

**İTÜ**  
**DERS KATALOG FORMU**  
**(COURSE CATALOGUE FORM)**

Dersin Adı		Course Name				
Yersistemlerinin Simülasyonu		Simulation of Geosystems				
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)
PET 428 PET428E	7-8	3	6	3	-	-
Bölüm / Program (Department/Program)		Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Petroleum and Natural Gas Engineering				
Dersin Türü (Course Type)	Şeçmeli (Elective)		Dersin Dili (Course Language)	Türkçe/ İngilizce Turkish/ English		
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	PET 342E 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%	25%	5%		
Dersin İçeriği (Course Description)	<p>Simülasyona giriş ve tanımlar, modelleme kavramları. Rezervuar kayaç ve akışkan özelliklerinin seçimi. Rezervuar benzetimi için verilerin derlenmesi. Rezervuar akış denklemleri. Sonlu farklar yöntemi ve akış denklemlerinin çözümü. Blok boyutları ve zaman aralıklarının seçimi, kuyuların hücrelere yerleştirilmesi, regresyon ve tarihsel çakıştırma problemi. Üretim performans tahminleri. Örnek uygulamalar. Benzeteçler kullanarak rezervuar mühendisliği problemlerinin çözümü.</p> <p>Simulation in general (incentives for simulation, planning a simulation study). Equations for mass/heat flow in permeable/porous media. Modeling concepts (finite differences, 1D, 2D and 3D mass/heat flow domains). Selecting reservoir-rock and fluid-properties data. Selecting grid block and time steps. Placement of wells in gridblocks. History matching and predicting future performance of geosystems by numerical simulation. Applications of simulation to oil and gas reservoirs as well as geothermal reservoirs.</p>					
Dersin Amacı (Course Objectives)	<ol style="list-style-type: none"><li>Endüstride yer sistemlerin davranışını modellemek için yaygın olarak kullanılan sayısal benzetim yöntemleri hakkında temel bilgileri vermek,</li><li>Öğrencilerin, rezervuar içerisinde akışkan/ısı akışı ve rezervuar performans tahmin problemlerinde, temel ve yerbilimleri bilgilerinin tümleşik kullanım becerisini geliştirmek.</li><li>Öğrencilere, yer sistemlere ait rezervuar mühendisliği problemlerinin çözümlenmesindeki becerilerini artırmak amacı ile ilgili sayısal analiz yöntemlerini öğretmek,</li><li>Öğrencilerin yer sistemlerinin benzetimi için kendi benzeteçlerini yazabilecekleri ve mevcut ticari benzeteçleri kullanabilecek ve elde edilen sonuçları yorumlayabilecek becerilerini geliştirmek,</li><li>Öğrencilerin yer sistemleri benzetimi ile ilgili projelerde takım çalışması yapabilecek becerilerini geliştirmek.</li></ol> <ol style="list-style-type: none"><li>Acquaint the students with general knowledge in numerical simulation, widely used tool in industry,</li><li>Develop students' ability to apply integrated knowledge of math, basic sciences including geosciences to the solution of problems related to fluid/heat flow in reservoir and reservoir performance predictions</li><li>Provide students with information needed on numerical analysis methods to improve their quantitative capabilities in solving reservoir engineering problems of geosystems,</li><li>Develop students' ability to write their own computer simulators and use available computer software for simulation of geosystems,</li><li>Promote teamwork among students with assigning group projects</li></ol>					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	<p>Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler;</p> <ol style="list-style-type: none"><li>Endüstride yer sistemlerin üretim davranışını modellemek için yaygın olarak kullanılan rezervuar sayısal benzetim yöntemleri hakkında temel ve genel bilgiler edinecektir.</li><li>Rezervuar içerisinde akışkan/ısı akışı ve rezervuar performans tahmin problemlerinde, temel ve yerbilimleri bilgilerinin tümleşik kullanım becerisi kazanmış olacaktır.</li><li>Yer sistemlerine ait rezervuar mühendisliği problemlerinin sayısal olarak modellenmesini anlama ve çözümlenme becerileri gelişmiş olacaktır.</li><li>Yer sistemleri benzetimi ile ilgili projelerde takım çalışması yapabilecek becerilere sahip olacaktır.</li></ol>					

Students who pass the course will be equipped with the followings:

I. A general and fundamental knowledge of numerical reservoir simulation, a widely used tool in the industry for production performance prediction,

II. Fundamental knowledge of fluid/heat flow that are required for modeling, design and performance predictions of geosystems,

