

*NanoProfessor®*  
*NanoBilim Eğitim Programı*  
*Temelleri*

12 Ocak, 2012

Veysel Özkapıcı



## İÇİNDEKİLER

YÖNETİCİ ÖZETİ .....	3
NANOPROFESSOR CİHAZ KISMI .....	5
NANOPROFESSOR EĞİTİM MÜFREDATI.....	8
NANOPROFESSOR UYGLAMA LABORATUVARLARI .....	10
NANOPROFESSOR DESTEĞİ.....	14
ÖZET .....	16



## NANOPROFESSOR NANOBİLİM EĞİTİM PROGRAMI

### **YÖNETİCİ ÖZETİ**

Nanoteknoloji, sağlık, yeni ilaç geliştirilmesi, enerji, uzay bilimleri, tekstil ve benzer birçok alanda heyecan verici gelişmelere imkan sağlamaktadır. Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (NSF, The National Science Foundation), 2020 yılı için dünya genelinde altı milyon nanoteknoloji istihdamı olacağını öngörmektedir; bununla birlikte halihazırda 400.000 adet nanoteknoloji alanında çalışan uzman personel bulunmaktadır.

Günümüz şartlarında, uygulamalı gerçek bir nanoteknoloji eğitimi, sadece 1. Sınıf araştırmaya odaklı üniversitelerin temiz odaları çatısında, doktora ve doktora sonrası çalışması yapabilen öğrencilerin çalışmaları ile sınırlıdır. NanoProfessor Nanobilim Eğitim Programı'nın amacı nanoteknoloji eğitimini temiz odanın dışına çıkarmak ve lisans öğrencilerinin de faydalanabileceği gerçek, uygulamalı nanobilim öğrenme fırsatını sunabilmektir; ve bu sayede de nano bilimi anlama, yorumlama ve nanoölçekte çalışabilmek için, gerekli cihazları kullanabilecek ve yeni buluşları gerçekleştirebilecek uzmanların yetiştirilmesini sağlamaktır.

Nanoteknoloji fabrikasyon ekipmaları ve uygulamaları konusunda dünya lideri olan NanoInk, Inc.® (ABD), firması tarafından geliştirilen, NanoProfessor Nanobilim Eğitim Programı özgün ve benzeri olmayan bir sistem sunmaktadır. Program aşağıda belirtilen 4 temel özelliği içermektedir.

**Cihaz Kısmı:** NanoProfessor Programı'nın temelini NanoInk firmasının NLP 2000 Masaüstü NanoFabrikasyon Sistemi oluşturmaktadır, bu sistem kullanıcıya kendi tasarımları olan nanoölçekteki yapıların, hızlı ve kolay bir biçimde oluşturulmasına olanak sağlar. Geniş bir malzeme aralığı ile çalışma imkanı sunan bu sistem, nanoparçacıklardan biyomoleküllere kadar olan geniş yapıların üretilmesini, NanoInk tescilli yöntemi olan Dip Pen Nanolitografi® (DPN) tekniği ile kolayca ve laboratuvar ortamında gerçekleştirir. NLP 2000 kullanılarak lise düzeyindeki öğrencilerin bile, birkaç saatlik eğitim ile arzu ettikleri nano yapıları oluşturabilecekleri altyapıyı sağlamak amaçlanmıştır.

- NLP 2000 masaüstü nanofabrikasyon sistemine ek olarak, NanoProfessor Programı öğrenci dostu bir atomik kuvvet mikroskobu (AFM), floresans mikroskobu ve nanoparçacık karakterizasyon için gerekli olan cihazları içermektedir, bu ekipmanlarla birlikte öğrencilerin detaylı ve uygulamalı bir nanoteknoloji eğitimi alması sağlanır.



**Ders Müfredatı:** NanoInk tarafından geliştirilen, üretilen ve telif hakları alınan, NanoProfessor Programı'nın müfredat kısmını oluşturulan bir ders kitabı ile uygulamalı derslerin sürdürülebilmesi sağlanır. “ *Introduction to Nanoscale Science and Technolgy - Nanoölçekte Bilim ve Teknolojiye Giriş*” isimli, bu ders kitabı lisans eğitimini sürdüren öğrenciler düşünülerek hazırlanmış ve sadece NanoInk tarafından geliştirilen NanoProfessor Nanobilim Eğitim Programı dahilinde kullanılabilir.

