

# Fiziksel Kimya Eğitiminin Önemi

**Semra BİLGİÇ\***

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Beşevler, Ankara

## Özet

*Fiziksel kimya maddeleri atomik ve moleküler düzeyde inceleyen bir bilim dalıdır. Biyokimyadan maddelerin özelliklerine kadar çeşitli konular, örneğin enzim kinetiği, polimer kimyası, kimyasal kinetik, kuantum kimyası, elektrokimya, malzeme bilimi spektroskopi, reoloji, fiziksel organik kimya, kataliz, yüzey kimyası, kolloitler Fiziksel kimyanın çalışma konularıdır. Fiziksel kimya, kimyanın diğer alanları ve diğer bilim dallarıyla ilişkili disiplinler arası bir daldır. Fiziksel kimya, kimya ile matematik ve fiziği birleştiren yeni teknolojilerin temel alanıdır. Bu nedenle Fiziksel kimya eğitiminin büyük önemi vardır. Fiziksel kimya eğitimi öğrencilere geniş bir ufuk verir, çeşitli bilimsel kariyerlerde ve endüstrilerde çalışmalarını sağlar. Gerek mecburi gerek seçmeli teorik dersler, laboratuvar gibi uygulamalı çalışmalar, proje ve seminer gibi bilimsel aktiviteler bu eğitimin birer parçasıdır. Burada ülkemizin çeşitli üniversitelerine bağlı fakültelerinde ve bazı yurt dışı ülkelerindeki Fiziksel kimya eğitimi ile ilgili bilgiler verilerek tartışılacaktır.*

**Anahtar kelimeler:** Eğitim, fiziksel kimya, üniversiteler.

## The Importance of Physical Chemistry Education

### Abstract

*Physical chemistry is the science which studies the materials at atomic and molecular levels. The domain of physical chemistry encompasses a wide range of topics from biochemistry to properties of materials, such as enzyme kinetics, polymer chemistry, chemical kinetics, quantum chemistry, electrochemistry, materials science, spectroscopy, rheology, physical organic chemistry, catalysis, surface chemistry and colloids. Physical chemistry is an interdisciplinary field that is also related to the other fields of chemistry and several sciences. Physical chemistry is a major field of new technologies that incorporates chemistry with mathematics and physics. Therefore, physical chemistry education is of capital importance. Physical chemistry education enables students to have a broad vision and provides opportunities for academic careers and work in industry. Either compulsory or elective theoretical courses, practical implementation in laboratories, scientific activities like projects and seminars*

---

\* Semra BİLGİÇ, bilgic@science.ankara.edu.tr, Tel: (312) 2126720/1020

*are parts of this education. Hereby, information on physical chemistry education in the faculties of different universities in our country and in abroad will be provided and discussed.*

**Keywords:** Education, physical chemistry, universities.

## **1. Giriş**

Fiziksel kimyanın tanımı sorulduğunda ünlü kimyacı Gilbert Newton Lewis ‘**Fiziksel kimya enteresan olan her şeydir**’ diye cevaplamıştır. Fiziksel kimya maddeleri, moleküler ve atomik düzeyde inceleyen, maddelerin ve sistemlerin özelliklerini incelemek için deneysel yöntemler tasarlayan ve geliştiren, ölçüm sonuçlarını matematiksel ifadelere dönüştürerek bu dönüşümlerle ilgili teoriler ortaya koyan bir bilim dalıdır.

Biyokimyadan maddelerin özelliklerine kadar çok çeşitli konular Fiziksel kimya bilim dalı içinde yer alır. Proteinlerin nasıl aktif hale geldikleri, karmaşık nano yapıları, motorların çalışma prensipleri, stratosferin ozon deliğinin kaynağı gibi küresel olaylar Fiziksel kimyacılar tarafından incelenir; maddelerin kullanım özellikleriyle ilgili teoriler yine Fiziksel kimyacıların çalışma konuları arasındadır. Polimer kimyası, kimyasal kinetik, kuantum kimyası, fazlar ve faz dengeleri, elektrokimya, malzeme bilimi, hesapsal kimya, spektroskopi, reoloji, fiziksel organik kimya, enzim kinetiği, kataliz, yüzey kimyası ve kolloitler Fiziksel kimyanın temelini oluşturan konulardır. Fiziksel kimyanın çok kullanımlı doğası çeşitli aktivitelere olanak sağlar. Enzimlere duyarlı sensörlerin geliştirilmesi, polyester maddelerin görüntülenmesi için yeni filmler belirlenmesi, yer altı sularının incelenmesi, kuantum uygulamalarında moleküler modellemenin kullanılması bunlardan bazılarıdır. Fiziksel kimya, fizik ve matematiği kullanarak geliştirilen yeni teknolojilerin temel alanıdır. Bu nedenle Fiziksel kimya eğitiminin önemi büyüktür.

