



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Kimya
DERSİN ADI	Moleküler Modelleme
DERSİN KODU	KIM4902
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Bahar
DERSİN DİLİ	Türkçe, İngilizce
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık /Alan Dersi
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Kimya Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Şeyda AYDOĞDU
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere günümüzde kimya alanında ve bilimin farklı alanlarında sıklıkla kullanılan moleküler modelleme yöntemlerinin tanıtılmasıdır.
DERSİN İÇERİĞİ	Moleküler mekanik yöntemleri; elektronik yapı yöntemleri; yoğunluk fonksiyonel yöntemleri; elektron korelasyon yöntemleri; optimizasyon teknikleri; kimyasal reaksiyonların modellenmesi.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Önerilen Kaynaklar: [1] Çınar Z., Kuantum Kimyasi, 1994, Caglayan Kitabevi [2] Jensen F., Introduction to Computational Chemistry, 1999, John Wiley and Sons, [3] Leach A. R., Molecular Modelling Principles Applications [4] Hinchliffe A., Molecular Modelling for Beginners, 2008, John Wiley & Sons, Inc [5] Cramer C. J., Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models, 2004, John Wiley & Sons, Inc
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Moleküler modellemeye ilişkin modern yöntemleri kullanabileceklerdir. 2. Moleküler modelleme alanında güncel olarak kullanılan paket programları tanıyabileceklerdir. 3. Moleküler modelleme yöntemlerinin uygulama alanlarını tespit edebileceklerdir.



4. Modellemeleri yapılan moleküllerin, moleküler özelliklerini hesaplayabileceklerdir.
5. Moleküler sistemlerin reaktivitesinin hesaplanması konusunda bilgi sahibi olabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım: • İçerik: Öğrencilerin derse devam etmeleri ve katılmaları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Derse aktif katılım ve soru sorma - Sınıf-içi tartışmalara ve problem çözme süreçlerine katkı sağlayabilme		
Laboratuvar:		
Uygulama (Sözlü Sınav): • İçerik: Öğrencilerden moleküler modelleme dersinin temel kavramlarını açıklamalarının ve uygulamalı bir soruya çözüm önerisi sunmalarının istenmesi • Format: Öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilecek sözlü sınav (5-10 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Kavramları açıklayabilme -ilacın cinsine göre analiz yapabilme - Analizde karşılaşılabilecek olan problem çözümlerini anlatabilme		
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	%20
Ödev: • İçerik: Derste işlenen temel kavramların eleştirel biçimde yorumlanmasını ve ilgili kavramların disiplin-içi ve disiplinlerarası alanlarda örneklerinin bulunmasını içeren haftalık ödevlerin verilmesi • Format: Yazılı raporlar ve grup sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: - Bir ilaç analizinde çözüm sürecini mantıklı ve doğru bir şekilde yazabilme - Kavramların uygulamadaki örneklerini bulabilme - Uygulamalı düşünebilme, yorumlama ve gerekçelendirme süreçlerinin yürütülebilmesi		



Sunum/Jüri: • İçerik: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmelerinin ve grup sunumları yapmalarının istenmesi • Format: Grup sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Öğrenilen konuların doğru bir şekilde açıklanabilmesi -Sunum tekniklerinin doğru kullanılması			
Proje: • İçerik: Öğrencilerden akademik dönem sonunda teslim edilecek bir proje önerisi (TÜBİTAK 2209 A/B) yazmalarının istenmesi • Format: Yazılı raporlar ve grup sunumları • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Özgün bir araştırma konusunun bulunabilmesi -Bir araştırma önerisinin bilimsel ilkeler ve ilgili kılavuzlar doğrultusunda yazılabilmesi			
Seminer/Workshop			
Ara Sınavlar: • 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 ve deneysel konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi		2	%40
Final: • İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular • Format: Yüz yüze. Sınav (90 dakika) • Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Derste işlenen tüm konuların derinlemesine kavranmış olduğunun gösterilmesi -İleri düzey problem çözme becerilerinin kullanılabilmesi		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: Moleküler Modellemenin tanımının verilmesi ve uygulama alanlarının örneklerle tanıtılması Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Moleküler Modelleme için tanıtım yapılması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Moleküler Modellemenin Uygulama alanlarının tartışılması	Moleküler Modellemenin Tanımına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması Kaynak: [1] Bölüm 1	



