**KTÜ**

**OF TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ**

**ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**LİNEER ISI İLETİM KATSAYISI DENEY FÖYÜ**

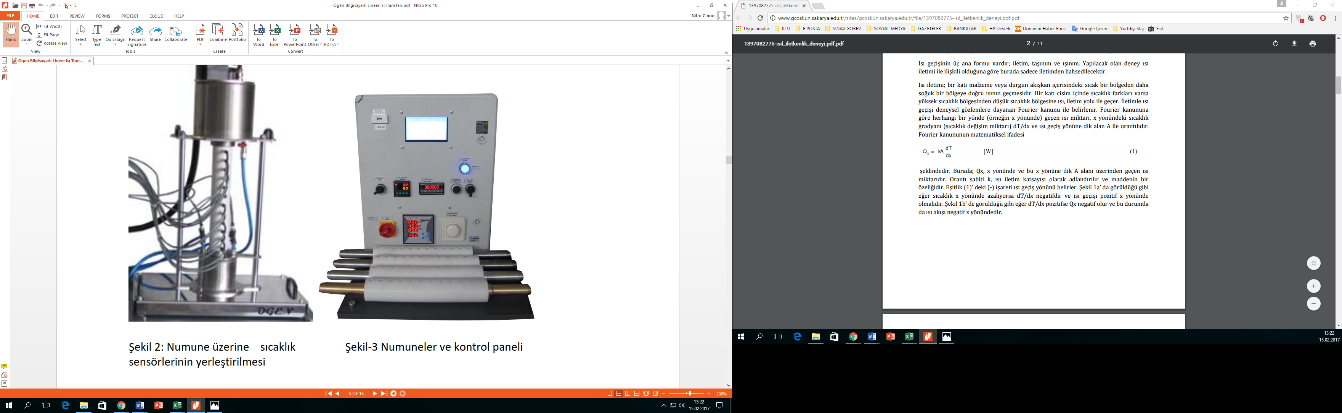


HAZIRLAYAN: Yrd. Doç. Dr. Coşkun BAYRAM

TRABZON, 2017

**1. DENEYİN AMACI**

Değişik malzemelerden yapılmış dairesel kesitli silindirik bir çubuk boyunca ısı iletimi incelemek ve incelenen malzemenin ısı iletim katsayısını belirlemek.

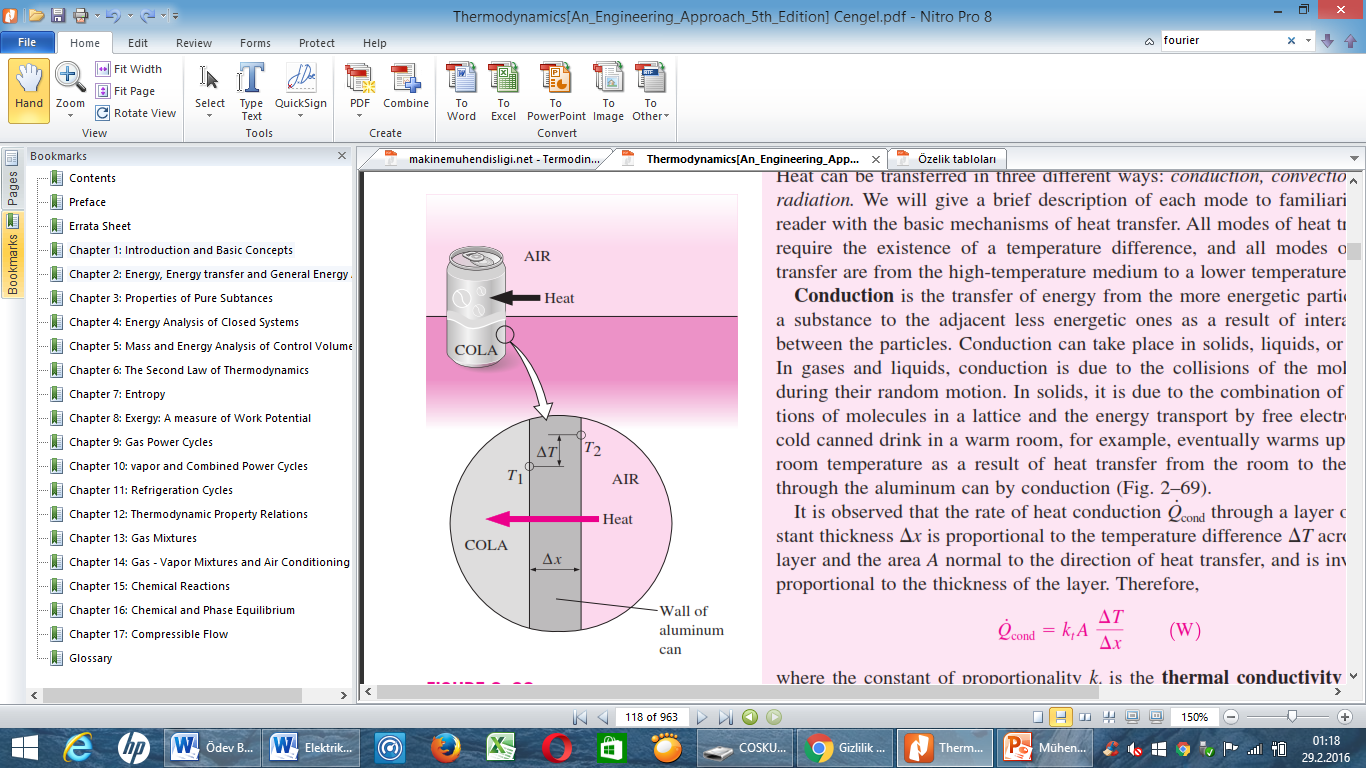


**Şekil 1.** Değişik malzemelerden yapılmış dairesel kesitli silindirik çubuklar

**2. GENEL BİLGİLER**

Isı geçişi üç farklı biçimde gerçekleşebilir: *İletim(kondüksiyon), taşınım(konveksiyon) ve ışınım(radyasyon).* Hangi yolla gerçekleşirse gerçekleşsin ısı geçişi bir sıcaklık farkının olmasını gerektirir ve her zaman ısı geçişinin yönü yüksek sıcaklıktaki ortamdan, düşük sıcaklıktaki ortama doğrudur.

