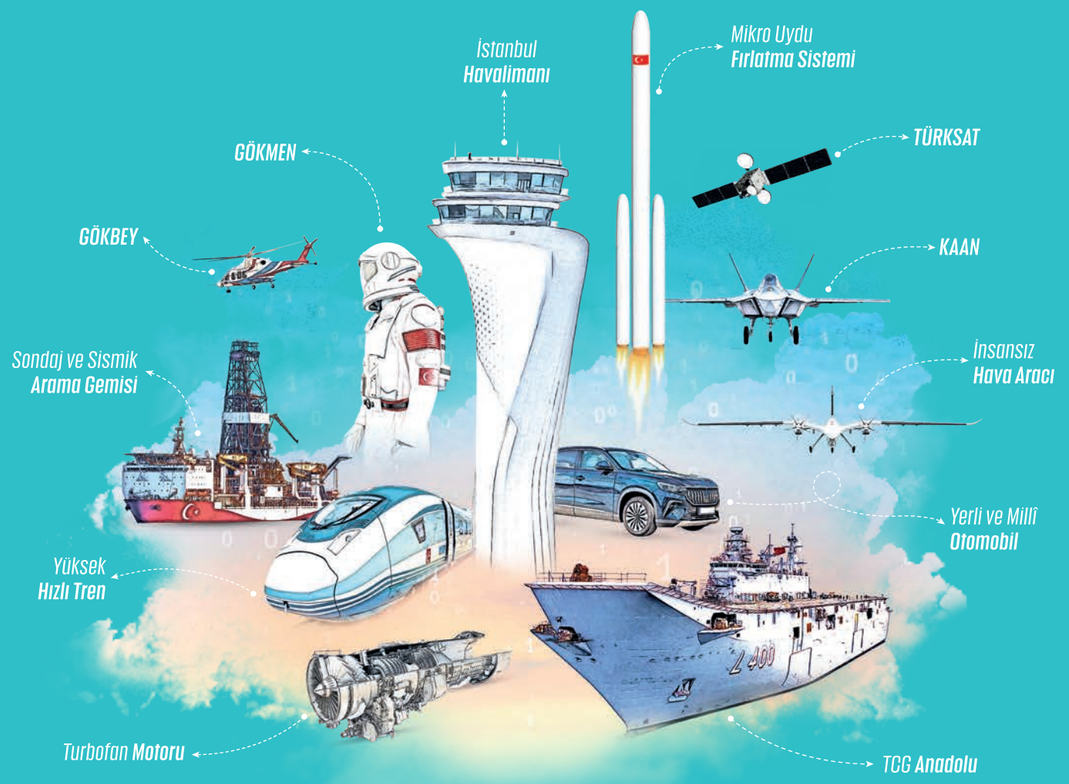
# Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

## Teknoloji Yolculuğumuz





**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.**
**PARA İLE SATILAMAZ.**



**ISBN: 978-625-90830-0-1**



*Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.*


İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI
YAPI BİLGİSİ 9
DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

**İNŞAAT TEKNOLOJİSİ ALANI**

# YAPI BİLGİSİ



**9**

**DERS MATERYALİ**

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

# YAPI BİLGİSİ

9

DERS MATERYALİ


YAZARLAR

Erdal ERKUŞ

Hakan GENÇBAY

Hasan VAROL

İsmet YİĞİT

Nail DUMANLAR

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 11012
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 3931

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

## HAZIRLAYANLAR

| | |
|---|---|
| **Dil Uzmanı** | **Muhammet YILDIRIM** |
| **Program Geliştirme Uzmanı** | **Salih YAVUZ** |
| **Rehberlik Uzmanı** | **Gülşen YALIN** |
| **Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı** | **Serpil DURMUŞ AKGEYİK** |
| **Görsel Tasarım Uzmanı** | **Alkın TÜRKMEN** |

ISBN: 978-625-90830-0-1

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile
Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



# İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

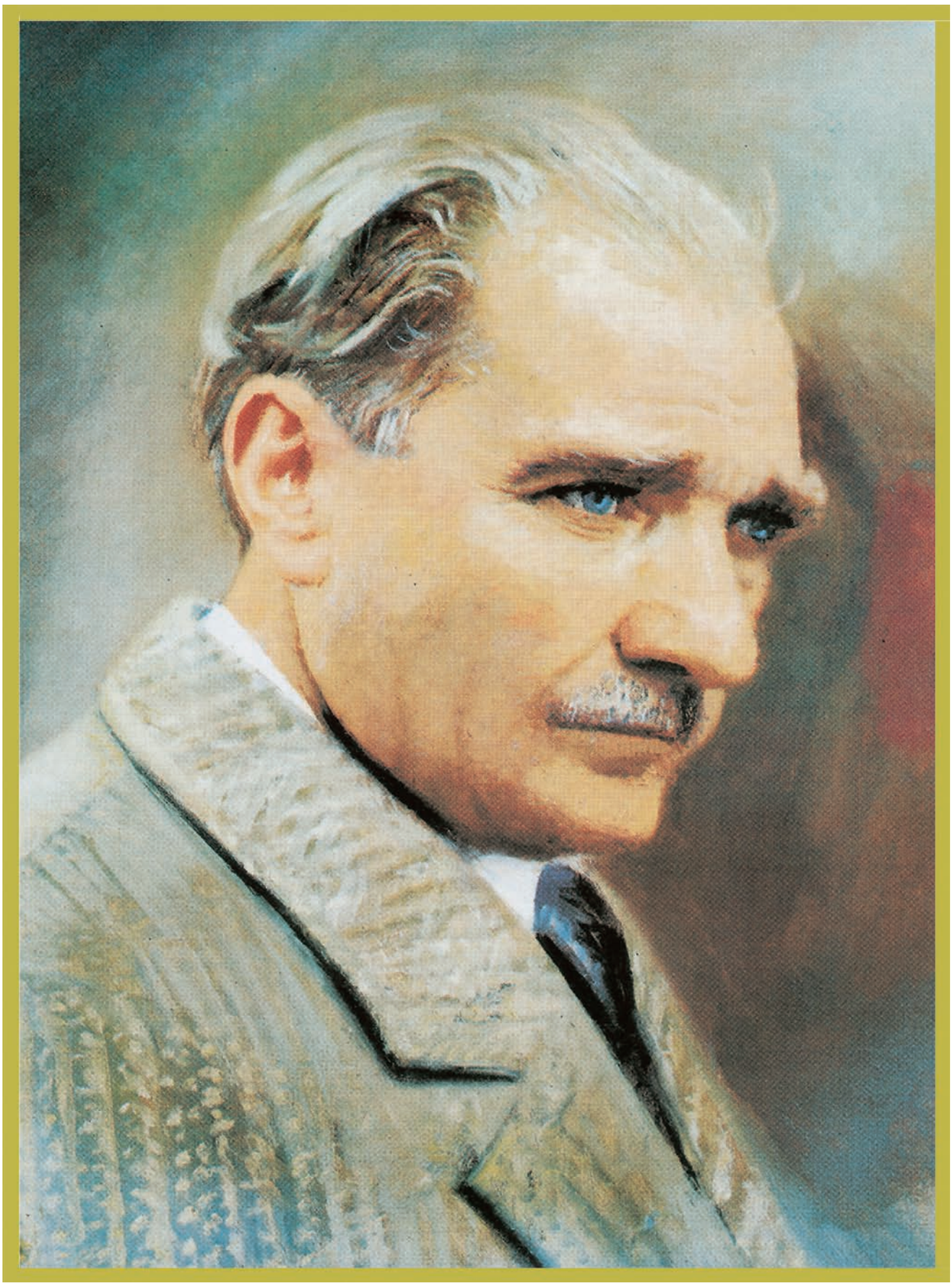
# GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

Ders Materyali Tanıtımı ..... 12

1 YAPIDA KABA İŞLER ..... 14

1.1. YAPI VE ÖZELLİKLERİNE GÖRE YAPI ÇEŞİTLERİ ..... 17

1.1.1. Yapı Kavramı ..... 17
1.1.2. Yapı Sınıfları ..... 18

1.2. TEMELLER VE DİLATASYON DERZİ ..... 25

1.2.1. Temel Zemini ..... 25
1.2.2. Planın Zemine Uygulanması ..... 26
1.2.3. Kazı ve Tahkim ..... 29
1.2.4. Temeller ..... 34
1.2.5. Dilatasyon Derzi ..... 44

1.3. MERDİVEN, RAMPA VE ASANSÖRLER ..... 48

1.3.1. Merdivenler ..... 48
1.3.2. Rampalar ..... 57
1.3.3. Asansörler ..... 60

1.4. YAPIDA KALIP SİSTEMLERİ ..... 62

1.4.1. Kalıpların Tanımı ve Sınıflandırılması ..... 62
1.4.2. Betonarme Yapı Elemanlarının Geleneksel Kalıp Sistemi ile İmalatı ..... 71
1.4.3. Betonarme Yapı Elemanlarının Endüstriyel Kalıp Sistemleriyle İmalatı ..... 77
1.4.4. Betonarme Kalıp Sistemlerinde Geri Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik ..... 84

1.5. BETON VE BETONARME ..... 87

1.5.1. Betonun Tarihçesi, Tanımı ve Önemi ..... 87
1.5.2. Beton Çeşitleri ..... 88
1.5.3. Betonu Oluşturan Malzemeler ..... 90
1.5.4. Beton Karışımı, Hazırlanması, Yerleştirilmesi, Bakımı, Soğuk ve Sıcak Havada Beton Dökümü ..... 101
1.5.5. Hazır Betonun Sürdürülebilirlik Açısından Faydaları ..... 109
1.5.6. Düşük Karbonlu Beton ..... 110
1.5.7. Beton Teknolojisinde Yapay Zekâ Kullanımı ..... 111
1.5.8. Betonarmenin Tarihçesi, Tanımı ve Önemi ..... 112
1.5.9. Betonarme Çeliği ..... 113
1.5.10. Betonarme Donatıların İşlenmesi ..... 115
1.5.11. Betonarme Yapı Elemanları ve Donatıları ..... 124

1.6. DUVARLAR VE BACALAR ..... 148

1.6.1. Duvar ..... 148
1.6.2. Bacalar ..... 158

1.7. ÇATILAR ..... 163

1.7.1. Yapıda Çatının Önemi ..... 163
1.7.2. Çatıların Taşıyıcı Sistemlerine Göre Sınıflandırılması ..... 165
1.7.3. Çatıların Kaplama Malzemelerine Göre Sınıflandırılması ..... 166
1.7.4. Çatıların Şekillerine Göre Sınıflandırılması ..... 169
Ölçme ve Değerlendirme ..... 172

2. YAPIDA İNCE İŞLER ..... 176

**2.1. SIVALAR ..... 179**

2.1.1. Sıva Çeşitleri ..... 180

**2.2. YAPIDA BOYA ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ ..... 188**

2.2.1. Boya ve Önemi ..... 188
2.2.2. Boya Çeşitleri ..... 191
2.2.3. İyi Bir Boyadan Beklenen Özellikler ..... 200
2.2.4. Boya Kusurları ..... 202
2.2.5. Boya Sektöründe Sürdürülebilirlik ..... 204

**2.3. YAPI YÜZEY KAPLAMALARI ..... 206**

2.3.1. Yüzey Kaplama Malzemeleri ..... 206
2.3.2. Yüzey Kaplama Yapıldığı Yerler ..... 209
2.3.3. Kaplama Sistemleri ..... 209

**2.4. YAPILARDA YALITIM ..... 211**

2.4.1. Yapılarda Yalıtımın Önemi ..... 211
2.4.2. Yapılarda Yalıtımın Kullanıldığı Yerler ..... 212
2.4.3. Yapılarda Yalıtımın Çeşitleri ve Malzemeleri ..... 213

**2.5. CEPHE SİSTEMLERİ ..... 218**

2.5.1. Yapılarda Cephe Sistemlerinin Önemi ..... 218
2.5.2. Yapılarda Cephe Sistemleri ve Çeşitleri ..... 219

**2. 6. İSKELELER ..... 222**

2.6.1. İskele Çeşitleri ..... 223
2.6.2. İskele Güvenliği ..... 229

**2.7. KAPI VE PENCERE DOĞRAMALARI ..... 233**

2.7.1. Kapılar ..... 233
2.7.2. Pencereler ..... 241
Ölçme ve Değerlendirme ..... 248

3 YAPI İMALATINDA YENİ TEKNOLOJİLER ..... 252

**3.1. YAPI TEKNOLOJİLERİNDE YENİ GELİŞMELER ..... 255**

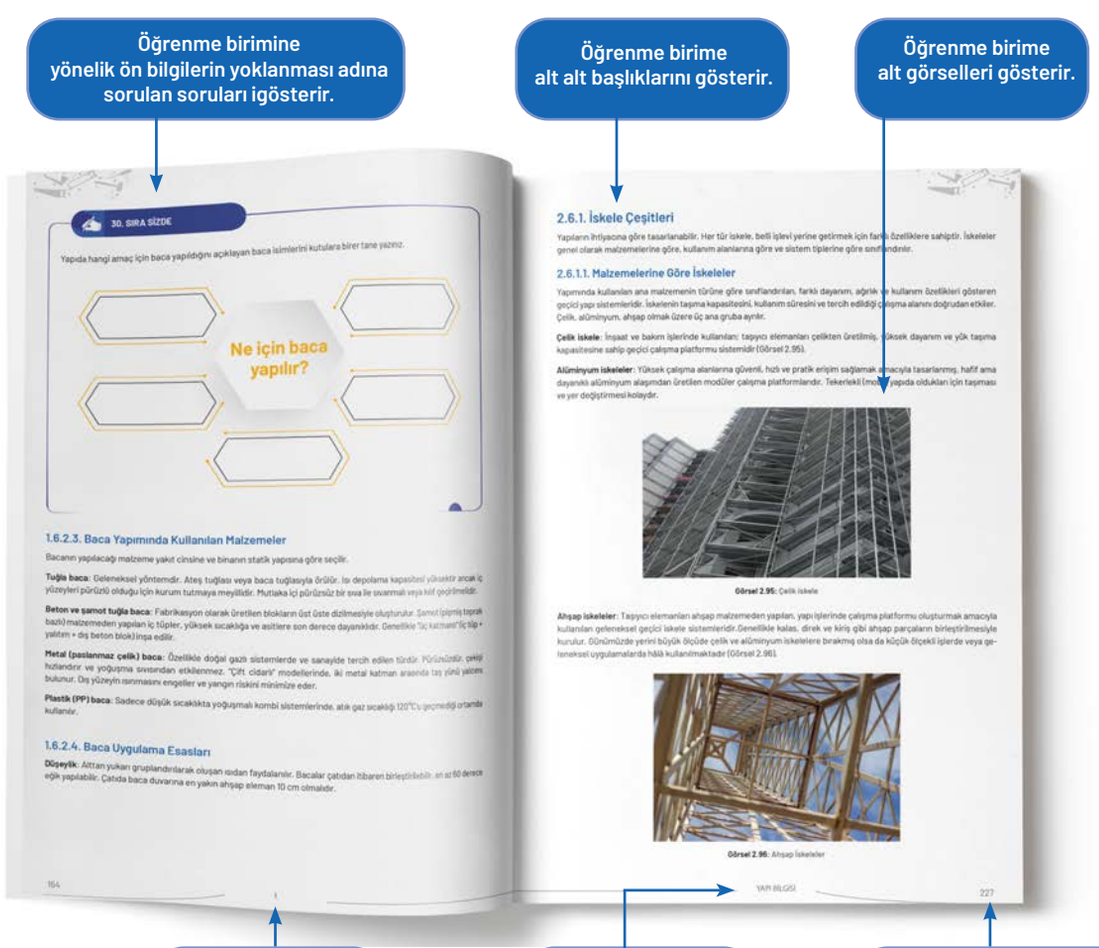
3.1.1. Dijitalleşme ve Akıllı Yapı Sistemleri ..... 255
3.1.2. Sürdürülebilir Yapı Teknolojileri ..... 261
3.1.3. Yenilikçi Yapı Malzemeleri ..... 264
3.1.4. Endüstriyel ve Modüler Yapım Teknikleri ..... 269
3.1.5. 3D Yazıcı Teknolojileri ve Robotik İnşaat ..... 273
3.1.6. Yapı Güvenliği ve Dayanıklılık Teknolojileri ..... 276
3.1.7. İnşaat Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ..... 281
3.1.8. Akıllı Şehirler ..... 284

**3.2. AKILLI EVLER VE YEŞİL BİNALAR ..... 288**

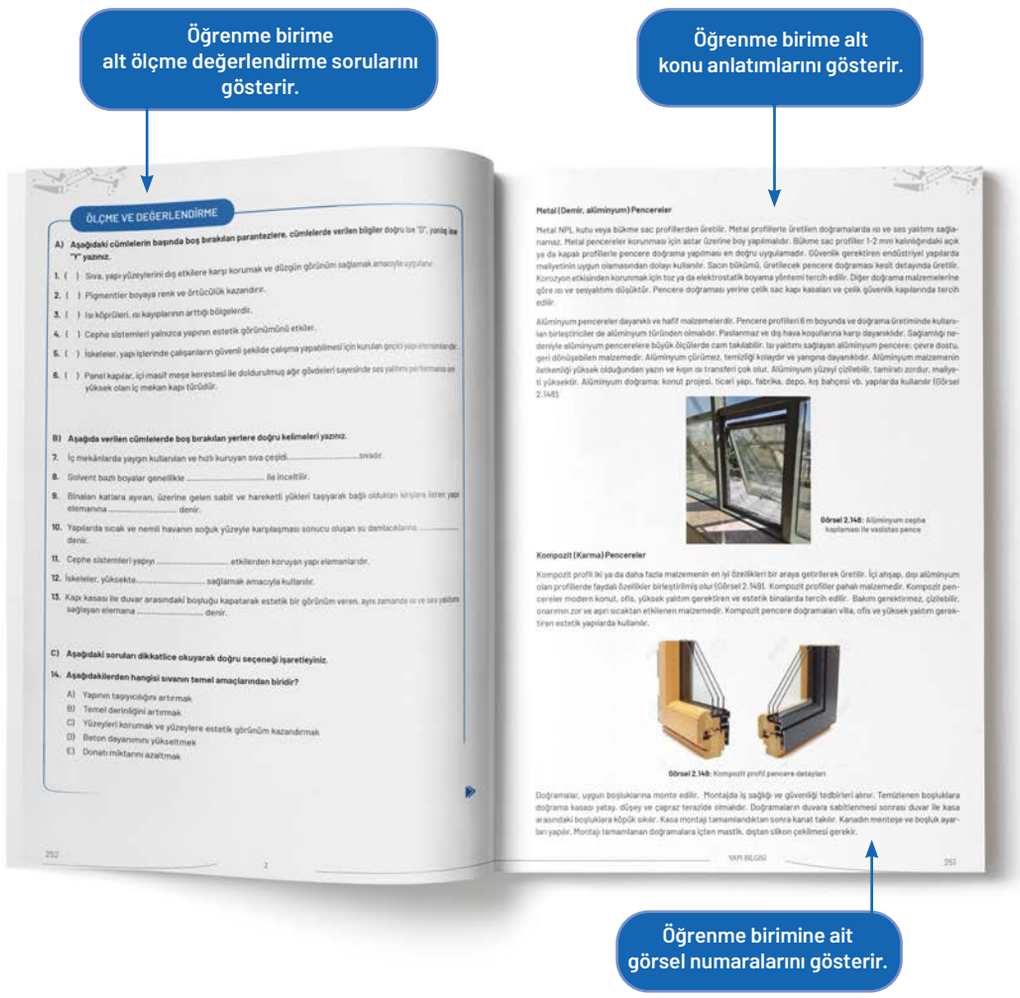
3.2.1. Akıllı Evler ..... 288
3.2.2. Yeşil Binalar ..... 289
3.2.3. Akıllı Evler ve Yeşil Binaların Birleştirilmesi ..... 290
Ölçme ve Değerlendirme ..... 292
Kaynakça ..... 296
CEVAP ANAHTARI ..... 297

# Ders Materyalinin Tanıtımı



# Ders Materyalinin Tanıtımı




## MATERYAL GENELİNDE KULLANILAN İKONLAR

- Konular
- Hazırlık Çalışmaları
- Anahtar Kavramlar
- Sıra Sizde
- Beklentiler
- Meraklısına/Bilgi Kutusu

# 1. ÖĞRENME BİRİMİ

## KONULAR

1.1. YAPI VE ÖZELLİKLERİNE GÖRE YAPI ÇEŞİTLERİ

1.2. TEMELLER VE DİLATASYON DERZİ

1.3. MERDİVEN, RAMPA VE ASANSÖR

1.4. KALIPLAR

1.5. BETON VE BETONARME

1.6. DUVARLAR VE BACALAR

1.7. ÇATILAR

## ANAHTAR KAVRAMLAR

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| • aşık | • batardo | • beton | • betonarme | • çelik | • çiroz |
| • derz | • dilatasyon | • iksa | • kâgir | • limonluk | • mahya |
| • mertek | • palplanş | • prefabrik | • tahkim | | |

# YAPIDA KABA İŞLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

» Yapıları özelliklerine ve çeşitlerine göre sınıflandırmanız

» Temelleri ve dilatasyon derzine ilişkin yapı elemanlarının işlevlerini sıralamanız

» Merdiven, rampa ve asansörlerin türlerini ve özelliklerini sıralamanız

» Yapıda kalıp sistemlerini kullanım özellikleri açısından sınıflandırmanız

» Beton ve betonarme yapı elemanlarının temel özelliklerini açıklamanız

» Duvar ve baca türlerini yapı içindeki işlevleri açısından sınıflandırmanız

» Çatı çeşitlerini malzeme ve kullanım özellikleri açısından ayırt etmeniz

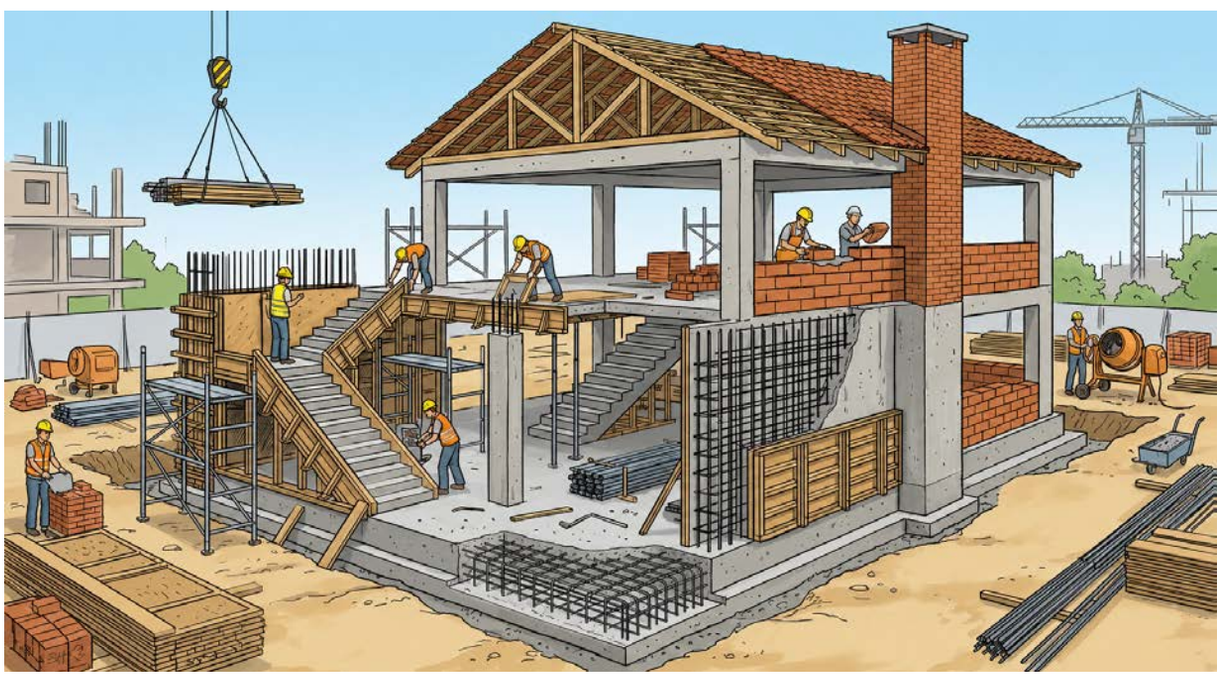
**beklenmektedir.**

## ÖĞRENME BİRİMİNE BAŞLARKEN

Bu öğrenme biriminde yapı ve özellikleri, temeller, dilitasyon derzleri, merdiven, rampa, asansör, betonarme kalıpları, beton, betonarme, duvar, baca ve çatı konuları anlatılmıştır. Konu anlatımında "Sıra Sizde" uygulamalarıyla konunun pekiştirilmesi sağlanacaktır. Konu sonunda verilen testle konunun öğrenilme düzeyi anlaşılacaktır.

### HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Görsel 1.1'i inceleyiniz ve aşağıdaki soruları görsele göre cevaplayınız.



**Görsel 1.1:** Yapıda kaba işler

**SORU 1** Görseldeki hangi işi yapmanın sizin için daha uygun olduğunu düşünüyorsunuz? Nedenleriyle birlikte arkadaşlarınızla paylaşınız.

**SORU 2** Sizce görseldeki yapının inşasında hangi devlet kurumlarının sorumluluk alması gerekir?

# 1.1. YAPI VE ÖZELLİKLERİNE GÖRE YAPI ÇEŞİTLERİ

Yapı, kullanım amacına uygun planlanmalıdır. Konutlarda yaşam alanları, okullarda derslik, hastanelerde ameliyathane gibi alanlar kullanım amacına hizmet etmeli ve rahat, ulaşılabilir olmalıdır.

## 1.1.1. Yapı Kavramı

Bütün canlıların barınma, beslenme, eğitim, ulaşım gibi ihtiyaçlarını karşılamak üzere çeşitli malzemelerle ve yapım teknikleriyle oluşturulan yeryüzü, yer altı ve su altı tesislerine **yapı** denir. **3194 sayılı İmar Kanunu 5.** maddesinde yapı; karada ve suda daimî ve geçici, resmi ve özel yer altı ve yer üstü inşaatı ile bunların içinde veya üzerinde kullanılan her türlü sabit ve hareketli tesislerdir. Yapı kavramı sadece bina ve türleri olmadığı; köprü, baraj, gölet, yol, iskele, tünel, kanalizasyon hattı, enerji nakil hattı, petrol ve doğal gaz boru hatları gibi mühendislik yapıları da kavramın içindedir (Görsel 1.2a, b).

| YAPILAR | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Konutlar | Hastane | Köprü |

**Görsel 1.2a:** Yapı çeşitleri

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Baraj | Fabrika | Yol ve tünel |

**Görsel 1.2b:** Yapı çeşitleri

**Bina**; insanların oturma, çalışma, eğlenme, dinlenme, ibadet etmelerini; hayvanların ve eşyaların korunmasını sağlayan üstü örtülü yapılardır. Her bina bir yapıdır. Bir yapının istenen amaca uygun, kullanışlı, sağlam, güvenli, ekonomik, estetik, konforlu ve uzun ömürlü olması gerekir.Yapıların taşıyıcı sistemleri (temel, kolon, kiriş, perde duvar vb.) yeterli mukavemete sahip olmalıdır. Taşıma sistemini oluşturan elemanlar, taşıdıkları yükleri güvenli şekilde oturduğu zemine iletmelidir. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından belirlenen deprem yönetmeliğine uygun yapılmalıdır.

**Yapı güvenliğinde** deprem, rüzgâr, yangın ve diğer doğal afetlere karşı dayanıklılık esastır. Binalarda yangın merdiveni, acil çıkış, yangın algılama sistemi gibi güvenlik unsurları bulunmalıdır. Yapının elektrik ve mekanik sistemlerinin güvenli kullanımı sağlanmalıdır.

**Yapıda kullanılan malzemelerin** ekonomik ve sürdürülebilir olmasına dikkat edilmelidir. Yapım maliyeti makul, bakım ve işletme giderleri düşük olmalıdır.

**Sağlık ve konfor** yönünden ısı, ses ve su yalıtımı sağlanmalı, doğal aydınlatma ve havalandırma detayları yer almalı ortamda nem ve rutubet oluşmamalıdır.

**Estetik** açıdan yapı çevresiyle uyumu, mimari tasarımı dengeli ve göze hitap eden bir tarzda, cephe düzen oran orantısı ve malzemeleri uyumlu olmalıdır.

Bakımı yapılabilen, malzeme kalitesi yüksek olan, korozyon ve aşınma etkilerine dayanıklılık gösteren, uzun ömürlü yapıda olması gereken unsurlardır.

## 1.1.2. Yapı Sınıfları

Yapılar çok yönlü kullanım imkânı verdiği için yapılarda sınıflandırma çok yönlüdür. Yapılar sahiplerine, yapıldığı zemin seviyesine, kullanım süreklerine, yapımında kullanılan malzemelere bakılarak sınıflandırılabilir. İnsan ihtiyaçları sınırsız olduğu için yapı sınıfları bu ihtiyacı karşılayacak şekilde yapılır.

### 1.1.2.1. Yapıldığı Malzemelere Göre Sınıflandırma

Yapıların yapıldıkları malzemelere göre sınıflandırılması aşağıda sıralanmıştır.

- Kâgir yapı
- Betonarme yapı
- Çelik yapı
- Ahşap yapı
- Prefabrik yapı
- Karma (hibrit) yapı

**Kâgir yapı**: Çimento esaslı bağlayıcı ile düşey delikli tuğla, harman tuğlası, dolu briket, gaz beton veya taş kullanılarak oluşturulan duvarlarla yapılır (Görsel 1.3). Killi toprak, su ve saman karışımının kalıplara dökülüp güneşte kurutulmasıyla elde edilen, çevre dostu, ekonomik ve yüksek ısı yalıtımı sağlayan geleneksel kerpiç yapılardır (Görsel 1.4). Bu yapılarda betonarme kolon ve kiriş sistemi yoktur. Genellikle az katlıdır ve deprem dayanımı düşüktür.



**Görsel 1.3:** Kâgir taş yapı



**Görsel 1.4:** Kâgir kerpiç yapı

**Betonarme yapı**: Betonarme yapılar, betonun ve çeliğin bir arada kullanıldığı yapı tekniğidir. Bu sistemde betonun içine çelik donatılar yerleştirilir. Beton ve çelik malzemesi birlikte kullanılarak yapıya dayanıklılık kazandırılır. Günümüzde kullanılan en yaygın yapı türüdür (Görsel 1.5, Görsel 1.6). Temel, kolon, kiriş, perde duvar, merdiven ve döşeme gibi taşıyıcı iskelet unsurları betonarme yapılır. Depreme dayanıklıdır.



**Görsel 1.5:** Betonarme çok katlı bina



**Görsel 1.6:** Betonarme az katlı bina

**Çelik yapılar**: Yapının kolon, kiriş gibi taşıyıcı elemanları çelik malzeme ile yapılır. Ağır çelik yapı ve hafif çelik yapı olarak iki çeşidi vardır. Ağır çelik yapı sistemi köprü, alışveriş merkezi, stadyum gibi büyük açıklıkları olan fabrika, hangar ve yüksek katlı yapıların yapımında tercih edilir (Görsel 1.7). Hafif çelik yapılar, galvanizli çelik profillerin soğuk şekillendirme yöntemiyle üretilerek taşıyıcı iskelet oluşturduğu modern yapılarda kullanılır. Günümüzde bu sistem dayanıklılık, montaj kolaylığı, kısa sürede konut üretimi, tasarım esnekliğinden dolayı konut ve ticari projelerde çok tercih edilmektedir (Görsel 1.8). Çelik sistemlerin tamamı, fabrikada üretilir. Bu sistemde yapılan yapılarda hata oranı çok düşüktür. Fabrikada üretilen parçalar, inşaat alanına getirilir, montajı kısa sürede yapılır ve depreme çok dayanıklıdır.



**Görsel 1.7:** Ağır çelik yapı



**Görsel 1.8:** Hafif çelik yapı

**Ahşap yapılar**: Taşıyıcı sistemin tamamı veya büyük bir kısmı ahşap malzemeden oluşan yapıdır. Kolon, kiriş, duvar, merdiven ve çatı elemanları ahşaptan yapılır. Ahşap yapı; hafif yapı türüdür. Ahşap esnek yapısından dolayı deprem etkilerine karşı avantajlıdır. Ahşap yap;, ısı yalıtımı sağlar, doğal ve estetiktir (Görsel 1.9a, 1.9b).





**Görsel 1.9a, 1.9b:** Ahşap yapı örnekleri

**Prefabrik yapılar**: Prefabrik yapı, fabrikalarda modüler olarak üretilip inşaat sahasında montajı yapılır. İnşaat sahasına nakli yapıldıktan sonra pratik ve hızlı montaj imkânı vardır. Prefabrik yapılar hafif ve ağır olmak üzere iki türlüdür. Günümüzde hafif prefabrik yapı, ekonomik ve hızlı kurulumundan dolayı konut ve şantiye binalarının üretiminde kullanılır. Deprem gibi doğal afetlerden sonra insanların barınma ihtiyacını hızlıca karşılar. Hafif prefabrik yapıların taşıyıcı elemanları galvanizli çelik profil, iç ve dış yüzeyleri çimento esaslı paneller arasına ısı yalıtımı kullanılarak üretilir (Görsel 1.10). Bu yapıların çatılarında çelik makaslar üzerine trapez sac veya shingle [(şıngıl) (bitüm esaslı)] kaplama malzemesi kullanılır. Ağır prefabrik yapılar genellikle sanayi tesislerinde, geniş açıklıklı hangarlarda, köprü kirişlerinde, viyadüklerde ve çok katlı bina inşaatlarında kullanılır. Bütün taşıyıcı elemanları fabrikada projeye ölçüsünde üretilir. Taşıyıcı kirişler, ön gerilmeli üretilir. Ağır prefabrik yapı elemanları dayanıklıdır ve büyük yük taşıma kapasitesine sahiptir (Görsel 1.11).



**Görsel 1.10:** Hafif prefabrik yapı



**Görsel 1.11:** Ağır prefabrik yapı

**Karma (hibrit) yapılar**: Farklı malzeme ve teknolojilerin bir arada kullanıldığı yenilikçi yapılardır. Çelik, beton, ahşap gibi malzemelerin en iyi özelliklerinden yararlanılarak yapılır. Hibrit yapı yapmanın temel nedeni mukavemet ve esnekliktir. Çeliğin çekme, betonun basınç dayanımı çok yüksektir. Bu iki önemli dayanım kullanılarak spor salonu, gökdelen ve köprüler inşa edilir. Karma yapılar aşağıda belirtilen avantajları sağlar.

» **Hafiflik**: Ahşap ve çelik kombinasyonu ile binanın toplam ağırlığı azalır, temel maliyeti düşürülür.

» **Hız**: Prefabrik çelik elemanların yerinde beton dökümüyle birleştirilmesi inşaat süresini kısaltır.

» **Sürdürülebilirlik**: Karbon ayak izini azaltmak için beton yerine mümkün olan yerlerde masif ahşap kullanımı, yapı imalatında avantaj sağlar.

» **Çapraz lamine ahşap**: Birbirine dik açılarla yapısal yapıştırıcılarla birleştirilmiş çok katmanlı masif ahşap panellerden yapılır. Modern inşaatlarda beton ve çelik gibi ağır malzemeler yerine daha hafif ahşap üründür. Beton ve çeliğe göre karbon emisyonunu önemli ölçüde azaltabilen büyük çatı, duvar ve zemin elemanlarının üretimi için ideal malzemedir.

## 1.1.2.2. Yapıların Kullanıma Göre Sınıflandırılması

Kullanım amaçlarına göre yapı sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.

» Konut (mesken) yapıları
» Konaklama yapıları
» Eğitim ve kültür yapıları
» Sağlık yapıları
» Ticaret yapıları
» İbadet yapıları
» Spor yapıları
» Sosyal yapılar
» Ulaştırma yapıları
» Su yapıları
» Endüstri yapıları
» Anıt yapıları

**Konut (mesken) yapıları**: İnsanların barınma ihtiyacını karşılayan özel yaşam alanlarıdır. Müstakil ev, apartman, rezidans ve villalar konut yapılarıdır.

**Konaklama yapıları**: İnsanın evi dışında geçici olarak barınma, dinlenme ve çalışma ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış tesislerdir. Otel, pansiyon, tatil köyleri konaklama yapılarıdır.

**Eğitim ve kültür yapıları**: Toplumun eğitim ve bilgi seviyesini arttırmak, kültürel ve sanatsal faaliyetleri desteklemek amacı ile tasarlanmış özel alanlardır. Bu yapılar sadece işlevsel değil aynı zamanda şehrin kimliğini belirleyen yapılardır. Okul, üniversite gibi eğitim yapıları; kreş, tiyatro, kütüphane, kongre merkezleri kültür yapılarıdır.

**Sağlık yapıları**: Hastalıkların tanı ve tedavisinin yapılması, koruyucu sağlık hizmetlerinin sunulması amacıyla yapılan yapılardır. Hastane, aile sağlık merkezi, poliklinik, tıp merkezi ve rehabilitasyon merkezleri sağlık yapılarıdır.

**Ticaret yapıları**: Çeşitli ekonomik faaliyetlerin yürütüldüğü, kişi ihtiyaçlarının karşılandığı kâr amaçlı yapılardır. Alışveriş merkezi, iş hanı, market ve ofis binaları ticaret yapılarıdır.

**İbadet yapıları**: İnsanların dini inanışlarına göre ibadetlerini gerçekleştirmek amacıyla inşa edilmiş yapılardır. Cami, mescit, kilise ve sinagoglar ibadet yapılarıdır.

**Spor yapıları**: Bireysel veya takım hâlinde yapılan spor faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla tasarlanmış özel teknik donanıma sahip yapılardır. Bu yapılar sadece sportif faaliyetlerin yapıldığı yerler değil aynı zamanda binlerce izleyiciyi ağırlayan medya yayın altyapısını içeren yapılardır. Stadyum, kapalı spor salonları spor yapılarıdır.

**Sosyal yapılar**: Toplumun ortak kullanımına hizmet eden, bireyler arasında kültürel etkileşimi arttırmak amacıyla inşa edilmiş yapılardır. Tiyatro ve sinema sosyal yapılardır.

**Ulaştırma yapıları**: İnsan, hayvan, eşya ve bilgilerin bir noktadan başka bir noktaya güvenli, hızlı ve ekonomik şekilde aktarılmasını sağlayan alt ve üst yapı tesisleridir. Kara yolu yapıları, limanlar, hava alanları gibi tesisler ulaştırma yapılarıdır.

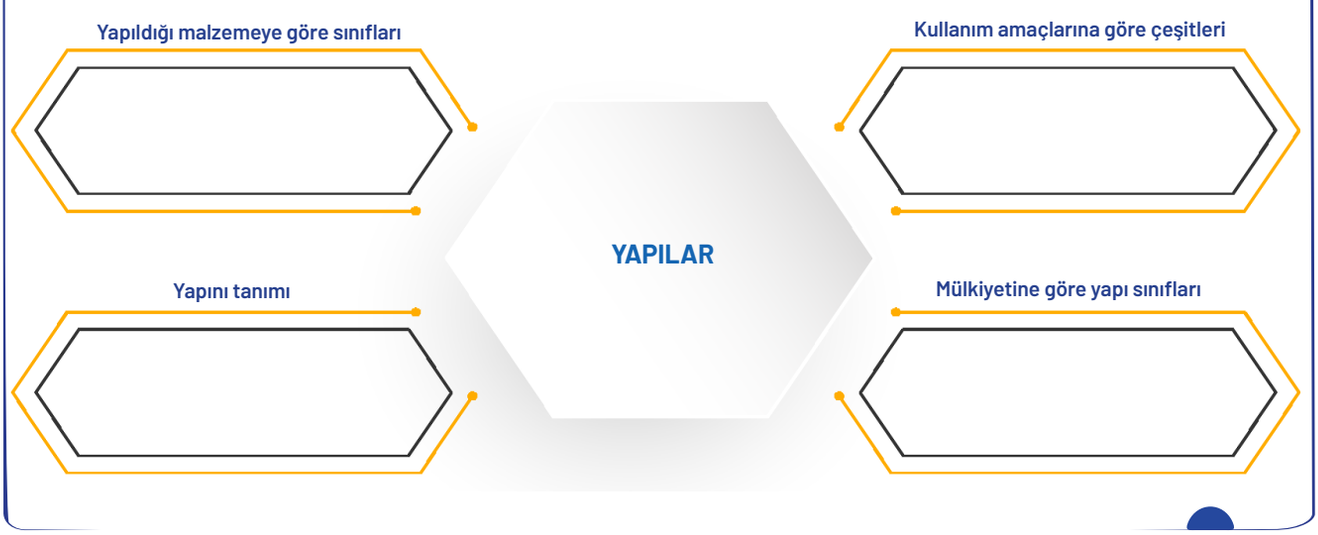
**Su yapıları**: Su kaynaklarını kontrol altına almak, korumak, depolamak, bir yerden bir yere iletmek veya insanları ve çevreyi taşkınlardan korumak için inşa edilmiş yapılardır. Suyun enerjisinden faydalanıp elektrik üretmek, tarımsal sulama yapmak, içme suyu sağlamak ve sel baskınlarını önlemek mümkündür. Gölet, baraj ve su kanalları su yapılarıdır.

**Endüstri yapıları**: Ham maddelerin işlendiği, malların üretildiği, montajlandığı veya depolandığı ekonomik değer yaratan her türlü sanayi faaliyetinin gerçekleştirilmesi amacıyla inşa edilmiş tesislerdir. Atölyel ve fabrika yapıları endüstri yapılarına örnektir.

**Anıt yapıları**: Toplumsal hafızada yer edinmiş kişi, olay veya dönemlerin anısını yaşatmak amacıyla inşa edilmiş, genellikle sanatsal ve mimari değeri olan sembolik yapılardır. Yazıt ve anıt mezarlar anıt yapılarıdır.

### 1.1. SIRA SİZDE

Aşağıdaki görselin ilgili kutularına yapının tanımını, yapıldığı malzemeye göre sınıflarını, kullanım amacına göre çeşitlerini ve mülkiyetlerine göre yapı sınıflarını ilgili alana yazınız.




## 1.1.2.3. Yapıların Sistem Bakımından Sınıflandırılması

Bir yapının üzerine binen yükleri (hareketli, sabit, kar, rüzgâr ve deprem) karşılayan ve bu yükleri güvenli şekilde zemine aktaran, birbirine bağlı elemanlar yapı sistemleridir. Duvar, temel, perde, kolon, kiriş, döşeme gibi yapı elemanları yapıların taşıma sistemleridir. İnsandaki iskelet sistemiyle yapıdaki taşıyıcı sistem aynı işlevdedir. Binanın ayakta durma, şeklini koruma ve dış etkenlere direnç göstermesini sağlar.

Yapıların inşasında çeşitli malzemeler kullanılır. Yapıların taşıyıcı sistemine ve taşıyıcı sistemde kullanılan malzemelere göre sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.

**Karkas Yapılar**

» Ahşap karkas yapılar
» Betonarme karkas yapılar
» Çelik karkas yapılar

**Yığma Yapılar**

» Ahşap yığma yapılar
» Taş yığma yapılar
» Tuğla yığma yapılar
» Biriket yığma yapılar

**Prefabrik Yapılar**

» Hafif prefabrik yapılar
» Ağır prefabrik yapılar

**Karkas Yapılar**

Yapıyı taşıyan iskelet sistemine **karkas** denir. Karkas yapı, kolon ve kirişlerden oluşur. Yapı, karkas yapımında kullanılan malzemeye göre isimlendirilir.



**Ahşap karkas yapılar**: Yatay ve düşey taşıyıcı elemanları ahşap olan yapıdır. Taşıyıcılar arasındaki boşluklar gaz beton, tuğla, kerpiç gibi malzemelerle doldurulur. Taşıyıcılar arasında oluşturulan dolguların üzerine sıva yapılır. Geleneksel Anadolu evlerinin büyük bölümü bu sistemle yapılmıştır. Günümüzde taşıyıcı elemanlar arasına yalıtım malzemesi koyularak dış yüzey çimento esaslı, iç yüzey alçı esaslı levhalarla kaplanarak yalıtım yapılır.

**Betonarme karkas yapılar**: Betonun demir çubuk elemanlarla güçlendirilmesiyle oluşturulmuş taşıyıcı sistemdir. Yatay ve düşey taşıyıcı sistem, betonarme yapı elemanlarında oluşturulan iskelet sistemidir. Yüksek yük taşıma kapasitesi, esnek mimari tasarım, deprem güvenliği, yangına karşı dayanıklılık ve yaygın malzeme temini gibi olanaklar tercih edilen bir yapı tekniği olmasını sağlamıştır.

Betonarme yapı elamanları aşağıda sıralanmıştır.

» **Temel**: Yapının yükünü toprağa aktarır.

» **Kolonlar**: Dikey taşıyıcıdır.

» **Kirişler**: Yatay taşıyıcıdır.

» **Döşemeler**: Kat zeminlerini oluşturur.

» **Perde duvarlar**: Yatay (deprem) yüklere direnç sağlayan dikey taşıyıcıdır.

» **Çelik karkas yapılar**: Yatay ve düşey taşıyıcı (temel, kolon, kiriş, perde duvar ve döşeme) elemanları çelikten yapılmış yapılardır. Bu elemanlar çeşitli ebatta profil, levha, galvanizli sac kaynak, perçin ve cıvata gibi birleştirme malzemeleriyle birleştirilir.

» **Yığma yapılar**: Herhangi bir iskelet sistemi olmayan yapılardır. Bu tür yapılarda sadece duvarlar taşıyıcıdır. Duvarın her bir elemanı (taş, tuğla, biriket,ahşap) üzerine gelen yükü taşıyarak temele aktarır. Yığma yapıda duvarlar taşıyıcı ve bölme işlemini sağlar. Yapının yatay elemanları (döşeme ve çatı) üzerindeki yükleri bağlı oldukları duvara, oradan da temele iletir. Yığma yapıların tarihi insanların yerleşik hayata geçmesine kadar uzanır. Ülkemizin kırsal kesiminde az katlı, çok sayıda yığma yapı vardır.

» **Ahşap yığma yapılar**: Taşıyıcı sistemi yatay olarak üst üste yerleştirilen ahşap elemanlardan (kütük, kalas) oluşur. Duvarlar taşıyıcıdır. Taşıyıcı duvarlar yükü temele iletir. Bu sistem, orman bölgelerinde, ahşabın bol olduğu yerlerde kullanılır.

» **Taş yığma yapılar**: Taşıyıcı sistemin blok taş ya da moloz taşların harçlı veya harçsız üst üste koyulmasıyla oluşturulur. Bu yapılarda kolon ve kiriş elemanları olmaz. Taş duvarlar; mekânı böler, üzerine gelen çatı ve katların yükünü temele aktarır.

» **Tuğla yığma yapılar**: Taşıyıcı sistemi, pişmiş topraktan düşey delikli tuğla ya da harman tuğlasının harçla belli örgü sistemiyle üst üste dizilerek oluşturulan yapı sistemidir. Tuğla yığma yapılar; taş yığma yapılara göre daha hafiftir ve boyutu standart olduğu için işlenmesi daha kolaydır. Bu yapı sisteminde döşeme yükleri, duvar yoluyla temele aktarılır.

» **Prefabrik yapılar**: Bu yapıda taşıyıcı sistemler, prefabrik yapının temel taşıdır. Kolon, kiriş, pano, hücre kolon döşeme sistemleri prefabrik taşıyıcı sistemin parçalarıdır. Prefabrik teknolojisinde taşıyıcı sistemleri aşağıda sıralanmıştır.

» Prefabrik çerçeve sistemler

» Panolu sistemler

» Hücre sistemler

» Karışık sistemler

» **Prefabrik çerçeve sistemler**: Yapı üzerine gelen yükü kiriş, kolon ya da kolon, döşeme biçiminde bir çatı altında toplayıp temele ileten bir sistemdir.

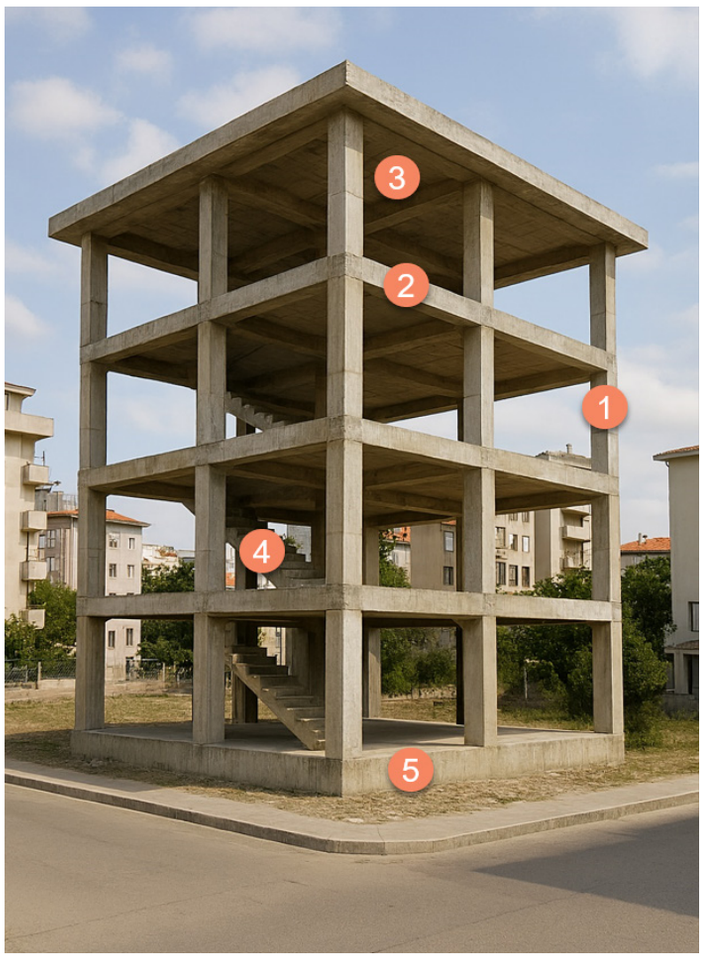
» **Panolu sistem**: Taşıyıcı prefabrike duvarlar çift ya da tek yönlü döşeme panolarının oluşturduğu sistemdir.

» **Hücre sistemleri**: Panolu sistemin benzeri olan sistemdir. Fabrikada hazırlanan panolar; üst üste ya da yan yana yerleştirilir, ihtiyaç duyulduğu şekilde tasarlanır, taşıyıcı sistemi oluşturan duvar ve döşemelerden meydana gelir.

» **Karışık sistemler**: Betonarme pano, çerçeve, çelik makas ve hücre sistemleri gibi farklı taşıyıcı elemanların bir arada kullanıldığı sistemdir.

## 1.2. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen görselde (temel, kolon, kiriş, döşeme ve merdiven) betonarme yapı elamanları numaralandırılmıştır. Buna göre verilen tablo üzerinde numaraların karşısına taşıyıcı elemanların adlarını yazınız (Görsel 1.12).




**Görsel 1.12:** Betonarme taşıyıcı yapı elemanları

| Sıra No. | Yapı Elemanı Adı |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |

Yapının tamamlanmış hâliyle sahibi olma, bakım ve onarım sorumluluğunu taşıma anlamına gelir. Yapılar mülkiyetine göre üçe ayrılır.

» **Resmî yapılar**: Devlet veya kamu kuruluşları tarafından belli bir amaç için inşa edilip kamu tarafından kullanılan yapılardır. Devlet okulları, devlet hastaneleri, belediye binaları gibi yapılar bu gruptadır.

» **Özel yapılar**: Şahıs ve işletmeler tarafından inşa ettirilen ve değişik amaçlar için yaptırılan yapılardır. Konut, alışveriş merkezi, iş merkezleri gibi yapılar bu gruptadır.

» **Vakıf yapıları**: Toplumsal hizmetlerin sürekli yürütülebilmesi için şahıs veya kurumlar tarafından yardım ve bağış amaçlı olarak yapılan, mülk veya parayı işleten, resmî nitelik taşıyan kuruluşlara **vakıf** denir. Vakıflar tarafından inşa ettirilen veya mülkiyeti vakfa devredilen yapılardır.

Yapının bir kısmı yer yüzeyinin altında veya üstünde inşa edilme durumuna göre yapı iki kısma ayrılır.

» **Alt yapılar**: Zemin seviyesi altında veya üstünde inşa edilen yapılardır. Yol, köprü, menfez, kanalizasyon türü yapılardır.

» **Üst yapılar**: Zemin seviyesi üstünde inşa edilen yapılardır. Apartman, villa, her türlü kamu binaları üst yapıdır.

Yapılar, geçici veya sürekli kullanım amacıyla iki şekilde yapılır.

» **Geçici yapılar**: Kısa ve geçici süre kullanmak, ihtiyaca cevap vermek üzere inşa edilen yapıdır. Şantiye binaları, barakalar, tek katlı deprem yapıları geçici yapılardır.

» **Daimî yapılar**: Uzun süre kullanılmak ve belli ihtiyaçlara cevap vermek için inşa edilen yapıdır. Konut, hastane, okul, köprü gibi yapılar daimî yapılardır.

## NOTLARIM

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 1.2. TEMELLER VE DİLATASYON DERZİ

Yapının zemin yüzeyinin altında inşa edilen kısmına **temel** denir. Temel, bir alt yapı işidir. Temel, yapının uzun yıllar kullanılabilmesini sağlayan dayanıklılıkta olmalıdır. Dilatasyon derzleri, yapının olağan dışı tüm etkilere karşı esneyerek ayakta kalmasını sağlayan uygulamalardır.

### 1.2.1. Temel Zemini

Yapıda oluşan bütün yük, taşıyıcı elemanlar tarafından zemine iletilir. Zemin üstüne gelen yükün zemin tarafından emniyetle taşınması gerekir. Zemin yapı itibariyle tabakalardan oluşan doğal malzemedir. İnşaata başlamadan önce yapının oluşturacağı zemin yükü hesaplanır. Zemin yapısı incelenir, sınıfına uygun temeller tasarlanır.

Zeminler incelendiğinde kaya zeminler **sağlam**; sıkışmış çakıl, kum ve killi zeminler **orta sağlam**; sulu dolma toprak ve humuslu zeminler **çürük** yapı zeminleri olarak sınıflandırılır. Bütün zemin türlerinde amaç, zemin incelemesini yapıp en sağlam derinlikteki tabakaya inerek temeli sağlam zemine oturtup inşaatı yapmaktır. Bazı zeminlere teknik uygulamalar yapılarak zemin iyileştirmesi sağlanabilir. Zemin iyileştirmelerinde zemin suyunun atılarak zeminin sıkıştırılması en çok yapılan uygulamadır.

"Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" ne göre temel zemini aşağıda sıralanan başlıklar altında gruplandırılır.

**Sert kayalar**: Çok sağlam masif kayalardan oluşur (A sınıfı).

**Az ayrışmış kayalar**: Orta sertlikte, çok sıkı zeminlerdir (B sınıfı).

**Çok sıkı kum/çakıl veya sert kil**: Sıkı bir yapıya sahip, güvenli katmanlı zeminlerdir (C sınıfı).

**Orta sıkı kum/çakıl veya katı kil**: Orta derece mukavemetli zeminlerdir (D sınıfı).

**Gevşek kum veya yumuşak kil**: Taşıma gücü düşük zemindir (E sınıfı).

**Özel inceleme gerektirenler**: Bataklı, aşırı sıvı tutan, kil yoğunluğu olan zemindir (F sınıfı).

Zemin sınıflandırılması yapılırken kayma dalga hızı, standart yayılma deneyi ve kayma dayanımı ölçütleri dikkate alınır.

**Temel zemini incelemesi**: Zemin tabaka derinliği, tabakanın yapısı, tabaka kalınlığı, tabaka gerilmesi ve yer altı su durumu tespit edilir.

» Çevredeki en yakın binaların zeminleri incelenir.

» Zemine muayene çukuru açılır (Basit, şevli, baca ve galerileri).

» Zemin sondajı yapılır.

» Zemin sondaj kazığı çakılır.

Zemin yapısını öğrenerek üzerine inşa edilecek yapının zeminle tam uyum içinde çalışması, **can güvenliğini** koruması ve **ekonomik** tasarımın gerçekleştirilmesi sağlanır. Zemin, yapıda yaşanabilecek sıkıntılar durumunda telafi imkânları en az olan yapı elemanıdır.

Zemin yapısını aşağıdaki yöntemlerle belirleriz.

**Taşıma kapasitesinin belirlenmesi**: Her zeminin üzerine koyulan yükü taşıma gücü farklıdır. Eğer zemin zayıfsa temel sistemi buna göre seçilir (örneğin tekil temel yerine radye temel veya kazıklı temel gibi).

**Oturma ve şişme analizi**: Bazı zeminler (özellikle killi zeminler) üzerine yük bindiğinde zamanla çöker (oturma) veya su aldığında genleşir (şişme). Binada zamanla oluşabilecek çatlaklar, yan yatmalar veya strüktürel hasarlar önceden tahmin edilip önlem alınır.

**Deprem güvenliği ve sıvılaşma riski**: Deprem dalgaları her zeminden aynı hızda ve şiddette geçmez. Yer altı su seviyesi yüksek olan kumlu zeminlerde, deprem anında zeminin bir sıvı gibi davranıp üzerindeki binayı yutma veya devirme riski vardır. Yumuşak zemin, deprem sarsıntısını büyütür ve binaya daha fazla yük binmesine neden olur. Zemin yapısını bilmek, statik hesapların bu risklere göre yapılmasını sağlar.

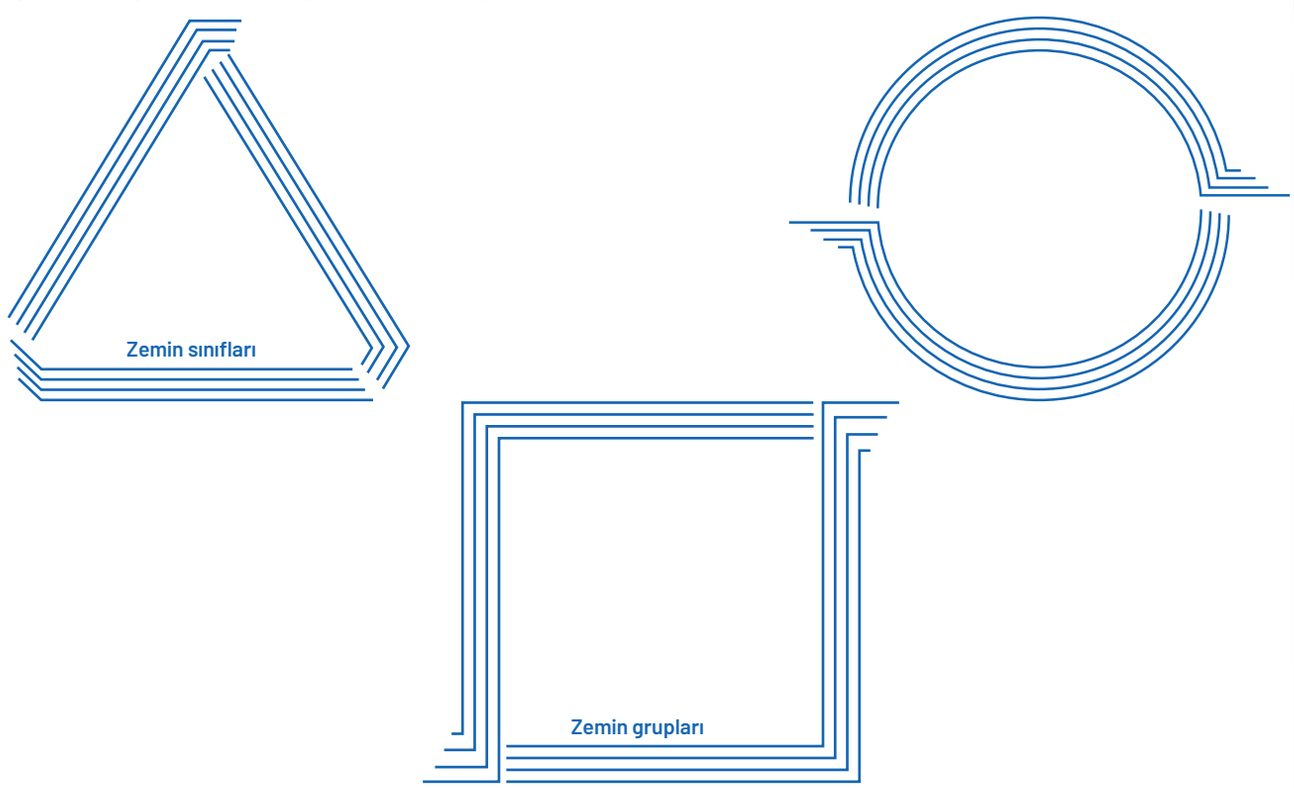
**Ekonomik tasarım**: Zemin yapısı bilinmediğinde mühendisler genellikle "en kötü senaryoyu" düşünerek çok daha maliyetli ve gereğinden fazla sağlam temel tasarlar. Zeminin gerçek gücü bilindiğinde gereksiz beton ve demir kullanımının önüne geçirilerek bütçe korunur.

**Yer altı su seviyesi tespiti**: Zemindeki suyun varlığı inşaat aşamasını (kazı güvenliği) ve yapının kullanım ömrünü (su yalıtımı, korozyon) etkiler. Suyun temel seviyesindeki durumuna göre drenaj sistemi ve yalıtım yöntemleri belirlenir.

**Kazı güvenliği (iksa sistemleri)**: İnşaat yapılacak alanda derin kazı yapılması gerekiyorsa yandaki binaların veya yolun çökmemesi için zeminin cinsine göre iksa (dayama) sistemi tasarlanır. Kayalık bir zeminde yapılacak kazı ile balçık zeminde yapılacak kazının güvenlik önlemleri birbirinden farklıdır. Temel zeminini incelemesiyle binayı **rastgele** bir toprağa değil özellikleri bilinen ve kontrol altına alınmış platforma yerleştirmek amaçlanır.

### 1.3. SIRA SİZDE

Aşağıdaki üçgenin köşelerine zemin sınıflarından birer tane, karenin köşelerine zemin gruplarından birer tane, çemberin içine merak ettiğiniz bir kavram yazınız.




## 1.2.2. Planın Zemine Uygulanması

Kâğıt üzerindeki projenin arazide gerçek konumuna ve boyutlarına aktarılması işlemidir. Mimari ve statik projenin sınırları, köşeleri ve aksları arazi üzerine çakılır. İnşaatın ilk adımlarından biridir. Burada yapılacak hata, binanın yanlış parsele yapılmasına veya komşu parsele taşmasına neden olabilir.

İşleme başlamadan önce, kadastro müdürlüğü veya lisanslı harita büroları tarafından belirlenen **poligon noktaları** (parsel köşe noktaları) esas alınır. Bu noktalarla arsanın sınırları kesinleştirilir. Projedeki kolonların ve taşıyıcı duvarların merkezinden geçen çizgiler olan **aks** çizgileri, araziye taşınır. Bu işlemde genellikle hassas ölçüm yapan **Total Station** [(totıl steyşın)(Küresel Konumlama Sistemi)] Global Positioning System **GPS (GNSS)** cihazları kullanılır. Projedeki koordinatlar, GPS cihaz yardımıyla zeminde işaretlenir. Aplikasyonun inşaat boyunca korunması için kazı alanının dışına, kazıdan etkilenmeyecek mesafede **ip iskelesi** kurulur. Ahşap kazıklar ve yatay tahtalardan oluşan bu iskeleye, aksların geçeceği noktalar çivi çakılır, "**V**" şeklinde çentik açılarak işaretlenir. İpler, bu çiviler arasına gerilerek temel kazısının ve kolonların tam yerinde olması sağlanır.

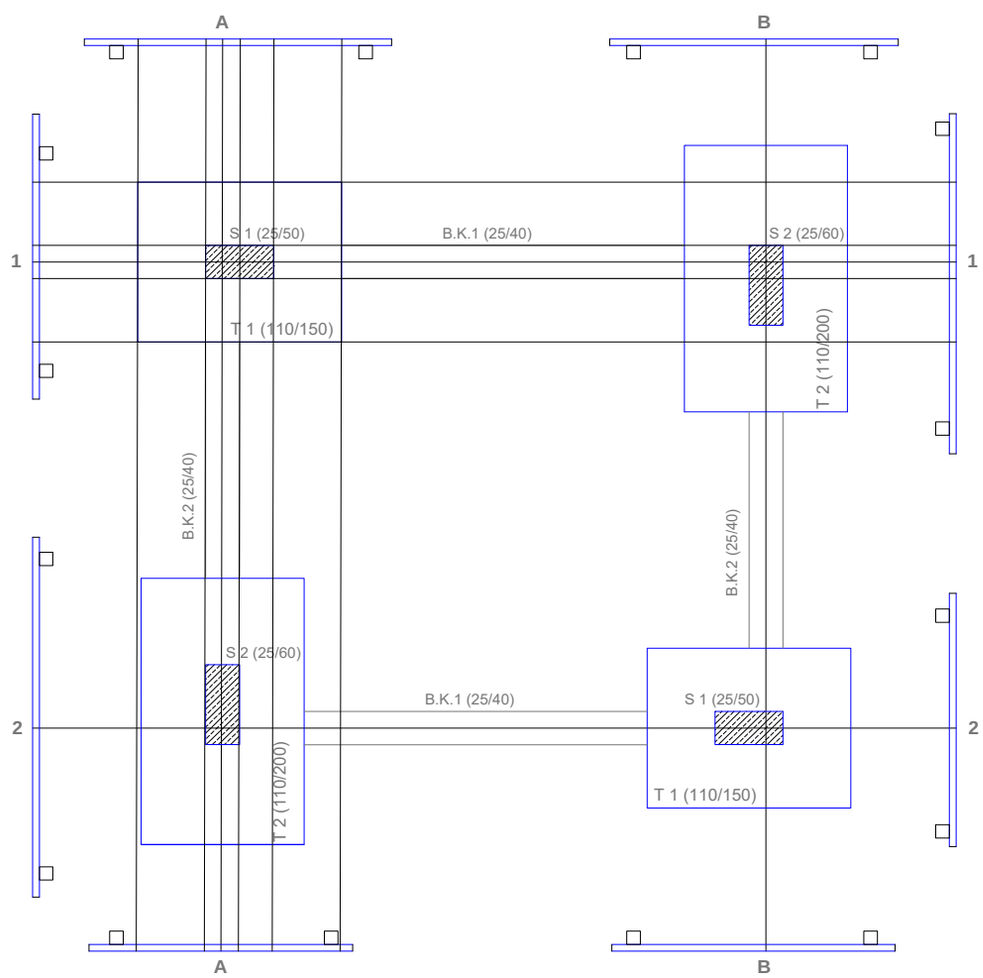
**İp İskelesi Yapımı**

» Bina yapılacak alan temizlenir.

» Parsel sınır kazıkları çakılır.

» Bina ön cephe mesafesi alınarak binanın doğrultusu belirlenir.

» Bina yapı alanının 100-200 cm dışında yere 150-300 cm arayla ahşap cephe kazıkları aynı doğrultuya çakılır (Görsel 1.13).




**Görsel 1.13: Temel planı ip iskelesi**

» Ahşap cephe kazıklarına yatay olarak su basman seviyesinden en az 30 cm yukarıya tahtalar çivilenir.

» Bina yan cephe mesafeleri kontrol edilir. Yan cephelerin ip iskelesi ön cephedeki gibi çivilenir.

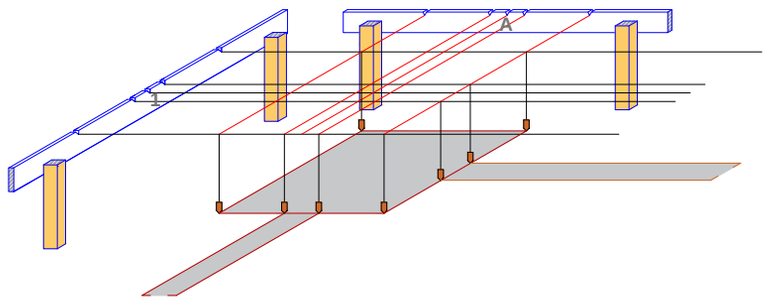
» Proje aks numara veya rakamları yatay tahta üzerine görünecek şekilde yazılır.

» Temel ölçüleri kolon aksları yatay tahtalara işaretlenir ve "V" çentik yapılır.

» İskele yatay tahtalarından karşılıklı ip gergin olarak çekilir.

» Yapılan akslar statik proje planlarında kontrol edilir.

» İplerin kesişme yerleri toprağa şakul ile düşürülerek kazı veya kalıp yapılır (Görsel 1.14).



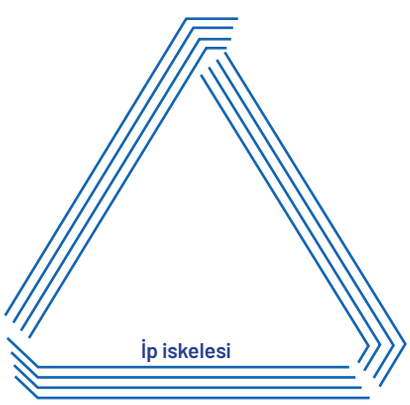
**Görsel 1.14: Temel plan aplikasyonu**

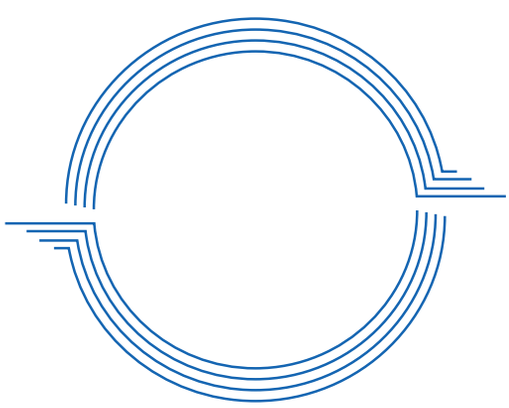
» Eğimli arazilerde ip iskelesi kademeli yapılır.

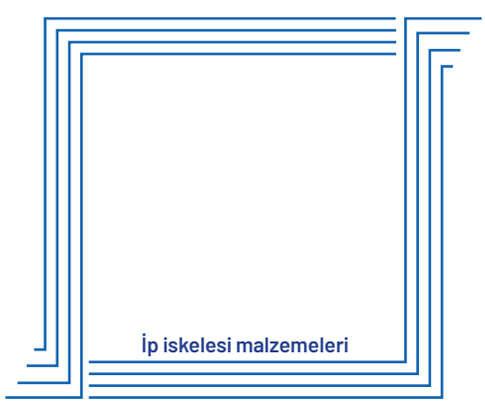
» Bitişik nizam binalarda ip iskelesi komşu bina duvarına yatay olarak diğer kenar kotunda çakılır.

## 1.4. SIRA SİZDE

İp iskelesi hakkında öğrendiğiniz üç bilgiyi üçgenin köşelerine, ip iskelesi yapımında kullanılan dört malzemeyi karenin köşelerine ve merak ettiğiniz bir soruyu çemberin içine yazınız.



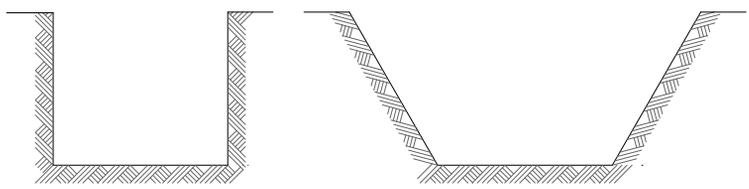





## 1.2.3. Kazı ve Tahkim

**Kazı**, bir alanı boşaltma işlemiyken **tahkim**, o boşaltılan alanın yıkılmasını önleme işlemidir. Özellikle derin temel kazılarında veya tünel inşaatlarında bu iki süreç birbirinden ayrılmaz bir bütündür. İnşaatın yapılacağı alanda, projeye uygun derinlik ve genişlikte toprağın, kayanın veya diğer malzemelerin yerinden çıkarılması işlemine **hafriyat (kazı)** denir. Yapılış yöntem ve amaçlarına göre çeşitleri vardır.

**Yüzeysel kazı**: Bina temeli için yapılan sığ kazılardır. Zemin kendini tutuyorsa temel çukuru dik, tutamıyorsa şevli kazı yapılır (Görsel 1.15).



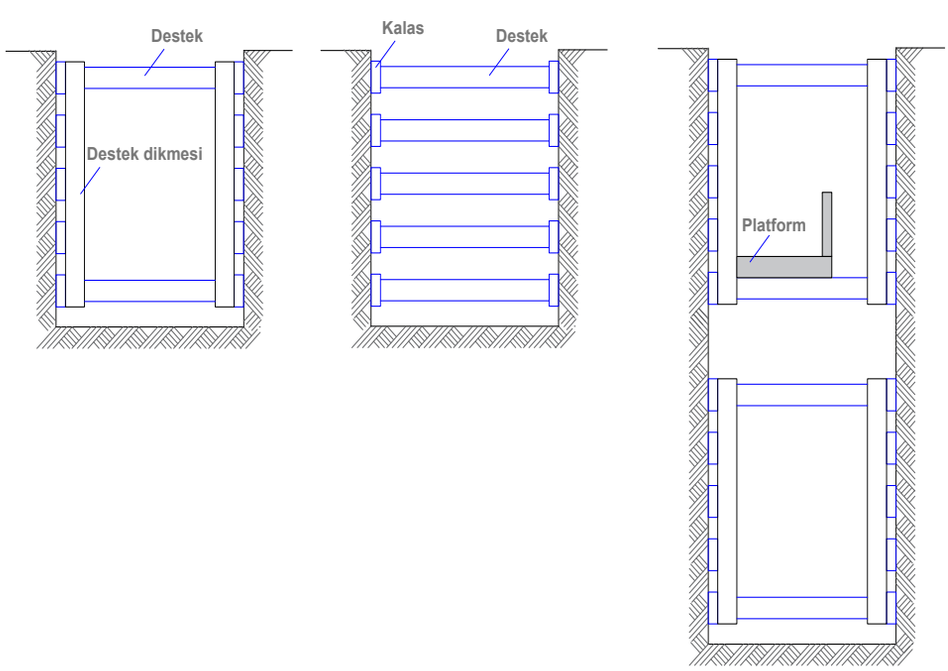
**Görsel 1.15:** Yüzeysel kazı tipleri

**Derin kazı**: Gökdelen temelleri, otoparklar veya metro istasyonları için yapılan temeller genellikle 5 metreden daha derin kazı gerektirir.

**Kanal kazısı**: Alt yapı, boru hattı veya drenaj sistemleri için yapılan dar ve uzun kazılara **kanal kazısı** denir. Kazı yapılırken en büyük risk, yan yüzeylerin (şevlerin) kendi ağırlığını taşıyamayıp çökmesidir. Kazı yapılan alanın yan duvarlarını desteklemek, toprak kaymasını (heyelanı) önlemek ve çevredeki yapıların (yollar, komşu binalar) zarar görmesini engellemek amacıyla yapılan her türlü destekleme yapısına **tahkim** denir.

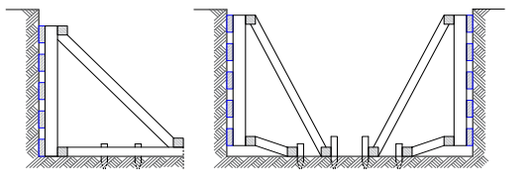
### 1.2.3.1. İksa

İnşaat çalışmalarında kazı yüzeylerini desteklemek, toprak kaymasını engellemek ve çevredeki yapıları korumak amacıyla yapılan **geçici veya kalıcı destek sistemidir** (Görsel 1.16).

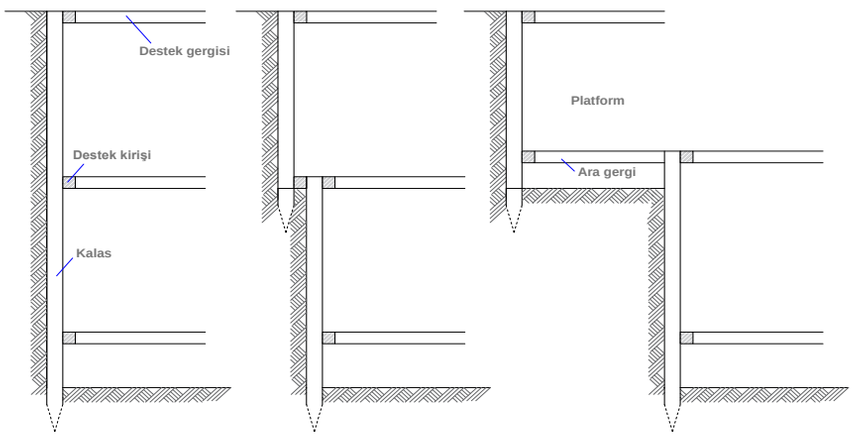



**Görsel 1.16:** İksa ile kazı

Özellikle derin kazı gerektiren projelerde (bina temelleri, metro inşaatları, kanalizasyon çalışmaları) güvenli bir çalışma alanı oluşturmak için hayati önem taşır (Görsel 1.17,18).



**Görsel 1.17:** İksa ile payandalı kazı




**Görsel 1.18:** İksa ile kademeli kazı

İksa uygulanırken karşılaşılan özel durumlar karşısında şu özel uygulamalara ihtiyaç duyulur.

**Ankraj**: Toprağın derinliklerine çelik halatların sokulup betonla sabitlenmesi ve gerilerek duvarın tutulması işlemidir.

**Püskürtme beton**: Kazı yüzeyine yüksek basınçla beton püskürtülerek yüzeyin hava ile temasının kesilmesi ve yüzeyde kabuk oluşturulmasıdır.

**Çelik destekler**: Karşılıklı iki duvar arasına yatay çelik borular koyularak duvarların içeriye doğru çökmesi engellenir.

İksa yapımının amaçları aşağıda açıklanmıştır.

**Can güvenliği**: Kazı içinde çalışan işçileri toprak altında kalma riskinden korumaktır.

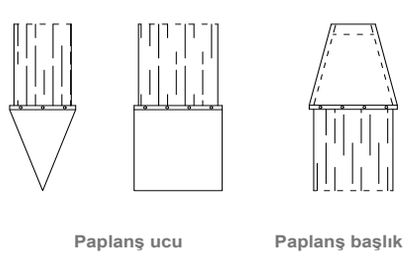
**Çevre yapıların korunması**: Kazı yapılan alanın yanındaki binaların temellerinin boşalmasını ve çatlamasını önlemektir.

**Zemin şişmesini önlemek**: Bazı zeminlerde kazı yapıldığında taban basıncı kalktığı için zemin yukarı doğru şişebilir; tahkim bu hareketleri sınırlar.

## 1.2.3.2. Fore Kazık

Yapı yüklerini sağlam zemin katmanlarına aktarmak veya derin kazıların güvenliğini sağlamak için zemine açılan dairesel kuyuların içerisine demir donatı ve beton dökülerek oluşturulan betonarme kolonlardır.

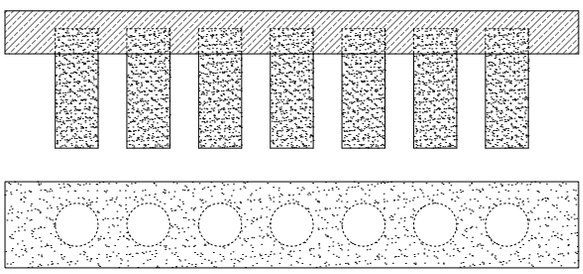
**Kazıklı tahkim**: Kazı sınırına yan yana çakılan betonarme kazıklar (fore) ile duvar oluşturulmasıdır. Zeminin durumuna göre üç şekilde yapılır. Kazıklar aralıklı yapıldığında kazı emniyeti sağlanıyorsa kazıklar aralıklı olarak sert ve kendini tutan zeminlerde yapılır. Orta sertlikte, su sızıntısının az olduğu zeminlerde kazıklar yan yana birbirine değecek şekilde yapılır (Görsel 1.19). Yer altı su seviyesinin yüksek olduğu zeminlerde kazı bölgesinde su sızdırmazlığı sağlamak için birbiriyle kesişen (sekant) kazıklar yapılır. Zemin yapısının nispeten kendini tutabildiği, su sorunu olmayan yerlerde zemine aralıklı olarak I ve H profiller çakılır. Kazı yapıldıkça profil araları ahşap kalaslarla desteklenir.




**Görsel 1.19:** Fore kazık

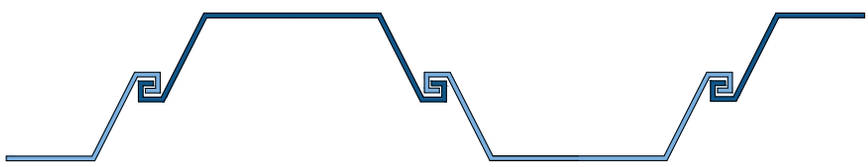
## 1.2.3.3. Palplanş

**Palplanş**, birbirine kenetlenen seri hâldeki çelik, beton veya kompozit levhaların zemine çakılmasıyla oluşturulan sızdırmaz perde duvar sistemidir (Görsel 1.20). Özellikle yer altı su seviyesinin yüksek olduğu alanlarda, deniz kenarı yapılarında ve gevşek zeminlerde iksa (destekleme) ve su yalıtımı amacıyla kullanılır. Bu sistemin en büyük avantajı, inşaat bittikten sonra levhaların topraktan sökülüp başka projede tekrar kullanılabilmesidir.



**Görsel 1.20:** Palplanş ve başlıkları

**Çelik palplanş**: En yaygın olanıdır. "**U**", "**Z**" veya düz profil şeklindedirler. Birbirlerine "kilit" adı verilen geçme sistemleriyle bağlanır (Görsel 1.21).



**Görsel 1.21:** Çelik palplanş

**Betonarme palplanş**: Genellikle kalıcı yapılarda (rıhtımlar, kanal kenarları) tercih edilir (Görsel 1.22).

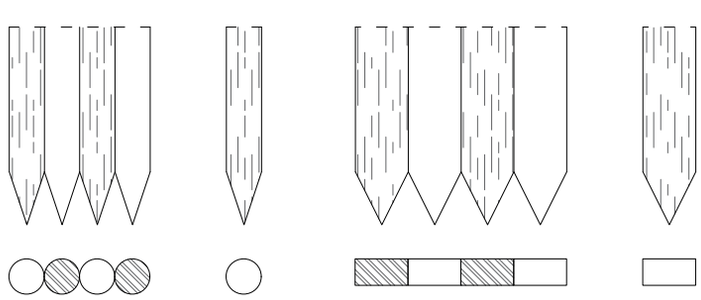
**Vinil (plastik)/kompozit palplanş**: Korozyon direnci yüksek olduğu için kimyasal atık bölgelerinde veya küçük sahil yapılarında kullanılır.

Palplanş bir çakma uygulamasıdır. Çakma işleminde üç yöntem uygulanır.

» **Vibrasyonlu çakma**: En modern yöntemdir. Levha yüksek frekansta titreştirilerek zemindeki sürtünme azaltılır ve kendi ağırlığı + vibrasyon etkisiyle aşağı kayması sağlanır (Kumlu ve nemli zeminlerde çok etkilidir.).

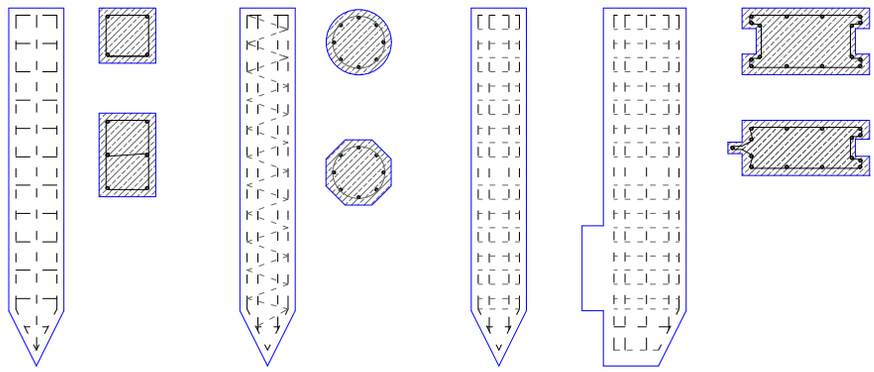
» **Vurmalı (darbeli) çakma**: Çok sert zeminlerde hidrolik veya dizel çekiçlerle levhanın başına vurularak yapılır.

» **Hidrolik press (baskı )**: Gürültü ve vibrasyonun yasak olduğu şehir içi bölgelerde, levhaları dev krikolarla zemine iterek yerleştirir.



**Görsel 1.22:** Betonarme palplanş

İlk levha çakıldıktan sonra, ikinci levhanın kenarı birincinin kilidine geçirilir (Görsel 1.23). Bu sayede duvar boyunca süreklilik ve sızdırmazlık sağlanır. Kazı derinliği fazlaysa palplanş duvarının eğilmesini önlemek için iç taraftan yatay çelik kirişler (kuşak) ve gergilerle destekleme yapılır.



**Görsel 1.23:** Betonarme palplanş geçmeler

**Palplanşın Avantajları**

» Hız: Diğer iksa yöntemlerine göre çok daha hızlı kurulur.

» Sızdırmazlık: Kilitli yapısı sayesinde suyun inşaat alanına girmesini engeller.

» Geri dönüşüm: Geçici iksa olarak kullanıldığında, iş bitince sökülüp götürülebilir, bu da maliyeti düşürür.

**Palplanşın Uygulandığı Yerler**

» Liman ve rıhtım inşaatları

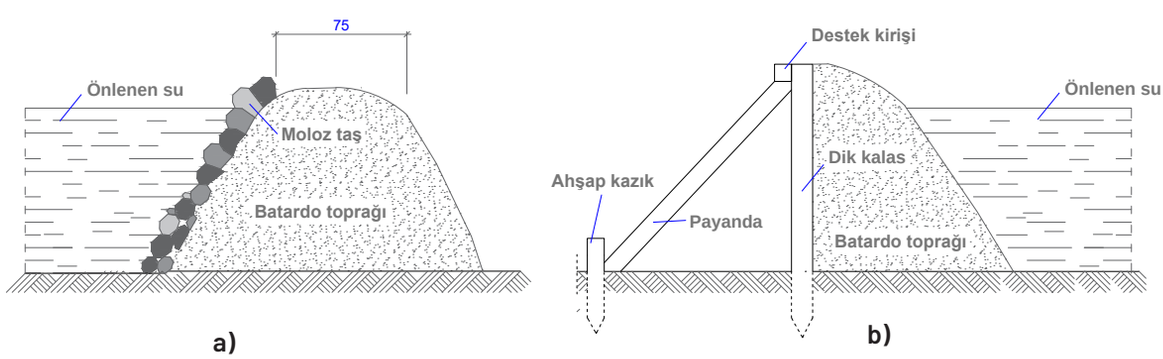
» Köprü ayakları için su içinde kuru alan oluşturma

» Kanalizasyon ve alt yapı hendekleri

» Yer altı suyunun akışını kesmek amacıyla yapılan perdeler

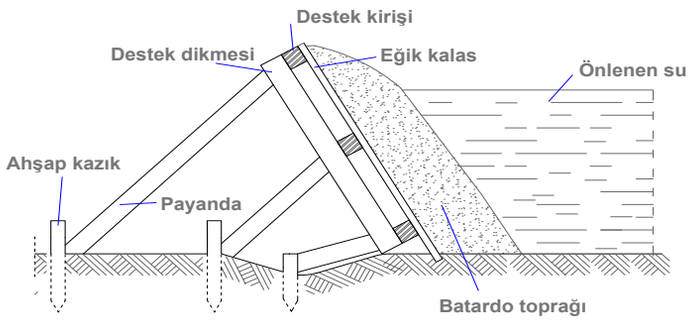
## 1.2.3.4. Batardolar

İnşaat mühendisliğinde ve mimaride, özellikle su altında veya su seviyesinin yüksek olduğu zeminlerde çalışma alanı oluşturmak amacıyla yapılan **geçici koruma yapısıdır**. Su içindeki alanda (nehir, göl, deniz veya yüksek yer altı suyu olan kara parçası) temel kazısı, köprü ayağı inşası veya boru hattı döşeme gibi işlemleri yapabilmek için suyun içeri girmesini engeller (Görsel 1.24a, b). İçerideki su boşaltılarak **kuru çalışma ortamı** sağlanır.



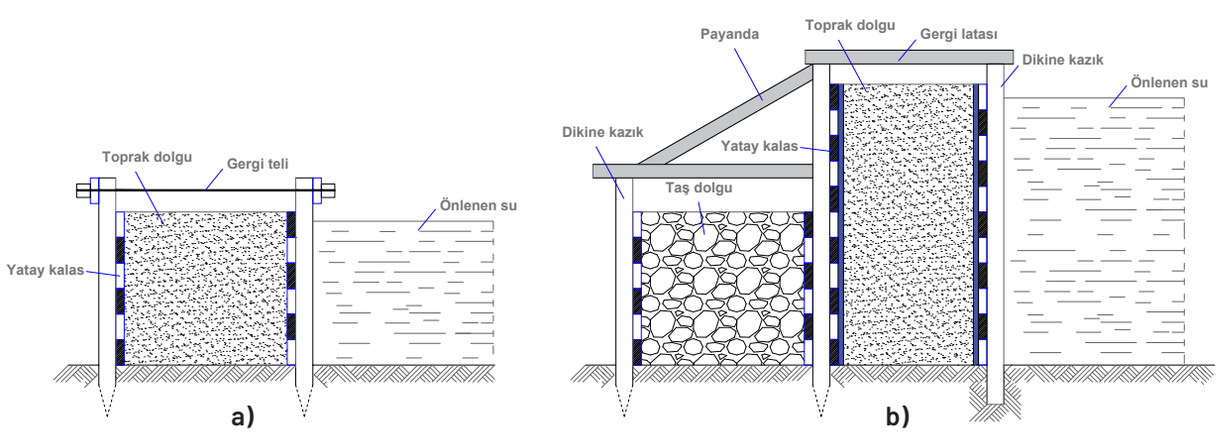

**Görsel 1.24:** Geçici batardolar

Kullanılacak malzeme ve suyun derinliğine göre farklı batardo tipleri (Görsel 1.25) vardır.

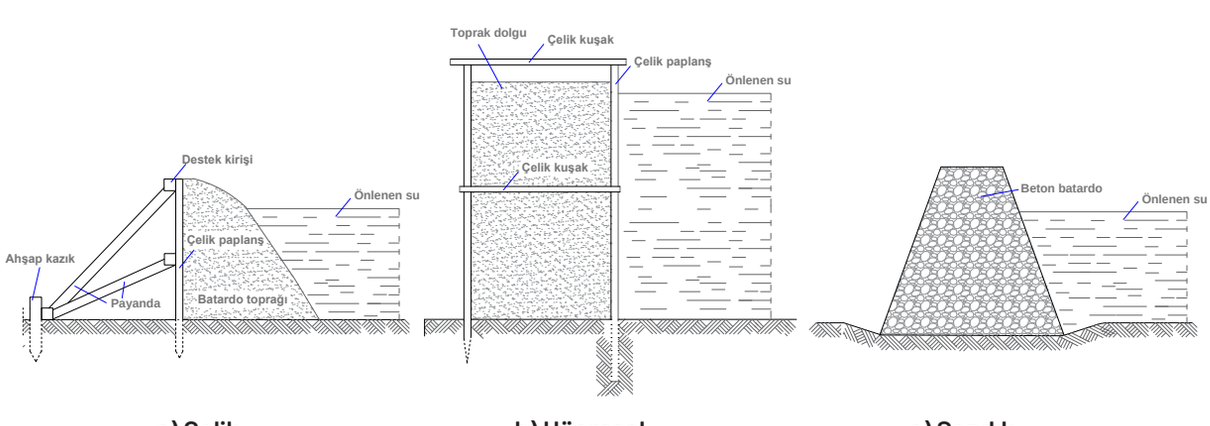



**Görsel 1.25:** Geçici batardo

1. **Toprak/kaya dolgu batardolar**: En basit ve ekonomik tiptir. Suyun sığ ve akıntının az olduğu yerlerde toprak veya kaya yığılarak yapılır (Görsel 1.26a, b). Sızdırmazlık için merkezine kil toprak yerleştirilebilir.
2. **Çelik palplanş batardolar**: Daha derin sularda, birbirine kenetlenen çelik levhaların çakılmasıyla oluşturulan hücre tipi yapılardır (Görsel 1.27a).
3. **Hücresel batardolar**: Çelik palplanşların dairesel hücreler oluşturacak şekilde çakılıp içinin kum veya taşla doldurulmasıyla yapılır. Çok derin ve akıntılı sularda tercih edilir (Görsel 1.27b).
4. **Sandık batardolar**: Karada inşa edilen dev beton veya çelik kutuların suyun içine yüzdürülüp istenilen noktada batırılmasıyla oluşturulur (Görsel 1.27c).




**Görsel 1.26:** Toprak ve kaya dolgu batardo




**Görsel 1.27:** Çelik/hücresel/sandık batardolar

Suyun debisi, derinliği ve zemin yapısı analiz edilir. Batardonun inşaat alanını ne kadar çevreleyeceği harita mühendisleri tarafından belirlenir. Taşıyıcı yapının kurulması (çakma/dolgu) için önce kılavuz iskeleler kurulur, ardından çelik palplanşlar, vibrasyonlu çekiçlerle zemin içine çakılır. Kamyon veya dubalar aracılığıyla kaya ve toprak malzeme suya dökülerek bir set oluşturulur.

**Sızdırmazlık önlemleri**: Batardo duvarları tamamlandığında, su sızıntısını önlemek için birleşim yerlerine bentonit kili veya özel yalıtım malzemeleri enjekte edilir.

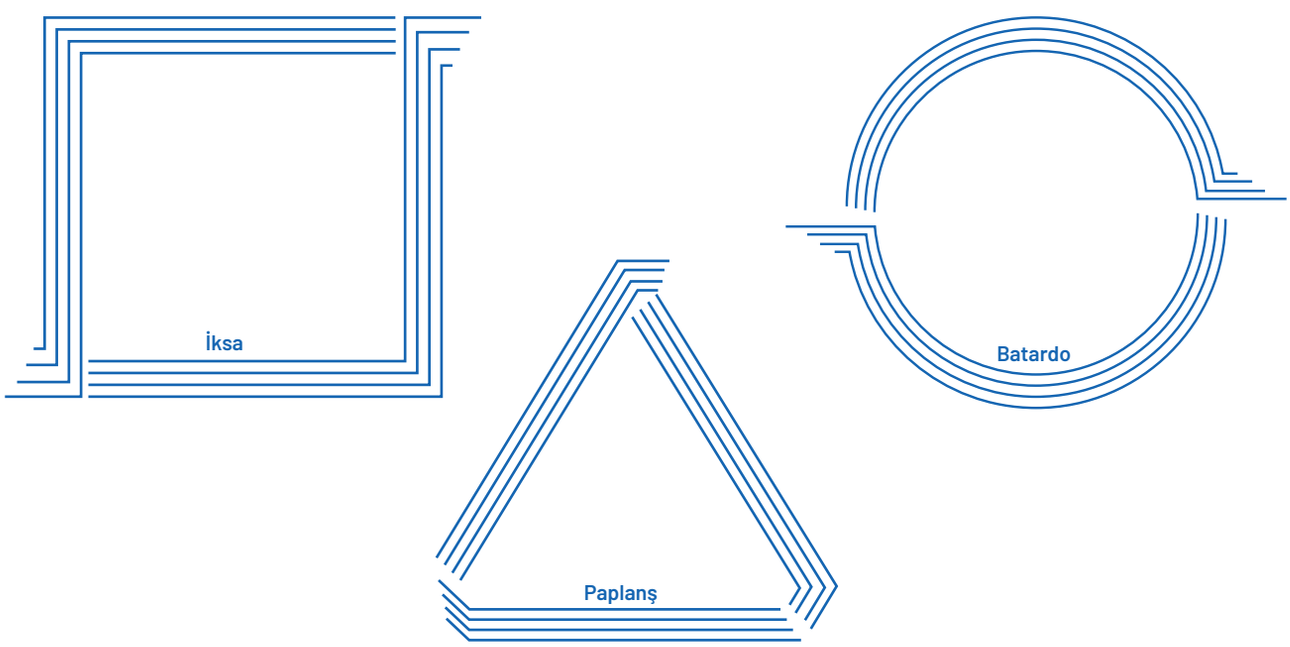
**Suyun tahliyesi**: Batardo ile çevrelenen alanın içindeki su, güçlü pompalar yardımıyla dışarı atılır. Bu aşamada duvarların su basıncına karşı dayanımı sürekli kontrol edilir.

**İç destekleme**: Su boşaltıldıkça, dışarıdaki suyun basıncı duvarları içeri itmeye başlar. Bu basıncı karşılamak için batardo içine yatay çelik kirişler (kuşak ve gergiler) yerleştirilir.

**İnşaat ve söküm**: İçerisi tamamen kurutulduktan sonra temel kazısı ve betonarme işlemleri (örneğin köprü ayağı inşası) yapılır. İş bitince batardonun içine kontrollü olarak tekrar su verilir (basınç dengelenir) ve palplanşlar sökülerek geri alınır.

### 1.5. SIRA SİZDE

Kazı ve tahkim hakkında iksa çeşitlerini kareköşelerine, paplanş çeşitlerini üçgen köşelerine, batardo çeşitlerini çember içine yazınız.




## 1.2.4. Temeller

Yapının sabit ve hareketli tüm yükleri temelde toplanır. Temel üzerine gelen tüm yükleri güvenle taşıyan ve altındaki zemine ileten yapı elemanıdır. Temel inşaatı, inşaat yapım teknik ve yöntemlerine uygun yapılır. Temel inşaat yapım teknikleri aşağıda sıralanmıştır.

» Zemin türü ve emniyet gerilmesi belirlenir.

» Bina sabit ve hareketli yükleri güvenle taşıyacak ve altındaki zemine emniyetle iletecek sağlamlıkta olmalıdır.

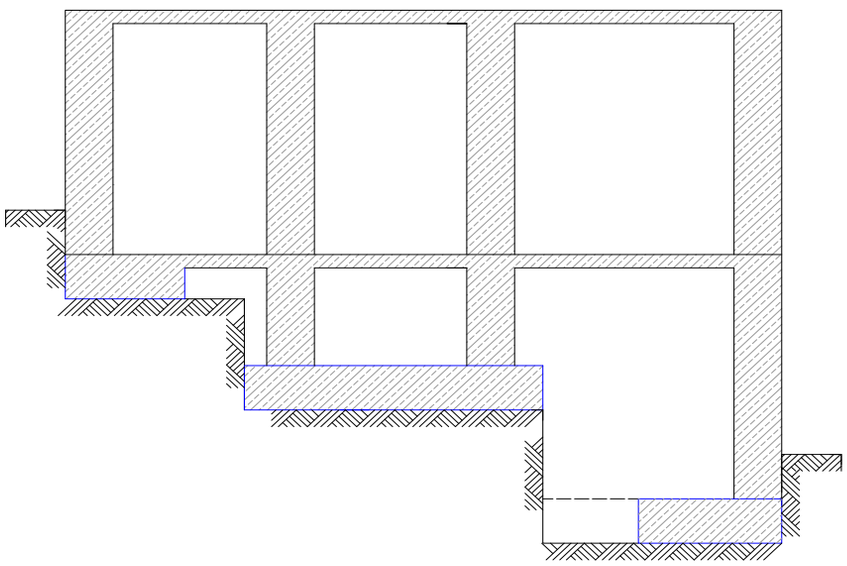
» Temel derinliği, yapılacağı bölgenin don seviyesi altında olmalıdır.

» Rüzgâr ve deprem etkisiyle temel üzerine etki edecek dik, yatay ve eğik kuvvetlerin bileşkesi temelde toplanmalıdır.

» Temel tabanı kayma etkisini engelleyecek şekilde düz veya kademeli olmalıdır (Görsel 1.28).

» Temel zemini farklı basınç dayanımları olan kısımlara ve aynı basınç dayanımlı zeminlerde her 30 metrede bir tekniğine uygun **dilatasyon** derzi yapılır.

Temeller taş, betonarme, ahşap ve çelik gibi malzemelerden yapılır. Temellerin hangi yöntemle yapılacağı; zemin, kullanılacak malzeme cinsi ve yapı durumuna bağlıdır.



**Görsel 1.28:** Düz veya kademeli temel tabanı

**Malzemelerine Göre Temeller**

**Taş temel:** Sağlam zeminde doğal taş kullanılarak yapılır. Su, rutubet ve don etkisine dayanıklı doğal taşlar kullanılır. Taş temel örme kuralarına uyularak yapılır. Yığma yapı temellerinde kullanılır. Taş temeller en az 5 cm serilmiş homojen malzeme üzerine hesaplanan kalınlıkta betonarme hatıl üzerine yapılır. Yerel malzeme olması, drenaj ve uzun ömürlü olması avantajlı yönüdür. Taş temellerin dezavantajı; işçilik standardının olmaması, malzeme ve yöntemin yetersizliği ve depreme dayanıksız olmasdır.

**Betonarme temel:** Zemin türlerinin tamamında kullanılır. Basınç, çekme, eğilme ve bükülme kuvvetlerine karşı dayanıklıdır. Her türlü şekil verilebilir. Yapılacağı zemin tabanına en az 10 cm grobeton ve korozyon etkisine karşı su yalıtımı yapılır. Yüksek dayanım, ekonomik, ulaşılabilirlik, şekil verilebilir olması ve uzun ömürlü olması avantajlarıdır. Betonarme temellerin zayıf yönü korozyon etkisidir.

**Ahşap temel**: Su doygunluğu yüksek, bataklık ve gevşek zeminde yükü derindeki sağlam tabakaya iletmek için kullanılır. Su içine çakılan ahşap kazıkların hava ile teması kesildiği için çürümeden ahşap kazıklar yüzyıllarca kalabilir. Hızlı ve kolay montaj, esneklik ve karbon ayak izinin az olması avantajlı yönüdür. Çürüme, haşere ve her zemin tipine uygun olmaması zayıf yönleridir.

**Çelik temel**: Yapının yükünü zemine iletmek için beton yerine veya betonla birlikte yapısal çelik elemanların (profiller, kazıklar veya levhalar) kullanıldığı temel sistemidir. Genellikle zayıf zemin koşullarında, çok katlı ağır yapılarda veya su içi inşaatlarda tercih edilir. Taşıyıcı gücü düşük olan yüzey, zemini geçerse yükü daha derine iletir. **H** şeklindeki ağır çelik kirişler toprağa çakılır. Darbe ve yüksek basınca dayanıklıdır. Boru şeklinde boş çelik borular zemine çakılır, içi betonla doldurularak kompozit yapı elde edilir. Derin kazı yapmanın mümkün olmadığı yerlerde üst üste birbirine dik çelik kiriş katman veya katmanlarıyla elde edilir. Temel derinliğini arttırmadan çok fazla kolon yükünün olduğu durumda kullanılır. Korozyon etkisine karşı bu ızgara kirişleri tamamen betonla kaplanır. Çelik temel; yüksek taşıma kapasitesi, hızlı yapılması, hassas üretilebilir ve geri dönüşebilir olması yönlerinden avantajlıdır. Korozyon, maliyet ve gürültü dezavantajlarıdır. Daha çok gökdelen, köprü, liman ve bitişik nizamlı yapılarda tercih edilir.

## 1.2.4.1. Temel Çeşitleri

Temeller şekil yönünden **yüzeysel** ve **derin** olmak üzere iki şekilde yapılır. Yüzeysel temelde kendini tutabilen zemine, **kuru zemin** denir. Kuru zeminde yapılan temelde, temel çukuruna su toplanmasını önlemek için drenaj yapılır.

### Yüzeysel Temeller

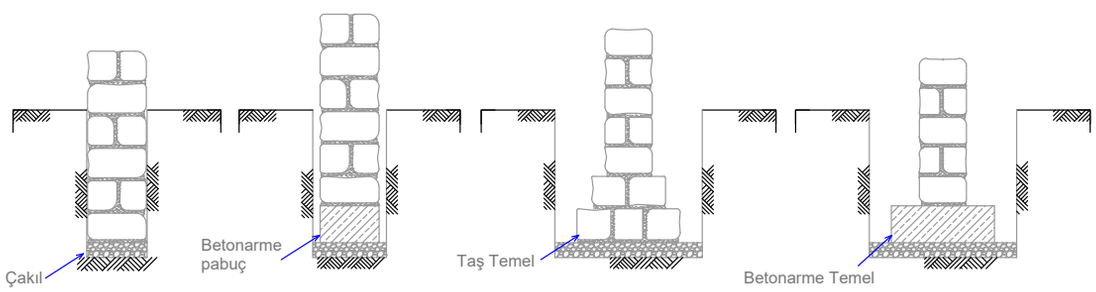
Derin bir kazı yapılmadan yapılan az katlı bina temelleridir. Basit ve kolay kazı yapılan temellerdir. Bina yükü az, zemini dayanımı elverişli zeminlerde yüzeye yakın daha basit temeller kullanılır.

### Kuru Zeminlerde Yapılan Yüzeysel Temeller

Kendini tutabilen zeminde iksa ve palplanş yapılarak kazılan zemine yapılan temeldir. Yer altı sularına karşı drenaj sistemi oluşturulur. Kuru zeminde yapılan temelde kâgir malzemeler kullanılır.

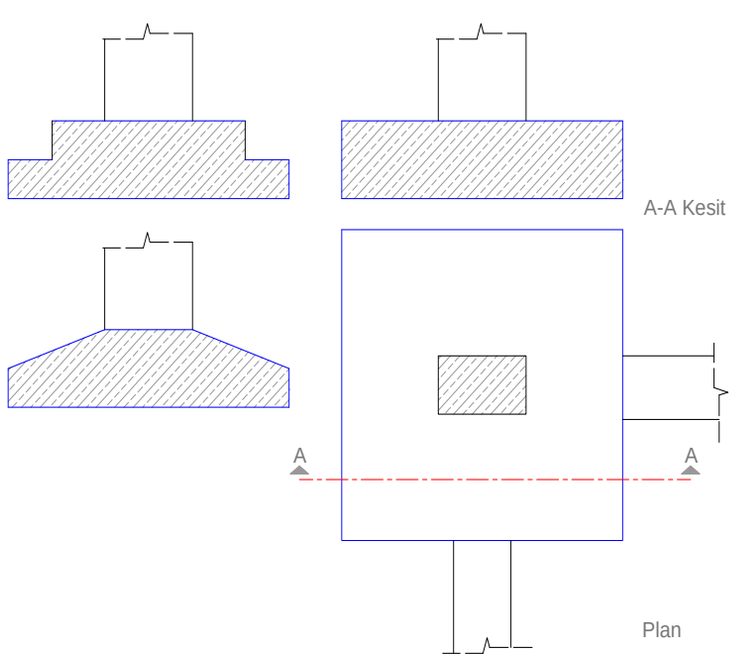
a. **Basit temeller:** Sağlam zeminde ve yapı yükünün az olması durumunda kullanılır.

b. **Duvar temeli:** Zemin basıncının yeterli olmadığı durumda, temel tabanını genişleterek ampatman yapılmasıdır (Görsel 1.29).



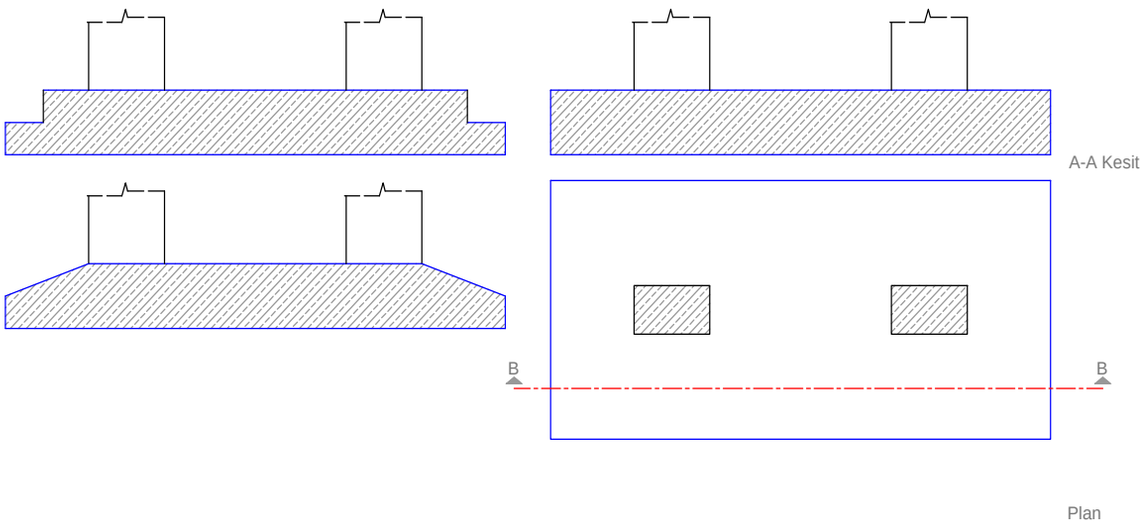

**Görsel 1.29:** Basit duvar temeller

c. **Münferit temel**; Bir kolon için yapılan kare veya dikdörtgen şeklindeki temeldir. Bu temelin kenarları kademeli veya eğik betonarme yapılır (Görsel 1.30). Münferit temelde kaymaları engellemek için temel pabuçları bağ kirişleriyle bağlanır.




**Görsel 1.30:** Münferit temel

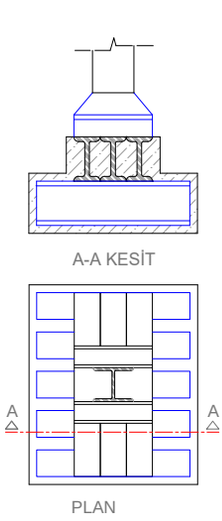
ç. **Mütemadi temel**: Aynı aks üzerindeki kolonların altına yapılan betonarme kiriş temeldir. Zemin durumuna göre tek yönlü kolonları birbirine bağlayarak veya iki yönlü ızgara yapısında yapılabilir. Radye temel maliyetinin yüksek olmasında zemin uygunsa mütemadi temel tercih edilir (Görsel 1.31). Zeminin farklı oturmasını engellemek için yapılır. Deprem anında kolonların birlikte hareket etmesini sağlar. Zayıf zeminde tekil temele göre daha güvenlidir.



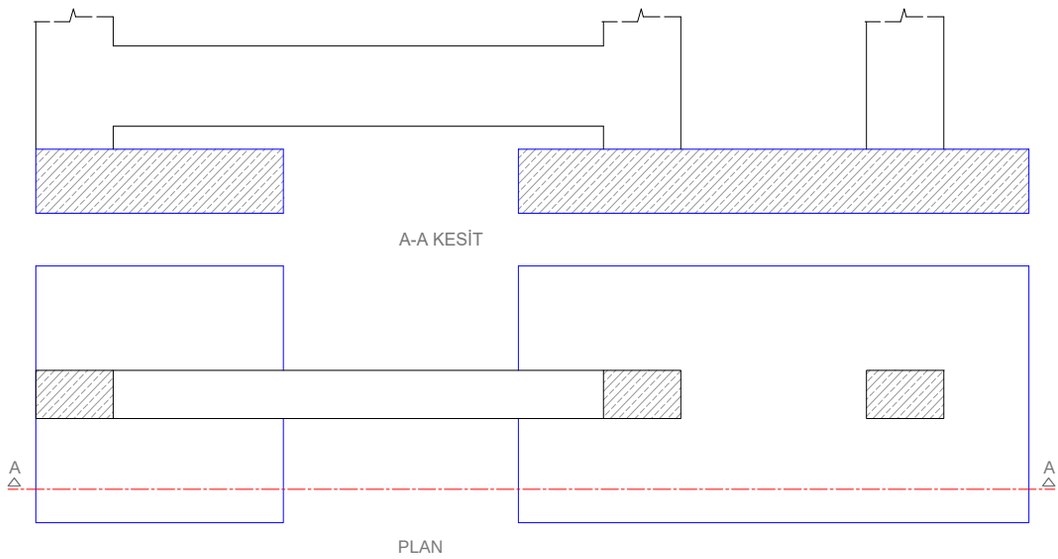

**Görsel 1.31:** Mütemadi temel

d. **Izgara temel**: Bu temelde çelik I profiller betonarme kiriş üzerine yerleştirilerek çelik profillerin korozyon etkisine karşı etrafı betonla kaplanır (Görsel 1.32).

e. **Konsol temel**: Bitişik nizamlı yapıların inşaatında kolon pabucu, komşu parsele geçmemesi için konsol temel yapılır (Görsel 1.33). Konsol temel uygulamasında iki pabucu bağlayan kiriş oluşturularak moment aktarımı yapılır, pabuçların devrilme eğilimi engellenir. Mühendislikte "Bağ Kirişli Temel" adıyla bilinir. Bu temel, radye yapma maliyetine karşı çözüm olarak kullanılır. Konsol kiriş altına beton dökülmez, zeminle teması kesilerek yapılır. Konsol temel çelik ve betonarme olarak yapılır.

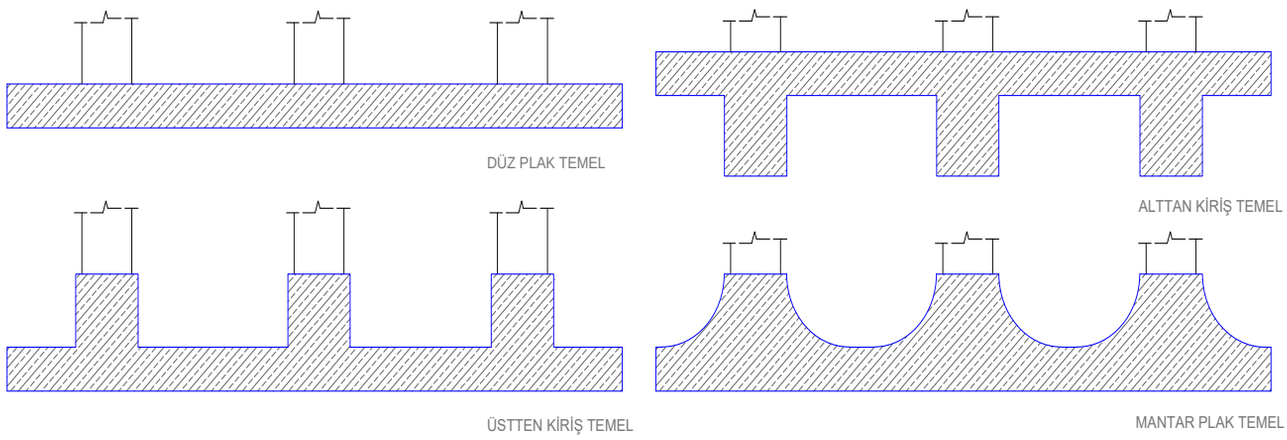



**Görsel 1.32:** Izgara temel




**Görsel 1.33:** Konsol temel

**f.** **Radye temel**: Yüksek katlı ve deprem riski taşıyan bölgelerde tüm bina alanına yayılan temeldir. Radye temel, ters çevrilmiş döşeme gibi tasarlanır. Radye temel; düz, kirişli, mantar ve kutulu (hücresel) yapılabilir. Farklı oturmaları, düşük zemin taşımayı, deprem güvenliği ve yer altı su yalıtımı için radye temel tercih edilir (Görsel 1.34). Maliyeti ve güvenliği yüksek temel çeşididir.

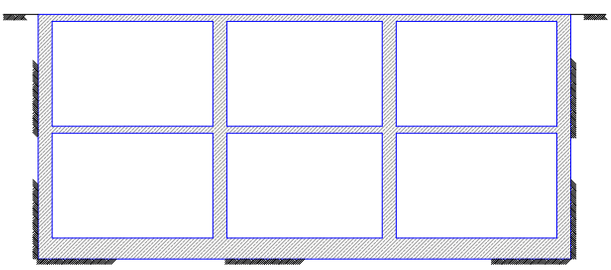



**Görsel 1.34:** Radye temel

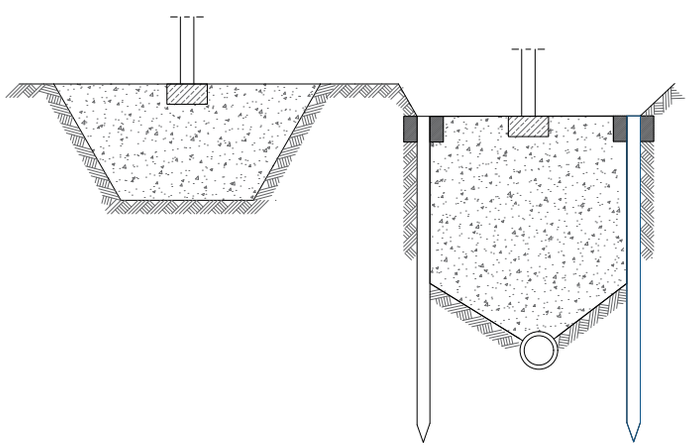
**g.** **Rijit temel**: Eğilme ve bükülmelere karşı dirençli tasarlanmış temeldir. Bir blok hâlinde hareket edip yükleri zemine eşit yayan temel türüdür (Görsel 1.35). Temel içinde yumuşak bölgelere binanın çökmesini engeller. Rijit temel zayıf zeminde ve yüksek yapıda tercih edilir. Rijit temelin kazı, işçilik ve yapım maliyeti yüksektir.

**Kum ve Çakıl Dolgu Üstü Temel**

Kum ve çakıl karışımı malzeme 30 cm geçmeyen tabakalar hâlinde tüvenan serilip sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi tabakalar sulanarak yapılır. Temelin yapılacağı zemine 10 cm grobeton dökülerek demirde korozyon etkisi önlenir. Grobeton üzerine su yalıtımı (membran veya sürme) yapılır. Zemine bir-iki katlı bina yapılacaksa mütemadi, daha büyük yapı inşaatı için radye temel yapılır (Görsel 1.36). Kum ve çakıl, suyu hızla geçirdiğinden su tahliyesi için drenaj yapılır.



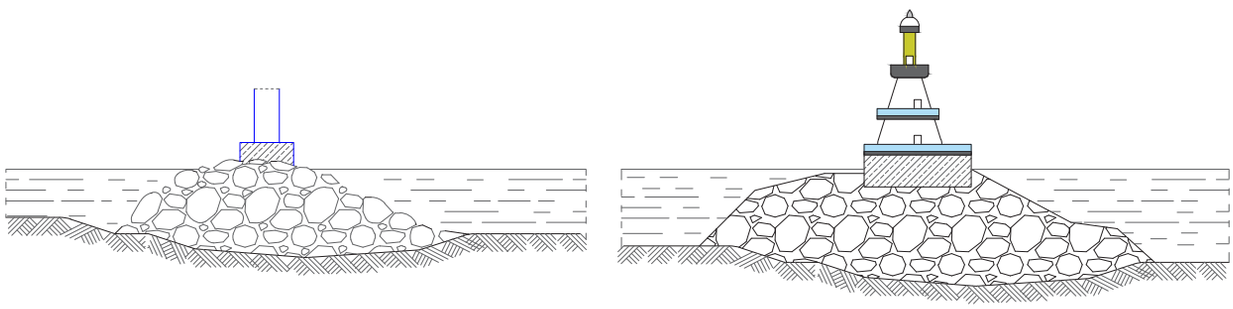
**Görsel 1.35:** Rijit temel



**Görsel 1.36:** Kum ve çakıl dolgu üstüne temel

### Su İçine Yapılan Yüzeysel Temel

**a.** **Taş dolgu üzerine inşa edilen temel**: Su altında gevşek balçık, kum veya bitkisel tabaka ekskavatörlü dubalarla veya vakumlu tarama gemileri ile sert zemine kadar temizlenir. Su altına taşlar tam istenen noktalara serilir. Bunun için dipten açılan gemiler kullanılır. En alt tabakaya büyük kayaların serilmesine **anroşman** denir. Anroşman yapıldıktan sonra küçük kırma taş serilerek temel tabanı tesviye edilir. Temel, radye şeklinde oluşturulur (Görsel 1.37).



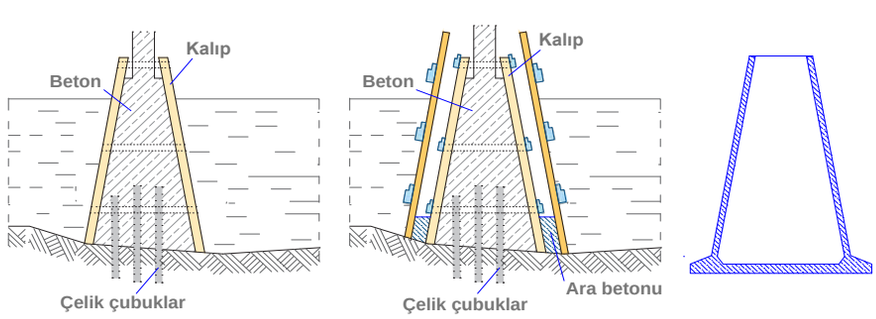
**Görsel 1.37:** Radye temel

**b.** **Beton ve taş bloklarla inşa edilen temel**: Liman, rıhtım, dalgakıran ve köprü ayaklarının altına yapılır. Yerinde beton dökmenin zor olduğu derin ve dalgalı sularda kullanılır. Anroşman ve üstüne kırma taş serilerek zemin tesviyesi sağlanır. Dalgıçlar, beton blokların oturacağı zemini teraziye getirir. Daha önceden hazırlanmış sülfata dayanıklı geçirimsiz beton bloklar hazırlanır. Bloklar, birbirine lamba ve zıvana geçme tekniğinde üretilir. Bloklar vinçlerle su altında hassas yataklara yerleştirilir. Beton bloklar yan yana ve üst üste içi taş veya betonla doldurularak yerleştirilir (Görsel 1.38). Anroşman koruması için temelin ön ve arka kısmına kaya blokları yığılır.



**Görsel 1.38:** Beton ve taş bloklarla temel

**c.** **Dipsiz sandıklarla inşa edilen temel**: Derin köprü ayakları ve nehir içi yapıların yapılmasında kullanılır. Altı ve üstü açık büyük betonarme ve çelik silindir kutulardır. Su altındaki sandık ucu zemine batacak şekilde (boşluksuz oturtulur) yapılır. Su altında sandığın içi ve altı boşaltıldıkça sandık kendi ağırlığınca aşağı doğru hareket eder. Sandık, sağlam kaya zemine kadar batırılır. Sandık boyu yetersiz olduğunda üstüne halkalar eklenir. Sağlam zemine ulaşıldığında sandık içindeki su boşaltılır ve su altı betonu dökülür. Taban betonu üstüne su boşaltılarak demirli beton ya da kum çakıl doldurularak rijit temel bloğu oluşturulur (Görsel 1.39).




**Görsel 1.39:** Dipsiz sandıklarla temel

ç. **Yüzen sandıklarla inşa edilen temel**: Karada veya havuzda sandık veya kutu biçiminde altı kapalı üretilir. Temel noktasına kadar yüzdürülür ve temel noktasında batırılır. Liman rıhtımları, köprü ayakları için bu yöntem kullanılır. Sandığın yerleşeceği zemin temizlenir, anroşman yapılır. Sandık içi doldurularak yerine batırılır.

**Derin Temeller**

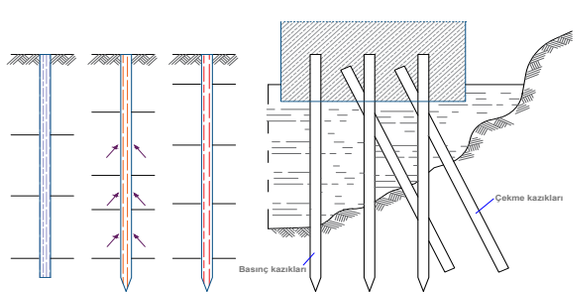
Bina yükünü daha derindeki taşıma kapasitesi yüksek, sağlam zemine iletmek amacıyla yapılan temele denir. Gökdelen, köprü ve baraj inşaatlarında üst tabaka toprak yumuşak ise derin temel yapılır. Yüksek katlı binalarda rüzgâr ve deprem gibi büyük yanal kuvvetler oluşur, bu durumda derin temel yapılır.

