

GENEL TANIM / GENERAL DESCRIPTION

Ders Adı / Course Name	Adsorption Behavior of Solid Surfaces / Adsorption Behavior of Solid Surfaces	
Ders Kodu / Course Code	9105035432016	
Ders Türü / Course Type		
Ders Seviyesi / Course Level	Second Cycle / Second 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	English / Turkish	
Ön Koşulu Olan Ders(ler) / Precondition Courses		
Amacı / Purpose	<p>Dersin amacı katı-gaz ve katı-sıvı arayüzündeki adsorpsiyon proseslerine teorik bir temel oluşturmaktır. Bu amaçla, arayüz sistemlerinde etkili olan moleküller arası çekim kuvvetleri, adsorpsiyon prosesinde etkili olan katı yüzeyin yapısı detaylı olarak ele alınmaktadır. Adsorpsiyonda denge, adsorpsiyon izotermi, tek ve çok tabakalı adsorpsiyon ele alınmakta, adsorpsiyon kinetiği, elektrolit çözeltilerinde bulunan kolloid sistemlerde elektriksel çift tabaka oluşumu ve DLVO- teorileri, kolloidleri kararlı ve kararsız hale getiren şartlar detaylı olarak incelenmektedir. Ağır metal iyonlarının, yüzey aktif maddelerin ve polimerlerin çözeltilerinden katı yüzeylere adsorpsiyonu özel olarak ele alınmaktadır. Katı ve sıvıların yüzey özellikleri ve etkileşimleri: yüzey/arayüzey gerilimi, kohezyon/adhezyon, ıslatma, yayılma gibi kavramların ele alınması ile konunun daha derinlemesine incelenmesi sağlanmaktadır.</p>	<p>The aim of the course is to establish a theoretical basis on adsorption processes at the solid-gas and solid-liquid interface. Interaction forces acting in interfacial systems, the structure of the solid surfaces that is effective in adsorption processes will be studied in detail. Adsorption kinetics and equilibrium, derivation of adsorption isotherms, monolayer - multilayer adsorption and colloidal systems, electrical double layer occurrence at the charged surfaces, DLVO-theory will be further studied. Colloidal systems and their stabilization also will be of interest. Adsorption of heavy metal ions (ion-exchange), surfactants and polymers will be studied as special adsorption processes. The study of surface properties and interactions of solids and liquids by surface/interfacial tension, cohesion and adhesion forces, wetting, spreading and other concepts will enable the students to perceive the subject more deeply.</p>

