



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Fizik
DERSİN ADI	Güneş Pilleri
DERSİN KODU	FIZ3630
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 ÖZDEMİR
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere güneş pilleri ve fotovoltaik teknolojinin temel konularını anlatmayı hedeflemektir. Enerji kaynaklarına genel bir bakışın ardından güneş enerjisinin çevresel etkileri, sera etkisi ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri incelenecek, güneş ışınlarının yapısı ve spektrum ele alınacaktır. Işık ve madde arasındaki etkileşim ile ışığın etkili bir şekilde yönetilmesi konularına odaklanılacaktır. Yarıiletkenlerde bant aralığı oluşumu ve fotovoltaik sistemlerde kullanılan çeşitli yarıiletken türleri üzerinde durulacaktır. Yarıiletkenlerde ışığın soğurulması, yük çiftlerinin oluşumu ve rekombinasyonu, pn eklemler ve yarı iletkenlerde iletim mekanizmaları incelenecektir. Güneş pillerinin temel çalışma prensipleri, koleksiyon olasılığı ve kuantum verimliliği ele alınacak ve güneş pili parametreleri ile bu parametreleri etkileyen faktörler analiz edilecektir. Ders aynı zamanda güneş pillerinin karakterizasyon tekniklerini kapsayacak ve öğrencilere laboratuvar ziyaretleri aracılığıyla pratik deneyim kazandıracaktır. Tarihsel gelişmeler ve güneş pillerinin sınıflandırılması, fotovoltaik teknolojinin gelişimine dair geniş bir perspektif sunacaktır. Bu ders, öğrencilere güneş pilleri ve fotovoltaik sistemlerdeki güncel zorlukları anlamaları için sağlam bir temel oluşturmayı amaçlamaktadır.
DERSİN İÇERİĞİ	Enerji kaynakları; güneş enerjisi ve sera etkisi; güneş ışığı ve solar spektrum; ışık ve maddenin etkileşimi; ışık yönetimi; yasak bant oluşumu ve yarıiletken türleri yarıiletkenlerde soğurma; jenerasyon ve rekombinasyon; pn eklemler; yarıiletkenlerde iletim mekanizmaları; güneş pilleri: toplanma olasılığı ve kuantum verimliliği; güneş pili parametreleri; güneş pili parametrelerine etkiler; güneş pillerinin karakterizasyonu.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitabı Peter, Würfel ve Uli Würfel, <i>Physics of Solar Cells: From Basic Principles to Advanced Concepts</i>. 3. Baskı. Zorunlu Kaynaklar [1] Green, M.A., <i>Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications</i>. Prentice Hall, 1981. ISBN: 9780138222703. [2] McEvoy, A., Markvart, T. ve Castañer, Luis, <i>Solar Cells: Materials, Manufacture and</i>



Operation. 2. Baskı, Academic Press, 2012. ISBN: 9780123869647.

Önerilen Kaynaklar

[1] MIT (Massachusetts Institute of Technology) tarafından sunulan "2.627 Undergraduate Fundamentals Of Photovoltaics" dersi. (Profesör Tonio Buonassisi).

[2] https://ocw.mit.edu/courses/2-627-fundamentals-of-photovoltaics-fall-2013/video_galleries/lecture-videos-slides/.

[3] <https://www.pveducation.org/>.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Güneş enerjisi ve fotovoltaik teknolojinin temel prensiplerini açıklayabileceklerdir.
2. Güneş enerjisi ve fotovoltaik teknoloji bağlamında öğrendikleri kuramsal bilgiler ile uygulama yapabileceklerdir.
3. Güneş pilleri sistemlerinin tasarımını ve analizini yapabileceklerdir.
4. Güneş hücrelerinin performansını test edebileceklerdir.
5. Güneş pilleri ve fotovoltaik teknoloji kavramlarını bilimsel yöntemlerle inceleme becerisi kazanan öğrenciler, elde ettikleri verileri analiz edebileceklerdir.
6. Güneş enerjisi ve fotovoltaik teknolojisinde geçmişten günümüze kadar olan gelişmeleri tanımlayabileceklerdir.

