

Dersin Adı		Course Name		
Gözenekli Ortamda Aktarım İşlemleri		Transport Processes in Porous Media		
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Seviyesi (Course Level)
PET608E	Bahar (Spring)	3	7.5	Doktora (Ph.D.)
Lisansüstü Program (Graduate Program)	Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği (Petroleum and Natural Gas Engineering)			
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)	Dersin Dili (Course Language)	İngilizce (English)	
Dersin İçeriği (Course Description)	Gözenekli ortamın yapısı ve özellikleri. Büyüklük ölçeğinin önemi ve süreklilik yaklaşımı. Momentum, enerji, ve kütle aktarımının temelleri. Navier-Stokes denklemi ve Darcy yasasının türetilmesi. Gözenekli ve çatlaklı kılcal ortamlar boyunca tek ve çok fazlı akışta momentum, enerji, ve kütle aktarımı. Kılcal ortamlarda süzülüm, yayılım, ve saçılım. Fick yasası. Structure of porous media. Significance of magnitude of scale and continuum approach. Fundamentals of momentum, energy, and mass transport. Derivation of Navier-Stokes equation and Darcy's law. Transport of momentum, energy, and mass in single and multiphase flow through porous and fractured capillary media. Filtration, diffusion, and dispersion in capillary media. Fick's Law.			
Dersin Amacı (Course Objectives)	<ol style="list-style-type: none"> Gözenekli ve çatlaklı ortamlar ile bu ortamlarda devinen akışkanların fizikine ve bunların modellenmesi için kaçınılmaz olan büyüklük düzeyi ve ölçeği ile süreklilik kavramının felsefesini vermek ; Gözenekli ve çatlaklı ortamların yapısını ve bu ortamları doyuran petrol, gaz, su, çözelti vb akışkanların tek ve çok fazlı akış devinimlerindeki momentum aktarımı ve dengesini kavratmak; Gözenekli ve çatlaklı ortamlar ve bu ortamları doyuran petrol, gaz, su, çözelti vb akışkanlar arasındaki enerji aktarım süreçlerini ve mekanizmalarını temellerini kavratmak; Gözenekli ve çatlaklı ortamlar ve bu ortamları doyuran petrol, gaz, su, çözelti vb akışkanların arasındaki arayüzey olayları ve kütle aktarımının süreçlerini ve mekanizmalarını kavratmaktadır. <ol style="list-style-type: none"> Delivering the philosophy for the physics of porous and fractured media and their fluids moving within, as well as for the order of magnitude and scale and continuity indispensable for modelling of them; Providing the comprehension of porous and fractured media structure and of the momentum transport and balance in single and multiphase flow of oil, gas, water, solution, etc types of fluids saturating them; Providing the comprehension of energy transport processes and mechanisms within the porous and fractured media and their saturating fluids of oil, gas, water, solution, etc.; Providing the comprehension of interfacial phenomena and mass transport processes and mechanisms within the porous and fractured media and their saturating fluids of oil, gas, water, solution, etc.; 			
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	<p>Bu dersi başarıyla tamamlayan doktora öğrencileri aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar;</p> <ol style="list-style-type: none"> Gözenekli ve çatlaklı ortamlar ile bunları doyuran akışkanların yapılarının, özelliklerinin ve davranışlarının değerlendirilmesi, çözümlenmesi ve birbirleri ile ilişkilendirilmesi; Gözenekli ortamlarda akışkan aktarımının temel denklemleri, genel korunma ilkesi, sürekli akışkan momentum, kütle ve enerji korunmasının değerlendirilmesi, çözümlenmesi ve formülasyonu; Eşyönlü, eşyönsüz, tek ve çok katmanlı gözenekli ortamlarda homojen ve özdeşleşmez çift fazlı akışkan deviniminin değerlendirilmesi, çözümlenmesi ve formülasyonu; Gözenekli ortamlar ile bu ortamları doyuran akışkanlar arasında arayüzey olayları, kılcallık, kütle ve enerji aktarımının değerlendirilmesi, çözümlenmesi ve formülasyonu; Gözenekli ve çatlaklı ortamlarda akışkanların hidrodinamik saçılım ve yayılımları ile, akışkan akışında momentum ve enerji aktarımının değerlendirilmesi, çözümlenmesi ve formülasyonu. <p>Ph.D. students who successfully completed this course gain knowledge, skill and competency in the following subjects;</p> <ol style="list-style-type: none"> Evaluating, analyzing, and inter-relating the structure, properties, and behavior of porous and fractured media and the saturating fluids within; Evaluating, analyzing, and formulating the fundamental equations of fluid transport, general principle of conservation, and the conservation of momentum, mass, and energy in fluid continuum in porous media; Evaluating, analyzing, and formulating the flow of homogeneous and immiscible two-phase fluid motion in isotropic, anisotropic, single and multi-layered porous media; Evaluating, analyzing, and formulating the interfacial phenomena, capillarity, mass and energy transport between the porous media and fluids saturating them; Evaluating, analyzing, and formulating the momentum and energy transport in fluid flow and the hydrodynamic dispersion and diffusion of fluids in porous and fractured media. 			

