



DERS BİLGİ FORMU

FAKÜLTE / ENSTİTÜ ADI	Fen Edebiyat Fakültesi
BÖLÜM / PROGRAM / ANABİLİM DALI ADI	Kimya
DERSİN ADI	Akıllı Malzemeler ve Yapıları
DERSİN KODU	KIM4551
YEREL KREDİSİ	3
AKTS KREDİSİ	5
HAFTALIK DERS SAATİ	3
HAFTALIK UYGULAMA SAATİ	0
HAFTALIK LABORATUVAR SAATİ	0
ÖNKOŞULLAR	Yok
YARIYIL	Güz
DERSİN DİLİ	İngilizce, Türkçe
DERSİN SEVİYESİ	Lisans
DERSİN TÜRÜ	Seçmeli @Kimya Lisans Programı (%30 İngilizce ve %100 İngilizce)
DERSİN KATEGORİSİ	Uzmanlık/Alan Dersi
DERSİN VERİLİŞ ŞEKLİ	Yüz Yüze
DERSİ SUNAN AKADEMİK BİRİM	Kimya Bölümü
DERSİN KOORDİNATÖRÜ	Nergis ARSU
ASİSTAN(LAR)	Yok
DERSİN AMACI	Bu dersin amacı, öğrencilere akıllı malzemelerin yapıları ile özellikleri arasındaki ilişkilerin öğretilmesi, akıllı malzemeler kullanılarak fonksiyonel yapıların tasarım süreçlerinin öğretilmesi ve öğrencilerin doğal biyolojik sistemlerin davranışlarını gözlemleyerek yapay malzemelerin geliştirilmesine yönelik bilgi ve beceri kazanmaları amaçlanmaktadır.
DERSİN İÇERİĞİ	Akıllı malzemelerin geçmişi ve gelişimi; akıllı malzemelere giriş; klasik ve akıllı malzemelerin karşılaştırılması; akıllı malzeme tipleri; piezoelektrik malzemeler ve uygulamaları; polimerik jeller; pH'ya duyarlı malzemeler; ısıya duyarlı malzemeler; şekil hafızalı alaşımlar ve polimerler; optik fiberler; ışık yayan malzemeler; renk değiştiren malzemeler; kendi kendini yenileyen (iyileştiren) polimerler ve biyolojik sistemlerle kıyaslanması; ışık yayan, renk değiştiren, şekil hafızalı ve kendini yenileyen malzemelere yönelik uygulamalar; optik fiberler ve polimerik jellere yönelik uygulamalar; güncel literatür taraması ve değerlendirilmesi.
DERS KİTABI / MALZEMESİ / ÖNERİLEN KAYNAKLAR	Ders Kitapları: [1] I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i> , CRC Press, New York, 2008. [2] G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i> , Springer, 2009. [3] S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i> , Springer, Dordrecht, 2007. [4] <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i> , CRC Press, New York, 2010. [5] M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i> . [6] B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i> .



[7] Peter J. Reece, *Smart Materials and Structures*.

Ders Öğrenim Çıktıları

Bu dersi başarıyla tamamlayan öğrenciler,

1. Günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak artan öneme sahip akıllı malzemeler hakkında genel bilgi edinebileceklerdir.
2. Akıllı malzemelerin çalışma mekanizmalarını açıklayabileceklerdir.
3. Akıllı malzemelerin işlevlerine göre nasıl karakterize edilebileceğini tanımlayabileceklerdir.
4. Akıllı malzemeler sınıfı içinde yer alan kendini onaran malzemeleri tanıyabileceklerdir.
5. Kendini onarma süreçlerinin sentetik ve biyolojik sistemlerdeki benzerliklerini ve taklit edilmelerini tartışabilecek, bunların karakterizasyonunu açıklayabileceklerdir.

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 elektrokimya 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 -Problem çözebilme -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			
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 problemin çözüm sürecini mantıklı ve doğru bir şekilde yazabilme - Kavramların uygulamadaki örneklerini bulabilme - Uygulamalı düşünebilme, yorumlama ve gerekçelendirme süreçlerinin yürütülebilmesi	2	%20	
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 konularla ilgili problemlerin çözülebilmesi -Teorik düşünme süreçlerinin yürütülmesi	1	%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: Akıllı Malzemelerin Tarihi Hakkında Bilgi Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Akıllı malzemelerin tarihsel gelişimine dair örnek inceleme Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Malzeme biliminde akıllı malzemelerin yeri	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
2	Konu Anlatımı: Akıllı Malzemelere Giriş Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Akıllı malzemelerin tanımı üzerine soru-cevap Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Neden “akıllı” malzeme?	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
3	Konu Anlatımı: Klasik ve Akıllı Malzemelerin Kıyaslanması ve Akıllı Malzeme Tipleri Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Klasik–akıllı malzemelerin özelliklerinin karşılaştırılması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Klasik–akıllı malzemelerin özelliklerinin karşılaştırılması	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>.



