

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı:				Course Name:		
Yenilenebilir Enerji Sistemleri				Renewable Energy Systems		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
ELK472/ ELK472E	7-8	3	5	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)	Elektrik Mühendisliği / Elektrik Mühendisliği (Electrical Engineering / Electrical Engineering)					
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)			Dersin Dili (Course Language)	Türkçe / İngilizce (Turkish /English)	
Dersin Onkoşulları (Course Prerequisites)	ELK331/ELK331E min DD ve ELK356/ELK356E min DD veya ELK 341 /341E min DD					
Dersin mesleki bileşene katkısı, % (Course Category by Content, %)	Temel Bilim (Basic Sciences)	Temel Mühendislik (Engineering Science)	Mühendislik Tasarım (Engineering Design)	İnsan ve Toplum Bilim (General Education)		
	30	40	30	-		
Dersin İçeriği (Course Description)	Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili temel bilgiler ve bunların kullanılmasını sağlayan teknolojiler dersin içeriğini oluşturmaktadır. Ayrıca, dünyadaki ve ülkemizdeki rüzgar, güneş, dalga, akıntı, jeotermal, bioenerji kaynakları, küçük hidroelektrik santraller ve enerji depolama sistemleri hakkında bilgi verilmektedir. Information about technologies related to usage of renewable energy sources, major installations in Turkey and worldwide for wind, solar, wave, biomass, geothermal, small hydroelectric power plants and energy storage systems used with these type of intermittent power supplies.					
Dersin Amacı (Course Objectives)	Artan enerji ihtiyacı, çevre üzerine olumsuz etkileriyle birlikte giderek azalan fosil yakıtları ve temiz enerji kaynakları konusunda hükümetlerin çıkardığı kanunlar dünya genelinde yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanımında bir artışa sebep olmuştur. Bu dersin amacı rüzgar, güneş, dalga, biokütle, jeotermal, küçük hidroelektrik enerjisi kaynaklarının kullanılabilirliği, karakteristikleri, enerji depolama sistemleri ve bunlara ilişkin önemli teknolojiler konusunda öğrencilerin bilgilendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya enerji kaynaklarına çevresel açıdan sürdürülebilir ve ekonomik olarak mümkün bir alternatif olabileceğini göstermektir. Increasing energy demand, depletable fossil fuels with their adverse effect on the environment and the governmental regulations of clean energy sources lead to an increase usage of renewable energy systems around the world. The aim of this course is to provide necessary knowledge about the technologies related to utilization and characteristics of wind, solar, wave, biomass, geothermal, and small hydroelectric energy resources along with energy storage systems. This course also shows that these renewable energy sources are economically viable, environmentally sustainable alternatives to the world's energy resources.					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Yenilenebilir enerji sistemlerinin fosil yakıtlara bir alternatif olabileceği gerçeğinin öğrenciler tarafından kavranması. Bu kaynakları içeren elektrik enerjisi sistemlerini analiz etmek, nasıl elektrik enerjisi elde edildiği ve değişken ve kesintili enerji üretme kapasitesine sahip olan bu kaynakların etkin bir biçimde kullanımı hakkında bilgi kazanılması. Dersin içeriği kapsamında grup çalışması içeren uygulamalı bir proje öğrencilere takım çalışması konusunda deneyim kazandıracaktır. Awareness to the feasibility of renewable energy systems as an alternative to the fossil fuels will be gained by students. The knowledge of modeling, analysis, generation principles of electricity from these resources, and efficient utilization of these variable and intermittent generation capacities of renewable energy resources will be acquired. Team work experience will be developed in group project related to the content of the course.					