İçeriği / Content	Arayüzey olaylarının önemi, arayüzey olaylarında etkili olan moleküller arası etkileşim kuvvetlerinin türleri, katı yüzey-sıvı (gaz) etkileşiminde önemli olan yüzey/arayüzey gerilimi, kohezyon/adhezyon, ıslatma, yüzeyde yayılma, eğimli yüzeylerde oluşan basınç farkı gibi kavramlar, katı yüzeylerin yapısı: kristal yapıdaki katılarda atomların dizilimi, serbest katı yüzeyin özellikleri, kristal yapı katıların yüzey enerjileri ve yüzey atomlarının farklı dizilimi, yüzey enerjisi ve adsorpsiyon, fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon arasındaki farklar, adsorpsiyonda katı/gaz ve katı/sıvı arayüzeyinde denge, ve izoterm modelleri, adsorpsiyon kinetiği, ağır metal iyonlarının (iyon değişimi) ve yüzey aktif maddelerin katı yüzeylere adsorplanma özellikleri, kolloidler: kolloid parçacıkların yüzey potansiyeli, yüklü arayüzeyler, elektrolit çözeltisi ile yüklü yüzeyler arası etkileşim, Gouy-Chapman teorisine göre elektriksel çift tabakada iyonların dağılımı, yüklü yüzeyler arası etkileşim- DLVO teorisi ve kolloid parçacıkların kararlılığını veya koagülasyonunu etkileyen faktörler, yüzey kimyası ve zeta potansiyeli, polimerlerin adsorpsiyonu: polimerlerin çözeltilerdeki davranışı ve değişik çözeltilerden katı yüzeylere adsorplanma özellikleri.	Interaction forces between molecules. General properties of systems containing fluid interfaces: Surface tension, work of cohesion and adhesion, pressure differences across a curved surface. Structure of solid surfaces: Crystalline solids and their structure, characteristics of the free solid surface. Physical adsorption. Adsorption at the solid-gas and solid-liquid interface. Adsorption equilibrium. Adsorption isotherms, monolayer and multilayer adsorption. Adsorption kinetics. Colloids: Surface potential of colloidal particles, charged interfaces, interaction between charged surfaces and electrolyte solution, interactions between charged surfaces-DLVO-Theory and stabilization or coagulation of colloidal particles. Adsorption of heavy metal ions (ion-exchange) and surfactants. Polymers in solution and their adsorption behavior from solution.
Önerilen Diğer Hususlar / Recommended Other Considerations	Yok	None
Staj Durumu / Internship Status	Yok	None
Kitabı / Malzemesi / Önerilen Kaynaklar / Books / Materials / Recommended Reading	1- Fundamentals of Interfacial Engineering, R. J. Stokes, D. F. Evans, Willey-VCH, New York, 1997 2- Adsorption, J. Oscik, Elis Horwood Limited, 1982 3- Principles of Adsorption and Adsorption Processes, D.M. Ruthven, John Willey and Sons, 1984 4- Surfactants and Polymers in Aqueous Solution, B. Jönsson, B. Lindman, K. Holmberg, B. Kronberg, John Willey and Sons, Chichester, 1998	1- Fundamentals of Interfacial Engineering, R. J. Stokes, D. F. Evans, Willey-VCH, New York, 1997 2- Adsorption, J. Oscik, Elis Horwood Limited, 1982 3- Principles of Adsorption and Adsorption Processes, D.M. Ruthven, John Willey and Sons, 1984 4- Surfactants and Polymers in Aqueous Solution, B. Jönsson, B. Lindman, K. Holmberg, B. Kronberg, John Willey and Sons, Chichester, 1998
Öğretim Üyesi (Üyeleri) / Faculty Member (Members)	Prof. Dr. Günseli Özdemir	

