

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN GÜÇLENDİRİLMESİ  
PROJESİ)

TESİSAT TEKNOLOJİSİ

ISITMA MESLEK RESİM 2

ANKARA 2008

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. SICAK SULU ISITMA TESİSATLARI .....	3
1.1. Kat Kaloriferi .....	4
1.1.1. Yerden ısıtma .....	4
1.1.2. Tek Borulu.....	5
1.1.3. Çift Borulu.....	7
1.2. Merkezî Sistem.....	9
1.2.1. Alttan Dağıtım Alttan Toplamalı Sıcak Sulu Isıtma Sistemi.....	9
1.2.2. Üstten Dağıtım Üstten Toplamalı Sıcak Sulu Isıtma Sistemi.....	10
1.2.3. Üstten Dağıtım Alttan Toplamalı Sıcak Sulu Isıtma Sistemi .....	11
1.2.4. Tek Kolonlu Dağıtım.....	12
UYGULAMA FAALİYETİ.....	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	20
2. BİR BİNANIN ISITMA TESİSATI .....	20
2.1. Kat Planlarının Çizimi.....	20
2.2. Kolon Şemasının Çizilmesi .....	21
UYGULAMA FAALİYETİ.....	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	28
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	31
3. ÇİZİMİ YAPILAN BİNANIN ISI KAYBI VE MALİYET HESABI.....	31
3.1. Isıtılacak Mahallerin Isı Kaybı Hesabının Yapılması .....	32
3.1.1. Yapı Birleşeni Sütunu .....	32
3.1.2. Alan Hesabı Sütunu.....	33
3.1.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu.....	34
3.1.4. Artırımlar (Zamlar) Sütunu .....	39
3.1.5. Toplam Isı İhtiyacı Sütunu .....	40
3.2. Isıtıcı Yüzey Alanı Hesabının Yapılması .....	43
3.2.1. Radyatör ve Donanımı Seçimi Çizelgesinin Doldurulması.....	43
3.3. Boru Çapları ve Dolaşım Pompası Hesabı .....	44
3.3.1. Boru Çapı Hesabının Yapılması.....	45
3.3.2. Sirkülasyon Pompası Hesabı .....	51
3.4. Kazan ve Baca Çapı Hesabı .....	51
3.4.1. Kazan Hesabı.....	51
3.4.2. Baca Kesit Hesabı .....	52
3.5. Genleşme Deposu Hesabı.....	52
3.5.1. Açık Genleşme Depoları .....	53
3.5.2. Kapalı Genleşme Depoları .....	54
3.6. Maliyet Hesabı .....	55
3.7. Isıtma Tesisatı Projelendirilmesi ve Örnek Bir Hesap .....	56
3.7.1. Seçilen Binaya İlişkin Bilgiler.....	56
3.7.2. U Isı Geçirgenlik Katsayılarının Hesaplanması .....	56
3.7.3. Binanın Isı Kaybı Hesabının Yapılması .....	58
3.7.4. Radyatör Donanımı ve Seçimin Yapılması .....	61

3.7.5. Kazan Seçiminin Yapılması .....	62
3.7.6. Boru Çapı Hesabının Yapılması.....	62
3.7.7. Projenin Çizilmesi .....	64
UYGULAMA FAALİYETİ.....	70
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	71
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	74
CEVAP ANAHTARLARI .....	84
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	85
KAYNAKÇA .....	86



# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>520TC0016</b>
<b>ALAN</b>	<b>Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Isıtma ve Doğalgaz İç Tesisatı Isıtma ve Sıhhi Tesisat Isıtma ve Gaz Yakıcı Cihazlar (Bakım - Onarım) Servisi</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Isıtma Meslek Resim 2
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Sıcak sulu ısıtma tesisatları ile müstakil bir binanın tesisatının tekniğine ve standardına uygun çizibilme becerisinin kazandırılmasını amaçlayan öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32 + 40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Isıtma Meslek Resim-I modülünü almış olmak.
<b>YETERLİK</b>	Sıcak sulu ısıtma tesisatları ile müstakil bir binanın ısıtma tesisatı çizimini yapmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaçlar</b> Gerekli ortam sağlandığında standartlara ve tekniğine uygun bir şekilde ısıtma tesisatının proje üzerinde çizimini yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1.Bu faaliyet ile teknik resim uygulama ortamında uygun çizim aletlerini kullanarak tekniğine ve kurallara uygun sıcak sulu ısıtma tesisatı çeşitlerinin çizimini yapabileceksiniz. 2.Uygun cetvel ve takımları kullanarak ısıtma tesisatının projeye uygun çizimini yapabileceksiniz. 3.Tekniğine ve kurallara uygun olarak projesi çizilmiş olan bir binanın ısı kaybı hesabını yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Sınıf/resim hane, çizim masaları, tepegöz/projeksiyon, T cetveli, çeşitli gönyeler, resim kâğıtları, yazı şablonu, daire şablonu, çeşitli çizim kalemleri, pergel.
<b>ÖLÇME DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her bir öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda ise kazandığınız bilgi, beceri ve davranışları ölçmek amacıyla, öğretmen tarafından hazırlanacak ölçme araçları ile değerlendirileceksiniz.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Bilimin hızla ilerlediği günümüzde değişik yapı şekilleri içinde “Isıtma Tesisatı” sisteminin ayrı bir yeri ve önemi bulunmaktadır.

Kuşkusuz bir bina ne kadar güzel olursa olsun, sağlıklı yaşamın ilk şartı, su ile irtibatlı boru ağını teknik ölçü ve sistemlerle yapmak olmalıdır. Bunun gerçekleşmesi ise görev ve sorumluluğunun bilincinde olan teknik elemanın bilgi ve becerisine bağlı bulunmaktadır.

Isıtma tesisatı şehirleşme ve endüstrinin gelişmesine paralel olarak değişmiş ve günümüzün ihtiyaçlarını karşılayacak teknik estetik bir yapıya ulaşmıştır.

Ülkemizde ısıtma tesisatı alanındaki işlerde genellikle makine mühendislerinin çalıştıkları görülmektedir. Isıtma tesisatı ile ilgili işlemleri yapacak teknik personel olarak, makine mühendislerinin yanı sıra kendini iyi yetiştirmiş yakıcı cihaz servis elemanlarının bulunması ayrı bir önem arz etmektedir.

Bu modül ile, öğrencilerin gelişmelere ayak uydurabilmesinin yanında, sanayide uygulamaları yapılan işleri tanımakla beraber, sıcak sulu ısıtma tesisatlarının çeşitlerini tanıyan ve çizebilen, müstakil bir binanın sıcak sulu ısıtma tesisatını çizebilen, ısı kaybı hesaplarını uygulayan Türk Standartları Enstitüsünün ve Makine Mühendisleri Odasının koyduğu bağlayıcı şartlara uyan iyi bir teknik yeterlilik kazanmış elemanlar yetiştirilmek amaçlanmıştır.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyet ile teknik resim uygulama ortamında uygun çizim aletlerini kullanarak tekniğine ve kurallara uygun sıcak sulu ısıtma tesisatı çeşitlerinin çizimini yapabileceksiniz

## ARAŞTIRMA

- Mühendislik bürolarına giderek sıcak sulu ısıtma tesisatları ile ilgili yapılmış olan proje çalışmalarından çeşitli örnekler temin ediniz, bu örnekleri sınıf ortamında arkadaşlarınızla inceleyiniz.

## 1. SICAK SULU ISITMA TESİSATLARI

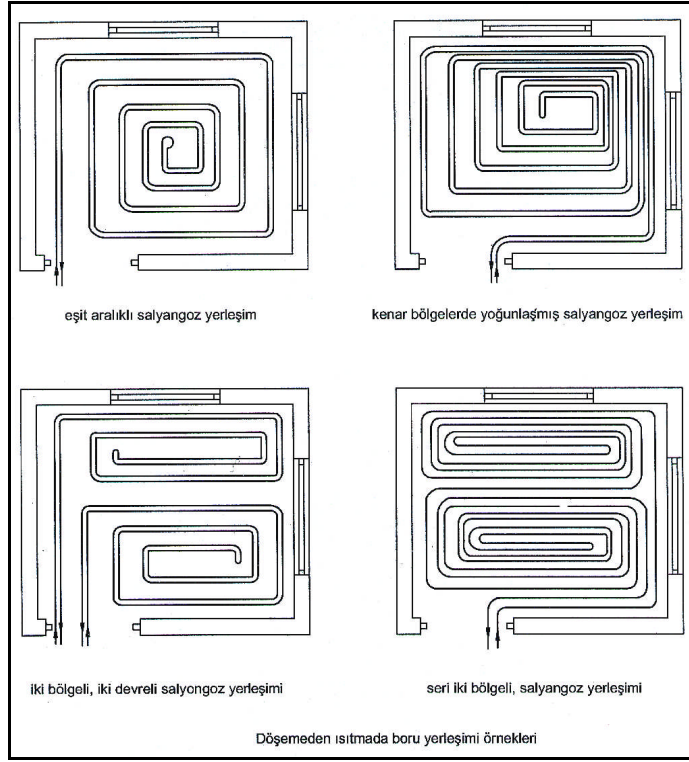
Sıcak sulu merkezî ısıtma tesisatları, binaların ısıtılmasında en yaygın kullanılan tesisat türüdür.

Suyun ısı taşıyıcı olarak kullanıldığı tesisatlardır. Su, kazanda ısıtılarak borularla ısıtılması istenen bölgelere sevk edilir. Oradaki ısı yayıcı ısıtıcılarda (radyatör vb.) bir miktar ısınıp bırakan su, soğuyarak tekrar kazana döner. Suyun dolaşımı sirkülasyon pompası ile sağlanır. Uygun çapta boru kullanılırsa sirkülasyon tabii olarak da sağlanabilir. Sistemde mevcut suyun ısınması sırasında artan su hacmi genişleme kabı (genleşme deposu) adı verilen bir depoda toplanır. Eski sistemlerde genleşme depoları atmosfere açık iken yeni sistemlerde kapalı genleşme depoları kullanılmaktadır. Sıcak sulu sistemlerde su sıcaklığı 90°C değerini aşmaz.

Bu sistemlerde, su sıcaklığının dış hava sıcaklığına göre ayarlanması mümkündür. Bunun hem konfor hem de yakıt tasarrufu bakımından önemi büyüktür. Su sıcaklığının fazla olmaması, radyatör yüzeylerinin fazla sıcak olmaması, havanın az kurumaması gibi insan sağlığı bakımından yararlı yönleri vardır. Sistemin yapılış ve kullanılışı basit, çalışması emniyetlidir.

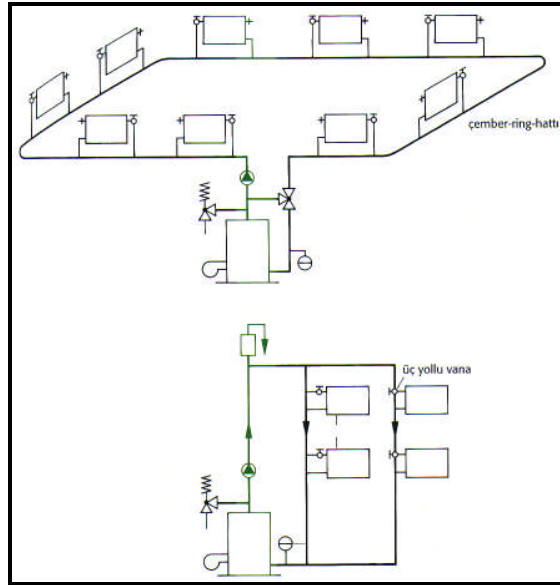
TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardı 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren mecburi standart olarak yürürlüğe girmiştir. Yeni yapılacak olan binalarda hesaplamalar bu standartta verilen hesap metodu kullanılarak yapılmalıdır. Buna bağlı olarak ısıtılması gereken ortam sıcaklıklarından bazıları aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Konutlarda banyo 24 °C, diğer hacimler 20 °C, büro mahalleri, yönetim binaları, dükkânlar, otel odaları, derslikler, kütüphaneler vb. 20 °C’ dir.





Şekil 1.3: Döşemeden ıstımda boru yerleşimi çizimleri

### 1.1.2. Tek Borulu

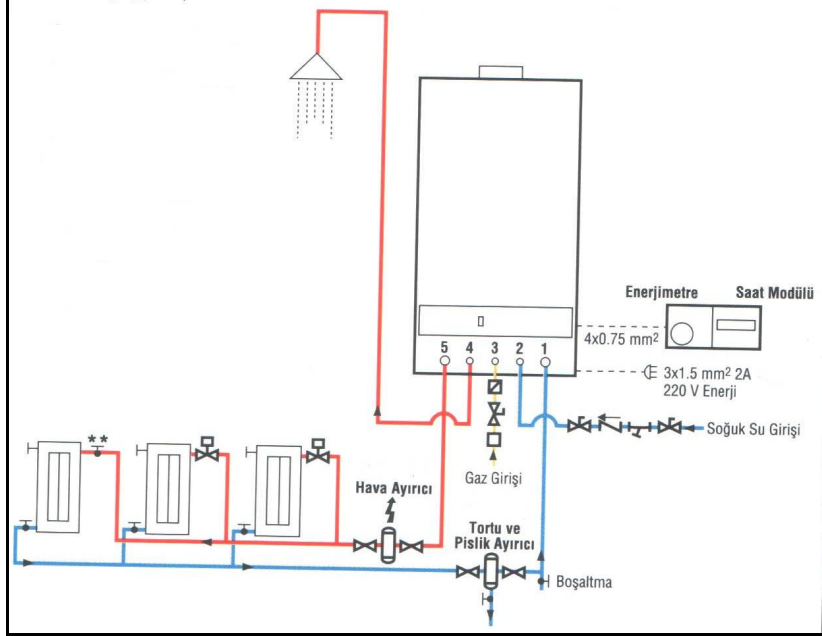


Şekil 1.4: Tek borulu kat kaloriferi tesisatı (kapalı sistem)

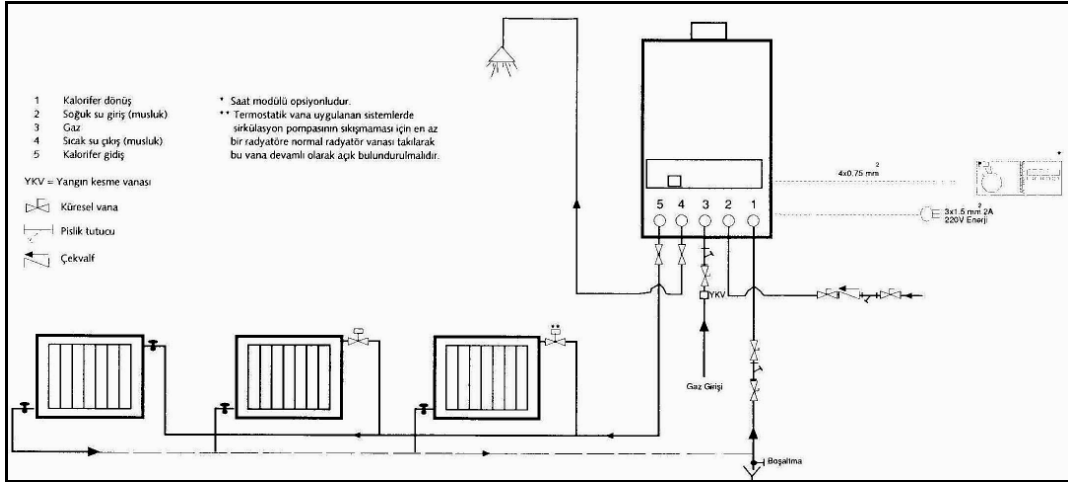




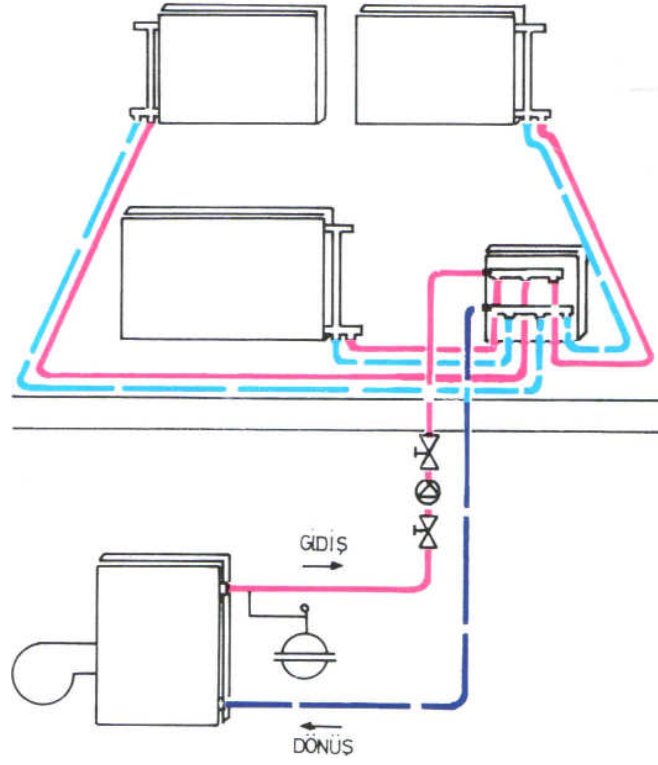
### 1.1.3. Çift Borulu



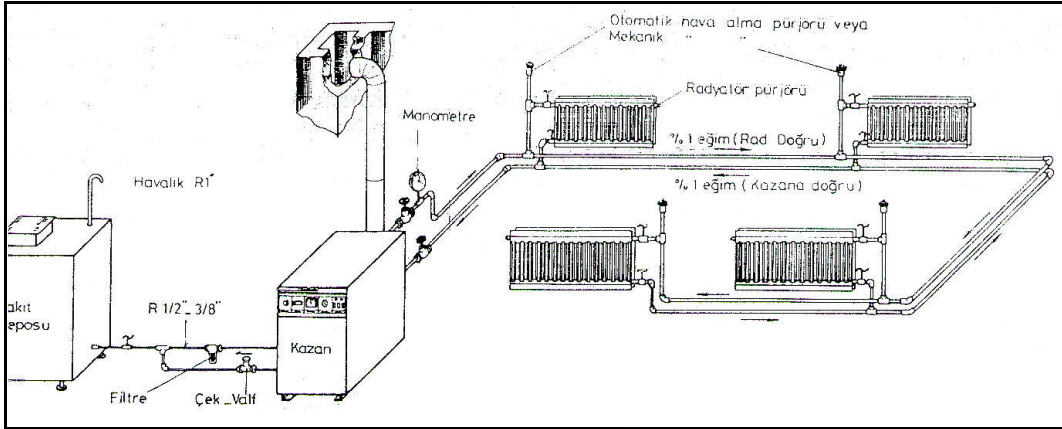
Şekil 1.7: Çift borulu doğalgazlı kat kaloriferi tesisatı



Şekil 1.8: Çift borulu doğal gazlı kat kaloriferi bağlantı adları



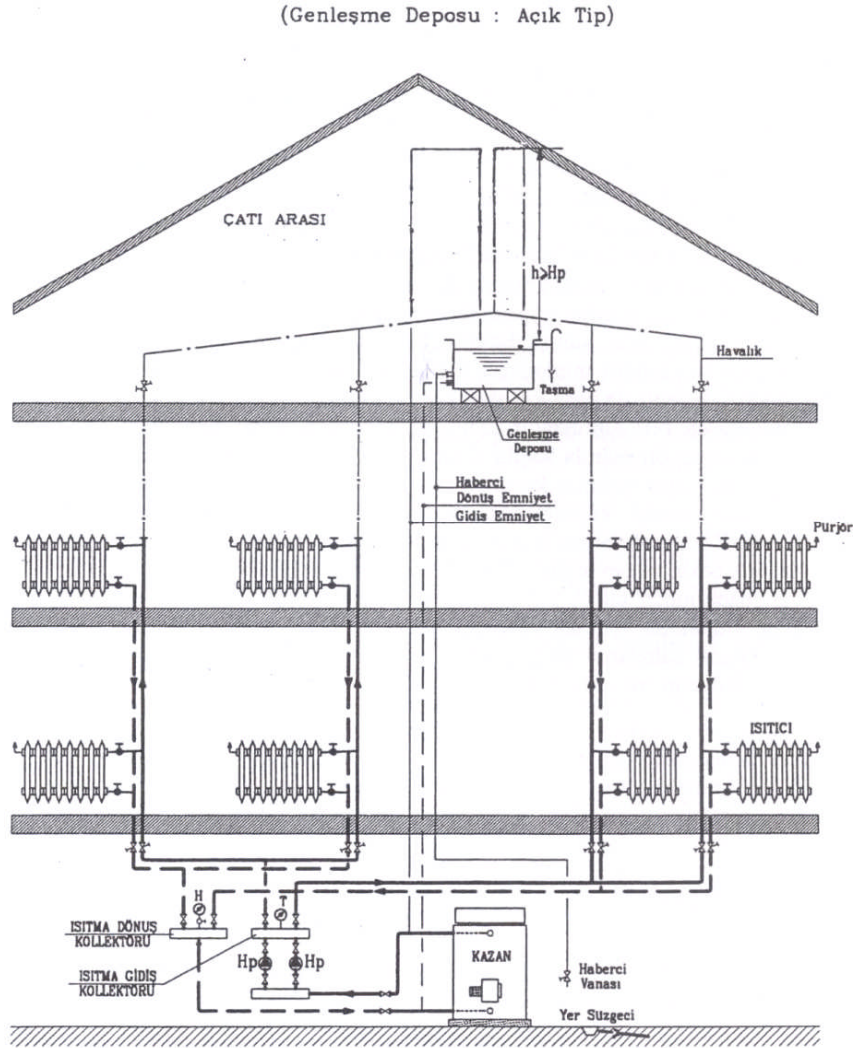
**Şekil 1.9: Kapalı genişleme depolu çift borulu kat kaloriferi tesisatı (mobil sistem)**



**Şekil 1.10: Çift borulu kat kaloriferi tesisatı (sıvı yakıtlı)**

## 1.2. Merkezî Sistem

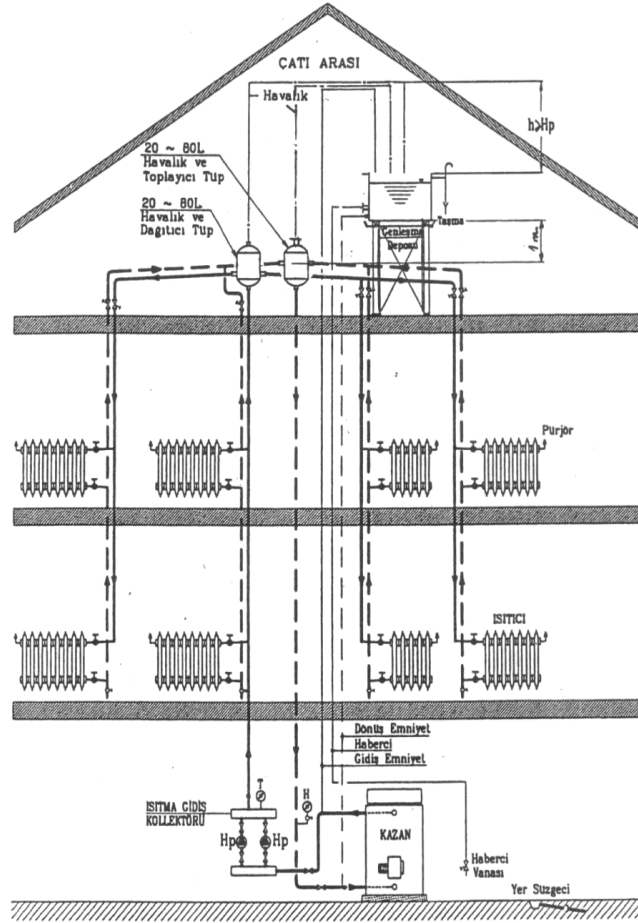
### 1.2.1. Alttan Dağıtmalı Alttan Toplamalı Sıcak Sulu Isıtma Sistemi



Şekil 1.12: Alttan dağıtmalı alttan toplamalı pompalı açık genleşme deposu merkezî ısıtma tesisatı

## 1.2.2. Üstten Dağıtmalı Üstten Toplamalı Sıcak Sulu Isıtma Sistemi

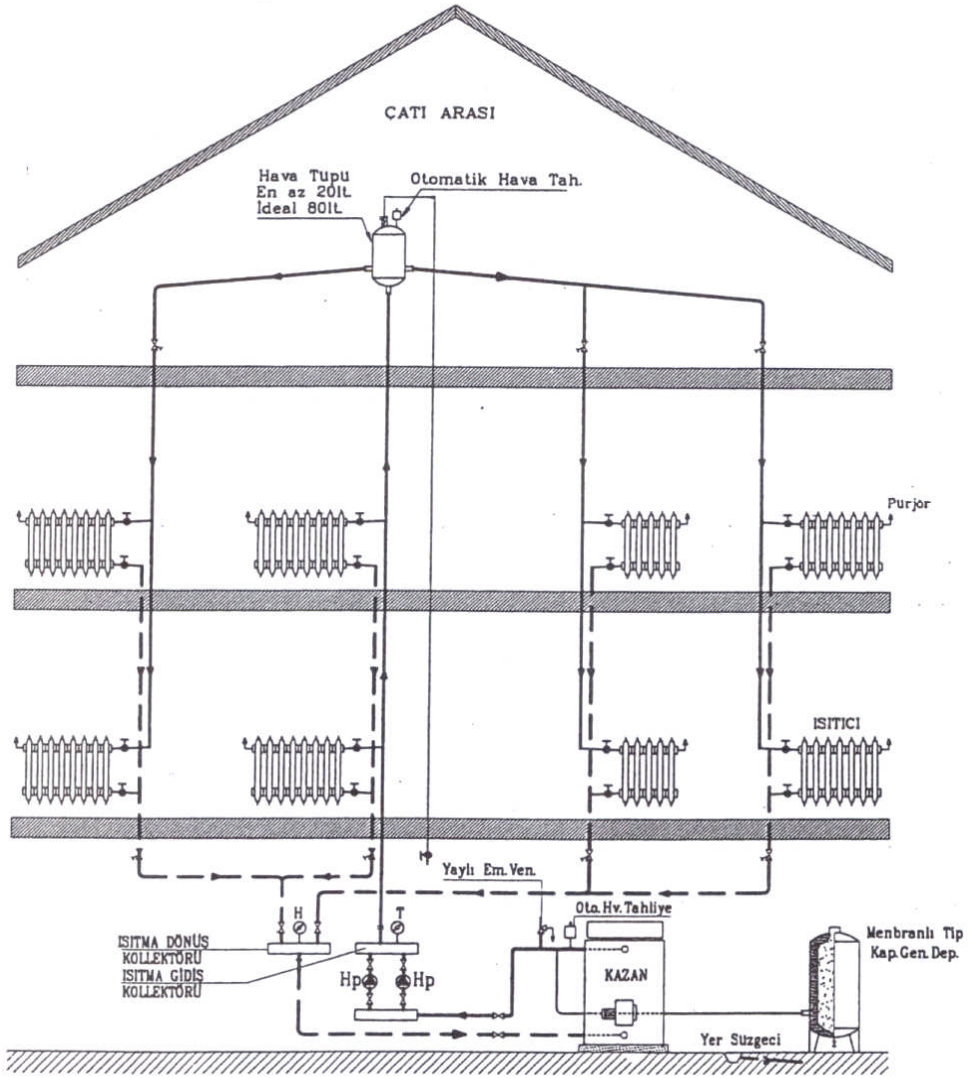
(Genleşme Deposu : Açık Tip)



