İTÜ	DERS PROGRAMI FORMU COURSE SYLLABUS FORM	SenK: gg.aa.yyyy/no 19.04.2019 Rev 00

Dersin Adı: Sayısal Filtreler ve Sistemler	**Course Name:** Digital Filters and 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)
EHB 433	8	3	6	3	-	-

Bölüm / Program (Department/Program)	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği (Electronics and Communication Engineering)		
Dersin Türü (Course Type)	Secimli (Elective)	**Dersin Dili (Course Language)**	Türkçe (Turkish)
Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)	TEL 252 MIN DD veya(or) TEL 252E MIN DD veya(or) EHB 252 MIN DD veya(or) EHB 252E MIN DD veya (or) ELK 242E 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/Architecture Design)	Genel Eğitim (General Education)
	-	-	100	-

Dersin Tanımı (Course Description)

İşaretlere ve sistemlere ilişkin genel tanımlar ve kavramlar. Transfer fonksiyonu gerçekleme yöntemleri. İdeal filtre karakteristiği. Gerçeklenebilir filtre karakteristiği. Butterworth filtre, Chebyshev filtre. Frekans adaptasyonu. Özyinelemeli (rekürsif) filtre tasarımı (IIR). Sarma etkisi ve ön sarma. FIR filtreler. Simetrik ve ters-simetrik FIR filtreler. Fourier serisi yardımıyla FIR filtre tasarımı. Gibbs etkisi, pencereleme fonksiyonları. Ayrık zamanlı sistemlerin durum denklemleri. Sürekli zaman sistemlerinin ayrıklaştırılması. Ayrık zaman durum denklemlerinin çözümü. Ayrık zaman sistemleri, tutucular, transfer fonksiyonunun durum denklemlerinden bulunması. Kontrol edilebilirlik, kararlılık. Yönetilebilir kanonik form. Gözlenebilirlik. Durum vektörü değiştirme, yönetilebilir ve gözlenebilir yapıya dönüştürme. Durum geribesleme, kontrolör ve izleyici tasarımı. Ayırım prensibi.

General remark on signal and systems. Methods of transfer function realization. Ideal filter characteristics. Realizable filter characteristics. Butterworth filter, Chebyschev filter. Frequency adaptation. Recursive filter design. Frequency warping, pre-warp. FIR filters. Symmetrical and inverse-symmetrical FIR filters. Fourier series method. Gibbs Phenomenon, windowing. Design of FIR. State equation of discrete-time system. Sampled-data equivalent systems. Discretization of continuous system. Discrete-time state models for sampled-data systems. State models from difference equations. Controllability, stability. Controllable form, observability, transformation to observable and form. State variable feedback, controller and observer design. The separation principle.

Dersin Amacı (Course Objectives)

1. İstenen bir filtre karakteristiğine ilişkin transfer fonksiyonunu bulabilmeyi öğretmek.
2. Sonsuz ve sonlu impuls yanıtlı filtre tasarlayabilmeyi öğretmek
3. Sayısal filtreleri gerçekleme yöntemlerini öğretmek
4. Sürekli zamanlı bir sistemin ayrık hale getirilmesini öğretmek
5. Bir sistemi gözlenebilir ve yönetilebilir formada yazabilmeyi öğretmek
6. Ayrık zamanlı sistemlerde kararlılık kavramının öğretilmesi
7. İzleyici ve kontrolör tasarımının öğretilmesi.

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 continues system.
5. To teach how to represent in observable and controllable form.
6. To teach the concept of stability of discrete systems.
7. To teach how to design of observer and controller.

Dersin Öğrenme Çıktıları **(Course Learning Outcomes)**	1. İstenen bir filtrenin transfer fonksiyonunu bulabilme. 2. FIR ve IIR filtre tasarlayabilme. 3. Donanım ve yazılım üzerinde filtre gerçekleyebilme. 4. Bir sistemi ayrıklaştırabilme ve gözlenebilir veya yönetilebilir formda ifade edebilme. 5. Ayrık zamanlı bir sistemin kararlılığı veya kararsız olduğunu bulabilme. 6. İzleyici tasarlayabilme. 7. İstenen kutuplara ait kontrolör tasarlayabilme.
	1. Compute the transfer function of a given filter. 2. Design of FIR and IIR filters. 3. Realization of a digital filter on software and hardware. 4. Discretize a continuous system and represent in observable and controllable form 5. Evaluate stability of a system. 6. Design of observer. 7. Design of the controller for a given poles.

DERS PLANI

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

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Learning 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.	1
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 characterictics. Butterworth filter, Chebyschev filter. Frequency adaptation.	1,2,3
3	Activity: Butterworth and Chebyshev filter realization. Elliptic and Bessel filters. Filter realization on MATLAB.	1,2,3
4	Recursive filter design. Impulse-invariant method. Numerical approximation to an integration. Frequency warping, pre-warp, examples.	1,2,3
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.	1,2,3
6	Number systems, adder and multiplier blocks, design approaches with pipelining.	3
7	Verilog HDL and MATLAB tutorial. Example on filter implementation and testing using FPGA. Assigning homeworks.	2,3
8	State equation of discrete-time system. Sampled-data equivalent systems. Discretization of continuous system. System response by recursion	4
9	General repetition.	1,2,3,4
10	Discrete-time state models for sampled-data systems. State models from difference equations. Controllability, stability.	4,5
11	Controllable form, observability, Jordan canonical form, transformation to observable and form.	5,7
12	Transformation to observable form. Stability of discrete time systems. State variable feedback, observer design.	6,7
13	Activity: Examples on observer and controller design. The separation principle.	4,5,6,7
14	Observer and controller design and implementation.	4,5,6,7

Dersin Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracağı 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.		X	
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.		X	
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.			X
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 Electronics and Communication 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.		X	
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.		X	
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.			X
7	An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.		X	

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

Tarih (Date)	***Bölüm onayı (Departmental approval)***