

**İTÜ**  
**LİSANSÜSTÜ DERS KATALOG FORMU**  
**(GRADUATE COURSE CATALOGUE FORM)**

Dersin Adı			Course Name	
Telsiz Haberleşme için İleri İşaret İşleme Teknikleri – 1			Signal Processing Methods in Wireless Communications - 1	
Kodu (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredisi (Local Credits)	AKTS Kredisi (ECTS Credits)	Ders Seviyesi (Course Level)
BLU 611/ BLU 611E	Güz/Bahar (Fall/Spring)	3	7,5	Doktora (PhD)
Lisansüstü Program (Graduate Program)	Bilişim Uygulamaları (Applied Informatics)			
Dersin Türü (Course Type)	Seçmeli (Elective)	Dersin Dili (Course Language)	İngilizce/Türkçe (English/Turkish)	
Dersin İçeriği  (Course Description)	<p>İşaret işlemeye giriş ve haberleşmede kullanım örnekleri. Ayrık zamanlı işaretler. Fourier analizine giriş. Fourier serileri, ayrık-zamanlı Fourier dönüşümü (DTFT), ayrık Fourier dönüşümü (DFT). Hızlı Fourier dönüşümü. Ayrık zamanlı sistemler (LTI filtreler, konvolüsyon ve modülasyon, fark denklemleri, FIR ve IIR filtreler, kararlılık analizleri). Aradeğerleme ve örnekleme. Örnekleme teoremi. Örtüşme. Kuantalama. A/D ve D/A çeviriciler. Z-Dönüşümü. FIR ve IIR tasarım yöntemleri. Filtre yapıları. Stokastik işaret işleme. Rastgele süreçler. İzgesel gösterimler. Çoklu çözünürlüklü işaret işleme. Üst ve alt örnekleme. Aşırı örnekleme. Sayısal haberleşme sistem tasarımı. Kanal kestirimi ve kanal dengelemeye giriş. Yüksek dereceli istatistikler kullanarak kanal kestirimi ve kanal dengelemesi. Körlemesine kanal kestirimi için başarımlar sınırları. Körlemesine tanıma ve dekonvolüsyon için altuzay yöntemi.</p> <p>Introduction to signal processing and its application in communications. Discrete-time signals. Introduction to Fourier analysis. Fourier series, discrete-time Fourier transform (DTFT), discrete Fourier transform (DFT). Fast Fourier transform (FFT). Discrete-Time Systems (LTI filters. Convolution and modulation. Difference equations. FIR vs IIR, stability issues.) Interpolation and Sampling. Sampling theorem. Aliasing. Quantization. A/D and D/A converters. Z-transform. FIR design methods. IIR design methods. Filter structures. Stochastic Signal Processing. Random processes. Spectral representation. Multi-rate signal processing. Upsampling and downsampling. Oversampling. Digital communication system design. Introduction to channel estimation and equalization. Channel estimation and equalization using higher order statistics. Performance bounds for blind channel estimation. Subspace method for blind identification and deconvolution.</p>			
Dersin Amacı  (Course Objectives)	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Öğrencilerin telsiz haberleşme alanında doktora çalışmalarına temel teşkil edecek matematiksel yöntemlerin kavratılması.</li><li>2) Sayısal işaret işleme ve telsiz haberleşmenin temel öğelerinden olan kanal kestirimi ve kanal dengelemenin teorik altyapısına dair bir bilgi birikimi oluşturulması.</li><li>3) Güncel yaklaşımlara yer verilerek yeni nesil haberleşme sistem tasarımları konusunda altyapı oluşturulması.</li></ol> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Teaching mathematical methods that shall be a basis for their PhD studies on wireless communications area.</li><li>2) Developing background knowledge on signal processing and channel estimation and channel equalization, which are the key elements of wireless communications.</li><li>3) Formation of a basis on communication system design by providing the current state-of-art on channel equalization and estimation.</li></ol>			
Dersin Öğrenme Çıktıları  (Course Learning Outcomes)	<p>Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler;</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Haberleşme için işaret işlemenin temelleri ve yöntemleri,</li><li>2) Kanal kestirimi ve kanal dengelemesi konularında gerekli ileri matematiksel yöntemler,</li><li>3) Yöntemlere ilişkin algoritmaların geliştirilmesi,</li><li>4) Sayısal haberleşme sistem tasarımı hakkında bilgi sahibi olacaklardır.</li></ol> <p>Students who pass the course will have knowledge on:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Basics and methods of signal processing for communications,</li><li>2) Advanced mathematical methods for channel estimation and equalization,</li><li>3) Algorithm development skills for the methods,</li><li>4) Digital communication system design.</li></ol>			

