

Çözümlü Pratik Problemlerle
ISI İLETİMİ

Prof. Dr.-Ing. Tuncay YILMAZ
Doç. Dr. Alper YILMAZ
Arş. Gör. Mehmet Tahir ERDİNÇ

© 2016 AKADEMİSYEN KİTABEVİ

Yayın Dağıtım ve Pazarlama A. Ş

Halk Sk. 5/A Yenışehir/ANKARA

Tel: 0312 431 16 33

www.akademisyen.com

Çözümlü Pratik Problemlerle Isı İletimi

Yazarlar: Prof. Dr.–Ing. Tuncay YILMAZ

Doç. Dr. Alper YILMAZ

Arş. Gör. Mehmet Tahir ERDİNÇ

ISBN: 978-605-9354-54-7

DOI: 10.37609/akya.1994

Yayıncı Sertifika No : 25465

Yayın Koordinatörü : Yasin DİLMEN

Mizanpaj ve Kapak : Rahime DİLMEN

Baskı : Reaksiyon Matbaacılık, ANKARA/ 2016



Dağıtım Adresi

Akademisyen Kitabevi

Halk Sk. 5/A Yenışehir/ANKARA

Tel: 0312 431 16 33

www.akademisyen.com

Bu kitabın yayın hakkı AKADEMİSYEN TIP KİTABEVİ'ne aittir. 5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Yasası gereği herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayıncısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek hiçbir işlem yapılamaz. Yazıların içerikleri yazarları bağlamaktadır.

Bu kitabın yazımı ve basımında çok büyük özen ve dikkat gösterilmesine rağmen, tüm bilgiler için hiçbir garanti verilmez ve herhangi bir şekilde oluşan hatalardan hiçbir sorumluluk kabul edilmez.

Prof. Dr. Tuncay YILMAZ
Doç. Dr. Alper YILMAZ
Arş. Gör. Mehmet Tahir ERDİNÇ

İÇİNDEKİLER

Önsözvii

BÖLÜM

1. GİRİŞ1

BÖLÜM

2. ISI İLETİMİNİN DİFERANSİYEL DENKLEMİ3

- 2.1. Fourier Kanunu3
- 2.2. Fourier Diferansiyel Denklemi5
- 2.3. Isı İletim Katsayısı8
 - 2.3.1. Gazların Isı İletim Katsayısı8
 - 2.3.2. Sıvıların Isı İletim Katsayıları9
 - 2.3.3. Katı Maddelerin Isı İletim Katsayıları11
- 2.4. Sınır Şartları14
- 2.5. Kaynaklar17
- 2.6. Problemler26

BÖLÜM

3. SÜREKLİ REJİMDE ISI İLETİMİ19

- 3.1. Düzlem Duvarda Isı İletimi19
- 3.2. Isı İletim Katsayısının Sıcaklıkla Değişmesi Durumunda Düzlem Duvarda Isı İletimi22
- 3.3. Silindirik Cisimlerde Isı İletimi24
- 3.4. Küresel Cisimlerde Isı İletimi27
- 3.5. Çeşitli Cisimler İçin Ortak Eşitlikler29
- 3.6. Çok Katlı Duvarlarda Isı İletimi29
- 3.7. İçinde Isı Üretilen Cisimlerde Isı İletimi31
- 3.8. Toplam Isı Transferi Katsayısı33
 - 3.8.1. Aralarında Düzlem Bir Duvar Bulunan İki Ortam Arasındaki Toplam Isı Transferi Katsayısı33
 - 3.8.2. Aralarında Farklı Yüzey Alanlı Duvarlar Bulunan İki Ortam Arasında Toplam Isı Transferi Katsayısı35
- 3.9. Kaynaklar36
- 3.10. Problemler37

BÖLÜM

4. KANATÇIKLARDA ISI İLETİMİ	67
4.1. Kanatçık Diferansiyel Denklemi	67
4.2. Düzlem Duvarda Sabit Alanlı Kanatçıklarda Isı İletimi	70
4.3. Değişken Kesit Alanlı Kanatçıklarda Isı İletimi	76
4.4. Çeşitli Kanatçıklarda Verim Hesaplama İçin Pratik Eşitlikler	78
4.5. Kaynaklar	82
4.6. Problemler	83

BÖLÜM

5. ÇOK BOYUTLU ISI İLETİMİ	95
5.1. Biçim Uzunluğu Metodu	95
5.2. İzoterm ve Adyabatik Yüzeyler Metodu	96
5.3. Kaynaklar	103
5.4. Problemler	104