## **2. Türkiye’de Fiziksel Kimya Eğitimi**

Fiziksel kimyanın çok geniş alanlarda kullanımı nedeniyle bu alanda çalışan araştırmacıların çeşitli ileri teknoloji, çevre bilimi, malzeme bilgisi gibi alanlarda da iyi bir eğitim almaları gerekir. Bu da Fiziksel kimya eğitimini daha önemli hale getirmektedir.

Bu bölümde Türkiye’deki çeşitli üniversitelerdeki Fiziksel kimya eğitimi hakkında bilgiler, ders programları ve içeriklerinden örnekler verilecektir.

8.yarı yılın sonunda KİM 460 Özel Konu adı altında öğrenciler bitirme projesi hazırlamakta ve sunumlarını kimya bölümü öğrenci ve öğretim üyelerine 15-20 dakika sürecek şekilde anlatmaktadırlar. Konularıyla ilgili olarak hazırladıkları posterler bölümümüz girişinde 1 hafta süreyle asılı kalmakta, isteyen herkes inceleyip öğrenciye sorular sormaktadır. Bu aktiviteden amaç, öğrencilerin kendi çalışmalarını sunmaları, gelecek sorulara cevap verebilmeleri ve tartışma çaba ve cesaretini geliştirmektir. Örneğin Fizikokimya (Fiziksel kimya) 2012 bahar yarı yılında hazırlanan seçenek programı konuları aşağıda görülmektedir.

Tablo 1. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Fizikokimya (Fiziksel kimya) Ana Bilim Dalı'nda okutulan zorunlu ve seçmeli dersler

Dersler	Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
KİM 215	Fizikokimya-I	Zorunlu	(4,2,0) 5 7
KİM 216	Fizikokimya-II	Zorunlu	(4,2,0) 5 7
KİM 313	Fizikokimya-III	Zorunlu	(3,2,0) 4 7
KİM 357	Fizikokimya Lab.	Zorunlu	(0,0,8) 4 7
KİM 461	Kuantum Kimyası-I	Zorunlu	(2,2,0) 3 6
KİM 462	Kuantum Kimyası-II	Zorunlu	(2,2,0) 3 6
KİM 463	Çekirdek Kimyası	Zorunlu	(2,2,0) 3 6
KİM 481	Termodinamik	Zorunlu	(2,2,0) 3 6
KİM 432	Kauçuk Kimyası	Seçmeli	(3,0,0) 3 5
KİM 447	Lif Kimyası	Seçmeli	(2,0,0) 2 4
KİM 465	Yüzey Kimyası	Seçmeli	(2,0,0) 2 4
KİM 466	Kolloit Kimyası	Seçmeli	(2,2,0) 3 4
KİM 469	Polimer Kimyasına Giriş	Seçmeli	(3,0,0) 3 5
KİM 486	Polimer Teknolojisine Giriş	Seçmeli	(3,0,0) 3 5
KİM 490	Yakıt Teknolojisine Giriş	Seçmeli	(2,0,0) 2 4
KİM 491	Korozyon	Seçmeli	(2,0,0) 2 4
KİM 492	Korozyon Lab.	Seçmeli	(0,0,6) 3 5
KİM 495	Seramik Teknolojisi	Seçmeli	(3,0,0) 3 5
KİM 496	Polimerleşme Kinetiği	Seçmeli	(2,0,0) 2 4
KİM 497	Radyokimya	Seçmeli	(2,0,0) 2 4
KİM 402	Hesaplamalı Kimya*	Seçmeli	(3,0,0) 3 5

\* Bu ders Organik Kimya Ana Bilim Dalında görevli öğretim üyesi tarafından verilmektedir.