**Uygulamalı Öğrenci Labortuvarları:** 11 değişik uygulama laboratuvarı, “*Introduction to Nanoscale Science and Technology- Nanoölçekte Bilim ve Teknolojiye Giriş*” ders kitabını destekleyecek şekilde NanoInk tarafından özel olarak tasarlanmıştır. Öğrencilerin gerçek uygulamalarla çeşitli nanölçekte yapılar oluşturarak, nanoölçekteki farklı prensipleri, uygulayarak öğrenmelerini amaçlamıştır. Bunlarla birlikte NanoProfessor Programı, gerçek laboratuvar çalışmalarının nano düzeyde yapılabilmesi için çeşitli destekleyici nanomalzemeler, küvetler, probalar ve yazma materyallerini de sarf malzemesi olarak, programla birlikte vermektedir. Laboratuvar sayılarını ve kapsamalarını arttırmak için çalışmalara devam edilmektedir ve bu geliştirilecek laboratuvarlar, uygulamaya alındığında, eğitim sistemine ücretsiz olarak ilave edilecektir.

**Eğitmen ve Program Destekleri:** NanoInk bu programı, kapsamlı bir eğitmen destek seti ile birlikte sunmaktadır, bu setin içerisinde eğitmen ders sunumları ve notları, internet tabanlı cihaz ve uygulama videoları ve yoğun eğitmen laboratuvar kılavuzları bulunmaktadır. Program desteği, cihazlar, ders müfredatı ve NanoInk yetkileri tarafından gerçekleştirilen eğitimleri kapsamakta, aynı zamanda kurumların yeni nanobilim programlarını, arzu edilen öğrenci kitlesine ulaştırmalarında da yardımcı olmaktadır.

NanoInk firması, uygulamalı nanoteknoloji eğitimini, lisans düzeyindeki öğrencilere sunabilmek için geliştirdiği cihazlara, ders müfredatına ve laboratuvar desteklerine milyonlarca dolar yatırım gerçekleştirmiştir. Bu yatırımlar sonucunda ortaya çıkan eğitim programı, lisans öğrencilerini ileri nanoteknoloji ile ilgili alanlardaki görevlere hazır hale getirebilecektir. Aynı zamanda bu eğitimler sonucunda, toplumların yüksek teknoloji alanlarına ilgisini arttırmakta, nanoteknoloji konusunda donanımlı işgücü yaratmakta ve toplumların hızla gelişen nanoteknoloji alanında rekabet edebilmelerini kolaylaştırmaktadır.

## **NANOPROFESSOR CİHAZ KISMI**

Northwestern Üniversitesi 1999 yılında, Atomik Kuvvet Mikroskobu olarak adlandırılan taramalı uç mikroskobisinin bir türünü kullanarak, çok hassas bir şekilde malzemeleri altın yüzeyin üzerine, keskin bir uç kullanarak ve otomatik biçimde transfer etmeyi ve yazmayı başarmıştır. Bu şekilde moleküllerin yazılabilmesi, günlük hayatta dolma kalemlerin çalışma mantığına benzediği için bu teknik *Dip Pen Nanolithografi (DPN)* olarak adlandırılmıştır. Bu tarihten sonra, araştırmacılar bu teknik ile üretilebilen yapıların ölçülerini 14 nanometreye kadar düşürmüşler ve bu işlemleri çok değişik teknikler ve yazma malzemeleri veya mürekkep olarak adlandıracağımız malzemelerle ( metal nanoparçacıklar, veya yağ, protein, DNA benzeri biyolojik ajanlar bu mürekkeplere bir kaç örnek olabilir) çok farklı yüzeyler üzerinde yazmayı başarmışlardır. DPN halihazırda dünya çapında pek çok araştırma merkezinde kullanılmaktadır. DPN tekniğinin olası uygulamaları ile ilgili pek çok bilimsel makale yayınlamış ve yayınlanmaya devam etmektedir.

Northwestern laboratuvarlarının DPN ve diğer nanofabrikasyon teknolojilerini ticarileştirme çalışmaları sonucunda NanoInk firması, 2001 yılında kurulmuştur. Bu tarihten bu yana da NanoInk, firma olarak uygulamaya yönelik araştırmalarının geliştirilmesine yönelik cihazları, nanoüretim süreçlerini ve bu süreçlerin ticari ürünler haline getirilmesi için çalışmalarına devam etmektedir. NanoInk 4 farklı iş bölümünde (bunlardan 3'ü DPN tabanlı sistemler) 90'dan fazla çalışana ile çalışmalarına devam etmektedir.

NanoInk, yenilikleri geliştirebilmek ve devam ettirmek için, kendi yüksek teknolojisini üreten MEMs üretim merkezine sahiptir. Bu sayede NanoInk ve müşterileri, moleküler seviyede uygulamalarını arttırmaya ve nanoölçekte malzeme bilgilerini geliştirmeye devam etmektedirler.

