

|  |   |                                      |                                    |                                |
|--|---|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Dersin Adı</b>  |   |                                      | <b>Course Name</b>                 |                                |
| İleri Kuyu Testleri Analizi                                |   |                                      | Advanced Well Test Analysis        |                                |
| <b>Kodu (Code)</b>   | <b>Yarıyılı (Semester)</b>  | <b>Kredisi (Local Credits)</b>       | <b>AKTS Kredisi (ECTS Credits)</b> | <b>Ders Türü (Course Type)</b> |
| PET504E  | Bahar (Spring)  | 3.0                                  | 7.5                                | Yüksek Lisans (M.Sc.)          |
| <b>Lisansüstü Programı (Graduate Program)</b>              | Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği (Petroleum and Natural Gas Engineering)  |                                      |                                    |                                |
| <b>Dersin Türü (Course Type)</b>                           | Zorunlu (Compulsory)  | <b>Dersin Dili (Course Language)</b> | İngilizce (English)                |                                |
| <b>Dersin İçeriği (Course Description)</b>                 | <p>Kuyu basınç testlerinin ve analizinin temeli; Enjeksiyon/basınç düşüm ve basınç azalım/basınç yükselim testleri; Gözenekli ortamda akış denklemlerinin türetilmesi ve çeşitli başlangıç ve sınır koşulları ile çözümlenmesi; Girişim testi; Kuyucu depolaması ve kuyu civarı zar etkilerinin modellenmesi; Klasik analiz yöntemleri (eğri çakıştırma ve doğru uydurma analiz yöntemleri); Modern analiz yöntemleri (basınç-türev ve basınç-integral yöntemleri, bilgisayar destekli eğri çakıştırma yöntemleri); Uzayda ve zamanda süperpozisyon (girişim, sınır etkileri ve değişken debide üretim etkilerinin modellenmesi); Sınırsız ve sınırlı (dış sınırları sabit basınçlı veya akışa kapalı) homojen rezervuar sistemlerinde yer alan düşey kuyular için akış rejimlerinin incelenmesi; Konvolüsyon ve Dekonvolüsyon; Gaz kuyu testleri; DST testleri; Karmaşık kuyu/rezervuar sistemlerinde kuyu testlerinin analizine kısa bir bakış (yatay kuyular, doğal çatlaklı rezervuar sistemleri).</p> <p>Fundamentals of well testing and analysis; Injection/falloff, drawdown/buildup tests; Derivations of flow equations describing unsteady flow of fluids (single, multi-phase fluid flow) in porous media; Solutions of diffusivity equations with different initial and boundary conditions; Interference testing; Modelling of wellbore storage and skin effects; Conventional analysis techniques (manual type-curve matching and straight line methods); Modern analysis techniques (pressure-derivative and pressure-integral methods, computer aided automated type-curve matching); Superposition in space and time (modelling interference effects between wells, boundary and variable flow rate effects); Flow regimes observed in vertical wells producing in infinite and bounded homogeneous systems; Convolution and Deconvolution; Well test analysis in gas wells; Drill stem testing (DST); An overview of pressure transient analyses in complex well/reservoir systems (horizontal wells, naturally fractured reservoirs).</p> |                                      |                                    |                                |
| <b>Dersin Amacı (Course Objectives)</b>                    | <p>Endüstride, kuyu ve rezervuar hakkında bilgi edinmek ve kuyu/rezervuar sistemi için bir model oluşturmak üzere başvuru en önemli araçlardan biri kuyu basınç testi ve analizleridir. Son yıllarda, bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler, kuyu basınç testi tiplerinde ve analizlerinde yeni model ve yöntemlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu derste temel amaç, kuyu testlerinde, analiz ve tasarımlarda izlenecek temel yaklaşımların, temel analiz denklemlerinin türetilmesi, klasik ve modern analiz yöntemlerinin öğrencilere aktarılmasıdır.</p> <p>Pressure transient formation and well testing is an important tool used in the industry to obtain useful information about the well and the reservoir system and hence construct a well/reservoir model which is crucial to reservoir management and field-development planning. In recent years, improvements in measurements and computer technologies have led to the developments of new pressure transient test types, complex well/reservoir interpretation models, and analysis methods. The main objectives of this course are to acquaint the students with the basic methodologies to be considered in the design, interpretation and analysis of pressure transient tests, derivations of the basic flow equations used, and the conventional and modern analysis methods.</p>  |                                      |                                    |                                |