1. **Ayak temel**: Zayıf yüzey tabakasını geçerek yükü derindeki sağlam zemine iletmek için kullanılan, genellikle silindirik veya kare kesitli büyük çaplı taşıyıcı sistemdir. Bu temel, yerinde dökme beton ile imal edilir. Temel, büyük matkap ve kazı makineleri ile kazılır. Sağlam tabakaya ulaşıldığında kuyu tabanı temizlenir. Doğru tabakaya inildiği test edilir. Önceden hazırlanmış donatıya pas payları takılarak vinçle kuyuya indirilir. Beton dökme işlemi kuyunun en altından yukarı doğru ayrışmaya engelleyecek yükseklikten dökülür. Beton dökümü tamamlandıktan sonra, eğer geçici çelik kılıf kullanılmışsa beton henüz tazeyken boru geri çekilir. Temel en az 80 cm çapında olmalıdır.
2. **Kuyu temel**: Kuyu temel, genellikle bitişik nizam yapıda yan binanın temeline zarar vermeden zemini parça parça kazarak betonarme kolonlar oluşturma yöntemidir. Modern iksa (destek) sisteminin (fore kazık gibi) giremediği dar alanda veya sert zeminde manuel ya da yarı-mekanize şekilde uygulanır. Zemine yerleştirilen kuyu kalıbı altı kazılarak kalıbın aşağı doğru ağırlığınca inmesi sağlanır. Kazı derinleştikçe kuyunun çökmemesi için yan duvarlar ahşap kalaslar ve çelik kuşaklarla desteklenir. İstenen sağlam tabakaya ulaşıldığında kuyunun içine donatı kafesi yerleştirilir ve beton dökülerek "ayak" oluşturulur. Kuyular genellikle birer atlayarak (satranç tahtası düzeninde) açılır. Böylece zemin dengesi korunur.
3. **Keson temel**: Genellikle su altında (deniz, nehir) veya çok yumuşak zeminde köprü ayakları ve baraj yapıları inşa etmek için kullanılan içi boş sandık veya silindir devasa yapılardır. Açık olan kesonların altı ve üstü açık kazı yapıldıkça dibe çöker. Basınçlı ve sandık şeklinde su altı yapıları inşaatı için kullanılan keson türleri vardır.
4. **Kazık temel**: Yapı yüklerini üst tabakadaki taşıma kapasitesi düşük zeminden alıp daha derindeki sert ve sağlam tabakaya ileten en yaygın derin temel tipidir. Zeminin taşıma gücü yersizliğinde oturma riski, deprem, sıvılaşma ve yanal kuvvet riski varsa kazık temel yapılır. Kazıklar yükü iki şekilde taşır. Sağlam zemine basan kazıklar yükü doğrudan sert tabakaya aktarır. Sağlam tabaka çok derindeyse kazığın sürtünme kuvveti yardımıyla yük taşıması sağlanır. En yaygın olan yerinde dökülen fore kazığıdır. Zemin delinir, donatı deliğe yerleştirilir ve beton dökülür. Ayrıca betonarme, çelik ve ahşap olarak fabrikada üretilen kazıklar, dev bir şahmerdanla (tokmak) dövülerek toprağa çakılır. Zemini sıkıştırdığı için taşıma kapasitesini artırır ancak yapımı çok gürültülüdür. Daha hafif yüklerde veya mevcut binaların temellerini güçlendirmek için dar alanda çapı 30 cm geçmeyen mini kazıklar kullanılır. Kazıklar tek başlarına binayı taşımaz. Çakılan veya dökülen tüm kazıkların tepesi, kazık başlığı adı verilen kalın betonarme blokla birbirine bağlanır. Binanın kolonları bu başlığın üzerine oturur, böylece yük tüm kazıklara eşit dağılır.

Kazık temeller için üretilen hazır kazıklar aşağıda sıralanarak açıklanmıştır.

**Ahşap hazır kazık**: Suya dayanıklı kabuğu soyulmuş budaksız meşe, sedir, okaliptüs ve köknar gibi ağaç türlerinden üretilir. Genellikle 6-12 m uzunluğunda 20-40 cm çapında olur. Daha derine inmek için uç uca manşonlarla boy uzatılır. Kazıkların bünyesinde çürüme olmaması için basınçlı kimyasal (kreozot veya bakır solüsyon) koruma uygulanması gerekir. Kazıklar eklenerek çakılır. Kazık uçlarına çelik pabuç takılır. Çakma kuvveti uygulanan başlığa, ahşabın parçalanmasını engellemek için çelik başlık takılır.

Sağlam zemine veya kayaya dayandığı, son on darbenin her defasında 1 veya 2 cm geçmemesi ile anlaşılır ve çakma işlemi durdurulur (Görsel 1.40). Kazık üstünün hava ile teması kesilerek yer altı su seviyesi altında çürümesi engellenmelidir.




**Görsel 1.40:** Ahşap kazıklar üstüne temel

**Betonarme hazır kazık**: Fabrikada istenen boy ve kesitte önceden dökülen, şantiyeye getirildikten sonra özel makinelerle zemine çakılan taşıyıcı elemandır. Fore kazıklardan en büyük farkı, zeminin delinip içine beton dökülmesi değil; hazır bir kolonun zemine dövülerek veya itilerek zorla sokulmasıdır. Çakma sırasındaki darbelere dayanması için kazığın baş ve uç kısımında donatı sıkılaştırılır. **C35** ve üzeri betondan üretilir.

Betonun tam mukavemetine ulaşması için buhar kürü uygulanır. Kazığın çakılmasında aşağıdaki yöntemlerden biri tercih edilir.

» Dizel, hidrolik veya serbest düşen şahmerdanlarla kazığın tepesine vurularak zemin içine itilir.

» Yüksek frekanslı titreşim veren makineyle zemine "sallanarak" sokulur. Özellikle kumda çok etkilidir.

» Gürültü ve sarsıntı istenmeyen hassas bölgelerde devasa hidrolik kollar, kazığı zemine sessizce "bastırarak" sokar.

**Çelik hazır kazık**: Çok derin sağlam tabakaya ulaşılması gereken projelerde, yüksek taşıma kapasitesi ve mukavemeti nedeniyle tercih edilen "derin temel" elemanıdır. Diğer kazık türlerine göre en çok yüksek darbe enerjilerine dayanabilir ve zemine çakılırken boyları kolayca uzatılabilir. Şahmerdanla zemine çakılır.

**H** kesitli kazıklar görünüş olarak "H" harfine benzeyen geniş başlıklı profildir. Çakılırken zemini, yerinden çok az oynar, bu yüzden çevredeki binalara daha az sarsıntı iletir. Kayalık zemine saplamak için idealdir.

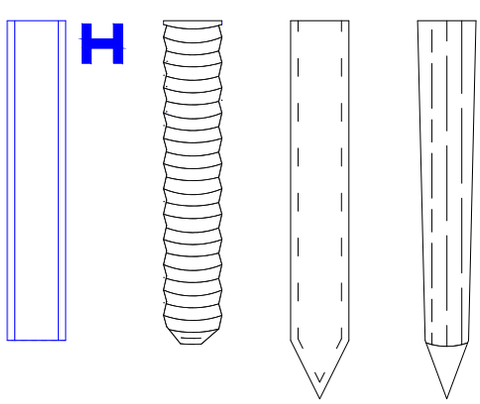
Boru kazıkların uçları açık veya kapalı çakılır. Uçları kapalı olanlar beton ile doldurulur.

Temel taşıyıcı olmaktan ziyade, kazı alanını desteklemek veya suyun girmesini engellemek için birbirine kilitlenen levhalar şeklinde kullanılır.

Bu kazıkların maliyeti yüksektir. Kazıklar, korozyon etkisine karşı epoksi boya ile korunmalıdır. Liman, iskele, köprü ve ağır sanayi tesislerin temellerinde kullanılır (Görsel 1.41).

**Derin Temel Yapımı**

1. **Yerinde dökülen kazıklar**: Zeminin önceden delinmesi ve açılan kuyuya demir donatı yerleştirilip beton dökülmesi esasına dayanan derin temel yöntemidir (Görsel 1.42).




**Görsel 1.41:** Çelik hazır kazıklar



**Görsel 1.42:** Yerinde dökülen kazıklar

» **Fore kazık**: En yaygın kullanılan yerinde dökme kazık tipidir. Çapları genellikle 65 cm'den başlar ve 200-250 cm'ye kadar çıkabilir.

» **Burgu kazık**: Sürekli burgu yöntemi olarak da bilinir. Fore kazıktan farkı, burgunun tüm kuyu derinliği boyunca tek parça olması ve zemini dışarı çıkarmadan beton dökebilmesidir. Burgu hedeflenen derinliğe kadar toprağa saplanır. Burgu geri çekilirken gövdesinin içindeki boşluktan yüksek basınçlı beton kuyuya basılır. Betonlama bittikten sonra donatı kafesi taze betonun içine genellikle vibrasyonla itilir.

» **Mini kazık**: Çapı 25 cm ile 30 cm arasında değişen, daha küçük makinelerle yapılan kazıklardır.

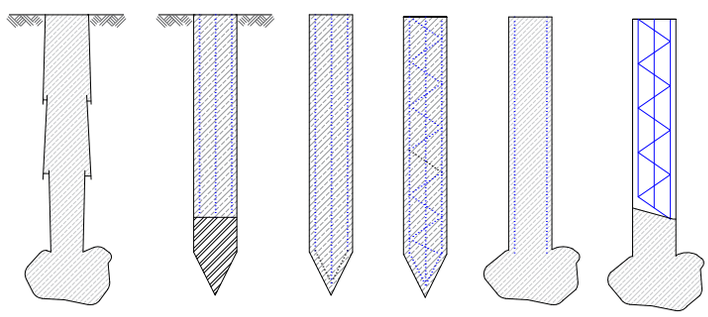
2. **Kaplama borusu kullanılmadan yapılan kazık**: Kaplama borusu (muhafaza borusu) kullanılmadan yapılan kazıklar, genellikle zeminin kendi kendini taşıyabildiği veya kuyu çeperinin özel yöntemlerle desteklendiği durumda tercih edilir. Bu yöntem, boru çakma ve geri çekme maliyetini ortadan kaldırdığı için daha hızlı ve ekonomiktir.

» **Conart (kornart ) kazık**: Uç kısmında genişletilmiş bir beton yumru (ayak) oluşturularak taşıma gücü artırılan, sarsıntılı ancak yüksek kapasiteli kazıklardır.

» **Kompress kazık**: Konik bir tokmak kullanılarak zeminin dövülmesi ve yanlara itilmesi esasına dayanır. Oluşan boşluğa beton dökülürken yine tokmakla sıkıştırma yapılır.

» **Ekspres kazık**: Boru kullanılmadan zemini hızla delip betonun basınçla basıldığı, daha çok gevşek ve sulu olmayan zeminlerde tercih edilen hızlı yöntemdir.

3. **Kaplama borusu zeminde kalan kazıklar**: Yer altı suyunun çok fazla olduğu veya zeminin aşırı gevşek olup betonun kirlenme riskinin bulunduğu yerlerde, çelik kılıf borusu zeminden çıkarılmaz; kazığın bir parçası olarak kalır (Görsel 1.43).



**Görsel 1.43: Kaplama borusu zeminde kalan kazıklar**

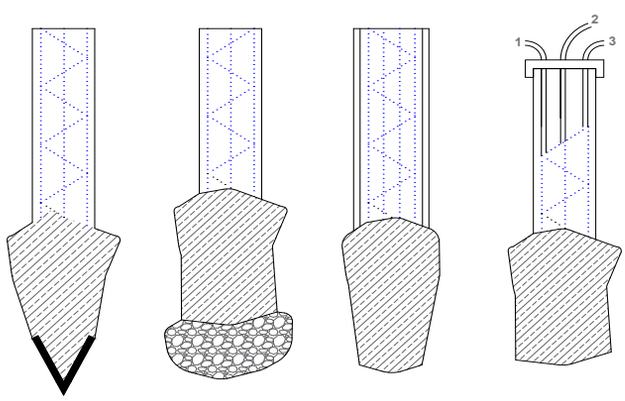
» **Raymond kazık**: İnce çelik sacdan yapılmış, basamaklı veya konik gövdeli borunun zemine çakılması ve içinin betonla doldurulmasıdır. Sac boru zeminde kalarak betonu dış etkenlerden korur.

» **Mast kazık**: Genellikle dairesel kesitli çelik boruların çakılması ve içinin betonlanması yöntemidir.

» **Stren, Jansen ve Abolorenz [(Ştren, Yanse, Abolotens) (Kaplama borulu geri çekilen kazıklar)] kazık**: Bunlar Avrupa menşeli özel patentli sistemdir. Temel mantık, ince cidarlı bir borunun genellikle beton elemanlarla desteklenerek çakılması ve kalıcı kılıf olarak kullanılmasıdır.

» **Benoto kazık**: Fore kazık makinesi markasıdır ancak literatürde büyük çaplı, ağır hizmet tipi çelik kılıf borularının hidrolik makinelerle çevrilerek zemine sürüldüğü ve genellikle borunun zeminde bırakıldığı veya çok zor şartlarda çıkarıldığı sistemdir.

4. **Kaplama borusu çıkartılan kazık**: Bu sistemde boru sadece beton dökülene kadar kuyu güvenliğini sağlar, ardından geri çekilerek tekrar kullanılır (Görsel 1.44).




**Görsel 1.44: Kaplama borusu zeminden çıkarılan kazıklar**

» **Simpleks [(Sim-pleks) (Yerinde dökme betonarme kazık sistemi)] kazık**: Alt ucu dökme demir pabuçla kapatılmış borunun çakılması, beton dökülmesi ve borunun yavaşça yukarı çekilmesi yöntemidir.

» **Franki [(Franki) (Yerinde dökme betonarme kazık sistemi)] kazık**: Borunun içindeki beton tıkacın dövülerek borunun aşağı çekildiği ve uçta geniş bir ayak oluşturulduğu, dünyada en çok bilinen özel kazık tipidir.

» **Straus [(Ştraus) (Yerinde dökme betonarme kazık sistemi)] kazık**: Darbeli delgi (pervane veya kova ile) yöntemiyle kuyu açılan, suyun tahliye edildiği ve borunun betonlama sırasında çıkarıldığı nispeten eski ama güvenilir yöntemdir.

» **Wolfholz [(Volf-holts) (Yerinde dökme betonarme kazık sistemi)] kazık**: Basınçlı hava kullanılarak kuyu içindeki suyun dışarı atıldığı ve betonun basınç altında döküldüğü özel fore kazık tipidir.

**Kazık Izgaralar**

Kazıkların tepesini birbirine bağlayan ve bina yükünü kazıklara dağıtan yatay yapı elemanıdır.

» **Ahşap ızgara**: Genellikle ahşap kazıkların üzerine su seviyesinin altında kalacak şekilde yerleştirilen kalın kalaslardan oluşur. Tarihi yapılarda (Venedik, İstanbul sahil sarayları) yaygındır.

» **Çelik ızgara**: Çelik kazıkların tepesine kaynaklanan **I** veya **H** profillerden oluşur. Daha çok geçici yapı veya ağır sanayi temellerinde kullanılır.

» **Betonarme ızgara:** Günümüz modern inşaatındaki en yaygın yöntemdir. Kazık başlarını içine alan devasa betonarme bloklar (kazık başlığı) veya radye temellerdir.

## 1. ETKİNLİK

**Temel zeminlerini açıklama**

**Amaç:** Temel zeminiyle ilgili infografik hazırlamak

**Süre;** 15 dakika

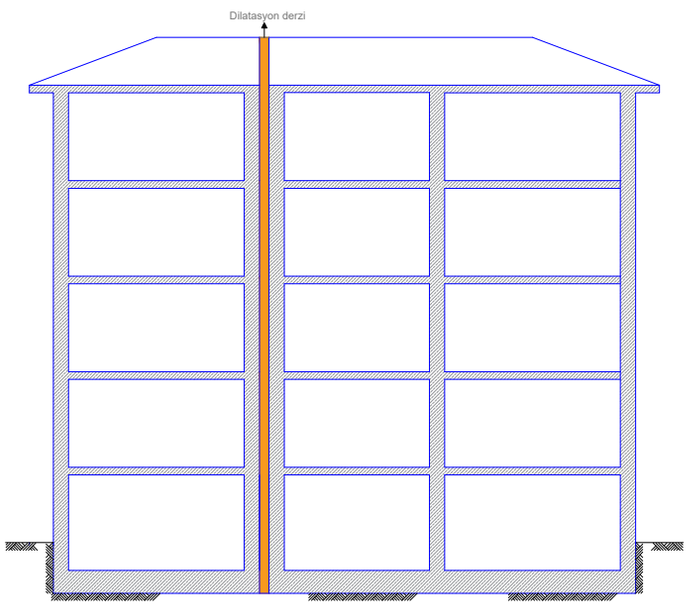
**Görev:** Aşağıdaki işlem basamaklarına göre temel zeminiyle ilgili infografik hazırlamanız beklenmektedir.

İşlem basamakları;

1. İnfografik kâğıdını yüzeysel ve derin temel için ikiye ayırınız.
2. Yüzeysel temelleri anlatan görselleri ayrılan yere yapıştırınız.
3. Derin temelleri anlatan görselleri ayrılan yere yapıştırınız.
4. Yüzeysel ve derin temelleri sınıfa anlatınız.

## 1.2.5. Dilatasyon Derzi

Yapıda sıcaklık değişimi, genleşme, büzülme, deprem veya zemin farklılıkları gibi nedenlerle oluşabilecek gerilmeleri karşılamak amacıyla bırakılan yapısal boşluklardır. Bu derzler, binanın yüksekliğince dik bir düzlem olarak yapılır. Boyu 30 metreden uzun olan binalarda öngörülen etkilere karşı bu derz bırakılır. Bloklar arasındaki bu kesintiler, yapının bütün olarak zarar görmesini engeller ve her parçanın bağımsız hareket etmesini sağlar. Temelden çatıya kadar temel, döşeme, kiriş, duvar ve kolonlarda dilatasyon boşlukları genellikle 3 cm ile 10 cm arasında bırakılır (Görsel 1.45). Bu boşluklar dış etkilerden (su, toz, rüzgâr) korunmak için özel dilatasyon profilleri, mastikler veya su yalıtım bantlarıyla kapatılır.




**Görsel 1.45: Binalarda dilatasyon derzi**

### 1.2.5.1. Dilatasyon Derz Çeşitleri

Yapı üzerindeki oluşma nedeni ve işlevine göre dört gruba ayrılır.

1. **Genleşme (ısı) derzleri**: Sıcaklık farklarından kaynaklanan uzama ve kısalmaların yapıya zarar vermesini önlemek için bırakılır.
2. **Oturma (zemin) derzleri**: Zemin yapısının farklı olduğu veya bina yüklerinin homojen dağılmadığı durumlarda, blokların birbirinden farklı seviyelerde çökmesini (farklı oturma) tolere etmek için kullanılır.
3. **Deprem derzleri**: Sarsıntı anında yan yana duran blokların birbirine çarpmasını (çekiçleme etkisi) önlemek için bırakılan dinamik boşluklardır.
4. **Titreşim derzleri**: Özellikle sanayi yapılarında, ağır iş makinelerinin oluşturduğu titreşimin yapının diğer kısımlarına aktarılmasını engellemek için tasarlanır.

### 1.2.5.2. Dilatasyon Derzinin Yapıldığı Yerler

Yapılarda aşağıdaki yerlerde dilatasyon derzi yapılır.

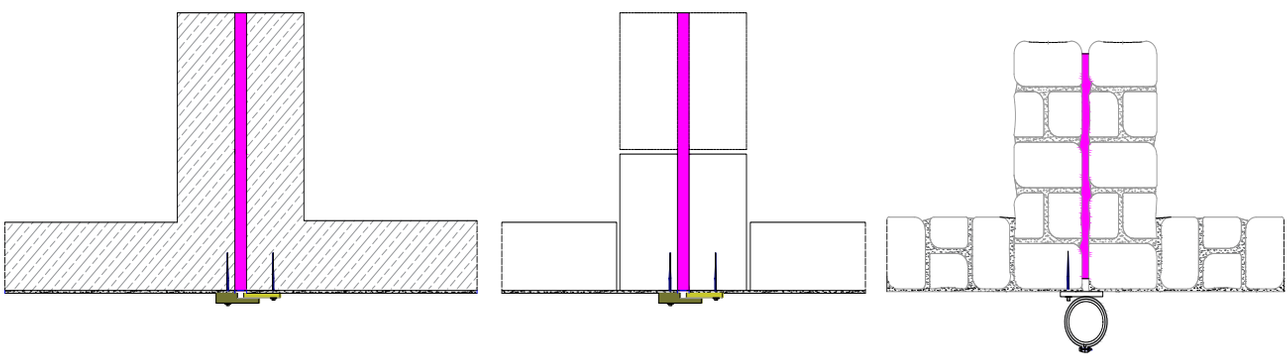
**Temelde Dilatasyon Derzi**

Yapı temelinde farklı zemin taban basıncı ya da zemine gelen farklı yükten kaynaklı zemin göçmeleri olabilir. Zeminde oluşan bu göçmelere **tasman** denir. Göçmeler, yapı elemanlarında çatlamalara neden olabilir. Zemin farklılıklarında ve 30 metreden uzun yapılar için dilatasyon derzi bırakılır. Dilatasyon derzinin yapılacağı temel, derz kadar ayrık projelendirilip inşa edilir. Temeldeki su ve rutubet yalıtımını sağlaması için yalıtım malzemeleri tekniğine uygun yerleştirilir. Endüstri yapılarında titreşim üreten ağır makinelerin etkilerini azaltmak için döşeme ve derzler uygun şekilde yapılır.

### Duvarlarda Dilatasyon Derzi

Dilatasyon derzi yapılacak yer, proje aşamasında duvar bölgelerine denk getirilir. Duvarlar aralarında derz olacak şekilde çift örülür. Bina dış ve iç yüzeylerinde derz bölgeleri alüminyum levhalarla kapatılır. Dış cephelerde derzler, düşey yağmur boruları ile üzeri kapanacak şekilde yapılır.

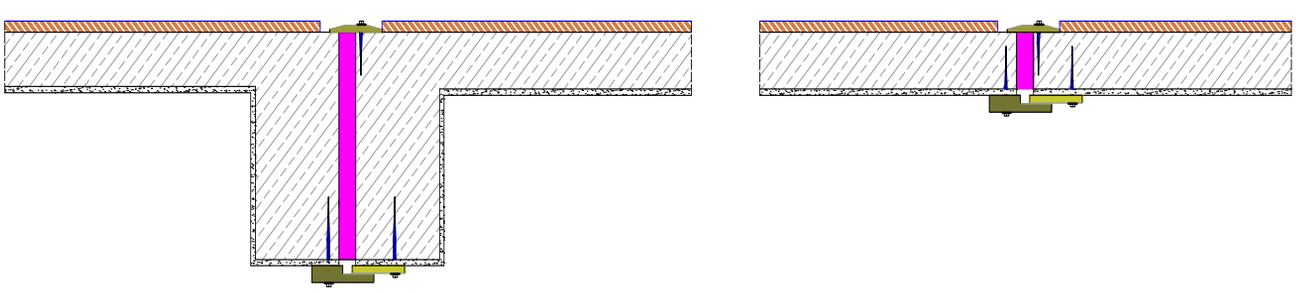
Derzlerden girebilecek böcek ve haşere etkilerini önlemek için esnek yapı kimyasalları ile bölgesel kapatmalar yapılır (Görsel 1.46).



**Görsel 1.46:** Duvarlarda dilatasyon derzi

### Döşemelerde Dilatasyon Derzi

Döşemelerde dilatasyon derzi için yan yana çift kiriş yapılır. Döşeme yüzeyinde derzin görevini engellemeyecek şekilde kapatılması gerekir. Derz kapatmaları kullanım yerindeki estetiği tamamlayacak şekilde ahşap, pirinç, kâgir veya alüminyum profillerle yapılır. Derz kapatma profilleri tek taraflı sabitlenerek esneklik sağlar. Kara yollarında yapılan betonarme ve çelik köprülerde derz kenarları köşebent, üstü tek tarafa sabitlenmiş metal sac levha ile kapatılır (Görsel 1.47).

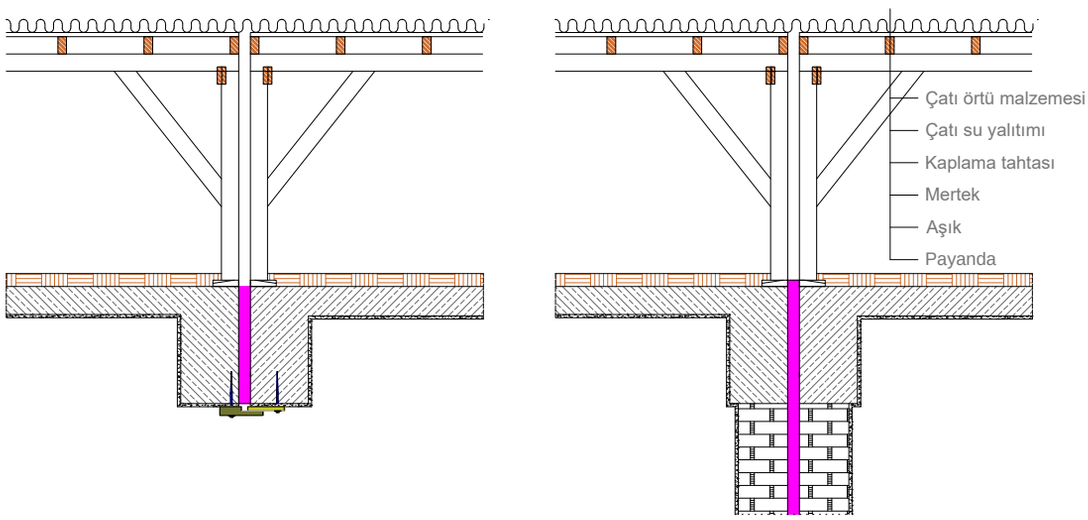


**Görsel 1.47:** Döşemelerde dilatasyon derzi

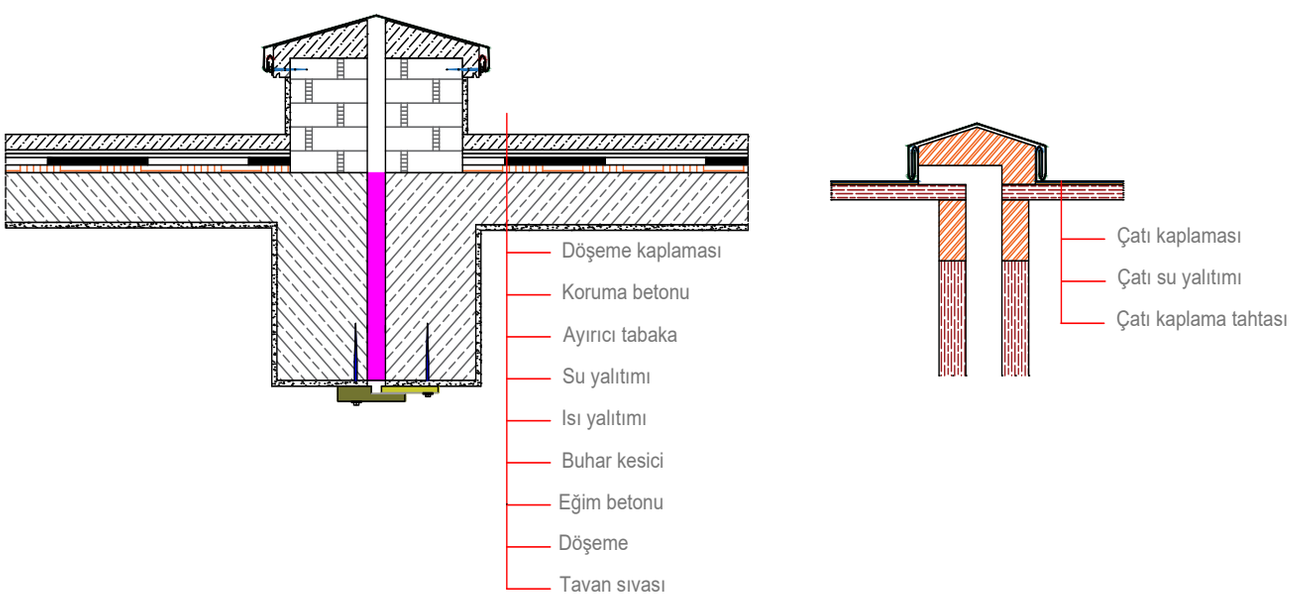
### Çatılarda Dilatasyon Derzi

Çatılarda dilatasyon derzi uygulaması, binanın temelden itibaren ayrılmış olan bloklarının çatı seviyesinde de bağımsız hareket etmesini sağlarken yapıyı dış etkenlerden (yağmur, kar, rüzgâr) korumayı amaçlar. Çatılar, binanın en çok ısı değişimine maruz kalan bölgesi olduğu için bu derzlerin yalıtımı önemlidir. Çatı yüzeyinden yaklaşık 20-25 cm yüksekliktе, birbirine paralel iki küçük duvar örülür. Duvarların üzerine, genellikle galvaniz sac, alüminyum veya bakırdan imal edilen koruyucu kapaklar monte edilir. Bu kapaklar her iki bloğa birden sabitlenmez. Sadece bir tarafa sabitlenip diğer tarafın üzerinde serbestçe kayabilecek şekilde tasarlanır. Böylece bina hareket ettiğinde kapak kırılmaz. Yapılarda kauçuk esaslı, üzerinde metal kapak bulunan ve yüksek hareket kabiliyetine sahip hazır çatı dilatasyon profilleri kullanılır.

Ahşap çatılarda dilatasyon hattının her iki yanına bağımsız aşıklar ve mahyalar yerleştirilir (Görsel 1.48). İskelet sisteminde hiçbir eleman derzin karşı tarafına devam ettirilmez. Dilatasyon hattının hemen sağında ve solunda iki ayrı çatı makası teşkil edilir. Bu makaslar birbirine hiçbir şekilde cıvata veya geçme ile bağlanmaz. Teras çatılarda derzin her iki tarafına duvar örülür (Görsel 1.49). Örülen duvar üstüne harpuşta, onun üstüne esnek dilatasyon profillerle tek tarafa sabitlenerek kapatılır.




**Görsel 1.48:** Bina çatılarında dilatasyon derzi




**Görsel 1.49:** Bina teraslarında dilatasyon derzi

## 1.2.5.3. Dilatasyon Derzlerinde Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Dilatasyon derzi yapılması yapımında kullanılan malzemelerin seçilmesi montaj yerindeki malzemenin özelliğine bağlıdır. Dilatasyon derzi bölgesi kuru ya da su etkisinde bir bölge olma durumuna göre uygulama malzemeleri farklılık gösterir. Dilatasyon derzinde kullanılan malzemlere aşağıda sıralanmıştır.

» Dilatasyon profilleri (Alüminyum/Çelik/Kauçık/Contalı profiller)

» Dolgu ve sızdırmaz malzemeler (Polietilen fitil/Poliüretan mastikler/Polisülfik mastikler)

» Yalıtım ve su bariyerleri (Dilatasyon bantları/Su tutucu bantlar)

» Yangın yalıtımı (Yangın bariyerleri ve taşyünü)

Dilastyon malzemelerini kullanırken aşağıdaki ekipmanlar kullanılır.

- » Derz kesme makinesi
- » Kompresör
- » Tel fırça
- » Poliüretan kartuş tabanca
- » Spatula
- » Darbeli matkap ve dübeller

## 1.6. SIRA SİZDE

Yapılarda dilatasyon derzlerinin yapıldığı yerlerin her birini bir kutu içine yazınız.




## 2. ETKİNLİK

### Dilatasyon derzi çalışma yaprağı hazırlama

**Amaç:** Dilatasyon derzinde kullanılan ekipman ve malzemelerle dilatasyon derzi yapımı çalışma yaprağını hazırlamak

**Süre;** 15 dakika

**Görev:** Aşağıda verilen işlem basamaklarına göre dilatasyon derzi yapılmasını anlatan çalışma yaprağı hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

1. Dilatasyon derzi malzemelerini yazınız.
2. Dilaltasyon derzinde kullanılan ekipmanları yazınız.
3. Dilatasyon derzi yapılacak bölgeye yapılan ön işlemleri yazınız.
4. Dilatasyon derzi bölgesi kapatma işlemlerini yazınız.

# 1.3. MERDİVEN, RAMPA VE ASANSÖRLER

Yapılarda merdiven, rampa ve asansörler katlar ya da kot farkları arasında düşey ulaşımı sağlayan elemanlardır. Düşey ulaşımı sağlayan üç farklı eleman, yapım ve hizmet yönünden farklıdır. Merdiven, rampa ve asansör yapı kullanım amacına hizmet eder. Hepsi güvenli şekilde aşağı ya da yukarıya ulaşımı sağlar.

## 1.3.1. Merdivenler

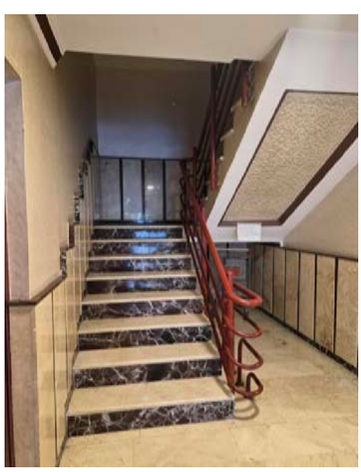
Yapılarda farklı yükseklikteki bağımsız bölümleri birbirine bağlayan basamaklar dizisinden oluşan, düşey ulaşımı sağlayan elemandır. Merdiven bir seviyeden diğer seviyeye yürüyerek inip çıkmaya yarar. Merdivenlerin yapıda bulunduğu yer, biçim ve inşa ediliş şekline dikkat edilir. Merdiven, her yaştan insanın rahatça kullanılabileceği özellikte olmalıdır.

### 1.3.1.1. Merdiven ve Çeşitleri

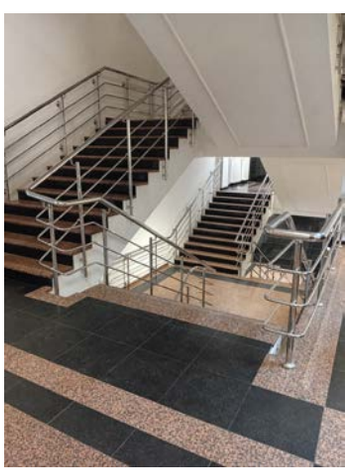
Merdivenler; binada yapıldıkları yere, karşıladıkları ihtiyaca ve yapıldıkları malzemeye göre sınıflandırılır.

**Yapıldığı Yere Göre Merdiven Çeşitleri**

**Dâhili (iç) merdiven**: Bina iç kısımlarında ya da dışında üstü kapalı olan merdivendir (Görsel 1.50a, b).



a



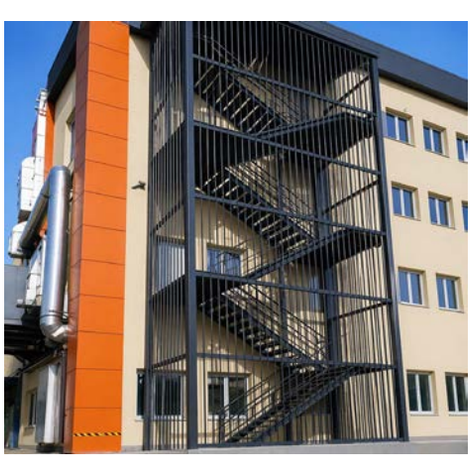
b

**Görsel 1.50:** İç merdiven örnekleri

**Harici (dış ) merdiven**: Binanın dış kısmında ya da açık alanda yapılan merdivendir. Binaya giriş, binadan çıkış ve yangın merdivenleri dış merdivenlerdir (Görsel 1.51, 52).



**Görsel 1.51:** Bina giriş merdiveni



**Görsel 1.52:** Bina dışına yapılmış yangın merdiveni

**Fonksiyonlarına Göre Merdiven Çeşitleri**

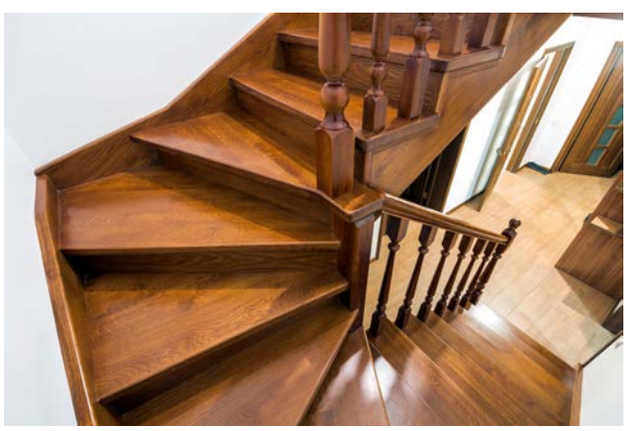
**Normal kat merdiveni**: Bina katları arasında iniş ve çıkış sağlayan elemanlardır. Konut ve kamu binalarında insan kullanımına uygun inşa edilir.

**Yangın merdiveni**: Yangın esnaında kullanılmak üzere bina içine veya dışına yapılan,normal kat merdiveninden ve asansörden bağımsız olan yapılardır.

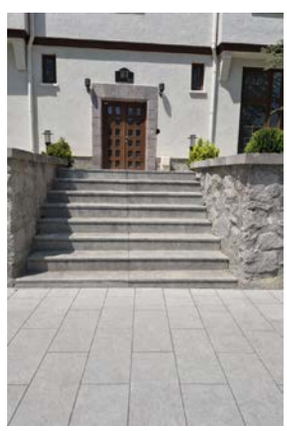
**Yapıldığı Malzemeye Göre Merdiven Çeşitleri**

**Ahşap merdiven**: Taşıyıcı kısmı, merdiven basamağı, korkuluk ve süpürgelik gibi elamanları ahşapta yapılan merdivendir. Daha çok ahşap binalarda, villaların iç bağlantılarında, çatı çıkışları gibi yerlerde yapılan merdiven çeşididir (Görsel 1.53).

**Kâgir merdiven**: Doğal taş (mermer, granit, bazalt) beton gibi malzemelerle imal edilen merdivendir. Kâgir bina girişleri, park ve bahçelerde yaygın kullanılır (Görsel 1.54).



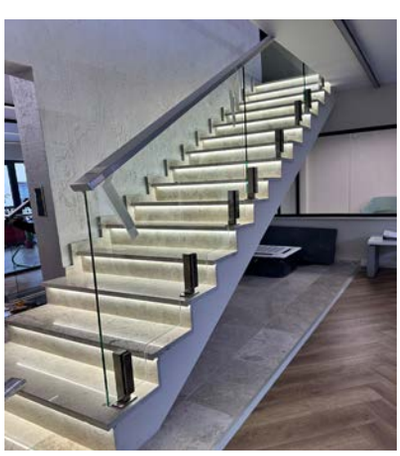
**Görsel 1.53:** Ahşap merdiven



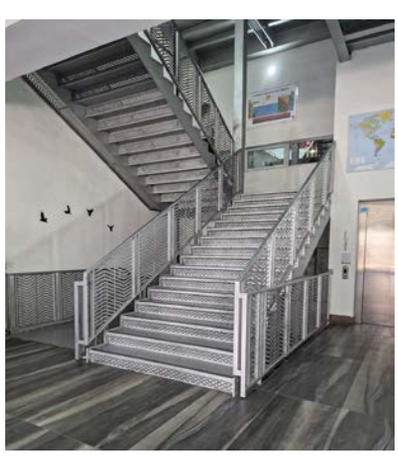
**Görsel 1.54:** Kâgir merdiven

**Betonarme merdiven**: Kâgir ve betonarme yapılarda kullanılan merdivenlerdir. Taşıyıcı kısımları betonarme yapılır. Merdiven basamakları mermer, seramik, granit ve ahşap malzeme ile kaplanır. Günümüzün en yaygın kullanılan merdiven çeşididir (Görsel 1.55).

**Metal merdiven**: Çelik, paslanmaz çelik profil ve sac vb. malzemelerden yapılır. Metal merdiven kaynak ve cıvatalı birleşimlerle birleştirilir. Yangın merdiveni, fabrika, depo, hangar gibi yapılarda kullanılır (Görsel 1.56). Kullanım amaç ve estetiğine göre taşıyıcı kısım metalden, basamaklar ahşap veya cam gibi malzemelerle yapılabilir. Bu tür merdivenlere **hibrit** (karma) merdiven de denir. Hibrit merdiven villa, konut büro gibi yapılarda kullanılır (Görsel 1.57).



**Görsel 1.55:** Betonarme merdiven



**Görsel 1.56:** Metal merdiven



**Görsel 1.57:** Hibrit merdiven

**Eğimlerine Göre Merdivenler**

Merdiven kullanıldığı yer ve kullanım amacına göre farklı eğimlerde yapılır. Merdiven eğimi, yatay ve düşey yüzeydeki merdivenin en alt basamağı ile en üstteki merdiven basamağı arasında oluşan çizginin, yatay düzlemle yapmış olduğu açıdır.

Merdiven eğimi, kullanım amacı ve yönetmeliklerde belirtilen kurallar göz önünde bulundurularak seçilir. Aşağıdaki tabloda kullanım yerine göre merdiven türlerinin eğimleri verilmiştir (Tablo 1.1).

**Tablo 1.1: Merdiven Kullanım Alanlarına Göre Eğim Açıları**

| Merdiven Türü | Eğim Açısı (Derece) | Kullanım Alanı |
|---|---|---|
| Yatık eğimli merdivenler | 20-24 | Park, bahçe, geçit ve bina dış merdivenleri |
| Normal eğimli merdivenler | 25-36 | Bütün binaların iç ve dış merdivenleri |
| Fazla eğimli merdivenler | 37-45 | Çatı, bodrum kat gibi özel alanlar |
| Çok eğimli, merdivenler | 46-60 | Özel kullanımlı yangın ve servis merdivenleri |
| Dik eğimli merdivenler | 61-90 | Tesisat asma ve dayama merdivenler |

## 1.7 SIRA SİZDE

Yapılarda merdiven tanımı ve çeşitleri ile ilgili bilgileri flayer modelinde yazınız.

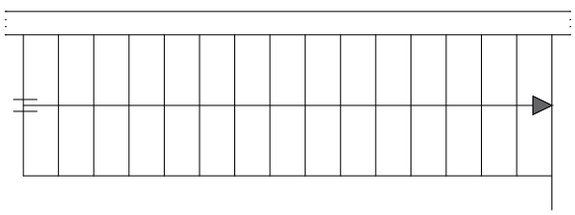


## 1.3.1.2. Merdiven Şekilleri

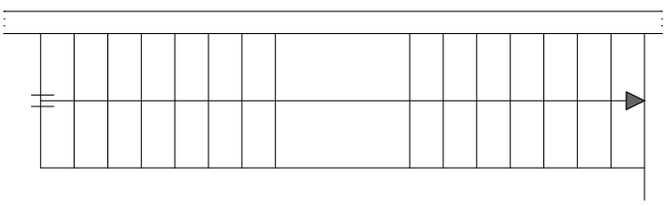
Merdiven, yapıldığı yerlere göre farklı şekillerde tasarlanır. Merdiven tasarımı yapılırken kullanım amacı ve merdiven yeri dikkate alınır. Merdivenler kol sayısı, şekilleri ve sahanlık durumuna göre isimlendirilir. Genel olarak merdiven isim ve şekilleri aşağıdaki sıralanmıştır.

**a)** Tek kollu, düz merdiven (Görsel 1.58)

**b)** Tek kollu, sahanlıklı merdiven (Görsel 1.59)



**Görsel 1.58:** Tek kollu düz merdiven

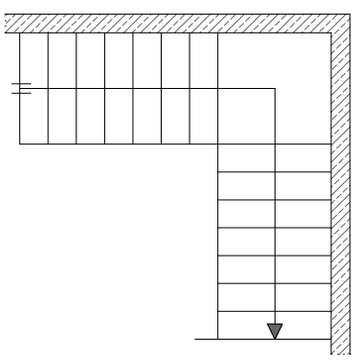


**Görsel 1.59:** Tek kollu sahanlıklı merdiven

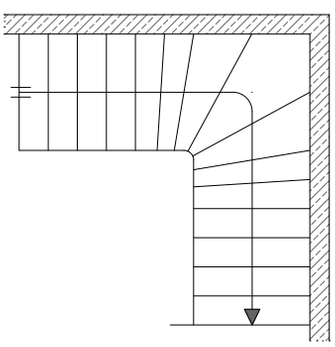
**c)** İki kollu, köşede sahanlıklı merdiven (Görsel 1.60)

**ç)** İki kollu, çeyrek döner merdiven (Görsel 1.61)

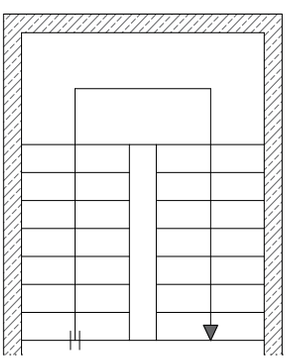
**d)** İki kollu, ortada da sahanlıklı merdiven (Görsel 1.62)



**Görsel 1.60:** İki kollu köşede sahanlıklı



**Görsel 1.61:** İki kollu çeyrek döner

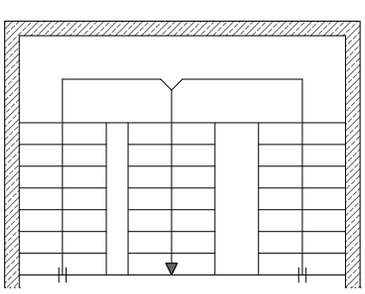


**Görsel 1.62:** İki kollu ortada da sahanlıklı

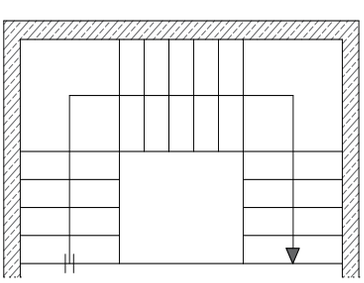
**e)** Üç kollu, boy sahanlıklı merdiven (Görsel 1.63)

**f)** Üç kollu, köşelerde sahanlıklı merdiven (Görsel 1.64)

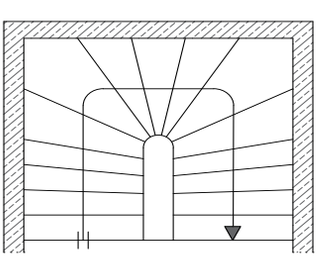
**g)** İki kollu, yarım döner merdiven (Görsel 1.65)



**Görsel 1.63:** Üç kollu boy sahanlıklı



**Görsel 1.64:** Üç kollu köşelerde sahanlıklı

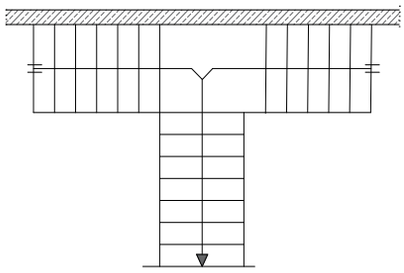


**Görsel 1.65:** İki kollu yarım döner

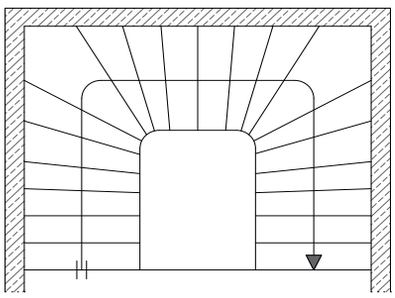
**h)** Üç kollu, ortada sahanlıklı merdiven (Görsel 1.66)

**ı)** Üç kollu, yarım döner merdiven (Görsel 1.67)

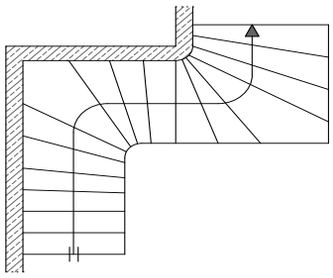
**i)** Üç kollu, iki yönlü çeyrek döner merdiven (Görsel 1.68)



**Görsel 1.66:** Üç kollu ortada sahanlıklı merdiven



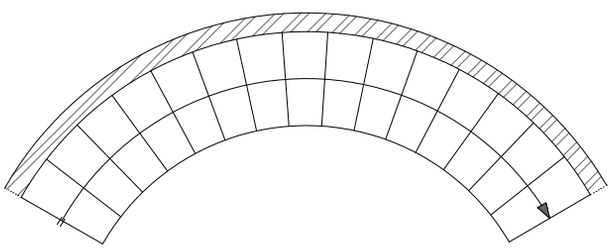
**Görsel 1.67:** Üç kollu yarım döner



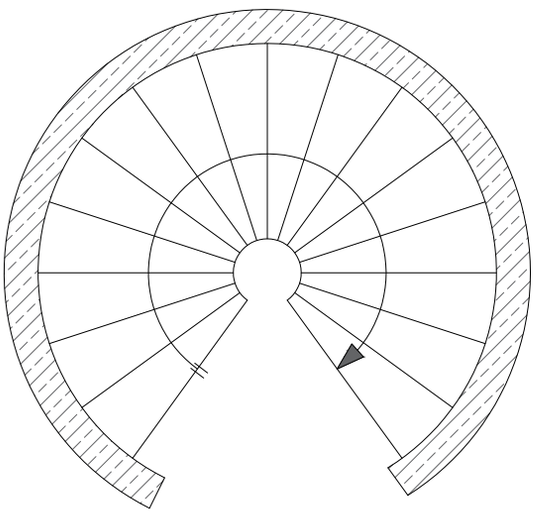
**Görsel 1.68:** Üç kollu, iki yönlü çeyrek döner merdiven

**j)** Elips merdiven (Görsel 1.69)

**k)** Tam döner merdiven (Görsel 1.70)



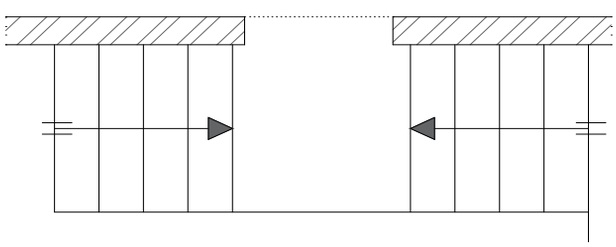
**Görsel 1.69:** Elips merdiven



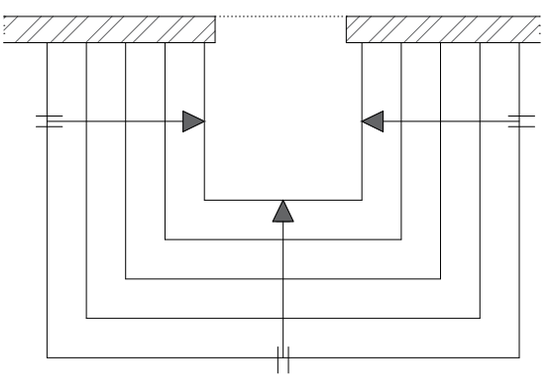
**Görsel 1.70:** Tam döner merdiven

**l)** İki taraftan çıkışlı merdiven (Görsel 1.71)

**m)** Üç taraftan çıkışlı merdiven (Görsel 1.72)



**Görsel 1.71:** İki taraftan çıkışlı merdiven



**Görsel 1.72:** Üç taraftan çıkışlı merdiven

## 1.8. SIRA SİZDE

Yapılardaki şekillerine göre merdiven çeşitlerini aşağıdaki flayer modeline yazınız.

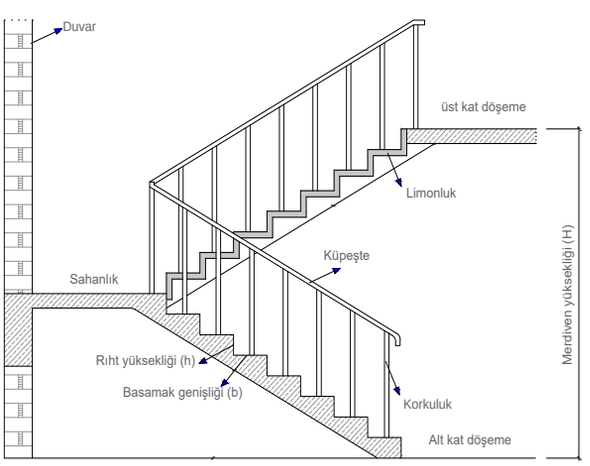



## 1.3.1.3. Merdiveni Oluşturan Yapı Elemanları

Merdiven elemanları rıht, basamak, korkuluk, sahanlık, merdiven kovası, limonluk, merdiven yüksekliği, korkuluk, küpeşte ve çıkış hattından oluşur. Merdiven elemanları merdiveni kullananların merdivenden güvenli bir şekilde inip çıkmalarını sağlamak ve yapısal sağlamlık için önem taşır. Örneğin uygun rıht yüksekliği ve basamak genişliği oluşabilecek kazaları önler. Korkuluklar, insanların iniş-çıkışında destek almasını sağlar. Ayrıca korkuluk, merdivene görsel değer katar. Merdiven güvenliğini sağlayan elemanların ölçüleri belirlenmiştir. Kullanım yerine göre merdivenlerin basamak genişliği ve rıht yüksekliklerinin standart ölçüde yapılması gerekir. Aşağıdaki plan ve kesitte merdiven elamanları verilmiştir (Görsel 1.73, 74).




**Görsel 1.73:** Merdiven planı




**Görsel 1.74:** Merdiven kesiti

**Rıht (h)**: Basamaklar arasındaki dik yüzeye denir. Merdiven iniş-çıkışlarının kolay olabilmesi için rıht yüksekliğinin belirli sınır aralığında olması gerekir. Rıhtın yüksekliği en az 13 cm, en çok 22 cm olmalıdır, bu ölçü dışında kullanımı tehlikelidir. Yaşlı, çocuk ve özel ihtiyaçlı bireyler için rıht yüksekliği düşük tutulmalıdır. Yaşlılar yurdu veya okul öncesi eğitim binalarında rıht, kullanıcı ergonomisine uygun olmalıdır. Aşağıdaki tabloda kullanım yerine göre rıht yükseklik ölçüleri verilmiştir (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2: Merdiven Rıht Yükseklikler**

| Merdiven Yeri | Rıht Yüksekliği (cm) |
|---|---|
| Park bahçe ve geçit merdivenlerinde | 13-14 |
| Dış ve umumi (genel kamuya ait ortak veya herkesin kullandığı) binaların iç merdivenlerinde | 14-16 |
| Normal bina iç merdivenlerinde | 16-18 |
| Bodrum ve çatı katı merdivenlerinde | 18-22 |
| Minare, kule ve benzeri merdivenlerde | 20-22 |

Bina kat yüksekliğinin rıht yüksekliğine bölünmesiyle rıht sayısı bulunur.

Rıht sayısı (X), Kat yüksekliği (H), Rıht yüksekliği (h) ise X = H/h formülü ile yapılacak rıht sayısı hesaplanır.

**Örnek**: Normal bina içi iki kat arası H=275 cm ve rıht yüksekliği h= 17 cm alınacaktır. İki kat arasındaki rıht sayısını hesaplayınız.

**Çözüm**

X = H/h

275cm/17cm = 16,17 adet yaklaşık 16 rıht yapılacaktır.

**1.9. SIRA SİZDE**

Parkta peyzaj için merdiven yapılacaktır. İki nokta arasındaki kot farkı 120 cm'dir. Rıhtların 15 cm olması için kaç rıht yapılacağını hesaplayınız.

Çözüm:

**Basamak (b)**

Merdivenlerin ayak basılan yatay yüzeylerine **basamak** denir. Merdivenlerde rıht yüksekliği ile basamak genişliği arasında ilişki vardır. Rıht yüksekliği arttıkça basamak genişliği azalır. Normal şartlarda basamak genişliği en az 26 cm, en fazla 33 cm olur. Döner merdivende en az basamak genişliği kova kenarında 10 cm, basamak ortasında 27 cm'den az olmaz. Basamak genişliği hesaplamalarında normal bir insanın adım boyu 62-64 cm arasında kabul edilir. İnsanların merdivenlerde rahat iniş-çıkış yapabilmesi için 2xh+b= 63 formülü kullanılır.

**Örnek**: Rıht yüksekliği 17 cm alınacak bir merdiven tasarlanacaktır. Basamak genişliği kaç cm olmalıdır.

**Çözüm**

2xh+b= 63 2x17+b= 63 b = 63-34 b =29 cm olmalıdır.

**Merdiven Kol Genişliği (G)**

Merdivende iki farklı yüzey arasında kesintisiz olarak devam eden basamaklar dizisine **merdiven kolu** denir. Merdiven kolu en az üç basamaktan oluşur. Merdiven bir veya birden çok koldan oluşur. Normal bir merdiven kolunda basmak sayısı 12 adetten fazla olmamalıdır. Döner merdivenlerde basamak sayısı 16'dan fazla olmamalıdır. Merdiven ile ilgili asgari ölçütler aşağıdaki verilmiştir.

» Bir ailenin yaşadığı konutta iç merdivenin kol genişliği en az 100 cm olmalıdır.

» Genel merdivenlerin kol genişliği, iki katlı ve iki ailenin yaşadığı binada 100 cm'den az olmamalıdır.

» İki ve üç katlı, ikiden fazla ailenin yaşadığı binada 110 cm, üçten fazla katlı binalarda 120 cm'den az olmamalıdır.

» Yüksek katlı binalarda bu genişliğe her kat için 10 cm eklenir.

» Umumi (Okul, hastane, tiyatro vb.) binalarda kol genişliği en az 150 cm olmalıdır.

» Çatı arası, bodrum katı ve servis merdivenlerinde kullanış ve mimari gereksinimler dikkate alınarak en az 70 cm olmalıdır.

» Merdiven kol genişliği hesabında bir kişi inip çıkıyorsa 70 cm, yan yana iki birey geçecekse her birey için 50 cm eklenmelidir. Merdiven kol genişliği iki kişi için 120 cm, üç kişi için 170 cm olmalıdır.

**Sahanlıklar**

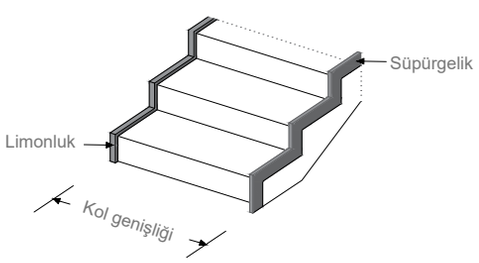
Basamak sayısı fazla ve yüksek merdivende genellikle merdiven boyunun ortasına gelecek şekilde düzenlenen kısa dinlenme düzlüğüne **sahanlık** denir. Sahanlık genişliği, en az 100 cm, merdiven kol genişliği 100 cm'den fazla olması hâlinde en az merdiven genişliği kadar olmalıdır. Sahanlık uzunluğu, merdiven kol genişliği ile aynı olur. Park ve bahçe gibi yoğun kullanımdaki merdivenlerde birden fazla sahanlık yapılması gerekir.

**Merdiven Kovası**

İki kollu merdivende kollar arasındaki boşluğa denir. Merdiven kovası ölçüsü genellikle 20-50 cm arasında olur.

**Limonluk**

Merdiven kolunun boşluk tarafında basamağın üst ve ön bölümünde yapılan çıkıntıya denir. Ayağın merdiven basamağında kaymaması ve temizlik yapılırken yanlardan su ve sıvıların akmaması için yapılır. Limonluk görünüş olarak dekoratiftir. Basamak ve rıhtlarda 5-10 cm genişlik ve 2 cm kalınlığında yapılır. Limonluk basamak ve rıhtları merdiven kovası tarafını da kaplayarak kol boyunca devam eder. Günümüz binalarında limonluk yapılmamaktadır. Ancak tarihi binalarda yapılan merdiven elamanıdır (Görsel 1.75).




**Görsel 1.75: Merdivende limonluk**

**Merdiven Yüksekliği**

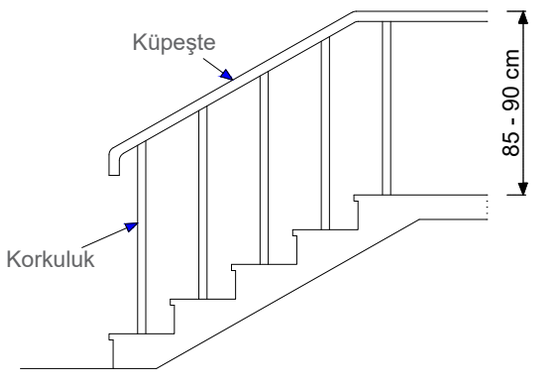
Alt döşemeden üst döşemeye kadar olan düşey ölçüdür. Üst üste gelen merdiven kolları arasındaki yüksekliğe **baş yüksekliği** denir. Rıht yüksekliklerinin toplamı merdiven yüksekliğine eşittir. Merdivenlerde baş yüksekliği 200 – 210 cm arasında olmalıdır. Merdiven sahanlığında kiriş yapılmışsa baş yüksekliği en az 180 cm olur.

### Korkuluk ve Küpeşte

Merdivende düşmeye karşı güvenliği sağlayan elemandır. Korkuluk ve küpeşte ahşap, alüminyum, cam ve paslanmaz demirden yapılır. Korkuluklar 90 – 100 cm yüksekliğinde yapılır. Korkulukların üst kısmına tutunmak için ahşap, metal ve alüminyumdan yapılan elemana **küpeşte** denir (Görsel 1.76).

### Çıkış Hattı

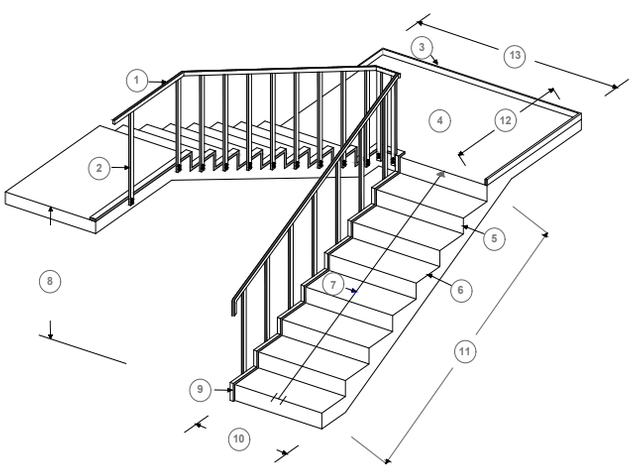
Merdivende iniş ve çıkış hattı merdiven kolunun tam ortasıdır. Merdiven çıkış hattı kat sahanlığından diğer kat sahanlığına kadar olan bölümdür.




**Görsel 1.76:** Merdivende korkuluk ve küpeşte

## 1.10. SIRA SİZDE

Aşağıdaki görsel 1.77'de merdiven elemanları numara ile gösterilmiştir. Tabloya numaralandırılmış eleman isimlerini yazınız (Tablo 1.3).




**Görsel 1.77:** Merdiven elamanların gösterilmesi

**Tablo 1.3: Merdiven Elamanları Tablosu**

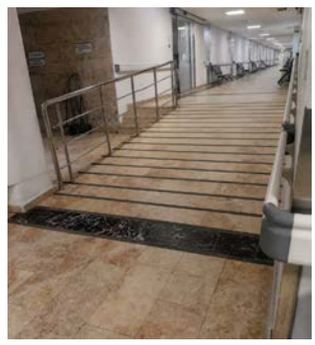
| Merdiven Elemanın Numarası | Merdiven Elemanının Adı |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |

## 1.3.2. Rampalar

Binada kot farklarını birleştiren, genellikle %5-%8 eğimle yapılan, yaya veya araç geçişini sağlayan yapı elamanıdır. Kot farkını aşmak için rampa yapılması erişebilirlikte temel önceliktir. Bahçe girişi, bahçe yolu, bina girişi, bina içinde yatay ve dikey dolaşım alanlarında uygulanır (Görsel 1.78, 79). Rampayı kullananlar yardımsız ve güvenli geçiş yapabilmelidir. Rampa yapım standartları ülkemizde TS 9111 ile belirlenmiştir.



**Görsel 1.78: Bina girişi engelli rampası**



**Görsel 1.79: Bina içi engelli rampası**

Rampaların yapıldığı yerler aşağıdaki açıklanmıştır.

» **Bina girişi**: Bina ana girişinde hasta, yaşlı ve engelliler için uygun yerlerde yapılır.

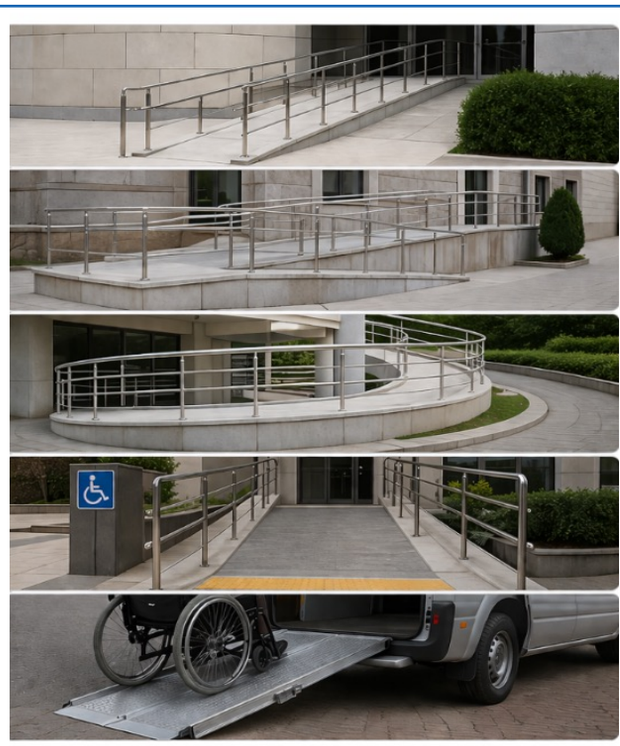
» **Otopark**: Araçların farklı katlara geçişini sağlamak için en fazla %10 eğimle yapılır.

» **Açık ve kapalı alanlarda**: Kaldırım, yürüyüş yolları ve kot farkının olduğu bahçe ve parklarda yapılır.

» **Ticari ve kamu yapılarında**: Alışveriş merkezi, hastane, terminal ve okullarda her türlü engelli erişimi için yapılır.

Bina girişlerine yapılan rampaların yapılış biçimleri ihtiyacı karşılamaya yönelik tasarlanır (Görsel 1.80, Tablo 1.4).

**Tablo 1.4: Rampalar**

| | |
|---|---|
| **Düz kollu rampalar**; Tek bir eğimle yükselir. |  |
| **Sahanlıklı rampalar**; Uzun mesafeli rampalarda yön değiştirmek veya dinlenmek için sahanlıklı yapılır. | |
| **Dairesel rampalar**; Alanın kısıtlı olduğu yerlere yapılır. | |
| **Engelli rampalar**; Tekerlekli sandalyelerin kullanılması için yapılır. Kaymaz ve korkuluklu olur. | |
| **Portatif rampalar**; İhtiyaç anında kurulan, hafif alüminyum veya çelik malzemeden yapılır. | |

**Görsel 1.80: Bina girişlerine yapılan rampa çeşitleri**

**Rampa yapımında dikkat edilmesi gereken standartlar**: Rampaların genişliği bordür ve tırabzan gibi üzerinde bulunan tüm donanımlar hariç en az 100 cm olmalıdır. Rampa eğimleri, yükseklik farklarına göre belli standartta olmalıdır (Tablo 1.5).

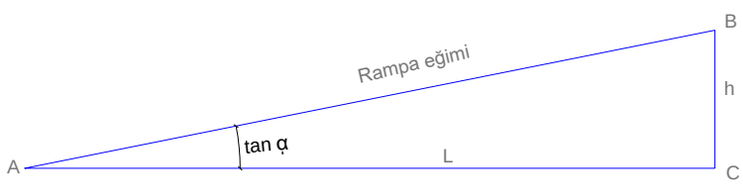
**Tablo 1.5: Yükseklik Farklarına Göre Rampa Eğimleri**

| En Fazla Yükseklik | En Fazla Eğim |
|---|---|
| 15 cm ve daha az | 1:12 (%8) |
| 16 cm- 50 cm arasında | 1:14 (%7) |
| 51 cm- 100 cm arasında | 1:16 (%6) |
| 101 cm ve üzeri | 1:20 (%5) İdeal |

**UNUTMAYINIZ!**

Tabloda verilenler en fazla uygulanabilecek olan eğimlerdir. Eğim ne kadar düşük olursa rampa kullanımı o kadar kolaylaşır.

Rampa eğimi, aşılacak kot farkının (yükseklik) rampa uzunluğuna oranı ile bulunur (Görsel 1.81).




**Görsel 1.81: Rampa kesiti**

**Rampa Eğimi = Aşılan Yükseklik/Rampa Uzunluğu**

**Tanα = h/L** Formülü ile hesaplanır.

**Örnek**: Yatay uzunluğun 12 birim olduğu bir yerde kot farkı 1 birim ise rampa eğimi yüzde kaç olacaktır?

**Çözüm**; Tanα = h/L, Tanα = 1/12= 0,08, = 0.8x100=%8 bir eğim oluşur.

**1.11. SIRA SİZDE**

A-B noktaları arası yatay uzunluğu 16 m, yüksek farkı 0,75 m'dir. A ve B noktaları arasına yapılacak olan rampanın eğimini hesaplayıp eğim tablosuna göre yorumlayınız.

Eğim hesabı:

Rampayı kullanan yaşlı, hasta ve engellilerin rampa yüzeylerinde güvenli hareket edebilmeleri için rampa yüzeyleri sağlam, kaymayan malzemelerle kaplanmalıdır. Rampa başlangıç ve bitiminde herhangi bir çıkıntı olmaması gerekir (Görsel 1.82). Rampa uzun ise her 9 metrede bir 150 x 150 cm düz dinlenme alanları yapılmalıdır. Rampada her yön değişimlerinde 150 x 150 cm manevra alanları yapılmalıdır. Rampaların her iki tarafına küpeşte ve korkuluk yapılmalıdır. Bir tarafı duvar olan rampanın duvara mutlaka küpeşte montajı yapılmalıdır. Rampada iki kademeli korkuluk yüksekliği 70 cm ve 90 cm yapılmalıdır.



**Görsel 1.82:** Engelli rampasının kaplanması

## 3. ETKİNLİK

### Rampa panosu

**Amaç:** Rampa panosu hazırlamak

**Süre;** 15 dakika

**Görev:** Aşağıdaki işlem basamaklarına göre rampalarla ile ilgili pano hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

1. Rampa çeşitlerini panoya aralıklı olarak yazınız.
2. Düz kollu rampa karşısına yapılardaki kullanım alanlarını yazınız.
3. Bazı rampalara neden sahanlık yapıldığını yazınız.
4. Yapılarda engelli rampaları nerelere yapılır panosunu oluşturunuz.

## 1.3.3. Asansörler

Yapılarda düşey olarak aşağı ve yukarı doğru taşıma kabinlerinin raylı sistemlerle hareket ettiği mekanik ve elektrikli sistemlerdir. Konutlarda giriş katından itibaren altta ve üstteki tüm katlara hizmet sağlayacak şekilde planlanır. Asansör, dört ve fazlası katlar için zorunlu olmakla beraber daha az katlı yapılarda da yapılabilir. Asansör yapımı ile ilgili teknik ölçütler vardır. Asansör boşluğunun dar kenarı 1,20 metreden, alanı 1,80 $m^2$ den, kapı genişliği 0,90 metreden az olamaz. Asansör ön sahanlık genişliği, asansör kapısı dışa açılıyorsa sahanlık genişliği en az 1,50 metre olmalıdır. Konut olarak kullanılan binalarda 12 daireden fazla bağımsız bölüm varsa asansör boşluğunun dar kenarı en az 1,40 metre, asansör alanı 2,50 $m^2$ den az olmamalıdır. Binalarda 10'dan fazla kat bulunması veya toplam daire sayısının 20'yi geçmesi durumunda en az iki asansör yapılmalıdır. Yük taşıma kapasitesi 2500 kg üzerinde ise her 100 kg için her kabine 0,16 $m^2$ alan ilave edilir (Görsel 1.83). Konutlarda asansörlerle merdivenler ilişkili olmalıdır. Apartman tipi yapılarda asansörlerin yerleşimi merdiven yakınında olmalıdır. Asansör kabin, motor, halat sistemi, raylar, kontrol paneli ve güvenlik gibi donanımlardan oluşur (Görsel 1.84).



**Görsel 1.83:** Yapılarda kullanılan asansörler

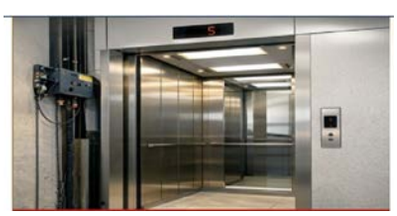
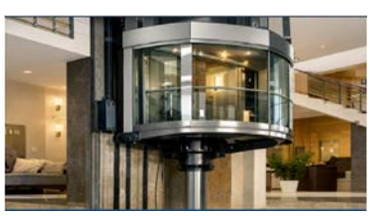


**Görsel 1.84:** Yapılarda asansör merdiven ilişkisi

### Asansör Çeşitleri

Yaşadığınız bina, hastane, iş yerlerinde ve fabrikalar gibi birçok yapıda kullanılan asansörler kullanım amacına ve teknik yapılarına göre farklıdır (Görsel 1.85, 86 ve Tablo 1.6).

**Tablo 1.6: Asansörler**

| ASANSÖRLER | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| **Görsel 1.85:** Elektrikli – hidrolik – yük asansörleri | | |
|  |  |  |
| **Görsel 1.86:** Araç-engelli-servis asansörleri | | |

**Elektrikli asansör**: Elektrik motoru ile çalışır. En yaygın kullanılan asansördür. Konut, iş yeri gibi çok katlı binalarda kullanılır. Halat ve kasnak sistemi ile kabin için yapılan düşey yolda sessiz ve hızlı çalışır.

**Hidrolik asansör**: Yağ basıncı kullanılarak çalıştırılan bu asansörler villa, alışveriş merkezi ve hastanelerde kullanılır. Özellikle makine dairesi olmayan binalarda tercih edilir.

**Yük asansörü**: Ağır yüklerin taşınması için tasarlanmıştır. Fabrika, depo gibi lojistik yapılarda kullanılır.

**Araç asansörü**: Araçların katlar arasında taşınmasını sağlayan asansördür. Genellikle otopark, villa garajları ve oto galerilerinde tercih edilir.

**Engelli asansörü**: Engellilerin yaşam alanlarında katlar arasında erişimini kolaylaştırmak için kullanılır. Dikey ve eğimli olarak yapılabilir. Kamu binalarında, okul ve özel maksatlı konutlarda kullanılır.

**Servis asansörü**: Küçük yüklerin, dosya ve yemek tabaklarının katlar arasında taşınmasını sağlayan asansördür. Genellikle restoran, otel ve ofislerde kullanılır.

## 1.12. SIRA SİZDE

Aşağıdaki flayer modelinde asansör çeşitlerinin kullanım alanlarını alttaki kutucuklara yazınız.




## 4. ETKİNLİK

**Asansör sistemleri infografisi**

**Amaç:** Elektrikli ve hidrolik asansörler için infografik hazırlamak

**Süre;** 15 dakika

**Görev:** Aşağıdaki işlem basamaklarına göre asansörlerin elektrikli ve hidrolik olanlarını kapsayan infografik hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

1. İnfografik kâğıdını elektrikli ve hidrolik asansörler için ikiye ayırınız.
2. Elektrikli asansörün motor ve halatlarını anlatan görseli kurşun kalem ile çiziniz.
3. Hidrolik asansörlerin motor ve hidroliklerini anlatan görseli kurşun kalem ile çiziniz.
4. Elektrikli ve hidrolik asansörleri renkli kalem kullanarak boyayınız.

## 1.4. YAPIDA KALIP SİSTEMLERİ

Türkiye'de inşa edilen yapıların büyük çoğunluğu betonarme yapılardır. Yaygın olarak yüz yıldan fazla hizmet verebilecek şekilde düşünülerek projelendirilir. Üretimde kullanılan en önemli yapı malzemesi betondur. Beton, kalıplara dökülerek istenen forma sokulabilen yapı elemanıdır.

Kalıplar, taze dökülmüş betonun biçimlendirilmesi ve betonun prizini tamamen almasında destekleyici ve yardımcı inşaat malzemesi olarak işlev görür.

"Klasik" ya da "Geleneksel Kalıp" olarak tanımlanan kalıpların ham maddesi ahşaptır. Bu kalıp sistemi daha fazla malzeme ve işçilik gerektirdiğinden maliyeti yüksektir. Klasik kalıp, yapı projelerinin gerçekleştirilmesinde birkaç defa kullanılan ve kullanım ömrü sonrasında atılan veya yakacak olarak kullanılan malzemelerdir. Kullanım ömrü uzun olmadığı için ekonomik değildir.

Endüstriyel üretim teknikleriyle elde edilen kalıplar daha işlevseldir. Endüstriyel tekniklerle üretilmiş kalıplar, daha büyük paneller hâlindedir ve mekanik olarak kurulmaya uygundur.

### 1.4.1. Kalıpların Tanımı ve Sınıflandırılması

Betonarme yapı elemanlarının projede öngörülen biçim ve boyutlarda üretilmesi için beton dökümü sırasında geçici olarak kullanılan sistemdir. Taze hâldeyken akışkan olduğundan betonun istenen şekli alabilmesi için kalıplarla çevrilmesi gerekir. Ayrıca kalıplar betonun ağırlığını taşır, betonu şekillendirir ve priz süresince betonu destekler.

Betonarme yapılarda kullanılan kalıplar; malzemelerine, yapım yöntem ve tekniklerine göre sınıflandırılır.

**1. Malzemelerine Göre Kalıplar**

Yapıldıkları malzemelere göre kalıplar; ahşap, metal ve plastik olmak üzere üç ana gruba ayrılır (Görsel 1.87).



**Ahşap kalıp** **Metal kalıp** **Plastik kalıp**

**Görsel 1.87:** Malzemelerine göre kalıpların sınıflandırılması

**a) Ahşap Kalıp**

Geleneksel kalıplarda kullanılan hem ahşap hem de endüstriyel ahşap kalıp elemanları bu gruptadır. Ahşap, genellikle su emmeye ve bozulmaya yatkın malzemedir. Ahşabın çarpma ve sürtünme etkisiyle bozulabileceği dikkate alınmalıdır. Ahşabın su emmesini önlemek için kalıp yüzeyinin yağlanması veya üzerinin özel filmle kaplanması gerekir.

**b) Metal Kalıp**

Sabit ve hareketli kalıp üretim yöntemlerine uygun olan metal kalıplar, çelik veya alüminyumdan yapılır.

Çelik kalıp ile kolon, kiriş, duvar, döşeme ve çatı elemanları gibi tüm yüzeysel taşıyıcılar yapılabilir. Çelik kalıp sıva gerektirmeyen, düzgün, pürüzsüz beton yüzey elde etmek için idealdir. Montajı ve sökümü kolaydır. Yaklaşık 600-800 kez kullanılabilir.

Alüminyum kalıplar iş gücünden yaklaşık %75 tasarruf sağlar. Modüler kalıp sistemi için uygundur. Modüler olarak üretilen alüminyum kalıpların 60 cm'lik ve 90 cm'lik olmak üzere iki türü vardır. Her bir modülün alanı 2,2 $m^2$ dir. Bir modül 1,5 $m^2$ lik kontrplak kalıplarla yaklaşık aynı ağırlıktadır. Özel uzmanlık gerektirmeyen bu kalıplar, 250-300 kez kullanılabilir.

### c) Plastik (PVC) Kalıp

Tekrar kullanılabilme özelliği olan plastik kalıp sistemi, düzgün yüzeylerde kullanılan üründür. Söz konusu plastik kalıplar; yüksek yoğunluklu polietilen kalıplardan, kalıpları birbirine bağlayan kalıp elemanlarından ve kilitleme kelepçelerinden oluşur. Kilitleme kelepçesi kullanılması, çivilemeyi ortadan kaldırır. Plastik kalıba beton yapışmaz, yağlanmasına gerek yoktur. Kimyasallara dayanıklı olması, kalıp üzerindeki beton artıklarının suyla kolaylıkla temizlenebilmesi, metal ve ahşap kalıplara göre avantaj olarak görülebilir.

**1.13. SIRA SİZDE**

Yapılarda malzemelerine göre kalıp sınıflarını her kutuya biri gelecek şekilde yazınız.




## 2. Yapım Yöntem ve Tekniklerine Göre Kalıplar

Yapım yöntem ve tekniklerine göre kalıplar, geleneksel ve endüstriyel kalıp sistemleri olarak iki ana gruptadır (Görsel 1.88a, b).



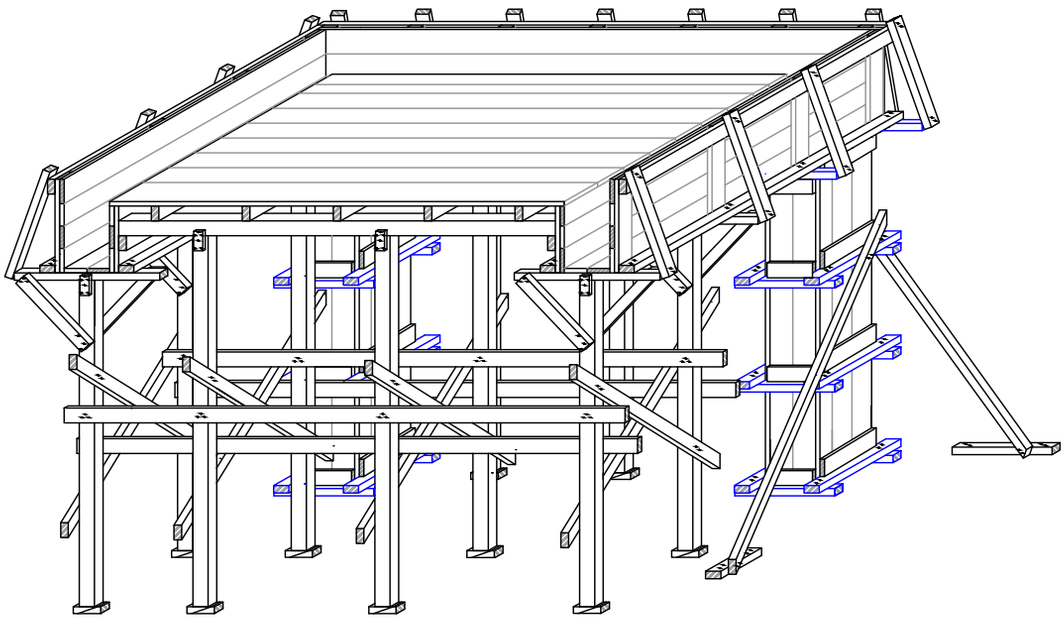
a) Geleneksel kalıp b) Endüstriyel kalıp

**Görsel 1.88:** Yapım yöntem ve tekniklerine göre kalıpların sınıflandırılması

### a) Geleneksel Kalıplar

Betonlanacak yapı elemanlarının ölçülerine uygun olarak kalıp yüzeyi ve yardımcı elemanlarının ahşap, kalas ve tahtalardan yararlanılarak oluşturulduğu kalıplardır. Beton sertleştikten sonra sökülerek parçalara ayrılır. Nispeten ucuzdur ancak bu kalıpların uygulama süresi oldukça uzundur.

Uygulamada "kara kalıp" olarak adlandırılır. 5x10 ve/veya 10x10 kereste ile oluşturulan mahya-ızgara taşıyıcı düzeneği ile beton gören yüzünün 2,5 cm tahta veya plywood [(pleyvud) (Kontraplak olarak da adlandırılan kalıp yüzeyi çeşididir.)] malzemesi ile kaplanarak oluşturulur. Uygulanışında nitelikli işçilik gerektirir, bir işçi ile gerçekleştirilebilir, zayıf güvenlik özelliklerine sahiptir. Bu tipte kullanılan kalıplar ile inşaat hızı düşüktür ve kalıpta sarf malzeme oranı çok yüksek seviyededir. İş gücü ve malzeme maliyetlerinin yeniden kullanılabilir olan endüstriyel kalıp-iskeleye göre düşük olduğu durumda yaygın kullanılır (Görsel 1.89).



**Görsel 1.89:** Geleneksel kalıp sistemi

Geleneksel kalıp sistemi, beton yüzüne doğrudan temasta olan ve betona şeklini veren **kalıp yüzeyleri** ile bu yüzeylere etkiyen yüklere mesnet oluşturan, yük aktarıcı özellikteki **taşıyıcı** elemanlardan oluşur.

### 5. Geleneksel Kalıp Yüzeyleri

Kalıp yüzeyi ahşaptır ve "kalıp tahtaları" olarak adlandırılır. Genellikle iğne yapraklı ağaçlardan elde edilir (çam). Testereden çıkma, basit kalıp tahtası olduğundan yüzeyi çok pürüzlüdür. Yağlanarak kullanılır.

Kalıp tahtaları genellikle dikdörtgendir ve aşağıda verilen ölçütlerdedir.

-2,5-3 cm kalınlıklı

-10-15-20 cm genişlikli

-150-300 cm uzunluklu

Yan yana düz sıralı birleşimler kalıp yüzeyinde akıcı hâldeki beton şerbetinin geçirimine ve beton piriz sonrasında beton yüzeyinde çizgi hâlinde çıkıntılar ve pürüzler oluşmasına neden olur.

İlk yatırım maliyetinin düşük olması, bu yüzeylerin ancak az sayıda tekrarlanan elemanlarda kullanımını gerektirir.

Geleneksel kalıp yüzeyinde, endüstriyel kalıp yüzeyinde kullanılmakta olan plywood da kullanılmaktadır.

### 6. Geleneksel Kalıplarda Taşıyıcı Elemanlar

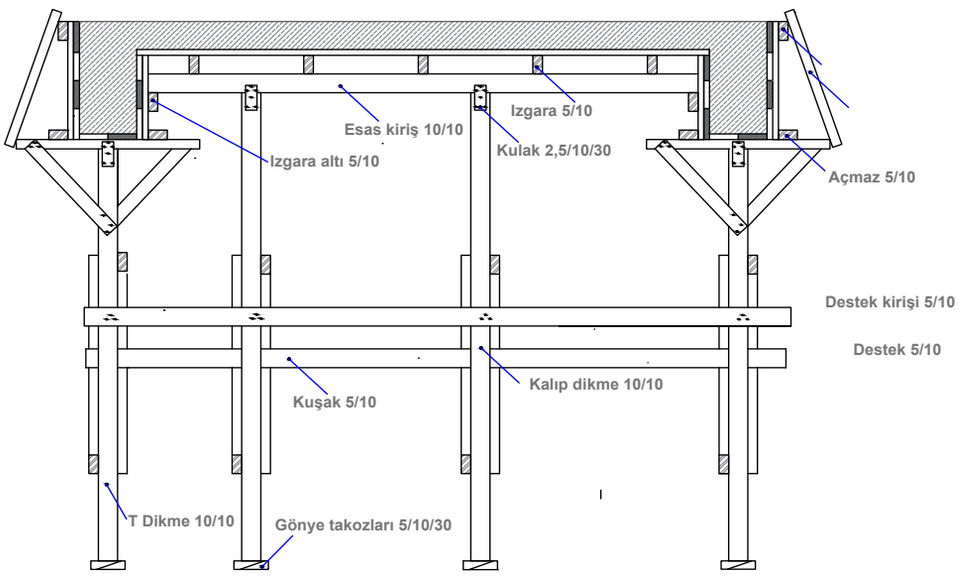
Geleneksel kalıp sisteminde, sistemi taşıyan elemanlar yatay ve düşey kalıp taşıyıcıları ve bağlantı elemanlarından oluşur.

**Yatay kalıp taşıyıcıları**: döşeme ve kiriş kalıplarının geleneksel yöntemlerle oluşturulmasında, taze betonun oluşturduğu yüklerin güvenli şekilde zemine aktarılması amacıyla çeşitli ahşap taşıyıcı elemanlar kullanılır.

Kalıp yüzeyinin hemen altında, **ızgara latası** adı verilen 5×10 cm kesit ölçülerine sahip ahşap elemanlar bulunur. Bu elemanlar kılıcına (10 cm yönünde) yerleştirilerek döşeme yüzeyinden gelen yükleri karşılar. Izgara lataları, yükleri kendilerine dik doğrultuda yerleştirilen ve **ızgara altı** veya **esas kiriş** adı verilen 10×10 cm ya da 10×15 cm kesitli taşıyıcılara aktarır.

Sistemde yükü esas olarak taşıyan eleman olan esas kirişler, "**kulak**" adı verilen 2,5×10×30 cm boyutlarındaki bağlantı parçaları yardımıyla dikmelere bağlanır.

Düşey taşıyıcılar olan **dikmeler** genellikle 10×10 cm kesitli ahşap elemanlardan oluşur. Dikmelerin eğilmesini veya burkulmasını önlemek amacıyla, aralarına 5×10 cm ölçülerindeki kalaslarla "**kuşak**" (çapraz bağlantılar) yapılır (Görsel 1.90).

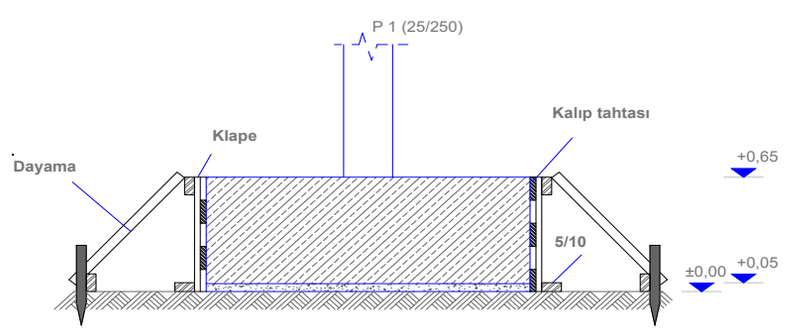



**Görsel 1.90:** Geleneksel yöntemle döşeme kalıp taşıyıcıları

Kirişlerde, alt kalıp yüzeyi başlık denen 10x10'luk elemanların üzerine oturur. Kalıp yüzeyinden aldığı taze beton yükünü bu başlıklar, dikmelere iletir. Başlık ve dikmeler arasındaki bağlantıda kulak ve payandalar kullanılır. Kiriş üst tarafına, kiriş kalıbının iki yanına takviye lataları çakılır. Yük, üst taraftan destekler yardımıyla başlığa iletilir.

**Düşey kalıp taşıyıcıları**: Kolon, temel ve perde kalıplarının taşıyıcıları ilk dökümdeki taze beton basıncını taşımalıdır. Taşıyıcılar kuşak veya gergi çubukları ile bağlanmalıdır.

Ahşap kalıplarda taşıyıcılar, kalıp yüzeyine çivilerle kolayca bağlanabilir. Taze beton yükü önce 10x10 cm dikmelerle, daha sonra bunlara dik yerleştirilen 10x10 cm kuşaklarla karşılanır. Kuşaklar ile dikmelerin birleştiği noktalara 10x10 ve 16x16 cm ebatlarında payandalar yerleştirilir. Payandalar kalıptan gelen yükü zemine ileten elemanlardır. Kalıbın alt kısmında kalıbın açmaması için zemin ile kalıbın birleştiği yere, perde boyunca uzanan 10x10 cm taban kuşakları kullanılır. Bu kuşaklar, kama ile sabitlenir (Görsel 1.91).




**Görsel 1.91:** Geleneksel yöntemle temel kalıbı

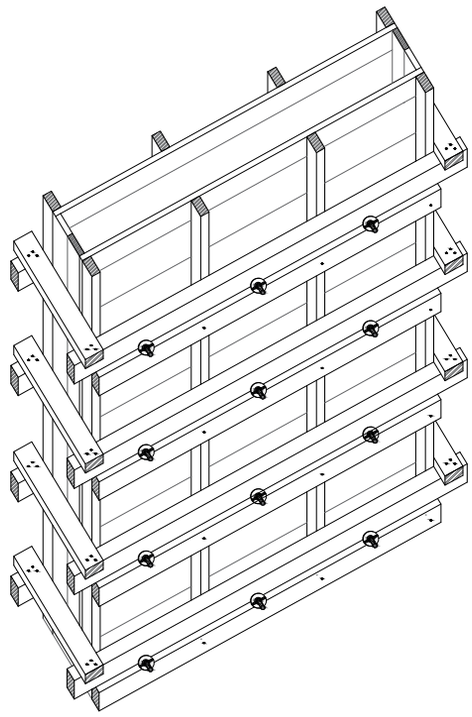
Kolon kalıplarında taşıyıcılar, kanat bağlama latalarıyla başlar. Kanat bağlama lataları kalıp yüzeyi elemanlarını birleştirir. Kalıbın döşemeyle birleştiği yerde 3x5 cm ölçülerinde klapalar kullanılır. Kalıbı etkileyen taze beton yükünü taşıyan asıl taşıyıcı elemanlar 5x10 cm'lik bağ kuşaklarıdır. Tabanda kolon aksının kaçmaması için kullanılan mesnet konstrüksiyon elemanı, 5x10 cm ölçülerindeki taban kuşaklarıdır. Bu elemanlar aks kuşağı olarak da adlandırılır (Görsel 1.92).

**Bağlantı elemanları**: Düşey kalıplarda, kalıp yüzeylerine etki eden kuvvetleri karşılamak için karşılıklı iki kalıp yüzeyini birbirine bağlamada kullanılan elemanlardır. Geleneksel kalıplarla yapılan perde ve temellerde germe latası adı verilen 5x10 cm ölçülerindeki kalasların dikmelere çakılmasıyla bağlantı sağlanır.

Germe teli ile bağlama işlemi, yumuşak, bükülebilir 3-4 mm çaplı çelik çubuğun iki kez kalıp etrafında döndürülerek bağlanmasıyla yapılır.. Bunlar çaprazlanır ve çubuk uçları dış kısımda bükülerek kapatılır.

Kalıpların iki yüzünü belli uzaklıkta tutabilmek için mesafe ayarlayıcıları kullanılır.

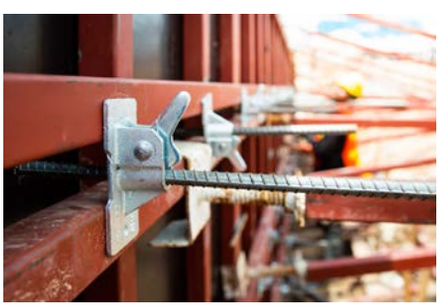
**Kilit çiroz (Yaylı kalıp kilidi)**: Kolon, perde gibi elemanların iki yüzünü birleştirmek amacıyla kullanılan kilittir. Kolon veya perde iki yüzü arasına plastik borular yerleştirilir ve içerisine Ø8, Ø10'luk inşaat demiri geçirilir. Bu demirin her iki ucuna çirozlar takılır ve kollu kilit çiroz sıkma makinesi (Görsel 1.93) ile sıkılarak sabitlenir (Görsel 1.94). Söküm işlemi, kilitler açılarak kolaylıkla yapılır.



**Görsel 1.92:** Geleneksel yöntemle perde ve kolon kalıbı



**Görsel 1.93:** Kilit çiroz sıkma makinesi



**Görsel 1.94:** Kilit Çiroz uygulaması

**b) Endüstriyel Kalıplar**

Standart kalıp yüzeyi ve yardımcı elemanları bir kalıp elemanı şeklinde birleştirilecek özelliğe sahip metal veya ahşaptan imal edilmiş kalıp sistemidir. Her birim kalıplanacak elemanın ölçülerine uygun ve birleştirilerek kullanılır. Böyle sistemde pano, dikme, birleşim elemanları boyut (uzunluk, genişlik, yükseklik) yönünden belirli bir derecede ön montaj sağlar. İlk yatırım maliyetinin yüksek olması ve tek seferlik kullanımlarda ekonomik olmaması bir dezavantaj yaratsa da uygulama hızı bakımından oldukça avantajlı yöntemdir.

Betonarme yapılar için kullanılan endüstriyel kalıp sistemlerini oluşturan elemanlar; öncelikle beton yüzüne doğrudan temasta olan ve betona şeklini veren **kalıp yüzeyleri** ile bu yüzeylere etkiyen yüklere mesnet teşkil eden, yük aktarıcı özellikteki **taşıyıcı** elemanlardan oluşur.

**1. Endüstriyel Kalıp Yüzeyleri**

Kalıbın beton ile temas eden bölgesidir. En yaygın kullanıma sahip kalıp yüzeyi plywood olmakla birlikte çelik, alüminyum, polimer esaslı yüzeyler de kullanılır. Yüzey çeşitlerinin her biri farklı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahiptir.

Uygun bir kalıp yüzeyinin aşağıdaki temel özelliklere sahip olması gerekir.

» Beton ile yüzeyde bozulmalara sebebiyet verecek tarzda kimyasal etkileşime girmemelidir.

» Çimento ve beton şerbeti gibi ince malzemelere karşı geçirimsiz olmalıdır.

» Söküm sırasında betondan uygun şekilde ayrılabilmelidir.

» Beton yüzeyine istenen şekli verebilecek esneklikte olmalıdır.

**Plywood**: Kontraplak olarak da adlandırılan kalıp yüzeyi çeşididir. Plywood malzemesi; küçük ahşap artıkların sentetik bağlayıcılarla birleştirilip sıkıştırılmasıyla imal edilir. Plywood yüzeyinin fenolik film tabakasıyla kaplanması, plywoodun betondan kolayca ayrılmasını; betonun aşındırıcı ve rutubet etkisine karşı korunmasını sağlayarak tekrarlı kullanım imkânı verir. Kalıp yüzeyi koruyucu film tabakasıyla kaplanmadığında beton suyunun emilmesine, bu da kullanım sayısının azalmasına neden olur. Yüksek beton basınçlarını karşılamak amacıyla huş, meşe, kayın gibi sert ağaçlardan elde edilir.

**Çelik kalıp yüzeyleri**: Genellikle 2 mm kalınlıklı, çeşitli boyutlardaki çelik levhalar kullanılır. Burkulmaya karşı arka kısımlarında U veya L profiller ile desteklenir. Pano şeklindeki elemanları birbirlerine bağlamak amacıyla vidalı, kamalı veya mandal şeklinde birleşimler kullanılır.

**Sac kalıp yüzeyleri**: Özellikle eğrisel elemanların kalıplanmasında kullanılır. Beton yükselme hızının yavaş olduğu, taze betonun hidrostatik basıncının az olduğu dökümlerde tercih edili. Yeterli tasarım sağlandığında hidrostatik basıncın yüksek olduğu kolon kalıplarında da tercih edilebilir. Sac elemanlar arasındaki bağlantıların boşluk vermeyecek şekilde sızdırmaz olması gerekir.

**Alüminyum kalıp yüzeyleri**: Alüminyum; silisyum, magnezyum, çinko gibi metallerle alaşımı sonucunda alkaliye dayanıklı hâle getirilir ve kalıp yüzeyi olarak kullanılır. Fiziksel özelliği yönünden ahşap ile çelik arasındadır. Alüminyum üzerinde kısa sürede oksit tabakası oluşur bu yüzden çelikte olduğu gibi pastan korunmasına gerek yoktur. Genellikle kanalizasyon ve tünel inşaatlarında kullanılır. Ağırlıklarının az olması nedeniyle avantaj sağladığı dar çalışma alanlarında, çelik kalıplara göre tercih edilir.

**2. Endüstriyel kalıplarda taşıyıcı elemanlar**

Endüstriyel kalıplar oluşturuldukları betonarme elemanın türüne bağlı olarak değişmekle birlikte dört ana bölümden oluşur.

» I Kalıp kirişleri

» Payandalar

» Dikmeler

» Bağlantı elemanları

Perde, kolon gibi düşey kalıplarda dikme kullanılmamaktadır. Benzer şekilde döşeme kalıbı kurulduğunda da payandalar kullanılmaz.

**Ahşap kiriş**: Standart mukavemet değerlerine sahip üretilen ahşap kiriş elemanlar; perde, kolon, döşeme kalıplarının yapımında yaygın olarak kullanılan endüstriyel kalıp elemanlarıdır (Görsel 1.95). Yüzey olarak plywoodun tercihedildiği kalıp uygulamalarında, plywooda doğrudan mesnet oluşturan yük aktarıcıdır.

Uç kısımlarında koruyucu başlık veya darbe sönümleyiciler bulunduran çeşitleri uzun ömürlü kullanım özelliğine sahiptir. Çeşitli boylarda üretilir. Baş kısımlarında bulunan delikler ve özel birleştirme elemanlarıyla boyuna yönde istiflenerek kullanılır.



**Görsel 1.95: Ahşap kiriş örneği**

Kesit olarak incelendiğinde başlık genişliği hepsinde 80 mm'dir. Başlık yüksekliği 40-60 mm arasında değere sahiptir. Gövde yüksekliği 80-200 mm arasında değişir. Bu kalıp kirişleri adını başlıklar dahil cm cinsinden kesit yüksekliğinden alır ve başına üretici firmanın koyduğu kısaltma gelir (H20, GT24 gibi). Uzunluk olarak 90 cm'den başlayıp 600 cm'ye kadar ulaşır. Standart kalıp kirişi boyları 245, 290, 330, 360, 420, 480, 540 ve 600 cm ölçülerinde üretilir.

**Çelik kuşaklar**: Ahşap kirişli kolon ve perde kalıplarında, ahşap kiriş elemanlarına mesnet oluşturur. Döşeme kalıplarında, iskele üzerinde ana taşıyıcı olarak kullanılır. Üzerinde bulunan delikler ve özel birleştirme parçalarıyla kullanılan diğer kalıp elemanlarıyla bağlanabilirlik özelliği olan çok amaçlı endüstriyel parçalardır.

**Boru-kelepçeler**: İskele, dikme ve diğer taşıyıcı endüstriyel kalıp-iskele elemanları arasında gergi oluşturarak stabilite ve yük aktarımının sağlayan elemanlardır.

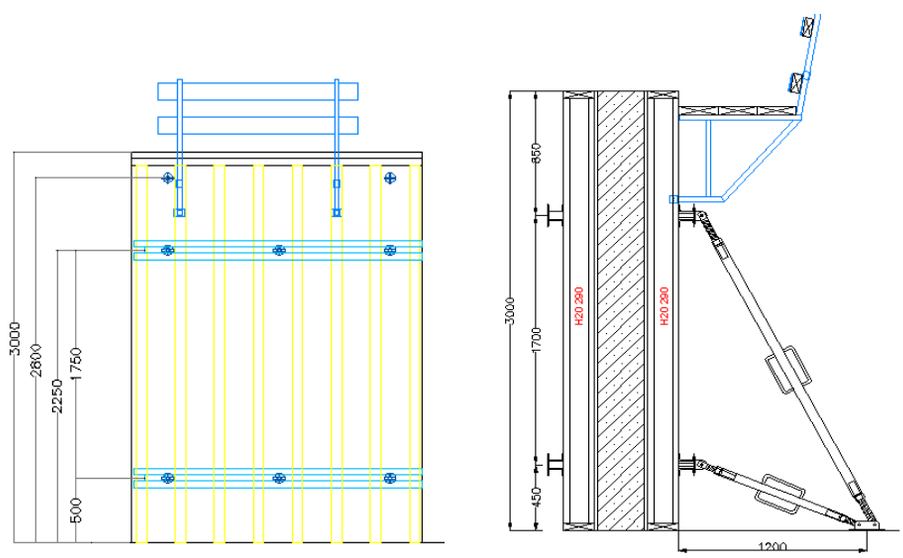
**Payandalar**: Kalıp elemanlarına destek oluşturan yardımcı elemanlardır (Görsel 1.96). Taze betonun yarattığı hidrostatik basıncının üzerinde çoğunlukla taşıyıcılık özelliği olmamakla birlikte payandaların kolon ve perde kalıplarında üç ana görevi vardır.

» Kalıbı şakülüne getirmek

» Kalıbı ayakta istiflemek

» Kalıbı etkileyen rüzgâr yüklerini zemine aktarmak

Ağır çekme ve basınç yükleri altında taşıyıcılık özelliği olan (5, 7 ton vb.) payanda çeşitleri de bulunmaktadır (Görsel 1.97)




**Görsel 1.96:** Endüstriyel perde kalıbı panosunda payanda ön görünüşü ve en kesiti



**Görsel 1.97:** Payanda

**Ayarlanabilir teleskopik dikmeler**: Döşeme kalıplarını destekleyen, desteklediği yükü oturduğu zemine aktaran, basınç yüklerini karşılayan tekil elemanlardır. İç içe geçmiş iki adet çelik boru üzerinde bulunan ayar mili ve kancası ile uzunluk ayarı yapılabilir (Görsel 1.98a,b).

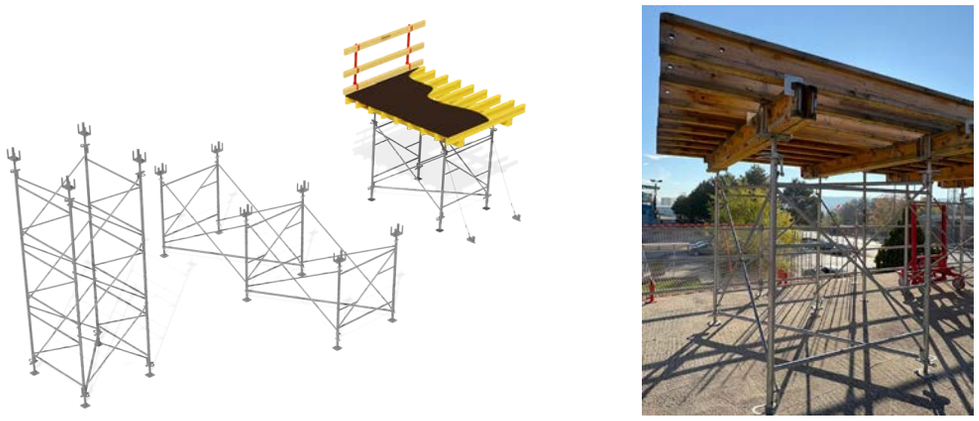
Kalıp desteği olarak kullanımı dışında, doğrudan üzerine oturduğu döşeme ile prizini almakta olan döşeme arasında kullanılarak prizini almakta olan döşeme betonunun yeterli dayanıma ulaşması beklenmeksizin, döşeme kalıbının erken sökümü için de kullanılmaktadır. Bu durumdaki kullanımında, erken söküm dikmesi olarak adlandırılır.



**a)** **b)**

**Görsel 1.98:** Teleskopik dikme

**İskele çerçeveleri**: Ana iki boru ve yine bu boruların birbirleri arasındaki bağlantıyı sağlayan yardımcı borularla oluşturulan iskele elemanlarıdır. İskele çerçeveleri; çerçeveleri birleştiren çaprazlar, iskele kafası ve iskele ayağıyla birlikte kullanılarak iskele kulelerini oluşturur (Görsel 1.99a, b).



a) b)

**Görsel 1.99:** Masa tipi ağır yük iskele sistemi

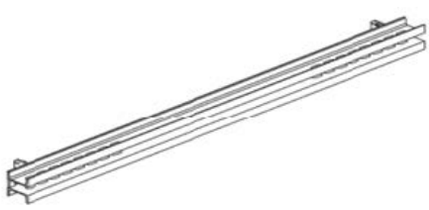
**Bağlantı Elemanları**

Endüstriyel kalıp sistemlerinde bağlantı elemanları dört ana ögeden oluşur. Çelik kuşaklar, kuşak birleştirme elemanları, ankraj çubukları (tie-rod) ve birleştirme parçalarıdır.

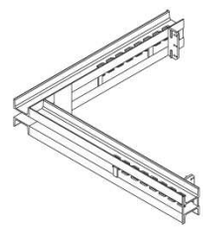
**Çelik kuşaklar**: Endüstriyel düşey kalıp sistemlerinin en önemli parçası çelik kuşaklardır. Kalıp çevresinde kenetlenerek ahşap kirişlerden gelen taze beton basıncını karşılar. Ankrajlamalar bu elemanlar üzerinden yapılır.

İki adet **U** profilin bir parçayla sırt sırta birleştirilerek elde edilen kuşaklar NPU 100-120-140'lık ölçülerinde olabilir.

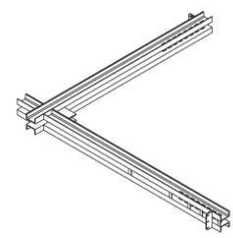
Betonarme perde, kolon ve köşe perdeler için sırasıyla görsel 1.100a, b, c'de kuşaklar gösterilmektedir. Bazı üretici firmaların standart boyları olduğu gibi projeye özel imalat da yapılabilir.



**Görsel 1.100.a:** Perde kuşağı

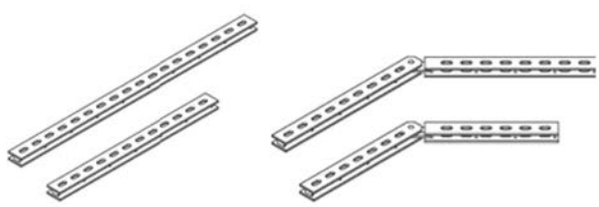


**Görsel 1.100b:** Kolon kuşağı (L tipi)

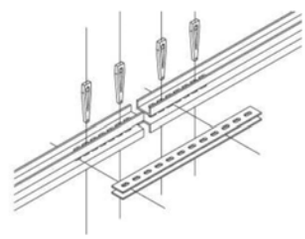


**Görsel 1.100c:** Perde köşe kuşağı

**Kuşak birleştirme elemanları**: Kuşak birleştirme elemanı vasıtasıyla iki panel yan yana birleştirilir. Böylelikle panolar ipine alınır ve basınç ve çekme kuvvetlerine karşı güçlü birleşim sağlanmış olur. Kuşak birleştirme elemanı düz olabileceği gibi mafsallı da imal edilebilir. Mafsallı kuşak birleştirme elemanı daha çok eğrisel bölümlerin veya keskin köşelerin dökümünde birleştirme elemanı olarak kullanılır (Görsel 1.101). Panolar arası birleşimin kilitlenmesi, kama kullanılarak sağlanır. Bu birleşime ait tipik görünüş Görsel 1.102'de verilmiştir.



**Görsel 1.101:** Düz ve mafsallı kuşak birleştirme elemanları



**Görsel 1.102:** Tipik panel birleşim detayı

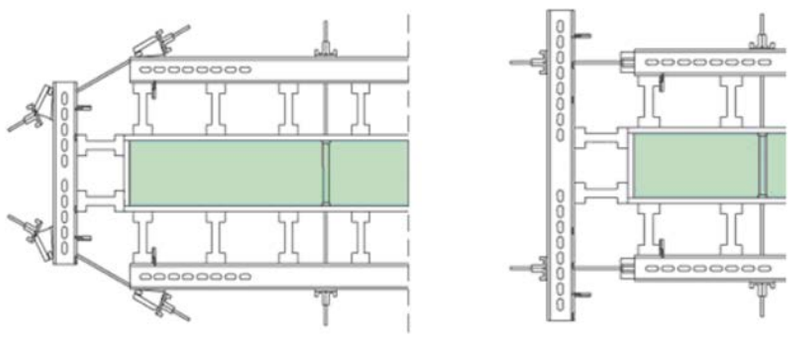
**Tie-rod [(Tayrod) (ankraj çubuğu)**: Kolon ve perde kalıplarında, taze betonun yarattığı hidrostatik basınç yüküne karşı kalıbın iki yüzü arasında kullanılan çelik çubuk elemanlardır. Uygulamada tie-rod ya da tayrod olarak adlandırılır (Görsel 1.103).

**Birleştirme elemanları**: Kalıp dizaynında köşe geçişleri için kullanılmaktadır. Kalıbın kuşaklar tarafından çepeçevre kenetlendiği, kuşakların tie-rodlar vasıtasıyla birbirlerine bağlandığı birleştirme parçalarıdır.

Betonarme perdelerde alın detayı iki türlü gerçekleştirilebilir. Görsel 1.104'te görülen birinci detay, dış köşe birleştirme parçası kullanılarak teşkil edilmiştir. İkinci detay alındaki kuşak uzun tutulmuş ve alın bağlama parçası olarak teşkil edilmiştir.



**Görsel 1.103:** Tie-rod



**Görsel 1.104:** Perde kalıplarında alın detayı

## 1.14 SIRA SİZDE

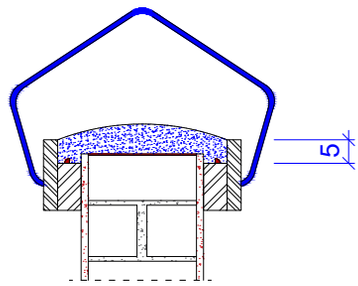
Aşağıdaki flayer modelinde geleneksel ve endüstriyel kalıplarla ilgili istenenleri ilgili alanlara yazınız.



## 1.4.2. Betonarme Yapı Elemanlarının Geleneksel Kalıp Sistemi ile İmalatı

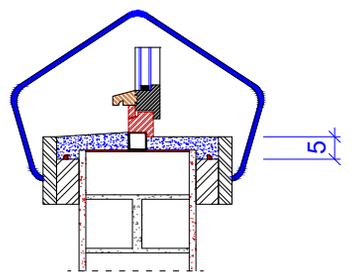
Betonarme yapı elemanlarının geleneksel kalıp sistemi ile imalatında izlenen yol genel olarak aynıdır. Elemanın türüne göre imalatında dikkat edilecek hususlar aşağıda özetlenmiştir.

**Harpuşta kalıbı**: Kagir duvarın üzerine yapılır. Taban ve kanat olmak üzere iki kısımdır. Kanat tahtası, taban tahtasına dik olarak dıştan çakıldıktan sonra yüksekliği az olan yerde 60-100 cm aralıklarla koyulan dikmeler üzerine oturtulur. Yüksekliği fazla olduğunda kalıbı desteklemek için duvara takozlar çakılır. Harpuştada damlalık yapımı istendiğinde çeyrek daire kesitle damlalık çıtası, taban tahtasına çakılır. Karşılıklı duran kalıpların açılmasını önlemek üzere 100-150 cm aralıkla kanca demirleri konur veya ahşap gergi çıtaları çakılır (Görsel 1.105).



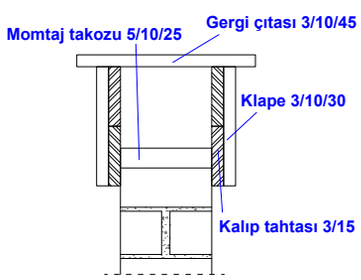

**Görsel 1.105:** Harpuşta kalıbı

**Denizlik ve parapet kalıpları**: Pencerelerin dış ön kısmına **denizlik**, iç ön kısmına **parapet** denir. Bu kısımlarda kalıplar ahşap, metal veya plastikten yapılabilir. Metal kalıp olarak **L** profil kullanılabilir. Ahşap kalıpların rendeli ve düzgün yapılması gerekir. Denizlik ve parapet kalıpları, pencere kasaları yerine koyulduktan sonra yapılır. Denizlik ve parapet kalıplarının ikisi aynı anda yapılmalıdır. Kalıbın açılmaması için kanca demirleri veya kasaya çakılacak şekilde gergi çıtaları kullanılmalıdır. Kalıbın yerine konması için yüksekliği az ise dikme, fazla ise duvara çakılan takozlardan faydalanılır. Parapetin üzerinden süzülen suların duvarı etkilememesi için kalıp taban tahtasına çeyrek daire çıta çakılır (Görsel 1.106).



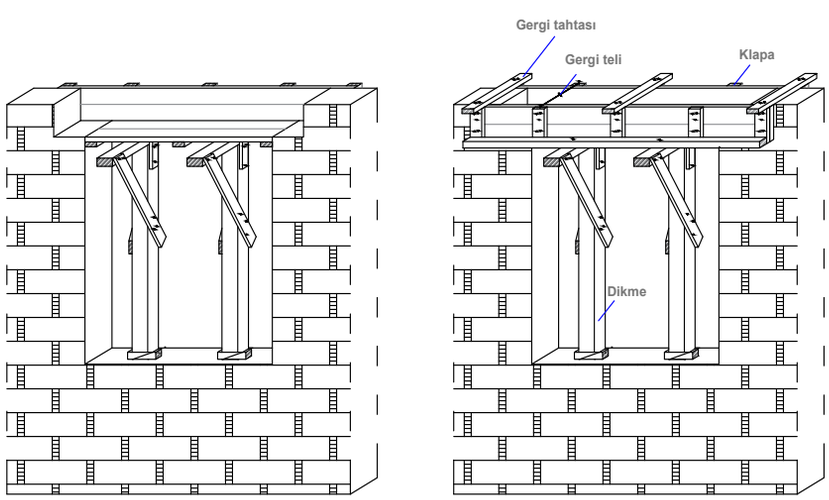

**Görsel 1.106:** Denizlik ve parapet kalıbı

**Hatıl kalıbı**: Hatıl, kagir yığma binada duvarların üzerine yatay olarak veya aralarına dikey olarak yapılır. Hatıl yapabilmek için duvarın iki yanına hatıl yüksekliği kadar genişlikte ahşap, metal veya plastik kalıp yapılır. Kalıpların takviyesi için kanatların üst ve alt dış taraflarına kirişler monte edilir. Metal ve plastik kalıplarda bu kirişler **L** veya **U** profili olabilir. Betonarme çelik donatı yerleştirildikten sonra kalıbın açmaması için üstten gergi çıtaları çakılır, kanat ortalarından gergi telleri 80-120 cm ara ile çekilir (Görsel 1.107).




**Görsel 1.107:** Hatıl kalıbı

**Lento kalıpları**: Kapı ve pencere lento kalıpları düz veya dişli yapılır. Kalıp taban tahtaları 80-120 cm ara ile koyulan başlıklar üzerine oturtulur ve kanat tahtaları yandan çakılır. Lento genişliğine göre başlıkların altına tek veya çift dikme konur (Görsel 1.108).



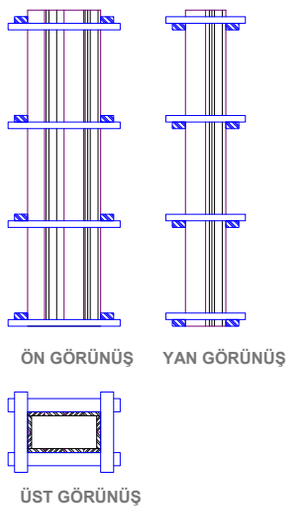

**Görsel 1.108:** Lento kalıbı

**Kolon (sütun) kalıpları**: En geleneksel sistemdir. Tahta, 5 x 10 cm, 10 x 10 cm ahşap malzemeler ve playwood levhalardan oluşturulur. Küçük ve orta ölçekli yapılarda tercih edilir. Ekonomik ve kolay şekillendirilebilir ancak dayanımı sınırlıdır ve çoklu kullanımda deformasyon oluşabilir (Görsel 1.109).

Kolon kalıpları kare, dikdörtgen, çokgen ve daire kesitli biçimlerde de yapılır. Kalıpların yapımında kanatlar oluşturulur ve bu kanatlar birbirlerine çivilenerek tutturulur. Daire kesitli kolonlar, kolon kesitine göre çıkarılmış bir tahta şablon içine çıtaların yan yana dizilmesi ile oluşturulur. Kolonlar, içine beton doldurmaktan dolayı oluşacak yanal basınçları karşılamak için her 50-100 cm'de bir çepeçevre kuşaklarla takviye edilmelidir. Kalıbın yapımı esnasında içine dökülebilecek tahta, talaş gibi atıkların temizlenebilmesi için kolon tabanında 15-20 cm açıklık bırakılmalıdır. Görsel 1.110 'da geleneksel kolon çizimi görülmektedir.



**Görsel 1.109:** Geleneksel Kolon kalıbı

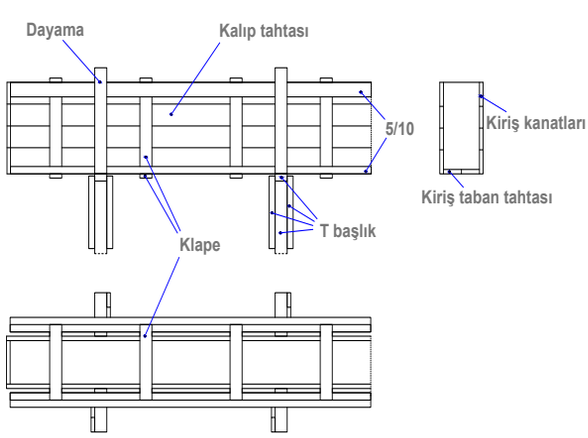



**Görsel 1.110:** Geleneksel kolon kalıp projesi

**Kiriş kalıpları**: Binalarda kiriş kalıpları ile döşeme kalıpları birlikte yapılır. Kalıp, dökülen betonun ağırlığını taşır ve yanlara basıncı önler. Kiriş kalıpları, üst başlıklı ve 10x10 cm kesitli dikmelerle alttan desteklenmelidir. Destek dikmeleri arasında en fazla 100 cm mesafe bırakılır. Kiriş yüksekliği fazla olduğunda kiriş kanat kalıbı dıştan klapeler üzerinden boylamasına çekilen destekli latalarla takviye edilmelidir. Ek takviye olarak kanatlar, yaklaşık her 1,50 m 'de bir gergi telleri ile karşılıklı çektirilir. Betonarme karkas yapılarda kirişler kolonlar üzerine oturtulduklarından kiriş, kolon ve döşeme kalıpları bir bütün olarak yapılır (Görsel 1.111, 1.112).



**Görsel 1.111:** Geleneksel kiriş kalıbı




**Görsel 1.112:** Geleneksel kiriş kalıp projesi

**Döşeme kalıpları**: Betonarme döşeme, yapının yatay taşıyıcı elemanlarıdır. Döşeme, üzerine gelen yükü kiriş veya doğrudan taşıyıcı duvarlara iletir. Geleneksel betonarme döşeme kalıp sisteminde kalıp tahtaları, 5 x 10 veya 10 x 10 ızgaralar, 10 x 10 dikmeler vb. kullanılır (Görsel 1.113a, b). Düz ile kirişli ve dişli olmak üzere iki şekilde yapılabilir.



a)



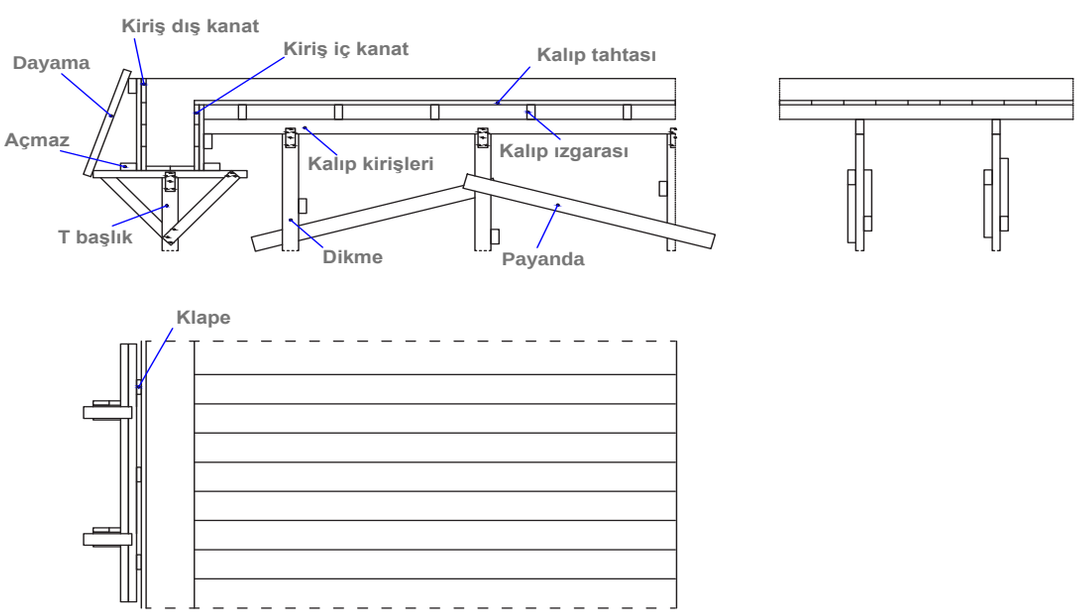
b)

**Görsel 1.113: Geleneksel betonarme döşeme kalıp sistemi**

» **Düz döşeme kalıpları**: Betonarme döşemeler yığma yapılarda yük taşıyan duvarlar ve karkas yapılarda kirişler üzerine oturtulur. Duvarlara oturtulan betonarme döşemelerde, döşeme ve hatıl kalıbı birlikte yapılır. Betonarme iskeleti yapılarda döşeme kalıbı çoğunlukla kolon ve kiriş kalıplan ile birlikte yapılır.

Bu tür kalıpların yapılışındaki esas özellik, döşeme tahtalarının, 40-60 cm ara ile ara yerleştirilen enleme kirişlerine, enleme kirişlerinin de ortalama 1 m ara ile koyulmuş olan boy ana kirişlere oturtulmasıdır. Enleme ve boylamaların en iyi ek şekli, bitişen uçların her birinin altına ayrı dikmeler getirmektir. Boylamalar üzerindeki enlemelerin ekleri yine boylamalar üzerine getirilmelidir. Döşeme kalıp tahtalarının kiriş kalıplarına bağlantısı, kiriş yan yüz kalıpları üzerine tespit edilen göğüslemeler yardımıyla olur. Göğüslemeler kiriş büyüklüğüne göre taban kalıbı altındaki başlığa eğik veya kısa dikme şekilli desteklerle dayatılmış olabilir. Düz betonarme döşemeler gusseli olarak kirişe bağlanıyorsa gussenin büyüklüğüne göre kalıp şekli tespit edilir (Görsel 1.114).

Balkon ve çıkma kalıpları, döşeme kalıpları gibi ana kirişler ve bunlara oturan ızgara kirişlerle oluşturulur. Çıkmayı oluşturan döşemenin yan ve alın taraflarına sınır alın tahtaları çakılmaktadır. Asmolen döşeme yapılacaksa asmolen blokları aralıklı veya aralıksız döşenen döşeme tahtaları üzerine dizilir. Bu durumda kalıp yan kanatları yüksek yapılır.

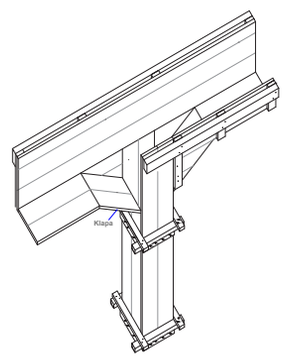



**Görsel 1.114: Düz döşeme kalıbı**

» **Kirişli ve dişli döşeme kalıpları**: Betonarme döşeme, kolonlar arasında esas taşıyıcı kirişler ve bunlara dayanan tali kirişlerle taşındığında bu döşemelerde "Tablalı Kirişli Döşeme" denen sistemin kalıbı yapılmış olur. Dişli döşemede diş ve nervürler çeşitli tarzda oluşturulabilir. Kalıp döşemeleri üzerine sistematik dizilen asmolen blokları arasında dişler bırakılabilir. Söz konusu nervür veya dişler; özel ahşap, çelik veya plastik kalıplarla da yapılabilir. Diş genişlikleri 40-60 cm, aralarındaki mesafe yaklaşık 120 cm olabilir.

