



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Modern Dedektör Sistemleri
DERSİN KODU	FIZ1119
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz, Bahar
DERSİN DİLİ	Türkçe, İngilizce
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @ Fizik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık Alan Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Fizik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Özgür AKÇALI
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin nükleer ve yüksek enerji fiziği deneylerinde kullanılan modern dedektör sistemlerini kapsamlı bir şekilde anlamalarını ve uygulayabilmelerini sağlamaktır. Ders, öğrencilerin dedektörlerin tarihçesini, temel fiziksel etkileşimleri ve dedektör tiplerini tanımlamalarını; tasarım ve çalışma prensiplerini açıklamalarını; ölçüm ve veri toplama yöntemlerini uygulamalarını ve elde edilen verileri analiz ederek yorumlayabilmelerini amaçlamaktadır. Ayrıca ders, öğrencilerin dedektör sistemlerinin deneysel araştırmalardaki rollerini değerlendirmelerini, büyük ölçekli sistemlerin çalışma prensiplerini kavramalarını ve gelecekteki dedektör teknolojileri ile ilgili yaratıcı çözümler önerebilme yetkinliği kazanmalarını hedeflemektedir.
DERSİN İÇERİĞİ	Parçacıkların ve radyasyonun madde ile etkileşimleri; yük taşıyıcılarının elektrik ve manyetik alanlarda hareketi; hareketli yüklerle sinyal oluşumu; gaz ve katı dedektörlerin çalışma prensipleri; çok katmanlı dedektör sistemleri ve bunların uygulamaları.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitapları: [1] Grupen, C. ve Shwartz, B. <i>Particle Detectors</i> . 2nd Ed., Cambridge University Press, ISBN-13: 978-0-521-84006-4. [2] Fernow, Richard. <i>Introduction to Experimental Particle Physics</i> . ISBN: 9780521379403. Zorunlu Kaynaklar: [1] Leo, William R. <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i> . ISBN: 9783540572800. [2] Zuber, Kai. <i>Neutrino Physics</i> . ISBN: 9780367093225. Önerilen Kaynaklar: [1] Kolanoski, Hermann ve Wermes, Norbert. <i>Particle Detectors: Fundamentals and Applications</i> .



	1st Edition, Oxford University Press, ISBN-13: 978-0198858362. [2] Perkins, Donald H. <i>Introduction to High Energy Physics</i> . ISBN: 9780521621960. [3] Knoll, Glenn F. <i>Radiation Detection and Measurement</i> . ISBN: 9780470131480. [4] Lutz, Gerhard. <i>Semiconductor Radiation Detectors</i> . ISBN: 9783540766834. [5] Lee, T.D. <i>Particle Physics and Introduction to Field Theory</i> . ISBN: 9783718600229. [6] Friedman, Jerome H. <i>Data Analysis Techniques for High-Energy Physics</i> . SLAC, Stanford University. [7] Tavernier, Stefaan. <i>Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics</i> . ISBN: 9783642420191. [8] Green, Dan. <i>The Physics of Particle Detectors</i> . ISBN: 9780521519168.	
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Nükleer ve yüksek enerji fiziğinde kullanılan çeşitli dedektör tiplerini açıklayabileceklerdir. 2. Verimlilik, çözünürlük, hassasiyet gibi dedektör tepkileri ve performans ölçümleri gibi kavramları açıklayabileceklerdir. 3. Belirli bir deneysel gereksinime göre uyarlanmış bir dedektör sistemi tasarlayabileceklerdir. 4. Dedektör çıktısı için veri analizi süreçlerini uygulayabileceklerdir. 5. Dedektör sistemlerindeki yeni teknolojileri ve bunların potansiyel uygulamalarını ifade edebileceklerdir. 6. Dedektör tasarımlarını ve deneysel sonuçları bilimsel bir formatta sunabileceklerdir.	
DEĞERLENDİRME SİSTEMİ		
Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım: • İçerik: Öğrencilerin derse devam etmeleri ve katılmaları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Derse aktif katılım ve soru sorma - Sınıf-içi tartışmalara ve problem çözme süreçlerine katkı sağlayabilme	14	%5
Laboratuvar:		
Uygulama (Sözlü Sınav):		
Arazi Çalışması:		
Derse Özgü Staj:		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği: • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması • Format: Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	6	%20
Ödev:		
Sunum/Jüri: • İçerik: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve grup sunumları yapmalarının istenmesi • Format: Grup sunumları	1	%15



Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi -Sunum tekniklerinin doğru kullanılması			
Proje:			
Seminer/Workshop:			
Ara Sınavlar: İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular Format: Yüz yüze. Yazılı Sınav (90 dakika) Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi		1	%20
Final: İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular Format: Yüz yüze. Yazılı Sınav (90 dakika) Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış olduğunun gösterilmesi -İleri düzey problem çözme becerilerinin kullanılabilmesi		1	%40
Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı			%60
Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı			%40
TOPLAM			%100
HAFTALIK KONULAR VE İLGİLİ ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMALARI			
HAFTALAR	KONULAR	Ön Hazırlık	
1	Konu Anlatımı: Dedektör Sistemlerine Giriş: • Nükleer ve yüksek enerji fiziğinde dedektörlerin tarihi • Modern dedektör teknolojilerine genel bakış • Temel deneyler ve dedektör sistemleri. Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Deney merkezleri.	1. İlgili internet sitelerinin incelenmesi. Kaynak: https://tarla-fel.org/ https://home.cern/ https://www.fnal.gov/ https://www.gsi.de/en/researchaccelerators	
2	Konu Anlatımı: Radyasyonun Madde ile Etkileşimi: Yüklü parçacıkların etkileşimleri, Fotonların etkileşimleri, Hadronların güçlü etkileşimleri. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Gazlarda Sürüklenme ve Difüzyon. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Temel etkileşim mekanizmaları Kısa Sınav 1: Radyasyonun Madde ile Etkileşimi.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 1.	
3	Konu Anlatımı: Dedektörlerin karakteristik özellikleri: Çözünürlükler ve temel istatistikler, Karakteristik zamanlar, Ölü zaman düzeltmeleri, Rastgele tesadüfler, Verimlilikler. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Radyasyon ölçüm birimleri ve radyasyon kaynakları. Sınıf-içi Tartışma (15 dk.): Hızlandırıcılar.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 2 ve Bölüm 3.	
4	Konu Anlatımı: Parçacık algılamada kullanılan başlıca fiziksel olaylar ve temel sayaç tipleri: İyonizasyon sayaçları, Sıvı iyonizasyon dedektörleri, Katı hal iyonizasyon sayaçları, Sintilasyon sayaçları, Fotoçoğaltıcılar ve fotodiyotlar, Çerenkov sayaçları, Geçiş radyasyon dedektörleri (TRD)).	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 5.	



	Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Transimpedans amplifikatörleri. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Belirli bir dedektör tipinin yalnızca bir tür ölçüm yapması gerekmez. Kısa Sınav 2: Parçacık algılamada kullanılan başlıca fiziksel olaylar.	
5	Konu Anlatımı: Tarihsel iz dedektörleri: Bulut odaları, Kabarcık odaları, Akış odaları, Neon flaş tüp odası, Kıvılcım odaları, Nükleer emülsiyonlar, Gümüş halojenür kristalleri, X-ışını filmleri, Termoluminesans dedektörleri, Radyofotoluminesans dedektörleri, Plastik dedektörleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Alkol buharında alfa parçacığı gözlemi.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 6.
6	Konu Anlatımı: İz dedektörleri: Çok telli orantılı odalar, Düzlemsel sürüklenme odaları, Silindirik telli odalar, Silindirik orantılı ve sürüklenme odaları, Jet sürüklenme odaları, Zaman projeksiyon odaları (TPC'ler), Mikro desen gaz dedektörleri, Yarı iletken iz dedektörleri, Parıldayan fiber izleyiciler. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Sürüklenen elektronların Larmor yarıçaplarının uzaysal çözünürlüğün oldukça altında tutulması için gerekli B alanı hesaplanması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Parçacık yörüngelerinin belirlemenin önemi. Kısa Sınav 3: Orantısız sayıcı.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 7.
7	Konu Anlatımı: Kalorimetri: Elektromanyetik kalorimetreler, Elektron-foton kaskadları, Homojen kalorimetreler, Örnekleme kalorimetreleri, Hadron kalorimetreleri, Kalorimetrelerin kalibrasyonu ve izlenmesi, Kriyojenik kalorimetreler. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Enerji çözünürlüğü hesaplamaları. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Modern yüksek enerjili sistemlerde parçacık enerjisi ölçüm yöntemleri.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 8.
8	Ara Sınav	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Parçacık tanımlama: Yüklü parçacık tanımlama, Uçuş süresi sayaçları, İyonizasyon kayıplarıyla tanımlama, Çerenkov radyasyonu kullanılarak tanımlama, Geçiş radyasyonu dedektörleri, Kalorimetrelerle parçacık tanımlama, Nötron tespiti. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Pionların Çerenkov açıları. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Karışık parçacık demetinde enerji kaybı ölçümleri. Kısa Sınav 4: Havadaki göreceli parçacıkların Çerenkov açısı.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 9.
10	Konu Anlatımı: Nötrino dedektörleri: Nötrino kaynakları, Nötrino reaksiyonları, Nötrino tespiti hakkında bazı tarihsel açıklamalar, Nötrino dedektörleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Dünya'ya kaç tane güneş nötrinosu ulaşır? Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Neredeyse hiç etkileşmeyen bir parçacık nasıl ölçülür.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 10.
11	Konu Anlatımı: Momentum ölçümü ve müon tespiti: Sabit hedefli deneyler için manyetik spektrometreler, Özel uygulamalar için manyetik spektrometreler. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Katı demir içinde müonların enerji kaybı. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Parçacık fiziğinde müon tespitinin önemi. Kısa Sınav 5: müon momentum ölçümü.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 11.
12	Konu Anlatımı: Yaşlanma ve radyasyon etkileri: Gaz dedektörlerinde yaşlanma etkileri, Sintilatörlerin radyasyon sertliği, Çerenkov sayaçlarının radyasyon sertliği, Silisyum dedektörlerinin radyasyon sertliği. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Işınlama sonucu oluşan kusurlar.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 12.



	Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Radyasyondan korunma.	
13	Konu Anlatımı: Dedektör Elektronik: Örnek sistemler, Algılama sınırları, Sensör sinyalinin edinilmesi, Sinyal entegrasyonu, Sinyal işleme, Elektronik gürültü, Termal (Johnson) gürültü, Atış gürültüsü, Sinyal-gürültü oranı ve sensör kapasitansı, Darbe şekillendirme, Bir dedektör ve ön uç amplifikatörünün gürültü analizi, Zamanlama ölçümleri, Dijital elektronik, Mantık elemanları, Yayılma gecikmeleri ve güç dağılımı, Mantık dizileri, Analogdan dijital dönüşüm, Zamandan dijital dönüşürücü (TDC'ler), Sinyal iletimi, Girişim ve alma, Alma mekanizmaları, Çözüm teknikleri. Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Sinyal şekli ölçümleri. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Sinyal analizinin önemi. Kısa Sınav 6: sayısal elektronik.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 14.
14	Konu Anlatımı: Veri analizi: Ham dedektör verilerinin yeniden oluşturulması, Analiz zorlukları, Analiz yapı taşları, Analiz bileşenleri, Eylem halinde analiz Dedektör Simülasyonu: • Monte Carlo simülasyonları (GEANT4 genel bakışı). Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Bir değişkenin üstel olasılık yoğunluğu. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Monte Carlo simülasyon kodları.	1. İlgili kısımların okunması. Kaynak: Ders Kitabı 1, Bölüm 15.
15	Konu Anlatımı: Büyük Ölçekli Dedektör Sistemleri: • CERN'in LHC dedektörleri (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb) • Nötrino ve karanlık madde deneylerindeki dedektörler Gelecekteki Trendler ve Ortaya Çıkan Teknolojiler: • Gelecekteki çarpıştırıcı projeleri ve dedektör tasarımları • Dedektör geliştirmede kuantum sensörleri ve yapay zeka. Sınıf-içi Tartışma (45 dk.): Öğrenci Sunumları.	1. İlgili internet sitesinin incelenmesi. Kaynak: https://home.cern/science/experiments
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	2	28
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	6	1	6
Projeler			
Sunum / Seminer	1	25	25
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	25
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	25
Toplam İşyükü :			151
Toplam İşyükü / 30(s) :			5
AKTS Kredisi :			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	Modern Detector Systems
CODE	FIZ1119
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall, Spring
COURSE LANGUAGE	Turkish, English
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Physics
COURSE CATEGORY	Major Area Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Physics
COURSE COORDINATOR	Özgür AKÇALI
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to enable students to comprehensively understand and apply modern detector systems used in nuclear and high-energy physics experiments. It also aims to allow students to describe the history of detectors, the fundamental physical interactions, and the types of detectors; explain their design and operational principles; implement measurement and data collection methods; and analyze and interpret the resulting data. Furthermore, the course seeks to develop students' ability to evaluate the roles of detector systems in experimental research, understand the operational principles of large-scale systems, and propose creative solutions for future detector technologies.
COURSE CONTENT	Interactions of particles and radiation with matter; movement of charge carriers in electric and magnetic fields; signal formation with moving charges; working principles of gas and solid detectors; hermitic detector systems and their applications.
RECOMMENDED OR REQUIRED READING	Coursebooks: [1] Grupen, C. and Schwartz, B. <i>Particle Detectors</i> . 2nd Ed., Cambridge University Press, ISBN-13: 978-0-521-84006-4. [2] Fernow, Richard. <i>Introduction to Experimental Particle Physics</i> . ISBN: 9780521379403. Required Readings: [1] Leo, William R. <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i> . ISBN: 9783540572800. [2] Zuber, Kai. <i>Neutrino Physics</i> . ISBN: 9780367093225. Recommended Readings: [1] Kolanoski, Hermann and Wermes, Norbert. <i>Particle Detectors: Fundamentals and</i>



Applications. 1st Edition, Oxford University Press, ISBN-13: 978-0198858362.

[2] Perkins, Donald H. *Introduction to High Energy Physics*. ISBN: 9780521621960.

[3] Knoll, Glenn F. *Radiation Detection and Measurement*. ISBN: 9780470131480.

[4] Lutz, Gerhard. *Semiconductor Radiation Detectors*. ISBN: 9783540766834.

[5] Lee, T.D. *Particle Physics and Introduction to Field Theory*. ISBN: 9783718600229.

[6] Friedman, Jerome H. *Data Analysis Techniques for High-Energy Physics*. SLAC, Stanford University.

[7] Tavernier, Stefaan. *Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics*. ISBN: 9783642420191.

[8] Green, Dan. *The Physics of Particle Detectors*. ISBN: 9780521519168.

