

YERDEN ISITMA SİSTEMLERİNİN BOYUTLANDIRILMASI

Veli DOĞAN
Oğuzhan ÇALIŞIR

ÖZET

Alternatif enerji kaynaklarından elde edilen enerji ile genelde düşük sıcaklıkta ısıtma yapılmaktadır. Örneğin Güneş enerjisi takviyeli ısıtma sistemleri veya toprak ve hava kaynaklı ısı pompaları ile ekonomik olarak 50 °C civarında sıcak su üretmektedirler. Düşük sıcak su ile ısıtma yapabilen yerden ısıtma sistemlerinin önemi bu anlamda artmıştır. Ancak yerden ısıtma sistemlerinin boyutlandırılması birçok hesap yapmayı gerektirir: Genellikle daha önceden hazırlanan tablolar kullanarak bu hesaplar daha hızlı yapılmaya çalışılır. Bu yazıda örnek bir yapıda yerden ısıtma sistemlerinin pratik olarak boyutlandırılması özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döşeme yüzey sıcaklığı, İç ortam sıcaklığı, Isıl direnç, Isı akısı, Borular arası mesafe

ABSTRACT

Energy captured by using alternative energy sources is generally in the form low temperature hot water. Water or ground source heat pump systems, solar energy supported heating systems where the feasible attainable hot water temperature is about 50°C are good examples. Therefore, heating systems that can utilize low temperature hot water is of great importance. Hot water Floor heating system is one of them. However, design of floor heating systems requires numerous calculations. Generally, to avoid the mistakes and long calculation process, ready tables are facilitated as design aid. This study summarizes practical design and of floor heating systems.

Key Words: Floor surface temperature, Indoor air temperature, Thermal resistance, Heat Flow, Pipe distance

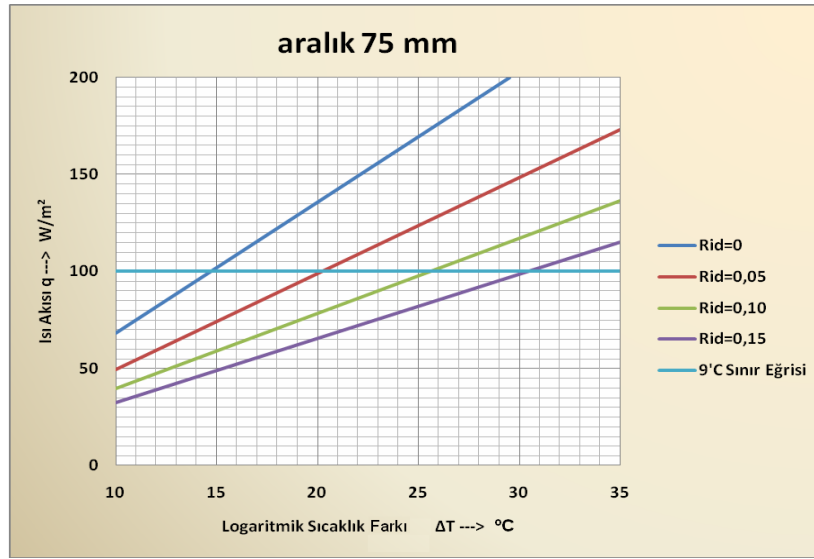
1. GİRİŞ

Yerden ısıtma sistemleri ısıtılan hacimlerde hiçbir cihaz bulunmaması nedeni ile mimarlar tarafından tercih edilmektedir. Döşeme yüzey sıcaklığının 29°C nin üzerinde olması odada bulunan insanları rahatsız etmeye başlamaktadır. Çok fazla cam yüzeye sahip yapılarda, kuzeye bakan mekanlarda ve özellikle soğuk iklim bölgelerinde ısı kaybı fazla olduğu için döşeme birim alanından verilmesi gereken ısı miktarı fazla olacaktır. Hem birim alandan fazla ısı gereksinimi hem sıcaklık sınırlaması döşemeden ısıtma sisteminin tasarımını zorlaştırmaktadır. Diğer taraftan bir boru devresinin 90 metre civarında sınırlandırılması sistemi oluştururken ayrı bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak yapının ısı kaybı, döşeme özellikleri, ortam sıcaklığı gibi birçok parametreye bağlı olarak, iç ortama ısı aktarılmaktadır. Isı aktarımında ise borular arası mesafenin çok büyük önemi bulunmaktadır. Borular arası mesafenin doğru hesaplanması yerden ısıtmada çok önemlidir.

2. DÖŞEMEDEN ISITMA HESAPLARI İÇİN PRATİK YÖNTEMLER

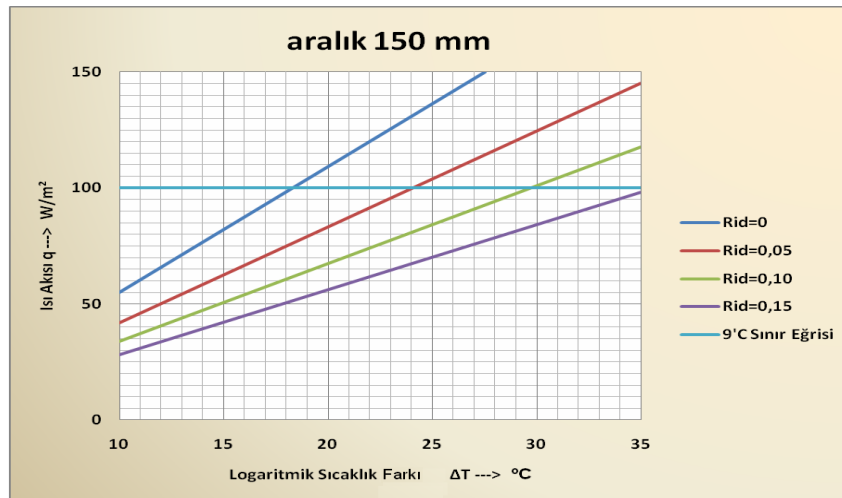
Döşemeden ısıtmada hesapları basitleştirmek için, diyagram veya sayısal tablolar kullanılmaktadır. Kullanılan çoğu diyagramda, boru ile ısıtılacak olan ortam arasındaki ısıl dirence bağlı olarak ısı transfer miktarları verilmektedir. Prensipte olarak, ısıtılacak ortama en fazla ısıyı transfer etmenin yolları aranır. Alt kısımdaki toprak veya hacme, borudan ısı akışını minimuma düşürmek, diğer bir amaçtır. Bu ısı miktarının genelde %20'den fazla olmaması istenir.

Döşeme malzemeleri ve ısıl dirençleri, çoğu uygulamada sistem tasarımı için belirleyici konumdadır. Şekil 1'de borular arası mesafeler 75 mm olarak sabitlenmiş olup, muhtelif üst örtü ısıl dirençlerine göre (R_{id} (m^2K/W)) ve logaritmik sıcaklık farklarına bağlı olarak ısı akıları, pratik bilgi anlamında verilmiştir. $9^{\circ}C$ sınır eğrisi, $29^{\circ}C$ yüzey sıcaklığı ve $20^{\circ}C$ ortam sıcaklığı olması durumunda, $100 W/m^2$ ısı akısını göstermektedir.