ÖĞRENME ÇIKTILARI / LEARNING OUTCOMES

0	Öğrendikleri teorik bilgilerin kullanacakları ve atık suların arıtılması, saf su eldesi gibi konularda ve boya, mürekkep, deterjan gibi sanayi sektörlerinde birçok uygulama alanı bulunan iyonların adsorpsiyonu (iyon değişimi), yüzey aktif maddelerin adsorpsiyonu ve polimerlerin çözeltilerden katı yüzeylere adsorpsiyonu konusunda bilgi sahibi olacaklardır.	Learning subjects like adsorption of ions (ion-exchange), surface active agents and polymers by the use of these theoretical knowledge applications on the areas of waste water treatment, deionized water production, paints, dyes, inks, detergency production etc. exist.
1	Katı yüzeylerin yapısı, kolloidlerin özellikleri, sıvı -katı yüzey, moleküller arası etkileşim, iyonların adsorpsiyonu (iyon değişimi), yüzey aktif maddelerin adsorpsiyonu ve polimerlerin çözeltilerden katı yüzeylere adsorpsiyonu, konusunda öğrendikleri yeni bilgileri arkadaşlarına sunum yaparak aktarma becerileri kazanacaklardır.	Inquiring the ability to present new information studied from sources like books and internet sites on the structure of solid surfaces, properties of colloids, adsorption of surfactants and polymers onto solid surfaces etc..
2	Proje ve verilen ödevler esnasında ortak çalışma imkanı da bulacaklar, takım çalışması yapmanın önemini kavrayacaklardır.	Comprehend the study in team work during project preparation and problem solving.
3	Adsorpsiyon ve yüzey olayları için önemli olan moleküller arası etkileşim, yüzey/arayüzey gerilimi, kohezyon/adhezyon gibi katı ve sıvıların yüzey özellikleri ve etkileşimleri hakkında bilgi veren kavramları öğrenecekler, katı yüzeylerin adsorpsiyon özelliklerinin nedenleri ve katı yüzeyin yapısı hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon ayrımını öğrenecekler, yüzey olaylarında temel denge ilkeleri hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Katı gaz ve katı sıvı arayüzeyinde adsorpsiyonun prensiplerini kavrayacaklar ve adsorpsiyon dengesini veren izoterm modellerini ve adsorpsiyon kinetiğine ait modelleri öğreneceklerdir. Kolloid kimyası, kolloidlerin kararlı ve kararsız hale geldikleri şartları inceleyecekler ve elektrolit çözeltileri içinde bulunan kolloid sistemlerde elektriksel çift tabaka oluşumu ve DLVO- teorileri hakkında derinlemesine bilgi sahibi olacaklardır.	Learning interaction forces between different types of molecules, surface/interfacial tension, work of cohesion/adhesion which are important for adsorption and surface phenomena. Having information on adsorption behavior of solid surfaces, the reason for their adsorption behavior and structure of solid surfaces. Distinguishing between physical and chemical adsorption and learning equilibrium principles at the solid-gas and solid-liquid interface of adsorption, isotherm models and adsorption kinetics. Establishing the link between colloid chemistry and the conditions for stabilization and instabilization of colloid particles and having deeper knowledge on the formation of electrical double layer at the colloid systems in electrolyte solutions-the DLVO Theory.

HAFTALIK DERS İÇERİĞİ / DETAILED COURSE OUTLINE

Hafta / Week					
1	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Arayüzey olaylarının önemi ve etkili olduğu prosesler. Arayüzey olaylarında etkili olan moleküller arası etkileşim kuvvetlerinin türleri.				
	Introduction to interfacial phenomena. Interaction forces in interfacial systems.				
2	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Değişik etkileşim kuvvetlerinin etkisiyle; iyon-sürekli polar-geçici polar, vb., farklı-aynı moleküller arasında oluşan itme ve çekme kuvvetlerinin yapısı ve etkileşim miktarı ve etkileşimin moleküllerin yönlenmesine etkisi.				
	Interactions between different types of molecules such as: permanently charged-polar, permanently charged-induced dipole and induced dipole - induced dipole molecules.				
3	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Özel tanımlar: Yüzey/arayüzey gerilimi, kohezyon adhezyon kuvvetleri, ıslatma, sıvının katı yüzeyde yayılması, eğimli yüzeylerde oluşan basınç farkı.				
	Some definitions: Surface/interfacial tension, work of cohesion /adhesion, wetting, spreading, pressure differences across a curved surface.				
4	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Katı yüzeylerin yapısı: kristal yapıdaki katılarda atomların dizilimi, serbest katı yüzeyin özellikleri, kristal yapı katıların yüzey enerjileri ve yüzey atomlarının farklı dizilimi. Yüzey enerjisi ve adsorpsiyon.				
	Structure of solid surfaces: Crystalline solids and their structure, characteristics of the free solid surface, surface energy of crystalline solids and rearrangement of the surface atoms. Surface energy and adsorption.				
5	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Fiziksel ve kimyasal adsorpsiyonda temel kavramlar: Tanımlar, adsorpsiyonda etkili olan kuvvetler ve adsorpsiyon enerjileri. Çok kullanılan adsorbentler ve özellikleri.				
	Fundamental concepts in physical and chemical adsorption. Definitions, forces and energies of adsorption, practical adsorbents.				