		<i>Materials.</i> 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures.</i> 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
4	Konu Anlatımı: Piezoelektrik Malzemeler ve Uygulamaları Sınıf-İçi Uygulama (5 dk): Piezoelektrik malzemelerin günlük hayattaki kullanım örnekleri Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Sensör teknolojilerinde önemi	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures.</i> 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials.</i> 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures.</i> 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
5	Konu Anlatımı: Polimerik Jeller Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Polimerik jellerin sınıflandırılması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Biyomedikal uygulamalardaki rolü	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures.</i> 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials.</i> 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures.</i> 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
6	Konu Anlatımı: pH'ya Duyarlı Malzemeler Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): pH'ya duyarlı malzemelere örnekleri Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): İlaç salım sistemlerindeki avantajları	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures.</i> 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials.</i> 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures.</i> 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler



7	Konu Anlatımı: Isıya Duyarlı Malzemeler, Şekil Hafızalı Alaşımlar ve Polimerler Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Şekil hafızalı malzemelerin basit örneklerle tanıtılması Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Isı uyarının rolü	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
8	Ara Sınav 1	Sınav haftasına kadar işlenen konuların tümünün tekrar edilmesi
9	Konu Anlatımı: Işık Yayan Malzemeler Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Optoelektronik uygulamalar Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Optoelektronik uygulamalar	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
10	Konu Anlatımı: Işık Yayan Malzemeler Sınıf-İçi Uygulama (5 dk.): Optoelektronik uygulamalar Sınıf-İçi Tartışma (5 dk.): Optoelektronik uygulamalar	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
11	Konu Anlatımı: Renk Değiştiren Malzemeler (Fotokromik–Termokromik)	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and</i>



	Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Renk değıştiren malzemelere örnek gösterimler Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Kullanım alanları	<i>Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
12	Konu Anlatımı: Kendi Kendini Yenileyen (İyileştiren) Polimerler ve Biyolojik Sistemlerle Kıyaslanması Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Doğal biyolojik onarım süreçlerinin örneklenmesi Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Doğal ve sentetik sistemlerin benzerliği	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
13	Konu Anlatımı: Şekil Hafızalı Alaşımlar ve Polimerler, Işık Yayan ve Renk Değıştiren Malzemelere Yönelik Uygulamalar Sınıf-içi Uygulama (5 dk.): Uygulama örnekleri Sınıf-içi Tartışma (5 dk.): Günlük yaşamdan kullanım örnekleri	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
14	Konu Anlatımı: Kendi Kendini Yenileyen Polimerler, Optik Fiberler ve Polimerik Jellere Yönelik Uygulamalar Sınıf-içi Uygulama: (5 dk) Öğrencilerle uygulamalara yönelik soru-cevap yapılması Sınıf-içi Tartışma: (5 dk.) Endüstriyel potansiyelin tartışılması	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of</i>



		<i>Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
15	Konu Anlatımı: Kendi Kendini Yenileyen Polimerler, Optik Fiberler ve Polimerik Jellere Yönelik Uygulamalar Sınıf-İçi Uygulama: (5 dk) Öğrencilerle uygulamalara yönelik soru-cevap yapılması Sınıf-İçi Tartışma: (5 dk.) Gelecek teknolojilerin tartışılması	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web siteleri, literatür kaynaklarından ilgili üniteler
16	Final	İşlenen konuların tümünün tekrar edilmesi

AKTS İŞYÜKÜ TABLOSU

Etkinlikler	Sayı	Süresi (Saat)	Toplam İşyükü
Ders Saati	14	3	42
Laboratuar			
Uygulama (sözlü Sınav)			
Arazi Çalışması			
Sınıf Dışı Ders Çalışması			
Derse Özgü Staj			
Ödev	3	20	60
Küçük Sınavlar/Stüdyo Kritiği			
Projeler			
Sunum / Seminer			
Ara Sınavlar (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	15	15
Final (Sınav Süresi + Sınav Hazırlık Süresi)	1	20	20
Toplam İş yükü:			137