2	Konu Anlatımı: Temel Kavramlara Giriş: Moleküler Modelleme Tanımı ve kullanım alanları, Enerji, Atomik birimler, Kuantum Mekanik, Etkileşimler Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Moleküler Modelleme için temel kavramların verilmesi Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Moleküler Modellemenin Uygulama alanlarının tartışılması	Moleküler Modellemeye ilişkin temel kavramların hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [1], [2], [3]. Birinci Bölüm. [4] Bölüm 2
3	Konu Anlatımı: Moleküler Modelleme Teknikleri, Moleküler Mekanik Yöntemler, Kuvvet Alanları Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Moleküler Modelleme Teknikleri hakkında temel bilginin anlatılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Modelleme tekniklerinden Moleküler Mekanik'in günlük hayatta kullanımının tartışılması	Moleküler Modelleme tekniklerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3] Bölüm 4, [4] Bölüm 4 Moleküler Mekanik Yöntemler konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: [3] Bölüm 4, [4] Bölüm 4.
4	Konu Anlatımı: Kuantum Mekanik Yöntemlerin açıklanması, Yarı- Ampirik Metotlar, MNDO, AM1, PM3 Yöntemleri Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Yöntemlerin kıyaslamasının yapılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Kuantum Mekanik Yöntemlerin uygulama alanlarının tartışılması	Kuantum Mekanik Yöntemlere ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [3] Bölüm 2 Yarı Ampirik Metotlar konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: [2] Bölüm 3
5	Konu Anlatımı: Hartree-Fock (HF) Metodu Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): HF Modeli eşitliklerinin çıkarılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): HF Metodu uygulama alanlarının tartışılması	Hartree- Fock teorisine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [4] Bölüm 16
6	Konu Anlatımı: Yoğunluk Fonksiyonel Teorisine (DFT) giriş, Kohn- Sham Yaklaşımı, Zamana Bağlı Yoğunluk Fonksiyonel Teorisine giriş Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Kohn- Sham eşitliğinin tanıtımının yapılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): DFT kullanımlarının disiplinlerarası bakış açısı ile tartışılması Kısa Sınav 1 (15 dk.): Ters yüz edilmiş öğrenme (flipped learning) yöntemi çerçevesinde, ders başında, öğrenciye verilen ön hazırlık görevinde yer alan konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	DFT kavramlarına ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [5] Bölüm 8.
7	Konu Anlatımı: Fonksiyoneller ve Baz setlerinin tanıtımı Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Fonksiyoneller ve baz setleri için kıyaslama yapılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Baz setlerinin değişik örneklerde kullanımı üzerine tartışma yapılması	Fonksiyoneller ve baz setlerinin tanım ve özelliklerinin önceden okunulması ve öğrenilmesi. Kaynak: [4] Bölüm 16.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Hesaplamalara çözücü etkisinin açıklanması Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Çözücü etkisine ilişkin farklı yöntemlerin kıyaslanması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Çözücü etkisinin hesaba katılmasının gerekliliğinin tartışılması	Çözücü yöntemlerine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynaklar: [4] Bölüm 23, [3] Bölüm 11.
10	Konu Anlatımı: Moleküler optimizasyon hesaplamaları ve atomik yükler kavramlarının açıklanması	Atomik yükler konularını içeren bölümlerin okunması. Kaynak: [5] Bölüm 6.



	Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Optimize moleküler yapının doğrulanmasına ilişkin fikirlerin tartışılması	
11	Konu Anlatımı: Moleküler titreşimler ve Harmonik Osilatör Modeli Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Moleküler titreşim hareketlerinin anlaşılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Harmonik Osilatör Modelinin uygulamasına ilişkin tartışmanın yapılması	Titreşim hareketleri bölümlerinin Okunması. Kaynaklar: [1] Bölüm 7
12	Konu Anlatımı: Kavramsal DFT: Tepkime Tanımlayıcıları, Global ve Yerel Özellikler Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Global Özelliklerin Hesaplanması uygulamasının yapılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Global ve Yerel Özelliklerin kullanımının tartışmasının yapılması Kısa Sınav 5 (15 dk.): Ders sonunda, derste işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması	Kavramsal DFT için verilmiş kaynağın okunması
13	Ara Sınav 2	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
14	Konu Anlatımı: Kimyasal reaksiyonlar ve Geçiş Konumu Kompleksinin optimizasyonu Sınıf-içi Uygulama: (5 dk) Geçiş Konumu Kompleksi için potansiyel enerji grafiğinin çizimi Sınıf-içi Tartışma: (5 dk.) Kimyasal reaksiyonların başlangıç konumlarının tahmini için tartışmasının yapılması	Geçiş Konumu Kompleksine ilişkin ön bilgilerin hatırlanması ve etkinleştirilmesi. Kaynak: [5] Bölüm 15
15	Konu Anlatımı: Moleküler Modellemenin Bugünü ve Geleceği Sınıf-içi Uygulama (15 dk.): Örnek çalışmaların anlatılması Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Moleküler Modellemenin geleceğinin tartışılması	Moleküler Modellemenin geleceğine ilişkin kaynak taraması yapılması
16	Final	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	12	5	60
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	2	2	4
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	2	14	28



Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	16	16
Toplam İş yükü:			150
Toplam İş yükü / 30(s):			5
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Chemistry
TITLE OF COURSE	Molecular Modelling
CODE	KIM4902
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Spring
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	First Cycle
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Chemistry
COURSE CATEGORY	Core Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Chemistry
COURSE COORDINATOR	Şeyda AYDOĞDU
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	The aim of this course is to introduce students to molecular modeling methods frequently used in chemistry and other areas of science today.
COURSE CONTENT	Molecular mechanics methods; electronic structure methods; density functional theory; electron correlation methods; optimization techniques; chemical reaction modeling.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Recommended Readings: [1] Çınar Z., Kuantum Kimyasi, 1994, Caglayan Kitabevi [2] Jensen F, Introduction to Computational Chemistry, 1999, John Wiley and Sons, [3] Leach A. R., Molecular Modelling Principles Applications [4] Hinchliffe A., Molecular Modelling for Beginners, 2008, John Wiley & Sons, Inc [5] Cramer C. J., Essentials of Computational Chemistry: Theories and Models, 2004, John Wiley & Sons, Inc
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Use modern methods of molecular modeling. 2. Identify currently used packages in molecular modeling. 3. Identify the application areas of molecular modeling methods. 4. Calculate the molecular properties of modeled molecules. 5. Gain knowledge about calculating the reactivity of molecular systems.



EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation: Content: Student attendance and participation in the course. Detailed Assessment Criteria: -Active participation in lessons and asking questions -Ability to contribute to in-class discussions and problem-solving processes		
Laboratory		
Application (Oral Examination): Content: Students will be asked to explain fundamental concepts of linear algebra and to propose a solution to a practical problem. Format: Individual oral examination with each student (5-10 minutes). Detailed Assessment Criteria: -Ability to explain concepts -Ability to solve problems -Ability to articulate problem solutions		
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	%20
Homework Assignments: Content: Weekly assignments requiring critical analysis of fundamental concepts covered in class and identification of examples of these concepts within both intra-disciplinary and interdisciplinary contexts Format: Written reports and group presentations Detailed Assessment Criteria: -Ability to logically and accurately demonstrate the problem-solving process -Ability to find practical examples of the concepts - Ability to carry out processes of applied thinking, interpretation, and justification		
Presentations/Jury: Content: Students will be asked to evaluate their own learning processes and deliver group presentations Format: Group presentations Detailed Assessment Criteria: -Ability to accurately explain the topics learned		



-Proper use of presentation techniques		
Project: Content: Students will be asked to write a project proposal (TÜBİTAK 2209 A/B) to be submitted at the end of the academic term. Format: Written reports and group presentations Detailed Assessment Criteria: -Ability to identify an original research topic -Ability to write a research proposal in accordance with scientific principles and relevant guidelines		
Seminar/Workshop		
Midterms: Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week Format: Face-to-face written exam. (90 minutes). 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	2	%40
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: Giving the definition of Molecular Modeling and introducing its application areas with examples Quick Practice (5 minutes): Introduction of Molecular Modelling In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of application areas of molecular modeling	Recollection of the prior knowledge on the definition of Molecular Modelling. Source: [1] Chapter 1.
2	Lecture: Introduction to Basic Concepts: Molecular Modeling Definition and uses, Energy, Atomic units, Quantum Mechanics, Interactions Quick Practice (5 minutes): Explanation of basic concepts for Molecular Modeling	Recollection and activation of prior knowledge on the concepts of Molecular Modelling Source: [1], [2], [3]. Chapter 1. [4] Chapter 2