<b>Kaynaklar</b> (References)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) S. K. Mitra, <i>Digital signal processing, A Computer-Based Approach</i>, McGraw Hill, 4th Ed., 2010.</li> <li>2) G. B. Giannakis, Y. Hua, P. Stoica, L. Tong, <i>Signal Processing Advances in Wireless and Mobile Communicaitons, Vol. 1.</i>, Prentice Hall, 2001.</li> <li>3) Jia-Chin Lin (2010). <i>Channel Estimation for Wireless OFDM Communications, Communications and Networking</i>, Jun Peng (Ed.), ISBN: 978-953-307-114-5, InTech, 2012, DOI: 10.5772/10156.</li> <li>4) Gregory E. Bottomley, <i>Channel Equalization for Wireless Communications: From Concepts to Detailed Mathematics</i>, Wiley, ISBN-13: 978-0470874271, 2011.</li> <li>5) Erik Dahlman and Stefan Parkvall, <i>4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband</i>, Second Edition, Academic Press, Dec 20, 2013.</li> <li>6) Andrea Goldsmith, <i>Wireless Communications</i>, Cambridge University Press, ISBN-13: 978-0521837163, 2005.</li> </ol>		
<b>Ödevler ve Projeler</b> (Homework & Projects)	1 Dönem Ödevi		
	1 Homework		
<b>Laboratuvar Uygulamaları</b> (Laboratory Work)	--		
	--		
<b>Bilgisayar Kullanımı</b> (Computer Use)	--		
	--		
<b>Diğer Uygulamalar</b> (Other Activities)	--		
	--		
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi</b> (Assessment Criteria)	<b>Faaliyetler (Activities)</b>	<b>Adedi* (Quantity)</b>	<b>Değerlendirmedeki Katkısı, % (Effects on Grading, %)</b>
	<b>Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)</b>	1	30
	<b>Kısa Sınavlar (Quizzes)</b>	-	-
	<b>Ödevler (Homework)</b>	-	-
	<b>Projeler (Projects)</b>	-	-
	<b>Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)</b>	4	30
	<b>Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)</b>	-	-
	<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>	-	-
	<b>Final Sınavı (Final Exam)</b>	1	40

## DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Çıktıları
1	İşaret işleminin haberleşmede kullanım örnekleri.	1
2	Ayrık zamanlı işaretler. Fourier analizi.	1
3	Fourier serileri, ayrık-zamanlı Fourier dönüşümü (DTFT), ayrık Fourier dönüşümü (DFT). Hızlı Fourier dönüşümü.	1, 3
4	Ayrık zamanlı sistemler (LTI filtreler, konvolüsyon ve modülasyon)	1, 3
5	Ayrık zamanlı sistemler (fark denklemleri, FIR ve IIR filtreler, kararlılık analizleri)	1, 3
6	Aradeğerleme ve örnekleme. Örnekleme teoremi. Örtüşme.	1, 3
7	Kuantalama. A/D ve D/A çeviriciler.	1, 3
8	Z-Dönüşümü. FIR ve IIR tasarım yöntemleri.	1, 3
9	Stokastik işaret işleme. Rastgele süreçler. İzgesel gösterimler.	1, 3
10	Çoklu çözünürlüklü işaret işleme. Üst ve alt örnekleme. Aşırı örnekleme.	1, 3
11	Sayısal haberleşme sistem tasarımı.	4
12	Kanal kestirimi ve kanal dengeleme konularındaki yeni yaklaşımlara giriş.	2, 3, 4
13	Yüksek dereceli istatistikler kullanarak kanal kestirimi ve kanal dengelemesi.	2, 3, 4
14	Körlemesine kanal kestirimi ve Cramer-Rao sınırları. Körlemesine tanıma ve dekonvolüsyon için altuzay yöntemi.	2, 3, 4

## COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Outcomes
1	Signal processing applications in communications.	1
2	Discrete-time signals. Introduction to Fourier analysis.	1
3	Fourier series, discrete-time Fourier transform (DTFT), discrete Fourier transform (DFT). Fast Fourier transform (FFT).	1, 3
4	Discrete-Time Systems (LTI filters. Convolution and modulation.)	1, 3
5	Discrete-Time Systems (Difference equations. FIR vs IIR, stability issues.)	1, 3
6	Interpolation and Sampling. Sampling theorem. Aliasing.	1, 3
7	Quantization. A/D and D/A converters.	1, 3
8	Z-transform. FIR design methods. IIR design methods.	1, 3
9	Stochastic Signal Processing. Random processes. Spectral representation.	1, 3
10	Multi-rate signal processing. Upsampling and downsampling. Oversampling.	1, 3
11	Digital communication system design.	4
12	Introduction to trends in channel estimation and equalization.	2, 3, 4
13	Channel estimation and equalization using higher order statistics.	2, 3, 4
14	Performance analysis and Cramer-Rao bounds for blind channel estimation. Subspace method for blind identification and deconvolution.	2, 3, 4

## Dersin Bilişim Uygulamaları Yüksek Lisans Programıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı bilgi, beceri ve yetkinlikler (programa ait çıktılar)	Katkı Seviyesi		
		1	2	3
i.	Lisans düzeyi yeterliliklerine dayalı olarak, Bilişim Uygulamaları alanında bilgilerini uzmanlık düzeyinde geliştirebilme ve derinleştirebilme (yeterli bilgi birikimi) (bilgi).			X
ii.	Bilişim Uygulamaları alanının ilişkili olduğu disiplinler arası etkileşimi kavrayabilme (bilgi).		X	
iii.	Bilişim Uygulamaları alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kullanabilme (beceri).		X	
iv.	Bilişim Uygulamaları alanında edindiği bilgileri farklı disiplin alanlarından gelen bilgilerle bütünleştirerek yorumlayabilme ve yeni bilgiler oluşturabilme (beceri).			
v.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili karşılaşılan sorunları araştırma yöntemlerini kullanarak çözümleyebilme (beceri).			
vi.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili uzmanlık gerektiren bir çalışmayı bağımsız olarak yürütebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
vii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili uygulamalarda karşılaşılan ve öngörülemeyen karmaşık sorunların çözümü için yeni stratejik yaklaşımlar geliştirebilme ve sorumluluk alarak çözüm üretebilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
viii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili sorunların çözümlenmesini gerektiren ortamlarda liderlik yapabilme (Bağımsız Çalışabilme ve Sorumluluk Alabilme Yetkinliği).			
ix.	Bilişim Uygulamaları alanında edindiği uzmanlık düzeyindeki bilgi ve becerileri eleştirel bir yaklaşımla değerlendirebilme ve öğrenmesini yönlendirebilme (Öğrenme Yetkinliği).			X
x.	Bilişim Uygulamaları alanındaki güncel gelişmeleri ve kendi çalışmalarını, nicel ve nitel veriler ile destekleyerek, alanındaki ve alan dışındaki gruplara, yazılı, sözlü ve görsel olarak sistemli biçimde Türkçe ve/veya İngilizce olarak aktarabilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).			
xi.	Sosyal ilişkileri ve bu ilişkileri yönlendiren normları eleştirel bir bakış açısı ile inceleyebilme, geliştirebilme ve gerektiğinde değiştirmek üzere harekete geçebilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).			
xii.	Bilişim Uygulamaları alanının gerektirdiği düzeyde bilgisayar yazılımı ile birlikte bilişim ve iletişim teknolojilerini ileri düzeyde kullanabilme (İletişim ve Sosyal Yetkinlik).			
xiii.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili verilerin toplanması, yorumlanması, uygulanması ve duyurulması aşamalarında toplumsal, bilimsel, kültürel ve etik değerleri gözeterek denetleyebilme ve bu değerleri öğretebilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xiv.	Bilişim Uygulamaları alanı ile ilgili konularda strateji, politika ve uygulama planları geliştirebilme ve elde edilen sonuçları, kalite süreçleri çerçevesinde değerlendirebilme (Alana Özgü Yetkinlik).			
xv.	Bilişim Uygulamaları alanında özümstedikleri bilgiyi, problem çözme ve/veya uygulama becerilerini, disiplinler arası çalışmalarda kullanabilme (Alana Özgü Yetkinlik).	X		
xvi.	Kendi çalışmalarını, Bilişim Uygulamaları alanındaki uluslararası platformlarda, yazılı, sözlü ve/veya görsel olarak aktarabilme (Alana özgü yetkinlik).			X

