COURSE CATALOG FORM
(DERS KATALOG FORMU)

Course Code / Ders Kodu: BMED2411				**Course Name / Ders Adı: Biomechanics / Biyomekanik**			
Semester (Dönem)	**Lc+PS+L (D+U+L)**	**Local Credit (Yerel Kredi)**	**ECTS (AKTS)**	**Language (Dil)**	**Category (Kategori)**	**Instructional Methods (Öğretim Yöntemleri)**	**Prerequisites (Ön Koşullar)**
5	3+1+0	3	5	English (İngilizce)	Core Course (Zorunlu)	Lecture (Ders)	-

Course Objectives (Dersin Amaçları)	To develop a quantitative engineering understanding of the mechanics of biological systems; to enable students to formulate, compute, visualize, validate, and interpret solid- and fluid-mechanics models of tissues, organs, movement, and medical-device/prosthetic applications; and to complete and defend an individual, reproducible computational-biomechanics project. Biyolojik sistemlerin mekaniğine ilişkin nicel mühendislik anlayışı kazandırmak; öğrencilerin doku, organ, hareket ve tıbbi cihaz/protez uygulamalarına ait katı ve akışkan mekaniği modellerini formüle etmesini, hesaplamasını, görselleştirmesini, doğrulamasını ve yorumlamasını; ayrıca bireysel ve tekrarlanabilir bir hesaplamalı biyomekanik projesini tamamlayıp savunmasını sağlamaktır.
Course Content (Dersin İçeriği)	Engineering mechanics applied to biological systems; anatomical terminology, scaling and free-body diagrams; equilibrium and joint moments; stress, strain, safety factor, principal stress and transformations; axial, torsional, bending, combined and pressure-vessel loading; nonlinear elasticity and viscoelasticity of bone, tendon, ligament, cartilage and soft tissue; muscle and joint mechanics; biofluid and cardiovascular mechanics, Poiseuille flow, wall shear, compliance and pulsatile effects. Computational applications use MATLAB/Python, Simulink and, where appropriate, OpenSim to produce plots, parameter sweeps and movie/GIF visualizations. An individual term project integrates literature review, model design, validation, reporting and oral/written defence. Mühendislik mekaniğinin biyolojik sistemlere uygulanması; anatomik terminoloji, ölçekleme ve serbest cisim diyagramları; denge ve eklem momentleri; gerilme, birim şekil değiştirme, emniyet katsayısı, asal gerilmeler ve dönüşümler; eksenel, burulma, eğilme, bileşik ve basınçlı kap yüklemeleri; kemik, tendon, bağ, kıkırdak ve yumuşak dokuların doğrusal olmayan elastik ve viskoelastik davranışları; kas ve eklem mekaniği; biyoakışkan ve kardiyovasküler mekanik, Poiseuille akışı, duvar kayma gerilmesi, uyumluluk ve pulsatil etkiler. Hesaplamalı uygulamalarda MATLAB/Python, Simulink ve uygun olduğunda OpenSim kullanılarak grafikler, parametre taramaları ve movie/GIF görselleştirmeleri üretilir. Bireysel dönem projesi; literatür araştırması, model tasarımı, doğrulama, raporlama ve sözlü/yazılı savunmayı bütünleştirir.

