



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI
Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

HT-350 TERMAL İLETKETLİK EĞİTİM SETİ

DENEY FÖYLERİ



DENEYSAN EĞİTİM CİHAZLARI SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Küçük Sanayi sitesi 12 Ekim Cad. 52.Sok. No:18/ABALIKESİR

Tel:0266 2461075 Faks:0266 2460948<http://www.deneysan.com> mail:

deneysan@deneysan.com

BALIKESİR-2015

İçindekiler

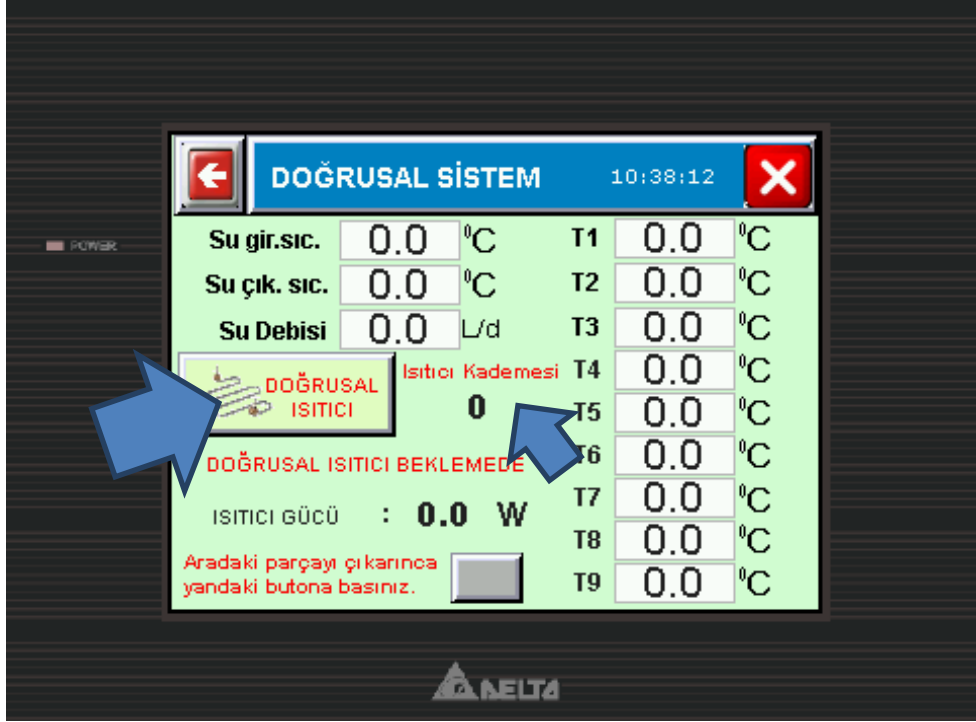
DOKUNMATİK EKİRAN KULLANIMI.....	3
Dairesel sistem.....	4
Doğrusal sistem.....	5
DENEY SETİNİN YAPISI	6
TERMAL İLETKENLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	7
DENEYLER.....	10
DENEY NO: HT-350-01	10
DENEYİN ADI: Doğrusal Isı İletimi Deneyi.....	10
DENEY NO: HT-350-02	18
DENEYİN ADI: Radyal Isı İletim Deneyi	18

A) DOKUNMATİK EKCRAN KULLANIMI



HT-355' in ana ekranında 3 seçenek bulunmaktadır. Kontrol menüsünde dairesel ve doğrusal sistem için 2 ısıtıcı butonu bulunmaktadır. Her buton kendi sistemi içerisinde yer almaktadır.

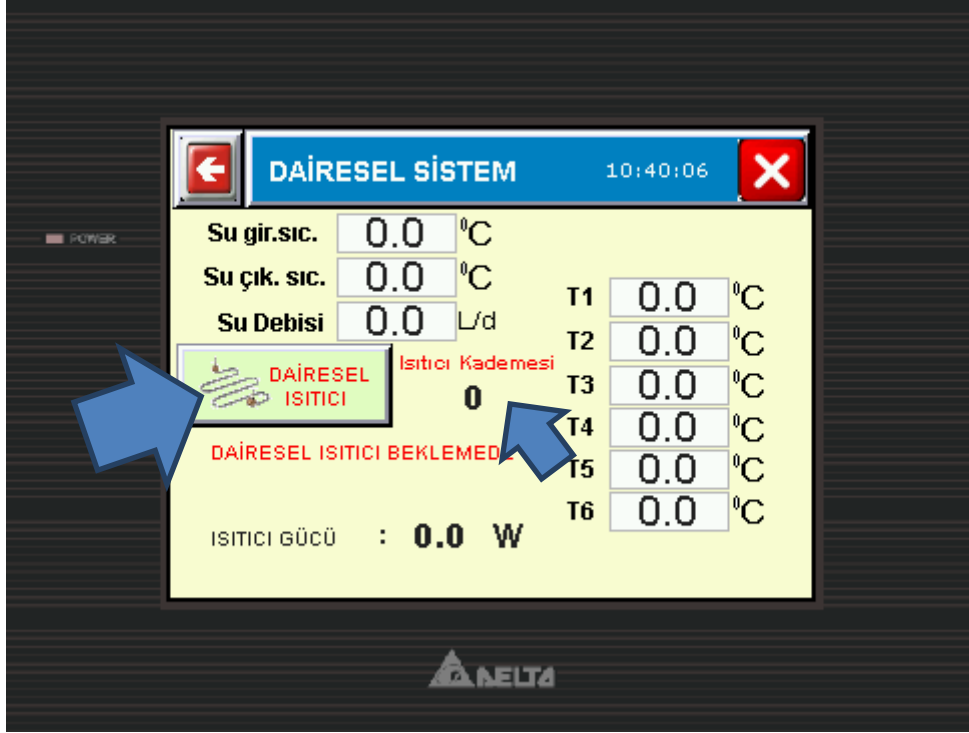
1- Dairesel sistem



Isıtıcı tuşuna basıldığında ısıtıcı çalışmaktadır. Isıtıcı kademesi (min:1 - max:3) yardımıyla ısıtıcımızın gücü ayarlamamız mümkündür. Ayrıca sistem menüsü içerisinde suyun debisi ve ısıtıcı gücü de görülebilmektedir.