#### Fizikokimya Seçenek Programı Sözlü Sunumları ( 16/05/2012 )

Konular: Cam ve Bileşenleri

Nanoteknolojiye Genel Bakış

Klinik Analizlerde Kullanılan Elektrokimyasal Sensörler I

Klinik Analizlerde Kullanılan Elektrokimyasal Sensörler II

Güneş Pilleri

Nanofotonik Bilimi

Hayatın Tadı: Şeker

Fotokatalitik Nanomalzemelerin Sentezi ve Uygulamaları

ZnO Nanoparçacıkların Fotokatalitik Etkileri

Bor ve Kullanım Alanları

Biyomateryaller ve Uygulamaları

Boyanın Kimyası

CO<sub>2</sub> den Değerli Kimyasalların Eldesi

Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye'deki Durumları

Hidrotermal Karbonizasyon

Soljel Yöntemiyle Kompozitler

Tablo 2. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler		Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
YKM 53	Fizikokimya-I	Zorunlu	4	7
YKM 54	Fizikokimya Lab.-I	Zorunlu	2	5
YKM 63	Fizikokimya-II	Zorunlu	4	7
YKM 64	Fizikokimya Lab.-II	Zorunlu	2	5
YKM 821	Biyolojik Makromoleküllerde Kimyasal ve Spektroskopik Teknolojiler	Zorunlu	3	6
YKM 831	Kuantum Kimyasına Giriş	Zorunlu		5
YKM 841	Kimya Tarihi	Zorunlu		3
YKM 551	Polimer Kimyası	Seçmeli		4
YKM 651	Elektrokimya	Seçmeli		4
YKM 752	Kimyasal Kinetik	Seçmeli		6

Tablo 3. Balıkesir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler		Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
KİM 2206	Kuantum Kimyası	Zorunlu	(3,0,0) 3	4
KİM 3101	Fiziksel kimya-I	Zorunlu	(4,0,0) 4	6
KİM 3104	Elektrokimya	Zorunlu	(2,0,0) 2	3
KİM 3201	Fiziksel kimya-II	Zorunlu	(4,0,0) 4	6
KİM 3203	Fiziksel kimya Lab.-I	Zorunlu	(0,0,4) 2	3
KİM 3107	Malzeme Bilimine Giriş	Seçmeli	(2,0,0) 2	3
KİM 3123	Kimyada Nanoteknoloji Bilimine Giriş	Seçmeli	(2,0,0) 2	3
KİM 3223	Anorganik Bileşiklerin Elektrokimyası	Seçmeli	(2,0,0) 2	3

Tablo 4. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler		Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
00272	Kuantum Kimyası	Zorunlu	(3,0,0) 3	5
00272	Kuantum Kimyası Uyg.	Zorunlu	(3,0,0) 3	5
00206	Fizikokimya-I	Zorunlu	(3,0,0) 3	5
00313	Fizikokimya-III	Zorunlu	(4,0,0) 4	7
00313	Fizikokimya-III Lab.	Zorunlu	(4,0,0) 4	7
00376	Nükleer Kimya-II	Seçmeli	(2,0,0) 2	3

Tablo 5. Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler	Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
KİM 305	Kuantum Kimyası-I	Zorunlu	(2,0,2) 4
KİM 329	Fizikokimya-I	Zorunlu	(3,0,3) 4
KİM 306	Kuantum Kimyası-II	Zorunlu	(2,0,2) 4
KİM 330	Fizikokimya-II	Zorunlu	(3,0,3) 4
KİM 465	Polimer-I	Zorunlu	(2,0,2) 3
KİM 483	Fizikokimya-III	Zorunlu	(3,0,3) 4
KİM 468	Polimer Kimya Lab.	Zorunlu	(0,6,2) 3
KİM 484	Fizikokimya-IV	Zorunlu	(3,0,3) 4
KİM 486	Fizikokimya Lab.	Zorunlu	(0,6,2) 6
KİM 367	Enerjinin Kimya ve Termodinamiği	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 395	Polimerizasyon Teknikleri	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 397	Endüstriyel Polimerler	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 300	Adsorpsiyonun Endüstriyel Uygulamaları	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 336	Fiziksel Biyokimya	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 354	Yüzey Kimyasında Analiz ve Karakterizasyon Yöntemleri	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 370	Elektroaktif Malzemeler	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 394	Nano Malzemeleri Kimyası	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 395	Polimerizasyon Teknikleri	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 396	Polimerlerin Biyomalzeme Olarak Kullanımı	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 398	Polimer İşlemciliği	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 422	Nükleer Kimya	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 432	Homojen ve Heterojen Kataliz	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 434	Fotokimya	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 440	Elektroanalitik Kimya	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 448	Enzim Bilimi	Seçmeli	(2,0,2)
KİM 480	Polimer Teknolojisi	Seçmeli	(2,0,2)

Tablo 6. Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler	Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
4240205	Fizikokimya-I	Zorunlu	(3,0,3) 6
4240206	Fizikokimya-II	Zorunlu	(3,0,3) 6
4240301	Kimyasal Tepkime Müh.-I	Zorunlu	(3,0,3) 5
4240303	Kimya Müh. Termodinamiği	Zorunlu	(3,0,3) 4
4240311	Polimer Kimyası	Zorunlu	(3,0,3) 3
4240302	Kimyasal Tepkime Müh.-II	Zorunlu	(3,0,3) 5
4240316	Fizikokimya Lab.	Zorunlu	(0,3,1) 5
4240329	Korozyon ve Korozyondan Korunma	Seçmeli	(2,0,2) 3
4240425	Teknik Elektrokimya	Seçmeli	(2,0,2) 3

