

## DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Moleküler Biyoloji ve Genetik
DERSİN ADI	Biyoinformatik Uygulama
DERSİN KODU	MBG4141
YEREL KREDİSİ	1
AKTS KREDİSİ	2
HAFTALIK DERS SAATİ	0
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	2
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Zorunlu@Moleküler Biyoloji ve Genetik Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Temel Meslek Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Alper Yılmaz
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı modern biyoinformatik analizlerin bulut temelli olarak uygulamalı şekilde öğrenilmesini sağlamaktır. Galaxy platformunda gerçekleştirilebilen yeni nesil dizileme temelli analizler (RNA dizileme, tek hücre dizileme ve SNP tayini) ile çeşitli omik analizlere (proteomik, metabolomik) ek olarak metagenom analizi ve ayrıca docking (yanaştırma) ve makine öğrenmesi ile biyolojik verilerde sınıflandırma ve kümeleme becerileri uygulamalı olarak kazandırmayı amaçlamaktadır. Biyoinformatik adlı dersinde öğretilen teorik ve kavramsal konuların uygulamalı olarak yapılmasını hedeflemektedir. .
DERSİN İÇERİĞİ	RNA dizileme ve SNP tayini uygulama; Tek hücre dizileme ve analizi uygulama; Proteomik analiz uygulama; Metagenom analizi uygulama; Docking (yanaştırma) uygulama; Veri sınıflandırma ve kümeleme uygulamaları.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	<b>Ders Kitabı:</b> Hamid D. Ismail. <i>Bioinformatics: A Practical Guide to Next Generation Sequencing Data Analysis</i> . 1st ed., Chapman & Hall/CRC. 2023. <b>Zorunlu Kaynaklar:</b> [1] <a href="https://alperyilmaz.github.io/mbg4421/">https://alperyilmaz.github.io/mbg4421/</a> adresindeki ders materyalleri [2] <a href="https://training.galaxyproject.org/">https://training.galaxyproject.org/</a> sitesindeki eğitim materyalleri
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Bilginin toplanması ve işlenmesi konusunu uygulamalı olarak öğrenebileceklerdir.

2. RNA dizileme örneklerini ham veriden alarak önemli yolakları ortaya çıkarmaya kadar analiz edebileceklerdir.
3. Farklı yeni nesil dizileme örneklerini işleyebilir hale gelebileceklerdir.
4. Metagenom analiz gerçekleştirebilecek tecrübeye sahip olabileceklerdir. .
5. Protein ve ligand docking (yanaştırma) tekniklerini öğrenebileceklerdir.

### DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
<b>Devam/Katılım:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>İçerik:</b> Öğrencilerin derse devam etmeleri</li> <li>● <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b> - Derste alınan yoklamalar</li> </ul>	<b>14</b>	<b>%5</b>
<b>Laboratuvar:</b>		
<b>Uygulama (Sözlü Sınav):</b>		
<b>Arazi Çalışması:</b>		
<b>Derse Özgü Staj</b>		
<b>Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği (Zorunlu):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>İçerik:</b> İşlenen konulardan 2-3 tanesini kapsayan kısa soruların sorulması</li> <li>● <b>Format:</b> Yüz yüze. Çoktan seçmeli kısa sınav (5-10 dakika)</li> <li>● <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b> - Derste işlenen teorik konulara dair kısa sorulara cevap verebilme</li> </ul>	<b>2</b>	<b>%15</b>
<b>Ödev:</b>		
<b>Sunum/Jüri:</b>		
<b>Proje:</b>		
<b>Seminer/Workshop</b>		
<b>Ara Sınavlar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>İçerik:</b> Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular</li> <li>● <b>Format:</b> Yüz yüze. Sınav (90 dakika)</li> <li>● <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b> -Derste gösterilen uygulamaların anlaşıldığının gösterilmesi -Galaxy sitesindeki programların doğru kullanımının anlaşıldığının gösterilmesi.</li> </ul>	<b>2</b>	<b>%40</b>
<b>Final:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>İçerik:</b> Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular</li> <li>● <b>Format:</b> Yüz yüze. Sınav (90 dakika)</li> <li>● <b>Detaylı Değerlendirme Kriterleri:</b> - Galaxy sitesindeki programların hangi analizler için kullanıldığının gösterilmesi.</li> </ul>	<b>1</b>	<b>40</b>
<b>Dönem İçi Çalışmaların Başarı Notuna Katkısı</b>		<b>%60</b>