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): • İçerik: Öğrencilerden güneş pilleri dersinin temel kavramlarını açıklamalarını ve uygulamalı bir soruya çözüm önerisi sunmalarının istenmesi • Format: Öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilecek sözlü sınav (5-10 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Kavramları açıklayabilme -Problem çözebilme -Problem çözümlerini anlatabilme	1	%10
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	1	%5
Ödev: • İçerik: Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-içi ve disiplinler-arası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren dönemsel ödevin verilmesi • Format: Yazılı raporlar ve grup sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri:	1	%10



- Bir problemin çözüm sürecini mantıklı ve doğru bir şekilde yazabilme - Kavramların uygulamadaki örneklerini bulabilme - Uygulamalı düşünebilme, yorumlama ve gerekçelendirme süreçlerinin yürütülebilmesi		
Sunum/Jüri		
Projeler		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar	1	%30
Final	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 Kaynakları, Güneş Enerjisi ve Sera Etkisi.	1. Enerji ekonomisinin sorunları bölümünün okunması, Kaynak: ders kitabı, Bölüm 1, 1-8.
2	Konu Anlatımı: Güneş Işığı ve Solar Spektrum.	1. Aşağıdaki alt bölümlerde (heterojonksiyonlu silikon tabanlı güneş hücrelerini açıklamadan önce) dikkatlice çalışılması ve bilgi toplanması: Kimyasal güneş hücresi, Güneş hücrelerindeki temel mekanizmalar, pn bağlantısı. Kaynak, ders kitabı, Bölüm 6, 135-148.
3	Konu Anlatımı: Işık ve Maddenin Etkileşimi, Işık Yönetimi.	1. Kara cisim radyasyonunun incelenmesi, Planck radyasyon yasası. Kaynak ders kitabı, Bölüm 2, 11-16.
4	Konu Anlatımı: Yasak Bant Oluşumu ve Yarıiletken Türleri.	1. Yarı iletkenlerdeki elektronların okunması ve incelenmesi, elektronların dağılım fonksiyonu ve elektron durumlarının yoğunluğu. Kaynak Ders Kitabı, Bölüm 3, 41-47.
5	Konu Anlatımı: Yarıiletkenlerde Soğurma, Jenerasyon ve Rekombinasyon.	1. Deliklerin, katkılamanın, yarı Fermi dağılımlarının, Fermi enerjisinin ve elektrokimyasal potansiyelin okunması ve incelenmesi. Kaynak Ders Kitabı, Bölüm 3.1.3., 48-58.
6	Konu Anlatımı: pn Eklemler.	1. Difüzyon akımı, toplam yük akımı ve elektron ve boşlukların ayrılması konularını okuma ve çalışma,. Kaynak Ders Kitabı, Bölüm 5.1.1-Bölüm 5.2., 105-109.
7	Konu Anlatımı: Yarıiletkenlerde İletim Mekanizmaları.	1. Elektron ve boşlukların taşınması, difüzyon akımı, toplam yük akımı ve elektron ve boşlukların ayrılması. Kaynak Ders Kitabı, Bölüm 5.1.1-Bölüm 5.2., 105-112.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
9	Konu Anlatımı: Güneş Pilleri: Toplanma Olasılığı ve Kuantum Verimliliği.	1. Güneş hücrelerinin maksimum verimliliğinin okunması ve incelenmesi, güneş hücrelerinin verimliliğinin enerji bant aralığına bağlı olarak değerlendirilmesi, optimum silikon güneş hücreleri, Kaynak Ders Kitabı Bölüm 7, 171-176.
10	Konu Anlatımı: Güneş Pili Parametreleri.	1. İnce film güneş pilleri, bir güneş pilinin minimum kalınlığı, eşdeğer devre konularının okunması ve incelenmesi. Kaynak Ders Kitabı Bölüm 7.4, 181-183
11	Konu Anlatımı: Güneş Pili Parametrelerine Etkiler.	1. Açık devre voltajının sıcaklığa bağlılığının ve verimliliğin yoğunluğa



