



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Hidrojen Enerjisi
DERSİN KODU	FIZ4520
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	Süreyya AYDIN YÜKSEL
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin hidrojen enerjisinin temel özelliklerini ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak önemini öğrenmelerini amaçlamaktadır. Ders kapsamında hidrojenin üretim yöntemleri, depolama ve taşınması, yakıt pillerinin termodinamik ve elektrokimyasal temelleri, hidrojen yakıt pillerinin uygulamaları ile hidrojen enerjisinin diğer enerji türleriyle kombinasyonları ele alınacaktır. Ayrıca dünyada ve Türkiye'deki hidrojen enerjisi çalışmaları incelenerek öğrencilerin hidrojen teknolojilerinin çevresel, ekonomik ve teknolojik boyutlarını kavramaları sağlanacaktır.
DERSİN İÇERİĞİ	Dünyada enerji üretimi ve tüketiminin tarihsel gelişimi; enerji ve enerji kaynakları; hidrojenin tanımı ve yakıt olarak temel özellikleri; hidrojenin üretim yöntemleri, depolanması ve taşınması; yakıt pillerinin termodinamik ve elektrokimyasal temelleri; hidrojen yakıt pilleri ve kullanılan yakıt türleri; hidrojen enerjisinin diğer enerji türleriyle kombinasyonları; dünyada hidrojen enerjisi ve yakıt pili uygulamaları; yenilenebilir enerji bağlamında hidrojen enerjisinin Türkiye'deki potansiyeli.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı: O'Hayre, Ryan, Cha, Suk-Won, Colella, Whitney ve Prinz, Fritz B. <i>Fuel Cell Fundamentals</i> . Önerilen Kaynaklar: [1] Li, Qingfeng. <i>Introduction to Fuel Cells: Electrochemistry and Materials</i> , 2021. [2] Dinçer, Prof. Dr. İbrahim, Bilimsel Yayınları.

**Ders Öğrenim Çıktıları**

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Dünyanın enerji üretim ve tüketim eğilimlerini, enerji kaynaklarını ve coğrafi dağılımlarını açıklayabileceklerdir.
2. Hidrojenin genel ve yakıt özelliklerini tanımlayabileceklerdir.
3. Hidrojenin üretim, depolama ve güvenli taşıma yöntemlerini uygulayabileceklerdir.
4. Yakıt pillerinin türlerini, termodinamik ve elektrokimyasal temellerini açıklayabileceklerdir.
5. Türkiye'nin hidrojen enerjisi potansiyelini yenilenebilir enerji bağlamında değerlendirebileceklerdir.