İletim bir maddenin, enerjisi daha fazla olan moleküllerden yakındaki diğer moleküllere, moleküller arası etkileşim sonucunda enerji geçişidir. İletim katı, sıvı veya gaz ortamlarda gerçekleşebilir. Sıvılarda ve gazlarda iletim, moleküllerin rastgele hareketleri sırasında birbirleriyle çarpışmaları sonucunda oluşur. Katılarda ise moleküllerin sabit düzen içindeki titreşimleri ve serbest düzen içindeki titreşimleri ve serbest elektronların hareketleri sonucunda gerçekleşir. Sıcak bir odadaki soğuk gazoz kutusu oda sıcaklığına gelirken, havadan gazoza kutu cidarından iletimle ısı geçişi olur(Şekil 2).



**Şekil 2. İletimle ısı geçişi**

Kola kutusunun cidarı

HAVA

ISI

KOLA

HAVA

ISI

KOLA

Deneysel gözlemler *∆x[m]* kalınlığında bir tabakadan birim zamanda iletimle geçen ısı , sıcaklık farkı *∆T[K]* ve ısı geçişine dik alan *A[m2]* ile doğru orantılı, tabakanın(duvarın) kalınlığıyla da ters orantılı olduğunu göstermiştir. Böylece,

yazılabilir. Burada orantı sabiti *k [W/(m∙K)],* maddenin(malzemenin) ***iletim katsayısıdır.*** *İletim katsayısı maddenin ısı iletme yeteneğinin bir ölçüsüdür.* Maddenin(malzemenin) ısı iletim katsayısının yüksek değerlerde olması ısıyı iyi ilettiği, düşük değerlerde olması ısıyı iyi iletmediği anlamına gelir.

*∆x→0* durumunda (cidarın sonsuz sayıda parçalara ayrılması durumunda), (1) nolu denklem bir diferansiyel denkleme dönüşür:

Bu denklem ***Fourier Isı İletim Yasası*** diye bilinir ve verilen bir yöndeki ısı iletiminin o yöndeki sıcaklık gradyanıyla *(dT/dx)* orantılı olduğunu belirtir. Isı, sıcaklığın azaldığı yönde iletilir. Artan *x* değerleri için sıcaklık azalıyorsa, sıcaklık gradyanı eksi değere sahip olacaktır. Bu bakımdan (1) ve (2) nolu denklemlere eklenen eksi işareti, artı *x* yönündeki ısı iletiminin artı işareti taşıması içindir.

Sıcaklık bir maddenin moleküllerinin kinetik enerjisinin ölçüsüdür. Sıvı ve gazlarda, moleküller gelişigüzel hareketlerinin yanı sıra eksenleri çevresinde dönerler ve titreşimde bulunurlar. Kinetik enerjileri farklı olan iki molekül çarpıştığında, daha çok enerji olan (daha yüksek sıcaklıktaki) molekülün kinetik enerjisinin bir bölümünü daha az enerjisi olan (daha düşük sıcaklıktaki) moleküle geçer. Buna benzer bir örnek iki elastik topun çarpışması sırasında görülür, hızlı topun kinetik enerjisinin bir bölümü yavaş hareket eden topa geçer ve onu hızlandırır.

Katı cisimlerde ise ısı iletimi iki etkiye dayanır: Bunlardan birincisinde enerji geçişi, latis(hacim kafes) adı verilen sabit molekül düzeni içinde moleküllerin titreşimlerinden kaynaklanan titreşim dalgaları sonucunda gerçekleşir. İkinci olarak, enerji geçişi elektronların katı cisim içindeki serbest hareketleri sonucunda gerçekleşir. Isıl iletkenliğin birinci etkene dayalı bölümü moleküllerin latis içindeki yerleşimine bağlıdır. Örneğin moleküllerin düzenli kristaller oluşturduğu elmasın ısıl iletkenliği, Tablo 1’den görülebileceği gibi saf metallerin ısıl iletkenliklerinden çok daha yüksektir.

**Tablo 1. Bazı maddelerin oda sıcaklığındaki ısı iletim katsayıları**

|  |  |
| --- | --- |
| **Madde** | **Isı iletim katsayısı *[W/m∙K]*** |
| Elmas | 2300 |
| Gümüş | 429 |
| Bakır | 401 |
| Altın | 317 |
| Alüminyum | 237 |
| Demir | 80.2 |
| Civa(sıvı) | 8.54 |
| Cam | 1.4 |
| Tuğla | 0.72 |
| Su(sıvı) | 0.613 |
| İnsan derisi | 0.37 |
| Tahta(kavak) | 0.17 |
| Helyum(gaz) | 0.152 |
| Yumuşak lastik | 0.13 |
| Soğutucu akışkan-12(sıvı) | 0.072 |
| Cam yünü | 0.043 |
| Hava(gaz) | 0.026 |
| Üretan, sert köpük | 0.026 |

**2.1. Isı İletim Katsayısı Belirleme Prensipleri ve Yöntemleri**

Isı iletim katsayısını belirlemek için çeşitli yöntemler vardır. Ancak bu yöntemler sınırlı aralıklarda malzemelerin ısı iletim katsayıları belirlerler. Yöntemler genel olarak iki temel prensip dayanır: *Sürekli Rejim(Kararlı Hal) Prensibi* ve *Geçici Rejim(Kararlı Olmayan Hal) Prensibi*.

