

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı		Course Name				
Isı ve Kütle Aktarımı		Heat and Mass Transfer				
Kodu (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
KMM 305E	5	4	7	4	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Kimya Müh. / Kimya Müh. (Chemical Eng. / Chemical Eng.)					
Dersin Türü (Course Type)	Zorunlu (Compulsory)	Dersin Dili (Course Language)		İngilizce (English)		
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	KMM 211 min DD ve (KMM 224 min DD veya KMM 220 min DD) KMM 211 min DD and (KMM 224 min DD or KMM 220 min DD)					
Dersin mesleki bileşene katkısı, % (Course Category by Content, %)	Temel Bilim (Basic Sciences)	Temel Mühendislik (Engineering Science)	Mühendislik Tasarım (Engineering Design)	İnsan ve Toplum Bilim (General Education)		
	-	100%	-	-		
Dersin İçeriği (Course Description)	<p>Isı aktarımının temel prensipleri. Isı iletimi eşitliği. Yatışkın hal ısı iletimi: Direnç yaklaşımı, kanatçıklar. Yatışkın olmayan hal ısı iletimi. Zorlanmış konveksiyon. Doğal konveksiyon. Isı değiştiricileri. Kütle aktarımının temel prensipleri. Isı ve kütle aktarımı arasındaki benzerlikler. Gazlarda, sıvılarda ve katılarda difüzyon. Yatışkın hal kütle aktarımı. Yatışkın olmayan hal kütle aktarımı. Konveksiyonla kütle aktarımı ve kütle aktarım katsayıları. Reaksiyonlu kütle aktarımı. Sürtünme, ısı aktarım ve kütle aktarım katsayıları arasındaki benzetişim modelleri.</p> <p>Basic concepts of heat transfer. Heat conduction equation. Steady heat conduction: Resistance approach, fins. Transient heat conduction. Forced convection. Natural convection. Heat exchangers. Basic concepts of mass transfer. Analogy between heat and mass transfer. Diffusion in gases, liquids, and solids. Steady mass transfer. Unsteady-state mass transfer. Mass convection and mass transfer coefficients. Mass transfer with reaction. Analogies for friction, heat transfer and mass transfer coefficients.</p>					
Dersin Amacı (Course Objectives)	<ol style="list-style-type: none">Öğrencilere ısı ve kütle aktarımının temel prensiplerini ve terminolojisini tanıtmak.Öğrencileri mühendislik alanında veya günlük yaşamlarında karşılaştıkları ve ısı ve/veya kütle aktarımı içeren herhangi bir proses veya sistem için uygun taşınım olaylarını (akışkanlar mekaniği, ısı ve kütle aktarımı) belirlemek ve açıklamak üzere eğitmek.Öğrencilere ısı ve kütle aktarımı hızı veya malzemenin (katı, sıvı, gaz) sıcaklığını ve/veya karışımların derişimlerini belirlemek için yapılacak hesaplamalarda gerekli girdinin nasıl kullanılacağını öğretmek.Öğrencilere gerçek proses ve sistemler için temsili modellerin nasıl geliştirileceğini ve ilgili analizlerden bu proseslerin/sistemlerin tasarım ve performansları hakkında sonuçların nasıl çıkarılacağını göstermek.Öğrencilere takım halinde çalışma deneyimi kazandırmak. <ol style="list-style-type: none">To introduce the terminology and the basic principles of heat and mass transfer.To train students to identify and describe appropriate transport phenomena (fluid mechanics, heat and mass transfer) for any process or system involving heat and mass transfer (in engineering and everyday life).To show students how to use required inputs for computing heat and mass transfer rates and/or material (solid, liquid, gas) temperatures and/or mixture concentrations.To show students how to develop representative models of real processes and systems and draw conclusions concerning process/systems design or performance from the related analyses.To provide experience to work in teams.					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	<p>Bu dersin sonunda, öğrencilerin aşağıdaki becerilere sahip olması beklenir:</p> <ol style="list-style-type: none">(a) İletim, konveksiyon ve radyasyonla ısı aktarımının; (b) difüzyon ve konveksiyonla kütle aktarımının temel prensiplerini tanımlayabilmek, açıklayabilmek ve uygulayabilmek.(a) İletim, konveksiyon ve radyasyon içeren ısı aktarımı problemlerine ve ısı sistemlere enerjinin korunumu yasalarını; (b) difüzyon ve konveksiyon içeren kütle aktarımı problemlerine kütle korunumu yasalarını uygulayabilmek.(a) Sıcaklık dağılımı ve ısı aktarımı hızını hesaplamak amacıyla (kanatçıklar da dahil olmak üzere), yatışkın ve tek yönlü ısı aktarım problemlerini; (b) derişim dağılımı ve kütle aktarımı hızını hesaplamak amacıyla, (reaksiyonlu sistemler de dahil olmak üzere), yatışkın ve tek yönlü kütle aktarım problemlerini formüle edebilmek, çözmek ve sonuçları irdeleyebilmek.Tek düze sıcaklık dağılımına sahip sistem yaklaşımını veya derişkenlerin ayrılması yöntemini kullanarak tek-boyutlu yatışkın olmayan ısı ve kütle iletimi problemlerini derişik geometriler için formüle edebilmek ve çözebilmek. Sonsuz büyük ortamlar için aynı problemleri derişkenlerin birleştirilmesi yöntemini kullanarak çözebilmek.Akışkan akımı ile konveksiyon ısı ve kütle aktarımı arasındaki temel ilişkiler konusunda bilgisini kullanabilmek, ampirik denklemleri kullanarak (a) doğal ve zorlanmış konveksiyon ısı aktarım ve (b) konveksiyon kütle aktarım katsayıları ile ısı/kütle aktarım hızlarını hesaplayabilmek.Isıl mühendislik cihaz ve sistemlerinin tasarımında gerekli mühendislik tasarım büyüklüklerini (güç gereksinimi, yalıtım kalınlığı, maliyet, ... vb.) belirleyebilmek ve mühendislik kararları verebilmek.Isı derişticilerini boyutlandırmak (ısı aktarım alanı hesaplama) ve sıcak ve soğuk akımların çıkış sıcaklıklarını belirli bir ısı derişticisi için hesaplayabilmek.Momentum, ısı ve kütle aktarımı ile ilgili benzetişimleri yapabilmek.Aynı disiplinden gelen insanlardan oluşan bir takımın üyesi olarak mühendislikte ısı ve kütle aktarımı problemlerini çözebilmek.					