		bağımlılığının okunması ve incelenmesi. Kaynak ders kitabı, Bölüm 7.5-7.8, 185-187.
12	Konu Anlatımı: Güneş Pillerinin Karakterizasyonu.	1. Bir pn bağlantısının akım-gerilim karakteristiğinin okunması ve incelenmesi. Kaynak ders kitabı, Bölüm 6.4.3, 135.
13	Konu Anlatımı: Güneş Pil J-V Ölçümü.	1. Bir pn bağlantısındaki potansiyel dağılımının okunması ve incelenmesi ve bir pn bağlantısının akım-gerilim karakteristiği. Kaynak ders kitabı, Bölüm 6.4.2/3, 133-135.
14	Konu Anlatımı: Güneş Pillerinin Tarihsel Gelişimi ve Sınıflandırılması.	1. Güneş hücrelerinin verimliliğini artırmaya yönelik kavramların okunması ve incelenmesi. Kaynak ders kitabı, Bölüm 8, 189-208.
15	Konu Anlatımı: Genel Tekrar.	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi.
16	Final	

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama	14	1	14
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	3	42
Derse Özgü Staj			
Ödev	1	8	8
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	1	1	1
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Toplam İşyükü :			142
Toplam İşyükü / 30(s) :			4,73
AKTS Kredisi :			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts & Science
DEPARTMENT / PROGRAMME	Department of Physics
TITLE OF COURSE	Solar Cells
CODE	FIZ3630
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall
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 ÖZDEMİR
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to provide students with a fundamental understanding of solar cells and photovoltaic technology. Beginning with a general overview of energy sources, the course will then explore the environmental impacts of solar energy, including the greenhouse effect and its effects on climate change. The structure and spectrum of solar radiation will be discussed, along with the interaction between light and matter and the effective management of light. The course will focus on the formation of band gaps in semiconductors and various semiconductor types used in photovoltaic systems. Topics such as absorption of light in semiconductors, generation of charge carriers, and recombination will be covered, as well as the examination of pn junctions and transport mechanisms in semiconductors. The fundamental working principles of solar cells, collection probability, and quantum efficiency will be thoroughly explored, along with the analysis of solar cell parameters and the factors influencing them. The course will also encompass characterization techniques for solar cells and provide practical experience through laboratory visits. Historical developments and the classification of solar cells will offer a broad perspective on the evolution of photovoltaic technology. This course aims to establish a solid foundation for students to understand current challenges in solar cells and photovoltaic systems.
COURSE CONTENT	Energy sources, solar energy, and greenhouse effect, heterojunction silicon based solar cells, interaction of light and matter, light management, formation of band gap, types of semiconductors, absorption, generation, recombination in semiconductors, pn junctions transport in semiconductors, solar cells: collection probability and quantum efficiency, solar cells parameters, effects on solar cells parameters, characterization of solar cells, historical development and classification of solar cells.
RECOMMENDED OR REQUIRED READING	Coursebook: Würfel, Peter and Würfel, Uli, <i>Physics of Solar Cells: From Basic Principles to Advanced Concepts</i>, 3. Baskı.


Required Readings:

[1] Green, M.A, *Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications*, Prentice Hall, 1981. ISBN: 9780138222703.

[2] McEvoy, A., Markvart, T. and Castañer, Luis, *Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation*, 2. Baskı, Academic Press, 2012. ISBN: 9780123869647.

Recommended Readings:

[1] MIT (Massachusetts Institute of Technology) tarafından sunulan "2.627 Undergraduate Fundamentals Of Photovoltaics" dersi. (Profesör Tonio Buonassisi).

[2] https://ocw.mit.edu/courses/2-627-fundamentals-of-photovoltaics-fall-2013/video_galleries/lecture-videos-slides/.

[3] <https://www.pveducation.org/>.

Course Learning Outcomes

Upon successful completion of the course, students will be able to

1. Explain the fundamental principles of solar energy and photovoltaic technology.
2. Apply theoretical knowledge in the context of solar energy and photovoltaic technology.
3. Design and analyze solar cell (or photovoltaic) systems.
4. Test the performance of solar cells.
5. Examine solar cells and photovoltaic technology using scientific methods and analyze the resulting data.
6. Describe the developments in solar energy and photovoltaic technology from past to present.