Ders Kitabı (Textbook)	B. Sorenson, <i>Renewable Energy</i> , 3 rd ed., Elsevier Academic Press, 2004		
Diğer Kaynaklar (Other References)	<ol style="list-style-type: none"> 1. E. F. Fuchs, M. A. S. Masoum, <i>Power Conversion of Renewable Energy Systems</i>, Springer-Verlag, 2011. 2. A. V. Rosa, <i>Fundamentals of Renewable Energy Processes</i>, 2nd ed., Elsevier Academic Press, 2009. 3. M. Kaltschmitt, W. Streicher, A. Wiese, <i>Renewable Energy</i>, Springer-Verlag, 2007. 4. E. Hau, <i>Wind Turbines</i>, 2nd Ed., Springer-Verlag, 2006. 5. A. Goetzberger, V. U. Hoffmann, <i>Photovoltaic Solar Energy Generation</i>, Springer-Verlag, 2005. 6. G. Boyle, <i>Renewable Energy</i>, 2nd Ed., Oxford University Press, 2004. 7. J. F. Manwell, J. G. McGowan, A. L. Rogers, <i>Wind Energy Explained</i>, John Wiley and Sons, 2002 8. Messenger, J. Ventre, <i>Photovoltaic Systems Engineering</i>, CRC Press, 2000. 9. M. R. Patel, <i>Wind and Solar Power Systems</i>, CRC Press, 1999. 		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	-		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	-		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	2	30
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)		
	Projeler (Projects)		
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	30
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Yenilenebilir Enerjiye Giriş: Enerji Biçimleri, dönüşümü ve verim, Kyoto sözleşmesi, Dünyadaki enerji kaynakları ve sürdürülebilir enerji fikri, günümüzde dünyada enerji kullanımı, Fotovoltaik (FV) ve solar termal sistemler, rüzgar türbinleri, biokütle ve biogaz sistemleri, jeotermal kaynaklar, dalga ve akıntı enerjisinin dünyadaki kullanım oranları hakkında genel bilgilere giriş ve dünyadaki YEK'na genel bakış. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım teşvikleri ve yasalar.	
2	FV sistemlerin tarihi gelişimi, FV sistemlerin üstünlükleri ve eksiklikleri. FV sistem elemanları ve sistem tipleri (bataryalı DC sistemler, hibrid sistemler, şebekeye bağlı sistemler, yalnız çalışmada FV sistemler; FV su pompaları, FV aydınlatma v.s. ve şebekeye bağlı FV sistemler, FV sistemlerde güneş enerjisi potansiyeli.	
3	Yenilenebilir Enerjiye Giriş: Enerji Biçimleri, dönüşümü ve verim, Kyoto sözleşmesi, Dünyadaki enerji kaynakları ve sürdürülebilir enerji fikri, günümüzde dünyada enerji kullanımı, Fotovoltaik (FV) ve solar termal sistemler, rüzgar türbinleri, biokütle ve biogaz sistemleri, jeotermal kaynaklar, dalga ve akıntı enerjisinin dünyadaki kullanım oranları hakkında genel bilgilere giriş ve dünyadaki YEK'na genel bakış. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım teşvikleri ve yasalar.	
4	FV sistemlerin tarihi gelişimi, FV sistemlerin üstünlükleri ve eksiklikleri. FV sistem elemanları ve sistem tipleri(bataryalı DC sistemler, hibrid sistemler, şebekeye bağlı sistemler, yalnız çalışmada FV sistemler; FV su pompaları, FV aydınlatma v.s. ve şebekeye bağlı FV sistemler,FV sistemlerde güneş enerjisi potansiyeli.	
5	Yenilenebilir Enerjiye Giriş: Enerji Biçimleri, dönüşümü ve verim, Kyoto sözleşmesi, Dünyadaki enerji kaynakları ve sürdürülebilir enerji fikri, günümüzde dünyada enerji kullanımı, Fotovoltaik (FV) ve solar termal sistemler, rüzgar türbinleri, biokütle ve biogaz sistemleri, jeotermal kaynaklar, dalga ve akıntı enerjisinin dünyadaki kullanım oranları hakkında genel bilgilere giriş ve dünyadaki YEK'na genel bakış. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım teşvikleri ve yasalar.	
6	FV sistemlerin tarihi gelişimi, FV sistemlerin üstünlükleri ve eksiklikleri. FV sistem elemanları ve sistem tipleri(bataryalı DC sistemler, hibrid sistemler, şebekeye bağlı sistemler, yalnız çalışmada FV sistemler; FV su pompaları, FV aydınlatma v.s. ve şebekeye bağlı FV sistemler,FV sistemlerde güneş enerjisi potansiyeli.	
7	Rotor dinamikleri, değişken hıza karşı sabit hızlı çalışma, mekanik sürüş uygulamaları, doğrudan sürüm sistemleri, Rüzgâr Türbinlerinde Moment-Hız Karakteristiği Ve Elektriksel Yüklenme elektriksel yüke uygun maksimum güç izleme çalışması.	
8	Rüzgar türbini generatör tipleri: asenkron, çift beslemeli asenkron, sürekli mıknatıslı senkron makineler. Rüzgar santrallerinin sabit gerilimi sağlayarak şebekeye bağlanması, aktif ve reaktif güç kontrolü, dönüştürücüler, ada durumunda rüzgar türbininin gerilim kontrol teknikleri, Türbin hız kontrolü için gerekli kriterler.	
9	Rüzgar hızının istatistiksel incelemesi Weibull katsayısı, Rüzgar türbinlerinde şebeke bağlantı kriterleri, Rüzgâr Türbin Enerjisine Yönelik Pratik Tahmin Yöntemi, Rotor çapının ve generatör nominal gücünün optimizasyonu, rüzgâr çiftlikleri, kapasite faktörü ve enerji tahmini, rüzgâr türbin ekonomisi, kuruluş maliyeti, rüzgâr türbini için yıllık elektrik maliyeti.	
10	Dalga, akıntı, gel-git enerjisi: fiziksel özellikler, wells türbinleri, darbe türbinleri, dalga yoğunluğu ve spektrumu, ekonomisi ve dünyadaki potansiyeli, dalga ve akıntı dönüşüm sistemleri, sabit ve kayan tip cihazlar, okyanus ısı enerjisi dönüşümü.	
11	Jeotermal Enerji: Jeotermal kaynakların fiziği, ısı pompalama prensibi, yer altı suyundan çekilen ısı enerjisi, dikey ve yatay ısı dönüştürücüler, jeotermal temeller, jeotermal ısıtma şebekeleri, termodinamik esaslar ve jeotermal kaynakların işletilmesi, yüksek ve orta entalpili sistemler ve mevcut uygulamalar ve dünyadaki jeotermal kaynaklar.	
12	Bioenerji: Yakıt olarak biyokütle (bioliq), genel prensipler, bioenerji kaynakları, birinci nesil biyoyakıtlar ve 2. Nesil biyoyakıtlar, biyoenerjinin maliyeti, küçük ölçekli hidroelektrik santraller.	
13	Türkiye'de YEK santral kurulum süreci, fizibilite çalışmaları ve örnek bir proje.	
14	Sürekli olmayan yenilenebilir enerji kaynakları için enerji depolama yöntemleri; batarya tipleri ve sistemleri, süper kapasite, süperiletken manyetik enerji depolama sistemleri, volan yapıları.	