	In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of application areas of Molecular Modeling	
3	Lecture: Molecular Modeling Techniques, Molecular Mechanics Methods, Force Fields Quick Practice (5 minutes): Explaining basic information about Molecular Modeling Techniques In-Class Discussion (5 minutes): Discussing the use of Molecular Mechanics from modeling techniques in daily life	Recollection and activation of prior knowledge on the concepts related to the bases of the Molecular Mechanics . Source[3] Chapter 4, [4] Chapter 4. Reading the sections covering Molecular Mechanics Source: [3] Chapter 4, [4] Chapter 4
4	Lecture: Explanation of Quantum Mechanical Methods, Semi-empirical Methods, MNDO, AM1, PM3 Methods Quick Practice (5 minutes): Comparison of methods In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of the application areas of Quantum Mechanical Methods	Recollection and activation of prior knowledge on Quantum Mechanic Source: [3] Chapter 2 Reading the sections covering Semi- Empiricals Source: [2] Chapter 3
5	Lecture: Hartree- Fock (HF) Method Quick Practice (5 minutes): Derivation of HF Method equations In-Class Discussion (5 minutes): A discussion of HF methods use areas	Recollection and activation of prior knowledge on the concepts of HF Methods. Source: [4] Chapter 16
6	Lecture: Introduction to Density Functional Theory (DFT), Kohn-Sham Approximation, Introduction to Time Dependent Density Functional Theory Quick Practice (5 minutes): Introduction Kohn- Sham equation In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of DFT uses from an interdisciplinary perspective Quiz 3 (15 minutes): A short quiz at the beginning of the lesson, covering topics assigned as pre-class preparation within the flipped learning framework	Recollection and activation of prior knowledge on the concepts of DFT Methods. Source: [5] Chapter 8
7	Lecture: Introduction on the functional and basis sets Quick Practice (5 minutes): Comparison for the basis sets and functionalities. In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the use of basis sets in different examples	Recollection and activation of prior knowledge on the definition and properties basis sets Source: [4] Chapter 16
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Introduction to solvent methods Quick Practice (5 minutes): Comparison of different solvent models In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of the necessity to take into account the solvent effect	Recollection and activation of prior knowledge on the solvent methods Sources: [4] Chapter 23, [3] Chapter 11
10	Lecture: Explanation of molecular optimization calculations and atomic charges In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of ideas for validating of optimized molecular structure	Reading the sections covering the atomic charges Source: [5] Chapter 6
11	Lecture: Molecular vibrations and harmonic Oscillator Model Quick Practice (5 minutes): Understanding molecular vibration motion	Reading the sections covering the vibrational motion. Source: [1] Chapter 1



	In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the application of the Harmonic Oscillator Model	
12	Lecture: Conceptual DFT: Reaction Descriptors, Global and Local Properties Quick Practice (5 minutes): Performing to calculate global parameters In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on the use of global, and local parameters Quiz 5 (15 minutes): A quiz at the end of the class covering the topics taught during the session	Reading the sections covering Conceptual DFT from given material
13	Midterm 2	Review of all topics covered up to the exam week.
14	Lecture: Chemical reactions and optimization of the transition state complexes Quick Practice (5 minutes): Plotting the potential energy graph for the transition state complex In-Class Discussion (5 minutes): Discussion for the prediction of the initial positions of chemical reactions	Recollection and activation of prior knowledge on the transition state complexes. Source: [5] Chapter 15
15	Lecture: The Present and Future of Molecular Modeling Quick Practice (5 minutes): Discussions on the selected studies In-Class Discussion (5 minutes): Discussing the future of Molecular Modeling	Literature review on the future of Molecular Modeling
16	Final	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	12	5	60
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	2	2	4
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	2	14	28
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	16	16
Total Workload:			150
Total Workload / 30(h):			5
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>PC-1</u> Temel kimyasal kavramları tanımlayıp kimya ile ilgili alanlardaki bilgileri, uygulama araç-gereçlerle destekleyerek bilimsel yaklaşımı ön plana alacak şekilde ileri düzeydeki kuramsal ve uygulamalı bilgileri kazanabileceklerdir. / They will be able to define basic chemical concepts and gain advanced theoretical and applied knowledge in chemistry-related fields, supporting their knowledge with practical tools and equipment, emphasizing a scientific approach.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
<u>PC-2</u> Alanlarında edindikleri ileri düzey teorik ve uygulamalı bilgilerini, kimya ile ilgili alanlardaki problemlerin incelenmesi için deney tasarlayıp çözüm yöntemi geliştirme, uygun analitik yöntemler ve teknikler kullanarak problemleri çözme, verileri toplama, sonuçları analiz etme ve yorumlama için kullanabileceklerdir. / They will be able to use the advanced theoretical and applied knowledge they have acquired in their fields to design experiments and develop solution methods for examining problems in chemistry-related fields, solve problems using appropriate analytical methods and techniques, collect data, analyze and interpret results.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
<u>PC-3</u> Alanlarında edindikleri ileri düzey teorik ve uygulamalı bilgileri kullanarak kimya ile ilgili alanlarda karşılaşılan ve öngörülemeyen karmaşık sorunlara, araştırma yöntemlerini kullanarak, yeni stratejik yaklaşımlar geliştirerek ve sorumluluk alarak çözüm üretebileceklerdir. / They will be able to use the advanced theoretical and applied knowledge they have acquired in their fields to produce solutions to unforeseen and complex problems encountered in chemistry-related fields by using research methods, developing new strategic approaches, and assuming responsibility.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
<u>PC-4</u> Kimya ve ilgili alanlarda bağımsız olarak ve paydaşlarıyla ortaklaşa çalışmalar yürütebilecek ve analitik düşünme yeteneğini kullanabileceklerdir. / They will be able to conduct studies independently and collaboratively with stakeholders in chemistry and related fields and utilize their analytical thinking skills.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>



