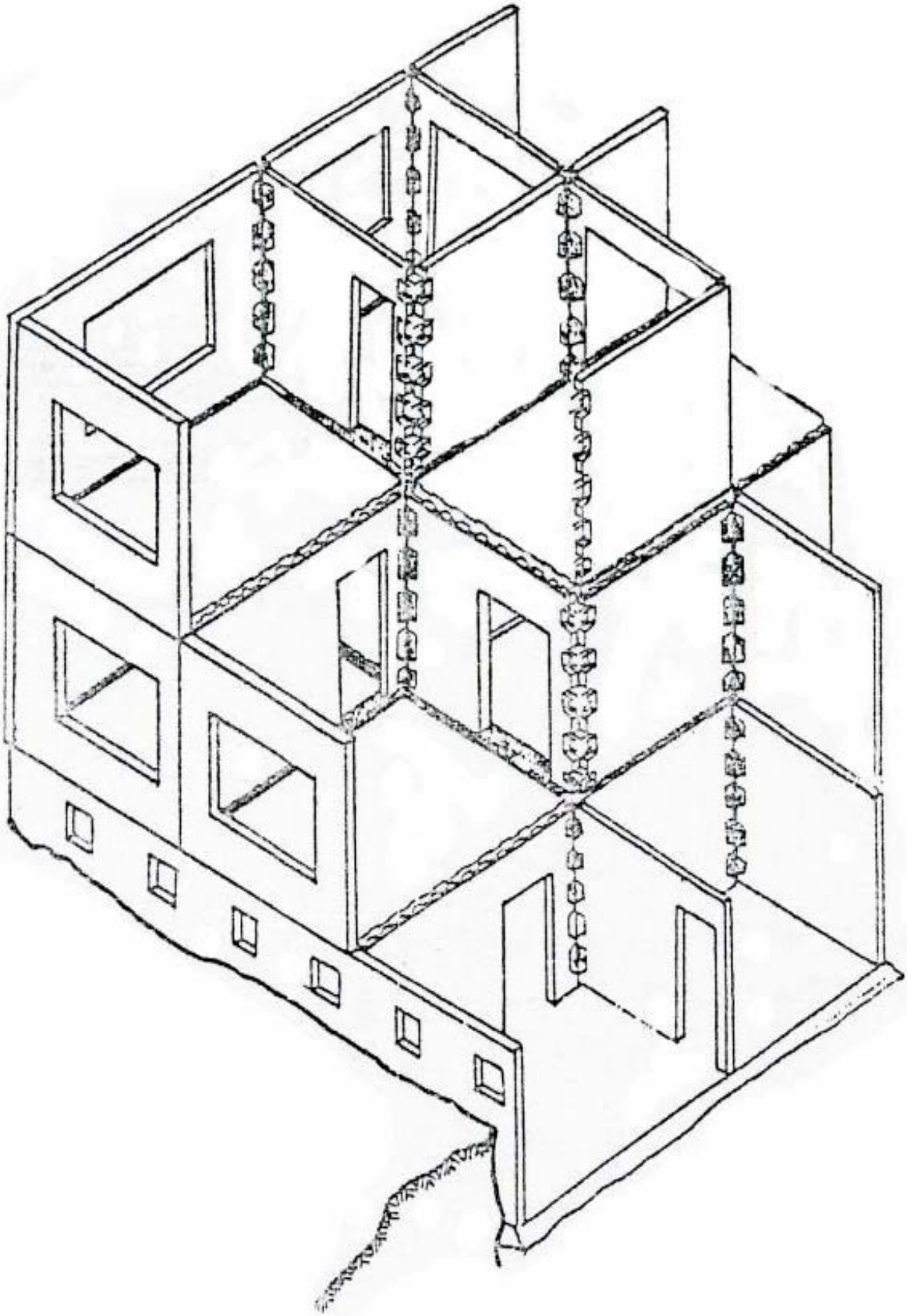
Büyük panolu sistemler bina uzun kenarı veya kısa kenarına paralel duvarların veya her iki doğrultudaki duvarların taşıyıcı olmalarına göre sırasıyla boyuna duvarlı sistem, enine duvarlı sistem, iki yönlü sistem isimlerini alırlar. Bunların kat döşemeleri ilk iki sistemde bir doğrultuda ve 3. sistemde iki doğrultuda çalışan plak şeklindedir. Deprem bölgelerinde 3. tip en elverişli olan tiptir.



Şekil 2.10 Taşıyıcı Duvarlı Sistemler



Şekil 2.11 Büyük Panolu Sistemler

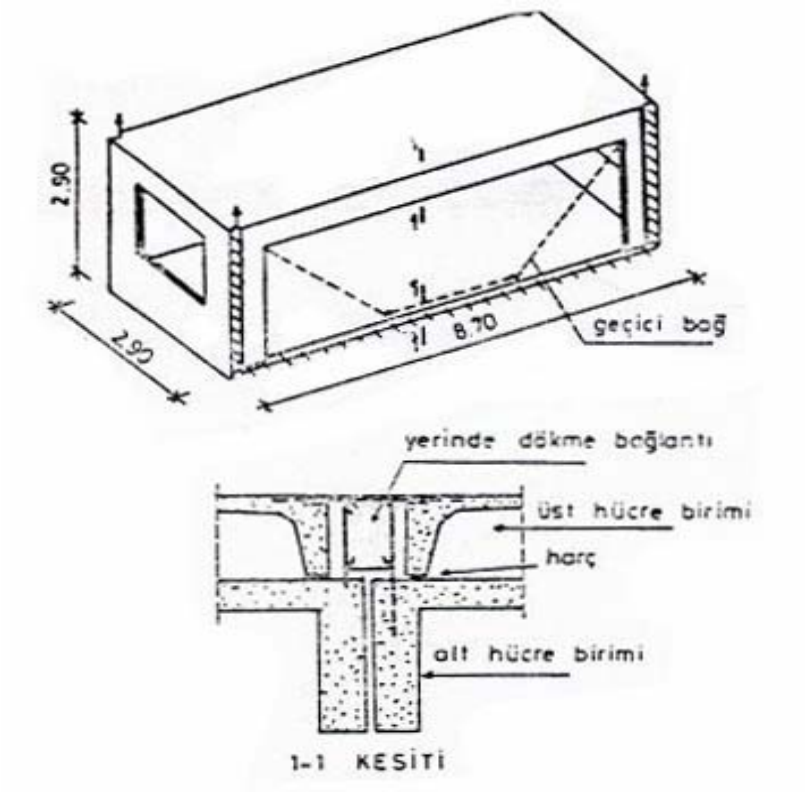


Şekil 2.12 Büyük Panolu Sistemler

2.1.4 Hücre Sistemleri

Bunlar oda hacimlerinin, duvar ve döşemelerinin beraber dökülmesi sonucu, bir birim olarak imal edildiği sistemlerdir. Birimler yan yana, üst üste konarak ve gerekli birleşimler yapılmak suretiyle bütün yapı, taşıyıcı sistemi, bölme duvar ve döşemeleri ile meydana gelmiş olur, (Şekil 2.13-2.14).

Duvarlar kat ve çatı döşemelerinden gelen düşey yükleri ve her iki doğrultudaki yatay yükleri alırlar. Hücreler arasındaki düşey ve yatay ekler, bu hususu temin edecek şekilde olmalıdır.



Şekil 2.13 Hücre Sistem Birleşim Detayı

Şekil 2.14 Hücre Sistemler

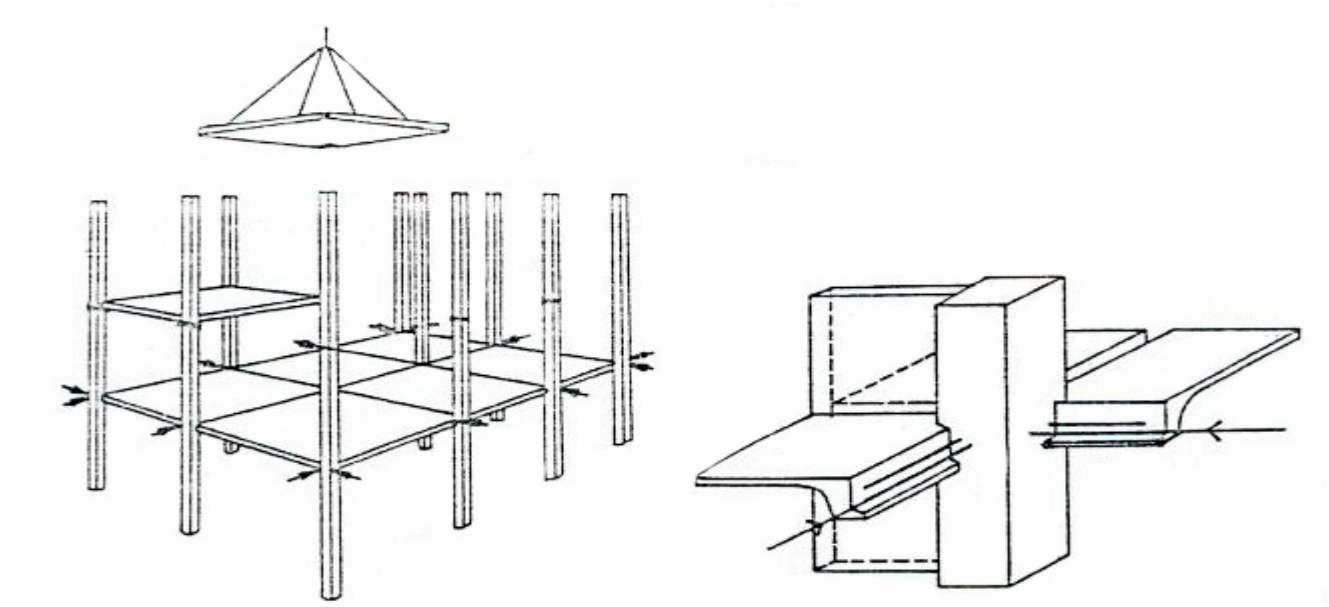
2.1.5 Duvarlı, Döşeme – Kolon Sistemleri

Prefabrike duvarlı, döşeme-kolon sistemleri özel yapım metotlarını gerektiren sistemlerdir. Bu tip sistemlere örnek olarak;

a) prefabrike kolonlar üzerine, yerde üst üste dökülmüş döşemelerin kaldırılıp oturtulması ile oluşan sistemle, (Şekil 2.15-2.16)

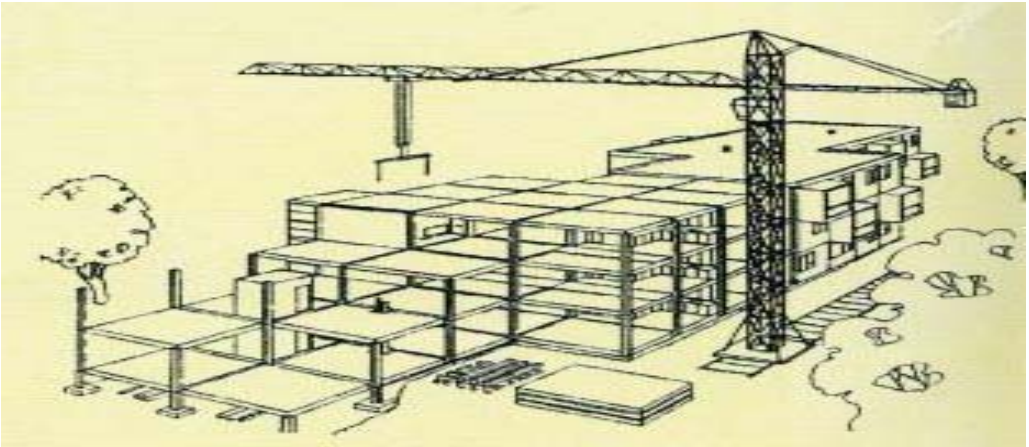
b) öngerilme donatısı ile birleştirilmiş prefabrike döşemeler ve prefabrike kolonlardan oluşan sistem kaydedilebilir.

Her iki sistemde de yatay yükler ya prefabrike veya yerinde dökme betonla yapılmış perdeler ve/veya çekirdekler tarafından alınır.



(a) Yapım şekli (b) Tipik döşeme – kolon birleşimi

Şekil 2.15 Döşeme-Kolon Birleşimi ve Yapım Şekli



Şekil 2.16 Döşeme-Kolon Sistemleri

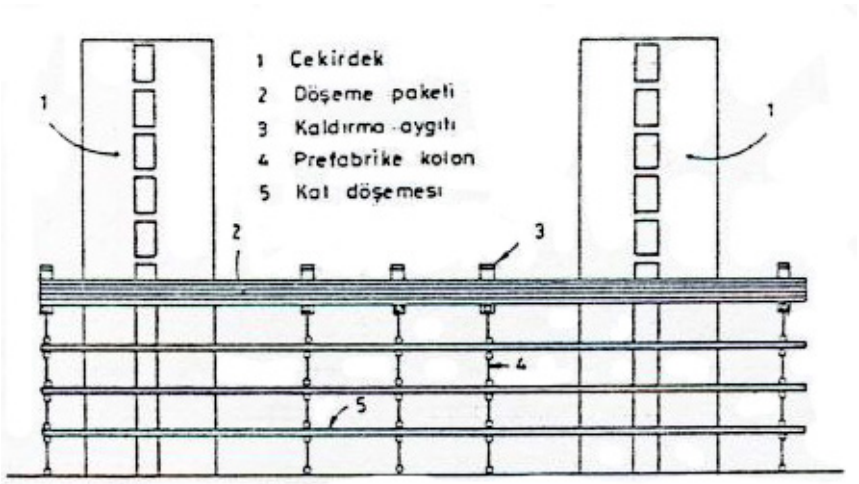
2.1.5.1 Kaldırılan Döşemeli ve Perdeli Sistemler

Kaldırma döşemeli ve perdeli sistemler çok katlı konut, ofis ve endüstri binalarında ziyadesi ile kullanılmaktadırlar.

Bu sitemde, en altta zemin kat tavan döşemesi olmak üzere kat döşemeleri, kat alanında yekpare olarak üst üste dökülürler. Prefabrike betonarme kolonların boyları, kat temiz yüksekliği kadardır. Bunlar yalnız düşey yükler taşıyacak şekilde boyutlandırılmışlardır. Yatay yükler yerinde dökme betonarme perdeler, merdiven ve asansör kovalarında teşkil edilen çekirdeklerle alınır. Binanın diğer duvarları bölme duvarı mahiyetindedir.

Bütün döşemeler bir paket halinde beraber kaldırılır. Zemin kat döşemesinden bir temiz kat yüksekliğine gelince, prefabrike kolonlar yerlerine konur ve döşemeler bunlara oturtulur. Sonra 1. kat ve diğer kat tavan döşemeleri yine beraberce bir temiz kat yüksekliği kadar kaldırılır ve 1. kat kolonları yerleştirilir ve böylece devam edilir. Genel olarak perde ve çekirdekler döşemelerden önce dökülürler ve döşemelerin kaldırılmasında kılavuz ve destek olarak kullanılırlar.

Kolon-döşeme birleşimleri mafsallı ve döşeme-perde, döşeme-çekirdek bağlantıları rijit olarak ve yatay yüklerin perde ve çekirdeklere aktarılmasına imkan verecek şekilde teşkil edilirler, (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Kaldırılan Döşemeli ve Perdeli Sistemler

2.1.5.2 Öngerilmeli Döşeme – Kolon Sistemleri

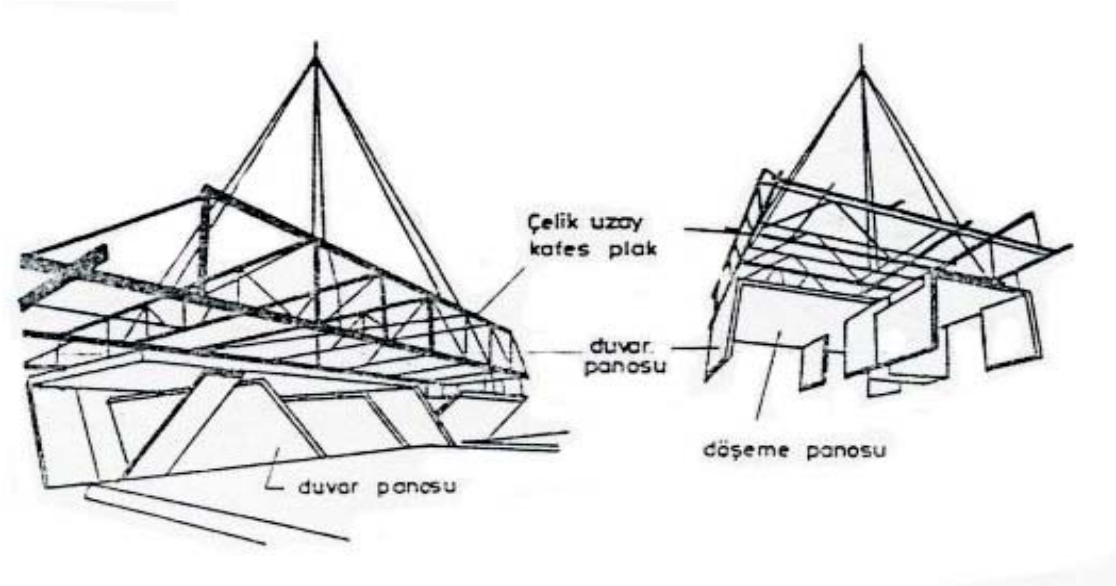
Öngerilmeli döşeme kolon sistemlerinde prefabrike kolonlar 1, 2 veya 3 kat yüksekliğinde olabilirler. Prefabrike döşemeler kolonlar arasındaki temiz açıklığa uygun boyuttadırlar. Bunlar ya düzlemsel veya ters tekne şeklinde olabilirler.

