

Dersin Adı: Otonom Platformlar için Gömülü Sistem Uygulamaları

Course Name: Embedded System Applications for Autonomous Platforms

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)
SAV 305 (SAV 305E)	Güz (Fall)	3	5	3	0	0

Bölüm / Program (Department/Program) Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi & Havacılık Enstitüsü / Savunma Teknolojileri Yandal Programı (Faculty of Aeronautics and Astronautics & Institute of Aviation / Defense Tech. Minor Program)

Dersin Türü (Course Type) Zorunlu (Compulsory)

Dersin Dili (Course Language) Türkçe (Turkish)
İngilizce (English)

Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)

-

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)
	-	20	80	-

Dersin Tanımı
(Course Description)

Bu ders, otonom sistemler için gömülü yazılım geliştirme süreçlerini gerçek zamanlı uygulamalarla öğretmeyi amaçlar. C/C++ dili kullanılarak mikrodenetleyici programlamaya giriş yapılır ve FreeRTOS benzeri bir RTOS ortamında görev yönetimi, senkronizasyon ve zamanlama konuları işlenir. Sensör ve aktüatör arabirimleriyle sistem kontrol döngüleri oluşturulur. Dersin sonunda öğrenciler, Hardware-in-the-Loop (HIL) altyapısı kullanarak otonom sistem bileşenlerinin yazılım tabanlı kontrolünü gerçekleştirdikleri bir mini proje geliştirirler.

This course introduces the development of embedded software for autonomous systems through real-time applications. Students will learn C/C++ programming for microcontrollers and explore task management, synchronization, and scheduling in a real-time operating system (RTOS) environment such as FreeRTOS. Sensor and actuator interfaces will be used to implement control loops within embedded systems. By the end of the course, students will develop a mini project using a Hardware-in-the-Loop (HIL) setup to implement software-based control of autonomous system components.

Dersin Amacı
(Course Objectives)

- Öğrencilere, otonom sistemlerde kullanılan gömülü sistemlerin temel donanım ve yazılım yapı taşlarını öğretmek.
- Gerçek zamanlı işletim sistemleri (RTOS) kullanarak görev yönetimi, sensör/eyleyici arayüzleme ve kontrol döngüsü tasarımı becerilerini kazandırmak.
- Hardware-in-the-Loop (HIL) altyapısı kullanarak mikrodenetleyici tabanlı sistemlerin tasarımı ve testini gerçekleştirme yetkinliği kazandırmak.

- To teach students the fundamental hardware and software components of embedded systems used in autonomous platforms.
- To develop skills in task management, sensor/actuator interfacing, and control loop design using real-time operating systems (RTOS).
- To enable students to design and test microcontroller-based systems using a Hardware-in-the-Loop (HIL) framework.

Dersin Öğrenme Çıktıları
(Course Learning Outcomes)

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler:

1. Otonom sistemlerde kullanılan gömülü donanım bileşenlerini ve yazılım yapılarını tanımlar.
2. Gerçek zamanlı işletim sistemleri ile görev yönetimi, zamanlama ve senkronizasyon işlemlerini uygular.
3. Hardware-in-the-Loop (HIL) altyapısıyla sensör-aktüatör döngüleri içeren gömülü sistem uygulamaları geliştirir ve test eder.

Upon successful completion of this course, students will be able to:

1. Identify embedded hardware components and software architectures used in autonomous systems.
2. Implement task management, scheduling, and synchronization using real-time operating systems (RTOS).
3. Develop and test embedded system applications involving sensor-actuator loops using a Hardware-in-the-Loop (HIL) framework.

DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Öğrenme Çıktıları
1	Gömülü Sistemlere Giriş ve Otonom Sistem Mimarileri	1
2	Mikrodenetleyici Temelleri ve Geliştirme Ortamları	1
3	C/C++ ile Gömülü Programlama Temelleri	1, 2
4	Gerçek Zamanlı Sistemlere ve RTOS'a Giriş	2
5	RTOS ile Görev Yapısı: Process'ler, Thread'ler ve Scheduler	2
6	Görev Senkronizasyonu ve Veri Paylaşımı	2
7	Sensör Arayüzleri ve Simülasyon Modeliyle Entegrasyon	1, 2, 3
8	Aktüatör Sürme ve Simülasyon Modeline Çıkış Yazma	1, 2, 3
9	Hardware-in-the-Loop (HIL) Temelleri ve Altyapı Kurulumu	3
10	HIL Uygulaması I: Basit sistem modeliyle döngü kurma	3
11	HIL Uygulaması II: Uçuş benzetimi senaryosu ve kontrolör testleri	2, 3
12	RTOS Performans İzleme, Debugging ve Zamanlama Analizi	2, 3
13	Mini Proje Geliştirme: Öğrenci tarafından seçilen görev bazlı HIL sistemi	1, 2, 3
14	Proje Sunumları ve HIL Gösterimi	2, 3

COURSE PLAN

Weeks	Topics	Course Learning Outcomes
1	Introduction to Embedded Systems and Architectures of Autonomous Platforms	1
2	Microcontroller Fundamentals and Development Environments	1
3	Basics of Embedded Programming with C/C++	1, 2
4	Introduction to Real-Time Systems and RTOS Concepts	2
5	Task Structure in RTOS: Processes, Threads, and Scheduling	2
6	Task Synchronization and Data Sharing Mechanisms	2
7	Sensor Interfaces and Integration with Simulation Models	1, 2, 3
8	Actuator Control and Signal Output to Simulation Models	1, 2, 3
9	Hardware-in-the-Loop (HIL): Fundamentals and System Setup	3
10	HIL Application I: Closed-Loop Implementation with a Basic System Model	3
11	HIL Application II: Flight Simulation Scenario and Controller Testing	2, 3
12	RTOS Performance Monitoring, Debugging, and Timing Analysis	2, 3
13	Mini Project Development: Task-Oriented HIL Implementation	1, 2, 3
14	Project Presentations and HIL Demonstrations	2, 3

Dersin Savunma Teknolojileri Yandal Programı Öğrenci Çıktılarıyla İlişkisi

	Programın mezuna kazandıracığı 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.			
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.			
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 Defense Technologies Minor Program 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.			
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.			
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

<u>Tarih (Date)</u> 01.08.2025	<u>Bölüm onayı (Departmental approval)</u>
--	---

Ders kaynakları ve Başarı değerlendirme sistemi (Course materials and Assessment criteria)

Ders Kitabı (Textbook)	Valvano, J. W. (2017). Embedded Systems: Real-Time Operating Systems for ARM Cortex-M Microcontrollers (Volume 3, 4th Edition).		
Diğer Kaynaklar (Other References)	1) Barry, R. (2017). Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel (v10.x Edition). 2) Peckol, J. K. (2019). Embedded Systems: A Contemporary Design Tool (2nd Edition).		
Ödevler ve Projeler (Homework & Projects)	Ödevler ve proje çalışması yapılır.		
	Assignments and project work will be carried out.		
Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)	Yapılacaktır.		
	To be conducted.		
Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)	Simülasyon araçları tanıtılacak ve kullanılacaktır.		
	Simulation tools will be introduced and utilized		
Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-		
	-		
Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)	Faaliyetler (Activities)	Adedi (Quantity)	Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)
	Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)	-	-
	Kısa Sınavlar (Quizzes)	1	15
	Ödevler (Homework)	1	15
	Projeler (Projects)	1	15
	Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)	1	40
	Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)	1	15
	Diğer Uygulamalar (Other Activities)	-	-
	Final Sınavı (Final Exam)	-	-