



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Nötron ve Reaktör Fiziği
DERSİN KODU	FIZ1128
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	İngilizce, Türkçe
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	Orhan İÇELLİ
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrenciler için nükleer reaksiyonların temel mekanizmalarını, nötron fiziğini, fisyon ve füzyon süreçlerini kavratmak; nötron tespiti ve spektroskopisi yöntemlerini öğrenmelerini sağlamak; aktivasyon analizi ve nötron görüntüleme tekniklerini kullanarak deneysel yöntemlere hâkim olmalarını desteklemek; böylece hem kuramsal hem de uygulamalı boyutta nükleer reaksiyonların enerji üretimi, malzeme analizi ve görüntüleme teknolojilerindeki rolünü bütüncül bir çerçevede değerlendirebilecek düzeye ulaşmalarını sağlamaktır.
DERSİN İÇERİĞİ	Bu ders, nükleer reaksiyonlara giriş ile başlayarak nötronların kaynakları, etkileşimleri ve reaksiyon kesitleri üzerinde yoğunlaşır. Nötronların moderasyonu, yakalanması, girişim ve kırınım süreçleri ele alınır. Ardından fisyon ve füzyon süreçlerinin fiziksel özellikleri, enerji üretimi, kontrollü reaksiyonlar ve reaktör uygulamaları incelenir. Dersin ikinci yarısı nötron tespit yöntemleri, kristal spektrometre, uçuş süresi (TOF) teknikleri, dedektörler ve aktivasyon analizi yöntemlerine odaklanır. Son olarak nötron radyografisi ve nötron tomografisi gibi görüntüleme teknikleri işlenir.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitapları: [1] Tsoulfanidis, Nicholas. <i>Measurement and Detection of Radiation</i> . 5th ed., Taylor & Francis, 2022. [2] Knoll, Glenn F. <i>Radiation Detection and Measurement</i> . 4th ed., John Wiley & Sons, 2010. [3] Krane, Kenneth S. <i>Introductory Nuclear Physics</i> . John Wiley & Sons, 1979. [4] Anderson, Ian S. <i>Neutron Imaging and Applications</i> . Springer, 2009.
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, - Nötronların temel özelliklerini (kütle, spin, etkileşim türleri) açıklayabileceklerdir. - Nötronların madde ile etkileşim mekanizmalarını (saçılma, soğurma, fisyon vb.) analiz edebileceklerdir.



