



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Kimya
DERSİN ADI	Biyosensörler
DERSİN KODU	KIM4532
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Bahar
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli , Kimya Lisans Programı
DERSİN KATEGORİSİ	Temel Meslek Dersleri
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Kimya Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Melda ALTIKATOĞLU YAPAÖZ
ASİSTAN(LAR)	
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilerin biyosensörlerin hazırlanmasına ilişkin temel ilkeler üzerine odaklanarak, biyosensörlerin tasarım, üretim ve uygulamalarını öğrenmesidir.
DERSİN İÇERİĞİ	Biyosensörlerin tanımı ve genel prensipleri; biyoreseptör moleküller; biyosensörlerin sınıflandırılması; biyosensörlerin özellikleri ve karakteristikleri; biyosensör immobilizasyonu; iletken polimerler; biyosensörlerde performans faktörleri; biyosensör uygulamaları; biyosensörlerdeki son gelişmeler.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Önerilen Kaynaklar: [1] A. E. G. Cass (Ed.) “Biosensors”, Oxford University Press, 1990. [2] A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensörler”, Ege University Press, 1999. [3] P. Bollella, E. Katz, “Biosensors – Recent Advances and Future Challenges” ,2021. [4] S., A. Ozkan, B. Uslu, M., K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications”, CRC Press, 2022. [5] Ders notları. [6] E. Gizeli, C.R. Lowe, “Biomolecular sensors”, Taylor and Francis Inc. 2002. [7] J. Cooper, T. Cass, “Biosensors”, Oxford University Press, 2004. [8] T., M. Canh, “Biosensors”, Chapman and Hall, 1993.
Ders Öğrenim Çıktıları	Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler, 1. Biyosensörleri, türlerini, özelliklerini tanımlayabileceklerdir.



2. Bir biyosensör tasarlayabileceklerdir.
3. Biyosensörlerin uygulama alanlarını tanımlayabileceklerdir.
4. Biyosensörlerle ilgili son gelişmelerden haberdar olabileceklerdir.
5. Çeşitli ölçümler için farklı sensör sistemlerinin uygulanması konusunda geniş bir anlayış seviyesine sahip olabileceklerdir.

DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Etkinlikler	Sayı	Katkı Payı
Devam/Katılım:		
Laboratuvar:		
Uygulama (Sözlü Sınav):		
Arazi Çalışması		
Derse Özgü Staj		
Kısa Sınavlar/Stüdyo Kritiği (Zorunlu):	4	%20
Ödev:		
Sunum/Jüri:	1	%10
Proje:		
Seminer/Workshop		
Ara Sınavlar: - İçerik: Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünü kapsayan kapsamlı sorular - Format: Yüz yüze Sınav - Detaylı Değerlendirme Kriterleri: -Dersin temel kavramlarının anlaşıldığının gösterilmesi -Teorik konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi,	1	%30
Final: - İçerik: Dersin tüm içeriğini kapsayan kapsamlı sorular - Format: Yüz yüze. Sınav (110 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: Biyosensörün tanımı, tarihçesi, çalışma ilkesi	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
2	Konu Anlatımı: Biyoreseptör Moleküller, İletken Polimerler	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
3	Konu Anlatımı: Biyosensörlerin İmmobilizasyonu	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
4	Kısa Sınav 1 (15 dk.): Dersin başında, önceki haftalarda işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması Konu Anlatımı: Biyosensörlerin sınıflandırılması, özellikleri ve karakteristikleri	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
5	Konu Anlatımı: Elektrokimyasal Biyosensörler ve uygulama örnekleri	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
6	Konu Anlatımı: Elektrokimyasal Biyosensörler ve uygulama örnekleri	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
7	Kısa Sınav 2 (15 dk.): Dersin başında, önceki haftalarda işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması Konu Anlatımı: Enzim sensörleri: Teorik bakış ve kinetik	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Optik sensörler, İletkenlik sensörleri, İmmunosensörler	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
10	Konu Anlatımı: Biyosensörlerin performans faktörleri	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
11	Kısa Sınav 3 (15 dk.): Dersin başında, 9 ve 10. haftalarda işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması Konu Anlatımı: Biyosensörlerin kullanım ve uygulamaları	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
12	Konu Anlatımı: Çevresel ölçüm ve kontrolde biyosensörler, tıpta sensörler, Gıda ve savunma	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
13	Konu Anlatımı: Yüzey Plazmon Rezonans (SPR)	Cass (Ed.), “Biosensors”, Oxford University Press, 1990 P. Bollella, E. Katz, “Biosensors – Recent Advances and Future Challenges”, MDPI, 2021