(Isıtıcı set değeri 0 konumunda iken rezistans çalışmayacağı için 1 değerine (min) ayarlayınız.)

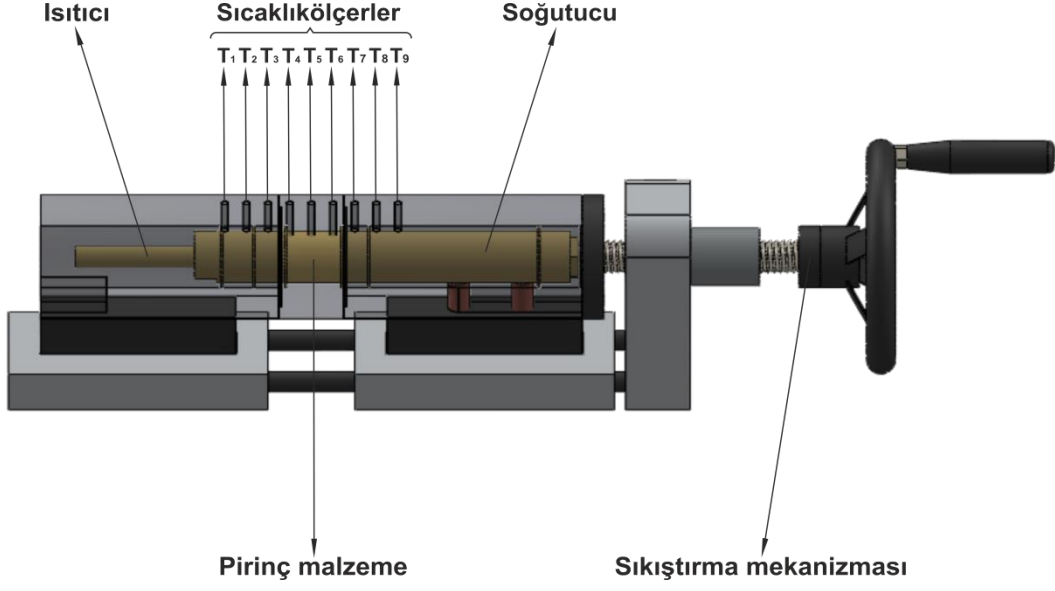
2-Dogrusal sistem



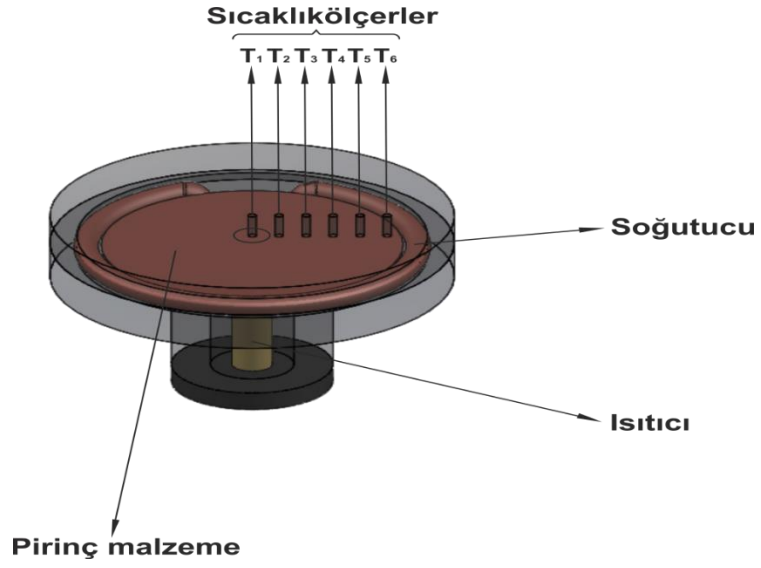
Isıtıcı tuşuna basıldığında ısıtıcı çalışmaktadır. Isıtıcı kademesi (min:1 - max:3) yardımıyla ısıtıcımızın gücü ayarlamamız mümkündür. Ayrıca sistem menüsü içerisinde suyun debisi ve ısıtıcı gücü de görülebilmektedir.

(Isıtıcı set değeri 0 konumunda iken rezistans çalışmayacağı için 1 değerine (min) ayarlayınız.)

B) DENEY SETİNİN YAPISI



Şekil-1 Doğrusal ısı iletimi ölçüm sistemi



Şekil-2 Radyal ısı iletim ölçüm sistemi

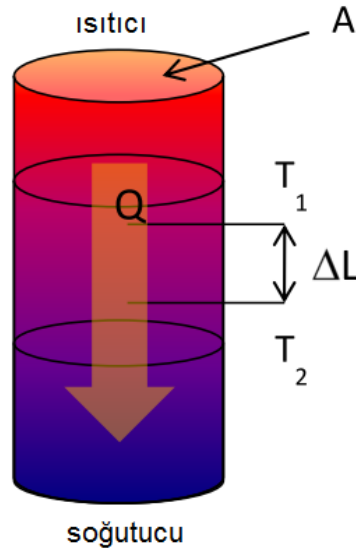
C) TERMAL İLETKENLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Termal iletkenlik aşağıdaki bağıntı ile tanımlanır;

$$K = \frac{Q/A}{\Delta T/\Delta L}$$

Burada Q, A kesitinden geçen ısı gücü, ΔT , ΔL kalınlığında oluşan sıcaklık farkını ifade eder. (Q/A) , $\Delta T/\Delta L$ sıcaklık gradyenti tarafından oluşturulan ısı akısıdır.