Toplam İş yükü / 30(s):	4.57
AKTS Kredisi:	5



COURSE INFORMATION FORM

FACULTY / GRADUATE SCHOOL	Faculty of Arts and Sciences
DEPARTMENT / PROGRAMME	Chemistry
TITLE OF COURSE	Smart Materials and Structures
CODE	KIM4551
LOCAL CREDIT	3
ECTS	5
LECTURE HOUR / WEEK	3
PRACTICAL HOUR / WEEK	0
LABORATORY HOUR / WEEK	0
PREREQUISITE	None
SEMESTER	Fall
COURSE LANGUAGE	English, Turkish
LEVEL OF COURSE	Undergraduate
COURSE TYPE	Elective @ Bachelor Programme in Chemistry
COURSE CATEGORY	Major Area Courses
MODE OF DELIVERY	Face-to-Face
OWNER ACADEMIC UNIT	Department of Chemistry
COURSE COORDINATOR	Nergis ARSU
ASSISTANT(S)	None
COURSE OBJECTIVES	The aim of this course is to teach students the relationships between the structures and properties of smart materials, to teach the design processes of functional structures using smart materials, and to enable students to gain knowledge and skills for the development of artificial materials by observing the behavior of natural biological systems.
COURSE CONTENT	History and development of smart materials; introduction to smart materials; comparison of classical and smart materials; types of smart materials; piezoelectric materials and their applications; polymeric gels; pH-sensitive materials; temperature-sensitive materials; shape-memory alloys and polymers; optical fibers; luminescent materials; color-changing materials; self-healing polymers and their comparison with biological systems; applications of luminescent, color-changing, shape-memory, and self-healing materials; applications of optical fibers and polymeric gels; review and evaluation of current literature.
RECOMMENDED OR REQUIRED READINGS	Coursebooks: [1] I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i> , CRC Press, New York, 2008. [2] G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i> , Springer, 2009. [3] S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i> , Springer, Dordrecht, 2007. [4] <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i> , CRC Press, New York, 2010. [5] M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i> .



[6] B. Culshaw, *Smart Structures and Materials*.
[7] Peter J. Reece, *Smart Materials and Structures*.

Course Learning Outcomes

- Upon successful completion of this course, students will be able to:
1. Gain general knowledge about smart materials, which have increasing importance parallel to technological developments.
 2. Explain the working mechanisms of smart materials.
 3. Define how smart materials can be characterized according to their functions.
 4. Recognize self-healing materials within the class of smart materials.
 5. Discuss the similarities and biomimetic aspects of self-healing processes in synthetic and biological systems and explain their characterization.

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 electrochemistry 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: 1. Content: Comprehensive questions covering all topics addressed up to the exam week 3. Format: Face-to-face multiple-choice quiz (5-10 minutes) 4. Detailed Assessment Criteria: -Ability to solve problems related to the theoretical topics covered in the course		
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	2	%20



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	1	%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: History of Smart Materials Quick Practice (5 minutes): History of smart materials In-Class Discussion (5 minutes): Smart materials in materials science.	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web sites, related units from literature sources.
2	Lecture: Introduction to Smart Materials Quick Practice (5 minutes): Question and answer on the definition of smart materials In-Class Discussion (5 minutes): Why “smart” materials?	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web sites, related units from literature sources.
3	Lecture: Comparison of Classical and Smart Materials, Types of Smart Materials Quick Practice (5 minutes): Comparison of the properties of classical and smart materials In-Class Discussion (5 minutes): Discussion on similarities and differences	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web sites, related units from literature sources.
4	Lecture: Piezoelectric Materials and Applications	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications</i>



	Quick Practice (5 minutes): Examples of piezoelectric materials in daily life In-Class Discussion (5 minutes): Importance in sensor technologies	<i>in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
5	Lecture: Polymeric Gels Quick Practice (5 minutes): Classification of polymeric gels In-Class Discussion (5 minutes): Role in biomedical applications	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
6	Lecture: pH-Sensitive Materials Quick Practice (5 minutes): Examples of pH-sensitive materials In-Class Discussion (5 minutes): Advantages in drug delivery systems	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
7	Lecture: Heat-Sensitive Materials, Shape-Memory Alloys and Polymers Quick Practice (5 minutes): Introduction to shape-memory materials with simple examples	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008.