Course Learning Outcomes

- Upon successful completion of the course, students will be able to
1. Explain the various types of detectors used in nuclear and high-energy physics.
 2. Explain concepts such as detector responses and performance measurements, including efficiency, resolution, and sensitivity.
 3. Design a detector system tailored to a specific experimental requirement.
 4. Apply data analysis procedures to detector output.
 5. Describe new technologies in detector systems and their potential applications.
 6. Present detector designs and experimental results in a scientific format.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation: • Content: Student attendance and participation in the course. • Detailed Assessment Criteria: -Active participation in lessons and asking questions -Ability to contribute to in-class discussions and problem-solving processes	14	5%
Laboratory:		
Application (Oral Examination):		
Field Work:		
Special Course Internship (Work Placement):		
Quizzes/Studio Critics: • Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week • Format: Face-to-face multiple-choice quiz (5-10 minutes) • Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	6	%20
Homework Assignments:		
Presentations/Jury: • Content: Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver group presentations • Format: Group presentations • Detailed Assessment Criteria:	1	15%



-Ability to accurately explain the topics learned -Proper use of presentation techniques		
Project:		
Seminar/Workshop:		
Midterms: Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). Detailed Assessment Criteria: -Demonstration of understanding of the fundamental concepts of the course -Ability to solve problems related to theoretical topics -Ability to carry out theoretical reasoning processes	1	20%
Final: Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). Detailed Assessment Criteria: -Ability to apply advanced problem-solving skills -Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course	1	40%
Percentage of In-Term Studies		60%
Percentage of Final Examination		40%
TOTAL		100%

WEEKLY SUBJECTS AND RELATED PREPARATION STUDIES

WEEKS	COURSE OUTLINE	Related Preparation
1	Lecture: Introduction to Detector Systems: • History of detectors in nuclear and high-energy physics • Overview of modern detector technologies • Key experiments and their detector systems. In-Class Discussion (15 minutes): Experimental centers.	1. Reviewing the relevant websites. Source: https://tarla-fel.org/ https://home.cern/ https://www.fnal.gov/ https://www.gsi.de/en/researchaccelerators
2	Lecture: Interaction of Radiation with Matter: Interactions of charged particles, Interactions of photons, Strong interactions of hadrons. Quick Practice (15 minutes): Drift and diffusion in gases. In-Class Discussion (5 minutes): Fundamental interaction mechanisms. Quiz 1: Interaction of Radiation with Matter.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 1.
3	Lecture: Gas-Based Detectors: • Characteristic properties of detectors: Resolutions and basic statistics, Characteristic times, Dead-time corrections, Random coincidences, Efficiencies. Quick Practice (15 minutes): Units of radiation measurements and radiation sources. In-Class Discussion (15 minutes): Accelerators.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 2 and Chapter 3.
4	Lecture: Main physical phenomena used for particle detection and basic counter types: Ionisation counters, Ionisation detectors with liquids, Solid-state ionisation counters, Scintillation counters, Photomultipliers and	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 5.



	photodiodes, Cherenkov counters, Transition-radiation detectors (TRD). Quick Practice (15 minutes): Transimpedance amplifiers. In-Class Discussion (5 minutes): A particular type of detector does not necessarily make only one sort of measurement. Quiz 2: Main physical phenomena used for particle detection.	
5	Lecture: Historical track detectors: Cloud chambers, Bubble chambers, Streamer chambers, Neon-flash-tube chamber, Spark chambers, Nuclear emulsions, Silver-halide crystals, X-ray films, Thermoluminescence detectors, Radiophotoluminescence detectors, Plastic detectors. Quick Practice (5 minutes): Alpha particle observation in alcohol vapor.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 6.
6	Lecture: Track detectors: Multiwire proportional chambers, Planar drift chambers, Cylindrical wire chambers, Cylindrical proportional and drift chambers, Jet drift chambers, Time-projection chambers (TPCs), Micropattern gaseous detectors, Semiconductor track detectors, Scintillating fibre trackers. Quick Practice (5 minutes): B field is calculation to keep the Larmor radii of the drifting electrons well below the spatial resolution. In-Class Discussion (5 minutes): The importance of determining particle trajectories. Quiz 3: proportional counter.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 7.
7	Lecture: Calorimetry: Electromagnetic calorimeters, Electron-photon cascades, Homogeneous calorimeters, Sampling calorimeters, Hadron calorimeters, Calibration and monitoring of calorimeters, Cryogenic calorimeters. Quick Practice (5 minutes): Energy resolution calculations. In-Class Discussion (5 minutes): Methods of particle energy measurement in modern high energy.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 8.
8	Midterm Exam	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Particle identification: Charged-particle identification, Time-of-flight counters, Identification by ionisation losses, Identification using Cherenkov radiation, Transition-radiation detectors, Particle identification with calorimeters, Neutron detection. Quick Practice (5 minutes): Cherenkov angles of pions. In-Class Discussion (5 minutes): Energy-loss measurements in a mixed particle beam. Quiz 4: The Cherenkov angle of relativistic particles in air.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 9.
10	Lecture: Neutrino detectors: Neutrino sources, Neutrino reactions, Some historical remarks on neutrino detection, Neutrino detectors. Quick Practice (5 minutes): How many solar neutrinos arrive at Earth? In-Class Discussion (5 minutes): How to measure a particle that hardly interacts.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 10.
11	Lecture: Momentum measurement and muon detection: Magnetic spectrometers for fixed-target experiments, Magnetic spectrometers for special applications. Quick Practice (5 minutes): Energy loss of muons in a solid-iron. In-Class Discussion (5 minutes): Importance muon detection in particle physics. Quiz 5: Momentum measurement of muon.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 11.
12	Lecture: Ageing and radiation effects: Ageing effects in gaseous detectors, Radiation hardness of scintillators, Radiation hardness of Cherenkov counters, Radiation hardness of silicon detectors.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 12.