Termal iletkenlik ölçümü, bu nedenle, her zaman ısı akısı ve sıcaklık farkı ölçümünü içerir. Ölçüm zorluğu her zaman ısı akış ölçümü ile ilişkilidir. Isı akısı ölçümünün (örneğin, ısıtıcı içine giden elektrik güç ölçümü ile) doğrudan yapıldığı durumda, ölçüm mutlak olarak adlandırılır. Akı ölçümünün dolaylı olarak yapıldığı yerde (mukayese yolu ile), bu karşılaştırmalı yöntem olarak adlandırılır.



Şekil-1

Bu iki temel yönteme ek olarak, genellikle doğadaki geçici diğer ikincil yöntemler, aynı zamanda termal iletkenliği verebilir.

Tüm durumlarda, numune sahip olduğu toplam ısı akısı (ve referanslar, karşılaştırmalı bir örnek olarak), tek eksenli olması gerekir. Bu nedenle, radyal doğrultuda ısı kayıpları veya ısı kazancı en aza indirilmelidir. Bu gibi basit çözümler örnek etrafında yalıtım malzemesi ile bir

"koruma" kurulumu ile bir dereceye kadar gerçekleştirilebilir. Şayet numunenin koruması aynı sıcaklık farkı için kontrol edilirse, o zaman radyal ısı akışını en aza indirilecektir.

Belirli bir ölçüm sistemi ve konfigürasyonunda ısı iletkenliği, numune büyüklüğünden önemli şekilde etkilenir. Isı iletkenliği yüksek olduğunda, numuneler (örneğin silindir şeklinde), genellikle "uzun" seçilir. İletkenliği düşük olduğunda, numuneler (örneğin, levha veya disk şeklinde), genellikle "yassı" olarak seçilir.

Aşağıdaki bölüm, iletkenliği çok geniş bir yelpazede sergileyen bir katı malzemeler üzerinde 1500°C'ye kadar alt sıcaklıklarda başlıca iletkenlik ölçme yöntemlerini kapsar. Bu teknikler aksel akış, radyal akış, korunan sıcak plaka ve sıcak-tel yöntemidir.

Eksenel Akış Yöntemleri

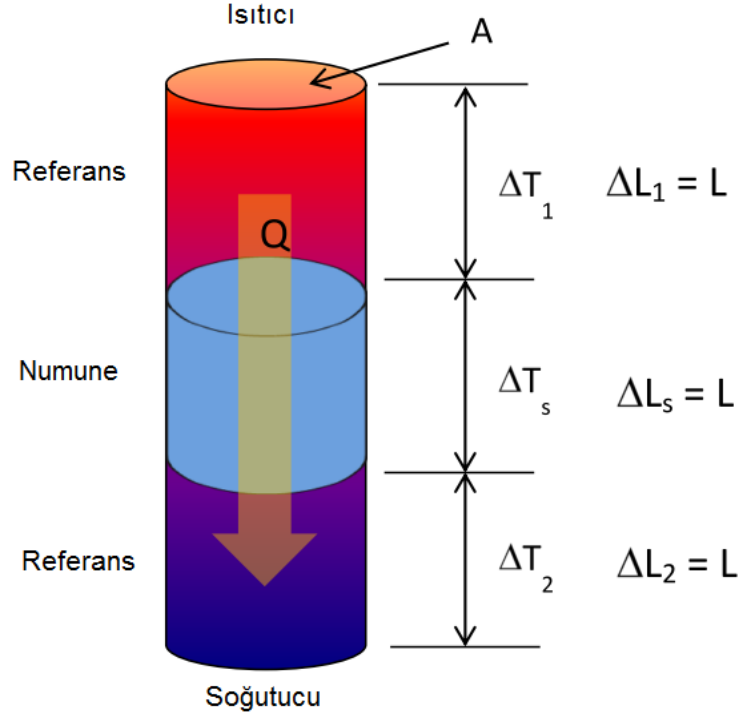
Eksenel akış yöntemleri uzun yıllardan bu yana yapılmaktadır ve literatürdeki en hassas ve güvenilir sonuçlara imza atmıştır. Bu, çok düşük sıcaklık derecelerinde tercih edilen bir yöntemdir.

En önemli ölçüm konusu radyal yöndeki kayıpların azaltılması olup özellikle ısıtıcının yerleştirildiği uç kısımda bu konu oldukça önemlidir. Bu kayıplar, düşük sıcaklıklarda çok azdır. Numunenin sıcaklığı oda sıcaklığının üstünde hareket ettikçe, ısı kayıplarının kontrolü daha zor hale gelir. Ancak uygulamada silindirik simetri ısı geçişi kullanılır.

Korunan ve korumasız çözümler ilave olarak, diğer kategoriler de ayrılır: Çoğunlukla alt ortamlarda mutlak aksel ısı akışı kullanılır. Bu tür sistemler, ısıtıcı elektrik gücünü ayarlamak için çok hassas bir bilgi gerektirmektedir. Sonuç olarak, sıcak ısıtıcı yüzeyler kayıplarda önemli bir rol oynamaktadır.

