

T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



DUVARDAN ISITMA UYGULANAN
BİR OFİSİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEREN YILDIRIM

İSTANBUL, 2022

T.C.
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



DUVARDAN ISITMA UYGULANAN
BİR OFİSİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CEREN YILDIRIM

İSTANBUL, 2022

KABUL VE ONAY

CEREN YILDIRIM tarafından hazırlanan “Duvardan Isıtma Uygulanan Bir Ofisin İncelenmesi” adlı tez çalışmasının savunma tarihi 03.12.2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği /oy çokluğu ile İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Timuçin İnce

Üye

Doç. Dr. Deniz Yılmaz

Üye

Prof. Dr. İng. Ahmet Can

İstanbul Arel Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Yönetim Kurulu’nun Tarih ve Sayılı Kararıyla
Onaylanmıştır.

PROF. DR. ALİ AKDEMİR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Duvardan Isıtma Uygulanan Bir Ofisin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

07.09.2022

CEREN YILDIRIM

İMZA

ÖZET

Bu tez çalışmasında İstanbul’da duvardan ısıtma uygulanmış olan bir ofis odası incelenmiştir. Günümüzde kullanılan yerden ve duvardan ısıtma sistemleri genel olarak incelenmiş, ısı konfor için gereken durumların araştırması yapılmıştır.

Çalışmanın sonuç kısmında sistemin avantajları ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Yapılan çalışmada “Duvardan Isıtma Sisteminin” maliyeti düşürüp mahaldeki ısı korunumunu sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: duvardan ısıtma, ısı konfor, radyant sistem

ABSTRACT

In this thesis, an office room in İstanbul, where wall heating was applied was examined. Floor and wall heating systems used today have been examined in general and the conditions required for thermal comfort have been researched.

In the conclusion part of the study, the advantages and disadvantages of the system are mentioned. In the study, it was determined that the "Wall Heating System" reduces the cost and provides heat preservation in the space.



Key words; Wall heating, thermal comfort, radiant system

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖN SÖZ	vii
1.GİRİŞ	1
1.1 Literatür Taraması	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Teorik Esaslar	5
2.İNCELEME	6
2.1 Isıl Konfor.....	6
3.DUVARDAN-YERDEN ISITMA	7
3.1 Duvardan Isıtma	7
3.1.1 Duvardan Isıtmanın Avantajları	9
3.1.2 Duvardan Isıtmanın Dezavantajları	9
3.2 Duvardan Isıtma Döşeme Çeşitleri.....	10
4.UYGULAMA ÇALIŞMASI	11
4.1.Mimari Projenin İncelenmesi.....	11
4.2.Duvardan Isıtma Tesisat Projeleri.....	13

4.2.1 Genel Müdür Odasının İncelenmesi.....	13
4.2.2 Toplantı Odasının İncelenmesi.....	18
4.2.3. Kolon Şeması.....	23
4.2.4. Duvardan Isıtma Bulgular.....	23
5. RADYATÖR ISITMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ.....	24
5.1. Radyatör Sistemi.....	24
5.2.Radyatör Isıtma Tesisat Projesi.....	24
6. YÖNTEM.....	25
6.1 Toplantı Salonu Analizi.....	26
6.2 Müdür Odası Analizi.....	28
7.ISI KAYBI HESABI.....	33
7.1.Bulgular.....	33
7.2 İncelenen Oda için Isı Kaybı Hesabı.....	35
7.3. Maliyet Hesabı.....	40
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
8.1 Sonuçlar.....	43

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Duvardan radyant sistemin uygulaması.....	8
Şekil 3.2 Duvardan ısıtma ve soğutma da kullanılan panel örnekleri...	8
Şekil 3.3 Salyangoz sistem tasarımı.....	10
Şekil 3.4 Yılan (firkete) sistem modülü.....	10
Şekil 4.1 Ofisinin mimari çizimi.....	11
Şekil 4.2 İnceleme yapılan odalar.....	12
Şekil 4.3 Genel müdür odası hesabı genel görünümü.....	13
Şekil 4.4 Genel müdür odası kuzey cephe.....	14
Şekil 4.5 Genel müdür odası batı cephe.....	15
Şekil 4.6 Genel müdür odası güney cephe.....	16
Şekil 4.7 Genel müdür odası doğu cephe.....	17
Şekil 4.8 Genel müdür odası hesabı genel görünümü.....	18
Şekil 4.10 Toplantı odası batı cephe.....	20
Şekil 4.11 Toplantı odası güney cephe.....	21
Şekil 4.12 Toplantı odası doğu cephe.....	22
Şekil 4.13 Duvardan ısıtma kolon şeması.....	23
Şekil 5.1 Genel müdür ve toplantı odası radyatör yerleşimi.....	24
Şekil 6.1 Mahalin Dış hava sıcaklık bilgileri.....	25
Şekil 6.2 Mahalin HAP hesap bilgileri.....	26
Şekil 6.3 Toplantı salonu duvardan ısıtma – radyatör sistemi verim yüzdeleri.....	27

Şekil 6.4 Toplantı salonu sistem karşılaştırılması.....	27
Şekil 6.5 Genel müdür odası duvardan ısıtma – radyatör sistemi verim yüzdeleri.....	28
Şekil 6.6 Genel müdür odası sistem karşılaştırılması.....	28
Şekil 6.7 Klima sistemi yaz-kış sıcaklık verileri.....	29
Şekil 6.8 Mahalin ısı kaybı - ısı kazancı hesap tablosu.....	30
Şekil 6.9 yapı bileşenlerinin ısı kaybı ısı kazancı değerleri.....	30
Şekil 6.10 HAP sonuçlarının psikometrik diyagramı.....	31
Şekil 7.1 Uygulama sahasına örnek (İstanbul).....	39

TABLO LİSTESİ

Tablo 7.1 Ofisin 9:00 daki ölçüm sonuçları.....	30
Tablo 7.2 Salyangoz sistem için modül verim tablosu.....	31
Tablo 7.3 U Değerlerinin hesaplanması (TS 825).....	33
Tablo 7.4 Isı kaybı hesabı çizelgesi.....	36
Tablo 7.5 Radyatörlü sistemin çalışma süresi.....	38
Tablo 7.6 Duvardan ısıtma sistemin çalışma süresi.....	38



KISALTMA VE SEMBOL LİSTESİ

M.Ö. : Milattan Önce

Min: Minimum

TS: Türk Standartları

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

Q: debi

T_i : İlin dış sıcaklık değeri

T_d : Mahal sıcaklığı

A_o : Toplam alan

ΔT : Sıcaklık farkı

Q_o : Arttırımsız ısı kaybı

U: Isı geçirgenlik katsayısı

GOB: Grafen Oksit Tuğla

PCM: Faz değıştiren malzemeler

ÇCP: Çift camlı pencere

DD: Dış duvar

PP-R: Polipropilen Random

ÖN SÖZ

Yüksek lisans sürecimin başından sonuna kadar benden desteğini esirgemeyen değerli Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Timuçin İNCE'ye teşekkür ederim.

Bölümümü sevmemde katkısı çok büyük olan kıymetli Doç. Dr. Deniz YILMAZ'a ve tüm bilgilerini bizlere aktaran kıymetli Prof. Dr. Ing. Ahmet CAN'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme, bana her zaman güvenen merhum dedem Niyazi Aydınöz'e teşekkürü borç bilirim.

TARİH

CEREN YILDIRIM

İMZA

1.GİRİŞ

1.1 Literatür

Günümüzde en önemli ve üzerinde fazlasıyla durulan problemlerin başında enerji kaynakları ve bu kaynakların kullanım alanları gelmektedir. Dünyamızın kısıtlı ve azalmakta olan enerji kaynakları ile hızla artmakta olan nüfusunun ihtiyaçlarını önümüzdeki yıllarda karşılamakta zorlanacağı ortadadır. Mevcut olan ya da oluşacak enerji arzları ve taleplerindeki eksikliklerin peşinden enerji fiyatlarındaki yükselmelerin, ülkelerin girmiş olduğu küresel rekabet aşamalarında etkisi bulunmaktadır. Enerji üzerine öncelikle konuşulan konular sadece enerjinin miktarına bağlı değil bu enerjinin niteliğiyle de ilgilidir. Gelecekte, enerji kaynaklarının sürdürülebilir olması bir yana enerji üretimi aşamasında çevresel kaynakların en az miktarda kullanılması ve çevreye verilen zararın minimuma indirgenmesi amaçlanmaktadır. [1] Uluslararası Enerji Ajansının yapmış olduğu araştırmalara göre inşaat sektörü enerji tüketiminin yaklaşık olarak üçte birini oluşturuyor ve bunun yarısını mahali ısıtma ve soğutma oluşturuyor. [2]

Radyant ısıtıcılar, ışıyım yaymak suretiyle mahali ısıtırlar. [3] Radyant panel sistemleri uygulanarak yapılan ısıtma ve soğutma diğer konvansiyonel sistemler uygulanarak yapılan ısıtma ve soğutmaya göre çok daha iyi bir ısı konfor değerleri oluşturmaktadır. Taze hava ihtiyacı sağlamak ve odadaki hava kalitesini artırmak için ise havalandırma sistemleri radyant panel sistemleriyle birlikte kullanılmaktadır. Oruç, tüm bu durumlar göz önüne alınarak radyant panel kullanılarak yapılan soğutma durumunda havalandırmanın ısı konfora etkisi incelemiştir. [4]

Radyant duvar panelleri, duvar içerisine gömülmüş olan borular ve duvar yüzeyine monte edilmiş olan panellerden oluşan bir sistemdir. Duvar içerisine gömülmüş olan bu sistemde, düşük sıcaklıklardaki radyant uygulamalarında kullanılmak amacıyla oluşturulmuştur. [5] Hem soğutma hem de ısıtma durumlarında, boru yoğunluğu arttıkça

panellerden gelen ısı akışı da artar. Boru yoğunluğu arttıkça panellerin yüzey sıcaklıkları soğutmada düşük, ısıtmada ise yüksek olmaktadır.[6]

Radyant sistem, ısıtma ve soğutma yapmak amacıyla duvarın kullanılmasından oluşur. Kısacası bu sistemlerde duvardan ısıtma ve soğutma ifadesi kullanılabilir. Duvardan ısıtma ve soğutma sistemi hakkında yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, Min vd. panellerde doğal konveksiyonun sebep olduğu ısı akısının bulunabilmesi için kullanılabilecek bir mahalın doğal konveksiyon katsayılarını tespit etmişlerdir. [7] Feustel, radyant soğutma üzerine farklı çalışmaları araştırmış, konveksiyonel soğutma sistemleri ile kıyaslamıştır. Bunun sonucunda radyant soğutma sistemlerinin, mahaldeki hava sıcaklığının dağılımının ve çevre ile insan vücudu arasında meydana gelen ısı değişiminin eşit dağılımlı olması sebebiyle daha avantajlı olduğunu tespit etmiştir.[8]

Strand vd. radyant ısıtma ile konveksiyonel ısıtmanın enerji verimliliğini kıyaslayan bir model tasarlamışlardır. Tasarlanan bu model bir enerji analiz programına işlenmiş ve radyant sistemlerin yüzeyinde radyasyon aynı zamanda da taşınım ısı transferi hesabı yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda, radyant sistemlerin enerji verimliliği açısından diğer sistemlere göre üstün olduğuna ulaşılmıştır. [9] Dudkiewicz ve Jezowiecki de bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma, mahale radyant sistem uygulanarak hava sıcaklığının alışılagelmiş yöntemlere kıyasla 5°C daha aşağıda tutularak aynı ısıl konfor şartlarının sağlanabileceğini ulaşılmıştır. [10] Radyant ısıtma sistemi ve konveksiyonel ısıtma sisteminin karşılaştırılmasının yapılp; avantaj ve dezavantajlarının belirlenip, incelendiği farklı çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan çıkarılabilecek genel sonuca göre radyant ısıtma sistemleri için düşük ısıtma değerleri yeterlidir ve daha az enerji tüketimi gerektirmektedir. [11] Fenercioğlu vd. İzmir’de yaptıkları uygulama da radyant iklimlendirme sistemin verimliliği en üst seviyeye çıkarmasının yanı sıra konfor ve süreklilik sağladığını tespit etmişlerdir. [12] Rhee vd. yapmış olduğu çalışmada duvardan,

yerden ve tavandan ısıtmanın enerjisini çevresel ve ekonomik olarak incelemiştir. Yapılan çalışmada duvardan ısıtmanın tavandan ısıtmaya göre daha verimli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. [13] Son zamanlarda ülkemizde de yaygınlaşmaya başlayan radyant ısıtma sistemlerinin en önemli etkenlerinden biri cihaz seçimidir. Tiryaki, bu konu üzerine çalışma yapmış ve mühendislere proje aşamasında nelere dikkat edilmesi gerektiği konusunda bir ışık tutmuştur. [14] Radyant sistemlerde ısıtma ve soğutmanın yapılmasının verimli olduğu bilinmektedir. Termal konfor şartlarının sağlanması, enerji verimliliği hatta faturaların düşürülmesi bakımından gelecek için umut vaat edici olduğu söylenen radyant sistemler üzerine Laouadi tek boyutlu sayısal modelini iki boyutlu analitik modelle birleştirmiştir. Yüzeyden ısıtma sisteminin iki boyutlu sayısal sonuçlarının tahmin edilenden daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. [15] Radyant sistemler ısı geri kazanım sistemleri ile yenilenebilir enerji kaynaklarının birlikte kullanılmasına yön vermektedir. Camcı vd. binaların termal tasarımları için referans alınacak bir çalışma yapmışlardır. Radyant ısıtmalı yüzeyden mahale konveksiyonel ısı transfer katsayısıyla birlikte hava giriş hızlarının da arttığı tespit edilmiştir. [16] Termal konforun sağlanması için, suyu temel alan radyant sistemler tercih edilebilmektedir. Junasová vd. mahalin inşa aşamasındayken radyant sistem uygulaması yapılırsa düşük sıcaklıklarda yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte kullanılabilineceği sonucuna ulaşmıştır. [17] Radyant sistemlerin başarısı, çevreden gelen sıcak/soğuk akışının boruların termal performansını bozmaması için boruları dış ortamdan yeterince uzakta tutmakta gizlidir. Bu sebeple Oravec vd. dış duvarlarında PCM bulunan bir bina için radyant sisteminin sayısal analizi incelenmiştir. PCM maliyeti arttırır ancak depolama kapasitesini ve kontrol edilebilirliği arttırdığı için tercih edilebilir. [18] Wuhan Politeknik Üniversitesi Grafen Oksit Tuğlalardan (GOB) yapılmış bir duvarın ısıtma sistemi olarak kullanılma potansiyelini analiz etmiştir. Bu ısıtma sisteminin bir kat kil

tuğla ile kaplanmasının bina içerisinde ısı tutulmasını artıracak sonucuna varılmıştır. [19]