COURSE LEARNING OUTCOMES / DERSİN ÖĞRENME ÇIKTILARI

No.	English	Türkçe
1	Formulate and solve equilibrium, kinematics, stress, strain, and material-response problems in biological systems using engineering mechanics. [1.1, 1.2, 2.1]	Mühendislik mekaniğini kullanarak biyolojik sistemlerde denge, kinematik, gerilme, birim şekil değiştirme ve malzeme tepkisi problemlerini formüle eder ve çözer. [1.1, 1.2, 2.1]
2	Analyze axial, torsional, bending, combined-loading, principal-stress, and pressure-vessel models of tissues and biological structures, including assumptions and failure risk. [1.2, 2.1]	Doku ve biyolojik yapılara ait eksenel, burulma, eğilme, bileşik yükleme, asal gerilme ve basınçlı kap modellerini; varsayımlar ve hasar riskiyle birlikte analiz eder. [1.2, 2.1]
3	Characterize nonlinear, viscoelastic, and time-dependent behavior of bone, tendon, ligament, cartilage, and soft tissues; estimate and interpret material parameters. [1.2, 2.1, 4.1, 5.3]	Kemik, tendon, bağ, kıkırdak ve yumuşak dokuların doğrusal olmayan, viskoelastik ve zamana bağlı davranışlarını karakterize eder; malzeme parametrelerini kestirir ve yorumlar. [1.2, 2.1, 4.1, 5.3]
4	Implement and validate computational biomechanics models using MATLAB/Python, Simulink, and where appropriate OpenSim; generate interpretable plots and animations while recognizing model and tool limitations. [4.1, 5.3]	MATLAB/Python, Simulink ve uygun olduğunda OpenSim kullanarak hesaplamalı biyomekanik modellerini uygular ve doğrular; model ve araç sınırlılıklarının farkında olarak yorumlanabilir grafik ve animasyonlar üretir. [4.1, 5.3]
5	Analyze biofluid and cardiovascular mechanics, including Poiseuille flow, wall shear stress, vascular compliance, and pulsatile-flow effects. [1.2, 2.1, 4.1]	Poiseuille akışı, duvar kayma gerilmesi, damar uyumluluğu ve pulsatil akış etkileri dâhil olmak üzere biyoakışkan ve kardiyovasküler mekaniği analiz eder. [1.2, 2.1, 4.1]
6	Design and complete an individual computational-biomechanics project integrating literature review, model formulation, computational experiment/parameter study, sensitivity and validation, reproducible code, and health/engineering interpretation. [2.2, 3.1, 3.2, 5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 10.1, 11.1]	Literatür araştırması, model formülasyonu, hesaplamalı deney/parametre çalışması, duyarlılık ve doğrulama, tekrarlanabilir kod ile sağlık/mühendislik yorumunu bütünleştiren bireysel bir hesaplamalı biyomekanik projesi tasarlar ve tamamlar. [2.2, 3.1, 3.2, 5.1, 5.2, 5.3, 6.1, 10.1, 11.1]
7	Communicate and defend project results through a technical report, a one-page clinical/end-user brief, a 10-minute oral presentation, and a short project-specific closed-book written defence, with transparent and ethical AI use. [7.1, 9.1, 9.2, 11.1]	Proje sonuçlarını teknik rapor, bir sayfalık klinik/son-kullanıcı özeti, 10 dakikalık sözlü sunum ve projeye özgü kısa kapalı-kitap yazılı savunma yoluyla; şeffaf ve etik yapay zekâ kullanımıyla iletir ve savunur. [7.1, 9.1, 9.2, 11.1]

ISCED Category of Course (Dersin ISCED Kategorisi)	0719 - Engineering and engineering trades, not elsewhere classified 0719 - Mühendislik ve mühendislik işleri, başka yerde sınıflandırılmamış
Textbook (Ders Kitabı)	Jay D. Humphrey and Sherry L. O'Rourke, An Introduction to Biomechanics: Solids and Fluids, Analysis and Design, Springer, 2015.
Other References (Yardımcı Kaynaklar)	C. Oomens, M. Brekelmans, S. Loerakker and F. Baaijens, Biomechanics: Concepts and Computation, 2nd ed., Cambridge University Press; OpenSim documentation; selected peer-reviewed biomechanics papers.