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	%15
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 (10-15 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	4	%15
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: Düünden bugüne Dünyanın Enerji Üretimi ve Tüketimi. Sınıf-İçi Tartışma (10 dk.): Günlük ev kullanımı ve diğer enerji ihtiyaçları ve tüketimi ile enerji üretimi konusunda tartışma.	1. İnsanlık tarihinde enerji ihtiyacı ve karşılanması. 2. Düünden bugüne Dünyanın Enerji Üretimi ve Tüketimi OECD Dünya Enerji İstatistiklerini inceleme-anlama ve tartışma.
2	Konu Anlatımı: Enerji ve Enerji Kaynakları.	1. Enerji ve ilişkili kavramların tanımı ve açıklanması. 2. Enerji kaynakların incelenmesi ve sınıflandırılması.
3	Konu Anlatımı: Hidrojen nedir?	1. Hidrojen atomu incelenmesi. 2. Bohr atom modeli ve Kuantum mekaniksel yaklaşımla değerlendirilmesi.
4	Konu Anlatımı: Hidrojen Yakıt Özellikleri. Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ders sonunda, derste bu hafta dahil işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Hidrojenin keşfi ve fiziksel özelliklerinin ayrıntılı incelenmesi. 2. Hidrojenin yakıt özelliklerini diğer yakıtlarla karşılaştırılmalı değerlendirilmesi ve incelenmesi.
5	Konu Anlatımı: Hidrojenin Üretim Yöntemleri.	1. Hidrojen üretimi yöntemlerinin tüm yönleriyle tanımlanması ve karşılaştırılması.
6	Konu Anlatımı: Hidrojenin depolanması ve taşınması.	1. Hidrojenin depolanması ve taşınması ve teknolojilerinin tanıtılması.
7	Konu Anlatımı: Yakıt Pili. Kısa Sınav 2 (15 dk.): Ders sonunda, derste bu hafta dahil işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Yakıt Pili tanımlanması ve en güncel formda bir yakıt pili yapısının incelenmesi ve tanıtılması.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü değerlendiren bir sınav yapılması.
9	Konu Anlatımı: Ara Sınav 1 ve Kısa Sınavların soru çözümü ve Genel özet.	1. Ara Sınav ve Kısa Sınav Sorularının çözümü ve özet yapılması.
10	Konu Anlatımı: Yakıt Pili Termodinamiği.	1. Termodinamik süreçlerin yakıt pili için değerlendirilmesi.
11	Konu Anlatımı: Yakıt Pili Elektrokimyası. Kısa Sınav 3 (15 dk.): Ders sonunda, derste bu hafta dahil işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Yakıt pillerinde elektrokimyasal süreçlerin incelenmesi.
12	Konu Anlatımı: Yakıt pili yakıtları ve Hidrojen Yakıt Pili.	1. Diğer yakıtlar ve Hidrojen yakıt piline bakış.
13	Konu Anlatımı: Hidrojen enerjisinin diğer enerji türleriyle kombinasyonu.	1. Hidrojen enerjisinin diğer yenilenebilir enerji türleriyle değerlendirilmesi yeşil hidrojen üretimi.
14	Konu Anlatımı: Dünyada Hidrojen Enerjisi ve Yakıt Pili.	1. Güncel literatürden Dünya da hidrojen enerjisi yatırımları ve yakıt pillerindeki gelişmelere bakış.
15	Konu Anlatımı: Yenilenebilir Enerji-Hidrojen Enerjisi ve Türkiye. Kısa Sınav 4 (15 dk.): Ders sonunda, derste bu hafta dahil işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Türkiye için Yenilenebilir ve Hidrojen enerjisi fizibilite çalışmalarına bakış (Prof. Dr. İbrahim Dinçer çalışmalarından inceleme).
16	Final	1. İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.

**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	4	56
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	4	2.5	10
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	10	10
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Toplam İş yükü:			135
Toplam İş yükü / 30(s):			4.50
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Physics
TITLE OF COURSE	Hydrogen Energy
CODE	FIZ4520
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring/Fall
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	Süreyya AYDIN YÜKSEL
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide students with an understanding of the fundamental properties of hydrogen energy and its importance as a renewable energy source. The course covers hydrogen production methods, storage and transportation, the thermodynamic and electrochemical principles of fuel cells, applications of hydrogen fuel cells, and the integration of hydrogen with other energy sources. In addition, global and national perspectives on hydrogen energy, including developments in Turkey, will be examined to help students understand the environmental, economic, and technological aspects of hydrogen Technologies.
COURSE CONTENT	Historical development of energy production and consumption worldwide; energy and energy resources; definition of hydrogen and its basic properties as a fuel; hydrogen production methods, storage, and transportation; thermodynamic and electrochemical principles of fuel cells; hydrogen fuel cells and fuel types; integration of hydrogen with other energy sources; global applications of hydrogen energy and fuel cells; potential of hydrogen energy in Turkey within the context of renewable energy.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: O'Hayre, Ryan, Cha, Suk-Won, Colella, Whitney ve Prinz, Fritz B. <i>Fuel Cell Fundamentals</i> . Recommended Readings: [1] Li, Qingfeng. <i>Introduction to Fuel Cells: Electrochemistry and Materials</i> , 2021. [2] Dinçer, Prof. Dr. İbrahim, Bilimsel Yayınları.