Radyant ısıtma ve soğutma sistemleri mahallerde fancoil, radyatör, hava menfezi gibi sistemlerden verim alınamadığı durumlarda kullanılmaktadır. [20]

Junasova vd. mahallerde oluşabilecek negatif etkileri aza indirirken yüksek termal performans kazanılması için radyant sistemlerin nasıl kullanılması gerektiği üzerine bir kılavuz hazırlamışlardır. [21] Deneysel alanda Olesen duvardan ve yerden uygulanan panellerle ısıtmanın performansı üzerine karşılaştırma yapan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada dış sıcaklık değişimi, pencerelerden gelen güneş ışıınımı, aydınlatma ve insanlardan gelen ısı gibi dış etkenlerin neden olduğu şartlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki panel yerleşiminin de dinamik şartlar altında termal konforun sağlandığını göstermiştir. Ayrıca iki sistem kıyaslandığında enerji tüketiminin benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir. [22] Radyant sistemlerin önemli avantajı, oda havası ile ısıtma veya soğutma yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının düşük olmasıdır. [23] Radyant sistemler, geleneksel iklimlendirme sistemleri ile karşılaştırıldığında kullanılan enerjiyi azaltma potansiyeline sahiptir. [24] Karabay vd. bir mahalde düşük su sıcaklığı ile daha iyi termal performans ve konfor koşulları elde edildiğinden, duvardan ısıtmayı yerden ısıtmaya tercih etmiştir. [25]

1.2 Tezin Amacı

Eski zamanlardan günümüze kadar insanlar başlıca ihtiyaçlarından biri olan barınma ihtiyacını karşılamak için yaşam şartlarının değişimi ve nüfusun artışıyla birlikte farklı ısınma şekillerine başvurmuşlardır. Yapılan araştırmalarda M.Ö. yapılan mekânlarda farklı yüzey yapı elemanları kullanıldığını söylemektedir. Radyant ısıtma sisteminin temelleri de Eski Roma zamanındaki hamamlara ve evlere dayanmaktadır. Avantajları sebebiyle son zamanlarda eski dönemlerde

kullanılan radyant ısıtma sistemine geçilmeye başlanmıştır. Bu sistem değişikliğinin başlıca sebeplerinden biri radyatör ile ısıtma sağlanırken sıcaklığın oda içinde dengesiz dağılması diğeri ise radyant ısıtma sistemi kullanarak %30 un üzerinde enerji tasarrufu sağlanmasıdır. Bu çalışmadaki başlıca amaçlardan biri, radyant ısıtma sistemini inceleyerek avantaj ve dezavantajlarını belirleyerek kıyas yapmaktır.

1.3 Teorik Esaslar

Termal konforun sağlanması için bir ofisin iç sıcaklığı 22°C ile 26°C arasında olması gerekmektedir. [26] Yapılan tez çalışmasında bu termal şartların duvardan ısıtma kullanılarak sağlanması amaçlanmıştır.

4. bölümdeki uygulama alanında duvardan ısıtma için yoğuşmalı kombi tercih edilmiştir. Bunun en önemli sebebi, konvansiyonel kombilerden daha verimli ve çevreci olmasıdır. Yoğuşmalı kombinin kullanılması ekonomik anlamda da tercih sebebi olmaktadır.

Duwardan ısıtma uygulanan mekânlar da, mahal yüzeyin tamamının ısındırılması vasıtasıyla ısıtılıp soğutulduğu için kombi kapatılsa bile yüzeyde depolanmış ısı mekânı ısıtmaya veya soğutmaya devam edecektir. Bu süre, mahalın bulunduğu bölgeye, kullanılan yalıtım malzemelerine ve mahalın alan özelliklerine göre değişim göstermektedir.

Uygulama alanlarında oksijen bariyerli boru kullanılarak tesisatın yüzeye döşenmesi gerekmektedir. Uygun boru seçilmediği takdirde boru çeperlerinden tesisat suyuna sürekli hava ve oksijen girişi olur. Tesisattaki yoğun oksijen içeriği de kombilerin tesisat devresindeki hava dolaşımı pompası, pislik tutucu, üç yollu vana ve eşanjör gibi ekipmanlarının ömrünü azaltır ve tesisat sistemine zarar verir.

2. İNCELEME

2.1 Isıl Konfor

Isıl konfor “Isıl çevreden memnuniyet” şeklinde bilinmektedir. [26] İmanari termal konfor şartlarını sağlayan bir ortamı, insan tepkisiyle birlikte, radyant paneller kullanılarak çevrilmiş bir toplantı odası kullanarak test etmiştir. Mahallerdeki rahatlık hissi için radyant sistemlerin daha kullanışlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. [27]

Isıl konforun sağlanması kişisel sağlığımız açısından da dikkate almamız gereken önemli bir unsurdur. Ancak kişinin ısı konforunu kişisel faktörler kadar çevresel faktörlerde etkilemektedir. Bir mahalin ısı konforunu belirlerken hava sıcaklığı, hava hızı, havanın nemliliği ve ortalama radyant sıcaklığı gibi çevresel faktörleri de dikkate almamız gerekir.

Isıl ortamdaki sıcaklık dağılımının eşit olmaması oda içerisindeki toplam ısı konfor hissinin azalmasına sebep olmaktadır. [28]

Oda içerisine sıcak ya da soğuk hava vererek hava sıcaklığını kontrol eden zorlanmış taşınım mantığından yola çıkarak alışlagelmiş sistemlerle karşılaştırıldığında radyant sistemlerde daha eşit sıcaklık dağılımı ve daha yüksek ısı konfor elde edilebilmektedir. Böylece, aynı ısı konfor şartları için daha az enerji tüketimi sağlayabilmektedir. [29]

Koca vd. sulu radyant sistemin farklı iklimlendirme bölgelerinde ısı konfora uyumunu incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucu tasarlanan odanın ısı konfor şartlarını sağladığını ve enerji tasarrufu elde edildiği gözlenmiştir. [30]

Oxizidis ve Papadopoulos yaptıkları çalışmada test hücresi olarak ofis odasını temsil eden bir sistem olarak radyant ve ısı taşınım sistemlerini enerji tüketimi ve ısı konfor açısından karşılaştırmışlardır. Radyant yüzeylerin, özellikle radyant zeminler ve doğal

havalandırılmış binalar için ısı konfor şartlarını sağlayan uygun bir tasarı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. [31]

Mahal içerisinde konfor sıcaklığının ayarlanamaması, üfleme ile havanın soğutulması ya da klimalardan çıkan sesler ortamdaki bireylerin çalışma verimini düşürmektedir. Radyant panel ile ısıtma sistemi kullanılarak ısıtma ve soğutma yapılması sayesinde ortamın hava şartı ideal olur ve fazla ısı hissedilmez. Mahaldeki hava hareketleri, havanın sıcaklık ve nem dağılımları standartlara uygun olmaktadır. Sistemin en kullanışlı yanı ise belirlenen su sıcaklığına göre mahalin ısıtılıp soğutulmasıdır.

3. DUVARDAN ISITMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

3.1. Duvardan Isıtma

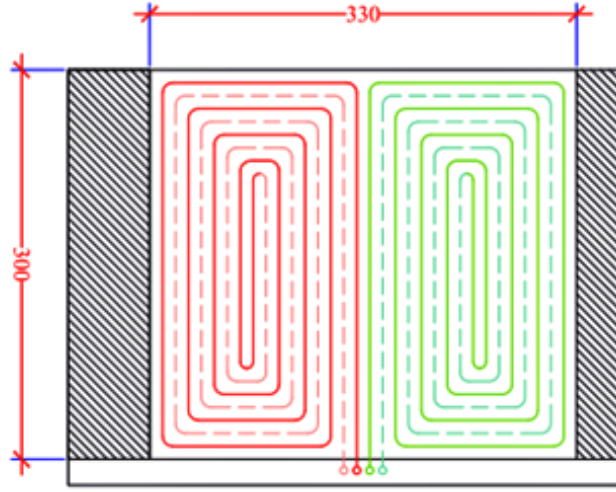
Duvardan ısıtma sisteminin temelinde; uygulanan yüzeylerdeki mahal sıcaklığını su, hava ya da elektrik rezistansı ile kontrolünü sağlayabilmek vardır. Sistem klasik yöntemlere göre daha ekonomiktir. Asıl amaç duvardan gelen ısıyı geniş yüzeylere sağlıklı bir şekilde yayılması ve rahat bir ortam sağlanmasıdır.

Yüzeyden ısıtma ve soğutma sistemlerinin kapasitesini etkileyen faktörleri genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz:

- Isı yayan yüzey ile iç mahal hacmi arasındaki taşınım ve ışınila gerçekleşen toplam ısı geçiş katsayısı
- Kabul edilebilir minimum veya maksimum yüzey sıcaklıkları
- Mahalin çığ noktası sıcaklığı
- Borular ve yüzey arasındaki ısı transferi katsayısı
- Radyatif yüzeyin yayıcılığı,
- Yüzeyler arasındaki şekil faktörü ve açı faktörüdür. [32]

Şekil 3.1’de de görüldüğü gibi radyant sistem olarak da adlandırılan bu sistem duvarın yanı sıra döşemeye ve tavana uygulanabilmektedir.

Bu sistem ile daha konforlu bir ortam elde etmemiz mümkündür. Ayrıca bu sistem ile hem ısıtma hem de soğutma yapmamız mümkündür.



Şekil 3.1 Duvardan radyant sistemin uygulaması

Duvardan ısıtma-soğutma sisteminde PP-R ‘den üretilmiş cam elyaf takviyeli borular kullanılmaktadır. Boruların uygulama şekli değişiklik gösterebilmektedir. Şekil 3.2 de duvardan ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan panel örnekleri mevcuttur.



Şekil 3.2 Duvardan ısıtma ve soğutma da kullanılan panel örnekleri [33]

Duvardan ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan panel tipleri mimari kullanım şekillerine göre, ısıtma ve/veya soğutma sistemine göre, panel malzemesine göre ve panel tipine göre sınıflandırılabilir. [33]

Duvardan ısıtma veya soğutma uygulaması yapılacağı zaman

- Mahalin bulunduğu bölge
- Mahalin mimari projesi

- Mahalin camlarının ve duvarlarının yapısı
- Mahalin bitişiğinde bina olup olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

3.1.1 Duvardan Isıtmanın Avantajları

- Bu sistem sayesinde yazın soğutma kışın ise ısıtma-soğutma tek bir ısı yayıcı ile sağlanmaktadır.
- Büyük alanlarda (konferans salonları, spor salonları vb) duvardan ısıtma sisteminin kullanılması çok daha ekonomiktir.
- Havayı kurutmaz.
- Odanın her noktasında aynı termal şartları sağlar.
- Aşırı soğuk veya aşırı sıcaklık oluşmasına engel olur.
- ASHRAE kaynaklı verilere göre; radyant ısıtma soğutma sistemlerinin klimalı sistemlere göre ortalama %25-%30 civarında enerji tasarrufu sağladığını gösterir.[34]
- Uygulaması hızlı ve montajı kolaydır.
- Yapılacak binalarda kolay uygulanabildiği gibi eski binalarda da standart alçı levha plakaların üzerinde uygulanabilmektedir.
- Tek sistem ile duvarın iki yüzeyinde (ön ve arka) ısıtma ve soğutma yapılabilir.
- Mahale gömülü olduğu için yer kaplamaz ve mahalin daha ferah gözükmesine sebep olur.
- Radyatörlü sistemde kullanılabilir yüzey azdır. Ancak duvardan ısıtmada kullanılabilir yüzeyden kaynaklı bir problem oluşmamaktadır.

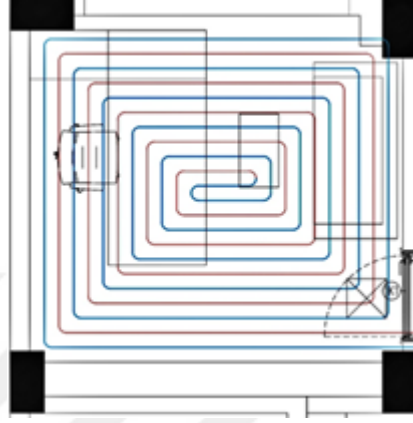
3.1.2 Duvardan Isıtmanın Dezavantajları

- Sistem dış duvara uygulanacağı için yapım aşamasındaki maliyeti radyatörlü sisteme göre fazladır.
- Isı kaybının azaltılması için yalıtım maliyetine önem verilmesi gerekmektedir.
- Duvar yüzeyine bir şey asılmak istendiğinde kullanılabilir alan kısıtlanmıştır.

- Boru seçimi yapılırken ve sistem döşenirken dikkatli olunmazsa, ufak bir çekiç darbesi bile çok fazla zarar verebilmektedir.

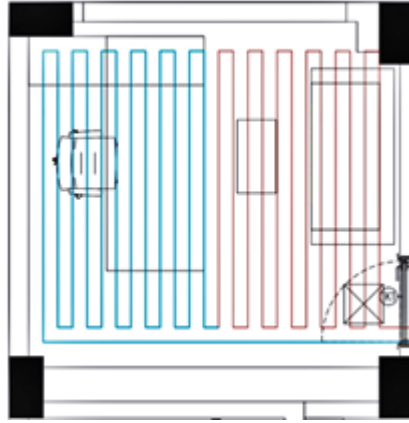
3.2. Duvardan Isıtma Döşeme Çeşitleri

Duwardan ısıtma sisteminin uygulama şekline göre “yılan” ve “salyangoz” denilen iki farklı tipi bulunmaktadır.



