

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

Dersin Adı				Course Name		
Doğrusal Olmayan Kontrol Sistemlerine Giriş				Introduction to Nonlinear Control Systems		
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)
KON 436E	8	3	5,5	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)		Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü/ Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Programı (Control and Automation Engineering Department/Control and Automation Engineering Program)				
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)		Dersin Dili (Course Language)	İngilizce (English)		
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	KON 313 MIN DD veya(or) KON 313E 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)		
	-	-	% 100	-		
Dersin İçeriği (Course Description)	Doğrusal olmayan durum modelleri, faz portreleri, açıklayıcı fonksiyonlar, denge noktaları ve limit çevrim, periyodik yörüngelerin varlığı, varlık ve teklilik teoremi, denge noktalarının kararlılığı, Lyapunov kararlılık teorisine giriş, değişmezlik prensibi, doğrusallaştırma, Chataev teoremi, karşılaştırma fonksiyonları, kararlılaştırma, geribesleme ile doğrusallaştırma Nonlinear state models, phase portraits, describing functions, equilibrium points and limit cycle, existence of periodic orbits, existence and uniqueness theorem, stability of equilibrium points, introduction to Lyapunov stability theory, the invariance principle, linearization, Chataev's theorem, comparison functions, stabilization, feedback linearization.					
Dersin Amacı (Course Objectives)	1. Doğrusal olmayan sistemlerin yörünge özellikleri konusunda bilgi edinimi. 2. Limit çevrimi, denge noktaları ve kararlılık gibi temel kavramların öğrenilmesi. 3. Lyapunov kararlılık analizi gibi kontrol mühendisliğinde önemli olan yöntemlerin öğrenilmesi. 4. Grup çalışması ve kapsamlı rapor hazırlama konusunda deneyim kazanılması.					
	1. Gaining knowledge on trajectory properties of nonlinear systems. 2. Learning basic control engineering concepts like limit cycle, equilibrium points and their stability. 3. Learning to use important control engineering methods like Lyapunov stability analysis. 4. Gaining experience to work in groups and prepare comprehensive reports.					
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler; I. Doğrusal olmayan sistemlere ilişkin durum modelleri oluşturabilir, II. Faz portreleri ve açıklayıcı fonksiyonlar yöntemleriyle analiz yapabilir, III. Denge noktaları, limit çevrim ve denge noktalarının kararlılığını analiz edebilir, IV. Periyodik yörüngelerin varlığını araştırabilir, V. Doğrusal olmayan diferansiyel denklemlerde çözümün varlığı ve tekliliğini araştırabilir, VI. Lyapunov kararlılık analizi yöntemi ve benzeri matematiksel araçları kullanabilir. VII. Doğrusal olmayan sistemleri, geribesleme ile doğrusallaştırma yöntemini kullanarak kontrol edebilir. VIII. Mathematica ve MATLAB gibi yazılımları doğrusal olmayan sistemlerin analizinde kullanabilir. IX. Kişisel olarak veya grup halinde kapsamlı rapor hazırlayabilir.					
	Students who successfully complete this course will be able to I. Construct state models of nonlinear systems, II. Analyze using phase portrait and describing function methods, III. Analyze equilibrium points, limit cycles and the stability of equilibrium points, IV. Investigate the existence of periodic orbits, V. Investigate the existence and uniqueness of solutions of nonlinear differential equations, VI. Use mathematical tools such as Lyapunov stability analysis techniques, VII. Control nonlinear systems via feedback linearization method VIII. Use software packages such as Mathematica and MATLAB in controller design, IX. Prepare comprehensive reports individually and in groups.					

<b>Ders Kitabı</b> (Textbook)	Cheng D., Hu X., Shen T. (2011) "Analysis and Design of Nonlinear Control Systems", Springer ISBN: 3-642-11549-7		
<b>Diğer Kaynaklar</b> (Other References)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sastry S. (2010), "Nonlinear Systems Analysis, Stability and Control", John-Wiley &amp; Sons, New York, USA, ISBN: 1-441-93132-5</li> <li>•Marquez, H.J, (2003), "Nonlinear Control Systems – Analysis and Design", Wiley-Interscience, New-Jersey, USA, ISBN: 0-471-42799-3</li> <li>•Khalil, H. (2001), "Nonlinear Systems (3<sup>rd</sup> edition)", Prentice Hall, ISBN: 0-130-67389-7</li> </ul>		
<b>Ödevler ve Projeler</b> (Homework & Projects)	Öğrencilere üç ödev ve bir proje verilecektir. Ödevler kişisel, proje ise grup çalışmasına dayalı olacaktır.		
	Three homework assignments and one project will be given to students. Homework will be done individually, and project will be done in groups.		
<b>Laboratuvar Uygulamaları</b> (Laboratory Work)	Geçerli değil		
	Not Applicable		
<b>Bilgisayar Kullanımı</b> (Computer Use)	Öğrencilerin ödev sorularını çözebilmeleri için Mathematica ve MATLAB yazılımlarından ağırlıklı olarak faydalanmaları beklenmektedir.		
	Students are expected to use Mathematica and MATLAB at a great extent in the solution of homework assignments.		
<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)	Geçerli değil		
	Not Applicable		
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b> (Assessment Criteria)	<b>Faaliyetler</b> (Activities)	<b>Adedi</b> (Quantity)	<b>Değerlendirmedeki Katkısı, %</b> (Effects on Grading, %)
	<b>Yıl İçi Sınavları</b> (Midterm Exams)	1	%30
	<b>Kısa Sınavlar</b> (Quizzes)	-	
	<b>Ödevler</b> (Homework)	3	%15
	<b>Projeler</b> (Projects)	1	%15
	<b>Dönem Ödevi/Projesi</b> (Term Paper/Project)	-	
	<b>Laboratuvar Uygulaması</b> (Laboratory Work)	-	
	<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)	-	
	<b>Final Sınavı</b> (Final Exam)	1	%40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Doğrusal olmayan sistem teorisine giriş	Ön test I
2	Doğrusal olmayan durum modelleri	I
3	Faz portreleri ve açıklayıcı fonksiyonlar yöntemi	I, II, VIII
4	Denge noktaları ve limit çevrim	Ödev teslimi II, III, IX
5	Periyodik yörüngelerin varlığı	III, IV, VII
6	Varlık ve teklik kuramı ve ilişkili kavramlar	III, IV, V
7	Denge noktalarının kararlılığı	Ödev teslimi III, VI, IX
8	Lyapunov anlamında kararlılık analizi	VI
9	Değişmezlik prensibi	Yıl içi sınavı VI
10	Doğrusallaştırma	VI, VII, VIII
11	Chataev kuramı ve doğrusal olmayan sistemlerde uygulaması	Ödev teslimi VI, IX
12	Karşılaştırma fonksiyonları	VI
13	Kararlılaştırma	VI, VII
14	Geribesleme ile doğrusallaştırma	VII, VIII

