

Dersin Tanımı					
Adı	Kodu	Yarıyıl	T+U Saat	Kredi	AKTS
KONTROL SİSTEMLERİ	BME3234080	Bahar Dönemi	3+0	3	6
Ön Koşul Dersleri	SİSTEM MODELLEME VE KONTROL; SİNYALLER VE SİSTEMLER; LİNEER CEBİR VE DİFERANSİYEL DENKLEMLER				
Önerilen Seçmeli Dersler	Robotik, Medikal Robotik, Doğrusal Olmayan Sistemler				
Dersin Dili	İngilizce				
Dersin Seviyesi	Lisans				
Dersin Türü	Programa Bağlı Seçmeli				
Dersin Koordinatörü	Dr.Öğr.Üye. Elif HOCAOĞLU ÇETİNSOY				
Dersi Verenler	Dr.Öğr.Üye. Elif HOCAOĞLU ÇETİNSOY				
Dersin Yardımcıları					
Dersin Amacı	Bu dersin amacı öğrencilerin, • mühendislik ve bilimde otomatik kontrolün hayati rolünü anlamalarını, • kontrol sistemlerinde temel kavramları tanımlarını, • bir sürecin kontrol edilme zorluğunu belirlemelerini, • ilgili matematik teorilerini ve temel kavramları kullanarak dinamik sistemler için denetleyicilerin tasarlanması amacıyla çözümler önermelerini, • farklı kontrol metodolojilerine dayanan çeşitli dinamik modellerin benzetimini yapmalarını ve hesaplama araçlarıyla davranış ve performanslarını değerlendirmelerini, • temel kontrol teorilerini gerçek zaman sistemlerine uygulayabilmelerini sağlamaktır.				
Dersin İçeriği	Bu ders; Kontrol Sistemlerine Giriş, Geribildirim Kontrolü üzerine bir Bakış, Matematiksel Modelleme üzerine bir Bakış, Dinamik Modeller, Laplace Dönüşümü, Ters Laplace Dönüşümü, Kutuplar ve Sıfırlar, Doğrusal Sistem Analizi, Transfer Fonksiyonlar, Blok Diyagramlar, Geçici Rejim Analizi, Zaman Bölgesi Özellikleri, Tasarım Sentezi, Sıfır ve İlave Kutupların Etkisi, Doğrusal Zamanda Değişmez Sistemlerin Kararlılığı, Routh'n Denge Kriteri, Geribildirim İlk Analizi, Kontrolün Temel Denklemi, Düzenleme ve Bozucu etki Bastırması, Oransal+Integral+Türevsel (PID) Denetleyiciler, Root Locus Metodu ile Kontrol Sistem Tasarımı, Root Locus Metodu ile Kontrol Sistem Tasarımı, Faz İlerletici Dengeleme, Faz Gecikmeli Dengeleme, Frekans Yanıt Tasarımı, Bode Diyagramı, Bode Diyagram Problemleri, Denge Koşulları, Frekans Yanıtına dayalı Kontrol Sistem Tasarımı: Faz İlerletici Dengeleme, Faz Gecikmeli Dengeleme, Faz İlerletici-Faz Gecikmeli Dengeleme, PD-PI-PID Dengeleme, Frekans Yanıtına dayalı Kontrol Sistem Tasarımı: Faz İlerletici Dengeleme, Faz Gecikmeli Dengeleme, PD-PI-PID Dengeleme, Durum-Uzay Tasarımı, Bir Sistemin Durum-Uzay Gösterimi, Blok Diyagramlar ve Temel (Kanonik) Biçim: Kontrol edilebilir Temel (Kanonik) Biçim Gözlenebilir Temel (Kanonik) Biçim, Durum Denklemi yoluyla Dinamik Tepkinin elde edilmesi, Tam Durum Geribildirimi için Kontrol-Yasa Tasarımı: Gözlemleyici, Ackermann Formülü, Gözleyici Tasarımı, Gözlenebilirlik, İndirgenmiş Dereceli Gözleyici Tasarımı, Gözleyici için Kutup Seçimi, Dengeleyici Tasarımı: Bileşik Kontrol Yasası ve Gözleyici, Integral Kontrol ve Güzbüz İzleme, Bozucu etki Bastırma, Sayısal Kontrol, Sayısallaştırma: Örneklem Frekansı, Sıfıncı Mertebeden Tutucu (SMT), Euler Metodu, PID Kontrol, Ayrık Sistemlerin Dinamik Analizi (z Dönüşümü, Sonlu Değer Teoremi), Ayrık Sistem Analizi, Ayrık Sistem Analizine Giriş, Ayrık Modele dayalı Analiz ve Tasarım; konularını içermektedir.				