**1.Sürekli Rejim(Kararlı Hal) Prensibi:** Bu prensibe göre ölçümler, sıcaklık ölçüm noktalarında malzemenin sıcaklığı zamanla değişmediğinde yapılır. Zamanla sıcaklığın değişmediği durumlar sürekli rejim(kararlı hal) olarak bilinir. Deney düzeneklerindeki sıcaklık göstergelerini takip ederek sabit sıcaklık durumları çok kolay takip edilebilir. Ancak sıcaklık ölçüm noktalarında sıcaklıkların sabit değerlere ulaşması zaman alır. Bu süre en az 30 dakikadır. Bu nedenle bu prensibi dayanan yöntemlerde ölçüm almak uzun sürebilir.

**2.Geçici Rejim(Kararlı Olmayan Hal) Prensibi:** Bu prensibe dayanan yöntemlerde malzeme ısıtılarak gerekli ölçümler alınır ve sıcaklık ölçüm noktalarında sıcaklığın sabit kalması beklenmez. Bu nedenle ölçümler zaman alıcı değildir ve daha hızlı yapılır. Burada sıcaklık zamanın bir fonksiyonu olarak incelenir ve buda matematiksel analizi zorlaştırır.

Her iki prensibe dayanan yaygın kullanılan ısı iletim katsayısı belirleme yöntemleri aşağıda tabloda verilmiştir.

**Tablo 2. Yaygın kullanılan ısı iletim katsayısı belirleme yöntemleri**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **KALIN**  **MALZEMELERDE** | **İNCE**  **MALZEMELERDE** |
| **Sürekli Rejim Prensibi** | Mutlak eksenel akış yöntemi | Elektrikli ısıtma yöntemleri |
| Karşılaştırmalı kesme çubuk yöntemi |
| Radyal ısı akış yöntemi |
| Paralel iletkenlik yöntemi |
| **Geçici Rejim Prensibi (frekans-alan)** | Darbeli güç yöntemi | 3ω yöntemi |
| FDTR yöntemi |
| **Geçici Rejim Prensibi**  **(zaman-alan)** | Sıcak tel(iğneli prob) yöntemi | TDTR yöntemi |
| Lazer flaş yöntemi |
| Geçici düzlem kaynak(TPS) yöntemi |

***Bu deneyde sürekli rejim prensibine dayanan Mutlak Eksenel Akış Yöntemi kullanılarak ısı iletim katsayısı belirlenecektir. Bu nedenle bu yöntem aşağıda anlatılmıştır.***

**2.2. Mutlak Eksenel Akış Yöntemi**

Bu yöntemde genellikle dikdörtgen veya silindir şeklinde malzeme numuneleri kullanılır. Bu numuneler bir ısı kaynağı ile bir soğutucu arasına dikey veya yatay olarak yerleştirilir(Şekil 2). Numunenin bir yüzeyi gücü ölçülebilen bir ısıtıcı ile ısıtılırken diğer yüzeyi soğutucu tarafından soğutulur. Numunenin dış yüzeylerinden çevreye doğru radyal yönde olabilecek ısı geçişi engellemek için numunenin dış yüzeyleri yalıtılabilir veya numune etrafında vakum veya radyasyon kalkanı oluşturarak sıcaklık ölçümleri alınabilir. ***Hassas sonuçlar elde edebilmek için radyal yöndeki ısı geçişinin toplam ısı geçişinin %2’den daha az olmadır.*** Numunenin üzerine belirli mesafelerde sıcaklık sensörleri(termokupl veya termistör) yerleştirilir ve bu noktalarda ki sıcaklıklar ölçülür. Sensörlerin numuneye temas noktalardan da sensörlere ısı geçişi olacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle sensör malzemelerinin ısı iletim katsayıları düşük olmalı ve numuneye temas yüzeyleri mümkün olduğu kadar çok küçük olmalıdır. Sıcaklık ölçümü alınan noktalar arasındaki *∆T* sıcaklık farkları bulunur. Numunenin ısı iletim katsayısı (1) nolu denklemde verilen ***Fourier Isı İletim Yasası*** yardımıyla hesaplanabilir.

Burada,

:Numune boyunca akan ısı miktarı *[W]*

*x* : Sıcaklık sensörleri arasındaki mesafe *[m]*

: Sıcaklık sensörleri arasındaki sıcaklık farkı *[K veya 0C]*

: Isı akışının olduğu kesit alanı *[m2]*

dır. Isıtıcı tarafından sağlanan *W* enerjisi, numune dış yüzeyleri yalıtılmış olduğundan numune üzerinden tamamen soğutucuya iletildiği kabul edilirse *=W* alınabilir. Sensörler arası mesafeler ölçülerek *x* ve sıcaklık sensörlerinden sıcaklıklar ölçülerek de *T* bulunabilir. *A* ise numune kesit alanından hesaplanabilir.

