



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Nükleer Spektroskopi
DERSİN KODU	FIZ1129
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, öğrencilere nükleer ölçüm sistemlerinin temel ilkelerini ve uygulama alanlarını tanıtmaktır. Ders kapsamında yüklü ve yüksüz parçacıkların algılanmasında kullanılan dedektörlerin çalışma prensipleri, kalibrasyon süreçleri ve veri toplama zinciri ele alınır. Enerji tayflarının elde edilmesi ve değerlendirilmesi çözünürlük, verim ve belirsizlik analizi ile ilişkilendirilir. Deneysel düzenek bileşenlerinin seçimi, güvenlik ve standartlar bağlamında tasarım ölçütleri ile birlikte incelenir. Bu kapsamda öğrencilerin ölçüm verilerini yorumlama, uygun analiz yöntemlerini uygulama ve sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirme yetkinliği kazanmaları amaçlanır.
DERSİN İÇERİĞİ	Yüklü ve yüksüz parçacıkların algılanmasında kullanılan nükleer ölçüm sistemleri; bu sistemlerin çalışma prensipleri, kalibrasyonu, veri toplama ve enerji tayflarının değerlendirilmesi.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: [1] Tsoulfanidis, Nicholas. <i>Measurement and Detection of Radiation</i> . Taylor & Francis, Washington, 1995. Zorunlu Kaynaklar: [1] Knoll, Glenn F. <i>Radiation Detection and Measurements</i> . John Wiley & Sons, 1979. ISBN: 978-1119345262. [2] Krane, Kenneth S. <i>Introductory Nuclear Physics</i> . John Wiley & Sons, 1979. ISBN: 978-0471805533. [3] Leo, William R. <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i> . Springer, 1994. ISBN: 978-3642082425.



	[4] McConnell, Mark L. <i>The Physics of Gamma-Ray Spectroscopy</i>. Cambridge University Press, 2021. ISBN: 978-1108489440. [5] Kratz, Jens-Volker; Lieser, Karl Heinrich. <i>Nuclear and Radiochemistry</i>. Wiley-VCH, 2013. ISBN: 978-3527329014.	
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Nükleer spektroskopinin prensiplerini ve farklı radyasyon tespit tiplerini açıklayabileceklerdir. 2. Temel nükleer bozunma süreçlerini ve bunların karakteristik spektroskopik imzalarını açıklayabileceklerdir. 3. Spektroskopik ekipmanları modern yazılım araçlarıyla çalıştırabileceklerdir. 4. Nükleer spektrumları kullanarak enerji seviyelerini, yarı ömürleri ve nükleer yapı bilgilerini belirleyebileceklerdir 5. Bilim ve endüstrideki gerçek dünya problemlerini çözmek için nükleer spektroskopi tekniklerini uygulayabileceklerdir. 6. Deneysel sonuçları kanıtlara dayalı olarak açıklayabileceklerdir.	
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: • İçerik: Öğrencilerden edindikleri teorik bilgilerini kullanarak temel kalibrasyon ölçümlerini gerçekleştirmeleri ve enerji ve şekil kalibrasyon denklemlerini elde etmeleri • Format: Farklı gamma/x-ışını kaynaklarını kullanarak çok kanallı analizör ölçümleri yapmak(Deney: 1 saat, Veri Analizi: 9 saat) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Kavramları açıklayabilme -Deneysel veriyi yorumlayabilme -Tasarım sorunlarını giderebilme	2	%15
Uygulama (Sözlü Sınav):		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği: 1. İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması 1. Format: Yüz yüze kısa sınav (5-15 dakika) 2. Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	4	%10
Ödev:		