III. Acquirement of numerical solution methods for modeling and solving reservoir engineering problems.

IV. Ability to work in team works for pursuing geosystem simulation work in the industry

<b>Ders Kitabı (Textbook)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>PET428E Simulation of Geosystems</i>, ITU Petroleum and Natural Gas Engineering, Course Notes, M. Onur, 2004.</li> <li>2. <i>Reservoir Simulation</i>, Mattax, C.C, and Dalton, R.L., SPE, Richardson, TX, 1990.</li> </ol>		
<b>Diğer Kaynaklar (Other References)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Principles of Hydrocarbon Reservoir Simulation</i>, Thomas G. W., International Human Resources Development CO., Boston, 1982.</li> <li>• <i>Petroleum Reservoir Simulation</i>, K. Aziz and A. Settari, Applied Science Publishers, London, 1979.</li> <li>• <i>Fundamentals of Numerical Reservoir Simulation</i>, D. Peaceman, Elsevier Scientific Publishing CO, 1977.</li> </ul>		
<b>Ödevler ve Projeler (Homework &amp; Projects)</b>	<p>Öğrencilere dersi daha iyi anlamaları amacı ile genelde iki hafta da bir ödev verilmekte ve bu ödevler iki hafta sonra toplanmaktadır. 7. haftada öğrencilerin en az üçerli öğrenci grupları halinde kendi rezervuar benzetimlerini yazacakları bir proje çalışması verilmekte ve 14.cü haftada yaptıkları çalışmanın sonuçlarını bir raporda özetleyip ve bir sözlü sunum yapmaları istenmektedir.</p>		
	<p>Every two weeks homework assignments are made to students which are to be submitted in the following two weeks. In the 7<sup>th</sup> week, teams consisting of at least three students are assigned with a term project in which they will write their own simulators and then are asked to prepare a written report summarizing their findings and to give an oral presentation at the 14<sup>th</sup> week.</p>		
<b>Laboratuar Uygulamaları (Laboratory Work)</b>	-		
	-		
<b>Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)</b>	<p>Öğrencilerin ödevlerinde FORTRAN, C gibi bilgisayar dillerinde yazacakları programları ve WORD, EXCEL, MATLAB gibi yazılım programlarını kullanmaları teşvik edilmektedir.</p>		
	<p>The computer programming languages such as FORTRAN and C as well as software like WORD, EXCEL, MATLAB are encouraged in homework assignments.</p>		
<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>	<p>Öğrencilerin derse hazırlıklı gelmelerini sağlamak amacıyla, tarihi belirli olmayan yapılan ödevlerle ilgili olan kısa sınavlar verilmektedir. Ayrıca, derste işlenecek tüm ders notları sömestr başında, ITU NINOVA sistemine verilmekte ve öğrencilerinin ders notlarına daha dersin başında ulaşması sağlanmaktadır ve tüm ödev çözümleri yine bu siteden her hafta öğrencilere duyurulmaktadır.</p>		
	<p>Students are given a few unannounced quizzes similar to homework problems during the semester so that students not only are “encouraged” to attend the lectures, but also come to class well prepared. In addition, all course notes are made available on the ITU NINOVA system to the students taking the course and homework solutions on a weekly basis are distributed to the students through the ITU NINOVA system.</p>		
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)</b>	<b>Faaliyetler (Activities)</b>	<b>Adedi (Quantity)</b>	<b>Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)</b>
	<b>Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)</b>	1	15%
	<b>Kısa Sınavlar (Quizzes)</b>	4	5%
	<b>Ödevler (Homework)</b>	6	10%
	<b>Projeler (Projects)</b>	-	
	<b>Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)</b>	1	30%
	<b>Laboratuar Uygulaması (Laboratory Work)</b>	-	
	<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>	-	
	<b>Final Sınavı (Final Exam)</b>	1	40%

