

Dersin Adı: Biyolojik Sistemlerin Modellenmesi ve Kontrolü				Course Name: Modeling and Control of Biological Systems		
Kod (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredi (Local Credits)	AKTS Kredi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
KON 424E	6	3	6	3	-	-
Bölüm / Program (Department/Program)		Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği (Control and Automation Engineering)				
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 ve Matematik (Basic Sciences and Math)	Temel Mühendislik (Engineering Science)	Mühendislik/Mimarlık Tasarım (Engineering/Archit ecture Design)	Genel Eğitim (General Education)	
		-	-	%100	-	
Dersin Tanımı (Course Description)		<p>Biyolojik sistem modellemeye giriş, fizyolojik karmaşıklık, modellemede elektriksel analogi, model doğrulama ve geçerleme, vestibül-oküler refleks ve göz hareketlerinin modellenmesi, hormon fizyolojisi ve insülin-glikoz modellemesi, Bergman'ın minimal modeli, otomatik insülin uygulama sistemleri, solunum fizyolojisinin temelleri, solunum mekaniklerinin, alveol ve dokulardaki gaz alış-verişinin ve kandaki asit-baz dengesinin modellenmesi, kapalı çevrim solunum kontrolü, kardiyovasküler fizyolojiye giriş, kalbin ve kan damarlarının modellenmesi, basit Windkessel modeli ve daha karmaşık modeller, kardiyovasküler kontrol merkezi, biyomedikal cihazlarda kontrol sistemleri: mekanik ventilatörler, ECMO cihazları, anestezi cihazları, LVAD cihazı, yapay kalpler, ilaç etkilerinin modellenmesi, farmakokinetiğe (PK) giriş, ilaç uygulaması, eliminasyonu ve temizlenmesi, farmakokinetikte kompartıman modelleri, farmakodinamik (PD) modellere giriş, entegre PK-PD modeller, otomatik ilaç uygulama sistemleri</p> <p>Introduction to biological system modeling, physiological complexity, electrical analogues in modeling, model verification and validation, the vestibulo-ocular reflex and modeling of eye movements, hormone physiology and insulin-glucose modeling, Bergman's minimal model, automatic insulin delivery systems, fundamentals of respiratory physiology, modeling of the mechanics of respiration, gas exchange in alveoli and tissues and acid-base balance in the blood, closed-loop ventilation control, introduction to cardiovascular physiology, modeling of the heart and blood vessels, simple Windkessel model and more complex models, modeling of the cardiovascular control center, control systems in biomedical devices: mechanical ventilators, ECMO devices, anesthesia devices, LVAD devices, artificial heart, modeling of the drug effects, introduction to pharmacokinetics (PK), drug administration, elimination and clearance, compartment models in pharmacokinetics, introduction to pharmacodynamics (PD) models, integrated PK-PD models, automatic drug delivery systems</p>				
Dersin Amacı (Course Objectives)		<ol style="list-style-type: none"> Öğrencilere biyolojik sistem modellemenin temellerini öğretmek Öğrencilere fizyolojik sistemleri ve bunların matematiksel modellerini tanıtmak Öğrencileri vücudun oto-kontrol mekanizmaları ve çalışma prensipleri konusunda bilgilendirmek Tıbbi cihazlarda bulunan kapalı çevrim kontrol sistemleri ve bunların tasarımları hakkında bilgi vermek Öğrencilere ilaçların modellenmesi hakkında bilgi vermek ve kapalı çevrimde ilaç uygulama fikirlerini sunmak <ol style="list-style-type: none"> To teach students the fundamentals of biological systems modeling To introduce students to physiological systems and their mathematical models To inform students about the body's auto-control mechanisms and working principles To give information about closed-loop control systems in medical devices and their designs Informing students about drug modeling and presenting closed-loop drug administration ideas 				
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)		<p>Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler;</p> <ol style="list-style-type: none"> Biyolojik sistemler, modelleme, model doğrulama ve geçerleme ve kontrol kavramları hakkında bilgi sahibi olur İnsan fizyolojik sistemlerini tanıyıp ve ilgili matematiksel modelleri elde edebilme becerisi kazanır İnsan vücudunda bulunan oto-kontrol mekanizmalarını öğrenir Oto-kontrol mekanizmalarının işleyiş prensiplerine kontrol mühendisliği bakış açısı ile bakmayı öğrenir Tıbbi cihazlar ve bunların içerisindeki kapalı çevrim kontrol sistemleri ve algoritmalar hakkında bilgi sahibi olur Temel farmakolojik modelleri öğrenir ve ilaç etkilerinin modellenmesi hakkında fikir sahibi olur <p>Students who successfully complete this course will</p> <ol style="list-style-type: none"> Have knowledge about biological systems, modelling, model verification and validation concepts and control Get to know human physiological systems and gain the ability to obtain related mathematical models Learn the auto-control mechanisms in the human body Learn to look at the working principles of auto-control mechanisms from a control engineering perspective Have knowledge about medical devices and closed-loop control systems and algorithms in them Learn the basic pharmacological models and have an idea about the modeling of the effects of drugs 				