Final Sınavının Başarı Notuna Katkısı		%40
TOPLAM		%100
HAFTALIK KONULAR VE İLGİLİ ÖN HAZIRLIK ÇALIŞMALARI		
HAFTALAR	KONULAR	Ön Hazırlık
1	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Galaxy sitesinin tanıtımı ve nasıl kullanılabileceğinin tartışılması.	1. Ders1, Zorunlu Kaynak [1]
2	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Galaxy sitesinde dosya yükleme, dosya görüntüleme, program kullanımı uygulamaları.	1. Ders2, Zorunlu Kaynak [1] 2. “Short introduction to Galaxy”, “Galaxy Basics for Genomics”, Zorunlu Kaynak [2]
3	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Docking uygulama 1	1. Ders3, Zorunlu Kaynak [1] 2. “Protein-ligand docking”, Zorunlu Kaynak [2]
4	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Docking uygulama 2 <b>Kısa Sınav 1 (15 dk.):</b> Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması.	1. Ders3, Zorunlu Kaynak [1] 2. “Protein-ligand docking”, Zorunlu Kaynak [2] 3. <b>Kısa Sınav 1:</b> Docking konusu kaynakları
5	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Yeni nesil dizileme – RNA-Seq uygulama 1. Kısa dizilerin temizlenmesi ve kalite kontrolü.	1. Bölüm 5, Ders Kitabı 2. Ders5, Zorunlu Kaynak [1] 3. “RNA-Seq reads to counts”, Zorunlu Kaynak [2]
6	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Yeni nesil dizileme – RNA-Seq uygulama 2. Kısa dizilerin genomla eşleşmesi.	1. Bölüm 5, Ders Kitabı 2. Ders5, Zorunlu Kaynak [1] 3. “RNA-Seq from counts to genes”, Zorunlu Kaynak [2]
7	<b>Sınıf içi uygulama:</b> DEG analizi – GO, KEGG, DAVID - uygulama	1. Ders7, Zorunlu Kaynak [1] 2. “RNA-seq genes to pathways”, Zorunlu Kaynak [2]
8	<b>Ara Sınav 1</b>	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	<b>Sınıf içi uygulama:</b> SNP tayini uygulama 1. FreeBayes programı yardımıyla mutasyon ve SNP tayini, SnpEff programı yardımı ile mutasyonların anlamlandırılması.	1. Bölüm 4, Ders Kitabı 2. Ders9, Zorunlu Kaynak [1] 3. “Calling variants in diploid systems”, Zorunlu Kaynak [2]
10	<b>Sınıf içi uygulama:</b> SNP tayini uygulama 2. Anne, baba ve çocuk üçlemesine ait veri üzerinden genetik hastalık analizi uygulaması. <b>Kısa Sınav 2 (15 dk.):</b> Ders sonunda, SNP tayini konusundan kısa sınavın yapılması.	1. Bölüm 4, Ders Kitabı 2. Ders9, Zorunlu Kaynak [1] 3. “Exome sequencing data analysis for diagnosing a genetic disease”, Zorunlu Kaynak [2] 4. <b>Kısa Sınav 2:</b> SNP tayini konularına ait kaynaklar
11	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Epigenetik analiz uygulama. ATAC-Seq ve Bisülfid dizileme örneği verilerinden DNA erişebilirlik analizi ve metilasyon bölgeleri tayini uygulaması.	1. Bölüm 6, Ders Kitabı 2. Ders10, Zorunlu Kaynak [1] 3. “ATAC-Seq data analysis”, “DNA Methylation data analysis” Zorunlu Kaynak [2]
12	<b>Ara sınav II</b>	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
13	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Metagenom analiz uygulaması olarak, Mothur programı kullanarak fare bağırsak florasında türlerin dağılımının incelenmesi.	1. Bölüm 7, Ders Kitabı 2. Ders14, Zorunlu Kaynak [1]

