

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

79259

YER KALORİFERİ SİSTEMLERİNDE
DÖŞEME SICAKLIĞI DEĞİŞİMLERİNİN
MATEMATİKSEL MODELLEMESİ

Mak. Müh. Birol ÜRKER

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ

İSTANBUL, 1998

Prof. Dr. İsmail Taha

Doc. Dr. Mesut ÖZGÜRLER

79259

İÇİNDEKİLER

	ŞEKİL LİSTESİ	II
	TABLO LİSTESİ	III
	TEŞEKKÜR	IV
	ÖZET	V
	ABSTRACT	VI
1.	GİRİŞ	1
2.	PANEL ISITMA SİSTEMLERİ	3
2.1.	Panel ısıtma sistemlerinin kullanım alanları	3
2.2.	Panel sistemlerinin avantajları	6
2.3.	Panel sistemlerinin dezavantajları	8
3.	DÖŞEMEDEN ISITMA SİSTEMLERİ	11
3.1.	Fizyolojik esaslar	11
4.	DÖŞEME İÇİ SICAKLIK DAĞILIMI	15
4.1.	Modelin oluşturulması ve çözümü için yapılan kabuller	15
4.2.	Çözüm metodu	16
5.	SONUÇLAR	45
6.	KAYNAKLAR	56
	EKLER	
	Ek I. Program sonuçları	57
	Ek II.a. 10 cm modül için bilgisayar programı	89
	Ek II.b. 20 cm modül için bilgisayar programı	100

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Döşemeden ısıtma paneli konstrüksiyonu.	11
Şekil 4.2. 10 cm modüllü sonlu farklar metodu için hazırlanmış döşeme modeli.	17
Şekil 4.3. 10 cm modüllü döşeme modeli için ısıtıcı eleman modeli.	28
Şekil 4.4. 20 cm modüllü sonlu farklar metodu için hazırlanmış döşeme modeli.	39
Şekil 4.5. 20 cm modüllü döşeme modeli için ısıtıcı eleman modeli.	43
Şekil 5.1. 18 °C iç ortam sıcaklığı ve halı kaplama için ortalama döşeme yüzey sıcaklığı değişimi.	46
Şekil 5.2. 20 °C iç ortam sıcaklığı ve halı kaplama için ortalama döşeme yüzey sıcaklığı değişimi.	47
Şekil 5.3. 18 °C iç ortam sıcaklığı ve seramik kaplama için ortalama döşeme yüzey sıcaklığı değişimi.	48
Şekil 5.4. 20 °C iç ortam sıcaklığı ve seramik kaplama için ortalama döşeme yüzey sıcaklığı değişimi.	49
Şekil 5.5. 18 °C iç ortam sıcaklığı ve halı kaplama için döşeme içi sıcaklık dağılımı.	52
Şekil 5.6. 20 °C iç ortam sıcaklığı ve halı kaplama için döşeme içi sıcaklık dağılımı.	52
Şekil 5.7. 18 °C iç ortam sıcaklığı, 55 °C ortalama su sıcaklığı ve halı kaplama için döşeme içi sıcaklık dağılımı.	53
Şekil 5.8. 18 °C iç ortam sıcaklığı ve seramik kaplama için döşeme içi sıcaklık dağılımı.	53
Şekil 5.9. 18 °C iç ortam sıcaklığı, 20 cm modül ve halı kaplama için döşeme içi sıcaklık dağılımı.	54

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Farklı döşeme malzemeleri için sıcaklık dağılımı.	14
Tablo 5.1. Halı kaplama için ortalama yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılması.	50
Tablo 5.2. Seramik kaplama için ortalama yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılması.	50
Tablo 5.3. Döşeme karlamalarının karşılaştırılması.	51



TEŐEKKÖR

Bu çalıőmanın hazırlanmasında beni yönlendiren, öneri ve eleőtirileri ile katkıda bulunan Sn. Yrd. Doç. Dr. Eyüp AKARYILDIZ' a teőekür ederim.



ÖZET

Konfor ısıtması için döşeme içerisine yerleştirilen ve içerisinden sıcak su geçen borular kullanılması 1950'lerden beri süregelen bir uygulamadır. Dünya enerji kaynaklarının ekonomik olarak kullanılması konusunda artan hassasiyetle birlikte, güneş kolektörleri ve ısı pompalarıyla kombine çalışabilmesinden dolayı uygulamalarda artış olmaktadır.

Ülkemizde de bu sebepten olmasa da mimari, estetik ve konfor açısından sağladığı avantajlar nedeniyle kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında sistemdeki değişikliklerin etkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılacak döşeme için sıcaklık dağılımları elde edilmiştir.

Belirli bir döşemeden ısıtma panelinde iki farklı boru aralığı için sonlu farklar metodu uygulanarak sıcaklık dağılımları belirlenmiştir. Bu amaçla döşeme kesitleri eşit boyutlardaki birim elemanlara ayrılmıştır. Isıtıcı eleman da aynı şekilde birim elemanlara ayrılmıştır. Her bir eleman için enerji dengesi yazılarak sıcaklık denklemleri oluşturulmuştur.

Bu denklemler lineer bir denklem takımı oluşturmaktadır. Bu denklem takımı matris formunda yazılarak ters matris metoduyla çözüm matrisi, dolayısıyla sıcaklıklar belirlenmiştir.

Çözüm için QBASIC programlama dilinde bilgisayar programı yazılmıştır. Bu programda farklı döşeme kaplamaları, farklı ortalama su sıcaklıkları ve farklı iç ortam sıcaklıkları için çözümler elde etmek mümkün olmaktadır.

Programdan elde edilen farklı şartlardaki döşeme panellerindeki sıcaklık dağılımları grafiksel olarak çizilmiş ve konstrüksiyondaki değişikliklerin etkileri belirlenmiştir.

ABSTRACT

Heating for human comfort by using warm water pipes embedded in the floor is a practice which goes back to 1950' s. Because of the increasing sensitivity about the economical use of world's energy resources and the ability of such systems to work in combination with solar collectors and heat pumps embedded warm water coil systems have found an increasing application in the recent years.

In our country, not for this reason, but due to architectural and aesthetic advantages and comfort, its applications are increasing too.

In this thesis work temperature distribution in the floor panel was obtained which can be used to determine the affects of changes on the system.

The temperature distribution was determined on a definite floor-heating panel for two different pipe spacing with the finite difference method. For this reason the floor was divided into equal unit elements. Also heating element was divided into unit elements. Energy balance was applied to all elements and temperature equations were determined.

These equations form a linear equations set. These equations set was expressed in matrix form and using the matrix inversion method temperatures were determined.

To solve the equations a computer program was developed in QBASIC programming language. With this program, solutions for the different floor coverings, different mean water temperatures and different indoor temperatures can be obtained.

Temperature distributions in the floor panels that have different conditions were represented in graphic forms and affects of the changes on the construction were determined.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bina yapı elemanları içerisine çeşitli tipte ısıtıcı elemanlar yerleştirilerek yapılan konfor ısıtması, farklı mahallerin çok değişken olan konfor şartlarını sağlayabilmesinden dolayı yıllardır kullanılmaktadır. Isıtıcı eleman olarak; içerisinden sıcak su geçen boru serpantinler, elektrikli ısıtıcı elemanlar, ve içerisinden sıcak hava geçen kanallar kullanılmaktadır.

Uygun işletme sıcaklıklarından dolayı (Yaklaşık 50 °C ortalama su sıcaklığı.) sıcak sulu serpantin sistemleri son yıllarda artan bir uygulama sahası bulmuştur. Dünya enerji kaynaklarının ekonomik kullanılması bilincinin gelişmesi ile birlikte güneş kolektörleri ve ısı pompası sistemleri ile kombine çalışabilmesi de uygulamalarının artmasında önemli bir etkidir. Plastik teknolojisindeki gelişmeler sonucu plastik boruların kullanılmaya başlanması ile boru ve tesisat maliyetlerinde düşüş sağlanmış ve boru malzemesi ile boruyu çevreleyen döşeme şapının ısıl genleşme katsayıları arasındaki farktan kaynaklanan ısıl gerilme problemleri büyük ölçüde giderilmiştir.

Ülkemizde sıcak sulu döşemeden ısıtma sistemlerinin son yıllarda artan bir oranda kullanılmasına karşılık konu üzerinde yeterli bilgi ve deneyime sahip firma sayısı oldukça azdır. Dizayn için kullanılan abaklar, ortalama su sıcaklığı, döşeme yüzey sıcaklığı, dış hava sıcaklığı, borular arasındaki mesafe gibi parametreleri içermelerine rağmen, uygulamada karşılaşılan değişik boru ve döşeme malzemeleri ile değişen döşeme elemanlarına uygun bir dizayn yapılmasını sağlayamamaktadır. Bu nedenle abaklarda yer almayan uygulamalarda etkisi önceden tahmin edilemeyen yaklaşımlar yapılmak zorunda kalınmaktadır.

Bu çalışmada iki farklı tip döşemeden ısıtma konstrüksiyonu için döşeme yüzeyi ve içerisindeki sıcaklık dağılımı, sonlu farklar metodundan elde edilen denklem takımları QBASİC dilinde hazırlanan bilgisayar programı ile çözümlenerek elde edilmiştir.

Program kullanılarak değişik döşeme kaplamaları, ortalama su sıcaklıkları ve boru aralıkları için sıcaklık dağılımları elde edilmiş ve sonuçlara göre konstrüksiyondaki değişikliklerin etkileri değerlendirilmiştir.



BÖLÜM 2

PANEL ISITMA SİSTEMLERİ

Panel ısıtma sistemlerinde ısıtıcı eleman olarak mahalli çevreleyen yapı elemanlarından yararlanılır. Duvar tavan veya döşeme içerisine sıcak su dolaşan borular, elektrikli ısıtıcı elemanlar veya sıcak hava kanalları yerleştirilerek bu yüzeylerden mahalle ısı transfer edilerek ısıtılması sağlanır. Isı transferi birincil olarak radyasyon yoluyla gerçekleşir. Ortalama Radyant Sıcaklık, konfor hissini önemli bir ölçüde etkiler. Özellikle büyük camlara sahip olan dış duvarların yüzey sıcaklıkları mahal havası sıcaklığından sarmaya başladığında, konvektif sistemler için soğuk veya sıcak duvarlardan kaynaklanan konfor hissini bozan etkileri karşılamak oldukça güçleşir. Panel sistemleri bu eksikliği nötralize eder ve vücuttan olan aşırı radyasyon kayıplarını minimize eder.

Bina elemanlarının çoğunun yüzeyleri yüksek yayma katsayısına sahiptir. Bu nedenle enerjiyi ısıtılan panelden soğurarak tekrar yayarlar. Böylece paneli gören bütün yüzeyler ısınır. Mahaldeki bütün yüzeylerin sıcaklıkları ortalama bir sıcaklık değerine yaklaşarak mahal içerisinde homojen konfor şartları sağlanır. İyi dizayn edilmiş bir panel ısıtma sisteminde yüzey sıcaklıkları mahal havası sıcaklığının 1-2 °C üzerinde olmaktadır. Aynı zamanda camların iç yüzey sıcaklıkları da dikkate değer bir oranda artmaktadır. Konfor şartları daha düşük mahal havası sıcaklığı ile sağlanabilmektedir. Böylece mahalden olan iletimsel ısı kaybı miktarında önemli bir düşüş sağlanmaktadır.

2.1. Panel Isıtma Sistemlerinin Kullanım Alanları.

Daha öncede belirtildiği gibi panel ısıtma sistemleri farklı mahallerin çok değişken olan konfor şartlarını sağlayabildiğinden dolayı geniş bir uygulama alanına

sahiptir. Ülkemizde çoğunlukla konut mahallerinin ısıtılmasında kullanılmasına karşın Avrupa ve Amerika'da çok çeşitli mahallerde kullanılmaktadır.

1. Ofis Binaları.

Ofis binalarında genellikle ısıtma , soğutma veya ikisini birden yapabilen sıcak havalı sistemler ile iki veya dört borulu sıcak sulu sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ofis binalarında sağladığı en önemli avantaj mahal bölümlenmelerinde yapılan değişikliklere kolaylıkla adapte edilebilir olmasıdır.

2. Okullar.

Isıtma ve soğutma veya yalnız ısıtma yapan paneller okul binalarında spor salonları ve oditoryumlar hariç bütün mahallerde kullanılmaktadır. Yalnız ısıtma yapılan yerlerde uygun olan herhangi bir havalandırma sistemiyle birlikte çalışabilir. Sınıflarda panel ısıtmasının kullanılmasının bir avantajıda gürültü yapan mekanik ekipmanların bulunmamasıdır.

3. Hastaneler.

Radyant panel sistemleri hastanelerde özellikle hasta odalarında 30 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Termal olarak stabl bir çevre sağlaması, ve mahalde yer işgal eden, virüs ve bakteri kaynağı olan mekanik ekipmanlar bulunmamasından dolayı uygun bir ısıtma sistemi olmaktadır. Odaya transfer edilen panel ısısının ayarı panelde dolaşan su miktarının odanın dışında bulunan vanalar vasıtasıyla odaya girmeden yapılabilir.

4. Yüzme Havuzları.

Kısmen örtülü olan ve su içerisinde bulunan vucut ısı atmosferine karşı çok hassastır. Çıplak olan vucut kısımlarından olan radyasyonla ısı transferi fazladır. Bu nedenle panel ısıtma sistemleri havuzlar için çok uygundur. Camların üst kısımlarına radyant paneller yerleştirilerek yoğuşma engellenebilir. Döşeme panellerinde yüzey sıcaklığı çıplak ayağı rahatsız etmemesi için düşük tutulmalıdır. Tavan panellerinde ise yüksek tavanın dezavantajını gidermek ve çıplak yüzeylerde daha fazla radyasyon etkisi oluşturmak için panel sıcaklığı normal uygulamalardan daha yüksek olmalıdır.

5. Konutlar.

Konut mahallerinde sıcak sulu serpantin sistemleri başta olmak üzere elektrikli ve sıcak havalı panel sistemlerinin hepsi uygulanmaktadır. Bu sistemler normal büyüklükte camlara sahip normal boyutlu odalar için çok uygundur.

6. Endüstriyel Uygulamalar.

Panel ısıtma sistemleri endüstriyel binalarda işçi konforu üzerinde artan taleple birlikte yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. İçten yanmalı motor test hücrelerinde, duvarları ve tavanı su ile soğutularak yapılan özel bir uygulamada ortam havası sıcaklığı 35 °C ye kadar yükselmesine karşın, 13 °C sıcaklığında su sirkülasyonu olduğunda çalışanlar relatif konfor şartları içerisinde bulunmaktadır.

7. Diğer Bina Tipleri

Panel sistemleri hava alanlarında terminal binalarında ve uçuş pistlerinde, konferans salonlarında, lobilerde, müzelerde, seralarda ve tavuk çiftliklerinde kullanılmaktadır.

2.2. Panel Sistemlerinin Avantajları.

Radyant panel sistemlerinin konvektif ısıtma sistemlerine göre avantajları üç grupta incelenebilir. Ekonomik, mimari ve estetik, konfor ve sağlık avantajları.

1. Ekonomik Avantajlar.

Panel ısıtma sistemlerinde mahalde olması gereken konfor şartlarını sağlamak için gerekli ısı miktarı teorik olarak daha azdır. Radyant bir ısı kaynağından konfor şartlarını sağlayabilmek için verilmesi gereken ısı miktarının, sadece vücuttan daha düşük sıcaklıktaki mahal havasına konveksiyonla olan ısı transferi miktarını karşılayabilecek büyüklükte olması yeterlidir. Bu nedenle panel ısıtmalı bir mahalde teorik olarak kişi başına birkaç yüz watt düşük ısı miktarı ile aynı konfor şartları sağlanabilir. Gerçek uygulamalarda panel sistemleri bu ideal duruma yaklaşırsa bile konvektif ısıtıcı elemanlara göre daha az ısı ile aynı konfor şartlarını sağlayabilmektedir.

Mahaldeki insanlardan yayılan irradiation panel ısıtıcılardan karşılanabildiğinden konfor hissi için gerekli olan mahal havası sıcaklığı konvektif sistemlere göre 5 °C kadar düşük olabilir. Bu da iletimsel ısı kayıpları ile, dış ortam sıcaklığında bulunan havalandırma havası ve infiltrasyon havasını mahal havası sıcaklığına getirmek için harcanan ısı yükünü azaltmaktadır.

Panel ısıtma sistemlerinin konvektif ısıtma sistemlerine göre diğer bir avantajıda döşemedi tavana doğru olan sıcaklık gradyentinin düşük olmasıdır. Konvektif bir sistemde iç dizayn sıcaklığı olarak 20 °C kabul edilirse bu sıcaklık döşeme yüzeyinden 75 cm yukarıda sağlanabilirse, mahallin tavan seviyesindeki sıcaklık yaklaşık 23 °C civarında olmaktadır. Bunun sonucu olarak mahalden olan iletimsel ısı kayıpları artmaktadır. Oysa panel ısıtma sistemlerinde 75 cm seviyedeki sıcaklık ile tavan seviyesindeki sıcaklık arasında hissedilir bir fark yoktur. Özellikle yüksek tavanlara

sahip mahallerde uygulanan döşemeden ısıtma uygulamasında iletimsel ısı kayıpları konvektif sistemlere göre daha az olmaktadır.

2. Mimari ve Estetik Avantajlar.

Mahal ısıtmasında kullanılan konvansiyonel ısı kaynakları mahal içerisinde bir hacim işgal ederler ve göze hoş görünmezler. Panel ısıtma sistemleri görünür ısıtıcı elemanlar içermemesinden dolayı estetik açıdan bir avantaj sağlanmaktadır.

Diğer taraftan panel ısıtma sistemleri geniş bir odada uniform ısıtma etkisini mahal bölümlenmelerinden veya bölümlenelerde yapılabilecek değişikliklerden bağımsız olarak sağlayabilmektedir.

Konut uygulamalarındaki diğer bir önemli avantaj ise toz toplayan ısıtma yüzeylerinin ve hava hareketlerinden dolayı duvarlarda oluşan toz izlerinin olmamasıdır.

3. Konfor ve Sağlık Açısından Avantajlar.

Çoğu-insan konfor sınırları içerisinde hava sıcaklığı ne kadar düşük olursa o kadar fazla konfor hissi oluştuğunu kabul etmektedir. Serin hava daha taze veya daha ferahlık verici olarak hissedilir.

Optimum konfor şartları için gerekli olan iç hava sıcaklığı panel ısıtma uygulanan bir odada, konvektif ısıtma yapılan aynı şartlardaki odaya göre daha düşüktür. Bu karakteristik özellikten dolayı panel ısıtma yapılan bir mahaldeki konfor hissini aynı şartlardaki odada konvektif ısıtma ile sağlanan konfor hissine göre daha iyi olması beklenir.

Düşük mahal havası sıcaklığı tazelik hissi vermesinin yanında aynı mutlak nem değerinde daha yüksek bağıl nem oranını sağlamasından dolayı, düşük bağıl nemli ortamlarda karşılaşılan kuruma etkisini hafifletir. Bu durum mahaldeki insanlar kadar mobilyalar içinde bir avantajdır.

Sağlık açısından bakıldığında ise; kış aylarında ısıtılan bir odadan çıkınca karşılaşılan şok etkisi daha düşük sıcaklıktaki havaya sahip mahalden çıkıldığında önemli ölçüde azalır. Vücudun ısı dengesi panel ısıtma uygulanan bir odada konvektif ısıtma uygulanan bir odadaki ile aynı olsa bile, hissedilen genel şok etkisi aynı olmasına rağmen, çok önemli olan ve soğuk dış havanın burun ve boğaz mukozası ile teması sonucu oluşan lokal şok etkisi panel ısıtmalı odadan çıkarken, daha düşük olan iç ortam havası sıcaklığından dolayı, daha düşük olacaktır.

Diğer bir sağlık avantajı ise ısıtılan panelin döşemede, duvarda veya tavanda olmasından bağımsız olarak döşeme sıcaklığının konvektif ısıtma sistemlerine göre daha yüksek olmasıdır. Konvektif ısıtmalı sistemlerde döşeme ve tavan arasındaki sıcaklık gradyenti büyük olduğundan döşeme sıcaklığı oldukça düşüktür. Bunun sonucu olarak ayakta konforsuzluk hissi ile birlikte bazı sağlık problemleri de oluşabilir.

Konfor açısından belirtilmesi gereken diğer bir avantaj ise standart tip ısıtma ünitelerinin yüksek sıcaklıktaki yüzeylerine temas eden havanın yanmasıdır. Bu etken bazen koku oluşturabilir ve havanın tazelik hissini azaltır. Düşük sıcaklıktaki panel yüzeylerine temas eden havanın yanma etkisi ise minimumdur.

2.3. Panel Sistemlerinin Dezavantajları.

Panel ısıtma sistemlerinin yukarıda açıklanan avantajlarına rağmen dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların en önemlileri şunlardır.

1. Kontrol Zorlukları.

Kontrol problemleri radyant veya yarı radyant sistemlerin doğasında mevcuttur. Panel dizaynının veya konstrüksiyonunun değiştirilmesiyle giderilemez.. Ancak uygun kontrol elemanlarının kullanılmasıyla giderilebilir. Bu problem optimum konfor şartlarına uygun iç hava sıcaklığının tek bir değerde ve sabit olmaması, sistemdeki ısıtma yüküne bağlı olarak sürekli bir değişim göstermesinden kaynaklanmaktadır. İç

hava sıcaklığının değişim aralığı bazen hissedilir derecede (yaklaşık 5 °C) büyüktür. Diğer ısıtma sistemlerinde ise maksimum değişim oldukça küçüktür.(0.3 °C- 0.5 °C.)

Optimum iç ortam sıcaklığındaki değişim büyük olduğunda, ortamdaki konfor şartlarını sağlamak için uygulanacak kontrol sistemlerinde basit termostatlar kullanılamaz. Panel ve duvar yüzeylerinden yayılan irradiation etkisini mahal havası sıcaklığıyla entegre edecek başka kontrol mekanizmalarına ihtiyaç duyulur veya iç ortam sıcaklığını; özel yapılar için hesaplanan fonksiyonel ilişkilere göre dış hava sıcaklığının fonksiyonu olarak ayarlayabilecek bir kontrol cihazı bulunmalıdır. Bu problemin pratik çözümü pek zor görünmemektedir. Vurgulanması gereken nokta radyant sistemlerde hava sıcaklığının sabit bir değerde tutulmasını sağlayacak bir kontrol mekanizması mahaldeki konfor şartlarında bir tatminsizlik oluşturacaktır.

2. Büyük Isıl Kapasite

Panel sistemlerinin ikinci ve daha önemli dezavantajı, panel uygulamalarının çoğunda ısıtıcı elemanlar büyük kütleli yapı elemanları içerisinde bulunduğundan ısı kapasitelerinin büyük olmasıdır. Bunun sonucu olarak panel belli bir yüzey sıcaklığında dengeye ulaşıncaya kadar büyük miktarda ısı panelin bulunduğu yapı elemanı içerisinde depolanır. Hava durumunun hızlı değişim gösterdiği iklimlerde veya günlük sıcaklık farkının fazla olduğu yerlerde büyük ısıl kapasiteye sahip panellerin neden olduğu zaman gecikmesi dış ortam sıcaklığı artarken aşırı ısınmaya, dış ortam sıcaklığı düşerken yetersiz ısınmaya neden olabilecek kadar fazla olabilir.

3. Alan Gereksinimi

Isıtma panellerinin en göze çarpan özelliği boşa harcanan ısı miktarının düşük olmasıdır. Aşırı ısı yükü gerektiren şartlar altında (soğuk iklim, kötü izolasyon yada yüksek taze hava ihtiyacı dolayısıyla,) bu ısı yükünü karşılayabilmek için gerekli olan panel alanı odanın döşeme, tavan veya duvar alanlarını aşmaktadır. Böyle durumlarda

ya odanın birden fazla yüzeyi ısıtma için kullanılacak yada panel konvektif kombinasyonlu ısıtma sistemleri kullanılmak zorunda kalınacaktır. Tavan veya duvardan ısıtma sistemlerinde bu gibi durumlara nadir olarak rastlanmasına karşın döşemeden ısıtma sistemlerinde yüzey sıcaklığının daha düşük değerlerle sınırlı olmasından olayı daha sık karşılaşılmaktadır.

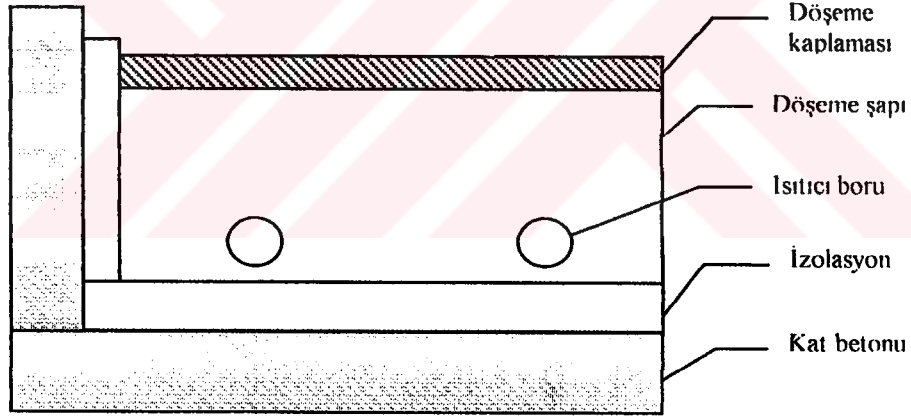


BÖLÜM 3

DÖŞEMEDEN ISITMA SİSTEMLERİ

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan panel ısıtma sistemleri döşeme yüzeylerinin ısıtıcı panel olarak kullanıldığı sistemlerdir. Döşeme içerisinde ısıyı dağıtmak için özel bileşimli polypropylene co-polymer veya değişik tiplerde termoplastik borular kullanılmaktadır. Döşemenin alt yüzeyinden ve kenarlarından olan ısı kaybını önlemek için izolasyon uygulanmaktadır.

Tipik bir döşemeden ısıtma paneli konstrüksiyonu şekil 3.1 . de görülmektedir.



Şekil:3.1. Döşemeden ısıtma Paneli Konstrüksiyonu

3.1. Fizyolojik Esaslar. (Fanger, P.O., 1970)

Döşeme üzerinde durulması gereken en önemli faktör döşeme yüzey sıcaklığı ve biyolojik etkileridir.

Döşeme panellerinin her tipinde ılımlı döşeme yüzey sıcaklıklarının olması bir zorunluluktur. Ayak ile döşeme arasındaki direk temastan dolayı eğer döşeme çok soğuk veya çok sıcak ise ayakta hoşla gitmeyen yerel ısınma veya soğuma etkileri meydana gelir. Bu nedenle ısıtılan veya soğutulan döşeme yüzeylerinin dizaynında döşeme ve izolasyon malzemelerinin seçiminde izin verilen döşeme sıcaklıkları sınırlarına uymak gereklidir.

İzin verilen döşeme sıcaklıkları mahaldeki insanların ayakkabı giyip giymediklerine göre değişir. Bu iki durum ayrı ayrı incelenecektir.

1. Ayakkabı İle Dolaşılan Mahaller.

Böyle mahallerde, ayak giyimine ve döşeme sıcaklığına bağlı olarak değişen, ayaktan ısı transferi ile ilişkili olan konforsuzluk hissi döşeme malzemesinin cinsinden bağımsızdır. Döşeme sıcaklığının izin verilen alt ve üst sınırları ayak giyiminin çeşidine bağlı olarak artabilir veya azalabilir. Örnek olarak kışlık botlar giyen bir kişi için alt ve üst sınırlar +10 °C ile -10 °C olabilir. Bu kişinin ayağı normal iç ortam şartlarında aşırı ısınacaktır. Örnekten anlaşıldığı gibi ayakkabı ile gezilen mahallerde döşeme yüzey sıcaklıklarının alt ve üst sınırlarının belirlenmesinde ayak giyiminin çeşidinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Nevin tarafından mahalde 3 saat kalan hafif ayakkabılı 61 kişi üzerinde yapılan deneylerde insanların 29 °C ye kadar herhangi bir konforsuzluk hissetmedikleri görülmüştür. Kısa süreli işgallerde (1 saat kadar) oturan kişiler için 35 °C olarak bir sınır bulunmuştur. Ayakta duran kişiler için döşemeyle sabit temastan dolayı daha düşük bir sınır seçilmelidir.

2. Ayakkabısız Dolaşılan Mahaller.

Ayakkabısız girilen banyo, yatak odası ve ülkemizde hemen hemen bütün ev odalarında, ayak konforu için yalnızca döşeme sıcaklığı değil, döşeme malzemesi de

göz önünde bulundurulmalıdır. Ayak döşemeye değer değmez ayak tabanı, döşeme sıcaklığı ve döşeme malzemesinin temas katsayısı olan b 'nin fonksiyonu olan bir sıcaklık değerine ulaşır.

$$b = (k \cdot \rho \cdot c)^{1/2} \text{ olarak tanımlanır.} \quad (3.1)$$

Burada;

k = döşeme malzemesinin ısı iletim katsayısı

ρ = Döşeme malzemesinin yoğunluğu,

c = Döşeme malzemesinin özgül ısısı.

Beton döşeme ağaç döşemeye göre daha büyük temas sabitine sahip olduğundan temas sıcaklığı daha düşük olacak ve dolayısıyla beton döşemeye basan kişi daha soğuk hissedecektir. Temas sıcaklığının tamamen fiziksel hesaplamalarla bulunan değerleri Schule ve Bilington tarafından yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar ile uygunluk göstermektedir. Fakat deney yapılan insanlarla yapılan görüşmelerde döşeme sıcaklığının alt ve üst sınırları için kesin değerler elde edilememiştir.