Bir katın kolon ve döşemeleri monte edildikten sonra kat hizalarında kolonların içinden ve döşemelerin arasındaki boşluktan geçen kablolara öngerilme verilmek suretiyle kat monolitik şekle getirilir. Sonra döşemelerin arasına beton dökülür ve kablolarla da aderans temin edilmiş olur.

Yatay yükler uygun yerlerde teşkil edilmiş perdeler veya çekirdekler tarafından alınır. Bunlar bina yüksekliğinin veya deprem şiddetinin büyük olduğu durumlarda yerinde dökme betonarme olarak yapılırlar. Diğer durumlarda prefabrike olabilirler.

2.1.6 Menteşeli Kaldırmalı Kat (döşeme – duvar) Sistemleri

Menteşeli kaldırmalı kat döşeme duvar sitemlerinde her bir kat duvarları altta ve kat döşemesi bunun üstünde ve döşeme-duvar birleşimleri menteşeli olarak dökülür. Sonra katlar sırasıyla kaldırılarak üst üste konur ve üst katın duvarları alt kat duvarları ile monolitik olacak şekilde birleştirilir. Döşemeler oturdukları kat duvarları ile kaymaya karşı rijit birleşimli olmalıdır. Menteşelerin bu özelliği temin edemediği durumlarda ilave tedbirler alınır, (Şekil 2.18).



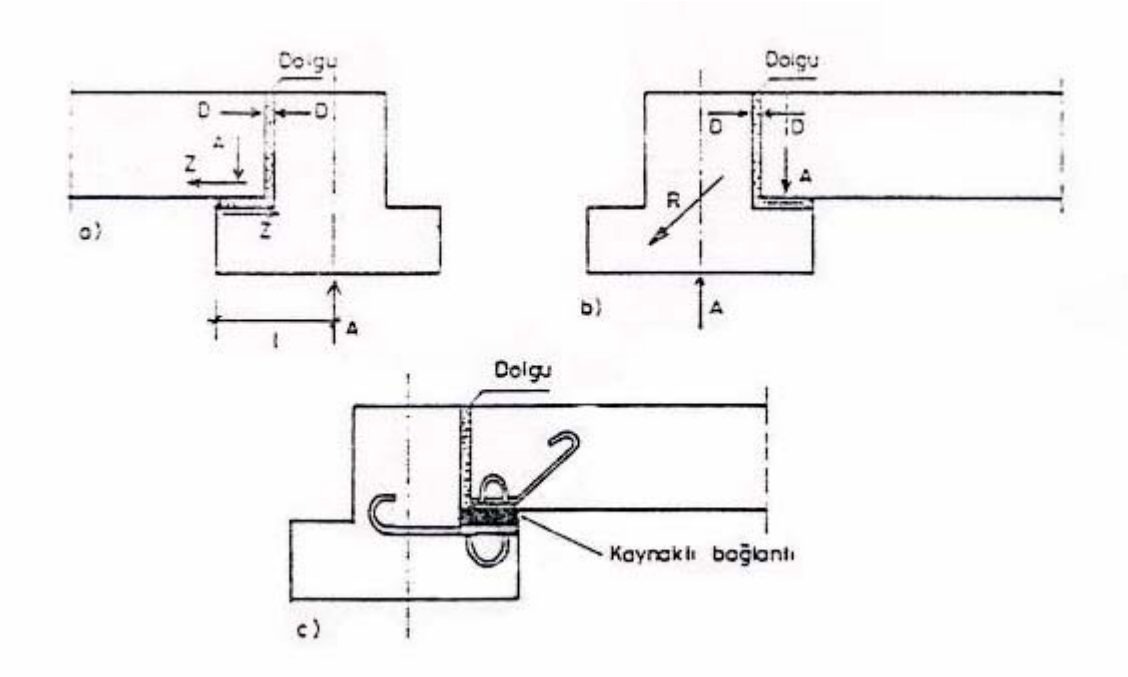
Şekil 2.18 Menteşeli Kaldırmalı Kat (döşeme – duvar) Sistemleri

2.1.7 Karışık Sistemler

Karışık sistemler, yukarıda tasnif edilmiş guruplara girmeyen sistemlerdir. Mesela, yerinde dökme perdeler ve prefabrike döşeme elemanları kullanılan sistemler, bu gruba girmektedir.

3 BİRLEŞİMLER

3.1 Döşeme-Kiriş Birleşimleri



Şekil 3.1 Döşeme-Kiriş Birleşimleri

3.2 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimler

Pratikte birleşim yerlerinde yalnız eğilme momenti taşıyan kesitler pek nadirdir. Kesitlere eğilme momenti ile beraber;

a) kiriş ve döşeme kesitlerinde olduğu gibi kesme kuvvetleri,

b) kolon kesitlerinde olduğu gibi basınç ve kesme kuvvetleri,

etkir. Birleşimlerde bu iç kuvvetlerin aktarılması da temin edilmelidir.

Eğilme momenti aktaran birleşimlerde kuru ve ıslak birleşim şeklinde olabilir. Kuru birleşimde kesitteki çekme kuvveti;

a) çekme donatısını metal bir parçaya ve onu da sabit kabul edilebilen başka bir metal parçaya kaynaklamak, (Şekil 3.2, 3.3).

b) birinden diğerine moment aktarılmak istenen iki elemanı çekme kuvveti tatbik noktasında bulonla birleştirmek, (Şekil 3.4a, b).

c) böyle iki elemanı çekme kuvveti tatbik noktasında öngerilme ile birleştirmek, (Şekil 3.5) şekillerinden biri ile aktarılabilir.

Islak birleşimde kesitteki çekme kuvveti, iki elemanın çekme donatılarının ekinin

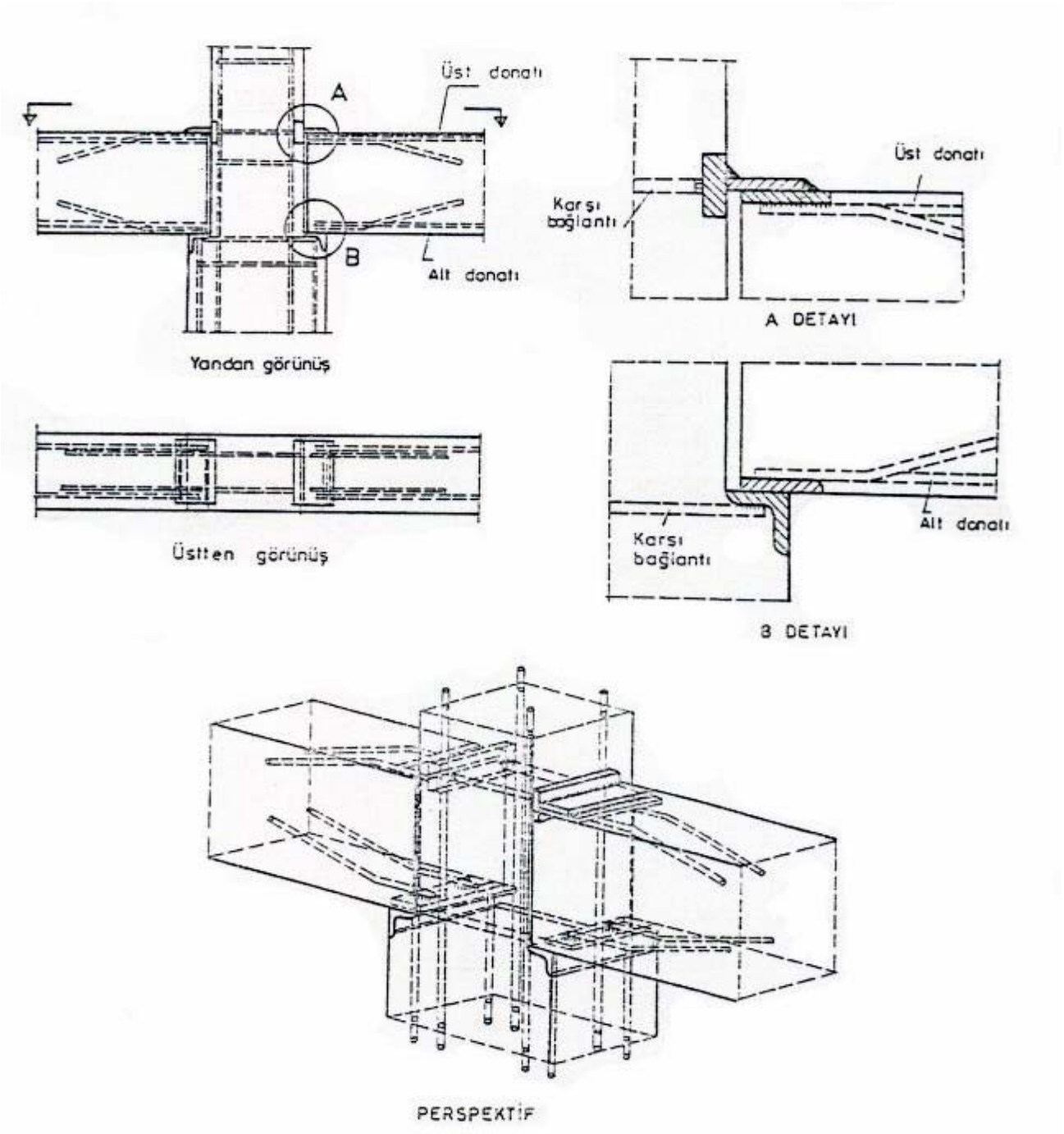
a) fiyongla bindirme (Şekil 3.6)

b) kaynak (Şekil 3.7)

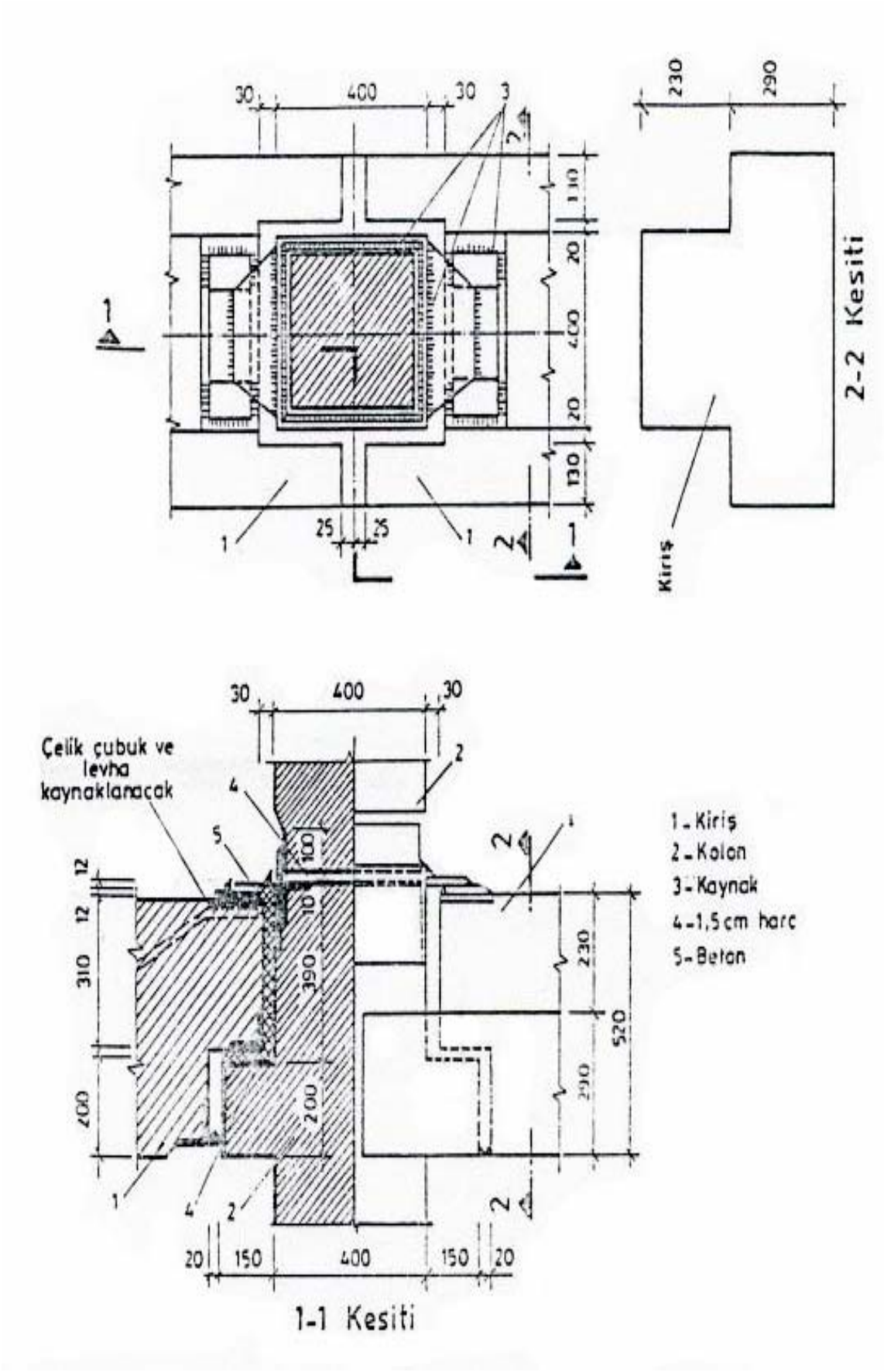
şekillerinden biri ile yapılmak suretiyle aktarılır.

Kesitteki beton basınç kuvveti iki prefabrike elemanın arasına yerinde dökülen betonla sağlanır. Bu beton, fiyongla bindirmede, donatı ekini de temin eder.

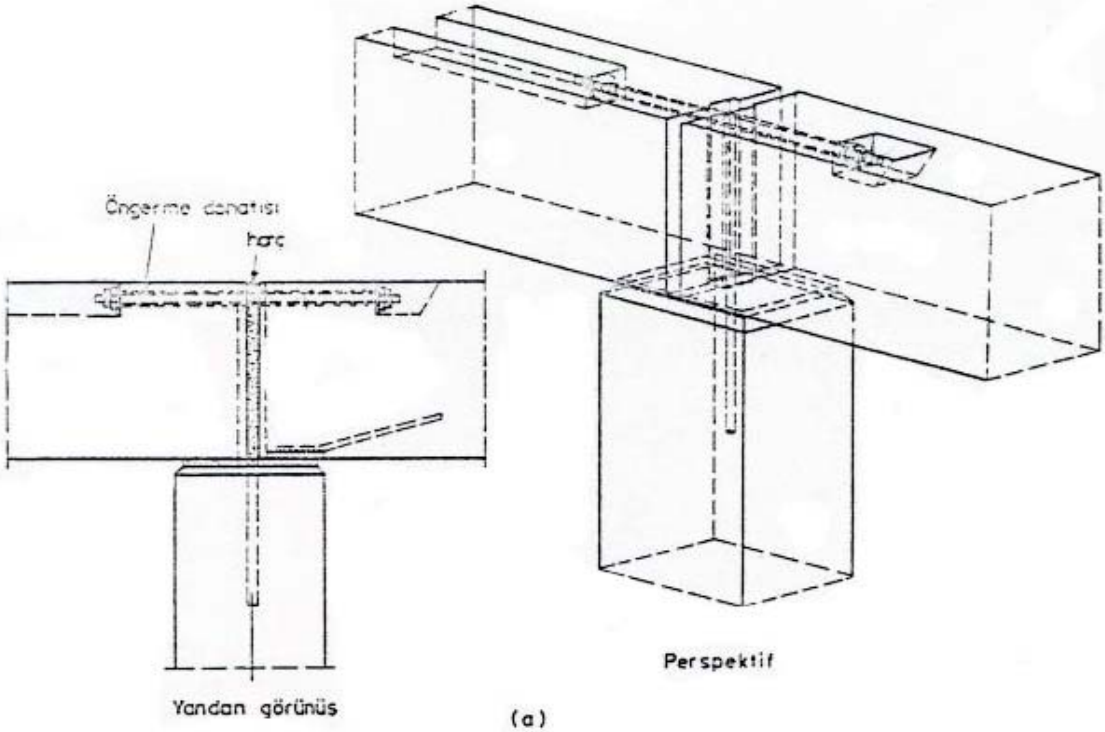
Kesme kuvvetinin aktarılması, kuru birleşimde belirtilmiş iki şekle ilave olarak, prefabrike elemanın yerinde dökme beton bir eleman veya yerinde dökme beton bir bölge ile birleşiminde prefabrike elemanın birleşim yüzünde kenet dişleri yapılarak ta temin edilebilir, (Şekil 3.8).