Şekil 1.13: Üstten dağıtmalı üstten toplamalı açık genleşme deposu merkezî ısıtma tesisatı

### 1.2.3. Üstten Dağıtmalı Alttan Toplamalı Sıcak Sulu Isıtma Sistemi

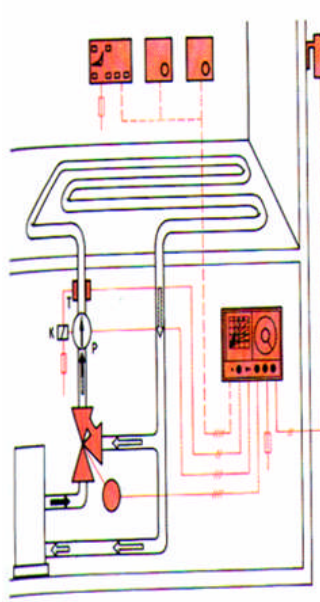
(Genleşme Deposu : Kapalı Tip)



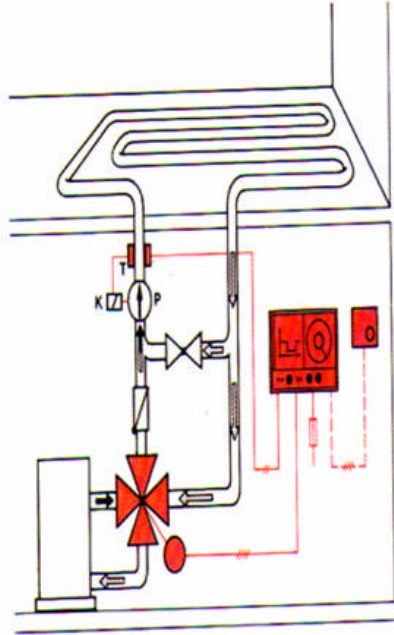
Şekil 1.13: Üstten dağıtmalı alttan toplamalı açık genleşme depolu merkezî ısıtma tesisatı

## 1.2.4. Tek Kolonlu Dağıtım

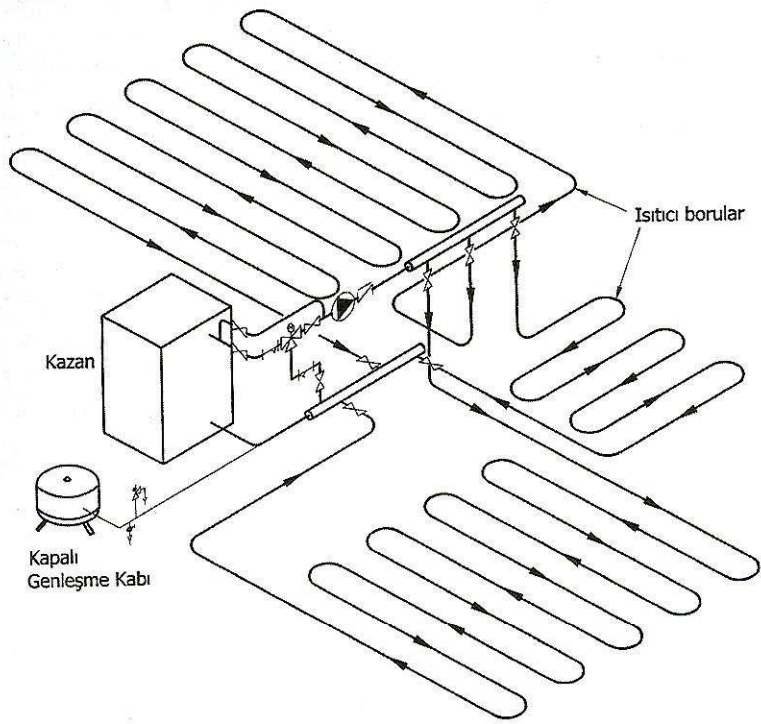
### 1.2.4.1. Yerden Isıtma



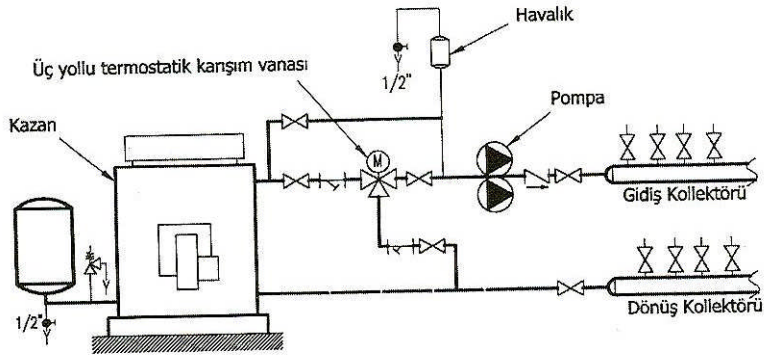
Şekil 1.14: Dış sıcaklığa göre üç yollu vanaya ve dolaşım pompasına kumanda sistemli yerden ısıtma



Şekil 1.15: Sabit çıkış sıcaklığı ayarı yapılabilen yerden ısıtma



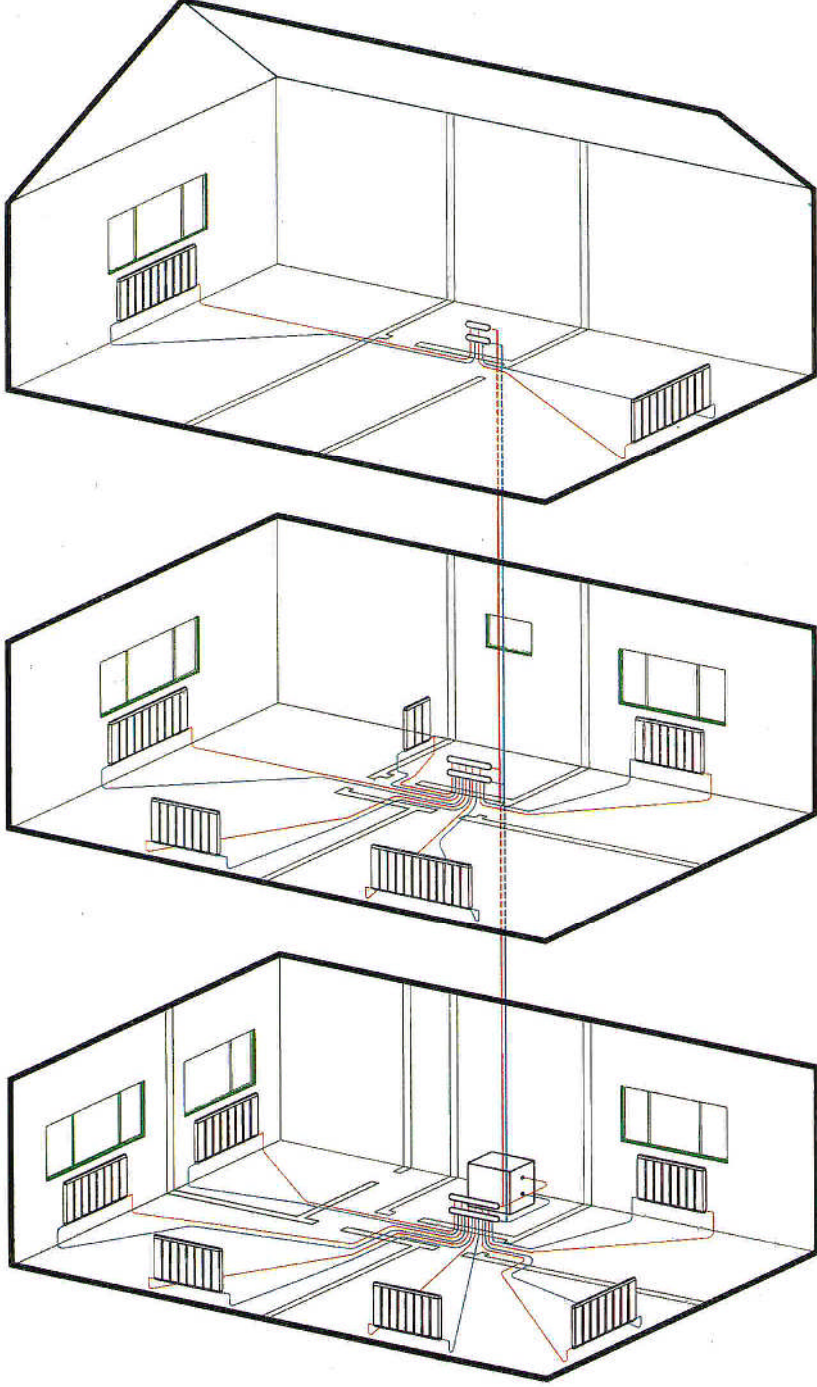
## DÖŞEMEDEN ISITMA TESİSATI



Şekil 1.16: Yerden ısıtma kazan ve kollektör bağlantı detayları

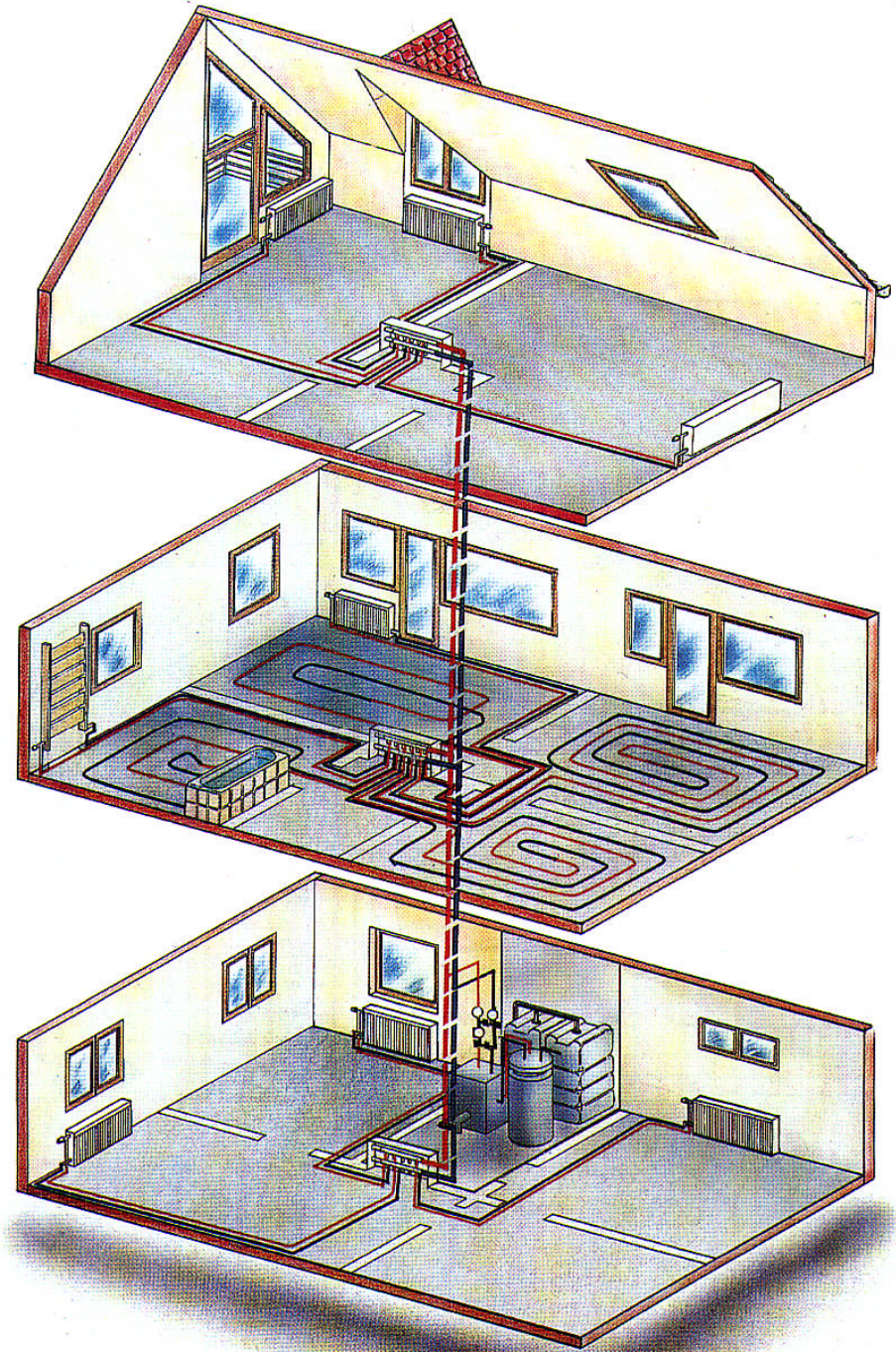


#### 1.2.4.2. Tek Kolonlu Isıtma Sistemi (Mobil Sistem)



Şekil 1.11: Mobil sistem tesisat şeması





Şekil.1.19: Bir binada değişik tesisat çeşitlerinin uygulanışı

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamakları	Öneriler
➤ Resim kâğıdını çizim masasına uygun şekilde bağlayınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çizim kâğıdınızı T cetveli yardımıyla masanıza bağlayınız.</li> <li>➤ Hata yapma ihtimaline ya da ikinci bir resim çizme ihtimaline karşı yanınızda yedek çizim kâğıdı bulundurunuz.</li> <li>➤ Çizim kâğıdını A4 ölçüsünde seçiniz.</li> </ul>
➤ Çizim takımlarını kullanıma hazır bulundurunuz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çizim masanızı ve cetvellerinizi temiz bir çizim için hafif nemli bir bezle siliniz.</li> <li>➤ Rapido ile çizim yerine önce kurşun kalemle çizip sonra rapido kalemi ile çizerseniz hatalı çizimi önlemiş olursunuz</li> <li>➤ Rapido kalemlerinize mürekkep koyarak çizime hazır hâle getiriniz.</li> </ul>
➤ Müstakil bir dairenin yerden ısıtmalı kat kaloriferi tesisatını çiziniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rapido kalemle çizim yaparken hangi kalınlıktaki kalemi kullanmamız gerektiğini bilmemiz gerekir.</li> <li>➤ Çizime mimari planı çizerek başlayınız.</li> <li>➤ Yerden ısıtmada plana en uygun sistemin hangisi olacağına düşünerek karar veriniz.</li> </ul>
➤ Tek borulu kat kaloriferi tesisatını çiziniz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çizim yaparken kalemimizi dik konumda tutmalıyız.</li> <li>➤ Tek borulu kat kaloriferi tesisatının lokal sistemlerde uygulandığını hatırlayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çift borulu kat kaloriferi tesisatını çiziniz.</li> <li>➤ Mobil sistem kat kaloriferi tesisatını çiziniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çift borulu kat kaloriferi tesisatı lokal uygulamalarda en fazla yapılan tesisattır.</li> <li>➤ Mobil tesisat döşenirken diğer sistemlerden farklılıklarını inceleyiniz.</li> </ul>
➤ Alttan dağıtım alttan toplamalı merkezî ısıtma tesisatını çiziniz.	➤ Alttan dağıtım merkezî sistemlerin genellikle pompalı yapıldığını hatırlayınız.
➤ Üstten dağıtım üstten toplamalı merkezî ısıtma tesisatını çiziniz.	➤ Üstten dağıtım üstten toplamalı merkezî ısıtma tesisatlarının bodrumu uygun olmayan binalarda uygulandığını hatırlayınız.
➤ Tek kolonlu merkezî yerden ısıtma tesisatını çiziniz.	➤ Yerden ısıtma tesisatlarının merkezî olarak da yapılabileceğini düşününüz.
➤ Tek kolonlu merkezî mobil sistem ısıtma tesisatını çiziniz.	➤ Tek kolonlu merkezî ısıtmada kattaki kollektör yerini belirleyiniz.
➤ Tek kolonlu mobil tesisat dağıtım sistemini çiziniz.	➤ Mobil ısıtma tesisatında dağıtım tek kolonla bütün dairelere dağıtılmalıdır.
➤ Resim kâğıdını dikkatlice çizim masasından ayırınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Çizim bittikten sonra tekrar kontrol ediniz varsa eksiklerinizi gideriniz.</li> <li>➤ Resim kâğıdınızı masadan ayırtırken acele davranmayınız. Kâğıdınız zarar görebilir</li> </ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyette kazanmış olduğunuz bilgileri aşağıda verilen soruları cevaplandırarak değerlendiriniz.

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

1. ( ) Binaların ısıtılmasında genellikle sıcak sulu ısıtma sistemleri kullanılmaktadır.
2. ( ) Lokal ısıtmada genellikle kat kaloriferi tercih edilir.
3. ( ) Belli açılı doğrular ve dik çizgiler çizmek için T cetvelleri kullanılır.
4. ( ) Kombi cihazları kat kaloriferine en iyi örnektir.
5. ( ) Merkezî ısıtma tesisatlarında sadece açık genleşme depoları kullanılır.
6. ( ) Merkezî ısıtmada su sıcaklığını istenilen ayarda tutmak için termostat kullanılır.

Aşağıda boş bırakılan yerleri doldurunuz.

7. Bir binada bodrum kat yoksa merkezî ısıtma sistemi..... dağıtmalı.....toplamalı olarak planlanır.
8. Atmosfere kapalı tesisatlarda sistemin güvenliği.....deposu ile sağlanır.
9. Atmosfere açık-kapalı sistemlerde radyatörlerin havasını.....ile alırız.
10. Kapalı genleşme deposu kazan dairesinde .....yanına konur.

## DEĞERLENDİRME

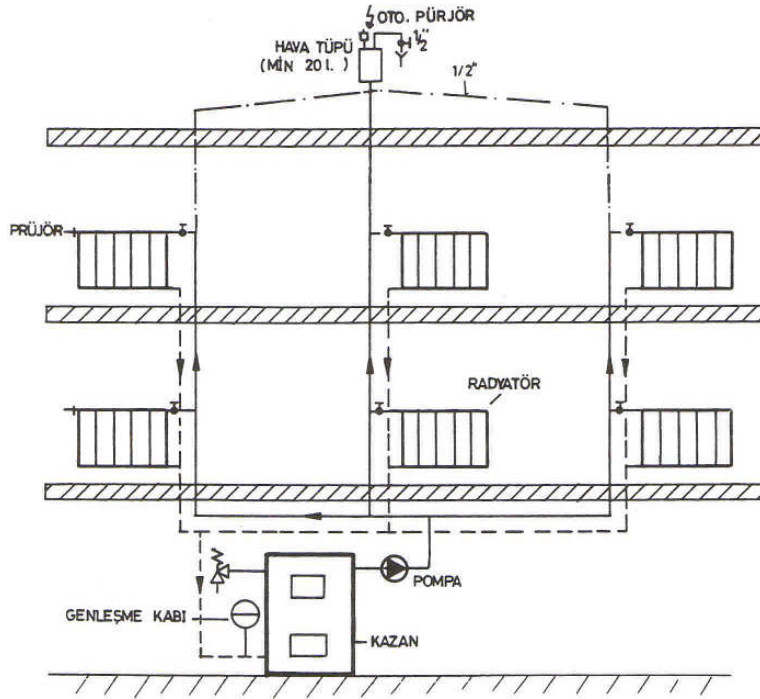
Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda size bir uygulama faaliyeti verilmiştir. Bu faaliyeti gerçekleştirirken uyguladığınız her işlem sırası için kontrol listesinde işaretleyiniz.

Aşağıda size verilen kapalı genleşme depolu alttan dağıtmalı, alttan toplamalı merkezî ısıtma tesisat şemasını A4 kâğıdına çiziniz.



Şekil 1.20: Uygulama faaliyeti-1

### Araç ve Gereçler

- Uygun çizim ortamı
- A4 aydınlatma resim kâğıdı
- Rapido kalem
- Kurşun kalem T cetveli
- 45° ve 60° lik gönye
- Yazı şablonu
- Silgi
- İzole bant (resim kâğıdını masaya sabitlemek için)
- Pergel (daire şablonu)

Bir arkadaşınızla birlikte yaptığımız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1.	<b>Resim kâğıdını çizim masasına uygun şekilde bağlama</b>		
	Çizim için uygun fiziki şartlar var mı?		
	Resim kâğıdınızı T cetveli yardımıyla ve deforme etmeden dört ucundan masanıza bağladınız mı?		
	Resim kâğıdınız rahat çalışabileceğiniz mesafede mi?		
2.	<b>Çizim takımlarını kullanıma hazır bulundurma</b>		
	Çizim boyunca kullanacağınız tüm takımlar yanınızda mı?		
	Rapido kalemlerinizi kullanılır duruma getirdiniz mi?		
3.	<b>Verilen resmi tekniğine uygun çizme</b>		
	Resmi kurşun kalemle çizmeye başladınız mı?		
	Cetvelleri etkin kullanabiliyor musunuz?		
	Çizim yaparken doğru ölçü aldığınızdan emin oldunuz mu?		
	Çizime mimari yapıyı çizerek başladınız mı?		
	Bodrum kata kazanı yerleştirdiniz mi?		
	Bodrum katta genleşme deposu ve pompanın yerini belirlediniz mi?		
	Her kata radyatörleri yerleştirdiniz mi?		
	Alttan dağıtım alttan toplamalı merkezî ısıtma tesisatını çizdiniz mi?		
	Sıcak su gidiş borularını çatı katında hava tüpünde topladınız mı?		
	Kurşun kalemle çizdiğiniz resmi kontrol ettiniz mi?		
	Rapido kalem ile çizime geçtiniz mi?		
	Rapido kaleminizi dik tutarak kullanıyor musunuz?		
	Resim üzerinde gerekli ölçülendirmeleri yaptınız mı?		
Resim üzerinde gerekli yazıları yazı şablonu ile yazdınız mı?			
Resmin tamamen bittiğinden emin oldunuz mu?			
4.	<b>Resim kâğıdını dikkatlice çizim masasından ayırma</b>		
	Çizim bittikten sonra resim kâğıdınıza zarar vermeden çizim masasından ayırdınız mı?		
5.	<b>Tertipli ve düzenli çalışma</b>		
	Çalışırken yeteri kadar sabırlı ve dikkatli oldunuz mu?		
	Kullandığınız takımları düzgünce yerine koydunuz mu?		
	Çalıştığınız yeri temizlediniz mi?		
6.	<b>Verimli çalışma</b>		
	Yaptığınız çizimi verilen zamanda bitirebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda, hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Gerekli çizim aletlerini kullanarak tekniğine ve kurallara uygun olarak ısıtma tesisatının projeye uygun çizimini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Çeşitli merkezî sıcak sulu ısıtma tesisatı uygulama projelerini inceleyerek buradaki tesisat cihazlarının neler olduğunu liste hâline getiriniz. Hangi elemanların olduğunu not ederek, bu cihazların işlevlerini arkadaşlarınızla sınıf ortamında tartışınız.

## 2. BİR BİNANIN ISITMA TESİSATI

Projelerde plan görünüşleri üstten görünüşle ilgili ayrıntıları içerir. Plan görünüşünde çizmiş olduğumuz tesisat malzemelerinin ve tüm boruların ön görünüş olarak gösterilmesine şema görünüşü denir. Şemada kolon boruları ve bağlantı boruları net olarak görülebilir. Ayrıca tüm bağlantı borularının uç malzemelerine ve kolonlara nasıl bağlandığını şema görünüşünde görmek mümkündür. Sadece plan görünüşü ile ya da sadece şema görünüşü ile bir projeyi ifade edemeyiz. Mutlaka ikisinin de kullanılması gerekir.

Kalorifer tesisatı proje çizimi ilk olarak mimari projenin üzerinde ısıtılacak hacimlerin ısı ihtiyaçlarının belirlenmesi ile başlanır. Isı ihtiyacına göre ısıtıcı kapasiteleri ve boyutları belirlenir. Isıtıcı montaj yerleri belirlenerek plan üzerine işlenir. Isıtıcıların konumlarına göre kolon yerleri tesbit edilerek branşmanlar işlenir. Bodrum katta ise kazan konumuna göre ana borular çizilerek kolon bağlantıları işlenir. 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 normal kat çizmek yeterlidir. Ancak her kat için ayrıntılar plan üzerinde belirtilir. Sonra sistemin kolon şeması çizilerek kolonlar numaralandırılır.

Şema görünüşü çizerken plan görünüşünden yararlanır. Şemada bodrum kat, zemin kat ve bina kaç katlı ise o kadar normal kat çizimi yapılır. Sıra ile numara verdiğimiz kolonlar kazana doğru çizilir. Bu noktada kazan, kollektör bağlantıları, genişleme deposu, gidiş-dönüş emniyet boruları, haberci borusu ve tüm tesisat elemanları çizilir.

Planda ve şemada, mahallin adı, sıcaklığı, ısı ihtiyacı ve radyatör ölçüleri belirtilmeli, ve boru çapları, kazan, genişleme deposu kapasiteleri ile sirkülasyon pompası özellikleri de yazılmalıdır. Projede belirsiz bir eleman bırakılmamalıdır.

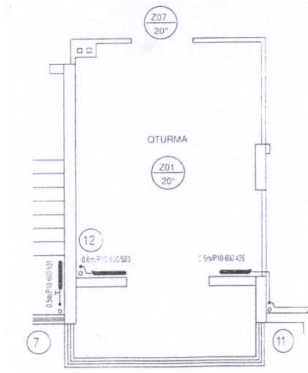
### 2.1. Kat Planlarının Çizimi

Mimari projeden yararlanılarak binanın 1/50 veya 1/100 ölçekli kat planları çizilir.