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Öğrenme Çıktıları
1	Biyolojik sistem modellemeye giriş, motivasyon ve ön bilgiler	I
2	Fizyolojik karmaşıklık, modellere duyulan ihtiyaç, modellemede elektriksel analogi, model doğrulama ve geçerleme, fizyolojik kontrol sistemleri	I
3	Bilgisayarda benzetim ortamları, Vestibül-oküler refleks (VOR) ve göz hareketlerinin modellenmesi, Lisberger–Sejnowski VOR modeli	I, II
4	Hormon fizyolojisi ve insülin-glikoz modellenmesi, Bergman'ın minimal modeli, otomatik insülin uygulama sistemleri	II, III
5	Solunum fizyolojisinin temelleri	II
6	Solunum mekaniklerinin ve alveollerdeki ve dokulardaki gaz alış-verişinin modellenmesi, kandaki asit-baz dengesi	II
7	Solunum kontrol merkezi, reseptörler ve kapalı çevrim solunum kontrolü, solunum sistemi hastalıklarının modellenmesine giriş	III, IV
8	Kardiyovasküler fizyolojiye giriş	II
9	Kalbin ve kan damarlarının modellenmesi, basit Windkessel modeli ve daha karmaşık kardiyovasküler sistem modelleri	II
10	Kardiyovasküler sistemde kapalı çevrim kontrol mekanizmalarını anlama, kardiyovasküler kontrol merkezi, kardiyovasküler sistem hastalıklarının modellenmesine giriş	III, IV
11	Biyomedikal cihazlarda kontrol sistemleri: Mekanik ventilatörler (MV), Ekstrakorporal membran oksijenizasyonu (ECMO) cihazları, anestezi cihazları	IV, V
12	Biyomedikal cihazlarda kontrol sistemleri: Sol ventrikül destek cihazı (LVAD), yapay kalpler, otomatik harici defibrilatörler (AED)	IV, V
13	İlaç etkilerinin modellenmesi, farmakokinetiğe (PK) giriş, ilaç uygulaması, eliminasyonu ve temizlenmesi, farmakokinetikte kompartıman modelleri	VI
14	Farmakodinamik (PD) modellere giriş, entegre PK-PD modeller, ilaç uygulamasında kapalı çevrim kontrol fikirleri, otomatik ilaç uygulama sistemleri	IV, VI

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Learning Outcomes
1	Introduction to biological system modeling, motivation and preliminaries	I
2	Physiological complexity, the need for models, electrical analogues in modeling, model verification and validation, physiological control systems	I
3	Simulation environments in computer, The vestibulo-ocular reflex (VOR), modeling of eye movements, Lisberger–Sejnowski VOR model	I, II
4	Hormone physiology and insulin-glucose modeling, Bergman's minimal model, automatic insulin delivery systems	II, III
5	Fundamentals of respiratory physiology	II
6	Modeling of the mechanics of respiration and gas exchange in alveoli and tissues, acid-base balance in the blood	II
7	Respiratory control center, receptors and closed-loop ventilation control, introduction to modeling of respiratory system diseases	III, IV
8	Introduction to cardiovascular physiology	II
9	Modeling of the heart, blood vessels, simple Windkessel model and more complex cardiovascular system models	II
10	Understanding the closed-loop control mechanisms in a cardiovascular system, modeling of the cardiovascular control center, introduction to modeling of cardiovascular system diseases	III, IV
11	Control systems in biomedical devices: Mechanical ventilators (MV), extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) devices, anesthesia devices	IV, V
12	Control systems in biomedical devices: Left ventricular assist devices (LVAD), artificial heart, automated external defibrillators (AED)	IV, V
13	Modeling of the drug effects, introduction to pharmacokinetics (PK), drug administration, elimination and clearance, compartment models in pharmacokinetics	VI
14	Introduction to pharmacodynamics (PD) models, integrated PK-PD models, closed-loop control ideas in drug administration, automatic drug delivery systems	IV, VI