Şekil 3.3 Salyangoz sistem tasarımı

Salyangoz sistem şekil 3.3’ teki gibi uygulanmaktadır. Ortalama modüler aralığı 15 cm’dir. Sıcaklık verimi en iyi döşeme tipidir. Uygulama türü daha basit olduğu için yılan tipine göre daha çok tercih edilmektedir.

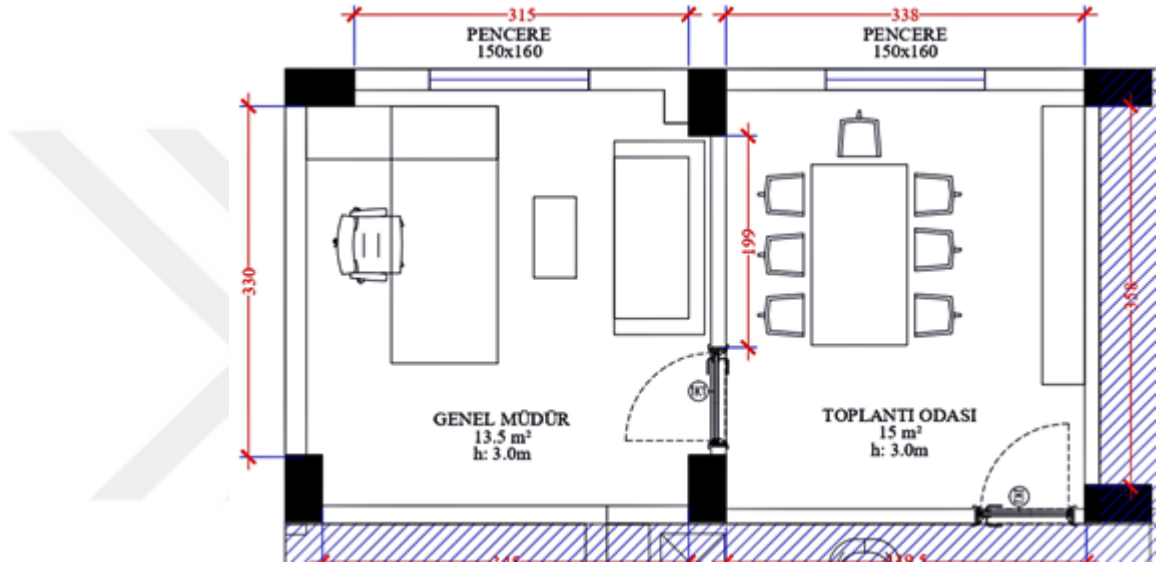


Şekil 3.4 Yılan (firkete) sistem modülü

Yılan sistem modülü daha kolay uygulanabilir olmasına rağmen verimlilikten dolayı tercih edilmemektedir. Şekil 3.4’te yılan sistem modülü görülmektedir. Bu sistem mimari olarak daha girintili odalarda

İstanbul'un Beykoz ilçesinde bulunan bir ofis binasının mimari planıdır. Hesaba katılan alanlar genel müdür odası ve toplantı salonudur. Mimari yapıda zemin toprak temaslıdır. Her odada bir adet açılabilir pencere bulunmaktadır.

Tek kattan oluşan ofisin genel müdür odası ve toplantı salonu kuzey cephedir. Yapı ayırık nizam bir yapıdır ve doğalgazlı kombi ile ısıtılmaktadır. Kombi mimari projede kırmızı ile işaretlenmiştir ve kapasitesi 28 kW olarak alınmıştır.

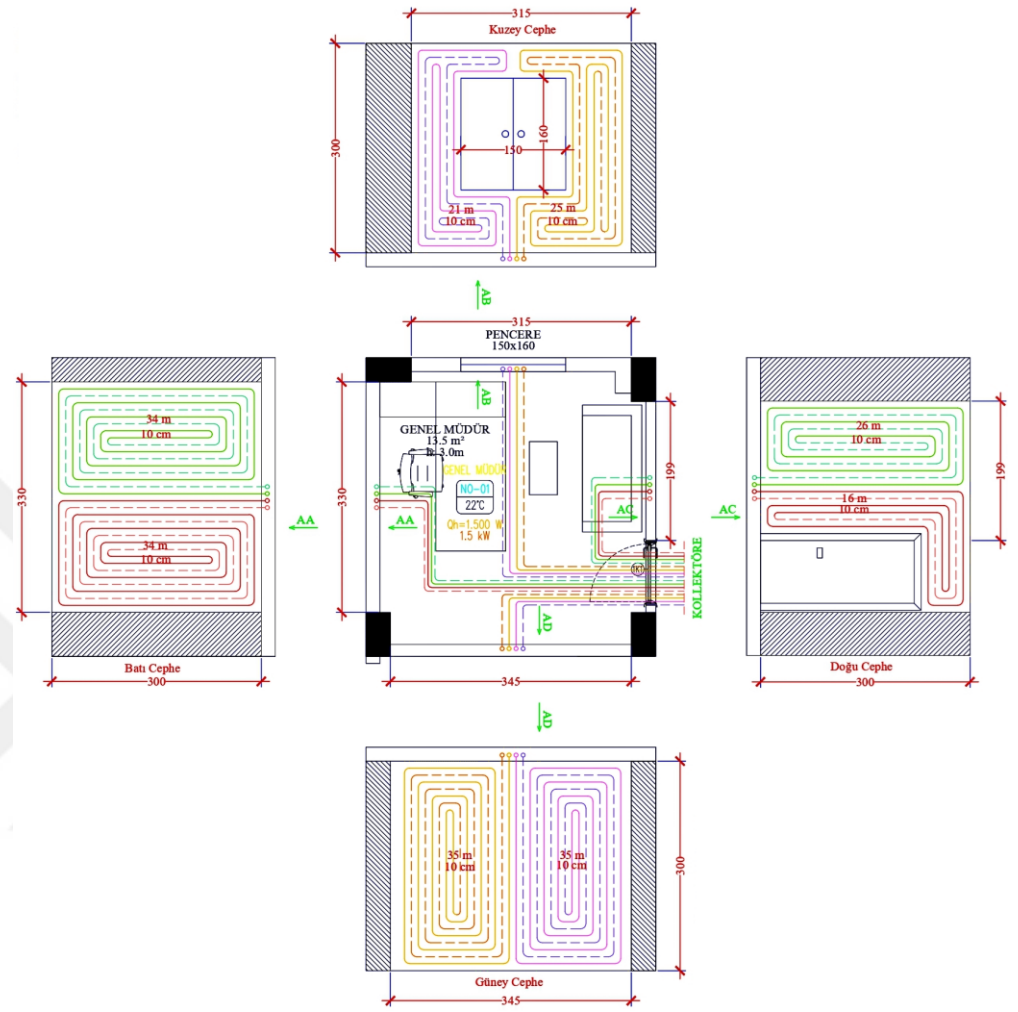


Şekil 4.2 İnceleme yapılan odalar

Şekil 4.2 de inceleme yaptığımız odaların mimari çizimi bulunmaktadır. Genel müdür odası tek kişiliktir. 13,5 m² büyüklüğünde olan odada bir adet pencere ve bir adet iç kapısı bulunmaktadır. Zemin 15 mm seramik kaplamadır. Toplantı salonu 3 kişiliktir. 15 m² büyüklüğünde olan odada bir adet pencere ve iki adet iç kapısı bulunmaktadır. Zemin 15 mm seramik kaplamadır.

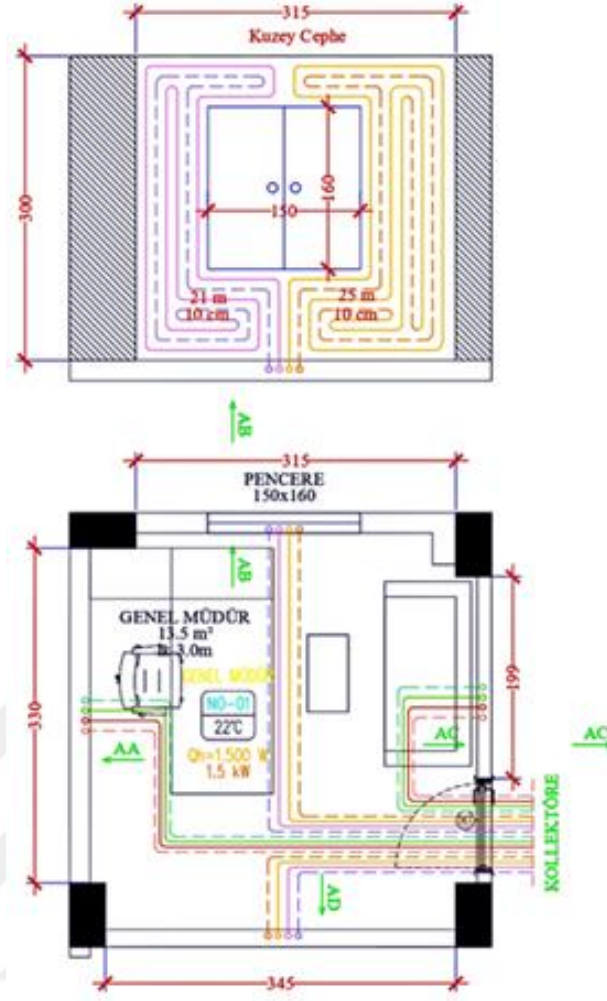
4.2.Duvardan Isıtma Tesisat Projeleri

4.2.1 Genel Müdür Odasının İncelenmesi



Şekil 4.3 Genel müdür odası hesabı genel görünümü

Genel müdür odasının genel görünümü şekil 4.3 deki gibidir. Mevsim olarak kış mevsimi seçilmiş olup, dış hava sıcaklığı -3°C alınmıştır. Oda'nın HAP 'ta yapılan ısı kaybı hesabında mahalin ısı kaybı 1.500 Watt değerinde bulunmuştur. Oda'nın dört duvarı da ayrı ayrı projelendirilmiş olup dört duvar içinde ayrı hesap yapılmıştır. Duvardan ısıtma sisteminde salyangoz tasarımı uygulanmıştır. Boru modülasyon aralığı 10 cm olarak uygulanmıştır.



Şekil 4.4 Genel müdür odası kuzey cephe

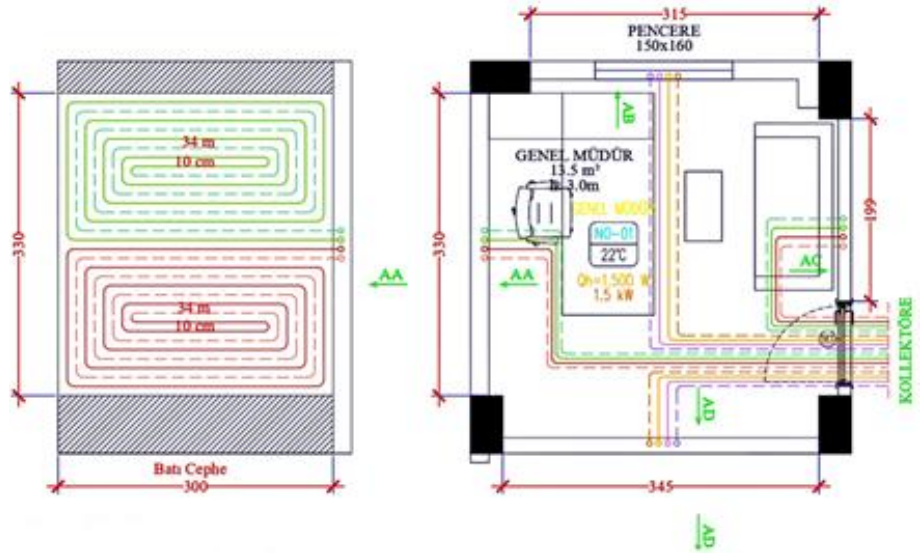
Genel müdür odasının kuzey cephe duvarı şekil 4.4 deki gibidir. Oda'nın ölçüleri 3,15 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 9,45 m² hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 21 m boru, ikinci zon da 25 m boru verileri elde edilmiştir.

Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt değerinde olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 21 \text{ m} \times 10 = 210 \text{ Watt} \quad (4.1)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 25 \text{ m} \times 10 = 250 \text{ Watt} \quad (4.2)$$

$$\text{Hattın toplam verimi: } 210 + 250 = 460 \text{ Watt} \quad (4.3)$$



Şekil 4.5 Genel müdür odası batı cephe

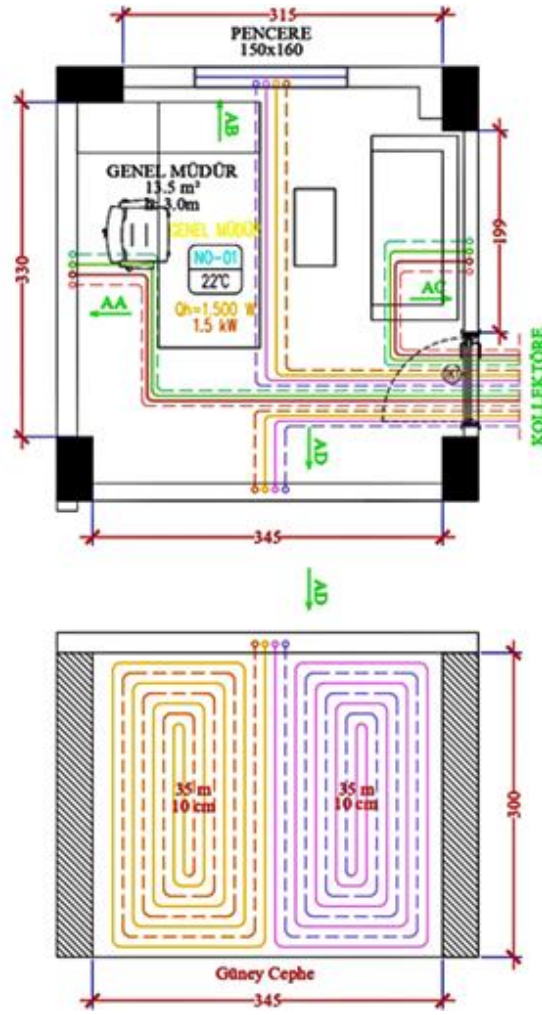
Şekil 4.5 deki genel müdür odasının batı cephe duvarı ölçüleri 3,30 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 9,9 metrekare hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 34 m boru, ikinci zon da 34 m boru verileri elde edilmiştir.

Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 34 \text{ m} \times 10 = 340 \text{ Watt} \quad (4.4)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 34 \text{ m} \times 10 = 340 \text{ Watt} \quad (4.5)$$

$$\text{Hattın toplam verimi: } 340 + 340 = 680 \text{ Watt} \quad (4.6)$$



Şekil 4.6 Genel müdür odası güney cephe

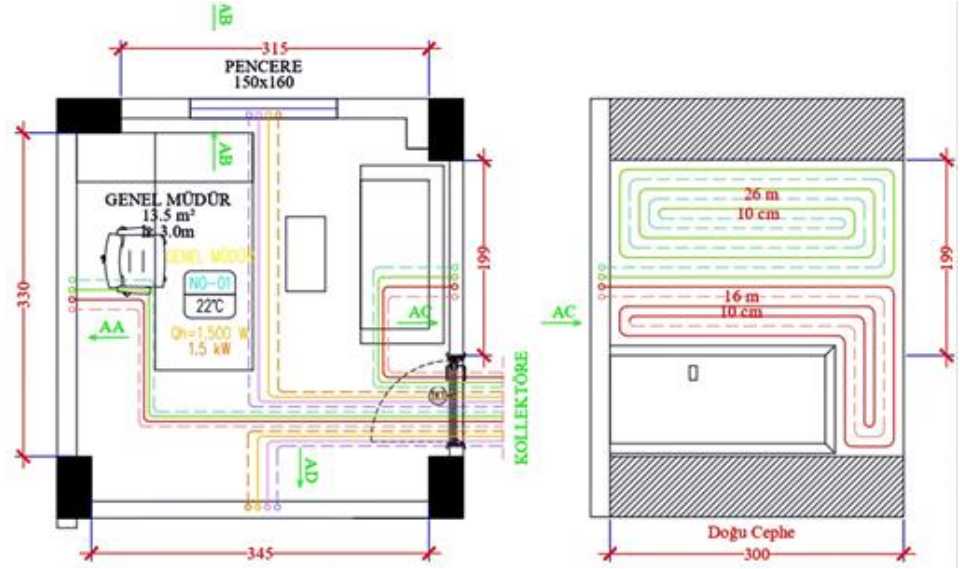
Şekil 4.6 daki genel müdür odasının güney cephe duvarı ölçüleri 3,45 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 10,35 metrekare hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 35 m boru, ikinci zon da 35 m boru verileri elde edilmiştir.

Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 35 \text{ m} \times 10 = 350 \text{ Watt} \quad (4.7)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 35 \text{ m} \times 10 = 350 \text{ Watt} \quad (4.8)$$

$$\text{Hattın toplam verimi: } 350 + 350 = 700 \text{ Watt} \quad (4.9)$$



Şekil 4.7 Genel müdür odası doğu cephe

Şekil 4.7 de genel müdür odasının doğu cephe duvarı görülmektedir. Oda ölçüleri 2,9 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 8,70 m² hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 26 m boru, ikinci zon da 16 m boru verileri elde edilmiştir.

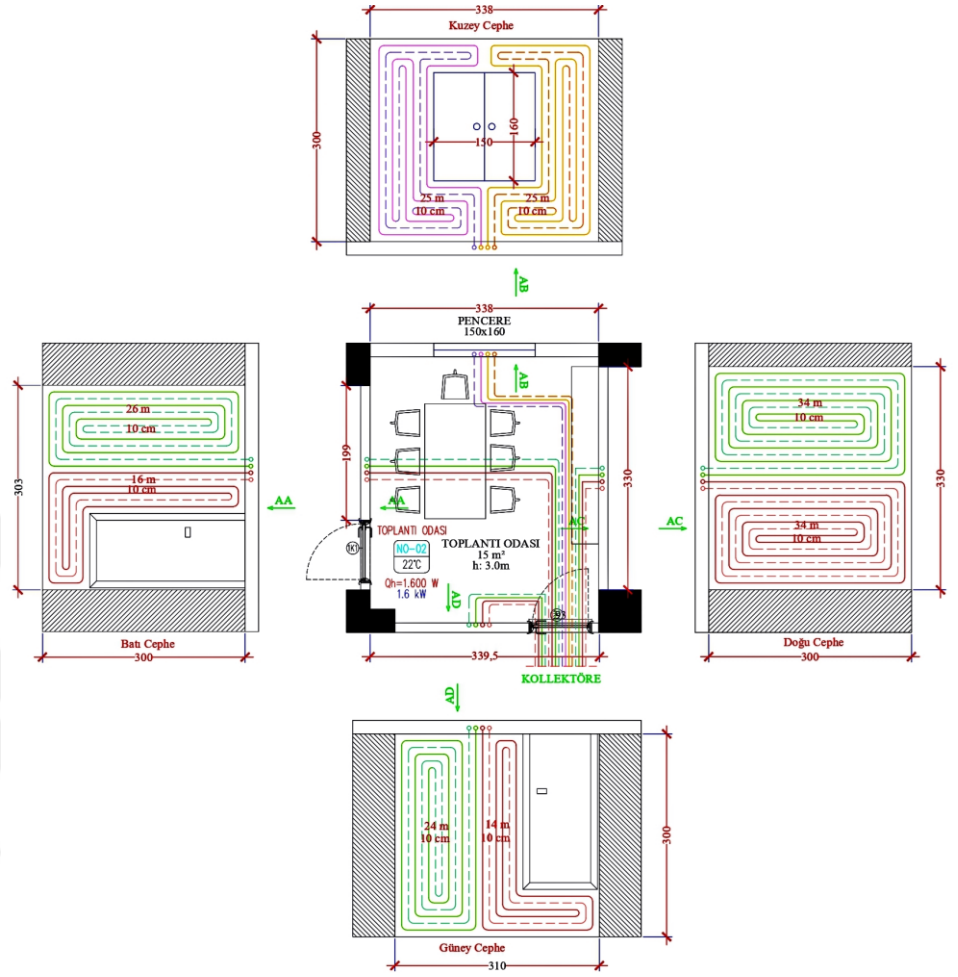
Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 26 \text{ m} \times 10 = 260 \text{ Watt} \quad (4.10)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 16 \text{ m} \times 10 = 160 \text{ Watt} \quad (4.11)$$

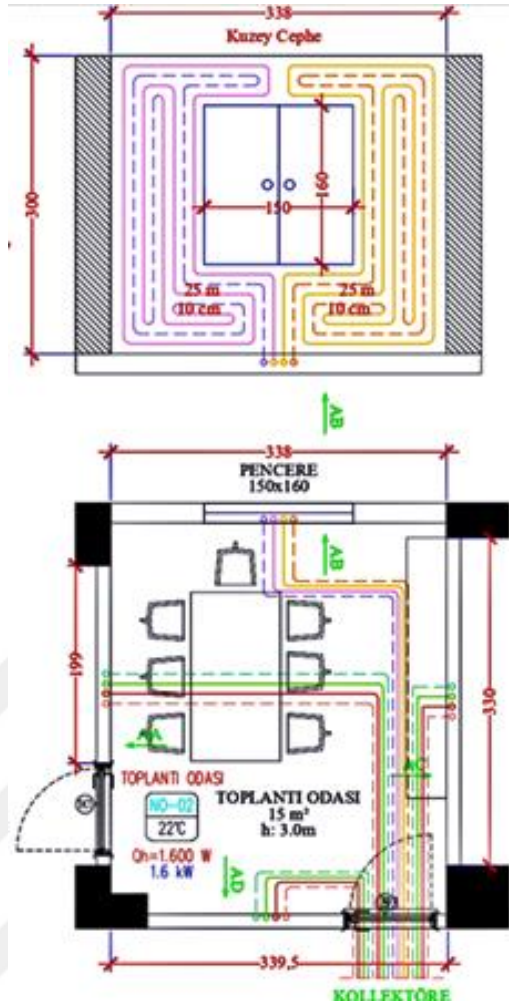
$$\text{Hattın toplam verimi: } 260 + 160 = 420 \text{ Watt} \quad (4.12)$$

4.2.2 Toplantı Odasının İncelenmesi



Şekil 4.8 Genel müdür odası hesabı genel görünümü

Toplantı odasının genel görünümü şekil 4.8 deki gibidir. Mevsim olarak Kış mevsimi seçilmiş olup, dış hava sıcaklığı -3°C alınmıştır. Oda'nın HAP 'ta yapılan ısı kaybı hesabında mahalin ısı kaybı 1.600 Watt bulunmuştur. Oda'nın dört duvarı da ayrı ayrı projelendirilmiş olup dört duvar içinde ayrı hesap yapılmıştır. Duvardan ısıtma sisteminde salyangoz tasarımı uygulanmıştır. Boru modülasyon aralığı 10 cm olarak uygulanmıştır.



Şekil 4.9 Toplantı odası kuzey cephe

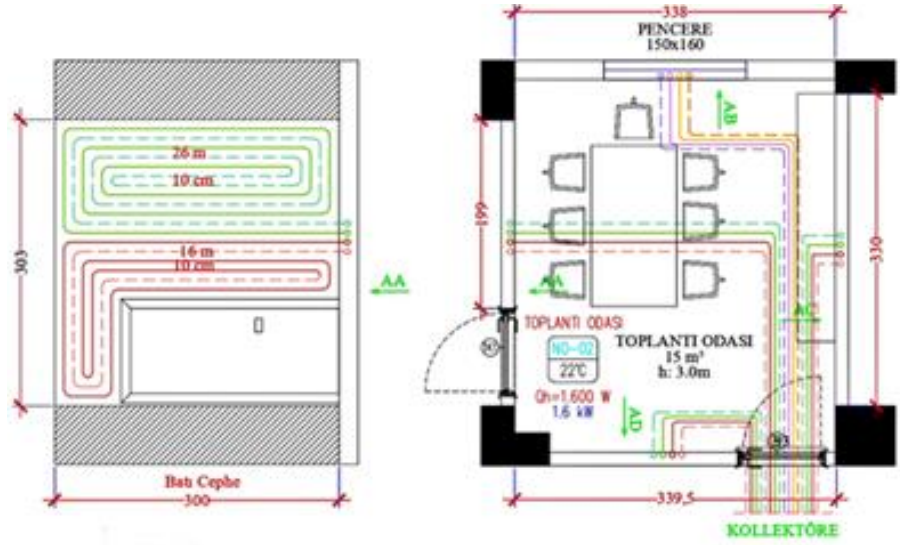
Şekil 4.9'daki toplantı odasının kuzey cephe duvarı ölçüleri 3,38 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 10,14 metrekare hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 25 m boru, ikinci zon da 25 m boru verileri elde edilmiştir.

Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 25 \text{ m} \times 10 = 250 \text{ Watt} \quad (4.13)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 25 \text{ m} \times 10 = 250 \text{ Watt} \quad (4.14)$$

$$\text{Hattın toplam verimi: } 250 + 250 = 500 \text{ Watt} \quad (4.15)$$



Şekil 4.10 Toplantı odası batı cephe

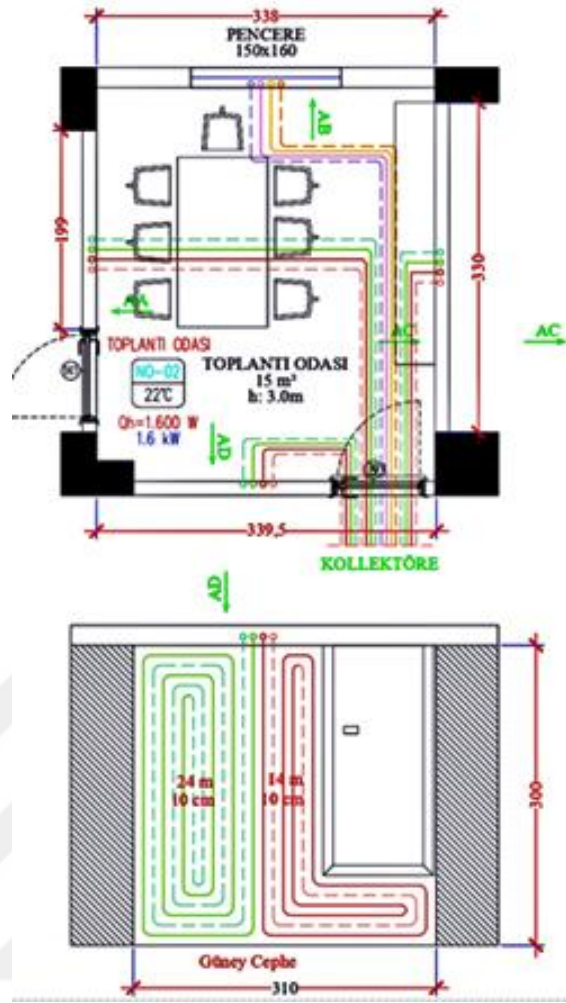
Toplantı odasının batı cephe duvarı ölçüleri şekil 4.10 da gösterilmektedir. Toplantı odası 3,03 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 9,09 metrekare hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 26 m boru, ikinci zon da 16 m boru verileri elde edilmiştir.

Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 26 \text{ m} \times 10 = 260 \text{ Watt} \quad (4.16)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 26 \text{ m} \times 10 = 160 \text{ Watt} \quad (4.17)$$

$$\text{Hattın toplam verimi: } 260 + 160 = 420 \text{ Watt} \quad (4.18)$$



Şekil 4.11 Toplantı odası güney cephe

Toplantı odasının güney cephe duvarı ölçüleri şekil 4.11 de gösterilmiştir. Oda 3,10 m genişlik, 3,0 m yüksekliğine sahiptir. Hesaplama sonucu duvar alanı 9,30 metrekare hesaplanmıştır. Bu değer ısı kaybı hesabında kullanılmıştır. Bu alana duvardan ısıtma tasarımı yapılmış olup, iki zon şeklinde tasarım yapılmıştır. Birinci zon da 24 m boru, ikinci zon da 14 m boru verileri elde edilmiştir.

