

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

Dersin Adı		Course Name				
Rocket Propulsion		Rocket Propulsion				
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)
UZH 441E	7	3	7	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Astronautical Engineering					
Dersin Türü (Course Type)	Engineering Design			Dersin Dili (Course Language)	İngilizce (English)	
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	UZH 362 / UZH 362E					
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)		
	40	40	20	0		
Dersin İçeriği (Course Description)	Sınıflama, Tanımlar ve Temel Kavramlar, Lüle Teorisi ve Termodinamik Bağlıntılar, Uçuş Başarımı, Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi, Sıvı Yakıtlı Roket Motor Temelleri, Katı Yakıtlı Roket Motor Temelleri, Elektrik İtkisi					
	Classification, Definition and Fundamentals, Nozzle Theory and Thermodynamic Relations, Flight Performance, Chemical Rocket Propellant Performance Analysis, Liquid Propellant Rocket Engine Fundamentals, Solid Propellant Rocket Fundamentals, Electric Propulsion					
Dersin Amacı (Course Objectives)	Uzay mühendisliği öğrencilerine roket itkisine ait sağlam bir anlayış, kullanılan yaklaşım ve kabuller ve ortaya çıkan sonuçlar ve sınırlamalar hakkında bilgi kazandırmak					
	To give aerospace engineering students a firm understanding of rocket propulsion, the assumptions behind it, and the resulting limitations and applications.					

<p><b>Dersin Öğrenme Çıktıları</b></p>	<p>Bu dersi başarıyla geçen öğrenciler:</p> <p>İtkinin temel şekillerini tanımlayıp ayırt edebilirler</p> <p>Roket itkisinin uygulamaları hakkında temel bilgiye sahip olurlar.</p> <p>İtke kuvveti, egzost hızı ve verimler gibi roket itkisinin temelleri hakkında temel bilgiye sahip olurlar.</p> <p>İzentropik bağıntıları kullanarak lüle akış parametreleri, çıkış hızı ve itki katsayısı gibi büyüklükleri hesaplayabilirler.</p> <p>Farklı lüle şekilleri, tasarım dışı koşullar ve ortaya çıkan karakteristikler hakkında temel bir bilgiye sahip olurlar.</p> <p>İtki sistemine sahip uzay araçlarına ait temel uçuş mekaniği bilgisine sahip olurlar.</p> <p>Roket yanma odasında gerçekleşen termokimyasal reaksiyonlara ait temel bilgiye sahip olurlar ve basitleştirilmiş H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> reaksiyonunda yanma sıcaklığı ve bileşimini hesaplayabilirler.</p> <p>Basitleştirilmiş H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> reaksiyonu için denge ve donmuş akış durumlarında reaksiyonlu lüle akışında çıkış hızını hesaplayabilirler.</p> <p>Sıvı yakıtlar, yakıt besleme sistemleri, yakıt depoları, depo basınçlandırması, turbo-pompalı yakıt besleme sistemleri ve motor çevrimleri, vanalar ve yakıt boru hatları ve motor taşıma yapısı gibi sıvı yakıtlı motorlar hakkında temel bilgiye sahip olurlar.</p> <p>Katı yakıt yanma hızı, yakıt tane yapısı ve şekilleri, tane gerilme ve şekil değiştirme ve katı yakıtlı motorlarla yönelim kontrolü ve manevralar gibi katı yakıtlı roket motorları hakkında temel bilgilere sahip olurlar.</p> <p>Elektrik itkisi ile ideal uçuş başarımı, elektro-ısı motorlar ve ısı olmayan elektrik itki motorları gibi elektrik itkisi konularında temel bilgiye sahip olurlar.</p>
<p><b>(Course Learning Outcomes)</b></p>	<p>On completing this course students should: be able to</p> <p>identify the basic forms of propulsion (a1 ,e2,j3)</p> <p>have a basic knowledge on the application of rocket propulsion (a1 ,c1 ,d 1 ,e2,j1 ,k1) have a basic knowledge on fundamentals of rocket propulsion such as thrust, exhaust velocity and efficiencies (a3,e3,k1)</p> <p>be able to calculate nozzle flow properties, exit velocity and thrust coefficient using isentropic relations (a3,e3,k1)</p> <p>have a basic understanding of different nozzle configurations, off-design conditions and resulting characteristics (e2)</p> <p>have a basic knowledge on flight performance for space vehicles with rocket propulsion systems (a2,e2) have a basic understanding of thermo-chemical reactions taking place in a rocket combustion chamber and be able to calculate combustion temperature and composition for a simplified H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reaction (a3,e3,k1)</p> <p>be able to calculate nozzle exit velocity in a reacting nozzle flow for equilibrium and frozen flow cases for simple H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> reaction (a3,e3,k1) have a basic knowledge on liquid rocket engine fundamentals such as propellants, propellant feed systems, propellant tanks, tank pressurization, turbo-pump feed systems and engine cycles, valves and pipe lines, and engine support structure (a2,e3,j1) have a basic knowledge on solid propellant rocket fundamentals such as propellant burning rate, propellant grain and grain configuration, propellant grain stress and strain, and attitude control and maneuvers with solid propellant rocket motors (a2,e3,j1)</p> <p>have a basic knowledge on electric propulsion such as ideal flight performance, electro-thermal thrusters, and non- thermal electric thrusters (a2,e3,j1)</p>