| <b>Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)</b> | <p>Bu dersi başarıyla tamamlayan lisansüstü öğrenciler aşağıdaki konularda bilgi, beceri ve yetkinlik kazanırlar;</p> <p>III. Formasyon ve kuyu basınç testlerinin üretim ve rezervuar mühendisliği çalışmalarındaki önemi,</p> <p>IV. Kararsız formasyon ve kuyu test tipleri,</p> <p>V. Kararsız basınç testi analizinde kullanılacak verilerinin ölçülmesinde kullanılan ölçüm aletleri,</p> <p>IV. Kararsız basınç testi verilerinin yorumlanması ve analizinde izlenecek temel metodoloji,</p> <p>V. Kararsız basınç testleri ile kuyu verimliliğinin belirlenmesi,</p> <p>VI. Kararsız basınç testleri ile rezervuar tanımlaması (rezervuar sınırları, rezerv, itişim mekanizmaları)</p> <p>VII. Doğrusal olmayan bilgisayar destekli parametre tahmin yöntemleri ile basınç testlerinin analizi,</p> <p>VIII. Kararsız basınç testi tasarımı ve yorumlaması.</p> <p>Graduate students who successfully complete this course gain knowledge, skills and proficiency in the following subjects;</p> <p>IV. The importance of formation and well testing in production and reservoir engineering studies,</p> <p>V. The types of pressure transient formation and well tests</p> <p>VI. Formation and well testing hardware and metrology,</p> <p>IV. Basic methodologies considered in interpretation and analysis of pressure transient and well testing,</p> <p>V. Assessment of well productivity by pressure transient formation and well testing,</p> <p>VI. Reservoir description from formation and well testing data, (reservoir boundaries, minimum volume),</p> <p>VII. Analysis of pressure transient data by computer-aided nonlinear parameter estimation methods,</p> <p>VIII. Pressure transient test design and interpretation.</p>  |                                      |                                    |                                |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Kaynaklar</b><br/>(References)</p>                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Kuchuk, F.J., Onur, M., and Hollaender. (2010).</b> <i>Pressure Transient Formation and Well Testing: Convolution, Deconvolution and Nonlinear Estimation</i>, Elsevier, Oxford, UK.</li> <li>2. <b>Bourdet, D. (2002).</b> <i>Well Test Analysis: The Use of Advanced Interpretation Models</i>, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.</li> <li>3. <b>Kamal, M. et al. (2009).</b> <i>Transient Well Testing</i>, SPE Monograph 23, SPE Richardson, TX, USA.</li> <li>4. <b>Eaurlougher, R. C. Jr. (1977).</b> <i>Advances in Well Test Analysis</i>, (second printing), Monograph Volume 5, Society of Petroleum Engineers of AIME, Dallas, TX, USA.</li> </ol>  |
| <p><b>Ödevler ve Projeler</b><br/>(Homework &amp; Projects)</p> | <p>Her iki haftada bir öğrencilere ödev verilecektir. Ayrıca, 7 haftada her öğrenciye bir proje konusu verilerek, bu konu üzerine literatür taraması yaparak 14. haftada ulaştıkları bilgileri özetleyecekleri yazılı bir rapor vermeleri ve 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, each student is assigned a term project on a specific topic related to the course and are asked to prepare a written report summarizing their findings and to give an oral presentation at the 14<sup>th</sup> week.</p>   |
| <p><b>Laboratuvar Uygulamaları</b><br/>(Laboratory Work)</p>    |   |
| <p><b>Bilgisayar Kullanımı</b><br/>(Computer Use)</p>           | <p>Öğrencilerin ödevle çözümlerinde FORTRAN, C, WORD, EXCEL, MATLAB gibi yazılım dili ve programlarının kullanımı teşvik edilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin derste bölümümüze eğitim/araştırma amaçlı Fransız KAPPA Mühendislik firması tarafından ücretsiz olarak verilen 25 adet ticari kuyu testi yazılım programı olan Ecrin programını 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. In addition, a commercial well test analysis package called Ecrin from Kappa Engineering in France obtained free for educational purposes (25 licenses) will be available to students in the computers in department's computer lab. for designing pressure transient tests as well as analyzing pressure transient tests.</p> |
| <p><b>Diğer Uygulamalar</b><br/>(Other Activities)</p>          |   |

