|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DERS PROGRAMI FORMU** **Course SYLLABUS ForM** | **SenK: gg.aa.yyyy/no** |
| **15.03.2019 Rev 00** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Dersin Adı:**  Genel Relativite | **Course Name:**  General Relativity |
| **Kod****(Code)** | **Yarıyıl****(Semester)** | **Kredi****(Local Credits)** | **AKTS Kredi****(ECTS Credits)** | **Ders Uygulaması, Saat/Hafta****(Course Implementation, Hours/Week)** |
| **Ders (Theoretical)** | **Uygulama****(Tutorial)** | **Laboratuar****(Laboratory)** |
| FIZ494/FIZ494E | 7,8 | 3 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| **Bölüm / Program****(Department/Program)** | Fizik Mühendisliği / Fizik Mühendisliği(Physics Engineering/Physics Engineering) |
| **Dersin Türü****(Course Type)** | Seçimli/Elective | **Dersin Dili****(Course Language)** | Türkçe / İngilizce(Turkish/English) |
| **Dersin Önkoşulları****(Course Prerequisites)** | FIZ 252 MIN DD veya FIZ 252E MIN DD veya FIZ 313 MIN DD veya FIZ 313E MIN DD veya FIZ 201 MIN DD veya FIZ 201E MIN DD |
| **Dersin Mesleki Bileşene Katkısı, %****(Course Category** **by Content, %)** | **Temel Bilim ve Matematik****(Basic Sciences and Math)** | **Temel Mühendislik****(Engineering Science)** | **Mühendislik/Mimarlık Tasarım (Engineering/Architecture Design)** | **Genel Eğitim****(General Education)** |
| %40 |  | %60 |  |
| **Dersin Tanımı****(Course Description)** | Özel görelilik tekrarı, uzay ve zaman yapısı, tensör formalizmi, genel göreliliğin temel ilkeleri, Einstein alan denklemleri (EAD), EAD’nin küresel simetrik statik boşluk çözümü: Schwarzschid çözümü, jeodeziklerin denklemi, genel göreliliğin deneysel testleri, gravitasyonel dalgalar, kozmolojk modeller.  |
| Special relativity revisited, space and time structure, tensor calculus, principles of general relativity, Einstein’s field equations (EFE), spherical symmetric static vacuum solution of EFE: Schwarzschild solution, geodesics equation, experimental tests of general relativity, gravitational waves, cosmological models. |
| **Dersin Amacı****(Course Objectives)** | 1.Uzay-zamanın genel yapısını anlamak ve temel astrofiziksel gözlemsel deneylerin sonuçlarını yorumlamak 2.Gravitasyonel alanın varlığında ışığın ve astrofiziksel cisimlerin hareketlerinin incelenmesi 3. Newton mekaniği ve Einstein teorisindeki yörüngelerin 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 on Newtonian and Einsteinian orbits4. Examining vacuum and matter field solutions of the field equations 5. Understanding general structure of the universe. |
| **Dersin Öğrenme** **Çıktıları** **(Course Learning Outcomes)** | Bu dersi başarı ile tamamlayan öğrencilerI. 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 örneğin ışığın bükülmesi, gravitasyonel kırmızıya kayma V. Schwarzschild çözümü ve özellikleri VI.Düzlem gravitasyonel dalga çözümü VII Standart kozmolojik modellerin anlaşılması becerilerini kazanırlar.  |
| Students completing this course will be able to: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 Planı**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hafta** | **Konular** | **Dersin Öğrenme****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 jeodezikleri  | II,II |
| **5** | Varyasyonel ilke ile jeodezik hesabı | III |
| **6** | Riemann tensörü, Ricci-eğrilik skaleri ve Weyl tensörü hesaplama | 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 momemtum tensörü, genel görelilik alan denklemlerinin tam hali, Maxwell denklemleri | IV |
| **10** | Küresel simetrik boşluk çözümü; Schwarzschild çözümü  | V |
| **11** | Schwarzschild çözümünün özellikleri, izotropik koordinatlar | V |
| **12** | Genel göreliliğin testleri: Merkür’ün günberi devinimi, 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 Learning Outcomes** |
| **1** | Special Relativity: revisited Minkowski space-time, light cone  | I |
| **2** | Lorentz group, 3-velocity, 3-acceleration, 4-velocity and proper time concepts, motion with constant acceleration | I |
| **3** | Tensorial calculus: Tensorial quatities, parallel transport, covariant derivative  | II |
| **4** | Metric, metric connections and metric geodesics | II,II |
| **5** | Derivation of geodesics from 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 relativiy 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, isotrpic 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 Fizik Mühendisliği Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Programın mezuna kazandıracağı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)** | **Katkı Seviyesi** |
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | Mühendislik, fen ve matematik ilkelerini uygulayarak karmaşık mühendislik problemlerini belirleme, formüle etme ve çözme becerisi. |  |  | X |
| **2** | Küresel, kültürel, sosyal, çevresel ve ekonomik etmenlerle birlikte özel gereksinimleri sağlık, güvenlik ve refahı göz önüne alarak çözüm üreten mühendislik tasarımı uygulama becerisi.  |  |  |  |
| **3** | Farklı dinleyici gruplarıyla etkili iletişim kurabilme becerisi. |  |  |  |
| **4** | Mühendislik görevlerinde etik ve profesyonel sorumlulukların farkına varma ve mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal bağlamdaki etkilerini göz önünde bulundurarak bilinçli kararlar verme becerisi. |  |  |  |
| **5** | Üyeleri birlikte liderlik sağlayan, işbirlikçi ve kapsayıcı bir ortam yaratan, hedefler belirleyen, görevleri planlayan ve hedefleri karşılayan bir ekipte etkili bir şekilde çalışma yeteneği becerisi. | X |  |  |
| **6** | Özgün deney geliştirme, yürütme, verileri analiz etme ve yorumlama ve sonuç çıkarmak için mühendislik yargısını kullanma becerisi. |  | X |  |
| **7** | Uygun öğrenme stratejileri kullanarak ihtiyaç duyulduğunda yeni bilgi edinme ve uygulama becerisi. |  |  | X |
|  |

