

İTÜ
DERS KATALOG FORMU
(COURSE CATALOGUE FORM)

Dersin Adı				Course Name		
Sayısal Filtreler ve Sistemler				Digital Filters and Systems		
Kodu (Code)	Yarıyıl (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
EHB433 EHB 433E	8	3	5	3	0	0
Bölüm / Program (Department/Program)		Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü/Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Programı (Electronics&Communication Engineering Department/ Electronics&Communication Engineering Programme)				
Dersin Türü (Course Type)		Seçimli (Elective)		Dersin Dili (Course Language)		Türkçe/İngilizce Turkish/English
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)		EHB 252/252 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)		<p>Ayrık (hızlı) Fourier dönüşümü ile filtreleme. Sayısal filtrelerin tasarım ilkeleri ve gerçekleştirilebilirlik sorunu. Sonlu impuls yanıtı filtre tasarımı: i) lineer fazlı filtreler, ii) pencereleme, iii) frekans örnekleme, iv) optimal filtre tasarım yöntemleri. Sonsuz impuls yanıtı filtre tasarımı. i) nümerik entegrasyon yöntemleri, ii) impuls değişmezlik yöntemleri, iii) uyumlulaştırılmış Z-dönüşüm yöntemi. En küçük karelere dayalı filtre tasarımı: i) Pade yaklaşımı, ii) FIR Wiener filtresi. Sistem tanımlama, ters-filtre tasarımı, öngörüm. Yazılım gerçeklemeleri yolu ile işaret işlemeye uygulamaları. Ayrık-zamanlı sistemlerin durum gösterilimi. Gözlenebilir, yönetilebilir kanonik biçimler. Yönetilebilirlik, gözlenebilirlik, kararlılık. Kontrol sistem tasarım yöntemleri. Durum geribeslemesi ile sistem tasarımı (kutup yerleştirme). Durum kestirici tasarımı. Optimal kontrol sistem tasarımı.</p> <p>Filtering by discrete (fast) Fourier transformation. Design aspects of digital filters and realization problem finite impulse filter design methods. Finite impulse filter design, i) linear phase filters, ii) windowing, iii) frequency sampling, iv) optimal filter design methods. Infinite impulse response filter design: i) numerical integration methods, ii) impulse invariance methods, iii) bilateral Z-transformation method. Filter design based on least-squares method: i) Pade method, ii) FIR Wiener filter. System identification, inverse-filter design, prediction. Signal processing applications using software realization. State-space representation of discrete time systems. Observable, controllable canonical representation. Controllability, observability, stability. Methods to design control systems. System design by state feedback (pole implementation). State observer design. Design of optimal control systems.</p>				
Dersin Amacı (Course Objectives)		<ol style="list-style-type: none"> 1. İstenen bir filtre karakteristiğine ilişkin transfer fonksiyonunu bulabilmeyi öğretmek. 2. Sonsuz ve sonlu impuls yanıtı filtre tasarlayabilmeyi öğretmek 3. Sayısal filtreleri gerçekleştirme yöntemlerini öğretmek 4. Sürekli zamanlı bir sistemin ayrık hale getirilmesini öğretmek 5. Bir sistemi gözlenebilir ve yönetilebilir formda yazabilmeyi öğretmek 6. Ayrık zamanlı sistemlerde kararlılık kavramının öğretilmesi 7. Geribesleme kavramı ve kararlılık. 8. İzleyici ve kontrolör tasarımının öğretilmesi. <ol style="list-style-type: none"> 1. To teach how to find the transfer function of a given filter characteristic. 2. To teach how to design FIR and IIR filter. 3. To teach digital filter realization methods. 4. To teach discretization of continuous system. 5. To teach how to represent in observable and controllable form. 6. To teach the concept of stability of discrete systems. 7. To introduce the concept of feedback and its stability. 8. To teach how to design of observer and controller. 				
Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)		<ol style="list-style-type: none"> I. İstenen bir filtrenin transfer fonksiyonunu bulabilme. II. FIR ve IIR filtre tasarlayabilme. III. Donanım ve yazılım üzerinde filtre gerçekleyebilme. IV. Bir sistemi ayrıklaştırabilme ve gözlenebilir veya yönetilebilir formda ifade edebilme. V. Ayrık zamanlı bir sistemin kararlılığı veya kararsız olduğunu bulabilme. VI. İzleyici tasarlayabilme. VII. İstenen kutuplara ait kontrolör tasarlayabilme. <ol style="list-style-type: none"> I. Compute the transfer function of a given filter. II. Design of FIR and IIR filters . III. Realizaion of a digital filter on software and hardware. IV. Discretize a continuous systems and represent in observable and controllable form V. Evaluate stability of a system. VI. Design of observer. VII. Design of the controller for a given poles. 				