***Bu yöntemde sıcaklık ölçümleri alınırken sistemin tamamen kararlı hala gelmesi için beklenmelidir. Bunun için sıcaklık göstergeleri takip edilerek sıcaklıklar kararlı değerlere (sabit değerlere) ulaştığında sıcaklık değerleri ölçülmelidir. Sıcaklıkların kararlı hale gelmesi vakit alabilir.***

NUMUNE

*T9 , x9*

*T8 , x8*

*T7 , x7*

*T6 , x6*

*T5 , x5*

*T4 , x4*

*T1 , x1*

*T2 , x2*

*T3 , x3*

ISITICI

SOĞUTUCU

YALITIM

MALZEMESİ

TERMOKUPL

YUVASI

**Şekil 3. Mutlak eksenel akış yöntemi şematik şekli**

**3. DENEY DÜZENEĞİ**

Malzemelerin ısı iletim katsayılarının belirlenmesi amacıyla aşağıda resmi verilen deney düzeneği kullanılacaktır.



ELEKTRONİK KONTROL PANOSU(1)

ISITMA HÜCRESİ(2)

YALITILMIŞ

SİLİNDİRİK NUMUNE ve SICAKLIK SENSÖRLERİ(3)

SOĞUTMA HÜCRESİ(4)

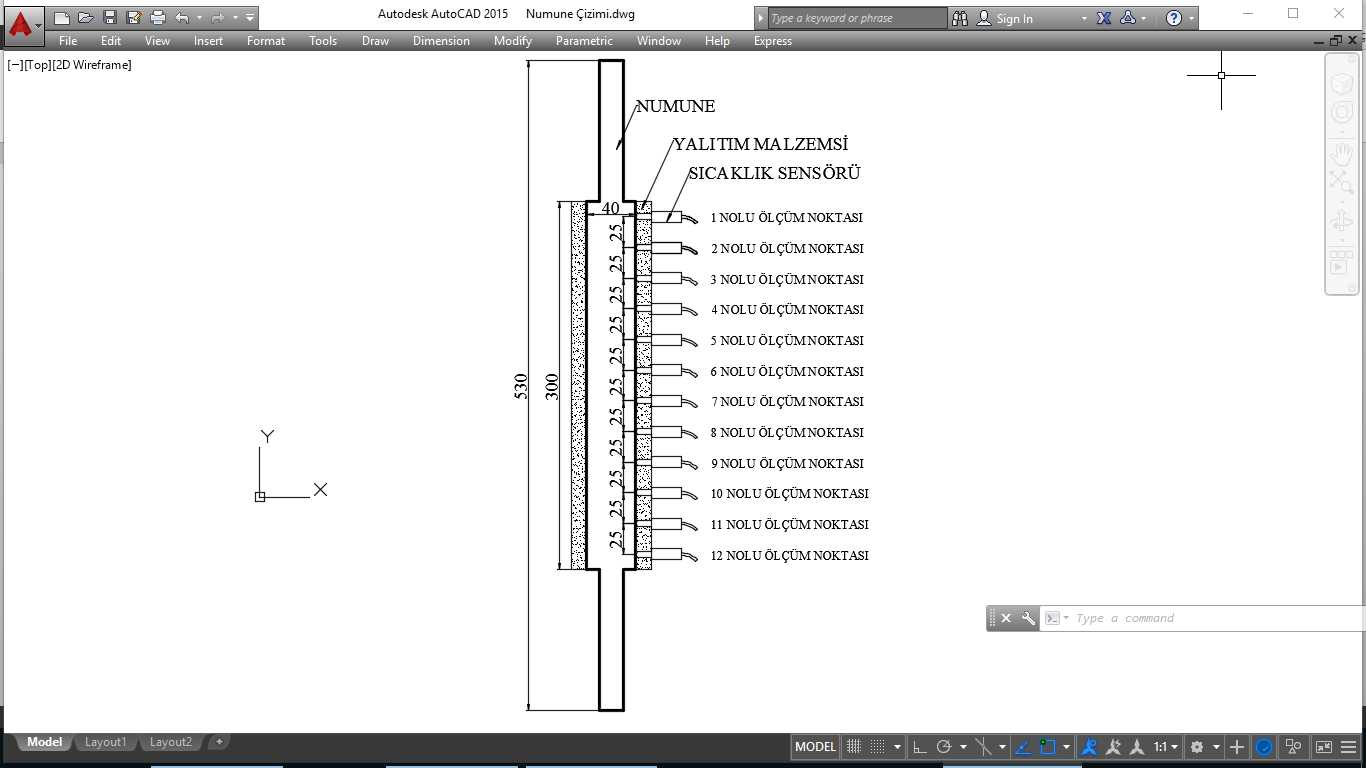
SU TANKI(5)

SU POMPASI(6)

**Şekil 4. Deney düzeneğinin resmi**

Deney düzeneği; elektronik kontrol panosu(1), numune üst yüzeyinde bulunan ısıtma hücresi(2), dikey yerleştirilmiş yalıtılmış silindirik numune ve sıcaklık sensörleri (termokupları)(3), numune alt yüzeyinde bulunan soğutma hücresi(4), soğutma hücresini besleyen su tankı(5),su pompası(6) , bağlantı kabloları ve borulardan oluşmaktadır.

Elektronik kontrol panosu üzerinde 14 noktadan alınan (12 tanesi numune üzerinde, 2 tanesi soğutma hücresinde) sıcaklıkları gösteren dijital sıcaklık gösterge ekranı(7), usb bağlantı noktası(8), soğutucu su debisi göstergesi(9), ısıtıcı rezistans aç/kapa anahtarı(10), ana şalter(11), ısıtıcı su seviyesi uyarı ışığı(12), soğutucu su debisi ayar anahtarı(13), su pompası aç/kapa anahtarı(14), ısıtıcı gücü ayar anahtarı(15) ve ısıtıcı güç göstergesi(16) bulunmaktadır.

