Bu kitaba sığmayan daha neler var!

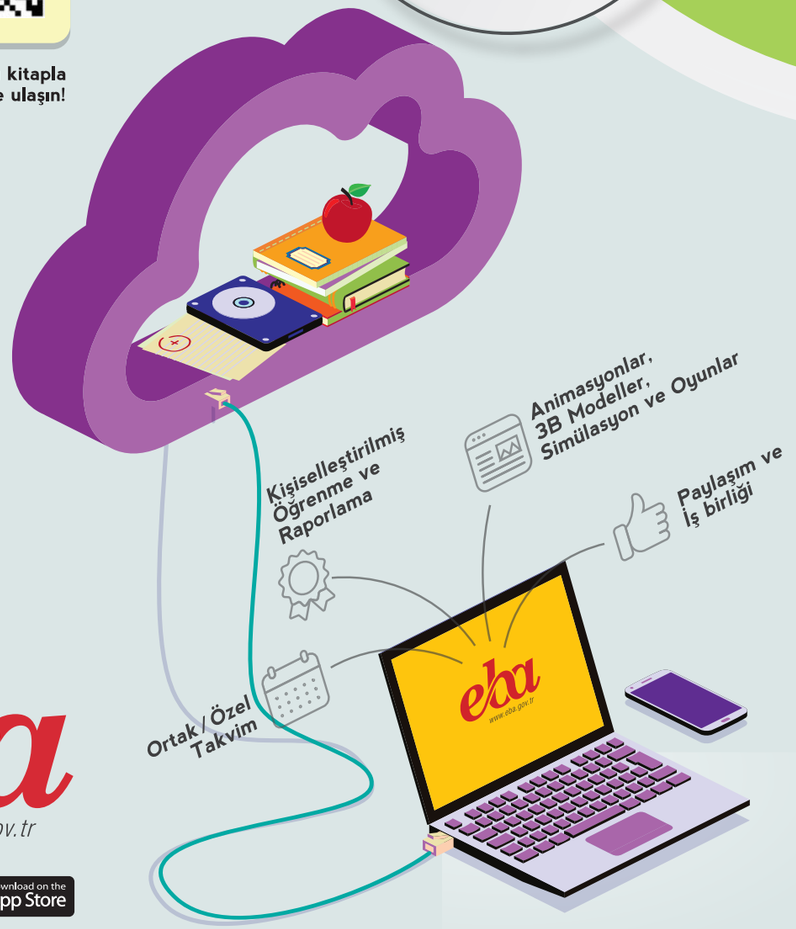
Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN DESTEK SİSTEMİ

https://ods.eba.gov.tr

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



www.eba.gov.tr

Google play | App Store

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

ISBN 978-975-11-6896-2

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TESİSAT PROJELERİ

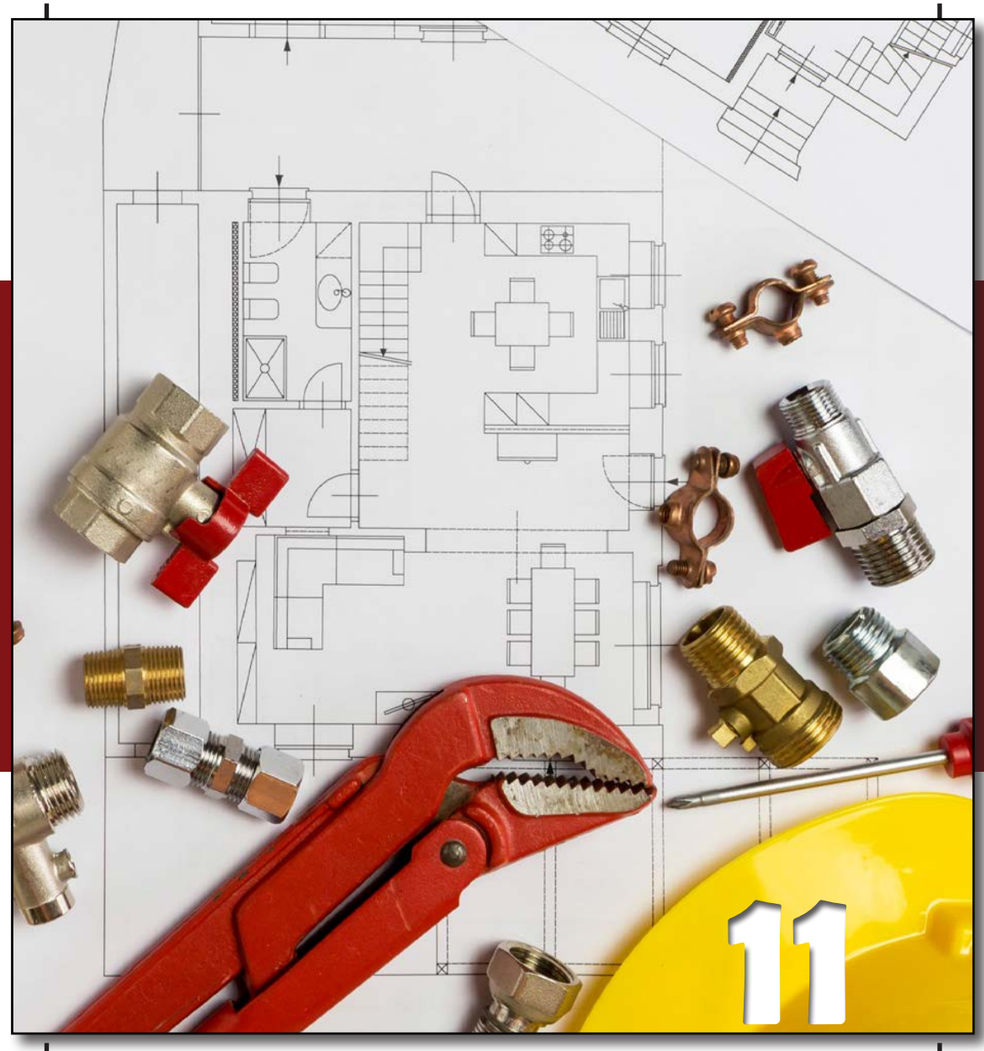
11

Ders Materyali

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TESİSAT PROJELERİ



11

Ders Materyali

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE İKLİMLENDİRME ALANI

TESİSAT PROJELERİ

11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Adem MEMİŞOĞLU

Ayhan KARACA

Engin ÇALIŞKAN

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI..... : 8609
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ ..... : 2501

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı: Berna DÜZÜN

Rehberlik Uzmanı: Merve SARI

Görsel Tasarım Uzmanı: Gizem Ada AKIN

ISBN 978-975-11-6896-2

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

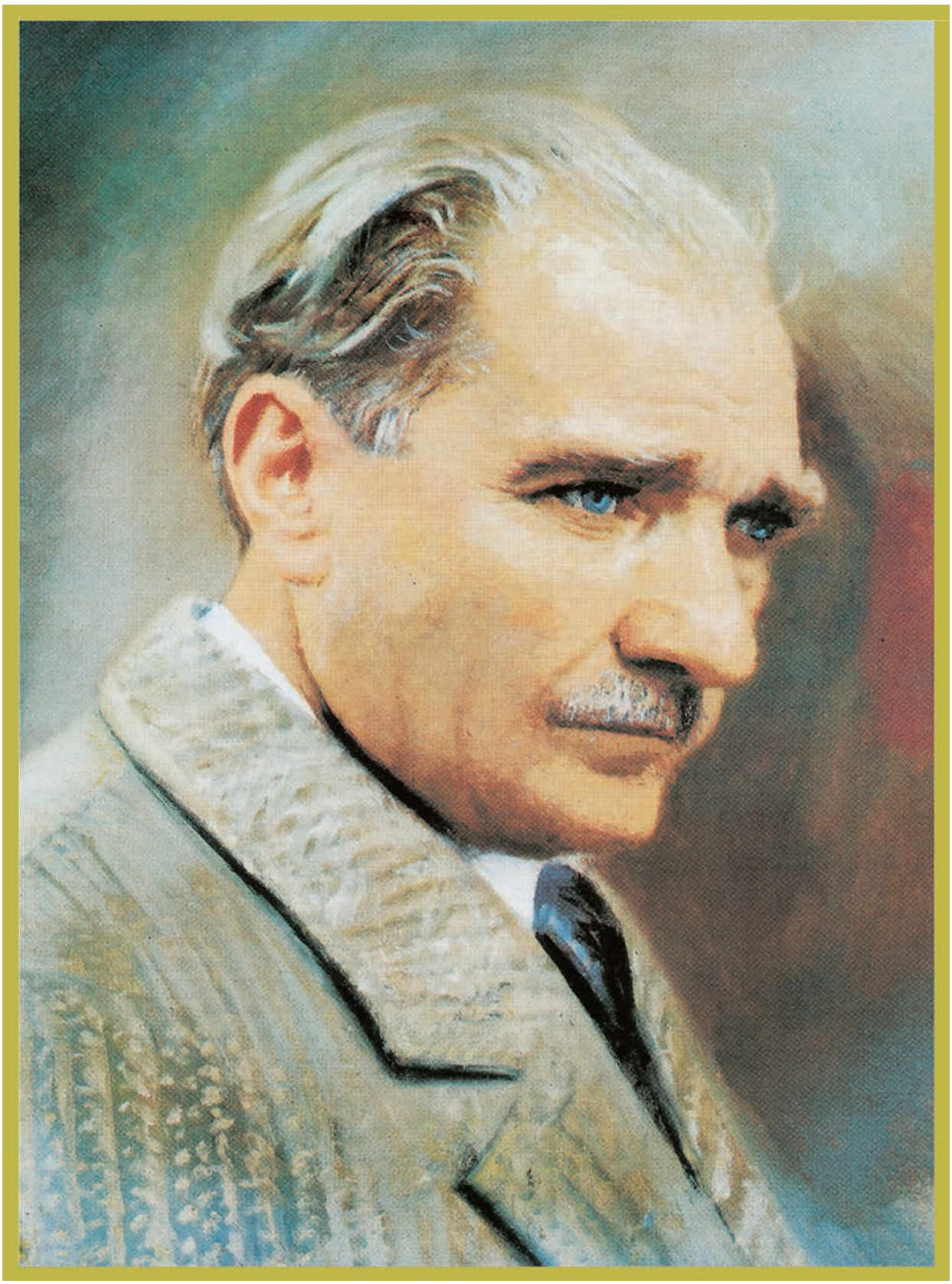
GENÇLİĞE HİTABE

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

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 13

1. SIHHİ TESİSAT PROJESİ 15

1.1. SIHHİ TESİSAT PROJESİNDE KULLANILAN SEMBOLLER 16
1.1.1. Vitrifiye Sembolleri 17
1.1.2. Boru Sembolleri 24
1.2. BİNANIN VAZİYET VE MİMARİ PLANI 25
1.2.1. Vaziyet Planı 25
1.2.2. Mimari Plan 26
1.3. MİMARİ PROJE ÇİZİMİ 34
1.3.1. Mimari Projenin Düzenlenmesi 35
UYGULAMALAR 38
1.4. MİMARİ PROJE ÜZERİNE SIHHİ TESİSAT UÇ MALZEMELERİN ÇİZİMİ 41
1.4.1. Banyo-WC Sıhhi Tesisat Uç Malzemeleri Çizimi 41
1.4.2. Mutfak Sıhhi Tesisat Uç Malzemeleri Çizimi 41
UYGULAMALAR 43
1.5. PROJE ÜZERİNE TEMİZ SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ 46
1.5.1. Soğuk Su Borularının Çizilmesi 46
1.5.2. Sıcak Su Borularının Çizilmesi 47
1.5.3. Su Deposu Tesisatı 49
1.5.3.1. Kullanma Suyu Deposu Hesabı 50
1.5.3.2. Hidrofor Hesabı 51
UYGULAMALAR 56

2. SIHHİ TESİSAT BORU ÇAPI HESABI 59

2.1. ATIK SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ 60
2.1.1. Bina İçi Atık Su Tesisatı Çizimi 60
2.1.2. Bina Dışı Atık Su Tesisatı Çizimi 65
2.1.3. Yağmur Suyu Tesisatı Çizimi 65
UYGULAMALAR 69
2.2. KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ 73
UYGULAMALAR 77
2.3. BORU ÇAPI HESABI 81
2.3.1. Temiz Su Boru Çapı Hesabı 81
2.3.1.1. Musluk Birim Esasına Göre Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı 81
2.3.1.2. Yükleme Birimi Esasına Göre Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı 84

2.3.2. Atık Su Boru Çapı Hesabı 88
2.3.2.1. Sarfiyat Birimi Esasına Göre Atık Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı 88
2.3.2.2. Tahliye Birimi Esasına Göre Atık Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı 90
2.3.3. Yağmur Suyu Boru Çapı Hesabı 94
2.3.3.1. Yağmur Suyu Hesabı 95
2.3.3.2. Yağmur Suyu Hesabı (TS EN 12056) 96
UYGULAMAR 103
2.4. SIHHİ TESİSAT PROJE RAPORU 107
UYGULAMALAR 108

3. VİTRİFİYE MALZEMELER DETAY RESİMLERİ 109

3.1. LAVABO DETAY RESMİ 110
UYGULAMA 115
3.2. EVİYE DETAY RESMİ 117
UYGULAMA 119
3.3. ALATURKA TUVALET TAŞI DETAY RESMİ 121
UYGULAMA 124
3.4. ALAFRANGA TUVALET TAŞI DETAY RESMİ 126
UYGULAMA 129
3.5. DUŞ TEKNESİ VE KÜVET DETAY RESMİ 131
3.5.1. Duş Teknesi 131
3.5.2. Küvet Detay Resmi 133
3.5.3. Bide Detay Resmi 135
3.5.4. Pisuvar Detay Resmi 135
UYGULAMA 137

4. ISI KAYBI HESABI 139

4.1. BİNANIN VAZİYET VE MİMARİ PLANI 140
4.1.1. Vaziyet Planı 140
4.1.2. Mimari Plan 141
4.2. YAPI BİLEŞENLERİNİN ALAN HESABI 149
4.2.1. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Hesabı 149
4.2.1.1. Binanın Özgül Isı Kaybı Çizelgesinin Doldurulması 152
4.2.1.2. Yıllık Isıtma Enerjisi Çizelgesinin Doldurulması 155
4.2.1.3. Hesabın Standarda Uygunluğunun Saptanması 158
4.2.1.4. Yapı Elemanlarından Buhar Geçişinin Tahkiki ve Sınırlandırılması 158

4.2.1.5. Yapı Elemanlarının Alan Hesabı ... 159
4.2.2. Bilgisayar Programı ile TS 825 Hesabı ... 160
UYGULAMALAR ... 165
4.3. BİNANIN TOPLAM ISI KAYBI HESABI ... 171
4.3.1. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması ... 172
4.3.1.1. Yapı Bileşenleri Sütunu ... 173
4.3.1.2. Alan Hesabı Sütunu ... 173
4.3.1.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu ... 173
4.3.1.4. Zamlar Sütunu ... 176
4.3.1.5. Toplam Isı İhtiyacı Sütunu ... 177
4.3.2. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulmasına Bir Örnek ... 180
UYGULAMALAR ... 183
4.4. ISITICI SEÇİMİ ... 187
4.4.1. Isıtıcı Çeşitleri ... 187
4.4.2. Radyatör ve Donanımı Seçim Çizelgesinin Doldurulması ... 188
4.4.2.1. Odanın Hesap Edilen Isı Kaybı Miktarı ... 189
4.4.2.2. Radyatörlerin Belirlenmesi ... 189
4.4.2.3. Donanımların Belirlenmesi ... 190
4.4.3. Düşük Sıcaklıklarda Radyatör Kapasite Hesabı ... 191
4.4.4. Radyatörlerin Basınç Kaybı ... 192
UYGULAMALAR ... 193
4.5. ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER ... 196
4.5.1. Isıtıcı Sembolleri ... 197
4.5.2. Boruların Sembolleri ... 198
4.5.3. Isıtma Cihaz Sembolleri ... 199
4.5.4. Emniyet ve Kontrol Elemanları Sembolleri ... 201
UYGULAMALAR ... 203

5. ISITMA TESİSATI PROJESİ 209

5.1. MİMARİ PROJE ÇİZİMİ ... 211
5.1.1. Mimari Projenin Düzenlenmesi ... 212
UYGULAMALAR ... 215
5.2. ISITICI ÇİZİMİ ... 218
5.2.1. Isı Kaybının Yazılması ... 218
5.2.2. Isıtıcıların Yerleştirilmesi ... 219
UYGULAMALAR ... 223
5.3. ISITMA TESİSATI BORU HATTI ÇİZİMİ ... 227
5.3.1. Isıtma Tesisatında Kullanılan Borular ... 227
5.3.2. Isıtma Tesisatı Boru Hatları Çizimi ... 228
5.3.3. Kazan Dairesi Yerleşimi ... 235
UYGULAMALAR ... 238
5.4. KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ ... 242
UYGULAMALAR ... 249

6. ISITMA TESİSATI BORU ÇAPI HESABI 253

6.1. BORU ÇAPI HESABI 254
6.1.1. Boru Çapı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması 256
6.1.2. Kısi (Ş) Değerleri Çizelgesinin Doldurulması 258
6.2. KAZAN KAPASİTE HESABI 264
6.2.1. Kazan Hesabı 264
6.2.1.1. Kazan Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar 265
6.2.1.2. Kazan Dairesi Havalandırması 265
6.2.2. Baca Hesabı 267
6.2.3. Brülör Hesabı 269
6.2.4. Yıllık Yakıt Sarfiyatı Hesabı 270
6.2.5. Yakıt Deposu Hesabı 270
6.2.6. Yakıt Tankı Serpantini 271
6.3. GENLEŞME TANKI HESABI 272
6.3.1. Açık Genleşme Deposu Hesabı 272
6.3.2. Kapalı Genleşme Deposu Hesabı 273
6.4. SİRKÜLASYON POMPASI HESABI 276
6.4.1. Sirkülasyon Pompası Debisi 276
6.4.2. Sirkülasyon Pompası Basıncı 276
6.4.3. Denge Kabı 278
6.4.4. Kollektörler 278
6.4.5. Eşanjörler 280
6.4.6. Boyler 280
6.4.7. Kalorimetre 281
6.5. ISITMA TESİSATI RAPORU 282
UYGULAMALAR 283

EK-1: UYGULAMASI YAPILAN MİMARİ PROJE 285
KAYNAKÇA 300

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Etkileşimli materyal, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

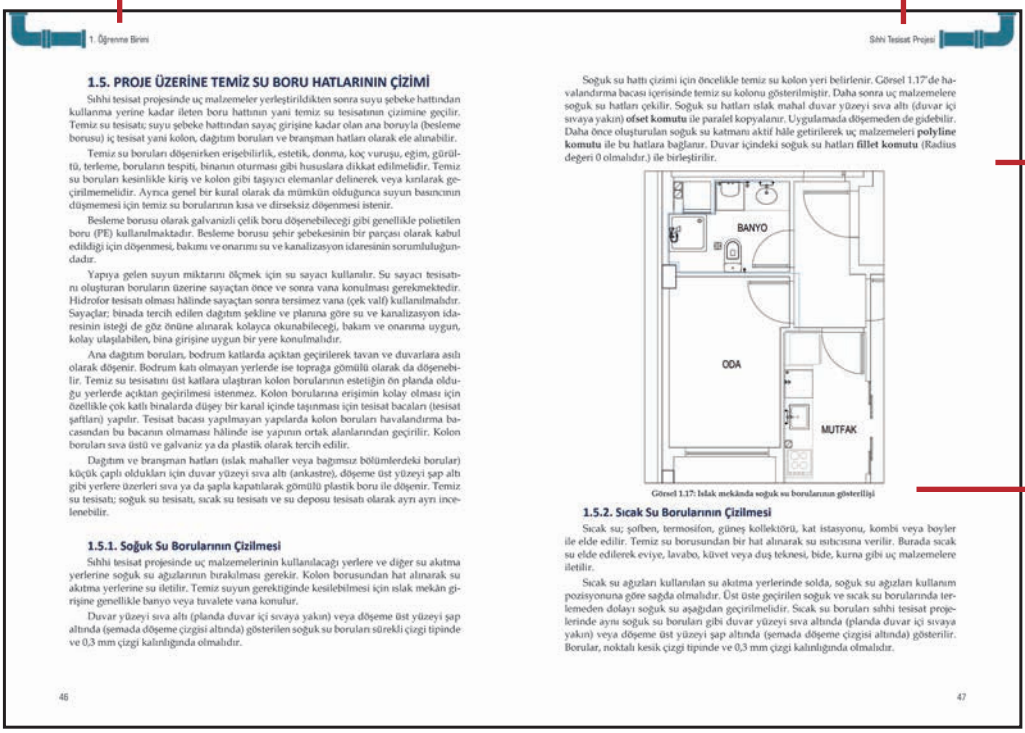
Öğrenme biriminin konularını gösterir.

Öğrenme biriminin kavramlarını gösterir.

Öğrenme biriminin hazırlık çalışmasını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.



Öğrenme biriminde yer alan konuyu ve içeriği gösterir.

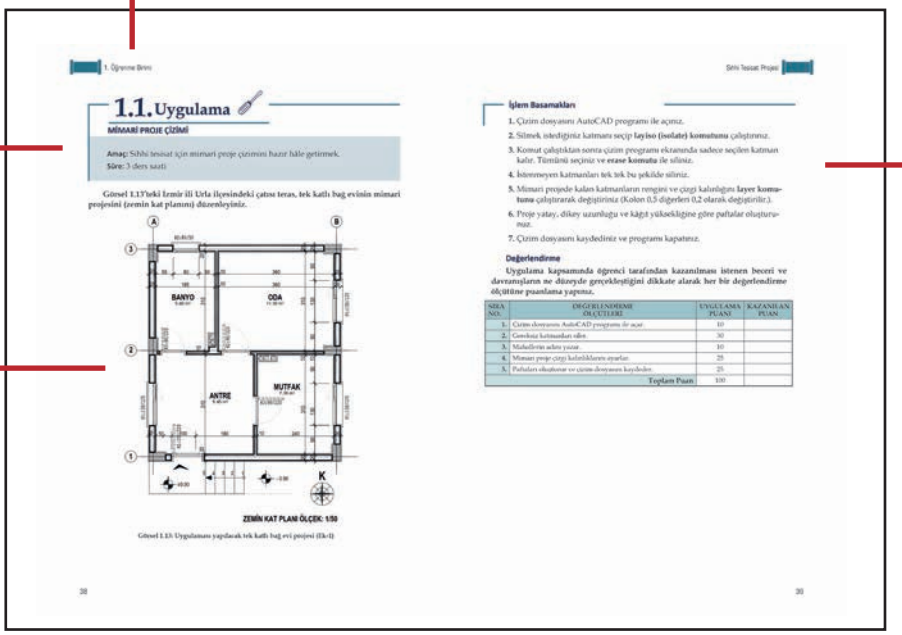
Konuyu destekleyici görselleri gösterir.

Uygulama numarasını gösterir.

Uygulama amacını ve süresini gösterir.

Uygulama görselini gösterir.

Uygulama işlem basamaklarını gösterir.



1. Öğrenme Birimi

1.1. Uygulama

MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat için mimari proje çizimini hazır hâle getirmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 1.13'teki İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras, tek katlı bağ evinin mimari projesini (zemin kat planını) düzenleyiniz.

Görsel 1.13: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesi (Ek-1)

Sıhhi Tesisat Projesi

İşlem Basamakları

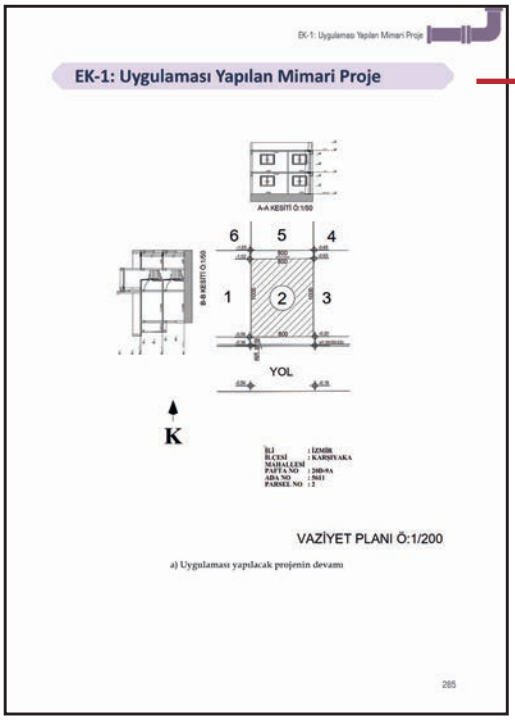
1. Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Silmek istediğiniz katmanı seçip **layiso (isolate) komutunu** çalıştırınız.
3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümünü seçiniz ve **erase komutu** ile siliniz.
4. İstenmeyen katmanları tek tek bu şekilde siliniz.
5. Mimari projede kalan katmanların rengini ve çizgi kalınlığını **layer komutunu** çalıştırarak değiştiriniz (Kolon 0,5 diğerleri 0,2 olarak değiştiriliz.).
6. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturunuz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Gereksiz katmanları siler.	30	
3.	Mahalleleri adını yazar.	10	
4.	Mimari proje çizgi kalınlıklarını ayarlar.	25	
5.	Paftaları oluşturur ve çizim dosyasını kaydeder.	25	
	Toplam Puan	100	

Konu içinde ve uygulamalarda kullanılan mimari projenin kitabın sonunda yer aldığı bölümü gösterir.



EK-1: Uygulaması Yapılan Mimari Proje

VAZİYET PLANI Ö:1/200

a) Uygulaması yapılacak projenin devamı

1. ÖĞRENME BİRİMİ

SIHHİ TESİSAT PROJESİ

KONULAR

1.1. SIHHİ TESİSAT PROJESİNDE KULLANILAN SEMBOLLER
1.2. BİNANIN VAZİYET VE MİMARİ PLANI
1.3. MİMARİ PROJE ÇİZİMİ
1.4. MİMARİ PROJE ÜZERİNE SIHHİ TESİSAT UÇ MALZEMELERİN ÇİZİMİ
1.5. PROJE ÜZERİNE TEMİZ SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

TEMEL KAVRAMLAR

plan
şema
vaziyet planı
mimari proje
uç malzemeler
şablon dosya
soğuk su tesisatı
sıcak su tesisatı
su deposu
hidrofor tesisatı

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Sıhhi tesisat projelerinde kullanılan semboller
- Mimari projeyi okuma
- Mimari projenin sıhhi tesisat projesinin çizilmesi için düzenlenmesi
- Mimari proje üzerine sıhhi tesisat uç malzemelerin çizimi
- Mimari proje üzerine temiz su boru hatlarının çizimi

Hazırlık Çalışması

1. **Bilgisayar destekli tesisat meslek resim dersinde öğrendiğiniz komutları gözden geçiriniz.**
2. **Çevrenizde yapılan binaların projelerini inceleyiniz ve şantiyelerine giderek gözlem yapınız.**

Sıhhi tesisat projesi; insan sağlığının korunabilmesi için gerekli olan temiz içme ve kullanma suyunun temini, suyun depolanması ve basınçlandırılması, kullanım sıcak suyunun elde edilmesi, atık suların sağlığa zarar vermeyecek şekilde uzaklaştırılması ile ilgili boru tesisatlarının planlanmasını içerir.

Bir yapının proje tasarımının tekniğine uygun yapılabilmesi için proje tasarımcısı; kanun, yönetmelik, standartlar ve teknolojiyi yakından takip ederek çok yönlü ve doğru bir şekilde tasarımı gerçekleştirme yeteneğine sahip olmalıdır. Proje düzenlenirken raporların hesaplarla vaziyet planının kat planları ve kolon şemasıyla bir arada olması gerekir. Sıhhi tesisat projesi dışındaki tüm tesisat projelerinin rapor ve hesapları sıhhi tesisat raporuna ilave edilebilir.

Bir tesisat elemanının proje okuması ve bilgisayar destekli çizim (AutoCAD) kullanma bilgisine sahip olması günümüzde gereklilik hâline gelmiştir. Çünkü projeler okunarak proje üzerinden yapılacak olan iş ve işin özelliği görünür, yaklaşık maliyetler hesaplanır ve işin bedeli ortaya çıkar.

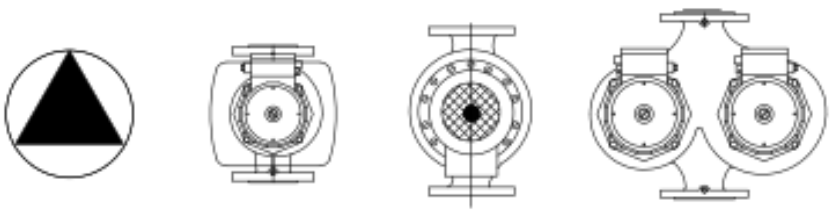
Sıhhi tesisat ve ısı yalıtım projesinin kullanım amacına bakılmaksızın inşaat ruhsatı alınabilmesi için hazırlanıp ilgili belediyeye teslim edilmesi zorunludur. İnşaat bitiminde proje ve yapı kontrol edilerek oturma raporu çıkartılır. Isıtma tesisatı projeleri ise sonraki öğrenme faaliyetlerinde belirtilecek olan belli şartlar dâhilinde hazırlanıp teslim edilmek zorundadır.

1.1. SIHHİ TESİSAT PROJESİNDE KULLANILAN SEMBOLLER

Sembol; ilgili tesisat elemanını (aygıtını) belirleyen resim, çizgi, harf, şekil vb. işaretlerdir.

Sıhhi tesisat sembolleri; tesisatta kullanılan vitrifiye, borular, cihaz, emniyet ve kontrol elemanlarının standartlaştırılmış şekiller hâlinde gösterilmesidir. Sembollerin standartlaştırılmış olması projeyi çizen, kontrol eden, uygulamayı yapan ve uygulamayı kontrol eden tüm teknik elemanların aynı ifadeyi anlamaları içindir. **TS 3500 Tesisat Projeleri İçin Semboller** ile Türkiye'de sıhhi tesisat sembollerinin gösterimi birçok ülkede olduğu gibi genel olarak standartlaşmıştır. Proje çizimlerinde bu standart dikkate alınır.

Günümüzde projelerde teknolojik gelişmelerle birlikte bilgisayar destekli çizimle bazı semboller ayrıntılı çizilerek resim niteliği kazanmıştır (Görsel 1.1). Firmalar, bilgisayar destekli çizim (AutoCAD) programında kendi ürünlerinin detaylı çizimlerini (block) yaparak piyasaya sunmaktadır. Ayrıca görsel ifadelerin yetersiz kaldığı durumlarda bilgiler yazı ile de verilebilir.



Görsel 1.1: Sirkülasyon pompası sembolü ve projelerde yaygın kullanımları

Sembolü bulunmayan tesisat elemanı, tesisat elemanını açık bir biçimde belirleyen ve olabildiği kadar basit çizgilerden oluşturan özel semboller ile gösterilmelidir. Projeye, bu sembolleri belirleyen bir çizelge (lejant) eklenmelidir. Sembollerin çiziminde kullanılan ölçek, çizilen pafta ölçeğiyle aynı olmalı ve çizgi kalınlıklarına uyulmalıdır.

Soğuk su ve sıcak su boruları: 0,3 mm

Sirkülasyon boruları: 0,3 mm

Yangın boruları: 0,4 mm

Atık su ve yağmur su boruları: 0,8-1,0 mm

Vitrifiyeler ve cihazlar: 0,4-0,5 mm

Mimari proje: 0,2 mm

Kolon veya perde beton: 0,5 mm

Yazılar: 0,2 mm

Not: Bunların dışında çizgi tipi veya kalınlığı dışında kullanım yapılacaksa lejant verilerek tanımlanmalıdır.

Piyasadaki uygulamalar da göz önüne alınarak sıhhi tesisat projelerinde kullanılan semboller aşağıda konu başlıklarına göre verilmiştir. Uygulamalarda sıhhi tesisat plan ve şemaları çizilerek sembollerin gösterilişleri öğrenilecektir.

Uygulamalarda İzmir ili Urla ilçesindeki tek katlı bağ evi ve yine İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki iki katlı basit yapıların projeleri üzerinde ilk önce sıhhi tesisat ve ilerleyen öğrenme birimlerinde ısıtma tesisatı projeleri aynı yapılarda çizilerek konunun daha iyi anlaşılması sağlanacaktır. Karşıyaka projesinin büyütülmüş hâli Ek-1'de görülebilir.

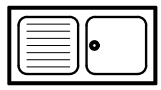
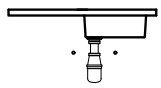
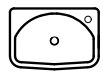
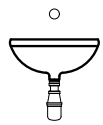
1.1.1. Vitrifiye Sembolleri

Sıhhi tesisat projelerinde kullanılan vitrifiye malzemeleri, kullanım sıcak suyu hazırlanmasını sağlayan cihazlar, suyun depolanması ve basınçlandırılmasında kullanılan çok çeşitli açma kapama ve kontrol armatürleri planda ve kolon şemasında Tablo 1.1-1.6 arasındaki gibi gösterilir.

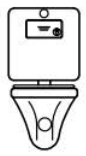
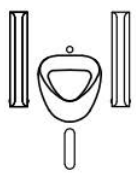
Plan görünüşler, üstten görünüşle ilgili ayrıntıları içerir. Şema görünüşleri (kolon şeması) ise çizilen tesisat uç malzemelerinin veya tüm boruların ön görünüş ile ilgili ayrıntılarını içerir. Diğer bir tanımla tesisatı oluşturan uç malzemeleri (lavabo, eviye, klozet vb.), su deposu, hidrofor, kollektör, boru, sayaç, vana ile diğer donanım ve armatürlerin üstten bakılarak çizilmesi plan görünüşleri, ön görünüş olarak çizilmesi ise şema görünüşünü oluşturur.

Tüm semboller 1/50 ölçeğinde bilgisayar destekli çizim programında (AutoCAD) çizilerek veya elektronik ortamda firmadan alınarak **block komutu** ile kütüphaneye kaydedilir. Projelerde kullanılması gerektiğinde **insert komutu** ile dosyaya çağrılır. Farklı ölçeklerde çalışıldığında **scale komutu** kullanılabilir.

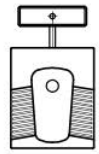
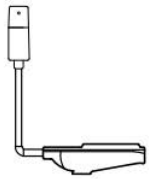
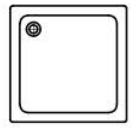
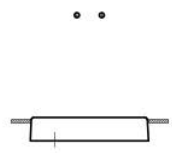
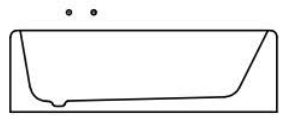
Tablo 1.1: Vitrifiye Sembolleri-1

ADI	SEMBOLÜ	
Tek Gözlü Damlalıksız Eviye	Planda	
	Kolon şemasında	
Tek Gözlü Damlalıklı Eviye	Planda	
	Kolon şemasında	
Lavabo (28x35)	Planda	
	Kolon şemasında	
Yarım Ayaklı Lavabo	Planda	
	Kolon şemasında	

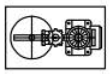
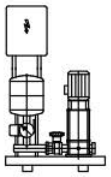
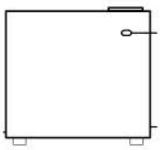
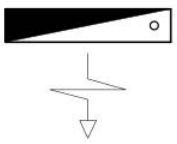
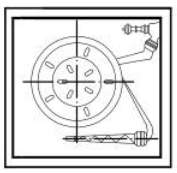
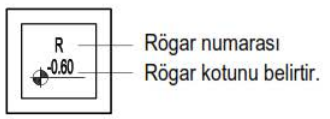
Tablo 1.2: Vitrifiye Sembolleri-2

ADI	SEMBOLÜ	
Alafranga Hela Taşı (Ayaklı Klozet, Kendinden Rezervuarlı)	Planda	
	Kolon şemasında	
Alafranga Hela Taşı (Asma Klozet, Gömme Rezervuarlı)	Planda	
	Kolon şemasında	
Bide	Planda	
	Kolon şemasında	
Pisuvar	Planda	
	Kolon şemasında	

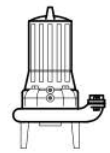
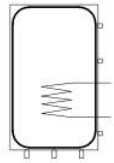
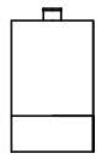
Tablo 1.3: Vitrifiye Sembolleri-3

ADI	SEMBOLÜ	
Alaturka Hela Taşı	Planda	
	Kolon şemasında	
Duş Teknesi	Planda	
	Kolon şemasında	
Yıkanma Teknesi (Küvet)	Planda	
	Kolon şemasında	
Su Sayacı	Planda	
	Kolon şemasında	
Yer Süzgeci	Planda	
	Kolon şemasında	

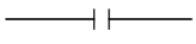
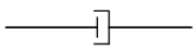
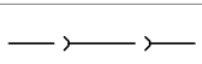
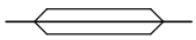
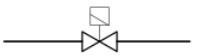
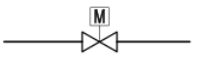
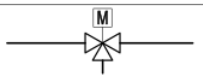
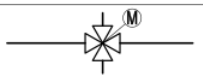
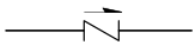
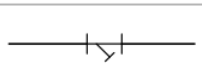
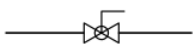
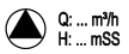
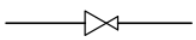
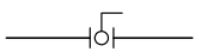
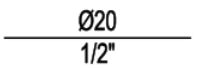
Tablo 1.4: Vitrifiye Sembolleri-4

ADI	SEMBOLÜ	
Hidrofor	Planda	
	Kolon şemasında	
Su Deposu	Planda	
	Kolon şemasında	
Yangın Dolabı	Planda	
	Kolon şemasında	
Atık Su (Pis Su) Rögarı *R yerine Y yazılırsa yağmur suyu rögarını belirtir.	Planda	
	Kolon şemasında	

Tablo 1.5: Vitrifiye Sembolleri-5

ADI	SEMBOLÜ	
Dalgıç Tip Pis Su Pompası	Planda	
	Kolon şemasında	 Q: ... m³/h H: ... mSS
Boyler	Planda	Tek serpantinli boyler V: Boyler hacmi (litre)
	Kolon şemasında	
Kombi	Planda	
	Kolon şemasında	
Elektrikli Termosifon (Su Isıtıcı)	Planda	
	Kolon şemasında	

Tablo 1.6: Vitrifiye Sembolleri-6

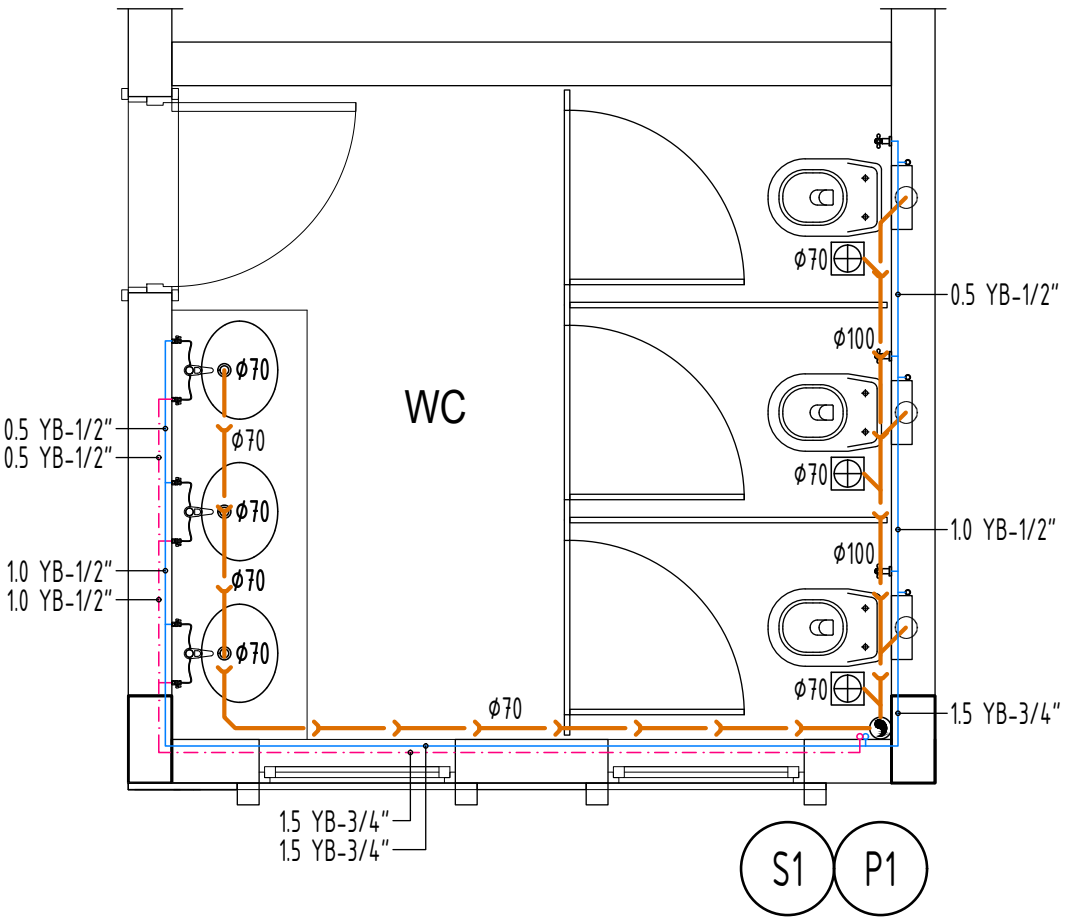
ADI	SEMBOLÜ	ADI	SEMBOLÜ
Flanşlı boru bağlantı		Ağırlıklı emniyet valfi	
Vidalı boru bağlantı		Yaylı emniyet valfi	
Muflu boru bağlantı		Köşe ağırlıklı emniyet valfi	
Isı yalıtımlı boru		Köşe yaylı emniyet valfi	
Atık su borusu iniş		Selenoid valf	
Havalık şapkası		Diyafram valf	
Temizleme kapağı		İki yollu motorlu vana	
Genel anlamda vana		Üç yollu motorlu vana	
Şiber vana		Dört yollu motorlu vana	
Sürgülü vana		Manometre	
Tersimez vana (çek valf)		Termometre	
Pislik tutucu		Hidrometre	
Küresel vana		Sirkülasyon pompası	
Basınç düşürücü vana		Kollektör (dağıtıcı-toplayıcı)	
Kilitlenebilir vana		Boşaltma vanası	
Kelebek vana		Boru çapı	

1.1.2. Boru Sembolleri

Sıhhi tesisat projelerinde kullanılan sıcak su, soğuk su ve pis su gibi boruların planda ve kolon şemasında gösterimleri Tablo 1.7'de verilmiştir. Görsel 1.2'de ise bazı sembollerin proje üzerinde gösterilişleri verilmiştir.

Tablo 1.7: Boru Sembolleri

ADI	SEMBOLÜ
Soğuk Su Borusu	
Sıcak Su Borusu	
Sirkülasyon Borusu	
Yangın Borusu	Y Y
Atık Su (Pis Su) Borusu	
Yağmur Suyu Borusu	
Temiz Su Kolon Numarası	S
Pis Su Kolon Numarası	P
Yağmur Suyu Kolon Numarası	Y



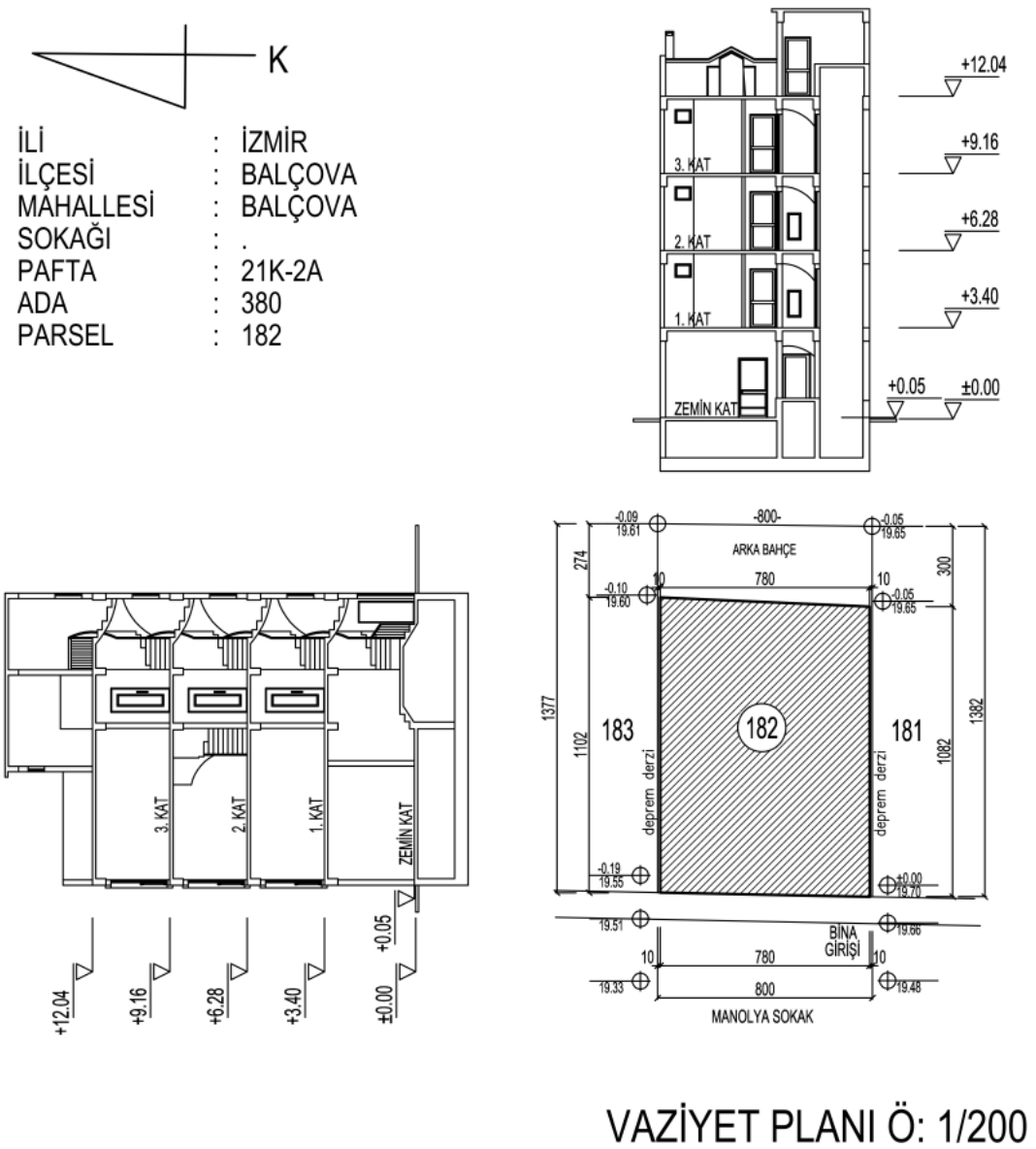
Görsel 1.2: Bazı sembollerin proje üzerinde gösterilişi

1.2. BİNANIN VAZİYET VE MİMARİ PLANI

1.2.1. Vaziyet Planı

Vaziyet planı; planı çizilen yapının komşu yapılarla yol ve sokaklarla olan bağlantılarını parsel kotlarını tüm çevre donanımlarını gösteren ölçekli çizimlerdir. Ayrıca yapının aynı ölçekte çizilmiş enine ve boyuna kesitlerinin de verilmesi gerekir.

Görsel 1.3'te verilen vaziyet planından binanın İzmir ili, Balçova ilçesinde yer aldığı, bitişik nizam ve üç katlı olduğu, sol yan cephesinin kuzeye baktığı, kanal ve temiz su bağlantısının Manolya Sokak tarafından yapılabileceği bilgilerine ulaşılır.



Görsel 1.3: Vaziyet planı (örnek mimari proje)

Sıhhi tesisat projesi çizilirken ilgili belediyenin su ve kanalizasyon idaresinden (İzmir ili için İZSU, Ankara ili için ASKİ, İstanbul için İSKİ vb.) kanal ve temiz su bağlantı yerleri bilgisi alınarak proje tamamlanır. Sıhhi tesisat projesinde vaziyet planı çizgi kalınlığı 0,2 mm, yazı yüksekliği 0,3 mm olmalı ve kesit verilmelidir. Arsa kotları, arsa sınırı, yol durumu, kanal ya da foseptik bağlantı kotu ve yeri gösterilmelidir.

1.2.2. Mimari Plan

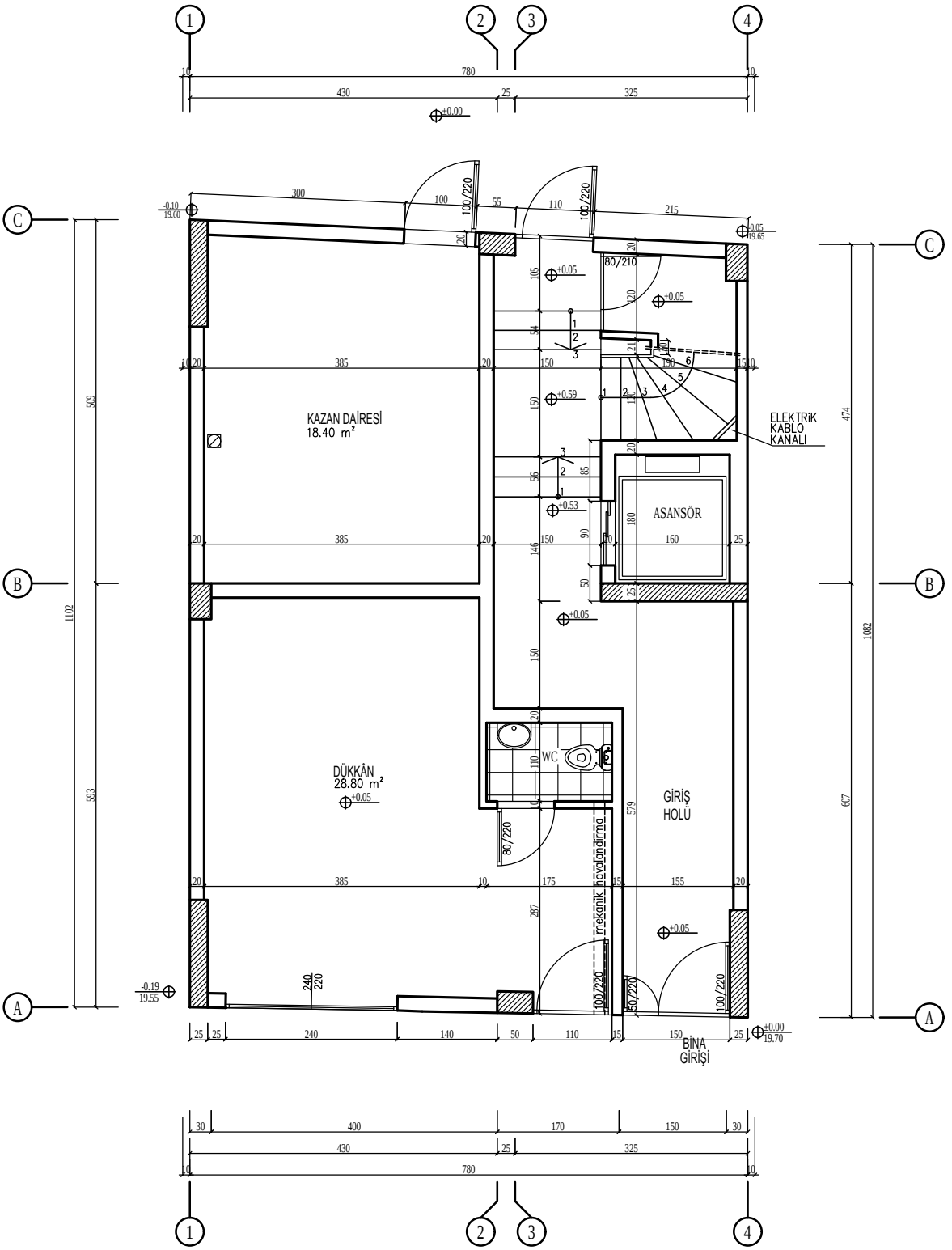
Bir mimari yapının planları, kesitleri, malzeme ve bağlantı detayları, cephe ve dış görünüşleri, yerleşim planları, yapıların birbirleriyle oranı, iç düzenleri ve detayları hakkında teknik ve mimari bilgi veren projelere **mimari proje** denir. Mimari proje, yapının boyutlarına göre çoğunlukla 1/50 veya 1/100 ölçeğiyle çizilir.

Kat planı, söz konusu yapıda kaç kat varsa her birinin tek tek ayrıntılı olarak çizimidir. Bu çizimlere varsa bodrum katları ve çatı katı da mutlaka dâhil edilmelidir. Kat planlarında odaların yerleşimi, banyo ve mutfaktaki vitrifiye elemanlarının yerleri, merdivenlerin konumları gibi tüm ayrıntılar açıkça belirtilir. **Kesit görünüşler**, yapı birden çok katlı ise merdivenlerden geçen yapının enine ve boyuna görünüşlerini gösteren planlardır. Yapının dışarıdan nasıl görüneceğini tam olarak yansıtan çizim planlarını cephe resimleri oluşturur. Elbette yalnızca ön cephe değil, her açıdan ayrıntılı bir çizim söz konusudur.

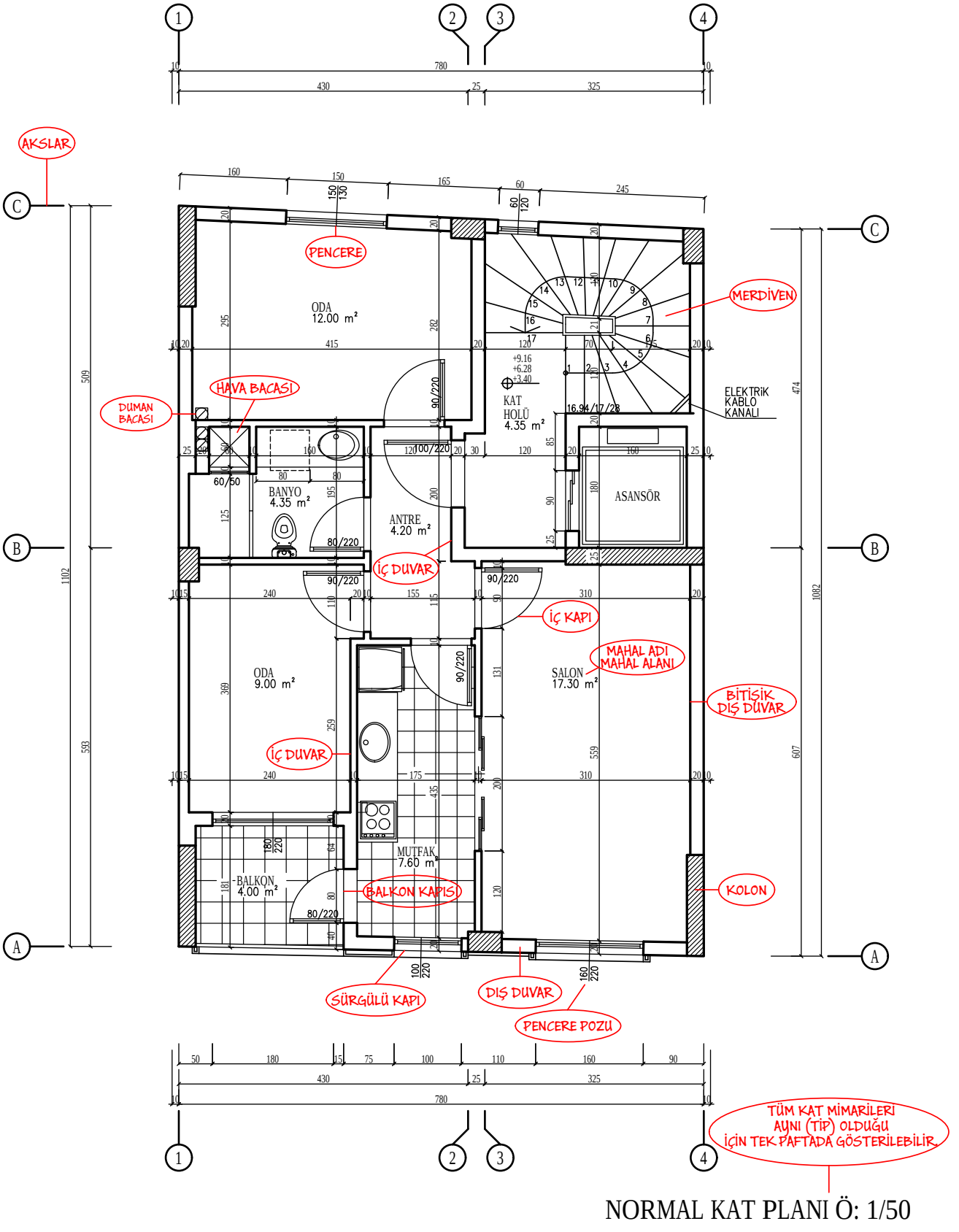
Mimari proje sıhhi tesisat projesi için incelenmesi gereken bilgiler şöyle sıralanabilir:

- Yapının bulunduğu konum vaziyet planından saptanır.
- Yapının kullanım amacı mimari projeden anlaşılır. Binanın konut, büro, okul, hastane, fabrika vb. amaçlar için kullanılması kullanım suyu deposu hesabında belirleyicidir.
- Yapının kat sayısı, yüksekliği ve tüm ölçüleri mimari proje üzerinden belirlenir. Bu ölçüler hidrofor hesabında yine belirleyicidir.
- Yapının kotlu olma durumu, kanal bağlantı ve temiz su bağlantı yönleri vaziyet planından belirlenir. Kotlu bir bina (bodrum kotu, kanal bağlantı kotundan altında) ise kanal bağlantısının nasıl yapılabileceği hakkında fikir sahibi olunmasını sağlar.
- Mimari projeden toplam kullanım alanının ve amacının belirlenmesi gerekir. Kullanım alanına ve amacına göre hangi tür ısıtma (merkezî / bireysel) ve merkezî sıcak su sisteminin (boyler) planlanmasının yapılacağı belirlenir. Kombi kullanılması hâlinde yine temiz su tesisatında sıcak su enerji kaynağı bakımından önem kazanır. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre kullanım alanı 2.000 m^2nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde güneş enerjisi ile desteklenen merkezî sıhhi sıcak su (boyler) sisteminin planlanması şarttır.

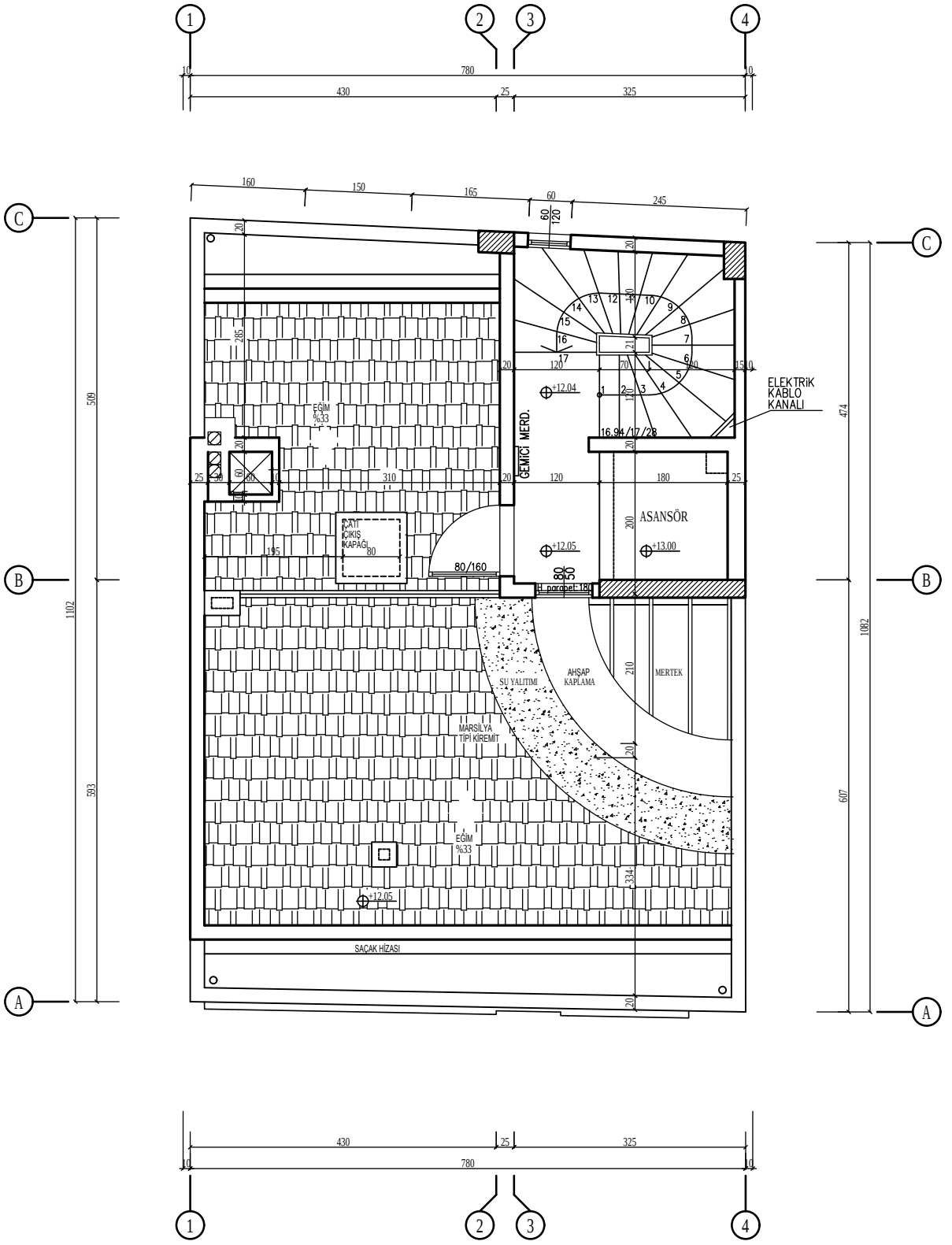
Görsel 1.3 vaziyet planı paftası ile Görsel 1.10 dâhil tüm paftalar birleştiğinde mimari projeyi oluşturur. Bu mimari projede öncelikle sıhhi tesisat projesi daha sonra ise ısıtma tesisatı projesi hazırlanacaktır.



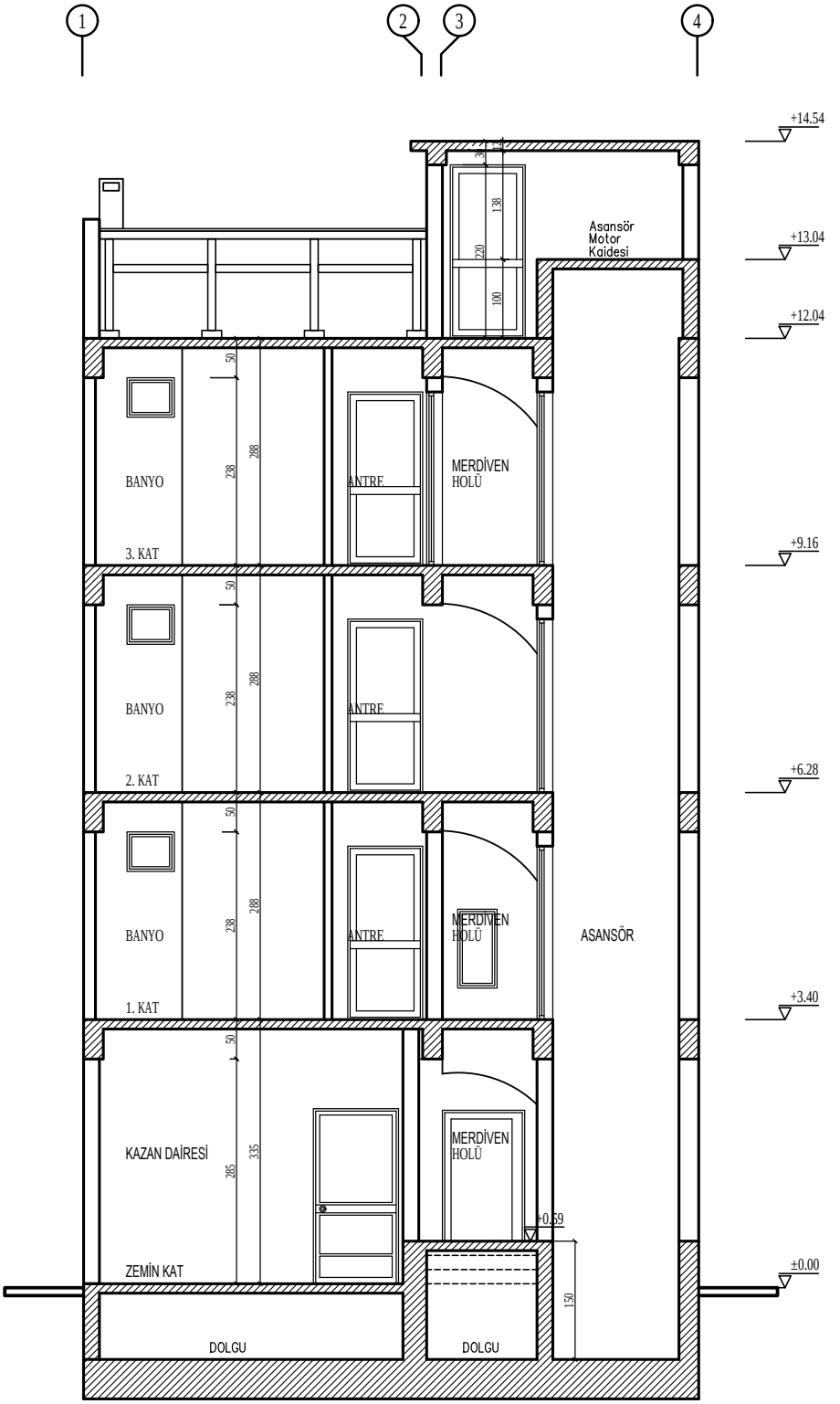
Görsel 1.4: Zemin kat planı (örnek mimari proje)



Görsel 1.5: Normal kat planı (örnek mimari proje)

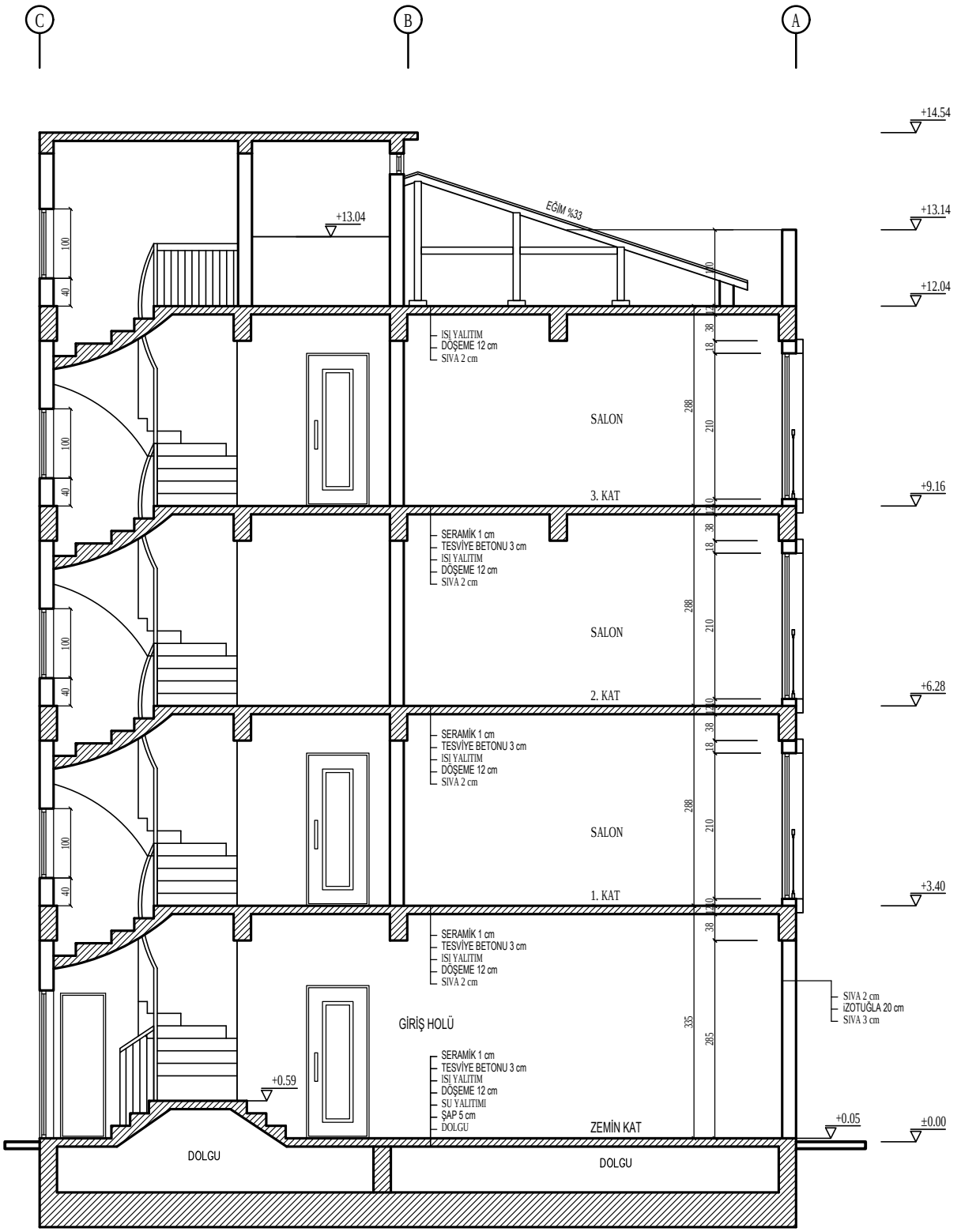


Görsel 1.6: Çatı planı (örnek mimari proje)



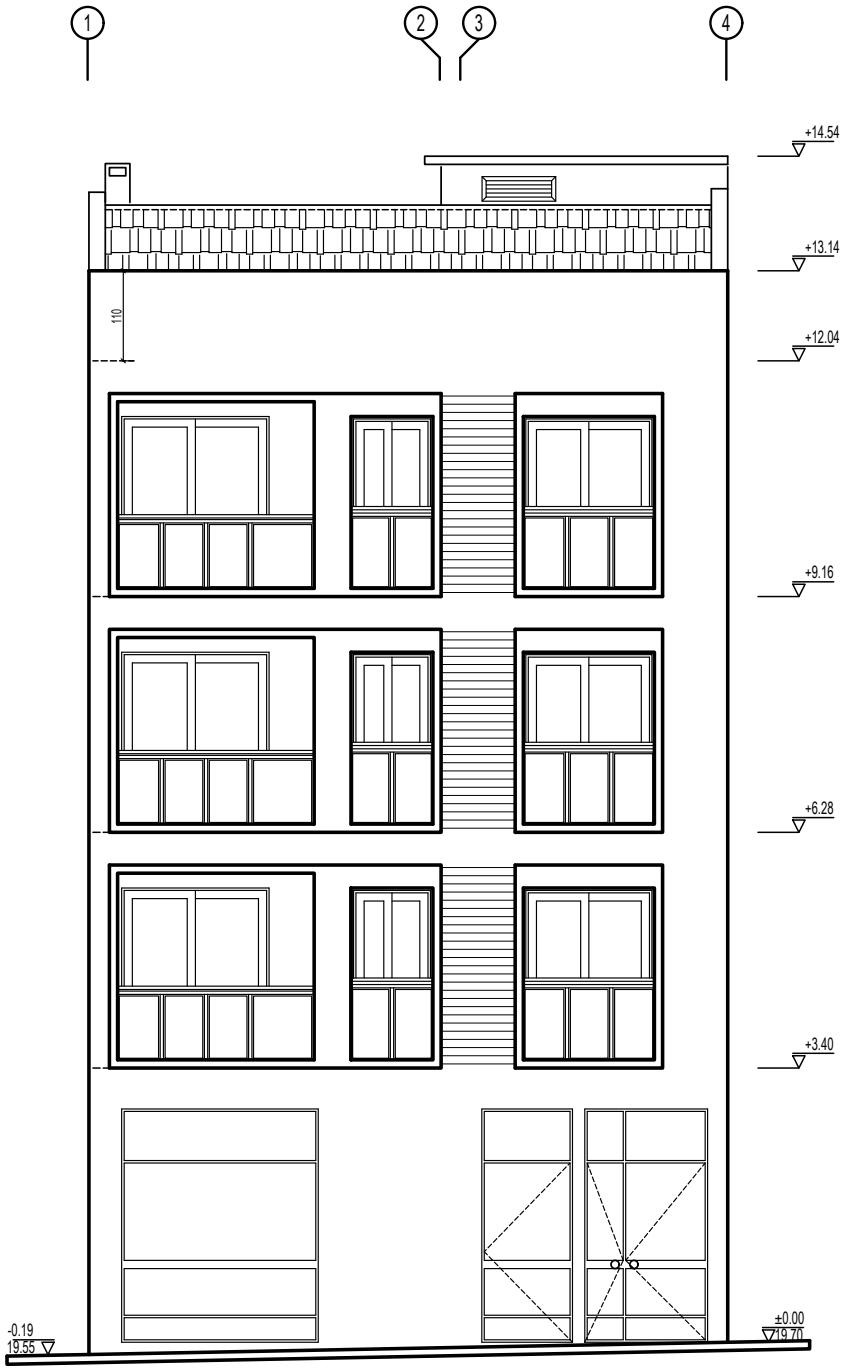
A-A KESİTİ Ö: 1/50

Görsel 1.7: A-A kesiti (örnek mimari proje)



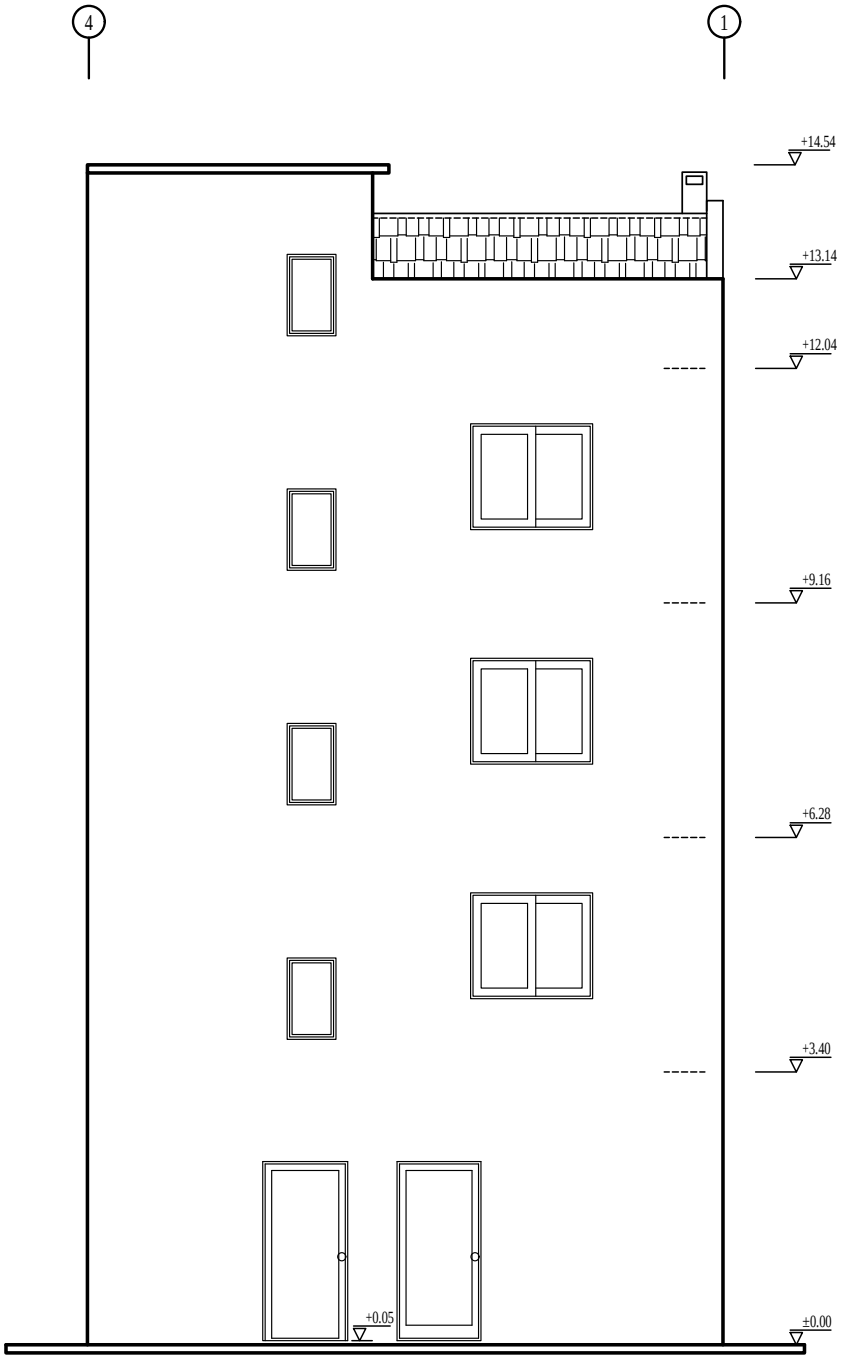
B-B KESİTİ Ö: 1/50

Görsel 1.8: B-B kesiti (örnek mimari proje)



ÖN CEPHE Ö: 1/50

Görsel 1.9: Ön cephe görünüş (örnek mimari proje)



ARKA CEPHE Ö: 1/50

Görsel 1.10: Arka cephe görünüş (örnek mimari proje)

Yukarıdaki örnek mimari projeden yapı ile ilgili tespit edilebilecekler şunlardır:

- İzmir ili, Balçova ilçesinde yer alır.
- Zemin katında dükkân, normal katlarda ise 2 oda+1 salondan oluşan üç daire vardır.
- Zemin+3 katlıdır. Yüksekliği Görsel 1.7 ve 1.8'deki kesitlerde zemin kat için 3,35 m normal katlar için 2,88 m'dir.
- Her iki cephesi bitişik nizamdır. Kanal ve temiz su bağlantısı Manolya Sokak tarafından yapılabilir.
- Toplam kullanım alanının 2.000 m²den az olması sebebiyle merkezî sistem ısıtmanın ve merkezî sistem sıcak su hazırlayıcısı (boyler) planlanmasının gerek olmadığı anlaşılır.

1.3. MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

2000'li yılların başlarına kadar mimar tarafından aydınger kâğıtlarına rapido kalemleriyle çizilen veya onaylanan mimari projeler, ozalit kâğıdında tesisat projeleri (sıhhi tesisat, ısıtma tesisatı, klima havalandırma tesisatı vb.) çizilmesi için makine mühendisine getirilir. Tesisat elemanı tarafından (teknisyen, tekniker, makine mühendisi) aydınger kâğıdına rapido kalemiyle mimari projeden yararlanarak vaziyet ve kat planları çizilir. Tesisat projeleri hazırlanır.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte elle proje çizimi tarihe karışmış ve bilgisayar destekli çizim programlarıyla mimari proje hazırlanmaya başlanmıştır. Mimar, tesisat elemanına elektronik ortamda (e-posta) çizim dosyasını gönderir ve bilgisayar destekli çizim programlarıyla tesisat projeleri hazırlanır hâle gelmiştir.

Projeler, eskiden el ile yapılan çizimlerden ibaret olsa da bugün artık gelişen teknoloji sayesinde bilgisayar programlarının yardımıyla oldukça detaylı çizilir ve plotter yazıcılardan çıktıları alınarak yapı ruhsatı alınması için proje raporuyla birlikte ilçe belediyesine ruhsat veren kurumun onayına sunulur. Bilgisayar programı yardımıyla çizim yapmanın klasik çizim gereçlerini kullanmadan, hızlı, daha hassas, kaydedilerek saklanması ve istenilen ölçekte kâğıda aktarılması gibi birçok üstünlüğü vardır.

Computer Aided Drafting / Design kelimelerinin baş harfleri olan CAD'in Türkçe karşılığı, Bilgisayar Destekli Çizim / Tasarım'dır. Çizim kuralları esas alınarak farklı firmalar, birçok CAD programı gelişmiştir. Bunların birçoğu ülkemizde de kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; Solidworks, ArchiCAD, IntelliCAD ve AutoCAD'dir. AutoCAD programı, mühendislik alanında ülkemizde en çok tercih edileni ve kullanılanıdır.

AutoCAD, Amerika Birleşik Devletleri merkezli Autodesk firmasının 1982 yılında piyasaya sürdüğü bilgisayar destekli çizim programıdır. İlk çıktığı yıllarda Relase 1 (R1), Relase 2 (R2) gibi versiyonlarla üretilirken programın adı 2000 yılından sonra üretildiği yıl ile piyasaya sürülmeye başlanmıştır. Autodesk firması, artık her yıl yeni bir versiyon piyasaya sürmekte ve bunlara da sürüldüğü yılın ismini vermektedir (AutoCAD 2000, AutoCAD 2022 vb.).

Öğrenme biriminde sıhhi tesisat projesinin bilgisayar destekli çizim programı ile hazırlanacağı düşünülerek devam edilmiştir.

1.3.1. Mimari Projenin Düzenlenmesi

Mimari projede vaziyet planı 1/200, kat planları 1/50 ölçeğinde çizilir. Bazen bina büyüklüğüne göre bu ölçekler değişiklik gösterebilir. Çizimlerin ölçeği olarak yaygın şekilde kullanılan ölçekler esas alınır. Bunlar 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100, 1/200 ve 1/500 olabilir. Kâğıt boyutları ve ölçekler, mimari kat planları ile uyum içinde olmalıdır. Standart kâğıt ölçüleri, çıktı ayarlarını ve paftaları oluştururken önem kazanır.

Çizgi kalınlıkları ve tipleri uygun şekilde seçilmiş olmalı ve tüm projede bu çizgi kalınlıklarına uyulmalıdır. Çizgi kalınlıkları aşağıdaki gibi olmalıdır. Çizgi kalınlıklarının resmi okumaya yardımcı olduğu unutulmamalıdır.

Soğuk su ve sıcak su boruları: 0,3 mm

Sirkülasyon boruları: 0,3 mm

Yangın boruları: 0,4 mm

Atık su ve yağmur suyu boruları: 0,8-1,0 mm

Vitrifiyeler ve cihazlar: 0,4-0,5 mm

Mimari proje: 0,2 mm

Kolon veya perde beton: 0,5 mm

Yazılar: 0,2 mm

Not: Bunların dışında çizgi tipi veya kalınlığı dışında kullanım yapılacaksa lejant verilerek tanımlanmalıdır.

Mimari projeyi ilgilendiren detaylar; sıvalar, kolon taramaları, yer-zemin ve döşeme taramaları, kapı-pencere pozları (ölçüleri), tefrişler, kesit düzlem çizgileri, iç ve dış ölçülendirmeler vb. mimari ayrıntılarının (katmanların) sıhhi tesisat projesi çizilirken gösterilmesine gerek yoktur. Tüm bu ayrıntılar silindikten sonra yapı elemanlarının çizgi kalınlıklarının ayarlanması ve mimari projeye uygun kâğıt büyüklüğüne göre paftaların oluşturulması gerekir. AutoCAD programında çizgi kalınlıkları, katmanlarla (layer) oluşturulur. Katmanların (mimari, cihaz, soğuk su borusu, sıcak su borusu, atık su borusu, yağmur suyu borusu, yazılar vb.) ayrı ayrı tanımlanması gerekir.

AutoCAD çizim programında proje çizilirken her yeni projede yeni bir dosya açılıp tekrar tekrar ayarlar yapılıp zaman kaybedilmez. Şablon dosya oluşturularak her projede şablon dosyada çizim yapılır. Şablon dosya oluşturulurken birim ayarları yapılır. İstenen katmanlar (layer), çizgi tipleri, yazı stilleri, ölçü stilleri ve çıktı stilleri oluşturulur. Mimari proje düzenlenir ve şablon dosya içerisine alınarak proje çizimine geçilir.

Örnek mimari projede bu düzenleme aşağıdaki işlem basamakları ile yapılır.

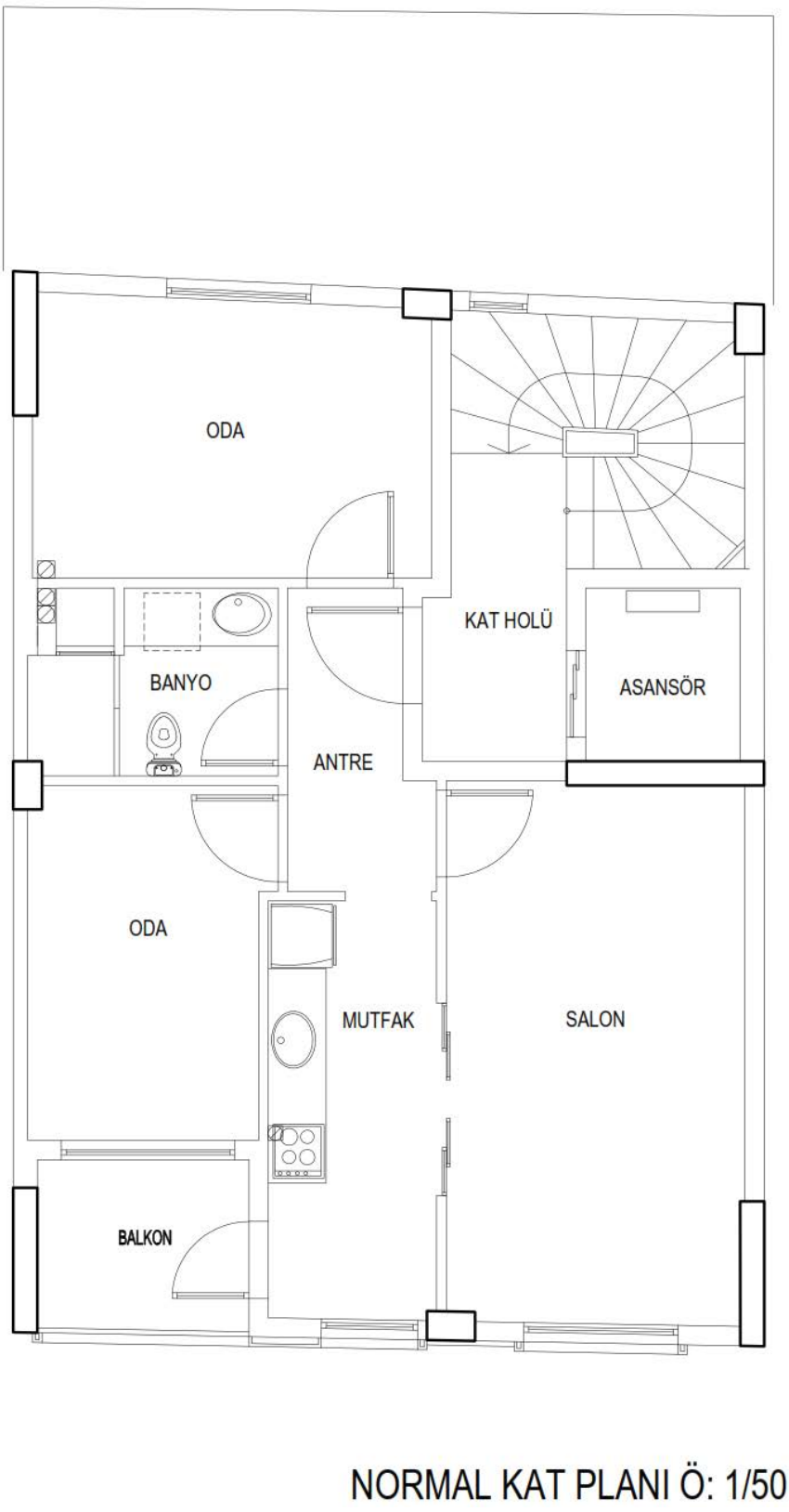
1. Çizim dosyası AutoCAD programı ile açılır.
2. Silmek istenen katman seçilip **layiso (isolate) komutu** çalıştırılır (örneğin ölçülendirme katmanı). Diğer bir yol da katmanları kapatmak olabilir. AutoCAD programında bir işlemin birden fazla yolu olabilir (Bu yollardan en uygun ve en

hızlı olanı seçilebilir. Bu seçim bazen zorunluluk da olabilir.).

3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümü seçilir ve **erase komutu** ile silinir.
4. Seçim işlemi bazen tek tek de olabilir. Katmaların seçimi, mimarinin farklı çizim programlarında oluşturulması nedeniyle çok kolay olmayabilir. **Filter komutu** çalıştırılarak seçim işlemleri gerçekleştirilir.
5. İstenmeyen katmanlar tek tek bu şekilde silinir.
6. Mimari projede kalan katmanların çizgi kalınlığı **layer komutu** çalıştırılarak değiştirilir (Örnekte duvar, merdiven, baca, kapı, pencere gibi yapı elemanları gözü yormayacak renkte ve kalınlık 0,2, kolon 0,5 olacak şekilde değiştirilir.).
7. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturulur. Piyasada en çok kullanılan kâğıt yükseklikleri 60 ve 90 cm'dir. Bu işlemlerden sonra mimari proje, sıhhi tesisat projesi çizimine hazır hâle getirilmiştir (Görsel 1.11).
8. Dosya kaydedilir ve çıkış yapılır (Çalışma esnasında ara ara kaydetmek unutulmamalıdır.).

Görsel 1.11: Örnek mimari projenin düzenlenmiş hâli

Kat planları üzerinde duvar, kolon, kapı, pencere, baca gibi yapı elemanlarının yanı sıra merdiven ve tesisat bacası da gösterilir. Görsel 1.12'de örnek mimari projenin düzenlenmiş hâli büyütülerek normal kat planı verilmiştir.



Görsel 1.12: Örnek mimari projenin düzenlenmiş normal kat planı

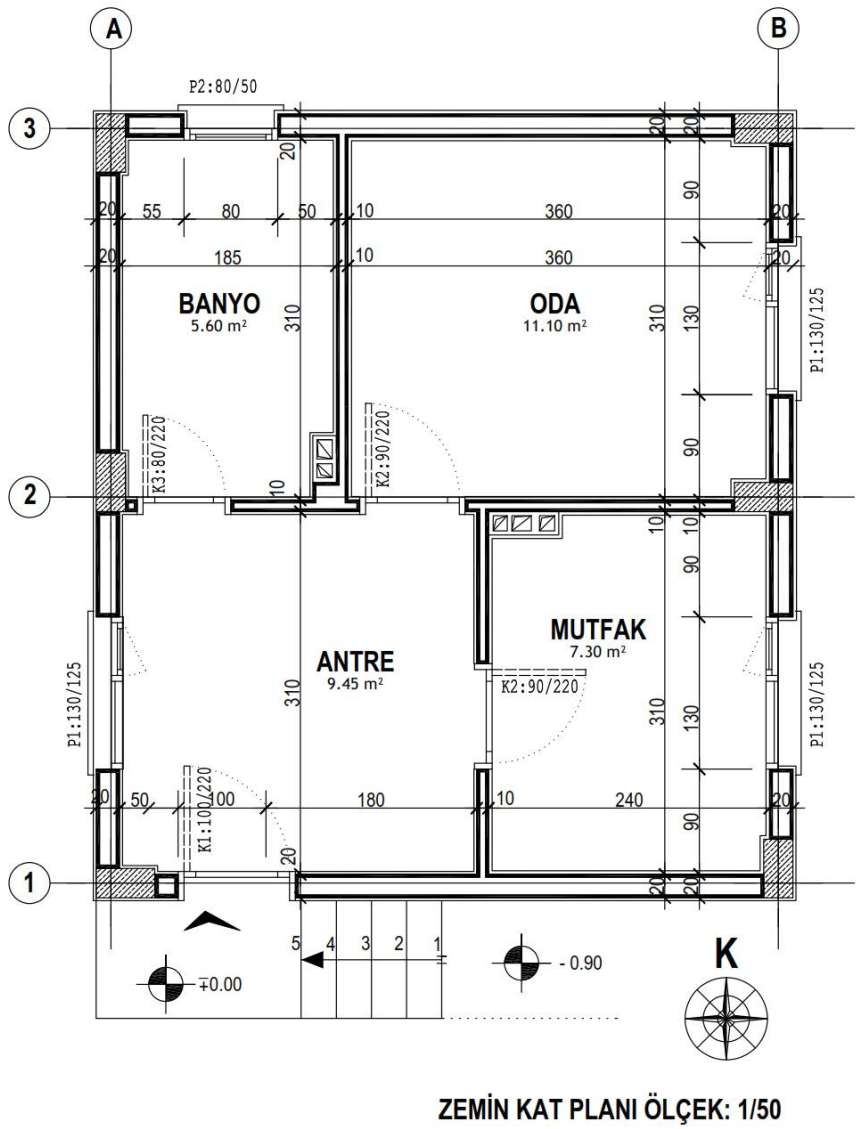
1.1. Uygulama

MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat için mimari proje çizimini hazır hâle getirmek.

Süre: 3 ders saati

Görsel 1.13'teki İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras, tek katlı bağ evinin mimari projesini (zemin kat planını) düzenleyiniz.



Görsel 1.13: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesi (Ek-1)

İşlem Basamakları

1. Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Silmek istediğiniz katmanı seçip **layiso (isolate) komutunu** çalıştırınız.
3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümünü seçiniz ve **erase komutu** ile siliniz.
4. İstenmeyen katmanları tek tek bu şekilde siliniz.
5. Mimari projede kalan katmanların rengini ve çizgi kalınlığını **layer komutunu** çalıştırarak değiştiriniz (Kolon 0,5 diğerleri 0,2 olarak değiştirilir.).
6. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturunuz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Gereksiz katmanları siler.	30	
3.	Mahallerin adını yazar.	10	
4.	Mimari proje çizgi kalınlıklarını ayarlar.	25	
5.	Paftaları oluşturur ve çizim dosyasını kaydeder.	25	
	Toplam Puan	100	

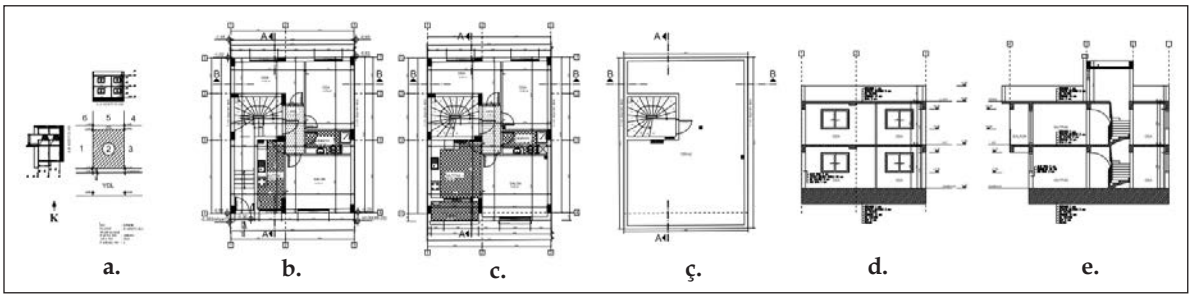
1.2. Uygulama

MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat için mimari proje çizimini hazır hâle getirmek.

Süre: 3 ders saati

İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki (Görsel 1.14) yapının mimari projesini (vaziyet ve kat planlarını) düzenleyiniz.



Görsel 1.14: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Silmek istediğiniz katmanı seçip **layiso (isolate) komutunu** çalıştırınız.
3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümünü seçiniz ve **erase komutu** ile siliniz.
4. İstenmeyen katmanları tek tek bu şekilde siliniz.
5. Mimari projede kalan katmanların rengini ve çizgi kalınlığını **layer komutunu** çalıştırarak değiştiriniz (Kolon 0,5 diğerleri 0,2 olarak değiştirilir.).
6. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturunuz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Gereksiz katmanları siler.	30	
3.	Mahallerin adını yazar.	10	
4.	Mimari proje çizgi kalınlıklarını ayarlar.	25	
5.	Paftaları oluşturur ve çizim dosyasını kaydeder.	25	
	Toplam Puan	100	

1.4. MİMARİ PROJE ÜZERİNE SIHHİ TESİSAT UÇ MALZEMELERİN ÇİZİMİ

Mimari projesi düzenlenen veya çizilen projenin üzerinde ilk olarak ıslak mekânlara (banyo-mutfak) vitrifiye (uç) malzemelerin yerleştirilmesiyle işe başlanır. Mimari proje üzerinde vitrifiye malzemeleri yerleştirilmiş hâlde gelse de çizgi kalınlıkları değiştirilir veya en çok tercih edilen çizgi kalınlıklarıyla block hâlde bulunan vitrifiye malzemeleri **insert komutu** ile dosyaya çağrılarak yerleştirilir. Islak mekânlardaki vitrifiye malzemelerinde bir hata yoksa mimarın mal sahibi veya müteahhit ile düzenlediği tasarıma uyulması gerekir.

1.4.1. Banyo-WC Sıhhi Tesisat Uç Malzemeleri Çizimi

Konutlarda, iş yerlerinde, okullarda, hastanelerde kısaca her yapıda tuvalet mevcuttur. Tuvaletler bulunduğu yapıya göre tasarlanır. Konutlarda bulunan tuvaletlerde genellikle bir hela taşı ve bir lavabo bulunur. Hela taşı olarak klozet kullanılıyorsa bir de yer süzgeci kullanılmalıdır. Buradaki lavabo banyodaki lavaboya göre daha küçük boyutludur. Genel tuvaletlerde sıra hâlinde hela taşı ve yine sıra hâlinde lavabo bulunur.

Banyolara konulacak tüm uç malzemelerinin türü ve adedi kullanacak kişi sayısına göre belirlenir. Banyolarda klozet, lavabo (bazen iki lavabo), duş teknesi veya küvet ve yer süzgeci konulması şarttır. Ancak günümüzde çoğunlukla konut türü yapılarda çamaşır makinesi, banyoda olması gereken uç malzemeleri arasında yerini almıştır. Daha geniş banyo mahallerinde bide, jakuzi gibi cihazlar da konulabilir. Vitrifiye malzemeleri kapının çalışmasına engel olmamalıdır.

Banyo ve tuvaletlerin iyi bir şekilde havalandırılması gerekir. Bunun için havalandırma penceresi yeterli olurken penceresi olmayan mahallerde mekanik havalandırma yapılması gerekir. Bunun için bir fan (aspiratör) vasıtasıyla içerideki havanın dışarı atılması amaçlanmaktadır.

1.4.2. Mutfak Sıhhi Tesisat Uç Malzemeleri Çizimi

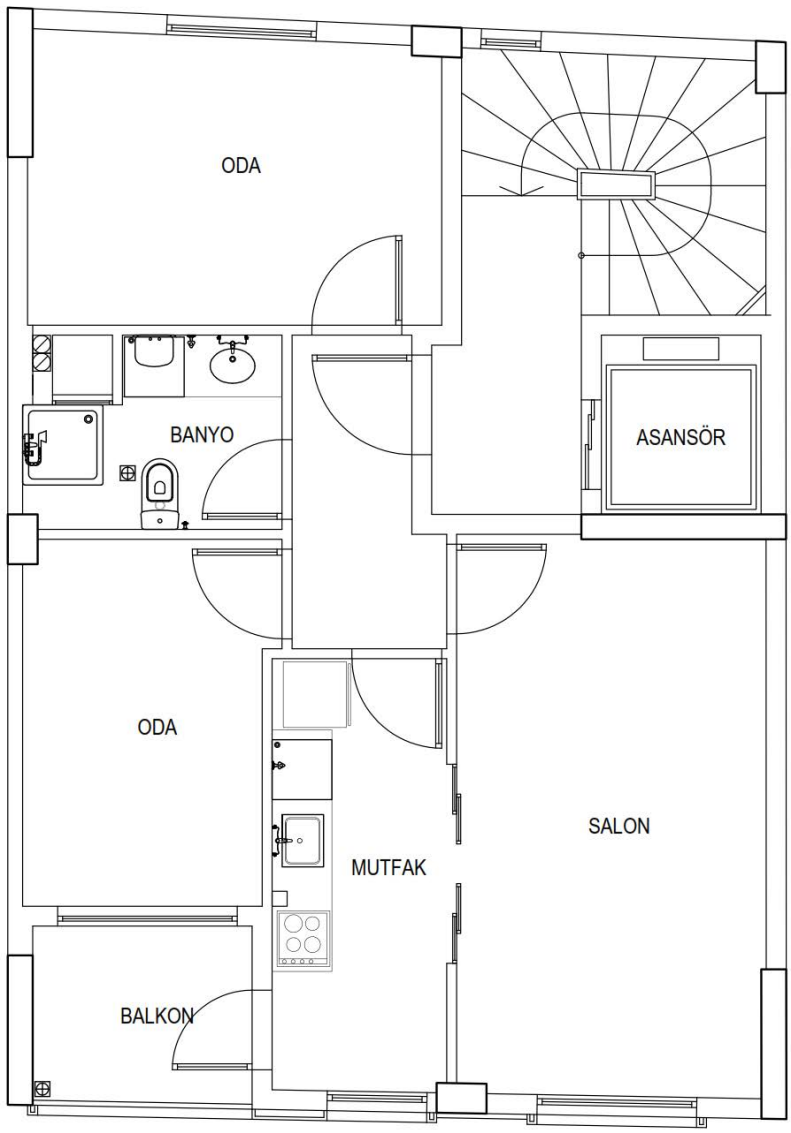
Mutfak, özellikle evlerde sıklıkla kullanılan bir mahaldir. Yemek hazırlama, pişirme ve bulaşık gibi işler için mutfakta zaman geçirilir. Tüm bu işlerin rahat yapılması için kullanışlı bir mutfağa gereksinim duyulur. Gerek mutfağın büyüklüğü ve gerekse yerleşimi, kullanışlı olmasına etki eder. Mutfaklarda eviye, ocak, bulaşık makinesi, buzdolabı, kombi gibi vitrifiye ve cihazlar bulunabilmektedir.

Düzenlenmiş mimari projede uç malzemelerinin yerleşimi aşağıdaki işlem basamakları ile yapılır.

1. Mimarisi düzenlenen örnek mimari çizim dosyası AutoCAD programı ile açılır.
2. Birim ayarlarının yapıldığı, yazı stillerinin oluşturulduğu ve block kütüphanesinin yüklendiği şablon dosya açılır.
3. Şablon dosyasına düzenlenen örnek mimari proje kopyalanır. Dosya yeni bir isimle ve farklı **save as komutu** ile kaydedilir.

4. Örnek mimari çizim dosyası kapatılır. Yeni isimle kaydedilen dosyada çalışılır.
5. Vitrifiye veya cihaz adında çizgi kalınlıklarına dikkat edilerek katman **layer komutu** ile oluşturulur.
6. Banyo ve mutfak mahalleri incelendikten sonra kütüphanede block hâlde bulunan vitrifiye malzemeleri **insert komutu** ile dosyaya çağrılarak çizim dosyasına yerleştirilir (Görsel 1.15).
7. Dosya kaydedilir ve çıkış yapılır (Çalışma esnasında ara ara kaydetmek unutulmamalıdır.).

Not: Bilgisayar destekli tesisat meslek resim dersinde öğrendiğiniz komutların hatırlatılması için öğretmeninizden yardım isteyebilirsiniz.



Görsel 1.15: Örnek mimari projenin vitrifiye (uç) malzemelerinin yerleştirilmiş normal kat planı

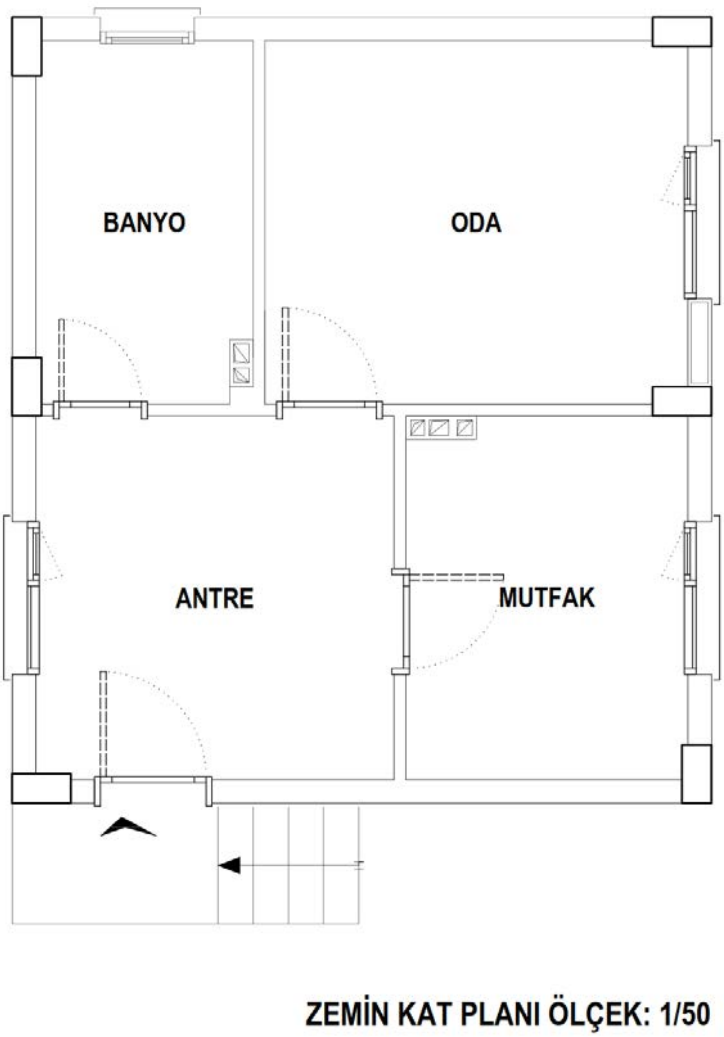
1.3. Uygulama

SIHHİ TESİSAT UÇ MALZEMELERİN ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat uç malzemelerini çizmek.

Süre: 3 ders saati

1.1. Uygulamada mimarisini düzenlediğiniz (Görsel 1.16) İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras, tek katlı bağ evinin gerekli olan sıhhi tesisat uç malzemelerini yerleştiriniz.



Görsel 1.16: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesinin düzenlenmiş hâli (Ek-1)

İşlem Basamakları

1. 1.1. Uygulamada mimarisini düzenleyip kaydettiğiniz çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Birim ayarlarının yapıldığı, yazı stillerinin oluşturulduğu ve block kütüphanesinin yüklendiği şablon dosyayı açınız.
3. Şablon dosyasına düzenlenen mimari projeyi kopyalayınız. Dosyayı yeni bir isimle ve farklı **save as komutu** ile kaydediniz.
4. Örnek mimari çizim dosyasını kapatınız. Yeni isimle kaydedilen dosyada çalışınız.
5. Vitrifiye veya cihaz adında çizgi kalınlıklarına dikkat ederek katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
6. Banyo ve mutfak mahallerini incelendikten sonra kütüphanenizde block hâlde bulunan vitrifiye malzemelerini **insert komutu** ile dosyaya çağırarak çizim dosyasına yerleştiriniz.
7. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Şablon dosyayı AutoCAD programı ile açar, düzenlenen mimari projeyi kopyalar.	20	
2.	Gerekli katmanları oluşturur.	25	
3.	Islak mahallere vitrifiye (uç) malzemelerini yerleştirir.	40	
4.	Dosyayı yeni bir isimle kaydeder.	15	
	Toplam Puan	100	

1.4. Uygulama

SIHHİ TESİSAT UÇ MALZEMELERİN ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat uç malzemelerini çizmek.

Süre: 3 ders saati

Görsel 1.14'te verilen ve 1.2. Uygulamada mimarisini düzenlediğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının gerekli olan sıhhi tesisat uç malzemelerini yerleştiriniz.

İşlem Basamakları

1. 1.2. Uygulamada mimarisini düzenleyip kaydettiğiniz çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Birim ayarlarının yapıldığı, yazı stillerinin oluşturulduğu ve block kütüphanesinin yüklendiği şablon dosyayı açınız.
3. Şablon dosyasına düzenlenen mimari projeyi kopyalayınız. Dosyayı yeni bir isimle ve farklı **save as komutu** ile kaydediniz.
4. Örnek mimari çizim dosyasını kapatınız. Yeni isimle kaydedilen dosyada çalışınız.
5. Vitrifiye veya cihaz adında çizgi kalınlıklarına dikkat ederek katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
6. Banyo ve mutfak mahallerini incelendikten sonra kütüphanenizde block hâlde bulunan vitrifiye malzemelerini **insert komutu** ile dosyaya çağırarak çizim dosyasına yerleştiriniz.
7. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Şablon dosyayı AutoCAD programı ile açar, düzenlenen mimari projeyi kopyalar.	20	
2.	Gerekli katmanları oluşturur.	25	
3.	Islak mahallere vitrifiye (uç) malzemelerini yerleştirir.	40	
4.	Dosyayı yeni bir isimle kaydeder.	15	
	Toplam Puan	100	

1.5. PROJE ÜZERİNE TEMİZ SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

Sıhhi tesisat projesinde uç malzemeler yerleştirildikten sonra suyu şebeke hattından kullanma yerine kadar ileten boru hattının yani temiz su tesisatının çizimine geçilir. Temiz su tesisatı; suyu şebeke hattından sayaç girişine kadar olan ana boruyla (besleme borusu) iç tesisat yani kolon, dağıtım boruları ve branşman hatları olarak ele alınabilir.

Temiz su boruları döşenirken erişebilirlik, estetik, donma, koç vuruşu, eğim, gürültü, terleme, boruların tespiti, binanın oturması gibi hususlara dikkat edilmelidir. Temiz su boruları kesinlikle kiriş ve kolon gibi taşıyıcı elemanlar delinerek veya kırılarak geçirilmemelidir. Ayrıca genel bir kural olarak da mümkün olduğunca suyun basıncının düşmemesi için temiz su borularının kısa ve dirseksiz döşenmesi istenir.

Besleme borusu olarak galvanizli çelik boru döşenebileceği gibi genellikle polietilen boru (PE) kullanılmaktadır. Besleme borusu şehir şebekesinin bir parçası olarak kabul edildiği için döşenmesi, bakımı ve onarımı su ve kanalizasyon idaresinin sorumluluğundadır.

Yapıya gelen suyun miktarını ölçmek için su sayacı kullanılır. Su sayacı tesisatını oluşturan boruların üzerine sayaçtan önce ve sonra vana konulması gerekmektedir. Hidrofor tesisatı olması hâlinde sayaçtan sonra tersimez vana (çek valf) kullanılmalıdır. Sayaçlar; binada tercih edilen dağıtım şekline ve planına göre su ve kanalizasyon idaresinin isteği de göz önüne alınarak kolayca okunabileceği, bakım ve onarıma uygun, kolay ulaşılabilen, bina girişine uygun bir yere konulmalıdır.

Ana dağıtım boruları, bodrum katlarda açıktan geçirilerek tavan ve duvarlara asılı olarak döşenir. Bodrum katı olmayan yerlerde ise toprağa gömülü olarak da döşenebilir. Temiz su tesisatını üst katlara ulaştıran kolon borularının estetiğin ön planda olduğu yerlerde açıktan geçirilmesi istenmez. Kolon borularına erişimin kolay olması için özellikle çok katlı binalarda düşey bir kanal içinde taşınması için tesisat bacaları (tesisat şaftları) yapılır. Tesisat bacası yapılmayan yapılarda kolon boruları havalandırma bacasından bu bacanın olmaması hâlinde ise yapının ortak alanlarından geçirilir. Kolon boruları sıva üstü ve galvaniz ya da plastik olarak tercih edilir.

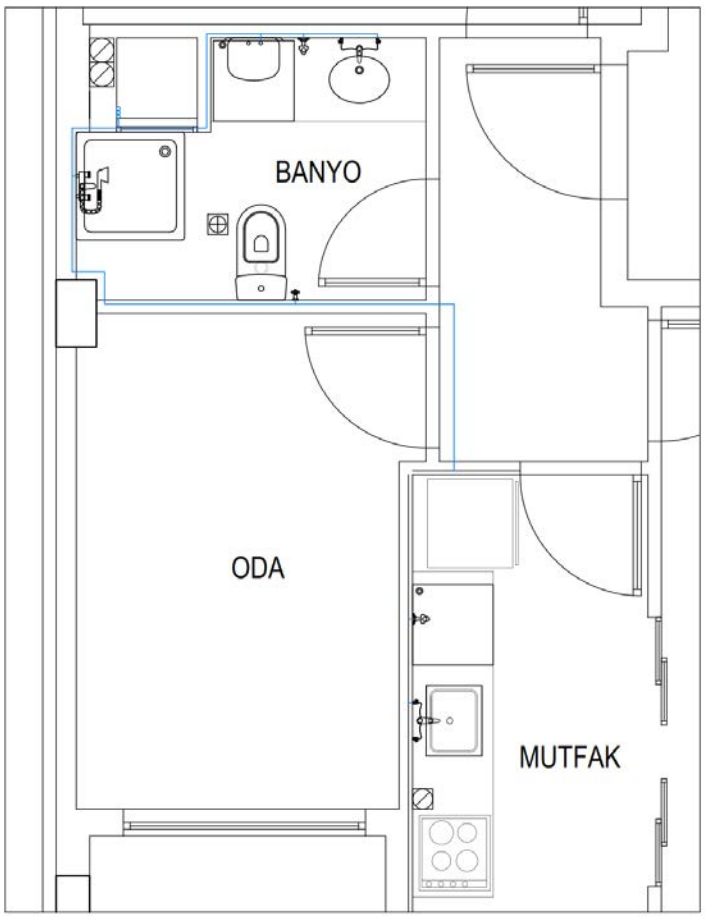
Dağıtım ve branşman hatları (ıslak mahaller veya bağımsız bölümlerdeki borular) küçük çaplı oldukları için duvar yüzeyi sıva altı (ankastre), döşeme üst yüzeyi şap altı gibi yerlere üzerleri sıva ya da şapla kapatılarak gömülü plastik boru ile döşenir. Temiz su tesisatı; soğuk su tesisatı, sıcak su tesisatı ve su deposu tesisatı olarak ayrı ayrı incelenebilir.

1.5.1. Soğuk Su Borularının Çizilmesi

Sıhhi tesisat projesinde uç malzemelerinin kullanılacağı yerlere ve diğer su akıtma yerlerine soğuk su ağızlarının bırakılması gerekir. Kolon borusundan hat alınarak su akıtma yerlerine su iletilir. Temiz suyun gerektiğinde kesilebilmesi için ıslak mekân girişine genellikle banyo veya tuvalete vana konulur.

Duvar yüzeyi sıva altı (planda duvar içi sıvaya yakın) veya döşeme üst yüzeyi şap altında (şemada döşeme çizgisi altında) gösterilen soğuk su boruları sürekli çizgi tipinde ve 0,3 mm çizgi kalınlığında olmalıdır.

Soğuk su hattı çizimi için öncelikle temiz su kolon yeri belirlenir. Görsel 1.17'de havalandırma bacası içerisinde temiz su kolonu gösterilmiştir. Daha sonra uç malzemelere soğuk su hatları çekilir. Soğuk su hatları ıslak mahal duvar yüzeyi sıva altı (duvar içi sıvaya yakın) **ofset komutu** ile paralel kopyalanır. Uygulamada döşemeden de gidebilir. Daha önce oluşturulan soğuk su katmanı aktif hâle getirilerek uç malzemeleri **polyline komutu** ile bu hatlara bağlanır. Duvar içindeki soğuk su hatları **fillet komutu** (Radius değeri 0 olmalıdır.) ile birleştirilir.