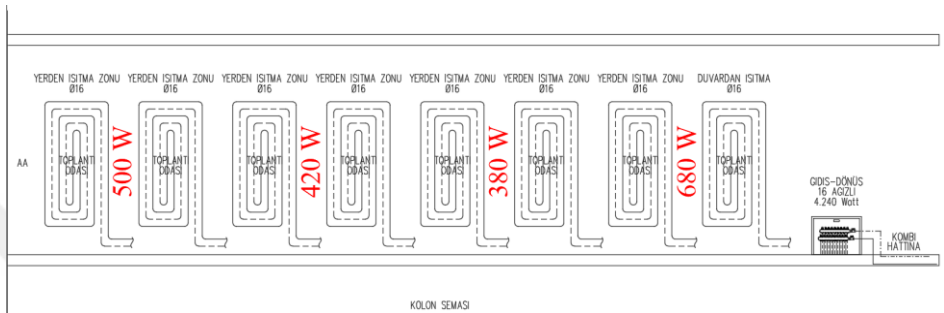
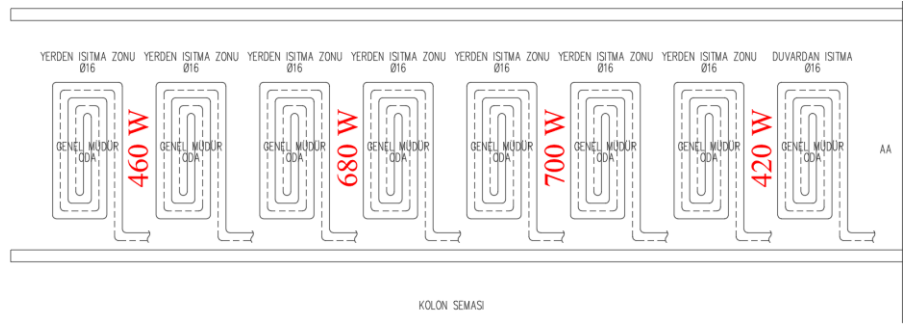
Saha uygulamalarından edilen verilere ve ölçümlere göre, 1 m borudaki verim 10 Watt olmuştur.

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 24 \text{ m} \times 10 = 240 \text{ Watt} \quad (4.19)$$

$$\text{Birinci zonda hattın verimi: } 14 \text{ m} \times 10 = 140 \text{ Watt} \quad (4.20)$$

$$\text{Hattın toplam verimi: } 240 + 140 = 380 \text{ Watt} \quad (4.21)$$

4.2.3. Kolon Şeması



Şekil 4.13 Duvardan ısıtma kolon şeması

Şekil 4.13 de kolon şemasında tek kat görünümü mevcuttur. Genel müdür odasında sekiz hat, toplantı salonunda sekiz hat bulunmaktadır. Bu hatlar birleşerek ana kollektöre bağlanmaktadır. Her bir hattın bağlantısında kontrol amaçlı mini vanalar bulunmaktadır.

4.2.4. Duvardan Isıtma Bulgular

Yapılan hesaplar sonucu genel müdür odasında ısı kaybı 1.500 Watt bulunmuştur. Mahalin duvardan ısıtma verimi ise, $460 + 420 + 700 + 680 = 2260$ Watt bulunmuştur. Duvarda ısıtma verimi ısı kaybı değerinden yüksek çıkmış olup mahalin ısıtılması için uygun bir değerdedir.

Yapılan hesaplar sonucu toplantı salonunda ısı kaybı 1.600 Watt bulunmuştur. Mahalin duvardan ısıtma verimi ise, $500 + 680 + 420 + 380 = 1980$ Watt bulunmuştur. Duvarda ısıtma verimi ısı kaybı değerinden yüksek çıkmış olup mahalin ısıtılması için uygun bir değerdedir.

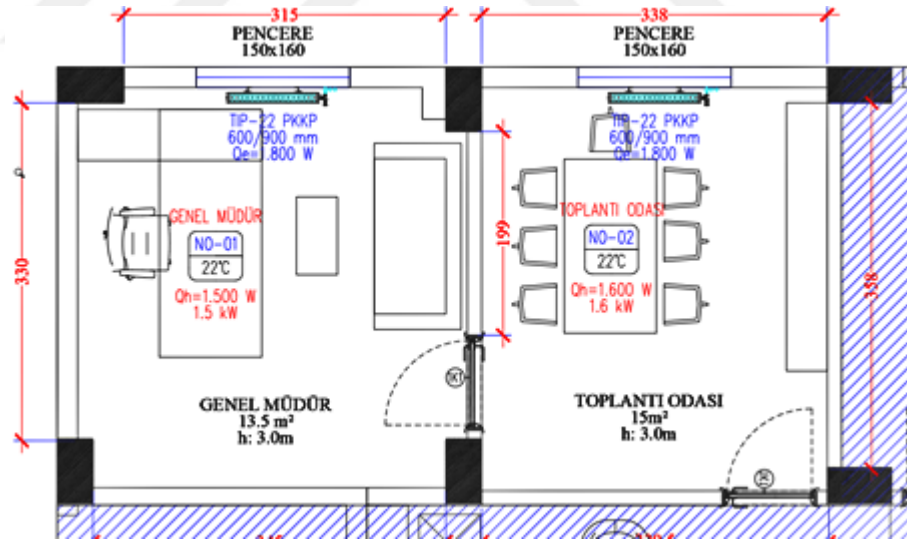
5. RADYATÖR ISITMA SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

5.1. Radyatör Sistemi

Radyatör ile ısıtma sistemi günümüzde en çok tercih edilen ve en yaygın kullanılan sistemdir. Malzeme biçimine ve malzeme cinsine göre farklı radyatör çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar; döküm, dilimli, çelik ve alüminyum radyatördür. Kullanılacak mahalin özelliklerine, kurulum maliyetine ve beklenen performansa göre radyatör seçimi yapılır.

Döküm radyatörler geç ısınan- geç soğuyan, maliyeti yüksek en dayanıklı radyatör çeşidi olmakla beraber günümüzde estetik açıdan tercih edilmemektedir. Sac ve alüminyum radyatörler, gerek maliyet gerekse estetik olarak çok daha fazla tercih edilmektedir. Konfor olarak boyutlandırma özelliği fazla olduğundan ısıtma sistemlerinde, mahallerde tercih sebebi olmaktadır.

5.2. Radyatör Isıtma Tesisat Projesi



Şekil 5.1 Genel müdür ve toplantı odası radyatör yerleşimi

Şekil 5.1 de genel müdür odası ve toplantı salonunun radyatör yerleşimleri gösterilmektedir. Genel müdür odasında mahalin ısı kaybı

1500 Watt, toplantı odasında mahalin ısı kaybı 1600 Watt olarak hesaplanmıştır. 600 mm genişliğinde, 900 mm uzunluğunda panel radyatörün verimi 1800 Watt olarak üretici marka kataloglarından alınmıştır. Her odaya bir adet radyatör yerleştirilmiştir.

6. YÖNTEM

Bu çalışmada Carrier HAP tasarım programı kullanılmıştır. HAP ticari binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin tasarımı ve analizi için farklı yönlü özellikler sağlamaktadır. [36]

Transfer Fonksiyonu Yöntemi; iklimlendirilen bir ortamın soğutma yükünün saat-saat bulunmasını, ortamda uygulanacak farklı sistem tipleri, kontrol stratejileri ve işletme şekilleri için son ortam şartlarının tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. HAP programı, tabanındaki ASHRAE Transfer Fonksiyonu Yöntemi eşitliklerine göre aşağıda verilen dört adımda ısı yükleri hesaplamaktadır.

1. Program birinci aşamada; yapının bulunduğu ülke, il ve ilçenin dış hava sıcaklıkları, kuru ve yaş termometre sıcaklıklarını içeren bilgileri inceler. Şekil 6.1 uygulama mahalimizin dış hava sıcaklık bilgilerinin HAP üzerindeki şeklidir.

Şekil 6.1 Mahalin dış hava sıcaklık bilgileri

2. Program ikinci aşamada; iletimle gerçekleşen ısı geçişlerini duvarlar, çatılar ve döşeme için hesaplar. Duvarlar, çatılar ve döşemelerdeki katmanlar arası ısı geçişini inceler.

3. Üçüncü aşamada; tüm elemanlar için taşınım, ışıınım ve ısı depolama süreçlerinin analizlerini yapmaktadır. Işıınım yoluyla elemanların soğurduğu enerji daha sonraki bir zamanda odaya yayılır.

4. Dördüncü adımda program; mahal sıcaklık transferi fonksiyon eşitliklerini kullanarak, odadan odaya geçen ısı geçişlerini dikkate alır ve oda sıcaklığındaki değişimi inceler. [37]

General | Internals | Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | Partitions

Name: GENEL MÜDÜR ODASI

Floor Area: 13,5 m²

Avg Ceiling Height: 3,0 m

Building Weight: 292,9 kg/m²

Light Med. Heavy

OA Ventilation Requirements

Space Usage: OFFICE: Office space

OA Requirement 1: 2,5 L/s/person

OA Requirement 2: 0,30 L/s-m²

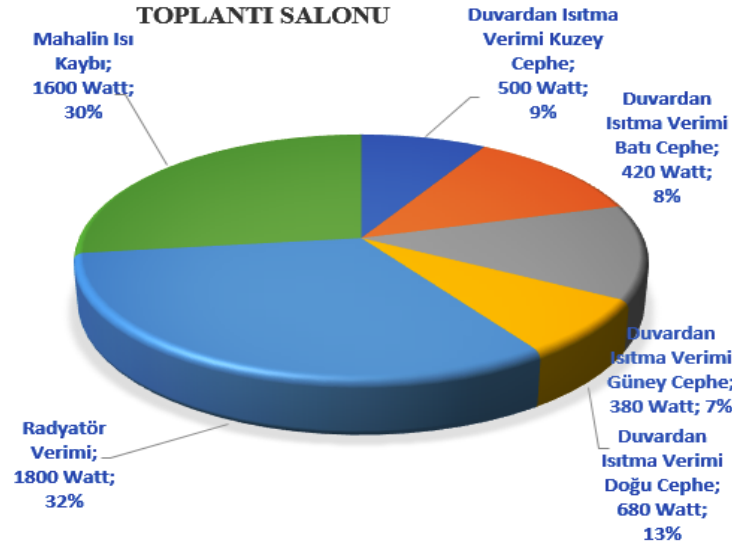
Space usage defaults: ASHRAE Std 62.1-2007
Defaults can be changed via View/Preferences.

Şekil 6.2 Mahalin HAP hesap bilgileri

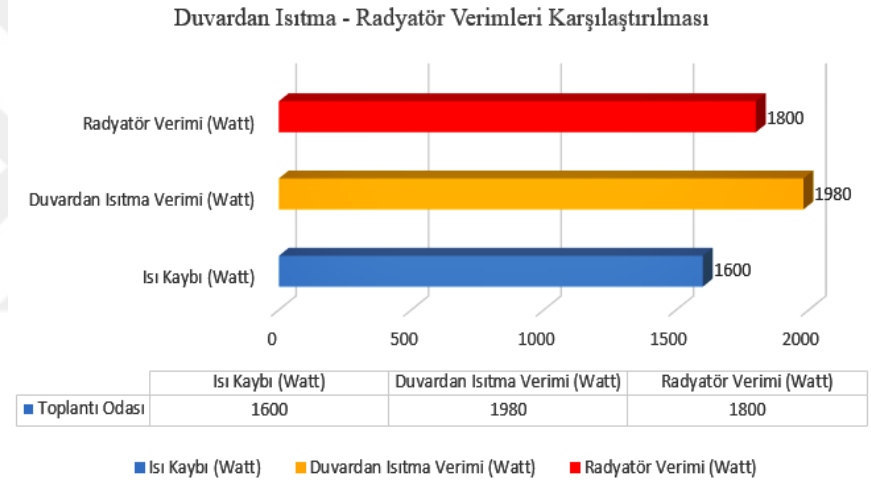
Şekil 6.2 de mahalin ısı akışını hesaplamak için HAP programına girilen genel bilgiler görülmektedir.

6.1 Toplantı Salonu Analizi

Toplantı salonunun ısı kaybı HAP analiz programında hesaplanmış olup, mahal ısı kaybı 1600 Watt olarak bulunmuştur. Bu değeri karşılayacak duvardan ısıtma tasarımı Autocad üzerinde yapılmış olup, Genel müdür odası için duvardan ısıtma verimi ise, $500 + 420 + 380 + 680 = 1980$ Watt bulunmuştur. Duvardan ısıtma toplam verim değeri mahalin ısı kaybı değerinden yüksek olduğundan dolayı mahalin ısıtılması için uygun bir değerdedir.



Şekil 6.3 Toplantı salonu duvardan ısıtma – radyatör sistemi verim yüzdeleri



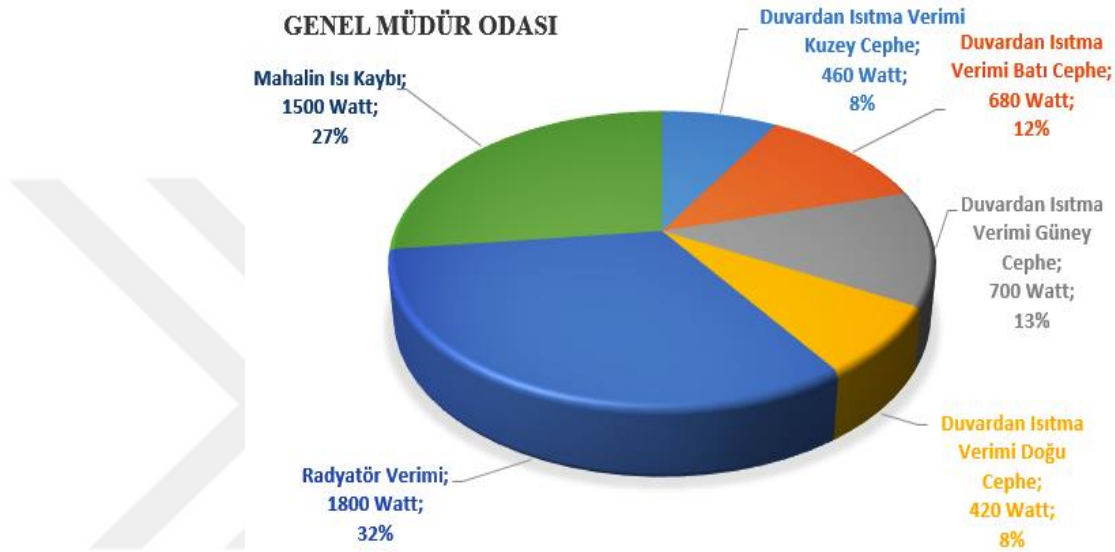
Şekil 6.4 Toplantı salonu sistem karşılaştırılması

Şekil 6.3 ve şekil 6.4 de mahale uygulanan duvardan ısıtma ile radyatör sisteminin HAP sonuçları karşılaştırılmıştır.