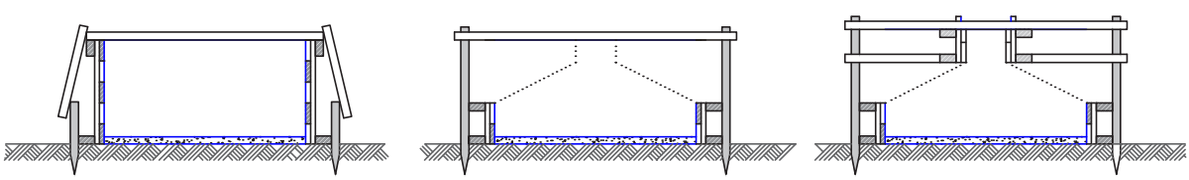
» **Mantar döşeme kalıpları**: Kalıpların kirişsiz düz döşeme şeklinde inşası basittir. Döşemeler hiçbir zaman doğrudan kolon başlarına oturtulmaz. Yüklerin etkisiyle kolonun döşemeye saplanma riski oluşur. Bu nedenle kolon başlarında 10 cm kadar kalınlıkta bir başlık döşemesi yapılır. Bu döşeme, esas döşemeden aşağıda bulunur. Bu tür döşemelere **mantar döşeme** denir (Görsel 1.115).

Kolonlar genellikle dairesel kesitte olur ve kolon başlığı döşeme altına koni şeklinde genişleyerek biter. Yuvarlak kesitli kolonlar için çelik, fiberglas (plastik) veya asbest boru kalıplar kullanılabilir. Döşeme ve başlık panelleri, enleme ve boylamalarla kama kullanılarak kolon etrafında oluşturulan kuşaklamaya oturtulur. Kolonlar iki yönde çaprazlarla takviye edilir. Başlık döşemesi kalıbı, esas döşeme kalıbı kirişlerinden faydalanarak oluşturulur. Kalıp sökülürken bu kısmın kalıplarına öncelik verilir.

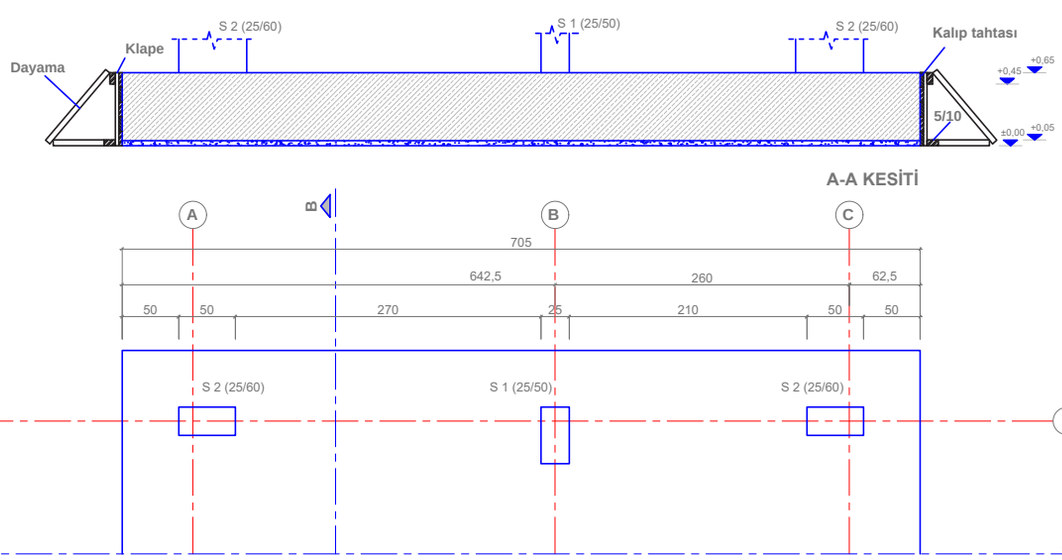



**Görsel 1.115:** Mantar döşeme kalıbı

**Temel kalıpları**: Yapıyı zemine oturtan en basit kalıplardandır. Yükseklikleri ve görünen yüzleri azdır. Beton veya betonarme temeller, zemine oturtulduklarından yalnız temelin yan yüzeylerinin şekillendirilmesi ve yan basıncı karşılaması için kalıp yapılır. Temelin şekline göre temel yüksekliğince yan kanatlar hazırlanır. Kanatların yerine koyulmasında, alttan açılmaları önlemek için kanatlara paralel olarak koyulan kuşak kirişlerinin dış kenarlarından 100-200 cm ara ile zemine kazıklar çakılır. Kanatların dik durması dıştan destek çakılarak sağlanır. İçine çelik donatı koyulan temellerin daha sonra üzerine gergi çubukları (50-100 cm arayla çakılarak ve aralarına gergi telleri çekilerek açılmaları önlenir. Kademeli yapılan betonarme temelde üst kademenin yanal yüzeyi için yapılan kanatlar, alttan veya yandan desteklenir. Temellerde beton dökülürken kademe yüzeyinde taşma yapmaması için kademe seviyesine kadar döküldükten sonra bir süre beklenir. Bağımsız sömeller arasındaki bağ kirişlerinin kalıpları ile beraber yapılır (Görsel 1.116,117,118).



**Görsel 1.116:** Basit temel kalıbı

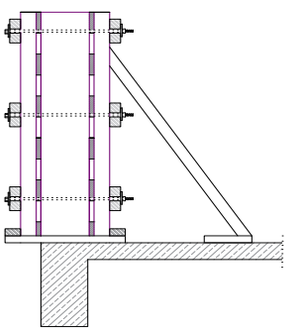



**Görsel 1.117:** Radye temel

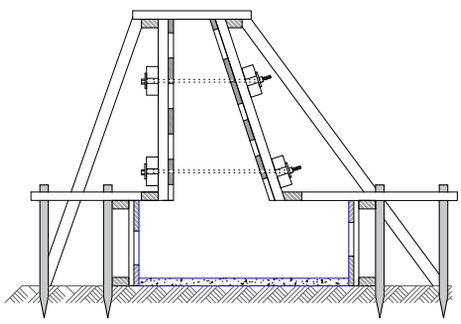


**Görsel 1.118:** Geleneksel ahşap temel kalıbı

**Perde duvar kalıpları**: Bina temel duvarlarında ve istinat duvarlarında yapılır. Yüksekliği fazla olan bu gibi duvarların kalıplarında tahtalar yatay veya dikey koyulabilir. Tahtalar dikey koyulduğunda, kolon kalıplarında olduğu gibi yüzeye 50-100 cm aralıklı kirişler yapılır. Basıncın dengeli olması için kalıbın alt tarafına kirişler daha sık yapılır. Duvarın kalınlık ve yüksekliğine göre kuşak kirişleri dışında 100-150 cm aralıklı dikmeler konur ve kalıbın dik durması için payandalar çakılır (Görsel 1.119, 120).



**Görsel 1.119:** Perde duvar kalıbı



**Görsel 1.120:** İstinat duvarı kalıbı

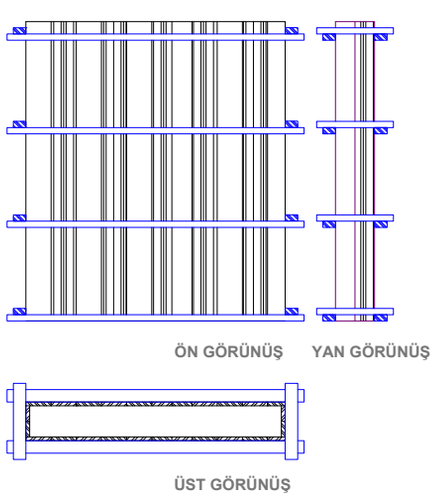
Perde duvar, özellikle deprem etkilerine karşı yapıların rijitliğini sağlayan düşey taşıyıcı elemandır. Geleneksel kalıp sisteminde perde duvar kalıbının yüzeyi ahşaptan oluşurken endüstriyel kalıp sisteminde geniş yüzeyli ve düzgün panellerden oluşur.

Perde duvar kalıpları yapıldıkları malzemenin cinsine göre ahşap, çelik ve kompozit şeklinde sınıflandırılır. Endüstriyel perde duvar kalıp sisteminde **tırmanır tip** perde duvar kalıp sistemi yer alır.

Geleneksel kalıp sisteminde ahşap perde duvar kalıpları genellikle küçük projelerde kullanılır. Düşük maliyetli ancak işçilik gerektiren kalıplardır. Kolay şekillendirilir ancak dayanıklılığı az, yüzey düzgünlük kalitesi düşüktür (Görsel 1.121, 1.122).

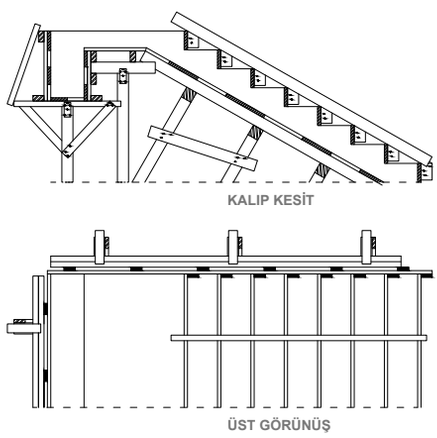


**Görsel 1.121:** Geleneksel ahşap perde duvar kalıbı




**Görsel 1.122:** Perde duvar kalıbı görünüşleri

**Merdiven kalıpları**: Betonarme merdivenler şekil ve taşıma sistemleri bakımından birbirinden farklıdır. Bu nedenle kalıpları da farklı yapılır. Tek parça yapılan betonarme merdiven kalıpları eğik duran döşeme veya kirişli döşeme kalıbı gibi yapılır. Merdiven basamakları, eğimli döşeme ile birlikte veya ayrı ayrı yapılır. Şekil olarak merdivenler tek kollu, çok kollu, çeyrek, yarım ve tam döner çeşitlerdedir. Eğimli düz merdiven kalıbında yatay ve düşey kalıp yüzeyleri; basamaklar için rıhtların alın kalıpları, ayrıca bu rıht alın kalıpları için kılavuz tahtaları ve mastarları düzenlenir. Eğimli kısım ile sahanlık kalıp yüksekliği birbirine tam uyacak şekilde kurulmalıdır. Alt yüzey kalıpları enleme veya boylamalara, boylama ve enlemeler de dikmelere oturur (Görsel 1.123, 124).




**Görsel 1.123:** Geleneksel betonarme merdiven kalıbı



**Görsel 1.124:** Geleneksel betonarme merdiven kalıbı

## 1.15. SIRA SİZDE

Yapılarda geleneksel kalıp yöntemleriyle yapılan yapı elemanlarının dört tanesini flayer modelinde her kutuya bir tane olacak şekilde yazınız.

**BETONARME YAPI ELEMANLARI**

## 1.4.3. Betonarme Yapı Elemanlarının Endüstriyel Kalıp Sistemleriyle İmalatı

Betonarme yapı elemanlarının endüstriyel kalıp sistemleriyle imalatında izlenen yol genel olarak aynıdır. Yapı elemanının türüne göre imalatta dikkat edilecek hususlar aşağıda özetlenmiştir.

**Endüstriyel Kolon Kalıpları**

Endüstriyel ahşap kalıp sistemleri ile H20/plywood kolon kalıpları, standart kuşaklar kullanılarak 200 x 200 ila 1200 x 1200 mm arasındaki kolonların dökümüne olanak sağlar. Kenar ve köşe birleşimlerindeki sade çözümler, işçilik ihtiyacını azaltır. H20 kolon kalıbı, benzer sistemler arasında en hafif seçenek olarak öne çıkar. Panolar, destek elemanlarının bağlantı aralıkları değiştirilerek 40-80 kN/m$^2$ beton basıncına dayanacak şekilde tasarlanabilir. Panolar; basit bağlantı detaylarıyla yan yana, üst üste ya da köşelerde birbirine bağlanabilir. Sistemin sunduğu kolay taşınabilirlik, basit planlama, şantiyede hızlı uygulama gibi avantajlar; yüksek kolonların dökümünde verimliliği arttırır. Sahada pratik montaj imkânı ile zaman ve iş gücü tasarrufu sağlar.



**Görsel 1.125:** Endüstriyel ahşap kolon kalıbı

Kolon kalıpları düşey doğrultuda rijit olmalı ve içine dökülen betonun basıncına dayanmalıdır. Beton dökümü sırasında sızdırmaz olmalıdır. Kolon yüzeyinde düzgünlük sağlamalı; montajı, sökümü ve bakımı kolay olmalıdır. (Görsel 1.125).

» **Çelik kolon kalıpları**: Özellikle yüksek yapılarda ve tekrarlı kalıp gerektiren projelerde kullanılır. Modüler panellerden oluşan çelik kolon kalıpları, cıvata veya kelepçelerle birleştirilir. Bu kalıplarla uzun ömürlü, düzgün yüzey elde edilir ancak ağır ve montajı zaman alan kalıptır. Çelik panolar, kullanım talimatlarına uygun kullanıldığında büyük bakım gereksinimi olmadan 500'ün üzerinde döküm yapılmasına olanak sağlar (Görsel 1.126).



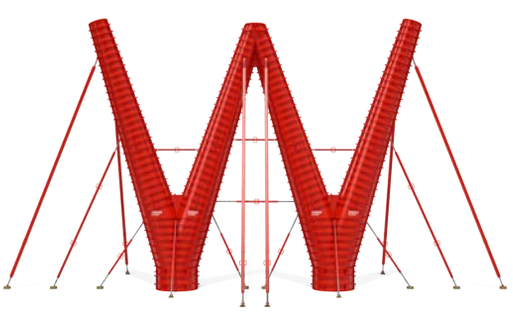
**Görsel 1.126:** Kare ve dikdörtgen çelik kolon kalıbı

Çelik kolon kalıp sistemi, dairesel betonarme kolonların dökümü için de tasarlanabilir. İki yarım daireden oluşan yapısı sayesinde montaj ve söküm işlemleri hızlı ve pratiktir. 100 kN/m$^2$ ye kadar beton basıncına dayanacak şekilde tasarlanabilir ve bu sayede hızlı beton dökümüne olanak tanır. Sistem, farklı eliptik kesitlerde ve kolon başlıklı versiyonlarda projeye özel olarak üretilebilir (Görsel 1.127).

Özel olarak hazırlanmış çelik kolon kalıbı sistemi de vardır. Çelik yüzeyli panolar, yatay ve dikey putrellerle desteklenir. Proje ihtiyacına göre sistem saplamalı veya saplamasız kullanılacak şekilde tasarlanabilir. Ayrıca bu sistemde farklı şekil ve boyutlarda özel başlık çözümleri vardır (Görsel 1.128, 129).



**Görsel 1.127:** Dairesel çelik kolon kalıbı



**Görsel 1.128:** Köprü ayak kolon kalıbı



**Görsel 1.129:** Kule çelik kolon kalıbı

» **Kompozit kolon kalıpları**: Özellikle küçük kesitli kolonlarda kullanılan modüler sistemdir. Kolay temizlenir, tekrar kullanılabilir ancak yüksek sıcaklıkta deformasyon riski vardır. Kompozit kalıp sisteminin esnek yapısı, sistemin ayarlanabilir kolon kalıbı olarak da kullanılmasını sağlar. Standart kolon panosu üzerinde yer alan ayar delikleri sayesinde 200 x 200 ila 1050 x 1050 mm arasındaki tüm kolon kesitleri, 50 mm artışlarla aynı kalıpla dökülebilir.

Sistem; sunduğu yeni tasarım standartlarıyla yüksek beton kalitesi, yüksek dayanım ve ekonomik çözümler sağlar. Ayrıca kullanım ve bakım kolaylığı ile stoklama avantajı, sistemin öne çıkan temel özelliklerindendir (Görsel 1.130, 131).



**Görsel 1.130:** Kompozit kolon kalıbı

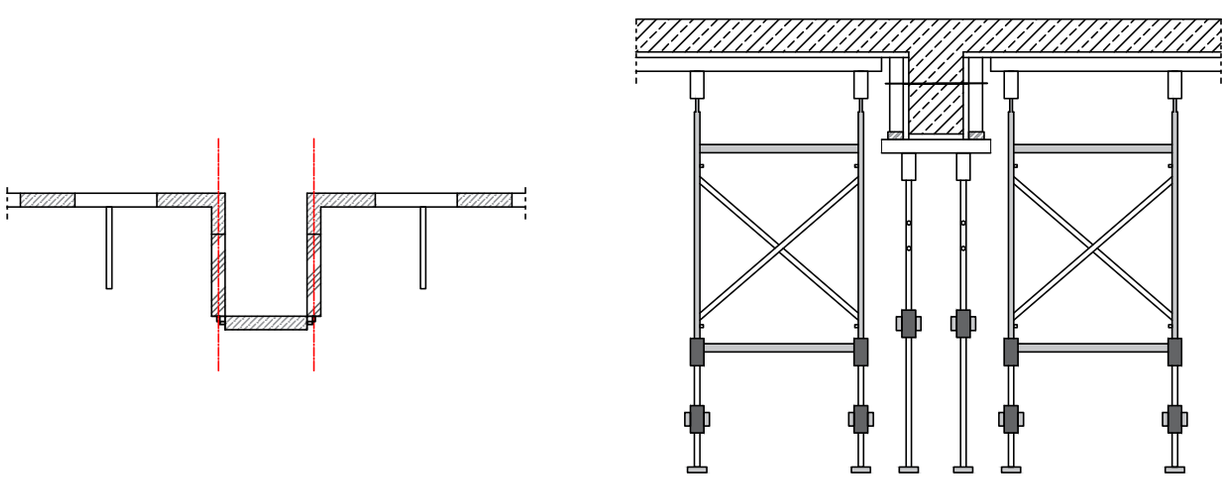


**Görsel 1.131:** Kompozit viyadük kalıbı

### Endüstriyel Kiriş Kalıpları

Yapılarda betonlama yapılırken kirişler ile döşemelerin dökümü beraber yapılır. Bu iki elemanın ayrı ayrı kalıplanması zordur. Döşeme kiriş birleşimlerinde zafiyet oluşturur ve yapıyı kesme kuvveti etkilerine maruz bırakır.

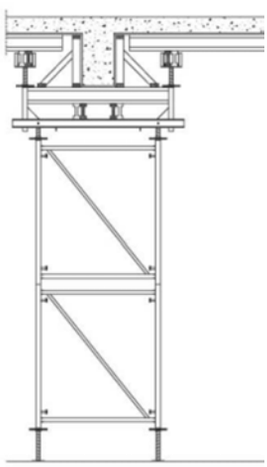
Kirişlerin kalıplanacağı yapıda döşeme pano kalıplarından yapılıyorsa kirişler de pano kalıplarından oluşturulur. Kiriş boyutları standart kalıp boyutlarına uyduğunda pano kalıp köşe elemanları kullanılarak kirişlerle birleştirilir. Böylece pano kalıpları başlık bağlantılarıyla yükünü döşeme taşıyıcılarına ve oradan da zemine iletir (Görsel 1.132).



**Görsel 1.132:** Çerçeve ve endüstriyel masa kalıbı

Masa kalıbının kullanılması durumunda kiriş genel sistemden bağımsız geleneksel yöntemler ile kalıplanabilir. Sistemin sürekliliği masa kalıbı ile kiriş kalıbını birbirlerine bağlayacak bütün bir parça ile sağlanır.

Kiriş yan yüzlerine etkiyen taze beton yatay basıncının masa kalıbına aktarılmasına engel olmak önemlidir. Bu nedenle, kiriş yan yüzleri kalıp ankrajları ile bağlanır ve taban kalıbına etkiyen düşey yükler dikmelerle taşıyıcı zemine aktarılır (Görsel 1.133, 134).



**Görsel 1.133:** Endüstriyel iskele tipi kiriş-döşeme kalıbı

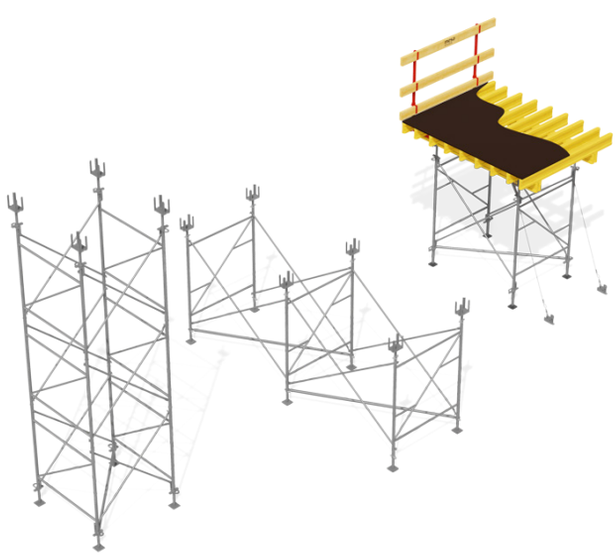


**Görsel 1.134:** Endüstriyel kiriş kalıbı uygulaması

### Endüstriyel Döşeme Kalıpları

Döşeme kalıbı olarak kullanılabilen çok amaçlı iskele sistemidir. Tüm elemanları sıcak daldırma, galvaniz kaplama olan bu sistem, hızlı uygulanabilir. Döşeme kalıp sisteminin temel özelliği, noktasal kilitleme yöntemidir. Bu özellik sayesinde dört adet yatay eleman, dikey elemana aynı anda tek bir çekiç darbesiyle kilitlenerek herhangi bir cıvata, somun ya da kamaya ihtiyaç duymadan bağlanabilir.

Döşeme kalıp sistemi; esnek yapısı sayesinde düz, eğri veya dairesel kurulabilir. Kalıp iskelesi olarak kullanıldığında farklı döşeme tip ve kalınlıklarına uygun çok çeşitli açıklık ve yükseklik seçenekleri sunar. Modüler ve basit yapısı; kolay kullanımı, taşıma depolama avantajıyla öne çıkar. Basit yatay ve dikey elemanlar ile alt/üst ayar milleri, pek çok yapı için iskele sisteminin temelini oluşturur. Az sayıda özel eleman gerektirmesiyle karmaşık yapılar için uygundur (Görsel 1.135a, b).



a)



b)

**Görsel 1.135:** Endüstriyel betonarme döşeme kalıp sistemleri

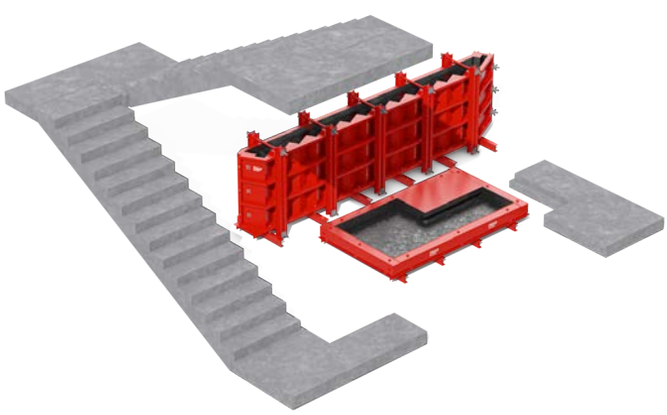
Görsel 1.136'da endstriyel döşeme kalıp sisteminin uygulanışı verilmiştir.



**Görsel 1.136:** Endüstriyel betonarme döşeme kalıp sistemi uygulaması

### Endüstriyel Merdiven Kalıpları

**Betonarme merdiven kalıpları**: Katlar arasında düşey sirkülasyonu sağlayan taşıyıcı elemanlardır. Geleneksel yöntemle yapılabildikleri gibi endüstriyel yöntemlerle de merdiven kalıbı yapılabilir (Görsel 1.137).



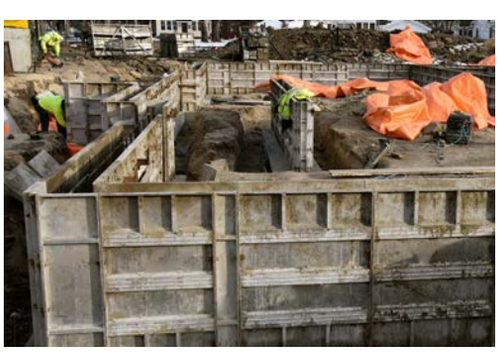
**Görsel 1.137:** Endüstriyel betonarme merdiven kalıbı

### Endüstriyel Temel Kalıpları

**Betonarme temeller**: Yapının yükünü zemine güvenli şekilde aktaran taşıyıcı elemanlardır. Geleneksel sistemde kalıp tahtaları, 5x10, 10x10 vb. ahşap malzemeler kullanılırken endüstriyel sistemde, çelik panel kalıp sistemleri kullanılır (Görsel 1.138,139).

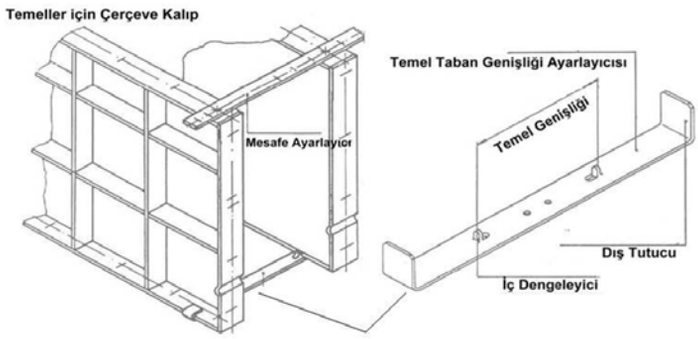


**Görsel 1.138:** Radye temel



**Görsel 1.139:** Endüstriyel temel kalıbı

Temel kalıplarında çelik modüler panel sistemler kullanıldığında yardımcı ve konstrüksiyon elemanları da çelikten seçilir. Temel yüksekliği fazla olmadığında tek kişinin taşıyabileceği boyuttaki kalıp yüzey elemanları yan yana, bağlantı kamalarıyla bağlanır. Yüksekliğe bağlı olarak seçilen mesnet elemanlarından kalıp üstünde, mesafe ayarlayıcıları kullanılır. Kalıp orta kısmında kalıp yüzeyinde veya kalıp birleşim yerlerinde bulunan deliklerden ankraj çubukları takılır. Temel alt kısımlarında grobetonun (demirsiz beton) üzerine oturan alt mesafe ayarlayıcıları kullanılır. Bu elemanlar betonun içinde kalır (Görsel 1.140).




**Görsel 1.140: Temellerde modüler pano kalıpları ve mesafe ayarlayıcılar**

**Endüstriyel Perde Duvar Kalıpları**

Endüstriyel ahşap perde kalıp sisteminde plywood kullanılır. Izgara kirişleri H20/plywood ahşap malzemeden oluşur.

H20/plywood perde kalıp sisteminin betonla temas eden yüzeyinde plywood, arka destek kısmında ise H20 ahşap kiriş ve çelik kuşaklar kullanılır. Bu kombinasyon, sistemin hafifliğini sağlar. Benzer kalıp sistemleri arasında en hafif sistem olarak öne çıkan H20/plywood perde kalıbı, pano destek elemanlarının bağlantı aralıkları değiştirilerek 40-80 kN/m$^2$ beton basıncına dayanacak şekilde tasarlanabilir. Panolar; basit detaylarla yan yana, üst üste veya köşe birleşimlerinde birleştirilebilir.

Perde duvar kalıpları; yüksek düşey basınca karşı dayanıklı, yüzey düzgünlüğü yüksek, modüler sistemlerde kolay taşınabilir ve monte edilebilir olmalıdır. Beton basıncına karşı sıkı bağlantılarla sabitlenmelidir. Perde duvar kalıbı seçiminde yapı tipi ve yüksekliği, beton basıncı, kalıbın tekrar kullanım sayısı, iş gücü ve zaman maliyeti, ekonomik olanaklar, yüzey kalitesi gereksinimi gibi faktörler dikkate alınır.

Betonarme kolon ve perde duvarlar yapı üretim sürecinin en kritik elemanlarıdır. Uygun kalıp sistemi seçimi; beton yüzey kalitesini, iş güvenliğini ve inşaat hızını doğrudan etkiler (Görsel 1.141a, b, c). Kalıpların doğru tasarlanması ve uygulanması hem ekonomik hem de yapısal açıdan büyük önem taşır (Görsel 1.142a, b).



a) b) c)

**Görsel 1.141: Endüstriyel ahşap perde kalıpları**



a) b)

**Görsel 1.142: Endüstriyel ahşap kalıp sistemiyle perde duvar uygulaması**

### Çelik ve Kompozit Perde Duvar Kalıpları

**Çelik perde kalıp sistemi**: Betonarme yapı elemanlarının dökümü için tasarlanmıştır. Gelişmiş tasarımı ve yeni standartları sayesinde yüksek beton kalitesi, yüksek dayanım ve ekonomik çözüm sunar. Kullanım ve bakım kolaylığı ve stoklamada sağladığı avantajlar, sistemin öne çıkan özellikleridir. Perde kalıbı, vinçle birlikte kullanılan sistemdir. Yüksek basınç dayanımı sayesinde beton döküm süresini önemli ölçüde kısaltır. Özel tasarlanmış pano çerçeveleri, yüksek mukavemetli çelikten imal edilen kapalı profillerden oluşur. Panoların betonla temas eden yüzeyleri, **S275** kalite 4 mm yüzey sacı kullanılarak üretilir. Çelik panolar, talimatlara uygun şekilde kullanıldığında büyük bakım ihtiyacı olmadan 500'ün üzerinde kullanılabilir. Endüstriyel yapılarda sıkça tercih edilir. İlk yatırım maliyeti yüksektir (Görsel 1.143a, b, c).



a) b) c)

**Görsel 1.143:** Çelik perde kalıpları

**Kompozit yüzeyli perde duvar kalıpları**: Daha hafif ve işlenmesi daha kolay kalıplardır. Betonarme yapı elemanlarının hızlı ve pratik biçimde dökülebilmesi için tasarlanmıştır. Sistem; sunduğu yeni standartlarla yüksek beton kalitesi, dayanım ve ekonomik çözümler sağlar. Kullanım kolaylığı, bakım rahatlığı ve stoklama avantajı sistemin öne çıkan özellikleridir (Görsel 1.144).

### Tırmanır Perde Duvar Kalıp Sistemleri

Yüksek perde duvarlarda, kat kat yükseltilerek kullanılan sistemdir. Üzerinde bulunan geniş yüzeyli perde kalıplarıyla komple ünite olarak bir üst pozisyona tırmanmak için tasarlanmış platform sistemidir. Bu sayede kalıpların beton dökümü sonrası yere indirilmesine gerek kalmaz. Vinç kullanımından tasarruf edilerek yapının daha verimli ve ekonomik inşa edilmesi sağlanır. Sistem, güvenliği ve hızı arttıran tırmanma raylarıyla desteklenmektedir. Platform ünitesi, tırmanma rayıyla binaya tüm operasyon sürecinde tırmanma konsolu ile bağlıdır.

Güçlü rüzgârda kayma veya sallanma, ray tarafından desteklenen sistemle engellenir Tırmanma platformu her zaman güvenli, hızlı çalıştırılabilir. Bu sistem; bina, silo, kuleler vb. yapıda kullanılabilir (Görsel 1.145a, b, c).



**Görsel 1.144:** Kompozit yüzeyli perde duvar kalıbı



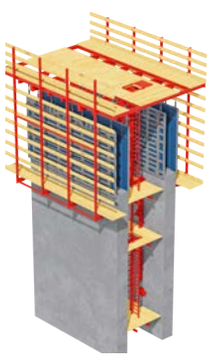
a) b) c)

**Görsel 1.145:** Tırmanır raylı platform sistemi

Tırmanır sistem perde kalıpları, hidrolik sistemle yukarı taşınabilir. Hidrolik tırmanır platform sistemi; perde betonu imalatında, özellikle yüksek yapı projelerinde çalışma platformları ve perde kalıplarının üst kata vinç yardımı olmaksızın taşınmasında kullanılır.

Hidrolik tırmanır platform sisteminin esnek tasarımı, farklı inşaat projelerinde geniş uygulama alanı vardır. Beton dökümü öncesinde her çeşit kalıp sistemi veya iskele için geniş kurulum alanı vardır (Görsel 1.146a, b).

Hidrolik tırmanır kalıp sistemi, vinç kullanılmadan yükselme imkânı sunar. Üst kısımda pano taşıyıcı konstrüksiyon bulundurmadığından şantiye alanında montajı yapılan demir donatının blok hâlinde, yerleştirilmesini sağlar. Yüksek yapılarda iş güvenliği ve hız sağlar ancak kurulum ve işletme maliyeti yüksektir.



a)



b)

**Görsel 1.146:** Endüstriyel ahşap kalıp sistemiyle perde duvar uygulaması

### Tünel Kalıp Sistemleri

Binalarda perde ve döşeme betonunun birlikte ve günlük döküm esasına göre dökülmesini sağlayan çelik kalıp sistemidir. İşçiliği azalır, inşaat süresi konvansiyonel yöntemlerle yapılan inşaatlara göre kısa ve ekonomiktir.

Betonarme inşaata kazandırdığı kalite, kolaylık ve ölçü hassasiyetiyle tesisat ve ince işlerde tasarruf sağlar. Yüksek kaliteli beton yüzeyleri elde edilir. Bu sistemle yapılan monolitik taşıyıcı perdeye sahip binalar, depreme karşı en dayanıklı betonarme yapılar arasında değerlendirilir.

Tünel kalıp sistemin, bina inşaatını endüstriyel üretim hattına dönüştürerek her gün aynı işlerin fabrika düzeninde tekrarlanmasını sağlar. Sahada yüksek verimlilikle günlük beton dökümüne olanak tanır. Yaklaşık 1.000 $m^2$ tünel kalıp sistemi ve on iki kişilik kalıp ekibiyle 300 $m^2$ inşaat alanına sahip katın betonarme işleri iki günde tamamlanabilir.

Modüler tünel kalıp sistemin avantajları şunlardır:

» Uzun ömür: Dayanıklı ve uzun ömürlüdür. Talimatlara uygun kullanıldığında 500 defa beton dökümü yapabilir.

» Yüzey kalitesi: Düzgün ve kaliteli beton yüzey elde edilmesini sağlar. Sağladığı ölçü hassasiyeti, sıva gibi işlemleri ortadan kaldırır, ince işlerde tasarruf sağlar.

» İş güvenliği: Tüm kat çevresine ve boşluklara yerleştirilen iskeleler, iş güvenliği sağlar.

Modüler tünel kalıp sisteminde kalıplar, projesine göre üretilir (Görsel 1.147a, b). İmalat sırasında hızlı üretim, uzun ömür ve yüksek yüzey kalitesi sağlamasının yanı sıra proje değişikliğine uygun değildir. Bu da sistemin dezavantajıdır.



a)



b)

**Görsel 1.147:** Tünel kalıp sistemleri

Farklı tünel kalıp sistemlerinin uygulamaları Görsel 1.148a, b' de görülmektedir.



a)



b)

**Görsel 1.148:** Tünel kalıp sistemi uygulamaları

## 5. ETKİNLİK

**Geleneksel ve endüstriyel kalıp sistemlerini açıklamak**

**Amaç:** Geleneksel ve endüstriyel kalıp sistemleri ile ilgili infografik hazırlamak

**Süre;** 25 dakika

**Görev:** Aşağıdaki işlem basamaklarına göre geleneksel ve endüstriyel kalıp sistemleri ile ilgili infografik hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

1. İnfografik kâğıdını geleneksel ve endüstriyel kalıp sistemleri için ikiye ayırınız.
2. Geleneksel kalıplara örnek olarak ahşap kolon kalıbının görselini kurşun kalemle çiziniz.
3. Endüstriyel kalıplara örnek olarak çelik kolon kalıbının görselini kurşun kalemle çiziniz.
4. Geleneksel ve endüstriyel kolon kalıplarını renkli kalem kullanarak boyayınız.
5. Görsellerin altına her iki kalıp sistemini yüzey kalitesi, imalat hızı, maliyeti, çevre etkisi, iş güvenliği başlıklarında karşılaştırınız.

## 1.4.4. Betonarme Kalıp Sistemlerinde Geri Dönüşüm ve Sürdürülebilirlik

Yapı üretim sürecinin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik yaşam döngüsü temelli yaklaşımla ele alınır. Bu bağlamda kalıp sistemleri kaynak tüketimi, atık oluşumu ve enerji kullanımı açısından bileşenlerdir.

**Geri dönüşüm**, kalıp sistemlerinde kullanılan malzemelerin (ahşap, çelik, alüminyum, plastik) kullanım ömrü sonunda yeniden üretim süreçlerine kazandırılmasıdır.

**Sürdürülebilirlik**; kalıp sistemlerinin tasarım, üretim, kullanım ve bertaraf aşamalarını kapsayan bütüncül süreçte çevresel, ekonomik ve teknik performansın dengelenmesidir.

Bu iki kavram, özellikle **yaşam döngüsü analizi** ve **döngüsel ekonomi** yaklaşımları birlikte değerlendirilir.

## 1.4.4.1. Geleneksel Kalıp Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Geleneksel kalıp sistemleri çoğunlukla ahşap malzemeye ve yerinde üretim esasına dayanır.

**Geri Dönüşüm Boyutu**

» Ahşap kalıplar, sınırlı sayıda tekrar kullanılabilir (genellikle 3–10 döngü).

» Kullanım sonrası:

- o İkincil yapı elemanı olarak yeniden kullanım mümkündür.
- o Mekanik geri dönüşüm (parçalama) veya enerji geri kazanımı (yakma) uygulanabilir.

**Sürdürülebilirlik Analizi**

» Avantajlar

- o Yenilenebilir kaynak (doğru ormancılık yönetimi ile)
- o Düşük ilk üretim enerjisi

» Dezavantajlar

- o Düşük tekrar kullanım oranı → yüksek malzeme tüketimi
- o Yüksek fire oranı ve şantiye atığı
- o İşçilik yoğunluğu → dolaylı enerji tüketimi artışı
- o Standartlaşma eksikliği → verimlilik kaybı

## 1.4.4.2. Endüstriyel Kalıp Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Endüstriyel kalıp sistemleri; çelik, alüminyum ve polimer esaslı, modüler ve standartlaştırılmış sistemlerdir.

**Geri Dönüşüm Boyutu açısından**

» Çelik Kalıp

- o 100–1000 kullanım döngüsüne ulaşabilir.
- o %90'ın üzerinde geri dönüştürülebilirlik

» Alüminyum Kalıp

- o Hafiflik ve yüksek geri dönüşüm oranı (~%95)
- o Enerji tasarruflu geri kazanım süreci

» Plastik Kalıp

- o Termoplastik yapıları sayesinde yeniden işlenebilir.

» Modüler tasarım

- o Parça bazlı değişim → sistem bütününün atılmasını önler.

**Sürdürülebilirlik Analizi Açısından**

**a. Çevresel Boyut**

» Uzun kullanım ömrü → malzeme tüketiminin azalması

» Düşük atık üretimi

» Daha az yüzey hatası → ek kaplama/sıva ihtiyacının azalması

**b. Ekonomik Boyut**

» Yüksek ilk yatırım maliyeti

» Uzun vadede birim maliyet düşer, işçilik ve süre tasarrufu sağlanır

**c. Teknik Boyut**

» Yüksek hassasiyet ve kalite

» Tekrarlanabilirlik ve standardizasyon

» Şantiye süreçlerinde hız ve verimlilik artışı

### 1.4.4.3. Yaşam Döngüsü Perspektifi ile Karşılaştırma

İlk üretim maliyeti yüksek olsa da uzun kullanım ömrü sayesinde endüstriyel kalıplar, toplam çevresel etkiyi azaltır. Tablo 1.7'de verilen kriterlere göre yaşam döngüsü perspektifinden geleneksel ve endüstriyel sistem karşılaştırılmasında endüstriyel sistemin yararlı olduğu görülmektedir.

**Tablo 1.7: Yaşam Döngüsü Perspektifiyle Geleneksel ve Endüstriyel Sistemin Karşılaştırması**

| BİLDİKLERİM | BİLMEK İSTEDİKLERİM | ÖĞRENDİKLERİM |
|---|---|---|
| **Kullanım ömrü** | **Kısa** | **Uzun** |
| **Geri dönüşüm oranı** | **Düşük-Orta** | **Yüksek** |
| **Atık oluşumu** | **Yüksek** | **Düşük** |
| **Enerji verimliliği** | **Düşük** | **Yüksek** |
| **Standardizasyon** | **Düşük** | **Yüksek** |

### 1.4.4.4. Döngüsel Ekonomi ve Kalıp Sistemleri

Modern yaklaşımlarda kalıp sistemleri şu prensiplere göre tasarlanır:

» **Yeniden kullanım**: Maksimum döngü sayısı

» **Geri dönüşüm**: Malzeme kaybının minimize edilmesi

» **Azaltım**: Gereksiz malzeme kullanımının önlenmesi

» **Modülerlik**: Sistem ömrünün uzatılması

Bu yaklaşım, inşaat sektöründe karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağlar.

İnşaat kalıp sistemlerinde geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik, yalnızca malzeme seçimi ile sınırlı değildir. Tasarım, üretim ve kullanım süreçlerini kapsayan çok boyutlu mühendislik ilişkileridir.

Geleneksel kalıp sistemleri düşük ilk maliyet avantajına sahiptir. Sınırlı tekrar kullanım ve yüksek atık üretimi nedeniyle sürdürülebilirlik açısından dezavantajlıdır. Buna karşın endüstriyel kalıp sistemleri yüksek geri dönüşüm oranı, uzun kullanım ömrü ve düşük çevresel etkileriyle çağdaş inşaat sektöründe daha sürdürülebilir çözüm olarak öne çıkar.

## 1.5. BETON VE BETONARME

İnşaat sektörünün en temel iki malzemesi olan "beton" ve çeliğin birleşimiyle oluşan "betonarme ", barınma ihtiyacının karşılanmasında günümüz dünyasının vazgeçilmezidir. Beton kendi başına basınç dayanımına sahiptir. Çelik çekme dayanımı yüksek olan bir üründür. Çelik ve betonun birlikte kullanılması, kendi başlarına dayandıkları yüklerin daha fazlasına dayanmalarını sağlar.

### 1.5.1. Betonun Tarihçesi, Tanımı ve Önemi

Betonun ilk örnekleri yaklaşık 12.000 yıl önce Göbeklitepe'de görülmüştür (Görsel 1.149).



**Görsel 1.149:** Şanlıurfa, Göbeklitepe kalıntıları

Daha sonra Mısır piramitleri ve Çin Seddi gibi büyük yapılarda kireç ve alçı karışımları kullanılmıştır.

Romalılar, kireç ile volkanik külü karıştırarak "puzzolan çimento" adı verilen daha dayanıklı bağlayıcı geliştirmiştir. Bu sayede Pantheon ve Coliseum (Görsel 1.150), gibi günümüze kadar ulaşan büyük yapılar inşa edilmiştir.



**Görsel 1.150:** Coliseum, İtalya

Sonraki dönemlerde Ayasofya'da beton kullanılmış, Türkler ve Persler ise "Horasan harcı" ile güçlü yapılar oluşturmuştur.

Modern beton teknolojisi 19. yüzyılda gelişmiştir. Louis Vicat yapay çimentoyu üretmiş, Joseph Aspdin ise Portland çimentosunu geliştirmiştir. Bu gelişmeler betonun daha yaygın ve güvenli kullanılmasını sağlamıştır.

1903 yılında Almanya'da hazır betonun geliştirilmesi önemli dönüm noktası olmuştur. Hazır betonun şantiyeye taşınabilmesi için **transmikser**, dökümün kolay yapılabilmesi için ise **beton pompası** geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda kimyasal katkılar ve lifler kullanılarak daha dayanıklı ve özel beton türleri üretilmiştir.

**Beton**; çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup şekil verilebilen, zamanla katılaşıp sertleşerek mukavemet kazanan kompozit yapı malzemesidir.

Beton dayanıklılığı; ekonomik olması, kolay şekil alabilmesi ve uzun ömürlü olması gibi gerekçelerle köprü, yol, baraj, tünel ve gökdelenler gibi birçok yapıda kullanılmaktadır. Ayrıca estetik tasarımlarda da önemli bir yer tutar. Bu özellikleri sayesinde beton, inşaat sektöründe sudan sonra en çok kullanılan malzeme olmuştur.

Beton birleşimi denince 1m$^3$ yerine yerleştirilmiş taze betonun içine konan agrega, su ve çimento miktarları anlaşılır.

Betondan beklenen üç ana özellik vardır.

1. Basınç Dayanımı
2. İşlenebilirlik
3. Durabilite (dış etkilere dayanıklılık) (uzun ömürlülük)

**Basınç dayanımı**: Betonda aranan en önemli özelliktir. Beton; çekmeye karşı dayanımsız kabul edildiğinden çekme gerilmelerini karşılamak üzere içine demir donatısı konur.

**İşlenebilirlik**: Sadece ilave edilen su miktarına değil, betonu meydana getiren malzemelerin ayrı ayrı özelliklerine, bunların karışım oranlarına, sıkıştırma vasıtalarına, kalıp ve donatı durumuna bağlıdır. Bağlayıcı olan çimento miktarının artması, kum miktarının arttırılıp çakıl miktarının azaltılması, yoğurma suyunun fazlalaştırılması betonun işlenebilirlik özelliğini arttırır. Betonun işlenebilme derecesi, beton yerleştirme araçlarının şekli ve kuvveti göz önünde tutularak belirlenir.

**Durabilite**: Betonun dış ortam etkilerine dayanıklılığına denir. Dış ortam sertleşmiş betonu fiziksel ve kimyasal yönden hasara uğratır. Fiziksel etkenler donma-çözülme, art arda oluşan ıslanma ve kuruma, trafik araçları ve kum fırtınalarının etkileri ile deniz, göl ve ırmaklarda meydana gelen dalgaların yaptığı aşındırmalar sayılabilir. Kimyasal etkenler asitli, sülfatlı, klorlu sular ile atmosferik etkiler sayılabilir.

## 1.5.2. Beton Çeşitleri

Betonun sınıflandırılmasında beton basınç dayanımı esas alınır.

» Betonda basınç dayanımı, standart silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küpler (15 cm kenarlı) üzerinden belirlenir.

» En az üç numune ortalaması ile alınarak bulunan basınç dayanımı değeri "standart beton sınıfları" değerleri ile karşılaştırılır.

» **TS 500**'e göre standart beton dayanımları Tablo 1.8 'de gösterilmiştir.

» Beton dayanımları 28 gün üzerinden bulunur. C16 betonu; dökülmüş bir betonun 28 günlük silindir dayanımının 16 N/mm$^2$ olması, C18 betonu ise; dökülmüş bir betonun 28 günlük silindir basınç dayanımının 18 N/mm$^2$ olması demektir.

**Tablo 1.8: Beton Sınıfları ve Dayanımları (TS 500)**

| Beton Sınıfı | Karakteristik Basınç Dayanımı, $f_{ck}$ MPa | Eşdeğer Küp (200 mm) Basınç Dayanımı MPa | Karakteristik Eksenel Çekme Dayanımı, $f_{ctk}$ MPa | 28 Günlük Elastisite Modülü, $E_c$ MPa |
|---|---|---|---|---|
| C16 | 16 | 20 | 1,4 | 27 000 |
| C18 | 18 | 22 | 1,5 | 27 500 |
| C20 | 20 | 25 | 1,6 | 28 000 |
| C25 | 25 | 30 | 1,8 | 30 000 |
| C30 | 30 | 37 | 1,9 | 32 000 |
| C35 | 35 | 45 | 2,1 | 33 000 |
| C40 | 40 | 50 | 2,2 | 34 000 |
| C45 | 45 | 55 | 2,3 | 36 000 |
| C50 | 50 | 60 | 2,5 | 37 000 |

*** Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018 (TBDY–2018) madde 7.2.5'e göre taşıyıcı elemanlarda kullanılacak beton en düşük C25/30, en yüksek C80/95 olabilir.**

Betonlar, birim ağırlıklarına göre üç gruba ayrılır. Yaklaşık 2400 kg/m$^3$ ağırlığında olan betonlar **normal beton** olarak isimlendirilir ve taşıyıcı amaçlarla en çok kullanılan beton türüdür. **Hafif betonlar**, birim ağırlıkları 2000 kg/m$^3$'den az olan betonlardır. Yalıtım amaçlı olarak veya dayanım-ağırlık oranının yüksek olması gereken koşullarda kullanılır. Radyasyon kalkanı olarak kullanılacak betonlarda bazı özel agregalar kullanılarak ağırlık artırılır. Birim ağırlığı 2600 kg/m$^3$'den yüksek olan bu betonlar **ağır beton** olarak adlandırılır (Görsel 1.151).

Dünyanın birçok ülkesinde birbirinden farklılık gösteren sınıflandırmalar yapılmasına karşın betonları basınç dayanımlarına göre de üç ana gruba ayırmak mümkündür:

**Düşük dayanımlı betonlar**: Basınç dayanımları 20 N/mm$^2$'nin altında olan betonlar

**Normal dayanımlı betonlar**: Basınç dayanımları 20-40 N/mm$^2$ olan betonlar

**Yüksek dayanımlı betonlar**: Basınç dayanımları 40 N/mm$^2$'nin üstünde olan betonlar

### Birim Ağırlıklarına Göre Betonlar




**Görsel 1.151: Beton türleri ve dayanım sınıfları**

Beton ile ilgili bilinmesi gereken bazı terimler aşağıda verilmiştir.

**Kıvam**: Betonun akışkanlığını gösteren ölçüdür. Betonda artan su miktarı, kıvamı yani betonun akışkanlığını artırır. Betonun akmaya, yerleşmeye ve sıkışmaya karşı direncinin temel sebebi olan katı taneler arasındaki sürtünme katsayısını düşürür ancak su miktarı çok yüksek olan beton, işlenebilir beton anlamına gelmez.

**Ayrışma**: Taze betonda iri agrega tanelerinin harçtan ayrılarak kalıpların alt kısmına çökelmesidir. Beton, homojenliğini kaybeder ve beton elemanının alt ve üst bölgelerindeki özellikler farklılaşır.

**Dozaj**: Bir metreküp yerine dökülmüş ve sıkıştırılmış betonda kullanılan çimentonun kg cinsinden ifadesidir.

**Priz**: Çimentonun su ile birleştirildiği an ile çimento hamurunun katılaşarak plastik özelliğini kaybettiği an arasındaki süreye **priz alma süresi** denir. Normal portland çimentolarında prizin 1 saatten önce başlamaması ve 10 saatten önce tamamlanması istenir.

**Aderans**: Betonarme demiri ile beton arasındaki yapışma kuvvetidir, Beton dozajı, su/çimento oranı, agrega granülometrisi (kum, çakıl, mıcır oranı), kür koşulları ve betonarme demiri yüzeyinin durumuna göre aderans kuvveti değişir.

**Kür**: Betonun hidratasyon (çimentonun su ile reaksiyona girerek sertleşmesi) reaksiyonlarını yapması için bakımının yeterli sıcaklık ve nem sağlanarak yapılmasıdır.

**Hidratasyon Isısı**: Çimentonun su ile reaksiyonu sonucu açığa çıkan ısı miktarıdır. Bu ısının yaklaşık yarısı, ilk üç gün içinde, %90'ı da ilk üç ay içinde açığa çıkar.

**Rötre**: Taze veya prizini almamış betonun ani su kaybetmesi veya ortamın sıcaklık farklarından dolayı büzülerek çatlaklar meydana gelmesi durumudur. Betonda rötre çatlaklarının önlenebilmesi için prizini almaya başlamasından itibaren beton sulanmalıdır.

## 1.5.3. Betonu Oluşturan Malzemeler

Beton çimento, agrega (ince ve kaba), su ve gerektiğinde kullanılan kimyasal veya mineral katkı maddeleri betonu oluşturan malzemelerdir. Bunların yanı sıra betonda bir miktarda hava bulunur. Betonun yaklaşık olarak mutlak hacmini %70 oranında agrega (kum, çakıl, mıcır), %13 oranında çimento, %17 oranında su oluşturur. Gerektiğinde çimento ağırlığının %2'sinden fazla olmamak kaydıyla katkı malzemesi ilave edilebilir.

Tablo 1.9'da portland çimentosu betonunda bulunan malzemelerin hacimsel miktarları verilmiştir.

**Tablo 1.9: Portland Çimentosu Betonunu Oluşturan Malzemelerin Hacimce Oranları**

| Çimento | Su | Hava | İnce Agrega | Kaba Agrega |
|---|---|---|---|---|
| %7-15 | %14-18 | %0,5-8 | %24-28 | %30-50 |

### 1.5.3.1. Çimento

Ana ham maddesi kalkerle kil olan ve mineral parçalarını (kum, çakıl, tuğla, briket vb.) yapıştırmada kullanılan malzemedir. Çimentonun yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi için su kullanılır.

Çimento, beton karışımında hacimce en küçük yeri işgal eden bileşendir ancak beton bileşenleri içinde en önemlisidir.

En çok kullanılan çimento tipleri portland kompoze çimento, katkılı çimento, cüruflu çimento ve sülfata dayanıklı çimentodur. Bunun dışında özel amaçlar için beyaz portland çimento ve diğer bazı tip çimentolar kullanılır.

Normal betonda agrega taneleri en sağlam unsur olduğundan diğer iki unsur (çimento hamuru ve aderans) mukavemeti belirler. Çimento hamurunun mukavemeti, önemli ölçüde su/çimento oranına bağlıdır. Betonda kullanılan çimento tipleri ve uygunluk değerlendirmesi TS EN 197 serilerinde standartlaştırılmıştır.

**Çimento**: Silisyum (Si), kalsiyum (Ca), alüminyum (Al) ve demir oksit ($Fe_2O_3$) içeren ham maddelerin sinterleşme derecesine kadar pişirilmesi ile elde edilen, yarı mamul madde klinkerin bir veya birden fazla farklı katkı maddesiyle öğütülmesi sonucu ortaya çıkan hidrolik bağlayıcıdır.

Çimentoya su ilave edilmesi ile aralarında meydana gelen kimyasal reaksiyona **hidratasyon** denir. Çimentonun bu reaksiyonları sonucunda priz ve sertleşme meydana gelir.

TS EN 197-1 Standardı kapsamında 5 ana grupta 27 adet genel çimento cinsi ve 7 adet sülfatlara dayanıklı çimento cinsi gruplandırılmıştır.

5 ana grupta:

» CEM I – Portland çimentosu

» CEM II – Portland kompoze çimento

» CEM III – Yüksek fırın cüruflu çimento

» CEM IV – Puzolanik çimento

» CEM V – Kompoze çimento yer alır.

**TS EN 197-1** Standardına göre çimento cinsinin kodlaması Görsel 1.152'de verilmiştir.




**Görsel 1.152:** Çimento cinsinin kodlaması

### A. Portland Çimentosu

Portland çimentosu standardın tarifiyle su ile karıştırıldığında hidratasyon reaksiyonları sonucunda priz alarak sertleşen bir hamur oluşturan ve sertleşme sonrası suyun altında bile dayanımını ve kararlılığını koruyan, inorganik ve ince öğütülmüş hidrolik bağlayıcıdır.

Hidratasyon, çimento ile su arasında gerçekleşen karmaşık kimyasal reaksiyondur. Hidratasyon sonucu sertleşmiş rijit yapıda bir malzeme meydana gelir. Bir başka deyişle **insan yapımı taş** oluşur.

Çimento üretiminde ham madde olarak kalker, kil veya marn kullanılır. Bunların yanında demir oksit miktarını düzenlemek amacı ile demir cevheri veya pirit külü; silisyum dioksit miktarını düzenlemek için yüksek silisli kum; alüminyum oksit miktarını düzenlemek amacıyla ise boksit ham madde karışımının bileşeni kullanılabilir. Ham maddeler belirli oranlarda harmanlanıp öğütülür. Farin olarak adlandırılan ham madde karışımı döner fırında yaklaşık 1450ºC sıcaklığa kadar pişirilir. Fırının çıkış ucuna doğru farin taneleri önce ergiyerek ve sonra çeşitli reaksiyonlar sonucu granüle hâlde klinker adı verilen topakları meydana getirir. Portland çimentosu elde etmek için klinkerin az bir miktar kalsiyum sülfat (alçı taşı) ile birlikte öğütülmesi gerekir (Görsel 1.153).



**Görsel 1.153:** Klinker (soldaki) ve çimento (sağdaki)

**Klinkerden çimentoya**: Klinker döner fırından yaklaşık 1300°C'de çıkar. Bu aşamada klinkerin soğutulması ve ortamdaki ısının kazanılması işlemleri ele alınır. Üretimin diğer aşamalarına geçmeden önce klinkerin soğutulması gerekir. Soğutucudan çıkan klinker ara-ürün olarak tanımlanır. Çimento, klinkerin bir miktar kalsiyum sülfat ile öğütülmesi sonucu elde edilir. Öğütme esnasında ya da ayrı bir şekilde ilave edilen mineral katkılarla katkılı çimento üretilebilmektedir.

Klinkere öğütme sırasında ağırlıkça %3-5 arası kalsiyum sülfat (alçı) katılır. Bu işlem, çimentonun su ile karıştırıldığında kimyasal reaksiyonların ve katılaşma sürecinin kontrolü bakımından zorunludur. Öğütmeyi kolaylaştırıcı ve performans arttırıcı bazı kimyasallar da bu aşamada klinkere katılır.

**Hidratasyon reaksiyonu ve priz**: Çimento, su ile karıştığında "hidratasyon reaksiyonu" başlar ve kimyasal reaksiyonlar devam ederken hamurda "priz" denen katılaşma süreci meydana gelir. Bir süre sonra hamur tamamen sertleşir. Priz başlangıcına kadar hamur, harç veya beton taze hâldedir yani plastiktir, kolayca şekillendirme ve kalıplanması mümkündür. Betonun karıştırılıp, taşınıp, kalıplara yerleştirilmesi ve sıkıştırılması bu süre içinde tamamlanır.

**1. Hidratasyon**: Çimentoyu oluşturan maddelerin su ile kimyasal reaksiyonu ile başlayan ve kimyasal tepkimelerin başladığı evredir.

**2. Katılaşma (priz)**: Çimentonun su ile karışması sonucunda oluşan plastik formun katılaşmasıdır. Bu aşamada karışıma şekil verilebilir.

**3. Sertleşme**: Çimento ve su karışımı sertleşir, mekanik olarak dayanım kazanır.

Hidratasyon sürecinin sonunda yüksek dayanıma sahip katılaşmış ürün elde edilir.

**Çimentonun piyasada bulunma hâli**: Fabrikada veya öğütme tesisinde üretilen çimento, silolarda depolanır ve iki şekilde piyasaya arz edilir.

» **Torbalı çimento**: Çimento, üç katlı özel kraft kâğıttan torbalara koyulur. Ülkemizde (ve diğer birçok ülkede) torbalar 25 kg veya 50 kg'dır.

» **Dökme çimento**: Çimento silolardan doğrudan özel tankerlere (silobas) yüklenerek piyasaya sevk edilir.

Çimento torbalarının üzerinde ve dökme çimento sevk belgelerinde çimento ile ilgili olarak üreticinin ismi, çimento tipi ve sembolleri, standart numarası ve üretim tarihi gibi gerekli bilgiler yer alır.

Kullanım aşamasına kadar çimentonun havaya ve rutubete maruz kalmaması gerekir. Bu amaçla torbaların kapalı alanlarda ve bir platform üzerinde aralarında hava sirkülasyonu olacak şekilde istiflenmesi önerilir. Dökme çimento da bu amaçla yapılmış silolarda depolanır.

Usulüne uygun olarak depolanmış olsa bile yaklaşık üç aylık bir süreden sonra çimentonun bazı performans özellikleri değişmeye başlar. TS EN 197-1 kapsamındaki herhangi bir çimento ürününün piyasaya sevk edilebilmesi için ürünün yetkilendirilmiş bağımsız bir kurumdan **CE** belgesi alması zorunludur. Çimento, piyasa gözetimi ve denetimi kapsamında denetlenen yapı malzemesidir.

**B. Katkılı Çimento**

Ana bileşen olarak klinker dışında uçucu kül, yüksek fırın cürufu, puzolan ve kireç taşı gibi mineral bileşenler içeren ve **CEM I** çimentosuna oranla düşük karbonlu olmalarıyla öne çıkan çimentolardır.

Ülkemizde **CEM I** portland çimentosu ile eş değer performansa sahip düşük karbonlu, katkılı çimentolar üretilebilmektedir. Şekil 1.1'de katkılı çimento üretiminde kullanılan mineral katkılar belirtilmiştir.




**Şekil 1.1:** Katkılı çimento üretiminde kullanılan malzemeler

**C. Yenilikçi Çimentolar**

» **Kalsiyum sülfoalüminat çimentosu (CSA)**: Portland çimentosuna yüksek ve kalıcı dayanıma, daha az hacim büzülmesine ve daha düşük çevresel etkiye sahiptir. Hızlı dayanım gelişiminin gerekli olduğu köprü, havaalanı pisti, yol yamaları, tünel, kaldırım vb. birçok alanda kullanılabilmektedir.

» **Kalkerli kalsine kil çimentosu ($LC^3$)**: Kalsine edilmiş kaolinit içeren kil, kireç taşı ve klinkerden oluşmaktadır. %30 kalsine kil ve %15 kalker içerir.

» **Solidia Çimentosu**: Portland çimentosu (PC) ile aynı ham maddeler kullanılarak mevcut çimento fırınlarında üretilmektedir. Temel fark, bu tip çimentonun daha az kireç taşı kullanılarak ve daha düşük fırın sıcaklıklarında üretilmesidir.

» **Alkali aktif çimento**: Bir alkali kaynağı ve alüminatça zengin malzemeler arasındaki kimyasal reaksiyon yoluyla dayanımını ve diğer özelliklerini kazanır. Alkali aktif çimentoların içeriğinde bir miktar klinker bulunabilir.

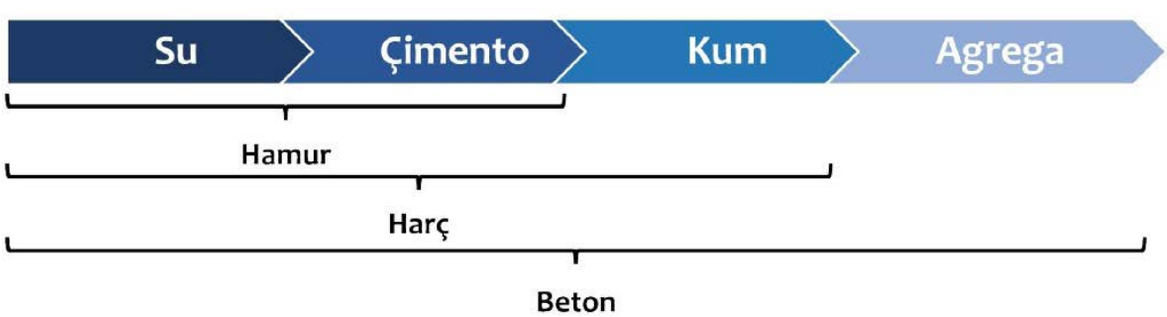
Bu çimentolar dışında bir kısmı ticarileşmiş bir kısmı ise hâlen araştırma aşamasında olan farklı ham maddelerden oluşan ve portland çimentosuna göre farklı özelliklere sahip çimentolar da vardır. Bu çimentolar aşağıda sıralanmıştır.

» Anti-bakteriyel çimento
» Anti-korozif çimento
» Aside dirençli çimento
» Boşluklarından arındırılmış çimento
» Enerjiyle modifiye edilmiş çimento
» Genleşen çimento
» Geopolimer çimentosu
» Hidrofobik çimento
» Kendini iyileştiren/onaran çimento
» Kendini temizleyen çimento
» Magnezyum fosfat çimentosu
» Renkli çimento
» Sülfür çimentosu
» Ultra ince çimento
» Yüksek ısıl iletken çimento

**D. Çimento Hamuru, Harcı ve Betonu**

Bağlayıcı bir malzemenin su ile karıştırılmasına **hamur** (veya pasta) denir. Bu karışıma kum katıldığında harç, ilaveten agrega (çakıl) katıldığında ise beton elde edilir. Bu kelimelerin önüne bağlayıcının ismi geldiğinde ise malzeme net olarak tanımlanır. Kireç hamuru, çimento harcı, asfalt betonu gibi.

En çok kullanılan bağlayıcı malzeme çimento olduğu için çimento hamuru, çimento harcı ve çimento betonu yerine kısaca hamur, harç ve beton kelimeleri kullanılmaktadır (Görsel 1.154).




**Görsel 1.154:** Çimento hamuru, harcı ve betonu

**E. Portland Çimentosunun Kullanım Alanları**

Çimentodan beklenen performansı belirlemek için öncelikle çimentonun nerede, nasıl ve hangi koşullarda kullanılacağının doğru tespit edilmesi gerekir. Sülfat atağına maruz kalacak ortamda sülfata dayanıklı çimento, kütle beton olan bir projede hidratasyon ısısı düşük çimento ya da hızlı kalıp alınması gereken bir durumda erken dayanımı yüksek çimento kullanmak gerekir.

Çimentonun dayanım dışında birçok performans özelliği vardır. Ülkemizde farklı ihtiyaçlara yönelik çeşitli performanslara sahip çimento cinsleri yaygın olarak üretilmektedir. Tablo 1.10'da çimento cinslerine göre çimentonun kullanım alanlarına örnekler verilmektedir.

**Tablo 1.10: Çimentonun Kullanım Alanları**

| CEM I ve CEM II tipi çimentolar | CEM III tipi çimentolar |
|---|---|
| » Genel kullanım<br>» Beton yollar<br>» Betonarme yapılar ve borular<br>» Zemin ve yol kaplamaları<br>» Yüksek yapılar<br>» Demir yolu traversleri<br>» Köprü, tünel ve viyadükler<br>» Tünel kalıp uygulamaları<br>» Su depoları<br>» Ön-germeli betonlar<br>» Beton briket<br>» Yapı kimyasalları | » Kıyı ve liman inşaatları<br>» Su kanaletleri<br>» Baraj inşaatları<br>» Açık deniz yapıları<br>» Tüneller ve tünel kaplamaları<br>» Beton ya da betonarme yer altı su boruları<br>» Sülfat etkisinde endüstriyel zeminler<br>» Arıtma tesisleri<br>» Beton ya da betonarme yer altı su boruları |
| **CEM IV tipi çimentolar** | **CEM V tipi çimentolar** |
| » Baraj inşaatları<br>» Sıva ve duvar harcı<br>» Su kanaletleri<br>» Zemin ve yol kaplamaları<br>» Yapı kimyasalları<br>» Arıtma tesisleri<br>» Kütle betonları<br>» Geoteknik uygulamalar<br>» Kıyı ve liman inşaatları<br>» Açık deniz yapıları<br>» Atık su tesisleri<br>» Beton ya da betonarme yer altı su boruları<br>» Köprü, tünel ve viyadükler | » Beton ya da betonarme yer altı su boruları<br>» Su kanaletleri<br>» Baraj inşaatları<br>» Yol kaplama betonları<br>» Sıva ve duvar harcı<br>» Arıtma tesisleri<br>» Kütle betonları<br>» Geoteknik uygulamalar |

**F. Betonda Çimento Karışım Oranı**

Beton sınıflarına göre çimento miktarı belirlenir. Beton sınıfları C simgesi ile gösterilir. Günümüzde beton sınıflarında C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50, C60 ve C100'e kadar üretim yapılmaktadır. Betonlar günümüzde hazır beton santrallerinde üretilir. Beton içinde kullanılması gereken malzemeler otomatik sistemle hesaplanır. C20 betonu artık kullanımı tavsiye edilmeyen bir beton sınıfıdır. C25 betonu ise grobeton olarak kullanılır. Taşıyıcı yapı elemanları için kullanılması gereken minimum beton sınıfı ise C30'dur. Kullanılacak çimento miktarı şöyle hesaplanır:

» Şantiyelerde çimento miktarı hesaplanırken beton sınıfına göre belirlenir.

» Kullanılacak beton miktarı $m^3$ hesaplanır.

» Bulunan beton miktarına göre beton sınıfında kullanılan çimento miktarı çarpılarak bulunur.

Tablo 1.11'de normal şartlarda beton sınıfları ve yaklaşık olarak kullanılan çimento miktarları gösterilmiştir. Bu miktar hava şartlarına, agrega cinsine ve su-çimento oranına göre değişebilir.

**Tablo 1.11: Beton Sınıflarına Göre Çimento Miktarı**

| Beton Sınıfı | Kullanılan Çimento Miktarı ($m^3$) |
|---|---|
| C20 | 200 kg |
| C25 | 250 kg |
| C30 | 300 kg |
| C35 | 350 kg |
| C40 | 400 kg |
| C45 | 450 kg |
| C50 | 500 kg |
| C55 | 550 kg |
| C60 | 600 kg |

## 1.5.3.2. Agrega

Beton üretiminde kullanılan doğal, yapay veya geri dönüştürülmüş kökenli, kum, çakıl, kırma taş gibi taneli ve farklı mineral yapıya sahip inorganik malzemelerdir.

Beton hacminde yaklaşık olarak %60-%80 civarında yer alan agrega önemli bir bileşendir. Agrega yalnızca "dolgu malzemesi" değildir.

» Betonun basınç dayanımını artırır.

» Büzülmeyi ve çatlamayı azaltır.

» Isı oluşumunu dengeler.

» Betonun maliyetini düşürür.

» Aşınma direncini artırır.

Kaliteli agrega, beton performansını doğrudan belirler. Gradasyon, (agrega dağılım oranı) en büyük tane boyutu, su emme kapasitesi, birim ağırlık ve özgül ağırlık, tane şekli, yüzey özellikleri içindeki yabancı madde türü ve miktarı, dona dayanımı, ısısal özelliklerinin değerlerine göre karışıma farklı özellikler katabilir. Bu özelliklere göre farklı karışımlarda kullanılabilir. Agrega çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

» Agregalar kaynaklarına göre: doğal ve yapay

» Birim ve özgül ağırlıklarına göre: normal, hafif veya ağır

» Tane boyutlarına göre: ince veya iri

» Tane şekline göre: yuvarlak, köşeli, yassı, uzun

» Yüzey dokusuna göre: düzgün, kristalli, petekli, pürüzlü, granüler

» Jeolojik yapısına göre: volkanik, tortul, metamorfik

» Minerolojik yapısına göre: silis mineralli, karbonat mineralli, mika mineralli

» **Doğal ve yapay agregalar**: Nehir yatakları, eski buzul yatakları, göl kenarları, taş ocaklarından alınan ve üzerinde kırma, yıkama ve sınıflandırma dışında hiçbir işlem yapılmamış olan agregalardır. Çakıl taşı (Görsel 1.155 ve kırma taş (Görsel 1.156) agregalar.

» **Yapay agregalar**: Dekoratif amaçlarla özellikleri belirlenerek üretilen veya herhangi bir sektörün yan ürünü olarak değerlendirilen agregalardır. Üretilen agregalara örnek olarak genleştirilmiş kil (Görsel 1.157) ve cüruf (Görsel 1.158) verilebilir.



**Görsel 1.155:** Çakıl taşı



**Görsel 1.156:** Kırma taş



**Görsel 1.157:** Genleştirilmiş kil



**Görsel 1.158:** Cüruf

**Normal, Hafif ve Ağır Agregalar**

**Normal agrega**: EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kurusu tane birim hacim kütlesi 2000 kg/m$^3$ – 3000 kg/m$^3$ arasında olan agregadır.

**Hafif agrega**:EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kurusu tane birim hacim kütlesi 2000 kg/m$^3$ ten küçük veya EN 1097-3'e uygun olarak tayin edilen etüv kurusu yığın (boşluklu) birim hacim kütlesi 1200 kg/m$^3$ ten küçük olan mineral esaslı agregadır.

**Ağır agrega**: EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kurusu tane birim hacim kütlesi en az 3000 kg/m$^3$ olan agregadır.

**Tane boyutlarına göre agrega**: Tane boyutlarına göre ince (kum, kırma kum) ve iri (çakıl, kır mataş) agrega olarak ikiye ayrılır.

Kum ve kırma kumlara **ince agrega** denir (Görsel 1.159). 4 mm çaplı eleklerden geçebilen kum ve kum karışımları ince agrega sınıfına girer. Çakıl taşları ve kırma taş iri agregalar sınıfındadır. 4 mm elekten geçemeyen ve eleğin üstünde kalan kırmataş ve çakıllara **iri agrega** denir (Görsel 1.160). Ayrıca iri ve ince agregaların karışımından oluşturulan agregaya ise karışık **agrega** veya **tüvenan** denir.



**Görsel 1.159:** İnce agrega



**Görsel 1.160:** İri agrega

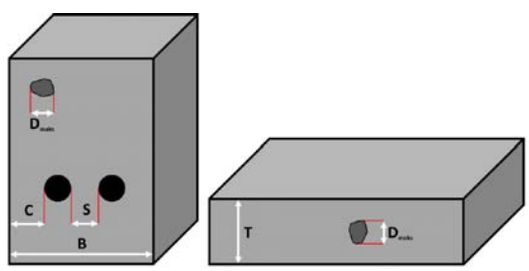
Tane boyutları beton agregalarının sınırlarını belirler. Tane boyutları elekten geçirilerek bulunur. Bir agreganın geçebildiği en küçük eleğin kenar uzunluğu, o tanenin çapı olarak isimlendirilir (Tablo 1.12).

**Tablo 1.12: Boyutlarına Göre Agregalar**

| Elek Üst ve Alt Boyutları | Malzeme Adı |
|---|---|
| 70 mm-31,5 mm | Balast |
| 31,5-4 mm | İri agrega |
| 16-32 | İri agrega |
| 8-16 | İri agrega |
| 4-8 | İri agrega |
| 4 mm-60 mikron | İnce agrega |
| 60 mikron-2 mikron | Mil (silt) |
| 0<2 mikron | Kil |

» **Agrega En Büyük Tane Büyüklüğünün ($D_{maks}$) Sınırlandırılması**

TS EN 206 standardına göre betonda kullanılacak agreganın en büyük tane büyüklüğü ($D_{maks}$), çeşitli yapısal ve geometrik unsurlara bağlı olarak sınırlandırılır. Bu sınırlandırmalar, betonun yerleştirilebilirliğini, donatı etrafını uygun şekilde sarmasını ve genel yapısal bütünlüğü sağlamayı amaçlar (Görsel 1.161).




**Görsel 1.161: En büyük agrega tane büyüklüğünün sağlaması gereken şartlar**

Genel olarak en büyük agrega tane büyüklüğü (Dmaks) aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:

» **Kalıp boyutları**: En büyük tane büyüklüğü, kalıp en dar boyutunun (B) 1/5'inden daha büyük olmamalıdır.

» **Döşeme kalınlığı**: Plak gibi döşeme elemanlarında, en büyük tane büyüklüğü döşeme kalınlığının (T) 1/3'ünden fazla olmamalıdır.

» **Donatı aralığı**: En büyük tane büyüklüğü, iki donatı çubuğu arasındaki net mesafenin (S) 3/4'ünden büyük olmamalıdır.

» **Beton örtüsü (paspayı)**: En büyük tane büyüklüğü, donatıyı saran beton örtü tabakasının (paspayı) kalınlığından (C) daha büyük olmamalıdır.

Bu kurallar betonun yapı elemanı içine düzgün yerleşmesini, donatıyı tam olarak sarmasını ve potansiyel boşlukların oluşmasını engellemeyi hedefler. TS EN 206, beton bileşenlerinin seçimi ve betonun performansı için genel bir çerçeve sunarken bu tür geometrik sınırlamalar TS 500 gibi ilgili yapısal tasarım standartlarıyla da uyumlu bir şekilde dikkate alınır.

» Agregalarda Aranan En Önemli Özellikler

✔ Temiz olması (Toz, toprak, kil, organik madde ve betona zarar verebilecek maddeler içermemeli)

✔ Sert, dayanıklı ve boşluksuz olması

✔ Uygun tane dağılımına sahip olması

✔ Zayıf taneler içermemesi (deniz kabuğu, odun, kömür gibi)

✔ Donmaya dayanıklı olması

✔Kimyasal olarak zararsız olması

✔ Yassı ve uzun taneler içermemesi

✔ Çimentoyla zararlı reaksiyona girmemesi

Agreganın kirli (kil, silt, mil, toz gibi) olması aderansı olumsuz etkiler ayrıca bu küçük taneler su ihtiyacını da arttırır. Beton agregalarında elek analizi, yassılık, özgül ağırlık ve su emme gibi deneyler uygun aralıklarla yapılarak kalite sürekliliği takip edilmelidir.

**Agregaların Beton Dayanımına Etkisi**

Standartlara göre agreganın en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3 kattan büyük olmamalıdır. Toplam karışımın içindeki oranı da %10-15'i aşmamalıdır. Agrega geometrik şekilleri beton veya harç üzerinde işlenebilirlik parametrelerini, karışımın içerisinde kullanılan çimento hamuru miktarını değiştirmesinden dolayı etkilemektedir. Beton ve harç üretimi için yapılan hesaplarda, karışımın minimum dayanımı ve işlenebilirlik özelliklerinin iyi olması başlıca hedeflerdir.

Agrega tane dağılımı taze betonun işlenebilme özelliğini direkt olarak etkilemektedir. Karışımlarda uygulanan tane dağılımı uygun olmadığında işlenebilirliği sağlamak amacıyla daha fazla su kullanılmakta ve bu da karışımdan beklenen performansın alınamamasına neden olmaktadır. Agreganın tane çapı büyüdükçe; su, çimento, ince agrega ve hapsolmuş hava miktarları azalmaktadır. Böylece daha az çimento kullanımı hem büzülmeleri azaltır hem de gereken su miktarını düşürerek sistemin dayanımını artırır.

## 1.16. SIRA SİZDE

Yapılarda beton için kullanılan agregalar aşağıdaki Tablo 1.13'de karışık olarak verilmiştir.

Agregaların elde edildiği yerleri Tablo 1.14'te karşılık gelen alanlara yazınız.

**Tablo 1.13: Agregalar**

| Dere | Metamorfik | Yapay agregalar | Mineralli | Mika mineralli |
|---|---|---|---|---|
| Uzun | Yassı | Ağır agregalar | Keskin köşeli | Granüler |
| Deniz | Doğal agregalar | Kritalli | Taş ocakları | Petekli |
| Tortul | Hafif agregalar | Karbonat | Pürüzlü | Silis mineralli |
| Volkanik | Yuvarlak | Düzgün | | |

**Tablo 1.14: Agregaların Temin Edildiği Kaynaklar**

| | |
|---|---|
| Kaynaklarına Göre Agregalar | |
| Tane Büyüklüklerine Göre Agregalar | |
| Minerolojik Yapısına Göre Agregalar | |
| Jeolojik Yapısına Göre Agregalar | |
| Yüzey Dokusuna Göre Agregalar | |
| Elde Ediliş Şekline Göre Agregalar | Dere |
| Tane Şekillerine Göre Agregalar | |
| Birim Hacim Ağırlıklarına Göre Agregalar | |

**Betonda Agrega Karışım Oranı**

Beton sınıflarına göre agreganın ağırlık miktarları belirlenir. Agrega miktarları ve oranları hazır beton santrallerinde otomatik olarak hesaplanır. Beton karışımında agrega miktarı %60-%80 olarak alınır. Ancak genelde beton içindeki agrega miktarı %75 olarak kabul edilir.

» Şantiyelerde agrega miktarı hesaplanırken beton miktarına göre belirlenir.

» Kullanılacak beton miktarı $m^3$ olarak hesaplanır.

» $1m^3$ beton ağırlığı 2350-2400 kg olarak alınır.

» $1m^3$ agrega ağırlığı 1800 kg olarak kabul edilir.

» Bulunan beton miktarına göre beton sınıfında kullanılan çimento miktarı çarpılarak bulunur.

## 1.17. SIRA SİZDE

Yapılarda beton için terimlerin anlamlarını aşağıda tablodaki açıklamalarla ok ile örnekteki gibi eşleştiriniz (Tablo1.15).

**Tablo 1.15: Beton Terimleri ve Açıklamalar**

| | |
|---|---|
| İnce Agrega | Çimentoya su ilave edilmesi ile birlikte aralarında meydana gelen kimyasal reaksiyon |
| Pilye | |
| Kıvam | Betonun hidratasyon reaksiyonlarını yapması için bakımının yeterli sıcaklık ve nemin sağlanarak yapılması |
| Gerilme | |
| Kür | Kum ve kırma kumlar |
| Birim Hacim Ağırlıklarına Göre Agregalar | Taze veya prizini almamış betonun su kaybetmesi veya ortamın sıcaklık farklarından dolayı büzülerek çatlaklar meydana gelmesi durumu |
| Kaynaklarına Göre Agregalar | Çimentonun su ile birleştiği an ile çimento hamurunun katılaşarak plastik özelliğini kaybetmeye başladığı an arasındaki süre |
| Priz Alma Süresi | Betonun akışkanlığını gösteren bir ölçü |
| Hidratasyon | İri ve ince agregaların karışımından oluşan agrega |
| Agrega | Doğal agregalar/yapay agregalar |
| Dozaj | Hafif agregalar/ağır agregalar |
| Rötre | Beton üretiminde kullanılan kum, çakıl, kırma taş gibi malzemeler |
| Tüvenan | Bir metreküp sıkıştırılmış agrega içine katılan çimento miktarı |
| Tane Büyüklüklerine Göre Agregalar | Bir agreganın geçebildiği en küçük eleğin kenar uzunluğu o tanenin çapı olarak isimlendirilen agregalar |

## 1.5.3.3. Beton Karışım Suyu

Beton için en önemli bileşenlerden biri de karışım suyudur. Betonda kullanılan karışım suyunun temiz ve içilebilir özellikte olması gerekir. Kirli sular kesinlikle kullanılmamalıdır. Karışım suyu; temiz, içilebilir, berrak ve kokusuz olmalıdır (Görsel 1.162).



**Görsel 1.162: Beton karışım suyu içilebilir su olmalıdır.**

**Betonda Karışım Suyu Karışım Oranı**

1m$^3$ betonda yaklaşık 165 kg su olmalıdır. Su miktarı hava şartlarına ve kullanılan agregaya göre farklıdır. Betonda su/çimento oranı betonun kalitesi açısından çok önemlidir.

Su miktarı arttıkça betonun kalitesi düşer. İyi bir beton için su oranı, hesaplanan miktarın üzerine çıkmamalıdır. Betonda su miktarının %20 artması, beton basınç dayanımının %30 azalması demektir. Beton üretiminde %10 az su kullanımı, betonun basınç dayanımını %10 arttırır. Betonda karışım suyu miktarı, beton türü ve karışım miktarına uygun hesaplanmalıdır.

## 1.5.3.4. Beton Katkı Maddesi

Beton katkıları; çimento, agrega ve suyun dışında taze ve sertleşmiş betonun özelliklerini istenen şekilde ayarlamak üzere karıştırma işleminden hemen önce veya karıştırma işlemi sırasında betona katılan malzemelerdir. Katkı malzemeleri kötü üretilmiş betonun özelliklerini düzeltmez.

Uygulamada normal üretilen betonda istenen özellik sağlanmıyorsa katkı kullanımı yoluna gidilir. Kimyasal ve mineral tabanlı olmak üzere işlenebilme özeliğini arttıran katkı, priz süresini ayarlayan katkı ve hava sürükleyici katkılar olarak sınıflandırılır.

» **İşlenebilme özeliğini arttıran katkılar**: Bu tip katkılar akışkanlaştırıcı (plastikleştirici) ve süper akışkanlaştırıcı olarak adlandırılır. Uygulamada çimento ağırlığının %0,5-%3 oranlarında kullanılır. Akışkanlaştırıcılar, daha çok betonun işlenebilirliğini arttırmak amacıyla kullanılır. Taze betonda su miktarını azaltarak dayanımı arttırır. Süper akışkanlaştırıcılar ise yüksek dayanımlı beton üretiminde kullanılır ve su/çimento oranını %15'lere kadar düşürebilir.

» **Priz süresini ayarlayan katkılar**: Taze betonda priz süresini ayarlamak için kullanılan katkılardır. Kış aylarında priz geciktiğinden prizi hızlandıran, yaz aylarında ise priz hızını geciktirici katkılar kullanılır.

» **Hava sürükleyici katkılar**: Suda erime yeteneğine sahip tabii reçine, hayvansal iç yağ, sülfonatlı maddelerin fonksiyonları suyun yüzey gerilimini azaltarak hava kabarcığı oluşumunu sağlar. Çimento ağırlığının %0,01'i kadar karışıma eklenir.

### 1.18. SIRA SİZDE

Deprem kuşağında yer alan ülkemiz coğrafyasında tarih boyunca büyük küçük ölçekli pek çok deprem olmuştur. 6 Şubat 2023'te Gaziantep ve Kahramanmaraş'ta, devamında 20 Şubat 2023'de Hatay'da meydana gelen ve Malatya, Adıyaman, Osmaniye, Adana illerimizin merkez ve ilçelerini etkileyen, can ve mal kaybı ile yıkıma neden olan depremlerde Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı yetkililerinin incelemelerine göre bölgedeki 202 bin bina acil yıkılacak, ağır hasarlı veya yıkık durumdadır. 14 Mart 2023 tarihli AFAD açıklamasına göre depremde ölen kişi sayısı 48.448'dir.

Aynı yılda yapılmış, aynı yükseklikte bulunan, yan yana olan iki binadan biri, bu depremde tamamen yıkılırken diğer binada hiçbir hasar meydana gelmemiştir.

Bu öğrenme biriminden edindiğiniz bilgiler doğrultusunda, depremde yıkılan ve sağlam kalan binaların ve binaları inşa eden müteahhitler le ilgili bazı detaylar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo1.16). Buna göre;

**Olumlu bilgi ve özellikleri (✓),**

**Olumsuz bilgi ve özellikleri ise (X) ile işaretleyerek belirtiniz.**

**Tablo 1.16: Betonla İlgili Doğru Yapılanlar**

| Yıkılan Binayı Yapan Müteahhit ve Bina | Bina ve Müteahhitle İlgili Özellikler | Sağlam Binayı Yapan Müteahhit ve Bina |
|---|---|---|
| | Bina deprem yönetmeliğine uygun yapılmıştır. | |
| | Binanın yapımında uygun oranda karışım suyu, katkı maddesi, çimento ve donatı kullanılmamıştır. | |
| | Binayı yapan müteahhit dürüst bir insandır. | |
| | Binayı yapan müteahhit insana saygılıdır. | |
| | Binayı yapan müteahhit sorumluluk sahibi değildir. | |
| | Binayı yapan müteahhit meslek ahlakına önem verir. | |

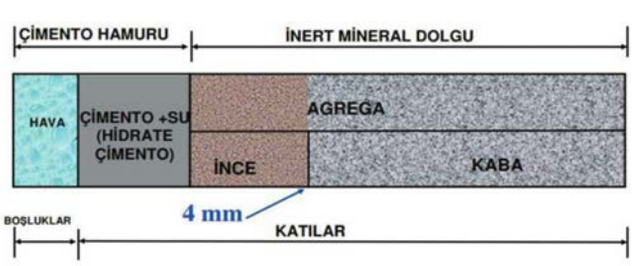
## 1.5.4. Beton Karışımı, Hazırlanması, Yerleştirilmesi, Bakımı, Soğuk ve Sıcak Havada Beton Dökümü

Beton karışımının projesinde belirtilen şekilde imalatı, yerine yerleştirilmesi, kür edilmesi, korunması ve normal olmayan hava şartlarında beton dökümü ile ilgili prensipler belirlenirken betonun priz süresi ve betonun dökületeceği ortam göz önünde bulundurulur.

### 1.5.4.1. Beton Karışımı

Beton, kompozit yapıya sahip en fazla kullanılan inşaat malzemesidir (Görsel 1.163). İçinde hava, su, çimento ile ince ve iri (kaba) agrega yer alır.

Beton sınıfına göre malzeme hesaplaması yapıldıktan sonra karışıma geçilir. Beton karışımının elle, betoniyer ile ve beton santrallerinde olmak üzere üç şekilde üretimi yapılır.




**Görsel 1.163:** Beton karışımı

» **El ile Beton Harcı Hazırlama**

Hesaplama yapıldıktan sonra agrega, çimento ve karışım suyu ölçülerek hazırlanır. Beton harcı yapılacak yer temizlenir ve su ile ıslatılır. Agrega ile çimento homojen şekilde üç defa karıştırılır. Agrega çimento karışımının orta kısmı, havuz şeklinde açılır ve karışım suyu ilave edilir. Karışım suyu ile agrega çimento karşımı en az üç defa karıştırılarak homojen karışım elde edilir. Karışımda hiçbir kuru malzeme kalmamalıdır.

» **Betoniyerle Beton Harcı Hazırlama**

Ölçeklerle ölçülen harç malzemeleri betoniyerlerle karıştırılır. Bu yöntemle önce betoniyere, ölçülen karışım suyu katılır. Daha sonra çimento karıştırılır. Agrega karıştırılır ve en az iki dakika karışım yapılarak homojen harç oluşturulur. Bu teknikte el ile harç yapımına göre daha homojen harç elde edilir (Görsel 1.164).

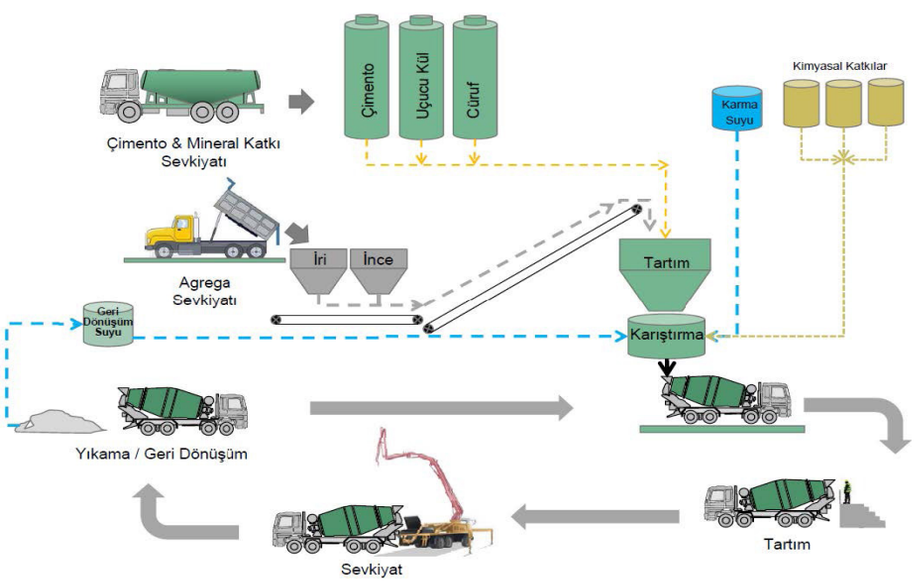


**Görsel 1.164:** Betoniyer

» **Hazır Beton Tesislerinde Beton Harcı Hazırlama**

**Hazır beton**: Yeterli kalitedeki ham maddelerle önceden öngörülen gereksinimleri karşılayan uygun ve üniform (homojen) bir biçimde üretilen, taşınma, pompalanma ve sıkıştırma sırasında ayrışmayan, yerinde istenen dayanım ve dürabiliteyi sağlayan betondur.

Ülkemizde binaların yaklaşık %95'i betonarme olarak inşa edilmekte ve bu yapılarda hazır beton kullanılmaktadır. Hazır beton ve demir, betonarme yapılarda taşıyıcı sistemi oluşturan en önemli malzemelerdir. Özellikle hazır beton, inşaat demirine oranla daha fazla dikkat ve önem gerektiren malzemedir. Bunun en önemli nedeni, hazır betonun demir gibi bitmiş ürün olmamasıdır. Betondan beklenen performans; şantiyedeki uygulamalardan, çevresel koşullardan ve işçilikten de etkilenmektedir. Bir yarı ürün olan hazır beton, kullanıcının uygulamaları sonrasında son ürün hâline dönüşmektedir.




**Görsel 1.165:** Hazır beton üretim şeması

Günümüzde en fazla kullanılan yöntemdir. Tasarlanan bu ana ham maddeler TS EN 206-1'e göre hesap edilerek her beton sınıfına göre beton karışım hesabı yapılır. Bu formül ile beton santraline girilerek üretime geçilir. Hazır beton üretim santrallerinde üretimi yapılır (Görsel 1.165,166).



**Agrega alan**



**Tartım (Bunkerler)**



**Yürüyen bantlar**



**Karıştırma**



**Santral**

**Görsel 1.166:** Hazır beton üretim bölümleri

## 1.5.4.2. Betonun Taşınması

Hazırlanan beton karışımı ayrıştırılmadan, sarsılmadan taşınmalıdır. El ve betoniyerle hazırlanan harç, el arabası ve asansörlerle taşınarak yerine yerleştirilir. Hazır beton ise üretim tesisinden şantiyeye genellikle "**transmikser**" adı verilen özel karıştırıcılı kamyonlarla taşınır (Görsel 1.167).



**Görsel 1.167:** Beton transmikseri

Transmikserin tamburu, taşıma sırasında betonun homojenliğini korumak ve priz almasını geciktirmek için sürekli yavaş hızda döner. Betonun üretildiği andan (su ile çimentonun ilk temas ettiği an) itibaren şantiyeye teslim edilip kalıba yerleştirilmeye başlanması için standartlarda belirtilen maksimum bir süre vardır. TS 13515'e göre bu süre, transmikser gibi donanımlı araçlarla taşınan beton için genellikle 120 dakikadır (2 saat) ancak bu süre, ortam sıcaklığı, rüzgâr, nem gibi hava koşulları, kullanılan çimentonun cinsi (prizi hızlı veya yavaş alan çimentolar) ve kimyasal katkıların (priz geciktirici vb.) türüne bağlı olarak değişebilir.

## 1.5.4.3. Betonun Yerleştirilmesi

Beton taşındıktan sonra yerine beton pompalarıyla yerleştirilir (Görsel 1.168,169).



**Görsel 1.168:** Beton pompası



**Görsel 1.169:** Hazır beton dökümü

Betonun öngörülen dayanımı ve dayanıklılığı kazanması için doğru sipariş ve tesliminin yanında, doğru yerleştirilmesi ve bakımının yapılması gerekir. Beton kullanıcısı TS 1247 (Normal Hava Koşullarında Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları) ve TS 1248'e (Anormal Hava Koşullarında Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları) göre şantiyede betonun bakımını yapmalıdır. Zira yapılan araştırmalarda bakımı yapılmamış veya iyi sıkıştırılmamış betonların dayanımlarının düşük olduğu ve çevre etkilerine dayanıksız olduğu saptanmıştır.

**a) Beton Yerleştirilmeden Önce Yapılacaklar**

» Betonun yerleştirme yöntemi ve beton döküm süresi önceden belirlenmelidir.

» Kalıplar sağlam, temiz ve yağlanmış olmalıdır (Görsel 1.170,171).

» Yer betonu dökülecekse zemin sıkıştırılıp nemlendirilerek döküme uygun hâle getirilmelidir.

» Beton teslim alınırken irsaliye fişinden başlanarak istenmiş olan ürünün özelikleri kontrol edilmelidir.



**Görsel 1.170:** Kalıbın temizlenmesi



**Görsel 1.171:** Kalıbın yağlanması

**b) Beton Yerleştirilmesinde Yapılacaklar**

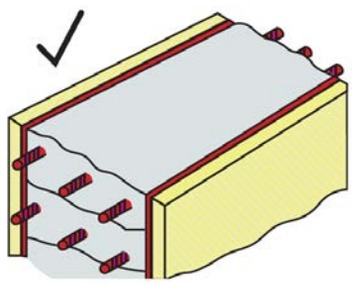
» Beton kalıba en fazla 1,5 metre yüksekten dökülmelidir. Aksi durumda beton ayrışır ve kalıp patlayabilir (Görsel 1.172).

» Beton yatay tabakalar hâlinde dökülmelidir.

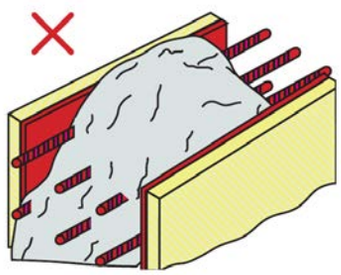
» Kolon ve perde gibi düşey elemanlar en az üç defada doldurulmalıdır Kütleli beton işlerinde beton eşit tabakalar hâlinde dökülmelidir (Görsel 1.173). Aksi hâlde betonun sıkıştırılması güçleşir (Görsel 1.174).



**Görsel 1.172:** Beton dökülmesi



**Görsel 1.173:** Betonun doğru dökülmesi



**Görsel 1.174:** Betonun hatalı dökülmesi

» Beton yerleşeceği yere en yakın bölgeye dökülmelidir.

» Kendiliğinden yerleşen beton gibi özel beton tipleri haricinde betonu sıkıştırmak için vibratör kullanılmalıdır.

**c) Vibrasyonda Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar**

» Vibratör ucunu beton içerisine hızlıca daldırmak ve betondan yavaşça çıkarmak gerekir.

» Kalıplara kesinlikle vibratör ucu temas etmemelidir.

» Vibratör betona düşey olarak daldırılmalı ve daldırma aralığı vibratörlerin etki yarıçaplarına bağlı olarak 45– 50 cm'yi geçmemelidir.

» Sıkıştırılan bölgeler birbirlerine örtüşecek şekilde vibrasyon yapılmalıdır (Görsel 1.175).

» Vibrasyon esnasında vibratörün her defasında bir önceki tabakaya 10 cm kadar girmesi tabakaların kaynaşmasını sağlar (Görsel 1.176).



**Görsel 1.175:** Sıkıştırılan bölgelerin iç içe geçmesi




**Görsel 1.176:** vibrasyon

» Vibratör, betonu yatay yönde taşımak için kullanılmamalıdır (Görsel 1.177).

» Vibratör ucu taze beton içerisinde çok kısa veya çok uzun süre ile tutulmamalıdır ve tabaka kalınlığına uygun vibratör seçilmelidir. (Görsel 1.178)



**Görsel 1.177:** Yatay yöne taşıma



**Görsel 1.178:** Vibratör seçimi

» Az, aşırı ya da yanlış vibrasyon uygulaması sonucu betonun içerisindeki ince ve kaba malzemeler birbirinden ayrışır. Betonun homojenliğinin bozulduğu bu duruma **ayrışma** (segregasyon) denir. Bu durumun oluşmasından kaçınılmalıdır.

**d) Beton Yüzeyinin Bitirilmesi**

Düşey yüzeyler genellikle kalıp ile temas hâlinde olduklarından istenen yüzey kalitesine göre değişen kalite ve tipte kalıp kullanılır. Bazen kalıp alındıktan sonra yüzeye el veya makine ile ek bitirme işlemleri uygulanabilir. Çoğunlukla yatay yüzeyler ve bazı eğik yüzeyler kalıpsız bitirilir. Bu şekilde yapılan bitirme işleminde bazen makine yöntemleri de kullanılabilir.

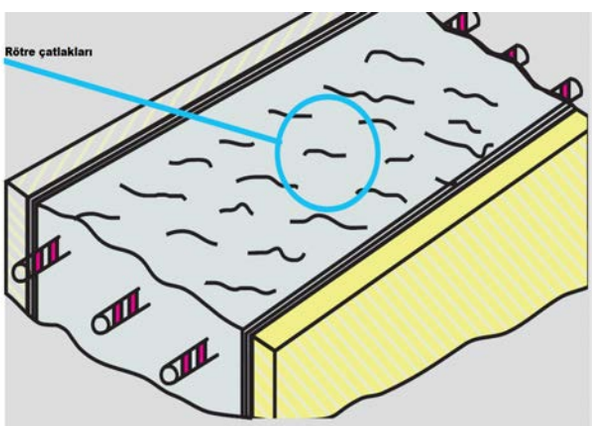
Döşeme betonlarında yüzey bitirme işlemi genellikle çelik veya ahşap mastar ve malayla yapılır. Kenar, pah ve derz işlemleri gereken yerlerde önce kenar bitirmesi yapılmalı, sonra pah ve derzler bitirilmelidir.

Bazı beton satıhlarda mastar ve mala işleminden sonra gereken pürüzlülüğün verilmesi için belli yönde tarak çekilir. Bazı büyük döşeme ve kaplama betonlarında ise vibrasyonlu mastar ve makine malası kullanılabilir.

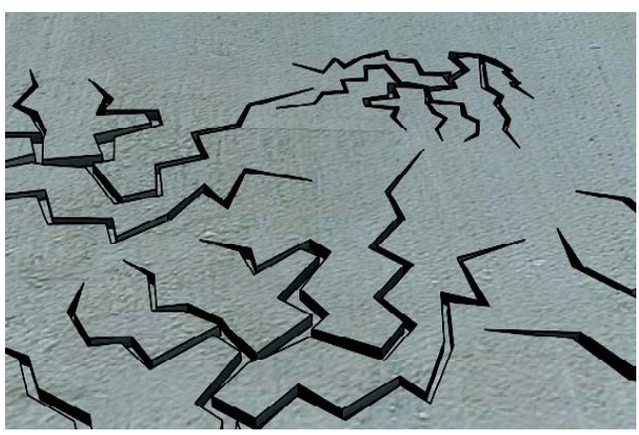
## 1.5.4.4. Betonun Bakımı

Betonun bakımı bir başka deyişle betonun kürü, beton yerleştirildikten sonra veya beton ürünlerinin imalatından sonra oluşabilecek su kaybını engellemek ve hidratasyon reaksiyonlarının uygun şekilde ve zamanda gerçekleşmesini sağlamaktır. Çimento hidratasyonu günlerce, haftalarca hatta aylarca sürer. Hidratasyon reaksiyonunun devamı için yeterli miktarda su ve sıcaklık gerekir. Bu koşullar sağlanamadığı takdirde betondan beklenen dayanım ve dayanıklılık (durabilite) elde edilemez.

Sıkıştırma işleminden sonra betondaki hacim kaybı nedeniyle rötre çatlakları oluşur. Beton hâla plastik kıvamda ise yeniden vibrasyon uygulaması yapılması faydalıdır. Ayrıca kolonlarda üst 50-60 cm'lik tabaka yeniden vibrasyona tabi tutulabilir (Görsel 1.179, 180).




**Görsel 1.179:** Rötre çatlaklar



**Görsel 1.180:** Beton yüzeyinde oluşan çatlaklar

Betonun su kaybederek kurumasını önlemek, dolayısıyla çimentonun hidratasyonunu sürdürmesi için üç yol izlenir:

» Su geçirmeyen (naylon-polietilen) bir örtü ile beton yüzeyi kapatılır.

» Betonun yüzeyinin sürekli nemli kalması sağlanır. Genellikle hortum ya da mekanik spreyleme sistemi ile su püskürtülür ya da su göleti oluşturulur.

» Kimyasal kür katkıları kullanılarak beton yüzeyindeki su kaybı azaltılır.

Özellikle geniş yüzeye sahip beton işlerinde buharlaşma ile kaybedilen su, hidratasyon reaksiyonlarının yavaşlamasına neden olacaktır.

**a) Su ile Kür Yapılması**

» Uygun kür süresi yaklaşık 7 gündür. Kış aylarında bu süre uzatılmalıdır. Beton yüzeyinin sürekli ıslak kalması sağlanmalıdır. Bunun için hortumla sulama yapılabilir (Görsel 1.181).

» Su püskürtülerek beton yüzeyinin ıslatılması çok iyi kür metodudur. Eğer bu işlem aralıklarla yapılıyorsa beton yüzeyinin kuru kalmamasına dikkat edilmelidir. Bu sistemin tek dezavantajı maliyettir. Sistemin uygun işlemesi için yeterli miktarda su ve tecrübeli uygulayıcı gerekir.

» Telis bezi, Jüt veya pamuklu battaniyeler gibi örtüler kullanılarak da beton yüzeyinin ıslak kalması ve buharlaşmanın daha az olması sağlanabilir (Görsel 1.182). Yüzeyde bozulma olmasını engellemek için beton sertleşir sertleşmez su tutucu örtüler serilmelidir. Özellikle döşeme köşelerinde daha dikkatli ve özenli olunmalıdır. Örtülerin sürekli ıslak kalmaları sağlanmalıdır.



**Görsel 1.181:** Beton yüzeyinin hortumla sulanması



**Görsel 1.182:** Beton yüzeyine telis bezi serilmesi

**b) Kimyasal Maddelerle Kür Yapılması**

Kimyasal kür malzemeleri, işin cinsine göre farklılık gösterir (Görsel 183). Beyaz veya alüminyum renginde olan kimyasal maddeler beton yüzeyinde ince bir polimer tabakası oluşturur. Sıvı maddenin içindeki su zamanla buharlaşır ve bileşikteki kimyasal madde beton yüzeyinde zarsı bir tabaka oluşturur. Bu tabaka buharlaşmayı çok düşük seviyelere indirdiği gibi özellikle sıcak mevsimlerde, beton yol gibi uygulamalarda güneş ışınlarının beton yüzeyinde kırılmasını ve yansımasını da sağlar.

**c) Beton Yüzeyinin Örtüyle Kaplanarak Kür Yapılması**

Su ile kürün mümkün olmadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda polietilen naylon örtüler kullanılabilir. Polietilen örtüler, düşey elemanlarda kalıplar söküldükten sonra en geç yarım saat içinde ve döşemelerde beton yeteri sertliği kazanır kazanmaz uygulanmalıdır (Görsel 1.184). Uygulamaya beton yüzeyi kurumadan önce başlanmalıdır. Eğer beton, baskı beton ya da desenli yol betonu ise örtüler hafif bir iskelet üzerine yerleştirilmelidir. Bu sayede beton yüzeyi bozulmamış olur.

Bu tarz kürde polietilen örtüler yerleştirilmeden önce betondaki suyun terleyip buharlaşmasını beklemeye gerek yoktur. Kür uygulaması, beton yerleştirildiğinde başlayabilir.



**Görsel 1.183:** Kimyasal kür malzemesi uygulaması



**Görsel 1.184:** Sıcak havada açık renkli, soğuk hava da ise koyu renkli örtüler kullanılmalıdır.

## 1.5.4.5. Soğuk Havada Beton Dökümü

TS 1248 Standardına göre art arda üç gün, günlük ortalama hava sıcaklığının +5°C'un altında olması ve bu periyotta hiçbir yarım gün hava sıcaklığının +10°C'un üstünde olmaması "beton için soğuk hava" olarak tanımlanır.

Görsel 1.185'de TS EN 206'ya göre en düşük, TS 13515'e göre en yüksek ve genel kabul olarak ideal taze beton sıcaklıkları belirtilmektedir.

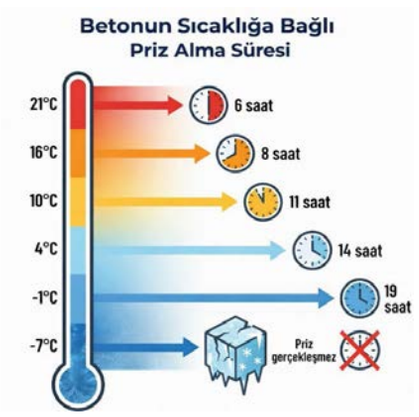
Hava sıcaklığının düşük olması ve bu nedenle beton sıcaklığının da düşük olması hidratasyon reaksiyonunu olumsuz etkiler ve bunun sonucunda priz ve dayanım kazanma hızı düşer. Hava sıcaklığındaki 10°C'luk bir düşüş (21°C den 10°C'a) priz süresini yaklaşık 2 kat arttırır (6 saatten 11 saate) (Görsel 1.186).

Birbirini izleyen üç günlük sıcaklık ortalamasının +5°C'dan az olması durumunda soğuk havaya karşı önlem alınması gerekir. Beton sipariş edilirken hava koşullarının betona etkisi düşünülmelidir. Gelen betonun sıcaklığı kontrol edilmelidir. Yağışlı hava koşullarında özellikle saha ve tabliye beton dökümleri önlem alınamıyorsa ertelenmelidir ya da önceden uygun önlemler (beton döküm alanının dış ortamdan izole edilmesi ve ısıtılması gibi) alınabiliyorsa devam edilebilir (Görsel 1.187). Daha önceden zeminin temas yüzeylerinin ve kalıbın yalıtılması ya da ısıtılması gerekebilir.

Şantiyede, betonu yerleştirirken ya da yerleştirdikten sonra erken donmaya karşı koruyacak gerekli malzeme ve ekipman bulundurulmalıdır. Genelde yalıtkan battaniyeler ve plastik örtüler kullanılır. Köşe ve uç ve uç kaybına en hassas yerlerdir ve daha fazla önlem gerektirir. Koruyucu ısı yalıtım malzemeleri kaldırılırken ani sıcaklık değişimi olmamasına dikkat edilmelidir.




**Görsel 1.185:** En düşük, en yüksek ve ideal taze beton sıcaklıkları




**Görsel 1.186:** Beton sıcaklığı–priz alma süresi ilişkisi



**Görsel 1.187:** Soğuk havada kontrol

## 1.5.4.6. Sıcak Havada Beton Dökümü

TS 1248 Standardına göre beton uygulaması için sıcak hava koşulu, art arda 3 günlük hava sıcaklığı ortalamasının 30°C'un üzerinde olması şeklinde ifade edilir. Ortalama sıcaklık beton döküm yerinde; saat 07.00'de, 10.00'da 13.00'te, 16.00'da ve 19.00'da ölçülen hava sıcaklıklarının aritmetik ortalamasıdır.

TS 13515 Standardına göre olumsuz etkilerinin önlenmesi için herhangi bir tedbir alınmayan ve özellikle hava sıcaklığının yüksek olduğu durumda, taze betonun sıcaklığı 35°C'u aşmamalıdır. Betonun kalıba yerleştirme sıcaklığı ideal olarak 10°C ila 25°C olmalı, bu sıcaklık hiçbir durumda 5°C'un altında olmamalıdır.

Sıcak hava koşullarının sadece hava sıcaklığı ile değil, aşağıda belirtilen koşulların bir kombinasyonu olarak değerlendirilmesi gerekir.

1. Ortam sıcaklığı

2. Beton sıcaklığı

3. Bağıl nem

4. Rüzgâr hızı

5. Güneş ışınlarının etkisi

Sıcak hava koşulları, betonun taze (plastik) ve sertleşmiş hâldeki özelliklerini olumsuz yönde etkileyen bir dizi mekanizmayı tetikler. Bu etkiler, betonun performans beklentilerini karşılamasını zorlaştırır ve yapısal bütünlüğünü tehdit eder. Ayrıca sıcak hava koşulları betonun karıştırma, yerleştirme ve kür işlemlerinde sorunlara neden olabilir. Bu sorunların çoğu, hidratasyon hızının ve taze betondaki suyun buharlaşma hızının artmasından kaynaklanır. Tüm bu etkenler betonun dayanım ve dayanıklılık özelliklerini olumsuz etkiler.

Birbirini izleyen üç günlük sıcaklık ortalamasının +30°C'dan fazla olması durumunda sıcak hava etkilerine karşı önlem alınması gerekir. Sıcak havada beton dökümünde betonun su kaybetmesi engellenmelidir.

Alınması gereken önlemler aşağıda sıralanmıştır:

» Beton dökülecek zemin ıslatılıp suya doygun hâle getirilir. Bu sayede taze betondaki suyun zeminee emilmesi engellenir.

» Kalıplar ve donatılar nemlendirilir.

» Aşırı rüzgâr var ise döküm yeri etrafına rüzgâr kırıcı yerleştirilebilir.

» Gölgelik kullanılarak beton güneş ışığından korunabilir.

» Tüm işçiler ve gerekli ekipmanlar beton dökümü için hazır olmalıdır.

» Gün içinde sıcaklığın azaldığı saatlerde beton dökümü yapılmalıdır.

» Beton sıcaklığı sürekli olarak kontrol edilmelidir.

» Aşırı vibrasyon yapılmamalıdır.

» Döküm en kısa sürede gerçekleştirilmelidir.

» Bitirme işlemi yüzeyde terleme suyu kalmayınca hemen yapılmalıdır.

» Beton yüzeyinin kurumasını önlemeye yönelik önlemler hemen alınmalıdır (Görsel 1.188).




**Görsel 1.188:** Betonun kürlenmesi

## 1.5.5. Hazır Betonun Sürdürülebilirlik Açısından Faydaları

Beton, dayanıklı ve uzun ömürlü olmasının yanında çevre açısından da önemli avantajlara sahip yapı malzemesidir. Özellikle enerji tasarrufu sağlaması, geri dönüştürülebilmesi ve doğal afetlere karşı dayanıklı olması nedeniyle sürdürülebilir yapı malzemeleri arasında önemli yere sahiptir (Görsel1.189).



**Görsel 1.189:** Betonun sürdürülebilirliği

Beton yüzey, güneş ışınlarını asfalta göre daha fazla yansıtır. Bu özellik sayesinde şehirlerde sıcaklığın aşırı yükselmesini azaltır. Böylece "kentsel ısı adası etkisi" düşer ve binaların soğutma ihtiyacı azalır. Bu durum enerji tasarrufu sağlar.

**Yerel Ürün**

Betonun ham maddeleri birçok bölgede kolay bulunabildiği için yerel olarak üretilebilir. Yerel üretim sayesinde taşıma masrafları ve karbon salımı azalır. Bu durum ekonomik ve çevresel açıdan avantaj sağlar.

**Termal Kütle Özelliği**

Beton, ısıyı depolayabilen malzemedir. Yazın aşırı sıcaklığı geciktirir, kışın ise içerideki ısının korunmasına yardımcı olur. Böylece binalarda enerji tüketimi azalır.

**Pasif Soğutma**

Betonun ısıyı yavaş yayma özelliği sayesinde binalarda doğal serinlik sağlanabilir. Bu özellik klima kullanımını azaltarak enerji tasarrufu sağlar.




**Görsel 1.190:** Beton ve bitkilerin ortak özelliği

**Karbon Bağlama**

Beton, kullanım süresi boyunca havadaki karbondioksitin ($CO_2$) bir kısmını içine çekebilir. Bu olaya **karbonatlaşma** denir. Böylece beton, çevreye verilen karbonun bir bölümünü geri bağlayabilir (Görsel 1.190).

**Sağlıklı Binalar**

Beton, zararlı gaz yaymayan malzemedir. Ayrıca ses yalıtımı sağlar ve yangına karşı dayanıklıdır. Bu özellikleri sayesinde sağlıklı ve güvenli yaşam alanları oluşturur.

**Dayanıklılık**

Beton; yağmur, don, sıcaklık değişimi ve kimyasal etkiler gibi zor çevre koşullarına karşı dayanıklıdır. Uzun ömürlü olması sayesinde bakım ve onarım ihtiyacı azalır.

**Yangın Direnci**

Beton yanmaz ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır. Yangın sırasında zehirli gaz çıkarmaz ve yapının güvenliğini artırır.

**Afetlere Dayanıklılık**

Betonarme yapı deprem, sel ve fırtına gibi doğal afetlere karşı dayanıklıdır. Bu durum, can ve mal güvenliği açısından avantaj sağlar.

**Döngüsel Ekonomi**

Beton üretiminde geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılabilir. Uçucu kül, cüruf ve geri dönüştürülmüş agrega gibi malzemeler doğal kaynak tüketimini azaltır ve çevreyi korur.

## 1.5.6. Düşük Karbonlu Beton

Çimento üretimi sırasında yüksek miktarda karbondioksit oluşur. Bu nedenle çevreye daha az zarar veren düşük karbonlu beton üretimi önem kazanmıştır.

Düşük karbonlu beton üretiminde:

» Çimento miktarı azaltılır.

» Mineral katkılar kullanılır.

» Geri dönüştürülmüş malzemeler tercih edilir.

» Enerji tasarruflu üretim yöntemleri uygulanır.

Bu uygulamalar sayesinde betonun çevreye verdiği zarar azaltılmakta ve sürdürülebilir yapılaşma desteklenmektedir.

**Betonda Gömülü Karbonun Azaltılması**

Betonun karbon ayak izini azaltmak için çeşitli yöntemler kullanılır.

» Klinker oranını azaltmak

» Mineral katkı kullanmak

» Geri dönüştürülmüş agrega kullanmak

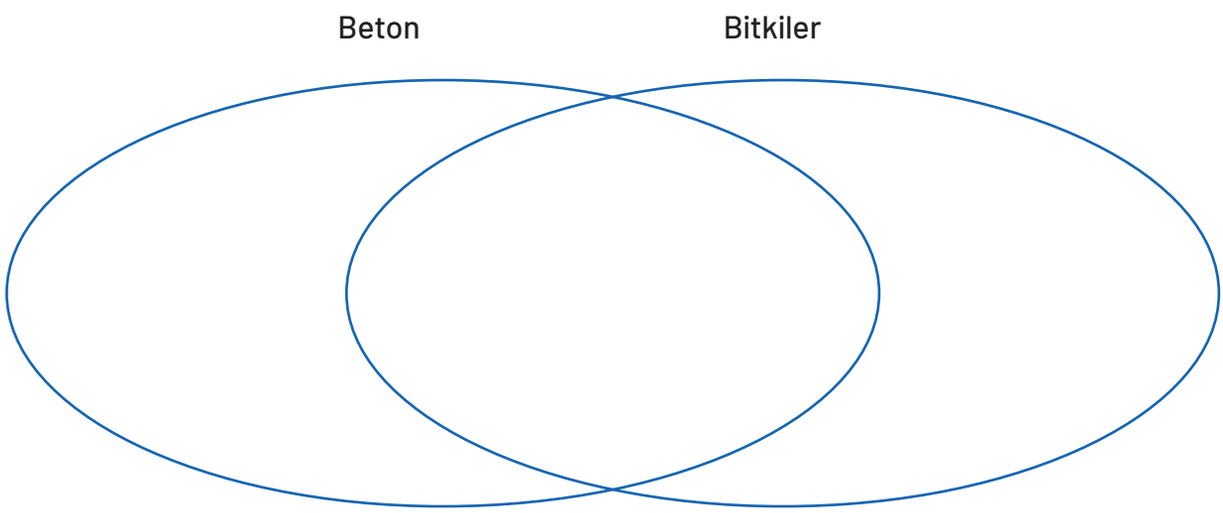
» Yerel malzeme tercih etmek

» Enerji verimli üretim yapmak

Bu yöntemler sayesinde çevre korunur ve ekonomik tasarruf sağlanır.

**1.19. SIRA SİZDE**

Aşağıdaki ven şemasında beton ile bitkilerin ortak olan ve ortak olmayan özelliklerini ilgili alanlara yazınız.



## 1.5.7. Beton Teknolojisinde Yapay Zekâ Kullanımı

Yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ), beton teknolojisinde kullanılan gelişmiş bilgisayar sistemleridir. Bu teknolojiler sayesinde beton üretimi daha hızlı, kaliteli ve ekonomik hâle gelmiştir. Geleneksel yöntemlerde beton özelliklerini belirlemek için çok sayıda deney yapılırken yapay zekâ sistemleri geçmiş verileri analiz ederek daha kısa sürede doğru sonuçlar verebilmektedir (Görsel 1.191).




**Görsel 1.191: Betonun hazırlanmasında yapay zekâ kullanımı**

Yapay zekâ, beton karışım tasarımında önemli rol oynar. Betonun dayanıklı, ekonomik ve işlenebilir olması için çimento, su, agrega ve katkı malzemelerinin uygun oranlarını belirlemeye yardımcı olur. Böylece gereksiz malzeme kullanımı azaltılır ve daha kaliteli beton üretilebilir.

Betonun özelliklerinin tahmin edilmesinde de yapay zekâ kullanılır. Betonun basınç dayanımı, priz süresi, işlenebilirliği ve dayanıklılığı gibi özellikler bilgisayar programlarıyla önceden belirlenebilmektedir. Betonarme yapılarda oluşabilecek çatlak, bozulma ve hasarlar da sensörlerle takip edilebilir. Yapay zekâ sistemleri bu verileri analiz ederek olası sorunları erken tespit eder. Böylece yapı güvenliği artırılır ve gerekli bakım çalışmaları zamanında yapılabilir.

Hazır beton tesislerinde kalite kontrol işlemleri de yapay zekâ destekli sistemlerle yapılmaktadır. Betonun kıvamı, sıcaklığı ve karışım özellikleri sensörlerle sürekli ölçülür. Eğer beton kalitesinde bir değişiklik olursa sistem gerekli uyarıları verir ve düzeltmeler yapılabilir.

Betonun taşınması sırasında da yapay zekâ kullanılmaktadır. Transmikser araçlarının konumu, tambur dönüş hızı ve taşıma süresi takip edilerek betonun şantiyeye uygun sürede ulaşması sağlanır. Böylece betonun bozulması ve malzeme kaybı önlenir. Yapay zekâ ile;

» Beton kalitesi artırılır.

» Zaman ve maliyet tasarrufu sağlanır.

» Yapı güvenliği yükseltilir.

» Betonun kullanım ömrü uzatılır.

» Çevre dostu üretim desteklenir.

Veri eksikliği, yüksek başlangıç maliyeti ve sektörel direnç gibi engeller bu teknolojilerin yaygınlaşmasında yaşanan sorunlardır.

## 1.5.8. Betonarmenin Tarihçesi, Tanımı ve Önemi

Betonarmenin (beton ile çelik donatının birlikte) kullanımının birlikte kullanımının ana nedeni betonun "Aşil topuğu" olarak da nitelendirilebilecek olan zayıf çekme dayanımıdır. Beton, yapısındaki yoğun tanecikli ağ sayesinde çok büyük basınç kuvvetlerine dayanır ancak yine de gözenekli, gevrek ve sayısız boşluk ve ara yüzey barındırdığından çekme dayanımı oldukça zayıftır. Beton, maksimum deformasyona ulaştığında göçer.

Tarih boyunca yapı üretiminde kullanılan malzemeler gelişim göstermiştir. İlk dönemlerde kil, taş ve ahşap gibi doğal malzemeler kullanılmış; zamanla daha dayanıklı ve uzun ömürlü yapılar elde etmek amacıyla yeni teknikler geliştirilmiştir. Antik Romalılar, puzolanik çimento kullanarak günümüze kadar ulaşan beton yapılar inşa etmiştir. Bu yapıların en önemli örneklerinden biri, iki bin yılı aşkın süredir ayakta kalan Pantheon'un kubbesidir (Görsel 1.192).

Beton, basınç dayanımı yüksek ancak çekme dayanımı düşük malzemedir. Bu zayıflığı gidermek için betona demir veya çelik donatı yerleştirilmesi fikri ortaya çıkmıştır. Bu alandaki ilk uygulamalardan biri Joseph Louis Lambot tarafından gerçekleştirilmiştir. Lambot, demir tel örgüyü harç ile kaplayarak çeşitli elemanlar üretmiş ve betonarme sistemin temelini atmıştır (Görsel 1.193).



**Görsel 1.192:** Pantheon Tapınağı



**Görsel 1.193:** Lambot tarafından tasarlanan kayık

Betonarme alanında daha çok tanınan isim Joseph Monier, betonarme sistemin gelişmesinde önemli rol oynamış ve 1867 yılından itibaren çeşitli patentler almıştır. Monier, tel kafes ile güçlendirilmiş beton elemanlar üretmiş; saksı, boru ve su deposu gibi ürünler geliştirmiştir. 19. yüzyılın sonlarında betonarme teknolojisi; aderans, donatı yerleşimi ve malzeme davranışı gibi konuların anlaşılmasıyla hızla ilerlemiştir.

20. yüzyılın başlarında betonarme yaygınlaşmış ve mühendislik yapılarında yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1904 yılında tamamlanan Ingalls Binası, ilk betonarme yüksek yapı olarak kabul edilir. Bu dönemde geliştirilen teknikler sayesinde daha yüksek ve daha dayanıklı yapılar inşa edilmiştir.

Betonarme yapılarda en önemli dayanıklılık sorunlarından biri çelik donatının korozyonudur. Bu sorunu azaltmak için paslanmaz çelik kullanımı, epoksi kaplama, korozyon inhibitörleri ve katodik koruma gibi yöntemler geliştirilmiştir.

Betonarme teknolojisi, basit uygulamalardan gelişmiş mühendislik sistemlerine kadar uzun bir evrim geçirmiştir. Günümüzde betonarme; dayanım, dayanıklılık ve sürdürülebilirlik açısından en önemli yapı malzemelerinden biri olarak kullanılmaktadır.

**Betonarme** beton ile çelik donatının birlikte çalışacak şekilde tasarlandığı kompozit yapı sistemidir. Beton ile çelik çubukların kaymayacak şekilde birleştirilmesi ile elde edilen betonarme, yapılarda dış kuvvetlerin etkisini de karşılar. Betonarme yapı elemanlarında **beton** basınç dayanımı yüksek ancak çekme dayanımı düşük, gevrek malzemedir. **Çelik donatının** çekme dayanımı yüksek, sünek ve şekil değiştirme kapasitesi fazla malzemedir.

Bu iki malzeme birlikte kullanıldığında:

» Beton, basınç gerilmelerini taşır.

» Çelik donatı ise çekme gerilmelerini taşır.

Beton ile çeliğin ısıl genleşme katsayılarının birbirine yakın olması ve betonun çeliği alkali ortamda korozyona karşı koruması, bu birleşimi mühendislik açısından uygun hâle getirir.

Betonarme, inşaat sektörünün vazgeçilmez malzemesidir. Betonarme yapıların yapımıyla ilgili olarak Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından yayınlanan standartlarla ilgili bakanlıklarca yürürlüğe koyulan yönetmeliklere yapıların tasarımı, projelendirilmesi, yapımı ve denetimi süreçlerinde uyulması zorunludur.

## 1.5.9. Betonarme Çeliği

Çeliğin sertliğini ve dayanıklılığını artıranbaşlıca malzeme karbondur. Çelik malzemede karbon oranı %0,3-1,7 arasında değişir. Çeliğin bünyesine karbon dışında çeşitli oranlarda mangan, fosfor, kükürt gibi madenlerin eklenmesiyle çeşitli cinste çelik türleri elde edilir.