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction to Renewable Energy: Energy types, conversion and efficiency, Kyoto protocol, world energy sources and idea of sustainable energy, information about current usage of photovoltaic (PV) and solar thermal systems, wind turbines, biomass and biogas, geothermal resources, wave and tidal energy systems in world. Support programs and government laws regarding installation of renewable energy systems.	
2	Introduction to PV systems. Historical development of PV systems. Overview of PV usage in the world. Stand-alone PV systems: Consumer applications, residential systems, PV water pumping, PV powered lighting, rural electrification, etc. Grid-connected (utility interactive) PV systems, Solar energy potential for PV.	
3	Solar irradiation and spectrum of sun, geometric and atmospheric effects on sunlight. Photovoltaic effect, conversion of solar energy into electrical energy, behavior of solar cells. Basic structure and characteristics of solar cells: Single-crystalline, multi-crystalline, thin film silicon solar cells, emerging new technologies, Electrical characteristics of the solar cell, equivalent circuit, modeling of solar cells including the effects of temperature, irradiation and series/shunt resistances. Solar cell arrays, PV modules, PV generators, shadow effects and bypass diodes, hot spot problem in a PV module and safe operating area.	
4	Interfacing PV modules to loads, module behavior, power conditioning and maximum power point tracking (MPPT) algorithms, PV controllers, inverter operating principles and types, utility-connected batteryless and battery-supported inverters, stand-alone inverters, protection against short circuit and grounding in PV installations.	
5	Solar thermal systems: Concentrated collectors and focusing systems, heat generation and heat exchanger, solar absorbers, heat transfer, storage and cooperation with other generation systems, active and passive solar heating, solar thermal engines, solar cooling applications.	
6	Historical background of wind turbines and physical principles, world wind resources and current use both inland and offshore, environmental effects of wind turbines, effect of atmospheric conditions on wind speed, principles of wind energy conversion, wind characteristics and Betz limit, turbine types, turbine characteristics with speed and power relations, system components.	
7	Rotor aerodynamics, fixed-speed versus variable-speed operation, mechanical drive train, direct-drive systems, torque-speed characteristics, maximum power tracking operation using electrical load matching and pitch control.	
8	Wind turbine generator types: induction, double-fed induction, permanent-magnet synchronous generators. Utility interface issues: real and reactive power control, converters for conversion of variable AC to constant utility voltage, voltage control techniques in an isolated wind turbine, speed control techniques for turbines.	
9	Statistical evaluation of wind speed and Weibull coefficient, isolated and utility -connected operating states of a wind turbine, short- and long-term estimation techniques for wind energy production, optimization of rotor diameter and generator rated power, wind farms, capacity factor and energy prediction, economy of wind turbines, installation costs and annual electricity cost for wind turbine systems.	
10	Wave and tidal energy: physical principles, Wells turbines, wave spectra and power density of waves, world potential and current applications, linear and rotary type wave energy converters, fixed and floating type devices, conversion of ocean thermal energy.	
11	Geothermal Energy: physics of hydrothermal systems, heat pump principles, hot dry rock systems, vertical and horizontal heat exchangers, geothermal heating systems, thermodynamic principles and operation of geothermal world potential and current applications.	
12	Bioenergy: Biomass and crops as fuels, general principles, production of gaseous and liquid fuels, heat production, bioenergy sources, 1 and 2 generation biofuels, economical evaluation of bioenergy, small hydroelectric power plants.	
13	Installation procedures and feasibility studies for a renewable power plant in Turkey through a sample project.	
14	Energy storage techniques for intermittent nature of renewable energy sources, battery types and systems, super capacitors, flywheels, and superconducting magnetic energy storage systems.	