Course Learning Outcomes	Upon successful completion of this course, students will be able to 1. Explain global energy production and consumption trends, energy resources, and their geographical distribution. 2. Define the general and fuel-related properties of hydrogen. 3. Apply methods for the production, storage, and safe transportation of hydrogen. 4. Explain the types of fuel cells and their thermodynamic and electrochemical principles. 5. Evaluate the potential of hydrogen energy in Turkey within the context of renewable energy.
---------------------------------	---

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	%15
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	4	%15
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: World Energy Production and Consumption from Past to Present. In-Class Discussion (10 min.): Discussion on daily household use, other energy needs and consumption, and energy production.	1. Energy needs and their fulfillment throughout human history. 2. World Energy Production and Consumption from Past to Present Examining, understanding, and discussing OECD World Energy Statistics.
2	Lecture: Energy and Energy Resources.	1. Definition and explanation of energy and related concepts. 2. Examination and classification of energy sources.
3	Lecture: What is Hydrogen?	1. Examination of the hydrogen atom. 2. Evaluation using the Bohr atomic model and the quantum mechanical approach.
4	Lecture: Hydrogen Fuel Properties. Quiz 1 (15 min.): A quiz at the end of the lesson covering the topics covered in the course this week.	1. Discovery of hydrogen and detailed examination of its physical properties. 2. Evaluation and examination of hydrogen's fuel properties in comparison with other fuels.
5	Lecture: Hydrogen Production Methods.	1. Identification and comparison of all aspects of hydrogen production methods.
6	Lecture: Hydrogen Storage and Transportation.	1. Introduction of hydrogen storage and transportation technologies.
7	Lecture: Fuel Cell. Quiz 2 (15 min.): A quiz at the end of the lesson covering the topics covered in the course this week.	1. Definition of a fuel cell and examination and introduction of a fuel cell structure in its most current form.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	In-Class Practice: Solution to Midterm Exam 1 and Quizzes.	1. Solution and summary of Midterm and Quiz Questions.
10	Lecture: Fuel Cell Thermodynamics.	1. Evaluation of thermodynamic processes for fuel cells.
11	Lecture: Fuel Cell Electrochemistry. Quiz 3 (15 min.): A quiz at the end of the lesson covering the topics covered in the course this week.	1. Examination of electrochemical processes in fuel cells.
12	Lecture: Fuel Cell Fuels and Hydrogen Fuel Cell.	1. Overview of other fuels and the hydrogen fuel cell.
13	Lecture: Combining Hydrogen Energy with Other Energy Forms.	1. Evaluation of hydrogen energy with other renewable energy types: green hydrogen production.
14	Lecture: Hydrogen Energy and Fuel Cells in the World.	1. Current literature on hydrogen energy in the world A review of investments and developments in fuel cells.
15	Lecture: Renewable Energy - Hydrogen Energy and Turkey. Quiz 4 (15 min.): A quiz at the end of the lesson covering the topics covered in the course this week.	1. A review of feasibility studies on renewable and hydrogen energy for Türkiye (review of the work of Prof. Dr. İbrahim Dinçer).
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	4	56



Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	4	2.5	10
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	10	10
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Total Workload:			135
Total Workload / 30(h):			4.50
ECTS Credit:			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖÇ-1	DÖÇ-2	DÖÇ-3	DÖÇ-4	DÖÇ-5
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.	=	=	=	=	=
PC-2 Edindikleri uygulamalı bilgileri 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.	=	=	=	=	=



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.	=	=	=	=	=
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>5</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-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.

3**3****4****3****3**



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.	=	=	=	=	=
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 physics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals.	=	=	=	=	=



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.	<u>4</u>	=	=	<u>5</u>	=
PC-9 Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir./ Work effectively both independently and as part of a team.	=	=	=	=	=
PC-10 Fizik alanında, güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecekler 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>2</u>	=	=	=	=



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.	=	=	=	=	=