

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı				Course Name		
Genel Relativite				General Relativity		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuar (Laboratory)
FIZ494/ FIZ494E	8	3	4	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)		Fizik Mühendisliği Bölümü / %30 ve %100 İngilizce Fizik Mühendisliği Programı (Physics Engineering Department / 30% and 100% English Program of Physics Engineering)				
Dersin Türü (Course Type)		Seçimli/Elective		Dersin Dili (Course Language)		Türkçe / İngilizce (Turkish/English)
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)		FIZ252 veya FIZ252E veya FIZ 201 MIN DD veya FIZ 201E MIN DD) ve (FIZ 321E MIN DD veya FIZ 362E 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)	
		%40	-	%60	-	
Dersin İçeriği (Course Description)		Özel görelilik tekrarı, uzay ve zaman yapısı, tensör formalizmi, genel göreliliğin temel ilkeleri, Einstein alan denklemleri, küresel simetrik statik boşluk çözümü, jeodezik denklemleri, genel göreliliğin testleri, gravitasyonel dalgalar, kozmolojik modeller.				
		Special relativity revisited, space and time structure, tensor calculus, principles of general relativity, einstein field equations, spherical symmetric static vacuum solution, geodesic equations, tests of general relativity, gravitational waves, cosmological models.				
Dersin Amacı (Course Objectives)		1.Uzay-zamanın genel yapısını anlamak ve temel gözlemsel deneylerin sonuçlarını yorumlamak 2.Gravitasyonel alanın varlığında ışığın ve astrofiziksel cisimlerin hareketlerinin incelenmesi 3.Yörüngelerin Newton mekaniğinden farklılıkları 4. Einstein alan denklemlerinin maddesel ve boşluk çözümleri 5. Evrenin genel yapısının anlaşılması.				
		1. Understanding the general structure of space-time and interpretation results of astrophysical experiments 2. Finding trajectories of the astrophysical objects as well as light in the presence of gravitational field 3. Differences of orbits from Newton's mechanics 4. Examining vacuum and matter field solutions of field equations 5. Understanding general structure of the universe.				
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)		I. Uzay-zamanın matematiksel yapısı, inersiyel ve inersiyel olmayan gözlemci, 4-hız, 4-ivme kavramları II.Tensör hesap teknikleri kullanılarak uzay-zamanın genel matematiksel yapısının anlaşılması III. Uzay-zaman jeodeziklerinin hesaplanması IV. Genel görelilik testlerinin yorumlanması V. Schwarzschild çözümü ve özellikleri VI.Düzlem gravitasyonel dalga çözümü VII Standart kozmolojik modellerin anlaşılması beklenmektedir.				
		The students successful in this course will have the abilities I. Concepts of space-time, inertial, non-inertial observers, 4-velocity 4-acceleration II. Understanding general mathematical structure of space-time, defining connections by using tensor calculus III. Finding geodesics of the space-time IV. Tests of general relativity such as bending of light, gravitational redshift V. Schwarzschild solution and its properties VI. Plane gravitational wave solution of the field equations VII. Understanding standard cosmological models.				