1: Az, 2. Kısmi, 3. Tam

## Relationship between the Course and Applied Informatics Graduate (MS) Curriculum

	Program Outcomes	Level of Contribution		
		1	2	3
i.	Developing and intensifying knowledge in Applied Informatics area, based upon the competency in the undergraduate level (sufficient knowledge) (knowledge).			X
ii.	Grasping the inter-disciplinary interaction related to Applied Informatics area (knowledge).		X	
iii.	The ability to use the expert-level theoretical and practical knowledge acquired in Applied Informatics area (skill).		X	
iv.	Interpreting and forming new types of knowledge by combining the knowledge from Applied Informatics area and the knowledge from various other disciplines (skill).			
v.	Solving the problems faced in Applied Informatics area by making use of the research methods (skill).			
vi.	The ability to carry out a specialist study related to Applied Informatics area independently (Competence to work independently and take responsibility).			
vii.	Developing new strategic approaches to solve the unforeseen and complex problems arising in the practical processes of Applied Informatics area and coming up with solutions while taking responsibility (Competence to work independently and take responsibility).			
viii.	Fulfilling the leader role in the environments where solutions are sought for the problems related to Applied Informatics area (Competence to work independently and take responsibility)			
ix.	Assessing the specialist knowledge and skill gained through the study with a critical view and directing one's own learning process (Learning Competence).			X
x.	Systematically transferring the current developments in Applied Informatics area and one's own work to other groups in and out of Applied Informatics area; in written, oral and visual forms in Turkish and/or English (Communication and Social Competency).			
xi.	Ability to see and develop social relationships and the norms directing these relationships with a critical look and the ability to take action to change these when necessary. (Communication and Social Competency).			
xii.	Using the computer software together with the information and communication technologies efficiently and according to the needs of Applied Informatics area (Communication and Social Competency).			
xiii.	Paying regard to social, scientific, cultural and ethical values while collecting, interpreting, practicing and announcing processes of Applied Informatics area related data and the ability to teach these values to others (Area Specific Competency).			
xiv.	Developing strategy, policy and application plans concerning the subjects related to Applied Informatics area and the ability to evaluate the end results of these plans within the frame of quality processes (Area Specific Competency).			
xv.	Using the knowledge and the skills for problem solving and/or application (which are processed within the area) in inter-disciplinary studies (Area Specific Competency).	X		
xvi.	The ability to present one's own work within the international Applied Informatics environments orally, visually and in written forms (Area Specific Competency).			X

**1: Little, 2. Partial, 3. Full**

<u><i>Düzenleyen (Prepared by)</i></u>	<u><i>Tarih (Date)</i></u> 29.04.2016	<u><i>İmza (Signature)</i></u>
--	--	--------------------------------