**Ölçek:**  1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

## Relationship of the Course to Physics Engineering Student Outcomes

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Program Student Outcomes** | **Level of Contribution** |
| **1** | **2** | **3** |
| **1** | An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.  |  |  | X |
| **2** | An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors. |  |  |  |
| **3** | An ability to communicate effectively with a range of audiences. |  |  |  |
| **4** | An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts. |  |  |  |
| **5** | An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives. | X |  |  |
| **6** | An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions. |  | X |  |
| **7** | An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies. |  |  | X |
|  |

**Scaling:** 1: Little, 2: Partial, 3: Full

|  |  |
| --- | --- |
| **Tarih (Date)**15.03.2019  | ***Bölüm onayı (Departmental approval)***Fizik Mühendisliği Bölümü(Department of Physics Engineering) |

**Ders kaynakları ve Başarı değerlendirme sistemi (Course materials and Assessment criteria)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ders Kitabı****(Textbook)** |  |
| **Diğer Kaynaklar****(Other References)** |  |
| **Ödevler ve Projeler****(Homework & Projects)** |  |
|  |
| **Laboratuvar Uygulamaları****(Laboratory Work)** |  |
|  |
| **Bilgisayar Kullanımı****(Computer Usage)** |  |
|  |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** |  |
|  |
| **Başarı Değerlendirme****Sistemi** **(Assessment Criteria)** | **Faaliyetler****(Activities)** | **Adedi****(Quantity)** | **Genel Nota Katkı, %****(Effects on Grading, %)** |
| **Yıl İçi Sınavları****(Midterm Exams)** |  |  |
| **Kısa Sınavlar****(Quizzes)** |  |  |
| **Ödevler****(Homework)** |  |  |
| **Projeler****(Projects)** |  |  |
| **Dönem Ödevi/Projesi****(Term Paper/Project)** |  |  |
| **Laboratuvar Uygulaması****(Laboratory Work)** |  |  |
| **Diğer Uygulamalar****(Other Activities)** |  |  |
| **Final Sınavı****(Final Exam)** |  |  |