Tablo 7. Hitit Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler	Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)	
4330303	Fizikokimya-I	Zorunlu	(4,0,2) 5	6
4330302	Elektrokimya	Zorunlu	(3,0,0) 3	3
4330304	Fizikokimya-II	Zorunlu	(4,0,2) 5	6
4330358	Fizikokimya Lab.	Zorunlu	(0,0,6) 3	6
4330321	Kimyasal Kinetik	Seçmeli	(3,0,0) 3	3
4330322	Polimer Kimyası-I	Seçmeli	(2,0,0) 2	2
4330328	Korozyon ve Korozyondan Korunma	Seçmeli	(2,0,0) 2	2
4330330	Termodinamik	Seçmeli	(2,0,2) 3	4
4330423	Polimer Kimyası-II	Seçmeli	(2,0,0) 2	2

Tablo 8. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü'nde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler	Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)
Fiziksel kimya - I	Zorunlu	(4,0,0) 4	6
Fiziksel kimya Lab. -I	Zorunlu	(0,0,4) 2	3
Fiziksel kimya-II	Zorunlu	(4,0,0) 4	6
Fiziksel kimya Lab. - II	Zorunlu	(0,0,4) 2	3
Çekirdek Kimyası	Seçmeli	(2,0,2) 3	4
Kuramsal Kimya	Seçmeli	(3,0,0) 3	4
Kimyacılar için Matematik	Seçmeli	(3,0,0) 3	4

Tablo 9. Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde okutulan zorunlu ve seçmeli Fiziksel kimya dersleri

Dersler	Ders Türü	Kredi	AKTS (ECTS)	
KMY 2104	Fizikokimya-I	Zorunlu	(4,0,0) 4	7
KMY 2154	Fizikokimya Laboratuvarı-I	Zorunlu	(0,0,4) 2	3
KMY 3105	Fizikokimya-II	Zorunlu	(4,0,0) 4	9
KMY 3155	Fizikokimya Laboratuvarı-II	Zorunlu	(0,0,4) 2	4
KMY 4119	Fizikokimya-III	Seçmeli	(3,0,0) 3	5

## 2. Yurt Dışındaki Bazı Üniversitelerde Fiziksel kimya Eğitimi

Bu bölümde yurt dışındaki bazı üniversitelerde Fiziksel kimya eğitiminden örnekler verilecektir.

Almanya'daki Erlangen-Nürnberg Üniversitesi'nde (Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg) Kimya ve Biyoloji Mühendisliği (CBI) bölümün araştırma konuları arasında kataliz, iyonik sıvılar, ayırma işlemleri, bitki biyoteknolojisi, çok fazlı akışkanlar, yüksek basınç teknolojisi ve reoloji gibi konular geniş ölçüde incelenmektedir. Ayrıca bu üniversitede bulunan İleri malzeme mühendisliği, Kimya ve

Biyomühendislik bölümü ve Makine Mühendisliği bölümü Fiziksel kimya ve fizik bölümleri tarafından desteklenmektedir. Fiziksel kimya bölümünde polimer kimyası, reoloji, plastik kalite kontrolünde reoloji, plâstiklerin termal analizi gibi konularda çalışılmaktadır. Erlangen–Nürnberg Üniversitesi’nde Kimya ve Eczacılık Bölümleri vardır. Kimya ve İlaç bölümü ise Fiziksel kimya bilim dalında yer almaktadır [1].

Heidelberg Üniversitesi (Heidelberg the Institute of Physical Chemistry (PCI)) Kimya ve Doğa Bilimleri Fakültesi Fiziksel kimya Enstitüsü kimyasal süreçlerin lazerle tanısı, biyofotonik, yüzey ve arayüzey tasarım ve analizi, biyofiziksel ve teorik kimya uygulamalarıyla çok iyi bilinen bir merkezdir. Biyofiziksel ve Teorik Kimya Enstitüsü sayısız disiplinlerarası ve uluslararası işbirlikleri ile matematik, bilimsel hesaplama, fizik, malzemeler ve yaşam bilimleri alanlarında multidisipliner araştırma faaliyetleri yürütmektedir. Pek çok araştırma konusu, endüstriyel şirketlerle ortak yürütülen çok sayıda projenin pratik olarak uygulanmasına yöneliktir. Farklı ortaklar arasındaki iletişim düzenli olarak yapılan toplantılar, seminerler ve kongreler ile sağlanmaktadır. Bu merkezde Fiziksel kimyanın pek çok konusunda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Belli başlı araştırma konuları arasında biyolojik örneklerin tek molekül spektroskopisi, fonksiyonel yüzey ve ara yüzeylerin karakterizasyonu, biyoteknoloji ve medikal uygulamalar için biyoyumlu kaplamalar, nanolitografi ve teknoloji, kimyasal ve biyokimyasal sensörler, X–ışınları mikroskopisi ve holografı, elektronik yapıların ve molekül dinamiklerinin teorik incelenmesi gibi konular ağırlıktadır [2].