BÖLÜM

6. GEÇİCİ REJİMDE ISI İLETİMİ	117
6.1. Isı İletimi Yüksek Cisimlerde Geçici Rejimde Isı İletimi	117
6.2. Düzlem Duvarda Geçici Rejimde Isı İletimi	119
6.3. Diğer Cisimlerde Geçici Rejimde Isı İletimi	123
6.4. Yaklaşık Analitik Hesaplama Yöntemi	127
6.5. Cisim Yüze Sıcaklıklarının Periyodik Değişimi	130
6.6. Kaynaklar	133
6.7. Problemler	134

BÖLÜM

7. ISI İLETİMİNİN SAYISAL OLARAK HESAPLANMASI	171
7.1. Türevlerin Sonlu Farkları	171
7.2. Fourier Diferansiyel Denklemine Sonlu Farklar ile Çözümü	172
7.2.1. Doğrudan Hesaplama Yöntemi	173
7.2.2. Dolaylı Hesaplama Yöntemi	175
7.2.3. Crank-Nicolson Yöntemi	176
7.3. Sınır Şartlarının Belirlenmesi	176
7.4. İki Boyutlu Cisimler İçin Sonlu Farklar	179
7.5. Transfer Edilen Isının Hesabı	180
7.6. Değişen Yönler Metodu	181
7.7. Paket Programlar	181

7.8. Kaynaklar	182
7.9. Problemler	183

BÖLÜM

8. YARDIMCI ÇİZELGELER	189
8.1. Birim Dönüştürme Katsayıları	190
8.2. Fiziksel Özellikler İçin Çizelgeler	195
8.3. Kaynaklar	200

ÖNSÖZ

Sanayinin bütün dallarında az veya çok enerji üretimi veya tüketimi vardır. Enerji ile beraber bir ısı iletimi de olacağı tabiidir. Bundan dolayı ısı iletimi günümüzde başta Makine Mühendisliği olmak üzere birçok Mühendislik alanları için vazgeçilmez bir bilim dalı olmuştur. Isı iletimi de ısı transferinin en önemli kısımlarından biridir.

Önemine uygun olarak ısı transferi ve ısı iletimi üzerine Türkçe de dahil olmak üzere birçok değerli kitap yayınlanmıştır. Bunların bazıları çok yüksek seviyede olup, lisans öğrencileri ve pratikte çalışan mühendisler tarafından anlaşılması fevkalade güçtür. Bir diğer grup da konuları çok yüzeysel olarak işlemekte ve okuyucu transfer olayını anlamayıp, benzer olaylara uygulayamamaktadır.

Bu kitabı yazmaktaki amacımız, okuyucuya ısı iletimi üzerine gerekli teorik bilgileri basit bir matematik kullanarak vermek ve bu arada iletim olayının mekanizmasını kavratmaktır. Her konuda geçen bağıntılar pratik mühendislik problemleri seçilerek kullanılmaya çalışılmış ve böylece uygulamacıya ısı iletimi hesaplarını özümsetmek hedeflenmiştir. Her konu ile ilgili olarak, konuyla derinlemesine uğraşmak isteyenlere yol gösterici mahiyette, geniş literatür listesi verilmiştir. Dolayısıyla, kitabın hem lisans hem de pratikte çalışan mühendislere yararlı olacağı kanaatindeyiz.

Bu ilk basımda bazı yazım, basım ve benzeri hatalar olabilecektir. Bu hatalar ile kitapta fazla veya eksik bulunan konular hakkında meslektaşlarımın ve öğrencilerimizin görüşlerini e-posta aracılığıyla bildirmelerini bilhassa rica ederiz.

Kitabımızın amacına ulaşmasını diler, basıma hazırlanmasında emeği geçenlere teşekkürü borç biliriz.

Yazarlar
Prof. Dr. Tuncay YILMAZ
Doç. Dr. Alper YILMAZ
Arş. Gör. Mehmet Tahir ERDİNÇ

2.5. KAYNAKLAR

- [2.1] Fourier, J.: The Analytical Theory of Heat, Dover Publications, Inc., New York, 1955.
- [2.2] Rohsenow, W. M., Hartnett, P. : Handbook of Heat Transfer Mc.Graw-Hill, 1973.
- [2.3] VDI – Heat Atlas, VDI – Verlag, Düsseldorf, Second Edition, 2010.
- [2.4] Perry, H.Z : Chemical Engineers Handbook, 8th Edition,2007.
- [2.5] Karakoç, H., Binyıldız, G., Turan, O.: Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı, ODE Teknik Yayınları No G20, 1999.

3.9. KAYNAKLAR

- [3.1] Hahn, D.W., Özışık, M.N : Heat Conduction, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2012.
- [3.2] Myers, G.E. : Analytical Methods in Conduction Heat Transfer, AMCHT Publicationl, 1998.
- [3.3] Yener, Y. , Kakaç, S: Heat Conduction, 4. Editon, Taylor & Francis, 2008.