**Şekil 5. Elektronik kontrol panosu**

ISITICI GÜÇ GÖSTERGESİ

(GÜÇ ANALİZÖRÜ)(16)

ANA ŞALTER(11)

ISITICI REZİSTANS AÇ/KAPA ANAHTARI(10)

SOĞUTUCU SU DEBİSİ GÖSTERGESİ(9)

ISITICI SU SEVİYESİ UYARI IŞIĞI(12)

SOĞUTUCU SU DEBİSİ AYAR ANAHTARI(13)

SU POMPASI AÇ/KAPA ANAHTARI(14)

ISITICI GÜCÜ AYAR ANAHTARI(15)

USB BAĞLANTI NOKTASI(8)

DİJİTAL SICAKLIK GÖSTERGE EKRANI(7)



**Şekil 6. Yalıtılmış silindirik numune ve sıcaklık sensörleri şematik resmi**

Deney düzeneğine çapı 40 mm olan silindirik bir numune dikey olarak yerleştirilmiştir (Şekil 6) . Numunenin toplam boyu 530 mm olup 300 mm kısmında sıcaklık sensörleri ile sıcaklıklar ölçülmektedir. Numenin; üst kısmı ısıtma hücresinin(2) alt kısmı ise soğutma hücresinin içerisindedir. Radyal yöndeki ısı kayıplarını önlemek için numenin etrafı yalıtılmıştır. Yalıtım malzemesi üzerine 25 mm aralıklarla eksenel şekilde 12 adet sensör yuvası açılmıştır. Sensör yuvalarına yerleştirilen 12 adet termokupllar vardır. Numune üzerinde 25 mm aralıklarla 12 noktada sıcaklıklar eksenel olarak ölçülmektedir. Ayrıca soğutma hücresinin su giriş ve çıkış noktalarında, su sıcaklığını ölçmek için, 2 adet termokupllar yerleştirilmiştir.

***DİKKAT: Deneye başlamadan önce sıcaklık sensörlerinin; sensör yuvalarına boşluksuz bir şekilde yerleştirildiğinden ve numune yüzeyine temas ettiğinden emin olunuz. Sensörlerin numune yüzeyine tam temas etmemesi ve sensör yuvasına boşluklu bir şekilde yerleştirilmesi sonuçların hatalı bulunmasına neden olacaktır.***

Elektronik kontrol panosu(1) üzerindeki dijital sıcaklık gösterge ekranından(7); numune üzerindeki 12 noktada ölçülen sıcaklıklar *T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12* ve soğutma hücresi su giriş *T13* ve çıkış sıcaklıkları *T14* okunabilir.

Numune üst kısmında yer alan ısıtma hücresi(2), bir elektrikli ısıtıcı rezistans ve tanktan oluşmaktadır. Ayrıca elektronik kontrol panosu(1) üzerinde ısıtıcı rezistans aç/kapa anahtarı(11), mavi renkli ısıtıcı su seviyesi uyarı ışığı(12), ısıtıcı gücü ayar anahtarı(15) ve ısıtıcı güç göstergesi(16) bulunmaktadır. Isıtıcı rezistans aç/kapa anahtarı(11) ile ısıtıcı açılır veya kapatılır, ısıtıcı gücü ayar anahtarı(15) ile ısıtıcı gücü ayarlanır. Isıtıcı su seviyesi uyarı ışığı(12) ısıtma hücresi tankındaki su seviyesini kontrol etmektedir. ***Isıtma hücresi tankının altında bir su boşaltma vanası vardır. Bu vanayı yalnızca tankın içindeki suyu boşaltmak için açık konuma getiriniz. Bunun dışında bu vana mutlaka kapalı konumda olmalıdır.*** Bu vana açık konuma getirilirse ısıtma hücresi tankının içindeki su, bir boru vasıtasıyla düzenekte alt kısmında bulunan su tankına(5) boşalır ve ısıtma hücresi tankının içinde su kalmaz. Deney düzeneğindeki ana şalter(11) açıldığında ısıtıcı su seviyesi uyarı ışığı(12) mavi renkte yanıyorsa ısıtma hücresindeki tank su seviyesinin yeterli olduğunu anlamına gelir. ***Eğer mavi ışık(12) yanmıyorsa ısıtma hücresindeki tankın su seviyesinin yetersiz olduğunu veya su olmadığı gösterir. Bu durumda ısıtıcı rezistans kesinlikle çalıştırılmamalı ve tankın altındaki vananın kapalı konumısıtma hücresi üzerindeki su ilave kapağı açılarak mavi ışık yanana kadar su ilavesi yapılmalıdır.*** Isıtıcı gücü ayar anahtarı(15) ile ısıtıcı gücü istenilen güce ayarlanabilir.

Numune alt kısmında yer alan soğutma hücresi(2), su tankından(5) pompa(6) vasıtasıyla emilen su ile soğutulmaktadır. Elektronik kontrol panosu(1) üzerindeki su pompası aç/kapa anahtarı(14) ile pompa çalıştırılabilir/ kapatılabilir. ***Pompa çalıştırılmadan önce su tankındaki(5) su seviyesinin pompa emiş borusunun üzerinde olduğundan emin olunuz. Su seviyesi pompa emiş borusunun altında ise pompayı kesinlikle çalıştırmayın ve bu durumda su tankına(5) su seviyesinin pompa emiş borusunun üzerine çıkana kadar su ilavesi yapınız***. Soğutucu su debisi ayar anahtarı(13) ile soğutma suyunun debisi ayarlanabilir ve soğutucu su debisi göstergesinden(9) ayarlanan değer gözlemlenebilir.