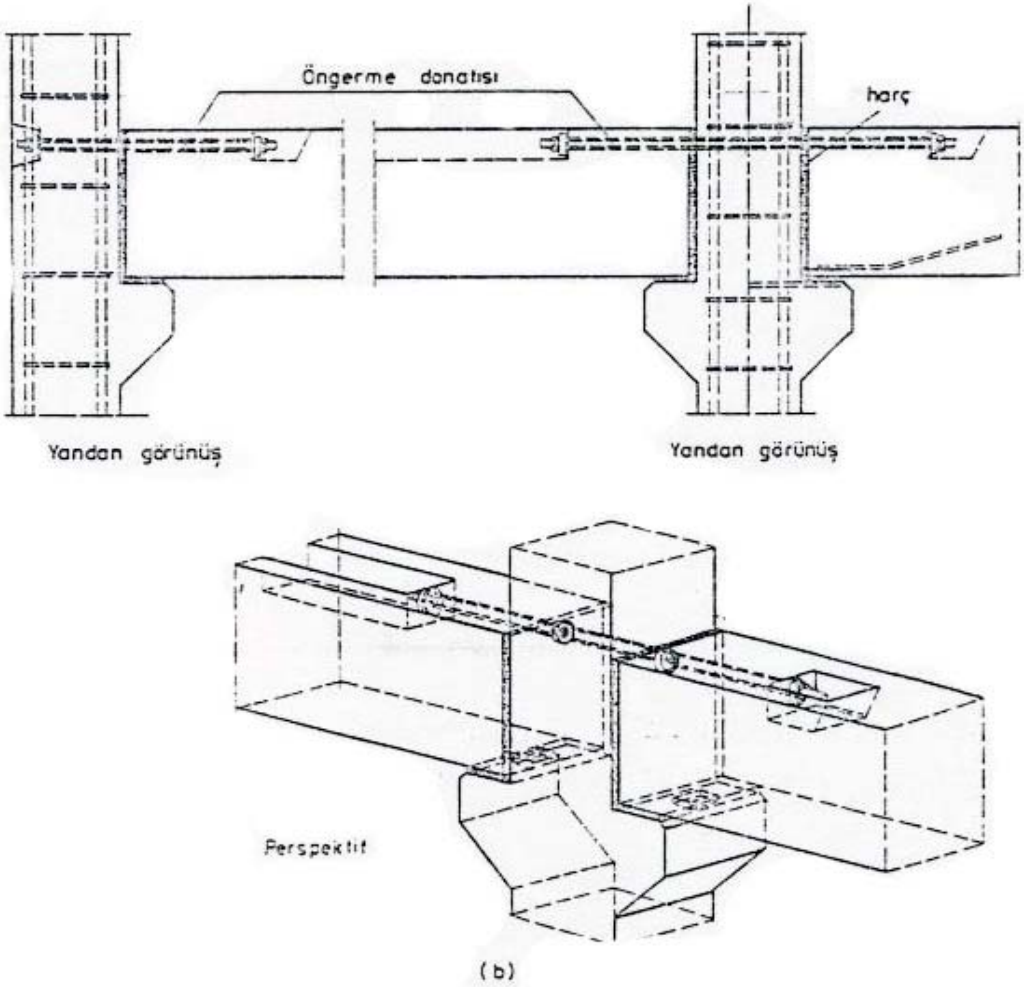


Şekil 3.2 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

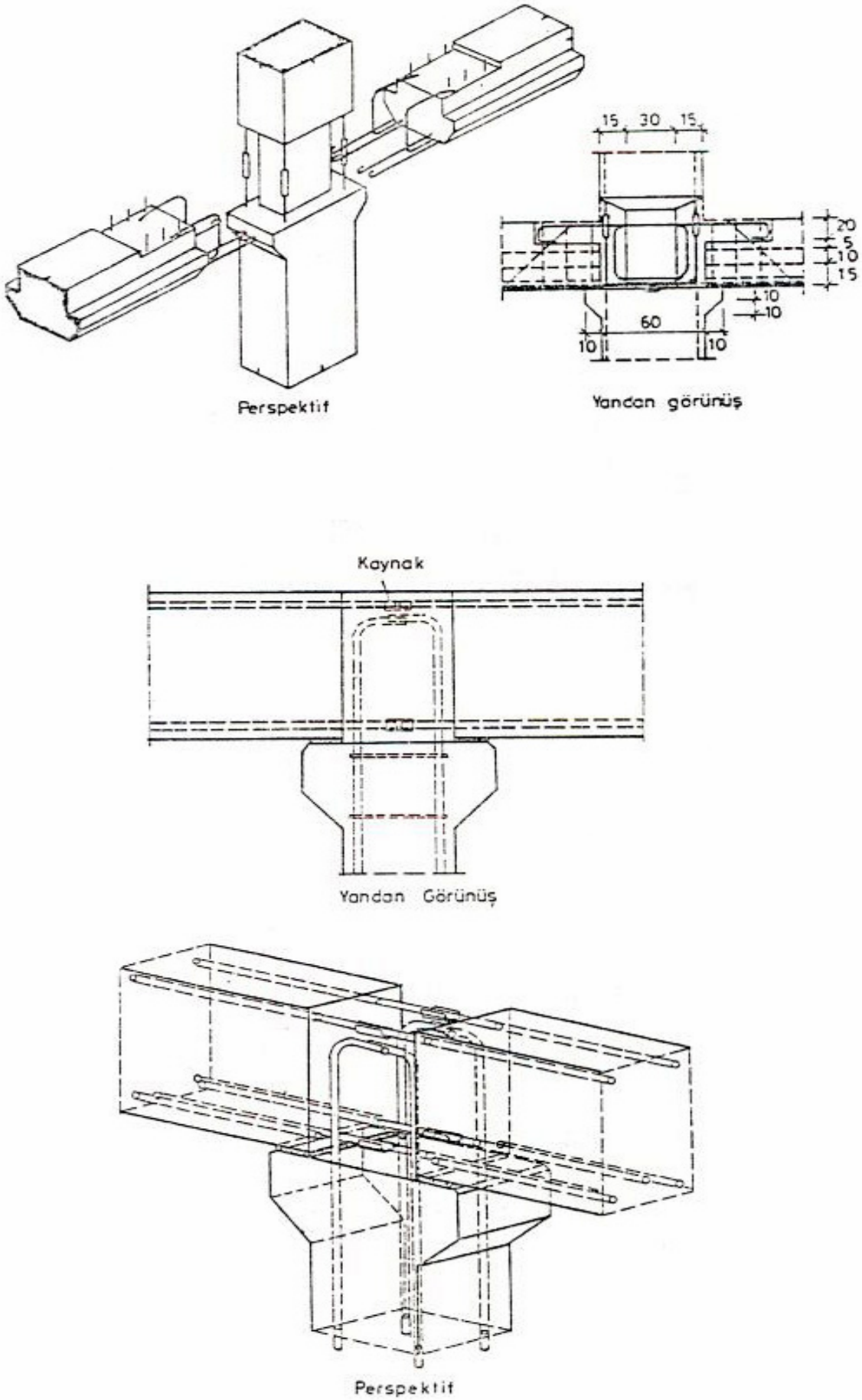


Şekil 3.3 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

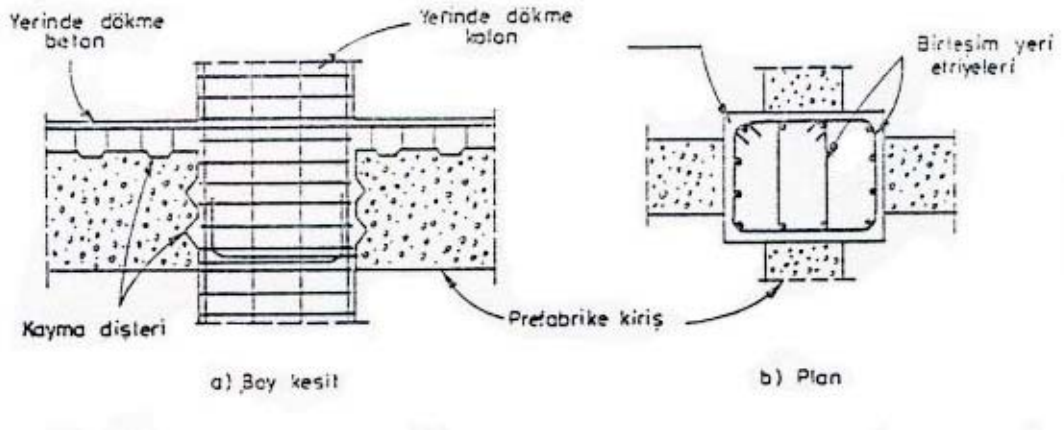




Şekil 3.4 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

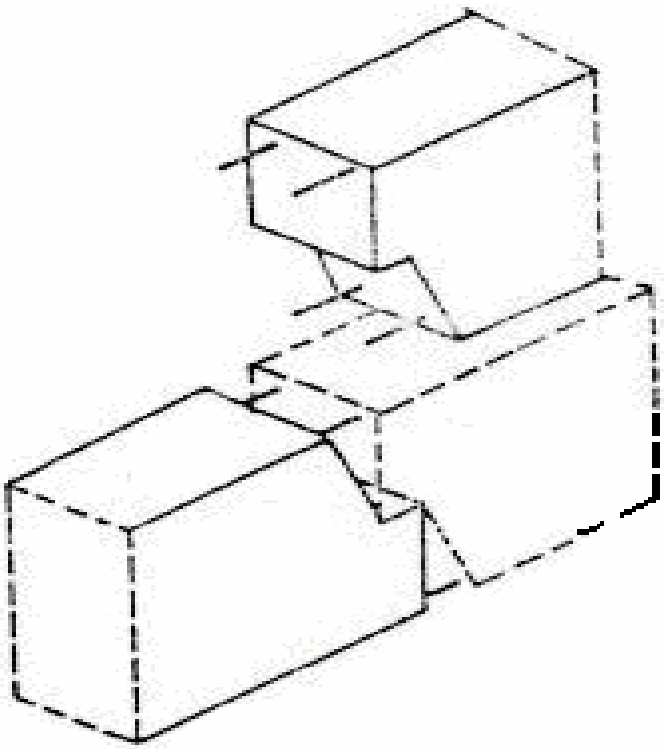


Şekil 3.5 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

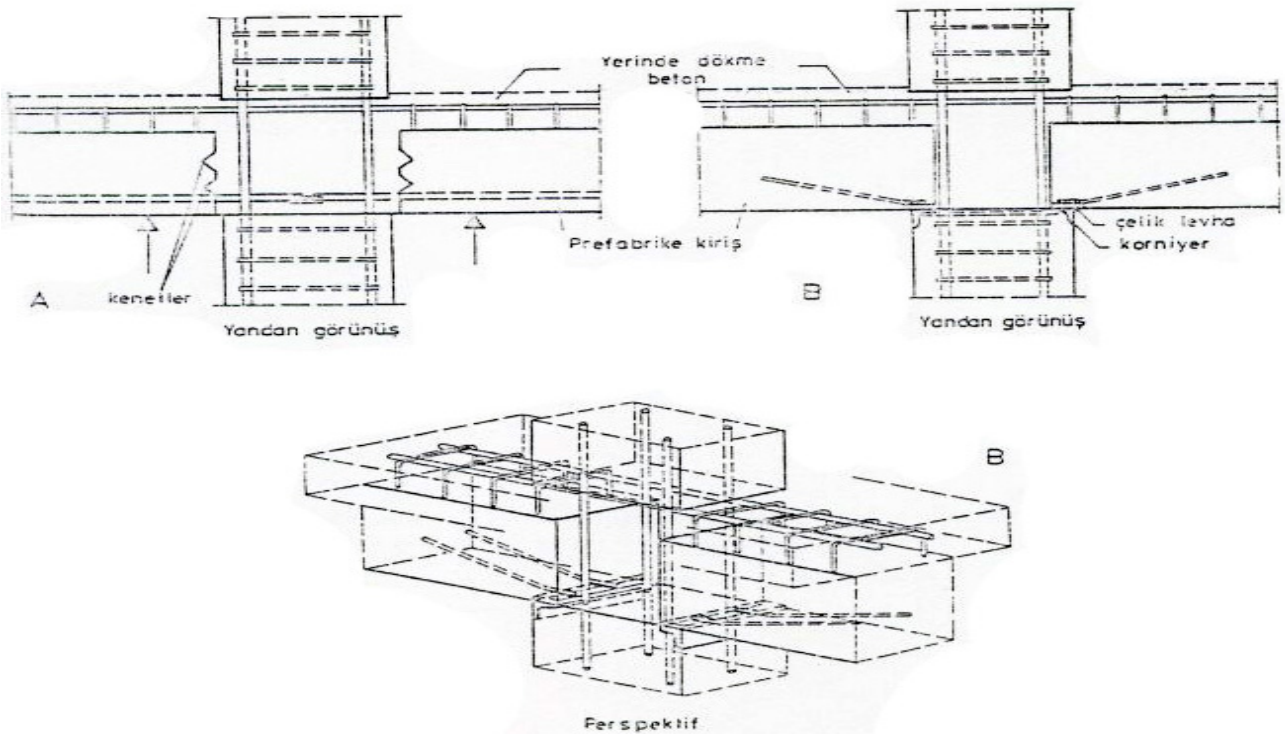


Şekil 3.6 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

Daha ziyade endüstri yapılarında çatı kiriş birleşimlerinde uygulanan bir birleşim çeşidi de Şekil 3.7 da gösterilmiştir. Islak birleşim prefabrike yapılarda kompozit kiriş ve döşeme teşkilinde yegane çözümdür, (Şekil 2.8).

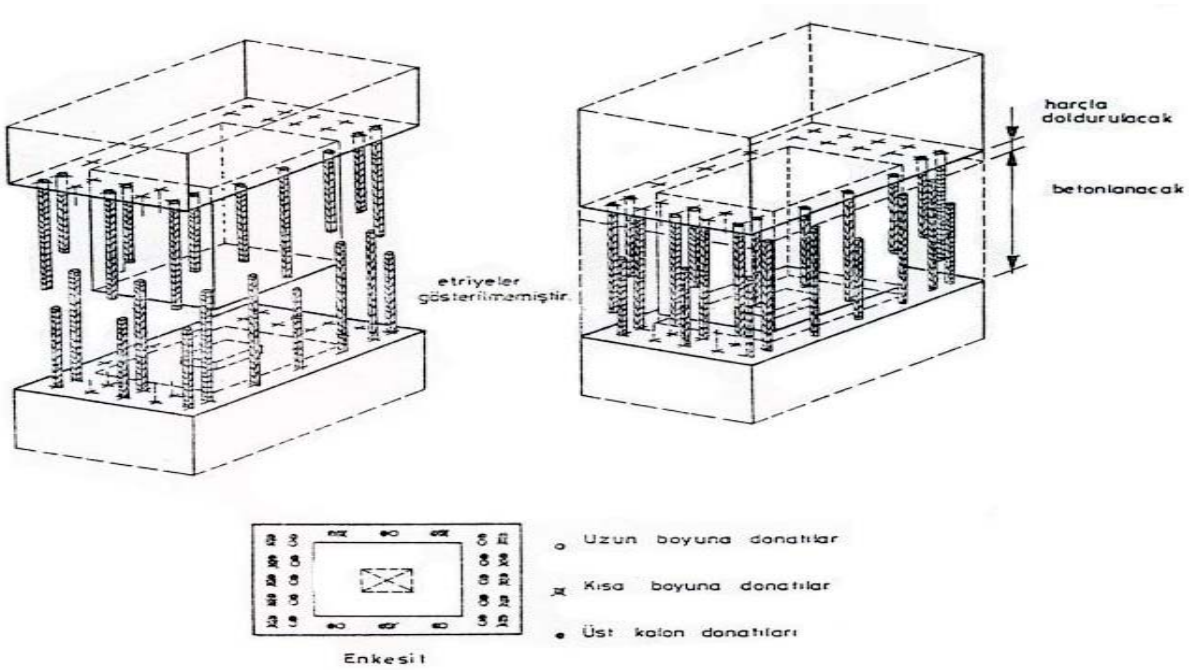


Şekil 3.7 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri



Şekil 2.8 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

Islak birleşimle momentle beraber basınç ve kesme kuvveti aktarılması genel olarak kolon birleşimlerinde görülür, (Şekil 3.9). Birleşimlerin hesap ve konstrüksiyon detaylarında, TS9967 Prefabrik yönetmeliğine uymalıdır.