COURSE PLAN / DERS PLANI

Week Hafta	Theory Topics Teorik Konular	Computational Applications Studio Hesaplamalı Uygulama Stüdyosu
1	Introduction to biomechanics; units, scaling, anatomy terminology, vectors and free-body diagrams. Biyomekaniğe giriş; birimler, ölçekleme, anatomi terminolojisi, vektörler ve serbest cisim diyagramları.	Studio 1 - MATLAB/Python vector resolution and static-force visualization. Vektör bileşenleri ve statik kuvvetlerin MATLAB/Python ile görselleştirilmesi.
2	Static equilibrium, support reactions and joint moments. Statik denge, mesnet tepkileri ve eklem momentleri.	Studio 2 - Joint-moment model and parameter sweep. Eklem momenti modeli ve parametre taraması.
3	Axial stress/strain, safety factor and variable cross-section. Eksenel gerilme/birim şekil değiştirme, emniyet katsayısı ve değişken kesit.	Studio 3 - Stress versus load/geometry; tapered biological structure. Yük/geometriye karşı gerilme; konik biyolojik yapı.
4	Plane stress, principal stresses, stress transformation; thermal/mechanical strain. Düzlem gerilme, asal gerilmeler, gerilme dönüşümü; termal/mekanik şekil değiştirme.	Studio 4 - Principal-stress maps and constrained thermal-stress simulation. Asal gerilme haritaları ve kısıtlı termal gerilme benzetimi.
5	Nonlinear tissue elasticity; tangent modulus and curve fitting. Doğrusal olmayan doku elastisitesi; teğet modül ve eğri uydurma.	Studio 5 - Fit linear/exponential tissue stress-strain models. Doğrusal/üstel doku gerilme-birim şekil değiştirme modellerinin uydurulması.
6	Viscoelasticity: creep, stress relaxation and time constants. Viskoelastisite: sürünme, gerilme gevşemesi ve zaman sabitleri.	Studio 6 - Simulink/Python creep-relaxation response and sensitivity. Simulink/Python ile sürünme-gevşeme yanıtı ve duyarlılık.
7	Torsion, shear and bending of biological structures. Biyolojik yapılarda burulma, kayma ve eğilme.	Studio 7 - Bone/beam stress, deflection and torsion animations. Kemik/kiriş gerilmesi, sehim ve burulma animasyonları.
8	Midterm examination; project problem definition and modeling plan. Arasınav; proje probleminin tanımlanması ve modelleme planı.	Project Studio 1 - proposal, literature map, governing equations, parameter and validation plan. Öneri, literatür haritası, temel denklemler, parametre ve doğrulama planı.
9	Combined loading, neutral axis, principal stress and failure assessment.	Studio 8 - 2D combined-stress map and failure-risk interpretation.

Week Hafta	Theory Topics Teorik Konular	Computational Applications Studio Hesaplamalı Uygulama Stüdyosu
	Bileşik yükleme, tarafsız eksen, asal gerilme ve hasar değerlendirmesi.	2B bileşik gerilme haritası ve hasar riski yorumu.
10	Muscle and joint mechanics; force-length relation, moment arms and rehabilitation applications. Kas ve eklem mekaniği; kuvvet-uzunluk ilişkisi, moment kolları ve rehabilitasyon uygulamaları.	Studio 9 - Torque-driven elbow model or basic OpenSim musculoskeletal analysis. Torkla sürülen dirsek modeli veya temel OpenSim kas-iskelet analizi.
11	Biofluid mechanics: Poiseuille flow, resistance, velocity profile and wall shear. Biyoakışkan mekaniği: Poiseuille akışı, direnç, hız profili ve duvar kayma gerilmesi.	Studio 10 - Python movie/GIF: velocity, local/convective acceleration and deformation-rate fields. Python movie/GIF: hız, yerel/konvektif ivme ve deformasyon-hızı alanları.
12	Cardiovascular biomechanics: thin-walled vessels, compliance and pulsatile/Womersley effects. Kardiyovasküler biyomekanik: ince cidarlı damarlar, uyumluluk ve pulsatil/Womersley etkileri.	Studio 11 - Pressure-radius-thickness sweep and arterial-compliance model. Basınç-yarıçap-kalınlık taraması ve arter uyumluluk modeli.
13	Model validation, uncertainty, sensitivity, scientific writing and responsible AI. Model doğrulama, belirsizlik, duyarlılık, bilimsel yazım ve sorumlu yapay zekâ.	Project Studio 2 - debugging, reproducibility check, technical report and one-page clinical/end-user brief. Hata ayıklama, tekrarlanabilirlik kontrolü, teknik rapor ve bir sayfalık klinik/son-kullanıcı özeti.
14	Project presentations, synthesis and final review. Proje sunumları, bütünleştirme ve final tekrarı.	Project Studio 3 - 10-minute presentation, individual oral defence and 15-minute closed-book project-specific written defence. 10 dakikalık sunum, bireysel sözlü savunma ve 15 dakikalık kapalı-kitap projeye özgü yazılı savunma.

