

## GENEL TANIM / GENERAL DESCRIPTION

Ders Adı / Course Name	Functional Nanomaterials in New Generation Battery Technologies / Functional Nanomaterials in New Generation Battery Technologies	
Ders Kodu / Course Code	9105036172022	
Ders Türü / Course Type		
Ders Seviyesi / Course Level	Third Cycle / Third Cycle	
Ders Akts Kredi / ECTS	8.00	
Haftalık Ders Saati (Kuramsal) / Course Hours For Week (Theoretical)	3.00	
Haftalık Uygulama Saati / Course Hours For Week (Objected)	0.00	
Haftalık Laboratuar Saati / Course Hours For Week (Laboratory)	0.00	
Dersin Verildiği Yıl / Year	1	
Öğretim Sistemi / Teaching System	Face to Face / Face to Face	
Eğitim Dili / Education Language		
Ön Koşulu Olan Ders(ler) / Precondition Courses		
Amacı / Purpose	Bu dersin amacı öğrencileri gelişmiş elektrokimyasal enerji depolama sistemlerinin çeşitleri, bunların fiziksel ve kimyasal özellikleri, çalışma prensipleri, performansları, üretim teknikleri, bileşenleri ve bileşenlerin temelini oluşturan malzemeler, bu malzemeler özelinde sistem içinde gerçekleşen elektriksel ve elektrokimyasal süreçler, yük transfer mekanizmaları ve bu sistemlerin potansiyel kullanım alanları konularında bilgilendirmektir.	The aim of this course is to inform students about the new generation battery technologies, their working principles, performances, production techniques, components, main materials of these components, electrical and electrochemical processes occurring in the system, charge transfer mechanisms and potential application areas of these systems.

