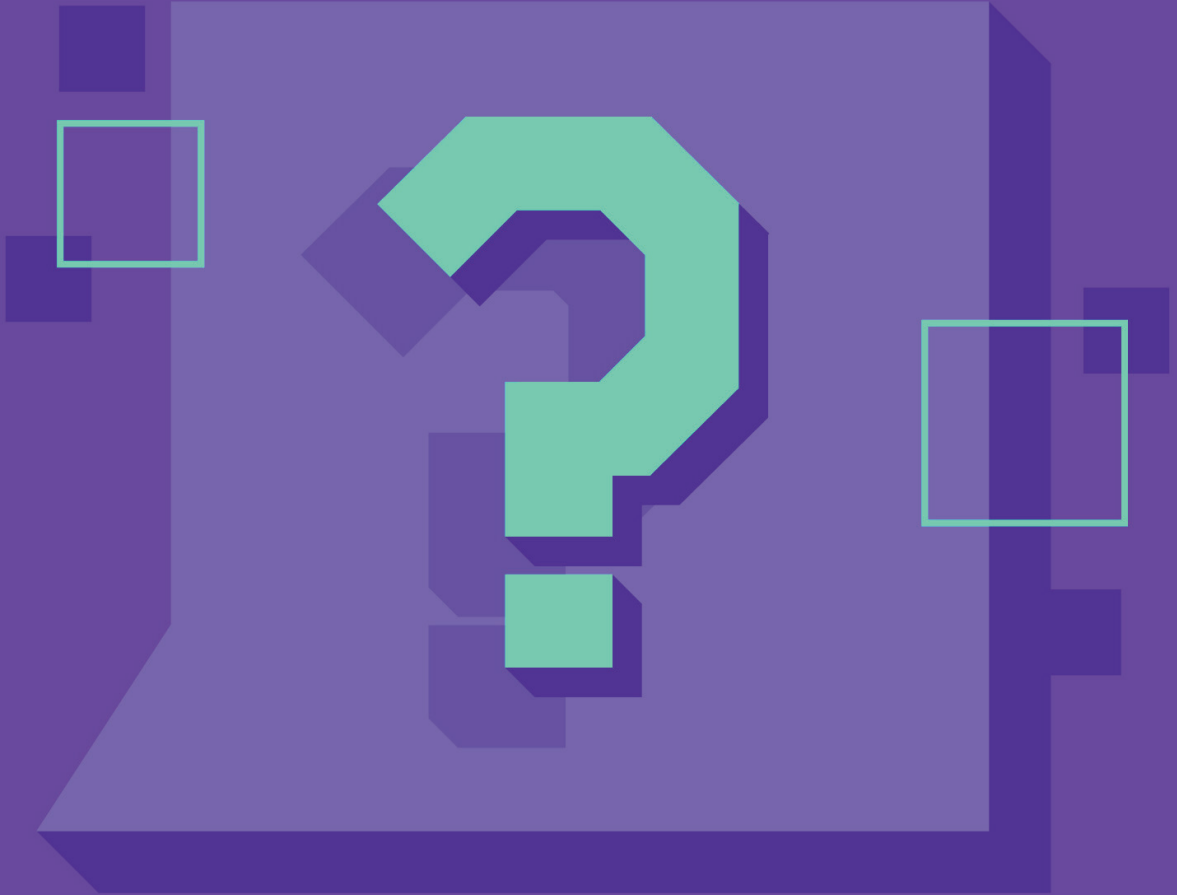


NANO ÇAĞI



Nanoteknoloji Yaşamımızı Nasıl Değiştirecek?

Merve Çalışır ve Dr. Adil Denizli

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

Bölüm 1 Güneş Enerjisini Yakalamak

Güneş Enerjisinin Bugünü

Elektrik sessiz, kolay taşınabilen ve işe dönüştürülebilir bir enerjidir. Bu nedenle modern dünyanın en çok kullanılan ve tercih edilen enerji biçimidir. Fakat aynı hidrojen gibi elektrik de bir enerji vektörüdür ve bir kaynağı yoktur. Bu sebepten ötürü elektrik nükleer enerji, hidrokarbon yakılması ve maalesef kömür gibi belli kaynaklardan üretilmek zorundadır.

Günümüzde bu enerjinin yüzde 80'lik bir bölümü kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar ile sağlanmaktadır. Bu kaynaklardan özellikle kömür ciddi miktarlarda cıva ve karbondioksiti atmosfere yaymaktadır. Bu salınımı azaltmak ve olacak iklim değişikliklerini engellemek adına yapılması gereken şey, elektriği doğrudan güneş vasıtasıyla elde etmeye çalışmak olacaktır. Uluslararası araştırma birimlerince küresel çapta ortalama 2.5-3.0°C'lik bir sıcaklık artışı, tarım bölgelerinde, insan sağlığında ve su kaynaklarında geri dönüşümü olmayacak tahribatlara yol açacaktır. Dolayısıyla güneş enerjisine yönelim bir tercihten ziyade zorunluluk haline gelmiştir.

