

<b>Dersin Adı:</b> Sonlu Elemanlar Yöntemi			<b>Course Name:</b> Finite Element Methods			
Kod (Code)	Yarıyılı (Semester)	Kredi (Local Credits)	AKTS Kredi (ECTS Credits)	Ders Uygulaması, Saat/Hafta (Course Implementation, Hours/Week)		
				Ders (Theoretical)	Uygulama (Tutorial)	Laboratuvar (Laboratory)
INS 425E	7	2,5	4	2	1	-
<b>Bölüm/Program (Department/Program)</b>	İnşaat Mühendisliği (Civil Engineering)					
<b>Dersin Türü (Course Type)</b>	Seçmeli (Elective)		<b>Dersin Dili (Course Language)</b>	İngilizce (English)		
<b>Dersin Önkoşulları (Course Prerequisites)</b>	Yok/None					
<b>Dersin Mesleki Bileşene Katkısı, % (Course Category by Content, %)</b>	<b>Temel Bilim ve Matematik (Basic Sciences and Math)</b>		<b>Temel Mühendislik (Engineering Science)</b>	<b>Mühendislik/Mimarlık Tasarım (Engineering/Architecture Design)</b>		<b>Genel Eğitim (General Education)</b>
	-		50	50		-
<b>Dersin Tanımı (Course Description)</b>	Giriş, Genel kavramlar, Çözüm yönteminin basit bir örnekle özetlenmesi, Kafes kiriş çözümlenmesi, Değişim ve ağırlıklı kalanlar yöntemleri, Yapı mühendisliği problemlerinin çözümünde genel yaklaşım, Toplam potansiyel enerjinin minimumu ilkesi ve virtüel yerdeğiştirmeler yöntemi, Şekil fonksiyonları, Yakınsaklık kriterleri, C0 anlamında sürekli şekil fonksiyonları, Bir, iki ve üç boyutlu sonlu elemanlar, Gerilme analizi, Düzlem gerilme ve düzlem şekildeğiştirme, Kiriş sonlu eleman, Eleman rijitlik matrisi ile yük vektörünün elde edilmesi, üç boyutlu gerilme analizi, C0 anlamında sürekli yüksek mertebeden şekil fonksiyonları, C1 anlamında sürekli şekil fonksiyonları, isoparametrik elemanlar ve sayısal integrasyon.					
	Introduction. General concepts. Summary of analysis procedure by a simple example. Truss analysis. Variational and weighted residual methods. General approach to structural analysis. Principal of minimum potential energy and virtual displacement methods. The shape functions. Parameter functions. Convergence requirements. C0 continuous shape functions. One, two and three dimensional elements. Stress analysis. Plane stress and plain strain. Beam and frame elements. Substructuring element rigidity and load matrices. 3D stress analysis. C0 continuous higher order shape functions. C1 continuous shape functions. Isoparametric elements and numerical integration.					
<b>Dersin Amacı (Course Objectives)</b>	Bir, iki ve üç boyutlu yapı elemanlarında dış etkiler nedeniyle oluşacak iç kuvvetler ile yer değiştirmeleri belirlemek ve bu etkilere göre yapı sistemlerinin mühendislik tasarımını gerçekleştirmek amacıyla güçlü bir yöntem olan Sonlu Elemanlar Yöntemini tanıtmak.					
	To introduce a powerfull and general numerical method in determining displacements and internal forces of one, two and three-dimensional structures due to the time independent external loads and perform engineering design of structures according to this loads.					
<b>Dersin Öğrenme Çıktıları (Course Learning Outcomes)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bir, iki ve üç boyutlu yapı sistemlerinin modellenmesi</li> <li>2. Süreklilik koşulları ve bu süreklilik koşullarını sağlayan interpolasyon fonksiyonlarının belirlenmesi</li> <li>3. Sonlu eleman rijitlik matrisleri ile yük vektörlerinin belirlenmesi</li> <li>4. Eleman rijitlik matrisleri ve yük vektörleri birleştirilerek sistem rijitlik matrisi ile sistem yük vektörünün belirlenmesi</li> <li>5. Elde edilen yapı sistem modellerinin bilgisayar ortamına aktarılması ve çözüm elde</li> </ol>					

	edilmesi
	6. Giriş seviyede doğrusal Elastisite teorisi bilgisi edinmek
	1. Modelling of one, two and three dimensional structural systems
	2. Continuity conditions and choosing interpolation functions satisfy those continuity conditions
	3. Determination of finite element stiffness matrix and load vectors
	4. Assembly of element stiffness matrices and load vectors to obtain corresponding system matrix and load vector
	5. Implementation of custom computer code to solve the derived system models.
	6. 6. Basic introduction to linear elasticity theory