İçeriği / Content	<p>1. Termodinamik kanunları, kimyasal potansiyel, elektrolit tanımı, elektrolit oluşum mekanizmaları, elektrolitlerde iyonik ve molar iletkenlik, elektrolitlerde iyon difüzyonu, elektrot tanımı, elektrot potansiyeli, potansiyel farkı, elektrot-elektrolit arayüzey etkileşimleri, elektrot kinetiği (yük transferi (Butler-Volmer Eşitliği) ve kütle transferi (difüzyon kanunları)) ve iyonik türler üzerindeki empedans etki mekanizmaları gibi temel elektrikselsel ve elektrokimyasal süreçler hakkında bilgi verilmesi</p> <p>2. Elektrokimyasal hücrelerin yapısal özellikleri, elektrokimyasal hücre tasarımı, elektrokimyasal hücrelerde termodinamik süreçler, Nernst eşitliği, yakıt hücreleri, bataryalar ve süperkapasitör gibi elektrokimyasal aygıtların yapım prensipleri, bu aygıtların temel çalışma parametreleri ve bunların belirlenme tekniklerinin anlatılması</p> <p>3. Elektrolit kaynaklı kaçaklar ve joule ısınması gibi elektrokimyasal aygıtlarda yaşanan problemlerin incelenmesi</p> <p>4. Batarya teknolojisinin tarihsel gelişimi, birincil tür (alkalin bataryalar, civa bataryaları, gümüş oksit bataryaları, çinko-hava bataryaları, alüminyum-hava bataryaları, lityum bataryaları) ve ikincil tür (Kurşun-Asit bataryalar, NiCd bataryalar, Nikel-metal hidrür bataryalar Lityum-iyon bataryalar) ve yeni nesil bataryaların tanımlanması, çalışma prensiplerinin, gerçekleşen reaksiyon süreçlerinin, teknik özelliklerinin ve bu özelliklere bağlı performanslarının açıklanması</p> <p>5. Bataryalardaki ve süperkapasitörlerdeki bileşenlerin (elektrot, elektrolit, seperatör) yapısında kullanılan malzemelerin tanımlanması, bu malzemelerin batarya performansına olan etkilerinin açıklanması, sistem bileşenleri özelinde gerçekleşen problemlerin tanımlanması, bileşen temelli potansiyel teknolojik gelişmelerin ve hibrit sistemler gibi yeni nesil batarya teknolojilerinin anlatılması</p> <p>6. Yeni nesil bataryaların potansiyel uygulama alanlarının anlatılması</p>	<p>1. Laws of thermodynamics, chemical potential, electrolyte definition, electrolyte formation mechanisms, ionic and molar conductivity in electrolytes, ion diffusion in electrolytes, electrode definition, electrode potential, potential difference, electrode-electrolyte interface interactions, electrode kinetics (charge transfer (Butler-Volmer Equation) ) and mass transfer (laws of diffusion) and basic electrical and electrochemical processes such as impedance mechanisms of action on ionic species.</p> <p>2. Structural features of electrochemical cells, electrochemical cell design, thermodynamic processes in electrochemical cells, Nernst equation, construction principles of electrochemical devices such as fuel cells, batteries, supercapacitors and hybrid systems, basic operating parameters of these devices and determination techniques of these parameters.</p> <p>3. Some problems such as electrolyte-induced leaks and joule heating in electrochemical devices</p> <p>4. Historical development of battery technology, primary type (alkaline batteries, mercury batteries, silver oxide batteries, zinc-air batteries, aluminum-air batteries, lithium batteries) and secondary type (Lead-Acid batteries, NiCd batteries, Nickel-metal hydride batteries, lithium-ion batteries) and new generation batteries, their working principles, reaction processes, technical features and performances depending on these features</p> <p>5. Materials used in the structure of the components (electrode, electrolyte, separator) in batteries and supercapacitors, effects of these materials on battery performance, problems that occur in system components, potential technological developments based on components and new generation battery technologies such as hybrid systems.</p> <p>6. Application areas of new generation batteries.</p>
Önerilen Diğer Hususlar / Recommended Other Considerations	Yok	-
Staj Durumu / Internship Status	Yok	-
Kitap / Malzemesi / Önerilen Kaynaklar / Books / Materials / Recommended Reading	<p>1. Huggins R.A., "Advanced Batteries - Materials Science Aspects", Springer, New York, USA (2009)</p> <p>2. Job R., "Electrochemical Energy Storage - Physics and Chemistry of Batteries", De Gruyter, Berlin, Germany (2020)</p> <p>3. Zhang J., Zhang L., Liu H., Sun A., Liu, R-S., "Electrochemical Technologies for Energy Storage and Conversion Vol 2", Wiley-VCH, Weinheim, Germany (2012)</p> <p>4. Pang, H., Cao X., Zhu L., Zheng M., "Synthesis of Functional Nanomaterials for Electrochemical Energy Storage", Springer Nature, Singapore (2020)</p>	<p>Huggins R.A., "Advanced Batteries - Materials Science Aspects", Springer, New York, USA (2009)</p> <p>2. Job R., "Electrochemical Energy Storage - Physics and Chemistry of Batteries", De Gruyter, Berlin, Germany (2020)</p> <p>3. Zhang J., Zhang L., Liu H., Sun A., Liu, R-S., "Electrochemical Technologies for Energy Storage and Conversion Vol 2", Wiley-VCH, Weinheim, Germany (2012)</p> <p>4. Pang, H., Cao X., Zhu L., Zheng M., "Synthesis of Functional Nanomaterials for Electrochemical Energy Storage", Springer Nature, Singapore (2020)</p>
Öğretim Üyesi (Üyeleri) / Faculty Member (Members)	Dr. öğretim Üyesi Halide DİKER	Dr. öğretim Üyesi Halide DİKER