Sunum/Jüri: İçerik: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve grup sunumları yapmalarının istenmesi Format: Grup sunumları Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi -Sunum tekniklerinin doğru kullanılması	1	%10
Proje:		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular Format: Yüz yüze. 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. 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: Enerji Spektrumunun Tanımı, İntegral Spektrum ve Diferansiyel Spektrum Ölçümü, Darbe Yüksekliği Dağılımı ve Enerji Spektrumu. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Ölçüm sistemi kalibrasyonu. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Farklı dedektörlerin enerji çözünürlüğü.	1. Enerji Spektrumunun Tanımı, İntegral Spektrum ve Diferansiyel Spektrum Ölçümü, Darbe Yüksekliği Dağılımı ve Enerji Spektrumu konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 9. Spektroskopiye Giriş.
2	Konu Anlatımı: Bir Ölçüm Sisteminin Enerji Çözünürlüğü, Çok Kanallı Analizör ve Çok Kanallı Analizörün Kalibrasyonu. Deney 1: Çok kanallı analizör ile Cs137 ve Co60 ölçümleri.	1. Bir Ölçüm Sisteminin Enerji Çözünürlüğü, Çok Kanallı Analizör ve Çok Kanallı Analizörün Kalibrasyonu konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 9. Spektroskopiye Giriş.
3	Konu Anlatımı: Dedektörde Enerji Birikimi Modları, X-Ray ve γ -Ray Dedektörlerinin Verimliliği. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Dedektörde enerji biriktirme modları. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Farklı X-ışını ve Y-ışını dedektör tiplerinin spektroskopik özellikleri.	1. Dedektörde Enerji Birikimi Modları, X-Ray ve γ -Ray Dedektörlerinin Verimliliği konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 12. Foton (γ -Işını ve X-Işını) Spektroskopisi.
4	Konu Anlatımı: NaI(Tl) Sintilasyon Dedektörleri ve Ge Yarıiletken Dedektörleri ile Gamaların Tespiti.	1. NaI(Tl) Sintilasyon Dedektörleri ve Ge Yarıiletken Dedektörleri ile Gamaların



	Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Deney 1 rapor sunumu. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Deney 1 rapor değerlendirilmesi.	Tespiti konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 12. Foton (γ -Işını ve X-Işını) Spektroskopisi.
5	Konu Anlatımı: Gama Spektrometresi Olarak Si(Li) Dedektörü, CdTe, CZT, HgI ₂ , LaBr ve LaCl ₂ Dedektörleri ile X Işınlarnın Tespiti. Deney 2: XRF ile 316 Paslanmaz çelik karakteristik x-ışını ölçümleri.	1. Si(Li), CdTe, CZT, HgI ₂ , LaBr ve LaCl ₂ dedektörleri ile X-ışınlarının tespiti konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 12. Foton (γ -Işını ve X-Işını) Spektroskopisi.
6	Konu Anlatımı: Enerji Dağılıklığı, Elektron Spektroskopisi. Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Deney 2 rapor sunumu. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Deney 2 rapor değerlendirilmesi. Kısa Sınav 1: Temel spektroskopi kavramları.	1. Enerji Dağılıklığı ve Elektron Spektroskopisi konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 13. Yüklü Parçacık Spektroskopisi. 2. Kısa Sınav 1: Temel spektroskopi kavramları.
7	Konu Anlatımı: Alfa, Proton, Döteron ve Triton Spektroskopisi. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): M kütleindeki bir parçacıkla çarpışma sonucu elektrona aktarılan maksimum enerji.	1. Alfa, Proton, Döteron ve Triton Spektroskopisi konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 13. Yüklü Parçacık Spektroskopisi.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Ağır İyon ($Z > 2$) Spektroskopisi. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Bir fisyon folyosu için Uranyum izotoplarından kaynaklanan alfa aktivitelerinin oranının hesaplanması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): yüklü parçacıkların enerji kaybı davranışı. Kısa Sınav 2: Yüklü parçacıkların madde içinde enerji kaybı.	1. Ağır İyon ($Z > 2$) Spektroskopisi konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 13. Yüklü Parçacık Spektroskopisi. 2. Kısa Sınav 2: Yüklü parçacıkların madde içinde enerji kaybı.
10	Konu Anlatımı: Uçuş Süresi Spektrometresi, Dedektör Teleskoplar, Konuma Duyarlı Dedektörler. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Uçuş Süresi Spektrometresi. Sınıf-içi Tartışma (25 dk.): Sunum konularının belirlenmesi.	1. Uçuş Süresi Spektrometresi, Dedektör Teleskoplar ve Konuma Duyarlı Dedektörler konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 13. Yüklü Parçacık Spektroskopisi.
11	Konu Anlatımı: (n, Yüklü Parçacık) Reaksiyonuyla Nötron Tespiti. Kısa Sınav 3: Nötron reaksiyonları.	1. (n, Yüklü Parçacık) Reaksiyonuyla Nötron Tespiti konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 14. Nötron Tespiti ve Spektroskopi. 2. Kısa Sınav 3: Nötron reaksiyonları.
12	Konu Anlatımı: Fisyon Odaları, Folyo Aktivasyonu Nötron Tespiti. Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Folyo Aktivasyonu Nötron Tespiti. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Nötron reaksiyonları.	1. Fisyon Odaları ve Folyo Aktivasyonu Nötron Tespiti konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 14. Nötron Tespiti ve Spektroskopi.
13	Konu Anlatımı: Proton Geri Tepmesiyle Nötron Enerji Spektrumunun Ölçülmesi, Eşik Aktivasyon Reaksiyonları Kullanılarak Hızlı Nötronların Tespiti. Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): Nötron ölçüm metotlarının uygulanması. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Nötron ölçüm metotlarının karşılaştırılması. Kısa Sınav 4: Nötron aktivasyon analizi.	1. Proton Geri Tepmesiyle Nötron Enerji Spektrumunun Ölçülmesi ve Eşik Aktivasyon Reaksiyonları ile Hızlı Nötronların Tespiti konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 14. Nötron Tespiti ve Spektroskopi. 2. Kısa Sınav 4: Nötron aktivasyon analizi.
14	Konu Anlatımı: Kristal Spektrometre, Uçuş Süresi (TOF) Yöntemi, Dengelenmiş İyon Odaları, Kendinden Güç Alan Nötron Dedektörleri ile Nötron Enerjisi Ölçümü. Sınıf-içi Uygulama (25 dk.): nötron kırınım spektrometresi. Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Nötron dedektörleri.	1. Kristal Spektrometre, Uçuş Süresi (TOF) Yöntemi, Dengelenmiş İyon Odaları ve Kendinden Güç Alan Nötron Dedektörleri ile Nötron Enerjisi Ölçümü konuları hakkında ön okuma. Kaynak: Ders Kitabı: Bölüm 14. Nötron Tespiti ve Spektroskopi.