### *NLP 2000 Masaüstü Nanofabrikasyon Sistemi*

NanoInk, 2009 yılında kullanımı kolay NLP 2000 Masaüstü Fabrikasyon Sistemini geliştirmiştir. NLP 2000 sisteminin geliştirilmesinde amaç, nanofabrikasyon sisteminin bir masa, laboratuvar veya temiz oda ortamında kolayca gerçekleştirilebilmesidir. Bu tür bir sisteme erişebilirliğin artırıldığı ve kolaylıkla kullanılabilmesi için NLP 2000 sistemi, NanoProfessor NanoEğitim Programının temelini oluşturmaktadır.



*Şekil 1. NLP 2000 Masaüstü Nanofabrikasyon Sistemi*

Kolay kullanılabilirlik ve entegre edilmiş kontrollü çalışma ortamı ile, NLP 2000, öğrencilerin nano üretim uygulamalarını kolay ve hızlıca gerçekleştirebilmelerine olanak sağlamış ve yine nanoölçekte kendi mühendislik çalışmalarını, metal nanoparçacıklardan biyomoleküllere kadar olan geniş bir yelpazede uygulama ve üretime imkanları oluşturmuştur. NLP 2000 Masaüstü Nanofabrikasyon sisteminin tüm özelliklerine eklerde ulaşabilirsiniz.

### *Nanosurf easyScan 2 Flex Atomik Kuvvet Mikroskobu*

NanoInk, eğitim amaçlı çok çeşitli AFM modellerini değerlendirdikten sonra, Nanosurf AG (İsviçre) firması tarafından üretilen easyScan 2 FlexAFM (Şekil2) modelini, lisans öğrencilerinin kullanımına elverişli olması, kullanımının kolaylığı ve taşınabilir olması nedeniyle bu eğitim programı için tercih etmiştir.



Şekil 2. Nanosurf easyScan 2 FlexAFM

Bu AFM, dünya çapında üniversiteler, araştırma laboratuvarları ve üretici firmalar tarafından yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu AFM, sade bir eğitimden, sofistike bir araştırmaya kadar çok amaçlı kullanıma uygun tasarlanmıştır. Nanosurf easyScan 2 Flex Atomik Kuvvet Mikroskobu ile ilgili detaylı teknik bilgiler ilerleyen bölümlerde görülebilir.

### *Zeiss Axio Scope.A1 LED Fluorescence Microscope (FM)*

NanoProfessor laboratuvar uygulamalarında gerek duyulan biyolojik yapıların görüntülenebilmesi için Zeiss (Almanya) tarafından üretilen Axio Scope.A1 LED (Şekil 3) Floresan Mikroskop modeli tercih edilmiştir. Bu tarz yüksek kalite mikroskoplar için kullanılan LED ışık kaynağı, geleneksel ışık kaynaklarındaki civalı lambalara göre çevreye daha duyarlı bir ışık kaynağıdır.



Şekil 3. Zeiss Axio Scope.A1 LED Fluorescence Microscope

Günümüzde Floresan mikroskobu kullananların çoğunluğu, proteinlerin, moleküller ve kuantum parçacıklarının floresan ışınmasını aktive etmek için civalı lambaları kullanırlar. Civalı lambaların, başlangıç ısınma sürelerinin, yarım saate varan uzunlukları, 150 saat civarı ortalama ömürleri ve ömürleri süresince giderek azalan ışınma şiddetleri, yarım saate varan soğutma süreleri ve aktifleşen civanın muhtemel zararları gibi pek çok olumsuz yönü bulunmaktadır.

Neyse ki, günümüzde buna alternatif olarak LED ışık kaynakları kullanılabilir. Katı hal ışık kaynaklarının kullanımı ile ışık kaynağı ömürleri 30.000 saate karar arttırılmış, ışık şiddetinin kontrolü ve de ani açma kapama mümkün hale gelmiştir. LED ler ışınma spektrumu açısından belirli şekilde tanımlanabildikleri için, arzu edilen floresan ışınması için gerekli dalga boyu, LED kaynaklarla daha hassas şekilde seçilerek, görüntü kalitesinin artmasını sağlamıştır. LED kullanımı ile enerji tasarrufu sağlanarak daha az ısı üretilmesi de başarılı, çevre yöünden daha uygun bir kaynak oluşmuştur. Zeiss Axio Scope. A1 Led Floresans mikroskobu ile ilgili tüm detaylar ilerleyen bölümlerde görülebilir.