Deneysel çalışmaların ışığında değişik döşeme malzemeleri için, ayak ilk sıcaklığını 32 °C, üst ve alt konfor sınırlarını 33 °C ve 29 °C ile temas sabitini yaklaşık olarak $18.6 \text{ w/m}^2 \cdot 0.5^\circ\text{C}$ alınarak kaba bir hesap yapılabilir.

Bulunan sonuçlar, derinin acı hissi sınırları 15 °C ve 45 °C kabul edilerek hesaplanan acı sınırlarında içeren Tablo 3.1. de verilmiştir. Bu değerler deneysel sonuçlara dayanmayan, tahmin edilen ayak sıcaklıklarına göre hesaplandığından dikkatle kullanılmalıdır.

Döşemeden ısıtma uygulanan insanların uzun süre işgal ettikleri herhangi bir tip bina için ortalama döşeme yüzey sıcaklığının en kötü hava şartlarında bile 29 °C'nin üzerine çıkmaması gerekmektedir. Yalnızca dış duvarlara bitişik olan insanların geçici olarak kullandıkları 1 m'lik şeritte 35 °C'ye kadar çıkabilir.

Tablo 3.1. Farklı Döşeme Malzemeleri İçin Sıcaklık Sınırları.

Döşeme Malzemesi	Temas Sabiti $w / m^2 \cdot 0.5 \text{ } ^\circ C$	Konfor Sınırları $^\circ C$	Acı Sınırları $^\circ C$
Çelik	209	29 - 32	14 / 45
Betonarme	29	27 - 34	4 / 54
Lastik	10	24 - 35	-12 / 67
Meşe Ağacı	8	22 - 35	-20 / 74
Çam Ağacı	5	17 - 39	-53 / 84
Mantar	2	25 - 42	-140 / 150

BÖLÜM 4

DÖŞEME İÇİ SICAKLIK DAĞILIMI

Isıtılmış döşeme içi sıcaklık dağılımının hesaplanması için oluşturulan modellerden ilki Kollmar ve Liese tarafından geliştirilen kanatcık modelidir. Bu modelde döşeme üst yüzeyinden ısı yayan bir kanatcık olarak kabul edilmiştir. Rydberg ve Huber tarafından geliştirilen potansiyel teori ise Faxen'in 1937 tarihli, içerisinde boru bulunan paralel yüzeyli homojen ve ayrıca çok tabakalı düzlemsel bloklar arasındaki sıcaklık dağılımını veren ifadesine dayanmaktadır. Zhang ve Pate sürekli ve geçici rejimde ısıtılan panel içindeki ısı transferi problemlerini çözmek için tavan panellerinde sonlu farklar yöntemiyle bir algoritma geliştirmişlerdir.

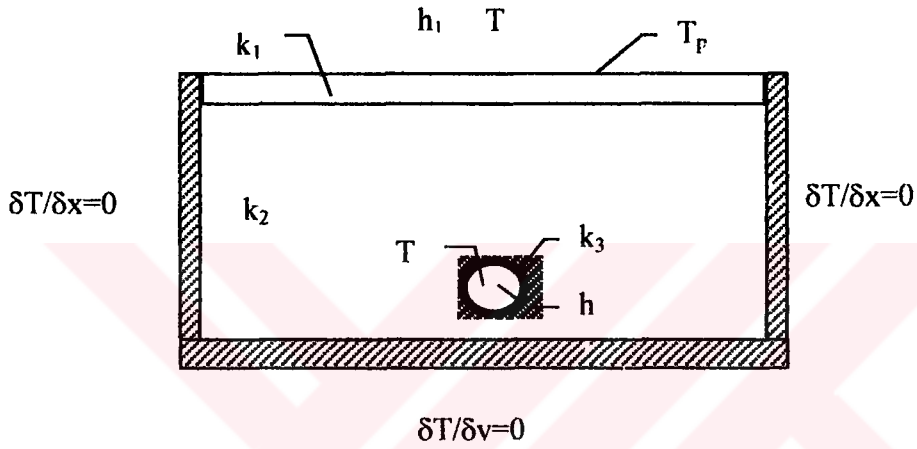
Bu çalışmada seçilen döşeme konstrüksiyonu için sonlu farklar metodu ile her eleman için enerji dengesi yazılarak lineer denklem takımı oluşturulmuş, ve bu denklem takımı hazırlanan bilgisayar programı ile çözülerek döşeme içerisindeki sıcaklık dağılımı elde edilmiştir.

4.1 Modelin Oluşturulması ve Çözümü İçin Yapılan Kabuller

Şekil 4.1. deki döşeme kesitinde sıcaklık dağılımını belirleyebilmek için aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

1. Döşeme şapı içerisinde ısı transferi sürekli rejimde gerçekleşmektedir.
2. Gerçekte üç boyutlu bir ısı transfer sistemi olan ısı transferi ihmal edilerek iki boyutlu bir ısı transfer sistemi olarak ele alınmıştır. Ayrıca boru dönüş bölümlerinde gerçekleşen ısı transferi göz önüne alınmıştır.
3. Döşeme panelinin alt yüzeyinde mükemmel bir izolasyon sağlandığı varsayılarak bu yüzeyde y eksenine doğrultusunda sıcaklık gradyentinin olmadığı kabul edilmiştir.

4. Boru eksenleri arası mesafenin yarısından geçen doğrular boyunca simetriden dolayı sıcaklık gradyentinin x eksenine doğrultusunda 0 olduğu kabul edilmiştir.
5. Döşeme kenarlarından olan ısı kaybının ihmal edilebilir derecede olduğu kabul edilmiştir.
6. Borular ile boruların gömülü olduğu döşeme şapı ve diğer döşeme elemanları arasında temas ısıl direnci olmadığı kabul edilmiştir.



Şekil 4.1. Döşemeden Isıtma Modeli

4.1.2. Çözüm Metodu

Isı transferinin kartezyen koordinatlardaki genel denklemi ;

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{1}{a} \frac{d^2 T}{dt^2} \quad (4.1)$$

Bu denklem döşeme kesitine, iki boyutlu ısı transferi, sistemde ısı üretimi yok ve sürekli rejim kabulleri doğrultusunda uygulandığında ;

$$Q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (4.3)$$

Fourier ısı iletim denklemindeki dT/dx ifadesi ileri sonlu fark cinsinden;

$$\frac{dT}{dx} \cong \frac{T_{(x+\Delta x,y)} - T_{(x,y)}}{\Delta x}; \quad (4.4)$$

ve geri sonlu fark cinsinden ;

$$\frac{dT}{dx} \cong \frac{T_{(x-Dx,y)} - T_{(x,y)}}{Dx}; \quad (4.5)$$

şeklinde yazılır.

Aynı şekilde y yönünde ise, ileri sonlu fark cinsinden;

$$\frac{dT}{dy} \cong \frac{T_{(x,y+Dy)} - T_{(x,y)}}{Dy} \quad (4.6)$$

geri sonlu fark cinsinden ise,

$$\frac{dT}{dy} \cong \frac{T_{(x,y-Dy)} - T_{(x,y)}}{Dy} \quad (4.7)$$

şeklinde yazılabilir. (Holman, J.P., 1976)

Bu ifadelerden yararlanılarak değişik şartlara sahip olan noktaların hepsi için enerji dengesi yazılacaktır.

1. x doğrultusunda bir yüzeyinden konveksiyon ısı transferi, y doğrultusunda bir yüzeyi yalıtılmış köşe noktaları. (1 ve 11 noktaları.)

1 noktası için enerji denge denklemi;

$$q_{2 \rightarrow 1} + q_{12 \rightarrow 1} + q_{kon} = 0$$

$$k_1 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_2 - T_1}{\Delta x} \right) + k_1 \frac{\Delta x}{2} \left(\frac{T_{12} - T_1}{\Delta y} \right) + h_1 \frac{\Delta x}{2} (T_i - T_1) = 0$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_2 - T_1) + \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{12} - T_1) + h_1 \frac{\Delta x}{k_1} (T_i - T_1) = 0$$

$\Delta x = \Delta y$; ise,

$$T_2 + T_{12} - \left(2 + \frac{h_1 \Delta x}{k_1} \right) T_1 = - \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

11 noktası için;

$$T_{10} + T_{22} - \left(2 + \frac{h_1 \Delta x}{k_1} \right) T_{11} = - \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

2. x doğrultusunda bir yüzeylerinden konveksiyonla ısı transferi olan orta noktalar.(2-10)

2 noktası için;

$$q_{1 \rightarrow 2} + q_{13 \rightarrow 2} + q_{3 \rightarrow 2} + q_{kon} = 0$$

$$k_1 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_1 - T_2}{\Delta x} \right) + k_1 \Delta x \left(\frac{T_{13} - T_2}{\Delta y} \right) + k_1 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_3 - T_2}{\Delta x} \right) + h_1 \Delta x (T_i - T_2) = 0$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} (T_1 - T_2) + 2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{13} - T_2) + \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_3 - T_2) + h_1 \frac{\Delta x}{k_1} (T_i - T_2) = 0$$

$$T_1 + T_3 + 2T_{13} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} \right) T_2 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

3 noktası için;

$$T_2 + T_4 + 2T_{14} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} \right) T_3 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

4 noktası için;

$$T_3 + T_5 + 2T_{15} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_4 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

5 noktası için ;

$$T_4 + T_6 + 2T_{16} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_5 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

6 noktası için;

$$T_5 + T_7 + 2T_{17} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_6 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

7 noktası için;

$$T_6 + T_8 + 2T_{18} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_7 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

8 noktası için;

$$T_7 + T_9 + 2T_{19} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_8 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

9 noktası için;

$$T_8 + T_{10} + 2T_{20} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_9 = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

10 noktası için;

$$T_9 + T_{11} + 2T_{21} - \left(4 + 2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1}\right) T_{10} = -2 \frac{h_1 \Delta x}{k_1} T_i$$

3. Döşeme kaplaması ile döşeme şapı birleşim yüzeyinde bulunan y doğrultusunda bir yüzezleri yalıtılmış noktalar. (12 ve 22 noktaları.)

12 noktası için;

$$q_{1 \rightarrow 12} + q_{23 \rightarrow 12} + q_{13 \rightarrow 12} = 0$$

$$k_1 \frac{\Delta x}{2} \left(\frac{T_1 - T_{12}}{\Delta y} \right) + k_2 \frac{\Delta x}{2} \left(\frac{T_{23} - T_{12}}{\Delta y} \right) + k_1 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{13} - T_{12}}{\Delta x} \right) + k_2 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{13} - T_{12}}{\Delta x} \right) = 0$$

$$k_1 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_1 - T_{12}) + k_2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{23} - T_{12}) + (k_1 + k_2) \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{13} - T_{12}) = 0$$

$$k_1 T_1 + k_2 T_{23} + (k_1 + k_2) T_{13} - 2(k_1 + k_2) T_{12} = 0$$

22 noktası için ;

$$k_1 T_{11} + k_2 T_{33} + (k_1 + k_2) T_{21} - 2(k_1 + k_2) T_{22} = 0$$

4. Birleşim yüzeyindeki orta noktalar.(13-21).

13 noktası için;

$$q_{12 \rightarrow 13} + q_{14 \rightarrow 13} + q_{2 \rightarrow 13} + q_{24 \rightarrow 13} = 0$$

$$(k_1 + k_2) \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{12} - T_{13}}{\Delta x} \right) + (k_1 + k_2) \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{14} - T_{13}}{\Delta x} \right) + k_1 \Delta x \left(\frac{T_2 - T_{13}}{\Delta y} \right) + k_2 \Delta x \left(\frac{T_{24} - T_{13}}{\Delta y} \right) = 0$$

$$(k_1 + k_2) \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{12} - T_{13}) + (k_1 + k_2) \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{14} - T_{13}) + 2k_1 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_2 - T_{13}) + 2k_2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{24} - T_{13}) = 0$$

$$(k_1 + k_2) T_{12} + (k_1 + k_2) T_{14} + 2k_1 T_2 + 2k_2 T_{24} - 4(k_1 + k_2) T_{13} = 0$$

14 noktası için ;

$$(k_1 + k_2) T_{13} + (k_1 + k_2) T_{15} + 2k_1 T_3 + 2k_2 T_{25} - 4(k_1 + k_2) T_{14} = 0$$

15 noktası için ;

$$(k_1 + k_2) T_{14} + (k_1 + k_2) T_{16} + 2k_1 T_4 + 2k_2 T_{26} - 4(k_1 + k_2) T_{15} = 0$$

16 noktası için ;

$$(k_1 + k_2) T_{15} + (k_1 + k_2) T_{17} + 2k_1 T_5 + 2k_2 T_{27} - 4(k_1 + k_2) T_{16} = 0$$

17 noktası için ;

$$(k_1 + k_2)T_{16} + (k_1 + k_2)T_{18} + 2k_1T_6 + 2k_2T_{28} - 4(k_1 + k_2)T_{17} = 0$$

18 noktası için ;

$$(k_1 + k_2)T_{17} + (k_1 + k_2)T_{19} + 2k_1T_7 + 2k_2T_{29} - 4(k_1 + k_2)T_{18} = 0$$

19 noktası için ;

$$(k_1 + k_2)T_{18} + (k_1 + k_2)T_{20} + 2k_1T_8 + 2k_2T_{30} - 4(k_1 + k_2)T_{19} = 0$$

20 noktası için ;

$$(k_1 + k_2)T_{19} + (k_1 + k_2)T_{21} + 2k_1T_9 + 2k_2T_{31} - 4(k_1 + k_2)T_{20} = 0$$

21 noktası için ;

$$(k_1 + k_2)T_{20} + (k_1 + k_2)T_{22} + 2k_1T_{10} + 2k_2T_{32} - 4(k_1 + k_2)T_{21} = 0$$

5. y doğrultusunda bir yüzeyleri yalıtılmış noktalar. (23,34,45,56,33,44,55,66)

23 noktası için ;

$$q_{24 \rightarrow 23} + q_{12 \rightarrow 23} + q_{34 \rightarrow 23} = 0$$

$$k_2 \Delta y \left(\frac{T_{24} - T_{23}}{\Delta x} \right) + k_2 \frac{\Delta x}{2} \left(\frac{T_{12} - T_{23}}{\Delta y} \right) + k_2 \frac{\Delta x}{2} \left(\frac{T_{34} - T_{23}}{\Delta y} \right) = 0$$

$$2k_2 \frac{\Delta y}{\Delta x} (T_{24} - T_{23}) + k_2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{12} - T_{23}) + k_2 \frac{\Delta x}{\Delta y} (T_{34} - T_{23}) = 0$$

$$2T_{24} + T_{12} + T_{34} - 4T_{23} = 0$$

33 noktası için ;

$$2T_{32} + T_{22} + T_{44} - 4T_{33} = 0$$

34 noktası için ;

$$2T_{35} + T_{23} + T_{45} - 4T_{34} = 0$$

44 noktası için ;

$$2T_{43} + T_{33} + T_{55} - 4T_{44} = 0$$

45 noktası için ;

$$2T_{46} + T_{34} + T_{56} - 4T_{45} = 0$$

55 noktası için ;

$$2T_{54} + T_{44} + T_{66} - 4T_{55} = 0$$

56 noktası için ;

$$2T_{55} + T_{45} + T_{67} - 4T_{56} = 0$$

66 noktası için ;

$$2T_{65} + T_{55} + T_{77} - 4T_{66} = 0$$

6. Bütün yüzeylerinden iletimle ısı transferi olan noktalar. (24-32,35-43,46-48,52-54,57-59,63-65 noktaları.)

24 noktası için ;

$$q_{23 \rightarrow 24} + q_{13 \rightarrow 24} + q_{25 \rightarrow 24} + q_{35 \rightarrow 24} = 0$$

$$k_2 \Delta y \left(\frac{T_{23} - T_{24}}{\Delta x} \right) + k_2 \Delta x \left(\frac{T_{13} - T_{24}}{\Delta y} \right) + k_2 \Delta y \left(\frac{T_{25} - T_{24}}{\Delta x} \right) + k_2 \Delta x \left(\frac{T_{35} - T_{24}}{\Delta y} \right) = 0$$

$$T_{23} + T_{13} + T_{25} + T_{35} - 4T_{24} = 0$$

25 noktası için ;

$$T_{24} + T_{14} + T_{26} + T_{36} - 4T_{25} = 0$$

26 noktası için ;

$$T_{25} + T_{15} + T_{27} + T_{37} - 4T_{26} = 0$$

27 noktası için ;

$$T_{26} + T_{16} + T_{28} + T_{38} - 4T_{27} = 0$$

28 noktası için ;

$$T_{27} + T_{17} + T_{29} + T_{39} - 4T_{28} = 0$$

29 noktası için ;

$$T_{28} + T_{18} + T_{30} + T_{40} - 4T_{29} = 0$$

30 noktası için ;

$$T_{29} + T_{19} + T_{31} + T_{41} - 4T_{30} = 0$$

31 noktası için ;

$$T_{30} + T_{20} + T_{32} + T_{42} - 4T_{31} = 0$$

32 noktası için ;

$$T_{31} + T_{21} + T_{33} + T_{43} - 4T_{32} = 0$$

35 noktası için ;

$$T_{34} + T_{24} + T_{36} + T_{46} - 4T_{35} = 0$$

36 noktası için ;

$$T_{35} + T_{25} + T_{37} + T_{47} - 4T_{36} = 0$$

37 noktası için ;

$$T_{36} + T_{26} + T_{38} + T_{48} - 4T_{37} = 0$$

38 noktası için ;

$$T_{37} + T_{27} + T_{39} + T_{49} - 4T_{38} = 0$$

39 noktası için ;

$$T_{38} + T_{28} + T_{40} + T_{50} - 4T_{39} = 0$$

40 noktası için ;

$$T_{39} + T_{29} + T_{41} + T_{51} - 4T_{40} = 0$$

41 noktası için ;

$$T_{40} + T_{30} + T_{42} + T_{52} - 4T_{41} = 0$$

42 noktası için ;

$$T_{41} + T_{31} + T_{43} + T_{53} - 4T_{42} = 0$$

43 noktası için ;

$$T_{42} + T_{32} + T_{44} + T_{54} - 4T_{43} = 0$$

46 noktası için ;

$$T_{45} + T_{35} + T_{47} + T_{57} - 4T_{46} = 0$$

47 noktası için ;

$$T_{46} + T_{36} + T_{48} + T_{58} - 4T_{47} = 0$$

48 noktası için ;

$$T_{47} + T_{37} + T_{49} + T_{59} - 4T_{48} = 0$$

52 noktası için ;

$$T_{51} + T_{41} + T_{53} + T_{63} - 4T_{52} = 0$$

53 noktası için ;

$$T_{53} + T_{41} + T_{52} + T_{63} - 4T_{52} = 0$$

54 noktası için ;

$$T_{52} + T_{42} + T_{53} + T_{64} - 4T_{53} = 0$$

57 noktası için ;

$$T_{56} + T_{46} + T_{58} + T_{68} - 4T_{57} = 0$$

58 noktası için ;

$$T_{57} + T_{47} + T_{59} + T_{69} - 4T_{58} = 0$$

59 noktası için ;

$$T_{58} + T_{48} + T_{60} + T_{70} - 4T_{59} = 0$$

63 noktası için ;

$$T_{62} + T_{52} + T_{64} + T_{74} - 4T_{63} = 0$$

64 noktası için ;

$$T_{63} + T_{53} + T_{65} + T_{75} - 4T_{64} = 0$$

65 noktası için ;

$$T_{64} + T_{54} + T_{66} + T_{76} - 4T_{65} = 0$$

7. x ve y doğrultusunda bir yüzeyleri yalıtılmış köşe noktalar. (67 ve 77 noktaları.)

67 noktası için ;

$$q_{56 \rightarrow 67} + q_{68 \rightarrow 67} = 0$$

$$k_2 \frac{\Delta x}{2} \left(\frac{T_{56} - T_{67}}{\Delta y} \right) + k_2 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{58} - T_{57}}{\Delta x} \right) = 0$$

$$T_{56} + T_{68} - 2T_{67} = 0$$

77 noktası için ;

$$T_{76} + T_{66} - 2T_{77} = 0$$

8. x doğrultusunda bir yüzeyleri yalıtılmış orta noktalar. (68-76 noktaları)

68 noktası için ;

$$k_2 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{67} - T_{68}}{\Delta x} \right) + k_2 \Delta x \left(\frac{T_{57} - T_{68}}{\Delta y} \right) + k_2 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{69} - T_{68}}{\Delta x} \right) = 0$$

$$T_{67} + 2T_{57} + T_{69} - 4T_{68} = 0$$

69 noktası için ;

$$T_{68} + 2T_{58} + T_{70} - 4T_{69} = 0$$

70 noktası için ;

$$T_{69} + 2T_{59} + T_{71} - 4T_{70} = 0$$

74 noktası için ;

$$T_{73} + 2T_{63} + T_{75} - 4T_{74} = 0$$

75 noktası için ;

$$T_{74} + 2T_{64} + T_{76} - 4T_{75} = 0$$

76 noktası için ;

$$T_{75} + 2T_{65} + T_{77} - 4T_{76} = 0$$

Silindirik ısıtıcı eleman ve elemana komşu bölgelerdeki sıcaklık dağılımını bulmak için şekil 4.3. te görülen noktalar oluşturulmuştur. Bütün noktalarda enerji dengesi prensibi uygulanarak aşağıdaki denklemler oluşturulmuştur.

9. Isıtıcı elmana komşu olan noktalar. (49,50,51,60,62,71,72,73 noktaları.)

49 noktası için ;

$$q_{48 \rightarrow 49} + q_{38 \rightarrow 49} + q_{50 \rightarrow 49} + q_{60 \rightarrow 45} + q_{92 \rightarrow 49} = 0$$

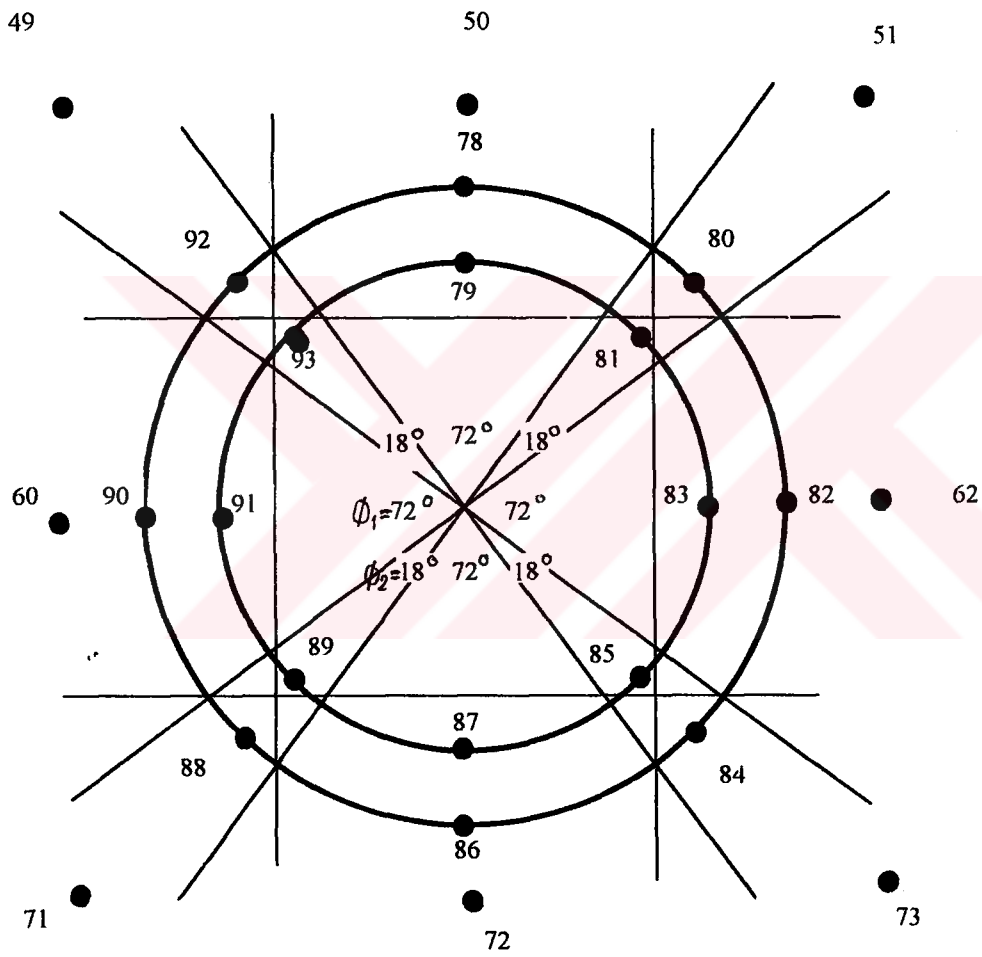
$$k_2 \Delta y \left(\frac{T_{48} - T_{49}}{\Delta x} \right) + k_2 \Delta x \left(\frac{T_{38} - T_{49}}{\Delta y} \right) + k_2 0.82 \Delta y \left(\frac{T_{50} - T_{49}}{\Delta x} \right) + k_2 0.82 \Delta x \left(\frac{T_{60} - T_{49}}{\Delta y} \right) + k_2 r_d \Delta \phi_2 \left(\frac{T_{92} - T_{49}}{2.85 \Delta r} \right) = 0$$

$$T_{48} + T_{38} + 0.82 T_{50} + 0.82 T_{60} + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{92} - \left(3.64 + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{49} = 0$$

50 noktası için ;

$$q_{49 \rightarrow 50} + q_{39 \rightarrow 50} + q_{51 \rightarrow 50} + q_{78 \rightarrow 50} = 0$$

$$k_2 0.82 \Delta y \left(\frac{T_{49} - T_{50}}{\Delta x} \right) + k_2 \Delta x \left(\frac{T_{39} - T_{50}}{\Delta y} \right) + k_2 0.82 \Delta x \left(\frac{T_{51} - T_{50}}{\Delta y} \right) + k_2 r_d \Delta \phi_1 \left(\frac{T_{78} - T_{50}}{0.8 \Delta r} \right) = 0$$



Şekil 4.3.

$$0.82T_{49} + T_{39} + 0.82T_{51} + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{78} - \left(2.64 + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{50} = 0$$

51 noktası için ;

$$T_{40} + T_{52} + 0.82T_{50} + 0.82T_{62} + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{80} - \left(2.64 + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{51} = 0$$

60 noktası için ;

$$0.82T_{71} + T_{59} + 0.82T_{49} + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{90} - \left(2.64 + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{69} = 0$$

62 noktası için ;

$$0.82T_{51} + T_{63} + 0.82T_{73} + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{82} - \left(2.64 + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{62} = 0$$

71 noktası için ;

$$q_{70 \rightarrow 71} + q_{60 \rightarrow 71} + q_{72 \rightarrow 71} + q_{88 \rightarrow 71} = 0$$

$$k_2 \frac{\Delta y}{2} \left(\frac{T_{70} - T_{71}}{\Delta x} \right) + k_2 0.82 \Delta x \left(\frac{T_{60} - T_{71}}{\Delta y} \right) + k_2 0.32 \Delta y \left(\frac{T_{72} - T_{71}}{\Delta x} \right) + k_2 r_d \Delta \phi_2 \left(\frac{T_{88} - T_{71}}{2.85 \Delta r} \right) = 0$$

$$0.5T_{70} + 0.82T_{60} + 0.32T_{72} + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{84} - \left(1.64 + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{71} = 0$$

72 noktası için ;

$$q_{71 \rightarrow 72} + q_{73 \rightarrow 72} + q_{86 \rightarrow 72} = 0$$

$$k_2 0.32 \Delta y \left(\frac{T_{71} - T_{72}}{\Delta x} \right) + k_2 0.32 \Delta y \left(\frac{T_{73} - T_{72}}{\Delta x} \right) + k_2 r_d \Delta \phi_1 \left(\frac{T_{86} - T_{72}}{0.8 \Delta r} \right) = 0$$

$$0.32T_{71} + 0.32T_{73} + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{86} - \left(0.64 + \frac{r_d \Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{72} = 0$$

73 noktası için ;

$$0.5T_{74} + 0.82T_{62} + 0.32T_{72} + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{84} - \left(1.64 + \frac{r_d \Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{73} = 0$$

10. Borunun dış yüzeyindeki noktalar. (78,80,82,84,86,88,90,92 noktaları.)

78 noktası için ;

$$q_{79 \rightarrow 78} + q_{92 \rightarrow 78} + q_{80 \rightarrow 78} + q_{50 \rightarrow 78} = 0$$

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \Delta \phi_1 \left(\frac{T_{79} - T_{78}}{\Delta r} \right) + k_3 \frac{\Delta r}{2} \left(\frac{T_{92} - T_{78}}{r_d \Delta \phi_3} \right) + k_3 \frac{\Delta r}{2} \left(\frac{T_{80} - T_{78}}{r_d \Delta \phi_3} \right) + k_2 r_d \Delta \phi_1 \left(\frac{T_{50} - T_{78}}{0.8 \Delta r} \right) = 0$$

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{79} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{92} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{80} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{50} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{78} = 0$$

80 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{81} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{78} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{82} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{51} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{80} = 0$$

82 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{83} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{80} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{84} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{62} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{82} = 0$$

84 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{85} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{82} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{86} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{73} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{84} = 0$$

86 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{87} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{84} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{88} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{72} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{86} = 0$$

88 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{89} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{86} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{90} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{71} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{88} = 0$$

90 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{91} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{88} + k_3 \frac{\Delta r}{2 r_d \Delta \phi_3} T_{92} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} T_{60} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_1}{0.8 \Delta r} \right) T_{90} = 0$$

92 noktası için ;

$$k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{93} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_d \Delta \phi_3} T_{90} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_d \Delta \phi_3} T_{78} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} T_{79} - \left(k_3 \left(r_d - \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_d \Delta \phi_3} + k_2 r_d \frac{\Delta \phi_2}{2.85 \Delta r} \right) T_{92} = 0$$