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction to nonlinear systems	Pretest I
2	Nonlinear state models	I
3	Phase portraits and describing functions	I, II, VIII
4	Equilibrium points and limit cycle	Homework submission II, III, IX
5	Existence of periodic orbits	III, IV, VII
6	Existence and uniqueness theorem and related concepts	III, IV, V
7	Stability of equilibrium points	Homework submission III, VI, IX
8	Stability analysis in the sense of Lyapunov	VI
9	The invariance principle	Midterm exam VI
10	Linearization	VI, VII, VIII
11	Chataev's theorem and its application to nonlinear systems	Homework submission VI, IX
12	Comparison functions	VI
13	Stabilization	VI, VII
14	Feedback linearization	VII, VIII

## Dersin Kontrol Mühendisliği Programı Çıktılarına Katkısı

T: Tam, K: Kısmen, Y: Yok

	KONTROL MÜHENDİSLİĞİ PROGRAM ÇIKTILARI	Katkı Seviyesi		
		T	K	Y
1	Matematik, temel bilim ve mühendislik kavramlarını ve bilgilerini kontrol mühendisliği problemlerinin analiz ve çözümünde kullanabilmek	X		
2	Deney tasarlamak, yürütmek ve deney sonuçlarında elde edilen verileri uygun şekilde analiz edip yorumlamak			X
3	Verilen özelliklerde bir süreci, kontrol sistemini veya bunun bir parçasını ekonomik, çevresel, sosyal, politik, etik, sağlık, güvenlik, üretilebilirlik ve sürdürülebilirlik gibi gerçek kısıtlar altında tasarlamak.		X	
4	Aynı veya çok disiplinli takımlarda görev almak.		X	
5	Kontrol mühendisliği problemlerini belirlemek, formüle etmek ve çözmek	X		
6	Mesleki ve etik sorumluluklarının farkında olmak			X
7	Etkin bir şekilde iletişimde bulunabilmek		X	
8	Mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal kapsamda etkilerini anlamış olmak		X	
9	Hayat boyu öğrenmenin gerekliliğine inanmış olmak ve buna uygun davranmak		X	
10	Güncel konular hakkında bilgi sahibi olmak		X	
11	Kontrol mühendisliği uygulamalarında kullanılan modern mühendislik araçlarını kullanmak için gerekli teknik bilgi ve yeteneklere sahip olmak	X		
12	Kontrol mühendisliği uygulamalarında kullanılan karmaşık donanım ve yazılım parçalarının tasarımı için gerekli olan uygulamalı elektrik, elektronik, haberleşme, bilgisayar ve ilgili diğer mühendislik bilgilerine sahip olmak.			X

## Contribution of the Course to Control Engineering Program Outcomes

C: Completely, P: Partially, N: None

	CONTROL ENGINEERING PROGRAM OUTCOMES	Level of Contribution		
		C	P	N
1	an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering principles to analyze and solve control engineering problems	X		
2	an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data to reach an appropriate conclusion			X
3	an ability to design a control system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability		X	
4	an ability to function on same and multi-disciplinary teams		X	
5	an ability to identify, formulate, and solve control engineering problems	X		
6	an understanding of professional and ethical responsibility			X
7	an ability to communicate effectively		X	
8	the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economical, environmental and societal context		X	
9	a recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning		X	
10	a knowledge of contemporary issues		X	
11	an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for control engineering practice	X		
12	a knowledge of electrical, electronics & communication, computer and other applied engineering necessary to analyze and design complex systems containing hardware and software components used in control engineering applications			X

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u> 11.10.2010	<u>İmza (Signature)</u>
---------------------------------	-----------------------------------	-------------------------