PC-5 Seçtikleri bir veya birden fazla kimya uygulama alanında (Kalite Eğitimi, Farmasötik Ürün, Biyokimyasal Teknolojiler, Polimer Teknolojisi, Gıda Kimyası, Çevre Kimyası vb) uzman statüsü kazanabileceklerdir. / They will be able to achieve expert status in one or more chemistry application areas of their choice (Quality Education, Pharmaceutical Products, Biochemical Technologies, Polymer Technology, Food Chemistry, Environmental Chemistry, etc.).	=	=	=	=	=
PC-6 Kimya alanında yaygın olarak kullanılan bilgisayar ve yapay zekâ teknolojileri ile en az bir programlama dilini, problemleri çözmek, veri analizi yapmak ve simülasyonlar gerçekleştirmek için etkin biçimde kullanabileceklerdir. / They will be able to effectively use computer and artificial intelligence technologies commonly used in chemistry, as well as at least one programming language, to solve problems, analyze data, and perform simulations.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-7 Kimya ve ilgili alanlardaki kariyer fırsatlarını değerlendirerek kişisel ve mesleki gelişim hedeflerini belirleyebilecekler ve bu hedeflere ulaşmak için hayat boyu öğrenme stratejilerini kullanabileceklerdir. / They will be able to evaluate career opportunities in chemistry and related fields, determine personal and professional development goals, and utilize lifelong learning strategies to achieve these goals.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
PC-8 Bilimsel araştırmalarını ve mesleki faaliyetlerini yürütürken doğabilecek hukuksal sonuçları dikkate alarak mesleki etik ilkeler ile toplumsal ve evrensel değerler doğrultusunda ve sosyal sorumluluk bilinci ve adalet duygusuyla hareket edebileceklerdir. / They will be able to act in accordance with professional ethical principles, social and universal values, and with a sense of social responsibility and justice, considering the legal consequences that may arise in conducting their scientific research and professional activities.	=	=	=	=	=
PC-9 Bireysel ya da takım olarak yürüttükleri çalışmalarda ve projelerde kalite yönetimi ilkelerini uygulayarak süreçleri ve sonuçları kalite standartları çerçevesinde değerlendirebileceklerdir. / They will be able to apply quality management principles in studies and projects conducted individually or as a team, and evaluate processes and results	=	=	=	=	=



within the framework of quality standards.					
PC-10 Belirli bir kimya ile ilgili konu hakkında literatür taraması yaparak güvenilir bilgi kaynaklarını etkin bir şekilde kullanabileceklerdir. / They will be able to effectively use reliable information sources by conducting a literature review on a specific chemistry-related topic.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
PC-11 Teorik ve uygulamalı kimya alanında özgün akademik araştırma yürütebileceklerdir. / They will be able to conduct original academic research in theoretical and applied chemistry.	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
PC-12 İleri düzey kimya bilgilerini takip edebilecek, kimya ile ilgili konuları ve araştırmaları kimyasal terminoloji kullanarak Türkçe ve İngilizcede tüm paydaşlara sözlü ve yazılı olarak aktarabileceklerdir. / They will be able to follow advanced chemistry information and convey chemistry-related topics and research to all stakeholders verbally and in writing in Turkish and English using chemical terminology.	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>4</u>