Görsel 1.17: Islak mekânda soğuk su borularının gösterilişi

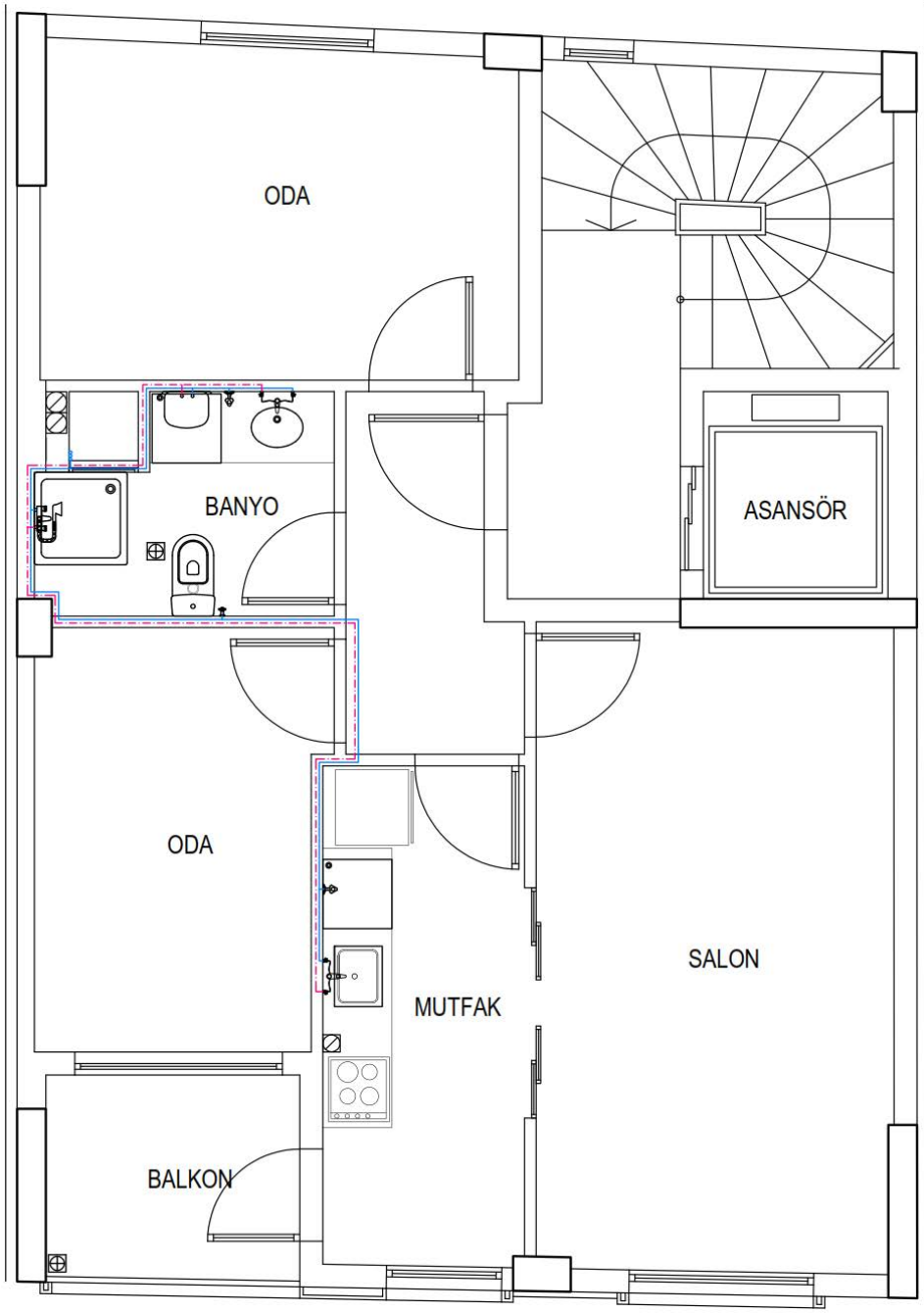
1.5.2. Sıcak Su Borularının Çizilmesi

Sıcak su; şofben, termosifon, güneş kollektörü, kat istasyonu, kombi veya boyler ile elde edilir. Temiz su borusundan bir hat alınarak su ısıtıcısına verilir. Burada sıcak su elde edilerek eviye, lavabo, küvet veya duş teknesi, bide, kurna gibi uç malzemelere iletilir.

Sıcak su ağızları kullanılan su akıtma yerlerinde solda, soğuk su ağızları kullanım pozisyonuna göre sağda olmalıdır. Üst üste geçirilen soğuk ve sıcak su borularında terlemeden dolayı soğuk su aşağıdan geçirilmelidir. Sıcak su boruları sıhhi tesisat projelerinde aynı soğuk su boruları gibi duvar yüzeyi sıva altında (planda duvar içi sıvaya yakın) veya döşeme üst yüzeyi şap altında (şemada döşeme çizgisi altında) gösterilir. Borular, noktalı kesik çizgi tipinde ve 0,3 mm çizgi kalınlığında olmalıdır.

Sıcak su hattının çizilmesinde ise soğuk su hattı **polyline komutu** ile yani bütün bir çizgi ile oluşturulduğundan **ofset komutu** ile paralel kopyalanıp uç malzemelerine sıcak su hattı bağlanır. Görsel 1.18'de örnek projenin normal kat planı verilmiştir. Ofset mesafeleri standart olursa proje göze daha hoş görünecektir (Bu değer 3 birim gibi alınabilir.).

Not: Soğuk su hattı (mavi) ve sıcak su hatlarının (kırmızı) daha iyi anlaşılması için renkli gösterilmiştir.



Görsel 1.18: Örnek mimari projenin uç malzemelerine soğuk ve sıcak su hatlarının çizildiği normal kat planı

1.5.3. Su Deposu Tesisatı

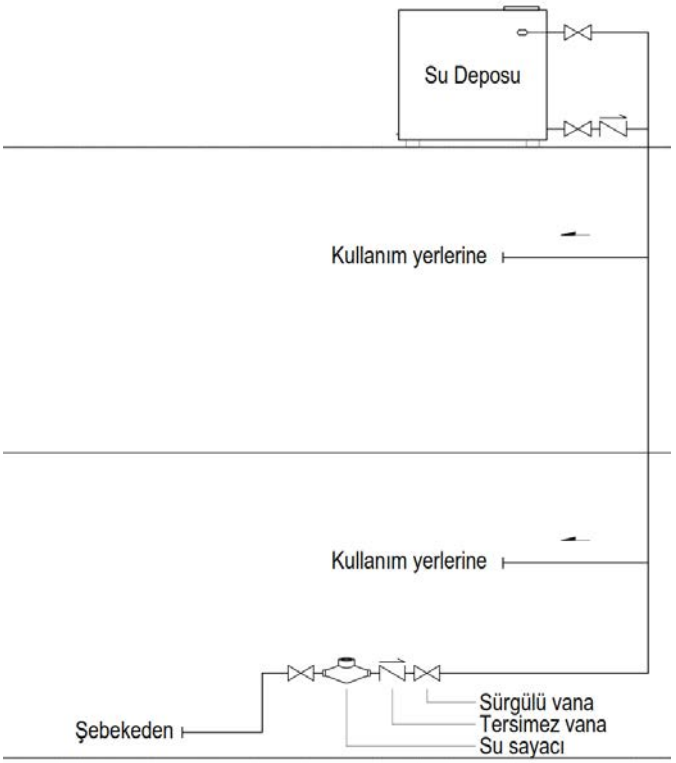
Şebeke basıncının yetersiz olduğu ya da su akışının sürekli olmadığı yerlerde su sıkıntısı yaşanmaması için su deposu kullanılır. Su depolarının üzerinde giriş, çıkış, taşma, boşaltma ve havalandırma boru ağızları bulunmalıdır. Giriş ağzı üzerine rastlayan bir kapak yapılmalıdır. Su depoları; paslanmaz çelikten, galvanizli sacdan, polyesterden veya betonarmeden yapılabilir. Günümüzde modüler tip paslanmaz çelik su depolarının kullanımı yaygınlaşmıştır. Su deposunun boyutları günlük su ihtiyacına bağlı olarak değişir. Taşma borusu depoya gelenden fazla suyu boşaltabilecek çapta yapılmalıdır (Tablo 1.8).

Tablo 1.8: Su Depoları Taşma ve Boşaltma Çapları

DEPO HACMİ (LİTRE)	TAŞMA BORUSU ÇAPI (INCH)	BOŞALTMA BORUSU ÇAPI (INCH)
0-2.900	1"	2 1/2"
3.000-5.900	1 1/2"	2 1/2"
6.000-11.000	2"	2 1/2"
12.000-19.000	2 1/2"	2 1/2"
20.000-28.000	3"	3"
29.000-38.000	4"	3"
39.000 fazlası	4"	4"

Su depoları ve hidrofor; gerekli drenaj ve yalıtım tedbirleri alınarak binanın bodrum ya da çatı katında tertiplenebileceği gibi aynı koşulları taşımak şartıyla bina alanı dışında ön, yan ve arka bahçelerde toprağa gömülü betonarme olarak da yerleştirilebilir. Su depoları tesisata iki şekilde bağlanabilir.

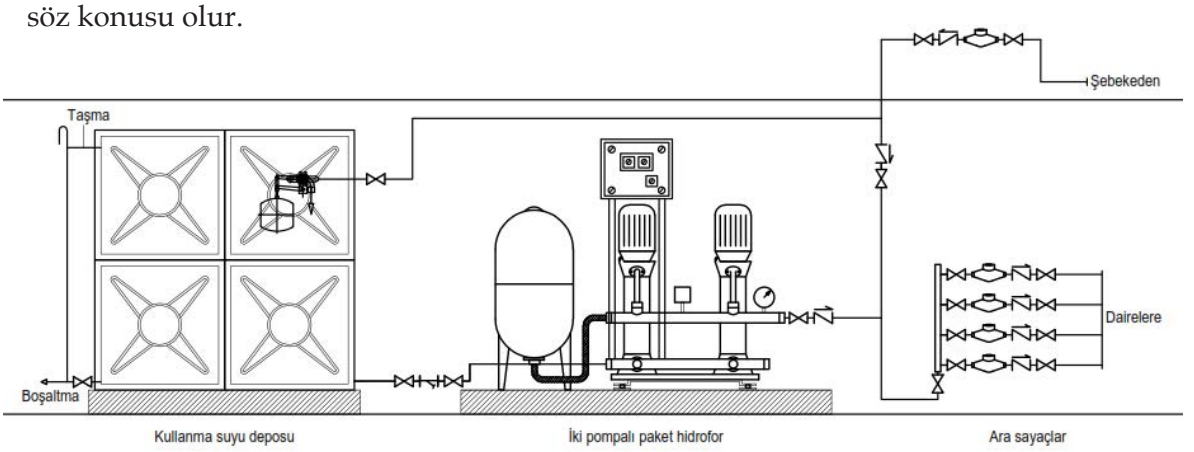
Üstten Dağıtmalı Su Deposu: Binanın en üstüne konularak şebeke suyu mevcut iken kendiliğinden dolacak ve su kesilmesinde suyu alt katlara kendiliğinden verecek şekilde tasarlanır. Çatıya ekstra bir yük olması, suyun dış hava şartlarından etkilenmesi, üst katlarda su basıncının düşük olması, depoda olabilecek arıza ve sızmalar nedeniyle deponun alt katta verebileceği zarar gibi olumsuz yönlerinden dolayı tesis ve işletme maliyetlerinin düşük olmasına rağmen müstakil konutlarda kullanımı görülür (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: Müstakil bir konut için üstten dağıtmalı su deposu bağlantı şekli

Alttan Dağıtmalı Su Deposu: Bina üstünde depo koyma imkânının olmadığı ya da daha fazla basınçlı suya ihtiyaç duyulduğu durumlarda bina altında ya da yakınında bir yere depo konularak buradan hidrofor yardımı ile istenen basınç ve debideki suyun binaya basılması sağlanır.

Görsel 1.20'de görüldüğü gibi şehir suyu tesisata doğrudan iletilebildiği gibi kesinti sırasında hidroforun devreye girmesiyle su kullanma yerlerine su basılabilmektedir. Böyle bir uygulamada yan geçit (by-pass) bağlantı hattına, depo bağlantısı ile su dağıtım borusu arasına bir çek valf konulmalıdır. Aksi hâlde hidroforun sürekli devrede kalması söz konusu olur.



Görsel 1.20: Alttan dağıtmalı su deposu ve hidroforun tesisata bağlantı şeması

Yeterli basınçta şebeke suyu mevcut iken ve tesisat şebekeden beslenirken su deposu da dolu durumdadır. Tesisat şebekeden beslenirken şebeke basıncı hidrofor çıkışından hidrofora da etki edeceğinden hidrofor çalışmaz. Ancak şebeke suyu kesildiğinde hidroforda da basınç etkisi ortadan kalkacağından hidrofordaki basınçlı durumda bekleyen su tesisata gider. Başka bir ifade ile hidroforun şebeke suyu kesildiğinde devreye girmesi ve şebeke suyu geldiğinde devreden çıkması otomatik olarak gerçekleşir.

Hidrofora alt seviyeden emiş yaptırılmamalıdır. Depo, hidroforun yanında ve aynı seviyede olmalıdır. Pompaların su emişinde zorlanmaması gerekir. Bu nedenle hidrofor emiş çapları kesinlikle küçültülmemelidir. Tek pompalı hidroforlarda pompa su giriş değerinden bir boy büyük, iki veya üç pompalı hidroforlarda ise emiş kolektörü çapında emiş tesisatı çekilir.

1.5.3.1. Kullanma Suyu Deposu Hesabı

Su deposu kapasitesinin hesaplanabilmesi için depodan faydalanacak yerin cinsi, su kullanım amacı, insan sayısı, kişi başına günlük su ihtiyacı gibi bazı değerlerin bilinmesi gerekir. Bu veriler dikkate alınarak depo hacmi günlük su sarfiyatı kadar olmalıdır. TS 1258 Temiz Su Tesisatı Hesaplama Kuralları Standardında yapıların işlevlerine göre kabul edilebilecek günlük su gereksinimleri verilmektedir (Tablo 1.9).

Tablo 1.9: Yapıların İşlevlerine Göre Su Gereksinim Değerleri

Konutlar	
Duşsuz, banyosuz	60-80 L/gün kişi
Duş ve kurnalı	80-100 L/gün kişi
Yıkanma tekneli (banyo küvetli)	100-150 L/gün kişi
Otel-Misafirhane	
Duşlu	100 L/gün müşteri
Yıkanma tekneli	150-200 L/gün müşteri

Hastane	250-500 L/gün yatak
Okul-Yuva Gündüzlü okul Bebek bakımevi Kreş (3-6 yaş) Kreş (6 yaş ve yukarısı)	 5 L/gün öğrenci 100-150 L/gün çocuk 80-100 L/gün çocuk 60-80 L/gün kişi
Kışla (Asker-Polis)	60-80 L/gün kişi
Spor Salonu	20-80 L/gün kişi
Yüzme Havuzu	50-150 L/gün kişi
Kapalı Çarşı	3-5 L/gün m² kişi
Tren İstasyonu Yolcu Lokomotif Vagon	 1-2 L/gün yolcu 6.000-8.000 L/gün lokomotif 2.000-2.500 L/gün vagon
Lokanta	2-15 L/gün servis
Çamaşırhane	22-44 L/kg kuru çamaşır
Umumi Banyo ve Hela Yıkanma tekneli Duşlu Hela	 400-600 L/saat adet 350-400 L/saat adet 120 L/saat adet
Ağıl Büyükbaş hayvan Küçükbaş hayvan	 40-50 L/gün hayvan 10-15 L/gün hayvan
Endüstri Fabrika yönetim binaları	 100-170 L/gün

Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ne göre (çok yüksek yapılarda 30 m³ten, umumi binalar ve yüksek katlı yapılarda 15 m³ten, 10 bağımsız bölüme kadar konut binalarında 3 m³ten, diğer binalarda 5 m³ten az olmamak üzere) yapının kullanma amacı, günlük su ihtiyacı gibi kriterler ile ulusal ve uluslararası standartlara uyulmak şartıyla hacmi belirlenen su deposu bulundurulmasının zorunlu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca konut binalarında 10 bağımsız bölümden sonraki artan her bağımsız bölüm için su deposu hacmi 0,50 m^3 artırılır.

1.5.3.2. Hidrofor Hesabı

Basıncı düşük akışkanı (su) depodan veya direkt şehir şebekesinden alarak gereken basınç ve debide kullanma yerlerine ileten ve işletimini kullanım şartlarına göre tamamen otomatik olarak gerçekleştiren pompa sistemlerine **hidrofor** denilmektedir. Hidroforlar, bir veya daha çok pompanın bir kaide üzerine monte edilmesini ve bu pompaların ihtiyaca göre devreye girmesini sağlayan kontrol panelinden oluşur. Kapalı genleşme tankları da bu sistemin yardımcı ekipmanıdır (paket hidrofor). Günümüzde kullanım suyu hidroforlarında dikey tip pompa kullanımı yaygındır.

Hidrofor seçimi yapılabilmesi için hidrofor debisi (m^3/h), basma yüksekliği (m), pompa sayısı ve genleşme tankı hacmi değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu değerler yapının boyutları, kullanıcıların ve tesisat malzemelerinin teknik özellikleri dikkate alınarak hesaplanabilmektedir.

Hidrofor Debisinin Bulunması: Hidrofor debisinin bulunması için öncelikle yapıda tüketilecek günlük ve saatlik su debisinin belirlenmesi gerekir. Günlük tüketilecek su miktarı ve kaç günlük su depolanacağı depo büyüklüğünü belirler. Binaya sevk edilecek su miktarı ile basıncı ise saatlik su tüketimi ve binayla alakalıdır.

Günlük olarak belirlenen değerlerden saatlik en fazla su gereksinimini (hidrofor debisi) bulmak için binada bulunan kişilerin aynı anda su kullanmadıkları düşünülerek tabloda verilen katsayılar kullanılır. Katsayı ile günlük gereksinim çarpımı, saatlik su gereksinimini verir.

$$Q_{max} = Q_T \times k \ \ (m^3/h)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_{max} : Saatlik su gereksinimi (hidrofor debisi)

Q_T : Günlük su sarfiyatı

k : Eş kullanım faktörü (Tablo 1.10'dan seçilir.)

Tablo 1.10: Eş Kullanım Faktörü

Konutlar	
0-4 daireli apartman	0,66
5-10 daireli apartman	0,45
11-20 daireli apartman	0,40
21-50 daireli apartman	0,35
51-100 daireli apartman	0,30
Daha fazla daireli apartman	0,25
Köşk ve sayfiye evleri	0,60
Oteller	
20 yatak	0,4
20-50 yatak	0,3-0,4
50'den fazla yatak	0,2-0,3
Hastaneler	
50-500 yatak	0,2-0,3
500-1.000 yatak	0,15-0,20
1.000-2.000 yatak	0,10-0,15
Çiftlik	
Küçük, 5 büyükbaş hayvan	0,4
Orta, 30 büyükbaş hayvan	0,2-0,4
Büyük, daha fazla büyükbaş hayvan	0,15-0,20
Kışlalar	0,3-0,4
İş Hanı, Okullar	0,3

Uygulamada çok pompalı hidroforların debi kapasiteleri belirlenirken pompalardan en az birinin çalışmadığı durumlarda bile diğerleri çalıştığında hidroforun yeterli debiye ulaşması gerekmektedir. Çok kullanıcılı ve debi gereksiniminin zamana göre değişken olduğu uygulamalarda toplam debi gereksinimini birden fazla pompayla karşılamak doğru olur. Örneğin 30 m^3/h debi ihtiyacında 30 m^3/h debi verebilen 2 pompalı, 15 m^3/h debi verebilen 3 pompalı veya 10 m^3/h debi verebilen 4 pompalı bir hidrofor doğru seçim olacaktır.

Hidrofor Basıncının Bulunması: Hidrofor sisteminden istenilen basınç, en yüksek tüketim noktasındaki akma basıncını sağlayacak değerde olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için hidroforla en yüksek tüketim noktasının statik yükseklik farkını ve bu hat üzerindeki basınç kayıpları ile akma basınçlarının toplamını vermelidir. Buna göre hidrofor basıncı için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$H = h + \Sigma\Delta p + 10 \quad (mSS)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

H : Hidrofor basıncı (mSS)

h : Hidroforun bulunduğu yer ile en yüksek kullanım yeri arasındaki yükseklik (mSS)

ΣΔp : Tesisattaki toplam basınç kayıpları (mSS)

Burada bulunan H basınç kaybı sistemde olması gereken minimum basınç olmalıdır. Aksi takdirde üst tüketim noktalarına su çıkışı olmaz. Binada güneş enerjisi tesisatı varsa ve binanın çatısında monte edilmişse bu kot farkı da dikkate alınmalıdır.

Hidrofor sisteminin minimum çalışma basıncı H değere H_{alt} basıncı denilebilir. Hidrofor bu basınç değerine ulaştığında çalışmaya başlamalıdır. Durma noktası olarak da $H_{üst}$ olarak adlandırılacak olursa hidroforun bu basınç değerine ulaştığında durması gerekmektedir. Hidroforun basınç çalışma aralığı diye isimlendirilen ($H_{üst}$-H_{alt}) basınç farkı 15 mSS olarak alınabilir.

Tesisattaki toplam basınç kayıplarının hesaplanması çoğu zaman kolay değildir. Konut türü uygulamalarda statik bina yüksekliğinin %25'i (h x 0,25) bir değer alınabilir. Ayrıca binada hidrofordan sonra su sayacı, su yumuşatma cihazı vb. basınç kaybı yaratan ekipmanlar var ise bu ekipmanların kaybı ayrıca ilave edilmelidir.

Hidroforun sağlaması gereken basınç hesaplanırken ve genel tesisattaki basınç dağılımı incelenirken dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta, statik su basıncının tesisatın hiçbir noktasında 50 mSS değerini geçmemesinin sağlanmasıdır. Geçmesi durumunda alt katlardaki tüketim noktalarına basınç düşürücü monte edilmelidir.

Membranlı Basınçlı Tankların Seçim ve Hesaplama Yöntemleri: Membranlı basınçlı tanklar; dikey, yatay, ayaklı, ayaksız gibi çeşitli tip ve kapasitelerde üretilmektedir. Kullanımının ve montajının daha pratik olması ve klasik sisteme göre çok az yer işgal etmesi bakımından kullanımı çok yaygınlaşmıştır.

Membranlı tankların kullanım amacı, hidrofor pompaların şalt sayısını azaltmak yani hidroforun bastığı suyu depolamak ve sonra da küçük kullanımlarda bu depodan

suyu alarak pompayı sık sık çalıştırmamaktır. Elektrik motoru üreticilerinin şalt sayısı tavsiyesi f= 20-30 defa civarındadır. Yani motorlara bir saat içinde 20-30 defadan daha fazla çalışma / durma yaptırılmaması tavsiye edilmektedir. Sürekli çalışma / durma fonksiyonu elektrik motorunun, pompa aksamının ve elektrik panosu ekipmanının kullanım ömrünü azalttığı gibi elektrik sarfiyatının da artmasına sebep olmaktadır. Membranlı tankın ön gaz basıncı ise hidrofor basıncından %10 düşük olmalıdır.

Membranlı basınçlı tankların hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$V_n = 330 \times Q_p \times (H_{üst} + 1) / (H_{üst} - H_{alt}) \times f \quad \text{(litre)}$$

Formülde verilen ifadeler şu şekildedir:

V_n : Seçilen tankın nominal hacmi (litre)

Q_p : Sistemdeki bir pompanın debisi (m^3/h)

$H_{üst}$: Hidroforun ayarlanmış üst basıncı (bar) (1 bar = 10 mSS)

H_{alt} : Hidroforun ayarlanmış alt basıncı (bar) (1 bar = 10 mSS)

f : Amaçlanan şalt sayısı

Örnek: Her katında 4 daire ve her dairesinde de ortalama 4 kişi bulunan 5 katlı bir binanın günlük su deposu hacmini bulunuz ve hidrofor seçimini yapınız (Kat yüksekliğini 3 metre, su sayacı basınç kaybını 5 mSS olarak alınız.).

n = 4 x 4 x 5 = 80 kişi

m = 125 l/gün kişi (Tablo 1.9'dan konut için seçilmiştir.)

Q_T = 80 kişi x 125 l/gün kişi = 10.000 litre (10 m^3) günlük su ihtiyacı hesaplanmıştır. Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ne bakıldığında 8 m^3'ten az olmaması gerekir.

$Q_{max} = QT \times k$ (m^3/h)

Daire sayısı 20 olduğu için Tablo 1.10'dan k = 0,40 olarak okunur.

Bulunan bu değer formülde yerine yazılırsa

Q_{max} = 10.000 x 0,40 = 4000 l/h = 4,0 m^3/h olarak bulunur. Sistemde yedekleme yapılacağı düşünülerek 2 adet 4,0 m^3/h kapasiteli pompadan oluşan hidrofor sistemi seçilir.

$H = h + \Sigma\Delta p + 10$ (mSS)

h = 5 x 3 = 15 m

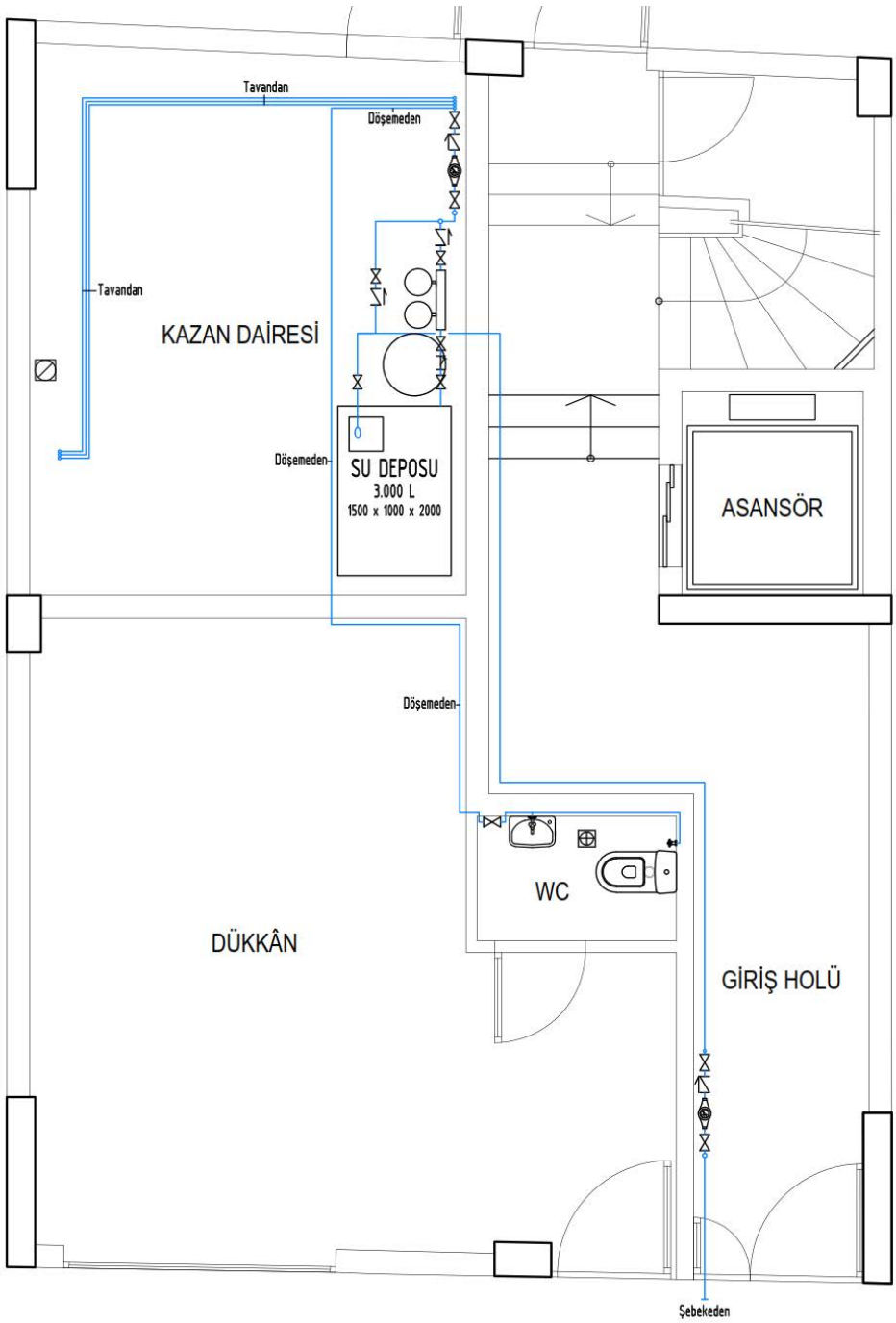
$\Sigma\Delta p$= 15 x 0,25 + 5 = 8,75 (Su sayacı kaybı 5 mSS olarak düşünülmüştür.)

H= 15 + 8,75 + 10 = 33,75 mSS olduğuna göre H_{alt}= 35 mSS civarında seçilir. Böyle bir hidroforun üst basıncı (durma basıncı) $H_{üst}$= 50 mSS olur (1 bar = 10 mSS).

$V_n = 330 \times Q_p \times (H_{üst} + 1) / (H_{üst} - H_{alt}) \times f$ (litre)

Vn= 330 x 4 x (5 + 1) / 1,5 x 30 = 176 litre

Tankın nominal hacmi 200 L seçilmiştir. Ön gaz basıncı ise 3 bar olarak ayarlanmalıdır (H_{alt} x 0,90). Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ne göre 3 daire için en az 3.000 L su deposu ihtiyacı ve hidrofor tesisatı, su sayacı bağlantıları Görsel 1.21'de görülmektedir.



Görsel 1.21: Örnek mimari projenin uç malzemelerine soğuk su, sıcak su, su deposu ve hidrofor tesisatının çizildiği zemin kat planı

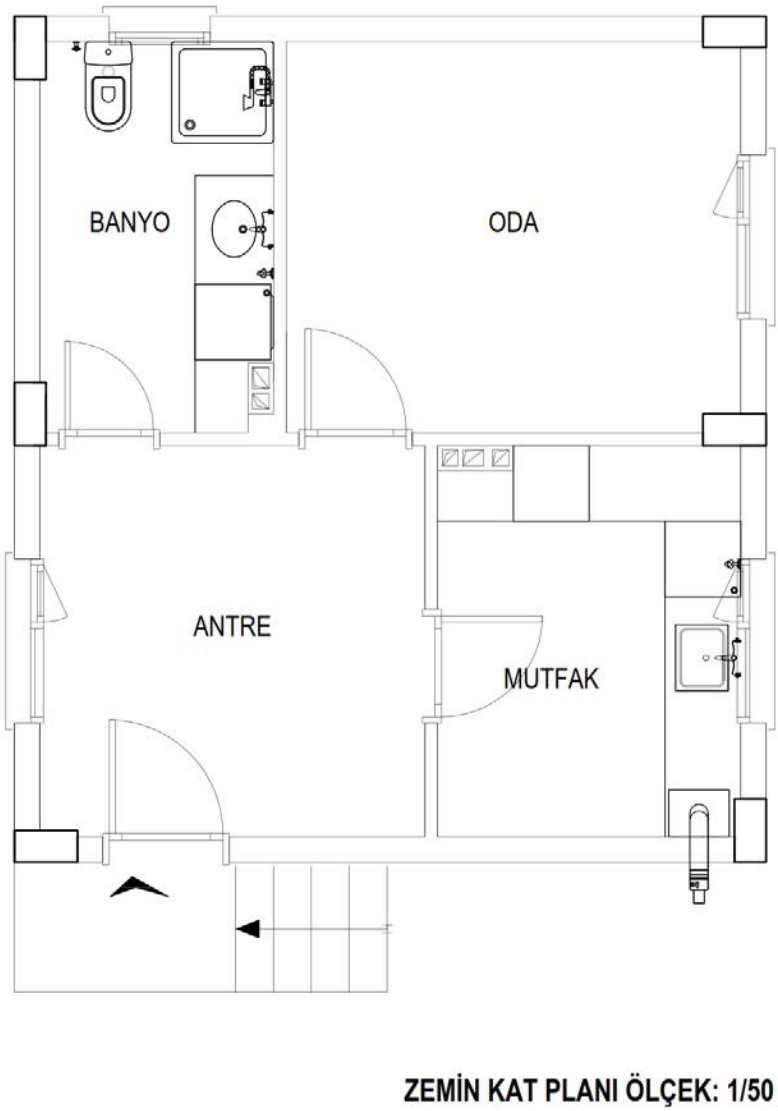
1.5. Uygulama

SIHHİ TESİSAT TEMİZ SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat projesi üzerinde temiz su boru hatlarını çizmek.

Süre: 3 ders saati

1.3. Uygulamada vitrifiye (uç) malzemelerini yerleştirdiğiniz (Görsel 1.22) İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras, tek katlı bağ evinin soğuk ve sıcak su hatlarını çiziniz.



Görsel 1.22: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesinin uç malzemelerinin yerleştirilmiş hâli

İşlem Basamakları

1. 1.3. Uygulamada uç malzemelerini yerleştirip yeni bir isimle farklı kaydettiğiniz çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Soğuk su (mavi) ve sıcak su (kırmızı) adında çizgi tipi ve çizgi kalınlıklarına dikkat ederek katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
3. Temiz su kolon yerini ve sıcak su üretici kombi yerini belirleyiniz.
4. Uç malzemelerine soğuk su hatlarını soğuk su katmanında **polyline komutu** ile çiziniz. Soğuk su hatlarını ıslak mahal duvar yüzeyi şap altı (duvar içi sıvaya yakın) **ofset komutu** ile paralel kopyalayınız. Duvar içindeki soğuk su hatlarını **fillet komutu** (Radius değeri 0 olmalıdır.) ile birleştiriniz.
5. Soğuk su hattı **polyline komutu** ile çizildiğinden **ofset komutu** ile paralel kopyalayarak uç malzemelerine sıcak su hattını bağlayınız (Ofset mesafeleri standart olursa proje göze daha hoş görüneceğinden bu değeri 3 birim gibi alabilirsiniz.).
6. Su sayacı ve hidrofor yerlerini belirleyerek temiz su bağlantılarını yapınız.
7. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Yeni bir isimle kaydedilen dosyayı AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Sıcak su üretici yerleri doğru belirler.	20	
3.	Soğuk su ve sıcak su hatlarının çizgi tipini ve kalınlıklarını uygun olarak çizer.	40	
4.	Su sayacı temiz su bağlantısını yapar.	20	
5.	Çizim dosyasını kaydeder.	10	
	Toplam Puan	100	

1.6. Uygulama

SIHHİ TESİSAT TEMİZ SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat projesi üzerinde temiz su boru hatlarını çizmek.

Süre: 3 ders saati

Görsel 1.14'te verilen 1.4. Uygulamada vitrifiye (uç) malzemelerini yerleştirdiğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının soğuk ve sıcak su hatlarını çiziniz.

İşlem Basamakları

1. 1.4. Uygulamada uç malzemelerini yerleştirip yeni bir isimle farklı kaydettiğiniz çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Soğuk su (mavi) ve sıcak su (kırmızı) adında çizgi tipi ve çizgi kalınlıklarına dikkat ederek katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
3. Temiz su kolon yerini ve sıcak su üretici kombi yerini belirleyiniz.
4. Uç malzemelerine soğuk su hatlarını soğuk su katmanında **polyline komutu** ile çiziniz. Soğuk su hatlarını ıslak mahal duvar yüzeyi şap altı (duvar içi sıvaya yakın) ofset komutu ile paralel kopyalayınız. Duvar içindeki soğuk su hatlarını **fillet komutu** (Radius değeri 0 olmalıdır.) ile birleştiriniz.
5. Soğuk su hattı **polyline komutu** ile çizildiğinden **ofset komutu** ile paralel kopyalayarak uç malzemelerine sıcak su hattını bağlayınız (Ofset mesafeleri standart olursa proje göze daha hoş görüneceğinden bu değeri 3 birim gibi alabilirsiniz.).
6. Su sayacı ve hidrofor yerlerini belirleyerek temiz su bağlantılarını yapınız.
7. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Yeni bir isimle kaydedilen dosyayı AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Temiz su kolon ve sıcak su üretici yerleri doğru belirler.	10	
3.	Kat planında soğuk su ve sıcak su hatlarının çizgi tipini ve kalınlıklarını uygun olarak çizer.	25	
4.	Su deposunu çizip ölçülendirir.	10	
5.	Hidrofor tesisatını ve ekipmanlarını eksiksiz çizer.	10	
6.	Hidrofor debisini ve basıncını yazar.	10	
7.	Su sayacı ve hidrofor temiz su bağlantısını yapar.	15	
8.	Çizim dosyasını kaydeder.	10	
	Toplam Puan	100	

2. ÖĞRENME BİRİMİ

SIHHİ TESİSAT BORU ÇAPI HESABI

KONULAR

2.1. ATIK SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ
2.2. KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ
2.3. BORU ÇAPI HESABI
2.4. SIHHİ TESİSAT PROJE RAPORU

TEMEL KAVRAMLAR

kolon şeması
musluk birimi
yükleme birimi
sarfiyat birimi
tahliye birimi

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Atık su boru hatlarının çizimi
- Kolon şeması çizimi
- Temiz su ve atık su hatlarının boru çapı hesabı
- Sıhhi tesisat proje raporunu hazırlama

Hazırlık Çalışması

1. **Çevrenizde yapılan binaların projelerini inceleyiniz ve şantiyelerine giderek gözlem yapınız.**
2. **Temiz su ve atık su tesisatında kullanılan boru bağlantı parçaları nelerdir?**

Sıhhi tesisat proje çizimine mimari plan üzerine ıslak mahallere (banyo, tuvalet ve mutfak) uç malzemelerinin yerleşimi (block ve insert) ile başlanır. Temiz su boru ve atık su hatları çizilir. Mimari plan üzerinde temiz su ve atık su hatlarının çiziminden sonra kolon şeması çizilir /çıkarılır. Son olarak proje üzerinde tüm boru hatlarının boru çapları hesaplanarak yükleri ve çapları yazılır. Hesaplamalar rapor hâline getirilerek sıhhi tesisat projesi bitirilir.

2.1. ATIK SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

Kullanım yoluyla içine yabancı madde karışan ve drenaj sistemine tahliye edilen bütün sular, evsel ve endüstriyel atık sular, içinde katı atık bulunduran sular ve atık su drenaj sistemine aktarılması hâlinde yağmur suyu vb. **atık su** olarak tanımlanır.

Evsel atık su; kullanım yoluyla içine yabancı madde karışan ve genellikle tuvalet, duş, bide, lavabo, eviye, yer süzgecinden tahliye edilen suya denilir. **Endüstriyel atık su**, soğutma suyu da dâhil olmak üzere endüstriyel kullanım ve işlemler sonrası içine yabancı madde karışan veya kirlenen sudur. Dışkı maddesi veya idrar ihtiva etmeyen suya **gri su**, dışkı maddesi ihtiva eden suya ise **siyah su** denilir. **Yağmur suyu**, içine kasıtlı olarak yabancı madde karıştırılmayan ve doğal yağış sonucu oluşan su olarak tanımlanır.

Türk Standardı TS EN 12056 (Avrupa normuna uygun Türk standardı) kabulü ile TS 2469, TS 826 ve TS 827 standartları iptal edilmiştir. Bu standart ile boru çapı hesabındaki değişikliğin yanı sıra yeni ifadeler de eklenmiştir. Örneğin pis su ve kirli su gibi ifadeler yerine **atık su**, pis su ana borusuna ise **atık su ana tahliye borusu** denilir.

Su akıtma yerlerinden gelen atık suları şehir kanalizasyonuna, kanalizasyonu olmayan yerlerde foseptik çukuruna veya arıtma sistemine kadar ileten boru bölümlerinin tümüne **atık su tesisatı** adı verilir. Atık su tesisatı; bina içi, bina dışı ve yağmur suyu olarak üç bölüme ayrılabilir.

2.1.1. Bina İçi Atık Su Tesisatı Çizimi

Su kullanma yerlerinden başlayan ve bina dışındaki rögara kadar olan boru bölümlerinin tümüne **bina içi atık su tesisatı** denir. Bina içi atık su tesisatı boru bölümlerinin görevleri dikkate alınarak boru bölümleri; atık su ana borusu (ana tahliye borusu), atık su kolonu (tahliye bacası), atık su kat borusu (tali tahliye borusu), atık su bağlantı borusu (tali tahliye borusu) ve atık su havalık borusu (tahliye baca ağzı) olmak üzere beş bölümde incelenir.

Atık su ana boruları, atık su kolonlarından gelen atık suları rögara taşıyan en büyük çapa sahip yatay boru bölümüdür. Bina içinde asılı veya zemin içine gömülü olarak döşenebilir. Bu borular mümkün olduğu kadar düz, kısa ve düzgün eğimli olmalıdır. Bina içinde asılı durumda ise temizleme kapağı konulmalıdır.

Atık su kolon boruları, atık su kat borularından gelen atık suları ana boruya ileten ve düşey konumda döşenen borulardır. Kolon boruları uç malzemelerine mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır. Ana boruya geçişlerden önce temizleme parçası konulmalıdır.

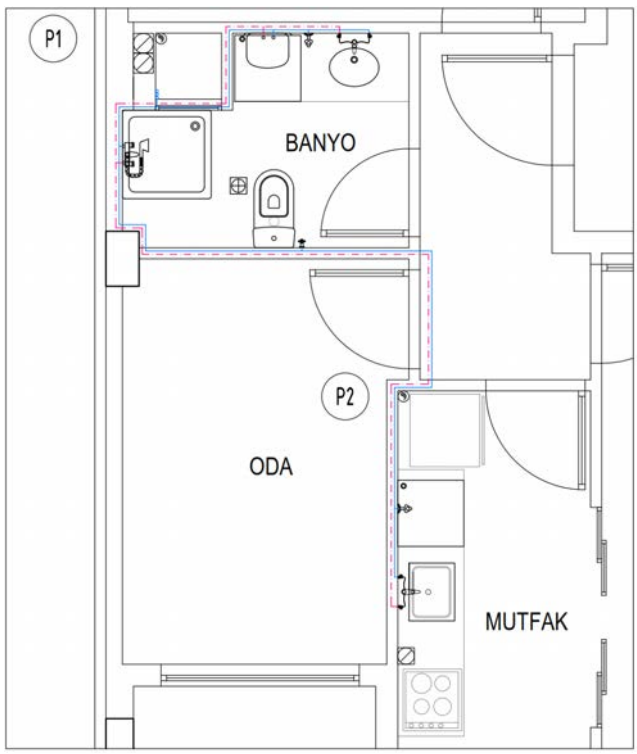
Atık su kat borusu, katlardaki su kullanma yerlerinden gelen atık suları en yakındaki atık su kolonuna ileten yatay boru bölümüdür. Kat borusunun mümkün olduğu kadar düzgün bir eğimle döşenmesi ve kısa olması istenir.

Atık su bağlantı borusu, su kullanma yerleri ile kat borusu arasındaki atık su boru bölümüdür. **Atık su havalık boruları**, atık su tesisatındaki açık hava basıncının sabit tutulması için yapılan boru bölümüdür. Atık su tesisatının havalandırılması; ana atık su kolonu ile havalandırma, yardımcı havalandırma kolonu ile havalandırma, müşterek havalandırma ve bağımsız havalandırma (her su kullanım yerinden havalık borusu çekilmesi) gibi yöntemlerle yapılabilir. Türkiye'de basit ve ucuz olduğu için yaygın olarak ana atık su kolonu ile havalandırma yapılır. Atık su kolonuyla havalandırmada atık su tesisatının havalandırması atık su kolon borusunun çapı değişmeden çatı üzerine kadar çıkarılarak üzerine havalık şapkası takılmasıyla yapılır.

Atık su boruları döşenirken / çizilirken dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

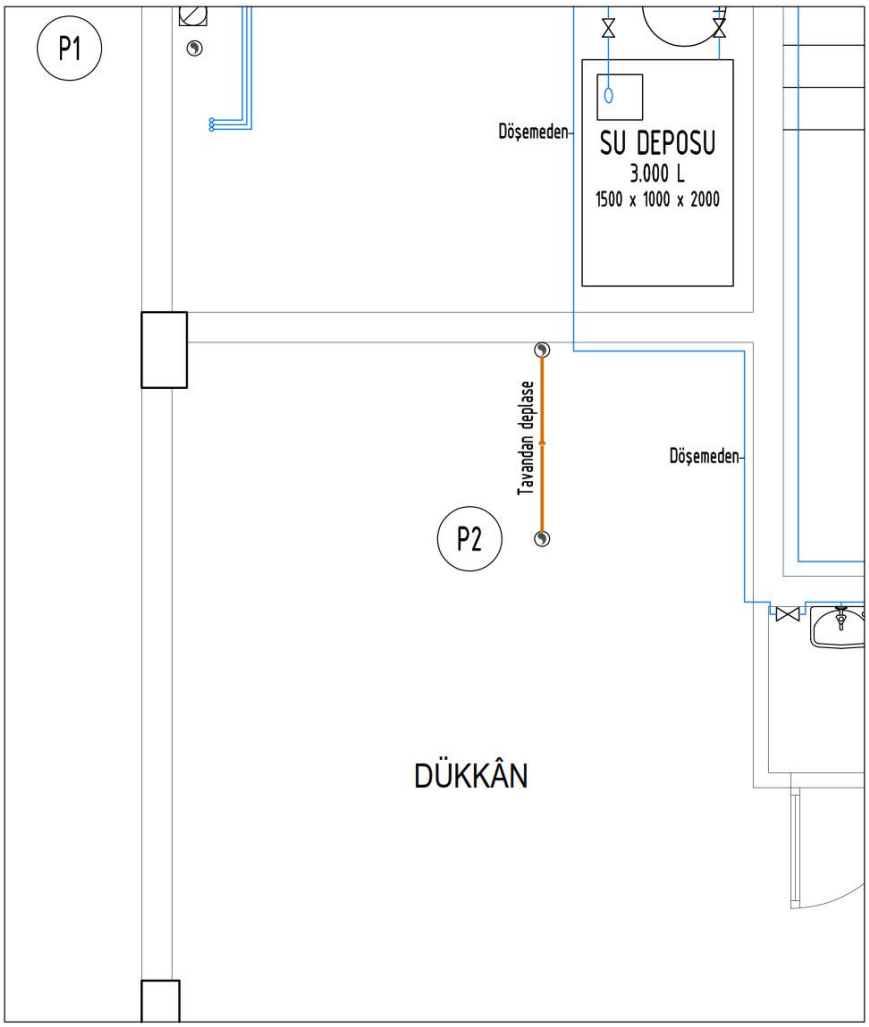
- Atık su boruları mümkün olduğu kadar düz ve kısa olmalıdır.
- Atık su boruları suyun akışını kolaylaştıracak şekilde eklenmelidir (Ters akış olmamalıdır.).
- Yatay borularda çift çatal yerine iki tane tek çatal kullanılmalıdır.
- Yatay borulara %2-%5 atık suyun akış yönüne doğru eğim verilmelidir.
- Atık su ana boruları yapı dışına en kısa yoldan çıkarılmalıdır.
- Her kolonun erişilebilecek en alt noktasına bir temizleme kapağı konulmalıdır.
- Düşeyden yataya geçen boru tesisatı noktalarında yay dirsek veya iki açık dirsek kullanılmalıdır.
- Atık su boruları yaşam alanlarından geçirilmemelidir.
- Atık su boruları kesinlikle kiriş ve kolon gibi taşıyıcı elemanlar delinerek veya kırılarak geçirilmemelidir.

Bina içi atık su tesisatı çizimine kolon borularından başlanır. Atık su kolonları üst katlardan başlanarak mümkün olduğunca görülmeyecek yerlere yerleştirilir. Tesisat bacasından (tesisat şaftı) veya havalandırma bacasından bunlar yok ise mahalin uygun bir köşesinden, yapının taşıyıcı sistemleri, kolon-kirişler ve alt katlardaki yerlerine dikkat edilerek konumlandırılır. Atık su kolonu sembolleri dikkate alınarak (Tablo 1.6) çapı 10 mm olan bir daire çizilmesi ve her kolona belirli bir düzene göre numara verilmesi gerekir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Örnek mimari proje normal kat planı ıslak mekânda atık su kolon borularının gösterilişi

Kolon boruları alt katlarda dükkân, iş yeri gibi mahallerde üst katlardaki havalandırma bacasının inmeyişi vb. sebeplerden dolayı uygun bir köşeye denk gelmeyebilir. Bu durumda tavandan uygun bir yere atık su kolon boruları **deplase (yer değiştirme)** yapılır (Görsel 2.2).



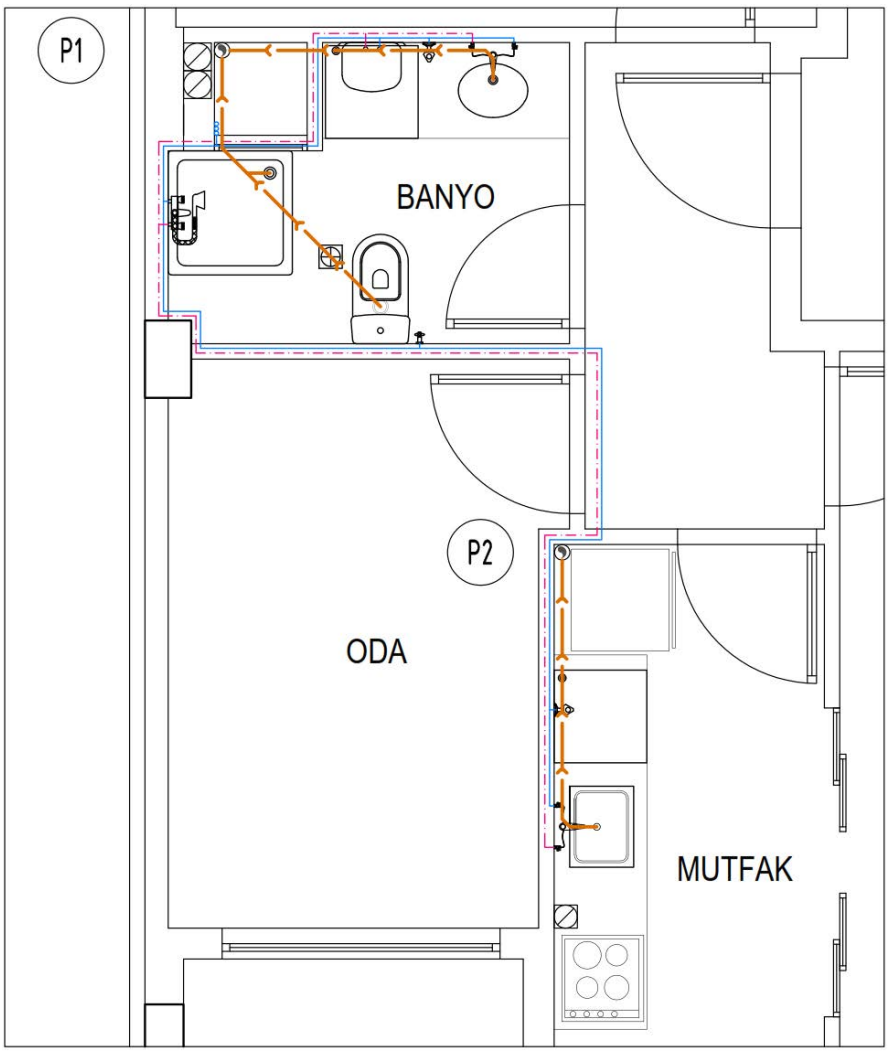
Görsel 2.2: Örnek mimari proje atık su borularının yer değişiminin gösterildiği zemin kat planı

Projelerde tüm kat planlarında 1/50 ölçek kullanılır. Büyük projelerde ıslak hacimlerin ayrıca 1/50 ölçeğinde detaylandırılması şartıyla 1/100 ölçeği de kullanılabilir. AutoCAD çizim programında çizilen tesisat projelerinde çoğunlukla ölçü girişi santimetre (cm) olarak girildiği için 1/50 ölçeğinde çıktı alınacağı zaman ölçeğin 1/5 seçileceği unutulmamalıdır. Ölçek seçiminin kesik çizgi aralıklarında tarama aralıkları üzerindeki etkisi dolayısıyla **scale** ayarının yapılması gerektiği yine unutulmamalıdır. Ayrıca yazı büyüklüklerinin seçilen ölçeğe uygun olması gerekir.

Atık su kolon borularının yerleri belirlendikten sonra atık su kat borularının çizimine başlanır. Atık su kat boruları, mutfaklarda duvar yüzeyi sıva altına gömülü bir

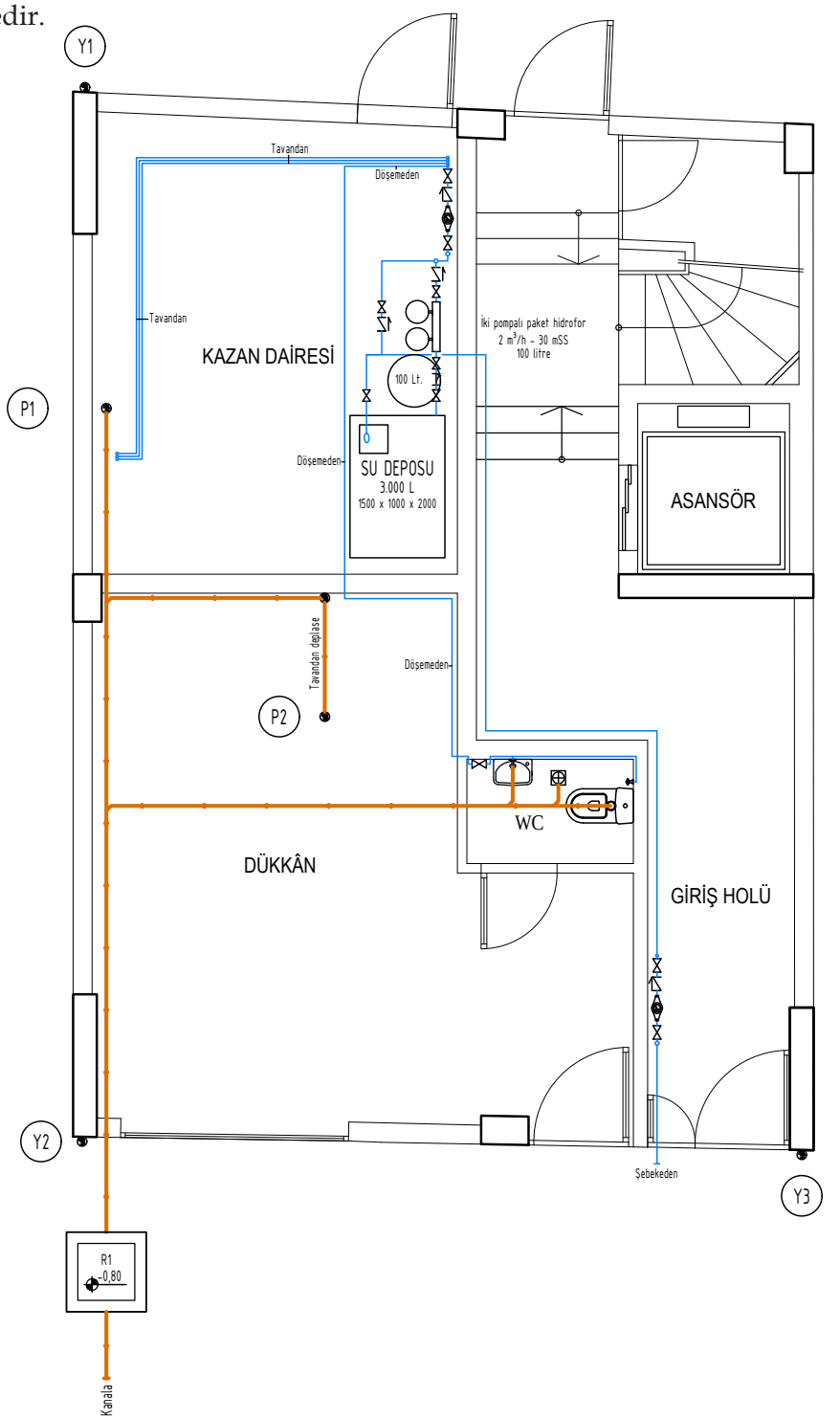
şekilde döşenir. Banyo ve tuvaletlerde atık su kat boru bağlantıları eski yapılarda düşük döşeme içerisinde yapılırken günümüzde alt kat asma tavan içerisinde yapılır. Uç malzemelerin atık su tesisat boru bağlantıları 45° açı ile akış yönüne doğru muflu kesik çizgi tipinde ve 0,8 mm çizgi kalınlığında olmalıdır. Sıva altı atık su bağlantı veya kat boruları projelerde genellikle duvara yakın ve duvar dışında gösterilir.

Layer komutu ile açık kahve çizgi rengi, muflu çizgi tipi ve 0,8 mm çizgi kalınlığı atanarak oluşturulan atık su katmanı aktif hâle getirilir. Atık su hatları **line** veya **polyline komutu** ile konumlandırılan atık kolon borularına doğru hat çekilir. Dönüşlerde ve çatal malzemelerde 45° açı **chamfer komutu** kullanılarak verilir. Chamfer / distance 1 ve 2 değerleri 5 mm olarak ayarlanır. Bu değerler tüm çizimde aynı olursa proje göze daha hoş görünür. Bazen **fillet komutuna** da ihtiyaç duyulur. Fillet /radius değeri 0 olarak ayarlanır. Atık su boruları çizilirken mufların yönü suyun akış yönüne ters çizilirse **reverse komutu** ile düzeltilebilir. Atık su hatları (açık kahve) konunun daha iyi anlaşılması için renkli gösterilmiştir. Layer (katman) geçişleri yerine bazen **matchprop komutu** da kullanılabilir. Görsel 2.3'te soğuk ve sıcak su tesisatı daha önce çizilen örnek projenin normal kat planında atık su tesisatı çizimi gösterilmiştir.



Görsel 2.3: Örnek mimari proje normal kat planı üzerinde atık su kat borularının kolon borularına bağlantısının gösterilişi

Atık su kolon boruları ve kat borularının çiziminden sonra kolon boruları toplanarak atık suyu rögara kadar taşıyan atık su ana boruları çizimine geçilir. Atık su ana boruları, yapının durumuna göre açıktan geçirilerek tavan ve duvarlara asılı veya toprağa gömülü olarak döşenir. Görsel 2.4'te toprağa gömülü döşenmiş atık su ana boruları görülmektedir.



Görsel 2.4: Örnek mimari projenin atık su ana borularının rögara bağlantısının gösterildiği zemin kat planı

2.1.2. Bina Dışı Atık Su Tesisatı Çizimi

Binanın dışından başlayıp şehir kanalizasyonunda ya da foseptikte (çürütme çukuru) son bulan atık su tesisatı boru bölümüne **bina dışı atık su tesisatı** denir. Binanın uygun olan çeşitli yerlerinden çıkartılan atık su ana boruları rögarlar ile birleştirilip şehir kanalizasyonuna bağlanır.

Rögarlar atık su borularına dirsek yapılmasında, birden fazla kolun birleştirilmesinde ve temizleme bacası olarak kullanılır. Atık su rögarları betonarme yapılabileceği gibi günümüzde yaygın olarak plastik rögarlar tercih edilir. Düz döşenmiş atık su borularına en az 15 metrede bir rögar yapılmalıdır. Atık su rögarları **yaş** ve **kuru** olarak iki şekilde yapılır.

Yaş rögarlar içine ulaşılabilir ve sızdırmaz haznelerdir. Yatay borular bu hazneye bağlanır. Atık su bu haznede dinlendiği gibi bu hazneden borulara ulaşılması ve müdahale edilmesi de mümkündür. Kuru rögarlar (bina içi tali rögar), döşeme altından giden atık su borularına konulan temizleme kapaklarına ulaşılabilmesi için yapılır.

Birden fazla rögar kullanılması hâlinde binanın çevresindeki atık su rögarlarından gelen atık suların toplandığı, diğerlerine göre ebatlarının daha büyük ve de derin olduğu rögara **ana rögar** adı verilir. Bu rögardan kanalizasyona bağlantı yapılır. Rögardan rögara atık su boruları taşınırken dönüş noktalarına ayrıca rögar konulur. Kanal bağlantı kotunun altında kalan atık su tesisatları atık su çukuru içerisinde toplanarak dalgıç tip atık su pompası ile rögara basılır.

Atık su tesisatı zararlı madde içeriyorsa rögara bağlanmadan ayırıcılardan (benzin ayırıcı, yağ ayırıcı vb.) geçirilerek temizlendikten sonra rögara bağlanır. Rögarlara R1, R2, R3 vb. isim verilir ve ismin altına da rögar kotu yazılır. Bu kot rögarın alt kotu olacaktır. Rögar kotları, su ve kanalizasyon idaresinden veya vaziyet planından alınarak belirtilir. Birden fazla rögar varsa bu rögarlar eğimli olacak şekilde ana rögarda birleşir. Atık su rögarların birleştirmelerinde yaygın olarak korüge boru kullanılır.

Görsel 2.4'teki rögar 60x60 ebadında ve 60 cm derinliktedir. Rögar kotu, örnek mimari projenin ön cephe görünüşünde (Görsel 1.9) 0,19 olan kot ölçüsünden derinlik çıkartılarak yaklaşık -0,80 olarak bulunur.

2.1.3. Yağmur Suyu Tesisatı Çizimi

Çatı, teras, balkon ve avlu gibi yüzeylere düşen doğal yağış sularını toplayarak özel kanala veya cadde arkına akıtan tesisata **yağmur suyu tesisatı** denir. Yapının her balkonu için yağmur suyu kolonu ve yer süzgeci bağlantısı yapılır. Yağmur suyu kolonlarına hiçbir tesisat uç malzemesi bağlanmamalıdır.

Yağmur suyu tesisatının birleşik sistem olarak atık su kanalizasyonuna bağlanması da söz konusudur. Birleşik sistemdeki yağmur suyu, atık su arıtma tesislerinde büyük bir yük oluşturur. Bu nedenle birleşik sistemler tercih edilmez ve birçok yerde yağmur suyunun atık su kanalizasyonuna bağlanmasına izin verilmez. Yağmur suyu ayrı bir tesisatla toplanıp şehir yağmur suyu kanalizasyonuna bağlanmalıdır (ayrık sistem).

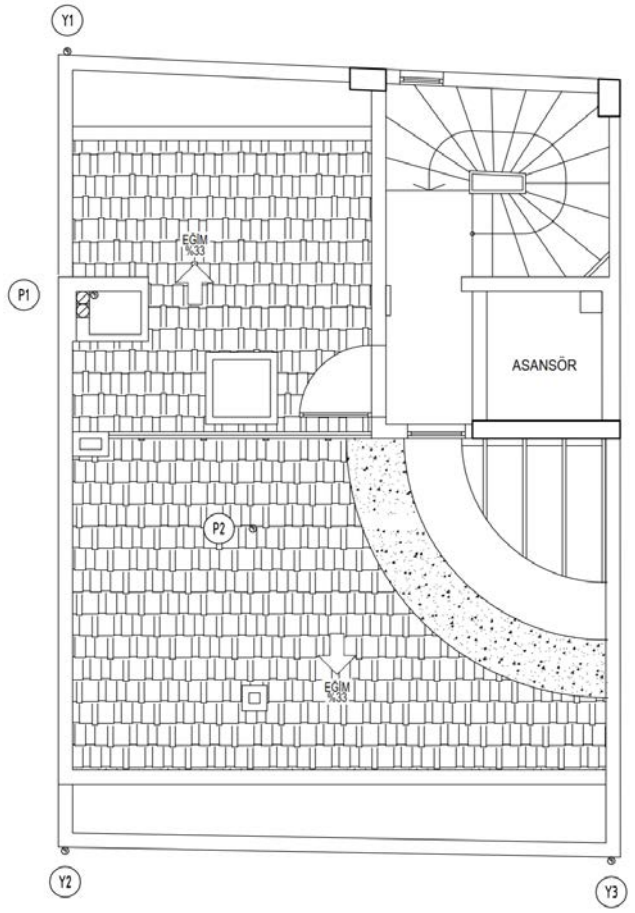
İlgili yerel yönetimin kanalizasyon idaresinden yağmur suyu kanalizasyon şebeke bilgisi alınmalıdır. Yağmur suyu kanalizasyon şebekesi var ise yağmur suyu kolonları

atık su rögarlarındaki temel prensiplere uyularak yağmur suyu kanalizasyonuna bağlanır. Türkiye'de pek çok yerde ayrı yağmur kanalı olmadığı için pek çok uygulamada yağmur suyu açık araziye, bahçeye, sokak ve caddelere deşarj edilmektedir.

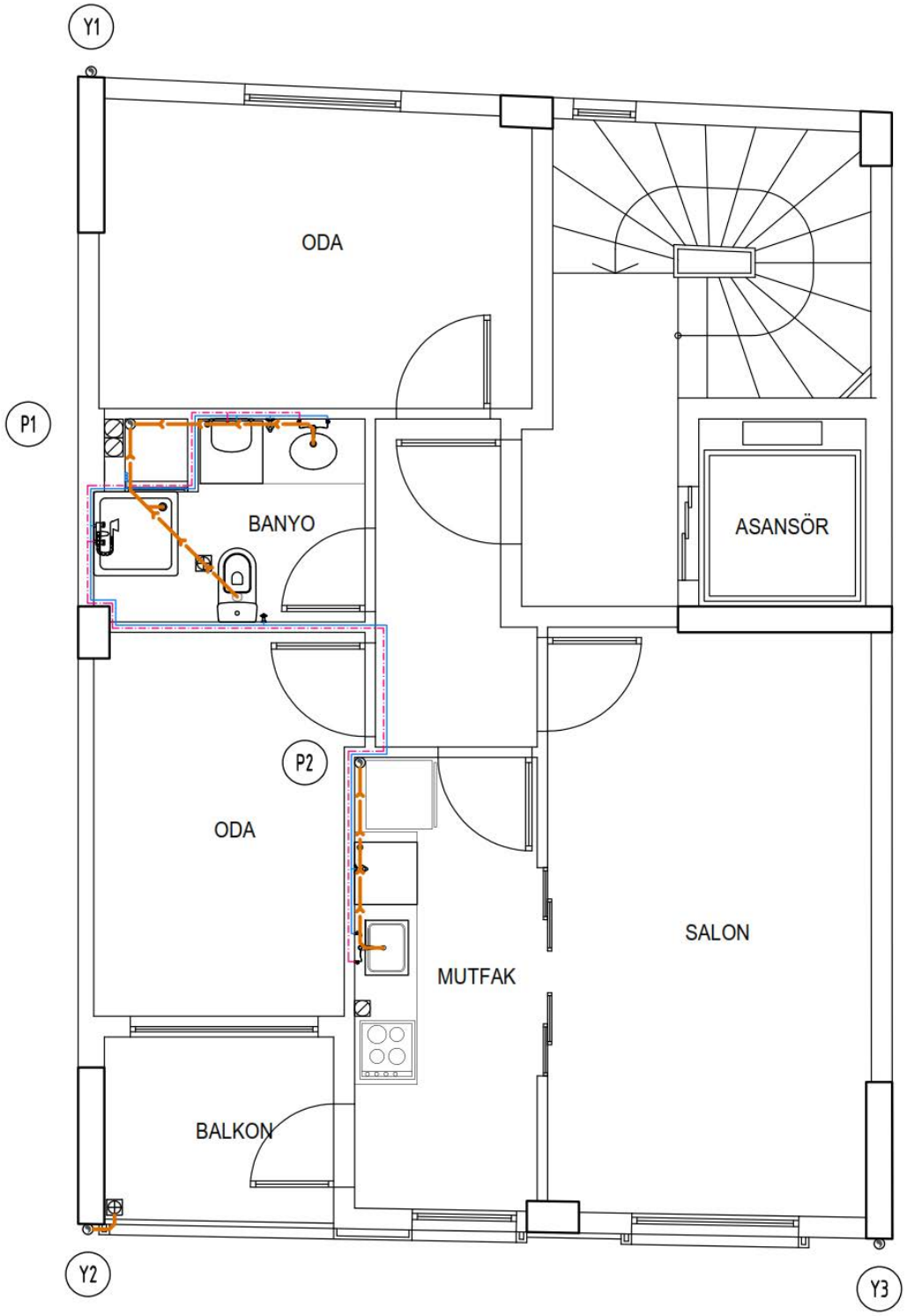
Yağış suları zararlı mikropları barındırmadığı için yağış sularının sarnıçlarda (yer altı su deposu) toplanarak kullanılması mümkündür. Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'ne göre parsel alanı 2.000 m²den büyük olan yapılarda bahçe sulamalarında kullanılmak üzere yağmur suyu depolama sistemi yapılması zorunludur. Yağmur suyu tesisatının çizimine çatı yüzeylerinde, balkonlarda ve teraslarda toplanan yağmur suyunu zemine ileten düşey **yağmur suyu kolonlarından** başlanır.

Yağmur suyu kolonları çatının eğimi ve yağmur dereleri göz önünde bulundurularak her balkonun yağmur suyunu toplayacak şekilde mümkün olduğunca köşelere ve alt katlardaki yerlerine de dikkat edilerek konumlandırılır. Yağmur suyu kolonu sembolleri dikkate alınarak (Tablo 1.6) çapı 10 mm olan bir daire çizilmesi ve her kolona belirli bir düzene göre numara verilmesi gerekir (Görsel 2.5).

Görsel 2.5'teki örnek mimari proje çatı planına bakıldığında yukarıya ve aşağıya doğru bir eğimin olduğu, sol yan ve sağ yan cephelerine bir eğimin olmadığı ve bitişik nizam olduğu görülür. Yukarıdaki eğim için yağmur suyu 1 No.lu kolonun konumlandırıldığı, aşağıdaki eğim için yağmur suyu 2 ve 3 No.lu kolonların konumlandırıldığı ve 2 No.lu kolonun balkon sularını da topladığı Görsel 2.6'da görülmektedir.

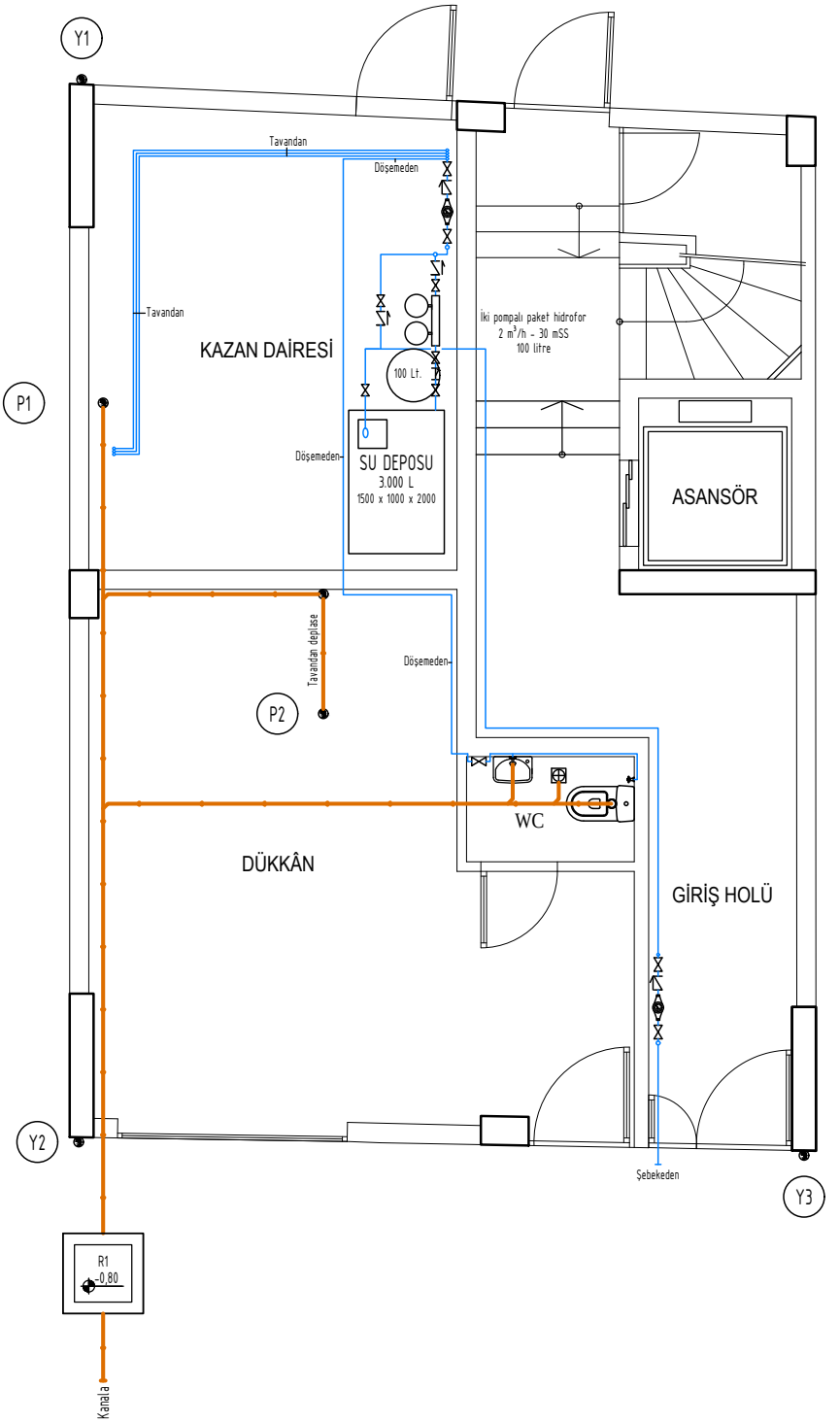


Görsel 2.5: Örnek mimari projenin yağmur suyu kolonlarının borularının gösterildiği çatı planı



Görsel 2.6: Örnek mimari projenin yağmur suyu kolon borularının ve balkon yağmur suyu bağlantısının gösterildiği normal kat planı

Parsel alanı 2.000 m²den küçük olduğu için yağmur suları bahçeye ve yola deşarj edilir (Görsel 2.7). **Layer komutu** ile açık kahve çizgi rengi, muflu çizgi tipi ve 0,8 mm çizgi kalınlığı atanarak oluşturulan yağmur suyu katmanı aktif hâle getirilerek yağmur suyu bağlantıları aynı atık su tesisatı gibi çizilir.



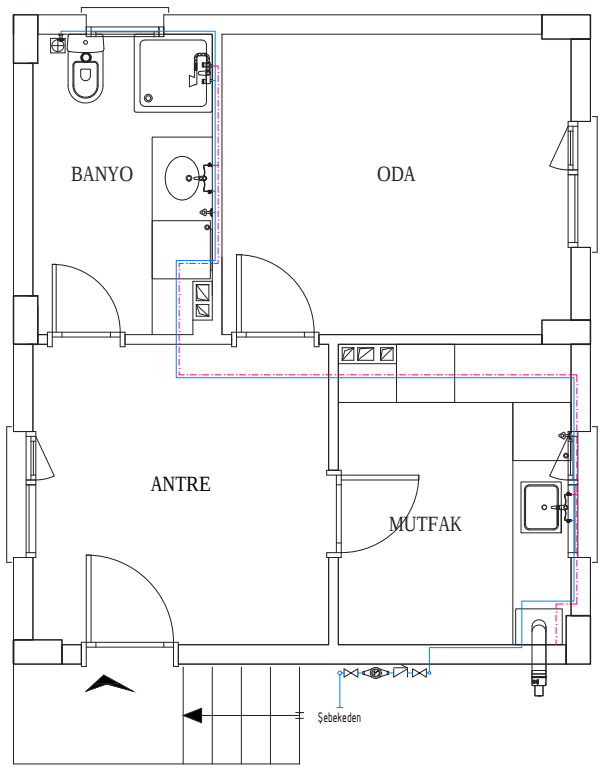
Görsel 2.7: Örnek mimari projenin yağmur suyu kolonlarının borularının gösterildiği zemin kat planı

2.1. Uygulama

SIHHİ TESİSAT ATIK SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat projesi üzerinde atık su boru hatlarını çizmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 2.8'de verilen ve 1.5. Uygulamada soğuk ve sıcak su hatlarını çizdiğiniz İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras tek katlı bağ evinin atık su hatlarını çiziniz.



ZEMİN KAT PLANI ÖLÇEK: 1/50

Görsel 2.8: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesinin soğuk ve sıcak su tesisatlarının çizilmiş hâli

İşlem Basamakları

1. 1.5. Uygulamada soğuk ve sıcak su tesisatlarını çizdiğiniz dosyayı AutoCAD programı ile açınız.
2. Açık kahve çizgi rengi, muflu çizgi tipi ve 0,8 mm çizgi kalınlığı atayarak atık su adında katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
3. Islak mahallerde atık su kolon yerlerini belirleyip numaralandırınız.

4. Atık su hatları **line** veya **polyline komutu** ile yerleri belirlenen atık kolon borularına doğru hatları uygun katmanla çiziniz.
5. Dönüşlerde ve çatal malzemelerde 45° açıyı **chamfer komutu** kullanarak veriniz (Önerilen dist1 ve dist2 değeri 5 olmalıdır.).
6. Atık su borularını çizerken mufların yönünü suyun akış yönüne ters çizerseniz **reverse komutu** ile düzeltiniz.
7. Rögar yerini / yerlerini belirleyerek atık su ana hatları ile bağlantısını yapınız.
8. Açık kahve çizgi rengi, muflu çizgi tipi ve 0,8 mm çizgi kalınlığı atayarak yağmur suyu adında katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
9. Yağmur suyu kolon borularının yerlerini belirleyip numaralandırınız.
10. Yağmur suyunun yola deşarj edileceğini düşünerek atık su tesisatı çizimini tamamlayınız.
11. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

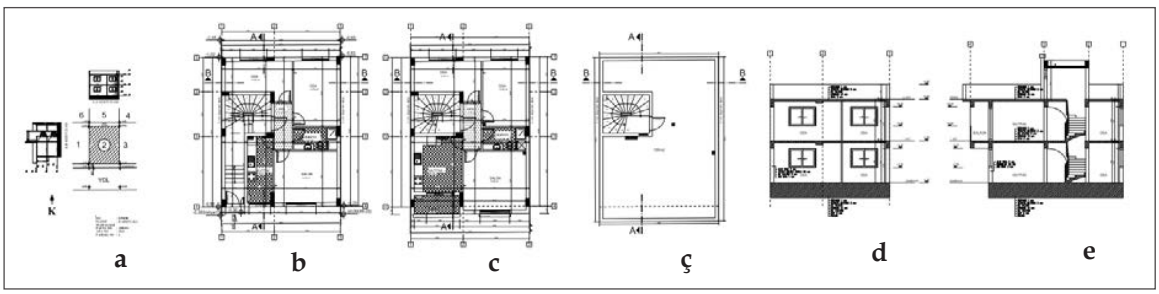
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Atık su kolon yerlerini doğru belirler.	10	
4.	Atık su kolonlarını numaralandırır.	5	
5.	Atık su kat borularını çizer.	10	
6.	Atık su kat boruları dönüşlerini 45° açıyla çizer.	10	
7.	Atık su muf yönlerini doğru çizer.	5	
8.	Atık su rögar yerini / yerlerini doğru belirler.	5	
9.	Atık su rögar kotunu doğru yazar.	5	
10.	Atık su ana borusunu rögara kadar çizer.	5	
11.	Yağmur suyu kolon yerlerini doğru belirler.	10	
12.	Yağmur suyu kolonlarını numaralandırır.	5	
13.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	5	
14.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	5	
15.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
16.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

2.2. Uygulama

SIHHİ TESİSAT ATIK SU BORU HATLARININ ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat projesi üzerinde atık su boru hatlarını çizmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 2.9'da verilen ve 1.6. Uygulamada soğuk ve sıcak su hatlarını çizdiğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının atık su hatlarını çiziniz.



Görsel 2.9: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. 1.6. Uygulamada soğuk ve sıcak su tesisatlarını çizdiğiniz dosyayı AutoCAD programı ile açınız.
2. Açık kahve çizgi rengi, muflu çizgi tipi ve 0,8 mm çizgi kalınlığı atayarak atık su adında katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
3. Islak mahallerde atık su kolon yerlerini belirleyip numaralandırınız.
4. Atık su hatları **line** veya **polyline komutu** ile yerleri belirlenen atık kolon borularına doğru hatları uygun katmanla çiziniz.
5. Dönüşlerde ve çatal malzemelerde 45° açıyı **chamfer komutu** kullanarak veriniz (Önerilen dist1 ve dist2 değeri 5 olmalıdır.).
6. Atık su borularını çizerken mufların yönünü suyun akış yönüne ters çizerseniz **reverse komutu** ile düzeltiniz.
7. Rögar yerini / yerlerini belirleyerek atık su ana hatları ile bağlantısını yapınız.
8. Açık kahve çizgi rengi, muflu çizgi tipi ve 0,8 mm çizgi kalınlığı atayarak yağmur suyu adında katmanı **layer komutu** ile oluşturunuz.
9. Yağmur suyu kolon borularının yerlerini belirleyip numaralandırınız.
10. Yağmur suyunun yola deşarj edileceğini düşünerek atık su tesisatı çizimini tamamlayınız.
11. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Atık su kolon yerlerini doğru belirler.	10	
4.	Atık su kolonlarını numaralandırır.	5	
5.	Atık su kat borularını çizer.	10	
6.	Atık su kat boruları dönüşlerini 45° açıyla çizer.	10	
7.	Atık su muf yönlerini doğru çizer.	5	
8.	Atık su rögar yerini / yerlerini doğru belirler.	5	
9.	Atık su rögar kotunu doğru yazar.	5	
10.	Atık su ana borusunu rögara kadar çizer.	5	
11.	Yağmur suyu kolon yerlerini doğru belirler.	10	
12.	Yağmur suyu kolonlarını numaralandırır.	5	
13.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	5	
14.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	5	
15.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
16.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

2.2. KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

Projelerde plan görünüşleri, üstten görünüşle ilgili ayrıntıları içerir. Plan görünüşünde çizilen tesisat uç malzemelerinin ve tüm boruların ön görünüş olarak gösterilmesine **kolon şeması** adı verilir. Diğer bir tanımla tesisatı oluşturan uç malzemeleri (lavabo, eviye, klozet vb.), su deposu, hidrofor, kollektör, boru, sayaç, vana ile diğer donanım ve armatürlerin tümünün düşey görünüşünü iki boyutlu gösteren resme **kolon şeması** adı verilir.

Kolon şeması düşey ölçüler kat planı ölçeğinde olup çizilen yatay borular ölçeksiz olarak çizilir. Kolon şeması; tesisatın bağlantı ve çalışma prensibini, temiz su boruları ile atık su borularının tüm kesitlerini ve çaplarını gösterir. Şema görünüşü değişik yöntemlerle çıkarılabilir. Burada önemli olan atık su kolonlarının birbirlerine göre konumlarının doğru olması ve atık su kolonları ile uç malzemeleri arasındaki bağlantıların doğru gösterilmelidir. Aynı zamanda temiz su tesisatı bağlantılarının da doğru olması gerekir.

Kolon şemasında kolon borularının ana toplama borularına ve bağlantı borularının (uç malzemelerinin) kat borularına nasıl bağlandığının görülmesi mümkündür. Kat planlarında ve kolon şemasında tüm boruların yükleri ve çapları yazılmalıdır. Sadece plan görünüşü ile ya da sadece kolon şeması ile bir proje ifade edilemez. Mutlaka ikisinin de çizilmesi gerekir. Örneğin plan üzerinde bağlantı yükseklikleri ve düşey inen kolon borularının boru çapları görülemez.

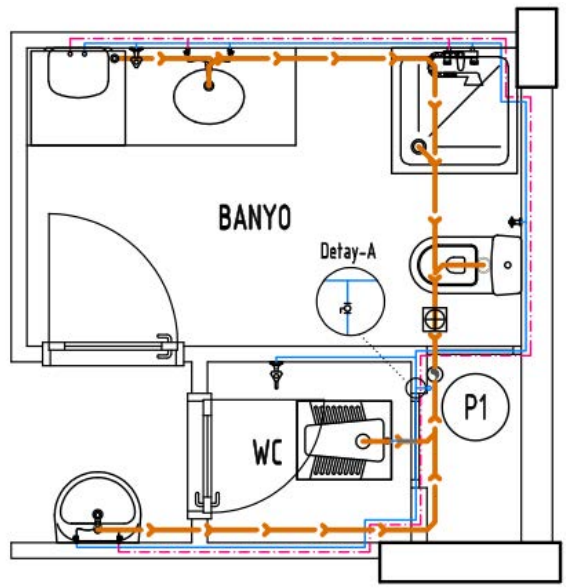
Kolon şeması çizilirken plan görünüşünden yararlanılır. Bodrum kat, zemin kat ve bina kaç katlı ise o kadar normal kat çizimi yapılır. Numara verilen atık su kolonlarının atık su ana borusuna bağlantı sırasına göre çizimi yapılır. Atık su ana dağıtım borusuna ilk bağlanan kolon borusu ilk sırada, son bağlanan kolon borusu ise son sırada olur. Ana boruyla bağlandıktan sonra kolon borularının rögar bağlantısı çizilir. Birden fazla rögar olması durumunda en yüksek kotlu rögardan en düşük kotlu rögara (ana rögar) doğru şema çizilir. Atık su kolon borusu en son kat bağlantı borusundan sonra çatıya doğru yükselen borular havalık borularıdır. Bunların üzerine havalandırma şapkaları gösterilmeli ve en üst noktasına kolon numaraları yazılmalıdır.

Atık su kolonları esas alınarak boru bağlantıları da gösterilecek şekilde uç malzemeler kolonun sağına veya soluna açılarak çizilir. Şemada kat borularına uç malzemelerinin bağlantıları, kat planı uç malzemeleri ve boru bağlantı sırasına göre yapılır. Yani kat borusuna ilk bağlanan uç malzemesi şemada kolon borusuna en yakın olan uç malzemesidir. Yatay ölçülerin şemada bir öneminin olmadığı unutulmamalıdır. Soğuk ve sıcak su bağlantıları da aynı şekilde kat planındaki bağlantı sırasına göre çizilir. Bazen atık su tesisatı bağlantı sırası ile temiz su bağlantı sırası aynı olmayabilir. Bu durumda temiz su tesisatı çiziminde harflendirme yapılabilir. Temiz su boruları döşeme içinden geçiyorsa kat çizgisi altından, duvardan geçiyorsa yüksekliğinde çizilmelidir. Şema görünüşlerde ıslak hacimleri aynı olan katların tekrar çizilmesi yerine **üst katın aynısı** ibaresi yazılır.

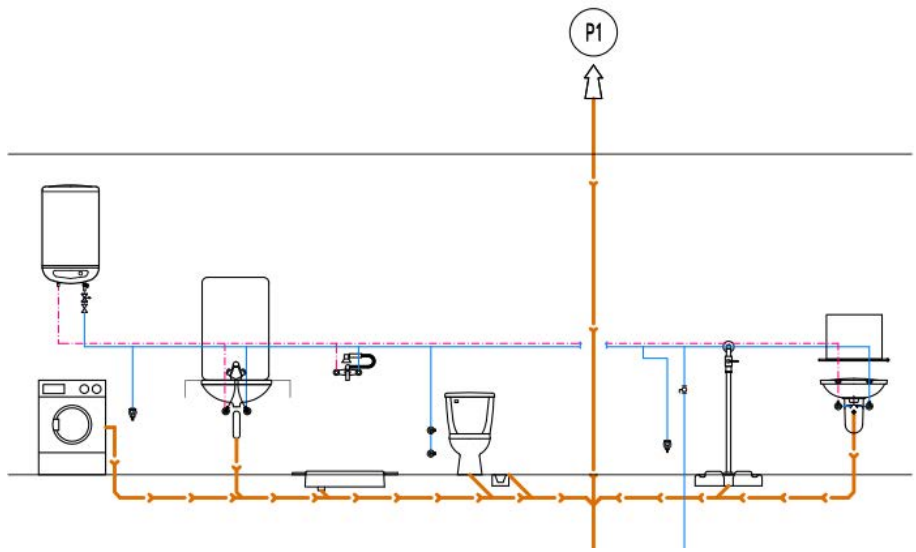
Temiz su tesisatına temiz su kolon boruları, sayaç varsa su deposu ve hidrofor bağlantısı yapılır. Yağmur suyu kolon boruları şemanın en sonuna sıra ile çizilir. Ancak yağmur suyu şebeke hattı bulunan veya rögarlarla sarnıçlarda toplanan bir yağmur suyu tesisatı aynı atık su tesisatı tasarımı ilkelerine göre çizilir.

Uygulamada proje çizilirken plan veya şemada yükler ve çaplar yazılarak çizime devam edilir. Boru çapı hesabı plan ve şema çizimlerinden sonra ele alındığı için sadece çizim üzerinde durulmuştur. Boru çapı hesabından sonra yükler ve çaplar yazılarak proje tamamlanır. Tüm cihazların (su deposu, hidrofor, boyler vb.) kapasiteleri proje üzerine yazılır.

Görsel 2.10'da plan görünüşte atık su kolonunun solunda banyo, sağında ise WC uç malzemeleri bulunduğu için Görsel 2.11'de de aynısı olur. Atık su kolonunu solunda bağlantı sırasına göre en yakın yer süzgeci, klozet, duş teknesi, tezgâh üstü lavabo, çamaşır makinesi ve termosifon izlemektedir. Atık su kolonun sağında ise sırasıyla WC ve lavabo olmalıdır.

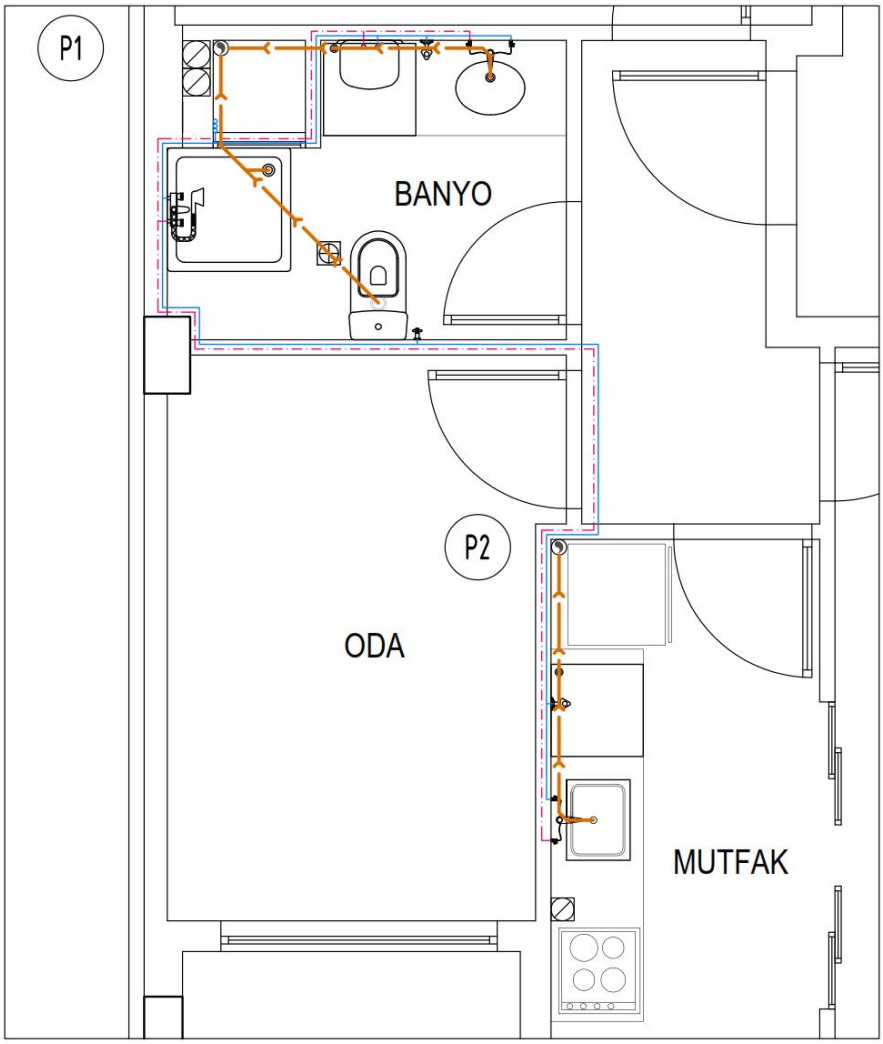


Görsel 2.10: Banyo-WC planı

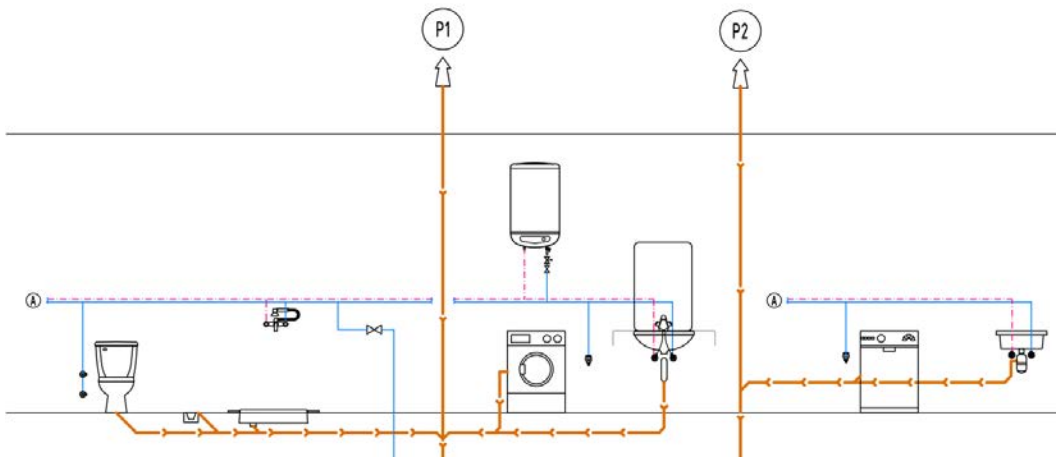


Görsel 2.11: Banyo-WC planının kolon şeması açılımı

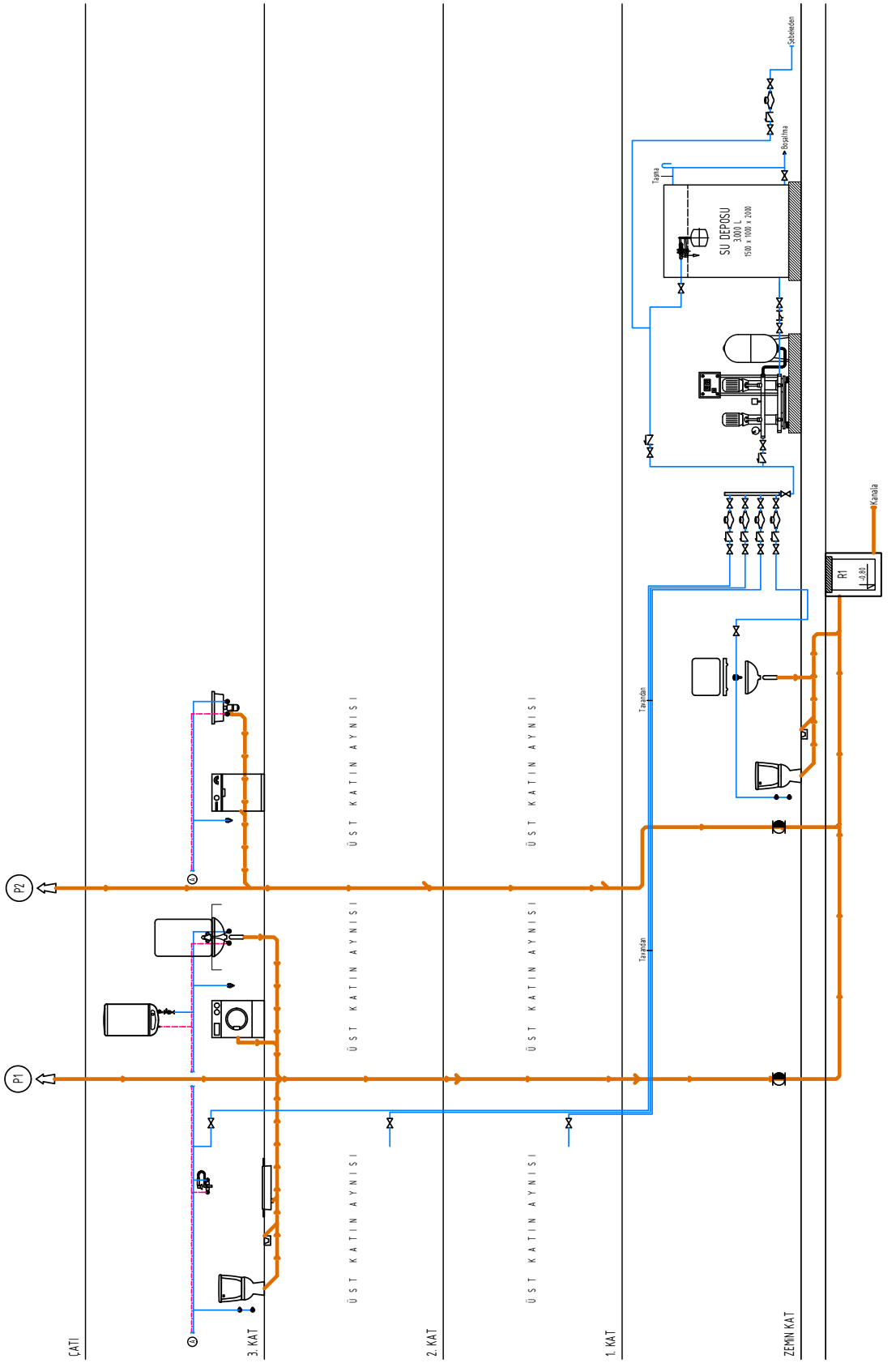
Görsel 2.12'de örnek mimari projenin normal kat planı ve Görsel 2.13'te ıslak mekânlarının kolon şeması görünüşü yer almaktadır. Görsel 2.14'te ise örnek projenin kolon şeması verilmiştir.



Görsel 2.12: Banyo-WC planı



Görsel 2.13: Banyo-WC planının kolon şeması açılımı



Görsel 2.14: Örnek mimari projenin çizilen planına (Görsel 2.6 ve 2.7) göre çıkarılan kolon şeması

2.3. Uygulama

SIHHİ TESİSAT KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

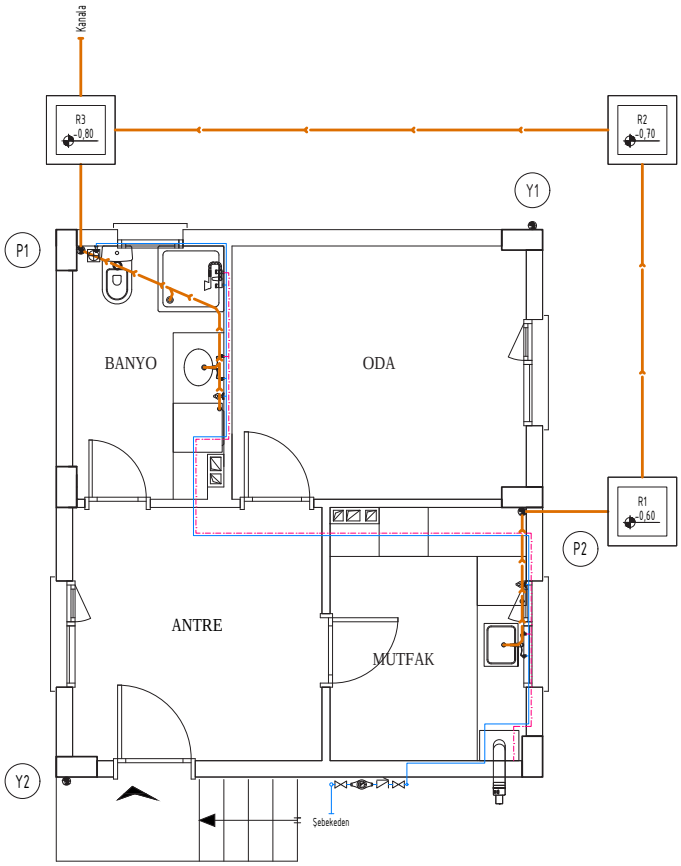
Amaç: Sıhhi tesisat projesi kolon şemasını çizmek.

Süre: 3 ders saati

Görsel 2.15'te verilen, daha önce temiz su hatlarını ve 2.1. Uygulamada atık su hatlarını çizdiğiniz İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras tek katlı bağ evinin kolon şemasını çiziniz.

İşlem Basamakları

1. Zemin kat planı çizilen çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Kolon şeması kat adedine (zemin kat, 1. kat, 2. kat, 3. kat) ve kat yüksekliklerine mimari projeden bakınız. Uygun katmanla çiziniz ve kat isimlerini yazınız.
3. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanını **viewports komutu** ile dikey olarak iki eşit parçaya bölünüz.
4. Atık su adındaki katmanla kolon borularını **line** veya **polyline** komutu ile atık su ana borusuyla birleştiriniz.
5. Atık su kolon borularını çatıya kadar uzatınız. Havalandırma şapkalarını **insert komutu** ile çağırınız, yerleştiriniz ve numaralandırınız.
6. Atık su borularına dönüşlerde ve çatal malzemelerde 45° açıyı **chamfer komutunu** kullanarak veriniz.



ZEMİN KAT PLANI ÖLÇEK: 1/50

Görsel 2.15: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesinin kat planının çizilmiş hâli

7. Atık su borularını çizerken mufların yönünü suyun akış yönüne ters çizerseniz **reverse komutu** ile düzeltiniz.
8. Rögar şema sembolünü kütüphaneden **insert komutu** ile çağırarak atık su ana hatları ile bağlantısını yapınız. Plana göre rögar kotlarını yazınız.
9. Temizleme kapağı şema sembolünü kütüphaneden **insert komutu** ile çağırarak kolon borusunun alt noktasına yerleştiriniz.

10. Plan üzerinden kat borusuna bağlantı sırasına göre uç malzemeleri **insert komutu** (veya kopya) ile yerleştiriniz. Atık su ve temiz su bağlantılarını uygun katmanlarda çiziniz.
11. Şema görünüşlerde ıslak hacimleri aynı olan katları tekrar çizmek yerine **üst katın aynısı** ibaresini yazınız.
12. Temiz su tesisatına temiz su kolon boruları, sayaç varsa su deposu ve hidrofor bağlantısını yapınız.
13. Tüm cihaz (su deposu, hidrofor, boyler vb.) kapasitelerini belirtiniz.
14. Kolon şemasını uzatırken **stretch komutunu** kullanınız.
15. Yağmur suyu adındaki katmanla yola deşarj edileceğini düşünerek yağmur suyu kolon borularını **line** veya **polyline komutu** ile çiziniz ve numaralandırınız.
16. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports komutunu** kullanınız.
17. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	2	
2.	Kolon şeması kat adedine ve yüksekliklerine uygun olarak çizer.	5	
3.	Atık su kolon borularını çizer ve numaralarını yazar.	5	
4.	Havalandırma şapkalarını gösterir.	5	
5.	Atık su rögarını / rögarları yerleştirir ve kotlarını yazar.	5	
6.	Atık su ana borusunu rögara kadar çizer.	5	
7.	Temizleme kapaklarını gösterir.	5	
8.	Kat borusuna bağlantı sırasına göre uç malzemeleri yerleştirir.	5	
9.	Atık su kat borularını çizer.	5	
10.	Atık su kat boruları dönüşlerini 45° açıyla çizer.	5	
11.	Atık su muf yönlerini doğru çizer.	5	
12.	Islak hacimleri aynı olan katlara "üst katın aynısı" ibaresini yazar.	5	
13.	Temiz su tesisatı kat bağlantılarını yapar.	5	
14.	Temiz su tesisatı kolon borularını sayaç ile birleştirir.	5	
15.	Su deposu ve hidrofor bağlantısını yapar.	5	
16.	Su deposu ve hidrofor kapasitelerini yazar.	5	
17.	Yağmur suyu kolon borularını çizer ve numaralarını yazar.	5	
18.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	5	
19.	Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.	5	
20.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
21.	Çizim dosyasını kaydeder.	3	
	Toplam Puan	100	

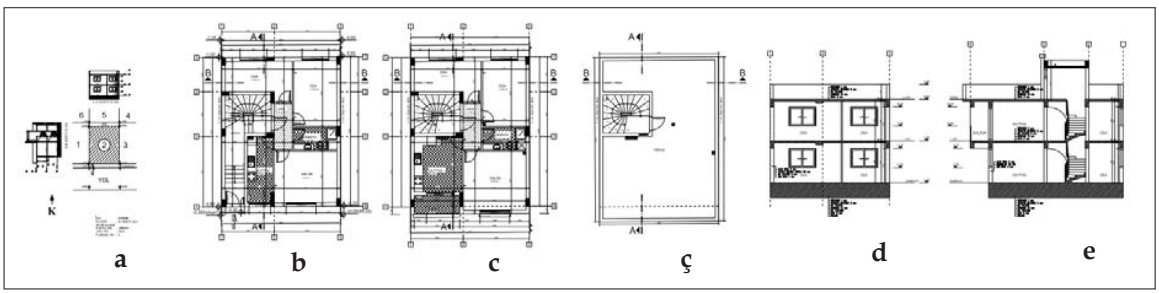
2.4. Uygulama

SIHHİ TESİSAT KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

Amaç: Sıhhi tesisat projesi kolon şemasını çizmek.

Süre: 3 ders saati

Görsel 2.16'da verilen ve daha önce temiz su hatları ve 2.2. Uygulamada atık su hatlarını çizdiğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının kolon şemasını çiziniz.



Görsel 2.16: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Zemin ve 1. kat planı çizilen çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Kolon şeması kat adedine (zemin kat, 1. kat, 2. kat, 3. kat) ve kat yüksekliklerine mimari projeden bakınız. Uygun katmanla çiziniz ve kat isimlerini yazınız.
3. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanını **viewports komutu** ile dikey olarak iki eşit parçaya bölünüz.
4. Atık su adındaki katmanla kolon borularını **line** veya **polyline komutu** ile atık su ana borusuyla birleştiriniz.
5. Atık su kolon borularını çatıya kadar uzatınız. Havalandırma şapkalarını **insert komutu** ile çağırınız, yerleştiriniz ve numaralandırınız.
6. Atık su borularına dönüşlerde ve çatal malzemelerde 45° açıyı **chamfer komutunu** kullanarak veriniz.
7. Atık su borularını çizerken muflaın yönünü suyun akış yönüne ters çizerseniz **reverse komutu** ile düzeltiniz.
8. Rögar şema sembolünü kütüphaneden **insert komutu** ile çağırarak atık su ana hatları ile bağlantısını yapınız. Plana göre rögar kotlarını yazınız.
9. Temizleme kapağı şema sembolünü kütüphaneden **insert komutu** ile çağırarak kolon borusunun alt noktasına yerleştiriniz.
10. Plan üzerinden kat borusuna bağlantı sırasına göre uç malzemeleri **insert komutu** (veya kopya) ile yerleştiriniz. Atık su ve temiz su bağlantılarını uygun katmanlarda çiziniz.

11. Şema görünüşlerde ıslak hacimleri aynı olan katları tekrar çizmek yerine **üst katın aynısı** ibaresini yazınız.

12. Temiz su tesisatına temiz su kolon boruları, sayaç varsa su deposu ve hidrofor bağlantısını yapınız.

13. Tüm cihaz (su deposu, hidrofor, boyler vb.) kapasitelerini belirtiniz.

14. Kolon şemasını uzatırken **stretch komutunu** kullanınız.

15. Yağmur suyu adındaki katmanla yola deşarj edileceğini düşünerek yağmur suyu kolon borularını **line** veya **polyline komutu** ile çiziniz ve numaralandırınız.

16. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports komutunu** kullanınız.

17. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	2	
2.	Kolon şeması kat adedine ve yüksekliklerine uygun olarak çizer.	5	
3.	Atık su kolon borularını çizer ve numaralarını yazar.	5	
4.	Havalandırma şapkalarını gösterir.	5	
5.	Atık su rögarını / rögarları yerleştirir ve kotlarını yazar.	5	
6.	Atık su ana borusunu rögara kadar çizer.	5	
7.	Temizleme kapaklarını gösterir.	5	
8.	Kat borusuna bağlantı sırasına göre uç malzemeleri yerleştirir.	5	
9.	Atık su kat borularını çizer.	5	
10.	Atık su kat boruları dönüşlerini 45° açıyla çizer.	5	
11.	Atık su muf yönlerini doğru çizer.	5	
12.	Islak hacimleri aynı olan katlara "üst katın aynısı" ibaresini yazar.	5	
13.	Temiz su tesisatı kat bağlantılarını yapar.	5	
14.	Temiz su tesisatı kolon borularını sayaç ile birleştirir.	5	
15.	Su deposu ve hidrofor bağlantısını yapar.	5	
16.	Su deposu ve hidrofor kapasitelerini yazar.	5	
17.	Yağmur suyu kolon borularını çizer ve numaralarını yazar.	5	
18.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	5	
19.	Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.	5	
20.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
21.	Çizim dosyasını kaydeder.	3	
	Toplam Puan	100	

2.3. BORU ÇAPI HESABI

Sıhhi tesisatı projelerinde boru çapı hesabı; temiz su tesisatı, atık su tesisatı ve yağmur suyu tesisatı olarak ayrılabilir.

2.3.1. Temiz Su Boru Çapı Hesabı

Boru çapının belirlenmesi su ana kaynağından suyun son kullanma yerine kadar olan boru hattındaki basınç kaybı durumuna bağlıdır. Bu da esas itibarıyla borudan geçen su yükü, borunun cinsi, özel dirençler vb. ile ilgilidir. Bütün kullanım yerleri için çapı iyi belirlenmiş bir boru hattı şarttır.

Boru çapı küçük tutulursa şehir şebekesindeki düşük basınçta su alma yerlerinde debi düşük olacağından su alma zamanının uzamasıyla zaman kaybı olur. Su alma yerlerinde düşük basınç olacağı için basınca bağlı olarak çalışan tesisat uç malzemeleri (çamaşır makinesi, şofben vb.) esas fonksiyonlarını tam olarak yapamaz. Şehir şebekesindeki yüksek basınçta ise borularda yüksek hız oluşacağından uç malzemelerinde gürültülere sebep olur. En önemlisi musluklardan yeterli su gelmeyebilir.

Boru çapı ihtiyaçtan büyük tutulursa malzeme maliyeti artar. Bu da istenmeyen bir durumdur. Temiz su tesisatı boru çapının belirlenmesi iki yöntemle yapılır. Birincisi **musluk birimi yöntemi (MB)** esasına göre yapılır. Küçük binaların su tesisatının (özellikle her dairesi için ayrı bir su sayacı konulan yapıların tesisatının) boru çapının hesaplanmasında kullanılır. İkincisi **yükleme birimi yöntemi (YB)** esasına göre yapılır. Tesisat borularında akma basıncı ve debinin hesaplanması gerekir. Genellikle yüksek yapılarda, tek sayaçlı olan yapılarda, hastane, otel, endüstri tesisleri vb. yerlerde bu hesap yönteminden yararlanılır.

2.3.1.1. Musluk Birim Esasına Göre Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı

Basit olan bu yöntemde 15 mm'lik bir musluğun akıttığı su miktarı birim alınır ve su akıtma yerlerinin su sarfiyatları bunun katı olarak ifade edilir. Lavabo, duş bataryaları, eviye, tuvaletler, çamaşır makinesi musluğu, temiz su giriş çapları 1/2" (inch) olmalıdır. Musluk birimi esasına göre temiz su tüketimi su akıtma yerlerinin tipine göre hesaplanır. Temiz su tüketimine göre boru çaplarının seçimi Tablo 2.1 göz önünde bulundurularak yapılacaktır.

Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de şehir su borusundaki basınç 30-50 mSS ve açılmış boru uzunluğu 30 metreden kısa yapılarda kullanılabilir.

Tablo 2.1: Su Akıtma Yerlerine Göre Musluk Birimi Değerleri

TESİSAT UÇ MALZEME CİNSİ	MUSLUK BİRİMİ (MB)
Eviye, rezervuar, bide, pisuvar, hela muslukları, lavabo bataryası veya musluğu	0,5
Termosifon, kombi, çamaşır ve bulaşık makinesi muslukları	1,0
Banyo-duş bataryası, otomatik yay musluklu bas	2,0

Temiz su tesisatında yaygın olarak galvanizli çelik ve plastik borular kullanılmaktadır. Plastik borular malzemelerine göre çeşitli tiplere ayrılır (polietilen, polipropilen vb.). Çelik borular inch olarak gösterilirken plastik boruların mm olarak çapları yazılır. Tablo 2.2'de musluk birimi cinsinden karşılık gelen boru çapları verilmiştir.

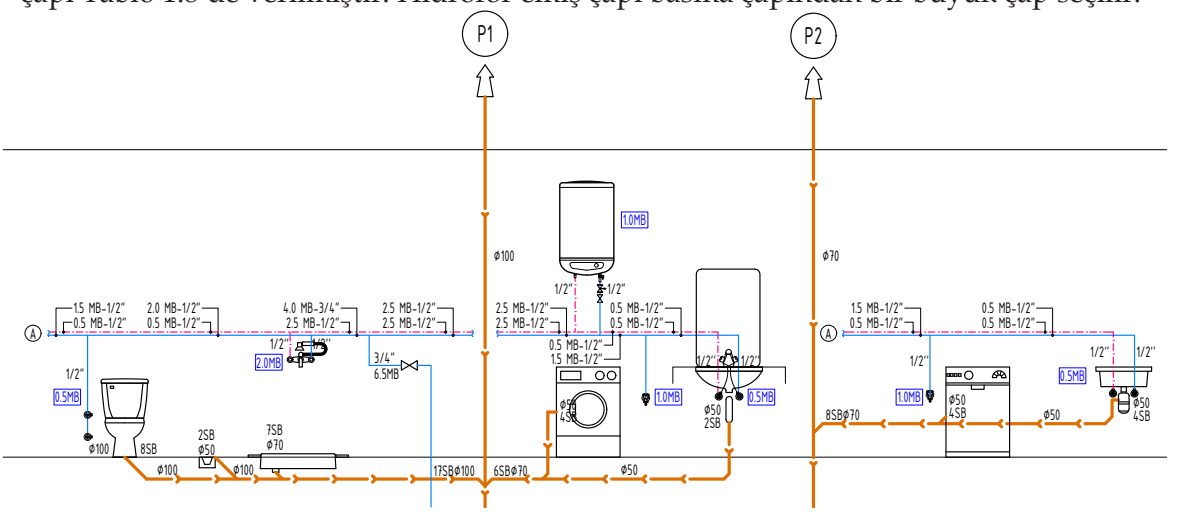
Tablo 2.2: Musluk Birimi Cinsinden Boru Çapları

MUSLUK BİRİMİ	BORU ÇAPLARI	
	ÇELİK BORULAR	PLASTİK BORULAR
0-3 dâhil	1/2"	Ø20
3-8 dâhil	3/4"	Ø25
8-20 dâhil	1"	Ø32
20-35 dâhil	1 1/4"	Ø40
35-50 dâhil	1 1/2"	Ø50
50'den fazlası	2"	Ø63

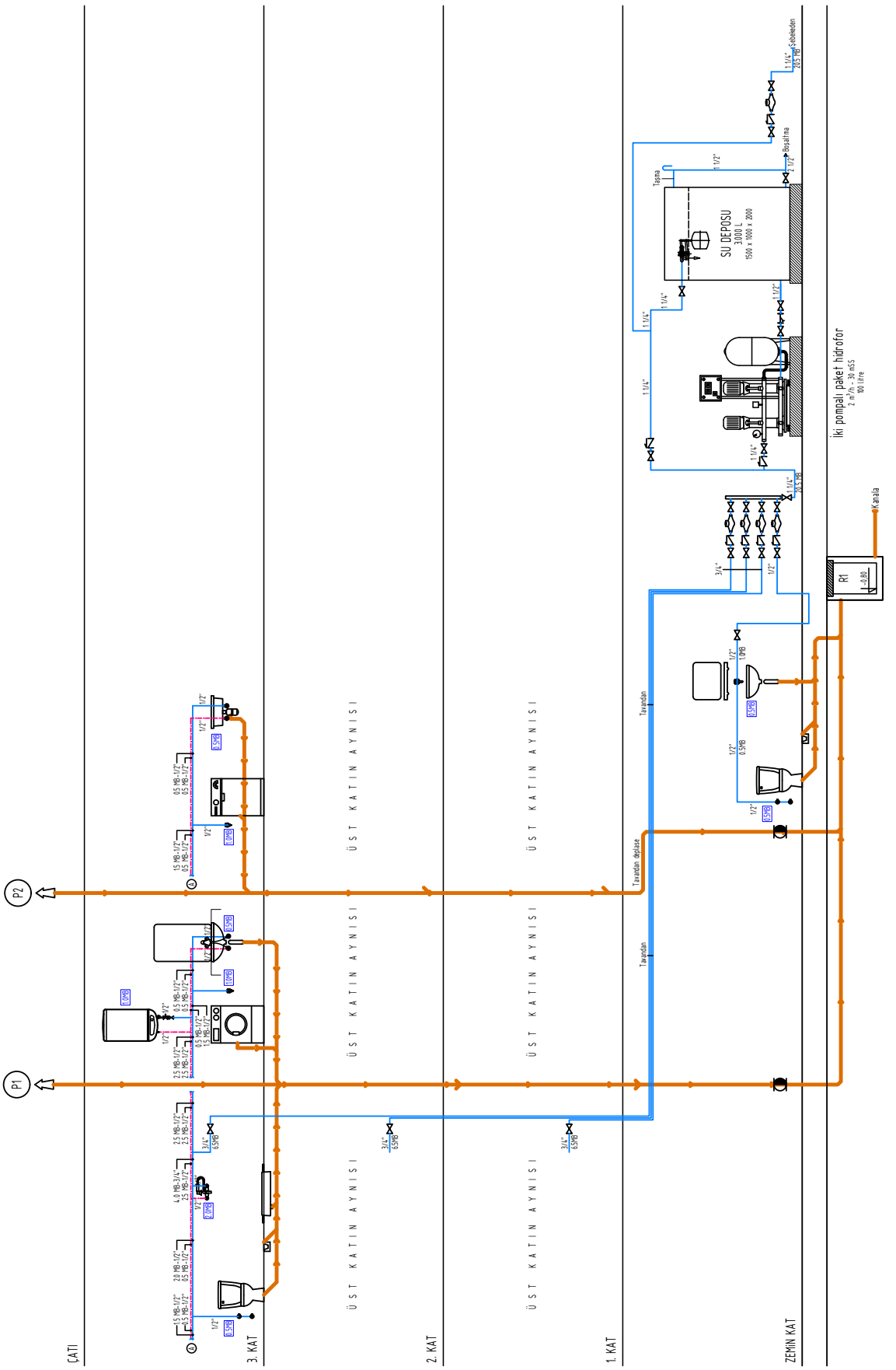
Görsel 2.17 ve Görsel 2.18'de her dairesi için ayrı bir su sayacı konulmuş örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı'nın temiz su tesisatının galvanizli çelik boru olduğu düşünülerek musluk birimi hesabına göre çaplandırılması gösterilmektedir. Hesaba öncelikle uç malzemelerinin musluk biriminin yazılmasıyla başlanır. Musluk birimleri Tablo 2.1'den alınır. Görsel 2.17'de renklendirilerek çerçeve içine alınmıştır. Uygulamalarda bu gösterim pek tercih edilmez. Daha sonra en son uç malzemesini bağlayan boru hattından başlanarak soğuk su hattı ise soğuk su kaynağına (sayaca) doğru, sıcak su hattı ve sirkülasyon hattı ise sıcak su kaynağına (boyler, termosifon vb.) doğru her bir boru parçasının taşıdığı yük miktarı yani musluk birimleri toplanarak Tablo 2.2'den çapları yazılır.