Dersin Elektrik Mühendisliği Lisans Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
a	Matematik, temel bilim ve mühendislik bilgilerini kullanabilme		X	
b	Deney tasarlama, yapma ve istenilen bir sonuca ulaşmak için verileri analiz etme ve yorumlayabilme,			X
c	Belirli ihtiyaçlara yönelik bir sistem veya süreç tasarlayabilme,			X
d	Disiplinler arası takım etkin çalışması yapabilme,		X	
e	Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözebilme,			X
f	Meslekte profesyonellik ve etik (ahlaki) sorumlulukları kavrama ve benimseme,		X	
g	Etkin bir yazılı ve sözlü iletişim becerisine sahip olma,			X
h	Mühendisliğin küresel ve toplumsal etkilerini anlayacak genel bir kültür kazanma,		X	
i	Hayat boyu öğrenmenin gereğine inanma ve bu yeteneği kazanma,		X	
j	Güncel olaylar ve bu olayların mühendislik mesleği üzerine etkileri konusunda görüş sahibi olma,			X
k	Elektrik mühendisliği uygulamaları için gerekli yetenek, mühendislik yöntemleri ve modern mühendislik araçlarını kullanabilme,			X
l	Elektrik mühendisliği uygulamalarına yönelik sistem tasarımı için gerekli uygulamalı elektronik, bilgisayar ve iletişim sistemleri alanında yeterli bilgi.			X
			X	

1: Zayıf, 2: Kısmi, 3: Tam

Relationship between the Course and Electrical Engineering Program Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
a	an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering		X	
b	an ability to design and conduct experiments in electrical engineering, as well as to analyze and interpret data to reach an appropriate conclusion			X
c	an ability to design an electrical system, component, or process to meet desired needs			X
d	an ability to function on multi-disciplinary teams		X	
e	an ability to identify, formulate, and solve electrical engineering problems			X
f	an understanding of professional and ethical responsibility		X	
g	an ability to communicate effectively in both oral and written fashion			X
h	the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global and societal context		X	
i	a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning		X	
j	a knowledge of contemporary issues and their impact on engineering profession			X
k	an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for electrical engineering practice			X
l	a knowledge of applied electronics, computer and information systems to design and analyze complex systems for electrical engineering applications			X
			X	

1: weak, 2: Partial, 3: Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u>	<u>İmza (Signature)</u>
---------------------------------	---------------------	-------------------------