Ders Kitabı (Textbook)	Digital Signal Processing, A.V. Oppenheim and R.W. Schafer, Prentice-Hall, Inc. 2006		
Diğer Kaynaklar (Other References)	Digital Filters and Signal Processing, 2nd ed., Leland Jackson, Kluwer, 1988 Digital Filtering: An Introduction, Edward P. Cunningham, 1995 Digital signal processing with Field Programmable Gate Arrays, Uwe Meyer-Baese. 2004 Sayısal işaret işleme, Ahmet H. Kayran, İTÜ Matbaası,1990		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	<p>Dönem boyunca verilecek ödevlerde öğrencilerin donanım ve yazılım üzerinde farklı filtreleri gerçeklemeleri beklenmektedir. Bu filtre bilgisayarda tasarlanacak ve FPGA üzerinde gerçekleştirilecektir. Gerçeklenen filtre üzerinde ölçümler yapılarak sonuçlar raporlanacaktır.</p> <p>It is expected that the students will implement different filters using hardware and software tools in their homeworks which will be assigned during the term. These filters will be designed on computer and implemented on FPGA. Measurements will be made on these implemented filters and results will be reported.</p>		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	<p>FPGA üzerinde ayırık zamanlı bir sistem tasarlanıp gerçekleştirilecek ve ölçümleri yapılacaktır.</p> <p>A discrete-time system will be designed, implemented on FPGA and its tests will be made.</p>		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Use)	<p>Bilgisayar üzerinde MATLAB ve Verilog Donanım Betimleme Dili kullanılacaktır.</p> <p>MATLAB and Verilog Hardware Description Language will be used on computer.</p>		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)			
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	1	30
	Kısa Sınavlar (Quizzes)		
	Ödevler (Homework)	2	20
	Projeler (Projects)		
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)		
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)	1	10
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)		
	Final Sınavı (Final Exam)	1	40

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	Ön Bilgi, işaretlere ilişkin tanımlar, ayrık zamanlı sistemler, konvolüsyon, kararlılık, nedensellik, Z-dönüşümü, ters Z-dönüşümü, transfer fonksiyonu ve kararlılığı, transfer fonksiyonu tasarım metodları, ayrık Fourier dönüşümü, FFT.	I
2	Transfer fonksiyonu gerçekleştirme yöntemleri: direk I, II, evrik direk I ve II, seri ve paralel gerçeklemler. Gerçeklemlerin karşılaştırılması. İdeal filtre karakteristiği. Gerçeklenebilir filtre karakteristiği. Butterworth filtre, Chebyshev filtre. Frekans adaptasyonu.	I, II, III
3	Uygulama: Butterworth ve Chebyshev filtre gerçekleştirilmesine ilişkin uygulama; Elliptic ve Bessel tipi filtreler. MATLAB'de filtre gerçeklemleri.	I, II, III
4	Özyinelemeli (rekürsif) filtre tasarımı (IIR). Darbe-değişmezlik yöntemi. Türeve yaklaşıklıkla filtre tasarımı. Sarma etkisi ve ön sarma. Uygulama.	I, II, III
5	FIR filtreler ve frekans cevabı. Simetrik ve ters-simetrik FIR filtreler. Fourier serisi yardımıyla FIR filtre tasarımı. Uygulama: FIR filtre tasarımı. Gibbs etkisi, pencereleme. Frekans örnekleme yöntemiyle FIR filtre tasarımı. Optimal filtre tasarımı.	I, II, III
6	Sayı sistemleri, toplama ve çarpma devreleri, boruhattı (pipeline) yapıları ile tasarım yöntemleri.	III
7	Verilog ve MATLAB eğitimi. FPGA üzerinde örnek filtre gerçeklemleri ve testleri. Ödev dağıtımı.	II, III
8	Ayrık zamanlı sistemlerin durum denklemleri. Sürekli zaman sistemlerinin ayrıklaştırılması.	IV
9	Ayrık zaman durum denklemlerinin çözümü.	IV
10	Ayrık zaman sistemleri, tutucular, transfer fonksiyonunun durum denklemlerinden bulunması, durum denklemlerinin çözülmesi. Kontrol edilebilirlik, kararlılık.	IV, V
11	Yönetilebilir kanonik form. Gözlenebilirlik. Jordan kanonik yapısı. Durum vektörü değiştirme, yönetilebilir yapıya dönüştürme.	V, VII
12	Gözlenebilir yapıya dönüştürme. Ayrık zamanlı sistemlerde kararlılık. Durum geribesleme, izleyici tasarımı.	VI, VII
13	Uygulama: İzleyici ve kontrolör tasarımı. Ayırım prensibi.	IV, V, VI, VII
14	Durum izleyici ve kontrolör tasarımı ve gerçekleştirilmesi.	IV, V, VI, VII