11. Borunun dış yüzeyindeki noktalar. (79,81,83,85,87,89,91,93 noktaları.)

79 noktası için ;

$$h_2 r_i \Delta \phi_1 (T_w - T_{79}) + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \Delta \phi_1 \left(\frac{T_{78} - T_{79}}{\Delta r} \right) + k_3 \frac{\Delta r}{2} \left(\frac{T_{90} - T_{79}}{r_i \Delta \phi_3} \right) + k_3 \frac{\Delta r}{2} \left(\frac{T_{81} - T_{79}}{r_i \Delta \phi_3} \right) = 0$$

$$k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{78} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{90} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{81} - \left(h_2 r_i \Delta \phi_1 + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_i \Delta \phi_3} \right) T_{79} = -h_2 r_i \Delta \phi_1 T_w$$

81 noktası için ;

$$k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{80} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{79} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{83} - \left(h_2 r_i \Delta \phi_2 + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_i \Delta \phi_3} \right) T_{81} = -h_2 r_i \Delta \phi_2 T_w$$

83 noktası için ;

$$k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{82} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{81} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{85} - \left(h_2 r_i \Delta \phi_1 + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_i \Delta \phi_3} \right) T_{83} = -h_2 r_i \Delta \phi_1 T_w$$

85 noktası için ;

$$k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{84} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{83} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{87} - \left(h_2 r_i \Delta \phi_2 + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_i \Delta \phi_3} \right) T_{85} = -h_2 r_i \Delta \phi_2 T_w$$

87 noktası için ;

$$k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{86} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{85} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{89} - \left(h_2 r_i \Delta \phi_1 + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_i \Delta \phi_3} \right) T_{87} = -h_2 r_i \Delta \phi_1 T_w$$

89 noktası için ;

$$k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{88} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{87} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_i \Delta \phi_3} T_{91} - \left(h_2 r_i \Delta \phi_2 + k_3 \left(r_i + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_i \Delta \phi_3} \right) T_{89} = -h_2 r_i \Delta \phi_2 T_w$$

91 notası için ;

$$k_1 \left(r_1 + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} T_{o1} + k_1 \frac{\Delta r}{2r_1 \Delta \phi_1} T_{o1} + k_1 \frac{\Delta r}{2r_1 \Delta \phi_1} T_{o1} - \left(h_2 r_1 \Delta \phi_1 + k_3 \left(r_1 + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_1}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_1 \Delta \phi_1} \right) T_{o1} = h_2 r_1 \Delta \phi_1 T_w$$

93 noktası için ;

$$k_3 \left(r_1 + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} T_{o2} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_1 \Delta \phi_1} T_{o1} + k_3 \frac{\Delta r}{2r_1 \Delta \phi_1} T_{o1} - \left(h_2 r_1 \Delta \phi_2 + k_3 \left(r_1 + \frac{\Delta r}{2} \right) \frac{\Delta \phi_2}{\Delta r} + k_3 \frac{\Delta r}{r_1 \Delta \phi_1} \right) T_{o2} = -h_2 r_1 \Delta \phi_2 T_w$$

Bu denklemler yazıldıktan sonra, denklemlerdeki sıcaklık terimlerinin katsayılarının hesaplanabilmesi için, k_1 , k_2 , k_3 , h_1 , h_2 , T_i , T_w , $\Delta \phi$, Δr , Δx , Δy , r_i , r_d sabitlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

k_1 = Döşeme kaplamasının ısı iletim katsayısı , (TS 11261, 1994) ;

Parke döşeme için $k_1 = 0.17 \text{ w/m}^2\text{K}$

Halı kaplama için $k_1 = 0.11 \text{ w/m}^2\text{K}$

Seramik kaplama için $k_1 = 0.7 \text{ w/m}^2\text{K}$

k_2 = Döşeme şapının ısı iletim katsayısı ;

$k_2 = 1.032 \text{ w/m}^2\text{K}$

k_3 = Isıtıcı boru malzemesinin ısı iletim katsayısı ;

Poly- propylene boru için ;

$k_3 = 0.2204 \text{ w/m}^2\text{K}$

h_2 = Su ile ısıtıcı boru iç yüzeyi arasındaki konveksiyon ısı transfer katsayısı (TS 11261, 1994) ;

$$h_2 = 1056(0.02 (T_s+273)-4.06)-v_s^{0.8}/d_i^{0.2} \quad (4.8)$$

$\Delta x = \Delta y = 0.01 \text{ m}$

$r_i =$ Boru iç çapı

$$r_i = 0.0065 \text{ m}$$

$r_d =$ Boru dış çapı ;

$$r_d = 0.0085 \text{ m}$$

$$\Delta r = 0.002 \text{ m}$$

$$\Delta\phi_1 = 1.2566$$

$$\Delta\phi_2 = 0.3142$$

$$\Delta\phi_3 = 0.7853$$

$T_i =$ Isıtılan mahallin dizayn sıcaklığı.

$T_w =$ Isıtma devresinde dolaşan suyun ortalama sıcaklığı.

$h_1 =$ Döşeme ile mahal havası arasındaki ısı transfer katsayısı ;

Döşeme yüzeyinden ortama ısı transferi radyasyon ve konveksiyon yoluyla gerçekleşmektedir. Bu nedenle birleşik bir ısı transfer katsayısı hesaplanması gerekmektedir.

$$h_1 = h_r + h_c \quad (4.9)$$

Panelden radyasyonla ısı transferi ısıtılmayan çevre yüzeyler arasında gerçekleşmektedir. Mahalli çevreleyen yüzeylere ait sıcaklık değerleri arasında hissedilir farklar mevcuttur. Bununla birlikte düşük sıcaklıktaki dış duvar ve pencere yüzeylerinin oranında mahalden mahale değişir. Bu nedenle ısıtılmayan iç yüzeylerin ortalama sıcaklığını belirlemek gerekmektedir.

Bu sıcaklık TS. 11261' de T_k olarak gösterilmiş ve ;

$$T_k = T_i - c \cdot W_d \quad (4.10)$$

olarak tanımlanmıştır.

T_k döşemeden ısıtma yapılan mahalli çevreleyen ve ısıtma yapılmayan bütün iç yüzeylerin alanları dikkate alınarak hesaplanan ortalama yüzey sıcaklık değeridir. (TS 11260, 1994)

T_i eşdeğer konfor iç hesap sıcaklığı olup diğer ısıtma sistemleri için tasarılan iç konfor şartlarını aynen sağlayan ve ISO 7730' a uygun deneylerle veya sayısal benzetim metodları ile tespit olunan ve sadece döşemeden ısıtma sistemlerinin tasarımında kullanılacak olan iç sıcaklık değeridir (TS 11260, 1994). Bu sıcaklıklar TS 11261 de verilen Çizelge. 2 den alınabilir.

W_d ise dış sıcaklık katsayısı olup ;

$$W_d = \frac{15}{25 + T_d} \quad [T_d > -20 \text{ }^\circ\text{C iç in}] \quad (4.11)$$

eşitliği ile hesaplanır (TS 11261, 1994).

T_d = Dış hava sıcaklığı

c = Oda konum faktörü .

Bu durumda panelden radyasyonla transfer olan ısı akısı,

$$q_r = C_D \cdot \sigma \cdot (T_p - T_k) \quad (4.12)$$

şeklinde yazılır (TS 11261, 1994)

C_D : Işıma katsayısı

$$C_D = 5.67 \cdot \varepsilon \text{ w/m}^2\text{K}^4$$

ε : Döşeme kaplama malzemesinin yayınım katsayısı

σ : Işıma ısı transferi lineer ifade katsayısı

$$\sigma = 0.00105 \frac{T_p + T_k}{2} + 0.7955 \left(15^\circ\text{C} < \left(\frac{T_p + T_k}{2} \right) < 30^\circ \right) [\text{C}^3] \quad (4.13)$$

$$h_r = \sigma \cdot C_D \quad (4.14)$$

Parke kaplama için ve seramik kaplama için ;

$$\varepsilon = 0.88$$

$$C_D = 4.98 \text{ w/m}^2\text{K}^4$$

Halı kaplama için ;

$$\varepsilon = 0.95$$

$$C_D = 5.38 \text{ w/m}^2\text{K}^4$$

30 °C ortalama yüzey sıcaklığı kabulü ile ;

$$T_a = 20^\circ\text{C}$$

$$T_d = -3^\circ\text{C}$$

$$c = 1$$

$$W_d = 0.68$$

$$T_k = 19.3^\circ\text{C}$$

$$\sigma = 0.82 \text{ (K}^4 \text{)}$$

değerleri ile;

Parke ve seramik kaplama için ;

$$h_r = 4.08 \text{ w/m}^2\text{K}$$

Halı kaplama için;

$$h_r = 4.42 \text{ w/m}^2\text{K}$$

Yatay bir yüzey için konveksiyon ısı transfer katsayısı literatürden ;(Isı Yalıtım Yönetmeliği, 1989)

$$h_c = 8.71 \text{ w/m}^2\text{K}$$

Böylece toplam ısı transfer katsayısı

Parke ve seramik kaplama için ;

$$h_l = 12.79 \text{ w/m}^2\text{K}$$

Halı kaplama için ;

$$h_l = 13.13 \text{ w/m}^2\text{K}$$

olarak bulunur.

Belirlenen bu değerler deklemlerde yerlerine konularak katsayılar belirlenir.

$$T_2 + T_{12} - \left(2 + \frac{0.01h_1}{k_1}\right)T_1 = -\frac{0.01h_1}{k_1}T_i$$

$$T_1 + T_3 + 2T_{13} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_2 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_2 + T_4 + 2T_{14} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_3 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_3 + T_5 + 2T_{15} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_4 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_4 + T_6 + 2T_{16} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_5 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_5 + T_7 + 2T_{17} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_6 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_6 + T_8 + 2T_{18} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_7 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_7 + T_9 + 2T_{19} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_8 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_8 + T_{10} + 2T_{20} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_9 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_9 + T_{11} + 2T_{21} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_{10} = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_{10} + T_{22} - \left(2 + \frac{0.01h_1}{k_1}\right)T_{11} = -\frac{0.01h_1}{k_1}T_i$$

$$k_1 T_1 + 1.032T_{23} + (k_1 + 1.032)T_{13} - 2(k_1 + 1.032)T_{12} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{12} + (k_1 + 1.032)T_{14} + 2k_1 T_2 + 2.064T_{24} - 4(k_1 + 1.032)T_{13} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_3 + (k_1 + 1.032)T_{15} + 2k_1 T_3 + 2.064T_{25} - 4(k_1 + 1.032)T_{14} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{14} + (k_1 + 1.032)T_{16} + 2k_1 T_4 + 2.064T_{26} - 4(k_1 + 1.032)T_{15} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{15} + (k_1 + 1.032)T_{17} + 2k_1 T_5 + 2.064T_{27} - 4(k_1 + 1.032)T_{16} = 0$$

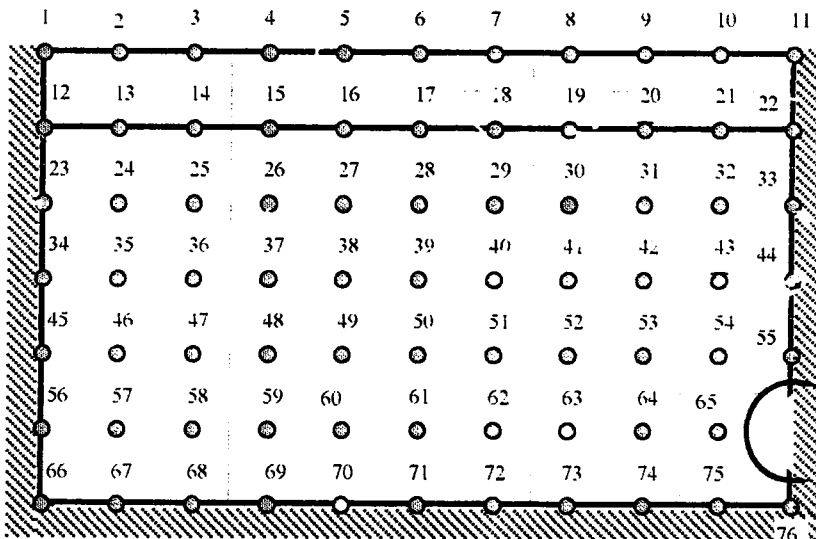
$$\begin{aligned}
& (k_1 + 1.032)T_{16} + (k_1 + 1.032)T_{18} + 2k_1T_6 + 2.064T_{28} - 4(k_1 + 1.032)T_{17} = 0 \\
& (k_1 + 1.032)T_{17} + (k_1 + 1.032)T_{19} + 2k_1T_7 + 2.064T_{29} - 4(k_1 + 1.032)T_{18} = 0 \\
& (k_1 + 1.032)T_{18} + (k_1 + 1.032)T_{20} + 2k_1T_8 + 2.064T_{30} - 4(k_1 + 1.032)T_{19} = 0 \\
& (k_1 + 1.032)T_{19} + (k_1 + 1.032)T_{21} + 2k_1T_9 + 2.064T_{31} - 4(k_1 + 1.032)T_{20} = 0 \\
& (k_1 + 1.032)T_{20} + (k_1 + 1.032)T_{22} + 2k_1T_{10} + 2.064T_{32} - 4(k_1 + 1.032)T_{21} = 0 \\
& k_1T_{11} + 1.032T_{33} + (k_1 + 1.032)T_{21} - 2(k_1 + 1.032)T_{22} = 0 \\
& 2T_{24} + T_{12} + T_{34} - 4T_{23} = 0 \\
& T_{23} + T_{13} + T_{25} + T_{35} - 4T_{24} = 0 \\
& T_{24} + T_{14} + T_{26} + T_{36} - 4T_{25} = 0 \\
& T_{25} + T_{15} + T_{27} + T_{37} - 4T_{26} = 0 \\
& T_{26} + T_{16} + T_{28} + T_{38} - 4T_{27} = 0 \\
& T_{27} + T_{17} + T_{29} + T_{39} - 4T_{28} = 0 \\
& T_{28} + T_{18} + T_{30} + T_{40} - 4T_{29} = 0 \\
& T_{29} + T_{19} + T_{31} + T_{41} - 4T_{30} = 0 \\
& T_{30} + T_{20} + T_{32} + T_{42} - 4T_{31} = 0 \\
& T_{31} + T_{21} + T_{33} + T_{43} - 4T_{32} = 0 \\
& 2T_{32} + T_{22} + T_{44} - 4T_{33} = 0 \\
& T_{35} + T_{23} + T_{45} - 4T_{34} = 0 \\
& T_{34} + T_{24} + T_{36} + T_{46} - 4T_{35} = 0 \\
& T_{35} + T_{25} + T_{37} + T_{47} - 4T_{36} = 0 \\
& T_{36} + T_{26} + T_{38} + T_{48} - 4T_{37} = 0 \\
& T_{37} + T_{27} + T_{39} + T_{49} - 4T_{38} = 0 \\
& T_{38} + T_{28} + T_{40} + T_{50} - 4T_{39} = 0 \\
& T_{39} + T_{29} + T_{41} + T_{51} - 4T_{40} = 0 \\
& T_{40} + T_{30} + T_{42} + T_{52} - 4T_{41} = 0 \\
& T_{41} + T_{31} + T_{43} + T_{53} - 4T_{42} = 0 \\
& T_{42} + T_{32} + T_{44} + T_{54} - 4T_{43} = 0 \\
& 2T_{43} + T_{33} + T_{55} - 4T_{44} = 0 \\
& 2T_{46} + T_{34} + T_{56} - 4T_{45} = 0 \\
& T_{45} + T_{35} + T_{47} + T_{57} - 4T_{46} = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{46} + T_{36} + T_{48} + T_{58} - 4T_{47} &= 0 \\
T_{47} + T_{37} + T_{49} + T_{59} - 4T_{48} &= 0 \\
T_{48} + T_{38} + 0.82T_{50} + 0.82T_{60} + 0.468T_{92} - 4.1T_{49} &= 0 \\
0.82T_{49} + T_{39} + 0.82T_{51} + 6.675T_{78} - 9.315T_{50} &= 0 \\
T_{40} + T_{52} + 0.82T_{50} + 0.82T_{62} + 0.468T_{80} - 4.1T_{51} &= 0 \\
T_{51} + T_{41} + T_{53} + T_{63} - 4T_{52} &= 0 \\
T_{52} + T_{42} + T_{54} + T_{64} - 4T_{53} &= 0 \\
T_{53} + T_{43} + T_{55} + T_{65} - 4T_{54} &= 0 \\
2T_{54} + T_{44} + T_{66} - 4T_{55} &= 0 \\
2T_{65} + T_{45} + T_{67} - 4T_{56} &= 0 \\
T_{56} + T_{46} + T_{58} + T_{68} - 4T_{57} &= 0 \\
T_{57} + T_{47} + T_{59} + T_{69} - 4T_{58} &= 0 \\
T_{58} + T_{48} + T_{60} + T_{70} - 4T_{59} &= 0 \\
0.82T_{71} + 0.82T_{49} + T_{59} + 6.675T_{90} - 9.315T_{60} &= 0 \\
0.82T_{51} + 0.82T_{73} + T_{63} + 6.675T_{82} - 9.315T_{62} &= 0 \\
T_{62} + T_{52} + T_{64} + T_{74} - 4T_{63} &= 0 \\
T_{63} + T_{53} + T_{65} + T_{75} - 4T_{64} &= 0 \\
T_{64} + T_{54} + T_{66} + T_{76} - 4T_{65} &= 0 \\
2T_{65} + T_{55} + T_{77} - 4T_{66} &= 0 \\
T_{56} + T_{68} - 2T_{67} &= 0 \\
T_{67} + 2T_{57} + T_{69} - 4T_{68} &= 0 \\
T_{68} + 2T_{58} + T_{70} - 4T_{69} &= 0 \\
T_{69} + 2T_{59} + T_{71} - 4T_{70} &= 0 \\
0.5T_{70} + 0.82T_{60} + 0.32T_{72} + 0.468T_{88} - 2.108T_{71} &= 0 \\
0.32T_{71} + 0.32T_{73} + 6.675T_{86} - 7.315T_{72} &= 0 \\
0.5T_{74} + 0.82T_{62} + 0.32T_{72} + 0.468T_{84} - 2.108T_{73} &= 0 \\
2T_{63} + T_{73} + T_{75} - 4T_{74} &= 0 \\
2T_{64} + T_{74} + T_{76} - 4T_{75} &= 0 \\
2T_{65} + T_{75} + T_{77} - 4T_{76} &= 0 \\
T_{76} + T_{66} - 2T_{77} &= 0 \\
1.038T_{79} + 0.033T_{92} + 0.033T_{80} + 6.88T_{30} - 7.99T_{78} &= 0 \\
1.038T_{78} + 0.0431T_{93} + 0.0431T_{81} - (1.124 + 0.0081h_2)T_{73} &= -(0.0081h_2)T_{73}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0.26T_{81} + 0.033T_{78} + 0.033T_{82} + 0.483T_{51} - 0.809T_{80} &= 0 \\
0.26T_{80} + 0.0431T_{79} + 0.0431T_{83} - (0.346 + 0.002h_2)T_{81} &= -(0.002h_2)T_w \\
1.038T_{83} + 0.033T_{80} + 0.033T_{84} + 6.88T_{62} - 7.99T_{82} &= 0 \\
1.038T_{82} + 0.0431T_{81} + 0.0431T_{85} - (1.124 + 0.0081h_2)T_{83} &= -(0.0081h_2)T_w \\
0.26T_{85} + 0.033T_{82} + 0.033T_{86} + 0.483T_{73} - 0.809T_{84} &= 0 \\
0.26T_{84} + 0.0431T_{83} + 0.0431T_{87} - (0.346 + 0.002h_2)T_{85} &= -(0.002h_2)T_w \\
1.038T_{87} + 0.033T_{84} + 0.033T_{88} + 6.88T_{72} - 7.99T_{86} &= 0 \\
1.038T_{86} + 0.0431T_{85} + 0.0431T_{89} - (1.124 + 0.0081h_2)T_{87} &= -(0.0081h_2)T_w \\
0.26T_{89} + 0.033T_{86} + 0.033T_{90} + 0.483T_{71} - 0.809T_{88} &= 0 \\
0.26T_{88} + 0.0431T_{87} + 0.0431T_{91} - (0.346 + 0.002h_2)T_{89} &= -(0.002h_2)T_w \\
1.038T_{91} + 0.033T_{88} + 0.033T_{92} + 6.88T_{60} - 7.99T_{90} &= 0 \\
1.038T_{90} + 0.0431T_{89} + 0.0431T_{93} - (1.124 + 0.0081h_2)T_{91} &= -(0.0081h_2)T_w \\
0.26T_{93} + 0.033T_{90} + 0.033T_{78} + 0.483T_{49} - 0.809T_{92} &= 0 \\
0.26T_{92} + 0.0431T_{91} + 0.0431T_{79} - (0.346 + 0.002h_2)T_{93} &= -(0.002h_2)T_w
\end{aligned}$$

Aynı işlemler şekil 4.4. te görülen 20 cm boru mesafesine sahip döşemeden ısıtma paneline uygulanacaktır. Simetriden dolayı boru eksninden y doğrultusunda geçen doğru boyunca yalıtılmış olduğu kabul edilmiştir.

Şekil 4.5. te ise ısıtıcı eleman üzerinde oluşturulan noktalar görülmektedir.



$$T_2 + T_{12} - \left(2 + \frac{0.01h_1}{k_1}\right)T_1 = -\frac{0.01h_1}{k_1}T_i$$

$$T_1 + T_3 + 2T_{13} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_2 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_2 + T_4 + 2T_{14} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_3 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_3 + T_5 + 2T_{15} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_4 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_4 + T_6 + 2T_{16} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_5 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_5 + T_7 + 2T_{17} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_6 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_6 + T_8 + 2T_{18} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_7 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_7 + T_9 + 2T_{19} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_8 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_8 + T_{10} + 2T_{20} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_9 = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_9 + T_{11} + 2T_{21} - \left(4 + \frac{0.02h_1}{k_1}\right)T_{10} = -\frac{0.02h_1}{k_1}T_i$$

$$T_{10} + T_{22} - \left(2 + \frac{0.01h_1}{k_1}\right)T_{11} = -\frac{0.01h_1}{k_1}T_i$$

$$k_1 T_1 + 1.032T_{23} + (k_1 + 1.032)T_{13} - 2(k_1 + 1.032)T_{12} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{12} + (k_1 + 1.032)T_{14} + 2k_1 T_2 + 2.064T_{24} - 4(k_1 + 1.032)T_{13} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{13} + (k_1 + 1.032)T_{15} + 2k_1 T_3 + 2.064T_{25} - 4(k_1 + 1.032)T_{14} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{14} + (k_1 + 1.032)T_{16} + 2k_1 T_4 + 2.064T_{26} - 4(k_1 + 1.032)T_{15} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{15} + (k_1 + 1.032)T_{17} + 2k_1 T_5 + 2.064T_{27} - 4(k_1 + 1.032)T_{16} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{16} + (k_1 + 1.032)T_{18} + 2k_1 T_6 + 2.064T_{28} - 4(k_1 + 1.032)T_{17} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{17} + (k_1 + 1.032)T_{19} + 2k_1 T_7 + 2.064T_{29} - 4(k_1 + 1.032)T_{18} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{18} + (k_1 + 1.032)T_{20} + 2k_1T_8 + 2.064T_{30} - 4(k_1 + 1.032)T_{19} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{19} + (k_1 + 1.032)T_{21} + 2k_1T_9 + 2.064T_{31} - 4(k_1 + 1.032)T_{20} = 0$$

$$(k_1 + 1.032)T_{20} + (k_1 + 1.032)T_{22} + 2k_1T_{10} + 2.064T_{32} - 4(k_1 + 1.032)T_{21} = 0$$

$$k_1T_{11} + 1.032T_{33} + (k_1 + 1.032)T_{21} - 2(k_1 + 1.032)T_{22} = 0$$

$$2T_{24} + T_{12} + T_{34} - 4T_{23} = 0$$

$$T_{23} + T_{13} + T_{25} + T_{35} - 4T_{24} = 0$$

$$T_{24} + T_{14} + T_{26} + T_{36} - 4T_{25} = 0$$

$$T_{25} + T_{15} + T_{27} + T_{37} - 4T_{26} = 0$$

$$T_{26} + T_{16} + T_{28} + T_{38} - 4T_{27} = 0$$

$$T_{27} + T_{17} + T_{29} + T_{39} - 4T_{28} = 0$$

$$T_{28} + T_{18} + T_{30} + T_{40} - 4T_{29} = 0$$

$$T_{29} + T_{19} + T_{31} + T_{41} - 4T_{30} = 0$$

$$T_{30} + T_{20} + T_{32} + T_{42} - 4T_{31} = 0$$

$$T_{31} + T_{21} + T_{33} + T_{43} - 4T_{32} = 0$$

$$2T_{32} + T_{22} + T_{44} - 4T_{33} = 0$$

$$T_{35} + T_{23} + T_{45} - 4T_{34} = 0$$

$$T_{34} + T_{24} + T_{36} + T_{46} - 4T_{35} = 0$$

$$T_{35} + T_{25} + T_{37} + T_{47} - 4T_{36} = 0$$

$$T_{36} + T_{26} + T_{38} + T_{48} - 4T_{37} = 0$$

$$T_{37} + T_{27} + T_{39} + T_{49} - 4T_{38} = 0$$

$$T_{38} + T_{28} + T_{40} + T_{50} - 4T_{39} = 0$$

$$T_{39} + T_{29} + T_{41} + T_{51} - 4T_{40} = 0$$

$$T_{40} + T_{30} + T_{42} + T_{52} - 4T_{41} = 0$$

$$T_{41} + T_{31} + T_{43} + T_{53} - 4T_{42} = 0$$

$$T_{42} + T_{32} + T_{44} + T_{54} - 4T_{43} = 0$$

$$2T_{43} + T_{33} + T_{55} - 4T_{44} = 0$$

$$2T_{46} + T_{34} + T_{56} - 4T_{45} = 0$$

$$T_{45} + T_{35} + T_{47} + T_{57} - 4T_{46} = 0$$

$$T_{46} + T_{36} + T_{48} + T_{58} - 4T_{47} = 0$$

$$T_{47} + T_{37} + T_{49} + T_{59} - 4T_{48} = 0$$

$$T_{38} + T_{48} + T_{50} + T_{60} - 4T_{49} = 0$$

$$T_{39} + T_{49} + T_{51} + T_{61} - 4T_{50} = 0$$

$$T_{40} + T_{50} + T_{51} + T_{62} - 4T_{51} = 0$$

$$T_{51} + T_{41} + T_{53} + T_{63} - 4T_{52} = 0$$

$$T_{52} + T_{42} + T_{54} + T_{64} - 4T_{53} = 0$$

$$T_{53} + T_{43} + 0.82T_{55} + 0.82T_{65} + 0.468T_{79} - 4.108T_{54} = 0$$

$$1.64T_{54} + T_{44} + 6.675T_{77} - 9.315T_{55} = 0$$

$$2T_{65} + T_{45} + T_{66} - 4T_{56} = 0$$

$$T_{56} + T_{46} + T_{58} + T_{67} - 4T_{57} = 0$$

$$T_{57} + T_{47} + T_{59} + T_{68} - 4T_{58} = 0$$

$$T_{58} + T_{48} + T_{60} + T_{69} - 4T_{59} = 0$$

$$T_{70} + T_{49} + T_{59} + T_{61} - 4T_{60} = 0$$

$$T_{71} + T_{50} + T_{60} + T_{62} - 4T_{61} = 0$$

$$T_{51} + T_{61} + T_{63} + T_{72} - 4T_{62} = 0$$

$$T_{62} + T_{52} + T_{64} + T_{73} - 4T_{63} = 0$$

$$T_{63} + T_{53} + T_{65} + T_{74} - 4T_{64} = 0$$

$$T_{64} + 0.82T_{54} + 0.82T_{75} + 6.675T_{81} - 9.315T_{65} = 0$$

$$T_{56} + T_{67} - 2T_{66} = 0$$

$$T_{66} + 2T_{57} + T_{68} - 4T_{67} = 0$$

$$T_{67} + 2T_{58} + T_{69} - 4T_{68} = 0$$

$$T_{68} + 2T_{59} + T_{70} - 4T_{69} = 0$$

$$2T_{60} + T_{69} + T_{71} - 4T_{70} = 0$$

$$2T_{61} + T_{70} + T_{72} - 4T_{71} = 0$$

$$2T_{62} + T_{71} + T_{73} - 4T_{72} = 0$$

$$2T_{63} + T_{72} + T_{74} - 4T_{73} = 0$$

$$2T_{63} + T_{73} + T_{75} - 4T_{74} = 0$$

$$0.82T_{65} + 0.5T_{74} + 0.32T_{76} + 0.468T_{93} - 2.108T_{75} = 0$$

$$0.64T_{75} + 6.675T_{85} - 7.315T_{76} = 0$$

$$6.88T_{55} + 1.038T_{78} + 0.066T_{79} - 7.99T_{77} = 0$$

$$1.038T_{77} + 0.0862T_{80} - (1.124 + 0.0061h_z)T_{78} = -(0.0081h_z)T_w$$

$$0.26T_w + 0.033T_{77} + 0.033T_{81} + 0.483T_{54} - 0.809T_{79} = 0$$

$$0.26T_{79} + 0.0431T_{78} + 0.0431T_{82} - (0.346 + 0.002h_z)T_{80} = -(0.002h_z)T_w$$

$$1.038T_{82} + 0.033T_{79} + 0.033T_{83} + 6.88T_{65} - 7.99T_{81} = 0$$

İki sistem içinde sonlu farklar eşitlikleri yazıldıktan sonra bu eşitliklerdeki sabitler matris formunda

$$[A][T] = [C]$$

şeklinde yazılır.