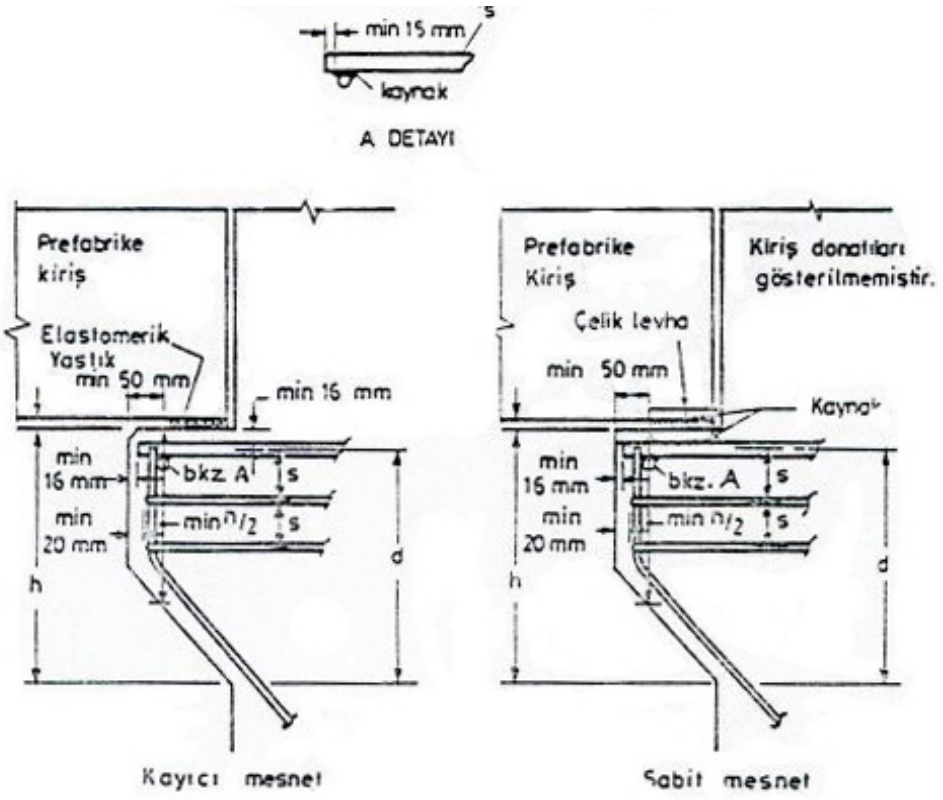


Şekil 2.9 Eğilme Momenti Aktaran Birleşimleri

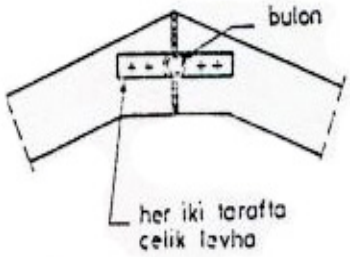
3.3 Kesme Kuvveti veya Mesnet Reaksiyonu Aktaran Birleşimler (Mafsallı Birleşimler)

Moment aktarmadığı için mafsallı birleşimler de denen bu birleşim türünün kesme kuvveti veya mesnet reaksiyonu aktarma esasları, moment aktaran birleşimlerin bu iç kuvvetleri aktarış esaslarının aynıdır.

Mafsallı kayıcı (Şekil 3.10), kısmen kayıcı ve sabit (Şekil 3.10 ve 3.11) olabilir.

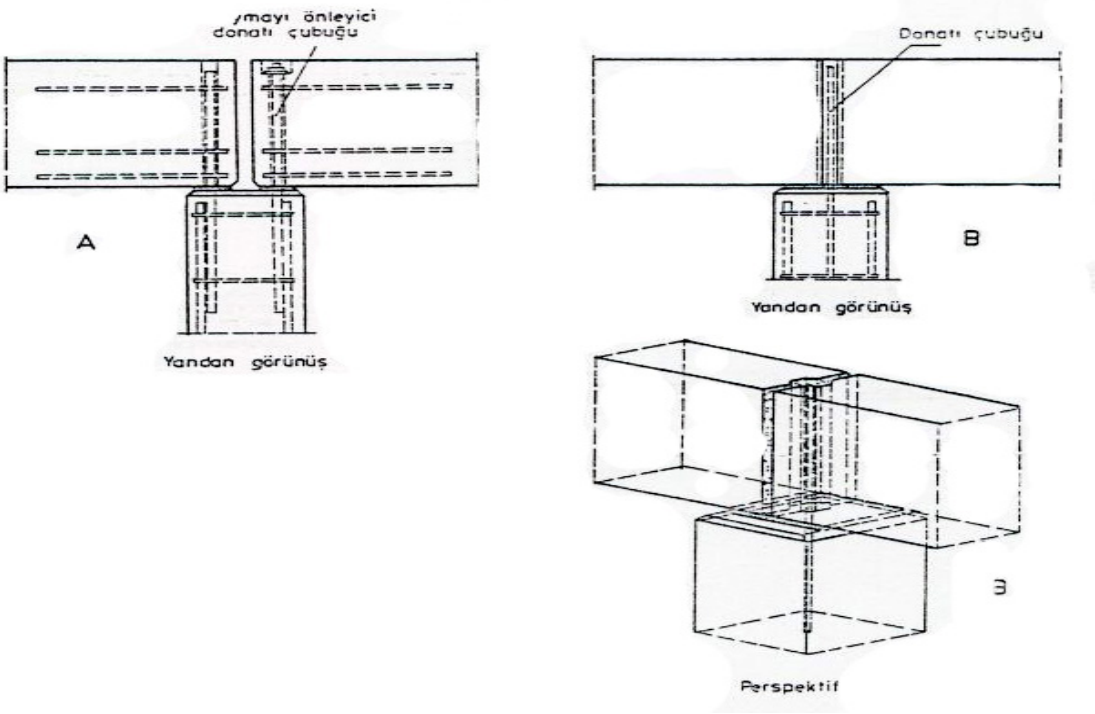


Şekil 3.10 Kayıcı ve Sabit Mafsallı Birleşimler



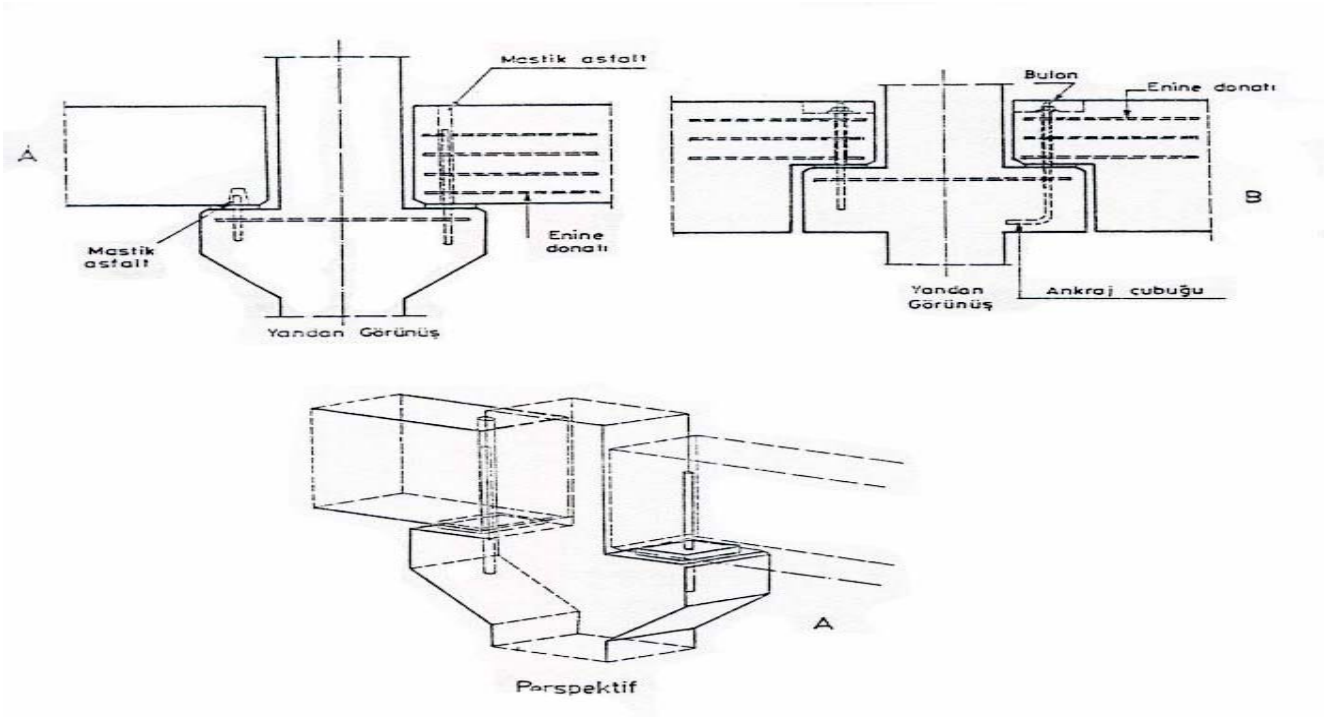
Şekil 3.11 Mafsallı Birleşim

Mafsallı birleşimlerin uygulanabilen bazı türleri Şekil 3.12 ve 3.13 de gösterilmiştir.

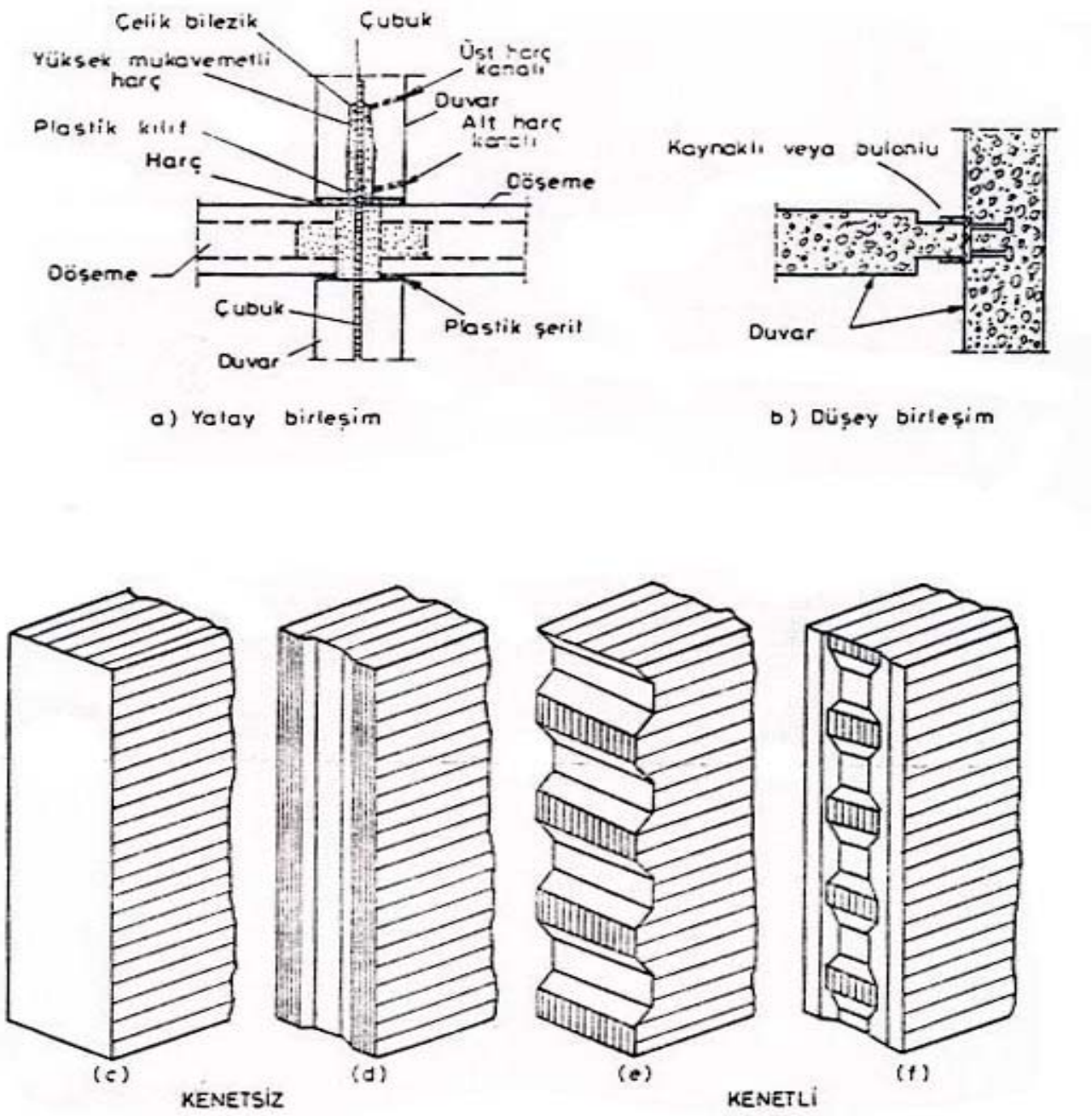


Şekil 3.12 Uygulanabilen Bazı Mafsallı Birleşimler

Bu birleşimlerin hesap ve konstrüksiyon detaylarında TS9967 Prefabrik Yönetmeliğine uyulmalıdır.



Şekil 3.13 Uygulanabilen Bazı Mafsallı Birleşimler



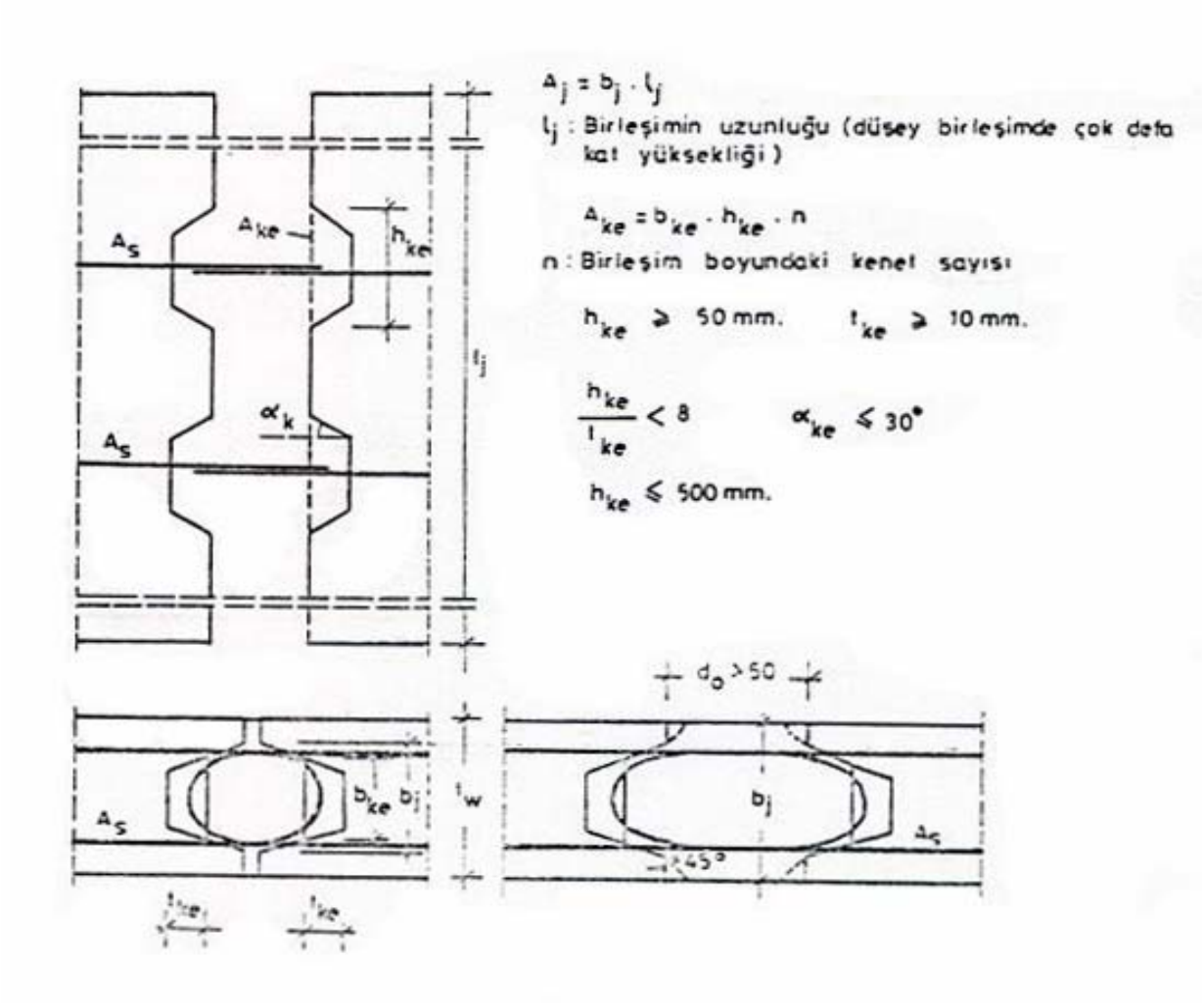
Şekil 3.14 Kenetli Birleşimler

Kenetli birleşimlerin geometrik detayları ve hesaplarda kullanılan notasyonlar Şekil 3.15 ve 3.16 de gösterilmiştir.