3. Nötron yavaşlatma (moderasyon) süreçlerini ve enerji spektrumlarını yorumlayabileceklerdir.
4. Nötron transport denklemlerini ve basitleştirilmiş çözümlerini (ör. difüzyon teorisi) uygulayabileceklerdir.
5. Kritikite, çoğalma faktörleri ve reaktivite kavramlarını tanımlayabileceklerdir.
6. Reaktör kinetiği ve denklemlerini çözümleyebileceklerdir.
7. Reaktör tasarımı ve güvenliği açısından temel parametreleri değerlendirebileceklerdir.
8. Nötron fiziğinin mühendislik, enerji üretimi ve araştırma reaktörleri gibi alanlardaki uygulamalarını tartışabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım:		
Laboratuvar:		
Uygulama (Sözlü Sınav):		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği:		
Ödev:		
Sunum/Jüri:		
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	%30
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: Nükleer Reaksiyonlara Giriş.	1. K.Krane Bölüm 11 NÜKLEER REAKSİYONLAR bölümünün okunması.
2	Konu Anlatımı: Nükleer Reaksiyonlar: Nötronlar.	1. K.Krane Bölüm 11 NÜKLEER REAKSİYONLAR bölümünün okunması.
3	Konu Anlatımı: Nötron Kaynakları, Nötronların Emilimi ve Moderasyonu, Nötron Reaksiyonları ve Kesitleri.	1. K.Krane Bölüm 12 NÖTRON FİZİĞİ bölümünün okunması.
4	Konu Anlatımı: Nötron Yakalama, Nötronlarla Girişim ve Kırınım.	1. K.Krane Bölüm 12 NÖTRON FİZİĞİ bölümünün okunması.
5	Konu Anlatımı: Neden Çekirdek Fisyonu, Fisyonun Özellikleri, Fisyonda Enerji, Fiyon ve Nükleer Yapı.	1. K.Krane Bölüm 13 NÜKLEER FİZYON bölümünün okunması
6	Konu Anlatımı: Kontrollü Fiyon Reaksiyonları, Fiyon Reaktörleri, Radyoaktif Fiyon Ürünleri.	1. K.Krane Bölüm 13 NÜKLEER FİZYON bölümünün okunması.
7	Konu Anlatımı: Temel Füzyon Süreçleri, Füzyonun Özellikleri.	1. K.Krane Bölüm 14 NÜKLEER FÜZYON bölümünün okunması.
8	Ara Sınav	
9	Konu Anlatımı: Kontrollü Füzyon Reaktörleri.	1. K.Krane Bölüm 14 NÜKLEER FÜZYON bölümünün okunması.
10	Konu Anlatımı: (n, Yüklü Parçacık) Reaksiyonu ile Nötron Tespiti, Fiyon Odaları, Folyo Aktivasyonu ile Nötron Tespiti, Proton Geri Tepmesi ile Nötron Enerji Spektrumunun Ölçülmesi, Eşik Aktivasyon Reaksiyonlarını Kullanarak Hızlı Nötronların Tespiti.	1. N. Tsoulfanidis Bölüm 14. Nötron Tespiti ve Spektroskopi bölümünün okunması.
11	Konu Anlatımı: Kristal Spektrometre, Uçuş Süresi (TOF) Yöntemi, Dengelenmiş İyon Odaları, Kendinden Güç Alan Nötron Dedektörleri ile Nötron Enerjisi Ölçümü.	1. N. Tsoulfanidis Bölüm 14. Nötron Tespiti ve Spektroskopi bölümünün okunması.
12	Konu Anlatımı: Optimum Nükleer Reaksiyonun Seçimi, Numunenin Işınlamaya Hazırlanması, Radyasyon Kaynakları, Numunenin Işınlanması, Numunenin Sayımı, Sonuçların Analizi.	1. N. Tsoulfanidis Bölüm 15. Aktivasyon Analizi ve İlgili Teknikler bölümünün okunması.
13	Konu Anlatımı: Aktivasyon Analizinin Hassasiyeti, Girişim Reaksiyonları, Aktivasyon Analizi Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları, Hızlı Gama Aktivasyon Analizi, Nötron Derinlik Profili.	1. N. Tsoulfanidis Bölüm 15. Aktivasyon Analizi ve İlgili Teknikler bölümünün okunması.
14	Konu Anlatımı: Nötron Radyografisi.	1. I.S. Anderson Bölüm 5. Nötron Radyografisi bölümünün okunması.
15	Konu Anlatımı: Nötron Tomografisi.	1. I.S. Anderson Bölüm 6. Nötron Tomografisi bölümünün okunması.
16	Final	

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama (sözlü Sınav)			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	2	28
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği			



Projeler			
Sunum / Seminer	2	20	40
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	25
Toplam İş yükü:			155
Toplam İş yükü / 30(s):			5.16
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	Neutron and Reactor Physics
CODE	FIZ1128
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
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	Orhan İÇELLİ
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide students with an understanding of the fundamental mechanisms of nuclear reactions, neutron physics, and fission and fusion processes; to enable them to learn neutron detection and spectroscopy methods; and to support their mastery of experimental techniques such as activation analysis and neutron imaging. In this way, students are expected to reach a level where they can evaluate, within a comprehensive framework, both the theoretical and applied roles of nuclear reactions in energy production, material analysis, and imaging technologies.
COURSE CONTENT	This course begins with an introduction to nuclear reactions, focusing on the sources, interactions, and cross sections of neutrons. Topics such as neutron moderation, capture, interference, and diffraction processes are covered. It then examines the physical properties of fission and fusion processes, energy production, controlled reactions, and reactor applications. The second half of the course emphasizes neutron detection methods, crystal spectrometry, time-of-flight (TOF) techniques, detectors, and activation analysis methods. Finally, imaging techniques such as neutron radiography and neutron tomography are explored.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebooks: [1] Tsoulfanidis, Nicholas. <i>Measurement and Detection of Radiation</i> . 5th ed., Taylor & Francis, 2022. [2] Knoll, Glenn F. <i>Radiation Detection and Measurement</i> . 4th ed., John Wiley & Sons, 2010. [3] Krane, Kenneth S. <i>Introductory Nuclear Physics</i> . John Wiley & Sons, 2022. [4] Anderson, Ian S. <i>Neutron Imaging and Applications</i> . Springer, 2009.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to