<b>Ders Kitabı</b> (Textbook)	G. P. Sutton and O. Biblarz, 2001, Rocket Propulsion Elements, Seventh Edition, Wiley-Interscience.		
<b>Diğer Kaynaklar (Other References)</b>	Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Second Edition P.G. Hill & C.R. Peterson, Addison-Wesley, 1992 Aerothermodynamics of Gas Turbine and Rocket Propulsion, Third Edition, G. C. Oates, AIAA Education Series, 1997. Spacecraft Propulsion, Brown, C.D., AIAA Education Series, 1996 Modern Engineering for Design of Liquid-Propellant Rocket Engines, Huzel, D. K, D.H. Huang, AIAA Progress in Astronautics & Aeronautics, 1992.		
<b>Ödevler ve Projeler</b> (Homework & Projects)	Farklı bir açıklama yoksa ödevler verildikten bir hafta sonra teslim edilecektir. Teslim tarihini geçen ödevler kabul edilmeyecektir.		
	Assignments will be due the week after they are given unless otherwise stated. Assignments past due date will not be accepted.		
<b>Laboratuvar Uygulamaları</b> (Laboratory Work)	-		
	-		
<b>Bilgisayar Kullanımı</b> (Computer Use)	Yanma konusunda kimyasal reaksiyonların çözülmesinde ve atmosfer içindeki yörüngeye çıkış hareketi hesaplarında, hesaplama tablolarının kullanılması ya da bir dereceye kadar programlama (Matlab, Mathematica, gibi) yapılması gerekebilir.		
	Worksheets or some programming may be needed in trajectory calculations in atmospheric flight for orbit insertion and when solving chemical reactions in combustion process.		
<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 (Midterm Exams)</b>	1	25
	<b>Kısa Sınavlar (Quizzes)</b>	5-6	20
	<b>Ödevler (Homework)</b>	3-4	15
	<b>Projeler (Projects)</b>	-	-
	<b>Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)</b>	-	-
	<b>Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)</b>	-	-
	<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>	-	-
	<b>Final Sınavı (Final Exam)</b>	1	40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	<b>Tanımlar ve Temeller:</b> Tanımlar, İtki Kuvveti, Egzost Hızı, Enerji ve Verimler, Tipik Başarım Değerleri	1-2-3
2	<b>Lüle Teorisi ve Termodinamik Bağlıntılar:</b> İdeal Roket, Termodinamik Bağlıntıların Özeti, Lüle içerisinde Akış	3,4
3	<b>Lüle Teorisi ve Termodinamik Bağlıntılar:</b> Lüle Konfigurasyonları, Gerçek Lüleler, Dört Başarım Parametresi, Lüle Doğrultusu, Değişken İtki Kuvveti	4,5
4	<b>Uçuş Başarımı:</b> Yerçekimsiz, Sürüklemesi Uzay Uçuşu, Atmosfer içinde Hareket Eden bir Araca Etkiyen Kuvvetler, Hareketin Temel Denklemleri, İtki Sisteminin Araç Başarımına Etkisi, Uzay Uçuşu	6
5	<b>Uçuş Başarımı:</b> Uçuş Manevraları, Uçuş Araçları, Askeri Füzeler, Egzost Çıkışının Aerodinamik Etkisi, Uçuş Kararlılığı	6
6	<b>Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi:</b> Altyapı ve Temeller, Basitleştirilmiş H <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> Reaksiyonu için Motor Yanma Odası Koşullarının Analizi	7
7	<b>Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi:</b> Lülede Reaksiyonlu Akış ve Genişleme Sürecinin Analizi	7,8
8	<b>Kimyasal Roket Yakıt Başarım Analizi:</b> Basitleştirilmiş H <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> Reaksiyonu için Denge ve Donmuş Akış Durumlarında Lüle Çıkış Hızının Hesaplanması	7,8
9	<b>Yarıyıl Ara Sınavı</b>	1-8
10	<b>Sıvı Yakıtlı Roket Motor (SYRM) Temelleri:</b> Sıvı Yakıtlar, Yakıt Besleme Sistemleri, Gaz Basıncılı Besleme Sistemleri, Yakıt Depoları	9
11	<b>SYRM Temelleri:</b> Depo Basınçlandırması, Türbo-pompalı Besleme Sistemleri ve Motor Çevrimleri, Debi ve Basınç Dengesi, Manevra, Yönelim Kontrolü ve Yörünge Düzeltmesinde Kullanılan SYRMLarı, Vanalar ve Boru Hatları, Motor Taşıma Yapısal Sistemi	9
12	<b>Katı Yakıtlı Roket Motor Temelleri:</b> Yakıt Yanma Hızı, Temel Başarım Bağlıntıları	10
13	<b>Katı Yakıtlı Roket Motor Temelleri:</b> Yakıt Tane Yapısı ve Tane Konfigurasyonu, Tane Gerilme ve Şekil Değiştirme, Katı Yakıtlı Roket Motorları ile Yönelim Kontrolü ve Manevra	10
14	<b>Elektrik İtkisi:</b> İdeal Uçuş Başarımı, Elektro-ısı İtki Sistemleri, Isıl Olmayan Elektrik İtki Sistemleri	11