		3. "16S Microbial Analysis with mothur (short)" Zorunlu Kaynak [2]
14	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Makine öğrenmesi – Sınıflandırma - uygulama	1. Ders15, Zorunlu Kaynak [1] 2. "Classification in Machine Learning", Zorunlu Kaynak [2]
15	<b>Sınıf içi uygulama:</b> Makine öğrenmesi – Kümeleme - uygulama	1. Ders15, Zorunlu Kaynak [1] 2. "Clustering in Machine Learning", Zorunlu Kaynak [2]
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

#### AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
<b>Ders Saati</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>28</b>
<b>Laboratuvar</b>			
<b>Uygulama (sözlü Sınav)</b>			
<b>Arazi Çalışması</b>			
<b>Sınıf Dışı Ders Çalışması</b>			
<b>Derse Özgü Staj</b>			
<b>Ödev</b>			
<b>Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>Projeler</b>			
<b>Sunum / Seminer</b>			
<b>Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
<b>Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Toplam İş yükü:</b>			<b>56</b>
<b>Toplam İş yükü / 30(s):</b>			<b>1.86</b>
<b>AKTS Kredisi:</b>			<b>2</b>

## COURSE INFORMATION FORM

<b>FACULTY / GRADUATE SCHOOL</b>	<b>Faculty of Arts and Sciences</b>
<b>DEPARTMENT / PROGRAMME</b>	<b>Molecular Biology and Genetics</b>
<b>TITLE OF COURSE</b>	<b>Bioinformatics Practice</b>
<b>CODE</b>	<b>MBG4141</b>
<b>LOCAL CREDIT</b>	<b>1</b>
<b>ECTS</b>	<b>2</b>
<b>LECTURE HOUR / WEEK</b>	<b>0</b>
<b>PRACTICAL HOUR / WEEK</b>	<b>2</b>
<b>LABORATORY HOUR / WEEK</b>	<b>0</b>
<b>PREREQUISITE</b>	<b>None</b>
<b>SEMESTER</b>	<b>Fall</b>
<b>COURSE LANGUAGE</b>	<b>English, Turkish</b>
<b>LEVEL OF COURSE</b>	<b>First Cycle</b>
<b>COURSE TYPE</b>	<b>Required@ Bachelor Programme in Molecular Biology and Genetics</b>
<b>COURSE CATEGORY</b>	<b>Core Courses</b>
<b>MODE OF DELIVERY</b>	<b>Face-to-Face</b>
<b>OWNER ACADEMIC UNIT</b>	<b>Department of Molecular Biology and Genetics</b>
<b>COURSE COORDINATOR</b>	<b>Alper YILMAZ</b>
<b>ASSISTANT(S)</b>	
<b>COURSE OBJECTIVES</b>	This course aims to provide basic understanding of cloud-based learning and application of modern bioinformatics analyses and tools. It aims to provide the underlying principles for next-generation sequencing-based analyses (RNA sequencing, single-cell sequencing, and SNP detection) that can be performed on the Galaxy platform, various omics analyses (proteomics, metabolomics), as well as metagenome analysis, docking of proteins and ligands and finally classification and clustering of biological data through machine learning with emphasis on hands-on experience. This course accompanies MBG4421 Bioinformatics course.
<b>COURSE CONTENT</b>	RNA-sequencing and SNP calling exercises; Metagenomic data analysis practice; Docking exercises; Classification and clustering of biological data.
<b>RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS</b>	<b>Coursebook:</b> Hamid D. Ismail. <i>Bioinformatics: A Practical Guide to Next Generation Sequencing Data Analysis</i> . 1st ed., Chapman & Hall/CRC. 2023. <b>Required Readings:</b> [1] Lecture materials at <a href="https://alpervilmaz.github.io/mbg4421/">https://alpervilmaz.github.io/mbg4421/</a> [2] Training materials at <a href="https://training.galaxyproject.org/">https://training.galaxyproject.org/</a>
<b>Course Learning Outcomes</b>	Upon successful completion of the course, students will be able to  1. Practice the collection and processing of biological data.