A matrisi katsayılar matrisi olup ;

$$A \equiv \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1,n-1} & a_{1,n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2,n-1} & a_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n-1,1} & a_{n-1,2} & \dots & a_{n-1,n-1} & a_{n-1,n} \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n-1} & a_{n,n} \end{bmatrix}$$

şeklinde kare matristir.

$$T \equiv \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \vdots \\ T_{n-1} \\ T_n \end{bmatrix} ; \quad C \equiv \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_{n-1} \\ c_{nn} \end{bmatrix}$$

Lineer cebirden ;

$$[T] = [A^{-1}] \times [C] \quad \text{olduğundan,}$$

A matrisinin tersi bulunup C matrisi ile çarpılırsa her noktadaki T değerleri elde edilir.

Bu işleni gerçekleştirmek için EK II.a ve EK II.b bilgisayar programları hazırlanmıştır.

EK II.a. 10 cm boru mesafesi, EK II.b. 20 cm boru mesafesi için hazırlanmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Önceki bölümde şekil 4.2. ve şekil 4.4. te görülen 4 cm kalınlığında ısıtıcı şap ve 1 cm döşeme kaplamasından oluşan döşeme panelinin 10 cm ve 20 cm boru aralıklı konstrüksiyonları için sıcaklık dağılımını veren sonlu farklar metodundan elde edilen denklemler oluşturuldu.

Bu denklem takımlarının farklı döşeme kaplama malzemeleri, farklı iç ortam sıcaklıkları ve farklı ısıtma suyu sıcaklıkları için, hazırlanan bilgisayar programları ile çözülmesinden elde edilen sonuçlar Ek I. de verilmiştir.

Bu bölümde elde edilen sonuçlar başka kaynaklardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Değişik çevre ve panel şartları için elde edilen sonuçlar incelenerek sistemdeki değişikliklerin etkileri değerlendirilmiştir.

Şekil 5.1., 5.2., 5.3., 5.4 de sonlu farklar metodu ile elde edilen sonuçlardan bulunan, farklı ortalama su sıcaklıkları için ortalama yüzey sıcaklıklarını veren grafikler çizilmiştir.

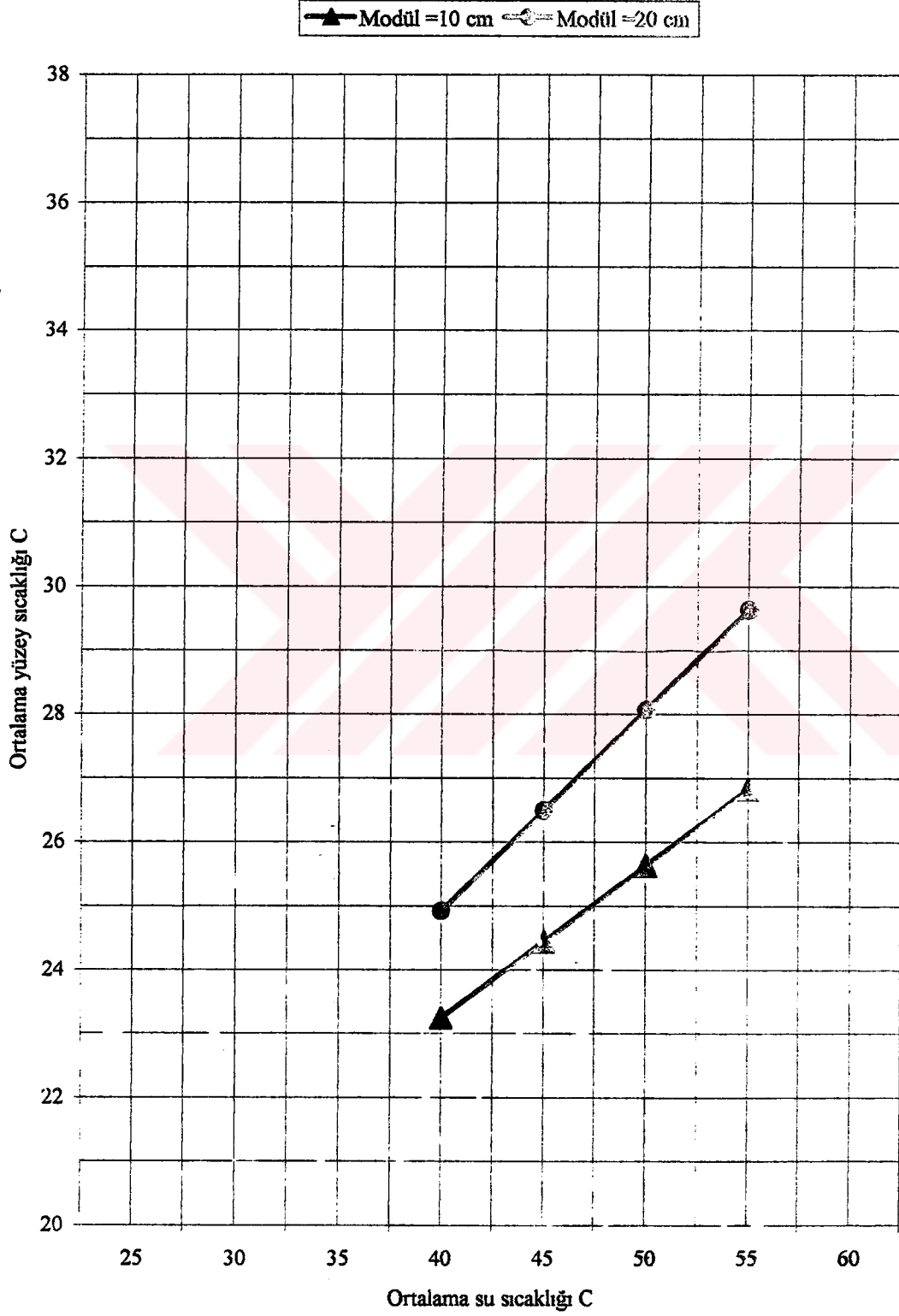
Grafiklerde görüldüğü gibi ortalama yüzey sıcaklığının, ortalama su sıcaklığı ile değişimi lineerdir. Bu durum diğer dizayn abaklarında görülen karakteristik bir durumdur. Fizyolojik ve konfor şartlarından dolayı yüzey sıcaklıklarında sınırlamalar olduğundan, mahallin büyük ısı kayıplarını su sıcaklığını artırarak karşılamak uygun değildir.

Tablo 5.1. ve 5.2. de 20 °C mahal sıcaklığı ve 20 cm boru aralığı için elde edilen ortalama yüzey sıcaklıkları M.M.O. (1993) ve Koryer firmasının kullandığı tasarım abaklarından elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır.

Bu tablodan görüldüğü gibi aynı şartlarda iki kaynaktan elde edilen sonuçlar sonlu farklar metodundan elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermektedir. Sonuçlar arasındaki küçük farklılıklar çözüm metodlarına uygulanan bazı kabul ve yaklaşımlardan kaynaklanmaktadır.

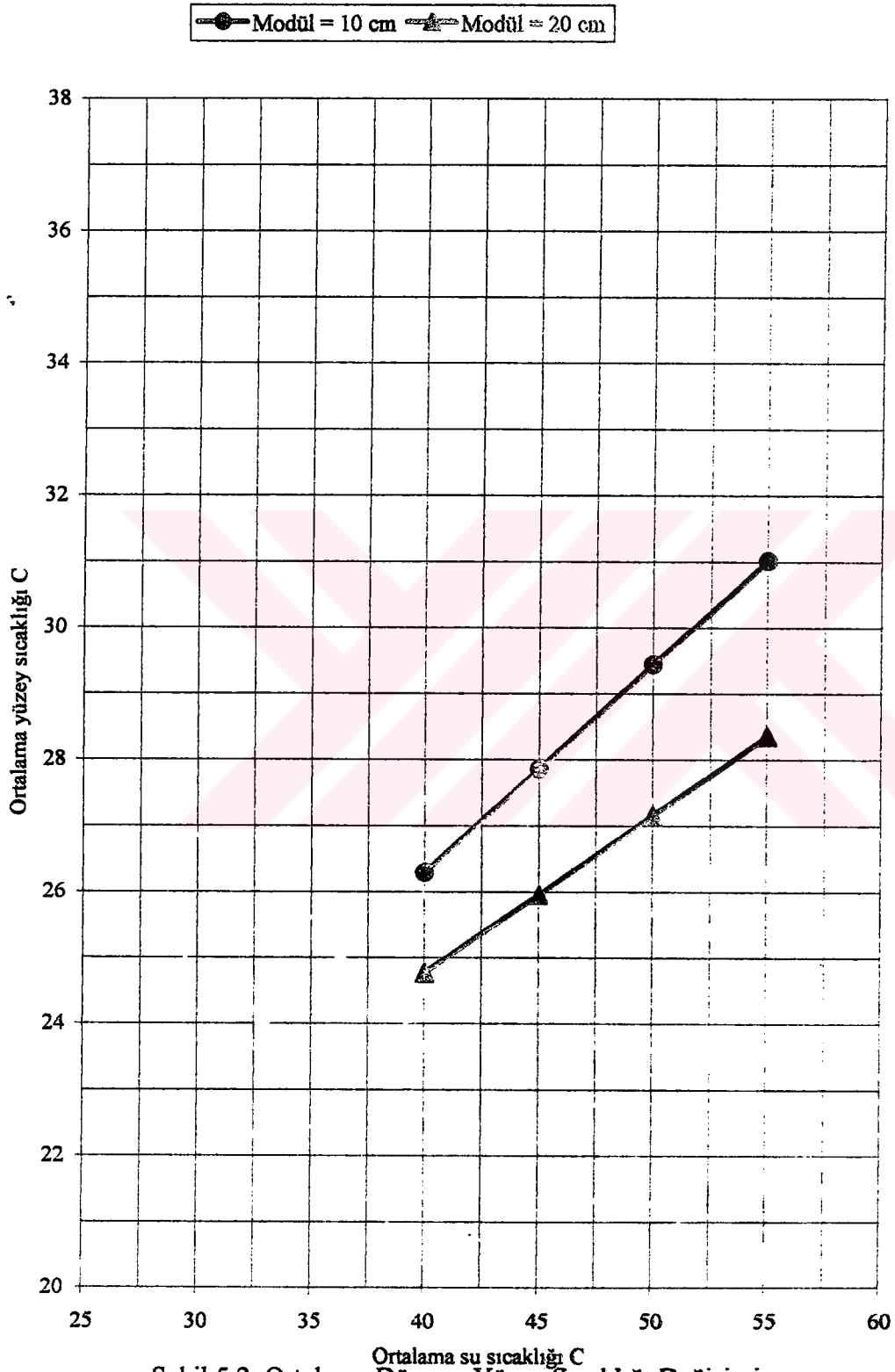
Dizayn abaklarında sadece ortalama yüzey sıcaklık değerleri bulunmaktadır. Döşeme yüzeyindeki sıcaklık dağılımı hakkında bir fikir vermemektedir. Döşmeden

Halı Kaplama (18 C iç ortam sıcaklığı)



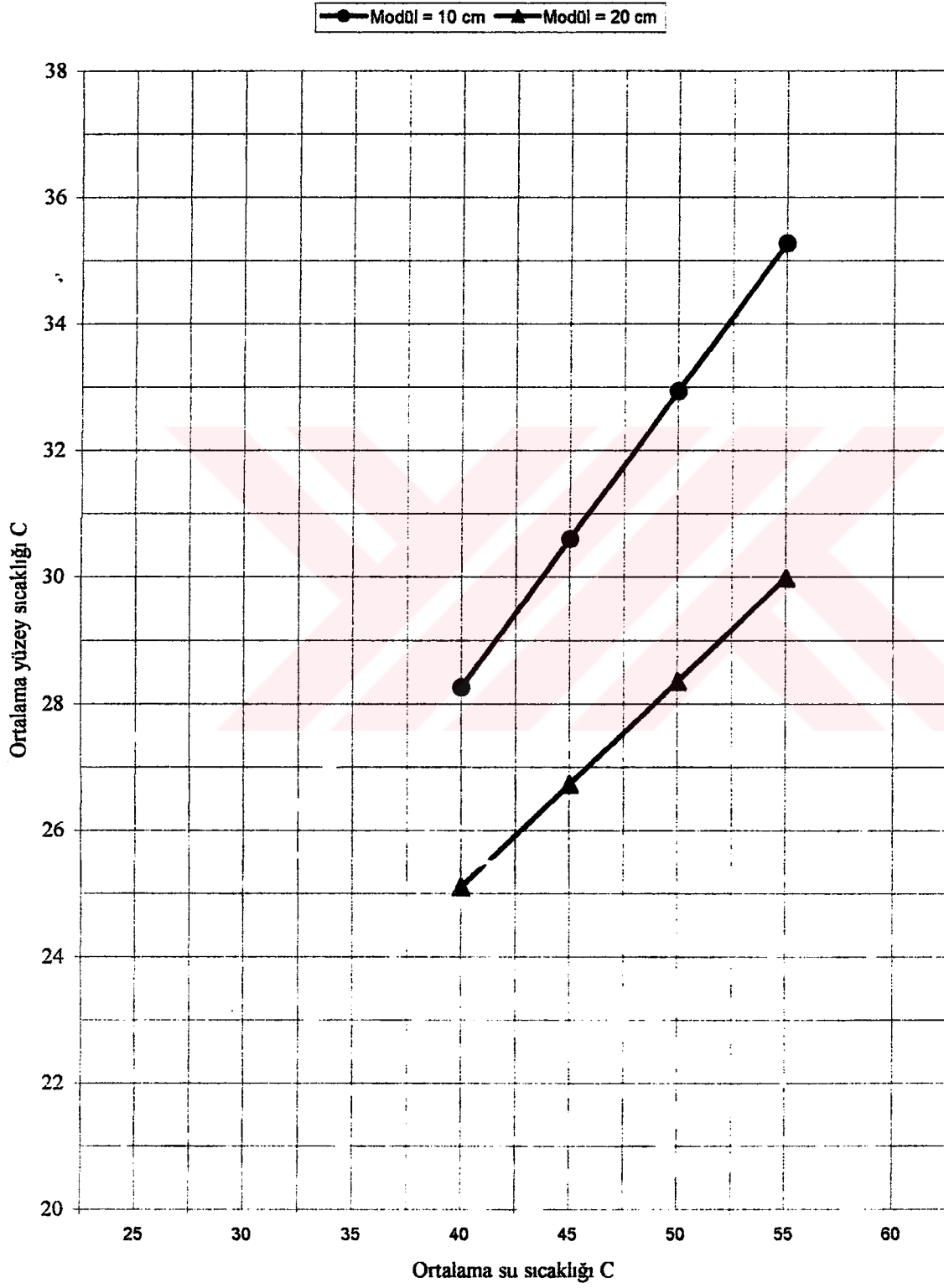
Şekil 5.1. Ortalama Döşeme Yüzey Sıcaklığı Değişimi

Halı Kaplama (20 C iç ortam sıcaklığı)



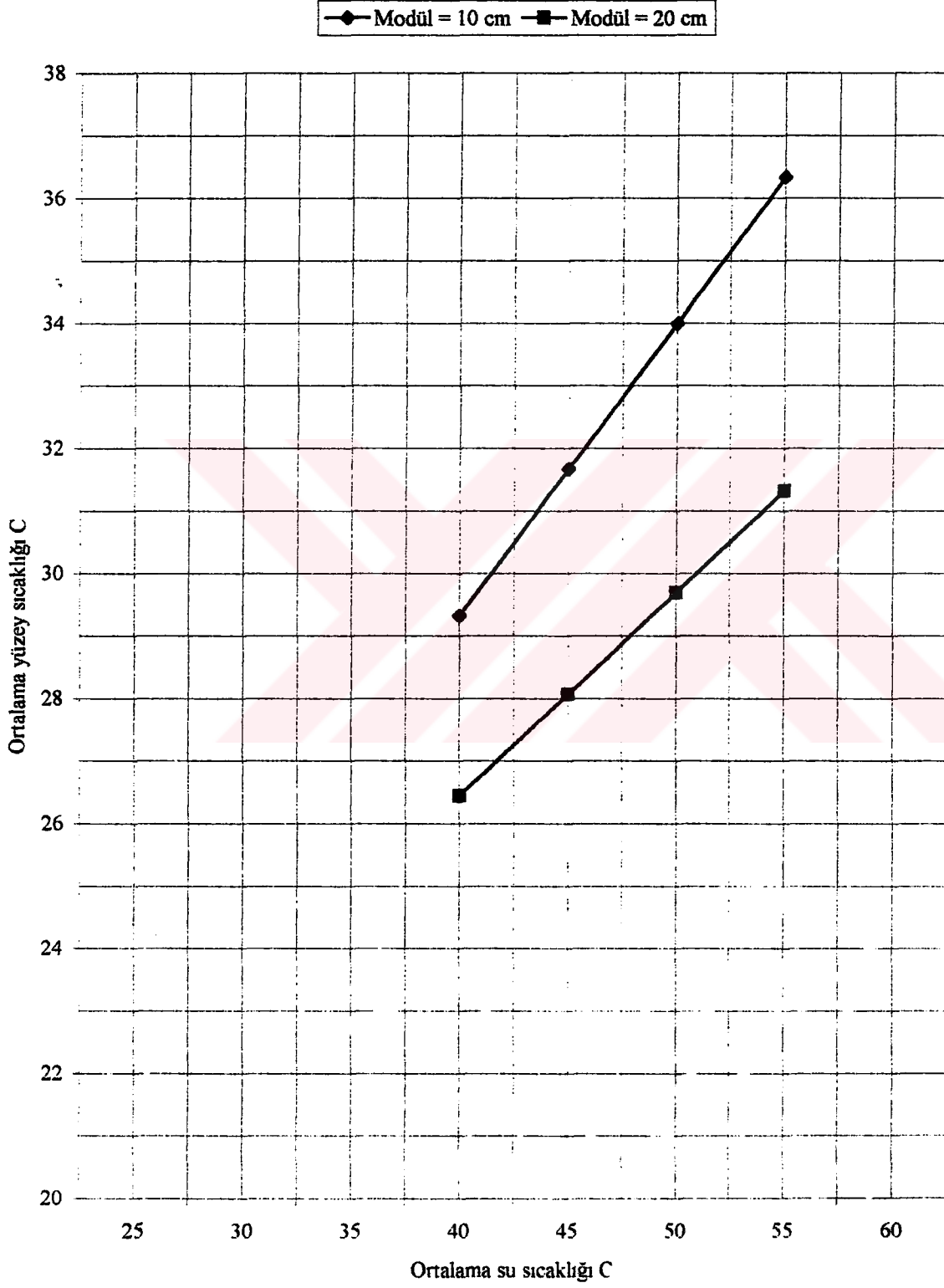
Ortalama su sıcaklığı C
Şekil 5.2. Ortalama Döşeme Yüzey Sıcaklığı Değişimi

Seramik Kaplama (18 C iç ortam sıcaklığı)



Şekil 5.3. Ortalama Döşeme Yüzey Sıcaklığı Değişimi

Seramik Kaplama (20 C iç ortam sıcaklığı)



Şekil 5.4. Ortalama Döşeme Yüzey Sıcaklığı Değişimi

ısıtmada yüzey üzerinde izin verilen sıcaklık değerlerini aşan sıcaklıklara sahip bölgelerin oluşması hem konfor hem de döşeme kaplama malzemesi ve döşeme üzerindeki eşyalar açısından istenmeyen bir durumdur.

Sonlu farklar metodundan elde edilen çözümde döşeme kaplama malzemesinin yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ile birlikte kaplama ile döşeme şapının birleşim yüzeyindeki ve döşeme şapı içerisindeki sıcaklık dağılımı da belirlenebilmektedir.

Birleşim yüzeyindeki sıcaklık dağılımının belirlenmesi birleştirme malzemesi açısından, şap içerisindeki sıcaklık dağılımının belirlenmesi ise oluşabilecek ısı gerilmelerin belirlenmesi açısından kullanışlıdır.

Tablo 5.1. Halı kaplama için ortalama yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılması.

Ortalama su sıcaklığı °C	Ortalama yüzey sıcaklığı °C		
	Sonlu farklar metodu	M.M.O	Koryer
40	24.76	24.5	24.7
45	25.95	25.6	25.9
50	27.15	26.8	27
55	28.35	27.9	28.2

Tablo 5.2. Seramik kaplama için ortalama yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılması.

Ortalama su sıcaklığı °C	Ortalama yüzey sıcaklığı °C		
	Sonlu farklar metodu	M.M.O	Koryer
40	26.45	26.6	25.4
45	28.07	28.2	26.9
50	29.7	29.9	28.6
55	31.32	31.55	29.7

Sonlu farklar metodunda oluşturulan noktaların sıklığına göre sürekli sıcaklık dağılımına yaklaşılmaktadır. Oluşturulan nokta sayısı ne kadar fazla olursa sürekli sıcaklık dağılımına o kadar yaklaşılar. Ancak nokta sayısı arttıkça denklem sayısı büyük miktarda artacağından çözüme ulaşmak daha uzun zaman gerektirecektir.

Şekil 5.5.,5.6.,5.7.,5.8.,5.9.,5.10.,5.11. de farklı döşeme malzemeleri, farklı iç ortam sıcaklıkları, farklı su sıcaklıkları için 10 mm ve 20 mm boru aralıkları için döşeme içerisindeki sıcaklık dağılımları çizilmiştir.

Bu şekil ve grafiklerin incelenmesinden şu sonuçlar çıkarılmıştır.

Boru mesafesi ile ortalama yüzey sıcaklığı birbiri ile ters orantılı olarak değişmektedir. Yani boru mesafesi arttıkça ortalama yüzey sıcaklığı düşmektedir.

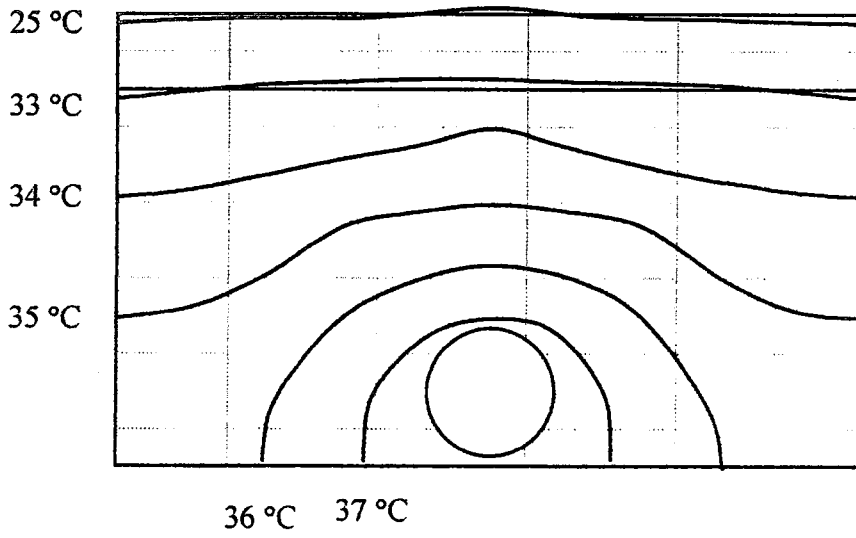
Yüzey sıcaklığı dağılımının uniform oluşu gözönüne alınması gereken diğer bir faktördür. Yüzey sıcaklığının düzgün olarak dağılımı arttıkça mahaldeki insanların konfor hissi artacaktır. Yüzey sıcaklığının dağılımının düzgünlüğü azalan boru aralığı ile artmaktadır. Dağılımın düzgünlüğünün artması için birim alandaki boru sayısının artırılması gerekmektedir. Teorik olarak borular arası mesafe 0 olduğunda yüzeyde sabit bir sıcaklık oluşacaktır. Düzgünlük azalan su sıcaklığı ile de artmaktadır.

Döşeme malzemesi değişiminin etkilerini analiz etmek için Tablo 4.3. oluşturulmuştur. Bu tabloda 20 °C iç ortam sıcaklığı, 20 cm boru aralığı ve 55 °C ortalama su sıcaklığı için halı kaplama ve seramik kaplama için yüzey sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır.

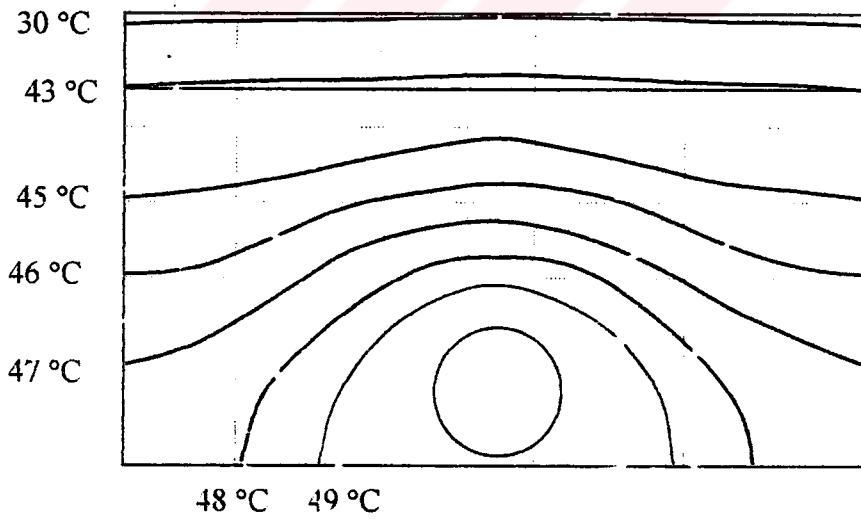
Tablo 5.3. Döşeme kaplamalarının karşılaştırılması.

<u>Kaplama Malzemesi</u>	<u>Yüzey sıcaklığı °C</u>
Halı Kaplama	28.35
Seramik Kaplama	31.32

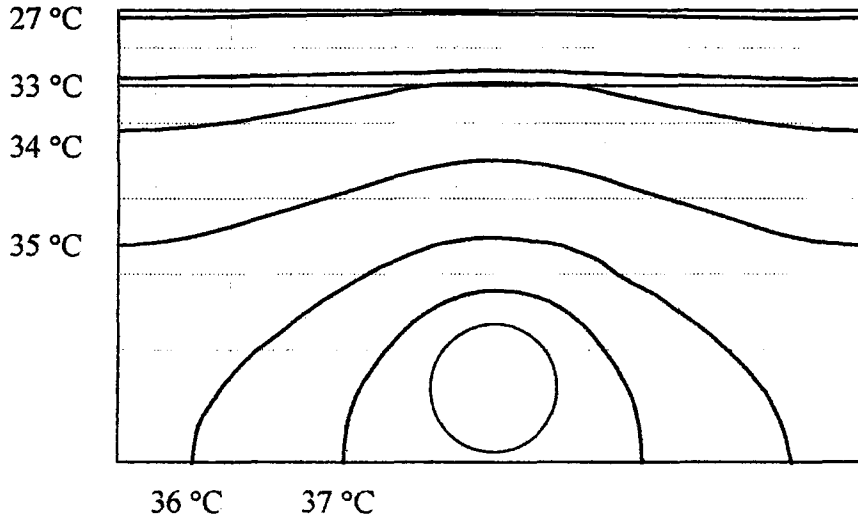
Döşeme kaplaması projeci tarafından bilinmesi gereken çok önemli bir dizayn faktörüdür. Döşeme kaplamasının tipinin döşeme yüzey sıcaklığını ve dolayısıyla ısı verimini önemli oranda etkilediği görülmektedir. Bu nedenle döşeme kaplama



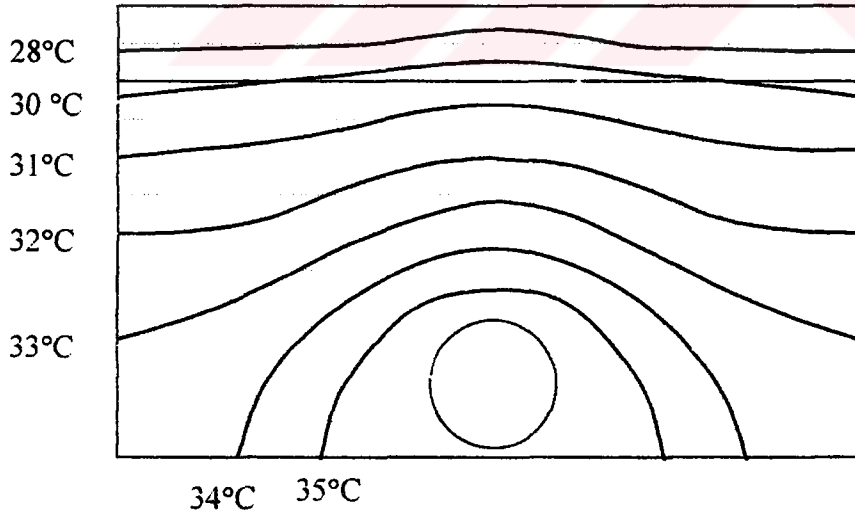
Şekil 5.5. Halı kaplama, 18 °C iç sıcaklık, 10 cm boru mesafesi, 40 °C su sıcaklığı



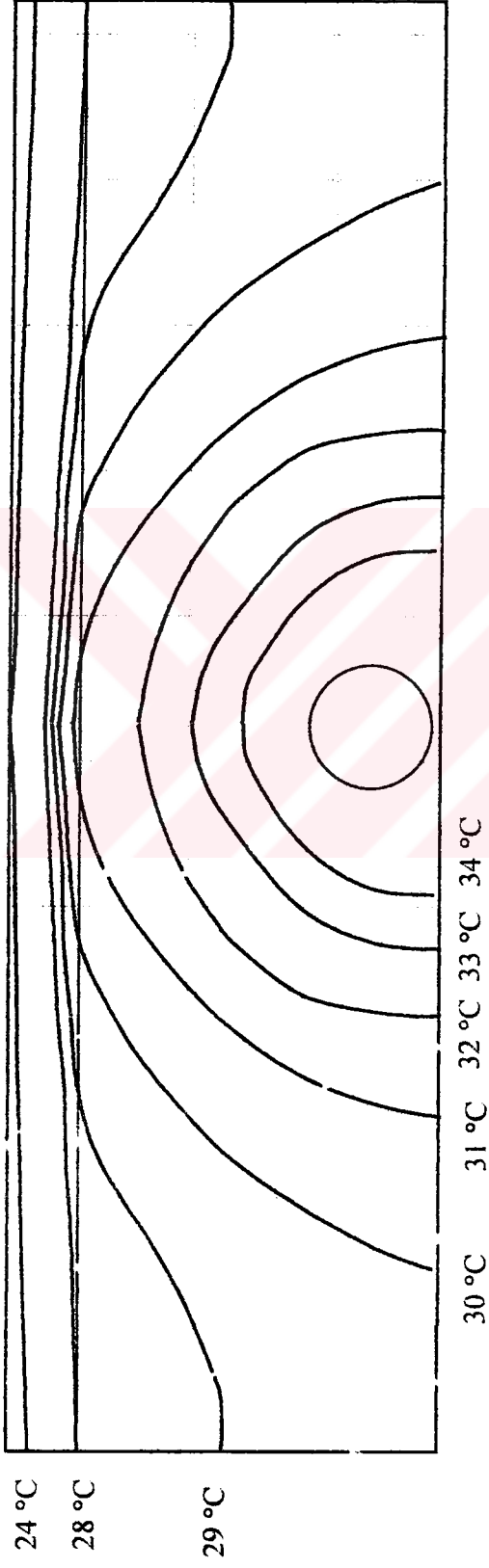
Şekil 5.6. Halı kaplama, 18 °C iç sıcaklık, 10 cm boru mesafesi, 55 °C su sıcaklığı



Şekil 5.7. Halı kaplama, 20 °C iç sıcaklık, 10 cm boru mesafesi, 40 °C su sıcaklığı.