14	Kısa Sınav 4 (15 dk.) Dersin başında, 13 ve 14. haftalarda işlenen konuları içeren bir kısa sınavın yapılması Konu Anlatımı: Aptamer temelli biyosensörler	Cass (Ed.), “Biosensors”, Oxford University Press, 1990 P. Bollella, E. Katz, “Biosensors – Recent Advances and Future Challenges”, MDPI, 2021.
15	Öğrenci sunumlarının dinlenmesi	
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	14	3	42
Derse Özgü Staj			
Ödev			
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği	4	2	8
Projeler			
Sunum / Seminer	1	4	4
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	25	25
Toplam İş yükü:			141
Toplam İş yükü / 30(s):			4.70
AKTS Kredisi:			5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Chemistry
TITLE OF COURSE	Biosensors
CODE	KIM4532
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	Required @ Bachelor Programme in Chemistry
COURSE CATEGORY	Core Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Chemistry
COURSE COORDINATOR	Melda ALTIKATOĞLU YAPAÖZ
ASSISTANT(S)	
COURSE OBJECTIVES	This course aims to examine the design, production and applications of biosensors, focusing on the basic principles of biosensor preparation to students.
COURSE CONTENT	Definition and general principles of biosensors; bioreceptor molecules; classification of biosensors; properties and characteristics of biosensors; biosensor immobilization; conductive polymers; performance factors in biosensors; biosensor applications; recent developments in biosensors.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Recommended Readings: [1] A. E. G. Cass(Ed.), "Biosensors", Oxford University Press, 1990. [2] A. Telefoncu(Ed.), "Biyosensorler", Ege University Press, 1999. [3] Ders notları [4] E. Gizeli, C. R. Lowe, "Biomolecular sensors"Taylor and Francis Inc. 2002. [5] J. Cooper, T.Cass, "Biosensors"Oxford University Pres, 2004. [6] P. Bollella, E. Katz, "Biosensors – Recent Advances and Future Challenges", 2021. [7] S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, "Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications", CRC Press. 2022. [8] T. M. Canh,"Biosensors"Chapman and Hall, 1993.
Course Learning Outcomes	Upon successful completion of the course, students will be able to 1. Define biosensors, their types, and their features. 2. Design a biosensor.



3. Define the application areas of biosensors.
4. Aware of the latest developments in biosensors.
5. Have a broad understanding of the application of different sensor systems for various measurements.

EVALUATION SYSTEM

Activities	Number	Percentage of Grade
Attendance/Participation:		
Laboratory		
Application (Oral Examination):		
Field Work		
Special Course Internship (Work Placement)		
Quizzes/Studio Critics:	4	%20
Homework Assignments:		
Presentations/Jury:	1	%10
Project:		
Seminar/Workshop		
Midterms: Content: Comprehensive questions covering all topics covered up to the exam week Format: Face-to-face written exam. 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	1	%30
Final: Content: Comprehensive questions covering the entire content of the course Format: Face-to-face written exam. 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: Definition, history and working principle of biosensor	A. Telefoncu (Ed.), "Biyosensorler", Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezginürk, "Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications" CRC