4.5.KAYNAKLAR

- [4.1] A.D. Kraus, A. Aziz, J. Welty : Extended Surface Heat Transfer, John Wilet & Sons, 2001.
- [4.2] Yılmaz, T., Ünal, Ş.: Çeşitli biçimdeki kanatçıklarda analitik, nümerik ve ampirik eşitliklerle verim hesabı, Mühendis ve Makina Dergisi, 33 / 396, (1993).
- [4.3] Chi, J.: A Computer Model HTPUMP for Simulation of Heat Pump Steady-State Performance, NBS, Internal Report, Washington, D.C., 1979.

5.3. KAYNAKLAR

- [5.1] Y. Jaluria, K.E. Torrance: Computational Heat Transfer, Second Edition, Taylor & Francis, 2003.
- [5.2] J. Taler, P. Duda: Solving Direct and Inverse Heat Conduction Problems, Springer Verlag, 2006.
- [5.3] Rohsenow, W.M., Harnett, J. P., Cho, Y.I.: Handbook of Heat Transfer, Mc Graw-Hill, 3. Edition, 1998.
- [5.4] Grigull, U., Sandner, H.: Waermeleitung, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1990.
- [5.5] Langmuir, I., Adams, E.Q, Meikle, G.S.: Flow of Heat Through Furnace Walls, Trans.Amer. Electrochem. Soc., 24(1913), 53-84.

6.6. KAYNAKLAR

- [6.1] Grigull, U.: *Temperaturlausgleich in einfachen Körpern*, Springer Verlag, Berlin, 1964.
- [6.2] Yılmaz, T.: Equations for heating and cooling of bodies of various shapes, *Int.J. Refrigeration*, 18/6 (1995), 395-402.
- [6.3] Yılmaz, T.: Gelişigüzel cisimlerde ısınma soğuma zamanlarının hesabı, 3. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniğı Kongresi Bildiriler Kitabı, Adana, 1994, 233-243.

7.8. KAYNAKLAR

- [7.1.] Churchhouse, R.F.: Numerical Methods, John Wiley & Sons, New York, 1981.
- [7.2.] Ames, W.F.: Numerical Methods for Partial Differential Equations, Academic Press, New York, 1997.
- [7.3.] Roache, P.J.: Computational Fluid Dynamics, Hermose Publishers, P.O. Box 8172, Albuquerque, N.M. 87108, 1976.
- [7.4.] Şenel, M.: Nümerik Analiz, Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fak., 1983.
- [7.5.] Thomas, T. W.: Numerical Partial Differential Equation, Finite Difference Methods, Springer Verlag, New York, 1995.
- [7.6.] Tu, J., Heng, G. : Computational Fluid Dynamics, A Practical Approach, Elsevier, 2013.
- [7.7.] Peacemann, D. W., Rachford, H.H.: The numerical solution of parabolic and elliptic differential equations, J. Soc. Indust. App. Math., 3(1955), 28-41.
- [7.8.] Douglas, J., J.: On the numerical integration of $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \frac{\partial u}{\partial t}$ by implicit methods, J. Soc. Indust. App. Math., 3(1955), 42-65.
- [7.9.] Yılmaz, T: Kaydırılmış Levha Dizilerinde Laminer Akışta Isı ve Kütle Transferi, K.T.Ü.Doçentlik Tezi, 1977, Trabzon.
- [7.10.] Çengel, Y. , Cimbala, J. M., Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları, Güven Bilimsel, İzmir, 2008.
- [7.11.] Jiyuan Tu, Guan Heng Yeoh, Chaoqun Liu, Computational Fluid Dynamics: A Practical Approach, 2008.
- [7.12.] Erdinç, M. T., Birbirleriyle bağlantılı daralan ve genişleyen kanallarda ısı transferi ve akışın sayısal olarak incelenmesi, Y. L. Tezi, OKÜ Fen Bilimleri Ens.,2014.
- [7.13.] <https://confluence.cornell.edu/display/SIMULATION/FLUENT+L+e+arning+Modules> (erişim tar: 04.08.2016)
- [7.14.] ANSYS Fluent Version 14.0: User's Guide, ANSYS Inc., Cansonsburg,PA,USA.
- [7.15.] Erdinç, M.T., Yılmaz, T., Cihan E., Ünal, Ş. : Isı transferi Problemlerinin ANSYS Workbench ile hızlı analizi ve kaydırılmış levhada örnek bir uygulama, Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, Balıkesir, Eylül 2015, 1424-1429.

9.3. KAYNAKLAR

- [8.1] VDI – Waermeatlas, VDI-Verlag, Düsseldorf, 7. Auflage, 1994, Db2-Db24.
- [8.2] Gröber-Erk-Grigull: Waermeübertragung, 3.Auflage, Springer Verlag, 1963, 418-423.