Karşılaştırmalı kesme çubuk (ASTM E1225 Test Yöntemi)

Bu belki de aksel ısı iletkenliği test için en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu, ölçme ilkesinde termal sıcaklık gradyanları bilinen bir örnek ve bilinmeyen bir örnek ile karşılaştırma yapılır. Daha çok, bilinmeyen (Şekil 2) elemanı ortadan kaldırmak için çok zor olan küçük ısı kayıpları için daha fazla hesapla, numune bilinen iki "referanslar" arasına sıkıştırılır.



Şekil-2

K_R referans ısı iletkenliğidir. Buradan, bilinmeyen bir örneğin termal iletkenliği (K_S) aşağıdaki denklemden elde edilebilir:

$$\frac{Q}{A} = K_S \frac{\Delta T_S}{L} = K_R \frac{\Delta T_1 + \Delta T_2}{2} \frac{1}{L}$$

A) DENEY NO: HT-350-01

B) DENEYİN ADI: **Doğrusal Isı İletimi Deneyi**

C) DENEYİN AMACI:

- Aynı boyutlarda ve aynı malzemeden yapılmış bir katı çubuk boyunca ısının doğrusal olarak nasıl iletildiğini göstermek,
- Farklı malzemelerin temasının doğrusal ısı transferini nasıl etkilediğini göstermek,
- Bir katı çubukta malzemenin deneysel ısı iletkenliğinin nasıl hesaplandığını göstermek,
- İyi bir ısıl bağlantı için ısıl macunun nasıl etkinlik sağladığını göstermektir.

D) DENEYİN YAPILIŞI

İşlem 1-Standart Pirinç Malzeme

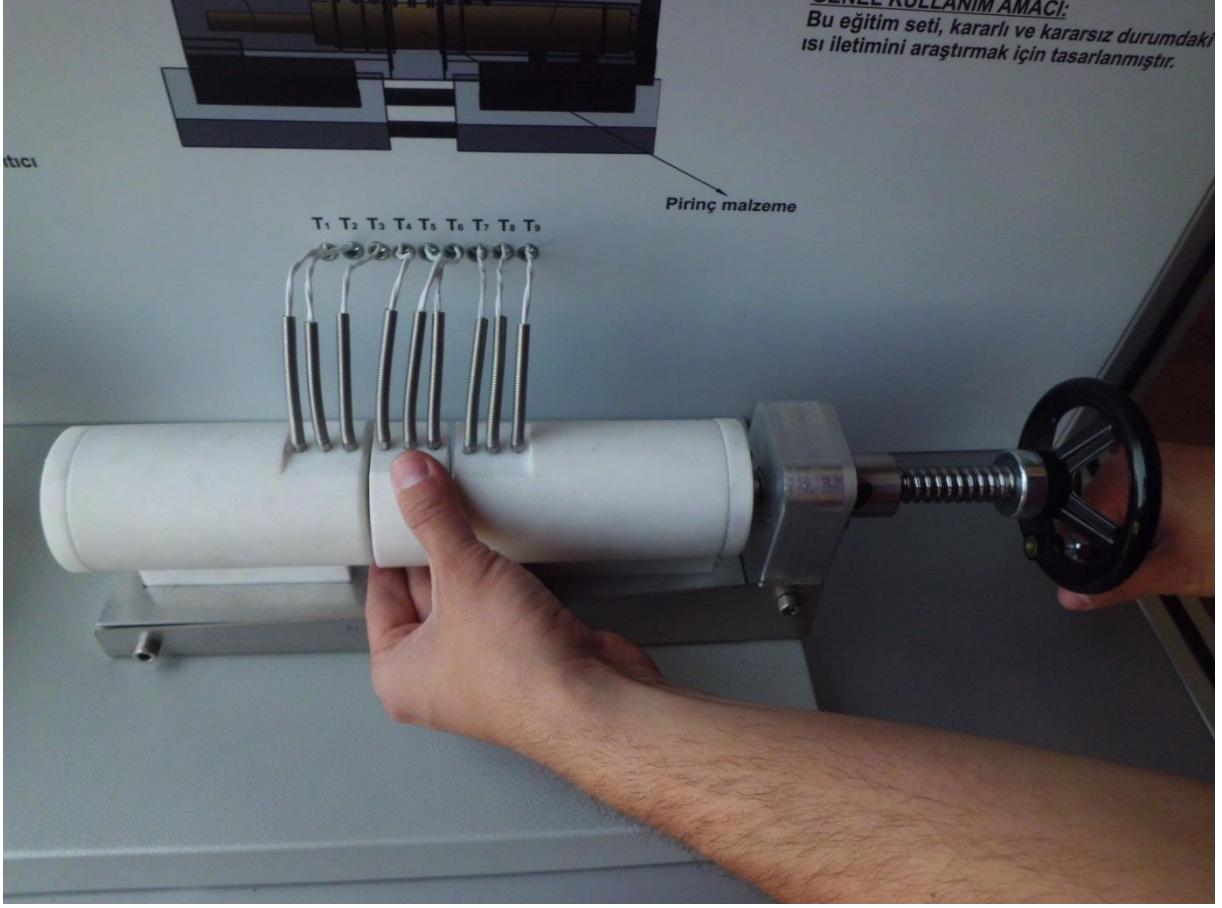
1. Doğrusal ısı iletim deneyine başlamadan önce ölçülecek malzemeyi deney düzeneğine aşağıdaki şekilde yerleştiriniz ve ayarlayınız.

