



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Moleküler Biyoloji ve Genetik
DERSİN ADI	Metabolik Yolizi Tasarımı
DERSİN KODU	MBG4475
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz, Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli@ Moleküler Biyoloji ve Genetik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık/Alan Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Burcu GÜNDÜZ ERGÜN
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, metabolik yolizi mühendisliği kavramlarını tanıtmak, metabolik mühendislik tasarımında kullanılan araçları incelemek ve bu alanın mevcut uygulamalarını ve gelecekteki potansiyelini değerlendirmektir.
DERSİN İÇERİĞİ	Metabolik mühendislik kavramları; genom ölçekli modeller; metabolik akış analizi; metabolik yolak tasarımı; metabolomik; ökaryotlarda genom düzenleme teknikleri; <i>Escherchia coli</i> metabolik mühendislik uygulamaları, laktik asit bakterileri metabolik mühendislik uygulamaları, <i>Komagataella phaffi</i> metabolik mühendislik uygulamaları.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders kitabı: Lee, S.Y., Nielsen G., Stephanopoulos G., Metabolic Engineering – Concepts and Applications: Wiley, Vol 13, 2021.
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Metabolik mühendisliğin temel kavramlarını ve prensiplerini anlayabileceklerdir. 2. Genom ölçekli modeller oluşturma becerisi geliştirebileceklerdir. 3. Metabolik akış analizi ve metabolomik tekniklerini uygulayabileceklerdir. 4. Yeni biyo-ürünlerin üretimi için metabolik yolaklar tasarlayabileceklerdir. 5. Metabolik mühendisliğin mevcut uygulamaları ve gelecekteki eğilimleri hakkında bilgi edinebileceklerdir. 6. Metabolik yolaklar, genom mühendisliği teknikleri ve sistem düzeyinde analiz konularında bilgi sahibi olabileceklerdir.
DEĞERLENDİRME SİSTEMİ	



Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım:		
Laboratuvar:		
Uygulama:		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği (Zorunlu): • İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı soruların sorulması • Format: Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen teorik konular ile ilgili problemleri çözebilme	2	% 5
Ödev:		
Sunum/Jüri: • İçerik: Öğrencilerin metabolik yolizi tasarımı konusunda bir mikrobiyal hücre ve biyoproses tasarımı yapması • Format: Proje sunumları (15 dk) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: 1. Kapsamlı Literatür Araştırması 1.1 Hedef biyoürün hakkında bilgi. 1.2 Hedef Üretim Sistemlerinin Mevcut Durumu 1.3 Konak Organizma 2. Projenin özgün değeri 3. Metabolik yolak tasarımı 3.1 Yeni gen devreleri ile mikrobiyal suş tasarımı 3.2 Biyoproses Tasarımı	1	% 10
Proje: • İçerik: Öğrencilerin akademik dönemin 14. haftası teslim edecekleri metabolik yolizi tasarımı konusunda bir proje hazırlaması • Format: Yazılı rapor • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: 1. Kapsamlı Literatür Araştırması 1.1 Hedef biyoürün hakkında bilgi. 1.2 Hedef Üretim Sistemlerinin Mevcut Durumu 1.3 Konak Organizma 2. Projenin özgün değeri 3. Metabolik yolak tasarımı 3.1 Yeni gen devreleri ile mikrobiyal suş tasarımı 3.2 Biyoproses Tasarımı	1	%25
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar:	1	%20



• İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi			
Final: • İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (60-90 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış olduğunun gösterilmesi - İleri düzey problem çözme becerilerinin kullanılabilmesi ve ilgili konuların derinlemesine yorumlanabilmesi		1	%40
Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı			%60
Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı			%40
TOPLAM			%100
HAFTALIK KONULAR VE İLGİLİ ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMALARI			
HAFTALAR	KONULAR	Ön Hazırlık	
1	Konu Anlatımı: Metabolik Mühendisliğe Giriş Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Metabolik mühendisliğin, Moleküler Biyoloji ve Genetik uygulama alanlarıyla ilgili interaktif tartışmanın yapılması	1. Metabolik mühendisliğin tarihçesi, hücresel metabolizma ve fizyolojinin anlaşılması, metabolik mühendislikteki genel yaklaşımlar, konak organizma, substrat seçimi konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 1	
2	Konu Anlatımı: Genom Ölçekli Modeller Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Genom ölçekli modellerin uygulanması ve güncel durumu ile ilgili tartışmanın yapılması	1. Akış denge analizi, ağın yeniden yapılandırılması, E. coli’de genom ölçekli modeller konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 2	
3	Konu Anlatımı: Kantitatif Metabolik Akış Analizi Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): İzotop işaretleme tabanlı kantitatif metabolik akı analizi potansiyel uygulamaları ile ilgili tartışmanın yapılması	1. Fluksomiks, izotop işaretli metabolik akış analizi, kantitatif akış analizi örneği konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 3	
4	Konu Anlatımı: Metabolik Yolak Tasarımı Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Yeni bir metabolik yolak tasarımı nasıl yapılır, hangi hususlara dikkat edilmelidir konusunda beyin fırtınası yapılması	1. Metabolik yolizinin de-novo tasarımı, yolizi tasarımı akış şeması, uygulamalar konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 8	
5	Konu Anlatımı: Metabolomik Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Metabolomik verilerinin metabolik yolizi tasarımlarına etkisinin tartışılması Kısa Sınav 1 (10 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Metabolomiks temel kavramlar, deneysel tasarım, analitik teknikler, veri analizi konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 9 2. Kısa Sınav 1: Kaynak 1 Bölüm 1,2,3	
6	Öğrenci Sunumları Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Metabolik mühendislik tasarımlarının sunulması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Metabolik mühendislik tasarımlarının tartışılması	Öğrencilerin sunum hazırlaması	
7	Öğrenci Sunumları Sınıf-İçi Uygulama (15 dk.): Metabolik mühendislik tasarımlarının sunulması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Metabolik mühendislik tasarımlarının tartışılması	Öğrencilerin sunum hazırlaması	
8	Ara Sınav	Sınav haftasına kadar işlenen tüm konuların tekrar edilmesi	



9	Konu Anlatımı: Ökaryotlarda Genom Düzenleme Teknikleri Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Farklı genom düzenleme tekniklerinin potansiyellerinin, birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının tartışılması	1. Genom düzenlemenin temel ilkeleri, endonükleazlar, endüstriyel olarak önemli ökaryotlarda genom düzenleme konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 10
10	Konu Anlatımı: <i>Escherichia coli</i> 'nin Metabolik Mühendislik Uygulamaları-1 Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): <i>E. coli</i> ile yapılan güncel metabolik mühendislik uygulamalarının ve sürdürülebilirlik perspektifinden geleceğe dönük yaklaşımların tartışılması Kısa Sınav 2 (10 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	1. Yakıt üretimi için <i>E. coli</i> ile metabolizma mühendisliği, kimyasal üretimi için <i>E. coli</i> ile metabolizma mühendisliği konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 11 Kısa Sınav 2: Kaynak 1 Bölüm 8, 9,10
11	Konu Anlatımı: <i>Escherichia coli</i> 'nin Metabolik Mühendislik Uygulamaları-2 Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): <i>E. coli</i> ile yapılan güncel metabolik mühendislik uygulamalarının ve sürdürülebilirlik perspektifinden geleceğe dönük yaklaşımların tartışılması	1. Biyomateriyal üretimi için <i>E. coli</i> metabolik mühendisliği konusunun okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 11
12	Konu Anlatımı: Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik Mühendislik Uygulamaları Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Laktik asit bakterileri ile gıda ve sağlık uygulamalarına yönelik potansiyel yenilikçi metabolik mühendislik uygulamaları konusunda beyin fırtınası yapılması	1. Laktik asit bakterileri hakkında genel bilgiler, genetik mühendisliği stratejileri, geleneksel uygulamaları ve performans optimizasyonu konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 15
13	Konu Anlatımı: Mayaların Metabolik Mühendisliği Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Mayaların bakteriyel sistemlere göre metabolik mühendislik uygulamaları için avantaj ve dezavantajlarının tartışılması	1. Mayalarla yakıt üretimi, birincil ve ikinci nesil biyoetanol, yüksek alkoller, endüstriyel kimyasallar konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 18
14	Konu Anlatımı: <i>Yarrowia lipolytica</i> ile küçük molekül üretimi Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): <i>Y. lipolytica</i> sistemiyle geleceğe dönük yenilikçi metabolik mühendislik uygulamaları konusunda beyin fırtınası yapılması Metabolik Mühendislik Projesinin Teslimi	1. <i>Y. lipolytica</i> modifikasyonu için genetik araçlar, kısa zincirli organik asitlerin üretimi, triaçilgliserol üretimi konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 19
15	Konu Anlatımı: Çevresel Biyoremediasyon için Metabolik Mühendislik Yaklaşımları Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Modern hayatın getirdiği çevresel problemlere metabolik mühendislik ile nasıl çözümler üretilebileceğimiz konusunda tartışmanın yapılması	1. Biyoremediasyonda metabolik mühendislik yaklaşımının 2.0'dan 3.0'a değişimi, global çevresel atıklarla mücadele, çevresel biyokatalistler konularının okunması. Kaynak: Ders kitabı, Bölüm 22
16	Final Sınavı	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuvar			
Uygulama (sözlü Sınav)			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması	14	2	28
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	3	1	3
Projeler	1	20	20
Sunum / Seminer	1	10	10



Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	30	30
Toplam İş yükü:			153
Toplam İş yükü / 30(s):			5.1
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Molecular Biology and Genetics
TITLE OF COURSE	Metabolic Pathway Design
CODE	MBG4475
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring/Fall
COURSE LANGUAGE	Turkish, English
LEVEL OF COURSE	First cycle
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Molecular Biology and Genetics
COURSE CATEGORY	Major Area Courses
MODE OF DELIVERY	Face to face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Molecular Biology and Genetics
COURSE COORDINATOR	Burcu GÜNDÜZ ERGÜN
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to introduce the concepts of metabolic pathway engineering, explore the tools used in metabolic engineering design, and examine its current applications along with its future potential.
COURSE CONTENT	Metabolic engineering concepts; genome-scale models; metabolic flux analysis; metabolic pathway design; metabolomics; genome editing techniques in eukaryotes; metabolic engineering applications in <i>Escherichia coli</i> ; metabolic engineering applications in lactic acid bacteria; metabolic engineering applications in <i>Komagataella phaffii</i> .
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebook: Lee, S.Y., Nielsen G., Stephanopoulos G., Metabolic Engineering – Concepts and Applications: Wiley, Vol 13, 2021.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Understand the fundamental concepts and principles of metabolic engineering. 2. Develop the ability to construct genome-scale models. 3. Apply metabolic flux analysis and metabolomics techniques. 4. Design metabolic pathways for the production of novel bioproducts. 5. Gain insight into current applications and future trends in metabolic engineering. 6. Demonstrate advanced understanding of metabolic pathways, genomic engineering techniques, and systems-level analysis.



EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation:		
Laboratory		
Application (Oral Examination):		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics: ● Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week ● Format: Face-to-face multiple-choice quiz (5-10 minutes) ● Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course	2	5%
Homework Assignments:		
Presentations/Jury: ● Content: Students are required to design a microbial cell and a bioprocess within the scope of metabolic pathway design. ● Format: Project presentations (15 minutes) ● Detailed Assessment Criteria: 1. Comprehensive Literature Review 1.1 Information on the target bioproduct 1.2 Current status of target production systems 1.3 Host organism 2. Original value of the project 3. Metabolic pathway design 3.1 Microbial strain design with new gene circuits 3.2 Bioprocess design	1	10%
Project: ● Content: Students are required to prepare a project on metabolic pathway design to be submitted in the 14th week of the academic term ● Format: Written report ● Detailed Assessment Criteria: 1. Comprehensive Literature Review 1.1 Information on the target bioproduct 1.2 Current status of target production systems 1.3 Host organism 2. Original value of the project 3. Metabolic pathway design 3.1 Microbial strain design with new gene circuits 3.2 Bioprocess design	1	25%
Seminar/Workshop		
Midterms: ● Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week ● Format: Face-to-face written exam. (90 minutes).	1	20%



Detailed Assessment Criteria: -Demonstration of understanding of the fundamental concepts of the course -Ability to solve problems related to theoretical topics -Ability to carry out theoretical reasoning processes		
Final: Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). Detailed Assessment Criteria: -Ability to apply advanced problem-solving skills -Demonstration of a thorough understanding of all topics covered in the course	1	40%
Percentage of In-Term Studies		60%
Percentage of Final Examination		40%
TOTAL		100%