Şekil 5.8. Seramik kaplama, 18 °C iç sıcaklık, 10 cm boru mesafesi, 40 °C su sıcaklığı.



Şekil 5.9. Halı kaplama, 18 °C iç sıcaklık, 20 cm boru mesafesi, 40 °C su sıcaklığı

malzemesi dizayn aşamasında belirlenmeli ve daha sonra kesinlikle değiştirilmemelidir. Aksi halde yüzeyde aşırı ısınma veya ısı kaybını karşılayamayacak düzeyde yetersiz ısınmaya neden olabilir.

Genel olarak düşük ısı iletkenliğe sahip döşeme kaplama malzemeleri yüzey sıcaklığını düşürmektedir.



KAYNAKLAR

ASHRAE, 1984. "Panel Heating and Cooling Systems.", ASHRAE Systems Handbook.

Aytaç, M., ve Sezen, H.K., 1992. Bilgisayar Programlama ve Fortran 77., Beta Basın Yayımları A.Ş., İstanbul.

Beyazıtöğlü, Y., and Özışık, M.N., 1988. Elements Of Heat Transfer.

Fanger, P.O., 1970. Thermal Comfort., Danish Technical Press, Copenhagen.

Holman, J.P., 1976. Heat Transfer, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.

Isı Yalıtım Yönetmeliği, 1981. Ankara.

Mataracı, R., 1986. An Investigation on Floor Panel Heating with Conductive Sheet Analogy. METU Master Thesis., Ankara.

Myers, G.E., 1971. Analytical Methods in Conduction Heat Transfer., McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası., 1993. Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları., İstanbul.

TSE, 1994a. TS 11260, Döşemedin Isıtma Sistemleri – Terimler ve Tarifleri., Ankara.

TSE, 1994b. TS 11261, Döşemedin Isıtma Sistemleri – Projelendirme Kuralları., Ankara.

EK.I. Program Sonuçları.

1 cm halı kaplama	T(36)= 34.72994	T(82)= 37.91963
Modül=10	T(37)= 35.05519	T(83)= 39.89161
Su sıcaklığı= 40	T(38)= 35.41983	T(84)= 38.55127
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 35.59992	T(85)= 39.92471
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 35.41986	T(86)= 39.00752
katsayısı= 13.13	T(41)= 35.05523	T(87)= 39.94837
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 34.73001	T(88)= 38.55126
iletim katsayısı= .11	T(43)= 34.51826	T(89)= 39.9247
Su ile boru arasındaki	T(44)= 34.44555	T(90)= 37.91959
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 35.00766	T(91)= 39.89161
2321.03	T(46)= 35.10583	T(92)= 37.78218
T(1)= 24.81168	T(47)= 35.40443	T(93)= 39.88391
T(2)= 24.83103	T(48)= 35.91645	Ortalama yüzey
T(3)= 24.88403	T(49)= 36.66439	sıcaklığı= 24.92422
T(4)= 24.95518	T(50)= 37.11024	
T(5)= 25.01867	T(51)= 36.66443	
T(6)= 25.04469	T(52)= 35.91651	
T(7)= 25.01868	T(53)= 35.4045	
T(8)= 24.9552	T(54)= 35.10591	
T(9)= 24.88405	T(55)= 35.00776	
T(10)= 24.83105	T(56)= 35.37354	
T(11)= 24.81171	T(57)= 35.49303	
T(12)= 32.92301	T(58)= 35.8655	
T(13)= 32.96796	T(59)= 36.54182	
T(14)= 33.09198	T(60)= 37.65277	
T(15)= 33.26097	T(61)= 0	
T(16)= 33.41515	T(62)= 37.65281	
T(17)= 33.47951	T(63)= 36.54187	
T(18)= 33.41516	T(64)= 35.86558	
T(19)= 33.26101	T(65)= 35.49313	
T(20)= 33.09203	T(66)= 35.37363	
T(21)= 32.96801	T(67)= 35.50041	
T(22)= 32.92308	T(68)= 35.6273	
T(23)= 33.73788	T(69)= 36.02272	
T(24)= 33.7915	T(70)= 36.73257	
T(25)= 33.94198	T(71)= 37.82392	
T(26)= 34.15449	T(72)= 38.90397	
T(27)= 34.35982	T(73)= 37.82394	
T(28)= 34.44978	T(74)= 36.73261	
T(29)= 34.35983	T(75)= 36.02279	
T(30)= 34.15453	T(76)= 35.62739	
T(31)= 33.94203	T(77)= 35.50051	
T(32)= 33.79156	T(78)= 37.44605	
T(33)= 33.73794	T(79)= 39.86684	
T(34)= 34.44548	T(80)= 37.78221	
T(35)= 34.51819	T(81)= 39.88392	

1 cm halı kapalama	T(36)= 38.53272	T(82)= 42.45892
Modül=10	T(37)= 38.93108	T(83)= 44.87303
Su sıcaklığı= 45	T(38)= 39.37743	T(84)= 43.23056
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 39.60039	T(85)= 44.91169
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 39.37745	T(86)= 43.8023
katsayısı= 13.13	T(41)= 38.93113	T(87)= 44.94023
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 38.53279	T(88)= 43.23053
iletim katsayısı= .11	T(43)= 38.27328	T(89)= 44.91169
Su ile boru arasındaki	T(44)= 38.18415	T(90)= 42.45888
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 38.87453	T(91)= 44.87303
2426.63	T(46)= 38.99496	T(92)= 42.27753
T(1)= 26.36002	T(47)= 39.36118	T(93)= 44.86324
T(2)= 26.38373	T(48)= 39.98835	Ortalama yüzey
T(3)= 26.44867	T(49)= 40.90081	sıcaklığı= 26.49794
T(4)= 26.53587	T(50)= 41.45856	
T(5)= 26.61369	T(51)= 40.90085	
T(6)= 26.64563	T(52)= 39.98841	
T(7)= 26.6137	T(53)= 39.36126	
T(8)= 26.53589	T(54)= 38.99505	
T(9)= 26.4487	T(55)= 38.87463	
T(10)= 26.38375	T(56)= 39.32413	
T(11)= 26.36006	T(57)= 39.47094	
T(12)= 36.31516	T(58)= 39.92868	
T(13)= 36.37022	T(59)= 40.76035	
T(14)= 36.5222	T(60)= 42.12885	
T(15)= 36.72926	T(61)= 0	
T(16)= 36.91824	T(62)= 42.12889	
T(17)= 36.99729	T(63)= 40.76042	
T(18)= 36.91825	T(64)= 39.92877	
T(19)= 36.72931	T(65)= 39.47106	
T(20)= 36.52225	T(66)= 39.32423	
T(21)= 36.37029	T(67)= 39.48009	
T(22)= 36.31522	T(68)= 39.63605	
T(23)= 37.31534	T(69)= 40.12224	
T(24)= 37.38105	T(70)= 40.99555	
T(25)= 37.56544	T(71)= 42.33925	
T(26)= 37.8258	T(72)= 43.67428	
T(27)= 33.0774	T(73)= 42.33926	
T(28)= 38.18813	T(74)= 40.9956	
T(29)= 38.07742	T(75)= 40.12231	
T(30)= 37.82584	T(76)= 39.63616	
T(31)= 37.5655	T(77)= 39.48019	
T(32)= 37.38112	T(78)= 41.87397	
T(33)= 37.3154	T(79)= 44.84371	
T(34)= 38.18406	T(80)= 42.27755	
T(35)= 38.27321	T(81)= 44.86325	

1 cm halı kaplama
 Modül=10
 Su sıcaklığı= 50
 Oda sıcaklığı = 18
 Konveksiyon ısı transfer
 katsayısı= 13.13
 Döşeme kaplaması ısı
 iletim katsayısı= .11
 Su ile boru arasındaki
 konveksiyon katsayısı=
 2532.23

T(1)= 27.90884
 T(2)= 27.9369
 T(3)= 28.0138
 T(4)= 28.11704
 T(5)= 28.2092
 T(6)= 28.24706
 T(7)= 28.20921
 T(8)= 28.11707
 T(9)= 28.01383
 T(10)= 27.93694
 T(11)= 27.90887
 T(12)= 39.70834
 T(13)= 39.77354
 T(14)= 39.95348
 T(15)= 40.19865
 T(16)= 40.42243
 T(17)= 40.51619
 T(18)= 40.42244
 T(19)= 40.1987
 T(20)= 39.95354
 T(21)= 39.77361
 T(22)= 39.70842
 T(23)= 40.8939
 T(24)= 40.97171
 T(25)= 41.19003
 T(26)= 41.49826
 T(27)= 41.79616
 T(28)= 41.92767
 T(29)= 41.79618
 T(30)= 41.4983
 T(31)= 41.19009
 T(32)= 40.97178
 T(33)= 40.89397
 T(34)= 41.9238
 T(35)= 42.02937

T(36)= 42.33668
 T(37)= 42.80819
 T(38)= 43.33627
 T(39)= 43.60215
 T(40)= 43.3363
 T(41)= 42.80824
 T(42)= 42.33675
 T(43)= 42.02945
 T(44)= 41.92389
 T(45)= 42.74257
 T(46)= 42.88528
 T(47)= 43.31915
 T(48)= 44.06151
 T(49)= 45.13858
 T(50)= 45.80835
 T(51)= 45.13861
 T(52)= 44.06158
 T(53)= 43.31922
 T(54)= 42.88539
 T(55)= 42.74267
 T(56)= 43.27592
 T(57)= 43.45007
 T(58)= 43.9931
 T(59)= 44.98016
 T(60)= 46.60626
 T(61)= 0
 T(62)= 46.60631
 T(63)= 44.98021
 T(64)= 43.99318
 T(65)= 43.45018
 T(66)= 43.27604
 T(67)= 43.46098
 T(68)= 43.64603
 T(69)= 41.223
 T(70)= 45.25976
 T(71)= 46.85575
 T(72)= 48.44551
 T(73)= 46.85579
 T(74)= 45.25982
 T(75)= 44.22307
 T(76)= 43.64613
 T(77)= 43.46109
 T(78)= 46.30341
 T(79)= 49.82249
 T(80)= 46.77437
 T(81)= 49.84429

T(82)= 46.99958
 T(83)= 49.856
 T(84)= 47.911
 T(85)= 49.89978
 T(86)= 48.59793
 T(87)= 49.9328
 T(88)= 47.91098
 T(89)= 49.89978
 T(90)= 46.99953
 T(91)= 49.856
 T(92)= 46.77435
 T(93)= 49.84428
 Ortalama yüzey
 sıcaklığı= 28.07214

1 cm halı kaplama
 Modül=10
 Su sıcaklığı= 55
 Oda sıcaklığı = 18
 Konveksiyon ısı transfer
 katsayısı= 13.13
 Döşeme kaplaması ısı
 iletim katsayısı= .11
 Su ile boru arasındaki
 konveksiyon katsayısı=
 2637.83

T(1)= 29.45809
 T(2)= 29.49051
 T(3)= 29.57937
 T(4)= 29.69866
 T(5)= 29.80517
 T(6)= 29.84895
 T(7)= 29.80517
 T(8)= 29.69868
 T(9)= 29.5794
 T(10)= 29.49055
 T(11)= 29.45813
 T(12)= 43.10246
 T(13)= 43.1778
 T(14)= 43.38571
 T(15)= 43.66899
 T(16)= 43.9276
 T(17)= 44.03606
 T(18)= 43.92761
 T(19)= 43.66904
 T(20)= 43.38577
 T(21)= 43.17787
 T(22)= 43.10254
 T(23)= 44.47344
 T(24)= 44.56336
 T(25)= 44.81562
 T(26)= 45.17173
 T(27)= 45.51597
 T(28)= 45.56827
 T(29)= 45.51598
 T(30)= 45.17178
 T(31)= 44.81569
 T(32)= 44.56344
 T(33)= 44.47352
 T(34)= 45.66455
 T(35)= 45.78657

T(36)= 46.14168
 T(37)= 46.68636
 T(38)= 47.29623
 T(39)= 47.60505
 T(40)= 47.29626
 T(41)= 46.68642
 T(42)= 46.14177
 T(43)= 45.78667
 T(44)= 45.66465
 T(45)= 46.61167
 T(46)= 46.77667
 T(47)= 47.27819
 T(48)= 48.13579
 T(49)= 49.37753
 T(50)= 50.15943
 T(51)= 49.37757
 T(52)= 48.13586
 T(53)= 47.27828
 T(54)= 46.77678
 T(55)= 46.61178
 T(56)= 47.22878
 T(57)= 47.43027
 T(58)= 48.0586
 T(59)= 49.20109
 T(60)= 51.08488
 T(61)= 0
 T(62)= 51.08494
 T(63)= 49.20116
 T(64)= 48.05869
 T(65)= 47.4304
 T(66)= 47.22892
 T(67)= 47.44292
 T(68)= 47.65708
 T(69)= 48.32484
 T(70)= 49.5251
 T(71)= 51.37336
 T(72)= 53.21756
 T(73)= 51.37339
 T(74)= 49.52515
 T(75)= 48.52492
 T(76)= 47.65719
 T(77)= 47.44305
 T(78)= 50.73421
 T(79)= 54.80294
 T(80)= 51.27248
 T(81)= 54.82683

T(82)= 51.54145
 T(83)= 54.84032
 T(84)= 52.59248
 T(85)= 54.88882
 T(86)= 53.39438
 T(87)= 54.92596
 T(88)= 52.59246
 T(89)= 54.88882
 T(90)= 51.5414
 T(91)= 54.84031
 T(92)= 51.27246
 T(93)= 54.82682
 Ortalama yüzey
 sıcaklığı= 29.6468

1 cm halı kaplama
 Modül=10
 Su sıcaklığı= 40
 Oda sıcaklığı = 20
 Konveksiyon ısı
 transfer katsayısı=
 13.13
 Döşeme kaplaması ısı
 iletim katsayısı= .11
 Su ile boru arasındaki
 konveksiyon
 katsayısı= 2321.03
 T(1)= 26.19381
 T(2)= 26.21143
 T(3)= 26.25972
 T(4)= 26.32455
 T(5)= 26.38238
 T(6)= 26.40604
 T(7)= 26.3824
 T(8)= 26.32458
 T(9)= 26.25975
 T(10)= 26.21146
 T(11)= 26.19384
 T(12)= 33.56935
 T(13)= 33.61029
 T(14)= 33.72329
 T(15)= 33.87728
 T(16)= 34.01772
 T(17)= 34.07619
 T(18)= 34.01773
 T(19)= 33.87732
 T(20)= 33.72334
 T(21)= 33.61035
 T(22)= 33.56942
 T(23)= 34.31021
 T(24)= 34.35905
 T(25)= 34.49615
 T(26)= 34.68982
 T(27)= 34.8769
 T(28)= 34.95844
 T(29)= 34.87692
 T(30)= 34.68986
 T(31)= 34.4962
 T(32)= 34.35912
 T(33)= 34.31027
 T(34)= 34.95335

T(35)= 35.01956
 T(36)= 35.21245
 T(37)= 35.50894
 T(38)= 35.84162
 T(39)= 36.00373
 T(40)= 35.84165
 T(41)= 35.50899
 T(42)= 35.21251
 T(43)= 35.01963
 T(44)= 34.95343
 T(45)= 35.46409
 T(46)= 35.55339
 T(47)= 35.82514
 T(48)= 36.29184
 T(49)= 36.97691
 T(50)= 37.37323
 T(51)= 36.97695
 T(52)= 36.2919
 T(53)= 35.82521
 T(54)= 35.55347
 T(55)= 35.46418
 T(56)= 35.79626
 T(57)= 35.90476
 T(58)= 36.24289
 T(59)= 36.85639
 T(60)= 37.86208
 T(61)= 0
 T(62)= 37.86212
 T(63)= 36.85645
 T(64)= 36.24297
 T(65)= 35.90487
 T(66)= 35.79635
 T(67)= 35.9114
 T(68)= 36.02655
 T(69)= 36.38527
 T(70)= 37.02877
 T(71)= 38.01699
 T(72)= 38.9895
 T(73)= 38.01701
 T(74)= 37.02881
 T(75)= 36.38534
 T(76)= 36.02664
 T(77)= 35.9115
 T(78)= 37.67577
 T(79)= 39.87886
 T(80)= 37.98915

T(81)= 39.89489
 T(82)= 38.10249
 T(83)= 39.90118
 T(84)= 38.67925
 T(85)= 39.93149
 T(86)= 39.08274
 T(87)= 39.95232
 T(88)= 38.67923
 T(89)= 39.93149
 T(90)= 38.10245
 T(91)= 39.90117
 T(92)= 37.98912
 T(93)= 39.89489
 Ortalama yüzey
 sıcaklığı= 26.29633

1 cm halı kaplama	T(36)= 39.01491	T(82)= 42.64141
Modül=10	T(37)= 39.3845	T(83)= 44.88218
Su sıcaklığı= 45	T(38)= 39.79888	T(84)= 43.35822
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 40.00385	T(85)= 44.91819
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 39.7989	T(86)= 43.87727
katsayısı= 13.13	T(41)= 39.38456	T(87)= 44.944
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 39.01498	T(88)= 43.3582
iletim katsayısı= .11	T(43)= 38.77435	T(89)= 44.91819
Su ile boru arasındaki	T(44)= 38.69171	T(90)= 42.64137
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 39.33064	T(91)= 44.88218
2426.63	T(46)= 39.4422	T(92)= 42.48407
T(1)= 27.74202	T(47)= 39.78156	T(93)= 44.87373
T(2)= 27.76401	T(48)= 40.3634	Ortalama yüzey
T(3)= 27.82424	T(49)= 41.21297	sıcaklığı= 27.86992
T(4)= 27.90511	T(50)= 41.72116	
T(5)= 27.97726	T(51)= 41.21301	
T(6)= 28.00685	T(52)= 40.36346	
T(7)= 27.97727	T(53)= 39.78164	
T(8)= 27.90513	T(54)= 39.4423	
T(9)= 27.82426	T(55)= 39.33074	
T(10)= 27.76403	T(56)= 39.74652	
T(11)= 27.74206	T(57)= 39.88235	
T(12)= 36.9612	T(58)= 40.30574	
T(13)= 37.01228	T(59)= 41.07458	
T(14)= 37.15322	T(60)= 42.3378	
T(15)= 37.34528	T(61)= 0	
T(16)= 37.52051	T(62)= 42.33784	
T(17)= 37.59367	T(63)= 41.07465	
T(18)= 37.52052	T(64)= 40.30583	
T(19)= 37.34532	T(65)= 39.88246	
T(20)= 37.15327	T(66)= 39.74665	
T(21)= 37.01234	T(67)= 39.89075	
T(22)= 36.96127	T(68)= 40.03497	
T(23)= 37.88737	T(69)= 40.48446	
T(24)= 37.9483	T(70)= 41.29141	
T(25)= 38.11931	T(71)= 42.53197	
T(26)= 38.36082	T(72)= 43.75957	
T(27)= 38.59417	T(73)= 42.532	
T(28)= 38.69648	T(74)= 41.29145	
T(29)= 38.59419	T(75)= 40.48454	
T(30)= 38.36086	T(76)= 40.63508	
T(31)= 38.11937	T(77)= 39.89085	
T(32)= 37.94838	T(78)= 42.10329	
T(33)= 37.88743	T(79)= 44.85521	
T(34)= 38.69162	T(80)= 42.48409	
T(35)= 38.77427	T(81)= 44.87375	

1 cm halı kaplama	T(36)= 42.81858	T(82)= 47.18173
Modül=10	T(37)= 43.26131	T(83)= 49.86477
Su sıcaklığı= 50	T(38)= 43.75741	T(84)= 48.03838
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 44.00529	T(85)= 49.90601
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 43.75744	T(86)= 48.6727
katsayısı= 13.13	T(41)= 43.26137	T(87)= 49.93641
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 42.81865	T(88)= 48.03836
iletim katsayısı= .11	T(43)= 42.53023	T(89)= 49.906
Su ile boru arasındaki	T(44)= 42.43117	T(90)= 47.18169
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 43.19839	T(91)= 49.86477
2532.23	T(46)= 43.33223	T(92)= 46.98052
T(1)= 29.29072	T(47)= 43.73923	T(93)= 49.85434
T(2)= 29.31706	T(48)= 44.43624	Ortalama yüzey
T(3)= 29.38925	T(49)= 45.4504	sıcaklığı= 29.444
T(4)= 29.48616	T(50)= 46.07058	
T(5)= 29.57265	T(51)= 45.45044	
T(6)= 29.60816	T(52)= 44.43631	
T(7)= 29.57266	T(53)= 43.73931	
T(8)= 29.48618	T(54)= 43.33233	
T(9)= 29.38927	T(55)= 43.19849	
T(10)= 29.3171	T(56)= 43.69802	
T(11)= 29.29075	T(57)= 43.86118	
T(12)= 40.35413	T(58)= 44.36985	
T(13)= 40.41533	T(59)= 45.29407	
T(14)= 40.58424	T(60)= 46.81488	
T(15)= 40.81439	T(61)= 0	
T(16)= 41.02442	T(62)= 46.81493	
T(17)= 41.11229	T(63)= 45.29413	
T(18)= 41.02444	T(64)= 44.36994	
T(19)= 40.81444	T(65)= 43.86129	
T(20)= 40.5843	T(66)= 43.69814	
T(21)= 40.4154	T(67)= 43.87134	
T(22)= 40.35421	T(68)= 44.04465	
T(23)= 41.46566	T(69)= 44.58492	
T(24)= 41.53869	T(70)= 45.55531	
T(25)= 41.74362	T(71)= 47.04819	
T(26)= 42.03299	T(72)= 48.53057	
T(27)= 42.31264	T(73)= 47.04823	
T(28)= 42.43573	T(74)= 45.55537	
T(29)= 42.31266	T(75)= 44.585	
T(30)= 42.03304	T(76)= 44.04476	
T(31)= 41.74368	T(77)= 43.87145	
T(32)= 41.53876	T(78)= 46.53235	
T(33)= 41.46572	T(79)= 49.83352	
T(34)= 42.43108	T(80)= 46.98055	
T(35)= 42.53015	T(81)= 49.85435	

1 cm halı kaplama
 Modül=10
 Su sıcaklığı= 55
 Oda sıcaklığı = 20
 Konveksiyon ısı transfer
 katsayısı= 13.13
 Döşeme kaplaması ısı
 iletim katsayısı= .11
 Su ile boru arasındaki
 konveksiyon katsayısı=
 2637.83
 T(1)= 30.83986
 T(2)= 30.87056
 T(3)= 30.9547
 T(4)= 31.06766
 T(5)= 31.16851
 T(6)= 31.20993
 T(7)= 31.16851
 T(8)= 31.06769
 T(9)= 30.95473
 T(10)= 30.8706
 T(11)= 30.8399
 T(12)= 43.74801
 T(13)= 43.81935
 T(14)= 44.01623
 T(15)= 44.28448
 T(16)= 44.52934
 T(17)= 44.63192
 T(18)= 44.52935
 T(19)= 44.28453
 T(20)= 44.01629
 T(21)= 43.81942
 T(22)= 43.74809
 T(23)= 45.04494
 T(24)= 45.13008
 T(25)= 45.36855
 T(26)= 45.70621
 T(27)= 46.03218
 T(28)= 46.17605
 T(29)= 46.03219
 T(30)= 45.70526
 T(31)= 45.36902
 T(32)= 45.13017
 T(33)= 45.04502
 T(34)= 46.17157
 T(35)= 46.28708

T(36)= 46.62331
 T(37)= 47.13921
 T(38)= 47.71709
 T(39)= 48.00789
 T(40)= 47.71712
 T(41)= 47.13928
 T(42)= 46.6234
 T(43)= 46.28718
 T(44)= 46.17167
 T(45)= 47.06721
 T(46)= 47.22335
 T(47)= 47.69799
 T(48)= 48.51024
 T(49)= 49.68905
 T(50)= 50.42133
 T(51)= 49.68909
 T(52)= 48.51031
 T(53)= 47.69809
 T(54)= 47.22345
 T(55)= 47.06733
 T(56)= 47.6506
 T(57)= 47.8411
 T(58)= 48.43507
 T(59)= 49.51472
 T(60)= 51.2932
 T(61)= 0
 T(62)= 51.29325
 T(63)= 49.51479
 T(64)= 48.43517
 T(65)= 47.84123
 T(66)= 47.65074
 T(67)= 47.85301
 T(68)= 48.05542
 T(69)= 48.68648
 T(70)= 49.82036
 T(71)= 51.56553
 T(72)= 53.30241
 T(73)= 51.56557
 T(74)= 49.82042
 T(75)= 48.68657
 T(76)= 48.05554
 T(77)= 47.85314
 T(78)= 50.9628
 T(79)= 54.81353
 T(80)= 51.47832
 T(81)= 54.83649

T(82)= 51.7233
 T(83)= 54.84874
 T(84)= 52.71959
 T(85)= 54.89479
 T(86)= 53.46895
 T(87)= 54.92943
 T(88)= 52.71957
 T(89)= 54.89479
 T(90)= 51.72324
 T(91)= 54.84873
 T(92)= 51.47829
 T(93)= 54.83649
 Ortalama yüzey
 sıcaklığı= 31.01854

1 cm halı kaplama	T(36)= 29.24123	T(82)= 39.82785
Modül = 20	T(37)= 29.52601	T(83)= 37.66344
Su sıcaklığı= 40	T(38)= 29.92552	T(84)= 39.87764
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 30.43879	T(85)= 38.48454
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 31.06074	T(86)= 39.92093
katsayısı= 13.13	T(41)= 31.77583	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 32.54218	sıcaklığı= 23.24252
iletim katsayısı= .11	T(43)= 33.2494	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 33.60464	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 29.32111	
2321.03	T(46)= 29.38101	
T(1)= 22.59927	T(47)= 29.56159	
T(2)= 22.62209	T(48)= 29.86563	
T(3)= 22.69031	T(49)= 30.29814	
T(4)= 22.80304	T(50)= 30.86699	
T(5)= 22.95814	T(51)= 31.58377	
T(6)= 23.15103	T(52)= 32.46443	
T(7)= 23.37272	T(53)= 33.52677	
T(8)= 23.6067	T(54)= 34.76853	
T(9)= 23.82534	T(55)= 35.64362	
T(10)= 23.9884	T(56)= 29.5084	
T(11)= 24.05069	T(57)= 29.57056	
T(12)= 28.06631	T(58)= 29.75846	
T(13)= 28.11648	T(59)= 30.07676	
T(14)= 28.26658	T(60)= 30.53444	
T(15)= 28.51493	T(61)= 31.14729	
T(16)= 28.85744	T(62)= 31.94291	
T(17)= 29.28509	T(63)= 32.97137	
T(18)= 29.77964	T(64)= 34.33194	
T(19)= 30.30671	T(65)= 36.25679	
T(20)= 30.80648	T(66)= 29.57138	
T(21)= 31.18676	T(67)= 29.63436	
T(22)= 31.33529	T(68)= 29.82495	
T(23)= 28.59351	T(69)= 30.1485	
T(24)= 28.64684	T(70)= 30.61555	
T(25)= 28.80658	T(71)= 31.24485	
T(26)= 29.07166	T(72)= 32.06921	
T(27)= 29.43913	T(73)= 33.14619	
T(28)= 29.9019	T(74)= 34.57282	
T(29)= 30.44455	T(75)= 36.48124	
T(30)= 31.03595	T(76)= 38.30927	
T(31)= 31.61671	T(77)= 36.1641	
T(32)= 32.08224	T(78)= 39.79977	
T(33)= 32.2761	T(79)= 36.52688	
T(34)= 29.01405	T(80)= 39.81735	
T(35)= 29.07079	T(81)= 36.70042	