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
6	Fiziksel adsorpsiyon: katı-gaz arayüzeyinde adsorpsiyon, katı-gaz arayüzeyinde denge: Adsorpsiyon izotermi, tek tabaka ve çok tabaka adsorpsiyonu, adsorplanan moleküllerin yönelimi ve kendi aralarındaki etkileşim.				
	Physical adsorption. Adsorption at the solid-gas and solid-liquid interface. Adsorption equilibrium. Adsorption isotherms, monolayer and multilayer adsorption, orientation of adsorbed molecules and their interactions.				
7	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	İzoterm modellerinin teorik temelleri ve örnek izoterm modelleri ile izoterm hesaplanması. Fiziksel adsorpsiyon: katı-sıvı arayüzeyinde adsorpsiyon. Katı-sıvı arayüzeyinde denge: Adsorpsiyon izotermi, tek tabaka ve çok tabaka adsorpsiyonu.				
	Theoretical foundations of isotherm models, calculation of isotherms with chosen isotherm models. Adsorption at the solid-liquid interface. Adsorption equilibrium. Adsorption isotherms, monolayer and multilayer adsorption.				
8	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Adsorpsiyon kinetiği ve modelleri. İyon değişimi ile adsorpsiyon: Prensipleri ve iyon değişimi işlemi etkileyen faktörler.				
	Adsorption kinetics and their models. Ion-exchange adsorption. Principles, factors that affect the ion exchange process.				
9	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Yüzey aktif maddelerin adsorpsiyonu: iyonik ve iyonik olmayan yüzey aktif maddelerin sulu çözeltilerden katı yüzeylere adsorpsiyonu.				
	Adsorption of surfactants. Adsorption behaviour of anionic and non-ionic surfactants from solution onto solid surfaces.				
10	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Kolloidler: kolloid parçacıkların yüzey potansiyeli, yüklü arayüzeyler, elektrolit çözeltisi ile yüklü yüzeyler arası etkileşim, Gouy-Chapman teorisine göre elektriksel çift tabakada iyonların dağılımı.				
	Colloids: Surface potential of colloidal particles, charged interfaces,				

	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
11	Kolloidler: (devamı) yüklü yüzeyler arası etkileşim- DLVO teorisi ve kolloid parçacıkların kararlılığını veya koagülasyonunu etkileyen faktörler, yüzey kimyası ve zeta potansiyeli. Colloids: (continued) interaction between charged surfaces and electrolyte solution - distribution of charged ions in electrical double layer according to Gouy-Chapman Theory, interactions between charged surfaces-DLVO-Theory and stabilization or coagulation of colloidal particles, surface chemistry-zeta potential.				
12	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	Polimerlerin adsorpsiyonu: Polimerlerin çözeltilerdeki davranışı ve değişik çözeltilerden katı yüzeylere adsorplanma özellikleri. Adsorption of polymers. Polymers in solution and their adsorption behavior from solution				
13	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	SUNUM: Adsorpsiyon üzerine yazılmış bir makalenin her öğrenci tarafından sınıfta sunumu PRESENTATION:				
14	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	SUNUM: Adsorpsiyon üzerine yazılmış bir makalenin her öğrenci tarafından sınıfta sunumu PRESENTATION:				
15	Teorik Dersler / Theoretical	Uygulama	Lab	Öğretim Yöntem ve Teknikleri/Teaching Methods Techniques	Ön Hazırlık / Preliminary
	SUNUM: Adsorpsiyon üzerine yazılmış bir makalenin her öğrenci tarafından sınıfta sunumu PRESENTATION:				

DEĞERLENDİRME / EVALUATION

Yarıyıl (Yıl) İçi Etkinlikleri / Term (or Year) Learning Activities	Sayı / Number	Katkı Yüzdesi / Percentage of Contribution (%)
Ara Sınav / Midterm Examination	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 (%)
Final Sınavı / Final Examination	1	100
Toplam / Total:	1	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:	