Burada;

b_j : düşey birleşimde ek genişliği, basınçlı birleşimin genişliği,

ℓ_j : birleşim uzunluğu (düşey birleşimde çok defa kat yüksekliği),



Şekil 3.15 Kenetli Birleşim Detayı

A_j : birleşim kesit alanı ($A_j = b_j \cdot \ell_j$),

A_{jc} : basınçlı birleşim kesit alanı,

A_{jt} : çekmeli birleşim kesit alanı,

b_{ke} : kenet genişliği,

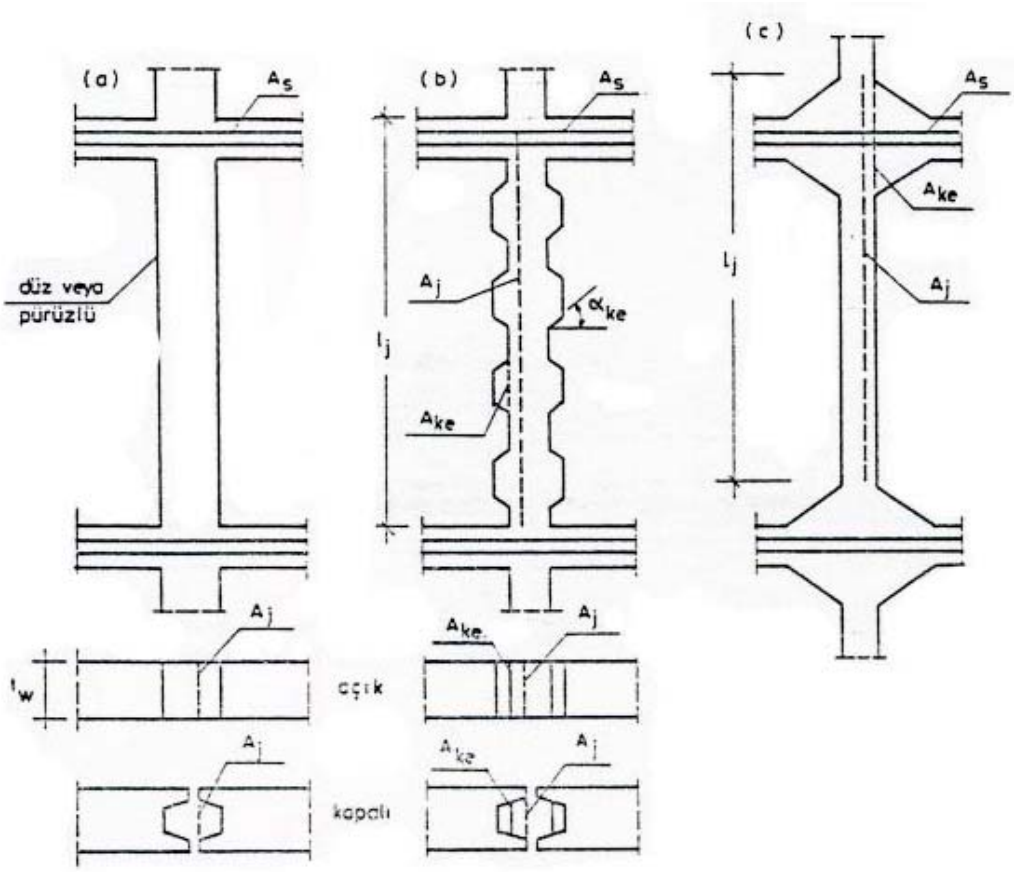
h_{ke} : kenet yüksekliği,

n : kenet sayısı,

A_{ke} : kenetlerin kesit alanı toplamı ($A_{ke} = b_{ke} \cdot h_{ke} \cdot n$),

t_j : basınçlı birleşim yüksekliği,

dir.



Şekil 3.16 Kenetli Birleşim Boyuna Detayı

3.4 Kenetli veya Kenetsiz Bir Ekte Enine Donatının Sağlaması Gereken Şartlar

$$\frac{A_s.f_{yd} + N_d}{A_j.f_{cd}} \geq 0{,}01 \qquad (2.1)$$

ve eğer

$$N_d \leq 0{,}01.A_j.f_{cd}$$

ise

$$\frac{A_s.f_{yd}}{A_j.f_{cd}} \geq 0{,}01 \qquad (2.2)$$

olmalıdır. Burada;

A_s , f_{yd} : birleşim boyunca enine donatı alanı ve onun akma limitinin hesap değeri,

N_d : birleşime dik normal kuvvetin hesap değeri (basınç iken pozitif),

F_{cd} : yerinde dökme betonun basınç hesap mukavemeti

dir.

Enine donatı birleşim boyunca üniform olarak yayılmalıdır.

Ancak düşey birleşimlerde V^H artırılmış kesme kuvvetinin ve N_d nin basınç olarak küçük olması durumunda enine donatı, bu panolara oturan döşemeler arasındaki yatay birleşimin içine, kat hizasındaki çekme bağ çubukları arttırılmak suretiyle konmuş olabilir.

Enine donatı sürekli olmalıdır, (kurallara uygun donatı eki yapılabilir). Bunların yerinde dökme betonla ankrajları yapıldığında, aderans bozulması olmadan donatı akma limitine erişebilmelidir.

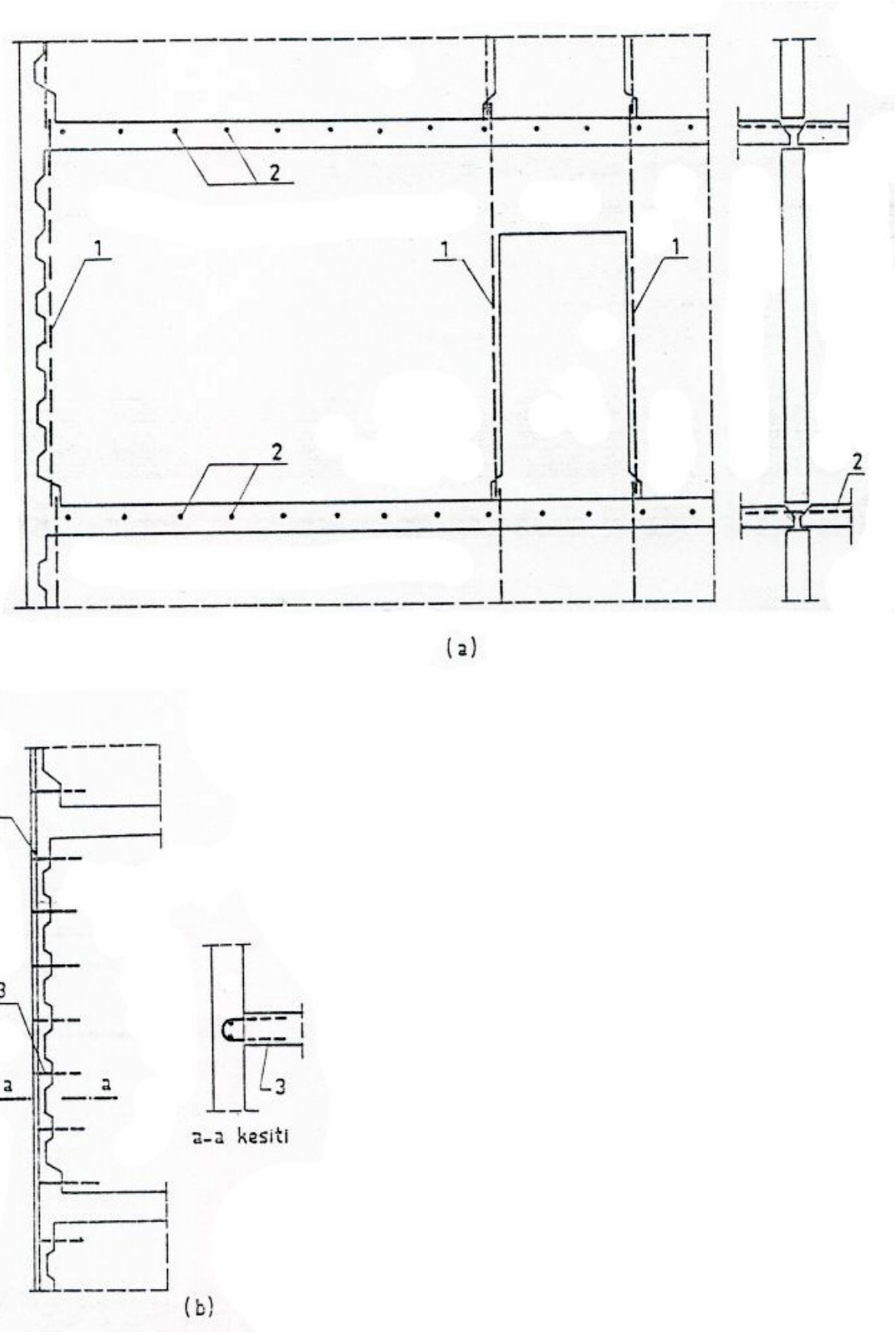
Enine donatının yayılı olmadığı durumlarda duvar panolarının burkulmasında, panoların bu kenarlarının pano düzlemine dik doğrultuda yer değiştirme yapmadığının kabul edilemeyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

3.5 Birleşimin Dayanımı

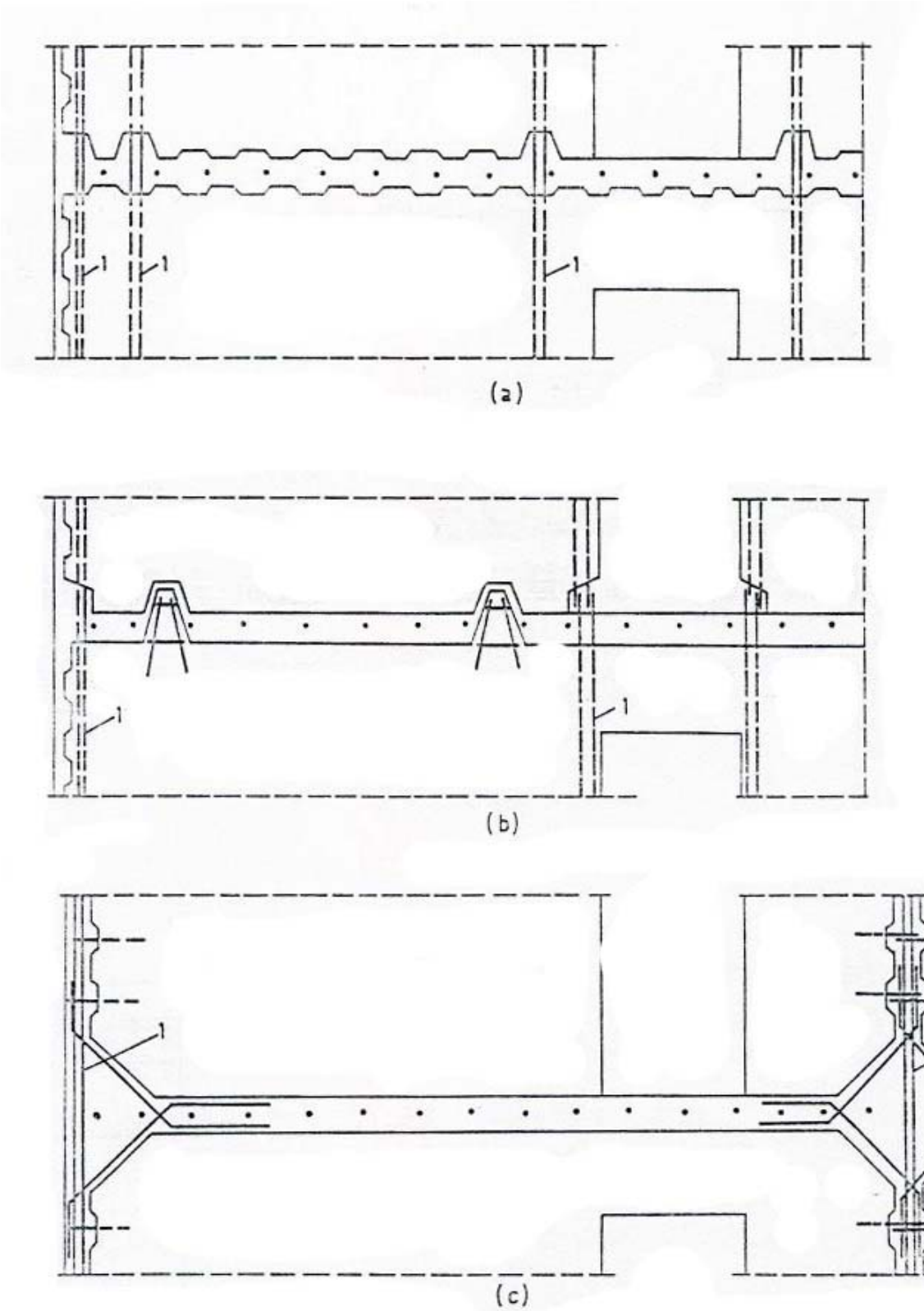
Deprem şartları altında elastik kalan düşey birleşimlerle daima elastik kalması istenen yatay birleşimlerin R_{jED} hesap dayanımı

$$R_{jEd} = 0{,}8.R_{jvd} \cdot \frac{1}{\nu_d^H} \qquad (2.3)$$

olarak ifade edilebilir.



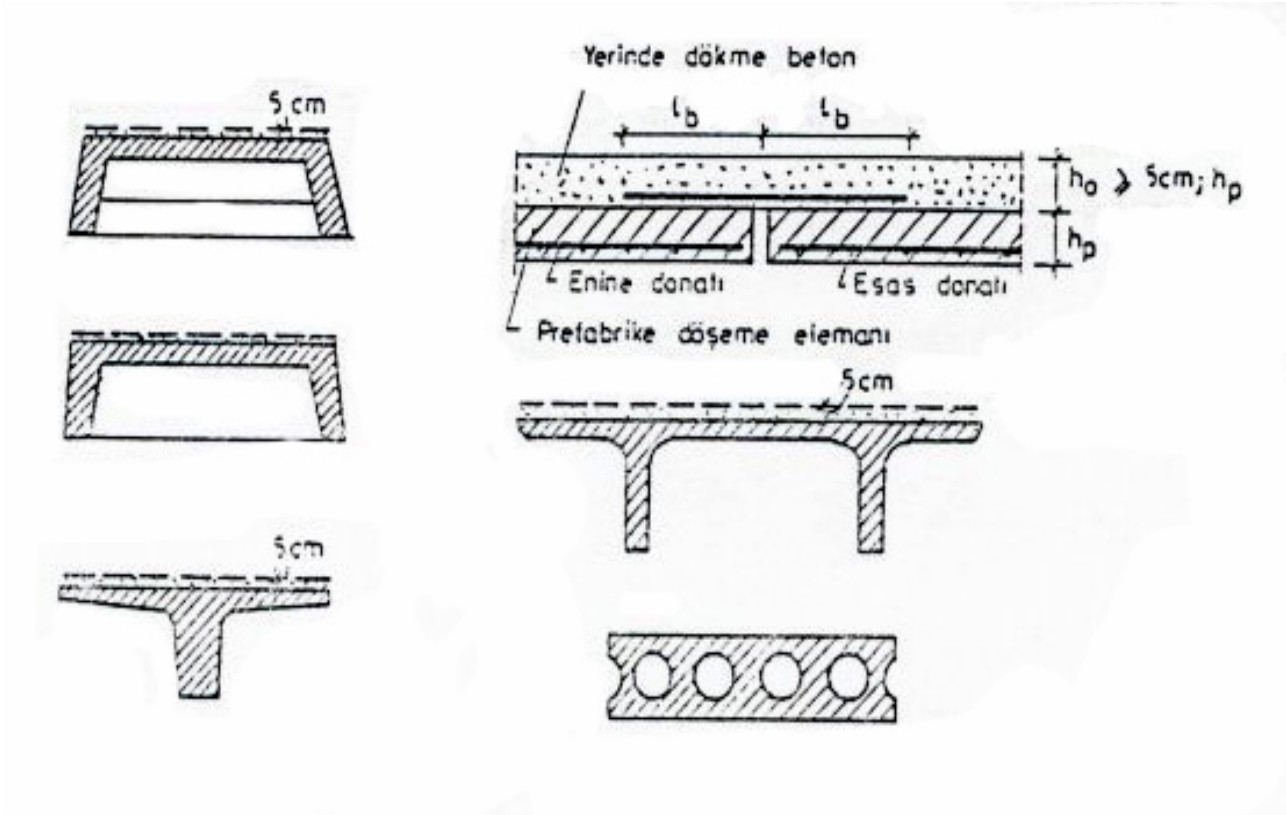
Şekil 3.17 Duvar Panosu Boyuna Birleşim Detayı



Şekil 3.18 Duvar Panosu Enine Birleşim Detayı

4 Döşemeler

Bir yapıda döşemeler, plandaki boyutlar ve taşıyıcı sisteme bağlı olarak, a) bir hacmi olduğu gibi kapayan döşeme panolarının taşıyıcı duvarlara iki, üç veya dört taraftan oturtulmaları ile, b)belirli formdaki döşeme panolarının (elemanlarının) (Şekil 4.1) yan yana konması ile, oluşturulabilir. Ancak bu ikinci durumda elemanların kenarları arasında çökme farkı olmamasının ve bu kenarlarda yük dağılımının sağlanmış olması şarttır.



Şekil 4.1 Döşeme Sistemleri

4.1 Kullanma Yerleri ve Genel Prensipleri

Prefabrike döşemeler kat döşemeleri, çatı döşemeleri ve benzeri yapılarda aşağıdaki şartlarda kullanılabilirler:

1. Faydalı düşey yüklerin dinamik etkisi olmamalıdır.
2. Bu yükler düzgün yayılı olmalıdır.
3. Tekil yük varsa yayılışı için gereken önlemler alınmış olmalıdır.
4. Yapı, atölye ve fabrika olmamalıdır.
5. Tekerlek yükü olması durumunda bu yük 7,5 kN/m^2 yi geçmemelidir.

Ancak elemanlar arasındaki derzlerde donatı ile kayma birleşiminin takviyesi durumunda bu tür döşemeler hafif etkili fabrika ve atölyelerde de kullanılabilir.