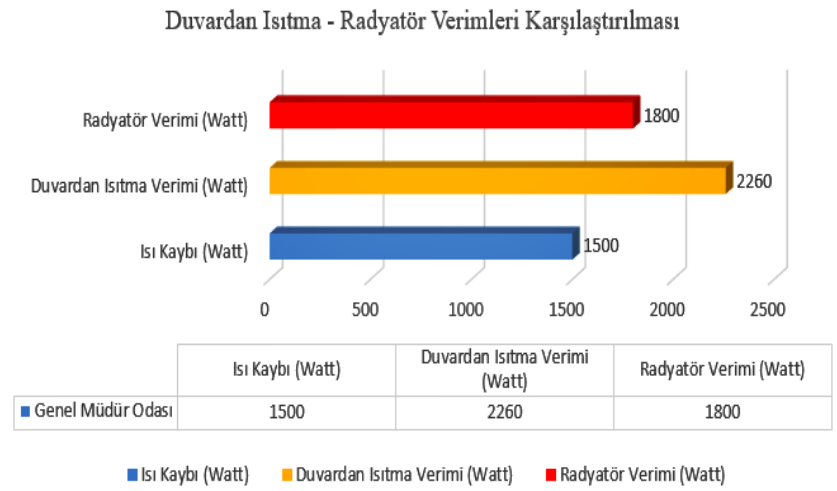
Toplantı salonunda, mahalin radyatörle ısıtılması 900 mm uzunluğunda panel radyatör ile sağlanmaktadır. Radyatörün ilgili kataloglardan seçilmiş verim değeri 80°C-60°C ye göre 1800 Watt değerindedir.

6.2 Müdür Odası Analizi

Mahal ısı kaybı 1500 Watt olarak bulunmuştur. Bu değeri karşılayacak duvardan ısıtma tasarımı Autocad üzerinde yapılmış olup, Genel müdür odası için duvardan ısıtma verimi, $460 + 680 + 700 + 420 = 2260$ Watt bulunmuştur. Duvardan ısıtma toplam verim değeri mahalin ısı kaybı değerinden yüksek olduğundan dolayı mahalin ısıtılması için uygun bir değerdedir.



Şekil 6.5 Genel müdür odası duvardan ısıtma – radyatör sistemi verim yüzdeleri



Şekil 6.6 Genel müdür odası sistem karşılaştırılması

Şekil 6.3 ve şekil 6.4 de mahale uygulanan duvardan ısıtma ile radyatör sisteminin HAP sonuçları karşılaştırılmıştır.

Genel müdür odasında, mahalin radyatörle ısıtılması 900 mm uzunluğunda panel radyatör ile sağlanmaktadır. Radyatörün ilgili kataloglardan seçilmiş verim değeri 80°C-60°C ye göre 1800 Watt değerindedir.

Air System Sizing Summary for Default System			
Project Name: DUWARDAN ISITMA UYGULANAN BİR OFİSİN İNCELENMESİ		12.12.2022	
Prepared by: AREL ÜNİVERSİTESİ		10:03:03	
Air System Information			
Air System Name	Default System	Number of zones	1
Equipment Class	UNDEF	Floor Area	28,5 m ²
Air System Type	SZCAV	Location	Istanbul, Turkey
Sizing Calculation Information			
Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads
Central Cooling Coil Sizing Data			
Total coil load	3,0 kW	Load occurs at	Jun 1600
Sensible coil load	2,6 kW	OA DB / WB	29,2 / 21,0 °C
Coil L/s at Jun 1600	237 L/s	Entering DB / WB	24,9 / 18,7 °C
Max block L/s	237 L/s	Leaving DB / WB	15,6 / 15,0 °C
Sum of peak zone L/s	237 L/s	Coil ADP	14,6 °C
Sensible heat ratio	0,890	Bypass Factor	0,100
m ² /kW	5,7	Resulting RH	56 %
W/m ²	103,6	Design supply temp.	14,4 °C
Water flow @ 5,6 °K rise	0,13 L/s	Zone T-stat Check	1 of 1 OK
		Max zone temperature deviation	0,0 °K
Central Heating Coil Sizing Data			
Max coil load	3,5 kW	Load occurs at	Des Htg
Coil L/s at Des Htg	237 L/s	W/m ²	124,5
Max coil L/s	237 L/s	Ent. DB / Lvg DB	18,6 / 31,1 °C
Water flow @ 11,1 °K drop	0,08 L/s		
Supply Fan Sizing Data			
Actual max L/s	237 L/s	Fan motor BHP	0,00 BHP
Standard L/s	236 L/s	Fan motor kW	0,00 kW
Actual max L/(s-m ²)	8,30 L/(s-m ²)	Fan static	0 Pa
Outdoor Ventilation Air Data			
Design airflow L/s	19 L/s	L/s/person	4,64 L/s/person
L/(s-m ²)	0,65 L/(s-m ²)		

Şekil 6.7 Klima sistemi yaz-kış sıcaklık verileri

Şekil 6.7 de klima sistemi için yaz-kış sıcaklık verileri HAP kullanılarak tek sayfada toplanmıştır. Verilere göre, mahalin ısı kaybı ve ısı kazancı şekil 6.8 de gösterilmiştir. Hesaplamalar yapılırken dikkate alınması gereken yapı bileşenlerinin değerleri ise şekil 6.9 da gösterilmektedir.

Zone Sizing Summary for Default System		
Project Name: DUVARDAN ISITMA UYGULANAN BİR OFİSİN İNCELENMESİ		12.12.2022
Prepared by: AREL ÜNİVERSİTESİ		10.03.09

Air System Information

Air System Name	Default System	Number of zones	1
Equipment Class	UNDEF	Floor Area	28,5 m²
Air System Type	SZCAV	Location	Istanbul, Turkey

Sizing Calculation Information

Calculation Months	Jan to Dec	Zone L/s Sizing	Sum of space airflow rates
Sizing Data	Calculated	Space L/s Sizing	Individual peak space loads

Zone Sizing Data

Zone Name	Maximum Cooling Sensible (kW)	Design Airflow (L/s)	Minimum Airflow (L/s)	Time of Peak Load	Maximum Heating Load (kW)	Zone Floor Area (m²)	Zone L/(s-m²)
Zone 1	2,7	237	237	Jul 1500	3,1	28,5	8,30

Zone Terminal Sizing Data

No Zone Terminal Sizing Data required for this system.

Space Loads and Airflows

Zone Name / Space Name	Mult.	Cooling Sensible (kW)	Time of Load	Air Flow (L/s)	Heating Load (kW)	Floor Area (m²)	Space L/(s-m²)
Zone 1							
GENEL MÜDÜR ODASI	1	1,3	Jul 1500	117	1,5	13,5	8,69
TOPLANTI ODASI	1	1,4	Jul 1500	119	1,6	15,0	7,95

Şekil 6.8 Mahalin ısı kaybı - ısı kazancı hesap tablosu

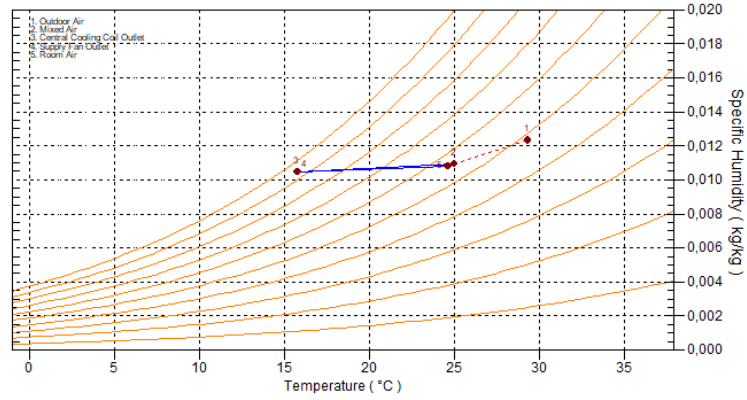
Space Design Load Summary for Default System		
Project Name: DUVARDAN ISITMA UYGULANAN BİR OFİSİN İNCELENMESİ		12.12.2022
Prepared by: AREL ÜNİVERSİTESİ		10.03.09

TABLE 1.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE "TOPLANTI ODASI" IN ZONE "Zone 1"						
DESIGN COOLING				DESIGN HEATING		
COOLING DATA AT Jul 1500 COOLING OA DB / WB 30,0 °C / 21,1 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C				HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,0 °C / -5,7 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	2 m²	154	-	2 m²	-	-
Wall Transmission	37 m²	664	-	37 m²	1151	-
Roof Transmission	14 m²	355	-	14 m²	223	-
Window Transmission	2 m²	37	-	2 m²	193	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	2	144	120	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads		1353	120		1567	0

TABLE 1.2.B. ENVELOPE LOADS FOR SPACE "TOPLANTI ODASI" IN ZONE "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING TRANS (W)	COOLING SOLAR (W)	HEATING TRANS (W)
N EXPOSURE						
WALL	7	1,280	-	51	-	210
WINDOW 1	2	3,339	0,811	37	154	193
E EXPOSURE						
WALL	10	1,280	-	230	-	306
S EXPOSURE						
WALL	10	1,280	-	145	-	321
E EXPOSURE						
WALL	10	1,280	-	237	-	315
H EXPOSURE						
ROOF	14	0,685	-	355	-	223

Şekil 6.9 Yapı bileşenlerinin ısı kaybı-ısı kazancı değerleri

Location: İstanbul, Turkey
 Altitude: 36,9 m.
 Data for: June DESIGN COOLING DAY, 1600



Şekil 6.10 HAP sonuçlarının psikometrik diyagramı

HAP programı kullanılarak şekil 6.10 daki psikometrik diyagrama ulaşılmıştır.

7.ISI KAYBI HESABI

Çalışmada İstanbul'un Beykoz ilçesinde bulunan bir ofis binasıdır. Ofiste ısıtma ve soğutma için duvardan ısıtma sistemi uygulanmıştır.

7.1.Bulgular

Tablo 7.1 Ofisin 9:00 daki ölçüm sonuçları

	Sekreteryaya Salon	Finans Müdür Odası	Toplantı Odası	Mutfak	Genel Müdür Odası
Oda Sıcaklığı °C	22,4	21,7	20,2	17,5	13,6
Dış Duvar Yüzey Sıcaklığı °C	25,4	26,3	22,9	7	12,8
Yer Yüzey Sıcaklığı °C	23,9	24,2	21,7	17,5	13,6
İç Duvar Yüzey Sıcaklığı °C		24,4	25,6	11	14,3

Tablo 7.1 de inceleme yapılan ofisin 9:00 daki ölçüm sonuçları mevcuttur. Isıtılan bir mahalin ısı kaybı TS 825 Standardına göre aşağıdaki şekilde belirlenir:

- Öncelikli olarak ısı kaybı hesabı yapılacak yapının bulunduğu ilin dış sıcaklık değeri (T_i) ilgili tablodan (TS 825) bulunup tespit edilmiştir.
- Bu değer Beykoz ilçesi, İstanbul ili için $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ seçilmiştir.
- İç mahaller için sıcak değerleri tespit edilir. Genel müdür odası iç mahal sıcaklığı (T_d) $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak esas alınmıştır.
- Sıcaklık farkı, Dış sıcaklık değeri ve iç mahal sıcaklığının farkı ile bulunmuştur. $\Delta T = T_d - T_i (^{\circ}\text{C}) = 20 - (-3) = 23^{\circ}\text{C}$
- Daha sonraki adım olarak Dış duvar, iç duvar, zemin, pencereler, kapılar için ısı geçirgenlik katsayısı U değeri hesaplanmıştır.
- Dış duvar için uzunluk ve yükseklik çarpımı yapılarak toplam alan metrekaresi hesaplanmıştır. $A_o = L \times h (m)$
- Toplam alan (A_o), ısı geçirgenlik katsayısı (U) ve Sıcaklık farkı (ΔT) ile çarpılarak arttırımsız ısı kaybı (Q_o) hesaplanır. Bu değerler aynı sütun üzerinde yer almaktadır.

$$Q_o = A_o \times U \times \Delta T$$

- Hesaplanan Q_o değeri, arttırımsız ısı kaybı değerinin toplamıyla çarpılıp genel toplam sütununa yazılmaktadır.
- Diğer bileşenler içinde aynı işlemler uygulanarak aynı çizelge içerisinde bu değerler alt alta toplanır ve mahalin ısı kaybı Watt cinsinden hesaplanmıştır.
- Hesaplamalara ek olarak infiltrasyon denilen pencerelerden kaynaklı kaçak hesabı da bu hesaba eklenmiştir.

$$Q_s = \sum L \times a \times H \times R \times \Delta T \times Z_e$$

- Genel toplam ısı kaybı bu iki değer toplanmasıyla birlikte tespit edilmiştir.

Tablo 7.2 salyangoz döşeme için, 20°C oda sıcaklığında olan 13,5 m² alana sahip genel müdür odası için ölçülen verileri içermektedir. Kullanılan boru 17 mm modül aralığı 15'tir.

Tablo 7.2 Salyangoz sistem için modül verim tablosu

Oda Sıcaklığı °C	Alan m ²	Döşeme Malzemesi	Toplam Boru Uzunluğu	Modül verimi (Watt)	İhtiyaç W/m ²	Döşeme sıcaklığı °C
20	13,5	15 mm seramik kaplama	70 m	1620	120	29

7.2 İncelenen Oda için Isı Kaybı Hesabı

- 1. Adım:

Öncelikli olarak ısı kaybı hesabı yapılacak yapının bulunduğu ilin dış sıcaklık değeri (Ti) ilgili tablodan (TS 825) bulunmuştur. Bu değer Beykoz ilçesi, İstanbul ili için -3 °C seçilecektir. İç mahaller için sıcak değerleri tespit edilmiştir. Genel müdür odası iç mahal sıcaklığı (Td) 20 °C olarak esas alınacaktır. Sıcaklık farkı, dış sıcaklık değeri ve iç mahal sıcaklığının farkı ile tespit edilmiştir.

$$\Delta T = T_d - T_i(^{\circ}\text{C}) = 20 - (-3) = 23^{\circ}\text{C} \quad (7.1)$$

- 2. Adım:

Daha sonraki adım olarak dış duvar, iç duvar, zemin, pencereler, kapılar için ısı geçirgenlik katsayısı U değeri hesaplanmıştır. (Veriler TS825'ten alınmıştır.)