Berlin Teknik Üniversitesi (Technische Universität Berlin) öğrenci sayısı olarak Almanya’nın ikinci büyük üniversitesidir ve teknik konularda eğitim verir, bu alanda Avrupa’nın en iyi üniversiteleri arasında değerlendirilir. Berlin Teknik Üniversitesi’nde Fiziksel kimya eğitimi, Matematik ve Doğa Bilimleri Fakültesi içinde yer alır. Bu fakülte içinde Kolloit Kimya Bölümü adı altındaki bölümde kolloit kimyası konusunda ileri düzeylerde araştırmalar yapılmaktadır [3].

George–Simon–Ohm Hochschule Nürnberg Kimya Meslek Yüksek Okulu’nda Fiziksel kimya eğitimi incelenirse 14 kredilik Fiziksel kimya ve 9 kredilik analitik kimya derslerinin alınmasının önerildiği görülür. Dönem başında öğrencilerden, belirlenen bir konuda seminer vermeleri istenmektedir. Örneğin pillerin yapısı ve çalışma mekanizması, bu seminer konularından birisidir. Enerji amaçlı olarak kullanılan maddelerin termodinamik özellikleri ve teknolojiye kullanılan yöntemlerin bu konular yardımıyla daha iyi algılanması amaçlanmıştır. Seminer sonunda bilinen bir sorun ortaya konulur ve sorun grup çalışması yapılarak çözülür. Ayrıca öğrencilerden bir proje hazırlamaları istenir. Bu projeden amaç, madde sistemlerinin ve oluşan ürünlerin özelliklerinin uygulamada yol açtığı sorunların Fiziksel kimya yasaları yardımıyla çözümünü öğretmektir. Proje 4 kredidir. Ders notları öğrencilere elektronik ortamda PDF formatında verilir. Fiziksel kimya derslerinde Öğrencilere ödev de verilir. Ödev verilmesinin amaçlarından biri de öğrenciye problem çözme yeteneğinin kazandırılması, öğrencinin tek başına problem çözüm stratejisini geliştirmesidir. Bu ödev kapsamında öğrenciler belli deneyleri yapmaktadırlar. Buna göre ödevin bir diğer amacı, öğrenciye gerekli yeteneklerin ve bilgilerin deneylerin uygulanması ile kazandırılmasıdır. Fiziksel kimya laboratuvarlarında her grup iki öğrenciden oluşur. Her grup verilen deneyleri yapar ayrıca öğrencilere deneylerle ilgili ödev verilir ve gruptaki her öğrenci verilen özgün ödevi kendi başına çözer. Bunun yanı sıra öğrenciler laboratuvar deneyleri konularından bir seminer verirler. Dönem sonunda seminer ve uygulama notlarından 90 dakikalık yazılı bir sınav yapılır [4].

Çin Bilimler Akademisi'nin Kimya Bölümü'nde (Institute of Chemistry Chinese Academy of Sciences (ICCAS)) B programında Fiziksel kimya ve polimer kimyası ayrı birimler olarak bulunur. Fiziksel kimyada; kimyasal reaksiyonların temel araştırma konuları, dinamik ve yapısal kimya, moleküler kimya, moleküler sentez, yüksek teknoloji materyalleri, nano bilimi ve teknolojisi, kimyasal biyoloji ve teorik kimyadır [5].