Komşu kenarlarda çökme farkı olmaması için panoların bu kenarlarının uygun biçim ve donatı ile, kesme kuvveti aktaracak şekilde düzenlenmesi gereklidir. Bu birleşimler mafsal şeklinde veya eğilme momentlerini de aktaracak şekilde olabilir.

TT ve T şeklindeki elemanların tabla plağı ucundaki birleşimlerde, tabla plağının boyutlandırılmasında, ortaya çıkan konsol momenti de göz önünde bulundurulmalıdır.

Birleşimler,

a) birleşim yerinde donatı ve yerinde dökme beton,

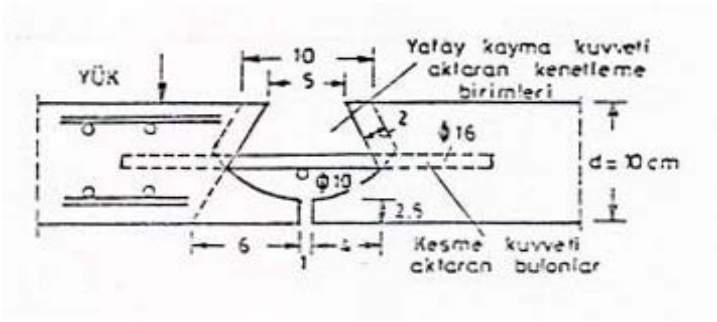
b) enine donatılı kayma kenetleri,

c) metal birleşim parçaları

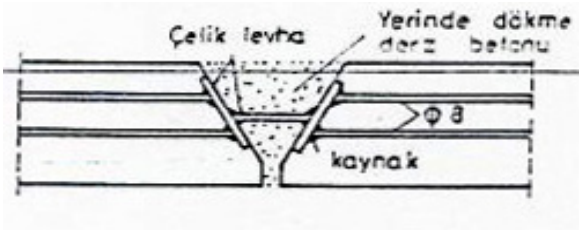
kullanılarak yapılabilir.

Düzlemleri içinde yatay kuvvetlerin etkisinde olan döşemelerde, panoların birbiri ile ve yatay yük aktardıkları kiriş veya perdelerle olan ara kesitlerinde, üniform olarak yayıldığı kabul edilen kayma gerilmelerinin 0,1 MPa dan büyük olması durumunda, yatay kayma kuvvetlerini aktaracak şekilde ya yatay kenet birleşimleri düzenlenmeli veya metal birleşim parçaları kullanılmalıdır.

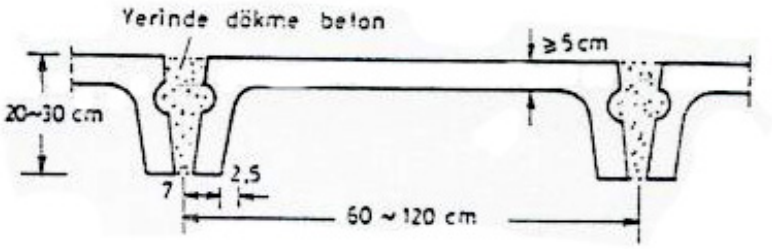
Döşeme panolarının birbiri ile olan birleşimlere bazı misaller Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5 de verilmiştir.



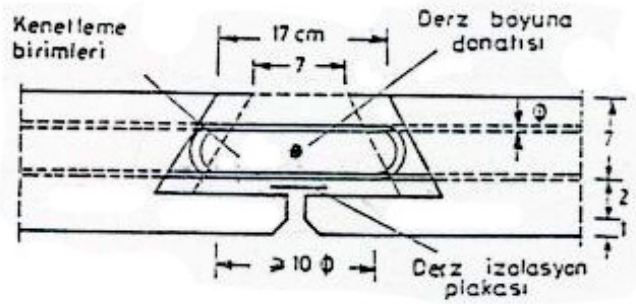
Şekil 4.2 Döşeme Panosu Birleşimi



Şekil 4.3 Döşeme Panosu Birleşimi



Şekil 4.4 Döşeme Panosu Birleşimi



Şekil 4.5 Döşeme Panosu Birleşimi

Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3 deki birleşimler, mafsallı birleşim gibi olup kesme ve kayma kuvveti aktarabilecek durumdadır.

Şekil 4.4 deki birleşim eğilme momenti, kayma ve kesme kuvvetleri aktarabilir.

Kenet birimleri ile yapılan birleşimlerde gerek olmadıkça donatı konmayabilir. Ancak kenet birimlerinde çekme kuvveti meydana geliyorsa bu kuvvetler donatı ile alınmalıdır.

Genel prensipler içinde belirtilmesi gereken hususlardan biri döşemelerin taşıyıcı sistem ve bina planına bağlı olarak,

a) bir istikamette

b) iki istikamette

çalışabilecekleri

c) yalnız prefabrike

d) prefabrike elemanlarla yerinde dökme betondan meydana gelen kompozit

elemanlardan oluşabilecekleridir.

4.1.1 Yalnız Prefabrike Elemandan Oluşan Döşemeler

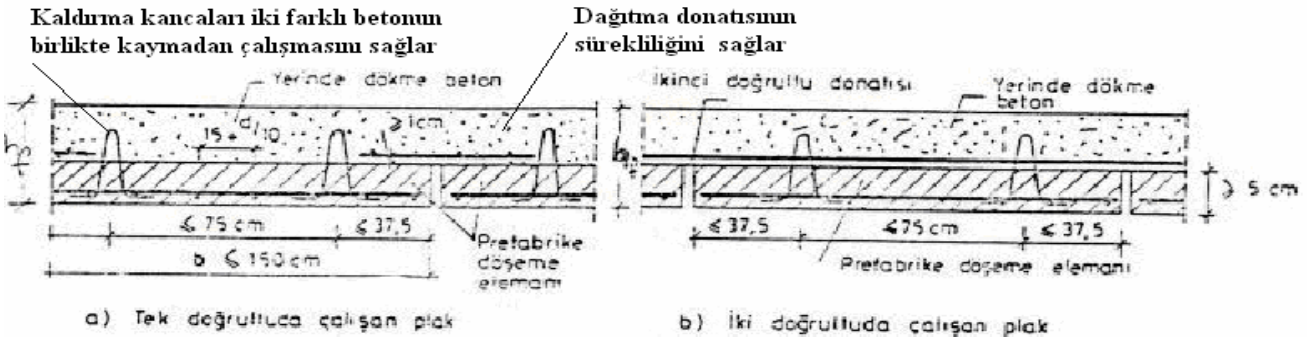
Bunların eleman olarak boyutlandırılması, birbirleri ile ve yatay yük taşıyıcı kiriş, perde ve kolonlarla birleşimleri TS 9967 Prefabrik Yönetmeliğinde verilen esaslara göre yapılmalıdır.

4.1.2 Kompozit Döşemeler

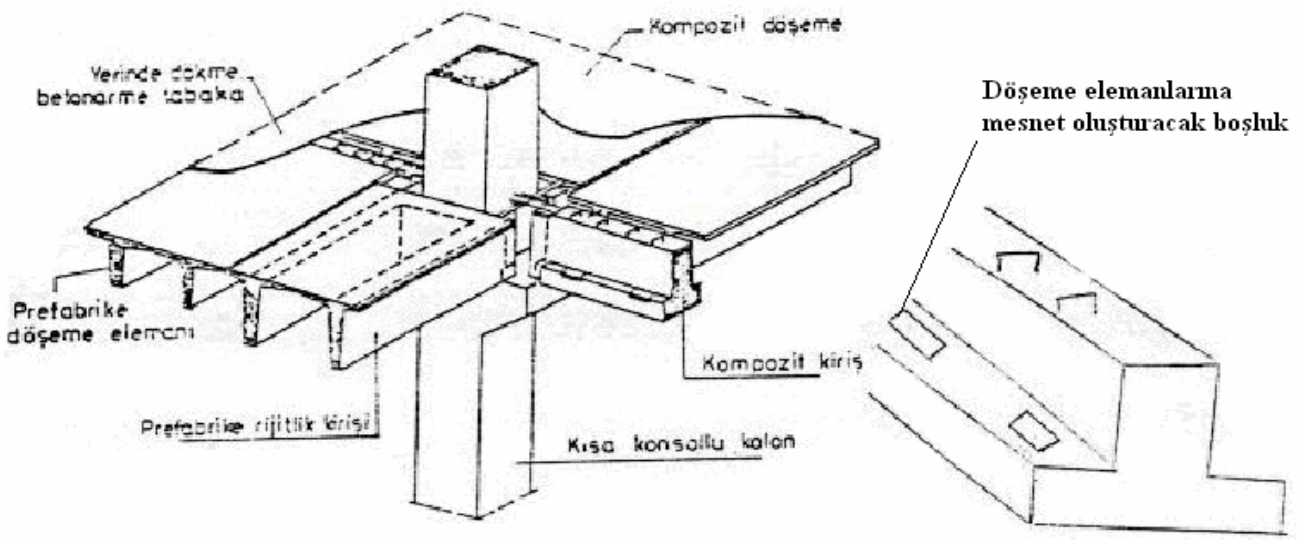
Kompozit döşemeler prefabrike eleman ile (plak veya kiriş) bunların üzerinde yerinde dökme betondan oluşan döşemelerdir.

Prefabrike eleman ile yerinde dökme beton arasındaki kayma güvenliğinin kontrolü için TS 9967'ye bakılmalıdır.

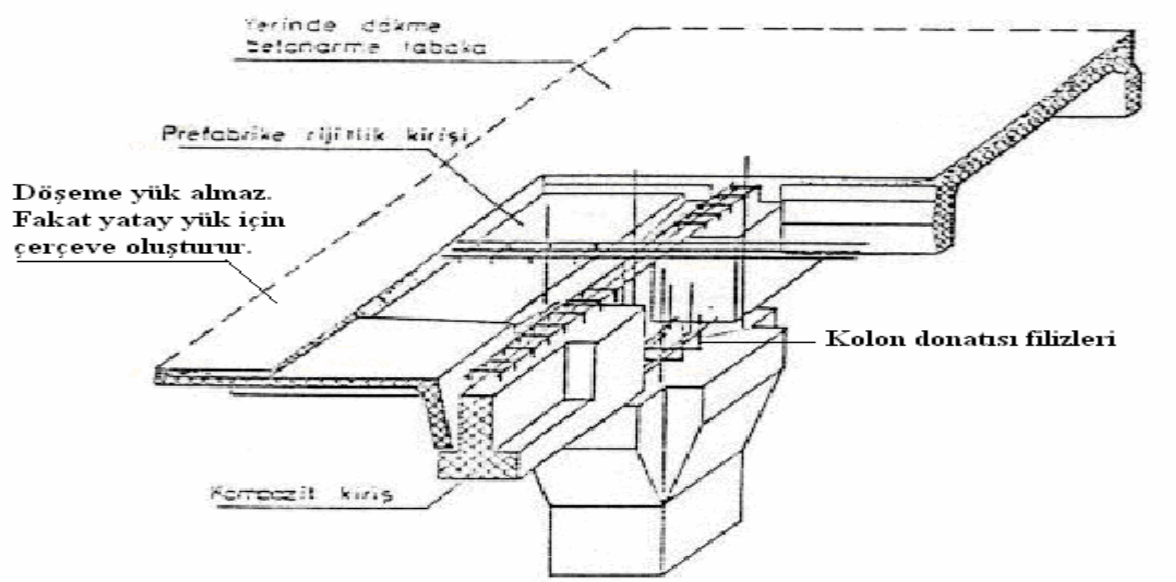
Kompozit döşemeler hale göre çok çeşitli şekilde teşkil edilebilirler. Mesela Şekil 4.6a da bir doğrultuda, Şekil 4.6b de iki doğrultuda çalışan plak elemanları üzerinde yerinde dökme betonla oluşan kompozit iki döşeme, Şekil 4.7 ve 4.8 de ise kompozit kiriş, döşeme elemanları, prefabrike rijitlik kirişleri ve prefabrike döşeme elemanları üzerine dökülmüş yerinde dökme, donatılı betondan oluşan iki kompozit döşeme türü görülmektedir.



Şekil 4.6



Şekil 4.7



Şekil 4.8

Bu döşemelerin teşkil ve boyutlandırılması, bilinen hesap, birleşim ve konstrüksiyon esaslarına uygun olmalıdır.

Basitliği dolayısıyla prefabrike plaklar ve bunlar üzerinde yerinde dökme betondan oluşan kompozit döşemeler için, bilinen aşağıdaki esaslar tekrarlanmıştır:

Bu döşemelerde yerinde dökme betonun kalınlığı prefabrike kısmın kalınlığından ve 5 cm den az olamaz. Prefabrike plakların genişliği en az 1,5 cm olmalıdır. Üst yüzler pürüzlü olmalıdır.

Genişliği 1,5 cm den az olan plaklar genellikle ayarlama plağı olarak kullanılırlar. Bunlar döşeme plağı olarak, ancak yerinde dökme betonda TS. 500 e göre düzenlenmiş sürekli bir donatı varsa kullanılabilirler.

Bir doğrultuda çalışan plaklarda esas donatı daima prefabrike plağın içinde bulunmalıdır. Enine donatı ise TS. 500 e göre düzenlenmelidir. Bu donatı prefabrike veya yerinde dökme betonun içinde bulunabilir. Enine donatı prefabrike plağın içinde bulunuyorsa, bunlar plakların birleşme yerlerinde ekleri ya yerinde dökme plağın içine ayrıca konan veya o bölgelerde uçları pilye gibi yukarıya kıvrılan enine donatının uçlarının birleşim yerinden öteye ℓ_b bindirme boyu (TS 500) kadar uzatılması ile yapılabilir, (Şekil 4.6). Enine donatı yerinde dökme beton içinde bulunuyorsa, ayrıca prefabrike plağın içine de TS 9967'ye göre minimum enine donatı konmalıdır.

İki doğrultuda çalışan plaklarda açıklık donatısı, bir doğrultuda prefabrike plak içinde ise, diğer doğrultuda yerinde dökme betonun içinde olmalıdır. Bu tür plakların iç kuvvetlerinin hesabında, burulma rijitliğinin elverişli yöndeki etkisi göz önüne alınamaz.

4.2 Döşemelerde Taşıyıcı Sisteme Bağlı Olarak Bulunması Gereken Özellikler

Bu hususta TS 9967'deki Taşıyıcı Sistemlere bakınız.

4.3 Diyafram (Yatay Perde) ve Diyafram Gibi Çalışan Döşemeler

Esas görevi yatay yükleri düşey çerçeve, perde ve duvarlara aktarmak olan yatay düzlemsel taşıyıcı elemanlara yatay perde veya kısaca diyafram denecektir.

Taşıyıcı sistemin yatay yüklere göre hesabında diyafram, düşey doğrultuda sonsuz derecede fleksibl (esnek), yatay doğrultuda ise sonsuz rijit kabul edilebilir. Ancak, düşey perdeleri bağlayan kat döşemelerin yatay yükler nedeni ile etkilenecekleri ek momentlerinde hesabı gereklidir.

Prefabrike döşeme panolarından oluşan bir döşemenin yatay yüklere göre (diyafram) gibi kabul edilebilmesi için aşağıdaki şartların yerine getirilmiş olması gereklidir.

a) Döşeme panoları bir düzlem meydana getirmiş ve panolar arasındaki derzler basınç aktaracak şekilde birbiri ile sıkıca bağlanmış olmalıdır.

b) Yatay yüklere karşı kat döşemesi ya gergili bir kemer veya bir kafes kiriş gibi çalışabilmelidir. Bunun için de kat döşemesinin çevresinde çekme kuvvetleri alabilen çevre çekme elemanları (çevre bağ elemanları) ve döşemenin içinde gereken yerlerde panolar arasındaki derzlere donatı çubukları konmuş ve bunların çevre bağ elemanları ile ankrajını sağlayarak döşeme içi bağ elemanları (çubukları) oluşturulmuş olmalıdır. Gerek çevre bağ elemanlarının ve gerekse döşeme içi bağ çubuklarının donatısı hesapla belirlenmelidir.

Bu donatı daima ikisi üstte ve ikisi altta olmak üzere 4 çubukla teşkil edilmelidir. Hesabın gerektirdiği donatı miktarının küçük olması durumunda, kat çevre bağ elemanlarını en az 45 kN luk ve döşeme içi bağ çubuklarını en az 30 kN luk bir çekme kuvveti alacak şekilde teşkil etmelidir.

Önemli olan bir husus da,bağ eleman ve çubuk donatılarının ankrajının mükemmel olmasıdır.

Taşıyıcı duvarları büyük panolarla yapılmış yapılarda döşemelerde ara taşıyıcı duvarlarla rijitlik duvarları üstlerinde muhakkak bağ elemanları teşkil etmelidir. Bunların donatısı, en az 45 kN luk bir kuvveti taşıyabilmelidir.