TERM PROJECT AND RESPONSIBLE AI USE / DÖNEM PROJESİ VE SORUMLU YAPAY ZEKA KULLANIMI

Term Project (Dönem Projesi)	Each student completes an individual computational-biomechanics project based on a textbook or clinically relevant problem. Required outputs are: proposal, literature review, governing-equation derivation, model and parameter table, computational experiment/parameter sweep, validation and uncertainty checks, reproducible MATLAB/Python/Simulink/OpenSim files, technical report, one-page clinical/end-user brief, 10-minute presentation, individual oral defence, and a 15-minute closed-book project-specific written defence. Individual verification protects authorship and personal attainment. Her öğrenci ders kitabına veya klinik açıdan anlamlı bir probleme dayalı bireysel bir hesaplamalı biyomekanik projesi tamamlar. Zorunlu çıktılar: öneri, literatür araştırması, temel denklem türetimi, model ve parametre tablosu, hesaplamalı deney/parametre taraması, doğrulama ve belirsizlik kontrolleri, tekrarlanabilir MATLAB/Python/Simulink/OpenSim dosyaları, teknik rapor, bir sayfalık klinik/son-kullanıcı özeti, 10 dakikalık sunum, bireysel sözlü savunma ve 15 dakikalık kapalı-kitap

	projeye özgü yazılı savunmadır. Bireysel doğrulama yazarlığı ve kişisel başarımı güvenceye alır.
Responsible AI Use (Sorumlu YZ Kullanımı)	AI tools may be used for brainstorming, literature-query planning, code scaffolding, debugging suggestions, and language/formatting support. They may not replace analytical derivations, fabricate data, write unverified results or biomechanical interpretations, conceal uncertainty, or answer the oral/written defence. An AI Assistance Log, source verification, and human validation of all generated content are required. Yapay zekâ araçları fikir geliştirme, literatür sorgusu planlama, kod iskeleti oluşturma, hata ayıklama önerileri ve dil/biçim desteği amacıyla kullanılabilir. Analitik türetimlerin yerini alamaz, veri uyduramaz, doğrulanmamış sonuç veya biyomekanik yorum yazamaz, belirsizliği gizleyemez ya da sözlü/yazılı savunmayı yanıtlayamaz. Yapay Zekâ Yardım Günlüğü, kaynak doğrulaması ve üretilen tüm içeriğin insan tarafından doğrulanması zorunludur.

COURSE ASSESSMENT / DERSİN DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Activities / Etkinlikler	Quantity / Adet	Contribution (%) / Katkı (%)
Short quizzes / Kısa sınavlar	2	10
Midterm examination / Arasınav	1	20
Computational applications assignment (MATLAB/Python/Simulink) / Hesaplamalı uygulama ödevi	1	10
Individual term project: report, clinical brief, presentation and oral/written defence / Bireysel dönem projesi	1	20
Final examination / Final sınavı	1	40
Total / Toplam		100

ECTS WORKLOAD TABLE / AKTS İŞ YÜKÜ TABLOSU

Course Activities / Ders Etkinlikleri	Quantity / Sayı	Time (h) / Süre	Workload (h) / İş Yükü
Lectures / Ders	14	3	42
Computational applications studio / Hesaplamalı uygulama stüdyosu	14	1	14
Out-of-class study / Sınıf dışı çalışma	14	1.5	21
Short quizzes (preparation included) / Kısa sınavlar	2	2	4
Midterm examination (preparation included) / Arasınav	1	10	10
Computational assignment / Hesaplamalı uygulama ödevi	1	8	8
Individual term project / Bireysel dönem projesi	1	16	16
Final examination (preparation included) / Final sınavı	1	10	10
Total Workload / Toplam İş Yükü			**125**
ECTS Credits = Total Workload / 25 / AKTS Kredisi			**5**

Revision Date / Revizyon Tarihi	Coordinator / Koordinatör	Approved by / Onaylayan
18.07.2026	Dr. R. Murat Demirer	Prof.Dr. Ahmet Aksen