	<p>Upon completion of this course, students should be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Define, describe, and apply the basic concepts (terminology, modes and equations) of (a) conduction, convection and radiation heat transfer and (b) diffusion and convection mass transfer. 2. (a) Apply laws of conservation of energy to thermal systems and heat transfer problems involving conduction, radiation, and/or convection heat transfer. (b) Similarly, apply laws of mass conservation to mass transfer problems involving diffusion and/or convection mass transfer. 3. Formulate and solve steady-state one-dimensional (a) conduction heat transfer (including fins) and (b) mass transfer (reaction with diffusion) problems to calculate the temperature and concentration distributions and heat and mass transfer rates, and evaluate the significance of results. 4. Formulate and solve transient one-dimensional heat conduction and mass transfer problems in different geometries using lumped system approach or one-term approximation of separation of variables solution; and in large mediums using similarity variable. 5. Demonstrate an understanding of the fundamentals of the relationship between fluid flow and convection heat and mass transfer and apply empirical correlations for (a) forced and free (natural) convection heat and (b) mass transfer to determine values for the convection heat and mass transfer coefficients and calculate heat and mass transfer rates. 6. Determine engineering design quantities (power requirements, insulation thickness, cost, etc.) required for design of thermal engineering devices and systems and apply engineering judgment. 7. Analyze and design heat exchangers to calculate heat transfer area and the outlet temperatures of the hot and cold streams. 8. Apply analogies between momentum, heat, and mass transfer to calculate relevant transfer coefficients. 9. Work as a member of a team to solve heat and transfer problems in chemical engineering. 		
Ders Kitabı (Textbook)	Heat and Mass Transfer, 8th Edition by Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, John Wiley Sons, 2017.		
Diğer Kaynaklar (Other References)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yunus A. Çengel and Afshin J. Ghajar, Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications, Fifth Edition, McGraw Hill, NY, 2014. 2. Geankoplis C. J, Transport Processes and Separation Process Principles, Prentice Hall, 2003. 		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	<p>Ödev bu dersin önemli bir parçasıdır. Öğrencilere dersi daha iyi anlamaları amacı ile 8-9 adet ödev verilecek ve bu ödevler bir hafta sonra toplanıp değerlendirilecektir. Tüm ödevler üç veya dört öğrenciden oluşan takımlar halinde yapılacak ve her takım adına tek bir ödev teslim edilecektir. Takımları dersi veren öğretim üyeleri oluşturacaktır. Aynı takımında yer alan öğrenciler birbirlerinin takım performanslarını da değerlendireceklerdir.</p> <p>Homework is a major part of this course, because the principles and concepts covered in class can only be learned by practicing their applications. There will be 8-9 homework assignments which will be due in one week and graded. All homework assignments will be worked on in teams of three or four, handing in one team solution per assignment. Instructors will designate the teams. Team members will also evaluate each other with respect to their team performances.</p>		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	YOK NONE		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	<p>Bazı ödevler sayısal çözüm ve bilgisayar kullanımı gerektirebilir.</p> <p>Some of the homework may require numerical solution and computer work.</p>		
Diğer uygulamalar (other activities)	<p>Takım çalışması, sınıf içi problem çözme saati (takımlar halinde problem çözme)</p> <p>Team work, in-class problem solving session (solving problems as teams)</p>		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	2	50%
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	-	
	Ödevler (Homework)	8-9	10%
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	-	
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)	-	
	Sınıf İçi Problem Çözme (In-class Problem Solving)	-	-
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40% (min. 15/50 points from midterm exams is required to be eligible for final exam)