15	Sınıf-içi Tartışma: Öğrenci Sunumları.	1. Öğrenci Sunumlarına Hazırlık.
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuar	2	10	20
Uygulama			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	2	28
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği			
Projeler			
Sunum / Seminer	1	20	20
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	20
Toplam İşyükü :			150
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	Nuclear Spectroscopy
CODE	FIZ1129
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	Yok
SEMESTER	Fall, Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
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 introduce students to the principles and applications of nuclear measurement systems. It covers detector operation for charged and uncharged particles, calibration procedures, and the data acquisition chain. Energy spectrum generation and evaluation are linked to resolution, efficiency, and uncertainty analysis. System component selection is discussed in relation to experimental setup, safety, and relevant standards. Within this scope, the course aims to develop students' ability to interpret measurement data, apply appropriate analysis methods, and critically evaluate results.
COURSE CONTENT	Nuclear measurement systems used in the detection of charged and uncharged particles; working principles of these systems, calibration data acquisition and evaluation of energy spectra of these systems.
RECOMMENDED OR REQUIRED READING	Ders Kitabı: [1] Tsoulfanidis, Nicholas. <i>Measurement and Detection of Radiation</i> . Taylor & Francis, Washington, 1995. Zorunlu Kaynaklar: [1] Knoll, Glenn F. <i>Radiation Detection and Measurements</i> . John Wiley & Sons, 1979. ISBN: 978-1119345262. [2] Krane, Kenneth S. <i>Introductory Nuclear Physics</i> . John Wiley & Sons, 1979. ISBN: 978-0471805533. [3] Leo, William R. <i>Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments</i> . Springer, 1994. ISBN: 978-3642082425.