Şekil 1. Borular Arasındaki Mesafenin 75 mm Olarak Sabitlenmiş Olması Halinde Döşeme Örtüsü Isıl Direncine Göre \dot{q} - Δt Değişimi

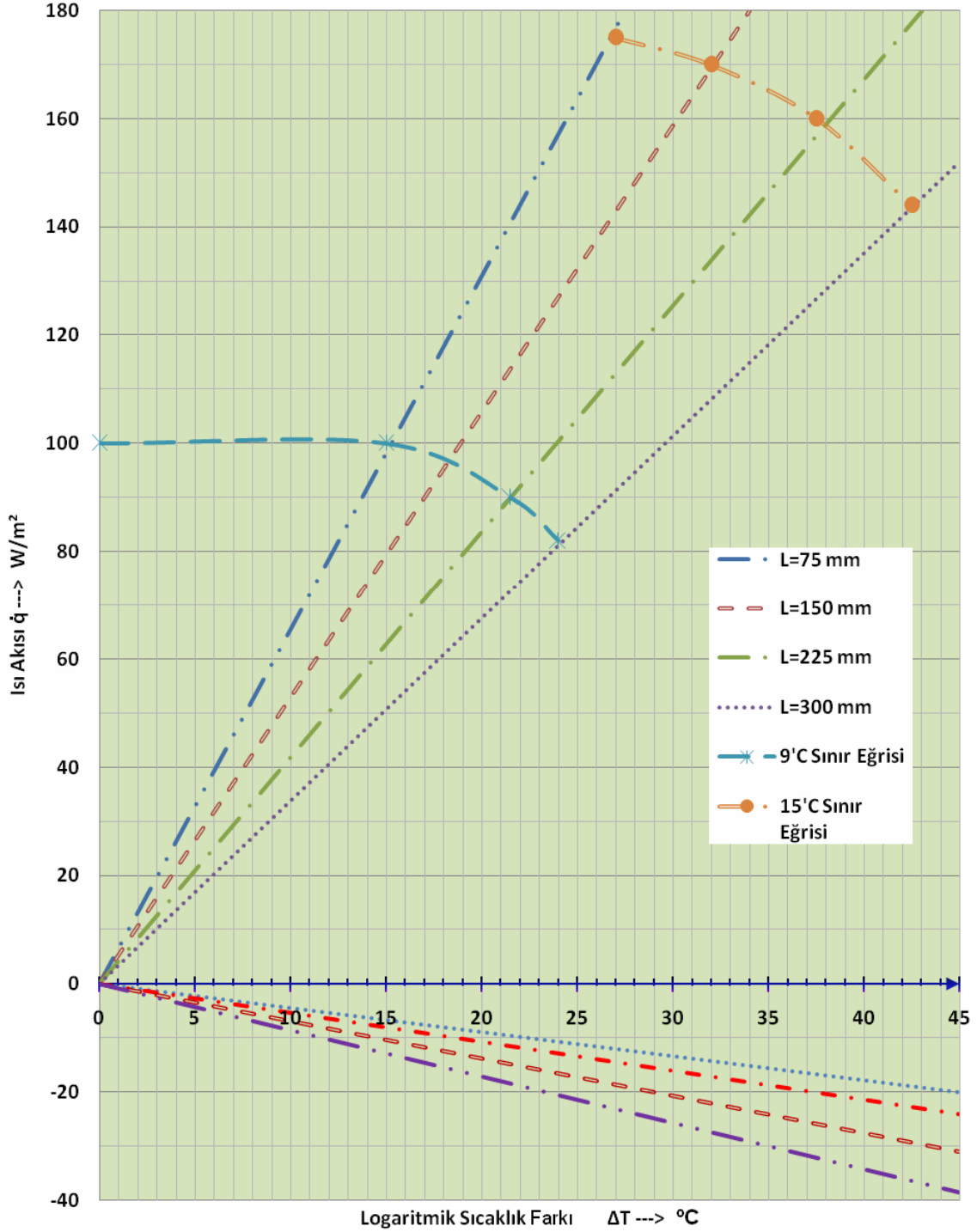
Şekil 2'de borular arası mesafeler 150 mm olarak sabitlenmiş olup yine muhtelif üst örtü ısıl dirençlerine göre logaritmik sıcaklık farklarına bağlı olarak ısı akıları pratik bilgi anlamında verilmiştir.



Şekil 2. Borular Arasındaki Mesafenin 150 mm Olması Halinde Döşeme Örtüsü Isıl Direncine Göre \dot{q} - Δt Değişimi

Şekil 3.'te ise boru çapı ve et kalınlıklarına bağlı olarak, üst ısıl direncin ($R_{id}=0 \text{ m}^2\text{K/W}$) sıfır olması durumunda, muhtelif boru aralıklarına ve logaritmik sıcaklık farklarına bağlı olarak, alt ve üst yüzeylerdeki ısı akıları verilmiştir.