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	<b>Classification:</b> Duct Jet Propulsion, Rocket Propulsion, Application of Rocket Propulsion.	1-2-3
2	<b>Definitions and Fundamentals:</b> Definitions, Thrust, Exhaust Velocity, Energy and Efficiencies, Typical Performance Values.	3,4
3	<b>Nozzle Theory and Thermodynamic Relations:</b> Ideal Rocket, Summary of Thermodynamic Relations, Isentropic Flow through Nozzles.	4,5
4	<b>Nozzle Theory and Thermodynamic Relations:</b> Nozzle Configurations, Real Nozzles, Four Performance Parameters, Nozzle Alignment, Variable Thrust.	6
5	<b>Flight Performance:</b> Gravity-Free Drag-Free Space Flight, Forces Acting on a Vehicle in the Atmosphere, Basic Relations of Motion, Effect of Propulsion System on Vehicle Performance, Space Flight.	6
6	<b>Flight Performance:</b> Flight Maneuvers, Flight Vehicles, Military Missiles, Aerodynamic Effect of Exhaust Plumes, Flight Stability.	7
7	<b>Chemical Rocket Propellant Performance Analysis:</b> Background and Fundamentals, Analysis of Chamber or Motor Case Conditions.	7,8
8	<b>Chemical Rocket Propellant Performance Analysis:</b> Analysis of Nozzle Expansion Processes, Computer Analysis, Results of Thermo-chemical Calculations.	7,8
9	<b>Review and Evaluation</b>	1-8
10	<b>Liquid Propellant Rocket Engine Fundamentals:</b> Propellants, Propellant Feed Systems, Gas Pressure Feed Systems, Propellant Tanks.	9
11	<b>Liquid Propellant Rocket Engine Fundamentals:</b> Tank Pressurization, Turbopump Feed Systems and Engine Cycles, Flow and Pressure Balance, Rocket Engines for Maneuvering, Orbit Adjustments, or Attitude Control, Valves and Pipe Lines, Engine Support Structure.	9
12	<b>Solid Propellant Rocket Fundamentals:</b> Propellant Burning Rate, Basic Performance Relations.	10
13	<b>Solid Propellant Rocket Fundamentals:</b> Propellant Grain and Grain Configuration, Propellant Grain Stress and Strain, Attitude Control and Maneuvers with Solid Propellant Rocket Motors.	10
14	<b>Electric Propulsion:</b> Ideal Flight Performance, Electro-thermal Thrusters, Non-Thermal Electric Thrusters.	11

### Dersin Uzay Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a				✓
b		✓		
c		✓		
d				
e				✓
f		✓		
g		✓		

<b>h</b>		✓		
<b>i</b>		✓		
<b>j</b>		✓		
<b>k</b>		✓		

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

**Relationship between the Course and .....Engineering Curriculum**

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
<b>a</b>				✓
<b>b</b>		✓		
<b>c</b>		✓		
<b>d</b>				
<b>e</b>				✓
<b>f</b>		✓		
<b>g</b>		✓		
<b>h</b>		✓		
<b>i</b>		✓		
<b>j</b>		✓		
<b>k</b>		✓		

1: Little, 2. Partial, 3. Full

<u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u>	<u><i>Tarih (Date)</i></u> 11/01/2017	<u><i>İmza (Signature)</i></u>
--	--	--------------------------------