Kat planları üzerinde duvar, kolon, kapı, pencere, baca gibi yapı elemanlarının yanı sıra merdiven, tesisat bacası, balkon ve evin diğer bölümleri (oda, salon, ıslak mekânlar gibi) de gösterilir.

Plan üzerinde yapı elemanları (0,1-0,2) mm, tesisat malzemeleri 0,5 mm kalınlıkta çizilir; yazılar 0,3 mm kalınlıkta yazılır. Isıtma tesisat projesi çizilirken tüm mimari ayrıntıların çizilmesine gerek yoktur. Projeler rapido kalem veya OTOCAD programı ile çizilecektir.

Kazan dairesi olarak düşünülen bodrum katta odaların, pencerelerin durumu, ısı ihtiyaçları ve radyatör tipi göz önüne alınarak üst katlara çıkılacak kolonların yerleri belirlenir. Bunlar dikkate alınarak kazan ve baca yerleştirilir. Kazan ile kolon noktaları arasındaki dağıtım uygun kollektörler kullanılarak yapılır. Bodrum kattaki boru dağıtım planı bu şekilde yapıldıktan sonra zemin kat ve normal kat planı üzerinde radyatör dağılımları yapılır.



**Şekil 2.1: Oda planı örneği**

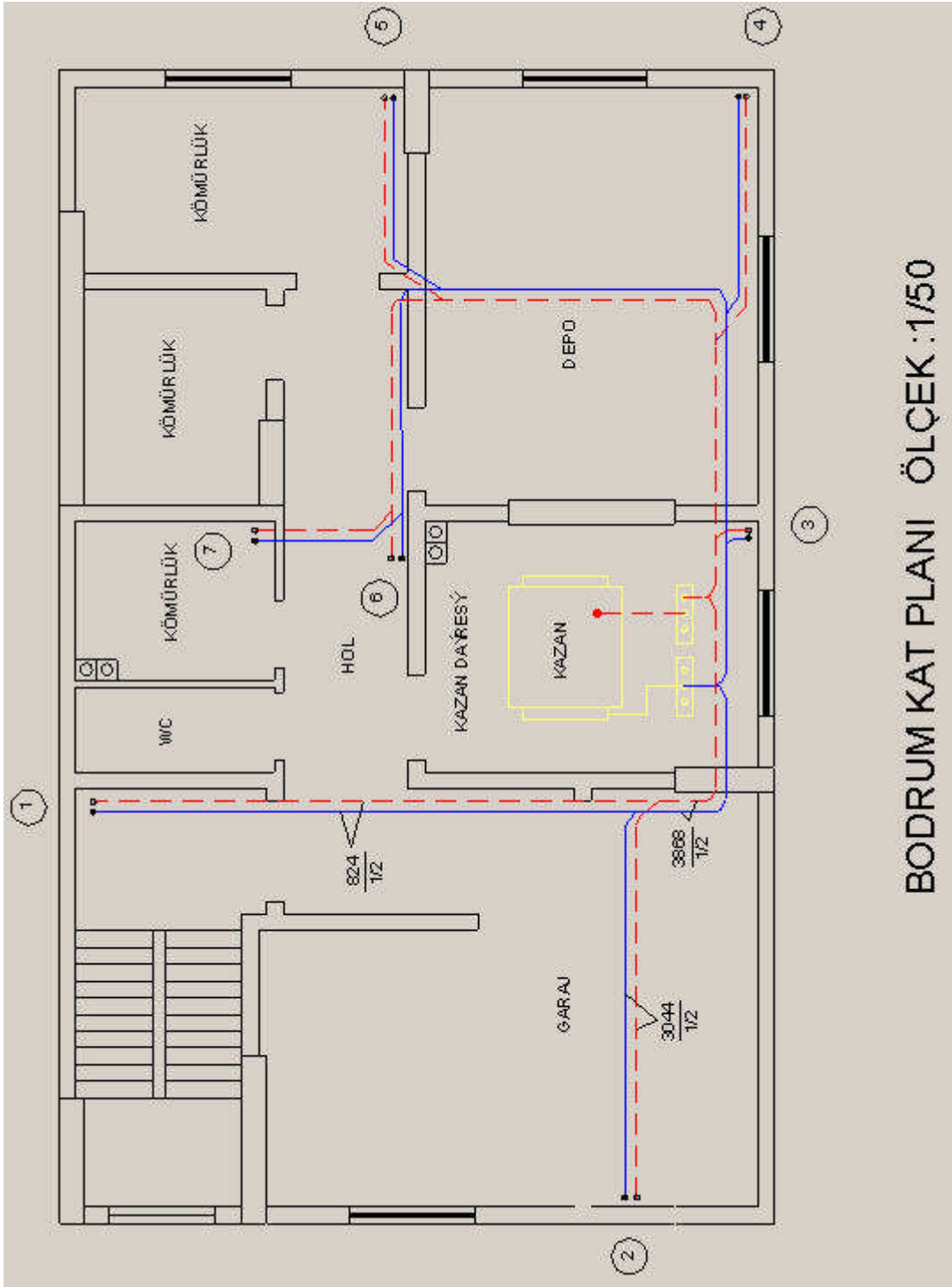
Şekilde “Z01” nu’ lu odanın zemin kat planındaki yeri görülmektedir. Odanın ortasına ismi (oturma odası) yazıldıktan sonra daire içerisine oda numarası Z01 ve sıcaklığı (20 °C) yazılır. Yerleştirilen radyatörlerin üzerindeki “0,6 m / 10 – P – 600 / 523” yazısı, 10-P-600 radyatörün tipini 0,6 m radyatörün uzunluğunu 523 W ise bu radyatörün verdiği ısı miktarı gösterir.

Daire içerisindeki 12 sayılı kolon numarasını göstermektedir.

## 2.2. Kolon Şemasının Çizilmesi

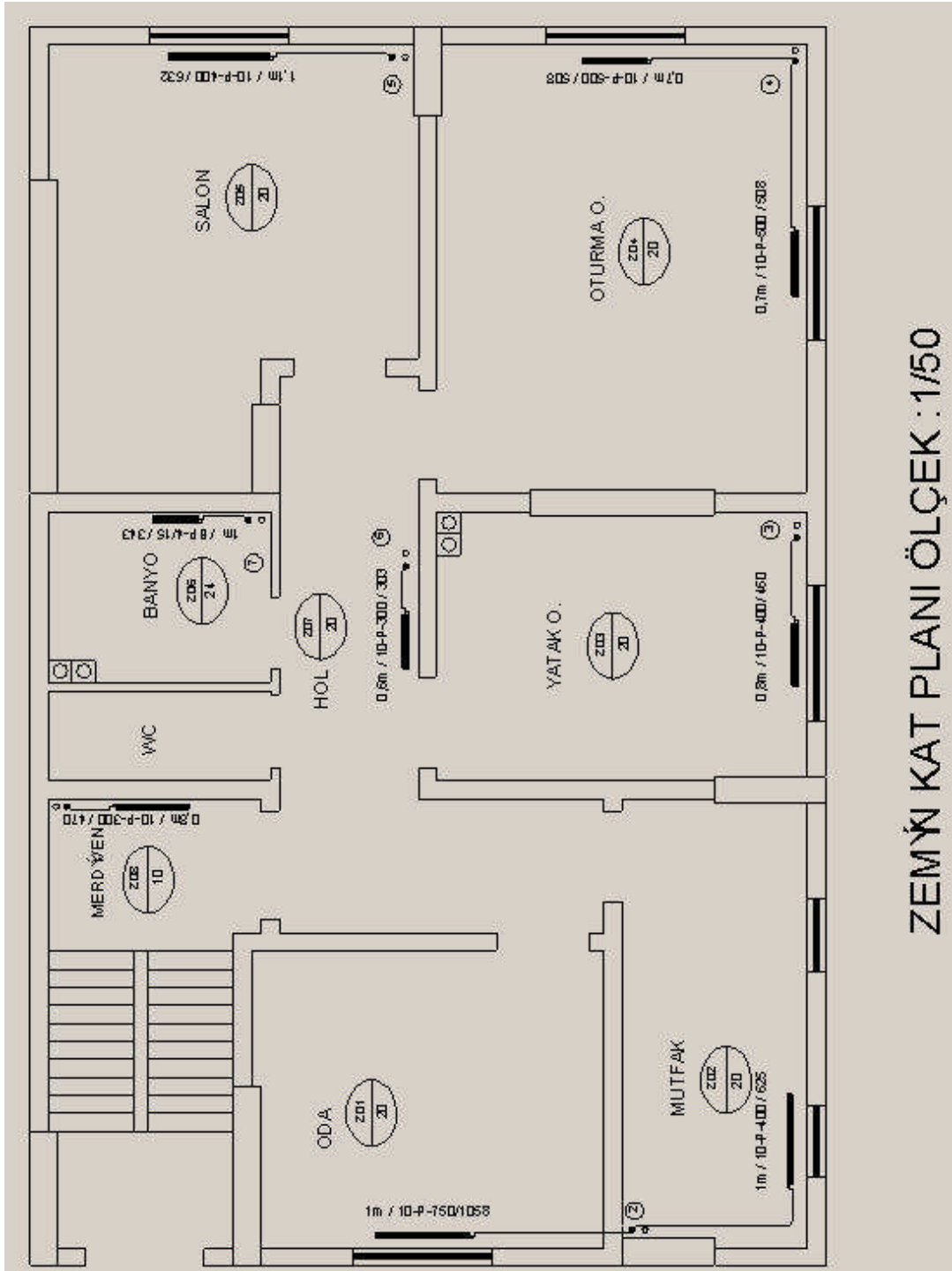
Kolon şeması tesisatı oluşturan kazan, kollektör, boru, vana, radyatör, genişleme deposu ile diğer donanım ve armatürlerin tümünü düşey olarak gösteren bir şemadır. Kolon şemasında düşey ölçüler kat planı ölçeğinde olup, yatay borular ölçeksizdir. Belirlenen kolonlar 1’den itibaren numaralandırılır.

Kolon şeması üzerinde tüm radyatörlerin ve boru parçalarının ısı yükleri gösterilir.



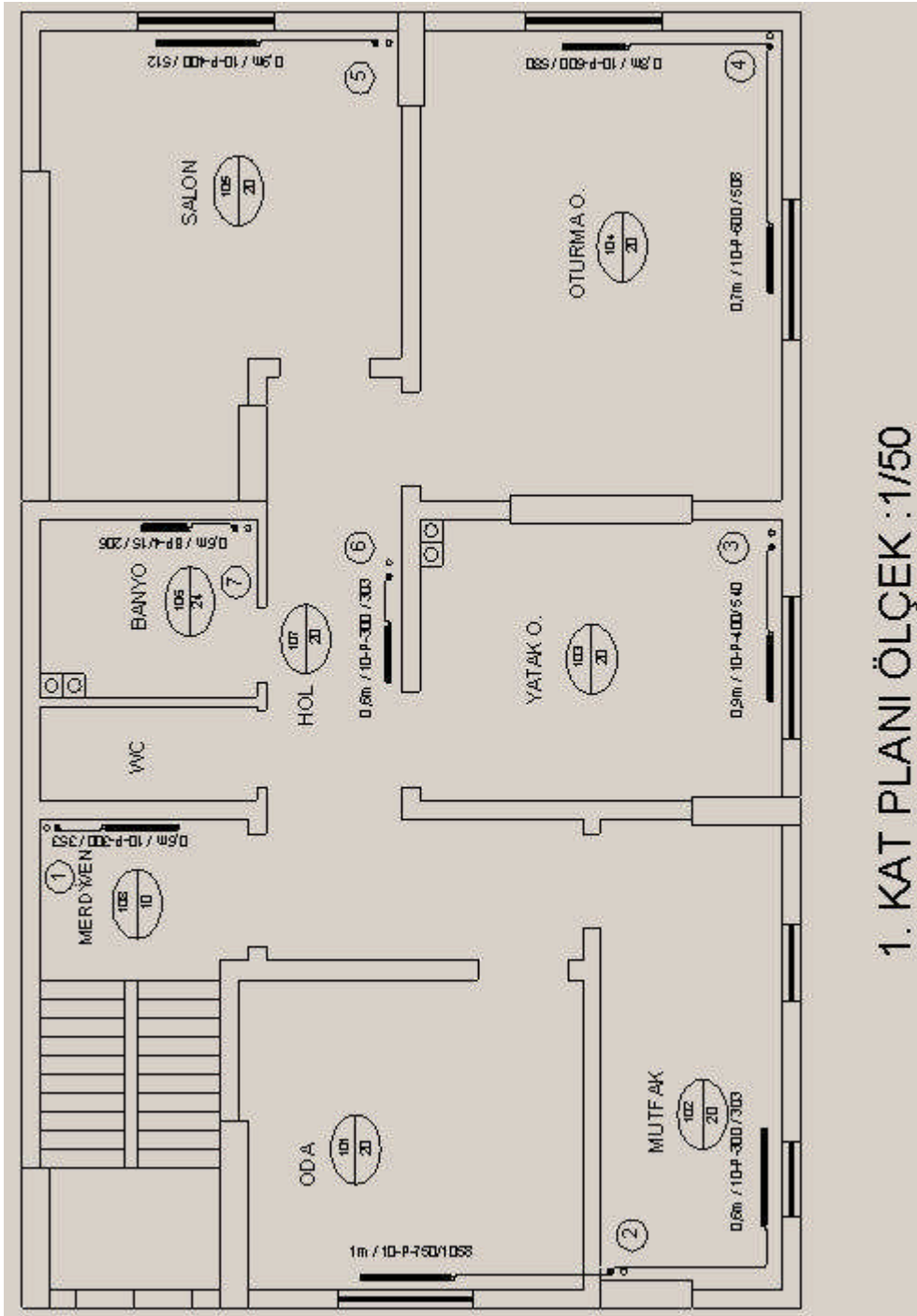
Şekil 2.2: Bodrum kat planı



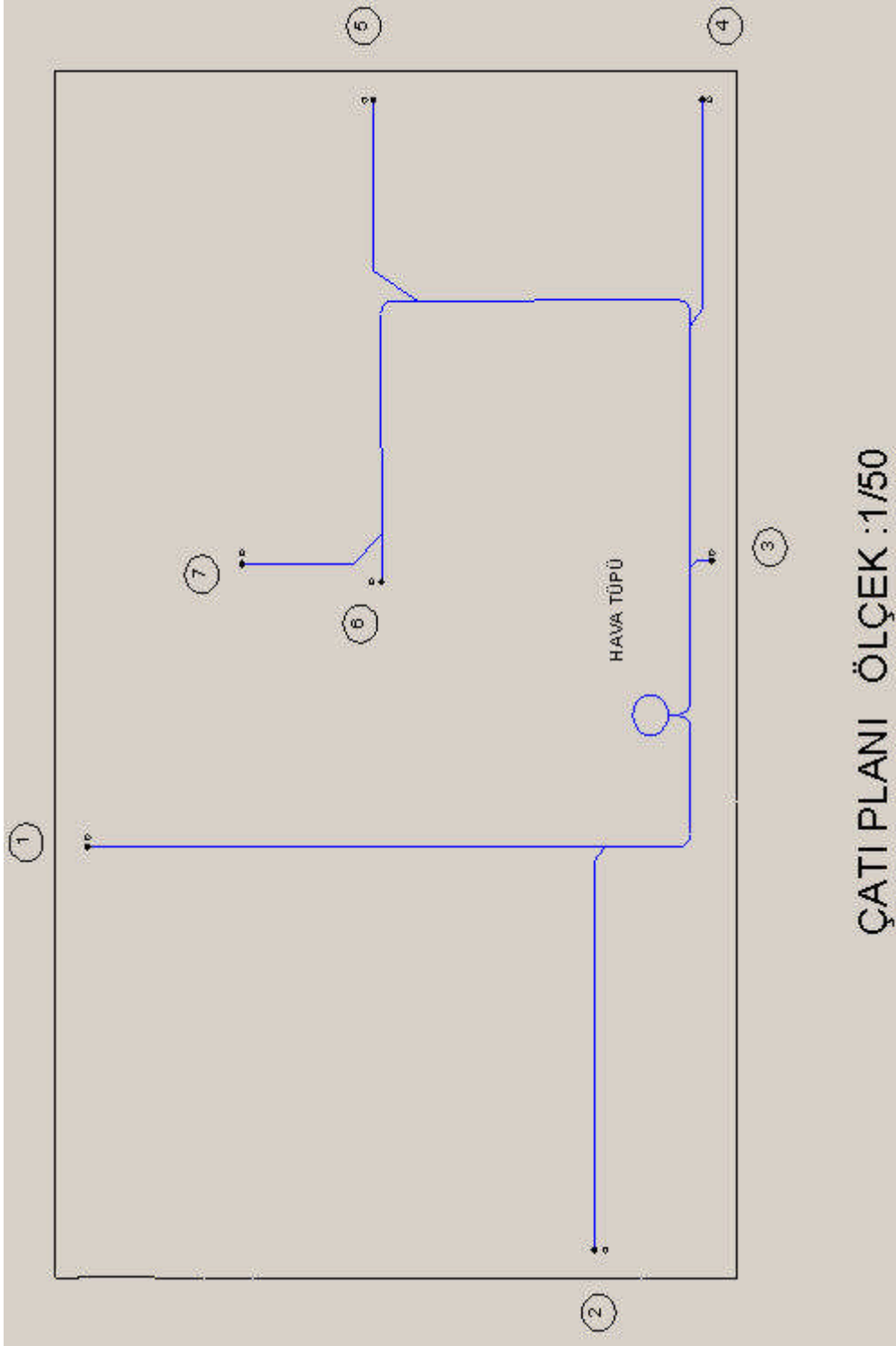


ZEMİN KAT PLANI ÖLÇEK : 1/50

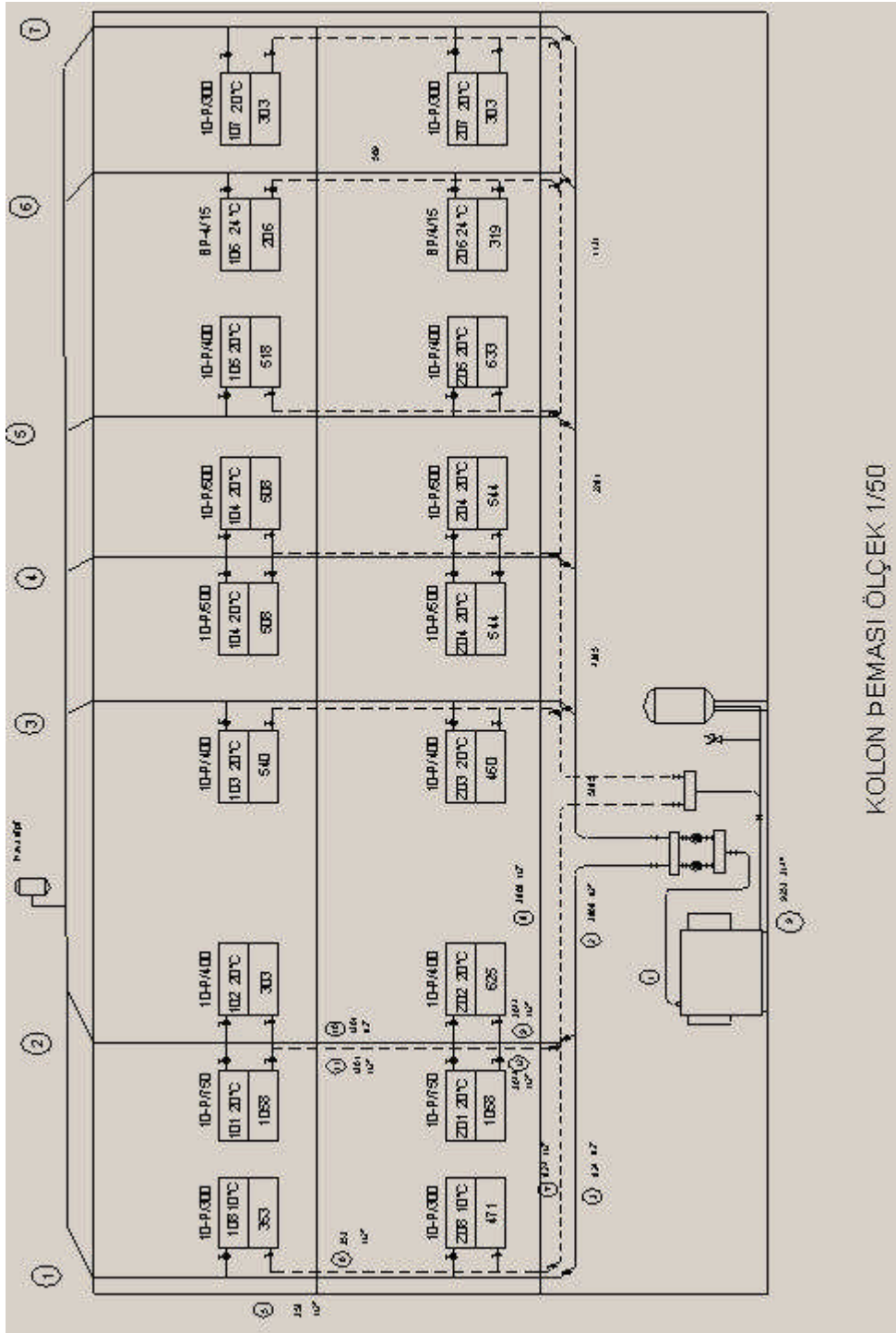
Şekil 2.3: Zemin kat planı



Şekil 2.4: Normal kat planı



Şekil 2.5: Çatı kat planı



Şekil 2.6: Planı çizilen alttan dağıtmalı alttan toplamalı merkezî tesisat kolon şeması

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamakları	Öneriler
➤ Resim kâğıdını çizim masasına uygun şekilde bağlayınız.	➤ Çizim kâğıdınızı Te cetveli yardımıyla masanıza bağlayınız. ➤ Hata yapma ihtimaline ya da ikinci bir resim çizme ihtimaline karşı yanınızda yedek çizim kâğıdı bulundurunuz. ➤ Çizim kâğıdını A4 ölçüsünde seçiniz.
➤ Çizim takımlarını kullanıma hazır bulundurunuz.	➤ Çizim masanızı ve cetvellerinizi temiz bir çizim için hafif nemli bir bezle siliniz. ➤ Rapido kalemlerinize mürekkep koyarak çizime hazır hâle getiriniz.
➤ Çizime öncelikle bodrum kat mimari planını çizerek başlayınız.	➤ Rapido ile çizim yerine önce kurşun kalemle çizip sonra rapido kalemi ile çizerseniz hatalı çizimi önlemiş olursunuz. ➤ Rapido kalemle çizim yaparken hangi kalınlıktaki kalemi kullanmamız gerektiğini bilmemiz gerekir.
➤ Boş bodrum kat mimarisine önce kazanı yerleştiriniz ve kolon yerlerini belirleyiniz. Belirlediğiniz kolon yerlerine sıcak su gidiş-dönüş kazan boru bağlantılarını yapınız.	➤ Çizim yaparken kalemimizi dik konumda tutmalıyız. ➤ Kazan baca bağlantısını unutmayınız.
➤ Bodrum katı yerleştirdikten sonra zemin kata geçiniz. Zemin kat mimari planına radyatörleri yerleştiriniz ve kolonlara bağlantısını çiziniz.	➤ Sıcak su gidiş- dönüş kolonları bodrum kat planında nerede gösterilmişse, diğer katlarda da aynı noktadan çıkar ve çatı katına kadar devam eder.
➤ Zemin katı çizdikten sonra normal kat mimarisini çiziniz ve radyatör yerleştirme ve bağlantılarını yapınız.	➤ Normal katlar içinde tesisat ile ilgili farklı bir uygulama var ise o kat ayrıca çizilmelidir
➤ Çatı katı mimarisini çiziniz ve bağlantıları yapınız.	➤ Tesisatın bütün havalık boruları çatı katta toplanır ve hava tüpüne bağlanır.
➤ Çizdiğiniz sıcak sulu attan dağıtılmalı ısıtma plan tesisatının şema görünüşünü çiziniz.	➤ Bir tesisatın şematik (kolon) görünüşü çizilen plan üzerinden çıkartılır.
➤ Resim kâğıdını dikkatlice çizim masasından ayırınız.	➤ Çizim bittikten sonra tekrar kontrol ediniz, varsa eksiklerinizi gideriniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyette kazanmış olduğunuz bilgileri aşağıda verilen soruları cevaplandırarak değerlendiriniz.

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

1. ( ) Isıtma tesisatında mimari çizimler 0,2 mm ile borular 0,5 mm rapido kalemi ile çizilir.
2. ( ) Isıtma tesisatlarında radyatörler genellikle pencere altlarına konmalıdır.
3. ( ) Isıtma tesisatı projeleri çizilirken hem plan görünüş olarak hem de şematik olarak çizilmelidir.
4. ( ) Bodrum kat planında baca yerinin gösterilmesine gerek yoktur.
5. ( ) Merkezî ısıtma tesisatlarında açık genişleme depoları 1. kata yerleştirilir.
6. ( ) Merkezî ısıtma tesisatlarında kolon vanaları en üst kata konur.

Aşağıda boş bırakılan yerleri doldurunuz.

7. Sıcak sulu merkezî ısıtma tesisatlarında gidiş suyu borusu.....çizgi ile dönüş suyu borusu.....çizgi ile çizilir.
8. Atmosfere açık genişleme deposu kullanılan sıcak sulu ısıtma tesisatlarında sistemin güvenliği.....gidiş-dönüş boruları vasıtası ile sağlanır.
9. Atmosfere açık tesisatlarda genişleme deposu binanın.....katına konur.
10. Sıcak sulu ısıtma tesisatlarında su radyatöre.....girer.....çıkar.