1 cm halı kaplama
 Modül = 20
 Su sıcaklığı= 45
 Oda sıcaklığı = 18
 Konveksiyon ısı transfer
 katsayısı= 13.13
 Döşeme kaplaması ısı
 iletim katsayısı= .11
 Su ile boru arasındaki
 konveksiyon katsayısı=
 2426.63

T(1)= 23.65059

T(2)= 23.67862

T(3)= 23.76244

T(4)= 23.90094

T(5)= 24.09149

T(6)= 24.32848

T(7)= 24.60085

T(8)= 24.88832

T(9)= 25.15697

T(10)= 25.35732

T(11)= 25.43386

T(12)= 30.36731

T(13)= 30.42895

T(14)= 30.61336

T(15)= 30.91848

T(16)= 31.33929

T(17)= 31.8647

T(18)= 32.47231

T(19)= 33.11988

T(20)= 33.73393

T(21)= 34.20119

T(22)= 34.38372

T(23)= 31.01502

T(24)= 31.08055

T(25)= 31.27679

T(26)= 31.60247

T(27)= 32.05395

T(28)= 32.6225

T(29)= 33.28921

T(30)= 34.01582

T(31)= 34.72937

T(32)= 35.30138

T(33)= 35.53965

T(34)= 31.53168

T(35)= 31.60139

T(36)= 31.8108

T(37)= 32.16068

T(38)= 32.65151

T(39)= 33.2821

T(40)= 34.04623

T(41)= 34.92479

T(42)= 35.86636

T(43)= 36.7353

T(44)= 37.17213

T(45)= 31.90894

T(46)= 31.98253

T(47)= 32.20438

T(48)= 32.57792

T(49)= 33.1093

T(50)= 33.80818

T(51)= 34.6888

T(52)= 35.77077

T(53)= 37.07592

T(54)= 38.60136

T(55)= 39.67826

T(56)= 32.13904

T(57)= 32.2154

T(58)= 32.44626

T(59)= 32.8373

T(60)= 33.3996

T(61)= 34.15254

T(62)= 35.13002

T(63)= 36.39356

T(64)= 33.06522

T(65)= 40.43073

T(66)= 32.21642

T(67)= 32.29379

T(68)= 32.52794

T(69)= 32.92545

T(70)= 33.49926

T(71)= 34.27237

T(72)= 35.28516

T(73)= 36.60823

T(74)= 38.36068

T(75)= 40.70403

T(76)= 42.95084

T(77)= 40.31829

T(78)= 44.76568

T(79)= 40.75589

T(80)= 44.78588

T(81)= 40.97626

T(82)= 44.79869

T(83)= 42.1502

T(84)= 44.85679

T(85)= 43.16626

T(86)= 44.90823

Ortalama yüzey
 sıcaklığı= 24.4409

1 cm halı kaplama	T(36)= 34.38159	T(82)= 49.77196
Modül = 20	T(37)= 34.79659	T(83)= 46.6387
Su sıcaklığı= 50	T(38)= 35.37878	T(84)= 49.83768
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 36.12677	T(85)= 47.84933
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 37.03313	T(86)= 49.89663
katsayısı= 13.13	T(41)= 38.07526	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 39.19212	sıcaklığı= 25.63984
iletim katsayısı= .11	T(43)= 40.2229	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 40.7414	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 34.49799	
2532.23	T(46)= 34.58528	
T(1)= 24.70241	T(47)= 34.84842	
T(2)= 24.73566	T(48)= 35.29149	
T(3)= 24.83508	T(49)= 35.92179	
T(4)= 24.99936	T(50)= 36.75076	
T(5)= 25.22538	T(51)= 37.7953	
T(6)= 25.50649	T(52)= 39.07866	
T(7)= 25.82957	T(53)= 40.62677	
T(8)= 26.17057	T(54)= 42.43605	
T(9)= 26.48923	T(55)= 43.71494	
T(10)= 26.7269	T(56)= 34.77093	
T(11)= 26.8177	T(57)= 34.8615	
T(12)= 32.6694	T(58)= 35.13533	
T(13)= 32.74252	T(59)= 35.59916	
T(14)= 32.96125	T(60)= 36.26611	
T(15)= 33.32317	T(61)= 37.1592	
T(16)= 33.82232	T(62)= 38.31862	
T(17)= 34.44553	T(63)= 39.81735	
T(18)= 35.16626	T(64)= 41.80024	
T(19)= 35.93439	T(65)= 44.60659	
T(20)= 36.66279	T(66)= 34.86269	
T(21)= 37.21708	T(67)= 34.95448	
T(22)= 37.43362	T(68)= 35.23221	
T(23)= 33.43768	T(69)= 35.70371	
T(24)= 33.5154	T(70)= 36.38432	
T(25)= 33.74818	T(71)= 37.30133	
T(26)= 34.13448	T(72)= 38.50261	
T(27)= 34.67	T(73)= 40.07188	
T(28)= 35.34439	T(74)= 42.15023	
T(29)= 36.13522	T(75)= 44.92858	
T(30)= 36.9971	T(76)= 47.59378	
T(31)= 37.84352	T(77)= 44.47463	
T(32)= 38.52207	T(78)= 49.7344	
T(33)= 38.80479	T(79)= 44.98701	
T(34)= 34.05051	T(80)= 49.75702	
T(35)= 34.1332	T(81)= 45.2541	

1 cm halı kaplama
 Modül = 20
 Su sıcaklığı= 55
 Oda sıcaklığı = 18
 Konveksiyon ısı
 transfer katsayısı=
 13.13
 Döşeme kaplaması
 ısı iletim katsayısı=
 .11
 Su ile boru
 arasındaki
 konveksiyon
 katsayısı= 2637.83
 T(1)= 25.75466
 T(2)= 25.79313
 T(3)= 25.90816
 T(4)= 26.09823
 T(5)= 26.35974
 T(6)= 26.68499
 T(7)= 27.0588
 T(8)= 27.45334
 T(9)= 27.82206
 T(10)= 28.09706
 T(11)= 28.20213
 T(12)= 34.97243
 T(13)= 35.05703
 T(14)= 35.3101
 T(15)= 35.72885
 T(16)= 36.30637
 T(17)= 37.02744
 T(18)= 37.86133
 T(19)= 38.75009
 T(20)= 39.59288
 T(21)= 40.23424
 T(22)= 40.48483
 T(23)= 35.86132
 T(24)= 35.95125
 T(25)= 36.22058
 T(26)= 36.66753
 T(27)= 37.28713
 T(28)= 38.0674
 T(29)= 38.98241
 T(30)= 39.97963
 T(31)= 40.95898
 T(32)= 41.74413

T(33)= 42.07132
 T(34)= 36.57038
 T(35)= 36.66604
 T(36)= 36.95343
 T(37)= 37.43359
 T(38)= 38.10719
 T(39)= 38.9726
 T(40)= 40.02128
 T(41)= 41.22704
 T(42)= 42.51928
 T(43)= 43.71199
 T(44)= 44.31219
 T(45)= 37.0881
 T(46)= 37.18909
 T(47)= 37.49355
 T(48)= 38.00618
 T(49)= 38.73543
 T(50)= 39.69455
 T(51)= 40.90307
 T(52)= 42.38792
 T(53)= 44.17908
 T(54)= 46.27237
 T(55)= 47.75344
 T(56)= 37.40389
 T(57)= 37.50867
 T(58)= 37.82549
 T(59)= 38.36214
 T(60)= 39.13381
 T(61)= 40.1671
 T(62)= 41.50852
 T(63)= 43.24253
 T(64)= 45.53675
 T(65)= 48.78414
 T(66)= 37.51007
 T(67)= 37.61626
 T(68)= 37.93759
 T(69)= 38.48311
 T(70)= 39.27057
 T(71)= 40.33153
 T(72)= 41.72137
 T(73)= 45.53693
 T(74)= 45.94127
 T(75)= 49.15466
 T(76)= 52.23793
 T(77)= 48.63288
 T(78)= 54.70559

T(79)= 49.21999
 T(80)= 54.73044
 T(81)= 49.53368
 T(82)= 54.74734
 T(83)= 51.12873
 T(84)= 54.8201
 T(85)= 52.53356
 T(86)= 54.88596
 Ortalama yüzey
 sıcaklığı= 26.8393

1 cm halı kaplama	T(36)= 30.21024	T(82)= 39.84269
Modül = 20	T(37)= 30.4689	T(83)= 37.86585
Su sıcaklığı= 40	T(38)= 30.83177	T(84)= 39.88837
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 31.29796	T(85)= 38.60363
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 31.86287	T(86)= 39.92717
katsayısı= 13.13	T(41)= 32.51238	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 33.20847	sıcaklığı= 24.7617
iletim katsayısı= .11	T(43)= 33.85083	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 34.17324	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 30.28279	
2321.03	T(46)= 30.33719	
T(1)= 24.17745	T(47)= 30.50121	
T(2)= 24.19817	T(48)= 30.77736	
T(3)= 24.26013	T(49)= 31.17021	
T(4)= 24.36253	T(50)= 31.68689	
T(5)= 24.5034	T(51)= 32.33792	
T(6)= 24.6786	T(52)= 33.13782	
T(7)= 24.87996	T(53)= 34.10278	
T(8)= 25.09248	T(54)= 35.23094	
T(9)= 25.29107	T(55)= 36.02457	
T(10)= 25.43917	T(56)= 30.4529	
T(11)= 25.49573	T(57)= 30.50936	
T(12)= 29.14307	T(58)= 30.68003	
T(13)= 29.18864	T(59)= 30.96913	
T(14)= 29.32498	T(60)= 31.38483	
T(15)= 29.55055	T(61)= 31.94147	
T(16)= 29.86165	T(62)= 32.66412	
T(17)= 30.25008	T(63)= 33.59822	
T(18)= 30.69927	T(64)= 34.83389	
T(19)= 31.178	T(65)= 36.58161	
T(20)= 31.63193	T(66)= 30.5101	
T(21)= 31.97732	T(67)= 30.56731	
T(22)= 32.11219	T(68)= 30.74041	
T(23)= 29.62192	T(69)= 31.03429	
T(24)= 29.67036	T(70)= 31.45851	
T(25)= 29.81545	T(71)= 32.03007	
T(26)= 30.05622	T(72)= 32.77884	
T(27)= 30.38999	T(73)= 33.75706	
T(28)= 30.81031	T(74)= 35.05295	
T(29)= 31.3032	T(75)= 36.78696	
T(30)= 31.84036	T(76)= 38.44469	
T(31)= 32.36786	T(77)= 36.49691	
T(32)= 32.79067	T(78)= 39.81718	
T(33)= 32.9667	T(79)= 36.83333	
T(34)= 30.00389	T(80)= 39.8336	
T(35)= 30.05542	T(81)= 36.98414	

1 cm halı kaplama	T(36)= 32.77948	T(82)= 44.81289
Modül = 20	T(37)= 33.10324	T(83)= 42.35215
Su sıcaklığı= 45	T(38)= 33.55741	T(84)= 44.86706
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 34.14092	T(85)= 43.285
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 34.84798	T(86)= 44.91421
katsayısı= 13.13	T(41)= 35.66095	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 36.53222	sıcaklığı= 25.95992
iletim katsayısı= .11	T(43)= 37.33628	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 37.74026	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 32.87029	
2426.63	T(46)= 32.93839	
T(1)= 25.22863	T(47)= 33.14367	
T(2)= 25.25457	T(48)= 33.48932	
T(3)= 25.33213	T(49)= 33.98101	
T(4)= 25.46028	T(50)= 34.62771	
T(5)= 25.63661	T(51)= 35.44257	
T(6)= 25.85591	T(52)= 36.44374	
T(7)= 26.10793	T(53)= 37.65149	
T(8)= 26.37394	T(54)= 39.06327	
T(9)= 26.62252	T(55)= 40.05865	
T(10)= 26.80791	T(56)= 33.08321	
T(11)= 26.87872	T(57)= 33.15387	
T(12)= 31.44378	T(58)= 33.36749	
T(13)= 31.50082	T(59)= 33.72933	
T(14)= 31.67146	T(60)= 34.24964	
T(15)= 31.9538	T(61)= 34.94634	
T(16)= 32.34319	T(62)= 35.85082	
T(17)= 32.82936	T(63)= 37.01999	
T(18)= 33.39159	T(64)= 38.56671	
T(19)= 33.99081	T(65)= 40.75503	
T(20)= 34.55901	T(66)= 33.1548	
T(21)= 34.99136	T(67)= 33.22641	
T(22)= 35.16023	T(68)= 33.44307	
T(23)= 32.04313	T(69)= 33.81089	
T(24)= 32.10376	T(70)= 34.34185	
T(25)= 32.28535	T(71)= 35.05723	
T(26)= 32.58671	T(72)= 35.99439	
T(27)= 33.00447	T(73)= 37.21867	
T(28)= 33.53057	T(74)= 38.84035	
T(29)= 34.1475	T(75)= 41.0093	
T(30)= 34.81984	T(76)= 43.0859	
T(31)= 35.48012	T(77)= 40.65052	
T(32)= 36.0094	T(78)= 44.78234	
T(33)= 36.22982	T(79)= 41.06177	
T(34)= 32.52121	T(80)= 44.80143	
T(35)= 32.58571	T(81)= 41.25946	

1 cm halı kaplama

Modül = 20

Su sıcaklığı= 50

Oda sıcaklığı = 20

Konveksiyon ısı transfer

katsayısı= 13.13

Döşeme kaplaması ısı iletim

katsayısı= .11

Su ile boru arasındaki

konveksiyon katsayısı=

2532.23

T(1)= 26.28033

T(2)= 26.31149

T(3)= 26.40465

T(4)= 26.55858

T(5)= 26.77037

T(6)= 27.03378

T(7)= 27.33651

T(8)= 27.65604

T(9)= 27.95463

T(10)= 28.17733

T(11)= 28.2624

T(12)= 33.74561

T(13)= 33.81412

T(14)= 34.01908

T(15)= 34.35821

T(16)= 34.82592

T(17)= 35.4099

T(18)= 36.08524

T(19)= 36.805

T(20)= 37.48752

T(21)= 38.00689

T(22)= 38.20978

T(23)= 34.4655

T(24)= 34.53833

T(25)= 34.75645

T(26)= 35.11842

T(27)= 35.62023

T(28)= 36.25214

T(29)= 36.99318

T(30)= 37.80078

T(31)= 38.5939

T(32)= 39.22971

T(33)= 39.49458

T(34)= 35.03975

T(35)= 35.11723

T(36)= 35.34997

T(37)= 35.73885

T(38)= 36.28437

T(39)= 36.98525

T(40)= 37.83455

T(41)= 38.81105

T(42)= 39.85759

T(43)= 40.82347

T(44)= 41.3091

T(45)= 35.45905

T(46)= 35.54084

T(47)= 35.78741

T(48)= 36.20258

T(49)= 36.79318

T(50)= 37.56995

T(51)= 38.54871

T(52)= 39.75126

T(53)= 41.20192

T(54)= 42.89751

T(55)= 44.09483

T(56)= 35.71479

T(57)= 35.79966

T(58)= 36.05624

T(59)= 36.49087

T(60)= 37.11582

T(61)= 37.95267

T(62)= 39.03907

T(63)= 40.44339

T(64)= 42.30131

T(65)= 44.93042

T(66)= 35.80078

T(67)= 35.88678

T(68)= 36.14703

T(69)= 36.58883

T(70)= 37.22658

T(71)= 38.08584

T(72)= 39.21148

T(73)= 40.68193

T(74)= 42.62949

T(75)= 45.23341

T(76)= 47.72852

T(77)= 44.80634

T(78)= 49.75037

T(79)= 45.29238

T(80)= 49.77193

T(81)= 45.53681

T(82)= 49.78557

T(83)= 46.84023

T(84)= 49.84752

T(85)= 47.96775

T(86)= 49.90235

Ortalama yüzey sıcaklığı=

27.15874

Modül = 20	T(37)= 38.37557	T(83)= 51.32986
Su sıcaklığı= 55	T(38)= 39.01249	T(84)= 54.82955
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 39.83079	T(85)= 52.65168
Konveksiyon ısı transfer katsayısı= 13.13	T(40)= 40.82237	T(86)= 54.89145
Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı= .11	T(41)= 41.96249	Ortalama yüzey sıcaklığı= 28.35806
Su ile boru arasındaki konveksiyon katsayısı= 2637.83	T(42)= 43.18439	
T(1)= 27.33247	T(43)= 44.31218	
T(2)= 27.36885	T(44)= 44.8795	
T(3)= 27.47761	T(45)= 38.04889	
T(4)= 27.65734	T(46)= 38.14438	
T(5)= 27.90461	T(47)= 38.43226	
T(6)= 28.21215	T(48)= 38.91698	
T(7)= 28.56561	T(49)= 39.60653	
T(8)= 28.93867	T(50)= 40.51343	
T(9)= 29.28731	T(51)= 41.65615	
T(10)= 29.54733	T(52)= 43.06017	
T(11)= 29.64668	T(53)= 44.75386	
T(12)= 36.0484	T(54)= 46.73341	
T(13)= 36.12839	T(55)= 48.13287	
T(14)= 36.36769	T(56)= 38.34748	
T(15)= 36.76364	T(57)= 38.44656	
T(16)= 37.30971	T(58)= 38.74613	
T(17)= 37.99153	T(59)= 39.25356	
T(18)= 38.78002	T(60)= 39.98321	
T(19)= 39.6204	T(61)= 40.96024	
T(20)= 40.41729	T(62)= 42.22863	
T(21)= 41.02373	T(63)= 43.86822	
T(22)= 41.26065	T(64)= 46.03744	
T(23)= 36.8889	T(65)= 49.10754	
T(24)= 36.97393	T(66)= 33.44788	
T(25)= 37.22859	T(67)= 38.54828	
T(26)= 37.65121	T(68)= 38.85212	
T(27)= 38.23708	T(69)= 39.36794	
T(28)= 38.97487	T(70)= 40.11257	
T(29)= 39.84007	T(71)= 41.11573	
T(30)= 40.78299	T(72)= 42.4299	
T(31)= 41.70903	T(73)= 44.14662	
T(32)= 42.45142	T(74)= 46.42014	
T(33)= 42.76075	T(75)= 49.4591	
T(34)= 37.55935	T(76)= 52.37236	
T(35)= 37.6498	T(77)= 48.96411	
T(36)= 37.92154	T(78)= 54.72093	
	T(79)= 49.52488	
	T(80)= 54.74476	
	T(81)= 49.81594	
	T(82)= 54.76042	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 32.3842	T(82)= 37.02497
Modül=10	T(37)= 32.83241	T(83)= 39.84481
Su sıcaklığı= 40	T(38)= 33.33841	T(84)= 37.92604
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 33.60049	T(85)= 39.89154
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 33.33842	T(86)= 38.64011
katsayısı= 12.79	T(41)= 32.83242	T(87)= 39.92909
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 32.3842	T(88)= 37.92603
iletim katsayısı= .7	T(43)= 32.09381	T(89)= 39.89154
Su ile boru arasındaki	T(44)= 31.99439	T(90)= 37.02494
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 32.79696	T(91)= 39.84481
2321.03	T(46)= 32.93554	T(92)= 36.76552
T(1)= 28.05544	T(47)= 33.35761	T(93)= 39.83
T(2)= 28.09287	T(48)= 34.0815	Ortalama yüzey
T(3)= 28.19469	T(49)= 35.12904	sıcaklığı= 28.26927
T(4)= 28.32944	T(50)= 35.81381	
T(5)= 28.44762	T(51)= 35.12904	
T(6)= 28.49558	T(52)= 34.08152	
T(7)= 28.44761	T(53)= 33.35762	
T(8)= 28.32943	T(54)= 32.93553	
T(9)= 28.19468	T(55)= 32.79696	
T(10)= 28.09287	T(56)= 33.32239	
T(11)= 28.05544	T(57)= 33.49374	
T(12)= 29.85529	T(58)= 34.02923	
T(13)= 29.9048	T(59)= 35.00694	
T(14)= 30.04093	T(60)= 36.62871	
T(15)= 30.22505	T(61)= 0	
T(16)= 30.39166	T(62)= 36.62873	
T(17)= 30.46123	T(63)= 35.00696	
T(18)= 30.39166	T(64)= 34.02925	
T(19)= 30.22505	T(65)= 33.49374	
T(20)= 30.04092	T(66)= 33.32239	
T(21)= 29.90479	T(67)= 33.5051	
T(22)= 29.85527	T(68)= 33.68781	
T(23)= 30.99299	T(69)= 34.25865	
T(24)= 31.06113	T(70)= 35.28832	
T(25)= 31.25295	T(71)= 36.88076	
T(26)= 31.52554	T(72)= 38.48618	
T(27)= 31.79173	T(73)= 36.88079	
T(28)= 31.9113	T(74)= 35.28835	
T(29)= 31.79172	T(75)= 34.25866	
T(30)= 31.52554	T(76)= 33.68781	
T(31)= 31.25295	T(77)= 33.5051	
T(32)= 31.06113	T(78)= 36.31365	
T(33)= 30.99299	T(79)= 39.80761	
T(34)= 31.9944	T(80)= 36.76552	
T(35)= 32.09382	T(81)= 39.83001	