1. Explain the fundamental properties of neutrons (mass, spin, interaction types).
2. Analyze the interaction mechanisms of neutrons with matter (scattering, absorption, fission, etc.).
3. Interpret neutron moderation processes and energy spectra.
4. Apply neutron transport equations and their simplified solutions (e.g., diffusion theory).
5. Define the concepts of criticality, multiplication factors, and reactivity.
6. Solve reactor kinetics and related equations.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation:		
Laboratory		
Application (Oral Examination):		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics:	2	30
Homework Assignments:		
Presentations/Jury:		
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	30
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: Review of Nuclear Reactions.	1. Reading K.Krane Chapter 11 NUCLEAR REACTIONS.
2	Lecture: Nuclear Reactions: Neutrons.	1. Reading K.Krane Chapter 11 NUCLEAR REACTIONS.
3	Lecture: Neutron Sources, Absorption and Moderation of Neutrons, Neutron Reactions and Cross Sections.	1. Reading K.Krane Chapter 12 NEUTRON PHYSICS.
4	Lecture: Neutron Capture, Interference and Diffraction with Neutrons.	2. Reading K.Krane Chapter 12 NEUTRON PHYSICS.
5	Lecture: Why Nuclei Fission, Characteristics of Fission, Energy in Fission, Fission and Nuclear Structure.	1. Reading K.Krane Chapter 13 NUCLEAR FISSION.
6	Lecture: Controlled Fission Reactions, Fission Reactors, Radioactive Fission Products, A Natural Fission Reactor.	1. Reading K.Krane Chapter 13 NUCLEAR FISSION.
7	Lecture: Basic Fusion Processes, Characteristics of Fusion.	1. Reading K.Krane Chapter 14 NUCLEAR FUSION.
8	Midterm	
9	Lecture: Controlled Fusion Reactors.	1. Reading K.Krane Chapter 14 NUCLEAR FUSION.
10	Lecture: Neutron Detection by (n, Charged Particle) Reaction, Fission Chambers, Neutron Detection by Foil Activation, Measurement of a Neutron Energy Spectrum by Proton Recoil, Detection of Fast Neutrons Using Threshold Activation Reactions.	1. Reading N. Tsoulfanidis Chapter 14. Neutron Detection and Spectroscopy.
11	Lecture: Neutron Energy Measurement with a Crystal Spectrometer, Time-of-Flight (TOF) Method, Compensated Ion Chambers, Self-Powered Neutron Detectors.	1. Reading Reading N. Tsoulfanidis Chapter 14. Neutron Detection and Spectroscopy.
12	Lecture: Selection of the Optimum Nuclear Reaction, Preparation of the Sample for Irradiation, Sources of Radiation, Irradiation of the Sample, Counting of the Sample, Analysis of the Results.	1. Reading N. Tsoulfanidis Chapter 15. Activation Analysis and Related Techniques.
13	Lecture: Sensitivity of Activation Analysis, Interference Reactions, Advantages and Disadvantages of the Activation Analysis Method, Prompt Gamma Activation Analysis, Neutron Depth Profile.	1. Reading N. Tsoulfanidis Chapter 15. Activation Analysis and Related Techniques.
14	Lecture: Neutron Radiography.	1. Reading I.S. Anderson Chapter 5. Neutron Radiography.
15	Lecture: Neutron Tomography.	1. Reading I.S. Anderson Chapter 6. Neutron Tomography.
16	Final	

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			
Project			



Presentations / Seminar	2	20	40
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	25
Total Workload:			155
Total Workload / 30(h):			5.16
ECTS Credit:			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5	DÖC-6
PC-1 Temel bilimler ve fizik alanında kapsamlı bir kuramsal bilgi altyapısı edinerek, bu bilgileri akademik düzeyde analiz, yorum ve problem çözümünde etkin biçimde kullanabileceklerdir. / Use their comprehensive theoretical knowledge in fundamental sciences and physics for analysis, interpretation, and problem-solving at an academic-level.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</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>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</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>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</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>3</u>	<u>3</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	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>



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 energy technologies, advanced materials design, nuclear technology, and quantum technologies.						
PC-6 Fizik alanında yaygın olarak kullanılan bilgisayar ve yapay zekâ teknolojileri ile en az bir programlama dilini, 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>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-7 Fizik ve ilgili alanlardaki kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecekler ve bu hedeflere ulaşmak için hayat boyu öğrenme stratejilerini kullanabileceklerdir. / Follow scientific and technological developments in mathematics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals.	=	=	=	<u>2</u>	<u>2</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 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>3</u>	<u>3</u>	<u>3</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.	=	=	=	=	=	=
PC-11 İleri düzey fizik konularını, teorileri, araştırmaları ve problem çözümlerini, fizik terminolojisi kullanarak Türkçe ve İngilizcede tüm paydaşlara sözlü ve yazılı olarak 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 reports and interpret existing reports.	=	=	=	=	=	=