#### *Izon Science qNano Nanoparçacık Karakterizasyon Cihazı*

Öğrenciler için diğer önemli bir unsur da nanoparçacıkların ölçülerini karakterize edebilmek ve bu parçacıkları sayabilmektir. NanoProfessor Programı'nda bu imkanı oluşturabilmek için Izon Science (Avustralya) tarafından üretilen qNano ( Şekil 4) cihazı tercih edilmiştir. Bu parçacık analiz sistemi Scanning Ion Occlusion Sensing (SIOS) yöntemini kullanarak, 50 nanometreden 10 mikrona kadar olan nano mikro ölçülü parçacıklarını kontrol, ölçüm ve tespiti aracılığı karakterizasyonlarını yapabilmektedir.



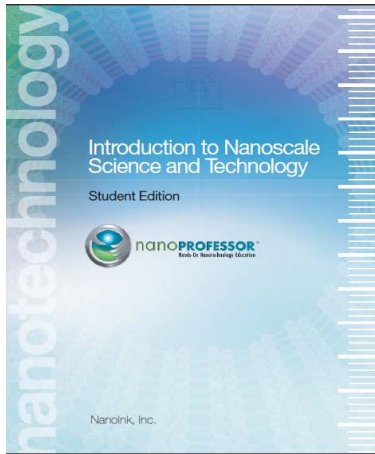
*Şekil 4. Izon qNano Nanoparçacık Karakterizasyon Cihazı*

Bu taşınabilir, kararlı ve esnek cihaz ile birlikte, nano ölçekteki parçacık boyutları, göreceli yüzey yükleri ve konsantrasyonları eşzamanlı olarak ölçülebilmektedir. qNano ile hertürlü net yüzey yüklü (pozitif veya negatif) sentetik veya biyolojik parçacık örnek karışımlarının ve silisyum, polyester, eksosom, lipozomlar, bakteri ve virus gibi yüksüz parçaların karakterizasyonları kolaylıkla yapılabilmektedir. Izon qNano Nanoparçacık Karakterizasyon Cihazı ile ilgili detaylı bilgiler ilerleyen bölümlerde bulunmaktadır.

## **NANOPROFESSOR EĞİTİM MÜFREDATI**

NanoInk firması, NanoProfessor Nanobilim Eğitim Programı için “*Introduction to Nanoscale Science and Technology- Nanoölçekte Bilim ve Teknolojiye Giriş*” (Şekil 5) adında bir ders kitabı yayınlamış ve telif haklarını edinmiştir. Bu ders kitabı lisans öğrencileri düşünülerek oluşturulmuş ve sadece NanoProfessor Nanobilim Eğitim Programı kapsamında temin edilebilmektedir.

NanoInk, nanoteknoloji alanında uzman ve saygın kişiler tarafından desteklenmiş, kendi uzmanlık alanlarındaki konularda eğitim programı ile işbirliğine gidilmiştir. Bu alt konular sırasıyla Nanoteknolojinin Temelleri, NanoFizik, NanoKimya, NanoBiyoloji ve Nanoteknolojinin Çevre Sağlık Güvenlik Etkileri alt başlıklarını kapsayan doyurucu bir içerik ve uygulama programı oluşturulmuştur. Bahsi geçen bu alt bölümlerinin eğitim içeriği aşağıda özetlendiği gibidir;



### ***Nanoteknolojinin Temelleri***

(Hazırlayan: *John Ireland*, PhD; Director, NanoProfessor Program, NanoInk, Inc.; Skokie, IL)

- Nanoölçeğin tanımlanması
- Nanoteknoloji olası uygulamaları
- Büyüklüklerin Matematiksel Anlatımı
- Nanoölçekte çalışma
- Nano Görüntüleme Teknolojileri
- Nanofabrikasyon araçları

Şekil 5. NanoProfessor Ders Kitabı

### ***NanoFizik***

(Hazırlayan: *Deb Newberry*; Director, Nanoscience Technology Program, Dakota County Technical College; Director, Nano-Link NSF Regional Center for Nanotechnology Education; Rosemount, MN)

- Etkin Kuvvetler ve Etkileşimleri
- Akışkanlara nano ölçekten bakış
- Işığın dalga yapısının incelenmesi
- Pratik NanoFizik Uygulamaları



### *NanoKimya*

(Hazırlayan: *Richard Holtz*, PhD; Professor & Chair, Department of Chemistry, Loyola University of Chicago; Chicago, IL)

- Periyodik Tablo
- Kimyasal Bağlar
- Moleküller Arası Kuvvetler
- Nanoölçekli Yapılar
- Pratik NanoKimya Uygulamaları