Kaynaklar (References)	<ol style="list-style-type: none"> Dullien, F.A.L. (1992). <i>Porous Media : Fluid Transport and Pore Structure</i>. Second Ed. Academic Press, Inc., San Diago, CA, USA. Bear, J. (1988). <i>Dynamics of Fluids in Porous Media</i>. Dover Publication, Inc., New York, USA. Bear, J., and Corapcioglu, M.Y. (1984). <i>Fundamentals of Transport Phenomena in Porous Media</i>. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands. Pop, I., and Ingham, D.B. (2005). <i>Transport Phenomena in Porous Media III</i>. Elsevier Ltd., Oxford, G.B., U.K. Pop, I., and Ingham, D.B. (2002). <i>Transport Phenomena in Porous Media II</i>. Pergamon, Elsevier Science Ltd., Oxford, G.B., U.K. Pop, I., and Ingham, D.B. (1998). <i>Transport Phenomena in Porous Media</i>. Pergamon, Elsevier Science Ltd., Oxford, G.B., U.K. 		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	Dönem boyunca 4-6 adet ödev ve 1 dönem projesi verilecektir.		
	Through the semester, 4-6 home works and 1 term project will be assigned.		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)			
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	En az bir ödevde bilgisayar programlaması istenecektir.		
	Computer programming will be required in at least one home work.		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	Dönem projesinin sınıf önünde sunumu istenecektir		
	Presentation of the term project before the class will be required.		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi* (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	20
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)	4-6	20
	Projeler (Projects)		
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	20
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)		
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Gözenekli ortamlar ve içerdikleri akışkanlar. Ölçek büyüklüğü ve süreklilik yaklaşımı.	I
2	Gözenek ve tanecik ve boyutu dağılımı, gözeneklilik, çatlaklar ve kanallar, tortuosite, kılcallık, ıslatımlılık, geçirgenlik, yoğunluk, viskozite, sıkıştırabilirlik.	I
3	Basınç, potansiyel, akışkan sütunu.	I
4	Gözenekli ortamda akışkan aktarımının temel denklemleri. Genel korunma ilkesi.	I, II
5	Sürekli akışkanda kütle, momentum ve enerji korunması.	I, II
6	Navier-Stokes denklemleri. Devininin denklemi. Dolanbaçlık ve geçirgenlik.	I, II
7	Homojen bir akışkanın devininin denklemi. Genel Darcy yasası ve türetilimleri.	I – III
8	Eş yönlü ve eş yönsüz gözenekli ortam. Katmanlı gözenekli ortam.	I – III
9	Özdeşleşmez çift faz akış ve öteleme.	I – III
10	Arayüzey olayları, ıslatımlılık, kılcallık ve kılcal basınç.	I – IV
11	Yeriçinde ısı akışı ve ısı akısı. İletim ve taşınım ile enerji aktarımı.	I, II, IV
12	Fick yasası. Hidrodinamik saçılım ve yayılım.	II, IV, V
13	Sınırlayıcı yüzeylerden enerji ve kütle aktarımı.	II, IV, V
14	Çatlaklı ortamlarda akışkan akışında momentum ve enerji aktarımı.	II, IV, V

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Porous media and fluids it contains. Order of magnitude and continuity approach.	I
2	Pore and particle size distribution, porosity, fractures and channels, tortuosity, capillarity, wettability, permeability, density, viscosity, compressibility.	I
3	Pressure, potential, and fluid head.	I
4	Fundamental fluid transport equations in porous media. General conservation principle.	I, II
5	Momentum, mass, and energy conservation in fluid continuum.	I, II
6	Navier-Stokes equations. Equation of motion. Tortuosity and permeability.	I, II
7	Equation of motion of a homogeneous fluid. General Darcy's law and its derivations.	I – III
8	Isotropic and anisotropic porous media. Layered porous media.	I – III
9	Immiscible two-phase flow and displacement.	I – III
10	Interfacial phenomena, wettability, capillarity, and capillary pressure.	I – IV
11	Heat flow and heat flux in Earth. Energy transport by conduction and convection.	I, II, IV
12	Fick's law. Hydrodynamic dispersion and diffusion.	II, IV, V
13	Energy and mass transport through bounding surfaces.	II, IV, V
14	Momentum and energy transport in fluid flow through fractured media.	II, IV, V