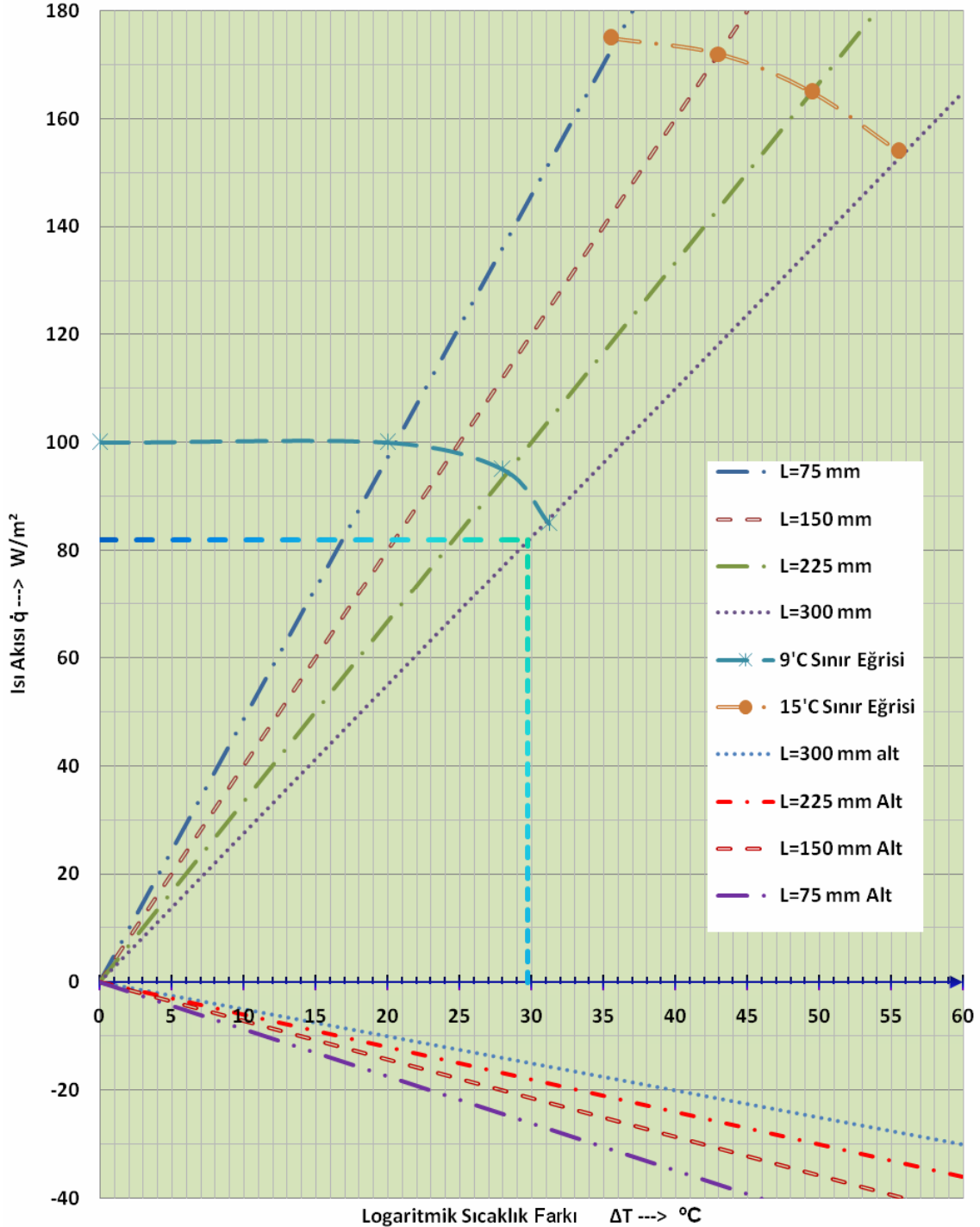
Boru 18x2 mm, $R_{id}=0$



Şekil 3. Borular Arasındaki Mesafenin 75, 150, 225 ve 300 mm Olması Halinde Döşeme Örtüsü Isıl Direncinin $R_{id}=0$ Değerine Göre $q-\Delta t$ Değişimi

Şekil 4.'te ise boru çapı ve et kalınlıklarına bağlı olarak, üst ısı direncin ($R_{id}=0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) olması durumunda; muhtelif boru aralıklarına ve logaritmik sıcaklık farklarına bağlı olarak, alt ve üst yüzeylerdeki ısı akıları verilmiştir.

Boru 18x2 mm, $R_{id}=0,05$

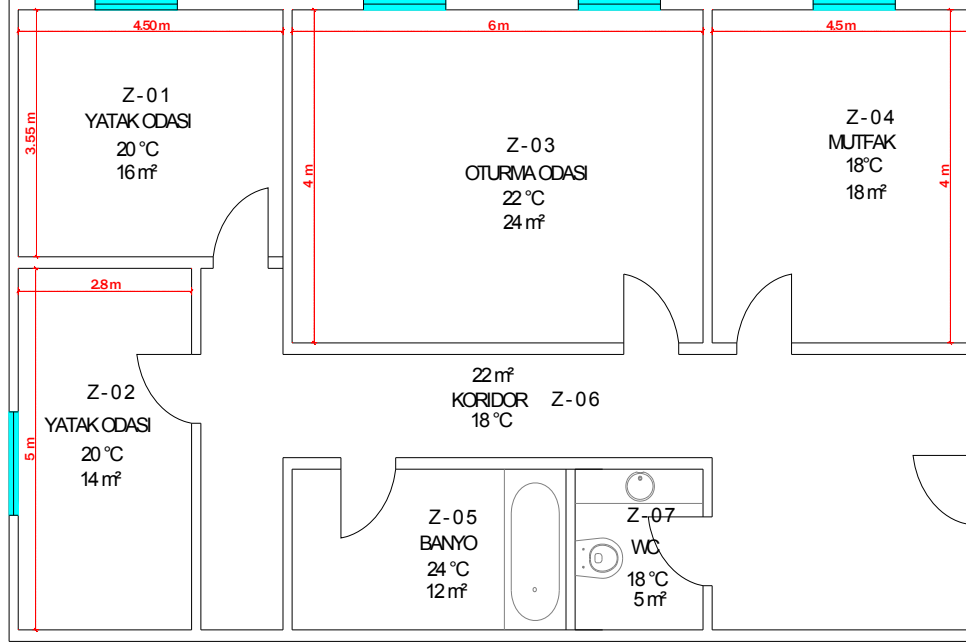


Şekil 4. Borular Arasındaki Mesafenin 75, 150, 225 ve 300 mm Olması Halinde Döşeme Örtüsü Isıl Direncinin $R_{id}=0,05$ değerine göre $q-\Delta t$ değişimi [3] [Gabotherm'den Alınmıştır.]

3. ÖRNEK PROJE HESABI

3.1. Yerden Isıtma Hesabından Önce Bilinmesi ve Belirlenmesi Gerekenler

a- İlk olarak, hesabı yapılacak örnek bir mimari proje belirlenir. Şekil 5.'te örnek mimari proje gösterilmiştir.



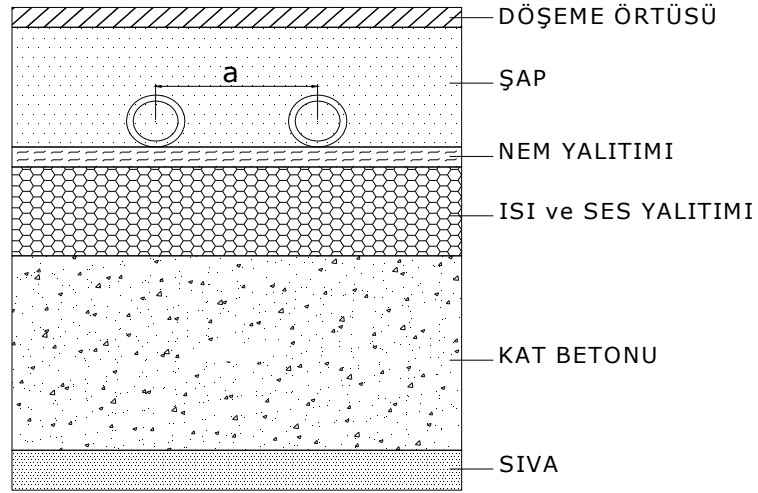
Şekil 5. Örnek Mimari Proje

b- Daha sonra her bir odaya ait ısı kayıpları hesaplanır. Hesaplanan ısı ihtiyaçları Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Odalara Ait Sıcaklık Değerleri ve Isı Kayıpları

Oda No	Mahal Adı	Alanı (m ²)	Oda Sıcaklığı (°C)	Isı Kaybı (W)
Z-01	Yatak Odası	16	20	1750
Z-02	Yatak Odası	14	20	1300
Z-03	Oturma	24	22	2100
Z-04	Mutfak	18	18	1785
Z-05	Banyo	12	24	1000
Z-06	Koridor	22	18	1590
Z-07	WC	5	18	485

c- Banyo ve WC gibi ıslak hacimler ile yatak odaları, oturma odası ve mutfak gibi yaşam alanları için örnek döşeme tipi Şekil 6.'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Örnek Proje İçin Döşeme Detayı

d- Islak hacimler ile diğer mekanların tek farkı, kullanılacak üst döşeme malzemesidir. Çeşitli döşeme malzemeleri ve bu malzemelerin ısı dirençleri Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Çeşitli Döşeme Malzemeleri ve Özellikleri