Görsel 2.17'de P2 atık su kolonunun sağına bakıldığında eviyeye giden hattın musluk birimi 0,5 ve çapı 1/2" olarak bulunur. Bulaşık makinesi ve eviyeyi besleyen hattın musluk birimi bulaşık makinesi ve eviyenin musluk birimlerinin toplanmasıyla 1,5 musluk birimi olarak bulunur. Tablo 2.2'den 1,5 musluk birimi karşılığına bakıldığında 1/2" çap bulunur. Bu şekilde sayaç girişine kadar tüm çaplandırmalar yapılır. Görsel 2.17'de daire içi kesme vanasına kadar yükler ve çaplandırmalar yapılmıştır.

Konunun anlaşılması için kolon şeması üzerinde çaplandırma gösterilmiştir. Şemada gösterilen boru çaplarının ve yüklerinin plan üzerinde de gösterilmesi gerekir. En son bölümde tüm projenin bitmiş hâli görülecektir. Su deposu taşma ve basma hatlarının çapı Tablo 1.8'de verilmiştir. Hidrofor emiş çapı basma çapından bir büyük çap seçilir.



Görsel 2.17: Temiz su tesisatının musluk birimine göre çaplandırılması



Görsel 2.18: Örnek mimari projenin kolon şeması temiz su tesisatı musluk birimine göre çaplandırılması

2.3.1.2. Yükleme Birimi Esasına Göre Temiz Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı

Bu yöntemde 10 mm çapında (3/8'') bir musluktan belirli akma basıncında akan suyun miktarı (verdi, debi) esas alınır. 10 mm çapındaki bir musluk saniyede 0,25 litre su akıtır. Bu miktar 1 yükleme birimi olarak kabul edilir ve diğer muslukların yükleme birimleri bunun katları olarak belirlenir.

Temiz su tesisatında bu yöntemde boru çapının hesap esası suyun izlediği yol boyunca oluşan basınç kayıplarının belirli bir değerde tutulmasına dayanır. Basınç kayıpları boru malzemesine, borudan akan suyun debisine, yerel kayıplar yaratan elemanların sayısına, su sayacına veya benzeri özel donanımlara bağlıdır. Borudan akan suyun debisi ise borunun beslediği kullanma yerlerinin sayısı ve cinsiyle belirlenir. Hesabın yapılabilmesi için debinin, tesisatın açılmış boru uzunluğunun, azami basınç kayıplarının ve suyun akma hızının bilinmesi gerekir.

Su Tüketim Hesabı: Herhangi bir kullanma yerindeki musluğun su tüketimi o noktadaki suyun basıncı ile musluğun çapı tarafından belirlenir. Ancak uygulamada donatı ve cihazlardaki tüketimin hesapla bulunması mümkün değildir. Bir musluğun kullanma sıklığı ve süresi belirsiz olduğu gibi muslukların aynı zamanda kullanma olasılıkları da değişmektedir. Bu sebeple su tüketimi standart olarak belirlenir. Kullanma eş zamanı etkeni göz önüne alınarak anma büyüklüğü 10 mm olan bir boşaltma musluğu debisi olarak tarif edilebilir. Yükleme birimi (n) ise o yerdeki su tüketimi:

Q: (n) Yükleme biriminde su tüketimidir.

Q: 0,25 x √n (L/s) şeklinde verilmiştir. Herhangi bir borudan akan su debisi ise bu boruya bağlanmış tüketim yerlerinin toplam yükleme birimlerinden hesaplanabilir.

Belli zaman aralıklarında yoğun kullanım gerektiren endüstriyel yapılarda (askeri koğuşlar, işçi ve öğrenci yatakhaneleri vb.) bu hesap biçimi ile yanlış sonuçlar verebilir. Bu gibi durumlarda toplam YB'nin karekökünün 0,25 katı alınacağına bir su akıtma yerinin verdisinin su kullanma yeri sayısı ile çarpılması ile verdi, buradan da bunun karşılığı olan YB toplamı hesaplanır.

Örnek: Bir yapı tesisatında birer adet rezervuar, duş teknesi (15 mm), termosifon, çamaşır makinesi, lavabo, eviye ve bulaşık makinesi vardır. Toplam debi ne olmalıdır?

Yük değerleri Tablo 2.3'ten sırasıyla 0,25 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 0,5 + 0,5 + 2,5 alınır.

n= 0,25 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 0,5 + 0,5 + 2,5 = 11, 25 YB

Q: 0,25 x √11,25 = 0,83 L/s olarak bulunur.

Örnek: Askeri koğuşta 16 lavabo bulunan bir tesisatta toplam verdiyi hesaplayınız.

Yük değeri Tablo 2.3'ten lavabo için yük birimi 0,5'tir.

Q: 0,25 x √0.5 x 16 = 2,83 L/s olarak bulunur.

Temiz su tesisatında suyun kullanma yerinde istenen bir hızda akmasının sağlanması için kullanma yeri çıkışında bulunması gereken basınca **minimum akma basıncı** denir. Hesabı yapılacak boru tesisatının başlangıcındaki su basıncına ise **şebeke basıncı** adı verilir. Tesisata giren suyun basıncı su şebekesinden besleme varsa 40 mSS, besleme

tesisatına konulan hidroforla yapılacaksa hidrofor alt basıncı olarak göz önüne alınmalıdır. Sayaçlardaki basınç kaybı sayacın büyüklüğüne göre değişir. Genel olarak sayaçlardaki basınç kaybı 5 mSS olacak şekilde seçim yapılmalıdır. Ancak bu kayıp hiçbir zaman 10 mSS değerinden fazla olmamalıdır.

Tablo 2.3: Su Akıtma Yerlerine Göre Akma Basıncı, Debi ve Yükleme Birimi Değerleri

SU AKITMA YERİ	AKMA BASINCI mSS	DEBİ L/s	YÜKLEME BİRİMİ YB
Musluk (15 mm, 1/2")*	5	0,40	2,5
Musluk (20 mm, 3/4")*	5	1,00	16
Lavabo	5	0,175	0,5
Küvet ve duş bataryası (1/2")	5	0,40	2,5
Küvet ve duş bataryası (3/4")	5	1,00	16
Pisuvar	5	0,125	0,25
Bide	5	0,125	0,25
Yıkama deposu (rezervuar)	5	0,125	0,25
Basınçlı hela yıkayıcısı (1/2")	13	0,60	6,0
Basınçlı hela yıkayıcısı (3/4")	12	0,80	11
Basınçlı hela yıkayıcısı (1")	4	1,30	27
Şofben (10 L/dk.)	25	0,175	0,5
Şofben (16 L/dk.)	25	0,25	1,0
Şofben (26 L/dk.)	25	0,43	3,0
Termosifon	5	0,40	2,5
Çamaşır ve bulaşık makinesi	5	0,40	2,5
*Devamlı kullanılan musluklar (bahçe sulama musluğu gibi)			

Yapı temiz su tesisatı boru basınç kayıplarının hesabında sürtünme ve yerel kayıplar birbirinden ayrılmaz. Bir tek toplam basınç değeri vardır. Çelik ve dökme borular için kireçlenme ve kirlilikten doğan kesit küçültmeleri de göz önüne alınarak basınç kaybı değerleri verilmiştir.

Tablo 2.4'te 0,5 ile 1.000 yükleme birimi aralığına karşılık gelecek debi aralığında ve çeşitli çaptaki borularda özgül basınç kaybı (1 m uzunluğunda boruda meydana gelen basınç kaybı) değerleri verilmiştir. Bu tabloda aynı zamanda hız ile ilgili de bilgi vardır. Koyu sayılar 1,0-2,0 m/s hızlar arasındaki basınç kayıplarını, koyu sayıların üzerindekiler daha küçük hızlardaki basınç kayıplarını, altındakiler ise daha yüksek hızlardaki basınç kayıplarını göstermektedir. Altı çizilmiş sayılar ise sırası ile 0,5 m/s, 1,5 m/s ve 2,5 m/s hızlarındaki basınç kayıplarına karşılık gelir.

Basınç kaybı dışında boru çaplarının suyun hızı bakımından da uygun olması gereklidir. Borudaki su hızı genellikle 1,0-2,0 m/s arasında olmalı ancak hiçbir zaman 3 m/s değerini geçmemelidir. Özellikle hastane gibi sessizlik istenen yapılarda su hızı en çok 1,0 m/s olmalıdır.

Boru hattında basınç kayıplarının toplamı emre hazır basınç değerini geçmemelidir. Bu değeri geçerse ya da çok altında kalırsa boru birimlerinin çapları yeniden düzenlenerek en yakın küçük değer aranmalıdır. Boru çaplarının belirlenmesinde ortalama basınç kaybı en küçük olandan başlanmalıdır.

Tablo 2.4: Çelik Borulardaki Basınç Kayıpları (TS 1258)

Toplam	Verdi	1 M Boru İçin Su Sayaçları Haricinde Dirsek, Vana Gibi Bütün Özel Dirençleri Dâhil Basınç Kayıpları mSS/m						
		Adlandırma Çapı (mm)						
YB	L/s	15	20	25	32	40	50	65
0,5	0,177	**0,39**	0,08	0,02	0,01			
1	0,250	**0,78**	0,16	0,05	0,01			
1,5	0,306	**1,18**	0,25	0,07	0,02	0,01		
2	0,354	1,57	**0,33**	0,10	0,03	0,01		
2,5	0,395	1,96	**0,41**	0,12	0,03	0,01		
3	0,433	2,35	**0,49**	0,15	0,04	0,01		
3,5	0,468	2,74	**0,57**	0,17	0,04	0,01		
4	0,500	3,13	**0,66**	**0,20**	0,05	0,02		
4,5	0,530	3,53	**0,74**	**0,22**	0,06	0,02	0,01	
5	0,559		**0,82**	**0,24**	0,06	0,02	0,01	
5,5	0,586		**0,90**	**0,27**	0,07	0,02	0,01	
6	0,612		**0,98**	**0,29**	0,08	0,02	0,01	
6,5	0,637		1,07	**0,32**	0,08	0,02	0,01	
7	0,661		1,15	**0,34**	0,09	0,03	0,01	
7,5	0,685		1,23	**0,37**	0,19	0,03	0,01	
8	0,707		1,31	**0,39**	0,10	0,03	0,01	
8,5	0,729		1,39	**0,41**	0,11	0,03	0,01	
9	0,750		1,48	**0,44**	0,11	0,03	0,01	
9,5	0,771		1,56	**0,46**	0,12	0,04	0,01	
10	0,791		1,64	**0,49**	0,13	0,04	0,01	
11	0,829		1,80	**0,54**	**0,14**	0,04	0,01	
12	0,866		1,97	**0,59**	**0,15**	0,04	0,01	
13	0,901		2,13	**0,63**	**0,17**	0,05	0,01	
14	0,935		2,30	**0,68**	**0,18**	0,05	0,02	0,01
15	0,968			**0,73**	**0,19**	0,06	0,02	0,01
16	1,000			0,78	**0,20**	0,06	0,02	0,01
17	1,031			0,83	**0,22**	0,06	0,02	0,01
18	1,061			0,88	**0,23**	0,07	0,02	0,01
19	1,090			0,93	**0,24**	0,07	0,02	0,01
20	1,118			0,98	**0,25**	0,08	0,02	0,01
21	1,146			1,02	**0,27**	0,08	0,02	0,01
22	1,173			1,07	**0,28**	0,08	0,02	0,01
23	1,199			1,12	**0,29**	0,09	0,03	0,01
24	1,225			1,17	**0,31**	0,09	0,03	0,01
25	1,250			1,22	**0,32**	0,09	0,03	0,01
26	1,275			1,27	**0,33**	**0,10**	0,03	0,01
27	1,299			1,32	**0,34**	**0,10**	0,03	0,01
28	1,323			1,37	**0,36**	**0,11**	0,03	0,01
29	1,346			1,41	**0,37**	**0,11**	0,03	0,01
30	1,369			1,46	**0,38**	**0,11**	0,03	0,01
31	1,392			1,51	**0,40**	**0,12**	0,03	0,01
32	1,414			1,56	**0,41**	**0,12**	0,04	0,01
33	1,436			1,61	**0,42**	**0,13**	0,04	0,01
34	1,458			1,66	**0,43**	**0,13**	0,04	0,01
35	1,479				**0,45**	**0,13**	0,04	0,01
36	1,500				**0,46**	**0,14**	0,04	0,01
37	1,521				**0,47**	**0,14**	0,04	0,01
38	1,541				**0,48**	**0,14**	0,04	0,01
39	1,561				**0,50**	**0,15**	0,04	0,01
40	1,581				**0,51**	**0,15**	0,05	0,01
41	1,601				0,52	**0,16**	0,05	0,01
42	1,620				0,54	**0,16**	0,05	0,01
43	1,639				0,55	**0,16**	0,05	0,01
44	1,658				0,56	**0,17**	0,05	0,01
45	1,677				0,57	**0,17**	0,05	0,01
46	1,696				0,59	**0,17**	0,05	0,01
47	1,714				0,60	**0,18**	0,05	0,01
48	1,732				0,61	**0,18**	0,05	0,01
49	1,750				0,62	**0,19**	0,06	0,01
50	1,768				0,64	**0,19**	0,06	0,01

Toplam	Verdi	1 M Boru İçin Su Sayaçları Haricinde Dirsek, Vana Gibi Bütün Özel Dirençleri Dâhil Basınç Kayıpları mSS/m					
		Adlandırma Çapı (mm)					
YB	L/s	32	40	50	65	80	100
55	1,854	0,70	**0,21**	0,06	0,01		
60	1,936	0,77	**0,23**	0,07	0,01	0,01	
65	2,016	0,83	**0,25**	**0,07**	0,01	0,01	
70	2,092	0,89	**0,27**	**0,08**	0,01	0,01	
75	2,165	0,96	**0,28**	**0,08**	0,01	0,01	
80	2,236	1,02	**0,3**	**0,09**	0,01	0,01	
85	2,305	1,08	**0,32**	**0,10**	0,02	0,01	
90	2,372	1,15	**0,34**	**0,10**	0,02	0,01	
95	2,437		**0,36**	**0,11**	0,02	0,01	
100	2,500		**0,38**	**0,11**	0,02	0,01	
105	2,562		0,40	**0,12**	0,02	0,01	
110	2,622		0,42	**0,12**	0,02	0,01	
115	2,681		0,44	**0,13**	0,02	0,01	
120	2,739		0,45	**0,14**	0,02	0,01	
125	2,795		0,47	**0,14**	0,02	0,01	
130	2,850		0,49	**0,15**	0,02	0,01	
135	2,905		0,51	**0,15**	0,02	0,01	
140	2,958		0,53	**0,16**	0,03	0,01	
145	3,010		0,55	**0,16**	0,03	0,01	
150	3,062		0,57	**0,17**	0,03	0,01	
155	3,112		0,59	**0,17**	0,03	0,02	
160	3,162		0,61	**0,18**	0,03	0,02	
165	3,211		0,63	**0,19**	0,03	0,02	
170	3,260		0,64	**0,19**	0,03	0,02	
175	3,307		0,66	**0,20**	0,03	0,02	
180	3,354		0,68	**0,21**	0,03	0,02	
185	3,400		0,70	**0,21**	0,03	0,02	
190	3,446		0,72	**0,21**	0,03	0,02	
195	3,491		0,74	**0,22**	0,04	0,02	0,01
200	3,536		0,76	**0,23**	0,04	0,02	0,01
205	3,579		0,78	**0,23**	0,04	0,02	0,01
210	3,623		0,80	**0,24**	0,04	0,02	0,01
215	3,666		0,81	**0,24**	0,04	0,02	0,01
220	3,708		0,83	**0,25**	0,04	0,02	0,01
225	3,750		0,85	**0,25**	0,04	0,02	0,01
230	3,791			**0,26**	0,04	0,02	0,01
235	3,832			**0,26**	0,04	0,02	0,01
240	3,873			**0,27**	**0,04**	0,02	0,01
245	3,913			**0,28**	**0,04**	0,02	0,01
250	3,953			0,28	**0,05**	0,02	0,01
275	4,146			0,31	**0,05**	0,02	0,01
300	4,330			0,34	**0,05**	0,03	0,01
325	4,507			0,37	**0,06**	0,03	0,01
350	4,677			0,39	**0,06**	0,03	0,01
375	4,841			0,42	**0,07**	0,03	0,01
400	5,000			0,45	**0,07**	0,04	0,01
425	5,154			0,48	**0,08**	**0,04**	0,01
450	5,303			0,51	**0,08**	**0,04**	0,01
475	5,449			0,53	**0,09**	**0,04**	0,01
500	5,590			0,56	**0,09**	**0,04**	0,01
550	5,863			0,62	**0,10**	**0,05**	0,01
600	6,124				**0,11**	**0,05**	0,02
650	6,374				**0,12**	**0,06**	0,02
700	6,614				**0,12**	**0,06**	0,02
750	6,847				**0,14**	**0,07**	0,02
800	7,071				**0,14**	**0,07**	0,02
850	7,289				**0,15**	**0,07**	0,02
900	7,500				**0,16**	**0,08**	0,02
950	7,706				0,17	**0,08**	0,02
1000	7,906				0,18	**0,09**	0,03

Boru Çaplarının Hesabı: Boru çapları en elverişsiz hattan başlanarak bütün sistem için tek tek hesaplanmalıdır. **En elverişsiz hat** veya **kritik hat**, sistemdeki toplam basınç kaybının en fazla olduğu hattır. Genellikle tesisat başlangıç noktasına göre düşey doğrultuda en yüksekte ve boru hattı üzerinden ölçmek koşuluyla yatay doğrultuda en uzakta bulunan aynı zamanda bu özelliklerdeki kullanma yerlerinden en çok su akıtan musluğa kadar olan hat **kritik hat**tır.

Boru çapları hesabına başlanmadan önce boru planı üzerinde kullanma yerleri, kullanma yerlerine ait yük birimleri, ayrı boru çapları ve numaraları, kolon numaraları, ayrı boru parçalarının boyları, en elverişsiz durumdaki kullanma yeri ve bunun beslenme borusuna göre yüksekliği gösterilir.

Kritik hattan başlanarak ve kritik hat ile ilişkili hatlarda devam edilerek ayrı boru parçalarının çapları aşağıdaki sıra ile hesaplanır.

1. Temiz su şebeke basıncı belirlenir.
2. En elverişsiz kullanma yerinin başlangıç noktasına göre yüksekliği belirlenir.
3. Kritik kullanma yerindeki akma basıncı belirlenir.
4. Su sayacındaki basınç kaybı belirlenir.
5. Kritik boru devresi için kullanılabilir toplam etkin basınç kaybı, şebeke basıncından sonraki üç değer çıkartarak hesaplanır [e: a-(b+c+d)].
6. Kritik hat toplam boru boyu bulunur.
7. Ortalama özgül basınç kaybı hesaplanır.
8. İlk boru parçasından başlanarak kritik hattaki bütün boru parçaları çap değerleri sıra ile belirlenir.

Bu amaçla aşağıdaki gibi bir çizelge hazırlanmasında yarar vardır.

Boru Parçası No.	Uzunluk (m)	Yük Birimi (YB)	Boru Çapı (mm)	Özgül Basınç Düşümü (mSS/m)	Toplam Basınç Düşümü (mSS)

Çizelgenin doldurulmasında en üst ve ortaya kolon numarası, toplam etkin basınç ve ortalama özgül basınç kaybı yazılabilir. Daha sonra boru parçası ele alınarak uzunluğu ve boru parçasının taşıdığı yük birimi yerlerine yazılır. Basınç kayıpları Tablo 2.4'ten yararlanılarak verilen yük birimi karşısındaki ortalama özgül basınç kaybına en yakın olanı seçilir. Buna karşılık gelen çap değeri okunur.

Seçilen boru çapındaki özgül basınç düşümü ve bu değerin boru uzunluğu ile çarpılması sonucu bulunan borudaki toplam basınç düşümü son iki sütuna yazılır. Kritik hattaki bütün boru parçaları için işlem tekrarlanır. Hesabın sonunda kritik hattaki top-

lam basınç düşümü bulunur. Bu değer daha önce bulunan emre hazır (etken basınç) değerinden küçük olmalıdır. Kritik hat dışındaki hatlarda bulunan boru çapları da aynı yöntemle bulunur.

2.3.2. Atık Su Boru Çapı Hesabı

Atık su borularının çaplarının doğru olarak belirlenmesi ekonomik bakımdan olduğu kadar tesisatın çalışması bakımından da önemlidir. Boru çapının gerekenden büyük seçilmesi maliyeti arttırır ve sanıldığı gibi tesisatın çalışmasında da bir üstünlük sağlamaz. Çünkü atık su borularının içinden akan suyun iç yüzeyleri yıkaması da beklenir. Büyük çaplı borularda akan suyun derinliği az olacağından yıkama işlemi gerçekleşmez.

Boru çapı küçük seçilirse su boruyu doldurarak akar. Bu boru içinin iyice yıkanmasını sağlasa da havanın akımını engelleyerek emme ve geri tepme olayını meydana getirir. Sifonlardaki su tesisata emilir veya dışarı fışkırtılır.

Hesaplamalarda tahmin ve tecrübenin yeri çok olmakla beraber iki yöntem kullanılır. Birinci yöntem **sarfiyat birimi** ikinci yöntem ise **tahliye birimidir (TS EN 12056)**. Bu standardın 2005 yılında çıkmasıyla birlikte TS 2469 (1976), TS 826 (1988) ve TS 827 (1988) iptal edilmiştir.

2.3.2.1. Sarfiyat Birimi Esasına Göre Atık Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı

Bina içindeki atık su boruları sarfiyat birimi (SB) esasına göre Tablo 2.5 ve Tablo 2.6'dan yararlanılarak boyutlandırılır. Hesaplarda hela taşı ve klozet çıkışı bağlantısı mutlaka Ø100 olmalıdır. Uygulamada en çok tercih edilen atık su tesisatı boru çap hesap yöntemidir.

Tablo 2.5: Tesisat Uç Malzemelerinin Sarfiyat Birim Değerleri

TESİSAT UÇ MALZEME CİNSİ	SARFİYAT BİRİMİ (SB)
Alaturka hela, alafranga hela (klozet)	8
Küvet, duş teknesi	7
Eviye, bulaşık ve çamaşır makinesi	4
Lavabo, yer süzgeci	2
Pisuvar-bide	1
Pisuvar	5

Tablo 2.6: Sarfiyat Birimlerine Göre Boru Çapları

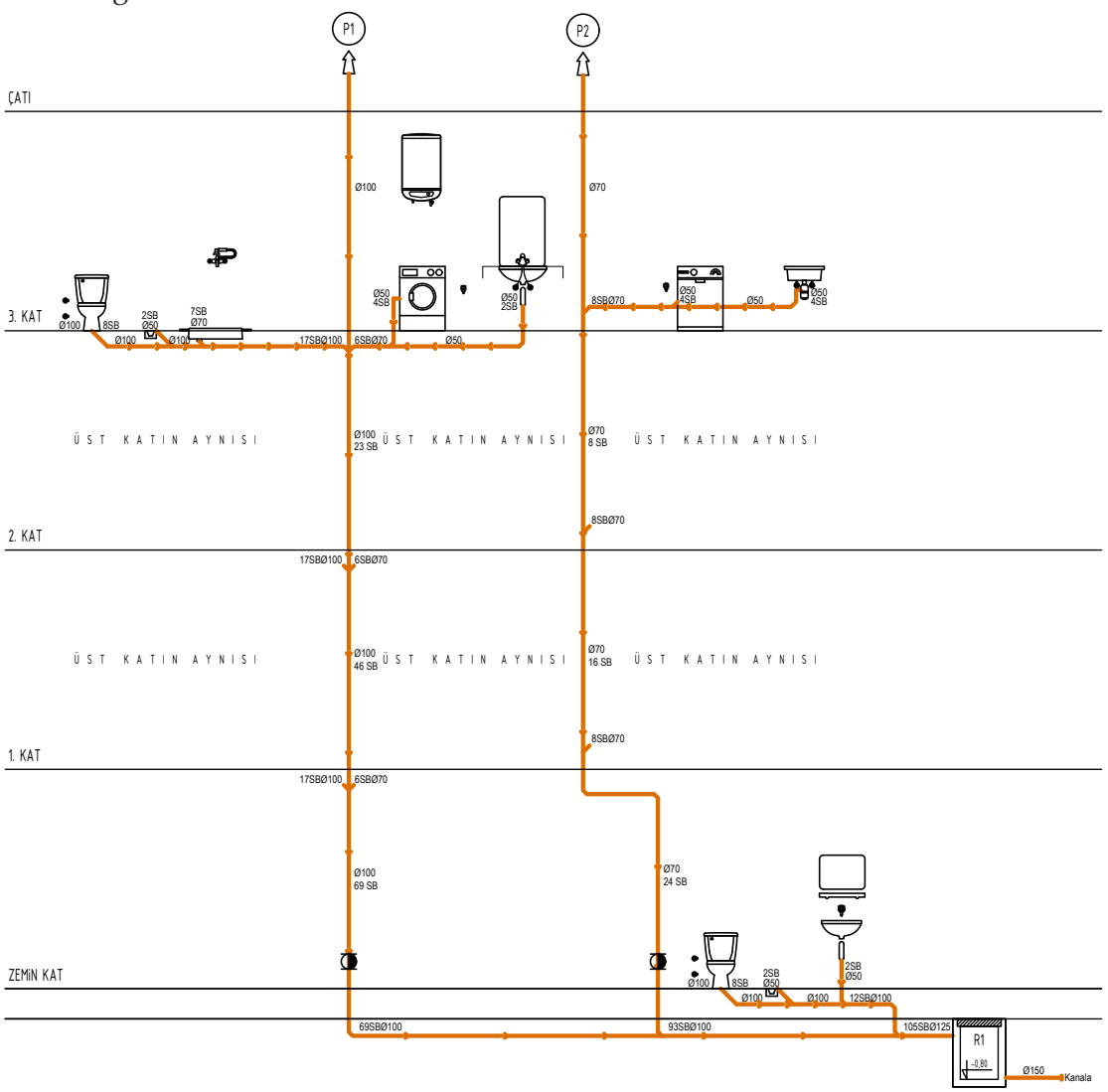
YATAY BORU DURUMUNDA SARFİYAT BİRİMİ (SB)	DÜŞEY BORU DURUMUNDA SARFİYAT BİRİMİ (SB)	BORU ÇAPI Ø mm
0-4 dâhil	-	Ø50
4-25 dâhil	0-40 dâhil	Ø70
25-100 dâhil	40-150 dâhil	Ø100
100-270 dâhil	150-400 dâhil	Ø125
270-600 dâhil	400-900 dâhil	Ø150

Hesaba öncelikle uç malzemelerinin sarfiyat biriminin yazılmasıyla başlanır. Sarfiyat birimleri Tablo 2.5'ten alınır. Proje çizimlerinde genellikle şemada gösterilirken plan üzerinde bu gösterim pek tercih edilmez. Daha sonra atık su kat borusunun en son boru hattından başlanarak atık su kolon borusuna doğru her bir boru parçasının taşıdığı yük

miktarına göre (sarfiyat birimleri toplanarak) Tablo 2.6 yatay boru sarfiyatına göre çaplandırılır. Bu çaplandırmalarda hela taşı bulunması hâlinde çap 100'den düşük olamaz.

Atık su kat borusu yükü ve çapı bulunduktan sonra atık su kolon borusu yükleri ve çapları yazılır. Kolon borusu çapı farklı olarak her kat borusu yükü toplanarak en alt yani (debinin en fazla olduğu düşey boru) ana boru bağlantısı noktasında bulunan yüke ve Tablo 2.6 düşey boru sarfiyatına göre çaplandırılır. Çap değişmeden çatıya kadar yükselir. Yani kolon borusunun çapı değişmez. Atık su ana borusu ve rögar bağlantısı çaplandırılması yapılır. Her bir kolon ve rögar için bu işlemler tekrar edilir.

Görsel 2.19'da örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı'nın daha önce çıkarılan kolon şemasında temiz su tesisatı gizlenerek sarfiyat birimi (SB) hesabına göre çaplandırılması görülmektedir.



Görsel 2.19: Örnek mimari projenin kolon şeması atık su tesisatı sarfiyat birimine göre çaplandırılması

Görsel 2.19'da P1 numaralı atık su kolonunun solunda en uçta klozetin sarfiyat biriminin 8 olduğu görülür. Tablo 2.6'ya bakıldığında ise yatay durumda bu sarfiyat birimi için boru çapının 70 mm olduğu görülür. İstisnai olarak hela taşlarında çapın 100

mm'den az olmaması gerekir. Bu yüzden çap 100 mm olarak yazılır. Sarfiyat birimlerinin atık su kolonuna doğru toplanmasına devam edilir. P1 numaralı atık su kolonunun sağ tarafında lavabonun sarfiyat biriminin 2 olduğu, Tablo 2.6'dan yatay durumda çapın Ø50 mm yeterli olduğu, çamaşır makinesinin 4 sarfiyat birimi ile toplandığında 6 sarfiyat birimi olduğu ve çapın yatay durumda 70 mm olduğu görülür.

Atık su kolon borusunda ise en altta debinin en yüksek olduğu 69 sarfiyat biriminin Tablo 2.6'dan düşey durum çapın 100 mm olduğu ve çapı hiç değişmeden çatıya kadar çıkarıldığı görülür. Şemada gösterilen boru çaplarının ve yüklerinin plan üzerinde de gösterilmesi gerekir. Islak mekânlarda genelde sarfiyat birimleri yazılmaz. Boru çaplarında çapın "Ø" sembolü ile gösterildiği unutulmamalıdır.

2.3.2.2. Tahliye Birimi Esasına Göre Atık Su Tesisatı Boru Çapı Hesabı

Normal yer çekimi ile drenaj sistemlerinde asılı ve çöken maddelerin taşınabilmesi, güvenli bir şekilde boşaltılabilmesi için yeterli bir dolum derecesi ve orta derecede bir akış hızını öngörmektedir. Hidrolik açıdan düzgün bir çalışma, kısmen dolu borulardaki akışın sabit ve eşit şekilde olması hâlinde varsayılır. Farklı ülkelerde sıhhi tesisat malzemelerinin farklı türleri ve uygulama alanları ile farklı teknik alışkanlıklara bağlı olarak birçok drenaj sistemi türü vardır. Sistemler dört tipte incelenir. Değişik sıhhi tesisatların tahliye birimleri hesaplama için Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7: Tesisat Uç Malzemelerinin Tahliye Biçimleri ve Birim Değerleri

TESİSAT UÇ MALZEME CİNSİ	SİSTEM 1	SİSTEM 2	SİSTEM 3	SİSTEM 4
	DU (L/s)	DU (L/s)	DU (L/s)	DU (L/s)
Lavabo, bide	0,5	0,3	0,3	0,3
Tapasız duş	0,6	0,4	0,4	0,4
Tapalı duş	0,8	0,5	1,3	0,5
Sifonlu pisuvar	0,8	0,5	0,4	0,5
Su yıkama vanalı pisuvar	0,5	0,3	-	0,3
Pâka pisuvar	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Küvet	0,8	0,6	1,3	0,5
Eviye	0,8	0,6	1,3	0,5
Bulaşık makinesi (ev tipi)	0,8	0,6	0,2	0,5
Çamaşır makinesi (6 kg'a kadar)	0,8	0,6	0,6	0,5
Çamaşır makinesi (12 kg'a kadar)	1,5	1,2	1,2	1,0
4,0 litre su hazneli tuvalet	**	1,8	**	**
6,0 litre su hazneli tuvalet	2,0	2,0	1,2 ila 1,7***	2,0
7,5 litre su hazneli tuvalet	2,0	2,0	1,4 ila 1,8***	2,0
9,0 litre su hazneli tuvalet	2,5	2,0	1,6 ila 2,0***	2,5
Yer süzgeci DN 50	0,8	0,9	-	0,6
Yer süzgeci DN 70	1,5	0,9	-	1,0
Yer süzgeci DN 100	2,0	1,2	-	1,3

* Kişi başına
** Müsaade edilemez.
*** Tipe bağlı (Sadece yıkama suyu hazneli tuvaletler için geçerlidir.)
- Kullanılamaz veya yeri yok.

Sistem 1 Kısmen Dolu Bağlantı / Kat Borularına Sahip Tekli Dikey Boru Sistemi: Sıhhi tesisatlar, kısmen dolu bağlantı / kat boruları 0,5'lik (%50) bir doluluk oranı olacak şekilde tasarlanır ve tek bir kolon borusuna bağlanır.

Sistem 2 Küçük Çaplı Bağlantı / Kat Borularına Sahip Tekli Dikey Boru Sistemi: Sıhhi tesisatlar, küçük çaplı bağlantı / kat boruları 0,7'lik (%70) bir doluluk oranı olacak şekilde tasarlanır ve tek bir kolon borusuna bağlanır.

Sistem 3 Büyük Çaplı Bağlantı / Kat Borularına Sahip Tekli Dikey Boru Sistemi: Sıhhi tesisatlar, büyük çaplı bağlantı / kat boruları 1'lik (%100) bir doluluk oranı olacak şekilde tasarlanır ve her bağlantı / kat borusu tek bir kolon borusuna ayrı olarak bağlanır.

Sistem 4 Ayrık Dikey Boru Sistemi: Tip 1, tip 2, tip 3 gibi drenaj sistemleri ayrıca tuvaletler ve dışkı maddeleri için olan siyah su kolon borusu ve diğer sıhhi tesisatların hepsi için olan gri su kolon borusu olacak şekilde ikiye ayrılabilir. Sistem 1 ve sistem 2'nin pratikte en yaygın olan tipler olması nedeniyle öğrenme biriminde bunlar üzerinde durulmuştur.

Dolum derecesi (doluluk oranı) atık su borularında su derinliğinin iç çapa göre oranını gösterir. **Tahliye birimi**, bir sıhhi tesisatın saniyede litre cinsinden miktar ile ifade edilen (L/s) ortalama tahliye debisidir. Değişik sıhhi tesisatların tahliye birimleri Tablo 2.7'de verilmiştir. Sıhhi tesisatların saniyede litre cinsinden ifade edilen debisi aşağıdaki eşitlik ile bulunur.

$$Q_w = K \cdot \sqrt{\Sigma DU} \ (L/s)$$

Eşitlikteki ifadeler şu şekildedir:

Q_w: Atık su debisi (L/s)

K: Frekans faktörü

ΣDU: Tahliye birimlerinin toplamı

Frekans katsayısı, sıhhi tesisatların kullanım frekansını dikkate alan ve hesaba katan değişkendir (boyutsuz). Sıhhi tesisatların farklı kullanımı ile ilgili tipik frekans faktörleri Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8: Tipik Frekans Faktörleri

SIHHİ TESİSATLARIN KULLANIMI	K
Aralıklı kullanım (örneğin ev, misafirhane, iş yeri)	0,5
Sık kullanım (örneğin hastane, okul, restoran, otel)	0,7
Yoğun kullanım (örneğin umumi tuvaletler ve / veya duşlar)	1,0
Özel kullanım (örneğin laboratuvar)	1,2

Boru kapasitesi en az hesaplanan atık su debisinden veya en büyük tahliye birimine sahip uç malzemesinin debisinden **büyük olmalıdır** (Tablo 2.7). Genel olarak tüm sistemlerde boruların anma çapı akış yönünde hiçbir zaman azaltılmamalıdır.

Örnek: Her biri 8,5 tahliye birimine (DU) sahip altı apartman dairesini rögara taşıyan pis su ana borusunun debisini hesaplayınız.

Q_w: K . √ΣDU (L/s) Tablo 2.8'den K değeri 0,5 olarak okunur.

Q_w: 0,5 . √(6x8,5) = 0,5 . √51 = 3,6 L/s olarak bulunur.

Kat / bağlantı borularının havalandırmadığı yani havalandırmasız bağlantı / kat borularının hidrolik kapasitelerine göre çaplandırılmaları Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9: Havalandırmasız Atık Su Bağlantı / Kat Boruları

$Q_{EN\ YÜKSEK}$ (L/s)	SİSTEM 1 DU (L/s)	SİSTEM 2 Ø mm	SİSTEM 3 Ø mm	SİSTEM 4 Ø mm
0,40	*	30	Standarda bakınız.	30
0,50	40	40		40
0,80	50	*		*
1,00	60	50		50
1,50	70	60		60
2,00	80**	70**		70**
2,25	90***	80****		80****
2,50	100	90		100

*Müsaade edilmez.
**Tuvalet yok.
***En fazla iki tuvalet ve yönlerdeki toplam değişimler 90°den küçüktür.
****En fazla bir tuvalet vardır.

Ana havalandırma, bir ya da birden fazla bir araya getirilmiş dikey borunun çatı üzerine kadar çekildiği ve ucu atmosfere doğru açık olan bir hattır. Ana havalandırmalı atık su kolon boruları Tablo 2.10'a göre çaplandırılır.

Tablo 2.10: Ana Havalandırmalı Atık Su Kolon Boruları

ANA HAVALANDIRMALI ATIK SU KOLON BORUSU	SİSTEM 1, SİSTEM 2, SİSTEM 3 VE SİSTEM 4 $Q_{en\ yüksek}$ (L/s)	
Ø mm	Eşit giriş (>45°)	Kavisli giriş (≤45°)
60	0,5	0,7
70	1,5	2,0
80*	2,0	2,6
90	2,7	3,5
100**	4,0	5,2
125	5,8	7,6
150	9,5	12,4
200	16,0	21,0

*Sistem 2'de tuvaletlerin sistemle bağlandığı en küçük çap
** Diğer sistemlerin tuvaletlerin sistemle bağlandığı en küçük çap

Atık su ana borularının hidrolik kapasitelerine göre çaplandırılmaları Tablo 2.11 ve Tablo 2.12'de verilmiştir.

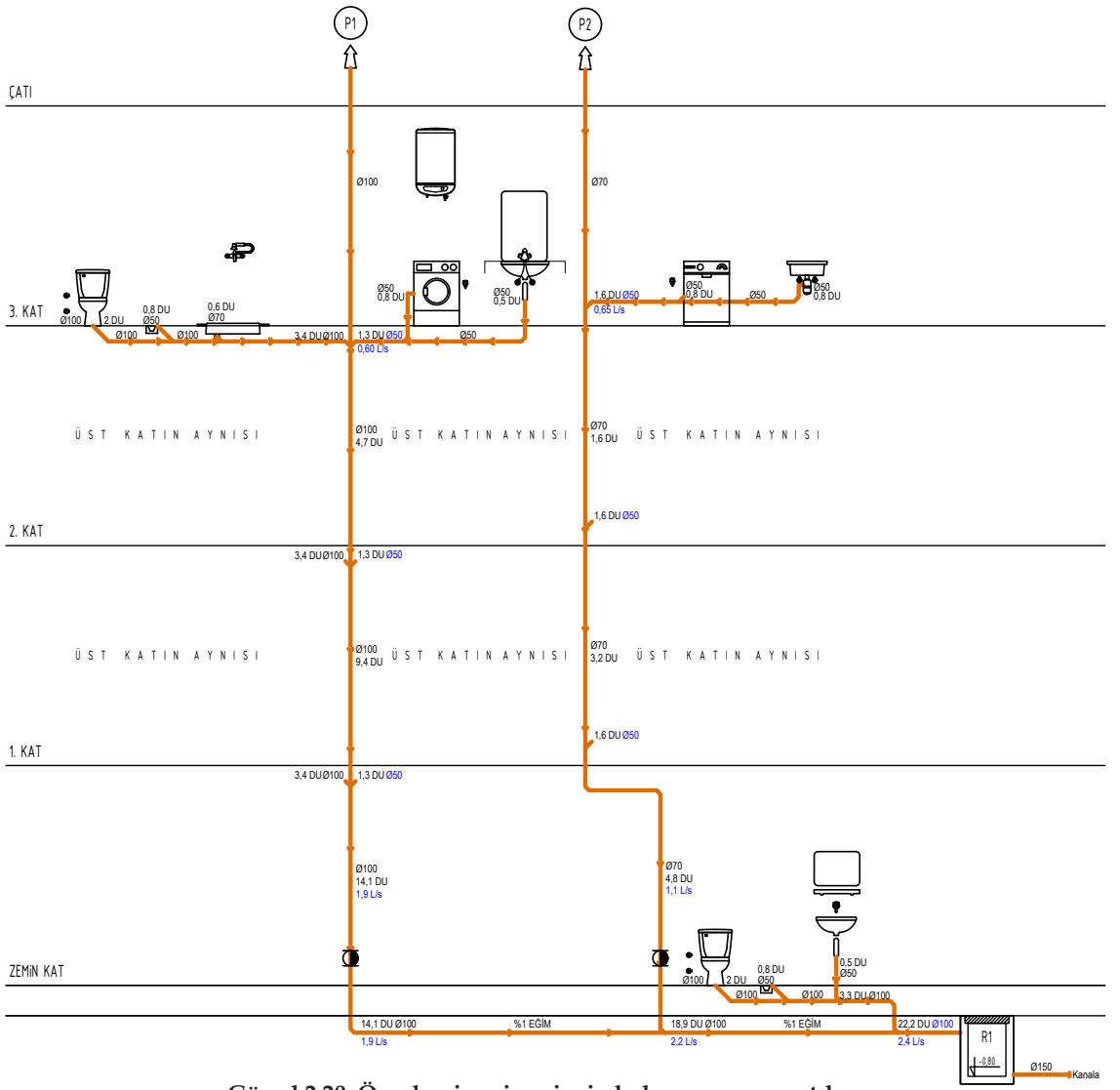
Tablo 2.11: Atık Su Ana Borularının Kapasiteleri (%50'lik Doluluk Oranında)

EĞİM	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
İ	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V
cm/m	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

Tablo 2.12: Atık Su Ana Borularının Kapasiteleri (%70'lik Doluluk Oranında)

EĞİM	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
İ	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V
cm/m	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

Görsel 2.20'de örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı'nın daha önce çıkarılan kolon şemasında temiz su tesisatı gizlenerek tahliye birimi (DU) hesabı sistem 1'e göre çaplandırılması görülmektedir.



Görsel 2.20: Örnek mimari projenin kolon şemasının atık su tesisatı tahliye birimine göre çaplandırılması

Tahliye birimine göre yapılan boyutlandırmada sarfiyat birimi hesabına göre farklı olan çaplar ve hesaplanan debileri renkli olarak verilmiştir.

Piyasada atık su hesaplamaları pratik olması sebebiyle yaygın olarak sarfiyat birimine göre yapılmaktadır. Uygulama yapraklarında sarfiyat birimine ağırlık verilmiştir.

2.3.3. Yağmur Suyu Boru Çapı Hesabı

Yağmur suyu hesaplamalarında çeşitli hesap yöntemleri bulunmaktadır. En yaygın kullanılan, tecrübeye dayalı, basit ve uyulması gereken TS EN 12056 standardı esas alınarak iki çeşit hesap yöntemi gösterilecektir.

2.3.3.1. Yağmur Suyu Hesabı

Bu hesapta İzmir ili için çatının m^2si başına 0,75 cm^2 düşey yağmur borusu hesaplanır. Binada bulunan balkonlar açık ise çatı alanı hesabına dâhil edilir.

$$S: P \times 0{,}75\ (cm^2)$$

Eşitlikteki ifadeler şu şekildedir:

P: Çatı alanı + balkon alanı (m^2)

S: Gerekli yağmur borusu alanı (cm^2)

$$A: S/f\ (cm^2)$$

Eşitlikteki ifadeler şu şekildedir:

A: Yağmur borusu kesiti (cm^2)

f: Kullanılacak yağmur borusu adedi

$$D: 1{,}13 \times \sqrt{A}$$

Eşitlikteki ifade şu şekildedir:

D: Boru çapı (cm)

Yağmur borusu çap hesabı, yağmur boruları sayısı ve kesitleri göz önüne alınarak farklı çapta boruların kullanılması ile en uygun yağmur boruları seçilir. Çatı suları binanın çatı örtüsünün durumuna göre uygun yerlerden inilen düşey yağmur kolonları ile toplanır.

Görsel 2.5'te örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı'nın çatı alanı **area komutu** ile bulunur. Üç adet yağmur suyu kolonu tasarımı yapılmıştır. Boru hesabı için yağmur gören alanların 1 m^2si için 0,75 cm^2 düşey yağmur suyu borusu kesiti alınacaktır. Buna göre:

Toplam yağmur gören alan: 85 + 15 = 100 m^2

Gerekli yağmur borusu alanı: 0,75 x 100 = 75 cm^2

Kullanılan yağmur borusu adedi: 3 adet

Beher yağmur borusu kesiti: 75 / 3 = 25 cm^2

Beher yağmur borusu kesiti: 1,13 x √25 = 5,65 cm

Yağmur tesisatında 3 adet Ø70'lik PVC kolon kullanılır.

Görsel 2.5 incelendiğinde çatı eğiminin iki eşit parçaya ayrıldığı, eş parçalardan birinde bir adet yağmur suyu kolon borusu olduğu ve diğerinde ise iki adet yağmur suyu

kolon borusu olduğu için iki ayrı hesabın yapılması daha doğru olur. Yağmur suyu kolon borularına kolon şemasında gerekli çaplar yazılmalıdır.

2.3.3.2. Yağmur Suyu Hesabı (TS EN 12056)

Yağmur suyu hesabı etkili çatı alanı, yüzeysel akış katsayısı ve illere göre çatı yüzey alanına düşen yağmur suyu miktarına göre yapılır.

Yüzeysel Yağmur Suyu Akış Miktarı: Çatıdan drenajı yapılarak uzaklaştırılacak yağmur suyu debisi aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$Q: r.\ A.\ C\ [L/s]$$

Eşitlikteki ifadeler şu şekildedir:

Q: Yağmur suyu debisi (L/s)

r: Yağmur yağış şiddeti [L/(s.m^2)]

A: Etkili çatı alanı (m^2)

C: Yüzeysel akış katsayısı (boyutsuz) (Uygulamada aksi belirtilmedikçe 1,0 alınır.)

Yağmur Yağış Şiddeti: İstatistiki yağmur yağış verisinin bulunduğu durumda yağmur şiddeti (r), binanın kullanımı göz önüne alınarak ve kabul edilebilir risk derecesine uygun şekilde Tablo 2.14'ten seçilmelidir.

İstatistiki yağmur yağış verisinin bulunmadığı durumda tasarıma temel teşkil eden en küçük yağmur yağış şiddeti, binanın içinde bulunduğu bölgenin iklimine uygun şekilde ve Tablo 2.13'te verilen yağmur yağış şiddetleri içinden seçilmelidir. En küçük yağmur yağış şiddeti, uygulamalarda aksi belirtilmedikçe yağmur yağış şiddetleri içinden seçildikten sonra Tablo 2.14'te verilen bir risk katsayısı ile çarpılmalıdır.

Tablo 2.13: Yağmur Yağış Şiddeti

YAĞMUR YAĞIŞ ŞİDDETİ (L/s.m^2)
0,010
0,015
0,020
0,025
0,030
0,040
0,050
0,060

Tablo 2.14: Risk Katsayıları

DURUM	RİSK KATSAYISI
Yağmur olukları	1,0
Su taşmasının belirli sakıncalara neden olabileceği yağmur olukları (kamu binalarına aşırı su girişleri gibi)	1,5
Çok şiddetli sağanak yağmurun veya çatı drenaj sisteminde meydana gelen tıkanmanın suyun taşarak bina içine girmesine neden olabileceği saçak dışında başka yerlere yapılan yağmur olukları ve diğer bütün durumlar	2,0
Üst derecede korumanın gerekli olduğu binalarda saçak dışında başka yerlere yapılan yağmur olukları ▪ Hastane ameliyathaneleri ▪ Kritik önemdeki iletişim tesisleri ▪ Islak iken zehirli veya alevlenebilir gazlar açığa çıkaran maddelerin saklandığı ambarlar ▪ Tamamlanmamış sanat eseri niteliğindeki konut yapıları	3,0

Yağmur Suyu Boruları: Dairesel yağmur suyu iniş boruları için en büyük tasarım debisi Tablo 2.15'te verilen kapasiteyi aşmamalıdır. Uygulamalarda farklı bir doluluk katsayısının kullanılması belirtilmedikçe doluluk oranı 0,33 olarak alınır. Akış yönünde çapta daralma olmamalıdır.

Tablo 2.15: Yağmur Suyu İniş Borularının Kapasitesi

YAĞMUR SUYU BORUSUNUN İÇ ÇAPI (mm)	KAPASİTE (L/s)		YAĞMUR SUYU BORUSUNUN İÇ ÇAPI (mm)	KAPASİTE (L/s)	
	Doluluk oranı f=0,20	Doluluk oranı f=0,33		Doluluk oranı f=0,20	Doluluk oranı f=0,33
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48	110,,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	-	-
130	9,4	21,6			

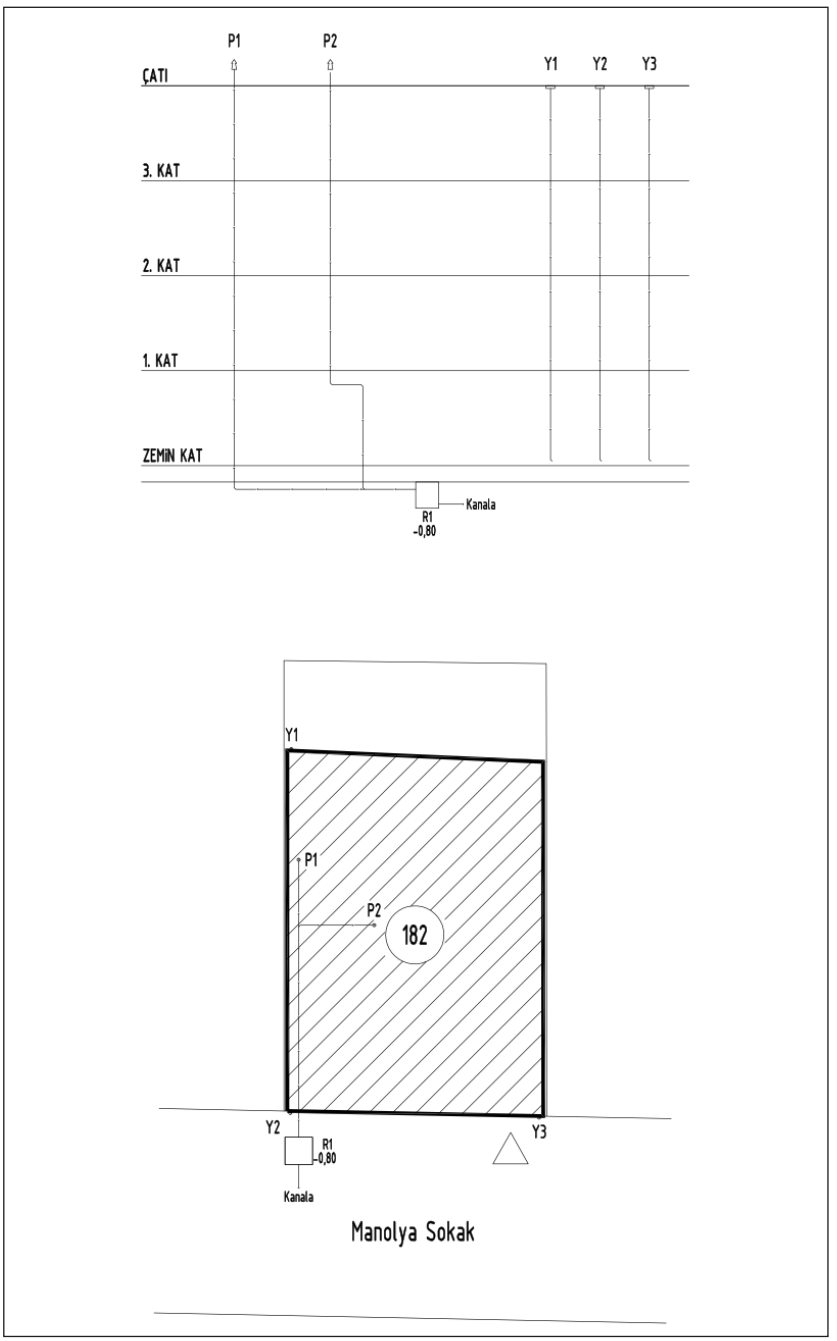
Yağmur Suyu Ana Boruları: Yağmur suyu ana borusu kapasitelerine göre çaplandırılmaları Tablo 2.16'da verilmiştir. Yağmur suyu ana borularının çapı, uygulamalarda aksi belirtilmedikçe kendilerine bağlanan yağmur suyu borusunun çapından ve DN 100'den küçük olmamalıdır.

Tablo 2.16: Yağmur Suyu Borularının Kapasiteleri

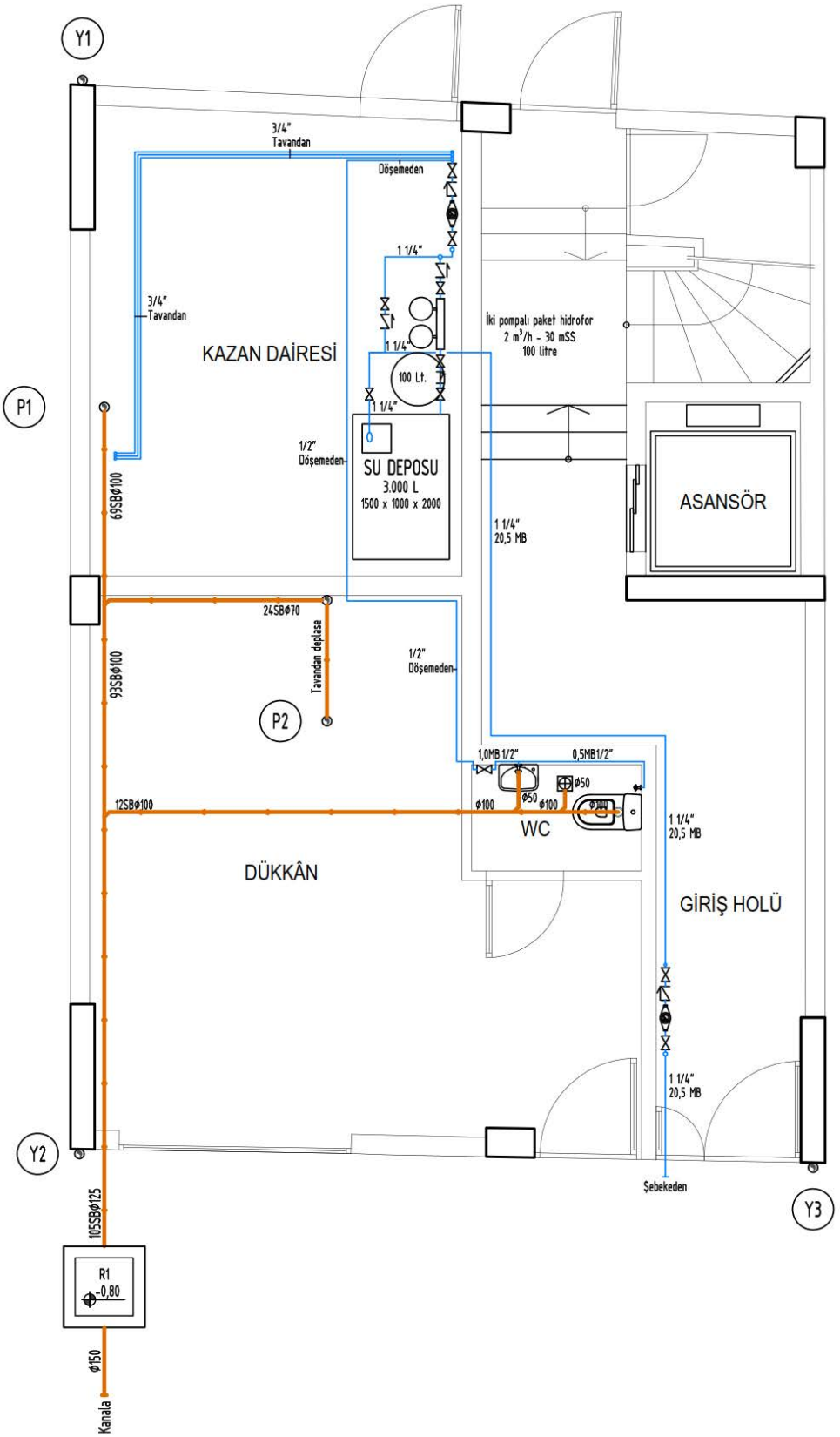
EĞİM	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
İ	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V	Q_{max}	V
cm/m	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s	L/s	m/s
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

Sıhhi tesisat projesinde vaziyet planı, rögarların bulunduğu kat planı (zemin) ile kolon şeması **scale komutu** ile küçültülerek oluşturulur. Bu küçültme oranı vaziyet planı ölçeği 1/200, planların ve kolon şemasının ölçeği 1/50 ise dörtte bir oranında olmalıdır. Görsel 2.21'de zemin kat planı ve kolon şemasından **scale komutu** ile oluşturulmuş vaziyet planı gösterilmektedir.

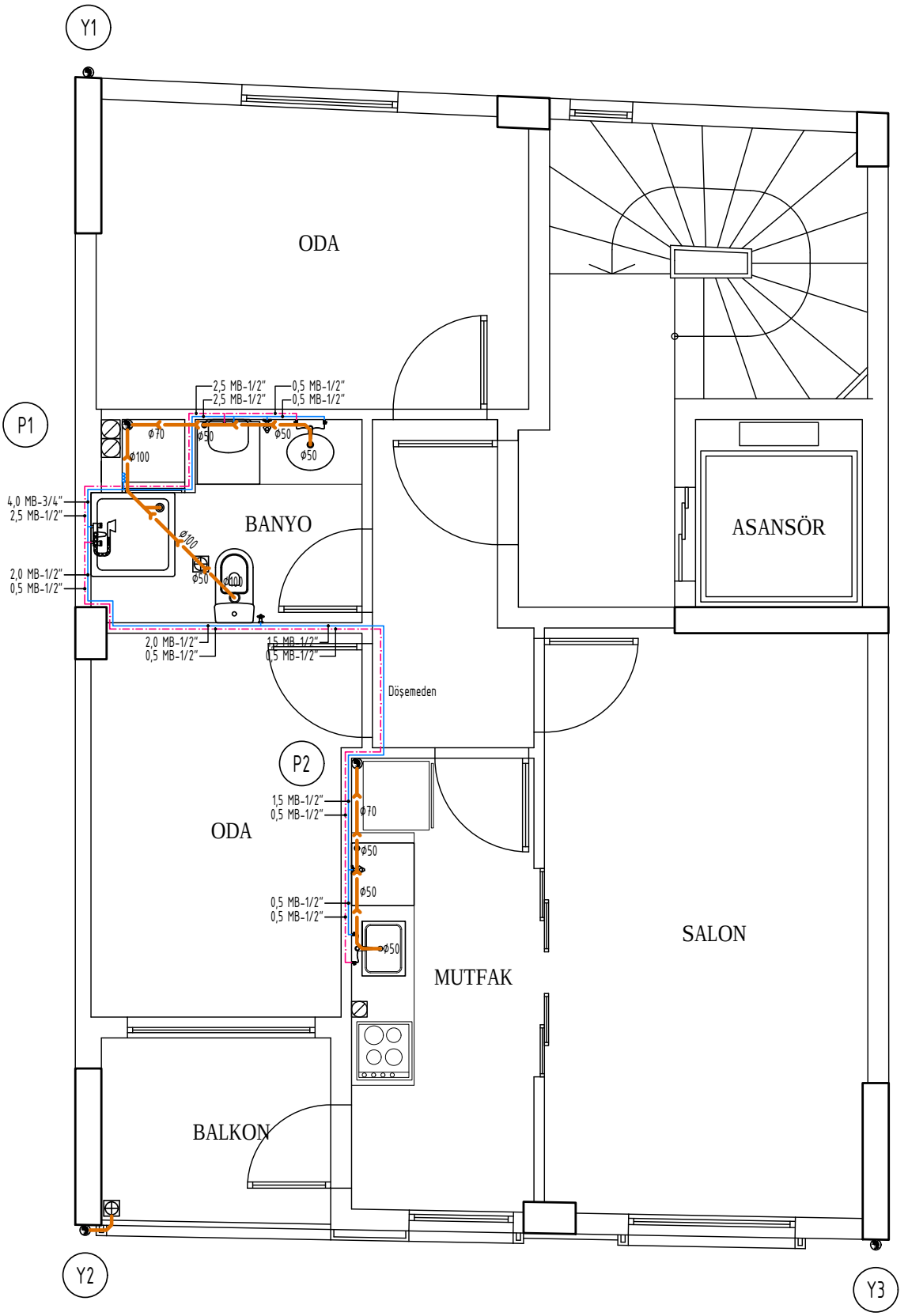
Görsel 2.21, 2.22, 2.23, 2.24 ve 2.25 kâğıt üzerinde yani çıktıda yan yana getirildiğinde örnek mimari proje, İnci Hanım Apartmanı'nın sıhhi tesisat projesi oluşur. Görsellerdeki ölçek farklılıkları görselin A4 sayfasında gösterilmesinden ve en büyük görüntünün verilmesinden kaynaklanmaktadır.



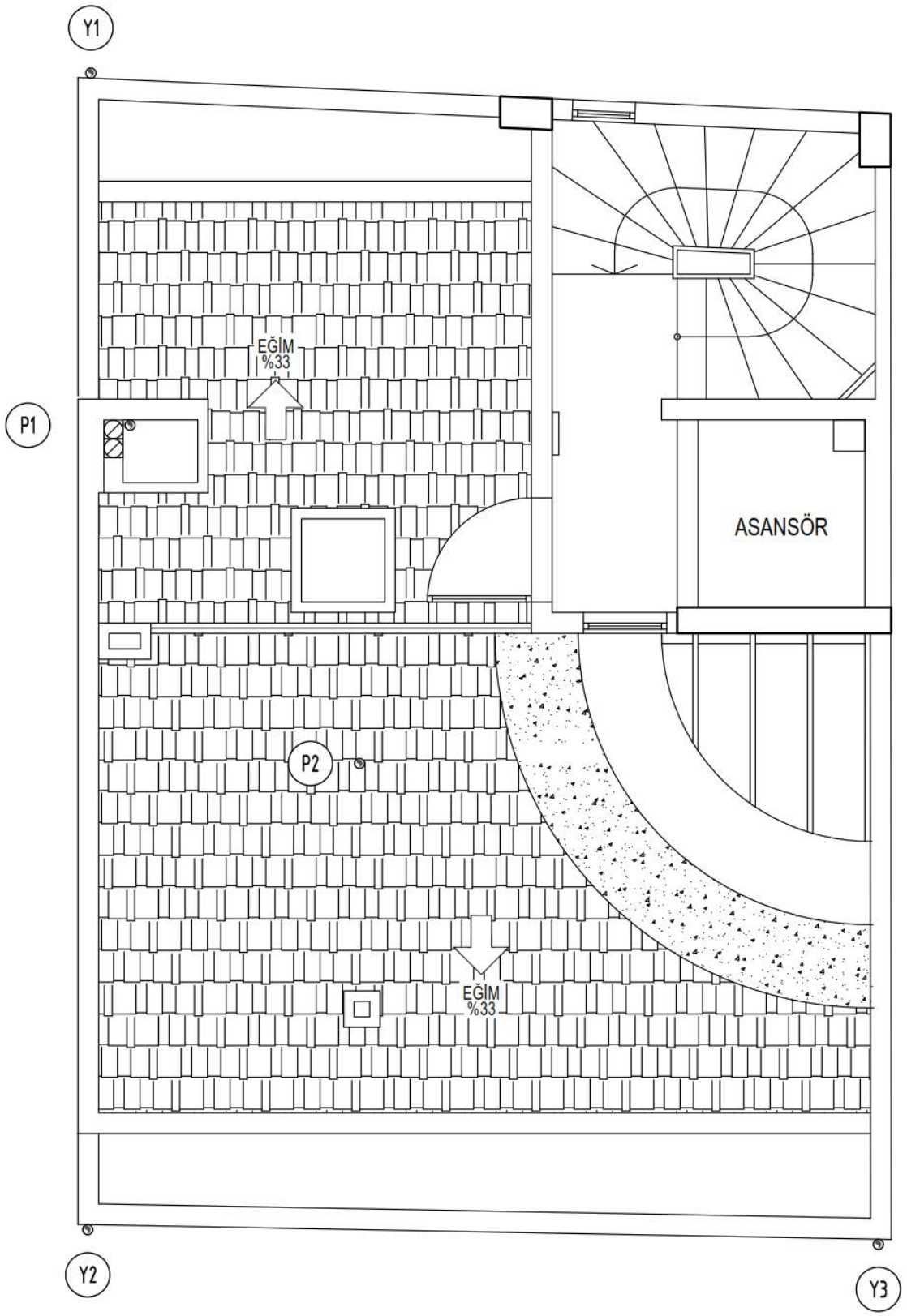
Görsel 2.21: İnci Hanım Apartmanı sıhhi tesisat projesi vaziyet planı (ölçek: 1/200)



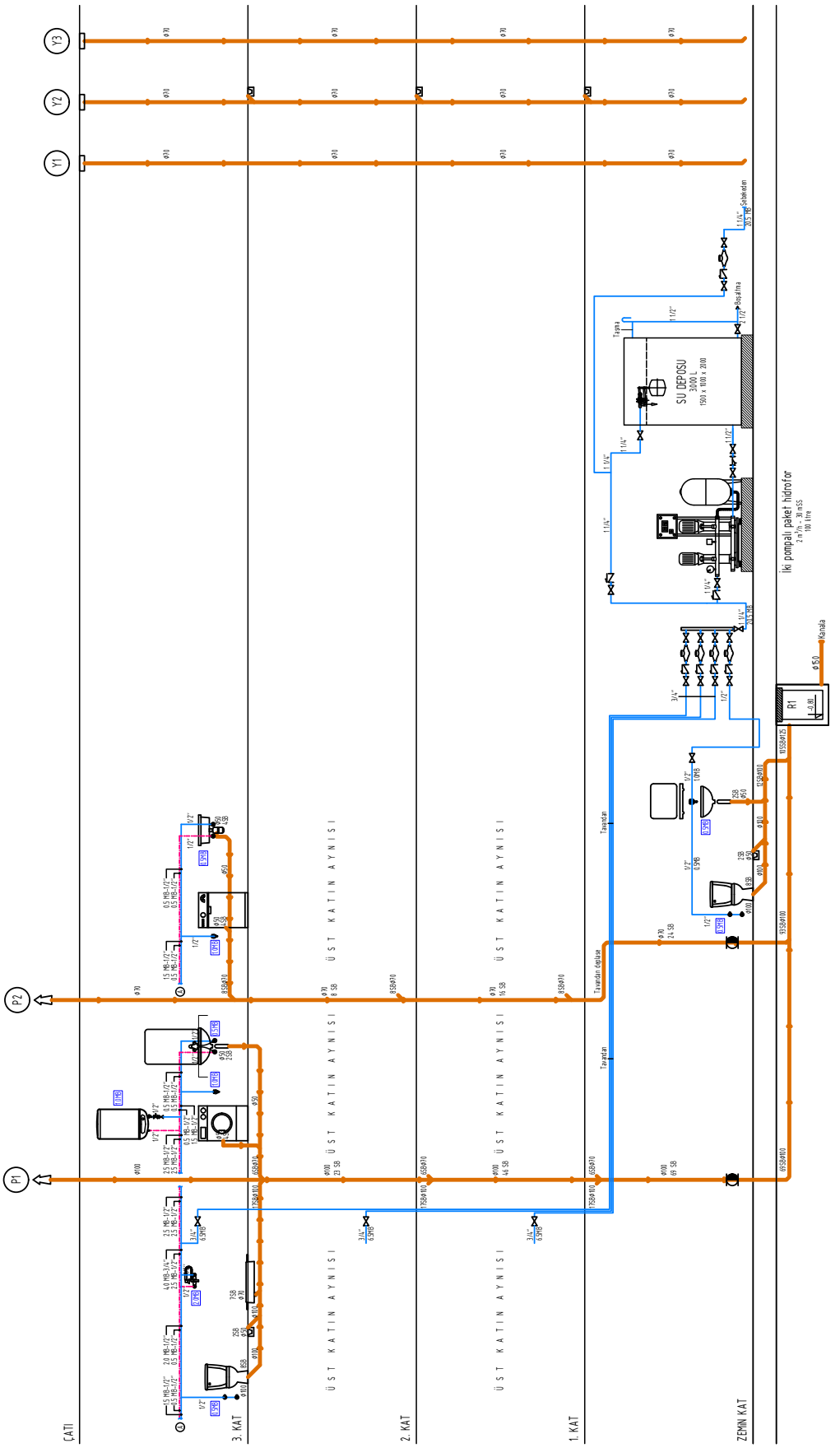
Görsel 2.22: İnci Hanım Apartmanı sıhhi tesisat projesi zemin kat planı (ölçek: 1/50)



Görsel 2.23: İnci Hanım Apartmanı sıhhi tesisat projesi normal kat planı (ölçek: 1/50)



Görsel 2.24: İnci Hanım Apartmanı sıhhi tesisat projesi çatı kat planı (ölçek: 1/50)



Görsel 2.25: İnci Hanım Apartmanı sıhhi tesisat projesi kolon şeması (ölçek: 1/50)

2.5. Uygulama

SIHHİ TESİSAT BORU ÇAPI HESABI

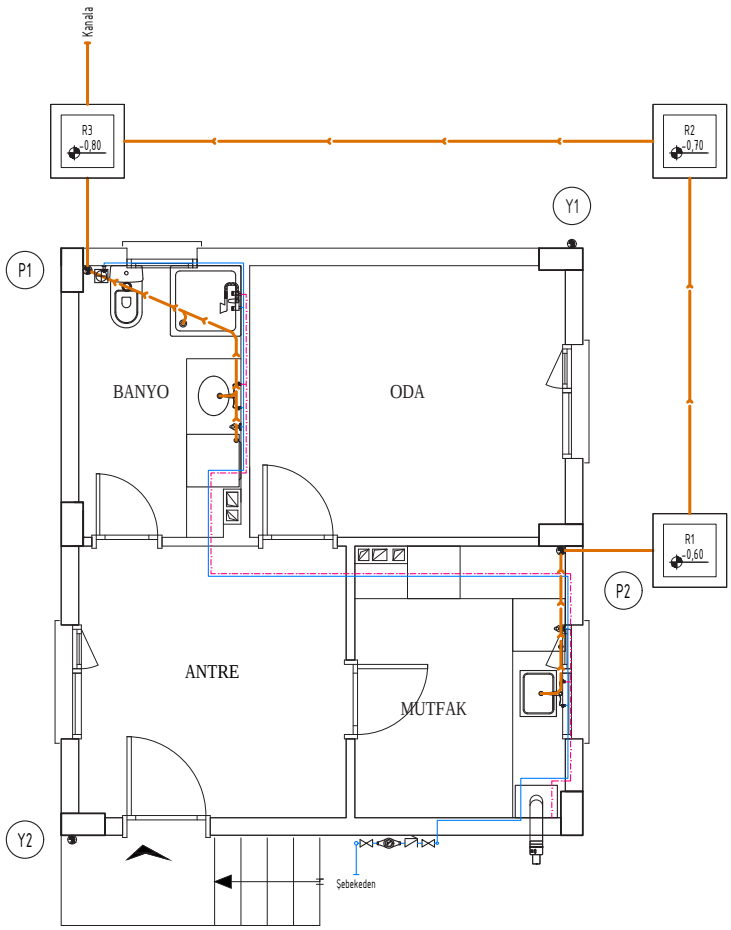
Amaç: Sıhhi tesisat projesi temiz su boruları ve atık su boru çapı hesabı yapmak.

Süre: 3 ders saati

Görsel 2.26'da kat planı verilen ve kolon şemasını daha önce çizdiğiniz İzmir ili Urla ilçesindeki bağ evinin temiz su borularını musluk birimi yöntemine, atık su borularını sarfiyat birimi yöntemine göre boru çaplandırarak her bir boru parçasına plan ve kolon şemasında yüklerini ve çaplarını yazınız.

İşlem Basamakları

1. Daha önceki uygulamalarda kat planını ve kolon şemasını çizdiğiniz dosyayı AutoCAD programı ile açınız.
2. Çizgi rengi, sürekli çizgi tipi ve 0,2 mm çizgi kalınlığı atayarak musluk birimi, sarfiyat birimi, temiz su çap, atık su çap ve yağmur suyu adlarındaki katmanları **layer komutu** ile oluşturunuz (Katmanları ayırmanız çalışmalarınızda size fayda sağlar.).
3. Temiz su tesisatı, atık su tesisatı yükleri ve çaplandırmalar için **text style komutu** ile yüksekliği 2 mm olacak şekilde yazı stili oluşturunuz.
4. Oluşturulan yazı stili ve katmanla musluk birimi için Tablo 2.1'e bakarak her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.



ZEMİN KAT PLANI ÖLÇEK: 1/50

Görsel 2.26: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesinin kat planının çizilmiş hâli

5. Oluşturulan yazı stili ve katmanla boru çapları için Tablo 2.2'ye bakarak her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
6. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanını dikey olarak iki eşit parçaya **viewports komutu** ile ikiye dikey bölünüz. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports komutunu** kullanınız.
7. Oluşturulan yazı stili ve katmanla sarfiyat birimi için Tablo 2.5'e bakarak her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
8. Oluşturulan yazı stili ve katmanla boru çapları için Tablo 2.6'ya bakarak her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
9. Yağmur suyu hesabını 2.3.3.1. başlığına göre yapınız.
10. Çatı alanı için **area komutunu** kullanınız.
11. Yağmur suyu kolon borularının çaplarını oluşturulan yazı stili ve katmanla yazınız.
12. Çizim dosyasını kaydedip saklamadan önce dosya içindeki kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizlemek ve dosyanın boyutunu küçültmek için **purge komutunu** çalıştırınız.
13. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

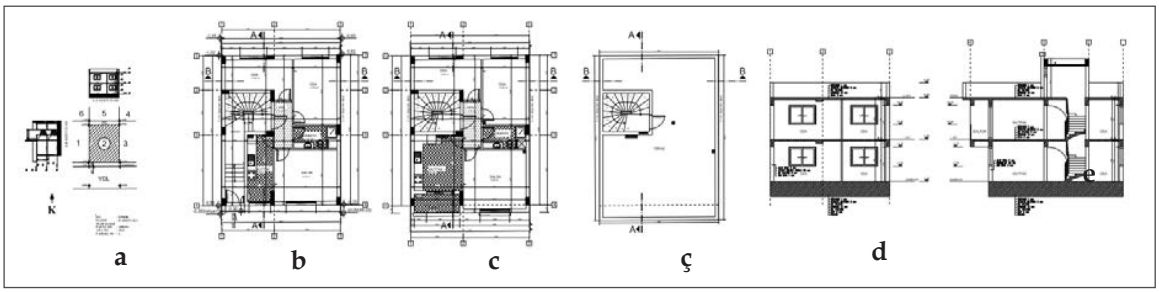
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında musluk birimlerini yazar.	15	
5.	Her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında boru çaplarını yazar.	10	
6.	Her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında sarfiyat birimlerini yazar.	15	
7.	Her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında boru çaplarını yazar.	10	
8.	Yağmur suyu kolon borularının çaplarını hesaplar ve yazar.	10	
9.	Atık su ana borusuna / borularına eğimi yazar.	5	
10.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	5	
11.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
12.	Kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizleyerek dosya boyutunu küçültür.	5	
13.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

2.6. Uygulama

SIHHİ TESİSAT BORU ÇAPI HESABI

Amaç: Sıhhi tesisat projesi temiz su boruları ve atık su boru çapı hesabı yapmak.
Süre: 3 ders saati

Görsel 2.28'de verilen, daha önce kat planlarını ve 2.4. Uygulamada kolon şemasını çizdiğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının temiz su borularını musluk birimi yöntemine, atık su borularını sarfiyat birimi yöntemine göre boru çaplandırarak her bir boru parçasına plan ve kolon şemasında yüklerini ve çaplarını yazınız.



Görsel 2.28: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Daha önceki uygulamalarda kat planını ve kolon şemasını çizdiğiniz dosyayı AutoCAD programı ile açınız.
2. Çizgi rengi, sürekli çizgi tipi ve 0,2 mm çizgi kalınlığı atayarak musluk birimi, sarfiyat birimi, temiz su çap, atık su çap ve yağmur suyu adlarındaki katmanları **layer komutu** ile oluşturunuz (Katmanları ayırmanız çalışmalarınızda size fayda sağlar.).
3. Temiz su tesisatı, atık su tesisatı yükleri ve çaplandırmalar için **text style komutu** ile yüksekliği 2 mm olacak şekilde yazı stili oluşturunuz.
4. Oluşturulan yazı stili ve katmanla musluk birimi için Tablo 2.1'e bakarak her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
5. Oluşturulan yazı stili ve katmanla boru çapları için Tablo 2.2'ye bakarak her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
6. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanını dikey olarak iki eşit parçaya **viewports komutu** ile ikiye dikey bölünüz. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports komutunu** kullanınız.

7. Oluşturulan yazı stili ve katmanla sarfiyat birimi için Tablo 2.5'e bakarak her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında t**ext komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
8. Oluşturulan yazı stili ve katmanla boru çapları için Tablo 2.6'ya bakarak her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında **text komutu / single line text komutunu** kullanarak yazınız.
9. Yağmur suyu hesabını 2.3.3.1. başlığına göre yapınız.
10. Çatı alanı için **area komutunu** kullanınız.
11. Yağmur suyu kolon borularının çaplarını oluşturulan yazı stili ve katmanla yazınız.
12. Çizim dosyasını kaydedip saklamadan önce dosya içindeki kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizlemek ve dosyanın boyutunu küçültmek için **purge komutunu** çalıştırınız.
13. Dosyayı kaydediniz ve çıkış yapınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında musluk birimlerini yazar.	15	
5.	Her bir temiz su boru parçasına planda ve kolon şemasında boru çaplarını yazar.	10	
6.	Her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında sarfiyat birimlerini yazar.	15	
7.	Her bir atık su boru parçasına planda ve kolon şemasında boru çaplarını yazar.	10	
8.	Yağmur suyu kolon borularının çaplarını hesaplar ve yazar.	10	
9.	Atık su ana borusuna / borularına eğimi yazar.	5	
10.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	5	
11.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
12.	Kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizleyerek dosya boyutunu küçültür.	5	
13.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

2.4. SIHHİ TESİSAT PROJE RAPORU

Sıhhi tesisatı proje raporunda olması gerekenler şunlardır:

- Yapının bulunduğu şehir ve ilçe belirtilmelidir.
- Yapının bulunduğu yerin pafta, ada ve parsel bilgileri belirtilmelidir.
- Yapının kullanım amacı belirtilmelidir.

Yukarıdaki bilgilerden sonra yapılması gerekenler şunlardır:

- Temiz su tesisatı boru çap hesabı yapılır.
- Su deposu ve hidrofor hesabı yapılır.
- Merkezî sıcak su tesisatı varsa boyler hesabı yapılır (Boyler hesabı 6. öğrenme biriminde verilmiştir.).
- Atık su tesisatı hesabı yapılır.
- Yağmur suyu hesabı yapılır.

Sırasıyla proje kapak sayfası, vaziyet ve üstte maddeler hâlinde sayılan konulara dikkat edilerek rapor hâline getirilmelidir. Bunların çıktısı alınıp dosyalanarak veya ciltlenerek sıhhi tesisat projesi ile ilgili belediyeye ruhsat alınması için üçer nüsha olarak teslim edilir. Bazı durumlarda sıhhi tesisat cihazlarının yerleştirilmesi ile ilgili detaylar da (Diğer öğrenme biriminde görülecektir.) dosyaya eklenebilir.

Binanın sadece sıhhi tesisat projesi çiziliyorsa ayrı bir dosya olarak sırasıyla kapak sayfası, vaziyet planı ve ısı yalıtım hesabı (4. öğrenme birimi) çıktısı alınıp dosyalanarak veya ciltlenerek sıhhi tesisat projesi ve sıhhi tesisat raporu ile ilgili belediyeye ruhsat alınması için üçer nüsha olarak teslim edilir.

Binada sıhhi tesisat projesi ve ısıtma tesisatı projesi çiziliyorsa sırasıyla kapak sayfası, vaziyet planı, sıhhi tesisat raporu ve daha sonra öğrenilecek olan ısı yalıtım ve ısıtma tesisatı ile ilgili tüm hesaplamaların çıktısı alınıp dosyalanarak veya ciltlenerek ilgili belediyeye ruhsat alınması için üçer nüsha olarak teslim edilir.

Not: Öğrenme ortamında çıktılar elektronik ortamda PDF uzantılı dosya olarak kaydedilip öğrencinin çıktı dosyası oluşturması sağlanabilir.

2.7. Uygulama

SIHHİ TESİSAT RAPORU

Amaç: Sıhhi tesisat projesi raporunu hazırlamak.

Süre: 3 ders saati

İzmir ili Urla ve Karşıyaka ilçesindeki sıhhi tesisat projesini çizdiğiniz projelerin raporlarını oluşturunuz.

İşlem Basamakları

1. Vaziyet planı sayfanızdan A4 formatında çıktı alınız.

2. Aşağıdaki bilgileri vererek ve de hesapları yaparak sıhhi tesisat raporunu hazırlayınız.

- Yapının bulunduğu şehir ve ilçe belirtilir.
- Yapının bulunduğu yerin pafta, ada ve parsel bilgileri belirtilir.
- Yapının kullanım amacı belirtilir.
- Temiz su tesisatı boru çap hesabı yapılır.
- Su deposu ve hidrofor hesabı yapılır.
- Merkezî sıcak su tesisatı varsa boyler hesabı yapılır.
- Atık su tesisatı boru çapı hesabı yapılır.
- Yağmur suyu boru çapı hesabı yapılır.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Rapor adında bir word dosyası açar.	5	
2.	Yapının bulunduğu şehir ve ilçeyi belirtir.	5	
3.	Yapının bulunduğu yerin pafta, ada ve parsel bilgilerini belirtir.	5	
4.	Yapının kullanım amacını belirtir.	5	
5.	Temiz su tesisatı boru çap hesabını yapar.	20	
6.	Su deposu ve hidrofor hesabını yapar.	15	
7.	Atık su tesisatı boru çapı hesabını yapar.	20	
8.	Yağmur suyu boru çapı hesabını yapar.	10	
9.	Raporun en üst sayfasına vaziyet planı ekler.	10	
10.	Dosyayı kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

3. ÖĞRENME BİRİMİ

VİTRİFİYE MALZEMELERİ DETAY RESİMLERİ

KONULAR

3.1. LAVABO DETAY RESMİ
3.2. EVİYE DETAY RESMİ
3.3. ALATURKA TUVALET TAŞI DETAY RESMİ
3.4. ALAFRANGA TUVALET TAŞI DETAY RESMİ
3.5. DUŞ TEKNESİ VE KÜVET DETAY RESMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Lavabo detay resmi çizme
- Eviye detay resmi çizme
- Alaturka tuvalet taşı detay resmi çizme
- Alafranga tuvalet taşı detay resmi çizme
- Duş teknesi ve küvet detay resmi çizme

TEMEL KAVRAMLAR

armatür
vitrifiye
aparey
ankastre
lavabo
eviye
alaturka
alafranga
duş teknesi
küvet
bide
pisuvar

Hazırlık Çalışması

1. **Islak hacimlerde kullanılan vitrifiye malzemeleri nelerdir?**
2. **Vitrifiye malzemelerinin montajında montaj ölçülerine dikkat edilmezse ne gibi sakıncalar olur?**

Armatürler; musluk, batarya, vana, çek valf, emniyet valfi gibi bina temiz su tesisatında kullanılan sonlandırma elemanlarıdır. Bina sıhhi tesisatında kullanılan armatürlerden sonra **vitrifiyeler** gelmektedir. **Vitrifiyeler**, armatürlerin sağladığı suyu ıslak hacim içinde akıtma yerleri olarak nitelendirilebilir. Vitrifiyelere seramik sağlık gereçleri adı da verilir.

Sıhhi tesisatın gelişim aşamasında önemli bir yere sahip olan vitrifiyeler; lavabo, eviye, küvet, duş teknesi, alaturka hela taşı, alafranga hela taşı, pisuvar, bide ve rezervuar gibi ıslak hacim donanımlarından oluşmaktadır. Kullanım yerleri ve özelliklerine göre çeşitlenen vitrifiyeler, günümüzde sıhhi tesisatın önemli bir bölümünü kaplar. Sıhhi tesisat alanında kullanılan malzemeler arasında oldukça geniş pazar payına sahiptir.

Vitrifiyeler; mozaik (kırık doğal taş), emaye (sırlanmış sac), paslanmaz çelik, mermer, granit, cam ve seramik malzemeler kullanılarak üretilebilir. Vitrifiyelerde kullanılan malzemelerin sağlık koşullarını sağlaması için vitrifiyelerin genellikle gözeneksiz, su emmeyen ve sudan etkilenmeyen malzemelerden üretilmesi gerekmektedir.

Vitrifiye malzemelerin sağlıklı olarak kullanılması için gereken montaj mesafelerinin bilinmesi ve ölçülerine göre montajının yapılması gerekir. Aşağıda sırasıyla vitrifiye malzemelerinin kısaca kullanım amacı, özelliği, yapıldığı malzeme ve gerekli montaj ölçüleri verilmektedir.

Tesisat elemanının vitrifiye malzemelerini tanıması, detay resimlerini ölçülerine göre çizmesi ve sıhhi tesisat projesinde bu detay resmi uygun bir yere eklemesi gereklidir. Islak mekânlarda kullanılacak vitrifiyeler, vitrifiyelere hangi armatürlerin takılacağı ve yerleştirme düzeni projede belirlenmelidir. Aşağıda vitrifiye malzemelerinin montaj ölçüleri verilmiştir.

3.1. LAVABO DETAY RESMİ

Lavabolar; musluktan veya bataryadan akan suların çevreyi ıslatmasını önleyecek ve kirli suyu toplayarak pis su kanalına gönderecek şekilde tasarlanıp üretilen, genellikle el-yüz yıkamada kullanılan çanak biçimli vitrifiyelerdir.

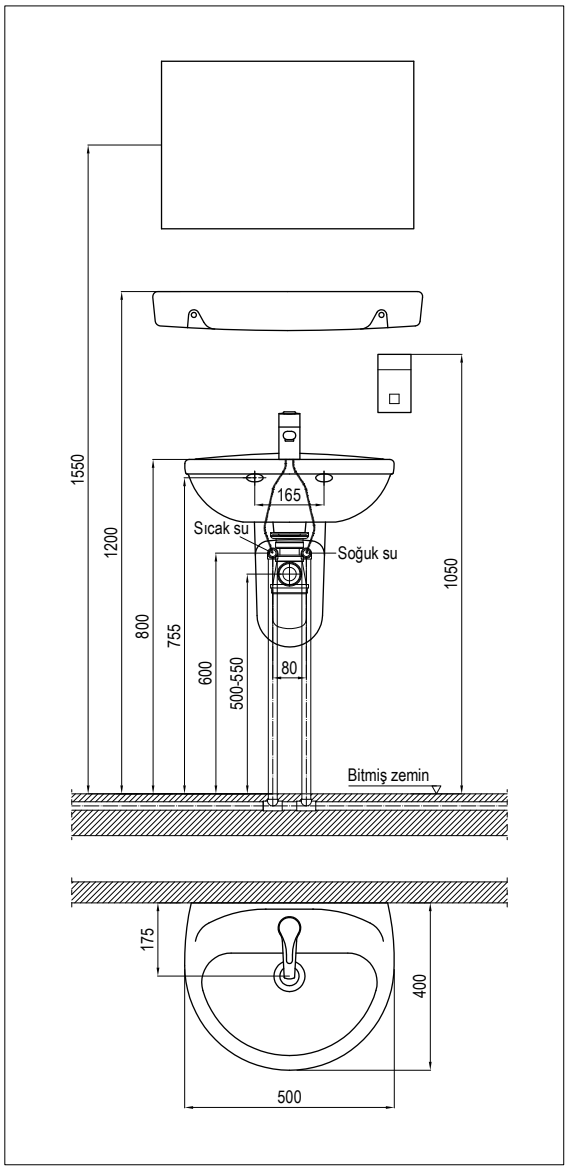
Çok çeşitli ölçü ve modellerde lavabo imalatı yapılmaktadır. Düz, köşe, tam ayaklı, yarım ayaklı, tezgâh üstü, bedensel engelli tipleri bulunmaktadır. Mermer, granit, seramik, mozaik, cam, paslanmaz çelik malzemelerden üretilebilir. Lavabolara takılan bataryalar, duvar tipi olabileceği gibi apareyin üzerine de (ankastre) takılabilir.

Lavabolar, boşluksuz malzemelerden üretildikleri için ağırlıkları oldukça fazladır. Duvara monte edilen lavabolarda montaj için dübel ve trifon vida kullanılır. Lavabonun montajı özel durumlar haricinde bitmiş döşemeden 800-850 mm yüksekliğe yapılır. Okul tuvaletlerinde ise bu yükseklik çok fazladır. 6-14 yaş grubundaki çocuklar için 700-750 mm, daha küçük çocukların okuduğu okullar için ise 580-620 mm'ye monte edilerek küçük çocukların yardımsız şekilde lavaboya erişmeleri sağlanır.

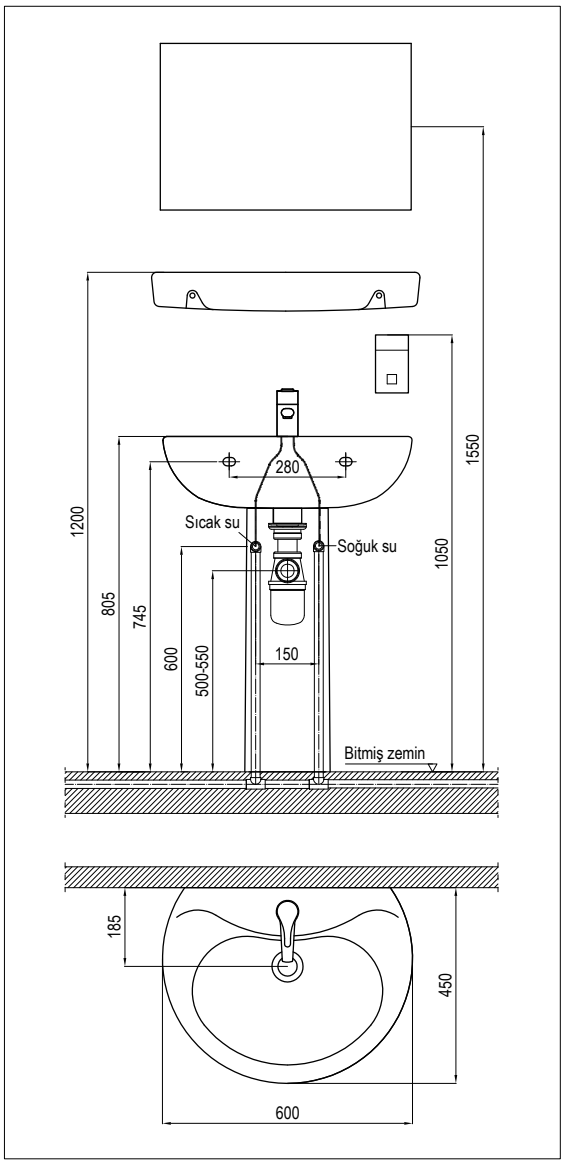
Lavabonun üst kısmında duvara asılı aynaların yerden yüksekliği lavabonun yüksekliğine ve aynanın biçimine bağlı değişir. Genellikle bitmiş döşemeden ölçüldüğünde lavabo aynasının ekseninin 1.550 mm'ye denk gelmesine çalışılır. 6-14 yaş grubundaki çocuklar için bu yükseklik 1.200-1.300 mm olmalıdır. Yarım ayaklı lavabolarda ise alt kı-

sımda yer alan ayak, lavabonun askı demirine yaya bağlı bir tel yardımıyla asılır. Yarım ayaklı lavaboların ayaklarının lavabonun kendisini taşıması söz konusu olamaz (Görsel 3.1).

Tam ayaklı lavabolarda lavabonun ayağı lavabonun taşınmasına az da olsa destek olur (Görsel 3.2). Yarım ayak ve tam ayaklı lavaboların geliştirilme amacı, lavabonun alt kısmında yer alan tesisat bağlantılarının gizlenmesidir.

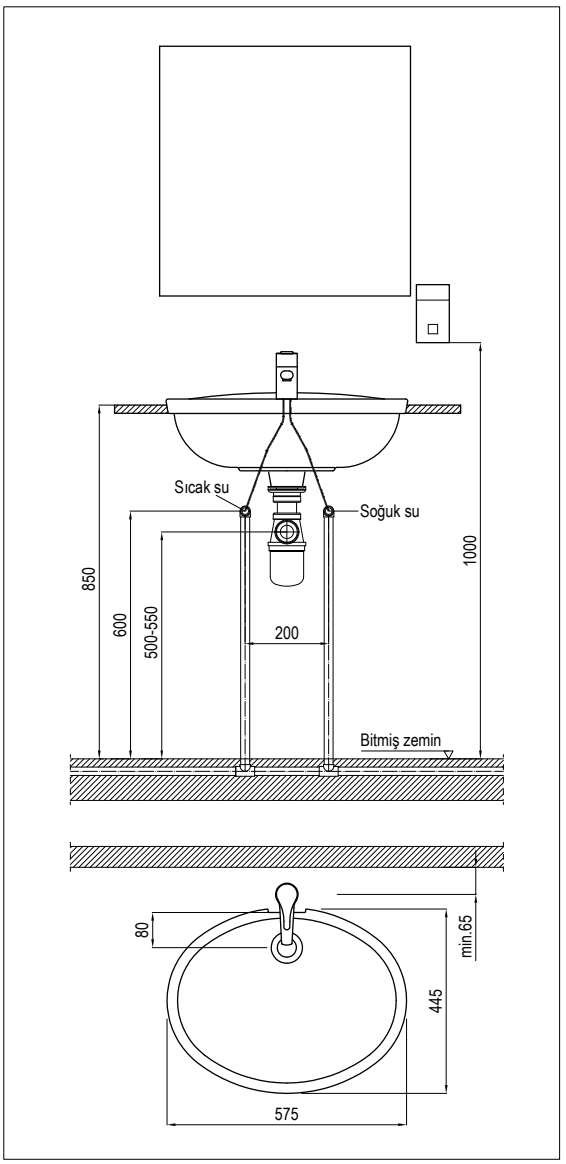


Görsel 3.1: Yarım ayaklı lavabo montaj resmi

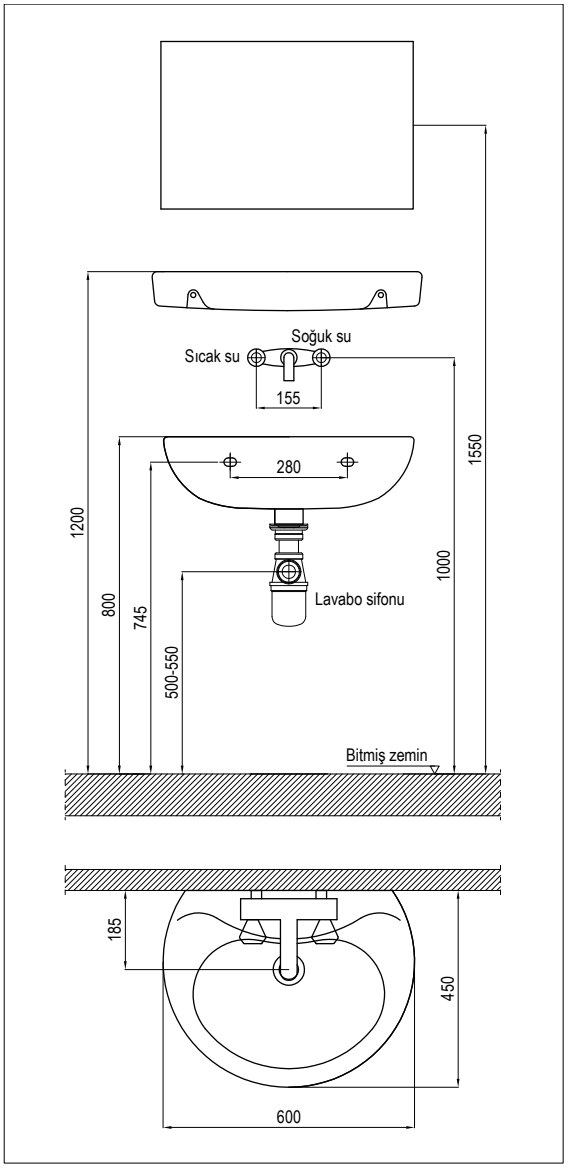


Görsel 3.2: Tam ayaklı lavabo montaj resmi

Lavabonun banyo dolapları ve tezgâhı üzerine tasarlandığı lavabo ünitelerine **hilton lavabo** denir. Günümüzde lavabonun altının dolap olarak kullanılması ve daha estetik bir görünüme sahip olması gibi üstünlüklerinden dolayı banyolarda en çok tercih edilen lavabo türüdür. Görsel 3.3'te tezgâh üstü lavabonun montaj resmi verilmiştir.



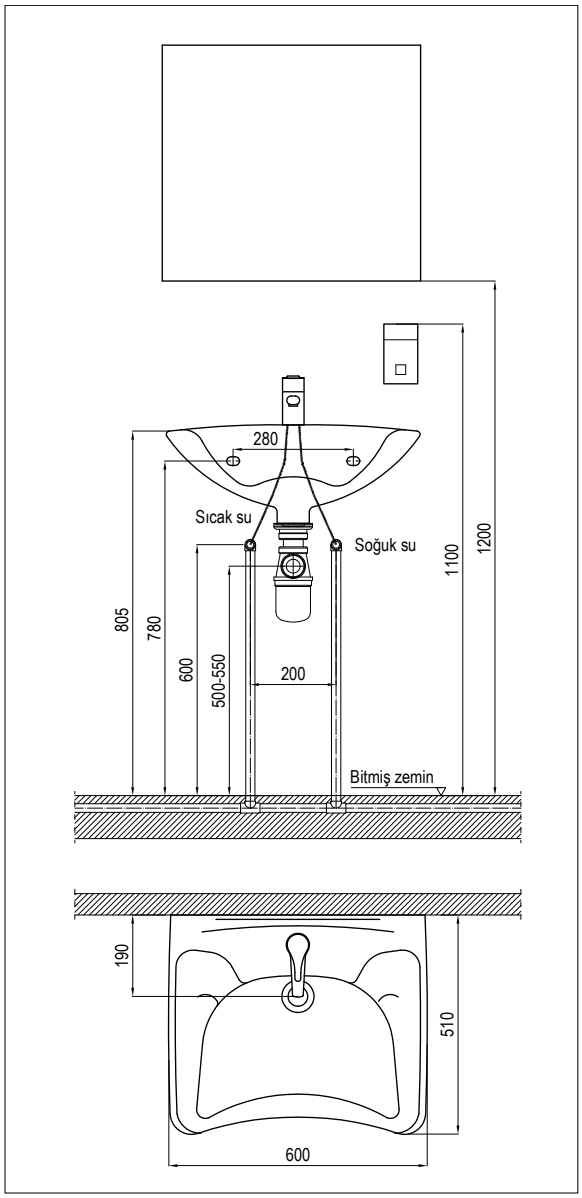
Görsel 3.3: Tezgâh üstü lavabo montaj resmi



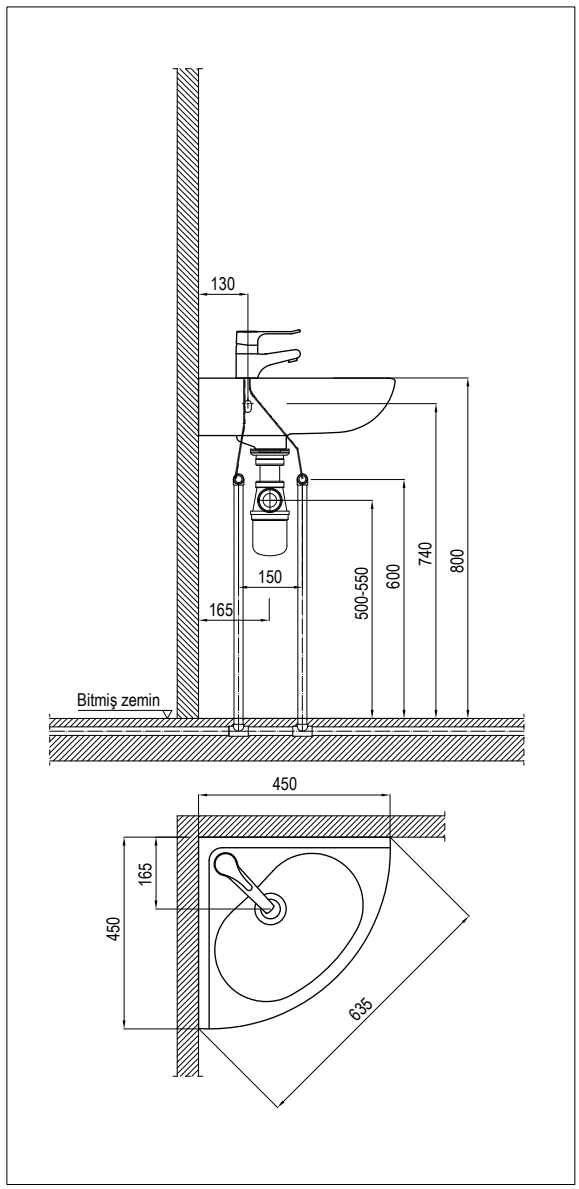
Görsel 3.4: Duvardan bataryalı lavabo montaj resmi

Lavaboların montajında lavabonun tipi ve büyüklüğü ile kullanılacak musluk ve sifon düzenlerinin biçimi farklı uygulamalar gerektirir. Günümüzde duvar bataryası tercih edilmese de lavabolarda duvar bataryası konulacağı zaman boru ağızlarının 1.000 mm yükseğe bırakılması uygundur (Görsel 3.4). Ankastre lavabo bataryalarında boru ağızları kirli su borusunun hizasına konulur. Günümüzde duvardan bataryalar pek tercih edilmediğinden daha çok ankastre bataryaların detayları verilmiştir.

İnsan ergonomisine uygun girintili olan bedensel engelli lavabo montaj ölçüleri Görsel 3.5'te görülmektedir.



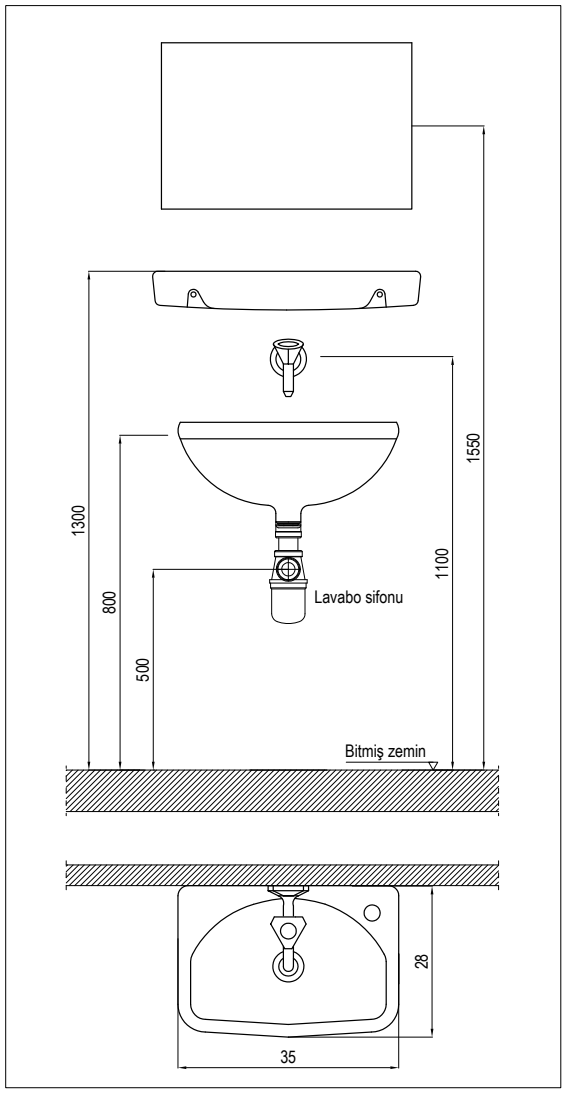
Görsel 3.5: Bedensel engelli lavabo montaj resmi



Görsel 3.6: Köşe tip lavabo montaj resmi

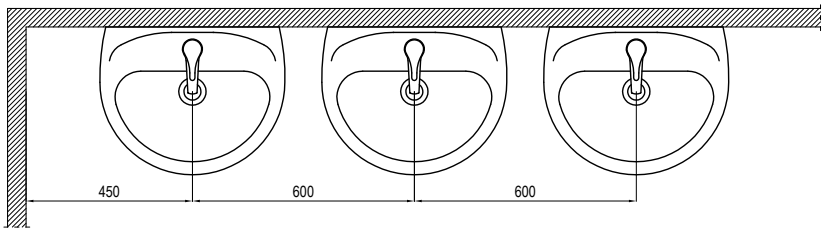
Özellikle yerleşim problemlerinin yaşanabileceği dar ve ıslak hacimlerde yerden tasarruf sağlamak amacıyla köşelere monte edilecek şekilde tasarlanan lavabolar kullanılabilir. Bu lavaboların montaj ölçüleri Görsel 3.6'da görülmektedir.

Görsel 3.7'de küçük tuvaletlerde kullanılan lavabo montaj resmi verilmiştir. Musluğun normal olarak lavabo üst yüzeyinden 200-300 mm yukarı konulması uygun olur.



Görsel 3.7: Musluklu lavabo montaj resmi

TS 1258 Temiz Su Tesisatı Hesap Kuralları standardında yapılarda bulunması gereken su akıtma yerlerinin türleri ve sayıları belirlenmiştir. Dizi hâlinde yerleştirilen lavabolarda eksenler arasındaki uzaklığın en az 600 mm olması yeterli sayılır. Duvar kenarına ya da bir aralığa konulacak lavabolarda lavabo ekseninin duvardan en az 450 mm olması gerekir (Görsel 3.8).



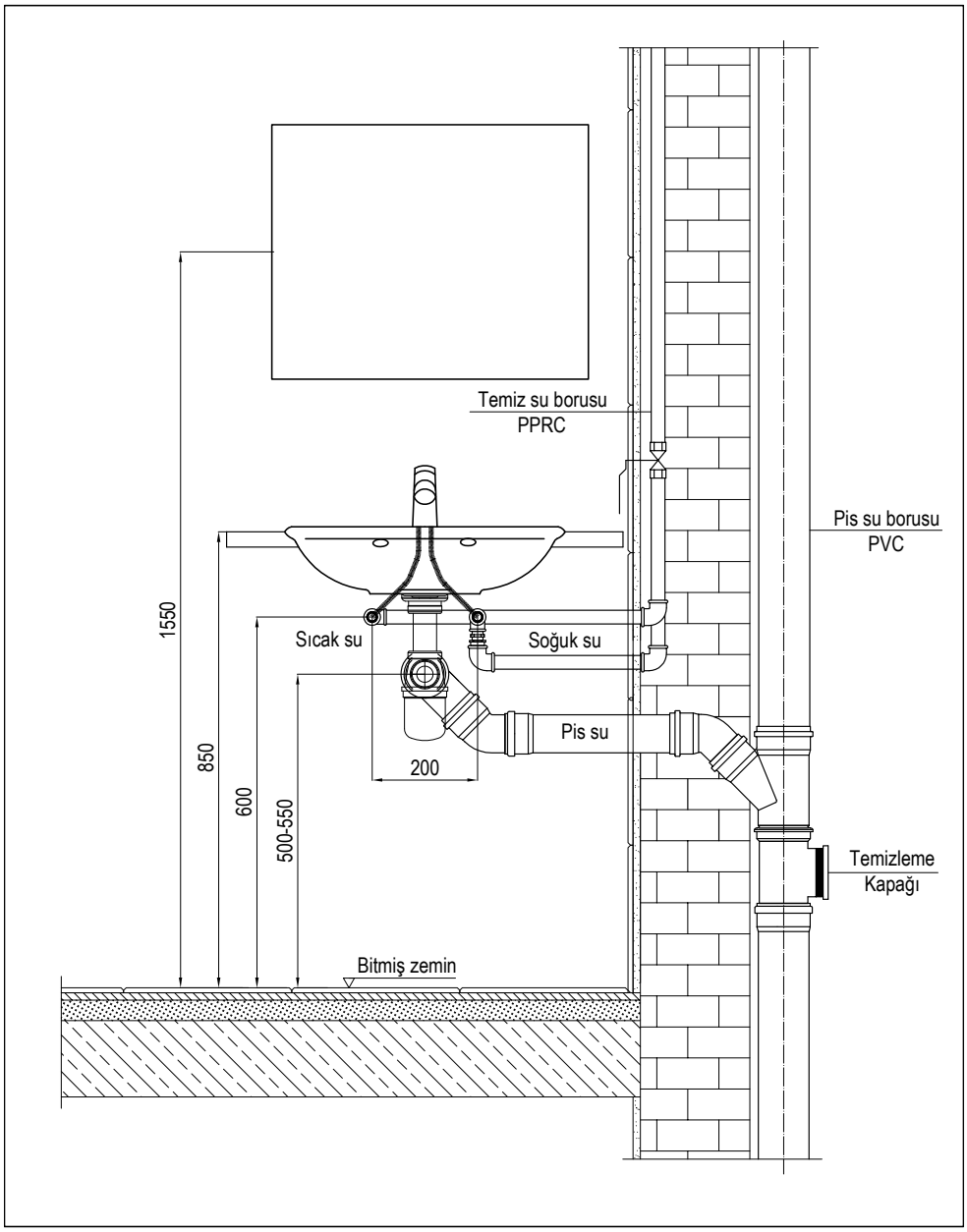
Görsel 3.8: Dizi hâlinde yerleştirilen lavabo montaj mesafeleri

3.1. UYGULAMA

LAVABO DETAY RESMİ

Amaç: Lavabo montaj resmi çizmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 3.9'da verilen tezgâh üstü lavabo montaj resmini çiziniz.



Görsel 3.9: Tezgâh üstü lavabo montaj resmi

İşlem Basamakları

1. Yeni bir çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanları **layer komutu** ile cihaz, yazı, ölçülendirme vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Ölçü stilini / stillerini **dimension style komutu** ile oluşturunuz.
5. Görsel 3.9'da verilen montaj resmini uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
6. Çizimi **dimension menüsü komutları** ile ölçülendiriniz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Ölçü stilini oluşturur.	5	
5.	Çizimi draw menüsü komutları ile çizer.	15	
6.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	15	
7.	Çizim üzerindeki yazıları yazar.	5	
8.	Çizim üzerindeki yazıların yüksekliğini ayarlar.	5	
9.	Çizim üzerindeki taramaları yapar.	5	
10.	Çizim üzerindeki tarama çizgilerinin scale ayarlarını yapar.	5	
11.	Çizimi ölçülendirir.	5	
12.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
13.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
14.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

3.2. EVİYE DETAY RESMİ

Mutfak, laboratuvar, restoran tezgâhı gibi mekânlarda musluktan veya bataryadan akan su kullanıldıktan sonra kirli suyu toplayarak pis su kanalına gönderen vitrifiye malzemesidir. Eviyelerin seramik, granit, emaye gibi malzemelerden üretilmiş alternatifleri olmasına karşın hem konutlarda hem de yeme-içme sektörüne hizmet eden mekânlarda yaygın olarak paslanmaz çelik eviyeler kullanılmaktadır. Bu duruma neden olarak paslanmaz çeliğin diğer malzemelere göre daha boşluksuz bir malzeme olması ve bununla beraber bakterilerin üremesi için uygun ortamı yaratmaması gösterilebilir.

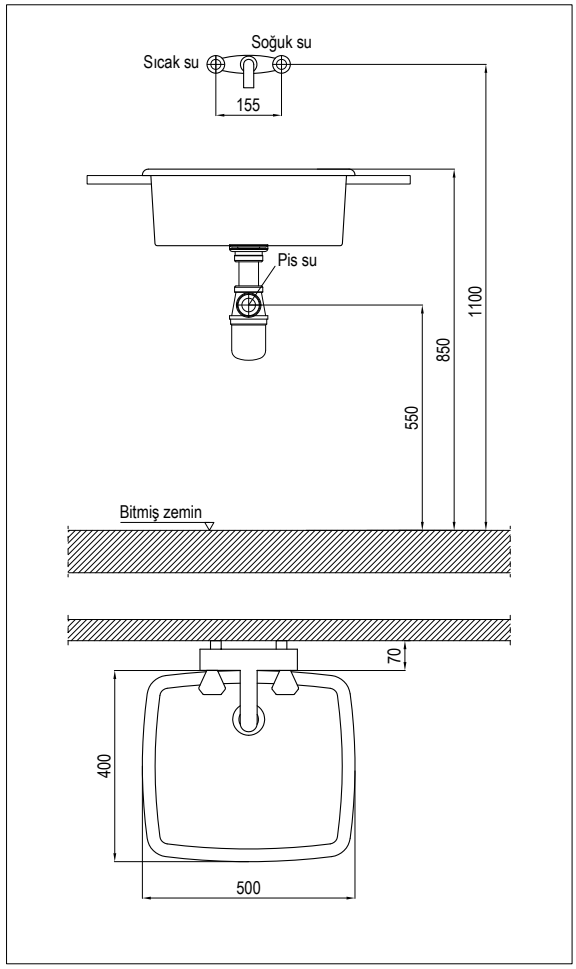
Günümüzde sıklıkla tercih edilen paslanmaz çelik eviyelerin altına gürültüyü önlemek için mutlaka yalıtım yapılması gerekmektedir. Laboratuvar eviyelerinde taşma deliği yapılması gerekmektedir. Diğer türlerde bu zorunluluk bulunmamaktadır.

Eviyeler, tek ve çift gözlü olabildikleri gibi suyun süzülebilmesi için damlalıklı ya da damlalıksız olarak da üretilebilir. Damlalık, kullanıcıların tercihlerine göre sağda ya da solda olabilir. Restoran gibi yeme-içme sektörüne hizmet eden mekânlarda kullanılan eviyeler, konutlarda kullanılanlara göre daha derin üretilir. Bu tür eviyeler, damlalıksız olarak paslanmaz çelik tezgâh ile bütün hâlinde üretilir.

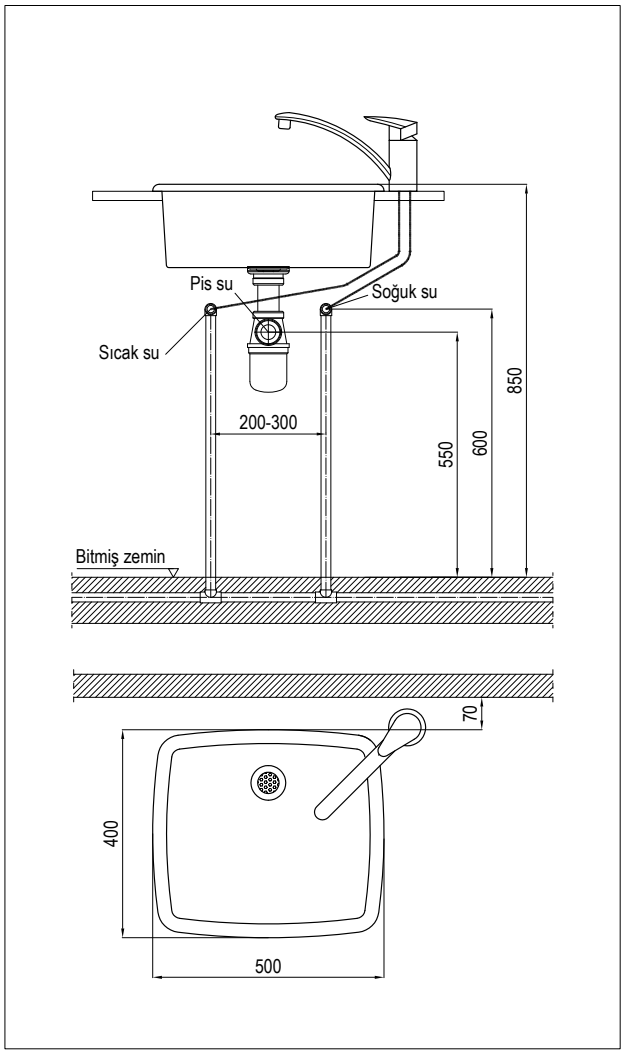
Eviyelerin montaj yüksekliği, lavaboda olduğu gibi kullanıcı özelliklerine göre değişebilir. Genellikle tezgâh malzemesi üzerine açılan bölüme yerleştirilen eviyelerin tezgâhla birlikte bir bütün hâlde üretilenleri de bulunmaktadır. Eviyelerin yerleşimi mutfakların ışık alma durumuna, fiziki şartlarına ve kullanılırlığının rahat olmasına göre düzenlenmelidir.

Eviyeler; montaj şekillerine göre tezgâha gömme, tezgâh üstü ya da tezgâh altı monte edilenler olmak üzere üç gruba ayrılır. Günümüzde genellikle tezgâh üzerine takılır. Bütün eviye tezgâhlarında bitmiş tezgâh yüksekliği bitmiş döşemeden 850 mm'ye tezgâh genişliği ise 600 mm'ye ayarlanmalıdır.