### *NanoBiyoloji*

(Hazırlayan: *Steve Lenhart*, PhD; Assistant Professor, Department of Biological Science & Integrative Nanoscience Institute, Florida State University; Tallahassee, FL)

- Biyolojik Moleküller : Yaşamın Moleküler Makinalarının Bileşenleri
- Aşağıdan Yukarıya, Biyolojide görülen yapısal hiyerarşi
- Nanoölçekte Biyolojik Fonksiyonlar
- Pratik NanoBiyoloji Uygulamaları

### *Nanoteknoloji üzerine Çevre, Sağlık ve Güvenlik Perspektifleri*

(Hazırlayanlar: *Robert Tanguay*, PhD; Director, NIEHS Toxicology Training Grant, Oregon State University. *Kristen Kulinowski*, PhD; Director, External Affairs for the Center for Biological and Environmental Nanotechnology; Director, International Council on Nanotechnology, Rice University. *Walt Trybula*, PhD; Director, Nanomaterials Application Center, Texas State University. *Jennifer Kuzma*; Associate Professor - Resident Fellow, Humphrey Institute of Public Affairs, Institute on the Environment, University of Minnesota.)

- Teknoloji Olgunluk Modeli
- Nanoteknolojinin Küresel Etkileri
- Toplumsal Sorunlar ve Fırsatlar
- Nano işdünyası düzenlemeleri

## **NANOPROFESSOR UYGLAMA LABORATUVARLARI**

“Introduction to Nanoscale Science and Technology- Nanoölçekte Bilim ve Teknolojiye Giriş” ders kitabında anlatılan kavram ve prensiplerin daha da anlaşılabilir olması için, NanoProfessor Nanobilim Eğitim Programı 11 adet uygulama laboratuvar ile birlikte sunulmaktadır. Bu sayede öğrenciler son teknoloji cihazlar ve nanoölçekte fabrikasyon malzemelerini kullanarak nanoteknoloji alanında gerçek uygulamalı deneyimler elde edebilirler.

Laboratuvar uygulamalarını desteklemek için NanoProfessor Programı Öğrenci Laboratuvar Kılavuzu (Şekil 6) ve laboratuvar deneylerini yürütmek için gerekli tüm sarf malzemeleri içerir. Laboratuvar sarf malzemeleri, özellikle NLP 2000 sistemi ile kullanılmak üzere tasarlanmış yazma malzemeleri (uçlar, tutma hücreleri, kuvvetler) yanı sıra nano ölçekli yapıları oluşturmak için kullanılan farklı yazma malzemeleri (lipidler, proteinler, DNA preparatları) içerir.

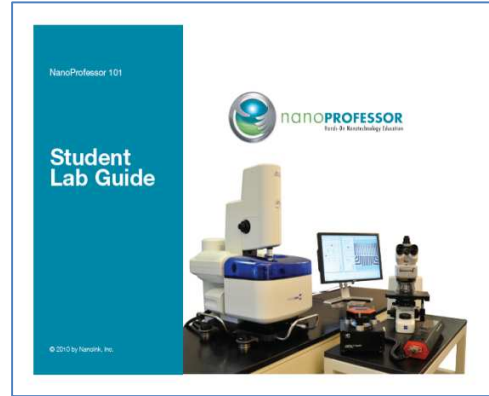


Figure 6. NanoProfessor Öğrenci Laboratuvar Kılavuzu

NanoProfessor Programı, öğrencilerin nanoölçekte çalışmaya başladıkları zaman, gerekli önemli kavramları anlaşılabilir hale getirecek yönde uygulamalarla başlar, ölçülerin ve seviyemelerin göreceliliğini de içerecek şekilde ve kurs ilerledikçe daha da karmaşık nanoteknoloji sorularına cevap verebilecek uygulamalarla devam eder. Bu laboratuvarlarla öğrencilerin nanoölçekte meydana gelen eşsiz ve heyecan verici dinamikleri anlamaları kendi deneyimleri sonucunda daha da kolay olacaktır.

Aşağıda NanoProfessor Programı ile yürütülecek olan 11 uygulama laboratuvarları ve de yakın gelecekte planlanan laboratuvarlar hakkında özet bir bilgi verilmektedir:

### **Lab #1: Düzgün, Nanoölçekte aslında ne kadar düzgün?**

#### *Yüzey Pürüzlülüğünün Nanoölçekte Keşfi*

Bu giriş laboratuvarının amacı, öğrencilere makro ölçekte malzeme özelliklerinin, nano ölçekte nasıl farklılaştığını ve nanoölçekler de nelerin, neden önemli hale geldiğini anlatmaktır. Nano ölçekli çalışırken, yüzey yapıları ile olan etkileşimler giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu laboratuvar ile öğrenciler, nano ölçekli desenlendirme için kullanılan bir altın yüzey ile diğer malzeme özelliklerini karşılaştırırlar.