	Quick Practice (5 minutes): Defects produced by irradiation. In-Class Discussion (5 minutes): Radiation protection.	
13	Lecture: Electronics: Example systems, Detection limits, Acquiring the sensor signal, Signal integration, Signal processing, Electronic noise, Thermal (Johnson) noise, Shot noise, Signal-to-noise ratio versus sensor capacitance, Pulse shaping, Noise analysis of a detector and front-end amplifier, Timing measurements, Digital electronics, Logic elements, Propagation delays and power dissipation, Logic arrays, Analogue-to-digital conversion, Time-to-digital converters (TDCs), Signal transmission, Interference and pickup, Pickup mechanisms, Remedial techniques. Quick Practice (5 minutes): Signal shape measurements. In-Class Discussion (5 minutes): The importance of signal analysis. Quiz 6: digital electronics.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 14.
14	Lecture: Data analysis: Reconstruction of raw detector data, Analysis challenges, Analysis building blocks, Analysis components, Analysis in action Detector Simulation: • Monte Carlo simulations (GEANT4 overview). Quick Practice (5 minutes): The exponential probability density of the a variable. In-Class Discussion (5 minutes): Monte Carlo simulation codes.	1. Reading of the relevant sections. Source: Coursebook 1, Chapter 15.
15	Lecture: Large-Scale Detector Systems: • CERN's LHC detectors (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb) • Detectors in neutrino and dark matter experiments Future Trends and Emerging Technologies: • Future collider projects and detector designs • Quantum sensors and AI in detector. In-Class Discussion (45 minutes): Student Presentations.	1. Reviewing the relevant website. Source: https://home.cern/science/experiments
16	Final	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	2	28
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	6	1	6
Project			
Presentations / Seminar	1	25	25
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	25
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	25
Total Workload :			151
Total Workload / 30(h) :			5
ECTS Credit :			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	<u>DÖC-1</u>	<u>DÖC-2</u>	<u>DÖC-3</u>	<u>DÖC-4</u>	<u>DÖC-5</u>	<u>DÖC-6</u>
PC-1 Temel bilimler ve fizik alanındaki kuramsal bilgilerini akademik düzeyde analiz, yorum ve problem çözümünde kullanabileceklerdir. / Use their comprehensive theoretical knowledge in fundamental sciences and physics for analysis, interpretation, and problem-solving at an academic level.	=	<u>5</u>	=	=	=	=
PC-2 Uygulamalı bilgilerini fiziksel süreçlerin modellenmesi, deneysel tasarım ve problem çözümünde etkili ve amaca yönelik biçimde kullanabileceklerdir. / Apply their practical knowledge effectively and strategically in modelling physical processes, experimental design, and problem-solving.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-3 Kuramsal ve/veya deneysel bilgilerini karmaşık fizik problemlerinin çözümünde etkili biçimde kullanarak, bu problemlere yönelik uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçip uygulayabileceklerdir. / Use their theoretical and/or experimental knowledge effectively in solving complex physics problems by selecting and applying appropriate analysis and modelling methods for these problems.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-4 Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir. / Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	=