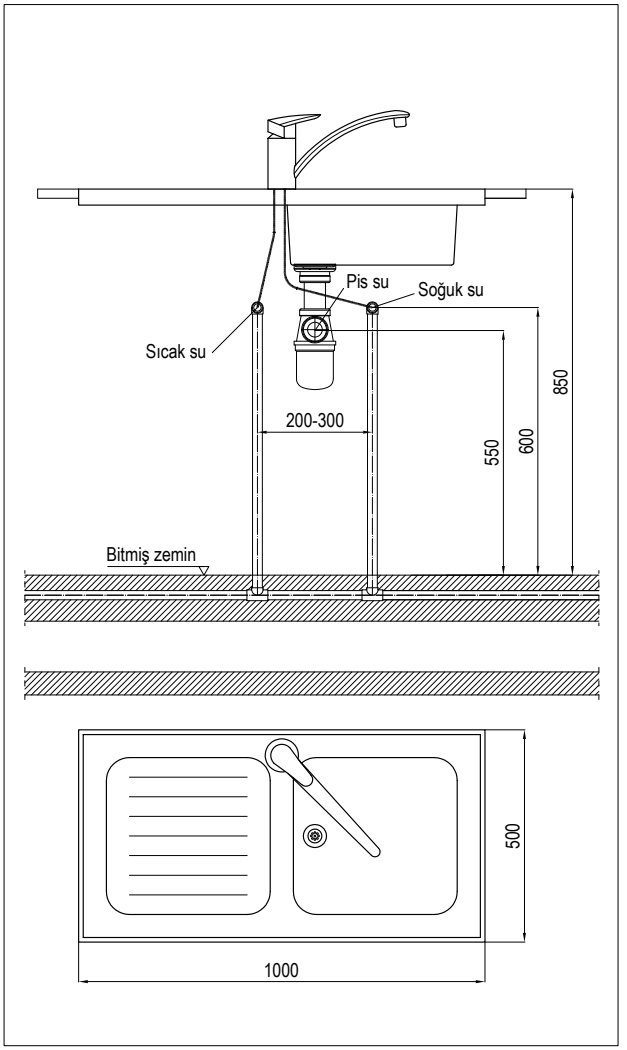
Duvardan bataryalı ise batarya yüksekliği bitmiş döşemeden 1.100 mm, kirli su gideri boru merkez yüksekliği 550 mm olacak şekilde uygulanmalıdır. Sıcak-soğuk su ağızları 155 mm olmalıdır (Görsel 3.10). Duvardan değil de eviyeden bataryalı ise ara musluklar bitmiş döşemeden yaklaşık 600 mm'ye konulmalı, sıcak-soğuk su ağızları arası mesafe de 200–300 mm olmalıdır. Kirli su gideri ise eviye ekseninde ve yaklaşık 550 mm olmalıdır (Görsel 3.11, 3.12).



Görsel 3.10: Tek gözlü damlalıksız duvardan bataryalı eviye montaj resmi



Görsel 3.11: Tek gözlü damlalıksız eviye montaj resmi



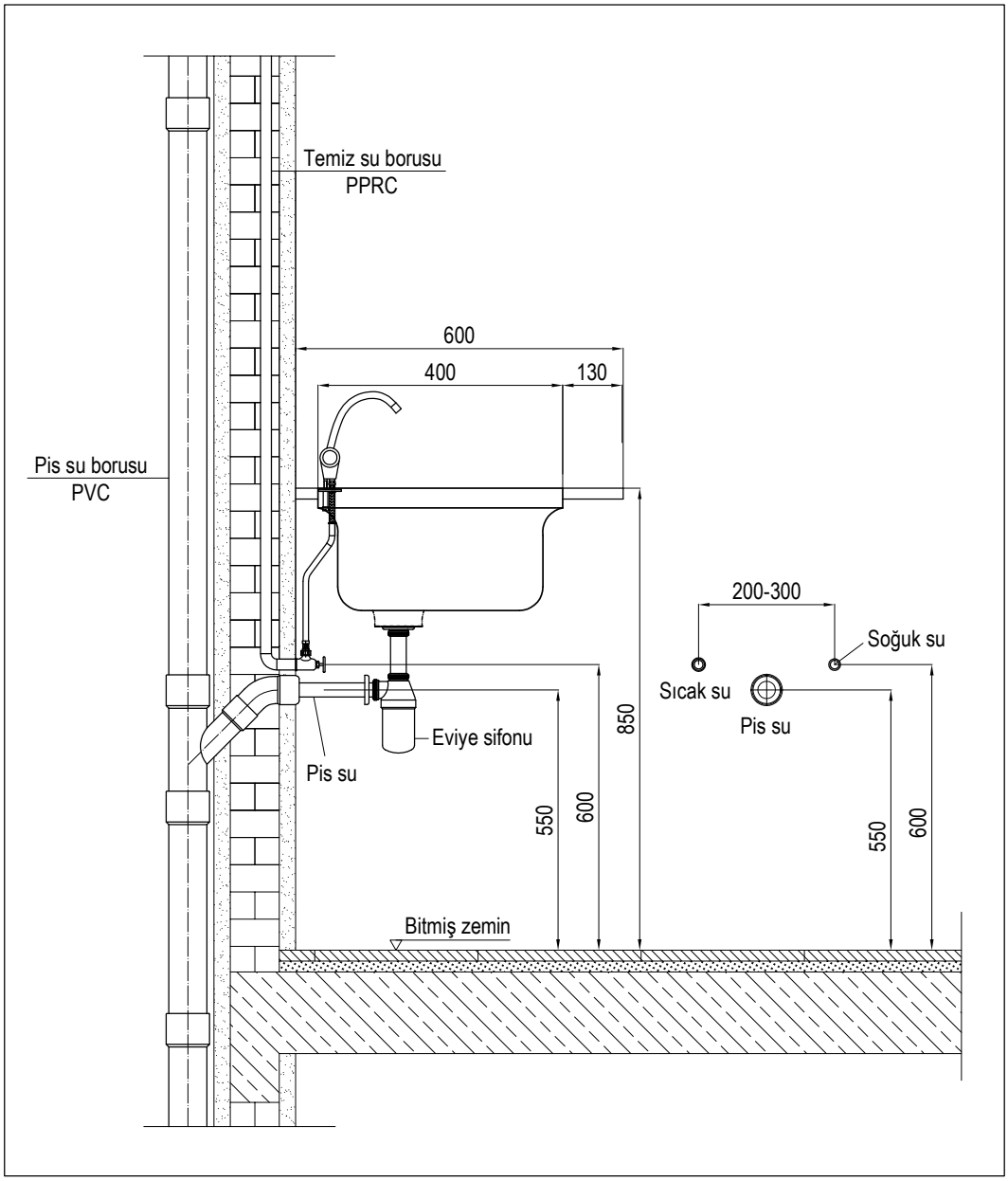
Görsel 3.12: Tek gözlü damlalıklı eviye montaj resmi

3.2. UYGULAMA

EVİYE DETAY RESMİ

Amaç: Eviye montaj resmi çizmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 3.13'te verilen tek gözlü damlalıksız eviye montaj resmini çiziniz.



Görsel 3.13: Tek gözlü damlalıksız eviye montaj resmi

İşlem Basamakları

1. Yeni bir çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanları **layer komutu** ile cihaz, yazı, ölçülendirme vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Ölçü stilini / stillerini **dimension style komutu** ile oluşturunuz.
5. Görsel 3.13'te verilen montaj resmini uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
6. Çizimi **dimension menüsü komutları** ile ölçülendiriniz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Ölçü stilini oluşturur.	5	
5.	Çizimi draw menüsü komutları ile çizer.	15	
6.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	15	
7.	Çizim üzerindeki yazıları yazar.	5	
8.	Çizim üzerindeki yazıların yüksekliğini ayarlar.	5	
9.	Çizim üzerindeki taramaları yapar.	5	
10.	Çizim üzerindeki tarama çizgilerinin scale ayarlarını yapar.	5	
11.	Çizimi ölçülendirir.	5	
12.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
13.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
14.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

3.3. ALATURKA TUVALET TAŞI DETAY RESMİ

Türkiye dışında Japonya, Fransa, İran, Hindistan, İtalya ve pek çok Orta Doğu ülkesinde kullanılan vitrifiye malzemesidir. Engellilerin, yaşlıların ve çocukların kullanımı bakımından zorlukları bulunmaktadır. Genel tuvaletlerde ve kullanıcı istekleri doğrultusunda tercih edilmektedir.

Alaturka hela taşları su giriş ve yıkama şekillerine göre sınıflandırılır. Alaturka hela taşına yıkama suyu üstten veya arkadan girer. Üstten girişli modellerde yıkama borusu görünür, arkadan girişlilerde ise gizlidir.

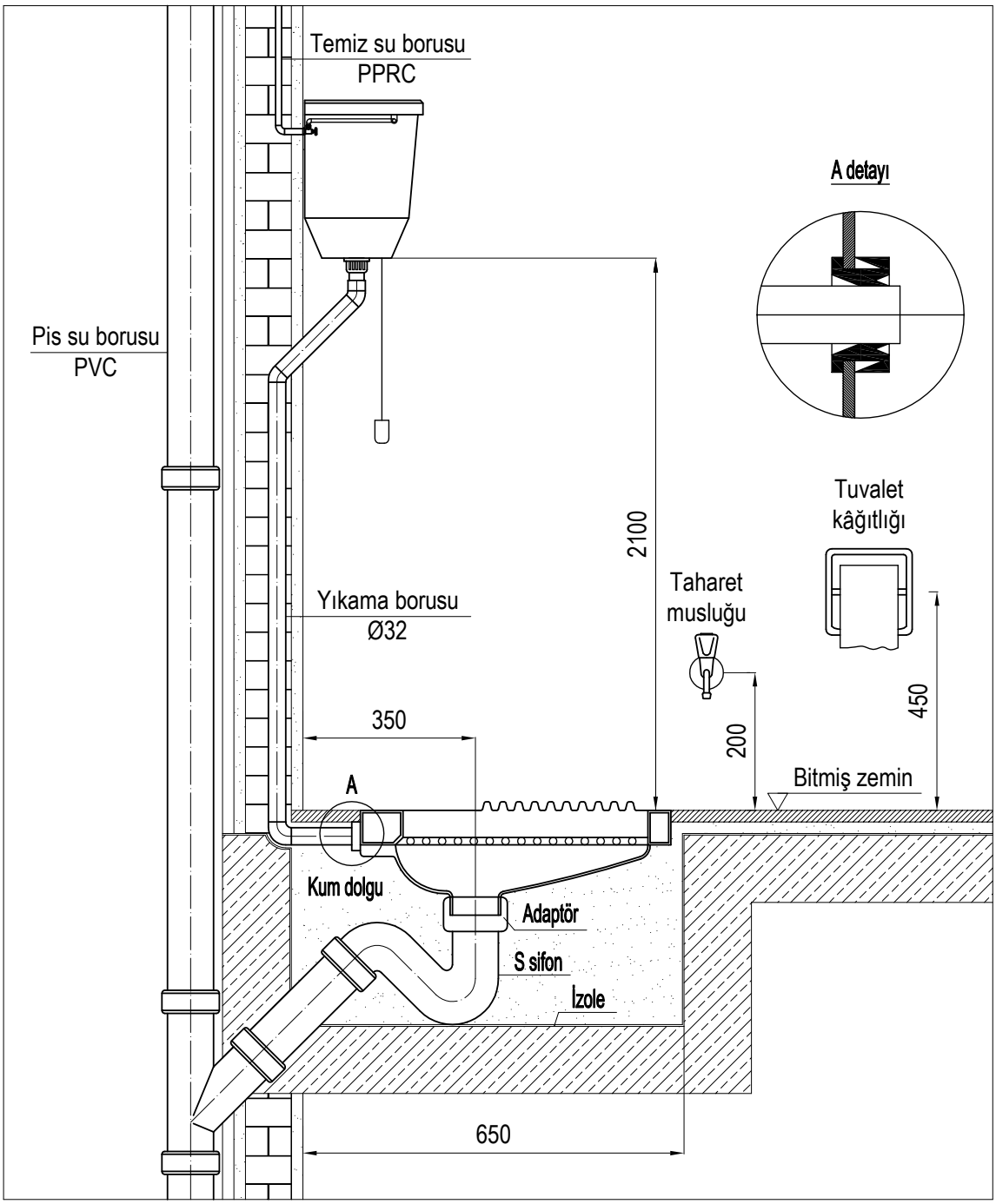
Su giriş yerlerine bakılmaksızın doğrudan (direkt) yıkamalı modellerde su, yıkama borusundan hela taşına bir noktadan girer ve yıkama yapar. Çevreden yıkamalı modellerde ise su, hela taşının çevresinden tüm yüzeyi yıkayacak şekilde akar.

Alaturka hela taşları, döşeme üzerinde kot farkına yol açmaması için döşemeye gömülerek monte edilir. Bu durumda ıslak hacmin zemininde düşük döşeme veya alt kata asma tavan yapılmalıdır. Koku ve gazların bina içine sızmaması için hela taşı ile pis su bağlantısı standart lastik contalı sifonlarla 'S' (ES) yapılır. S ile hela taşı bağlantı yerine sızdırmazlık adaptörü takılır.

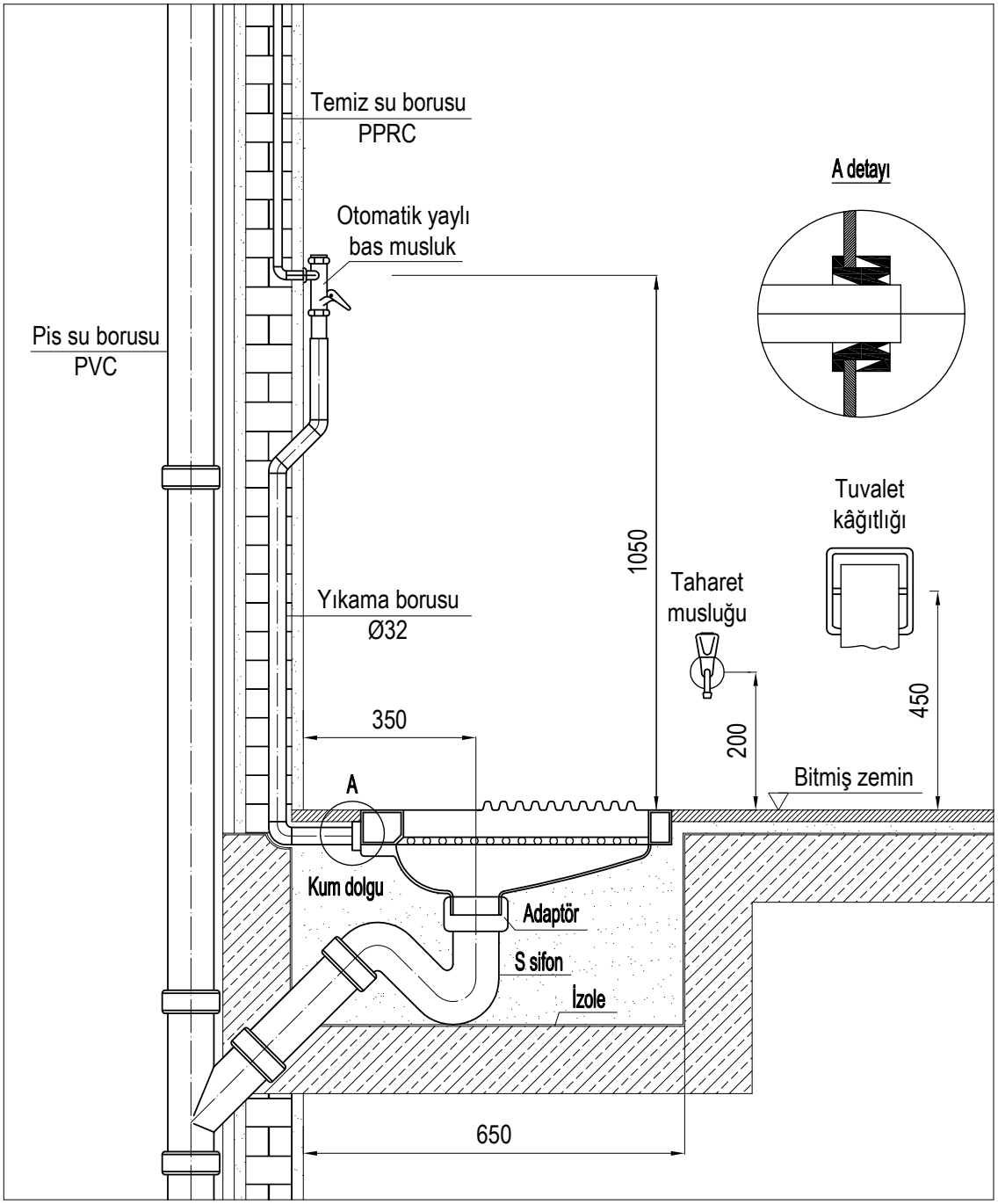
Alaturka hela taşlarının su ile temizlenmesi; yıkama rezervuarlı (yüksek yıkama deposu), gömme rezervuarlı veya baslı olarak yapılabilir. Görsel 3.14'te hela taşının iyi temizlenmesi için rezervuar alt seviyesi bitmiş döşemeden yaklaşık 2.100 mm, Görsel 3.15'te baslıda ise bitmiş döşemeden 1.050 mm yükseklikte olmalıdır. Taharet musluğu bitmiş döşemeden 150–200 mm yükseklikte ve kullanım pozisyonuna göre hela taşının solunda kalacak şekilde olmalıdır.

Rezervuar ve bas yıkama boruları Ø32 mm çapında olmalı ve keskin dönüşler ya da çap daralmaları olmamalıdır. Yıkama borularının hela taşına giriş yerlerinde mutlaka sızdırmazlık adaptörü kullanılmalı ve boru bu adaptöre adaptör boyu kadar geçirilmelidir. **Rezervuarlar** (yıkama depoları) hela taşlarını yıkamak için yapılmış temizlik gereçleridir. Yüksek, alçak ve son yıllarda çokça kullanılan gömme tipleri vardır.

Gömme rezervuarlar, alaturka hela taşlarını ve alafrangayı (klozet) yıkamak için yapılmış rezervuarlardır. Doldurma ve boşaltma düzenekleriyle su deposu ve yıkama borusunun hela taşına bağlantısı duvarın içine inşaat aşamasındayken gömülerek monte edilir. İnşaat işleri bitip fayanslar da döşendikten sonra yıkama düğmesi (buton) monte edilir. Yani bu rezervuarların görünen tek kısmı butonlarıdır (Görsel 3.16).



Görsel 3.14: Rezervuarlı alaturka hela taşı montaj resmi



Görsel 3.15: Otomatik yaylı bas musluklu alaturka hela taşı montaj resmi

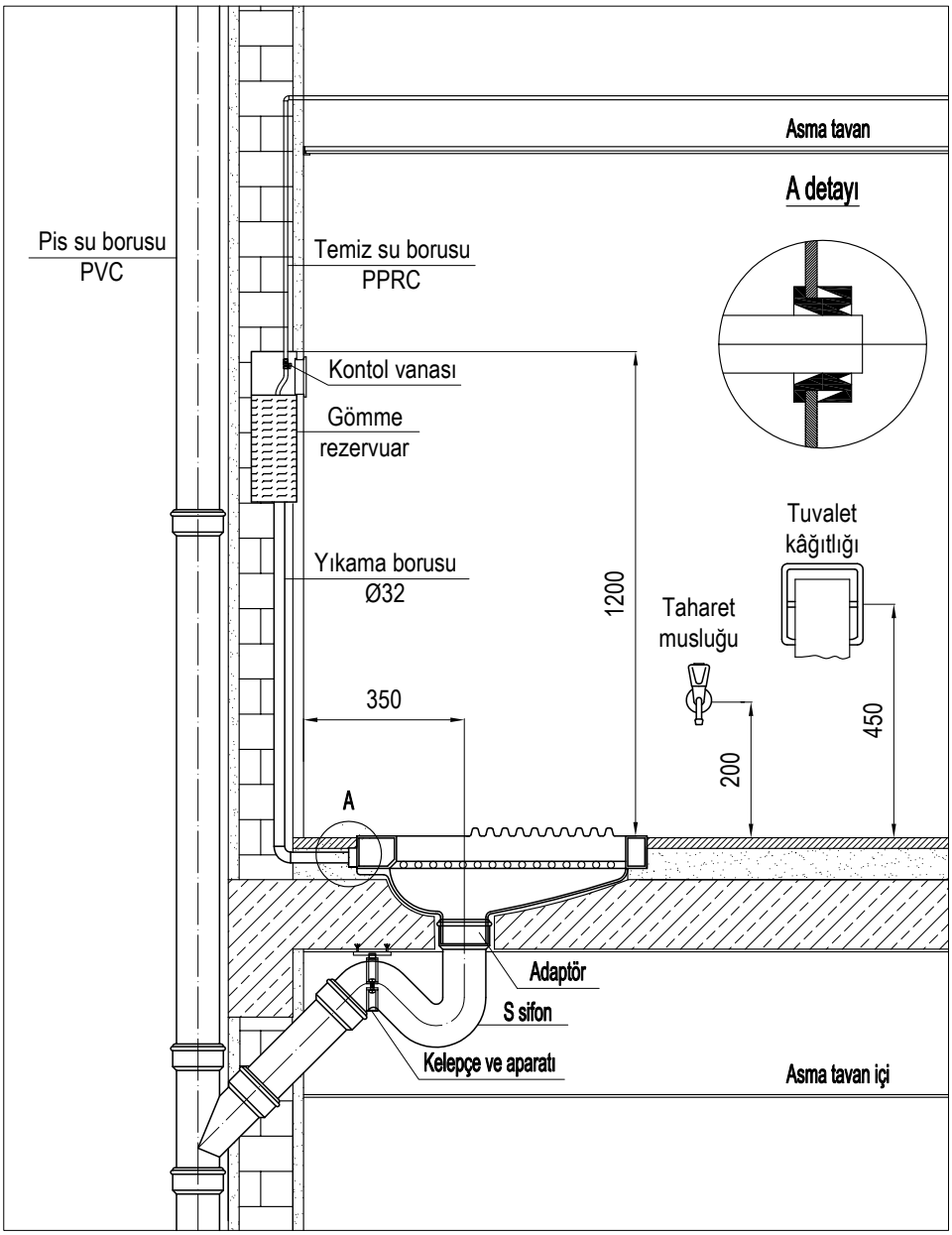
3.3. UYGULAMA

ALATURKA HELA TAŞI DETAY RESMİ

Amaç: Alaturka hela taşı montaj resmini çizmek.

Süre: 3 ders saati

Görsel 3.16'da verilen gömme rezervuarlı alaturka hela taşı montaj resmini çiziniz.



Görsel 3.16: Gömme rezervuarlı alaturka hela taşı montaj resmi

İşlem Basamakları

1. Yeni bir çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanları **layer komutu** ile cihaz, yazı, ölçülendirme vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Ölçü stilini / stillerini **dimension style komutu** ile oluşturunuz.
5. Görsel 3.16'da verilen montaj resmini uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
6. Çizimi **dimension menüsü komutları** ile ölçülendiriniz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Ölçü stilini oluşturur.	5	
5.	Çizimi draw menüsü komutları ile çizer.	15	
6.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	15	
7.	Çizim üzerindeki yazıları yazar.	5	
8.	Çizim üzerindeki yazıların yüksekliğini ayarlar.	5	
9.	Çizim üzerindeki taramaları yapar.	5	
10.	Çizim üzerindeki tarama çizgilerinin scale ayarlarını yapar.	5	
11.	Çizimi ölçülendirir.	5	
12.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
13.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
14.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

3.4. ALAFRANGA TUVALET TAŞI DETAY RESMİ

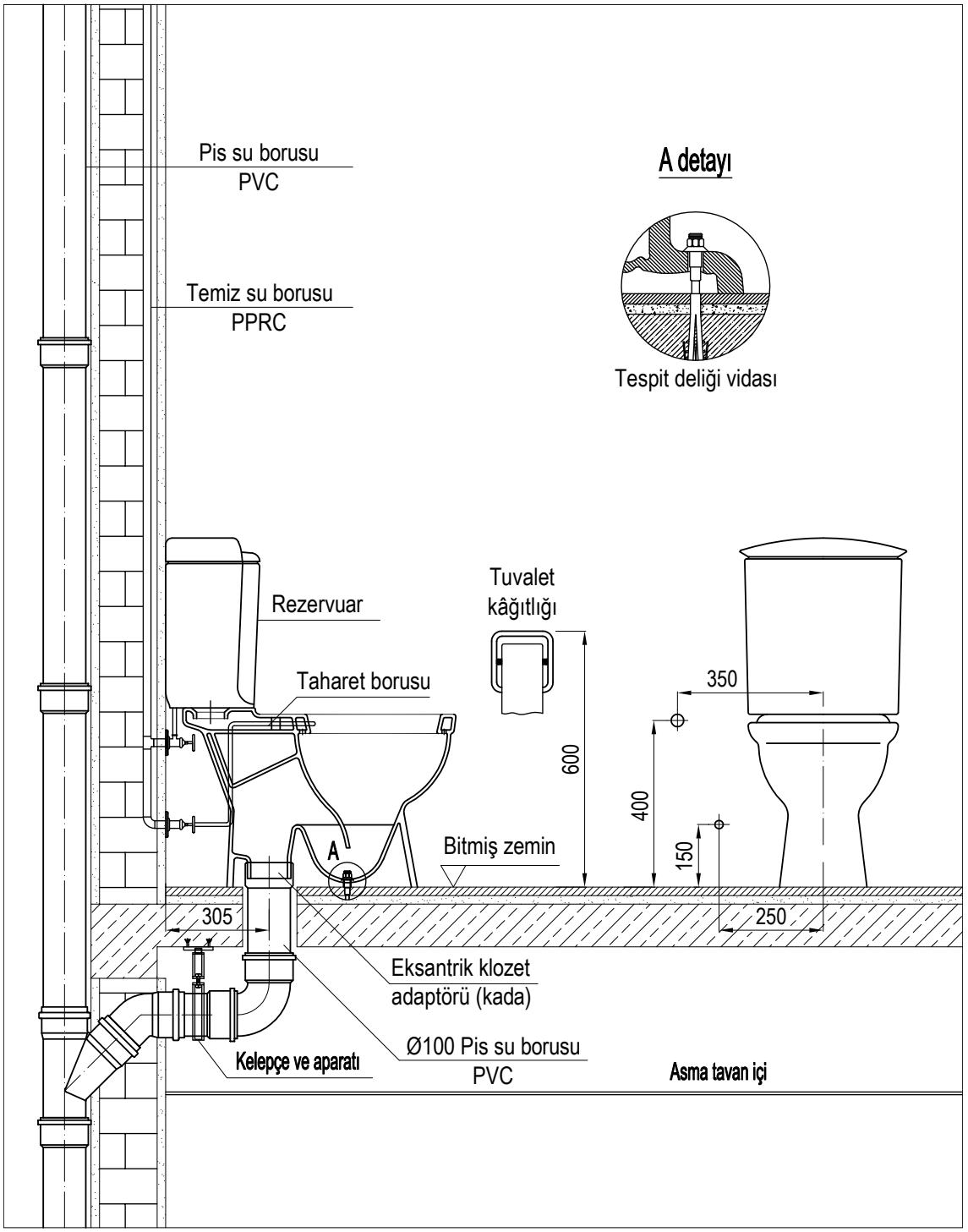
Klozet olarak da bilinen alafranga hela taşı, ayaklı ve asma olmak üzere iki tipte üretilmektedir. Aynı zamanda rezervuarsız ya da rezervuarlı tipleri de bulunan vitrifiye malzemesidir. Klozetler, emişli ya da emişsiz olarak ayrılmalarına rağmen piyasada daha çok arkadan çıkışlı ve alttan çıkışlı olarak bilinmektedir. Arkadan çıkışlı klozetler genellikle asma klozet olarak bilinirken alttan çıkışlı klozetler ise ayaklı klozet olarak nitelendirilir.

Alafranga hela taşlarının su ile temizlenmesi; kendinden rezervuarlı, yıkama rezervuarlı (yüksek yıkama deposu), gömme rezervuarlı veya baslı olarak yapılabilir. Günümüzde en çok tercih edilen kendinden rezervuarlı alafranga hela taşı Görsel 3.17 ve 3.18'de, gömme rezervuarlı alafranga hela taşı bağlantıları ve tesisatı resimleri ise Görsel 3.19'da görülmektedir.

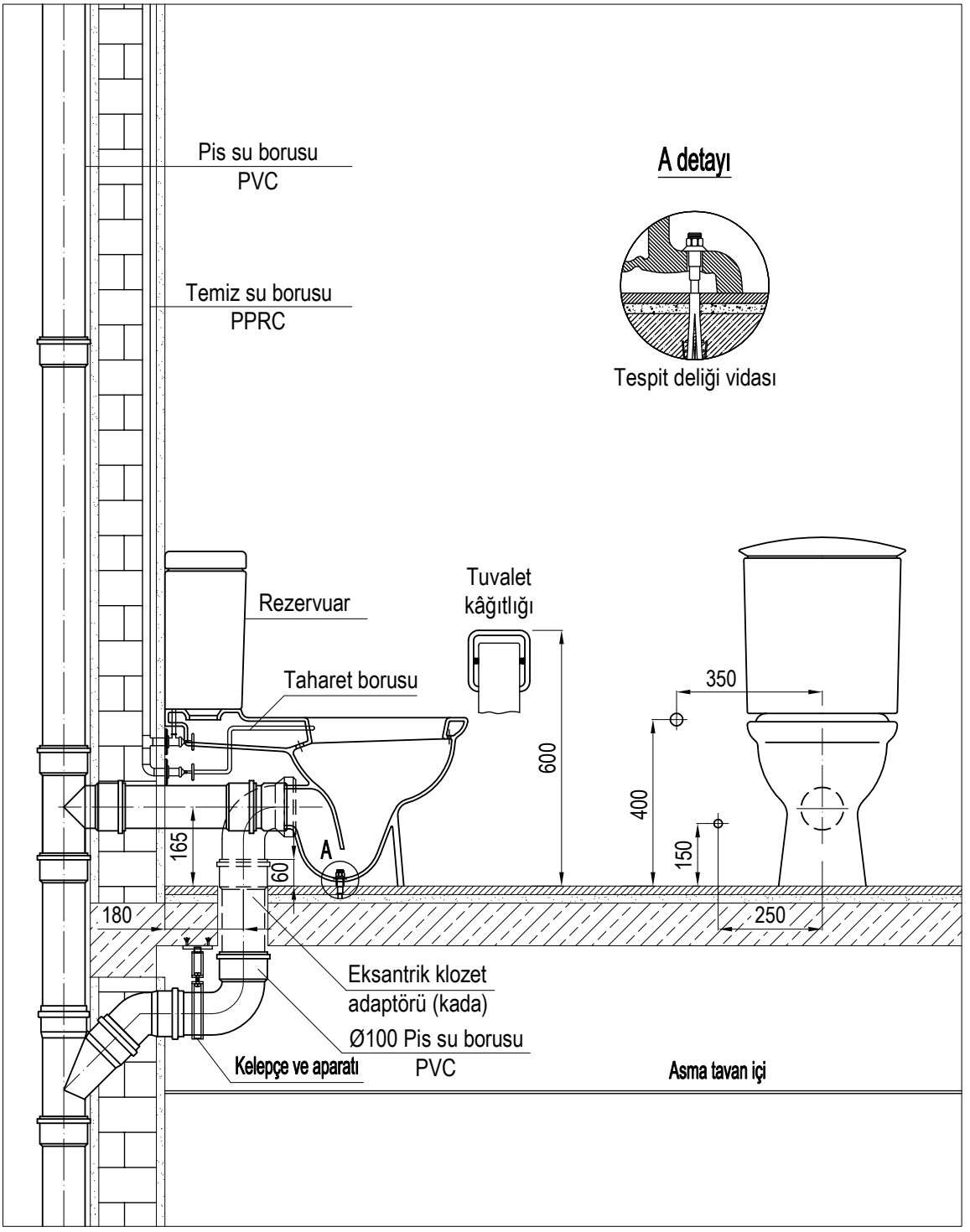
Taharet muslukları, bitmiş döşemeden 150-400 mm yükseklikte ve kullanım pozisyonuna göre hela taşının solunda kalacak şekilde olmalıdır. Ayaklı klozetlerde pis su boru bağlantısı belirtilen ölçünün uyumlu olmaması hâlinde yaklaşık 15 mm'ye kadar olan sapmalar, ürünle verilen eksantrik kada ile düzeltilebilir.

Klozetler, seramik ya da çelik malzemeden üretilebilmektedir. Klozetler genel olarak 355 mm ene, 430 mm boya ve 390 mm yüksekliğe sahiptir (TS 800). Ancak bu ölçüler firmaların ürettiği modellere bağlı olarak değişebilir. Asma klozetler bitmiş döşemeden 420-440 mm yüksekliğe ve kapakları kapalı olacak şekilde yerleştirilirken ayaklı klozetler ise bitmiş döşeme üzerine yerleştirildikleri için bu ölçüye ulaşır. **Asma klozetler**; duvar ve döşeme içine yerleştirilen bir taşıyıcı konsola asılmak suretiyle monte edilerek kullanılan, döşemeye bağlantısı olmayan ve arkadan pis su çıkışlı klozetlerdir.

Gömme rezervuarlar, hela taşlarını yıkamak için yapılmış rezervuarlardır. Doldurma ve boşaltma düzenekleriyle su deposu ve yıkama borusunun hela taşına bağlantısı, duvarın içine inşaat aşamasındayken gömülerek monte edilir. İnşaat işleri bitip fayanslar da döşendikten sonra yıkama düğmesi (buton) monte edilir. Yani bu rezervuarların görünen tek kısmı butonlarıdır (Görsel 3.19). Gömme rezervuar ve konsolu mevcut duvar kalınlığı uygun olduğunda duvar içine, aksi hâlde duvar önüne yerleştirilir.



Görsel 3.17: Kendinden rezervuarlı, alttan çıkışlı ayaklı alafranga hela taşı montaj resmi



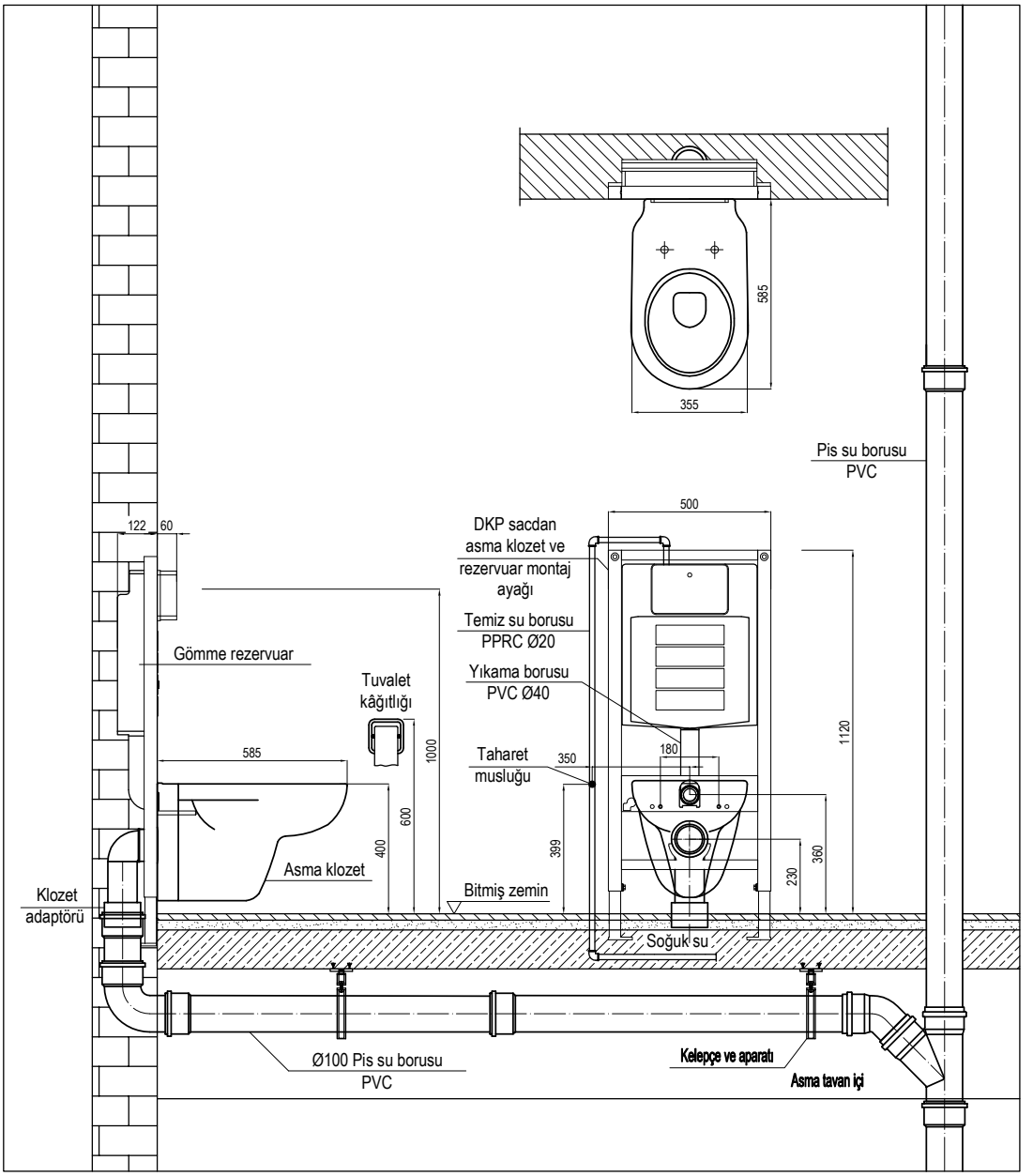
Görsel 3.18: Kendinden rezervuarlı, arkadan çıkışlı ayaklı alafranga hela taşı montaj resmi-2

3.4. UYGULAMA

ALAFRANGA HELA TAŞI DETAY RESMİ

Amaç: Alafranga hela taşı montaj resmi çizmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 3.19'da verilen gömme rezervuarlı asma klozet montaj resmini çiziniz.



Görsel 3.19: Gömme rezervuarlı, asma alafranga hela taşı montaj resmi

İşlem Basamakları

1. Yeni bir çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanları **layer komutu** ile cihaz, yazı, ölçülendirme vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Ölçü stilini / stillerini **dimension style komutu** ile oluşturunuz.
5. Görsel 3.19'da verilen montaj resmini uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
6. Çizimi **dimension menüsü komutları** ile ölçülendiriniz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

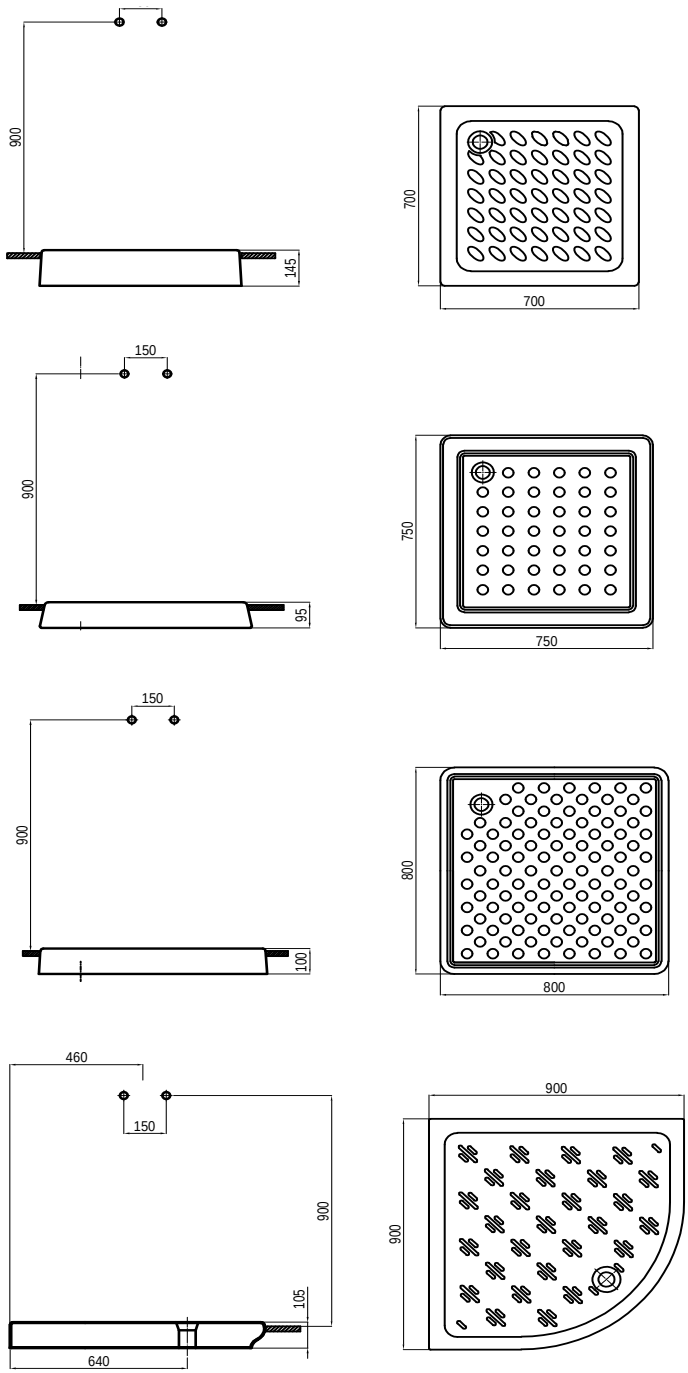
SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Ölçü stilini oluşturur.	5	
5.	Çizimi draw menüsü komutları ile çizer.	15	
6.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	15	
7.	Çizim üzerindeki yazıları yazar.	5	
8.	Çizim üzerindeki yazıların yüksekliğini ayarlar.	5	
9.	Çizim üzerindeki taramaları yapar.	5	
10.	Çizim üzerindeki tarama çizgilerinin scale ayarlarını yapar.	5	
11.	Çizimi ölçülendirir.	5	
12.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
13.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
14.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

3.5. DUŞ TEKNESİ VE KÜVET DETAY RESMİ

3.5.1. Duş Teknesi

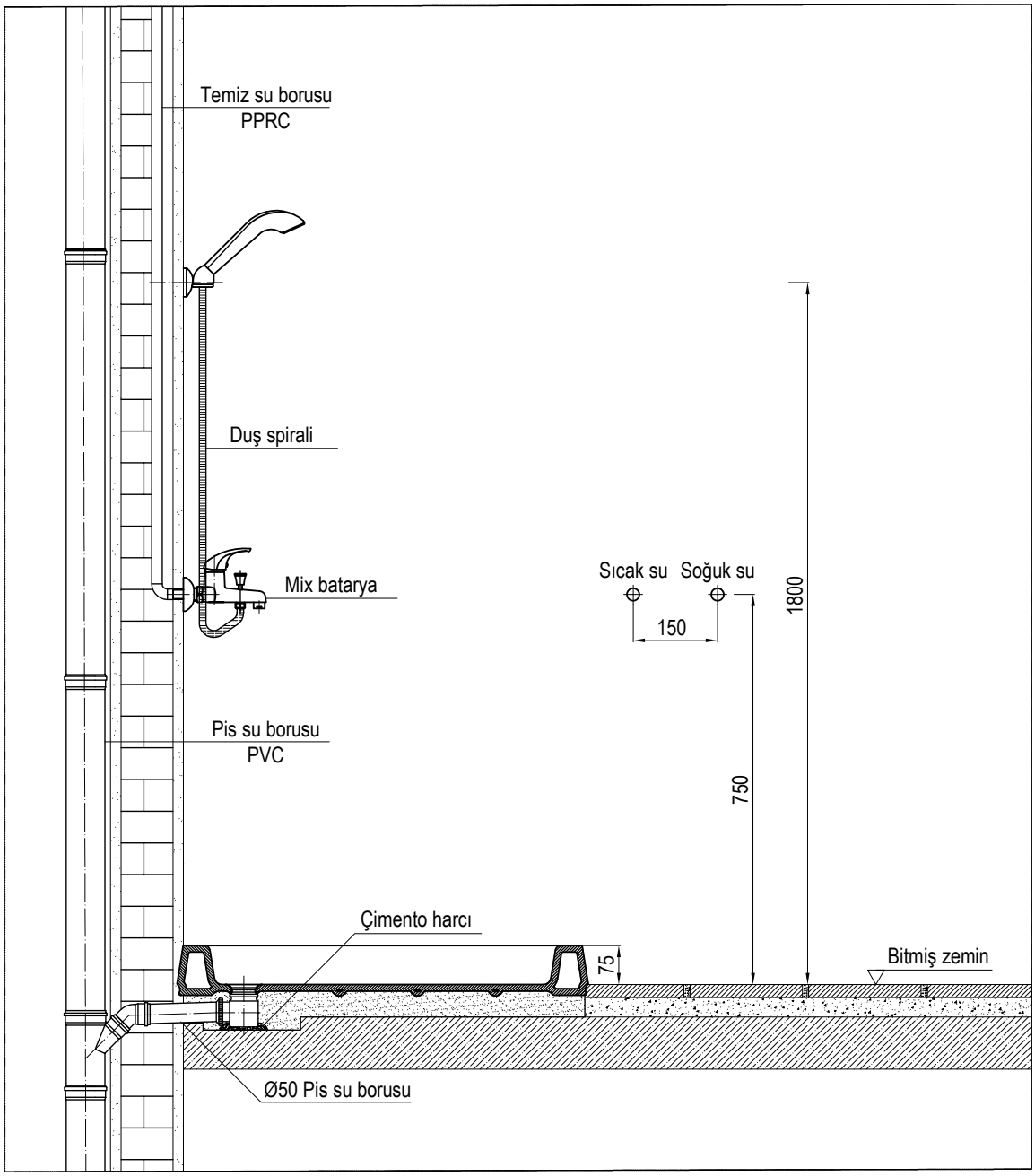
Üzerine basılan yüzeyin kir tutmayacak ve kaymayı önleyecek şekilde dokulandırıldığı, vücut temizliğini gerçekleştirmek için ayakta durarak yıkanılan vitrifiye malzemesidir. Duş tekneleri genellikle duvar panelleriyle birlikte bir kabin şeklinde üretilir.

Duş teknelerinin boyutları, küçük (800x800x150 mm) ve büyük (900x900x150 mm) olmak üzere belirlenmiştir. Ancak piyasada çok farklı boyutlara sahip duş tekneleri de bulunmaktadır (Görsel 3.20).



Görsel 3.20: Duş teknesi montaj ölçüleri

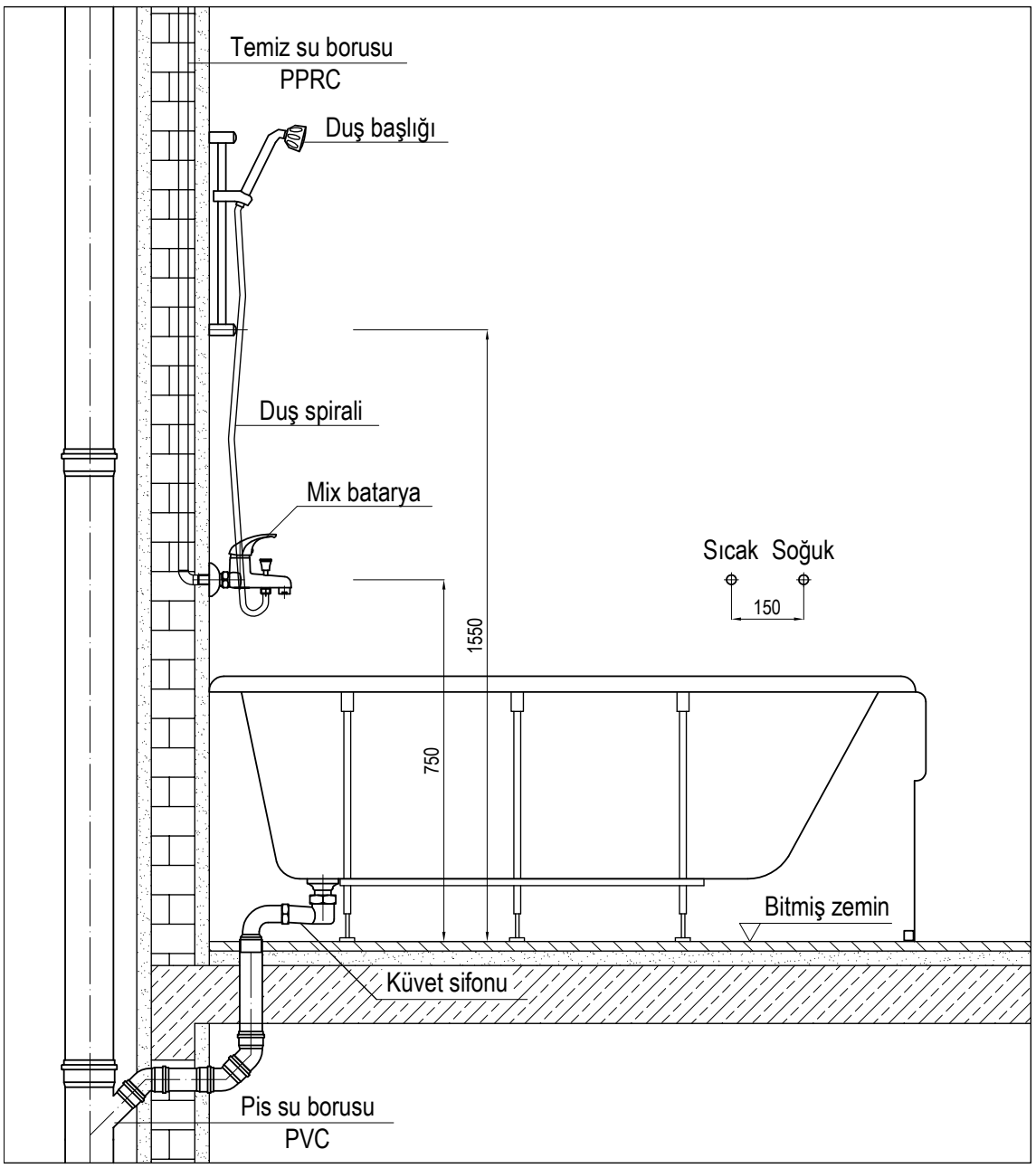
Daha önceleri dökme demir, emaye, seramik olarak yapılan duş tekneleri günümüzde polyester döküm ve akrilikten üretilmektedir. Görsel 3.21'de duş teknesi montaj resmi görülmektedir.



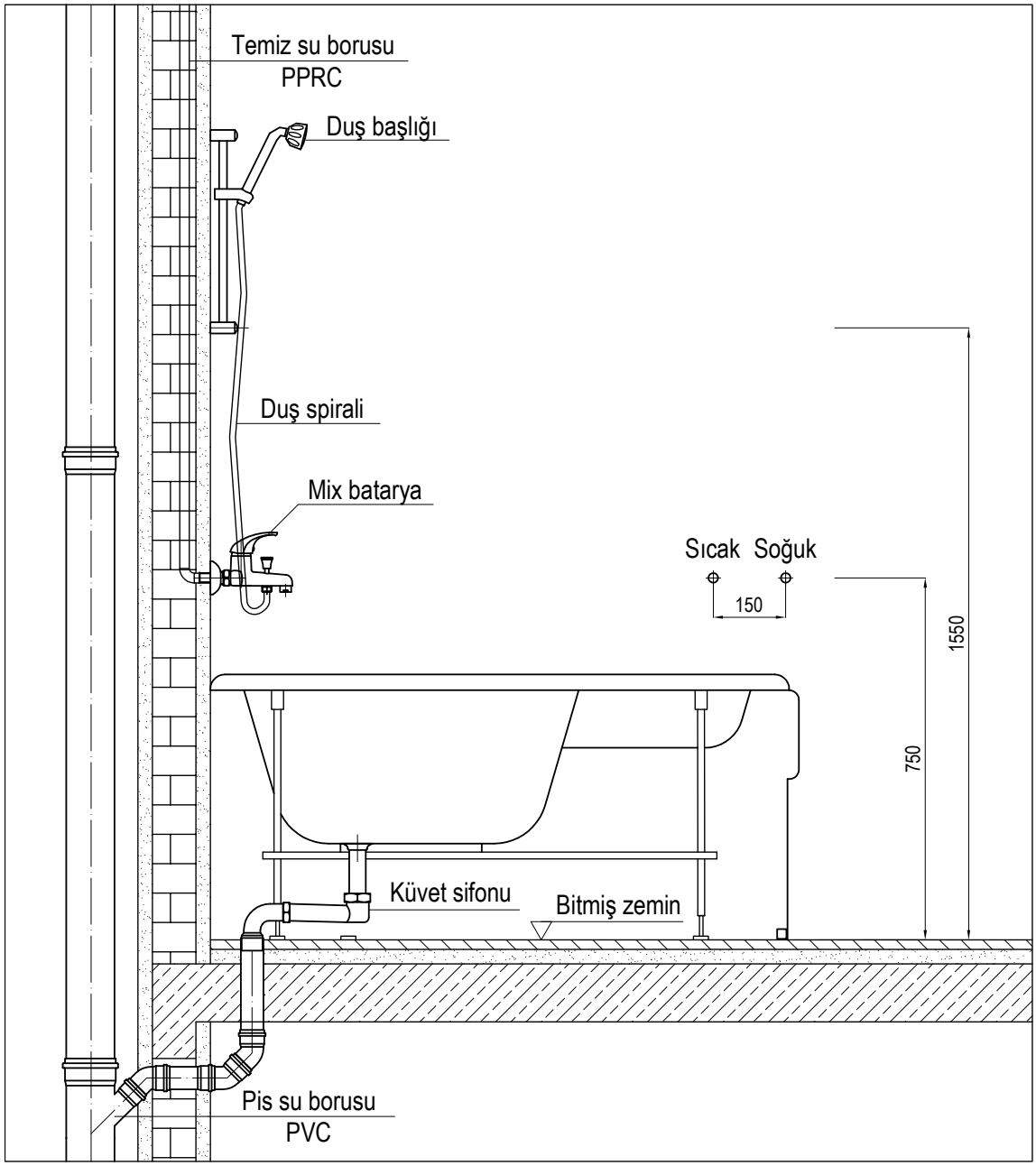
Görsel 3.21: Duş teknesi montaj resmi

3.5.2. Küvet Detay Resmi

Yıkanmak için içine girilerek kullanılan tekneye **banyo küveti** denir. Ayaklı, boy, oturmalı (yarım küvet) ve hidromasajlı (jakuzi) tipleri mevcuttur. Geçmişte banyo küvetleri, sac ya da dökme demirden üretilerek emaye kaplanması sonucu kullanılmaktaydı. Küvetlerin çok ağır olması ve emaye tabakasının zamanla aşınmasından dolayı günümüzde banyo küvetleri, plastiğin bir çeşidi olan akrilik malzemeden üretilir. Banyo küvetleri, kullanım kolaylığı sağlaması açısından ıslak hacim içinde köşelere ve iki yanı duvara yaslı olarak montaj yapılır (Görsel 3.22, 3.23).



Görsel 3.22: Akrilik boy küvet montaj resmi

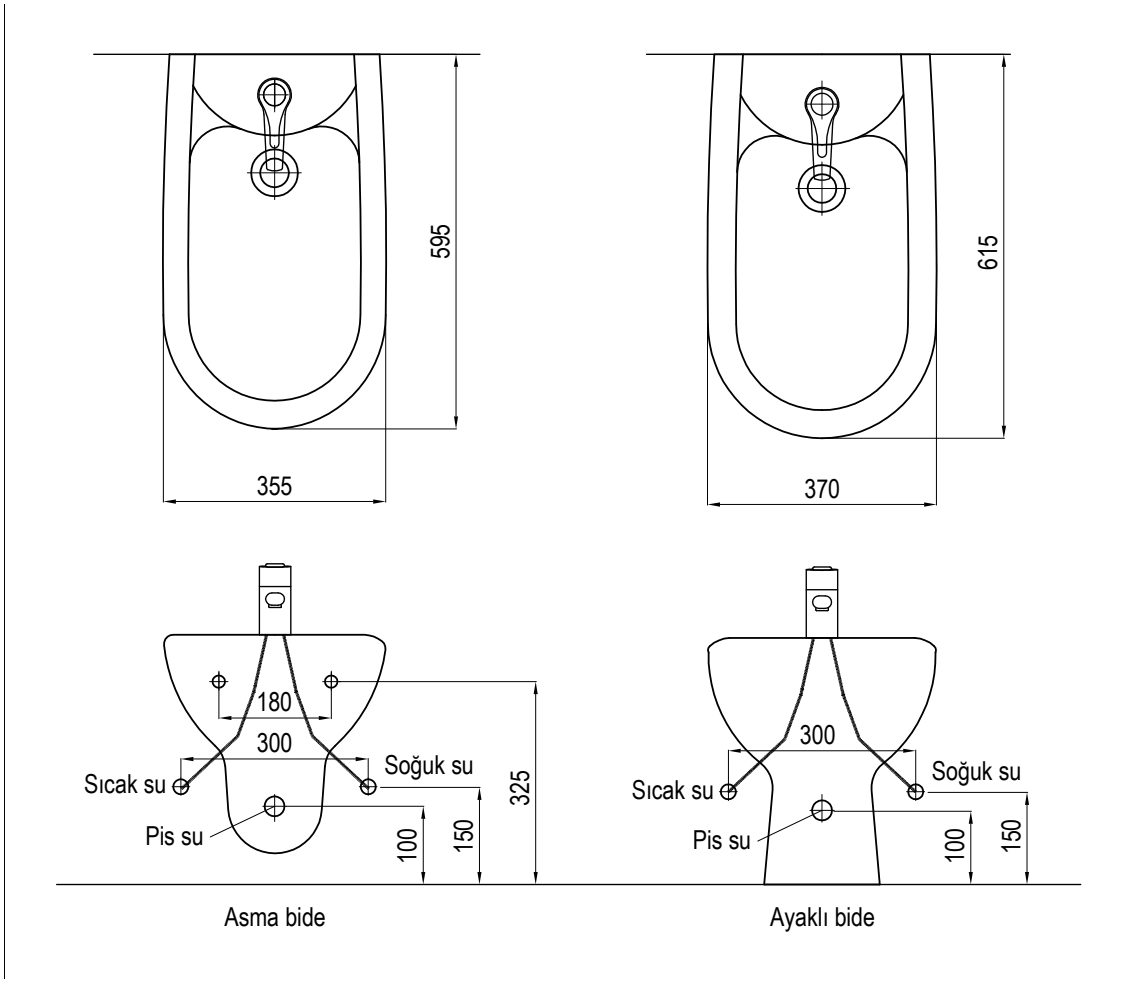


Görsel 3.23: Akrilik oturmalı küvet montaj resmi

3.5.3. Bide Detay Resmi

Klozetlerde kullanım sonrası temizlik için kullanılan taharet musluğunun yer almadığı Batı ülkelerinde tercih edilen ve vücudun belden aşağı kısımlarını suyla temizlemek için kullanılan vitrifiye malzemesidir. Klozetler gibi seramikten üretilen bideler, yükseklik olarak klozetten daha alçakta ve kullanım kolaylığı sağlaması açısından klozetin yanında yer alır.

Klozetlerdeki taharet musluğundan farklı olarak sıcak su tesisatına da bağlanır. Bidenin üzerindeki bide bataryası sayesinde suyun sıcaklığını ayarlamak mümkündür. Bideler, biçimlerine ve montaj durumlarına göre ayaklı ve ayaksız (asma) olmak üzere iki gruba ayrılır. Her birinin montajı farklılıklar gösterir (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Bide montaj ölçüleri

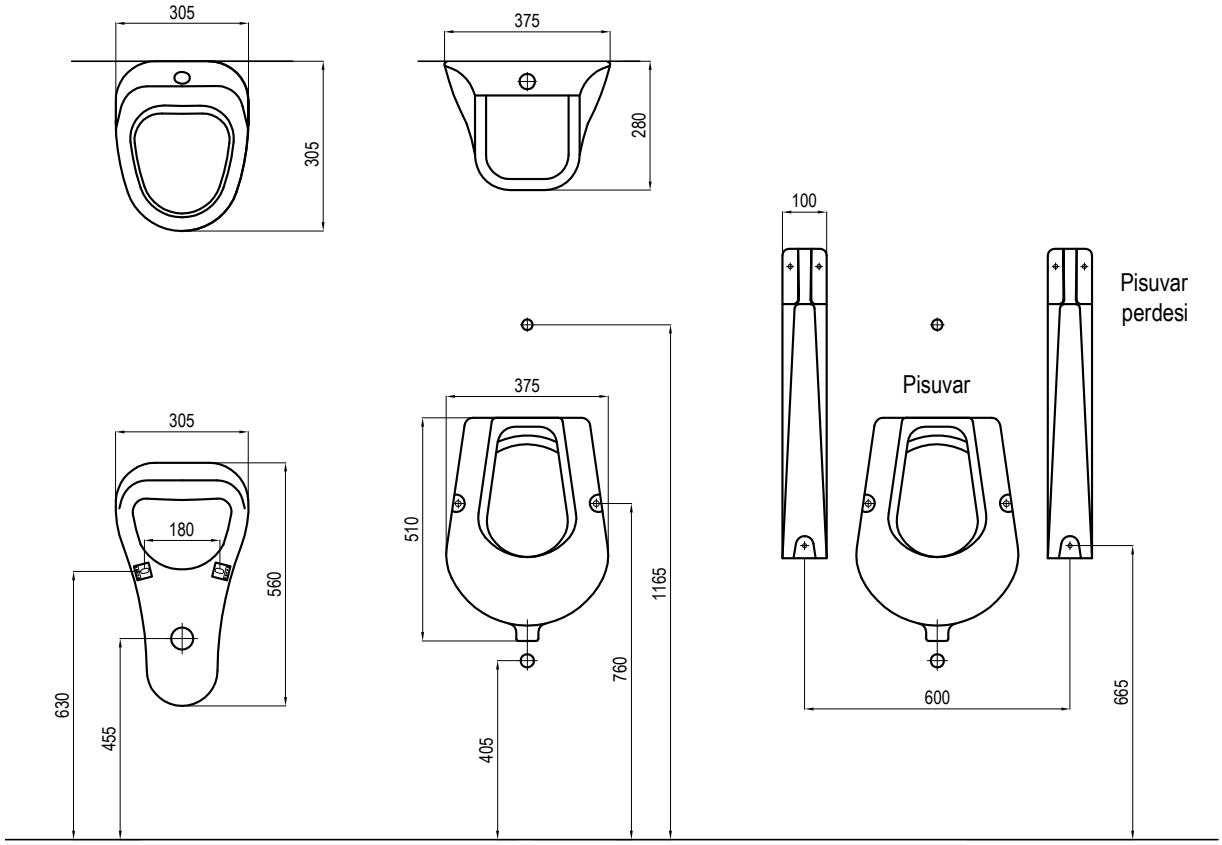
3.5.4. Pisuvar Detay Resmi

Erkeklerin tuvalet ihtiyacını karşılamak için tasarlanmış olan vitrifiye malzemesidir. Genellikle umumi tuvaletlerde ya da okul, sinema, tiyatro ve alışveriş merkezi gibi toplu yaşanılan mekânlarda klozete göre daha hijyenik bulunduğu için erkekler tarafından kullanılır.

Islak hacim duvarlarına asılarak yerleştirilir. Her iki pisuvarın arasında kişisel mahremiyeti sağlamak için bir pisuvar perdesi (paravan) bulunur. Pisuvar perdeleri de pisuvar gibi seramikten üretilir (Görsel 3.25). Pisuvarlar; sifon durumlarına göre (sifonlu / sifonsuz), temiz su giriş giriş yerlerine göre (üstten / arkadan su girişli), pis su çıkış yerlerine göre (alttan / arkadan çıkışlı olarak) farklı şekillerde olabilir.

Pisuvar, pisuvar musluğu ile temiz su tesisatına bağlanır. Yan yana monte edilen birkaç pisuvarı yıkamak için günümüzde ışığa duyarlı (fotosel kontrollü) yıkama sistemleri kullanılmaktadır. Fotoselli sistemde pisuvar üzerine monte edilen ışık kumanda paneli, pisuvarı kullanan kişi pisuvar önünden ayrıldığında elektrikle çalışan özel vanayı açarak pisuvara belli bir miktar yıkama suyu bırakır ve pisuvarın yıkanmasını sağlar.

Pisuvarlar, vitrifiye malzemeleri içinde montaj açısından en fazla çeşitlilik gösteren ürün tipidir. Bu nedenle alt yapıda sorun çıkmaması için kullanılacak pisuvarın önceden bilinmesinde büyük fayda vardır.



Görsel 3.25: Pisuvar ve pisuvar perdesi montaj ölçüleri

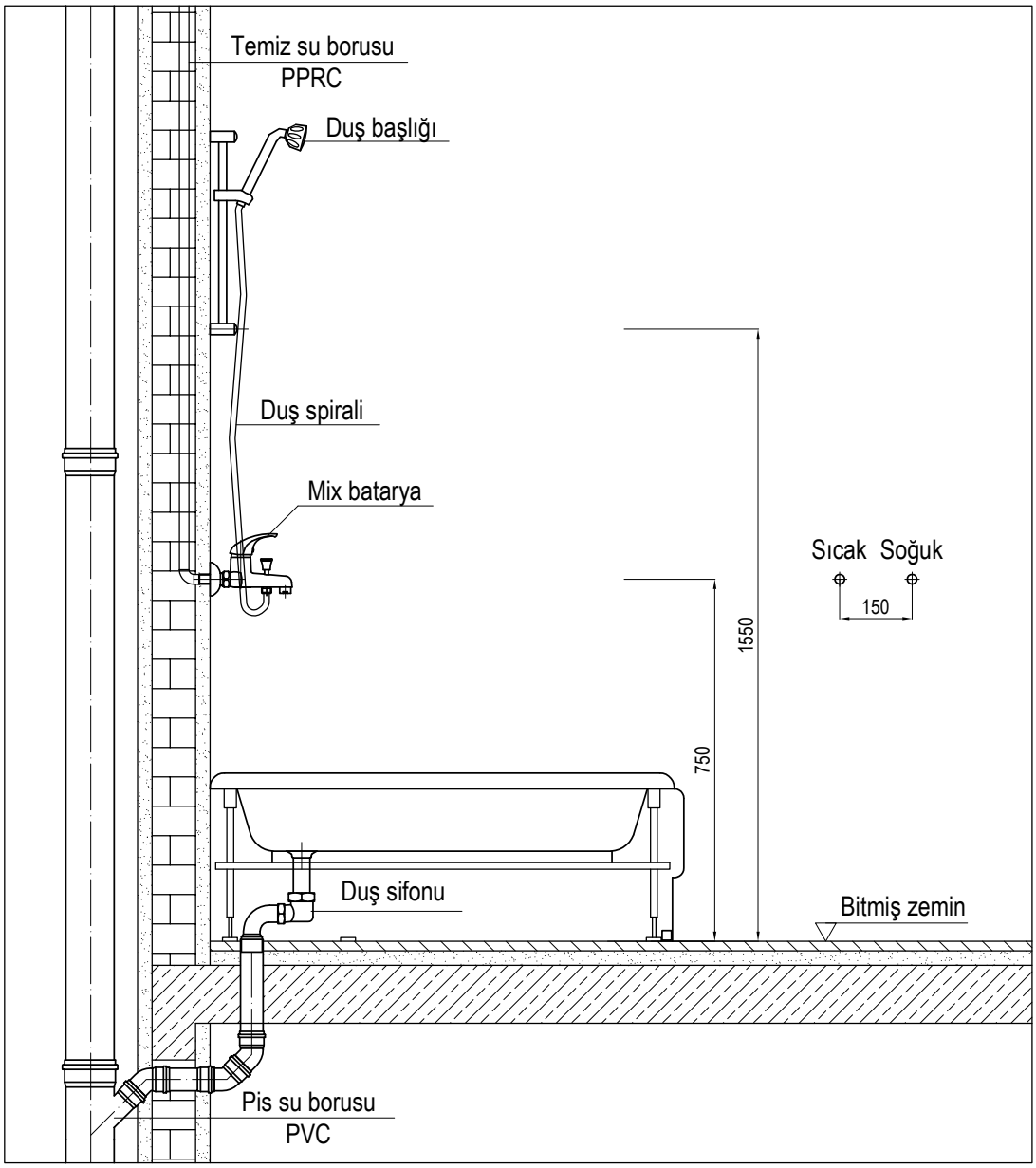
Hastane, yemekhane, çamaşırhane, hamam vb. yerlerde kullanılan birçok türde vitrifiye malzemesi vardır. Su alma teknesi, çamaşır teknesi, bulaşık teknesi, kurna ve dişçi lavabosu vitrifiye malzemesine örnek olarak verilebilir. Bunların montajında üretici firmanın önerilerine uyulur.

3.5. UYGULAMA

DUŞ TEKNESİ DETAY RESMİ

Amaç: Duş teknesi montaj resmi çizmek.
Süre: 3 ders saati

Görsel 3.26'da verilen akrilik duş teknesi montaj resmini çiziniz.



Görsel 3.26: Akrilik duş teknesi montaj ölçüleri

İşlem Basamakları

1. Yeni bir çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanları **layer komutu** ile cihaz, yazı, ölçülendirme vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Ölçü stilini / stillerini **dimension style komutu** ile oluşturunuz.
5. Görsel 3.26'da verilen montaj resmini uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
6. Çizimi **dimension menüsü komutları** ile ölçülendiriniz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Ölçü stilini oluşturur.	5	
5.	Çizimi draw menüsü komutları ile çizer.	15	
6.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	15	
7.	Çizim üzerindeki yazıları yazar.	5	
8.	Çizim üzerindeki yazıların yüksekliğini ayarlar.	5	
9.	Çizim üzerindeki taramaları yapar.	5	
10.	Çizim üzerindeki tarama çizgilerinin scale ayarlarını yapar.	5	
11.	Çizimi ölçülendirir.	5	
12.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
13.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
14.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

4. ÖĞRENME BİRİMİ

ISI KAYBI HESABI

KONULAR

4.1. BİNANIN VAZİYET VE MİMARİ PLANI
4.2. YAPI BİLEŞENLERİNİN ALAN HESABI
4.3. BİNANIN TOPLAM ISI KAYBI HESABI
4.4. ISITICI SEÇİMİ
4.5. ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Binanın vaziyet ve mimari planı
- Yapı bileşenlerinin alan hesabı
- Binanın toplam ısı kaybı hesabı
- Isıtıcı seçimi
- Isıtma tesisatında kullanılan semboller

TEMEL KAVRAMLAR

mimari proje
yapı bileşeni
ısı geçişi
ısı kaybı
enfiltrasyon ısı kaybı
dilimli ısıtıcı
radyatör

Hazırlık Çalışması

1. **Binanın yalıtımlı olmasının yararları sizce nelerdir?**
2. **Teknolojik gelişmelerin ve bilgisayarın yaygınlaşmasının ısı kaybı hesabına katkıları sizce nelerdir?**

4.1. BİNANIN VAZİYET VE MİMARİ PLANI

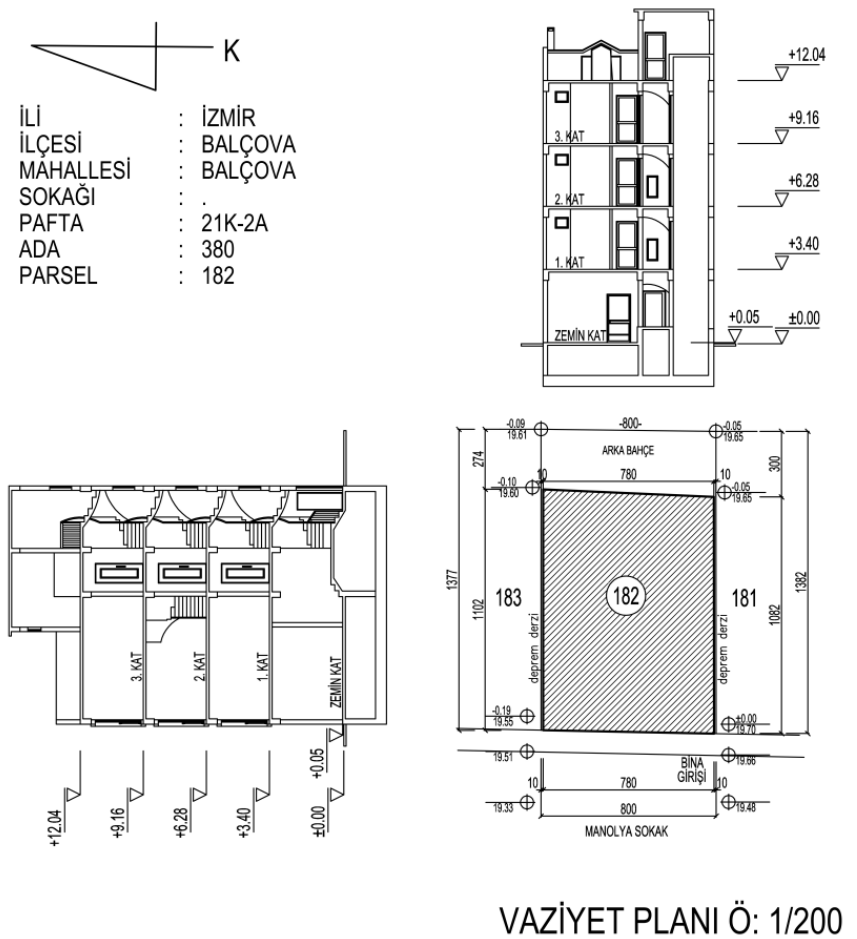
Mahale konulacak ısıtıcının kapasitesi belirlenirken mahalin kaybettiği ısı esas alınır. Dış hava sıcaklığının belli bir düzeyine karşılık mahalin konforlu bir sıcaklıkta tutulabilmesi için saatte kaybettiği ısı miktarı (W) bulunmalıdır. Mahalin saatte kaybettiği ısı miktarını karşılayabilecek bir ısıtıcı seçilerek söz konusu mahalin istenen sıcaklıkta tutulması sağlanır.

Isı kaybı hesabı yapılabilmesi için mimari projenin incelenmesi ve hesapta kullanılacak bazı değerlerin belirlenmesi gerekir.

4.1.1. Vaziyet Planı

Vaziyet planı; yapının müştemilat gibi tüm eklerini, yol kotuna göre gerekli kotlar ile arsanın ve binanın inşasının bitimindeki hâlini gösteren kotların da yer aldığı, peyzaj projeleri de göz önünde bulundurularak dikilecek ağaçların yerlerini dahi gösteren, binanın çevresi ile etkileşimini kesin ve net planlarla aktaran çizimdir. Aynı ölçekte çizilmiş birden çok kesitin gösterilmesi gerekir.

Görsel 4.1'de verilen vaziyet planından binanın İzmir ili, Balçova ilçesinde yer aldığı, bitişik nizam, korunaklı ve üç katlı olduğu, sol yan cephesinin kuzey yöne baktığı bilgilerine ulaşılır.



Görsel 4.1: Vaziyet planı (örnek mimari proje)

4.1.2. Mimari Plan

Bir mimari yapının planları, kesitleri, malzeme ve bağlantı detayları, cephe ve dış görünüşleri, yerleşim planları, yapıların birbirleriyle oranı, iç düzenleri ve detayları hakkında teknik ve mimari bilgi veren projelere **mimari proje** denir. Mimari proje, yapının boyutlarına göre çoğunlukla 1/50 veya 1/100 ölçeğiyle çizilir.

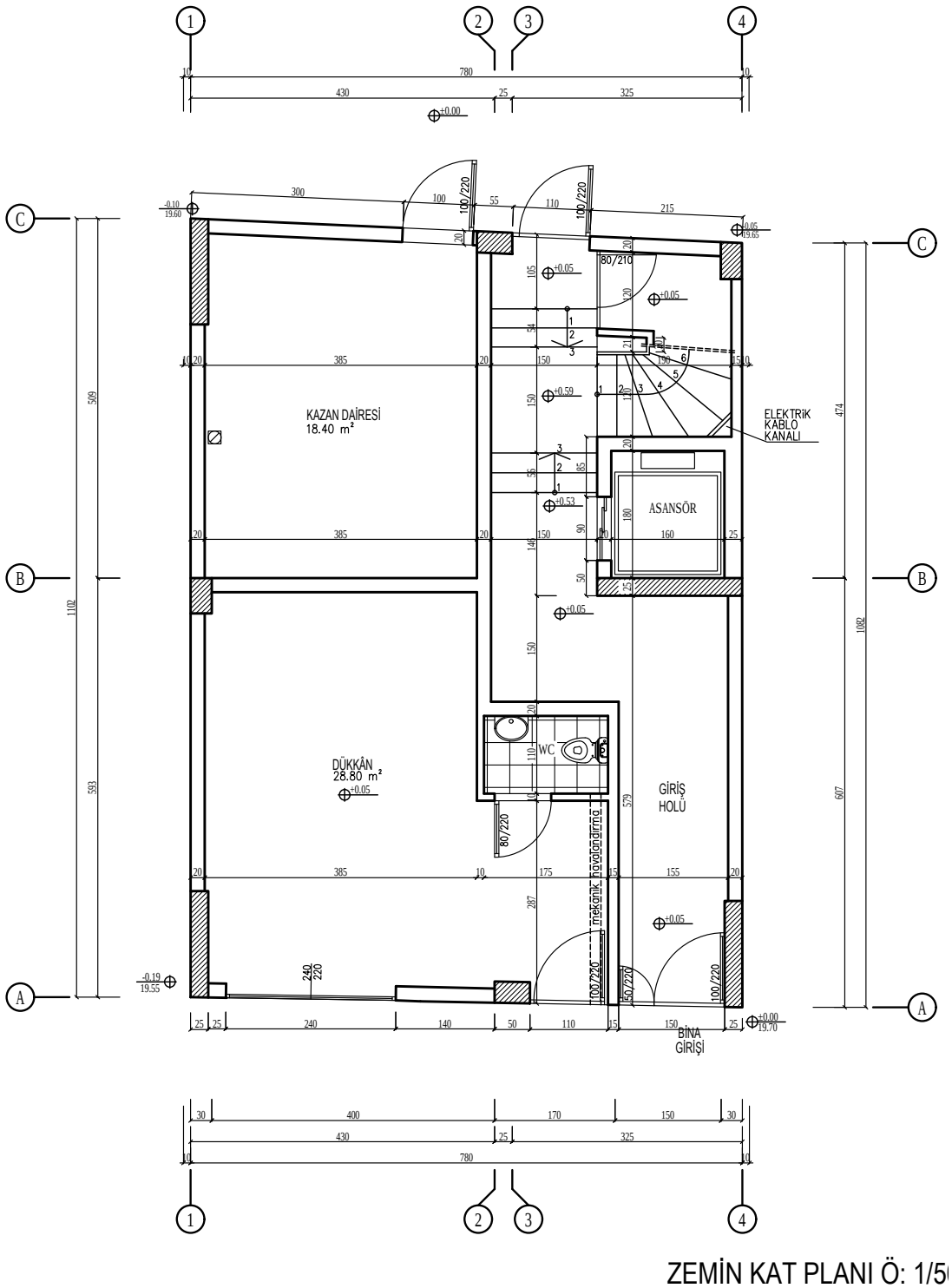
Kat planı, söz konusu yapıda kaç kat varsa her birinin tek tek ayrıntılı olarak çizimidir. Bu çizimlere varsa bodrum katları ve çatı katı da mutlaka dâhil olmalıdır. Kat planlarında odaların yerleşimi, banyo ve mutfaktaki vitrifiye elemanlarının yerleri, merdivenlerin konumları gibi tüm ayrıntılar açıkça belirtilir. **Kesit görünüşler**, yapı birden çok katlı ise merdivenlerden geçen yapının enine ve boyuna görünüşlerini gösteren planlardır. Yapının dışarıdan nasıl görüneceğini tam olarak yansıtan çizim planlarını cephe resimleri oluşturur. Elbette yalnızca ön cephe değil, her açıdan ayrıntılı bir çizim söz konusudur.

Mimari proje ısıtma tesisatı projesi için incelenmesi gereken bilgiler şöyle sıralanabilir:

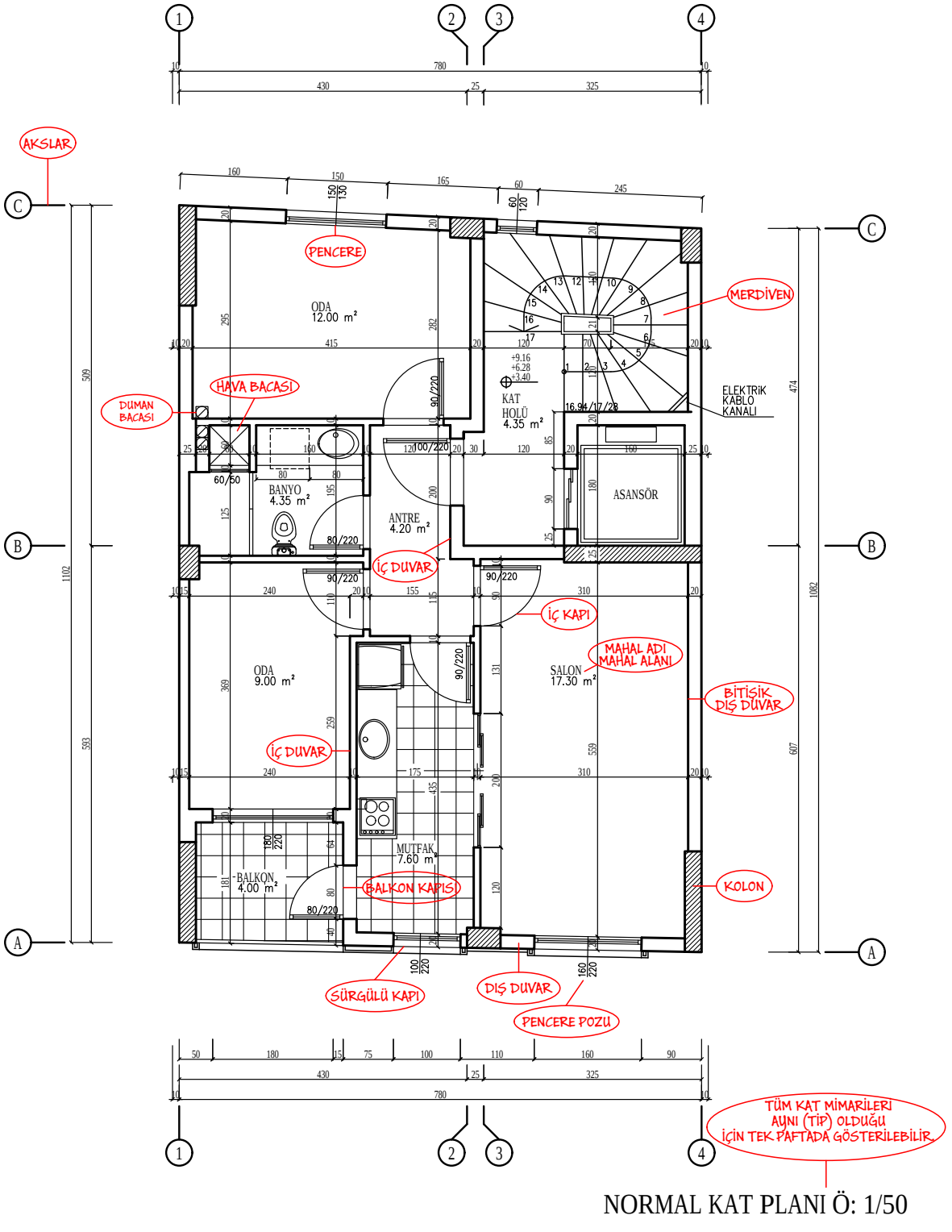
- Yapının bulunduğu konum mimari projeden saptanır. Bulunduğu yere göre dış sıcaklığı ve rüzgâr durumu ilgili çizelgeden alınır.
- Yapının kullanım amacı mimari projeden anlaşılır. Binanın konut, büro, okul, hastane, fabrika vb. amaçlar için kullanılması mahal iç sıcaklık değerlerinin tespitinde ısıtıcı cinsi ve işletme durumunu seçmek için gereklidir.
- Yapı bileşenlerinde kullanılacak malzemeler ve kalınlıkları tespit edilir.
- Yapının yön durumu vaziyet planında görülür ve belirlenir.
- Yapının kat sayısı, yüksekliği ve tüm ölçüleri mimari proje üzerinden belirlenir. Bu ölçüler ısı kaybı hesabı için gerekli olur.
- Yapının korunaklı, serbest ya da çok serbest olma durumu vaziyet planından saptanır.
- Tüm bu bilgiler, yapıyı çevreleyen dış koşullarla ilgilidir ve gerekli sayısal değerleri seçmek için bilinmelidir.
- Mimari projeden toplam kullanım alanının belirlenmesi gerekir. Kullanım alanına ve amacına göre hangi tür ısıtma (merkezî / bireysel) ve merkezî sıcak su sisteminin (boyler) planlanmasının yapılacağı belirlenir.

Toplam kullanım alanı 2.000 m²nin üzerindeki konut olarak kullanılacak yapılarda merkezî ısıtma sistemi yapılması Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre zorunludur. Bu binalar, bağımsız bölümlerin ısı sayacı kullanılmasına olanak verecek şekilde tek kolon hattına sahip ısıtma sistemli ve ısı sayaçları (pay ölçer kalorimetre) bağımsız bölümün dışında olacak şekilde projelendirilir. Aynı şekilde Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre 2.000 m²nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde güneş enerjisi ile desteklenen merkezî sıhhi sıcak su (boyler) sisteminin planlanması şarttır.

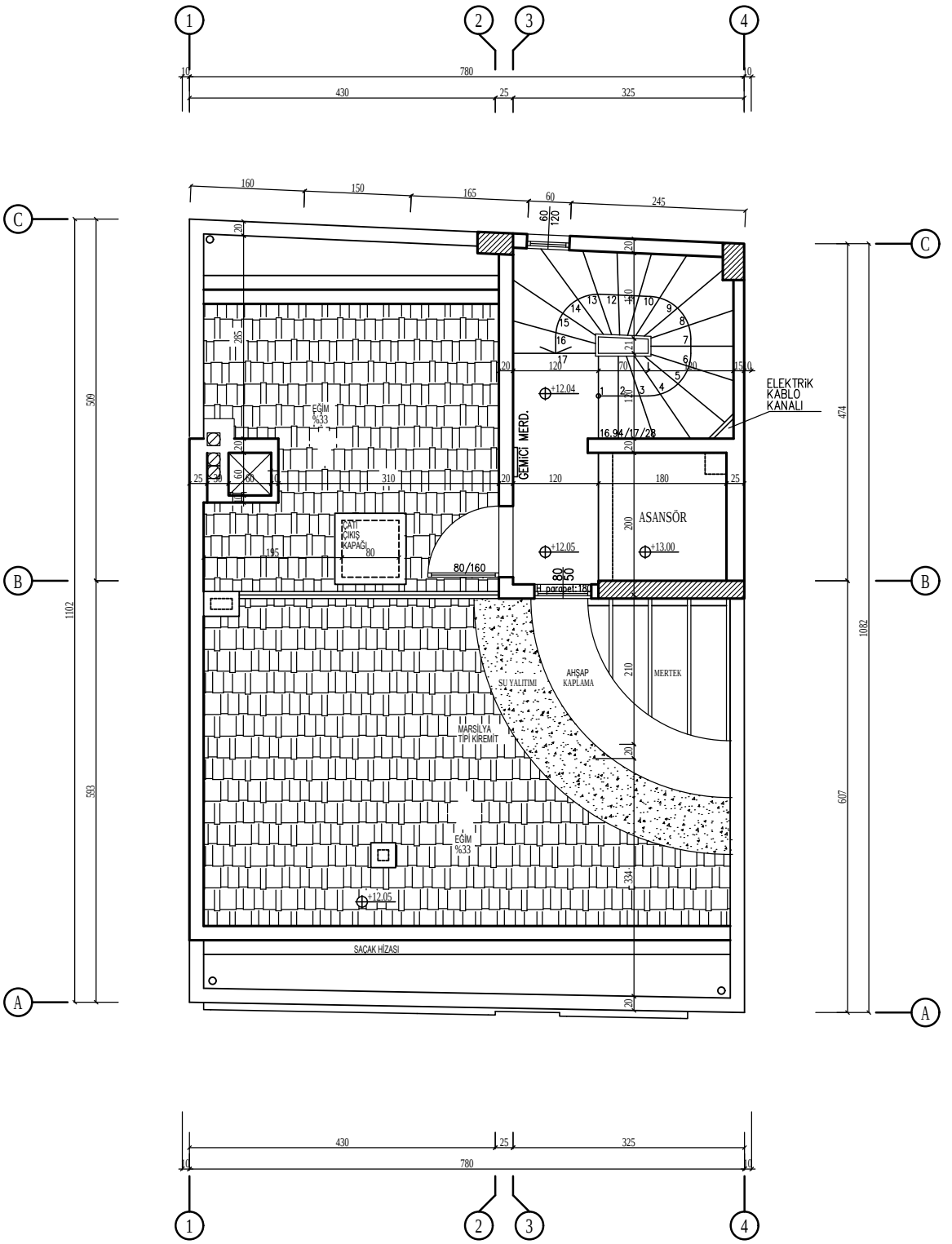
Görsel 4.1 vaziyet planı paftası ile Görsel 4.8 dâhil tüm paftalar birleştiğinde mimari projeyi oluşturur. Önceki öğrenme birimlerinde sıhhi tesisat projesi hazırlanan örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı projesinde ısı kaybı hesabına başlamadan önce TS 825'e göre ısı yalıtımı yapılması gerekir.



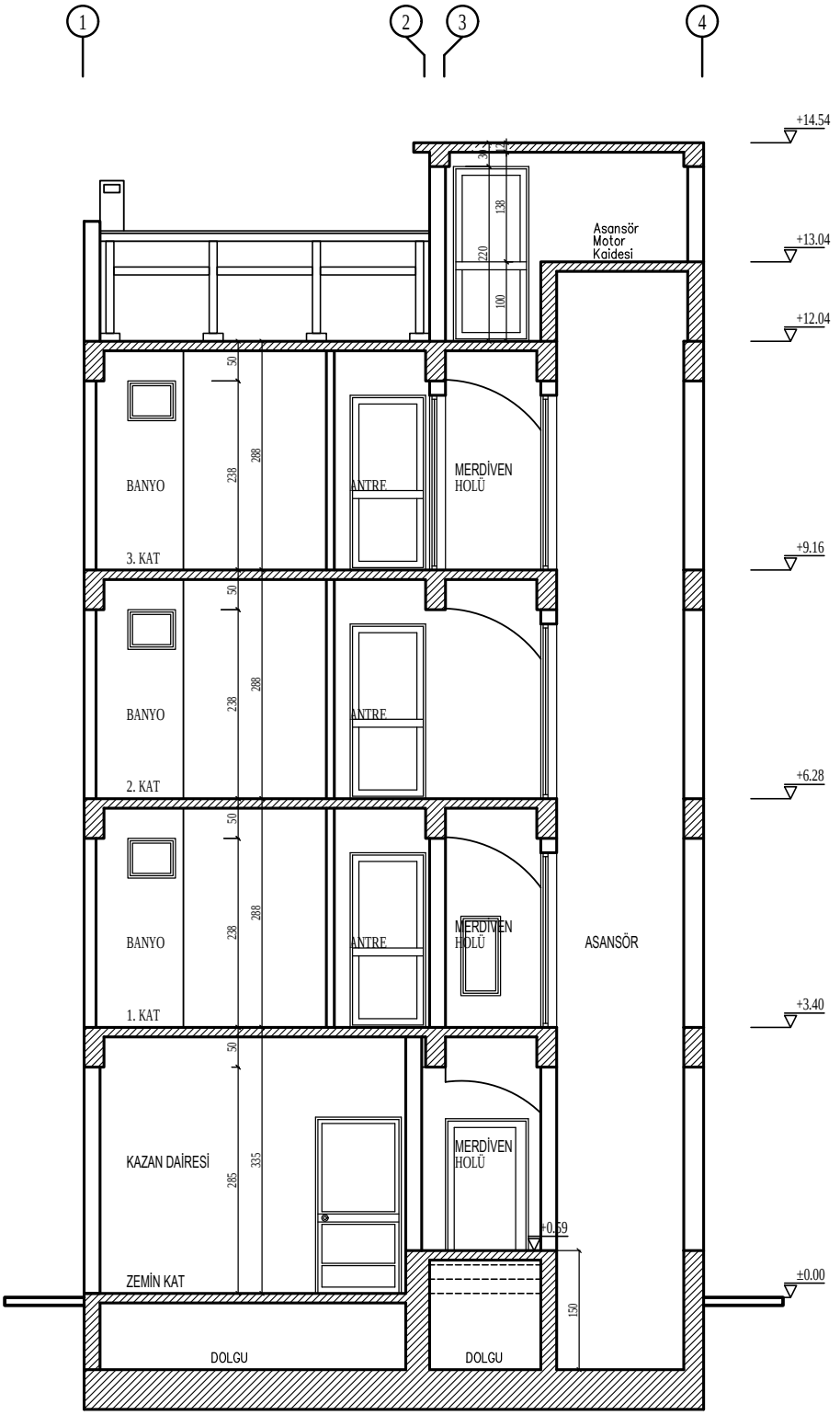
Görsel 4.2: Zemin kat planı (örnek mimari proje)



Görsel 4.3: Normal kat planı (örnek mimari proje)

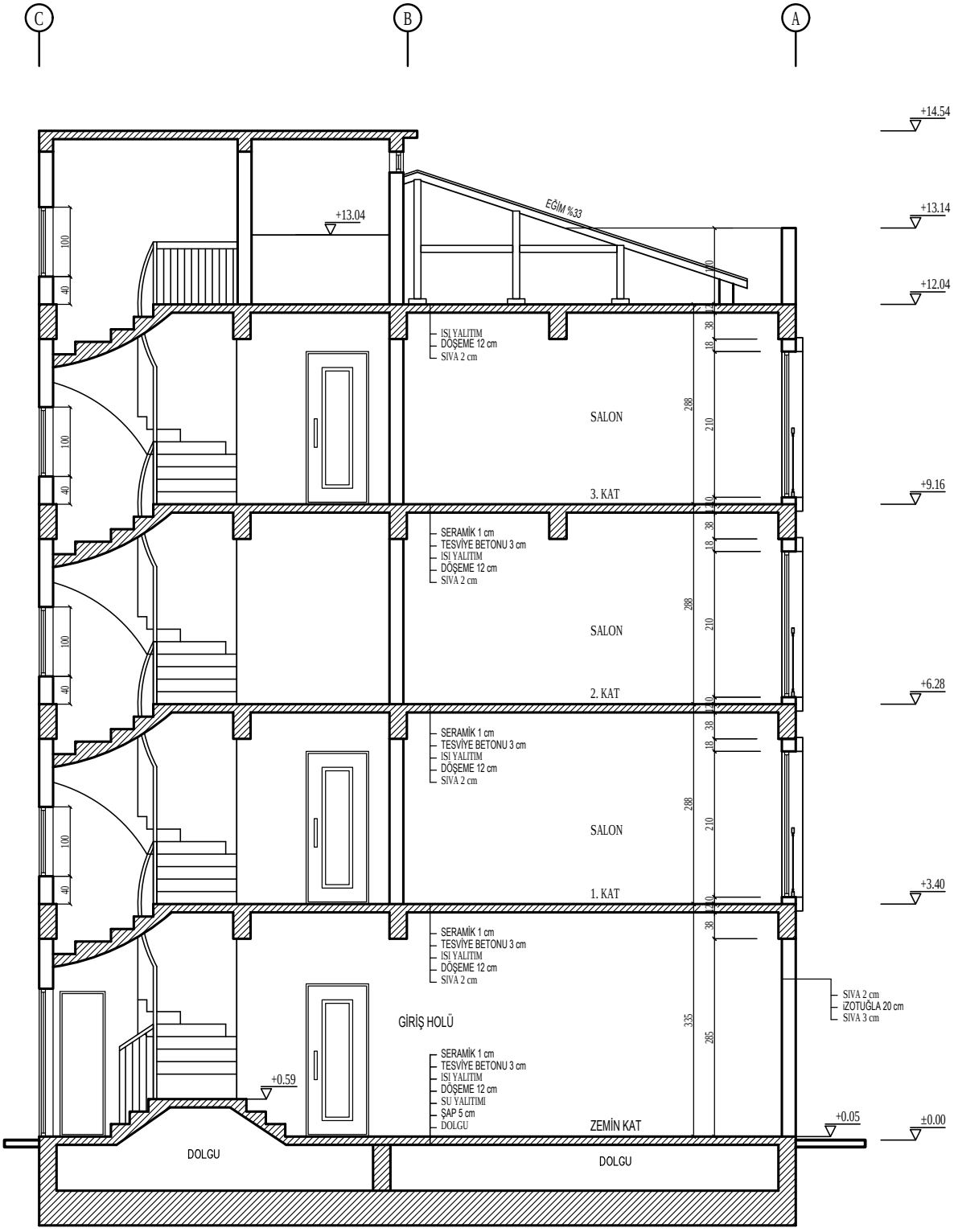


Görsel 4.4: Çatı planı (örnek mimari proje)



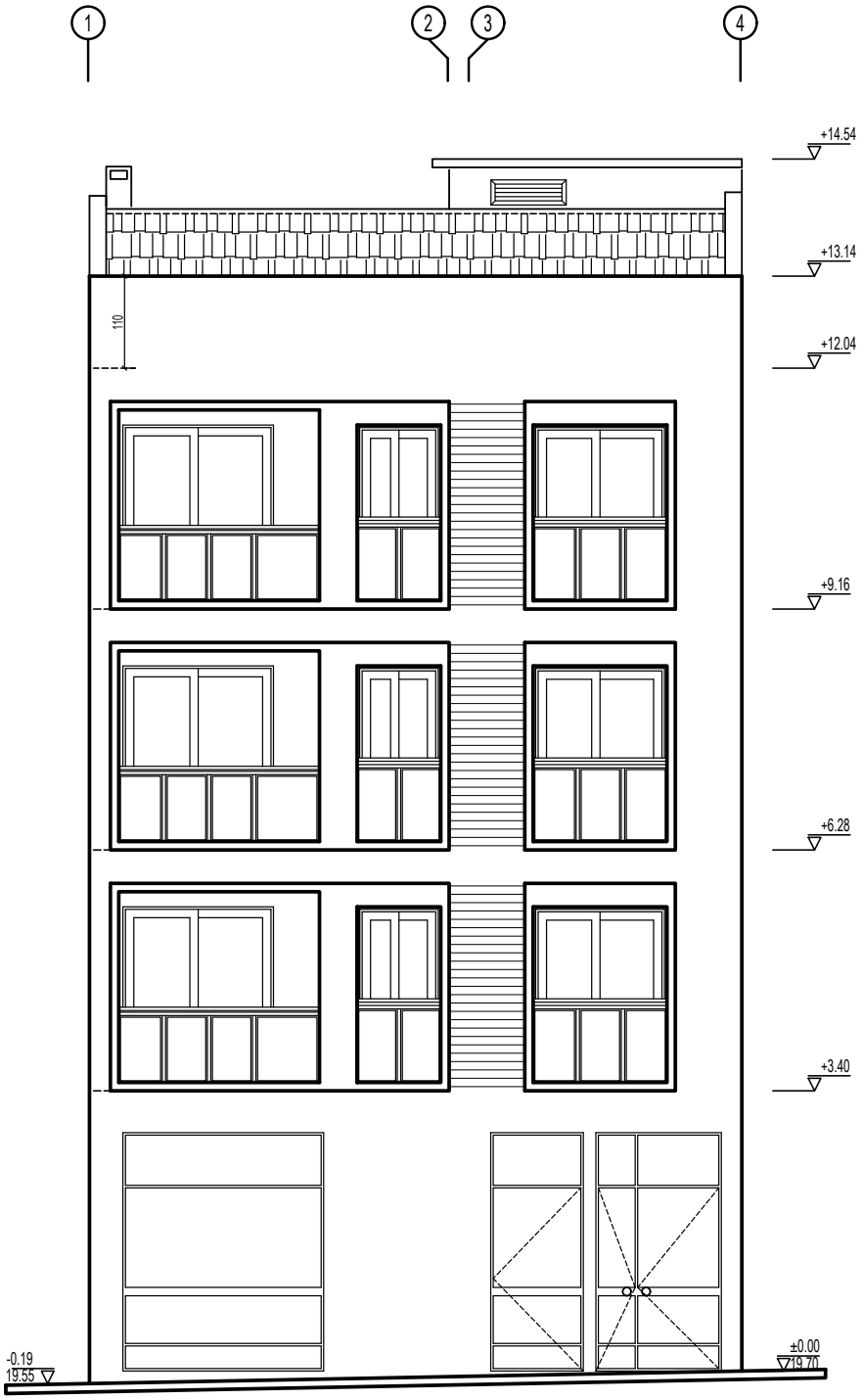
A-A KESİTİ Ö: 1/50

Görsel 4.5: A-A kesiti (örnek mimari proje)



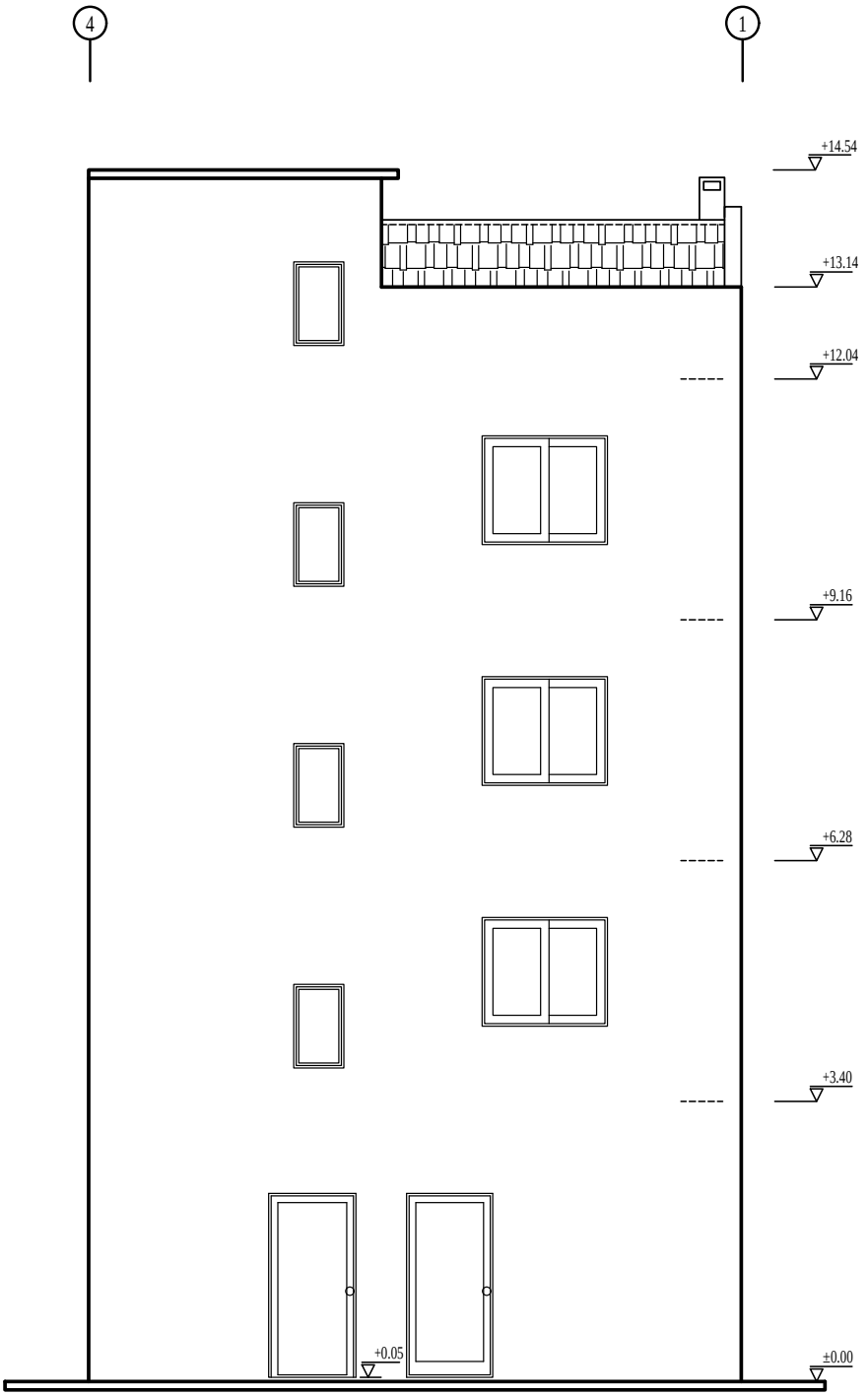
B-B KESİTİ Ö: 1/50

Görsel 4.6: B-B kesiti (örnek mimari proje)



ÖN CEPHE Ö: 1/50

Görsel 4.7: Ön cephe görünüş (örnek mimari proje)



ARKA CEPHE Ö: 1/50

Görsel 4.8: Arka cephe görünüş (örnek mimari proje)

Yukarıdaki örnek mimari projeden yapı ile ilgili tespit edilecekler şunlardır:

- İzmir ili, Balçova ilçesinde yer alır.
- Zemin katında dükkân, normal katlarda ise 2 oda+1 salondan oluşan üç daire vardır.
- Yapı bileşenlerinde kullanılacak malzemeler ve kalınlıkları kesit görünüşlerden anlaşılır.
- Zemin+3 katlıdır. Kat yüksekliği Görsel 4.5 ve 4.6'daki kesitlerde zemin kat için 3,35 m normal katlar için 2,88 m'dir.
- Yapının yön durumu, korunaklı, serbest ya da çok serbest olma durumu vaziyet planından anlaşılır.
- Toplam kullanım alanının 2.000 m²den az olması sebebiyle merkezî sistem ısıtmanın ve merkezî sistem sıcak su hazırlayıcısı (boyler) planlanmasının gerek olmadığı fakat proje incelendiğinde mimaride kazan dairesinin mal sahibinin isteği ile oluşturulduğu anlaşılır.

4.2. YAPI BİLEŞENLERİNİN ALAN HESABI

Teknolojinin gelişmesi, sanayinin ilerlemesi ve dünya nüfusunun artışı enerjiye olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu talebin sürekli artması, fosil yakıt tüketimini ve dolayısıyla çevre kirliliğini beraberinde getirmektedir. Türkiye'de enerjinin %35-40'ı binalarda tüketilmekte ve bu rakamın %85'i binaların ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Bunun için bina dış hava ile temas eden yüzeylerinin uygun yalıtım malzemeleriyle yalıtılması enerjinin korunumu açısından önemlidir. Yalıtım kalınlığının artırılması, binalardaki ısı kazancını ve kayıpları azaltmaktadır. Ancak kalınlığın artması yalıtım maliyetini artıracağı için optimum (en uygun) kalınlığın belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerindeki iklim koşulları, ısıtma enerjisi ihtiyacını önemli ölçüde etkilemektedir. TS 825 kapsamında bu durum dikkate alınmış ve iller, derece gün değerlerine göre dört bölgeye ayrılmıştır.

4.2.1. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Hesabı

14 Haziran 2000 tarihinden itibaren geçerli olan ve binalarda ısı yalıtım açısından uyulması gereken kuralları belirleyen TS 825, Türkiye'de inşa edilecek tüm binalarda zorunlu olarak uygulanmaktadır. Ayrıca ısı yalıtım hesabının Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne de uyması gerekmektedir.

TS 825'te hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının $A_{top}/V_{brüt}$ (binanın ısı kaybeden toplam yüzey alanı/binanın brüt hacmi) oranına bağlı olarak hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi değerinden küçük olması hedeflenmektedir. Bu sağlanamıyorsa malzeme seçimi ve eleman boyutlandırılması tekrar yapılmalıdır.

Binalarda TS 825'e uygun ısı yalıtımın yapılabilmesi için Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de sırasıyla verilen binanın özgül ısı kaybı ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama çizelgelerinin doldurulması gereklidir. Devamında Tablo 4.3 ısı ihtiyacı kimlik belgesi doldurularak binanın enerji verimliliği indeksi (normal enerji verimli bina / iyi enerji verimli bina / süper enerji verimli bina) bulunmalıdır.

Tablo 4.1: Binanın Özgül Isı Kaybı

BİNANIN ÖZGÜL ISI KAYBI							
Binadaki Yapı Elemanları	1		2	3	4	5	6
	Yapı Elemanı veya Bileşenleri	Yapı Elemanı Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri λ_h (W/mK)	d/λ, 1/a (m^2K/W)	Isı İletkenlik Katsayısı U (W/m^2K)	Isı Taşıyan Yüzey Alanı A (m^2)	Isı Kaybı U x A (W/K)
Duvar Yüzeyleri	İç Isı Taşınım Katsayısı						
	Dış Isı Taşınım Katsayısı						
	TOPLAM						
Kolon-Kiriş Yüzeyleri	İç Isı Taşınım Katsayısı						
	Dış Isı Taşınım Katsayısı						
	TOPLAM						
Taban Döşeme	İç Isı Taşınım Katsayısı						
	Dış Isı Taşınım Katsayısı						
	TOPLAM						
Tavan	İç Isı Taşınım Katsayısı						
	Dış Isı Taşınım Katsayısı						
	TOPLAM						
Pencere							
Yapı Elemanlarından İletim Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybı Toplamı							
$\sum AU = U_D A_D + U_p.A_p + U_k.A_k + 0,8\ U_T.A_T + 0,5\ U_T.A_T + U_D.A_D + 0.5\ U_{dsıc}.A_{dsıc}$							
İletimle Gerçekleşen Isı Kaybı $H_i = \sum AU + l\ U_i$							
Havalandırma Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybı $H_h = 0,33\ .\ n_h\ .\ V_h$							
Özgül Isı Kaybı $H = H_i + H_h$							

Tablo 4.2: Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI									
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Isı Kaybı			Isı Kazançları			Kazanç Kullanım Oranı	Kullanım Kazanç Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_h$ (W/K)	$T_i - T_d$ (K, °C)	$H.(T_i - T_d)$ (W)	$Ø_i$ (W)	$Ø_g$ (W)	$Ø_i = Ø_i + Ø_g$ (W)	λ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
Ocak									
Şubat									
Mart									
Nisan									
Mayıs									
Haziran									
Temmuz									
Ağustos									
Eylül									
Ekim									
Kasım									
Aralık									
								$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$[kJ]=	
								$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$[kWh]=	

$Q_{ay} = [H(T_i - T_d) - \eta(Ø_{i,ay}+Ø_{g,ay})].t(J)$ (1kJ = 0,278 x 10^{-3} kWh)

Konutlar için ısı kazancı $Ø_{i,ay} = 5 \times A_n$ (W) $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$)

Güneş enerjisi kazancı $Ø_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (Ø_{i,ay} + Ø_{g,ay}) / H(T_{i,ay} - T_{d,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1\text{-}e^{(-1/KKO_{ay})}$

Binadaki kullanım alanı A_n başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q = Q_{yıl}/A_n$ = ... kWh/m^2 (döşeme ağırlıklı hesap yöntemi)

Binadaki ısıtılan yapı hacmi ($V_{brüt}$) başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı $Q = Q_{yıl} / V_{brüt}$= ..... (kWh/m^3) (hacim ağıtlıklı hesap yönetimi)

$A_{top} / V_{brüt}$ = ... oranı ..... bölge için Tablo 4.11'den alınan Q' = ... formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = ... kWh/h^2 veya Q' = ... kWh/m^3 bulunup hesaplanan Q ile karşılaştırılarak projenin ısı kaybı açısından uygunluğu belirlenir.

Yapılan hesaplamada ..... < ..... yani **$Q<Q'$** olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değerden küçük olduğu için proje TSE 825'te verilen hesap metoduna uygundur.

Tablo 4.3: Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi

ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ İl / İlçe.....: Ada / Parsel.....: Binanın Tanımı.....: Cadde ve Bina Numarası.....: İl / İlçe.....: Mal Sahibi…….....:		
	Müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	Hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
A_{top}=.....m² Q'= ..... kWh/m² veya kWh/m³ $Q_{yıl}$=..... kWh/m² veya kWh/m³ $V_{brüt}$=..... m³ A/V=..... m⁻¹ A_n=.....m²		
Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı (kg, m³) Not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS 825'teki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer, her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.		
A_{top}= Dış duvar, tavan, taban / döşeme, pencere, kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı olup dış ölçülere göre bulunur. Birimi m²dir. $V_{brüt}$= Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacimdir (birimi m³). A/V= Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine ($V_{brüt}$) oranıdır (birimi m⁻¹). Q= Bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır (birimi kWh/m²). $Q_{yıl}$= Bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır (birimi kWh/m²). A_n= Binanın net kullanım alanıdır.		
Binanın enerji verimliliği indeksi		
☐ C tipi bina Normal enerji verimli bina	☐ B tipi bina İyi enerji verimli bina	☐ A tipi bina Süper enerji verimli bina
Not: $Q_{yıl}$<0.99 Q' ise C tipi bina $Q_{yıl}$<0.90 Q' ise B tipi bina $Q_{yıl}$<0.80 Q' ise A tipi bina bölümü işaretlenmelidir.		
DÜZENLEYEN	MMO	ONAY
Adı Soyadı, Unvanı İmza	Adı Soyadı, Unvanı İmza	

4.2.1.1. Binanın Özgül Isı Kaybı Çizelgesinin Doldurulması

Bina özgül ısı kaybı tablosundaki (Tablo 4.1) ifadeler aşağıda açıklanmıştır.

U_D : Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_P : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_T : Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_t : Zemine oturan tabanın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

U_d : Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

$U_{dsıc}$: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanı ısı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

A_D : Dış duvarın alanı (m²)

$\mathbf{A_P}$: Pencerenin alanı (m^2)

$\mathbf{A_T}$: Tavan alanı (m^2)

$\mathbf{A_t}$: Zemine oturan taban / döşeme alanı (m^2)

$\mathbf{A_d}$: Dış hava ile temas eden tabanın alanı (m^2)

$\mathbf{A_{dsıc}}$: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanı alanı (m^2)

- Birinci sütuna projede öngörülen yapı elemanları ve kalınlıkları d (m) EK-2'den yazılır.
- İkinci sütuna yapı elemanlarının ısı iletkenlik hesap değerleri λ_h, (W/mK) EK-2'den yazılır. Çeşitli malzemelerin ısı iletkenlik değerleri EK-2'de verilmektedir.
- Üçüncü sütuna malzemelerin d/λ değerleriyle iç ve dış yüzeysel ısı taşınım dirençleri yazılır.
- Malzemelerin d/λ değerleri bulunurken birinci sütundaki değer ikinci sütundaki değere bölünür.
- Yüzeysel ısı taşınım dirençleri ise Tablo 4.4'ten alınır.

Tablo 4.4: Hesaplanmış Yüzeysel Isıl İletim (Taşınım) Direnç Değerleri

SIRA NO.	YAPI BİLEŞENİ TİPİ	ISI TAŞINIM DİRENCİ	
		$1/\alpha_{iç}$ (m^2W/K)	$1/\alpha_{dış}$ (m^2W/K)
1.	Dış duvar	0,13	0,04
2.	Arkadan havalandırılan giydirme cepheli dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3.	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar		*
4.	Tabana bitişik duvar		0
5.	Bu yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay veya eğimli yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6.	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)		0,08
7.	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		*
7.1.	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde	0,13	
7.2.	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde	0,17	
8.	Bodrum tavanı	0,17	*
9.	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları		0,04
10.	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0
* *Yapı bileşeninin iç mekânda yer alması durumunda hesaplamalarında iç ve dış yüzey ısıl iletim direnç değerleri aynı kabul edilmelidir.			

Her yapı malzemesinin altında bir de toplam satırı bulunmaktadır. Üçüncü sütunun sonundaki toplam satırına dirençlerin toplamı yazılır.

Dördüncü sütuna toplam ısı geçiş katsayısı U (W/m^2K) değeri hesabı yapılır. Isı geçirgenlik katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur.

$$1/U = 1/\alpha_{iç} + d_1/\lambda_1 + \ldots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_{dış}$$

- Pencere ve dış kapılar için U değerleri, Tablo 4.5 ve 4.6'dan seçilir.

Tablo 4.5: Bazı Pencere Sistemlerinin U Değerleri (W/m²K)

ADI	TEK CAMLI PENCERE	ÇİFT CAM PENCERE				ÇİFT CAMLI LOW-E KAPLAMALI PENCERE			
		Ara Boşluk (mm)				Ara Boşluk (mm)			
		6	9	12	16	6	9	12	16
Doğramasız	5,7	3,3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (iğne yapraklı ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Ahşap Doğrama (meşe, dişbudak)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (2 odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (3 odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9

Tablo 4.6: Dış ve İç Kapılara Ait U Değerleri (W/m²K)

ADI	U W/m²K
Dış Kapı-Ağaç, Plastik	3,5
Dış Kapı-Metal (Isı yalıtımlı)	4
Dış Kapı-Metal (Isı yalıtımsız)	5,5
İç Kapılar	2

Isıl geçirgenlik katsayılarının (Tablo 4.7) bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerlerine eşit olması veya bu değerleri aşmaması gerekir. Binanın farklı kullanıcılarına ait bağımsız bölümleri arasındaki duvar, taban ve tavan gibi yapı elemanlarında ısıl geçirgenlik katsayısı 1,25 W/m²K'den daha düşük olacak şekilde yalıtım uygulanır.