## **Lab #2: Nano Ölçekte Çalışma Alanlarının tecrübe edilmesi**

*İnsanlar ve Makinalar, Nanoölçekte Birlikte Çalışıyorlar*

Bu laboratuvar ile öğrenciler, nanoölçekte çalışan tüm bilim adamlarının karşılaştıkları zorluklarla karşılaşacaklar ve bunlara kendi çözümlerini üreteceklerdir. Ellerin titremesi, yüksek derecede saflık gerektiren malzemeler, kusurlu yüzeyler (mikro ölçekte düzgün gibi görünen ancak nano ölçekte çokda düzgün olmadığı anlaşılan yüzeyler), yüksek hassasiyetli ve tepkili cihazlar, tam olarak ne söylenirse onu yapacak şekilde programlanan ve genelde hata kabul etmeyen pahalı sistemler, çıplak gözle görülmeyen veya görüntülenemeyen şeyler ve bu malzemelerin ne-nerede olduğunu tahmin etmeye çalışarak, herkesten önce bulmaya ve ölçmeye çalışma gibi benzer tecrübeler edineceklerdir.

## **Lab #3: Nano Ölçekte Akışkanları Anlamak**

*Mikro ve Nanoölçekte Etkili Kuvvetler ve Akışkanlık*

Nanoölçekteki akışkanlar dinamiği eşsiz teorik ve deneysel problemler içermektedir. Bu laboratuvar ile öğrencilere, mikropipetleme, gözlemlene yapma ve veri toplama konularında tecrübe kazandırılacak, öğrenciler bu çalışmalarını yaparken de nano ölçekte sıvı akış prensiplerini göz önünde bulunduracaklardır. Öğrenciler farklı akışkanlık değerlerine sahip sıvıların mikro kanallardan geçişini gözlemleyecek ve davranışlarını değerlendireceklerdir.

## **Lab #4: Işığın Yansımalarını Anlamak**

*Nanoölçekte Desenler ve Kırınım Izgaralarının Oluşturulması*

Işık ve ışık dalgaları söz konusu olduğunda, nesnelere ve elektromanyetik dalgaların (ışık) kendisi ve diğer nesnelere etkileşimi; etkileşilen nesne boyutları ve nesne üzerinde etkili olan ışın dalga boyu arasındaki ilişkiyle önemli ölçüde ilişkilendirilmektedir. Öğrenciler bir kırınım ızgarasının (diffraction gratings) boyutları ile gözlenen ışık spektrumunun nasıl etkilendiğini araştıracaklardır.

## **Lab #5: The Ties That Bind**

*Kendinden Monte Edilebilen Monotabakaların ( Self Assembled Monolayers- Sams) Benzeri Kimyasal Yapıların Yüzeyler Üzerinde Oluşturulması*

Bu laboratuvarda, öğrencilere alkil tiyollerin ve benzeri organik sülfür bileşiklerin, altın yüzeyler üzerinde SAMs yapıları hazırlamak için nasıl mürekkep gibi kullanılabilirleri öğretilen. Öğrenciler ilk olarak NLP 2000 kullanarak, 16-mercaptohexadecanoic acid (MHA) desenlerini oluşturacak ve daha sonra çıplak altın yüzeyini 11-mercapto-1-undecanol (MOU) ile

dolduracaklardır. Sonrasında ise AFM kullanılarak, oluşturulan MHA SAM lerin yükseklikleri, boyutları ve desenleri incelenecektir.

### **Lab #6: DNA Kullanılarak Moleküler Algılama**

#### *DNA Dizileri Kullanarak Biyo Dedektörler Oluşturma*

Bu laboratuvarında öğrenciler, tiyol bağlayıcı kimya (lab #5 de çalışılan) ile biyodiziler şeklindeki biyolojik moleküllerin, nano desenlemesini yapma şeklinde devam edecektir. Ki bu biyodiziler için kimyasal olarak modifiye edilmiş DNA yapıları kullanılmaktadır. DNA SAM lerin yüksekliği ve hidrofilik/hidrofobik yapısı, octadecanethiol (ODT) doldurulduktan sonra AFM kullanılarak incelenecek. Fluorofor etiketli DNA tamamlayıcı yapı, sonradan DNA SAM e eklenecektir.

