

**COURSE CATALOG FORM
(DERS KATALOG FORMU)**

Course Code: ELEC4522 Dersin Kodu:			Course Name: Digital Control Engineering Dersin Adı: Sayısal Kontrol Mühendisliği				
Semester (Yarıyıl)	Lc+L+PS (D+L+U)	Local Credit (Yerel Kredi)	ECTS (AKTS)	Language (Dersin Dili)	Category (Dersin Türü)	Instructional Method (Dersin İşleniş Yöntemi)	(Co-Requisite) Eş Koşul
7/8	(3+0+0)	3	5	English (İngilizce)	Elective (Seçmeli)	Course (Ders)	ELEC3521, MECH3422
Course Objectives (Dersin Amacı)			<p>This course aims to introduce the fundamental principles of digital control systems and to provide students with the ability to mathematically model, analyze, and design sampled-data and discrete-time control systems. The course covers the representation of discrete-time systems using difference equations, block diagrams, and state-space formulations. The analysis of linear discrete-time systems is carried out using state-space methods and z-transform techniques. Furthermore, the frequency response, steady-state error characteristics, and stability properties of digital control systems are examined, and system stability is assessed using the Jury stability criterion.</p> <p>Bu dersin amacı, dijital kontrol sistemlerine ilişkin temel kavramları kazanmak ayrıca örneklenmiş verili ve zamanda ayırık kontrol sistemlerinin matematiksel olarak modellenmesini, analiz edilmesini ve tasarlanmasını sağlamaktır. Ders kapsamında, zamanda ayırık sistemlerin fark denklemleri, blok diyagramlar ve durum uzayı gösterimleri üzerinden ifade edilmesi; doğrusal zamanda ayırık sistemlerin, durum uzayı ve z-dönüşümü teknikleri kullanılarak çözümlenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, sayısal kontrol sistemlerinin frekans yanıtı, kalıcı hal hata analizi ve kararlılık özellikleri incelenerek, Jury testi yardımıyla sistem kararlılığının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.</p>				
Course Content (Dersin İçeriği)			<p>Introduction to digital control and discrete time systems. Representation of discrete time systems using difference equations, block diagrams and state-space equations. Solution of discrete time control system using convolution and state-space techniques. The z-transform. Frequency response of discrete time systems. Steady-state error computation for digital control systems. Stability analysis of digital control systems using the Jury test. Digital control system design.</p> <p>Sayısal kontrol ve ayırık zamanlı sistemlere giriş. Ayırık zamanlı sistemlerin fark denklemleri, blok diyagramlar ve durum-uzay (state-space) denklemleri kullanılarak gösterimi. Ayırık zamanlı kontrol sistemlerinin evrişim (konvolüsyon) ve durum-uzay teknikleri kullanılarak çözümü. Z-dönüşümü. Ayırık zamanlı sistemlerin frekans cevabı. Sayısal kontrol sistemlerinde kalıcı durum hatasının (steady-state error) hesaplanması. Jüri testi kullanılarak sayısal kontrol sistemlerinin kararlılık analizi. Sayısal kontrol sistemi tasarımı.</p>				
Course Learning Outcomes (Dersin Öğrenme Çıktıları)			<ol style="list-style-type: none"> 1) Describe principles of modeling sampled data systems and discrete time control systems in terms of input-output relations and also in terms of state-space equations. [1, 2, 3] 2) Identify basic discrete time signals and properties of the discrete-time linear systems. [1, 3] 3) Apply discrete time convolution to obtain the output of linear discrete time control system. [2, 3, 7] 4) Apply techniques of z-transformation for the analysis of digital control systems. Obtain inverse z-transform by partial fraction expansion. Apply the Jury test for stability analysis of discrete time systems. [2, 3, 7] 5) Design digital control systems based on the difference equation describing the system and determine the corresponding block diagram. [5, 6, 7] 6) Classify digital systems in terms of type and determine the steady-state error to different discrete time inputs. [2, 3, 7] <ol style="list-style-type: none"> 1) Örneklenmiş verili sistemlerin ve zamanda ayırık kontrol sistemlerinin modelleme prensiplerini girdi-çıkıtı ilişkileri ve ayrıca durum uzay denklemleri açısından açıklar. [1, 2, 3] 2) Zamanda ayırık temel sinyaller ile zamanda ayırık doğrusal sistemlerin özelliklerini tanımlar. [1, 3] 3) Doğrusal zamanda ayırık kontrol sisteminin çıkışını elde etmede zamanda ayırık 				

	konvolüsyon uygular. [2, 3, 7] 4) Sayısal kontrol sistemlerinin analizi için z-dönüşüm tekniklerini uygular. Ters z-dönüşümünü kısmi kesirler açılımı ile elde eder. Zamanda sürekli sistemlerin kararlılık analizi için Jury testini uygular. [2, 3, 7] 5) Sayısal kontrol sistemlerini sistemi tanımlayan fark denklemine göre tasarlar ve karşılık gelen blok çizeneğini belirler. [5, 6, 7] 6) Sayısal sistemleri türlerine göre sınıflandırır ve kalıcı hal hatasını farklı ayırık zaman girişlerine göre belirler. [2, 3, 7]
ISCED Category of course (Dersin ISCED Kategorisi)	52 Engineering (52 Mühendislik)
Textbook (Ders Kitabı)	Ogata, K. (1994). Discrete-time control systems (2nd ed.). Pearson.
Other References (Yardımcı Kaynaklar)	Efe, M. Ö. (2023). Ayırık zamanlı kontrol sistemleri. Palme Yayınevi. Van Landingham, H. F. (1985). Introduction to digital control systems. Macmillan Publishing Company. Phillips, C. L., Nagle, H. T., & Chakraborty, A. (2014). Digital control system analysis & design (4th ed.). Pearson.