	[4] McConnell, Mark L. <i>The Physics of Gamma-Ray Spectroscopy</i>. Cambridge University Press, 2021. ISBN: 978-1108489440. [5] Kratz, Jens-Volker; Lieser, Karl Heinrich. <i>Nuclear and Radiochemistry</i>. Wiley-VCH, 2013. ISBN: 978-3527329014.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to, 1. Explain the principles of nuclear spectroscopy and different types of radiation detection. 2. Describe key nuclear decay processes and their characteristic spectroscopic signatures. 3. Operate spectroscopic equipment using modern software tools. 4. Use nuclear spectra to calculate energy levels, half-lives, and nuclear structure information.. 5. Apply nuclear spectroscopy techniques to solve real-world problems in science and industry. 6. Explain experimental results with evidence-based conclusions.

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: • Content: Students will use their acquired theoretical knowledge to perform basic calibration measurements and derive energy and shape calibration equations. • Format: Perform multi-channel analyzer measurements using different gamma/x-ray sources (Experiment:1 hour, Data analysis: 9 hours) • Detailed Assessment Criteria: -Ability to explain concepts -Ability to interpret experimental data -Ability to troubleshoot design problems	1	15%
Application (Oral Examination):		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics: 2. Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week 2. Format: Face-to-face multiple-choice quiz (5-15 minutes) 3. Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	4	10%
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: -Ability to accurately explain the topics learned -Proper use of presentation techniques	1	10%
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: Definition of Energy Spectra, Integral Spectrum and Differential Spectrum Measurement, Pulse-Height Distribution and Energy Spectrum. Quick Practice (15 minutes): Measurement system calibration. In-Class Discussion (5 minutes): Energy resolution of different detectors.	1. Preliminary reading of the definition of energy spectra, integral and differential spectrum measurement, pulse-height distribution, and energy spectrum. Source: Coursebook: Chapter 9. Introduction to Spectroscopy.
2	Lecture: Energy Resolution of a Detection System, Multichannel Analyzer and Calibration of a Multichannel Analyzer. Experiment1: Cs137 and Co60 measurements with multi-channel analyzer.	1. Preliminary reading of the energy resolution of a detection system, multichannel analyzer, and calibration of a multichannel analyzer. Source: Coursebook: Chapter 9. Introduction to Spectroscopy.
3	Lecture: Modes of Energy Deposition in the Detector, Efficiency of X-Ray and γ -Ray Detectors.	1. Preliminary reading of the modes of energy deposition in the detector and efficiency of X-ray