### **Lab #7: Membrenlar ve Proteinler**

#### *Fosfolipidler ve Proteinler ile Desenler Oluşturma*

Bu laboratuvarında öğrenciler, biyolojik lipidlerin suda ve spesifik protein bağlarında kontrolünün, gözlemlenmesi ve incelenmesini gerçekleştireceklerdir. Hücre zarının bilayer yapısını oluşturmak için kendi kendine organize fosfolipitlerin suda nasıl davrandığını gözlemlerken, lipid membranların sıvı doğasını öğreneceklerdir. Aynı zamanda işlevsel nano ve mikro yapılı membranların sub-cellular çözünürlükle, laboratuvar ortamında nasıl yeniden yapılabileceklerini göstereceklerdir. Bir örnek olarak streptavidin biotin, biotinlenmiş fosfolipite nasıl bağlandığını görecektir.

### **Lab #8: Yapışkan Durumlar**

#### *Canlı Organizmaları Desenler Kullanarak Kontrol Edilmesi*

Bu laboratuvarında öğrenciler, hücrelerin, bağımsız hücre ölçeğinde desenlerle çalışılarak, kimyasal olarak fonksiyonlandırılmış yüzeylere nasıl yapıştığını araştırarak ve gözlemeyeceklerdir. Hücrenin yüzeye yapışması tıp, tarım, biyoyakıt gibi değişik uygulamaları ilgilendiren temel bir biyolojik süreçtir. Hücre kendi doğal ortamında (in vivo) son derece farklı heterojen ve farklı yapılar ile etkileşim halindedir. Yapay nano ve mikro-yapılandırılmış yüzeyler üzerinde (in vitro) kültür yetiştirilen hücreler, nanobiyoloji alanında önemli bilgiler sağlayabilirler. Öğrenciler nano-yapılandırılmış bir ortamda yaşayan bakteri hücrelerini gözlemleyerek ve bu hücrelerle çalışarak önemli tecrübeler edineceklerdir.

### **Lab #9: Yeni bir Nano Biyosensor Oluşturma**

*Nanoteknolojinin Didiplinler Arası Yapısının Uygulanması ve Gösterilmesi*

“Nature–Nanotechnology” nin Mart 2011 sayısında yayınlanan makalede, nanoteknolojinin disiplinlerarası yapısının, bu laboratuvar da uygulanması bir örnek olarak belirtilmiştir. Bu laboratuvar da Nanofizik, Nanokimya ve Nanobiyoloji alanlarında laboratuvar çalışmaları bulunmaktadır.

- Lab #4’ den Diffraction gratings (Nanofizik)
- Lab #5 ve #6’ dan Moleküler bağlanma (Nanokimya)
- Lab #7 ve #8’ den biyolojik malzemeler ve protein tayini (Nanobiyoloji) kullanılmıştır.

Bu laboratuvar da öğrenciler, arzu edilen bir tip proteini tespit etme için, fonksiyonlandırılmış lipidlerden yapılmış bir diffraction gratings üreteceklerdir. Arzu edilen protein, lipid tarafından tutulduğunda; diffraction gratings’in şiddeti değişecektir. Sonuçta lipit temelli yeni bir tip NanoBiyosensör üretilmiş olacaktır.

NanoProfessor Programı eğitici malzeme ve beceri geliştirme konularını çoğaltmak için, ek laboratuvar geliştirmeleri üzerine çalışmakta ve yatırım yapmaya devam etmektedir. Bazı, geliştirilecek laboratuvarlar şunlardır:

### **Lab #10: Geleceğin Aşındırması ( Bahar 2012)**

*Nanoölçekte Desenler Oluşturabilmek İçin Top-Down ve Bottom-Up Tekniklerinin Birleřtirilmesi*

Bu laboratuvar da öğrenciler, self-assembling alkanethiol kullanarak altın yüzey üzerinde maskeler oluşturacaklardır (Bottom-Up). Sonra bir endüstri standardı olan, altın sitrar azaltma işlemleri ile, üzeri desenlenmemiş altın yüzeyler aşındırılacak ve böylece altından bir nanoölçekte desen üretilecektir( Top-Down). Benzer şekillendirmeler silisyum ve benzer değişik yüzeyler üzerinde de gerçekleştirilebilir. Oluşturulan nano desenler NLP 2000 in bit-map yazılımı kullanarak öğrenciler tarafından kolayca tasarlanacak ve bu şekilde basit bir devre elemanı, diffraction gratings benzeri göz alıcı desenler veya nanoölçekte arzu edilen daha değişik desenler ve nanoölçekli yapılar oluşturulabilecektir.