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Termodinamik ve Isı Aktarımının Temel Kavramları	1a-2a, 9
2	Isı İletimi	1a-3a, 6, 9
3	Yatışkın Hal Isı İletimi: Direnç Yaklaşımı	1a-3a, 6, 9
4	Yatışkın Hal Isı İletimi: Kanatçıklar ve Yüzey Uzantıları	1a-3a, 6, 9
5	Yatışkın Olmayan Hal Isı İletimi	2a, 4, 6, 9
6	Isı Değiştiriciler: LMTD Metodu	1a-3a, 6-7, 9
7	Isı Değiştiriciler: NTU-Etkinlik Metodu ARA SINAV I	1a-3a, 6-7, 9
8	Zorlanmış Konveksiyon: Konveksiyonun Temelleri, Yüzeyle Üzerinde Akış, Kanal İçi Akış	1a-3a, 5a, 9
9	Doğal Konveksiyon: Yüzeyle Üzerinde ve Kanal İçi Akış	1a-3a, 5a, 9
10	Kütle Aktarımının Temel Kavramları, Isı ve kütle aktarımı arasındaki benzerlikler. Gazlarda, sıvılarda ve katılarda difüzyon. Genel bileşen kütle dengesi (süreklilik) eşitliği	1b-2b, 9
11	Yatışkın hal kütle aktarımı. Reaksiyonlu kütle aktarımı	1b-3b, 9
12	Yatışkın olmayan hal kütle aktarımı. ARA SINAV II	2b, 4, 9
13	Konveksiyonla kütle aktarımı ve kütle aktarım katsayıları.	1b-3b, 5b, 9
14	Sürtünme, ısı aktarım ve kütle aktarım katsayıları arasındaki benzetişim modelleri.	8-9