Betonarme donatı çeliği, TS 708 Standardına uygun olmalıdır.

### 1.5.9.1. Çeliklerin Genel Olarak Sınıflandırılması

Çelikler üretim yöntemlerine, kullanım amaçlarına, alaşım durumlarına, ana katkı maddelerine, dokularına, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılır.

Genel anlamda **demir** olarak adlandırılan malzeme, %0,2-5 oranında karbon içerir. Karbon oranı arttıkça demirin sertliği, korozyona (paslanmaya) karşı direnci artar. Karbon oranı azaldıkça demirin işlenmesi (şekil verilmesi) kolaylaşır ve buna paralel olarak korozyon (paslanma) kolaylaşır.

Karbon oranı %0,2'den az ise demir-karbon (**Fe-C**) alaşımlarına **yumuşak demir** denir. Bu tip demirler betonarmede kullanılmaz ancak bağlama teli olarak kullanılır. Bu tellerin çapları 0,75-2 mm arasında değişir.

Karbon oranı %0,2-1,17 arasında ise **Fe-C** alaşımlarına **çelik** denir. Bu limitler içerisindeki çelikler, sert ve çok sert olarak iki gruba ayrılır. Alt sınır değerlere yakın olanlar (%0,25) betonarme donatısı olarak kullanılır.

Karbon oranı %1,7-5 arasında ise **Fe-C** alaşımlarına **font** veya **pik** denir. İnşaatta, kanalizasyon kapakları, yağmur suyu ızgaralarında ve çatı yağmur borularının alt kısımlarında kullanılır.

### 1.5.9.2. Beton Çeliği

Betonarme yapı elemanlarında çekme ve kayma gerilmelerini karşılamak amacıyla kullanılan, özel dairesel kesitli, yüzeyi nervürlü veya profilli olan çubukların kesilip şekillendirilmesi ile elde edilen çeliklere (demirlere) **inşaat demiri/donatı** denir. İnşaat demiri, betonarme demiri veya betonarme donatısı olarak da belirtilir.

Demir; yüzey şekline göre genellikle **düz**, **profilli** ve **nervürlü** olmak üzere üçe ayrılır. Betonarme çelik çubukların kesitleri genellikle daire şeklinde olup **Ø** (**fi**) simgesi ile gösterilir. Çapları ikişer mm aralıklarla artar ve 8-50 mm aralığındadır. Nervürlü düz çelik çubuk; kangal, hasır, firkete şeklinde üretilir (Görsel 1.194, 195, 196, 197).

Bunlar inşaat alanında projesine göre bükülerek yerine koyulur. Beton çeliklerinin sınıflandırılması TS 708 ve TS 500' de verilmiştir.



**Görsel 1.194:** Nervürlü demir



**Görsel 1.195:** Kangal demir



**Görsel 1.196:** Hasır demir



**Görsel 1.197:** Firkete demir

Betonarme çelikleri inşaat mahallinde su ve rutubet etkisiyle paslanmayacak şekilde depolanmalıdır. Bunun için en iyi yöntem, demirlerin yerden bağlantısı kesilecek şekilde iskeleler üzerinde istiflenmesidir. Demir donatısı döşenmiş yapılarda beton dökme işlemleri geciktirilmemelidir. Aksi hâlde donatılar kalıp üzerinde yağmur etkisi ile paslanacaktır. Demir üzerinde oluşan paslar betonla aderansı (demirin betona yapışma özelliği) zayıflatarak demirin sıyrılmasına neden olabilecektir.

İnşaatlarda bükülerek yerine konmuş olan demir donatılarında pas payı bırakılmasına özellikle dikkat edilmelidir. Pas payı bırakılmayan ve yüzeyden görünen demir donatıları, üzerine yapılacak kireçli veya alçılı sıvalar nedeniyle korozyona uğrayacak, zamanla kesitlerinde azalma olacaktır.

TS 708 'e göre beton çelikleri, düz yüzeyli veya nervürlü olarak tanımlanmaktadır. Bunların yanında, düğümlü ve burmalı çelik türleri de vardır. Çelik yüzeylerinin nervürlü veya diğer profillerde olması, beton içinde kaymaya karşı direnç oluşturur.

Betonarmede kullanılan çelik çubukların çap, birim ağırlık ve en kesit alanlarına ilişkin genel özellikler Tablo 1.17'de verilmiştir.

**Tablo 1.17: Betonarme Çelik Çubuklarının Kesit Alanları**

| Sembol | Çap (mm) | Ağırlık (kg/m) | En Kesit Alanı ($cm^2$) |
|---|---|---|---|
| Ø6 | 6 | 0,222 | 0,28 |
| Ø8 | 8 | 0,395 | 0,50 |
| Ø10 | 10 | 0,617 | 0,79 |
| Ø12 | 12 | 0,888 | 1,13 |
| Ø14 | 14 | 1,208 | 1,54 |
| Ø16 | 16 | 1,578 | 2,01 |
| Ø18 | 18 | 1,998 | 2,54 |
| Ø20 | 20 | 2,466 | 3,14 |
| Ø22 | 22 | 2,984 | 3,80 |
| Ø24 | 24 | 3,551 | 4,52 |
| Ø26 | 26 | 4,170 | 5,31 |
| Ø28 | 28 | 4,830 | 6,16 |
| Ø30 | 30 | 5,550 | 7,07 |
| Ø32 | 32 | 6,310 | 8,04 |
| Ø34 | 34 | 7,130 | 9,08 |
| Ø36 | 36 | 7,990 | 10,18 |
| Ø38 | 38 | 8,900 | 11,34 |
| Ø40 | 40 | 9,870 | 12,57 |
| Ø45 | 45 | 12,480 | 15,90 |
| Ø50 | 50 | 15,410 | 19,64 |

## 1.5.10. Betonarme Donatıların İşlenmesi

Demirlerin işlenmesi yapının proje ölçülerine ve tekniğine uygun olmalıdır.

Tekniğe uygunluk; kanca yapımı, donatı eklerinin yapılması, korozyon (paslanma) önlemleri, filiz boyları, donatı döşenecek zeminin uygunluğu ile donatıların beton dökümü öncesinde ve sırasında ezilmesini önleyecek tedbirlerin alınmasında kendini gösterir. Özellikle paslı ve pilyeleri ezilmiş donatılar, yeterli kanca ve bağlaması yapılmamış donatılar, bir projede donatı hesabı ve ölçüleri ne kadar ideal olursa olsun taşıma gücü bakımından sorunlar yaratır.

Betonarme donatıların işlenmesi kanca, etriye, pilye, ekleme, çiroz, özel deprem etriyeleri ve çirozları yapma ve bağlama işlemlerinden oluşur. İşlenen demirler yerlerine pas payı/net beton örtüsü bırakılarak yerleştirilir.

### 1.5.10.1. Kanca Yapılması

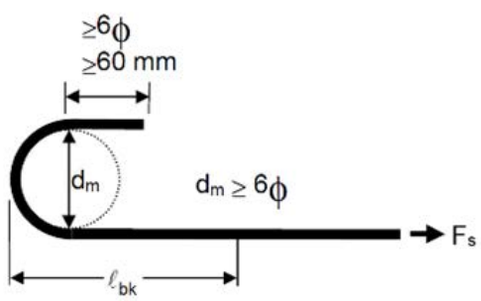
Fazla yük altında etriyelerin açılmaması için etriye donatısının uç kısımlarında yapılan kıvrımlara **kanca** denir. Betonarme donatının betondan kolay sıyrılmaması için yapılması gerekli şekillendirmelerden biridir. Kancalar yarım daire (180°) veya çelik doğrultusu ile 135°'lik açı yapacak şekilde yapılır. Kancaların büküm yerlerinin içten içe ölçüsü, demir çapının 2,5-5 katı; büküldüğü noktadan demir ucuna kadar olan boyu, demir çapının 8-10 katı kadar olmalıdır.

» **Boyuna Donatı Kancaları**

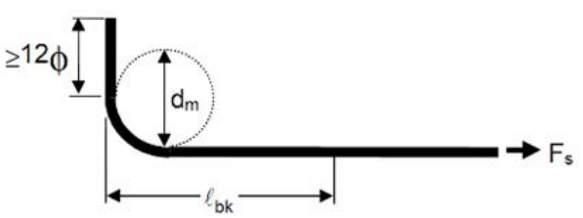
**a) 180° kanca**: Görsel 1.198'de gösterildiği gibi bu tür standard kancanın donatı ekseni ile yaptığı açı 180°dir. Kanca serbest ucunda, uzunluğu 4Ø ve 60 mm den az olmayan düz bir bölüm bulunmalıdır. Kanca iç çapı, dm, 6Ø den az olamaz.

**b) 90° kanca**: Görsel 1.199'da gösterildiği gibi bu tür standard kancanın donatı ekseni ile yaptığı açı 90°dir. Kanca serbest ucunda, uzunluğu 12Ø den az olmayan düz bir bölüm bulunmalıdır. Kanca iç çapı, dm, 6 Ø den az olamaz.

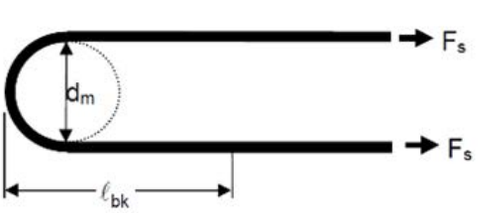
**c) Fiyong**: Fiyong Görsel 1.200'de gösterilmiştir. Fiyongların bükülme iç çapı, dm, 12Ø den az olamaz.

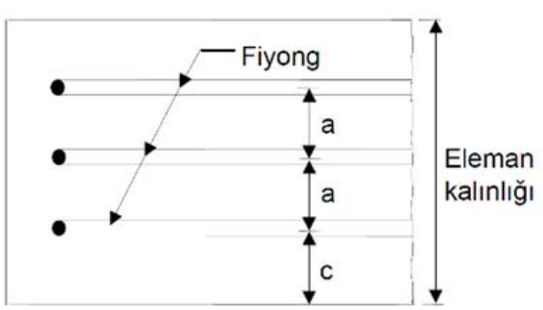



**Görsel 1.198:** 180° kanca




**Görsel 1.199:** 90° kanca




Boyuna donatı kancalarında, $d_m \geq 6\phi$

Etriye çiroz ve kancalarında, $d_m \geq 6\phi$

Fiyonglarda, $d_m \geq 12\phi$, $a \geq 2\phi$, $c \geq 3\phi$

**Görsel 1.200:** Fiyonglar

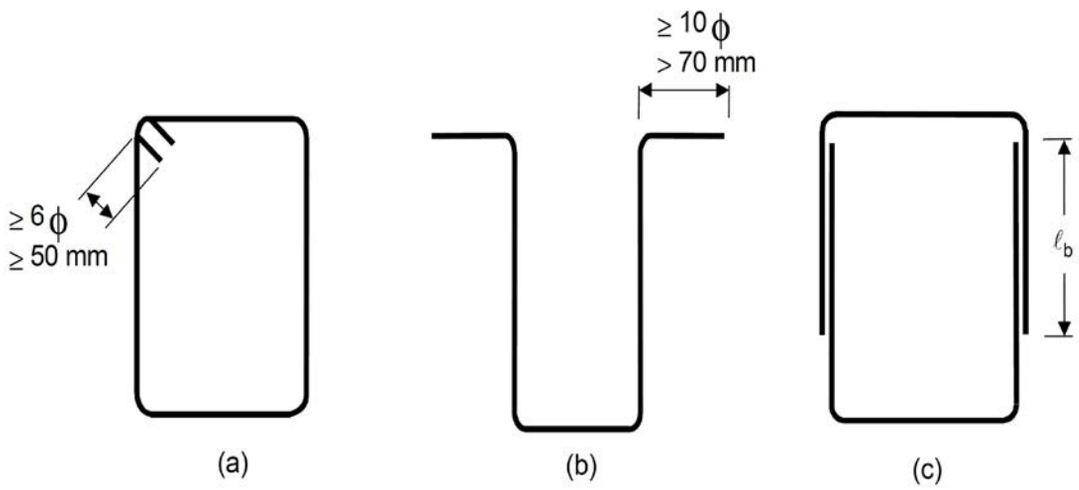
» **Etriye Kancaları**

a) **135° kanca**: Bu tür standard etriye kancası Görsel 1.201a'da gösterilmiştir. Dikdörtgen kesitler, kolonlar ve özellikle burulmaya maruz elemanlar için kullanılmalıdır.

b) **90° kanca**-Bu tür kanca Görsel 1.201b'de gösterilmiştir. Kanca tabla içinde kalmak koşuluyla, ancak dişli döşeme kirişlerinde kullanılabilir.

c) **90° bindirmeli kanca**-Bu tür bindirmeli kanca Görsel 1.201c'de gösterilmiştir. Bindirmeli etriyelerde bindirme boyu, Denklem 9.1'e göre hesaplanan kenetlenme boyuna eşit alınmalıdır. Deprem bölgelerinde yapılacak olan yapılarda ve burulma etkisindeki yapı elemanlarında bu tür etriye kullanılamaz. Etriye kancalarının iç çapı 4Ø den az olamaz.

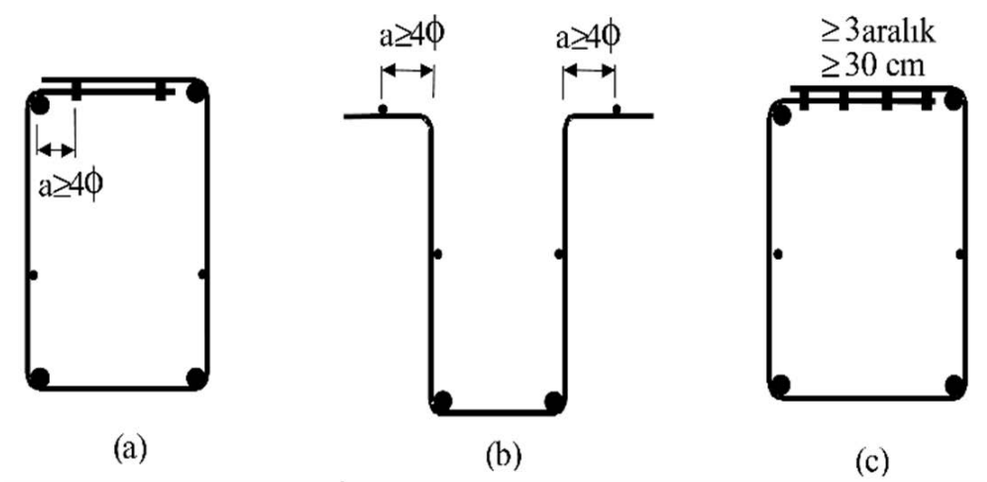
Etriyelerin kenetlenmesi; kanca, düz bindirme veya enine çubuk kaynaklanarak sağlanabilir.




**Görsel 1.201:** **Etriyelerde kancalı kenetlenme türleri**

» **Hasır Donatıdan Yapılan Etriye Kancaları**

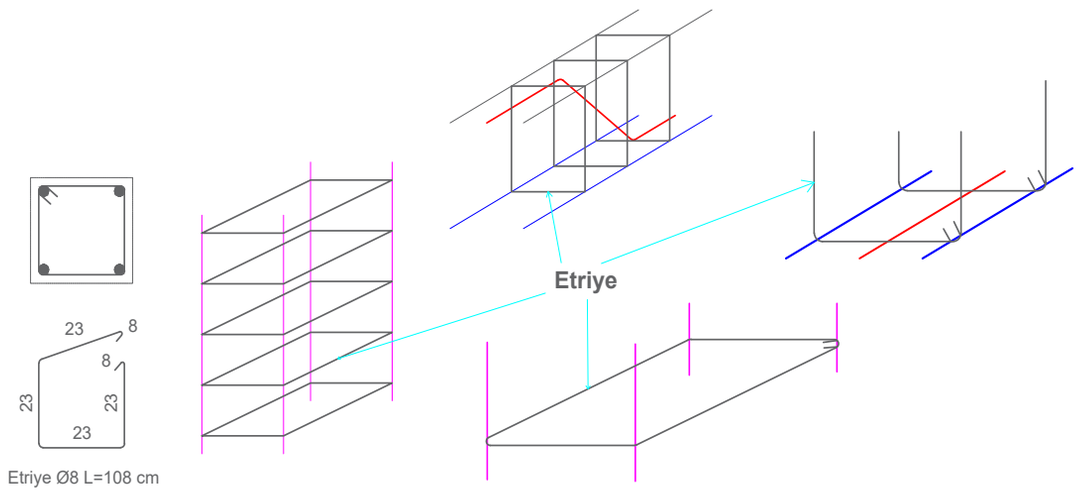
Hasır donatıdan yapılan etriye kancaları Görsel 1.202a, b, c'deki gibi yapılabilir.




**Görsel 1.202:** **Etriyelerde kaynaklı kenetlenme türleri**

## 1.5.10.2. Etriyelerin Yapılması

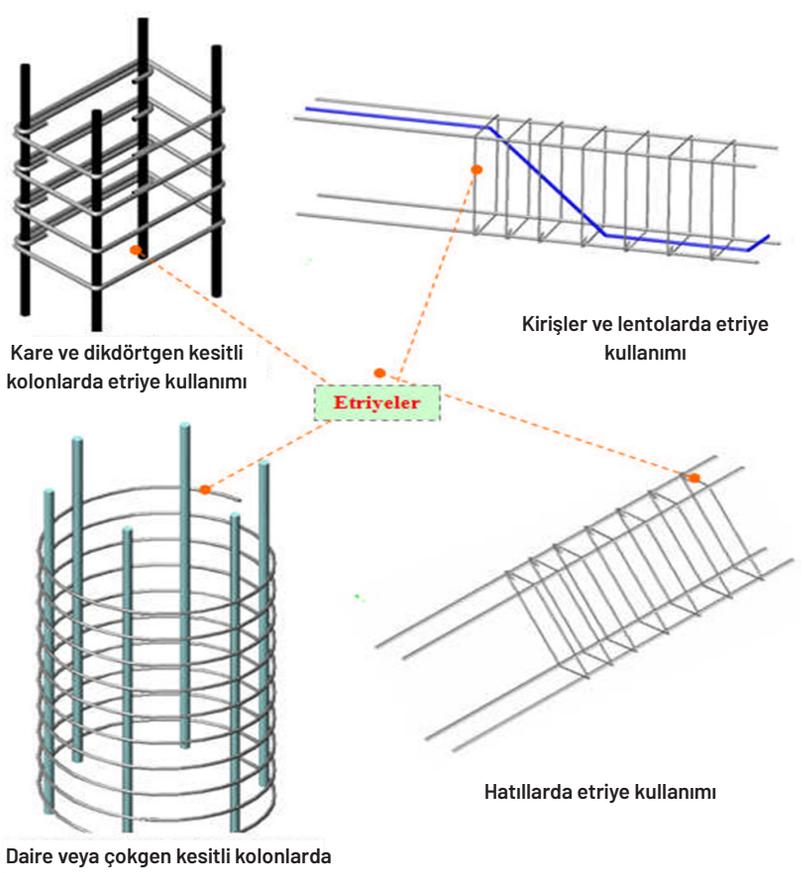
Betonarme kolon, kiriş, lento, hatıl ve perde gibi yapı elemanlarında boyuna donatılar üzerine özel olarak şekillendirilen, belirli aralıklarla yerleştirilen ve boy donatılarının etrafına sarılan demirlere **etriye** denir (Görsel 1.203).




**Görsel 1.203:** Etriye

En az Ø8 'lik inşaat çeliğinden bükülerek yapılan etriyeler, kapalı ve açık olmak üzere iki şekilde uygulanır. Etriye, yapıldığı elemanın (kolon, kiriş, perde) şekline göre kare, dikdörtgen, çokgen, daire ve fretli yapılır (Görsel 1.204).

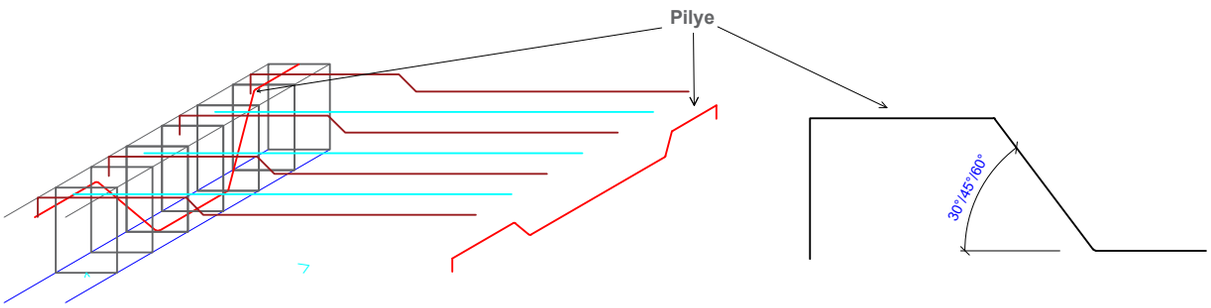
Dairesel kolonlara, dairesel olarak (helezonik) özel yöntemle bükülen demir donatıları konur. Fretli kolonlarda helezonlar arası uzaklık en fazla 8 cm veya kolon çapının 1/5'i kadar olmalıdır.




**Görsel 1.204:** Kullanıldığı betonarme yapı elemanlarının durumuna göre etriyeler

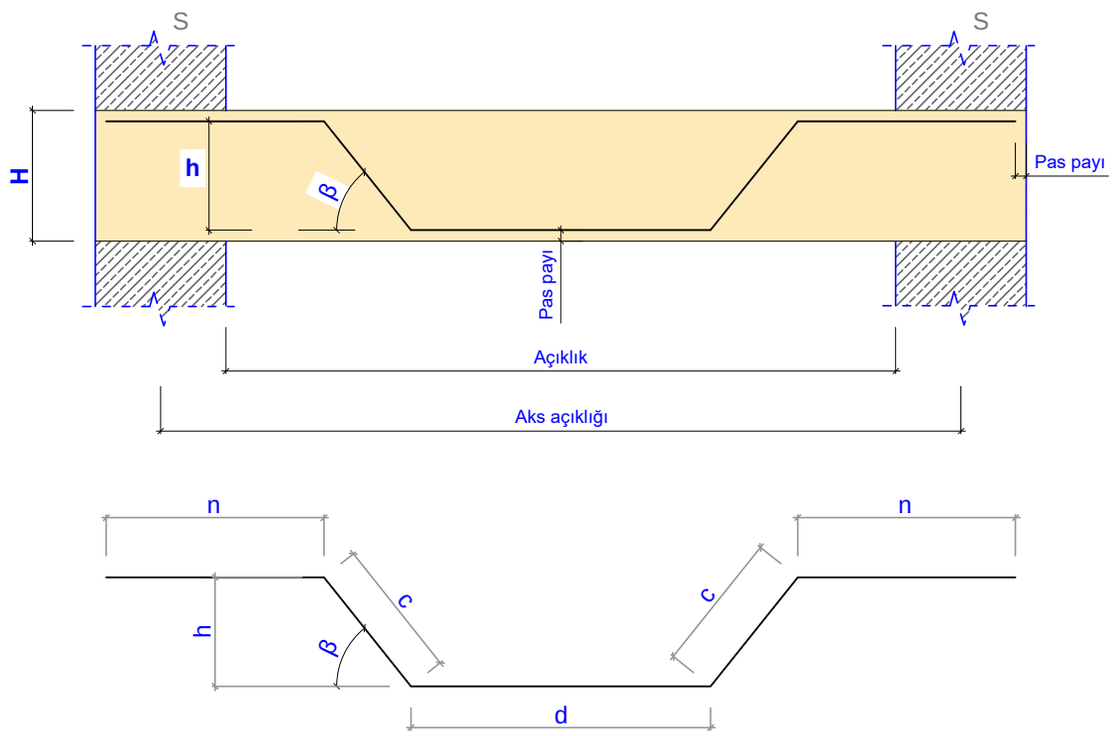
## 1.5.10.3. Pilyelerin Yapılması

Yapı elemanlarında çekme ve basınç bölgelerinin yer değiştirdiği kısımlarda kullanılan ve esas çeliklerin kesme gerilmelerini karşılamak için belirli yerlerinden bükülmesiyle elde edilen çelik donatı şekline **pilye** denir (Görsel 1.205). Pilye büküm yerleri, statik hesaplarla bulunur. Pilyeler genellikle 45° açıyla bükülür. Bazı özel durumlarda 30° veya 60° açıyla da bükülebilir. Kirişlerde pilye büküm noktaları, kuramsal kesim noktasından ileride düzenlenmelidir. Bu uzaklık, faydalı yüksekliğin üçte birinden ve donatı çapının 8 katından az olmamalıdır.




**Görsel 1.205:** Pilye kullanımı ve pilyede büküm

**Pilye hesabı (Nervürlü-kancasız)**: Pilyede nervürlü çelik donatı kullanımı düşünüldüğünde kanca kullanımına gerek kalmaz. Pilye hesabında ayrıntılar Görsel 1.206'da gösterilmiştir.



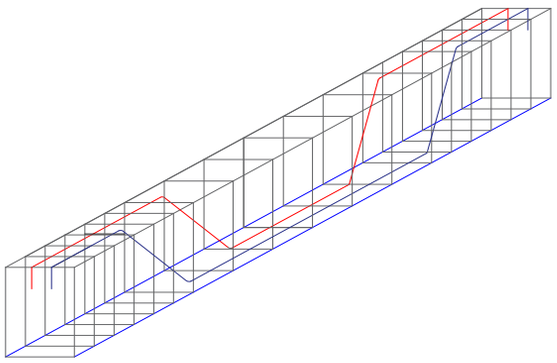

**Görsel 1.206:** Pilye hesabında ayrıntılar

Pilye büküm derecesine göre pilye hesabında kullanılacak değerler Tablo 1.18' de verilmiştir.

**Tablo 1.18: Pilye Hesap Değerleri**

| Pilye Büküm Derecesi (β) | Pilye Kıvrım Eğri Yüzeyi (c) |
|---|---|
| Ø6 | 6 |
| Ø8 | 8 |
| Ø10 | 10 |

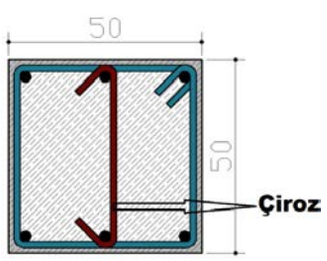
Kiriş ve lento donatısında kullanılan pilye şekli Görsel 1.207'de verilmiştir.



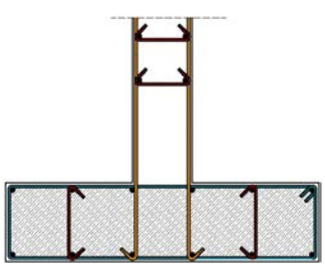
**Görsel 1.207:** Pilyenin (kiriş ve lento) perspektifte gösterimi

## 1.5.10.4. Çiroz Yapılması

Betonarme perde ve geniş kolonlarda karşılıklı demirleri ya da demir sıralarını birbirine bağlayarak aynı uzaklıkta tutan demir kancalara **çiroz** (Mesafe tutucu) denir (Görsel 1.208). Donatı şeklinin bozulmamasını sağlayan kancalardır. Çirozlar kolonlarda köşedeki çubuklarla aralarına konan boylama çeliklerinin bağlantısını sağlamak için de kullanılır. Ayrıca yük altındayken oluşan yanal basınçları da alarak yapı elemanındaki kesmelere karşı dayanım kazandırır. Çirozlar kolonlarda tek yönlü ve çift yönlü olarak kullanılabilir. Perde duvarlarda da çiroz kullanımı Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre zorunludur. Görsel 1.209'da perde duvarda çiroz kullanımı verilmiştir.




**Görsel 1.208:** Çiroz

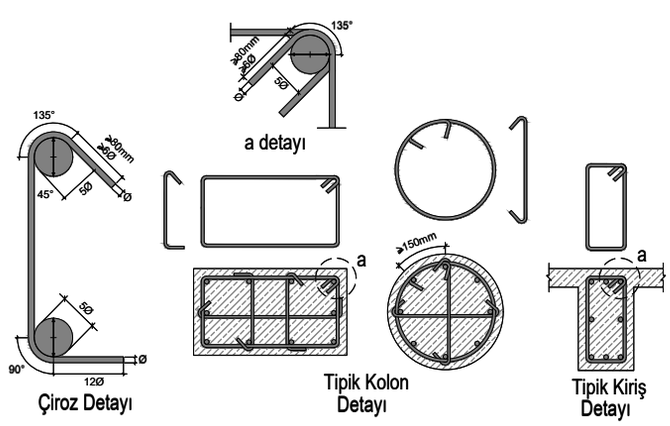


**Görsel 1.209:** Betonarme perde duvarda çiroz

## 1.5.10.5. Özel Deprem Etriyeleri ve Çirozları (TBDY-2018)

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre

Süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi sınırlı olan tüm betonarme sistemlerin kolonlarında, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde, perde uç bölgelerinde ve kiriş sarılma bölgelerinde kullanılan etriyeler **özel deprem etriyesi**; çirozlar ise **özel deprem çirozu** olarak düzenlenir. Özel deprem etriye ve çirozlarının sağlaması gereken koşullar Görsel 1.210'da verilmiştir.




**Görsel 1.210:** Özel deprem etriye ve çirozu

Özel deprem etriyelerinin her iki ucunda mutlaka $135^0$ kıvrımlı kancalar bulunmalıdır. Özel deprem çirozlarında ise bir uçta $90^0$ kıvrımlı kanca yapılabilir. Bu durumda kolonun veya perdenin bir yüzünde, kanca kıvrımları $135^0$ ve $90^0$ olan çirozlar hem yatay hem de düşey doğrultuda şaşırtmalı olarak düzenlenmelidir. $135^0$ kıvrımlı kancaların, Ø enine donatı çapını göstermek üzere, iç büküm çapı en az 5Ø olmalıdır. Kancaların uç düz boyu kıvrımdaki son teğet noktasından itibaren nervürlü çubuklarda 6Ø ve 80 mm'den küçük alınmamalıdır.

Özel deprem etriyelerinin boyuna donatıyı dıştan kavraması ve kancalarının da aynı boyuna donatı etrafında kapanması gerekir. Özel deprem çirozlarının çapı ve aralığı, etriyelerin çap ve aralığı ile aynı olmalıdır. Çirozlar, her iki uçlarında mutlaka boyuna donatıları ve dış etriyeyi sarmalıdır.

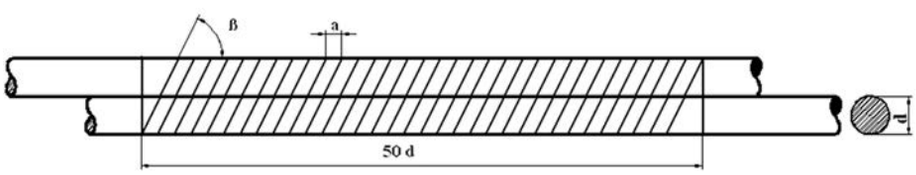
Etriyeler ve çirozlar beton dökülürken yerlerinden kaymayacak biçimde boyuna donatılara sıkıca bağlanmalıdır.

## 1.5.10.6. Eklerin Yapılması

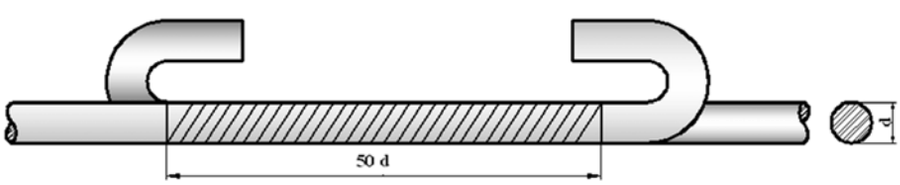
Çekme donatıları mümkün olduğu kadar eklenmemelidir. Ek yapılması zorunluluğu doğarsa bir kesitte mevcut donatı çubuklarının her 5 adedinden birinin eklenmesine izin verilebilir. Donatılarda bindirme ek, kaynaklı ek ve manşonlu ek yapılabilir.

» **Bindirme Ek**

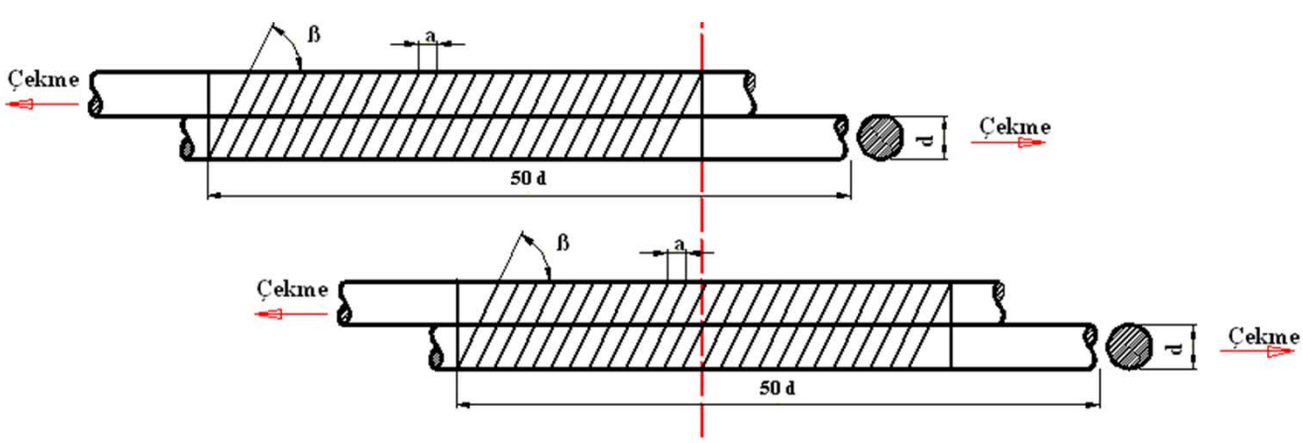
Belli bir betonarme bölge içinde oluşan çekme gerilmesinin bir donatıdan diğerine aktarılmasında kullanılır. Demirlerin kancalı uçlarının, demir çapının 40-50 katı kadar üst üste bindirme, yan yana bindirme ve şaşırtmalı bindirme şeklinde bağlama teli ile sıkıca sarılmasıyla yapılır (Görsel 1.211a, b, c). İnşaat demirlerinde en çok kullanılan ek türüdür. Çapı Ø26 mm'ye kadar olan çeliklerde bindirme ek kullanılır. Hasır demirlerde ekler, hasırların birbiri üzerine bindirilmesiyle yapılır.




**a) Üst üste bindirme ek**




**b) Yan yana bindirme ek**

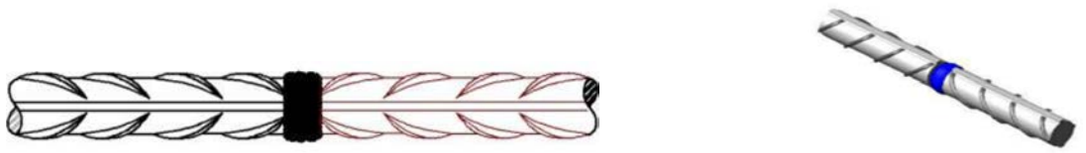



**c) Şaşırtmalı bindirme ek**

**Görsel 1.211:** Bindirme ek

» **Kaynaklı Ek**

Beton çelikleri çok ısındığında dayanıklılığını kaybeder. Bunların kaynakla eklenmelerinde özel önlemler almak gerekir. Bu önlemlerden biri, çapı Ø 14'ten küçük çaplı demirlerde elektrik ark kaynağı yapılmamasıdır. Yapılacak kaynakların da uzman kişilerce yapılması gerekir (Görsel 1.212a, b).



a) b)

**Görsel 1.212:** Kaynaklı ek

» **Manşonlu Ek**

Birbirine ters, zıt yönde diş açılmış iki çubuğun her iki tarafına ters yönde diş açılmış bir manşona veya flanşa vidalanmasıyla yapılır (Görsel 1.213a, b, c). Manşonlu ekler, normal döşeme ve kiriş donatıları arasında yapılabileceği gibi şimdilik devam ettirilmeyen, sonra devam ettirilecek döşemelerin donatılarının birbirine bağlanmasında da uygulanır. Özellikle binalarda balkon vb. çıkmalar için söz konusudur.



a) b) c)

**Görsel 1.213:** Manşonlu ek

## 1.5.10.7. Demirlerin Bağlanması

Betonarme demir donatılarında üst üste gelen demirleri, bağ teli ile kurallara uygun olarak bağlamak gerekir. Bağlama elle (Görsel 1.214) veya bağlama makinesi ile yapılabilir (Görsel 1.215).



**Görsel 1.214:** Demirlerin elle bağlanması



**Görsel 1.215:** Demirlerin makine ile bağlanması

Demirlerin bağ teli ile bağlanma şekilleri aşağıda verilmiştir (Görsel 1.216).

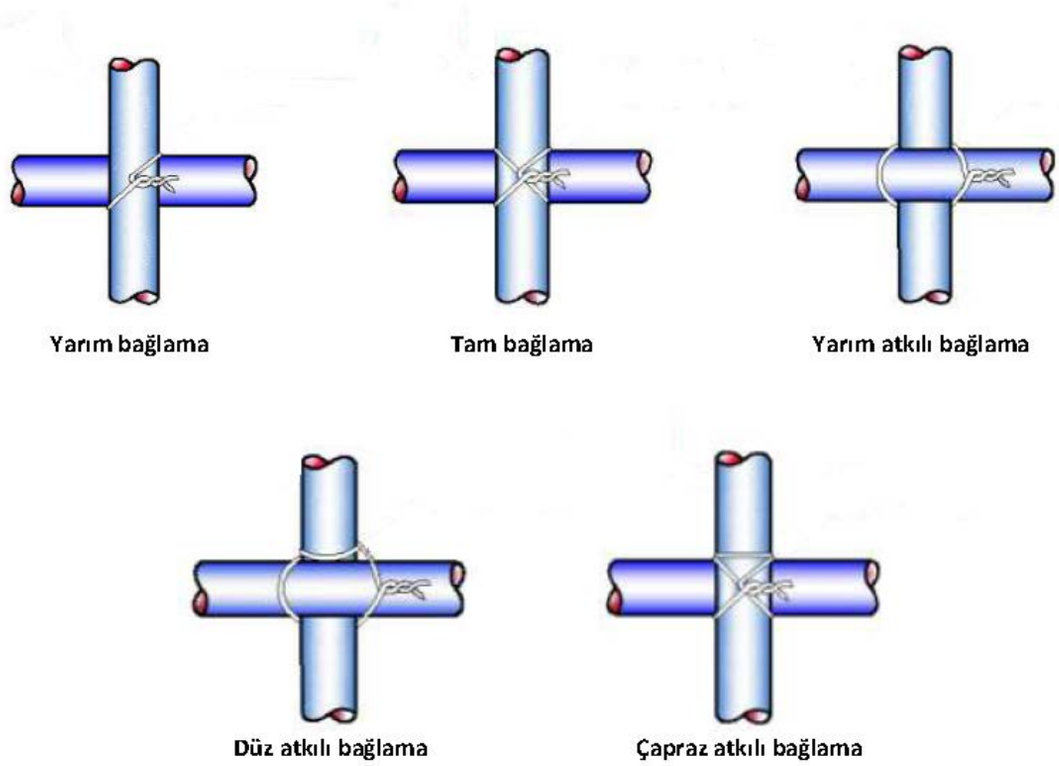
» Yarım bağlama

» Tam bağlama

» Yarım atkılı bağlama

» Düz atkılı bağlama

» Çapraz atkılı bağlama




**Görsel 1.216:** Demir bağlama şekilleri

## 1.5.10.8. Pas Payı

Donatıya gerekli aderansı sağlamak, donatıyı dış etkilerden korumak ve paslanmasını önlemek için çeliğin beton ile etrafının sarılı olması gerekir. Çelik ile betonun dış yüzü arasındaki kalınlığa **pas payı/net beton örtüsü** denir.

Yangın, paslanma ve diğer zararlı dış etkenlerin söz konusu olduğu durumlarda, beton örtüsü gerekli görüldüğü kadar artırılmalıdır. TS 500 standardında bu ölçülerin ne kadar olması gerektiği verilmiştir (en dış donatının dış yüzünden ölçülür) (Tablo 1.19).

**Tablo 1.19. En Dış Donatının Dış Yüzünden Ölçülen Gerekli Pas Payı/Net Beton Örtüsü (Cc)**

| Betonarme Eleman ve Yeri | Pas payı/Net beton örtüsü (Cc) |
|---|---|
| Zeminle doğrudan ilişkide olan elemanlarda | Cc ≥ 50 mm |
| Hava koşullarına açık kolon ve kirişlerde | Cc ≥ 25 mm |
| Yapı içinde, dış etkilere açık olmayan kolon ve kirişlerde | Cc ≥ 20 mm |
| Perde duvar ve döşemelerde | Cc ≥ 15 mm |
| Kabuk ve katlanmış plaklarda | Cc ≥ 15 mm |

Net beton örtüsünün sağlanması amacıyla çeşitli tipte ve ölçüde plastik pas payı kullanılır. Pas payı takozları, kolon, perde ve döşemede pas payının uygulanışı Görsel 1.217a, b, c, ç, 'de verilmiştir.

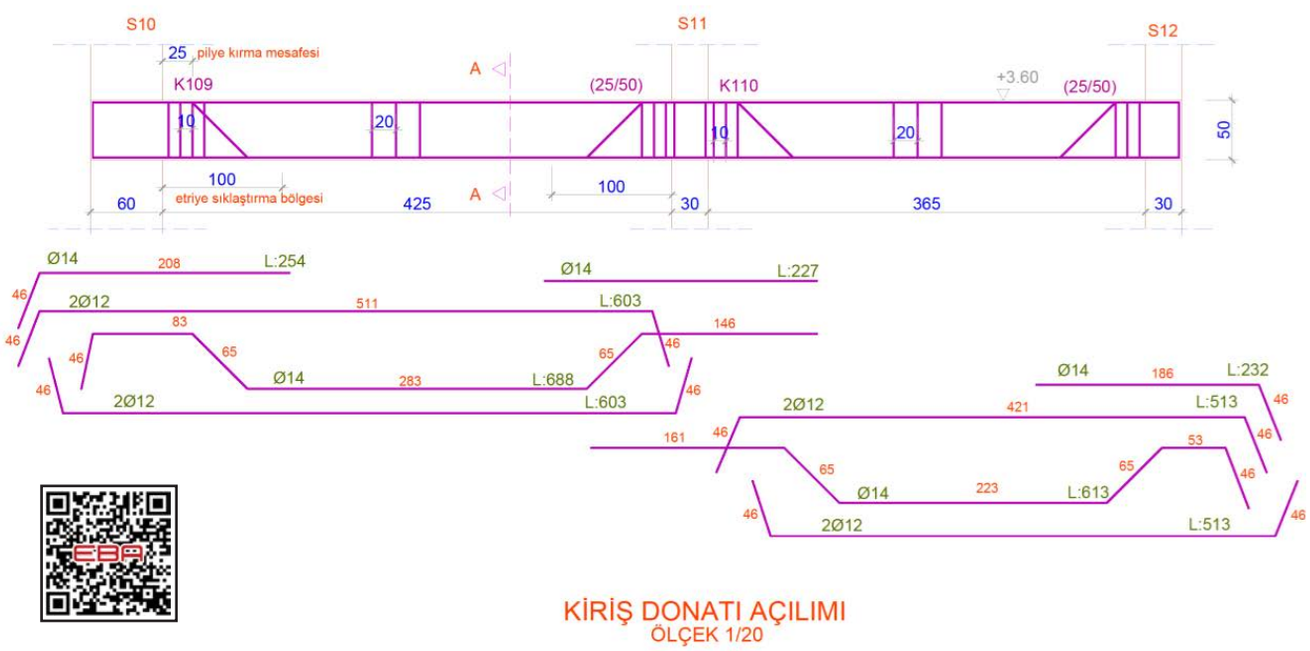


a) b) c) ç)

**Görsel 1.217: Paspayı takozları, kolonda, perdede, döşemede pas payı uygulanışı**

## 1.5.10.9. Çeliklerin Üzerine Yazılan Sembol ve Ölçüler

Betonarme çeliğine ilişkin bilgiler sembol ve rakamlarla belirlenir (Görsel 1.218).




**Görsel 1.218: Çeliklerin şekil ve ölçülendirmesi**

(Ø) çelik çapını gösterir. Ø8, Ø12 şeklinde Ø 'nin sağına yazılan rakam, çeliğin çapını milimetre birimi ile ifade eder.

(4Ø14, 2Ø16) şeklinde Ø 'nin soluna yazılan rakam, o çelikten kaç adet kullanılacağını gösterir.

(t) yan yana ve birbirine paralel aynı şekilde çeliklerin eksenleri arasındaki mesafeyi cm birimi ile gösterir.

(Ø10/28) şeklindeki yazılışta, 28 rakamı t yerine kullanılır. İki çelik arasındaki mesafeyi gösterir.

(8Ø10/m) şeklindeki yazılış, döşemenin bir metre genişliğine, eşit aralıklarla 8 adet 10 mm çapında çelik koyulacağını belirler.

(L) kullanılacak çeliğin toplam boyunu cm birimi ile belirtir.

Kanca ucuna yazılan rakamlar, kanca boyunu cm birimi ile gösterir.

Çelik üzerinde L boyundan sonra parantez içinde veya ucunda parantezsiz yazılan rakam, çeliğin işlenmiş şekli ile toplam boyunu gösterir. Örneğin L = 560 vb. Bu ölçü çeliğin kalıp içinde kaplayacağı uzunluğu belirlemesi bakımından gereklidir. Çeliklerin gerçek boyları yazıldığı gibi ölçüm ve hesap kolaylığı bakımından son rakamlar beş veya katına tamamlanır. Örneğin L= 557 yerine L=560 vb.

Betonarme yapı elemanlarının projelerde belirtilmesi için aşağıdaki simgeler kullanılır.

**T-**Temel

**S-**Kolon veya sütun

**P-**Perde veya duvar

**K** Kiriş

**D-**Düz döşeme

**N-**Nervürlü döşeme

**M-**Merdiven

Bu simgelerin sağ yanlarına yazılan rakamlar, elemanın proje üzerindeki numarasını belirler. Kolonlara, perde ve duvarlara, kirişlere ve döşemelere numara verilirken katlarının da belirlemesi için ilk rakam katlarını, daha sonraki iki rakam, belirlenen kattaki eleman numarasını gösterecek şekilde yazılır (Örneğin S 101, K102, D103 vb.).

Betonarme uygulama projeleri 1/50 ölçeğinde çizilir. Bu ölçekle kat planlarında döşeme çelikleri gösterilebilirse de diğer elemanların çelik donatımları gösterilemez. Bu nedenle diğer elemanlar 1/20 ölçeğinde çizilir, çelikler kesitleri üzerinde ve ayrıca şekillerine göre çizildikten sonra üzerine gerekli ölçüler yazılır.

## 1.5.11. Betonarme Yapı Elemanları ve Donatıları

Bir yapının dış etkenlere karşı koyabilmesi için yük taşımak ve aktarmak üzere betonarmeden oluşturulan temel, kolon/sütun, kiriş, döşeme, hatıl, lento, gibi yapı elemanlarının tümüne birden **taşıyıcı sistem** denir. Bu elemanlarınTS 500 standardı ve TBDY-2018'e göre donatıları ve özellikleri verilmiştir.

### 1.5.11.1. Temel Donatıları

**Temel**, yapıdan gelen düşey (sabit ve hareketli yükler) ve yatay (rüzgâr, deprem, zemin basıncı vb.) yükleri zemine güvenli ileten taşıyıcı yapı elemanıdır. Üst yapı ile zemin arasında yük transfer elemanı görevi görür (Görsel 1.219).



**Görsel 1.219: Bina temeli**

Temel, yapının taşıyıcı elemanıdır. Doğru temel seçimi yapılmadığında oturma farkları, çatlaklar hatta yapı göçmeleri meydana gelebilir. Bu nedenle temel tasarımı, zemin etüdü ve mühendislik hesaplarıyla desteklenmelidir.

Temel donatısı projesine uygun olarak hazırlanmalı, pas payı bırakılarak yerleştirilmeli (genellikle 5 cm) ve bağ teliyle sabitlenmelidir. Temiz, yağsız ve passız olmalıdır. Grobeton üzerine temel kalıp ve donatısı yerleştirilir.

Betonarme temeller genel olarak yüzeysel (sığ) temel ve derin temel olmak üzere iki grupta incelenir.

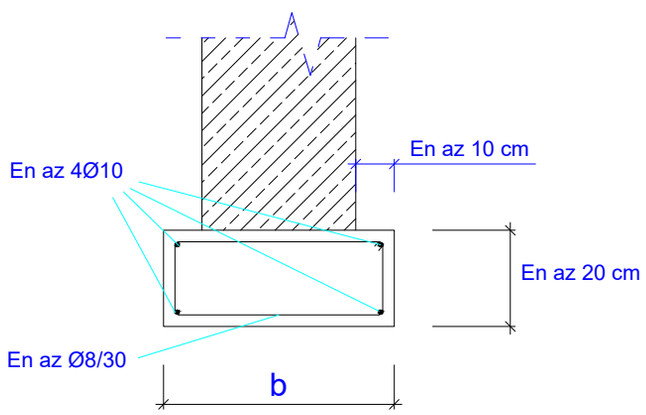
**1. Yüzeysel (Sığ) Temel Donatıları**

Yükün yüzeye yakın sağlam tabakasına aktarıldığı temel türüdür. Yüzeysel temel; derinliği az, maliyeti düşük, sağlam zeminde kullanılır.

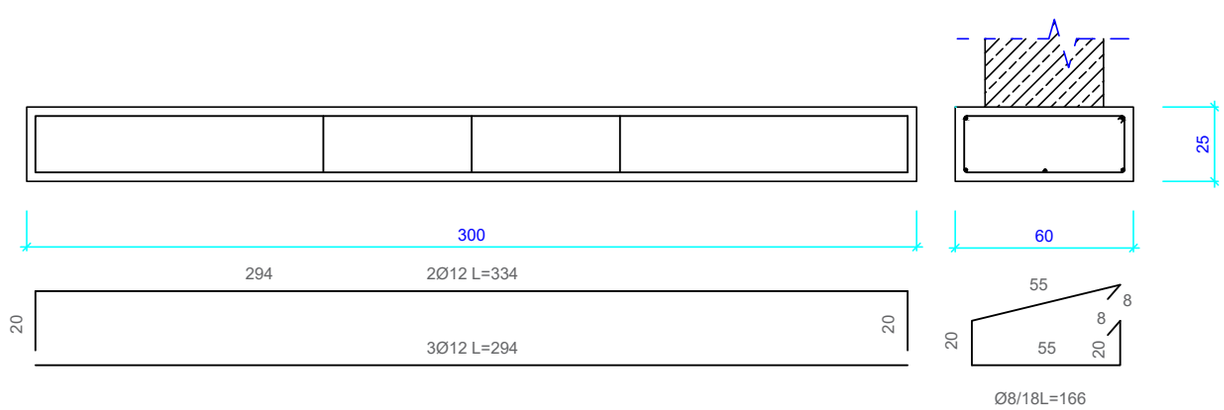
Yüzeysel temel çeşitleri şu şekilde sınıflandırılır:

» **Yığma temel**: Yığma yapı sisteminde, yapının yükü duvarlar tarafından taşınarak zemine iletilir. **Yığma temel**, sömel ve duvarların oluşturduğu ve yığma yapıdan üzerine gelen yükleri taşıyarak zemine ileten yapı elemanıdır. **Duvar altı temeli** olarak da adlandırılır. Tek katlı ve küçük yapılarda tercih edilir.

TS500'e göre duvar altı temeli, her bir yanda, üzerindeki duvardan en az 10 cm dışarı taşmalıdır. Duvar altı temeli kalınlığı, duvar dışına taşan konsol açıklığının yarısından ve 20 cm' den az olmaz. Duvar boyunca her köşede bir tane olmak üzere en az 4Ø10 boyuna donatı bulundurulmalı ve bunlar, aralığı 30 cm'yi geçmeyen, en az 8 mm çapında etriyelerle sarılmalıdır (Görsel 1.220). Örnek duvar altı temeli donatı açılımları Görsel 1.221'de verilmiştir.

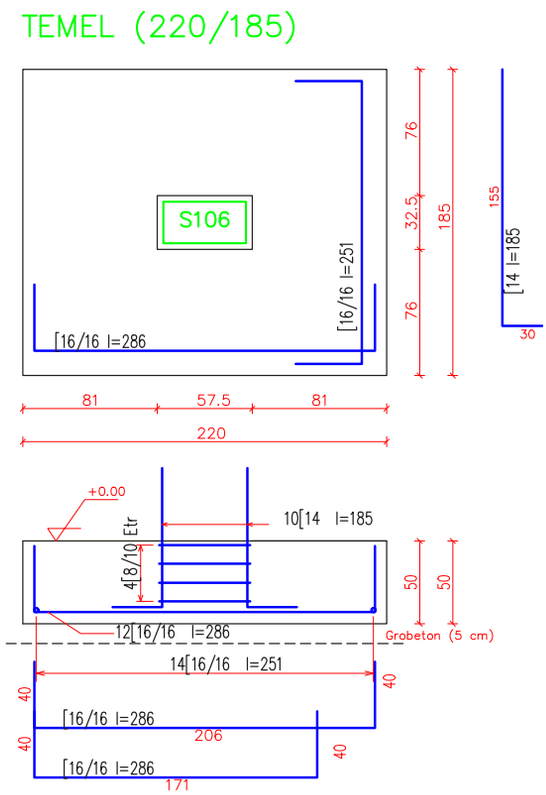



**Görsel 1.220:** TS 500'e göre duvar altı temeli



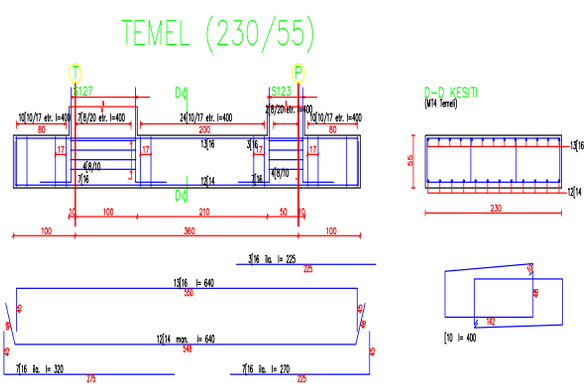

**Görsel 1.221:** Duvar altı temeli donatısı

» **Tekil (münferit) temel**: Her kolonun altına ayrı ayrı yerleştirilen temeldir. Küçük ve orta yükteki yapılarda tercih edilir. Alt yüzeyde gerilim olacağından demirler alta konur. Dikdörtgen kesitli temellerde, kısa doğrultuda demirler alta; uzun doğrultuda üste konur. Bu tip temellerde demirler kolonun altına sık, yanlara doğru aralıklar artırılarak koyulur. Tekil temelin planda en küçük boyutu 0,7 m'den, alanı 1,0 $m^2$ den, kalınlığı ise 25 cm'den ve konsol açıklığının ¼' ünden az olamaz. Her iki doğrultu için hesapla bulunan donatılar, temel tabanında bir ızgara oluşturacak biçimde yerleştirilir. Donatı çubukları eşit aralıklı olarak yerleştirilebilir ve donatı aralığı 25 cm'den fazla olamaz (Görsel 1.222).




**Görsel 1.222:** **Tekil (münferit) betonarme temel donatısı**

» **Birleşik (kombine) temel**: İki veya daha fazla kolonun aynı plak üzerinde birleştirilmesiyle oluşur. Kolonların taşıdıkları yükler birbirine yakın ve eşit ise dikdörtgen, farklı ise yamuk şeklinde düzenlenir (Görsel 1.223).

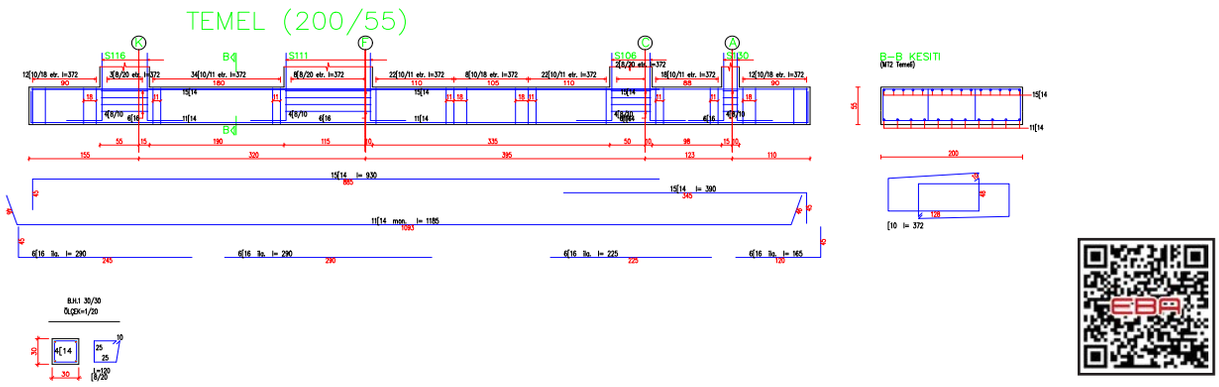



**Görsel 1.223:** **Birleşik betonarme temel plan ve kesiti**

» **Sürekli (mütemadi) temel**: Birden fazla kolon, perde, kâgir duvar gibi düşey taşıyıcı elemanın yüklerini bir bütün olarak ve yeterli bir rijitlik içinde zemine aktarabilen temeldir.

Kirişli olan sürekli temelde, kiriş yüksekliği plak da içinde olmak üzere serbest açıklığın 1/10' undan, plak kalınlığı da 20 cm'den daha az olamaz. Kirişsiz plak olarak düzenlenen sürekli temelde plak kalınlıkları, 30 cm'den küçük olamaz.

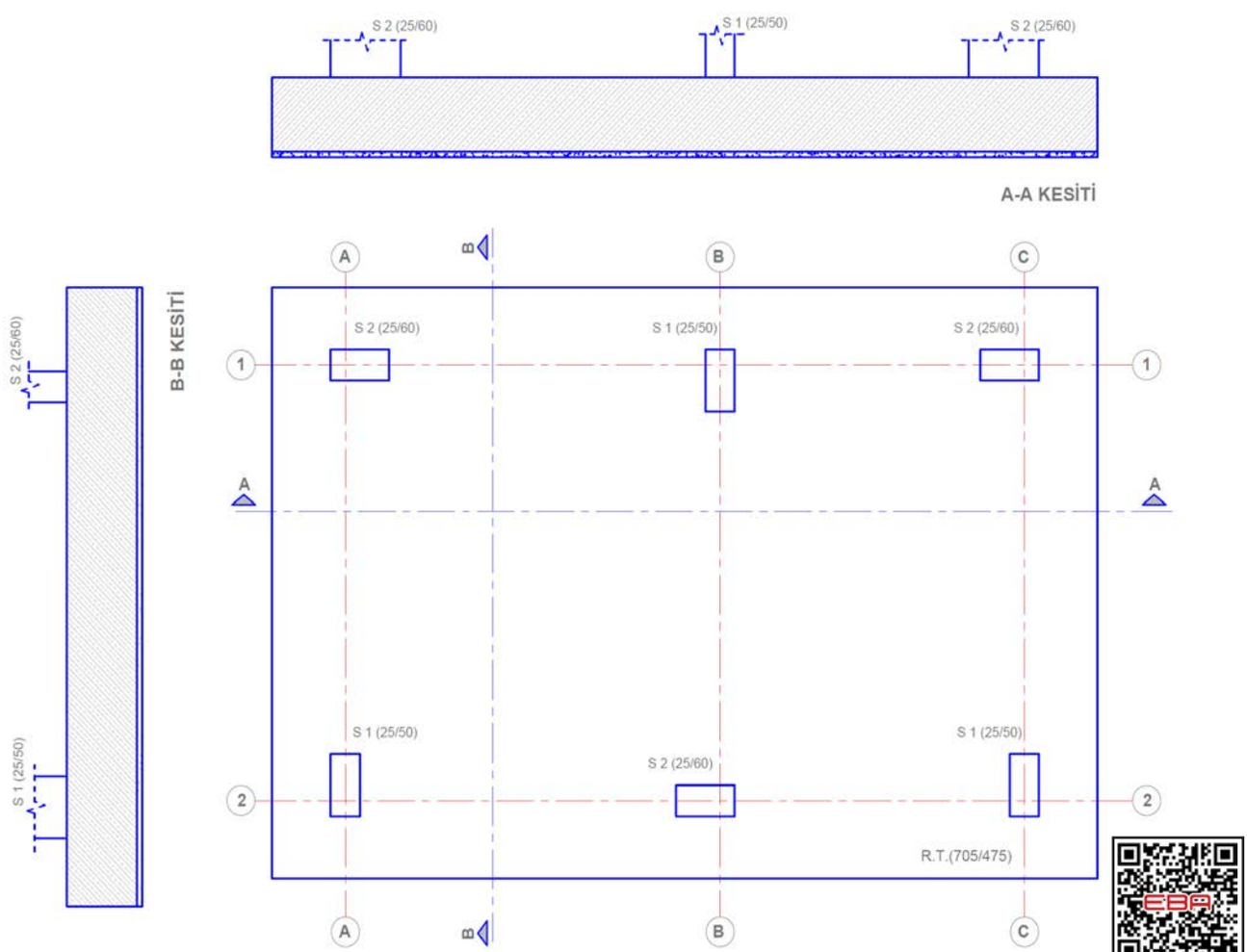
Sürekli temeli oluşturan bütün elemanlardaki minimum boyuna ve enine donatı oranları, TS 500 standardının kirişler ve plaklar için öngördüğü oranlarla tanımlanmıştır. Eğilme etkisindeki bütün kesitlerin basınç bölgesinde, çekme donatısının en az 1/3 ü kadar basınç donatısı bulundurulmalıdır (Görsel 1.224).




**Görsel 1.224: Sürekli (mütemadi) betonarme temel donatısı**

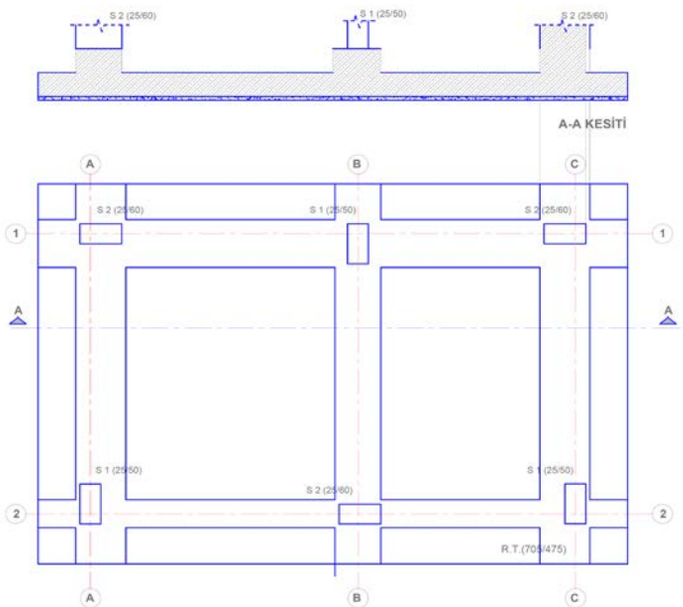
» **Radye temel**: Tüm bina alanını kaplayan betonarme plak şeklindedir. Temel zemini üzerine gelen yükün fazla olması hâlinde radye temel yapılır. Radye temelde farklı oturma riski çok düşüktür. Radye temel zayıf zeminde, apartman tipi yüksek yapılar için en uygun temel tipidir. Üzerine gelen yük durumuna göre kirişsiz ve kirişli yapılır.

**Kirişsiz radye temel**: Yapının tüm kolonları altına, inşaat alanının tümünü örten kalın plak yapılarak ve kolonlar doğrudan plağa oturtularak kirişsiz radye temel oluşturulur. Plak kalınlığı en az 30 cm'dir (Görsel 1.225).



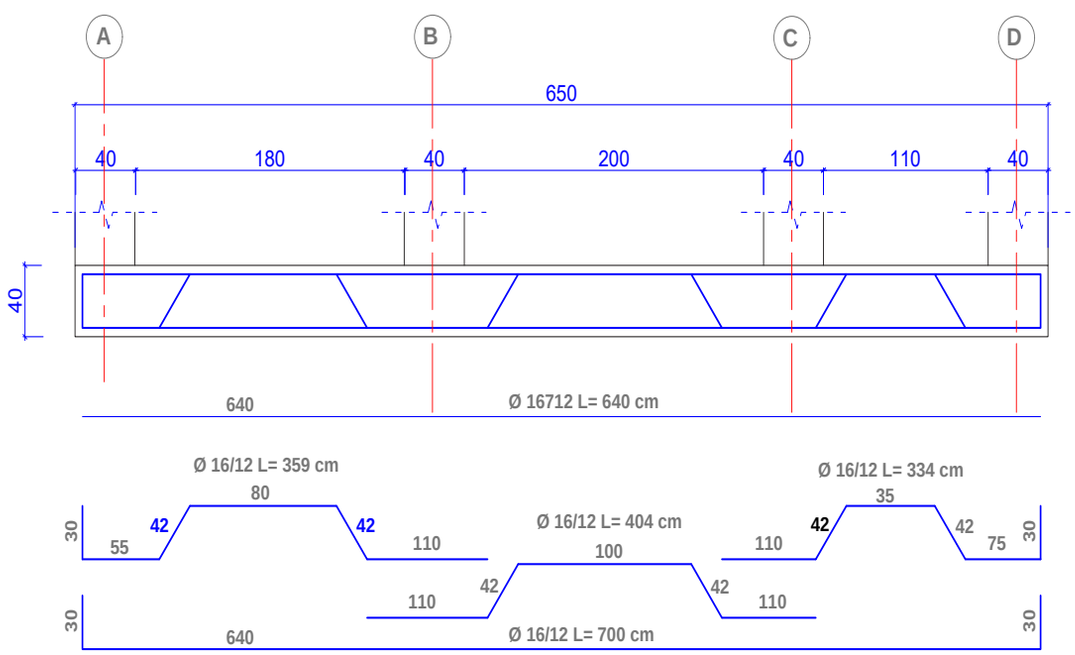

**Görsel 1.225: Kirişsiz radye temel planı**

**Kirişli radye temel**: Yapının tüm kolonları altına inşaat alanının tümünü örten plak, plağın üstüne kirişler yapılıp kolonlar kirişlere oturtularak oluşturulur. Plak kalınlığı en az 20 cm'dir. Normal yapılarda plak kalınlığı 30-40 cm, kiriş genişliği 40-60 cm, kiriş yüksekliği (plak dahil) 100-150 cm civarındadır (Görsel 1.226).




**Görsel 1.226:** Kirişli radye temel planı

Kirişli radye temel donatısı ve açılımı Görsel 1.227'de verilmiştir.




**Görsel 1.227:** Radye temel donatısı

### 2. Derin Temel Donatıları

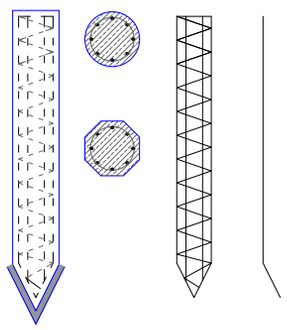
Yükü, zeminin derin tabakalarındaki sağlam katmana ileten temel türüdür. Yüzeysel temel yapılmasının mümkün olmadığı, derinliği fazla ve maliyeti yüksek olan zayıf zeminlerde tercih edilir.

Derin temel çeşitleri şu şekilde sınıflandırılır:

» **Kazık Temeller**

Yapı yükünün yan yana ve belli aralıklarla düzenlenmiş kazıklar vasıtasıyla derindeki sağlam zemine aktarılmasını sağlayan temel türüdür. Yapıdan gelen yükler, kazık uçlarıyla ya da yan yüzeylerinin sürtünmesinden yararlanılarak aktarılır. Maliyeti yüksektir. Çok değerli arsalarda, köprü ve liman inşaatında uygulanır.

Kazıklar önceden hazırlanıp çakılabileceği gibi yerinde dökme olarak da uygulanabilir. Zemin çeşitli şekillerde delindikten sonra kazık çelik donatısı yerine yerleştirilip beton dökülerek yapılır. **Fore kazık** adı verilen dökme kazıklar daire kesitli yapılır. **Bağ kirişleri**, kazıkların birbirine bağlanmasını ve birlikte çalışmasını sağlamak amacıyla 30x30 cm, 30x40 cm veya 30x50 cm kesitinde betonarmeden yapılan elemanlardır. Kazık temellerin üzerine, binanın oturtulabilmesi için ızgara veya radye yapılır. Kazık temellerin demir donatısı boylamasına konan esas ve enlemesine konan etriyelerden meydana gelir (Görsel 1.228).



**Görsel 1.228: Kazık temel boy ve kesiti ile donatı açılımı**

» **Keson Temel**

Çok zayıf zeminde veya su içinde temel yapımında kullanılır. Et kalınlığı az, çapı büyük halka veya içi boş prizma betonarme elemanlar kendi ağırlığı ile zemine veya suya batırılır. Sağlam zemine ulaşıncaya kadar üstüne yeni elemanlar konur. İçi malzeme ile doldurulur ve temel platform betonu dökülür (Görsel 1.229a, b). Betonarme elemanlar yerinde dökülüp içteki toprak boşaltılarak batırma yoluyla da yapılır (Görsel 1.230).

a)



b)



**Görsel 1.229a,b: Yerinde döküm keson temel**



**Görsel 1.230: Ön döküm batırma keson temel**

## 1.20. SIRA SİZDE

Aşağıdaki soruların karşısına Tablo 1.20'de verilen yapılandırılmış giridlerin numaralarını yazınız.

**Tablo 1.20: Betonarme Temel**

| | | |
|---|---|---|
| 1. Pabuç | 2. Tekil | 3. Batardo |
| 4. Kazık | 5. İksa | 6. Mütemadi |
| 7. Münferit | 8. Yüzeysel | 9. Radye |

**1.** Bir kolona gelen yükü zemine ileten temeldir. (....)

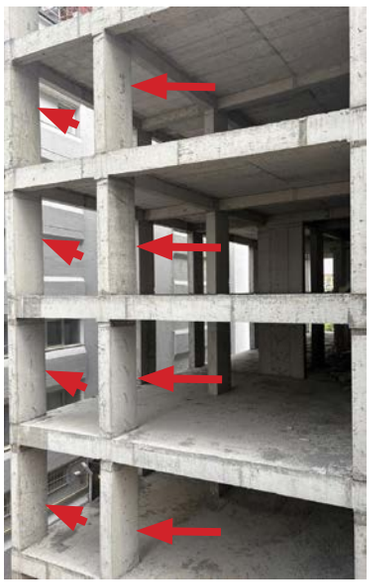
**2.** Bir sıradaki bütün kolonların yükünü zemine ileten temeldir. (....)

**3.** Bir binanın bütün kolonlarını taşıyan, tek parça halinde yapılan temeldir. (....)

**4.** Kazı alanında toprağı tutması için yapılan işlemdir. (....)

**5.** Sulu zeminlerde bina temellerini sağlam zemine bağlayan temellerdir. (....)

## 1.5.11.2. Kolon/Sütun Donatıları



**Görsel 1.231:** Taşıyıcı yapı elemanı (kolon)

Betonarme yapıların döşemelerinde toplanan düşey yükler, döşeme ve kirişler aracılığıyla kolonlara iletilir. Kolonlar, betonarme yapılarda düşey taşıyıcı yapı elamanıdır. Betonarme yapılar, dayanıklılığı ve işlevselliği sayesinde modern inşaat sektörünün temel taşıyıcı sistemlerinden biridir. Bu sistemde **kolonlar**, yapının yük taşıma ve deprem gibi yatay etkilere karşı dayanımını sağlayan elemanlardır. Taşıyıcı sistemin düşey yapı elemanlarıdır. Yapıda dış ve iç etkilerden oluşan kuvvetleri (moment, kesme kuvveti vb.) temele, dolayısıyla zemine aktaran yapı elemanıdır (Görsel 1.231). Kolon boyut ve donatısı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, TS 500 ve TS 498'e göre belirlenir.

Betonarme kolonlarda beton genel olarak basınca, çelik ise flambaj ve burkulmaya karşı çalıştırılır; özel durumlarda çeliğe basınç yükü de aktarılır.

**a) Kolon Tipleri**

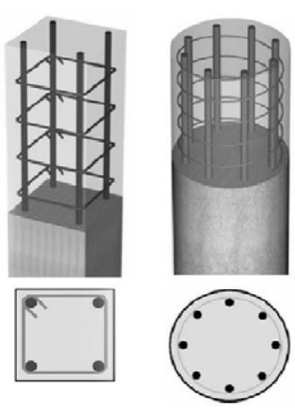
Kolonlar etriyeli kolon ve fretli kolon olarak iki tipte yapılmaktadır (Görsel 1.232). Bu iki tipteki kolonların donatı ve özellikleri farklıdır.

» Dikdörtgen

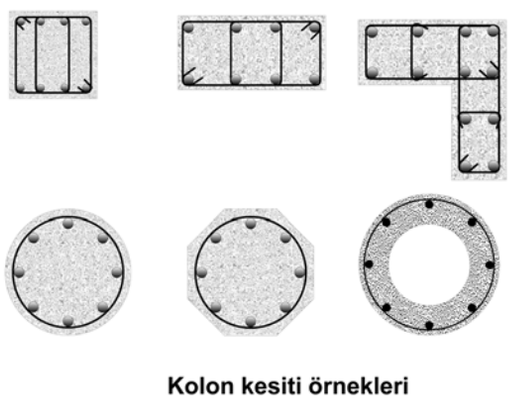
» Dairesel, sekizgen, halka

» Çokgen (**L**, **I**, **T**,**C**, kutu, ... kesitli) olabilir.

Uygulamada en çok karşılaşılan kesit tipi dikdörtgendir. Diğerleri nadiren kullanılır (Görsel 1.233).



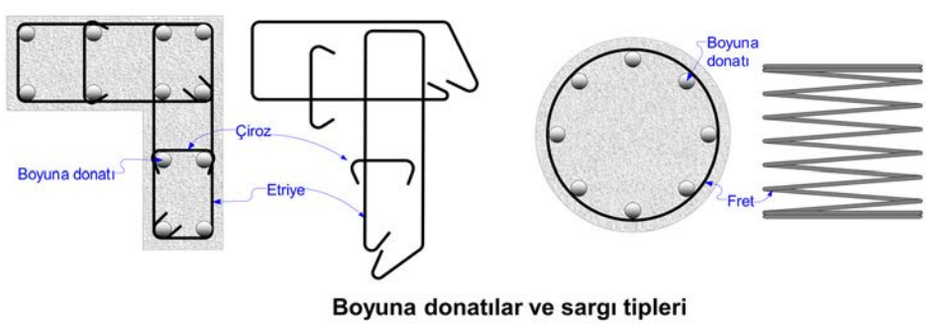
**Görsel 1.232:** Etriyeli ve fretli kolon




**Görsel 1.233:** Kolon kesiti örnekleri

**b) Kolon Kesit Tipleri**

Donatı türleri: Kolonlarda bulunan donatılar; boyuna donatı, etriye veya fret ve çiroz şeklindedir (Görsel 1.234).




**Görsel 1.234:** Boyuna donatı ve sargı tipleri

**Boyuna donatı**: Normal kuvvet ve eğilme momentlerini karşılar.

**Etriye veya fret**: Kesme kuvvetini ve burulma momentini karşılar. Betonun şişmesini, boyuna donatının yanal yer değiştirmesini ve burkulmasını önler. Ayrıca kolonun taşıma gücünü artırır ve sünekleştirir. Sargısı etriye olana **etriyeli kolon**, spiral olana **fretli kolon** denir.

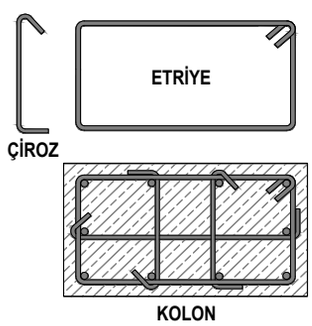
**Çiroz**: Etriyenin bombelenme boyunu azaltır, betonun şişmesini önler, boyuna donatının yanal yer değiştirmesini ve burkulmasını önler.

**Etriyeli Kolon**: Sargısı etriye olan kolonlardır (Görsel 1.235a). Etriyeli kolonlar, kesitleri kare, dikdörtgen, yamuk ve artı şeklindeki kolonlardır. Etriye aralıkları esas demir çapının 12 katından ve 20 cm'den fazla olmamalıdır. Etriye demirinin çapı en az 8 mm, deprem bölgesinde 10 mm olmalıdır ve esas demir çapının 1/3'ünden büyük olmalıdır. TBDY 2018 'e göre kolonlarda boyuna donatı alanı, brüt kesitin %1'inden az, %4'ünden daha büyük olmayacaktır. Kolonlarda Ø14 den daha ince ve dairesel kolonlarda 6 adetten daha az boyuna donatı kullanılmaz.

Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel sarılma bölgeleri oluşturulur (Görsel 1.235b). Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan yüksekliği en büyük kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere kolon serbest yüksekliğinin 1/6'sından, kolon en büyük kesit boyutunun 1,5 katından ve 500 mm'den daha küçük olmamalıdır.

**Fretli Kolon**: Dairesel kesitli göbek betonunu sarmal şekildeki "fret" adı verilen enine donatı ile kuşatan kolonlardır (Görsel 1.236). Fret donatısı, beton çekirdeğinin mukavemetini daha çok arttırdığı için aynı kesitteki etriyeli kolondan daha fazla yük taşır.

Fretli kolonlar daire veya düzgün çokgen kesitindeki kolonlardır. Etriyeler helezoniktir ve çapı en az 8 mm olmalıdır. Helezon adım mesafesi en çok 8 cm veya kolon çapının 1/5'i kadar olmalıdır. Esas demir çapı en az 14 mm olmalıdır. Devam eden kolonlarda esas demir çapının en az 50 katı olmak şartı ile filiz bırakılır (Görsel 1.237).



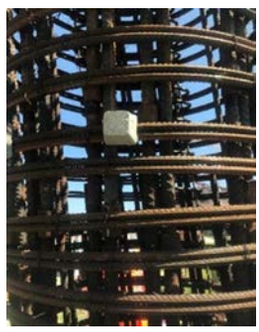

**Görsel 1.235.a:** Etriyeli kolon boy, etriye ve çiroz donatısı



**Görsel 1.235.b:** Kolon donatı uygulaması



**Görsel 1.236:** Daire kesitli fretli kolon boyuna donatısı



**Görsel 1.237:** Fretaj demiri ve uygulaması

## 1.5.11.3. Perde Duvar Donatıları

Rüzgâr, deprem gibi yatay kuvvetlerden oluşan kesme kuvvetlerini karşılamak amacıyla veya üzerine fazla yük geldiği hâlde duvar kalınlığının az olması istenen yerde yapılan betonarme duvarlara **perde duvar** denir (Görsel 1.238a, b).

a)



b)



**Görsel 1.238:** Perde duvar donatısı ve uygulaması

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY-2018) perdeler, planda uzun kenarlarının kalınlıklarına oranı en az 6 olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Perde duvar, yapının yük taşıma ve deprem gibi yatay etkilere karşı dayanımını sağlayan elemanlardır.

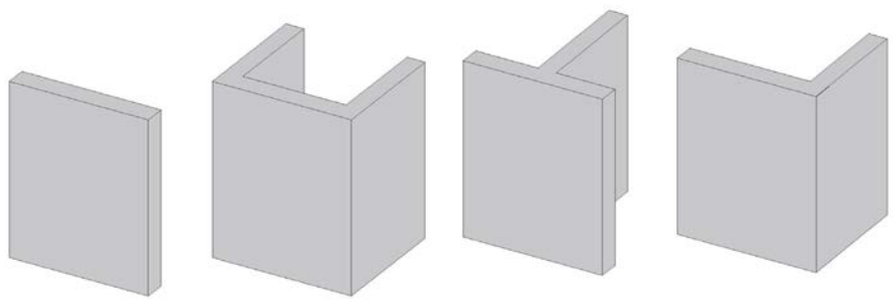
Perdelerin üç önemli görevi vardır.

**1.** Yapının çok fazla yatay yer değiştirmesini önlemek

**2.** Yatay kuvvetten oluşan kesme kuvvetlerini almak, kolon ve kirişlerin rahatlamasını sağlamak

**3.** Yapının burulmasını önlemek

Perde duvarlar **I, T, L, U** veya **C** kesit şekillerinde yapılabilir (Görsel 1.239). Enkesit şekli **I, T, L, U** veya **C** olan betonarme perdelerde, her bir doğrultuda en az bir perde kolu bu koşulu sağlamalıdır. Aksi durumda taşıyıcı sistem elemanı o doğrultuda perde olarak sayılmaz.

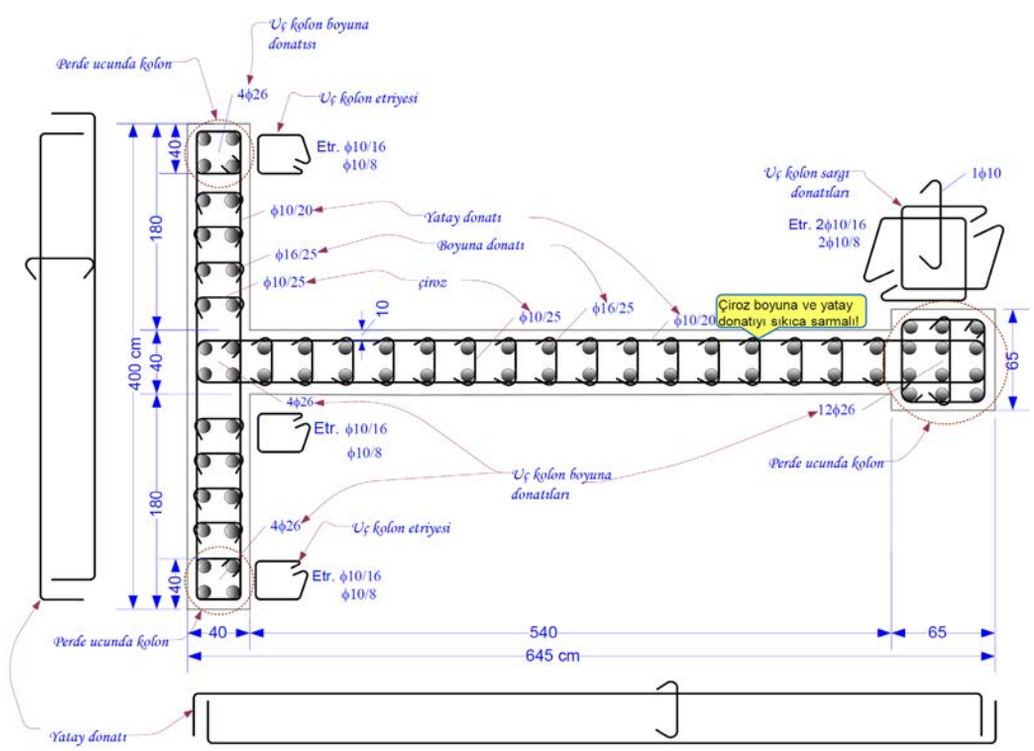


**I kesitli perde duvar** | **U veya C kesitli perde duvar** | **T kesitli perde duvar** | **L kesitli perde duvar**

**Görsel 1.239:** Kesit şekillerine göre perde duvarlar

Perde duvarlı yapılar, taşıyıcı sistemi sadece kolonlardan oluşan yapılara göre daha rijittir. Kuvvet etkisi altında şekil ve yer değiştirmeye karşı daha dirençlidir. Perde duvarlı yapı fazla büyük olmayan depremde aşırı deformasyona uğramaz.

Betonarme perde duvarı kesitinin donatı detayı Görsel 1.240'ta verilmiştir.



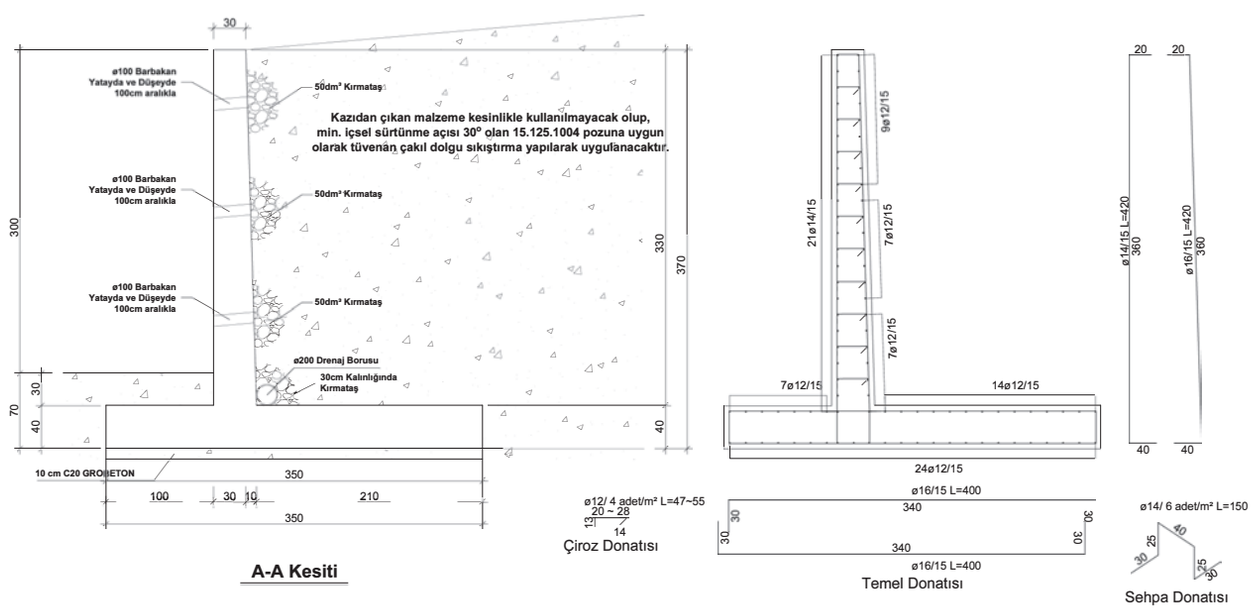

**Görsel 1.240:** Perde duvar kesitinin donatı detayı

### Betonarme İstinat Duvarı

Betonarme istinat duvarında duvarın çelik donatısı, temelin donatısına gömülür ve bağlanır. Dayanak duvarının bir yanına dolma toprağın yapacağı basıncı önlemek üzere gergi çelikleri konur. Duvarın boyu uzun olduğunda 12-16 m aralıklarla dilatasyon derzleri yapılır. Bu duvarda temel ve duvar betonu birlikte dökülür (Görsel 1.241a, b).



**a)**




**b)**

**Görsel 1.241:** İstinat (dayanak) duvarı ve donatı açılımı

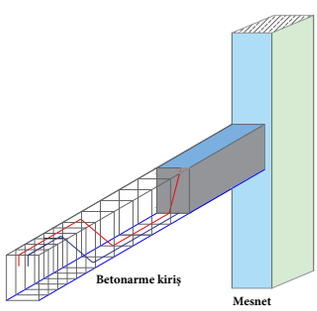
## 1.21. SIRA SİZDE

Yapıları meydana getiren taşıyıcı elemanların isimlerini her kutuya bir tane gelecek şekilde yazınız.




## 1.5.11.4. Kiriş Donatıları

Betonarme yapılarda taşıyıcı elamanlardan biri de kiriştir. Kirişler döşemelerden gelen yükü kolonlara iletir. **Kiriş**, boyuna göre eksenine dik kuvvetlerin etkisi altında bulunan yatay taşıyıcı sistemdir. Kirişler sayesinde kolonlar yatayda birbirine bağlanır. Eğilme ve bükülmeye karşı dayanıklı olması gereken kirişlerin görevi, taşıdığı yükü düşey taşıyıcılara dengeli aktarmaktır (Görsel 1.242).



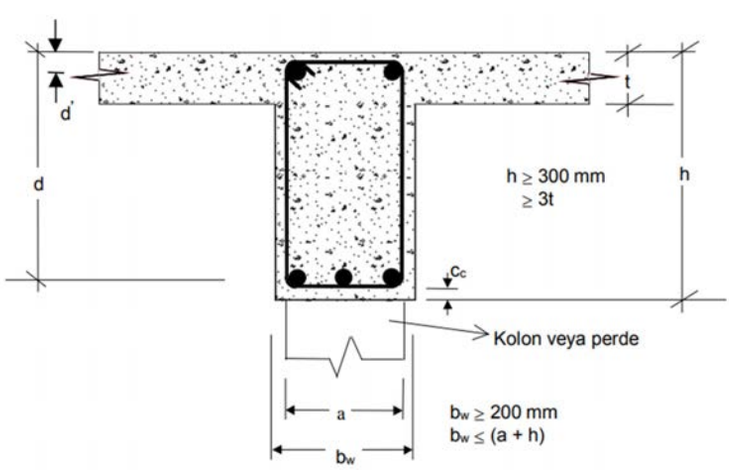

**Görsel 1.242:** Betonarme kiriş

**Betonarme Kiriş Çeşitleri ve Donatı Özellikleri**

Betonarme kiriş tasarımı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 ve TS 500'e uygun şekilde yapılır. TBDY 2018'de belirtilen kiriş en kesit koşulları enine ve boyuna donatı koşulları, kiriş kesme güvenliği ile TS 500'de belirtilen dengeli donatı oranının kontrolü yapılır.

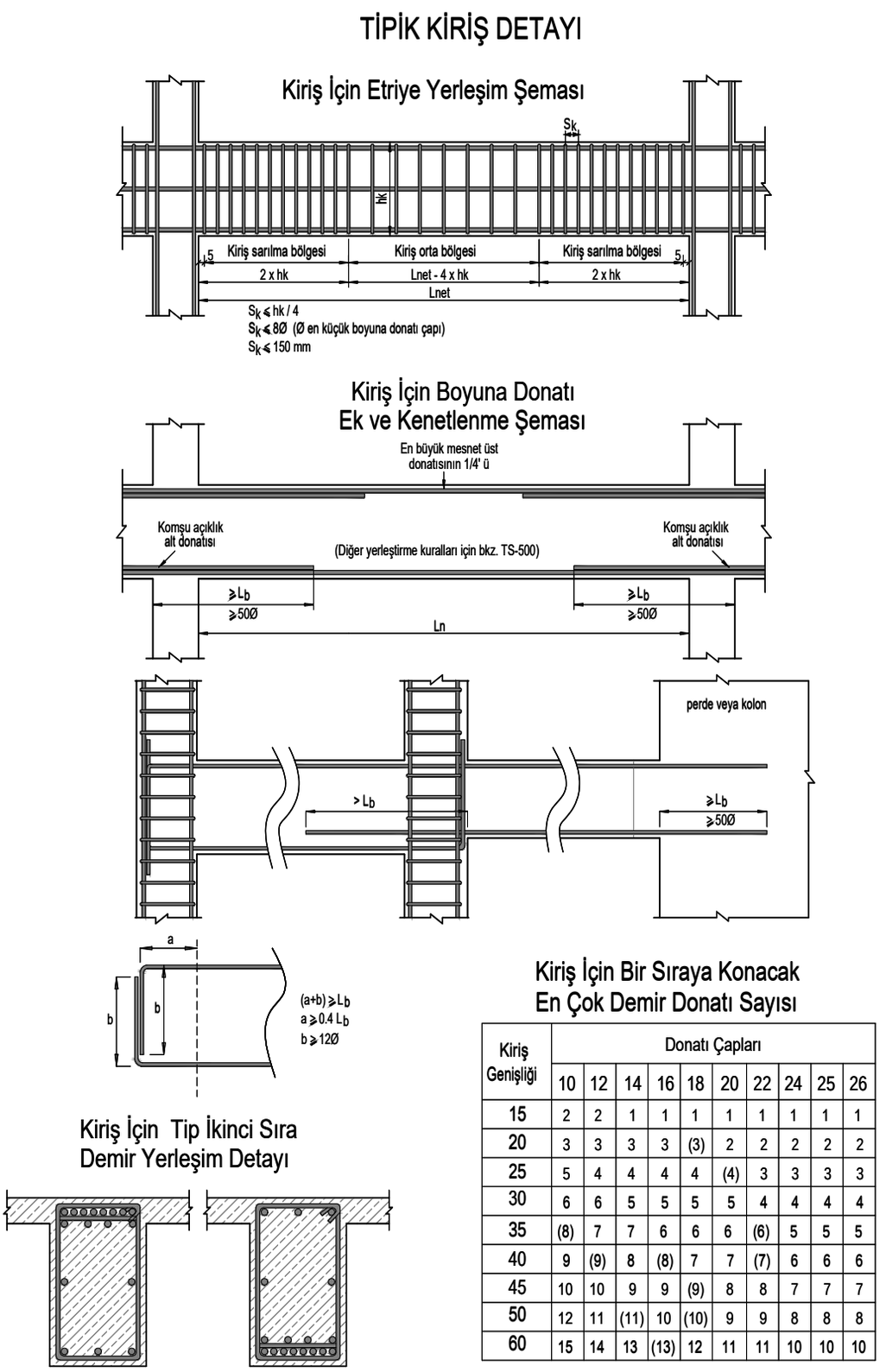
Kiriş toplam yüksekliği 30 cm'den ve döşeme kalınlığının üç katından daha küçük olamaz. Kiriş gövde genişliği; 20 cm'den az, kiriş toplam yüksekliği ile kolon genişliği toplamından fazla olamaz.

Kirişlerdeki net beton örtüsü (pas payı) (özel yapılar dışında) dıştaki elemanlarda 2,5 cm'den, içteki elemanlarda ise 2 cm'den az olmamalıdır (Görsel 1.243). Elverişsiz çevre koşulları durumunda ve daha fazla yangın güvenliği gerektiren durumlarda bu değerler artırılmalıdır.




**Görsel 1.243:** Kiriş kesit boyutları

Kiriş mesnetlerinde kolonun yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin iki katı kadar uzunluktaki bölge, **sarılma bölgesi**dir. Bu bölge boyunca özel deprem etriyeleri kullanılmalıdır. Sarılma bölgelerinde Ø8'den küçük çaplı enine donatı kullanılmamalı ve ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en çok 50 mm olmalıdır. Etriye aralıkları kiriş etkili yüksekliğinin 1/4'ünü, en küçük boyuna donatı çapının sekiz katını ve 150 mm'yi aşmamalıdır. Sarılma bölgesi dışında TS 500'de verilen enine donatı koşullarına uyulmalı, kiriş eksenine dik doğrultuda etriye kolları aralığı 350 mm'yi aşmamalıdır. Tipik kiriş detayı Görsel 1.244'te verilmiştir. Kiriş içerisinde boyuna donatı olarak montaj (üst), pilye, esas (alt) donatı ve enine donatı olarak etriyeler bulunur.




Kiriş İçin Bir Sıraya Konacak
En Çok Demir Donatı Sayısı

| Kiriş Genişliği | Donatı Çapları | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 |
| 15 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 3 | 3 | 3 | 3 | (3) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 25 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | (4) | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 30 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 35 | (8) | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | (6) | 5 | 5 | 5 |
| 40 | 9 | (9) | 8 | (8) | 7 | 7 | (7) | 6 | 6 | 6 |
| 45 | 10 | 10 | 9 | 9 | (9) | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 |
| 50 | 12 | 11 | (11) | 10 | (10) | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 |
| 60 | 15 | 14 | 13 | (13) | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |

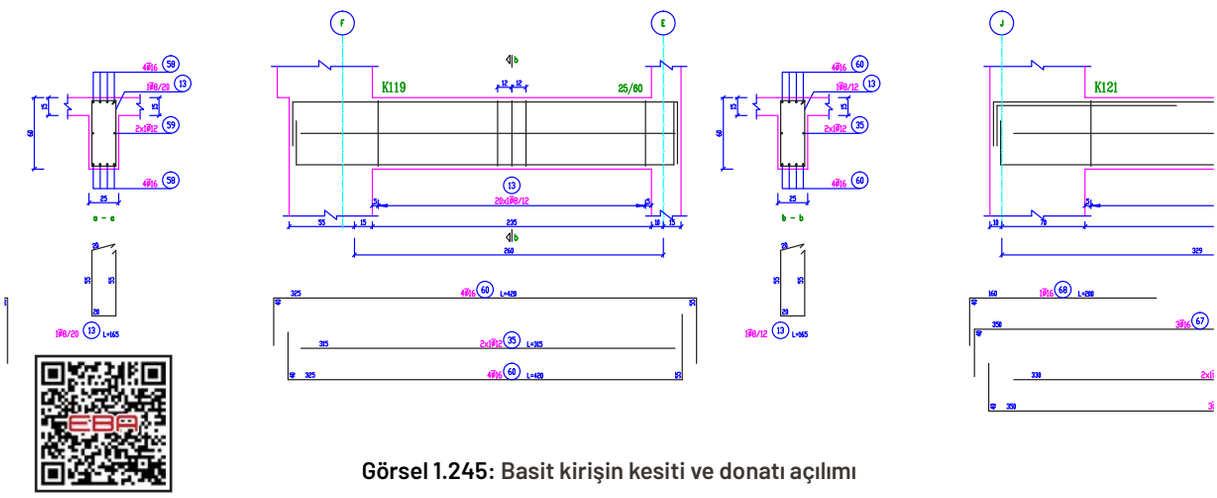
**Görsel 1.244:** Tipik kiriş detayı

Betonarme karkas veya yığma yapılarda, bir kirişin iki ucu bir mesnet üzerine oturtulmakla birlikte başka bir betonarme eleman veya duvara gömülü olarak yapılıyorsa bu tür kirişlere **ankastre kirişler** denir.

Kirişler kullanım alanı ve yük taşıma durumuna göre farklılık gösterir. Başlıca kiriş çeşitleri; basit kiriş, sürekli kiriş, konsol kiriş ve ters kiriştir.

» **a) Basit kiriş**: Her iki ucu desteklere dayanan kiriştir. Bu çeşit kirişlerin dönmesi serbesttir. Bir ucunda hareketli destek, bir ucunda da sabitlenmiş destek yer alır. Hareketli destek, kirişin yatay hareketlerine izin verir. Bu kirişler kesme gerilimi ve eğilmelere maruz kalır.

**Basit kirişlerde donatı**: Basit kirişlerin iki ucu mesnede en az 20 cm uzunlukta serbest olarak oturur. Bu kirişler üzerine gelen döşeme veya duvar yüklerini taşır ve yanlardaki mesnetlere iletir. Görsel 1.245'te basit kirişin donatı düzenlemesi verilmiştir.




**Görsel 1.245: Basit kirişin kesiti ve donatı açılımı**

» **b) Sürekli kiriş**: Yapılarda üç veya daha fazla mesnet (dayanak) üzerine oturtulan iki veya daha fazla açıklıklı olarak yapılan kirişlerdir.

**Sürekli kirişlerde donatı**: Mütemadi kiriş adı da verilen bu elemanlarda, mesnet aralıkları ve üzerlerine gelen yükler değişik olmakla beraber karkas inşaatın düzgün ve işçiliğin kolay olabilmesi için her aralıkta kesit ölçüleri genellikle değiştirilmez. Özellikle dış cephede buna özen gösterilir.

Sürekli kirişlerde montaj ve esas çelikleri bir kirişten diğer kirişe devam ettirilebilir veya mesnetler üzerinde kesilebilir. Gerekiyorsa pilye çelikleri devamlı ve her aralıkta aynı konulabilir. Her aralık için ayrı pilye koyulduğunda, pilye ucu, diğer (L) açıklığına 1/4 kadar uzatılır. Mesnetler arasında kirişin alt kısmına ve mesnetler üzerinde üst kısmına gelecek şekilde koyulan pilye çeliklerinin toplam kesit alanı, mesnetler üzerinde meydana gelen gerilmeleri karşılamaya yetmiyorsa mesnetler üzerine şapo özelliğinde ek pilyeler konur.

Şapo çelikleri iki tarafta, kiriş (L) açıklıklarının 1/4'ü kadar uzatılır. Şapo çelikleri, son mesnette kullanılıyorsa bir ucu gönye şeklinde, kiriş yüksekliğince kıvrılır.

Görsel 1.246'da pilyeli verilen K107, K108 ve K109 kirişlerine ait boyuna ve enine kesiti ile donatı düzenlemesi, Görsel 1.247'de pilyesiz verilen K101 ve K102 kirişlerine ait kiriş boyuna ve enine kesiti ile donatı düzenlemesi verilmiştir.

**Kiriş donatılarının açılım sırası aşağıda verilmiştir.**

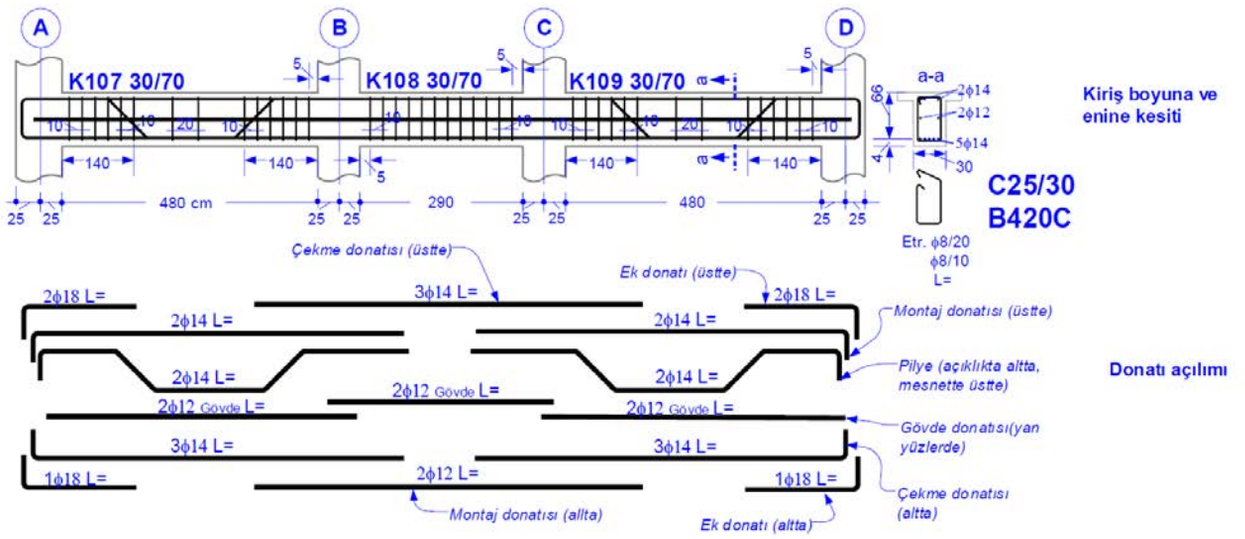
» En üste, üst mesnet donatıları

» Altına, üstteki boyuna donatılar(genelde montaj)

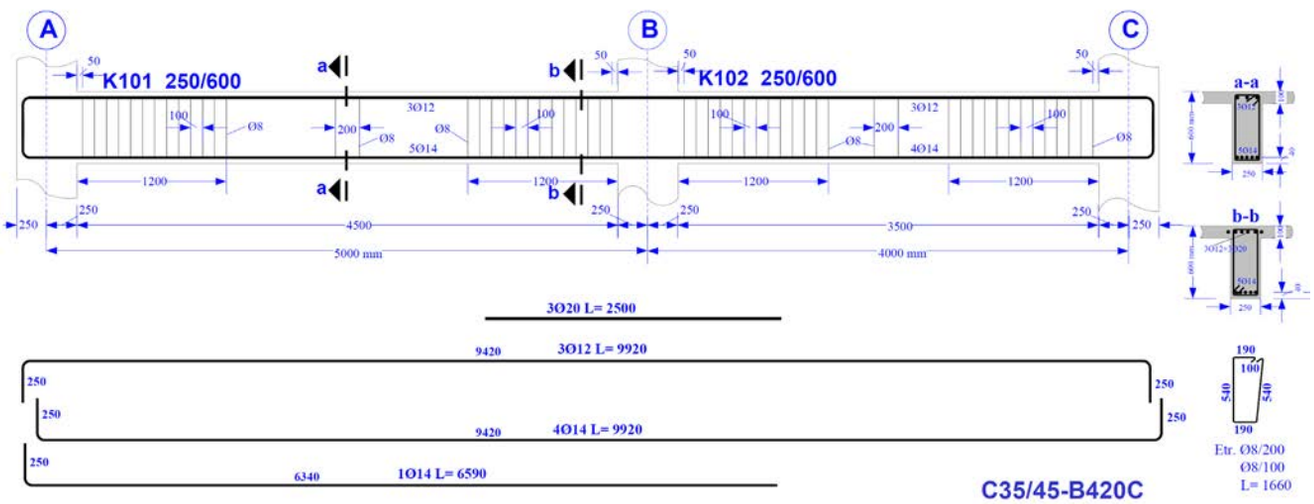
» Altına, varsa, pilye ve gövde donatıları

» Altına, alttaki boyuna donatılar(genelde çekme)

» En alta, alt mesnet donatıları çizilir (Çizimdeki eğik yazılar açıklama için verilmiştir. Gerçek projede bu açıklamalar bulunmaz.).



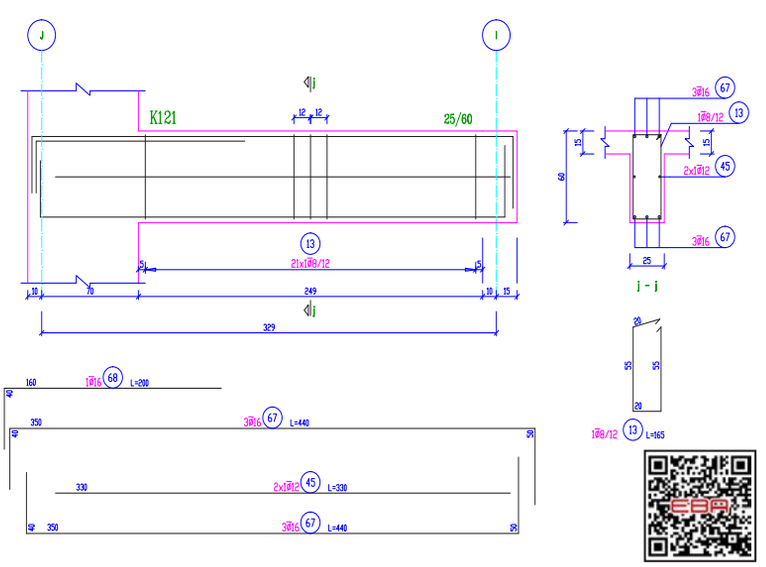

**Görsel 1.246:** Sürekli kirişin boyuna ve enine kesiti ile donatı açılımı (pilyeli)




**Görsel 1.247:** Sürekli kirişin boyuna ve enine kesiti ile donatı açılımı (pilyesiz)

» **c) Konsol kiriş**: Bir ucu serbest, diğer ucu sabit olan kiriştir. Bu kirişler, eğilme ve kesme gerilimine maruz kalır. Genelde balkonlarda, bina cephe çıkmalarında ve betonarme merdivenlerde yapılır.

**Konsol kirişlerde donatı**: Bu kirişlerde çekme gerilmesinin karşılanabilmesi için esas demirler ve pilyeler üst tarafa, montaj demirleri alta konur. Bütün kiriş donatılarında olduğu gibi etriyeler mesnede yaklaştıkça sıklaştırılır. Etriyeler mesnete yaklaştıkça ara mesafeleri ½ oranında azaltılarak sıklaştırılır. Bu sıklaşma mesafesi kiriş yüksekliğinin iki katıdır. Estetik amaçlı olarak uca doğru gittikçe kiriş yüksekliği azaltılabilir. Görsel 1.248'de konsol kirişin donatı düzenlemesi verilmiştir.




**Görsel 1.248:** Konsol kirişin kesiti ve donatı açılımı

### » ç) Ters Kiriş

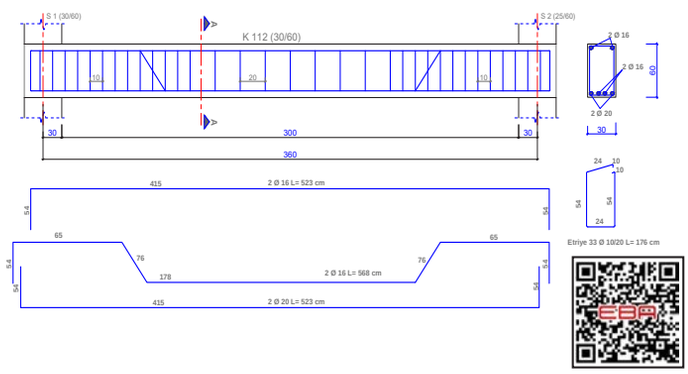
Döşemenin yükünü taşıyan kirişin döşeme altından sarkması istenmiyorsa kiriş döşemenin üzerinde düzenlenir. Bu kirişlere **ters kiriş** adı verilir. Özellikle tavanın alçak olduğu durumda aşağı sarkan kirişin altından geçecek insan, araç, malzeme vb. yüksekliğini kurtarmaması tehlikesine karşı ters yönde dökülen kiriştir.

Bu tip kirişlerin üst yüzü değil, alt yüzü tavan ile hemyüz durumdadır. Bir başka deyişle döşeme kirişin üst tarafına değil alt tarafına saplanır. Statik açıdan pek tercih edilen çözüm değildir

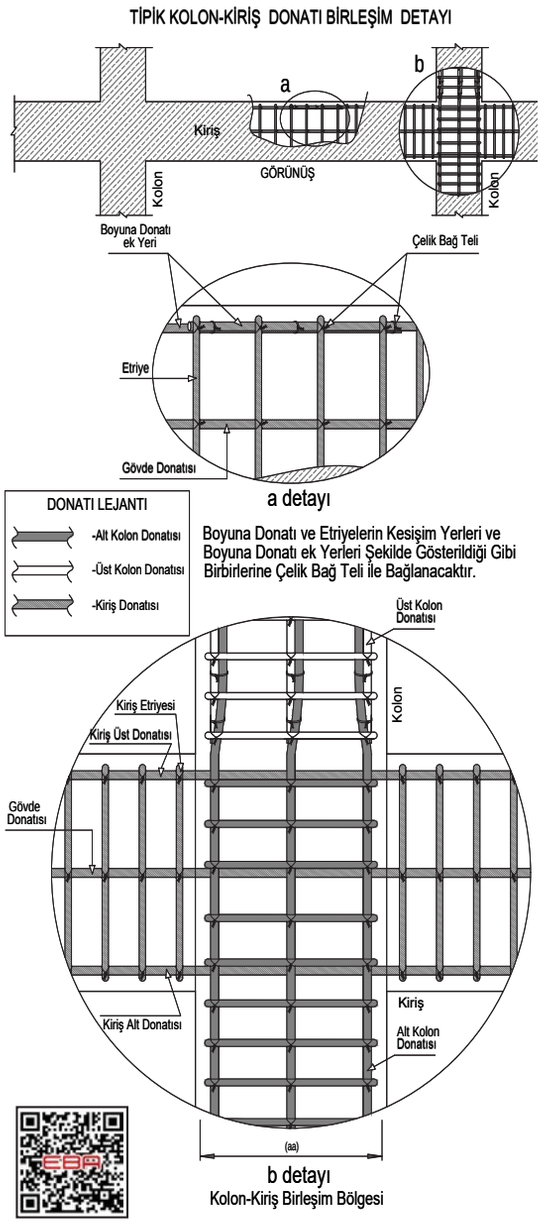
**Ters kirişlerde donatı**: Bu kirişlerin çelik donatısı da diğer kirişlerin aynısıdır. Ters kirişlerde üst donatı (montaj donatısı), alt donatı (esas donatı-çekme donatısı) ve statik hesap sonucu gerekli olursa pilye donatısı, gövde donatısı ve ilave mesnet donatısı kullanılır. Sürekli kirişlerde olduğu gibi montaj donatısı üstte ve esas donatı (çekme donatısı) altta düzenlenir. Statik açıdan çalışma prensibi sürekli kirişlerle aynıdır (Görsel 1.249).

### Deprem Bölgelerinde Kiriş ve Kolonlarda Etriye ve Boyuna Donatı Yerleşimi

Deprem bölgelerinde uygulanan tipik kiriş ve kolonda etriye, boyuna donatı yerleşimi Görsel 1.250'de verilmiştir.



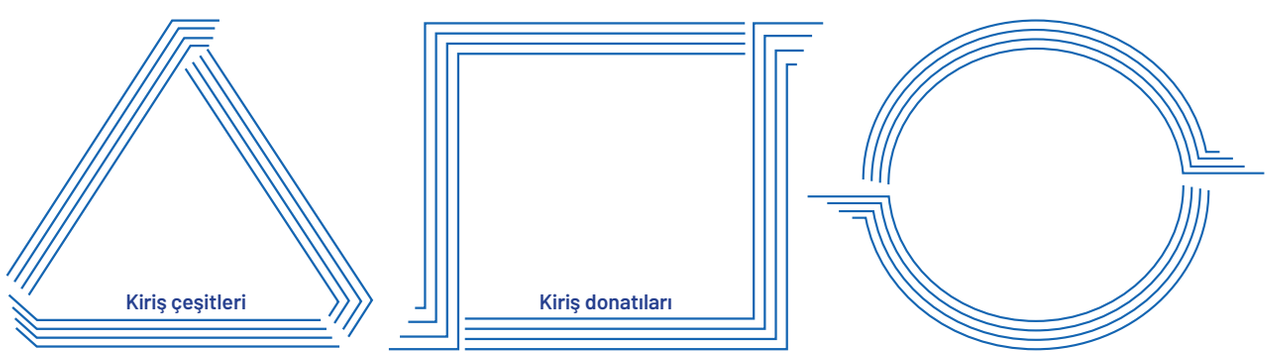

**Görsel 1.249:** Ters kirişin kesiti ve donatı açılımı




**Görsel 1.250:** Deprem bölgelerinde tipik kolon-kiriş boyuna donatı birleşim krokisi

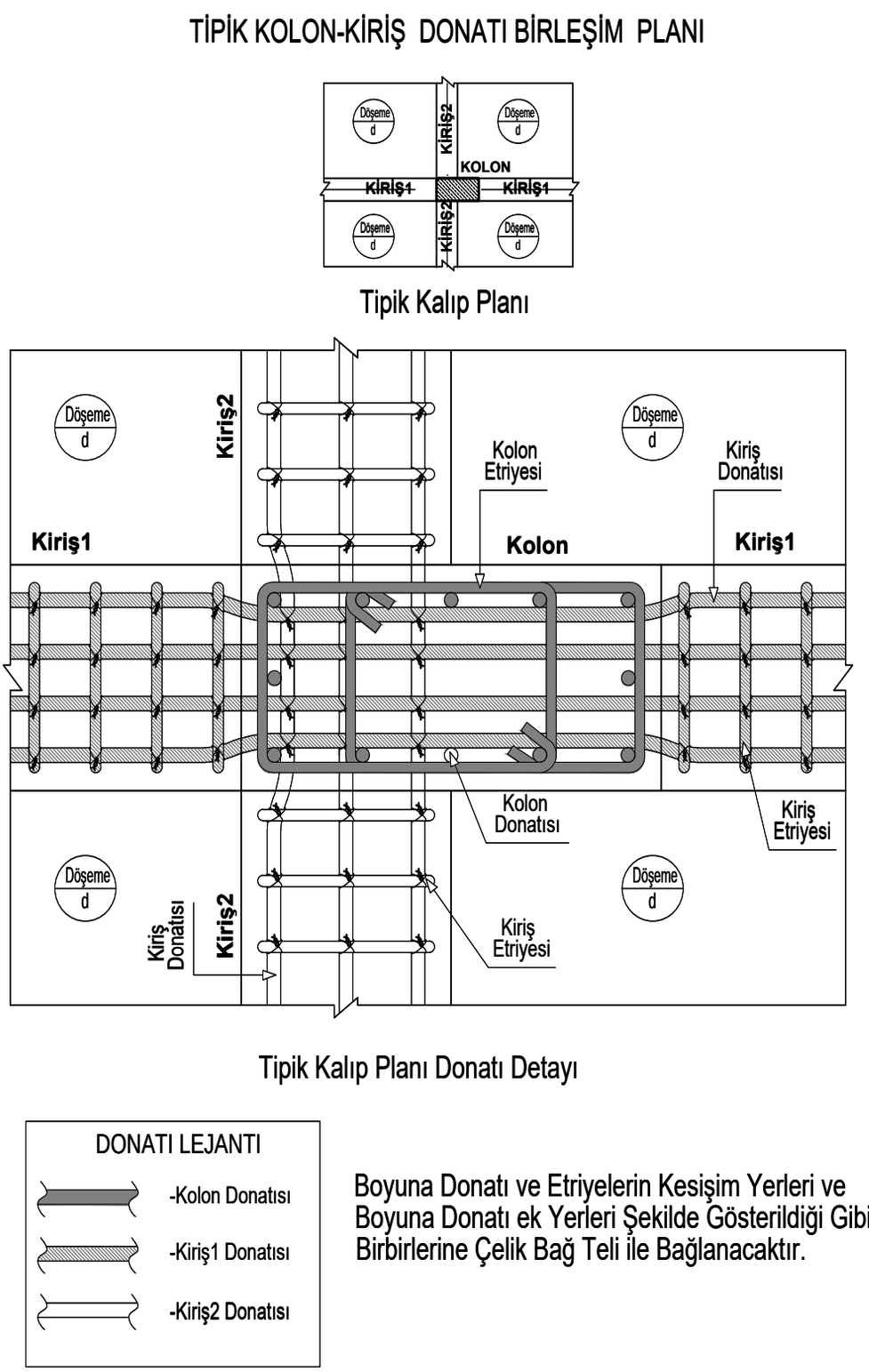
## 1.22. SIRA SİZDE

Kiriş çeşitlerini üçgenin köşelerine, kiriş donatılarını karenin köşelerine, kirişlerle ilgili aklına takılan soruyu çemberin içine yazınız.



» **Deprem Bölgelerinde Kolon-Kiriş Donatı Birleşim Detayı**

Deprem bölgelerinde kolon-kiriş donatı birleşim detayında donatı birleşimleri, donatı aralıkları, filiz boyu ve donatılar ile ilgili sınır değerleri, kolon boyutları ve filiz boyu hesap parametreleri TS 500 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği esasları doğrultusunda Görsel 1.251'de kroki çizimi ile verilmiştir.




**Görsel 1.251:** **Deprem bölgelerinde kolon-kiriş birleşim detayı**

## 1.5.11.5. Betonarme Döşeme Donatıları

**Betonarme döşeme (plak)**: Taşıyıcı sistemin bir parçası olarak yapının düşey ve yatay yüklerini karşılayan ve bu yükleri diğer taşıyıcı elemanlara (kiriş, kolon, perde) aktaran, genellikle yatay düzlemde yer alan donatılı beton yapı elemanıdır. Döşemeler aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

» Kirişli döşeme

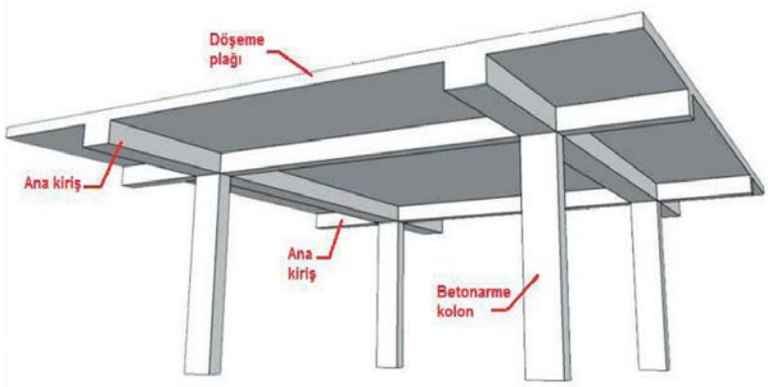
» Kirişsiz döşeme (mantar döşeme)

» Dişli döşeme (nervürlü döşeme)

» Asmolen döşeme

» Kaset-kiriş döşeme (ızgara-kiriş döşeme)

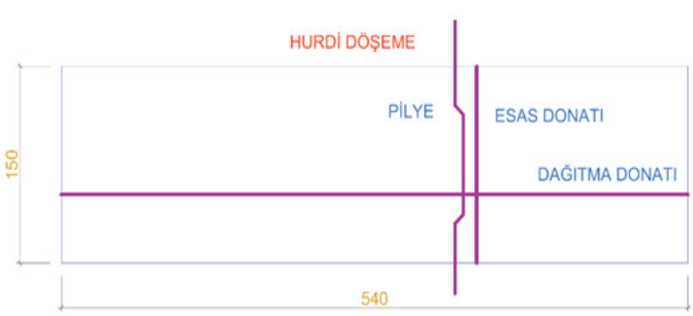
Kirişli döşeme: en az bir kenarı kirişe oturan 10-15 cm kalınlığında bir plaktır. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) genelde tercih edilir. Kısa kenarı 6-7 m olabilir. Depremde davranışı en iyi olan döşeme tipidir (Görsel 1.252).



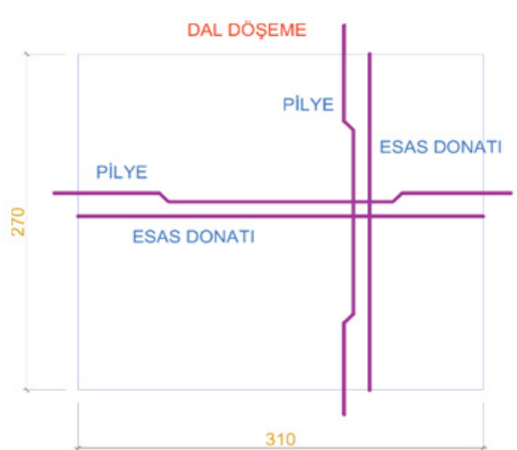

**Görsel 1.252:** Betonarme çift doğrultuda kirişli döşeme perspektif krokisi

**Tek yönde donatılı döşemeler (kirişli plak-hurdi)**: Yükü sadece bir yönde taşıyan döşemelerdir. Dikdörtgen açıklıklı döşemelerde kullanılır. Mesnet uzun kenarının kısa kenara oranı ikiden fazla, Lu/Lk>2 veya kısa kenarın uzun kenara oranı yarımdan az, Lk/Lu<0,5 olan bu döşemeler kısa kenar doğrultusunda çalıştırılır. Bu döşemelerde ana taşıma doğrultusu boyunca donatı yerleştirilir (Görsel 1.253).

**Çift Yönde Donatılı Döşemeler (Kirişli Plak İki Yönlü-Dal)**: Yükü hem x hem y doğrultusunda taşıyan döşemelerdir. Mesnet uzun kenarının kısa kenarına oranı 2'den az, Lu/Lk<2 veya kısa kenarın uzun kenara oranı yarımdan fazla, Lk/Lu>0,5 olan bu döşemeler iki doğrultuda çalıştırılır. Kareye yakın döşeme alanlarında tercih edilir. Bu döşemelerde her iki yönde donatı bulunur. Kirişsiz sistemlerde de kullanılabilir.  Yük dağılımı daha homojendir (Görsel 1.254).

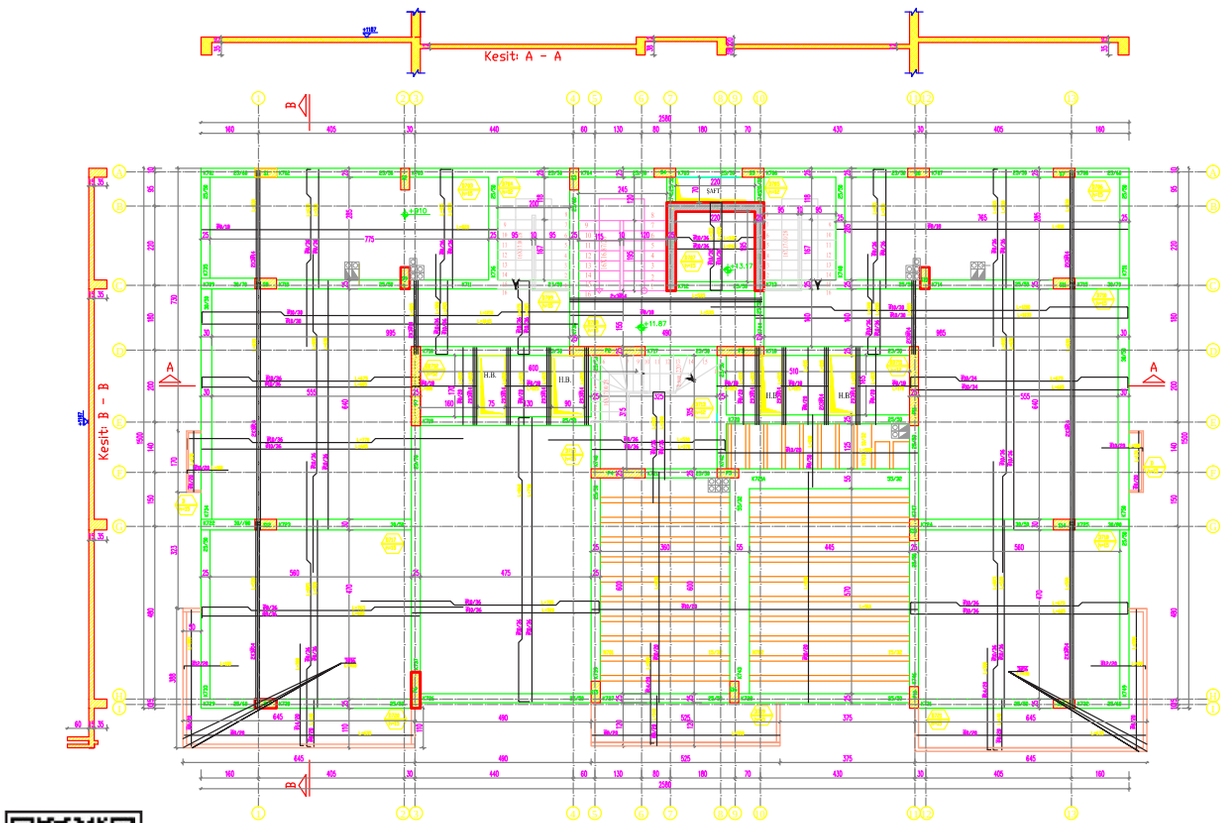



**Görsel 1.253:** Tek yönde donatılı döşeme (kirişli plak-hurdi)



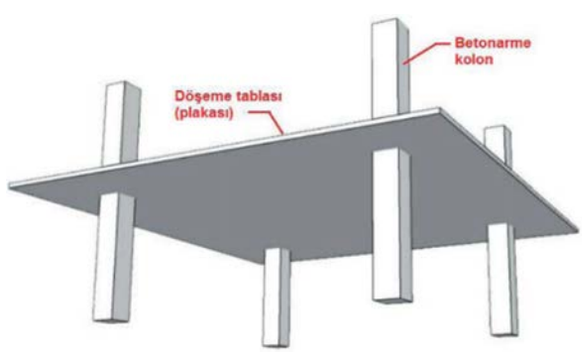

**Görsel 1.254:** Çift yönde donatılı döşeme (kirişli plak iki yönlü-dal)

Kat döşeme planı üzerinde tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere donatılar gösterilmiştir (Görsel 1.255).