### **Lab #11: Polimerlerin Dünyasına Giriş (Bahar 2012)**

*Polimerlerin Karakteristikleri Hakkında Anlayış Kazandırma*

Polimerlerin dikkat çekici özelliklerinden biri, süper emici özelliğe sahip olmalarıdır, büyük miktarlarda suyu çekebilmek için hidrojellerin 3 boyutlu hidrofobik ağı yapısı kullanılmaktadır.

Bu laboratuvarıda, öğrenciler nano ölçeklerde poly (NIPAM) yapılarını, NLP 2000 sistemini kullanarak oluşturacaklardır. Hidrojeller ilaçların kontrollü salınımından, metal işlemedeki atık suların arındırılmasına kadar geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmaktadır.

### **Lab #12: Esnek (Flexible) Devreler (Yaz 2012)**

NanoProfessor sitemini kullanılarak üretilen nanoelektronik parçaların elektriksel karakteristikleri, ek bir kaynak ölçer ilave edilerek araştırılabilir. Dirençler, kapasitörler, indüktörler, diyotlar ve transistörler DPN tekniği kullanılarak nanoölçekte oluşturulabilirler. Nano ölçekte, bu tarz temel elektronik devre elemanları, iletken polimer benzeri yeni malzemeler ve yeni şekillerin oluşmasını sağlayacaklardır. Bu devre elemanlarının şekilleri, esnek bir zemin üzerinde üretilerek, esnek devreler oluşturulacak şekilde yapılandırılabilirler.

### **Lab #13: Blinded by Light (Yaz 2012)**

Ekran teknolojisi nanoölçeklerde derinlemesine araştırmalar yapılan alanlardan birisidir, buna en güzel örnek çok ince yapılara sahip OLED televizyonlar sayılabilir. Nanoelektronik laboratuvarı için geliştirilen yeni teknikler yardımı ile, OLED elemanları NLP 2000 sistemi kullanılarak üretilir. Benzer yapılar esnek malzemeler üzerinde oluşturulduğunda ve gerekli voltaj değeri uygulandığında, bu üretilen desen pixel diyotları çalıştıracak ve ışık verecektir. Ekran endüstrisi milyar dolarlık büyük bir pazardır ve gelişmiş esnek ekranlar, bu alandaki üreticiler ve dünyadaki diğer araştırmacılar tarafından yakından takip edilmektedirler.

## **NANOPROFESSOR DESTEĞİ**

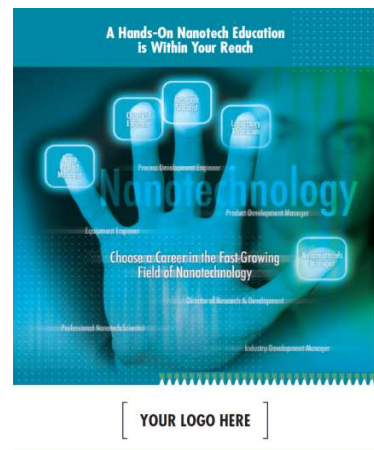
NanoInk NanoProfessor Programı için zengin bir eğitimci desteği ile birlikte sunulmaktadır:

### *Eğitmen Desteği*

- Tüm ekipmanlar için internet tabanlı yardımcı kılavuzlar
- Laboratuvar kılavuzları için detaylı eğitimci notları
- Ders notları sunuları
- Her bölümü destekleyen nanoteknoloji odaklı ek referans malzemeleri

### *Program Desteği*

- Bir hafta yerinde cihaz ve ekipman eğitimi



Şekil 7. Nanoscience Programı Pazarlama Şablonları



- 2 hafta NanoInk NanoProfessor Eğitim Merkezinde müfredat ve laboratuvar eğitimleri
- Kurumun nanoteknoloji atılımını tanıtmak ve genişletmek için hazırlanmış pazarlama şablonları ( Şekil 7)



## ÖZET

The National Science Foundation (NSF) projects a global demand of six million nanotechnology workers by 2020; however, only 400,000 nanotech workers are currently in the global workforce. The NanoProfessor Nanoscience Education Program helps students prepare for high tech jobs; communities attract high tech industries and jobs, given their trained nanotech workforce; and the nation remain competitive in the rapidly growing global science of nanotechnology.

We are pleased to have the opportunity to present this proposal for the NanoProfessor Nanoscience Education Program. We are looking forward to working with you to implement the NanoProfessor Program at TURKEY and bringing a new level of nanotechnology learning and understanding to your students.

Respectfully submitted,

Robert J Marchmont  
General Manager EMEA, NanoInk, Inc.