## DEĞERLENDİRME

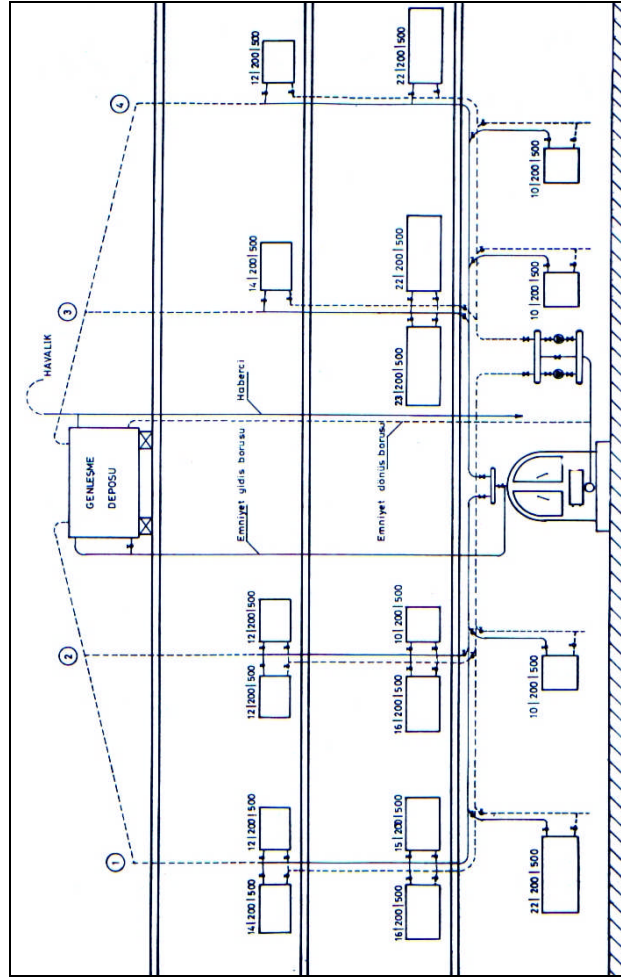
Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda size attan dağıtmalı, alttan toplamalı sıcak sulu açık genişleme depolu, pompalı bir kolon tesisat şeması verilmiştir. Bu tesisat şemasını çizim kurallarına göre çiziniz.

Bu faaliyeti gerçekleştirirken uyguladığımız her işlem sırası için kontrol listesinde işaretleme yapınız.



Şekil 2.6: Uygulama faaliyeti-2

### Araç ve Gereçler

- Uygun çizim ortamı
- A4 aydınlatma resim kâğıdı
- Rapido kalemi
- Pergel (daire şablonu)
- Kurşun kalem
- T cetveli

- Bant
- 45° ve 60° lik gönye
- Yazı şablonu
- Silgi

Bir arkadaşınızla birlikte yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1.	<b>Resim kâğıdını çizim masasına uygun şekilde bağlama</b>		
	Çizim için uygun fiziki şartlar var mı?		
	Resim kâğıdınızı T cetveli yardımıyla ve deforme etmeden dört ucundan masanıza bağladınız mı?		
2.	<b>Çizim takımlarını kullanıma hazır bulundurma</b>		
	Çizim boyunca kullanacağınız tüm takımlar yanınızda mı?		
	Rapido kalemlerinizi kullanılır duruma getirdiniz mi?		
3.	<b>Verilen resmi tekniğine uygun çizme</b>		
	Resmi kurşun kalemle çizmeye başladınız mı?		
	Cetvelleri etkin kullanabiliyor musunuz?		
	Çizime mimari katları çizerek başladınız mı?		
	Tesisat elemanlarını bodrum kattan başlayarak yerleştirdiniz mi?		
	Tesisat elemanlarının bağlantılarını doğru yaptınız mı?		
	Açık genişleme deposunu çatıya yerleştirdiniz mi?		
	Kurşun kalemle çizdiğiniz resmi kontrol ettiniz mi?		
	Rapido kalem ile çizime geçtiniz mi?		
	Rapido kaleminizi dik tutarak kullanıyor musunuz?		
	Resim üzerinde gerekli yazıları yazı şablonu ile yazdınız mı?		
Resmin tamamen bittiğinden emin oldunuz mu ?			
4.	<b>Resim kâğıdını dikkatlice çizim masasından ayırma</b>		
	Çizim bittikten sonra resim kâğıdınıza zarar vermeden çizim masasından ayırdınız mı?		
5.	<b>Tertipli ve düzenli çalışma</b>		
	Çalışırken yeteri kadar sabırlı ve dikkatli oldunuz mu?		
	Kullandığınız takımları düzgünce yerine koydunuz mu?		
6.	<b>Verimli çalışma</b>		
	Yaptığınız çizimi verilen zamanda bitirebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda, hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Tekniğine ve kurallara uygun olarak ısıtma tesisat projesi çizilmiş bir dairenin ısı kaybı ve maliyet hesabını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

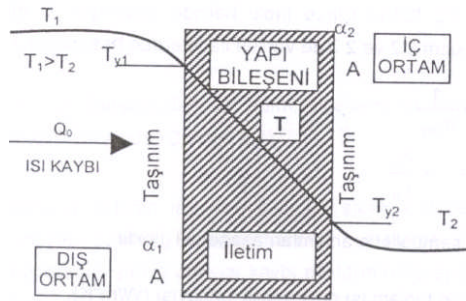
Çizimi yapılmış olan bir ısıtma tesisatı projesini inceleyerek ısı kaybı hesapları yapılırken nelere dikkat edildiğini araştırınız, siz de kendi yaptığınız projede bu kuralları uygulamaya çalışınız.

## 3. ÇİZİMİ YAPILAN BİNANIN ISI KAYBI VE MALİYET HESABI

Kalorifer tesisatı yapılacak binayı meydana getiren odaların hacimlerinin ısı kayıpları ayrı ayrı hesap edilerek toplamı binanın ısı ihtiyacını verir.

Bu hesaplamada, odanın istenilen belli bir sıcaklık düzeyinde kalabilmesi için gerekli ısı ihtiyacı bulunur. Buradaki hareket noktası da, belirli iç ve dış sıcaklık şartlarında odadan dışarıya olan ısı kaybı miktarının hesaplanmasıdır. Hesaplanan saatlik ısı kaybı, odaya verilmesi gereken ısı miktarıdır.

Odadan dışarıya geçen ısı, taşınım, iletim ve sızıntı yoluyla olan kayıpların toplamıdır.



Şekil 3.1: İletim ve taşınım yoluyla ısı geçişi

Şekilde T1 sıcaklığındaki iç ortamdan duvara doğru taşınım ile ısı geçişi olmaktadır. Ty1 sıcaklığındaki duvar iç yüzeyinden Ty2 sıcaklığındaki duvar dış yüzeyine doğru iletimle bir ısı geçişi söz konusudur. Ty2 sıcaklığındaki dış yüzeyden, T2 sıcaklığındaki dış ortama ise taşınım yoluyla bir ısı geçişi olmaktadır.



Yapı bileşeninin	
Simgesi	Adı ve özelliği
TP	Tek camlı pencere (genel anlamda)
ÇP	Çift camlı pencere (genel anlamda)
ATP	Ahşap çerçeveli tek camlı pencere
MÇP	Metal çerçeveli çift camlı pencere
AP	Tek camlı basit aydınlık
AÇ	Çift camlı aydınlık
DK	Genel anlamda dış kapı ya da demir (metal) kapı
ADK	Ahşap dış kapı
CDK	Camlı dış kapı (genel anlamda)
BK	Balkon kapısı (genel anlamda)
ABK	Ahşap balkon kapısı
MBK	Metal balkon kapısı
İK	İç kapı (genel anlamda)
ALK	Ahşap iç kapı
MIK	Metal iç kapı
Dö	Döşeme
Ta	Tavan
DD	Dış duvar
ID	İç duvar
DD - 25 <sup>2)</sup>	25 cm kalınlığında dış duvar
ID - 15 <sup>2)</sup>	15 cm kalınlığında iç duvar
Ç	Çatı (dam)
D	Doğu
B	Batı
K	Kuzey
G	Güney
GB	Güney batı
KB	Kuzey batı
KD	Kuzey doğu
GD	Güney doğu

**Tablo 3.2: Bir binanın ısı ihtiyacının belirlenmesinde kullanılan simgeler- TS 2164**

### 3.1.2. Alan Hesabı Sütunu

Alan hesabı 4. ve 8. sütunlar arasında yapılmaktadır. 4. sütuna, hesabı yapılan yöndeki yapı birleşeninin uzunluğu m olarak girilir. 5. sütuna yükseklik veya genişlik ölçüsü m olarak yazılır. 6. sütunda toplam alan hesabı yapılır. Bu sütuna 4. ve 5. sütunların çarpımı yazılır.

- **7. 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.
- **8. sütun:** çıkarılan alan hesabı yapılır. Duvar alanı hesaplanırken duvardaki pencere ve kapı gibi alanlar çıkarılarak net duvar alanının bulunması amaçlanmaktadır. Buraya çıkarılacak olan alanlar yazılır.

### 3.1.3. Isı Kaybı Hesabı Sütunu

Isı geçişi yoluyla olan ısı kaybı hesabı 9. ve 12. sütunlarda yapılır. Burada aşağıdaki formül kullanılarak hesap yapılacaktır.

$$Q_0 = A U \Delta T$$

Buradaki sembollerin anlamları aşağıdaki gibidir.

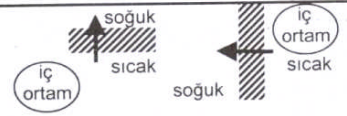

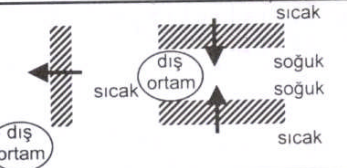
- **Q<sub>0</sub>** : Bir ortamdan diğer ortama geçen ısı miktarı (W)
- **A** : Yapı birleşeninin yüzey alanı (m<sup>2</sup>)
- **U** : Yapı birleşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)
- **ΔT** : Yapı birleşeninin iki tarafındaki sıcaklık farkı (K)
  
- **9. sütunda** : hesaba giren alan (A) değeri hesaplanır. 6. sütundan 8. sütun çıkartılır ve 7. sütunla çarpılarak yazılır.
- **10. sütun** : U ısı geçirgenlik katsayısı hesabının yapıldığı sütundur. Farklı malzemelerden oluşabilen yapı birleşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı U, W/m<sup>2</sup>K birimindedir.

Toplam ısı geçirme katsayılarının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılır.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_{iç}} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_{dış}} \qquad \frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Formüldeki sembollerin anlamları

- **U** : Yapı birleşeninin toplam ısı geçirgenlik katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)
- **1/U** : Yapı birleşeninin toplam ısı geçirgenlik direnci (m<sup>2</sup>K/W)
- **Λ** : Toplam ısı iletkenlik katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)
- **1/Λ** : Toplam ısı iletkenlik direnci (m<sup>2</sup>K/W)
- **d** : Yapı birleşeninin kalınlığı (m)
- **λh** : Yapı birleşeninin ısı iletkenlik hesap değeri (W/mK) ek 1' deki tablolardan alınır.
- **α<sub>iç</sub>** : İç yüzeyin yüzeysel ısı taşınım katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)
- **1/α<sub>iç</sub>** : İç yüzeyin ısı taşınım direnci (m<sup>2</sup>K/W)
- **α<sub>dış</sub>** : Dış yüzeyin yüzeysel ısı taşınım katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)
- **1/α<sub>dış</sub>** : Dış yüzeylerin yüzeysel ısı taşınım direnci (m<sup>2</sup>K/W)

Durum	Yüzeysel Isı Taşınım Dirençleri m <sup>2</sup> K/W
	İç yüzeyler ısı geçişi yatay veya yukarı.
	İç yüzeyler ısı geçişi aşağı.
	Bütün dış yüzeyler

**Tablo 3.3: Yüzeysel ısı taşınım dirençleri**

Pencere ve kapılar için ısı geçirgenlik katsayıları aşağıdaki tablolardan alınır.

Cam Tipi	U <sub>H</sub> <sup>1)</sup> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>f</sub> <sup>2)</sup> W/m <sup>2</sup> K									
		1.0	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	7.0	
Tek Cam	5.7	4.8	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.2	5.3	5.9	
Çift Cam	3.3	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	4.0	
	3.1	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.9	
	2.9	2.6	2.7	2.8	2.8	3.0	3.0	3.1	3.2	3.7	
	2.7	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.6	
	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.4	
	2.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	3.3	
	2.1	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	
	1.9	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	3.0	
	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.8	
	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.6	
Üçlü Cam	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5	
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.3	
	2.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	3.2	
	2.1	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	
	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.9	
	1.7	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.2	2.8	
	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.6	
	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.5	
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.3	
	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	2.2	
0.7	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.0		
0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.8		

1)U<sub>H</sub>: Camın Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)

2)U<sub>f</sub>: Çerçevenin Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/m<sup>2</sup>K)

\* TS 2164/Ekim 1983 standardında yapılan 11.05.2000 tarihindeki son düzenlemeye göre

**Tablo 3.4: Cam ve çerçevenin tipine ve ısı geçirgenlik katsayılarına göre pencere sistemlerinin ısı geçirgenlik katsayıları**

Cam				Ara boşluk dolgusu cinsi (Gaz Konsantrasyonu ≥ 90)			
Tip	Cam	Normal yayınım derecesi	Ölçüler mm	Hava	Argon	Kripton	SF6
Çift cam	Kaplama-sız cam (Normal cam)	0.89	4-6-4	3.3	3.0	2.8	3.0
			4-9-4	3.0	2.8	2.6	3.1
			4-12-4	2.9	2.7	2.6	3.1
			4-15-4	2.7	2.6	2.6	3.1
			4-20-4	2.7	2.6	2.6	3.1
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.4	4-6-4	2.9	2.6	2.2	2.6
			4-9-4	2.6	2.3	2.0	2.7
			4-12-4	2.4	2.1	2.0	2.7
			4-15-4	2.2	2.0	2.0	2.7
			4-20-4	2.2	2.0	2.0	2.7
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.2	4-6-4	2.7	2.3	1.9	2.3
			4-9-4	2.3	2.0	1.6	2.4
			4-12-4	1.9	1.7	1.5	2.4
			4-15-4	1.8	1.6	1.6	2.5
			4-20-4	1.8	1.7	1.6	2.5
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.1	4-6-4	2.6	2.2	1.7	2.1
			4-9-4	2.1	1.7	1.3	2.2
			4-12-4	1.8	1.5	1.3	2.3
			4-15-4	1.6	1.4	1.3	2.3
			4-20-4	1.6	1.4	1.3	2.3
	Tek kaplamalı cam	≤ 0.05	4-6-4	2.5	2.1	1.5	2.0
			4-9-4	2.0	1.6	1.3	2.1
			4-12-4	1.7	1.3	1.1	2.2
			4-15-4	1.5	1.2	1.1	2.2
4-20-4			1.5	1.2	1.2	2.2	
Üçlü cam	Kaplama-sız cam (Normal cam)	0.89	4-6-4-6-4	2.3	2.1	1.8	2.0
			4-9-4-9-4	2.0	1.9	1.7	2.0
			4-12-4-12-4	1.9	1.8	1.6	2.0
	İki kaplamalı cam	≤ 0.4	4-6-4-6-4	2.0	1.7	1.4	1.6
			4-9-4-9-4	1.7	1.5	1.2	1.6
			4-12-4-12-4	1.5	1.3	1.1	1.6
	İki kaplamalı cam	≤ 0.2	4-6-4-6-4	1.8	1.5	1.1	1.3
			4-9-4-9-4	1.4	1.2	0.9	1.3
			4-12-4-12-4	1.2	1.0	0.8	1.4
	İki kaplamalı cam	≤ 0.1	4-6-4-6-4	1.7	1.3	1.0	1.2
			4-9-4-9-4	1.3	1.0	0.8	1.2
			4-12-4-12-4	1.1	0.9	0.6	1.2
	İki kaplamalı cam	≤ 0.05	4-6-4-6-4	1.6	1.3	0.9	1.1
			4-9-4-9-4	1.2	0.9	0.7	1.1
			4-12-4-12-4	1.0	0.8	0.5	1.1

Tablo 3.5: Ara boşluk dolgusuna göre çok katlı camların ısı geçirgenlik katsayıları

KAPILAR	U W/m <sup>2</sup> K
DIŞ KAPILAR	
- Ağaç, plastik	3.5
- Metal (ısı yalıtımlı)	4.0
- Metal (ısı yalıtımsız)	5.5
İÇ KAPILAR	2.0

Tablo 3.6. Dış ve iç kapılara ait ısı geçirgenlik katsayıları

Hava tabakasının Durumu	Değişik kalınlıklardaki hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri						
	$\frac{1}{\Lambda} = \frac{m^2K}{W}$						
	Kalınlık (cm)						
	0.5	1	2	5	10	15	20
Düşey	0.11	0.14	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16
Yatay (sıcak yüzey altta)	0.11	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16
Yatay (sıcak yüzey üstte)	0.11	0.14	0.18	0.21	0.21	0.21	0.21
1 boşluklu hafif tuğla ve beton briket dolgu asmolen döşemelerde döşemenin ısı geçirgenlik direnci kaplamasız olarak $\frac{1}{\Lambda} = 0.26 m^2K/W$ olarak kabul edilir.							

Tablo 3.7: Hava tabakalarının ısı geçirgenlik dirençleri



11. sütunda dış ortam ile iç ortam arasındaki sıcaklık farkı yazılır.

$$\text{Sıcaklık farkı: } \Delta t = t_1 (\text{iç sıcaklık}) - t_2 (\text{dış sıcaklık})$$

Çeşitli sıcaklık bölgelerine göre her ilde hesaplamalarda kullanılacak dış hava sıcaklıkları (t<sub>2</sub>) ek 2’de verilmiştir.

Isıtılacak ortamın durumuna göre, tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları (t<sub>1</sub>) aşağıda verilmiştir.

	Isıtılacak Mahallin Adı	Sıcaklığı (°C)
1	KONUTLAR <sup>1)</sup>	
1.1	Tam olarak ısıtılan konutlar	
-	Oturma ve Yatak odaları	20 <sup>2)</sup>
-	Mutfaklar	20
-	Banyo ve duşlar	24
-	Helalar	20
-	Yan mahaller, hol, sofa, antre, koridor <sup>3)</sup> vb.	15
-	Merdiven, asansör vb. Mahaller	10
1.2	Sınırlı olarak kısmen ısıtılan konutlar <sup>4)</sup>	
a)	Hesaplanması gereken mahallin sıcaklığı, gerektiğinde konutlar için verilen değerlerden alınmalıdır.	
b)	Komşu mahallerle çevrili ısıtılmayan mahallin sıcaklığı Çizelge 3'ten alınmalıdır.	
2	YÖNETİM BINALARI	
-	Büro mahalleri, toplantı salonları, sergi mahalleri, giriş holleri vb. ile ana merdiven boşlukları	20
-	Helalar	15
-	Komşu mahaller ve komşu merdiven mahalleri konutlar için verilen değerlerden alınır.	
3	İŞ VE HİZMET BINALARI	
-	Satış mahalleri ve dükkanlar, 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 BINALARI	
-	Derslik, kütüphane, yönetim mahalleri, teneffüs holleri, çok amaçlı avlular gibi öğrenim 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, merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	

\* TS 2164/Ekim 1983 standardında yapılan 11.05.2000 tarihindeki son düzenlemeye göre

**Tablo 3.8: Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları**

	Isıtılacak Mahallin Adı	Sıcaklığı (°C)
6	TIYATRO VE KONSER SALONLARI - Ön mahaller dahil, helalar, komşu mahaller ve merdiven boşlukları vb. yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
7	CAMI VE KİLİSELER <sup>5)</sup> - Cami ve kilise mahalleri genel - Helalar, komşu mahaller ve merdiven boşlukları, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	15
8	HASTAHANELER <sup>6)</sup> - Ameliyathane, ön hazırlama ve anestezi mahalleri ile erken doğum odaları - Geri kalan bütün mahaller	25 22
9	İMALAT VE ATÖLYE MAHALLERİ - Genel olarak en azından - Oturarak çalışmada	15 20
10	KIŞLALAR - Derslikler - Geri kalan diğer mahaller, yönetim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
11	YÜZME HAVUZLARI - Holler (bununla birlikte su sıcaklığının üstünde en az 2 K olmalıdır) - Diğer banyo mahalleri (duş hacimleri, elbise değiştirme, komşu mahaller, merdiven boşlukları)	28 22
12	CEZA VE TUTUKEVLERİ - Derslikler - Geri kalan bütün mahaller, öğretim binaları için verilen değerlerden alınmalıdır.	20
13	SERĞİ GALERİLERİ - Müşterinin verilerine göre en az	15
14	MUZE VE GALERİLER - Genel olarak	20
15	DEMİRYOLU GARLARI Yönetme olmaksızın durak mahallerinde olduğu gibi ve kapalı olmak üzere bütün mahaller	15
16	HAVA LIMANLARI - Yolcu kabulü, işlem tamamlama ve bekleme mahalleri	20
17	Don tutması istenmeyen bütün mahaller	5
1)	TS 3419/06 79 kapsamına giren tesislerin bulunduğu mahaller için, anılan standarttaki kurallar geçerlidir.	
2)	Aksi belirtilmedikçe verilen değerlerin işareti pozitifdir.	
3)	Apartmanların iç kısmında bulunan koridorların, kural olarak ısıtılması gerekmez.	
4)	Sınırlı olarak kısmen ısıtılmış komşu mahallerin mevcut olması durumunda, mahal ısıtma gücünün belirlenmesi için, kullanım tarzı da göz önüne alınmalıdır.	
5)	Çok defa ve sürekli olarak en az 5 °C olarak tutulmalıdır.	
6)	TS 3419/06 79 hastahanelerle ilgili verilere de bakılmalıdır. Geri kalan bütün bina tiplerinde hesaplamaya esas sıcaklıklar, müşteri ile birlikte tespit edilmelidir.	

**Tablo 3.9: Tesisat projelerinde kullanılan iç hava sıcaklıkları (devamı)**

Dış Sıcaklıklar		3	0	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27
Çatı arasındaki ısıtılmayan mahaller												
W/m <sup>2</sup> K												
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	-6	-9	-12	-14	-17	-19	-22
Isıtılmamış mahaller	İçeriye veya bodruma kapı ya da pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	15	14	12	10	9	7	5	3	2	0	-1
	Dışa kapı veya pencere, bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili	10	8	6	5	3	1	0	-2	-4	-6	-7
Toprak sıcaklığı	Döşeme altındaki	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Dış duvara bitişik	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
Eylerin bitişik sıcaklığı	Merkezi ısıtmalı	15										
	Mahalli ısıtmalı	10										
Kazan dairesi		20*										
Kömürlük		10										

**Tablo 3.10: Binada ısıtılmayan bölgelerin sıcaklıkları**



12. sütunda artırimsız ısı kaybı hesabı yapılır. Bu değer 9, 10 ve 11. sütunların çarpımından oluşmaktadır.

### 3.1.4. Artırımlar (Zamlar) Sütunu

Bu sütunda, artırimsız olarak hesaplanan ısı kaybına çeşitli zamlar eklenir.

13. sütunda, birleştirilmiş artırım katsayısı hesaplanır.  $Z_D$  sembolüyle gösterilen bu artırım ısınmanın kesintili ya da sürekli olup olmamasına bağlıdır. Bu artırım, bina kesintili ısınması durumunda, soğuyan yapı birleşeninin ve ısıtma sistemi elemanlarının tekrar eski sıcaklıklarına getirilmesi için gereken ısı kapasitesi artırımdır. Birleştirilmiş artırım katsayısı, işletme durumu ve  $D$  katsayısına bağlı olarak aşağıdaki çizelgeden alınır.  $D$  katsayısını bulabilmek için aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$D = \frac{Q_0}{A_{top} * \Delta T}$$

Bu denklemdaki sembollerin anlamları

- **Q<sub>0</sub>**: Odanın zamsız ısı kaybı (W)
- **Δt**: Sıcaklık farkı  $t_i - t_d$  (K)
- **A<sub>top</sub>** : Odayı sınırlayan yüzeylerin toplam alanı (m<sup>2</sup>)
- **D**:  $Z_D$  artırımında kullanılan katsayısı (W/m<sup>2</sup>K) bulunan  $D$  sayısı ile işletme durumlarına göre aşağıdaki tablodan yararlanılarak –  $Z_D$  - zammı % olarak bulunur.

İşletme Durumu	D			
	0,1 - 0,29	0,30 - 0,69	0,70 - 1,49	≥ 1,50
	% $Z_D$			
I. İşletme	7	7	7	7
II. İşletme	20	15	15	15
III. İşletme	30	25	20	15

**Tablo 3.11: Birleştirilmiş artırım katsayısı**

Kalorifer tesisatının bulunduğu binanın kullanma özelliğine göre üç işletme şekli vardır.

- **1. İşletme**: Tesisat sürekli çalıştırılır ve geceleri sıcaklık azaltılır. Örneğin hastaneler yatılı okullar gibi.
- **2. İşletme**: Tesisat her gün 10 saat tamamen söndürülür (Bürolar vb.).
- **3. İşletme**: Tesisat her gün 14 saat ve daha uzun süre söndürülür (Kamu ve resmî kuruluşlar).

14. sütun, ZW kat yükseklik artırım katsayısıdır. 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. Bu nedenle artırımsız ısı kaybına aşağıdaki çizelgede verilen oranlarda artırım eklenir. Örneğin, 5 katlı bir binada ilk üç kat için yükseklik zammı alınmaz. 4. katta %5, 5. katta %10 olarak alınır.

Kat Zammı ZW %	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.	6.	7.6.	8.7.	9.8.7.	9.8.7.	9.8.7.	9.8.7.	10.9.8.	11.10.9.
% 15				7.	8.	9.	10.	10.	11.10.	12.11.10.	13.12.11.	14.13.12.
% 20								11.	12.	13.	14.	15.

**Tablo 3.12: Kat yükseklik artırım**

15. sütuna, yön artırımı yazılır. Yön artırımı ısı ihtiyacı hesaplanan odanın bulunduğu yöne göre aşağıda verilen tablodan alınır.

YÖN	G	GB	B	KB	K	KD	D	GD
% 2H	-5	-5	0	5	5	5	0	-5

**Tablo 3.13: Yön artırım**

Odanın yalnız bir dış duvarı var ise, bu dış duvarın bulunduğu yön; eğer iki dış duvarı varsa, iki dış duvarın keşiştiği köşenin yönü; iki dış duvar keşişmiyorsa veya ikiden fazla dış duvar varsa en yüksek yön artırımı alınır.

16. sütun artırımların yazıldığı sütundur. Toplam artırım  $Z = 1 + \%Z_D + \%Z_W + \%Z_H$  ifadesinden bulunmaktadır.