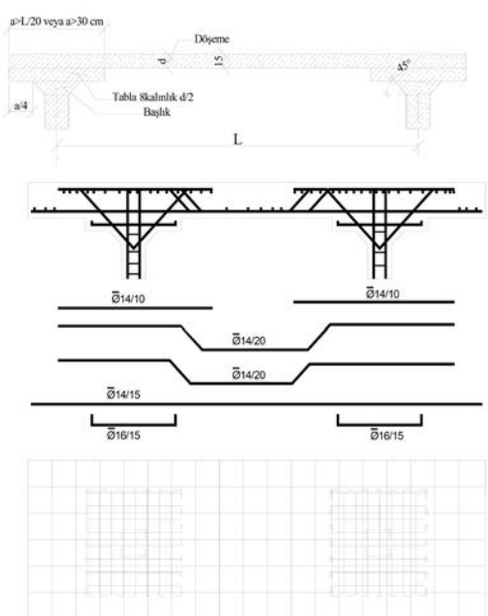



**Görsel 1.255:** Plak döşeme plan ve kesiti

**Kirişsiz döşeme**: Kirişleri olmayan, doğrudan kolonlara oturan 30-40 cm kalınlığında bir plaktır. Mantar döşeme de denir. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) kullanılabilir. Açıklık 9-10 m olabilir. Kalıp işçiliği ve maliyeti azdır. Sarkan kiriş olmadığından alttan bakıldığında düz bir tavan görünür. Kolonların plağı delip geçmesi (zımbalama) riski vardır. Ağır yükleri olan döşemelerde (sanayi yapıları, köprü, otopark) zımbalamayı önlemek amacıyla kolona başlık yapılır. İyi bir çerçeve davranışı sergileyemez. Yatay rijitliği düşüktür, depremde davranışı kötüdür, Türkiye için uygun değildir. Mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir (Görsel 1.256, 257).

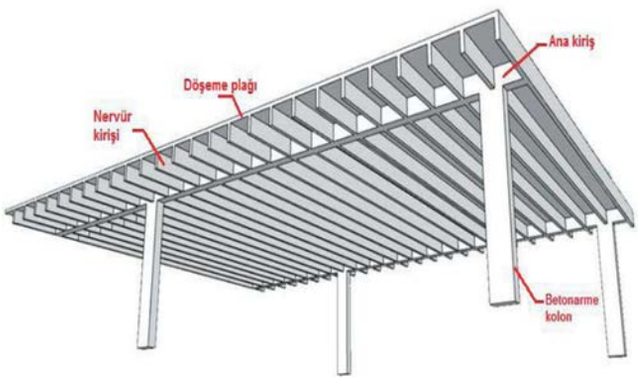



**Görsel 1.256:** Betonarme kirişsiz döşeme perspektif krokisi

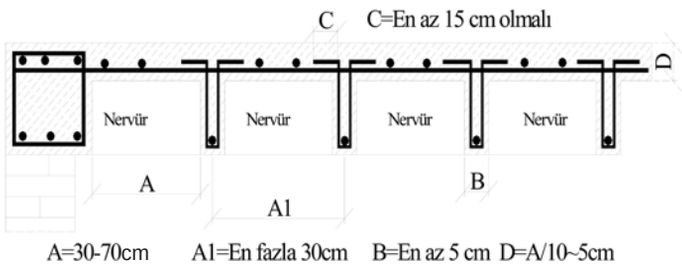



**Görsel 1.257:** Betonarme mantar döşeme plan kesit ve çelik donatı dağılımı

**Dişli (nervürlü) döşeme**: 40-70 cm aralıklarla birbirine paralel kirişçiklerin (dişlerin) ana kirişlere oturtulması ve üzerine çok ince bir plak yapılması ile oluşturulan bir döşemedir. Dişlerin genişliği 10-15 cm, yüksekliği 25-35 cm civarındadır. Plak 5-7 cm'dir. Yükleri ve kenarları büyük hacimlerde kullanılabilir. Hacim dikdörtgen ise bir yönde dişli, kare veya kareye yakın ise iki yönde dişli tercih edilir. Bir yönde dişli döşemenin diş açıklığı 10-12 m, iki yönde dişli döşemenin diş açıklığı 14-15 m olabilir. İyi bir çerçeve davranışı sergileyemez. Yatay rijitliği düşüktür, depremde davranışı kötüdür, Türkiye için uygun değildir. Yatay rijitliği artırmak için mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir (Görsel 1.258, 259).




**Görsel 1.258:** Betonarme nervürlü döşeme perspektif krokisi



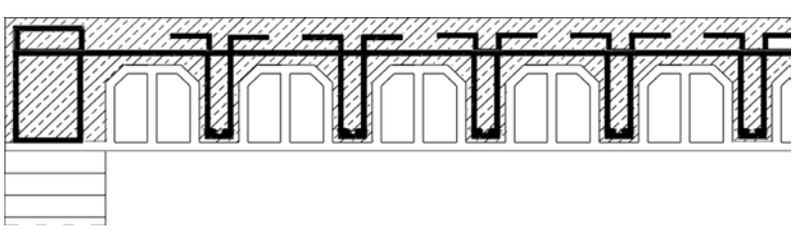

**Görsel 1.259:** Betonarme nervürlü döşeme donatısı

**Asmolen döşeme**: Dişler arası asmolen olarak adlandırılan hafif bir malzeme ile doldurulmuş bir veya iki yönde dişli döşemedir. Tavan düz görünür. Yatay rijitliği düşüktür, depremde dayanımı iyi değildir. Yatay rijitliği artırmak için mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir.

Birbirine paralel, aynı boyutlu, aynı donatılı, kesiti (genişliği ve yüksekliği) normal kirişlere nazaran daha küçük olan kirişçikler (diş) oldukça sık (40~70 cm) yerleştirilir ve üzerine ince bir plak beraber dökülerek dişli döşeme oluşturulur. Dişler kolonlara değil, kolonları birbirine bağlayan ana kirişlere oturur.

Kalınlığı genelde 7 cm olan ince plağın görevi yükü dişlere aktarmaktır. Diş genişliği genellikle 10~15 cm, yüksekliği 32 veya 37 cm civarındadır.

Plağın alt kısmındaki dişler arası boş bırakılır veya **asmolen** denilen hafif bir dolgu malzemesi ile doldurulur. Bu tür dolgulu döşemeye **asmolen döşeme** denir (Görsel 1.260). Dolgu malzemesi olarak boşluklu beton briket, boşluklu pişmiş kil, gaz beton, köpük veya benzeri malzemeler, bu amaç için özel olarak üretilmiş standart boyutlu hafif bloklar kullanılır (Görsel 1.261a, b). Asmolen döşeme alttan bakıldığında düzgün bir tava görünümü verir, asmolenin ses ve yalıtım özelliği vardır (Görsel 1.262).



**Görsel 1.260:** Asmolen döşeme donatısı



**a)**



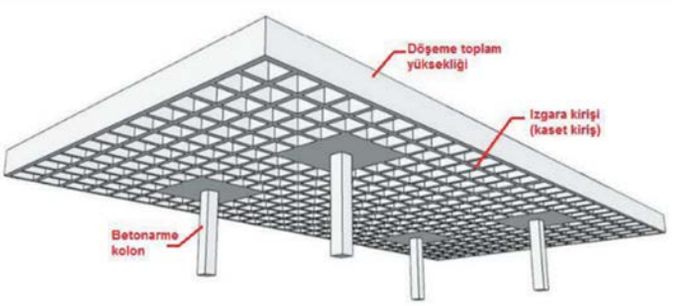
**b)**

**Görsel 1.261:** Asmolen malzemesi

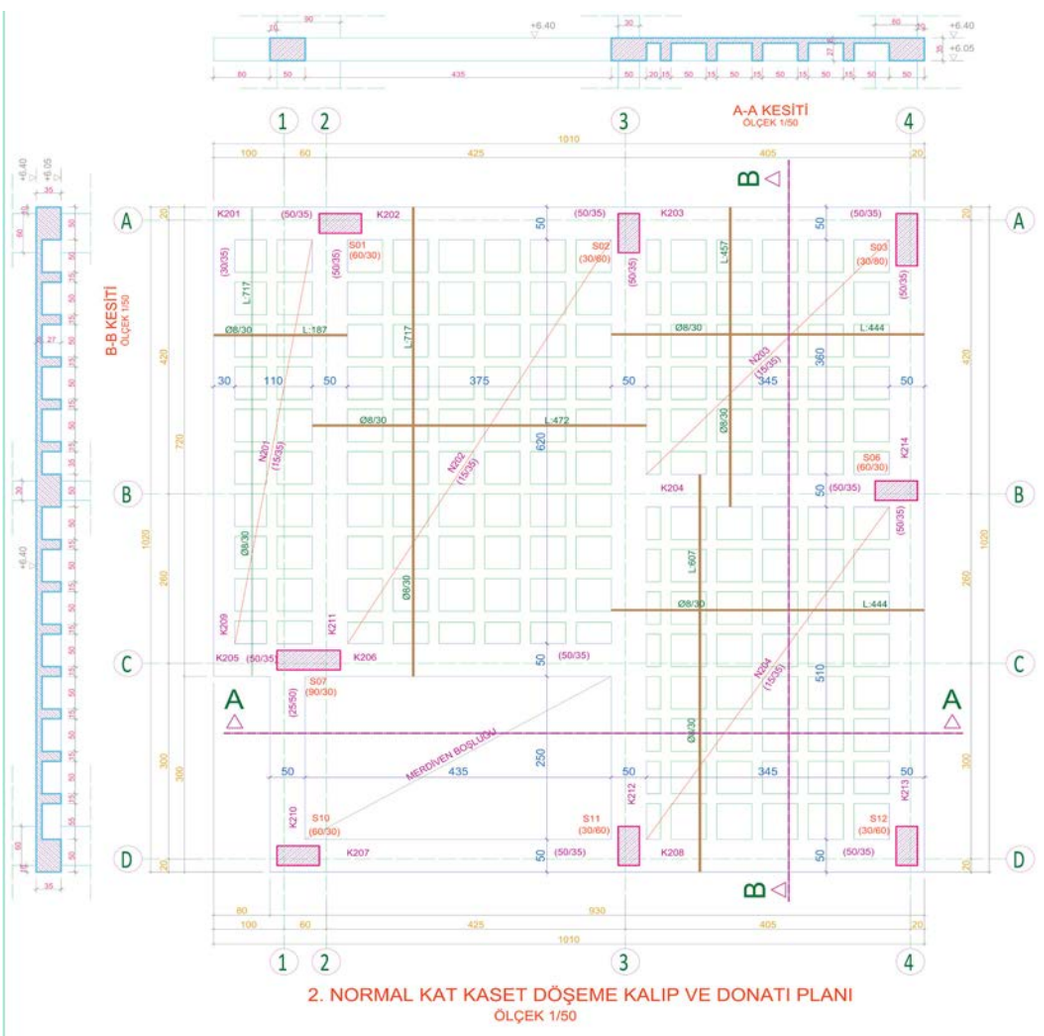


**Görsel 1.262:** Asmolen döşeme uygulanması

**Kaset (ızgara) kiriş döşeme**: Hacim ortasında kolon istenmeyen çok büyük (sinema salonu, otopark gibi) hacimlerin kapatılmasında kullanılır. Açıklık 15-20 m olabilir. Dişli döşemeler gibi inşa edilir. Dişler yerine normal boyutlu kirişler (tali kirişler) kullanılır. Kolonlara oturan çevre kirişlere **ana kirişler** denir, Tali kirişler ana kirşlere oturur. Ana kirişlerde büyük burulma momenti oluşur, bu nedenle tali kirişlere nazaran daha geniş (80-100 cm) yapılır. Tali kirişler arası 50-150 cm civarındadır. Sistem ağırdır, sadece kolonlara değil, her iki yönde yerleştirilmiş rijit perdelere oturtulmalıdır (Görsel 1.263,264).




**Görsel 1.263:** Betonarme kaset döşeme perspektif krokisi




**Görsel 1.264:** Kaset döşeme kalıp ve donatı planı

### 1.23. SIRA SİZDE

Tablo 1.21'de verilen döşeme çeşitlerini Tablo 1.22'de verilen yapı çeşitlerinin altına yazınız.

**Tablo 1.21: Döşeme Çeşitleri**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dişli | Asmolen | Kaset | Kirişsiz |
| Çift yönlü | Tek yönlü | Kirişli | Plak |

**Tablo 1.22: Döşemeler**

| Bodrum kat | Zemin kat ticari | Üst katlar konut | Sağlık yapıları |
|---|---|---|---|
| | | | |

## 1.5.11.6. Betonarme Merdiven Donatıları

Katlar arasında inşa edilen, iniş-çıkış sağlayan, yatayla en fazla 60°lik açı yapan basamaklı yapı elemanıdır. Yapı tipine ve mimari projeye göre çeşitli türde inşa edilebilir. Bu nedenle mesnetlenme şekline bağlı olarak değişik statik sistemlere sahiptir.

» Basamakları taşıyıcı olan merdiven (konsol, basit kiriş, ankastre vb.)

» Plak sistem merdiven (bir ya da iki kollu)

» Katlanmış plak şeklinde basamakları olan merdiven

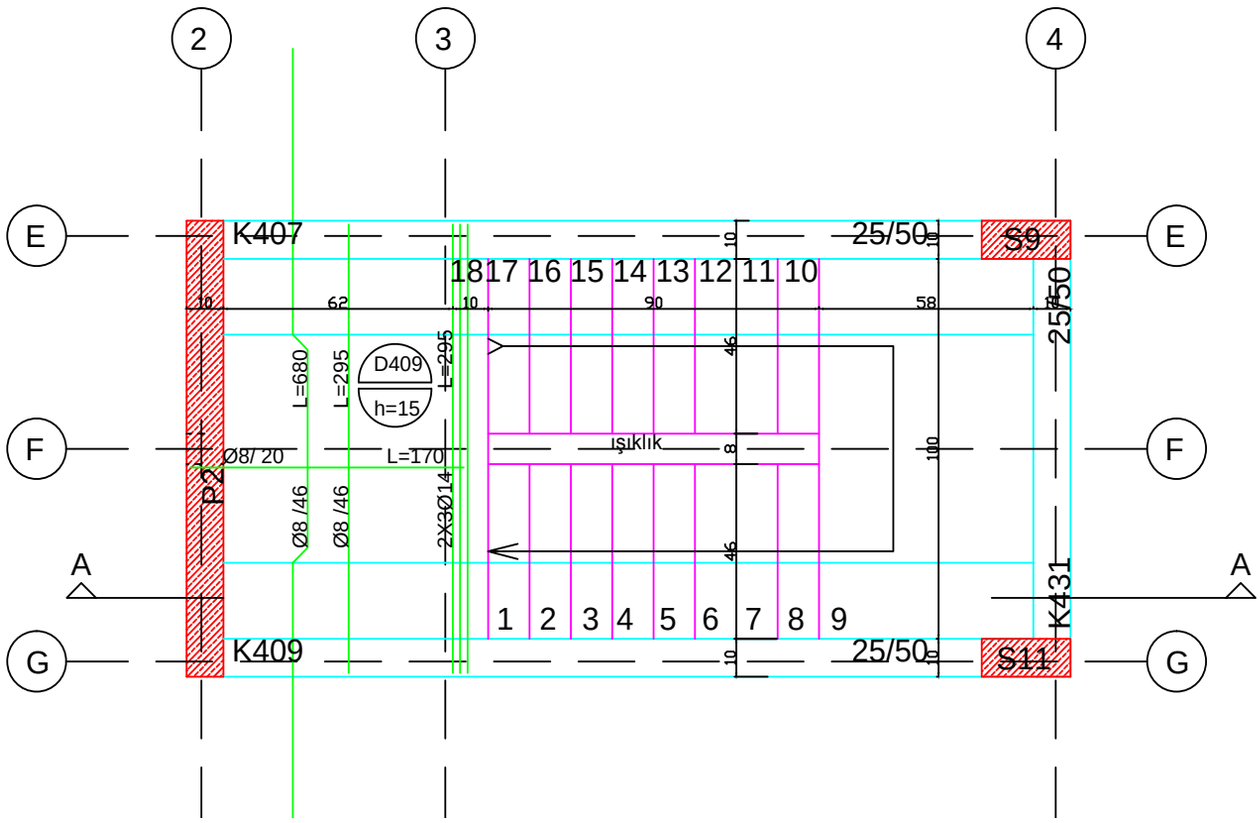
» Serbest taşıyıcılı helisel merdiven

» Çevre mesnetli helisel merdiven

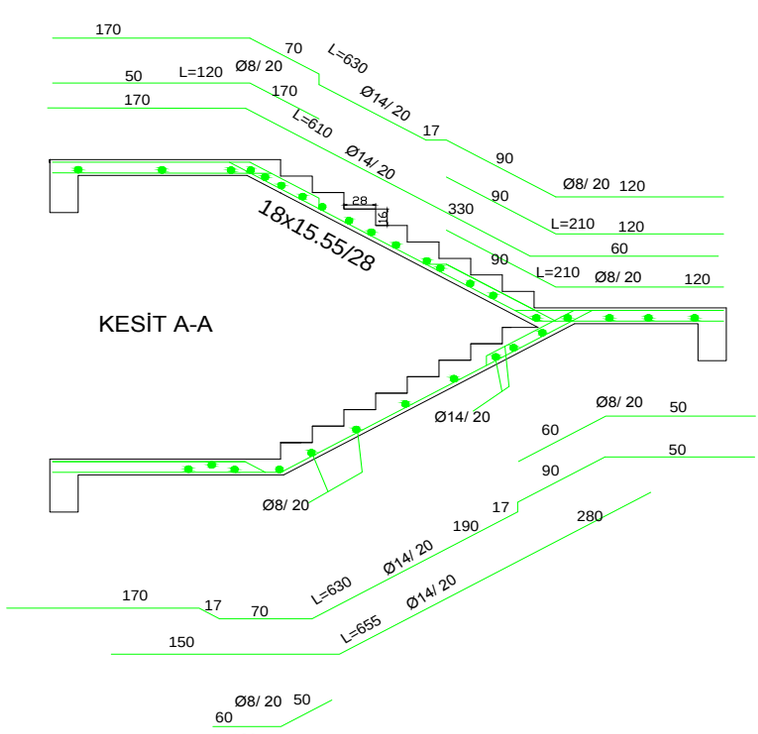
» Serbest taşıyıcılı sahanlıklı merdiven

Betonarme yapıda merdiven, kat döşeme betonu ile birlikte dökülür. Yapılan kalıp üzerine demir donatısı yerleştirilir. Yekpare merdivenin kol genişliği ve kol boyu dikkate alınarak kirişli veya kirişsiz yapılır. Merdiven kol boyu, döşemeden döşemeye veya sahanlıktan döşemeye uzanır. Demir donatısı kol boyu doğrultusunda olmak üzere, tek yönde çalıştırılır. Merdivenlerde kiriş, kol boyunca olmak üzere tek tarafa, iki tarafa veya ortaya konabilir. Kol kirişli merdivenlerde sahanlık kirişi yapılabilir. Kol kirişleri içine koyulan donatı, normal kirişler içine konulanlardan farklı değildir. Kol kirişi, hatıl ve sahanlık kirişlerine filiz demirleri ile bağlanmalıdır.

İki kollu ortada sahanlıklı betonarme merdivenin kalıp ve donatı planı ve kesit donatı açılımları görsel 1.265, 266'da verilmiştir.




**Görsel 1.265:** Merdiven kalıp ve donatı planı




**Görsel 1.266:** Merdiven donatı açılımı A-A kesiti

## 1.24. SIRA SİZDE

Yapıda taşıyıcı betonarme merdiven çeşitlerinden her kutuya birer tane yazınız.




## 6. ETKİNLİK

**Deprem ve betonarme çeliği ilişkisini açıklama**

**Amaç:** Deprem ve betonarme çeliği ilişkisini gösteren poster hazırlamak

**Süre;** 25 dakika

**Görev:** Aşağıdaki işlem basamaklarına göre deprem ve betonarme çeliği ilişkisini gösteren poster hazırlamanız beklenmektedir.

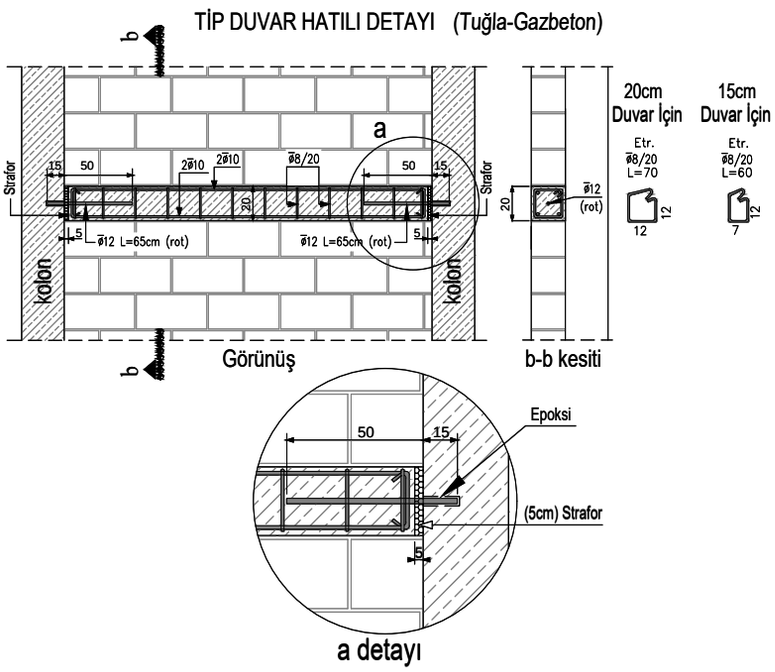
**İşlem basamakları;**

1. Poster için A3 boyutlarında resim kâğıdı kullanarak çerçeve çizgilerini çiziniz.
2. Depremde yıkılmış bir bina görselini kurşun kalemle çiziniz.
3. Betonarme çeliğinin depreme karşı rolünü (dayanım, süneklik, sistemin bütünlüğü) yazınız.
4. Deprem sırasında yapıdaki kuvvetlere karşı beton ve çeliğin nasıl tepki gösterdiğini kurşun kalemle çiziniz.
5. "Deprem öldürmez, dayanıksız yapılar öldürür!" ifadesine posterde belirgin yer veriniz.

## 1.5.11.7. Hatıl ve Lento Donatıları

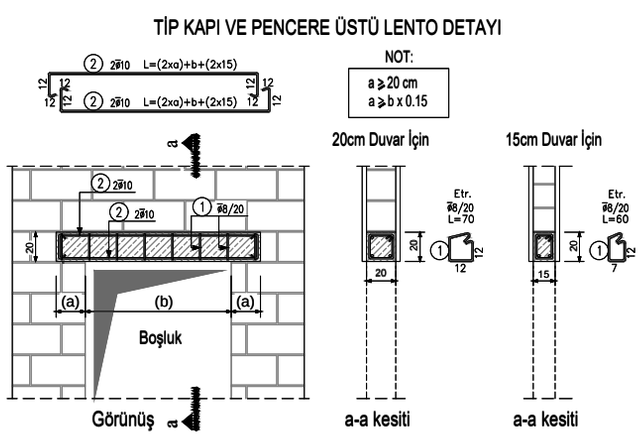
Taş, tuğla ve bloklarla inşa edilen kâgir yığma yapılarda duvarların bağlantısını sağlamak, üzerlerine gelen yükleri yaymak ve stabiliteyi artırmak üzere düşey ve yatay hatıllar düzenlenebilir.

Çatılarda kalkan duvarları, depremde en çok hasar gören kısımdır. Çatı kalkan duvarlarında yatay, düşey ve eğik betonarme hatılların yapılması gerekir. Yatay hatılların alt kısmı tamamen dolu olduğundan pilye koyulmaz. Hatıl genişliği duvar genişliğine eşit olmalı ve yüksekliği 20 cm' den az olmamalıdır. Hatıl taş duvar üzerine yapılıyor ise üçü altta üçü üstte olmak üzere 6Ø10, diğer taşıyıcı duvarlarda ise (tuğla vb.) en az 4Ø12 boyuna demir konur. Hatıl içine en fazla 20 cm ara ile Ø8'lik etriye konulmalıdır (Görsel 1.267).




**Görsel 1.267:** Duvar hatılı

**Lento** betonarme yapılarda kapı ve pencere boşluklarının üzerini kapamak ve üstüne gelen yükleri yanlardaki mesnetlere iletmek üzere betonarmeden yapılan elemandır. Lentoların genişlikleri yan duvarların kalınlıkları kadar, yükseklikleri en az 20 cm alınır. Bu ölçüler açıklığa ve üzerine gelen yüke göre değişir. Lento boyunca esas, pilye ve montaj çelikleri konur. Etriyeler en çok 20 cm ara ile bağlanır. Kapı ve pencere kenarları dişli ise lentolar da dişli yapılır. Lentoların duvarlara oturan kısımlarının her birinin uzunluğu, lento açıklığının %15 'inden ve 20 cm'den az olmamalıdır (Görsel 1.268).




**Görsel 1.268:** Lento donatısı

# 1.6. DUVARLAR VE BACALAR

Yapılarda duvar ve bacalar birlikte yapılır. Bina projesinde her yerde baca olmayabilir. Baca yapılması planlanan projelerde tuğla, biriket, ytong ile duvar örülürken aynı malzemeler kullanılarak baca da yapılır. Baca yapımında hazır baca tuğlası kullanılmak istendiğinde yapım işlemi eş zamanlı yapılır.

## 1.6.1. Duvar

Binayı dış etkenlerden koruyan, iç mekânları birbirinden ayıran ve bazı durumlarda yapının yükünü taşıyan dikey yapı elemanıdır. Modern inşaat tekniklerinde duvar kullanım amaçlarına ve taşıyıcılık özelliklerine göre iki gruba ayrılır.

**Fonksiyonlarına Göre Duvar**

Duvarın kullanıldığı yere göre görevi de farklıdır. Duvarlar fonksiyonları yönünden çeşitlere ayrılır.

» **Taşıyıcı duvar**: Yapının çatısından ve döşemelerinden gelen yükü (ağırlığı) temele ileten duvarlardır. Özellikle yığma yapılarda (taş veya tuğla binalar) tüm yapı, bu duvarlar üzerine oturur.

» **Bölme (taşıyıcı olmayan) duvar**: Sadece kendi ağırlıklarını taşıyan ve asıl amacı, mekânı odalara ayırmak olan duvarlardır. Betonarme binalardaki çoğu iç duvar, bu sınıfa girer. Bu duvarların yıkılması, binanın statik dengesini bozmaz.

» **Dış duvar**: Binayı dış ortamdan (soğuk, sıcak, yağmur) ayıran kabuktur. Isı yalıtımı ve su sızdırmazlığı bu duvarlarda önceliktir.

» **İç duvar**: Odaları, koridorları ve ıslak hacimleri (banyo, mutfak) birbirinden ayıran duvarlardır. Burada genellikle ses yalıtımı ön plana çıkar.

» **Temel duvarı**: Zemin içinde kalan ve yapının su basman seviyesine kadar yapılan duvarlardır.

» **İstinat duvarı**: Arkasındaki toprağın kaymasını ve toprak içindeki suyun dışarı atılmasını sağlayan duvarlardır.

Duvarlar yangına, suya, ısı ve sese karşı dayanıklı ve estetik olmalıdır.

**Duvar Malzemeleri**

Duvarlar doğal ve yapay malzemelerden yapılır.

**a) Taş**: Doğadan elde edilen taşların işlenmesiyle elde edilir. İşlenmesi zor, dayanıklı malzemedir. Yapıların yığma temel duvarlarında, istinat ve bahçe duvarlarının yapılmasında kullanılır (Görsel 1.269). Taşlar işlenmesine göre doğal, kabayonu ve inceyonu taş olarak isimlendirilir. Tarihi, kültür, eğitim, sağlık, spor ve ibadet yapılarında çok kullanılır.



**Görsel 1.269: Taş duvar**

**b) Kerpiç**: Killi toprak, su ve samanın karışımından elde edilir. Kerpiç kalıpla istenen ölçüde üretilir. Kerpiç duvar malzemesi açık havada kurutularak kullanıma hazır hâle getirilir. Isı yalıtımı, nefes alması, düşük maliyetli ve ekolojik olması gibi avantajları vardır. Su ve neme karşı dayanıksızdır. Geleneksel konutlarda, tarihi ve kültür yapılarında, sürdürülebilir modern ekolojilerde ve müştemilat tarım yapılarında (depo, ahır, samanlık) kullanılır.

**c) Tuğla**: Kil, tuğla ve kiremit tozlarının karışımıyla elde edilen hamur, kalıplarda şekillendirildikten sonra açık alanda gölgede nemi alındıktan sonra 900 ila 1100 derecede pişirilerek elde edilen yapı malzemesidir.

Delikli tuğlanın delik kesit alanı oranı %15'ten az olmamalıdır. Genellikle yük taşımayan iç ve dış duvarda, bölme duvarı olarak kullanılır. Hafif olmaları avantajdır (**TS EN 771-1, TS 11386**). Tuğla çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

» Makine tuğlası
» Pres tuğlası
» Delikli hafif izo tuğla
» Klinker tuğla
» Özel taban tuğlası
» Ateş tuğlası
» Baca tuğlası
» Dekoratif tuğla (Görsel 1.270).



**Görsel 1.270:** Dekoratif tuğla

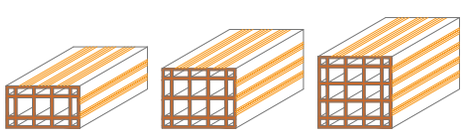
En yaygın kullanılan delikli yatay delikli yük taşımayan bölme duvar tuğlalarıdır (Görsel 1.271).

**8,5'luk Tuğla**: 8,5x19x19 cm ölçülerindedir. Genellikle iç bölme duvarlarında kullanılır.

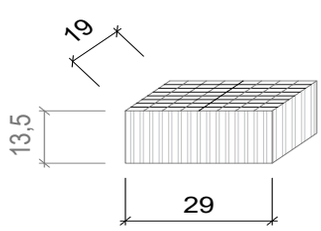
**13,5'luk Tuğla**: 13,5x19x19 cm ölçülerindedir. En yaygın kullanılan duvar tuğlasıdır.

**18,5'luk Tuğla**: 18,5x19x19 cm ölçülerindedir. Dış duvarda ısı yalıtımını sağlanmasında için tercih edilir.

Dikey delikli tuğlalar yığma yapılarda kullanılır. Dikey delikli tuğlalar taşıyıcı duvar yapımında kullanılır (Görsel 1.272). Genel olarak tuğlalar delik yapısı ve kil yoğunluğu sayesinde yüksek ısı ve ses yalıtımı sağlar. Tuğlalar belirli standartlara uyularak üretilir (**TS EN 825**).



**Görsel 1.271:** 8,5/13,5/18,5 Tuğlalar




**Görsel 1.272:** Dikey delikli tuğla

Ateş tuğlaları şömine, fırın ve kazan gibi yüksek ısıya maruz kalan yerlerde kullanılır. Standart ölçüsü genellikle 20 x 10 x 3 cm veya 20 x 10 x 5 cm'dir.

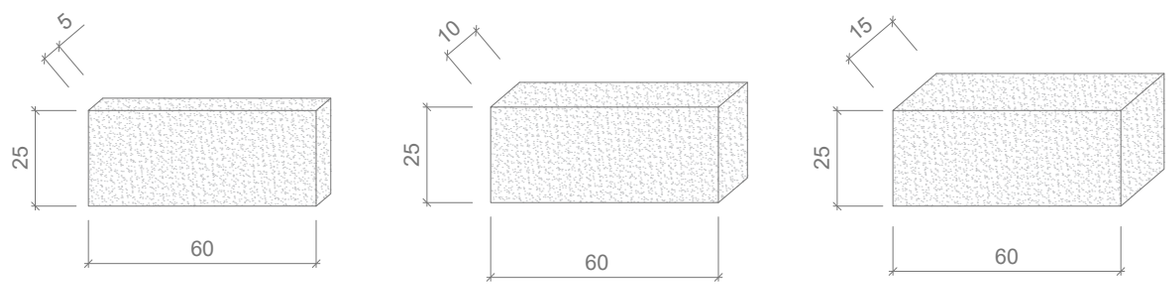
Dekoratif kaplama tuğla estetik amaçlı dış veya iç cephe kaplamalarında kullanılır. Dekoratif tuğla kalınlıkları genellikle 1,5 ile 3 cm arasında değişir.

Baca tuğlası (**TS EN 13063-1, TS 405**) yuvarlak veya kare delikli olarak üretilir. Baca tuğlalarının ölçüleri 19x19x19 cm veya 25x25x19 cm'dir.

Tuğla standardını sağlayan üretim sonrası kontrollerinde **TS EN 772-1** (Basınç), **TS EN 772-13** (kuru birim hacim kütle tayini), TS en 772-16 (boyut tayini) deneyleri yapılır.

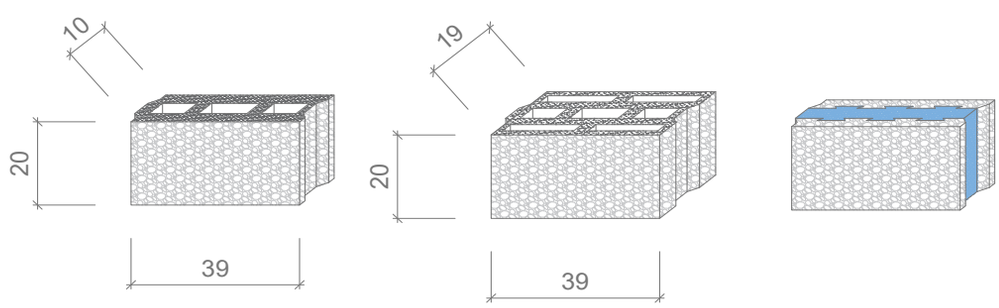
Tuğlaları kullanmak ekonomiktir ve yüksek basınç dayanımı sağlar. Tuğlalar örülürken örme teknik kurallarına uyulur. Tuğlaların uç uca veya yan yana getirilmesi işlemine **dizi** (sıra) denir.

**ç) Gaz beton**: Gözenekli yapısı sayesinde hafifliği ve yüksek yalıtım performansıyla bilinen modern yapı malzemesidir. Hava kabarcıklı yapısıyla yüksek ısı yalıtımı sağlar. Beton bloklara göre yaklaşık 3-4 kat daha hafiftir, binanın deprem yükünü azaltır. Milimetrik hassasiyetle üretildiği için duvar yüzeyi pürüzsüzdür, sıva maliyetini düşürür. Testere ile kesilebilir, elektrik, su vb. tesisat kanalları kolayca açılabilir ve delinebilir. Gaz beton uzunluğu standart **60 cm**, yüksekliği ise **25 cm**'dir. Genişlik ise kullanım alanına göre değişir. İç bölme duvarlarda genişlikleri 5 cm, 7,5 cm ve 10 cm olur. Ara duvarlarda genişlikler 12,5 cm ve 15 cm olur. Dış duvarlarda genişlikler 20 cm, 25 cm ve 30 cm olur (Görsel 1.273). Hafiftir, işlenmesi kolaydır ve ısı yalıtım performansı oldukça yüksektir.




**Görsel 1.273:** Gaz beton

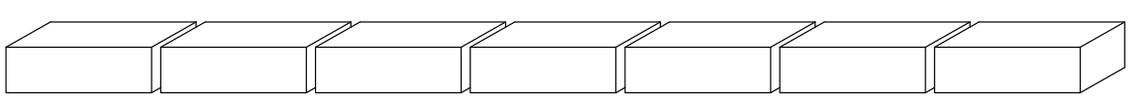
**d) Briket (Bims)**: İnşaat sektöründe duvar yapımı ve çevre düzenlemesi gibi alanlarda sıkça kullanılan, genellikle kum, çakıl, cüruf veya ponza taşı gibi malzemelerin çimento ve su ile karıştırılıp kalıplanmasıyla elde edilen yapı malzemesidir. Günümüzde ortası **XPS**, her iki yanı bims olan kendinden ısı yalıtımlı üretimi vardır. Isı, ses yalıtımı, dayanıklı, ekonomik,yanmaz özelliği ve hafifliği nedeniyle dış duvarlarda tercih edilir. 8x20x39, 10x20x39, 13x20x39, 15x20x39, 19x20x39, 24x20x39 ölçülerindedir (Görsel 1.274).




**Görsel 1.274:** Briket (bims)

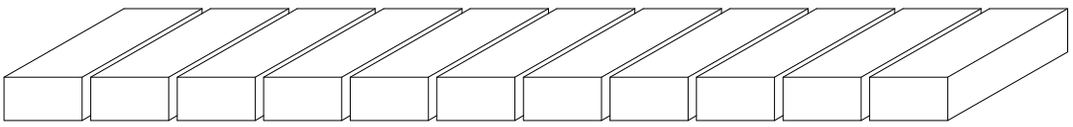
## 1.6.1.1. Tuğla Duvar Sıraları

**Düz sıra**: Duvar doğrultusunda uç uca ve yan yana dizilerek yapılır (Görsel 1.275).



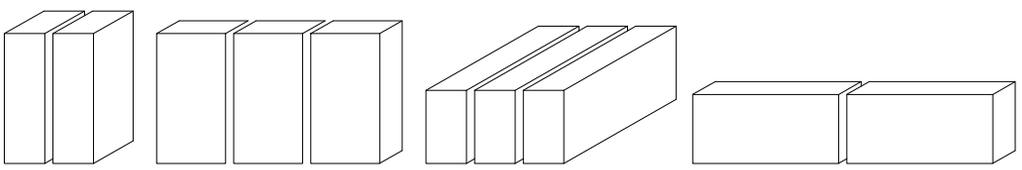
**Görsel 1.275:** Düz sıra

**Kilit sıra**: Duvar doğrultusuna dik olarak yan yana sıralanarak yapılır (Görsel 1.276).



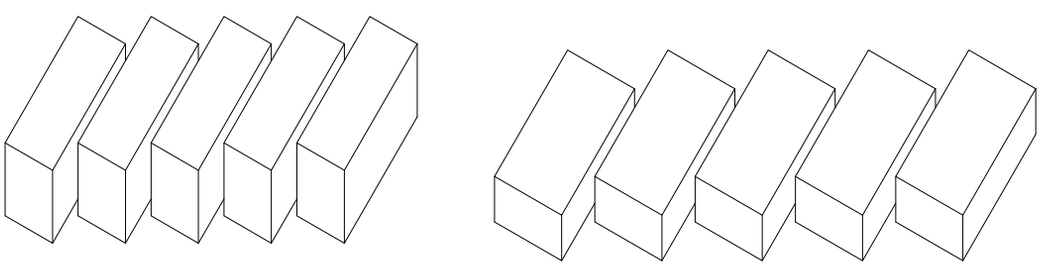
**Görsel 1.276:** Kilit sıra

**Kılıç sıra**: Duvar doğrultusunda tuğlaların yan yüzeyleri üzerinde doğrultuya dik olarak sıralanarak yapılır (Görsel 1.277).



**Görsel 1.277:** Kılıç sıra

**Zikzak sıra**: Duvar doğrultusuna açılı istenen dekora hizmet edecek şekilde sıralanarak yapılır (Görsel 1.278).



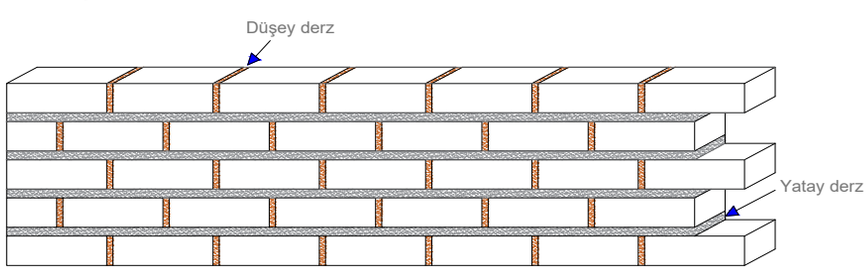
**Görsel 1.278:** Zikzak sıra

## 1.6.1.2. Tuğla Duvar Örgü

Tuğla duvar örülürken tuğla bağlantılarını sağlamak için derz kullanılır. Derz, tuğla dizilerini bütün hâline getirir. Her tuğla sırası tamamlandığında yatayda 1,2 cm yapıştırma harcı kullanılır. Tuğlaların dizilişinde, iki tuğla arasına dikeyde 1 cm harç kullanılarak yapıştırılır. Tuğla duvar örgüsünde düşey derzler her sırada üst üste getirilmez. Her sıradaki tuğla altında iki tuğlanın bağlantısını sağlayacak şekilde örülür. Tuğla duvar örme işlemi devamı olacaksa duvar asma veya kademeli dişli olarak bırakılır. Ertesi gün devam edilen duvar örgüsü bu dişlerle bağlantılı olmalıdır.

Tuğla ile duvar örme işleminde aşağıda sıralanan kurallara dikkat edilmelidir.

1. Duvar sıraları yatay ve aynı derz kalınlığında olmalıdır.
2. Birleşim yerlerinde ve düşey derz şaşırtmaları dışında gerekmedikçe tam tuğla dışında parçalı tuğla kullanılmamalıdır.
3. Düşey derzler üst üste getirilmemelidir (Görsel 1.279).




**Görsel 1.279:** Derzler

4. Duvarın tek (1,3,5,7. vd. sırası gibi) ve çift (2,4,6,8. vd. sırası gibi) sıraları aynı hizada olmalıdır.
5. Duvar örme uzunluğuna daha sonraki günlerde devam edilecekse duvar dişli bırakılmalıdır.
6. Kullanılan tuğlalar düzgün ve temiz olmalıdır.
7. Kullanılacak tuğlalar harcın suyunu çekmemesi için ıslatılarak kullanılmalıdır.
8. Duvarın bulunduğu yere uygun yapıştırma harcı kullanılmalıdır.
9. Duvarın her sırada yatay ve düşey terazisi kontrol edilmelidir.
10. Her sırada yüzeyde ve yerdeki fazla harç toplanmalıdır.

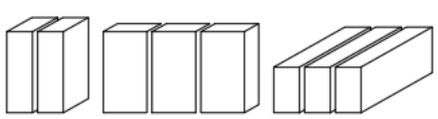
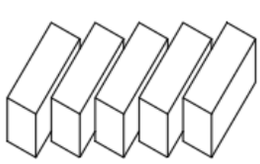
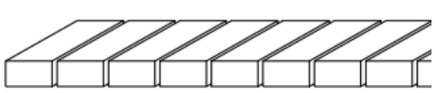
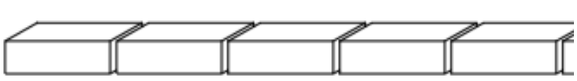
## 1.25. SIRA SİZDE

Tablo 1.23'te verilen duvar sıralarını tablo 1.24'deki duvar sıra resimleri satırına yazınız.

**Tablo 1.23: Duvar Sıraları**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Düz | Katona | Kilit | Haç |
| Blok | Kılıç | Kenet | Zikzak |

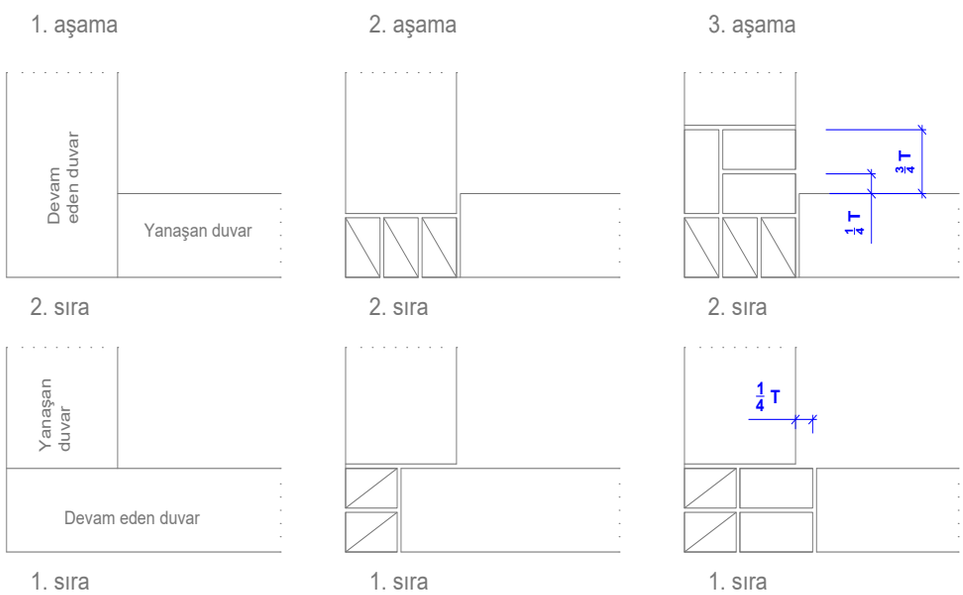
**Tablo 1.24: Duvar Sıra İsimleri**

| Tuğla Duvar Sıra Resmi | Tuğla Duvar Sıra İsmi |
|---|---|
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |

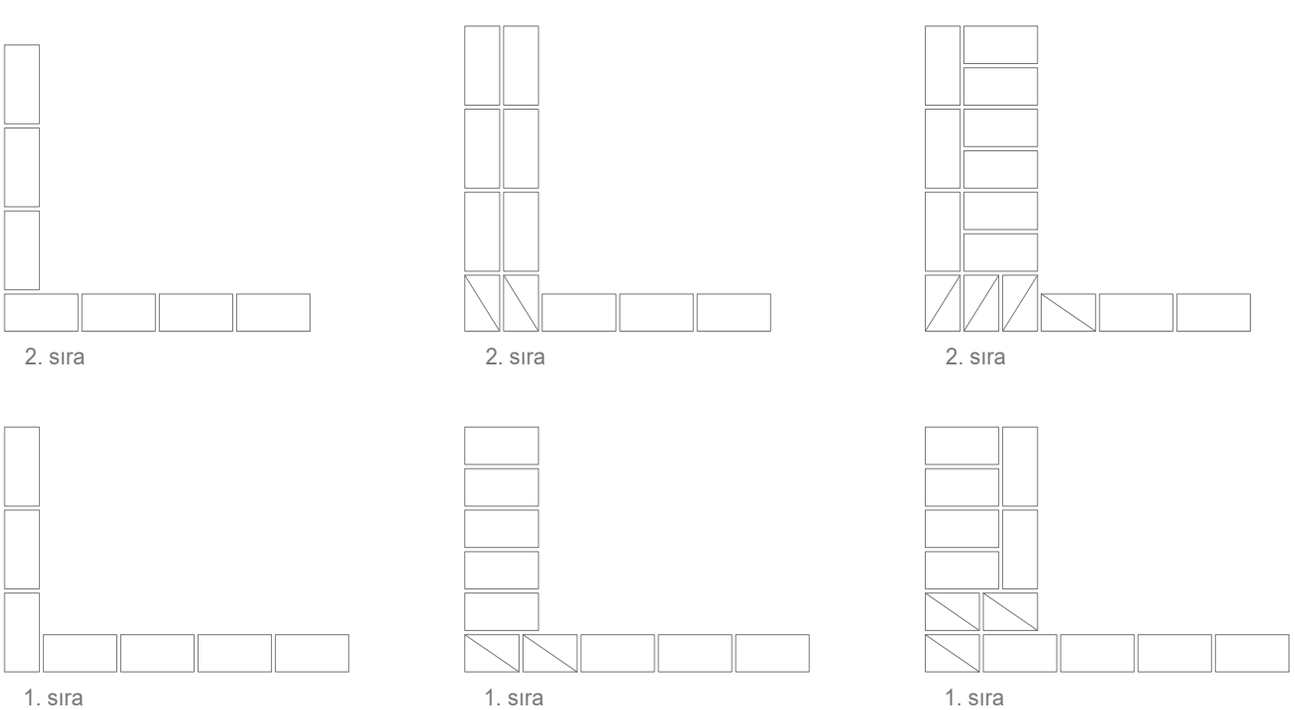
## 1.6.1.3. Duvar Birleşimleri

Duvarların köşe birleşimlerinde hiçbir yerde düşey derzlerin üst üste gelmemesine dikkat edilir. Köşe birleşimlerinde daha ince olan duvar birinci sırada, köşeye kadar devam eder. Köşeye devam eden ve ona yanaşan olarak çözümlenir. Duvarın her iki devam eden sırası düz üç çeyrek tuğla ile başlar, düz örgü ile devam eder. Yanaşan duvarlar kılıcına örgü ile devam eder. Devam eden duvarların örgülerindeki köşeye yakın düşey derzler 1/4 veya 3/4 tuğla boyu uzakta olur (Görsel 1.280).

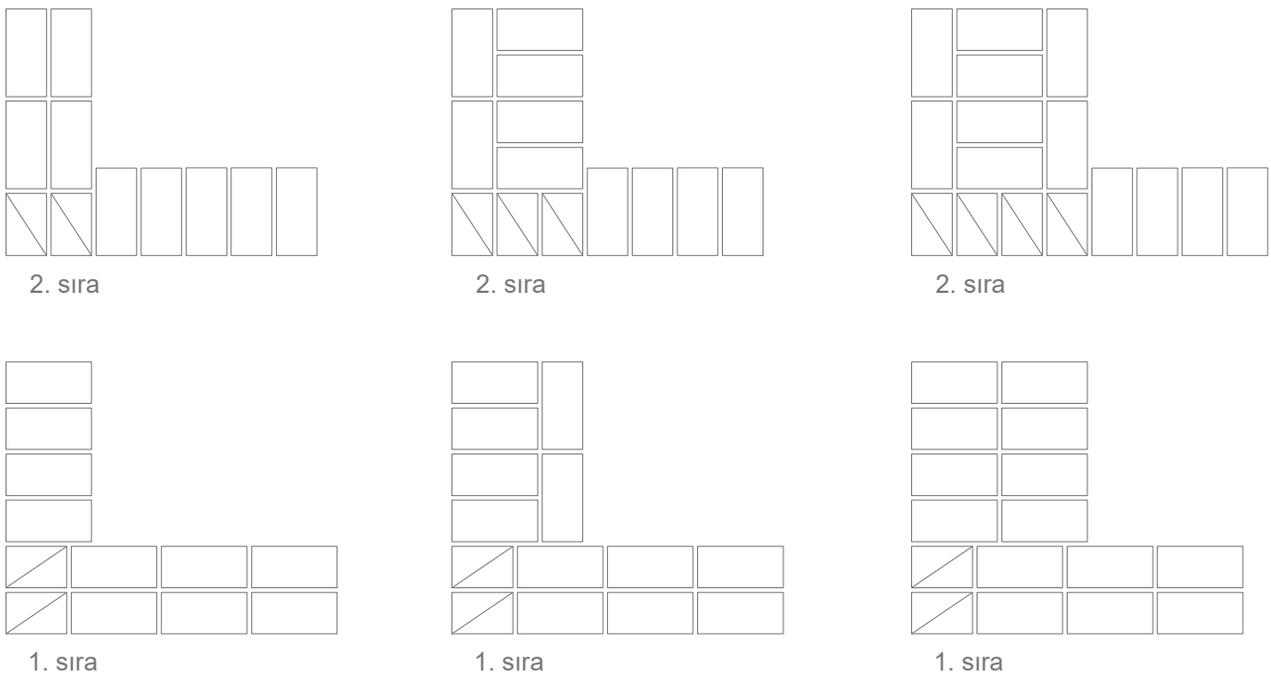
1. **Dik açılı köşe birleşimleri**: Tuğla duvarla dik köşeli birleşimler yapılır. Bu birleşimlerde iki duvar aynı kalınlıkta ya da farklı kalınlıkta duvarların köşe birleşimi olabilir. Dik açılı köşe birleşimlerinde düşey derzler, üst üste gelmez (Görsel 1.281, 282).




**Görsel 1.280:** Duvar köşe birleşimi

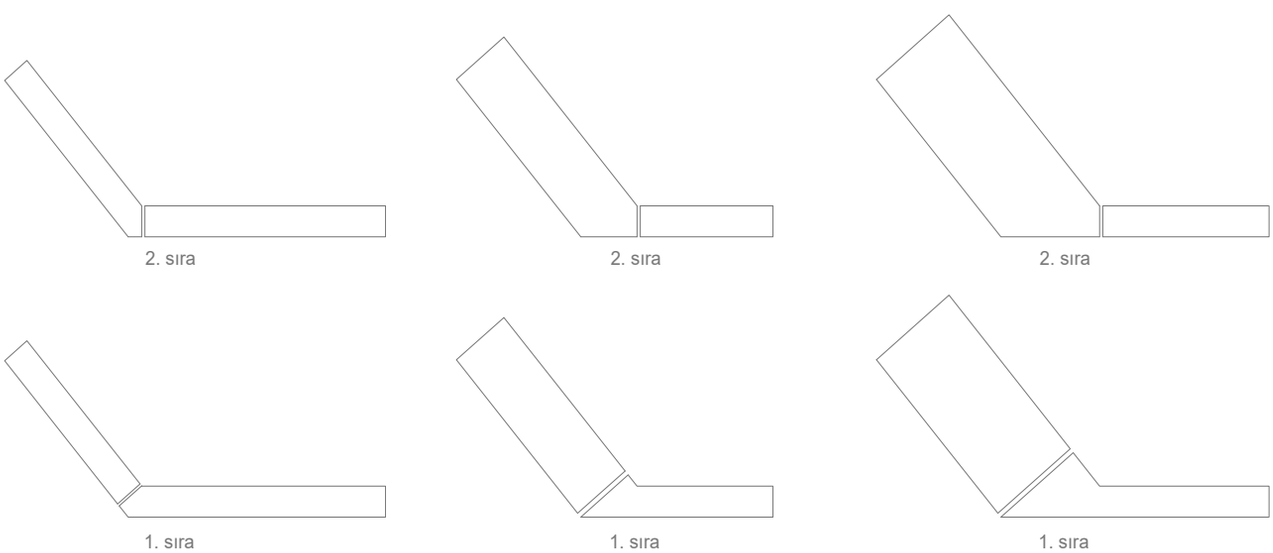



**Görsel 1.281:** Değişik kalınlıkta köşe birleşimi




**Görsel 1.282: Değişik kalınlıkta köşe birleşimi**

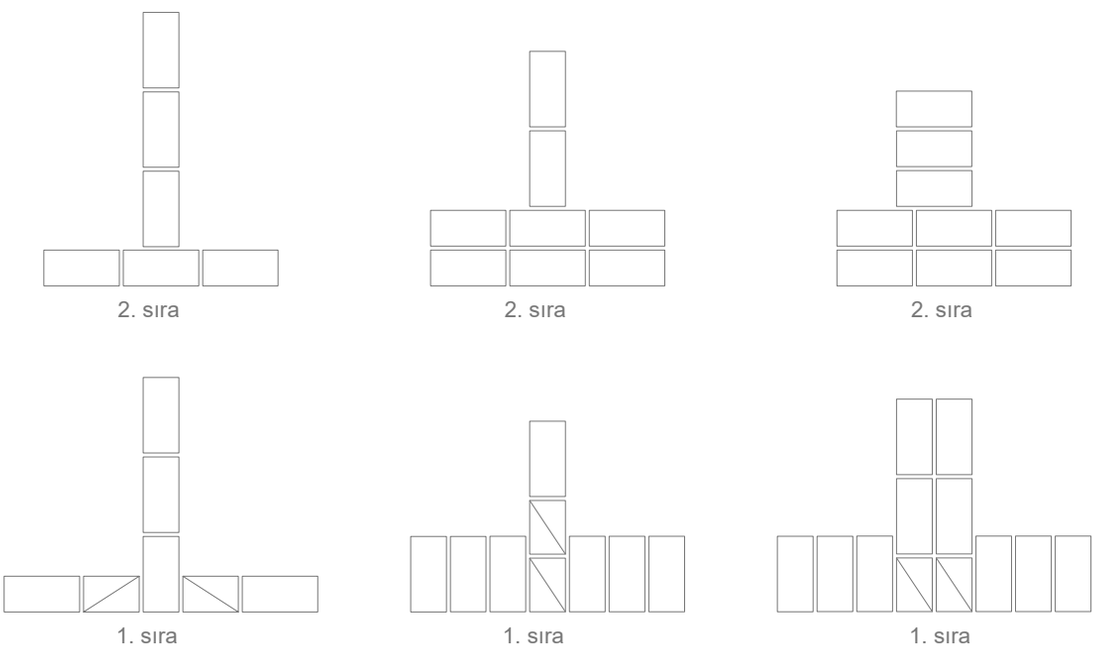
2. **Geniş açılı köşe birleşimleri**: Geniş açılı duvar köşe birleşimleri yaygın değildir. Bu birleşimde düşey derzler üst üste getirilmez. Düşey derzlerin üst üste gelmemesi için birinci sıra ve ikinci sıra uygulamalarında genel kural aşağıdaki gibidir (Görsel 1.283).
3. **Dar açılı köşe birleşimleri**: Özel durumlarda nadir rastlanan bir durumdur. Bunlar içinde geniş açılı birleşimlerde uygulanan kurallar geçerlidir. Bu birleşimlerde düşey derzler, üst üste getirilmez.




**Görsel 1.283: Geniş açılı köşe birleşimi**

## 1.6.1.4. Duvarlarda Saplanmalar

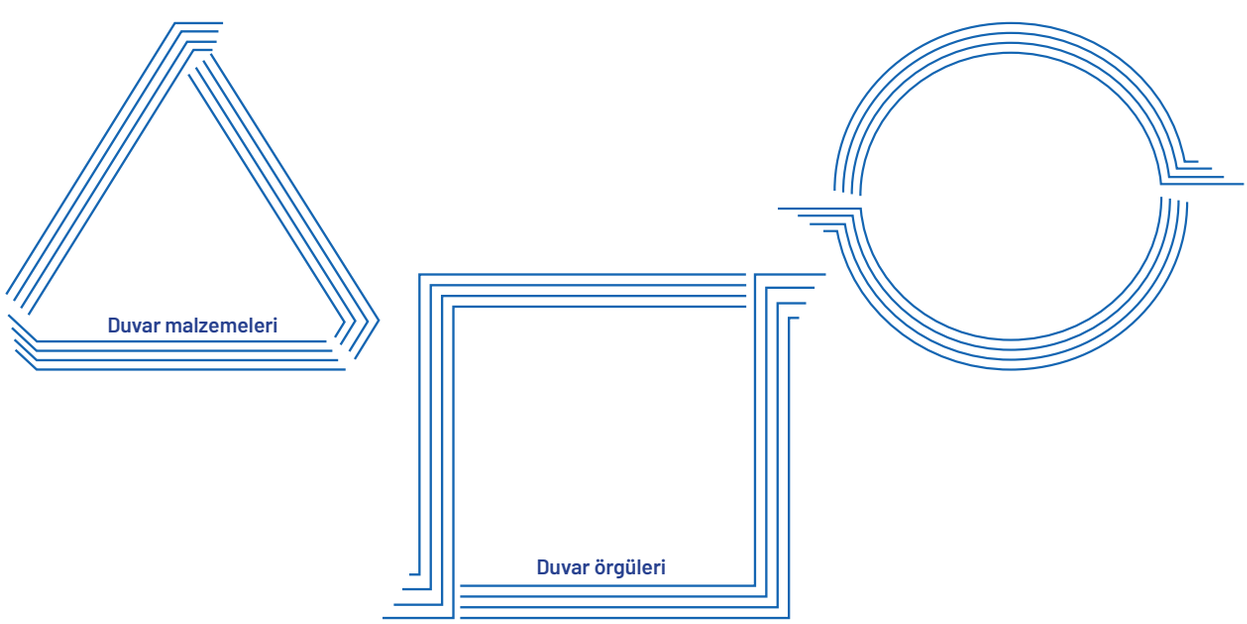
Duvarlar dik ve açılı olarak saplanır. Çoğunlukla dış duvarlarda saplanma tuğla örgüleri olur. İç duvarlardaki saplanmalar, aynı kalınlıktadır ancak dış duvarda saplanan duvar, genellikle daha ince olur. Saplanarak örülen duvarda düşey derzlerin üst üste gelmemesi için saplanan iç köşelerdeki en yakın iç derzler, köşelere çeyrek (1/4) veya üç çeyrek (3/4) tuğla uzaklıkta oluşturulur (Görsel 1.284). Tuğla düşey derzleri her sırada alttaki tuğlanın yarısına binmesi için düz örgü sıralarında mutlaka üç çeyrek tuğla kullanılmalıdır.



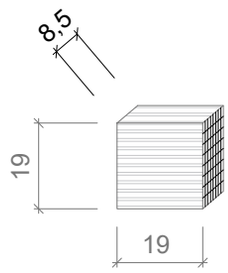

**Görsel 1.284: Tuğla duvar ile saplama**

### 1.26. SIRA SİZDE

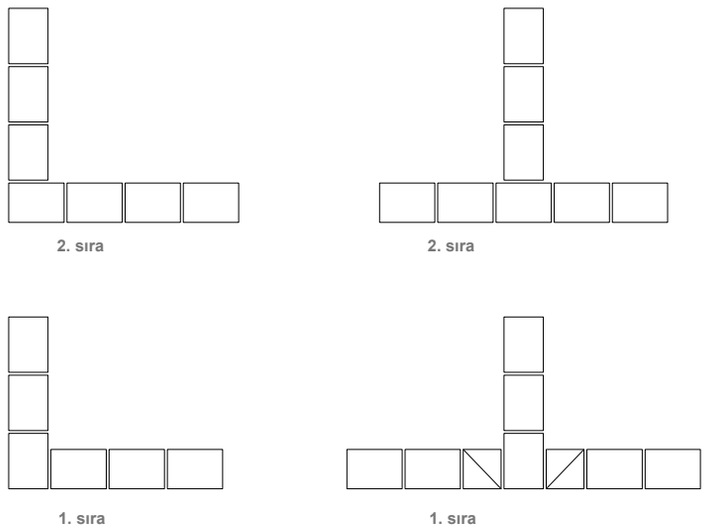
Duvar yapımında kullanılan 3 malzemeyi üçgenin köşelerine, duvar örgü çeşitlerini karenin köşelerine, duvarlarla ilgili merak ettiğin soruyu çemberin içine yazınız.



Yatay, delikli, değişik kalınlıklarda köşe ve saplama duvar örgülerde; tuğla örgü birinci ve ikinci sıralarının yapılışı aşağıda verilmiştir (Görsel 1.285, 286).

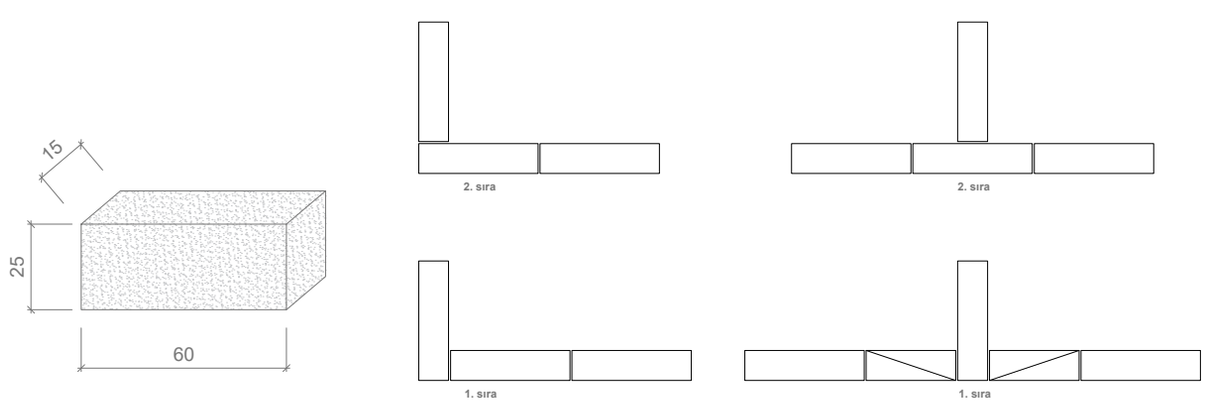



**Görsel 1.285:** Yatay delikli tuğla




**Görsel 1.286:** Yatay delikli tuğla duvar ile köşe ve saplama

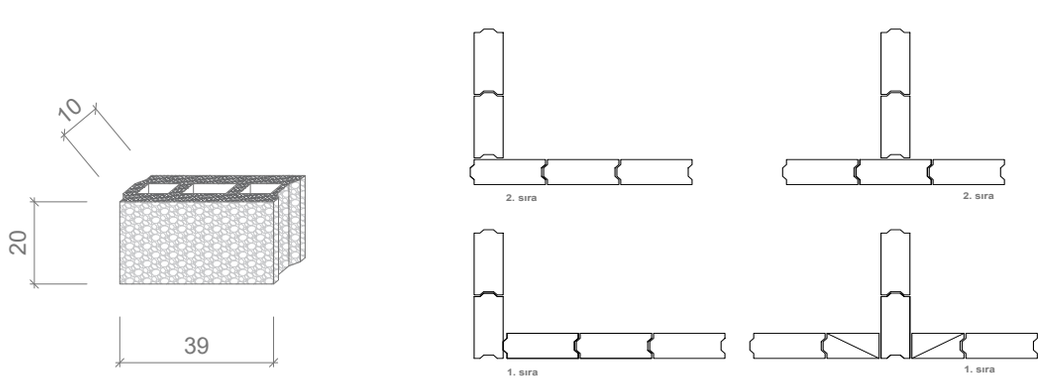
Gaz beton ile değişik kalınlıklarda köşe ve saplama duvar örgülerde; gaz beton örgü birinci ve ikinci sıraları aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 1.287a, b).




a) b)

**Görsel 1.287:** Gaz beton

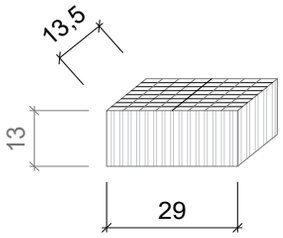
Bims ile değişik kalınlıkta köşe ve saplama duvar örgülerde; bims örgü birinci ve ikinci sıraları aşağıda verildiği biçimde yapılır (Görsel 1. 288a, b).



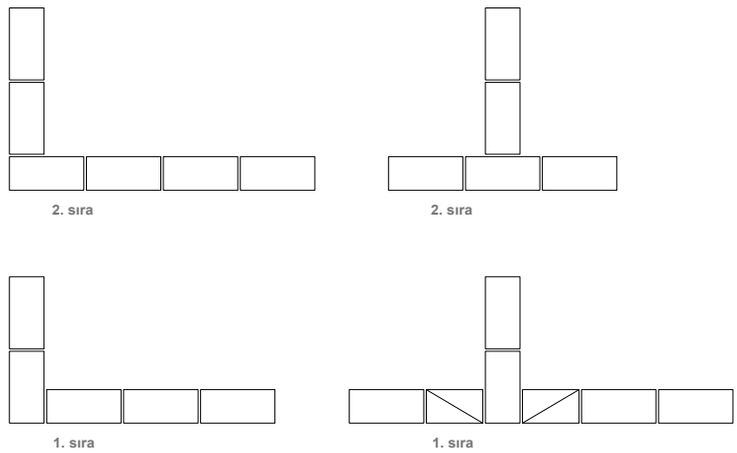

a) b)

**Görsel 1.288:** Bims ile köşe ve saplama

Blok tuğla ile değişik kalınlıkta köşe ve saplama duvar örgülerde; blok tuğla örgü birinci ve ikinci sıraları aşağıda verildiği biçimde yapılır (Görsel 1.289, 290).

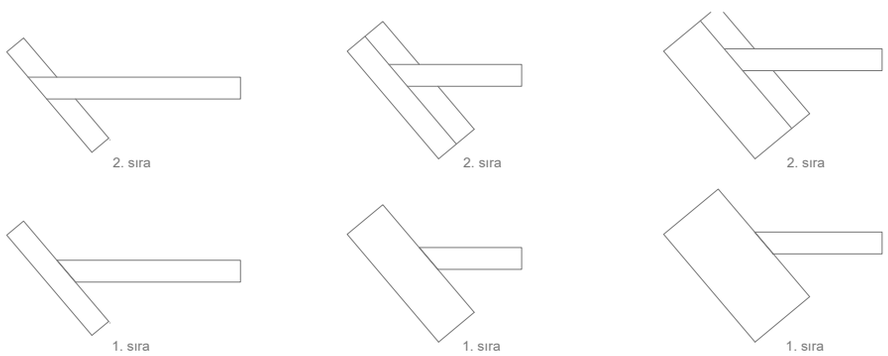



**Görsel 1.289:** Blok tuğla



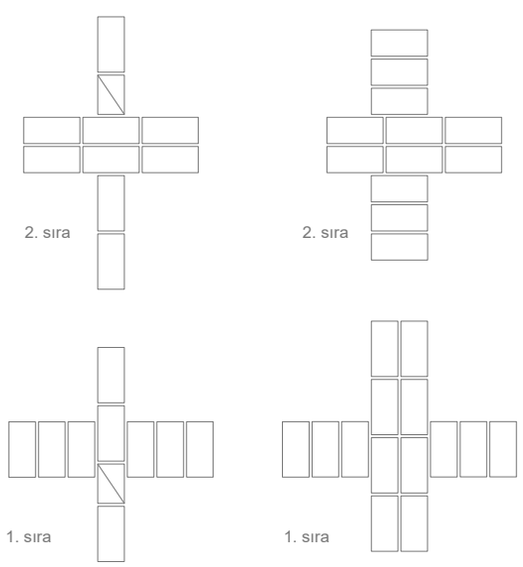

**Görsel 1.290:** Blok tuğla köşe ve saplama

Tuğla duvar örülürken eğik saplama yapılması gerekebilir. Eğik saplamada düşey derzin şaşırtma yapması kuralı için aşağıdaki gibi birinci ve ikinci sıra planlamaları yapılır (Görsel 1.291).



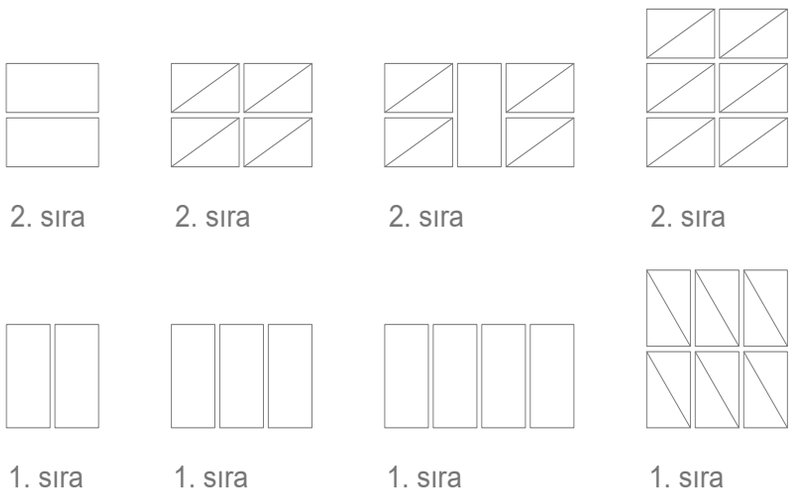

**Görsel 1.291:** Tuğla duvar açılı saplamalar

Tuğla duvar dik kesişmelerinde birinci ve ikinci sıra örgü planlamaları aşağıda verildiği biçimde yapılır (Görsel 1.292).




**Görsel 1.292:** Tuğla duvar dik kesişme

Yığma yapıda ya da dekoratif amaçlı sütun örgülerinde, tuğla duvar düşey derzleri şaşırtmalı yapılır (Görsel 1.293).




**Görsel 1.293: Tuğla duvar sütunlar**

## 1.6.2. Bacalar

**Baca**, duman ve zararlı gazların dış ortama güvenli tahliye edilmesini sağlayan, aynı zamanda bina içindeki kirli havanın dışarı atılmasına yardımcı olan düşey yapı elemanıdır.

Konfor ve güvenlik açısından binanın bileşenidir.

Bir baca sistemi genel olarak şu kısımlardan oluşur:

**Baca ağzı**: Dumanın yapıya girdiği noktadır.

**Baca gövdesi**: Dumanın yükseldiği düşey kanaldır.

**Baca şapkası**: Yağmur suyunun içeri girmesini önleyen ve rüzgârın çekişi olumsuz etkilemesini engelleyen tepe kısmıdır.

**Temizleme kapağı**: Kurum ve atıkların temizlenmesi için alt kısımda bulunan bölmedir.

**Bacanın Önemi**

Bacanın doğru tasarlanması ve inşa edilmesi, yapı fiziği ile can güvenliği açısından önem taşır.

**Can güvenliği (zehirlenmelerin önlenmesi)**: Yanma sonucu açığa çıkan karbonmonoksit gibi renksiz ve kokusuz gazların bina içine sızmasını engeller. **Soba zehirlenmesi** olarak bilinen vakaların çoğu, hatalı baca tasarımı veya bakımsız kanallardan kaynaklanır.

**Yangın koruması**: Yüksek sıcaklıktaki gazları taşıdıkları için ateşe dayanıklı malzemelerden (ateş tuğlası, paslanmaz çelik vb.) yapılır. Kurallara uygun yapılmayan baca, çatının veya komşu duvarların tutuşmasına neden olabilir.

**Isıl verimlilik**: İyi bir "baca çekişi", yanma odasına taze hava girmesini sağlar. Bu da yakıtın tam yanmasını sağlayarak enerji tasarrufu sunar ve hava kirliliğini azaltır.

**Yapı sağlığı ve rutubet kontrolü**: Sadece duman değil, mutfak ve banyolardaki nemli havanın tahliyesinde de rol oynar. Doğru havalandırma yapılmayan binalarda terleme, küf ve korozyon riski artar.

Bacalar kullanım amaçlarına ve yapımında kullanılan malzemelere göre sınıflandırılır. Modern yapı teknolojisinde baca, sadece birer "duman kanalı" değil; karmaşık mühendislik çözümleri olarak ele alınır.

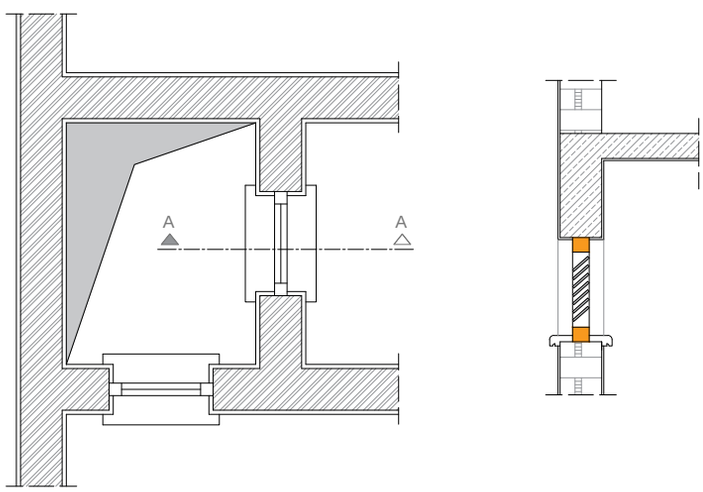
## 1.6.2.1. Baca Çeşitleri

Kullanım amacına göre başlıca dört tip baca vardır.

**Ateş duman bacası**: Bina içi bölümleri ısıtmak için odun, kömür gibi katı yakıtlı sistemlerin gaz ve dumanını tahliye eder. Soba, mutfak, şömine, gazlı şofben ve kalorifer için pişirilmiş tuğla ve beton bloklarla yapılır. İç yüzeyleri kurum bağlamayacak şekilde ve yüksek ısıya dayanıklı olmalıdır. Yuvarlak, kare ve dikdörtgen şekillerinde delikli, hazır baca tuğlası kullanılır. Yuvarlak delikli baca tuğlası 19x19x19 cm ölçüsündedir. Kare delikli baca tuğlaları 19x19x19 cm, 25x25x25 cm ölçüsündedir. Dikdörtgen delikli baca tuğlası 19x24x19 cm, 20x25x20 cm ölçüsündedir. Şhunt (Şönt) baca tuğla ölçüleri 19x39x19, 20x40x20xcm ölçüsündedir.

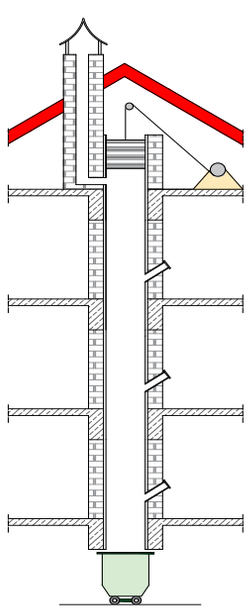
**Gaz bacası**: Doğal gaz veya **LPG** gibi yakıtların yanma ürünlerini dışarı atar. İyi yalıtılmış, sızdırmaz yapılır. Bacalar yoğuşma sıvısına (asidik su) karşı dirençli olmalıdır.

**Havalandırma bacası**: Binanın dışarı açılan penceresi olmayan birimleri için yapılır. Binada daha çok banyo ve tuvalet için havalandırma bacası yapılır. Havalandırma bacaları kare veya dikdörtgen, en dar kenarı 60 cm olacak şekilde yapılır (Görsel 1.294). Havalandırma bacalarının pencereleri üst ortada vasistaslı (üstten açılıp kapanan) ayarlanabilir panjur sisteminde, havalandırma kalitesini arttırmak için aspiratör veya vantilatör düzenekli yapılır.



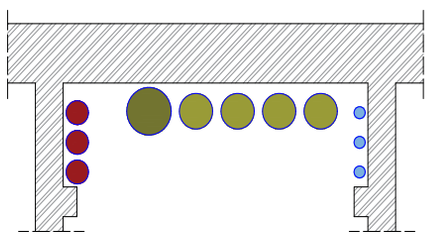

**Görsel 1.294:** Havalandırma bacası

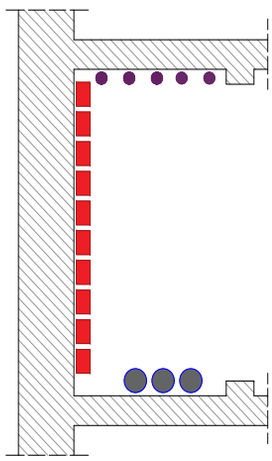
**Çöp bacası**: Özellikle çok katlı binalarda; katlardaki çöplerin en alt kattaki çöp toplama merkezinde toplanabilmesi için yapılan bacadır. Çöp bacalarının içi pürüzsüz, metalden ve mümkünse daire kesitli olmalıdır. Baca içinde koku ve nem olmaması için havalandırmalı ve TS 2166 standardına uygun yapılmalıdır. Binanın ortak alanında yapılır. Baca kesiti 40x40 cm kare veya 30 cm çaplı daire kesitlidir. Baca her yerde aynı kesit olmalıdır. Baca içi çimento harcı ile sıvanır, üzeri çinko ile kaplanır. Her katta çöp kapakları, döşemeden 60-90 cm yukarıda açıldığında kendisi kapanan ve kapalıyken koku sızdırmayan özellikte olmalıdır. Baca, çatıdan dışarı çıkartılır ve kullanılmadığında sürekli havalandırılmaya uygun şekilde yapılır (Görsel 1.295). Gerektiğinde baca içi temizlenebilmelidir.



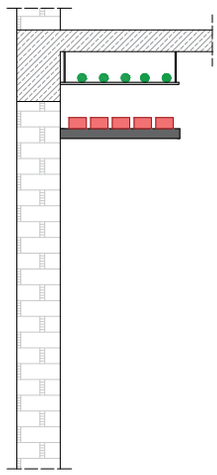
**Görsel 1.295:** Çöp bacası

**Tesisat bacası**: Elektrik, içme suyu, doğal gaz, atık su ve telekomünikasyon boruları için dik (Görsel 1.296), eğik veya yatay (Görsel 1.297) yapılır. Bina tesisatlarının bakım ve onarımının kolay yapılabilmesi için tesisat bacaları yapılır. Tesisat bacaları, kolay ulaşılabilir ve güvenli olmalıdır.





**Görsel 1.296:** Düşey tesisat bacası



**Görsel 1.297:** Yatay tesisat bacası

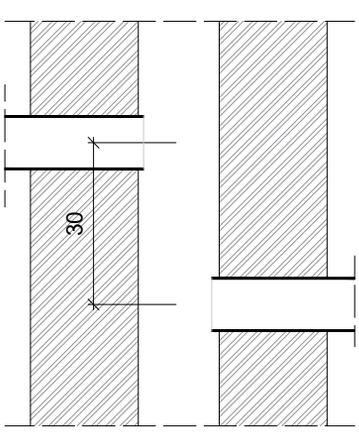
## 1.6.2.2. Yapım Biçimlerine Göre Baca Çeşitleri

**Adi (ortak) baca**: Tek bir kanalın birden fazla kata hizmet verdiği, günümüzde güvenlik nedeniyle (alt kattaki dumanın üst kata sızma riski) pek tercih edilmeyen eski tip bacadır.

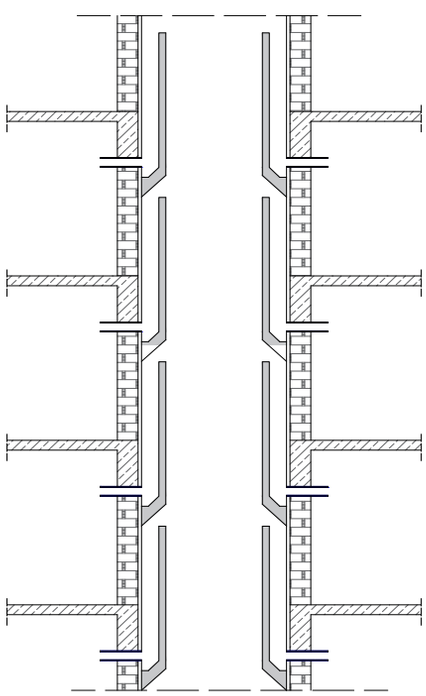
Zorunlu durumlarda bağlanan baca eksenleri düşeyde en az 30 cm uzakta olmalıdır (Görsel 1.298).

**Müstakil (tekli) baca**: Her katın veya cihazın kendine ait, çatıya kadar uzanan bağımsız kanalıdır. En güvenli yöntemdir.

**Shunt (şönt) baca**: Ana bir kanal ve bu kanala her kattan bağlanan bacalardan oluşur. Yer tasarrufu sağlar ancak montajı hassas işçilik gerektirir (Görsel 1.299).




**Görsel 1.298:** Adi ortak baca



**Görsel 1.299:** Shunt (şönt) baca

**1.27. SIRA SİZDE**

Yapıda hangi amaç için baca yapıldığını açıklayan baca isimlerini kutulara birer tane yazınız.




## 1.6.2.3. Baca Yapımında Kullanılan Malzemeler

Bacanın yapılacağı malzeme yakıt cinsine ve binanın statik yapısına göre seçilir.

**Tuğla baca**: Geleneksel yöntemdir. Ateş tuğlası veya baca tuğlasıyla örülür. Isı depolama kapasitesi yüksektir ancak iç yüzeyleri pürüzlü olduğu için kurum tutmaya meyillidir. Mutlaka içi pürüzsüz bir sıva ile sıvanmalı veya kılıf geçirilmelidir.

**Beton ve şamot tuğla baca**: Fabrikasyon olarak üretilen blokların üst üste dizilmesiyle oluşturulur. Şamot (pişmiş toprak bazlı) malzemeden yapılan iç tüpler, yüksek sıcaklığa ve asitlere son derece dayanıklıdır. Genellikle "üç katmanlı" (iç tüp + yalıtım + dış beton blok) inşa edilir.

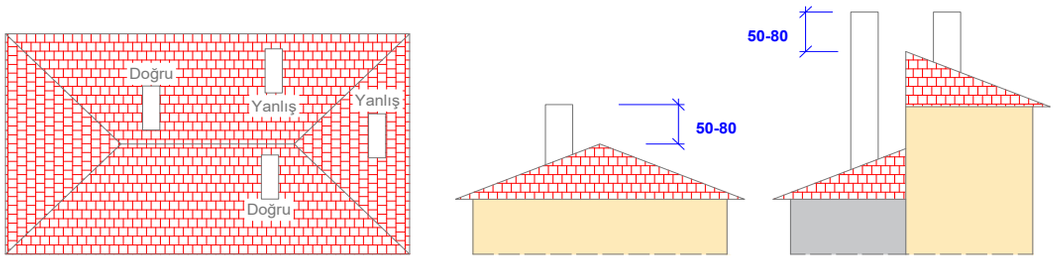
**Metal (paslanmaz çelik) baca**: Özellikle doğal gazlı sistemlerde ve sanayide tercih edilen türdür. Pürüzsüzdür, çekişi hızlandırır ve yoğuşma sıvısından etkilenmez. "Çift cidarlı" modellerinde, iki metal katman arasında taş yünü yalıtımı bulunur. Dış yüzeyin ısınmasını engeller ve yangın riskini minimize eder.

**Plastik (PP) baca**: Sadece düşük sıcaklıkta yoğuşmalı kombi sistemlerinde, atık gaz sıcaklığı 120°C'u geçmediği ortamda kullanılır.

## 1.6.2.4. Baca Uygulama Esasları

**Düşeylik**: Alttan yukarı gruplandırılarak oluşan ısıdan faydalanılır. Bacalar çatıdan itibaren birleştirilebilir, en az 60 derece eğik yapılabilir. Çatıda baca duvarına en yakın ahşap eleman 10 cm olmalıdır.

**Yükseklik**: Ateş-duman bacaları 4-6 metreden, kalorifer bacaları 10 m'den fazla olmalıdır. Baca, çatının en yüksek noktasından (mahya) en az **50-80 cm** daha yukarıda bitmelidir. Böylece rüzgârın oluşturduğu basınç çekişi engellemez (Görsel 1.300).

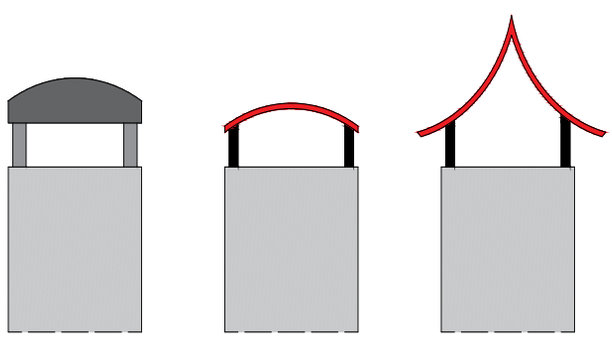



**Görsel 1.300:** Baca yerleşimi

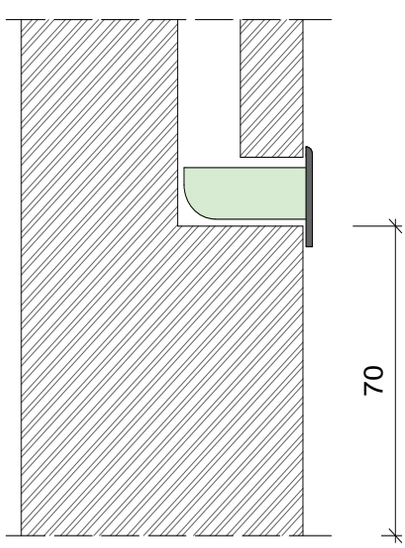
**Yalıtım**: Bacanın uzun kenarı, baca akıntısı yönünde olmalıdır. Bacanın iyi çekmesi için baca içi sıcak olmalıdır. Baca dış duvara gelmek zorundaysa baca dışı bir tuğla kalınlığında yapılarak yalıtım sağlanır. Soğuyan gaz ağırlaşır ve "baca geri tepmesi" dediğimiz tehlikeli durum yaşanır. Baca dibi, akıntı yönünden gelen suya karşı teneke ile kaplanır. Baca üstünden yağmur ve kar sularına karşı beton veya metal şapka yapılır (Görsel 1.301).

**Pürüzsüz iç yüzey**: Baca; daire, kare veya dikdörtgen kesitli yapılır. Baca içi sürtünmesiz ve kesit boyunca aynı kesitte olmalıdır. İç yüzeyin pürüzsüz olması, kurum birikmesini zorlaştırır ve sürtünme kaybını azaltarak çekişi artırır.

**Bakım**: Her ateş kaynağı için bir baca kanalı kesintisiz yapılır. Bacanın bağlandığı katında döşemenin 70 cm yüksekliğine temizleme kapağı bırakılır (Görsel 1.302).



**Görsel 1.301:** Baca şapkası




**Görsel 1.302:** Baca temizleme kapağı

## 1.7. ÇATILAR

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinde barınma ihtiyacı, doğadan elde edilen malzemelerle karşılanmıştır. Çatı sadece bir örtü elemanı değildir; aynı zamanda iklim koşullarına uyum sağlayan, yaşamı kolaylaştıran ve geliştirilen bir yapı elemanıdır.

Çatının geçmişi ve insanların çevre koşullarına nasıl uyum sağladığı örneklenmiştir (Görsel 1.303).

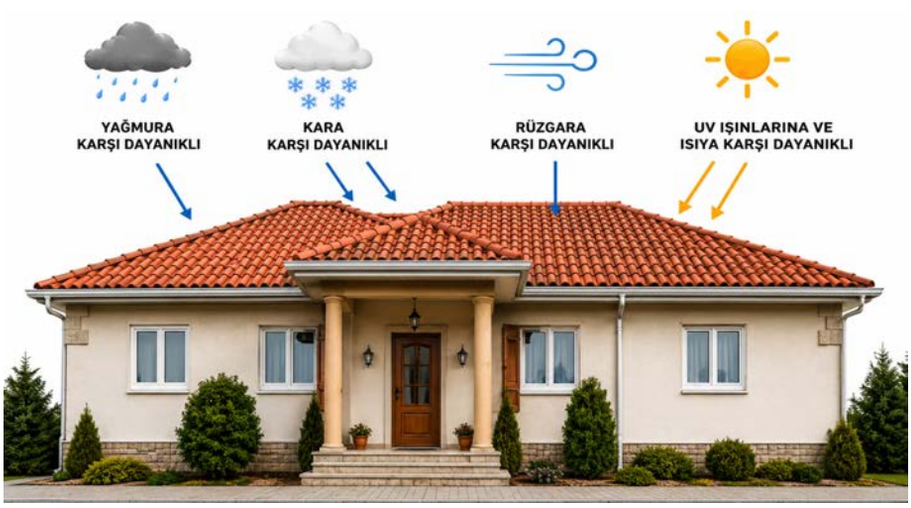


**Görsel 1.303:** Geçmişte barınma ihtiyacı

### 1.7.1. Yapıda Çatının Önemi

Binaların üst bitişlerini oluşturur ve yapının ilk savunma hattıdır. Suyun yapı elemanlarına zarar vermesini engelleyerek binanın ömrünü uzatır. Mekânın sınırları duvar ve betonlar ile tanımlansa da çatı bu sınırları üstten kapatır.

Çatının yağmur, kar ve rüzgâr gibi dış etkilere karşı koruma sağladığı; güneş ışınlarının olumsuz etkilerini azalttığı ve yapıya estetik görünüm kazandırdığı görülmektedir (Görsel 1.304).




**Görsel 1.304:** Çatıların yapıları dış etkenlerden koruması

## 1.28. SIRA SİZDE

Görsel 1.305'i inceleyerek çatıların yapı için önemini açıklayınız.



**Görsel 1.305:** Çatıların gerekliliği

**Çatının Yapıdaki Fonksiyonları**

» **Koruyuculuk**: Yapıyı yağmur, kar, rüzgâr ve güneş gibi dış hava koşullarından korur.

» **Yalıtım**: Doğru katman uygulaması ile ısı ve su yalıtımı sağlayarak enerji tasarrufu sağlar.

» **Dayanım**: Binanın taşıyıcı sistemini koruyarak yapının ömrünü uzatır.

» **Estetik ve biçim**: Yapının mimari karakterini, cephe görselini tamamlar.

Çatı, geçmişten günümüze sadece koruyucu örtü olmaktan çıkmış; enerji üreten, çevre dostu ve teknolojik yapı elemanına dönüşmüştür (Görsel 1.306).



**Görsel 1.306:** Geçmişten günümüze çatılar

## 1.29. SIRA SİZDE

Aşağıda çatılarla ilgili sorulanların cevabını alttaki boşuğa yazınız (Görsel 1.307).

1 2 3 4



**Görsel 1.307: Örnek çatı uygulamaları**

Verilen çatı modellerinde sizce en modern olanı hangisidir? Gerekçesiyle açıklayınız.

Verilen çatı modellerinde sizce en çevreci olanı hangisidir? Gerekçesiyle açıklayınız.

Verilen çatı modellerinde sizce en geleneksel olanı hangisidir? Gerekçesiyle açıklayınız.

## 1.7.2. Çatıların Taşıyıcı Sistemlerine Göre Sınıflandırılması

Çatının kendi ağırlığını ve üzerine gelen yükleri (kar, rüzgâr vb.) güvenli bir şekilde yapının ana taşıyıcı elemanlarına (kolon, kiriş, döşeme) aktaran sistemdir. Çatı projesi hazırlanırken kullanım amacı, bulunduğu bölgenin iklim şartları ve yapının türü göz önüne alınır.

Çatılar taşıyıcı sistemlerine göre 3 ana gruba ayrılır.

**Ahşap taşıyıcılı çatı**: Ahşap elemanlar (kiriş, mertek, aşık vb.) kullanılarak oluşturulan çatı sistemidir.

» Hafif taşıyıcı sistemdir.

» Uygulaması kolay ve ekonomiktir.

» Doğal ve estetik bir görünüm sağlar.

» Yangına ve neme karşı korunması gerekir.

**Çelik taşıyıcılı çatı**:Çelik profillerle oluşturulan modern çatı sistemidir.

» Büyük açıklıkları geçebilir.

» Dayanımı yüksektir ve uzun ömürlüdür.

» Fabrika, spor salonu gibi geniş yapılarda kullanılır.

» Korozyona karşı korunmalıdır.

**Betonarme taşıyıcılı çatı**: Beton ve çelik donatı ile oluşturulan taşıyıcı sistemdir.

» Dayanıklı ve sağlamdır.

» Çok katlı yapılarda yaygın kullanılır.

» Düz çatı ve teras çatı uygulamalarına uygundur.

» Ağırlığı fazladır, iyi projelendirme gerektirir.

Yapı üzerinde farklı taşıyıcı sistemlere sahip çatı konstrüksiyonlarının (ahşap, çelik ve betonarme) nasıl uygulandığı karşılaştırılmalı olarak gösterilmektedir (Görsel 1.308).



**Görsel 1.308:** Farklı çatı taşıyıcı sistemleri

**Taşıyıcı Sistemler Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gerekenler**

**Yapının türü**: Seçilecek çatı sistemini doğrudan etkiler.

» Konutlarda genellikle ahşap veya betonarme tercih edilir.

» Fabrika ve spor salonlarında çelik sistemler kullanılır.

**İklim şartları**: Bölgenin iklimi, çatı tasarımında önemlidir.

» Kar yağışı fazla ise eğimi fazla olan çatılar tercih edilir.

» Rüzgârın şiddetli olduğu yerlerde daha az eğimli çatılar tercih edilir.

**Açıklık mesafesi**: Kolonlar arasındaki mesafe, çatı açıklık sistemidir.

» Ahşap sistemlerde küçük açıklıklar yeterlidir.

» Çelik sistemlerde büyük açıklıklar gerekir.

## 1.7.3. Çatıların Kaplama Malzemelerine Göre Sınıflandırılması

İmal edilen çatı taşıyıcı sistem, (ahşap, çelik, betonarme) üst yüzey kısmını örten ve yapıyı uzun yıllar dış etkilerden koruyan malzemeye göre sınıflandırılır. Yüzey kaplama uygulaması yapılırken özellikle su, ısı ve yangın izolasyonlarına önem verilmelidir.

**Çatıda Metal (Kenetli Sac) Kaplama Malzemesi**

» Hafif ve dayanıklıdır.

» Su sızdırmazlığı yüksektir.

» Estetik görünüm sağlar.

» Uzun ömürlüdür.

» Tüm yapılarda kullanılır.

**Çatılarda Toprak Kiremit (Kil) Kaplama Malzemesi**

» Doğal malzemedir.

» Estetik görünüm sağlar.

» Konutlarda yaygındır.

**Çatılarda Shingle (Bitümlü) Kaplama Malzemesi**

» Hafif olduğu için tercih edilir.

» Estetik görünüm sağlar.

» Eğimli çatılara kolay uygulanır.

**Çatıda sandviç, ondüline kaplama malzemesi**

» Hafif ve dayanıklıdır.

» Su sızdırmaz.

» Isı yalıtımlıdır.

» Tüm yapılarda kullanıma uygundur.

## 1.30. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen görsellerde farklı çatı örtü malzemeleri kullanılmıştır. Bu çatı malzemelerinin kullanımı ile ilgili sorulan sorulara cevap yazınız (Görsel 1.309).

1. Yoğun kar yağışı olan bölgelerde hangi çatı tercih edilmelidir?
2. Kurak ve sıcak bölgelerde hangi çatı tercih edilmelidir?
3. Şiddetli rüzgar etkisindeki bölgelerde hangi çatı tercih edilmelidir?




**Görsel 1.309:** Çatı kaplama malzemeleri özellikleri

Çatı Kaplaması Seçiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler (Tablo 1.25)

**Tablo 1.25: Çatı Kaplaması Malzemeleri**

| 🔍 Ölçüt | 📌 Açıklama | 🧱 Malzeme/Tercih |
|---|---|---|
| 🏭 Yapının Türü | Yapının kullanım amacına göre kaplama malzemesi seçilir. | Konut: Toprak kiremit, shingle, metal kenet çatı<br>Sanayi: Metal kenet çatı |
| 🌦️ İklim Şartları | Bölgenin hava koşulları dikkate alınır. | Kar yağışı fazla bölgeler: Metal kenet çatı<br>Yağışlı bölgeler: Su geçirimsiz metal çatılar |
| 📏 Çatı Eğimi | Kaplama malzemesi çatı eğimine uygun olmalıdır. | Orta eğim: Shingle, toprak kiremit<br>Yüksek eğim: Kenet sac |
| ⚖️ Ağırlık | Taşıyıcı sistemin kaldırabileceği yük önemlidir. | Ahşap çatılarda hafif malzemeler tercih edilir. |
| 💧 Su Yalıtımı | Su geçirmezlik özelliği bulunmalıdır. | Nem bariyerli metal kenet çatılar avantaj sağlar. |
| 🔥 Dayanıklılık | Malzemenin uzun ömürlü olması gerekir. | Metal kenet çatı ve toprak kiremit dayanıklıdır. |
| 💰 Maliyet | Malzeme ve işçilik maliyeti değerlendirilir. | Shingle kaplamalar ekonomik çözümler sunabilir. |
| 🎨 Estetik | Yapının görünümüne uygun malzeme seçilmelidir. | Villa: Shingle, kenet çatı<br>Tarihi yapı: Toprak kiremit |

### 1.31. SIRA SİZDE

Aşağıdaki durumlara en uygun çatı kaplama malzemesini yazınız ve nedenini belirtiniz.

» Yoğun yağış alan bir bölge:

Malzeme: .....

Neden: .....

» Modern görünümlü bir villa:

Malzeme: .....

Neden: .....

» Geniş açıklıklı bir fabrika:

Malzeme: .....

Neden: .....

## 1.7.4. Çatıların Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Suyun uzaklaştırılması, estetik görünüm ve kullanım amacına göre farklı geometrik şekillerde tasarlanır. Çatının şekli, suyun tahliyesini, rüzgâra karşı dayanımını ve yapının estetik görünümünü doğrudan etkiler.

Şekillerine göre çatı sınıflaması aşağıda verilmiştir.

**Sundurma Çatı (Tek Eğimli Çatı)**

» Tek yöne eğimli basit çatı tipidir.

» Depo, garaj, eklenti yapılarında kullanılır.

» Yapımı kolay ve ekonomiktir.

**Beşik Çatı (İki Eğimli Çatı)**

» En yaygın çatı tipidir.

» İki yüzey karşılıklı eğimlidir.

» Yağmur ve kar suyunu kolay tahliye eder.

» Konutlarda sıkça kullanılır.

**Kırma Çatı (Dört Eğimli Çatı)**

» Dört tarafı eğimli çatıdır.

» Rüzgâra karşı daha dayanıklıdır.

» Su tahliyesi dengelidir.

» Genellikle büyük ve müstakil yapılarda tercih edilir.

**Tonoz Çatı (Kavisli Çatı)**

» Yarım silindir şeklinde kavisli yapıdadır.

» Tarihi yapılarda ve büyük açıklıklarda kullanılır.

» Estetik ve mimari değeri yüksektir

Sundurma, beşik, kırma ve tonoz çatı tipleri örnekleriyle birlikte verilmiş ve bu çatıların eğim yönleri ile genel özellikleri karşılaştırılmalı olarak gösterilmiştir. (Görsel 1.310).Bu sınıflandırma, çatının kullanım amacına ve bulunduğu çevre koşullarına uygun seçilmesini sağlar.



**Görsel 1.310: Çatıların şekillerine göre sınıflandırılması**

**Çatı şekillerinin iklim ile ilişkisi**: Çatının şekli, bulunduğu bölgenin iklim özelliklerine göre belirlenir. Yağış miktarı, sıcaklık, rüzgâr ve çevre koşulları çatı formunu doğrudan etkiler. Suyu uzaklaştırmak, rüzgâra karşı dayanım sağlamak ve iç mekân konforunu artırmak amaçlanır.

**Yağışlı ve Karlı Bölgelerde Çatı Şekli**

» Bu bölgelerde eğimli çatılar tercih edilir.

» Beşik çatı ve kırma çatı yaygındır.

» Kar ve yağmur suyu çatı üzerinde birikmeden akıtılır.

» Çatı eğimi genellikle daha fazladır.

**Sıcak ve Kurak Bölgelerde Çatı Şekli**

» Düşük eğimli veya düz çatılar tercih edilir.

» Teras çatı kullanımı yaygındır.

» Güneşten korunmak için gölgelik ve yalıtım önemlidir.

» Çatı, yaşam alanı olarak da kullanılabilir.

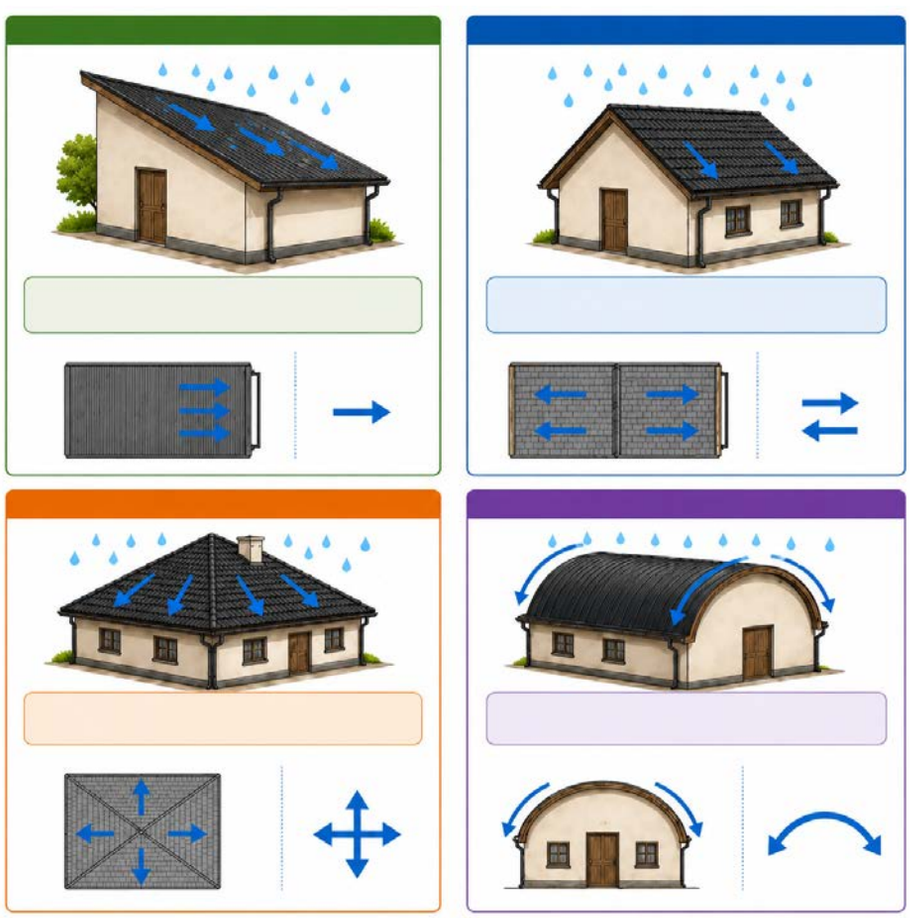
**Rüzgârlı Bölgelerde Çatı Şekli**

» Rüzgârın etkisini azaltmak için kırma çatı gibi dengeli formlar tercih edilir.

» Sundurma çatı gibi tek yönlü çatılar rüzgâr yönüne göre tasarlanır.

» Çatının uç kısımları (saçaklar) fazla büyük yapılmaz.

Sundurma çatıda suyun tek yöne, beşik çatıda iki yöne, kırma çatıda dört yöne ve tonoz çatıda eğrisel yüzey boyunca yanlara doğru aktığı görülmektedir ( Görsel 1.311)



**Görsel 1.311:** Çatıların eğimleri ve su tahliyesi

## 1.32. SIRA SİZDE

Aşağıdaki özelliklere göre çatı tipini yazınız.

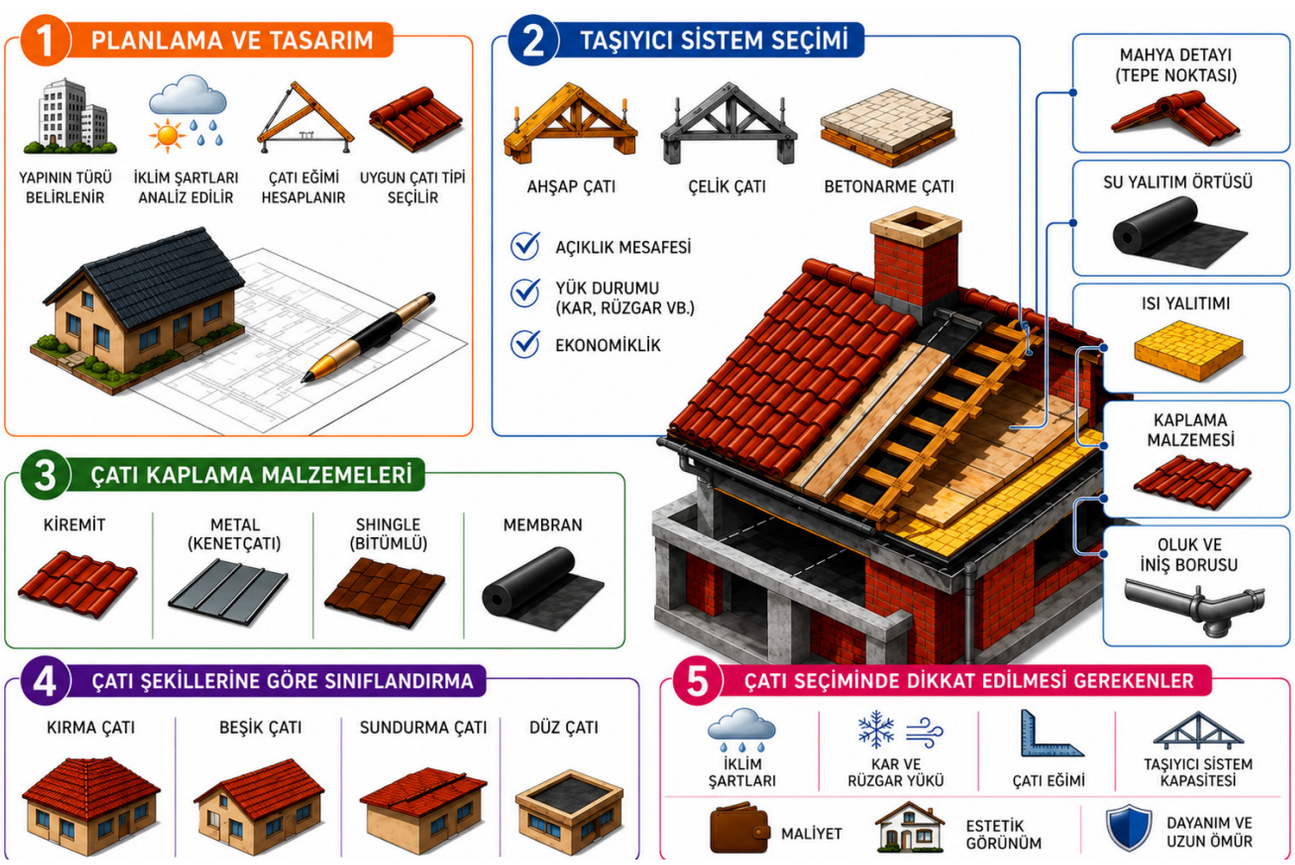
» Suyu dört yöne tahliye eder → .....

» Tek yöne eğimlidir → .....

» İki yöne su tahliyesi vardır →.....

» Eğrisel (kavisli) yüzeye sahiptir → .....,,

Çatıların planlama ve tasarım aşamasından başlayarak taşıyıcı sistem seçimi kaplama malzemelerinin belirlenmesi ve şekillerine göre sınıflandırılmasına kadar olan süreç bütüncül şekilde gösterilmektedir (Görsel 1.312)




**Görsel 1.312:** Çatıların genel grafiği

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.**

**1.** (  ) "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" ne göre A sınıfı zeminler sert kayalardan oluşur.

**2.** (  ) Merdivenlerde iki kat arasındaki rıht sayısını hesaplamak için kat yüksekliği (H), rıht yüksekliğine (h) bölünür.

**3.** (  ) Çelik kalıplar genellikle ahşap kalıplardan daha az sayıda kullanılabilir.

**4.** (  ) Kür işlemi beton dökülmeden önce uygulanır.

**5.** (  ) Pas payı, donatıyı dış etkilere karşı korumak amacıyla bırakılır.

**6.** (  ) Tuğla duvar örülürken düşey derzlerin üst üste gelmemesine (şaşırtılmasına) dikkat edilmelidir.

**B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru kelimeleri yazınız.**

**7.** Kazı yapılan alanın yan duvarlarını desteklemek ve toprak kaymasını önlemek amacıyla yapılan her türlü yapıya ..... denir.

**8.** Merdivenlerde düşmeye karşı güvenliği sağlayan elemana ..... denir.

**9.** Yüksek katlı yapılarda yaygın olarak kullanılan kalıp sistemi ..... kalıp sistemidir.

**10.** Çimentonun su ile reaksiyona girerek sertleşmesi olayına ..... denir.

**11.** Zemin taşıma gücünün düşük olduğu yapılarda tüm binanın altına yapılan temele ..... denir.

**12.** Yapıdaki yükleri temele ileten düşey taşıyıcı elemana ..... denir.

**13.** Tuğla duvar örme işleminde yatayda kullanılan yapıştırma harcı kalınlığı genellikle ..... olmalıdır.

**C) Aşağıdaki sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.**

**14. 3194 sayılı İmar Kanunu'na göre aşağıdakilerden hangisi "yapı" tanımında <u>yer almaz</u>?**

A) Yer altı ve yer üstü yapılar
B) Karada ve suda yapılan yapılar
C) Sadece insanların oturduğu üstü örtülü yapılar
D) Sabit yapılar
E) Hareketli yapılar

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**15. Yol, köprü, menfez ve kanalizasyon gibi tesisler, hangi yapı sınıflandırmasına girer?**

A) Üst Yapı
B) Alt Yapı
C) Daimî Yapı
D) Sanatsal yapı
E) Sosyal Yapı

**16. İnşaat aksların korunması ve kolon yerlerinin tam belirlenmesi için kullanılan ahşap düzenek aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Tahkimat duvarı
B) Kuyulu temel kalıbı
C) İp iskelesi
D) İksa sistemi
E) Anroşman tabakası

**17. Su altında gevşek tabaka temizlendikten sonra sert zemine büyük kayaların serilmesi işlemi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Vibrasyonlu çakma
B) Tesviye
C) Anroşman
D) Drenaj
E) Bentonit enjeksiyonu

**18. Aşağıdakilerden hangisi yapıldığı malzemeye göre merdiven çeşitlerinden biri değildir?**

A) Metal merdiven
B) Ahşap merdiven
C) Betonarme merdiven
D) Yangın merdiveni
E) Kâgir merdiven

**19. Merdiven eğimine göre yapılan sınıflandırmada 25-36 derece arasındaki eğim hangi tür merdivendir?**

A) Dik eğimli merdiven
B) Yatık eğimli merdiven
C) Normal eğimli merdiven
D) Çok eğimli merdiven
E) Fazla eğimli merdiven

**20. Aşağıdakilerden hangisi ahşap kalıpların avantajlarından biridir?**

A) Su emmesi
B) Deformasyona uğraması
C) Kolay işlenebilmesi
D) Çok ağır olması
E) Paslanmaması

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**21. Kiriş kalıpları çoğunlukla hangi yapı elemanı ile birlikte oluşturulur?**

A) Kolon
B) Temel
C) Döşeme
D) Perde
E) Merdiven

**22. Aşağıdakilerden hangisi betonun temel bileşenlerinden biri değildir?**

A) Su
B) Çimento
C) Agrega
D) Katkı maddesi
E) Çelik profil

**23. Betonun akışkanlığını ifade eden terim aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Rötre
B) Priz
C) Kıvam
D) Aderans
E) Durabilite

**24. Aşağıdakilerden hangisi betonarme donatılarından biridir?**

A) Ahşap çubuk
B) Nervürlü çelik
C) Plastik boru
D) Tuğla
E) Cam lif

**25. Aşağıdakilerden hangisi yüzeysel temel türlerinden biridir?**

A) Kazık temel
B) Keson temel
C) Radye temel
D) Derin temel
E) Ankraj temel

**26. Yapının çatısından ve döşemelerinden gelen yükleri temele ileten duvar türü aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Bölme duvar
B) İç duvar
C) Taşıyıcı duvar
D) Dış duvar
E) Kılıç duvar

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**27. Binadaki elektrik, su ve doğal gaz borularının geçirilmesi ve bakımı için yapılan boşluklara ne denir?**

A) Tesisat bacası
B) Çöp bacası
C) Shunt bacası
D) Adi bacası
E) Havalandırma bacası

**28. Çatının temel görevi aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yapının temelini güçlendirmek
B) Yapıyı dış etkenlerden korumak
C) İç mekânı genişletmek
D) Kolonları taşımak
E) Duvar kalınlığını artırmak

**29. Çatı sisteminin seçimini etkileyen en önemli faktörlerden biri nedir?**

A) Kapı sayısı
B) İklim şartları
C) Boya markası
D) Pencere sayısı
E) Bahçe büyüklüğü

**30. Bacalarda 'baca geri tepmesi' olayının temel nedeni nedir?**

A) Baca şapkalı olması
B) İç yüzeyin pürüzsüz olması
C) Bacanın çok sıcak olması
D) Bacanın soğuyup gazın ağırlaşması
E) Bacanın çatıdan 80 cm yukarıda olması

# 2. ÖĞRENME BİRİMİ

## KONULAR

2.1. SIVALAR

2.2. BOYALAR

2.3. YAPI YÜZEY KAPLAMALARI

2.4. YAPIDA YALITIM

2.5. CEPHE SİSTEMLERİ

2.6. İSKELE

2.7. KAPI VE PENCERE DOĞRAMALARI

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- boya
- cephe sistemleri
- iskele
- kapı doğramaları
- pencere doğramaları
- sıva
- yalıtım
- yüzey kaplamaları

# YAPIDA İNCE İŞLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

» yapının iç, dış yüzeylerine sıva yapılmasının nedenlerini açıklamanız

» yapının iç, dış yüzeylerinin boyanma nedenlerini açıklamanız

» yapıda yapılan yüzey kaplamalarını ayırt edebilmeniz

» yapıda yalıtımın önemini açıklamanız

» yapıda cephe sistemlerinin çeşitlerini sınıflandırmanız

» yapıda güvenli iskele kurulumunu açıklamanız

» yapılarda malzemelerine göre kapı ve pencerelerin özelliklerini açıklamanız

**beklenmektedir.**

## ÖĞRENME BİRİMİNE BAŞLARKEN

Bu öğrenme biriminde sıva, boya, kaplama, döşeme ve yalıtım gibi birçok ince işin kapsamı, bu işlerde kullanılan malzemeler, bu işlerin uygulama teknikleri ve dikkat edilmesi gereken kurallar anlatılmıştır.

Öğrenme biriminde çalışma yaprağını doldurmanız, bilgi görseli hazırlamanız, performans görevini yerine getirmeniz istenmektedir. "Sıra Sizde" uygulamalarıyla konu pekiştirilecektir. Konu sonunda verilen testle konunun öğrenilme düzeyi saptanacaktır.

### HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Yapının iç, dış yüzeylerine sıva yapılmasının önemi hakkındaki düşüncelerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Çevrenizdeki sıvalı yüzeyleri inceleyiniz . Sıvalı yüzeylerin ne tür zeminlere yapıldığını belirleyerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Sıvayı oluşturan malzemeleri araştırınız.

**Sıvalarda Yeni Gelişmeler**

Sıva teknolojileri de yapı sektöründeki gelişmelere paralel olarak ilerlemektedir. Günümüzde sıvalar yalnızca yüzey düzeltme amacıyla değil, aynı zamanda yalıtım, dayanıklılık ve enerji verimliliği sağlamak için de kullanılmaktadır.

**Hazır kuru karışım sıvalar**: Fabrikada üretilen ve şantiyede su ilave edilerek kullanılan sıvalardır. Kaliteli ve homojen uygulama sağlar.

**Makine sıvaları**: Sıva makineleri ile hızlı ve düzgün uygulama yapılmasına olanak tanır.

**Isı Yalıtım sıvaları**: İçeriğindeki özel agregalar sayesinde ısı kayıplarını azaltır ve enerji tasarrufuna katkı sağlar.

**Ses yalıtım sıvaları**: Gürültünün azaltılmasına yardımcı olarak daha konforlu yaşam alanları oluşturur.

**Su itici sıvalar**: Nem ve su geçişini azaltarak yapı elemanlarını korur.

**Lif takviyeli sıvalar**: Çatlak oluşumunu azaltır ve sıvanın dayanımını artırır.

**Dekoratif ve renkli sıvalar**: Estetik görünüm sağlayarak ek boya ihtiyacını azaltabilir.

**Çevre dostu sıvalar**: Geri dönüştürülebilir ve düşük karbon salınımlı malzemeler kullanılarak üretilmektedir.

**Sonuç:**

Yeni nesil sıvalar, yapıların dayanıklılığını artırırken enerji verimliliği, konfor ve estetik açıdan da önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle modern yapılarda gelişmiş sıva sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

# 2.1. SIVALAR

Yapı teknolojisinin temel unsurlarından biridir. Yapı yüzeylerinin korunması, düzeltilmesi ve estetik görünüm kazanması amacıyla uygulanır. Tarih boyunca farklı malzemelerle geliştirilen sıva teknikleri, işlevsel ve görsel açıdan mimarinin önemlibir parçası olmuştur. Çimento, kireç ve alçı gibi bağlayıcı malzemelerin su ve agregalarla karıştırılmasıyla elde edilen sıva harcı, duvar ve tavan yüzeylerine uygulanarak yapının dış etkenlere karşı dayanıklılığını artırır. Sıva, yüzeyleri boyaya hazır hale getirerek iç ve dış mekânda düzenli ve estetik bütünlük oluştururur. Sıva yalnızca bir kaplama değil yapının uzun ömürlü ve sağlıklı olmasında öneml rol oynayan yapı elemanıdır. Nem, sıcaklık değişimleri ve mekanik etkiler gibi faktörlere karşı yüzeyi koruyarak yapı ömrünün uzamasını sağlar.

Harcın doğru hazırlanması, yüzeye uygun sıva türünün seçilmesi ve uygulamanın belli kurallara göre yapılması sıvanın kalitesini doğrudan etkiler. Aksi halde çatlama, dökülme veya kabarma gibi sorunlarla karşılaşılabilir.

**Sıvanın Amaçları**

» Yüzeyi düzeltmek ve pürüzsüz hale getirmek

» Yapıyı dış etkenlerden korumak (yağmur, nem, sıcaklık)

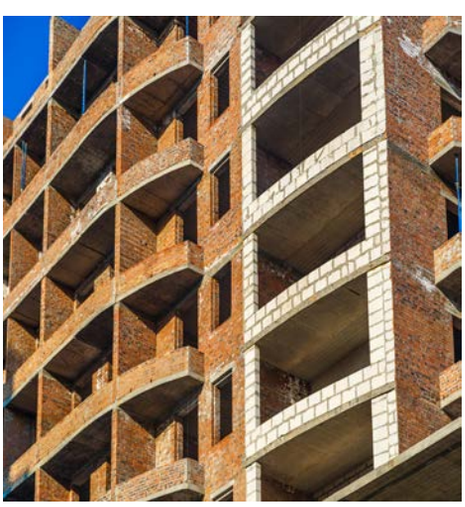
» Isı ve ses yalıtımını sağlamak

» Boyaya hazır yüzey oluşturmak

» Estetik görünüm kazandırmak

## 2.1. SIRA SİZDE

1. Öğretmen rehberliğinde üç kişilik gruplara ayrılınız.
2. Sıva hakkında Görsel 2.1 ve Görsel 2.2'yi inceleyiniz. Verilen soruların cevapları hakkındaki görüşlerinizi grup arkadaşlarınızla paylaşınız.



**Görsel 2.1:** Pürüzlü, sıvasız duvar



**Görsel 2.2:** Düzgün, sıvalı ve boyaya hazır duvar

1. Görsellerdeki hangi yüzey daha kullanışlıdır?
2. Görsellerdeki hangi yüzey daha dayanıklı görünmektedir?
3. Görsellerdeki hangi yüzeyde boya daha iyi tutar?

## 2.1.1. Sıva Çeşitleri

Sıva çeşitleri, yapıların farklı ihtiyaçlarına cevap verebilmek amacıyla geliştirilmiş kaplama türleridir. Yapı yüzeylerinin korunması, düzeltilmesi ve estetik görünüm kazanması için kullanılan sıvalar; içeriklerine, kullanım alanlarına ve özelliklerine göre türlere ayrılır. Her sıva türü, uygulanacağı ortamın koşullarına göre seçilir ve bu seçim, yapının dayanıklılığı ile kullanım ömrü açısından önem taşır.

Sıvalar; çimento, alçı ve kireç gibi bağlayıcı malzemelere göre sınıflandırılır. Çimento esaslı sıvalar dış cephede dayanıklılık sağlar, alçı sıvalar iç mekânda pürüzsüz yüzey elde etmek için tercih edilir. Kireç sıvalar, doğal yapılarıyla özellikle nem dengesi gereken ortamda kullanılır. Bunun yanında dekoratif sıvalar, estetik amaçlarla farklı doku ve desenler oluşturmak için uygulanır.

Sıvalar genel olarak aşağıdaki ölçütlere göre sınıflandırılır.

» Uygulanan yere göre sıvalar

» Üretim şekillerine göre sıvalar

» Bağlayıcı malzemeye göre sıvalar

» Uygulandığı duvar yüzeyine göre sıvalar

### 2.1.1.1. Uygulanan Yere Göre Sıvalar

Sıvanın kullanıldığı yapı elemanına veya mekâna göre sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırma, sıvanın maruz kalacağı çevresel koşullara (nem, su, sıcaklık, dış etkenler, yük vb.) uygun seçilmesini sağlanır.

Uygulandıkları yerlere göre sıvalar iç sıva ve dış sıva olarak ikiye ayrılır.

**İç sıva**: Yapının iç yüzeylerine uygulanan, duvar ve tavanları düzgün, estetik ve kaplamaya uygun hale getiren sıvadır. Genellikle alçı esaslı veya ince sıva türleri kullanılır.Yüzeyi boyama ve kaplamaya uygun hale getiren kaplama tabakasıdır.