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): Content: Students will be asked to explain fundamental concepts of solar cells and to propose a solution to a practical problem. Format: Individual oral examination with each student (5-10 minutes). Detailed Assessment Criteria: -Ability to explain concepts -Ability to solve problems -Ability to articulate problem solutions	1	%10
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics	1	%5
Homework Assignments: Content: Termly assignment requiring critical analysis of fundamental concepts covered in class and identification of examples of these concepts within both intra-disciplinary and interdisciplinary contexts Format: Written reports and group presentations Detailed Assessment Criteria: -Ability to logically and accurately demonstrate the problem-solving process -Ability to find practical examples of the concepts - Ability to carry out processes of applied thinking, interpretation, and	1	%10



justification		
Presentations/Jury		
Project		
Seminar/Workshop		
Mid-Terms	1	%30
Final	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: Energy Sources, Solar Energy, and Greenhouse Effect.	1. Reading Problems of energy economy section, Source: textbook, Chp. 1, 1-8.
2	Lecture: Heterojunction Silicon Based Solar Cells.	1. Careful studying priorily and gatterring knowledge on the following subsection (prior to explain the heterojunction silicon based solar cells) as: A Chemical solar cell, Basic mechanisms in solar cells, the pn junction. Source, textbook, Chp. 6, 135-148.
3	Lecture: Interaction of Light and Matter, Light Management.	1. Studying Black-body radiation, Planck law of radiation. Source textbook, Chp. 2, 11-16.
4	Lecture: Formation of Band Gap, Types of Semiconductors.	1. Reading and studying electons in semiconductors, distribution function for electrons and density of states of electrons. Source Textbook, Chp. 3, 41-47.
5	Lecture: Absorption, Generation, Recombination in Semiconductors.	1. Reading and studying holes, doping, quasi fermi distributions, Fermi energy and electrochemical potential,. Source Textbook, Chp. 3.1.3., 48-58.
6	Lecture: pn Junctions.	1. Reading and studying, diffusion current, total charge current and seperation of electrons and holes. Source Textbook, Chp. 5.1.1-Chp 5.2., 105-109.
7	Lecture: Transport in Semiconductors.	1. Reading and studying, transport of electrons and holes, diffusion current, total charge current and seperation of electrons and holes. Source Textbook, Chp. 5.1.1-Chp 5.2., 105-112.
8	Midterm 1	
9	Lecture: Solar Cells: Collection Probability and Quantum Efficiency.	1. Reading and studying maximum efficiency of solar cells, efficiency of solar cells as a function of their energy band gap the optimal silicon solar cells, Source Textbook Chp. 7, 171-176.
10	Lecture: Solar Cells Parameters.	1. Reading and studying Thin film solar cells, minimal thickness of a solar cell, Equivalent circuit. Source Textbook Chp. 7.4, 181-183.
11	Lecture: Effects on Solar Cells Parameters.	1. Reading and studying temperature dependence of the open-circuit voltage, intensity dependence of the efficiecnyn. Source textbook, Chp 7.5-7.8, 185-187.
12	Lecture: Characterization of Solar Cells.	1. Reading and studying Current-voltage characteristic of a pn junction. Source textbook, Chp 6.4.3, 135.
13	Lecture: Solar Cell J-V Measurement for Homework.	1. Reading and studying potential distribution across a pn junction and Current-voltage characteristic of a pn junction. Source textbook, Chp 6.4.2/3, 133-135.
14	Lecture: Historical Development and Classification of Solar Cells.	1. Reading and studying concepts for improving the efficiency of solar cells. Source textbook, Chp 8, 189-208.
15	Lecture: Recitation or Review.	
16	Final	

**ECTS WORKLOAD TABLE**

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory			
Application	14	1	14
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	3	42
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments	1	8	8
Quizzes/Studio Critics	1	1	1
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload :			142
Total Workload / 30(h) :			4,73
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.	=	=	=	=	=	=
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>	<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-içi ve disiplinlerarası	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



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.	=	=	=	=	=	=
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>	=	=	=	=
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>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</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 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 reports and interpret existing reports.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>