Malzeme Cinsi	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Isı iletim katsayısı (W/mK)	Isıl direnci (m ² K/W)
Laminant parke	10	900	0,21	0,048
Halı 335 g/m ²	6	-	-	0,07
Halı 780 g/m ²	14	-	-	0,23
Seramik Fayans	10	-	1	0,01
Mermer	30	2500	2,1	0,014

e- Döşeme tipi belirlendikten sonra odalardaki maksimum yüzey sıcaklıkları belirtilmelidir. Maksimum yüzey sıcaklıkları (Tablo 3) aşağıda verilmiştir:

Tablo 3. Maksimum Yüzey Sıcaklıkları

Mekânlar	Max. Yüzey Sıcaklığı(°C)
Ayak basılmayan kenar bölgeler	35
Banyo ve WC	33
Oturma odası, yatak odası, mutfak ve	29

3.2. Döşemeden Isıtma Hesabının Yapılması

Hesap için gerekli veriler belirlendikten sonra, yerden ısıtma hesabına geçilir. Yerden ısıtma hesabının daha kolay anlaşılması için Tablo 4. ve Tablo 5. oluşturulur.

Tablo 4. Döşemeden Isıtma Hesabı

1	Oda No	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07
2	Oda Adı	Y.Odası	Y.Odası	O.Odası	Mutfak	Banyo	Koridor	WC
3	$T_i =$ Oda sıcaklığı($^{\circ}$ C)	20	20	22	18	24	18	18
4	Alt oda sıcaklığı($^{\circ}$ C)	20	20	22	18	24	18	18
5	Döşeme alanı (m^2)	16	14	24	18	12	22	5
6	Net döşeme alanı (m^2)	16	14	24	18	10	22	4
7	Isı ihtiyacı (W)	1750	1300	2100	1785	1000	1590	485
8	$\dot{q}_1 =$ Isı akısı (W/m^2)	109	93	87,5	99	100	73	121
9	$T_y =$ Max. yüzey sıcaklığı($^{\circ}$ C)	29	29	29	29	33	29	33
10	\dot{q}_2 , ($T_y - T_{\bar{u}}$) ye göre alınan ısı	100	100	75	125	100	125	175
11	$\dot{q}_1 \leq \dot{q}_2$ Kontrolü	HAYIR	EVET	HAYIR	EVET	EVET	EVET	EVET
12	Zon sayısı*	2	1	2	1	1	1	1
13	İç zon alanı (m^2)	10,5	14	16,5	18	10	22	4
14	İç zon ısı akısı (W/m^2)	100	93	75	99	100	73	121
15	Dış zon alanı (m^2)	5,5	--	7,5	--	--	--	--
16	Dış zon ısı akısı (W/m^2)	127	--	115	--	--	--	--
17	Üst döşeme malzemesi	8 mm PARKE	8 mm PARKE	8 mm PARKE	8 mm PARKE	10 mm FAYANS	8 mm PARKE	10 mm FAYANS
18	Üst döşeme ısı direnci (m^2° C/W)	0,038	0,038	0,038	0,038	0,01	0,038	0,01
19	$T_{sg} =$ Sıcak su giriş sıcaklığı($^{\circ}$ C)	50	50	50	50	50	50	50
20	$T_{sç} =$ Sıcak su çıkış sıcaklığı($^{\circ}$ C)	40	40	40	40	40	40	40
21	$T_{sm} =$ Ortalama su sıcaklığı($^{\circ}$ C)	45	45	45	45	45	45	45

*Aynı mekânda farklı boru aralıklarına sahip ısıtma alanları

Tablo 4'ün oluşumunu özetleyecek olursak

1. satır: Oda numaraları yazılır.
2. satır: Oda isimleri yazılır

3. satır: Odanın iç ortam sıcaklığı yazılır.
4. satır: Alt odanın iç ortam sıcaklığı yazılır. Bu örnekte döşemenin altındaki hacmin aynı sıcaklığa kadar ısıtıldığı kabul edilmiştir. Alt ortama kaybolan ısı, toplam ısının %20'sini kesinlikle geçmemelidir. Yalıtım malzemelerinin kalınlıklarını belirleyen en önemli faktör budur. Eğer döşemenin altı toprak ise, toprak sıcaklığı belirlenip ona göre hesap yapılmalıdır.
5. satır: Döşeme alanı belirlenir. Genel olarak tüm döşeme yüzeyi yazılır.
6. satır: Net döşeme alanı yazılır. Buradaki amaç ısıtma yapılacak net yüzeyin belirlenmesidir. Mutfaklarda ve odalardaki dolap altları da döşeme alanına katılır. Yalnız banyolarda duş teknesinin ve küvetin altı hesaba katılmaz.
7. satır: Odanın ısı kaybı yazılır.
8. satır: Döşeme alanına ve ısı kaybına göre \dot{q}_1 ısı akısı hesap edilir.
9. satır: Tablo 3'ten, mekânlara göre maksimum yüzey sıcaklığı belirlenir.
10. satır: Şekil 16'dan $T_y - T_u$ sıcaklık farkına bakılarak \dot{q}_2 ısı akısı yazılır; örneğin bu değer, Z01 için, 20°C oda sıcaklığı ve 29°C maksimum yüzey sıcaklığında 100 W/m² dir. Z03'de ise 75 W/m² dir yani \dot{q}_1 ısı akısını bu iki mekânda karşılayamıyoruz.
11. satır: Hesap edilen ısı akısı \dot{q}_1 ile tablodan bulunan \dot{q}_2 ısı akısı karşılaştırılır. Eğer $\dot{q}_1 \leq \dot{q}_2$ ise tek zonlu sistem uygulanır; aksi takdirde iç ve dış olmak üzere 2 zonlu sistem tasarlanır. Bazı durumlarda $\dot{q}_1 \leq \dot{q}_2$ olduğu hâlde pompa basıncının çok yüksek çıkmaması için sistem aynı özellikli iki ayrı zona bölünebilir. Projedeki mutfakta boru boyu 90 metreyi geçtiği için aynı özellikte iki iç zona bölünmüştür. Yine $\dot{q}_1 \leq \dot{q}_2$ olmasına rağmen, koridor ayrı iki kolektörden beslendiği için iki iç zona bölünmüştür.
12. satır: Zon sayısı yazılır. Burada söz konusu olan dış ve iç zondur. Bu iki zon arasında döşenen boru aralıkları farklı olacaktır. Mekân tek zonla ısıtılabilirse dış zon hesaplanmaz. Bu durumda iç zon, odanın tüm ısı kaybını karşılayacaktır.
13. satır: İç zon döşeme alanı yazılır. Dış zon dış duvardan 1–1,5 metre mesafeyi kapsayacak bir alandır, bu dış zon alanı hesaplanarak toplam oda alanından düşülür.
14. satır: İç zon ısı akısı hesaplanır. Örneğin Z01 nolu odada verebileceğimiz maksimum ısı akısı $\dot{q}_2 = 100$ W/m² olduğundan, bu değer iç zon ısı akısı olarak alınır. Benzer şekilde Z03'de maksimum alabildiğimiz ısı 75 W/m² olduğu için, iç zon ısı akısı bu değeri geçemez. Diğer tüm hacimlerde ısı akısı \dot{q}_1 zaten \dot{q}_2 den küçük olduğu için, \dot{q}_1 değerleri iç zon ısı akısı olarak aynen kullanılır.
15. satır: Sistem tek zonlu çözülemiyorsa, dış zon hesaplanır. Örnekte Z01 ve Z03 için dış zon söz konusudur.
16. satır: Dış zon ısı akısı hesaplanır. Örneğin Z01 için toplam ısı kaybı 1750 W iç zondan bu ısı kaybının (10,5x100) 1050 W' ı karşılanıyor; dış zonun karşılaması gereken ısı (1750-1050) 700 W'dir, bu durumda dış zon ısı akısı (700/5,5) yaklaşık 127 W/m²'dir. $T_y - T_u$ değeri, dış zon için (35–20) 15°C' dir. 15°C için Şekil 16'dan 175 W/m² değeri okunur, bu durumda 127 W/m² dış zon için rahatlıkla kullanılabilir.
17. satır: Üst döşeme malzemesi seçilir.
18. satır: Üst döşeme malzemesinin kalınlığı ve ısı iletim katsayısı dikkate alınarak, ısıl direnci hesaplanır.
19. satır: Sistemin giriş suyu sıcaklığı belirlenir
20. satır: Sistemin çıkış suyu sıcaklığı belirlenir.
21. satır: Ortalama su sıcaklığı hesaplanır.

