

**DERS KATALOG FORMU**  
**(COURSE CATALOG FORM)**

<b>Dersin Kodu : ME518</b> <b>(Course Code)</b>				<b>Dersin Adı : Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD)</b> <b>(Course Name) : (Computational Fluid Dynamics (CFD))</b>			
<b>Yarıyılı (Semester)</b>	<b>D + U + L (Lc + T + L)</b>	<b>Kredisi (Credits)</b>	<b>AKTS (ECTS)</b>	<b>Dersin Dili (Language)</b>	<b>Dersin Türü (Category)</b>	<b>Dersin İşleniş Yöntemi (Instructional Methods)</b>	<b>Ön Koşulları (Pre-Requisites)</b>
Güz/Bahar (Fall/Spring)	3+0+0	3	8	İngilizce (English)	MM Seçmeli (ME Elective)	Ders (Lectures)	Yok (None)
<b>Dersin Amacı</b> <b>(Course Objectives)</b>				Makine mühendisliği yüksek lisans öğrencilerine sayısal akışkanlar dinamiği konularında bilgi vererek ve deneyim kazandırarak onları lisansüstü tezi (veya projesi) çalışmasına hazırlamak. To prepare mechanical engineering graduate students to work on their graduate thesis (or project) by providing them with knowledge and experience on computational fluid dynamics.			
<b>Dersin İçeriği</b> <b>(Course Content)</b>				Hata analizi, tutarlılık, doğruluk ve kararlılık. Euler ve Navier-Stokes denklemleri için sayısal yöntemlere giriş. Değiştirilmiş denklem analizi (dağılıma karşı dağılım) ve Von Neumann kararlılık analizi. Sonlu farklar yöntemleri, sonlu hacim ve spektral eleman yöntemleri. Açık ve kapalı zaman adımlama yöntemleri. Lineer cebir sistem çözümleri. Yüksek mertebe ve yüksek çözünürlük için yöntemler. Türbülanslı akış hesabı. Sıkıştırılabilir akışlarda yüksek çözünürlüklü şok yakalama. Riemann problemleri ve hiperbolik denklemler için çözümler. Introduction to numerical methods for Euler and Navier-Stokes equations with emphasis on error analysis, consistency, accuracy and stability. Modified equation analysis (dispersion vs. dissipation) and Von Neumann stability analysis. Finite difference methods, finite volume and spectral element methods. Explicit vs. implicit time stepping methods. Solution of systems of linear algebraic systems. Higher order vs. higher resolution methods. Computation of turbulent flows. Compressible flows with high resolution shock-capturing Methods. Theory of Riemann problems and weak solutions for hyperbolic equations.			
<b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b> <b>(Course Learning Outcomes)</b>				Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler: 1. Akışkanlar dinamiğindeki temel denklemler ve fiziksel anlamlarını kavrayabilme becerisi kazanır [PÇ-2] 2. Kısmi diferansiyel denklemleri ayırt edebilme becerisi ve fiziksel olayları bu denklemlerle tanımlayabilme becerisi kazanır [PÇ-5] 3. Açık ve kapalı zaman adımlama yöntemlerini kullanabilme becerisi kazanır [PÇ-5] 4. HAD yöntemlerini mühendislik problemlerine uygulayabilme becerisi kazanır PÇ-7 <i>[Not: Köşeli parantez içindeki sayılar ilgili program çıktılarının numaralarını işaret etmektedir]</i> Students, who pass the course satisfactorily: 1. A sound understanding of the governing equations in fluid dynamics and their physical aspects. [PO-2] 2. Ability to distinguish partial differential equations and describe the physical phenomena utilizing these equations. [PO-5] 3. Ability to be able to use explicit and implicit time stepping methods. [PO-5] 4. Ability to use CFD methods in engineering problems. [PO-7] <i>[Note: Numbers in brackets are indicating the related program outcomes]</i>			
<b>Dersin ISCED Kategorisi</b> <b>(ISCED Category of the course)</b>				52 Mühendislik (52 Engineering)			
<b>Ders Kitabı</b> <b>(Textbook)</b>				"An Introduction to Computational Fluid Dynamics" - The Finite Volume Method, Versteeg - Malalasekera, 2nd edition, Pearson "Computational Methods for Fluid Dynamics". Joel H. Ferziger, Milovan Peric. Springer "Computational Fluid Dynamics for Engineers", Vol. 1. Klaus A. Hoffman, Steve T. Chiang. Engineering Education System, 1993.			
<b>Yardımcı Kaynaklar</b> <b>(Other References)</b>				"Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications". J. Blazek Butterworth-Heinemann Ltd. "Computational Fluid Dynamics for Engineers". Bengt Andersson, Ronnie Anderson, Love Håkansson, Mikael Mortensen, Rahman Sudiyo, Berend van Wachem. Cambridge University Press.			