### 3.1.5. Toplam Isı İhtiyacı Sütunu

Bu sütunda toplam ısı ihtiyacı  $Q_h$  hesaplanmalıdır.

$$Q_h = Q_i + Q_s$$

- İletim ve taşınım yoluyla  $Q_i$
- Hava sızıntısı yoluyla  $Q_s$

### 3.1.5.1. İletim ve Taşınım ile Artırılmış Isı Kaybı

12. sütunda hesaplanan artırılmısz ısı kaybı 16. sütundaki toplam artırımlar ile çarpılarak 17. sütunun ilk satırına artırılmısz ısı kayıpları toplamı olarak yazılır.

$$Q_i = Q_0 Z$$

### 3.1.5.2. Hava Sızıntısıyla (Enfiltrasyon) Isı Kaybı

Kapalı bulunan pencere ve dış kapıların kanatları ile kasalar arasında tam bir çakışma olmayıp aralık bulunur. Odadaki havanın ve dış havanın basınçları farklı olması sebebiyle bu aralıklardan soğuk dış hava içeriye sızır ve odadan da sıcak hava dışarıya kaçar. Aralardaki hava sızması pencere malzemesi ile iççiliğe bağılıdır.

Bu şekilde olan ısı kaybına hava sızıntısı ısı kaybı (enfiltrasyon) adı verilir ve

$Q_s = 1/3,6 \sum(a.l) \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_e$  ifadesiyle hesap edilir. Bu ifade de

$a$  = hava sızdırma katsayısı ( $m^3 / hm$ ) çizelge 3.12' den alınır.

$l$  = Dış duvarlar üzerindeki pencerenin veya kapının açılan kısımlarının çevre uzunluğu (m)

$R$  = Oda durum katsayısı

$H$  = Bina durum katsayısı  $W / m^3 K$

$Z_e$  = Köşe açıklıkları etki katsayısı

Her iki dış duvarda pencere bulunması hâlinde  $Z_e = 1,2$

Diğer hâller için  $Z_e = 1$  olmaktadır.

Malzeme	Pencere veya kapı şekli	$a$ ( $m^3/hm$ )
Ahşap çerçeve	Tek pencere	3.0
	Çift camlı pencere	2.5
	Çift pencere	2.0
Plastik çerçeve	Tek veya çift camlı pencere	2.0
	Tek pencere	1.5
Çelik veya metal çerçeve	Çift camlı pencere	1.5
	Çift pencere	1.2
İç kapılar	Eşiksiz kapılar	40.0
	Eşikli kapılar	15.0

Dış kapılar aynen pencere gibi hesaplanır.

**Tablo 3.14: Kapı ve pencerelerin sızdırmazlık katsayıları (a)**

Isıtma tesisatı projesi hazırlanması sırasında pencere yapısının belli olmadığı durumlarda, pencerenin açılan uzunluğu belirlenemez. Böyle durumda  $W = l/A$  değeri, açılan pencere uzunluğunun, toplam pencere alanına oranı olup pencere veya kapı yüksekliğine ( $h$ ) bağılı tablo 3.15' ten seçilir.  $W$  belirlendikten sonra  $l=W.A$  eşitliğinden yararlanarak, pencerenin açılan uzunluğu için yaklaşık bir değer hesaplanır.

Yapının Şekli	Pencere veya kapının yüksekliği h	$W = \frac{\ell}{A}$
Muhtelif çok kanatlı pencereler	0.50	7.20
	0.63	6.20
	0.75	5.30
	0.88	4.90
	1.00	4.50
	1.25	4.10
	1.30	3.94
	1.50	3.70
	2.00	3.30
	2.50	3.00
İki kanatlı kapı	2.50	3.30
Tek kanatlı kapı	2.10	2.60

**Tablo 3.15: Yaklaşık açılan pencere uzunluğunun belirlenmesi**

- **Oda Durum Katsayısı-R-:** R oda durum katsayısı içeriye sızan hava miktarının (  $\Sigma al$  ) dışarıya çıkma oranını, yani bir nevi oda ve pencere durumuna göre sızan hava miktarına karşı direnci gösterir.

Aşağıdaki tabloda  $A_{DP}/A_{İK}$  oranları ile pencere malzemelerine göre R oda durum katsayısının belirlenmesi verilmiştir. Normal ebatta pencere ve kapıları olan odalar için  $R=0,9$ , büyük pencereleri ve bir tek iç kapısı olan odalar için ise  $R=0,7$  alınır.

	İç kapı	$A_{DP}$ (Dış Pencere Alanı)	R
		$A_{İK}$ (İç kapı alanı)	
Tahta veya plastik çerçeve	Aralıklı	$A_{DP}/A_{İK} < 3$	0.9
	Aralıksız	$A_{DP}/A_{İK} < 1.5$	0.9
Çelik veya metal çerçeve	Aralıklı	$A_{DP}/A_{İK} < 6$	0.9
	Aralıksız	$A_{DP}/A_{İK} < 2.5$	0.9
Tahta veya plastik çerçeve	Aralıklı	$3 < A_{DP}/A_{İK} < 9$	0.7
	Aralıksız	$1.5 < A_{DP}/A_{İK} < 3$	0.7
Çelik veya metal çerçeve	Aralıklı	$6 < A_{DP}/A_{İK} < 20$	0.7
	Aralıksız	$2.5 < A_{DP}/A_{İK} < 6$	0.7

**Tablo 3.16: Kapı , pencere ve odalar için -R- oda durum katsayısı**

- **Bina Durum Katsayısı – H –Kj/M<sup>3</sup>K:** Binalar sıra veya tek ev durumunda yapıldığı gibi korunmuş, serbest, çok serbest durumlarda olabilir. Ayrıca binaların normal ve rüzgârlı yerleşim merkezlerinde olmaları da hava sızıntısı miktarlarını etkiler.

Aşağıda- H- bina durum katsayısının belirlendiği tablo verilmiştir.

Bölgenin durumu	Binanın durumu	Bina durumu katsayısı	
		Bitişik nizam	Ayrı nizam
Normal bölge	Mahfuz	1.00	1.42
	Serbest	1.72	2.43
	Çok serbest	2.51	3.52
Rüzgârlı bölge	Mahfuz	1.72	2.43
	Serbest	2.51	3.52
	Çok serbest	2.60	4.73

**Tablo 3.17: Bina durum katsayısı –H-**

### 3.1.5.3. Toplam Isı Kayıpları

Toplam ısı ihtiyacı  $Q_h$ 'ı hesaplamak için, artırımlar dikkate alınarak bulunan  $Q_i$  ısı kaybı ile  $Q_s$  sızıntı (enfiltasyon) ısı kaybı toplanır ve 17. sütuna yazılır. Bu değer o odanın bir saatlik ısı ihtiyacını belirlemiştir.

## 3.2. Isıtıcı Yüzey Alanı Hesabının Yapılması

Her odanın ısı ihtiyacı, ısı kaybı hesabı yapılarak, ısı kaybı hesabı çizelgesinin doldurulmasıyla bulunmaktadır. Odaya bu ısı girişini çeşitli tip ısıtıcılarla verebiliriz. Isıtıcı miktarını

$$\text{Radyatör miktarı (kapasitesi)} = \frac{\text{Odanın ısı ihtiyacı}}{\text{Radyatör birim ısı değeri}}$$

İfadesinden bulunabilmektedir.

Bir odaya konulacak radyatörlerin seçim ve yerleştirilmesinde özellikle:

- Döşemeden pencere yüksekliğine
- Pencere genişliğine
- Radyatörlerin odanın her yerine mümkün mertebe sıcaklık farkı olmayacak şekilde yerleştirilmelerine dikkat edilmelidir.

Bir odaya yerleştirilen radyatörlerin verdikleri ısının en az odanın ısı ihtiyacı kadar olmasına dikkat edilmesi gerekir.

### 3.2.1. Radyatör ve Donanımı Seçimi Çizelgesinin Doldurulması

#### 3.2.1.1. Odanın Hesap Edilen Isı Kaybı Miktarı

Beş sütundan oluşan bu bölüme hesap yapılan odaya ilişkin bilgilerle, odanın hesap edilen ısı kaybı yazılmaktadır.

- 1. sütuna, proje üzerinde belirtilen odanın numarası yazılır.
- 2. sütuna, odanın ismi yazılır (salon, yatak odası vb.).
- 3. sütuna, °C olarak odanın sıcaklık değeri yazılır.
- 4. sütuna, m<sup>3</sup> olarak odanın hacmi yazılır.
- 5. sütuna, oda için hesap edilen ısı kaybı değeri yazılır (W).

#### 3.2.1.2. Radyatörlerin Belirlenmesi

Bu bölümde kullanılacak radyatör seçimi yapılır.

1. sütuna, seçilen radyatörün birim verimi yazılır. Radyatörün birim verimi hesaplanırken firmaların verdikleri kataloglardan yararlanılır. Seçilecek radyatör tipi















Suyun Borudaki Hızı (m/s)	$\Sigma\zeta=1$ ile $\Sigma\zeta=15$ için özel dirençleri -														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,010	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	
0,015	0,1	0,2	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
0,020	0,2	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
0,025	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	3,9	3,9	3,9	4,9	4,9	
0,030	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	3,9	3,9	3,9	4,9	4,9	
0,035	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	2,9	2,9	3,9	3,9	4,9	4,9	5,9	5,9	6,9	
0,040	1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	6,9	6,9	7,8	8,8	8,8	9,8	10,8	
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	
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	
0,060	2,0	3,9	5,9	6,9	8,8	10,8	12,7	3,9	15,7	17,7	19,6	21,6	23,5	24,5	
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	
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	
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	
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	
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	82,4	
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	
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	
0,140	9,8	19,6	28,4	38,2	48,1	57,9	66,7	76,5	85,3	96,1	104,9	113,8	123,6	133,4	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
0,220	23,5	47,1	70,6	93,2	117,7	141,2	164,8	188,3	209,9	235,4	259,9	284,4	308,9	333,4	
0,240	28,4	55,9	83,4	111,8	140,2	167,7	196,1	225,6	255,0	279,5	308,9	338,3	367,8	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	
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	
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	

Tablo 3.23: Sıcak sulu ısıtmada boruların Z özel dirençleri

Suyun Borudaki Hızı (m/s)	$\Sigma\zeta=1$ ile $\Sigma\zeta=15$ için özel dirençleri														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,320	50,0	99,1	149,1	24,5	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	675,5	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	775,2	833,6	912,1	970,9	1049,3
0,400	78,5	155,9	255,0	313,8	382,5	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	1245,5	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	863,0	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	2598,9	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	481,4	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	3726,7	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	3873,8	4217,0	4609,3	4903,5	5295,8
0,900	392,4	794,4	1166,6	1618,2	1961,4	2353,7	2795,0	3187,3	3579,6	3922,8	4315,1	4707,4	5197,7	5590,0	5982,3
0,950	397,2	578,6	1304,3	1696,6	2206,6	2647,9	3089,2	3530,5	4014,9	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	10493,0
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	8728,2	9807,0	10885,8	11964,5	13141,4	14220,2	15298,9	17456,5
1,600	1245,5	2500,8	2893,1	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	16829,4	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	18927,5	20594,7	22265,8	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	21281,2	23046,5	24517,5	26478,9
2,000	1961,4	3922,8	5884,2	7747,5	9708,9	11670,3	13631,7	15495,1	17456,5	19417,9	21575,4	23536,8	25498,2	27459,6	29421,0

Tablo 3.24: Sıcak sulu ısıtmada boruların Z özel dirençleri (devamı)



Nominal Çap	Parmak mm	Vidalı Yan-Açır Borular DIN 2440										Dışsız Çelik Borular DIN 2449													
		3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)				
İç Çap	mm	12.25	15.75	21.25	27.00	35.75	41.25	39.50	51.50	57.00	64.00	70.00	82.50	88.00	100.50	113.00	125.00	137.00	150.00	180.00	204.00	228.00	254.00		
R Basınç Kaybı Pa/m		20°C'lik sıcaklık farkı için watt olarak ısı miktarı ve m³/sn olarak su hızı																							
0.981	-	350	824	1570	3444	5084	4502	9410	12328	16864	21518	33728	40124	57454	78388	103278	131420	168838	275632	382628	515210	688498			
1.079	-	370	874	1676	3618	5374	4758	9934	13026	17794	22680	35472	42334	60952	82574	106206	139560	177940	289588	404724	543122	725172			
1.177	-	390	926	1758	3828	5654	5014	10434	13608	18726	23842	36380	44428	63618	86760	114556	145378	187244	303544	424498	571034	760602			
1.275	-	410	968	1850	3958	5920	5246	10898	14306	19656	24890	38962	46404	66408	90832	119790	152354	195384	317500	444266	596620	795482			
1.373	-	428	1012	1932	4188	6154	5478	11376	14888	20470	25936	39210	47206	67406	91452	121442	155932	203250	330292	461712	619880	828894			
1.471	-	448	1076	2012	4350	6420	5700	11864	15468	21284	26982	41022	50242	71990	96390	126984	165146	216504	343086	480320	644302	859458			
1.569	-	468	1088	2094	4514	6654	5920	12328	16050	22098	28030	43614	51988	74550	101996	133746	179062	212830	354716	497764	666400	888532			
1.667	-	486	1130	2176	4664	6888	6106	12678	16632	22796	28960	45126	53848	77108	102552	138398	187076	229522	367508	514046	692660	917608			
1.765	-	502	1164	2246	4804	7130	6340	13142	17214	23494	29890	46638	55592	79550	106742	143050	192166	233764	377978	529166	712920	947848			
1.863	-	518	1198	2316	4908	7340	6514	13492	17678	24038	30620	48032	57220	81992	111998	147702	198406	247402	398906	545448	732690	1001344			
1.961	-	538	1246	2386	5130	7560	6734	13958	18260	25006	31750	49266	58848	84434	115138	151190	193054	247720	400072	560566	753624	1015300			
2.158	-	568	1316	2514	5398	7990	7096	14654	19190	26284	33612	52104	61988	88970	120952	159332	203256	242106	421006	590804	793166	1053678			
2.354	304	598	1384	2642	5676	8374	7468	15488	20238	27564	35240	54778	65128	93274	126768	167472	213992	253306	441840	618764	830832	1104850			
2.550	318	630	1444	2768	5944	8770	7804	16166	21052	28844	36984	57220	68036	97460	132582	174450	223296	264938	462172	645466	865272	1153696			
2.746	334	656	1512	2886	6200	9154	8142	16748	21982	30122	38496	59662	71060	101530	138398	182592	236006	286566	481482	672214	901326	1197890			
2.942	350	686	1548	3002	6456	9514	8468	17446	22912	31286	40124	61988	77224	105366	144212	189570	240742	291896	500090	696638	933052	1244410			
3.236	370	735	1652	3164	6804	10014	8932	18322	24076	33030	42218	64578	77806	111068	152354	198674	254996	323314	526840	733854	987386	1314190			
3.531	392	764	1704	3316	7142	11238	9364	19306	25354	34658	44194	66618	81644	116300	159332	208176	266326	339596	552426	767580	1033908	1372340			
3.923	416	812	1838	3524	7584	11200	9958	20470	26866	36936	46638	72572	86528	123278	168636	219408	281446	359368	584990	814000	1094384	1453750			

Tablo 3.25: Doğal sirkülasyonlu sıcak sulu ısıtmada borulardaki basınç kaybı çizelgesi (20 °C' lik sıcaklık farkı için)

Nominal Çap	Parmak mm	Vidalı Yan-Açır Borular DIN 2440										Dışsız Çelik Borular DIN 2449														
		3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)			
İç Çap	mm	12.25	15.75	21.25	27.00	35.75	41.25	39.50	51.50	57.00	64.00	70.00	82.50	88.00	100.50	113.00	125.00	137.00	150.00	180.00	204.00	228.00	254.00			
R Basınç Kaybı Pa/m		20°C'lik sıcaklık farkı için watt olarak ısı miktarı ve m³/sn olarak su hızı																								
4.413	0.045	448	870	1966	3758	5118	11980	10620	21866	28610	39078	49894	77456	92110	132582	180266	234926	301218	383790	623368	869924	1163006	1546790			
4.904	0.05	472	924	2037	4002	5596	12678	11282	23144	30356	41404	52802	82108	97892	140724	190732	248882	307050	659422	919934	1232786	1639830				
5.394	0.05	496	978	2200	4222	6072	13376	11864	24424	31984	43846	55592	86528	103042	147702	200036	262836	336108	426822	694312	944326	1271240				
5.884	0.05	520	1024	2318	4432	6572	14074	12562	25586	33612	45940	58268	90832	108044	155842	209340	275632	352390	445430	726876	894348	1306710	1802550			
6.375	0.06	542	1070	2420	4642	6944	14772	13142	26750	35124	48032	60826	94902	112928	161658	218644	288424	367506	465200	751114	1056004	1418686	1844060			
6.865	0.06	566	1114	2524	4840	7038	15468	13608	27912	36636	50010	63268	98856	117454	168636	229112	301218	382628	483808	787352	1096036	1477010	1953840			
7.355	0.06	588	1160	2630	5014	7286	15934	14190	28960	38032	51988	66060	102578	122116	175614	237252	311684	396584	499298	817590	1139740	1523530	2035250			
7.846	0.06	608	1198	2722	5200	7498	16516	14654	30122	39426	53732	68618	106182	126768	181428	245394	323314	410540	516372	844338	1174630	1581686	2105030			
8.826	0.07	650	1280	2908	5572	7986	17678	15702	32100	41986	57454	73270	113160	133746	191696	261676	343086	436126	546610	897836	1256040	1686350	2329260			
9.807	0.07	690	1362	3094	5910	8426	18726	16632	33960	44544	61058	76178	119790	141886	202962	277958	362856	461712	580338	960172	1335820	1779390	2360890			
10.788	0.08	728	1432	3270	6224	8842	19656	17562	35938	46754	64198	81410	125004	150028	213992	291914	382628	483808	614064	978754	1386600	1872430	2488820			
11.768	0.08	766	1512	3420	6538	9356	20702	18376	37798	49694	67338	85482	125822	157006	224460	305870	400272	509304	647792	1047864	1453750	1953840	2593490			
12.749	0.08	810	1582	3584	6840	10054	21632	19190	39660	51290	70130	88970	138398	163864	234926	318962	417518	526254	675704	1095546	1523530	2035250	2709790			
13.730	0.09	834	1652	3734	7142	10336	22680	20004	41404	53392	73038	93040	144212	179062	244230	326218	432636	554732	704778	1139740	1581686	2116660	2814460			
14.711	0.09	868	1710	3814	7420	10618	23694	20818	42916	55708	75944	96530	148864	178440	235334	344248	450082	575606	738854	1186260	1639830	2190670	2919130			
15.691	0.09	910	1780	4014	7700	10916	24308	21516	44428	57802	78504	99902	154680	183754	248402	357042	465200	594294	758440	1221150	1697890	2267850	3023800			
16.672	0.10	932	1838	4152	7968	11098	25006	22214	45824	59682	81178	103392	160494	189570	272142	386872	483020	612902	783862	1256040	1736130	2337630	3116840			
17.653	0.10	962	1896	4280	8224	11342	25936	22912	47338	61524	83736	106532	165146	195384	281446	379138	497764	632672	808286	1290930	1814280	2419040	3221510			
18.633	0.10	992	1954	4408	8514	11644	26750	23410	48846	63384	86180	109672	169798	201200	289588	390768	510558	650118	832708	1337450	1880080	2488820	3314550			

Tablo 3.26: Doğal sirkülasyonlu sıcak sulu ısıtmada borulardaki basınç kaybı çizelgesi (20 °C' lik sıcaklık farkı için) devamı



Vidalı Yağlı Ağırlı Borular DIN 2443										Dikizmiş Çelik Borular DIN 2443																								
Nominal çap	Parmak	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	4 1/2"	5"	5 1/2"	6"	6 1/2"	7"	7 1/2"	8"	8 1/2"	9"	9 1/2"	10"	11"	12"	13"	14"	15"	16"					
mm	mm	19	25	32	40	50	60	75	90	110	130	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500	550	600	650	700	750	800				
Ç Çap	mm	12,25	15,75	21,25	27	33,75	41,25	48,75	56,25	63,75	71,25	78,75	86,25	93,75	101,25	108,75	116,25	123,75	131,25	138,75	146,25	153,75	161,25	168,75	176,25	183,75	191,25	198,75	206,25					
R Basing Kaybı Palm																																		
kg/h Otlarak Su Debisi m³/sn Otlarak Su Hızı																																		
9.807	29,6	58,4	133	254	548	807	716	1460	2620	3330	5140	6110	8720	11600	15600	18900	25000	32000	40000	48000	56000	64000	72000	80000	88000	96000	104000	112000	120000	128000	136000	144000		
10.788	31,3	61,7	140	267	575	847	753	1550	2910	3760	5630	6670	9500	12600	16900	20500	27000	34000	42000	50000	58000	66000	74000	82000	90000	98000	106000	114000	122000	130000	138000	146000	154000	162000
11.768	32,8	64,9	147	281	601	869	769	1630	3110	4050	5990	7070	10000	13300	17900	21800	28500	36000	44000	52000	60000	68000	76000	84000	92000	100000	108000	116000	124000	132000	140000	148000	156000	164000
12.749	34,4	67,9	154	294	629	931	826	1710	3210	4190	6170	7290	10300	13700	18500	22600	29500	37000	45000	53000	61000	69000	77000	85000	93000	101000	109000	117000	125000	133000	141000	149000	157000	165000
13.730	35,8	70,9	160	307	657	973	862	1780	3340	4350	6370	7530	10600	14100	19000	23200	30300	38000	46000	54000	62000	70000	78000	86000	94000	102000	110000	118000	126000	134000	142000	150000	158000	166000
14.711	37,3	73,7	166	319	682	1010	896	1840	3390	4430	6490	7690	10800	14400	19500	23800	31000	39000	47000	55000	63000	71000	79000	87000	95000	103000	111000	119000	127000	135000	143000	151000	159000	167000
15.691	38,6	76,4	173	331	710	1040	922	1910	3440	4500	6590	7820	11000	14700	20000	24400	31700	40000	48000	56000	64000	72000	80000	88000	96000	104000	112000	120000	128000	136000	144000	152000	160000	168000
16.672	40	79	178	342	734	1080	956	1970	3500	4580	6700	7960	11200	15000	20400	24900	32300	40800	49000	57000	65000	73000	81000	89000	97000	105000	113000	121000	129000	137000	145000	153000	161000	169000
17.653	41,3	81,5	184	354	765	1110	987	2030	3560	4660	6800	8090	11400	15300	20800	25400	32900	41600	50000	58000	66000	74000	82000	90000	98000	106000	114000	122000	130000	138000	146000	154000	162000	170000
18.633	42,6	83,8	190	366	796	1140	1020	2100	3630	4740	6900	8210	11600	15600	21200	25900	33500	42400	51000	59000	67000	75000	83000	91000	99000	107000	115000	123000	131000	139000	147000	155000	163000	171000
19.614	43,8	86,1	196	374	801	1160	1050	2150	3680	4800	7000	8330	11800	15800	21600	26400	34100	43200	51500	59500	67500	75500	83500	91500	99500	107500	115500	123500	131500	139500	147500	155500	163500	171500
21.575	46,2	90,5	206	393	844	1240	1100	2260	3950	5000	7200	8570	12200	16200	22000	26900	34700	44000	52500	60500	68500	76500	84500	92500	100500	108500	116500	124500	132500	140500	148500	156500	164500	172500
23.537	48,5	94,9	217	413	882	1300	1160	2360	4090	5170	7400	8800	12500	16600	22500	27500	35500	45000	53500	61500	69500	77500	85500	93500	101500	109500	117500	125500	133500	141500	149500	157500	165500	173500
25.498	50,8	98,3	226	433	922	1360	1210	2470	4290	5390	7650	9080	12800	17000	23000	28100	36200	46000	54500	62500	70500	78500	86500	94500	102500	110500	118500	126500	134500	142500	150500	158500	166500	174500
27.460	53,2	101,8	238	451	959	1410	1250	2570	4390	5510	7800	9260	13000	17300	23400	28600	36800	46800	55500	63500	71500	79500	87500	95500	103500	111500	119500	127500	135500	143500	151500	159500	167500	175500
29.421	55	108	244	469	998	1460	1310	2660	4510	5650	7950	9440	13200	17600	23800	29100	37400	47600	56500	64500	72500	80500	88500	96500	104500	112500	120500	128500	136500	144500	152500	160500	168500	176500
32.363	58,8	114	261	495	1050	1540	1380	2810	4650	5810	8150	9670	13500	18000	24300	29700	38200	48600	57500	65500	73500	81500	89500	97500	105500	113500	121500	129500	137500	145500	153500	161500	169500	177500
35.305	60,8	120	273	519	1100	1600	1450	2940	4800	6000	8350	9900	13800	18400	24800	30300	38800	49400	58500	66500	74500	82500	90500	98500	106500	114500	122500	130500	138500	146500	154500	162500	170500	178500
39.228	64,5	127	289	545	1160	1710	1540	3110	4960	6200	8550	10100	14000	18700	25200	30800	39400	50200	59500	67500	75500	83500	91500	99500	107500	115500	123500	131500	139500	147500	155500	163500	171500	179500
44.132	68,8	136	309	583	1240	1820	1650	3300	5200	6450	8800	10400	14400	19200	25800	31500	40200	51200	60500	68500	76500	84500	92500	100500	108500	116500	124500	132500	140500	148500	156500	164500	172500	180500
49.035	73,1	144	325	615	1310	1930	1720	3490	5450	6750	9100	10700	14800	19700	26400	32200	41000	52000	61500	69500	77500	85500	93500	101500	109500	117500	125500	133500	141500	149500	157500	165500	173500	181500
53.939	77,5	151	344	645	1380	2040	1820	3650	5600	6950	9300	11000	15100	20100	26900	32800	41800	53000	62500	70500	78500	86500	94500	102500	110500	118500	126500	134500	142500	150500	158500	166500	174500	182500
58.842	81,3	159	360	679	1450	2140	1900	3830	5800	7200	9550	11300	15500	20600	27500	33500	42600	54000	63500	71500	79500	87500	95500	103500	111500	119500	127500	135500	143500	151500	159500	167500	175500	183500
63.746	84,6	167	376	707	1510	2240	1960	3990	6000	7400	9800	11600	15900	21100	28100	34200	43400	55000	64500	72500	80500	88500	96500	104500	112500	120500	128500	136500	144500	152500	160500	168500	176500	184500
68.649	88,2	174	393	738	1580	2320	2060	4150	6200	7600	10000	11800	16200	21500	28600	34800	44200	56000	65500	73500	81500	89500	97500	105500	113500	121500	129500	137500	145500	153500	161500	169500	177500	185500
73.553	91,6	180	406	765	1630	2410	2140	4320	6400	7800	10300	12100	16600	22000	29200	35500	45000	57000	66500	74500	82500	90500	98500	106500	114500	122500	130500	138500	146500	154500	162500	170500	178500	186500
78.456	94,9	186	419	798	1690	2490	2220	4470	6600	8000	10500	12300	16800	22200	29500	35900	45500	57500	67000	75000	83000	91000	99000	107000	115000	123000	131000	139000	147000	155000	163000	171000	179000	187000
83.359	101	199	447	850	1800	2590	2350	4710	6900	8400	10900	12700	17200	22600	30000	36400	46000	58000	67500	75500	83500	91500	99500	107500	115500	123500	131500	139500	147500	155500	163500	171500	179500	187500
88.263	104	207	464	871	1860	2680	2410	4880	7100	8600	11100	12900	17400	22800	30200	36600	46200	58200	67700	75700	83700	91700	99700	107700	115700	123700	131700	139700	147700	155700	163700	171700	179700	187700
93.170	107	211	474	900	1920	2760	2490	5050	7300	8800																								

### 3.3.2. Sirkülasyon Pompası Hesabı

Pompalar debi ve basınç karakteristik özellikleriyle belirlenir. Sirkülasyon pompası, sistemde meydana gelen sürtünme kayıplarını yenebilecek güçte seçilmelidir.