		Press, 2022.
2	Lecture: Bioreceptor Molecules, Conducting Polymers	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
3	Lecture: Immobilization of Biosensors	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
4	Quiz 1 (15 min.): A quiz at the beginning of the lesson covering the topics covered in the previous weeks Lecture: Classification of biosensors, their properties and characteristics	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
5	Lecture: Electrochemical Biosensors and application examples	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
6	Lecture: Electrochemical Biosensors and application examples	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
7	Quiz 2 (15 minutes): At the beginning of the lesson, a short exam covering the topics covered in the previous weeks will be given Lecture: Enzyme sensors: Theoretical view and kinetics	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Optical sensors, Conductivity sensors, Immunosensors	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
10	Lecture: Performance factors of biosensors	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
11	Quiz 3 (15 min.): A quiz at the beginning of the course covering the topics covered in weeks 9 and 10 Lecture: Use and applications of biosensors	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
12	Lecture: Biosensors in environmental measurement and control, sensors in medicine, Food and defense	A. Telefoncu (Ed.), “Biyosensorler”, Ege University Press, 1999. S. A. Ozkan, B. Uslu, M. K. Sezgintürk, “Biosensors: Fundamentals, Emerging Technologies, and Applications” CRC Press, 2022.
13	Lecture: Surface Plasmon Resonance (SPR) Quiz 4 (15 min.) A quiz at the beginning of the course covering the topics covered in weeks 13 and 14	Cass(Ed.), “Biosensors”, Oxford University Press, 1990 P. Bollella, E. Katz, “Biosensors – Recent Advances and Future Challenges”, MDPI, 2021.
14	Lecture: Aptamer-based biosensors	Cass (Ed.), “Biosensors”, Oxford University Press, 1990 P. Bollella, E. Katz, “Biosensors – Recent Advances and Future Challenges”, MDPI, 2021.
15	Student Presentations	
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	14	3	42
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments			
Quizzes/Studio Critics	4	2	8
Project			
Presentations / Seminar	1	4	4
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	25	25
Total Workload:			141
Total Workload / 30(h):			4.70
ECTS Credit:			5



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5	DÖC-6	DÖC-7	DÖC-8
PC-1 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. / Gain advanced theoretical and applied knowledge by defining basic chemical concepts and supporting their knowledge in chemistry-related fields with application tools and equipment, emphasizing the scientific approach.	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
PC-2 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. / Use the advanced theoretical and practical knowledge they have acquired in their fields to design experiments and develop solution methods to examine problems in chemistry-related fields, to solve problems using appropriate analytical methods and techniques, to collect data, to analyze and interpret the results.								
PC-3 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. / Using the advanced theoretical and practical knowledge they have acquired in their fields, they will be able to produce solutions to unforeseen and complex problems encountered in chemistry-related fields by using research methods, developing new strategic approaches and taking responsibility.	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>
PC-4 Kimya ve ilgili alanlarda bağımsız olarak ve paydaşlarıyla ortaklaşa çalışmalar yürütebilecek ve analitik düşünme yeteneğini								



kullanabileceklerdir. / Conduct studies independently and in collaboration with their stakeholders in chemistry and related fields and use their analytical thinking skills.								
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. / Gain expert status in one or more chemistry application areas of their choice (Quality Education, Pharmaceutical Product, Biochemical Technologies, Polymer Technology, Food Chemistry, Environmental Chemistry, etc.).	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
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. / Effectively use computer and artificial intelligence technologies widely used in the field of chemistry and at least one programming language to solve problems, analyze data and perform simulations.								
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. Determine their personal and professional development goals by evaluating career opportunities in chemistry and related fields and use lifelong learning strategies to achieve these goals.	=	=	=	=	=	=	=	=
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. / 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 ya da takım olarak yürüttükleri çalışmalarda ve projelerde kalite yönetimi ilkelerini uygulayarak süreçleri ve sonuçları kalite standartları çerçevesinde değerlendirebileceklerdir. / Evaluate processes and results within the framework of quality standards by applying quality management principles in the work and projects they carry out individually or as a team.								
PC-10 Belirli bir kimya ile ilgili konu hakkında literatür taraması yaparak güvenilir bilgi kaynaklarını etkin bir şekilde kullanabileceklerdir. / Use reliable sources of information effectively by conducting a literature review on a specific chemistry-related topic.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
PC-11 Teorik ve uygulamalı kimya alanında özgün akademik araştırma yürütebileceklerdir. / Conduct original academic research in the field of theoretical and applied chemistry.								
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. / Follow advanced chemistry knowledge and convey chemistry-related topics and research to all stakeholders verbally and in writing in Turkish and English using chemical terminology.	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>