**4. DENEY DÜZENEĞİNİN ÇALIŞTIRILMASI/KAPATILMASI**

**4.1. Çalıştırmadan Önce Yapılması Gerekenler**

Deney düzeneği çalıştırılmadan önce aşağıdaki işlem adımlarını uygulayınız.

1.Isıtma hücresinde(2), soğutma hücresinde(4), su tankında(5), su pompasında(6) ve su bağlantı borularında su sızıntısı olup olmadığını kontrol ediniz. Eğer su sızıntısı varsa sızıntıları gidermeden deney düzeneğini çalıştırmayınız.

2. Deney düzeneğinin alt kısmında bulunan ***su tankındaki(5) su seviyesini kontrol ediniz. Su seviyesi pompa emiş borusunun en az 2-3 cm üzerinde olmalıdır. Su seviyesi pompa emiş borusunun altında ise POMPAYI KESİNLİKLE ÇALIŞTIRMAYIN ve bu durumda su tankına(5) su seviyesi pompa emiş borusunun 2-3 cm üzerine çıkana kadar su ilavesi yapınız***.

3. Numune üzerindeki sıcaklık sensörlerinin plastik kısımlarını elinizle hafif bir şekilde tutarak sensörlerin; ***numune yüzeyine temas edip/etmediğini*** ***ve yalıtım malzemesine açılmış olan*** ***sensör yuvalarına boşluksuz bir şekilde yerleştirilip/yerleştirilmediğini kontrol ediniz. Sensörler el ile hafif bir şekilde numune üzerine doğru itildiğinde temas olması durumunda sensörler hareket etmeyecektir, eğer hareket ediyorsa hareket duruna kadar hafif bir şekilde itmeye devam ediniz ve temas sağladığında itme uygulamayı bırakınız. Sensörler el ile hafif bir şekilde yuvaların içinde oynatarak boşluk olup/olmadığını kontrol ediniz. Eğer boşluk varsa sensörleri numuneye doğru hafif bir şekilde iterek boşluğu alınız ve numune yüzeyi ile temas etmesini sağlayınız sensör yuvasına boşluklu bir şekilde yerleştirilmesi sonuçların hatalı bulunmasına neden olacaktır.***

***SENSÖRLERİN NUMUNE YÜZEYİNE TAM TEMAS ETMEMESİ VE SENSÖR YUVASINA BOŞLUKLU BİR ŞEKİLDE YERLEŞTİRİLMESİ, SONUÇLARIN HATALI BULUNMASINA NEDEN OLACAKTIR.***

**4.2. Düzeneğin Çalıştırılması**

Aşağıdaki işlem adımlarını uygulayarak deney düzeneğini çalıştırınız.

1. Deney düzeneğinin fişini mutlaka 220 V gerilimli topraklı bir prize takınız.

2. Elektronik kontrol panosu(1) üzerindeki ana şalteri(11) açınız (I konumu). Cihazınızın fişini çekmediğiniz sürece ana şalter kapalı bile olsa güç kaynağında enerji bulunacaktır.

3. Ana şalter(11) açıldığında ısıtıcı su seviyesi uyarı ışığı(12) mavi renkte yanmalıdır(Isıtma hücresi tankının altında bulunan su boşaltma vanası kapalı olmalıdır. Eğer açık konumdaysa kapalı konuma getiriniz). ***Eğer mavi ışık(12) yanmıyorsa ısıtma hücresindeki tankın su seviyesinin yetersiz olduğunu veya su olmadığı gösterir. Bu durumda ısıtıcı rezistans kesinlikle çalıştırılmamalı ve ısıtma hücresi üzerindeki su ilave kapağı açılarak, mavi ışık yanana kadar su ilavesi yapılmalıdır.***

Ana şalterin(11) açılmasıyla birlikte dijital sıcaklık gösterge ekranı açılır ve *T1-T14* sıcaklıkları ekranda görünür.

4. Su pompası aç/kapa anahtarı(14) “AÇ” konumuna getirilerek pompa çalışır konuma alınır. Soğutucu su debisi ayar anahtarı(13) çevrilerek pompa vasıtasıyla debi istenilen değere ayarlanır. Debi değeri soğutucu su debisi göstergesinden(9) takip edilebilir. Pompa ve bağlantı borularında hava olması durumunda pompa başlangıçta suyu soğutma hücresine basmakta zorlanabilir. Bu durumda pompayı düşük debiler çalıştırarak bir süre bekleyiniz havanın çıkması sağlayınız.

5. Isıtıcı rezistans aç/kapa anahtarı(10) “AÇ” konumuna getirilerek ısıtıcı rezistansı çalışır konuma alınır ve ısıtıcı güç göstergesi(16) aktif hale gelir. Isıtıcı gücü ayar anahtarı(15) çevrilerek rezistans vasıtasıyla ısıtma hücresi içerisindeki su ısıtılır. Ayarlanan ısıtıcı gücü, ısıtıcı güç göstergesinden(16) takip edilebilir.

**4.3. Çalışmanın Durdurulması**

Aşağıdaki işlem adımlarını uygulayarak deney düzeneğini durdurunuz.

1. Isıtıcı gücü ayar anahtarı(15) sıfır konumuna getirilir ve ısıtıcı rezistans aç/kapa anahtarı(10) “KAPA” konumuna getirilir.