PC-5 Fizik biliminin temel ve uygulamalı alanlarında edindikleri bilgi birikimlerini ve kuramsal analiz, deneysel uygulama ve sayısal modelleme ve hesaplamalı fizik araçlarını kullanma ve geliştirme becerilerini, kuramsal fizik, nükleer fizik, yoğun madde fiziği, yüksek enerji fiziği, nanoteknoloji, yenilenebilir/alternatif enerji teknolojileri, ileri malzeme tasarımı, nükleer teknoloji ve kuantum teknolojileri gibi disiplin-ici ve disiplinlerarası uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir. / Advance their acquired knowledge in the fundamental and applied fields of physics and their skills in theoretical analysis, experimental application, numerical modelling and using and developing computational physics tools in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as theoretical physics, nuclear physics, condensed matter physics, high energy physics, nanotechnology, renewable/alternative energy technologies, advanced materials design, nuclear technology, and quantum technologies.	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	=
PC-6 Fizik alanında yaygın olarak kullanılan en az bir programlama dili ile bilgisayar ve yapay zekâ teknolojilerini, problemleri çözmek, veri analizi yapmak ve simülasyonlar gerçekleştirmek için etkin biçimde kullanabileceklerdir. / Use at least one programming language and computer and artificial intelligence Technologies widely employed in physics for problem-solving data analysis, and simulations.	=	=	=	<u>4</u>	=	=
PC-7 Fizik ve ilgili alanlardaki bilimsel ve teknolojik gelişmeleri izleyebilecek, kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecek ve bu hedeflere ulaşmak için hayat boyu öğrenme stratejilerini kullanabileceklerdir. / Follow scientific and technological developments in physics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals.	<u>3</u>	<u>3</u>	=	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>3</u>
PC-8 Bilimsel araştırmalarını ve mesleki faaliyetlerini yürütürken doğabilecek hukuksal sonuçları ve toplumsal etkileri dikkate alarak mesleki etik ilkeler, kalite standartları ile evrensel değerler doğrultusunda ve sosyal sorumluluk bilinci ve adalet duygusuyla hareket edebileceklerdir. / Act with a sense of social responsibility and justice and in accordance with professional ethical principles, quality standards, and universal values by	=	=	=	=	<u>4</u>	=



taking into account potential legal and societal consequences of their scientific research and professional activities.						
PC-9 Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir. / Work effectively both independently and as part of a team.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-10 Fizik alanında güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecek ve akademik araştırma tasarlayıp yürütebileceklerdir. / Access reliable sources of information, conduct literature reviews, and design and carry out academic research in the field of physics.	<u>5</u>	=	=	=	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-11 Fizik konularını, teorileri, araştırmaları ve problem çözümlerini, fizik terminolojisi kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir. / Effectively communicate topics, theories, research, and problem solutions in physics to all relevant stakeholders using appropriate physics terminology, both orally and in writing, in Turkish and in English.	=	=	<u>3</u>	=	<u>4</u>	<u>5</u>
PC-12 Laboratuvar çalışmalarında bilimsel veri toplayarak teknik ve/veya bilimsel raporlar hazırlayabilecek ve mevcut raporları yorumlayabileceklerdir. / Collect scientific data during laboratory work, prepare technical and/or scientific reports and interpret existing reports.	=	=	<u>5</u>	<u>4</u>	=	<u>5</u>