1. Deney parçasını ölçüm ünitesine yerleştirerek sıkıştırma mekanizması ile tutturunuz.
2. Şayet deney için gerekli ise su hortumunu bağlayınız. Doğru sonuç alabilmek için bağlantıları doğru yaptığınızdan emin olunuz.
3. Suyu açınız ve sızıntıları tespit etmek için suyun deney elemanından birkaç dakika geçmesine müsaade ediniz.
4. Ana üniteyi elektriğe bağlayarak, anahtarını açınız.(Sigorta, kaçak akım rölesi ve acil stop butonunu kontrol ediniz.)
5. LCD ekrandan doğrusal sistem butonuna basınız.
6. LCD ekrandan ısıtıcı kademesini 2'ye ayarlayınız.
7. LCD ekrandan ısıtıcıyı çalıştırınız.

2. **Aşağıdaki kısımda tanımlandığı gibi ısı transfer macununu kullanarak pirinç orta kısmına oturtunuz.**

1. **Uygun eldiven kullanınız.**
2. **Kâğıt mendil veya eski bir bez kullanarak macun uygulanacak yüzeyi temizleyiniz.**
3. **Yüzeye macunu ince bir tabaka halinde sürünüz. Yüzeyde hava baloncukları olmadığından emin olunuz.**

4. Deney parçasını yerine yerleştiriniz. Ve kâğıt mendil veya eski bir bez kullanarak fazla macunları temizleyiniz.
5. Macunun elbisenize ve cildinize temasından sakınınız.



Şekil-3 Piriç orta kısmının oturtulması

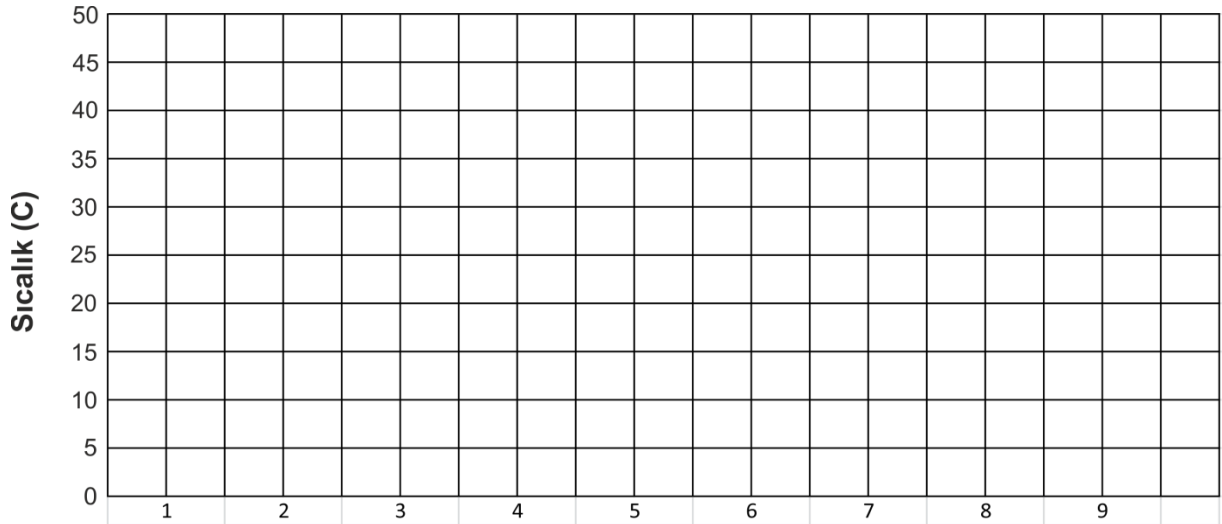
3. Tablo 1'dekine benzer bir sonuç tablosu oluşturunuz. (Ölçümleri almaya başladığınız zaman yazılım otomatik olarak bir tablo oluşturacaktır.)
5. Su akışını başlatmak için su çıkış valfini açınız. Daha sonra ısıtıcı kademesini 3'e ayarlayıp, ısıtıcıyı çalıştırın.
6. Sıcaklık durgun hale gelene kadar bekleyiniz ve sonra T_1 ve T_9 değerlerini kaydediniz.
7. Karşılaştırma için birinci testi tekrarlayınız ya da ısıtıcı kademesini farklı bir kademeye ayarlayınız.
8. Isıtıcıyı ve su desteğini kapatınız.

TABLO-1 Doğrusal ısı iletkenlik değeri sonuç tablosu

Ölçüm yapılacak malzeme: Pirinç									
Kademe	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉
3.Kademe									
5.Kademe									
8.kademe									
T ₁ 'den mesafe (m)	0	0,015	0,03	0,045	0,06	0,075	0,09	0,105	0,12

Sonuç Analizi

Birinci termokupl yardımıyla her güç ayarı için elde edilen sonuçlardan çubuk boyunca mesafeye karşılık sıcaklığın grafiğini çiziniz.(Şekil 4'ye bakınız) Sonuçlarınıza karşılık iyi bir grafik çizebilmelisiniz. Eğer orta kısım sıcaklığınız (T₄) grafikteki doğruya yakın değilse orta kısmı düzgün oturtamamışsınız demektir.



Şekil-4 Standart malzeme testi için grafik oluşturma

Referans sıcaklık için doğru boyunca ısı dağılımını hesaplayınız.

Metal çubuğun ısı iletkenliğini bulmak için en uç noktalardaki T_1 ve T_9 ölçümlerinin aralarında verilmiş mesafeyi, ısıtıcı gücünü ve çubuk alanını aşağıdaki denklemi kullanarak bulunuz.

$$k = \frac{Q \, dx}{A \, dT}$$

olarak verilmektedir. Bizim elde ettiğimiz sonuçlar ile pirinç ve çelik malzemenin bilinen değerleri karşılaştırılabilir.