Dış duvar kalınlığı 20 cm, iç duvar kalınlığı 17 cm'dir.

Tablo 7.3 U Değerlerinin hesaplanması (TS 825)

	SEMBOL	YAPI ELEMANI ADI	Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl Geçirgenlik Katsayısı
			d (m)	λh (W/mK)	R (m²KW)	U W/m²K
DUVAR	DD1	Dış Duvar - Tuğla (Dış Hava Temaslı)				
	1/ai	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)	—	—	0,130	—
	a	Çimento Harcı	0,035	1,600	0,022	—
	b	Polisitren Sert Köpük (EPS) TS 7316	0,040	0,035	1,143	—
	c	Tuğla W Sınıfı - Normal Harç	0,200	0,320	0,625	—
	d	Alçı Harcı	0,035	0,700	0,050	—
	1/ad	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)	—	—	0,040	<u>U</u>
DUVAR	ID1	İç Duvar - Tuğla			2,01	0,50
	1/ai	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)	—	—	0,130	—
	a	Kireç Harcı, Kireç - Çimento Harcı	0,035	1,000	0,035	—
	b	Tuğla W Sınıfı - Normal Harç	0,170	0,320	0,531	—
	c	Alçı Harcı	0,035	0,700	0,050	—
	1/ad	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)	—	—	0,130	<u>U</u>
					0,88	1,14
DÖŞEME	TTDÖ	Toprak Temaslı Döşeme				
	1/ai	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)	—	—	0,170	—
	a	Alçı Harcı	0,035	0,700	0,050	—
	b	Beton - Normal (Donatılı)	0,200	2,100	0,095	—
	c	Polimer Bitümlü Su Yalıtım Örtüsü	0,005	0,190	0,026	—
	d	Polisitren Sert Köpük (EPS) TS 7316	0,040	0,035	1,143	—
	e	Çimento Harcı	0,035	1,600	0,022	—
	f	Bitümlü Buhar Kesici Membran	0,035	1,600	0,022	—
	1/ad	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)	—	—	0,000	<u>U</u>
ÇATI					1,53	0,65
	Ç1	Çatı (Üzeri Örtülü)				
	1/ai	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)	—	—	0,170	—
	a	Alüminyum	0,005	0,500	0,010	—
	b	Kontraplak (TS 46)	0,015	0,130	0,115	—
	c	Cam Köpüğü TS EN 1316	0,060	0,045	1,333	—
	d	Kontraplak (TS 46)	0,015	0,130	0,115	—
	e	Kayın, Meşe	0,030	0,200	0,150	—
	f	Beton - Normal (Donatılı)	0,150	2,100	0,071	—
KAPI - PENCERE	g	Alçı Harcı	0,050	0,700	0,071	—
	1/ad	Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (dış)	—	—	0,000	<u>U</u>
					2,04	0,49
	ÇCP	Çift Camlı Pencere	—	—	<u>U</u>	2,40
	İK	İç Kapılar	—	—	<u>U</u>	2,00
KAPI - PENCERE	DK	Dış Kapılar	—	—	<u>U</u>	4,00

• 3. Adım:

1 nolu satır: Pencere alanı hesaplama (ÇCP):

Pencere kuzeyde yer almaktadır. Proje üzerinde 4.15m uzunluğundaki duvar üzerinde yer almaktadır. Pencere ölçüleri 2,7m uzunluk, 1,50 m yüksekliktir. Pencerenin alanı (3.2) pencere büyüklüğü ve genişliği çarpılarak hesaplanmıştır.

$$\text{ÇCP} = 2,70 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} = 4,1 \text{ m}^2 \quad (7.2)$$

Pencereden kaynaklanan ısı kaybını bulmak için pencere alanı ile u değeri çarpılır

$$4,1 \text{ m}^2 \times 2,40 \times 23^\circ\text{C} = 223,6 \text{ Watt} \quad (7.3)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınır ve Toplam = 1,12 bulunmuştur.

$$223,6 \text{ Watt} \times 1,12 = 250 \text{ Watt olarak hesaplanmıştır} \quad (7.4)$$

2 nolu satır: Dış duvar alanı hesaplama (DD₁):

Dış duvar 1 kuzeyde yer almaktadır. Duvar ölçüleri 4,15 m uzunluk, 3 m yüksekliktir. Dış duvar alanı (3.5) duvar büyüklüğü ve genişliği çarpılarak hesaplanmıştır.

$$\text{DD1} = 4,15 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12,45 \text{ m}^2 \quad (7.5)$$

$$12,45 \text{ m}^2 - 4,1 \text{ m}^2 = 8,4 \text{ m}^2 \quad (7.6)$$

Duvardan kaynaklanan ısı kaybını bulmak için pencere alanı ile u değeri çarpılır

$$8,4 \text{ m}^2 \times 0,50 \times 23^\circ\text{C} = 96,6 \text{ Watt} \quad (7.7)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınır Toplam = 1,12

$$96,6 \text{ Watt} \times 1,12 = 108 \text{ Watt olarak hesaplanmıştır.} \quad (7.8)$$

3 nolu satır: Dış duvar alanı hesaplama(DD₂):

Dış duvar 2 batıda yer almaktadır.

Duvar ölçüleri 4,26 m uzunluk, 3 m yükseklik

Duvar büyüklüğü ve genişliği çarpılarak metrekaresi hesaplanmıştır.

$$\text{DD1} = 4,26 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12,80 \text{ m}^2 \quad (7.9)$$

$$12,80 \text{ m}^2 \times 0,50 \times 23^\circ\text{C} = 147,7 \text{ Watt} \quad (7.10)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınır ve Toplam = 1,12 bulunmuştur.

$$147,0 \text{ Watt} \times 1,12 = 165 \text{ Watt} \text{ olarak hesaplanmıştır.} \quad (7.11)$$

4 nolu satır: Kapı alanı hesaplama (İK):

Kapı doğuda yer almaktadır. Kapı ölçüleri 2,1 m uzunluk, 0,9 m yükseklik. Kapı alanı, kapı büyüklüğü ve genişliği çarpılarak hesaplanmıştır.

$$\text{İK} = 2,10 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} = 1,9 \text{ m}^2 \quad (7.12)$$

$$1,9 \text{ m}^2 \times 2,00 \times 5^\circ\text{C} = 18,9 \text{ Watt} \quad (7.13)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınmıştır ve Toplam = 1,12 bulunmuştur.

$$18,9 \text{ Watt} \times 1,12 = 21 \text{ Watt} \text{ olarak hesaplanmıştır} \quad (7.14)$$

5 nolu satır: İç duvar alanı hesaplama (İD₁):

İç duvar 1 güneyde yer almaktadır. Duvar ölçüleri 4,15 m uzunluk, 3 m yükseklik. Duvar büyüklüğü ve genişliği çarpılarak metrekaresi hesaplanmıştır.

$$\text{DD1} = 4.15 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12,45 \text{ m}^2 \quad (7.15)$$

$$12,45 \text{ m}^2 \times 1,14 \times 5^\circ\text{C} = 71,0 \text{ Watt} \quad (7.16)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınmıştır ve Toplam = 1,12 bulunmuştur.

$$71,0 \text{ Watt} \times 1,12 = 79 \text{ Watt} \quad (7.17)$$

6 nolu satır: Döşeme alanı hesaplama (TT / DÖ):

Döşeme ölçüleri 13,5 m²

$$13,5 \text{ m}^2 \times 0,65 \times 11^\circ\text{C} = 96,5 \text{ Watt} \quad (7.18)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınmıştır ve Toplam = 1,12 bulunmuştur.

$$96,5 \text{ Watt} \times 1,12 = 108 \text{ Watt} \text{ olarak hesaplanmıştır.} \quad (7.19)$$

7 nolu satır: Çatı alanı hesaplama (Ç₁):

Çatı ölçüleri 13,5 m²

$$13,5 \text{ m}^2 \times 0,49 \times 23^\circ\text{C} = 152,1 \text{ Watt} \quad (7.20)$$

Birleştirilmiş Arttırım = 7

Kat Yüksekliği = 0

Yön Arttırımı = 5 olarak alınmıştır ve Toplam = 1,12 bulunmuştur.

152,1 Watt x 1,12 = 170 Watt olarak hesaplanmıştır. (7.21)

8 nolu satır: Pencere hava sızıntısı hesabı

Pencerelerden sızan havanın ısı kaybı hesabı 243 Watt olarak bulunmuştur ve tabloya yazılmıştır.

Toplam ısı kaybı = Pencere sızıntı kaybı +

İletim ve taşınım ısı kaybı (7.22)

Toplam Isı Kaybı = 243 + 902 =

1.145 Watt olarak hesaplanmıştır. (7.23)

Tablo 7.4 de bulunan ısı kaybı çizelgesi, bu çalışmanın sonuçlarına özel olarak hazırlanmıştır.

Tablo 7.4 Isı kaybı hesabı çizelgesi

ISI KAYBI HESABI ÇİZELGESİ																											
DİZAYN BİLGİLERİ	Yapı Kullanımı :		KONUT		Rüzgar Durumu :		RÜZGARLI		DESING HEATING TS-825																		
	Bulunduğu Şehir :		İSTANBUL		Bölge Durumu :		RÜZGARLI BÖLGE																				
	Dış Hava Sıcak. :		-3 °C		Bina Durumu :		SERBEST																				
	İşletme Türü :		1. İŞLETME		Yapı Tipi :		AYRIK NİZAM																				
YAPI BİLEŞENİ			ALAN HESABI					ISI KAYBI HESABI					ARTTIRIMLAR				Σ										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
İşaret	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Toplam Alan	Miktar	Çıkarılan Alan	Hesaba Giren Alan	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Konşu Mahal Sıcaklığı	Sıcaklık Farkı	Atırılmaz Isı Kaybı	Birleştirilmiş Arttırım	Kat Yüksekliği	Yön Arttırımı	Toplam	Toplam Isı İhtiyacı										
-	-	-	m	m	m ²	Ad.	m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	W	%	%	%	1+%	W										
MAHAL BİLGİLERİ	Mahal Adı :		GENEL MÜDÜR ODASI					DİZAYN BİLGİLERİ	Dış Hava Sıcaklığı :		-3°C	Not: Alt ve üst komşu mahaller uzun süreli kullanılmadığı varsayılarak 15 °C olarak hesaba katılmıştır.															
	Mahal No :		-						Mahal İç Sıcaklığı :		20°C																
	Daire No :		-						ΔT Sıcaklık Farkı :		23°C																
	Kat :		ZEMİN						Kat Yüksekliği :		3,0m																
İLETİM VE TAŞINIMLA ISI KAYBI HESABI																		A	B	C	D	E	F	G	H	K	
1	ÇCP	K	-	2,70	1,50	4,1	1	4,1	2,40	-3	23	223,6	7	0	5	1,12	250										
2	DD1	K	-	4,15	3,00	12,45	1	4,1	8,4	0,50	-3	23	96,6	7	0	5	1,12	108									
3	DD2	B	-	4,26	3,00	12,8	1	12,8	12,8	0,50	-3	23	147,0	7	0	5	1,12	165									
4	İK	D	-	0,90	2,10	1,9	1	1,9	2,00	15	5	18,9	7	0	5	1,12	21										
5	ID1	G	-	4,15	3,00	12,45	1	0,0	12,5	1,14	15	5	71,0	7	0	5	1,12	79									
6	TT/DO	-	-	-	-	13,5	1	-	13,5	0,65	9	11	96,5	7	0	5	1,12	108									
7	Ç1	-	-	-	-	13,5	1	-	13,5	0,49	-3	23	152,1	7	0	5	1,12	170									
HAVA SIZINTISI KAYBI HESABI																		İLETİM VE TAŞINIMLA ISI KAYBI (Qİ) :								902 W	
Qs	Hava Sızdırma Katsayısı		Bina Durum Katsayısı		Pencere Katsayısı		Oda Durum Katsayısı		Dış ve İç Sıcaklık Farkı		Pencerenin Açılan Kısımlarının Çevre Uzunlukları Toplamı		Hesap														
	a		H		Ze		R		ΔT		L		W														
	2,0		0,977		1,0		0,9		23 °C		6,0 m		243														
ENFİLTASYON KAYBI (Qs) :																		243									
TOPLAM ISI KAYBI (Qh) :																		1.145 W									

7.3. Maliyet Hesabı

Radyatör ve duvardan ısıtma sisteminde, mahale uygulanan tesisatın sıcak suyu sağlayabilecek ve farklı yakıtları kullanabilen bir kaynak ile bağlantısının kolektör vasıtasıyla sağlanması gerekir.



Şekil 7.1 Uygulama sahasına örnek (İstanbul)

Şekil 7.1 de kullanılan borular arası mesafe 10 cm'dir. İncelenen müdür odası için tabanı 13,5 m²lik bir strafor olarak hesaplayabiliriz. Toplantı salonu için 15 m² hesaplayabiliriz. Boruların döşenmesi için tavsiye edilen ortalama oran 10 cm'dir. Boru ihtiyacını hesaplamak için taban çarpı ortalama oran kullanılır.

Genel müdür odasında 226 m boruya ihtiyaç vardır.