## ÖĞRENME ÇIKTILARI / LEARNING OUTCOMES

1	Bir elektrokimyasal hücrenin temel çalışma prensibini anlayabilme	To be able to understand the basic working principle of an electrochemical cell.
2	Yakıt hücresi, batarya ve süperkapasitör gibi farklı türdeki elektrokimyasal aygıtların çalışma prensipleri ve hedef uygulama alanları arasındaki farkı anlayabilme	To be able to understand the difference between the working principles and target application areas of different types of electrochemical devices such as fuel cells, batteries, supercapacitors and hybrid capacitors.
3	Elektrokimyasal hücrenin bileşenlerini oluşturan malzemelerin moleküler yapısı ve özellikleri ile elektrokimyasal hücrenin performansı arasında ilişki kurabilme	To be able to relate the molecular structure and properties of the materials that make up the components of the electrochemical cell and the performance of the electrochemical cell.
4	Elektrot ve elektrolit arayüzündeki etkileşimlerin, yük ve kütle transfer mekanizmalarını kavrayabilme	To be able to comprehend charge and mass transfer mechanisms occurring at the electrode and electrolyte interface.
5	Elektriksel parametreler ile aygıt performansları arasındaki ilişkiyi kavrayabilme	To be able to comprehend the relationship between electrical parameters and device performances.
6	Çalışma voltajı, akım, şarj-deşarj akımı,deşarj süresi, çevrim sayısı, kapasite, enerji yoğunluğu, güç, verimlilik, yaşam ömrü gibi parametrelere bağlı olarak sistem tasarımını ve uygulamalarını yapabilmek	To be able to design and implement a system depending on parameters such as operating voltage, current, charge-discharge current, discharge time, number of cycles, capacity, energy density, power, efficiency and lifetime.
7	Elektrokimyasal enerji depolama sistemlerinin üretim yöntemlerini ve teknolojilerini kavrayabilme	To be able to comprehend the cell based production methods and technologies of new generation batteries

## HAFTALIK DERS İÇERİĞİ / DETAILED COURSE OUTLINE

Hafta / Week					
1	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Dersin tanıtımı: Kapsamı, gerekçesi, Önemi, Kural ve Gereklere				
	Introduction to the lecture: Scoop, rules and necessity.				
2	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Elektrokimyanın Temelleri: Termodinamik kanunları, elektrolit oluşum mekanizmaları, elektrolitlerdeki elektriksel ve elektrokimyasal süreçler hakkında bilgi verilmesi			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Fundamentals of Electrochemistry: Giving information about the laws of thermodynamics, an explanation of the electrolyte formation mechanisms, and electrical and electrochemical processes that occur in electrolytes.			Internet and Library Search	-
3	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Elektrokimyanın Temelleri : Elektrot Potansiyeli, elektrot-elektrolit ara yüzey etkileşimleri, kütle transferi ve yük transferi gibi elektrot kinetiği konularında bilgi verilmesi			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Fundamentals of Electrochemistry: Giving information on electrode kinetics such as electrode potential, electrode-electrolyte interface interactions, mass transfer and charge transfer.			Internet and Library Search	-
4	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Elektrokimyasal Aygıtların Yapısı, Dizaynı ve Yapımı: Elektrokimyasal hücrelerin yapısal özellikleri, elektrokimyasal hücre tasarımı, elektrokimyasal hücrelerde termodinamik süreçler, elektrokimyasal aygıtların yapım prensipleri konularında bilgi verilmesi			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Structure, Design, and Construction of Electrochemical Devices: Giving information on the structural features of electrochemical cells, electrochemical cell design, thermodynamic processes in electrochemical cells, and construction principles of electrochemical devices.			Internet and Library Search	-
5	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Elektrokimyasal hücrelerin temel çalışma parametrelerinin ve bu parametrelerin belirlenme prensiplerinin açıklanması, elektrokimyasal hücrelerde karşılaşılan problemlerin tanımlanması			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Explaining the basic working parameters of electrochemical cells and the determination principles of these parameters, and defining the problems encountered in electrochemical cells			Internet and Library Search	-