Tablo 4.7: Bölgelere Göre En Fazla Değer Olarak Kabul Edilmesi Tavsiye Edilen U Değerleri

	U_{DUVAR} W/m²K	U_{TAVAN} W/m²K	U_{TABAN} W/m²K	$U_{PENCERE}$ W/m²K
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,40
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,40
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,40
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,40

- Beşinci sütunun en altındaki toplam satırına ısı kaybeden yapı elemanlarının yüzeylerinin alanı A (m²) yazılır.
- Altıncı sütunun en altındaki toplam satırına dördüncü ve beşinci sütunların çarpımı yazılır. Bulunan değer, hesabı yapılan yapı malzemesinden bir derecelik sıcaklık farkı için geçen ısı miktarıdır.

$$\sum AU = U_D A_D + U_p A_p + U_k A_k + 0{,}8\ U_T A_T + 0{,}5\ U_t A_t + U_d A_d + 0{,}5\ U_{dsıc} A_{dsıc}\ (W/K)$$

- Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa eşitlikte yer alan U_T'nin önündeki 0,8 katsayısı 1,0 olarak alınır.
- Binanın tamamının aynı sıcaklıkta olduğu düşünülüp ortamlar arası sıcaklık farkının 4K'den küçük olduğu hallerde $U_{dsıc}A_{dsıc}$ çarpımı 0 kabul edilir.
- İletimle gerçekleşen ısı kaybı $H_i = \sum AU + I\,U_i$ ifadesinden bulunmaktadır.
- Isı köprüleri varsa ısı köprüsü uzunluğu l (m) ve ısı köprüsünün doğrusal geçirgenliği U_i (W/mK) değerleri formülde yerine yazılır.
- Bir derecelik sıcaklık farkı için özgül ısı kaybı $H = H_i + H_h$ ifadesinden bulunmaktadır.

Buradaki havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_h = 0{,}33 \cdot n_h \cdot V_h$ ifadesinden bulunur.

$\mathbf{n_h}$:Hava değişim katsayısı (h-1)

$\mathbf{V_h}$:Havalandırılan hacim (Vh: 0,8xVbrüt) (m^3)

4.2.1.2. Yıllık Isıtma Enerjisi Çizelgesinin Doldurulması

Yıllık ısıtma enerji ihtiyacı tablosunda (Tablo 4.2) birinci sütuna Tablo 4.1'de hesaplanan binanın özgül ısı kaybı değeri yazılır. İkinci sütuna her ay için iç ve dış sıcaklık farkları yazılır. T_i iç sıcaklık değeri, Tablo 4.8'den binanın kullanım amacına göre alınır. Aylık ortalama dış sıcaklık T_d değerleri ise bölgelere bağlı olarak Tablo 4.9'dan alınır.

Tablo 4.8: Farklı Amaçlarla Kullanılan Binalar İçin Aylık Ortalama İç Sıcaklık Değerleri (°C)

BİNA TANIMI	SICAKLIK (°C)
İmalat ve Atölye Mahaller	16
Konut Yeri	19
Konut+İş Yeri	
Yönetim Binaları	
İş ve Hizmet Binaları	
Ceza ve Tutukevleri	20
Kışlalar	
Havalimanı	
Müze ve Galeriler	
Otel, Motel ve Lokantalar	
Öğretim Binaları	
Tiyatro ve Konser Salonları	
Hastahaneler	22
Yüzme Havuzları	26

Tablo 4.9: Farklı Derece Gün Bölgeleri İçin Hesaplamalarda Kullanılacak Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerleri (°C)

	1. BÖLGE	2. BÖLGE	3. BÖLGE	4. BÖLGE
Ocak	8,4	2,9	-0,3	-5,4
Şubat	9	4,4	0,1	-4,7
Mart	11,6	7,3	4,1	0,3
Nisan	15,8	12,8	10,1	7,9
Mayıs	21,2	18	14,4	12,8
Haziran	26,3	22,5	18,5	17,3
Temmuz	28,7	24,9	21,7	21,4
Ağustos	27,6	24,3	21,2	21,1
Eylül	23,5	19,9	17,2	16,5
Ekim	18,5	14,1	11,6	10,3
Kasım	13	8,5	5,6	3,1
Aralık	9,3	3,8	1,3	-2,8

- Üçüncü sütunda her ay için $H(T_i-T_d)$ değeri W cinsinden bulunmaktadır.
- Dördüncü sütunda aylık iç ısı kazancı Φ_i değeri için aşağıdaki ifade verilmektedir.
- Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı (büro binaları vb.) binalarda:

$$\Phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n \ (W)$$

- Enerji kullanımı yüksek binalarda: $\Phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n \ (W)$

Burada $A_n = 0{,}32 \times V_{brüt}$ ifadesiyle bulunur.

- Beşinci sütuna aylık ortalama güneş enerjisi kazancı $\Phi_{g,ay}$ değeri yazılır.

$$\Phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$$

$r_{i,ay}$: 'i' yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü [1])

$g_{i,ay}$: 'i' yönünde saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü [2])

$I_{i,ay}$: 'i' yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti (W/m^2) (Tablo 4.10)

A_i : 'i' yönündeki toplam pencere alanı (m^2)

Tablo 4.10: Bütün Derece Gün Bölgeleri İçin Hesaplamalarda Kullanılacak Olan Ortalama Aylık Güneş Işınımı Şiddeti Değerleri (W/m^2)

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Batı / Doğu	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37
Güney	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
Kuzey	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22

1.

Ayrık (müstakil) ve / veya az katlı (üç kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde $r_{i,ay} = 0{,}8$

Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve / veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde $r_{i,ay} = 0{,}6$

Bitişik nizam ve / veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde $r_{i,ay} = 0{,}5$ olarak alınır.

2. $g_{i,ay} = F_w.g_{\perp}$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

F_W : Camlar için düzeltme faktörüdür. Fw = 0,8 alınır.

$g_{\perp}$: Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür.

- Renksiz tek cam için 0,85, çok katlı cam (berrak) için 0,75, ısı geçirgenlik katsayısı ≤ 2,0 W/m²K olan ısı yalıtım birimleri için 0,5 alınır.
- Altıncı sütuna aylık iç ısı kazancı ile aylık güneş enerjisi kazancı değerlerinin toplamı yazılır.
- Yedinci sütuna aylık hesaplanan kazanç kayıp oranı yazılır. Bu oran 2,5 ve üzerinde olursa o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir.

$$KKO_{ay} = (\Phi_{i,ay} + \Phi_{g,ay})/H\,(T_{i,ay} - T_{d,ay})$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

$T_{i,ay}$: Aylık ortalama iç sıcaklık (°C) (Tablo 4.9)

$T_{d,ay}$: Aylık ortalama dış sıcaklık (°C) (Tablo 4.10)

$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar (W)

$\Phi_{g,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W)

H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K)

- Sekizinci sütunda kazanç kullanım faktörü ηay aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{-(1/KKO_{ay})}$$

- Dokuzuncu sütunda üçüncü sütunda hesaplanan ısı kayıpları değerinden kazanç kullanım faktörü ile çarpılan ısı kazançları değeri çıkarılmaktadır. Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$Q_{ay} = [H\,(T_i - T_d) - \eta\,(\Phi_{i,ay} + \Phi_{g,ay})]\,.\,t\ (J)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (joule)

Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı (joule)

H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K)

$T_{i,ay}$: Aylık ortalama iç sıcaklık (°C)

$T_{d,ay}$: Aylık ortalama dış sıcaklık (°C)

$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar (W)

$\Phi_{g,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W)

t : Zaman (saniye olarak bir ay= 86400x30) (s)

- Aylık olarak hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyaçları toplanarak sütunun en alt satırında yıllık ısıtma enerji ihtiyacı bulunur.

4.2.1.3. Hesabın Standarda Uygunluğunun Saptanması

Kat yüksekliğinin 2,60'tan büyük ya da küçük olması durumuna göre bir hesap yolu izlenir. Bu duruma göre binanın kullanım alanı ($Q_{yıl}/A_n$) veya bina brüt hacmi başına $Q_{yıl}/V_{brüt}$ yıllık ısıtma enerjisi hesabı yapılır.

$Q = Q_{yıl}/A_n$ = ...kWh/m² (döşeme ağırlıklı hesap yöntemi) (h<2,60 m)
$Q = Q_{yıl}/V_{brüt}$ = ...kWh/m³ (hacim ağırlıklı hesap yöntemi) (h>2,60 m)

$A_{top}/V_{brüt}$ oranı bulunur ve bölgelere göre Tablo 4.11'den alınan olması gereken en büyük değerden Q' küçük olması gerekir. Aksi takdirde yapı elemanları veya yalıtım malzemesi cinsi ya da kalınlığı değiştirilerek hesap yenilenmelidir.

Tablo 4.11: Bölgelere ve Ara Değer Atop/Vbrüt Oranlarına Bağlı Isıtma Derecesi Değerleri

A_N ile ilişkili	Q' DG	44,1 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 10,40	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		14,1 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 3,40	kWh/m³
A_N ile ilişkili	Q' DG	70,0 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 24,40	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		22,4 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 7,8	kWh/m³
A_N ile ilişkili	Q' DG	76,3 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 36,40	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		24,4 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 11,70	kWh/m³
A_N ile ilişkili	Q' DG	82,8 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 50,70	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		26,5 . A_{top} / $V_{brüt}$ + 16,30	kWh/m³

Hesaplanan binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, Tablo 4.12'deki $A_{top}/V_{brüt}$ oranına göre verilen değerleri de aşmamalıdır.

Tablo 4.12: En Büyük ve En Küçük Atop/Vbrüt Oranları İçin Isıtma Derecesi Değerleri

		A / V ≤ 0.2	A / V ≥ 1.05	
A_N ile ilişkili	Q' DG	19,2	56,7	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		6,2	18,2	kWh/m³
A_N ile ilişkili	Q' DG	38,4	97,9	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		12,3	31,3	kWh/m³
A_N ile ilişkili	Q' DG	51,7	116,5	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		16,6	37,3	kWh/m³
A_N ile ilişkili	Q' DG	67,3	137,6	kWh/m²
$V_{brüt}$ ile ilişkili		21,6	44,1	kWh/m³

4.2.1.4. Yapı Elemanlarından Buhar Geçişinin Tahkiki ve Sınırlandırılması

Bir yapı elemanının iki yüzü arasında sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olması dolayısıyla farklı kısmi buhar basınçları meydana gelir. Bu basınç farkı nedeniyle havadaki buhar molekülleri ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanı gözeneklerinden

geçer ve dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharı bu geçişi sırasında yapı elemanı içerisinde doyma sıcaklığında veya daha düşük sıcaklıkta bir yüzeyle temas ederse su buharının bir kısmı yoğuşarak su hâline geçer ve yapı elemanı içerisinde veya yüzeyinde birikerek yapıya zarar verir.

Yapı elemanı yüzeyindeki yoğuşma kendisini siyah lekeler, küf, mantar vb. organizma oluşumu ile göstererek insan sağlığını, ortamın konfor şartlarını olumsuz etkiler ve yapı malzemesinde hasarların oluşmasına neden olur. Yapı elemanları arasında meydana gelen yoğuşma ise özellikle yapıların taşıyıcı kısımlarındaki donatıların paslanarak işlev ve dayanımlarının zamanla azalması neticesinde yapı ömrü ve deprem dayanımının olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca yoğuşma; yapı elemanlarının çürümesi, bütünlüklerinin bozulması ve ısı kayıplarının artmasına da neden olur.

Yukarıda bahsedilen olumsuz sonuçların ortadan kaldırılması için bu standartta tarif edilen hesap metoduna göre yapı elemanlarından buhar geçişinin tahkiki, sınırlandırılması ve neticelerin raporlanması gerekmektedir. Böylece sağlıklı ve konforlu bir yaşam ile uzun ömürlü binaların yanı sıra önemli oranda enerji tasarrufu da elde edilir.

4.2.1.5. Yapı Elemanlarının Alan Hesabı

Yapı elemanları; dış hava ile veya düşük sıcaklıktaki ortamlarla temas eden döşeme, tavan, duvar, kolon, kiriş, kapı ve pencerelerden oluşur. Örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı yapı elemanlarının alan hesabı aşağıdaki gibidir (Görsel 4.1-8).

Döşeme alanı

A_{taban} : 85,15 m² (toprak temaslı taban)

Çatı alanı

$A_{çatı}$: 85,15 m² (çatılı tavan-kullanılmayan)

Pencere alanları

$A_{P,Batı}$: 38,50 m²

240/220x1, 100/220x2, 50/220x1, 180/220x3, 80/220x3, 100/220x3, 160/220x3 (batı yönündeki pencereler)

$A_{P,Doğu}$: 12,41 m²

100/220x2, 150/130x3, 60/120x3 (doğu yönündeki pencereler)

Duvar ve betonarme alanı

A_{D}: 230,19 m²

$A_{D,kolon}$: 92,92 m²

$A_{D,kiriş}$: 74,88 m²

Toplam alan

A_T : 619,24 m²

Brüt hacim

$V_{BRÜT}$: 1020,94 m³

Net kullanım alanı

A_n : 326,70 m²

Yapı elemanlarının alanları hesaplandıktan sonra ısı yalıtım hesabına geçilir.

4.2.2. Bilgisayar Programı ile TS 825 Hesabı

Standarda uygun olarak İzoder-Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği veya TMMOB tarafından hazırlanıp ücretsiz olarak dağıtılan TS 825 hesap programı ile hesaplamalar pratik ve kolayca yapılabilir. Bu öğrenme biriminde TMMOB tarafından hazırlanan 'Binalarda Isı Yalıtım' programı üzerinde durulacaktır.

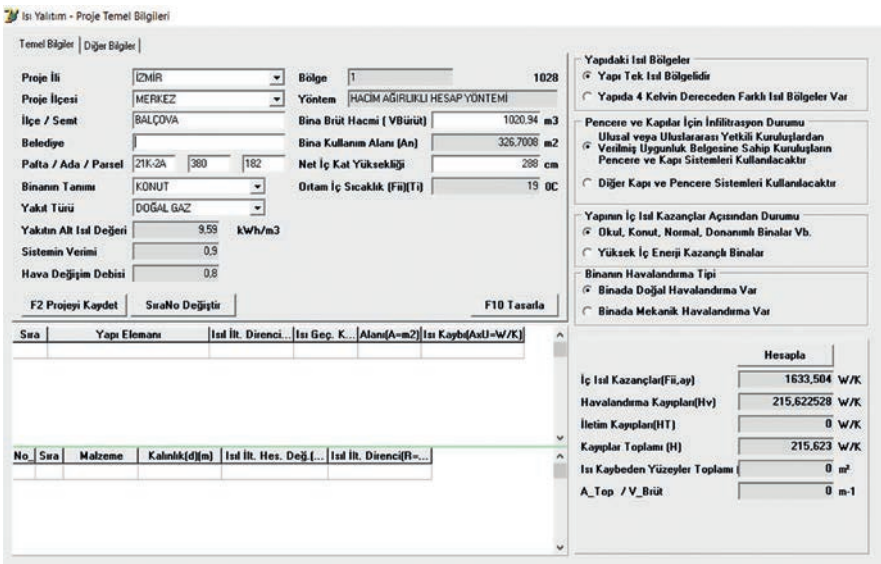
Program çalıştığında ilk karşılaşılan ve Görsel 4.9'da görülen açılış sayfasında **yeni proje**, daha önce yapılmış projelerin görülmesi için **proje listesi**, **sabitler** ve **programdan çıkış** butonları bulunmaktadır. **Yeni proje** butonuna basılarak temel bilgiler sayfasına geçilir. Daha önce yapı elemanları alanları hesaplanan İzmir ili Balçova ilçesinde bulunan ve konut olarak kullanılan örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı değerleri girilerek devam edilcektir (Görsel 4.1-8).

Görsel 4.9: TS 825 binalarda ısı yalıtım programı açılış sayfası

Görsel 4.10'da görülen temel bilgiler sayfasında öncelikle proje bilgileri (il, ilçe, pafta, ada, parsel, binanın bina tanımı, yakıt türü, binanın brüt hacmi, net iç kat yüksekliği gibi temel bilgiler) yazılır. Yapının ısıl bölge sayısı, pencere-kapı standardı ve binanın havalandırma durumları tercihlerden seçilir.

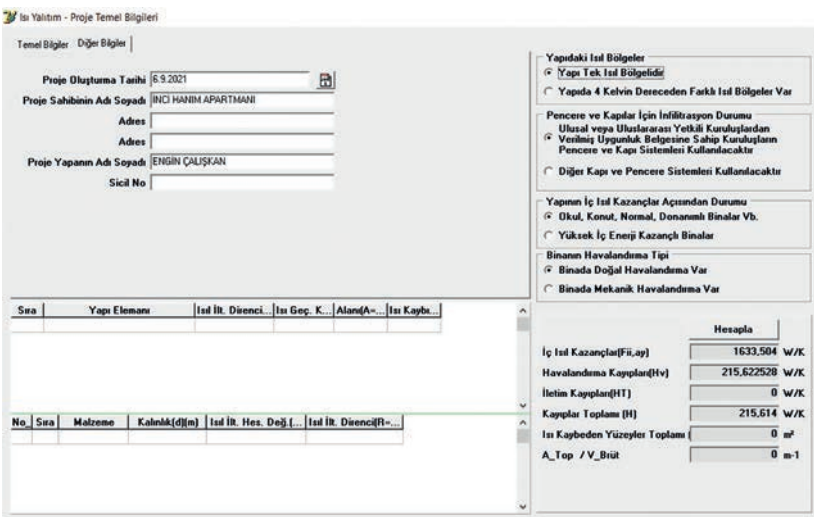
Burada yazılan;

- İl / ilçe bilgileri ile binanın ısıl bölgesini,
- Bina tanımı (kullanım amacı) ile iç sıcaklık farkı değerini,
- Yakıt türü ile yıllık birim alan veya birim hacim başına tüketilecek yakıt miktarını,
- Bina brüt hacmi ile bina kullanım alanını,
- Binanın net iç kat yüksekliği ile hesabın döşeme veya hacim ağırlıklı hesap yöntemini program belirleyecektir.



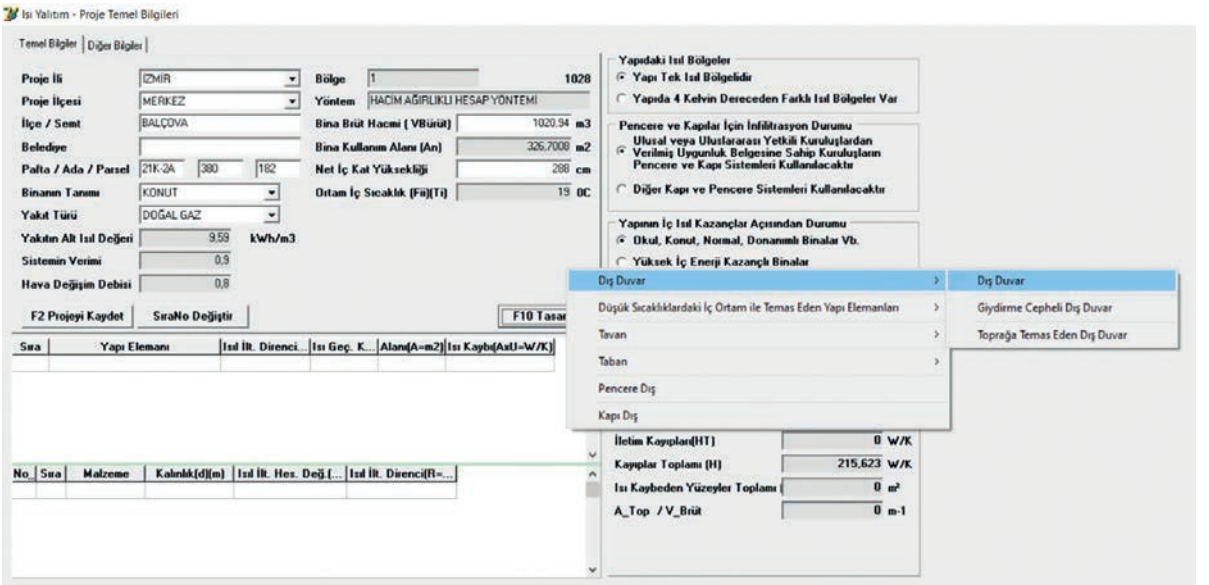
Görsel 4.10: Proje temel bilgileri sayfası

Görsel 4.11'de görülen ikinci sayfada projenin oluşturulma tarihi, mal sahibi ve projeyi yapan kişinin bilgi girişleri yapılır.



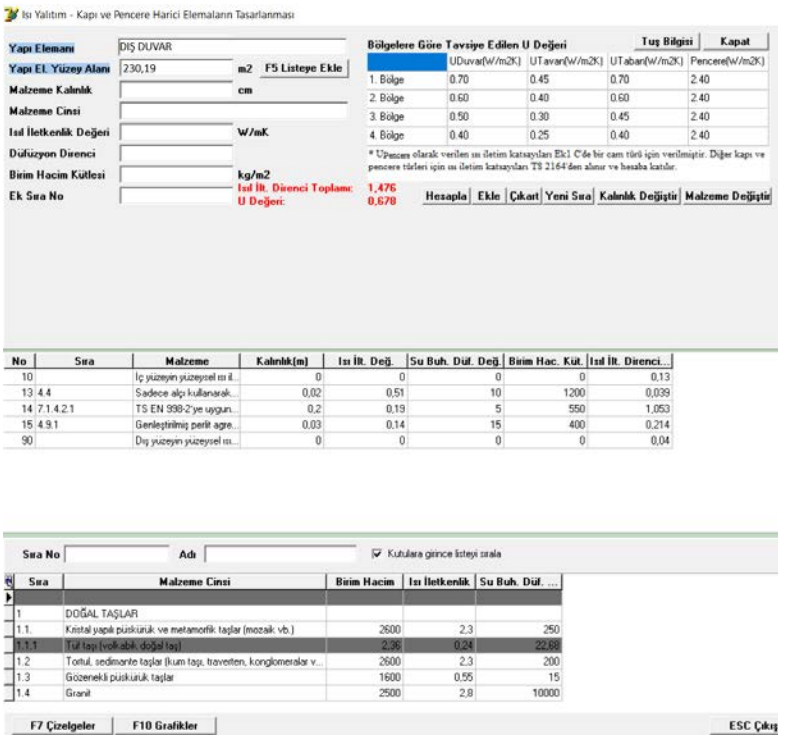
Görsel 4.11: Proje diğer bilgiler sayfası

Temel bilgiler sayfasında **projeyi kaydet**, **sıra No. değiştir** ve **tasarla** butonları bulunmaktadır. **Tasarla** butonuna basılarak binada ısı kaybeden bileşenler; dış duvar, düşük sıcaklıktaki iç ortam ile temas eden yapı elemanları, tavan, taban, pencere, kapı seçilir (Görsel 4.12). Daha sonra Görsel 4.13'te görülen yapı bileşenleri hesap sayfası açılır.



Görsel 4.12: Proje temel bilgileri sayfası / tasarla butonu

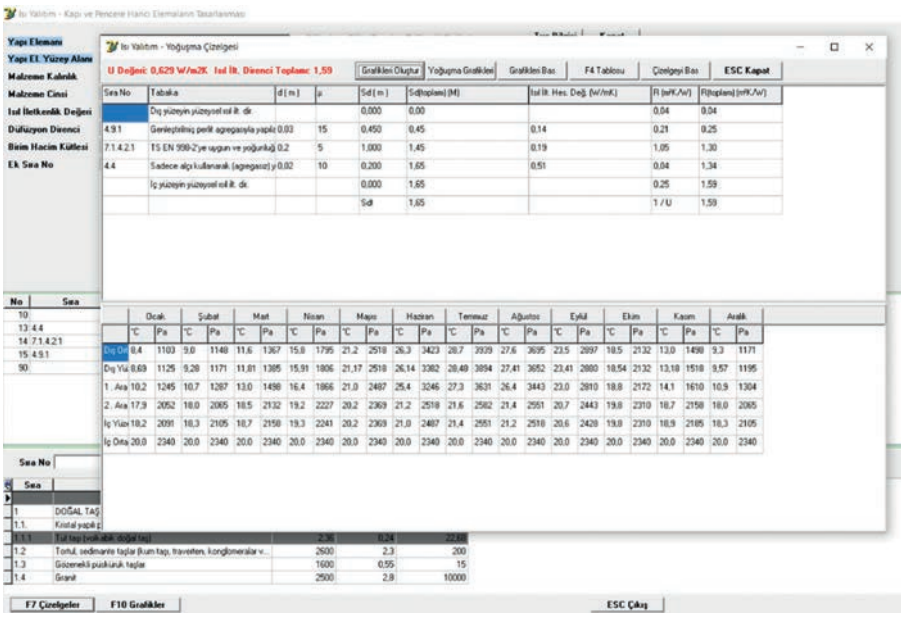
Açılan yapı bileşenleri hesap sayfasında yüzey alanı girilir ve yapı bileşenlerini oluşturan malzemelere ait ısıl iletkenlik ve difüzyon faktörleri sayfanın altındaki menüden seçilerek **hesapla** butonuna basılır. Yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik katsayılarının (U değeri) TS 825 standardında belirtilen yapı bileşenleri değerlerine eşit veya daha küçük olması durumunda binanın farklı kullanıcılarına ait bağımsız bölümleri arasındaki duvar, taban ve tavan gibi yapı elemanlarında ısıl geçirgenlik katsayısı 1,25 W/m^{2}K'den daha düşük olacak şekilde yalıtım uygulanır.



Görsel 4.13: Yapı bileşenleri hesap sayfası

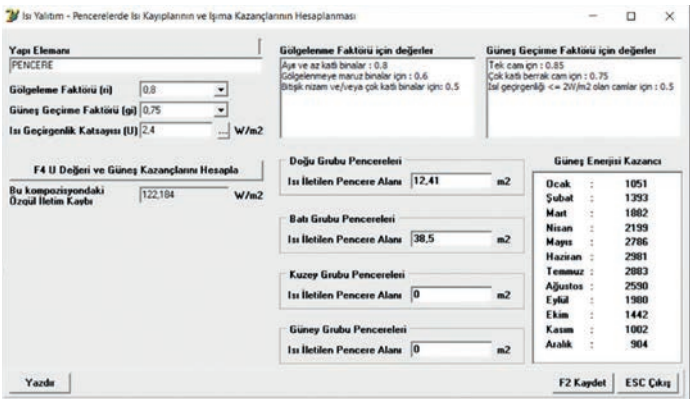
Burada dikkat edilmesi gereken nokta; bağımsız bölümler arası döşeme, tavan, taban gibi yapı elemanlarının alanlarının sıfır girilmesi hususudur.

Ele alınan yapı bileşeninde (Görsel 4.13) yoğuşma kontrolü için **F7 çizelgeler** tuşuna basıldığında Görsel 4.14'teki sayfa açılır. Bu sayfada ilk önce **grafikleri oluştur** butonuna basılarak hesaplamanır ve analiz tamamlanır. **Yoğuşma grafikleri** butonu ile yoğuşma ve buharlaşma periyotları görüntülenir. Grafiklerde yoğuşmanın olmaması gerekir. Daha sonra sırasıyla **grafikleri bas**, **F4 tablosu** ve **çizelgeyi bas** komutları ile buhar geçişinin tahkiki, sınırlandırılması ve neticeleri raporlanır.



Görsel 4.14: Yoğuşma çizelgesi sayfası

Esc çıkış butonuna basılarak ilk sayfa temel bilgiler sayfasına dönülür. **Tasarla** butonuna basılarak pencere dış seçilir. Açılan sayfada (Görsel 4.15) gölgelenme faktörü, güneş geçirme faktörü ve pencere tipi U değeri ile farklı yönlere bakan tüm pencere alanları girilir. **Hesapla, kaydet** ve **yazdır** butonlarına basılarak rapor hâline getirilir.

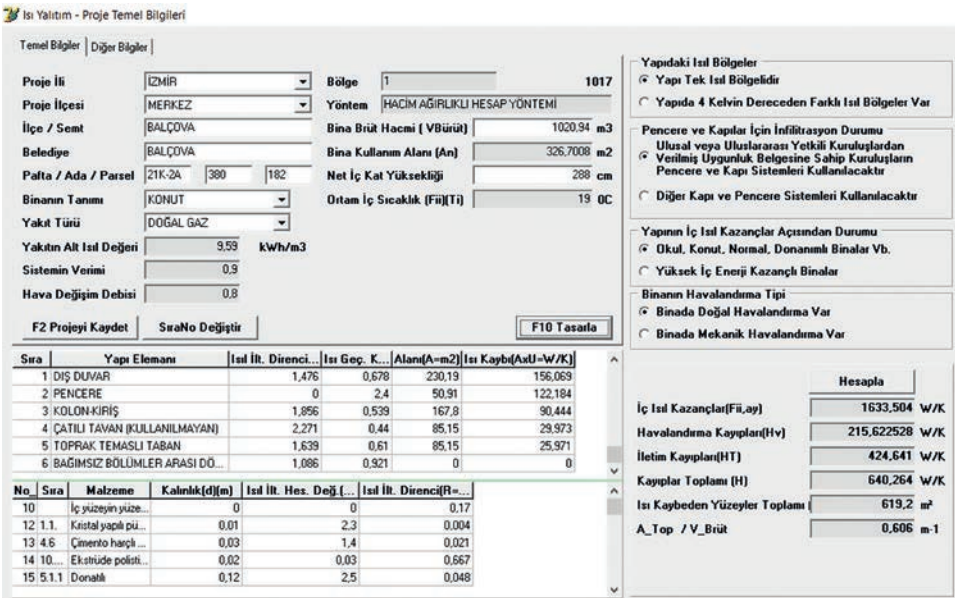


Görsel 4.15: Pencerelerde ısı kayıplarının ve ışıma kazançlarının hesaplanması sayfası

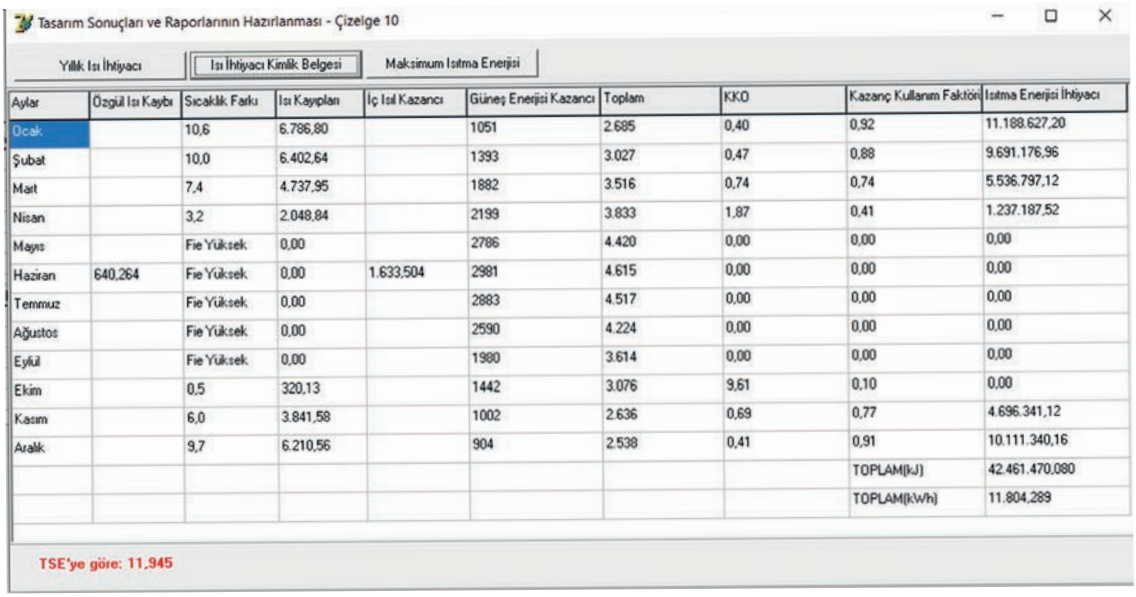
Tekrar **esc çıkış** butonuna basılarak ilk sayfa temel bilgiler sayfasına dönülür ve tüm ısı kaybeden yapı elemanları (kolon-kiriş, çatılı kullanılmayan tavan, toprak temaslı taban, bağımsız bölümler arası döşeme) girilir (Görsel 4.16). Böylece binanın maksimum (en fazla) ısıtma enerjisi ihtiyacı belli olur.

Görsel 4.16'da sırasıyla **tasarım sonuçları** butonuna basılır. Q<Q' şartı sağlanıyorsa yani bina ısı yalıtımı açısından standarda uygun ise Görsel 4.17'de görülen sayfa açılır. **Yıllık ısı ihtiyacı**, **ısı ihtiyacı kimlik belgesi** ve **maksimum ısıtma enerjisi** butonlarına basılarak rapor hâline getirilir.

Görsel 4.16'daki binanın özgül ısı kaybı ve detayları **yazdır** butonlarına basılarak rapora ilave edilir. **Esc çıkış** butonuna basılarak programdan çıkış yapılır.



Görsel 4.16: Proje temel bilgileri sayfası



Görsel 4.17: Tasarım sonuçları ve raporlarının hazırlanması sayfası

4.1. UYGULAMA

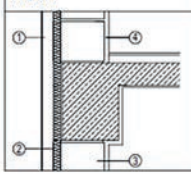
YAPI BİLEŞENLERİNİN ALANININ HESABI

Amaç: Yapı bileşenlerinin alan hesabını yapmak.

Süre: 1 ders saati

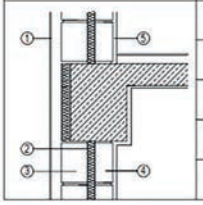
Görsel 4.18'de verilen dış duvarların ısı iletkenlik katsayısı U (W/m²K) değerlerini hesaplayınız. Hesapladığınız değeri hangi iklim bölgesinde kullanabileceğinizi yorumlayınız.

DIŞ DUVAR (MANTOLAMA)

KESİT		MALZEME	KALINLIK
	1	Dış sıva (çimento harcı)	3 cm
	2	Ekstrüde polistiren köpüğü	3 cm
	3	Yatay delikli tuğla	19 cm
	4	İç sıva (alçı sıva)	2 cm

a.

DIŞ DUVAR (SANDVİÇ)

KESİT		MALZEME	KALINLIK
	1	Dış sıva (çimento harcı)	3 cm
	2	Yatay delikli tuğla	13,5 cm
	3	Ekstrüde polistiren köpüğü	3 cm
	4	Yatay delikli tuğla	8,5 cm
	5	İç sıva (alçı sıva)	2 cm

b.

Görsel 4.18: Dış duvar kesitleri

İşlem Basamakları

1. Malzemelere ait ısıl iletkenlik hesap değerlerini λ_h (W/mK) Ek-2'den alınız.
2. Hesaplanmış yüzeysel ısıl iletim (taşınım) direnç değerlerini (m²K/W) Tablo 4.3'ten alınız.
3. Malzeme kalınlıklarını d (m) üstteki kesitten alınız.
4. $1/U = 1/\alpha_{iç} + d_1/\lambda_1 + ... + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_{dış}$ eşitliği yardımıyla ısı geçirgenlik katsayısını hesaplayınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim (taşınım) direnç değerlerini eşitlikte yerine yazar.	20	
2.	Malzemelere ait ısıl iletkenlik hesap değerlerini eşitlikte yerine yazar.	20	
3.	Malzeme kalınlıklarını eşitlikte yerine yazar.	20	
4.	Isı geçirgenlik katsayısını doğru bulur.	30	
5.	İklim bölgesinde kullanılma durumunu yorumlar.	10	
	Toplam Puan	100	

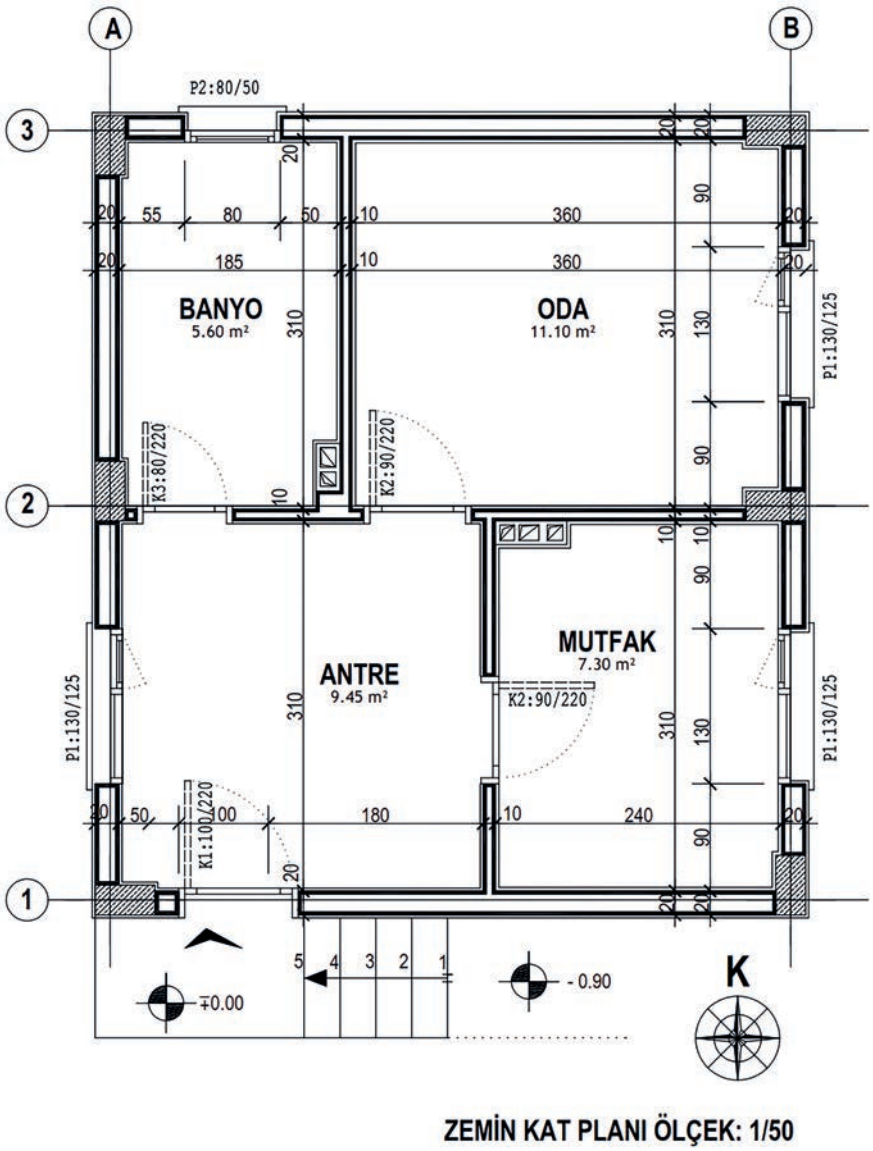
4.2. UYGULAMA

YAPI BİLEŞENLERİNİN ALANININ HESABI

Amaç: Yapı bileşenlerinin alan hesabını yapmak.

Süre: 2 ders saati

Kat yüksekliği 280 cm, dış duvarlarında 19 cm tuğla üzerine yalıtım, betonarme plak döşeme (12 cm) üzeri kapalı kullanılmayan çatısı olan tek katlı bağ evinin istediğiniz il / ilçeye göre ısı yalıtım hesabını bilgisayar programı ile yapınız (Görsel 4.19).



Görsel 4.19: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesi

İşlem Basamakları

1. Isı yalıtım programını çalıştırınız.
2. **Yeni proje** butonuna basınız.
3. Binanın ili, ilçesi, tanımı (kullanım amacı), yakıt türü, brüt hacmi, net iç kat yüksekliği gibi temel bilgilerini yazınız.
4. Binanın ısıl bölge sayısı, pencere-kapı standardı ve havalandırma durumları tercihlerini seçiniz.
5. **Tasarla** butonuna basarak binada ısı kaybeden bileşenlerden pencere dış seçiniz. Gölgelenme faktörü, güneş geçirme faktörü ve pencere tipi U değeri ile farklı yönlere bakan tüm pencere alanlarını giriniz. **Hesapla**, **kaydet**, **yazdır** butonlarına basınız ve rapor hâline getiriniz.
6. **Tasarla** butonuna basarak binada ısı kaybeden bileşenlerden dış duvarı seçiniz. Açılan yapı bileşenleri hesap sayfasında yüzey alanını girerek yapı bileşenlerini oluşturan malzemelere ait ısıl iletkenlik ve difüzyon faktörlerini sayfanın altındaki menüden seçiniz ve **hesapla** butonuna basınız.
7. Yoğuşma kontrolü için **F7 çizelgeler** tuşuna basınız. Bu sayfada ilk önce **grafikleri oluştur** butonuna basarak hesaplama yapınız ve analizi tamamlayınız. Y**oğuşma grafikleri** butonu ile yoğuşma ve buharlaşma periyotlarını görüntüleyiniz. Daha sonra sırasıyla **grafikleri bas**, **F4 tablosu** ve **çizelgeyi bas** komutları ile buhar geçişinin tahkiki, sınırlandırılması ve neticelerini raporlayınız.
8. Diğer yapı elemanları için **tasarla** butonuna basarak tek tek kolon-kiriş, toprak temaslı taban, açık geçit üzeri taban, üzeri açık teras tavan ve düşük sıcaklıktaki iç ortam ile temas eden taban için yüzey alanlarını giriniz ve yoğuşma kontrolünü yapıp raporlayınız.
9. **Tasarım sonuçları** butonuna basınız. **Yıllık ısı ihtiyacı**, **ısı ihtiyacı kimlik belgesi** ve **maksimum ısıtma enerjisi** butonlarına basarak rapor hâline getiriniz.
10. Binanın özgül ısı kaybı ve detaylarını **yazdır** butonlarına basarak rapora ilave ediniz.
11. **Esc çıkış** butonuna basarak programdan çıkış yapınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Isı yalıtım programını çalıştırır ve yeni bir dosya açar.	5	
2.	Bina bilgileri ili, ilçesi, tanımı (kullanım amacı), yakıt türü gibi temel bilgileri yazar.	5	
3.	Binanın brüt hacmi ve net iç kat yüksekliği gibi temel bilgileri yazar.	5	
4.	Bölge durumunu belirtir (tek bölge, birden fazla bölge için bölge sınırları).	5	
5.	Cam, pencere ve kapı tiplerini belirtir.	5	
6.	Havalandırma tipini belirtir.	5	
7.	Bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanlarını ve U değerlerini belirtir.	5	
8.	Gölgelenme faktörü değerini ve güneş geçirme faktörü değerini doğru yazar.	5	
9.	Dış yüzeylerde yer alan bütün betonarme elemanlarını (kolon, kiriş, hatıl ve perde duvar) yalıtır.	5	
10.	Bitişik nizam olarak projelendirilmiş alanlarda yapılan binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabını yaparken, bitişik duvar olan bölümleri de dış duvar gibi değerlendirerek hesaba katar.	5	
11.	Isı yalıtım malzemelerini döşeme, çatı ve düşük sıcaklıktaki iç ortam ile temas eden tabanda uygun olarak kullanır.	5	
12.	Isı yalıtımı yapılan yapının bileşenlerinin toplam alanını doğru olarak hesaplar.	5	
13.	Binanın ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşma ve buharlaşma hesabını yapar.	5	
14.	Yoğuşma ve buharlaşma grafiklerini hazırlar.	5	
15.	Raporu standartlara uygun olarak hazırlar.	5	
16.	Isı ihtiyacı kimlik belgesini hazırlar.	5	
17.	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesap çizelgesini hazırlar.	5	
18.	Binanın özgül ısı kaybı hesabı çizelgesini hazırlar.	5	
19.	Maksimum ısıtma enerjisi çizelgesini hazırlar (Isı yalıtımı yapılan yapı bileşenlerinin toplam alanı, ısıtılan mahallerin brüt hacmi, net alanı toplam alan/brüt hacim oranını hesaplar.).	5	
20.	Yapı elemanları konstrüksiyon detaylarını hazırlar. U değerlerini belirtir.	5	
	Toplam Puan	100	

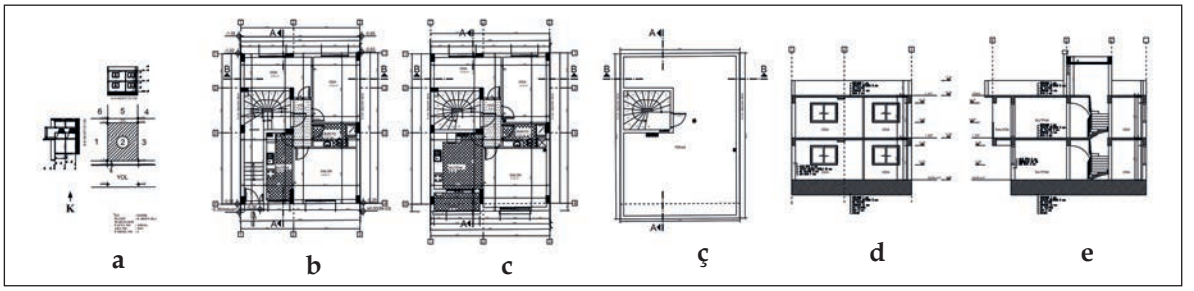
4.3. UYGULAMA

YAPI BİLEŞENLERİNİN ALANININ HESABI

Amaç: Yapı bileşenlerinin alan hesabını yapmak.

Süre: 3 ders saati

Dış duvarlarında 25 cm bims blok, bitişik nizam dış duvarlarında 19 cm tuğla üzerine 3 cm mantolama yapılması düşünülen ve Görsel 4.20'de projesi verilen İzmir ili, Karşıyaka ilçesindeki yapının ısı yalıtım hesabını bilgisayar programı ile yapınız.



Görsel 4.20: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Isı yalıtım programını çalıştırınız.
2. **Yeni proje** butonuna basınız.
3. Binanın ili, ilçesi, tanımı (kullanım amacı), yakıt türü, brüt hacmi, net iç kat yüksekliği gibi temel bilgilerini yazınız.
4. Binanın ısıl bölge sayısı, pencere-kapı standardı ve havalandırma durumları tercihlerini seçiniz.
5. **Tasarla** butonuna basarak binada ısı kaybeden bileşenlerden pencere dış seçiniz. Gölgelenme faktörü, güneş geçirme faktörü ve pencere tipi U değeri ile farklı yönlere bakan tüm pencere alanlarını giriniz. **Hesapla**, **kaydet**, **yazdır** butonlarına basınız ve rapor hâline getiriniz.
6. **Tasarla** butonuna basarak binada ısı kaybeden bileşenlerden dış duvarı seçiniz. Açılan yapı bileşenleri hesap sayfasında yüzey alanını giriniz. Yapı bileşenlerini oluşturan malzemelere ait ısıl iletkenlik ve difüzyon faktörlerini sayfanın altındaki menüden seçerek **hesapla** butonuna basınız.
7. Yoğuşma kontrolü için **F7 çizelgeler** tuşuna basınız. Bu sayfada ilk önce **grafikleri oluştur** butonuna basarak hesaplama yapınız ve analizi tamamlayınız. **Yoğuşma grafikleri** butonu ile yoğuşma ve buharlaşma periyotlarını görüntüleyiniz. Daha sonra sırasıyla **grafikleri bas**, F**4 tablosu** ve **çizelgeyi bas** komutları ile buhar geçişinin tahkiki, sınırlandırılması ve neticelerini raporlayınız. Diğer yapı elemanları için **tasarla** butonuna basarak tek tek kolon-kiriş, toprak temaslı taban, açık geçit üzeri taban, üzeri açık teras tavan ve düşük sıcaklıktaki iç ortam ile temas eden taban için yüzey alanlarını giriniz ve yoğuşma kontrolünü yapıp raporlayınız.

8. **Tasarım sonuçları** butonuna basınız. **Yıllık ısı ihtiyacı**, **ısı ihtiyacı kimlik belgesi** ve **maksimum ısıtma enerjisi** butonlarına basarak rapor hâline getiriniz.
9. Binanın özgül ısı kaybı ve detaylarını **yazdır** butonlarına basarak rapora ilave ediniz.
10. **Esc çıkış** butonuna basarak programdan çıkış yapınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Isı yalıtım programını çalıştırır ve yeni bir dosya açar.	5	
2.	Bina bilgileri ili, ilçesi, tanımı (kullanım amacı), yakıt türü gibi temel bilgileri yazar.	5	
3.	Binanın brüt hacmi ve net iç kat yüksekliği gibi temel bilgileri yazar.	5	
4.	Bölge durumunu belirtir (tek bölge, birden fazla bölge için bölge sınırları).	5	
5.	Cam, pencere ve kapı tiplerini belirtir.	5	
6.	Havalandırma tipini belirtir.	5	
7.	Bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanlarını ve U değerlerini belirtir.	5	
8.	Gölgelenme faktörü değerini ve güneş geçirme faktörü değerini doğru yazar.	5	
9.	Dış yüzeylerde yer alan bütün betonarme elemanlarını (kolon, kiriş, hatıl ve perde duvar) yalıtır.	5	
10.	Bitişik nizam olarak projelendirilmiş alanlarda yapılan binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabını yaparken, bitişik duvar olan bölümleri de dış duvar gibi değerlendirerek hesaba katar.	5	
11.	Isı yalıtım malzemelerini döşeme, çatı ve düşük sıcaklıktaki iç ortam ile temas eden tabanda uygun olarak kullanır.	5	
12.	Isı yalıtımı yapılan yapının bileşenlerinin toplam alanını doğru olarak hesaplar.	5	
13.	Binanın ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşma ve buharlaşma hesabını yapar.	5	
14.	Yoğuşma ve buharlaşma grafiklerini hazırlar.	5	
15.	Raporu standartlara uygun olarak hazırlar.	5	
16.	Isı ihtiyacı kimlik belgesini hazırlar.	5	
17.	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesap çizelgesini hazırlar.	5	
18.	Binanın özgül ısı kaybı hesabı çizelgesini hazırlar.	5	
19.	Maksimum ısıtma enerjisi çizelgesini hazırlar (Isı yalıtımı yapılan yapı bileşenlerinin toplam alanı, ısıtılan mahallerin brüt hacmi, net alanı toplam alan/brüt hacim oranını hesaplar.).	5	
20.	Yapı elemanları konstrüksiyon detaylarını hazırlar. U değerlerini belirtir.	5	
	Toplam Puan	100	

4.3. BİNANIN TOPLAM ISI KAYBI HESABI

Isı, bir enerji çeşididir ve yüksek sıcaklıktaki bir ortamdan düşük sıcaklıktaki bir ortama doğru kendiliğinden geçer. Bu geçiş sıcaklıklar eşitleninceye kadar sürmektedir.

Isı geçişi üç şekilde olmaktadır.

1. İletim (kondüksiyon), katı cisimlerden ısı geçiş şeklidir.

2. Taşınım (konveksiyon), hareket hâlindeki gaz veya sıvı ortamlardan ısı geçiş şeklidir.

3. Işınım (radyasyon), elektromanyetik dalgalar hâlindeki ısı geçiş şeklidir.

Isı geçişi; yukarıdaki türlerin biri, ikisi, hatta üçü bir arada olmak üzere meydana gelebilir. Yapı malzemelerindeki ısı geçişleri ise genelde iletimin ve taşınımın bir arada olduğu şekilde gerçekleşir. Isı; önce oda ortamından duvar yüzeyine doğru taşınımla, sonra duvar yüzeyinde iletimle, en son da duvar dış yüzeyi ile dış ortam arasında taşınımla geçer. Oda ortamı sıcak, dış ortam soğuk olduğundan içeriden dışarıya sürekli bir ısı geçişi söz konusudur (Görsel 4.21).

Mahalin dış duvarlarından, pencerelerinden, kapılarından, çatılarından ve döşemelerinden geçen iletimsel ve taşınım ısı geçişleri hesaplanır ve hava sızıntısı ısı kaybı eklenir. Böylece toplam ısı kaybı bulunur. Mahallerin ısı kayıpları ayrı ayrı hesap edilir ve toplamları bina ısı gereksinimini verir.

Pencerelerden güneş enerjisi kazancı ile mahaldeki ütü, çamaşır makinesi, fırın vb. elektrikli aletlerden, aydınlatmadan ve insanlardan da ısı kazancı vardır. Fakat yürürlükte olan standartlara göre ısı kazançları göz önüne alınmamaktadır. Isı kaybı hesabında TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları'nda verilen çizelge ve yöntemler esas alınır.

Görsel 4.21: Binanın termal kamera ile ısı kaybı görüntüsü

4.3.1. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması

Tablo 4.13'te görüldüğü üzere ısı kaybı hesap çizelgesi 17 sütundan oluşmaktadır. Buradaki açıklamalar sütun numaraları verilerek yapılacaktır. Sütunları doldurmaya başlamadan önce ilk satıra ısı kaybı yapılacak mahal ismi ve parantez içinde sıcaklığı yazılmalıdır.

Tablo 4.13: Isı Kaybı Hesap Çizelgesi

					ISI KAYBI HESABI									Sayfa		
														Kat		
														Tarih		
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giden Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam Zam	Toplam Isı İhtiyacı
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					A_0			A	U	Δt	Q_0	Z_0	Z_w	Z_H	Z	$Q_H=Q_I+Q_S$
		cm	m	m	m^2	ad	m^2	m^2	$\frac{W}{m^2K}$	K	W	%	%	%	1+%	W

4.3.1.1. Yapı Bileşenleri Sütunu

Yapı bileşeni; bir hacmi oluşturan döşeme, tavan, duvar, kapı ve pencerelere denir. Bu sütun da yapı bileşenlerinin işaret, yön ve kalınlık bilgilerinin yazıldığı bölümdür.

- Birinci sütuna ısı geçişi olan yapı bileşeninin işareti kısaltılmış olarak yazılır. Isı kaybı hesabında yapı bileşeni olarak kullanılan semboller, Tablo 4.14'te verilmiştir. Bu sembollerin dışında kullanılabilecek simgeler proje raporunda verilmelidir.
- İkinci sütuna yapı bileşeninin yönü kısaltılmış olarak girilir.
- Üçüncü sütuna yapı bileşeninin kalınlığı cm olarak yazılır.

Tablo 4.14: Yapı Bileşenleri Sembolleri

SEMBOL	ANLAM
TP	Tek Pencere
ÇP	Çift Pencere
ÇCP	Çift Camlı Pencere
İK	Dış Kapı
BK	Balkon Kapısı
BDD	Bitişik Dış Duvar
KD (DD2)	Komşu Dış Duvar
DD	Dış Duvar
KO	Kolon
Kİ	Kiriş
İD	İç Duvar
TA	Tavan
DÖ	Döşeme

4.3.1.2. Alan Hesabı Sütunu

- Dördüncü ve sekizinci sütunlar arasında yapılmaktadır.
- Dördüncü sütuna hesabı yapılan yöndeki yapı bileşeni uzunluğu m olarak yazılır.
- Beşinci sütuna yükseklik veya genişlik ölçüsü yazılır.
- Altıncı sütunda toplam alan hesabı yapılır. Bu sütuna dördüncü ve beşinci sütunların çarpımı yazılır.
- Yedinci sütun miktar olarak tanımlanır. Bu sütuna 6. sütunda hesabı yapılan alandan kaç adet olduğu yazılır. Pencere gibi aynı boyuta sahip alanlardan kaç tane varsa bu sütuna yazılır.
- Sekizinci sütunda çıkarılan alan hesabı yapılır. Duvar alanı hesaplanırken duvardaki pencere ve kapı gibi alanlar çıkarılarak net duvar alanının bulunması amaçlanmaktadır. Bir önceki satırlarda çıkartılacak alanlar yazılarak duvar alanı hesabı yapılırken bu alanlardan çıkarılması gerekmektedir. Çıkartılacak alan olarak tanımlanan bu sütuna bir önceki satırın / satırların değeri yazılır.

4.3.1.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu

Isı iletim ve taşınım yoluyla olan ısı kaybı hesabı, bu dört sütunda aşağıdaki ifade ile bulunur.

$$Q_0 = A \cdot U \cdot \Delta T \ (W)$$

Denklemde verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_0 : Bir ortamdan diğer ortama geçen ısı miktarı (W)

A : Yapı birleşeninin yüzey alanı (m^2)

U : Yapı birleşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

ΔT : Yapı birleşeninin iki tarafındaki sıcaklık farkı (K)

- Dokuzuncu sütunda hesaba giren alan (A) değeri hesaplanır. Altıncı sütundan sekizinci sütun çıkartılır ve yedinci sütunla çarpılarak yazılır.
- Onuncu sütun, U ısı geçirgenlik katsayısının yazıldığı sütundur. Farklı malzemelerden oluşabilen yapı birleşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı U, W/m²K birimindedir.
- Duvar, döşeme, tavan, pencere ve kapılara ait U değerleri ısı yalıtım hesabında seçilen ve kullanılan değerler olacaktır (Bir önceki öğrenme faaliyetinde değinilmiştir.).
- On birinci sütunda iç ortam ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı veya komşu ısıtılan veya ısıtılmayan hacimlerin iç ortam sıcaklık farkı yazılır. Burada ısıtılan iç ortam sıcaklıklarının, ısıtılmayan ortam sıcaklıklarının ve dış ortam sıcaklıklarının belirlenmesi önemlidir.
- Çeşitli sıcaklık bölgelerine göre her ilde hesaplarda kullanılacak dış hava sıcaklıkları Ek-3'te ve Türkiye'nin ısı bölgeleri Tablo 4.15'te verilmiştir.
- Isıtılacak ortamın durumuna göre ısıtma tesisatı projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları Tablo 4.16'da binada ısıtılmayan bölgelerin sıcaklıkları ise Tablo 4.17'de verilmiştir.

Tablo 4.15: İllere Göre Derece Gün Bölgeleri

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ
Adana, Antalya, Aydın, Hatay, Mersin, İzmir, Osmaniye
İli 2. bölgede olup da kendisi 1. bölgede olan belediyeler
Ayvalık (Balıkesir), Bodrum (Muğla), Dalaman (Muğla), Datça (Muğla), Fethiye (Muğla), Gökova (Muğla), Köyceğiz (Muğla), Marmaris (Muğla), Milas (Muğla),
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ
Adapazarı, Adıyaman, Amasya, Balıkesir, Bartın, Batman, Bursa, Çanakkale, Denizli, Diyarbakır, Düzce, Edirne, Gaziantep, Giresun, İstanbul, Kahramanmaraş, Kilis, Kocaeli, Manisa, Mardin, Muğla, Ordu, Rize, Samsun, Siirt, Sinop, Şanlıurfa, Şırnak, Tekirdağ, Trabzon, Yalova, Zonguldak
İli 3. bölgede olup da kendisi 3. bölgede olan belediyeler
Arhavi (Artvin), Hopa (Artvin)
İli 4. bölgede olup da kendisi 2. bölgede olan belediyeler
Abana (Kastamonu), İnebolu (Kastamonu), Bozkurt (Kastamonu), Cide (Kastamonu), Çatalzeytin (Kastamonu), Doğanyurt (Kastamonu), İnebolu (Kastamonu)
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ
Afyon, Aksaray, Ankara, Artvin, Bilecik, Bingöl, Bolu, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Eskişehir, Iğdır, Isparta, Karabük, Karaman, Kırıkkale, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Tokat, Tunceli, Uşak
İli 1. bölgede olup da kendisi 3. bölgede olan belediyeler
Korkuteli (Antalya), Pozantı (Adana)
İli 2. bölgede olup da kendisi 3. bölgede olan belediyeler
Dursunbey (Balıkesir), Merzifon (Amasya), Ulus (Bartın)
İli 4. bölgede olup da kendisi 3. bölgede olan belediyeler
Tosya (Kastamonu)
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ
Ağrı, Ardahan, Bayburt, Bitlis, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkari, Kars, Kastamonu, Kayseri, Muş, Sivas, Van, Yozgat
İli 2. bölgede olup da kendisi 4. bölgede olan belediyeler
Afşin (Kahramanmaraş), Elbistan (Kahramanmaraş), Göksun (Kahramanmaraş), Keles (Bursa), Mesudiye (Ordu), Şebinkarahisar (Giresun), Uludağ, (Bursa)
İli 3. bölgede olup da kendisi 4. bölgede olan belediyeler
Kığı (Bingöl), Pülümür (Tunceli), Solhan (Bingöl)

Tablo 4.16: Isıtma Tesisatı Projelerinde Kullanılan İç Hava Sıcaklıkları (TS 2164 / Ekim 1983 Standardında Yapılan 11.05.2000 Tarihindeki Son Düzenlemeye Göre)

ISITILACAK MAHALİN ADI	SICAKLIĞI (°C)
1. KONUTLAR	
Oturma ve yatak odaları	20
Mutfaklar	20
Banyo ve duşlar	24
Helalar	20
Yan mahaller, hol, sofa, antre, koridor vb.	15
Merdiven, asansör vb. mahaller	10
2. YÖNETİM BİNALARI	
Büro mahalleri, toplantı salonları, sergi mahalleri, giriş holleri vb. ile ana merdiven boşlukları	20
Helalar	15
Komşu mahaller ve komşu merdiven mahalleri konutlar için girilen değerlerden alınır.	
3. İŞ VE HİZMET BİNALARI	
Satış mahalleri ve dükkânlar, genel olarak	
Ana merdiven mahalleri	20
Besin maddesi satış mahalli	18
Depolar, genel olarak	18
Peynir depoları	12
Sucuk, salam depoları, et ürünleri hazırlama ve satış mahalleri vb.	15
Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
4. OTEL, MOTEL VE LOKANTALAR	
Otel ve motel odaları	20
Banyo ve duşlar	24
Otel holleri, toplantı mahalleri, sergi mahalleri, ana merdiven boşlukları vb.	20
Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları vb. konutlar için verilen değerlerden alınmalıdır.	
5. ÖĞRETİM BİNALARI	
Derslik, kütüphane, yönetim mahalleri, teneffüs holleri, çok amaçlı avlular gibi öğretim mahalleri ve kapalı çocuk holleri	20
Öğretim mutfakları	18
Bedensel zorlamalara göre işlikler	15-20
Banyo ve duş mahalleri	24
Hekim ve muayene odaları	24
Jimnastik holleri	20
Beden eğitimi salonları	20
Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	

ISITILACAK MAHALİN ADI	SICAKLIĞI (°C)
6. TİYATRO VE KONSER SALONLARI	
Ön mahaller dâhil, helalar, komşu mahaller ve merdiven boşlukları vb. yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
7. CAMİ VE KİLİSELER	
Cami ve kilise mahalleri genel	15
Helalar, komşu mahaller ve komşu merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
8. HASTANELER	
Ameliyathane, ön hazırlama ve anestezi mahalleri ile erken doğum odaları	25
Geri kalan tüm mahaller	22
9. İMALAT VE ATÖLYE MAHALLERİ	
Genel olarak en azından	15
Oturarak çalışmada	20
10. KIŞLALAR	
Derslikler	15
Geri kalan tüm mahaller, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
11. YÜZME HAVUZLARI	
Holler (Bununla birlikte su sıcaklığının üstünde en az 2 K olmalıdır.)	28
Diğer banyo mahalleri (duş hacimleri, elbise değiştirme, komşu mahaller, merdiven boşlukları)	22
12. CEZA VE TUTUKEVLERİ	
Derslikler	20
Geri kalan tüm mahaller, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	
13. SERGİ GALERİLERİ	
Müşterinin verilerine göre en az	15
14. MÜZE VE GALERİLER	
Genel olarak	20
15. DEMİR YOLU GARLARI	
Yönetme olmaksızın durak mahallerinde olduğu gibi ve kapalı olmak üzere bütün mahaller	15
16. HAVALİMANLARI	
Yolcu kabulü, işlem tanımlama ve bekleme mahalleri	20
17. DON TUTMAMASI GEREKEN TÜM MAHALLER	5

*Aksi belirtilmedikçe verilen değerlerin işareti pozitiftir.

*Apartmanların iç kısmında bulunan koridorların, kural olarak ısıtılması gerekmez.

*Hastanelerle ilgili TS 3419/79 standardına da bakılmalıdır.

*Tüm bina tiplerinde hesaplamaya esas sıcaklıklar, müşteri ile beraber tespit edilmelidir.

Tablo 4.17: Binada Isıtılmayan Bölgelerin Sıcaklıkları

DIŞ SICAKLIKLAR (°C)		3	0	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27
Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller (w/m²k)	U<2,33	9	7	4	2	-1	-3	-6	-8	-11	-13	-16
	2,33<U<5,82	6	4	1	-1	-4	-6	-9	-11	-14	-16	-19
	U>5,82	3	1	-2	-4	10	-9	-12	-14	-17	-19	-22
Isıtılmamış mahaller	İçeriye veya bodruma kapı ya da pencereli bir kısmı ısıtılmış mahallerde	15	14	12	10	5	7	5	3	2	0	-1
	Dış kapı veya pencereli bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	12	8	6	5	8	1	0	-2	-4	-6	-7
Toprak sıcaklığı	Döşeme altındaki	11	10	9	8	2	6	5	4	3	2	1
	Dış duvara bitişik	5	4	3	2	-1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Bitişik evlerin sıcaklığı	Merkezî ısıtmalı	15										
	Mahalli ısıtmalı	10										
Kazan dairesi		20										
Kömürlük		10										

- On ikinci sütunda zamsız (artırımsız) ısı kaybı hesabı yapılır. Bu değer dokuzuncu, onuncu ve on birinci sütunların çarpımından oluşmaktadır (Q_0 = A . U . ΔT), (W).

4.3.1.4. Zamlar Sütunu

- Bu sütunlarda zamsız (artırımsız) olarak hesaplanan ısı kaybına (Q_0) birleştirilmiş artırım, kat yükseklik ve yön zamları eklenir.
- On üçüncü sütunda birleştirilmiş artırım katsayısı yazılır. Z_D sembolüyle gösterilen bu artırım, ısınmanın kesintili ya da sürekli olup olmamasına bağlıdır.
- Bu artırım, binanın kesintili ısınması durumunda soğuyan yapı birleşeninin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için gereken ısı kapasitesi artırımıdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı, işletme durumu ve D katsayısına bağlı olarak Tablo 4.18'den seçilir. D katsayısını bulabilmek için aşağıdaki ifadeden yararlanılır.

Tablo 4.18: Birleştirilmiş Artırım Katsayısı (ZD)

İŞLETME DURUMU		D (W/m²K)			
		0.12 - 0.34	0.35 - 0.80	0.81 - 1.73	≥1.74
		%Z_D			
1. İşletme	Tesisat sürekli çalıştırılır ve geceleri ateş azaltılır.	7	7	7	7
2. İşletme	Tesisat her gün 10 saat tamamen söndürülür.	20	15	15	15
3. İşletme	Tesisat her gün 14 saat ve daha uzun süre söndürülür.	30	25	20	15

$$D = Q_0 / A_{Top} . \Delta T \quad (W/m^2K)$$

Denklemde verilen ifadeler şu şekildedir:

D : Z_D artırımında kullanılan katsayı (W/m²K)

Q_0 : Artırımsız ısı kaybı (W)

A_{Top} : Isı kaybı hesaplanan hacmi çevreleyen tüm yüzeylerin alanı (m²)

ΔT : İç ve dış ortam sıcaklıkları arası fark (K)

Isıtma tesisatının çalıştırılmasında verilen araya göre üç tip işletme şekli tanımlanmıştır.

- On dördüncü sütuna kat yükseklik artırım katsayısı yazılır. Bu artırım, yapının konumu ne olursa olsun belirli bir kattan daha yukarıdaki katlar için alınır. Birkaç kattan sonra artan rüzgâr hızı nedeniyle alınması gereken bir artırımdır. Örneğin beş katlı bir binada ilk üç kat için yükseklik zammı alınmaz. 4. katta %5, 5. katta %10 olarak alınır. Ayrıca kazan dairesinde ayrılan kolonlarda sıcaklığı 90 °C olan su, yüksek katlara çıkıncaya kadar soğumaktadır. Bu nedenlerle Tablo 4.19'da verilen oranlarda artırım ilave edilmelidir.

Tablo 4.19: Tavsiye Olunan Kat Yükseklik Artırımları (Z_W)

Kat / Artırım	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
%0	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	3.2.1	4.3.2.1	5.4.3.2.1
%5	4	4	5.4.	5.4.	5.4.	6.5.4.	6.5.4.	6.5.4.	6.5.4.	6.5.4.	7.6.5.	8.7.6.
%10		5	6	7.6.	7.6.	8.7.	9.8.7.	9.8.7.	9.8.7.	9.8.7.	10.9.8.	11.10.9.
%15				8	8	9	10	10	11.10.	12.11.10.	13.12.11.	14.13.13.
%20								11	12	13	14	15

- On beşinci sütuna hesabı yapılan mahalin dış duvarlarının baktığı yöne göre yön artırımı yazılır. Çünkü kuzey yarım kürede yapılan güneye bakan dış duvarlar, güneş ışınlarının radyasyonu etkisi ile bir miktar ısınır. Yön artırım değerleri Tablo 4.20'den alınır.
- Yön artırımı seçiminde yalnız bir dış duvarı olan mahallerde bu dış duvarın baktığı yön, köşe odalar için iki dış duvarın kesiştiği köşenin yönü veya penceresi olan dış duvarın yönü de esas alınabilir. Dış duvarı kesişmiyorsa veya ikiden fazla dış duvarı varsa en yüksek yön artırımı alınır.

Tablo 4.20: Yön Artırım Katsayısı (Z_H)

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
% Z_h	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

- On altıncı sütun; işletme, kat yüksekliği ve yön artırımlarının toplanarak yazıldığı sütundur.

  Toplam artırım $Z = (1 + \%Z_D + \%Z_W + \%Z_H)$ ifadesinden bulunmaktadır.

4.3.1.5. Toplam Isı İhtiyacı Sütunu

Bu sütunda toplam ısı ihtiyacı Q_H hesaplanır. Toplam ısı ihtiyacı, iletim ve taşınımla artırımlı ısı kaybı (Q_i) ile sızıntı (enfiltrasyon) ısı kaybının (Q_S) toplamına eşittir.

$$Q_H = Q_i + Q_S \ (W)$$

Bu değer o mahalin bir saatlik ısı ihtiyacını belirlemiş olur.

İletim ve Taşınımla Artırımlı Isı Kaybı

On yedinci sütunda on ikinci sütunda hesaplanan zamsız ısı kaybı (Q_0) on altıncı sütundaki toplam artırım (Z) ile çarpılarak on yedinci sütunun ilk satırına yazılır.

$$Qi = Q_0 \cdot Z \ (W)$$

Hava Sızıntısı Isı Kaybı

Hava sızıntısı yoluyla olan ısı kaybı, odaya pencere ve kapı aralıklarından dış hava ile iç hacmin iç havası arasındaki basınç farkı nedeniyle sızan soğuk havadan kaynaklanmaktadır. Bu durumda odaya sızan soğuk dış havanın oda sıcaklığına kadar ısıtılması gerekmektedir. Bu soğuk sızıntı havasını ısıtmak için gereken ısı miktarına **hava sızıntısı (enfiltrasyon) ısı kaybı** denir. Aşağıdaki ifadeyle hesaplanır.

$$Q_S = \sum (a \,.\, L) \,.\, R \,.\, H \,.\, \Delta T \,.\, Z_e \quad (W)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

a : Hava sızıntı katsayısı (m^3/hm)

L : Dış duvarlar üzerindeki pencerenin veya kapının açılan kısımlarının çevre uzunluğu (m)

R : Oda durum katsayısı (birimsiz)

H : Bina durum katsayısı (Wh/m^3K)

ΔT : İç ve dış ortam sıcaklıkları arası fark (K)

Z_e : Katsayı (birimsiz)

- Her iki dış duvarda pencere bulunması hâlinde $Z_e = 1,2$
- Diğer hâller için $Z_e = 1$ olur.
- "a" sızdırganlık katsayısı, Tablo 4.21'de malzeme cinsine ve pencere (kapı) tipine göre verilmiştir.

Tablo 4.21: Pencere ve Kapı Çerçevesinin Hava Sızdırma Katsayısı (a)

MALZEME	PENCERE VE KAPI ŞEKLİ	a
Ahşap	Tek pencere	3
	Çift camlı pencere	2,5
	Çift pencere	2
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2
	Tek pencere	1,5
Çelik ve metal çerçeve	Çift camlı pencere	1,5
	Çift pencere	1,2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40
	Eşikli kapılar	15
**Dış kapılar pencere gibi kabul edilir.		

- "L" uzunluğu, ısıtma tesisatı projesi hazırlanması sırasında pencere yapısının belli olmadığı durumlarda pencerenin açılan uzunluğu belirlenemez. Böyle durumda Tablo 4.22'den yararlanılır.
- W =l/A değeri, açılan pencere uzunluğunun toplam pencere alanına oranı olup pencere veya kapı yüksekliğine (h) bağlı Tablo 4.21'den seçilir.
- W belirlendikten sonra l=W.A eşitliğinden yararlanılarak pencerenin açılan uzunluğu için yaklaşık bir değer hesaplanır.
- Açılan pencere uzunluğu belirlenirken iki farklı duvarda pencere varsa en geniş pencere alanı olan duvardaki pencereler göz önüne alınır.

Tablo 4.22: Yaklaşık Açılan Pencere Uzunluğunu Belirleyen W Değerleri

YAPININ ŞEKLİ	PENCERE VE KAPININ YÜKSEKLİĞİ (H)	W=l/A
Muhtelif çok kanatlı pencereler	0,50	7,20
	0,63	6,20
	0,75	5,30
	0,88	4,90
	1,00	4,50
	1,10	4,34
	1,20	4,18
	1,25	4,10
	1,30	3,94
	1,50	3,70
	1,60	3,62
	1,80	3,46
	2,00	3,30
	2,50	3,00
İki kanatlı kapı	2,50	3,30
Tek kanatlı kapı	2,10	2,60

Örneğin pencere uzunluğu 1,50 pencere yüksekliği 1,30 olarak düşünülürse;

Tablo 4.22'den pencerenin yüksekliği 1,30 bulunup sağındaki 3,94 W değeri olarak bulunur. Pencerenin açılan uzunluğu ise L= (1,50 x 1,30) x 3,94 = 7,68 olarak hesaplanır.

"R" Oda durum katsayısı, ısı kaybı hesaplanan odanın hava kaçışını önlemek üzere gösterdiği direnci gösterir. Tablo 4.23'te ADP/AİK oranları ile pencere malzemelerine göre R oda durum katsayısının belirlenmesi verilmiştir. Tam olarak hesabı çok zordur. Normal boyutlarda pencere ve kapıları olan odalar için R=0,9, büyük pencereleri ve buna karşılık bir tek iç kapısı olan odalar için ise R=0,7 değeri alınır.

Tablo 4.23: Oda Durum Katsayısı (R)

PENCERE CİNSİ	İÇ KAPI	$A_{DP}/A_{İK}$	R
Ağaç veya plastik çerçeve	Aralıklı	$A_{DP}/A_{İK}<3$	0,9
	Aralıksız	$A_{DP}/A_{İK}<1,5$	
Çelik veya metal çerçeve	Aralıklı	$A_{DP}/A_{İK}<6$	
	Aralıksız	$A_{DP}/A_{İK}<2,5$	
Ağaç veya plastik çerçeve	Aralıklı	$3<A_{DP}/A_{İK}<9$	0,7
	Aralıksız	$1,5<A_{DP}/A_{İK}<3$	
Çelik veya metal çerçeve	Aralıklı	$6<A_{DP}/A_{İK}<20$	
	Aralıksız	$2,5<A_{DP}/A_{İK}<6$	

"H" Bina durum katsayısı; binanın konumuna, rüzgâr durumuna bağlı olarak Tablo 4.24'ten seçilir.

Tablo 4.24: Bina Durum Katsayısı (H)

BÖLGENİN DURUMU	YAPININ DURUMU	H KATSAYISI ($Wh/m^3\,°K$)	
		Bileşik Nizam	Ayrık Nizam
Normal Bölge	Korunaklı	0,279	0,396
	Serbest	0,477	0,675
	Çok Serbest	0,700	0,977
Rüzgârlı Bölge	Korunaklı	0,477	0,675
	Serbest	0,700	0,977
	Çok Serbest	0,950	1,314

Bir katta birden fazla dairesi veya birbiri ile bağlantısı olmayan oda gruplarını içeren bitişik düzen olarak kabul edilir.

Şehir içinde, komşu binalarla arasında önemli bir uzaklık bulunmayan binalar korunaklı; bahçe içinde bulunan, komşu binalardan uzakta olan binalar serbest; sayfiye yerlerinde, yaylalarda, ağaçsız sahillerde bulunan ayrık binalar ise çok serbest olarak kabul edilir.

Dış kapısı doğrudan dış havaya açılan ısıtılan hacimlerde (bina giriş holü, dükkân, banka, mağaza vb.) hava sızıntısından farklı olarak bir hava değişimi olmaktadır. Bu gibi yerlerde aşağıdaki eşitlik ile hava değişimi hesaplanır.

$$Q_S = n \cdot \rho \cdot C_P \cdot \Delta T \cdot V \quad (W)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

n : Hava değişim katsayısı (defa/h)

ρ : Dış havanın yoğunluğu (kg/m^3)

CP : Sabit basınçta havanın özgül ısısı (CP=1,005 KJ/KgK)

ΔT : İç ve dış ortam sıcaklıkları arası fark (K)

V : Isıtılan yerin hacmi (m^3)

4.3.2. Isı Kaybı Hesabı Çizelgesinin Doldurulmasına Bir Örnek

Isı kaybı hesabı, ısı kaybı çizelgesinin doldurulması ile hesaplanır (Yukarıda çizelgenin doldurulması sutün sütun anlatılmıştır.). İzmir ili Balçova ilçesinde konut olarak kullanılan ve bir önceki öğrenme faaliyetinde ısı yalıtım hesabı yapılan örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı 301 numaralı mahalin ısı kaybı hesabı çizelgesinin doldurulması satır satır anlatılacaktır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25: İnci Hanım Apartmanı 301 Numaralı Mahalin Isı Kaybı Hesabı

V***** MÜHENDİSLİK			ISI KAYBI HESABI İNCİ HANIM APARTMANI										Sayfa			
													Kat			
													Tarih			06.09.2021
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giden Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam Zam	Toplam Isı İhtiyacı
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					A_0			A	U	Δt	Q_0	Z_0	Z_w	Z_H	Z	$Q_H=Q_I+Q_S$
		cm	m	m	m^2	ad	m^2	m^2	$\frac{W}{m^2K}$	K	W	%	%	%	1+%	W
301 SALON (20 °C)																
CCP	B	-	1,60	2,20	3,52	1	0,00	3,52	2,4	20	169					
DD	B	20	3,10	2,88	8,93	1	3,52	5,41	0,67	20	72					
BDD	G	20	3,59	2,88	16,10	1	0,00	16,10	0,67	10	108					
İD	-	20	3,10	2,88	8,93	1	0,00	8,93	1,33	10	119					
TA	-	12	17,30	1,00	17,30	1	0,00	17,30	0,44	13	99					
											567	7	0	0	1,07	607
$Q_S = \sum(a.L).R.H.\Delta T.Z_e$ = 2 x 11,19 x 0,9 x 0,477 x 20 x 1																192
																799

Birinci satıra ısı kaybı yapılacak mahal numarası, mahal ismi ve parantez içinde sıcaklığı yazılmalıdır. Aşağıda örnek mimari projeden koparılmış mahalin ısı kaybı hesabı yapılacaktır. Konutlarda mahal sıcaklığının Tablo 4.16'dan salon için 20 °C olduğu tespit edilir.

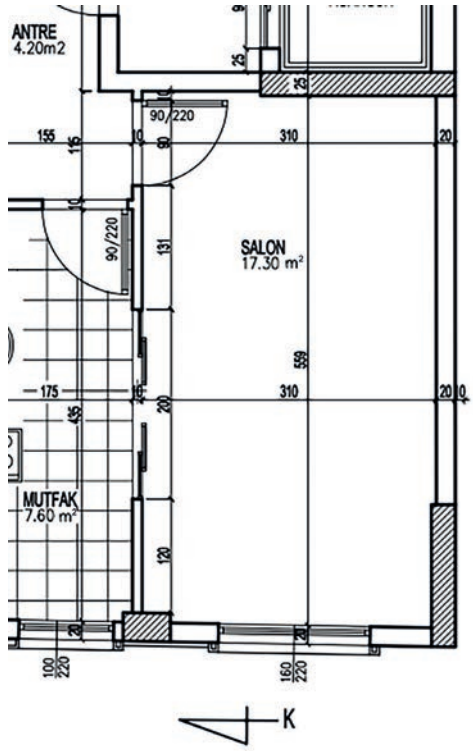
İlk satır '301 Salon (20 °C)' ifadesi, odanın üçüncü katta 1 numaralı oda olduğu ve 20 °C sıcaklıkta olacağı anlamına gelmektedir.

İkinci satırda ısı kaybı çizelgesinin doldurulmasına genelde varsa penceresi olan dış duvardan başlanır. Batı yönündeki pencereden olan ısı kaybı, bu satırda hesaplanacaktır. Birinci sütunda pencerenin ÇCP işareti yazılır (Tablo 4.14). İkinci sütunda yönü B (batı) yazılır. Üçüncü sütundaki kalınlık hanesine bir şey yazılmaz.

Alan hesabı bölümü için çift camlı pencerenin uzunluğu 1,60 m değeri ile yüksekliği 2,20 m değeriyle yazılır. Uzunluk ve yükseklikdeğerlerinin çarpımı olan 3,52 m² değeri altıncı sütuna yazılır. Yedinci sütunda bu çift camlı pencereden bir adet olduğu belirtilir. Çıkarılan alan olmadığı için sıfır yazılır.

Isı kaybı hesabının yapıldığı bölümde hesaba giren alan dokuzuncu sütuna 3,52 m² olarak yazılır. U değeri, ısı yalıtım hesabından 2,4 W/m²K alınır. On birinci sütuna sıcaklık farkı 20 °C yazılır (Ek-3'ten İzmir ilinin dış sıcaklığı 0 °C olarak okunur.). On ikinci sütunda zamsız ısı kaybı yapılır. Bu değer için 9, 10 ve 11. sütunlar çarpılarak 169 W bulunur.

Üçüncü satırda ısı kaybeden yapı bileşeni dış duvar olup DD işaretiyle belirtilir ve batı yönündedir. Yapı bileşeni kalınlık değeri 20 cm'dir.



Görsel 4.22: Mimari projeden koparılmış 301 numaralı mahal

Alan hesabı bölümü için dış duvar uzunluğu 3,10 m değeri ile yükseklik 2,88 m (Kat yüksekliği mimari proje kesitlerde görünür.) değeri yazılır. Uzunluk ve yükseklik değerlerinin çarpımı olan 8,93 m² altıncı sütuna yazılır. Miktar bir adet olup 3,52 m² çıkarılan alan değeri yazılır.

Isı kaybı hesabının yapıldığı bölümde hesaba giren alan dokuzuncu sütuna duvarın brüt alanı 8,93 m²den 3,52 m² pencere alanı çıkarılarak duvarın net alanı 5,41 m² bulunur (Burada kolon-kiriş ihmal edilmiştir.). U değeri 0,67 W/m²K ve sıcaklık farkı 20 °C yazıldıktan sonra son üç değerin çarpımıyla dış duvardan oluşan zamsız ısı kaybı 72 W bulunur.

Dördüncü satırda güney yönde bitişik nizam dış duvardan olan ısı kaybı yapılmaktadır. Yapı bileşeni bölümünde BDD işareti, G yönü ve 20 cm kalınlığı yazılır. Duvarın alanı 16,1 m² olarak bulunur. Hesaba giren alan değeri, bu yapı malzemesine ait U değeri (0,67 W/m²K) ve hesabı yapılan salon ile bitişik evlerin sıcaklık (Tablo 4.17) farkı değerlerinin çarpımı 108 W olarak bulunur.

Beşinci satırda doğu yönde giriş merdivenine bakan iç duvardan olan ısı kaybı yapılmaktadır. Yapı bileşeni bölümünde İD işareti, iç duvarlarda kural olarak yön yazılmaz ve 20 cm kalınlığı yazılır. İç duvarın alanı 8,93 m² olarak bulunur. Hesaba giren alan değeri, bu yapı malzemesine ait U değeri (1,33 W/m²K) ve hesabı yapılan salon ile giriş merdiveni arasındaki sıcaklık farkı değerlerinin çarpımı 119 W olup iç duvardan giriş merdivenine kaçan ısı miktarı değeridir.

Altıncı satır, odadan ısı kaybı olan son satır tavandır. Tavan alanı 17,30 m²dir. U ısı geçirgenlik katsayısı 0,44 W/m²K'dir. Tavanın üzeri kapalı olduğundan ısıtılmayan mahal sıcaklığı Tablo 4.17'den bakılarak 7 °C alınmaktadır. Bu durumda sıcaklık farkı 13 °C'dir. Burada kaçan ısı miktarı 99 W'tır.

Salon mahalinin kuzeyinde mutfak ve antre mahalinin sıcaklığı 20 °C olduğundan bu mahale ısı kaybı söz konusu değildir.

Yedinci satır son beş satırda hesaplanarak on ikinci sütuna yazılan zamsız ısı kaybı değerlerinin toplamı 398 W'tır. Zamsız olarak hesaplanan bu ısı kaybına zamların eklenmesi 13-16. sütunlarda yapılmaktadır.

Hesabı yapılan proje konut durumunda olup işletme zammı Tablo 4.18'den 7 olarak on üçüncü sütuna yazılır. Hesaplanan mahal 3. katta olduğundan kat yükseklik zammı söz konusu değildir (Tablo 4.19). Mahal batı yönünde olduğu için Tablo 4.19'dan sıfır alınır. Bu durumda toplam zam değeri 1,07 olup 16. sütuna bu değer yazılır. Toplam zam değeri ile zamsız ısı kaybı çarpılarak iletim ve taşınım yoluyla kaçan ısı miktarı olarak 17. sütuna yazılır.

Sekizinci satırda sızıntı yoluyla kaçan ısı miktarı hesaplanır.

$$Q_S = \sum (a \,.\, L) \,.\, R \,.\, H \,.\, \Delta T \,.\, Z_e \quad (W)$$

Eşitlikteki ifadeler şu şekildedir:

A : Plastik çift camlı pencere türü için Tablo 4.21'den 2 olarak alınır.

L : (1,60 x 2,20) x 3,18 = 11,19 hesaplanır (Tablo 4.22).

R : Normal boyutlarda pencere ve kapıları olan odalar için Tablo 4.23'ten 0,9 seçilir.

H : Ek-2 ten İzmir ilinin rüzgârlı olduğu ve proje incelendiğinde yapının korunaklı, bitişik nizam olduğu Tablo 4.24'ten 0,477 (Wh/m³K) seçilir.

Δ**T**: İç ve dış ortam sıcaklıkları arası farkı 20 °C alınır.

$\mathbf{Z_e}$: Her iki dış duvarda pencere olmadığından 1 alınır.

Dokuzuncu satırda hesaplanan iletim, taşınım ve sızıntı yoluyla olan ısı kayıplarının toplamı 799 W'tır. Bu değer, 301 numaralı mahalin ısı kaybı değeridir.

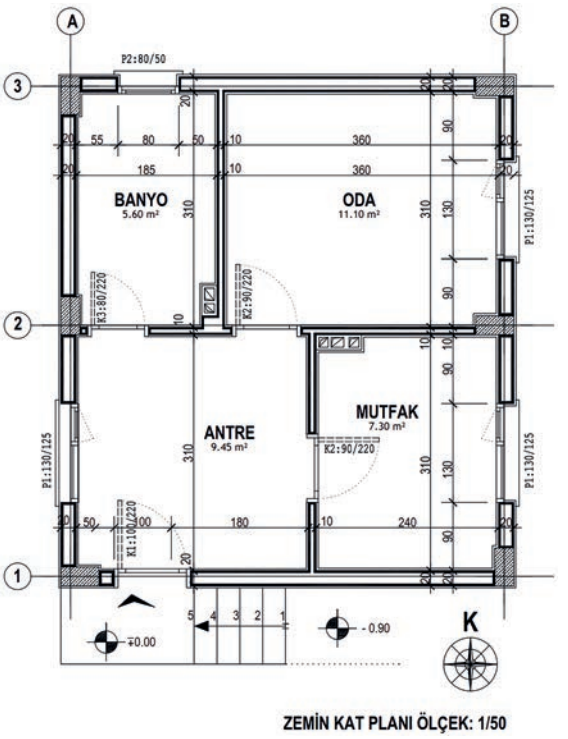
4.4. UYGULAMA

BİNA ISI KAYBI HESABI

Amaç: Binanın ısı kaybı hesabını yapmak (Görsel 4.25).

Süre: 2 ders saati

Üzeri kapalı kullanılmayan çatılı, kat yüksekliği 280 cm olan, çok serbest ve ayrık nizam tek katlı yapının ısı kaybı hesabını istediğiniz il / ilçeye göre yapınız (Seçilen il / ilçeye göre bölge belirlenip Tablo 4.7'den bölgelere göre maksimum tavsiye edilen U değerleri alınacaktır.).



Görsel 4.23: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesi

İşlem Basamakları

1. Proje üzerinde her mahale numara veriniz.
2. Binanın bulunduğu yere göre dış sıcaklığı ve rüzgâr durumunu Ek-3'ten tespit ediniz.
3. Binanın konumuna göre yapının korunaklı, serbest ya da çok serbest olma durumunu tespit ediniz.
4. Binanın kullanım amacına göre iç sıcaklık değerlerini Tablo 4.17'den tespit ediniz.
5. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin işaretini giriniz (Tablo 4.14).
6. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin yön bilgisini giriniz.
7. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin uzunluk ve yükseklik bilgilerini girerek alan hesabını yapınız.
8. Isı iletim katsayısı değerlerini giriniz.
9. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin sıcaklık farkını giriniz.
10. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin zamsız ısı kaybını bulunuz.
11. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin ısı kayıplarını toplayarak zamsız ısı kaybı değerini bulunuz.
12. Binanın kullanım amacına göre Tablo 4.18'den işletme türünü seçiniz.
13. Binanın kat sayısına göre Tablo 4.19'dan kat yükseklik zammı değerini tespit ediniz.
14. Yön zammı değerini Tablo 4.20'den seçiniz.
15. İletim ve taşınımla olan mahalin zamlı ısı kaybını bulunuz.

16. Pencereye ve kapıya göre hava sızıntısı katsayısı değerini Tablo 4.21'den seçiniz.
17. Pencerenin açılan uzunluk değerini Tablo 4.22'den seçiniz.
18. Oda durum katsayısını Tablo 4.23'ten seçiniz.
19. Binanın durum katsayısı değerini Tablo 4.24'ten seçiniz.
20. Pencere sayısı katsayısı (Ze) ve sıcaklık farkı değerlerini giriniz.
21. Sızıntı yoluyla olan ısı kaybını bulunuz.
22. Mahalin / mahallerin zamlı ısı kaybı ile sızıntı yoluyla ısı kaybını toplayarak mahalin / mahallerin ısı kaybı değerini bulunuz.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Binanın bulunduğu yere göre dış sıcaklığını ve rüzgâr durumunu tespit eder.	5	
2.	Binanın konumuna göre yapının korunaklı, serbest ya da çok serbest olma durumunu tespit eder.	5	
3.	Binanın kullanım amacına göre iç sıcaklık değerlerini tespit eder.	5	
4.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin alanını girer.	5	
5.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin ısı iletim katsayılarını girer.	5	
6.	Isı iletim katsayılarını ısı yalıtım hesabından alır.	5	
7.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin sıcaklık farkını girer.	5	
8.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin zamsız ısı kaybını bulur.	5	
9.	Mahalin zamsız ısı kaybı değerini bulur.	5	
10.	İşletme zammı değerini girer.	5	
11.	Kat yükseklik zammı değerini girer.	5	
12.	Yön zammı değerini girer.	5	
13.	Mahalin/ mahallerin zamlı ısı kaybı değerini bulur.	5	
14.	Hava sızıntısı katsayısı değerini girer.	5	
15.	Pencerenin açılan uzunluk değerini girer.	5	
16.	Oda durum katsayısı değerini girer.	5	
17.	Bina durum katsayısı değerini girer.	5	
18.	Pencere sayısı katsayısı ve sıcaklık farkı değerlerini girer.	5	
19.	Sızıntı yoluyla olan ısı kaybı değerini bulur.	5	
20.	Mahalin/ mahallerin toplam ısı kaybını bulur.	5	
	Toplam Puan	100	

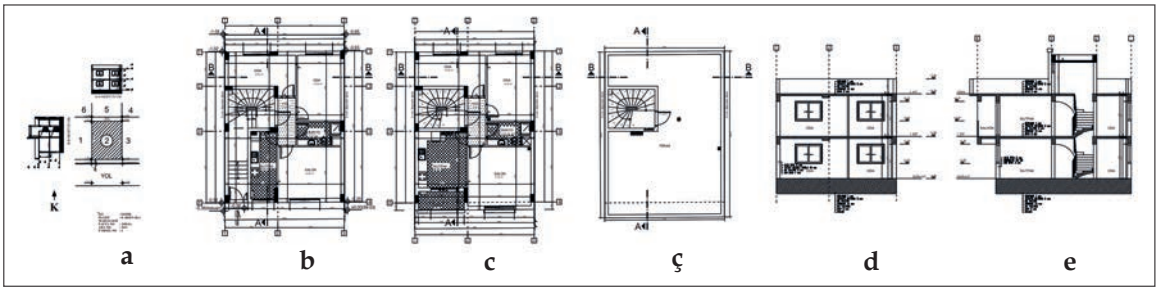
4.5. UYGULAMA

BİNANIN TOPLAM ISI KAYBI HESABI

Amaç: Binanın toplam ısı kaybı hesabını yapmak.

Süre: 3 ders saati

4.3. Uygulamada ısı yalıtım hesabı yapılan ve aşağıda projesi verilen İzmir ili, Karşıyaka ilçesindeki yapının ısı kaybı hesabını yapınız (Görsel 4.24).



Görsel 4.24: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Proje üzerinde her mahale numara veriniz.
2. Binanın bulunduğu yere göre dış sıcaklığı ve rüzgâr durumunu Ek-3'ten tespit ediniz.
3. Binanın konumuna göre yapının korunaklı, serbest ya da çok serbest olma durumunu tespit ediniz.
4. Binanın kullanım amacına göre iç sıcaklık değerlerini Tablo 4.17'den tespit ediniz.
5. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin işaretini giriniz (Tablo 4.14).
6. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin yön bilgisini giriniz.
7. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin uzunluk ve yükseklik bilgilerini girerek alan hesabını yapınız.
8. Isı iletim katsayısı değerlerini giriniz.
9. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin sıcaklık farkını giriniz.
10. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin zamsız ısı kaybını bulunuz.
11. Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin ısı kayıplarını toplayarak zamsız ısı kaybı değerini bulunuz.
12. Binanın kullanım amacına göre Tablo 4.18'den işletme türünü seçiniz.
13. Binanın kat sayısına göre Tablo 4.19'dan kat yükseklik zammı değerini tespit ediniz.
14. Yön zammı değerini Tablo 4.20'den seçiniz.

15. İletim ve taşınımla olan mahalin zamlı ısı kaybını bulunuz.

16. Pencereye ve kapıya göre hava sızıntısı katsayısı değerini Tablo 4.21'den seçiniz.

17. Pencerenin açılan uzunluk değerini Tablo 4.22'den seçiniz.

18. Oda durum katsayısını Tablo 4.23'ten seçiniz.

19. Binanın durum katsayısı değerini Tablo 4.24'ten seçiniz.

20. Pencere sayısı katsayısı (Ze) ve sıcaklık farkı değerlerini giriniz.

21. Sızıntı yoluyla olan ısı kaybını bulunuz.

22. Mahalin / mahallerin zamlı ısı kaybı ile sızıntı yoluyla ısı kaybını toplayarak mahalin / mahallerin ısı kaybı değerini bulunuz.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Binanın bulunduğu yere göre dış sıcaklığını ve rüzgâr durumunu tespit eder.	5	
2.	Binanın konumuna göre yapının korunaklı, serbest ya da çok serbest olma durumunu tespit eder.	5	
3.	Binanın kullanım amacına göre iç sıcaklık değerlerini tespit eder.	5	
4.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin alanını girer.	5	
5.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin ısı iletim katsayılarını girer.	5	
6.	Isı iletim katsayılarını ısı yalıtım hesabından alır.	5	
7.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin sıcaklık farkını girer.	5	
8.	Isı kaybeden yapı bileşeninin / bileşenlerinin zamsız ısı kaybını bulur.	5	
9.	Mahalin zamsız ısı kaybı değerini bulur.	5	
10.	İşletme zammı değerini girer.	5	
11.	Kat yükseklik zammı değerini girer.	5	
12.	Yön zammı değerini girer.	5	
13.	Mahalin/ mahallerin zamlı ısı kaybı değerini bulur.	5	
14.	Hava sızıntısı katsayısı değerini girer.	5	
15.	Pencerenin açılan uzunluk değerini girer.	5	
16.	Oda durum katsayısı değerini girer.	5	
17.	Bina durum katsayısı değerini girer.	5	
18.	Pencere sayısı katsayısı ve sıcaklık farkı değerlerini girer.	5	
19.	Sızıntı yoluyla olan ısı kaybı değerini bulur.	5	
20.	Mahalin/ mahallerin toplam ısı kaybını bulur.	5	
	Toplam Puan	100	

4.4. ISITICI SEÇİMİ

Isıtıcı olarak konutlar ve okullarda radyatör, büro ve otellerde radyatör veya konvektör, fabrika ve atölye gibi kat yüksekliği fazla olan yerlerde duvar tipi sıcak hava cihazları önerilir. Belli başlı ısıtıcı çeşitleri kısaca şunlardır:

4.4.1. Isıtıcı Çeşitleri

Dilimli Isıtıcılar (Radyatörler)

Birbiriyle yan yana birleştirilebilir biçimde yapılan ısıtıcılara **dilimli ısıtıcı (radyatör)** denir. Birleştirmeye uygun her ısıtıcı bölümüne **dilim** adı verilir. Birden fazla ısıtıcı diliminin bir bütün oluşturmasına **radyatör grubu** denir.

Dilimli ısıtıcılar; dökme demir, çelik ve alüminyum malzemeden yapılır ve yapılan malzemeyle isimlendirilir. Isıtıcı kapasiteleri, temas ettiği yüzey alanı (dış yüzey) ve ısıtıcı malzemesinin ısı geçirgenliğine bağlıdır.

Boru Isıtıcılar

Fabrika, büyük atölye, spor salonu, sera ve hangar gibi büyük hacimlerin ısıtılmasında boru ısıtıcılar kullanılır. Boruya çeşitli şekiller verilerek üretilir. Isıtıcı akışkan boru içinde dolaştırılarak ısının ortama transferi sağlanır.

Konvektörler

İçinden ısıtıcı akışkan geçen, dışında kanatlar veya lameller bulunan yatay boruların kutular veya kanallar içine alınması biçiminde üretilir. Kanatlı boru ısıtıcıdan farkı, kanal veya kutu içinde olmasıdır. Ağırlıklı olarak konveksiyon (hava akımı) yoluyla ısıtma yaptığı için bu ismi alır.

Fanlı Isıtıcılar

Konvektörler, ısıtıcıların üstüne fan konulmuş biçimde üretilir. Isıtıcı konulacak yeterli yeri olmayan ve çok ısıtılması gereken hacimlerde kullanılır. Elektrik motoruna bağlı fan, hava hızını artırarak ısının taşınma katsayısının yükselmesini sağlar. Bu yöntemle ısı kapasiteleri yükseltilir. Fanlı ısıtıcılara **ünit ısıtıcılar** da denilir.

Fanlı ısıtıcılar; genellikle iş yerlerinde, yüzme havuzlarında, büyük atölyelerde spor ve konferans salonlarında kullanılır. Gerekirse yaz aylarında soğutma devresinden su verilerek hacim soğutması da yapılır.

Panel Isıtıcılar (Radyatörler)

Biçimli, preslenmiş iki sac, alın alına özel kaynakla birleştirilerek üretilir. Yaklaşık 1 mm kalınlıkta sacdan yapılır. Isıtıcıda akışkan, küçük çaplı ama çok sayıda kanal içine dağılarak paneli ısıtır.

Isı verimini artırmak için ısıtıcı iç yüzüne dikey kanatlar kaynatılarak 7 kg/cm^2 basınçta test edilir ve piyasaya sürülür. Bu ısıtıcılara **panel radyatörler** de denir.

Panel ısıtıcılar; 300-400-500-600-900 mm yükseklik ölçülerinde, boyları ise 400 mm'den başlayarak 3.000 mm'ye kadar üretilir.

Panel ısıtıcılar, ısıtıcı akışkan taşıyan yüzeylerine göre adlandırılır. Kendi içinde panel (P), panel- kanat (PK), panel- kanat- panel (PKP) ve panel- kanat- kanat- panel (PKKP) olarak çeşitlendirilir.

4.4.2. Radyatör ve Donanımı Seçim Çizelgesinin Doldurulması

Mahalde radyatör kullanılması durumunda her hacmin ısı kaybı hesaplanır. Hesaplanmış ısı kaybı değeri, radyatörün birim ısı değerine bölünerek gerekli radyatör uzunluğu veya dilim sayısı bulunur. Bu sayede kullanım mekânlarının istenen sıcaklıkta tutulabilmesi için ortamdan dış ortama olan ısı kaybı karşılanmış olmaktadır.

Radyatör sayısı belirlenirken radyatör tipi ve boyutları, tesisattaki su sıcaklığı ve oda sıcaklığı dikkate alınır.

Radyatör uzunluğu veya dilim sayısı ile diğer donanımın (grup, konsol, kelepçe vb.) belirlenmesinde kullanılan form Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26: Radyatör ve Donanımı Seçim Çizelgesi

						RADYATÖR VE DONANIMI SEÇİM ÇİZELGESİ													Tarih
Odanın						Radyatörlerin						Donanımı							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No.	Adı	Sıcaklık	Hesap Edilen Isı Kaybı	İlave Edilen Isı Kaybı	%10 Emniyetle Hesap Edilen Isı Kaybı	Birim Verimi	Yüzey	Verimi	Cinsi		Grup	Konsol	Kelepçe	Musluk			Rakor		
														1/2"	3/4"	1"	1/2"	3/4"	1"
		°C	W	W	W	W/m²	m²	W											

4.4.2.1. Odanın Hesap Edilen Isı Kaybı Miktarı

- Altı sütundan oluşan bu bölüme hesap yapılan odaya ilişkin bilgilerle odanın hesap edilen ısı kaybı yazılmaktadır.
- Bir önceki öğrenme faaliyetinde ısı kaybı hesabı yapılan örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı 301 numaralı mahalin radyatör hesabı çizelgesinin doldurulması anlatılacaktır.
- Birinci sütuna proje üzerinde yazılan odanın numarası yazılır (ör. 301).
- İkinci sütuna bu odanın ismi yazılır (ör. salon).
- Üçüncü sütuna °C olarak odanın sıcaklık değeri yazılır (ör. salon için 20 °C).
- Dördüncü sütuna mahal için hesap edilen ısı kaybı değeri yazılır (ör. 799 W).
- Beşinci sütuna ilave edilen ısı kaybı değeri yazılır. Isı kaybı değeri düşük olan

mahallerde radyatör iki dilimden veya 0,4 metreden az çıkarsa o mahale radyatör koymamaya özen gösterilmeli ve o mahalin ısı kaybı komşu mahalin ısı kaybına eklenmelidir.

- Altıncı sütuna ise oda için hesap edilen ısı kaybı değeri ve varsa ilave edilen ısı kaybı değerleri toplanıp artırım katsayısı ile (%10) çarpılarak yazılır. Bu artırım emniyet katsayısı gibi düşünülebilir.

4.4.2.2. Radyatörlerin Belirlenmesi

- Bu bölümde kullanılacak radyatör seçimi yapılır.
- Yedinci sütuna seçilen radyatörün birim verimi yazılır (W/m^2). Radyatörün birim verimi hesaplanırken firmaların verdikleri kataloglardan yararlanılır. Seçilecek radyatör tipi belirlendikten sonra katalogdan tesisattaki su sıcaklığı ve oda sıcaklığı değerine bakılarak bu değerlere karşılık gelen radyatör verimi bulunur.
- Dilimli radyatör kullanacaksa bulunan rakam, seçilen radyatörün bir dilim vereceği ısı miktarını; panel radyatör kullanacaksa bulunan rakam, seçilen radyatörün 1 metresinin vereceği ısı miktarını göstermektedir. Dökme dilimli 500/160 tipli bir radyatör seçilmiştir. Oda sıcaklığı 20 °C ise birim verimi Tablo 4.27'den 135 W olarak bulunan değer 7. sütuna yazılır.

Aşağıdaki tablolarda yaygın olarak kullanılan ısıtıcılar verilmiştir. Farklı marka, tip ısıtıcılar için kataloglardan değerler seçilebilir (Tablo 4.27, 4.28, 4.29).

Tablo 4.27: 90/70 °C Kalorifer Sisteminde 1 Metre Panel Radyatörün Ortalama Isıl Gücü

Radyatör Tipi	DİLİM		ODA SICAKLIKLARI				
	Su Hacmi	Isıtma Yüzeyi	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C	26 °C
	L	m^2	W	W	W	W	W
900/160	1,30	0,44	216	207	198	190	180
500/110	0,80	0,18	99	94	90	84	81
500/160	0,90	0,26	140	135	128	122	116
350/360	0,72	0,19	96	93	88	84	80
Isıtma yüzey alanları BBF pozlarından keşif çıkarmak için gerekli							

Tablo 4.28: 90/70 °C Kalorifer Sisteminde Bir Dilim Radyatörün Ortalama Isıl Gücü

Radyatör Tipi	Radyatör Yüksekliği	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C	26 °C
	(mm)	W	W	W	W	W
22 PKKP	300	624	590	560	528	497
	400	780	735	698	660	621
	500	927	878	831	784	739
	600	1290	1214	1156	1092	1027
	900	1753	1753	1583	1583	1493

Tablo 4.29: 90/70 °C Kalorifer Sisteminde Havlupanın Ortalama Isıl Gücü

UZUNLUK (mm)	YÜKSEKLİK (mm)	AĞIRLIK (kg)	SU HACMİ (L)	ISI KAPASİTESİ (W)
400	754	5,50	3,3	316
	1216	8,80	5,3	490
	1513	10,90	6,5	612
500	754	7,40	4,3	478
	1216	11,80	6,9	743
	1513	14,70	8,4	9,26
600	754	9,40	5,2	641
	1216	15,00	8,3	995
	1513	18,50	10,3	1238

TS 2164/Ekim 1983 standardında yapılan 11.05.2000 tarihindeki son düzenlemeye göre ısıtma tesisatı projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları değişmiş ve radyatör ortalama ısıl güç çizelgelerinin artık bu kadar sıcaklık değeri içermesine gerek kalmamıştır.

Sekizinci sütunda odanın emniyetli ısı kaybı 879 W değeri, birim radyatörün ısı gücüne bölünürse 6,51 değeri bulunur. Hesap sonucu kesirli çıkarsa 0,1- 0,4 olan kesirlerin dikkate alınmaması, 0,5- 0,9 arası kesirler için radyatörün dilim sayısı veya uzunluğunun artırılması uygun olur. Mahalin ısı ihtiyacı 7 dilim radyatör olarak belirlenir (Tablo 4.30).

Tablo 4.30: İnci Hanım Apartmanı 301 Numaralı Mahalin Radyatör Hesabı (Döküm)

					RADYATÖR VE DONANIMI SEÇİM ÇİZELGESİ İNCİ HANIM APARTMANI								Tarih 06.09.2021					
Odanın						Radyatörlerin						Donanımı						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No.	Adı	Sıcaklık	Hesap Edilen Isı Kaybı	İlave Edilen Isı Kaybı	%10 Emniyetle Hesap Edilen Isı Kaybı	Birim Verimi	Yüzey	Verimi	Cinsi		Grup	Konsol	Kelepçe	Musluk			Rakor		
														1/2"	3/4"	1"	1/2"	3/4"	1"
		°C	W	W	W	W/m²	m²	W											
3. KAT																			
301	Salon	20	799	0	876	135	6,51	945	500/160		1	2	3	1			1		

Dokuzuncu sütuna yuvarlanarak bulunmuş 8. sütundaki değerin 7. sütundaki radyatörün birim ısı değeri ile çarpımı yazılır. Bu durum, 799 W ihtiyacı olan salon mahaline 945 W'lık radyatör yerleştirilmesi anlamını taşımaktadır.

Aynı binada farklı radyatör cinsi kullanılabildiğinden bunun için 10. ve 11. sütunlar ayrılmıştır.

On ikinci sütuna mahal için seçilen radyatörlerin kaç grup hâlinde yerleştirileceği yazılır. 30 dilimi ya da 1,5 metreyi geçen radyatör miktarları, odadaki pencere ve yer durumu dikkate alınarak ikiye veya daha fazla parçaya bölünerek yerleştirilebilir. Ancak iki grup radyatör konulamıyorsa ters bağlantı yapılması tercih edilmelidir.

Radyatörler iki grup yerleştirilecekse ikisinin de cam altına ve estetik bir görünüm vermek için pencereyi ortalayacak şekilde yerleştirilmesi ve de ısının dengeli şekilde dağılımı olacak şekilde dağıtılması için uygun olur.

4.4.2.3. Donanımların Belirlenmesi

- On üçüncü ve yirminci sütunlar arasında radyatör donanımları belirlenir.
- On üçüncü sütunda her gruba 2 konsol düşünülmelidir.
- On dördüncü sütunda her gruba 2 kelepçe düşünülmelidir.

- On beşinci, on altıncı ve on yedinci sütunlarda radyatör vanası için her grup için 1 adet düşünülmelidir.
- On sekizinci, on dokuzuncu ve yirminci sütunlarda radyatör dönüş bağlantısı için her grup için 1 adet rakor düşünülmelidir.

Yukarıdaki örnek dilimli radyatör yerine 22 PKKP 600 tip panel radyatör olarak düşünülürse hesap Tablo 4.31'deki gibi olur.

Bu durum da yine 799 W ihtiyacı olan salon mahaline 971 W'lık radyatör yerleştirilmesi anlamını taşımaktadır.

Tablo 4.31: İnci Hanım Apartmanı 301 Numaralı Mahalin Radyatör Hesabı (Panel)

RADYATÖR VE DONANIMI SEÇİM ÇİZELGESİ İNCİ HANIM APARTMANI																	Tarih 06.09.2021		
Odanın						Radyatörlerin						Donanımı							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
														Musluk			Rakor		
No.	Adı	Sıcaklık	Hesap Edilen Isı Kaybı	İlave Edilen Isı Kaybı	%10 Emniyetle Hesap Edilen Isı Kaybı	Birim Verimi	Yüzey	Verimi	Cinsİ		Grup	Konsol	Kelepçe	1/2"	3/4"	1"	1/2"	3/4"	1"
		°C	W	W	W	W/m²	m²	W											
3. KAT																			
301	Salon	20	799	0	879	1214	0,80	971	22/PKKP/600		1	2	2	1			1		

4.4.3. Düşük Sıcaklıklarda Radyatör Kapasite Hesabı

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde genellikle kullanılan su sıcaklığı 90 / 70 °C olarak standartlaşmıştır. Ancak günümüzde ısıtma teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak düşük sıcaklıkta ısıtma giderek önem kazanmaktadır.

Örneğin İzmir ili Narlıdere ilçesinde jeotermal ısıtma sisteminde sistem rejim sıcaklığı 70 / 50 °C olarak tasarlanmaktadır. Radyatör kataloglarında radyatörlerin normal ısı gücü genellikle 90 / 70 °C rejimine göre verilmektedir. Uygulamada farklı sıcaklık şartlarında çalışma söz konusu olduğunda Tablo 4.32'de verilen ''f faktörü'' kullanılarak ısı gücünün hesaplanması gerekir.

Örnek: Bir odanın ısı kaybı 799 W olarak hesaplanmış olup 22 PKKP 600 tip panel radyatör kullanılması durumunda:

a. Sistem 90 / 70 °C çalışacaksa radyatör boyu kaç metre olmalıdır?

Tablo 4.32: Çeşitli Su Giriş-Çıkış ve Oda Sıcaklıklarına Göre Radyatör Kapasite Faktörleri

SU GİRİŞ °C	ODA SICAKLIĞI °C	SU ÇIKIŞ SICAKLIĞI °C										
		35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
90	26	2,65	2,15	1,84	1,63	1,46	1,34	1,23	1,15	1,08	1,02	0,96
	24	2,36	1,97	1,71	1,53	1,38	1,27	1,17	1,10	1,03	0,98	0,93
	22	2,13	1,81	1,59	1,43	1,31	1,20	1,12	1,05	0,99	0,94	0,89
	20	1,94	1,68	1,49	1,35	1,24	1,14	1,07	1,00	0,95	0,90	0,86
	18	1,78	1,56	1,40	1,27	1,17	1,09	1,02	0,96	0,91	0,87	0,83
85	26	2,84	2,30	1,96	1,73	1,55	1,42	1,30	1,22	1,14	1,08	
	24	2,52	2,10	1,82	1,62	1,46	1,34	1,24	1,16	1,09	1,03	
	22	2,27	1,92	1,69	1,52	1,38	1,27	1,18	1,11	1,05	0,99	
	20	2,06	1,78	1,58	1,42	1,30	1,21	1,12	1,06	1,00	0,95	
	18	1,89	1,65	1,48	1,34	1,24	1,15	1,07	1,01	0,96	0,91	
80	26	3,06	2,47	2,10	1,85	1,66	1,51	1,39	1,30	1,22		
	24	2,70	2,24	1,94	1,72	1,56	1,42	1,32	1,24	1,16		
	22	2,42	2,05	1,80	1,61	1,46	1,34	1,25	1,18	1,11		
	20	2,20	1,89	1,67	1,51	1,38	1,27	1,19	1,12	1,06		
	18	2,01	1,75	1,57	1,42	1,31	1,21	1,13	1,07	1,01		
75	26	3,32	2,66	2,26	1,98	1,78	1,61	1,49	1,39			
	24	2,92	2,41	2,08	1,85	1,66	1,52	1,41	1,32			
	22	2,60	2,20	1,92	1,72	1,56	1,43	1,34	1,25			
	20	2,35	2,02	1,79	1,61	1,47	1,35	1,27	1,19			
	18	2,14	1,87	1,67	1,51	1,38	1,28	1,20	1,13			
70	26	3,62	2,90	2,45	2,14	1,92	1,75	1,61				
	24	3,17	2,61	2,25	1,99	1,79	1,64	1,52				
	22	2,82	2,37	2,07	1,85	1,67	1,54	1,43				
	20	2,53	2,17	1,91	1,72	1,57	1,45	1,35				
	18	2,30	2,00	1,78	1,61	1,47	1,37	1,28				
65	26	4,00	3,18	2,68	2,34	2,09	1,90					
	24	3,47	2,85	2,44	2,15	1,94	1,78					
	22	3,07	2,58	2,24	1,99	1,81	1,67					
	20	2,75	2,35	2,07	1,85	1,69	1,57					
	18	2,49	2,15	1,91	1,73	1,59	1,47					
60	26	4,46	3,52	2,96	2,57	2,31						
	24	3,85	3,14	2,68	2,36	2,13						
	22	3,38	2,82	2,45	2,18	1,98						
	20	3,01	2,56	2,24	2,02	1,84						
	18	2,71	2,34	2,07	1,87	1,72						
55	26	5,05	3,96	3,31	2,89							
	24	4,32	3,50	2,98	2,63							
	22	3,76	3,12	2,70	2,41							
	20	3,32	2,82	2,46	2,22							
	18	2,97	2,56	2,26	2,05							
50	26	5,84	4,54	3,79								
	24	4,92	3,97	3,38								
	22	4,24	3,51	3,04								
	20	3,72	3,14	2,76								
	18	3,30	2,83	2,52								

22 PKKP 600 radyatörün 90 / 70 °C giriş-çıkış sıcaklıkları 20 °C ortam sıcaklığındaki ısıl gücü değeri (Qn) Tablo 4.28'den 1214 W bulunur.

Radyatör uzunluğu= Qh/Qn = 799/1214 = 0,70 metre yaklaşık bulunur.

b. Sistem 70 / 50 °C çalışacaksa radyatör boyu kaç metre olmalıdır?

Tablo 4.32'den 20 °C ortam sıcaklığı, 70 °C su giriş ve 50 °C su çıkış sıcaklıkları için f=1,72 olarak okunur.

Radyatör ısıl verimi= Qn /f= 1214/1,72= 706 W bulunur.

Radyatör uzunluğu= Qh/Qn = 799/706= 1,20 metre yaklaşık bulunur veya 0,7x1,72 = 1,20 metre bulunur.

4.4.4. Radyatörlerin Basınç Kaybı

Radyatörlerdeki basınç kaybı, su debisi ve radyatör kapasitesine bağlıdır. Debi bilinmiyorsa Tablo 4.33'teki eşitliklerle basınç kaybı hesaplanabilir. Teorik olarak boru basınç kayıpları hesaplanırken radyatörlerin basınç kaybı 300 Pa kabul edilerek dolaşım pompasının basınç kaybı hesaplanır (Tablo 4.33).