**Dış sıva**: Dış cephede yağmur, güneş, rüzgâr ve sıcaklık değişimleri gibi dış etkenlere karşı koruma sağlayan ve yüzeye dayanıklılık kazandıran sıvadır. Yüzeyi boyama ve kaplamaya uygun hale getiren kaplama tabakasıdır.

**2.2. SIRA SİZDE**

Uygulanan yere göre sıva çeşitleri hakkında bildiklerinizi gösterilen kutulara yazınız.



## 2.1.1.2. Üretim Şekillerine Göre Sıvalar

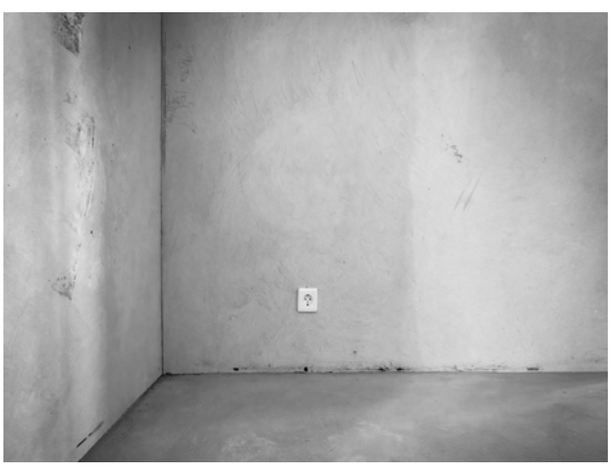
Hazırlanış ve uygulama yöntemlerine göre sınıflandırılır. Sıvanın dayanıklılığını, kullanım alanını ve performansını doğrudan etkiler. Üretim şekline göre yapılan sıvalar, yerinde yapılan sıva ve fabrikada üretilen sıva olarak ikiye ayrılır.

» **Yerinde Yapılan Sıva Çeşitleri**

Sıvanın hangi yüzeyde ve hangi ortam koşullarında kullanılacağına göre sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırma sıvanın dayanıklılık, suya direnç, estetik ve yalıtım özelliklerini doğru seçmek için yapılır. Üretim şekillerine göre yerinde yapılan sıvalara, aşağıdaki sıvalar örnek verilebilir.

**Kaba sıva**: Kum, bağlayıcı ve su ile karıştırılarak hazırlanan sıvadır. Duvar yüzeyine uygulanan ilk sıva tabakasıdır. Amaç, yüzeyi düzeltmek ve üzerine yapılacak ince (son kat) sıva için sağlam zemin oluşturmaktır (Görsel 2.3).

**İnce sıva**: Alçı ve çimento esaslı malzemelerin su ile karıştırılmasıyla hazırlanan sıvadır.Kaba sıva üzerine uygulanan ve yüzeyi son haline getiren ince tabakalı kaplama işlemidir. Duvarı tamamen düz, pürüzsüz ve boyaya hazır hale getirmek amaçlanır. Genellikle son kat uygulaması olarak yapılır (Görsel 2.4).



**Görsel 2.3:** Kaba sıva



**Görsel 2.4:** İnce sıva

**Rabitz sıva**: Metal tel örgü (rabitz teli) üzerine uygulanan özel sıvadır. Genellikle farklı malzemelerin birleştiği yüzeylerde veya sıvanın tutunmasının zor olduğu alanlarda kullanılır. Sıvanın yüzeye daha sağlam tutunmasını sağlamak ve çatlamaları önlemek amaçlanır. Önce yüzeye metal tel örgü sabitlenir, ardından sıva bu örgü üzerine uygulanır. Tel örgü, sıvanın yüzeye tutunmasını güçlendirir (Görsel 2.5).

**Alçı sıva**: Bağlayıcı malzemesi alçı (kalsiyum sülfat) olan ve genellikle iç mekânlarda kullanılan sıva türüdür. Duvar ve tavan yüzeylerini düzgün, pürüzsüz ve boyaya hazır hale getirmek amacıyla uygulanır (Görsel 2.6).



**Görsel 2.5:** Rabitz sıva



**Görsel 2.6:** Alçı sıva

**Edelputz sıva**: Genellikle dış cephelerde kullanılan, mineral esaslı ve dekoratif amaçlı son kat sıvadır. Çimento, kireç, mineral agregalar (kum, mermer tozu vb.) ve pigmentler bulunur. Uygulandığı yüzeye koruma ve estetik görünüm kazandırır Görsel 2.7).

**Mermer tozu sıva**: Bağlayıcı malzemeye (genellikle kireç veya çimento) öğütülmüş mermer tozunun karıştırılmasıyla elde edilen, dekoratif ve dayanıklı sıva türüdür.Yüzeye mermer benzeri parlak, pürüzsüz ve estetik görünüm kazandırır (Görsel 2.8).



**Görsel 2.7:** Edelputz sıva



**Görsel 2.8:** Mermer tozu sıva

**Mermer pirinçli/doğal taş pirinçli suni taş sıva**: Bağlayıcı malzemeye (çimento veya reçine esaslı) mermer kırıkları, doğal taş parçacıkları (pirinç) katılarak elde edilen dekoratif kaplama sıvasıdır.Uygulandığı yüzeye doğal taş görünümü kazandırır, estetik ve dayanıklı kaplama sağlar (Görsel 2.09).

**Çarpma sıvalar-serpme sıva**: Harcın yüzeye ince şekilde serpilerek veya püskürtülerek uygulanmasıdır. Genellikle binaların dış yüzeyleri ya da su basman seviyesine kadar olan dış duvara yapılır (Görsel 2.10).



**Görsel 2.9:** Mermer pirinçli/doğal taş pirinçli suni taş sıva



**Görsel 2.10:** Çarpma-serpme sıva

**Püskürtme sıva**: Sıva harcının özel makine veya püskürtme tabancalarıyla yüzeye basınçla püskürtülerek uygulandığı sıvadır. Bu yöntemle yüzeyde pütürlü (grenli) ve dekoratif doku elde edilir. Püskürtme sıva, dekorasyon amacıyla da kullanılır (Görsel 2.11).

**Perdah sıva**: Kaba ve ince sıva uygulamalarından sonra yapılan son düzeltme katıdır. Yüzey, boya veya kaplamaya hazır hale getirlir. Boya öncesi ideal zemin oluşturulur (Görsel 2.12).



**Görsel 2.11:** Püskürtme sıva



**Görsel 2.12:** Perdah sıva

**Desenli sıva**: Duvar yüzeyine uygulandıktan sonra özel aletlerle (mala, rulo, fırça vb.) şekil verilerek oluşturulan dekoratif ve dokulu kaplamadır (Görsel 2.13).

**Bağdadi sıva**: Ahşap karkas (iskelet) üzerine çakılan ince ahşap çıtalar (bağdadi çıtası) arasına sıva harcının doldurulmasıyla yapılan geleneksel sıvadır. Sıva, çıtalar arasına tutunarak yüzey oluşturur (Görsel 2.14).



**Görsel 2.13:** Desenli sıva



**Görsel 2.14:** Bağdadi sıva

**Alaturka sıva**: Kireç, kil, kum, saman gibi malzemelerin karışımıyla oluşturulan sıvadır.Özellikle kırsal ve geleneksel yapılarda kullanılır. Doğal malzemelerle yapılan sıvadır. Modern çimento esaslı sıvalardan farklı olarak daha "nefes alan" ve doğal yapıya sahiptir.

## 2.3. SIRA SİZDE

Aşağıda Tablo 2.1'de verilen sıva çeşitlerinin özelliklerini ilgili alanlara yazınız.

**Tablo 2.1: Sıva çeşitleri**

| Sıva Türü | Kullanım Alanı | Dayanıklılık | Yüzey Özelliği | Nerede Tercih Edilir? |
|---|---|---|---|---|
| Çimento Sıvası | | | | |
| Kireç Sıvası | | | | |
| Alçı Sıvası | | | | |

» **Fabrikada Yapılan Hazır Sıva Çeşitleri**

Bağlayıcı (çimento, alçı veya kireç), agrega (kum) ve çeşitli katkı maddeleri fabrikada belli oranlarda karıştırılarak elde edilir. Kullanım sırasında yalnızca su eklenir,mala veya makine ile yüzeye uygulanır. Şantiyede tek tek malzeme karıştırmaya gerek kalmadan önceden paketlenmiş sıva ürünleridir. Genellikle torba halinde satılır ve sadece su eklenerek uygulanır. Bu sayede zaman kazandırır ve her uygulamada aynı kaliteyi sağlar. Yapıların iç ve dış sıvalarında kullanılır. Üretimlerine göre fabrikada yapılan hazır sıvalar çeşitleri aşağıda sıralanarak açıklanmıştır.

**Mineral esaslı, düz veya desenli görünen hazır sıva**: Çimento, kireç ve doğal agregalar (kum, mermer tozu vb.) içeren koruyucu ve dekoratif amaçla kullanılan son kat kaplama sıvasıdır. Genellikle dış cephede tercih edilir ancak uygun yüzeyde iç mekânda da kullanılır. Fabrikada standart oranda hazırlanmış mineral karışımdır. Uygulama sırasında su ile karıştırılır ve yüzeye mala ile sürülür. İstenirse özel tekniklerle düz (homojen) ya da desenli (grenli, çizgili, dairesel) görünüm verilir (Görsel 2.15).

Perlitli sıva: Volkanik kökenli mineral olan perlitin ısıtılarak genleştirilmesiyle elde edilen hafif agreganın, bağlayıcı ve katkılarla karıştırılmasıyla oluşur. Uygulama sırasında su ile karıştırılarak yüzeye sürülür veya püskürtülür. Hafif ve ısı yalıtım özelliği yüksek hazır sıvadır. Özellikle kaplama yalıtım katkısı, istenen yüzeyde tercih edilebilir (Görsel 2.16).



**Görsel 2.15:** Mineral esaslı, düz veya desenli görünen hazır sıva



**Görsel 2.16:** Perlitli sıva

**Anti nem sıva**: Duvarda oluşan rutubet, nem ve tuz kusması (efloresans) gibi sorunları azaltmak için geliştirilmiş, özel katkılı hazır sıvadır. Nemli ortamda duvarın nefes almasını sağlayarak nemin yüzeye zarar vermesini engeller. Çimento esaslı, gözenekli yapıya sahip ve su itici (hidrofobik) katkılar içerir. Duvardaki nemi hapseder veya dışarı atılmasını sağlar (Görsel 2.17).

Sentetik reçine bağlayıcılı sıva: Bağlayıcı olarak çimento yerine (veya çimentoyla birlikte) akrilik, silikon, siloksan gibi polimer esaslı reçineler kullanılan; genellikle dekoratif ve su itici özellikte hazır sıvadır. Dış cephede uzun ömür ve estetik görünüm isteyen uygulamalarda tercih edilir. Fabrikada sentetik reçine (polimer) bağlayıcılar, mineral agregalar ve katkıların karıştırılmasıyla üretilir. Uygulamaya hazır (çoğu zaman kovada) gelir ve doğrudan yüzeye uygulanır (Görsel 2.18).



**Görsel 2.17:** Anti nem sıva



**Görsel 2.18:** Sentetik reçine bağlayıcılı sıva

**Hazır ipek sıva**: Duvara ipeksi, yumuşak ve dekoratif görünüm kazandırır. İçinde tekstil lifleri (ipek/selüloz), pigmentler ve bağlayıcılar bulunan özel kaplama malzemesidir. Klasik sıvalardan farklı olarak daha çok dekoratif iç mekân kaplaması olarak kullanılır. Paket halinde satılır, su ile karıştırılarak elle uygulanır. Kuruduğunda duvarda yumuşak dokulu, hafif parlak ve tekstil hissi veren yüzey oluşturur (Görsel 2.19).

**Granit tipi hazır sıva**: İçinde renkli doğal taş (granit/mermer) granülleri bulunur. Uygulandığında yüzeyde taş kaplama görünümü oluşturan dekoratif ve dayanıklı sıvadır. Dış cephede kullanılır ve binaya doğal taş estetiği kazandırır. Fabrikada renkli taş agregaları, sentetik reçine bağlayıcılar ve katkı maddelerinin karıştırılmasıyla hazırlanır. Uygulandığında yüzeyde çok renkli, granit benzeri sert ve dekoratif kaplama oluşturur (Görsel 2..20).



**Görsel 2.19:** Hazır ipek sıva



**Görsel 2.20:** Granit tipi hazır sıva

**Hazır keniteks püskürtme sıva**: Özel reçine ve "keniteks" adı verilen katkılı karışım içeren, makine ile püskürtülerek uygulanan dekoratif ve dayanıklı hazır sıvadır. Genellikle su katılmadan kullanılır ve yüksek yapışma gücüne sahiptir. Yüzeye yüksek basınçlı makinelerle püskürtülerek uygulanır. Yüzeyde homojen, pütürlü ve dekoratif kaplama elde edilir.

## 2.4. SIRA SİZDE

Aşağıda Tablo 2.2'de verilen sıva türlerinin özelliklerini ilgili alanlara yazınız.

**Tablo 2.2: Fabrikada yapılan hazır sıvalar**

| Sıva Türü | Nerede Kullanılır? | Neden Tercih Edilir? |
|---|---|---|
| Perlitli Sıva | | |
| Hazır İpek Sıva | | |
| Anti Nem Sıva | | |

### 2.1.1.2. Üretim Şekillerine Göre Sıvalar

Çimento, kireç, alçı, sentetik reçine veya kil gibi farklı bağlayıcıların kullanılmasıyla oluşturulan sıva türleridir. Sıvanın dayanımını, esnekliğini, suya karşı davranışını ve nefes alma özelliğini belirleyen en önemli unsurdur. Bağlayıcı malzemeye göre sıvalar aşağıda sıralanarak açıklanmıştır.

**Mineral bağlayıcılı sıva**: Bağlayıcı olarak çimento, kireç veya alçı gibi doğal (inorganik) minerallerin kullanıldığı sıvadır. Nefes alabilirlik, dayanıklılık ve doğallık açısından öne çıkar. Genellikle iç ve dış cephelerde kullanılır (Görsel 2.21).

**Sentetik bağlayıcılı sıva**: Bağlayıcı olarak polimer esaslı malzemelerin (akrilik, silikon, siloksan vb.) kullanıldığı, genellikle hazır ve dekoratif kaplama amaçlı sıvadır. Modern yapılarda özellikle dış cephede ve mantolama sistemlerinde yaygın tercih edilir (Görsel 2.22).



**Görsel 2.21: Mineral bağlayıcılı sıva**



**Görsel 2.22: Sentetik bağlayıcılı sıva**

## 2.5. SIRA SİZDE

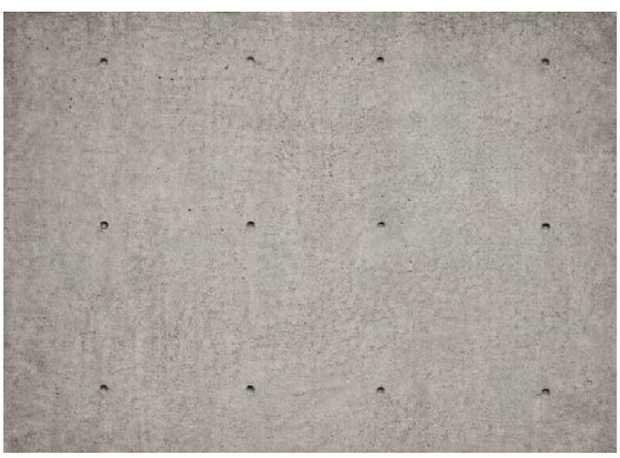
Mineral ve sentetik bağlayıcılı sıvalar arasındaki farkları aşağıya yazınız.

## 2.1.1.4. Uygulandığı Duvar Yüzeyine Göre Sıvalar

Duvarın yapısına ve malzemesine göre sınıflandırılır.Yapılarda sıva uygulanacak beton yüzey, perde, kolon, kiriş ve döşeme vb. elemanların yüzeyleridir.Her duvarın yüzeyi (beton, tuğla, gaz beton vb.) farklı özelliklere sahiptir ve buna uygun sıva seçilmelidir.

**Beton yüzey sıvaları**: Brüt beton gibi düz ve kaygan yüzeyde, sıvanın yüzeye sağlam tutunmasını sağlamak için özel katkılar veya astarlarla uygulanan sıvadır. Betonarme yüzeye (kolon, kiriş, perde duvar vb.) uygulanmak üzere özel tasarlanmıştır. Betonun pürüzsüz ve düşük emiciliğe sahip yapısından kaynaklanan tutunma (aderans) problemini gidermek için geliştirilmiştir (Görsel 2.23).

**Tuğla yüzey sıvaları**: Tuğla ile örülmüş duvarlara uygulanır. Yüzeyi düzgünleştirmek, korumak ve kaplamaya hazır hale getirmek amacıyla kullanılan sıvadır. Tuğlanın gözenekli yapısı sayesinde bu sıvalar yüksek aderans (iyi tutunma) sağlar. Sıva uygulaması yapılırken duvarla bütünlük sağlaması için sıva harcının su emme özelliği ile sıva uygulanacak yüzeyin su emmesi aynı veya ona uygun hazırlanmalıdır (Görsel 2.24).



**Görsel 2.23:** Beton yüzey sıvası



**Görsel 2.24:** Tuğla yüzey sıvası

**Gaz beton (ytong) yüzey sıvaları**: Gaz beton bloklardan (ytong) yapılmış duvarlara uygulanan, bu yüzeylerin yüksek emicilik ve hafif yapı özelliklerine uygun olarak geliştirilmiş özel sıvalardır. Yüksek su emme kapasitesine sahiptir. Yüzeye iyi tutunan ve çatlama riskini azaltan özel formüllü sıvalardır (Görsel 2.25).

**Taş duvar sıvaları**: Doğal taş veya moloz taşla örülmüş duvarlara uygulanır. Yüzeyi düzgünleştirmek, korumak ve dayanımını artırmak amacıyla kullanılan sıva türüdür. Düzensiz ve pürüzlü yapıya sahip taş yüzeye kalın katmanlı uygulanan ve yüksek dayanım sağlayan sıvadır (Görsel 2.26).



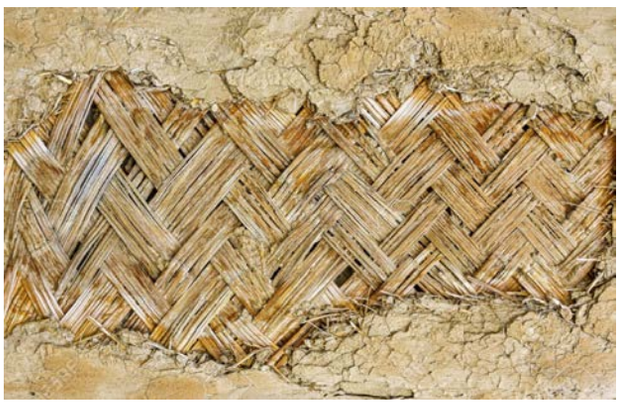
**Görsel 2.25:** Gaz beton (Ytong) yüzey sıvası



**Görsel 2.26:** Taş duvar sıvası

**Kerpiç (toprak) duvar sıvaları**: Kerpiç veya toprak esaslı duvar yüzeylerine uygulanan, yapının doğal yapısını koruyan ve nefes almasını sağlayan sıva türüdür. Toprak (kil), kireç ve doğal lifler (saman vb.) doğal ve geleneksel malzemelerle hazırlanır. Kerpiç yüzeye uyumlu, esnek ve nefes alabilen sıvadır (Görsel 2.27).

**Eski sıvalı yüzeyler (tamir sıvaları)**: Sıva yapılmış ancak zamanla çatlamış, kabarmış, dökülmüş veya hasar görmüş duvarların onarılması ve yeniden düzgün hale getirilmesi için kullanılan özel sıvalardır. Mevcut sıva yüzeyindeki bozuklukları gidermek, yüzeyi yeniden sağlam, düzgün ve kaplamaya uygun hale getirmek amacıyla uygulanır (Görsel 2.28).



**Görsel 2.27:** Kerpiç (toprak) duvar sıvası



**Görsel 2.28:** Eski sıvalı yüzeyler (tamir sıvası)

**2.6. SIRA SİZDE**

Mineral ve sentetik bağlayıcılı sıvaların dayanıklılık, nefes alabilirlik ve kullanım alanı yönünden arasındaki farkları yazınız.

## 2.2. YAPIDA BOYA ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Boya, yapının güzel, estetik görünmesini sağlar. Renk ve dokusuyla mekânlara dekoratif özellik kazandırır, yüzeyde (ahşap, metal, kagir) koruyucu tabaka oluşturur. Yüzeyin dayanıklılığını artırır, malzemenin uzun ömürlü olmasını sağlar.

Günümüzde yapı sektöründe estetik görünüm sağlamanın yanında koruma ve yalıtım amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 2.2.1. Boya ve Önemi

Boya; uygulandığı yüzeyde ince film tabakası bırakıp koruyuculuk sağlayan veya dekoratif görünüm veren, ince katlar halinde yüzeye sürülen sıvı, macun veya toz şeklinde kimyasal ürün olarak tanımlanır. İç ve dış cephe boyaları mat, yarı parlak veya parlak görünüm veren su bazlı boyadır (Görsel 2.29). TS EN 13300' e göre boya ise, yüzeye uygulandığında opak kuru bir film oluşturan, koruyucu, dekoratif veya özel teknik özelliklere sahip pigmentli kaplama malzemesidir.



**Görsel 2.29:** Boyalar

İnşaat boyaları, dayanıklı, esnek ve dekoratif yüzey sağlarken uygulandığı yüzeyi; nem, su, güneş ışınları, kimyasal maddeler, korozyon (paslanma) ve aşınma gibi dış etkenlerden de korur.

Bazı boyalar silinebilir özellikte olduğu için yüzeylerin temizlenmesini kolaylaştırır ve hijyen sağlar.

Boya üretiminde kullanılan dört ana ham madde vardır.

» Bağlayıcı

» Pigment ve dolgu malzemesi

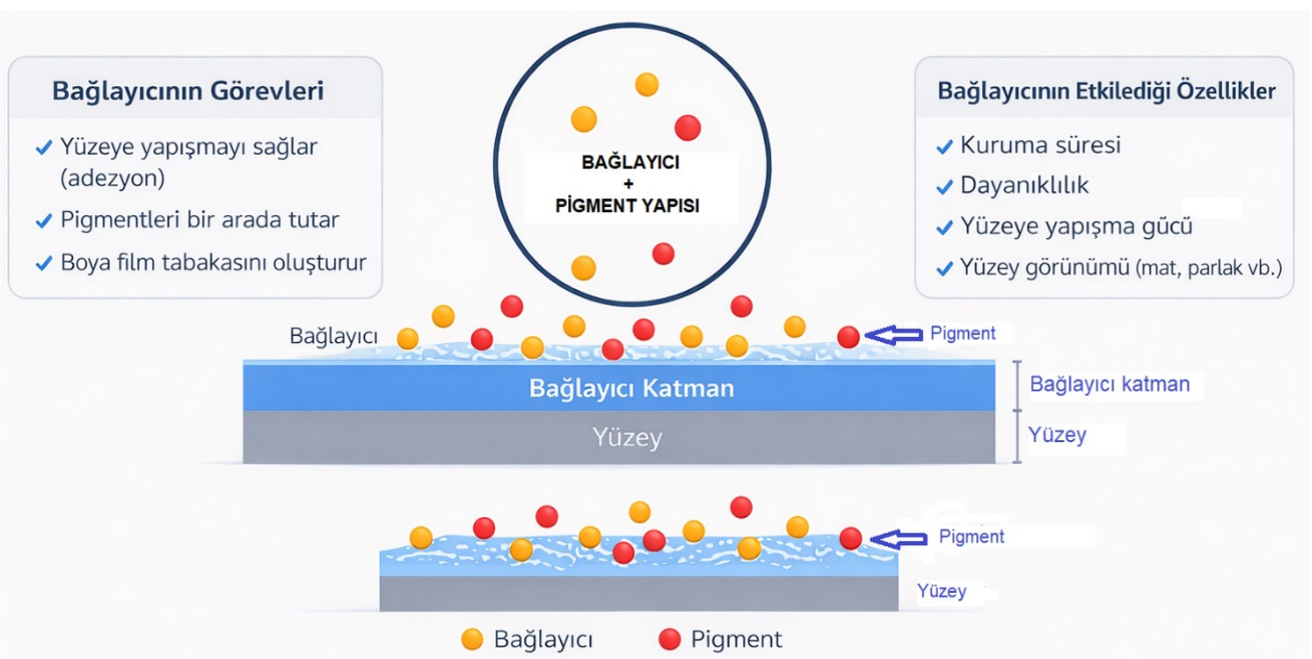
» Kimyasal katkı

» Çözücü (Solvent+Su)

Su bazlı boyada bu ana ham maddelerin oranı yaklaşık %20 su, %30 bağlayıcı, %10 katkı maddeleri ve %40 pigment ve mineraldir.

### 2.2.1.1. Bağlayıcılar

Boya üretiminin ana ham maddesidir. Boyaya istenen özelliklerin kazandırılmasında önemli rol oynayan ve bir film oluşturup boyaya koruma, yapışma, sertlik, esneklik, fiziksel ve kimyasal direnç özelliği veren kimyasal maddedir. Boyanın dayanıklılığını ve kalitesini belirleyen en önemli bileşendir (Görsel 2.30).




**Görsel 2.30: Bağlayıcılar**

Bağlayıcılar doğal ve sentetik bağlayıcılar olarak ikiye ayrılır. Çam reçinesi, kömür katranı, nitroselüloz ve yağlar doğal; alkid reçine, klor kauçuk, epoksi reçine, fenolik reçine, vinil reçine, polyester, akrilik ve silikatlar sentetik bağlayıcıdır. Boya sektöründe sıklıkla kullanılan reçineler solvent bazlı, su bazlı veya suyla inceltilebilen reçine olarak sınıflandırılabilir.

## 2.2.1.2. Pigmentler ve Dolgu Malzemeleri

Pigment, boyaya rengini verir ve örtücülük özelliği kazandırır. Boya formülündeki pigmentler, estetik amacıyla renk, opaklık ve parlaklık sağlayan; hava koşullarına karşı koruyucu işlevlere sahip kimyasal maddelerdir (Görsel 2.31). Pigmentler doğal ve sentetik olarak ikiye ayrılır.

**Doğal Pigmentler**

» Toprak boyası

» Demir oksit

**Sentetik Pigmentler**

» Titanyum dioksit

» Organik pigment



**Görsel 2.31:** Pigmentler

Dolgu malzemeleri, içinde bulunduğu ortamda çözünmeyen taneciklerden oluşur. Boya maliyetini düşürmek için kullanılır. Boyanın bazı teknik özelliklerini de iyileştirir. Boya öncesi yüzey tamiratında çatlak, çizik ve yüzey düzeltme işlemlerinde kullanılır.

Organik kaplamalarda genellikle doğal baryum sülfat, sentetik baryum sülfat, kalsit, tebeşir tozu, dolomit, talk, kaolin, mika, silika dolgular kullanılır.

## 2.2.1.3. Kimyasal Katkılar

Katkı maddeleri boya içinde az miktarda kullanılır ancak etkisi büyük ürün grubudur. Bu katkı maddelerinin doğru oranda kullanılmaması boya da problemlere neden olur.

Boyanın kalıcılık etkisini iyileştirmek, boya da istenmeyen olumsuz değişimleri önlemek için katkı maddeleri kullanılır. Islatıcı, köpük kesici, çökme önleyici, matlaştırıcı, kalınlaştırıcı, küflenme önleyici, UV (ultraviyole) ışınlarına dayanım sağlayan maddeler boyada kullanılan katkı maddeleridir.

## 2.2.1.4. Çözücüler (Solvent+Su)

Boyanın uçucu kısmını oluşturan kimyasal maddeler çözücüdür. Boyaya üretim sırasında akışkanlık (viskozite) ve uygulamada kolaylık sağlamak amacıyla kullanılır. Bu akışkanlık, pigmentlerin ve bağlayıcıların düzgün püskürtülmesini ve yüzeye yayılmasını sağlar.

Çözücüler boyaya iki aşamada eklenir. İlk aşamada boya üretimi sırasında akışkanlığı az olan veya katı halde bulunan karışımı akışkan hale getirmek; ikinci aşamada ambalajındaki boyayı uygulama sırasında fırça veya rulo ile uygulanabilir hale getirmektir. Boya kuruma aşamasında çözücüler buharlaşarak sistemden uzaklaşır.

Su bazlı sistemlerde çözücü sudur, solvent bazlı sistemlerde çözücüler; sentetik tiner, selülozik tiner ve geç kuruyan incelticilerdir.

## 2.2.1.5. Boya Üretimi

Boya kazanına belli oranda bağlayıcı malzeme konularak istenen renkte pigment (boyar madde), yüksek hızda özel karıştırıcılarda karıştırılıp içine katılan pigmentlerin parçalanması sağlanır. Boyanın kıvam durumuna göre bir miktar inceltici madde ilave edilir. Daha sonra dolgu maddesi katılan ve ezme makinelerinden geçirilen malzeme, renk ayar tanklarına alınır. Burada çeşitli katkı maddeleri ilave edildikten sonra tekrar renk ayar düzeltmeleri yapılır. Kalite kontrol testlerine tabi tutulan malzeme, boşaltma makinelerinde istenen türde ambalajlanarak piyasaya sevk edilir.

## 2.2.2. Boya Çeşitleri

Boyalar boya sektöründe çeşitli kategorilere ayrılır.

» **Çözücü/İnceltici tipine göre boya**: Su bazlı ve solvent bazlı boyadır.

» **Kullanım yerlerine göre boya**: İnşaat, endüstriyel, mobilya, zemin, plastik, metal, bobin, otomobil, deniz boyaları vb. bu gruptadır.

» **Kullanım şekline göre boya**: Astar, ara kat, son kat, vernikler olarak sınıflandırılır.

» **Kullanım amacına göre boya**: Dekoratif veya koruyucu (korozyon, antibakteriyel vb.) boyadır.

» **İnşaatlarda kullanıldığı yerlere göre boya**: İç cephe boyaları ve dış cephe boyaları olarak sınıflandırılır.

### 2.2.2.1. Çözücü/İnceltici Tipine Göre Boyalar

Boyanın inceltilmesinde kullanılacak malzemeye göre su bazlı ve solvent bazlı boyalar olarak iki sınıfa ayrılır.

» **Su Bazlı Boya ve Çeşitleri**

Suyla inceltilerek kullanılan boyalara **su bazlı boya** denir. Uygulandığı yüzeyde, içindeki suyun buharlaşmasıyla kurur. İçindeki suda çözünen kimyasallarla kolay çözünür. Kuruduğunda suya karşı dayanıklıdır. Su bazlı boya, iç cephe ve dış cephe uygulamalarında kullanılır (Görsel 2.32).



**Görsel 2.32:** Su bazlı boyalar

Aşağıda su bazlı boyaların çeşitleri yer almaktadır.

1. **Su bazlı, silikonlu, yarı mat boya**: Gerçek silinebilme özelliğine sahip, mantar ve küf önleyici esnek örtücülüğü yüksek, kokusuz, sararmayan, toz ve kir tutmayan, ipeksi mat dokuda iç cephe boyasıdır. Silikon ve özel reçinenin su itme ve buhar geçirgenliğini artırıcı özelliği, boyanın silinebilirliğini artırır. Rutubetli ortamda kabarma ve dökülmeyi önler. Boyanın yüksek örtücü özelliği, kılcal çatlaklı yüzeylere macun kullanılmadan sürülmesini sağlar. Uygulandığı yüzeyde mantar ve küf oluşumunu önler.
2. **İpek su bazlı, silikonlu, ipek mat boya**: Silinme özelliğine sahip, sararmayan, toz ve kir tutmayan, örtücülüğü yüksek, kokusuz, ipeksi mat dokuda, özel formüllü iç cephe boyasıdır. Silikon ve özel reçinenin su itme ve buhar geçirgenliğini artırıcı özelliği, boyanın silinebilirliğini artırır. Rutubetli ortamda kabarma ve dökülmeyi önler.
3. **Su bazlı, mat, lüks plastik boya**: Akrilik kopolimer bağlayıcı esaslıdır. Sıva, beton, eternit vb. yüzeylere uygulanır. Kolay sürülebilen, iyi örtücülük sağlayan, nefes alma özelliği olan, çevre dostu dekoratif boyadır. Uygulandığı yüzeylere mükemmel yapışma gösterir. Su itici ve buhar geçirgen özelliği, boyanın silinebilirliğini artırır. Rutubetli ortamda kabarma ve dökülmeyi önler.
4. **Su bazlı, tavan astar boyası**: Akrilik kopolimer bağlayıcı esaslı, su bazlı, kokusuz, nefes alma özelliği olan, beyazlığı ve kapatma gücü yüksek, mat astar boyasıdır. Sıvalı, alçılı ve kireçli her tür yüzeye uygulanır.
5. **Mat silikonlu boya**: Akrilik kopolimer bağlayıcı esaslıdır. Sıva, beton, eternit vb. yüzeylere uygulanır. Kolay sürülebilen, iyi örtücülük sağlayan, temizlenebilen, kokusuz, dekoratif iç cephe boyasıdır. Silikonun su itme ve buhar geçirgenliğini artırıcı özelliği, boyanın silinebilirliğini artırır. Rutubetli ortamda kabarma ve dökülmeyi de önler.

» **Su Bazlı Boyaların Özellikleri**

**Kokusuzluk**: Daha az kokuya sahiptir ve atmosferde iklim değişikliğine neden olan kirleticilerle reaksiyona girmez. Kolay ve göz alıcı uygulamadan ödün vermeden temiz, nefes alabilir ve uzun ömürlü yüzeyler oluşturulur.

**Uygulama kolaylığı**: Uygulanması kolaydır. En iyi sonuç için pürüzsüz ve temiz yüzeyde nemli, sentetik fırça kullanılmalıdır. Geleneksel kıl fırçalar, fırça izleri bırakabilir ve boyanın çok hızlı kurumasını sağlar, sentetik fırçalar boyanın içinde nemin duvar yüzeyi tarafından emilimini sağlar.

Fırçanın veya rulonun ilk önce nemlendirilmesi, boyanın daha kolay sürülmesini ve daha iyi yayılmasını sağlar. Hafif nemli yüzeyde tamamen ıslanmasını önlendiği sürece yayılımı kolaylaştırır.

**Hızlı kuruma**: Solvent bazlı alternatiflerine kıyasla daha hızlı kurur. Kuruma süresi genellikle 4 ila 6 saattir. Aynı gün içinde ikinci katı uygulanabilir ve aynı gün içinde kötü görünümden iyi görünüme geçiş yapar.

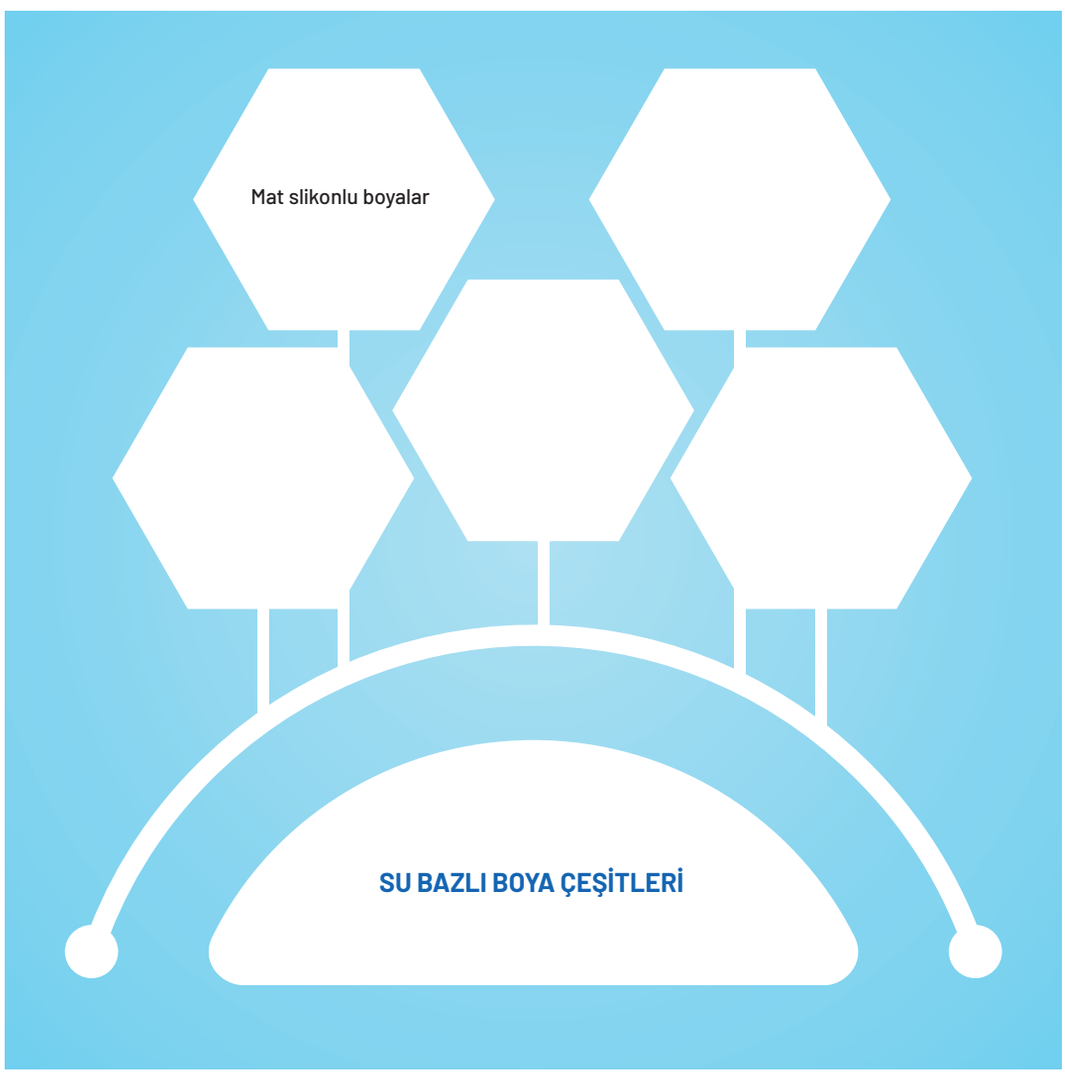
**Birden fazla yüzey oluşturulabilme**: Su bazlı boyada birden fazla yüzey ve istenen etkiyi oluşturabilir.

**Kalıcı şıklık sağlama**: Kısa zamanda en iyi şekilde kurur, yıllar boyu kullanılma ve güzel görünüm verme olanakları sağlar. Elastik (esnek) yüzeyde soyulma ve sararma olmaz, koyu renk görselliğin korunmasını sağlar. Mekânda kalıcı estetik sağlar.

**Temizleme kolaylığı**: Dekorasyon tamamlandığında su bazlı boyaların fırçadan temizlenmesi çok daha kolaydır. Fırçayı suya tutmak yeterlidir. Boya, sabunla elden arındırılır.

## 2.7. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen görselde boş bırakılan kutucuklara su bazlı boya çeşitlerini (örnekte belirtildiği gibi, "Mat Silikonlu") yazınız.



» **Solvent Bazlı Boyalar ve Çeşitleri**

İncelticileri solvent bazlı boyadır. İki gruba ayrılır.

» Sentetik boya

» Selülozik boya



**Görsel 2.33: Sentetik bazlı boyalar**

**1) Sentetik boya**: Sentetik tiner ile inceltilen, geç kuruyan genel amaçlı boyadır. Sentetik veya enamel boya, halk dilinde **yağlı boya** olarak bilinen boyadır (Görsel 2.33). Genellikle parlak sentetik boyaya **enamel boya** denir.

Sentetik boyaların parlaklık derecesine göre mat, yarı mat ve parlak olarak üç çeşidi vardır. Sentetik boya genellikle metal kutuda satılır. Kutuların üzerinde sentetik veya enamel boya olduğu yazılıdır.

**Sentetik boya kullanımı**: Ambalaj üzerindeki teknik bülten okunarak kullanılmalıdır. Sentetik tinerle inceltilerek kullanılır. Boyanın inceltme oranı, boya kutusu üzerinde belirtilen miktara göre kullanılır. Kısa ipli rulo, kıl fırça veya püskürtme yöntemleriyle uygulanır. Sentetik boya öncesi, sentetik astar uygulaması yapılmalıdır. Astar boya uygulaması, boyanın renk kalitesini artırır ve boya tüketimini azaltır. Kuruma süresi uzun olduğu için uygulama arasında 24 saat beklenmelidir.



**Görsel 2.34: Selülozik bazlı boyalar**

**2) Selülozik boya**: Selülozik tiner ile inceltilerek kullanılan boyadır. Selülozik boya, parlak görünüm vermesi için mobilya boyama ve reklam sektöründe kullanılan hava kurumalı, yüksek örtücülük özelliklerine sahip son kat boyadır. Ülkemizde kullanımı yaygın olan kimyasal boyadır. Sert darbelere dayanıklıdır. Nitroselüloz esaslı hava kurumalı; tek bileşenli, elastik ve sert yapıya sahip; fiziksel darbelere, çizilme ve aşınmaya karşı dayanıklı; yüksek kapatma gücüne sahip, çok çabuk kuruyan; parlak son kat boyasıdır.

Normal atmosfer şartlarına karşı dayanıklıdır. Uygulandığı yüzeye çok iyi yapışma gösteren endüstriyel boyadır. Uzun süre canlılığını ve parlaklığını korur. Deterjan ve kimyasallara karşı direnci yüksektir. Uygulanması ve rötuş yapılması kolay son kat boyasıdır (Görsel 2.34).

**Selülozik boya kullanımı**: Selülozik boyalar her türlü ortamda kullanılır. Evde ve ev dışında birçok alanda kullanma imkânı vardır. Mobilya ve dekorasyon işleri, her türlü ahşap, sac ve polyester üzerinde lake işleri için kullanılır. Metal yüzeyde çok iyi sonuçlar verir. Hızlı kuruma özelliğinden dolayı araba, bahçe aletleri metal yüzeylerinde tercih edilir.



**Görsel 2.35: Ahşap yüzeylerde boya uygulaması**

Ahşap ve MDF yüzeylerde, yüzey durumuna uygun zımpara, koruyucu eldiven, gözlük, maske kullanılmalıdır. Uygulama yapılacak yüzey uygun selülozik astar ile astarlanmalı, zımparalanmalı ve zımpara tozları temizlenmelidir. Kullanmadan önce boya iyice karıştırılarak homojen hâle getirilmelidir. Önerilen oranda inceltme yapıldıktan sonra 2–3 çapraz kat şeklinde uygulanır. Katlar arasında 20- 25 dakika beklenmelidir (Görsel 2.35).

Metal yüzeylerde her türlü yağ, gres, kir ve pas uygun yöntemle uzaklaştırılır. Temizlenmiş yüzeye 1 kat selülozik astar uygulanır. Astarın kurumasından sonra son kat uygulamasına geçilir. Uygulama şekli püskürtme, daldırma veya fırçadır. Püskürtme ile uygulamada 2-3 kat, çapraz katlar hâlinde uygulanır.

Katlar arasında 5-10 dakika ara verilmelidir. Kuruma; toz kurumasını 3-5 dakikada, dokunma kurumasını 10-15 dakikada, tam kurumasını ise 12 saatte tamamlayacak şekilde gerçekleşir (23 °C) (Görsel 2.36).



**Görsel 2.36:** Metal yüzeylerde boya uygulaması

## 2.2.2.2. Kullanım Yerlerine Göre Boyalar

İnşaat, endüstriyel, mobilya, zemin, plastik, metal, bobin, otomobil, deniz boyaları vb. olarak çok çeşitli tip ve özelliklerde üretilir.

» **İnşaat Boyalarının Türleri ve Özellikleri**

Bu boyalar; kimyasal yapısına, bağlayıcı maddesine ve kullanım alanına göre sınıflandırılır. Her boya türü belli yüzeyler için geliştirilmiştir. Boya seçimi yapılırken yüzeyin türü, ortam koşulları ve kullanım amacı dikkate alınmalıdır.

İnşaat boyaları; akrilik, sentetik, epoksi ve selülozik olarak sınıflandırılır.

**a) Akrilik Boyalar**

En yaygın kullanılan boya türlerindendir. Özellikle dış cephe boyamalarında tercih edilir (Görsel 2.37).

Akrilik boyalar su bazlıdır ve elastik yapıya sahiptir. Yüzeyde çatlama ve kabarma oluşma ihtimali oldukça düşüktür.

Akrilik boyaların başlıca özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

» Su bazlıdır.

» Elastik yapıdadır.

» Çatlama yapmaz.

» Hava koşullarına dayanıklıdır.

» UV ışınlarına karşı dayanıklıdır.

» Uzun ömürlüdür.

» Uygulaması kolaydır.



**Görsel 2.37:** Akrilik boya

Akrilik boyalar özellikle dış cephe uygulamaları olmak üzere aşağıda sıralanan yüzeylerde tercih edilir.

» Bina dış cephesi

» Beton yüzeyi

» Sıvalı yüzey

» Çimento esaslı yüzey

» Alçı yüzeyi

**b) Sentetik Boyalar**

Solvent bazlı boyadır ve halk arasında yağlı boya olarak bilinir. Dayanıklı ve parlak yüzey oluşturur. Genellikle ahşap ve metal yüzeylerde kullanılır.

Sentetik boyaların özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

» Tiner ile inceltilir.
» Parlak bir yüzey oluşturur.
» Dayanıklıdır.
» Suya karşı dirençlidir.
» Kuruma süresi uzundur.
» Keskin bir kokusu vardır.

Sentetik boyalar özellikle aşağıda sıralanan yüzeylerde tercih edilir.

» Kapı
» Pencere
» Demir korkuluk
» Metal yüzey
» Ahşap yüzey

**c) Epoksi Boyalar**

Epoksi boyalar iki bileşenli ve çok dayanıklı boyadır. Endüstriyel alanda yaygın kullanılır. Epoksi boya kimyasal maddelere yüksek dayanıklılık gösterir (Görsel 2.38).



**Görsel 2.38: Epoksi boya**

Epoksi boyaların başlıca özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

» Kimyasallara dayanıklıdır.
» Su geçirmez.
» Aşınmaya dayanıklıdır.
» Sert yüzey oluşturur.
» Uzun ömürlüdür.

Epoksi boya genellikle endüstriyel alanda kullanılır.

Başlıca kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır.

» Fabrika zemini
» Otopark
» Depo
» Hastane
» Laboratuvar

**ç) Selülozik Boyalar**

Hızlı kuruyan boyadır. Profesyonel uygulamalarda kullanılır. Ahşap yüzeyde tercih edilir.

Selülozik boyaların özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

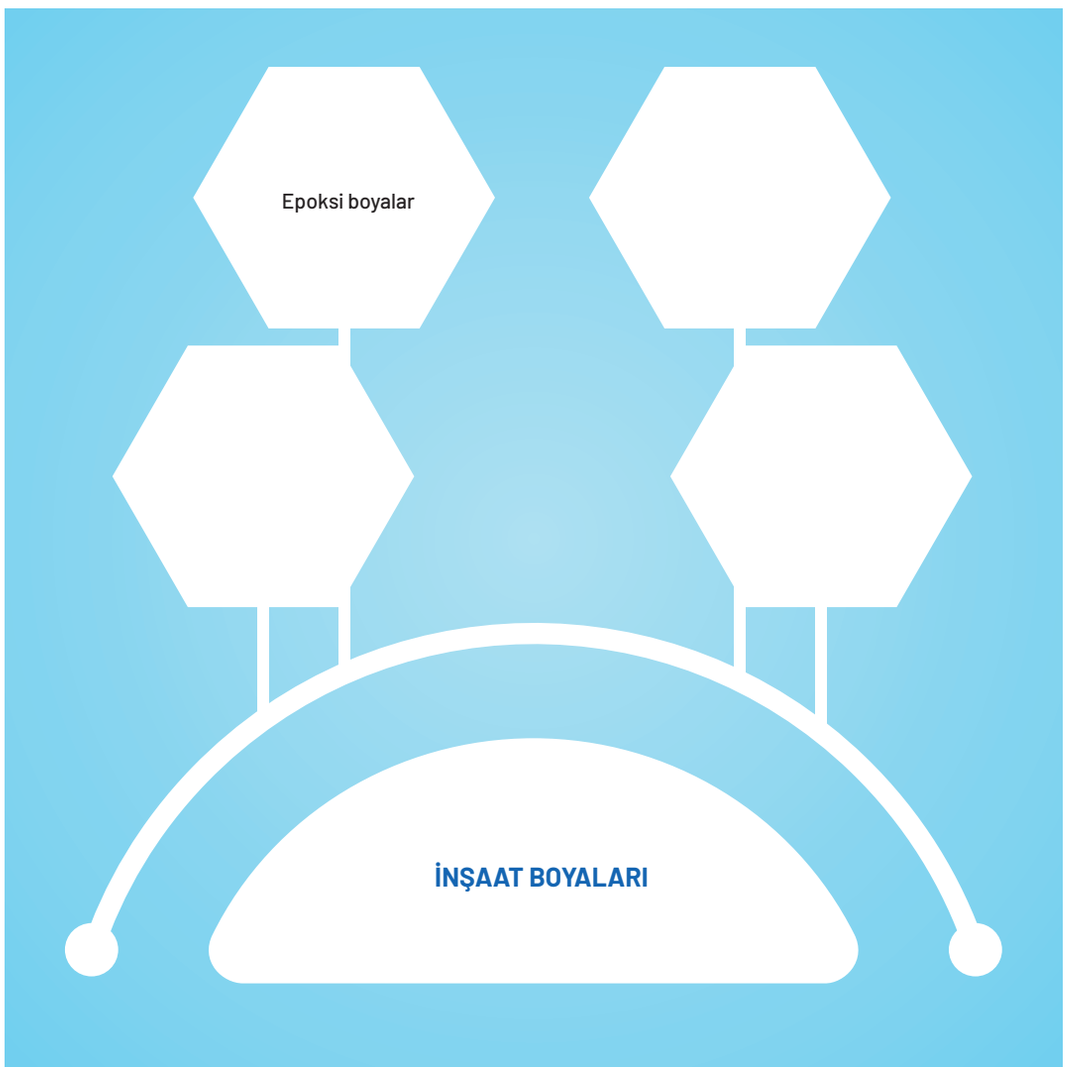
» Çok hızlı kurur.
» Pürüzsüz yüzey oluşturur.
» Profesyonel uygulama gerektirir.
» Tiner ile inceltilir.

Selülozik boyaların kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır.

» Mobilya üretimi
» Ahşap yüzey
» Otomotiv sektörü

## 2.8. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen görselde boş bırakılan kutucuklara inşaat boya çeşitlerini (örnekte belirtildiği gibi, **Epoksi Boyalar**) yazınız.




## 2.2.2.3. Kullanım Şekline Göre Boyalar

Kullanım şekline göre boyalar şu şekilde sınıflandırılır:

» **Astar boyalar**: Yüzeyi son kat boyaya hazırlar, boya tutunmasını artırır ve yüzey kusurlarını azaltır.

» **Ara kat boyalar**: Astar ile son kat arasında uygulanır, yüzey düzgünlüğünü ve örtücülüğü artırır.

» **Son kat boyalar**: Yüzeye son görünümünü veren, koruyucu ve dekoratif özellik taşıyan boyalardır.

» **Vernikler**: Ahşap ve bazı yüzeylerde koruyucu, parlak veya mat bir kaplama oluşturan şeffaf kaplamalardır.

» **Astar Boyalar**

Boya uygulamasına geçilmeden önce mutlaka boyaya uygun astar kullanılmalıdır. Astar uygulaması; yapılacak boyanın iyi yapışması, gözeneklerin doldurulması, boyanın aderansını artırması ve son kat boya tüketimini azaltması açısından önemli ve gereklidir.

Yüzey hazırlamaların sonuncusu olan astar; temizlenmiş, tozu, kiri alınmış, eski veya yeni yüzeylere macun çekilmesi ile son bulan çalışmalardan sonra boya hatalarını en aza indirmek için yapılır (Görsel 2.39).



**Görsel 2.39: Astar uygulaması**

Tüm astar çeşitleri boya uygulanacak yüzeyin durumuna göre seçilir ve uygulanır. Su bazlı boyalarda su bazlı astarlar, solvent bazlı boyalarda solvent bazlı astarların seçilmesine dikkat edilmelidir. Boyada olduğu gibi malzemesine göre çeşitleri vardır. Duvar, ahşap ve metaller için çeşitleri vardır.

Difüzyon kabiliyeti fazla olduğu için boya ile yüzey arasında aderansı (yapışmayı) artırır. İnce yapısıyla yüzeye derinlemesine nüfuz eder. Boya filminin örtücülüğüne yardımcı olur. Alt yapıda homojenlik sağlar, boyanın dalgalı olmasını önler. Yüzey emiciliğini azalttığı için boya tüketimini azaltır.

Astar, boyanın uygulama araç gereci ile uygulanır. Saydam veya beyaz renkli olduğundan yüzeydeki dalgalanmalar önemli değildir. Yüzeyin tamamına eşit sürülmesi yeterlidir.

» **Ara Kat Boyalar**

Ara kat boyalar, astar boya ile son kat boya arasında uygulanan ve boya sisteminin performansını artıran önemli kaplama malzemeleridir. Temel görevleri, astar ile son kat arasında güçlü bir bağ oluşturmak ve yüzeyi son kat uygulamasına hazırlamaktır. Bu boyalar, yüzeyde bulunan küçük çizik, gözenek ve pürüzleri doldurarak daha düzgün ve homojen bir görünüm elde edilmesini sağlar.

Ara kat boyalar, son kat boyanın yüzeye daha iyi yayılmasına ve daha yüksek örtücülük sağlamasına yardımcı olur. Böylece son kat boya daha az tüketilir ve istenilen renk ile görünüm daha kolay elde edilir. Aynı zamanda boya sisteminin dayanıklılığını artırarak dış etkenlere karşı korumayı güçlendirir.

Metal, ahşap ve beton gibi farklı yüzeylerde kullanılabilen ara kat boyalar, uygulanan kaplama sisteminin ömrünü uzatır ve estetik görünümünü iyileştirir. Özellikle endüstriyel boyama uygulamalarında, gemi sanayisinde, otomotiv sektöründe ve yapı boyamalarında yaygın olarak tercih edilir. Ara kat boyanın doğru seçilmesi ve uygun kalınlıkta uygulanması, kaplama sisteminin uzun süreli performansı açısından büyük önem taşır.

Başlıca avantajları şunlardır:

» Yüzey pürüzsüzlüğünü artırır.

» Son kat boyanın örtücülüğünü ve görünümünü iyileştirir.

» Katlar arasında yapışmayı güçlendirir.

» Boya sisteminin dayanıklılığını artırır.

» Son kat boya tüketimini azaltarak ekonomik avantaj sağlar.

» Korozyon ve çevresel etkilere karşı koruma seviyesini yükseltir.

» **Son Kat Boyalar**

Son kat boyalar, boya sisteminin en üst tabakasını oluşturan ve yüzeye nihai görünümünü kazandıran kaplama malzemeleridir. Bu boyalar, uygulandıkları yüzeye estetik bir görünüm sağlamanın yanı sıra çeşitli çevresel ve mekanik etkilere karşı koruma görevi de üstlenir. Boyama işleminin son aşamasında uygulanarak yüzeyin renk, parlaklık, doku ve genel görünüm özelliklerini belirler.

Son kat boyaların temel amacı, alt katmanları dış etkenlerden korumak ve yüzeyin kullanım ömrünü uzatmaktır. Güneş ışınları, nem, yağmur, sıcaklık değişimleri, kimyasal maddeler ve aşınma gibi etkenlere karşı direnç sağlayarak yüzeyin performansını artırır. Aynı zamanda yapının veya ürünün estetik değerini yükselterek daha güzel ve profesyonel bir görünüm elde edilmesine katkıda bulunur.

Kullanım alanına bağlı olarak son kat boyalar farklı özelliklerde üretilebilir. Parlak, yarı parlak, mat veya tekstürlü yüzeyler oluşturabilen bu boyalar; metal, ahşap, beton, plastik ve diğer birçok yüzey türünde kullanılabilir. Endüstriyel tesislerde, otomotiv sektöründe, deniz yapılarında ve bina uygulamalarında yaygın olarak tercih edilir.

Son kat boyaların başlıca özellikleri şunlardır:

» Yüzeye istenilen renk ve görünümü kazandırır.

» Dekoratif ve estetik bir kaplama oluşturur.

» UV ışınlarına ve hava koşullarına karşı koruma sağlar.

» Nem, korozyon ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılığı artırır.

» Çizilme, aşınma ve darbelere karşı direnç sunar.

» Alt katmanların korunmasına yardımcı olarak kaplama sisteminin ömrünü uzatır.

» Yüzeyin temizlenmesini ve bakımını kolaylaştırır.

Bu özellikleri sayesinde son kat boyalar hem koruyucu hem de dekoratif işlevleri bir arada yerine getirerek boya sisteminin en görünür ve en önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilir.

» **Vernikler**

Uygulandığı yüzeyi korur; parlatıcı, onarıcı ve renklendirici özelliğe sahiptir. Vernik denince birçok kişinin aklına yüzeyi parlatmak için sürülen sıvı gelir. Vernik aslında koruyucudur, verniğin temel amacı uygulandığı yüzeyi korumaktır. Vernik; parlatıcı, onarıcı hatta renklendiricidir (Görsel 2.40).



**Görsel 2.40: Vernik**

Vernik çoğu zaman cila ile karıştırılır. Cila daha incedir. Cila ince olduğu için koruyucu özelliği azdır, mobilyaları parlatmak için kullanılır. Vernik çok daha kalındır ve genellikle bal kıvamındadır. Bazı vernikler hazır olarak, bazıları da inceltilerek uygulanır. Verniğin kimyasına uygun, doğru inceltici kullanılmalıdır. Su bazlı vernik için su, sentetik vernik için sentetik tiner, selülozik vernik için de selülozik tiner kullanılır.

Vernikler incelticilerine göre üç türlü sınıflandırılır.

» Su bazlı vernik

» Sentetik vernik

» Selülozik vernik

**Su bazlı vernik**: Kokmayan vernik çeşididir. Alkid bağlayıcı esaslıdır, hızlı kurur. Koku yapmadığından iç mekân uygulamalarında tercih edilir. Su bazlı vernikler, sentetik ve selülozik verniklere göre çok daha sağlıklıdır. Hobi sektöründe su bazlı vernik çeşitleri, akrilik vernik olarak tanımlanır.

Su bazlı vernikler oldukça dayanıklıdır. Hızlı kuruma, dayanıklılık ve koku yapmama özellikleriyle su bazlı vernikler pahalıdır.

Genel amaçlıdır. Vernik üreticileri, su bazlı vernikleri özel amaca uyarlayabilir. Su bazlı parke verniği, dış cephe verniği, ahşap verniği, taş verniği gibi çeşitleri vardır.

**Sentetik vernik**: Solvent esaslıdır, sentetik tiner ile inceltilir. Yat, parke, ahşap ve demir doğrama verniği olarak kullanılır. Parlak, mat veya yarı mat üretilir. Mat vernik daha çok dekoratif kullanılır. Sentetik vernik, dayanıklı olmasına karşın geç kurur ve kururken koku yayar.

Sentetik vernikte katlar arasında bir gün beklenir. Ülkemizde en çok kullanılan vernik çeşidi sentetik verniktir. Parke, yat vernikleri, vernikli ahşap koruyucuların birçoğu sentetiktir. Sentetik vernik her yüzeyde tutar.

**Selülozik vernik**: Solventli verniktir, uçucu gaz içerir. Kokusu oldukça ağırdır. Selülozik boya da olduğu gibi sağlığa zararlıdır. Kuruma esnasında çıkan gaz solunmamalıdır. Selülozik vernik yanıcı etkiye sahiptir. Sanayide kullanılır. Birçok yüzeyde tutar. Taş, duvar, ahşap gibi yüzeylerde selülozik vernik kullanılır.

Plastik yüzeye selülozik vernik uygulanmaz. Daha önce su bazlı boya, akrilik boya, sentetik boya veya sentetik vernik uygulanmış yüzeylere selülozik vernik uygulanamaz. Bu uygulama alttaki boya ve verniği kabartır. Tüm boyalardan önce kullanılabilir. Selülozik vernik evde, en çok parke dolgularında kullanılır. Parke verniğinden önce selülozik dolgu verniği uygulanarak düzgün bir yüzey elde edilir ve parke arasındaki boşluklar kapatılır. Selülozik verniğin metal üzerinde koruyucu etkisi fazladır. Pencere parmaklıklarına daha önce boya veya vernik uygulanmadıysa selülozik vernik çok iyi bir koruyucu olarak kullanılabilir.

Vernikler yüzeydeki durumlarına göre üç türlü sınıflandırılır.

» Parlak vernik

» Mat vernik

» Yarı mat vernik

**Parlak vernik**: Adından da anlaşılacağı gibi yüzeyde parlak görünüm oluşturur. Uygulandığı yüzeyi parlatarak korur. Su bazlı, sentetik, poliüretan veya selülozik olabilir.

**Mat vernik**: Vernikler sadece parlatıcı değildir. Mat vernik yüzeyde belirsiz, ince tabaka oluşturur. Yüzeyde doğal görünümlü tabaka oluşturur. Bir ahşap mat bir vernik ile kaplandığında doğallığı bozulmadan korunur.

**Yarı mat vernik**: Mat veya parlak değildir. Saten mat, yaklaşık yumurta kabuğu renginde verniktir. Yarı mat boya ile boyama yapılan objeyle uyumlu olması gerektiğinde yarı mat vernik kullanılır. Yarı mat akrilik vernik, yarı mat parke verniği gibi farklı kullanım alanları vardır.

### 2.2.2.4. Kullanım Amacına Göre Boyalar

Dekoratif veya koruyucu (korozyon, antibakteriyel vb.) boyalar olarak sınıflandırılır.

Dekoratif ve koruyucu boyalar, yapı ve endüstride yüzeye estetik görünüm kazandırmak ve dış etkilere karşı korumak amacıyla kullanılır.

» **Dekoratif boya**: Yüzeye renk, doku ve estetik görünüm kazandırmak amacıyla kullanılan boyadır. Estetik görünüm sağlar (renk, desen, doku), mekânı daha geniş veya farklı gösterebilir; parlak, mat veya dokulu yüzey oluşturur, iç ve dış cephede kullanılabilir. Plastik (su bazlı), akrilik, efekt boyalar; vernik ve cilalar bu türdedir. İç cephe duvarı, tavan, mobilya, dekoratif yüzey kaplamalarında kullanılır.

» **Koruyucu boya**: Yüzeyi dış etkenlere karşı korumak için kullanılan boyadır. Boya, yüzeyi kaplayarak oksijen ve suyun yüzeye ulaşmasını engeller ve malzemeyi korur. Korozyon (pas) önleme, kimyasal etkilere dayanım, su ve nem yalıtımı, mekanik aşınmaya karşı direnç gibi özellikleri vardır.

Korozyon önleyici boya metal yüzeyde kullanılır. Nem, tuz ve kimyasallara karşı koruma sağlar. Bariyer oluşturarak paslanmayı engeller (epoksi boya, çinko katkılı boya ve antikorozif astarlar).

Antibakteriyel boya; bakteri, küf ve mantar oluşumunu engeller. Hijyen gerektiren alanlarda kullanılır. Nano teknoloji ile üretilebilir, koku giderici ve kendini temizleyicidir. Nem ve rutubete dayanıklıdır. Hastane, okul ve gıda üretim alanı vb. yerlerde kullanılır.

**Diğer koruyucu boya türleri aşağıda sıralanmıştır.**

» Isıya dayanıklı boyalar: Soba, baca vb. alanda kullanılır.

» Suya dayanıklı boyalar: Dış cephe ve deniz yapılarında kullanılır.

» Kimyasala dayanıklı boyalar: Endüstriyel tesislerde kullanılır.

» Aşınmaya dayanıklı boyalar: Fabrika zeminlerinde kullanılır.

» **Dekoratif ve koruyucu boya**: Bazı boyalar dekoratif ve koruyuculuk özelliğinin ikisini birden taşır. Bunlar epoksi, poliüretan ve sentetik boyalar olarak sınıflandırılır.

**Epoksi boya**: Kimyasal + mekanik dayanım gösterir.

**Poliüretan boya**: Parlaklık + dış etkilere direnç gösterir.

**Sentetik boya**: Estetik ve dayanıklıdır.

### 2.2.2.5. İnşaatlarda Kullanıldığı Yerlere Göre Boyalar

İnşaatlarda kullanılan boyalar iç cephe boyaları ve dış cephe boyaları olarak sınıflandırılır.

» **İç cephe boyası**: Binanın iç yüzeylerinde kullanılır. Kokusuz veya az kokuludur, kolay uygulanır ve dekoratif görünüm sağlar. Silikonlu boya bunlardan biridir (Görsel 2.41).

» **Dış cephe boyası**: Binanın dış yüzeyinde kullanılır. Güneşe, suya dayanıklı, uzun ömürlüdür. Akrilik boya bu tür boyalardandır (Görsel 2.42).



**Görsel 2.41:** İç cephede boya



**Görsel 2.42:** Dış cephede boya

## 2.2.3. İyi Bir Boyadan Beklenen Özellikler

İyi bir boya, uygulandığı yüzeye yalnızca renk vermekle kalmayıp aynı zamanda koruma ve estetik görünüm de sağlamalıdır. Kaliteli bir boyanın yüksek örtücülük özelliğine sahip olması, yüzeydeki kusurları ve renk farklılıklarını az kat uygulamayla kapatabilmesi açısından önemlidir.

Ayrıca kolay uygulanabilmeli, yüzey üzerinde homojen bir şekilde yayılmalı ve düzgün bir film tabakası oluşturmalıdır.

Boyanın yüzeye iyi yapışması, zamanla kabarma, çatlama veya dökülme gibi sorunların oluşmasını önler.

Dayanıklı olması da önemli bir özelliktir; nem, güneş ışınları, sıcaklık değişimleri, darbe ve sürtünme gibi dış etkenlere karşı uzun süre direncini koruyabilmelidir. Bunun yanında rengini ve parlaklığını uzun süre muhafaza etmeli, solma veya sararma göstermemelidir. Özellikle iç mekânlarda kullanılan boyaların kolay temizlenebilir olması kullanım açısından avantaj sağlar.

İyi bir boya, yüzeyi dış etkenlere karşı korurken mekâna veya uygulandığı alana dekoratif ve estetik bir görünüm kazandırmalı, aynı zamanda çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek özellikler taşımalıdır. Bu nedenle iyi bir boya; örtücülük, koruyuculuk, dayanıklılık, kullanım kolaylığı ve estetik görünümü bir arada sunan bir kaplama malzemesi olarak değerlendirilir.

» **Örtücülük**: Uygulanan boya en fazla iki katta yüzeyi kapatmalı ve örtücü olmalıdır (Görsel 2.43).

» **Kolay uygulanabilme**: Fırça ve rulo ile kolay uygulanabilmeli ve iyi yüzey görünümü olmalıdır. (Görsel 2.44).



**Görsel 2.43:** Duvar yüzeyine uygulanan boyanın alttaki boyayı kapatması



**Görsel 2.44:** Duvar yüzeyine rulo ile boya uygulaması

» **Dayanıklılık**: Hava şartlarına (güneş, yağmur, kar), kimyasal etkilere ve çizilme, sürtünme, silinme gibi fiziksel aşınmalara karşı üstün dayanıklılığa sahip olmalıdır. Bu şartlar sağlanmadığında boyanın dayanıklılığı kaybolur. Boyalarda iç cephede oluşan yıpranma (Görsel 2.45) ve dış cephede oluşan yıpranma (Görsel 2.46) görülmektedir.



**Görsel 2.45:** İç cephede dayanıklılığını kaybeden boya



**Görsel 2.46:** Dış cephede dayanıklılığını kaybeden boya

Boya uygulamalarında boyanın cinsi, kalitesi ve uygulayıcının teknik bilgisi ve deneyimi önemlidir. Görsel ve işlevsellik bakımından uygulanan son kattır. Boyanın kar, yağmur, sıcak ve soğuk gibi dış etkenlerden mümkün olduğu kadar etkilenmemesi, işlevselliği ile doğrudan ilgilidir.

Boya seçimi, yapılarda kullanıldıkları yer ve ortam koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır.

### 2.9. SIRA SİZDE

Yaz tatilinde oturduğumuz dairenin iç boyasını yapmak istiyoruz. Bunun için iyi bir boya seçiminde nelere dikkat etmeliyiz?

## 2.2.4. Boya Kusurları

Boya kusurları genelde yüzey kaynaklıdır. Yüzey, boyama öncesi iyi hazırlanmadıysa yapışma, yayılma veya kabarma gibi problemlere sebep olur. Boya kusurları boyanın üretiminden kaynaklı olabileceği gibi boyadaki yanlış veya eksik/fazla kullanılan katkı maddeleri veya reçineyle yaşanan uyumsuzluklardan da kaynaklanabilir.

Genel olarak boyada karşılaşılabilecek kusurlar aşağıda sıralanarak açıklanmıştır.

**Tebeşirlenme**

Hava koşullarında boya ,filminin yüzeyinde ince toz oluşumu nedeniyle renk solmasına neden olur (Görsel 2.47). Neme ve UV ışınlarının zararlı radyasyonuna uzun süre maruz kalma, boyayı fazla inceltme, düşük kaliteli boya kullanma tebeşirlenmeye sebep olur.



**Görsel 2.47:** Boyada tebeşirlenme

**Akma/sarkma**

Uygulamadan sonra ve kürlenmeden önce boya yüzeyde aşağı doğru aktığında sarkmalar oluşur (Görsel 2.48). Boyayı çok hızlı uygulamak, olumsuz hava koşullarında boya uygulanması, uygun olmayan tiner kullanılması akma/sarkma sebepleridir.



**Görsel 2.48:** Boyada akma/sarkma

**Kabarcık oluşumu**

Lokal yapışma kaybının ve boya filminin alttaki yüzeyden kaldırılmasının sonucunda oluşur (Görsel 2.49). Yüzeyde nem (özellikle yetersiz yüzey hazırlığı varsa), ıslak yüzeye alkid veya yağ bazlı boya uygulanması kabarcık oluşumuna sebep olur.



**Görsel 2.49:** Boyada kabarcık oluşumu

**Çatlama/pullanma**

Nem içeri girdiğinde ve boyalar kalktığında oluşur (Görsel 2.50). Metal, ahşap ve galvanizli yüzeylerde görülür. Yetersiz yapışma ve esnekliğe sahip daha düşük kaliteli boya kullanılması, tozlu veya kireçli astarlar üzerine uygulama, kirli ve yağlı yüzeylere uygulama sonucunda oluşur.



**Görsel 2.50:** Boyada çatlama/pullanma

**Tuz kusma**

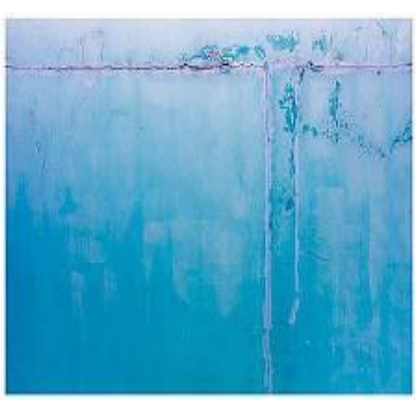
Kristal tuz birikintileri, beton yüzeyde su oluşturduğunda meydana gelir (Görsel 2.51). Duvar, toprakla temas ettiğinde ve su geride tuz birikintileri bıraktığında oluşur.



**Görsel 2.51:** Boyada tuz kusması

**Solma**

Güneş ışığına veya hava koşullarına maruz kaldığında boyanın rengi solmaya başlar (Görsel 2.52). Nem varlığında hızlanır. Yanlış pigmentasyon, atmosferik kirlilik ve gözenekli yüzey, ışığa dayanıklı olmayan organik pigmentlerin kullanımı solmaya sebep olur.



**Görsel 2.52:** Boyada solma

### Soyulma

Zayıf yapışma nedeniyle alt tabakadan çekilebilen yumuşak ve bükülebilir taze kaplamalarla ilişkilidir. Dış duvardan kaçan aşırı nem, yetersiz yüzey hazırlığı, güçlü solvent içeren boya ve kirli duvarların yeniden kaplanması gibi durumlarda soyulma oluşur (Görsel 2.53).



**Görsel 2.53:** Boyada soyulma

### Buruşma

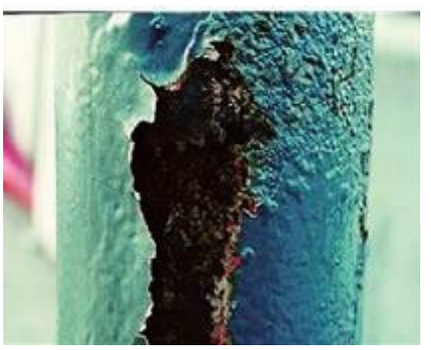
Genellikle solvent bazlı boyada ilk olarak oluşan yüzey kabuğu nedeniyle oluşur. Özellikle alkid kaplamalarda aşırı kalınlık, sıcak yüzeyin boyanması veya çok sıcak havada boyama yapılması, yetersiz kurumuş ilk katın üzerine son katın uygulanması buruşmaya sebep olur (Görsel 2.54).



**Görsel 2.54:** Boyada buruşma

### Korozyonla alttan oyulma

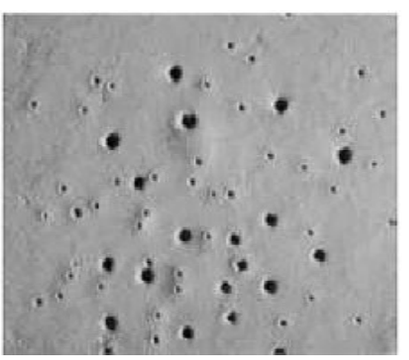
Korozyon, boya filminin altında hareket eder ve boyayı alt tabakadan kaldırır (Görsel 2.55). Pasın mekanik olarak hasarlı ve eksik astar kat alanlarından yayılması, boyanın aşınmış alt tabakaya uygulanması ve bakım eksikliği sebebiyle oluşur.



**Görsel 2.55:** Boyada korozyonla alttan soyulma

### Krater

Boya filminde küçük çanak şeklinde çöküntülerdir (Görsel 2.56). Düzgün bir film oluşturmak için gerekli olan akma/yayılma için yetersiz zaman, boyanın aşırı rulo veya fırçayla uygulanması, yanlış hav uzunluğuna sahip rulo kılıfın kullanılması kratere sebep olur.



**Görsel 2.56:** Boya da krater görünümü

**2.10. SIRA SİZDE**

Yapılarda boya kusurlarının neler olduğunu aşağıya maddeler halinde yazınız.

## 2.2.5. Boya Sektöründe Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir kalkınma, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama imkânından ödün vermeksizin günümüz kuşaklarının ihtiyaçlarını karşılayabilen kalkınma modelidir.

Sürdürülebilir kalkınma anlayışı, ekonomik büyüme ile çevresel ve sosyal gelişim arasında dengeli ilişki kurulmasını esas alır. Çevresel boyut göz ardı edilerek gerçekleştirilen kalkınma stratejileri kısa vadede ihtiyaçları karşılasa da uzun vadede doğal kaynakların tükenmesine ve geri döndürülemez çevresel tahribatlara yol açar. Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik ve sosyal yapıyla çevre arasında etkileşimin bütüncül yaklaşımla değerlendirilmesini zorunlu kılar.

Bugün ve gelecekteki nesillerin kalkınma fırsatlarından adil yararlanmasını sağlamak amaçlanır. Deneyimler, sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin göz ardı edilmesinin ciddi çevre ve sosyoekonomik sorunlara yol açtığını ortaya koymaktadır.

### 2.2.5.1. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Yeşil Büyüme

Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen **sürdürülebilir kalkınma amaçları (SKA)**, farklı gelişmişlik düzeylerine sahip tüm ülkeler için geçerli olan on yedi evrensel hedeften oluşur. Yoksulluğun ortadan kaldırılması, çevrenin korunması, toplumsal refahın artırılması ve sürdürülebilir üretim ve tüketim alışkanlıklarının yaygınlaştırılması temel alanlarını kapsar. 2030 yılına kadar tamamlanması hedeflenen bu amaçlar, küresel ölçekte eylem planıdır (Görsel 2.57).




**Görsel 2.57:** Sürdürülebilir kalkınma için küresel amaçlar

SKA çerçevesinde ortaya çıkan bir diğer önemli kavram yeşil büyümedir. Çevresel sürdürülebilirliği destekleyen yatırımların ve tüketim alışkanlıklarının teşvik edilmesidir. Ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya neden olmadan gerçekleştirilmesi hedeflenir.

Enerji verimliliği; yenilenebilir enerji kullanımı, düşük karbonlu üretim ve döngüsel ekonomi gibi uygulamaları içerir. Çevresel iyileşme sağlanırken aynı zamanda ekonomik büyüme, istihdam artışı ve gelir dağılımında iyileşme hedeflenmektedir.

### 2.2.5.2. Boya Sektöründe Sürdürülebilirlik Yaklaşımı

Boya endüstrisinde sürdürülebilirliğin; çevresel, sosyal ve yönetim boyutlarında önemli gelişmeler kaydetmiştir. Sektörde yaşanan dönüşüm; maliyet baskıları, nitelikli iş gücü ihtiyacı, yeni malzemelerin kullanımı, dijitalleşme ve artan rekabet gibi faktörlerin etkisiyle hızlanmıştır.

Verimlilik artışı, uzmanlaşma, değer zinciri yönetimi, markalaşma ve müşteri odaklılık bu dönüşüm sürecinde öne çıkan unsurlardır. Uluslararası pazarda rekabet edebilmek için araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yapılan yatırımların artırılması, dijital teknolojilerin kullanımı ve sürdürülebilir üretim anlayışının benimsenmesi zorunlu hale gelmiştir.

Sektördeki sürdürülebilirlik uygulamalarının bir kısmı yasal düzenlemeler ile yönlendirilirken önemli bir kısmı da tüketici talepleri doğrultusunda şekillenmektedir. Çevre bilincinin artmasıyla tüketiciler daha düşük emisyonlu, uzun ömürlü ve çevre dostu ürünlere yönelmektedir. Bu durum, boya ürünlerinin tasarım ve üretim süreçlerini doğrudan etkiler.

Boya sektörü, kimya sanayisinin bir alt dalıdır. Ulusal ve uluslararası düzenlemelerden doğrudan etkilenir. Özellikle Avrupa Birliği tarafından geliştirilen politikalar sektörde dönüşümü hızlandırmaktadır.

### 2.2.5.3. Döngüsel Ekonomi ve Ambalaj Yönetimi

Kaynakların verimli kullanılmasını ve atık oluşumunun en aza indirilmesini amaçlar. Boya sektöründe ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin azaltılması hedeflenmektedir.

Özellikle ambalaj yönetimi, açısından önemli alanlarda öne çıkar. Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, tüketici sonrası geri dönüştürülmüş plastiklerin (PCR) üretime dahil edilmesi ve ambalaj atıklarının azaltılması bu kapsamda yürütülen çalışmalardır.

Enerji tüketimi ve çevresel etkiler göz önünde bulundurularak sürdürülebilirlik için tasarım yaklaşımı benimsenmiş, ürünlerin daha üretim aşamasında geri dönüşüme uygun geliştirilmesi önem kazanmıştır.

### 2.2.5.4. Çevre Etiketi ve Kimyasal Yönetimi

Çevre etiketi uygulamaları, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin azaltıldığını gösteren önemli bir araçtır. Boya sektöründe bu etiketler; düşük uçucu organik bileşik içeriği, yüksek performans, uzun ömür ve sınırlı kimyasal kullanımı gibi ölçütleri kapsamaktadır.

Bunun yanı sıra Avrupa Birliği tarafından geliştirilen "Sürdürülebilirlik için Kimyasallar Stratejisi", zararlı kimyasalların kullanımının sınırlandırılmasını ve daha güvenli alternatiflerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Bu durum, boya üretiminde kullanılan ham maddelerin yeniden değerlendirilmesini ve ürün formülasyonlarının sürdürülebilirlik ölçütlerine uygun tasarlanmasını gerektirir.

### 2.2.5.5. Sosyal Sürdürülebilirlik

Çalışan hakları, iş sağlığı ve güvenliği, eşitlik, çeşitlilik ve toplumsal etki gibi unsurları kapsar. İşletmelerin sosyal sürdürülebilirlik performansı, yalnızca etik sorumluluk değil rekabet avantajı sağlayan faktör olarak değerlendirilmektedir.

Güvenli çalışma koşullarının sağlanması, adil ücret politikaları, çalışan bağlılığının artırılması ve toplumsal katkı faaliyetleri sosyal sürdürülebilirliğin temel unsurları arasındadır. Bu alanlarda yaşanabilecek eksiklikler, marka itibarını zedeleyebilecek önemli riskler barındırır.

**2.11. SIRA SİZDE**

Boya sektöründe sürdürülebilirliği sağlamak için yapılması gerekenleri aşağıya yazınız.

## 2.3. YAPI YÜZEY KAPLAMALARI

Bir yapının taşıyıcı kısmı kaba yapı elemanlarıdır. Her yapının yapılış amacı vardır. Bina taşıyıcı elemanları binanın yapılış amacına uygun malzemelerle kaplanır. Kaba yapı elemanların yüzeyleri istenen yüzey kaplama malzemeleriyle kaplanır.

Yapılarda kaba yapı elemanları kolon, kiriş, döşeme, duvar ve merdivenler binayı ayakta tutar. Kaba yapı elemanlarını dış etkilerden korumak için yalıtım yapılması gerekir. Kaba yapı elemanlarını dış etkilerden korurken aşınma ve darbelere kaba yapı elemanlarına karşı dayanıklı güzel görünüm kazandırılmalıdır. Yapı kaplamalarının sağlığa uygun olması gerekir. Binalarda kaplama isimleri yapıldığı yüzey ismiyle anılır. Başlıca kaplama yüzeyleri duvar, döşeme, merdiven, kolon, kirişlerdir. Kaplamada kullanılan malzemeler ahşap, kâgir, metal ve plastiktir.

### 2.3.1. Yüzey Kaplama Malzemeleri

Kaplama yapılan yerin suyla temasına göre kâgir malzemeler seçilir. Kaplama yapılan yerler ıslak mekan değilse buralarda ahşap malzemeler tercih edilir. Yapının kullanım amacı ve kullanıcı isteklerine göre hem ahşap hem de kâgir malzemler kullanılabilir.

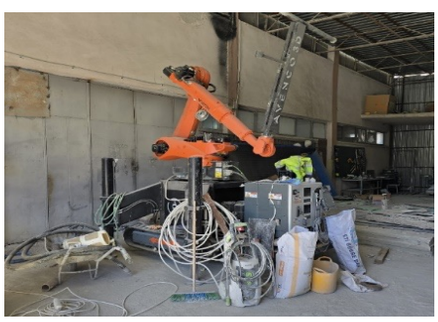
#### 2.3.1.1. Kâgir Malzemeler

**Sıva**: Çimento, kireç ve alçıyla uygun agregaların suyla birleşmesiyle yüzeylere katmanlar halinde uygulanır. Sıva, elle (Görsel 2.58) ya da makinelerle (Görsel 2.59) yüzeye uygulanır.

**Taş kaplama**: Mermer, granit, traverten ve kayrak doğal taşlarından kesilerek elde edilen taşlar kullanılır (Görsel 2.60).



**Görsel 2.58:** Sıva uygulaması



**Görsel 2.59:** Makine ile sıva uygulaması



**Görsel 2.60:** Doğal taş kaplama

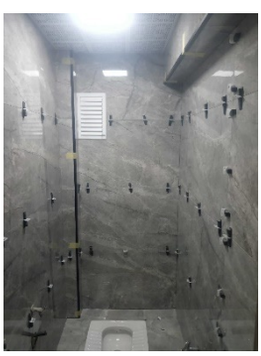
**Yapma taş kaplama**: Dış etkilere dayanıklı çimento ponza ve renk pigmentler ile daha hafif taş taklitleri kullanılır.

**Tuğla kaplama**: Fırınlanmış kilden elde edilen kaplama tuğlaları veya yapay üretilmiş kültür tuğlası kullanılır (Görsel 2.61). Tuğla kaplamaları uzun ömürlü, ısı yalıtımlı ve sıcak bir görünüm sağlar.

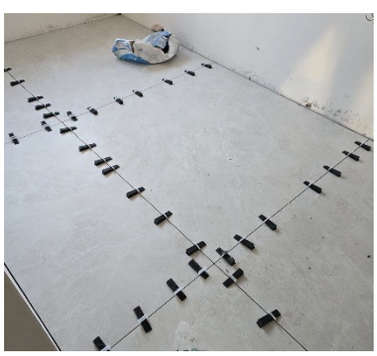
**Seramik kaplama**: Kil kuvars ve minerallerin yüksek sıcaklıkta pişirilmesiyle sır kaplamalı üretilen plakadır. Su emmez, leke tutmaz, kolay temizlenir ve kimyasallara dayanıklıdır. Seramikler ıslak ve hijyen gerektiren ortamların duvarında kullanılır (Görsel 2.62, 63).



**Görsel 2.61:** Tuğla kaplama



**Görsel 2.62:** Duvarda Seramik kaplama



**Görsel 2.63:** Zeminde sermaik kaplama

**Mozaik kaplama**: Cam, seramik, taş ve metal küçük parçaların bir araya getirilerek kompoze edildiği kaplamadır. Kavisli, girinti ve çıkıntılı yüzeylere (Görsel 2.64) kolay uyum sağlar. Mozaik kaplama ıslak mekân duvarlarında kullanılır.

**Boya kaplama**: Yapı yüzeylerinin duvar, tavan ve dış yüzeylerine uygulanır. Boyaların plastik, silikonlu, akrilik, yağlı ve epoksi çeşitleri vardır. Yüzeyleri dış etkilerden korumanın yanında farklı renklerle estetik görünüm kazandırılır.

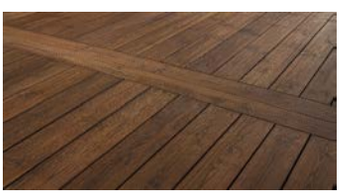
**Cam kaplama**: Yapıların dış cephelerinde modern bir görünüm elde etmek için uygulanır. Yapılara doğal ışık, estetik, enerji verimliliği ve ses yalıtımı sağlar.



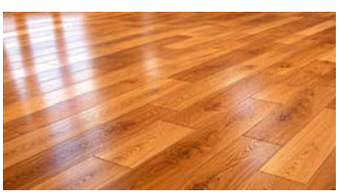
**Görsel 2.64:** Duvar ve merdivende mozaik kaplama

## 2.3.1.2. Ahşap ve Ahşap Esaslı Malzemeler

**Ahşap kaplama**: Doğal malzeme olarak duvar, döşeme ve tavan yüzeylerine şıklık, akustik ve sıcaklık verir (Görsel 2.65, 66).



**Görsel 2.65:** Ahşap kaplama

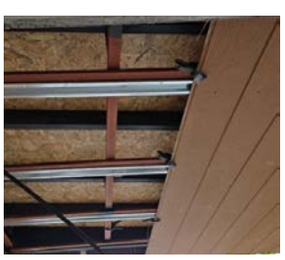


**Görsel 2.66:** Parke kaplama

**Ahşap esaslı kaplama**: Ahşabın liflerinin tutkal ve presle birleştirilmesiyle oluşan MDF, yonga levha, kontrplak ve OSB malzemeleridir. Döşeme, duvar ve tavanda yapılan laminat kaplamalar yüzeyin güzel görünmesini sağlar (Görsel 2.67, 68, 69).



**Görsel 2.67:** Laminat parke



**Görsel 2.68:** Tavanda lambri



**Görsel 2.69:** Tavanda ahşap kaplama

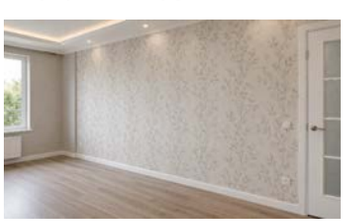
## 2.3.1.3. Kâğıt Malzemeler

Vinil, elyaf ve kumaş tabanlı baskılı malzemelerdir. Hasır, kumaş, kabartma, doku ve desenli özel yapıştırıcısı ile yapıştırılan kaplamadır (Görsel 2.70). Duvar kâğıdı silinebilir, neme dayanıklı ve kolay değiştirilebilir. Duvar kâğıdının kuru mekânlarda kullanılması uygundur.

## 2.3.1.4. Metal Malzemeler

Alüminyum, paslanmaz çelik, bakır, çinko veya titanyum malzemelerinin panel haline getirilmesiyle elde edilir. Modern, endüstriyel ve teknolojik görünüm sunar. Çok sağlam, uzun ömürlü malzemedir. Metal kaplamaların bakım maliyeti düşüktür. İş merkezi, gökdelen, plaza ve kamu binalarının dış cephesinde kullanılır.

Paslanmayan metaller yüzeyde birbirine kilitlenir şekilde üretilir. Yüzeyde hazırlanan karkas üzerine vidalanır (Görsel 2.71). Kaplama altına yalıtım yapılarak uygulanır.



**Görsel 2.70:** Duvar kağıdı



**Görsel 2.71:** Metal kaplama

## 2.3.1.5 Kompozit Malzemeler

Birden çok malzeme bir araya getirilip tabaka olarak üretilir. Kompozit malzemeler altındaki karkas yapıya bağlanarak kullanılır. Bağlantı, plakaların birbirine geçmesiyle veya vidalanmasıyla gerçekleştirilir (Görsel 2.72, 73).



**Görsel 2.72:** Betopan kaplama



**Görsel 2.73:** Kompozit kaplama

## 2.3.1.6. Plastik ve Plastik Esaslı Malzemeler

Yüzeyindeki poliüretan tabakasıyla çizilmeye ve aşınmaya dayanıklı malzemedir. Plastik kaplamanın elastik yapısı darbe sönümleme özelliğine sahiptir (Görsel 2.74). Yüzeyde küf, mantar oluşmaz. Hastane ortamında kullanılan plastik kaplamalar statik elektriği iletecek özelliğe sahiptir. Asit gibi güçlü temizlik kimyasalları plastik kaplamalara zarar vermez. Ortama ses yalıtımı ve akustik konforu sağlar (Görsel 2.75). Plastik kaplamaların silinmesi ve bakımı kolaydır.



**Görsel 2.74:** Minoflo kaplama



**Görsel 2.75:** Tavanda plastik lambri

### 2.12. SIRA SİZDE

Aşağıdaki boş bırakılan yere yüzey kaplamasında kullanılan malzemeleri maddeler halinde yazınız.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

## 2.3.2. Yüzey Kaplama Yapıldığı Yerler

Kaba yapı elemanları kullanım yeri özellikleri ve estetik tercihlere göre kaplanır. Duvar, döşeme ve merdiven kaplama yapılan yerlerdir.

### 2.3.2.1. Duvar Kaplamaları

Duvar; binaları dış etkiler karşı koruyan, içte alanları bölmek için yapılan yapı elemanıdır. Üzerine gelen yükleri taşıyarak alta iletir. Duvar kaplamalarında kâgir (sıva, doğal ve yapay taş, tuğla, seramik, mozaik), ahşap (doğal ahşap, ahşap esaslı), kâğıt ve metal malzemeler kullanılır. Duvarlar kaplanırken duvarın bağlı olduğu kolon kiriş birlikte kaplanır.

### 2.3.2.2. Döşeme Kaplamaları

Binaları katlara ayıran taşıyıcı yapı elemanı döşemedir. Üzerine gelen sabit ve hareketli yükleri taşıyarak bağlı oldukları kirişlere iletir. Döşemenin üzerinde gezilen üst tarafına kaplama yapılır. Döşeme kaplamalarında görünüm, dayanıklılık, sağlık, ateşe dayanım ve maliyetin uygun olması istenir. Ahşap, kâgir, mozaik, seramik, doğal ve yapay taş ve plastik kaplama malzemeleri ile kaplanır.

### 2.3.2.3. Merdiven Kaplamaları

Yapının en çok kullanılan elemanı merdivenlerdir. Merdiven basamakları en çok aşınan kısmıdır. Merdivenler aşınma dayanımı en yüksek malzemelerle kaplanır. Kaplama malzemesi mutlaka merdivenin taşıyıcı kısmına bağlı olmalı, kaygan olmamalıdır (Görsel 2.76). Merdiven için kaplama malzemeleri seçiminde görünüm, sağlık, ateşe dayanım ve maliyet unsurları dikkate alınarak tercih yapılır. Merdivenler ahşap, mozaik, doğal ve yapay taş kaplama malzemeleriyle kaplanır (Görsel 2.77).



**Görsel 2.76:** Merdivende ahşap kaplama



**Görsel 2.77:** Doğal taş ile merdiven kaplama

## 2.3.3. Kaplama Sistemleri

Kaplama malzemelerinin hangi teknikle uygulanacağı, malzeme seçimi kadar önemlidir. Doğru malzemeyi yanlış uyguladığımızda yüzeyde zaman içinde çatlama, düşme ve kabarma olabilir. Yapıda kaplama yapılan yüzeyler düzlemsel olarak düşey, yatay ve hem yatay hem düşey olan merdiven yüzeydir.

Dikey yüzeydeki kaplamalarda temel amaç yer çekimine karşı malzemenin uygulama yerinde düşmeden kalabilmesidir. Yatay düzlemdeki kaplamalarda yoğun olarak yürüme, sürtünme, darbe ve ağırlıklara maruz kalır. Merdiven yüzeyleri hem yatay hem düşey yüzeylerin birleşimden oluşur. Merdivenlerde en önemli nokta iki düzlemin birleştiği köşedir. Merdivende basamak ile rıhtın birleşim noktası olan köşe darbelere karşı kırılmaları ve kaymayı önleyici nitelikte olmalıdır.

### 2.3.3.1. Harçlı Sistem

Çimento esaslı harçlar ve hazır harçlar, malzemenin arkasına sürülüp tutunma sağlanır. Uygulaması yapılan kaplama sıva, doğal ve yapay taş, tuğla, seramik ve mozaiktir. Sıva yüzeye kaba ve ince sıva katmanlar halinde uygulanır. Diğer bütün malzemeler yüzeye yapıştırılırken derz boşluklu olarak yapıştırılır. Derz boşluklarına elastik derz dolgusu yapılarak mukavemeti arttırılır. Merdivende önce rıhtlar yapıştırılır. Merdiven basamakları rıhta bindirilerek harçla oturtulur.

## 2.3.3.2. Mekanik Sistem

Malzeme yüzeye temas etmez. Yapı yüzeyi ile kaplama malzemesi arasında boşluk bırakılır. Yapıştırma yapılacak yüzeye alüminyum, galvaniz veya ahşap çıtalarla gönyesinde ızgara kurulumu yapılır. Kaplama malzemeleri ızgara sistemine ankraj mili, vida veya perçinlerle sabitlenir. Bu sistemde ahşap lambiri, kontrplak, ahşap esaslı MDF paneller, metaller ve büyük ebatlı taşlar kullanılır. Yüzeyde kullanılan malzeme arkasında boşluğa ısı yalıtım malzemesi kullanılır. Kaplama arkasındaki boşluk hava akımıyla binaların nefes alması sağlanır.

## 2.3.3.3. Özel Yapıştırma Sistem

Saten alçı çekilmiş pürüzsüz duvar yüzeylerine doğrudan yapıştırılır. Bu sistemde duvar kâğıdı nişasta veya selüloz bazlı özel tutkallar kullanılır. Rulo halindeki kâğıtlar yapıştırıldıktan sonra altında oluşan hava boşlukları uygulama esnasında çıkarılmalıdır. Plastik esaslı malzemeler özel yapıştırıcısı ile yapıştırılırken yan yana geldiği ek yerleri ısıtılarak yapıştırılır.

## 2.3.3.4. Kimyasal Sistem

Zeminin kusursuz hazırlanması gerekir. Ağır ve esnemeyen malzemelerin çimento veya poliüretan esaslı zemin yapıştırıcı ile sabitlendiği sistemdir. Doğal taş, mermer, granit, zemin seramikleri ve mozaik uygulamaları yapılır. Bu sistemin yapıldığı havuz ve hamam gibi hacimlerin zemini önce su yalıtımıyla sızdırmaz hale getirilmelidir.

## 2.3.3.5. Yüzer Sistem

Kaplama işleminde çivi, vida veya yapıştırıcı kullanılmaz. Malzemeler kendi aralarında kilitlenerek birbirine bağlanır. Bu gruba lamine parke, masif parke laminat parke girer. Tekniğine uygun hazırlanmış zemin yüzeyine yalıtım sağlayan şilte serilir. Kaplama malzemesi kilitlenerek birbirine bağlanır. Mevsim etkilerinde malzeme genleştiği için duvar kenarlarında 1 cm boşluk bırakılır.

Yapı elemanlarına malzemelerinin yüzey kaplama yapıldığı sistemler tabloda verilmiştir (Tablo 2.3).

**Tablo 2.3: Yüzey Kaplama Sistemleri**

| Kaplama malzemesi | Kaplama Yapılacak Yüzey | | |
|---|---|---|---|
| | Duvarda | Döşemede | Merdivende |
| Ahşap veya ahşap esaslı | Mekanik | Yüzer sistem, mekanik | Mekanik |
| Sıvalar | Harçlı | Kullanılmaz. | Kullanılmaz. |
| Doğal ve Yapay Taş | Harçlı, Mekanik | Harçlı | Harçlı, kimyasal |
| Tuğlalar | Harçlı | Özel taban tuğlası hariç kullanılmaz. | Kullanılmaz. |
| Seramik Fayans | Harçlı, kimyasal | Harçlı, kimyasal | Harçlı, Kimyasal |
| Mozaik | Harçlı | Harçlı | Harçlı |
| Metal | Mekanik | Kullanılmaz. | Kullanılmaz. |
| Duvar kâğıdı | Özel Yapıştırma | Kullanılmaz. | Kullanılmaz. |

**2.13. SIRA SİZDE**

Döşemelerde yüzey kaplaması hangi malzemelerle yapılır aşağıya yazınız .

## 2.4. YAPILARDA YALITIM

Yalıtım, yapıların ısı, su, ses ve yangın gibi dış etkilere karşı korunmasını sağlayan uygulamaların bütünüdür.Geçmiş dönemlerde inşa edilen yapılarda yalıtım uygulamaları, çevrede kolaylıkla temin edilebilen doğal malzemeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Taş, kerpiç ve ahşap evlerde saman, kil, toprak, kamış ve ahşap gibi malzemeler; duvar, çatı ve döşemelerde yalıtım amacıyla kullanılmıştır. Bu uygulamalar sayesinde yapıların iç ortam sıcaklığının korunması sağlanır, nemin ve olumsuz hava koşullarının yapıya verebileceği zarar azaltılır (Görsel 2.78).



**Görsel 2.78:** Doğal malzemelerle imal edilmiş yapı

### 2.4.1. Yapılarda Yalıtımın Önemi

Bir yapının sağlam olması tek başına yeterli değildir; yapı insanlara güvenli, sağlıklı ve huzurlu yaşam ortamı sunmalıdır. Yalıtım, yapıyı yalnızca beton ve duvarlardan oluşan bina olmaktan çıkarıp yaşanabilir bir yuvaya dönüştüren en önemli unsurlardan biridir.

Doğru yapılan yalıtım uygulamalarıyla elde edilen kazanımlar aşağıda sıralanmıştır.

» Enerji tasarrufu sağlanır.

» Yakıt tüketimi azalır.

» Yapı elemanları korunur.

» Gürültü seviyesi azalır.

» Yapının kullanım ömrü uzar.

Yanlış veya eksik yapılan yalıtım uygulamaları çeşitli problemlere neden olabilir. Özellikle su ve ısı yalıtımındaki hatalar zamanla yapı elemanlarının zarar görmesine yol açabilir.

Yanlış yalıtım uygulamalarının başlıca sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

» Isı kayıplarının artması

» Yakıt tüketiminin yükselmesi

» Nem ve rutubet oluşumu

» Küf ve kötü koku oluşması

» Boya kabarmaları ve sıva dökülmeleri

» Donatı paslanması

» Yapı elemanlarında çatlak oluşumu

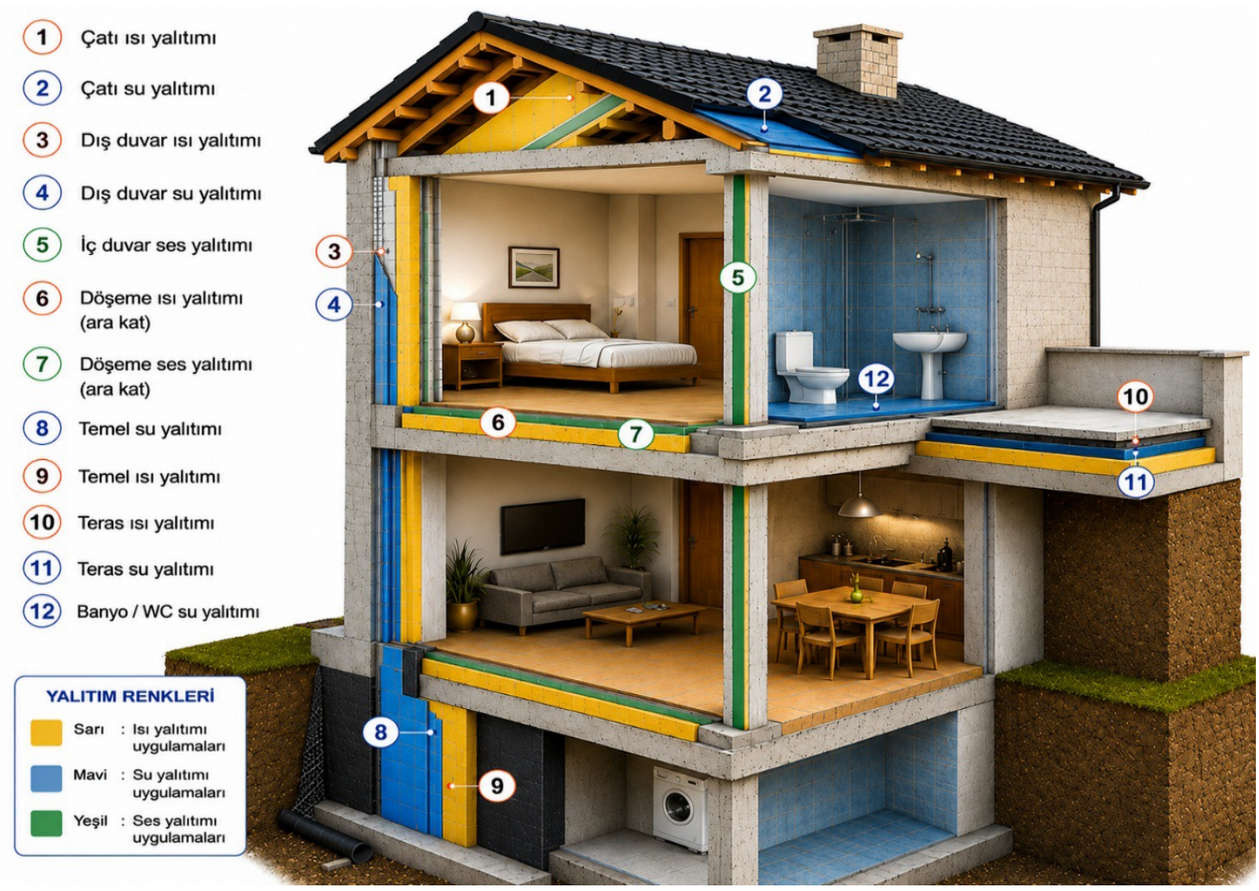
» Ses geçişlerinin artması

» Yapı ömrünün kısalması

## 2.4.2. Yapılarda Yalıtımın Kullanıldığı Yerler

Yapının bulunduğu bölgenin iklim koşulları, kullanım amacı ve yapı elemanlarının özellikleri dikkate alınarak uygun yalıtım sistemi belirlenmelidir. Yalıtım; çatı, dış duvar, döşeme, temel, teras, balkon ve ıslak hacimlerde(banyo ve wc) uygulanır.

Sarı renk ile gösterilen uygulamalar ısı yalıtımını, mavi renk ile gösterilen uygulamalar su yalıtımını, yeşil renk ile gösterilen uygulamalar ses yalıtımını ifade etmektedir (Görsel 2.79).




**Görsel 2.79: Yapılarda yalıtımların uygulama alanları**

Aşağıda yalıtımın yapıldığı yerler verilmiştir.

**Çatı yalıtımı**: Çatılar, yapılarda en fazla ısı kaybının meydana geldiği yapı elemanlarından biridir. Bunun nedeni ısınan hava yükselir prensibidir.

**Dış cephe (duvar ve betonarme) yalıtımı**: Yapıların dış ortam koşullarından korunması amacıyla yapılmaktadır. Özellikle mantolama uygulamaları sayesinde ısı kayıpları azaltılır.

**Döşeme yalıtımı**: Zeminden gelen soğuğun, nemin ve sesin azaltılmasına yardımcı olur. Özellikle ara kat döşemelerinde yapılan yalıtım uygulamaları sayesinde çeşitli seslerin iletilmesi azaltılır.

**Temel yalıtımı**:Yer altı sularının yapı içerisine girmesini önlemek amacıyla yapılır. Temel yalıtımı sayesinde yapı elemanları nem, su ve korozyona karşı korunur.

**Teras yalıtımı**: Yağmur sularının yapıya sızmasını önlemek amaçlanır. Aynı zamanda ısı yalıtımı sayesinde enerji kayıpları-nın azaltılmasını sağlar.

**Banyo ve wc yalıtımı**: Bu alanlarda yapılan yalıtım uygulamaları sayesinde suyun alt katlara geçmesi önlenmekte ve yapı elemanları korunmaktadır.

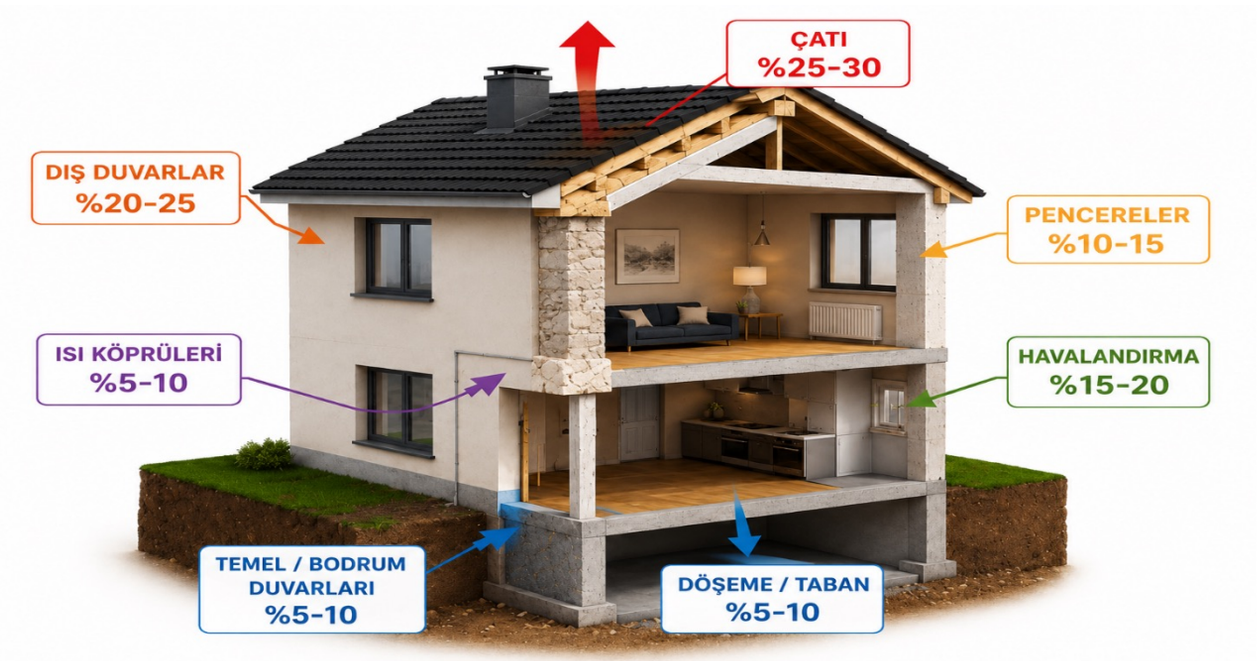
**İç bölme duvar yalıtımı**: Odalar ve katlar arasındaki ses geçişleri azaltılır. Böylece daha sessiz yaşam alanları oluşturulur.

## 2.4.3.Yapılarda Yalıtımın Çeşitleri ve Malzemeleri

Yapılarda en yaygın kullanılan yalıtım çeşitleri; ısı yalıtımı, su yalıtımı, ses ve yangın yalıtımıdır. Yapının kullanım alanına, iklim koşullarına ve uygulama bölgesine göre farklı yalıtım malzemeleri tercih edilmektedir.

### 2.4.3.1. Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı yapının soğuk ve sıcaklık dengesini istenilen seviyede tutmak için uygulanır. Yetersiz yalıtımlı yapılarda ısı kayıpları artar ve yoğuşma, nem, küf oluşumu gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Yapılarda en fazla ısı kayıpları çatı ve dış duvarlarda görülmektedir (Görsel 2.80).




**Görsel 2.80:** Yapılarda meydana gelen ısı kayıplarının yapı elemanlarına göre yüzdesel dağılımı

**Isı yalıtımı uygulamalarının faydaları aşağıda sıralanmıştır.**

» Enerji tasarrufu sağlanır.

» Yakıt giderleri azalır.

» Yaşam konforu artar.

» Yapı elemanları korunur.

» Çevrenin korunmasına katkı sağlar.

**Isı yalıtımı genellikle;**

» Dış cephelerde

» Çatılarda

» Döşemelerde

» Temellerde uygulanmaktadır.

Yapılarda kullanılan başlıca ısı yalıtım malzemeleri aşağıda açıklanmıştır (Görsel 2.81).

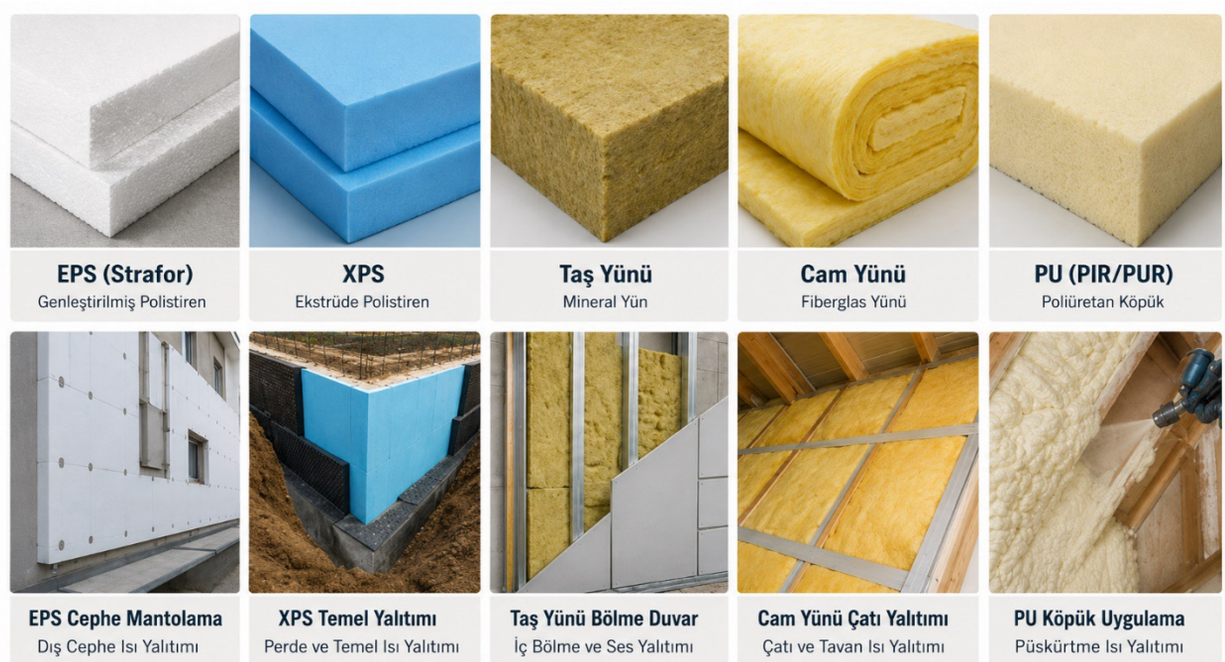
» **EPS (genleştirilmiş polistiren) petrol türevli**: Hafif yapıya sahip ısı yalıtım malzemesidir. Isı yalıtım performansı yüksektir ve ekonomik olması nedeniyle dış cephe mantolama uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

» **XPS (ekstrüde polistiren) petrol türevli**: Yüksek basınç dayanımına ve düşük su emme özelliğine sahip bir yalıtım malzemesidir. Genellikle temel, döşeme, teras ve perde duvar uygulamalarında tercih edilmektedir.

» **Taş yünü (doğal taş)**: Doğal kayaçların eritilmesiyle elde edilen lifli bir yalıtım malzemesidir. Isı ve ses yalıtımı sağlar. Yangına dayanıklı olması nedeniyle çatı, dış cephe ve ara bölme duvar uygulamalarında kullanılır.

» **Cam yünü (silis kumu)**: Camın yüksek sıcaklıkta eritilip lif hâline getirilmesiyle üretilmektedir. Hafif, esnek ve uygulaması kolay malzemedir. Çatı, tavan ve duvar uygulamalarında kullanılmaktadır.

» **Poliüretan köpük (kimyasal birleşim)**: Yüksek ısı yalıtım performansına sahip malzemedir. Püskürtme şeklinde uygulanabilmektedir. Özellikle çatılar, soğuk hava depoları ve özel yalıtım uygulamalarında tercih edilmektedir.




**Görsel 2.81: Yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri**

Isı yalıtımında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanıp açıklanmıştır.

**Isı köprüleri**: Yapılarda bazı bölgelerde ısı, diğer yüzeylere göre daha hızlı geçiş yapabilir. Isının yapı elemanları arasında yoğun şekilde iletildiği bu bölgelere **ısı köprüsü** denir. Isı köprüleri genellikle yalıtımın eksik, hatalı veya kesintiye uğradığı noktalarda oluşur.

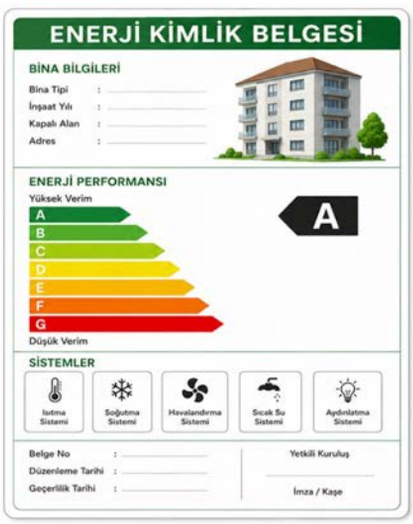
**Yoğuşma**: Sıcak ve nemli havanın soğuk yüzeylerle karşılaşması sonucunda su damlacıkları oluşmasına yoğuşma denir. Yoğuşma; duvarlarda nem, küf, boya kabarması ve kötü koku gibi sorunlara neden olabilir. Yapılarda uygun yalıtım uygulamalarının yapılması ve havalandırmanın sağlanması önemlidir.

**Yalıtımın sürekliliği**: Yalıtım uygulamalarında malzemelerin yapı elemanları boyunca kesintisiz uygulanması gerekir. Yalıtımın bazı bölgelerde eksik bırakılması ısı kayıplarına neden olur ve uygulamanın verimini düşürür. Bu nedenle çatı, duvar, döşeme ve temel gibi yapı elemanlarında yalıtımın sürekli olması sağlanmalıdır.

**Enerji Kimlik Belgesi**: Binanın enerji tüketimini, yalıtım durumunu ve enerji verimliliğini gösteren resmi belgedir (Görsel 2.82).

Türkiye'de yürürlükte bulunan **Binalarda Enerji Performansı (BEP) Yönetmeliği** kapsamında yeni yapılan binalarda **enerji kimlik belgesi (EKB)** alınması yasal zorunluluktur.

Enerji kimlik belgesinde binalar enerji performansına göre A'dan G'ye sınıflandırılmaktadır. Isı yalıtımı doğru yapılan binalarda enerji kayıpları azaldığı için enerji performansı daha iyidir.




**Görsel 2.82:** Enerji kimlik belgesi

## 2.4.3.2. Su Yalıtımı

Yapı elemanlarını suyun zararlı etkilerinden korur. Temellerde, çatılarda ve ıslak hacimde yapılan su yalıtımı uygulamaları sayesinde yapıların dayanıklılığı artırılır.

Özellikle betonarme yapılarda suyun yapı içerisine nüfuz etmesi sonucunda donatı çeliklerinde paslanma yani korozyon meydana gelir. Korozyon oluşan yapı elemanlarında dayanım azalır ve zamanla çatlaklar oluşabilir.

Temel, bodrum, çatı, teras, balkon ve ıslak hacimlerde yapılan doğru su yalıtımı uygulamaları sayesinde yapı elemanları nem ve sudan korunur. Böylece küf, rutubet, boya kabarması ve beton hasarları gibi sorunların oluşması önlenir.Kullanım yerine, uygulama şekline ve suyun etkisine göre farklı su yalıtım malzemeleri tercih edilmektedir (Görsel 2.83).



**Görsel 2.83:** Yapılarda su yalıtımı uygulamaları

» **Bitümlü membranlar**: Su yalıtımında en yaygın kullanılan malzemelerden biridir. Rulo hâlinde üretilir ve genellikle temel, teras, çatı ve bodrum uygulamalarında kullanılır. Su geçirmez özelliği sayesinde yapı elemanlarını nem ve sudan korur.

» **PVC membranlar**: Sentetik esaslı su yalıtım malzemeleridir. Esnek yapıları sayesinde geniş yüzeylerde kolay uygulanır. Özellikle teras çatılar, otoparklar ve büyük yapı projelerinde tercih edilir.

» **Sürme esaslı su yalıtım malzemeleri**: Fırça, rulo veya mala ile yüzeye uygulanmaktadır. Kuruduktan sonra su geçirmez bir tabaka oluşturur. Banyo, wc ve balkon gibi ıslak hacimlerde yaygın olarak kullanılır.

» **Poliüretan yalıtım malzemeleri**: Yüksek esnekliğe sahip su yalıtım ürünleridir. Çatlaklara karşı dayanıklı olmaları nedeniyle teras, çatı ve balkon uygulamalarında kullanılır.

» **Kristalize su yalıtım malzemeleri**: Bu malzemeler beton içerisine nüfuz ederek su geçirimsizlik sağlar. Özellikle temel, perde beton ve su depolarında kullanılmaktadır. Yapının dayanıklılığını artırır.

» **Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri**: Çimento esaslı malzemeler özellikle iç mekanlarda ve seramik altı uygulamalarda tercih edilir. Banyo, duş alanı ve balkon gibi bölgelerde sık kullanılır.

» **Drenaj levhaları**: Temel ve perde duvarda kullanılarak suyun yapıdan uzaklaştırılmasını sağlar. Böylece yapı elemanlarının sürekli suya maruz kalması önlenir.

### 2.4.3.3. Ses Yalıtımı

Şehirleşmenin artması, trafik yoğunluğu, insan hareketliliği ve yapılaşma nedeniyle gürültü sorunu önemli çevresel problem hâline gelmiştir. Ses yalıtımı uygulamaları yapıda oluşan veya dış ortamdan gelen gürültünün azaltılmasını sağlar.

Yetersiz ses yalıtımı; insanların dinlenme, çalışma ve öğrenme ortamlarını olumsuz etkileyebilir. Sürekli gürültüye maruz kalınması dikkat dağınıklığı, stres, uyku problemlerine neden olabilir. Özellikle konut, okul, hastane, otel ve iş merkezlerinde sessiz ve huzurlu ortamların oluşturulması için ses yalıtımı uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Isı yalıtımında uygulanan taş yünü ve cam yünü malzemeleri ses yalıtımında da kullanılmaktadır. (Görsel 2.84). Bu malzemelerin dışında aşağıda tanımları verilen malzemelerde tercih edilmektedir.

Akustik sünger: Ses dalgalarını emerek yankıyı ve gürültüyü azaltan malzemedir. Özellikle sinema salonu, müzik odası, konferans salonu ve stüdyo gibi mekanlarda kullanılmaktadır. İç mekan akustiğinin iyileştirilmesine yardımcı olur.

Ses yalıtım levhası: Alçıpan sistemleri ile kullanılmaktadır. Duvar ve tavan uygulamalarında ses geçişlerini azaltmak amacıyla uygulanır. Özellikle iç bölme duvarlarda yaygın olarak tercih edilmektedir.

Şap altı ses yalıtım şiltesi: Döşemede oluşan darbe seslerini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Üst katlardan gelen ayak sesi, eşya sürükleme sesi ve titreşimlerin alt katlara iletilmesini azaltır. Genellikle şap altında uygulanır.




**Görsel 2.84: Yapılarda ses yalıtımında kullanılan malzemeler**

## 2.4.3.4. Yangın Yalıtımı

Yangın sırasında alevin, dumanın ve yüksek sıcaklığın yapı içerisinde yayılmasını geciktirmek veya engellemek amacıyla yapılan koruyucu uygulamalardır. Yangın yalıtımının temel amacı, insanların güvenli şekilde tahliye edilmesine zaman kazandırmak, can ve mal kayıplarını azaltmak ve yapı taşıyıcı sistemlerinin dayanımını korumaktır.Yangın yalıtımında kullanılan malzemeler yüksek sıcaklıklara dayanıklı olup yanmaz veya zor yanıcı özellik gösterir. Bu malzemeler; duvarlarda, döşemelerde, çatılarda, tesisat geçişlerinde ve çelik taşıyıcı elemanlarda kullanılabilir.

Ses yalıtımında uygulanan taş yünü ve cam yünü malzemeleri yangın yalıtımında da kullanılmaktadır. Bu malzemelerin dışında aşağıda tanımları verilen malzemelerde tercih edilmektedir (Görsel 2.85).

**Yangına dayanıklı alçı levha**:Özel katkılarla güçlendirilmiş alçı çekirdeğe sahip levhalardır. Yangın sırasında yüksek sıcaklıklara karşı daha uzun süre dayanım göstererek yangının yayılmasını geciktirir. Duvar, tavan ve şaft sistemlerinde kullanılır.

**Yangına dayanıklı boya**:Yüksek sıcaklık etkisinde şişerek koruyucu bir tabaka oluşturan özel boyalardır. Özellikle çelik yapı elemanlarını yangının zararlarından korur ve taşıyıcı sistemlerin dayanım süresini artırır.




**Görsel 2.85:** Yapılarda yangın yalıtımında kullanılan malzemeler

### 7. ETKİNLİK

**Enerji verimliliği ile ısı yalıtımı ilişkisi**

**Amaç:** Enerji verimliliği ve ısı yalıtımı arasındaki ilişkiyi açıklamak

**Süre;** 1 hafta

**Görev:** Isı yalıtımı uygulamasının binalarda (Isıtma-Soğutma) sağladığı yararlar ve bunun sonucunda enerji verimliliğine etkisinin neler olabileceğinin araştırarak aşağıdaki işlem basamaklarına göre sunum hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

1. **Konuyla ilgili araştırma yapınız.** (Isı yalıtımı nedir? Isı yalıtımının amacı nedir? Binalarda ısı kayıpları en çok nerelerde meydana gelir? Isı yalıtımında kullanılan başlıca malzemeler nelerdir? Isı yalıtımının ısıtma ve soğutma giderlerine etkisi nedir? Enerji verimliliği nedir? Isı yalıtımı enerji verimliliğine nasıl katkı sağlar? Isı yalıtımının çevreye ve ülke ekonomisine katkıları nelerdir?)
2. **Konuyu destekleyen en az 5 adet görsel ekleyiniz.** Örneğin mantolama uygulaması, çatı yalıtımı, ısı yalıtımlı pencere (çift cam), döşeme yalıtımı, ısı köprüsü örnekleri vb. (Her görselin altına kısa bir açıklama yazınız).
3. **Yalıtımlı ve yalıtımsız binaları; yakıt tüketimi, elektrik tüketimi, ısınma süresi, yazın serinlik, konfor, çevreye etkisi, karbon salınım özelliklerini tablo şeklinde karşılaştırınız.**
4. **Enerji tasarrufu ile ilgili uygulanabilecek en az 10 öneri yazınız.** (Örneğin dış cephe mantolaması yaptırmak, çift camlı pencere kullanmak, çatı yalıtımı yaptırmak, kapı ve pencere boşluklarını yalıtmak, gereksiz enerji tüketiminden kaçınmak vb.)
5. **Araştırmanız sonucunda konu hakkında değerlendirmenizi en az bir sayfa olacak şekilde kendi cümlelerinizle yazınız.**

## 2.5. CEPHE SİSTEMLERİ

Cephe sistemleri, yapıların dış ortamla temasını sağlayan ve yapıyı çevresel etkilere karşı koruyan yapı elemanlarıdır. Teknolojik gelişmeler ve değişen ihtiyaçlar doğrultusunda geçmişten günümüze farklılaşmıştır. Yapıların kullanım amaçları, estetik beklentiler ve yapı malzemelerindeki gelişmeler sonucunda geleneksel cephe sistemlerinin yanında modern cephe sistemleri de kullanılmaya başlanmıştır (Görsel 2.86, 2.87).