Burada;

k: Isı iletim katsayısı [W/mK]

Q: Isı enerji (ısı /zaman) [W]

dx: Isı transfer boyu (0,045 m)

dT: Sıcaklık farkı [°C]

A: Isı transfer alanı ($4,908 \times 10^{-4} \text{ m}^2$) dır.

$$\frac{T_1 - T_{g1}}{T_1 - T_3} = \frac{0,025}{0,02} \quad \text{ve} \quad \frac{T_{ç1} - T_9}{T_7 - T_9} = \frac{0,025}{0,02}$$

Bu iki formül aracılığıyla ısı iletkenliğini bulacağımız malzemelerin yüzey sıcaklıklarını hesaplayıp, bu iki sıcaklık referans alınarak ısı iletkenlik katsayısında kullanacağımız sıcaklık değerleri ve diğer bilinmeyenler formülde yerine yazılarak malzemenin ısı iletim katsayısını hesaplayabiliriz.

$$k_{ORT} = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3} \quad (\text{Ortalama ısı iletim katsayısı})$$

(Hesaplamalar yapılırken, daha fazla kademede hesaplamalar yapıp çıkan sonuçlara göre ısı iletkenlik katsayılarının ortalaması alınmasıyla gerçek değere daha fazla yaklaşımış olur. (Ortam şartları, malzemenin düzgün yerleştirilmesi gibi dış faktörler sonucu etkileyebilir.)

Tablo 2: Seçilmiş malzemelerin ısı iletkenlikleri

Normal şartlarda Malzeme (298 K, 24.85 °C)		Tipik ısı iletkenlik (k) W/m.K
Metal malzeme	Saf alüminyum	205-237
	Alüminyum alaşımı (6082)	170
	Pirinç (CZ 121 tipi)	123
	Pirinç (63% bakır)	125
	Pirinç (70% bakır)	109-121
	Saf bakır	353-386
	Bakır (C101 tipi)	388
	Bronz	58
	Hafif çelik	50
	Paslanmaz çelik	16
Gaz	Hava	0.0234
	Hidrojen	0.172
Diğerleri	Asbestos	0.28
	Cam	0.8
	Su	0.6
	Ağaç (yumuşak ya da sert ağaç)	0.07-0.2

Tablo 2’de verilen tipik değerler ile karşılaştırınız. Eğer varsa her hatanın nedenini açıklayabilir misiniz?

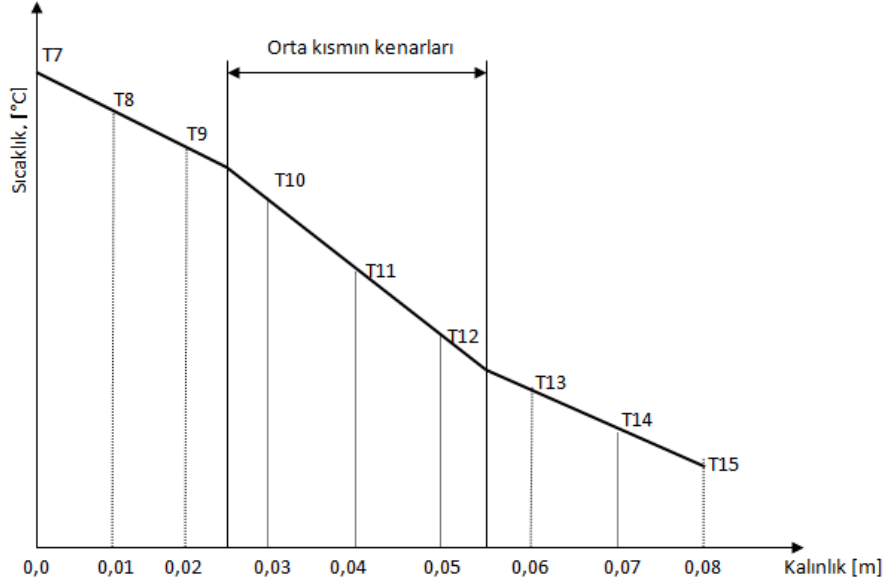
Her ısıtıcı güç ayarı için grafik dağılımı hakkında neyi fark ettiniz?

İşlem 2- Farklı Malzemelerin Ölçümü

İşlem 1’i farklı malzemeler için tekrarlayınız.

İşlem 1’de olduğu gibi, sonuçları mesafeye karşılık grafik olarak çiziniz.