2. Analyze RNA-Seq data from raw data to important pathways.
3. Handle various next-generation sequencing data.
4. Perform and experience metagenomics analysis from scratch.
5. Perform docking of proteins and ligands with various tools.

### EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
<b>Attendance/Participation:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Content:</b> Student attendance in the course.</li> <li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Attendance sheet taken during lecture</li> </ul> </li> </ul>	<b>14</b>	<b>%5</b>
<b>Laboratory</b>		
<b>Application (Oral Examination):</b>		
<b>Field Work:</b>		
<b>Special Course Internship (Work Placement)</b>		
<b>Quizzes/Studio Critics:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Content:</b> Short questions covering 2-3 topics up to the exam week</li> <li>• <b>Format:</b> Face-to-face multiple-choice quiz (10-15 minutes)</li> <li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ability to answer simple questions about simple principles taught in class.</li> </ul> </li> </ul>	<b>2</b>	<b>%15</b>
<b>Homework Assignments:</b>		
<b>Presentations/Jury:</b>		
<b>Project:</b>		
<b>Seminar/Workshop</b>		
<b>Midterms:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Content:</b> Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week</li> <li>• <b>Format:</b> Face-to-face written exam. (90 minutes).</li> <li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstration of understanding of the practices shown in lecture</li> <li>- Ability to show understanding of appropriate usage of Galaxy tools.</li> </ul> </li> </ul>	<b>2</b>	<b>%40</b>
<b>Final:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Content:</b> Comprehensive questions covering the entire content of the course</li> <li>• <b>Format:</b> Face-to-face written exam. (90 minutes).</li> <li>• <b>Detailed Assessment Criteria:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ability to indicate which Galaxy tools are used for specific tasks.</li> </ul> </li> </ul>	<b>1</b>	<b>%40</b>
<b>Percentage of In-Term Studies</b>		<b>%60</b>
<b>Percentage of Final Examination</b>		<b>%40</b>
<b>TOTAL</b>		<b>%100</b>

### WEEKLY SUBJECTS AND RELATED PREPARATION STUDIES

WEEKS	COURSE OUTLINE	Related Preparation
1	<b>In-class practice:</b> Introduction to Galaxy site and in-class discussion about how Galaxy can be used	1. Ders1, Required Reading [1]
2	<b>In-class practice:</b> Uploading, viewing files to Galaxy site online. Also, practicing how to use tools in Galaxy.	1. Ders2, Required Reading [1] 2. “Short introduction to Galaxy”, “Galaxy Basics for Genomics”, Required Reading [2]
3	<b>In-class practice:</b> Docking practice 1	1. Ders3, Required Reading [1] 2. “Protein-ligand docking”, Required Reading [2].
4	<b>In-class practice:</b> Docking practice 2 <b>Quiz 1 (15 mins):</b> A quiz at the end of the class covering the topic of Docking.	1. Ders3, Required Reading [1] 2. “Protein-ligand docking”, Required Reading [2] 3. <b>Quiz 1:</b> Docking lecture materials
5	<b>In-class practice:</b> Next-generation sequencing, more specifically RNA-Seq practice, part 1. Quality control or filtering of short reads.	1. Chapter5, Coursebook 2. Ders5, Required Reading [1] 3. “RNA-Seq reads to counts”, Required Reading [2]
6	<b>In-class practice:</b> Next-generation sequencing, more specifically RNA-Seq practice, part 2. Mapping of short reads to genome.	1. Chapter5, Coursebook 2. Ders5, Required Reading [1] 3. “RNA-Seq from counts to genes”, Required Reading [2]
7	<b>In-class practice:</b> DEG analysis and pathway analysis practice using GO, KEGG, DAVID related tools.	1. Ders7, Required Reading [1] 2. “RNA-seq genes to pathways”, Required Reading [2]
8	<b>Midterm 1</b>	Review of all topics covered up to the exam week.
9	<b>In-class practice:</b> SNP calling practice part 1. Using FreeBayes tool to detect mutations and SNPs. Using SnpEff for annotation of findings.	1. Chapter 4, Coursebook 2. Ders9, Required Reading [1] 3. “Calling variants in diploid systems”, Required Reading [2]
10	<b>In-class practice:</b> Next-generation sequencing, more specifically RNA-Seq practice, part 2. Father, mother and child trio analysis exercise, aiming to show genetic disease analysis. <b>Quiz 2 (15 mins):</b> A quiz at the end of the class covering the topic of SNP calling.	1. Chapter 4, Coursebook 2. Ders9, Required Reading [1] 3. “Exome sequencing data analysis for diagnosing a genetic disease”, Required Reading [2] 4. <b>Quiz 2:</b> SNP calling lecture materials
11		1. Chapter 6, Cousebook