Pompa debisinin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$V_p = \frac{3.6Q_k}{C_g(T_g - T_d)}$$

Bu denklemdeki semboller aşağıda tanımlanmıştır.

- $V_p$ : Sirkülasyon pompası debisi (m<sup>3</sup>/h)
- $Q_k$ : Toplam ısı ihtiyacı (W)
- $C$ : Suyun özgül ısınma ısısı ( $C=4.186\text{kJ/kgK}$ )
- $g$ : Suyun yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>)
- $T_g-T_d$ : Sisteme gidiş ve dönüş sıcaklıkları arasındaki fark (K)

Pompanın basıncı ise  $H_p = \sum(LR) + \sum Z$  (Pa) olacak şekilde seçilmelidir.

Pompanın emniyetle çalışması için bu basınca %10 ilave yapılır. Kazan dairesi kayıpları göz önüne alınmadıysa, hesaplanan basınç 3000 ile 8000 Pa kadar artırılır. Basınç artırımı, kapasitenin büyüklüğü de dikkate alınarak yapılır.

$$H_p = (\sum LR + \sum Z) \times 1.1 \text{ (Pa)}$$

$$H_p = \sum LR + \sum Z + (3000 \text{ ile } 8000) \text{ (Pa)}$$

### 3.4. Kazan ve Baca Çapı Hesabı

#### 3.4.1. Kazan Hesabı

Kazan kapasitesi tesisata yerleştirilen ısıtıcıların toplam verimlerinin (1 + ZR) faktörü çarpılması ile bulunur. ZR yüzde ile belirlenen bir artırım katsayısı olup değeri:

- Ana dağıtım ve toplama boruları yalıtılmış, sıcak hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde bulunuyorsa  $ZR = 0,05$ .
- Ana dağıtım ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmayan hacimlerden geçiyor ve kolonlar duvarın iç yüzeylerinde bulunuyorsa  $ZR = 0,10$ .
- Ana dağıtım ve toplama boruları yalıtılmış, ısıtılmayan hacimlerden veya kanallardan kolonlar ise tesisat bacalarından geçiyorsa  $ZR = 0,15$ .

Kanallardan geçen çok uzun boru hatları varsa boruların ısı kayıpları hesaplanmalı ve toplam ısı kaybına ilave edilmelidir.

Kömürlü tip kazanlarda genellikle kazan kapasitesi, ısıtma yüzeyi ile tanımlanmaktadır. Isıtma yüzeyi hesabı, ısı hesabı sonucu bulunan  $Q_h$  ısı kaybı değeri esas alınarak yapılır.

$$A_K = Q_h / K \cdot (1 + Z_R) \text{ m}^2$$

$$K = \text{Kazanların birim ısıtma yüzeyine düşen ısı gücü (W/m}^2\text{)}$$

$$Q_h = \text{Isı kayıpları toplamı (W)}$$

$$A_k = \text{Kazanın metrekare cinsinden alanı (m}^2\text{)}$$

$$Z_R = \text{Kazan ısı yükü artırım katsayısı}$$

Hesap sonucu kazan ısıtma yüzeyi kesirli çıkarsa bir üst tam sayıya yükseltilir.

### 3.4.2. Baca Kesit Hesabı

Baca kesit hesabı yapılırken kullanılan yakıt ve kazan tipinin önemi büyüktür. Her yakıtın yanması için gerekli hava miktarıyla, ortaya çıkan atık gaz miktarının farklı olması nedeniyle, baca kesit hesabı yakıt tipine önemli ölçüde bağlıdır. Yakıt cinsine bağlı olarak baca kesit hesabı için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$$\text{Doğalgaz } F = 0.012x \frac{0.86xQ_k}{\sqrt{H}}$$

$$\text{Sıvı yakıt } F = 0.02x \frac{0.86xQ_k}{\sqrt{H}}$$

$$\text{Katı yakıt } F = 0.03x \frac{0.86xQ_k}{\sqrt{H}}$$

Burada;

- $Q_K$ : Kazan kapasitesi (W)
- H: Baca yüksekliği (m)
- F: Baca kesit alanı (cm<sup>2</sup>) dir.

### 3.5. Genleşme Deposu Hesabı

Genleşme deposu sistemdeki basıncın kontrolü ve sisteme gerekli su desteğinin sağlanması bakımından önemlidir.

Sıcak sulu ısıtma sistemlerinde sistemdeki suyun sıcaklığı 10 °C ile 80 °C arasında değişirken suyun özgül hacmi de yaklaşık %3 oranında değişmektedir. Genleşme depoları iki tiptir.

### 3.5.1. Açık Genleşme Depoları

Açık tip genleşme depoları atmosfere açık çalışır. Genleşen su hacmini toplamak üzere dağıtma sisteminin en yüksek noktasından biraz daha yüksek noktaya yerleştirilir.

Genleşme deposunda 10°C ile 80°C arasında genleşme olduğu kabul edilen 90/70'lik sistemler için, buharlaşma yoluyla olan su kayıpları da dikkate alınarak, TS 2164'de

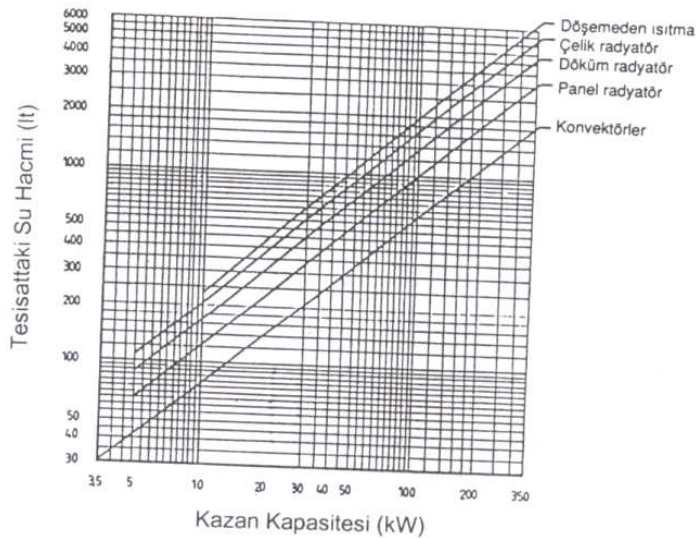
$$V_{gd,a} = 0.08 \times V_s \text{ (lt) ifadesi verilmektedir.}$$

Tesisattaki su hacmi  $V_s$ , hesaplanırken radyatörlerdeki, borulardaki ve kazandaki su miktarları tek tek bulunarak toplanmalıdır. Kazan ve radyatörlerdeki su miktarları üretici firma kataloglarında yer almaktadır. Aynı zamanda kazan kapasitesine bağlı olarak tesisattaki su hacmi aşağıdaki verilen diyagramdan yararlanarak da yaklaşık olarak bulunabilir.

Kazan ve genleşme deposu için gidiş ve dönüş emniyet boruları vardır ve boruların üzerinde hiçbir açma kapama aygıtı konulmamalıdır.

Gidiş ve dönüş emniyet borularının çapları,  $Q_K$  kalorifer kazan ısı gücü (W) olmak üzere

$$d_{gidiş} = 15 + 1.5 \sqrt{\frac{0.86 \times Q_K}{1000}}$$
$$d_{dönüş} = 15 + \sqrt{\frac{0.86 \times Q_K}{1000}} \text{ Formülleriyle hesaplanır.}$$



Tablo 3.29: Kazan kapasitesine bağlı olarak tesisattaki su hacmi



### 3.5.2. Kapalı Genleşme Depoları

Isıtma tesisatında açık genleşme depoları, hem yerleşme problemi hem de işletmedeki problemler ve 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.

Kapalı genleşme depolarının hacmi için aşağıdaki denklemden yararlanılır.

$$V_{gd,k} = \frac{Ve}{1 - \frac{P_{st}}{P_{ii}}} \text{ bu denklemdaki sembollerin anlamları}$$

- $V_{gd,k}$ : Kapalı genleşme deposu hacmi
- $V$ : Tesisattaki su hacmi (Şekil 3.2'den alınır)
- $e$ : Suyun 10°C ile 80°C arası özgül hacim artışı ( $e=0.0286\text{dm}^3/\text{kg}$ )
- $P_{st}$ : Sistemdeki statik su seviyesine karşılık gelen basınç (bar)
- $P_{ii}$ : Maksimum işletme basıncı (bar)

Sistemde kullanılması gereken diyaframlı ve yaylı emniyet ventillerinin boyutları aşağıdaki çizelgelerden seçilecektir.

Emniyet ventili çapı	Isıtma gücü (kW)	kcal/h
DN 15 (R 1/2")	50	45000
DN 20 (R 3/4")	100	90000
DN 25 (R 1")	200	175000
DN 32 (R1 1/2")	350	300000
DN 40 (R 1 1/2")	600	500000
DN 50 (R 2")	900	750000

**Tablo 3.30: Diyaframlı emniyet ventili seçimi (3 barlık işletme basıncına kadar kullanılır)**

Efektif basınç (bar)	3/4" 20	1" 25	1 1/4" 32	1 1/2" 40	2" 50	2 1/2" 65	3" 80	4" 100	Emniyet ventili çapı
1.0	119	186	310	477	746	1261	1910	2984	Sistem
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	Isı
3.5	264	412	685	1055	1648	2786	4220	6593	
4.0	292	456	758	1168	1824	3083	4670	7297	Gücü
4.5	318	497	826	1273	1989	3361	5092	7957	
5.0	344	538	894	1378	2154	3640	5514	8615	kW
5.5	370	578	960	1480	2313	3908	5920	9251	

**Tablo 3.31: Yaylı emniyet ventili seçimi (sistem ısı gücüne göre)**





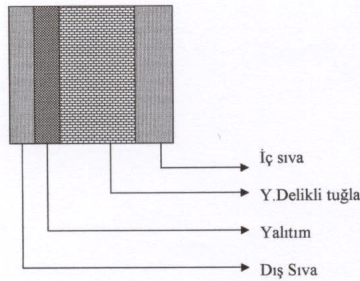
## 3.7. Isıtma Tesisatı Projelendirilmesi ve Örnek Bir Hesap

### 3.7.1. Seçilen Binaya İlişkin Bilgiler

- Bina İstanbul'dan seçilmiştir.
- Bodrum ve zemin kat dahil 3 katlı bir binadır.
- Bodrumun bir kısmı depo bir kısmı ise kalorifer kazanı için ayrılmıştır. Bodrum katı ısıtılmamaktadır (10°C).
- Tavan arası ısıtılmamaktadır (4°C).
- İki kat için ısı hesabı yapıldı
- Bina ayrık nizamda, normal bölgede serbest olarak alındı.
- Konut olduğu için 1. tip işletme seçildi.
- İstanbul için dış sıcaklık -3 °C alındı.
- Pencere 9 mm aralıklı PVC çift cam pencere seçildi.

### 3.7.2. U Isı Geçirgenlik Katsayılarının Hesaplanması

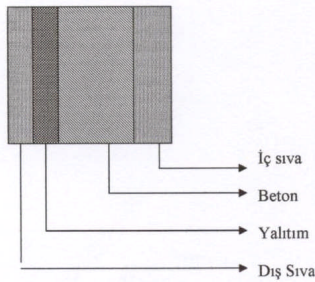
#### DIŞ DUVAR



	$\delta$ (m)	$\lambda$ (W/mK)
İç sıva	0.02	0.87
Dış Sıva	0.03	0.87
Yatay Delikli Tuğla	0.19	0.45
Yalıtım malze mesisi	0.1	0.02
$1/\alpha_i=0.13$	$1/\alpha_d=0.04$	

$$1/U = 1/\alpha_i + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_d$$
$$1/U = 0,13+0,023+0,3+0,429+0,037+0,04$$
$$1/U = 5,9$$
$$U_D = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$$

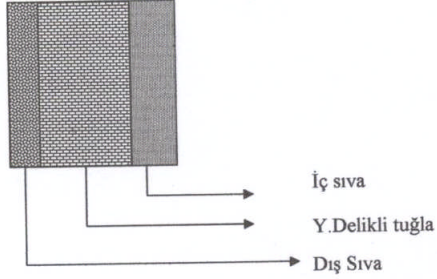
#### KOLONLAR



	$\delta$ (m)	$\lambda$ (W/mK)
İç sıva	0.02	0.87
Dış Sıva	0.03	0.87
Beton	0.30	2,1
Yalıtım	0.015	0.035
$1/\alpha_i=0.13$	$1/\alpha_d=0.04$	

$$1/U = 1/\alpha_i + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_d$$
$$1/U = 0,13+0,023+0,411+0,429+0,037+0,04$$
$$1/U = 2,8$$
$$U_D = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### İÇ DUVAR 1



	$\delta$ (m)	$\lambda$ (W/mK)
İç sıva	0.02	0.87
Dış Sıva	0.03	0,87
Yatay Delikli Tuğla	0.19	0.45
$1/\alpha_i=0.13$	$1/\alpha_d=0.13$	

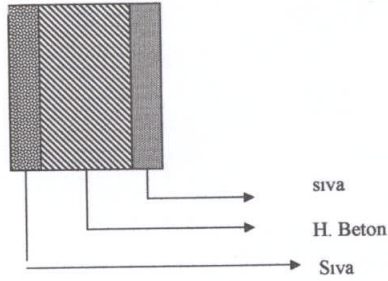
$$1/U = 1/\alpha_i + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + 1/\alpha_d$$

$$1/U = 0,13 + 0,023 + 0,21 + 0,333 + 0,13$$

$$1/U = 0,48$$

$$U_D = 2,08 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### İÇ DUVAR 2 (KOLONLAR)



	$\delta$ (m)	$\lambda$ (W/mK)
Sıva	0.025	0.14
Hafif beton	0.250	1.100
Sıva	0.03	0,870
$1/\alpha_i=0.17$	$1/\alpha_d=0.17$	

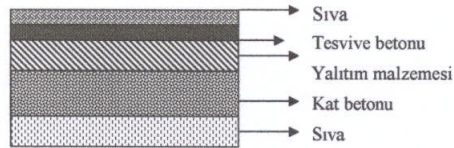
$$1/U = 1/\alpha_i + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + \delta_5/\lambda_5 + 1/\alpha_d$$

$$1/U = 0,17 + 0,192 + 0,071 + 0,010 + 0,17$$

$$1/U = 0,38$$

$$U_{bt} = 2,58 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### DÖŞEME



	$\delta$ (m)	$\lambda$ (W/mK)
sıva	0.025	0.13
Tesviye Şapı	0.03	1.4
Yalıtım malzemesi	0.05	0.04
Kat betonu	0.16	2.1
Sıva	0.015	1.4
$1/\alpha_i=0.17$	$1/\alpha_d=0.17$	

$$1/U = 1/\alpha_i + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + \delta_5/\lambda_5 + 1/\alpha_d$$

$$1/U = 0,17 + 0,192 + 0,021 + 1,25 + 0,071 + 0,010 + 0,17$$

$$1/U = 3,84$$

$$U_{bt} = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### 3.7.3. Binanın Isı Kaybı Hesabının Yapılması

#### ➤ Isı Kaybı Hesabı

Tablo doldurulduktan sonra her oda için gerçekleşen ısı kaybı hesaplanır.

Z01	Y. Odası	692.40 W	101	Y.Odası	802,72 W
Z02	Mutfak	516.89 W	102	Mutfak	248.66 W
Z03	Y.Odası	283.35 W	103	Y.odası	318.47 W
Z04	O.Odası	674.69 W	104	O.Odası	725.86 W
Z05	Salon	361.94 W	105	Salon	321.44 W
Z06	Banyo	343,12 W	106	Banyo	183,42 W
Z07	Hol	67.12 W	107	Hol	88.62 W
Z08	Merdiven	239.92 W	108	Merdiven	250.36 W





## ISI KAYBI HESABI

Yapı bileşeni					Alan Hesabı			Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				Toplam Isı Kaybı		
İşaret	Yön	Kalınlık	uzunluk	Yükseklik	Toplam alan	Miktar	Çıkarılan alan	Hesaba giren alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat yüksekliği	Yön	Toplam	W		
		cm	m	m	m <sup>2</sup>	Ad	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	K	W	%	%	%	1+%	W		
<b>Z06 BANYO 24°C</b>																		
DD	K	20	1,9	2,8	5,32	1		5,32	0,18	29	27,770							
ID1	-	20	2,5	2,8	7	1		7	2,08	4	58,240							
İK	-	-	0,8	2,1	1,68	1		1,68	3	8	40,320							
ID2	-	20	1,9	2,8	5,32	1	1,68	3,64	2,08	8	60,570							
ID3	-	20	2,5	2,8	7	1		7	2,08	8	116,480							
DÖ	-	-	1,9	2,5	4,75	1		4,75	0,26	14	17,290							
Toplam											320,670	7		1,07	343,12			
<b>Z07 HOL 20°C</b>																		
İK	K	-	0,9	2,2	1,98	1		1,98	3	8	47,520							
DÖ	-	-	6,5	1,5	9,75	1		9,75	0,26	6	15,210							
Toplam											62,730	7		1,07	67,121			
															Qh = Qi =	67,121		
<b>Z08 MERDİVEN 10°C</b>																		
DK	B	-	1,2	2,3	2,76	1	-->	2,76	2,8	21	162,288							
DD1	K	30	1,5	2,8	4,2	1	-->	4,2	0,05	21	4,410							
DD2	-	20	7	2,8	19,6	1	6,96	12,64	0,18	21	47,779							
DÖ	-	-	2,5	2,5	6,25	1		6,25	0,26	6	9,750							
Toplam											224,227	7		1,07	239,92			
								$Q_s = 1,5.2.(1,2+2,3)0,9.0,675 =$	133,95								$Q_h = Q_i + Q_s =$	373,88
<b>BİRİNCİ KAT</b>																		
<b>101 YATAK ODASI (20°C)</b>																		
Z01 NOLU YATAK ODASI DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											386,676							
TA	-	-	4	3,5	14	1		14	0,26	18	65,520							
Toplam											452,196	7		1,07	483,85			
								$Q_s = 2.2.(1,4+3,1)0,9.0,675.23 =$	221,5								$Q_h = Q_i + Q_s =$	802,72
<b>102 NOLU MUTFAK (20°C)</b>																		
Z02 NOLU MUTFAKLA DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											190,790							
TA	-	-	2	5	10	1		10	0,26	16	41,600							
Toplam											232,390	7		1,07	248,66			
								$Q_s = 2(2(0,9+2,2)+4.1,4)0,9.0,675.21 =$	307,07								$Q_h = Q_i + Q_s =$	248,66
<b>103 NOLU YATAK ODASI (20°C)</b>																		
Z03 NOLU YATAK ODASIYLA DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											143,244							
TA	-	-	4	3	12	1		12	0,26	16	49,920							
Toplam											193,164	7		1,07	206,69			
								$Q_s = 2.2.(0,8+1,2)0,9.0,675.23 =$	111,78								$Q_h = Q_i + Q_s =$	318,47
<b>104 NOLU OTURMA ODASI (20°C)</b>																		
Z04 NOLU OTURMA ODASIYLA DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											323,582							
TA	-	-	4	5	20	1		20	0,26	16	83,200							
Toplam											406,782	7		1,07	435,26			
								$Q_s = 2.2.(0,8+1,2)0,9.0,675.25.1,2 =$	291,6								$Q_h = Q_i + Q_s =$	726,86

ISI KAYBI HESABI																		
Yapı bileşeni					Alan Hesabı				Isı Kaybı Hesabı				Zamlar			Toplam Isı Kaybı		
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik	Toplam alan	Miktar	Çıkarılan alan	Hesaba giren alan	Isı İletim Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	İşletme	Kat yüksekliği	Yön	Toplam			
		cm	m	m	m <sup>2</sup>	Ad	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	K	W	%	%	%	1+%	W		
<b>105 NOLU SALON (20°C)</b>																		
Z05 NOLU SALONLA DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											186,859							
TA	-	-	5	4	20	1	1,8	18,2	0,26	16	75,712							
										Toplam	186,859	7			1,07	199,94		
Q <sub>s</sub> = 2.2.(0,8+1,2)0,9.0,675.25.1=											121,5						Qh = Qi + Qs =	321,44
<b>106 NOLU BANYO (24°C)</b>																		
Z05 NOLU BANYOYLA DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI																		
TA	-	-	1,9	2,5	4,75	1		4,75	0,26	20	24,700							
										Toplam	24,700	7			1,07	26,429		
																	Qh = Qi =	183,42
<b>107 NOLU HOL (18°C)</b>																		
Z08 NOLU HOL İLE DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											47,520							
TA	-	-	6,5	1,5	9,75	1		9,75	0,26	14	35,490							
										Toplam	83,010	7			1,07	88,821		
																	Qh = Qi =	88,821
<b>108 NOLU MERDİVEN (10°C)</b>																		
Z09 NOLU MERDİVEN İLE DÖŞEME KAYBI HARIÇ AYNI											214,477							
TA	-	-	2,5	5	12,5	1		12,5	0,26	6	19,500							
										Toplam	233,977	7			1,07	250,36		
																	Qh = Qi =	250,36

### 3.7.4. Radyatör Donanımı ve Seçimin Yapılması

Gereken radyatör miktarı = (hesap edilen ısı kaybı/radyatör birim verimi)\* düzeltme katsayısı formülü yardımı ile firma kataloglarından 10-P300, 10-P400, 10-P500, 10-P750 ve BP 4/15 radyatörleri odalar için seçilir.

RADYATÖR ve DONANIMI SEÇİMİ ÇİZELGESİ																				
Odanın					Radyatörlerin							Donanımın								
No	Adı	Sıcaklık	Hacim	Isı kaybı	B.Verimi	Yüzey	Verimi	Cinsi					Grup	Konsol	Kıvrak	Musluk			Rekor	
								10-P-300	10-P-400	10-P-500	10-P-750	BP-4/15				1/2"	3/4"	1"		1/2"
		K	m3	W	W/m2	m2	W													
<b>ZEMİN KAT</b>																				
Z01	Y. Odası	20	-	696,40	1058		1058				1		1	2	1	2			2	
Z02	Mutfak	20	-	516,89	625		625		1				1	2	1	2			2	
Z03	Y. Odası	20	-	283,35	575		460		0,8				1	2	1	2			2	
Z04	O. Odası	20	-	674,69	725		1015			1,4			2	4	1	2			2	
Z05	Salon	20		361,94	575		632,5		1,1				1	2	1	2			2	
Z06	Banyo	24		343,117	343		343					1	1	2	1	2			2	
Z07	Hol	20		67,1211	504		302,4	0,6					1	2	1	2			2	
Z08	Merdiven	10		373,876	588		470,4	0,8					1	2	1	2			2	
<b>BİRİNCİ KAT</b>																				
101	Y. Odası	20		802,723	1058		1058					1	1	2	1	2			2	
102	Mutfak	20		248,657	504		302,4	0,6					1	2	1	2			2	
103	Y. Odası	20		318,465	600		540		0,9				1	2	1	2			2	
104	O. Odası	20		726,857	725		1087,5			1,5			2	4	1	2			2	
105	Salon	20		321,439	575		517,5		0,9				1	2	1	2			2	
106	Banyo	24		183,42	343		205,8					0,6	1	2	1	2			2	
107	Hol	20		88,8207	504		302,4	0,6					1	2	1	2			2	
108	Merdiven	10		250,356	588		352,8	0,6					1	2	1	2			2	





BORU ÇAPI HESABI																
Parçalar	Isı Miktarı	Boru Parçası uzunluğu	Takribi Boru Çapına Göre						Değiştirilmiş Boru Çapına Göre						Fark	
			d	W	R	LR	$\Sigma \zeta$	Z	d	W	R	LR	$\Sigma \zeta$	Z	LR	Z
No	Watt	m		m/s	Pa/m	Pa		Pa		m/s	Pa/m	Pa		Pa	Pa	Pa
1	9253	2,2	3/4"	0,32	78,4	172,5	10,9	549								
2	3868	5,2	1/2"	0,24	63,7	331,2	7	196,1								
3	824	6,78	1/2"	0,13	21,5	145,8	5,5	45								
4	353	3,95	1/2"	0,13	21,5	84,93	10	81,4								
5	353	3,95	1/2"	0,13	21,5	84,93	10	81,4								
6	824	6,78	1/2"	0,13	21,5	145,8	6	50								
7	3868	5,2	1/2"	0,24	63,7	331,2	3,5	87,5								
8	9253	3,7	3/4"	0,32	78,4	290,1	9,2	455								
						461,4		1545,4								
							P1=	2006,8								
9	3044	4,7	1/2"	0,2	44,13	207,4	5,5	107,1								
10	1361	3,95	1/2"	0,13	21,8	86,11	11	90,2								
11	1361	3,95	1/2"	0,13	21,8	86,11	11	90,2								
12	3044	4,7	1/2"	0,2	44,1	207,3	5,5	107,1								
						1249		394,6								
							P2=	1644								
P1<<P2 OLDUĞUNDAN BORU ÇAPLARI UYGUNDUR.																

### ➤ Boru çapı hesabı

Bu kritik hat üzerinde kazandan başlanarak borular numaralandırılır. Boru çapları taşıdıkları ısı yük göz önünde bulundurularak , basınç kaybı tablolarından belirlenir, hız ve basınç kaybı değerleri boru çapı tablosuna yazılır.

Kişi değerleri tablosu çizilen kolon şeması ve kat planlarına göre doldurulur ve toplam kişi değerleri elde edilir. Kişi değerleri ve boru içindeki suyun hız değerleri yardımıyla boruların özel dirençleri (Z) tablosundan Z değerleri alınır ve boru çapı hesabı tablosuna girilir.