Tablo 4.33: Panel Radyatör Basınç Kaybı Eşitlikleri

Tipler	ΔP
Tip 10 P ve 11 PK	$\Delta P = 0{,}0233 \times m^{1.892}$
Tip 20 PP, 21 PKP ve 22 PKKP	$\Delta P = 0{,}0245 \times m^{1.785}$
Tip 33 PKKPKP	$\Delta P = 0{,}0114 \times m^{1.909}$

Radyatör tiplerine göre basınç düşümü (ΔP) fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

ΔP= Basınç kaybı (Pa), m= su debisi (kg/h)

Örnek: 22 PKKP 600 tip (20 °C) radyatörün 1 metresindeki basınç kaybını hesaplayınız.

Q= 1214 W (Tablo 4.28'den seçilmiştir.)

m= Q x 0,86 / 90-70

m= 1214 x 0,86/20 = 52,20 kg/h

$P = 0{,}0245 \times 52{,}20^{1.785}$

P= 28,52 Pa bulunur.

4.6. UYGULAMA

ISITICI SEÇİMİ

Amaç: Isıtılacak olan alana uygun ısıtıcı seçimini yapmak.

Süre: 2 ders saati

Tablo 4.34'te ısı kaybı verilen bağ evinin radyatör hesabını yapınız (22 PKKP 600 tip panel radyatör kullanılacaktır.).

Tablo 4.34: Bağ Evi Isı Kaybı

V***** MÜHENDİSLİK			ISI KAYBI HESABI İNCİ HANIM APARTMANI										Sayfa				
													Kat				
													Tarih				06.09.2021
Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar					
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giden Alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat Yüksekliği	Yön	Toplam Zam	Toplam Isı İhtiyacı
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					A_0			A	U	Δ t	Q_0	Z_0	Z_w	Z_H	Z	$Q_H=Q_I+Q_S$
		cm	m	m	m^2	ad	m^2	m^2	$\frac{W}{m^2k}$	K	W	%	%	%	1+%	W
Z01 ANTRE (20 °C)																
CCP	B	-	1,30	1,25	1,63	1	0,00	1,63	2,4	20	78					
DD	B	20	3,10	2,80	8,68	1	1,63	7,06	0,7	20	99					
DK	G	-	1,00	2,20	2,20	1	0,00	2,20	2,4	20	106					
DD	G	20	3,30	2,80	9,24	1	2,20	7,04	0,7	20	99					
DÖ	-	12	9,45	1,00	9,45	1	0,00	9,45	0,7	10	66					
TA	-	12	9,45	1,00	9,45	1	0,00	9,45	0,45	13	55					
											502	7	0	0	1,07	538
																379
																917
Z02 MUTFAK (20 °C)																
CCP	D	-	1,30	1,25	1,63	1	0,00	1,63	2,4	20	78					
DD	D	20	3,10	2,80	8,68	1	1,63	7,06	0,7	20	99					
DD	G	20	2,40	2,80	6,72	1	0,00	6,72	0,7	20	94					
DÖ	-	12	7,30	1,00	7,30	1	0,00	7,30	0,7	10	51					
TA	-	12	7,30	1,00	7,30	1	0,00	7,30	0,45	13	43					
											365	7	0	0	1,07	309
																316
																706
Z03 ODA (20 °C)																
CCP	D	-	1,30	1,25	1,63	1	0,00	1,63	2,4	20	78					
DD	D	20	3,10	2,80	8,68	1	1,63	7,06	0,7	20	99					
DD	K	20	3,60	2,80	10,08	1	0,00	10,08	0,7	20	141					
DÖ	-	12	11,10	1,00	11,10	1	0,00	11,10	0,7	10	78					
TA	-	12	11,10	1,00	11,10	1	0,00	11,10	0,45	13	65					
											461	7	0	0	1,07	493
																316
																809
Z04 BANYO (20 °C)																
CCP	K	-	0,80	0,50	0,40	1	0,00	0,40	2,4	24	23					
DD	K	20	1,85	2,80	5,18	1	0,40	4,78	0,7	24	80					
DD	B	20	3,10	2,80	8,68	1	0,00	8,68	0,7	24	146					
DÖ	-	12	5,60	1,00	5,60	1	0,00	5,60	0,7	14	55					
TA	-	12	5,60	1,00	5,60	1	0,00	5,60	0,45	17	43					
											347	7	0	5	1,12	389
																163
																552

İşlem Basamakları

1. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin numarasını, ismini ve sıcaklığını yazınız.
2. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin hesap edilen ısı kaybı değerini yazınız.
3. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin varsa ilave edilen ısı kaybı değerini yazınız.
4. Hesap edilen ve varsa ilave edilen ısı kaybı değerlerini toplayınız ve artırım katsayısı ile çarparak yazınız.
5. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine seçilecek ısıtıcının birim verimini yazınız.
6. Isı kaybının radyatör birim verimine bölünmesiyle radyatör uzunluğunu bulunuz.
7. Radyatörün birim verimi ile uzunluğunu çarparak yazınız.
8. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine kullanılacak radyatör cinsini / cinslerini yazınız.
9. Radyatör donanımlarını yazınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin numarasını, ismini ve sıcaklığını yazar.	5	
2.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin hesap edilen ısı kaybı değerini yazar.	10	
3.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin varsa ilave edilen ısı kaybı değerini yazar.	10	
4.	Hesap edilen ve varsa ilave edilen ısı kaybı değerlerini toplar ve artırım katsayısı ile çarparak yazar.	10	
5.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine seçilecek ısıtıcının birim verimini yazar.	15	
6.	Isı kaybının radyatör birim verimine bölünmesiyle radyatör uzunluğunu bulur.	20	
7.	Radyatörün birim verimi ile uzunluğunu çarparak yazar.	20	
8.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine kullanılacak radyatör cinsini / cinslerini yazar.	5	
9.	Radyatör donanımlarını yazar.	5	
	Toplam Puan	100	

4.7. UYGULAMA

ISITICI SEÇİMİ

Amaç: Isıtılacak olan alana uygun ısıtıcı seçimini yapmak.

Süre: 2 ders saati

4.5. Uygulamada ısı kaybı hesabı yapılan İzmir ili, Karşıyaka ilçesindeki yapının radyatör hesabını yapınız (22 PKKP 600 tip panel radyatör kullanılacaktır.).

İşlem Basamakları

1. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin numarasını, ismini ve sıcaklığını yazınız.
2. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin hesap edilen ısı kaybı değerini yazınız.
3. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin varsa ilave edilen ısı kaybı değerini yazınız.
4. Hesap edilen ve varsa ilave edilen ısı kaybı değerlerini toplayınız ve artırım katsayısı ile çarparak yazınız.
5. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine seçilecek ısıtıcının birim verimini yazınız.
6. Isı kaybının radyatör birim verimine bölünmesiyle radyatör uzunluğunu bulunuz.
7. Radyatörün birim verimi ile uzunluğunu çarparak yazınız.
8. Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine kullanılacak radyatör cinsini / cinslerini yazınız.
9. Radyatör donanımlarını yazınız.

Değerlendirme

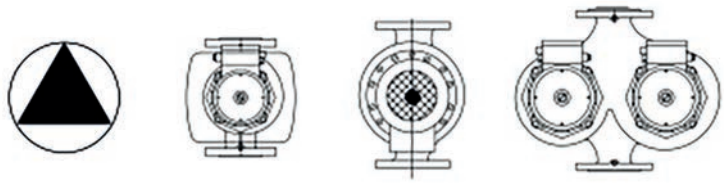
Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin numarasını, ismini ve sıcaklığını yazar.	5	
2.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin hesap edilen ısı kaybı değerini yazar.	10	
3.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine mahalin varsa ilave edilen ısı kaybı değerini yazar.	10	
4.	Hesap edilen ve varsa ilave edilen ısı kaybı değerlerini toplar ve artırım katsayısı ile çarparak yazar.	10	
5.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine seçilecek ısıtıcının birim verimini yazar.	15	
6.	Isı kaybının radyatör birim verimine bölünmesiyle radyatör uzunluğunu bulur.	20	
7.	Radyatörün birim verimi ile uzunluğunu çarparak yazar.	20	
8.	Radyatör donanımı ve seçim çizelgesine kullanılacak radyatör cinsini / cinslerini yazar.	5	
9.	Radyatör donanımlarını yazar.	5	
	Toplam Puan	100	

4.5. ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Isıtma tesisatı sembolleri; tesisatta kullanılan ısıtıcı, borular, cihaz, emniyet ve kontrol elemanlarının standartlaştırılmış şekiller hâlinde gösterilmesidir. Sembollerin standartlaştırılmış olması projeyi çizen, kontrol eden, uygulamayı yapan ve uygulamayı kontrol eden tüm teknik elemanların aynı ifadeyi anlamaları içindir. TS 3500 Tesisat Projeleri İçin Semboller ve TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları ile Türkiye'de ısıtma tesisatı sembollerinin gösterimi birçok ülkede olduğu gibi genel olarak standartlaşmıştır. Proje çizimlerinde bu standartlar dikkate alınır.

Günümüzde projelerde teknolojik gelişmelerle birlikte bilgisayar destekli çizimle bazı semboller ayrıntılı çizilerek resim niteliği kazanmıştır (Görsel 4.25). Firmalar, bilgisayar destekli çizim (AutoCAD) programında kendi ürünlerinin detaylı çizimlerini yaparak piyasaya sunmaktadır. Ayrıca görsel ifadelerin yetersiz kaldığı durumlarda bilgiler yazı ile de verilebilir.



Görsel 4.25: Sirkülasyon pompası sembolü ve projelerde yaygın kullanımları

Sembollerin çiziminde kullanılan ölçek, çizilen pafta ölçeğiyle aynı olmalı ve çizgi kalınlıkları aşağıdaki gibi olmalıdır.

Isıtma gidiş-dönüş boruları: 0,3 mm

Cihazlar: 0,4-0,5 mm

Mimari proje: 0,2 mm

Kolon ve betonarmeler: 0,5 mm

Yazılar: 0,2 mm

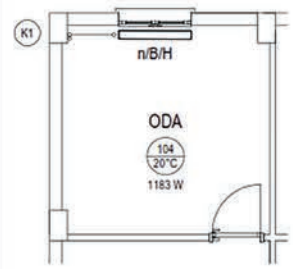
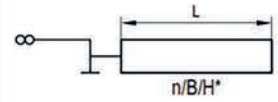
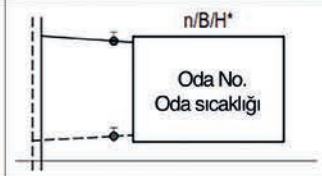
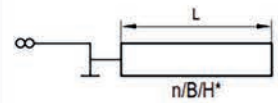
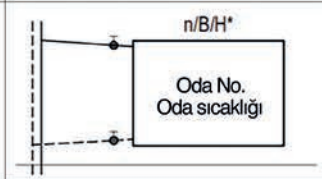
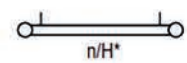
Bunların dışında çizgi tipi veya kalınlığı dışında kullanım yapılacaksa lejant verilerek tanımlanmalıdır. Piyasadaki uygulamalar da göz önüne alınarak sıcak sulu ısıtma sistemlerinde kullanılan semboller, aşağıda konu başlıklarına göre verilmiştir. Uygulamada ısıtma tesisatı sistem şemaları çizilerek ve incelenerek sembollerin gösterilişleri öğrenilecektir.

Plan görünüşlerin üstten görünüşle ilgili ayrıntılarını içerdiği daha önce belirtilmiştir. Şema görünüşleri (kolon şeması) ise çizilen tesisat uç malzemelerinin veya tüm boruların ön görünüş ile ilgili ayrıntıları içerir.

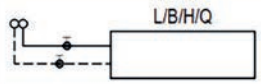
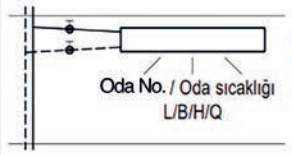
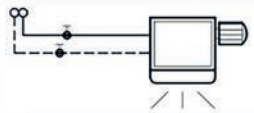
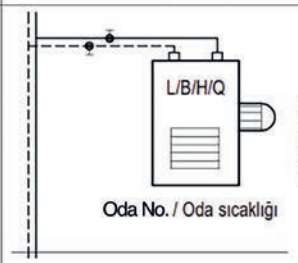
Tüm semboller 1/50 ölçeğinde bilgisayar destekli çizim programında (AutoCAD) çizilerek veya elektronik ortamda firmadan alınarak **block komutu** ile kütüphaneye kaydedilir. Projelerde kullanmak gerektiğinde **insert komutu** ile dosyaya çağrılır. Farklı ölçeklerde çalışıldığında **scale komutu** kullanılabilir.

4.5.1. Isıtıcı Sembolleri

Tablo 4.35: Isıtıcı Sembolleri-1

ADI			SEMBOLÜ	
ISITICILAR	Isıtılacak Yerler	Isıtılan mahallerde ısıtma tesisatı elemanlarının yerleştirilmesi ve gösterilmesi		Resim; *Pencere önüne konulmuş ısıtıcı grubunu, *Isıtılan mahallin adı altına sırasıyla mahallin numarasını, mahallin sıcaklığını, mahallin ısı kaybını, *K1 rakamı ise kolon numarasını göstermektedir.
	Dilimli Isıtıcılar	Planda		n: Dilim sayısı B: Dilim boyutu H: Dilim yüksekliği L: Grup uzunluğuna uygun olarak ölçekli çizilmelidir. *Uygulamada H ölçüsü yanına grubun ısıl gücü yazılır.
		Kolon şemasında		
	Panel Isıtıcılar	Planda		n: Panel radyatör uzunluğu B: Panel radyatör genişliği (türü) H: Panel radyatör yüksekliği L: Grup uzunluğuna uygun olarak ölçekli çizilmelidir. *Uygulamada H ölçüsü yanına grubun ısıl gücü yazılır.
		Kolon şemasında		
	Havlupan (Banyopan)	Planda		Öncesinde modeli yazılabilir. n: Havlupan eni H: Havlupan yüksekliği *Uzunluğuna uygun olarak ölçekli çizilmelidir. *Uygulamada H ölçüsü yanına grubun ısıl gücü yazılır.
		Kolon şemasında		

Tablo 4.36: Isıtıcı Sembolleri-2

		ADI	SEMBOLÜ
ISITICILAR	Sıcak Hava Cihazı (Fan-coil) Tavan Tipi	Planda	
		Kolon şemasında	 L: Konvektör muhafazası uzunluğu B: Konvektör muhafaza genişliği H: Konvektör muhafaza yüksekliği Q: Isıtıcının ısıtma gücü (W)
	Sıcak Hava Cihazı (Aperey) Duvar Tipi	Planda	
		Kolon şemasında	 L: Konvektör muhafazası uzunluğu B: Konvektör muhafaza genişliği H: Konvektör muhafaza yüksekliği Q: Isıtıcının ısıtma gücü (W)

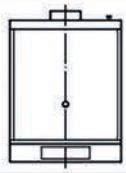
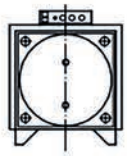
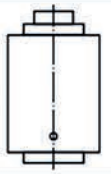
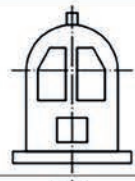
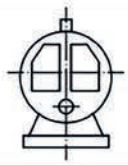
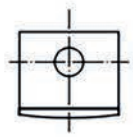
4.5.2. Boruların Sembolleri

Tablo 4.37: Boruların Sembolleri

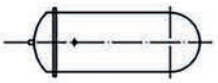
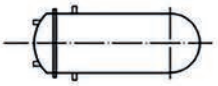
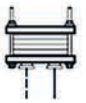
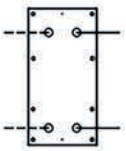
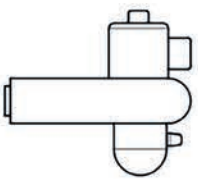
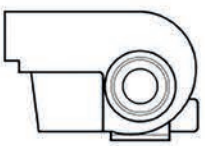
	ADI	SEMBOLÜ
BORULAR	Isıtma Gidiş Borusu	
	Isıtma Dönüş Borusu	
	Havalık Borusu	
	Emniyet Gidiş Borusu	
	Emniyet Dönüş Borusu	
	Haberci Borusu	
	Yakıt (Mazot) Borusu	
	Yakıt (Fuel-oil) Borusu	

4.5.3. Isıtma Cihaz Sembolleri

Tablo 4.38: Isıtma Cihaz Sembolleri-1

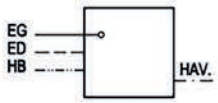
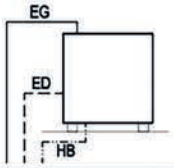
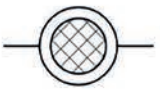
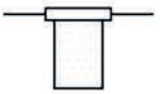
ADI			SEMBOLÜ	
KAZANLAR	Prizmatik Tip	Planda		Sıcak su kazanı tg/td: .... °C P işletme : ...bar Q: ..... kW
		Kolon şemasında		Burada: t: sıcaklığı g: gidişi d: dönüşü P: işletme basıncını Q: kazan kapasitesini göstermektedir.
	Yarı Silindirik Tip	Planda		Sıcak su kazanı tg/td: .... °C P işletme : ...bar Q: ..... kW
		Kolon şemasında		Burada: t: sıcaklığı g: gidişi d: dönüşü P: işletme basıncını Q: kazan kapasitesini göstermektedir.
	Silindirik Tip	Planda		Sıcak su kazanı tg/td: .... °C P işletme : ...bar Q: ..... kW
		Kolon şemasında		Burada: t: sıcaklığı g: gidişi d: dönüşü P: işletme basıncını Q: kazan kapasitesini göstermektedir.
	Duvar Tipi Yoğuşmalı	Planda		Sıcak su kazanı tg/td: .... °C P işletme : ...bar Q: ..... kW
		Kolon şemasında		Burada: t: sıcaklığı g: gidişi d: dönüşü P: işletme basıncını Q: kazan kapasitesini göstermektedir.

Tablo 4.39: Isıtma Cihaz Sembolleri-2

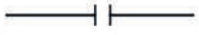
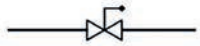
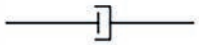
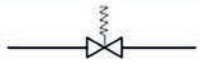
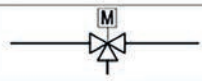
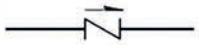
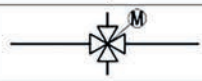
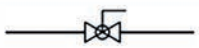
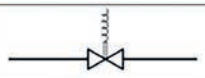
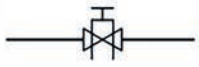
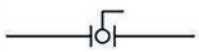
ADI			SEMBOLÜ
ISITMA CİHAZLARI	Eşanjör	Planda	 Eşanjör Primer devre tg/td: ... / ...°C Seconder devre tg/td:... / ...°C ΔP: ... mSS Q: ..... kW
		Kolon şemasında	 Burada: t: sıcaklığı g: gidişi d: dönüşü ΔP: basınç kaybını Q: kazan kapasitesini göstermektedir.
	Plakalı Eşanjör	Planda	 Plakalı eşanjör Primer devre tg/td: ... / ...°C Seconder devre tg/td:... / ...°C ΔP: ... mSS Q: ..... kW
		Kolon şemasında	 Burada: t: sıcaklığı g: gidişi d: dönüşü ΔP: basınç kaybını Q: kazan kapasitesini göstermektedir.
	Boyler (Dik tip ve tek serpantinli)	Planda	Tek serpantinli boyler V: Boyler hacmi (litre)
		Kolon şemasında	
	Yakıt Yakıcı (Brülör)	Planda	 Sıvı veya gaz brülörü B: Brülör debisi (kg/h veya m³/h)
		Kolon şemasında	

4.5.4. Emniyet ve Kontrol Elemanları Sembolleri

Tablo 4.40: Emniyet ve Kontrol Elemanları Sembolleri-1

	ADI		SEMBOLÜ
EMNİYET VE KONTROL ELEMANLARI	Açık Genleşme Tankı	Planda	 Açık genleşme deposu .....litre
		Kolon şemasında	 Emniyet gidiş: .....mm Emniyet dönüş: .....mm Haberci: ..... mm
	Kapalı Genleşme Tankı	Planda	Kapalı genleşme deposu ..... litre
		Kolon şemasında	
	Yakıt Filtresi	Planda	 V: ...L/h D: ... mm
		Kolon şemasında	
	Denge Tankı	Planda ve şema	Denge tankı çapı Ø: ... mm Giriş ve çıkış çapı D: ... mm
	Pay Ölçer (Kalorimetre)	Planda ve şema	Anma debisi ... m³/h D: ... mm

Tablo 4.41: Emniyet ve Kontrol Elemanları Sembolleri-2

ADI	SEMBOLÜ	ADI	SEMBOLÜ
Flanşlı boru bağlantı		Ağırlıklı emniyet valfi	
Vidalı boru bağlantı		Yaylı emniyet valfi	
Isı yalıtımı boru		Köşe ağırlıklı emniyet valfi	
Genel anlamda vana		Köşe yaylı emniyet valfi	
Radyatör vanası		Selenoid valf	
Kosva vana		Diyafram valf	
Şiber vana		İki yollu motorlu vana	
Sürgülü vana		Üç yollu motorlu vana	
Çekvalf		Dört yollu motorlu vana	
Pislik tutucu		Kompansatör	
Küresel vana		Manometre	
Balans vanası		Termometre	
Termostatik vana		Hidrometre	
Basınç düşürücü vana		Hava tüpü	
Kilitlenebilir vana		Otomatik purjör	
Pistonlu vana		Sirkülasyon pompası	
Kelebek vana		Kollektör (dağıtıcı-toplayıcı)	
Boşaltma vanası			

NOT: 4.8. Uygulamadan 4.12. Uygulamaya kadar tüm uygulamalarda aşağıdaki işlem basamakları ve değerlendirme ölçütleri kullanılacaktır.

İşlem Basamakları

1. Çizim programını çalıştırınız.
2. Çizim dosyasını adlandırınız.
3. Çizim dosyasının birim ayarlarını yapınız.
4. Katman oluşturunuz ve katman ayarlarını yapınız.
5. **Çizim** ve **düzenleme** menüsü komutlarını kullanarak ısıtıcı sembollerini çiziniz.
6. **Çizim** ve **düzenleme** menüsü komutlarını kullanarak boruların sembollerini çiziniz.
7. **Çizim** ve **düzenleme** menüsü komutlarını kullanarak ısıtma cihazlarının sembollerini çiziniz.
8. **Çizim** ve **düzenleme** menüsü komutlarını kullanarak emniyet ve kontrol elemanlarının sembollerini çiziniz.
9. Yazı stili oluşturunuz ve çizime yazı ekleyiniz.
10. Çizim dosyasını kaydediniz, programı kapatınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Çizim dosyasını adlandırır.	5	
3.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
4.	Isıtıcı sembollerini çizer.	10	
5.	Boru sembollerini çizer.	10	
6.	Isıtma cihazlarının sembollerini çizer.	10	
7.	Emniyet ve kontrol elemanlarının sembollerini çizer.	10	
8.	Yazı stilini oluşturur.	5	
9.	Çizim üzerine yazıları ekler.	10	
10.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	10	
11.	Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.	10	
12.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
13.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

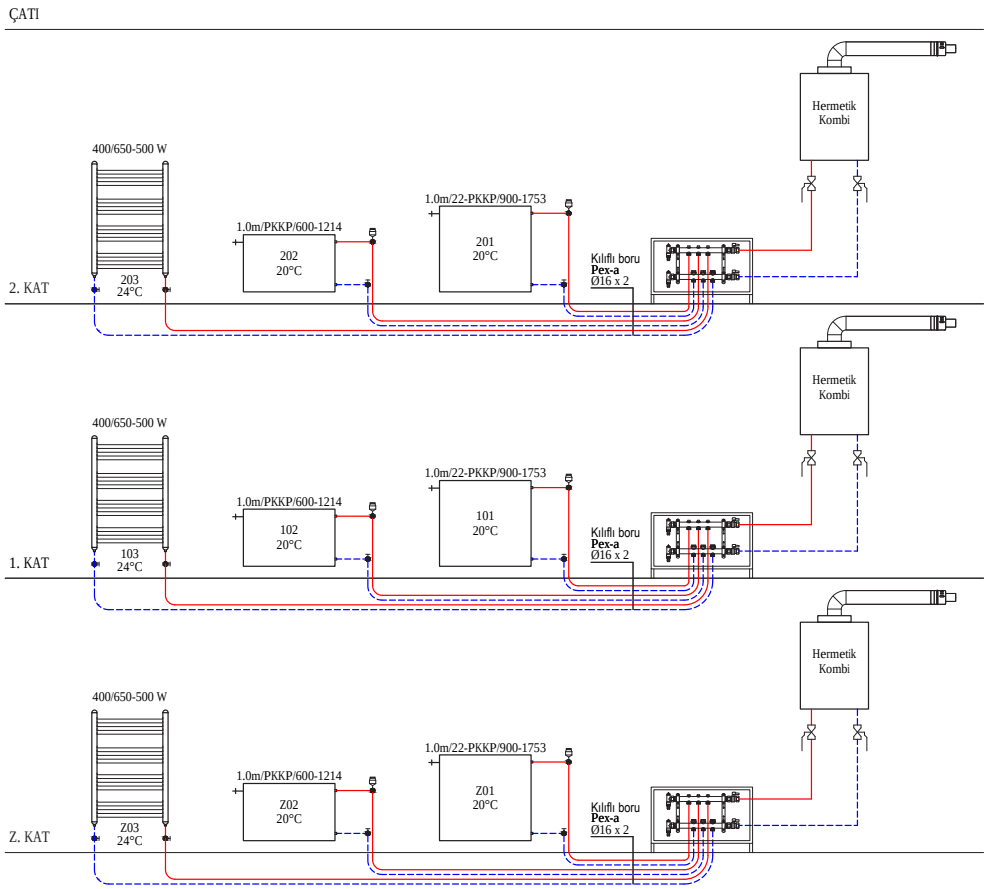
4.8. UYGULAMA

ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Amaç: Isıtma tesisatında kullanılan sembolleri çizmek.

Süre: 1 ders saati

Görsel 4.26'daki bireysel kombili ısıtma tesisatı sistem şemasını çiziniz.



Görsel 4.26: Bireysel ısıtma, mobil sistem tesisat şeması

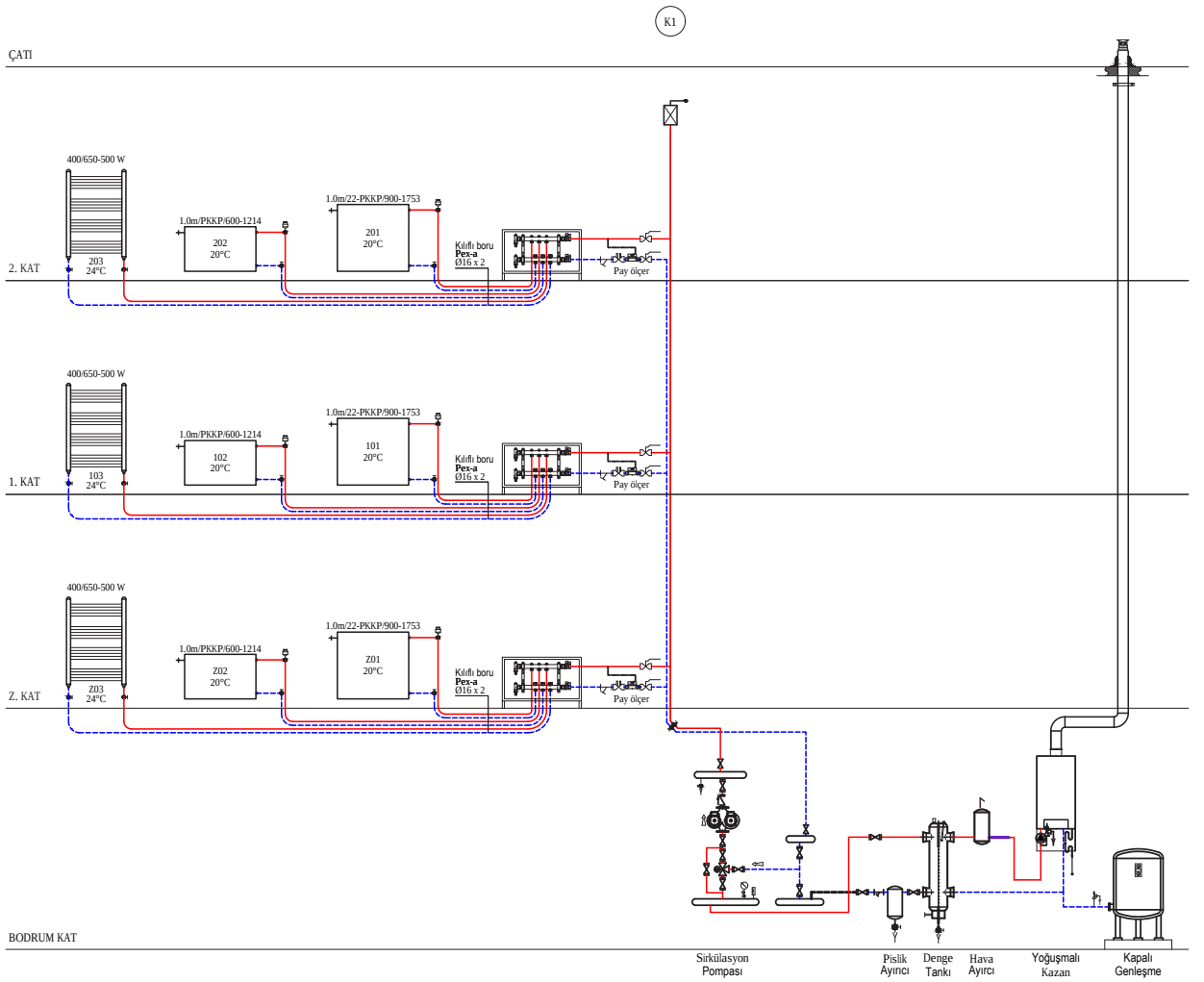
4.9. UYGULAMA

ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Amaç: Isıtma tesisatında kullanılan sembolleri çizmek.

Süre: 1 ders saati

Görsel 4.37'deki alttan dağıtmalı, alttan toplamalı, pay ölçerli, gaz yakıtlı ısıtma tesisatı sistem şemasını çiziniz.



Görsel 4.27: Attan dağıtmalı, alttan toplamalı,mobil sistem gaz yakıtlı ısıtma tesisatı şeması

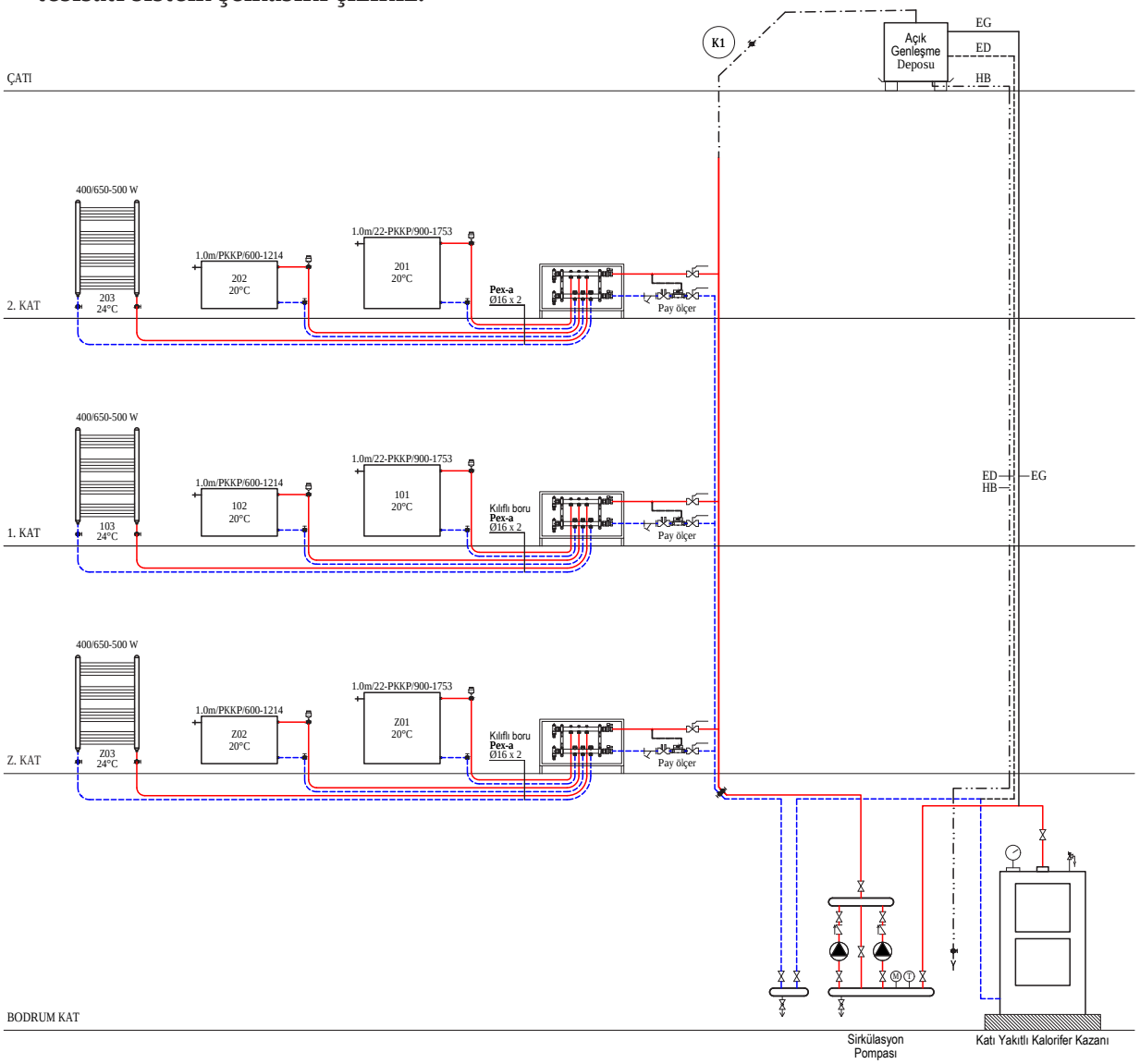
4.10. UYGULAMA

ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Amaç: Isıtma tesisatında kullanılan sembolleri çizmek.

Süre: 1 ders saati

Görsel 4.28'deki alttan dağıtmalı, alttan toplamalı, pay ölçerli, katı yakıtlı ısıtma tesisatı sistem şemasını çiziniz.



Görsel 4.28: Attan dağıtmalı, alttan toplamalı,mobil sistem katı yakıtlı ısıtma tesisatı şeması

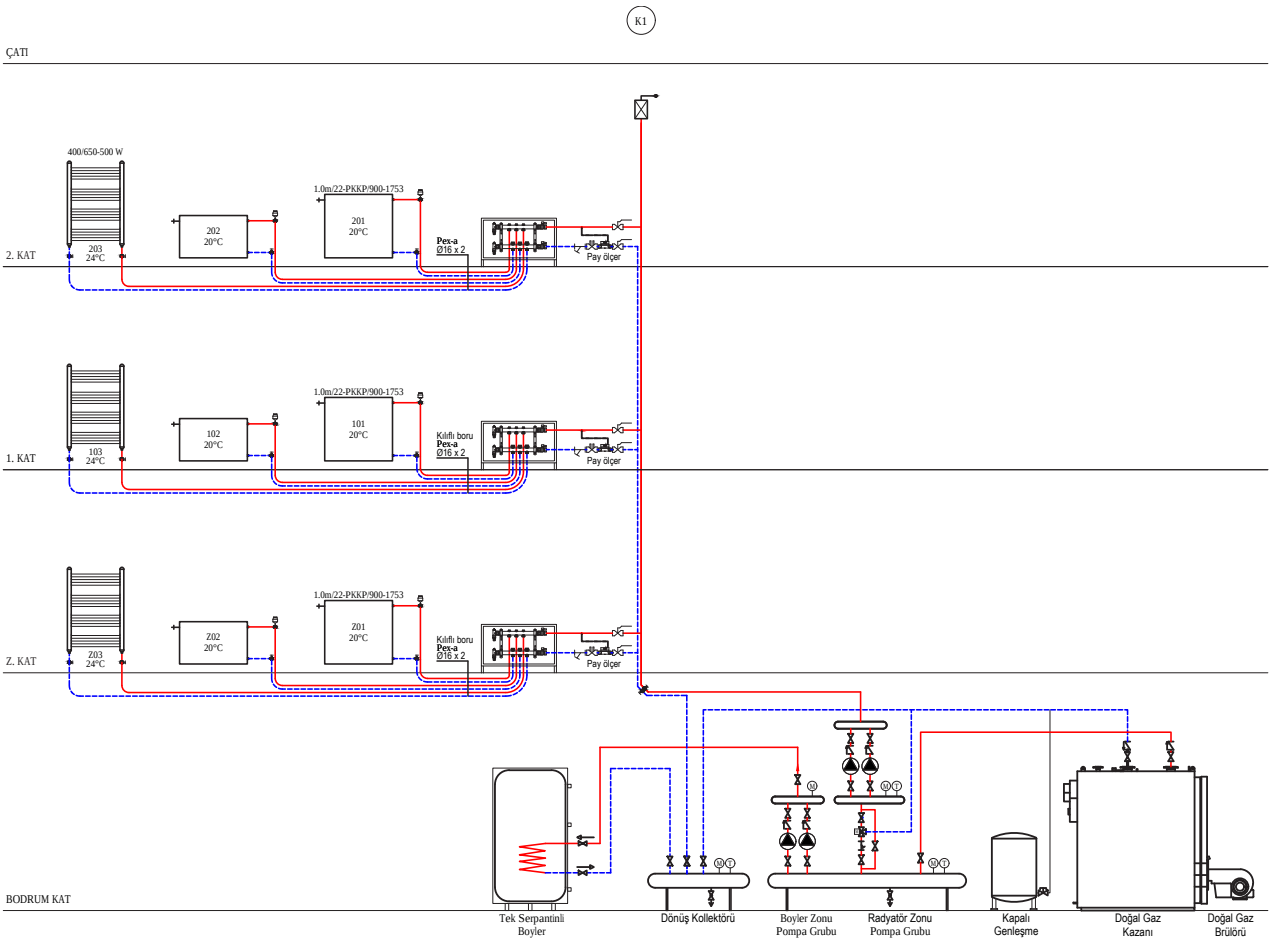
4.11. UYGULAMA

ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Amaç: Isıtma tesisatında kullanılan sembolleri çizmek.

Süre: 1 ders saati

Görsel 4.29'daki alttan dağıtmalı, alttan toplamalı, pay ölçerli, boylerli, gaz yakıtlı ısıtma tesisatı sistem şemasını çiziniz.



Görsel 4.29: Attan dağıtmalı, alttan toplamalı, mobil sistem, boylerli gaz yakıtlı ısıtma tesisatı şeması

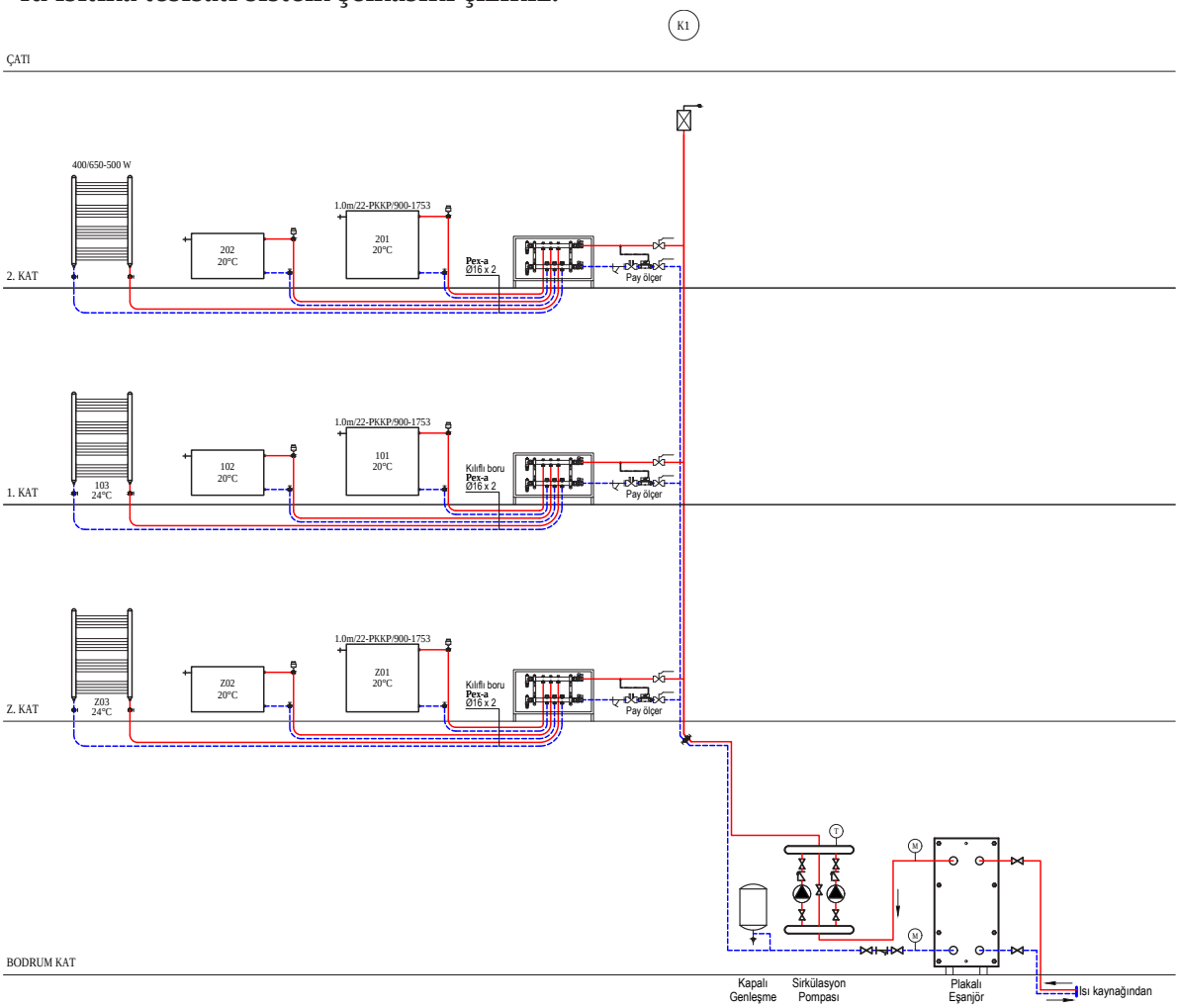
4.12. UYGULAMA

ISITMA TESİSATINDA KULLANILAN SEMBOLLER

Amaç: Isıtma tesisatında kullanılan sembolleri çizmek.

Süre: 1 ders saati

Görsel 4.30'daki alttan dağıtmalı, alttan toplamalı, pay ölçerli, plakalı ısı eşanjörlü ısıtma tesisatı sistem şemasını çiziniz.



Görsel 4.30: Attan dağıtmalı, alttan toplamalı, mobil sistem jeotermal kaynaklı ısıtma tesisatı şeması

5. ÖĞRENME BİRİMİ

ISITMA TESİSATI PROJESİ

KONULAR

5.1. MİMARİ PROJE ÇİZİMİ
5.2. ISITICI ÇİZİMİ
5.3. ISITMA TESİSATI BORU HATTI ÇİZİMİ
5.4. KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Mimari projenin ısıtma tesisatı projesinin çizilmesi için düzenlenmesi
- Mimari proje üzerine ısıtıcıların çizimi
- Mimari proje üzerine ısıtma tesisatı boru hatlarının çizimi
- Isıtma tesisatı kolon şemasının çizimi

TEMEL KAVRAMLAR

ısıl konfor
kat planı
ısıtıcı
kaskad kazan
kat borusu
kolon borusu
gidiş borusu
dönüş borusu
mobil sistem
kolon şeması

Hazırlık Çalışması

1. **Geçmişten günümüze kadar insanoğlu ısınma ihtiyacını karşılamak için hangi yöntemleri kullanmıştır? Bu yöntemleri verimlilik ve konfor yönünden günümüz ısıtma teknolojisi açısından kıyaslayınız.**
2. **Teknolojik gelişmelerin ve bilgisayar destekli proje çizimlerinin klasik elle çizimlere göre tesisat projesi çizimlerine katkıları sizce nelerdir?**

Isınma ihtiyacı, insanın vücudunun çevresiyle arasında bir **ısı dengesi** kurma ve **ısıl konfor** sağlama gereğinden doğmuştur. Isınmanın en eski şekli, ateşin bulunmasından sonra yer ocağında odun yakarak ısınma ile ortaya çıkmıştır. 10. yüzyıldan sonra açık ocak, baca ile gazın dışarı atılmasıyla kapalı ocağa dönüşmüştür. Kapalı ocaklar geliştirilerek taş ve kil sobaları ve daha sonra da 14. yüzyılda çini sobaları hâline dönüştürülmüştür. 17. yüzyılda yapılan demir sobaları daha da geliştirilerek bugünkü kullanılan tiplere kadar uzanmıştır. Yeni yapılan sobalarda görünümün yanı sıra verimli yakma da ön planda tutulmuştur. Çelik sobaların geliştirilmesine Almanya öncülük etmiştir.

Merkezî ısıtma düşüncesi ilk kez Romalılarda uygulanmıştır. Evin alt kısmındaki ocakta yakılan odun ya da odun kömürünün gazı bir kanalla duvar içindeki boşluklardan geçirilmiştir. Benzer yol 12. yüzyılda Almanya'da uygulanmıştır. Bodrumdaki bir fırında havanın ısıtılarak odalara gönderilmesi ilk kez 18. yüzyılda uygulanmıştır.

Buharlı ısıtma, 1750'li yıllarda İngiltere'de uygulanmıştır. Döküm kazan uygulaması, 1870 sonlarında Amerika'da gerçekleştirilmiştir. 1880'lerde ise Amerika, döküm radyatör kullanmaya başlamıştır. İlk dilimli kazan 1895'te mühendis Strebel tarafından geliştirilmiştir. Sonraları daha da geliştirilerek bugünkü kazan teknolojisine ulaşılmıştır. İlk şehir ısıtma tesisi, 1900'de Dresden'de yapılmıştır.

Sıcak su ile ısıtmaya 18. yüzyılda Fransa'da başlanmıştır. Almanya bu sistemi 1850'lerde kullanmaya başlamıştır. 20. yüzyıl başlarında sirkülasyon tulumbaları kullanılmaya başlanmış ve geliştirilerek bugünkü sıcak sulu pompalı ısıtma tesislerine gelinmiştir. Daha sonraki gelişmeler, verimli bir yakma ve enerji kayıplarını azaltma yönünde olmuştur. Üç yollu vana sistemleriyle donatılmış tam otomatik kazan sistemleri, işletme veriminde büyük iyileştirmeler sağlamıştır.

İnsanın çalışma veriminin ısıl konfor ile yakından ilgisi bulunmaktadır. Isıl konfor ortamının bulunmayışı (soğuk ortam, kirli hava, nemli hava vb.) insanın bedensel, zihinsel performansını da etkilemekte ve üretim faaliyetlerinin düşmesine neden olmaktadır.

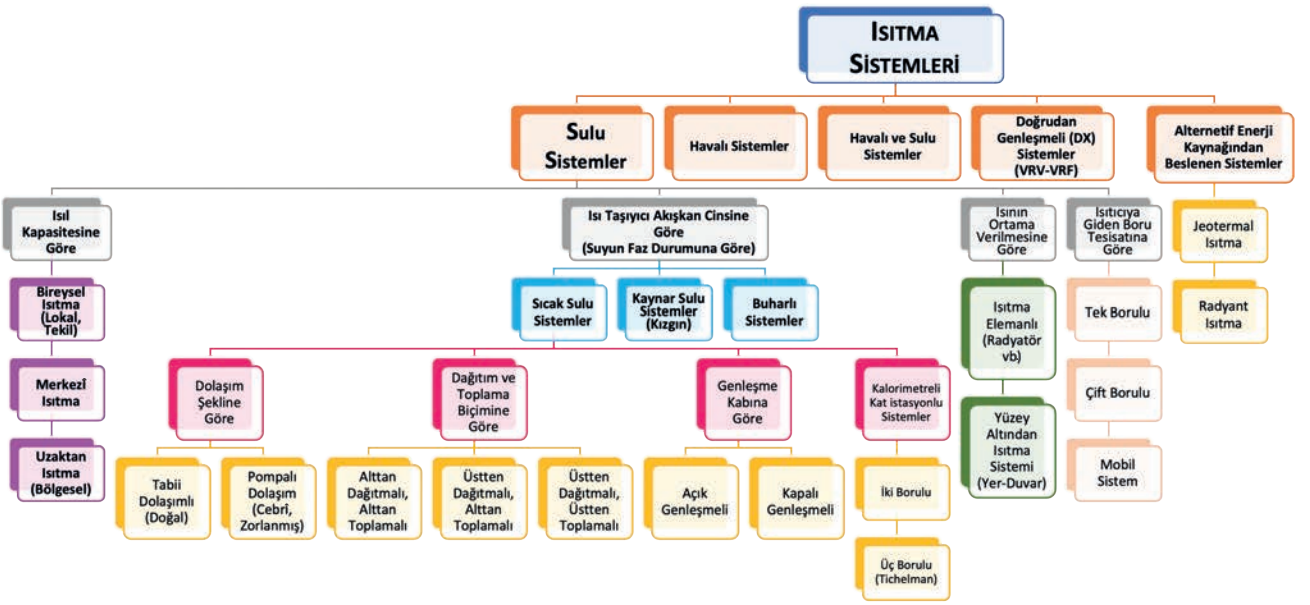
Isıtmada sistem seçimi, enerji verimliliği ve dolayısıyla enerji ekonomisi sağlanması açısından çok önemlidir. Sistem seçimi, genelde ihtiyaç duyulan kapasite ve genel kullanım şekillerine göre yapılmaktadır. Isıtma tesisatı hesaplamalarında kapasite seçimi yapılırken konforu bozmadan minimum (en az) kapasite hedeflenmelidir. Günümüzde çeşitli ısıtma sistemleri vardır (Şema 5.1). Yaygın olarak kullanılan ısıtma sistemlerini basitçe birbirinden ayırmak kolay değildir. Çoğu sistem, birbirinin içine girse de belli noktalarda farklılıklar göstermektedir.

Önceki öğrenme biriminde açıklandığı gibi toplam kullanım alanı 2.000 m²nin üzerindeki konut olarak kullanılacak yapılarda merkezî ısıtma sistemi yapılması Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre zorunludur. Bu binalar; bağımsız bölümlerin ısı sayacı kullanılmasına olanak verecek şekilde, tek kolon hattına sahip ısıtma sistemli ve ısı sayaçları (pay ölçer kalorimetre) bağımsız bölümün dışında olacak şekilde projelendirilir. Daha küçük yapılarda isteğe bağlı merkezî ısıtma yapılabilir.

Aynı şekilde Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre 2.000 m²nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar gibi konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde güneş enerjisi ile desteklenen merkezî sıhhi sıcak su (boyler) sisteminin planlanması şarttır.

Isıtma tesisatı projesi öğrenme biriminde günümüzde merkezî ısıtmada çok tercih

edilen kazan dairelerinde tek ve büyük kazan kullanımı yerine çok az yer kaplayan kaskad sistemleri, örnek mimari proje üzerinde uygulama yapılarak ilerlenecektir. Konu sonundaki uygulamalarda ise bireysel ısıtma yapılarak konunun iyi anlaşılması sağlanacaktır. Isıtma tesisatı projesi çizimine başlamadan önce mimari proje çizimi anlatılacaktır.



Şema 5.1: Isıtma sistemleri (Sıcak sulu sistemler üzerinde durulmuştur.)

5.1. MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

2000'li yılların başlarına kadar mimar tarafından aydınger kâğıtlarına rapido kalemleriyle çizilen veya onaylanan mimari projeler, ozalit kâğıdında tesisat projesi / projeleri (sıhhi tesisat, ısıtma tesisatı, klima havalandırma tesisatı vb.) çizilmesi için makine mühendisine gelirdi. Tesisat elemanı tarafından (teknisyen, tekniker, makine mühendisi) aydınger kâğıdına rapido kalemiyle mimari projeden yararlanarak vaziyet ve kat planları çizilir ve tesisat projesi hazırlanırdı.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte elle proje çizimi tarihe karışmış ve bilgisayar destekli çizim programlarıyla mimari proje hazırlanmaya başlanmıştır. Mimar, tesisat elemanına elektronik ortamda (e-posta) çizim dosyasını gönderir ve bilgisayar destekli çizim programlarıyla tesisat projeleri hazırlanır hâle gelmiştir.

Projeler, eskiden el ile yapılan çizimlerden ibaret olsa da bugün artık gelişen teknoloji sayesinde bilgisayar programlarının yardımıyla oldukça detaylı çizilir ve plotter yazıcılardan çıktıları alınarak yapı ruhsatı alınması için proje raporuyla birlikte ilçe belediyesine ruhsat veren kurumun onayına sunulur. Bilgisayar programı yardımıyla çizim yapmanın klasik çizim gereçlerini kullanmadan, hızlı, daha hassas, kaydedilerek saklanması ve istenilen ölçekte kâğıda aktarılması gibi birçok üstünlüğü vardır.

Computer Aided Drafting / Design kelimelerinin baş harfleri olan CAD'in Türkçe karşılığı, Bilgisayar Destekli Çizim / Tasarım'dır. Çizim kuralları esas alınarak farklı firmalar, birçok CAD programı geliştirilmiştir. Bunların birçoğu ülkemizde de kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; Solidworks, ArchiCAD, IntelliCAD ve AutoCAD'dir. AutoCAD programı, mühendislik alanında ülkemizde en çok tercih edileni ve kullanılanıdır.

AutoCAD, Amerika Birleşik Devletleri merkezli Autodesk firmasının 1982 yılında piyasaya sürdüğü bilgisayar destekli çizim programıdır. İlk çıktığı yıllarda Relase 1 (R1), Relase 2 (R2) gibi versiyonlarla üretilirken programın adı 2000 yılından sonra üretildiği yıl ile piyasaya sürülmeye başlanmıştır. Autodesk firması, artık her yıl yeni bir versiyon piyasaya sürmekte ve bunlara da sürüldüğü yılın ismini vermektedir (AutoCAD 2000, AutoCAD 2022 gibi).

Öğrenme biriminde ısıtma tesisatı projesinin bilgisayar destekli çizim programı ile hazırlanacağı düşünülerek devam edilmiştir.

5.1.1. Mimari Projenin Düzenlenmesi

Mimari projede vaziyet planı 1/200, kat planları 1/50 ölçeğinde çizilir. Bazen bina büyüklüğüne göre bu ölçekler değişiklik gösterebilir. Çizimlerin ölçeği olarak yaygın şekilde kullanılan ölçekler esas alınır. Bunlar 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100, 1/200, 1/500 olabilir.

Kâğıt boyutları ve ölçekler, mimari kat planları ile uyum içinde olmalıdır. Standart kâğıt ölçüleri, çıktı ayarlarını ve paftaları oluştururken önem kazanır.

Çizgi kalınlıkları ve tipleri uygun şekilde seçilmiş olmalı ve tüm projede bu çizgi kalınlıklarına uyulmalıdır. Çizgi kalınlıkları aşağıdaki gibi olmalıdır.

Isıtma gidiş-dönüş boruları: 0,3 mm

Cihazlar: 0,4-0,5 mm

Mimari proje: 0,2 mm

Kolon veya perde beton: 0,5 mm

Yazılar: 0,2 mm

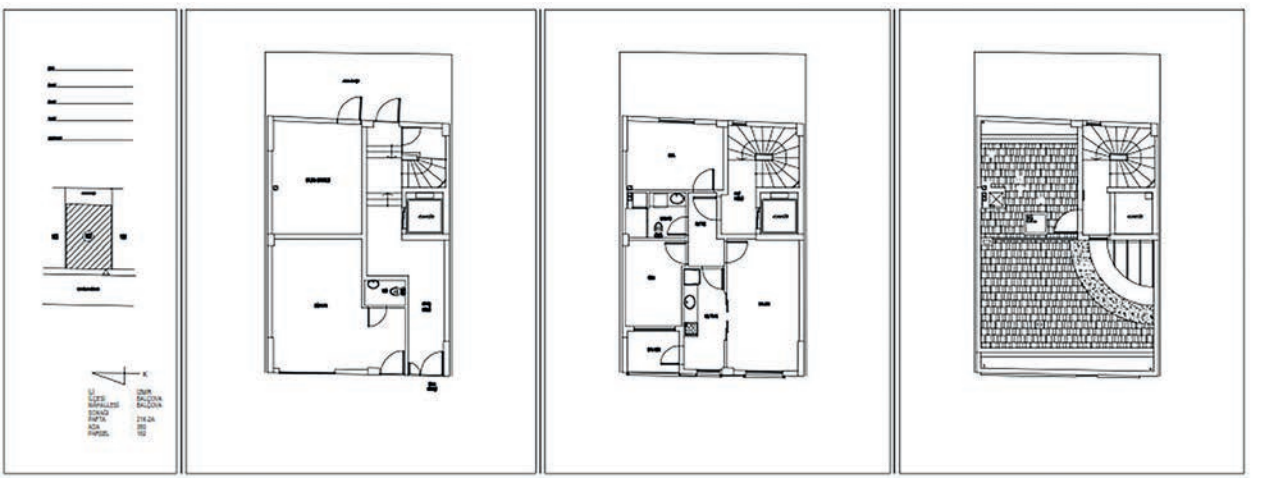
Not: Bunların dışında çizgi tipi veya kalınlığı dışında kullanım yapılacaksa lejant verilerek tanımlanmalıdır.

Mimari projeyi ilgilendiren detaylar; sıvalar, kolon taramaları, yer-zemin ve döşeme taramaları, kapı-pencere pozları (ölçüleri), tefrişler, kesit düzlem çizgileri, iç ve dış ölçülendirmeler vb. mimari ayrıntılarının (katmanların) ısıtma tesisat projesi çizilirken gösterilmesine gerek yoktur. Tüm bu ayrıntılar silindikten sonra yapı elemanlarının çizgi kalınlıklarının ayarlanması ve mimari projeye uygun kâğıt büyüklüğüne göre paftaların oluşturulması gerekir. AutoCAD programında çizgi kalınlıkları katmanlarla (layer) oluşturulur. Katmanların (mimari, cihaz, ısıtma gidiş borusu, ısıtma dönüş borusu, yazılar vs.) ayrı ayrı tanımlanması gerekir.

Örnek mimari projede bu düzenleme aşağıdaki işlem basamakları ile yapılır.

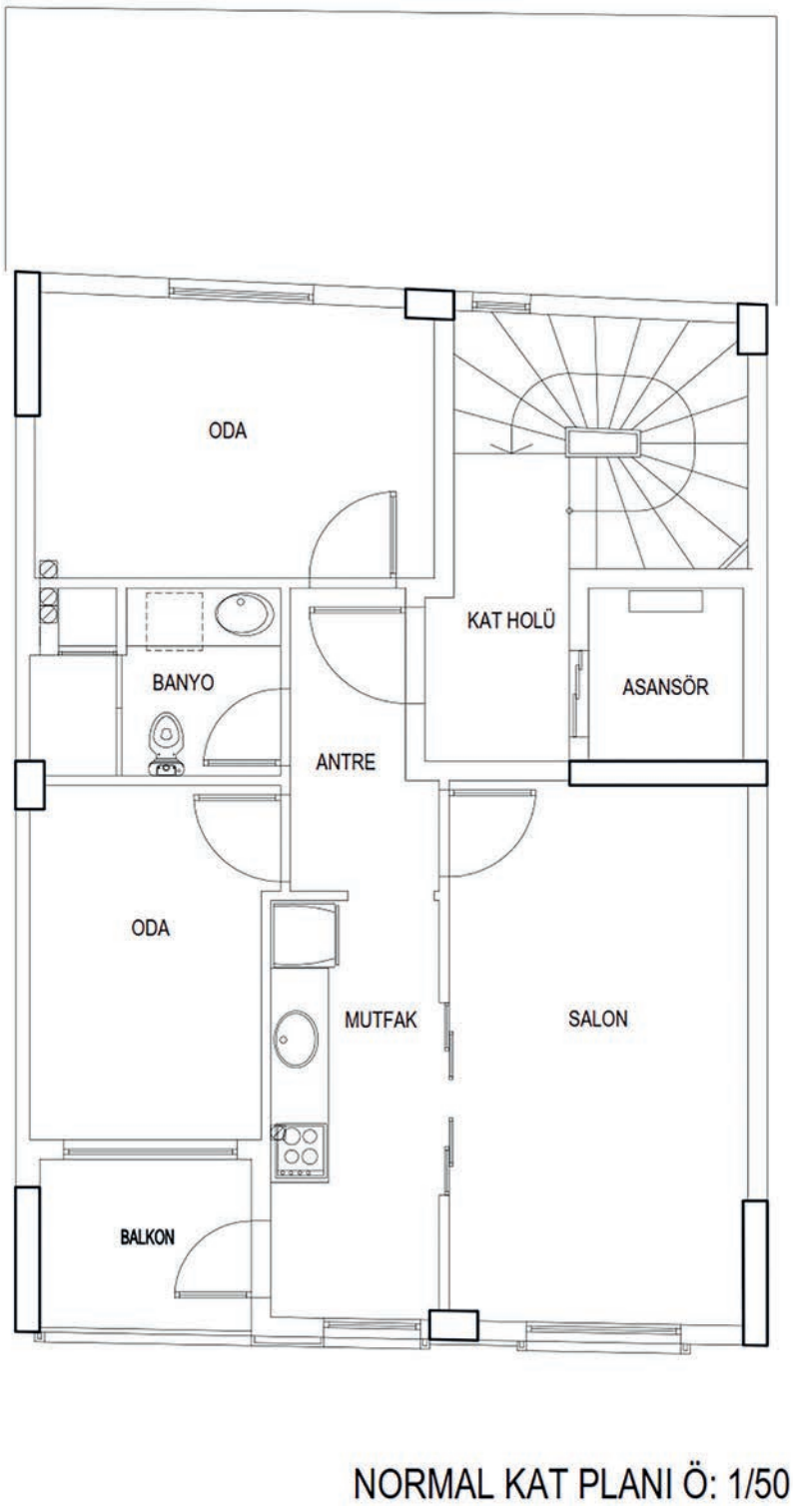
1. Çizim dosyası AutoCAD programı ile açılır.
2. Silmek istenen katman seçilip **layiso (isolate) komutu** çalıştırılır (örneğin ölçülendirme katmanı). Diğer bir yol da katmanları kapatmak olabilir. AutoCAD programında bir işlemin birden fazla yolu olabilir (Bu yollardan en uygun, en hızlı olanı seçilebilir. Bu seçim bazen zorunluluk da olabilir.).
3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümü seçilir ve **erase komutu** ile silinir.

   Seçim işlemi bazen tek tek de olabilir. Katmaların seçimi, mimarinin farklı çizim programlarında oluşturulması nedeniyle çok kolay olmayabilir. **Filter komutu** çalıştırılarak seçim işlemleri gerçekleştirilir.
4. İstenmeyen katmanlar tek tek bu şekilde silinir.
5. Mimari projede kalan katmanların çizgi kalınlığı, **layer komutu** çalıştırılarak değiştirilir (Örnekte duvar, merdiven, baca, kapı, pencere gibi yapı elemanları gözü yormayacak renkte, kalınlık 0,2 ve kolon 0,5 olarak değiştirilir.).
6. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturulur. Piyasada en çok kullanılan kâğıt yükseklikleri 60 ve 90 cm'dir. Bu işlemlerden sonra mimari proje, ısıtma tesisatı projesi çizimine hazır hâle getirilmiştir (Görsel 5.1).
7. Dosya kaydedilir ve çıkış yapılır (Çalışma esnasında ara ara kaydetme yapmak unutulmamalıdır.).



Görsel 5.1: Örnek mimari proje düzenlenmiş hâli

Kat planları üzerinde duvar, kolon, kapı, pencere, baca gibi yapı elemanlarının yanı sıra merdiven ve tesisat bacası da gösterilir. Görsel 5.2'de örnek mimari projenin düzenlenmiş hâli büyütülerek normal kat planı verilmiştir.



Görsel 5.2: Normal kat planı paftası düzenlenmiş hâli (örnek mimari proje)

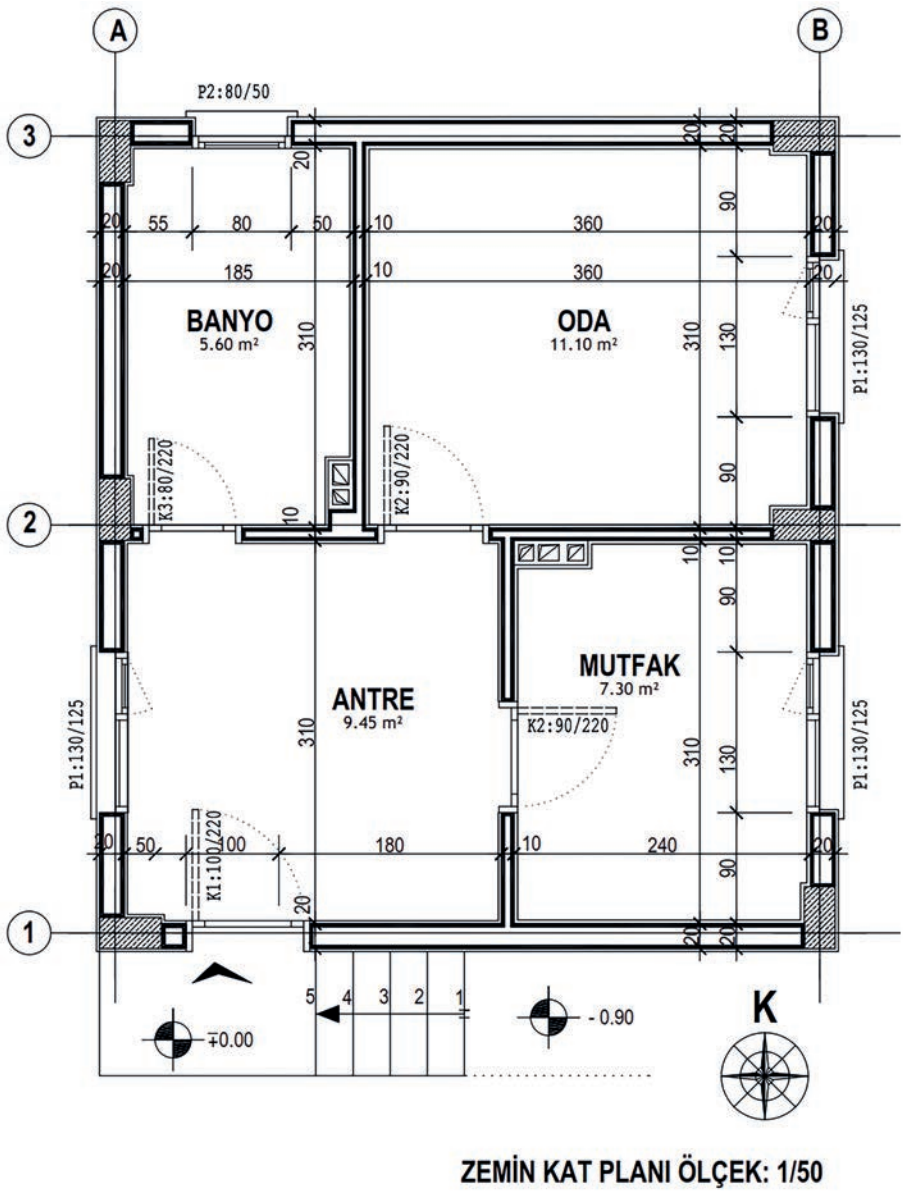
5.1. UYGULAMA

MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

Amaç: Isıtma tesisatı için mimari proje çizimini hazır hâle getirmek.

Süre: 2 ders saati

Görsel 5.3'teki İzmir ili Urla ilçesindeki çatısı teras, tek katlı bağ evinin mimari projesini (zemin kat planını) düzenleyiniz.



Görsel 5.3: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesi (Ek-1)

İşlem Basamakları

1. Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Silmek istediğiniz katmanı seçip **layiso (isolate) komutunu** çalıştırınız.
3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümünü seçiniz ve **erase komutu** ile siliniz.
4. İstenilmeyen katmanları tek tek bu şekilde siliniz.
5. Mimari projede kalan katmanların rengini ve çizgi kalınlığını **layer komutunu** çalıştırarak değiştiriniz (Kolon 0,5 diğerleri 0,2 olarak değiştirilir.).
6. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturunuz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Gereksiz katmanları siler.	30	
3.	Mahallerin adını yazar.	10	
4.	Mimari proje çizgi kalınlıklarını ayarlar.	25	
5.	Paftaları oluşturur ve çizim dosyasını kaydeder.	25	
	Toplam Puan	100	

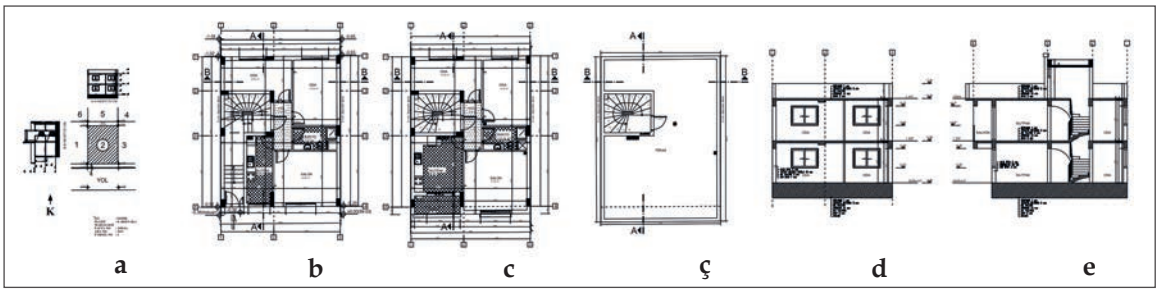
5.2. UYGULAMA

MİMARİ PROJE ÇİZİMİ

Amaç: Isıtma tesisatı için mimari proje çizimini hazır hâle getirmek.

Süre: 2 ders saati

İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki (Görsel 5.4) yapının mimari projesini (vaziyet ve kat planları) düzenleyiniz.



Görsel 5.4: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Silmek istediğiniz katmanı seçip **layiso (isolate) komutunu** çalıştırınız.
3. Komut çalıştıktan sonra çizim programı ekranında sadece seçilen katman kalır. Tümünü seçiniz ve **erase komutu** ile siliniz.
4. İstenmeyen katmanları tek tek bu şekilde siliniz.
5. Mimari projede kalan katmanların rengini ve çizgi kalınlığını **layer komutunu** çalıştırarak değiştiriniz (Kolon 0,5 diğerleri 0,2 olarak değiştirilir.).
6. Proje yatay, dikey uzunluğu ve kâğıt yüksekliğine göre paftalar oluşturunuz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	10	
2.	Gereksiz katmanları siler.	30	
3.	Mahallerin adını yazar.	10	
4.	Mimari proje çizgi kalınlıklarını ayarlar.	25	
5.	Paftaları oluşturur ve çizim dosyasını kaydeder.	25	
	Toplam Puan	100	

5.2. ISITICI ÇİZİMİ

Isıtma tesisatı proje çizimine ilk olarak mimari proje üzerinde ısıtılacak hacimlerin ısı ihtiyaçlarının belirlenmesi ile başlanır. Planda mahalin adı, numarası, sıcaklığı, ısı ihtiyacı yazılır ve ısıtıcı montaj yerleri plan üzerinde çizilerek kapasiteleri ve boyutları yazılır.

Isıtıcıların konumlarına göre kolon yerleri tespit edilerek branşmanlar çizilir. Bodrum katta ise kazan konumuna göre ana borular çizilerek kolon bağlantıları yapılır. Tüm plan görünüşleri ölçekli olarak çizilir. Bunlar bodrum kat, zemin kat ve normal kat olarak gösterilir. Bina kaç katlı olursa olsun tüm katlar aynı ise plan görünüşünde sadece bir kat çizilebilir ve bu kat planına **normal kat planı** adı verilir. Ancak her kat için ayrıntılar plan üzerinde belirtilir. Sonra sistemin kolon şeması çizilir.

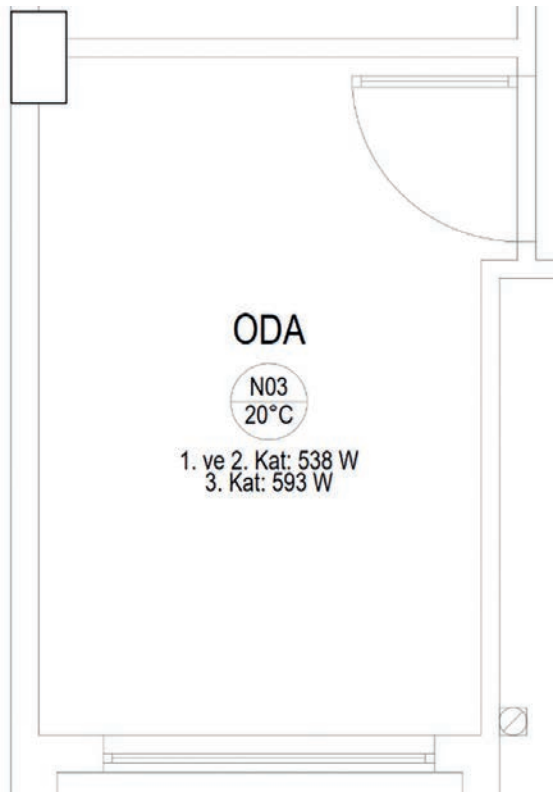
5.2.1. Isı Kaybının Yazılması

Isı kaybı yapılacak ilk mahal tespit edilir ve bu mahal başlangıç kabul edilir. Saat yönünde ilerlenerek mahallere numara verilir ve ısı kaybı tamamlanır (Görsel 5.5).

Isı kaybı yapılan yerin numarası 10 mm çaplı bir dairenin çap ekseni üstüne, sıcaklık değeri ise çap ekseni altına yazılır. Mahalin hesap sonucu ise bu dairenin altına yazılır.

Mahal yazıları 3 mm mahal numarası, sıcaklık değeri ve ısı kaybı sonucu 2 mm yazı standardı ile yazılır. Yazı yüksekliğinin seçilen ölçeğe uygun olması gerekir.

AutoCAD programında piyasada yaygın olarak kullanılan çıktı ölçeği 1/5'tir. Yani basılmış proje üzerinde 3 mm'lik bir yazı yüksekliği isteniyorsa yazı yüksekliği 15 mm olarak ayarlanır.



Görsel 5.5: Mahal bilgileri

Görsel 5.5'te "N03" numaralı mahalin normal kat planındaki yeri görülmektedir. Mahalin ortasına estetik görünecek şekilde ismi (ODA) yazıldıktan sonra 10 mm çaplı bir dairenin çap ekseni üzerine numarası (N03), çap ekseni altına ise sıcaklık değeri (20 °C) yazılır.

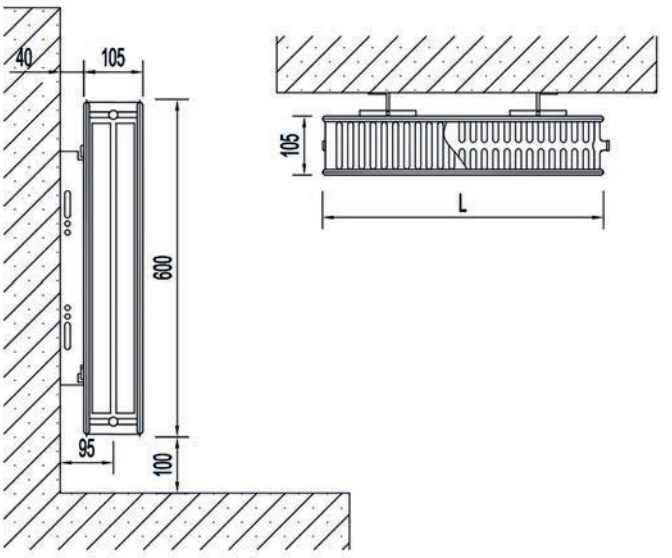
Mahalin ısı kaybı değeri ise bu dairenin altına yazılır. Normal katların aynı olduğu durumlarda kat planı tek paftada gösterilebilir. Bu durumda katların tek tek ısı kayıp değerleri yazılır. Görsel 5.5; 103 ve 203 numaralı mahalin 538 W, 303 numaralı mahalin 593 W ısı kaybı olduğunu gösterir. Buradaki 303 numara, 3. kat 3 numaralı mahalli belirtir.

5.2.2. Isıtıcıların Yerleştirilmesi

Radyatörlerde sıcak su dolaşımı ile sağlanan ısının ortam havasına geçirilmesi, ısı taşınımı (konveksiyon) ve ışınım (radyasyon) yoluyla gerçekleşir. Isı taşınımı yoluyla ısıtmada ortam havası alt kısımdaki açıklıktan radyatörün içine girer. Kanatların veya dilimlerin arasından geçerken ısınır ve yukarıya doğru yükselir. Radyatörün üst kısmından geçerek daha soğuk olan ortam havasına karışır ve ısısını ortama bırakır. Işınım yoluyla ısıtmada radyatörün ön ve arka panellerinde oluşan ısı enerjisinin ışınımla ortama iletilmesi sağlanır.

Radyatörde ısı geçişi daha çok ısı taşınımı yoluyla gerçekleşir. Bu nedenle radyatörlerin duvara yerleştirilmesinde ısı taşınımı sağlayabilmek için radyatörle zemin ve duvar arasında, radyatörün üst kısmında ortam havasının radyatörün içine rahatlıkla girebileceği ve çıkabileceği bir açıklık bırakılmalıdır. Işıma yoluyla radyatör arasındaki duvardan dış ortama kaçan ısıyı azaltmak ve radyatör verimini artırmak için duvarla radyatör arasına yalıtım tavsiye edilir.

Yukarıda açıklandığı üzere radyatörün alt kısmı ile bitmiş döşeme arasında 100 mm boşluk olmalı, duvardan uzaklığı en az 40 mm alınarak monte edilmelidir (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Panel radyatör montaj resmi (22 PKKP 600 tip)

Radyatör verimi, yerleştirme biçimi ile radyatörün niş (girinti) ile kapanma şekline de bağlıdır. Radyatörün niş ile kapanması %5 ile %15 arasında verim düşüklüğüne neden olabilir. Ancak dekoratif nedenlerle kapatılması isteniyorsa alttan soğuk havanın girmesine ve üstten ısınmış havanın çıkmasına izin verecek bir şekil düşünülmelidir. Bunun dışında radyatör önüne perde, dolap, masa türü eşya konulmamasına özen gösterilmelidir.

Mimari ve teknik açıdan radyatörlerin yerleştirilebileceği en uygun yer olarak pencere altı duvarı önerilir. Pencere altında mevcut duvar yüksekliğine uygun radyatör seçilir. Mimarlar da pencere altında boşluk bırakırken standart radyatör tiplerini göz önüne almalıdır. Zorunlu kalınmadığı sürece radyatör, pencere altı duvarından başka bir duvara yerleştirilmemelidir.

Teknik açıdan pencere altı dış duvar önüne radyatör yerleştirmek mümkün olmuyorsa radyatör, uzun ve ince tiplerden seçilerek ısı kaybı en fazla olan dış duvara paralel iç duvara yerleştirilir. Hesaplamalarda banyo, mutfak gibi hacimlerde bazen asılmasının zorunlu olduğu hâllerde radyatörlerin ısı gücünün %10 azalacağının göz önüne alınması gerekir.

Mahal ısı kaybı hesabına göre belirlenen radyatörler, soğuk alan oluşmaması için ısı kaybının en çok olduğu pencere altı duvar önlerine pencereyi ortalayacak şekilde ve penceresi olmayan veya küçük olan odalarda radyatör dış duvar önlerine yerleştirilmelidir.

Hesap sonucu belirlenen ve seçilen radyatör mahal içine yerleştirilir. Radyatörün üst kısmına radyatörün uzunluğu, radyatörün tipi ve radyatörün ısı yükü yazılır.

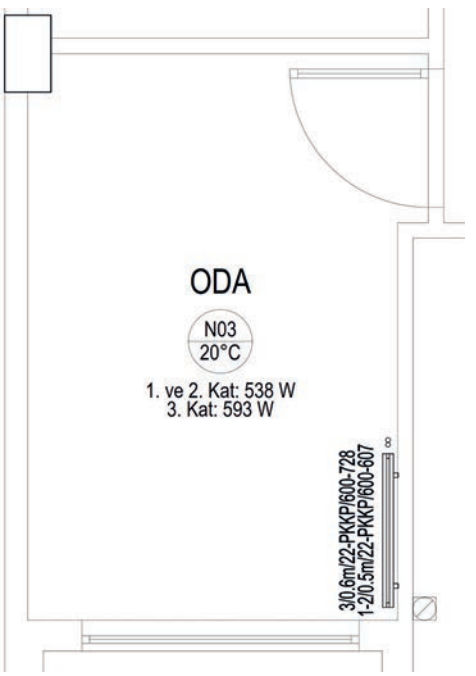
Görsel 5.1'de örnek mimari projenin düzenlenmiş hâli verilmiştir. Tablo 5.1'de örnek mimari projenin ısıtıcı ve donanımı seçim çizelgesi verilen aynı projenin ısıtıcı çizimi aşağıdaki işlem basamakları ile yapılır.

Tablo 5.1: Örnek Mimari Projenin Isıtıcı Seçim Çizelgesi

V***** **MÜHENDİSLİK**					**RADYATÖR VE DONANIMI SEÇİM ÇİZELGESİ** **İNCİ HANIM APARTMANI**														Tarih 06.09.2021
Odanın						Radyatörlerin						Donanımı							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No.	Adı	Sıcaklık	Hesap Edilen Isı Kaybı	İlave Edilen Isı Kaybı	%10 Emniyetle Hesap Edilen Isı Kaybı	Birim Verimi	Yüzey	Verimi	Cinsi		Grup	Konsol	Kelepçe	Musluk			Rakor		
														1/2"	3/4"	1"	1/2"	3/4"	1"
		°C	W	W	W	W/m²	m²	W											
ZEMİN KAT																			
Z01	DÜKKÂN	20	1461	0	1607	1214	1,40	1700	22/PKKP/600		2	4	4	2		2			
1. KAT																			
101	SALON	20	801	0	881	1214	0,80	971	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
102	MUTFAK	20	453	183	700	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
103	ODA	20	538	0	592	1214	0,50	607	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
104	BANYO	24	180	0	198	316	1,00	316	BP/400/754		1	2	2	1		1			
105	ODA	20	552	0	607	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
106	ANTRE	20	183	0	202	1214	0,40	486	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
2. KAT																			
201	SALON	20	693	0	762	1214	0,70	850	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
202	MUTFAK	20	453	183	700	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
203	ODA	20	538	0	592	1214	0,50	607	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
204	BANYO	24	132	0	145	316	1,00	316	BP/400/754		1	2	2	1		1			
205	ODA	20	552	0	607	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
206	ANTRE	20	183	0	202	1214	0,40	486	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
3. KAT																			
301	SALON	20	799	0	879	1214	0,80	971	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
302	MUTFAK	20	501	209	781	1214	0,70	850	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
303	ODA	20	593	0	652	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
304	BANYO	24	183	0	202	316	1,00	316	BP/400/754		1	2	2	1		1			
305	ODA	20	625	0	688	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
306	ANTRE	20	206	0	230	1214	0,40	486	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			

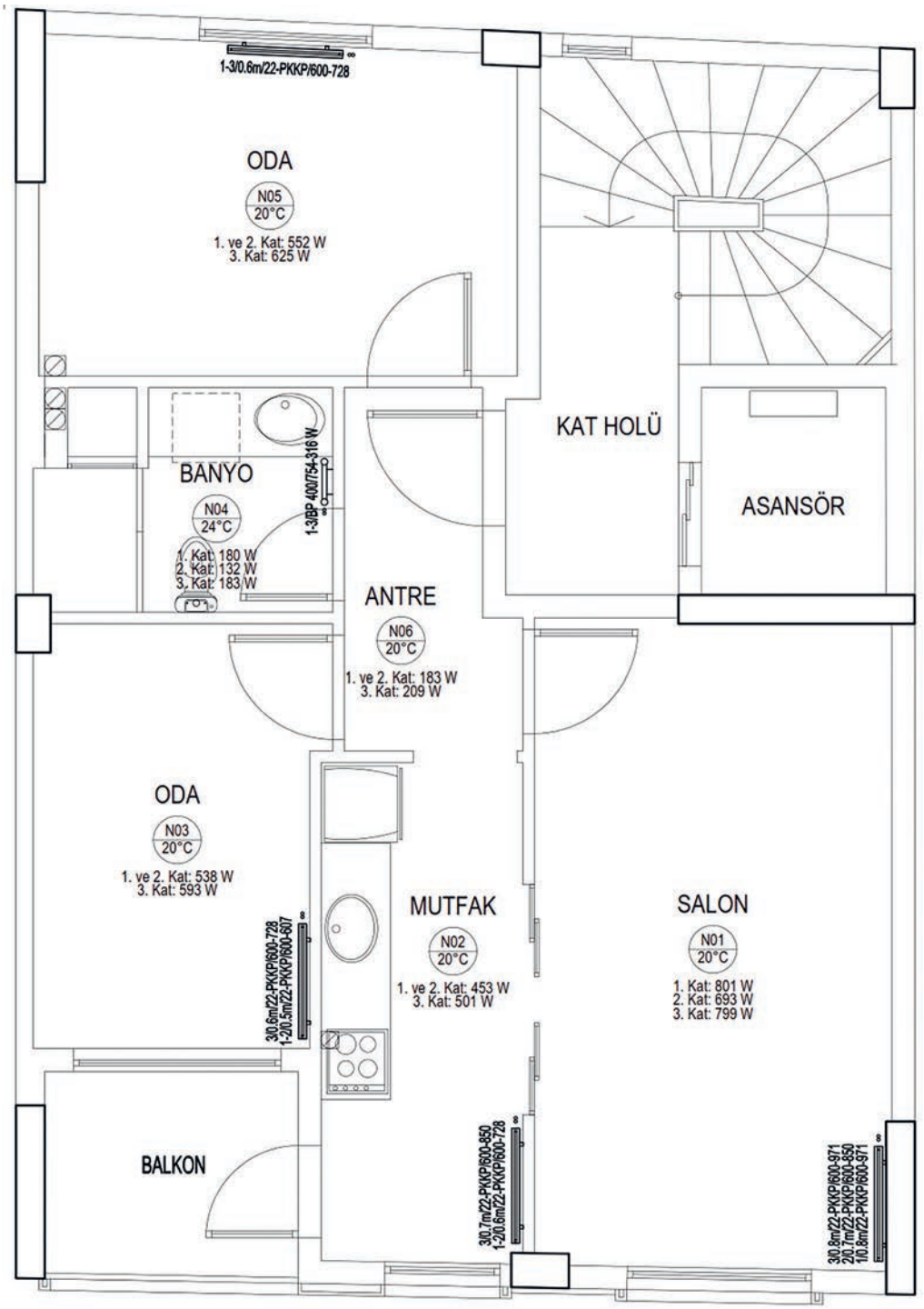
1. Mimarisi düzenlenmiş çizim dosyası AutoCAD programı ile açılır.
2. Katmanlar, **layer komutu** ile cihaz ve yazı vb. oluşturulur. Rengi, çizgi tipi ve kalınlık ayarları ayrı ayrı tanımlanır.
3. Yazı stili / stilleri **text style komutu** ile oluşturulur.
4. Mahal isimleri, numaraları, sıcaklık değeri ve mahal ısı kaybı değerleri uygun şekilde katmanda yazılır.
5. Isıtıcı sembolü çizilir veya kütüphaneden **block komutu** ile dosyaya uygun katmanda çağrılarak mahallere yerleştirilir.
6. Isıtıcılar, ısı kaybının en çok olduğu pencere altı duvar önlerine pencereyi ortalayacak şekilde bu mümkün olmuyorsa pencereye yakın dış duvara paralel iç duvara yerleştirilir.
   Mimar tarafından projede koltuk, TV ünitesi, masa, yatak, dolap gibi tefrişler varsa bunlara dikkat edilmelidir.
7. Radyatör ve donanımı seçim çizelgesinden yerleştirilen radyatöre ait uzunluk / tip / verdiği ısı miktarı yazılır.
   Normal katların aynı olduğu durumlarda kat planı tek paftada gösterilebilir. Bu durumda radyatörlerin tek tek uzunluğu / tipi / verdiği ısı miktarı yazılır.
8. Çizim dosyası kaydedilir, program kapatılır (Çalışma esnasında ara ara kaydetmek unutulmamalıdır.).

Görsel 5.7'de N03 oda mahaline yerleştirilen radyatör üzerindeki "3/0.6/22-PKKP/600/728" yazısı 22 PKKP/600 radyatörün tipini, 0,6 m radyatörün uzunluğunu, 728 ise watt cinsinden bu radyatörün verdiği ısı miktarını, en baştaki 3 ise kaçıncı kattaki radyatör bilgisi olduğunu gösterir.



Görsel 5.7: Isıtıcı bilgilerinin yazılması

Görsel 5.8'de örnek mimari projenin ısıtıcılarının yerleştirilmiş normal kat planı görülebilir. Zemin kat planı Görsel 5.18'de ısıtıcıları çizilmiş hâliyle görülecektir.



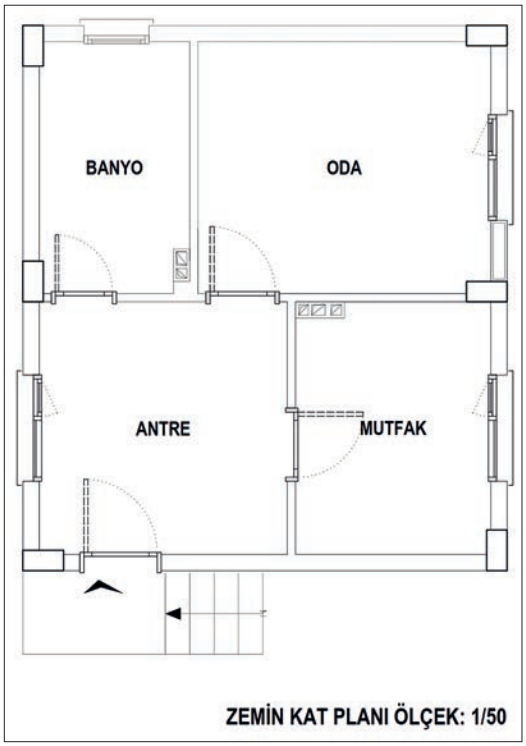
Görsel 5.8: Normal kat planı ısıtıcılarının yerleştirilmiş hâli (örnek mimari proje)

5.3. UYGULAMA

ISITICI ÇİZİMİ

Amaç: Isıtıcının çizimini yapmak.

Süre: 2 ders saati



Görsel 5.9'da düzenlenmiş hâli verilen, Tablo 5.2'de hesapları verilen ve 5.1. Uygulamada mimarisini düzenlediğiniz İzmir ili Urla ilçesindeki tek katlı bağ evinin mahal ısı kaybı değerlerini yazıp ısıtıcı çizimlerini yapınız.

Görsel 5.9: Uygulaması yapılacak tek katlı bağ evi projesinin düzenlenmiş hâli

Tablo 5.2: Tek Katlı Bağ Evi Projesinin Radyatör ve Donanımı Seçim Çizelgesi

V***** MÜHENDİSLİK					RADYATÖR VE DONANIMI SEÇİM ÇİZELGESİ BAĞ EVİ							Tarih 06.09.2021							
Odanın						Radyatörlerin						Donanımı							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No.	Adı	Sıcaklık	Hesap Edilen Isı Kaybı	İlave Edilen Isı Kaybı	%10 Emniyetle Hesap Edilen Isı Kaybı	Birim Verimi	Yüzey	Verimi	Cinsi		Grup	Konsol	Kelepçe	Musluk			Rakor		
														1/2"	3/4"	1"	1/2"	3/4"	1"
		°C	W	W	W	W/m²	m²	W											
ZEMİN KAT																			
Z01	ANTRE	20	917	0	1008	1214	0,90	1093	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
Z02	MUTFAK	20	706	0	777	1214	0,70	850	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
Z03	ODA	20	809	0	890	1214	0,80	971	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			
Z04	BANYO	24	552	0	607	1214	0,60	728	22/PKKP/600		1	2	2	1		1			

İşlem Basamakları

1. Mimarisi düzenlenmiş çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanlar, **layer komutu** ile cihaz ve yazı vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Mahal isimleri, numaraları, sıcaklık değeri ve mahal ısı kaybı değerlerini uygun şekilde katmanda yazınız.
5. Isıtıcı sembolü çiziniz veya kütüphaneden **block komutu** ile dosyanıza uygun katmanda çağırarak mahallere yerleştiriniz.
6. Isıtıcıları, ısı kaybının en çok olduğu pencere altı duvar önlerine pencereyi ortalayacak şekilde bu mümkün olmuyorsa pencereye yakın dış duvara paralel iç duvara yerleştiriniz.
7. Radyatör ve donanımı seçim çizelgesinden yerleştirilen radyatöre ait uzunluğu / tipi / verdiği ısı miktarını yazınız.
8. Çizim dosyası kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Mahal isimlerini yazar.	5	
5.	Mahal numaralarını yazar.	5	
6.	Mahal sıcaklık değerlerini yazar.	5	
7.	Mahal ısı kaybı değerlerini yazar.	5	
8.	Isıtıcıları doğru yerlere konumlandırır.	25	
9.	Isıtıcıların uzunluğunu / tipini / verdiği ısı miktarını ısıtıcı üzerine yazar.	15	
10.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
11.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
12.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

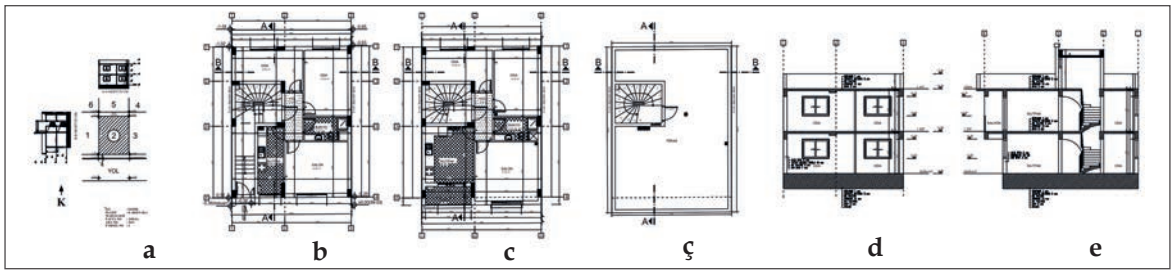
5.4. UYGULAMA

ISITICI ÇİZİMİ

Amaç: Isıtıcı çizimini yapmak.

Süre: 2 ders saati

Görsel 5.10'da verilen, dördüncü öğrenme biriminde hesaplarını yaptığınız ve 5.2. Uygulamada mimarisini düzenlediğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının mahal ısı kaybı değerlerini yazıp ısıtıcı çizimlerini yapınız.



Görsel 5.10: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız)

İşlem Basamakları

1. Mimarisi düzenlenmiş çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanlar, **layer komutu** ile cihaz ve yazı vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Yazı stilini / stillerini **text style komutu** ile oluşturunuz.
4. Mahal isimleri, numaraları, sıcaklık değeri ve mahal ısı kaybı değerlerini uygun şekilde katmanda yazınız.
5. Isıtıcı sembolü çiziniz veya kütüphaneden **block komutu** ile dosyanıza uygun katmanda çağırarak mahallere yerleştiriniz.
6. Isıtıcıları, ısı kaybının en çok olduğu pencere altı duvar önlerine pencereyi ortalayacak şekilde bu mümkün olmuyorsa pencereye yakın dış duvara paralel iç duvara yerleştiriniz.
7. Radyatör ve donanımı seçim çizelgesinden yerleştirilen radyatöre ait uzunluğu / tipi / verdiği ısı miktarını yazınız.
8. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Yazı stilini oluşturur.	5	
4.	Mahal isimlerini yazar.	5	
5.	Mahal numaralarını yazar.	5	
6.	Mahal sıcaklık değerlerini yazar.	5	
7.	Mahal ısı kaybı değerlerini yazar.	5	
8.	Isıtıcıları doğru yerlere konumlandırır.	25	
9.	Isıtıcıların uzunluğunu / tipini / verdiği ısı miktarını ısıtıcı üzerine yazar.	15	
10.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
11.	Çizimi süresinde bitirir.	10	
12.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

5.3. ISITMA TESİSATI BORU HATTI ÇİZİMİ

Yaygın olarak kullanılan ısıtma sistemlerini Şema 5.1'de sıralandığı gibi yazmanın ve anlatmanın kolay olmadığına, çoğu sistemin birbiri içine girdiğine ancak belli noktalarda farklılıkların olduğuna değinilmişti.

Sıcak sulu ısıtma tesisatı boru hattının çizimine, ısıl kapasitelerine göre de bireysel (kombi) ve merkezî ısıtmalı (pompalı, kapalı genleşme depolu, alttan dağıtmalı alttan toplamalı) sisteme birer örnek uygulama ile devam edilecektir.

5.3.1. Isıtma Tesisatında Kullanılan Borular

Isıtma tesisatlarında ısı taşıyıcı akışkanları taşımak amacıyla çelik, bakır ve plastik boru kullanılmaktadır. İlk yatırım bedeli, işletme maliyeti ve işletme şartları boru seçimini etkilemektedir. Türkiye'de genellikle çelik boru kullanımı yüksek pazar payına sahip olmakla birlikte plastik boru ve daha az miktarda bakır boru da kullanılmaktadır.

Boru malzemesi seçilirken akışkan cinsine, basıncına, sıcaklığına, borunun dış ortamına, ilk yatırım maliyetine, işletme maliyetine, yönetmeliğe ve standartlara dikkat edilir.

Sıcak sulu tesisatlarda iki cins çelik boru kullanılmaktadır. Bunlar dikişli siyah borular ve dikişsiz siyah borulardır.

Dikişli borular 3"/8"-2" arasında değişen çaptadır. Bu borular dişli birleştirmelere uygundur. Çeşitli dikişli boru üretim yöntemleri olmakla birlikte esas olarak dikişli boru, rulo veya levha hâlindeki çelik sacın boru hâlinde kıvrılıp kaynak edilmesi ile meydana gelir.

Dikişsiz borular genel olarak 40-400 mm çapında çekme çelik borulardan imal edilir. Bu borularla dişli bağlantı yapılmaz. Isıtma tesisatında kullanılan çekme çelik borular, birbirine kaynaklı ek birleştirme şekilleri ile eklenir. Dikişsiz olmaları nedeni ile yüksek sıcaklık ve basınçta kullanılabilir.

Bakır boruların korozyona dirençli olmaları ve kolay montaj gibi üstünlüklerinin yanı sıra pahalı olmaları sebebiyle Türkiye'de kullanımı yaygın değildir.

Plastik borular, daha çok basıncın ve sıcaklığın düşük olduğu bireysel ısıtma (kombi) sistemlerinde ve yerden ısıtma sistemlerinde kullanılır. Plastik borular, malzemelerine göre çeşitli tiplere ayrılır (polietilen, polipropilen vb.).

PPRC boru plastik boru, polipropilen random copolimerden imal edilir. Isıtma sistemlerinde kullanılmaktadır. 1/2"-4" değişik ölçülerde üretilir. Isıtma tesisatlarında en çok bireysel-kombili ısıtma sitemlerinde kullanılmaktadır.

Polietilen kros link boru (PE-X), son zamanlarda değişik adlar altında en çok tercih edilen ve kullanımı yaygınlaşan bir başka boru türüdür. Piyasada mobil sistem, kılıflı sistem, kollektörlü boru sistemi gibi isimlerle anılır. Polietilen ham maddeden 16, 17, 18, 20, 25, 32 mm çaplarında ve 2 mm kalınlıkta üretilir. Radyatörlü ısıtma sistemlerinde ve yerden ısıtma sistemlerinde kullanılmaktadır.

Piyasada ana dağıtım, toplama ve kolon boruları çelik boru; branşmanlar, plastik boru olarak döşenir. Borular üzerinden ısı kayıplarının sınırlandırılması açısından tesisat yalıtımları mutlaka yapılmalıdır.

Sıcaklığa bağlı olarak metal borular genleşir. Isıtma tesisatı projelendirilirken bu ısıl genleşmeler dikkate alınmalıdır. Borulardaki genleşmeyi karşılamak üzere L, Z, Ω, kompansatör gibi çeşitli esnek mesnet ve yön değiştirme elemanları kullanılır.

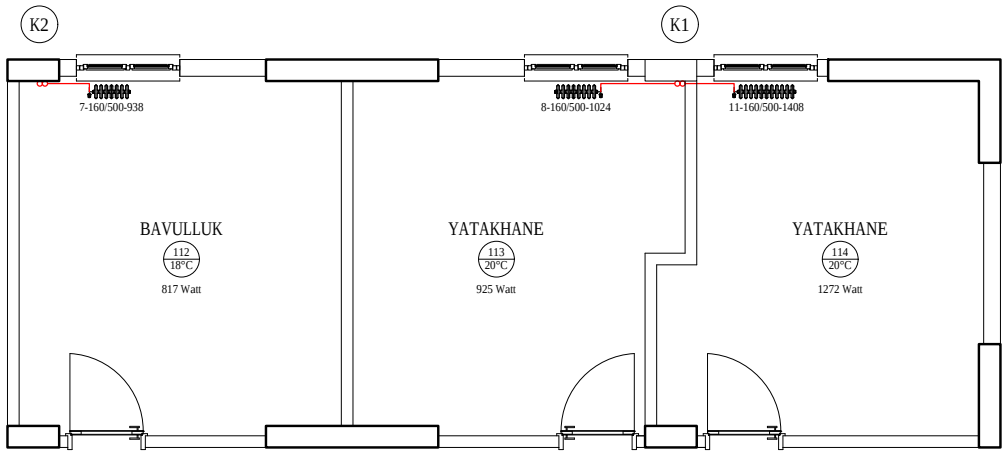
5.3.2. Isıtma Tesisatı Boru Hatları Çizimi

Isıtıcıların yerleşiminden sonra merkezî sistem ısıtmada dağıtım ve toplama şekli ne olursa olsun ilk önce kolon borularının yerleri belirlenir. Merkezî sistem klasik sistem yapılacaksa günümüzde bu sistem pek tercih edilmemekte beraber okul, resmî kurumlar gibi kullanımı tek kişiye ait yapılarda tercih edilebilir. Yine de üstün yanlarının fazla olması sebebiyle tıpkı konutlarda olduğu gibi bu tür yapılarda da tek kolon veya birden fazla kolon hattı çekilerek mobil sistem kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (Görsel 5.11).

Görsel 5.11: Mobil-kollektörlü sistem

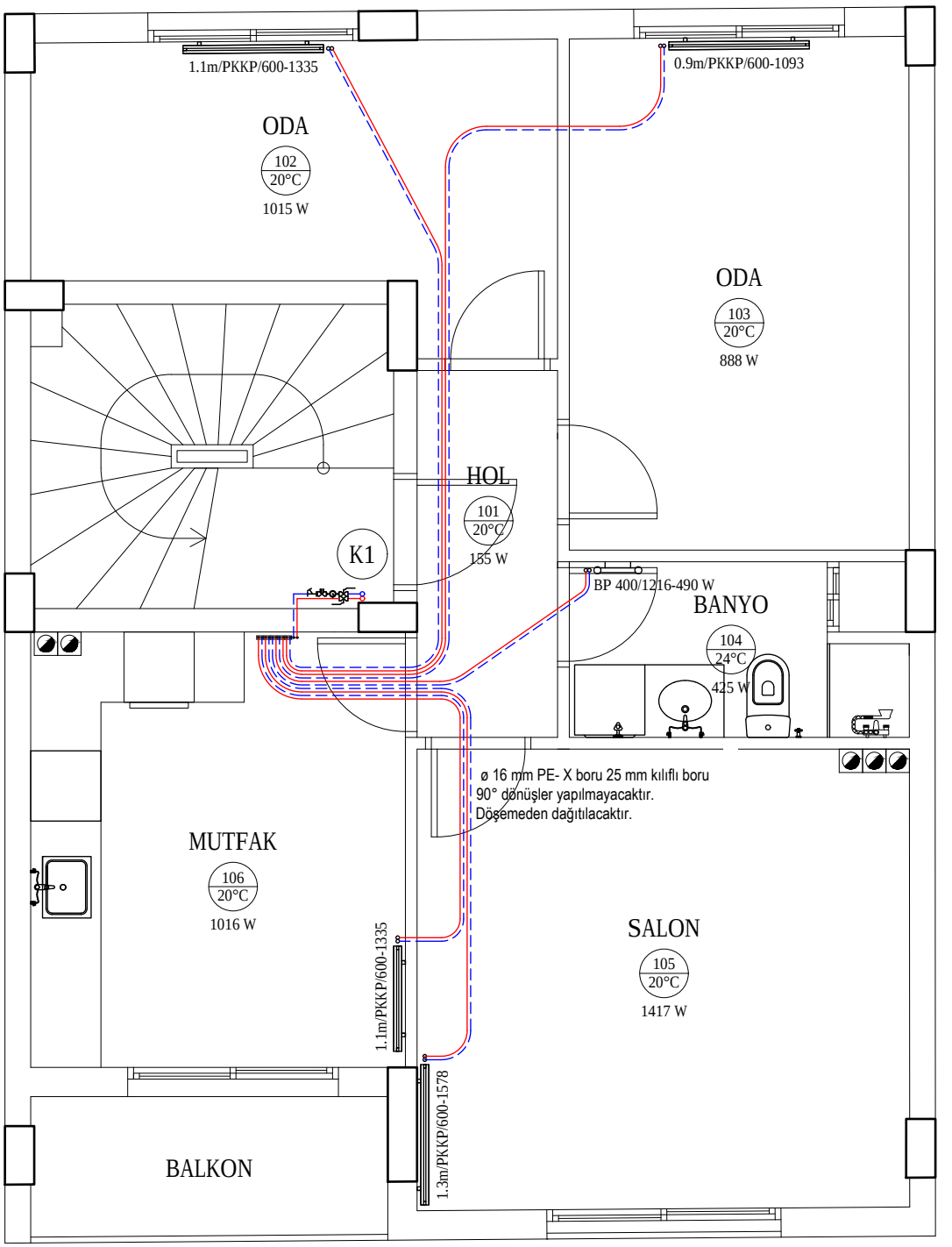
Kolon boruların yerlerini belirlerken bina taşıyıcı elemanları; kolon, kiriş ve alt katlar dikkate alınmalıdır. Kolon boruları için bazen tesisat bacası, tesisat galerisi gibi kapaklı veya kapılı yerler tasarlanmış olabilir. Kolon boruları ve pay ölçer, herkesin ulaşabileceği bir yere yerleştirilmelidir. Kolon borularının yerleri belirlendikten sonra kolon borularına daire içerisinde K1, K2 gibi numaralar verilir.

Klasik sistemlerde ısıtıcılar, kolon borularına branşmanlar ile bağlanır. Bu sistemlerde her ısıtıcı grubu veya iki ısıtıcı grubu için birer kolon hattı çizilir. Branşman borularının mümkün olduğunca kısa olması gerekir (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Klasik sistem ısıtma projesi kat planından bir bölüm

Merkezî sistem konut veya birden fazla kullanıcısı olan yapılarda pay ölçer (kalorimetre) kullanımı zorunlu olduğu için tek yapının büyüklüğüne göre birden fazla kolon hattı çekilir. Pay ölçer bağlantısı yapılır. Kollektör giriş ve çıkış bağlantıları yapılır. Kollektörden ısıtıcılara / yerden ısıtma boru gruplarına tek tek gidiş ve dönüş boruları çekilir (Görsel 5.13). Konunun anlaşılması için hatlar renkli verilmiştir.

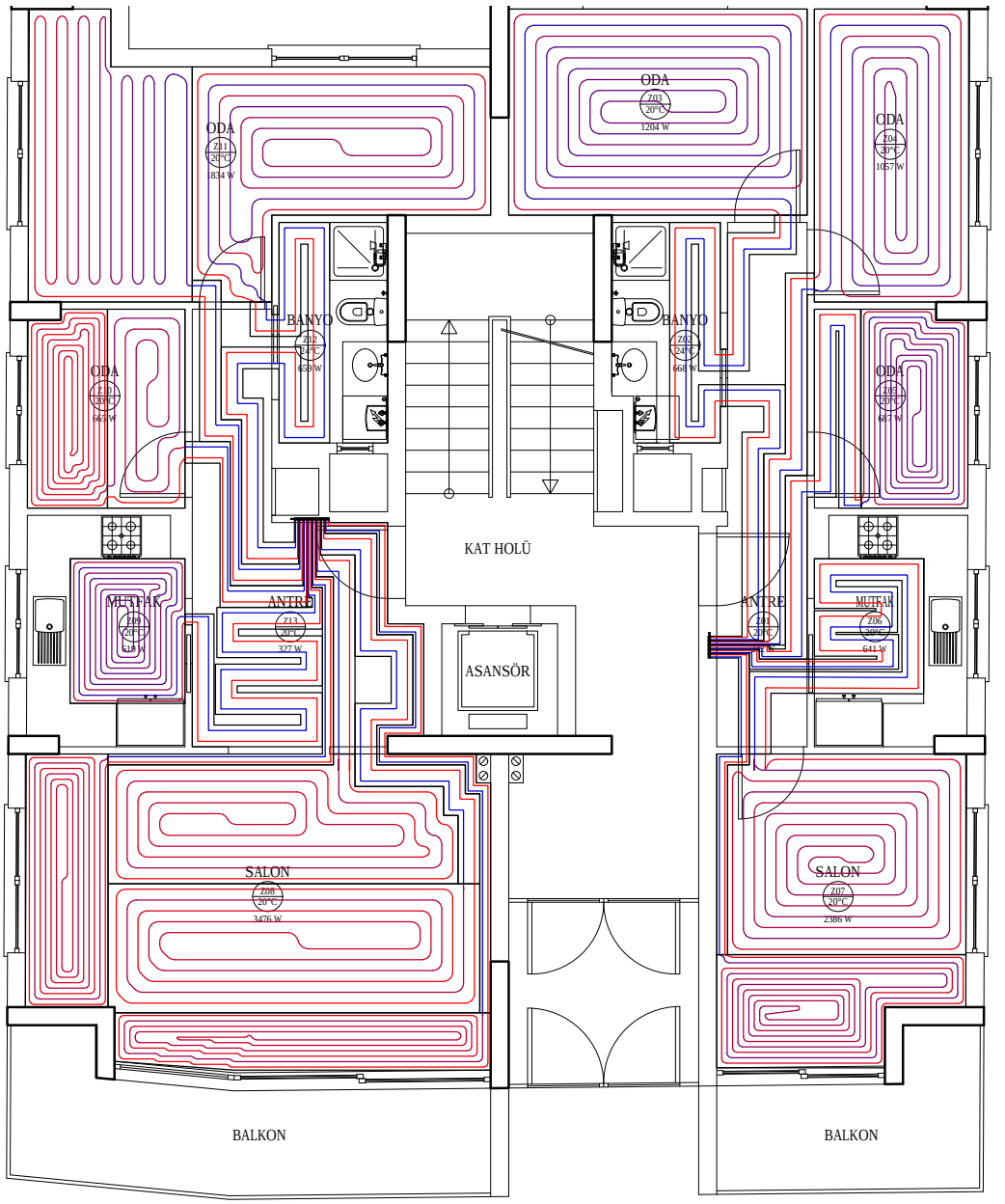


Görsel 5.13: Merkezî ısıtma projesi kat planı-mobil sistem

Mobil sistemde kollektör, merkezî bir yere monte edilir. Kollektördeki gidiş ve dönüş vana sayısı, ısıtılacak mahaldeki ısıtıcı / boru grup sayısı ile aynı olmalıdır.

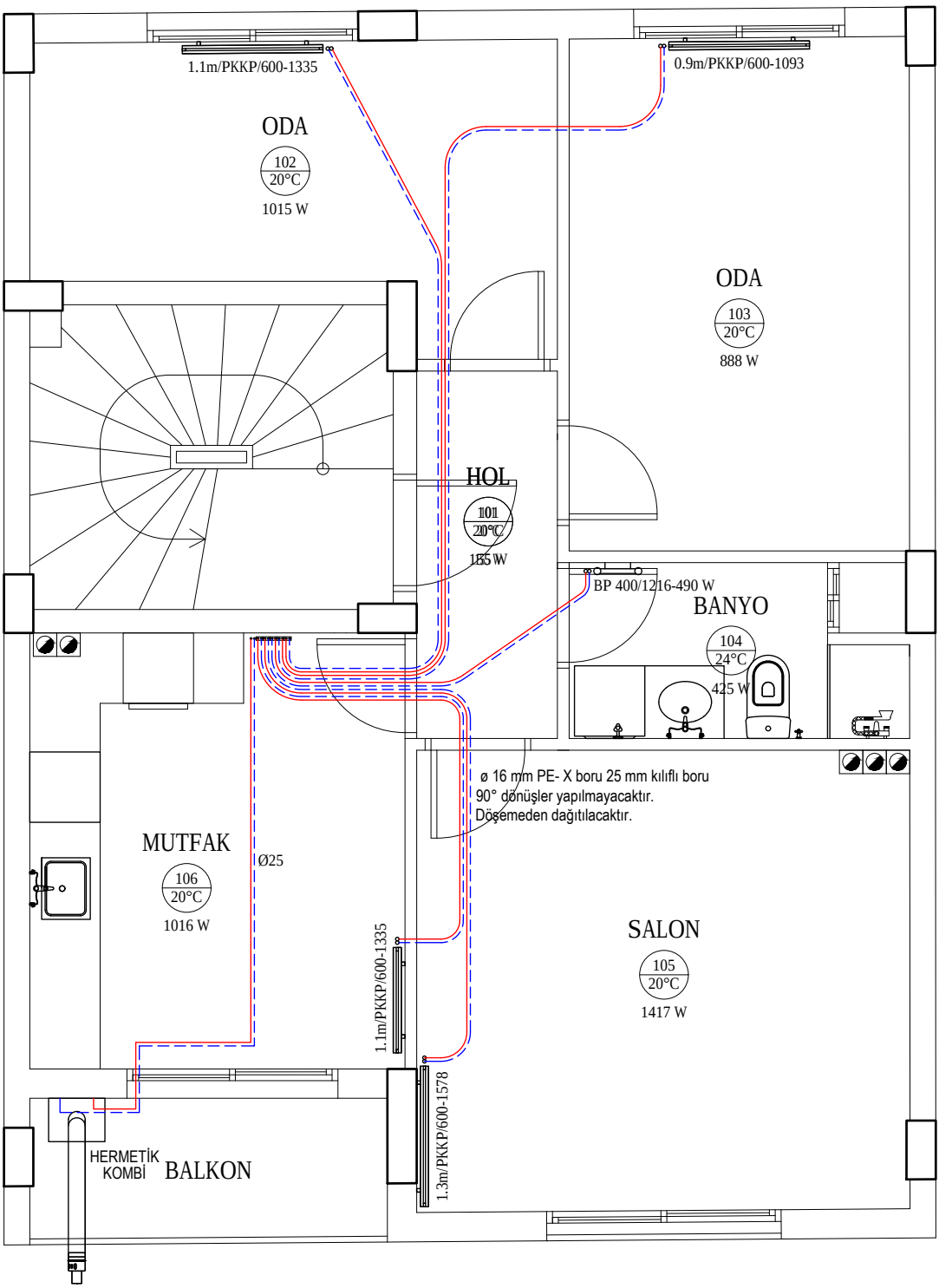
Kollektörlerden ısıtıcılara doğru en uygun yol kullanılarak gidiş ve dönüş boruları, kılıfları geçirilmek suretiyle yan yana döşenir. Borular kesinlikle birbirinin üzerinden geçirilmemeli, boru hatları mümkün olduğunca kısa olmalı ve 90°lik dönüşlerden kaçınılmalıdır.

Ana gidiş ve dönüş boruları, kazandan kolona / kolonlara doğru hava ceplerine engel olmak için yükselen eğimle tavana yakın yere döşenir. Kolon ve ana boruların üzerine çapları ve ısı yükleri yazılır. Isıtma gidiş-dönüş boruları 0,3 mm çizgi kalınlığında, gidiş boruları düz çizgi (kırmızı) ile dönüş boruları ise kesik çizgi (mavi) ile gösterilir. Tüm projede bu çizgi kalınlığına ve tiplerine uyulmalıdır. Bireysel ısıtma (kombi) sistemlerde yerden ısıtmada kollektörlü sistem (Görsel 5.14) kullanılır.