Ders Kitabı (Textbook)	Introducing Einstein's relativity, R. d'Inverno, Oxford: Clarendon, c1992		
Diğer Kaynaklar (Other References)	1) Gravity: An introduction to Einstein's general relativity , J.B. Hartle, Addison Wesley 2003 2) Spacetime and geometry : an introduction to general relativity , Sean Carroll, San Francisco: Addison Wesley, c2004 3) An introduction to general relativity , L.P. Hughston, K.P. Tod, Cambridge: Cambridge University, 1990 4) General relativity , I.R. Kenyon, Oxford University, c1990, 1991		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	İki haftada bir ödev verilir (en az).		
	Homework assignments are given once in two weeks (minimum).		
Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	Eğrilik tensörü, alan denklemleri çözümü, parçacık yörüngelerinin bulunması ile ilgili ev ödevleri hazırlanırken bilinen cebrik programlama dillerinden birisinin kullanılması teşvik edilir.		
	Using algebraic computer languages are encouradged during preperation of homework assignments such as curvature tensor calculations, obtaining field equations and their solutions, finding trajectories of particles.		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	İki haftada bir kısa sınav yapılır (en az).		
	Quizzes are given once in two weeks (minimum).		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	2	40
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	7	10
	Ödevler (Homework)	7	10
	Projeler (Projects)	-	
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	-	
	Laboratuar Uygulaması (Laboratory Work)	-	
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-	
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Özel görelilik tekrarı: Minkowski uzayı, ışıksal koni	I
2	Lorentz grubu, 3-hız, 3-ivme, 4-hız ve öz zaman kavramları, sabit ivmeli hareket	I
3	Tensör formalizmi: Tensörel büyüklükler, paralel kayma, kovaryant türev	II
4	Metrik, metrik bağlantıları ve metrik jeodezikleri	II,III
5	Varyasyonel ilke ile jeodezik hesabı	III
6	Riemann tensörü, eğrilik ve Weyl tensörü	III
7	Genel göreliliğin temel ilkeleri: Eşdeğerlik ilkesi, genel kovaryanslık ilkesi, minimal gravitasyonel bağlanma ilkesi, karşılığı bulunma ilkesi	IV
8	Genel göreliliğin alan denklemleri: Yerel olmayan asansör deneyleri, boşluk Einstein alan denklemleri	IV
9	Enerji momentum tensörü, genel görelilik full alan denklemleri, Maxwell denklemleri	IV
10	Küresel simetrik boşluk çözümü: Schwarzschild çözümü, stasyoner çözümler, statik çözümler, küresel simetrik çözümler	V
11	Schwarzschild çözümünün özellikleri, izotropik koordinatlar	V
12	Genel göreliliğin testleri: Merkür'ün yörüngesinin kapalı bir yörüngeden farklılığı elipsin perihelionunun artımı, ışığın bükülmesi, ışığın zaman gecikmesi, gravitasyonel kırmızıya kayma, Eötvös deneyi.	IV, V
13	Gravitasyonel dalgalar: Düzlem gravitasyonel dalga çözümleri, impulsif gravitasyonel dalgalar, çarpışan gravitasyonel dalga çözümleri.	VI
14	Kozmolojik modeller: Friedmann modellerinin sınıflandırılması ve de Sitter modeli	VII

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Special Relativity: revisited Minkowski space-time, lightlike cone	I
2	Lorentz group, 3-velocity, 3-acceleration, 4-velocity and proper time concepts, motion with constant acceleration	I
3	Tensorial calculus: Tensorial quantities, parallel transport, covariant derivative	II
4	Metric, metric connections and metric geodesics	II,III
5	Geodesics by using variational principle	III
6	Riemann tensor, curvature and Weyl tensor	III
7	Principles of general relativity: The principle of equivalence, the principle of covariance, the principle of minimal gravitational coupling, The principle of correspondence.	IV
8	Field equations of general relativity: Non-local lift experiments, vacuum Einstein field equations	IV
9	Energy-momentum tensor, full general relativity field equations, Maxwell equations	IV
10	Spherical symmetric vacuum solution: Schwarzschild solution, stationary solutions, static solutions, spherical symmetric solutions	V
11	Properties of Schwarzschild solution, isotropic coordinates	V
12	Tests of general relativity: Advance of the perihelion of Mercury, bending of light, time delay of light, gravitational red shift, Eötvös experiments	IV, V
13	Gravitational waves: Plane, impulsive and colliding gravitational wave solutions	VI
14	Cosmological models: Classification of Friedmann models and de Sitter model	VII

Dersin Mühendislik Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, fen bilimleri ve mühendislik bilgisini mühendislik problemlerini çözmede kullanabilme becerisi			X
b	Deney tasarlayıp yürütebilme, sonuçlarını analiz edip yorumlama ve modern araç, gereç ve teçhizatı kullanabilme becerisi			
c	Bir makineyi, 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	Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi			X
f	Mesleki ve etik sorumluluk anlayışına sahip olma		X	
g	Türkçe ve İngilizce etkin yazılı ve sözlü iletişim kurma becerisi		X	
h	Mühendisliğin ulusal ve küresel boyutlardaki etkileri hakkında bilgi sahibi olma ve yorum yapabilme becerisi			
i	Hayat boyu (Sürekli) eğitimin önemini kavrama ve uygulayabilme becerisi			X
j	Mühendisliğin 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	

1: Az Katkı, 2. Kısmi Katkı, 3. Tam Katkı

Relationship between the Course and Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering on 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 engineering problems.			X
f	An understanding of professional and ethical responsibility		X	
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			X
j	A knowledge of contemporary issues in 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	

1: Little Contribution, 2. Partial Contribution, 3. Full Contribution

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u>	<u>İmza (Signature)</u>