Tektaş'taki Arlington Üniversitesi (Arlington University–Texas) Kimya Bölümü'nde Fiziksel kimya I (3. sınıf ilk yarı yıl) dersinde Fiziksel kimyanın çeşitli bilim dallarıyla ilgisi ve değişim bilimi olarak temel prensipleri anlatılmaktadır. Dersin amacı, ders sonunda her öğrencinin termodinamiğin temel prensiplerini özetleyebilmesi, ideal ve ideale yakın sistemlerin anlaşılması ve kişisel araştırmalarda kullanılacak araçların uygulanmasıdır. Bu ders için % 10 derse devam zorunludur. Dönem sırasında öğrenciye verilen ödevin katkısı % 25'tir. 4 ara sınav yapılmaktadır, ara sınavların geçme notuna etkisi % 40, finalin ise % 25'tir. Fiziksel kimya II (3. sınıf ikinci yarı yıl) dersinde kuantum kimyası ve bunun atomlarda, moleküllerde ve katılarda kullanımı öğretilmektedir. Amaç, ders sonunda her öğrencinin kuantum fiziğinin temel prensiplerini öğrenmesi, olasılık, dalga fonksiyonları, orbital ve spektrografinin anlaşılması ve kişisel araştırmalarda kullanılacak araçların uygulanmasıdır. Dönem sonunda Schrödinger eşitliğinin standart koşullarda kullanılması, atomik spektrumların çözümlenmesi ve sembollerin kullanılabilmesi, moleküllerin bağlanmasında yaklaşık tanımların kullanılması, iyonik ve kovalent yapıların anlaşılması gibi bilgiler öğrenilmiş olur. Başarı notuna % 10 derse devam, %25 ödev, ara sınav (4 adet) % 40 ve final % 25 etkir. Bu üniversitenin öğrencilere 3. sınıfının 1. yarı yılında Fiziksel kimya Laboratuvarı yaptırılmaktadır. Bu laboratuvar haftada 7,5 saat olarak belirlenmiş olup deneyler 2 veya 3 kişilik öğrenci grupları tarafından yapılmaktadır. Deneylere başlamadan önce öğrenciler laboratuvarında sözlü sınav olmaktadır, bu sınavlarda öğrencilere deneylerin nasıl yapılacağı, kullanılacak alet ve sistemlerin çalışma prensipleri, hesaplamalarda kullanılacak temel teori ve eşitlikler sorulmaktadır [6].

Amerika Birleşik Devletleri'nde Wisconsin Üniversitesi'nde (University of Wisconsin–Madison) polimer mühendisliği merkezi vardır ve bu merkezde reoloji, alternatif polimerler, mikro ve nano skalada aletler, iyonik polimerizasyon ve kopolimerizasyon, makromoleküller, polimer kompozitlerin nano ve mikro mekanikler, plâstiklerin performansı ve karakterizasyonu ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır [7].

Iowa Üniversitesi'nde (Iowa State University) yine Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Fiziksel kimya eğitiminde lisans düzeyindeki laboratuvarlarda veri analizleri için bilgisayar kullanımı gibi ileri teknolojiler uygulanmaktadır. Ayrıca bu laboratuvarlarda hata analizleri, ara yüzey deneyleri, termodinamik, infrared ve optik spektroskopi deneyleri yaptırılmaktadır. 3 Kredilik kuantum mekaniğine giriş dersinde kuantum mekanikleri, atomik ve moleküler yapı, spektroskopi, gazların kinetik teorisi, kimyasal kinetik gibi konular okutulmaktadır. Yine 3 kredilik Kimyasal Termodinamik dersinde termodinamiğin 1., 2. ve 3. yasalarının gazlar ve ara yüzey sistemlerine uygulanması, reaksiyon sistemlerinin çok fazlı dengesi, yüzey kimyası, elektrokimyasal piller gibi konular yer almaktadır. Öğrencilerin iki yarı yıl Fiziksel kimya dersini almaları zorunludur. Moleküler temeller, istatistiksel termodinamik gibi dersler seçimidir[8].



### 3. Sonuçlar ve Tartışma

Bütün bu veriler ve bilgiler Fiziksel kimya eğitimindeki çalışma konularının üniversitelerin mühendislik, fen–edebiyat, fen ve eğitim fakültelerinde zorunlu ve seçmeli dersler, laboratuvarlar, seminer ve proje konularını kapsadığını göstermektedir. Fiziksel kimya eğitiminin geniş bir uygulama alanı vardır. Fiziksel kimyacılar geniş ufuklu bir eğitim alırlar ve çalışmalarını disiplinlerarası yürütürler. Fiziksel kimyacılar teorik olarak bilimsel araştırmalarının yanında endüstrinin çeşitli dallarında çalışırlar ve çeşitli bilimsel kariyerlerde araştırmalarını sürdürürler. Erlangen–Nürnberg Teknik Üniversitesi ile Wuerzburg Ludwig–Maximilians Teknik Üniversitelerinin ortaklaşa araştırma ağı içinde geleceğin enerji kaynağı olan güneş enerjisi konusunda araştırmalar yapmak üzere Güneş Enerjileri Teknolojileri adı altında bir araştırma merkezi kurulmuş olup, başkanlığına biri Fiziksel kimyacı, diğeri bilgisayar mühendisi olmak üzere iki bilim adamı atanmıştır.