WEEKLY SUBJECTS AND RELATED PREPARATION STUDIES

WEEKS	COURSE OUTLINE	Related Preparation
1	Lecture: Introduction to Metabolic Engineering In-class Discussion (5 min): Interactive discussion on the applications of metabolic engineering in Molecular Biology and Genetics	1. Reading on the history of metabolic engineering, understanding of cellular metabolism and physiology, general approaches in metabolic engineering, host organism and substrate selection. Source: Textbook, Chapter 1
2	Lecture: Genome-Scale Models In-class Discussion (5 min): Discussion on the applications and current state of genome-scale models	1. Reading on flux balance analysis, network reconstruction, and genome-scale models in <i>E. coli</i> . Source: Textbook, Chapter 2
3	Lecture: Quantitative Metabolic Flux Analysis In-class Discussion (5 min): Discussion on potential applications of isotope-labeling-based quantitative metabolic flux analysis	1. Reading on fluxomics, isotope-labeled metabolic flux analysis, and an example of quantitative flux analysis. Source: Textbook, Chapter 3
4	Lecture: Metabolic Pathway Design In-class Discussion (5 min): Brainstorming on how to design a new metabolic pathway and what factors to consider	1. Reading on de novo design of metabolic pathways, pathway design workflow, and applications. Source: Textbook, Chapter 8
5	Lecture: Metabolomics In-class Discussion (5 min): Discussion on the impact of metabolomics data on metabolic pathway design Quiz 1 (10 min): A short quiz covering the topics taught in class	1. Reading on basic concepts of metabolomics, experimental design, analytical techniques, and data analysis. Source: Textbook, Chapter 9 Quiz 1 Coverage: Reference 1, Chapters 1,2,3
6	Student Presentations In-class Activity (15 min): Presentation of metabolic engineering designs In-class Discussion (5 min): Discussion on the presented metabolic engineering designs	Preparation of student presentations.
7	Student Presentations In-class Activity (15 min): Presentation of metabolic engineering designs In-class Discussion (5 min): Discussion on the presented metabolic engineering designs	Preparation of student presentations.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to exam week



9	Lecture: Genome Editing Techniques in Eukaryotes In-class Discussion (5 min): Discussion on the potential, advantages, and disadvantages of different genome editing techniques	1. Reading on the basic principles of genome editing, endonucleases, and genome editing in industrially important eukaryotes. Source: Textbook, Chapter 10
10	Lecture: Metabolic Engineering Applications of <i>Escherichia coli</i> -2 In-class Discussion (5 min): Discussion on recent metabolic engineering applications with <i>E. coli</i> and future approaches from a sustainability perspective Quiz 2 (10 min): A short quiz covering the topics taught in class	1. Reading on metabolic engineering of <i>E. coli</i> for fuel production and for chemical production. Source: Textbook, Chapter 11 Quiz 2 Coverage: Text book, Chapters 8, 9, 10
11	Lecture: Metabolic Engineering Applications of <i>Escherichia coli</i> -2 In-class Discussion (5 min): Discussion on recent metabolic engineering applications with <i>E. coli</i> for biomaterial production	1. Reading on metabolic engineering of <i>E. coli</i> for biomaterial production. Source: Textbook, Chapter 11
12	Lecture: Metabolic Engineering Applications of Lactic Acid Bacteria In-class Discussion (5 min): Brainstorming innovative metabolic engineering applications of lactic acid bacteria in food and health fields	1. Reading on general information about lactic acid bacteria, genetic engineering strategies, traditional applications, and performance optimization. Source: Textbook, Chapter 15
13	Lecture: Metabolic Engineering of Yeasts In-class Discussion (5 min): Discussion on the advantages and disadvantages of yeasts compared to bacterial systems for metabolic engineering applications	1. Reading on fuel production with yeasts, first- and second-generation bioethanol, higher alcohols, and industrial chemicals. Source: Textbook, Chapter 18
14	Lecture: Metabolic Engineering of <i>Yarrowia lipolytica</i> In-class Discussion (5 min): Brainstorming innovative metabolic engineering applications with <i>Y. lipolytica</i> for future prospects Submission of Metabolic Engineering Project	1. Reading on genetic tools for modification of <i>Y. lipolytica</i> , production of short-chain organic acids, and triacylglycerol production. Source: Textbook, Chapter 19
15	Lecture: Metabolic Engineering Approaches for Environmental Bioremediation In-class Discussion (5 min): Discussion on how to address environmental problems caused by modern life using metabolic engineering	1. Reading on the shift of the metabolic engineering approach in bioremediation from 2.0 to 3.0, combating global environmental waste, and environmental biocatalysts. Source: Textbook, Chapter 22
16	Final Exam	Review of all topics covered.

ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
Course Hours	14	3	42
Laboratory			
Application			
Field Work			
Study Hours Out of Class	14	2	28
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	3	1	3
Project	1	20	20



Presentations / Seminar	1	10	10
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	30	30
Total Workload:			153
Total Workload / 30(h):			5.1
ECTS Credit:			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	<u>DÖC-1</u>	<u>DÖC-2</u>	<u>DÖC-3</u>	<u>DÖC-4</u>	<u>DÖC-5</u>	<u>DÖC-6</u>
PC-1 Moleküler biyoloji ve genetik alanındaki temel yapı ve süreçleri kavrayabilecekler, biyolojik sistemlerin, hücrelerin ve genlerin işleyişini hücresel ve moleküler düzeyde analiz edebilecekler, deney tasarımı yapabilecekler, laboratuvar tekniklerini uygulayabilecekler, elde ettikleri verileri değerlendirebilecekler ve sonuçlarını yorumlayabileceklerdir./Comprehend the fundamental structures and processes in the field of molecular biology and genetics, analyse the functioning of biological systems, cells and genes at the cellular and molecular levels, design experiments, apply laboratory techniques; evaluate the obtained data and interpret the results						
PC-2 Moleküler biyoloji ve genetik alanının temel kavram, ilke ve kuramlarını kullanarak yaşam bilimleri ile ilgili problemlerin tanımlanması, yorumlanması ve çözümünde uygun yöntemleri seçebileceklerdir./ Select appropriate methods for identifying, interpreting and solving problems in the life sciences employing the fundamental concepts, principles and theories of molecular biology and genetics.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-3 Moleküler biyoloji ve genetik alanındaki bilgilerini kullanarak bir olayı, olguyu, donanımı veya ürünü anlayıp yorumlayabilecekler, problemleri tanımlayabilecekler, çözüm için uygun bilimsel yöntemleri seçebilecekler ve kullanabilecekler ve deneysel verileri analiz etmek için istatistiksel yöntemleri ve biyoinformatik araçları etkin şekilde uygulayabileceklerdir./ Understand and interpret phenomena, processes, equipment or products, identify problems; select and apply appropriate scientific methods for solutions and effectively use statistical methods and bioinformatics tools to analyse experimental data using their knowledge of molecular biology and genetics.						
PC-4 Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir./ Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-5 Moleküler biyoloji ve genetik alanında edindikleri bilgi birikimlerini, genetik, genomik ve gelişim biyolojisi, tıbbi biyoloji ve genetik, biyoteknoloji, sentetik biyoloji ve biyoinformatik gibi disiplin-İçi ve disiplinlerarası uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir./ Advance their acquired knowledge in molecular biology and genetics	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as genetics, genomics and developmental biology, medical biology and genetics, biotechnology, synthetic biology and bioinformatics.						
PC-6 Moleküler biyoloji ve genetik alanında yaygın olarak kullanılan en az bir programlama dili ile bilgisayar ve yapay zekâ teknolojilerini, problemleri çözmek, veri analizi yapmak ve simülasyonlar gerçekleştirmek için etkin biçimde kullanabileceklerdir./ Use at least one programming language and computer and artificial intelligence technologies widely employed in molecular biology and genetics for problem-solving, data analysis, and simulations.						
PC-7 Moleküler biyoloji ve genetik ve ilgili alanlardaki bilimsel ve teknolojik gelişmeleri izleyebilecek, kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecek ve bu hedeflere ulaşmak için hayat boyu öğrenme stratejilerini kullanabileceklerdir./ Follow scientific and technological developments in molecular biology and genetics and related fields, assess career opportunities, identify personal and professional development goals, and adopt lifelong learning strategies to achieve these goals.						
PC-8. Bilimsel araştırmalarını ve mesleki faaliyetlerini yürütürken doğabilecek hukuksal sonuçları ve toplumsal etkileri dikkate alarak mesleki etik ilkeler, kalite standartları ile evrensel değerler doğrultusunda ve sosyal sorumluluk bilinci ve adalet duygusuyla hareket edebileceklerdir./ Act with a sense of social responsibility and justice and in accordance with professional ethical principles, quality standards, and universal values by taking into account potential legal and societal consequences of their scientific research and professional activities.						
PC-9 Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir./ Work effectively both independently and as part of a team.						
PC-10 Moleküler biyoloji ve genetik alanında güvenilir bilgi kaynaklarına ulaşarak literatür taraması yapabilecek ve akademik araştırma tasarlayıp yürütebileceklerdir./ Access reliable sources of information, conduct literature reviews, and design and carry out academic research in the field of molecular biology and genetics.						
PC-11 Moleküler biyoloji ve genetik alanındaki konuları, araştırmaları ve						



problemlere yönelik çözümleri, alan terminolojisini kullanarak tüm paydaşlara Türkçe ve İngilizcede sözlü ve yazılı olarak etkili biçimde aktarabileceklerdir./ Effectively communicate topics, research, and problem solutions in the field of molecular biology and genetics to all relevant stakeholders using appropriate molecular biology and genetics terminology, both orally and in writing, in Turkish and in English.						
--	--	--	--	--	--	--