

**İTÜ**  
**DERS KATALOG FORMU**  
**(COURSE CATALOGUE FORM)**

Dersin Adı				Course Name		
SAYISAL AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ				COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
MAK 376E	6	2,5	4,5	2	1	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Makina Mühendisliği / Makina Mühendisliği (Mechanical Engineering / Mechanical Engineering)					
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)			Dersin Dili (Course Language)	İngilizce (English)	
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	AKM 209 veya AKM 209E, MAT 201 veya MAT 201E, MAT 202 veya MAT 202E , BIL104 veya BIL 104E veya BIL 106 veya BIL 106E veyaBIL108E veya BIL 108E ( AKM 209 or AKM 209E, MAT 201 or MAT 201E, MAT 202 or MAT 202E , BIL104 or BIL 104E or BIL 106 or BIL 106E or BIL108E or BIL 108E )					
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>Sayısal akışkanlar dinamiğinde temel kavramlar. Akışkanlar dinamiğinde temel denklemler. İlk şart ve sınır şartı problemleri. Kısmi denklemlerin sınıflandırılması. Sonlu fark formülleri. Kararlılık analizi. Parabolik denklemler ve açık (explicit) ve kapalı (implicit) çözümler. ADI yöntemi.</p> <p>Eliptik denklemler: Jacobi, Gauss-Seidel ve SOR yöntemleri. Hiperbolik denklemler: Lax-Wendroff, Mac Cormack yöntemleri. Euler denklemleri. Grid oluşturulması.</p> <p>Basic aspects of computational fluid dynamics, Governing equations of fluid dynamics, Initial and boundary value problems, classification of partial differential equations, Finite difference formulations, stability analysis, Parabolic equations explicit and implicit methods, ADI method, Elliptic equations: Jacobi, Gauss-Seidel and SOR iteration; Hyperbolic equation: Lax-Wendroff, MacCormack's method, Euler equations, Grid generation.</p>					
Dersin Amacı (Course Objectives)	<p>1. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği yöntemlerini tanıtmak 2. Öğrencilerin akışkanlar mekaniği problemlerini bu yöntemler ile çözebilmelerini sağlama.</p> <p>1. This course is designed to give fourth year mechanical engineering students CFD techniques 2. Using of these CFD techniques in the solution of fluid mechanics problems.</p>					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	<p>1. Akışkanlar dinamiğindeki temel denklemler ve fiziksel anlamlarını kavrayabilme(a). 2. İlk şart ve sınır şart problemlerini ayırt edebilme ve ilgili fiziksel sistemleri belirleyebilme becerisi 3. İlk şart problemlerinin sayısal çözümünde Runge-Kutta yöntemlerini uygulayabilme becerisi(e,k) 4. Sınır değer problemlerinin sayısal çözümünde sonlu farklar tekniklerini uygulayabilme becerisi 5. Eliptik, parabolik ve hiperbolik denklemleri ayırt edebilme ve bu tip denklemlerle ifade edilen fiziksel olayları tanıyabilme 6. Taylor serilerini kullanarak sonlu fark formüllerini türetebilme, sonlu fark denklemlerinin kararlılık ve uyumluluk analizlerini yapabilme becerisi(e,k) 7. Explicit ve Implicit yöntemlerle parabolik denklemleri 8. İteratif yöntemlerle eliptik denklemleri çözebilme becerisi(e,g,k)</p> <p>1. A sound understanding of the governing equations in fluid dynamics and their physical aspects. 2. An ability to distinct between initial and boundary value problems and their occurrences in physical systems. 3. Apply Runge-Kutta Methods to numerically solve the initial boundary problems. 4. Apply finite difference methods to solve the boundary value problems 5. Make a distinction among elliptic, parabolic and hyperbolic equations and understand the corresponding physical phenomena 6. Ability to develop finite difference formulations using Taylor's series expansion, Ability to perform stability and consistency analyses of given finite difference equations 7. Ability to solve parabolic equations using explicit and implicit methods, 8. Ability to solve elliptic equations using iterative methods</p>					