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
6	Batarya Teknolojileri: Batarya teknolojisinin tarihsel gelişimi, birincil ve ikincil tür bataryalar, bu bataryaların çalışma prensipleri, teknik özellikleri ve performansları ve ayrıca bu bataryalarda gerçekleşen reaksiyon mekanizmaları konularında bilgi verilmesi			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Battery Technologies: Giving information on the historical development of battery technology, primary and secondary type batteries, the working principles, technical features and performances of these batteries, as well as the reaction mechanisms that occur in these batteries.			Internet and Library Search	-
7	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Batarya Teknolojileri: Batarya teknolojisindeki temel parametrelerin ve bunların birbiri ile olan ilişkilerinin tanımlanması			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Battery Technologies: Defining the basic parameters in battery technology and description their interrelationships			Internet and Library Search	-
8	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Ara sınav			Ders konu ve kapsamında öğrenci sunumu	-
	Mid-term Examination			Student presentation on the lesson topic and scope	-
9	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Batarya Teknolojilerinde, elektrot malzemesi olarak kullanılan nanomateryallerin tanımlanması, elektrottan kaynaklı var olan problemlerin ve bunların etki mekanizmalarının açıklanması			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Identification of nanomaterials used as electrode material in New Generation Battery Technologies, explanation of existing problems due to electrodes and their action mechanisms			Internet and Library Search	-
10	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Batarya Teknolojilerinde elektrolit malzemesi olarak kullanılan nanomateryallerin tanımlanması, elektrolitten kaynaklı var olan problemlerin ve bunların etki mekanizmalarının açıklanması			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Identification of nanomaterials used as electrolyte material in New Generation Battery Technologies, explanation of existing problems due to electrolyte and their action mechanisms.			Internet and Library Search	-

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
11	Süperkapasitörün tarihsel gelişimi, türleri ve bu türlerin çalışma prensipleri, süperkapasitörlerde meydana gelen fiziksel/elektrokimyasal süreçler, kinetik ve termodinamik yaklaşımlar hakkında bilgi verilmesi			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Giving information about the historical development, types and working principles of supercapacitors, physical/electrochemical processes occurring in supercapacitors, and kinetic and thermodynamic approaches.			Internet and Library Search	-
12	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Süperkapasitörlerin bileşenlerinin, bu bileşenlerde kullanılan materyallerin ve bunların etkinliklerinin tanımlanması			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Description of the components of supercapacitors, the materials used in these components, and their effectiveness.			Internet and Library Search	-
13	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Süperkapasitörlerin performansları, performansların belirlenmesinde kullanılan teknikler, süperkapasitörlerin uygulama alanları ve süperkapasitörlerde aşılması gereken problemler hakkında bilgi verilmesi			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Giving information about the performances of supercapacitors, the techniques used to determine the performances, the application areas of supercapacitors and the challenges of supercapacitors.			Internet and Library Search	-
14	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Öğrenci proje Sunumları			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Student project presentation			Internet and Library Search	-
15	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Öğrenci proje sunumları			İnternet ve kütüphane taraması	-
	Student orject presentation			Internet and Library Search	-

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
16	Final Sınavı				
	Fina examination				

### DEĞERLENDİRME / EVALUATION

Yarıyıl (Yıl) İçi Etkinlikleri / Term (or Year) Learning Activities	Sayı / Number	Katkı Yüzdesi / Percentage of Contribution (%)
Bireysel Çalışma / Self Study	1	100
Toplam / Total:	1	100
Başarı Notuna Katkı Yüzdesi / Contribution to Success Grade(%):		40
Yarıyıl (Yıl) Sonu Etkinlikleri / End Of Term (or Year) Learning Activities	Sayı / Number	Katkı Yüzdesi / Percentage of Contribution (%)
Proje Tasarımı/Yönetimi / Project Design/Management	1	50
Proje Sunma / Project Presentation	1	50
Toplam / Total:	2	100
Başarı Notuna Katkı Yüzdesi / Contribution to Success Grade(%):		60
Etkinliklerinin Başarı Notuna Katkı Yüzdesi(%) Toplamı / Total Percentage of Contribution (%) to Success Grade:		100
Değerlendirme Tipi / Evaluation Type:		DDS