Dersin Öğrenme Çıktıları				Öğretim Yöntemleri	Ölçme Yöntemleri
Bu dersin sonunda, öğrenciler: 1. Otomatik kontrolün faydalarının, doğru bir proses tasarımının öneminin, kontrol sistemlerinde geri bildirim kavramını ve temel tasarım meselelerinin farkında olur. 1.1. Günlük hayatta var olan geribildirim kontrol sistemlerinin çalışma prensipleri hakkında önemli bir görüşe sahip olur. 1.2. Eyleyiciler, sensörler, denetleyiciler ve dönüştürücüler gibi kontrol sistemlerinde görev alan temel elemanları tanıır. 1.3. Özellikle fizik, devreler, işaretler, ve dinamik tepki konularında sahip olduğu ön bilgilerini fiziksel sistemlerin hareket denklemlerini türetmek amacıyla ilişkilendirir.			1, 10, 13, 14, 2, 21, 3, 4, 8, 9		A, C, E
2. Çeşitli dinamik sistemler için matematiksel modeller geliştirir ve tasarım prensiplerini kullanarak bu sistemleri analiz eder. 2.1. Dinamik modellerin transfer fonksiyonunu Laplace dönüşümünü kullanarak yeniden ifade eder. 2.2. Bu modellerin zaman-tepkisinin benzetimini yapar. 2.3. Bu modellerin zaman-bölgesi özelliklerini belirler. 2.4. Sıfır ve ilave kutuplarda etkilenen bu modellerin davranışlarını karşılaştırır. 2.5. Kapalı çevrim sistemlerin kararlılığını Routh's kararlılık kriterini kullanarak test eder.					
3. Kapalı ve açık çevrim kontrol sistemlerini bozucu etkiyi bastırma, takip doğruluğu, duyarlılık ve kalıcı durum hatasına göre karşılaştırır. 3.1. Referans sinyallerini izlemek ve bozuklukları bastırmak için sistemleri performanslarına göre sınıflandırır. 3.2. PID denetleyicisinin sistem performansı üzerindeki etkisini belirler.					
Nyquist kararlılık kriteri) ve zaman - frekans bölgelerindeki durum değişikliği geribildirim gibi temel kavramları kullanan doğrusal kontrol sistemlerini tasarlar ve kararlı durum performansı üzerindeki etkilerini değerlendirir. 4.1. Sistem parametrelerindeki değişimin kapalı döngü kontrol sisteminin yeri üzerindeki etkilerini araştırmak için sistemi root-locus yöntemi ile analiz eder. 4.2. Bir sistemin talebi karşılayan geçici tepki karakteristiklerini elde etmek için tasarım kriterlerine dayalı açık çevrim transfer fonksiyonunun frekans tepki karakteristikliğini analiz eder. 4.3. Sistemin durum değişken tanımına dayanan dinamik bir dengeleyici tasarlar.					
5. Yazılım ve donanım uygulaması için temel sayısal kontrol kavramlarını kullanabilir. 5.1. MATLAB/Simulink kullanarak bir sayısal kontrol sistemini tasarlar, analiz eder. 5.2. Gerçek zamanlı uygulamalarda kontrol teorilerini uygulamak için Arduino platformunu kullanır.					
6. Fiziksel bir sistemin tasarımı, imalat ve kontrolünü yapar. 6.1. Belirli bir mühendislik problemini MATLAB / Simulink, C ++, CAD araçları gibi teknik becerilerini kullanarak tanımlar, formüle eder ve çözer. 6.2. Ürün odaklı bir çalışmaya katılır. 6.3. Ekip halinde çalışır ve sözlü, yazılı, grafiksel ve teknolojik araçlarla Türkçe ve İngilizce iletişim kurar. 6.4. Teori ve uygulama alanlarında disiplinlerarası yaklaşımlar geliştirir.					