1 cm seramik	T(32)= 34.03157	T(78)= 40.48654
kaplama	T(33)= 33.94801	T(79)= 44.77414
Modül=10	T(34)= 35.17745	T(80)= 41.03209
Su sıcaklığı= 45	T(35)= 35.2994	T(81)= 44.79993
Oda sıcaklığı = 18	T(36)= 35.65547	T(82)= 41.36303
Konveksiyon ısı	T(37)= 36.20484	T(83)= 44.81807
transfer katsayısı=	T(38)= 36.82477	T(84)= 42.46504
12.79	T(39)= 37.14841	T(85)= 44.87277
Döşeme kaplaması	T(40)= 36.82477	T(86)= 43.35273
ısı iletim katsayısı=	T(41)= 36.20484	T(87)= 44.91762
.7	T(42)= 35.65546	T(88)= 42.46504
Su ile boru	T(43)= 35.29939	T(89)= 44.87277
arasındaki	T(44)= 35.17744	T(90)= 41.36301
konveksiyon	T(45)= 36.16302	T(91)= 44.81808
katsayısı= 2426.63	T(46)= 36.33308	T(92)= 41.03209
T(1)= 30.34222	T(47)= 36.85089	T(93)= 44.79992
T(2)= 30.38812	T(48)= 37.73819	Ortalama yüzey
T(3)= 30.51296	T(49)= 39.01852	sıcaklığı= 30.60443
T(4)= 30.67818	T(50)= 39.86973	
T(5)= 30.82312	T(51)= 39.01852	
T(6)= 30.88198	T(52)= 37.73821	
T(7)= 30.82312	T(53)= 36.8509	
T(8)= 30.67817	T(54)= 36.33306	
T(9)= 30.51295	T(55)= 36.16302	
T(10)= 30.38811	T(56)= 36.8085	
T(11)= 30.34222	T(57)= 37.01898	
T(12)= 32.55143	T(58)= 37.67685	
T(13)= 32.61214	T(59)= 38.87852	
T(14)= 32.77906	T(60)= 40.87411	
T(15)= 33.00481	T(61)= 0	
T(16)= 33.20913	T(62)= 40.87412	
T(17)= 33.29456	T(63)= 38.87852	
T(18)= 33.20912	T(64)= 37.67686	
T(19)= 33.0048	T(65)= 37.01897	
T(20)= 32.77904	T(66)= 36.80849	
T(21)= 32.61213	T(67)= 37.03	
T(22)= 32.55142	T(68)= 37.25749	
T(23)= 33.94801	T(69)= 37.95903	
T(24)= 34.03157	T(70)= 39.22491	
T(25)= 34.26676	T(71)= 41.18359	
T(26)= 34.60092	T(72)= 43.16294	
T(27)= 34.92731	T(73)= 41.1836	
T(28)= 35.07441	T(74)= 39.22492	
T(29)= 34.9273	T(75)= 37.95903	
T(30)= 34.60093	T(76)= 37.2575	
T(31)= 34.26675	T(77)= 37.03299	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 38.9282	T(82)= 45.70296
Modül=10	T(37)= 39.57878	T(83)= 49.79356
Su sıcaklığı= 50	T(38)= 40.31272	T(84)= 47.00566
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 40.69801	T(85)= 49.85558
Konveksiyon ısı transfer katsayısı= 12.79	T(40)= 40.31272	T(86)= 48.06656
Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı= .7	T(41)= 39.57879	T(87)= 49.90713
Su ile boru arasındaki konveksiyon katsayısı= 2532.23	T(42)= 38.9282	T(88)= 47.00565
T(1)= 32.63003	T(43)= 38.50638	T(89)= 49.85557
T(2)= 32.6844	T(44)= 38.36191	T(90)= 45.70295
T(3)= 32.83227	T(45)= 39.53056	T(91)= 49.79356
T(4)= 33.02798	T(46)= 39.73211	T(92)= 45.3007
T(5)= 33.19969	T(47)= 40.34571	T(93)= 49.77234
T(6)= 33.26947	T(48)= 41.39651	Ortalama yüzey sıcaklığı= 32.94064
T(7)= 33.19969	T(49)= 42.90979	
T(8)= 33.02798	T(50)= 43.92764	
T(9)= 32.83226	T(51)= 42.90979	
T(10)= 32.68439	T(52)= 41.39653	
T(11)= 32.63003	T(53)= 40.34573	
T(12)= 35.24878	T(54)= 39.7321	
T(13)= 35.3207	T(55)= 39.53056	
T(14)= 35.51841	T(56)= 40.29612	
T(15)= 35.78582	T(57)= 40.54575	
T(16)= 36.02787	T(58)= 41.32604	
T(17)= 36.12918	T(59)= 42.75175	
T(18)= 36.02787	T(60)= 45.12132	
T(19)= 35.78581	T(61)= 0	
T(20)= 35.5184	T(62)= 45.12133	
T(21)= 35.32069	T(63)= 42.75177	
T(22)= 35.24876	T(64)= 41.32606	
T(23)= 36.90434	T(65)= 40.54575	
T(24)= 37.00333	T(66)= 40.29612	
T(25)= 37.28192	T(67)= 40.56244	
T(26)= 37.67771	T(68)= 40.82874	
T(27)= 38.06432	T(69)= 41.66099	
T(28)= 38.23896	T(70)= 43.16313	
T(29)= 38.06431	T(71)= 45.48804	
T(30)= 37.67771	T(72)= 47.84097	
T(31)= 37.28191	T(73)= 45.48806	
T(32)= 37.00333	T(74)= 43.16315	
T(33)= 36.90434	T(75)= 41.66101	
T(34)= 38.36192	T(76)= 40.82873	
T(35)= 38.5064	T(77)= 40.56243	
	T(78)= 44.66157	
	T(79)= 49.74342	
	T(80)= 45.3007	
	T(81)= 49.77235	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 42.20221	T(82)= 50.04453
Modül=10	T(37)= 42.95406	T(83)= 54.77099
Su sıcaklığı= 55	T(38)= 43.80207	T(84)= 51.54768
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 44.24905	T(85)= 54.83974
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 43.80207	T(86)= 52.78149
katsayısı= 12.79	T(41)= 42.95406	T(87)= 54.89748
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 42.20221	T(88)= 51.54767
iletim katsayısı= .7	T(43)= 41.71463	T(89)= 54.83974
Su ile boru arasındaki	T(44)= 41.54761	T(90)= 50.04451
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 42.89941	T(91)= 54.77098
2637.83	T(46)= 43.13245	T(92)= 49.57107
T(1)= 34.91873	T(47)= 43.84188	T(93)= 54.74693
T(2)= 34.98158	T(48)= 45.05624	Ortalama yüzey
T(3)= 35.15249	T(49)= 46.8026	sıcaklığı= 35.27777
T(4)= 35.37872	T(50)= 47.98728	
T(5)= 35.57721	T(51)= 46.80261	
T(6)= 35.6579	T(52)= 45.05626	
T(7)= 35.57721	T(53)= 43.84189	
T(8)= 35.37871	T(54)= 43.13245	
T(9)= 35.15249	T(55)= 42.8994	
T(10)= 34.98156	T(56)= 43.7851	
T(11)= 34.91873	T(57)= 44.07388	
T(12)= 37.94719	T(58)= 44.97663	
T(13)= 38.03032	T(59)= 46.62645	
T(14)= 38.25883	T(60)= 49.37013	
T(15)= 38.56792	T(61)= 0	
T(16)= 38.84774	T(62)= 49.37014	
T(17)= 38.96493	T(63)= 46.62648	
T(18)= 38.84773	T(64)= 44.97666	
T(19)= 38.56792	T(65)= 44.07388	
T(20)= 38.25883	T(66)= 43.7851	
T(21)= 38.0303	T(67)= 44.09322	
T(22)= 37.94717	T(68)= 44.40135	
T(23)= 39.86183	T(69)= 45.36435	
T(24)= 39.97625	T(70)= 47.10279	
T(25)= 40.29826	T(71)= 49.79395	
T(26)= 40.7557	T(72)= 52.5201	
T(27)= 41.20258	T(73)= 49.79396	
T(28)= 41.4048	T(74)= 47.10283	
T(29)= 41.20256	T(75)= 45.36436	
T(30)= 40.7557	T(76)= 44.40133	
T(31)= 40.29825	T(77)= 44.09321	
T(32)= 39.97625	T(78)= 48.83836	
T(33)= 39.86182	T(79)= 54.71514	
T(34)= 41.54763	T(80)= 49.57108	
T(35)= 41.71463	T(81)= 54.74693	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 33.07943	T(82)= 37.28895
Modül=10	T(37)= 33.48772	T(83)= 39.85862
Su sıcaklığı= 40	T(38)= 33.94893	T(84)= 38.11072
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 34.18558	T(85)= 39.90134
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 33.94893	T(86)= 38.74864
katsayısı= 12.79	T(41)= 33.48773	T(87)= 39.93479
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 33.07943	T(88)= 38.1107
iletim katsayısı= .7	T(43)= 32.81506	T(89)= 39.90134
Su ile boru arasındaki	T(44)= 32.72457	T(90)= 37.28893
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 33.45389	T(91)= 39.85862
2321.03	T(46)= 33.57992	T(92)= 37.06464
T(1)= 29.14337	T(47)= 33.96394	T(93)= 39.84586
T(2)= 29.17746	T(48)= 34.62328	Ortalama yüzey
T(3)= 29.27016	T(49)= 35.58078	sıcaklığı= 29.33806
T(4)= 29.39286	T(50)= 36.19435	
T(5)= 29.50044	T(51)= 35.58078	
T(6)= 29.54407	T(52)= 34.6233	
T(7)= 29.50044	T(53)= 33.96395	
T(8)= 29.39285	T(54)= 33.57991	
T(9)= 29.27016	T(55)= 33.45388	
T(10)= 29.17745	T(56)= 33.93113	
T(11)= 29.14337	T(57)= 34.08678	
T(12)= 30.77992	T(58)= 34.57315	
T(13)= 30.825	T(59)= 35.4607	
T(14)= 30.94895	T(60)= 36.93088	
T(15)= 31.11662	T(61)= 0	
T(16)= 31.2683	T(62)= 36.9309	
T(17)= 31.33153	T(63)= 35.46072	
T(18)= 31.26829	T(64)= 34.57317	
T(19)= 31.11661	T(65)= 34.08679	
T(20)= 30.94895	T(66)= 33.93113	
T(21)= 30.82499	T(67)= 34.09704	
T(22)= 30.7799	T(68)= 34.26295	
T(23)= 31.81429	T(69)= 34.78119	
T(24)= 31.87633	T(70)= 35.71548	
T(25)= 32.05099	T(71)= 37.15936	
T(26)= 32.29924	T(72)= 38.6096	
T(27)= 32.54165	T(73)= 37.15939	
T(28)= 32.65011	T(74)= 35.71551	
T(29)= 32.54163	T(75)= 34.7812	
T(30)= 32.29924	T(76)= 34.26295	
T(31)= 32.05099	T(77)= 34.09704	
T(32)= 31.87633	T(78)= 36.64603	
T(33)= 31.81429	T(79)= 39.825	
T(34)= 32.72458	T(80)= 37.06465	
T(35)= 32.81507	T(81)= 39.84587	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 36.35031	T(82)= 41.62651
Modül=10	T(37)= 36.85974	T(83)= 44.83128
Su sıcaklığı= 45	T(38)= 37.43485	T(84)= 42.64928
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 37.73306	T(85)= 44.88214
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 37.43485	T(86)= 43.46093
katsayısı= 12.79	T(41)= 36.85974	T(87)= 44.92306
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 36.3503	T(88)= 42.64928
iletim katsayısı= .7	T(43)= 36.02025	T(89)= 44.88214
Su ile boru arasındaki	T(44)= 35.90724	T(90)= 41.62649
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 36.81955	T(91)= 44.83129
2426.63	T(46)= 36.97706	T(92)= 41.33066
T(1)= 31.42988	T(47)= 37.45681	T(93)= 44.8151
T(2)= 31.47243	T(48)= 38.27953	Ortalama yüzey
T(3)= 31.58815	T(49)= 39.46978	sıcaklığı= 31.67293
T(4)= 31.74131	T(50)= 40.24974	
T(5)= 31.87565	T(51)= 39.46978	
T(6)= 31.93018	T(52)= 38.27955	
T(7)= 31.87565	T(53)= 37.45681	
T(8)= 31.7413	T(54)= 36.97704	
T(9)= 31.58815	T(55)= 36.81954	
T(10)= 31.47242	T(56)= 37.41682	
T(11)= 31.42987	T(57)= 37.61161	
T(12)= 33.47573	T(58)= 38.22034	
T(13)= 33.53202	T(59)= 39.33182	
T(14)= 33.68675	T(60)= 41.17579	
T(15)= 33.89603	T(61)= 0	
T(16)= 34.08542	T(62)= 41.1758	
T(17)= 34.16452	T(63)= 39.33183	
T(18)= 34.08541	T(64)= 38.22035	
T(19)= 33.89603	T(65)= 37.6116	
T(20)= 33.68673	T(66)= 37.41682	
T(21)= 33.532	T(67)= 37.62452	
T(22)= 33.47572	T(68)= 37.83221	
T(23)= 34.76896	T(69)= 38.48113	
T(24)= 34.84641	T(70)= 39.65163	
T(25)= 35.06444	T(71)= 41.46174	
T(26)= 35.37426	T(72)= 43.28602	
T(27)= 35.67684	T(73)= 41.46175	
T(28)= 35.81282	T(74)= 39.65164	
T(29)= 35.67683	T(75)= 38.48114	
T(30)= 35.37426	T(76)= 37.83222	
T(31)= 35.06443	T(77)= 37.62452	
T(32)= 34.84641	T(78)= 40.81838	
T(33)= 34.76895	T(79)= 44.79078	
T(34)= 35.90725	T(80)= 41.33067	
T(35)= 36.02026	T(81)= 44.81511	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 39.62268	T(82)= 45.96598
Modül=10	T(37)= 40.23331	T(83)= 49.80622
Su sıcaklığı= 50	T(38)= 40.92241	T(84)= 47.1895
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 41.28225	T(85)= 49.86456
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 40.92241	T(86)= 48.17447
katsayısı= 12.79	T(41)= 40.23332	T(87)= 49.91234
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 39.62267	T(88)= 47.18948
iletim katsayısı= .7	T(43)= 39.22689	T(89)= 49.86455
Su ile boru arasındaki	T(44)= 39.09136	T(90)= 45.96596
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 40.18672	T(91)= 49.80622
2532.23	T(46)= 40.37572	T(92)= 45.59877
T(1)= 33.71743	T(47)= 40.95125	T(93)= 49.78689
T(2)= 33.76845	T(48)= 41.93745	Ortalama yüzey
T(3)= 33.9072	T(49)= 43.3606	sıcaklığı= 34.00888
T(4)= 34.09086	T(50)= 44.30715	
T(5)= 34.25196	T(51)= 43.3606	
T(6)= 34.31739	T(52)= 41.93747	
T(7)= 34.25196	T(53)= 40.95126	
T(8)= 34.09085	T(54)= 40.37571	
T(9)= 33.9072	T(55)= 40.18671	
T(10)= 33.76844	T(56)= 40.90408	
T(11)= 33.71743	T(57)= 41.138	
T(12)= 36.17279	T(58)= 41.86914	
T(13)= 36.24027	T(59)= 43.20465	
T(14)= 36.42579	T(60)= 45.42255	
T(15)= 36.67673	T(61)= 0	
T(16)= 36.90384	T(62)= 45.42256	
T(17)= 36.99881	T(63)= 43.20467	
T(18)= 36.90384	T(64)= 41.86916	
T(19)= 36.67672	T(65)= 41.138	
T(20)= 36.42579	T(66)= 40.90407	
T(21)= 36.24026	T(67)= 41.15358	
T(22)= 36.17277	T(68)= 41.40307	
T(23)= 37.72496	T(69)= 42.1827	
T(24)= 37.81784	T(70)= 43.58944	
T(25)= 38.07926	T(71)= 45.76579	
T(26)= 38.4507	T(72)= 47.96374	
T(27)= 38.8135	T(73)= 45.7658	
T(28)= 38.97702	T(74)= 43.53947	
T(29)= 38.81348	T(75)= 42.18271	
T(30)= 38.4507	T(76)= 41.40307	
T(31)= 38.07925	T(77)= 41.15357	
T(32)= 37.81784	T(78)= 44.99286	
T(33)= 37.72496	T(79)= 49.75937	
T(34)= 39.09137	T(80)= 45.59878	
T(35)= 39.22691	T(81)= 49.7869	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 42.89635	T(82)= 50.30713
Modül=10	T(37)= 43.60823	T(83)= 54.78315
Su sıcaklığı= 55	T(38)= 44.41139	T(84)= 51.73115
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 44.83291	T(85)= 54.84835
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 44.41139	T(86)= 52.88912
katsayısı= 12.79	T(41)= 43.60824	T(87)= 54.90248
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 42.89635	T(88)= 51.73114
iletim katsayısı= .7	T(43)= 42.43482	T(89)= 54.84836
Su ile boru arasındaki	T(44)= 42.27674	T(90)= 50.30711
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 43.55522	T(91)= 54.78314
2637.83	T(46)= 43.77572	T(92)= 49.86868
T(1)= 36.0059	T(47)= 44.44706	T(93)= 54.76091
T(2)= 36.06539	T(48)= 45.59681	Ortalama yüzey
T(3)= 36.22719	T(49)= 47.25301	sıcaklığı= 36.34578
T(4)= 36.44135	T(50)= 48.36634	
T(5)= 36.62924	T(51)= 47.25302	
T(6)= 36.70558	T(52)= 45.59683	
T(7)= 36.62923	T(53)= 44.44707	
T(8)= 36.44134	T(54)= 43.77571	
T(9)= 36.22718	T(55)= 43.55522	
T(10)= 36.06538	T(56)= 44.3927	
T(11)= 36.0059	T(57)= 44.66578	
T(12)= 38.87092	T(58)= 45.51937	
T(13)= 38.94962	T(59)= 47.07896	
T(14)= 39.16594	T(60)= 49.67094	
T(15)= 39.45855	T(61)= 0	
T(16)= 39.72342	T(62)= 49.67096	
T(17)= 39.83427	T(63)= 47.07899	
T(18)= 39.72341	T(64)= 45.51939	
T(19)= 39.45855	T(65)= 44.66578	
T(20)= 39.16594	T(66)= 44.3927	
T(21)= 38.9496	T(67)= 44.68401	
T(22)= 38.8709	T(68)= 44.97532	
T(23)= 40.68215	T(69)= 45.8857	
T(24)= 40.79046	T(70)= 47.52872	
T(25)= 41.09529	T(71)= 50.07132	
T(26)= 41.52537	T(72)= 52.64259	
T(27)= 41.95143	T(73)= 50.07133	
T(28)= 42.14252	T(74)= 47.52876	
T(29)= 41.95141	T(75)= 45.88571	
T(30)= 41.52837	T(76)= 44.97532	
T(31)= 41.09528	T(77)= 44.68401	
T(32)= 40.79046	T(78)= 49.16921	
T(33)= 40.68214	T(79)= 54.73046	
T(34)= 42.27676	T(80)= 49.86869	
T(35)= 42.43482	T(81)= 54.76091	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 26.27498	T(82)= 39.77677
Modül = 20	T(37)= 26.60254	T(83)= 36.97268
Su sıcaklığı= 40	T(38)= 27.06534	T(84)= 39.84101
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 27.66574	T(85)= 38.07832
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 28.40242	T(86)= 39.8996
katsayısı= 12.79	T(41)= 29.26245	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 30.2005	sıcaklığı= 25.10292
iletim katsayısı= .7	T(43)= 31.08239	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 31.53285	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 26.37861	
2321.03	T(46)= 26.44881	
T(1)= 23.88097	T(47)= 26.66107	
T(2)= 23.92521	T(48)= 27.02051	
T(3)= 24.05734	T(49)= 27.5363	
T(4)= 24.27526	T(50)= 28.22256	
T(5)= 24.57398	T(51)= 29.09973	
T(6)= 24.94328	T(52)= 30.1955	
T(7)= 25.36376	T(53)= 31.54086	
T(8)= 25.80169	T(54)= 33.13974	
T(9)= 26.20394	T(55)= 34.28225	
T(10)= 26.49808	T(56)= 26.60179	
T(11)= 26.60857	T(57)= 26.67573	
T(12)= 24.91127	T(58)= 26.89996	
T(13)= 24.96387	T(59)= 27.28215	
T(14)= 25.12121	T(60)= 27.83678	
T(15)= 25.38142	T(61)= 28.58845	
T(16)= 25.73985	T(62)= 29.57848	
T(17)= 26.18631	T(63)= 30.87895	
T(18)= 26.70049	T(64)= 32.62767	
T(19)= 27.24502	T(65)= 35.13886	
T(20)= 27.75696	T(66)= 26.67708	
T(21)= 28.14263	T(67)= 26.75236	
T(22)= 28.29196	T(68)= 26.98092	
T(23)= 25.52183	T(69)= 27.37136	
T(24)= 25.58051	T(70)= 27.94022	
T(25)= 25.75651	T(71)= 28.71597	
T(26)= 26.04931	T(72)= 29.74677	
T(27)= 26.45679	T(73)= 31.11417	
T(28)= 26.97265	T(74)= 32.95198	
T(29)= 27.58173	T(75)= 35.43844	
T(30)= 28.25138	T(76)= 37.84735	
T(31)= 28.91632	T(77)= 34.97484	
T(32)= 29.45644	T(78)= 39.73758	
T(33)= 29.68443	T(79)= 35.4477	
T(34)= 26.01502	T(80)= 39.76012	
T(35)= 26.07983	T(81)= 35.72385	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 28.16753	T(82)= 44.73863
Modül = 20	T(37)= 28.57	T(83)= 41.30341
Su sıcaklığı= 45	T(38)= 29.13865	T(84)= 44.81374
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 29.87636	T(85)= 42.66861
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 30.78153	T(86)= 44.8832
katsayısı= 12.79	T(41)= 31.83828	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 32.99092	sıcaklığı= 26.72745
iletim katsayısı= .7	T(43)= 34.07461	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 34.62852	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 28.29485	
2426.63	T(46)= 28.3811	
T(1)= 25.22599	T(47)= 28.64191	
T(2)= 25.28034	T(48)= 29.08356	
T(3)= 25.4427	T(49)= 29.7173	
T(4)= 25.71046	T(50)= 30.56051	
T(5)= 26.07751	T(51)= 31.6383	
T(6)= 26.53127	T(52)= 32.98468	
T(7)= 27.04793	T(53)= 34.63773	
T(8)= 27.58605	T(54)= 36.60218	
T(9)= 28.08032	T(55)= 38.00788	
T(10)= 28.44177	T(56)= 28.56907	
T(11)= 28.57755	T(57)= 28.65992	
T(12)= 26.49193	T(58)= 28.93543	
T(13)= 26.55656	T(59)= 29.40503	
T(14)= 26.74989	T(60)= 30.0865	
T(15)= 27.06961	T(61)= 31.01007	
T(16)= 27.51002	T(62)= 32.22651	
T(17)= 28.0586	T(63)= 33.8244	
T(18)= 28.6904	T(64)= 35.97312	
T(19)= 29.35949	T(65)= 39.05928	
T(20)= 29.98854	T(66)= 28.66158	
T(21)= 30.46247	T(67)= 28.75408	
T(22)= 30.646	T(68)= 29.0349	
T(23)= 27.24212	T(69)= 29.51463	
T(24)= 27.31422	T(70)= 30.2136	
T(25)= 27.53048	T(71)= 31.16675	
T(26)= 27.89025	T(72)= 32.43326	
T(27)= 28.39092	T(73)= 34.11327	
T(28)= 29.02477	T(74)= 36.37105	
T(29)= 29.77317	T(75)= 39.4247	
T(30)= 30.596	T(76)= 42.3848	
T(31)= 31.41306	T(77)= 38.85955	
T(32)= 32.07679	T(78)= 44.69253	
T(33)= 32.35703	T(79)= 39.43231	
T(34)= 27.84811	T(80)= 44.71859	
T(35)= 27.92775	T(81)= 39.77859	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 30.06124	T(82)= 49.70366
Modül = 20	T(37)= 30.53868	T(83)= 45.63632
Su sıcaklığı= 50	T(38)= 31.21323	T(84)= 49.78875
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 32.08836	T(85)= 47.26059
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 33.16213	T(86)= 49.86819
katsayısı= 12.79	T(41)= 34.41572	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 35.78309	sıcaklığı= 28.35299
iletim katsayısı= .7	T(43)= 37.06873	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 37.72621	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 30.21227	
2532.23	T(46)= 30.3146	
T(1)= 26.57184	T(47)= 30.62397	
T(2)= 26.63632	T(48)= 31.14788	
T(3)= 26.82892	T(49)= 31.89965	
T(4)= 27.14655	T(50)= 32.89991	
T(5)= 27.58197	T(51)= 34.17844	
T(6)= 28.12026	T(52)= 35.77558	
T(7)= 28.73317	T(53)= 37.73653	
T(8)= 29.37153	T(54)= 40.06681	
T(9)= 29.9579	T(55)= 41.73604	
T(10)= 30.3867	T(56)= 30.53757	
T(11)= 30.5478	T(57)= 30.64534	
T(12)= 28.07356	T(58)= 30.97217	
T(13)= 28.15023	T(59)= 31.52923	
T(14)= 28.37957	T(60)= 32.3376	
T(15)= 28.75885	T(61)= 33.43318	
T(16)= 29.28129	T(62)= 34.87616	
T(17)= 29.93206	T(63)= 36.77164	
T(18)= 30.68154	T(64)= 39.3206	
T(19)= 31.47528	T(65)= 42.98208	
T(20)= 32.22154	T(66)= 30.6473	
T(21)= 32.78379	T(67)= 30.75704	
T(22)= 33.00154	T(68)= 31.09015	
T(23)= 28.96348	T(69)= 31.65924	
T(24)= 29.04901	T(70)= 32.48837	
T(25)= 29.30554	T(71)= 33.61903	
T(26)= 29.73233	T(72)= 35.12139	
T(27)= 30.32626	T(73)= 37.11419	
T(28)= 31.07817	T(74)= 39.79212	
T(29)= 31.96598	T(75)= 43.41311	
T(30)= 32.9421	T(76)= 46.92396	
T(31)= 33.91139	T(77)= 42.74689	
T(32)= 34.69882	T(78)= 49.65121	
T(33)= 35.03135	T(79)= 43.41957	
T(34)= 29.68233	T(80)= 49.68049	
T(35)= 29.7768	T(81)= 43.8358	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 31.95599	T(82)= 54.67145
Modül = 20	T(37)= 32.50842	T(83)= 49.97113
Su sıcaklığı= 55	T(38)= 33.28896	T(84)= 54.76574
Oda sıcaklığı = 18	T(39)= 34.30156	T(85)= 51.85402
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 35.54402	T(86)= 54.85439
katsayısı= 12.79	T(41)= 36.99458	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 38.57681	sıcaklığı= 29.97944
iletim katsayısı= .7	T(43)= 40.06454	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 40.82566	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 32.13074	
2637.83	T(46)= 32.24913	
T(1)= 27.91842	T(47)= 32.60712	
T(2)= 27.99303	T(48)= 33.21332	
T(3)= 28.21589	T(49)= 34.08319	
T(4)= 28.58342	T(50)= 35.24057	
T(5)= 29.08725	T(51)= 36.71996	
T(6)= 29.71011	T(52)= 38.568	
T(7)= 30.41932	T(53)= 40.83702	
T(8)= 31.158	T(54)= 43.5334	
T(9)= 31.83651	T(55)= 45.46642	
T(10)= 32.33271	T(56)= 32.50713	
T(11)= 32.51913	T(57)= 32.63184	
T(12)= 29.65606	T(58)= 33.01	
T(13)= 29.74477	T(59)= 33.65456	
T(14)= 30.01014	T(60)= 34.58993	
T(15)= 30.449	T(61)= 35.8576	
T(16)= 31.05353	T(62)= 37.52723	
T(17)= 31.80654	T(63)= 39.72045	
T(18)= 32.67378	T(64)= 42.66985	
T(19)= 33.59224	T(65)= 46.90696	
T(20)= 34.45578	T(66)= 32.6341	
T(21)= 35.10641	T(67)= 32.76108	
T(22)= 35.35839	T(68)= 33.14653	
T(23)= 30.68577	T(69)= 33.80501	
T(24)= 30.78474	T(70)= 34.76437	
T(25)= 31.08157	T(71)= 36.07263	
T(26)= 31.57541	T(72)= 37.81095	
T(27)= 32.26264	T(73)= 40.1167	
T(28)= 33.13269	T(74)= 43.21494	
T(29)= 34.15998	T(75)= 47.4034	
T(30)= 35.28948	T(76)= 51.46463	
T(31)= 36.41109	T(77)= 46.6366	
T(32)= 37.3223	T(78)= 54.6314	
T(33)= 37.70717	T(79)= 47.40912	
T(34)= 31.51755	T(80)= 54.6454	
T(35)= 31.62686	T(81)= 47.89518	

1 cm seramik kaplama	T(36)= 29.40826	T(82)= 44.75732
Modül = 20	T(37)= 29.78068	T(83)= 41.56859
Su sıcaklığı= 45	T(38)= 30.30686	T(84)= 44.82722
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 30.98949	T(85)= 42.82452
Konveksiyon ısı transfer katsayısı= 12.79	T(40)= 31.82707	T(86)= 44.89104
Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı= .7	T(41)= 32.80492	Ortalama yüzey sıcaklığı= 28.07572
Su ile boru arasındaki konveksiyon katsayısı= 2426.63	T(42)= 33.8715	
T(1)= 26.68639	T(43)= 34.87427	
T(2)= 26.73668	T(44)= 35.38659	
T(3)= 26.88692	T(45)= 29.52608	
T(4)= 27.13468	T(46)= 29.60589	
T(5)= 27.47431	T(47)= 29.84722	
T(6)= 27.8942	T(48)= 30.25589	
T(7)= 28.37228	T(49)= 30.84231	
T(8)= 28.87021	T(50)= 31.62255	
T(9)= 29.32757	T(51)= 32.61986	
T(10)= 29.66202	T(52)= 33.8657	
T(11)= 29.78766	T(53)= 35.39536	
T(12)= 27.85779	T(54)= 37.21338	
T(13)= 27.9176	T(55)= 38.513	
T(14)= 28.09649	T(56)= 29.77982	
T(15)= 28.39234	T(57)= 29.86389	
T(16)= 28.79986	T(58)= 30.11883	
T(17)= 29.30748	T(59)= 30.55336	
T(18)= 29.89209	T(60)= 31.18393	
T(19)= 30.51122	T(61)= 32.03854	
T(20)= 31.0933	T(62)= 33.16413	
T(21)= 31.53182	T(63)= 34.64763	
T(22)= 31.70163	T(64)= 36.63084	
T(23)= 28.55196	T(65)= 39.486	
T(24)= 28.61868	T(66)= 29.86542	
T(25)= 28.81878	T(67)= 29.95102	
T(26)= 29.1517	T(68)= 30.21087	
T(27)= 29.61497	T(69)= 30.65477	
T(28)= 30.2015	T(70)= 31.30154	
T(29)= 30.89401	T(71)= 32.18351	
T(30)= 31.6554	T(72)= 33.35545	
T(31)= 32.41145	T(73)= 34.91002	
T(32)= 33.0256	T(74)= 36.9993	
T(33)= 33.28186	T(75)= 39.8255	
T(34)= 29.1127	T(76)= 42.56213	
T(35)= 29.18639	T(77)= 39.3007	
	T(78)= 44.71465	
	T(79)= 39.83703	
	T(80)= 44.73916	
	T(81)= 40.15121	

1 cm seramik kaplama
 Modül = 20
 Su sıcaklığı = 50
 Oda sıcaklığı = 20
 Konveksiyon ısı transfer
 katsayısı = 12.79
 Döşeme kaplaması ısı
 iletim katsayısı = .7
 Su ile boru arasındaki
 konveksiyon katsayısı =
 2532.23

T(1) = 28.03203
 T(2) = 28.09245
 T(3) = 28.27292
 T(4) = 28.57055
 T(5) = 28.97855
 T(6) = 29.48294
 T(7) = 30.05726
 T(8) = 30.65542
 T(9) = 31.20486
 T(10) = 31.60665
 T(11) = 31.75759
 T(12) = 29.43919
 T(13) = 29.51103
 T(14) = 29.72592
 T(15) = 30.08131
 T(16) = 30.57086
 T(17) = 31.18065
 T(18) = 31.88293
 T(19) = 32.62669
 T(20) = 33.32595
 T(21) = 33.85278
 T(22) = 34.0568
 T(23) = 30.27306
 T(24) = 30.3532
 T(25) = 30.59358
 T(26) = 30.9935
 T(27) = 31.55002
 T(28) = 32.25458
 T(29) = 33.08649
 T(30) = 34.00114
 T(31) = 34.90939
 T(32) = 35.64722
 T(33) = 35.95876
 T(34) = 30.94665
 T(35) = 31.03516

T(36) = 31.30169
 T(37) = 31.74906
 T(38) = 32.38114
 T(39) = 33.20116
 T(40) = 34.20731
 T(41) = 35.38197
 T(42) = 36.66324
 T(43) = 37.86793
 T(44) = 38.48378
 T(45) = 31.44321
 T(46) = 31.53909
 T(47) = 31.82899
 T(48) = 32.3199
 T(49) = 33.02433
 T(50) = 33.96159
 T(51) = 35.15961
 T(52) = 36.65619
 T(53) = 38.49369
 T(54) = 40.67747
 T(55) = 42.24055
 T(56) = 31.74802
 T(57) = 31.84901
 T(58) = 32.15525
 T(59) = 32.67723
 T(60) = 33.4347
 T(61) = 34.46128
 T(62) = 35.81339
 T(63) = 37.58948
 T(64) = 39.97782
 T(65) = 43.40822
 T(66) = 31.85084
 T(67) = 31.95367
 T(68) = 32.26581
 T(69) = 32.79906
 T(70) = 33.57597
 T(71) = 34.63543
 T(72) = 36.04318
 T(73) = 37.9105
 T(74) = 40.41988
 T(75) = 43.81339
 T(76) = 47.10088
 T(77) = 43.1874
 T(78) = 49.67242
 T(79) = 43.82364
 T(80) = 49.70022
 T(81) = 44.20782

T(82) = 49.72157
 T(83) = 45.90097
 T(84) = 49.80167
 T(85) = 47.41608
 T(86) = 49.8757
 Ortalama yüzey
 sıcaklığı = 29.70102

1 cm seramik kaplama	T(36)= 33.19617	T(82)= 54.68866
Modül = 20	T(37)= 33.71852	T(83)= 50.23529
Su sıcaklığı= 55	T(38)= 34.45657	T(84)= 54.77814
Oda sıcaklığı = 20	T(39)= 35.41404	T(85)= 52.00914
Konveksiyon ısı transfer	T(40)= 36.58886	T(86)= 54.8616
katsayısı= 12.79	T(41)= 37.96046	Ortalama yüzey
Döşeme kaplaması ısı	T(42)= 39.45656	sıcaklığı= 31.32723
iletim katsayısı= .7	T(43)= 40.86331	
Su ile boru arasındaki	T(44)= 41.58278	
konveksiyon katsayısı=	T(45)= 33.36141	
2637.83	T(46)= 33.47336	
T(1)= 29.37843	T(47)= 33.81185	
T(2)= 29.44898	T(48)= 34.38505	
T(3)= 29.6597	T(49)= 35.20757	
T(4)= 30.00722	T(50)= 36.30194	
T(5)= 30.48362	T(51)= 37.70078	
T(6)= 31.07257	T(52)= 39.44822	
T(7)= 31.74318	T(53)= 41.59375	
T(8)= 32.44164	T(54)= 44.14356	
T(9)= 33.0832	T(55)= 45.97036	
T(10)= 33.55238	T(56)= 33.71731	
T(11)= 33.72865	T(57)= 33.83523	
T(12)= 31.02146	T(58)= 34.1928	
T(13)= 31.10534	T(59)= 34.80227	
T(14)= 31.35626	T(60)= 35.68671	
T(15)= 31.77123	T(61)= 36.88536	
T(16)= 32.34285	T(62)= 38.4641	
T(17)= 33.05486	T(63)= 40.53789	
T(18)= 33.87489	T(64)= 43.32661	
T(19)= 34.74335	T(65)= 47.33256	
T(20)= 35.55987	T(66)= 33.83737	
T(21)= 36.17507	T(67)= 33.95743	
T(22)= 36.41332	T(68)= 34.3219	
T(23)= 31.99511	T(69)= 34.94452	
T(24)= 32.08869	T(70)= 35.85166	
T(25)= 32.36937	T(71)= 37.08869	
T(26)= 32.83631	T(72)= 38.73237	
T(27)= 33.48613	T(73)= 40.9126	
T(28)= 34.30881	T(74)= 43.84225	
T(29)= 35.28018	T(75)= 47.80319	
T(30)= 36.34819	T(76)= 51.64116	
T(31)= 37.40874	T(77)= 47.07651	
T(32)= 38.27032	T(78)= 54.63352	
T(33)= 38.63419	T(79)= 47.81259	
T(34)= 32.7816	T(80)= 54.66435	
T(35)= 32.88496	T(81)= 48.26664	

EK II.a. 10 cm modül için bilgisayar programı.

```

DIM A(93, 93): DIM T(93): DIM Y(93)
INPUT "Ortalama su sıcaklığı"; TS
INPUT "Oda sıcaklığı"; TH
INPUT "Konveksiyon ısı transfer katsayısı"; H
INPUT "Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı"; K
G = 1056 * (.02 * (TS + 273) - 4.06) - (.5 ^ .8 / .0013 ^ .2)
FOR I = 1 TO 93
FOR J = 1 TO 93
A(I, J) = 0
NEXT J
NEXT I
A(1, 1) = -(2 + (.01 * H) / K)
A(1, 2) = 1
A(1, 12) = 1
A(2, 1) = 1
A(2, 2) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(2, 3) = 1
A(2, 13) = 2
A(3, 2) = 1
A(3, 3) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(3, 4) = 1
A(3, 14) = 2
A(4, 3) = 1
A(4, 4) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(4, 5) = 1
A(4, 15) = 2
A(5, 4) = 1
A(5, 5) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(5, 6) = 1
A(5, 16) = 2
A(6, 5) = 1
A(6, 6) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(6, 7) = 1
A(6, 17) = 2
A(7, 6) = 1
A(7, 7) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(7, 8) = 1
A(7, 18) = 2
A(8, 7) = 1
A(8, 8) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(8, 9) = 1
A(8, 19) = 2
A(9, 8) = 1
A(9, 9) = -(4 + (.02 * H) / K)