Pek çok Fiziksel kimyacı analitik kimyacı olarak çalışmaktadır. Bu araştırmacılar uygulamalı çalışmalarda fiziksel ve analitik kimyayı kullanırlar. Fiziksel kimyacının en güçlü yönü, karmaşık problemleri farklı ölçümler ve bilimsel yaklaşımlarla çözmeye çabası ve cesaretidir. Ancak halen üniversitelerimizdeki Fiziksel kimya eğitimi ve öğretiminin, yurt dışındaki üniversitelerle karşılaştırıldığında istenilen düzeyde olduğu söylenemez. Bu konudaki en büyük zorluk ana dilimizdeki kitap ve kaynakların yetersizliğidir. Her ne kadar günümüzde internet ve çeşitli iletişim araçları yardımıyla pek çok konuda çeşitli bilgilere ulaşılabilirse de Türkçe yayınlanan Fiziksel kimya kitapları, Fiziksel kimya laboratuvar deneyleri ve diğerkaynak (literatür vb) azdır.

Gelişen teknolojilerin yakından takip edilerek Fiziksel kimya laboratuvarlarının çeşitli alet ve teçhizatlarla yenilenip donatılması, güncel ve yeni deneylerin öğrencilere yaptırılması gerekir. Elektrokimya ve kolloit kimya gibi önemli dersler, birkaç üniversite dışında, Fiziksel kimya içinde yüzeysel veya seçmeli ders olarak okutulmaktadır. Günümüzde, özellikle yakıt pili teknolojisindeki gelişmeler, fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması amacıyla yapılan çalışmalar (güneş pilleri gibi) elektrokimyayı Fiziksel kimyanın önemli bir alt bilim dalı haline getirmektedir. Kolloit kimyanın önemi her geçen gün artmaktadır. Pek çok yurt dışı üniversitesinde kolloit kimya bölümü vardır. Örneğin Berlin Teknik Üniversitesi'nde (Technische Universität Berlin) Matematik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nde kolloit kimya ayrı bir bölüm olarak bulunur. Keza Almanya'da çok önemli bir araştırma merkezi olan Max Planck Enstitüsü'nde kolloit kimya bölümü vardır. Fiziksel kimya eğitiminde elektrokimya ve kolloit dersleri mecburi ders olarak okutulmalı, öğrenci laboratuvarlarındaki deneylere bu konularda yeni deneyler eklenmelidir. Korozyon elektrokimyanın özel bir alanı olup çok önemlidir. Geniş anlamda korozyon katı maddelerin çeşitli etkilerle dıştan içe doğru ilerleyen bozunmasıdır. Korozyon olayının temeli elektrokimyaya dayanır. Korozyon elektrik akımını geçirebilen bir elektrolit çözeltisinde bir metal yüzeyinin bazı bölgeleri arasında elektrik akımının oluşmasıdır. Korozyon için gerekli elektrolit; tuz çözeltileri, asit çözeltileri ve bazen yoğunlaşan nem bile olabilir. Korozyonun asıl mekanizması elektrikselsel bir pilde olduğu gibi elektrokimyasaldır. Bir elektrolit ve bunun içinde anot ve katot dediğimiz iki elektrot bulunmalıdır. Bu elektrotlar iki ayrı metal veya aynı metal üzerinde birbirinden farklı bölgeler olabilir. Her iki durumda da iki bölge veya iki elektrot arasında elektriğin akabilmesi için bir potansiyel farkı olmalıdır. Korozyon bilimsel olduğu kadar teknik ve ekonomik yönden de büyük bir önem taşır. Demir ve

çelikler uygun şekilde korunmazlarsa korozyona uğrarlar ve pasla dönüşürler. Elde edilen demirin 1/4 veya 1/3'ünün her yıl korozyonla parçalandığı tahmin edilmektedir. Enerji ve emek harcanarak doğadan kazanılan metaller korozyonla tekrar doğaya dönmektedirler. Bu da en basit deyimle korozyon sonucunda kaybedilen metalin elde edilmesi sırasında harcanan emeğin, enerjinin ve paranın boşa gitmesi demektir. Korozyon kaynaklarımızı ve ürünlerimizi boşa harcar ve çeşitli tehlikelere neden olur. Örneğin; korozyon nedeniyle oluşan malzeme bozunmaları yüksek basınçlı kazan ve benzeri tesislerin patlamasına ve çevreye zarar vermelerine neden olur. İlginç örneklerini günlük yaşantımızda gözleyebileceğimiz bir diğer tehlike de gıda maddelerinin korozyon ürünleriyle kirlenerek sağlığa zararlı hale gelmeleridir.

Korozyon gibi elektrokimyanın önemli bir konusundaki dersler Ankara Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi ve Hitit Üniversitesi'nde okutulmaktadır. Her ne kadar korozyon özellikle metallurji ve malzeme mühendisliğinin eğitim programları içinde yer almakta ise de temeli elektrokimyaya dayanan bir konu olduğundan, bu ders en azından Fiziksel kimya eğitim programlarına seçmeli ders olarak konulmalı ve Fiziksel kimya laboratuvarlarında temel korozyon deneyleri yaptırılmalıdır.