Dersin Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi ve beceriler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
1	Mühendislik, fen ve matematik ilkelerini uygulayarak karmaşık mühendislik problemlerini belirleme, formüle etme ve çözme becerisi.			X
2	Küresel, kültürel, sosyal, çevresel ve ekonomik etmenlerle birlikte özel gereksinimleri sağlık, güvenlik ve refahı göz önüne alarak çözüm üreten mühendislik tasarımı uygulama becerisi.	X		
3	Farklı dinleyici gruplarıyla etkili iletişim kurabilme becerisi.			
4	Mühendislik görevlerinde etik ve profesyonel sorumlulukların farkına varma ve mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal bağlamdaki etkilerini göz önünde bulundurarak bilinçli kararlar verme becerisi.			
5	Üyeleri birlikte liderlik sağlayan, işbirlikçi ve kapsayıcı bir ortam yaratan, hedefler belirleyen, görevleri planlayan ve hedefleri karşılayan bir ekipte etkili bir şekilde çalışma yeteneği becerisi.		X	
6	Özgün deney geliştirme, yürütme, verileri analiz etme ve yorumlama ve sonuç çıkarmak için mühendislik yargısını kullanma becerisi.			
7	Uygun öğrenme stratejileri kullanarak ihtiyaç duyulduğunda yeni bilgi edinme ve uygulama becerisi.		X	

Ölçek: 1: Az, 2: Kısmi, 3: Tam

Relationship of the Course to Control and Automation Engineering Student Outcomes

	Program Student Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
1	An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.			X
2	An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.	X		
3	An ability to communicate effectively with a range of audiences.			
4	An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.			
5	An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.		X	
6	An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.			
7	An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.		X	

Scaling: 1: Little, 2: Partial, 3: Full

Relationship of the Course to Control and Automation Engineering Student Outcomes

Outcome	1	2	3	4	5	6	7
Level of Contribution	3	1	-	-	2	-	2
Scaling :1: Little 2: Partial 3: Full							

<u>Tarih (Date)</u> 24.11.2021	<u>Bölüm onayı (Departmental approval)</u>
--	---

Ders Kaynakları ve Başarı Değerlendirme Sistemi (Course Materials and Assessment Criteria)

Ders Kitabı (Textbook)	<ul style="list-style-type: none"> James K. and James S. (2009), <i>Mathematical Physiology II: Systems Physiology</i>, 2nd Edition, Springer, ISBN: 9780387793870. 		
Diğer Kaynaklar (Other References)	<ul style="list-style-type: none"> Olfa Boubaker (2020), <i>Control Theory in Biomedical Engineering: Applications in Physiology and Medical Robotics</i>, 1st Edition, Academic Press, ISBN: 9780128213506. Michael Khoo (2018), <i>Physiological Control Systems: Analysis, Simulation, and Estimation</i>, 2nd Edition, John Wiley & Sons, ISBN: 9781119055334. Willem van Meurs (2011), <i>Modeling and Simulation in Biomedical Engineering: Applications in Cardiorespiratory Physiology</i>, 1st Edition, McGraw-Hill Education, ISBN: 9780071714457. Charles Lessard (2009), <i>Basic Feedback Controls in Biomedicine</i>, 1st Edition, Morgan and Claypool Publishers, ISBN: 9781598299502. Anthony Y. K. Chan (2016), <i>Biomedical Device Technology: Principles and Design</i>, 2nd Edition, Charles C Thomas Publisher, ISBN: 9780398090838. Sara E. Rosenbaum (2016), <i>Basic Pharmacokinetics and Pharmacodynamics</i>, 2nd Edition, John Wiley & Sons, ISBN: 9781119143154. 		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	<p>Öğrenciler dönem içerisinde 3 (üç) adet takım çalışmasına dayalı ödev hazırlayacaklardır. Ayrıca dönem içerisinde sözlü sunmak üzere bir adet proje ve dönem sonunda teslim etmek üzere bir dönem projesi de öğrencilere verilecektir.</p>		
	<p>Students will prepare 3 (three) homework assignments which require teamwork during the semester. Besides, a project to be orally presented during the term and a term project to be submitted at the end of the term will be given to the students.</p>		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	-		
	-		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)	<p>Öğrencilerin ödev ve proje sorularını çözebilmeleri için MATLAB/Simulink ortamından ağırlıklı olarak faydalanmaları beklenmektedir.</p>		
	<p>Students are expected to use MATLAB/Simulink environment at a great extent in the solution of homework and project assignments.</p>		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
	-		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	%15
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	-	-
	Ödevler (Homework)	3	%15
	Projeler (Projects)	1	%15
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	%15
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)	-	-
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-	-
	Final Sınavı (Final Exam)	1	%40