	Quick Practice (15 minutes): Modes of Energy Deposition in the Detector. In-Class Discussion (5 minutes): Spectroscopic properties of different types of X-ray and gamma-ray detectors.	and γ -ray detectors. Source: Coursebook: Chapter 12. Photon (γ -Ray and X-Ray) Spectroscopy.
4	Lecture: Detection of Photons with NaI(Tl) Scintillation Detectors, Detection of Gammas with Ge Detectors. Quick Practice (25 minutes): Experiment 1 report presentation. In-Class Discussion (5 minutes): Experiment 1 report evaluation.	1. Preliminary reading of the detection of photons with NaI(Tl) scintillation detectors and detection of gammas with Ge detectors. Source: Coursebook: Chapter 12. Photon (γ -Ray and X-Ray) Spectroscopy.
5	Lecture: Detection of X-Rays with a Si(Li) Detector, CdTe, CZT, HgI₂, LaBr, and LaCl₃ Detectors as Gamma Spectrometers. Experiment2: Characteristic x-ray measurements of 316 stainless steel with XRF.	1. Preliminary reading of the detection of X-rays with Si(Li), CdTe, CZT, HgI ₂ , LaBr, and LaCl ₃ detectors. Source: Coursebook: Chapter 12. Photon (γ -Ray and X-Ray) Spectroscopy.
6	Lecture: Energy Straggling, Electron Spectroscopy. Quick Practice (25 minutes): Experiment 2 report presentation. In-Class Discussion (5 minutes): Experiment 2 report evaluation. Quiz 1: Fundamental spectroscopy concepts.	1. Preliminary reading of energy straggling and electron spectroscopy. Source: Coursebook: Chapter 12. Photon (γ-Ray and X-Ray) Spectroscopy. 2. Quiz 1: Fundamental spectroscopy concepts.
7	Lecture: Alpha, Proton, Deuteron, and Triton Spectroscopy. Quick Practice (15 minutes): The maximum energy transferred to an electron by a collision with a particle of mass M.	1. Preliminary reading of alpha, proton, deuteron, and triton spectroscopy. Source: Coursebook: Chapter 13. Charged Particle Spectroscopy.
8	Midterm Exam	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Heavy-Ion ($Z > 2$) Spectroscopy. Quick Practice (15 minutes): Calculate the ratio of alpha activities due to Uranium isotopes for a fission foil. In-Class Discussion (5 minutes): energy loss behavior of charged particles. Quiz 2: Energy loss of charged particles in matter.	1. Preliminary reading of heavy-ion ($Z > 2$) spectroscopy. Source: Coursebook: Chapter 13. Charged Particle Spectroscopy. 2. Quiz 2: Energy loss of charged particles in matter.
10	Lecture: Time-of-Flight Spectrometer, Detector Telescopes, Position-Sensitive Detectors. Quick Practice (5 minutes): Time of flight spectroscopy. In-Class Discussion (5 minutes): presentation proposals.	1. Preliminary reading of the time-of-flight spectrometer, detector telescopes, and position-sensitive detectors. Source: Coursebook: Chapter 13. Charged Particle Spectroscopy.
11	Lecture: Neutron Detection by (n, Charged Particle) Reaction. Quiz 3: Neutron reactions.	1. Preliminary reading of neutron detection by (n, charged particle) reaction. Source: Coursebook: Chapter 14. Neutron Detection and Spectroscopy. 2. Quiz 3: Neutron reactions.
12	Lecture: Fission Chambers, Neutron Detection by Foil Activation. Quick Practice (15 minutes): Neutron Detection with Foil Activation.	1. Preliminary reading of fission chambers and neutron detection by foil activation. Source: Coursebook: Chapter 14. Neutron Detection and Spectroscopy.
13	Lecture: Measurement of a Neutron Energy Spectrum by Proton Recoil, Detection of Fast Neutrons Using Threshold Activation Reactions.	1. Preliminary reading of neutron energy spectrum measurement by proton recoil and detection of fast neutrons using threshold activation reactions. Source: Coursebook: Chapter 14. Neutron



	Quick Practice (25 minutes): Application of neutron measurement methods. In-Class Discussion (5 minutes): Comparison of neutron measurement methods. Quiz 4: Neutron activation analysis.	Detection and Spectroscopy. 2. Quiz 4: Neutron activation analysis.
14	Lecture: Neutron Energy Measurement with a Crystal Spectrometer Time-of-Flight (TOF) Method, Compensated Ion Chambers, Self-Powered Neutron Detectors. Quick Practice (25 minutes): neutron diffraction spectroscopy. In-Class Discussion (5 minutes): Neutron detectors.	1. Preliminary reading of neutron energy measurement with a crystal spectrometer, TOF method, compensated ion chambers, and self-powered neutron detectors. Source: Coursebook: Chapter 14. Neutron Detection and Spectroscopy.
15	In-Class Discussion: Student Presentations.	1. Preparation of Student Presentations.
16	Final	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory	2	10	20
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	2	28
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics			
Project			
Presentations / Seminar	1	20	20
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	20
Total Workload :			150
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>
<u>PC-1</u> 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>4</u>	<u>4</u>	=	=	=	=
<u>PC-2</u> 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>
<u>PC-3</u> 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>5</u>	=	<u>5</u>	<u>5</u>
<u>PC-4</u> Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri Sentezleyebileceklerdir. / Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.	<u>4</u>	=	<u>5</u>	=	<u>5</u>	=
<u>PC-5</u> Fizik biliminin temel ve uygulamalı alanlarında edindikleri bilgi birikimlerini ve kuramsal analiz, deneysel uygulama ve sayısal modelleme ve hesaplamalı fizik araçlarını kullanma ve	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>



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-içi 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						
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>4</u>	=	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-8 Bilimsel	=	<u>4</u>	=	<u>3</u>	=	=



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 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>5</u>	<u>5</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>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.	=	=	=	=		=
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	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>



reports and interpret existing reports.						
---	--	--	--	--	--	--