| <b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b><br>(Assessment Criteria) | <b>Faaliyetler (Activities)</b>                 | <b>Adedi (Quantity)</b> | <b>Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)</b> |
|--|---|-------------------------|---|
|  | <b>Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)</b>        | 1                       | % 25  |
|  | <b>Kısa Sınavlar (Quizzes)</b>                  |                         |   |
|  | <b>Ödevler (Homework)</b>                       | 5-7                     | % 25  |
|  | <b>Projeler (Projects)</b>                      |                         |   |
|  | <b>Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)</b> | 1                       | % 25  |
|  | <b>Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)</b> |                         |   |
|  | <b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>     |                         |   |
|  | <b>Final Sınavı (Final Exam)</b>                | 1                       | % 25  |

## DERS PLANI

| Hafta | Konular  | Dersin Çıktıları |
|-------|--|------------------|
| 1     | Giriş: Kararsız basınç formasyon ve kuyu testleri ve endüstri için önemi   | I, II            |
| 2     | Kararsız basınç testi temelleri: analiz, metodoloji, donanım ve ölçme  | I, II, III       |
| 3     | Diffüzyon denkleminin türetilmesi ve çözümlenmesi  | IV, V            |
| 4     | Kuyucu depolama ve kuyu civarı zar etkileri  | V                |
| 5     | Eğri-çakıştırma yöntemleri: Basınç-türev ve türev (entegral) yöntemleri  | IV, V, VI        |
| 6     | Basınç yükselimi/azalımı testi   | II, V, VI        |
| 7     | Değişken debili testler: Konvolüsyon   | IV, VIII         |
| 8     | Dekonvolüsyon yöntemleri   | IV, VIII         |
| 9     | Karmaşık rezervuar/kuyu sistemlerinde kararsız basınç testleri analizi (kısmi üretime açık kuyular, faylı sistemler, yatay ve eğimli kuyular)-I  | V, VI            |
| 10    | Karmaşık rezervuar/kuyu sistemlerinde kararsız basınç testleri analizi (kısmi üretime açık kuyular, faylı sistemler, yatay ve eğimli kuyular)-II | V, VI            |
| 11    | Gaz kuyuları için kararsız basınç testleri   | V, VI            |
| 12    | Çok fazlı akış koşullarında kararsız basınç testleri   | VI               |
| 13    | Bilgisayar destekli kararsız basınç testi analiz ve yorumlaması: Doğrusal olmayan parametre tahmini  | VII              |
| 14    | Test tasarımı ve yorumlamada izlenecek temel adımlar   | VIII             |

## COURSE PLAN

| Weeks | Topics  | Course Outcomes |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Introduction: Pressure transient formation and well testing, and its importance for industry  | I, II           |
| 2     | Fundamentals of pressure transient testing: analysis, methodology, hardware and metrology   | I, II, III      |
| 3     | Derivation of diffusivity equation and its solutions  | IV, V           |
| 4     | Wellbore storage and skin effects   | V               |
| 5     | Type-curve matching techniques: Pressure-derivative and integral methods  | IV, V, VI       |
| 6     | Pressure buildup/falloff testing  | II, V, VI       |
| 7     | Variable rate tests: Convolution  | IV, VIII        |
| 8     | Deconvolution methods   | IV, VIII        |
| 9     | Analysis of pressure transient tests from complex reservoir/well systems (limited entry wells, faulted systems, horizontal and slanted wells)-I   | V, VI           |
| 10    | Analysis of pressure transient tests from complex reservoir/well systems (limited entry wells, faulted systems, horizontal, and slanted wells)-II | V, VI           |
| 11    | Pressure transient testing for gas wells  | V, VI           |
| 12    | Pressure transient testing under multiphase flow conditions   | VI              |
| 13    | Computer aided well test analysis and interpretation: Nonlinear parameter estimation  | VII             |
| 14    | Basic steps to be followed in test design and interpretation  | VIII            |