Dersin Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracağı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
i.	Yüksek lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, alanındaki güncel ve ileri düzeydeki bilgileri özgün düşünce ve/veya araştırma ile uzmanlık düzeyinde geliştirebilme, derinleştirebilme ve alanına yenilik getirecek özgün tanımlara ulaşabilme (Bilgi).			+
ii.	Alanının ilişkili olduğu disiplinlerarası etkileşimi kavrayabilme; yeni ve karmaşık fikirleri analiz, sentez ve değerlendirmede uzmanlık gerektiren bilgileri kullanarak özgün sonuçlara ulaşabilme (Bilgi).			+
iii.	Alanındaki yeni bilgileri sistematik bir yaklaşımla değerlendirebilme ve kullanabilme, yeni ve karmaşık düşüncelerin eleştirel analizini, sentezini ve değerlendirmesini yapabilme, araştırma yöntemlerini kullanabilme (Beceri).		+	
iv.	Alanına yenilik getiren, yeni bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulama geliştirebilme ya da bilinen bir düşünce, yöntem, tasarım ve/veya uygulamayı farklı bir alana uygulayabilme, özgün bir konuyu araştırabilme, kavrayabilme, tasarlayabilme, uyarlayabilme, uygulayabilme ve bağımsız olarak gerçekleştirerek alanındaki ilerlemeye katkıda bulunabilme (Beceri ve Bağımsız Çalışabilme).			+
v.	Alanı ile ilgili en az birer adet bilimsel makaleyi ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde yayınlamak alanındaki bilginin sınırlarını genişletebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
vi.	Özgün ve disiplinlerarası sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yapabilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
vii.	Yaratıcı ve eleştirel düşünme, sorun çözme ve karar verme gibi üst düzey zihinsel süreçleri kullanarak alanı ile ilgili yeni düşünce ve yöntemler geliştirebilme (Öğrenme Yetkinliği).			+
viii.	Uluslararası platformlarda, uzman kişiler ile alanındaki konuların tartışılmasında özgün görüşlerini savunabilme ve alanındaki yetkinliği gösteren etkili bir iletişim kurabilme (İletişim ve Sosyal Etkinlik).			
ix.	Bir yabancı dili en az Avrupa Dil Portföyü C1 Genel Düzeyi'nde kullanarak ileri düzeyde yazılı, sözlü ve görsel iletişim kurabilme ve tartışabilme (İletişim ve Sosyal Etkinlik).		+	
x.	Alanındaki bilimsel, teknolojik, sosyal, kültürel ve etik sorunların çözümüne katkıda bulunabilme, bu değerlerin gelişimini destekleyebilme, ilerlemeleri tanıtarak yaşadığı toplumun bilgi toplumu olma ve bunu sürdürebilme sürecine katkıda bulunabilme (Alana Özgü Etkinlik).			
xi.	Alanı ile ilgili karşılaşılan sorunların çözümünde stratejik karar verme süreçlerini kullanarak işlevsel etkileşim kurabilme (Alana Özgü Etkinlik).		+	

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

Relationship between the Course and Petroleum and Natural Gas Engineering Program

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	Developing and intensifying the current and high-level knowledge in the area with the use of original thinking and/or research processes and in a specialistic level, based upon the competency in graduate level (Knowledge).			+
ii.	Grasping the inter-disciplinary interaction related to one's area; reaching original results by using the specialistic knowledge in analyzing, synthesizing and evaluating new and complex ideas (Knowledge).			+
iii.	The ability to evaluate and use new information in the area with a systematical approach, to critically analyze, synthesize and evaluate the new and complex ideas (Skill).		+	
iv.	Developing a new idea, method, design and/or application which brings about innovation in the area; or, applying a conventional idea, method, design and/or application to a different environment; researching, grasping, designing and applying an original subject and contributing to the progress in the area by independently carrying out a study (Skill and Competency to Work Independently).			+
v.	Expanding the limits of knowledge in the area by publishing at least two scientific articles in each of a national and an international peer reviewed journals (Competence to Work Independently and Take Responsibility).			
vi.	Fulfilling the leader role in the environments where solutions are sought for the original and inter-disciplinary problems (Competence to Work Independently and Take Responsibility).			
vii.	Developing area-related new ideas and methods by making use of high level intellectual processes such as creative and critical thinking, problem solving and decision making (Learning Competence).			+
viii.	The ability to establish effective communication with experts in the international environments to discuss the area-related subjects and to defend original opinions, showing one's competency in the area (Communications and Social Competency).			
ix.	Proficiency in a foreign language –at least European Language Portfolio C1 Level- and establishing written, oral and visual communication and developing argumentation skills with that language (Communications and Social Competency).		+	
x.	Contributing to the solution of area-related social, scientific, technological, cultural and ethical problems and promoting the development of these values, contributing to the society's state and progress towards being an information society by announcing and promoting their developments (Area Specific Competency).			
xi.	Ability to establish effective communication in the solving of the problems faced in the area, by using the strategic decision making processes (Area Specific Competency).		+	

1. Little, 2. Partial, 3. Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u> İ. Metin Mihçakan	<u>Tarih (Date)</u> 29 / 06 / 2011	<u>İmza (Signature)</u>
--	---------------------------------------	-------------------------