**HAFTALIK KONULAR**

Hafta	Ders Konuları
1	Hata analizi, tutarlılık, doğruluk ve kararlılık.
2	Euler ve Navier-Stokes denklemleri için sayısal yöntemlere giriş.
3	Değiştirilmiş denklem analizi (dağılıma karşı dağılım) ve Von Neumann kararlılık analizi
4	Sonlu farklar yöntemleri, sonlu hacim ve spektral eleman yöntemleri.
5	Açık ve kapalı zaman adımlama yöntemleri
6	Lineer cebir sistem çözümleri
7	Yüksek mertebe ve yüksek çözünürlük için yöntemler
8	Yüksek mertebe ve yüksek çözünürlük için yöntemler
9	Türbülanslı akış hesabı
10	Türbülanslı akış hesabı
11	Sıkıştırılabilir akışlarda yüksek çözünürlüklü şok yakalama
12	Sıkıştırılabilir akışlarda yüksek çözünürlüklü şok yakalama
13	Riemann problemleri ve hiperbolik denklemler için çözümler.
14	Riemann problemleri ve hiperbolik denklemler için çözümler.

**COURSE PLAN**

Week	Topics
1	Error analysis, consistency, accuracy and stability
2	Introduction to numerical methods for Euler and Navier-Stokes equations
3	Modified equation analysis (dispersion vs. dissipation) and Von Neumann stability analysis
4	Finite difference methods, finite volume and spectral element methods
5	Explicit vs. implicit time stepping methods.
6	Solution of systems of linear algebraic systems.
7	Higher order vs. higher resolution methods.
8	Higher order vs. higher resolution methods.
9	Turbulent flows
10	Turbulent flows
11	Compressible flows with high-resolution shock-capturing methods
12	Compressible flows with high-resolution shock-capturing methods
13	Theory of Riemann problems and weak solutions for hyperbolic equations.
14	Theory of Riemann problems and weak solutions for hyperbolic equations.

**DERSİN DEĞERLENDİRME SİSTEMİ  
(COURSE ASSESSMENT)**

	Etkinlikler (Activities)	Adet (Quantity)	Katkı Oranı (Contribution) (%)
Yarıyıl İçi Çalışmaları (Semester Activities)	Kısa Sınavlar (Quizzes)	-	-
	Dönem Ödevi / Projesi (Term Project)	-	-
	Deneysel Raporları (Experiment Reports)	-	-
	Seminer (Seminars)	-	-
	Ödevler (Homework)	3	30
	Sunum (Presentations)	-	-
	Ara sınavlar (Midterm Exams)	2	30
	Proje (Project)	-	-
YARIYIL SONU SINAVI (FINAL EXAM)		1	40
Toplam (Total)			100

**DERSİN MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ LİSANSÜSTÜ PROGRAMI  
KAZANIMLARINA (ÇIKTILARINA) KATKISI**

	<b>Makine Mühendisliği (Tezli/Tezsiz) Yüksek Lisans Programı Kazanımları (Çıktıları)</b>	
PÇ-1	Alanında bilimsel araştırma yaparak bilgiye genişlemesine ve derinlemesine ulaşır, bilgiyi değerlendirir, yorumlar ve uygular.	
PÇ-2	Mühendislikte uygulanan güncel teknik ve yöntemler ile bunların kısıtları hakkında kapsamlı bilgi sahibidir.	●
PÇ-3	Belirsiz, sınırlı ya da eksik verileri kullanarak, bilimsel yöntemlerle bilgiyi tamamlar ve uygular; değişik disiplinlere ait bilgileri bir arada kullanabilir.	
PÇ-4	Mesleğinin yeni ve gelişmekte olan uygulamalarının farkındadır, ihtiyaç duyduğunda bunları inceler ve öğrenir.	
PÇ-5	Alanı ile ilgili problemleri tanımlar ve formüle eder, çözmek için yöntem geliştirir ve çözümlerde yenilikçi yöntemler uygular.	●
PÇ-6	Yeni ve/veya özgün fikir ve yöntemler geliştirir; karmaşık sistem veya süreçleri tasarlar ve tasarımlarında yenilikçi/alternatif çözümler geliştirir.	
PÇ-7	Kuramsal, deneysel ve modelleme esaslı araştırmaları tasarlar ve uygular; bu süreçte karşılaşılan karmaşık problemleri irdeler ve çözümler	●
PÇ-8	Disiplin içi ve çok disiplinli takımlarda etkin biçimde çalışabilir, bu tür takımlarda liderlik yapabilir ve karmaşık durumlarda çözüm yaklaşımları geliştirebilir; bağımsız çalışabilir ve sorumluluk alır.	
PÇ-9	Bir yabancı dili en az Avrupa Dil Portföyü B2 Genel Düzeyinde kullanarak, sözlü ve yazılı iletişim kurar.	
PÇ-10	Çalışmalarının süreç ve sonuçlarını, o alandaki veya alan dışındaki ulusal ve uluslararası ortamlarda sistematik ve açık bir şekilde yazılı ya da sözlü olarak aktarır.	
PÇ-11	Mühendislik uygulamalarının sosyal, çevresel, sağlık, güvenlik, hukuk boyutları ile proje yönetimi ve iş hayatı uygulamalarını bilir ve bunların mühendislik uygulamalarına getirdiği kısıtların farkındadır.	
PÇ-12	Verilerin toplanması, yorumlanması, duyurulması aşamalarında ve mesleki tüm etkinliklerde toplumsal, bilimsel ve etik değerleri gözetir.	