**Görsel 2.86:** Geleneksel cephe sistemi



**Görsel 2.87:** Modern cephe sistemi

### 2.5.1. Yapılarda Cephe Sistemlerinin Önemi

Bu sistemler yapının yalnızca dış görünüşünü oluşturan yüzeyler olarak değerlendirilmemelidir. Yapının güvenliği, dayanıklılığı, enerji performansı ve kullanıcı konforu üzerinde doğrudan etkili olan cephe sistemleri yapının kabukları olarak görülmelidir (Görsel 2.88).




**Görsel 2.88:** Yapılarda cephe sistemlerinin önemi

Cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerin dayanıklı olması, bağlantı detaylarının doğru uygulanması ve yalıtımların eksiksiz yapılması yapı güvenliği açısından önemlidir. Doğru uygulanan cephe sistemleri yapının dayanıklılığını artırarak uzun ömürlü kullanım sağlar.

## 2.5.2. Yapılarda Cephe Sistemleri ve Çeşitleri

Cephe sistemleri günümüzde estetik, kültürel, mimari değerleri ve yapıyı koruma özelliği nedeniyle uygulanmaktadır.

**Geleneksel cephe sistemleri**, mimarinin korunmak istendiği bölgelerde, restorasyon çalışmalarında ve yöresel mimariyi yansıtan yapılarda tercih edilmektedir. Genellikle taş, ahşap, kerpiç ve tuğla gibi doğal malzemeler kullanılır. Yapıya doğal görünüm kazandırırken bölgesel iklim koşullarına uygun çözümler sunar. Kullanım alanları tarihi yapılar, turistlik tesisler, konutlar, restorasyon projeleri ve dekoratif cephe uygulamalarıdır.

**Modern cephe sistemleri**, gelişen yapı teknolojileri sayesinde yapılarda estetik görünüm, enerji verimliliği, dayanıklılık ve kullanıcı kolaylığı sağlamak amacıyla geliştirilen çağdaş yapı kabuğu sistemleridir. Yüksek yapı, iş merkezi, hastane, otel, alışveriş merkezleri ve modern konut projelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Modern cephe sistem çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

» **Alüminyum ve Cam Cephe Sistemleri**

Taşıyıcı profil genellikle alüminyumdan, cephe yüzeyleri cam panellerden oluşur. İş merkezi, plaza, hastane, otel, alışveriş merkezleri ve yüksek katlı yapılarda yaygın kullanılır.

Taşıyıcı yapı sisteminden bağımsız uygulanır. Giydirme cephe sistemi olarak da adlandırılır. Alüminyum profiller hafif ve dayanıklı taşıyıcı yapı oluşturur. Cam paneller yapılara modern, şeffaf ve estetik görünüm kazandırır. Gün ışığından maksimum düzeyde yararlanma imkânı sağlar. Modern cam teknolojileri sayesinde ısı ve ses yalıtımı sağlanır. Alüminyum malzemeyle farklı renk ve profil seçenekleri sayesinde modern mimari tasarımlara uygun çözümler üretilebilmektedir. Bakım ihtiyacı azdır, kullanım ömrü uzundur.

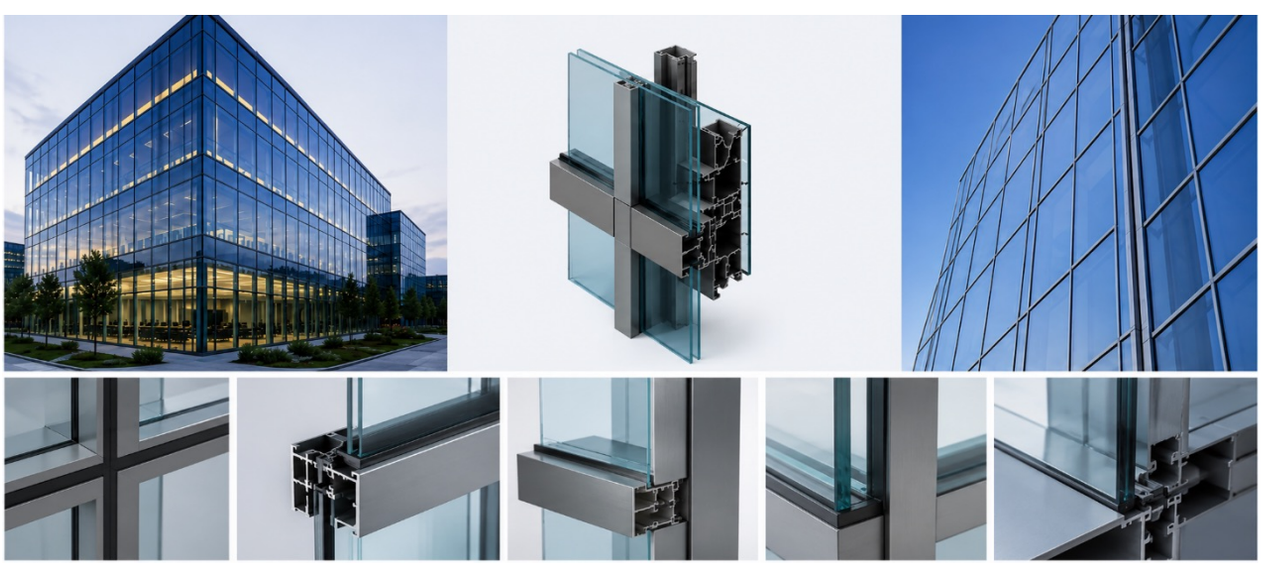
Alüminyum cam cephe sistemleri kendi içinde çeşitlere ayrılır.

» Kapaklı cephe sistemleri

» Yarı kapaklı cephe sistemleri

» Strüktürel (taşıyıcı etkisi olan)silikon cephe sistemleri

Kapaklı cephe sistemlerinde taşıyıcı alüminyum profiller dışarıdan görünür. Yarı kapaklı cephe sistemlerinde taşıyıcı alüminyum profillerin bir kısmı dışarıdan görünürken diğer kısmı silikon dolgu ile gizlenmektedir. Strüktürel silikon cephe sistemlerinde ise cam yüzeyler birleşik görünür (Görsel 2.89).



**Görsel 2.89:** Alüminyum ve cam cephe sistem detayları

Alüminyum ve cam cephe sistemlerinin malzemesi ağır olduğundan yapıya ekstra yük getirir. Isı ve ışık kontrolüne yardımcı olarak enerji verimliliğinin sağlanmasına destek olur. Fabrikada üretilen bileşenlerden oluşmaları nedeniyle montaj işlemleri hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Dayanıklı malzemelerden üretildikleri için uzun ömürlü bir kullanım sunar ve bakım gereksinimleri diğer cephe sistemlerine göre daha azdır.

Yanlış malzeme seçimi veya hatalı montaj uygulamaları; su sızıntısı, ısı kaybı gibi problemlere neden olabilir. Birleşim detaylarının doğru çözülmesi, kaliteli cam kullanılması ve taşıyıcı sistem bağlantılarının teknik kurallara uygun yapılması önem taşımaktadır. Kullanım alanları iş merkezi ve plazalar, yüksek katlı binalar, hastaneler, oteller, alışveriş merkezi, havalimanı, eğitim yapısı, spor salonu, kültür merkezi, konut projeleridir.

» **Kompozit Cephe Sistemleri**

İki ince alüminyum levha arasına yerleştirilen dolgu malzemesi kullanılarak üretilen kompozit paneller cephe kaplama elemanı olarak uygulanır. İş ve alışveriş merkezi, hastane, otel, benzin istasyonları ve modern konut projelerinde tercih edilir. Mimaride sade ve şık cephe tasarımlarının oluşturulmasında önemli yere sahiptir.

Alüminyum taşıyıcılar üzerine monte edilmektedir. Paneller özel bağlantı elemanları yardımıyla sabitlenerek cephe yüzeyi oluşturulur. Uygulama sırasında birleşim detaylarının doğru çözülmesi, su ve hava sızdırmazlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Kompozit panel cephe sistemleri, binaya fazla yük getirmeden uygulanabilmektedir. Montaj işlemlerinin kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlar. Farklı renk, doku ve desen seçenekleri sunarak mimari tasarımlarda kullanım imkânı oluşturur. Dış hava koşullarına karşı dayanıklı yapısı sayesinde uzun süreli kullanım sağlar. Bakım ihtiyacının az olması, kullanım ve işletme maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlar. İş merkezleri, alışveriş merkezleri, hastaneler, oteller, benzin istasyonları ve modern konut projelerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Görsel 2.90).



**Görsel 2.90: Kompozit cephe kaplaması**

» **Seramik Cephe Sistemleri**

Üretilen cephe seramikleri yapı yüzeyine mekanik bağlantılar veya özel taşıyıcı sistemler yardımıyla uygulanmaktadır. Seramik cephe kaplamaları, yağmur, güneş, rüzgâr ve sıcaklık değişimlerinden minimum düzeyde etkilenir. Dayanıklı yapısı sayesinde uzun ömürlü bir kullanım sunar. Yanıcı olmayan yapısı nedeniyle yangına karşı güvenlidir. Yüzeylerinin kolay temizlenebildiğinden bakım gereksinimi azdır. İş merkezleri, hastaneler, oteller, alışveriş merkezleri, konut projeleri ve kamu yapılarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 2.91).



**Görsel 2.91: Seramik cephe uygulamaları**

» **Fibercement Cephe Sistemleri**

Fibercement malzemeleri, çimento, selüloz lifleri ve mineral katkıların birleşiminden üretilir. Güneş ışınlarından, yağıştan ve sıcaklık değişimlerinden etkilenebilir. Uygulama sonrasında malzeme yüzeyine, dış cepheye uygun astar ve boyama işlemi yapılması gerekir. Hafif olması taşıyıcı sistem üzerindeki yükü azaltır. Farklı renk ve yüzey seçenekleri sayesinde mimari tasarımlara uyum sağlayan fibercement kaplamalar günümüzde konut, okul, hastane ve ticari yapılarda yaygın tercih edilir (Görsel 2.92).



**Görsel 2.92: Fibercement cephe uygulamaları**

## 2.14. SIRA SİZDE

**1.** Hangi cephe sisteminin günümüz konut yapıları için daha uygun olduğunu düşünüyorsunuz? Cevaplarınızı yazınız ve daha sonra arkadaşlarınızla paylaşınız.

**2.** Siz bir iş yeri projesi tasarlasaydınız hangi cephe sistemini tercih ederdiniz? Cevaplarınızı yazınız ve daha sonra arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. 6. İSKELELER

Yapı iskeleleri, inşaat ve bakım çalışmalarında işçilerin güvenli bir şekilde yüksekte çalışabilmesini sağlamak amacıyla kurulan geçici taşıyıcı sistemlerdir. Bina yapım, onarım, boya, sıva ve cephe kaplama gibi işlerde çalışma platformu ve malzeme taşıma alanı olarak kullanılır.Çelik ya da alüminyum malzemeden üretilen iskeleler, modüler yapıları sayesinde farklı yükseklik ve projelere uyarlanabilir. Çelik, alüminyum gibi dayanıklı malzemelerden üretilen dikmeler, yatay ve diyagonal elemanlar, çalışma platformları, topukluklar ve çeşitli bağlantı parçalarının bir araya gelmesiyle oluşan geçici taşıyıcı sistemlerdir. Kullanılacakları işin türüne ve maruz kalacakları yüklere göre özel tasarlanır.

İskeleler farklı uygulama alanlarında kullanılacağı için her kullanım için belli standartlar geliştirilmiştir. Bu standartlar, iskelelerin güvenli şekilde kullanılabilmeleri için taşıma kapasitelerini, dayanım koşullarını ve sağlamaları gereken asgari güvenlik ölçütlerini belirler. Böylece hem çalışan güvenliği hem de yapım sürecinin sağlıklı ilerlemesi güvence altına alınır. İskele kurulumlarının doğru yapılması ve güvenlik standartlarına uygun olması, iş kazalarının önlenmesi açısından önemlidir.

### 2.15. SIRA SİZDE

Öğretmen rehberliğinde üç kişilik gruplara ayrılınız. Aşağıdaki görsellerden yararlanarak (Görsel 2.93), (Görsel 2.94) :

**1.** İskelelerin üç temel faydasını yazınız.

**2.** Yanlış kurulan iskelenin oluşturacağı üç olası riski belirleyiniz.

Grup sonuçlarını sınıfta paylaşınız.



**Görsel 2.93:** Doğru kurulmuş iskele



**Görsel 2.94:** Hatalı kurulmuş iskele

## 2.6.1. İskele Çeşitleri

Yapıların ihtiyacına göre tasarlanabilir. Her tür iskele, belli işlevi yerine getirmek için farklı özelliklere sahiptir. İskeleler genel olarak malzemelerine göre, kullanım alanlarına göre ve sistem tiplerine göre sınıflandırılır.

### 2.6.1.1. Malzemelerine Göre İskeleler

Yapımında kullanılan ana malzemenin türüne göre sınıflandırılan, farklı dayanım, ağırlık ve kullanım özellikleri gösteren geçici yapı sistemleridir. İskelenin taşıma kapasitesini, kullanım süresini ve tercih edildiği çalışma alanını doğrudan etkiler. Çelik, alüminyum, ahşap olmak üzere üç ana gruba ayrılır.

**Çelik iskele**: İnşaat ve bakım işlerinde kullanılan; taşıyıcı elemanları çelikten üretilmiş, yüksek dayanım ve yük taşıma kapasitesine sahip geçici çalışma platformu sistemidir (Görsel 2.95).

**Alüminyum iskele**: Yüksek çalışma alanlarına güvenli, hızlı ve pratik erişim sağlamak amacıyla tasarlanmış, hafif ama dayanıklı alüminyum alaşımdan üretilen modüler çalışma platformlarıdır. Tekerlekli (mobil) yapıda oldukları için taşıması ve yer değiştirmesi kolaydır.



**Görsel 2.95:** Çelik iskele

**Ahşap iskele**: Taşıyıcı elemanları ahşap malzemeden yapılan, yapı işlerinde çalışma platformu oluşturmak amacıyla kullanılan geleneksel geçici iskele sistemleridir.Genellikle kalas, direk ve kiriş gibi ahşap parçaların birleştirilmesiyle kurulur. Günümüzde yerini büyük ölçüde çelik ve alüminyum iskelelere bırakmış olsa da küçük ölçekli işlerde veya geleneksel uygulamalarda hâlâ kullanılmaktadır (Görsel 2.96).



**Görsel 2.96:** Ahşap İskeleler

## 2.16. SIRA SİZDE

Sınıf 3 gruba ayrılır.

Grup 1: Çelik İskele

Grup 2: Alüminyum İskele

Grup 3: Ahşap İskele

Her grubun Tablo 2.4'te yer alan açıklamaları doğru yapmaları istenir.

Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

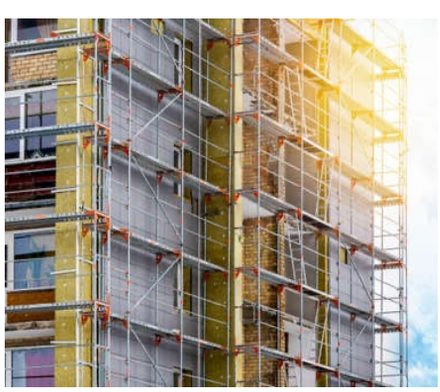
**Tablo 2.4:Malzemelerine Göre İskeleler**

| Özellik | Açıklama |
|---|---|
| Dayanıklılık | |
| Ağırlık | |
| Kullanım Alanı | |
| Avantaj | |
| Dezavantaj | |

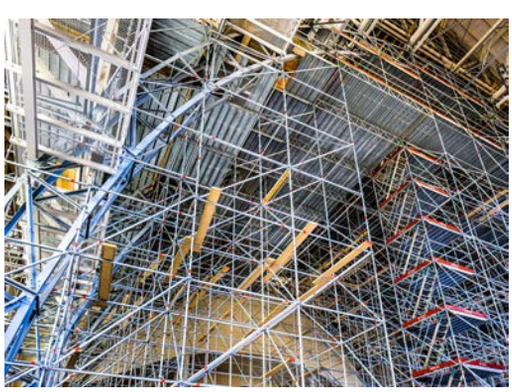
## 2.6.1.2 Kullanım Alanına Göre İskeleler

Yapı işlerinde yapılacak faaliyetin türüne, çalışma yüksekliğine ve işin niteliğine bağlı olarak farklı amaçlarla tasarlanan ve kullanılan geçici taşıyıcı sistemlerdir. Dış cephe çalışmaları, yüksek yapı uygulamaları, iç mekân işleri veya betonarme kalıp destekleme gibi farklı kullanım ihtiyaçlarına uygun olarak çeşitlendirilir.

**İş iskelesi (cephe iskelesi, hacim iskele, merdiven kulesi)**: Yapı işlerinde güvenli çalışma ve erişim sağlamak amacıyla kullanılan geçici sistemlerdir. Cephe iskeleleri, binaların dış yüzeylerinde yapılan sıva, boya, bakım ve onarım gibi işlerde kullanılan ve yapı boyunca uzanan iskelelerdir (Görsel 2.97). Hacim iskeleleri, geniş ve yüksek iç mekânlarda (örneğin salon, fabrika ve hangar gibi alanlarda) kurulan, çalışma alanını tamamen kapsayan sistemlerdir (Görsel 2.98). Merdiven kulesi iskeleler ise çalışanların güvenli iniş-çıkışını sağlamak amacıyla oluşturulan, basamaklı ve korumalı geçiş elemanlarıdır (Görsel 2.99).



**Görsel 2.97:** Cephe iskelesi



**Görsel 2.98:** Hacim iskelesi



**Görsel 2.99:** Kule iskelesi

**Kalıp iskelesi**: Betonarme yapı elemanlarının dökümü sırasında kalıp sistemlerini ve taze betonu taşımak amacıyla kurulan, yüksek taşıma kapasitesine sahip geçici destek sistemidir.Döşeme, kiriş ve kolon gibi yapı elemanlarının istenen formda ve güvenli şekilde oluşturulmasını sağlar. Yük taşıma kapasitesi yüksek olup sağlamlık ve stabilite açısından özel tasarlanır (Görsel 2.100).

**Mobil iskele**: Alt kısmında bulunan tekerlekler sayesinde kolayca taşınabilen, farklı çalışma noktalarına hızlı şekilde yer değiştirilebilen geçici iskele sistemleridir.İç mekânda, bakım, onarım, boya ve montaj gibi kısa süreli işlerde kullanılır. Hafif yapıları ve pratik kurulumu sayesinde zamandan tasarruf sağlar.Mobil iskelelerde güvenlik için tekerleklerin kilitlenebilir olması ve kullanım sırasında sabitlenmesi önemlidir (Görsel 2.101).



**Görsel 2.100:** Kalıp iskelesi



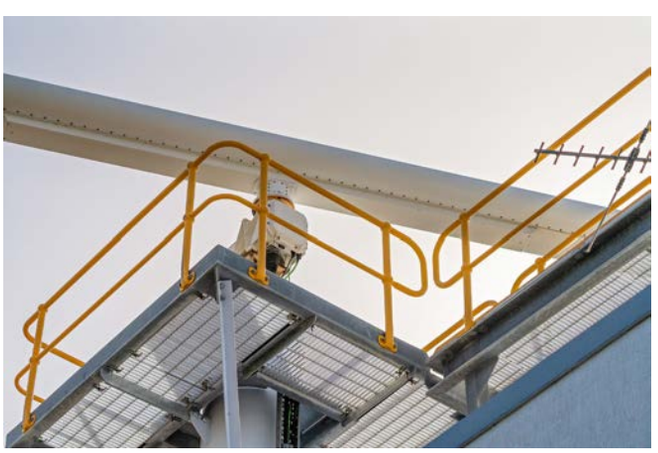
**Görsel 2.101:** Mobil iskele

**Merdiven kulesi iskele**: İskele sistemlerinde çalışanların güvenli iniş-çıkış yapmasını sağlamak amacıyla kurulan basamaklar, korkuluklar ve ara sahanlıklar içerir. Yüksek yapıda, katlar arası güvenli ulaşım sağlamak için kullanılır. İş güvenliğini artırır ve çalışanların kontrollü hareket etmesine olanak sağlar. Basamaklı ve korumalı geçiş elemanlarından oluşan dikey erişim yapısıdır (Görsel 2.102).

**Kenar koruma sistemleri**: Yüksekte yapılan çalışmalarda çalışanların düşmesini önlemek amacıyla yapı kenarlarına, döşeme boşluklarına ve iskele platformlarına kurulan güvenlik sistemleridir.Korkuluk, ara korkuluk ve topuk levhalarından (etek tahtası) oluşur. Çalışma alanının açık kenarlarını kapatarak düşme riskini en aza indirir. Kenar koruma sistemleri, iş sağlığı ve güvenliği açısından zorunludur. Çalışanların güvenli bir ortamda faaliyet göstermesini sağlar (Görsel 2.103).



**Görsel 2.102:** Merdiven kulesi iskele



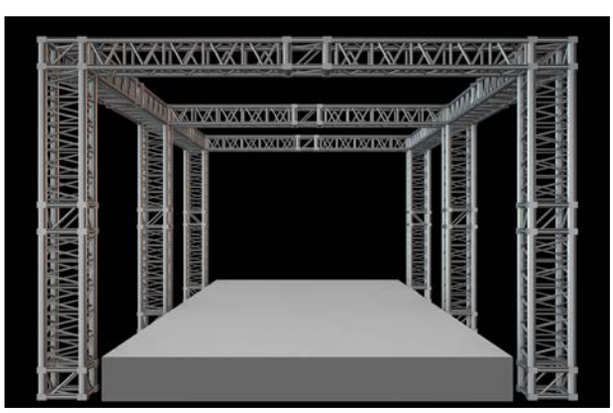
**Görsel 2.103:** Kenar koruma sistemleri

**Güvenlik ağları**: Yüksekte yapılan çalışmalarda çalışanların veya düşebilecek malzemelerin zemine ulaşmasını engellemek amacıyla kullanılan, darbe emici özellikteki koruyucu sistemdir.Dayanıklı sentetik liflerden (örneğin polipropilen veya naylon) üretilir ve yapı çevresine ya da çalışma alanlarının altına yerleştirilir. Düşme durumunda enerjiyi sönümleyerek yaralanma riskini azaltır.Güvenlik ağları, özellikle yüksek katlı inşaatlarda ve açık alanlarda çalışanlar için önemli toplu koruma yöntemidir ve iş güvenliğinin sağlanmasında önemli rol oynar (Görsel 2.104).

**Sahne ve çatı sistemleri**: Konser, festival, fuar ve benzeri etkinliklerde kullanılan; sahne platformunu oluşturmak ve üstünü dış etkenlerden korumak amacıyla kurulan geçici taşıyıcı sistemdir.Modüler yapıdadır ve metal taşıyıcı elemanlardan (truss sistemleri) oluşur. Sahne kısmı performans alanını oluşturur. Çatı sistemi yağmur, güneş ve rüzgâr gibi çevresel etkilere karşı koruma sağlar.Kurulumu ve sökümü hızlı olan sahne ve çatı sistemleri güvenli kullanım için statik hesaplara uygun tasarlanır ve sağlam bağlantı elemanları ile desteklenir (Görsel 2.105).



**Görsel 2.104:** Güvenlik ağları



**Görsel 2.105:** Sahne ve çatı sistemleri

## 2.17. SIRA SİZDE

Aşağıda farklı çalışma ortamlarına ait senaryolar verilmiştir.

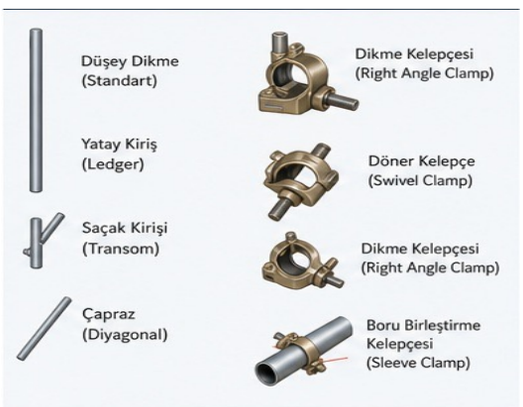
1. 12 katlı binada dış cephe mantolama yapılacak.
2. Fabrika içinde yüksek tavanda bakım yapılacak.
3. Betonarme döşeme dökülecek.
4. AVM içinde kısa süreli boya işi yapılacak.
5. İşçilerin katlar arasında güvenli geçişi sağlanacak.

Yukarıdaki senaryolara göre hangi iskele tipi kullanılmalıdır?

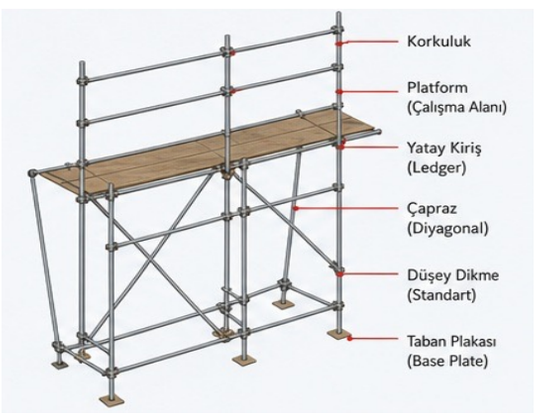
## 2.6.1.3. Sistem Tiplerine Göre İskeleler

Taşıyıcı elemanların birbirine bağlanma şekline ve kurulum sistemine göre sınıflandırılan iskele türleridir. Bu sınıflandırma iskelenin kurulum hızı, dayanımı, güvenliği ve kullanım alanını doğrudan etkiler.

**Boru ve kelepçeli iskeleler**: Çelik boruların kelepçelerle birleştirildiği, esnek ve farklı şekillere uyarlanabilen klasik iskele sistemidir. Çelik boruların özel bağlantı elemanlarıyla kelepçeler ile birbirine bağlanmasıyla oluşturulan (Görsel 2.106), esnek ve çok yönlü kullanım imkânı sağlayan iskeledir. Bu sistemde dikey, yatay ve çapraz borular; döner ve sabit kelepçeler aracılığıyla birleştirilir (Görsel 2.107). Farklı yapı geometrilerine kolayca uyarlanabildiği için özellikle karmaşık ve düzensiz cephede tercih edilir. Kurulumu diğer sistemlere göre daha fazla işçilik gerektirse de sağlamlığı ve uyarlanabilirliği sayesinde yaygın kullanılmaktadır.




**Görsel 2.106:** Boru ve kelepçeli iskelelerin bağlantı elemanları

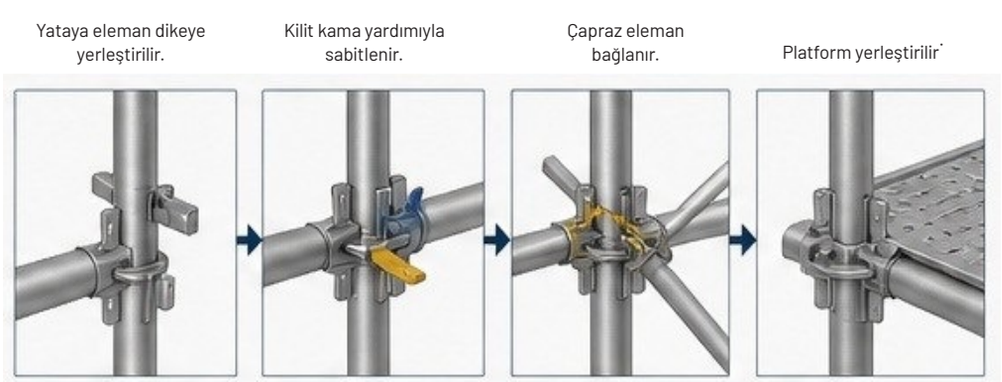



**Görsel 2.107:** Bağlantı elemanlarının yerleri

**Modüler (sistem) iskele**: Önceden tasarlanmış bağlantı noktalarına sahip elemanlardan oluşan, hızlı kurulum ve yüksek güvenlik sağlayan modern sistemlerdir (ringlock ve cuplock) (Görsel 2.108). Standart parçaların kilitli bağlantı noktalarıyla hızlı ve güvenli birleştirilmesiyle kurulan modern iskele türleridir. Boru-kelepçeli sistemlere göre daha hızlı kurulur ve daha yüksek iş güvenliği sağlar (Görsel 2.109)




**Görsel 2.108:** Modüler (Sistem) iskele elemanları




**Görsel 2.109:** Modüler (Sistem) iskele bağlantıları

**H tipi (çerçeve) iskele**: Hazır çerçeve elemanlardan oluşan, kolay kurulup sökülebilen ve genellikle cephe işlerinde kullanılan pratik iskelelerdir (Görsel 2.110). Sistem tipine göre iskele seçimi; işin niteliğine, kurulacak alanın özelliklerine ve güvenlik gereksinimlerine göre yapılır. Dikey taşıyıcı çerçevelerden oluşan, özellikle cephe çalışmalarında yaygın kullanılan klasik iskele sistemleridir. Modüler sistemlere göre daha basit yapılıdır ve hızlı kurulum avantajı sunar (Görsel 2.111).




**Görsel 2.110:** H tipi (çerçeve) iskele elemanları



**Görsel 2.111:** H tipi (çerçeve) iskele

## 2.18. SIRA SİZDE

Sınıf 3 gruba ayrılır.

» 1. Grup: Boru–Kelepçeli İskele

» 2. Grup: Modüler İskele (Ringlock/Cuplock)

» 3. Grup: H Tipi (Çerçeve) İskele

Her grubun Tablo 2.5'te yer alan açıklamaları doğru yapmaları istenir.

Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

**Tablo.2.5: Sistem Tiplerine Göre İskeleler**

| Özellik | Açıklama |
|---|---|
| Kurulum Hızı | |
| Dayanım | |
| Esneklik | |
| Kullanım Alanı | |
| Avantaj | |
| Dezavantaj | |

## 2.6.2. İskele Güvenliği

İskele güvenliği, yüksekte gerçekleştirilen çalışmalarda iş kazalarını önlemek ve çalışanların can güvenliğini sağlamak amacıyla alınması gereken teknik ve idari tedbirlerin bütününü ifade eder. Yüksekte yapılan çalışmalarda iş kazalarını önlemek ve çalışanların hayatını korumak için alınması gereken tüm teknik ve idari önlemleri kapsar.

### 2.6.2.1 Güvenli İskele Kurulumu

Güvenli iskele kurulumu için gerreknler aşağıda sıralanmıştır (Görsel 2.112).

» İskeleler düz ve sağlam zemin üzerine kurulmalıdır.

» Tüm bağlantılar eksiksiz ve sıkı olmalıdır.

» Korkuluk, ara korkuluk ve topuk levhası mutlaka bulunmalıdır.

» İskele, yapıya uygun noktalardan ankrajlanmalıdır.

» Kurulum mutlaka yetkili ve eğitimli kişiler tarafından yapılmalıdır.




İskeleler düz ve sağlam zemimne kurulmalıdır.

Tüm bağlantılar eksiksiz ve sıkı olmalıdır.

Korkuluk, ara ve korkuluklar ve topukluk levhası bulunmalıdır.

İskele yapıya uygun noktalardan ankarajlanmalıdır.

Kurulum mutlaka yetkili ve eğitimli kişiler tarafından yapılmalıdır.

**Görsel 2.112:** Güvenli iskele kurulumu

## 2.6.2.2. Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)

İskele üzerinde çalışan kişilerin baret, tam vücut emniyet kemeri, kaymaz tabanlı iş ayakkabısı, eldiven ve reflektif yelek gibi ekipmanları kullanımı güvenliğini artırır ve olası kazaların etkisini azaltır (Görsel 2.113).

» Baret (kask)
» Emniyet kemeri (tam vücut)
» Kaymaz tabanlı iş ayakkabısı
» Eldiven ve reflektif yelek
» Gözlük




**Görsel 2.113:** Kişisel koruyucu donanımlar

## 2.6.2.3. İskele Güvenli Kullanım Kuralları

İskelenin güvenli kullanım kuralları aşağıda sıralanmıştır (Görsel 2.114).

» İskele üzerinde aşırı yükleme yapılmamalıdır.
» Platformlar temiz ve düzenli tutulmalıdır.
» Çalışanlar korkuluk dışına çıkmamalıdır.
» İskele üzerinde koşmak, zıplamak yasaktır.
» Malzemeler düşmeyecek şekilde yerleştirilmelidir.




**Görsel 2.114:** İskele Güvenli Kullanım Kuralları

## 2.6.2.4. İskelelerde Periyodik Kontroller

Her kullanım öncesinde iskele gözden geçirilmeli; özellikle şiddetli rüzgâr, yağmur veya deprem gibi olumsuz durumların ardından detaylı inceleme yapılmalıdır. Hasar görmüş elemanlar derhal değiştirilmeli ve tüm bağlantı noktaları belli aralıklarla kontrol edilmelidir (Görsel 2.115).

İskele kontrolünde:

» Platformların sağlamlığı ve temizliği incelenmelidir.

» Korkuluklar ve topuk levhalarının yerinde ve sağlam olduğu doğrulanmalıdır.

» Bağlantı noktalarında gevşeme olup olmadığı kontrol edilmelidir.

» Taşıyıcı elemanlarda çatlak, eğilme veya deformasyon aranmalıdır.



Platformun temizliği ve sağlamlığı kontrol edilmelidir.

Korkuluk ve topuk levhalarının yerinde ve sağlam olduğu kontrol edilmelidir.

Bağlantı noktalarında gevşeme olup olmadığı kontrol edilmelidir.

**Görsel 2.115: İskelede periyodik kontroller**

## 2.6.2.5. İskelede Çevresel Riskler

Rüzgârlı havada çalışma sınırlandırılmalı, kaygan zemin oluşumuna karşı gerekli önlemler alınmalı ve elektrik hatlarına yakın alanlarda çalışırken ekstra dikkat edilmelidir.

**Hava koşullarına bağlı riskler**: Olumsuz hava şartları iskele güvenliğini ciddi şekilde etkiler.

» Şiddetli rüzgâr iskeleyi sallayarak denge kaybına yol açabilir.

» Yağmur ve kar platformları kaygan hale getirir.

» Aşırı sıcak veya soğuk malzemelerin dayanımını etkileyebilir.

**Zemin ve yerleşim kaynaklı riskler**: İskelelerin kurulduğu zemin büyük önem taşır.

» Eğimli veya gevşek zeminler devrilme riskini artırır.

» Çamurlu ve ıslak yüzeyler ayakların kaymasına neden olabilir.

» Uygun temel ve dengeleme yapılmazsa iskele stabilitesi bozulur.

**Elektrik hatları ve enerji kaynakları**: İskelelerin enerji hatlarına yakın kurulması ciddi tehlike oluşturur.

» Elektrik çarpması riski vardır.

» Metal iskeleler iletken olduğu için risk daha da artar.

» Güvenli mesafeler korunmalı ve gerekli yalıtım önlemleri alınmalıdır.

**Çevredeki insan ve araç trafiği**: İskele çevresindeki hareketlilik de risk oluşturur.

» Araç çarpması sonucu iskele zarar görebilir.

» Yayaların üzerine malzeme düşme riski vardır .

» Çalışma alanı uygun bariyerlerle sınırlandırılmalıdır.

Çevresel riskler kontrol altına alınmadığında, en sağlam iskele bile tehlikeli hale gelebilir. Her çalışma öncesinde çevre koşulları dikkatle değerlendirilmeli ve gerekli önlemler eksiksiz alınmalıdır.

## 2.6.2.6. İskele Kurulumunda Eğitim ve Denetim

Tüm çalışanlara düzenli olarak iskele güvenliği eğitimi verilmeli, iş sahasında sürekli denetim yapılmalı ve olası risklere karşı acil durum planları hazırlanmalıdır.Uygulamada sıkça karşılaşılan hatalar arasında korkuluk eksikliği ile çalışma, emniyet kemeri kullanılmaması, standartlara uygun olmayan kurulum, kapasite üzerinde yükleme yapılması ve kontrol edilmeden iskele kullanımı yer alır. Bu tür hatalar ciddi iş kazalarına yol açabilir. İskele güvenliği yalnızca ekipmanların varlığıyla sağlanamaz; disiplinli çalışma, düzenli kontrol ve güvenlik bilinci gerektirir. Kurallara uygun hareket edilmesi halinde iş kazaları büyük oranda önlenebilir.

Eğitim ve yetkin personel: İskele kurulumu mutlaka eğitim almış ve yetkilendirilmiş kişiler tarafından yapılmalıdır.

» Çalışanlar iskele türleri ve doğru kurulum teknikleri hakkında eğitim almalıdır.

» Kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı sağlanmalıdır.

» Risk değerlendirmesi yapabilme becerisi kazandırılmalıdır.

Kurulum sürecinde denetim: Kurulum sırasında sürekli denetim yapılması gerekir.

» Her aşama yetkili bir kişi tarafından kontrol edilmelidir.

» Bağlantıların doğru yapıldığı ve elemanların sağlam olduğu doğrulanmalıdır.

» Standartlara uygunluk denetlenmelidir.

Belgelendirme ve kayıt tutma: Eğitim ve denetim süreçleri kayıt altına alınmalıdır.

» Eğitim alan personeller belgelendirilmelidir.

» Yapılan kontroller raporlanmalıdır.

» Periyodik denetim kayıtları saklanmalıdır.

Sürekli eğitim ve güncelleme: İş güvenliği bir defalık eğitimle sınırlı değildir.

» Çalışanlara düzenli aralıklarla tazeleme eğitimleri verilmelidir.

» Yeni ekipman veya teknikler hakkında bilgilendirme yapılmalıdır.

» Sahada kısa "toolbox" eğitimleri ile farkındalık artırılmalıdır.

## 8. ETKİNLİK

### İskele Kurulumu ve Sökümü Çalışma Yaprağı

**Amaç:** Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK) tarafından yayımlanan İskele Kurulum Elemanı Ulusal Meslek Standardı (11UMS0158-3 Rev.00) ve İskele Kurulum Elemanı Ulusal Yeterliliği (12UY0056-3 Rev.01) dokümanlarını inceleyip iskele kurulumu ve sökümünde uygulanması gereken işlemleri doğru sırayla belirleme çalışma yaprağı hazırlamak.

**Süre;** 25 dakika

**Görev:** MYK tarafından yayımlanan ilgili standart ve yeterlilik dokümanlarını inceleyerek **iskele kurulumu ve sökümünde yapılması gereken işlemleri** araştırınız, elde ettiğiniz bilgilerle çalışma yaprağı (tablo şeklinde) hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

1. Kaynak araştırması yapınız.
2. İskele kurulumunun işlem basamaklarını yazınız.
3. İskele sökümünün işlem basamaklarını yazınız.
4. İskele kurulumundaki emniyet tedbirlerini yazınız.
5. İskele sökümündeki emniyet tedbirlerini yazınız.

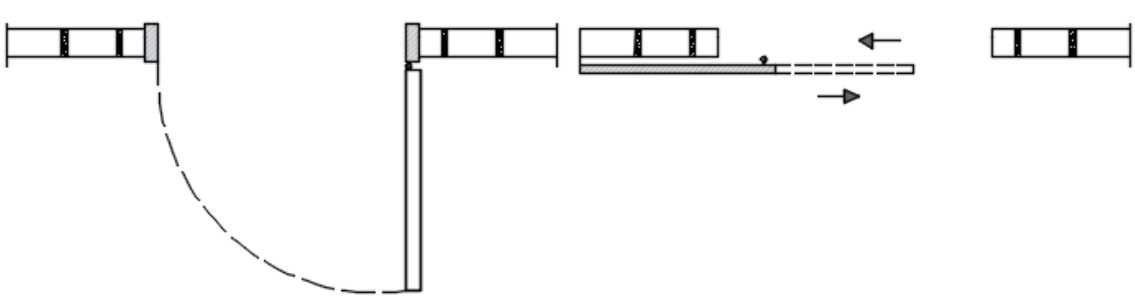
## 2.7. KAPI VE PENCERE DOĞRAMALARI

Yapı tarihinin en temel bileşenleri kapı ve pencerelerdir. İlk çağlarda mağara girişleri hayvan derisi dal ve taş gibi malzemelerle kapatılmıştır.. Antik dönemde kapılar sadece yapıya giriş için değil aynı zamanda sosyo kültürel ve dini sembol haline gelmiştir. Roma ve Yunan mimarisinde kapılar statünün göstergesidir. Türk İslam kültüründe ev sahibinin kimliğini ve ekonomik durumunu yansıtmıştır.

Günümüzde ahşap, çelik, alüminyum ve kompozit malzemelerle üretilen kapılar güvenlik, estetik ve izolasyon amaçlı kullanılmaktadır. Çift cam ısı yalıtımlı ve enerji verimliliği sağlayan pencereler geliştirilmiştir.

### 2.7.1. Kapılar

Yapı içindeki mahaller arasında geçişi ve binaların girişlerini sağlamak için duvarlarda bırakılan boşluklara takılan yapı elemanlarıdır. Güvenlik, mahremiyet, ısı kontrolü ve ses yalıtımı sağlamak amaçlanır. Kapılar farklı amaç için yapılan mekanları ayıran bölme elemanıdır. Kasa ve kanat olmak üzere iki bölümden oluşur. Kapı kasası duvara sabitlenir, kanat kasaya menteşe veya sürgü ile hareketli bağlanır (Görsel 2.116a, b). Yapıldıkları yere göre isimleri iç veya dış kapıdır. Kapı elemanları **kanat, kasa, pervaz, kilit, menteşe** ve **kapı** kolu kapı aksesuarlarından oluşur.




**Görsel 2.116a:** Kapı kanadının kasaya menteşe ile bağlanması

**Görsel 2.116b:** Kapı kanadının sürgülü hareketi

## 2.7.1.1. Kapı Elemanları

**Kapı kanadı**; menteşelerle kapı kasasına bağlıdır, açılma ve kapanmayı sağlayan hareketli paneldir. **Kapa kasası**, kanadın kendisine menteşeyle bağlandığı sabit elemandır. **Kapı pervazı**, kapı kasası ile duvar arasındaki boşluğu estetik görünüm vererek kapatan ısı ve ses yalıtımı sağlayan elemandır. **Kapı kilidi** ve **bareli** güvenliği sağlayan ve kilitleme işlemini gerçekleştiren mekanizmadır. Kapı kilitleri gömme, sürgülü ve akıllı kilitler gibi mekanik veya elektronik özellikli olabilir. **Menteşe**, kanadın kasa üzerinde dönmesini sağlayan bağlantı elemanıdır. **Kapı kolu**, kanadı açmak için kullanılan tutamak elemanıdır (Görsel 2.117). **Eşik**, kapının alt kısmında yer alan kasa elemanıdır. **Kapı aksesuarları**, kapı dürbünü, stoper, hidrolik kapı kapatıcı, kapı tokmağı, sürgü ve fitillerden (sese ve ısı yalıtımı için kapı kasaındaki açılan kanallara takılır) oluşur.




**Görsel 2.117:** Kapı elemanları

Kapı genişliği ve yüksekliği kullanım amacına göre değişir. Standart ev/konut kapıların en ve boy ölçüleri aşağıda sıralanmıştır.

» Salon, oda, mutfak kapısı : 90x210 cm

» Banyo, tuvalet kapısı : 80x210 cm

» Ana giriş kapısı :100x210 cm

» Balkon tek kanat kapı : 80x210 cm

## 2.7.1.2. Kanat Çalışma Sistemlerine Göre Kapılar

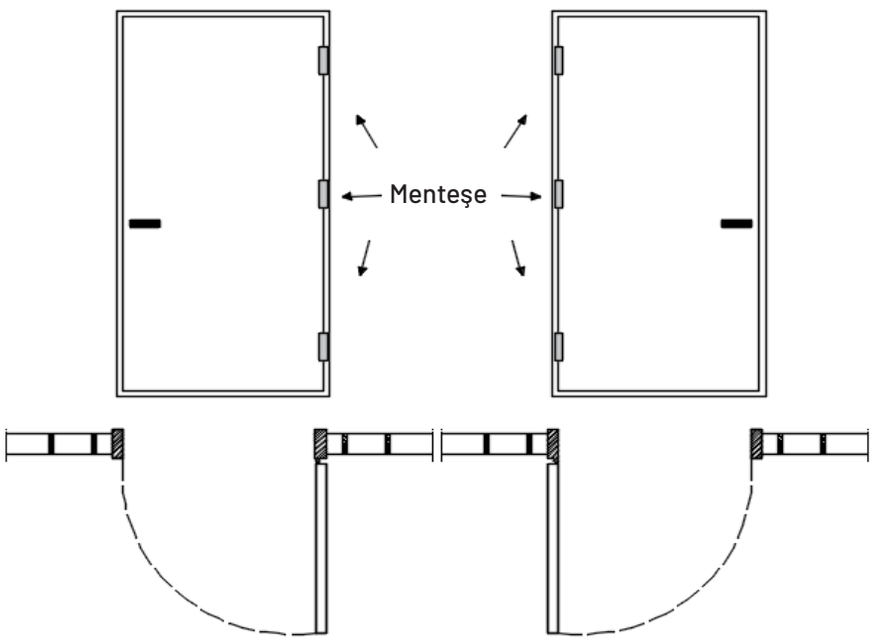
**Tek kanatlı kapı**: Kapı kasa boşlukları 70, 75, 80, 85, 90 cm bırakılır. Oda, mutfak, banyo ve wc kapıları tek kanatlı yapılır.

**Çift kanatlı kapı**: Kasa boşluğu 150, 170, 180 cm olan yerlere yapılır. Apartman ana girişleri, depo, hastane, okul, girişleri gibi büyük ölçekte eşya, insan geçişlerinin olacağı yerlere yapılır.

**Yavru kanatlı kapı**: Kapı kasası boşluğu 120, 130, 140 cm olan yerlere yapılır. Bu kanatlar, çift kanatlı yapılır. Konutlarda salon kapılarında kullanılır.

## 2.7.1.3. Kanatların Hareket Sistemlerine Göre Kapılar

**İçe açılan kapı:** Konut binalarında kapılar genellikle içe açılır. Kapıların menteşelerinin göründüğü taraftan bakıldığındaki açılış yönüne göre isimlendirilir. Menteşe tarafından bakılan kapının menteşesi sağda ise sağa açılan kapı, menteşe solda kalıyorsa sola açılan kapı olarak isimlendirilir (Görsel 2.118).




**Görsel 2.118:** Sağa açılan ve sola açılan kapı

**Dışa açılan kapı**: Genellikle okul, hastane, tiyatro, AVM vb. çok sayıda insanın aynı anda kullandığı binalarda bölüm kapıları dışa açılır. Kalabalık mekanları kullanan insanların acil durumlar için çıkış kapıları dışa açılmalıdır. Bu kapıların menteşeleri dışta kaldığı için güvenlik zaafiyeti vardır. Tehlike anında yangın durumlarında kaçışın daha güvenlikli olması için açılış dışa doğru olmalıdır.

**Akardiyon kapı**: Katlanarak açılış ve kapanış yapan kapıladır. Ahşap, PVC, cam malzemeden üretilen panellerin menteşe ile bir birine bağlanarak ray üzerinde perde şeklinde açılıp kapanan fonksiyonel kapı türüdür. Klasik kapı tipleri gibi içe ya da dışa doğru açılmaz. Duvara monte edilen gözün içine doğru açıldığı için yer kaplamaz. Yer tasarrufu gereken alanlarda kullanılması uygundur. Kolay montaj edilir, estetiktir. Banyo, kiler, giyinme odası gibi dar alanlarda fonksiyonel kullanım rahatlığı sağlar. İş yerlerinde yeni bölüm oluştururken bölüm giriş, çıkışlarında kolaylık sağlar. Teras, balkon ve bahçelere açılan geniş açıklarda tercih edilen sistemdir (Görsel 2.119a, b).



**Görsel 2.119a:** Terasa açılan akardiyon kapı



**Görsel 2.119b:** Akardion kiler kapısı

**Sürgülü kapı**: Dekoratif ve kullanım alanı olarak fazla yer kaplamayan kayar kapılardır. Üstten ve alttan raylı sistemlerdir. Kayar kapılar ray sistemleri üzerinde sağa ve sola hareket sağlayan kapılardır. Kayar kapılar tek ya da çift kanatlı yapılır. Yerden en fazla tasarruf sağlayan kapıdır. Kayar kapılar manuel ve otamatik yapılabilir. Mutfak, banyo, gardrop, balkon, veranda, soğuk hava deposu ve mağazalarda yaygın kullanılır (Görsel 2.120).



**Görsel 2.120:** Sürgü kapı

**Döner kapı**: Silindir muhafaza içinde merkezi şaft etrafında dönen üç veya dört kanattan oluşan AVM, otel, ve ofis binalarının girişinde kullanılan kapı çeşididir. En az 180 cm, en fazla 380 cm iç çapında olur. Döner kapılar elle itilir ya da otomatik çalışır. İç ve dış mekan arasındaki hava sirkülasyonunu en az olmasını sağlayarak ısıtma ve soğutma sisteminin yükünü azaltır. Enerji tasarrufu ve ısı yalıtım sağlamanın yanında rahatlık ve estetik görünüm sağlar (Görsel 2.121).



**Görsel 2.121:** Döner kapı

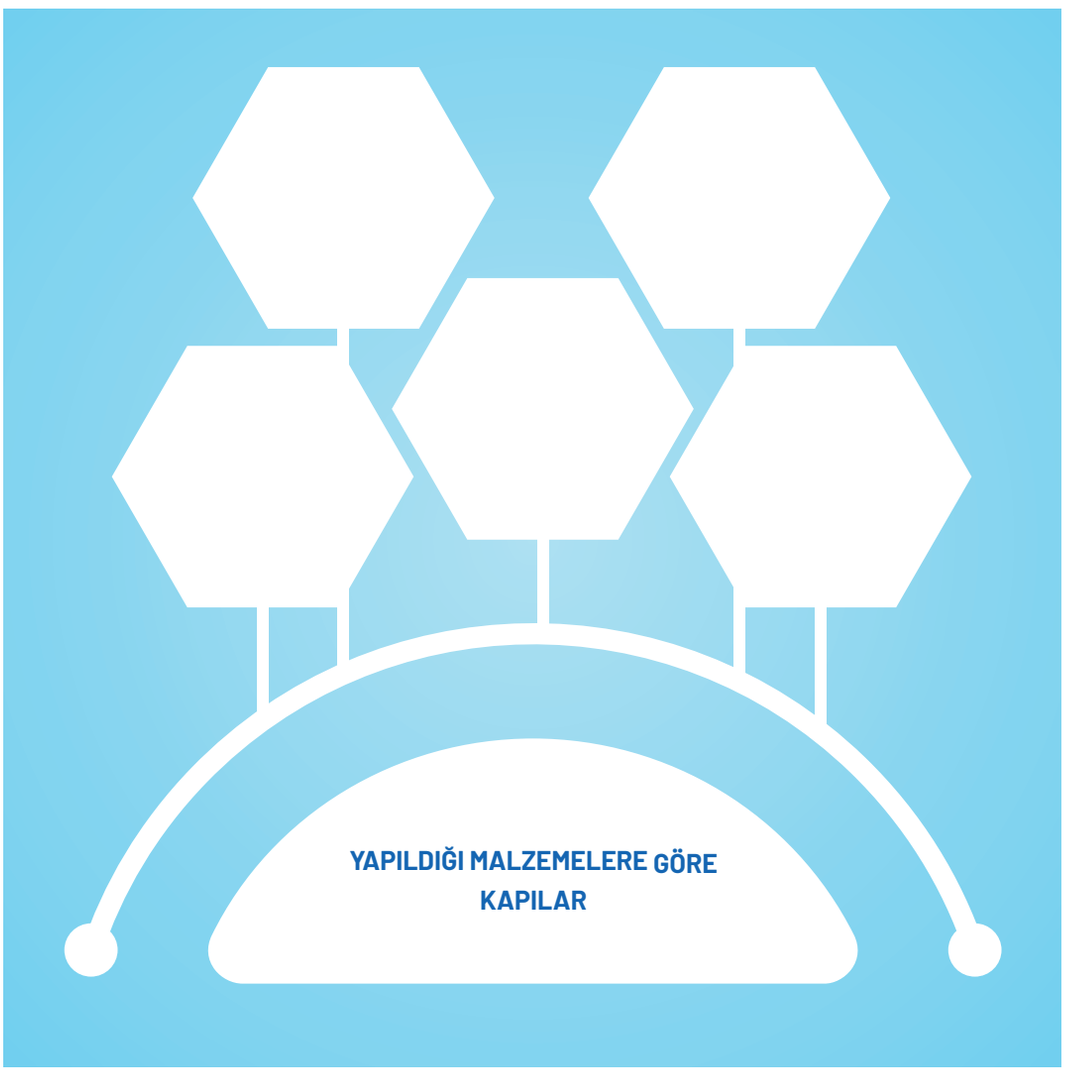
## 2.7.1.4 Yapıldığı Malzemeye Göre Kapı Doğramaları

Kapı, mimaride işlevsel ve görsel açıdan önemli role sahiptir. Üretiminde kullanılan malzemeye bağlı olarak dayanıklılık, yalıtım, maliyet ve estetik bakımında çeşitlilik gösterir. Doğru malzeme seçimi, kapının performansını doğrudan etkileyen unsurdur. Kapılar üretildiği malzemelere göre aşağıda sınıflandırılmıştır.

1. Ahşap kapı
2. PVC (plastik) kapı
3. Metal (çelik ve alüminyum kapı)
4. Cam kapı
5. Kompozit kapı

## 2.19. SIRA SİZDE

Aşağıdaki kavram haritasında boş bırakılan kutucuklara kapıların yapıldığı malzemeleri yazınız.




**Ahşap Kapılar**

Kasa, kanat ve pervaz kısmı doğal ağaç ve ahşap türevlerinde yapılır. Binaların daha çok iç mekanlarında kullanılır. Dış mekanlar için kullanılan ahşap kapılar mutlaka doğal ahşaptan yapılmalıdır.

» **Doğal ve estetik görünüm**: Ahşabın doğal dokusu rengi ve damar yapısı güzel görünmesini sağlar.

» **Isı ve ses yalıtımı**: Ahşap yapı bakımından doğal olarak ısı ve ses yalıtımı sağlar.

» **Dayanıklılık**: Kapı yapımında kullanılan çam, meşe, kayın ve sedir darbelere dayanıklıdır.

» **Çevre dostu ve geri dönüşebilir**: Ahşap her zaman geri dönüşen bir malzemedir.

» **Bakım onarım kolaylığı**: Çizildiğinde ya da ezildiğinde onarılıp yeniden üst yüzey işlem yapılmaya müsait bit malzemedir.

» **Nefes alabilir**: Ahşap bulunduğu ortamın nemini dengeleyebilir. Sağlıklı bir iç mekan havasına katkı verir.

Ahşap kapı çeşitleri aşağıda sıralanarak açıklanmıştır.

**Masif ahşap kapı**: Kapının bütün elemanlarının ahşaptan yapıldığı kapıdır. Yapımında çam, meşe, sedir, maun, ve kayın ağacı kullanılır. Doğrama yapımında kullanılan keresteler tomrukların biçilmesiyle elde edilir. Elde edilen keresteler yüksek nem içerir. Kerestelerin içindeki nemin kaybolmasıyla kerestede şekil değişikliği çok fazla olur. Keresteler doğal ve fırın ortamında kurutulur. Doğal ortamda kurutma açık alanda ızgara şeklinde istiflenerek yapılır. Keresteler fırınlarda kontrollü olarak sıcaklık verilerek daha hızlı kurutulabilir. Kurutulan keresteler kalite ve boyutlarına göre sınıflandırılır. Masif ahşap kapı yapımında birinci sınıf ahşap kereste kullanılır. Doğrama atölyelerinde kapı doğramaları zıvanalı birleştirme teknikleriyle üretilir (Görsel 2.122).

Ahşap doğrama üretimi tamamlandıktan sonra üst yüzey işlemleri başlar. Üst yüzey işlemleri sırasıyla koruyucu, dolgu ve son kat vernik olarak yapılır. Ahşap masif kapıla binalarda iç ve dış kapı olarak kullanılır. Konutların salon ve mutfak gibi kapıları camlı; wc, banyo ve oda kapıları camsız tasarlanır.

**Panel kapı**: Genellikle HDF (yüksek yoğunluklu lif levha) hazır yüzeylerin içi kağıt petek dolgulu ahşap çerçeveye preslenmesiyle üretilir. Yapısındaki kağıt petek dolgusuyla hafiftir ve maliyeti düşüktür. Kullanılan panel yüzeyleri darbelere dayanıklıdır. Paneller istenen renge boyanabilir. Panel yüzeyleri düz veya oyma desenlidir. Panel kapı kanatları camlı ya da camsız üretilebilir. Bütün odaların kapısı olarak kullanılabilir. Zayıf tarafı ses yalıtımının olmamasıdır (Görsel 2.123).

**Lake kapı**: Medum Density Fiberboard (MDF) [(midi-yım densi-ti faybır-bord) (Orta Yoğunluklu Lif Levha)] üzerine lake boya uygulanarak üretilen kapılar pürüzsüz ve moderndir. İç kapı olarak kullanılır. MDF ahşap kalıntılarının parçalanıp lif haline getirildikten sonra reçine ve mumla karıştırılıp yüksek ısı ve basınç altında preslenip tabaka olarak üretilir. MDF üretim aşamasında ağaç atıkları kullanıldığından ve tekrar dönüştürülebilir olmasından dolayı sürdürülebilir malzemedir. Orman ürünlerinin atıkları kullanılarak elde edildiği için doğal kaynaklar korunur. MDF'den üretilen kapılar ağır ve sağlamdır. MDF yüzeyleri CNC makinelerinde her türlü işlenebilir, istenen renge boyanabilir. Konut, ofis, otel ve ticari mekanların iç kapısı olarak kullanılabilir (Görsel 2.124).



**Görsel 2.122:** Masif ahşap dış kapı



**Görsel 2.123:** Panel kapı



**Görsel 2.124:** Lake kapı

**Ahşap kaplama kapı**: MDF veya yonga levhaların 4mm veya 6mm olanların yüzeyleri ceviz, meşe, maun gibi kıymetli ağaç kaplamalarıyla kaplanarak elde edilir. Yonga levhalar odun talaşlarının reçine tutkallarıyla karıştırılıp yüksek ısı ve basınç altında levha olarak üretirilir. Tamamı masif olmadığı için doğal ağaç görünümü ile ekonomiktir. Üretilen kapılar ısı ve ses yalıtımı sağlar. Üst yüzey işlemleri masif kapı ile aynıdır. Ahşap kaplama kapılar iç kapı olarak kullanılır (Görsel 2.125).

**Melamin kapı**: MDF ve yonga levha üzerine melamin reçine veya PVC memran kaplama uygulanarak üretilir. Suya, çizilmeye ve darbelere karşı dayanıklıdır. MDF ve yonga levha üzerine melamin reçine edilmiş kağıtların yüksek basınçla pres altında kaplanmasıyla elde edilir. MDF ve memran üzerine PVC folyonun ısı ve vakum altında tek parça halinde kaplanmasıyla üretilir. Konut, eğitim binası, sağlık yapısı ve otellerde iç kapı olarak kullanılır. Daire giriş kapısı olarak üretilen çelik kapıların gövdelerinde kullanılır. Melamin kapıların üst yüzey işlemi yoktur (Görsel 2.126).

**Laminat kapı**: MDF ve ahşap gövde üzerine yüksek basınç altında reçine emdirilmiş kağıtların yapıştırılmasıyla üretilir. Laminat kapı darbelere, neme ve çizilmelere dayanıklı ve estetiktir. Kasa ve kanadı sac ve alüminyumdan yapılabilir. Boyanmaz ısı ve ses yalıtımı sağlayan laminat kapılar geri dönüşümlüdür. Dayanıklı olması nedeniyle insan trafiğinin yüksek olduğu hastane, okul ve alışveriş mekanlarında tercih edilir (Görsel 2.127).

**PVC Kapı:** PVC (polivinil klörür) kapılar dayanıklı ve hafif polivinil klörür plastik malzemeden üretilir. PVC kapı, ses ve ısı yalıtımı sağlaması, uzun ömürlü olması ve suya dayanıklı olması yönüyle üstündür. Boya istemez, kolay temizlenir, kalitesini uzun yıllar korur. İstenen renkte profil olarak üretilir. Balkon ve terasta her hava koşuluna dayanıklı olduğu için kanatlı ya da sürgülü kullanılır. Konutlarda wc ve banyo kapılarında tercih edilir (Görsel 2.128).



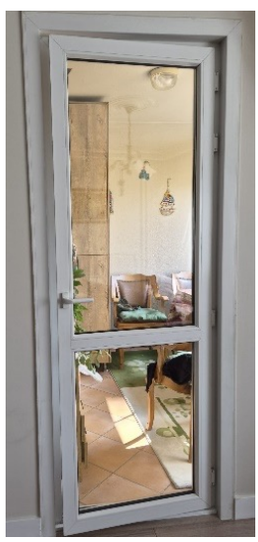
**Görsel 2.125:** Ahşap kaplama kapı



**Görsel 2.126:** Melamin kaplama kapı



**Görsel 2.127:** Laminat kaplama kapı



**Görsel 2.128:** PVC balkon kapısı

### Metal Kapılar

Taşıyıcı konstrüksiyonu metal profil, alüminyum veya metal saç tan oluşan dayanıklı kapıdır. Metal kapılar iç ve dış kapısı olarak kullanılır. Korunmaı ve yangın güvenliği gereken oda kapılarında kullanılır. Yüksek güvenlik gerektiren yerlerde kullanılır. Metal kapılar paslanmaya karşı korunduğunda uzun yıllar kullanılır. Nemli ortamlara ve güneş ışığına dayanıklıdır. Metal kapıların iç dolgusu cam ve taş yünü olarak kaplandığında ses ve ısı yalıtımı sağlar. Metal yüzeyler farklı desen ve motif ile estetik görünüme kavuşur.

**Çelik kapı**: Sac ve çelik lamalarla desteklendiğinde dayanıklı olur. Konutların giriş kapılarında çelik kapı tercih edilir (Görsel 2.129). Çelik levha iskelet üzerine ahşap ve metal kaplama yapılarak üretilir. Kasa kısımları 2mm, kanat ve gövde kısımları 1,5mm, 2mm arasında DKP sacdan yapılır. Isı ve ses yalıtımı için kanat gövdesi taş yünü, cam yünü veya poliüretan köpük ile doldurulur. Metal kapıların metal kısımları korozyon etkisine karşı fırın boya ile boyanır. Yangın anında ısıya 1100 dereceye kadar dayanır (Görsel 2.130).

**Alüminyum kapı**: Ana yapısı alüminyum alaşımdan oluşan hafif, dayanıklı, estetik, korozyona dirençli modern kapı sistemidir. Çelik malzemeye göre hafiftir ve daha dayanıklı, estetik ve uzun ömürlüdür. Alüminyum ağırlık yönünde çelikten üç kat daha hafiftir. Korozyona karşı boya ile korunmasına gerek yoktur. Alüminyum profiller odacıklı yapıda olduğu için ısı ve ses yalıtımı sağlar. Farklı renkleriyle estetik görünüm sağlar.

Alüminyum doğramalar dükkan, hastane, eğitim kurumlarında ve insan yoğunluğunun yüksek olduğu mekanlarda tercih edilir. Konutların bahçe, teras, balkon ve dış kapılarında alüminyum kapılar kullanılır. Geniş açıklığa sahip dış kapıların sürgülü yapılanları, dayanım yönünden alüminyum tercih edilir. Yangın durumlarında 30 ile 12 dakika ısıya karşı direnç sağlar. Alüminyum kapılar contalarıyla gaz ve duman sızdırmazlık sağlar (Görsel 2.131).

Metal kapıların binalarda yaygın olarak kullanıldığı kapılardan bir tanesi de yangın kapılarıdır.



**Görsel 2.129: Çelik kapı**



**Görsel 2.130: Metal bina giriş kapısı**



**Görsel 2.131: Alüminyum büro kapısı**

**Yangın kapısı**: Yangın ve acil durumlarda insanların güvenli tahliyesini sağlayan, alev ve duman geçişini belli süre (30-120 dakika) engelleyen, yüksek ısıya dayanıklı özel malzemeden üretilen yasal zorunluluk kapsamındaki güvenlik kapılarıdır. Yangına dayanıklı malzemeden üretilmelidir. En yaygın olanı 1100 dereceye dayanıklı çelik malzemeden üretilenlerdir. Özel, yangına dayanıklı ahşap kaplamalarla kaplanan kapılar da vardır. Bu kapılarda 850 ile 950 dereceye kadar dayanım sağlar. Özel yangın yalıtımı ile alüminyum ve temperli, yangına dayanıklı cam malzemeden üretilir (Görsel 2.132,133).

Yangın yönetmenliğine göre okul, iş merkezi, otel, alışveriş merkezi, yüksek katlı apartmanlar gibi çok sayıda insanı barındıran binalarda yangına karşı önlemlerin alınması zorunludur. Bu önlemler kapsamında gereken noktalarda belli süre ısı ve alev geçişine direnebilecek yangın kapıları yapılmalıdır.

**Cam Kapılar**: Genellikle temperli veya temperli lamine cam kullanılarak alüminyum çerçeveli veye çerçevesiz üretilir. Cam kapılar estetik modern ve fonksiyoneldir. Doğal ışığın mekana daha fazla girmesini sağlar. Konutlarda mutfak ve salonda, ofis, iş yeri, alışveriş merkezi, mağaza, kafe ve restorantlarda cam kapı kullanılır (Görsel 2.134).



**Görsel 2.132: Tek kanatlı yangın kapısı**



**Görsel 2.133: Çift kanatlı yangın kapısı**



**Görsel 2.134: Cam kapı**

**Kompozit Kapı**: Ahşap lifli, PVC ve cam elyaf takviyeli plastiklerin yüksek basınç altında preslenmesiyle üretilen kapıdır. Kompozit kapılar neme, suya, darbeye ve çürümeye karşı dayanıklıdır. Her türlü mekanın wc, banyo ve daire çelik kapı gövdelerinde kompozit çelik kapı kullanılır.

**2.20. SIRA SİZDE**

Tek camlı ahşap pencere doğraması ile ısı camlı ahşap pencere doğramasını avantaj ve dezavantajları açısından karşılaştırınız

**Soru** : Eskiden tek camlı pencereler yapılırdı. Günümüzde ısı camlı yapılan pencere doğramalarının avantajları nelerdir, yazınız.

## 2.7.2. Pencereler

Yapı mahallerinin doğal olarak aydınlatılması, havalandırılması ve dış ortamın seyredilmesi için dış duvarda boş bırakılan alana takılan yapı elemanına **pencere** denir. Yapıda pencerelerin takılması için boşluk bırakılır. Bırakılan bu boşluklara pencere **pencere boşluğu** denir. Konutlarda doğal aydınlatmadan yararlanmak için pencere alanı odalarda taban alanının en az 1/5, banyo ve wc gibi yerlerde taban alanının 1/10, okul ve hastane gibi kamu binalarında mekan taban alanının 1/3 ölçüsünde pencere yapılması planlanır.

**Örnek uygulama**: Bir konutta eni 5m, boyu 6m olan salon penceresi alanı ne kadar olmalıdır.

**Çözüm**: Salon alanı= 5x6 = 30 $m^2$ hesaplanır. Pencere alanı= 30/5 = 6 $m^2$ olmalıdır.

**2.21. SIRA SİZDE**

**Soru 1** : Salonun eni 5 metre, boyu 7 metredir. Yapılacak olan pencerenin alanı en az kaç metrekare olmalıdır.

**Soru 2**: Bir okulda sınıfın eni 5 m, boyu 8 m dir. Bu sınıfa kaç metrekere pencere yapılmalıdır.

Pencerelerin yatay ve dikey konumlandırılması, mekanın aydınlatılmasını etkiler. Pencere boşluğunun alt kenarının döşemeye olan yüksekliğine denizlik (parapet) yüksekliği denir. Pencere takıldıktan sonra pencere altına içte ve dışta 5 cm çıkıntılı denizlik yapılır. Denizlikler mozaik veya mermerden yapılır. Denizlikten duvara su ve nem gelmemesi için içte ve dışta alt kısım boyunca kanalı yapılır. Pencere denizlik seviyeleri manzaranın görünmesi istenen salon, oturma odası, çalışma odası için 0-90cm; yemek odası, yatak odası için 75-90 cm; banyo ve wc için 140-160 cm yapılır. Pencere üst kenar yüksekliği kapılarla aynı yükseklikte yapılır (Görsel 2.135). Pencere lento yüksekliği 220 cm ile 230cm arasında değişir. Döşeme sevyesine sıfır yapılan pencerelere **Fransız balkonlu pencereler** denir. Bu tür pencereler mahremiyet sağlamaz. Görüş alanının genişletilmesine olanak sağlar. Fransız balkonu olarak isimlendirilen pencerelerde güvenlik önlemlerinin alınması zorunludur. Fransız balkonlu pencerelerde korkuluk yüksekliği yönetmelikle 90 cm ve üzeri yapılır. Pencere korkuluklarında yatay eleman aralığı en az 15 cm olmalıdır. Cam kullanılıyorsa cam ile korkuluk arası 10 cm olmalı ve en az 8 mm kalınlığında temperli cam kullanılması gerekir (Görsel 2.136). Aksi taktirde bu tür balkon uygulamalarında yaralanma veya ölümle sonuçlanan kazalar yaşanabilir.

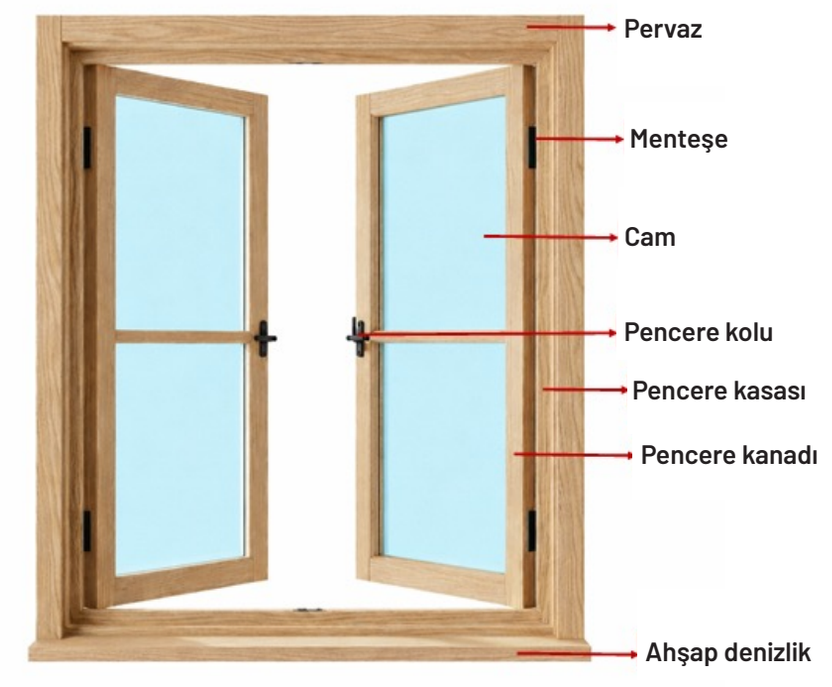



**Görsel 2.135:** Denizlilikli pencere



**Görsel 2.136:** Fransız balkon pencerenin oda içinde görünümü

**Pencere Elemanları**: Doğrama, cam ve aksesuarlardan oluşur. Pencere doğraması kasa, kanat ve pervazlardan oluşur. Pencere kasası, pencerenin duvara bağlandığı ve içinde kanadın hareket ettiği kısımdır. Pencere kanatları menteşe ekseninde hareket eden ve havalandırmayı sağlayan kısımdır. Kanatlar dikdörtgen, açılı, daire, üstü yarım daire ve üçgen şeklinde olur (Görsel 2.137).



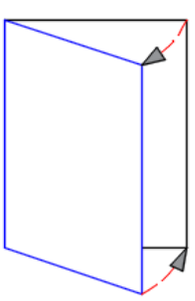

**Görsel 2.137:** Pencere doğraması elamanları

Pencere kanatları yüzey görünümleri ve kanat açılış şekillerine göre sınıflandırılır.

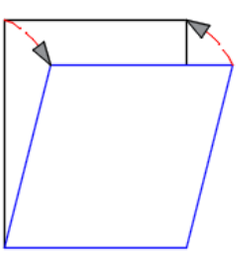
**Yatay eksenli (vasistas) açılan pencere kanatları**: Pencere ve kapının üst yanında bulunan ve oda havasını değiştirilmesine yarayan açılır- kapanır bölüme denir. Pencere kanadının yatay kenarı üzerinde içe ya da dışa açılan pencerelere **vasistas pencere** denir (Görsel 2.138).

**Dik eksenli açılan pencere kanatları**: Bu tür pencerelerde kanadın açılıp kapanması menteşe merkezinde sağ ve sol yönündedir. Kanadın kapalı olması için ispanyolet veya pencere mekanizması kullanılır. Tutamak olarak kilit kolları kullanılır. Pencere kanatları genellikle içe açılır (Görsel 2.139).

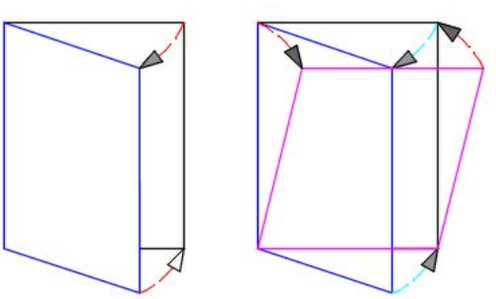
**Dik ve yatay eksenli (çift açılımlı) açılan pencere kanatları**: Pencere kanadının birden fazla açılıma sahip olduğu pencerelerdir. Kanat kasaya çift açılımlı menteşe, kol ve kilitle bağlanır. Özellikle PVC, alimünyum ve ahşap profil pencerelerde kullanılan kanat türüdür (Görsel 2.140).



**Görsel 2.138:** Yatay açılan pencere kanadı

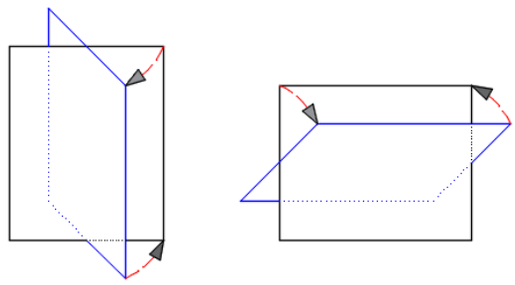


**Görsel 2.139:** Dik açılan pencere kanadı



**Görsel 2.140:** Dik ve yatay (çift açılımlı) açılan pencere kanatları

**Dik ve yatay doğrultuda sürme pencere kanatları**: Kanatların bir çerçeve üzerindeki raylar boyunca, yatay olarak sağa ve sola kaydırılmasıyla açılan kanatlar, yatay doğrultuda sürme pencere kanatlarıdır. Yer tasarrufu sağlayan sistemdir. Pencere kanatları düşey doğrultuda aşağı-yukarı hareket ediyorsa bu tür pencerelere **giotin pencere** denir (Görsel 2.141).



**Görsel 2.141:** Yatay ve dik eksenli (pivot) pencere kanatları

**Pervaz**; kasanın duvar olan bağlantısını gizleyen estetik bir görünüm elde etmek ve aynı zamanda rüzgar, su, toz ve haşare gibi etkenlere karşı önlem almak amacıyla yapılır.

Cam, silis kumunun yüksek sıcaklıkta eritilip hızlı soğutulması ile elde edilir. Saydam, şekilsiz yapıda sert ve inorganik maddedir.

Bir pencere doğramasından beklenen özellik öncelikle güneş ve ısı kontrolünün sağlaması , mekanların yeterli düzeyde gün ışığı ve nefes almasını ve hava sızdırmazlığı sağlamasıdır. Cam ısı kayıplarını azaltmada yeterli malzeme değildir. Isı kayıplarını azaltmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Çift yüzeyli doğramalar yapılarak özellikle soğuk iklimli bölgelerinde ısı yalıtımı sağlanmaya çalışılmıştır. Doğrama ikiz kanat, pervaz üzerine kanat, iki ayrı kasalı doğrama sistemleri geliştirilmiştir.

Tek yüzeyli doğrama, pencere boşluğunda tek çerçeve sisteminden oluşan pencere doğrama sistemidir. Isı yalıtımlı cam ve contalar kullanılarak daha verimli ısı yalıtımı sağlanır.

Isı yalıtımlı cam, iki cam plakanın boşlukları arasında kuru hava veya özel gaz ( argon gibi ) barındıran, fabrika şartlarında birleştirilmiş camdır. Konutta yüksek ısı ve ses yalıtımı sağlar. Enerji giderleri azalttırılır.

**Pencere doğrama aksesuarları**; pencere sistemlerinin hareketli kısımlarını oluşturan, açılıp kapanmasını, kilitlenmesini ve yalıtımı sağlayan mekanik donanımlardır. Doğramanın işlevselliğini, güvenliğini ve dayanıklılığını belirleyen temel bileşenlerdir. Pencere aksesuarlarını aşağıda sıralanıp açıklanmıştır.

» **Pencere kolları**: Kanadı açmak , kapamak veya kilitlemek için kullanılan tutamaklardır.

» **Menteşeler**: Kanadın kasa üzerinde hareket etmesini sağlayan elemandır.

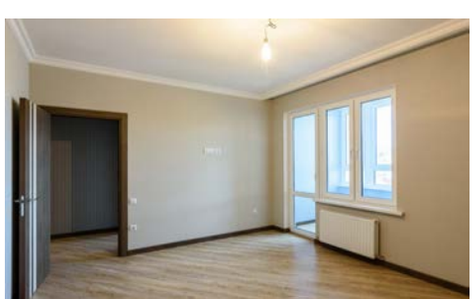
» **Kilit ve ispanyolet mekanizmaları**: Pencere kanadının çık noktadan kilitlenmesine ve yatay düşey hareketini sağlayan donanımdır.

» **Sürme sistem aksesuarları**: Yatay eksende kayarak açılan pencereler için ray ve tekerlek takımlarıdır.

» **Vasistas makası**: Pencerenin üsten sınırlı açılmasını sağlayan mekanizmadır.

» **Contalar (fitil)**: Pencere kanadı ile kasa arasındaki boşlukları kapatarak hava, su, toz ve ses sızdırmazlığını sağlayan yalıtım elemanlarıdır.

Balkonu olan odalarda pencere ile kapı birlikte yapıldığında yapılan doğramalara **topal pencere** denir. Topal doğramada kapı ile pencere birlikte çerçeve içinde planlanır. Topal doğrama, içe açılan tek ve çift kanatlı yapılabilir (Görsel 2.142).



**Görsel 2.142:** Çift kanatlı topal pencere

## 2.7.2.2. Yapıldığı Malzemeye Göre Pencere Doğramaları

Temel olarak üç ana gruba ayrılsa da teknolojik gelişmelerle karma (kompozit) malzemelerle de yapılmaktadır. Doğrama malzemeleri binanın yalıtım, estetik, dayanıklılık ve maliyet özelliklerini doğrudan etkiler. Yapıldığı malzemelere göre pencere doğrama çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

**1.** Ahşap pencere

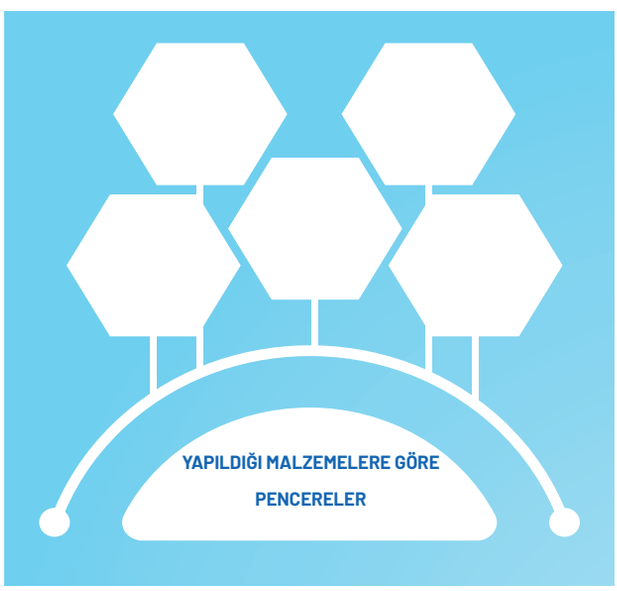
**2.** PVC (plastik) pencere

**3.** Metal (demir alüminyum) pencere

**4.** Kompozit (karma) pencere

### 2.22. SIRA SİZDE

Aşağıdaki boş kutucuklara pencerelerin yapıldığı malzemeleri yazınız.




### 9. ETKİNLİK

**Doğrama ve cam seçimi**

**Amaç:** Doğru doğrama ve cam seçimini açıklamak

**Süre;** 1 hafta

**Görev:** Bulunduğunuz ilde dayanaklılık, ısı yalıtımı, maliyet ve sürdürülebilirlik niteliklerini dikkate alarak aşağıdaki işlem basamaklarına göre sunum hazırlamanız beklenmektedir.

**İşlem basamakları;**

**1.** İlinizin bulunduğu bölgede istenen doğrama kriterlerini araştırınız.

**2.** Uygun olan doğrama ve cam seçimini dayanıklılık yönüyle araştırınız.

**3.** Uygun olan doğrama ve cam seçimini ısı yalıtımı yönüyle araştırınız.

**4.** Uygun olan doğrama ve cam seçimini sürdürülebilirlik yönüyle araştırınız.

**5.** Uygun olan doğrama ve cam seçimini maliyet yönüyle araştırınız.

**6.** Doğrama ve cam seçimi konularındaki araştırmaları sınıf ortamında sununuz.

### Ahşap Pencereler



**Görsel 2.143:** Ahşap pencere

Doğal bir malzeme olan ahşap, ısı ve ses yalıtımı sağlamanın yanında estetik ve nefes alabilen sağlıklı malzemedir. Pencere doğraması, masif ahşap malzeme ya da ahşap lamine profil malzemeden yapılır. Ahşap pencere doğramalarında çam, meşe, maun ve kayın kereste kullanılır. Bu keresteler tomruklardan elde edilir. Tomruklar, üretilecek ahşap pencere elemanlarına göre ebatlandırılır. Standart ahşap pencere doğramasında kullanılan kasa 45 x 90 mm ve kanat 45x50mm ölçülerinde biçilir. Biçilen kereste, doğal ortamda ya da kurutma fırınlarında kurutulur. Ahşap pencere doğramaları standart zıvana ve geçme tekniği ile birleştirilip doğramalar oluşturulur (Görsel 2.143). Ahşap profil doğramalarının ham maddesi doğal ahşaptır. Masif ahşap parçaları lamine tekniği ile birbirine bağlanması masif ahşaba oranla daha mukavemetli, su ve neme karşı daha dayanıklı hale getirilmiş profillerdir. Pencere kanat profillerinin çalışmasını engellemek için lif yönleri birbirine zıt üç tabaka birleşiminden yapılır. Bu şekil de üretilen profillere **lamine ahşap profiller** denir. Lamine tekniği ile ahşabın bükülmesi, çatlaması deforme olması önlenir (Görsel 2.144). Ahşap pencereler çeşitli renkte koruyucu ve renkendirici pinoteks ve su verniklerle boyanır. Bozulma ve çürüme etkisine karşı düzenli aralıklarla boya veya cila yapılması gerekir. Ahşap pencereler; konut, villa, tarihi ve restarasyon projeleri, ormanlık bölgelerdeki konutlarda tercih edilir.



**Görsel 2.144:** Ahşap lamine profil pencere detayı

### PVC Pencereler

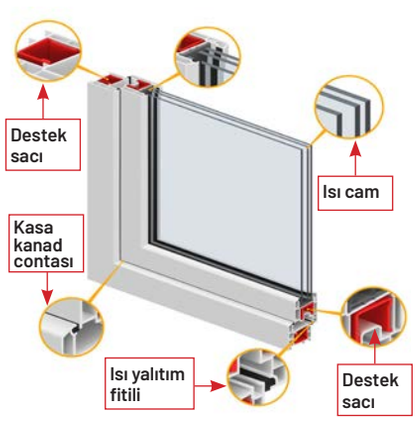
Yapıların oluşumunda önemli paya sahip pencereler, teknolojik gelişmelerden çabuk etkilenir. Ahşap pencerelerin yüksek maliyeti olması, belli periyotlarla bakım yapılması ve orman gibi doğal kaynakların yok olmasından dolayı metal pencerelerden sonra günümüzde yaygın olarak PVC (polivinil klorür) ve diğer plastik madde katkılı pencere sistemleri geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Görsel 2.145).

PVC profil pencereler; düşük maliyetleri, bakım kolaylığı, dayanıklıkları ve enerji verimliliği açısından çok tercih edilen doğramadır. Birleşimindeki klorür sayesinde kolay yanmaz ancak ısıdan kolay etkilenip deforme olur. Tekniğine uygun olarak üretilen PVC pencere yağmur, kar ve güneş ışınlarına karşı uzun süre dayanır. Profillerin içindeki boşluklar, ısı kaybını minumum sevyeye indirir. Enerji tasarrufu ve ses yalıtımı sağlar (Görsel 2.146).

PVC profiller, gronüllerin yüksek sıcaklıkta eritilip ekstrüzyon makinelerinde, kalıplarda üretilir. PVC profiller 6 metre boyda üretilir. Renk ve desen seçenekleri sınırlıdır. Lamine kaplama teknolijisi ile farklı renk ve desende üretilir (Görsel 2.147). Profillerin kullanım yerinde eğilmemesi ve montajının sağlam olması için profil odalarından geçirilen metal destek profilleri ile sağlamlaştırılır. Üretim aşamasında proje ölçülerinde kaynak payına uygun kesilir. Köşe noktalarından yapılan kaynak ile çerçeveler oluşturulur. Pencere montaj elemanları, contalar ve aksesuarlar takılır. Günaş ışınlarında uzun süre kaldığında bozulma olur. Boya gerektirmez, hafiftir, montajı kolay ve uygun maliyetlidir. PVC pencere; nem, darbelere ve kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır; geri dönüşümü olan malzemedir. PVC doğramalar; konut, ofis, hastane, okul ve ticari binaların pencere doğrama sistemlerinde yaygın kullanılır.



**Görsel 2.145:** PVC ahşap desenli pencere




**Görsel 2.146:** PVC doğrama detayı



**Görsel 2.147:** PVC profil renk kartelası

**Metal (Demir, alüminyum) Pencereler**

Metal NPL kutu veya bükme sac profillerden üretilir. Metal profillerle üretilen doğramalarda ısı ve ses yalıtımı sağlanamaz. Metal pencereler korunması için astar üzerine boy yapılmalıdır. Bükme sac profiller 1-2 mm kalınlığındaki açık ya da kapalı profillerle pencere doğrama yapılması en doğru uygulamadır. Güvenlik gerektiren endüstriyel yapılarda maliyetinin uygun olamasından dolayı kullanılır. Sacın bükümü, üretilecek pencere doğraması kesit detayında üretilir. Korozyon etkisinden korunmak için toz ya da elektrostatik boyama yöntemi tercih edilir. Diğer doğrama malzemelerine göre ısı ve sesyalıtımı düşüktür. Pencere doğraması yerine çelik sac kapı kasaları ve çelik güvenlik kapılarında tercih edilir.

Alüminyum pencereler dayanıklı ve hafif malzemelerdir. Pencere profilleri 6 m boyunda ve doğrama üretiminde kullanılan birleştiriciler de alüminyum türünden olmalıdır. Paslanmaz ve dış hava koşullarına karşı dayanıklıdır. Sağlamlığı nedeniyle alüminyum pencerelere büyük ölçülerde cam takılabilir. Isı yalıtımı sağlayan alüminyum pencere; çevre dostu, geri dönüşebilen malzemedir. Alüminyum çürümez, temizliği kolaydır ve yangına dayanıklıdır. Alüminyum malzemenin iletkenliği yüksek olduğundan yazın ve kışın ısı transferi çok olur. Alüminyum yüzeyi çizilebilir, tamiratı zordur, maliyeti yüksektir. Alüminyum doğrama; konut projesi, ticari yapı, fabrika, depo, kış bahçesi vb. yapılarda kullanılır (Görsel 2.148).



**Görsel 2.148: Alüminyum cephe kaplaması ile vasistas pence**

**Kompozit (Karma) Pencereler**

Kompozit profil iki ya da daha fazla malzemenin en iyi özellikleri bir araya getirilerek üretilir. İçi ahşap, dışı alüminyum olan profillerde faydalı özellikler birleştirilmiş olur (Görsel 2.149). Kompozit profiller pahalı malzemedir. Kompozit pencereler modern konut, ofis, yüksek yalıtım gerektiren ve estetik binalarda tercih edilir. Bakım gerektirmez, çizilebilir, onarımın zor ve aşırı sıcaktan etkilenen malzemedir. Kompozit pencere doğramaları villa, ofis ve yüksek yalıtım gerektiren estetik yapılarda kullanılır.



**Görsel 2.149: Kompozit profil pencere detayları**

Doğramalar, uygun boşluklarına monte edilir. Montajda iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Temizlenen boşluklara doğrama kasası yatay, düşey ve çapraz terazide olmalıdır. Doğramaların duvara sabitlenmesi sonrası duvar ile kasa arasındaki boşluklara köpük sıkılır. Kasa montajı tamamlandıktan sonra kanat takılır. Kanadın menteşe ve boşluk ayarları yapılır. Montajı tamamlanan doğramalara içten mastik, dıştan slikon çekilmesi gerekir.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.**

**1.** (  ) Sıva, yapı yüzeylerini dış etkilere karşı korumak ve düzgün görünüm sağlamak amacıyla uygulanır.

**2.** (  ) Pigmentler boyaya renk ve örtücülük kazandırır.

**3.** (  ) Isı köprüleri, ısı kayıplarının arttığı bölgelerdir.

**4.** (  ) Cephe sistemleri yalnızca yapının estetik görünümünü etkiler.

**5.** (  ) İskeleler, yapı işlerinde çalışanların güvenli şekilde çalışma yapabilmesi için kurulan geçici yapı elemanlarıdır.

**6.** (  ) Panel kapılar, içi masif meşe kerestesi ile doldurulmuş ağır gövdeleri sayesinde ses yalıtımı performansı en yüksek olan iç mekan kapı türüdür.

**B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru kelimeleri yazınız.**

**7.** İç mekânlarda yaygın kullanılan ve hızlı kuruyan sıva çeşidi.....sıvadır.

**8.** Solvent bazlı boyalar genellikle ..... ile inceltilir.

**9.** Binaları katlara ayıran, üzerine gelen sabit ve hareketli yükleri taşıyarak bağlı oldukları kirişlere ileten yapı elemanına ..... denir.

**10.** Yapılarda sıcak ve nemli havanın soğuk yüzeyle karşılaşması sonucu oluşan su damlacıklarına ..... denir.

**11.** Cephe sistemleri yapıyı ..... etkilerden koruyan yapı elemanlarıdır.

**12.** İskeleler, yüksekte..... sağlamak amacıyla kullanılır.

**13.** Kapı kasası ile duvar arasındaki boşluğu kapatarak estetik bir görünüm veren, aynı zamanda ısı ve ses yalıtımı sağlayan elemana ..... denir.

**C) Aşağıdaki sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.**

**14. Aşağıdakilerden hangisi sıvanın temel amaçlarından biridir?**

A) Yapının taşıyıcılığını artırmak
B) Temel derinliğini artırmak
C) Yüzeyleri korumak ve yüzeylere estetik görünüm kazandırmak
D) Beton dayanımını yükseltmek
E) Donatı miktarını azaltmak

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**15. Aşağıdakilerden hangisi uygulandığı yere göre sıva çeşitlerinden biridir?**

A) Mineral sıva
B) İç sıva
C) Kaba sıva
D) Alçı sıva
E) Rabitz sıva

**16. Boyaların temel amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yüzeyi eritmek
B) Yüzeyleri korumak ve yüzeylere estetik görünüm kazandırmak
C) Yüzeyi aşındırmak
D) Nem oluşturmak
E) Yüzeyi sertleştirmek

**17. Aşağıdakilerden hangisi boya ham maddelerinden biridir?**

A) Cam
B) Taş
C) Pigment
D) Kumaş
E) Lastik

**18. Yapılarda kaba yapı elemanlarını dış etkilerden korumak, aşınma ve darbelere karşı dayanıklı, güzel bir görünüm kazandırmak amacıyla yapılan işlemlere ne ad verilir?**

A) Taşıyıcı sistem tasarımı
B) Yapı yüzey kaplamaları
C) Temel yalıtımı
D) Kaba inşaat işleri
E) Statik projelendirme

**19. Kil, kuvars ve minerallerin yüksek sıcaklıkta pişirilmesiyle üretilen; su emmeyen, leke tutmayan, kolay temizlenen ve özellikle ıslak mekânların duvarlarında tercih edilen kâgir malzeme aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Betopan kaplama
B) Tuğla kaplama
C) Seramik kaplama
D) Ahşap lambri
E) Plastik kaplama

**20. Aşağıdakilerden hangisi yalıtımın sağladığı faydalardan biri değildir?**

A) Enerji tasarrufu sağlamak
B) Yakıt tüketimini azaltmak
C) Yapı ömrünü uzatmak
D) Gürültüyü azaltmak
E) Yapının ağırlığını artırmak

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**21. Aşağıdakilerden hangisi su yalıtımının uygulandığı alanlardan biri değildir?**

A) Temel
B) Teras
C) Çatı
D) Banyo
E) Asansör kabini

**22. Cephe sistemlerinin temel görevlerinden biri aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Temeli güçlendirmek
B) Yapıyı çevresel etkilere karşı korumak
C) Çatı yüklerini taşımak
D) Döşeme kalınlığını artırmak
E) Kolon sayısını azaltmak

**23. Aşağıdakilerden hangisi geleneksel cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerden biridir?**

A) Kompozit panel
B) Alüminyum profil
C) Seramik panel
D) Kerpiç
E) Fibercement

**24. İskelelerin temel kullanım amacı aşağıdakilerden hangisidir?(**

A) Yapının taşıyıcı sistemini oluşturmak
B) Temel kazısını desteklemek
C) Çalışanların yüksekte güvenli çalışmasını sağlamak
D) Beton dayanımını artırmak
E) Yapının maliyetini azaltmak

**25. Malzemelerine göre sınıflandırılan iskele türlerinden biri aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kalıp iskelesi
B) Mobil iskele
C) Çelik iskele
D) Cephe iskelesi
E) Merdiven kulesi

**26. Standart bir konut projesinde salon/oda kapısı ile banyo/tuvalet kapısının net doğrama ebatları sırasıyla aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

A) 100×210 cm/90×210 cm
B) 90×210 cm/80×210 cm
C) 90×220 cm/75×210 cm
D) 85×210 cm/80×210 cm
E) 100×220 cm/80×220 cm

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**27. Eni 5 metre, boyu 7 metre olan bir konut salonunda, yeterli doğal aydınlatmanın sağlanabilmesi için tasarlanacak pencere alanı en az kaç metrekare olmalıdır?**

A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9

**28. İnşaat aksların korunması ve kolon yerlerinin tam belirlenmesi için kullanılan ahşap düzenek aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Tahkimat duvarı
B) Kuyulu temel kalıbı
C) İp iskelesi
D) İksa sistemi
E) Anroşm

**Ç) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

**29. Sıvanın yapıdaki temel görevlerini açıklayınız. (Yüzey koruma, estetik görünüm, dayanıklılık sağlama gibi özelliklere değininiz).**

**30. Su bazlı boyalar ile solvent bazlı boyalar arasındaki temel farkları yazınız.**

**31. Sürdürülebilir kalkınma kavramını kendi cümlelerinizle tanımlayınız.**

**32. Seramik ve karo kaplaması yapılacak banyonun duvar ve döşemesine kaplama yapmaya nerden başlanmalıdır?**

**33. Yalıtımın yapılardaki önemini açıklayınız.**

**34. Alüminyum ve cam cephe sistemlerinin üç avantajını yazınız.**

**35. Eğitim almamış bir kişinin iskele kurması hangi riskleri doğurur? Açıklayınız.**

# 3. ÖĞRENME BİRİMİ

## KONULAR

3.1. YAPI TEKNOLOJİLERİNDE YENİ GELİŞMELER

3.2. AKILLI EVLER VE YEŞİL BİNALAR

## ANAHTAR KAVRAMLAR

- akıllı evler
- yapı teknolojileri
- yeşil binalar

# YAPI İMALATINDA YENİ TEKNOLOJİLER

**Bu öğrenme biriminde sizden**

» yeni yapı teknolojilerinin ne olduğunu açıklamanız

» geleneksel ve modern yapı teknikleri arasındaki farkı belirlemeniz

» prefabrik, modüler yapı, 3D yazıcı ile yapı üretimi gibi kavramları açıklamanız

» akıllı malzemeler (ısı yalıtım malzemeleri, kendini onaran beton vb.) hakkında açıklama yapmanız

» depreme dayanıklı yapı teknolojilerinin önemini açıklamanız

» verimli enerji yapı sistemlerini açıklamanız

» yeni yapı teknolojilerinin konfor, güvenlik ve maliyet üzerindeki etkilerini değerlendirmeniz

» Türkiye'de deprem gerçeğiyle yapı teknolojileri arasında ilişki kurabilmeniz

» akıllı ev sistemlerini açıklamanız

» yeşil bina kavramı ve amacını öğrenmeniz

» enerji tasarrufu, sürdürülebilirlik, karbon ayak izi gibi kavramları açıklamanız

**beklenmektedir.**

## ÖĞRENME BİRİMİNE BAŞLARKEN

Bu öğrenme biriminde yapı teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, modern yapıların daha dayanıklı, ekonomik ve sürdürülebilir hâle nasıl getirebileceği, akıllı ev sistemleriyle yeşil binaların çevre bilincinde bir araya nasıl geldiği konuları anlatılmıştır. Yaşanılan çevrede evlerin güvenliğinin artırılması, enerji tasarrufu sağlama yöntemleri, çevreye duyarlı yapılarla yaşam kalitesinin artırılması konuları üzerinde durulmuştur.

Öğrenme biriminde yer alan çalışma yaprağı, bilgi görseli hazırlama, performans görevi uygulamalarıyla konunun pekiştirilmesi sağlanacaktır. Öğrenme birimi sonundaki ölçme ve değerlendirme soruları, öğrenme düzeyiniz hakkında farkındalık sağlayacaktır.

### HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Aşağıdaki sorulara bir cümle ile cevaplayınız.

1. Yapılar neden daha dayanıklı hâle getirilmelidir?
2. Daha hızlı ve ekonomik yapı üretmek neden önemlidir?

Günümüzde yapı teknolojileri, dijitalleşme, sürdürülebilirlik ve akıllı sistemlerin etkisiyle hızla gelişmektedir. Bu gelişmeler, yapıların daha güvenli, ekonomik, çevre dostu ve verimli olmasını sağlamaktadır.

**Başlıca Yeni Gelişmeler**

**Yapı bilgi modellemesi (BIM)**: Yapıların tasarım, uygulama ve işletme süreçlerinin dijital ortamda yönetilmesini sağlar.

**Akıllı bina sistemleri**: Aydınlatma, ısıtma, havalandırma ve güvenlik sistemlerinin otomatik olarak kontrol edilmesine imkân verir.

**3D Yazıcı ile yapı üretimi**: Beton ve benzeri malzemeler kullanılarak yapı elemanları veya küçük yapılar kısa sürede üretilebilmektedir.

**Modüler ve prefabrik yapılar**: Fabrika ortamında üretilen yapı elemanlarının sahada birleştirilmesiyle hızlı ve ekonomik yapı üretimi sağlanır.

**Yeşil bina teknolojileri**: Enerji tasarrufu sağlayan, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir yapıların tasarlanmasını amaçlar.

**Yüksek performanslı yapı malzemeleri**: Kendini onaran beton, yüksek dayanımlı beton ve ileri yalıtım malzemeleri gibi yenilikçi ürünler kullanılmaktadır.

**Yenilenebilir enerji sistemleri**: Güneş panelleri, rüzgâr türbinleri ve enerji depolama sistemleri binalara entegre edilmektedir.

**Yapay zekâ ve nesnelerin interneti (IoT)**: Yapıların performansını izlemek, enerji tüketimini optimize etmek ve bakım ihtiyaçlarını belirlemek için kullanılmaktadır.

Yapı teknolojilerindeki yeni gelişmeler, daha güvenli, sürdürülebilir, enerji verimli ve kullanıcı ihtiyaçlarına uygun yapıların inşa edilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

# 3.1. YAPI TEKNOLOJİLERİNDE YENİ GELİŞMELER

Yapı sektörü; hızla değişen teknoloji, çevresel kaygılar ve artan nüfus ihtiyaçları doğrultusunda dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu dönüşüm, yalnızca yapıların nasıl inşa edildiğini değil; nasıl tasarlandığını, işletildiğini ve sürdürüldüğünü de kapsamaktadır.

Dijitalleşmenin yapı sektörüne entegrasyonu, öncelikli olarak öne çıkan gelişmedir. **Bina Bilgi Modellemesi** (BIM), projelerin tasarım aşamasından bakım sürecine kadar tüm yaşam döngüsünü dijital ortamda yönetmeyi mümkün kılmıştır. Yapay zekâ destekli analizler, büyük veri kullanımı ve **nesnelerin interneti** (IoT) uygulamalarıyla yapıların performansı daha etkin izlenebilmektedir. Sürdürülebilirlik, modern yapı teknolojilerinin merkezinde yer almaktadır. Enerji verimliliği yüksek olan malzemeler, yenilenebilir enerji sistemleriyle entegre yapılar ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik tasarım stratejileri bu alandaki gelişmelerden birkaçıdır. Akıllı bina sistemleriyle enerji tüketimi verimli hâle getirilmekte ve konfor en üst düzeye çıkarılmaktadır.

Kendini onaran beton, yüksek dayanımlı kompozit malzeme ve geri dönüştürülebilir yapı elemanları yapı güvenliğini artırmakta ve çevresel etkileri azaltmaktadır. Aynı zamanda 3D yazıcılar ile yapı üretimi, modüler ve prefabrik sistemlerin yaygınlaşması inşaat süreçlerini daha hızlı, ekonomik ve esnek hâle getirmiştir.

## 3.1.1. Dijitalleşme ve Akıllı Yapı Sistemleri

Yapı sektöründe tüm süreçlerin (tasarım, inşaat, işletme ve bakım) dijital teknolojiler kullanılarak yönetilmesidir. Veriler daha hızlı işlenir, hatalar azalır ve süreç daha verimli hâle gelir. Dijital ikiz teknolojisi, yapı sektöründe devrim niteliğinde bir gelişmedir. Yapıların sadece fiziksel değil aynı zamanda dijital yönetilmesini sağlar. Güvenli, verimli ve sürdürülebilir yapılar oluşturmak mümkün hâle gelir. Yapı sektöründeki dijitalleşme aşağıda sıralanan faydaları sağlar.

» Proje süreçlerini hızlandırır.

» Maliyet kontrolü sağlar.

» Hata ve riskleri azaltır.

» Veriye dayalı karar alma imkânı sunar.

» Yapıların yaşam döngüsünü optimize eder.

Aşağıdaki görseli inceleyip soruları cevaplayınız (Görsel 3.1).

1. Evler kendi kendine çalışabilir mi?
2. Geleceğin yapılarında hangi teknolojiler olabilir?




**Görsel 3.1:** Akıllı evler

## 3.1.1.1. Bina Bilgi Modellemesi (BIM)

Yapının fiziksel ve işlevsel özelliklerinin dijital ortamda modellenmesi ve tüm yaşam döngüsü boyunca yönetilmesini sağlayan teknolojidir. BIM, sadece 3 boyutlu çizim değil veri yönetimi, koordinasyon ve analiz sistemidir.

**BIM'in Temel Özellikleri**

BIM'de yapının üç boyutlu dijital modeli oluşturulur ve tüm proje bilgileri tek bir modelde toplanır. Mimari, statik ve mekanik sistemler arasında disiplinler arası koordinasyon sağlanırken tasarım aşamasından yapının kullanım ömrünün sonuna kadar olan tüm süreçler yönetilir.

**BIM Boyutları**

BIM'in 3D boyutu, geometrik modeli ve tasarımı ifade eder. 4D boyutu inşaat sürecinin zaman planlamasını, 5D boyutu maliyet analizlerini, 6D boyutu enerji verimliliği ve sürdürülebilirliği, 7D boyutu ise işletme ve bakım yönetimini kapsar.

**BIM'in Kullanım Alanları**

BIM; mimari tasarım, statik ve mekanik proje geliştirme, inşaat planlama ve yönetimi, tesis yönetimi ile kentsel projeler ve altyapı çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

**BIM'in Avantajları**

BIM, çakışma analizleri sayesinde hataların önceden tespit edilmesine yardımcı olur. Maliyet ve zaman tasarrufu sağlayarak proje paydaşları arasındaki iletişimi güçlendirir. Ayrıca daha kaliteli ve sürdürülebilir yapıların üretilmesine katkı sağlar ve proje revizyonlarının hızlı ve kolay bir şekilde yapılmasına olanak tanır.

**BIM Süreci Aşamaları**

BIM süreci, yapının dijital modelinin oluşturulduğu modelleme aşamasıyla başlar. Ardından enerji, maliyet ve performans analizlerinin yapıldığı analiz aşaması gerçekleştirilir. Sonraki aşamada disiplinler arası uyumun sağlandığı koordinasyon süreci yürütülür. İnşaat faaliyetleri uygulama aşamasında yönetilir. Son olarak işletme aşamasında yapı kullanım sürecine ilişkin veriler takip edilir (Görsel 3.2).




**Görsel 3.2:** Bina bilgi modellemesi (bım)

### 3.1.1.2. Digital Twin

Fiziksel yapının gerçek zamanlı verilerle çalışan sanal kopyasıdır. Fiziksel ortamda gerçekleşen tüm değişimler, sanal model üzerinden izlenebilir, analiz edilebilir ve dengelenebilir

**Dijital İkiz Teknolojisinin Temel Mantığı**

Dijital ikiz teknolojisi, gerçek bir fiziksel varlığın dijital ortamda oluşturulan sanal modeli ile sürekli veri alışverişi yapılmasına dayanır. Bu sistem; fiziksel varlık, dijital model ve sensörler ile Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazları aracılığıyla sağlanan veri bağlantısından oluşur. Bu üçlü yapı sayesinde fiziksel ve dijital ortamlar sürekli etkileşim hâlinde çalışır.

**Dijital İkiz Teknolojisinin Çalışması**

Dijital ikiz teknolojisinde öncelikle yapıya çeşitli sensörler yerleştirilir. Bu sensörler sıcaklık, enerji tüketimi, titreşim ve benzeri verileri toplar. Toplanan veriler dijital modele aktarılır ve model üzerinde gerçek zamanlı analizler ile simülasyonlar gerçekleştirilir. Elde edilen sonuçlara göre sistemin performansı değerlendirilir ve gerekli düzenlemeler yapılarak sistem dengesi sağlanır.

**Dijital İkiz Teknolojisinin Kullanım Alanları**

Dijital ikiz teknolojisi; akıllı bina yönetimi, enerji performansı analizi, bakım ve onarım planlaması, şantiye ve inşaat süreçlerinin izlenmesi ile akıllı şehir uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Dijital İkiz Teknolojisinin Avantajları**

Dijital ikiz teknolojisi, yapıların ve sistemlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak tanır. Olası arızaların önceden tahmin edilmesini sağlayarak bakım maliyetlerini azaltır. Ayrıca enerji verimliliğini artırır, kaynak kullanımını optimize eder ve karar alma süreçlerinin daha etkin yürütülmesine katkı sağlar.

**Dijital İkiz Teknolojisinin BIM ile İlişkisi**

BIM, yapının tasarım ve planlama aşamalarında kullanılan statik bir veri modeli sunarken, dijital ikiz teknolojisi gerçek zamanlı verilerle sürekli güncellenen dinamik bir model oluşturur. Bu nedenle dijital ikiz uygulamaları çoğu zaman BIM modelleri üzerine inşa edilerek yapının yaşam döngüsü boyunca etkin yönetim sağlar.

**Kullanılan Teknolojiler**

Dijital ikiz teknolojisinde Nesnelerin İnterneti (IoT), yapay zekâ, büyük veri analitiği, bulut bilişim sistemleri ve sensör teknolojileri birlikte kullanılır. Bu teknolojiler sayesinde fiziksel ortamdan elde edilen veriler işlenerek dijital modele aktarılır ve analiz edilir.

**Örnek Uygulamalar**

Dijital ikiz teknolojisi, akıllı binalarda enerji yönetimi, havalimanı ve hastane yönetim sistemleri, köprü ve altyapı izleme sistemleri ile endüstriyel tesislerde üretim optimizasyonu gibi birçok alanda başarıyla uygulanmaktadır.

**Dijital İkiz Türleri**

Ürün dijital ikizi, ürünlerin tasarım ve geliştirme süreçlerinde kullanılır. Sistem dijital ikizi, birden fazla bileşenden oluşan karmaşık sistemlerin izlenmesini ve yönetilmesini sağlar. Süreç dijital ikizi ise iş akışlarını ve operasyonel süreçleri analiz ederek performansın artırılmasına yardımcı olur.

### 3.1. SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen kavramları diğer sütunda verilen açıklamalar ile eşleştiriniz. Doğru harfleri kavramların yanındaki parantez içine yazınız.**

| Kavram | | Açıklama |
|---|---|---|
| **1.** 3D Modelleme | (...) | **a.** Yapının dijital ortamda modellenmesi |
| **2.** Veri Yönetimi | (...) | **b.** Yapıya ait bilgilerin depolanması |
| **3.** Zaman Planlaması | (...) | **c.** Yapım sürecinin organize edilmesi |
| **4.** Maliyet Kontrolü | (...) | **d.** Giderlerin hesaplanması |
| **5.** İş Birliği | (...) | **e.** Farklı mesleklerin ortak çalışması |
| **6.** İş Programı | (...) | |
| **7.** Hesap Özeti | (...) | |

## 3.1.1.3. Nesnelerin İnterneti

Cihazlar, sensörler, makineler vb. fiziksel nesnelerin internet üzerinden birbirleriyle veri alışverişi yapmasını sağlayan teknolo¬¬jidir. Yapı sektöründe **IoT**; binaların akıllı, verimli ve otomatik hâle gelmesini sağlar.

**IoT'un Temel Bileşenleri**

Nesnelerin İnterneti (IoT) sistemi; sensörler ve cihazlar, ağ bağlantısı, veri işleme sistemleri ve kullanıcı arayüzlerinden oluşur. Bu bileşenler birlikte çalışarak fiziksel ortamdan veri toplanmasını, işlenmesini ve kullanıcıya sunulmasını sağlar.

**IoT'un Çalışma Prensibi**

IoT sistemlerinde sensörler çevreden veri toplar ve bu veriler internet aracılığıyla merkezi sistemlere iletilir. Sistem, elde edilen verileri analiz ederek gerekli durumlarda otomatik kararlar alır. Örneğin ortam sıcaklığı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında klima otomatik olarak çalıştırılabilir.

**IoT'un Akıllı Bina Sistemlerinde Kullanımı**

IoT teknolojisi akıllı bina sistemlerinde aydınlatma otomasyonu, ısıtma ve soğutma kontrolü ile enerji yönetimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sayede binaların daha verimli ve konforlu bir şekilde işletilmesi sağlanır.

**IoT'un Güvenlik Sistemlerinde Kullanımı**

IoT, güvenlik sistemlerinde kamera ve alarm sistemleri, hareket sensörleri ve yangın algılama sistemleri gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde güvenlik olayları anlık olarak takip edilebilir ve gerekli müdahaleler hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir.

**IoT'un Enerji Verimliliğinde Kullanımı**

IoT teknolojisi, enerji tüketiminin sürekli izlenmesini sağlayarak gereksiz enerji kullanımını önler. Otomatik kontrol sistemleri sayesinde enerji kaynakları daha verimli kullanılır ve tasarruf sağlanır.

**IoT'un Avantajları**

IoT teknolojisi enerji tasarrufu sağlayarak kaynak kullanımını optimize eder. Kullanıcı konforunu artırırken sistemlerin uzaktan kontrol edilmesine olanak tanır. Ayrıca işletme maliyetlerini düşürür ve gerçek zamanlı veri sağlayarak daha doğru kararlar alınmasına yardımcı olur.

### IoT ve Akıllı Yapılar

IoT teknolojisi, akıllı yapıların temelini oluşturan önemli sistemlerden biridir. Sensörler ve bağlantılı cihazlar sayesinde binalar çevresel koşulları algılayabilir, kendi performanslarını izleyebilir ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre otomatik olarak uyum sağlayabilir.

### IoT ile Birlikte Kullanılan Diğer Teknolojiler

IoT uygulamaları genellikle yapay zekâ, büyük veri analizi, bulut bilişim ve dijital ikiz teknolojisi ile birlikte kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, toplanan verilerin daha etkin analiz edilmesini ve sistemlerin daha akıllı hâle gelmesini sağlar.

### IoT Uygulama Örnekleri

Hareket sensörlü aydınlatma sistemleri, akıllı termostatlar, uzaktan kontrol edilebilen güvenlik sistemleri ile su ve enerji tüketimini izleyen uygulamalar IoT teknolojisinin günlük yaşamda ve yapılarda kullanılan yaygın örnekleri arasında yer almaktadır (Görsel 3.3).




**Görsel 3.3:** Nesnelerin interneti (IoT)

## 3.2. SIRA SİZDE

Aşağıdaki ifadeleri doğru-yanlış olarak işaretleyiniz.

| İFADE | D/Y |
|---|---|
| IoT cihazları internet üzerinden veri paylaşabilir. | |
| Akıllı termostatlar enerji tasarrufu sağlayabilir. | |
| IoT yalnızca bilgisayarlarda kullanılan bir sistemdir. | |
| Akıllı güvenlik sistemleri IoT teknolojisine örnektir. | |
| IoT sistemleri uzaktan kontrol edilebilir. | |

## 3.1.1.4. Yapay Zekânın Yapı Teknolojilerinde Kullanımı

Büyük veri teknolojileri, yapı sektöründe tasarımdan işletmeye kadar uzanan tüm süreçleri köklü biçimde dönüştürmektedir. Artan veri üretimi ve bu verilerin anlamlı bilgiye dönüştürülmesi; yapı projelerinin daha verimli, güvenli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Yapay zekâ teknolojileri, büyük veri ile çalışarak yapı sektöründe önemli dönüşümün temelini oluşturmaktadır.

Tasarım aşamasında yapay zekâ, mimari ve mühendislik süreçlerine yenilikçi bakış açısı kazandırır. Farklı tasarım alternatiflerini hızla analiz edebilen bu sistemler; maliyet, enerji verimliliği ve performans ölçütlerini dikkate alarak en uygun çözümleri önerebilir.Yaklaşımları mümkün kılar. Mimari karar alma süreçlerini hızlandırır ve daha yaratıcı, dengeli projelerin yapılmasını sağlar.

İnşaat sürecinde büyük veri analizi, iş programı ve planlama aşamalarında rol oynar. Proje sürelerinin daha doğru tahmin edilmesi, olası gecikme risklerinin önceden belirlenmesi ve buna göre önlem alınması proje yönetiminde önemli avantajlar sağlar. İş güvenliği açısından yapay zekâ destekli sistemler, şantiye ortamında oluşabilecek riskli durumları erken aşamada tespit edebilmekte; kamera ve sensör teknolojileri ile çalışan güvenlik sistemleri sayesinde iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri daha etkin bir şekilde uygulanmaktadır.

Kaynak yönetimi, bu teknolojilerin katkı sağladığı alanlardan biridir. Malzeme kullanımı ve iş gücü planlaması, veri analitiğiyle işlenerek israfın önüne geçilir. Ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından fayda sağlar.

Yapıların işletme ve bakım süreçlerinde, yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri etkin olarak kullanılmaktadır. Tahmine dayalı bakım sistemleri sayesinde arıza oluşmadan tespit edilebilmekte ve gerekli önlemler alınarak bakım maliyetleri önemli ölçüde azaltılmaktadır. Enerji tüketiminin sürekli izlenmesi ve analiz edilmesi, gereksiz enerji kullanımını önler. Isıtma, soğutma ve aydınlatma sistemlerinin otomatik kontrol edilmesi, enerji tasarrufu sağlar ve kullanıcı konforunu artırır (Görsel 3.4).

**Yapay Zekânın Yapı Teknolojisinde Kullanılmasının Avantajları**

- Zaman ve maliyet tasarrufu
- Hata oranının azalması
- Verimliliğin artması
- Güvenliğin artırılması
- Sürdürülebilir yapı üretimi




**Görsel 3.4:** Yapay zekânın yapı teknolojilerinde kullanımı

## 3.1.2. Sürdürülebilir Yapı Teknolojileri

Çevresel etkileri en aza indiren, enerji ve kaynakları verimli kullanan, insan sağlığına duyarlı yapıların tasarımını ve inşasını kapsar. Bu yaklaşım, yapıların yalnızca inşa sürecini değil tüm yaşam döngüsünü (tasarım, yapım, kullanım ve yıkım) dikkate alır.

**Sürdürülebilirliğin Temel İlkeleri**

- Doğal kaynakların korunması
- Enerji verimliliği
- Atık ve karbon salınımının azaltılması
- Kullanıcı sağlığı ve konforu
- Ekonomik sürdürülebilirlik

### 3.1.2.1. Yeşil Bina Kavramı

Çevreye duyarlı, enerji ve doğal kaynakları verimli kullanan, insan sağlığını ve konforunu önceleyen yapılardır. Tasarım, inşaat, kullanım ve yıkım süreçlerinin tamamında sürdürülebilirlik ilkelerine uygun planlanır.

**Yeşil Binaların Temel Amaçları**

Yeşil binaların temel amacı enerji tüketimini azaltmak, su kullanımını optimize etmek, doğal kaynakları korumak ve karbon salınımını en aza indirmektir. Ayrıca kullanıcıların sağlıklı, güvenli ve konforlu yaşam alanlarına sahip olmalarını sağlamak da yeşil bina anlayışının önemli hedefleri arasında yer alır.

**Yeşil Binalarda Enerji Verimliliği**

Yeşil binalarda enerji verimliliği; yüksek yalıtım performansına sahip yapı elemanlarının kullanılması, doğal aydınlatmadan yararlanılması ve enerji tasarruflu sistemlerin tercih edilmesiyle sağlanır. Bu uygulamalar enerji tüketimini azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunur.

**Yeşil Binalarda Su Verimliliği**

Yeşil binalarda su kaynaklarının verimli kullanılması amacıyla yağmur suyu toplama sistemleri, gri su geri dönüşüm uygulamaları ve düşük su tüketimli armatürler kullanılır. Bu yöntemler su tasarrufu sağlayarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur.

**Yeşil Binalarda Malzeme Seçimi**

Yeşil bina tasarımında geri dönüştürülebilir malzemeler, yerel kaynaklardan temin edilen çevre dostu ürünler ve düşük karbon ayak izine sahip yapı malzemeleri tercih edilir. Bu sayede çevre üzerindeki olumsuz etkiler azaltılır ve sürdürülebilir yapılaşma desteklenir.

**Yeşil Binalarda İç Mekân Kalitesi**

Yeşil binalarda iç mekân kalitesinin artırılması için temiz hava dolaşımı sağlayan doğal havalandırma sistemleri kullanılır ve gün ışığından maksimum düzeyde yararlanılır. Ayrıca zararlı kimyasallardan arındırılmış malzeme ve ürünlerin tercih edilmesiyle daha sağlıklı yaşam ortamları oluşturulur.

**Yeşil Binalarda Kullanılan Teknolojiler**

Yeşil binalarda güneş panelleri, rüzgâr enerjisi sistemleri, otomatik aydınlatma kontrol sistemleri ve akıllı ısıtma-soğutma uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında enerji tüketimi sensörler aracılığıyla sürekli takip edilmekte ve enerji kullanımının dengeli bir şekilde yönetilmesi sağlanmaktadır.

**Yeşil Binaların Avantajları**

Yeşil binalar enerji ve su tasarrufu sağlayarak işletme maliyetlerini düşürür. Çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunurken kullanıcıların sağlık ve konfor düzeyini artırır. Ayrıca sürdürülebilir özellikleri sayesinde yapıların ekonomik değerini yükseltir ve uzun vadeli faydalar sağlar (Görsel 3.5).




**Görsel 3.5:** Yeşil binalar

## 3.1.2.2. Enerji Verimliliği

Yapıda aynı konfor ve performansı, daha az enerji kullanarak sağlama sürecidir. Sürdürülebilir yapı teknolojilerinin temel bileşenlerinden biridir. Enerji kaynaklarının korunmasını sağlar.

**Enerji Verimliliğinin Amaçları**

Enerji verimliliğinin temel amacı, enerji tüketimini azaltarak kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamaktır. Bunun yanında fosil yakıt kullanımını ve karbon salınımını azaltmak, işletme maliyetlerini düşürmek ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek de enerji verimliliğinin önemli hedefleri arasında yer alır.

**Enerji Verimliliği Yaklaşımları**

Enerji verimliliğini artırmak için güneş ışığından en yüksek düzeyde yararlanılması, ısı kayıplarının önlenmesi, doğal havalandırmanın sağlanması, gün ışığının etkin kullanılması vb. gibi pasif tasarım yöntemleri uygulanır. Ayrıca yüksek verimli ısıtma ve soğutma sistemleri (HVAC), LED aydınlatma sistemleri, akıllı bina otomasyonları ile enerji izleme ve kontrol sistemleri vb. gibi teknolojik çözümlerden yararlanılır.

**Yenilenebilir Enerji Kullanımı**

Enerji verimli olan yapılarda enerji ihtiyacının bir kısmı veya tamamı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilir. Bu amaçla fotovoltaik güneş panelleri, rüzgâr enerjisi sistemleri ve jeotermal enerji uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Enerji Verimli Yapı Tasarımı**

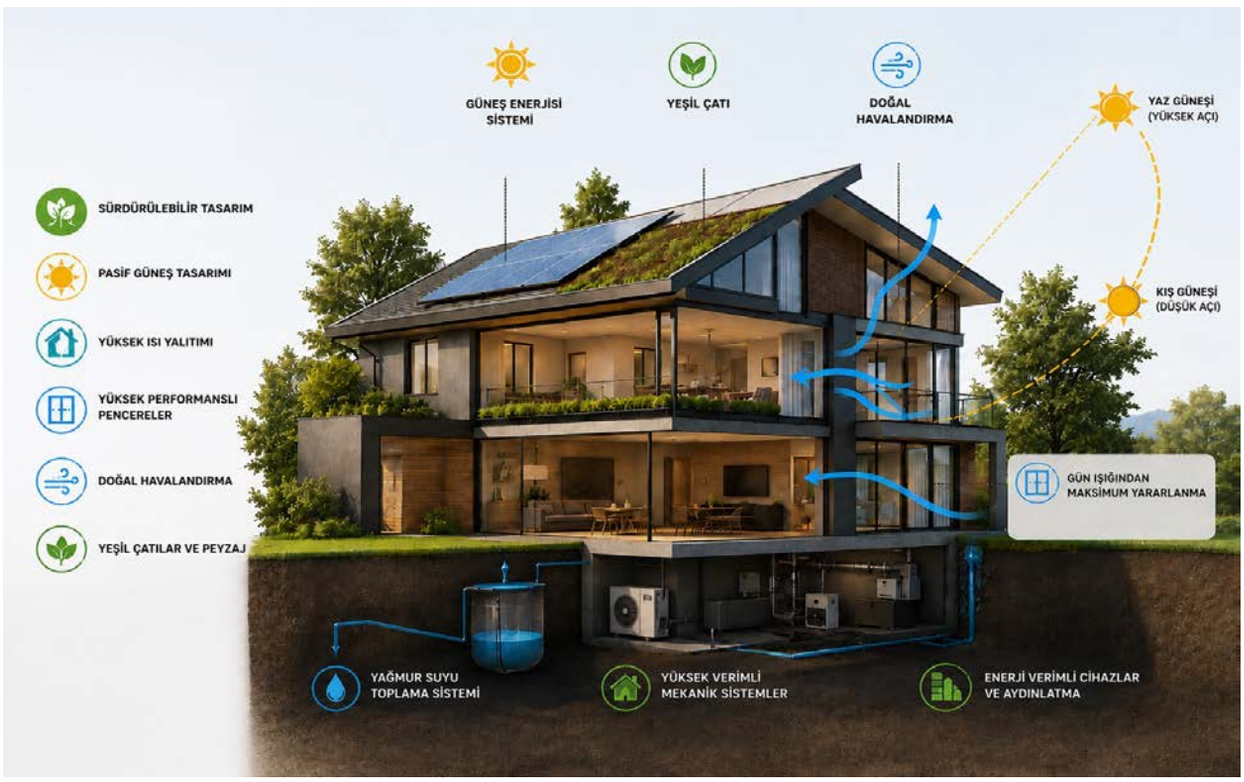
Enerji verimliliği olan yapı tasarımında kompakt bina formu tercih edilir ve uygun cephe tasarımı ile enerji kayıpları azaltılır. Ayrıca ısı köprülerinin en aza indirilmesi ve yüksek performanslı pencere sistemlerinin kullanılması sayesinde yapıların enerji performansı artırılır.

### Akıllı Sistemler ve Enerji Yönetimi

Akıllı bina sistemlerinde sensörler aracılığıyla enerji tüketimi sürekli olarak izlenir. Otomasyon sistemleri gereksiz enerji kullanımını önlerken, kullanıcı alışkanlıkları analiz edilerek sistemlerin daha verimli çalışması sağlanır. Böylece enerji kaynakları etkin bir şekilde yönetilir.

### Enerji Verimliliğinin Avantajları

Enerji verimliliği uygulamaları enerji tasarrufu sağlayarak maliyetlerin düşürülmesine katkıda bulunur. Bunun yanında çevrenin korunmasına destek olur, yapıların ekonomik değerini artırır ve kullanıcıların konfor düzeyini yükselterek daha sürdürülebilir yaşam alanlarının oluşmasını sağlar (Görsel 3.6).