### DERS PLANI

Hafta	Konular	Dersin Öğrenme Çıktıları
1	Giriş, Genel kavramlar.	-
2	Seri bağlı yay sistemleri ve normal kuvvet çubuğunun rijitlik matrislerinin eldesi ve örnek sistem çözümlenmesi.	1-3-4
3	Normal kuvvet çubuğunun 2D kafes çubuğuna dönüştürülmesi için transformasyon matrislerinin elde edilmesi.	1-3-4
4	2D Kafes sistem yazılımı geliştirilmesi ve yapılan çözümlerin ticari sonlu-eleman yazılımları ile doğrulanması.	3-4-5
5	Değişim ve ağırlıklı kalanlar/artıklar yöntemleri.	3
6	Şekil fonksiyonlarına genel bakış, süreklilik tipleri ve yakınsaklık kriterleri	2
7	Yapı mühendisliği problemlerinin çözümünde genel yaklaşım.	1-3
8	Toplam potansiyel enerjinin minimumu ilkesi ve virtüel yerdeğiştirmeler yöntemi.	2
9	2D Kiriş sonlu eleman, Eleman rijitlik matrisi ile yük vektörünün elde edilmesi.	1-3-4
10	3D kiriş transformasyon matrisleri ve 3D kesit duruşlarının tayini. Elde edilen sonuçların yazılıma eklenerek örnekler çözülmesi.	1-3-4-5
11	Sonsuz küçük şekil değiştirme tansörü tansörü.	6
12	Gerilme tansörü ve bünye bağıntıları.	6
13	3D elastisite eleman formülasyonu hakkında genel bilgi, isoparametrik elemanlar ve sayısal integrasyon teknikleri.	3-4-6
14	2D Düzlem gerilme ve düzlem şekil değiştirme elemanları formülasyonu ve programlanması.	1-3-4-5

## COURSE PLAN

Week	Topics	Course Learning Outcomes
1	Introduction, General concepts	-
2	Analysis of springs in serial connection and axial bar systems. Summary of the FE analysis procedure by simple examples.	1-3-4
3	Turning the axial bar problem into 2D truss bar solution through proper coordinate transformations.	1-3-4
4	Computer implementation of the 2D Truss system and comparisons/verifications of the analysis results with well-known commercial FE software.	3-4-5
5	Variational and weighted residual methods.	3
6	The shape functions, continuity types and convergence requirements	2
7	General approach to structural analysis	1-3
8	Principal of minimum potential energy and virtual displacement methods	2
9	2D Beam and frame elements, derivations of stiffness and load matrices	1-3-4
10	3D Frame transformation matrices and implementation of the custom cross-section angle.	1-3-4-5
11	Small strain tensor	6
12	Stress tensor and the constitutive equations of linear elasticity	6
13	An introduction to 3D solid element formulation, isoparametric elements and numerical integration.	3-4-6
14	2D plane stress/strain elements and their computer implementations.	1-3-4-5

### Dersin İnşaat Mühendisliği 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.	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 Civil 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

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

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

<b>Ders Kitabı (Textbook)</b>	<p>1. Singuresu S. Rao; The Finite Element Method In Engineering, Elsevier Science, 2010.</p> <p>2. M. Asghar Bhatti, Fundamental Finite Element Analysis and Applications: with Mathematica and Matlab Computations 1st Edition 2005.</p>		
<b>Diğer Kaynaklar (Other References)</b>	<p>1. Klaus Jurgen Bathe; Finite element procedures, Prentice Hall, 1996.</p> <p>2. Robert D. Cook, David S. Malkus, Michael E. Plesha; Concepts and applications of finite element analysis, 4th edition 2002.</p> <p>3. J. N. Reddy, Principles of Continuum Mechanics: Conservation and Balance Laws with Applications 2nd Edition 2018.</p>		
<b>Ödevler ve Projeler (Homework &amp; Projects)</b>	<p>5 Ödev</p> <p>5 Homeworks</p>		
<b>Laboratuvar Uygulamaları (Laboratory Work)</b>	<p>Yok</p> <p>None</p>		
<b>Bilgisayar Kullanımı (Computer Usage)</b>	<p>Evet</p> <p>Yes</p>		
<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>	<p>Yok</p> <p>None</p>		
<b>Başarı Değerlendirme Sistemi (Assessment Criteria)</b>	<b>Faaliyetler (Activities)</b>	<b>Adedi (Quantity)</b>	<b>Genel Nota Katkı, % (Effects on Grading, %)</b>
	<b>Yıl İçi Sınavları (Midterm Exams)</b>		
	<b>Kısa Sınavlar (Quizzes)</b>		
	<b>Ödevler (Homework)</b>		
	<b>Projeler (Projects)</b>		
	<b>Dönem Ödevi/Projesi (Term Paper/Project)</b>		
	<b>Laboratuvar Uygulaması (Laboratory Work)</b>		
	<b>Diğer Uygulamalar (Other Activities)</b>		
	<b>Final Sınavı (Final Exam)</b>		