Tablo 4. hazırlandıktan sonra, odalara döşenecek borular arası mesafenin belirlenmesi gerekir. Borular arası mesafeye bağlı olarak da birim alana verilecek ısı miktarı tekrar hesaplanarak sistem kurulur. Aşağıdaki Tablo 5., borular arası mesafeyi ve bu mesafelere bağlı olarak yapılacak hesapları özetlemektedir.

Tablo 5. Döşemeden Isıtma Dizayn Tablosu

1	Oda No	Z01	Z02	Z03	Z04*(2 iç zon)		Z05	Z06**(2 iç zon)		Z07
2	İç zon borular arası mesafe (mm)	300	300	350	300	300	350	350	350	350
3	İç zon ısı akısı (W/m^2)	95	95	75	102	102	100	93	93	130
4	İç zon yüzey sıcaklığı($^{\circ}C$)	28,5	28,5	29	27,3	27,3	33	26,5	26,5	28,8
5	İç zon elde edilen ısı (W)	998	1330	1238	918	918	1000	1023	1023	520
6	İç zon alt hacme kaybolan ısı (W)	200	266	248	184	184	200	205	205	104
7	İç zon toplam ısı (W)	1198	1596	1486	1102	1102	1200	1228	1228	624
8	Dış zon borular arası mesafe (mm)	150	--	100	--	--	--	--	--	--
9	Dış zon ısı akısı (W/m^2)	128	--	125	--	--	--	--	--	--
10	dış zon yüzey sıcaklığı($^{\circ}C$)	31	--	33	--	--	--	--	--	--
11	Dış zon elde edilen ısı	704	--	937,5	--	--	--	--	--	--
12	Dış zon alt hacme kaybolan ısı (W)	141	--	187,5	--	--	--	--	--	--
13	Dış zon toplam ısı (W)	845	--	1125	--	--	--	--	--	--
14	Zon toplam ısı gereksinimi (W)	2043	1596	2611	2204		1200	2456		624
15	İç zon boru uzunluğu	50	55	70	50	50	56	36	36	25
16	Dış zon boru uzunluğu	35	--	70	--	--	--	--	--	--

*Pompa basıncının çok yükselmemesi için iki iç zon yapıldı.

**Mimari projede kollektör yerleşimlerine uygun olarak iki ayrı iç zon yapıldı.

Tablo 5'in oluşumunu özetleyecek olursak;

1. satır: Oda numaraları yazılır.

2. satır: Hesapladığımız ortalama su sıcaklığına ve ısı akısına ya da yüzey sıcaklığına bakarak borular arası mesafe tahmin edilmeye çalışılır, bu amaçla yukarıdaki parametrelere bağlı olarak hesaplar yapılabilir veya hazırlanmış diyagramlar kullanılır. Örneğin, Şekil 8. ve 9.; istenen ortam sıcaklığına bağlı olarak, yüzey sıcaklığını ve borular arası mesafeyi vermektedir. Z01 için Şekil 8.'e bakacak olursak, oda sıcaklığıyla ($20^{\circ}C$) döşeme yüzey sıcaklığı ($29^{\circ}C$), 25 cm – 30 cm eğrileri arasında bir bölgede çakışmaktadır. Eğer borular arası mesafe 25 mm alınır ise, döşeme yüzey sıcaklığı $29^{\circ}C$ 'yi aşacaktır; bu istenmeyen bir durumdur. Borular arası mesafenin 300 mm seçilmesi doğru olacaktır. Bu durumda döşeme yüzey sıcaklığı $29^{\circ}C$ nin altında kalacaktır. Z02, Z03, Z04, Z05 nolu odalar için benzer şekilde borular arası mesafe saptanır. Z06'da ise aynı yöntem ile seçim yaptığımızda, borular arası mesafe 20 cm olmaktadır; ancak bu durumda Şekil 13'te görüleceği gibi, bize $73 W/m^2$ ısı gerekirken, $125 W/m^2$ ısı mekâna girebilir. Bu durumu minimize etmek için (uygulamalarda en büyük boru aralığı) boru aralığı 35 cm seçilmiştir. 35 cm aralık için Şekil 13.'te görüleceği gibi $93 W/m^2$ değeri okunur; bize gereken ısı ise $73 W/m^2$ olduğundan, bu aralık fazlası ile yeterlidir.

3. satır: Yukarıda belirlenen borular arası mesafeye göre, oda sıcaklığına bağlı olarak düzenlenmiş olan Şekil 10., 11., 12., 13. ve 14.'te tanımlanan grafiklere göre ısı akıları bu satıra yazılır. Örneğin Z01 nolu oda için Şekil 10 (8mm parke, $20^{\circ}C$ iç ortam)' den iç zon ısı akısı $95 W/m^2$ bulunur. Bulunan değerler Tablo 4'ün 10. satırındaki değerleri aşmamıştır.

4. satır: Tekrar Şekil 16.'ya gidilerek, yukarıda (3.satır) ısı akılarına bağlı olarak son durumda gerçekleşen yüzey sıcaklıkları bulunarak bu satıra yazılır; yüzey sıcaklık değerinin kontrol işlemi tamamlanmış olur.

Sonuç olarak firma abaklarından, boru aralığına bağlı olarak ısı akıları bulunur; bu ısı akılarından faydalanarak, Şekil 16.'dan yüzey sıcaklığının aşılmış aşılmadığı kontrol edilir.