2-7-9-10-11-12 nolu borulardaki basınç kaybı 3-4-5-6 nu' lu borulardaki basınç kayıpları ile karşılaştırılır. P1>>P2 çıktığından boru çaplarının düzeltmeye ihtiyacı olmadığına karar verilir.

### ➤ Dolaşım pompası hesabı

Bir pompanın belirlenmesi için gerekli olan basma yüksekliği ve debi şartı burada da geçerlidir

Basma yüksekliği olarak kritik hattaki toplam basınç kaybı mSS

Debi için ise;

$V_p = 3,6 \cdot 9278 / 4,186 \cdot 1000 \cdot 20 = 0,39 \text{ m}^3 / \text{h}$  bulunur.

Firma kataloglarından basma yüksekliği ve debiyi karşılayacak pompa seçimi yapılır.

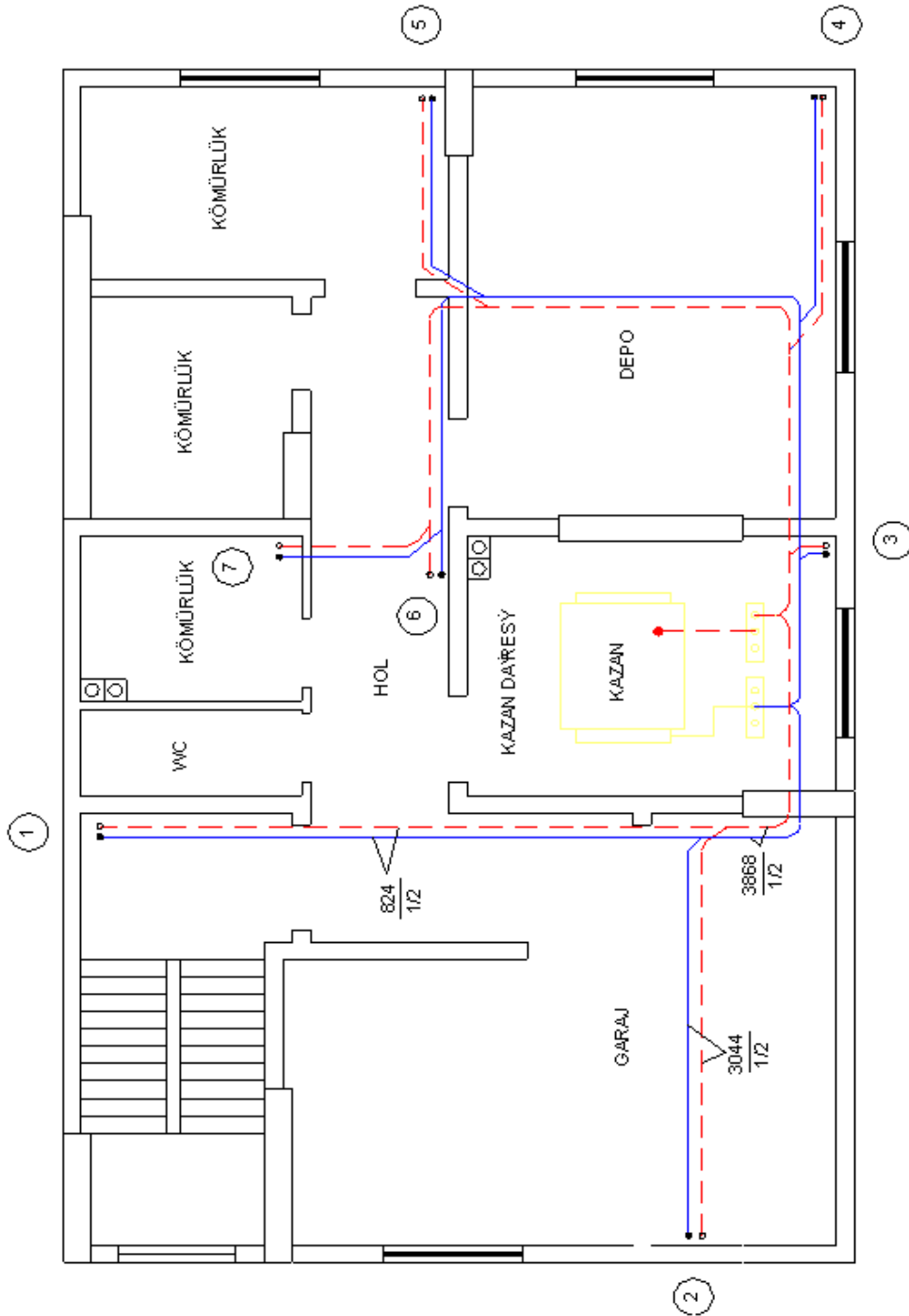
### **3.7.7. Projenin izilmesi**

#### **➤ Kat planı ve kolon şeması çizimleri**

Mimari projeden yararlanılarak kat planı çizilir ve gerekli radyatörler odaların ısı kaçıran bölümleri göz önünde bulundurularak yerleştirilir ve kolonların yerleri belirlenir.

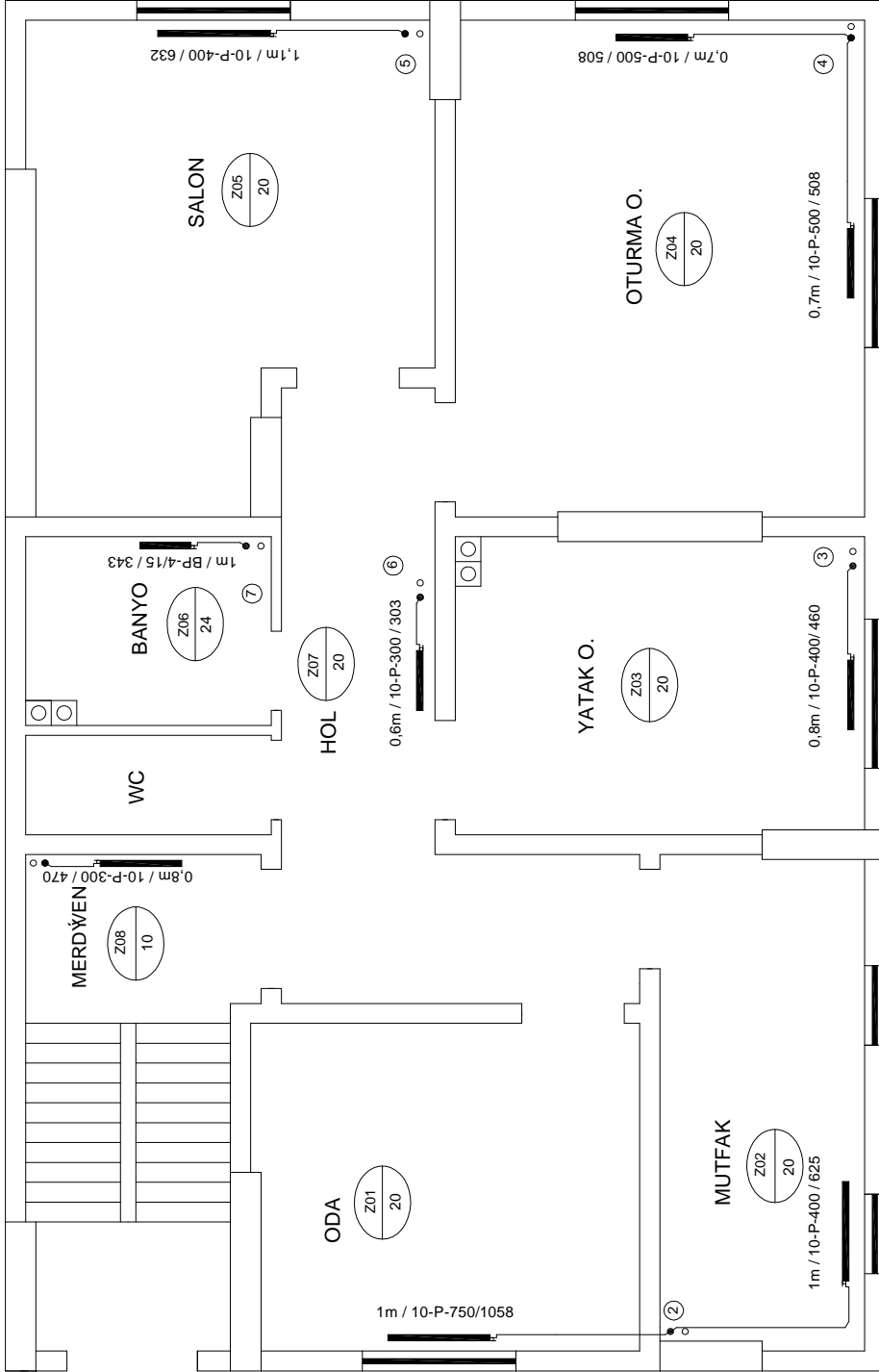
Kazan dairesinden ana dağıtım boruları kolonlara göre uygun biçimde yerleştirilir.

Boru uzunlukları çizilen planlardan ölçülerek kazana yatay ve düşeyde en uzak olan radyatör belirlenir. Bu radyatörün kolonundan başlamak üzere kolon şeması çizilir.



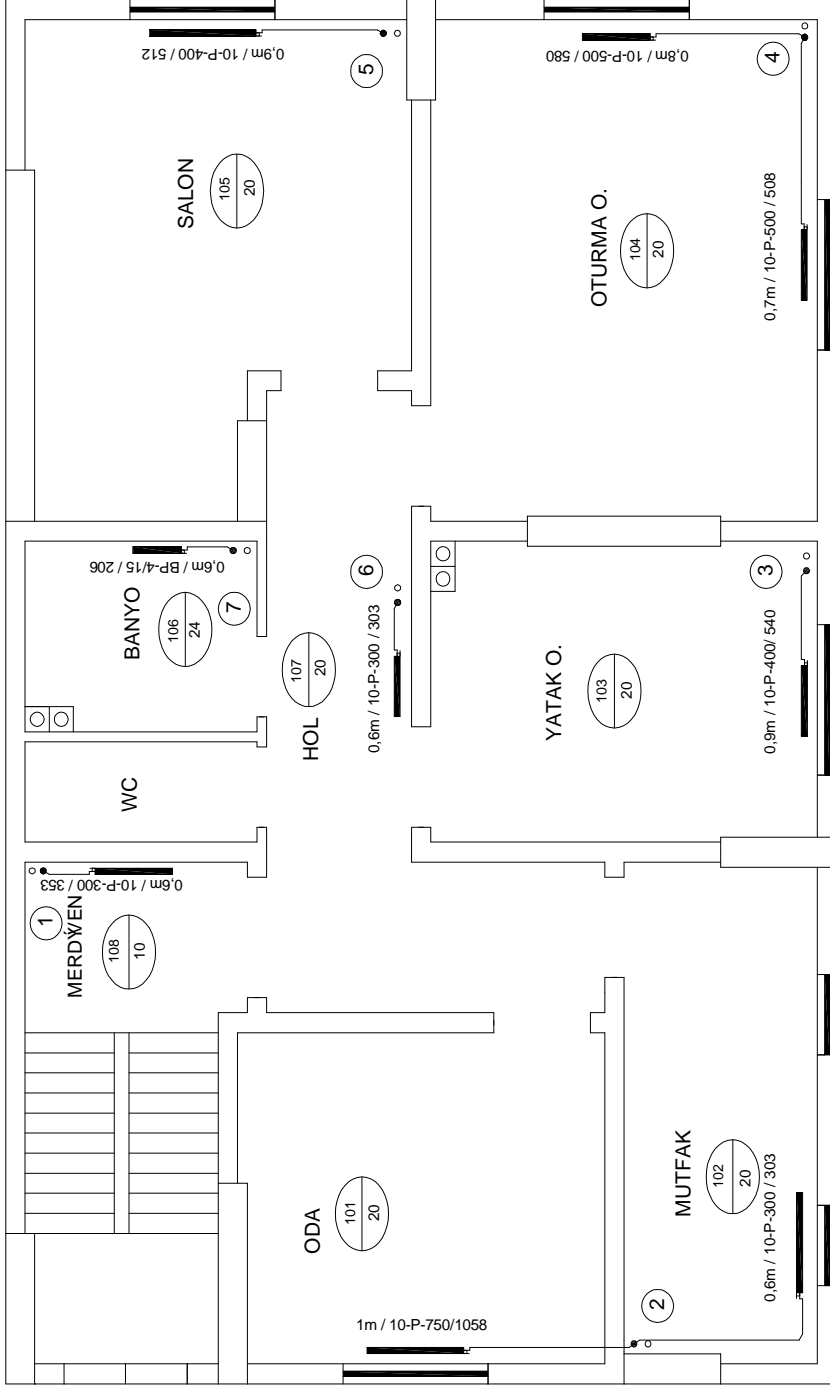
Şekil 3.2: Bodrum kat planı (kazan dairesi)

BODRUM KAT PLANI ÖLÇEK : 1/50



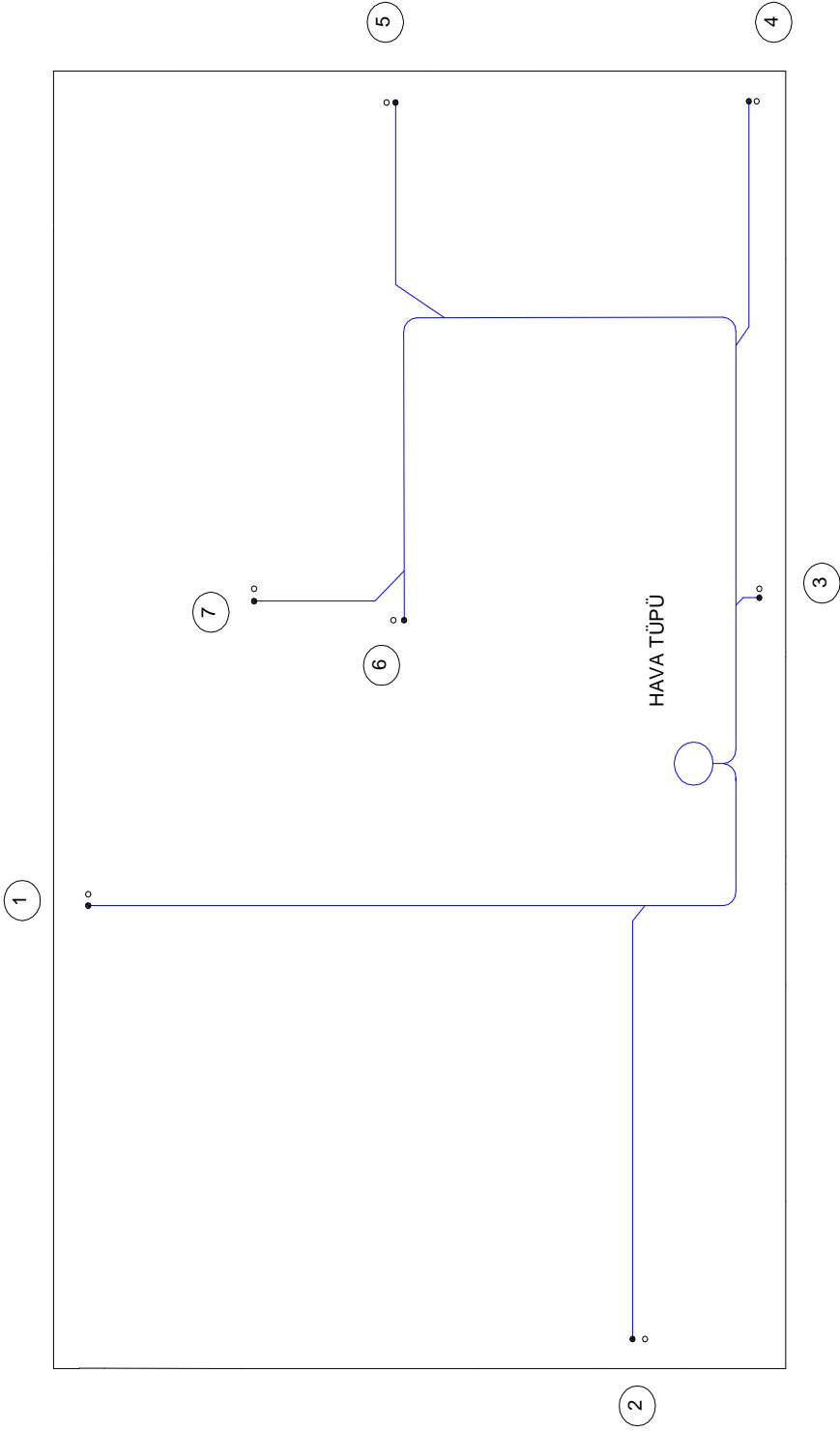
## ZEMİN KAT PLANI ÖLÇEK : 1/50

Şekil 3.3: Zemin kat planı



## 1. KAT PLANI ÖLÇEK :1/50

Şekil 3.4: 1. kat planı



Şekil 3.5: Çatı kat planı

ÇATI PLANI ÖLÇEK :1/50





## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamakları	Öneriler
➤ Isı kaybı hesabı yapılacak mahalli çizilen mimari proje üzerinden inceleyiniz.	➤ Isı kaybı hesaplamalarına çizilen mimari proje üzerinden analiz yapılarak başlanır.
➤ Isı kaybı hesaplamalarına başlamadan önce yararlanılacak tablolar temin ediniz.	➤ Isı kaybı hesaplamalarında ısıtılacak hacimlerin sıcaklıklarını gösteren iç hava ve dış hava sıcaklık tabloları, yapı elemanlarının ısı iletkenlik katsayıları tablosu, yön artırımı tabloları, radyatör ısı güçlerini gösteren tablolardan faydalanılmalıdır.
➤ Isı kaybı hesabı yapılacak mahallin konumunu inceleyiniz.	➤ Isı kaybı hesaplamalarında hesabı yapılacak mahallin konumu önemlidir.
➤ Isıtılacak olan mahallin ısı kaybını hesaplayınız.	➤ Projede belirtilen her mahallin ayrı ayrı ısı kayıpları hesaplanmalıdır. Hesaplamalarda pencerelerden, kapılardan, duvarlardan, tavandan ve döşemeden kaybolan ısılar hesap edilir.
➤ Isıtıcı yüzey alanlarının hesabını yapınız.	➤ Isıtıcı yüzey alanlarını mahal için gerekli olan ısı miktarına göre tablolardan tespit ederiz.
➤ Boru çaplarının hesabını yapınız.	➤ Boru çapları her kolonun taşıyacağı ısı miktarlarına göre hesap edilmeli ve ısı yüküne göre tablodan boru çapı tespit edilmelidir.
➤ Kazan kapasitesini ve hesabını yapınız.	➤ Kazan kapasitesi hesaplanırken toplam ısı ihtiyacını karşılayacak olan kazan, seçilen ısıtıcıların verdiği ısı toplamından bulunmalıdır.
➤ Sirkülasyon pompa hesabını yapınız.	➤ Sirkülasyon pompa seçimi kritik devre hesabına göre tayin edilmelidir.
➤ Genleşme deposu hesabını yapınız.	➤ Sistemde genleşen suyun 2/3'ü oranında genleşme deposu hacmi seçilmelidir.
➤ Komple maliyet hesabını yapınız.	➤ Kullanılan malzemelerin birim fiyatlarına göre bir maliyet hesabı çıkartılır.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyette kazanmış olduğunuz bilgileri aşağıda verilen soruları cevaplandırarak değerlendiriniz.

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

1. ( ) Zamsız ısı kaybı  $Q = A.U.\Delta t$  formülü ile hesap edilir.
2. ( ) Toplam ısı geçiş katsayısı  $-U$ - harfi ile gösterilir ve birimi  $W/m^2h^{\circ}K$ 'dir.
3. ( ) Her yapı bileşeninin ısı iletim katsayısı birbirinin aynısıdır.
4. ( ) Isı kaybı dıştan içe doğru olur.
5. ( ) Bir binada genel olarak ısı kayıpları, dış duvarlardan, pencerelerden, kapılardan, tavandan ve döşemelerden olur.
6. ( ) Isı kayıplarını bulmadan odalara konacak radyatör ölçülerini bilemeyiz.

Aşağıda boş bırakılan yerleri doldurunuz.

7. Kazan seçimi, radyatör seçimi, genleşme deposu hacmi.....hesaplarına göre tayin edilir.
8. Bir binada ısı kaybı taşınım, .....ve hava sızıntısı yoluyla olur.
9. Pompa seçiminde kazandan yatayda en uzak ve düşeyde en yüksekte bulunan radyatöre giden boru hattına.....devre adı verilir.
10. Isı kaybı çizelgesi .....sütundan oluşmaktadır.

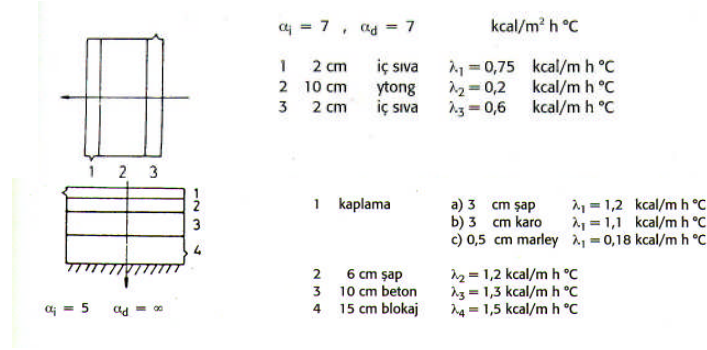
## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda size bir dairenin iç duvarı ile toprak temaslı döşeme kesitleri verilmiştir. Bunların toplam ısıgeçirme katsayılarını (U) bulunuz. Bu faaliyeti gerçekleştirirken uyguladığınız her işlem sırası için kontrol listesinde işaretleme yapınız.



Bir arkadaşınızla birlikte yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1.	<b>İç duvarın toplam ısı geçirme katsayısını "K" bulma</b>		
	Verilen dış duvarı incelediniz mi?		
	İç ve dış duvar ısı taşınım katsayılarına dikkat ettiniz mi?		
	Dış sıva, gaz beton ve iç sıva ısı iletim katsayılarını hesaba kattınız mı?		
	Dış sıva, gaz beton ve iç sıva kalınlıklarını dikkate aldınız mı?		
	Cm olarak verilen kalınlıkları metreye çevirdiniz mi?		
	Toplam ısı geçirme katsayısı formülünü uyguladınız mı?		
2.	<b>Döşemenin toplam ısı geçirme katsayısını "K" bulma</b>		
	Verilen döşemeyi incelediniz mi?		
	Isı taşınım katsayılarını tablodan doğru aldınız mı?		
	Karo mozaik, tesviye betonu, curuf, betonarme ve iç sıva ısı iletim katsayılarını formülde yerine koydunuz mu?		
	Yapı bileşenlerinin kalınlıklarını dikkate aldınız mı?		
	Cm olarak verilen yapı bileşenleri kalınlıklarını metreye çevirdiniz mi?		
Bütün verileri kullanarak toplam ısı geçirme katsayısı formülünü uyguladınız mı?			
3.	<b>Verimli çalışma</b>		
	Yaptığınız işlemleri kontrol ettiniz mi?		
	İşlemleri doğru yaptınız mı?		
	Verilen değerleri yerlerine koydunuz mu?		
	Hesaplamaları verilen sürede yapabildiniz mi?		

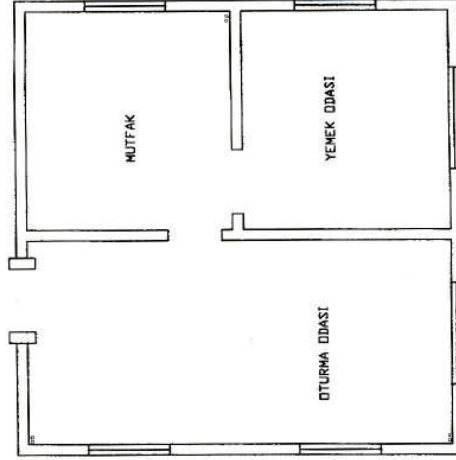
## **DEĞERLENDİRME**

Yaptığınız değerlendirme sonunda, hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

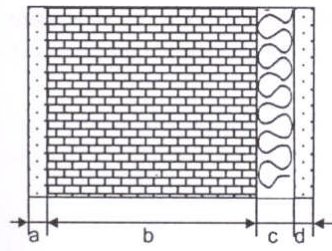
# MODÜL DEĞERLENDİRME

- Aşağıda size boş bir dairenin planı verilmiştir. Bu planda gerekli olan yerlere radyatörleri yerleştiriniz. Teknik ve kurallara uygun olarak bu mahalde belirtilmesi gerekli değerleri üzerinde belirtiniz.

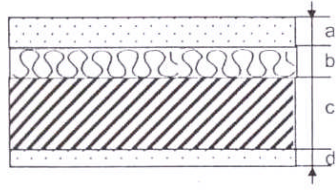


## Araç ve Gereçler

- Uygun çizim ortamı
  - A4 aydınır resim kâğıdı
  - Rapido kalem
  - Kurşun kalem
  - 45° ve 60° lik gönye
  - Yazı şablonu
  - Silgi
  - İzole bant (resim kâğıdını masaya sabitlemek için)
  - T cetveli
  - Pergel
- Yukarıda verilen planın duvar yapı bileşenleri ile döşeme yapı bileşenlerinin detayları aşağıda verilmiştir. Buna göre duvarın ve döşemenin ısı geçirme katsayılarını “U” bulunuz.