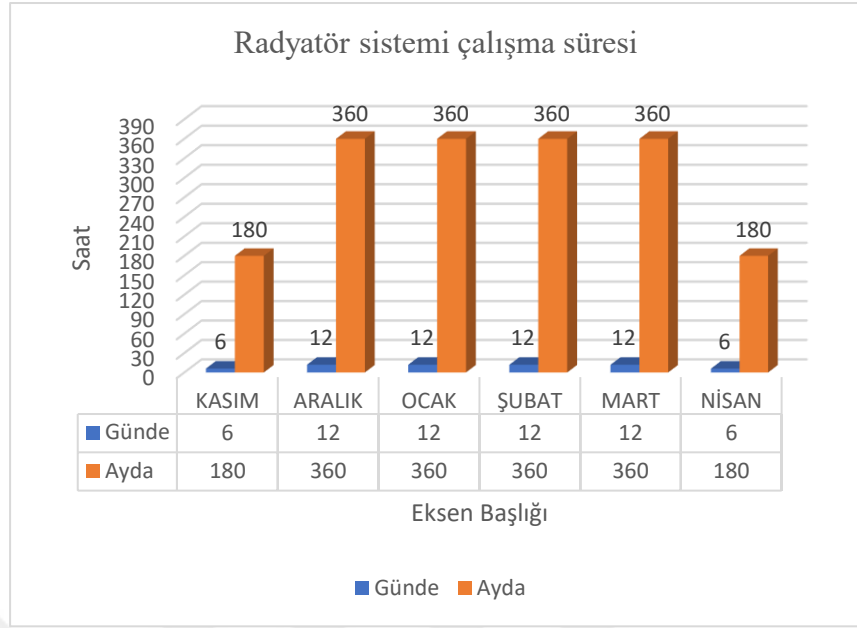
Toplantı odasında 198 m boruya ihtiyaç vardır.

Toplamda her iki odada toplam 8 zon vardır. Her zonda 2 hat bulunmaktadır.

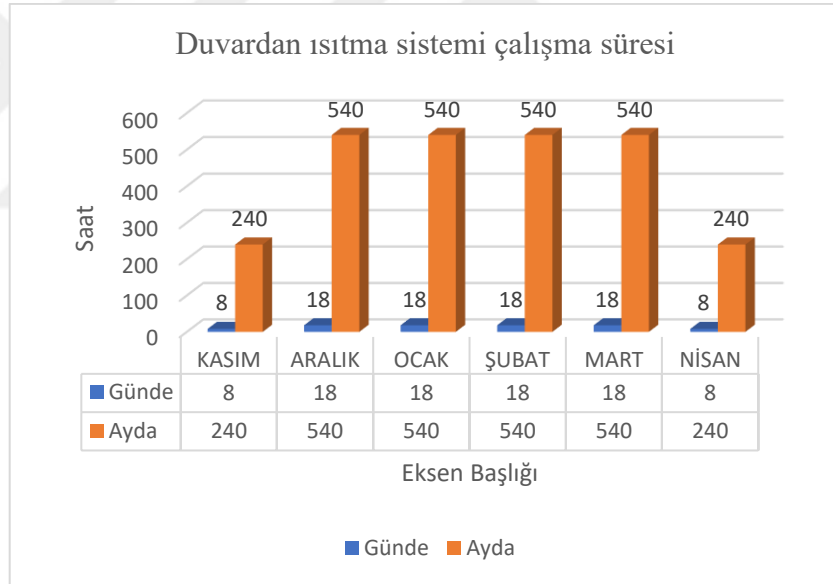
Uygulama alanı için 16 ağızlı bir kolektör yeterli olacaktır.

Yapılan araştırmalara göre 2022 yılında duvardan ısıtma sistemlerinin kurulum maliyetleri için ortalama fiyat m² başına 400-600 TL arasındadır.

Tablo 7.5 Radyatörlü sistemin çalışma süresi



Tablo 7.6 Duvardan ısıtma sistemin çalışma süresi



Tablo 7.5 de radyatörlü sistemin çalışma süresi ve tablo 7.6 da duvardan ısıtma sistemin, ısı konforu sağlayabilmesi için gerekli çalışma süresi verilmiştir.

Radyatörlü ısıtma sistemi:

$$1800 \text{ saat/Yıl} \times 1,3 \text{ m}^3/\text{h} = 2340 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz/yıl} \quad (7.24)$$

Hesaplama yapılırken 1,35 m³ ortalama değer olarak alınmıştır. Ancak yüzeyden ısıtmada boru içerisindeki suyun gidiş ve dönüşü 45°C

-35°C arası sınırlandırılacağından saatte 0,70 m³' ten daha az yakacaktır. Böylece:

$$2640 \text{ saat/Yıl} \times 0,7 \text{ m}^3/\text{h} = 1848 \text{ m}^3 \text{ doğalgaz/yıl} \quad (7.25)$$

Doğalgaz metreküp fiyatı 4,08 TL dir

Yıllık yakıt giderini hesaplamak istersek:

$$2340 \times 4,08 = 9547,2 \text{ TL / yıl} \quad (7.26)$$

$$1848 \times 4,08 = 7539,84 \text{ TL / yıl} \quad (7.27)$$

Yüzeye uygulanan ısıtma sistemi, tablo 7.6 da gösterildiği gibi kış ayı boyunca çalıştırılmış olsa bile kaloriferli sisteme göre %26 daha az enerji tüketmektedir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada duvardan ısıtma incelenen bir mahal incelenmiştir. İnceleme baz alınarak sistem hakkında bilgi verilmiş, avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmıştır.

8.1 Sonuçlar

Duvardan ısıtma projesinde, genel müdür odasının ısı kaybı HAP analiz programında hesaplanmıştır. Duvardan ısıtma toplam verim değeri mahalin ısı kaybı değerinden yüksek olduğundan dolayı mahalin ısıtılması için uygun bir değerdedir.

Duvardan ısıtma sistemi mahalin kuzey, güney, batı ve doğu cephelerinin duvar yüzeyinde pex borularla sağlanmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre sistemin verimi 2260 Watt bulunmuştur. Bu mahalde duvardan ısıtma sisteminin radyatörlü sisteme göre 460 Watt daha fazla verim sağladığı görülmüştür. Ayrıca homojen dağılım ve alan kaplama konusunda duvardan ısıtma sistemi radyatörlü sisteme göre daha avantajlıdır.

Duvardan ısıtma sistemi uygulanan toplantı odasının kuzey, güney, batı ve doğu cephelerinin duvar yüzeyinde pex borularla sağlanmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre sistemin verimi 1980 Watt bulunmuştur.

İnceleme yapılan müdür odasında duvardan ısıtma sisteminin radyatörlü sisteme göre 180 Watt daha fazla verim sağladığı görülmüştür. Ayrıca homojen dağılım ve alan kaplama konusunda duvardan ısıtma sistemi radyatörlü sisteme göre daha avantajlıdır.

Hesaplama yapılan iki farklı mahalde de, farklı duvar yüzeyleri ve farklı alan alanlar olmasına rağmen duvardan ısıtma sistemi radyatörlü sisteme göre daha verimli bir sistem olarak hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Akbulut, U. (2012). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Duvardan Isıtma Ve Soğutma Sisteminin Teorik Ve Deneysel İncelenmesi* Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, İstanbul).
- [2] T.A. Reddy, J.F. Kreider, P.S. Curtiss, A. Rabl, *Heating And Cooling Of Buildings: Principles And Practice Of Energy Efficient Design*, Third Ed., CRC Press, 2016, ISBN 9781315374567.
- [3] Ünlü K. (2007) “Gazla Çalışan Radyant Isıtıcıların Avantajları Ve Projelendirme Detayları” M.M.O.
- [4] Oruç, O. (2019) *Duvardan Radyant Soğutma Sistemlerinde Soğutucu Akışkan Sıcaklığının Isıl Konfora Etkisinin İncelenmesi* Politeknik Dergisi
- [5] Özgür A., Üçgül İ., Selbaş R. (2014) “Radyant Soğutma Tesisatı” IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi
- [6] Okamoto, S., Kitora, H., Yamaguchi, H., & Oka, T. (2010). *A Simplified Calculation Method For Estimating Heat Flux From Ceiling Radiant Panels*. Energy And Buildings, 42(1), 29-33.
- [7] Min, T.C., LF. Schutrum, G.V. Parmelee, And LO. Vouris, *Natural Convection And Radiation In A Panel Heated Room*. ASHRAE Transactions 62: 337,1956.
- [8] Feustel, H. E., Stetiu, C., Hydronic Radiant Cooling — Preliminary Assessment, Energy And Buildings, 22, 3 , 193-205 , August 1995.
- [9] Strand, Richard K. Ve Pedersen, C. O., (1997), “Implementation Of A Radiant Heating And Cooling Model Into An Integrated Building Energy Analysis Program”, ASHRAE Transactions, 103: 949-958.

- [10] Dudkiewicz, E., Jezowiecki, J. (2009). *Measured Radiant Thermal Fields In Industrial Spaces Served By High Intensity Infrared Heater*. Energy And Buildings, 41, 27-35.
- [12] Fenercioğlu A., Uğur R., Kara H., (2019) “*Duvardan/ Tavandan Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinde Yoğuşma Kontrolünde Yeni Bir Yaklaşım*” , IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi
- [13] Rhee, K. N., Olesen, B. W., & Kim, K. W. (2017). *Ten Questions About Radiant Heating And Cooling Systems*. Building And Environment, 112, 367-381.
- [14] Tiryaki, C. Z. (2014) *Radyant Isıtma Sistemlerinin Projelendirilmesi*. V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi
- [15] Laouadi, A. (2004). *Development Of A Radiant Heating And Cooling Model For Building Energy Simulation Software*. Building And Environment, 39(4), 421-431.
- [16] Camci, M., Karakoyun, Y., Acikgoz, O., & Dalkilic, A. S. (2022). *Experimental Investigation Of Mixed And Forced Convection Generated By Displacement Ventilation With Radiant Wall Heating*. International Communications In Heat And Mass Transfer, 139, 106476.
- [17] Junasová, B., Krajčík, M., Šikula, O., Arıcı, M., & Šimko, M. (2022). *Adapting The Construction Of Radiant Heating And Cooling Systems For Building Retrofit*. Energy And Buildings, 112228.
- [18] Oravec, J., Šikula, O., Krajčík, M., Arıcı, M., & Mohapl, M. (2021). *A Comparative Study On The Applicability Of Six Radiant Floor, Wall, And Ceiling Heating Systems Based On Thermal Performance Analysis*. Journal Of Building Engineering, 36, 102133.
- [19] Abdellaoui, Y., Zaim, I., Eddeqiouaq, O., Khaldoun, A., & Limami, H. (2022). *Assessment Of Graphene Oxide Clay Wall*

Performance As An Efficient Active Heating System. Materials Today: Proceedings.

[20] G. Sastry, P. Rumsey, VAV Vs. Radiant: Side-By-Side Comparison 56 (2014) 16–24.

[21] Junasová, B., Krajčík, M., Šikula, O., Arıcı, M., & Šimko, M. (2022). *Adapting The Construction Of Radiant Heating And Cooling Systems For Building Retrofit.* Energy And Buildings, 112228.

[22] Olesen, B. W., (1994), “*Comparative Experimental Study Of Performance Of Radiant Floor-Heating Systems And A Wall Panel Heating System Under Dynamic Conditions*”, ASHRAE Transactions, 100: 1011-1023.

[23] M.A. Hassan, O. Abdelaziz, *Best Practices And Recent Advances In Hydronic Radiant Cooling Systems – Part II: Simulation, Control, And Integration*, Energy Build. 224 (2020) 110263.

[24] Zhou, X., Liu, Y., Zhang, J., Ye, L., & Luo, M. (2022). *Radiant Asymmetric Thermal Comfort Evaluation For Floor Cooling System–A Field Study In Office Building.* Energy And Buildings, 260, 111917.

[25] H. Karabay, M. Arici, M. Sandik, *A Numerical Investigation Of Fluid Flow And Heat Transfer Inside A Room For Floor Heating And Wall Heating Systems*, Energy Build. 67 (2013) 471–478.

[26] ASHRAE/ANSI Standard 55-2010: “*Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy*”.Atlanta, GA.: American Society Of Heating, Ventilation And Air Conditioning Engineers, 2010

[27] Imanari T., Omori T., Bogaki K., *Thermal Comfort And Energy Consumption Of The Radiant Ceiling Panel System.Comparison With The Conventional All-Air System*, Energy And Buildings 30-1999.167–175.

[28] Sakoi, T., Tsuzuki, K., Kato, S., Ooka, R., Song, D. Ve Zhu, S. (2007). *Thermal Comfort, Skin Temperature Distribution, And Sensible*

Heat Loss Distribution In The Sitting Posture In Various Asymmetric Radiant Fields. Building And Environment, 42, Pp.3984-3999.

[29] Okamoto, S., Kitora, H., Yamaguchi H. Ve Oka, T. (2010). *A Simplified Calculation Method For Estimating Heat Flux From Ceiling Radiant Panels. Energy And Buildings, 42, 29-33.*

[30] Koca, A., Gemici, Z., Bedir, K., Böke, E., Topaçoğlu, Y., & Kanbur, B. B. *Radyant Isıtma Ve Soğutma Sistemlerinin Isıl Konfor Analizleri. XI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi*

[31] Oxizidis, S., Papadopoulos, M. A., “*Performance Of Radiant Cooling Surfaces With Respect To Energy Consumption And Thermal Comfort*”, *Energy And Buildings, 57: 199-209, (2013).*

[32] Abel, E., & Elmroth, A. (2007). *Buildings And Energy, A Systematic Approach.*

[33] Kıncay, O., Akbulut, U., Yörü, Y., Açıkgöz, Ö. Ve Başkal, A., (2010a). “*Duvar dan Isıtmalı Yapılarda Dış Cephe Kaplamasının Isıl Performansa Etkisi*”, *Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 119:11-18.*

[34] Yağcı, A. Y. (1993). *Kesintili Çalışan Büyük Hacimli Mahallelerin Isıtılmasında Radyant Isıtıcıların Avantajları* Yüksek lisans tezi: Yıldız Teknik Üniversitesi

[35] Gao, R., Li, A., Zhang, O., & Zhang, H. (2011). *Comparison Of Indoor Air Temperatures Of Different Under-Floor Heating Pipe Layouts. Energy Conversion And Management, 52(2), 1295-1304.*

[36] 8760 saatlik bina enerji analizi”, Alarko Carrier Teknik Bülten, Mayıs 2007 sayı 21.

[37] Isın N. K., Alaloğlu M., Erdoğan A., Acar L., (2011) “*Saatlik Analiz Programı*”, TTMD Dergisi Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki, Sayı 73,.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ceren YILDIRIM

Doğum Yeri : Elazığ

ORCID Numarası : 0000-0001-5645-7008

Öğrenim Durumu

2015 – 2019 Lisans : İstanbul Arel Üniversitesi – Makine Mühendisliği