	<b>In-class practice:</b> Epigenetic analysis practice. ATAC-Seq and Bisulfite sequencing data analysis to determine DNA accessibility and methylation sites.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ders10, Required Reading [1]</li> <li>“ATAC-Seq data analysis”, “DNA Methylation data analysis” Required Reading [2]</li> </ol>
12	<b>Midterm II</b>	Review of all topics covered up to the exam week.
13	<b>In-class practice:</b> Metagenomics analysis practice using Mothur to analyze mouse gut microbiome species.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Chapter 7, Coursebook</li> <li>Ders14, Required Reading [1]</li> <li>“16S Microbial Analysis with mothur (short)” Required Reading [2]</li> </ol>
14	<b>In-class practice:</b> Machine learning / classification practice.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ders15, Required Reading [1]</li> <li>“Classification in Machine Learning”, Required Reading [2]</li> </ol>
15	<b>In-class practice:</b> Machine learning / Clustering practice.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ders15, Required Reading [1]</li> <li>“Clustering in Machine Learning”, Required Reading [2]</li> </ol>
16	Final	Review of all topics covered.

### ECTS WORKLOAD TABLE

Activities	Number	Duration (Hour)	Total Workload
<b>Course Hours</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>28</b>
<b>Laboratory</b>			
<b>Application</b>			
<b>Field Work</b>			
<b>Study Hours Out of Class</b>			
<b>Special Course Internship (Work Placement)</b>			
<b>Homework Assignments</b>			
<b>Quizzes/Studio Critics</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>Project</b>			
<b>Presentations / Seminar</b>			
<b>Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
<b>Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
		<b>Total Workload:</b>	<b>56</b>
		<b>Total Workload / 30(h):</b>	<b>1.86</b>
		<b>ECTS Credit:</b>	<b>2</b>



## 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>
<b>PC-1</b> 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					
<b>PC-2</b> 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>
<b>PC-3</b> 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	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>

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.					
<b>PC-4</b> Disiplinlerarası bir yaklaşımla, farklı alanlarda edinmiş oldukları bilgileri sentezleyebileceklerdir./ Synthesise knowledge acquired from different disciplines through an interdisciplinary approach.					
<b>PC-5</b> Moleküler biyoloji ve genetik alanında edindikleri bilgi birikimlerini, genetik, genomik ve gelişim biyolojisi, tıbbi biyoloji ve genetik, biyoteknoloji, sentetik biyoloji ve biyoinformatik gibi disiplin-içi ve disiplinlerarası uzmanlık alanlarında geliştirebileceklerdir./ Advance their acquired knowledge in molecular biology and genetics in both disciplinary and interdisciplinary areas of specialisation such as genetics, genomics and developmental biology, medical biology and genetics, biotechnology, synthetic biology and bioinformatics.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
<b>PC-6</b> 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.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
<b>PC-7</b> 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.					
<b>PC-8.</b> 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.					
<b>PC-9</b> Bireysel olarak ya da takımlarda etkin biçimde çalışabileceklerdir./ Work effectively both independently and as part of a team.					
<b>PC-10</b> 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.					
<b>PC-11</b> 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.					
--	--	--	--	--	--