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Yersistemleri benzetimine giriş	I
2	Gerekli matematiksel temeller; çok değişkenli fonksiyonlar, Taylor serileri, vektörler, gradyent, diverjans, Laplasyan	II
3	Gerekli matematiksel temeller (devam)	II
4	Yerbilimleri benzetiminden kullanılan akışkan/ısı akışını tanımlayan denklemler	II
5	Yerbilimleri benzetiminden kullanılan akışkan/ısı akışını tanımlayan denklemler (devam)	II
6	Benzetim çeşitleri; sıfır boyutlu veya tank modeller, 1-, 2- ve 3 boyutlu dağıtım modeller	III
7	Sonlu fark denklemleri ve çözümlenmesi; bant ve seyrek matrisler, Thomas algoritması, yinelemeli matris çözümlene yöntemleri	III
8	Elek veya hücre tipleri, blok, nokta merkezli yapısal hücre sistemleri ve yapısal olmayan hücre sistemleri (Voronoi, Pemi hücre sistemleri)	I-III
9	Hücre boyutu ve zaman adımı seçimi	III
10	Hücrelere kuyuların yerleştirilmesi	III
11	Yer bilim verileri ve rezervuar kayaç/akışkan verileri seçimi	I-IV
12	Alışlagelmiş tarihsel çakıştırma ve performans tahmini	I-IV
13	Belirsizlik altında tarihsel çakıştırma ve performans tahmin problemi (gerçekçi yaklaşım)	III
14	Öğrenci takım çalışması proje sunumları	IV

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction to simulation of geosystems in general	I
2	Mathematical Preliminaries; functions with more than one variables, Taylor series, vectors, gradient, divergence, Laplacian.	II
3	Mathematical preliminaries (cont'd)	II
4	Fluid/Heat Flow Equations Used in Simulation	II
5	Fluid/Heat Flow Equations Used in Simulation (cont'd)	II
6	Types of simulation models; Zero-dimensional or tank models, 1-D, 2-D and 3-D distributed models	III
7	Finite Difference Equations and Solutions; Banded and sparse matrices, Thomas Algorithm, iterative matrix solution methods	III
8	Types of grids; point and block centered structured grids, and unstructured grids (Voronoi, PEBI)	I-III
9	Selecting appropriate grid blocks lengths and time step lengths	III
10	Placement of wells in grid blocks	III
11	Selecting geoscience, reservoir rock/fluid-property data	I-IV
12	Conventional history matching and performance prediction	I-IV
13	Realistic approach to history matching and performance prediction accounting for uncertainty in geological and rock property data fields as well as in production data used in history matching.	III

### Dersin Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
<b>a</b>	Mühendislik problemlerinin çözümünde matematik, temel bilimler, yerbilimleri ve mühendislik bilimlerinin yeri ve uygulanması			x
<b>b</b>	Modern mühendislik donanımları ve yöntemleri kullanılarak modelleme ve problem çözme için verilerin analizinde ve yorumunda öğrencilerin analitik düşünme ve karar verme yeteneklerini geliştirme			x
<b>c</b>	Profesyonel ve ahlaki sorumluluklarla birlikte teknolojik uygulamalarda karşılaşılan sağlık, güvenlik ve çevre sorunları hakkında öğrenci bilinç yeteneğinin geliştirilmesi	x		
<b>d</b>	Bireysel veya takım oyuncusu olarak proje, deneysel çalışma ve sistemlerin tasarım ve uygulanmasında öğrencilerin yeteneğinin geliştirilmesi			x
<b>e</b>	Bilgi teknolojilerinin kullanımında ve sözel ve yazılı iletişimde öğrencilerin yeteneklerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi			x
<b>f</b>	Yasal, politik, sosyal ve ekonomik alanlarda mühendislik ve girişimciliğin uygulamalarında gerekli temel eğitimin kullanımı			x
<b>g</b>	Ömür-boyu öğrenme için öğrenci ilgisinin geliştirilmesi			x

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

### Relationship between the Course and Petroleum and Natural Gas Engineering Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
<b>a</b>	the acquisition and application of knowledge on mathematics, basic sciences, geo-sciences, and engineering sciences for the solution of engineering problems;			x
<b>b</b>	the development of students' capabilities for analytical thinking and decision making in analyzing and interpreting data for modeling and solving open-ended problems using modern engineering tools and methods;			x
<b>c</b>	the development of students' ability in the awareness of health, safety, and environmental issues involved in technological implementations along with the professional and ethical responsibilities;	x		
<b>d</b>	the development of students' ability to design and conduct projects, experiments and systems either individually or as a part of a team;			x
<b>e</b>	the development and improvement of students' ability in oral and written communications and in using information technologies;			x
<b>f</b>	the utilization of acquired broad education in the implementations of engineering and entrepreneurship in terms of legal, political, social, and economical issues;			x
<b>g</b>	the improvement of students' engagement for the life-long learning.			x

1: Little, 2. Partial, 3. Full

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u> 28.10.2013	<u>İmza (Signature)</u>
---------------------------------	-----------------------------------	-------------------------