2. Soğutucu su debisi ayar anahtarı(13) sıfır konumuna getirilir ve su pompası aç/kapa anahtarı(14) “KAPA” konumuna getirilir.

3. Bir usb kablo ile bilgisayar bağlantısı yapılmışsa usb kablosunu çıkarınız.

4. Elektronik kontrol panosu(1) üzerindeki ana şalteri(11) kapatınız( 0 konumu) ve deney düzeneğinin fişini prizden çıkarınız.

**5. DENEYİN YAPILIŞI ve ÖLÇÜMLER**

**Deney No 1: Farklı ısıtıcı güçlerinde ısı iletim katsayısının belirlenmesi deneyi**

Aşağıdaki işlem adımlarını uygulayarak deneyleri yapınız.

1.Dördüncü bölümde anlatılan işlem adımlarını uygulayarak deney düzeneğini çalıştırınız.

2. Soğutucu su debisi ayar anahtarını(13) çevirerek soğutma suyu debisini istenilen sabit bir değere ayarlayınız ve ***deney boyunca bu konumda tutunuz.*** Debi değerini soğutucu su debisi göstergesinden(9) takip ediniz.

3. Isıtıcı gücü ayar anahtarını(15) çevirerek sabit bir konumda bırakınız ve rezistans vasıtasıyla ısıtma hücresi içerisindeki suyun ısınmasını sağlayınız. Isıtıcı güç göstergesindeki(16) güç değeri sabit olana kadar bekleyiniz (0-3 W arasındaki değişimlerde güç değeri sabit kabul edilebilir).

4. Dijital sıcaklık gösterge ekranı(7) takip edilir ve numune üzerindeki 12 noktadan alınan *T1÷T12* sıcaklıkları sabit değere ulaşıncaya kadar beklenir. Sıcaklıkların sabit değerler alması biraz zaman alabilir. Sıcaklıklar sabit değere ulaştığında aşağıdaki tabloda verilen ölçümler yapılır.

5. Değişik ısıtıcı güçlerinde deneyler yapmak istiyorsanız, soğutucu su debisi ayar anahtarının konumunu değiştirmeden 3. ve 4. adımları tekrar ediniz

**Tablo 3. Farklı ısıtıcı güçlerinde yapılan ölçüm değerleri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Isıtıcı gücü [W]** | | | | |
| **Sıcaklıklar** | ***W1=*** | ***W2 =*** | ***W3 =*** | ***W4 =*** | ***W5 =*** |
| ***T1 [0C]***  ***(x1=25 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T2 [0C]***  ***(x2=50 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T3 [0C]***  ***(x3=75 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T4 [0C]***  ***(x4=100 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T5 [0C]***  ***(x5=125 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T6 [0C]***  ***(x6=150 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T7 [0C]***  ***(x7=175 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T8 [0C]***  ***(x8=200 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T9 [0C]***  ***(x9=250 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T10 [0C]***  ***(x10=275 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T11 [0C]***  ***(x11=300 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T12 [0C]***  ***(x12=325 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T13 [0C]***  ***Soğutma suyu giriş sıcaklığı*** |  |  |  |  |  |
| ***T14 [0C]***  ***Soğutma suyu çıkış sıcaklığı*** |  |  |  |  |  |
| *[lt/dak]*  ***Soğutma suyu hacimsel debisi*** |  |  |  |  |  |
| *T0* ***[0C]***  ***Ortam Sıcaklığı*** |  |  |  |  |  |
| *P0[*mmHg*]*  ***Ortam basıncı*** |  |  |  |  |  |

**Deney No 2: Farklı soğutma suyu debilerinde ısı iletim katsayısının belirlenmesi deneyi**

Aşağıdaki işlem adımlarını uygulayarak deneyleri yapınız.

1.Dördüncü bölümde anlatılan işlem adımlarını uygulayarak deney düzeneğini çalıştırınız.

2. Soğutucu su debisi ayar anahtarını(13) çevirerek sabit bir konumda bırakınız. Debi değerini soğutucu su debisi göstergesinden(9) takip ediniz.

3. Isıtıcı gücü ayar anahtarını(15) çevirerek sabit bir konumda bırakınız ve rezistans vasıtasıyla ısıtma hücresi içerisindeki suyun ısınmasını sağlayınız. ***Deney boyunca ısıtıcı gücü ayar anahtarını(15) bu konumda tutunuz.*** Isıtıcı güç göstergesindeki(16) güç değeri sabit olana kadar bekleyiniz (0-3 W arasındaki değişimlerde güç değeri sabit kabul edilebilir).

4. Dijital sıcaklık gösterge ekranı(7) takip edilir ve numune üzerindeki 12 noktadan alınan *T1÷T12* sıcaklıkları sabit değere ulaşıncaya kadar beklenir. Sıcaklıkların sabit değerler alması biraz zaman alabilir. Sıcaklıklar sabit değere ulaştığında aşağıdaki tabloda verilen ölçümler yapılır.

5. Değişik soğutma suyu debilerinde deneyler yapmak istiyorsanız, ısıtıcı gücü ayar anahtarını(15) konumunu değiştirmeden soğutucu su debisi ayar anahtarını(13) farklı bir konuma ayarlayarak 4. adımı tekrar ediniz.