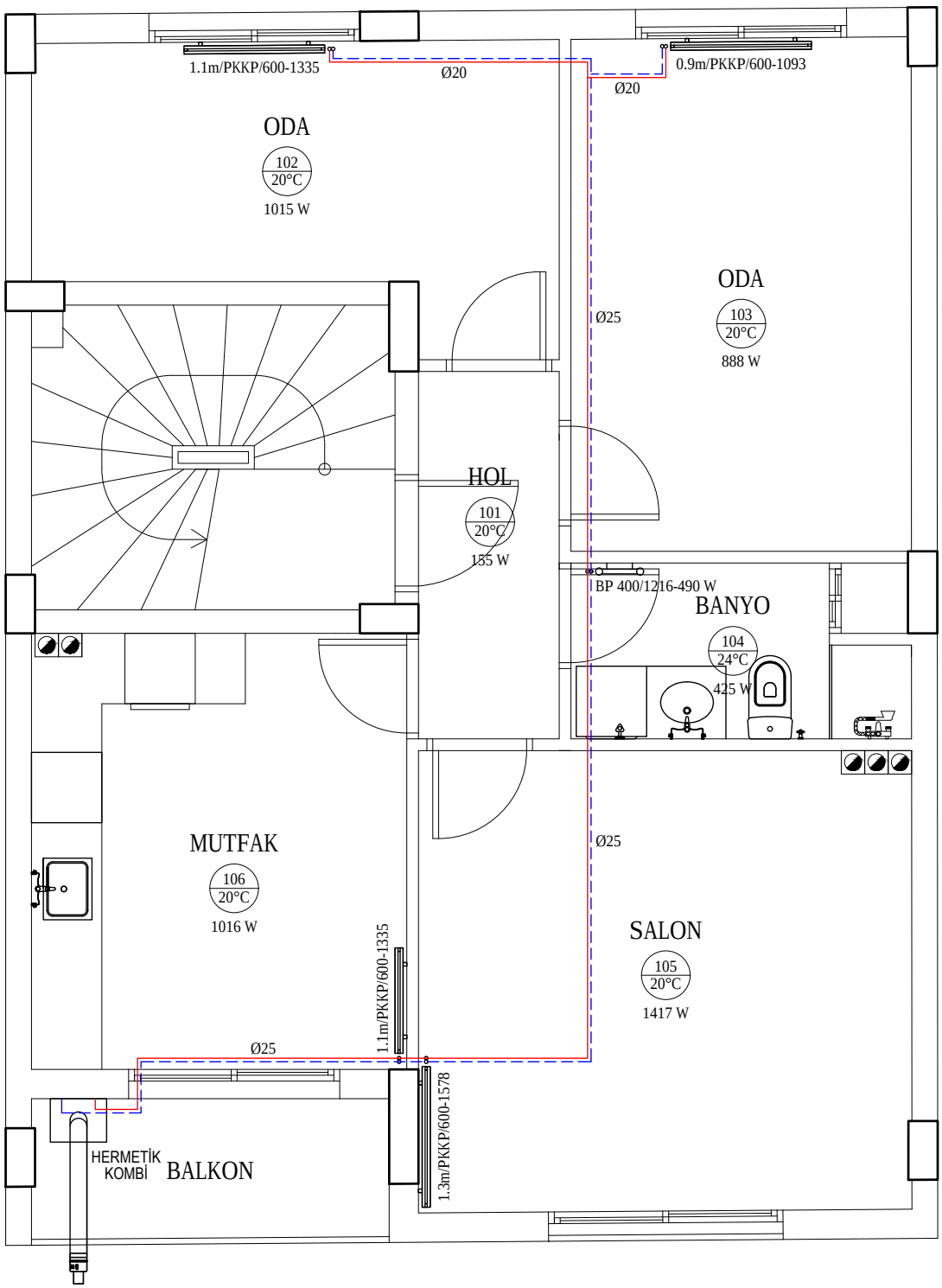


Görsel 5.14: Bireysel kombili yerden ısıtma projesi kat planı

Radyatör kullanılması hâlinde kollektörlü sistem (Görsel 5.15) veya iki borulu sistem (Görsel 5.16) kullanılabilir.



Görsel 5.15: Bireysel kombili ısıtma projesi kat planı-mobil sistem

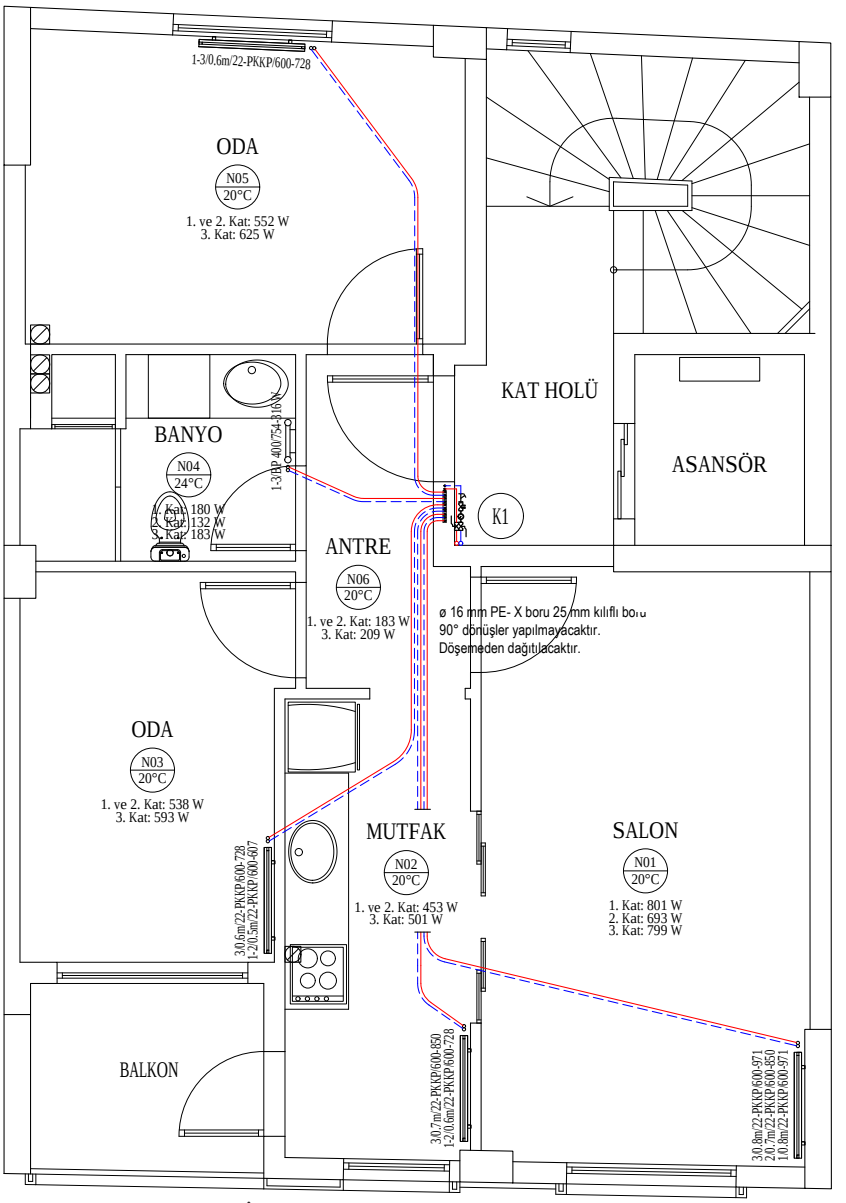


Görsel 5.16: Bireysel kombili ısıtma projesi kat planı-iki borulu sistem

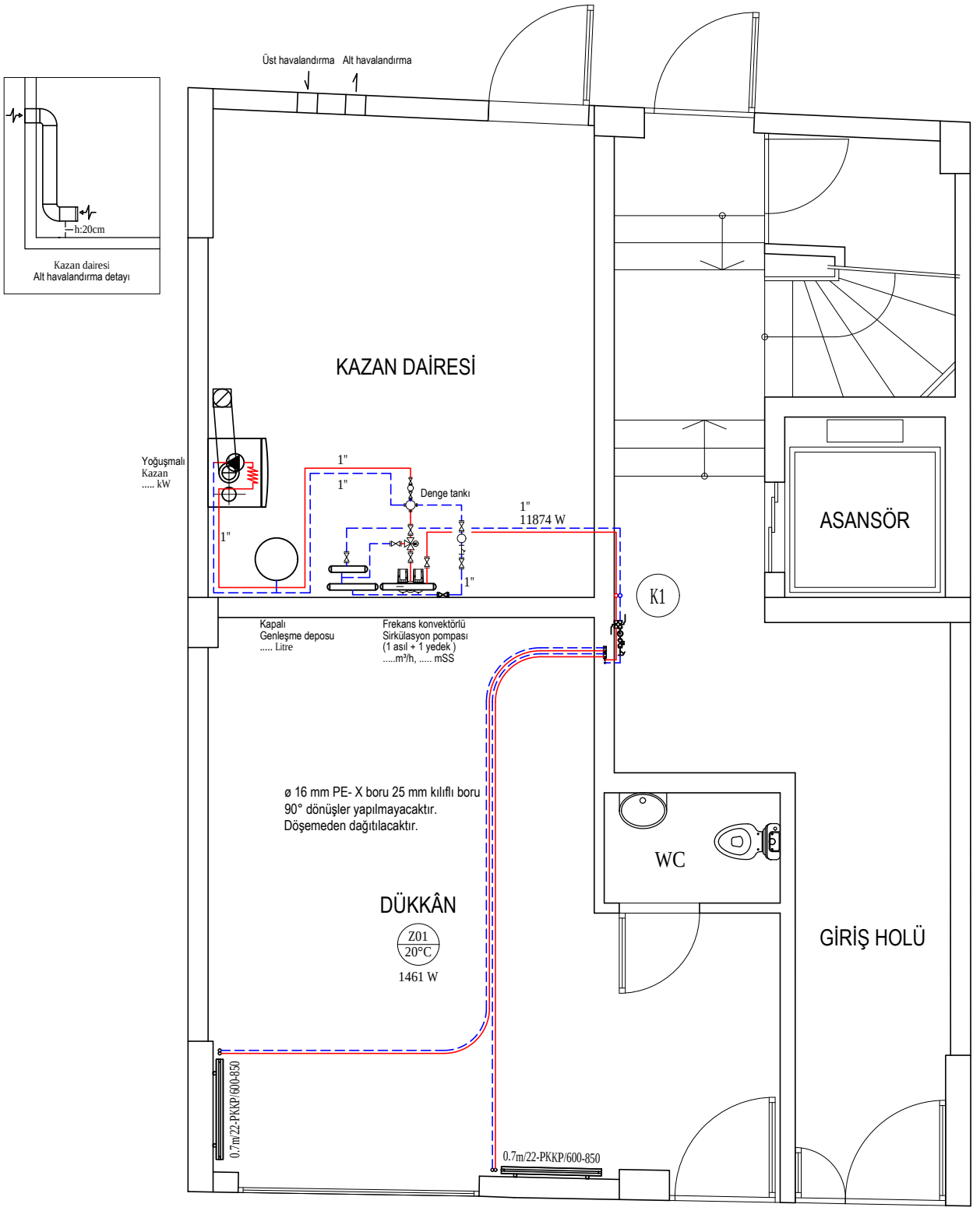
Örnek mimari proje İnci Hanım Apartmanı'nın ısıtıcıları yerleştirilen (Görsel 5.8) merkezî ısıtma yapılacak projenin ısıtma boru hatları aşağıdaki işlem basamakları ile çizilir.

1. Isıtıcıları yerleştirilmiş çizim dosyası AutoCAD programı ile açılır.
2. Katmanlar, **layer komutu** ile ısıtma gidiş, ısıtma dönüş vb. oluşturulur. Rengi, çizgi tipi ve kalınlık ayarları ayrı ayrı tanımlanır.
3. Kolon borularının yerleri tespit edilerek çizilir.
4. Kolon boruları numaralandırılır.
5. Pay ölçer sembolü, kütüphaneden **insert komutu** ile dosyaya uygun katmanda çağrılır ve yerleştirilir.
6. Kollektör sembolü, kütüphaneden **insert komutu** ile dosyaya uygun katmanda çağrılır ve yerleştirilir.
7. Kolon boruları, pay ölçer, vana, kollektör bağlantıları uygun katmanlarda çizilir.
8. Kollektörden her bir ısıtıcı için gidiş ve dönüş hatları, uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çizilir.
9. Çizim dosyası kaydedilir, program kapatılır (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.)

Görsel 5.17'de örnek mimari projenin ısıtma hatlarının çizilmiş hâli, normal kat planı; Görsel 5.18'de zemin kat planı gösterilmiştir.



Görsel 5.17: İnci Hanım Apartmanı ısıtma tesisatı projesi normal kat planı (ölçek: 1/50)



Görsel 5.18: İnci Hanım Apartmanı ısıtma tesisatı projesi zemin kat planı (ölçek: 1/50)

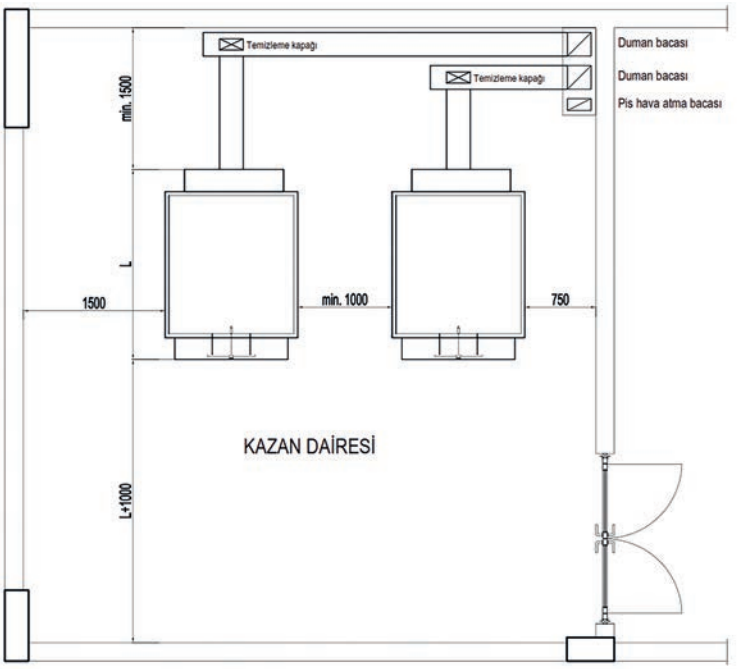
5.3.3. Kazan Dairesi Yerleşimi

Binalarda kazan dairesi (ısıtma merkezi veya teshin merkezi) yeri olarak genellikle bodrum kat seçilir. Ancak son yıllarda yüksek verimli ve daha küçük boyutlu kazanların üretilmesiyle gaz yakıtlı kazanlar, binaların çatısında da kurulabilmektedir.

Kazan etrafında bırakılacak mesafelerde kazana rahat servis verilmesi, olası bakım ve arıza için müdahalelerin rahatça yapılması göz önüne alınmalıdır.

- Kazan bacaya en kısa yoldan bağlanmalıdır.
- Kazan yan cidarının duvara uzaklığı en az 0,75 m olmalıdır.
- Kazan arka kısmından duvara olan uzaklığı en az 1,50 m olmalıdır.
- Kazan önünden duvara olan uzaklığı en az kazan boyu (L)+1,0 m olmalıdır.
- İki kazan arası 1,0 m, duvara monte edilmiş cihazlardan 0,75 m uzaklıkta ve yükseklik 1,0 m serbest kalacak şekilde düzenlenmelidir.

Kazanın çeşitli yönlerinden bırakılacak mesafenin kazanın "L" uzunluğu cinsinden boyutları, iki kazana ilişkin yerleştirme planlarının verildiği düzenleme Görsel 5.19'dadır. Tek kazan olması durumunda kazan kenarının duvardan uzaklığı için Görsel 5.19'daki değerler esas alınır.



Görsel 5.19: İki kazanın kazan dairesine yerleşimi

Yukarıda bahsedilen klasik kazan sistemlerinin yerine geçen, birbirleri ile mekanik ve elektronik olarak haberleşmeli çalışan, ihtiyaca göre sıralı devreye girerek yakıt tasarrufu sağlayan, kazan yedekleme sıkıntısının olmadığı, duvara sıra hâlde dizilip asılabilen kaskad kazan sistemleri tüm bu yer sıkıntılarını ortadan kaldırmaktadır (Görsel 5.18).

Isıtma tesisatının planı yapılırken kazanının uygun bir yere montajını düşünmek gerekir. Kazan ile baca bağlantısını sağlayan duman kanalının uzunluğu mümkün olduğu kadar kısa seçilmeli ve köşe dönüşlerden kaçınılmalıdır.

Kazan dairesindeki cihaz ve ekipmanların montajı, demontajı ve bakımı kolayca yapılabilecek şekilde yerleşim tasarımı yapılmalıdır.

Kazan, yakıt tankı ve boyler oturma yüzeyine betondan kaide yapılmalıdır. Kazan dairesini olası su basmasında ya da kazan dairesinin temizliğinde cihazlar zarar görmemelidir. Kazan dairesinin uygun bir yerine akan veya sızan suların tahliyesi için ızgaralı gider ve gerekirse pis su çukuru (en az 0,25 m^3), pis su pompası ve tesisatı tasarlanmalıdır. Kazan ve tesisatın güvenliğini sağlamak için termometre, hidrometre, doldurma boşaltma muslukları, kazan termostatı vb. kullanılır.

Kazan dairelerinin ısıtma gücü 150.000 kcal/h'a kadar en az bir, 150.000 kcal/h ve daha fazlası için en az iki yangına dayanıklı çıkış kapısı bulunmalıdır. Kapılardan biri doğrudan doğruya kesinlikle bina dışına ve dışarıya doğru açılmalıdır. Sıvı yakıtlı sistemlerde yakıt tankı ile kazan dairesi, yangına 120 dk. dayanıklı bir bölme ile ayrılmalıdır.

Isınma merkezinde yakıt türüne göre gereken temiz havanın elde edilmesi ve egzoz havasının atılabilmesi için havalandırma sağlanmalıdır. Alt havalandırma, yanma için gerekli taze havanın temini; üst havalandırma ise kazan dairesine sızması muhtemel doğal gaz veya atık gazlarının tahliyesi için gereklidir. Havalandırmalar, doğal veya cebrî olarak yapılabilir. Temiz hava giriş bacası ağzının zemin düzeyinde, pis hava atma bacası ağzının ise tavan düzeyinde olması sağlanmalıdır.

Sıcak sulu ısıtma tesisatında kazan dairesinin uygun bir yerinde gidiş ve dönüş kollektörü düzenlenir. Kollektörler; projede verilen ölçülere uygun, flanş, vana ve pompalarının değişimi için sökülebilir biçimde yapılmalıdır. Sirkülasyon pompaları, gidiş kollektörü üzerinde olmalı ve arıza yapabileceği düşünülerek tesisata biri yedek olmak üzere toplam iki adet pompa bağlanmalıdır. İki pompa için ayrı hat ve pompaların devre dışı kalabilmelerini sağlamak için giriş ve çıkışlarına vana, her pompanın çıkışlarına çek valf monte edilmelidir.

Sıcak sulu tesisat için yerleştirilen kazanla kollektör birbirine bağlanır. Pompanın bulunduğu gidiş kollektöründen çıkan ana dağıtım boruları ile kollektöre dönüş yapan borular, bir gidiş ve bir dönüş olacak şekilde yan yana döşenir.

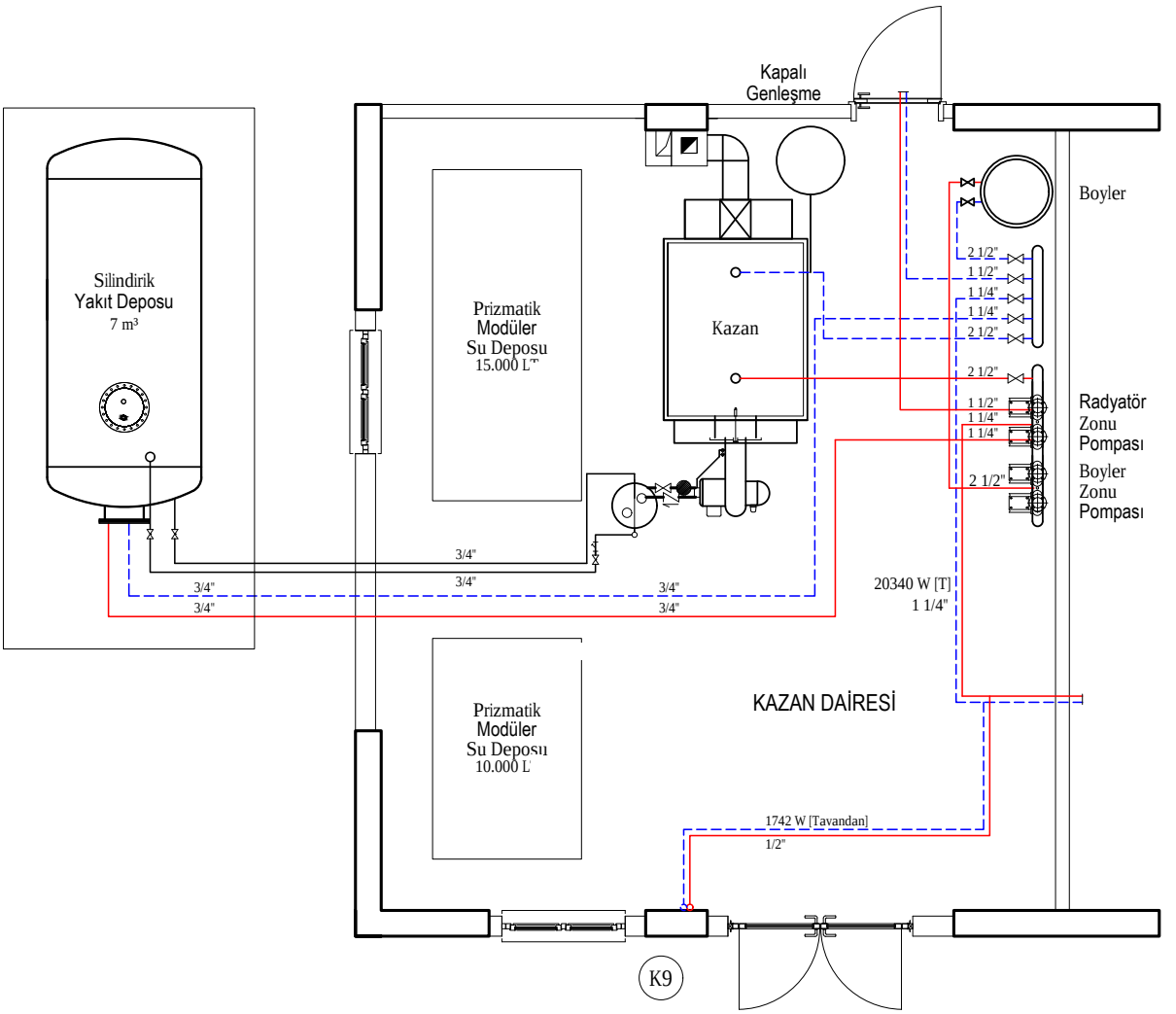
Pompalar; bir asıl ve arıza durumunda bir adet yedek pompanın çalışması, bir adet elektrik kesintisinde pompalar devre dışı kalacağından direkt tabi sirkülasyonlu olarak çalışmasını sağlayarak sistemi emniyetli hâle getirir.

Kazan, boyler ve sıcak su tesisat boruları izole edilmelidir. Kalorifer kazanı, boru ve tesisat armatürleri çizgi kalınlıkları ve tiplerine uyulmalıdır. Kazan dairesi planı, detay olarak 1/20 ölçekte detay çizimi verilir. AutoCAD ortamında ölçek değişiminde çizgi kalınlık ve tip ayarlarının yapılması gerektiği unutulmamalıdır. Kazan dairesi kat planları ısıtma boru hatları çizildikten sonra vaziyet planı düzenlenir ve kolon şemasına geçilir.

Binanın büyüklüğüne bağlı olarak 1/200 ölçekli plan ve kat sayısını belirten kesit çizilmesi gerekmektedir. Vaziyet planlarında kuzey yönü belirtilmelidir. Vaziyet planı çizgi kalınlığı 0,2 mm olmalıdır. Yazı standart yüksekliği 3 mm olmalıdır.

Vaziyet planında birden fazla yapı olması durumunda ve kalorifer tesisatı merkezî sistem olarak tasarlanacaksa bloklar arası sıcak su tesisat bağlantısı ve kazan dairesi yeri gösterilir.

Görsel 5.20'de sıvı yakıtlı kazan ile sıcak su hazırlama tesisatı görülmektedir. Burada kazandan elde edilen sıcak su, serpantin borularının içinde devrini tamamlarken ısısını boyler içindeki soğuk suya bırakır. Burada meydana gelen ısı alışverişi sayesinde boyler gövdesi içindeki su kütlesi ısınmaya başlayacaktır. Boyler üzerinde termometre gövde içindeki suyun sıcaklığını ölçmesi ve boyler içinde meydana gelen artı basınçları tahliye etmesi için emniyet ventili bulunması gerekir.



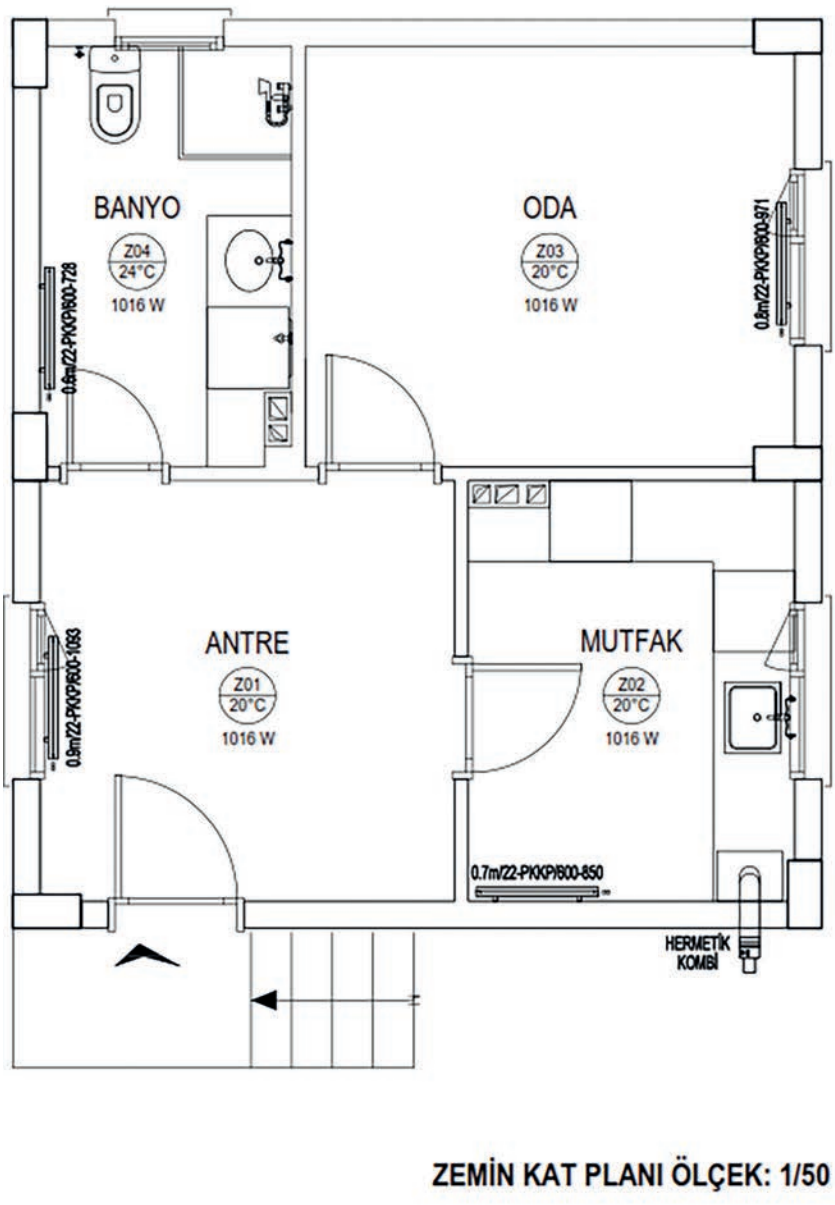
Görsel 5.20: Sıvı yakıtlı kazan dairesi planı

5.5. UYGULAMA

ISITMA TESİSATI BORU HATTI ÇİZİMİ

Amaç: Isıtma tesisatı boru hatlarını çizmek.
Süre: 2 ders saati

Görsel 5.21'de verilen ve 5.3. Uygulamada ısıtıcılarını yerleştirdiğiniz İzmir ili Urla ilçesindeki tek katlı bağ evinin kombi tesisatını iki borulu olarak çiziniz.



Görsel 5.21: Uygulaması yapılacak ısıtıcıları yerleştirilmiş tek katlı bağ evi projesi

İşlem Basamakları

1. Isıtıcıları yerleştirilmiş çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanlar, **layer komutu** ile ısıtma gidiş, ısıtma dönüş vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Kombi yerini tespit ederek çiziniz veya sembolü kütüphaneden **insert komutu** ile dosyanıza uygun katmanda çağırarak yerleştiriniz.
4. Kombiden ısıtıcıların gidiş ve kombiye dönüş hattını uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
5. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Isıtıcıları yerleştirilen çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Kombiyi uygun yere çizer.	10	
4.	Kombiden ısı gidiş hatlarını ısıtıcılara doğru çizer.	20	
5.	Isıtıcılardan ısı dönüş hatlarını kombiye doğru çizer.	20	
6.	Kombi ve ısıtıcı hatlarını doğru çizer.	10	
7.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	10	
8.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
9.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
10.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

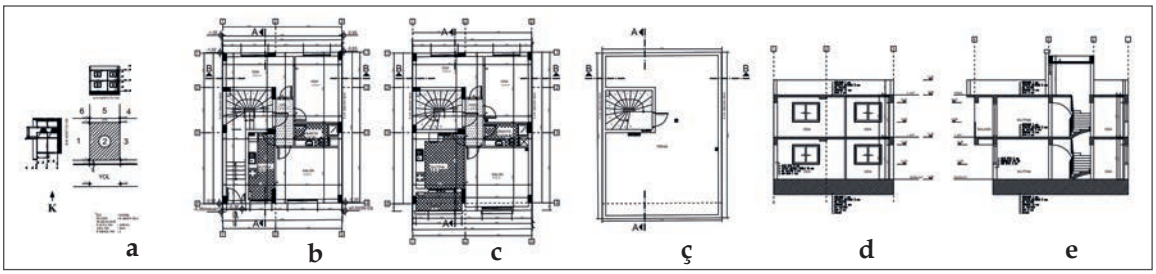
5.6. UYGULAMA

ISITMA TESİSATI BORU HATTI ÇİZİMİ

Amaç: Isıtma tesisatı boru hatlarını çizmek.

Süre: 2 ders saati

Görsel 5.22'de verilen ve 5.4. Uygulamada ısıtıcılarını yerleştirdiğiniz İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının kombi tesisatını mobil sistemle çiziniz.



Görsel 5.22: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Isıtıcıları yerleştirilmiş çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Katmanlar, **layer komutu** ile ısıtma gidiş, ısıtma dönüş vb. oluşturunuz. Renk, çizgi tipi ve kalınlık ayarlarını ayrı ayrı tanımlayınız.
3. Kombi yerini tespit ederek çiziniz veya sembolü kütüphaneden **insert komutu** ile dosyanıza uygun katmanda çağırarak yerleştiriniz.
4. Kollektör yerini tespit ederek çiziniz veya sembolü kütüphaneden **insert komutu** ile dosyanıza uygun katmanda çağırarak yerleştiriniz.
5. Kombi kollektör bağlantılarını uygun katmanlarda çiziniz.
6. Kollektörden her bir ısıtıcı için gidiş ve dönüş hatlarını uygun katmanlarda **draw** ve **modify menüsü komutları** ile çiziniz.
7. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Isıtıcıları yerleştirilen çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	5	
2.	Katmanları oluşturur (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını ayarlar.).	5	
3.	Kombi ve kollektörü uygun yere çizer.	10	
4.	Kollektörden ısı gidiş hatlarını ısıtıcılara doğru çizer.	20	
5.	Isıtıcılardan ısı dönüş hatlarını kollektöre doğru çizer.	20	
6.	Kombi ile kollektör bağlantılarını doğru çizer.	10	
7.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	10	
8.	Oluşturulan katmanları kullanır (Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.).	10	
9.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
10.	Çizim dosyasını kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

5.4. KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

Projelerde plan görünüşleri, üstten görünüşle ilgili ayrıntıları içerir. Plan görünüşünde çizilen tesisat malzemelerinin ve tüm boruların ön görünüş olarak gösterilmesine **kolon şeması** adı verilir. Diğer bir tanımla tesisatı oluşturan kazan, kollektör, boru, vana, ısıtıcı, genleşme deposu ile diğer donanım ve armatürlerin tümünün düşey görünüşünü iki boyutlu gösteren resme **kolon şeması** denir.

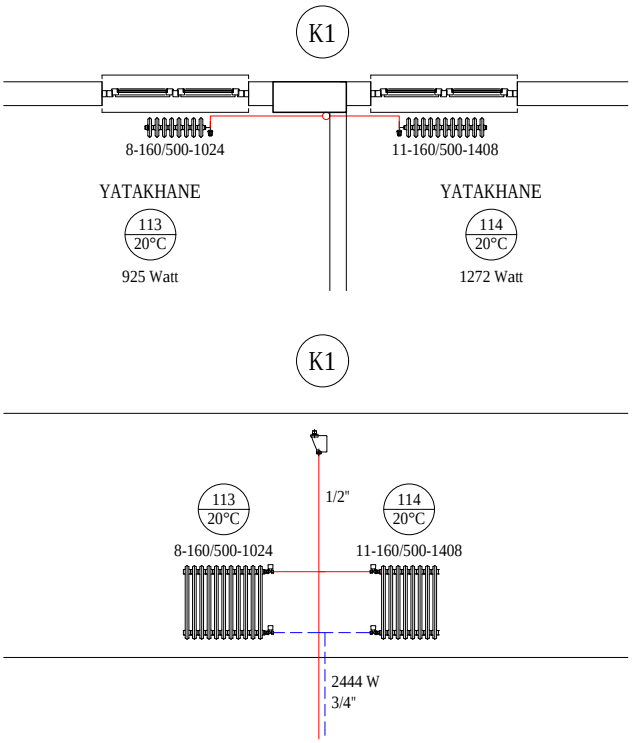
Kolon şemasında düşey ölçüler kat planı ölçeğinde olup eğimli olarak çizilen borular ölçeksiz olarak çizilir. Yükseklikleri farklı olan radyatörler değişik yükseklikte gösterilir.

Kolon şemasında kolon boruları, ana dağıtım boruları ve bağlantı borularının uç malzemelerinin kolonlara nasıl bağlandığını görmek mümkündür. Sadece plan görünüşü ya da sadece kolon şeması ile bir proje ifade edilemez. Mutlaka ikisinin de çizilmesi gerekir.

Kolon şemasını çizerken plan görünüşünden yararlanılır. Bodrum kat, zemin kat ve bina kaç katlı ise o kadar normal kat çizimi yapılır. Sıra ile numara verilen kolonlar, kazana veya kombiye doğru çizilir. Bu noktada kazan, kollektör bağlantıları, genleşme deposu, gidiş-dönüş emniyet boruları, haberci borusu ve tüm tesisat elemanları çizilir.

Kolon şemasında radyatör üstüne radyatör uzunluğu / tipi / verdiği ısı miktarı yazılır. Radyatörün ortası üzerine mahal numarası, ortası altına sıcaklık değeri yazılır (Görsel 5.23).

Planda ve kolon şemasında radyatör ölçüleri, kazan, genleşme deposu kapasiteleri, sirkülasyon pompası özellikleri her bir boru parçasının çapı ve ısı yükü yazılır. Projede belirsiz bir eleman bırakılmamalıdır.



Görsel 5.23: Kat planı ve kolon şeması

Kolon şemasında kolon borusu en son kat pay ölçerden sonra çatıya doğru yükselen borular havalık borularıdır. Havalık borularının ucuna hava purjörü takılır ve hava purjörleri havanın otomatik olarak atılması görevini yerine getirir.

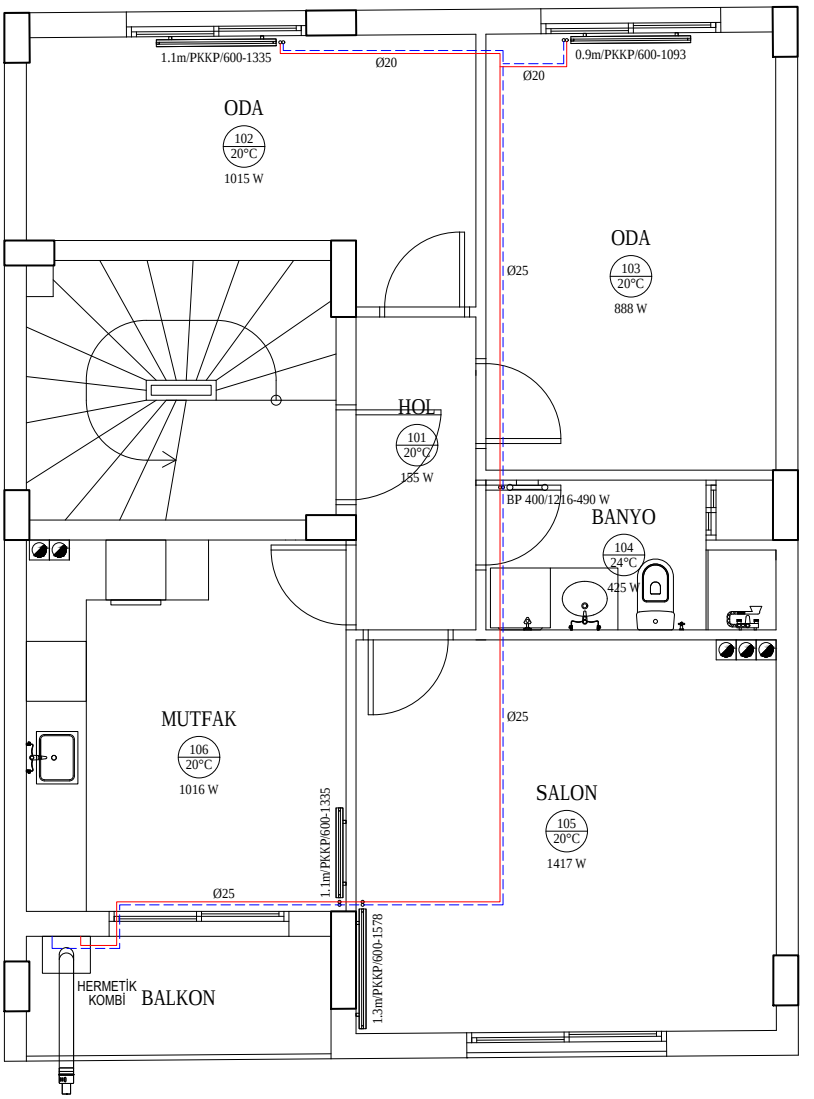
Kolon şemasında kolon borularının en alt noktalarına hem gidiş hem de dönüş yerlerine kolon vanaları konulmalıdır. Bu kolon vanaları (kosva vana) sayesinde tesisatın herhangi bir yerinde meydana gelecek arızanın onarımına ve bağlı olduğu kolon borusunun suyunun boşaltılmasına yardımcı olur.

Kolon şemasının çizimiyle proje bitirilir. Proje hesapları yapılarak öncelikle tüm boru çapları, tüm cihazların kapasiteleri ve seçim değişkenleri proje üzerine yazılır.

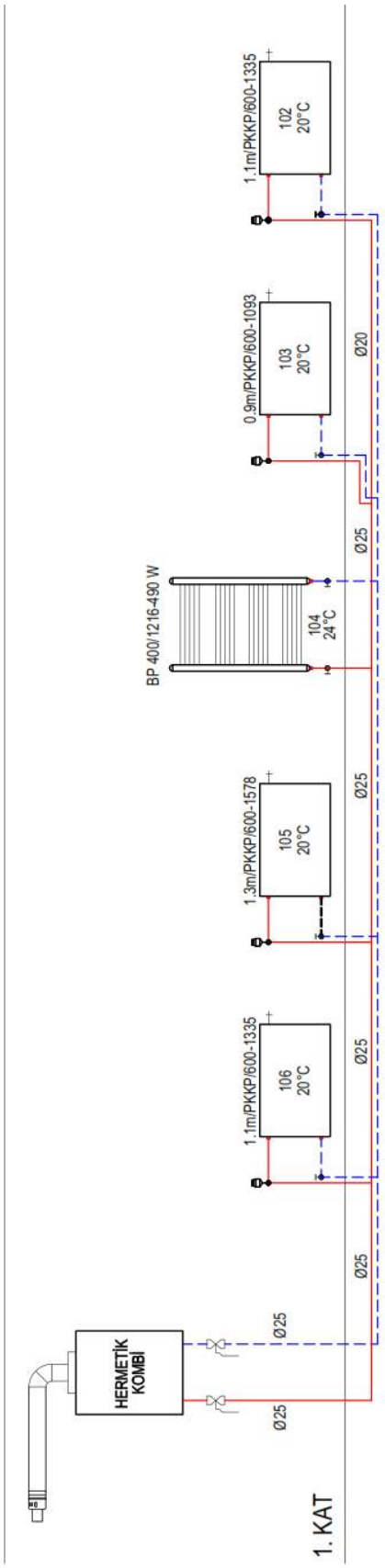
Projede kullanılan semboller ve kısaltmalar kolay anlaşılır ve bir proje içinde tek tip olmalıdır. Bunların anlamları, proje üzerinde bir liste hâlinde açıklanmalıdır (lejant). Çizim ile tam olarak anlatılamayan yerler, liste hâlinde toplanmış olarak yazı ile verilmelidir (boru cinsi, yalıtım cinsi vb.).

Görsel 5.24'teki kat planına göre kolon şeması çizilirken (Görsel 5.25) radyatör bağlantıları, kombiden giriş-çıkış sırasına göre yapılır. Yani kombiye ilk bağlanan radyatör, kolon şemasında kombiye en yakın radyatör olup sıra ile devam edilir. Yatay ölçülerin şemada bir önemi yoktur.

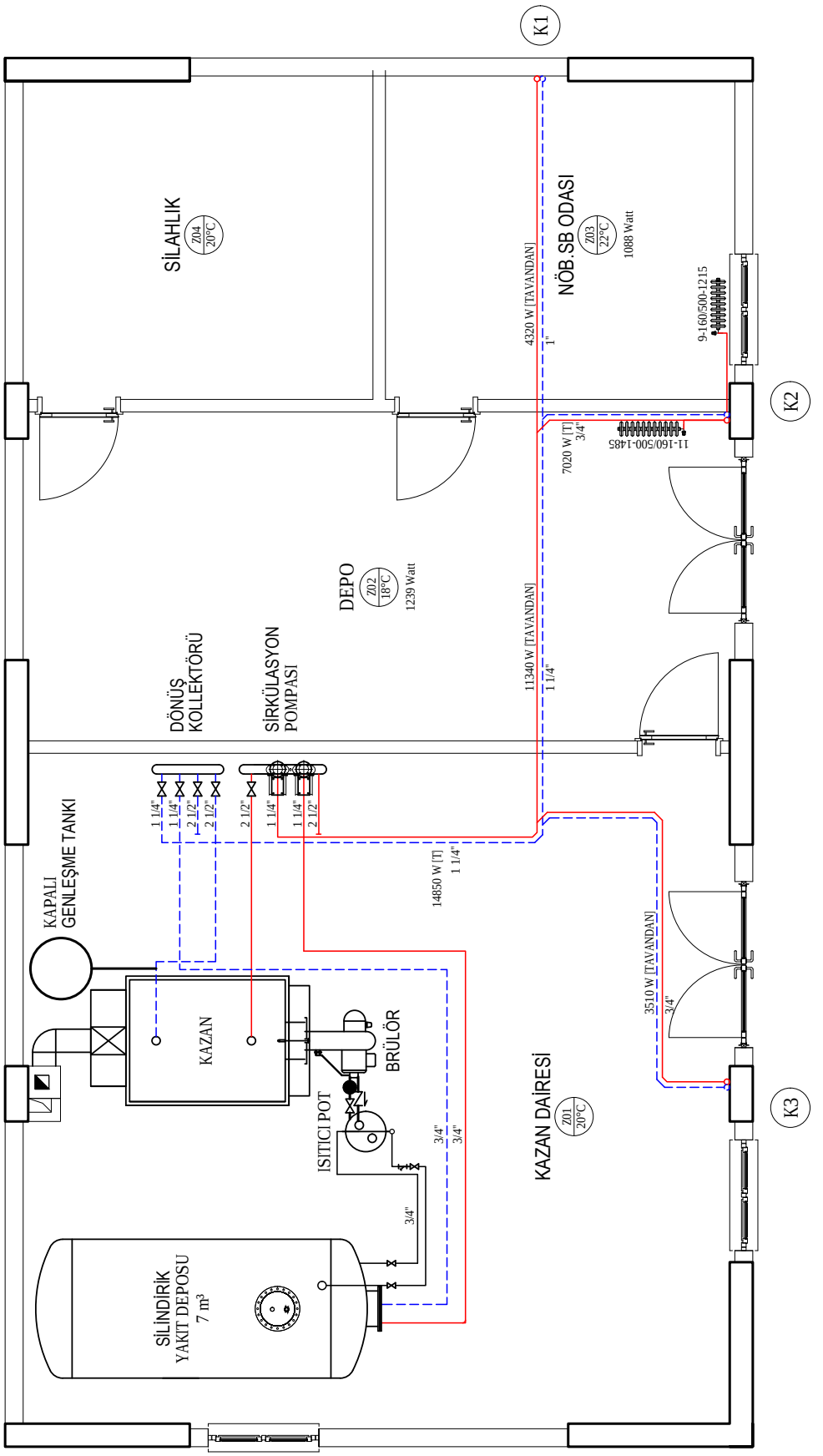
Merkezî ısıtmada (Görsel 5.26) kolon şeması çizilirken (Görsel 5.27) kolon borularının ana dağıtım borularına bağlantı sırasına göre çizimi yapılır. Ana dağıtım borusuna ilk bağlanan kolon borusu ilk sırada, son bağlanan kolon borusu son sırada olur.



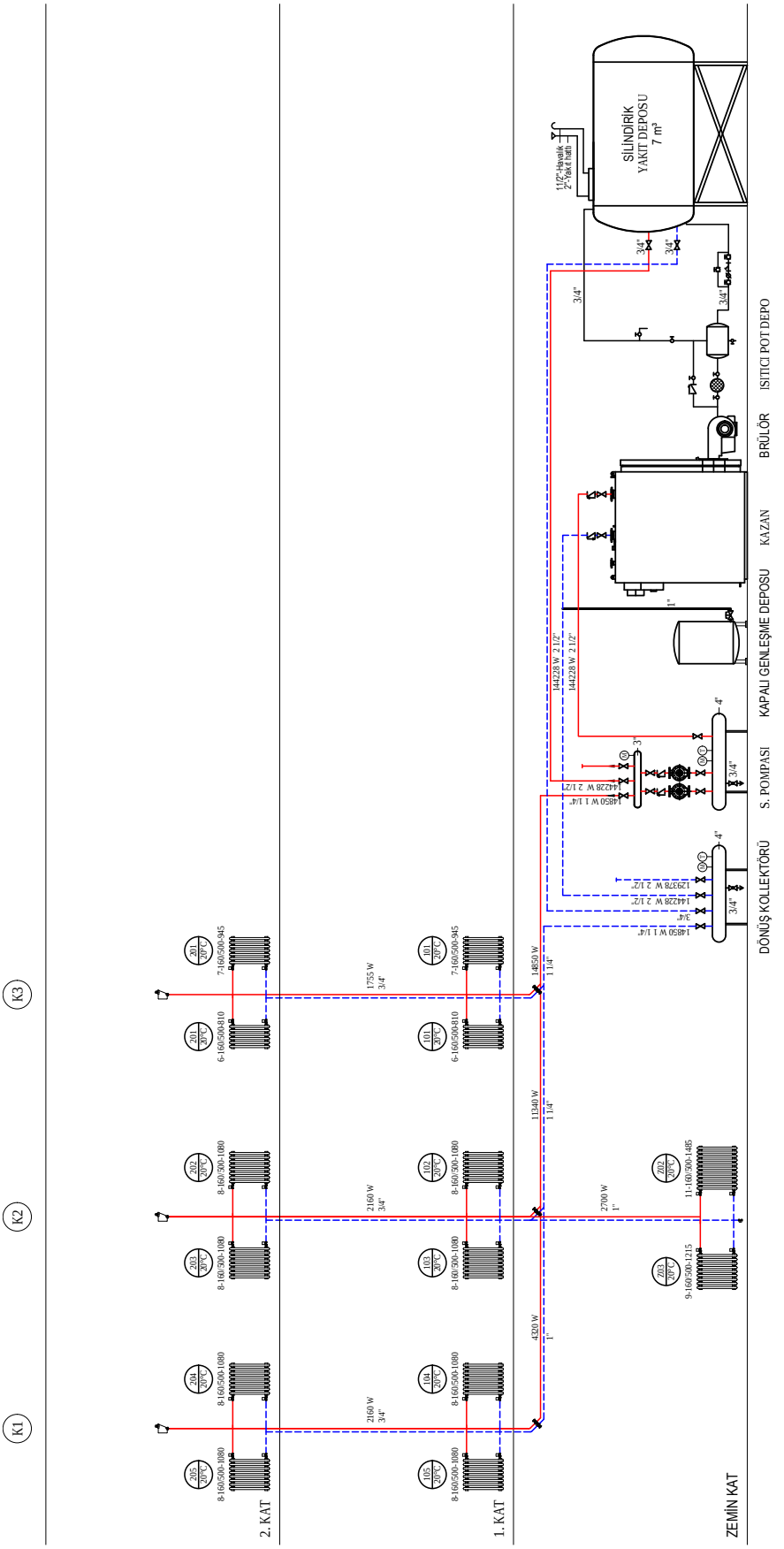
Görsel 5.24: Kat planı



Görsel 5.25: Kolon şeması



Görsel 5.26: Kat planı

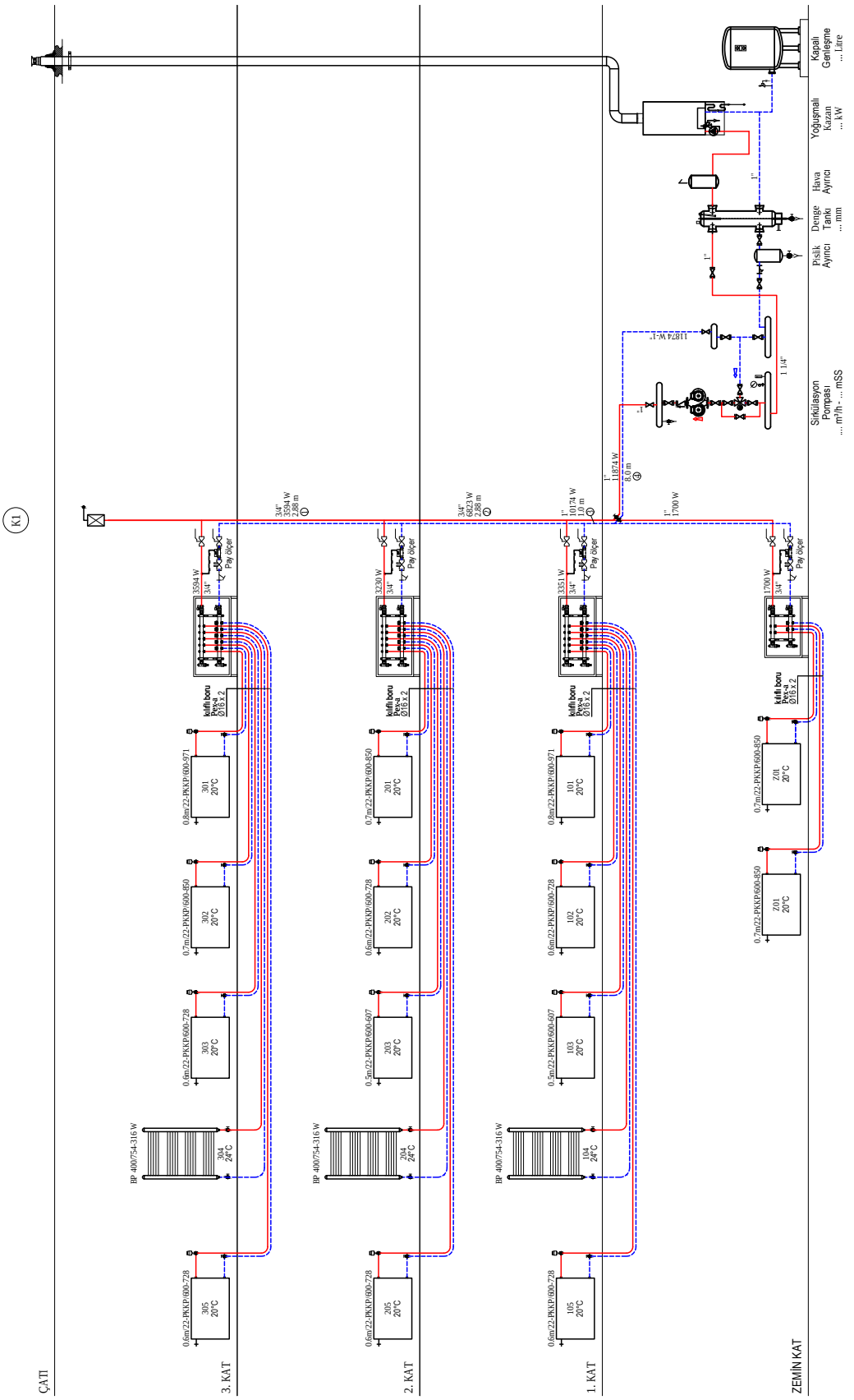


Görsel 5.27: Görsel 5.26'nın kolon şeması (bir bölümü)

Kat planları çizilen Görsel 5.16 ve Görsel 5.20 merkezî ısıtma yapılacak örnek projenin uygun katman (layer) ile kolon şeması aşağıdaki işlem basamakları ile çıkarılır.

1. Zemin ve kat planları çizilen çizim dosyası AutoCAD programı ile açılır.
2. Kolon şeması kat adedi (zemin kat, 1. kat, 2. kat, 3. kat), kat yükseklikleri mimari projeden bakılarak çizilir.
3. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanı dikey olarak iki eşit parçaya **view → viewports → 2 viewports → vertica**l menüden seçilerek bölünür.
4. Kolon boruları çizilir ve numaralandırılır.
5. Pay ölçer sembolü kütüphaneden **insert komutu** ile yerleştirilir.
6. Kollektör ısıtıcı grup sayısı kadar ağızlı küresel vanalı **insert komutu** ile yerleştirilir / kopyalanır.
7. Kolon boruları, pay ölçer, vana ve kollektör bağlantıları çizilir.
8. Plan üzerinden kollektöre giriş sırasına göre ısıtıcılar **insert komutu** (veya kopya) yerleştirilir.
9. Isıtıcıda orta nokta üzerine mahal numarası, orta nokta altına mahal sıcaklığı, ısıtıcı üzerine uzunluk, tipi ve ısıl verimi yazılır.
10. Isıtıcılardan gidiş borusu gidiş kollektörüne ve dönüş borusu dönüş kollektörüne tek tek bağlantıları çizilir.
11. Tüm katların ısıtıcıları aynı şekilde çizilir ve yazılır.
12. Her kollektör girişine ve çıkışına toplam ısı yükü ve boru çapı yazılmalıdır.
13. Her kat arasına boruların çapları ve ısı yükleri yazılır (Boru çapları hesaplanırken değişebilir.).
14. Ana toplama borularından hat alışları 45° açı ile birleştirip gidiş ve dönüşe kolon boşaltma vanası çizilir.
15. Plan üzerinden kazan, kapalı genleşme, denge tankı, gidiş ve dönüş kollektörleri ve gerekli bağlantılar çizilir.
16. Kazan dairesindeki borulara da ısı yükleri ve çapları yazılır.
17. Tüm cihaz kapasiteleri belirtilir.
18. Açıklamalar yazılır ve kolon şeması tamamlanır.
19. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports-viewports 1** menüden seçilir.
20. Çizim dosyası kaydedilip saklanmadan önce dosya içindeki kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizlemek, dosyanın boyutunu küçültmek için **purge komutu** çalıştırılır. Çizim dosyası kaydedilir, program kapatılır (Çalışma esnasında ara ara kaydetmek unutulmamalıdır.).

Zemin kat planı Görsel 5.20 ve normal kat planı Görsel 5.17'de çizilen projenin kolon şeması Görsel 5.28'de görülmektedir. Boru çapları hesaplanırken değişebilir olduğuna dikkat edilir.



Görsel 5.28: İnci Hanım Apartmanı ısıtma tesisatı projesi kolon şeması(ölçek: 1/50)

5.7. UYGULAMA

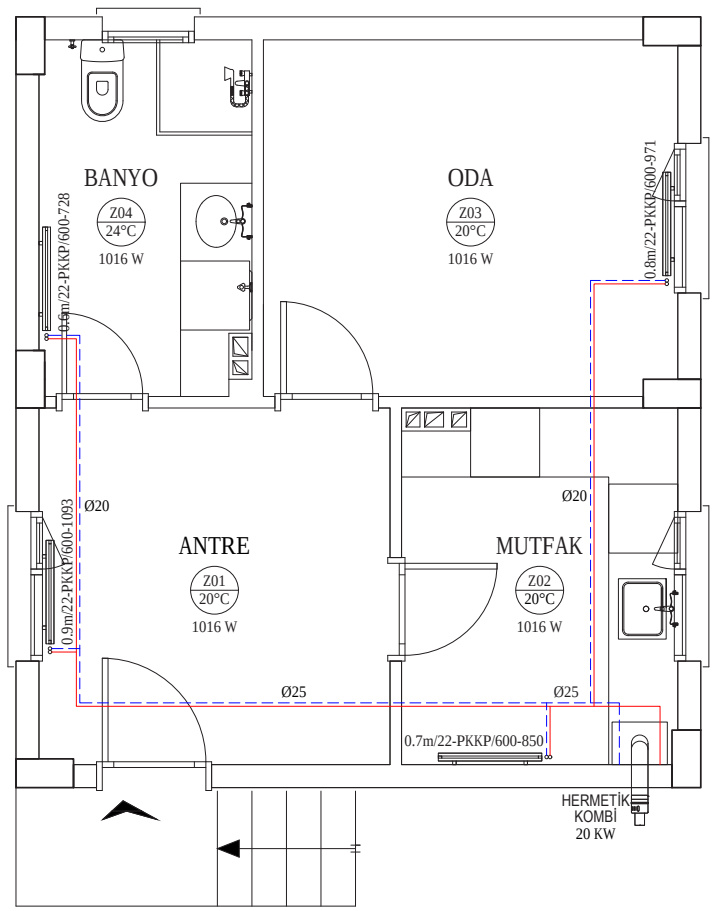
KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

Amaç: Isıtma tesisatı kolon şemasının çizimini yapmak.
Süre: 2 ders saati

Görsel 5.39'da verilen daha önceki uygulamalarda ısıtıcıları yerleştirilen ve ısıtma boru hatları çizilen İzmir ili Urla ilçesindeki tek katlı bağ evinin kolon şemasını çiziniz.

İşlem Basamakları

1. Zemin kat planı çizilen bağ evi çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Kolon şeması kat adedini (zemin kat), kat yüksekliğini mimari projeden bakarak çiziniz.
3. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanını dikey olarak iki eşit parçaya **view → viewports → 2 viewports → vertical** menüden seçerek bölünüz.
4. Kombi sembolünü kütüphaneden **insert komutu** ile yerleştiriniz.
5. Kombi, vana ve boru bağlantılarını çiziniz.
6. Plan üzerinden kombiye bağlanış sırasına göre ısıtıcıları **insert komutu** (veya kopya) ile yerleştiriniz.



ZEMİN KAT PLANI ÖLÇEK: 1/50

Görsel 5.29: Uygulaması yapılacak boru hatları çizilmiş tek katlı bağ evi projesi

7. Isıtıcıda orta nokta üzerine mahal numarası, orta nokta altına mahal sıcaklığı, ısıtıcı üzerine uzunluğu, tipi ve ısıl verimini yazınız.
8. Isıtıcıların tüm boru hattına bağlantılarını çiziniz.
9. Her bir boruya çapını yazınız.
10. Kombi kapasitesini belirtiniz.
11. Açıklamaları yazınız ve kolon şemasını tamamlayınız.
12. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports-viewports 1** menüden seçiniz.
13. Çizim dosyasının boyutunu küçültmek için **purge komutunu** çalıştırınız.
14. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	2	
2.	Kolon şemasını kat adedine ve yüksekliklerine uygun olarak çizer.	5	
3.	Kombi sembolünü çizer.	5	
4.	Kollektörü ısıtıcı grup sayısı kadar ağızlı küresel vanalı olarak çizer.	5	
5.	Kombi, vana ve boru bağlantılarını çizer.	5	
6.	Plan üzerinden kombiye bağlanış sırasına göre ısıtıcıları çizer.	20	
7.	Isıtıcı orta nokta üzerine mahal numarası ve orta nokta altına mahal sıcaklığını yazar.	5	
8.	Isıtıcı üzerine ısıtıcı uzunluğunu, tipini ve ısıl verimini yazar.	5	
9.	Isıtıcıların tüm boru hattına bağlantılarını çizer.	15	
10.	Kombi girişine toplam ısı yükünü yazar.	5	
11.	Kombi kapasitesini doğru belirler ve yazar.	5	
12.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	5	
13.	Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.	5	
14.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
15.	Kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizleyerek dosya boyutunu küçültür.	5	
16.	Çizim dosyasını kaydeder.	3	
	Toplam Puan	100	

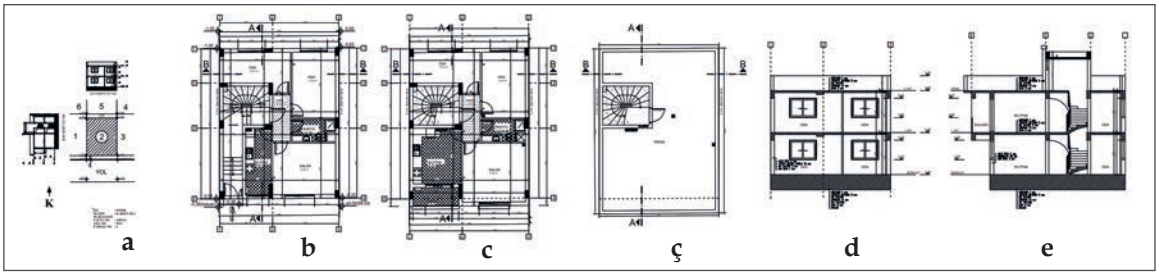
5.8. UYGULAMA

KOLON ŞEMASI ÇİZİMİ

Amaç: Isıtma tesisatı kolon şemasının çizimini yapmak.

Süre: 2 ders saati

Görsel 5.30'da verilen daha önceki uygulamalarda ısıtıcıları yerleştirilen ve ısıtma boru hatları çizilen İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının kolon şemasını çiziniz.



Görsel 5.30: Uygulaması yapılacak proje
(Projenin büyütülmüş hâline kitabın sonunda yer alan Ek-1'den bakınız.)

İşlem Basamakları

1. Zemin ve kat planları çizilen çizim dosyasını AutoCAD programı ile açınız.
2. Kolon şeması kat adedini (zemin kat, 1. kat), kat yüksekliklerini mimari projeden bakarak çiziniz.
3. Kolon şemasını hatasız bir şekilde çizmek için çizim alanını dikey olarak iki eşit parçaya **view → viewports → 2 viewports → vertical** menüden seçerek bölünüz.
4. Kombi sembolünü kütüphaneden **insert komutu** ile yerleştiriniz.
5. Kollektör ısıtıcı grup sayısı kadar ağızlı küresel vanayı **insert komutu** ile yerleştiriniz / kopyalayınız.
6. Kombi, vana ve kollektör bağlantılarını çiziniz.
7. Plan üzerinden kollektöre giriş sırasına göre ısıtıcıları **insert komutu** (veya kopya) ile yerleştiriniz.
8. Isıtıcıda orta nokta üzerine mahal numarası, orta nokta altına mahal sıcaklığı, ısıtıcı üzerine uzunluğu, tipi ve ısıl verimi yazınız.
9. Isıtıcılardan gidiş borusu gidiş kollektörüne ve dönüş borusu dönüş kollektörüne tek tek bağlantıları çiziniz.
10. Tüm katların ısıtıcılarını aynı şekilde çiziniz ve yazınız.
11. Her kollektör girişine ve çıkışına toplam ısı yükünü ve boru çapını yazınız.
12. Kombi kapasitelerini belirtiniz.

13. Açıklamaları yazınız ve kolon şemasını tamamlayınız.

14. Çizim ekranını tek görünüme almak için yine **viewports-viewports 1** menüden seçiniz.

15. Çizim dosyasının boyutunu küçültmek için **purge komutunu** çalıştırınız.

16. Çizim dosyasını kaydediniz ve programı kapatınız (Çalışma esnasında ara ara kaydetmeyi unutmayınız.).

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Çizim dosyasını AutoCAD programı ile açar.	2	
2.	Kolon şemasını kat adedine ve yüksekliklerine uygun olarak çizer.	5	
3.	Kombi sembolünü çizer.	5	
4.	Kollektörü ısıtıcı grup sayısı kadar ağızlı küresel vanalı olarak çizer.	5	
5.	Kombi, vana ve kollektör bağlantılarını çizer.	5	
6.	Plan üzerinden kollektöre giriş sırasına göre ısıtıcıları çizer.	15	
7.	Isıtıcı orta nokta üzerine mahal numarası ve orta nokta altına mahal sıcaklığını yazar.	5	
8.	Isıtıcı üzerine ısıtıcı uzunluğunu, tipini ve ısıl verimini yazar.	5	
9.	Isıtıcılardan gidiş borusunu gidiş kollektörüne ve dönüş borusunu dönüş kollektörüne tek tek bağlantılarını çizer.	20	
10.	Her kollektör girişine toplam ısı yükünü yazar.	5	
11.	Kombi kapasitesini doğru belirler ve yazar.	5	
12.	Çizimi modify menüsü komutları ile düzenler.	5	
13.	Çizgi tiplerini ve kalınlıklarını uygular.	5	
14.	Çizimi süresinde bitirir.	5	
15.	Kullanılmayan blokları, yazı tiplerini vb. temizleyerek dosya boyutunu küçültür.	5	
16.	Çizim dosyasını kaydeder.	3	
	Toplam Puan	100	

6. ÖĞRENME BİRİMİ

ISITMA TESİSATI BORU ÇAPI HESABI

KONULAR

6.1. BORU ÇAPI HESABI
6.2. KAZAN KAPASİTE HESABI
6.3. GENLEŞME TANKI HESABI
6.4. SİRKÜLASYON POMPASI HESABI
6.5. ISITMA TESİSATI RAPORU

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Boru çapı hesabı
- Kazan kapasite hesabı
- Genleşme tankı hesabı
- Sirkülasyon pompası hesabı
- Isıtma tesisatı raporu hazırlama

TEMEL KAVRAMLAR

kritik devre
kazan
kombi
genleşme tankı
sirkülasyon pompası
doğal havalandırma
cebrî havalandırma
brülör
denge kabı
eşanjör
boyler
kalorimetre

Hazırlık Çalışması

- **Isıtma tesisatı cihazları ile ilgili firmaları veya web adreslerini ziyaret ederek cihaz seçiminde kullanacağınız katalogları temin ediniz.**

6.1. BORU ÇAPI HESABI

Boru çaplarının belirlenmesi ve basınç kaybı hesabında kazandan yatayda en uzak, düşeyde en yüksek ve ısıtıcı kapasitesi en fazla olan boru hattı esas alınır. Bu hatta **kritik devre** adı verilir. Kritik devre veya kritik kolon seçimi (gerekirse karşılaştırmalı) yapılarak boru çapları boyutlandırılmalıdır.

Kritik hat, basınç kaybının en fazla olduğu hattır. Birleşik kaplar prensibine göre düşünülecek olursa aynı yükseklikte olan noktalarda basınç aynı değerdedir. Bu düşünce doğrultusunda seçilen kritik kolon çalışırsa diğer kolonların çalışması da doğal olacaktır.

Ekonomik açıdan çap değerleri küçük seçilirse şebeke ucuza mal edilse de dolaşım hızları yüksek tutulur. Bunun sonucu olarak basınç düşümü ve pompanın tükettiği enerji miktarı artar. Aksi hâlde düşük hız değerleri, şebekenin pahalıya mal olmasına ve işletme giderlerinin düşmesine yol açar.

Boru çapı hesabını yapabilmek için Tablo 6.1 doldurulur. Bu tablo doldurulurken sirkülasyon pompası basınç kaybında kullanılacak olan sürtünme kaybı ve özel direnç kayıpları bulunur.

Küçük tesislerde pratik değerlerden hareket edilir ve öncelikle ya basınç düşümü ya da hız seçilir. En yaygın olarak R basınç düşümü seçimi kullanılır. Sıcaklık düşüşü $\Delta T=20$ °C için yaklaşık olarak Tablo 6.2'deki R değerleri alınabilir.

Tablo 6.2: Basınç Düşümü Seçimi (R)

TANIM	KÜÇÜK TESİSLER R DEĞERİ (Pa/m)	BÜYÜK TESİSLER R DEĞERİ (Pa/m)
Sistemin pompa durduğunda çalışması bekleniyorsa	24,5-29,4	-
Sistemin pompa devre dışı kaldığında tabi sirkülasyonlu çalışması beklenmiyorsa	49,0-78,5	98-147

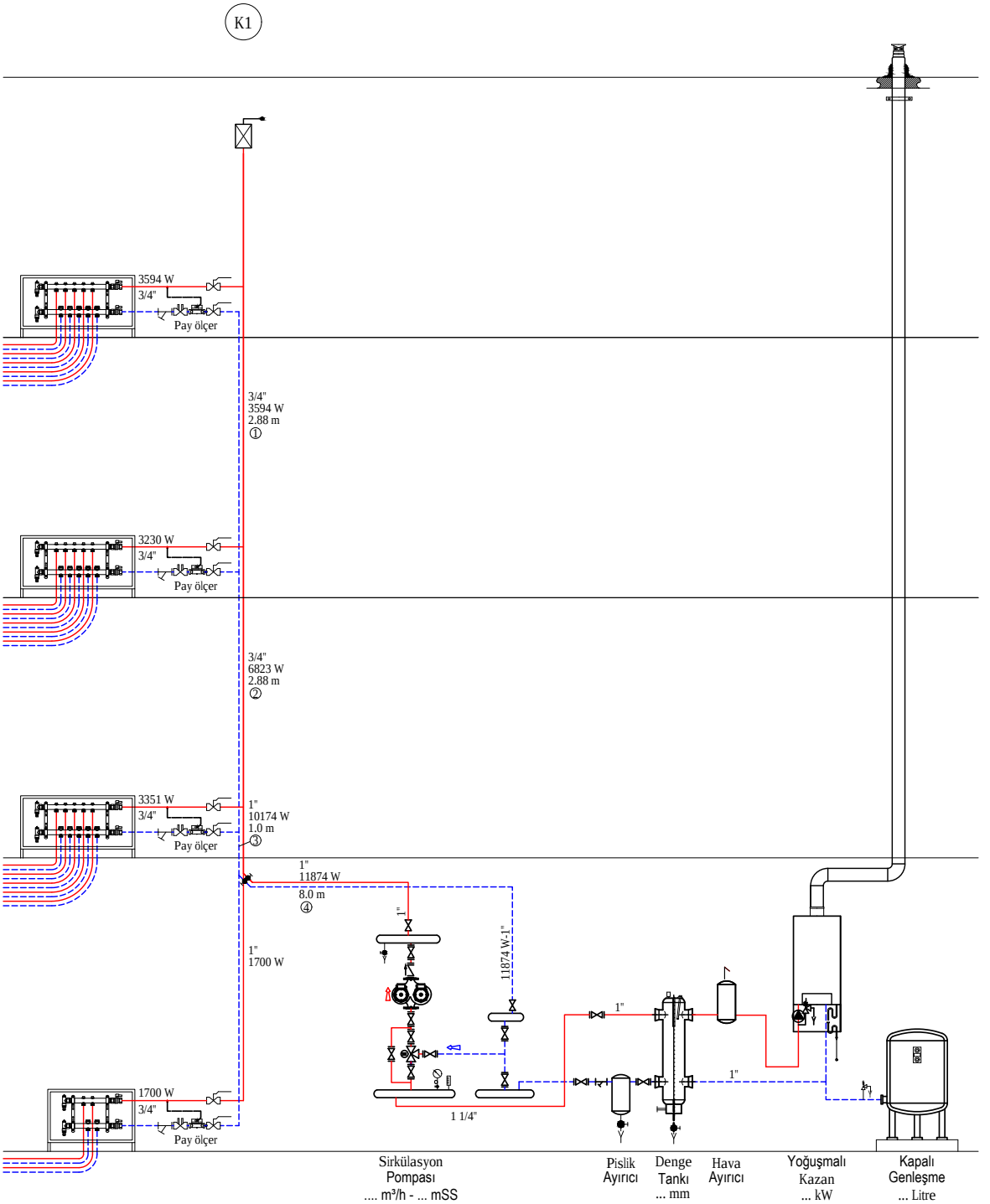
Boru çapı hesaplanırken hesaba esas bir R değeri seçilir. Çap seçilirken su hızına da bakılmalıdır. Kazan çıkışında suyun hızı en fazla 0,80 m/s olmalı ve düzgün bir şekilde düşmelidir. Radyatör devrelerinde en fazla 0,30 m/s, kritik devre ısıtıcısında ise en fazla hız 0,20 m/s olmalıdır. Borularda yüksek su hızlarında ses problemleri oluşmaktadır.

Bu kriterlere dikkat edilerek boru çapı hesabı çizelgesine geçilmeden önce yapılması gerekenler şunlardır:

- Isıtma tesisatı planı ve kolon şeması çizilir.
- Her boru bölümünün taşıdığı ısı miktarı bu bölümlerin üzerine yazılır.
- Kritik devre seçilir. Seçimden sonra radyatörden başlanarak kazana doğru devre üzerindeki bütün kısımlar numaralandırılır ve uzunlukları metre cinsinden yazılır. Yatay ölçüler kat planından dikey ölçüler ise kolon şeması üzerinden belirlenir.
- Gidiş ve dönüş boru çiftleri birleştirilerek de numaralandırma yapılabilir (Görsel 6.1).

Tablo 6.1: Boru Çapı Hesabı Çizelgesi

			BORU ÇAPI HESABI												Tarih			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Parçalar	Isı Miktarı	Sıcaklık Farkı 20 °C Olduğuna Göre Miktarı	L	Takribi Boru Çapına Göre						Değiştirilmiş Boru Çapına Göre						Fark	
				d	W	R	LR	Σζ	Z	d	W	R	LR	Σζ	Z	LR	Z
No.	Watt	Watt	m		m/s	Pa/m	Pa		Pa		m/s	Pa/m			Pa	Pa	Pa



Görsel 6.1: Örnek proje kritik devre çizimi

6.1.1. Boru Çapı Hesabı Çizelgesinin Doldurulması

Tablo 6.1'de görüldüğü gibi boru çapı hesabı çizelgesi on sekiz sütundan oluşmaktadır. Buradaki açıklamalar sütun numaraları verilerek yapılacaktır. İlk satıra hesaplanacak devre adı yazılır.

Örnek kritik devre çizimine (Görsel 6.1) göre boru çapı hesabı çizelgesi doldurulacaktır. Birinci sütuna boru parçasının numarası yazılır (örneğin 1). İkinci sütuna boru parçasının taşıdığı ısı miktarı yazılır (örneğin 3594 W).

Üçüncü sütunda Tablo 6.9: a ve b'den kabul edilen R değeri (49035 Pa) bulunur. Bu R değerinden itibaren yatay olarak gidilir ve borudan geçen ısı miktarına (3594 W) en yakın ısının büyük olanının yazılı olduğu sütun bulunur (7560 W). Daha sonra yukarı doğru çıkılarak ısı miktarına en yakın ve büyük olan 4664 W değeri bu sütuna yazılır (Tablo 6.3).

Tablo 6.3: Tablo 6.9 a ve b'nin Bir Kısmı

	Vidalı Yarı - Ağır Borular DIN 2440			
Nominal Çap (Parmak)	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Nominal Çap (mm)	10	15	20	25
İç Çap (mm)	12,25	15,75	21,25	27
R Basınç Kaybı Gradyası (Pa)				
21,575	1075	2105	4664	9130
	0,11	0,13	0,16	0,20
23,537	1129	2210	5024	9595
	0,12	0,14	0,17	0,20
25,498	1186	2314	5257	10072
	0,12	0,15	0,18	0,22
27,460	1233	2419	5466	10490
	0,13	0,15	0,19	0,22
29,421	1279	2524	5687	10909
	0,13	0,16	0,20	0,24
32,363	1349	2663	6059	11514
	0,14	0,17	0,22	0,24
35,305	1419	2791	6350	12095
	0,15	0,18	0,22	0,26
39,228	1500	2954	6722	12677
	0,16	0,19	0,24	0,28
44,132	1605	3152	7187	13607
	0,17	0,20	0,24	0,30
49,035	1698	3349	7560	14305
	0,118	0,22	0,26	0,30

Dördüncü sütuna boru parçasının uzunluğu gidiş ve dönüş boru çiftleri birleştirilerek numaralandırıldıysa toplam boru uzunluğu yazılır.

Beşinci sütuna boru parçasının çapı yazılır. Tablo 6.9: a ve b'den önceden kabul edilen R değeri (49035 Pa) bulunur. Bu R değerinden itibaren yatay olarak gidilir ve borudan geçen ısı miktarına (7560 W) en yakın ısının büyük olanının yazılı olduğu sütun (4464 W) bulunur. Bu sütunun başında yazılı olan çap değeri, aranan boru çapını verir (3/4'' veya 20 mm).

Altıncı sütuna boru parçasındaki su hızı yazılır. Tablo 6.9: a ve b'den belirlenen boru çapının bulunduğu sütundan aşağıya inilir ve bu borudaki ısı miktarına (3594 W) karşılık gelen en yakın ısı miktarı (4464 W) bulunur. Bulunan 4464 W değerinin altında yazılı olan 0,16 m/s hız değerini vermektedir.

Yedinci sütuna boru parçasının metre başına basınç kaybı yazılır. Bulunan 4464 W ısı değerinden sola doğru gidildiğinde gerçek R basınç kaybı 21,575 Pa okunur.

Dokuzuncu sütunda boru parçasının sürtünme kaybı, dördüncü ve yedinci sütunların çarpımı ile bulunur (Tablo 6.4).

Tablo 6.4: Örnek Kritik Devre Bir No.lu Parçanın Hesabı

V***** MÜHENDİSLİK			BORU ÇAPI HESABI İNCİ HANIM APARTMANI												Tarih 6.9.2021			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Parçalar	Isı Miktarı	Sıcaklık Farkı 20 °C Olduğuna Göre Miktarı	L	Takribi Boru Çapına Göre						Değiştirilmiş Boru Çapına Göre						Fark	
				d	W	R	LR	ΣζZ	Z	d	W	R	LR	ΣζZ	Z	LR	Z
No.	Watt	Watt	m		m/s	Pa/m	Pa		Pa		m/s	Pa/m			Pa	Pa	Pa
KRİTİK DEVRE HESABI																	
1	3594	4664	5,76	3/4"	0,16	21,575	124										

Dokuzuncu sütuna boru parçasının toplam özel direnç katsayısı, Tablo 6.6 yardımıyla özel direnç sayıları toplamı Σζ değeri bulunarak yazılır.

Onuncu sütuna boru parçasının özel kayıpları yazılır. Boru parçasının hız ve Σζ yardımıyla sıcak sulu sistem için boruların Z özel dirençlerini veren Tablo 6.7'den özel dirençler tespit edilir.

Beşinci ve onuncu sütunlar arası yaklaşık boru çapı hesabına göre yapılır. Boru hattında düzensizlikler görüldüğü takdirde elde edilen boru çapı değiştirilerek uygun bir akış sağlanmalıdır. Değiştirilen çapa göre yapılan hesaplar çizelgenin on birinci ve on altıncı sütunları arasına kaydedilir. Kayıplar arasındaki fark Tablo 6.3'ün on yedinci ve on sekizinci sütunlarına yazılır.

6.1.2. Kısi (ζ) Değerleri Çizelgesinin Doldurulması

Tesisatın özel dirençlerinin hesaplanabilmesi, sirkülasyon hızı değerinin belirlenmesinden sonra mümkün olabilir. Σζ değerleri, ζ değerleri hesabının yapıldığı Tablo 6.6'nın hazırlanmasından sonra bulunur. Tabloda görülen ζ tablosu, ele alınan boru üzerinde bulunan ve yerel kayıplara sebep olan parçalar için doldurulur.

- Birinci sütuna parça No. yazılır.
- İkinci sütuna boru çapı Tablo 6.1'de yazılır.
- Üçüncü ve yirmi birinci sütunlara Tablo 6.6'da gösterilen kayıplar yazılır.
- Yirmi ikinci sütuna ise özel dirençlere ait kayıpların toplamı yazılır. Bu toplam her bir parça için Tablol 6.1'de dokuzuncu sütuna yazılır (Tablo 6.5).

Tablo 6.5: Örnek Kritik Devre ζ Değerlerinin Hesabı

V**** MÜHENDİSLİK						ζ DEĞERLERİNİ HESAPLAMA İNCİ HANIM APARTMANI														Tarih 06.09.2021		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Parça No.	Boru Çapı	Kazan veya Radyatör	Kollektör giriş ve çıkışı	Pantolon Parçası	S Parçası	Çift Dirsek (Geniş)	Çift Dirsek (Dar)	T-Birleşme	T-Ayrılma	T-Karşıt Akım	T-Geçiş (Ayrılma)	T-Geçiş (Birleşme)	Boru Çapları	Deve Boynu 90°	Dirsek	Şiber Vana	Kolon Vanası (Düz)	Kolon Vanası (Eğik)	Radyatör Ventili (Düz)	Radyatör Ventili (Köşe)	Toplam	
		3,0	0,5	1,5	0,5	0,1	2,0	1,0	1,5	3,0	0,5	1,0	1/2"	1,5	2,0	1,1	17,0	3,0	8,5	5,0		
													3/4"	1,1	1,7	0,6	13,0	3,0	6,0	3,0		
													1"	0,9	1,3	0,5	12,0	3,0	6,0	2,0		
													1 1/4"	0,5	1,1	0,4	10,0	2,5	5,0	2,0		
													1 1/2"	0,4	1,0	0,3	8,0	2,5	-	-		
													2"	0,5	0,8	0,3	7,0	2,5	-	-		
KRİTİK DEVRE HESABI																						
1	3/4"		1						1,5						1,7	1,2					5,4	
2	3/4"							1	1,5												2,5	
3	1"							1	1,5												2,5	
4	1"	3	1								0,5	1			10,4	2		6			23,9	

Tablo 6.6: ζ Değerlerini Hesaplama Çizelgesi

ζ DEĞERLERİNİ HESAPLAMA ÇİZELGESİ																			Tarih		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Parça No.	Boru Çapı	Kazan veya Radyatör	Kollektör Giriş ve Çıkışı	Pantolon Parçası	S Parçası	Çift Dirsek (Geniş)	Çift Dirsek (Dar)	T-Birleşme	T-Ayrılma	T-Karşıt Akım	T-Geçiş (Ayrılma)	T-Geçiş (Birleşme)	Boru Çapları	Deve Boynu 90°	Dirsek	Şiber Vana	Kolon Vanası (Düz)	Kolon Vanası (Eğik)	Radyatör Ventili (Düz)	Radyatör Ventili (Köşe)	
													1/2''	1,5	2,0	1,1	17,0	3,0	8,5	5,0	
													3/4''	1,1	1,7	0,6	13,0	3,0	6,0	3,0	
													1''	0,9	1,3	0,5	12,0	3,0	6,0	2,0	
													1 1/4"	0,5	1,1	0,4	10,0	2,5	5,0	2,0	
													1 1/2"	0,4	1,0	0,3	8,0	2,5	-	-	
													2''	0,5	0,8	0,3	7,0	2,5	-	-	Toplam
		3,0	0,5	1,5	0,5	0,1	2,0	1,0	1,5	3,0	0,5	1,0									

Ele alınan boru parçası için tespit edilen ζ değeri ile boru içinde akan suyun hızından hareket edilerek Tablo 6.7 aracılığıyla boruların özel dirençleri (Z) bulunur. Bulunan Z değeri boru çapı hesabı çizelgesinde onuncu sütuna yazılır (Tablo 6.1).

1 numaralı parça için suyun hızı 0,16 m/s ve ζ değeri 5,4 Tablo 6.10'da kesiştirilerek (Tablo 6.7) Z basınç kaybı değeri 67,88 bulunur (Ara değerler için enterpolasyon yapılır.).

(75,5-62,8) x (5,4-5) / (6-5) + 67,88

Sürtünme (LR) ve özel dirençler (Z), bir boru için boru çapı hesabı çizelgesinin sekizinci ve onuncu sütunlarına yazılır. Bu yöntemle kritik devre boru parçalarındaki basınç kayıpları ayrı ayrı bulunur. Sekizinci ve onuncu sütunlarının toplamı ΣLR ve ΣZ'yi verir. Sirkülasyon pompası seçimine kriter olacak sürtünme basınç kayıpları belirlenir (Tablo 6.8).

Tablo 6.7: Tablo 6.10'un Bir Kısmı

Suyun Borudaki Hızı m/s	Σξ = 1 ile Σξ = 15 için özel dirençler					
	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
0,010	0,10	0,10	0,20	0,20	0,49	0,49
0,015	0,10	0,20	0,49	0,10	0,98	0,98
0,020	0,20	0,49	0,98	0,98	0,98	0,98
0,025	0,49	0,98	0,98	0,98	2,0	2,0
0,030	0,49	0,98	2,0	2,0	2,0	2,9
0,035	1,0	1,0	2,0	2,9	2,9	3,9
0,040	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9
0,045	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9
0,050	1,0	2,9	3,9	4,9	5,9	7,8
0,060	2,0	3,9	5,9	6,9	8,8	10,8
0,070	2,9	4,9	7,8	9,8	11,8	14,7
0,080	2,9	6,9	9,8	12,7	15,7	18,6
0,090	3,9	7,8	11,8	15,7	19,6	23,5
0,100	4,9	9,8	14,7	19,6	24,5	29,4
0,110	5,9	11,8	17,7	23,5	29,4	35,3
0,120	6,9	13,7	21,6	28,4	35,3	42,2
0,130	8,8	16,7	24,5	33,3	41,2	50,0
0,140	9,8	19,6	28,4	38,2	48,1	57,9
0,150	10,8	21,6	33,3	44,1	54,9	65,7
0,160	12,7	25,5	37,3	50,0	62,8	75,5
0,170	13,7	28,4	42,2	56,9	70,6	83,4

Tablo 6.8: Örnek Kritik Devre Hesabı

V***** MÜHENDİSLİK			BORU ÇAPI HESABI İNCİ HANIM APARTMANI												Tarih 6.9.2021			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Parçalar	Isı Miktarı	Sıcaklık Farkı 20 °C Olduğuna Göre Miktarı	L	Takribi Boru Çapına Göre						Değiştirilmiş Boru Çapına Göre						Fark	
				d	W	R	LR	Σζ	Z	d	W	R	LR	Σζ	Z	LR	Z
No.	Watt	Watt	m		m/s	Pa/m	Pa		Pa		m/s	Pa/m			Pa	Pa	Pa
KRİTİK DEVRE HESABI																	
1	3594	4664	5,76	3/4"	0,16	21,575	124	5,4	67,88								
2	6823	7187	5,76	3/4"	0,24	44,132	254	2,5	69,65								
3	10174	11514	2	1"	0,24	32,363	64,7	2,5	69,65								
4	11874	12095	16	1"	0,26	35,305	565	23,9	795,87								
						ΣLR=	1008	ΣZ=	1003,05								

Tablo 6.9: a) Pompalı Sıcak Su ile Isıtmada Borulardaki Basınç Kaybı Çizelgesi (20 °C'lik Sıcaklık Farkı İçin)

	Vidalı Yarı - Ağır Borular DIN 2440						Dikişsiz Çelik Borular DIN 2449				
Nominal Çap (Parmak)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	11/4"	11/2"					
Nominal Çap (mm)	10	15	20	25	32	40	40	50	50	(60)	65
İç Çap (mm)	12,25	15,75	21,25	27	35,75	41,25	39,5	51,5	57	64	70
R Basınç Kaybı Gradyası (Pa)	20°C'lik sıcaklık farkı için W olarak ısı miktarı m/s olarak su hızı										
21,575	1075 0,11	2105 0,13	4664 0,16	9130 0,20	19655 0,24	28959 0,26	25586 0,26	52568 0,32	68501 0,34	92924 0,36	118626 0,38
23,537	1129 0,12	2210 0,14	5024 0,17	9595 0,20	20469 0,26	30354 0,28	26982 0,28	54894 0,32	71873 0,34	97459 0,38	124441 0,40
25,498	1186 0,12	2314 0,15	5257 0,18	10072 0,22	21399 0,26	31634 0,30	28145 0,28	57452 0,34	75014 0,36	101879 0,38	129093 0,42
27,460	1233 0,13	2419 0,15	5466 0,19	10490 0,22	22330 0,28	32913 0,30	29075 0,30	59662 0,36	77921 0,38	105833 0,40	134908 0,44
29,421	1279 0,13	2524 0,16	5687 0,20	10909 0,24	23260 0,28	34076 0,32	30471 0,30	61872 0,36	81061 0,40	109671 0,42	140723 0,44
32,363	1349 0,14	2663 0,17	6059 0,22	11514 0,24	24423 0,30	35937 0,34	31983 0,32	65244 0,38	84899 0,40	115486 0,44	146538 0,46
35,305	1419 0,15	2791 0,18	6350 0,22	12095 0,26	25586 0,32	37798 0,34	33727 0,34	68384 0,40	89318 0,44	120952 0,46	153516 0,50
39,228	1500 0,16	2954 0,19	6722 0,24	12677 0,28	27098 0,34	39775 0,36	35704 0,36	72455 0,42	94552 0,46	127930 0,50	162820 0,50
44,132	1605 0,17	3152 0,20	7187 0,24	13607 0,30	28842 0,36	42450 0,40	38030 0,38	76758 0,46	100483 0,48	136071 0,50	173287 0,55
49,035	1698 0,118	3349 0,22	7560 0,26	14305 0,30	30587 0,38	44892 0,42	40124 0,40	81177 0,48	106182 0,50	144212 0,55	182591 0,60
53,939	1803 0,19	3524 0,22	8001 0,28	15003 0,32	32215 0,40	47567 0,44	42450 0,42	84899 0,50	110601 0,55	151190 0,60	181428 0,60
58,842	1896 0,20	3698 0,24	8374 0,30	15817 0,34	33611 0,42	49776 0,46	44310 0,44	88970 0,55	117463 0,55	158168 0,60	198873 0,65
63,746	1965 0,20	3884 0,24	8746 0,30	16398 0,36	35123 0,44	51986 0,48	46171 0,46	92924 0,55	122115 0,60	165146 0,65	117463 0,65
68,649	2047 0,22	4024 0,26	9095 0,32	17212 0,36	36635 0,44	54080 0,50	48032 0,48	96645 0,55	126767 0,60	172124 0,65	219807 0,70
73,553	2128 0,22	4187 0,26	9444 0,32	17794 0,38	37914 0,46	56057 0,50	49776 0,50	100367 0,60	131419 0,65	168635 0,70	227948 0,75
78,456	2210 0,24	4326 0,28	9758 0,34	18608 0,40	39193 0,48	57917 0,55	51521 0,50	103972 0,60	136071 0,65	184917 0,70	236089 0,75
88,263	2361 0,24	4629 0,30	10397 0,36	19771 0,42	41752 0,50	61639 0,55	54777 0,55	111067 0,65	145375 0,70	196547 0,75	250045 0,80
98,070	2489 0,26	4919 0,32	11025 0,38	20934 0,44	44078 0,55	65128 0,60	57917 0,60	117463 0,70	386116 0,75	208177 0,80	264001 0,85
107,877	2617 0,28	5175 0,32	11630 0,40	21981 0,48	46520 0,55	68384 0,65	60941 0,60	123278 0,75	161657 0,80	218644 0,85	276794 0,90
117,684	2745 0,28	5408 0,34	12212 0,42	23027 0,50	48613 0,60	71641 0,65	63732 0,65	129093 0,75	168635 0,80	229111 0,85	289587 0,95
127,491	2861 0,30	5641 0,36	12793 0,44	24074 0,50	50707 0,60	74665 0,70	66524 0,65	134908 0,80	176776 0,85	238415 0,60	302380 0,95
137,298	2977 0,32	5873 0,38	13258 0,46	25005 0,55	52684 0,65	77688 0,70	69082 0,70	139560 0,85	183754 0,90	247719 0,95	315173 1,00
147,105	3082 0,32	6094 0,38	13723 0,48	25819 0,55	54661 0,65	80480 0,75	71641 0,70	145375 0,85	189569 0,90	257023 1,00	326803 1,00
156,912	3187 0,34	6315 0,40	14189 0,50	26749 0,60	56638 0,70	83271 0,80	74083 0,75	150027 0,90	196547 0,95	266327 1,00	337270 1,10
166,719	3303 0,34	6513 0,42	14654 0,50	27563 0,60	58499 0,70	85946 0,80	76642 0,75	154679 0,90	203525 1,00	274468 1,10	348900 1,10
176,526	3408 0,34	6722 0,42	15119 0,50	28377 0,60	60360 0,75	88504 0,80	78851 0,80	159331 0,95	209340 1,00	282609 1,10	359367 1,10
186,333	3501 0,36	6943 0,44	15584 0,55	29308 0,65	62104 0,75	91179 0,85	81177 0,80	163983 0,95	215155 1,00	290750 1,10	369834 1,20
196,140	3605 0,38	7141 0,46	15933 0,55	30122 0,65	63849 0,80	93505 0,85	83503 0,85	168635 1,00	220970 1,10	298891 1,10	379138 1,20
215,754	3803 0,40	7501 0,48	16747 0,60	31750 0,70	67221 0,80	98390 0,90	87690 0,90	176776 1,00	233763 1,10	314010 1,20	398909 1,30
235,368	3977 0,42	7839 0,50	17561 0,60	33146 0,70	70478 0,85	102926 0,95	91644 0,90	184917 1,10	241904 1,20	329129 1,30	417517 1,30
254,982	4152 0,44	8199 0,50	18375 0,65	34774 0,75	73502 0,90	107229 1,00	95599 0,95	193058 1,10	252371 1,20	343085 1,30	434962 1,40
274,596	4326 0,46	8536 0,55	19073 0,65	36169 0,80	76525 0,95	111648 1,00	99437 1,00	201199 1,20	262838 1,30	355878 1,40	451244 1,40
294,210	4501 0,46	8862 0,55	19771 0,70	37565 0,80	79317 0,95	115602 1,10	103158 1,00	208177 1,20	272142 1,30	368671 1,40	467526 1,50
323,631	4745 0,50	9362 0,60	20818 0,70	39426 0,85	83387 1,00	122115 1,10	108275 1,10	218644 1,30	286098 1,40	387279 1,50	490786 1,60
353,052	4978 0,50	9804 0,60	21748 0,75	41287 0,90	87225 1,10	127930 1,20	113509 1,10	229111 1,40	298891 1,40	405887 1,50	512883 1,60
392,280	5268 0,55	10386 0,65	23027 0,80	43496 0,95	92110 1,10	134908 1,20	119789 1,20	243067 1,40	315173 1,50	427984 1,60	541958 1,70
441,315	5594 0,60	11049 0,70	24539 0,85	46287 1,00	97925 1,20	143049 1,30	127930 1,30	257023 1,50	334944 1,60	454733 1,70	578011 1,80

Tablo 6.9: b) Pompalı Sıcak Su ile Isıtmada Borulardaki Basınç Kaybı Çizelgesi Devamı (20 °C'lik Sıcaklık Farkı İçin)

Dikişsiz Çelik Borular DIN 2449											
											Nominal Çap (Parmak)
80		100	(110)	125		150	(175)	200	(225)	250	Nominal Çap (mm)
82,5	88	100,5	113	125	137	150	180	204	228	254	İç Çap (mm)
20°C'lik sıcaklık farkı için W olarak ısı miktarı m/s olarak su hızı											R Basınç Kaybı Gradyası (Pa)
182591 0,42	217481 0,44	311684 0,48	422169 0,50	551262 0,55	703150 0,60	897836 0,60	1442120 0,70	2011990 0,75	2686530 0,80	3582040 0,85	21,575
191895 0,44	227948 0,46	325640 0,50	441940 0,55	578011 0,60	733853 0,60	939704 0,65	1511900 0,75	3268030 0,80	2814460 0,85	3744860 0,90	23,537
200036 0,46	237252 0,48	340759 0,55	460548 0,55	602434 0,60	766417 0,65	980409 0,70	1570050 0,75	2186440 0,80	2942390 0,80	3907680 0,95	25,498
208177 0,48	247719 0,50	354715 0,55	479156 0,60	629183 0,65	796655 0,65	1019951 0,70	1639830 0,80	2279480 0,85	3058690 0,90	4058870 1,00	27,460
216318 0,50	257023 0,50	367508 0,55	496601 0,60	652443 0,65	826893 0,70	1057167 0,75	1697980 0,80	2360890 0,90	3163360 0,95	4210060 1,00	29,421
226785 0,50	269816 0,55	387279 0,60	519861 0,65	687333 0,70	868761 0,70	1107176 0,75	1779390 0,85	2488820 0,95	3326180 1,00	4431030 1,10	32,363
238415 0,55	282609 0,55	404724 0,65	546610 0,65	719897 0,70	910629 0,75	1159511 0,80	1756130 0,90	2605120 1,00	3477370 1,00	4628740 1,10	35,305
252371 0,60	298891 0,60	427984 0,65	579174 0,70	761765 0,75	729201 0,70	1221150 0,85	1965470 0,95	2744680 1,00	3663450 1,10	4884600 1,20	39,228
268653 0,60	317499 0,65	453570 0,70	616390 0,75	810611 0,80	1023440 0,85	129093 0,90	2093400 1,00	2919130 1,10	3907680 1,20	5175350 1,30	44,132
283772 0,65	336107 0,70	480319 0,75	651280 0,80	855968 0,85	1082753 0,90	137234 0,95	2221330 1,10	3081950 1,20	4128650 1,20	5477730 1,30	49,035
298891 0,70	353552 0,70	504742 0,80	685007 0,85	897836 0,90	1137414 0,95	144212 1,00	2337630 1,10	3233140 1,20	4337990 1,30	5756850 1,40	53,939
312847 0,70	369834 0,75	528002 0,80	716408 0,90	937378 0,95	1186260 1,00	1511900 1,10	2442300 1,20	3395960 1,30	45355700 1,40	6024340 1,50	58,842
326803 0,75	384953 0,80	551262 0,85	746646 0,90	973431 1,00	1244410 1,00	1581680 1,10	2546970 1,20	3535520 1,30	4721780 1,40	6291830 1,50	63,746
339596 0,80	401235 0,80	573359 0,90	776884 0,95	1012973 1,00	1290930 1,10	1639830 1,10	2640010 1,30	3675080 1,40	4884600 1,50	6536060 1,60	68,649
352389 0,80	415191 0,85	594293 0,90	803633 1,00	1050189 1,10	1337450 1,10	1709610 1,20	2733050 1,30	3803010 1,40	5093940 1,50	6768660 1,60	73,553
365182 0,85	430310 0,85	614064 0,95	832708 1,00	1086242 1,10	1383970 1,20	1767760 1,20	2826090 1,40	3942570 1,50	5256760 1,60	6989630 1,70	78,456
387279 0,90	457059 0,90	652443 1,00	883880 1,10	1153696 1,20	1465380 1,20	1872430 1,30	3012170 1,50	4175170 1,60	5594030 1,70	7396680 1,80	88,263
408213 0,95	482645 1,00	690822 1,10	935052 1,10	1221150 1,20	1546790 1,30	1977100 1,40	3174990 1,50	4407770 1,70	5908040 1,80	7803730 1,90	98,070
429147 1,00	508231 1,00	726875 1,10	981572 1,20	1279300 1,30	1628200 1,40	2070140 1,40	3326180 1,60	4640370 1,70	6198790 1,90	8234040 2,00	107,877
448918 1,00	531491 1,10	759439 1,20	1028092 1,30	1337450 1,30	1686350 1,40	2174810 1,50	3477370 1,70	4849710 1,80	6477910 2,00	8617830 2,00	117,684
467526 1,10	554751 1,10	792003 1,20	1071123 1,30	1395600 1,40	1779390 1,50	2256220 1,60	3628560 1,80	5059050 1,90	6745400 2,00	8989990 2,20	127,491
486134 1,10	576848 1,20	823404 1,30	1124621 1,40	1453750 1,50	1849170 1,50	2349260 1,60	3768120 1,80	5245130 2,00	7012890 2,20	9338890 2,20	137,298
502416 1,20	597782 1,20	854805 1,30	1153696 1,40	1511900 1,50	1918950 1,60	2430670 1,70	3896050 1,90	5431210 2,00	7280380 2,20	9664530 2,40	147,105
519861 1,20	617553 1,20	881554 1,40	1197890 1,50	1558420 1,60	1977100 1,70	2512080 1,80	4035610 1,90	5605660 2,20	7512980 2,20	9990170 2,40	156,912
536143 1,20	637324 1,30	908303 1,40	1232780 1,50	1604940 1,60	2046880 1,70	2593490 1,80	4140280 2,00	5791740 2,20	7745580 2,40	10292550 2,40	166,719
552425 1,30	655932 1,30	935052 1,40	1267670 1,60	1651460 1,70	2105030 1,80	2674900 1,90	4291470 2,00	5954560 2,20	7978180 2,40	10594930 2,60	176,526
568707 1,30	674540 1,40	961801 1,50	1302560 1,60	1697980 1,70	2163180 1,80	2744680 1,90	4407770 2,20	6129010 2,40	8210780 2,4	10897310 2,60	186,333
583826 1,30	693148 1,40	987387 1,50	1337450 1,60	1744500 1,70	2221330 1,90	2826090 2,00	4535700 2,20	6291830 2,40	8431750 2,60	11199690 2,80	196,140
615227 1,40	729201 1,50	1037396 1,60	1407230 1,70	1825910 1,80	2326000 1,90	2965650 2,00	4768300 2,40	6605840 2,40	8850430 2,60	11746300 2,80	215,754
643139 1,50	762928 1,50	1083916 1,70	1465380 1,80	1918950 1,90	2442300 2,00	3105210 2,20	4977640 2,40	6884960 2,60	9245850 2,80	12327800 3,00	235,368
671051 1,50	794329 1,60	1129273 1,70	1535160 1,90	1988730 2,00	2535340 2,20	3233140 2,20	5186980 2,60	7198970 2,80	9629640 2,80		254,982
696637 1,60	825730 1,70	1174630 1,90	1593310 2,00	2070140 2,20	2640010 2,20	3361070 2,40	5384690 2,60	7478090 2,80	10001800 3,00		274,596
722223 1,70	854805 1,70	1209520 1,90	1651460 2,00	2151550 2,20	2733050 2,20	3477370 2,40	5582400 2,60	7768840 3,00			294,210
757113 1,70	896673 1,80	1267670 2,80	1732870 2,2	2256220 2,20	2872610 2,40	3651820 2,60	5861520 2,80	8175890 3,00			323,631
789677 1,80	938541 1,90	1337450 2,00	1814280 2,20	2360890 2,40	3000540 2,60	3814640 2,60	6129010 3,00				353,052
833871 1,90	990876 2,00	1523530 2,20	1907320 2,40	2488820 2,40	3163360 2,60	4023980 2,80					392,280
883880 2,00	1051352 2,20	1500270 2,40	2035250 2,40	2640010 2,40	3372700 2,80	4268210 3,00					441,315

Tablo 6.10: Sıcak Su Borularının Özel Dirençleri (Z)

Suyun Borudaki	Σξ = 1 ile Σξ = 15 için özel dirençler														
Hızı m/s	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00
0,010	0,10	0,10	0,20	0,20	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,98	0,98	0,98	0,98
0,015	0,10	0,20	0,49	0,10	0,98	0,98	0,98	0,98	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
0,020	0,20	0,49	0,98	0,98	0,98	0,98	2,0	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
0,025	0,49	0,98	0,98	0,98	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	3,9	3,9	3,9	4,9	4,9	4,9
0,030	0,49	0,98	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	3,9	3,9	4,9	4,9	5,9	5,9	6,9	6,9
0,035	1,0	1,0	2,0	2,9	2,9	3,9	4,9	4,9	5,9	6,9	6,9	7,8	7,8	8,8	9,8
0,040	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	6,9	6,9	7,8	8,8	9,8	9,8	10,8	11,8
0,045	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,8	8,8	9,8	10,8	11,8	12,7	13,7	14,7
0,050	1,0	2,9	3,9	4,9	5,9	7,8	8,8	9,8	10,8	12,7	13,7	14,7	15,7	16,7	18,6
0,060	2,0	3,9	5,9	6,9	8,8	10,8	12,7	13,7	15,7	17,7	19,6	21,6	23,5	24,5	26,5
0,070	2,9	4,9	7,8	9,8	11,8	14,7	16,7	19,6	21,6	24,5	26,5	29,4	31,4	33,3	36,3
0,080	2,9	6,9	9,8	12,7	15,7	18,6	21,6	25,5	28,4	31,4	34,3	38,2	40,2	44,1	47,1
0,090	3,9	7,8	11,8	15,7	19,6	23,5	27,5	31,4	35,3	39,2	43,2	47,1	52,0	55,9	59,8
0,100	4,9	9,8	14,7	19,6	24,5	29,4	34,3	39,2	44,1	49,0	53,9	58,8	63,7	68,6	73,6
0,110	5,9	11,8	17,7	23,5	29,4	35,3	41,2	47,1	53,0	58,8	64,7	70,6	76,5	81,4	87,3
0,120	6,9	13,7	21,6	28,4	35,3	42,2	49,0	55,9	63,7	70,6	77,5	83,4	90,2	98,1	104,9
0,130	8,8	16,7	24,5	33,3	41,2	50,0	57,9	65,7	74,5	81,4	90,2	98,1	106,9	114,7	122,6
0,140	9,8	19,6	28,4	38,2	48,1	57,9	66,7	76,5	85,3	95,1	104,9	113,8	123,6	133,4	143,2
0,150	10,8	21,6	33,3	44,1	54,9	65,7	76,5	87,3	98,1	108,9	119,6	131,4	142,2	153,0	163,8
0,160	12,7	25,5	37,3	50,0	62,8	75,5	86,3	99,1	111,8	124,5	136,3	149,1	161,8	174,6	186,3
0,170	13,7	28,4	42,2	56,9	70,6	83,4	98,1	111,8	126,5	140,2	154,0	168,7	182,4	197,1	210,9
0,180	15,7	31,4	47,1	63,7	78,5	94,1	109,8	125,5	141,2	157,9	173,6	189,3	205,9	220,7	235,4
0,190	17,7	35,3	53,0	70,6	87,3	104,9	122,6	140,2	157,9	175,5	193,2	210,9	230,5	245,2	264,8
0,200	19,6	39,2	58,8	78,5	97,1	116,7	136,3	155,0	174,6	196,1	215,8	235,4	255,0	274,6	294,2
0,220	23,5	47,1	70,6	93,2	117,7	141,2	164,8	188,3	209,6	235,4	259,9	284,4	308,9	333,4	353,1
0,240	28,4	55,9	83,4	11,8	140,2	167,7	196,1	225,6	255,0	279,5	308,9	338,3	367,8	392,3	421,7
0,260	33,3	65,7	98,1	131,4	163,8	196,1	230,5	264,8	299,1	328,5	362,9	392,3	431,5	460,9	500,2
0,280	38,2	76,5	113,8	152,0	190,3	230,5	269,7	308,9	343,2	382,5	421,7	460,9	500,2	539,4	578,6
0,300	44,1	87,3	131,4	174,6	220,7	264,8	308,9	353,1	397,2	441,3	480,5	529,6	568,8	617,8	657,1
0,320	50,0	99,1	149,1	201,0	250,1	299,1	348,1	402,1	451,1	500,2	549,2	598,2	647,3	696,3	755,1
0,340	56,9	111,8	168,7	225,6	284,4	338,3	397,2	451,1	510,0	568,8	617,8	676,7	735,5	784,6	833,6
0,360	63,7	125,5	189,3	255,0	318,7	382,5	441,3	510,0	568,8	637,5	696,3	764,9	814,0	872,8	941,5
0,380	70,6	140,2	210,9	284,4	353,1	421,7	490,4	568,8	637,5	706,1	774,8	833,6	912,1	970,9	1049,3
0,400	78,5	155,9	235,4	313,8	392,3	470,7	549,2	627,6	706,1	784,6	853,2	931,7	1010,1	1088,6	1167,0
0,420	85,3	171,6	259,9	343,2	431,5	519,8	608,0	686,5	774,8	853,2	941,5	1029,7	1108,2	1196,5	1284,7
0,440	93,2	188,3	284,4	377,6	470,7	568,8	666,9	755,1	843,4	941,5	1029,7	1127,8	1216,1	1314,1	1412,2
0,460	102,0	205,9	308,9	411,9	519,8	617,8	725,7	814,0	921,9	1029,7	1127,8	1235,7	1333,8	1441,6	1539,7
0,480	111,8	225,6	338,3	451,1	559,0	676,7	784,6	892,4	1010,1	1118,0	1225,9	1343,6	1451,4	1569,1	1677,0
0,500	121,6	245,2	367,8	490,4	608,0	735,5	843,4	970,9	1088,6	1216,1	1333,8	1461,2	1578,9	1696,6	1824,1
0,550	147,1	294,2	441,3	588,4	735,5	872,8	1029,7	1167,0	1323,9	1471,1	1618,2	1765,3	1912,4	2059,5	2206,6
0,600	174,6	353,1	529,6	706,1	872,8	1049,3	1225,9	1402,4	1578,9	1745,6	1922,2	2108,5	2304,6	2451,8	2647,9
0,650	205,9	411,9	617,8	814,0	1029,7	1225,9	1441,6	1637,8	1853,5	2059,5	2255,6	2500,8	2696,9	2893,1	3089,2
0,700	240,3	480,5	715,9	951,3	1186,6	1422,0	1657,4	1912,4	2157,5	2402,7	2647,9	2893,1	3138,2	3334,4	3579,6
0,750	274,6	549,2	814,0	1088,6	1363,2	1637,8	1912,4	2206,6	2451,8	2746,0	3040,2	3285,3	3579,6	3873,8	4118,9
0,800	313,8	627,6	931,7	1245,5	1559,3	1873,1	2206,6	2500,8	2795,0	3138,2	3432,5	3775,7	4020,9	4413,2	4707,4
0,850	353,1	706,1	1049,3	1402,4	1755,5	2108,5	2451,8	2844,0	3187,3	3530,5	3677,6	4217,0	4609,3	4903,5	5295,8
0,900	397,2	794,4	1186,6	1578,9	1961,4	2353,7	2795,0	3187,3	3579,6	3922,8	4315,1	4707,4	5197,7	5590,0	5982,3
0,950	441,3	872,8	1304,3	1755,5	2206,6	2647,9	3089,2	3530,5	3971,8	4413,2	4903,5	5295,8	5786,1	6178,4	6668,8
1,000	490,4	970,9	1461,2	1961,4	2451,8	2942,1	3432,5	3922,8	4413,2	4903,5	5393,9	5884,2	6374,6	6864,9	7355,3
1,100	588,4	1167,0	1755,5	2353,7	2942,1	3530,5	4118,9	4707,4	5295,8	5884,2	6374,6	7355,3	7649,5	8139,8	8728,2
1,200	706,1	1402,4	2108,5	2795,0	3530,5	4217,0	4903,5	5590,0	6374,6	7061,0	7747,5	8336,0	9022,4	9807,0	10493,5
1,300	814,0	1637,8	2500,8	3285,3	4118,9	5001,6	5786,1	6668,8	7649,5	8139,8	9022,4	9807,0	10689,6	11474,2	12258,8
1,400	951,3	1912,4	2893,1	3824,7	4805,4	5786,1	6668,8	7649,5	8728,2	9512,8	10395,4	11376,1	12356,8	13337,5	14318,2
1,500	1088,6	2206,6	3285,3	4413,2	5491,9	6570,7	7649,5	9708,9	9807,0	10885,8	11964,5	13141,4	14220,2	15298,9	17456,5
1,600	1245,5	2500,8	3775,7	5001,6	6276,5	7551,4	8630,2	9905,1	11180,0	12454,9	13631,7	14906,6	16181,6	17456,5	18633,3
1,700	1402,4	2844,0	4217,0	5688,1	7061,0	8336,0	9807,0	11180,0	12651,0	14024,0	15397,0	16868,0	18241,0	19614,0	21085,1
1,800	1578,9	3187,3	4756,4	6374,6	7845,6	9414,7	10983,8	12553,0	14122,1	15789,3	17358,4	18297,5	20594,7	24517,5	23536,8
1,900	1755,5	3530,5	5295,8	7061,0	8728,2	10493,5	12258,8	14024,0	15789,3	17554,5	19319,8	21085,1	23046,5	23046,5	26478,9
2,000	1961,4	3922,8	5884,2	7745,5	9708,9	11670,3	13631,7	15495,1	17456,5	16475,8	21575,4	23536,8	25498,2	27459,6	29421,0

6.2. KAZAN KAPASİTE HESABI

Yakıtlarda yıllara göre büyük değişimler olmuştur. 1960'lı yıllarda fuel-oil neredeyse bedava sayılacak fiyatlara satılmıştır. Petrol krizi nedeniyle 1975'ten sonra kömür kullanılmaya başlanmıştır. Ancak hava kirliliği ve çevre baskısı sonucu kömür ısıtmada terk edilmiş ve 1990'lı yıllar doğal gaz dönüşümü yılları olmuştur. Günümüzde Türkiye'de bulunan 81 il merkezine doğal gaz verilmektedir. Bu öğrenme biriminde doğal gaz yakıtının yaygın olarak kullanıldığı düşünülmüştür.

6.2.1. Kazan Hesabı

Kazan; merkezî ısıtma tesisatında katı, sıvı veya gaz yakacaklar yakarak suyun ısıtılmasını sağlayan elemandır. Kazan kapasitesi aşağıdaki ifade ile bulunur. Kazan kapasitesi, kazan kataloglarından bakılırken bu değere en yakın ve büyük kazan seçimi ile yapılmaktadır.

$$Q_K = Q_h \cdot (1 + Z_R) \quad (W)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_h : Kazan ısı yükü (W)

Z_R : Kazan ısı yükü artırım katsayısı

Kazan ısı yükü, yapının toplam ısıtıcılarının toplam ısı kapasiteleri, sıvı yakıtlı kazanlarda yakıt tankı serpantini ve varsa boyler için gerekli ısı yükü toplanarak bulunan toplam ısı yükünü karşılayacak şekilde kazan hesaplanmalıdır. Kanallardan geçen çok uzun boru hatları varsa boruların ısı kayıpları hesaplanmalı ve toplam ısı kaybına ilave edilmelidir.

Z_R katsayısı için üç durum tanımlanmıştır. Tablo 6.11'den seçim yapılır.

Tablo 6.11: Kazan Artırım Katsayısı (Z_R)

TANIM	Z_R
Ana dağıtım ve toplama boruları yalıtılmış, sıcak hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde bulunuyorsa	0,05
Ana dağıtım ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmamış hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde bulunuyorsa	0,10
Ana dağıtma ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmayan hacimlerden veya kanallardan; kolonlar ise tesisat bacalarından geçiyorsa	0,15

Örnek: İzmir Karaburun'da yapılacak tesisin ısıtıcılarının ısı kapasiteleri toplamı 76.540 W, ana dağıtım ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılan hacimden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde bulunuyorsa gerekli olan sıvı yakıtlı kazan kapasitesini belirleyiniz.

$Q_K = Q_h \cdot (1 + Z_R)$

$Q_K = 76540 \cdot (1 + 0{,}05) = 80367$ W = 80 kW (1000 W = 1 kW)

Bir adet 105 kW, 4 atmosfer konstrüksiyon basıncında ve 0,9 mbar karşı basınçlı, sıvı yakıtlı sıcak su üretici, çelik malzemeden kaynaklı kalorifer kazanı projelendirilir.

6.2.1.1. Kazan Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Mümkün olduğu kadar ısıl verimi ve ısıtma yüzeyi verdisi yüksek kazanlar seçilmelidir. Tesisatta iki kazan kullanılması durumunda kazanlardan biri gereken kapasitenin 2/3'ünü diğeri ise 1/3'ünü sağlayan iki kazan seçimi tavsiye edilir. Üç kazan kullanılması durumunda kapasite eşit olarak paylaştırılır. Boylerli sistemlerde toplam ısı gereksinimi 350 kW değerini aşıyorsa kullanma sıcak su üretimi için ayrı bir kazan kullanılması önerilir.

İki veya daha çok sayıda kazan kullanılacaksa her kazanın bağımsız çalışabilecek nitelikte tesis edilerek tesisata bağlanması gereklidir. Her kazanın güvenlik boruları ayrı olmalıdır.

Merkezî ısıtmalarda kazana geri dönüş su sıcaklığı ile dış hava sıcaklık kontrolü yapılarak sistem ekonomisi sağlanmalıdır.

Yakıt tasarrufu için sıvı ve gaz yakıtlı kazanlarda otomatik kontrol sistemi yapılmalıdır. Isıtma kapasitesi 100 kW ve üzerindeki katı yakıtlı kazanlarda verimlilik araştırılarak otomatik yakıt besleme sistemi (stoker) kullanılır. 500 kW ve üstü kapasiteye sahip ısıtma kazanlarında zaman içerisinde kazanda ve tesisatta oluşan ve kazan verimliliğini düşüren kireçlenmeyi önlemek amacıyla su yumuşatma/şartlandırma sistemlerinin kurulması gerekir. Çelik kazanlarda düşük sıcaklıklarda oluşacak korozyonu önlemek için kazan çıkışına üç yollu veya dört yollu vana konulması tavsiye edilir.