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Basic Concepts of Thermodynamics and Heat Transfer	1a-2a, 9
2	Heat Conduction	1a-3a, 6, 9
3	Steady Heat Conduction: Resistance Approach	1a-3a, 6, 9
4	Steady Heat Conduction: Fins and Extended Surfaces	1a-3a, 6, 9
5	Transient Heat Conduction	2a, 4, 6, 9
6	Heat Exchangers: LMTD Method	1a-3a, 6-7, 9
7	Heat Exchangers: NTU-Effectiveness Method EXAM-1	1a-3a, 6-7, 9
8	Forced Convection: Fundamentals of Convection, External Forced Convection, Internal Forced Convection	1a-3a, 5a, 9
9	Natural Convection: External and Internal	1a-3a, 5a, 9
10	Basic concepts of mass transfer. Analogy between heat and mass transfer. Diffusion in gases, liquids, and solids. General specie mass balance (continuity) equation	1b-2b, 9
11	Steady mass transfer. Diffusion with reaction	1b-3b, 9
12	Unsteady-state mass transfer EXAM-2	2b, 4, 9
13	Mass convection and mass transfer coefficients.	1b-3b, 5b, 9
14	Analogies for friction, heat transfer and mass transfer coefficients.	8-9

Dersin Kimya Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, fen bilimleri, sosyal bilimler ve mühendislik bilgilerini kimya mühendisliği problemlerine uygulayabilme becerisi			X
b	Kimya Mühendisliği ve ilgili alanlardaki mühendislik problemlerini saptama, tanımlama ve çözme becerisi			X
c	Bir sistemi, sistem bileşenini ya da süreci analiz etme ve belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi		X	
d	Mühendislik çözümlerinin sağlık, güvenlik ve çevre üzerinde yaratacağı ulusal ve uluslararası etkilere duyarlılık			
e	Deney tasarlama, veri toplama, analiz etme ve yorumlama becerisi			
f	Modern mühendislik teknik ve araçları ile bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanma becerisi	X		
g	Tek ve çok disiplinli takım çalışması yürütme becerisi			X
h	Bireysel çalışma becerisi			
i	Yaşam boyu öğrenmenin önemini benimsemiş olarak, bilim ve teknolojiadaki gelişmeleri izleyerek kendini sürekli yenileme becerisi			
j	Türkçe sözlü ve yazılı etkin iletişim kurma becerisi			
k	İngilizce sözlü ve yazılı etkin iletişim kurma becerisi			
l	Mesleki ve etik sorumluluk bilinci			
m	Çağdaş konular hakkında bilgi sahibi olma			
n	Kalite bilinci			

1: Düşük, 2. Orta, 3. Yüksek

Relationship between the Course and the Chemical Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering to chemical engineering problems			X
b	An ability to identify, formulate, and solve engineering problems in chemical engineering and related fields			X
c	An ability to design a system, component, or process to meet desired needs		X	
d	The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions, especially related to the health, safety and environmental issues, in a global and societal context			
e	An ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data			
f	An ability to use the techniques, skills, and modern engineering and computing tools necessary for engineering practice	X		
g	An ability to function on same- and multi-disciplinary teams			X
h	An ability to function independently			
i	A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning			
j	An ability to communicate effectively orally and in writing in Turkish			
k	Ability to communicate effectively orally and in writing in English			
l	An understanding of professional and ethical responsibility			
m	A knowledge of contemporary issues			
n	A knowledge and awareness of quality issues			

1: Low, 2. Medium, 3. High

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u> Prof. Dr. Ş. Birgül Tantekin-Ersolmaz Prof. Dr. Hüsnü Atakül	<u>Tarih (Date)</u> 23.12.2020	<u>İmza (Signature)</u>
--	-----------------------------------	-------------------------