**Tablo 4. Farklı soğutma suyu debilerinde yapılan ölçüm değerleri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Soğutma suyu hacimsel debisi *[lt/dk]*** | | | | |
| **Sıcaklıklar** | *1****=*** | *2****=*** | *3****=*** | *4****=*** | *5****=*** |
| ***T1 [0C]***  ***(x1=25 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T2 [0C]***  ***(x2=50 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T3 [0C]***  ***(x3=75 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T4 [0C]***  ***(x4=100 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T5 [0C]***  ***(x5=125 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T6 [0C]***  ***(x6=150 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T7 [0C]***  ***(x7=175 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T8 [0C]***  ***(x8=200 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T9 [0C]***  ***(x9=250 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T10 [0C]***  ***(x10=275 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T11 [0C]***  ***(x11=300 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T12 [0C]***  ***(x12=325 mm)*** |  |  |  |  |  |
| ***T13 [0C]***  ***Soğutma suyu giriş sıcaklığı*** |  |  |  |  |  |
| ***T14 [0C]***  ***Soğutma suyu çıkış sıcaklığı*** |  |  |  |  |  |
| *[W]*  ***Isıtıcı Gücü*** |  |  |  |  |  |
| *P0[*mmHg*]*  ***Ortam basıncı*** |  |  |  |  |  |

**6. HESAPLAMALAR ve GRAFİKLER**

**6.1. Isı İletim Katsayısı**

Numunenin ısı iletim katsayısı (1) nolu denklemde verilen ***Fourier Isı İletim Yasası*** yardımıyla hesaplanabilir.

Burada,

:Numune boyunca akan ısı miktarı *[W]*

*x*: Sıcaklık sensörleri arasındaki mesafe *[m]*

: Sıcaklık sensörleri arasındaki sıcaklık farkı *[K veya 0C]*

: Isı akışının olduğu kesit alanı *[m2]*

Sıcaklık ölçümü alınan her bir komşu noktalar için *k* ısı iletim katsayısı hesaplanacak ve sonuçlar aşağıda verilen Tablo 5 şeklinde verilecektir.

**6.2. Soğutma Suyuna Verilen Isı**

Soğutma suyuna verilen ısı, özgül ısılar ve Termodinamiğin 1. Kanunu yardımıyla hesaplanabilir.

(5)

Burada,

:Suya aktıran ısı miktarı *[W]*

:Soğutma suyu kütlesel debisi [kg/s],:suyun yoğunluğu

*csu* :Suyun özgül ısısı *[kj/(kgK)]*

*T13* :Soğutma suyu giriş sıcaklığı*[K veya 0C]*

*T14* :Soğutma suyu çıkış sıcaklığı*[K veya 0C]*

**Tablo 5. Farklı ısıtıcı güçlerinde yapılan ölçüm değerleri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Isıtıcı gücü [W]** | | | | |
| Isı iletim katsayıları *[W/(m∙K)]* | ***W1=*** | ***W2=*** | ***W3=*** | ***W4=*** | ***W5=*** |
| *k1-2* |  |  |  |  |  |
| *k2-3* |  |  |  |  |  |
| *k3-4* |  |  |  |  |  |
| *k4-5* |  |  |  |  |  |
| *k5-6* |  |  |  |  |  |
| *k6-7* |  |  |  |  |  |
| *k7-8* |  |  |  |  |  |
| *k8-9* |  |  |  |  |  |
| *k9-10* |  |  |  |  |  |
| *k10-11* |  |  |  |  |  |
| *k11-12* |  |  |  |  |  |
| *kort* |  |  |  |  |  |
| *[W]* |  |  |  |  |  |

**6.3. Çizilecek Grafikler**

Deney raporunda aşağıda istenilen grafikler çizilecektir.

**1.** *Mesafe-Sıcaklık* grafiği (Yatay eksende *x1, x2, x3,* ….., dikey eksende *T1, T2, T3,* …. olacak)

**2.** Her bir ısıtıcı gücü için *k*’nın *ölçüm bölgelerine göre değişimi* grafiği (Yatay eksende *1. bölge, 2. bölge, 3. bölge* ,….. dikey eksende *k1-2, k2-3, k3-4,* …. olacak)

**3.** Her bir ısıtıcı gücü için *Isıtıcı gücü-kort* grafiği (Yatay eksende *W1, W2, W3,* ….., dikey eksende *kort,1, kort,2, kort,3*…. olacak)

**7.DENEY RAPORU İÇERİĞİ**

Deney raporu içeriği aşağıda verilen sıraya göre oluşturulur.

KAPAK

1.DENEYİN AMACI (Deneyin yapılma amacı ve hedafi açıklanacak)

2.DENEY VE DÜZENEKLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER(deneyle ilgili teorik bilgiler verilecek, Varsa deney düzeneğinin resmi olacak, düzenekteki her bir elemanın ismi ve görevi açıklanacak)

3.DENEYİN YAPILIŞI (Düzeneğin çalıştırılması, deneyin yapılış sırası ve dikkat edilecek hususlar ve ölüçümlerin hangi şartlarda alınacağı açıklanacak)

4.BULGULAR (Deney esnasın yapılan ölçümler açıklanacak ve ölçüm sonuçları tablo halinde verilecek)

5.SONUÇLAR (Deneyde ölçülen değerlere göre gerekli hesaplar yapılacak, tekrarlı hesaplamalar varsa örnek bir hesaplama yapılması yeterli olacaktır, hesaplama sonuçları tablolar halinde verilecek ve gerekiyorsa deneyle ilgili karakteristiklerin değişimi grafik olarak çizilecek)

6.İRDELEME VE ÖNERİLER (Deneyde ölçülen değerlere ve hesaplanan değerlere göre irdeleme yapılacak(neden sonuç ilişkisi kurulacak) ve deneyle ilgili öneriler yapılacak)

EKLER (Varsa deneyle ilgili yararlanılan tablo, şekil v.b gibi bu bölüme konulacak)