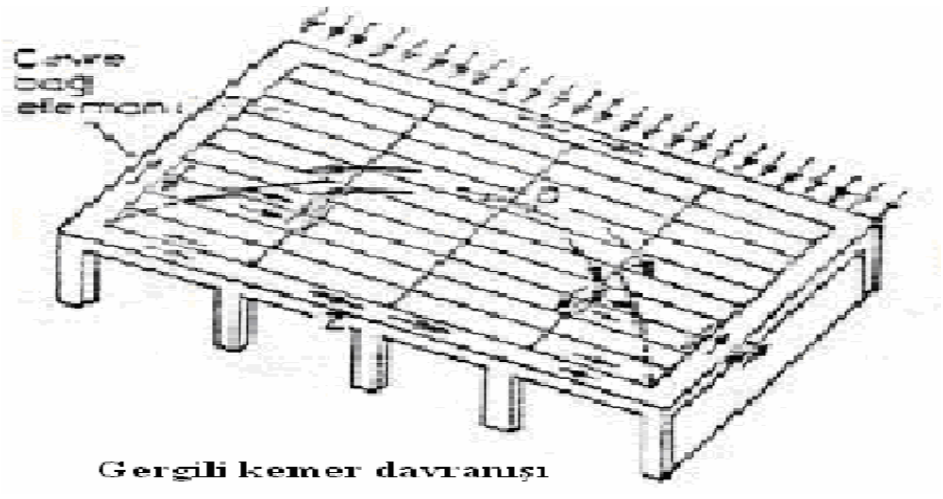
Çerçeve sistemlerde hiperstatik kirişlerin üstünde çekme donatısı bulunmalıdır. Ancak, kiriş üstünde bulunması gereken donatılar çok defa, ankrajları tam yapılmak şartıyla, yeterlidir. Yine ankrajları tam olmak şartıyla montaj donatıları da bu maksatla kullanılabilir.

Gerek taşıyıcı duvarların ve gerekse rijitlik duvarlarının üstünde döşeme içindeki bu donatılarla hiperstatik kirişlerin üstündeki donatılar, bir kaza sonucu taşıyıcı elemanlardan birinin (mesela bir

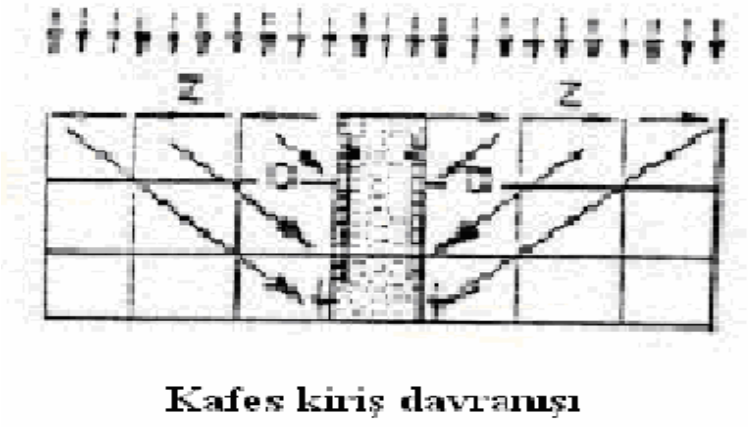
duvar panosunun) yük taşıyamaz hale gelmesi durumunda TS 9967'de belirtilen azaltılmış emniyet katsayıları ile, taşıyıcı sistemin göçmeden ayakta kalmasına da yeterli olmalıdırlar.

c) Kafes kiriş veya gergili kemer olarak çalışan döşemenin mesnet elemanları ile (perdeler, çerçeveler, duvarlar gibi) birleşimleri yatay kayma kuvvetlerini güvenle aktaracak şekilde olmalı ve gereken donatıyı bulundurmalıdır.

Şekil 4.9 ve 4.10 da döşeme içinde kuvvetlerin yayılış ve mahiyetleri hakkındaki kabuller gösterilmiştir.



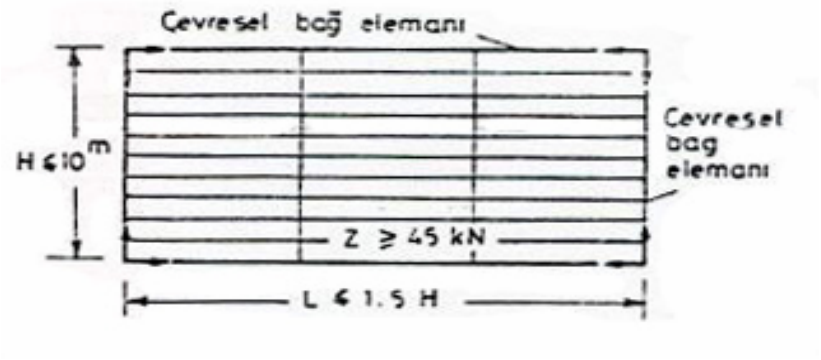
Şekil 4.9 Döşeme Gergili Kemer Davranışı



Şekil 4.10 Döşeme Kafes Kiriş Davranışı

Bir katlı binalarda eğer döşeme kısa kenarı 10 m den ve uzun kenarı da 15 m den fazla değilse ve döşeme çevresine betonarme çevre bağ elemanı (çevre çekme çubuğu) oluşturulmuş ise,

döşeme içinde bağ çubukları konulmasından vazgeçilebilir. Çevre bağ elemanlarının donatısı en az 45 kN luk bir çekme kuvveti alacak kadar olmalıdır, (Şekil 4.11).



Şekil 4.11

4.4 Prefabrike Duvarlar

4.4.1 Genel Esaslar

Duvarlar düşey duran düzlemsel yapı elemanlarıdır. Rüzgar ve deprem olmadığı zaman düşey yükler nedeniyle, esas olarak basınç etkisindedirler.

Duvarlar işlevlerine göre üç gruba ayrılır:

a) Taşıyıcı duvarlar: Düşey yükleri (örneğin döşeme yüklerini) alan duvarlarla rüzgar ve deprem etkilerini karşılayan ve kolon sayılamayacak kadar geniş düşey kiriş elemanları (bunlar yük de taşıyabilirler) taşıyıcı duvarlar grubunu oluştururlar.

b) Rijitlik duvarları: Taşıyıcı duvarların burkulmasına engel olmak için konan duvarlara rijitlik duvarları denir.

c) Taşıyıcı olmayan duvarlar: Bunlar yalnız kendi ağırlığını taşıyan ve kendi yüzlerine etkiyen yatay yükleri taşıyıcı duvar veya döşeme, veya çerçeve gibi elemanlara aktarabilen duvarlardır.

Taşıyıcı duvarlar ve rijitlik duvarları kat yüksekliğinden daha az yükseklikli prefabrike panolarla yapılamazlar. Ancak merdiven sahanlıkları seviyesindeki ayarlama parçaları kat yüksekliğinden daha kısa boylu panolarla yapılabilir.

Taşıyıcı duvarlar ve rijitlik duvarlarının yapımında kullanılan prefabrike panoların genişlikleri, bu panolar arasındaki düşey ek yerleri panolara dik bir taşıyıcı duvarı veya bir rijitlik duvarı ile ara kesit çizgisine gelecek şekilde olmalıdır.

Daha küçük genişlikli panolar ayarlama parçaları hariç, kat yüksekliği 3 ve daha az olan binalarda kullanılabilir.

Üç kattan fazla katlı binalarda böyle dar panolarla yapılan duvarların yatay yük aldığı, ancak özel tahkikler yapmak ve bu binalarda yerinde dökme beton döşemeler kullanmak şartıyla kabul edilebilir. Böyle bir duvarın hesap genişliği, kendi genişliği çok büyük olsa da en fazla 5 m olarak kabul edilebilir.

Örteceği alanın büyüklüğünde olmayan iki veya daha çok panodan yapılmış duvarlar burkulma tahkikinde 2 veya 3 kenarından tutulmuş duvarlar gibi kabul edilirler.

4.4.2 Minimum Kalınlıklar

4.4.2.1 Dolu Kesitli Prefabrike Duvar Panolar

Taşıyıcı duvarlarda kullanılan prefabrike duvar panolarının taşıyıcı kısmının minimum kalınlığı, hesap daha büyük değerler vermedikçe, 15 cm ile $h_s/22$ den daha küçük olamaz. Burada h_s panonun üst ve alt kenarındaki yatay mesnetler arasındaki uzaklıktır.

4.4.2.2 Profilli veya Boşluklu Prefabrike Duvar Panoları

Profilli veya boşluklu taşıyıcı duvar panolarının taşıyıcı kısmının kalınlığı, bu kısmın atalet momenti en az minimum kalınlıklı dolu panoların atalet momenti kadar olacak şekilde olmalıdır. Bu tür panoların en kesit elemanlarının en küçük kalınlığı 5 cm den küçük olmamak üzere, en az pano nervür veya kiriş aralığının 1/10 u kadar olmalıdır.

4.4.3 Taşıyıcı Duvarlarda Duvar Panoları Arasındaki Düşey ve Yatay Birleşimler

a) Düşey Birleşim

Taşıyıcı duvar panoları arasındaki düşey birleşim yerlerinde yatay ve düşey yüklerle üniform olmayan mesnet çökmeleri sebebiyle V kesme kuvvetleri meydana gelir.

Bu tip birleşimlerin teşkil ve hesap tarzı Bölüm 2'de verilmiş bulunmaktadır. Düşey birleşimlerde gereken yerlerde düşey bağ elemanları çubukları teşkili de daima göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağ eleman çubuklarına ait çekme donatılarına bazen duvar panosu içine de konmuş olabileceği daha önce belirtilmiş bulunmaktadır.

b) Yatay Birleşimler

Taşıyıcı duvar panoları arasındaki yatay birleşimlerde;

1- Düşey yüklerden dolayı Nz basınç kuvveti,

2- Yatay yüklerden dolayı V kesme kuvveti, M eğilme momenti ve $\pm$ Nz normal kuvveti,

3- Üniform olmayan mesnet çökmeleri sebebiyle V_T kesme kuvveti,

meydana gelir.

Bu tür birleşimlerin, N ve M etkileri altında kayma birleşimi ile pano basınç birleşiminin teşkil ve hesap tarzı Bölüm 2'de verilmiş bulunmaktadır.

Basınç birleşimi paragrafından bilindiği gibi duvar panolarının yatay birleşimdeki kenar kesitlerinde enine donatı olması, basınç birleşiminin dayanımını artırmaktadır. Söz konusu enine donatı Şekil 2.14-2.18'de gösterildiği gibi olabilir.

4.4.4 Taşıyıcı ve Rijitlik Duvarları Arasındaki Düşey Birleşim

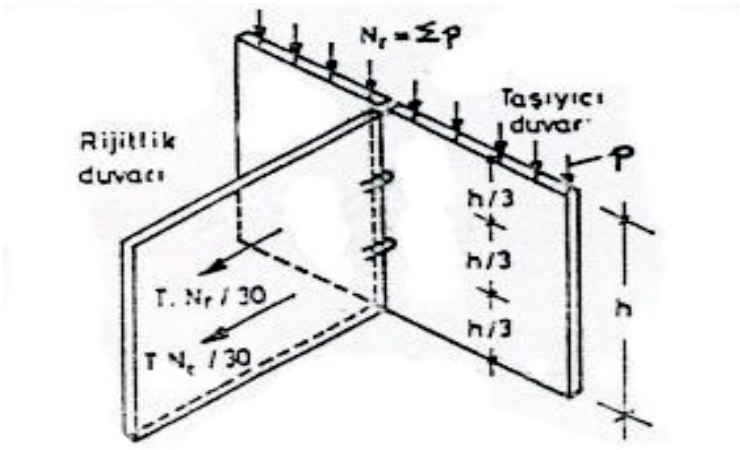
Duvarlar, kenarlarının duvar düzlemine dik doğrultudaki yer değiştirmelerine engel olunma şekline göre iki, üç ve dört kenarından tutturulmuş duvar olarak adlandırılırlar. Söz konusu yer değiştirmeye engel olmak için döşemeler, ara taşıyıcı duvarları, rijitlik duvarları veya yeter rijitlikte diğer yapı elemanları öngörülebilir.

Türkiye gibi deprem bölgelerinde taşıyıcı duvarlar kendilerini rijitleştiren duvarlara bağlanmalıdır. Bu bağlantı kuru veya ıslak olabilir. Bağlantı sayısı h/3 ve 2h/3 ler de olmak üzere en az iki olmalıdır. Her bir bağlantı,

$$T = N_r / 30 \tag{3.1}$$

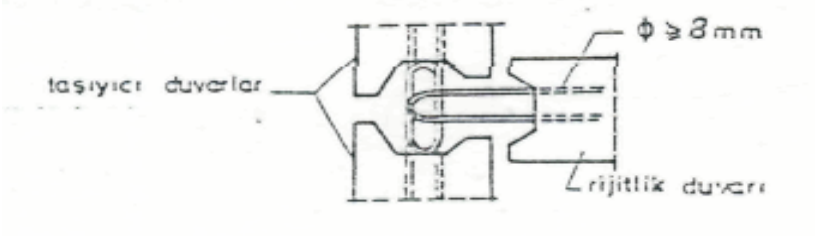
kadar bir çekme kuvvetine göre teşkil edilmelidir, (Şekil 3.2).

Burada, h: kat yüksekliğini, Nr: rijitleştirilen taşıyıcı duvarın, rijitlik duvarı bölgesindeki toplam düşey kuvveti, göstermektedir.



Şekil 4.12

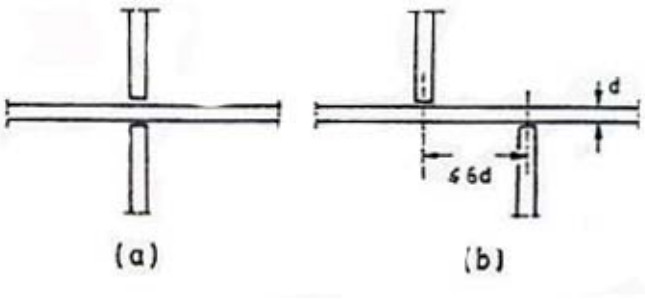
Birleşim kuru veya ıslak olabilir. Islak birleşimde donatı çapı en az 8 mm olmalıdır. Donatı eki fiyongla (Şekil 4.13) veya kaynakla yapılabilir.



Şekil 4.13

Derzlerdeki donatı, derz betonu kusursuz olarak yerine dökülebilecek ve sıkıştırılabilecek şekilde düzenlenmelidir.

Taşıyıcı duvarların iki taraftan aynı yerde kendisine dik iki rijitlik duvarı ile tutulduğu derzlerle, aralıkları taşıyıcı duvar kalınlığının en fazla 6 katı kadar olan şaşırtılmış rijitlik duvarları ile tutulduğu yerlerde (Şekil 4.14), derzlere donatı konmayabilir.



Şekil 4.14

4.4.5 Rijitlik Duvarlarında Duvar Panoları Arasındaki Yatay ve Düşey Birleşimler

a) Yatay Birleşimler

Rijitlik duvarlarında panolar arasındaki yatay birleşimler, V kesme kuvveti ve M eğilme momentine göre teşkil ve hesap edilmelidir.

Paragraf 4.5.4 den V ve M nin

$$V = 2.\frac{N_r}{30} = \frac{N_r'}{15} \qquad a)$$

$$M = \frac{N_r}{30}.h \qquad b) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (3.2)$$

kadar olduğu bilinmektedir.

Birleşimin teşkil ve hesap esasları TS 9967'de verilmiş bulunmaktadır.

b) Düşey birleşimler

Rijitlik duvarları, çok defa bir tek panodan teşkil edilirler. Bunları rijitleştirdikleri taşıyıcı duvarlarla düşey birleşim paragraf 4.5.4'de verilmiş bulunmaktadır.

4.4.6 Taşıyıcı Duvarların Hesabı

4.4.6.1 Sağlanması Gereken Hususlar Taşıyıcı duvarlar

a) Düşey yüklerden gelen N basınç kuvvetine

b) Yatay yüklerden gelen

V kesme ve $\pm N_z$ normal kuvvetine,

l) düzlemi içindeki yatay kuvvetlerin verdiği M eğilme momenti,

2) düzlemine dik doğrultuda etkiyen yatay kuvvetlerin verdiği bir M momentine,

c) Paragraf 2'de bahsedilen dış merkezlikler sebebiyle düzlemine dik doğrultuda bir M eğilme momentine,

d) Üniform olmayan mesnet çekmeleri sebebiyle bir V_T kesme kuvvetine maruzdur.

Ancak duvarın kendi düzleminde ve kendi düzlemine dik doğrultuda yatay yüklere aynı zamanda maruz olamayacağı göz önünde bulundurulmalıdır .

Panolar arası düşey ve yatay birleşimler Bölüm 3'e göre yapılacaktır.

Panonun kendisinde ise TS 9967'de verilmiş yükleme grupları altında aşağıdaki hususların sağlanmış olması gerekir.

a) Duvar panosu düzlemine dik doğrultuda burkulma yapmamalıdır.

b) Duvar panosunda diyagonal çatlak olmamalıdır.

c) Duvar panosunun alt yatay birleşim kesitinde, pano düzlemindeki yatay kuvvetler ve pano orta düzleminde dik doğrultudaki dış merkezlikler sebebiyle en büyük basınç gerilmesine maruz köşesinde panonun kendisinde ve altındaki harç veya betonda ezilme olmamalıdır (Bu husus zaten Bölüm 3'de "Pano basınç birleşimi" nin hesabı paragrafında istenmiş ve hesap esasları orada verilmiş bulunmaktadır).

d) Panoya tekil yük etkimesi halinde panonun bu kuvvete göre lokal emniyeti de sağlanmalıdır.

