

# ELEKTRONİK SİSTEMLERİN SOĞUTULMASI

1	Ders Adı:	ELEKTRONİK SİSTEMLERİN SOĞUTULMASI
2	Ders Kodu:	MAK4019
3	Ders Türü:	Seçmeli
4	Ders Seviyesi	Lisans
5	Dersin Verildiği Yıl:	4
6	Dersin Verildiği Yarıyıl	7
7	Dersin AKTS Kredisi:	3.00
8	Teorik Ders Saati (saat/Hafta)	2.00
9	Uygulama Ders Saati(saat/Hafta)	0.00
10	Laboratuvar Ders Saati (saat/hafta) :	0
11	Dersin Önkoşulu:	Yok
12	Dersin Dili:	Türkçe
13	Dersin Veriliş Şekli:	Yüz yüze
14	Dersin Koordinatörü:	Yrd.Doç.Dr. ERHAN PULAT
15	Dersi Veren Diğer Öğretim Elemanları:	
16	Koordinatör İletişim Bilgileri:	pulat@uludag.edu.tr , 0 224 2941982 Uludağ Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Oda No: 217, Görükle, 16059, Bursa.
17	Dersin WEB adresi:	
18	Dersin Amacı:	Dersin amacı öğrencilere elektronik sistemlerde karşılaşılan soğutma problemlerini tanıtmak ve bu problemlerin çözümünde ısı transferi prensiplerinin nasıl kullanılacağını göstermektir.
19	Dersin Mesleki Gelişime Katkısı:	
20	Dersin Öğrenme Kazanımları:	
	1	Elektronik terminolojinin öğrenilerek elektronik cihazları tanıyabilme.
	2	Elektronik endüstrisindeki gelişmeyle bağlantılı olarak elektronik sistemlerdeki soğutma ihtiyacını kavrayabilme.
	3	Elektronik soğutma uygulamaları için uygun ısı transferi metodunu seçebilme.
	4	Temel ısı transferi metotlarını elektronik soğutma problemine uygulayabilme.
	5	Kişisel bilgisayarların soğutulmasında fan seçebilme.
	6	Elektronik cihazlar için alternatif ve yeni soğutma tekniklerinin önemini kavrayabilme.
	7	
	8	
	9	
	10	
21	Dersin İçeriği:	
<b>Hafta</b>	<b>DERS İÇERİKLERİ</b>	
	<b>Teorik</b>	<b>Uygulama</b>
1	Elektronik endüstrisinin tarihçesi, yarı iletken teknolojisindeki gelişmelere giriş ve Moore kanunu.	

2	Elektronik paketleme hiyerarşisi ve her aşamada soğutmanın önemi. Cihazlardaki ısı üretimi ve sebepleri.	
3	Elektronik ekipmanların imalatı. Tranzistörler. Yonga taşıyıcı, baskı devre kartları ve kabinler.	
4	Yongalarda jonksiyondan tabana direnç kavramı. Baskı devre kartlarının özellikleri ve soğutulması.	
5	Elektronik cihazların elektrik gücü tüketimi ve elektronik ekipmanların soğutma yükü.	
6	Isıl çevre ve çeşitli uygulama alanlarında kullanılan elektronik sistemlerde uygun ısı transfer mekanizmasının seçimi.	
7	İletimle soğutma ve ısı direnç kavramı. Yonga taşıyıcılarında iletim. Kanatçık kullanımı.	
8	Ders tekrarı ve Ara Sınav	
9	Baskı devre kartlarında iletim. Baskı devre kartlarında etkin ısı iletkenlik. Baskı devre kartlarında ısı iletimini artırma yöntemleri: Bakır ilişirme (Cladding).	
10	Baskı devre kartlarında ısı iletimini artırma yöntemleri: Isı çerçeveleri (Heat frames), silindirik bakır dolguların kullanılması.	
11	Havayla soğutma: Doğal taşınım ve ışınım. Çeşitli geometriler için doğal taşınım korelasyonları. Işınımın etkisi.	
12	Havayla soğutma: Zorlanmış taşınım. Çeşitli geometriler için zorlanmış taşınım korelasyonları. Fan seçimi ve kişisel bilgisayarların soğutulması.	
13	Sıvıyla soğutma: Direkt ve indirekt soğutmalı sistemler. Daldırmayla soğutma.	
14	Isı boruları ve termoelektrik soğutuculara giriş.	

22	Ders Kitabı, Referanslar ve/veya Diğer Kaynaklar:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instructor Prepared Handouts.</li> <li>2. Heat Transfer: A Practical Approach, Y. A. Çengel, McGraw-Hill, 2000, U.S.A.</li> <li>3. Thermal Design of Electronic Equipment, R. Rensburg, CRC Pres, 2000, U.S.A.</li> <li>4. Thermal Management of Microelectronic Equipment, L.-T. Yeh and R. C. Chu, ASME Pres, 2002, New York.</li> <li>5. Cooling of Electronic Systems, Edited by S. Kakaç, H. Yüncü, and K. Hijikata, NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences-Vol.258, Kluwer Academic Publishers, 1994, Netherlands.</li> <li>6. Influence of Temperature on Microelectronics and System Reliability, P. Lall, M. G. Pecht, and E. B. Hakim, CRC Pres, 1997, U.S.A.</li> </ol>
----	---	---

23	Değerlendirme	
----	---------------	--

YARIYIL İÇİ ÇALIŞMALARI	SAYISI	KATKI YÜZDESİ
Ara Sınav	1	40.00
Kısa Sınav	0	0.00
Ödev	3	10.00
Yıl Sonu Sınavı	1	50.00
Toplam	5	100.00

Yıl içi çalışmalarının Başarıya Oranı	50.00
Finalin Başarıya Oranı	50.00
Toplam	100.00
Kullanılan Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları	

## 24 AKTS / İŞ YÜKÜ TABLOSU

ETKİNLİK	SAYISI	Süresi (Saat)	Toplam İş Yükü (Saat)
Teorik Dersler	14	2.00	28.00
Uygulamalı Dersler	0	0.00	0.00
Sınıf Dışı Ders Çalışma Süresi (Ön çalışma, pekiştirme)	14	2.00	28.00
Ödevler	3	4.00	12.00
Projeler	0	0.00	0.00
Arazi Çalışmaları	0	0.00	0.00
Arasınavlara	1	10.00	10.00
Diğer	0	0.00	0.00
Yarıyıl Sonu Sınavı	1	12.00	12.00
Toplam İş Yükü			90.00
Toplam İş Yükü / 30 saat			3.00
Dersin AKTS Kredisi			3.00

25

## PROGRAM YETERLİLİKLERİ İLE DERS ÖĞRETİM KAZANIMLARI İLİŞKİSİ TABLOSU

	PY1	PY2	PY3	PY4	PY5	PY6	PY7	PY8	PY9	PY10	PY11	PY12	PY13	PY14	PY15	PY16
ÖK1	3	4	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
ÖK2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
ÖK3	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÖK4	4	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÖK5	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÖK6	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ÖK: Öğrenme kazanımlar PY: Program yeterlilikleri

Katkı Düzeyi:	1 çok düşük	2 Düşük	3 Orta	4 Yüksek	5 Çok Yüksek
---------------	-------------	---------	--------	----------	--------------