Öğretim Yöntemleri	1: Anlatım, 10: Beyin Fırtınası, 13: Deney / Laboratuvar, 14: Bireysel Çalışma, 2: Soru - Cevap, 21: Video, 3: Tartışma, 4: Alıştırma ve Uygulama, 8: Grup Çalışması, 9: Benzetim				
Ölçme Yöntemleri	A: Yazılı sınav, C: Ödev, E: Kısa Sınav				
Ders Akışı					
Sıra	Konular	Ön Hazırlık			
1	Kontrol Sistemlerine Giriş, Geribildirim Kontrolü üzerine bir Bakış, Matematiksel Modelleme üzerine bir Bakış	Ders sunuları ve ders kitaplarının 1. Bölümü			
2	Dinamik Modeller, Laplace Dönüşümü, Ters Laplace Dönüşümü, Kutuplar ve Sıfırlar, Doğrusal Sistem Analizi, Transfer Fonksiyonlar, Blok Diyagramlar	Ders sunuları ve ders kitaplarının 2. Bölümleri			
3	Geçici Rejim Analizi, Zaman Bölgesi Özellikleri, Tasarım Sentezi, Sıfır ve İlave Kutupların Etkisi, Doğrusal Zamanda Değişmez Sistemlerin Kararlılığı, Routh'n Denge Kriteri	Ders sunuları ve ders kitabının 3. Bölümü (Franklin yazarlı kitap), 5. Bölümü (Ogata yazarlı kitap)			
4	Geribildirim İlk Analizi, Kontrolün Temel Denklemi, Düzenleme ve Bozucu etki Bastırması, Oransal+Integral+Türevsel (PID) Denetleyiciler, Root Locus Metodu ile Kontrol Sistem Tasarımı	Ders sunuları ve ders kitabının 4. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 8. Bölümü			
5	Root Locus Metodu ile Kontrol Sistem Tasarımı, Faz İlerletici Dengeleme, Faz Gecikmeli Dengeleme	Ders sunuları ve ders kitabının 5. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 6. Bölümü			

Ders Akışı		
Sıra	Konular	Ön Hazırlık
6	Frekans Yanıt Tasarımı, Bode Diyagramı, Bode Diyagram Problemleri, Denge Koşulları	Ders sunuları, ders kitabının 6. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), ve diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 7. Bölümü
7	Frekans Yanıtına dayalı Kontrol Sistem Tasarımı: Faz İlerletici Dengeleme, Faz Gecikmeli Dengeleme, Faz İlerletici-Faz Gecikmeli Dengeleme, PD-PI-PID Dengeleme	Ders sunuları, ders kitabının 6. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), ve diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 7. Bölümü
8	Frekans Yanıtına dayalı Kontrol Sistem Tasarımı: Faz İlerletici Dengeleme, Faz Gecikmeli Dengeleme, Faz İlerletici-Faz Gecikmeli Dengeleme, PD-PI-PID Dengeleme	Ders sunuları, ders kitabının 6. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), ve diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 7. Bölümü
9	Durum-Uzay Tasarımı, Bir Sistemin Durum-Uzay Gösterimi, Blok Diyagramlar ve Temel (Kanonik) Biçim: Kontrol edilebilir Temel (Kanonik) Biçim Gözlenebilir Temel (Kanonik) Biçim, Durum Denklemleri yoluyla Dinamik Tepkinin elde edilmesi	Ders sunuları, ders kitabının 7. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), ve diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 9. Bölümü
10	Tam Durum Geribildirim için Kontrol-Yasa Tasarımı: Gözlemleyici, Ackermann Formülü	Ders sunuları, ders kitabının 7. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), ve diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 9. Bölümü
11	Gözleyici Tasarımı, Gözlenebilirlik, İndirgenmiş Dereceli Gözleyici Tasarımı, Gözleyici için Kutup Seçimi, Dengeleyici Tasarımı: Bileşik Kontrol Yasası ve Gözleyici	Ders sunuları, ders kitabının 7. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems), ve diğer ders kitabının (kitap adı: Modern Control Engineering) 9. Bölümü
12	Integral Kontrol ve Güzbüz İzleme, Bozucu etki Bastırma	Ders sunuları, ders kitabının 7. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems)
13	Sayısal Kontrol, Sayısallaştırma: Örnekleme Frekansı, Sıfırıncı Mertebeden Tutucu (SMT), Euler Metodu, PID Kontrol, Ayrık Sistemlerin Dinamik Analizi (z Dönüşümü, Sonlu Değer Teoremi), Ayrık Sistem Analizi	Ders sunuları, ders kitabının 8. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems)
14	Ayrık Sistem Analizine Giriş, Ayrık Modele dayalı Analiz ve Tasarım	Ders sunuları, ders kitabının 7. Bölümü (kitap adı: Feedback Control of Dynamic Systems)
Kaynaklar		
1.	G.F. Franklin, J.D. Powell, A.Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems (7. Basım), Prentice Hall, 2015.	
2.	Katsuhiko Ogata: Modern Control Engineering (5. Basım), Prentice Hall, 2010.	
1.	MATLAB Control System Toolbox, SIMULINK (Kod Örnekleri)	
2.	Arduino (Built-in Examples) https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples	
3.	G.F. Franklin, J.D. Powell, M. Workman: Digital Control of Dynamic Systems (3. Basım), Prentice Hall, 2006.	