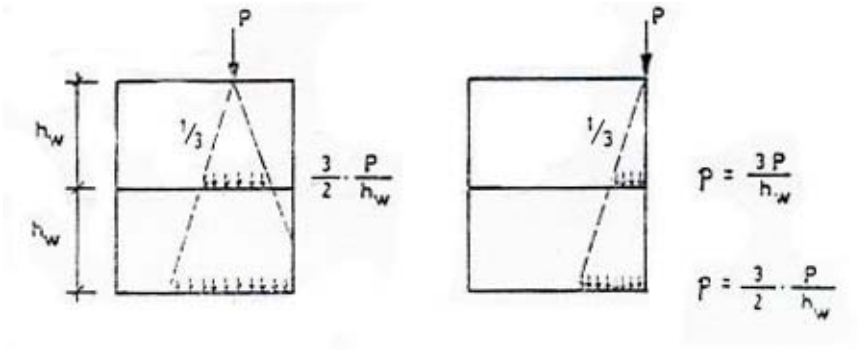
4.4.6.2 Pano Üzerindeki Tekil Kuvvetlerin Etkisinin Pano Yüksekliğince Yayılışı

Pano üzerindeki bir tekil kuvvetin pano içinde

beton panolarda 1/3

betonarme panolarda 2/3

eğimli iki doğrunun belirttiği kama şeklinde yayıldığı kabul edilebilir, (Şekil 4.15).



Şekil 4.15

Ancak bu yayılış doğrularından biri, düşey bir birleşimi kestiğinde bu kesişme noktasından itibaren aşağı doğru düşey olarak iner.

Yayılış doğrularına yatay birleşimlerin etkisi yoktur.

4.4.6.3 Duvar Panosunun Burkulmasının Önlenmesi

Duvar panosu,

a) Yalnız düşey yük,

b) Pano düzlemine dik yatay yük (deprem veya rüzgar) ve bu yükleme grubundaki düşey yük,

c) Pano düzleri içinde yatay yük (deprem veya rüzgar) ve bu yükleme grubundaki düşey yük,

etkimesi duruklarının her üçünde de burkulmamalıdır.

Düşey yükler ile beraber Bölüm 2'de açıklanan dış merkezliklerin göz önüne alınması gereklidir.

Duvar panoları üst ve alt yatay kenarlarından daima tutulmuşlardır. Düşey kenarların bazen ikisi bazen birisi tutulmuş olabilir. İki düşey kenarında serbest olduğu durumlar da mevcuttur. Düşey kenarların tutulma sayısının burkulma yüküne etkiyeceği açıktır.

Diğer önemli bir husus ta burkulma kontrolünde birim genişlikli hangi düşey şeridin esas alınacağıdır. Bu şerit, pano alt kenarında normal gerilmelerin üniform olmadığı durumlarda

a) yalnız bir düşey kenarı tutulmuş panolarda, serbest kenarında;

b) her iki düşey kenarı tutulmuş panolarda, pano genişliğinin ortasında;

c) her iki kenarın serbest olması durumunda, büyük basınç gerilmesine maruz düşey kenardan a kadar, a

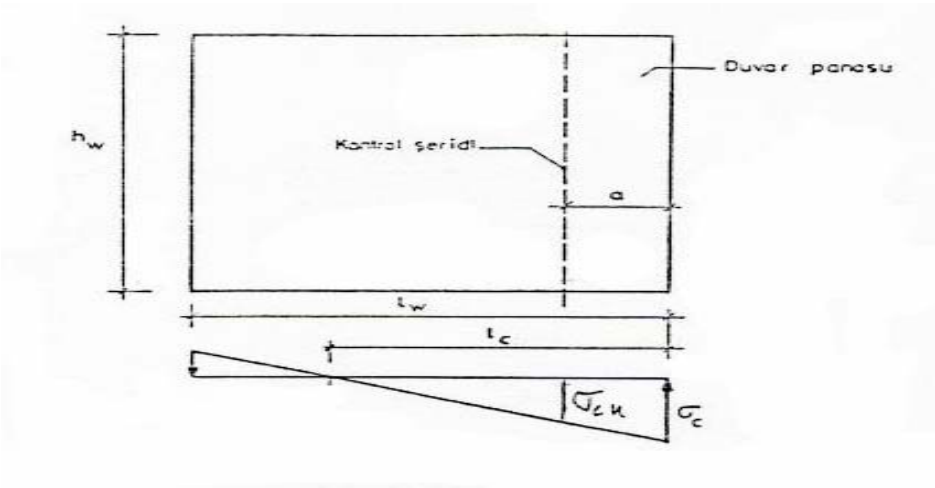
$$\frac{1}{3}.h_w \quad , \quad \frac{1}{3}.\ell_c$$

değerlerinin küçüğü olmak üzere, içerde alınmalıdır, (Şekil 4.16a). Burada,

h_w: duvar panosu yüksekliği,

ℓ_c: pano alt kenarında basınç bölgesi uzunluğu,

dur.



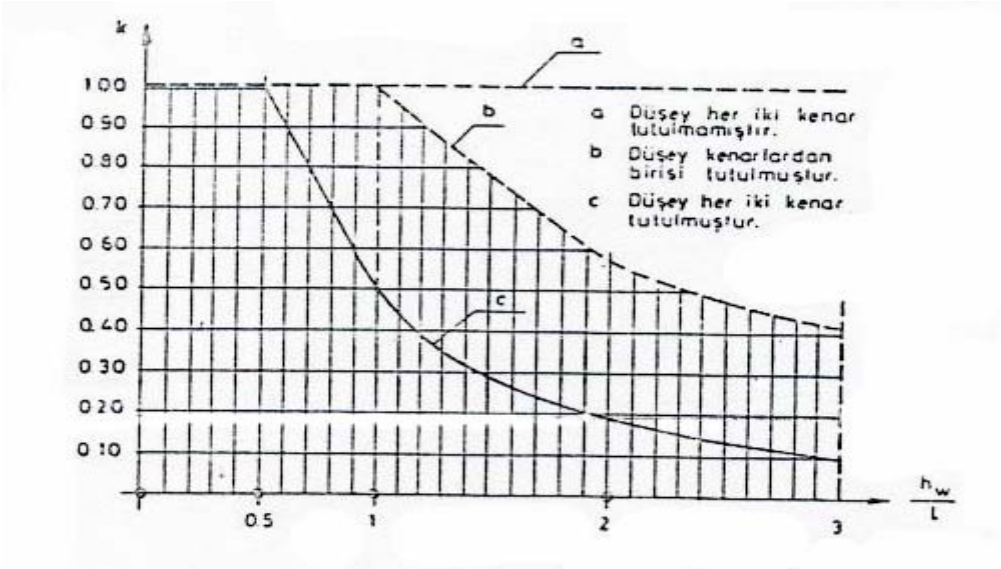
Şekil 4.16a

Burkulma boyu

$$h = k.h_w$$

dir.

k katsayısı Şekil 4.16b deki diyagramlardan alınabilir.



Şekil 4.16b

Burada L pano genişliğidir.

Söz konusu normal kuvvet pano alt kenarındaki gerilme diyagramından σ_{ck} ile

$N_1 = 1.t_w.\sigma_{ck}$

olarak hesaplanır.

Sonra ortasındaki e_0 eksantirisitesi ile

$$M_0 = e_0.N_1$$

birinci mertebe moment hesaplanır.

Eğilme rijitliği olarak

$$EI = \frac{E_c.I_c/5 + E_s.I_s}{1 + R_m}$$

olarak TS 500'e göre kontrolü yapılır.

Bulunan donatı bütün duvar genişliğince konur.

4.4.6.4 Pano Yan Yüzlerine Düşey Donatı Gerekli Olup Olmadığı

Pano yan yüzlerine düşey donatı

$$e = M_{n\beta} / N_{1c} \qquad (3.3)$$

dış merkezliği

$$e \leq t_w/6$$

ise konmayabilir.

$$e > t_w/6$$

ise (M_n ve N_{1c}) etkisinde simetrik donatı hesap edilir ve konur.

4.4.6.5 Duvar Panosunda Diyagonal Çatlak Oluşmasının Önlenmesi

Duvar panosunda diyagonal çatlak oluşmaması için,

$$\gamma_{n1}.\sigma_1 \leq \frac{0,75.f_{ck}}{1,4.12,5} \tag{3.4}$$

şartı sağlanmalıdır. Burada,

γ_{n1}: 1,2 ye eşit ve gevrek kırılmayı önlemek için kullanılan bir katsayı,

σ_1: pano alt kenar yatay kesiti ağırlık merkezinde sabit düşey yüklerin verdiği σ_c normal gerilmesi ile arttırılan kesme kuvvetlerinin aynı noktada meydana getirdiği τ_{gf} kayma gerilmesinin oluşturduğu küçük asal gerilmedir.

σ_1 in

$$\sigma_1 = \frac{1}{2}.\sigma_c - \sqrt{\left(\frac{\sigma_c}{2}\right)^2 + \left(\tau_{gf}\right)^2} \tag{3.4}$$

olduğu bilinmektedir.

σ_1 in basınç olması durumunda Denk.(3.3) şartı sağlanıyor demektir.

4.5 Bağ Elemanları – Bağ Çubukları

Paragraf 1.11 de tanımlanan ve Şekil 1.8 de büyük panolarla yapılmış bir yapıda yerleri şematik olarak gösterilmiş olan bağ eleman-bağ çubuklarının, görevleri, yerleri, teşkil şekilleri, Bölüm l, 2 ve 3'de açıklanmış bulunmaktadır.

Ancak bu elemanların fonksiyonlarının çok önemli olması, onlar hakkındaki kayıtların özet olarak tekrar toplu halde verilmesini gerekli kılmaktadır.

Bütün, taşıyıcı sistemlerde kat döşemeleri her hangi bir doğrultuda etkiyen yatay yükler için bir diyafram gibi davranabilmelidir. Prefabrike yapılarca bir çok panodan oluşan kat döşemesinin diyafram gibi davranabilmesi için;

a) her katta kat çevresinde, perde ve çekirdek çevrelerinde,

b) her katta büyük panolarla yapılan binalarda bütün taşıyıcı duvarlarla rijitlik duvarları üzerinde, çerçeve sistemlerde esas kirişlerle rijitlik kirişleri üzerinde,

bağ eleman-çekme çubukları teşkil etmelidir. (Bu durumda çerçeve kirişleri, kompozit kirişe dönüşürler. Ekleri çekme eki gibi yapılmak suretiyle, montaj donatılarından istifade edilebilir).

Bu tarzda oluşturulan kat bağ eleman-bağ çubukları kat döşemesinin bir kafes kiriş veya gergili kemer gibi kısaca bir diyafram gibi davranmasını sağlamaktan başka, kat döşemesi içindeki yatay yüklerin yatay yük taşıyan elemanlara (perdelere, taşıyıcı duvarlara, çerçeve kirişlerine) aktarılmasını da sağlar.

Kat bağ eleman-çubukları, katlar arasındaki ısı farkından ve temelde çökmelerin üniform olmamasından, komşu iki duvar panosunun düşey deformasyonlarının, düşey yük veya malzeme farkı sebebiyle eşit olmamasından doğan kuvvetlerinin taşınmasını dolayısıyla bu farkların az olmasını da sağlarlar.

Yatay yükler, üniform olmayan temel çökmeleri gibi etkenler yapıda düşey doğrultuda da çekme kuvvetleri doğmasına sebep olurlar.

Bu düşey çekme kuvveti, çerçeve sistemlerde kolonlarda düşey yüklerden doğan basınç kuvvetleri ile karşılanamıyorsa, kolon boyuna donatıları temelden gerekli kata kadar (çekme eki) şeklinde eklenerek taşınabilir.

Büyük panolarla yapılan binalarda ise söz konusu düşey çekme kuvvetleri ya pano içinde pano kenarları ile kapı ve pencere kenarlarında bulunan düşey donatıların üst ve alt duvar panolarının benzer donatıları ile temelde temel filizleri ile çekme eki yapılmak suretiyle elde edilen bağ eleman-çubukları ile taşınabildiği gibi bu donatıların yetersiz kalmaları veya mevcut olmamaları durumunda bina köşeleri ile arada gerekli yerlerde panolar arasında düşey bir birleşim içine düşey donatılar konmak suretiyle oluşturulan bağ eleman-çubukları ile taşınabilir.

Yatay ve düşey bağ eleman-çubuklarının en önemli görevlerinden biri de Bölüm 1'de belirtildiği gibi taşıyıcı elemanlardan birinin bir kaza sonucu taşıma gücünü kaybetmesi halinde (Şekil 1.21), yapının geride kalan kısmının, duruma göre ya basit veya konsol bir kiriş gibi çalışmasını sağlamak ve bu suretle yapının ardışık göçmesini önlemektir. Bu durumda kullanılacak yük ve malzeme dayanım katsayıları Bölüm 1 de verilmişlerdir.

Yatay bağ eleman-çubukları en kesitinin küçük kenarı 7 cm den alanı ise 100 cm^2 den daha az olmamalıdır. Bunlar 2 üstte ve 2 altta olmak üzere en az Ø=10 mm çapında 4 çubuk ihtiva etmelidirler.

Pano düşey birleşim yerlerinde oluşturulan bağ eleman-çubuklarının en kesitleri en az yatay bağ eleman-çubuklarının en kesiti için koşulan minimum değerleri haiz olmalıdır.

5 MAFSALLI BİRLEŞİMLİ SİSTEMLERDEKİ NARİN KOLON HESAPLARINDA MOMENT BÜYÜLTME YÖNTEMİ UYGULANIRKEN HESAPTA İZLENEN YOL

1- Sisteme yaklaşık ön boyut verilir.

2- Yükleme durumları tespit edilir.

3- Kolonlarda ve kirişlerde çatlamamış beton kesit eğilme rijitlikleri kullanılarak iç kuvvetler bulunur. M_d, V_d, N_d bulunmuş olur.

Yatay yükler altında yatay deplasmanlar hesaplanırken kolonların eğilme rijitlikleri değiştirilmez. Kirişlerin eğilme rijitliklerinin yarısı alınır. (δ' lar bulunmuş olur)

4- (A2) ile N_b hesaplanır.

5- Bir kolona ait burkulma boyunu bulmak için (AI) ifadesi kullanılır. Bu ifadedeki EI çatlamamış kolon beton kesiti eğilme rijitliğidir.

6- TS500 bağ. (8.40) dan her kolon için ayrı ayrı N_k bulunur. Bu formüldeki EI (A3) ile hesap edilir.

7- Kat moment büyültme katsayısı, $(\beta = M_{11}/M_1)$

$$\beta = \frac{M_{11}}{M_1} = \frac{1}{1 - \frac{\sum N_d}{\sum N_k}}$$

ifadesiyle belirlenir.

6 A.1. Mafsallı Birleşimli Sistemlerde Kolon Burkulma Boyu Hesabı (TS 9967)

Mafsallı birleşimli sistemlerde kolon burkulma boyu aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\ell_x^{\,2} = \frac{\pi.E.I}{N_b.X_a} \qquad \text{(A1)}$$

Burada:

ℓ_x : kolon burkulma boyu

$$N_b = \frac{\sum V_{d.}.\delta}{2.\sum \frac{N_d.\delta^2}{h}.\aleph} \qquad \text{(A2)}$$

Burada:

N_d : kolonun söz konusu kattaki hesap eksenel kuvveti,

V_d : ilgili kolonun bulunduğu katta kolona gelen kesme kuvveti,

h : ilgili kata ait kolon yüksekliği,

δ : kolonun bulunduğu katta üst döşemenin alt döşemeye göre hesap yatay kuvvetleri altında yatay yer değiştirmesi,

$\aleph$: alt kat kolonlarında 0.6, ana ve üst kat kolonlarında 0.5 dir.

N_b : ifadesindeki kolonun bulunduğu kattaki bütün

Deplasman ve kolonun burkulma boyunun hesabında,

Kolonlarda $EI = E_c.I_c$

Kirişlerde $EI = E_c.I_c/2$

olarak alınmalıdır. Burada, $E_c.I_c$: çatlamamış beton kesitin eğilme rijitliğidir.

Kolonlarda iki ucu mafsallı olarak birleşen kirişlerde,

$E_c.I_c = 0$

alınmalıdır.

Toplamları bütün sistemi üzerinde almak bulunan burkulma boyları da göz önünde bulundurulmalıdır.

TS 500 de Bağ. (9.40) ile verilen:

$$N_x = \frac{\pi^2 . EI}{\ell_x^{\,2}}$$

ifadesinde EI olarak,

$$EI = \left(\frac{E_c . I_c}{5} + E_s . I_s \right) . \frac{1}{1 + R_m} \qquad \text{(A3)}$$

alınmalıdır.

Burada:

$$R_m = \frac{\text{devamlı hesap yüklerinin momenti}}{\text{toplam hesap yüklerinin momenti}},$$

$$E_c = 15000 . \sqrt{\frac{f_{ck}}{1,4}} \quad ; \quad \left(\frac{K_g}{cm^2} \right)$$

$$E_c = 4745 . \sqrt{\frac{f_{ck}}{1,4}} \quad ; \quad \left(\frac{N}{mm^2} \right)$$

E_s : donatı elastisite modülü,

I_c, I_s : kolon beton kesiti ağırlık merkezine göre sırası ile beton ve donatı kesitlerinin atalet momentleri

dir.