İŞ YÜKÜ / WORKLOADS

Etkinlikler / Workloads	Sayı / Number	Süresi (Saat) / Duration (Hours)	Toplam İş Yüğü (Saat) / Total Work Load (Hour)
Derse Katılım / Attending Lectures	14	3.00	42.00
Final Sınavı / Final Examination	1	3.00	3.00
Final Sınavı için Bireysel Çalışma / Individual Study for Final Examination	1	45.00	45.00
Makale Kritik Etme / Criticising Paper	12	5.00	60.00
Proje Hazırlama / Project Preparation	1	50.00	50.00
Proje Sunma / Project Presentation	1	5.00	5.00
Ara Sınav / Midterm Examination	1	3.00	3.00
Ara Sınav için Bireysel Çalışma / Individual Study for Mid term Examination	1	40.00	40.00
<b>Toplam / Total:</b>	<b>32</b>	<b>154.00</b>	<b>248.00</b>
Dersin AKTS Kredisi = Toplam İş Yüğü (Saat) / 30.00 (Saat/AKTS) = 248.00/30.00 = 8.27 ~ / Course ECTS Credit = Total Workload (Hour) / 30.00 (Hour / ECTS) = 248.00 / 30.00 = 8.27 ~			

PROGRAM VE ÖĞRENME ÇIKTISI / PROGRAM LEARNING OUTCOMES

Öğrenme Çıktıları / Learning Outcomes	Program Çıktıları / Program Outcomes						
	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7
1. Bir elektrokimyasal hücrenin temel çalışma prensibini anlayabilme / To be able to understand the basic working principle of an electrochemical cell.	3	3	3	3	3	1	3

2.Yakıt hücresi, batarya ve süperkapasitör gibi farklı türdeki elektrokimyasal aygıtların çalışma prensipleri ve hedef uygulama alanları arasındaki farkı anlayabilme / To be able to understand the difference between the working principles and target application areas of different types of electrochemical devices such as fuel cells, batteries, supercapacitors and hybrid capacitors.	4	5	5	4	5	1	5
3.Elektrokimyasal hücrenin bileşenlerini oluşturan malzemelerin moleküler yapısı ve özellikleri ile elektrokimyasal hücrenin performansı arasında ilişki kurabilme / To be able to relate the molecular structure and properties of the materials that make up the components of the electrochemical cell and the performance of the electrochemical cell.	2	4	3	3	4	1	4
4.Elektrot ve elektrolit arayüzündeki etkileşimlerin, yük ve kütle transfer mekanizmalarını kavrayabilme / To be able to comprehend charge and mass transfer mechanisms occurring at the electrode and electrolyte interface.	2	3	3	3	3	1	3
5.Elektriksel parametreler ile aygıt performansları arasındaki ilişkiyi kavrayabilme / To be able to comprehend the relationship between electrical parameters and device performances.	3	4	3	3	3	3	4

6.Çalışma voltajı, akım, şarj-deşarj akımı,deşarj süresi, çevrim sayısı, kapasite, enerji yoğunluğu, güç, verimlilik, yaşam ömrü gibi parametrelere bağlı olarak sistem tasarımını ve uygulamalarını yapabilmek / To be able to design and implement a system depending on parameters such as operating voltage, current, charge-discharge current, discharge time, number of cycles, capacity, energy density, power, efficiency and lifetime.	4	5	4	4	5	3	5
7.Elektrokimyasal enerji depolama sistemlerinin üretim yöntemlerini ve teknolojilerini kavrayabilme / To be able to comprehend the cell based production methods and technologies of new generation batteries	5	5	5	4	5	3	5

Katkı Düzeyi / Contribution Level : 1-Çok Düşük / Very low, 2-Düşük / Low, 3-Orta / Moderate, 4-Yüksek / High, 5-Çok Yüksek / Very high