İŞ YÜKÜ / WORKLOADS

Etkinlikler / Workloads	Sayı / Number	Süresi (Saat) / Duration (Hours)	Toplam İş Yüğü (Saat) / Total Work Load (Hour)
Toplam / Total:	0	0	0
Dersin AKTS Kredisi = Toplam İş Yüğü (Saat) / 30.00 (Saat/AKTS) = 0.00/30.00 = 0.00 ~ 0.00 / Course ECTS Credit = Total Workload (Hour) / 30.00 (Hour / ECTS) = 0.00 / 30.00 = 0.00 ~ 0.00			

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
0.Öğrendikleri teorik bilgilerin kullanacakları ve atık suların arıtılması, saf su eldesi gibi konularda ve boya, mürekkep, deterjan gibi sanayi sektörlerinde birçok uygulama alanı bulunan iyonların adsorpsiyonu (iyon değişimi), yüzey aktif maddelerin adsorpsiyonu ve polimerlerin çözeltilerden katı yüzeylere adsorpsiyonu konusunda bilgi sahibi olacaklardır. / Learning subjects like adsorption of ions (ion-exchange), surface active agents and polymers by the use of these theoretical knowledge applications on the areas of waste water treatment, deionized water production, paints, dyes, inks, detergency production etc. exist.							
1.Katı yüzeylerin yapısı, kolloidlerin özellikleri, sıvı -katı yüzey, moleküller arası etkileşim, iyonların adsorpsiyonu (iyon değişimi), yüzey aktif maddelerin adsorpsiyonu ve polimerlerin çözeltilerden katı yüzeylere adsorpsiyonu, konusunda öğrendikleri yeni bilgileri arkadaşlarına sunum yaparak aktarma becerileri kazanacaklardır. / Inquiring the ability to present new information studied from sources like books and internet sites on the structure of solid surfaces, properties of colloids, adsorption of surfactants and polymers onto solid surfaces etc..							

2.Proje ve verilen ödevler esnasında ortak çalışma imkanı da bulacaklar, takım çalışması yapmanın önemini kavrayacaklardır. / Comprehend the study in team work during project preparation and problem solving.							
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

3.Adsorpsiyon ve yüzey olayları için önemli olan moleküller arası etkileşim, yüzey/arayüzey gerilimi, kohezyon/adhezyon gibi katı ve sıvıların yüzey özellikleri ve etkileşimleri hakkında bilgi veren kavramları öğrenecekler, katı yüzeylerin adsorpsiyon özelliklerinin nedenleri ve katı yüzeyin yapısı hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Fiziksel ve kimyasal adsorpsiyon ayrımını öğrenecekler, yüzey olaylarında temel denge ilkeleri hakkında bilgi sahibi olacaklardır. Katı gaz ve katı sıvı arayüzeyinde adsorpsiyonun prensiplerini kavrayacaklar ve adsorpsiyon dengesini veren izoterm modellerini ve adsorpsiyon kinetiğine ait modelleri öğreneceklerdir. Kolloid kimyası, kolloidlerin kararlı ve kararsız hale geldikleri şartları inceleyecekler ve elektrolit çözeltileri içinde bulunan kolloid sistemlerde elektriksel çift tabaka oluşumu ve DLVO-teorileri hakkında derinlemesine bilgi sahibi olacaklardır. / Learning interaction forces between different types of molecules, surface/interfacial tension, work of cohesion/adhesion which are important for adsorption and surface phenomena. Having information on adsorption behavior of solid surfaces, the reason for their adsorption behavior and structure of solid surfaces. Distinguishing between physical and chemical adsorption and learning equilibrium principles at the solid-gas and solid-liquid interface of adsorption, isotherm models and adsorption kinetics. Establishing the link between colloid chemistry and the conditions for stabilization and instabilization of colloid

particles and having deeper knowledge on the formation of electrical double layer at the colloid systems in electrolyte solutions-the DLVO Theory.

--	--	--	--	--	--	--	--

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