	In-Class Discussion (5 minutes): Role of thermal stimulus	G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
8	Midterm 1	Review of all topics covered up to the exam week.
9	Lecture: Light-Emitting Materials Quick Practice (5 minutes): Examples from optoelectronic applications In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of optoelectronic uses	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
10	Lecture: Light-Emitting Materials Quick Practice (5 minutes): Examples from optoelectronic applications In-Class Discussion (5 minutes): Discussion of optoelectronic uses	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
11	Lecture: Color-Changing Materials (Photochromic–Thermochromic) Quick Practice (5 minutes): Demonstrations of color-changing materials	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and</i>



	In-Class Discussion (5 minutes): Application areas	<i>Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
12	Lecture: Self-Healing Polymers and Comparison with Biological Systems Quick Practice (5 minutes): Examples of natural biological repair processes In-Class Discussion (5 minutes): Similarities between natural and synthetic systems.	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
13	Lecture: Applications of Shape-Memory Alloys and Polymers, Light-Emitting and Color-Changing Materials Quick Practice (5 minutes): Application examples In-Class Discussion (5 minutes): Usage examples from daily life	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. - Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. - Web sites, related units from literature sources.
14	Lecture: Applications of Self-Healing Polymers, Optic Fibers and Polymeric Gels Quick Practice (5 minutes): Question and answer with students about applications. In-Class Discussion (5 min): Industrial potential	I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An</i>



		<i>Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web sites, related units from literature sources.
15	Lecture: Applications of Self-Healing Polymers, Optic Fibers and Polymeric Gels Quick Practice (5 minutes): Question and answer with students about applications In-Class Discussion (5 min): Future technologies	1. I. Galaev, B. Mattiasson, <i>Smart Polymers: Applications in Biotechnology and Biomedicine</i>, CRC Press, New York, 2008. 2. G. Gerlach, K. F. Arndt, <i>Hydrogel Sensors and Actuators</i>, Springer, 2009. 3. S. van der Zwaag, <i>Self-Healing Materials: An Alternative Approach to 20 Centuries of Materials Science</i>, Springer, Dordrecht, 2007. 4. <i>Macroporous Polymers: Production, Properties and Biotechnological/Biomedical Applications</i>, CRC Press, New York, 2010. 5. M. V. Gandhi, <i>Smart Materials and Structures</i>. 6. B. Culshaw, <i>Smart Structures and Materials</i>. 7. Peter J. Reece, <i>Smart Materials and Structures</i>. 8. Web sites, related units from literature sources.
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			
Special Course Internship (Work Placement)			
Homework Assignments	3	20	60
Quizzes/Studio Critics			
Project			
Presentations / Seminar			
Mid-Terms (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	15	15
Final (Examination Duration + Examination Prep. Duration)	1	20	20
Total Workload:			137
Total Workload / 30(h):			4.57



	ECTS Credit: 5
--	----------------



Ders Öğrenim Çıktısı & Program Çıktısı Matrisi

	DÖC-1	DÖC-2	DÖC-3	DÖC-4	DÖC-5
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. / Define the basic chemical concepts and gain advanced theoretical and practical knowledge in the fields related to chemistry in a way to emphasize the scientific approach by supporting the knowledge with application tools and equipment.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</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. / Students will be able to use their advanced theoretical and practical knowledge in the field of chemistry to design experiments and develop solution methods for the investigation of problems in chemistry related fields, solve problems using appropriate analytical methods and techniques, collect data, analyze and interpret 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. / To be able to solve	=	=	=	=	=



complex and unforeseen problems encountered in chemistry related fields by using advanced theoretical and practical knowledge in their fields, using research methods, developing new strategic approaches and taking responsibility.					
PC-4 Kimya ve ilgili alanlarda bağımsız olarak ve paydaşlarıyla ortaklaşa çalışmalar yürütebilecek ve analitik düşünme yeteneğini kullanabileceklerdir. / Students will be able to conduct studies independently and in collaboration with stakeholders in chemistry and related fields and use analytical thinking skills.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</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 gain 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 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. /Identify 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. / They will be able to act in line with professional ethical principles and social and universal values and with a sense of social responsibility and justice, taking into account the legal consequences that may arise while conducting 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 evaluate processes and results within the framework of quality standards by applying quality management principles to their individual and team projects.	=	=	=	=	=
PC-10 Belirli bir kimya ile ilgili konu hakkında literatür taraması yaparak güvenilir bilgi kaynaklarını etkin bir şekilde	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>



kullanabileceklerdir / By conducting a literature review on a specific chemistry- related topic, they will be able to use reliable sources of information effectively.					
PC-11 Teorik ve uygulamalı kimya alanında özgün akademik araştırma yürütebileceklerdir. / Conduct original academic research in the field of theoretical and applied chemistry	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</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. / Students will be able to follow advanced chemistry knowledge, transfer chemistry related topics and researches to all stakeholders orally and in writing in Turkish and English using chemical terminology.	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>