<b>Ders Kitabı</b> (Textbook)	<i>Computational Fluid Dynamics for Engineers</i> , Klaus A. Hoffman, Steve T. Chiang, Vol. I, Wichita, Kansas, Engineering Education System, 1993.		
<b>Diğer Kaynaklar</b> (Other References)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Computational Fluid Dynamics : The basics with applications</i>, John D. Anderson, McGraw-Hill, 1995</li> <li>2. <i>Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer</i> J.C. Tannehill, D.A. Anderson, R.H. Pletcher, Washington, DC, Taylor and Francis, 1997.</li> <li>3. <i>Numerical Computation of Internal and External Flows (Volume I and II)</i>, C. Hirsch, John Wiley and Sons Ltd. , 1988</li> </ol>		
<b>Ödevler ve Projeler</b> (Homework & Projects)	4 adet ödev 1 adet proje verilecektir.		
	4 Homeworks and 1 project will be assigned.		
<b>Laboratuar Uygulamaları</b> (Laboratory Work)			
<b>Bilgisayar Kullanımı</b> (Computer Use)	Ödevlerde Matlab (Fortran veya C) projede CFD yazılımı kullanılacaktır.		
	Matlab (or Fortran) language will be used in homework assignments. In project, CFD software will be used.		
<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)			
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b> (Assessment Criteria)	<b>Faaliyetler</b> (Activities)	<b>Adedi</b> (Quantity)	<b>Değerlendirmedeki Katkısı, %</b> (Effects on Grading, %)
	<b>Yıl İçi Sınavları</b> (Midterm Exams)	1	25
	<b>Kısa Sınavlar</b> (Quizzes)		
	<b>Ödevler</b> (Homework)	4	20
	<b>Projeler</b> (Projects)	1	15
	<b>Dönem Ödevi/Projesi</b> (Term Paper/Project)		
	<b>Laboratuar Uygulaması</b> (Laboratory Work)		
	<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)		
	<b>Final Sınavı</b> (Final Exam)	1	40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Sayısal akışkanlar dinamiğinde temel kavramlar	I
2	Akışkanlar dinamiğinde temel denklemler, fiziksel kavramlar	I
3	İlk şart problemlerinin sayısal çözümleri: Taylor ve Runge-Kutta yöntemleri	II, III
4	Sınır şartı problemlerinin sayısal çözümleri: Sonlu fark yöntemleri. Thomas algoritması	III; IV
5	Kısmi diferansiyel denklemlerinin sınıflandırılması. Eliptik, Parabolik ve Hiperbolik denklemler. İlk şart ve sınır şartları.	V
6	Sonlu fark formülasyonları: Taylor serisi açılımı, sonlu fark denklemleri. Kararlılık analizi	VI
7	Parabolik kısmi diferansiyel denklemler: Explicit yöntemler; FTCS Yöntemi, Richardson and DuFort-Frankel yöntemleri.	VII
8	Implicit yöntemler: Crank-Nicolson yöntemi	VII
9	İki boyutlu parabolik denklemler; ADI yöntemi, sonlu fark denklemlerinin uyumluluk analizi	VII
10	Eliptik kısmi diferansiyel denklemler: Jacobi, Gauss-Seidel ve SOR yöntemleri. YIL İÇİ SINAVI	VII, VIII
11	Eliptik denklemler: Türev sınır şartları	VIII
12	Hiperbolik denklemler: Lax-Wendroff, MacCormack yöntemleri	IX
13	Euler denkleminin sayısal çözümü	IX
14	Çözüm ağı oluşturulması	VII-IX

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Basic aspects of computational fluid dynamics	I
2	Governing equations of fluid dynamics, physical aspects.	I
3	Numerical solution of initial boundary value problems: Taylor's and Runge-Kutta Methods	II, III
4	Numerical solution of boundary value problems: Finite difference and shooting methods, Thomas algorithm.	III; IV
5	Classification of partial differential equations: Elliptic, Parabolic and Hyperbolic equations, Initial and boundary conditions.	V
6	Finite difference formulations: Taylor series expansion, Finite difference equations, Stability analysis	VI
7	Parabolic partial differential equations: Explicit methods; FTCS Method, Richardson and DuFort-Frankel methods,	VII
8	Implicit Methods; Crank-Nicolson method.	VII
9	Parabolic equations in two space dimensions; ADI method, and Consistency analysis of finite difference equations.	VII
10	Elliptic partial differential equations: Jacobi, Gauss-Seidel and SOR iteration methods. MID-TERM EXAM	VII, VIII
11	Elliptic equations: Derivative boundary conditions	VIII
12	Hyperbolic equations: Lax-Wendroff, MacCormack's methods	IX
13	Numerical solution of Euler equation	IX
14	Grid generation.	VII-IX

## Dersin Makina Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, fen bilimleri ve mühendislik bilgisini makina mühendisliği problemlerini çözmede kullanabilme becerisi		X	
b	Deney tasarlayıp yürütebilme, sonuçlarını analiz edip yorumlama ve modern araç, gereç ve teçhizatı kullanabilme becerisi			
c	Bir makinayı, parçasını veya prosesi, beklenen performansı, imalat özelliklerini ve ekonomikliği sağlayacak şekilde seçme, geliştirme ve tasarlama becerisi			
d	Çok disiplinli takımlarda çalışabilme ve/veya liderlik yapma becerisi			
e	Makina Mühendisliği problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi		X	
f	Mesleki ve etik sorumluluk anlayışına sahip olma			
g	Türkçe ve İngilizce etkin yazılı ve sözlü iletişim kurma becerisi		X	
h	Makina mühendisliğinin ulusal ve küresel boyutlardaki etkileri hakkında bilgi sahibi olma ve yorum yapabilme becerisi			
i	Hayat boyu (Sürekli) eğitimin önemini kavrama ve uygulayabilme becerisi			
j	Makina mühendisliğinin güncel ve çağdaş konularına ilişkin bilgi sahibi olma			
k	Mühendislik tasarım ve analizlerinde bilgisayar yazılımları gibi modern mühendislik yöntemlerini ve çağdaş bilgi erişim olanaklarını kullanabilme becerisi			X
l	Öğrencinin seçtiği makina mühendisliği uygulama alanlarından birinde daha ayrıntılı bilgi ve uygulama deneyimi			

**1: Yok, 2. Kısmi, 3. Tam**

### Relationship between the Course and Mechanical Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering on mechanical engineering problems		X	
b	An ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data and use modern tools and equipment.			
c	An ability to select, develop and/or design a system, component, or process to meet desired performance, manufacturing capabilities and economic requirements.			
d	An ability to function on and/or develop leadership in multi-disciplinary teams.			
e	An ability to identify, formulate, and solve mechanical engineering problems.		X	
f	An understanding of professional and ethical responsibility			
g	An ability for effective written and oral communication in Turkish and English.		X	
h	An ability to understand and comment on the impact of engineering solutions in a national and global context.			
i	A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning			
j	A knowledge of contemporary issues in mechanical engineering			
k	An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools , such as computer programs, necessary for engineering design and analysis and use modern information systems			X
l	A detailed knowledge of and experience on a specific application field of mechanical engineering			

**1: None, 2. Partial, 3. Full**

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u> Prof.Dr. Hasan GÜNEŞ	<u>Tarih (Date)</u> 08.04.2011	<u>İmza (Signature)</u>
---	-----------------------------------	-------------------------