	Malzeme Cinsi	Kalınlık d (m)	Isı iletkenlik hesap değeri, $\lambda_n$ (W/m K)
a	İç Sıva	0.02	0.870
b	Yatay Delikli Tuğla	0.19	0.450
c	Ekstrude Polistiren Isı Yalıtım Levhası	0.04	0.031
d	Dış Sıva	0.03	1.400



Malzeme Cinsi	Kalınlık d (m)	Isı iletkenlik hesap değeri $\lambda_h$ (W/m K)
a İç Sıva	0.03	0.870
b Ekstrude Polistiren Isı Yalıtım Levhası	0.03	0.028
c Donatılı Beton	0.12	2.100
d Dış Sıva	0.02	1.400

Sıra No	GÖZLEMLENECEK DAVRANIŞLAR		E	v	e	t	H	a	y	ı	r
	İŞLEM BASAMAKLARI										
1.	<b>Resim kâğıdını çizim masasına uygun şekilde bağlama</b>										
	a. Çizim için uygun fiziki şartlar var mı?										
	b. Resim kâğıdınızı T cetveli yardımıyla ve deforme etmeden dört ucundan masanıza bağladınız mı?										
2.	<b>Çizim takımlarını kullanıma hazır bulundurma</b>										
	a. Çizim boyunca kullanacağınız tüm takımlar yanınızda mı?										
	b. Rapido kalemlerinizi kullanılır duruma getirdiniz mi?										
3.	<b>Verilen resmi ölçüsünde çizme</b>										
	a. Resmi kurşun kalemle çizmeye başladınız mı?										
	b. Cetvelleri etkin kullanabiliyor musunuz?										
	c. Çizim yaparken doğru ölçü aldığınızdan emin oldunuz mu?										
	d. Çizime önce mimari planı 1/50 ölçeğinde çizerek başladınız mı?										
	e. Radyatörleri mimari planı gözönüne alarak pencere önlerine yerleştirdiniz mi?										
	f. Yerleştirmeyi yaparken ölçülendirmeye dikkat ettiniz mi?										
	g. Radyatörlerin kolon bağlantılarını yaptınız mı ?										
	h. Mahal sıcaklık değerlerini ve ismini belirtiniz mi ?										
	ı. Verilen planın dış duvar detayını incelediniz mi ?										
	i. Isı taşınım katsayılarını doğru aldınız mı ?										
	j. Yapı bileşlerinin kalınlıklarını dikkate aldınız mı ?										
	k. Verilen kalınlıkları metreye çevirdiniz mi ?										
	l. Duvarın ısı geçirme “U” katsayısını buldunuz mu ?										
	m. Planda verilen döşemenin yapı bileşenlerini incelediniz mi?										
	n. Isı taşınım katsayılarını detay resminden aldınız mı?										
	o. Yapı bileşen kalınlıklarını formüle yerleştirdiniz mi?										
	ö. cm olarak verilen kalınlıkları metreye çevirdiniz mi?										
	p. Döşemenin toplam ısı geçirme “U” katsayısını buldunuz mu?										
	r. Kurşun kalemle çizdiğiniz resmi kontrol ettiniz mi?										
s. Rapido kalemi ile çizime geçtiniz mi?											
ş. Mimari planı 0,2 mm rapido kalemi ile çizdiniz mi?											

	t. Radyatörleri 0,5 mm rapido kalem ile çizdiniz mi?		
	u. Rapido kaleminizi dik tutacak şekilde kullanıyor musunuz?		
	ü. Resim üzerinde gerekli yazıları yazı şablonu ile yazdınız mı?		
	y. Resmin tamamen bittiğinden emin oldunuz mu?		
<b>4.</b>	<b>Resim kâğıdını dikkatlice çizim masasından ayırma</b>		
	Çizim bittikten sonra resim kâğıdınıza zarar vermeden çizim masasından ayırdınız mı?		
<b>5.</b>	<b>Tertipli ve düzenli çalışma</b>		
	a. Çalışırken yeteri kadar sabırlı ve dikkatli oldunuz mu?		
	b. Kullandığınız takımları düzgünce yerine koydunuz mu?		
	c. Çalıştığınız yeri temizlediniz mi?		
<b>6.</b>	<b>Verimli çalışma</b>		
	Yaptığınız çizimi verilen zamanda bitirebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda, hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.



## EK-1 Yapı, Malzeme Ve Bileşenlerinin Isı İletkenliği Hesap Değerleri Tabloları

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim, Hacim Ağırlığı kg/m <sup>3</sup>	Isı İletkenliği Hesap Değeri (λ <sub>h</sub> ) kcal/mh°C
<b>1</b>	<b>Doğal Taşlar</b>		
1.1	Gözeneksiz taşlar ( granit, bazalt, mermer vb.)	2600 - 3000	2,50
1.2	Gözenekli taşlar (Kumtaşı, gözenekli kalkerler, Bazalt lavı vb.)	1800 - 2600	2,00
1.3	Kum, Çakıllı kum (doğal nemli)	1800	1,20
1.4	Sıkı toprak (doğal nemli)	2000	1,80
<b>2</b>	<b>Kerpiç</b>		
2.1	Katıksız yada çimento veya az saman katkılı kerpiç	> 1700	0,80
2.2	Samanlı kerpiç	< 1700	0,60
2.3	Bağdadi üzerine samanlı kerpiç sıva.	< 1200	0,40
<b>3</b>	<b>Dökme Dolgu Malzemeleri (Hava kurusunda)</b>	—	0,40
3.1	Kum	1600	0,50
3.2	Çakıl, kırma taş (Mıcır)	1700	0,70
3.3	Bims Çakılı, Mıcırı	500	0,16
		800	0,20
3.4	Kömür Cürufu, yüksek fırın cürufu	800	0,20
		1000	0,24
3.5	Tuğla kırıkları (Mıcır)	1500	0,35
3.6	Doğal veya yapay olarak şişirilmiş anorganik asıllı diğer hafif agregalar	500	0,16
		400	0,12
		300	0,09
		200	0,075
		≦ 100	0,065
<b>4</b>	<b>Harç ve Betonlar (Sıva, şap, mozaik, beton vb.)</b>		
4.1	Kireç, çimentolu kireç harcı	1800 - 2000	0,75
4.2	Çimento harcı	2100 - 2200	1,20
4.3	Alçı veya kireçli alçı harcı	1400	0,60
		1000	0,40

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim, Hacim Ağırlığı kg/m <sup>3</sup>	Isı İletkenliği Hesap Değeri (λ <sub>1</sub> ) kcal/mh°C		
4.4	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	400	0,12		
		500	0,16		
		600	0,18		
		800	0,23		
		1000	0,28		
4.5	Beton ve hafif beton (Dersiz yapı bileşenleri ve büyük boyutlu plaklar)	1200	0,35		
		2200	1,20		
		2400	1,50		
		4.5.1	Çakıl veya Mıcır Betonu, Çakıl veya Mıcır Betonu, Demirli Beton	300	0,10
				400	0,12
500	0,16				
600	0,18				
800	0,23				
4.5.2	Normal veya hafif anorganik agregalardan yapılmış hafif veya gözenekli betonlar,	1000	0,28		
		1200	0,35		
		1400	0,45		
		1600	0,60		
		1800	0,80		
		2000	1,00		
		4.5.3	Kireç veya çimento ile imal edilmiş gaz veya köpük betonlar	400	0,10
				500	0,13
				600	0,16
				800	0,20
1800	0,35				
4.5.4	Asbestli çimento plakalar	1800	0,35		
4.5.5	Alçı Plaklar (Gözenekli veya yoğun)	600	0,25		
		700	0,28		
		800	0,32		
		900	0,35		
		1000	0,38		
		1200	0,46		
5	<b>Beton Bloklarda Duvar (12 mm ye kadar derz harcı dahil)</b>	(Birim Hacmi ağırlığı kullanılan betonun birim hacim ağırlığıdır.) ☆			
5.1	Normal agregalardan boşluklu beton bloklarla (Briket veya benzeri) duvar	Tek sıra delikli bloklarla duvar	~ 2000	0,95	
		Çift sıra delikli bloklarla duvar	~ 2000	0,85	
		Üç sıra delikli bloklarla duvar	~ 2000	0,75	
		5.2	Hafif agregalardan boşluklu beton bloklarla duvar	1000	0,50
1200	0,55				
1400	0,60				
5.2.1	Tek sıra delikli bloklarla duvar	1000	0,38		
		1200	0,42		
		1400	0,48		
5.2.2	Çift sıra delikli bloklarla duvar	1000	0,38		
		1200	0,42		
		1400	0,48		

Sıra No.	Malzeme ve Bileşenin Çeşidi	Birim, Hacim Ağırlığı kg/m <sup>3</sup>	Isı İletkenliği Hesap Değeri ( $\lambda_h$ ) kcal/mh°C
5.2.3	Üç sıra delikli bloklarla duvar	1400 1600	0,42 0,48
5.3	Hafif beton dolu bloklarla duvar (Hafif agregalı veya agregaları arası boşluklu betonlardan yapılmış)	400 500 600 800 1000 1200 1400 1600	0,22 0,25 0,28 0,33 0,38 0,45 0,55 0,65
5.4	Gaz veya köpük beton dolu bloklarla duvar (Devz kalınlığı en çok 3 mm olan ve özel yapıştırıcılarla yapıştırılarak örülen duvarlar için 4.5.3 deki değerler geçerlidir)	400 ☆ 500 600 800	0,17 0,19 0,22 0,26
6	<b>Tuğla duvarlar</b>		
6.1	Dolu tuğla duvar	1800	0,68
6.2	Delikli tuğla duvar	1000 1200 1400 1600	0,40 0,45 0,52 0,60
7	<b>Seramik Plaklar</b>		
7.1	Karo fayans-Karo seramik	1700 - 2000	0,90
8	<b>Cam</b>	2500	0,70
9	<b>Metaller</b>		
9.1	Dökme demir, çelik	7850	50
9.2	Bakır	8900	330
9.3	Bronz	8500	55
9.4	Alüminyum	2700	175
9.5	Pirinç	8500	95
9.6	Kurşun	11400	30
9.7	Çinko	7200	95
10	<b>Ahşap</b>		
10.1	Meşe	800	0,18
10.2	Gürgen, Dişbudak, Kayın	800	0,15
10.3	İğne yapraklı ağaçlar	600	0,12
10.4	Kontraplak	600	0,12
10.5	Ahşap lif ve yonga levhalar (sert)	600 800 1000	0,10 0,12 0,14
10.6	Ahşap lif ve yonga levhalar (yumuşak dokulu)	200 300	0,04 0,05

☆ Duvar yapısında kullanılan Gazbeton bloklarının kuru birim ağırlığıdır. Örgü harcı dahil değildir.

Sıra No.	Malzeme veya Bileşenin Çeşidi	Birim, Hacim Ağırlığı kg/m <sup>2</sup>	Isı İletkenliği Hesap Değeri (λ <sub>ii</sub> ) kcal/mh°C
11	<b>Sentetik malzemeden döşeme kaplamaları</b>		
11.1	Linolyum	1200	0,16
11.2	Plastik asıllı kaplamalar		0,18
11.3	Ahşap testere veya planye talaşı betonu	400 600 800 1000 1200	0,12 0,16 0,22 0,30 0,38
11.5	Çimento-çeltik kapçığı betonu	600 700	0,12 0,15
12	<b>Bitümlü Malzemeler</b>		
12.1	Asfalt	2100	0,60
12.2	Bitüm	1050	0,15
12.3	Bitümlü karton (Ruberoit)	1200	0,16
12.4	Bitümlü çeltik kapçığı	400 450	0,08 0,09
13	<b>Yalıtım için kullanılan diğer malzemeler<sup>1)</sup></b>		
13.1	Mineral liflerden Isı yalıtım malzemeleri (cam, taş, cüruf yünü, pamuğu gibi)	10 - 200	0,035
13.2	Bitkisel ve hayvansal liflerden ısı yalıtım malzemeleri (Kıtık, odun lifleri gibi)	15 - 200	0,04
13.3	Kamıştan hafif plakalar	150 - 200	0,05
13.4	Ahşap rende talaşı hafif hevhalar (Heraklit tipi) (Bağlayıcı çimento veya manyezi)		
	kalınlık 1,5 cm	570	0,12
	2,5 cm	460	0,08
	3,5 cm	415	0,08
	5,0 cm	390	0,07
	7,5 cm	375	0,07
	10,0 cm	360	0,07
13.5	Mantar levhalar	120 160 200 250 400	0,035 0,038 0,040 0,05 0,08
13.6	Plastik köpük, sünger levhalar	15 - 200	0,035
13.7	Saman	150	0,05
13.8	Testere ve planye talaşı	200	0,06



## EK-2- Yerleşim Yerlerine Göre Dış Sıcaklık Değerleri

Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
Acıpayam	-6	Ayancık	-3 R	Bozkurt	-3 R	Çukurca	-18
ADANA	0 R	Ayazı	-6 R	Bozova	-6 R	Çumra	-12
ADAPAZARI	-3 R	Ayaş	-12 R	Bozüyük	-9 R	Çüngüş	-9
Adilcevaz	-15	AYDIN	-3 R	Bucak	-9	Çıldır	-21
ADİYAMAN	-9	Ayvacık	-3 R	Bulancak	-3	Çınar	-6 R
Ağlasun	-9	Ayvalık	-3 R	Bulanık	-21	Daday	-12
Ağın	-15	Azdavay	-9	Buldan	-6	Darende	-15
AĞRI	-24	Babaeski	-9 R	BURDUR	-9	Datça	-3 R
AFYON	-12 R	Bafra	-3 R	Burhaniye	-3 R	Demirci	-6 R
Afşin	-15	Bahçe	-3	BURSA	-6 R	Demirköy	-9 R
Ahlat	-15	Bala	-12 R	Bünyan	-15	DENİZLİ	-6
Akçaabat	-3	BALIKESİR	-3 R	Ceyhan	0 R	Dereli	-6
Akçadağ	-12	Balyağ	-3 R	Cide	-3 R	Derik	-6 R
Akçakale	-6 R	Banaz	-9 R	Cihanbeyli	-12	Develi	-15
Akçakoca	-3 R	Bandırma	-6 R	Cizre	-6	Devrek	-9
Akdağ Madeni	-15	BARTIN	-3 R	Çal	-9	Devrekani	-12
Akhisar	-3 R	Başkale	-27	Çamardı	-15 R	Dicle	-9
Akkuş	-6	Başkil	-12	Çameli	-6	Digor	-27
AKSARAY	-15	BATMAN	-9	Çan	-3	Dikili	-3 R
Akseki	-9 R	Bayat	-15	ÇANAKKALE	-3 R	Dinar	-9
Akşehir	-12	BAYBURT	-15	Çankaya	-12 R	Divriği	-18
Alaca	-15	Bayhan	-12	ÇANKIRI	-15	Diyadin	-24
Alaçam	-3 R	Bayramiç	-3 R	Çardak	-9	DIYARBAKIR	-9 R
Alanya	+3 R	Bayındır	-3	Çarşamba	-3 R	Doğanhisar	-12
Alaşehir	-6	Bergama	-3 R	Çat	-21	Doğanşehir	-9
Almus	-12	Besni	-9	Çatak	-21	Doğubeyazıt	-27
Altınözü	0 R	Beşiri	-9	Çatalca	-6 R	Dört Yol	+3 R
Altıntaş	-12	Beykoz	-3 R	Çatalzeytin	-3 R	Durağan	-9
Aluçra	-12	Beykoz	-3 R	Çay	-12	Dursunbey	-9 R
AMASYA	-12	Beykoz	-3 R	Çaycuma	-6 R	Düzce	-9 R
Anamur	+3	Beyşehir	-12	Çayeli	-3	Eceabat	3 R
Andırın	-9	Biga	-3 R	Çaykara	-9	EDİRNE	-9
ANKARA	-12 R	Bigadiç	-6 R	Çayıralan	-15	Edremit	-3 R
ANTAKYA	0 R	BİLECİK	-9 R	Çayırli	-18	Eğirdir	-9
ANTALYA	+3 R	BİNGÖL	-18 R	Çekerek	-15	Efnani	-12
Araban	-9	Birecik	-6 R	Çelikhan	-9	ELAZIĞ	-12
Araç	-15	Bismil	-9	Çemişkezek	-15	Elbistan	-12
Araçlı	-3	BITLİS	-15	Çerkezköy	-9 R	Eleşkirt	-24
Arapçay	-27	Boğazlıyan	-15	Çerkeş	-15	Elmalı	-9
Arapkir	-15	Bodrum	+3 R	Çermik	-9 R	Emet	-9 R
Ardahan	-21	BOLU	-15	Çeşme	0	Emirdağ	-12
Ardanuç	-9	Bolvadin	-12	Çiçekdağ	-15	Enez	-9 R
Ardeşene	-3	Bor	-15 R	Çifteler	-12 R	Erbaa	-12
Arguvan	-12	Borçka	-3	Çine	-3 R	Erciş	-15
Arhavi	-3	Bornova	0 R	Çivril	-9	Erdek	-6 R
Artova	-12	Boyabat	-9	Çorlu	-9 R	Erdemli	+3
ARTVIN	-9	Bozcaada	-15	Çoruh	-9	Ereğli(Karadeniz)	-3 R
Aşkale	-21	Bozdoğan	+3 R	ÇORUM	-15	Ereğli (Konya)	-15
Avanoz	-15	Bozkor	-9	Çubuk	-12 R	Ergani	-9

Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
Ermenek	-9	GÜMÜŞHANE	-12	Kadıköy	-3 R	Kızıltepe	-6
Eruh	-6	Gündoğmuş	-3 R	Kadınhan	-12	Kiğı	-18
ERZINCAN	-18	Güney	-6	Kağızman	-24	Kilis	-6
ERZURUM	-21	Gürpınar	-18	Kadirli	-3 R	Kiraz	-3
Eskipazar	-15	Gürün	-15	KAHRAMANMARAŞ	-9	Koçanlı	-3 R
ESKİŞEHİR	-12	Hacıbektaş	-12	Kahta	9 R	KONYA	-12
Espiye	-3	Hadım	-9	Kalecik	-12	Korkuteli	-9
Ezine	-3 R	Hafik	-18	Kaman	-12	Köyceğiz	-3 R
Eşine	-6	HAKKARI	-24	Kandıra	-3 R	Koyulhisar	-12
Fatsa	-3 R	Halfeti	-9 R	Kangal	-18	Kozaklı	-15
Feke	-9	Hamur	-24	Karabük	-12	Kozan	-3 R
Felahiye	-15	Hanak	-21	Karaburun	-3	Kozluk	-12
Fethiye	-3	Hani	-12	Karacabey	-6 R	Kula	-6
Fındıklı	-3	Hassa	-3 R	Karacasu	-3	Kulp	-15
Finike	+3 R	Havsa	-9 R	Karahallı	-9 R	Kumluca	0
Foça	0	Havza	-9	Karaisalı	-3 R	Kuşadası	0 R
Gazipaşa	-3 R	Haymana	-12 R	Karakoçan	-18	Kurtalan	-9
GAZİANTEP	-9	Hayrabolu	-9 R	KARAMAN	-12	Kurucaşile	-3 R
Gebze	-3 R	Hazro	-12	Karamürsel	-3 R	Kurşunlu	-15
Gediz	-9 R	Hekimhan	-15	Karapınar	-12	Kuyucuk	-3
Gelendost	-12	Hendek	-6 R	Karasu	-3 R	Küre	-6 R
Gelibolu	-3 R	Hilvan	-6 R	Karataş	+3 R	KÜTAHYA	-12
Gemerek	-15	Hizan	-18	Karayazı	-24	Ladik	-9
Gemlik	-3 R	Hopa	-3	Kargı	-12	Lalapaşa	-9 R
Genç	-15	Horasan	-27	Karlıova	-21	Lapseki	-3 R
Gerçüş	-6	Hozat	-18	KARS	-27	Lice	-15
Gerede	-15	Hınz	-21	Kartal	-3 R	Lüleburgaz	-9 R
Gerger	-9	İÇDIR	-18	KASTAMONU	-12	Maçka	-3
Germencik	-3 R	İlgaz	-15	Kavak	-6	Mağara	-15
Gerze	-3 R	İlgın	-12	KAYSERİ	-15	Maden	-9
Gevaş	-15	ISPARTA	-9	Kaş	+3 R	Mahmudiye	-12 R
Geyve	-6 R	İdil	-6	Keban	-12	MALATYA	-12
GİRESUN	-3	İkizdere	-9	Keçiborlu	-9	Malazgirt	-21
Göksun	-12	İliç	-18	Keles	-3 R	Malkara	-6 R
Gölbaşı	-9	İmranlı	-18	Kelkit	-15	Manavgat	-3 R
Gölcük	-3 R	İmroz	-3 R	Kemah	-18	Manyas	-6 R
Göle	-21	İncesu	-15	Kemaliye	-18	MANISA	-3 R
Gölhisar	-9	İnebolu	-3 R	Kemalpaşa	-3	MARDİN	-6
Gölköy	-6	İnegöl	-9 R	Kesput	-6 R	Marmaris	+3 R
Gölpazarı	-6	İpsala	-9 R	Keskin	-12	Mazgıt	-18
Gönen	-6 R	İskenderun	+3	Keşan	-6 R	Mazıdağı	-6
Gönülcek	-15	İskilip	-15	Keşap	-3	Mecitözü	-15
Gördes	-6 R	İslahiye	-3	Kıbrısçık	-12	Menemen	0 R
Görece	-3	İspir	-18	Kınık	-3 R	Mengen	-15
Göynük	-9 R	İSTANBUL	-3 R	Kırıkhan	0 R	Meriç	-9 R
Güdül	-12 R	İvrindi	-3 R	KIRIKKALE	-12	MERSİN	+3
Gülnar	-3	İZMİR	0	Kırkağaç	-3	Merzifon	-12
Gülşehir	-15	İZMİT	-3 R	KIRŞEHİR	-12	Mesudiye	-12
Gümüşhacıköy	-12	İznik	-3 R	Kızılcahamam	-12	Midyat	-6



Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C	Merkez	Sıcaklık °C
Mihalıççık	-12 R	Pazar	-3	Şefaattlı	-15	Uluborlu	-9
Milis	0	Pazarcık	-9	Şemdinli	-27	Uludere	-12
Mucur	-12	Pazaryeri	-9	Şereflikoçhisar	12	Ulukışla	-15
Mudanya	-3 R	Pehlivan köyü	-9 R	ŞIRNAK	-6	Ulus	-6 R
MUĞLA	-3 R	Perşembe	-3 R	Şile	-3 R	URFA	-6 R
Mudurnu	-9	Pertek	-12	Şiran	-15	Uzunköprü	-9 R
Muradiye	-18	Pervari	-15	Şirvan	-12	UŞAK	-9 R
Muratlı	-6 R	Pınarbaşı	-15	Şuhut	-12 R	Ünye	-3 R
M.Kemalpaşa	-6 R	Polatlı	-12 R	Tarsus	0	Ürgüp	-15
Mut	-9	Posof	-15	Taşköprü	-12	Urla	0
Mutki	-15	Pozantı	-9	Taşlıçay	-24	Üsküdar	-3 R
MUŞ	-18	Pülümür	-16	Taşova	-12	Vakfıkebir	-3
Nallıhan	-12 R	Pütürge	-9	Tatvan	-15	VAN	-15
Narman	-24	Refahiye	-18	Tavas	-3	Varto	-21
Nazilli	-3	Reşadiye	-12	Tavşanlı	-9 R	Vezirköprü	-9
Nazimiye	-18	Reyhanlı	-3 R	Tefenni	-9	Viranşehir	-6 R
NEVŞEHİR	-15	RİZE	-3	TEKİRDAĞ	-6 R	Vize	-6 R
NIĞDE	-15 R	Safranbolu	-12	Tekmen	-21	Yahyalı	-15
Niksar	-12	Saimbeyli	-12	Tercan	-21	YALOVA	-3 R
Nizip	-6 R	Salihli	-3	Terme	-3 R	Yalvaç	-12
Nusaybin	-6 R	Samandağ	+3 R	Tire	-3 R	Yapraklı	-15
Oğuzeli	-9	SAMSUN	-3 R	Tirebolu	-3	Yatağan	-3 R
Of	-3	Sandıklı	-12	TOKAT	-15	Yavuzeli	-9
Oltu	-24	Sapanca	-3 R	Tomarza	-15	Yayladağı	0 R
Olur	-18	Sultanhisar	-3	Tonya	-3	Yenice	-3 R
ORDU	-3	Suluova	-12	Torbalı	0 R	Yenişehir	-6 R
Orhaneli	-6 R	Sungurlu	-15	Tortum	-21	Yeşilhisar	-15
Orhangazi	-3 R	Suruç	-6 R	Torul	-9	Yeşilova	-9
Ortaköy	-15	Susurluk	-6 R	Tosya	-15	Yeşilyurt	-12
Osmancık	-12	Suşehri	-15	Tozanlı	-12	Yerköy	-15
Osmaneli	-6 R	Sürmene	-3	TRABZON	-3	YOZGAT	-15
Osmanlı	-3 R	Sütçüler	-9	TUNCELI	-18	Yüksekova	-27
Ovacık	-18	Şabanözü	-15	Turgutlu	-3	Yunak	-12
Ödemiş	-3	Şankaya	-21	Turhal	-12	Yusufoğlu	-12
Ömerli	-6	Şarkikaraağaç	-12	Türkeli	-3 R	Yığılıca	-12
Özalp	-15	Şarköy	-3 R	Tutak	-22	Yıldızeli	-18
Palu	-15	Şarkışla	-18	Tuzluca	-18	Zara	-18
Pasinler	-24	Şavşat	-12	Ula	-3 R	Zile	-15
Patnos	-21	Şebinkarahisar	-12	Ulubey	-9	ZONGULDAK	-3 R

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1' İN CEVAP ANAHTARLARI

1.	D
2.	D
3.	Y
4.	D
5.	Y
6.	D
7.	Üstten dağıtılmalı üstten toplamalı
8.	Kapalı genişleme
9.	Radyatör pürjörü
10.	Kazan

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2' NİN CEVAP ANAHTARLARI

1.	D
2.	D
3.	D
4.	Y
5.	Y
6.	Y
7.	Düz - Kesik
8.	Emniyet
9.	Çatı
10.	Üstten-Altan

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3' ÜN CEVAP ANAHTARLARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	D
6	D
7	Isı kaybı
8	İletim
9	Kritik
10	17

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

Eksikliklerinizi faaliyete tekrar dönerek, araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayınız.

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- MMO, **Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları**, Yayın No:84  
Katalog ve dokümanları
- DEMİRDÖKÜM Teknik Yayın No:6, **Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı**, 1998.
- KARAKOÇ Hikmet Prof. Dr., T., **Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı**
- [www.akkaya.com.tr](http://www.akkaya.com.tr)
- [www.ampyazilim.com.tr](http://www.ampyazilim.com.tr)
- [www.anadoluisi.com.tr](http://www.anadoluisi.com.tr)
- <http://ari.cankaya.edu.tr>

## KAYNAKÇA

- **MMO, Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları**, Yayın No:84
- **DEMİRDÖKÜM Teknik Yayın No:6, Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı**, 1998.
- **DEMİRDÖKÜM, Isıtma tesisatı Kitabı**
- **TTMO, Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki**, Sayı:5.
- **KARAKOÇ Hikmet Prof. Dr., T., Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı**
- [www.akkaya.com.tr](http://www.akkaya.com.tr)
- [www.ampyazilim.com.tr](http://www.ampyazilim.com.tr)
- [www.anadoluisi.com.tr](http://www.anadoluisi.com.tr)
- <http://ari.cankaya.edu.tr>