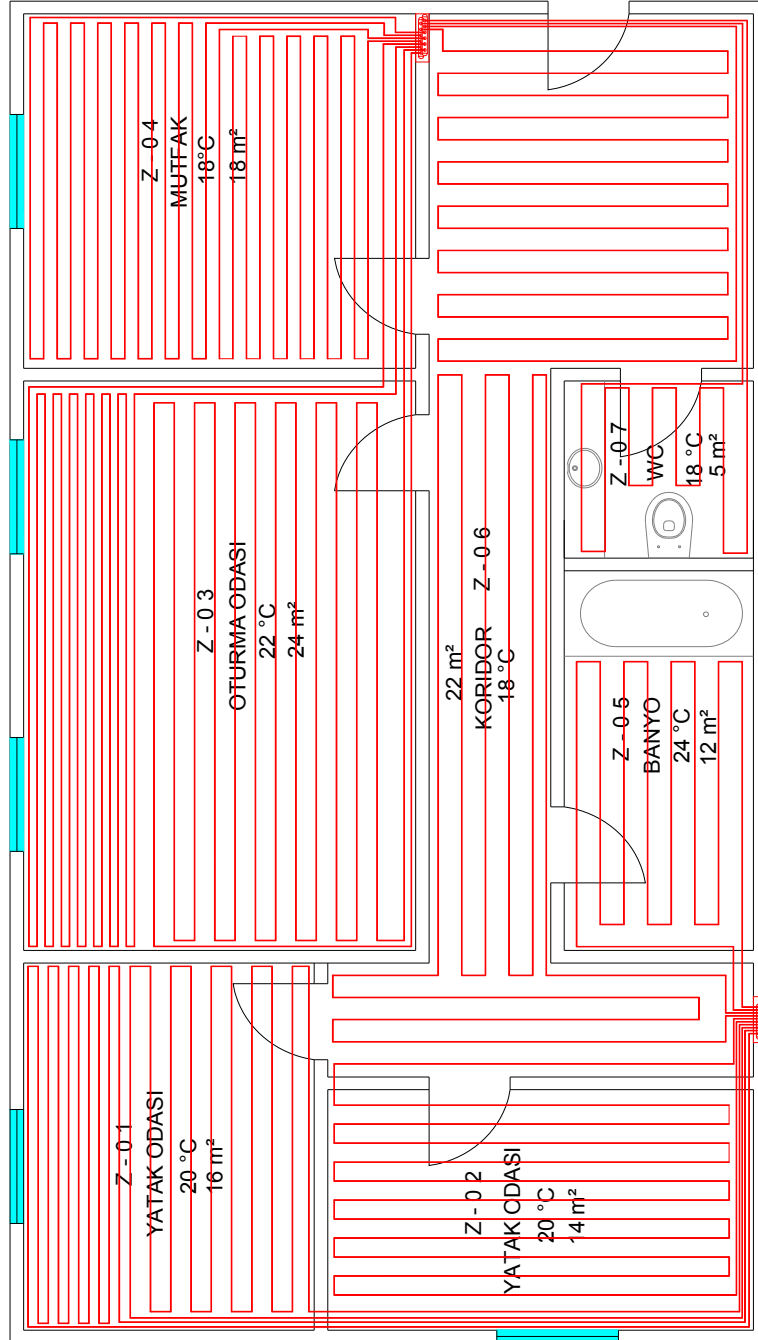
5. satır: Isı akısına bakılarak, döşeme alanına göre iç zondan elde edilen ısı hesaplanır. Örneğin Z01 için $95 \text{ W/m}^2 \times 10,5 \text{ m}^2 \approx 998 \text{ W}$

6. satır: Alt hacme kaybolan ısı miktarı, eğer varsa yine firma kataloglarına bakılarak yazılır. Yoksa, döşeme yüzeyinden elde edilen ısının %20'si kabul edilerek hesaplanır.

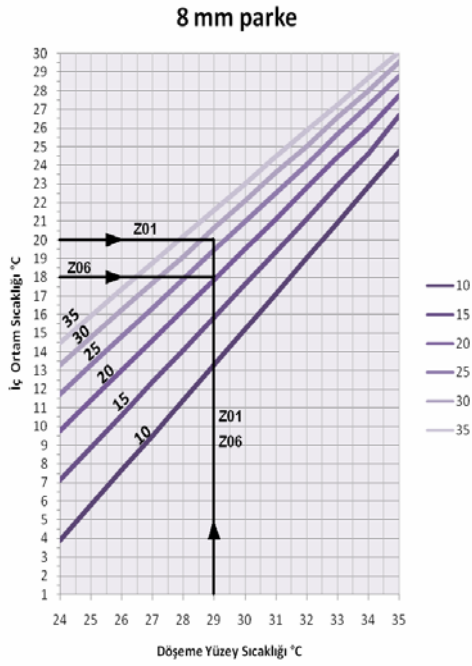
7. satır: İç zon için gerekli toplam ısı hesaplanır ve yazılır.

8. satırdan 13. satıra kadar; dış zon için gerekli işlemler, yukarıda izah edilen iç zona benzer şekilde yapılır. 14. satırda bir zon için gerekli olan ısı miktarı özetlenmiştir.

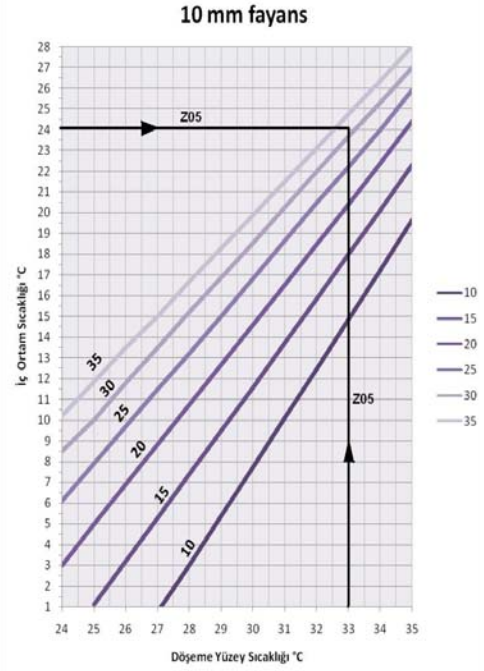
Tüm bu işlemler her oda için tek tek yapılır. Toplam basınç kaybı hangi devrede daha büyükse o çevrim, kritik devre kabul edilerek pompa basıncı belirlenir. Son olarak; tüm odaların ısı kayıpları toplanır, pompa debisi hesaplanır ve böylece sistem tasarlanmış olur.