**Görsel 3.6:** Enerji verimli yapılar

## 3.3. SIRA SİZDE

"Görsel 3.7 ve Görsel 3.8'i inceleyerek soruları cevaplayınız.

» Hangi bina daha az enerji tüketir?

» Bunun nedenleri nelerdir?

» Enerji tasarrufu neden önemlidir?



**Görsel 3.7:** Yalıtımsız yapı



**Görsel 3.8:** Yalıtımlı yapı

### 3.1.2.3. Yenilenebilir Enerji Kullanımı

Doğada sürekli kendini yenileyebilen ve tükenmeyen kaynaklardan elde edilen enerji türüdür. Artan enerji ihtiyacı, fosil yakıtların çevreye verdiği zarar, küresel iklim değişikliği vb. gibi nedenler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını öne çıkarmıştır. Yenilenebilir enerji kullanımı, çevre dostu ve enerji verimli yapıların oluşturulmasında önceliktir.

Yapılarda kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının başında güneş enerjisi gelir. Güneş panelleri aracılığıyla elektrik üretimi yapılabilmekte, güneş kollektörleriyle sıcak su elde edilebilmektedir. Çatı ve cephe sistemlerine entegre edilen fotovoltaik paneller, yapıların enerji ihtiyacının önemli bölümünü karşılar. Dış enerji bağımlılığı azalır ve enerji maliyetleri düşer.

Yapılarda kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeri rüzgâr enerjisidir. Küçük ölçekli rüzgâr türbinleriyle yapılarda elektrik üretimi gerçekleştirilebilir. Küçük ölçekli rüzgar türbinleri sayesinde yapılarda elektrik üretimi gerçekleştirilebilir. Rüzgâr potansiyeli yüksek bölgelerde bu sistem etkili sonuçlar verir.

Jeotermal enerji sistemleri de sürdürülebilir yapılarda yaygın olarak kullanılır. Yer altı sıcaklığından yararlanılarak çalışan bu sistemler, binaların ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılamada yüksek enerji verimliliği sağlar.

Biyokütle enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. Organik atıkların enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen biyokütle enerjisi, atık miktarını azaltıp alternatif enerji kaynağı oluşturur. Bu sistemler özellikle büyük ölçekli yapılarda ve endüstriyel tesislerde kullanılır.

Yenilenebilir enerji sistemlerinin yapı teknolojilerine eklenmesi, akıllı bina sistemlerle daha verimli hâle gelmektedir. Sensör ve otomasyon sistemleri enerji üretim ve tüketimini sürekli izler, gereksiz enerji kullanımı önler. Enerji depolama sistemleriyle üretilen fazla enerji saklanarak ihtiyaç duyulan zamanda kullanılabilir.

Yenilenebilir enerji kullanımı çevresel etkileri azaltır. Fosil yakıt kullanımının azalması ile karbon salınımı düşer, hava kirliliği azalır ve doğal kaynakların korunması sağlanır. Enerji maliyetlerinin azaltılması uzun vadeli ekonomik kazanç sağlar.

Yenilenebilir enerji sistemlerinin bazı dezavantajları vardır. İlk yatırım maliyetleri yüksektir. İklim koşullarına bağımlıdır ve enerji depolama gereksinimi bu sistemlerin kullanımında karşılaşılan temel sorundur. Teknolojik gelişmeler, bu sorunları zamanla ortadan kaldıracaktır.

## 3.1.3. Yenilikçi Yapı Malzemeleri

Geleneksel yapı malzemelerinin yerine daha dayanıklı, hafif, çevre dostu ve enerji verimli malzemeler geliştirilmektedir. Bu malzemeler, yapıların güvenliğini artırırken aynı zamanda sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını sağlar. Yenilikçi yapı malzemeleri, modern yapı teknolojilerinin önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir.

Yapıların dayanıklılığını artırmak, enerji tüketimini azaltmak, çevresel etkileri minimum seviyeye indirmek ve yapı ömrünü uzatmak hedeflenir. Sürdürülebilir yapı anlayışında geri dönüştürülebilir ve düşük karbon salınımına sahip malzemelerin kullanımı öne çıkmıştır.

### 3.1.3.1. Kendini Onaran Beton

Zamanla oluşan çatlaklar, betonarme yapıların dayanıklılığını azaltmakta ve bakım maliyetlerini artırmaktadır. Bu sorunların çözümüne yönelik geliştirilen önemli yeniliklerden biri, kendini onaran beton teknolojisidir. Oluşan çatlakların insan müdahalesi olmadan kapandığı özel beton türleridir. Yapının kullanım ömrü uzayıp bakım ve onarım maliyeti önemli ölçüde azalır.

Beton içine yerleştirilen özel bileşenler; bakteri, polimer kapsül veya kimyasal katkılar betonun kendini onarmasını sağlar. Beton yüzeyinde çatlak oluştuğunda çatlak içine giren su veya hava, bu bileşenleri aktif hâle getirir ve çatlağın kapanmasını sağlar.

Bakterili kendini onaran beton sistemi en yaygın kullanılandır. Betonun içine özel bakteri sporları ve besin maddeleri yerleştirilir. Beton çatladığında su ile temas eden bakteriler aktif hâle gelir ve kalsiyum karbonat üretir. Oluşan bu madde, çatlakları doldurarak betonun yeniden bütünleşmesini sağlar. Su sızıntıları önlenir ve betonun dayanıklılığı korunur.

Kapsül teknolojisinde betonun içine mikro kapsüller yerleştirilir. Çatlak oluştuğunda kapsüller kırılır ve içindeki kimyasal madde, çatlağı doldurarak sertleşir. Bu sistem özellikle küçük çatlakların hızlı onarılmasında etkilidir.

Kendini onaran betonlar yapı ömrünü uzatır. Çatlakların otomatik kapanması, betonun taşıma kapasitesinin korunmasını sağlar. Bakım ve onarım maliyetlerinin azalması ekonomik açıdan önemli faydalar sağlar. Köprü, tünel, baraj ve yüksek maliyetli altyapı projelerinde bu teknoloji avantaj sağlar. Sürdürülebilirlik açısından uzun ömürlü yapılar, malzeme tüketimini azaltır ve karbon salınımını düşürür.

Kendini onaran betonların bazı dezavantajları vardır. Üretim maliyetleri geleneksel betona göre daha yüksektir. Sistemlerin uzun dönem performansları henüz kanıtlanmamıştır bu konuda yapılan çalışmalar devam etmektedir (Görsel 3.9).




**Görsel 3.9: Kendini onaran beton**

## 3.1.3.2. Nano Malzemeler

Boyutları nanometre ölçeğinde olan ve özel fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikler gösteren ileri teknoloji malzemedir. Bir nanometre, metrenin milyarda biri büyüklüğündedir. Bu ölçekte üretilen malzeme; geleneksel malzemelere göre daha dayanıklı, hafif, esnek ve yüksek performans özelliklerine sahiptir. Yapı sektöründe önemli yeniliklerin ortaya çıkmasını sağlayarak modern yapı teknolojilerinin gelişiminde büyük rol oynamaktadır.

Nano malzemeler yapılarda dayanıklılığı artırır, enerji verimliliği sağlar ve çevresel etkileri azaltır. Nano teknoloji sayesinde yapı malzemelerinin fiziksel özellikleri geliştirilebilmekte ve daha uzun ömürlü yapılar üretilebilmektedir.

Nano malzemelerin en yaygın kullanım alanlarından biri beton teknolojisidir. Nano silika katkılı betonlar, geleneksel betonlara göre daha yüksek dayanım gösterir. Bu katkılar, betonun gözenek yapısını iyileştirerek çatlak oluşumunu azaltır ve su geçirimsizliğini artırır. Yapının dayanıklılığı ve kullanım ömrü önemli ölçüde artar.

Nano kaplamayla yüzeyler suya, kire, lekelere ve aşınmaya daha dirençli hâle gelir. Cam yüzeyde kullanılan nano kaplamalar, kendi kendini temizleme özelliği sağlar ve bakım maliyetlerini azaltır. Yağmur suyu ile yüzeyin temizlenmesine olanak tanır.

Nano yalıtım malzemeleri düşük kalınlıkta, yüksek yalıtım performansı sağlar. Aerogel gibi nano yapı malzemeleri, çok düşük ısı iletkenliğine sahip oldukları için enerji verimliliği açısından önem taşır. Binaların enerji tüketimi azalır.

Nano teknoloji akıllı cam sistemlerinde de kullanılmaktadır. Camlar, güneş ışığına ve sıcaklığa bağlı olarak renk veya geçirgenlik değiştirebilir. Yapıda sıcaklık kontrolü sağlanır ve enerji tasarrufu elde edilir.

Nano malzemeler hafif ve yüksek dayanımlıdır. Yüksek katlı yapı, köprülerde ve deprem bölgelerinde avantaj sağlar. Yapı yükleri azalır ve taşıyıcı sistem performansı artar.

Nano malzemelerin üretim maliyetleri yüksektir ve uygulama süreçleri uzmanlık gerektirir. Nano parçacıkların insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri sonuçlanmamış olup bu konuda araştırmalar devam etmektedir (Görsel 3.10).




**Görsel 3.10:** Nano malzemeler

### 3.4. SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen kavramları diğer sütunda verilen açıklamalar ile eşleştiriniz. Doğru harfleri kavramların yanındaki parantez içine yazınız.**

| Kavram | | Açıklama |
|---|---|---|
| **1.** Aerogel | (...) | **a.** Kendi kendini temizleyen yüzey |
| **2.** Nano kaplama | (...) | **b.** Isı yalıtım malzemesi |
| **3.** Akıllı cam | (...) | **c.** Işık geçirgenliği değişebilen cam |
| **4.** Nano silika | (...) | **d.** Beton dayanımını artıran katkı |
| **5.** Antifriz | (...) | |
| **6.** Su | (...) | |

## 3.1.3.3. Geri Dönüştürülebilir ve Çevre Dostu Malzemeler

Kullanım ömrünü tamamladıktan sonra yeniden işlenerek farklı ürünlerin üretiminde kullanılabilen malzemedir. Doğal kaynakların hızla tükenmesi, çevre kirliliğinin artması ve sürdürülebilir yapı anlayışının önem kazanması geri dönüştürülebilir malzemelerin yapı sektöründe daha yaygın kullanılmasını sağlamıştır.

Yapı sektöründe geri dönüştürülebilir malzemeleri kullanmanın amacı doğal kaynak tüketimini azaltmak, enerji tasarrufu sağlamak ve atık miktarını minimum seviyeye düşürmektir. İnşaat faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atıkların yeniden değerlendirilmesi, sürdürülebilir yapı teknolojilerinin önemli parçasını oluşturur.

Geri dönüştürülebilir yapı malzemeleri arasında çelik önemli bir yere sahiptir. Çelik, özelliklerini kaybetmeden tekrar tekrar geri dönüştürülebilen malzemedir. Geri dönüştürülmüş çelik kullanımı, ham madde tüketimini azaltır ve enerji tasarrufu sağlar. Yüksek dayanım özelliğiyle modern yapı teknolojilerinde yaygın olarak tercih edilmektedir.

Kullanılmış camların yeniden işlenmesiyle yeni cam ürünleri üretilebilmekte ve enerji tüketimi azaltılmaktadır. Enerji verimli cephe sistemlerinde geri dönüştürülmüş cam malzemeler yaygın kullanılmaktadır.

Geri dönüştürülmüş ahşap malzemeler mobilya, zemin kaplaması ve dekoratif eleman üretiminde kullanılabilir. Ahşap, karbon depolama özelliği sayesinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar.

Geri dönüştürülmüş plastikler; boru sistemleri, yalıtım malzemeleri, zemin kaplamaları ve çeşitli yapı elemanlarının üretiminde değerlendirilir. Bu uygulamalar, plastik atıkların çevreye verdiği zararın azaltılmasına yardımcı olur.

Yıkılan yapılardan elde edilen beton parçaları kırılır ve agrega malzemesine dönüştürülür. Doğal agrega kullanımı azalır ve inşaat atıkları ekonomiye kazandırılır. Dönüştürülebilir malzeme kullanımı doğal kaynakların korunmasını sağlar, enerji tüketimini azaltır ve karbon salınımını düşürür. Çevre kirliliği önlenir. Geri dönüşüm uygulamaları maliyet avantajı sağlar. Geri dönüşüm süreçlerinin maliyetli olması, kalite kontrol sorunları ve teknik standart gereksinimleri bu alanın gelişimini olumsuz etkileyen faktörlerlerdir (Görsel 3.11)..

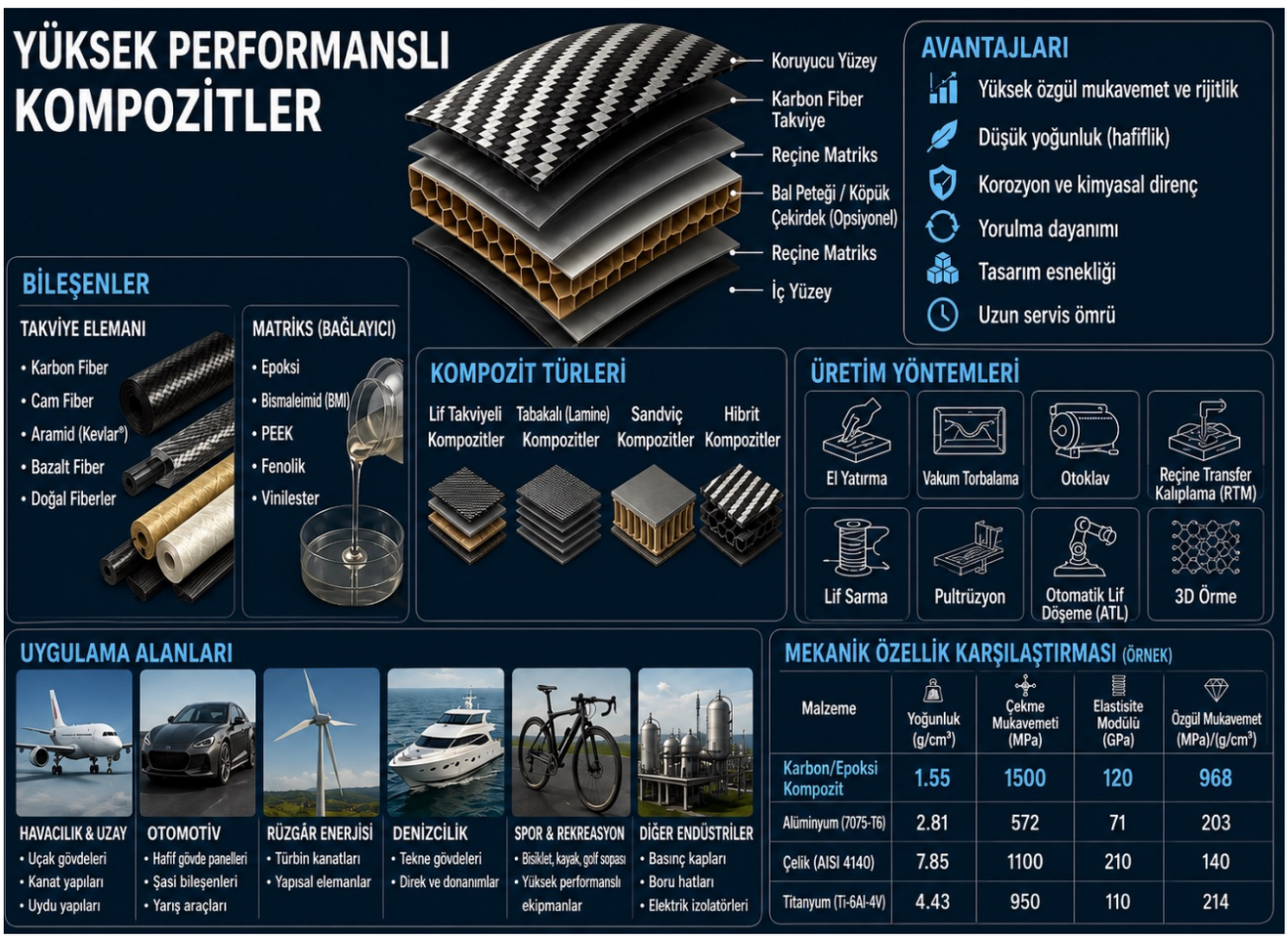



**Görsel 3.11:** Geri dönüştürülebilir ve çevre dostu malzemeler

## 3.1.3.4. Yüksek Performanslı Kompozitler

İki veya daha fazla farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan ve üstün mekanik özellikler gösteren gelişmiş yapı malzemeleridir. Yüksek dayanım, hafiflik, esneklik ve çevresel dayanıklılık vb. gibi özellikleriyle modern yapı teknolojilerinde önemli yer edinmişlerdir. Yapı sektöründe daha güvenli, uzun ömürlü ve sürdürülebilir yapılar üretme ihtiyacı, yüksek performanslı kompozit malzemelerin kullanımını artırmıştır.

Yüksek performanslı kompozitler, taşıyıcı matris malzeme ile güçlendirici liflerin birleşiminden oluşur. Cam elyaf, karbon fiber ve aramid lifler yaygın olarak kullanılan güçlendirici malzemeler arasındadır. Matris malzemede polimer, epoksi veya beton bazlı sistemler kullanılır (Görsel 3.12).




**Görsel 3.12:** Yüksek performanslı kompozitler

Yüksek performanslı kompozitler, yapıların taşıma kapasitesini artırır ve ağırlığını azaltır. Köprü, yüksek katlı yapı, deprem bölgelerindeki yapılar ve büyük açıklıklı sistemlerde bu malzemeler önemli avantaj sağlar.

**Karbon fiber** takviyeli polimer (**CFRP**) sistemleri, yapı sektöründe en yaygın kullanılan yüksek performanslı kompozitlerdendir. Çok yüksek çekme dayanımına sahip, oldukça hafif bir malzemedir. Yapı güçlendirme uygulamalarında yaygın olarak kullanılır. Kolon, kiriş ve perde duvarların güçlendirilmesinde karbon fiber sistemler, yapı güvenliğini artırır.

**Cam elyaf** takviyeli kompozitler (**GFRP**) de yapı sektöründe yaygın kullanılan malzemeler arasındadır. Korozyona dayanıklı olmaları nedeniyle özellikle köprü, deniz yapıları ve dış cephe uygulamalarında tercih edilir. Düşük ağırlıklarıyla taşıma ve montaj kolaylığı sağlar.

Yüksek performanslı kompozitler, geleneksel çelik ve beton sistemlerine göre daha hafiftir ve yüksek taşıma kapasitesi sunar. Deprem güvenliği açısından önemli avantaj sağlar. Hafif yapı sistemleri deprem sırasında daha düşük yük oluşturarak yapı performansını artırır.Korozyon, nem, kimyasal etkiler ve sıcaklık değişimleri karşısında dayanıklı olmaları yapı ömrünü uzatır. Bakım ve onarım maliyetleri de önemli ölçüde azalır.

Yüksek performanslı kompozitler, mimari tasarım açısından esneklik sunar. Kolay şekillendirilebilir olmaları sayesinde karmaşık geometrik formların uygulanmasına olanak sağlar. Modern mimari tasarımlarda önemli avantajlar oluşturur.

Sürdürülebilirlik açısından yüksek performanslı kompozitler, enerji tasarrufu ve uzun kullanım ömrüyle çevresel faydalar sunar. Hafif yapılarıyla taşıma ve montaj süreçlerinde daha az enerji tüketilir. Uzun ömürlü olmaları sayesinde malzeme tüketimi azalır.

Üretim maliyetlerinin yüksek olması, özel üretim teknikleri gerektirmesi ve bazı türlerinin geri dönüşüm süreçlerinin zor olması bu malzemelerin kullanımını sınırlayan faktörler arasındadır. Uygulama süreçlerinde uzman teknik bilgi gerektirir.

**3.5 SIRA SİZDE**

Aşağıdaki tabloda verilen kompozit türlerinin kullanım alanlarını ve sağladığı avantajları ilgili bölümlere yazınız.

| Kompozit Türü | Kullanım Alanı | Sağladığı Avantaj |
|---|---|---|
| CFRP | | |
| GFRP | | |
| Karbon fiber | | |
| Cam elyaf | | |

## 3.1.4. Endüstriyel ve Modüler Yapım Teknikleri

Artan nüfus, kentleşme, enerji ihtiyacı ve çevresel sorunlar yapı üretim süreçlerinde yenilikçi yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Modern yapım teknikleri yapıların daha kısa sürede, daha düşük maliyetle ve daha yüksek kalite standartlarında üretilmesini sağlar.

İş gücü verimliliğini artırmak, zaman kayıplarını azaltmak, yapı kalitesini yükseltmek ve çevresel etkileri minimum seviyeye indirmek modern yapım tekniklerinin temel amaçlarıdır. Bu teknikler aynı zamanda dijitalleşme, otomasyon ve sürdürülebilirlik anlayışını yapı sektörüyle bağlantılı hâle getirir.

### 3.1.4.1. Prefabrik Yapılar

Yapı elemanlarının fabrika ortamında önceden üretilip şantiye alanında birleştirilmesiyle oluşturulan modern yapı sistemleridir. Prefabrik kelime anlamı olarak önceden hazırlanmış anlamına gelir. Prefabrik yapılarda duvar, kolon, döşeme, çatı gibi yapı elemanları kontrollü üretim ortamlarında hazırlanır ve daha sonra montaj için inşaat alanına taşınır. Yapı sektöründe hız, kalite ve ekonomik avantajlar sağlar.

Hızlı kentleşme, nüfus artışı, acil yapı ihtiyacı vb. gibi durumlar prefabrik yapı teknolojilerinin gelişmesini hızlandırmıştır. Konut projeleri, okul, hastane, sanayi yapıları, sosyal tesis ve geçici barınma alanlarında prefabrik sistemler yaygın olarak tercih edilir.

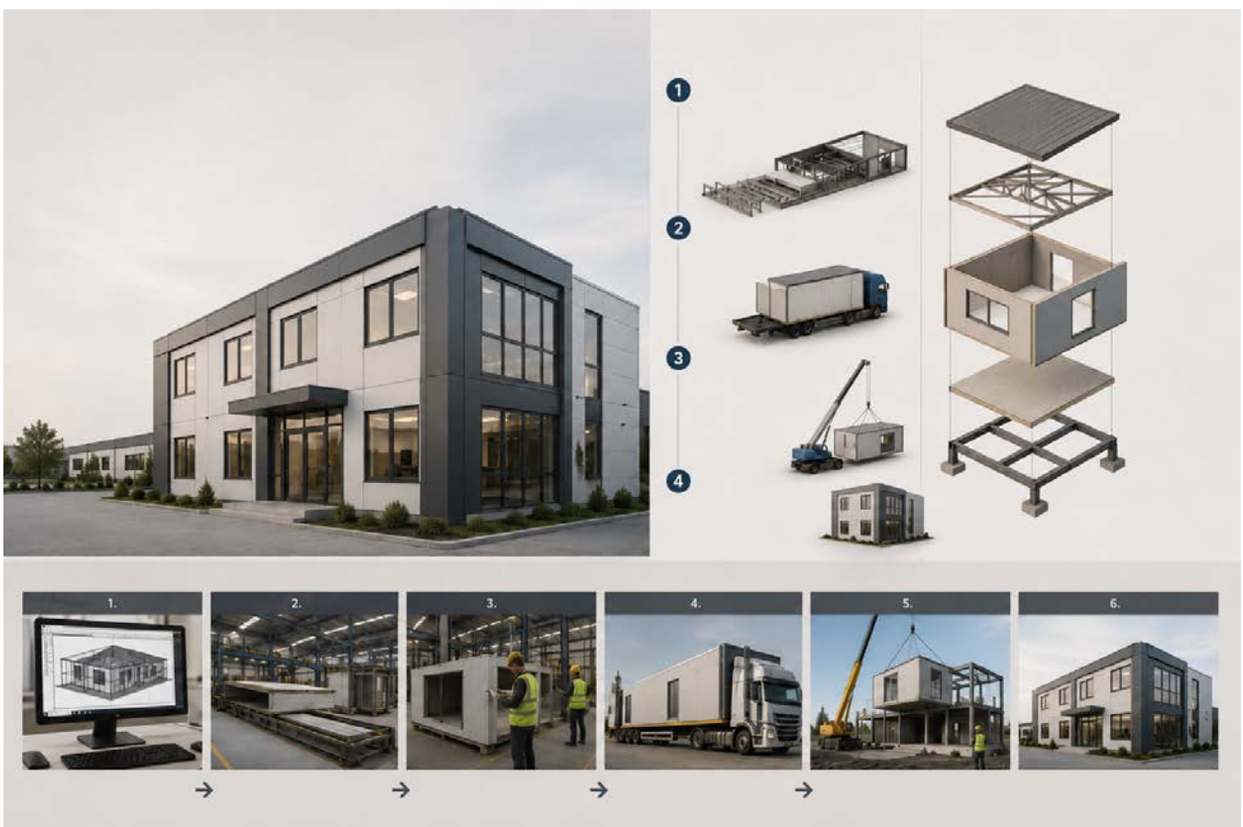
Üretimin kontrollü koşullarda yapılması, malzeme hatalarını azaltarak yapı kalitesini artırır. Hava koşullarından bağımsız üretim yapılabilmesi, inşaat sürecinde oluşabilecek gecikmeleri en düşük seviyeye indirir.

Yapı elemanlarının önceden hazırlanması sayesinde şantiye süreci önemli ölçüde kısalır. İş gücü maliyetlerini azalır ve projeler daha kısa sürede tamamlanır.Fabrika üretimi malzeme israfı azaltır, iş gücü verimliliği artırır ve maliyet kontrolü daha kolay hâle gelir. Gerektiğinde sökülüp başka alana taşınabilir. Bu esneklik, özellikle geçici yapılar için önemli avantaj sağlar.

Prefabrik yapılar, deprem güvenliği açısından doğru tasarım ve uygulama ile yüksek dayanım sağlar. Hafif yapı elemanlarının kullanımı deprem yüklerini azaltıp ve yapı performansı artırır. Deprem riski yüksek bölgelerde prefabrik sistemlerin kullanımı hayat kurtarır.

Üretim sürecinde daha az atık oluşması, enerji tasarrufu sağlaması ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması çevresel etkileri azaltır. Enerji verimli yalıtım sistemlerinin uygulanması işletme maliyetlerini düşürür.

Taşıma ve montaj süreçlerinin özel ekipman gerektirmesi, büyük boyutlu elemanların nakliye zorluğu oluşturabilir. Tasarım açısından bazı sınırlamaları vardır. Tasarım açısından bazı sınırlamaları vardır. Kullanıcılar tarafından geleneksel yapılara göre daha düşük estetik değere sahip olduğunun düşünülmesi dezavantajlarıdır ( Görsel 3.13).




**Görsel 3.13:** Prefabrik yapılar

## 3.6. SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen kavramları diğer sütunda verilen açıklamalar ile eşleştiriniz. Doğru harfleri kavramların yanındaki parantez içine yazınız.**

| Kavram | | Açıklama |
|---|---|---|
| **1.** Prefabrik yapı | (...) | **a.** Yapı elemanlarının önceden üretilmesi |
| **2.** Montaj | (...) | **b.** Yapı parçalarının birleştirilmesi |
| **3.** Sürdürülebilirlik | (...) | **c.** Çevresel etkilerin azaltılması |
| **4.** Hafif yapı sistemi | (...) | **d.** Deprem yükünü azaltan yapı sistemi |
| **5.** Tünel kalıp sistemi | (...) | |
| **6.** Ankraj yapma | (...) | |

## 3.1.4.2. Modüler İnşaat Teknikleri

Önceden üretilmiş bağımsız modüllerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan modern yapım yöntemidir. Yapı elemanları veya yapı bölümleri fabrika ortamında hazırlanır, daha sonra şantiye alanına taşınarak kısa sürede montaj gerçekleştirilir (Görsel 3.14). Modüler inşaat teknikleri hız, kalite, maliyet kontrolü ve sürdürülebilirlik yönlerinden sağladığı avantajlarla daha fazla tercih edilmektedir.

Moduler inşaat tekniklerinde temel amaç, inşaat sürecini daha verimli hâle getirmek ve geleneksel yapım yöntemlerinden kaynaklanan zaman kayıplarını azaltmak bu teknikte temel amaçtır. Hızlı kentleşme, artan konut ihtiyacı ve sürdürülebilir yapı anlayışı modüler yapı teknolojilerinin gelişimini hızlandırmıştır. Konut projesi, otel, öğrenci yurdu, hastane, ofis ve geçici yapılarda kullanılmaktadır.

Modüler inşaat sistemleri oda, koridor, mutfak veya banyo gibi bağımsız birimler şeklinde tasarlanabilir. Fabrika ortamında üretilen bu parçalar, elektrik tesisatı, mekanik sistem ve iç mekân donanımlarıyla hazırlanarak şantiye alanına taşınır. Modüller birleştirilerek yapı kısa sürede tamamlanır.

Fabrika üretimi ve saha çalışmaları eş zamanlı yürütülebildiği için inşaat süresi kısadır. Hava koşullarından daha az etkilenmesi, üretim sürecinin kesintisiz devam etmesini sağlar.

Üretimlerin kontrollü fabrika ortamında gerçekleştirilmesi, malzeme ve işçilik kalitesinin daha iyi denetlenmesini sağlar. Yapı güvenliği ve dayanıklılığı artar.

Seri üretim sayesinde iş gücü verimliliği artmakta, malzeme israfı azalmakta ve proje maliyetleri azalmaktadır. Kısa sürede tamamlanan projelerde yatırımın kârlılığı artmaktadır. Fabrika üretimi sırasında daha az atık oluşmakta, enerji tüketimi dengelenmekte ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı kolaylaşmaktadır. Modüler yapı gerektiğinde sökülüp başka alanda yeniden kullanılabilir.

Modüler yapı, hafif ve esnek yapısıyla depremde avantaj sağlar. Doğru mühendislik uygulamaları ile üretildiğinde yüksek dayanım gösterir. Modüllerin taşınması için özel lojistik çözümler gerekebilir, büyük boyutlu modüllerin nakliyesi sorun oluşturabilir. Bazı projelerde tasarım esnekliğinin sınırlı olması, mimari açıdan dezavantaj oluşturması modüler inşaat tekniklerinin bazı dezavantajlarıdır.




**Görsel 3.14:** Modüler yapılar

## 3.1.4.3. Kitlesel Üretim ve Seri Yapı Teknolojileri

Yapı elemanlarının standartlaştırılmış yöntemlerle büyük miktarda üretilmesini ve kısa sürede yapıların inşa edilmesini sağlayan modern yapım teknikleridir. Hızlı kentleşme, nüfus artışı ve artan konut ihtiyacına çözüm üretmek amacıyla geliştirilmiştir.

Kitlesel üretim anlayışı, yapı elemanlarının fabrika ortamında standart ölçülerde üretilmesine dayanır. Yapı bileşenleri daha hızlı, düşük maliyetli ve kontrollü hazırlanabilir. Prefabrik ve modüler yapı sistemleri, kitlesel üretim teknolojilerinin en yaygın örnekleridir.

Zaman tasarrufu sağlamak, maliyetleri azaltmak, kalite standardizasyonu oluşturmak ve büyük ölçekli yapı ihtiyaçlarını hızlı şekilde karşılamak amaçlanır. Toplu konut projesi, hastane, okul, sanayi yapıları ve afet sonrası geçici yerleşim alanlarında yaygın kullanılır.

Yapı elemanları üretim bantlarında hazırlanır ve kalite kontrol süreçlerinden geçirilir (Görsel 3.15). Duvar paneli, kolon, döşeme, çatı elemanı ve modüler birimler önceden üretilip şantiye alanına sevk edilir. Şantiye süreci kısalır ve iş gücü verimliliği artar.

Geleneksel yapı yöntemlerinde aylar sürebilecek projeler, seri üretim sistemi sayesinde çok daha kısa sürede tamamlanabilir. Acil konut ihtiyacının olduğu durumlarda bu sistem büyük avantaj sağlar.

Standart üretim süreçleri sayesinde malzeme kayıpları azalmakta, iş gücü daha verimli kullanılmakta ve üretim maliyetleri düşmektedir. Ayrıca fabrika ortamında yapılan üretim, kalite standardının korunmasına yardımcı olmaktadır.

Kontrollü üretim sürecinde atık miktarı azalmakta, enerji tüketimi dengelenmekte ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı kolaylaşmaktadır. Seri üretim sistemleriyle enerji verimli yapı elemanlarının üretimi yaygınlaşmaktadır.

Bina Bilgi Modellemesi (BIM), otomasyon sistemleri, robotik üretim teknikleri ve yapay zekâ destekli planlama sistemleri sayesinde üretim süreçleri daha verimli hâle getirilmektedir. Bu durum hata oranını azaltıp proje yönetimini kolaylaştırır.

Kitlesel üretim ve seri yapı teknolojilerinin bazı dezavantajları vardır. Standart üretim anlayışıyla mimari çeşitlilik sınırlanabilmekte ve estetik açıdan benzer yapıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yüksek başlangıç yatırım maliyeti ve teknolojik altyapı gereksinimi önemli zorluklar arasında yer alır.



**Görsel 3.15:** Kitlesel üretim ve seri yapı teknolojileri

## 3.1.5. 3D Yazıcı Teknolojileri ve Robotik İnşaat

Teknolojik gelişmeler yapı sektöründe geleneksel üretim yöntemlerinin yerini daha hızlı, hassas ve verimli sistemlere bırakmasını sağlamıştır. Bu dönüşümün en önemli örneklerinden biri 3D yazıcı teknolojileri ve robotik inşaat sistemleridir. Dijital üretim tekniklerinin yapı sektörüyle birleştirilmesiyle inşaat süreçleri otomatik, ekonomik ve sürdürülebilir hâle gelmiştir. İş gücü ihtiyacının azaltılması, üretim hızının artırılması ve karmaşık yapı tasarımlarının uygulanabilmesi için bu teknolojiler önem taşımaktadır.

### 3.1.5.1. 3D Yazıcıyla Yapı Üretimi

Dijital ortamda hazırlanan yapı modellerinin özel yazıcı sistemleriyle katmanlar halinde üretilmesini sağlayan yenilikçi yapı teknolojisidir. Bu yöntem, geleneksel inşaat tekniklerinden farklı olarak yapı elemanlarının veya doğrudan yapıların otomatik sistemlerle oluşturulmasına dayanır. Dijital üretim teknolojileri sayesinde 3D yazıcı sistemleri, yapı sektöründe önemli dönüşüm oluşturmaya başlamıştır.

3D yazıcı teknolojisinin çalışma prensibi, bilgisayar ortamında hazırlanan üç boyutlu tasarımın yazıcıya aktarılmasıyla başlar. Yazıcı sistemi, özel hazırlanmış beton veya yapı malzemesini katman katman uygulayarak yapıyı oluşturur. Bu süreç tamamen dijital kontrol altında gerçekleştiği için yüksek hassasiyet sağlanır.

3D yazıcılar genellikle büyük ölçekli sistemlerden oluşur. Bu yazıcılar; beton, kompozit malzeme veya özel karışımlar kullanarak duvar, kolon, döşeme gibi yapı elemanlarını üretebilir. Bazı uygulamalarda küçük konut yapıları doğrudan sahada yazdırılabilir (Görsel 3.16).



**Görsel 3.16:** 3D yazıcı ile yapı üretimi

3D yazıcı ile yapı üretiminin avantajı hızlı üretimdir. Geleneksel yöntemlerle haftalar sürebilecek bazı üretim süreçleri, bu teknoloji sayesinde birkaç günde tamamlanır. Afet sonrası acil konut ihtiyacının karşılanmasında bu sistemler önemli avantaj sağlar. Bu teknoloji aynı zamanda maliyet avantajı sunar. Otomatik üretim sistemi sayesinde iş gücü ihtiyacı azalır, malzeme kullanımı daha kontrollü hâle gelir ve israf minimum seviyeye iner. Böylece toplam yapı maliyetlerinde önemli ölçüde tasarruf sağlanır.

3D yazıcı teknolojileri mimari tasarım açısından yeni olanaklar sunmaktadır. Karmaşık geometrik formlar, bu sistemler sayesinde kolaylıkla üretilebilir. Mimarlara daha özgün ve yaratıcı tasarımlar geliştirme imkânı sağlar.

Sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde 3D yazıcı ile yapı üretimi, çevre dostu yaklaşım sunar. Kontrollü malzeme kullanımıyla atık miktarı azalır, enerji tüketimi dengelenir ve karbon salınımı düşer. Geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı bu sistemde mümkündür.

Yazıcı sistemlerinin yüksek maliyeti, özel teknik bilgi gereksinimi ve malzeme sınırlamaları bu teknolojinin yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır. Yapı standartları ve yasal düzenlemeler konusunda henüz tam anlamıyla ortak sistem oluşturulamamıştır.

### 3.7. SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen 3D yazıcı teknolojisi özelliklerinin sağladığı avantajları ilgili alanlara yazınız.**

| 3D Yazıcı Teknolojisi Özelliği | Sağladığı Avantaj |
|---|---|
| Katmanlı üretim sistemi | |
| Dijital kontrol | |
| Otomatik üretim | |
| Kontrollü malzeme kullanımı | |
| Karmaşık tasarımlar üretme | |

## 3.1.5.2. Robotik İnşaat Sistemleri

Yapı üretim sürecinde robot teknolojileri ve otomasyon sistemlerinin kullanılmasıyla geliştirilen modern inşaat yöntemidir. Robotik inşaat sistemleriyle inşaat faaliyetleri daha hızlı, hassas, güvenli ve verimli hâle gelmektedir. Dijitalleşme ve otomasyon teknolojilerinin gelişmesiyle robotik sistemler, yapı sektöründe önemli dönüşüm gerçekleştirmektedir.

İnsan gücüne olan bağımlılığı azaltmak, üretim süreçlerini hızlandırmak ve hata oranlarını minimum seviyeye indirmek bu sistemin amaçlarıdır. Geleneksel inşaat yöntemlerinde yoğun iş gücü gerektiren birçok işlem, robot sistemleri sayesinde otomatik gerçekleştirilir. Özellikle büyük ölçekli projelerde zaman ve maliyet açısından önemli avantaj sağlanır.

Robotik sistemler, yapı sektöründe farklı alanlarda kullanılır. Beton dökme, kaynak işlemleri, tuğla örme, taşıma, montaj ve yüzey işleme vb. gibi uygulamalar robotlar tarafından gerçekleştirilebilir. Özellikle tekrar eden ve hassasiyet gerektiren işlerde robot teknolojileri yüksek performans gösterir (Görsel 3.17).




**Görsel 3.17:** Robotik inşaat sistemleri

Robotik inşaat teknolojileri otomatik montaj sistemlerinde öne çıkar. Prefabrik ve modüler yapı elemanlarının montajı robot destekli sistemlerle daha hızlı ve güvenli yapılır. İnsan kaynaklı montaj hataları azaltılır ve yapı kalitesi artırılır.

Tuğla örme robotları da yapı sektöründe kullanılan önemli teknolojiler arasındadır. Bu robotlar, dijital projelere uygun şekilde otomatik duvar örme işlemini gerçekleştirebilir. Geleneksel yöntemlere göre daha hızlı çalışan bu sistem, iş gücü verimliliğini artırır.

Robotik sistem, iş güvenliği açısından önemli avantajlar sunar. Şantiye ortamında insan sağlığı açısından risk taşıyan ağır ve tehlikeli işler robotlar tarafından yapılabilir. Yüksek alanlarda çalışma, ağır yük taşıma ve zararlı ortamda gerçekleştirilen işlemlerde robot teknolojileri iş kazalarının azaltılmasını sağlar.

Drone [(dron) (uçangöz)] teknolojileri robotik inşaat sistemlerinin önemli parçasıdır. Şantiye denetimi, arazi ölçümü, ilerleme takibi ve veri toplama işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde proje süreçleri daha etkin izlenip kontrol edilir.

Robotik inşaat sistemleri, yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri ile çalışarak daha akıllı hâle gelmiştir. Sensör ve veri analiz sistemleriyle robotlar, işlemleri çevre koşullarını değerlendirerek gerçekleştirmektedir. Böylelikle üretim süreçlerinde daha yüksek verimlilik sağlanır.

Üretim hızının artması, hata oranlarının azalması, maliyetlerin düşmesi ve yapı kalitesinin yükselmesi bu teknolojilerle sağlanan avantajlardır. Sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunar. Malzeme kullanımının dengelenmesiyle atık miktarı azalır ve enerji tasarrufu sağlanır.

Yüksek yatırım maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve uzman personel ihtiyacı bu sistemlerin yaygın olarak kullanımını zorlaştırmaktadır. Bazı karmaşık saha koşullarında robotların çalışma performansı sınırlı kalabilmektedir.

### 3.1.5.3. Otonom Şantiye Uygulamaları

İnşaat süreçlerinde insan müdahalesini minimum seviyeye indiren ve yapay zekâ destekli sistemlerle çalışan akıllı şantiye teknolojileridir. Robotik sistem, sensör, drone teknolojileri, veri analizi ve otomasyon sistemlerinin birlikte kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Otonom şantiye sistemleri, yapı sektöründe verimlilik ve güvenlik açısından önemli yenilikler sunar.

İnşaat süreçlerini daha hızlı, güvenli, ekonomik ve kontrollü hâle getirilir. Geleneksel şantiye ortamlarında insan gücüyle yürütülen birçok işlem, otonom sistemlerle otomatik gerçekleştirilir. Hata oranları azalır, iş süreçleri uyumlu hâle getirilir ve proje yönetiminde etkinlik sağlanır.

Bu sistemlerde kullanılan teknolojilerin başında sensör ve veri toplama sistemleri gelir. Şantiye alanına yerleştirilen sensörlerle sıcaklık, nem, titreşim, malzeme hareketi ve iş güvenliği gibi veriler sürekli izlenir. Toplanan veriler dijital sistemlerle analiz edilerek şantiye süreçlerinin kontrolü sağlanır.

Drone teknolojileri, otonom şantiye uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Dronelar; arazi ölçümü, haritalama, ilerleme takibi, güvenlik kontrolü ve veri toplama işlemlerini hızlı ve hassas gerçekleştirir. Şantiye alanları etkin denetlenebilir ve proje ilerleyişi gerçek zamanlı takip edilebilir.

Otonom iş makineleri modern şantiye teknolojilerinin önemli parçasıdır. Yapay zekâ destekli ekskavatör, yükleyici ve taşıma araçları belirlenen görevleri otomatik yerine getirebilir. Bu makineler GPS, sensör ve kamera sistemleriyle çevrelerini algılayıp güvenli çalışabilir.

Robotik sistemler, otonom şantiye uygulamalarında önemli rol oynar. Beton dökme, kaynak işlemleri, tuğla örme, montaj gibi işler robotlar tarafından gerçekleştirilebilir. Tehlikeli ve ağır işlerde iş güvenliğini artırarak insan kaynaklı hataları azaltır.

Otonom şantiye uygulamalarında veri analizi ve yapay zekâ teknolojileri önemli bir yere sahiptir. Veri analiziyle proje süreleri tahmin edilebilir, riskler önceden belirlenebilir ve kaynak kullanımında denge sağlanabilir. Yapay zekâ sistemleri, şantiye süreçlerini analiz ederek karar destek mekanizmaları oluşturmakta ve proje yönetimini kolaylaştırmaktadır.

Otonom şantiye uygulamaları teknolojilerinin en önemli avantajlarından biri iş güvenliğini artırmasıdır. Tehlikeli işlerin robot ve otonom makineler tarafından yapılması, iş kazalarının azaltılmasını sağlar. Sürekli veri takibiyle riskli durumlar önceden tespit edilip gerekli önlemler alınabilir.

Otonom şantiye sistemleri zaman ve maliyet tasarrufu sağlar. Süreçlerin otomatikleşmesiyle işler daha hızlı tamamlanır, iş gücü maliyeti azalır ve kaynak kullanımı daha verimli hâle gelir. Hata oranlarının azalması yapı kalitesini artırır.

Sürdürülebilirlik yönünden otonom şantiye uygulamaları çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlar. Malzeme kullanımının azaltılması, enerji tüketiminin kontrol edilmesi ve atık miktarının düşürülmesi sürdürülebilir yapı üretimini destekler.

Yüksek teknoloji maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve uzman personel ihtiyacı bu sistemlerin yaygın kullanımını sınırlayan faktörlerdir. Veri güvenliği ve sistem arızaları gibi riskler, dikkat edilmesi gereken konular arasındadır (Görsel 3.18).




**Görsel 3.18:** Otonom şantiye uygulamaları

## 3.1.6. Yapı Güvenliği ve Dayanıklılık Teknolojileri

Yapıların doğal afet, çevresel etkiler ve zamanla oluşabilecek fiziksel yıpranmalara karşı güvenli ve uzun ömürlü olmasını sağlayan mühendislik uygulamaları ve teknolojik sistemlerdir. Artan kentleşme, nüfus yoğunluğu ve doğal afet riskleri nedeniyle yapı güvenliği konusu önem kazanmıştır. Deprem, sel, yangın ve güçlü rüzgâr gibi afetlere karşı dayanıklı yapıların tasarlanması, modern yapı teknolojilerinin temel hedeflerinden biridir.

Yapı güvenliğinin temel amacı, insanların can ve mal güvenliğini korumak ve yapıların kullanım ömrünü uzatmaktır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen dayanıklılık teknolojileri, yapıların taşıyıcı sistem performansını artırmakta ve olası hasar risklerini azaltmaktadır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımı, yapı güvenliği teknolojilerinin alanlarından biridir. Deprem riski yüksek bölgelerde yapıların esnek, dengeli ve dayanıklı tasarlanması gerekir. Bu kapsamda kullanılan sismik izolatör sistemleri, deprem sırasında oluşan titreşimlerin yapıya doğrudan iletilmesini azaltır, hasar riskini düşürür. Enerji sönümleyici sistemlerle deprem enerjisi kontrol altına alınabilir.

Yüksek dayanımlı yapı malzemeleri, yapı güvenliğinde önemli rol oynar. Yüksek performanslı beton, çelik sistemleri ve kompozit malzemeler sayesinde yapıların taşıma kapasitesi artırılır. Kendini onaran beton teknolojileri, oluşan küçük çatlakların otomatik kapanmasını sağlar ve yapının ömrü uzar.

Yangın güvenliği teknolojileri, modern yapı güvenliğinin önemli bileşenlerinden biridir. Yangına dayanıklı yapı malzemeleri, otomatik sprinkler sistemleri, duman tahliye sistemleri ve akıllı yangın algılama teknolojileri yapıların yangına karşı korunması sağlar. Bu sistemler, olası yangın durumunda insanların güvenli tahliyesini sağlar.

Yapı sağlığı izleme sistemleri, dayanıklılık teknolojilerinin gelişmiş uygulamalarıdır. Sensörler aracılığıyla yapıların titreşim, deformasyon, sıcaklık ve yük davranışları sürekli izlenir. Toplanan veriler analiz edilir, yapıda oluşabilecek riskler önceden tespit edillir ve gerekli bakım çalışmaları planlanabilir.

Akıllı bina teknolojileri, yapı güvenliğini artıran önemli sistemlerdir. Kamera sistemleri, hareket sensörleri, otomatik alarm sistemleri ve dijital erişim kontrol mekanizmaları yapı güvenliğinin daha etkin sağlar. Yapay zekâ destekli sistemlerle risk analizi yapılarak olası tehlikeler önceden belirlenir.

Su yalıtımı ve çevresel dayanıklılık teknolojileri, yapı ömrünü uzatan önemli uygulamalardır. Nem, su sızıntısı ve çevresel etkiler yapıların zamanla zarar görmesine neden olur. Gelişmiş yalıtım sistemleri bu riskleri azaltarak yapıların dayanıklılığı artırır.

Yapı güçlendirme teknolojileri mevcut yapıların güvenli hâle getirilmesinde önemli rol oynar. Eski yapıların karbon fiber kaplama, çelik destek sistemleri ve betonarme güçlendirme yöntemleriyle dayanıklılığı artırılabilir. Yapıların afetlere karşı daha güvenli hâle gelmesi sağlanır.

Can ve mal güvenliğinin sağlanması, bakım maliyetlerinin azalması, yapı ömrünün uzaması ve afet risklerinin azaltılması yapı güçlendirme terknolojilerinin sağladığı başlıca avantajlardır. Sürdürülebilir yapı üretimi açısından önemli katkılar sunar.

Bu teknolojilerin uygulanması yüksek maliyet ve teknik uzmanlık gerektirir. Gelişmiş izleme sistemleri ve yüksek performanslı malzemeler, ilk yatırım maliyetlerini artırabilir. Uzun vadede sağladığı güvenlik ve ekonomik faydalar bu maliyetleri karşılar.

### 3.1.6.1. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı

Yapıların deprem sırasında oluşan yatay ve düşey kuvvetlere karşı güvenli davranmasını sağlayan mühendislik ve mimarlık uygulamalarıdır. Deprem riski yüksek bölgelerde yapıların can ve mal güvenliğini sağlayacak şekilde tasarlanması önemlidir. Deprem etkilerine karşı daha dayanıklı ve güvenli yapılar üretmek günümüzde mümkün hâle gelmiştir.

Deprem sırasında yapının tamamen yıkılmasını önlemek ve insanların güvenli tahliye edilmesini sağlamak hedeflenir. Bu doğrultuda yapıların belirli ölçüde hasar alması kabul edilebilir görülse de taşıyıcı sistemin ayakta kalması temel hedeftir.

Deprem sırasında yapılar yatay ve düşey yönde dinamik kuvvetlere maruz kalır. Bu kuvvetlerin etkisini azaltmak için yapı tasarımında denge, rijitlik, esneklik ve dayanım gibi temel mühendislik prensipleri dikkate alınır. Yapının düzgün geometrik forma sahip olması ve yüklerin dengeli şekilde dağıtılması deprem performansını artıran önemli faktörlerdir.

Taşıyıcı sistem tasarımı, deprem dayanımının önemli unsurlarından biridir. Kolon, kiriş, perde duvar ve temel sistemlerinin doğru şekilde projelendirilmesi yapı güvenliğini doğrudan etkiler. Perde duvar sistemleri, yapının yatay yükler karşısındaki dayanımını artırır, deprem etkilerini azaltır.

Depreme dayanıklı yapılarda kullanılan malzemelerin kaliteli ve dayanıklı olması önem taşır. Yüksek dayanımlı beton, çelik ve kompozit malzemeler sayesinde yapıların taşıma kapasitesi artırılabilir. Yapı malzemelerinin standartlara uygun üretimi ve doğru uygulanması deprem güvenliği açısından önemlidir.

Sismik izolatör sistemleri, modern deprem teknolojilerinin önemli uygulamalarındandır. Bu sistemler yapı ile temel arasına yerleştirilir, deprem sırasında oluşan titreşimlerin yapıya doğrudan iletilmesini azaltır. Yapı kontrollü hareket ederek hasar riskini önemli ölçüde düşürür.

Enerji sönümleyici sistemler deprem dayanımını artıran teknolojiler arasındadır. Deprem enerjisinin bir kısmını absorbe ederek yapının maruz kaldığı kuvvetleri azaltır. Yüksek katlı yapılarda ve önemli kamu binalarında bu teknoloji yaygın kullanılır.

Zemin etüdü, depreme dayanıklı yapı tasarımında önem taşır. Yapının inşa edileceği zeminin taşıma kapasitesi, sıvılaşma riski ve yer altı su durumu detaylı incelenmelidir. Sağlam olmayan zeminde uygun temel sistemi ve zemin iyileştirme yöntemleri uygulanarak yapı güvenliği artırılabilir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında mimari planlama önemli rol oynar. Yapıda düzensizlik oluşturan çıkma, yumuşak kat oluşumu ve dengesiz yük dağılımları deprem performansını olumsuz etkiler. Bu nedenle mimari ve statik tasarımın uyumlu geliştirilmesi gerekir.

BIM (Bina Bilgi Modellemesi), sensör sistemleri ve yapı sağlığı izleme teknolojileri yapıların deprem performansı analiz edilebilmekte ve riskler önceden belirlenebilir.

Deprem güvenliği uygulamaları yüksek maliyet ve uzmanlık gerektirir. Deprem sonrası oluşabilecek kayıplar düşünüldüğünde bu maliyetler önemli yatırım olarak değerlendirilir (Görsel 3.19).




**Görsel 3.19:** Depreme dayanıklı yapı tasarımı

## 3.8. SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen kavramları diğer sütunda verilen açıklamalar ile eşleştiriniz. Doğru harfleri kavramların yanındaki parantez içine yazınız.**

| Kavram | | Açıklama |
|---|---|---|
| **1.** Sismik izolatör | (...) | **a.** Deprem titreşimini azaltan sistem |
| **2.** Perde duvar | (...) | **b.** Yapının yatay dayanımını artıran eleman |
| **3.** Zemin etüdü | (...) | **c.** Zeminin özelliklerini inceleme çalışması |
| **4.** Enerji sönümleyici | (...) | **d.** Deprem enerjisini azaltan sistem |
| **5.** Güçlendirme | (...) | |
| **6.** Asmolen | (...) | |

### 3.1.6.2. Afet Yönetimi ve Risk Azaltma Teknolojileri

Doğal ve insan kaynaklı afetlerin neden olduğu can, mal ve çevre kayıplarını en aza indirmeyi amaçlayan sistemler, yöntemler ve teknolojik uygulamalardır. Dijital teknolojiler ve mühendislik uygulamaları sayesinde afet risklerinin önceden belirlenmesi, etkilerinin azaltılması ve afet sonrası süreçlerin daha etkin yönetilmesi mümkün hâle gelmiştir.

Afetlerin meydana gelmeden önce önlenmesi veya etkilerinin azaltılması, afet sırasında hızlı müdahale edilmesi ve afet sonrasında yaşamın normal düzene döndürülmesi amaçlanır. Bu süreç risk analizi, hazırlık, müdahale, iyileştirme ve yeniden yapılandırma aşamalarından oluşur.

Risk azaltma teknolojileri, afetlerin oluşmadan önce belirlenmesine ve gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olur. Sensör sistemleri, uydu teknolojileri ve veri analiz yöntemleri afet riski taşıyan bölgeleri tespit edilebilmekte ve erken uyarı sistemleri geliştirilmektedir. Can ve mal kayıpları önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Deprem erken uyarı sistemleri, afet yönetimi teknolojilerinin önemli örneklerindendir. Yer hareketlerini algılayan sensörler deprem dalgaları analiz edilmekte ve birkaç saniyelik erken uyarılar oluşturulabilmektedir. Bu kısa sürede doğal gaz sistemlerinin kapatılması, trenlerin durdurulması ve insanların güvenli alanlara yönlendirilmesi mümkün olmaktadır.

Sel ve taşkın yönetim sistemleri afet risklerinin azaltılmasında önemli rol oynar. Yağış miktarı, nehir seviyeleri ve hava durumu verileri sürekli izlenerek olası taşkın riskleri önceden belirlenenir. Bu sistemler sayesinde riskli bölgelerde tahliye planları uygulanabilir ve altyapı önlemleri alınabilir.

Yangın algılama ve otomatik müdahale sistemleri modern afet yönetimi uygulamalarının önemli bileşenleri arasındadır. Akıllı sensörlerle yangın riski erken aşamada tespit edilmekte ve otomatik sprinkler sistemi devreye girerek yangının yayılması önlenebilir. Duman kontrol ve tahliye sistemleri, insanların güvenli tahliye edilmesine yardımcı olur.

CBS sistemleriyle risk haritaları oluşturulmakta, afet bölgeleri analiz edilmekte ve müdahale planları hazırlanmaktadır. Bu teknolojiler, afet yönetim süreçlerinin daha hızlı ve etkin yürütülmesini sağlar.

Drone teknolojileri, afet yönetiminde önemli kullanım alanlarına sahiptir. Dronelarla afet bölgeleri hızlı şekilde görüntülenip hasar tespiti yapılabilir ve arama-kurtarma çalışmaları desteklenir. Ulaşılması zor alanlarda bu sistemler büyük avantaj sağlar.

Afet yönetimi teknolojileri avantajı can ve mal kayıplarını azaltır. Afet sonrası ekonomik kayıpların azaltılması, müdahale süreçlerinin hızlanması ve toplum güvenliğinin artırılması önemli faydalar arasında yer alır. Afet yönetimi sistemlerinin kurulması yüksek maliyet ve teknik altyapı gerektirir. Sistemlerin sürekli güncellenmesi ve uzman personel tarafından yönetilmesi gerekir.

### 3.1.6.3. Yapı Sağlığı İzleme Sistemleri

Yapıların güvenliğini, dayanıklılığını ve performansını sürekli değerlendirmek amacıyla geliştirilen teknolojik izleme sistemleridir. Yapıların taşıyıcı elemanlarında meydana gelen deformasyon, titreşim, çatlak ve diğer fiziksel değişimler gerçek zamanlı olarak takip edilebilir. Deprem riski yüksek bölgelerde, büyük ölçekli yapılarda ve önemli altyapı projelerinde yapı sağlığı izleme sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Yapıların mevcut durumunu sürekli kontrol altında tutmak ve oluşabilecek hasarları erken aşamada tespit etmek amaçlanır. Olası riskler önceden belirlenip gerekli bakım ve güçlendirme çalışmaları zamanında yapılmakta ve yapı güvenliği artırılmaktadır.

Yapının farklı noktalarına yerleştirilen sensörler; titreşim, gerilme, sıcaklık, nem, yer değiştirme, ivme gibi verileri sürekli ölçer. Toplanan veriler dijital sistemlere aktarılmakta ve analiz edilerek yapının performansı değerlendirilir.

Yapı sağlığı izleme sistemlerinde kullanılan en yaygın sensörlerden biri ivmeölçer sensörlerdir. Yapıların deprem veya rüzgâr gibi dış etkilere karşı verdiği hareketleri ölçer. Verilerle yapının dinamik davranışı analiz edilip olası riskler belirlenir.

Fiber optik sensör teknolojileri yüksek hassasiyetle ölçüm yapabilmekte ve uzun mesafelerde veri aktarımı sağlayabilmektedir. Köprü, tünel ve yüksek katlı yapılarda yaygın kullanılır.

Yapı sağlığı izleme sistemlerinde yapay zekâ destekli analiz sistemleriyle sensörlerden elde edilen veriler değerlendirilip yapıda oluşabilecek hasarlar önceden tahmin edilebilir. Süreçlerinin daha etkin planlanmasını sağlanır.

Deprem mühendisliği alanında, deprem sonrasında yapıların güvenli olup olmadığı yapı sağlığı izleme sistemleri sayesinde hızlı bir şekilde değerlendirilebilir. Riskli yapılar belirlenip gerekli önlemler alınabilir.

Köprü, baraj, tünel, havaalanı ve yüksek katlı yapılarda bu sistemlerin kullanımı yaygındır. Sürekli izleme sayesinde yapıların kullanım ömrü uzatılmakta ve büyük hasarların önüne geçilmektedir.

Yapı sağlığı izleme sistemlerinde büyük veri teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Sensörlerden elde edilen veriler analiz edilerek yapıların dayanıklılık performansı değerlendirilmekte ve olası hasarlar önceden tahmin edilebilmektedir. Bakım maliyetleri azalmakta ve yapı güvenliği artırılmaktadır.

Planlı bakım uygulamalarıyla ani arızalar ve büyük onarım maliyetleri önlenebilir. Yapı ömrünün uzaması uzun vadeli ekonomik fayda sağlar.

Sürdürülebilirlik açısından yapıların daha uzun süre güvenli şekilde kullanılabilmesi, malzeme tüketimini ve yeni yapı ihtiyacını azaltır. Böylece çevresel etkiler de azaltılır.

Kurulum maliyetlerinin yüksek olması, teknik uzmanlık gereksinimi ve veri yönetimi zorlukları bu sistemlerin kullanımını sınırlar. Sensörlerin düzenli bakım ve kalibrasyon işlemleri zaman ve maliyet yönünden önemlidir.

### 3.1.6.4. Güçlendirme Teknikleri

Mevcut yapıların taşıma kapasitesini artırmak, güvenliğini sağlamak ve doğal afetlere karşı dayanıklılığını geliştirmek amacıyla uygulanan mühendislik yöntemleridir. Deprem riski yüksek bölgelerde eski ve yetersiz yapıların güvenli hâle getirilmesi gerekir. Yapı malzemelerinde zamanla meydana gelen yıpranma, yanlış tasarım uygulamaları, zemin sorunları ve artan kullanım yükü yapıların performansını olumsuz etkiler. Güçlendirme çalışmaları, yapı güvenliğinin sağlanmasında önemli rol oynar.

Bu uygulamalarla yapıların kullanım ömrü uzar, can ve mal güvenliği artırılır ve ekonomik kayıpların önüne geçilir.

Yapı güçlendirme sürecine mevcut yapının incelenmesiyle başlanır. Yapının taşıyıcı sistemi, malzeme özellikleri, zemin durumu ve mevcut hasarları analiz edilir. Bu incelemeler sonucuna göre uygun güçlendirme yöntemi belirlenir.

En yaygın güçlendirme yöntemlerinden biri betonarme elemanların güçlendirilmesidir. Kolon, kiriş ve perde duvar vb gibi taşıyıcı elemanların kesitleri büyütülerek yapı dayanımı artırılır. Mevcut elemanlara yeni beton ve donatı eklenerek taşıma kapasitesi yükseltilir.

Çelik güçlendirme sistemlerinde yapı güvenliğini artırmak amaçlanır. Çelik plaka, çelik çapraz elemanlar ve çelik mantolama uygulamalarıyla yapıların yatay yükler karşısındaki dayanımı artırılır. Çelik sistemler hafif ve yüksek dayanımlı olmaları nedeniyle özellikle deprem güçlendirme çalışmalarında tercih edilir.

Karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) sistemleri, modern güçlendirme teknolojilerinin önemli uygulamalarından biridir. Karbon fiber malzemelerin yapı elemanlarına yapıştırılması prensibine dayanır. Karbon fiber malzemeler yüksek dayanım ve hafiflik özellikleriyle yapının taşıma kapasitesini artırır ve ek yük oluşturmaz. Kolon ve kiriş güçlendirmelerinde yaygın olarak kullanılır.

Perde duvar ekleme yöntemi deprem dayanımını artırmak için kullanılan önemli tekniklerdendir. Betonarme perde duvar, yapının yatay rijitliğini artırır; deprem kuvvetlerine karşı daha dirençli davranmasını sağlar. Düzensiz yapı sistemlerinde bu yöntem etkili sonuçlar verir.

Temel güçlendirme uygulamalarında zayıf zemin koşulları veya yetersiz temel sistemleri nedeniyle oluşabilecek riskleri azaltmak amacıyla temel genişletme, kazık uygulamaları ve zemin iyileştirme yöntemleri kullanılır.

Sismik izolatör sistemleri, gelişmiş güçlendirme teknolojileri arasındadır. Yapı ile temel arasına yerleştirilerek deprem sırasında oluşan titreşimlerin yapıya iletilmesini azaltır. Deprem etkileri kontrol altına alınır ve yapı hasarı önemli ölçüde azaltılır. Güçlendirme teknikleri mevcut yapıların yıkılmadan güvenli hale getirilebilmesini amaçlar. Ekonomik tasarruf sağlar ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir yaklaşım oluşturur.

Bu yaklaşım; yapı sektöründe zaman, maliyet ve kalite kontrolünün daha etkin bir şekilde yapılmasını sağlar.

## 3.1.7. İnşaat Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar

İnşaat sektöründe geleneksel yönetim yöntemleri yerini dijital, veriye dayalı ve sürdürülebilir yaklaşımlara bırakmaktadır. Büyük ölçekli ve karmaşık projelerin artması, zaman ve maliyet baskıları, kalite beklentilerinin yükselmesi, inşaat yönetiminde yeni yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Dijitalleşme, otomasyon, yapay zekâ ve veri analizi teknolojileri modern inşaat yönetiminin temel unsurları haline gelmiştir.

İnşaat yönetiminde yeni sistemler; projelerin daha hızlı, ekonomik, güvenli ve kaliteli şekilde tamamlanmasını amaçlar. Bu sistemler aynı zamanda iş gücü verimliliğini artırır, hata oranla-rını azaltır ve proje süreçlerinin daha etkin yönetilmesini sağlar.

Bina bilgi modellemesi sistemleriyle yapıların tüm tasarım, maliyet, zaman ve işletme verile-ri dijital ortamda yönetilebil¬-mektedir. Proje paydaşları arasında daha güçlü koordinasyon sağlanmakta ve olası hatalar önceden tespit edilebilmek¬-tedir. Proje süreçleri gerçek zamanlı takip edilebildiği için zaman ve maliyet kontrolü daha etkin hâle gelmektedir.

Dijital proje yönetim sistemlerinde bulut tabanlı yazılımlarla proje verileri anlık paylaşılabil-mekte, saha çalışmaları uzaktan izlenebilmekte ve ekipler arasında iletişim kolaylaşmaktadır. Bu sistemler özellikle büyük ölçekli projelerde yönetim süreçlerini hızlandırmıştır.

Yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri, inşaat yönetiminde karar destek sistemlerinin geliş-mesini sağlar. Veri analiziyle proje süreleri tahmin edilmekte, riskler önceden belirlenmekte ve kaynak kullanımı dengelenmektedir. Yapay zekâ destekli sistemler, proje planlamasında daha doğru ve hızlı kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır.

Otomasyon ve robotik teknolojiler inşaat yönetiminde önemli bir rol oynar. Robotik sistem-lerle tekrar eden işler daha hızlı ve hassas yapılabilir, iş gücü maliyetleri azaltılır ve iş güven-liği artırılır. Drone teknolojileri ile şantiye denetimi, ilerleme takibi ve veri toplama işlemleri daha etkin hâle gelmiştir.

Yalın inşaat yaklaşımı, modern inşaat yönetiminde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bu sistem israfı azaltmayı, süreçleri verimli hâle getirmeyi ve maksimum verimlilik sağlamayı amaçlar. Zaman, maliyet ve kaynak yönetiminin etkin olarak yapılmasını sağlar.

Sürdürülebilirlik odaklı yönetim anlayışında enerji verimli uygulamalar, geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı ve çevre dostu şantiye yönetimiyle çevresel etkiler azaltılmaktadır. Karbon salınımını düşürmeye yönelik stratejiler, proje yönetim süreçlerinde uygulanmaktadır.

Sensör sistemleri, veri analizi ve dijital izleme teknolojileriyle iş güvenliği riskleri önceden belirlenip gerekli önlemler alınabilir. İş kazaları azaltılıp daha güvenli çalışma ortamları oluş-turulur.

Zaman tasarrufu, maliyet kontrolü, kalite artışı ve iş güvenliğinin geliştirilmesi temel avantaj-lardır. Dijital sistemlerle proje süreci daha şeffaf ve kontrollü yürütülmektedir.

Yüksek yatırım maliyeti, teknik altyapı gereksinimi, uzman personel ihtiyacı vb. unsurlar bazı dezavantajları arasındadır.

### 3.1.7.1. Dijital Proje Yönetimi

İnşaat projelerinin planlama, tasarım, uygulama, kontrol ve işletme süreçlerinin dijital teknolojiler kullanılarak yönetilmesini sağlayan modern yönetim yaklaşımıdır. Geleneksel proje yönetim yöntemlerinde bilgi paylaşımı ve süreç takibi çoğunlukla manuel yürütülür. Dijital proje yönetimiyle tüm veriler elektronik ortamda toplanıp analiz edilir ve gerçek zamanlı yönetilebilir. Bu yaklaşım, yapı sektöründe zaman, maliyet ve kalite kontrolünü daha etkin sağlar.

Proje süreçlerini daha hızlı, verimli, güvenli ve kontrollü hâle getirmek amaçlanır. Teknolojik sistemlerle proje paydaşları arasında bilgi akışı kolaylaşır, hata oranları azalır ve karar alma süreçleri hızlanır. Büyük ve karmaşık projelerde dijital yönetim sistemleri önemli avantajlar sağlar.

Dijital proje yönetiminde kullanılan en önemli teknolojilerden biri BIM sistemleridir. BIM sayesinde yapıların tüm tasarım, maliyet, zaman ve işletme verileri dijital ortamda bir araya getirilir. Bu sistemler, proje paydaşlarının aynı model üzerinde çalışmasına olanak sağlar, koordinasyonu güçlendirir. Olası tasarım hataları uygulama öncesinde tespit edilip maliyet kayıpları önlenir.

Bulut tabanlı yönetim sistemlerinde proje verileri internet üzerinden paylaşılabilir ve ekipler farklı lokasyonlarda eş zamanlı olarak çalışabilir. Bilgiye hızlı erişim sağlanıp iletişim süreçleri daha etkin hâle getirilir.

Şantiye çalışanları tablet ve akıllı telefonlar aracılığıyla proje verilerine ulaşabilmekte, ilerleme raporları hazırlayabilir ve anlık veri paylaşımı yapabilir. Proje sürecinin hızlı yönetilmesi sağlanır.

Yapay zekâ ve veri analizleriyle proje süreleri tahmin edilmekte, riskler önceden belirlenmekte ve kaynak kullanımı israf önlenmektedir. Yapay zekâ destekli sistemler, maliyet kontrolü ve zaman planlaması gibi süreçlerde karar destek mekanizmaları oluşturur.

Drone teknolojileri ve sensör sistemleri de dijital proje yönetiminde yaygın kullanılır. Dronelar sayesinde şantiye alanlarının ilerleme durumu görüntülenebilir, ölçüm işlemleri yapılabilir ve güvenlik kontrolleri gerçekleştirilebilir. Sensör sistemleriyle yapı performansı ve iş güvenliği verileri gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Dijital kontroller sayesinde uygulama hataları azaltılır, kalite standartları daha etkin bir şekilde takip edilir. Yapı güvenliği ve performansı artırılır.

Sürdürülebilirlik açısından dijital proje yönetimi çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlar. Kâğıt kullanımının azalması, enerji tüketiminin dengelenmesi ve malzeme israfının önlenmesi sürdürülebilir yapı üretimini destekler.

Yüksek yazılım ve donanım maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve uzman personel ihtiyacı bu sistemlerin kullanımını zorlaştırabilmektedir. Veri güvenliği ve siber saldırı riskleri dikkat edilmesi gereken konular arasında yer alır.

### 3.1.7.2. Büyük Veri Analizi

Büyük hacimdeki verilerin gelişmiş yazılım ve algoritmalar kullanılarak incelenmesi, işlenmesi ve anlamlı bilgiye dönüştürülmesidir. Yapı sektöründe büyük miktarda veri üretilmektedir. Proje planları, sensör verileri, maliyet raporları, iş programları, saha bilgileri ve kullanıcı davranışları gibi birçok veri kaynağı büyük veri teknolojileriyle analiz edilerek daha etkin karar alma süreçleri oluşturulmaktadır.

Proje yönetimini iyileştirmek, riskleri azaltmak, maliyet kontrolü sağlamak ve verimliliği artırmak amaçlanır. Geleneksel yöntemde manuel değerlendirilen veriler, büyük veri sistemleriyle daha hızlı, doğru ve kapsamlı analiz edilebilir.

Büyük veri analiziyle proje yönetimini iyileştirmek, riskleri azaltmak, maliyet kontrolü sağlamak ve verimliliği artırmak amaçlanır. Geleneksel yöntemde manuel değerlendirilen veriler, büyük veri sistemleriyle daha hızlı, doğru ve kapsamlı olarak analiz edilebilir. Büyük veri kavramı genellikle veri hacmi, veri hızı ve veri çeşitliliği özellikleriyle açıklanır. Yapı sektöründe çok sayıda farklı kaynaktan gelen büyük miktarda veri, sürekli üretilmekte ve analiz edilmektedir.

Risk yönetimi alanında şantiye verileri, hava durumu bilgileri, iş güvenliği kayıtları ve ekipman performansları analiz edilerek olası riskler önceden belirlenebilmektedir. Bu sayede iş kazalarının ve proje gecikmelerinin azaltılması mümkün olmaktadır.

Yapay zekâ teknolojileri, büyük veri analiz sistemleriyle çalışarak daha gelişmiş sonuçlar üretmektedir. Yapay zekâ destekli algoritmalar, veri setlerini analiz edip eğilimleri belirlemek-te ve tahminler yapabilmektedir. Proje yönetimi, maliyet kontrolü ve bakım planlaması alan-larında bu sistemler büyük avantaj sağlamaktadır.

Akıllı bina teknolojileri büyük veri analizinin önemli kullanım alanlarından biridir. Sensörler aracılığıyla toplanan enerji tüketimi, sıcaklık, nem ve kullanıcı davranışı verileri analiz edilip yapı performansı sağlanmaktadır. Enerji tasarrufu ve kullanıcı konforu artırılmaktadır.

Yapı sağlığı izleme sistemlerinde büyük veri teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Sensörlerden elde edilen veriler analiz edilerek yapıların dayanıklılık performansı değerlendirilmekte ve olası hasarlar önceden tahmin edilebilmektedir. Bakım maliyetleri azalmakta ve yapı güvenliği artırılmaktadır.

Sürdürülebilir yapı teknolojileri açısından enerji tüketimi, su kullanımı ve karbon salınımı verilerinin analiz edilmesiyle çevresel etkiler azaltılmakta ve daha sürdürülebilir yapılar geliştirilmektedir.

Hızlı karar alma, maliyet tasarrufu, risklerin azaltılması ve verimliliğin artırılması temel avantajlardır. Proje süreçleri daha şeffaf ve kontrollü yürütülebilir.

Veri güvenliği sorunları, yüksek teknoloji maliyetleri, teknik altyapı gereksinimi ve uzman personel ihtiyacı bu sistemlerin kullanımını zorlaştırabilmektedir. Büyük miktarda verinin doğru yönetilmesi ve analiz edilmesi önemli uzmanlık gerektirmektedir.

### 3.1.7.3. Zaman ve Maliyet Dengesi

İnşaat projelerinde iş süreçlerinin verimli şekilde planlanarak proje süresinin kısaltılması ve maliyetlerin minimum seviyeye indirilmesini amaçlayan yönetim yaklaşımıdır. Yapı sektöründe projelerin karmaşıklığının artması, rekabetin yoğunlaşması ve ekonomik baskılar zaman ve maliyet yönetimini modern inşaat süreçlerinin en önemli unsurlarından biri haline getirmiştir. Dijital teknoloji ve veri analiz sistemleriyle proje süreçleri daha kontrollü ve verimli yönetilmektedir.

Zamanı doğru kullanmanın temel amacı, projelerin planlanan sürede tamamlanmasını sağlamak ve olası gecikmeleri önlemektir. İnşaat projelerinde yaşanan gecikmeler; maliyet artışlarına, iş gücü kayıplarına ve kaynak kullanımında verimsizliğe neden olmaktadır. İş programlarının doğru hazırlanması ve süreçlerin etkin olarak kontrol edilmesi önemlidir.

Maliyet dengesinde proje bütçesinin verimli kullanılmasını amaçlanır. Malzeme, iş gücü, ekipman ve enerji gibi giderlerin kontrol altında tutulması sayesinde proje maliyetleri azaltılabilir. Gereksiz harcamaların önlenmesi ve kaynak kullanımında israfın önlenmesi ekonomik verimliliği sağlar.

Dijital proje yönetim sistemleri, zaman ve maliyet optimizasyonunda önemli rol oynar. Özellikle BIM teknolojisiyle proje süreçleri dijital ortamda planlanabilmekte ve tüm veriler yönetilebilmektedir. İş programları oluşturulmakta, maliyet analizleri yapılmakta ve olası sorunlar önceden tespit edilebilmektedir.

Kaynak yönetimi, zaman ve maliyet dengesinin önemli bir parçasıdır. İş gücü, malzeme ve ekipman kullanımının doğru planlanmasıyla kaynak israfı önlenerek üretim verimliliği artırılabilir. Otomasyon ve robotik sistemlerin kullanılması, iş süreçlerini hızlandırmakta ve iş gücü maliyetlerini azaltmaktadır.

Prefabrik ve modüler yapı sistemleri zaman ve maliyet dengesinde avantajlar sağlar. Yapı elemanlarının fabrika ortamında önceden üretilmesiyle şantiye süresi kısalmakta ve iş gücü verimliliği artmaktadır. Kontrollü üretim süreçleri malzeme kayıplarını azaltmaktadır.

Yalın inşaat yaklaşımı, yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu sistem gereksiz işlemleri ortadan kaldırmayı, süreçleri sadeleştirmeyi ve maksimum verimlilik sağlamayı amaçlar. Zaman kayıpları ve maliyet artışları azaltılabilir.

Şantiye yönetim teknolojilerinde sensör sistemleri, drone teknolojileri ve mobil uygulamalar sayesinde saha çalışmaları gerçek zamanlı izlenebilmekte ve proje ilerleyişi kontrol edilebilmektedir. Gecikmelerin hızlı tespit edilmesine ve gerekli önlemlerin alınmasına olanak sağlamaktadır.

Zaman, maliyet dengesinde proje süresinin kısalması, maliyetlerin düşmesi, kaynak kullanımının iyileşmesi ve proje kali¬-tesinin artması temel avantajlarıdır. Müşteri memnuniyeti ve yatırımın geri dönüş süresi açısından da önemli faydalar sunar.

Dijital sistemlerin yüksek maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve uzman personel ihtiyacı bu uygulamaların yaygınlaşmasında olumsuz etkenlerdir. Yanlış planlama ve veri yönetimi sorunları optimizasyon hedeflerini olumsuz etkileyebilir.

## 3.1.8. Akıllı Şehirler

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasıyla şehir yaşamının verimli, sürdürülebilir, güvenli ve yaşanabilir hâle getirilmesini amaçlayan modern şehir yönetim sistemleridir (Görsel 3.20). Hızlı kentleşme, nüfus artışı, enerji tüketimi ve çevre sorunları şehirlerin daha akıllı sistemlerle yönetilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Bu doğrultuda dijital teknolojiler, sensör sistemleri, büyük veri analizi ve yapay zekâ uygulamaları şehir yönetiminde rol oynar.




**Görsel 3.20:** Akıllı şehirler

Şehir kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamak ve vatandaşların yaşam kalitesini artırmak amaçlanır. Ulaşım, enerji, altyapı, güvenlik, çevre yönetimi ve iletişim sistemlerinin dijital teknolojilerle birleştirilmesi şehir hizmetleri daha etkin yönetilmesi amaçlanmaktadır.

Akıllı şehir sistemlerinin önemli bileşenlerinden biri veri yönetimidir. Şehir genelindeki sensör ve dijital sistemler aracılığıyla sürekli veri toplanır. Trafik yoğunluğu, hava kalitesi, enerji tüketimi, su kullanımı ve güvenlik verileri analiz edilip şehir yönetim süreçleri dengelenbilir.

Akıllı ulaşım sistemleri, akıllı şehir uygulamalarının yaygın kullanım alanlarındandır. Trafik sensörleri, akıllı sinyalizasyon sistemleri ve dijital ulaşım ağlarıyla trafik yoğunluğu kontrol edilip ulaşım daha verimli hâle getirilebilir. Toplu taşıma sistemlerinin dijital olarak yönetilmesi zaman tasarrufu sağlar.

Enerji yönetimi akıllı şehirlerin önemli unsurları arasında yer almaktadır. Akıllı enerji şebekeleriyle enerji üretimi ve tüketimi gerçek zamanlı izlenip verimlilik sağlanmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin şehir altyapısına eklenmesi enerji verimliliğini artırmaktadır.

Akıllı bina teknolojileri, akıllı şehir yapısının önemli bileşenlerindendir. Sensör sistemleri ve otomasyon teknolojileriyle binalarda enerji tüketimi kontrol edilmekte, güvenlik sağlanmakta ve kullanıcı konforu artırılmaktadır. Sürdürülebilir şehirleşme desteklenmektedir.

Su ve atık yönetim sistemleri, akıllı şehir uygulamalarında önemli rol oynar. Akıllı sayaç, sensör ve veri analiz sistemleri sayesinde su tüketimi kontrol edilip kayıplar azaltılmaktadır. Atık toplama sistemlerinin dijital yönetimi sayesinde çevresel sürdürülebilirlik gerçekleşmektedir.

Yapay zekâ ve büyük veri teknolojileriyle şehirlerin ihtiyaçları belirlenmekte ve daha doğru planlamalar yapılmaktadır. Yapay zekâ sistemleri trafik yönetimi, enerji dağıtımı, güvenlik kontrolü vb. alanlarda otomatik karar destek mekanizmaları oluşturmaktadır.

Güvenlik teknolojileri akıllı şehirlerin önemli bileşenlerindendir. Kamera sistemleri, hareket sensörleri ve dijital izleme sistemleriyle şehir güvenliği etkin olarak sağlanabilmektedir. Afet yönetimi sistemleriyle acil durumlara daha hızlı müdahale edilir.

Akıllı şehirlerin sağladığı avantajlar arasında enerji tasarrufu, çevresel sürdürülebilirlik, ulaşım verimliliği ve yaşam kalitesinin artması yer alır. Kaynak kullanımının verimli hâle getirilmesi ekonomik açıdan önemli faydalar sağlar.

Yüksek teknoloji maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve veri güvenliği sorunları bu sistemlerin uygulanmasını zorlaştırır. Kişisel verilerin korunması konusu önemli tartışma alanlarından biri olarak görülmektedir.

### 3.1.8.1. Yapıların Şehir Altyapısıyla Birleştirilmesi

Hızlı kentleşme ve teknolojik gelişmeler, yapıların yalnızca bağımsız sistemler değil şehir altyapısının parçası olarak değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Akıllı şehir anlayışının gelişmesiyle yapılar; enerji, ulaşım, su, iletişim ve güvenlik sistemleriyle bütünleşik tasarlanmaya başlanmıştır. Yapıların şehir altyapısıyla birleştirilmesi, şehir kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamakta ve sürdürülebilir kentleşmeye önemli katkılar sunmaktadır.

Şehir yaşamını daha güvenli, verimli, ekonomik ve sürdürülebilir hâle getirmek aömaçlanmaktadır. Bu birleşim sayesinde şehir genelindeki sistemler birbirleriyle veri alışverişi yapabilmekte ve merkezi yönetim sistemleriyle kontrol edilmektedir.

Enerji altyapısı entegrasyonu, akıllı şehir sistemlerinin önemli bileşenlerindendir. Modern yapılar, akıllı enerji şebekelerine bağlanarak enerji tüketimleri verimli hâle getirilir. Güneş panelleri, enerji depolama sistemleri ve akıllı sayaçlar sayesinde yapılar enerji üretip şehir şebekesine aktarabilmektedir. Enerji verimliliği artırılmakta ve sürdürülebilir enerji kullanımı desteklenmektedir.

Su yönetim sistemleri yapı entegrasyonunun önemli alanlarındandır. Akıllı su sayaçları ve sensör sistemleriyle su tüketimi takip edilmekte, kaçaklar hızlı tespit edilmekte ve su kaynakları daha verimli kullanılabilmektedir. Yağmur suyu toplama ve gri su geri dönüşüm sistemleri şehir altyapısıyla birleştirildiğinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanmaktadır.

Ulaşım sistemleriyle entegrasyon, modern yapı teknolojilerinde giderek önemli hâle gelmektedir. Akıllı otopark sistemleri, elektrikli araç şarj istasyonları ve dijital ulaşım ağlarıyla yapılar şehir ulaşım altyapısıyla bağlantılı çalışmaktadır. Trafik yoğunluğu azaltılmakta ve ulaşım verimliliği artırılmaktadır.

İletişim ve veri altyapısı entegrasyonu akıllı şehirlerin temel unsurları arasında yer alır. Yapılar, yüksek hızlı internet ağları ve dijital iletişim sistemleriyle şehir veri ağlarına bağlanabilmektedir. Enerji tüketimi, güvenlik, çevresel veriler ve kullanıcı davranışları vb. gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir.

Akıllı güvenlik sistemleri, yapıların şehir altyapısıyla birleştirilen önemli uygulamalardandır. Kamera sistemleri, hareket sensörleri ve dijital alarm sistemleri merkezi güvenlik ağlarına bağlanarak şehir genelinde güvenlik kontrolü sağlanamasında rol oynar. Afet ve acil durum sistemleriyle entegrasyon sayesinde kriz anlarında hızlı müdahale edilebilmektedir.

Nesnelerin interneti ve yapay zekâ teknolojileri, yapıların şehir altyapısıyla entegrasyonunda önemli rol oynar. Sensörler aracılığıyla toplanan veriler yapay zekâ sistemleri tarafından analiz edilir ve şehir yönetimi için karar destek mekanizmaları oluşturulur. kaynak kullanımı dengelenir ve şehir hizmetleri etkin hâle getirilir.

Atık yönetimi sistemleri şehir altyapısıyla birleşimin önemli alanlarındandır. Akıllı atık toplama sistemleriyle doluluk oran¬¬ları sensörlerle takip edilmekte ve atık toplama süreçleri verimli hâle getirilmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik sağlanıp maliyetler azaltılmaktadır.

Yapıların şehir altyapısıyla birileştirilmesinde enerji ve kaynak tasarrufu, yaşam kalitesinin artırılması, güvenliğin sağlanması ve sürdürülebilir şehirleşmenin desteklenmesi yer alır. Dijital yönetim sistemleriyle şehir hizmetleri hızlı ve etkin sunulabilir.

Yüksek teknoloji maliyeti, teknik altyapı gereksinimi, veri güvenliği sorunları ve sistemler arası uyumluluk problemleri yapıların şehir altyapısıyla birileştirilmesinde önemli dezavantajlar arasında yer alır.

## 3.1.8.2. Veri Odaklı Şehir Planlaması

Şehirlerin planlanması, yönetilmesi ve geliştirilmesi süreçlerinde dijital verilerin analiz edilerek karar alma mekanizmalarıyla birleştirilmesini sağlayan modern şehircilik yaklaşımıdır. Hızlı kentleşme, nüfus artışı, trafik yoğunluğu, çevre sorunları, enerji tüketimi gibi vb. problemler şehir yönetiminde akıllı ve veriye dayalı sistemlerin kullanılmasını zorunlu hâle getirmiştir. Büyük veri, sensör teknolojileri ve yapay zekâ sistemleri şehir planlama süreçlerinde önemli rol oynamaktadır.

Şehir kaynaklarını verimli kullanmak, yaşam kalitesini artırmak ve sürdürülebilir kentleşmeyi sağlamak amaçlanmaktadır. Şehirlerin mevcut durumu analiz edilmekte, gelecekte oluşabilecek ihtiyaçlar tahmin edilmekte ve daha doğru planlama yapılmaktadır.

Trafik yoğunluğu, nüfus hareketleri, enerji tüketimi, hava kalitesi, su kullanımı, ulaşım verileri, altyapı performans¬ları vb. bilgiler dijital sistemler aracılığıyla sürekli izlenmektedir. Toplanan veriler analiz edilerek şehir yönetim süreçleri verimli hâle getirilmektedir..

Sensör teknolojileri, veri odaklı şehir planlamasının önemli bileşenlerindendir. Şehir altyapısına yerleştirilen sensörlerle gerçek zamanlı veri elde edilmektedir. Bu sistemler; trafik akışı, çevre koşulları, enerji kullanımı ve altyapı sorunlarının sürekli takip edilmesini sağlar.

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), veri odaklı planlama süreçlerinde yaygın kullanılmaktadır. CBS teknolojileriyle şehir verileri haritalar üzerinde analiz edilmekte ve mekânsal planlama kararları geliştirilmektedir. Riskli bölgeler belirlenmekte, ulaşım ağları dengeli hâle getrilmekte ve altyapı planlamaları doğru yapılabilmektedir.

Akıllı ulaşım sistemleri, veri odaklı şehir planlamasının önemli uygulamalarındandır. Trafik sensörleri ve dijital veri analiz sistemleriyle trafik yoğunluğu anlık izlenmekte ve sinyalizasyon sistemleriyle kontrol edilmektedir. Ulaşım süreleri azalmakta ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Enerji yönetimi alanında veri analitiği önemli avantajlar sunar. Akıllı enerji şebekeleri ve sensör sistemleriyle enerji tüketim verileri analiz edilmekte ve enerji kaynakları verimli kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin şehir altyapısıyla birleştirilmesi kolaylaşmaktadır.

Yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri, veri odaklı şehir planlamasının unsurları arasında yer alır. Yapay zekâ destekli sistemler büyük veri setlerini analiz eder ve şehirlerin gelecekteki ihtiyaçlarını tahmin edilmesinde, karar destek mekanizmalarını oluşturur. Şehir planlama süreci hızlı ve doğru gerçekleştirilir.

Afet yönetimi ve risk analizi alanında veri odaklı planlama önemli rol oynar. Deprem, sel ve diğer afet riskleri dijital veriler aracılığıyla analiz edilip riskli bölgeler belirlenmektedir. Güvenli şehir planlamaları mümkün olmaktadır.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından veri odaklı şehir planlaması önemli avantajlar sağlar. Hava kirliliği, karbon salınımı ve enerji tüketimi verileri analiz edilerek çevresel etkiler azaltılabilir. Yeşil alan planlamaları ve sürdürülebilir ulaşım sistemleri etkin geliştirilebilir.

Veri odaklı şehir planlamasında kaynak kullanımının dengelenmesi, yaşam kalitesinin artırılması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve şehir hizmetlerinin daha etkin yönetilmesi yer alır. Doğru planlamalar yapılabilir.

Yüksek teknoloji maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve veri güvenliği sorunları önemli dezavantajları oluşturur. Kişisel verilerin korunması konusu dikkat edilmesi gereken önemli konulardandır.

## 3.1.8.3. Kentsel Dönüşümde Yeni Teknolojiler

Ekonomik ömrünü tamamlamış, afet riski taşıyan veya altyapı açısından yetersiz kalan şehir alanlarının yeniden planlanması ve geliştirilmesi sürecidir. Deprem riski yüksek bölgelerde güvenli ve sürdürülebilir yaşam alanları oluşturmak amacıyla modern teknolojiler kentsel dönüşüm süreçlerinde yaygın kullanılmaktadır.

Güvenli, çevre dostu, enerji verimli ve akıllı şehir alanları oluşturmak amaçlanmaktadır. Dijitalleşme, yapay zekâ, veri analizi ve sürdürülebilir yapı teknolojileriyle dönüşüm projeleri hızlı, ekonomik ve verimli gerçekleştirilmektedir.

BIM teknolojisiyle dönüşüm projeleri dijital ortamda modellenmekte ve yapıların tüm tasarım, maliyet ve zaman süreçleri detaylı analiz edilebilmektedir. Proje planlaması kontrollü hâle gelmekte ve uygulama hataları azaltılmaktadır.

Yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri kentsel dönüşüm projelerinde önemli rol oynar. Büyük veri analiziyle nüfus yoğunluğu, ulaşım hareketleri, enerji tüketimi ve afet riskleri analiz edilerek daha doğru şehir planlamaları yapılmaktadır. Yapay zekâ destekli sistemler proje yönetim süreçlerinde karar destek mekanizmalarını oluşturur.

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), kentsel dönüşüm çalışmalarında yaygın olarak kullanılan dijital teknolojilerdendir. CBS sistemleriyle şehir alanları haritalandırılmakta, riskli bölgeler belirlenmekte ve altyapı planlamaları yapılmaktadır. Deprem riski taşıyan alanların tespit edilmesinde etkin kullanılır.

Akıllı şehir teknolojileri kentsel dönüşüm projelerinin önemli parçasıdır. Dijital ulaşım ağları, sensör tabanlı altyapılar ve akıllı güvenlik sistemleriyle şehir yaşamı verimli hâle getirilmektedir. Enerji tasarrufu sağlanmakta, trafik yoğunluğu azaltılmakta ve yaşam kalitesi artırılmaktadır.

Sürdürülebilir yapı teknolojileri, modern kentsel dönüşüm projelerinde önemli yer tutar. Enerji verimli binalar, yenilenebilir enerji sistemleri, geri dönüştürülebilir malzemel ve yeşil bina uygulamalarıyla çevresel etkiler azaltılır. Karbon salınımının düşürülmesi ve doğal kaynakların korunması hedeflenmektedir.

Prefabrik ve modüler yapı teknolojileri kentsel dönüşüm süreçlerinde hız avantajı sağlar. Fabrika ortamında üretilen yapı elemanları kısa sürede monte edilerek projelerin daha hızlı tamamlanması sağlanır. Yoğun şehir alanlarında zaman ve maliyet açısından önemli avantajlar sunar.

Drone teknolojileri ve üç boyutlu tarama sistemleri, dönüşüm alanlarının analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılır. Dronelar sayesinde yapıların mevcut durumu hızlı görüntülenebilmekte ve dijital haritalar oluşturulabilir. Planlama süreci doğru ve verimli hâle getirilir.

Kentsel dönüşümde kullanılan yeni teknolojilerin önemli avantajları arasında güvenli yapı üretimi, zaman tasarrufu, maliyet kontrolü ve sürdürülebilir şehirleşme yer alır. Dijital sistemlerle proje süreçleri şeffaf ve kontrollü şekilde yürütülür.

Yüksek maliyet, teknik altyapı gereksinimi, uzman personel ihtiyacı vb. bazı zorlukları vardır. Dönüşüm süreçlerinde sosyal ve ekonomik uyumun sağlanması sorunu vardır.

## 3.9. SIRA SİZDE

**Aşağıda verilen kavramları diğer sütunda verilen açıklamalar ile eşleştiriniz. Doğru harfleri kavramların yanındaki parantez içine yazınız.**

| Kavram | | Açıklama |
|---|---|---|
| **1.** BIM | (...) | **a.** Riskli alanların haritalandırılması |
| **2.** CBS | (...) | **b.** Dijital bina modeli oluşturulması |
| **3.** Drone | (...) | **c.** Havadan görüntüleme |
| **4.** Yapay zekâ | (...) | **d.** Karar destek sistemleri |
| **5.** Modüler yapı | (...) | **e.** Farklı mesleklerin ortak çalışması |
| **6.** Tünel kalıp | (...) | |
| **7.** Karot | (...) | |

## 3.2. AKILLI EVLER VE YEŞİL BİNALAR

Teknolojik gelişmeler ve çevresel sorunların artması, yapı sektöründe daha sürdürülebilir ve kullanıcı odaklı çözümlerin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Bu doğrultuda akıllı ev sistemleri ve yeşil bina uygulamaları, modern yapı teknolojilerinin en önemli unsurları arasındadır. Enerji verimliliği, çevre dostu uygulamalar, kullanıcı konforu ve dijital otomasyon sistemleriyle bu yapılar geleceğin yaşam alanları olarak değerlendirilmektedir.

### 3.2.1. Akıllı Evler

Elektronik cihazların, sensörlerin ve dijital otomasyon sistemlerinin internet aracılığıyla birbirine bağlandığı ve merkezi sistem üzerinden kontrol edildiği modern yaşam alanlarıdır (Görsel 3.21). Teknolojinin gelişmesiyle yaşam konforunu artıran, enerji tasarrufu sağlayan ve güvenliği geliştiren akıllı ev sistemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dijitalleşme ve otomasyon teknolojilerinin gelişmesi, evlerin verimli ve kullanıcı odaklı hâle gelmesini sağlamıştır.




**Görsel 3.21:** Akıllı evler

Günlük yaşamı kolaylaştırmak, enerji kullanımını verimli hâle getirmek ve güvenli yaşam alanları oluşturmak amaçlanmaktadır. Ev içindeki aydınlatma, ısıtma, havalandırma, güvenlik, enerji yönetimi ve elektronik cihazlar otomatik kontrol edilebilmektedir. Kullanıcılar mobil cihazlar veya bilgisayarlarla bu sistemleri uzaktan yönetebilmekte ve anlık bilgi alabilmektedir.

Akıllı ev teknolojilerinin temelini "Nesnelerin İnterneti" sistemleri oluşturur. IoT teknolojisi sayesinde evdeki cihazlar internet üzerinden birbirleriyle iletişim kurabilmekte ve veri paylaşımı yapabilmektedir. Sensörler aracılığıyla ortam sıcaklığı, hareket, ışık seviyesi ve enerji tüketimi gibi veriler sürekli izlenmektedir.

Akıllı aydınlatma sistemleri, akıllı ev uygulamalarının en yaygın örneklerindendir. Hareket sensörleri ve zaman ayarlı sistemlerle kullanılmayan alanlardaki ışıklar otomatik kapanmakta ve enerji tasarrufu sağlanır. Kullanıcılar aydınlatma sistemlerini uzaktan kontrol ederek farklı senaryolar oluşturabilir.

Akıllı ısıtma ve soğutma sistemleri enerji verimliliği açısından önemli avantajlar sunar. Sensör ve otomatik kontrol sistemleriyle ortam sıcaklığı kullanıcı ihtiyaçlarına göre ayarlanabilir. Enerji tüketiminde verimlilik sağlanır.

Güvenlik sistemleri, akıllı evlerin en önemli bileşenlerindendir. Kamera sistemi, hareket sensörü, dijital alarm sistemleri ve akıllı kilitlerle ev güvenliği etkin şekilde sağlanır. Kullanıcılar mobil uygulamalar aracılığıyla evlerini uzaktan izleyebilir ve güvenlik uyarıları alabilir.

Enerji yönetim sistemleri akıllı ev teknolojilerinde önemli bir yere sahiptir. Akıllı sayaçlar ve enerji analiz sistemleriyle elektrik, su ve doğal gaz tüketimi takip edilmekte ve gereksiz kullanım önlenmektedir. Bu durum, ekonomik tasarruf ve çevresel sürdürülebilirliği sağlar.

Yapay zekâ teknolojileri, akıllı ev sistemlerinin gelişmiş hâle gelmesini sağlar. Kullanıcı alışkanlıklarını analiz ederek otomatik ayarlamalar yapabilir. Kullanıcı eve yaklaşırken ısıtma sisteminin devreye girmesi veya ışıkların otomatik açılması gibi uygulamalar bu teknolojiler sayesinde mümkündür.

Akıllı evler sürdürülebilir yapı teknolojileri açısından önemli avantajlar sunar. Enerji tasarrufu sağlayan sistemler, yenilenebilir enerji kullanımı ve su yönetim uygulamalarıyla çevresel etkiler azaltılır. Güneş panelleri ve enerji depolama sistemleriyle enerji verimliliği artırılır.

Yaşam konforunun artırılması, enerji tasarrufu sağlanması, güvenliğin geliştirilmesi ve uzaktan kontrol imkânı amaçlanır. Yaşlı ve engelli bireyler için yaşamı kolaylaştıran otomasyon sistemleri önemli sosyal faydalar sağlar.

Yüksek kurulum maliyeti, teknik altyapı gereksinimi ve veri güvenliği riskleri bu sistemlerin kullanımında zorluklardır. İnternet bağlantısına bağımlılık ve sistem arızaları kullanıcılar açısından sorun oluşturabilir.

## 3.2.2. Yeşil Binalar

Çevreye duyarlı, enerji verimli ve sürdürülebilirlik ilkelerine uygun tasarlanan, inşa edilen ve işletilen yapılardır. Artan enerji tüketimi, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve doğal kaynakların hızla tükenmesi yapı sektöründe çevre dostu çözümlerin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Yeşil bina uygulamaları, sürdürülebilir yapı teknolojilerinin önemli bileşenlerinden biri olarak öne çıkar.

Yeşil binaların temel amacı; enerji ve su tüketimini azaltmak, doğal kaynakları verimli kullanmak, çevresel etkileri minimum seviyeye indirmek ve kullanıcı sağlığını destekleyen yaşam alanları oluşturmaktır. Bu yapılar yalnızca inşaat aşamasında değil kullanım ve yıkım süreçlerinde de çevreye duyarlı sistemlerle tasarlanır.

Enerji verimliliği, yeşil bina tasarımının en önemli unsurdur. Isı yalıtımı yüksek duvar sistemleri, enerji tasarruflu pencere teknolojileri, doğal havalandırma uygulamaları ve gün ışığından maksimum düzeyde yararlanma gibi yöntemlerle enerji tüketimi azaltılır. Enerji verimli aydınlatma ve HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) sistemleriyle işletme maliyetleri düşürülür.

Yenilenebilir enerji sistemleri yeşil binaların önemli bileşenlerindendir. Güneş panelleri, rüzgâr enerjisi sistemleri ve jeotermal enerji uygulamalarıyla yapıların enerji ihtiyacının bir kısmı çevre dostu kaynaklardan karşılanabilir. Fosil yakıt tüketimi ve karbon salınımı azaltılır.

Su yönetim sistemleri, yeşil bina teknolojilerinde önemli bir yere sahiptir. Yağmur suyu toplama sistemleri, gri su geri dönüşümü ve düşük su tüketimli armatürlerle su kaynakları daha verimli kullanılır. Böylelikle ekonomik tasarruf sağlanır ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanır.

Yeşil binalarda kullanılan yapı malzemeleri çevre dostu özelliklere sahiptir. Geri dönüştürülebilir malzeme, düşük karbon salınımına sahip ürün ve doğal yapı malzemeleri tercih edilir. İç mekân hava kalitesini artıran ve insan sağlığına zarar vermeyen malzemelerin kullanılması konforu destekler.

Akıllı bina teknolojileri, yeşil bina uygulamalarının daha verimli hâle getirilmesini sağlar. Sensör sistemleri ve otomasyon teknolojileriyle enerji tüketimi sürekli izlenir ve gereksiz kullanım önlenir. Enerji yönetiminde verimlilik sağlanır ve sürdürülebilirlik hedefleri desteklenir.

Yeşil binaların çevresel performansı çeşitli sertifikasyon sistemleri ile değerlendirilmektedir. Bunlar arasında **LEED**, **BREEAM** vb. uluslararası sertifikasyon sistemleri önemli bir yere sahiptir. Yapıların enerji verimliliği, su kullanımı, malzeme seçimi ve çevresel etkilerini değerlendirilir.

Yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri modern yeşil bina uygulamalarında kullanılır. Veri analiz sistemleriyle enerji tüketimi izlenebilir ve kullanıcı davranışlarına göre enerji verimliliği yapılabilir. Yapı performansı sürekli geliştirilebilir.

Yeşil binaların avantajları arasında enerji ve su tasarrufu, işletme maliyetlerinin azalması, çevresel etkilerin düşürülmesi ve kullanıcı sağlığının korunması yer alır. Sürdürülebilir şehirleşme açısından önemli katkılar sağlar.

Yüksek ilk yatırım maliyeti, teknik uzmanlık gereksinimi ve gelişmiş teknoloji altyapısı ihtiyacı bu sistemlerin yaygınlaşmasında yaşananan zorluklardır. Uzun vadede sağladığı ekonomik ve çevresel faydalar bu maliyetleri dengeler ( Görsel 3.22)




**Görsel 3.22:** Yeşil binalar

## 3.2.3. Akıllı Evler ve Yeşil Binaların Birleştirilmesi

Yapı teknolojilerindeki gelişmeler yaşam alanlarının sürdürülebilir, enerji verimli ve kullanıcı odaklı hâle gelmesini sağlar. Bu dönüşüm sürecinde akıllı ev sistemleri ve yeşil bina teknolojilerinin birlikte kullanılması önemli bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Akıllı evler ve yeşil binaların birleşimiyle yapılar yalnızca çevre dostu değil aynı zamanda dijital teknolojilerle yönetilebilen verimli yaşam alanlarına dönüşmektedir.

Akıllı evler; otomasyon sistemi, sensör ve dijital kontrol teknolojileri ile çalışan modern yaşam alanlarıdır. Yeşil binalar enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların korunması prensiplerine göre tasarlanmış yapılardır. Bu iki sistemin bir araya gelmesiyle enerji tüketimini verimli hâle getiren, kullanıcı konforunu artıran ve çevresel etkileri azaltan yapılar oluşturulmaktadır. Enerji ve kaynak kullanımını en verimli şekilde yönetmek ve sürdürülebilir yaşam alanları oluşturmak amaçlanmaktadır. Bu birleşimle yapı sistemleri otomatik kontrol edilmekte ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre ayarlanabilir.

Enerji yönetimi, bu birleşimin en önemli alanlarındandır. Akıllı sensörlerle yapıda enerji tüketimi sürekli izlenmekte ve gereksiz enerji kullanımı önlenmektedir. Aydınlatma, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri kullanıcı alışkanlıklarına göre otomatik çalışmaktadır. Enerji tasarrufu sağlanırken kullanıcı konforu artırılmaktadır.

Yenilenebilir enerji sistemleri akıllı ev ve yeşil bina entegrasyonunda önemli rol oynar. Güneş panelleri ve enerji depolama sistemleri sayesinde yapıların enerji ihtiyacının bir kısmı çevre dostu kaynaklardan karşılanabilir. Akıllı enerji yönetim sistemleri, enerji üretimi ve tüketimini analiz ederek verimli kullanım senaryolarını oluşturur. Su yönetimi uygulamaları bu birleşimin bileşenleri arasındadır. Akıllı sensör sistemleriyle su tüketimi takip edilmekte, kaçaklar tespit edilmekte ve gereksiz kullanım önlenmektedir. Yağmur suyu toplama ve gri su geri dönüşüm sistemleri dijital kontrol mekanizmalarıyla yönetilir.

Nesnelerin interneti teknolojisi, akıllı ev ve yeşil bina birleşiminin temel altyapısıdır. IoT sistemleriyle yapı içindeki tüm cihazlar birbirleriyle iletişim kurabilmekte ve merkezî kontrol sistemine veri aktarabilmektedir. Enerji tüketimi, güvenlik, çevresel koşullar ve kullanıcı davranışlarını analiz ederek yapı performansı verimli hâle getirilmektedir.

Yapay zekâ teknolojileri entegrasyon sistemlerinin daha gelişmiş hâle gelmesini sağlamaktadır. Yapay zekâ destekli sistemler kullanıcı alışkanlıklarını öğrenerek otomatik kararlar verebilmekte ve enerji kullanımında denge sağlayabilmektedir. Kullanıcı evde olmadığında sistemlerin otomatik enerji tasarrufu moduna geçmesi bu teknolojiler sayesinde mümkün olmaktadır.

Akıllı güvenlik sistemleri entegrasyonun önemli parçalarındandır. Kamera sistemi, hareket sensörü, dijital alarm sistemi ve uzaktan erişim teknolojileriyle yapı güvenliği etkin sağlanır. Afet ve acil durum sistemleriyle entegre çalışan güvenlik uygulamaları, risk yönetimini destekler.

Akıllı ev ve yeşil binaların birleşimi sürdürülebilir şehirleşme açısından önemli avantajlar sunar. Enerji ve su tasarrufu sağlanması, karbon salınımının azaltılması ve doğal kaynakların korunması çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunar. Dijital yönetim sistemleriyle işletme maliyetleri düşmekte ve yapı performansı artmaktadır.

Yüksek kurulum maliyeti, teknik altyapı gereksinimi, veri güvenliği riskleri ve uzman personel ihtiyacı önemli dezavantajlar arasındadır. Kullanıcıların bu sistemleri etkin şekilde kullanabilmesi için teknik bilgiye ihtiyaçları da olumsuzluk olarak öne çıkar.

## 10. ETKİNLİK

### Geleneksel ve modern yapıların karşılaştırılması

**Amaç:** Geleneksel ve modern yapıları karşılaştırmak

**Süre;** 15 dakika

**Görev:** Aşağıdaki işlem basamaklarına göre geleneksel ve modern yapıları karşılaştırıp modern yapıların karşılaştırma tablosu hazırmanız beklenmktedir.

**İşlem basamakları;**

1. Geleneksel yapıların yapıldığı malzemeleri araştırınız.
2. Geleneksel yapı malzemeleri ile modern yapı malzemelerinin ısı yalıtımını araştırınız.
3. Geleneksel malzemelerin maliyeti ile modern malzemelerin maliyeti arasındaki farkı araştırınız.
4. Geleneksel ve modern yapıları sürdürülebilirlik yönünden karşılaştırınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.**

**1.** (  ) Akıllı ev sistemleri enerji tüketimini kontrol etmeye yardımcı olur.

**2.** (  ) Yeşil binalar çevresel sürdürülebilirliği desteklemez.

**3.** (  ) Yapay zekâ sistemleri kullanıcı alışkanlıklarını analiz edebilir.

**4.** (  ) Akıllı ev sistemlerinde sensörler veri toplamak için kullanılabilir.

**5.** (  ) Geri dönüştürülebilir malzemeler yeşil bina uygulamalarında kullanılmaz.

**B) Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru kelimeleri yazınız.**

**6.** Akıllı ev sistemlerinde cihazların internet üzerinden iletişim kurmasını sağlayan teknolojiye ..... denir.

**7.** Çevreye duyarlı ve enerji verimli yapılara ..... bina denir.

**8.** Yeşil binalarda enerji üretimi için sıklıkla kullanılan sistemlerden biri ..... panelleridir.

**9.** Yapılarda sıcak ve nemli havanın soğuk yüzeyle karşılaşması sonucu oluşan su damlacıklarına ..... denir.

**10.** Akıllı evlerde ortam sıcaklığını otomatik ayarlayan sistemler enerji ..... sağlar.

**C) Aşağıdaki sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.**

**11. Aşağıdakilerden hangisi akıllı ev sistemlerinin temel amaçlarından biri değildir?**

A) Enerji tasarrufu sağlamak
B) Kullanıcı konforunu artırmak
C) Güvenliği azaltmak
D) Günlük yaşamı kolaylaştırmak
E) Yaşam standardını artırmak

**12. Akıllı ev teknolojilerinin temelini oluşturan sistem aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Jeotermal enerji
B) Nesnelerin İnterneti (IoT)
C) Betonarme sistemler
D) Modüler yapı teknolojileri
E) Prefabrik sistemler

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**13. Aşağıdakilerden hangisi yeşil binaların özelliklerinden biridir?**

A) Yüksek enerji tüketimi
B) Fosil yakıt kullanımının artırılması
C) Çevre dostu yapı malzemeleri kullanılması
D) Doğal kaynakların kontrolsüz kullanımı
E) Aşırı su kullanımı

**14. Yeşil binalarda kullanılan yağmur suyu toplama sistemlerinin temel amacı nedir?**

A) Elektrik üretmek
B) Su tasarrufu sağlamak
C) Güvenliği artırmak
D) Yapı maliyetini yükseltmek
E) Su kullanımını artırmak

**15. Aşağıdakilerden hangisi akıllı evlerin avantajlarından biridir?**

A) Enerji israfını artırması
B) Güvenlik risklerini çoğaltması
C) Uzaktan kontrol imkânı sunması
D) Kullanıcı konforunu azaltması
E) Maliyetleri artırması

**16. Aşağıdakilerden hangisi su yalıtımının uygulandığı alanlardan biri değildir?**

A) Asansör kabini
B) Banyo
C) Çatı
D) Temel
E) Teras

**17. Cephe sistemlerinin temel görevlerinden biri aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Temeli güçlendirmek
B) Yapıyı çevresel etkilere karşı korumak
C) Çatı yüklerini taşımak
D) Döşeme kalınlığını artırmak
E) Kolon sayısını azaltmak

**18. Aşağıdakilerden hangisi geleneksel cephe sistemlerinde kullanılan malzemelerden biridir?**

A) Kompozit panel
B) Alüminyum profil
C) Seramik panel
D) Kerpiç
E) Fibercement

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**19. İskelelerin temel kullanım amacı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yapının taşıyıcı sistemini oluşturmak
B) Temel kazısını desteklemek
C) Çalışanların yüksekte güvenli çalışmasını sağlamak
D) Beton dayanımını artırmak
E) Yapının maliyetini azaltmak

**20. Aşağıdakilerden hangisi malzemelerine göre sınıflandırılan iskele türlerinden biridir?**

A) Kalıp iskelesi
B) Mobil iskele
C) Çelik iskele
D) Cephe iskelesi
E) Merdiven kulesi

**21. Standart bir konut projesinde salon/oda kapısı ile banyo/tuvalet kapısının net doğrama ebatları sırasıyla aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

A) 100×210 cm/90×210 cm
B) 90×210 cm/80×210 cm
C) 90×220 cm/75×210 cm
D) 85×210 cm/80×210 cm
E) 100×220 cm/80×220 cm

**22. Eni 5 metre, boyu 7 metre olan bir konut salonunda, yeterli doğal aydınlatmanın sağlanabilmesi için tasarlanacak pencere alanı en az kaç metrekare olmalıdır?**

A) 5
B) 6
C) 7
D) 8
E) 9

**23. İnşaat aksların korunması ve kolon yerlerinin tam belirlenmesi için kullanılan ahşap düzenek aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Tahkimat duvarı
B) Kuyulu temel kalıbı
C) İp iskelesi
D) İksa sistemi
E) Anroşman

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**Ç) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

**24. Sıvanın yapıdaki temel görevlerini açıklayınız. (Yüzey koruma, estetik görünüm, dayanıklılık sağlama gibi özelliklere değininiz).**

.....
.....

**25. Su bazlı boyalar ile solvent bazlı boyalar arasındaki temel farkları yazınız.**

.....
.....

**26. Sürdürülebilir kalkınma kavramını kendi cümlelerinizle tanımlayınız.**

.....
.....

**27. Seramik ve karo kaplaması yapılacak banyo duvar ve döşemesine kaplama yapmaya nereden başlanmalıdır?**

.....
.....

**28. Yalıtımın yapılardaki önemini açıklayınız.**

.....
.....

**29. Alüminyum ve cam cephe sistemlerinin üç avantajını yazınız.**

.....
.....

**30. Eğitim almamış bir kişinin iskele kurması hangi riskleri doğurur? Açıklayınız.**

.....
.....

**D. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

**31. Akıllı ev sistemlerinin günlük yaşama sağladığı iki avantajı yazınız.**

.....
.....

**32. Yeşil binaların çevreye sağladığı katkıları açıklayınız.**

.....
.....

**33. Akıllı evler ile yeşil binaların birlikte kullanılmasının sağlayacağı faydaları açıklayınız.**

.....
.....

**34. Yapay zekâ teknolojilerinin akıllı evlerde nasıl kullanıldığını örnek vererek açıklayınız.**

.....
.....

## KAYNAKÇA


1. S. Tığlı, "**Betonarme Yapıların İnşaatında Kullanılan Endüstriyel Kalıp ve İskele Uygulamalarında Yüklenici Kaynaklı Risk Faktörlerinin Belirlenmesi**", Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2019.
2. E. Yüksel, "**Betonarme Kalıp Sistemi Seçiminde Farklı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Performanslarının Karşılaştırılması** "Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2018
3. B. Alpaslan, "**Betonarme Elemanlarda Endüstriyel Kalıp Teknolojisi ve Projelendirme Esasları**," Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
4. ME-SA İmalat San. ve Tic. A.Ş., Mesa İmalat Ürün Kataloğu, Ankara, 2025.
5. Oymael, Sabit, Yapı Bilgisi Cilt I, MEB Devlet Kitapları (2. Baskı) Uniprint, İstanbul 2006
6. Özkul, H., Taşdemir. M. Tokyay, M. Uyan, M., Her Yönüyle Beton, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul 2004.
7. Türk Standartları, TS 500 Betonarme yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 2000
8. Taymaz, Haydar, **Yapı Bilgisi Cilt I, II, III** (7.Baskı), Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul 2001.
9. Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği (TÜRKÇİMENTO), ÇİMENTO https://www.turkcimento.org.tr/tr/yayinlarimiz/turkcimento#
10. Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği (TÜRKÇİMENTO),ÇİMENTO VE MİNERAL KATKI STANDARTLARI https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/%C3%87imento_ve_Mineral_Katk%C4%B1_Standartlar%C4%B1_.pdf
11. Hazır Beton Dergisi 152. sayı https://www.thbb.org/media/356333/hazir_beton_dergisi_teknik_notlar_gecmisten_gelecege_vazgecilmez_yapi_malzemesi_beton_152.pdf
12. THBB Akademi Teknik Bülten 2 Geçmişten Günümüze Çimento ve Beton Aralık 2021
13. THBB Akademi Teknik Bülten 18, Ağustos 2025 SICAK HAVA KOŞULLARINDA BETON UYGULAMASI
14. THBB Akademi Teknik Bülten 20, Ocak 2026 SOĞUK HAVA KOŞULLARININ BETONA ETKİSİ VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER
15. BETONUN YERLEŞTİRİLMESİ VE BAKIMI Rehberi www.thbb.org 26.02.2026 saat 22.41
16. THBB Akademi Teknik Bülten 6, Beton ile İlgili Standartlar, Hazır Betonun Sürdürülebilirlik Açısından Faydaları Ağustos 2022
17. HAZIR BETONUN SİPARİŞİ REHBERİ Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) yayınıdır. TEMMUZ 2025 www.thbb.org
18. THBB Akademi Teknik Bülten 19, DÜŞÜK KARBONLU BETON VE TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM Aralık 2025
19. THBB Akademi Teknik Bülten 16, BETON: ANTİK SIRLAR VE GELECEĞİN SINIRLARI Nisan 2025
20. THBB Akademi Teknik Bülten 17, BETON TEKNOLOJİSİNDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI Haziran 2025
21. Ahmet TOPÇU Betonarme Ders Notları 1 ve 2/ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/Mühendislik Mimarlık Fakültesi/ 2025
22. İnşaat Genel Teknik Şartnamesi
23. Betonarme Donatı İşleri Genel Teknik Şartnamesi
24. THBB Akademi Teknik Bülten 15, **BETONARME: BİR ASRI AŞAN BİRLİKTELİK** Mayıs 2024
25. TS EN 13300 "**Boyalar ve vernikler – İç mekan duvar ve tavanlarında kullanılan boyalar ve vernikler – Sınıflandırma**"; TSE: Ankara, Türkiye 2022

**26.** Kızılkonca Duran, E. "**Boyalara ve kaplamalara nano metal oksit katkısının fiziksel, antikorozif ve antibakteriyel etkilerinin incelenmesi**," Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2020

**27.** S. Genç Taşdelen, "**Su Bazlı İnşaat Boyalarının Performansına Farklı Dolgu Maddelerinin Etkilerinin İncelenmesi**," Yüksek lisans tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2023.

**28.** http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/temel-tanimlar/

**29.** Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı / Strateji ve Bütçe Başkanlığı/ Yönetim Hizmetleri Genel Müdürlüğü /Bilgi ve Belge Yönetimi Dairesi Başkanlığı Yayınları/ Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve Göstergeleri/ Haziran 2020

**30.** Türkiye Boya Sektörü / Sürdürülebilirlik Raporu /www.ikmib.org.tr ve www.bosad.org.tr

**31.** https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/%C3%87imento_ve_Mineral_Katk%C4%B1_Standartlar%C4%B1_.pdf

**32.** Betonarme Donatı İşleri Genel Teknik Şartnamesi

**33.** Mimarlıkta İnce Yapı ve Pencereler, DEMİRASLAN D. , DEMİRASLAN S. , DEMİRASLAN O. ,DOI:https://dx.doi.org/10.5281/10161584

**34.** https://avys.omu.edu.tr , Mimari Anlatım Teknikleri

**35.** https://munzur.edu.tr , Yapı Teknolojisi Dersi-5

**36.** T. C. ÇEVRE, ŞEHİRÇİLİK VE İKLİMDEĞİŞİKLİĞİ 3194 SAYILI İMAR KANUNU

**37.** T. C. AİLE VE SOSYAL HİZMETLER BAKANLIĞI, Erişilebilirlik Kılavuzu Binalar, ANKARA, 2000

**38.** Pancarcı A. , Öcal M. E. , Yapı Teknik Resmi Cilt2, Birsen Yayınevi, İstanbul 1998

**39.** Erarslan A. , Bina Bilgisi Temel Ders Kitabı, Milli Eğitim Basımevi, Ankara 2000

**40.** http://yee.meb.gov.tr Ahşap Doğramacılık, Abdülkadir Algın, Yaygın Eğitim Yayınları, Ankara 2010


## CEVAP ANAHTARLARI

Cevap anahtarlarına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



## GENEL AĞ, GÖRSEL, E-İÇERİK KAYNAKÇASI

Kitabın görsel kaynakçası, genel ağ kaynakçası ve e-içerik kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.




ROMANYA
UKRAYNA
RUSYA FEDERASYONU
HAZAR DENİZİ
BULGARİSTAN
K A R A D E N İ Z
GÜRCİSTAN
YUNANİSTAN
MARMARA DENİZİ
EGE DENİZİ
ERMENİSTAN
AZERBAYCAN
İRAN
SURİYE
IRAK
LİBYA
MISIR
A K D E N İ Z
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
LÜBNAN
FİLİSTİN
İSRAİL
Bükreş
Sofya
Atina
Beyrut
Şam
Bağdat
Tel Aviv
Lefkoşa
Erenköy
Tuna N.
Meriç N.
Gökçeada
Çanakkale
Bakırçay N.
Gediz N.
Küçük Menderes N.
Büyük Menderes N.
Sakarya N.
Kızılırmak N.
Yeşilırmak N.
Çoruh N.
Kura N.
Aras N.
Fırat N.
Dicle N.
Seyhan N.
Ceyhan N.
Göksu N.
Asi N.
Nil N.
Süveyş K.
Tuz Gölü
Van Gölü
Urumiye Gölü
Tiflis
Erivan
NAHÇIVAN Ö.C. (AZERBAYCAN)
AĞARA Ö.C.
Edirne
Kırklareli
Tekirdağ
İstanbul
Kocaeli
Yalova
Bursa
Balıkesir
Bilecik
Eskişehir
Kütahya
Manisa
İzmir
Uşak
Afyonkarahisar
Aydın
Denizli
Muğla
Burdur
Isparta
Antalya
Konya
Karaman
Aksaray
Niğde
Nevşehir
Kırşehir
Ankara
Çankırı
Kırıkkale
Yozgat
Sivas
Kayseri
Zonguldak
Bartın
Karabük
Düzce
Bolu
Sakarya
Kastamonu
Çorum
Amasya
Tokat
Samsun
Sinop
Ordu
Giresun
Trabzon
Rize
Artvin
Ardahan
Kars
Gümüşhane
Bayburt
Erzincan
Erzurum
Iğdır
Ağrı
Tunceli
Bingöl
Muş
Bitlis
Van
Elazığ
Malatya
Diyarbakır
Siirt
Batman
Şırnak
Hakkâri
Mardin
Adıyaman
Kahramanmaraş
Osmaniye
Gaziantep
Şanlıurfa
Adana
Mersin
Kilis
Hatay
TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI
BAŞKENT
Ankara
İL MERKEZİ
Elazığ
GÖL
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
0 50 100 200 300 400
Km


TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1,000 1,500 2,000 Km
TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞISTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE İS
KARADAĞ KD
KOSOVA KS
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SR
RUSYA FEDERASYONU
KAZAKİSTAN
TÜRKİYE
İRAN
AFGANİSTAN
PAKİSTAN
HİNDİSTAN
MOĞOLİSTAN
ÇİN HALK CUMHURİYETİ
SAHA (YAKUT) C.
TUVA C.
SİNCAN UYGUR ÖZERK BÖLGESİ
TÜRKMENİSTAN
ÖZBEKİSTAN
KIRGIZİSTAN
TACİKİSTAN
AZERBAYCAN
GÜRCİSTAN
SURİYE
IRAK
Barents Denizi
Kara Denizi
Norveç Denizi
Kuzey Denizi
Baltık Denizi
Beyaz Deniz
Bering Denizi
Ohotsk Denizi
Akdeniz
Karadeniz
Hazar Denizi
Umman Denizi
Yemen Denizi
Kızıldeniz
Moskova
Astana
Bişkek
Taşkent
Aşkabat
Duşanbe
Tahran
Bağdat
Kabil
İslamabad
Yeni Delhi
Pekin
Ulanbator
Ankara
Riyad
Doha
Muskat
Sana
Dakka
Kahire
Trablus
Tunus
Cezayir
Rabat
Madrid
Lizbon
Paris
Berlin
Varşova
Kiev
Minsk
Oslo
Stockholm
Helsinki
Kopenhag
Amsterdam
Brüksel
Dublin
Londra
Viyana
Budapeşte
Bükreş
Sofya
Belgrad
Saraybosna
Priştine
Üsküp
Atina
Lefkoşa
Roma
Cebelitarık B.
Manş Denizi
Adriyatik Denizi
Tiren Denizi
Ege Denizi
Marmara Denizi
Van G.
Tuz G.
Urmiye G.
Aral G.
Balkaş G.
Baykal G.
Hulun G.
Ladoga G.
Onega G.
Obi N.
Irtış N.
Ural N.
Volga N.
Lena N.
Yenisey N.
Pehçora N.
Dvina N.
Sırderya N.
Amu Derya N.
Fırat N.
Dicle N.
Nil N.
Hatan N.
Sarı N.
Gani N.
Helmend N.
Tarafsız Bölge
İRLANDA
İZLANDA
NORVEÇ
İSVEÇ
FİNLANDİYA
DANİMARKA
BİRLEŞİK KRALLIK
HOLLANDA
BELÇİKA
FRANSA
ALMANYA
POLONYA
BELARUS
UKRAYNA
MOLDOVA
ROMANYA
MACARİSTAN
SLOVAKYA
AVUSTURYA
ÇEKYA
İSVİÇRE
SLOVENYA
HIRVATİSTAN
BOSNA-HERSEK
SIRBİSTAN
KOSOVA
KARADAĞ
ARNAVUTLUK
BULGARİSTAN
YUNANİSTAN
KUZEY MAKEDONYA
PORTEKİZ
İSPANYA
FAS
CEZAYİR
TUNUS
LİBYA
NİJER
ÇAD
SUDAN
MISIR
FİLİSTİN
ÜRDÜN
SUUDİ ARABİSTAN
IRAK KRALLIĞI
KATAR
BİRLEŞİK ARAP EMİRLİKLERİ
UMMAN
YEMEN
BANGLADEŞ
30° 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120° 130° 140° 150° 160° 170° 180°
40° 30° 20° 10°
50° 40° 30° 20° 10°
30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120°