**CONTRIBUTION of the COURSE on MECHANICAL ENGINEERING  
GRADUATE PROGRAM OUTCOMES**

	<b>Mechanical Engineering Graduate Program (Thesis and Non-Thesis) Outcomes</b>	
PO-1	Attains knowledge through wide and in-depth investigations his/her field and surveys, evaluates, interprets, and applies the knowledge thus acquired.	
PO-2	Has a critical and comprehensive knowledge of contemporary engineering techniques and methods of application.	●
PO-3	By using unfamiliar, ambiguous, or incompletely defined data, completes and utilizes the required knowledge by scientific methods; is able to fuse and make use of knowledge from different disciplines.	
PO-4	Has the awareness of new and emerging technologies in his/her branch of engineering profession, studies and learns these when needed.	
PO-5	Defines and formulates problems in his/her branch of engineering, develops methods of solution, and applies innovative methods of solution.	●
PO-6	Devises new and/or original ideas and methods; designs complex systems and processes and proposes innovative/alternative solutions for their design.	
PO-7	Has the ability to design and conduct theoretical, experimental, and model-based investigations; is able to use judgment to solve complex problems that may be faced in this process.	●
PO-8	Functions effectively as a member or as a leader in teams that may be interdisciplinary, devises approach of solving complex situations, can work independently and can assume responsibility.	
PO-9	Has the oral and written communication skills in one foreign language at the B2 general level of European Language Portfolio.	
PO-10	Can present the progress and the results of his investigations clearly and systematically in national or international contexts both orally and in writing.	
PO-11	Knows social, environmental, health, safety, and legal dimensions of engineering applications as well as project management and business practices; and is aware of the limitations and the responsibilities these impose on engineering practices.	
PO-12	Commits to social, scientific, and professional ethics during data acquisition, interpretation, and publication as well as in all professional activities	

**AKTS - İŞ YÜKÜ TABLOSU**  
**(ECTS - WORK LOAD TABLE)**

<b>DERS ETKİNLİKLERİ</b> <b>(COURSE ACTIVITIES)</b>	<b>Sayı</b> <b>(Quantity)</b>	<b>Süre (Saat)</b> <b>(Time (h))</b>	<b>İş Yüğü (saat)</b> <b>(Workload (h))</b>
Ders Süresi (Lectures)	14	3	42
Yarıyıl Sonu Sınavı (Hazırlık Süresi Dahil) (Final Exam (Preparation included))	1	20	20
Kısa Sınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Quizzes (Preparation included))	-	-	-
Dönem Ödevi / Projesi (Term Project)	-	-	-
Deney Raporları (Experiment Reports)	-	-	-
Bitirme Tezi/Projesi (Graduation Project)	-	-	-
Seminer (Seminars)	-	-	-
Sınıf Dışı Çalışma Süresi (Out class working time)	14	5	70
Ödevler (Homework)	3	10	30
Sunum (Presentations)	-	-	-
Ara sınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Midterm Exams (Preparation included))	2	15	30
Proje (Projects)	-	-	-
Laboratuvar (Laboratory Work)	-	-	-
<b>Toplam İş Yüğü (saat)</b> <b>(Total Workload (h))</b>			192
<b>Dersin AKTS Kredisi (Toplam İş Yüğü / 25)</b> <b>(ECTS Credits of the course (Total Workload / 25))</b>			8

<b>Revizyon / Tarih</b> <b>(Revision / Date)</b>	<b>Koordinatör / Hazırlayan</b> <b>(Coordinator / Prepared by)</b>	<b>Onaylayan</b> <b>(Approved by)</b>
20.05.2023	Hıdır Maral	Mehmet Demirkol (20.05.2023)