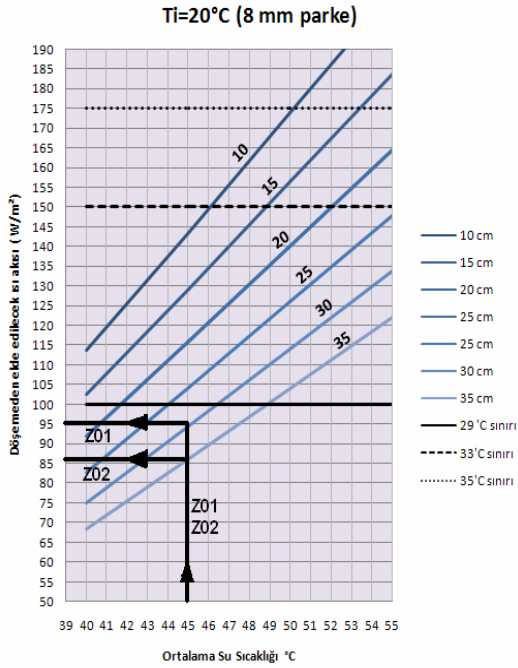
Şekil 7. Örnek Mimari Projeye Göre Çizilen Yerden Isıtma Projesi



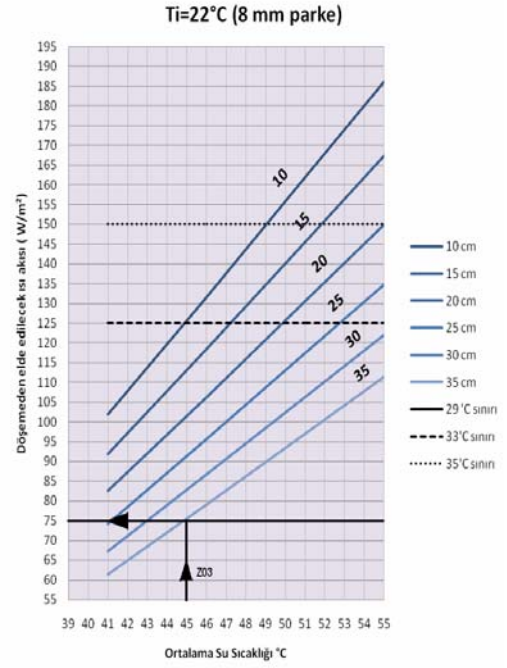
Şekil 8. İç Ortam Sıcaklığı – Döşeme Yüzey Sıcaklığı Değişimi-1 (8 mm Parke İçin)



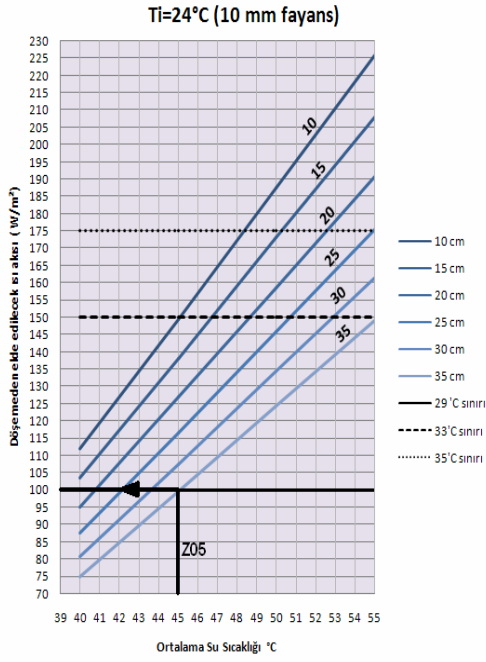
Şekil 9. İç Ortam Sıcaklığı – Döşeme Yüzey Sıcaklığı Değişimi-2 (10 mm Fayans İçin)



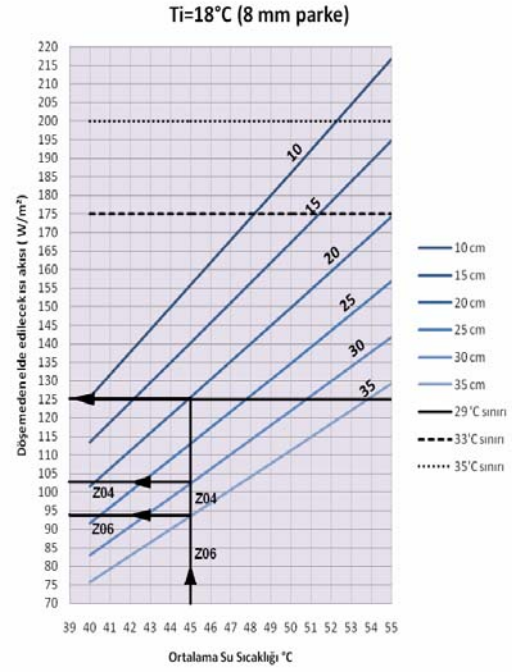
Şekil 10. 20 °C Ortam Sıcaklığında Ortalama Su Sıcaklığına Bağlı Isı Akısı Değişimi (8 mm Parke İçin)



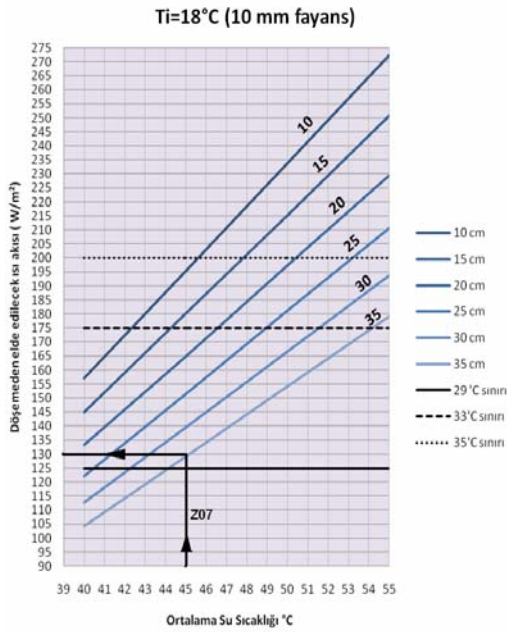
Şekil 11. 22 °C Ortam Sıcaklığında Ortalama Su Sıcaklığına Bağlı Isı Akısı Değişimi (8 mm Parke İçin)



Şekil 12. 24 °C Ortam Sıcaklığında Ortalama Su Sıcaklığına Bağlı Isı Akısı Değışimi (10 mm Fayans İçin)