## Dersin Petrol ve Doğal Gaz Mühendisliği Programıyla İlişkisi

|       | Programın mezuna kazandıracığı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)  | Katkı Seviyesi |   |   |
|-------|---|----------------|---|---|
|       |   | 1              | 2 | 3 |
| i.    | Lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, ilgili program alanında bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirebilme (Yeterli Bilgi Birikimi) (Bilgi).  |                |   | + |
| ii.   | Alanının ilişkili olduğu disiplinlerarası etkileşimi kavrayabilme (Bilgi).  |                |   | + |
| iii.  | Alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme ve alanı ile ilgili karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümlenebilme (Beceri).  |                |   | + |
| iv.   | Alanında edindiği bilgileri farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirerek yorumlayabilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve disiplinlerarası çalışmalarda kullanabilme (Beceri).   |                |   | + |
| v.    | Alanı ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı bağımsız olarak yürütebilme ve alanı ile ilgili uygulamalarda karşılaşılan karmaşık sorunların çözümü için yeni yaklaşımlar geliştirebilme ve sorumluluk alarak, gerektiğinde liderlik yaparak, çözüm üretebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği). |                | + |   |
| vi.   | Alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki bilgi ve becerileri eleştirel bir yaklaşımla değerlendirebilme ve öğrenmesini yönlendirebilme ( Öğrenme Yetkinliği).   |                | + |   |
| vii.  | Alanındaki güncel gelişmeleri ve kendi çalışmalarını, nicel ve nitel veriler ile destekleyerek, alanındaki ve alan dışındaki gruplara, İngilizceyi en az Avrupa Dil Portföyü B2 genel düzeyinde kullanarak, yazılı, sözlü ve görsel olarak sistemli biçimde aktarabilme (İletişim ve Sosyal Etkinlik).                        |                | + |   |
| viii. | Alanının gerektirdiği düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini ileri düzeyde kullanabilme (İletişim ve Sosyal Etkinlik).  | +              |   |   |
| ix.   | Alanı ile ilgili verilerin toplanması, yorumlanması, uygulanması ve duyurulması aşamalarında toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik değerleri gözeterek denetleyebilme ve öğretebilme (Alana Özgü Etkinlik).   | +              |   |   |
| x.    | Alanı ile ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme (Alana Özgü Etkinlik).  | +              |   |   |

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 |
| i.    | Based upon the undergraduate level competency, developing and intensifying the knowledge in the program area (Knowledge).   |                       |   | + |
| ii.   | Grasping the interdisciplinary interaction related to the program area (Knowledge).   |                       |   | + |
| iii.  | Ability to use the theoretical and practical knowledge, and solving the problems in the program area thru research methods (Skill).   |                       |   | + |
| iv.   | Ability to interpret and reach new knowledge by integrating knowledge from the different disciplines with the related area, and to use in interdisciplinary practices (Skill).  |                       |   | + |
| v.    | Conducting a specialized study within the related area independently; developing new strategic approaches and solutions for the complex problems within the related area, fulfilling the leader role if necessary, while reaching results (Competence to Work Independently and Taking Responsibility).                                 |                       | + |   |
| vi.   | Ability to develop learning competence and evaluate the knowledge and skills within the related area critically (Learning Competence).  |                       | + |   |
| vii.  | Establishing written, oral, and visual communications systematically to present the updated knowledge within the related area and individual practices supported by qualitative and quantitative data, using the English language –with at least European Language Portfolio B2 Level- if needed (Communication and Social Competency). |                       | + |   |
| viii. | Ability to use high level computer and communication technologies within the computer software required in the related area (Communication and Social Competency).  | +                     |   |   |
| ix.   | Ability to promote and teach the social, scientific, cultural and ethical values in the stages of gathering, interpreting, implementing, and announcing the data within the related area (Area Specific Competency).  | +                     |   |   |
| x.    | Developing the area-related strategic, political and implementation plans and evaluating their results within the quality progress (Area Specific Competency).  | +                     |   |   |

1. Little, 2. Partial, 3. Full

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| <u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u><br>Mustafa Onur | <u><i>Tarih (Date)</i></u><br>13 / 06 / 2011 | <u><i>İmza (Signature)</i></u> |
|--|--|--------------------------------|