Fiziksel kimya eğitiminde seminer, kongre, çalıştay gibi aktivitelerin büyük önemi vardır. Özellikle Fiziksel kimya kongrelerinin kesintiye uğramadan belli periyotlarla farklı üniversitelerimizde yapılması, Fiziksel kimyanın çeşitli alt bilim dallarında çalışan bilim adamlarımızın bir araya gelmeleri, çalışma konularını tartışmaları, işbirliği yaparak ortak araştırma projeleri hazırlamalarının önemi büyüktür.

Erasmus gibi değişim programlarıyla lisans öğrencileri 2. veya 3. sınıflarda yurt dışı ülkelere giderek bir dönem orada okumaktadırlar. Ayrıca yurt dışı ülkelerinde stajlarını yapmakta ve araştırma gruplarına katılarak laboratuvarlarda çalışabilmektedirler. Böyle bir uygulamanın lisans düzeyindeki öğrencilerin ufku açacağı ve önemli katkılar sağlayacağı şüphesizdir.

Çeşitli üniversitelerimizde Fiziksel kimya bilim dalının çeşitli konularında öğretim üyesi ve araştırmacı olarak çalışan pek çok kişinin özellikle impact faktörü yüksek bilimsel dergilerde yaptıkları yayınların sayısı oldukça fazladır, Tablo 10.

Tablo 10. Çeşitli Ülkelerde 1981-2007 Yıllarında Fiziksel kimya Yayın Bilgileri

Ülke	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı	Etki Değeri	Ülke	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı	Etki Değeri
DÜNYA	552.493	7.312.954	13,24	Arjantin	4.542	40.550	8,93
OECD	399.159	6.177.943	15,48	Avusturya	4.304	57.386	13,33
AB-27	235.944	3.226.244	13,67	İskoçya	3.767	50.498	13,41
ABD	120.711	2.580.494	12,45	Portekiz	3.733	32.829	8,79
Japonya	57.287	713.350	15,34	Meksika	3.459	27.426	7,93
Almanya	56.650	868.894	10,85	Yunanistan	3.398	36.467	10,73
İspanya	21.417	232.346	11,85	Norveç	3.214	35.785	11,73
Hindistan	19.234	154.238	8,02	<b>TÜRKİYE</b>	<b>2.809</b>	<b>15.708</b>	<b>5,58</b>
Kanada	17.173	261.454	15,22	İran	1.596	6.776	4,25
İsveç	10.279	178.738	17,39	Şili	1.160	9.573	8,25
Avustralya	8.522	134.427	15,77	Venezuela	1.150	9.200	8,00
Brezilya	6.768	49.598	7,33	İzlanda	70	666	9,51
Macaristan	6.450	63.635	7,87	Lüksemburg	32	164	5,12

Bu yayınların sayısı her sene artmakta ve bilim adamlarımız çalışmalarıyla dünya çapındaki literatürlere yeni veriler kazandırmaktadır. Tablo 10'dan da görüleceği gibi Türkiye'nin 1981-2007 yıllarında Fiziksel kimya dergilerindeki yayın ve atıf sayıları İran, Şili, Venezüella, İzlanda ve Lüksemburg gibi ülkelerden fazladır [9]. Ancak uluslararası düzeydeki yayın ve atıf sayılarının daha da artarak en azından ileri batı ülkelerine yaklaşması gerekir. Bu ise, gerek yurt içi ve gerekse yurt dışı üniversitelerle işbirliği yaparak sağlanabilir. Araştırmacılarımızın yurt dışı kongre, çalıştay gibi bilimsel aktivitelere katılmalarının yararları gözönüne alınarak, bu katılımlar üniversiteler, enstitüler ve araştırma kuruluşları tarafından maddi bakımından herhangi bir sınırlama olmadan desteklenmelidir.

### **Kaynaklar**

- [1] <http://www.uni-erlangen.org> (14.05.2012)
- [2] <http://www.uni-heidelberg.de> (14.05.2012)
- [3] <http://www.tu-berlin.de> (12.05.2012)
- [4] <http://www.ohm-hochschule.de> (10.05.2012)
- [5] <http://www.sciencemag.org> (08.05.2012)
- [6] <http://www.uta.edu> (08.05.2012)
- [7] <http://www.wisc.edu> (08.05.2012)
- [8] <http://www.iastate.edu> (08.05.2012)
- [9] Demirel, İ. H., Saraç, C., Gürses, E.A. **Tübitak Ulakbim Türkiye Bilimsel Yayın Göstergesi**, 1, 37, (2007).