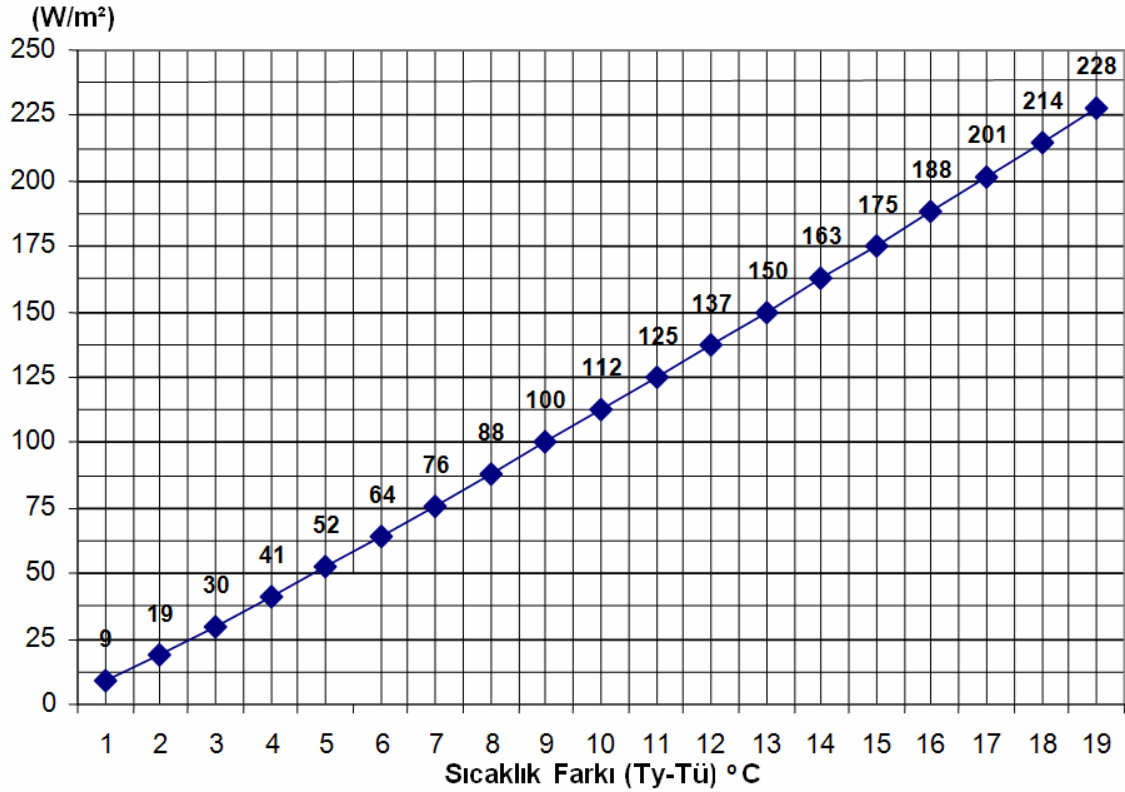
Şekil 13. 18 °C Ortam Sıcaklığında Ortalama Su Sıcaklığına Bağlı Isı Akısı Değışimi (8 mm Parke İçin)



Şekil 14. 18 °C Ortam Sıcaklığında Ortalama Su Sıcaklığına Bağlı Isı Akısı Değışimi (10 mm Fayans İçin)



Şekil 15. 17x2 mm' lik Boru Basınç Kaybı Çizelgesi

Isı Akısı q_{ii} 

Şekil 16. (Ty-Tü) Sıcaklık Farkına Bağlı Maksimum Isı Akıları

SONUÇ

Yerden ısıtma sistemlerinde ısı kaybının, oda sıcaklığının ve özellikle kaplama malzemelerinin sistem seçiminde ne denli önemli olduğu görülmektedir. Hesapları basitleştirmek için oluşturulan diyagramlarda kaplama malzemelerinin dikkate alınması zorunludur. Döşeme yüzey sıcaklığının yaşam alanlarında 29°C yi aşmaması gereği boru aralıklarını belirlemede önemli bir fiziksel veri olmaktadır. Yüzey sıcaklığının 29°C yi geçme durumu olan salonlarda bir çevre zonu oluşturularak bu alanlardan yoğun ısı transferi sağlanmaktadır. Diyagram kullanımının boru aralarındaki mesafeyi belirlemeyi kolaylaştırdığı, dolayısı ile proje yapımını hızlandırdığı ve hata yüzdesini çok düşük seviyelere indirdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Genceli O.F., Parmaksızoğlu I.C., "TMMOB Kalorifer Tesisatı".
- [2] Çengel Y.A., "Heat Transfer", A Practical Approach Published by McGraw-Hill 2003.
- [3] Dağsöz A.K., "Sıcak Sulu Kalorifer Tesisatı" 1. Baskı, 1998.
- [4] "Yerden Isıtma Sistemleri", Axem Thermofloor", <http://www.yerdenisi.com>.
- [5] Dipro Isıtma Soğutma Klima Endüstri Tesisleri Sanayi Ticaret LTD.Şti, <http://www.diprold.com>.
- [6] Desteknik LTD.Şti., <http://www.desteknik.com.tr>.

- [7] TTMD (Türk Tesisat Mühendisleri Derneği) Dergisi 9.Sayı, Temel Bilimler, Tasarım ve Uygulama Eki.
- [8] Devi Isıtma Kablosu Çözümleri Kataloğu, Ümraniye, İstanbul, yhs@danfoss.com.
- [9] Doğan V., Çalışır O., “Döşemeden (Yerden) Isıtma Sistemlerinde Hesap Yöntemi” Tesisat Dergisi Sayı:163, Temmuz 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Veli DOĞAN

1980 yılında Ege Üniversitesi Makina Fakültesini Makina Mühendisi olarak bitirmiştir. 1982 yılında İTÜ Makina Fakültesinde Enerji dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 1986 yılına kadar yurt içi ve yurt dışında özel sektörde çalışmıştır. 1986 yılında Vemeks Mühendislik Ltd. Şti'ni kurmuştur. Isı pompaları ve ısı geri kazanım sistemleri üzerinde çalışmalarını yoğunlaştırmıştır. Muhtelif sempozyumlarda bu konularla ilgili bildirimler sunmuş ve makaleler yayınlamıştır. Doktora çalışmasını 9 Temmuz 2001 yılında tamamlamıştır. Türkiye'deki ilk kez deniz suyundan-suya ısı pompası sistemini kurmuş ve 1.000 kW'ın üzerinde sistemler kurulmasına öncülük etmiştir. Türkiye'nin bu konuda ki en yüksek kapasiteli sistemini (1.800 kW Sun-Gate Port Royal Otel) 2005 yılında Antalya'da devreye almıştır. Sulu VRF uygulamalarına öncülük ederek, yine toprak kaynaklı VRF uygulamasını ülkemizde ilk kez kuyu suyundan ısı pompası-VRF uygulaması olarak (2.000 kW She Mall AVM) 2007 yılında Antalya/Lara'da devreye almıştır. Akdeniz Üniversitesi Makine Fakültesinde kurulduğu günden beri ısı alanında muhtelif dersler vermektedir. Üniversite ve sanayi arasındaki ilişkiyi kuvvetlendirmek için sanayide ve üniversitede çalışmalarını sürdürmektedir. Veli Doğan, Yurt içinde ve Yurt dışında HVAC konusunda proje ve taahhüt yapan Vemeks Mühendislik Ltd. Şti'nin dizayn mühendisi ve yöneticisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. Veli Doğan ve ekibi Mega yapıların mekanik tesisat işlerinin projelendirilmesinde uzmanlaşmıştır. En son Kazakistan'ın başkenti Astana'da bulunan Han Çadırı'na ait mekanik tesisat uygulama projelerini başarı ile tamamlamışlardır. Bahsi geçen bina sorunsuz olarak işletmeye alınmıştır.

Oğuzhan ÇALIŞIR

1983 K.Maraş-Afşin doğumludur. 2005 yılında Erciyes Üniversitesi Makine Mühendisliğini bölümünü Makine Mühendisi olarak bitirmiştir. 2007 yılından beri yurt içinde ve yurt dışında HVAC konusunda proje ve taahhüt yapan Vemeks Mühendislik Ltd. Şti'nde makine mühendisi olarak çalışmaktadır. Alternatif enerji kaynakları, yenilenebilir enerji sistemleri ve HVAC sistem tasarımı alanlarında çalışmalarına devam etmektedir.