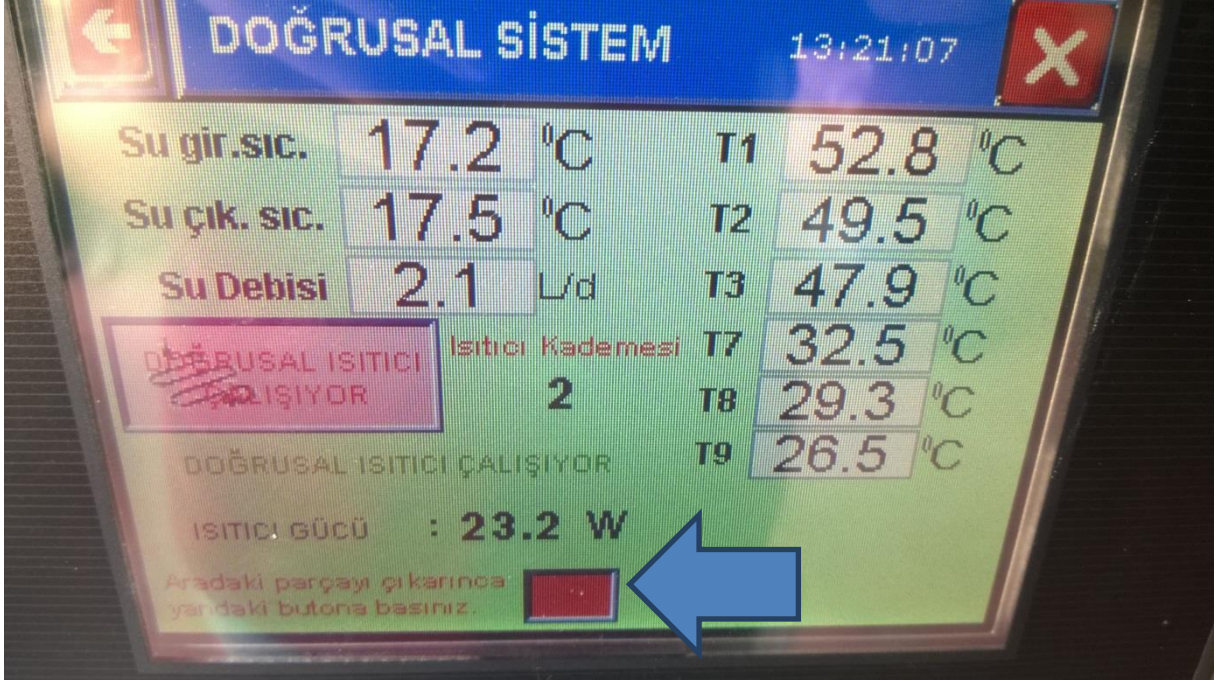
Isıl dağılımın tümünü bulmak için sonuçların tümüne en uygun doğruyu ekleyiniz.



Şekil-5 Isıl dağılımın tümünü göstermek için en uygun doğrunun eklenmesi



Şekil-6 Bronz malzemenin yerleştirilmesi



Şekil-7 Bronz malzeme sonuçları

(Bronz malzeme ölçüm değerlerinde kafa karışıklığına yol açmamak için butona basarak ölçüm alınmayan sıcaklık değerlerini ekrandan kaldırabiliriz.)

TABLO-3 Doğrusal ısı iletkenlik değeri sonuç tablosu (Bronz)

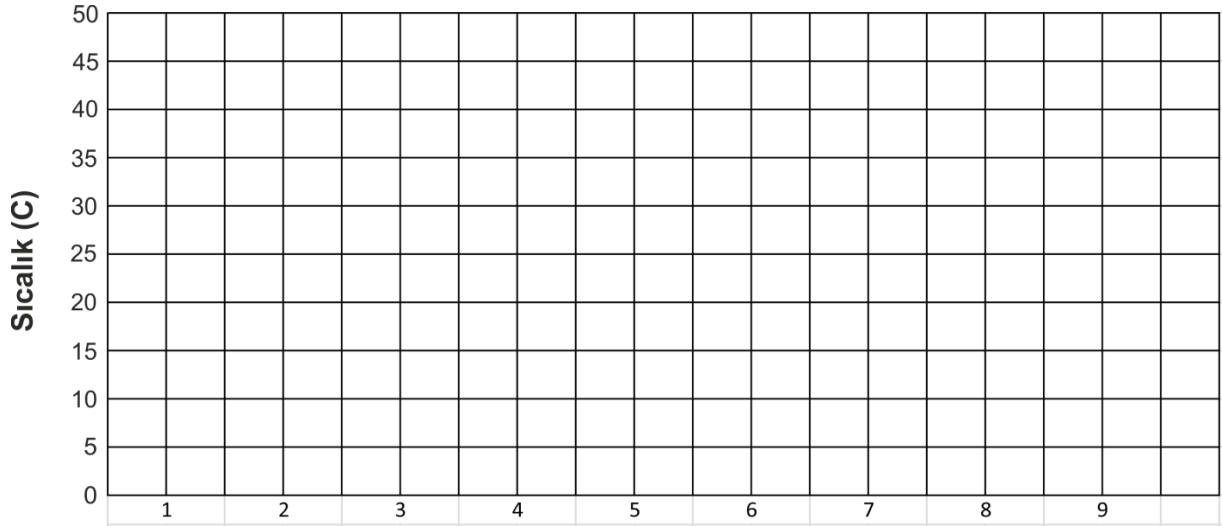
Ölçüm yapılacak malzeme: Bronz									
Kademe	T ₁	T ₂	T ₃	T _{g1}		T _{ç1}	T ₇	T ₈	T ₉
3.Kademe									
5.Kademe									
8.Kademe									
T ₁ 'den mesafe (m)	0	0,015	0,03	0,0375		0,0425	0,0575	0,0725	0,0875

$$\frac{T_1 - T_{g1}}{T_1 - T_3} = \frac{0,025}{0,02} \quad \text{ve} \quad \frac{T_{ç1} - T_9}{T_7 - T_9} = \frac{0,025}{0,02}$$

Bu iki formül aracılığıyla ısı iletkenliğini bulacağımız malzemelerin yüzey sıcaklıklarını hesaplayıp, bu iki sıcaklık referans alınarak ısı iletkenlik katsayısında kullanacağımız sıcaklık değerleri ve diğer bilinmeyenler formülde yerine yazılarak malzemenin ısı iletim katsayısını hesaplayabiliriz.

$$k_{ORT} = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3} \text{ (Ortalama ısı iletim katsayısı)}$$

(Hesaplamalar yapılırken, daha fazla kademede hesaplamalar yapıp çıkan sonuçlara göre ısı iletkenlik katsayılarının ortalaması alınmasıyla gerçek değere daha fazla yaklaşmış olur. (Ortam şartları, malzemenin düzgün yerleştirilmesi gibi dış faktörler sonucu etkileyebilir.)