COURSE PLAN (DERS PLANI)	
Week (Hafta)	Topics (Konular)
1	Introduction to digital control systems. Overview of block diagrams of continuous control systems and discrete time/digital control systems (Sayısal kontrol sistemlerine giriş. Sürekli zamanlı kontrol sistemleri ve ayırık zamanlı/sayısal kontrol sistemlerinin blok diyagramlarına genel bakış.)
2	The z-transformation. Properties of the z-transformation. Tables of continuous time functions, their sampled form and their Laplace and z-transforms (Z-dönüşümü. Z-dönüşümünün özellikleri. Sürekli zamanlı fonksiyonların tabloları, örneklenmiş halleri ve bunların Laplace ve z-dönüşümleri.)
3	z-transforms of basic discrete-time functions. Examples (Temel ayırık zamanlı fonksiyonların z-dönüşümleri. Örnekler.)
4	The inverse z-transformation; application to solve difference equations (Ters z-dönüşümü; fark denklemlerinin çözümüne uygulanması.)
5	State variable representation of discrete-time control systems. Solution of the state equations using z-transforms. The transfer function in z-domain (Ayırık zamanlı kontrol sistemlerinin durum değişkeni gösterimi. Durum denklemlerinin z-dönüşümü kullanılarak çözümü. Z-düzleminde transfer fonksiyonu.)
6	Sampling and reconstruction of continuous time functions from discrete data. The ideal sampler. Zero and first order holders for reconstruction (Sürekli zamanlı fonksiyonların ayırık verilerden örneklenmesi ve yeniden yapılandırılması. İdeal örnekleme. Yeniden yapılandırma için sıfırncı ve birinci dereceden tutucular (ZOH, FOH).)
7	Midterm I (Arasnav I)
8	Analysis of open loop and closed loop discrete time systems (Açık çevrim ve kapalı çevrim ayırık zamanlı sistemlerin analizi)
9	System time response characteristics. System characteristic equation. Mapping the s-plane into the z-plane. (Sistem zaman cevabı özellikleri. Sistem karakteristik denklemleri. s-düzleminin z-düzlemine eşlenmesi.)

10	Stability analysis. Bilinear transformation and the Routh-Hurwitz criterion. Jury's stability test. (Kararlılık analizi. Bilineer dönüşüm ve Routh-Hurwitz kriteri. Jury kararlılık testi.)
11	Root locus, the Bode diagram. Closed loop frequency response (Kök-yer eğrisi. Bode diyagramı. Kapalı çevrim frekans cevabı.)
12	Midterm II (Ara Sınav II)
13	Digital controller design and related control system specifications. Compensation. Lead compensation Lag compensation. Homework (Sayısal kontrolör tasarımı ve ilgili kontrol sistemi özellikleri. Kompanzator. Lead ve Lag kompanzator. Ev Ödevi)
14	Design by Root Locs (Kök Yer Eğrisi Yöntemiyle Tasarım)

**DERSİN DEĞERLENDİRME SİSTEMİ
(COURSE ASSESSMENT)**

	Etkinlikler (Activities)	Adet (Quantity)	Katkı Oranı (Contribution) (%)
Semester Activities (Yarıyıl İçi Çalışmaları)	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Dönem Ödevi / Projesi (Term Project)		
	Derse Devam (Attendance)		
	Seminer(Seminars)		
	Ödevler (Homework)	1	10
	Sunum (Presentations)		
	Arasnavlar (Midterm Exams)	2	50
	Proje (Project)		
	Laboratuar (Laboratory)		
YARIYIL SONU SINAVI (FINAL EXAM)		1	40
Toplam (Total)			100

**AKTS İŞ YÜKÜ TABLOSU
(ECTS WORKLOAD TABLE)**

DERS ETKİNLİKLERİ (COURSE ACTIVITIES)	Sayı (Quantity)	Süre (Saat) (Time (h))	İş Yüğü (saat) (Work - Load (h))
Ders Süresi (Lectures)	14	3	42
Uygulama (Tutorial)	0	0	0
Yarıyıl Sonu Sınavı (Hazırlık Süresi Dahil) (Final Exam (Preparation included))	1	25	25
Kısa Sınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Quizzes (Preparation included))	0	0	0
Dönem Ödevi / Projesi (Term Project)	0	0	0
Sınıf Dışı Çalışma Süresi (Out class working time)	1	30	30
Ödevler (Homework)	1	8	8
Sunum (Presentations)	0	0	0
Arasınavlar (Hazırlık Süresi Dahil) (Midterm Exams (Preparation included))	2	10	20
Proje (Projects)	0	0	0
Laboratuvar (Laboratory)	0	0	0
Toplam İş Yüğü (saat) (Total Work - Load (h))			125
Dersin AKTS Kredisi (Toplam İş Yüğü / 25) (ECTS Credits of the course (Total Work - Load / 25))			5

Revision Date (Revizyon Tarihi) 1.09.2019, 31.01.2026	Coordinator / Prepared by (Koordinatör / Hazırlayan) Prof. Dr. Yorgo Istefanopulos	Approved by (Onaylayan) Prof. Dr. Ahmet Aksen
--	--	---