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Introduction, general remark on signal and systems, discrete-time systems, convolution, stability, causality, Z-transform, inverse Z-transform, transfer function and its stability, the methods of transfer function methods, discrete Fourier transform, FFT.	I
2	Methods of transfer function realization: direct I, II, inverse direct I, II, serial and parallel implementations. Comparison of implementations. Ideal filter characteristics. Realizable filter characteristics. Butterworth filter, Chebyshev filter. Frequency adaptation.	I, II, III
3	Activity: Butterworth and Chebyshev filter realization. Elliptic and Bessel filters. Filter realization on MATLAB.	I, II, III
4	Recursive filter design. Impulse-invariant method. Numerical approximation to an integration. Frequency warping, pre-warp, examples.	I, II, III
5	FIR filters and frequency responses. Symmetrical and inverse-symmetrical FIR filters. Fourier series method. Activity: Example on FIR filter design. Gibbs Phenomenon, windowing. Design of FIR filter with frequency sampling. Optimum filter design.	I, II, III
6	Number systems, adder and multiplier blocks, design approaches with pipelining.	III
7	Verilog HDL and MATLAB tutorial. Example on filter implementation and testing using FPGA. Assigning homeworks.	II, III
8	State equation of discrete-time system. Sampled-data equivalent systems.	IV
9	Discretization of continuous system. System response by recursion	IV
10	Discrete-time state models for sampled-data systems. State models from difference equations. Controllability, stability.	IV, V
11	Controllable form, observability, Jordan canonical form, transformation to observable and form.	V, VII
12	Transformation to observable form. Stability of discrete time systems. State variable feedback, observer design.	VI, VII
13	Activity: Examples on observer and controller design. The separation principle.	IV, V, VI, VII
14	Observer and controller design and implementation.	IV, V, VI, VII

Dersin Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Programı Çıktılarına Katkısı

T: Tam, K: Kısmen, Y: Yok

	ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ PROGRAM ÇIKTILARI	Katkı Seviyesi		
		T	K	Y
1	Matematik, Temel Bilim ve Mühendislik bilgilerini Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği alanında uygulama becerisi	X		
2	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği alanında deney tasarlama, yürütme ve sonuçları yorumlama becerisi			X
3	Amaca yönelik sistem, sistem bileşenleri ve süreçlerini, ekonomik, çevresel, sosyal, politik, etik, sağlık, üretilebilirlik ve sürdürülebilirlik gibi gerçek kısıtlar altında tasarlayabilme becerisi	X		
4	Çok disiplinli konularda çalışma yetisi		X	
5	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği alanında problemleri tanımlama, modelleme ve çözme becerisi			X
6	Mesleki ve etik sorumlulukların doğru algılanması			X
7	Etkin iletişim kurma becerisi			X
8	Mühendislik uygulamalarının toplumsal, küresel, ekonomik ve çevresel düzeyde etkilerinin doğru algılanması			X
9	Yaşam boyu öğrenme ve alanındaki gelişmeleri izleyebilme becerisi		X	
10	Güncel sorunlar konusunda bilinç			X
11	Modern mühendislik araç, yöntem ve yetilerini mühendislik uygulamalarında kullanabilme becerisi	X		
12	Kalite bilinci			X
13	Bireysel ve takım içinde çalışma becerisi		X	

Contribution of the Course to Electronics&Communication Engineering Programme

C: Completely, P: Partially, N: None

	ELECTRONICS&COMMUNICATION ENGINEERING PROGRAM OUTCOMES	Level of Contribution		
		C	P	N
1	An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering to Electronics &Communication Engineering problems	X		
2	An ability to design and conduct experiments, and to analyze and interpret gathered data			X
3	an ability to design a 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 multi-disciplinary teams		X	
5	An ability to identify, formulate, and solve Electronics &Communication Engineering problems			X
6	An understanding of professional and ethical responsibility			X
7	An ability for effective communication			X
8	An ability to understand and correctly interpret the impact of engineering solutions in a social/global context			X
9	An ability to engage in life-long learning to follow developments in Electronics &Communication Engineering		X	
10	A knowledge and understanding of contemporary issues			X
11	An ability to skillfully use modern engineering tools and techniques necessary for engineering design, analysis and applications	X		
12	A recognition of the need for quality			X
13	An ability to function individually as well as part of a team		X	

<u>Düzenleyen (Prepared by)</u>	<u>Tarih (Date)</u> 12/4/2013	<u>İmza (Signature)</u>
---------------------------------	----------------------------------	-------------------------