Şekil-8 Bronz malzeme testi için grafik oluşturma

Ayrıca paslanmaz çelik ve alüminyumdan oluşan aparatları da daha önceki deneyde olduğu gerekli düzenlemeler yapıp sonuçlar alındığında, bu iki malzemenin de ısı iletkenlik katsayısını hesaplamış oluruz. (Ortam şartları, malzemenin düzgün yerleştirilmesi gibi dış faktörler sonucu etkileyebilir.)

A) DENEY NO: HT-350-02

B) DENEYİN ADI: **Radyal Isı İletim Deneyi**

C) DENEYİN AMACI:

- Düzgün boyutlar ve malzeme için bir katı disk etrafında ısı iletiminin nasıl olduğunu göstermek,
- Düzgün boyutlardaki bit katı diskte malzemenin deneysel ısı iletkenliğinin nasıl hesaplanacağını göstermektir.

D) DENEYİN YAPILIŞI

1. Şayet deney için gerekli ise su hortumunu bağlayınız. Doğru sonuç alabilmek için bağlantıları doğru yaptığınızdan emin olunuz.
2. Suyu açınız ve sızıntıları tespit etmek için suyun deney elemanından birkaç dakika geçmesine müsaade ediniz.
3. Ana üniteyi elektriğe bağlayarak, anahtarını açınız.(Sigorta, kaçak akım rölesi ve acil stop butonunun kontrol ediniz.)
4. LCD ekrandan dairesel sistem butonuna basınız.
5. LCD ekrandan ısıtıcı kademesini 2'ye ayarlayınız.
6. LCD ekrandan ısıtıcıyı çalıştırınız.
7. Tablo 3'e benzer boş bir tablo oluşturunuz. (Ölçümleri almaya başladığınızda yazılım sizin için otomatik bir tablo oluşturacaktır.)

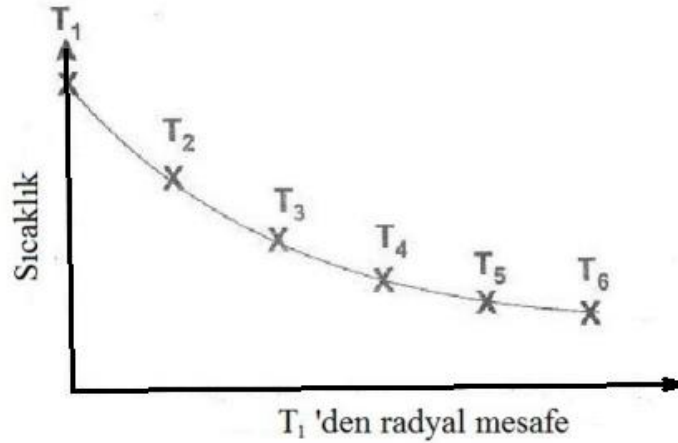
Tablo 4: Radyal diskte ısı iletkenlik için sonuç tablosu

Ölim yapılacak malzeme:						
Kademe	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
3.Kademe						
5.Kademe						
8.Kademe						
T ₁ 'den radyal mesafe (m)	0,00	0,009	0,018	0,027	0,036	0,045

8. Sıcaklıklar durgun hale gelene kadar bekleyiniz ve daha sonra T₁'den T₆'ya kaydediniz.
9. Karşılaştırma için testi bir kez daha tekrar ediniz ya da ısıtıcı kademesini farklı bir kademeye ayarlayınız.
10. Isıtıcı ve su desteğini kapatınız.

Sonuç Analizi

Her güç ayarı için sonuçlardan yola çıkararak diskteki radyal mesafelere karşılık sıcaklıkları birinci termokupl yardımı ile çiziniz. (T₁)(Resim 6'ya bakınız.) Sonuçlarınıza karşılık bir eğri oluşturabilmelisiniz.



Şekil-9 Radyal ısı transferi testi için grafiğın oluşturulması

Eğrinin tüm dağılımı önemli değildir, fakat şeklin tümü radyal ısı transferi için radyal mesafe ve sıcaklık arasında doğrusal olmayan bir ilişkiyi sağlaması gerekir.

Sonuç setlerinden birini seçiniz. Teori kısmındaki eşitliği, radyal konumundaki T1'i ve radyal konumundaki T2'yi kullanınız.

T3'ü bulmak için hesaplanmış T2 değerini kullanınız ve bu yolla devam ederek diğer teorik sıcaklıkları bulunuz. Teorik eğriyi grafiğine ekleyerek tahmin sonuçlarının ne kadar iyi olduğunu karşılaştırınız.

En uzak etkin iki ölçüm T1 ve T6'yı bu pozisyonlardaki radyal mesafeyi, disk kalınlığını ve ısıtıcı gücünü kullanarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla pirinç diskin ısı iletkenliğini hesaplamak için kullanınız.

$$k = \frac{W \ln \frac{R_6}{R_1}}{2\pi L(T_1 - T_6)}$$

W: Elektriksel güç girişi (W)

L: Parçanın aksenal uzunluğu (L=0,012 m)

R6: Dış çap (0,05 m)

R1: İç çap (0,01 m)

Tablo 2 de verilen tipik değerler ile karşılaştırınız. Eğer varsa hataların sebebini açıklayabilir misiniz?