```

$$\begin{aligned}
A(10, 9) &= 1 \\
A(10, 10) &= -(4 + (.02 * H) / K) \\
A(10, 11) &= 1 \\
A(10, 21) &= 2 \\
A(11, 10) &= 1 \\
A(11, 11) &= -(2 + (.01 * H) / K) \\
A(11, 22) &= 1 \\
A(12, 1) &= K \\
A(12, 12) &= -2 * (K + 1.032) \\
A(12, 13) &= K + 1.032 \\
A(12, 23) &= 1.032 \\
A(13, 12) &= K + 1.032 \\
A(13, 13) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(13, 14) &= K + 1.032 \\
A(13, 2) &= 2 * K \\
A(13, 24) &= 2.064 \\
A(14, 3) &= 2 * K \\
A(14, 13) &= K + 1.032 \\
A(14, 14) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(14, 15) &= K + 1.032 \\
A(14, 25) &= 2.064 \\
A(15, 4) &= 2 * K \\
A(15, 14) &= K + 1.032 \\
A(15, 15) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(15, 16) &= K + 1.032 \\
A(15, 26) &= 2.064 \\
A(16, 5) &= 2 * K \\
A(16, 15) &= K + 1.032 \\
A(16, 16) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(16, 17) &= K + 1.032 \\
A(16, 27) &= 2.064 \\
A(17, 6) &= 2 * K \\
A(17, 16) &= K + 1.032 \\
A(17, 17) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(17, 18) &= K + 1.032 \\
A(17, 28) &= 2.064 \\
A(18, 7) &= 2 * K \\
A(18, 17) &= K + 1.032 \\
A(18, 18) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(18, 19) &= K + 1.032 \\
A(18, 29) &= 2.064 \\
A(19, 8) &= 2 * K \\
A(19, 18) &= K + 1.032 \\
A(19, 19) &= -4 * (K + 1.032)
\end{aligned}$$

$A(20, 9) = 2 * K$
 $A(20, 19) = K + 1.032$
 $A(20, 20) = -4 * (K + 1.032)$
 $A(20, 21) = K + 1.032$
 $A(20, 31) = 2.064$
 $A(21, 10) = 2 * K$
 $A(21, 20) = K + 1.032$
 $A(21, 21) = -4 * (K + 1.032)$
 $A(21, 22) = K + 1.032$
 $A(21, 32) = 2.064$
 $A(22, 11) = K$
 $A(22, 21) = K + 1.032$
 $A(22, 22) = -2 * (K + 1.032)$
 $A(22, 33) = 1.032$
 $A(23, 12) = 1$
 $A(23, 23) = -4$
 $A(23, 24) = 2$
 $A(23, 34) = 1$
 $A(24, 13) = 1$
 $A(24, 23) = 1$
 $A(24, 24) = -4$
 $A(24, 25) = 1$
 $A(24, 35) = 1$
 $A(25, 14) = 1$
 $A(25, 24) = 1$
 $A(25, 25) = -4$
 $A(25, 26) = 1$
 $A(25, 36) = 1$
 $A(26, 15) = 1$
 $A(26, 25) = 1$
 $A(26, 26) = -4$
 $A(26, 27) = 1$
 $A(26, 37) = 1$
 $A(27, 16) = 1$
 $A(27, 26) = 1$
 $A(27, 27) = -4$
 $A(27, 28) = 1$
 $A(27, 38) = 1$
 $A(28, 17) = 1$
 $A(28, 27) = 1$
 $A(28, 28) = -4$
 $A(28, 29) = 1$
 $A(28, 39) = 1$
 $A(29, 18) = 1$
 $A(29, 28) = 1$
 $A(29, 29) = -4$

A(29, 30) = 1
A(29, 40) = 1
A(30, 19) = 1
A(30, 29) = 1
A(30, 30) = -4
A(30, 31) = 1
A(30, 41) = 1
A(31, 20) = 1
A(31, 30) = 1
A(31, 31) = -4
A(31, 32) = 1
A(31, 42) = 1
A(32, 21) = 1
A(32, 31) = 1
A(32, 32) = -4
A(32, 33) = 1
A(32, 43) = 1
A(33, 22) = 1
A(33, 32) = 2
A(33, 33) = -4
A(33, 44) = 1
A(34, 23) = 1
A(34, 35) = 2
A(34, 45) = 1
A(34, 34) = -4
A(35, 24) = 1
A(35, 34) = 1
A(35, 35) = -4
A(35, 36) = 1
A(35, 46) = 1
A(36, 25) = 1
A(36, 35) = 1
A(36, 36) = -4
A(36, 37) = 1
A(36, 47) = 1
A(37, 26) = 1
A(37, 36) = 1
A(37, 37) = -4
A(37, 38) = 1
A(37, 48) = 1
A(38, 27) = 1
A(38, 37) = 1
A(38, 38) = -4
A(38, 39) = 1
A(38, 49) = 1
A(39, 28) = 1

A(39, 38) = 1
A(39, 39) = -4
A(39, 40) = 1
A(39, 50) = 1
A(40, 29) = 1
A(40, 39) = 1
A(40, 40) = -4
A(40, 41) = 1
A(40, 51) = 1
A(41, 30) = 1
A(41, 40) = 1
A(41, 41) = -4
A(41, 42) = 1
A(41, 52) = 1
A(42, 31) = 1
A(42, 41) = 1
A(42, 42) = -4
A(42, 43) = 1
A(42, 53) = 1
A(43, 32) = 1
A(43, 42) = 1
A(43, 43) = -4
A(43, 44) = 1
A(43, 54) = 1
A(44, 33) = 1
A(44, 43) = 2
A(44, 44) = -4
A(44, 55) = 1
A(45, 34) = 1
A(45, 46) = 2
A(45, 45) = -4
A(45, 56) = 1
A(46, 35) = 1
A(46, 45) = 1
A(46, 46) = -4
A(46, 47) = 1
A(46, 57) = 1
A(47, 36) = 1
A(47, 46) = 1
A(47, 47) = -4
A(47, 48) = 1
A(47, 58) = 1
A(48, 37) = 1
A(48, 47) = 1

A(48, 59) = 1
A(49, 38) = 1
A(49, 48) = 1
A(49, 50) = .82
A(49, 49) = -4.1
A(49, 60) = .82
A(49, 92) = .468
A(50, 39) = 1
A(50, 49) = .82
A(50, 50) = -9.315
A(50, 51) = .82
A(50, 78) = 6.675
A(51, 40) = 1
A(51, 50) = .82
A(51, 51) = -4.1
A(51, 52) = 1
A(51, 62) = .82
A(51, 80) = .468
A(52, 41) = 1
A(52, 51) = 1
A(52, 52) = -4
A(52, 53) = 1
A(52, 63) = 1
A(53, 42) = 1
A(53, 52) = 1
A(53, 53) = -4
A(53, 54) = 1
A(53, 64) = 1
A(54, 43) = 1
A(54, 53) = 1
A(54, 54) = -4
A(54, 55) = 1
A(54, 65) = 1
A(55, 44) = 1
A(55, 54) = 2
A(55, 55) = -4
A(55, 66) = 1
A(56, 45) = 1
A(56, 56) = -4
A(56, 57) = 2
A(56, 67) = 1
A(57, 46) = 1
A(57, 56) = 1
A(57, 57) = -4

$A(58, 47) = 1$
 $A(58, 57) = 1$
 $A(58, 58) = -4$
 $A(58, 59) = 1$
 $A(58, 69) = 1$
 $A(59, 48) = 1$
 $A(59, 58) = 1$
 $A(59, 59) = -4$
 $A(59, 60) = 1$
 $A(59, 70) = 1$
 $A(60, 49) = .82$
 $A(60, 59) = 1$
 $A(60, 60) = -9.315$
 $A(60, 71) = .82$
 $A(60, 90) = 6.675$
 $A(61, 61) = -1$
 $A(62, 51) = .82$
 $A(62, 62) = -9.315$
 $A(62, 63) = 1$
 $A(62, 73) = .82$
 $A(62, 82) = 6.675$
 $A(63, 52) = 1$
 $A(63, 62) = 1$
 $A(63, 63) = -4$
 $A(63, 64) = 1$
 $A(63, 74) = 1$
 $A(64, 53) = 1$
 $A(64, 63) = 1$
 $A(64, 64) = -4$
 $A(64, 65) = 1$
 $A(64, 75) = 1$
 $A(65, 54) = 1$
 $A(65, 64) = 1$
 $A(65, 65) = -4$
 $A(65, 66) = 1$
 $A(65, 76) = 1$
 $A(66, 55) = 1$
 $A(66, 65) = 2$
 $A(66, 66) = -4$
 $A(66, 77) = 1$
 $A(67, 56) = 1$
 $A(67, 67) = 0$

$A(68, 68) = -4$
 $A(69, 58) = 2$
 $A(69, 68) = 1$
 $A(69, 69) = -4$
 $A(69, 70) = 1$
 $A(70, 59) = 2$
 $A(70, 69) = 1$
 $A(70, 70) = -4$
 $A(70, 71) = 1$
 $A(71, 60) = .82$
 $A(71, 70) = .5$
 $A(71, 71) = -2.108$
 $A(71, 72) = .32$
 $A(71, 88) = .468$
 $A(72, 71) = .32$
 $A(72, 72) = -7.315$
 $A(72, 73) = .32$
 $A(72, 86) = 6.675$
 $A(73, 62) = .82$
 $A(73, 72) = .32$
 $A(73, 73) = -2.108$
 $A(73, 74) = .5$
 $A(73, 84) = .468$
 $A(74, 63) = 2$
 $A(74, 73) = 1$
 $A(74, 74) = -4$
 $A(74, 75) = 1$
 $A(75, 64) = 2$
 $A(75, 74) = 1$
 $A(75, 75) = -4$
 $A(75, 76) = 1$
 $A(76, 65) = 2$
 $A(76, 75) = 1$
 $A(76, 76) = -4$
 $A(76, 77) = 1$
 $A(77, 76) = 1$
 $A(77, 66) = 1$
 $A(77, 77) = -2$
 $A(78, 50) = 6.88$
 $A(78, 78) = -7.99$
 $A(78, 79) = 1.038$
 $A(78, 80) = .033$
 $A(78, 92) = .033$
 $A(79, 78) = 1.038$
 $A(79, 79) = -(1.124 + .0081 * G)$
 $A(79, 81) = .0431$

A(79, 93) = .0431
A(80, 51) = .483
A(80, 81) = .26
A(80, 80) = -.809
A(80, 82) = .033
A(80, 78) = .033
A(81, 79) = .0431
A(81, 80) = .26
A(81, 81) = $-(.346 + .002 * G)$
A(81, 83) = .0431
A(82, 62) = 6.88
A(82, 80) = .033
A(82, 82) = -7.99
A(82, 83) = 1.038
A(82, 84) = .033
A(83, 81) = .0431
A(83, 82) = 1.038
A(83, 83) = $-(1.124 + .0081 * G)$
A(83, 85) = .0431
A(84, 73) = .483
A(84, 82) = .033
A(84, 84) = -.809
A(84, 85) = .26
A(84, 86) = .033
A(85, 83) = .0431
A(85, 84) = .26
A(85, 85) = $-(.346 + .002 * G)$
A(85, 87) = .0431
A(86, 72) = 6.88
A(86, 84) = .033
A(86, 86) = -7.99
A(86, 87) = 1.038
A(86, 88) = .033
A(87, 85) = .0431
A(87, 86) = 1.038
A(87, 87) = $-(1.124 + .0081 * G)$
A(87, 89) = .0431
A(88, 71) = .483
A(88, 86) = .033
A(88, 88) = -.809
A(88, 89) = .26
A(88, 90) = .033
A(89, 87) = .0431
A(89, 88) = .26
A(89, 89) = $-(.346 + .002 * G)$
A(89, 91) = .0431

```

A(90, 60) = 6.88
A(90, 88) = .033
A(90, 90) = -7.99
A(90, 91) = 1.038
A(90, 92) = .033
A(91, 89) = .0431
A(91, 90) = 1.038
A(91, 91) = -(1.124 + .0081 * G)
A(91, 93) = .0431
A(92, 78) = .033
A(92, 49) = .483
A(92, 90) = .033
A(92, 92) = -.809
A(92, 93) = .26
A(93, 79) = .0431
A(93, 91) = .0431
A(93, 92) = .26
A(93, 93) = -(.346 + .002 * G)
FOR I = 1 TO 93
IF A(I, I) >= 0 THEN GOTO 10
NEXT I
FOR I = 1 TO 93
Y(I) = 0
NEXT I
Y(1) = -(0.01 * H * TH / K)
Y(2) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(3) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(4) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(5) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(6) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(7) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(8) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(9) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(10) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(11) = -(0.01 * H * TH / K)
Y(79) = -.0081 * G * TS
Y(81) = -.002 * G * TS
Y(83) = -.0081 * G * TS
Y(85) = -.002 * G * TS
Y(87) = -.0081 * G * TS
Y(89) = -.002 * G * TS

```

```

IF J = I THEN GOTO 50
IF L = I THEN GOTO 60
A(J, L) = A(J, L) - A(J, I) * A(I, L) / A(I, I)
60 NEXT L
50 NEXT J
A(I, I) = -1 / A(I, I)
FOR J = 1 TO 93
IF J = I THEN GOTO 70
A(J, I) = A(J, I) * A(I, I)
70 NEXT J
FOR L = 1 TO 93
IF L = I THEN GOTO 80
A(I, L) = A(I, L) * A(I, I)
80 NEXT L
NEXT I
FOR I = 1 TO 93
FOR J = 1 TO 93
A(I, J) = -A(I, J)
NEXT J
NEXT I
OPEN "m10h1840" FOR OUTPUT AS #1
PRINT #1, "Modül=10"
PRINT #1, "Su sıcaklığı="; TS
PRINT #1, "Oda sıcaklığı="; TH
PRINT #1, "Konveksiyon ısı transfer katsayısı="; H
PRINT #1, "Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı="; K
PRINT #1, "Su ile boru arasındaki konveksiyon katsayısı="; G
FOR I = 1 TO 93
T(I) = 0
FOR L = 1 TO 93
T(I) = T(I) + A(I, L) * Y(L)
NEXT L
PRINT #1, "T("; I; ")="; T(I)
NEXT I
Z = 0
FOR I = 1 TO 6
Z = Z + T(I)
NEXT I
P = Z / 6
PRINT #1, "Ortalama yüzey sıcaklığı="; P
GOTO 40
10 PRINT I; "KÖŞEGENDE 0 VEYA NEGATİF DEĞER"
40 STOP
END

```

EK II.b. 20 cm modül için bilgisayar programı.

```

DIM A(86, 86): DIM T(86): DIM Y(86)
INPUT "Ortalama su sıcaklığı"; TS
INPUT "Oda sıcaklığı"; TH
INPUT "Konveksiyon ısı transfer katsayısı"; H
INPUT "Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı"; K
G = 1056 * (.02 * (TS + 273) - 4.06) - (.5 ^ .8 / .0013 ^ .2)
FOR I = 1 TO 86
FOR J = 1 TO 86
A(I, J) = 0
NEXT J
NEXT I
A(1, 1) = -(2 + (.01 * H) / K)
A(1, 2) = 1
A(1, 12) = 1
A(2, 1) = 1
A(2, 2) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(2, 3) = 1
A(2, 13) = 2
A(3, 2) = 1
A(3, 3) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(3, 4) = 1
A(3, 14) = 2
A(4, 3) = 1
A(4, 4) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(4, 5) = 1
A(4, 15) = 2
A(5, 4) = 1
A(5, 5) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(5, 6) = 1
A(5, 16) = 2
A(6, 5) = 1
A(6, 6) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(6, 7) = 1
A(6, 17) = 2
A(7, 6) = 1
A(7, 7) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(7, 8) = 1
A(7, 18) = 2
A(8, 7) = 1
A(8, 8) = -(4 + (.02 * H) / K)
A(8, 9) = 1

```

$$\begin{aligned}
A(10, 9) &= 1 \\
A(10, 10) &= -(4 + (.02 * H) / K) \\
A(10, 11) &= 1 \\
A(10, 21) &= 2 \\
A(11, 10) &= 1 \\
A(11, 11) &= -(2 + (.01 * H) / K) \\
A(11, 22) &= 1 \\
A(12, 1) &= K \\
A(12, 12) &= -2 * (K + 1.032) \\
A(12, 13) &= K + 1.032 \\
A(12, 23) &= 1.032 \\
A(13, 12) &= K + 1.032 \\
A(13, 13) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(13, 14) &= K + 1.032 \\
A(13, 2) &= 2 * K \\
A(13, 24) &= 2.064 \\
A(14, 3) &= 2 * K \\
A(14, 13) &= K + 1.032 \\
A(14, 14) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(14, 15) &= K + 1.032 \\
A(14, 25) &= 2.064 \\
A(15, 4) &= 2 * K \\
A(15, 14) &= K + 1.032 \\
A(15, 15) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(15, 16) &= K + 1.032 \\
A(15, 26) &= 2.064 \\
A(16, 5) &= 2 * K \\
A(16, 15) &= K + 1.032 \\
A(16, 16) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(16, 17) &= K + 1.032 \\
A(16, 27) &= 2.064 \\
A(17, 6) &= 2 * K \\
A(17, 16) &= K + 1.032 \\
A(17, 17) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(17, 18) &= K + 1.032 \\
A(17, 28) &= 2.064 \\
A(18, 7) &= 2 * K \\
A(18, 17) &= K + 1.032 \\
A(18, 18) &= -4 * (K + 1.032) \\
A(18, 19) &= K + 1.032 \\
A(18, 29) &= 2.064 \\
A(19, 8) &= 2 * K
\end{aligned}$$

$A(20, 9) = 2 * K$
 $A(20, 19) = K + 1.032$
 $A(20, 20) = -4 * (K + 1.032)$
 $A(20, 21) = K + 1.032$
 $A(20, 31) = 2.064$
 $A(21, 10) = 2 * K$
 $A(21, 20) = K + 1.032$
 $A(21, 21) = -4 * (K + 1.032)$
 $A(21, 22) = K + 1.032$
 $A(21, 32) = 2.064$
 $A(22, 11) = K$
 $A(22, 21) = K + 1.032$
 $A(22, 22) = -2 * (K + 1.032)$
 $A(22, 33) = 1.032$
 $A(23, 12) = 1$
 $A(23, 23) = -4$
 $A(23, 24) = 2$
 $A(23, 34) = 1$
 $A(24, 13) = 1$
 $A(24, 23) = 1$
 $A(24, 24) = -4$
 $A(24, 25) = 1$
 $A(24, 35) = 1$
 $A(25, 14) = 1$
 $A(25, 24) = 1$
 $A(25, 25) = -4$
 $A(25, 26) = 1$
 $A(25, 36) = 1$
 $A(26, 15) = 1$
 $A(26, 25) = 1$
 $A(26, 26) = -4$
 $A(26, 27) = 1$
 $A(26, 37) = 1$
 $A(27, 16) = 1$
 $A(27, 26) = 1$
 $A(27, 27) = -4$
 $A(27, 28) = 1$
 $A(27, 38) = 1$
 $A(28, 17) = 1$
 $A(28, 27) = 1$
 $A(28, 28) = -4$
 $A(28, 29) = 1$
 $A(28, 39) = 1$
 $A(29, 18) = 1$
 $A(29, 28) = 1$
 $A(29, 29) = -4$

A(29, 30) = 1
A(29, 40) = 1
A(30, 19) = 1
A(30, 29) = 1
A(30, 30) = -4
A(30, 31) = 1
A(30, 41) = 1
A(31, 20) = 1
A(31, 30) = 1
A(31, 31) = -4
A(31, 32) = 1
A(31, 42) = 1
A(32, 21) = 1
A(32, 31) = 1
A(32, 32) = -4
A(32, 33) = 1
A(32, 43) = 1
A(33, 22) = 1
A(33, 32) = 2
A(33, 33) = -4
A(33, 44) = 1
A(34, 23) = 1
A(34, 35) = 2
A(34, 45) = 1
A(34, 34) = -4
A(35, 24) = 1
A(35, 34) = 1
A(35, 35) = -4
A(35, 36) = 1
A(35, 46) = 1
A(36, 25) = 1
A(36, 35) = 1
A(36, 36) = -4
A(36, 37) = 1
A(36, 47) = 1
A(37, 26) = 1
A(37, 36) = 1
A(37, 37) = -4
A(37, 38) = 1
A(37, 48) = 1
A(38, 27) = 1
A(38, 37) = 1
A(38, 38) = -4
A(38, 39) = 1
A(38, 49) = 1
A(39, 28) = 1

A(39, 38) = 1
A(39, 39) = -4
A(39, 40) = 1
A(39, 50) = 1
A(40, 29) = 1
A(40, 39) = 1
A(40, 40) = -4
A(40, 41) = 1
A(40, 51) = 1
A(41, 30) = 1
A(41, 40) = 1
A(41, 41) = -4
A(41, 42) = 1
A(41, 52) = 1
A(42, 31) = 1
A(42, 41) = 1
A(42, 42) = -4
A(42, 43) = 1
A(42, 53) = 1
A(43, 32) = 1
A(43, 42) = 1
A(43, 43) = -4
A(43, 44) = 1
A(43, 54) = 1
A(44, 33) = 1
A(44, 43) = 2
A(44, 44) = -4
A(44, 55) = 1
A(45, 34) = 1
A(45, 46) = 2
A(45, 45) = -4
A(45, 56) = 1
A(46, 35) = 1
A(46, 45) = 1
A(46, 46) = -4
A(46, 47) = 1
A(46, 57) = 1
A(47, 36) = 1
A(47, 46) = 1
A(47, 47) = -4
A(47, 48) = 1
A(47, 58) = 1
A(48, 37) = 1
A(48, 47) = 1
A(48, 48) = -4
A(48, 49) = 1

A(48, 59) = 1
A(49, 38) = 1
A(49, 48) = 1
A(49, 49) = -4
A(49, 50) = 1
A(49, 60) = 1
A(50, 39) = 1
A(50, 49) = 1
A(50, 50) = -4
A(50, 51) = 1
A(50, 61) = 1
A(51, 40) = 1
A(51, 50) = 1
A(51, 51) = -4
A(51, 52) = 1
A(51, 62) = 1
A(52, 41) = 1
A(52, 51) = 1
A(52, 52) = -4
A(52, 53) = 1
A(52, 63) = 1
A(53, 42) = 1
A(53, 52) = 1
A(53, 53) = -4
A(53, 54) = 1
A(53, 64) = 1
A(54, 43) = 1
A(54, 53) = 1
A(54, 54) = -4.108
A(54, 55) = .82
A(54, 65) = .82
A(54, 79) = .468
A(55, 44) = 1
A(55, 54) = 1.64
A(55, 55) = -9.315
A(55, 77) = 6.675
A(56, 45) = 1
A(56, 56) = -4
A(56, 57) = 2
A(56, 66) = 1
A(57, 46) = 1
A(57, 56) = 1
A(57, 57) = -4
A(57, 58) = 1
A(57, 67) = 1
A(58, 47) = 1

A(58, 57) = 1
A(58, 58) = -4
A(58, 59) = 1
A(58, 68) = 1
A(59, 48) = 1
A(59, 58) = 1
A(59, 59) = -4
A(59, 60) = 1
A(59, 69) = 1
A(60, 49) = 1
A(60, 59) = 1
A(60, 60) = -4
A(60, 61) = 1
A(60, 70) = 1
A(61, 50) = 1
A(61, 60) = 1
A(61, 61) = -4
A(61, 62) = 1
A(61, 71) = 1
A(62, 51) = 1
A(62, 61) = 1
A(62, 62) = -4
A(62, 63) = 1
A(62, 72) = 1
A(63, 52) = 1
A(63, 62) = 1
A(63, 63) = -4
A(63, 64) = 1
A(63, 73) = 1
A(64, 53) = 1
A(64, 63) = 1
A(64, 64) = -4
A(64, 65) = 1
A(64, 74) = 1
A(65, 54) = .82
A(65, 64) = 1
A(65, 65) = -9.315
A(65, 75) = .82
A(65, 81) = 6.675
A(66, 56) = 1
A(66, 66) = -2
A(66, 76) = 1

$A(68, 58) = 2$
 $A(68, 67) = 1$
 $A(68, 68) = -4$
 $A(68, 69) = 1$
 $A(69, 59) = 2$
 $A(69, 68) = 1$
 $A(69, 69) = -4$
 $A(69, 70) = 1$
 $A(70, 60) = 2$
 $A(70, 69) = 1$
 $A(70, 70) = -4$
 $A(70, 71) = 1$
 $A(71, 61) = 2$
 $A(71, 70) = 1$
 $A(71, 71) = -4$
 $A(71, 72) = 1$
 $A(72, 62) = 2$
 $A(72, 71) = 1$
 $A(72, 72) = -4$
 $A(72, 73) = 1$
 $A(73, 63) = 2$
 $A(73, 72) = 1$
 $A(73, 73) = -4$
 $A(73, 74) = 1$
 $A(74, 64) = 2$
 $A(74, 73) = 1$
 $A(74, 74) = -4$
 $A(74, 75) = 1$
 $A(75, 65) = .82$
 $A(75, 74) = .5$
 $A(75, 76) = .32$
 $A(75, 83) = .468$
 $A(75, 75) = -2.108$
 $A(76, 75) = .64$
 $A(76, 76) = -7.315$
 $A(76, 85) = 6.675$
 $A(77, 55) = 6.88$
 $A(77, 77) = -7.99$
 $A(77, 78) = 1.038$
 $A(77, 79) = .066$
 $A(78, 77) = 1.038$
 $A(78, 80) = .066$

```

A(79, 80) = .26
A(79, 81) = .033
A(80, 78) = .0431
A(80, 79) = .26
A(80, 80) = -( .346 + .002 * G)
A(80, 82) = .0431
A(81, 65) = 6.88
A(81, 79) = .033
A(81, 81) = -7.99
A(81, 82) = 1.038
A(81, 83) = .033
A(82, 80) = .0431
A(82, 81) = 1.038
A(82, 82) = -(1.124 + .0081 * G)
A(82, 84) = .0431
A(83, 75) = .483
A(83, 81) = .033
A(83, 83) = -.809
A(83, 84) = .26
A(83, 85) = .033
A(84, 82) = .0431
A(84, 83) = .26
A(84, 84) = -( .346 + .002 * G)
A(84, 86) = .0431
A(85, 76) = 6.88
A(85, 83) = .066
A(85, 85) = -7.99
A(85, 86) = 1.038
A(86, 84) = .0862
A(86, 85) = 1.038
A(86, 86) = -(1.124 + .0081 * G)
FOR I = 1 TO 86
IF A(I, I) >= 0 THEN GOTO 10
NEXT I
FOR I = 1 TO 86
Y(I) = 0
NEXT I
Y(1) = -( .01 * H * TH / K)
Y(2) = -( .02 * H * TH / K)
Y(3) = -( .02 * H * TH / K)
Y(4) = -( .02 * H * TH / K)
Y(5) = -( .02 * H * TH / K)

```

```

Y(10) = -(0.02 * H * TH / K)
Y(11) = -(0.01 * H * TH / K)
Y(78) = -0.0081 * G * TS
Y(80) = -0.002 * G * TS
Y(82) = -0.0081 * G * TS
Y(84) = -0.002 * G * TS
Y(86) = -0.0081 * G * TS
FOR I = 1 TO 86
FOR J = 1 TO 86
FOR L = 1 TO 86
IF J = I THEN GOTO 50
IF L = I THEN GOTO 60
A(J, L) = A(J, L) - A(J, I) * A(I, L) / A(I, I)
60 NEXT L
50 NEXT J
A(I, I) = -1 / A(I, I)
FOR J = 1 TO 86
IF J = I THEN GOTO 70
A(J, I) = A(J, I) * A(I, I)
70 NEXT J
FOR L = 1 TO 86
IF L = I THEN GOTO 80
A(I, L) = A(I, L) * A(I, I)
80 NEXT L
NEXT I
FOR I = 1 TO 86
FOR J = 1 TO 86
A(I, J) = -A(I, J)
NEXT J
NEXT I
OPEN "m20s1840" FOR OUTPUT AS #1
PRINT #1, "Modül = 20"
PRINT #1, "Su sıcaklığı="; TS
PRINT #1, "Oda sıcaklığı="; TH
PRINT #1, "Konveksiyon ısı transfer katsayısı="; H
PRINT #1, "Döşeme kaplaması ısı iletim katsayısı="; K
PRINT #1, "Su ile boru arasındaki konveksiyon katsayısı="; G
FOR I = 1 TO 86
T(I) = 0
FOR L = 1 TO 86
T(I) = T(I) + A(I, L) * Y(L)

```

```
Z = Z + T(I)
NEXT I
P = Z / 11
PRINT #1, "Ortalama yüzey sıcaklığı="; P
GOTO 40
10 PRINT I; "KÖŞEGENDE 0 VEYA NEGATİF DEĞER"
40 STOP
END
```



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi 10.10.1973
Doğum Yeri İstanbul
Eğitim 1984-1987 Gebze Ortaokulu
1987-1990 Eskişehir TCDD Meslek Lisesi
1991-1995 Hacettepe Üniversitesi Zonguldak Mühendislik Fak.
Makina Mühendisliği Bölümü
Görev Yeri 1996- TCDD Haydarpaşa Liman İşletmesi Müdürlüğü
Liman Atölyesi.