6.2.1.2. Kazan Dairesi Havalandırması

Isıtma merkezinde yanma için gerekli taze havanın temini (alt havalandırma) ve sızması muhtemel doğal gaz veya atık gazlarının tahliyesi için (üst havalandırma) gerekli havalandırmanın sağlanması gerekir. Kazan dairesi havalandırılması, kazan dairesi sıcaklığının kış sezonunda 32 °C değerini aşmaması esasına göre yapılmalıdır. Eğer tesis yaz sezonunda da maksimum kapasiteye yakın değerlerde çalıştırılıyorsa ilave havalandırma gereklidir.

Temiz hava giriş bacası ağzının zemin düzeyinde (alt havalandırma), pis hava atma bacası ağzının ise tavan düzeyinde (üst havalandırma) olması sağlanmalıdır. Sıvı veya katı yakıtlı kazanların gaz yakıtlı kazanlar ile aynı kazan dairesinde kullanılması hâlinde bu kazanlar da doğal gaz kazanı gibi kabul edilmelidir.

Doğal Havalandırma

Doğal havalandırmanın temini için alt ve üst menfezler dış hava ile direkt temas etmelidir. Menfezler, tesisin doğal sirkülasyonunun sağlanması ve kısa devrenin önlenmesi için mümkün olduğu kadar üste ve alta yerleştirilmelidir. Projesine uygun olarak üretilecek havalandırma menfez ve kanalları galvaniz veya DKP sacdan imal edilmelidir. Kazan dairelerinin havalandırmasında doğrudan dışarı açılan menfezler için yeterli kesit alanı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$S_A = Q_B / 3600 \ (m^2)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

S_A : Alt havalandırma menfez kesit alanı (m^2)

Q_B: Toplam anma ısı yükü (kW)

Pis hava atışı için gerekli menfez kesit alanı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$S_Ü = S_A \cdot 0,6 \ (m^2)$$

Eşitlikte verilen ifade şu şekildedir:

$S_Ü$: Üst havalandırma menfez kesit alanı (m^2)

Cebrî Havalandırma

Doğal olarak havalandırılması mümkün olmayan kazan dairelerinin cebrî olarak havalandırılması gerekir. Bu durumlarda kanal çaplarının doğal havalandırmaya göre daha küçük olduğu cebrî havalandırmalar kullanılır. Cebrî havalandırmalarda kanal içerisine yerleştirilen fanlar, taze hava emişini ve kirli hava atılımını sağlamaktadır.

Cebrî havalandırmada dikkat edilecek husus, kazan dairesinde negatif basınç oluşmasıdır. Pozitif basıncın oluşması şarttır. Bu nedenle taze hava emişinin menfez ile doğal olarak çekilmesine ve kirli havanın fan ile atılmasına izin verilmez. Ancak tersi yani taze havanın fan ile temini ve kirli havanın doğal olarak üst menfezlerden atılması mümkündür.

Cebrî havalandırma için gerekli olan en az taze hava ve egzoz havası miktarları üflemeli brülör tipine göre aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$V_H = Q_B \cdot 1,184 \cdot 3,6 \ (m^3/h)$$

$$S_A = V_H / 3600 \cdot V \ (m^2)$$

$$V_E = Q_B \cdot 0,781 \cdot 3,6 \ (m^3/h)$$

$$S_Ü = V_E / 3600 \cdot V \ (m^2)$$

Eşitliklerde verilen ifadeler şu şekildedir:

V_H : Alt havalandırma hava debisi (m^3/h)

V_E : Üst havalandırma hava debisi (m^3/h)

V : Kanaldaki hava hızı 5 ile 10 arasında alınmalıdır (m/s).

Cebrî havalandırma için gerekli olan en az taze hava ve egzoz havası miktarları atmosferik brülör tipine göre aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$V_H = Q_B \cdot 1{,}304 \cdot 3{,}6 \quad (m^3/h)$$

$$S_A = V_H / 3600 \cdot V \quad (m^2)$$

$$V_E = Q_B \cdot 0{,}709 \cdot 3{,}6 \quad (m^3/h)$$

$$S_Ü = V_E / 3600 \cdot V \quad (m^2)$$

Örnek: Kazan dairesinde doğal havalandırma yapılacak İnci Hanım Apartmanı'nın toplam anma ısı yükü 24 kW olduğuna göre alt ve üst havalandırma menfez kesit alanlarını hesaplayınız.

$S_A = Q_B / 3600 = 24 / 3600 = 0{,}006\ m^2$, 10x10 cm düşünülebilir.

$S_Ü = S_A \cdot 0{,}6 = 0{,}006 \cdot 0{,}6 = 0{,}0036\ m^2$, 15x10 cm düşünülebilir.

6.2.2. Baca Hesabı

Baca kesit hesabı yapılırken kullanılan yakıt cinsinin önemi büyüktür. Baca kesit hesabı yakıt tipine önemli ölçüde bağlıdır. Çünkü her yakıtın yanması için gerekli hava miktarıyla ortaya çıkan atık gaz miktarı farklıdır. Yakıt cinsine bağlı olarak baca kesit hesabı için kullanılan pek çok eşitlik verilmiştir. Bu eşitlik kullanıldığında baca hesabı uzun olacağından pratikte aşağıdaki eşitlik sıkça tercih edilir.

$$F_B = k \cdot (0{,}86 \cdot Q_K / \sqrt{H})$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_K : Kazan kapasitesi (W)

H : Baca yüksekliği (m)

F_B : Baca kesit alanı (cm^2)

k : Yakıt katsayısı

Doğal gaz için 0,012, sıvı yakıt 0,02, katı yakıt 0,03 alınabilir.

Bacalar mümkün olduğunca dairesel kesitli yapılmalıdır. Bu olanak yoksa kare kesitli yapılabilir. Klasik sistemlerde her kazanın ayrı bir duman gazı bacası olur. Geri tepme ve benzeri nedenlerle kazan dairesine dolan duman gazlarının dışarı atılması için kesiti, toplam duman bacası kesitinin en az %25'i kadar ve en az 200 cm^2 olmak koşu-

luyla kazan dairesi pis hava bacasıyla donatılmalıdır. Pis hava atma bacaları, duman bacalarının bitişiğinde veya iki duman bacası arasında, duman bacaları ile aynı seviyede ve çatının en yüksek noktasından (mahya) en az 80 cm daha yüksek tutulmalıdır.

Kazan duman gazı bacaları, teknik bir zorunluluk olmadıkça binaların dış duvarına konulamaz. Duman kanalları, kalorifer kazanlarında yanmış yakıt gazlarının bacaya gönderilmesinde kullanılan meyilli yatay kanallardır. Bu kanallar, ısıya dayanıklı metal malzemeden, dairesel veya kare kesitli olarak yapılır. Bunların mümkün olmadığı yerlerde ebatları 2/3 oranında dikdörtgen kesitli de yapılabilir. Duman kanalları, en az 3 mm' lik sacdan imal edilir. Bazı durumlarda bir kısım duman kanallarını ateş tuğlasından da yapmak mümkündür.

Duman kanallarına aynı malzemeden dirseklerle dönüş yaptırılır. Dirsekler, aynı kesitli ve geniş dönüş yapacak şekilde olmalıdır. Asla 90°lik keskin dirsek konulmamalıdır. Dönüşün geniş olması, içinden geçen duman çekişinin düşmesini önler. Her zaman her kazan için ayrı duman kanalıyla ayrı bacaya bağlanmalıdır. Duman kanallarının birbiriyle yatayda birleştirilmesi sakıncalı olur.

Yatay duman kanalları, bacaya en az %5 ve genelde %10 yükselen bir eğimle bağlanmalı ve uzunluğu hiçbir suretle baca yüksekliğinin 1/4'ünü aşmamalıdır. Duman kanallarının temizlenmelerine imkân verecek, sızdırmaz, ısı yalıtımlı, kolay açılıp kapanabilen ve en küçük ölçüsü 300x300x5 mm olan yeter sayıda temizleme kapağı bulunmalıdır. Temizleme kapakları özellikle dönüşlerde, dönüş öncesi veya sonrasında mutlaka kullanılmalıdır. Duman kanal kesiti, baca kesitinin %25'i kadar büyük ölçüde yapılır.

Örnek: Doğal gaz yakıtı kullanılan İnci Hanım Apartmanı'nda kazan kapasitesi 24 kW, baca yüksekliği 10 metre olan bacanın kesit alanını hesaplayınız.

$F_B = k \cdot (0{,}86 \cdot Q_K / \sqrt{H})$

$F_B = 0{,}012 \cdot (0{,}86 \cdot 24000 / \sqrt{10}) = 78{,}37\ cm^2$

d = 8,85 cm baca çapı belirlenir.

Örnek: Kazan ısıl kapasitesi 105 kW olan fuel-oil kazanı için baca çapı, havalandırma baca çapı ve duman kanalı çapını hesaplayınız (baca yüksekliği: 9 metre).

$F_B = k \cdot (0{,}86 \cdot Q_K / \sqrt{H})$

$F_B = 0{,}02 \cdot (0{,}86 \cdot 105000 / \sqrt{9}) = 602\ cm^2$

d = 25 cm baca çapı belirlenir.

$F_H = F_B / 4$

$F_H = 602 / 4 = 150{,}5\ cm^2$

d = 13 cm havalandırma baca çapı belirlenir.

$F_D = F_B \cdot 1{,}25$

$F_D = 602 . 1,25 = 752,5 cm^2$

d = 28 cm duman kanalı belirlenir.

6.2.3. Brülör Hesabı

Brülör, yakıtı hava ile uygun oranda karıştırılarak tam olarak yakılmasını sağlayan cihazdır. Brülör kapasitesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur.

$$B = Q_K / H_u . \eta_k \quad (kg/h \text{ veya } m^3/h)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

B : Brülör debisi (kg/h veya m^3/h)

$\mathbf{Q_K}$: Kazan kapasitesi (kW)

$\mathbf{H_u}$: Yakıtın alt ısıl değeri (kWh/kg veya kWh/m^3) (Tablo 6.12)

$\boldsymbol{\eta_k}$: Kazan verimi (%) (Tablo 6.12)

Tablo 6.12: Yakıtların Alt Isıl Değerleri ve Kazan Verimleri

	DOĞAL GAZ	FUEL-OIL	LİNYİT KÖMÜRÜ
Yakıtın alt ısıl değeri	9,6 kWh/m^3	11,63 kWh/kg	6,4 kWh/kg
Kazan verimi	0,85-0,92	0,75-0,80	0,70

Merkezî ısıtma sistemlerinde gaz yakıtlı cebrî üflemeli brülörler kullanılması durumunda;

- 100 kW'a kadar ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde tek kademeli ancak hava emiş damperi servomotor kontrollü, iki kademeli veya oransal kontrollü,
- 100-600 kW ısıtma sistemine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü,
- 600 kW ve üstü kapasiteye sahip sistemlerde sadece oransal kontrollü,
- 3.000 kW üstü sistemlerde baca gazı oksijen kontrol sistemine sahip brülörler kullanılır.

Merkezî ısıtma sistemlerinde sıvı yakıtlı cebrî üflemeli brülörler kullanılması durumunda;

- 100 kW'a kadar ısıtma sistemi kapasitesine sahip sistemlerde tek kademeli ancak hava emiş damperi servomotor kontrollü, iki kademeli veya oransal kontrollü,
- 100-1.200 kW ısıtma sistemine sahip sistemlerde iki kademeli veya oransal kontrollü,
- 1.200 kW ve üstü kapasiteye sahip sistemlerde sadece oransal kontrollü,
- 3.000 kW üstü sistemlerde baca gazı oksijen kontrol sistemine sahip brülörler kullanılır.

Örnek: Kazan ısıl kapasitesi 105 kW olan fuel-oil kazanı için brülör debisini belirleyiniz.

$B = Q_K / H_u . \eta_k$

$B = 105 / 11,63 . 0,75 = 12,37$ kg/h

Brülör seçim katalogları kullanılarak iki kademeli brülör seçilir.

6.2.4. Yıllık Yakıt Sarfiyatı Hesabı

Yıllık yaklaşık yakıt miktarı, ısıtma tesisatı projelerinin hazırlanması sırasında yakıt depo hacminin boyutlandırılması için esas alınacak yakıt miktarıdır. Yıllık yakıt sarfiyatı için aşağıdaki eşitlik verilmektedir.

$$B_Y = Q_K . Z_g . Z_y / 2. H_u . \eta_k \qquad (kg/yıl)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_K: Kazan kapasitesi (kW)

Z_g : İşletme tipine bağlı olarak günlük çalışma süresi (saat/gün)

Z_y : İklim koşullarına göre tesisisin yıllık çalışma süresi (gün)

H_u: Yakıtın alt ısıl değeri (kWh/kg veya kWh/m^3) (Tablo 6.12)

η_k : Kazan verimi (%) (Tablo 6.12)

6.2.5. Yakıt Deposu Hesabı

Sıvı yakıt kullanan sistemlerde yakıtın depolanması için yakıt tankları gereklidir. Yakıt tankları silindirik veya prizmatik olabilir. Uygulamada silindirik yakıt tankları tercih edilir.

Sıvı yakıtların depo edilmesi amacı ile üretilen yakıt depoları boyutları standart olup TS 712 kapsamındadır. Yakıt depoları, ekonomik olarak sistemin yaklaşık 20 günlük ihtiyacını karşılayacak ölçüde veya yakıt tankerinin büyüklüğü dikkate alınarak daha büyük hacimde seçilebilir.

Yakıt depoları duvar ile çevrili ayrı bir bölüme monte edilmeli ve bu hacim için doğal havalandırma sağlanmalıdır. Depolanacak yakıt miktarı belirlendikten sonra sıvı yakıt deposunun hacmi aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$V = B_P / \rho \qquad (m^3)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

B_P : Depolanacak yakıt miktarı (kg)

ρ : Yakıtın yoğunluğu (860 kg/m^3)

Depolanacak yakıt miktarı belirlendikten sonra katı yakıt deposu (kömürlük alanı) aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$F = B_P / h. \rho \quad (m^3)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

B_P : Depolanacak yakıt miktarı (kg)

h : Yığma yüksekliği (1,5 m)

ρ : Yakıtın yoğunluğu (750 kg/m^3)

Otomatik kontrole uygun doğal gazın yakılması için ön hazırlamaya ve depolanmasına gerek yoktur.

Örnek: 105 kW kapasiteli fuel-oil kullanan çelik kazan için yakıt deposu hesabını yapınız.

Q_K : 105 kW

Z_g : 14 saat/gün (2. işletme)

Z_y : 30 gün/periyot

H_u : 11,63 kWh/kg (Tablo 6.12)

η_k : 0,75 (Tablo 6.12)

$B_P = Q_K . Z_g . Z_y / 2. H_u . \eta_k$

$B_P = 105 . 14. 30 / 2. 11,63 . 0,75$

$B_P = 2527$ kg/30 günlük

$V = B_P / \rho$

$V = 2527 / 860 = 2,93\ m^3$

30 günlük yakıtı depolayacak olan depo hacmi 2,93 m^3tür. Bu hacme uygun bir depo yaptırılacak ya da seçilecektir.

6.2.6. Yakıt Tankı Serpantini

Soğuk günlerde fuel-oilin akma özelliği azaldığından brülöre verilmeden önce depoda ısıtılarak akışkanlığı artırılır. Bu amaçla yakıt deposunda bulunan yakıtın kazandan alınan sıcak su ile ısıtılması gerekir. Yakıtı ısıtmak için gerekli enerji aşağıdaki eşitlik ile bulunur.

$$Q_Y = B . c / \Delta t \quad (W)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_Y : Yakıtı ısıtmak için gerekli enerji (W)

B : Brülör kapasitesi (kg/s)

c : Fuel-oil özgül ısısı (2093,5 J/kgK)

Δt : Yakıtın ısıtılacak sıcaklık ile ortam sıcaklığının farkı (K)

6.3. GENLEŞME TANKI HESABI

Genleşme deposu (tankı) sistemdeki basıncın kontrolü ve sisteme gerekli su desteğinin sağlaması bakımından önemlidir.

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde gidiş dönüş sıcaklıkları bakımından 90/70, 80/60 ^{o}C gibi sıcaklıklar kullanılmaktadır. Sistemin çalışmadığı zamanlarda sistemdeki su sıcaklığının ortam sıcaklığına düştüğü düşünülürse sistemdeki en yüksek su sıcaklığı ile çalışmadığı zamanlardaki sıcaklık arasında fark bulunmaktadır. Suyun özgül hacmi sıcaklığa bağlı olarak değiştiğinden sistemdeki su, bu iki sıcaklık farkında farklı hacimlerde bulunmaktadır. Sistem çalışmadığı zaman tüm sistemi kaplayan su, ısıtıldığında ve en yüksek sıcaklığa ulaştığında genleşecektir. Sıcak sulu sitemlerde su 10 °C'den 90 °C'ye ısıtıldığında hacmi, ilk hacminin %3,55'i oranında artar. Ortalama sıcaklık 80 °C alınırsa 10 °C ile 80 °C arasındaki artış ise %0,0286'dır. Genleşen bu suyun toplandığı yer **genleşme deposu** olarak adlandırılır.

Tablo 6.13: Suyun Yoğunluğunun ve Özgül Hacminin Sıcaklıkla Değişimi

Sıcaklık °C	Yoğunluk kg/dm³	Özgül Hacim dm³/kg
0	0,9998	1,0002
10	0,9996	1,0004
20	0,9982	1,0018
30	0,9956	1,0044
40	0,9922	1,0079
50	0,9980	1,0121
60	0,9832	1,0171
70	0,9777	1,0228
80	0,9718	1,0290
90	0,9653	1,0359
100	0,9583	1,0435
110	0,9510	1,0515
120	0,9431	1,0603
130	0,9348	1,0697

Genleşme depoları, atmosfer ile bağlantılı olup olamamalarına göre açık ve kapalı tipler olarak sınıflandırılır. Açık genleşme depolarının kullanılması yalnızca sıcak sulu ısıtma sistemleri ile sınırlı iken kapalı genleşme depoları, kızgın sulu ısıtma sistemleri, soğutma-iklimlendirme sistemleri ve hidrofor tesisatlarında da kullanılabilir. Sıcak sulu sistemlerde de sakıncaları nedeniyle açık genleşme depoları tamamen terk edilmeye başlanmış ve kapalı genleşme depoları standart uygulamalar hâline gelmiştir (Tablo 6.13).

6.3.1. Açık Genleşme Deposu Hesabı

Katı yakıtlı kazanlar için tavsiye olunan açık tip genleşme deposu, atmosfere açık olarak çalışır. Genleşen su hacmini toplamak üzere dağıtma sisteminin en yüksek noktasından biraz daha yüksek noktaya yerleştirilir.

Tesisatta bulunan her kazan için kapasitelerine göre ayrı genleşme deposu konulması önerilmektedir. Yani iki kazanı tek bir genleşme deposuna bağlamak doğru değildir.

Tesisattaki V_S litre su ısınma sonucu genleşir. Genleşen suyu depolayacak açık genleşme deposu hacmi için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$V_S = 0{,}00215 \cdot Q_K \ \text{(litre)}$$

Buradaki Q_K kazanın kapasitesidir (W).

Her kazan ve genleşme deposu için haberci, gidiş ve dönüş emniyet boruları vardır. Boruların üzerine hiçbir kapayıcı vana konulmamalıdır.

Gidiş ve dönüş emniyet borularının çapları Q_K kalorifer kazan ısı gücü (W) olmak üzere:

$$d_g = 15 + 1.5 \sqrt{(0{,}86 \cdot Q_k / 1000)} \text{ (mm)}$$
$$d_d = 15 + \sqrt{(0{,}86 \cdot Q_k / 1000)} \text{ (mm)}$$

Haberci boru çapı, gidiş emniyet boru çapında seçilir. Bu boruların çapları 1" değerinden küçük olmamalıdır.

6.3.2. Kapalı Genleşme Deposu Hesabı

Isıtma tesisatında açık genleşme depoları hem yerleşme problemi hem de işletmedeki problemler ve kapalı genleşme depolarının avantajları nedeniyle yerini kapalı genleşme depolarına bırakmaktadır. Kapalı genleşme depoları kazan dairesinde bulunur. Bu durum hem sürekli kontrol edilebilmeyi sağlar hem de donmayı önler. Kapalı genleşme depoları diyaframlı veya daha büyük kapasitelerde gaz yastıklı olabilir. Sistemde mutlaka manometre ve emniyet vanası bulunmalıdır. Kapalı genleşme depoları, sadece otomatik kontrollü olarak mekanik yanma sağlayan sıvı ve gaz yakıtlı ısıtma sistemlerinde kullanılabilir.

Genleşme deposunun hacminin hesaplanmasında önce sistemdeki toplam su hacmi (V_S) belirlenir. Isıtma kazanı, ısıtıcılar ve borular içindeki su hacmi üretici firma kataloglarından belirlenir. Hesap yöntemi ile gerçek su hacminin belirlenmesi çok uzun olduğu için pratik yöntemle su hacmi yaklaşık olarak belirlenecektir.

Sistemdeki su hacminin yaklaşık olarak belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$V_S = W \cdot Q_K \text{ (litre)}$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

V_S : Sistem su hacmi (litre)

Q_K : Kazan kapasitesi (kW)

W : Özgül su miktarı (L/kW) (Tablo 6.9: a ve b)

Tablo 6.14: Isıtıcı Tipine Göre W Katsayısı Değerleri

ISITICI TİPİ	ÖZGÜL SU MİKTARI (L/KW)
Konvektör	5,2
Panel radyatör	8,33
Döküm radyatör	12
Döşemeden ısıtma	18,5

Isıtma sisteminde genleşen su miktarı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$V_e = n \cdot V_S \text{ (L)}$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

$\mathbf{V_e}$: Sistemde genleşen su miktarı (litre)

n : Gidiş sıcaklığına bağlı genleşme katsayısı (Tablo 6.15)

$\mathbf{V_S}$: Sistem su hacmi (litre)

Tablo 6.15: Suyun 10 °C Giriş Sıcaklığına Göre En Büyük Kazan Çıkış Sıcaklıkları İçin "n" Katsayısı

Kazan Çıkış Su Sıcaklıkları (°C)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Genleşme Katsayısı	0,0075	0,0117	0,0167	0,0224	0,0258	0,0355	0,0431	0,0511	0,0599

Sistemdeki su ön hacminin belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$V_V = 0{,}005 \cdot V_S \geq 3 \text{ (L)}$$

Kapalı genleşme tankı ön basıncı aşağıdaki eşitlikle bulunur.

$$P_o = P_{hst} \text{ (bar)}$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

$\mathbf{P_{hst}}$: Hidrostatik basınç (bar)

Kapalı genleşme tankı üst basıncı (Pe) belirlenir. Sistem işletme üst basıncı hiçbir zaman emniyet ventili açma basıncından büyük olamaz.

Emniyet ventili açma basıncı sistemin işletme basıncından 0,5 bar daha fazla alınarak emniyet ventili seçimi yapılır. Uygulamada genellikle en düşük açma basıncı olarak 2,5 bar değeri alınmaktadır (Tablo 6.16).

Tablo 6.16: Emniyet Ventili Açma Basıncı Seçim Çizelgesi

Bina Yüksekliği (m)	15 metreye kadar	15-25 metreye kadar	25-35 metreye kada	45 metreye kadar
Emniyet Ventili Açma Basıncı (bar)	2,5	3,5	4,5	5,5

$$P_e = P_{açma} - 0{,}5 \text{ (bar)}$$

Kapalı genleşme tankı nominal hacmi (V_n) belirlenir.

$$V_n = (V_v + V_e) \times (P_e+1)/(P_e-P_o) \text{ (L)}$$

Tablo 6.17 veya 6.18'den emniyet ventili çapı ve Tablo 6.19'dan tank büyüklüğüne göre boru çapı seçilerek proje üzerinde belirtilmelidir.

Tablo 6.17: Diyaframlı Emniyet Ventili Seçim Çizelgesi (3 barlık işletme basıncına kadar kullanılır.)

Isıl Kapasite (kW)	50	100	200	350	600	900
Emniyet Ventili Çapı	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50

Tablo 6.18: Yaylı Emniyet Ventili Seçim Çizelgesi

Efektif Basınç (bar)	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100
1,0	119	186	310	477	746	1261	1910	2984
1,5	157	245	406	626	978	1653	2504	3912
2,0	173	270	448	691	1080	1825	2765	4320
3,0	234	366	608	936	1463	2472	3745	5852
3,5	264	412	685	1055	1648	2786	4220	6593
4,0	292	456	758	1168	1824	3083	4670	7297
4,5	318	497	836	1273	1989	3361	5092	7957
5,0	344	538	894	1378	2154	3640	5514	8615
5,5	370	578	960	1480	2313	3908	5920	9251

Tablo 6.19: Genleşme Tankı Boru Bağlantı Çapı Seçimi

Tank Hacmi (Litre)	0-100	100-500	500-900	900-2500	2500-5000
Boru Çapı	DN25	DN32	DN50	DN65	DN80

Örnek: Kazan kapasitesi 24 kW, bina yüksekliği 10 metre olan İnci Hanım Apartmanı'nda kullanılacak kapalı genleşme tankı kapasitesini hesaplayınız.

$V_S = W \cdot Q_K$ (L)

Panel radyatör kullanıldığı için W değeri Tablo 6.14'ten 8,33 seçilir.

$V_S = 8,33 \cdot 24 = 199,92$ L

$V_e = n \cdot V_S$ (L)

Sistem 90/70 çalışacağı için n değeri Tablo 6.15'ten 0,0355 seçilir.

$V_e = 0,0355 \cdot 199,92 = 7,09$ L

$V_V = 0,005 \cdot V_S \geq 3$ (L)

$V_V = 0,005 \cdot 7,09 = 0,035$ L, ön hacmi ise 3 L olarak belirlenir.

$P_o = P_{hst} = 10$ mSS = 1 bar

En düşük açma basıncı 2,5 bar değerini almaktadır.

$P_e = P_{açma} - 0,5 = 2,5 - 0,5 = 2$ bar

$V_n = (V_v + V_e) \times (P_e+1)/(P_e-P_o)$ (L)

$V_n = (3 + 7,09) \times (2+1)/(2-1) = 30,27$ L

Emniyetle 50 litrelik kapalı genleşme tankı seçilir.

6.4. SİRKÜLASYON POMPASI HESABI

Sirkülasyon (dolaşım) pompası, borularda ortaya çıkan basınç kayıplarını yener ve istenen miktardaki sıcak suyu kazandan alıp ısıtıcılardan dolaştırarak suyun tekrar kazana dönmesini sağlar.

Pompalar debi ve basınç kriterleriyle belirlenir. Sirkülasyon pompası; sistemde meydana gelen sürtünme kayıplarını yenebilecek güçte zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli seçilmelidir.

6.4.1. Sirkülasyon Pompası Debisi

Sirkülasyon pompasının debisi tesisatta dolaşan su miktarı ile belirlenir. Tesisatta dolaşan su ise tesisin toplam ısı ihtiyacı (Q_K) ile suyun gidiş ve dönüş sıcaklıkları değerlerine bağlıdır.

Sirkülasyon pompasının debisinin belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$Q_P = 3{,}6 \cdot Q_K / c. \ \rho \cdot \Delta t \ \ (m^3/h)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_P: Pompa debisi (m^3/h)

Q_K : Isıtıcıların kapasitesi (W)

c : Suyun özgül ısısı (4,186 kJ/kgK)

ρ : Suyun yoğunluğu (1000 kg/m^3)

Δt : Sisteme gidiş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark (K)

6.4.2. Sirkülasyon Pompası Basıncı

Proje tasarımında sistemin en zor ve basınç kayıplarının en fazla olduğu devre belirlendikten sonra kritik devre hesabı yapılarak pompa basıncı tespit edilir.

Öğrenme birimi 6.1'de kritik devre hesabı yapılışı anlatılmıştır. Hesap sonucunda sirkülasyon pompasının basıncının belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

$$H_P = (\Sigma R.L + \Sigma Z) \times 1.1 \ \ (Pa)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

L : Boru parçalarının uzunlukları (m)

R : Metre boru başına basınç kaybı (Pa/m)

Z : Özel direnç kayıpları (Pa)

Emniyetle çalışma için bu basınca %10 ilave yapılır. Kazan dairesi kayıpları göz önüne alınmadıysa hesaplanan basınç 3.000-8.000 Pa kadar artırılır. Basınç artırımı, kapasitenin büyüklüğü de dikkate alınarak yapılır.

Ayrıca sistemlerde çok özel direnç (üç yollu vana, fancoil, eşanjör gibi) varsa bunların gerçek direnç değerleri kritik devre hesabına eklenmelidir. Uygulamada özellikle büyük, yaygın ve ısı ihtiyacı fazla olan tesislerde pompa basıncına %50'ye varan eklemeler yapılmaktadır.

Örnek: İzmir-Alsancak'ta yapılacak olan Hümeyra Çiftçi İşhanının çalışma rejimi 90-70 olan sistemin toplam ısıtıcıların kapasitesi 126.000 W'tır. Toplam sürtünme kaybı (LR) 11.000 Pa, özel dirençler kaybı (Z) 8.000 Pa ve kazan dairesi basınç kayıpları ise 4.000 Pa olduğuna göre;

a) Pompa debisini hesaplayınız.

$Q_P = 3,6 . Q_K / c. \rho . \Delta t \ (m^3/h)$

$Q_P = 3,6 . 126000 / 4,186. 1000 . (90-70)$

$Q_P = 5,41 \ m^3/h$

b) Pompa basma yüksekliğini hesaplayınız (1 mSS= 9807 Pa).

$H_P = (\Sigma R.L + \Sigma Z) \times 1.1 \quad (Pa)$

$H_P = (11000 + 8000) \times 1.1 = 20900 + 4000$

$H_P = 24900 \ Pa = 2,53 \ mSS$

Firma kataloglarından yedekli, basma yüksekliğini ve debiyi karşılayacak, zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli pompa seçimi yapılır.

Örnek: İnci Hanım Apartmanı'nda kazan kapasitesi 24 kW, çalışma rejimi 90-70 olan sistemin pompa debisi ve basma yüksekliğini hesaplayınız (Kazan dairesi basınç kaybı 4.000 Pa olarak alınsın.).

a) Pompa debisini hesaplayınız.

$Q_P = 3,6 . Q_K / c. \rho . \Delta t \ (m^3/h)$

$Q_P = 3,6 . 24000 / 4,186. 1000 . (90-70)$

$Q_P = 1,03 \ m^3/h$

b) Pompa basma yüksekliğini hesaplayınız (1 mSS= 9.807 Pa).

$H_P = (\Sigma R.L + \Sigma Z) \times 1.1 \quad (Pa)$

Toplam sürtünme kaybı ve özel dirençler kaybı 6.2.1. öğrenme biriminde hesaplanmıştır.

$H_P = (1008 + 1003) \times 1.1 = 2212 + 4000$

$H_P = 6212 \ Pa = 0,63 \ mSS$

Firma kataloglarından yedekli, basma yüksekliğini ve debiyi karşılayacak, zamana, basınca veya akışkan debisine göre değişken devirli pompa seçimi yapılır.

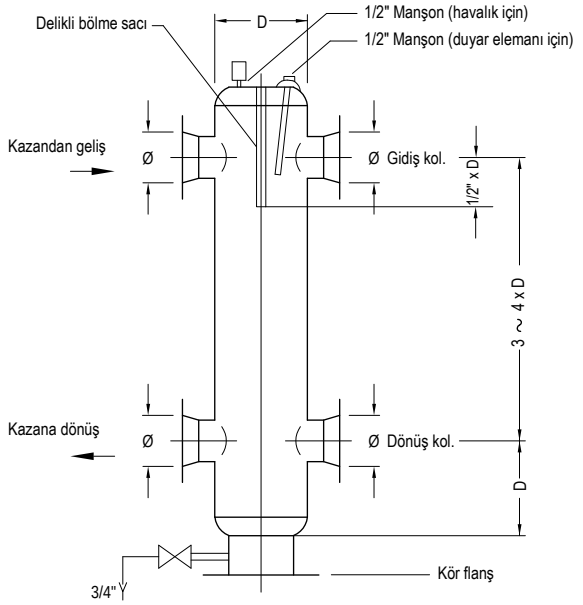
6.4.3. Denge Kabı

Merkezî sistem kazan ve kaskad sistemler için kullanılabilir. Kaskad sistemlerde kullanılması şarttır. Kaskad sistemde kullanılan kazanların pompası ile tesisattaki sirkülasyon pompaları arasındaki debi farkını ortadan kaldırabilmek için denge kabı kullanılır.

Tesisatta kullanılan akışkan, tesisattan kazana geri dönerken ısı kaybına uğrar. Bu ısı farkının ortaya çıkması kazanda ısıl gerilmelere neden olarak kazanın ömrünü azaltır.

Tesisattan gelen soğumuş su ve kazandan gelen sıcak suyla karışarak ısıl dengelemeyi yapar. Böylece hem cihazın hem de sistemin ömrünü uzatır.

Denge kabı sağlıklı çalışması için dik monte edilmeli ve doğru boyutlandırılmalıdır. Bunun için denge kabı giriş ve çıkış borularındaki su hızları 0,5 m/s'yi ve denge kabı içerisindeki su hızı 0,1- 0,2 m/s'yi aşmamalıdır. Bunun için Görsel 6.2'den yararlanılır.



Isıtma Kapasitesi (kW)	Debi Δt=15 °C (m³/h)	Denge Kabı İç Çapı (mm) D	Giriş / Çıkış Çapı (mm) Ø
29	1.7	65	32
43	2.5	80	40
70	4.0	100	50
100	5.7	125	65
140	8.0	150	65
210	12	200	80
350	20	200	100
550	32	250	125
900	52	300	150
1300	75	350	150
1750	100	400	200

Dikkat: Denge kabı dik monte edilmelidir.

Görsel 6.2: Denge kabı seçimi

6.4.4. Kollektörler

Kazan dairesinde dağıtım ve toplama boru sayılarına uygun büyüklükte kollektörler tesis edilmeli, kollektörler mümkün olduğunca duvar kenarlarına gelecek şekilde yerleştirilmelidir.

Kollektörler üzerinde de termometre ve hidrometrenin monte edilmesi sistemin çalışma kontrolü açısından yararlı olacaktır.

Kollektör çapı, uygulamada kendisine bağlanan en büyük çaplı borudan en az iki çap daha büyük alınmalı (örneğin 1'' boru için en az 1 1/2" kollektör gibi) veya aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmalıdır.

Kollektör çapı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$D = \sqrt{(d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \ldots + d_n^2)} \ (mm)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

D : Kollektör çapı (mm)

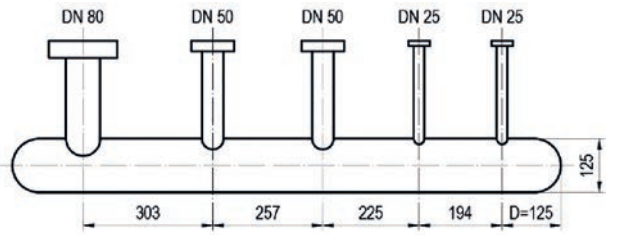
d : Dağıtım boruları çapı (mm)

Kollektör boyu ise kendisine bağlanacak boru sayısı ve büyüklüğüne bağlı olarak Tablo 6.20'den seçilir. Kollektörlere boşaltma vanası konulması unutulmamalıdır. Kollektörlere monte edilen vanaların volanlarının eksenleri aynı seviyede olmadır. Kollektörler, büyük çaplı bir giriş ve küçük çaplı çok sayıda çıkış yapılmasına imkân sağlayan dağıtım veya toplama elemanıdır.

Tablo 6.20: Kollektör Boyutları

Anma Çapı (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
15	161	164	178	182	193	209	234	255	285	297	311	341
20	164	167	180	185	196	212	237	258	288	300	314	344
25	178	180	194	198	209	225	250	271	301	313	327	357
32	182	185	198	202	225	230	254	276	305	318	331	361
40	193	196	209	225	233	241	265	287	316	329	342	372
50	209	212	225	230	241	257	282	303	333	345	359	389
65	234	237	250	254	265	282	306	328	357	370	383	413
80	255	258	271	276	287	303	328	349	379	391	405	435
100	285	288	301	305	316	333	357	379	408	421	434	464
125	297	300	313	318	329	345	370	391	421	433	447	477
150	311	314	327	331	342	359	383	405	434	447	460	490
200	341	344	357	361	372	389	413	435	464	477	490	520

Örnek: Bir teshin merkezinde yapılacak dönüş kollektörüne bir adet 80 mm, iki adet 50 mm ve iki adet 25 mm boru bağlanacaktır. Buna göre kollektöre bağlanacak borular arası mesafe ve kollektör boyu en az ne kadar olmalıdır?



Görsel 6.3: Örnek kollektör hesabı

Öncelikle kollektör çapı belirlenmelidir.

$D = \sqrt{(d_1 2 + d_2 2 + d_3 2 + \ldots + d_n 2)} \ (mm)$

$D = \sqrt{(80^2 + 50^2 + 50^2 + 25^2 + 25^2)} = 112.47$ mm

Kollektör çapı 125 mm olarak belirlenir.

Ölçülendirme için Tablo 6.20'den DN 80 ile DN 50 kesiştirildiğinde 303 mm okunur. Diğer ölçülendirmeler de aynı şekilde okunur.

Kollektör boyu ise 125 + 303 + 257 + 225 + 194 + 125= 1229 mm bulunur.

6.4.5. Eşanjörler

Merkezî ısıtma sistemlerinde ısının uzak mesafelere nakli yapılırken kaynar sulu veya buharlı ısıtma tesisatlarını sıcak sulu ısıtma sistemlerine dönüştürmek gerekir. Bu dönüşümü gerçekleştiren cihazlara **eşanjör (ısı dönüştürücü)** adı verilir.

Isı değiştiriciler ısının bir ortamdan diğerine aktarılmasında kullanılır. 90 °C veya daha düşük sıcaklıktaki suyun primer devrede kullanıldığı eşanjörler plaka tipli olmalıdır. Daha az yer kaplar ve ekonomiktir. Eşanjör kullanılan sistemlerde suyun kireci mutlaka alınmalıdır. Son yıllarda ısıtma tesisatlarında plakalı eşanjör kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Plakalı eşanjör ısı geçiş performanslarında kusursuzdur ancak maliyetinin fazla olması dezavantajdır.

Günümüzde hem bireysel hem de merkezî sistemlerde ısıtma ve kullanma sıcak suyu elde edilmesinde plakalı ısı eşanjörleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Eşanjörün kullanma prensibi, birbirinden farklı sıcaklıklara sahip türdeş veya farklı akışkan cinslerinin plakalar arasında birbirine karışmadan dolaşarak ısı alışverişi yapması şeklinde özetlenebilir. Burada ısısını vererek soğuyan akışkana **primer**, ısı iletimi sırasında ısınan akışkana **sekonder akışkan** ve bu akışkanların dolaştığı devrelere ise **primer** ve **sekonder devre** adı verilir.

Plakalı ısı eşanjörlerinde genel itibarıyla dört çeşit akış vardır. Bunlar; paralel, ters, çapraz ve çok geçişli akışlardır. Ters yönlü akış, ısıl verim açısından diğerlerinden daha yüksek değerlere ulaşır.

6.4.6. Boyler

Kullanım sıcak suyu hazırlamada ve depolamada tercih edilen cihazlardır. Gömlekli, serpantinli ve elektrikli tipleri mevcuttur. İsteğe bağlı kullanılabileceği gibi "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne" göre kullanım alanı 2.000 m²nin üzerindeki oteller, hastaneler, yurtlar ve benzeri konaklama amaçlı konut harici binalar ile spor merkezlerinde merkezî sıhhi sıcak su sisteminin planlanması şarttır.

Sıcak suyun hazırlanması ve depolanması gereken yerlerde kullanılır. 100 litreden 3.000 litreye kadar farklı kapasite seçeneği vardır. Boylerlerin kumanda paneli üzerindeki termometre sayesinde depo içerisindeki suyun sıcaklığı, kullanıcı tarafından kolayca kontrol edilebilir. Boylerde suyun ısınmasına bağlı olarak çıkacak genleşmelerin tehlike yaratmaması için emniyet ventili kullanılmalıdır.

Boylerler kullanma sıcak suyu üreten cihazlar olup esas itibariyle ısı değiştiricidir. Isıtma sıcak suyu ile (90/70 °C), kullanım amaçlı 45-60 °C sıcaklıkta su üretir. Isı tasarrufu amacıyla bu su sıcaklık değeri 45 °C olarak alınır. Boyler hacimleri su ihtiyacına göre belirlenir (Tablo 6.21).

Tablo 6.21: Kullanım Yerleri İçin Saatlik Ani Sıcak Su İhtiyaç Değerleri (L/h)

	Bağımsız Ev	Apartman	Hastane	Otel	İş Yeri	Okul	Endüstriyel Tesis
Özel Lavabo	7,5 - 9	7,5 - 9	7,5 - 9	7,5 - 9	7,5 - 9	7,5 - 9	7,5 - 9
Genel Lavabo	-	15 - 18	20 - 27	30 - 36	23 - 27	50 - 68	40 - 54
Banyo	90 - 250	76 - 250	76 - 250	76 - 250	-	-	-
Bulaşık Makinesi	40 - 68	40 - 68	160 - 680	160 - 760	-	75 - 450	75 - 450
Eviye	35 - 45	35 - 45	70 - 90	70 - 136	38 - 90	35 - 90	70 - 90
Çamaşır Teknesi	70 - 90	70 - 90	75 - 126	75 - 126	-	-	-
Çamaşır Makinesi	70 - 90	70 - 90	75 - 126	75 - 126	-	-	-
Duş	136 - 250	114 -250	250 - 340	250 - 340	114 - 136	250 - 1000	750 - 1000
Kullanma Eş Faktörü	0,30	0,30	0,25	0,25	0,30	0,40	0,40
Depolama Faktörü	0,70	1,25	0,60	0,80	2,00	1,00	1,00

Boyler Serpantini Isı Kapasitesi

$$Q_Y = m \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta t \ \ (W)$$

Eşitlikte verilen ifadeler şu şekildedir:

Q_Y : Boyler serpantin ısı kapasitesi (W)

m : Sıcak su ihtiyacı (L/s)

c : Suyun özgül ısısı (4186 J/kgK)

ρ : Suyun yoğunluğu (1 kg/L)

Δt : Boyler su çıkış-giriş sıcaklıkları farkı (K)

Örnek: İzmir–Karşıyaka'da yapılacak 10 daireli, tek banyolu apartman için boyler ve serpantinin ısı kapasitesi hesabını yapınız.

Her dairede bir mutfak ve banyo olduğunu, günümüzde kullanılan bulaşık ve çamaşır makinelerinin tek girişli (soğuk) olduğunu göz önüne alarak Tablo 6.21'den her vitrifiye için yaklaşık iki değerin ortası alınır.

$V_{Sıcak\ su\ ihtiyacı}$= sıcak su ihtiyacı x adet (L/h)

Lavabo 8x10= 80 L/h

Duş 150x10= 1500 L/h

Eviye 40x10= 400 L/h buradan

$V_{Sıcak\ su\ ihtiyacı}$= 80+1500+400= 1980 L/h bulunur.

Cihazların kullanım kapasiteleri olarak belirlenen 1980 L/h değeri ani ihtiyaç değeridir. 10 dairelik apartman aynı saatte bütün bu cihazları kullanamayacağı için ortalama ani ihtiyaç faktörü ile toplam sıcak su ihtiyacı çarpılarak daha ekonomik sıcak su kapasitesi belirlenir.

V_{Boyler}= kullanım eş faktörü x depolama faktörü x ani ihtiyaç değeri

V_{Boyler}= 0,30 x 1,25 x 1980 = 742,5 L/h

Firma kataloglarından 800 L/h kapasiteli tek serpantinli boyler seçilir.

Q_Y = (800/3600) . 4186. 1 . 50 = 32557 W = 32.5 kW

Boylerin kullanma suyunu konutlar için 1,5 saatte ısıttığı düşünülerek 32.5 kW / 1,5 = 21,6 kWh boyler ısı ihtiyacı belirlenir.

6.4.7. Kalorimetre

Merkezî ısıtma sistemlerinde ısı giderlerinin adaletli bir şekilde paylaşımını sağlamak üzere geliştirilmiştir. Daireye giden kalorifer suyunun debisini ve sıcaklığını ölçerek dairede kullanılan enerjiyi hesaplar. Böylece ferdî sistemde olduğu gibi kullanılan enerji kadar bedel ödenir.

Enerji ölçümü 2007'de çıkan Enerji Verimliliği Yasası kanunlaşmıştır. Bu yasayla ilgili "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" 2008 yılında yayınlanmıştır. Buna göre 2.000 m²den büyük kullanım alanına sahip binalarda ferdî ısınmanın kullanılması ya-

saklanmış ve merkezî ısıtma sistemi ile her daire için ayrı ayrı kalorimetre sistemi ile kullanılan enerjinin ölçülmesi mecburi tutulmuştur.

Kalorimetre ile enerji tasarrufunun daha etkin sağlanması için radyatörlü ısıtma sistemlerinde radyatör vanaları termostatik seçilmelidir.

Gidişle dönüş suyu arasındaki sıcaklık farkı ve debisi kalorimetre ile ölçülerek ısı miktarı hesaplanır. Debimetreden ve gidişle dönüş hatlarındaki sıcaklık sensörlerinden gelen bilgiler hesaplama ünitesinde değerlendirilir. Tüketilen ısı kWh cinsinden hesaplanır.

0,6-1,5 ve 2,5 m^3/h debi ölçüm aralıklarında piyasada bulunur.

6.5. ISITMA TESİSATI RAPORU

Isıtma tesisatı proje raporunda olması gerekenler şunlardır:

- Yapının bulunduğu şehir, ilçe belirtilmelidir.
- Yapının bulunduğu yerin dış hava sıcaklık değeri ve rüzgâr durumu belirtilmelidir.
- Yapının kaç katlı olduğu belirtilmelidir.
- Yapının serbest veya bitişik nizam olma durumu belirtilmelidir.
- Tasarımı yapılan ısıtma sistemi tarif edilmelidir (90/70 °C sıcak sulu sistem vb.).

Yukarıdaki bilgilerden sonra aşağıdakiler yapılmalıdır.

- Yapının toplam ısıtıcıların toplam ısı ihtiyacı, sıvı yakıtlı kazanlarda yakıt tankı için gerekli ısı kaybı ve varsa boyler için gerekli ısı yükü toplanır.
- Bulunan toplam ısı yükünü karşılayacak kazan hesabı ve seçimi yapılır.
- Duman kanalı ve havalandırma baca kesit hesabı yapılır.
- Doğal gaz yakıtlı kazanlarda alt havalandırma-üst havalandırma hesapları yapılır.
- Sıvı yakıtlı kazan kullanılması durumunda yıllık yakıt miktarı ve yakıt tankı hesabı, brülör hesabı, genleşme deposu hesabı yapılır.

Aşağıdaki hesaplamalar proje raporuna ek olarak verilmelidir.

- Yapının ısı yalıtım hesabı yapılmalıdır.
- Tüm mahallerin ısı kaybı hesabı yapılmalıdır.
- Isı kaybı yapılan mahalde radyatör ve donanımı hesabı yapılmalıdır.
- Belirlenen kritik devreye göre boru çapı hesabı ve kısi değerleri çizelgeleri doldurularak toplam basınç kaybı bulunur. Bulunan sonuç pompa seçiminde kullanılır.

Proje kapak sayfası, vaziyet planı sayfası, raporlar ve eklerin çıktısı alınıp dosyalanarak veya ciltlenerek ısıtma tesisatı projesi ile ilgili belediyeye ruhsat alınması için üçer nüsha olarak teslim edilir.

Not: Öğrenme ortamında çıktılar elektronik ortamda PDF uzantılı dosya olarak kaydedilip öğrencinin çıktı dosyası oluşturması sağlanabilir.

6.1. UYGULAMA

ISITMA TESİSATI RAPORU

Amaç: Isıtma tesisatı raporunu hazırlamak.

Süre: 3 ders saati

İstediğiniz il / ilçeye göre hazırladığınız tek katlı kombili ısıtma projesinin raporunu hazırlayınız.

İşlem Basamakları

1. Rapor sayfasını hazırlayınız.
2. Isı yalıtım hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.
3. Isı kaybı hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.
4. Isıtıcı hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.
5. Boru basınç kaybı ve kısi hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Rapor adında bir word dosyası açar.	5	
2.	Yapının bulunduğu şehir ve ilçeyi belirtir.	5	
3.	Yapının bulunduğu yerin pafta, ada ve parsel bilgilerini belirtir.	5	
4.	Yapının kullanım amacını belirtir.	5	
5.	Yapının bulunduğu yerin dış hava sıcaklık değerini ve rüzgâr durumunu belirtir.	5	
6.	Yapının kaç katlı olduğunu belirtir.	5	
7.	Yapının serbest veya bitişik nizam olma durumunu belirtir.	5	
8.	Isıtma sistemini tarif eder.	5	
9.	Isı yalıtım hesabını rapora ekler.	10	
10.	Isı kaybı hesabını rapora ekler.	10	
11.	Radyatör ve donanımı hesabını rapora ekler.	10	
12.	Kritik devreye göre boru çapı hesabını rapora ekler.	10	
13.	Kısi değerleri çizelgesini doldurararak rapora ekler.	10	
14.	Vaziyet planının A4 kâğıdına sığacak şekilde çıktısını alır.	5	
15.	Dosyayı kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

6.2. UYGULAMA

ISITMA TESİSATI RAPORU

Amaç: Isıtma tesisatı raporunu hazırlamak.

Süre: 3 ders saati

İzmir ili Karşıyaka ilçesindeki yapının ısıtma tesisatı raporunu hazırlayınız.

İşlem Basamakları

1. Vaziyet planı sayfanızdan A4 formatında çıktı alınız.

2. Rapor sayfalarını hazırlayınız.

3. Isı yalıtım hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.

4. Isı kaybı hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.

5. Isıtıcı hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.

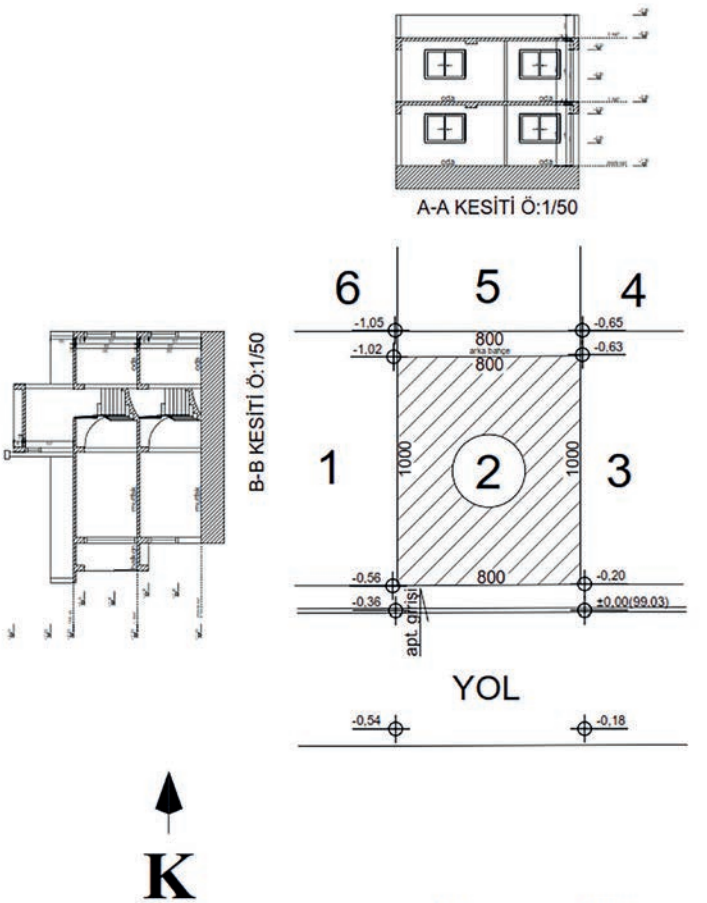
6. Boru basınç kaybı ve kısi hesaplarının çıktısını alıp dosyanıza yerleştiriniz.

Değerlendirme

Uygulama kapsamında öğrenci tarafından kazanılması istenen beceri ve davranışların ne düzeyde gerçekleştiğini dikkate alarak her bir değerlendirme ölçütüne puanlama yapınız.

SIRA NO.	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	UYGULAMA PUANI	KAZANILAN PUAN
1.	Rapor adında bir word dosyası açar.	5	
2.	Yapının bulunduğu şehir ve ilçeyi belirtir.	5	
3.	Yapının bulunduğu yerin pafta, ada ve parsel bilgilerini belirtir.	5	
4.	Yapının kullanım amacını belirtir.	5	
5.	Yapının bulunduğu yerin dış hava sıcaklık değerini ve rüzgâr durumunu belirtir.	5	
6.	Yapının kaç katlı olduğunu belirtir.	5	
7.	Yapının serbest veya bitişik nizam olma durumunu belirtir.	5	
8.	Isıtma sistemini tarif eder.	5	
9.	Isı yalıtım hesabını rapora ekler.	10	
10.	Isı kaybı hesabını rapora ekler.	10	
11.	Radyatör ve donanımı hesabını rapora ekler.	10	
12.	Kritik devreye göre boru çapı hesabını rapora ekler.	10	
13.	Kısi değerleri çizelgesini doldurararak rapora ekler.	10	
14.	Vaziyet planının A4 kâğıdına sığacak şekilde çıktısını alır.	5	
15.	Dosyayı kaydeder.	5	
	Toplam Puan	100	

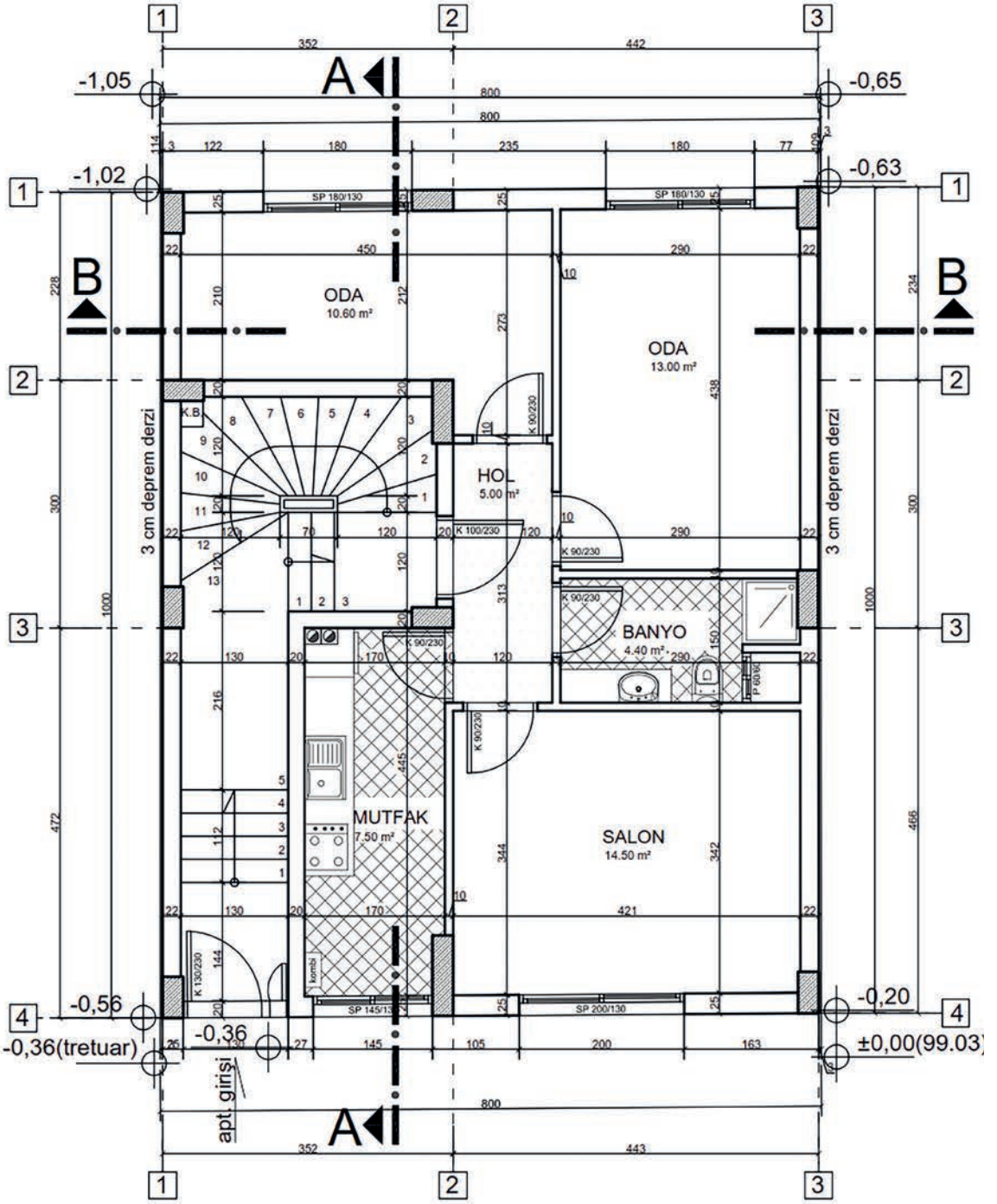
EK-1: Uygulaması Yapılan Mimari Proje



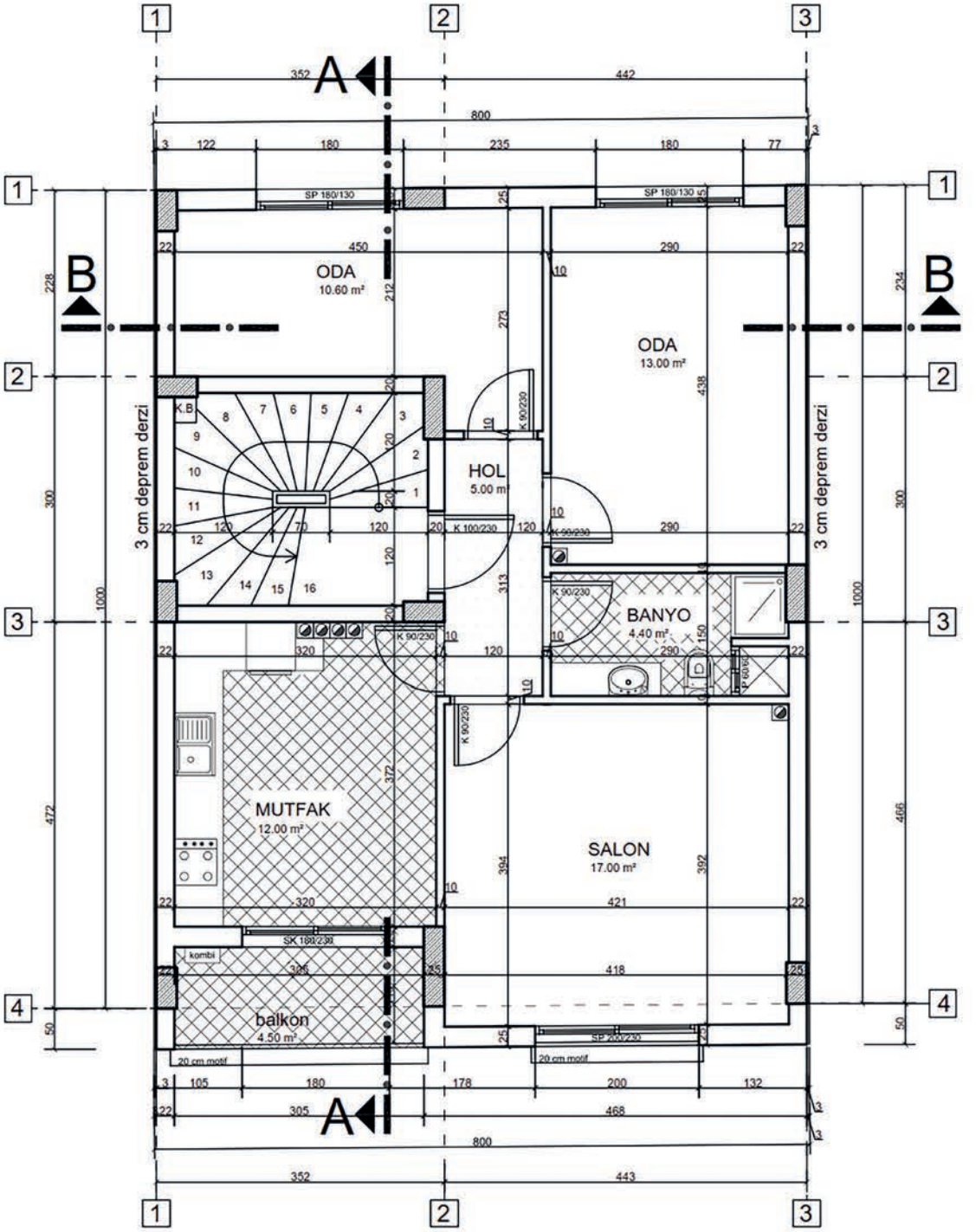
İLİ : İZMİR
İLÇESİ : KARŞIYAKA
MAHALLESİ
PAFTA NO : 20D-9A
ADA NO : 5611
PARSEL NO : 2

VAZİYET PLANI Ö:1/200

a) Uygulaması yapılacak projenin devamı

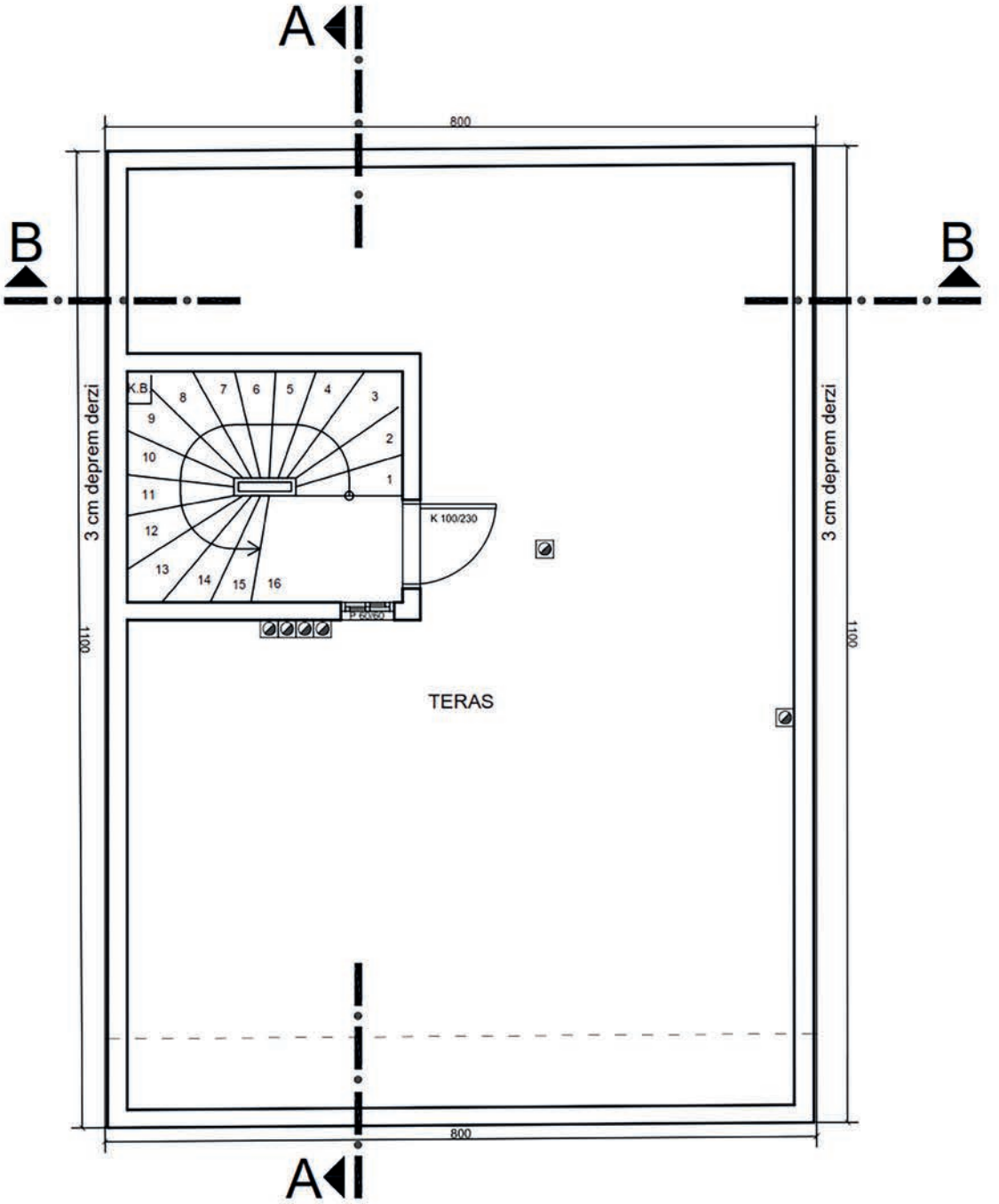


b) Uygulaması yapılacak projenin devamı

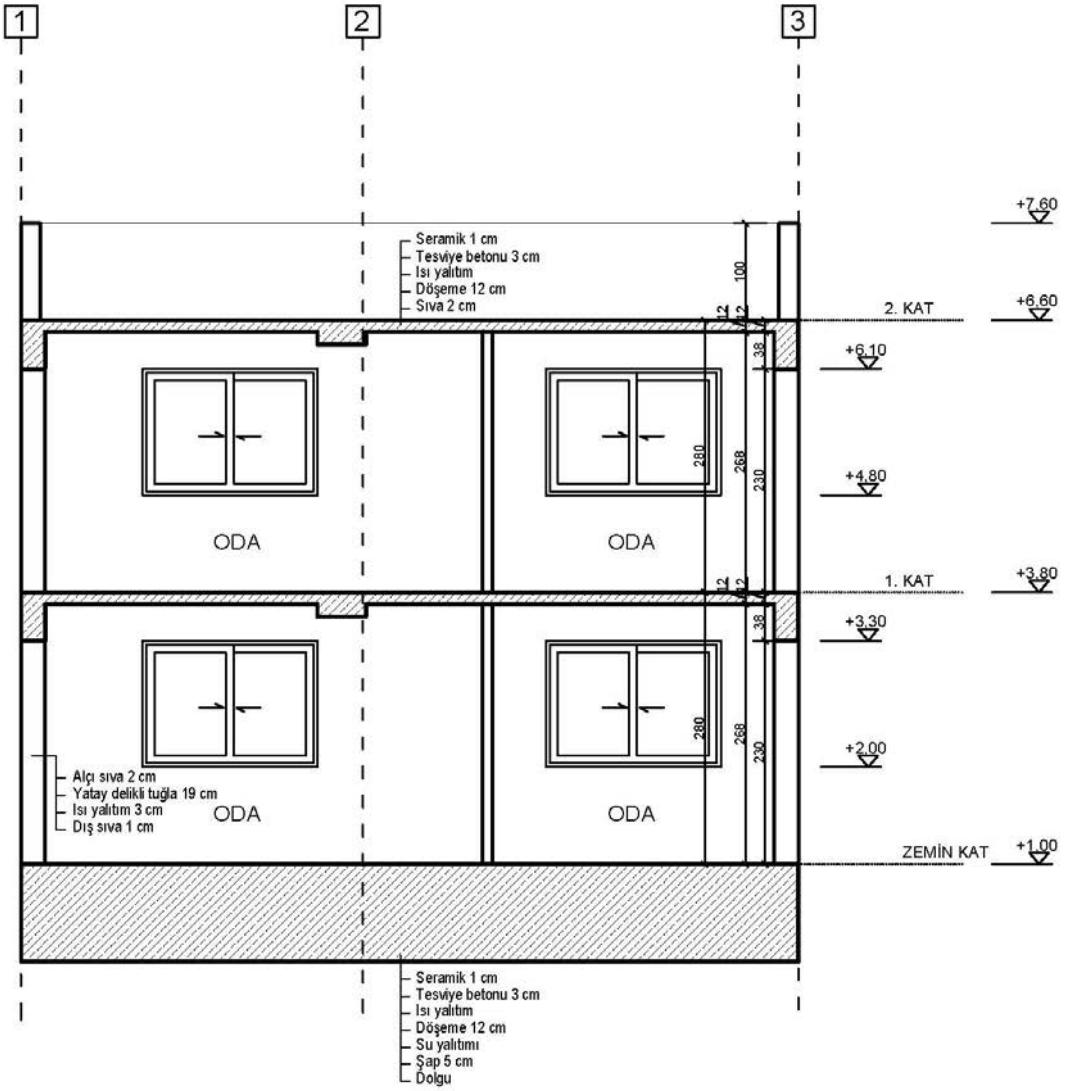


1. KAT PLANI Ö:1/50

c) Uygulaması yapılacak projenin devamı

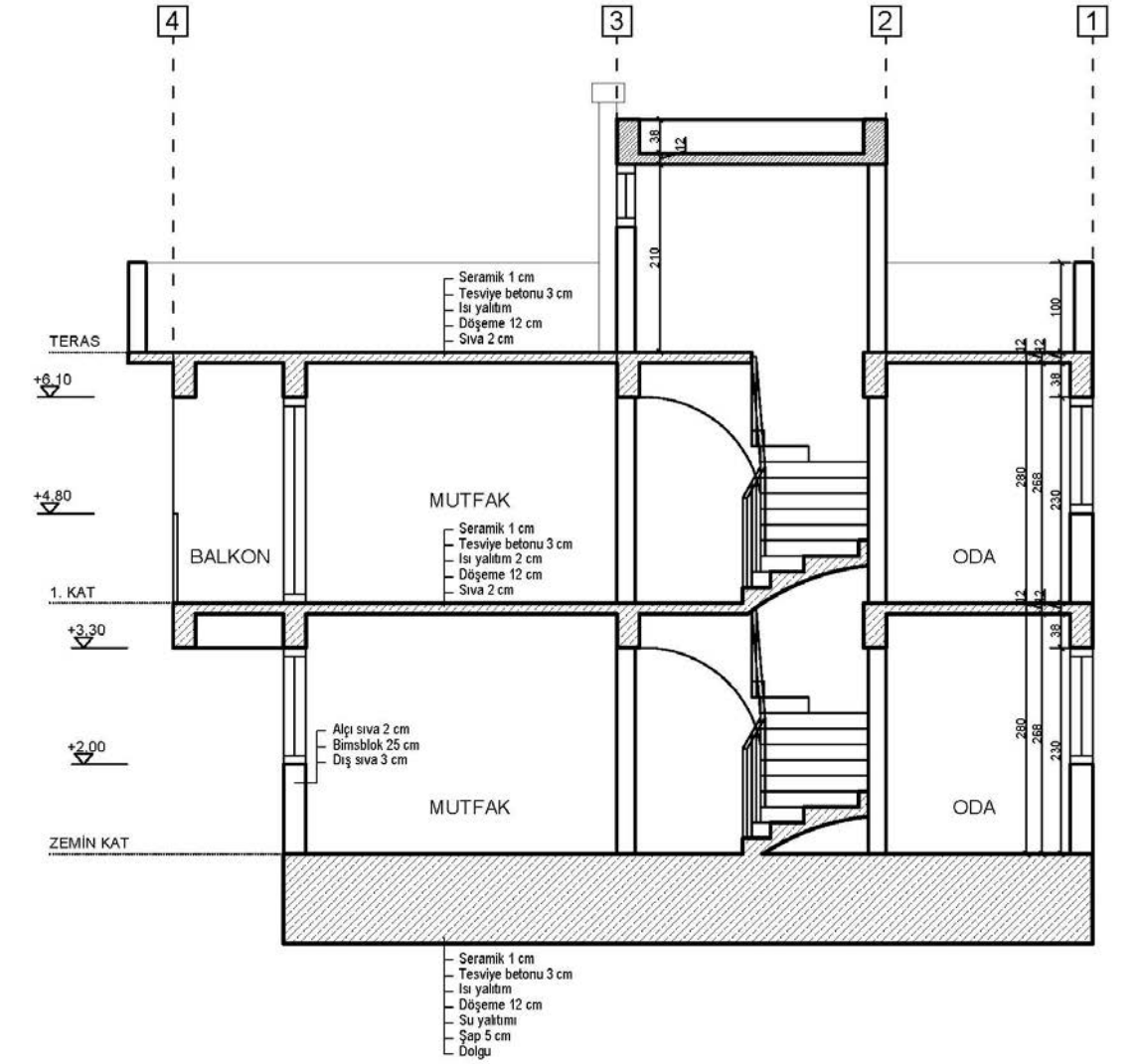


ç) Uygulaması yapılacak projenin devamı



A-A KESİTİ Ö:1/50

d) Uygulaması yapılacak projenin devamı



B-B KESİTİ Ö:1/50

e) Uygulaması yapılacak projenin devamı

EK-2

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
1	DOĞAL TAŞLAR			
1.1.	Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	2600	2,3	250
1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	2600	2,3	200
1.3	Gözenekli püskürük taşlar	1600	0,55	15
1.4	Granit	2500	2,8	10000
1.5	Bazalt	2700	3,5	10000
1.6	Mermer	2800	3,5	10000
1.7	Alçı taşı	2600	2,3	200
1.8	Yapay taşlar	1750	1,3	40
1.9	Arduvaz	2000	2,2	800
2	DOĞAL ZEMİNLER (doğal nemlilikte)			
2.1	Kum, kum-çakıl	1700	2	50
2.2	Kil, alüvyon	1200	1,5	50
3	DÖKME MALZEMELER (hava kurusunda, üzeri örtülü durumda)			
3.1	Kum, çakıl, kırma taş (mıcır)	1800	0,7	3
3.2	Birns çakılı (TS 3234)	1000	0,19	3
3.3	Yüksek fırın cürufu	600	0,13	3
3.4	Kömür cürufu	1000	0,23	3
3.5	Gözenekli doğal taş mıcırları			
3.5.1	Gözenekli doğal taş mıcırları	1200	0,22	3
3.5.2	Gözenekli doğal taş mıcırları	1500	0,27	3
3.6	Genleştirilmiş perlit agregası (TS EN 14316-1)			
3.6.1	Genleştirilmiş perlit agregası (TS EN 14316-1)	100	0,06	3
3.6.2	Genleştirilmiş perlit agregası (TS EN 14316-1)	100	0,16	3
3.7	Genleştirilmiş mantar parçacıkları	200	0,055	3
3.8	Polistiren, sert köpük parçacıkları	15	0,05	3
3.9	Testere ve planya talaşı	200	0,07	2
3.10	Saman	150	0,058	3
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	1	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,6	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,51	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama	2100	0,7	50000
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları			
4.8.1	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15
4.8.2	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	900	0,35	15
4.8.3	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	1000	0,38	15
4.9	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları			
4.9.1	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	400	0,14	15
4.9.2	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	500	0,16	15
4.9.3	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	600	0,2	15
4.9.4	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	700	0,24	15
4.9.5	Genleştirilmiş perlit agregasıyla yapılan sıvalar ve harç ve tabakaları	800	0,29	15
4.10	Isı Yalıtım Sıvaları (TS EN 998-1'e uygun)			
4.10.1	Isı iletenlik grubu 070 sıvalar >= 200		0,07	5
4.10.2	Isı iletenlik grubu 080 sıvalar >= 200		0,08	5
4.10.3	Isı iletenlik grubu 090 sıvalar >= 200		0,09	5
4.10.4	Isı iletenlik grubu 100 sıvalar >= 200		0,1	5
5	BETON YAPI ELEMANI			
5.1	Normal beton			
5.1.1	Donatılı	2400	2,5	80
5.1.2	Donatısız	2200	1,65	70
5.2	Kesif dokulu hafif betonlar			
5.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)			
5.2.1.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	800	0,39	70
5.2.1.2	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	900	0,44	70
5.2.1.3	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1000	0,49	70
5.2.1.4	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1100	0,55	70
5.2.1.5	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1200	0,62	70
5.2.1.6	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1300	0,7	70
5.2.1.7	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1400	0,79	70
5.2.1.8	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1500	0,89	70
5.2.1.9	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1600	1	70
5.2.1.10	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	1800	1,3	70
5.2.1.11	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla 6)	2000	1,6	70
5.2.2	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)			
5.2.2.1	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	300	0,1	70
5.2.2.2	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	400	0,13	70
5.2.2.3	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	500	0,15	70
5.2.2.4	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	600	0,19	70
5.2.2.5	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	700	0,21	70
5.2.2.6	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	800	0,24	70
5.2.2.7	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	900	0,27	70
5.2.2.8	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	1000	0,3	70
5.2.2.9	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	1200	0,35	70
5.2.2.10	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	1400	0,42	70
5.2.2.11	Sadece genleştirilmiş perlit kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 3649'a uygun) 6)	1600	0,49	70
5.3	Tuvenan halindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar			
5.3.1	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar			
5.3.1.1	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	3
5.3.1.2	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1800	1,1	3
5.3.1.3	Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	2000	1,4	5
5.3.2	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)			
5.3.2.1	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	600	0,22	5
5.3.2.2	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	700	0,26	5
5.3.2.3	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	800	0,28	5
5.3.2.4	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	1000	0,36	5
5.3.2.5	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	1200	0,46	5
5.3.2.6	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	1400	0,57	5
5.3.2.7	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	1600	0,75	5
5.3.2.8	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	1800	0,92	5

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
5.3.2.9	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvartz kumu katılmadan yapılmış betonlar 6)	2000	1,2	5
5.3.3	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu			
5.3.3.1	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	400	0,12	5
5.3.3.2	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	450	0,13	5
5.3.3.3	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	500	0,15	5
5.3.3.4	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	550	0,16	5
5.3.3.5	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	600	0,18	5
5.3.3.6	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	650	0,19	5
5.3.3.7	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	700	0,2	5
5.3.3.8	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	750	0,22	5
5.3.3.9	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	800	0,24	5
5.3.3.10	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	900	0,27	5
5.3.3.11	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	1000	0,32	5
5.3.3.12	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	1100	0,37	5
5.3.3.13	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	1200	0,41	5
5.3.3.14	Yalnız doğal birns kullanılarak ve kuvars kumu	1300	0,47	5
5.4	Organik bazlı agregalar kullanılarak yapılmış hafif betonlar			
5.4.1	Ahşap testere veya planya talaşı betonu			
5.4.1.1	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	400	0,14	5
5.4.1.2	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	600	0,19	5
5.4.1.3	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	800	0,25	5
5.4.1.4	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	1000	0,35	5
5.4.1.5	Ahşap testere veya planya talaşı betonu	1200	0,44	5
5.4.2	Çeltik kapçığı betonu			
5.4.2.1	Çeltik kapçığı betonu	600	0,14	5
5.4.2.2	Çeltik kapçığı betonu	700	0,17	5
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)			
5.5.1	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	350	0,11	5
5.5.2	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	400	0,13	5
5.5.3	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	450	0,15	5
5.5.4	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	500	0,15	5
5.5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	550	0,18	5
5.5.6	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	600	0,19	5
5.5.7	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	650	0,21	5
5.5.8	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	700	0,22	5
5.5.9	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	750	0,24	5
5.5.10	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	800	0,25	5
5.5.11	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	900	0,29	5
5.5.12	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	1000	0,31	5
6	**YAPI PLAKALARI VE LEVHALAR**			
6.1	Gaz beton yapı levhaları (TS EN 771-4'e uygun plakalar)			
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar			
6.1.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	400	0,2	5
6.1.1.2	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	500	0,22	5
6.1.1.3	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	600	0,24	5
6.1.1.4	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	700	0,27	5
6.1.1.5	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	800	0,29	5
6.1.2.	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar			
6.1.2.1	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	350	0,11	5
6.1.2.2	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	400	0,13	5
6.1.2.3	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	450	0,15	5
6.1.2.4	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	500	0,16	5
6.1.2.5	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	550	0,18	5
6.1.2.6	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	600	0,19	5
6.1.2.7	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	650	0,21	5
6.1.2.8	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	700	0,22	5
6.1.2.9	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	750	0,24	5
6.1.2.10	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	800	0,25	5
6.2	Hafif betondan duvar plakaları			
6.2.1	Hafif betondan duvar plakaları	800	0,29	5
6.2.2	Hafif betondan duvar plakaları	900	0,32	5
6.2.3	Hafif betondan duvar plakaları	1000	0,37	5
6.2.4	Hafif betondan duvar plakaları	1200	0,47	5
6.2.5	Hafif betondan duvar plakaları	1400	0,58	5
6.3	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451 EN 12859, TS EN 520, TS 1474'e uygun)			
6.3.1	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451 EN 12859, TS EN 520, TS 1474'e uygun)	750	0,35	5
6.3.2	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451 EN 12859, TS EN 520, TS 1474'e uygun)	900	0,41	5
6.3.3	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451 EN 12859, TS EN 520, TS 1474'e uygun)	1000	0,47	5
6.3.4	Alçıdan duvar levhalar ve blokları (gözenekli, delikli, dolgu veya agregalı olanlar dâhil) (TS 451 EN 12859, TS EN 520, TS 1474'e uygun)	1200	0,58	5
6.4	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS EN 13169'a uygun)			
6.4.1	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS EN 13169'a uygun)	600	0,29	5
6.4.2	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS EN 13169'a uygun)	750	0,35	5
6.4.3	Genleştirilmiş perlit agregası katılmış alçı duvar levhaları (TS EN 13169'a uygun)	900	0,41	5
6.5	Alçı karton plakalar (TS EN 520'ye uygun)	800	0,25	20
7	**KÂGİR DUVARLAR (harç fugaları- derzleri dâhil)**			
7.1	Tuğla duvarlar			
7.1.1.1	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker	1800	0,81	5
7.1.1.2	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker	2000	0,96	5
7.1.1.3	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker	2200	1,2	5
7.1.1.4	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker	2400	1,4	5
7.1.2	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar			
7.1.2.1	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1200	0,5	5
7.1.2.2	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1400	0,58	5
7.1.2.3	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1600	0,68	5
7.1.2.4	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	1800	0,81	5
7.1.2.5	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	2000	0,96	5
7.1.2.6	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	2200	1,2	5
7.1.2.7	TS EN 771-1'e uygun dolu veya düşey delikli tuğlalarla duvarlar	2400	1,4	5
7.1.3	Düşey delikli tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun AB sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)			
7.1.3.1.1	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,32	5
7.1.3.1.2	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0,33	5
7.1.3.1.3	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0,35	5
7.1.3.1.4	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0,36	5
7.1.3.1.5	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0,38	5

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
7.1.3.1.6	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,39	5
7.1.3.1.7	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0,41	5
7.1.3.1.8	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,42	5
7.1.3.1.9	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	950	0,44	5
7.1.3.1.10	Normal harç kullanarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,45	5
7.1.3.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar			
7.1.3.2.1	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,27	5
7.1.3.2.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0,28	5
7.1.3.2.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0,3	5
7.1.3.2.4	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0,31	5
7.1.3.2.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0,33	5
7.1.3.2.6	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,34	5
7.1.3.2.7	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0,36	5
7.1.3.2.8	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,37	5
7.1.3.2.9	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	950	0,38	5
7.1.3.2.10	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,4	5
7.1.4	Düşey delikli hafif tuğlalarla duvarlar (TS EN 771-1'e uygun W sınıfı tuğlalarla, normal derz veya harç cepli)			
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar			
7.1.4.1.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,22	5
7.1.4.1.2	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0,23	5
7.1.4.1.3	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0,23	5
7.1.4.1.4	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0,24	5
7.1.4.1.5	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0,25	5
7.1.4.1.6	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,26	5
7.1.4.1.7	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0,26	5
7.1.4.1.8	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,27	5
7.1.4.1.9	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	950	0,28	5
7.1.4.1.10	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,29	5
7.1.4.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar			
7.1.4.2.1	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	550	0,19	5
7.1.4.2.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	600	0,2	5
7.1.4.2.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	650	0,2	5
7.1.4.2.4	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	700	0,21	5
7.1.4.2.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	750	0,22	5
7.1.4.2.6	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,23	5
7.1.4.2.7	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	850	0,23	5
7.1.4.2.8	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,24	5
7.1.4.2.9	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	950	0,25	5
7.1.4.2.10	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,26	5
7.1.5	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)			
7.1.5.1	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	600	0,33	5
7.1.5.2	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	700	0,36	5
7.1.5.3	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	800	0,39	5
7.1.5.4	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	900	0,42	5
7.1.5.5	Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	1000	0,45	5
7.2	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)			
7.2.1	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	700	0,35	5
7.2.2	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	800	0,4	5
7.2.3	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	900	0,44	5
7.2.4	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	1000	0,5	5
7.2.5	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	1200	0,56	5
7.2.6	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	1400	0,7	5
7.2.7	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	1600	0,79	15
7.2.8	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	1800	0,99	15
7.2.9	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	2000	1,1	15
7.2.10	Kireç kumtaşı duvarlar (TS 808 EN 771-2'ye uygun)	2200	1,3	15
7.3	Gaz beton duvar blokları ile yapılan duvarlar (TS EN 771-4'e uygun)			
7.3.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar			
7.3.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	400	0,2	5
7.3.1.2	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	450	0,21	5
7.3.1.3	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	500	0,22	5
7.3.1.4	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	550	0,23	5
7.3.1.5	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	600	0,24	5
7.3.1.6	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	650	0,25	5
7.3.1.7	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	700	0,27	5
7.3.1.8	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilmiş bloklarla yapılan duvarlar	800	0,29	5
7.3.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar			
7.3.2.1	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	350	0,11	5
7.3.2.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	400	0,13	5
7.3.2.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	450	0,15	5
7.3.2.4	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	500	0,16	5
7.3.2.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	550	0,18	5
7.3.2.6	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	600	0,19	5
7.3.2.7	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	650	0,21	5
7.3.2.8	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	700	0,22	5
7.3.2.9	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	750	0,24	5
7.3.2.10	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla) gaz beton bloklarla yapılan duvarlar	800	0,25	5
7.4	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar			
7.4.1	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)			
7.4.1.1	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	450	0,31	5
7.4.1.2	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	500	0,32	5
7.4.1.3	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	550	0,33	5
7.4.1.4	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	600	0,34	5

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
7.4.1.5	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	650	0,35	5
7.4.1.6	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	700	0,37	5
7.4.1.7	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	800	0,4	5
7.4.1.8	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	900	0,43	5
7.4.1.9	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	1000	0,46	5
7.4.1.10	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	1200	0,54	5
7.4.1.11	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	1400	0,63	5
7.4.1.12	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	1600	0,74	10
7.4.1.13	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	1800	0,87	10
7.4.1.14	Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS 406'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla) 5)	2000	0,99	10
7.4.2	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar			
7.4.2.1	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	450	0,28	5
7.4.2.2	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	500	0,29	5
7.4.2.3	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	550	0,3	5
7.4.2.4	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	600	0,31	5
7.4.2.5	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	650	0,32	5
7.4.2.6	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	700	0,33	5
7.4.2.7	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	800	0,36	5
7.4.2.8	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	900	0,39	5
7.4.2.9	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,42	5
7.4.2.10	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	1200	0,49	5
7.4.2.11	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,57	5
7.4.2.12	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	1600	0,62	10
7.4.2.13	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	1800	0,68	10
7.4.2.14	Doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar	2000	0,74	10
7.4.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)			
7.4.3.1	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	450	0,23	5
7.4.3.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	500	0,24	5
7.4.3.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	550	0,25	5
7.4.3.4	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	600	0,26	5
7.4.3.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	650	0,27	5
7.4.3.6	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	700	0,28	5
7.4.3.7	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	800	0,3	5
7.4.3.8	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	900	0,32	5
7.4.3.9	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak doğal birns betondan dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun DDB türü bloklarla kuvars kumu katılmaksızın yapılmış)	1000	0,35	5
7.4.4	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)			
7.4.4.1	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	450	0,18	5
7.4.4.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	500	0,2	5
7.4.4.3	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	550	0,21	5
7.4.4.4	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	600	0,22	5
7.4.4.5	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	650	0,23	5
7.4.4.6	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	700	0,25	5
7.4.4.7	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	800	0,27	5
7.4.4.8	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	900	0,3	5
7.4.4.9	Kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	1000	0,32	5
7.4.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)			
7.4.5.1	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	450	0,16	5
7.4.5.2	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	500	0,17	5
7.4.5.3	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	550	0,18	5
7.4.5.4	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	600	0,19	5
7.4.5.5	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	650	0,2	5
7.4.5.6	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	700	0,21	5
7.4.5.7	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	800	0,23	5
7.4.5.8	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	900	0,26	5
7.4.5.9	TS EN 998-2'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak kuvars kumu katılmaksızın doğal birnsle yapılmış betondan özel yanklı dolu duvar bloklarıyla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'e uygun SW türü bloklarla)	1000	0,29	5
7.4.6	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla 6)			
7.4.6.1	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla 6)	500	0,26	5
7.4.6.2	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla 6)	600	0,29	5
7.4.6.3	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla 6)	700	0,32	5
7.4.6.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS EN 14316-1'e uygun agregayla TS 406'ya uygun olarak yapılmış bloklarla 6)	800	0,35	5
7.5	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar			
7.5.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın TS EN 771-3'e uygun BDB türü bloklarla)			
7.5.1.1.1	1 sıra boşluklu			
7.5.1.1.1.1	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.1.2	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.1.3	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.1.4	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.1.5	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	650	0,34	5

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
7.5.1.1.1.6	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.1.7	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.1.8	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.1.9	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.1.10	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.1.11	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.1.12	1 sıra boşluklu genişlik 115 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.2	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm			
7.5.1.1.2.1	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.2.2	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.2.3	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.2.4	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.2.5	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.2.6	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.2.7	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.2.8	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.2.9	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.2.10	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.2.11	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.2.12	1 sıra boşlulu genişlik 150 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.3	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm			
7.5.1.1.3.1	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.3.2	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.3.3	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.3.4	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.3.5	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.3.6	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.3.7	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.3.8	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.3.9	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.3.10	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.3.11	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.3.12	1 sıra boşluklu genişlik 175 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.4	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm			
7.5.1.1.4.1	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.4.2	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.4.3	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.4.4	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.4.5	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.4.6	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.4.7	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.4.8	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.4.9	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.4.10	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.4.11	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.4.12	2 sıra boşluklu- genişlik 240 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.5	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm			
7.5.1.1.5.1	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.5.2	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.5.3	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.5.4	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.5.5	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.5.6	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.5.7	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.5.8	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.5.9	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.5.10	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.5.11	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.5.12	3 sıra boşluklu- genişlik 300 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.6	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm			
7.5.1.1.6.1	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.6.2	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.6.3	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.6.4	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.6.5	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.6.6	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.6.7	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.6.8	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.6.9	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.6.10	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.6.11	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.6.12	4 sıra boşluklu- genişlik 365 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.7	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm			
7.5.1.1.7.1	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.7.2	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.7.3	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.7.4	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.7.5	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.7.6	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.7.7	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.7.8	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	900	0,46	5
7.5.1.1.7.9	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.7.10	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.7.11	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.7.12	5 sıra boşluklu- genişlik 425 mm	1600	0,76	5
7.5.1.1.8	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm			
7.5.1.1.8.1	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	450	0,28	5
7.5.1.1.8.2	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	500	0,29	5
7.5.1.1.8.3	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	550	0,31	5
7.5.1.1.8.4	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	600	0,32	5
7.5.1.1.8.5	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	650	0,34	5
7.5.1.1.8.6	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	700	0,36	5
7.5.1.1.8.7	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	800	0,41	5
7.5.1.1.8.8	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	900	0,46	5

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
7.5.1.1.8.9	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	1000	0,52	5
7.5.1.1.8.10	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	1200	0,6	5
7.5.1.1.8.11	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	1400	0,72	5
7.5.1.1.8.12	6 sıra boşluklu- genişlik 490 mm	1600	0,76	5
7.5.1.2	TS EN 998-2 'ye uygun ve yoğunluğu 1000 kg/m³'ün altında olan harç kullanılarak hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarlar			
7.5.1.2.1	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm			
7.5.1.2.1.1	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	450	0,23	5
7.5.1.2.1.2	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	500	0,25	5
7.5.1.2.1.3	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	550	0,27	5
7.5.1.2.1.4	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	600	0,28	5
7.5.1.2.1.5	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	650	0,3	5
7.5.1.2.1.6	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	700	0,32	5
7.5.1.2.1.7	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	800	0,36	5
7.5.1.2.1.8	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	900	0,4	5
7.5.1.2.1.9	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	1000	0,52	5
7.5.1.2.1.10	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	1200	0,6	5
7.5.1.2.1.11	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	1400	0,72	5
7.5.1.2.1.12	<= 2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	1600	0,75	5
7.5.1.2.2	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm			
7.5.1.2.2.1	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	450	0,23	5
7.5.1.2.2.2	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	500	0,25	5
7.5.1.2.2.3	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	550	0,27	5
7.5.1.2.2.4	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	600	0,28	5
7.5.1.2.2.5	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	650	0,3	5
7.5.1.2.2.6	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	700	0,32	5
7.5.1.2.2.7	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	800	0,36	5
7.5.1.2.2.8	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	900	0,4	5
7.5.1.2.2.9	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	1000	0,52	5
7.5.1.2.2.10	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	1200	0,6	5
7.5.1.2.2.11	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	1400	0,72	5
7.5.1.2.2.12	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	1600	0,75	5
7.5.1.2.3	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm			
7.5.1.2.3.1	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	450	0,23	5
7.5.1.2.3.2	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	500	0,25	5
7.5.1.2.3.3	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	550	0,27	5
7.5.1.2.3.4	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	600	0,28	5
7.5.1.2.3.5	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	650	0,3	5
7.5.1.2.3.6	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	700	0,32	5
7.5.1.2.3.7	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	800	0,36	5
7.5.1.2.3.8	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	900	0,4	5
7.5.1.2.3.9	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	1000	0,52	5
7.5.1.2.3.10	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	1200	0,6	5
7.5.1.2.3.11	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	1400	0,72	5
7.5.1.2.3.12	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	1600	0,75	5
7.5.1.2.4	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm			
7.5.1.2.4.1	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	450	0,23	5
7.5.1.2.4.2	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	500	0,25	5
7.5.1.2.4.3	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	550	0,27	5
7.5.1.2.4.4	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	600	0,28	5
7.5.1.2.4.5	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	650	0,3	5
7.5.1.2.4.6	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	700	0,32	5
7.5.1.2.4.7	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	800	0,36	5
7.5.1.2.4.8	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	900	0,4	5
7.5.1.2.4.9	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1000	0,52	5
7.5.1.2.4.10	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1200	0,6	5
7.5.1.2.4.11	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1400	0,72	5
7.5.1.2.4.12	5 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1600	0,75	5
7.5.1.2.5	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm			
7.5.1.2.5.1	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	450	0,23	5
7.5.1.2.5.2	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	500	0,25	5
7.5.1.2.5.3	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	550	0,27	5
7.5.1.2.5.4	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	600	0,28	5
7.5.1.2.5.5	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	650	0,3	5
7.5.1.2.5.6	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	700	0,32	5
7.5.1.2.5.7	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	800	0,36	5
7.5.1.2.5.8	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	900	0,4	5
7.5.1.2.5.9	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1000	0,52	5
7.5.1.2.5.10	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1200	0,6	5
7.5.1.2.5.11	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1400	0,72	5
7.5.1.2.5.12	6 sıra boşluklu- genişlik < 490 mm	1600	0,75	5
7.5.2	Normal betondan boşluklu biriket ve bloklarla yapılan duvarlar			
7.5.2.1	Normal betondan boşluklu biriket ve bloklarla yapılan duvarlar			
7.5.2.1.1	2 sıra boşluklu- genişlik < 240 mm	1800	0,92	20
7.5.2.1.2	3 sıra boşluklu- genişlik < 300 mm	1800	0,92	20
7.5.2.1.3	4 sıra boşluklu- genişlik < 365 mm	1800	0,92	20
7.5.2.2	Normal betondan boşluklu biriket ve bloklarla yapılan duvarlar			
7.5.2.2.1	2 sıra boşluklu- genişlik = 300 mm	1800	1,3	20
7.5.2.2.2	3 sıra boşluklu- genişlik = 365 mm	1800	1,3	20
7.6	Doğal taşlarla örülmüş moloz taş duvarlar			
7.6.1	Taşın birim hacim kütlesi	1600	0,81	1
7.6.2	Taşın birim hacim kütlesi	1800	1,16	1
7.6.3	Taşın birim hacim kütlesi	2000	1,74	1
7.6.4	Taşın birim hacim kütlesi	2500	2,56	1
8	**AHŞAP VE AHŞAP MAMULLERİ**			
8.1	Ahşap			
8.1	İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar	600	0,13	40
8.1	Kayın, meşe, dişbudak	800	0,2	40
8.2	Ahşap mamulleri			
8.2	Kontrplak (TS 4645 EN 636), kontrtabla (TS 1047)	800	0,13	50
8.2	Ahşap yonga levhalar			
8.2	Yatık yongalı levhalar (TS EN 309, TS EN 12369-1)	700	0,13	50
8.2	Dik yongalı levhalar (TS 3482)	700	0,17	20
8.2	Odun lifi levhalar			
8.2.3.1	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	600	0,13	70

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
8.2.3.2	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	800	0,15	70
8.2.3.3	Sert ve orta sert odun lifi levhalar (TS 64)	1000	0,17	70
8.2	Hafif odun lifi levhalar	300	0,058	5
8.2	Hafif odun lifi levhalar	200	0,046	5
9	KAPLAMALAR			
9.1	Döşeme kaplamaları			
9.1.1	Linolyum	1200	0,17	800
9.1.2	Mantarlı linolyum	700	0,08	1500
9.1.3	Sentetik malzemeden kaplamalar	1500	0,23	50000
9.1.4	Halı vb. kaplamalar	200	0,06	5
9.2	Suya karşı yalıtım kaplamaları			
9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7 mm	2000	0,7	1
9.2.2	Bitüm ve bitüm emdirilmiş kaplamalar			
9.2.2.1	Armatürlü bitümlü pestiller (membranlar)			
9.2.2.1.1	Bitümlü karton	1100	0,19	2000
9.2.2.1.2	Cam tülü armatürlü bitümlü pestil	1200	0,19	14000
9.2.2.1.3	0,01 mm alüminyum folyolu bitümlü pestil	900	0,19	100000
9.2.2.1.4	Cam tülü armatürlü polimer bitümlü membran	2000	0,19	14000
9.2.2.1.5	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	2000	0,19	20000
9.2.3	Armatürlü veya armatürsüz plastik pestil ve folyolar			
9.2.3.1	Polietilen folyo	1000	0,19	80000
9.2.3.2	PVC örtü	1200	0,19	42000
9.2.3.3	PIB polyisobütilen örtü	1600	0,26	300000
9.2.3.4	ECB etilen kopolimer örtü	1000	0,19	80000
9.2.3.5	EPDM etilen propilen kauçuk örtü	1200	0,3	100000
10	ISI YALITIM MALZEMELERİ			
10.1	Ahşap yünü levhalar TS EN 13171 16)			
10.1.1	Kalınlık d < 25 mm	460	0,15	2
10.1.2	Ahşap yünü levhalar TS EN 13171 16) (>=25)			
10.1.2.1	65	360	0,065	2
10.1.2.2	70	360	0,07	2
10.1.2.3	75	360	0,075	2
10.1.2.4	80	360	0,08	2
10.1.2.5	85	360	0,085	2
10.1.2.6	90	360	0,09	2
10.2	Yerinde imal edilmiş köpük malzemeler			
10.2.1	Poliüretan (PUR) - (DIN 18159-1'e uygun)			
10.2.1.1	Poliüretan (PUR) - (DIN 18159-1'e uygun)	45	0,035	30
10.2.1.2	Poliüretan (PUR) - (DIN 18159-1'e uygun)	45	0,04	30
10.2.2	Reçine - formaldehit köpüğü (UF) - (DIN 18159-2'ye uygun)			
10.2.2	Reçine - formaldehit köpüğü (UF) - (DIN 18159-2'ye uygun)			
10.2.2.1	Reçine - formaldehit köpüğü (UF) - (DIN 18159-2'ye uygun)	10	0,035	1
10.2.2.2	Reçine - formaldehit köpüğü (UF) - (DIN 18159-2'ye uygun)	10	0,04	1
10.3	Sentetik köpük malzemeler			
10.3.1	Genleştirilmiş polistiren köpük (PS) levhalar			
10.3.1.1	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun			
10.3.1.1.1	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	15	0,035	20
10.3.1.1.2	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	20	0,035	30
10.3.1.1.3	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	30	0,035	40
10.3.1.1.4	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	15	0,04	20
10.3.1.1.5	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	20	0,04	30
10.3.1.1.6	Polistiren - Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	30	0,04	40
10.3.2	Ekstrüde polistiren köpük (XPS) levhalar			
10.3.2.1	Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun			
10.3.2.1.1	Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun	25	0,03	80
10.3.2.1.2	Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun	25	0,035	80
10.3.2.1.3	Ekstrüde polistiren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun	25	0,04	80
10.3.2.2	Ekstrüde polistiren köpüğü -TS 11989 EN 13164'e uygun - Bina su yalıtımının dış tarafında 8) örneğin çatı örtüsünün 9)			
10.3.2.2.1	Ekstrüde polistiren köpüğü -TS 11989 EN 13164'e uygun - Bina su yalıtımının dış tarafında 8) örneğin çatı örtüsünün 9)	30	0,03	80
10.3.2.2.2	Ekstrüde polistiren köpüğü -TS 11989 EN 13164'e uygun - Bina su yalıtımının dış tarafında 8) örneğin çatı örtüsünün 9)	30	0,035	80
10.3.2.2.3	Ekstrüde polistiren köpüğü -TS 11989 EN 13164'e uygun - Bina su yalıtımının dış tarafında 8) örneğin çatı örtüsünün 9)	30	0,04	80
10.3.3	Poliüretan sert köpük (PUR) levhalar			
10.3.3.1	Poliüretan sert köpük (PUR) levhalar (TS 10981 ve TS EN 13165'e uygun)			
10.3.3.1.1	Poliüretan sert köpük TS 2193, TS 10981 ve TS EN 025	30	0,025	30
10.3.3.1.2	Poliüretan sert köpük TS 2193, TS 10981 ve TS EN 030	30	0,03	30
10.3.3.1.3	Poliüretan sert köpük TS 2193, TS 10981 ve TS EN 035	30	0,035	30
10.3.3.1.4	Poliüretan sert köpük TS 2193, TS 10981 ve TS EN 040	30	0,04	30
10.4	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar			
10.4.1	Fenol reçinesinden sert köpük (PF) levhalar			
10.4.1.1	Fenolik sert köpük - TS EN 13166'ya uygun	30	0,03	10
10.4.1.2	Fenolik sert köpük - TS EN 13166'ya uygun	30	0,035	10
10.4.1.3	Fenolik sert köpük - TS EN 13166'ya uygun	30	0,04	10
10.4.1.4	Fenolik sert köpük - TS EN 13166'ya uygun	30	0,045	10
10.5	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'ye uygun			
10.5.1	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'ye uygun (8-500)	500	0,035	1
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'ye uygun (8-500)	500	0,04	1
10.5.3	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'ye uygun (8-500)	500	0,045	1
10.5.4	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10) 'ye uygun (8-500)	500	0,05	1
10.6	Cam köpüğü			
10.6.1	Cam köpüğü			
10.6.1.1	Cam köpüğü TS EN 13167'ye uygun	100	0,045	1000000000
10.6.1.2	Cam köpüğü TS EN 13167'ye uygun	100	0,05	1000000000
10.6.1.3	Cam köpüğü TS EN 13167'ye uygun	100	0,055	1000000000
10.6.1.4	Cam köpüğü TS EN 13167'ye uygun	100	0,06	1000000000
10.6.2	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında			
10.6.2.1	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında	110	0,045	1500
10.6.2.2	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında	110	0,05	1500
10.6.2.3	Cam köpüğü - bina su yalıtımının dış tarafında	110	0,055	1500
10.7	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun			
10.7.1	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,035	5
10.7.2	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,04	5
10.7.3	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,045	5
10.7.4	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,05	5
10.7.5	Ahşap lifli ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,055	5

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Adı	Birim Hacim Kütlesi kg/m³	Isı İletkenlik Değeri W/mK	Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü
10.7.6	Ahşap liflı ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,06	5
10.7.7	Ahşap liflı ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,065	5
10.7.8	Ahşap liflı ısı yalıtım levhaları - TS EN 13168'e uygun	110	0,07	5
10.8	Mantar levhalar - TS 304 EN 13170'e uygun			
10.8.1	Mantar yalıtım malzemeleri	80	0,045	5
10.8.2	Mantar yalıtım malzemeleri	80	0,05	5
10.8.3	Mantar yalıtım malzemeleri	80	0,055	5
11	**TS 2164**			
11.1	Cam			
11.1.1	Düz pencere camı	2500	0,8	1000000
11.1.2	Cam esaslı kaplama gereçleri			
11.1.2.1	Cam mozaik		1	1000000
11.1.2.2	Cam plak kaplama		1	1000000
11.2	Metal malzemeler			
11.2.1	Dökme demir çelik	7850	58	1000000
11.2.2	Bakır	8900	384	1000000
11.2.3	Bronz	8500	64	1000000
11.2.4	Alüminyum	2700	204	1000000
11.2.5	Pirinç	8500	110	1000000
11.2.6	Kurşun	11400	35	1000000
11.2.7	Çinko	7200	110	1000000
11.3	Hava tabakaları			
11.3.1	Hava tabakası düşey			
11.3.1.1	Hava tabakası düşey kalınlık <=10 mm			
11.3.1.1.1	Hava tabakası düşey kalınlık = 3 mm		0,021	1
11.3.1.1.2	Hava tabakası düşey kalınlık = 5 mm		0,036	1
11.3.1.1.3	Hava tabakası düşey kalınlık = 8 mm		0,057	1
11.3.1.1.4	Hava tabakası düşey kalınlık = 10 mm		0,071	1
11.3.1.2	Hava tabakası düşey kalınlık > 10 mm kalınlık <= 20mm			
11.3.1.2.1	Hava tabakası düşey kalınlık = 12 mm		0,075	1
11.3.1.2.2	Hava tabakası düşey kalınlık = 15 mm		0,094	1
11.3.1.2.3	Hava tabakası düşey kalınlık = 18 mm		0,113	1
11.3.1.2.4	Hava tabakası düşey kalınlık = 20 mm		0,125	1
11.3.1.3	Hava tabakası düşey kalınlık > 20 mm kalınlık <= 50mm			
11.3.1.3.1	Hava tabakası düşey kalınlık = 25 mm		0,139	1
11.3.1.3.2	Hava tabakası düşey kalınlık = 30 mm		0,167	1
11.3.1.3.3	Hava tabakası düşey kalınlık = 35 mm		0,194	1
11.3.1.3.4	Hava tabakası düşey kalınlık = 40 mm		0,222	1
11.3.1.3.5	Hava tabakası düşey kalınlık = 45 mm		0,25	1
11.3.1.3.6	Hava tabakası düşey kalınlık = 50 mm		0,278	1
11.3.1.4	Hava tabakası düşey kalınlık > 50 mm kalınlık <= 100 mm			
11.3.1.4.1	Hava tabakası düşey kalınlık = 55 mm		0,324	1
11.3.1.4.2	Hava tabakası düşey kalınlık = 60 mm		0,353	1
11.3.1.4.3	Hava tabakası düşey kalınlık = 65 mm		0,382	1
11.3.1.4.4	Hava tabakası düşey kalınlık = 70 mm		0,412	1
11.3.1.4.5	Hava tabakası düşey kalınlık = 75 mm		0,441	1
11.3.1.4.6	Hava tabakası düşey kalınlık = 80 mm		0,471	1
11.3.1.4.7	Hava tabakası düşey kalınlık = 85 mm		0,5	1
11.3.1.4.8	Hava tabakası düşey kalınlık = 90 mm		0,529	1
11.3.1.4.9	Hava tabakası düşey kalınlık = 95 mm		0,559	1
11.3.1.4.10	Hava tabakası düşey kalınlık = 100 mm		0,625	1
11.3.1.5	Hava tabakası düşey kalınlık > 100 mm			
11.3.1.5.1	Hava tabakası düşey kalınlık = 110 mm		0,688	1
11.3.1.5.2	Hava tabakası düşey kalınlık = 120 mm		0,75	1
11.3.1.5.3	Hava tabakası düşey kalınlık = 130 mm		0,813	1
11.3.1.5.4	Hava tabakası düşey kalınlık = 140 mm		0,875	1
11.3.1.5.5	Hava tabakası düşey kalınlık = 150 mm		0,938	1
11.3.1.5.6	Hava tabakası düşey kalınlık = 160 mm		1	1
11.3.1.5.7	Hava tabakası düşey kalınlık = 170 mm		1,063	1
11.3.1.5.8	Hava tabakası düşey kalınlık = 180 mm		1,125	1
11.3.1.5.9	Hava tabakası düşey kalınlık = 190 mm		1,188	1
11.3.1.5.10	Hava tabakası düşey kalınlık = 200 mm		1,25	1
11.3.2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya)			
11.3.2.1	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık < 10 mm			
11.3.2.1.1	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 3 mm		0,021	1
11.3.2.1.2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 5 mm		0,036	1
11.3.2.1.3	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 8 mm		0,057	1
11.3.2.1.4	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 10 mm		0,071	1
11.3.2.2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık > 10 mm kalınlık < = 20 mm			
11.3.2.2.1	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 12 mm		0,08	1
11.3.2.2.2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 15 mm		0,1	1
11.3.2.2.3	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 18 mm		0,12	1
11.3.2.2.4	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 20 mm		0,125	1
11.3.2.3	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık > 20 mm			
11.3.2.3.1	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 25 mm		0,156	1
11.3.2.3.2	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 30 mm		0,188	1
11.3.2.3.3	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 40 mm		0,25	1
11.3.2.3.4	Yatay (ısı akışı aşağıdan yukarıya) kalınlık = 50 mm		0,313	1
11.3.3	Yatay (ısı akışı ayukandan aşağıya)			
11.3.3.1	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık < 10 mm			
11.3.3.1.1	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 3 mm		0,02	1
11.3.3.1.2	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 5 mm		0,033	1
11.3.3.1.3	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 8 mm		0,053	1
11.3.3.1.4	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 10 mm		0,067	1
11.3.3.2	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık > 10 mm kalınlık < = 20 mm			
11.3.3.2.1	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 12 mm		0,067	1
11.3.3.2.2	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 15 mm		0,083	1
11.3.3.2.3	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 18 mm		0,1	1
11.3.3.2.4	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 20 mm		0,095	1
11.3.3.3	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık > 20 mm			
11.3.3.3.1	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 25 mm		0,119	1
11.3.3.3.2	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 30 mm		0,143	1
11.3.3.3.3	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 40 mm		0,19	1
11.3.3.3.4	Yatay (ısı akışı yukandan aşağıya) kalınlık = 50 mm		0,238	1

EK-3

İL / İLÇE	BÖLGE	SICAKLIK	RÜZGÂR DURUMU	İL / İLÇE	BÖLGE	SICAKLIK	RÜZGÂR DURUMU
Adana	1.Bölge	0 °C	Rüzgârlı Bölge	Kahramanraş	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge
Adapazarı	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Karabük	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Adıyaman	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Karaman	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Afşin (K.Maraş)	4.Bölge	-15 °C	Normal Bölge	Kars	4.Bölge	-27 °C	Normal Bölge
Afyon	3.Bölge	-12 °C	Rüzgârlı Bölge	Kastamonu	4.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Ağrı	4.Bölge	-24 °C	Rüzgârlı Bölge	Kayseri	4.Bölge	-15 °C	Normal Bölge
Aksaray	3.Bölge	-15 °C	Normal Bölge	Keles (Bursa)	4.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Amasya	2.Bölge	-12 °C	Normal Bölge	Kiğı (Bingöl)	4.Bölge	-18 °C	Normal Bölge
Ankara	3.Bölge	-12 °C	Rüzgârlı Bölge	Kırıkkale	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Antalya	1.Bölge	3 °C	Rüzgârlı Bölge	Kırklareli	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Ardahan	4.Bölge	-21 °C	Normal Bölge	Kırşehir	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Arhavi (Artvin)	2.Bölge	-3 °C	Normal Bölge	Kilis	2.Bölge	-6 °C	Normal Bölge
Artvin	3.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Konya	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Aydın	1.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Korkuteli (Antalya)	3.Bölge	-9 °C	Normal Bölge
Ayvalık	1.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Köyceğiz	1.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Balıkesir	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Kütahya	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Bartın	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Malatya	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Batman	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Manisa	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Bayburt	4.Bölge	-15 °C	Normal Bölge	Mardin	2.Bölge	-6 °C	Normal Bölge
Bilecik	3.Bölge	-9 °C	Rüzgârlı Bölge	Marmaris	1.Bölge	3 °C	Rüzgârlı Bölge
Bingöl	3.Bölge	-18 °C	Rüzgârlı Bölge	Merzifon(Amasya)	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Bitlis	4.Bölge	-15 °C	Normal Bölge	Mesudiye (Ordu)	4.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Bodrum	1.Bölge	3 °C	Rüzgârlı Bölge	Milas	1.Bölge	0 °C	Normal Bölge
Bozkır	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Muğla	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Burdur	3.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Muş	4.Bölge	-18 °C	Normal Bölge
Bursa	2.Bölge	-6 °C	Rüzgârlı Bölge	Nevşehir	3.Bölge	-15 °C	Normal Bölge
Cide	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Niğde	3.Bölge	-15 °C	Rüzgârlı Bölge
Çanakkale	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Ordu	2.Bölge	-3 °C	Normal Bölge
Çankırı	3.Bölge	-15 °C	Normal Bölge	Osmaniye	1.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Çatalzeytin	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Pozantı (Adana)	3.Bölge	-9 °C	Normal Bölge
Çorum	3.Bölge	-15 °C	Normal Bölge	Pülümür (Tunceli)	4.Bölge	-16 °C	Normal Bölge
Datça	1.Bölge	3 °C	Rüzgârlı Bölge	Rize	2.Bölge	-3 °C	Normal Bölge
Denizli	2.Bölge	-6 °C	Normal Bölge	Samsun	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Diyarbakır	2.Bölge	-9 °C	Rüzgârlı Bölge	Siirt	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge
Dursunbey (Balıkesir)	3.Bölge	-9 °C	Rüzgârlı Bölge	Sinop	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
Düzce (Bolu)	2.Bölge	-9 °C	Rüzgârlı Bölge	Sivas	4.Bölge	-18 °C	Normal Bölge
Edirne	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Solhan (Bingöl)	4.Bölge	-18 °C	Normal Bölge
Elazığ	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge	Şanlıurfa	2.Bölge	-6 °C	Rüzgârlı Bölge
Elbistan (K.Maraş)	4.Bölge	-12 °C	Normal Bölge	Şebinkarahisar (Giresun)	4.Bölge	-12 °C	Normal Bölge
Erzurum	4.Bölge	-21 °C	Normal Bölge	Şırnak	2.Bölge	-6 °C	Normal Bölge
Eskişehir	3.Bölge	-12 °C	Normal Bölge	Tekirdağ	2.Bölge	-6 °C	Rüzgârlı Bölge
Fethiye	1.Bölge	3 °C	Normal Bölge	Tokat	3.Bölge	-15 °C	Normal Bölge
Gaziantep	2.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Tosya (Kastamonu)	3.Bölge	-15 °C	Normal Bölge
Giresun	2.Bölge	-3 °C	Normal Bölge	Trabzon	2.Bölge	-3 °C	Normal Bölge
Hatay	1.Bölge	0 °C	Rüzgârlı Bölge	Tunceli	3.Bölge	-18 °C	Normal Bölge
Iğdır	3.Bölge	-18 °C	Normal Bölge	Ulus (Bartın)	3.Bölge	-6 °C	Rüzgârlı Bölge
Isparta	3.Bölge	-9 °C	Normal Bölge	Uşak	3.Bölge	-9 °C	Rüzgârlı Bölge
İçel (Mersin)	1.Bölge	3 °C	Normal Bölge	Van	4.Bölge	-15 °C	Normal Bölge
İnebolu	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Yalova	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge
İstanbul	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge	Yozgat	4.Bölge	-15 °C	Normal Bölge
İzmir	1.Bölge	0 °C	Rüzgârlı Bölge	Zonguldak	2.Bölge	-3 °C	Rüzgârlı Bölge

KAYNAKÇA

Altuncu, D. (2016). Sıhhi Tesisat. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği.

Doğan, V. (2011). Isıtma. İstanbul: Kahraman Neşriyat Ofset.

Isıtma Tesisatı (2000). Isısan Çalışmaları No. 265.

İlgili Türk Standartları.

Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Esasları (2002). Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını.

Kantaroğlu, Ö. (2005). Sıhhi Tesisat Teknolojisi. TTMD yayınları.

Karakoç, H. (2011). KTH Verimli Sistemler. Nisan Kitabevi.

Öz, E. S, Sıdal C. (2000). Yapıda Sıhhi Tesisat. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Proje Hazırlama ve Mesleki Denetim Esasları (2009). Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını.

Sıhhi Tesisat (2001). Isısan Çalışmaları No. 272.

Sıhhi Tesisat Proje Hazırlama Esasları(2002). Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını.

Türk Dil Kurumu Yazım Kılavuzu (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Türkçe Sözlük (2019). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

*Kaynakça, APA 6.0 referanslama sistemi kullanılarak oluşturulmuştur.

Görsel Kaynakçası

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2302

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR

NOTLAR