Şüphelilere Asla Güvenme

Aynen internetin icadının telgraftan, gazetelerden para kaynakları tarafından desteklenmediği gibi, güneşten ucuz ve bol elektrik sağlanması teknolojisine de karbondioksit salımı üzerinden vergi alanlar tarafından destek verilmeyecektir. Bu amaca ulaşmak için nano ölçekteki araştırmalar hayati bir rol oynamaktadır.

Güneş enerjisi eskiden küresel elektrik ihtiyacının çok küçük bir kısmını (12 GW) karşılarda 2009 yılı itibarıyla, yeni kapasite artırımlarıyla yüzde 30 oranında artmıştır ve hızla artmaya devam etmektedir. Yatırımcılarda sonunda bu kaynağa yönelmeye başlamıştır. Dört yıldır süren ve yükselmeye devam eden fahiş

petrol fiyatları ve iklim değişikliğinin her yerde görülen belirtileri pazarı foto voltaik teknolojisi temelli ince filmlere ve foto aktif malzemelere yönlendirmeyi başarmıştır. Belli devletler ve hükümetler yine "Şüpheliler" tarafından güneş enerjisi aleyhine ayarlanmaya çalışılsa da yeni kurulan fabrikalar sayesinde üretim maliyetleri de oldukça düşürülmüştür. Son dönemde araştırmalar da yüzünü iyice bu alana döndürmüştür.

Kitleler için Güneş Enerjisi

Foto voltaik ince filmler düşük bütçeli elektrik enerjisi üretme yolundaki kapıyı açtı ve kalınlıkları 100 nm - 100 µm arasında değişen, organik, inorganik, organik-inorganik karışık güneş hücreleri üretilmeye başlandı. Örneğin 300 mm yerine 35 µm'lik bir silikon malzeme güneş hücreleri için yeterli hale geldi. Bu üretimlerin yapıldığı fabrikalar imalat sırasında çıkan kadmium tellür tortularının da dönüşümünü sağlamak zorundadır. Bunun kontrolü yapılmadan pazarda yerini almaları mümkün değil. Dönüşümü sağlamak maliyeti arttırdığından güneş hücreleri üreticileri rekabet ortamına çok fazla üretim yaparak girmeyi denediler ve bunun sonucu bol miktarda silikon üretim fazlası oluşturarak dengeyi sağladılar. Sonuç olarak 2009 yılının başlarında güneş modülleri Avrupa'ya ve dünyaya elektrik satışını gerçekleştirebildi ve seri üretime geçilerek kitlelere güneş enerjisi ulaştırıldı.

Nano bilim Güneş Enerjisi Endüstrisi ile Neden Alakalıdır?

Bilimsel bakış açısından değerlendirildiğinde ince film güneş hücrelerinin üretimi ileri nanokimyanın bir sonucudur. İlginç bir biçimde, güneş hücrelerinin mucidi 1954'te ince filmlerin endüstride gelecek olduğunu öngörmüştü. Pratik uygulamalarda kararlılığını koruyan foto voltaik dönüşümlü foto aktif katmanların sentezi gibi endüstriyel uygulamalar için nano ölçekteki maddeleri kullanabilmek gerçekten de kimyasal bir başarıdır.



Kimya bilimi son yirmi yılda henüz keşfedilemeyen çok sayıda büyüleyici bilimsel disiplin içinde, malzemelerin şekli ve büyüklüğünü kontrol edebilen sentez yöntemleri geliştirerek kendini çok güçlendirdi. Başka bir deyişle farklı büyüklüklerde ve şekillerde yapıtaşları üretme, bir araya getirme, yüzey modifikasyonlarında kullanma becerilerini geliştirdi.

Kimya destekli nano teknoloji, yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaları ve görünür bölge radyasyonunu damıtmayı başararak güneş hücre antenlerindeki en büyük problemi çözmüş oldu. Kızılötesi ışınlar nano antenlerde alternatif akım üretse de, istenilen uzunluk ve çaplardaki karbon nano tüpler imdada yetişti ve güneş antenlerindeki kimyasal parametreleri kontrol edebilmeyi sağladı. Bunlara ek olarak daha az aktif malzeme kullanımıyla maliyetleri oldukça düşüdü ve silikon, cam veya polimer filmler yerine nano tellerin üretimine geçildi.

Güneş Ticaretini Genişletme

Nanoteknoloji temelli iki diğer foto voltaj girişimi de güneş hücrelerinde kullanılan plastik boyalarda oldu. Bakır-indiyum-galyum selenit (CIGS) hücreler ve organik güneş hücreler, mekanik esneklikleri, farklı alanlarda düşük ücretlerde üretilme potansiyelleri ile oldukça ilgi çekicilerdi. Polimerik hücrelerde bir kez yüksek verimlilik elde edilince, gelişmeyi kullanmak için başka alanlara kaymak kaçınılmaz oldu.

Gerçekten de plastik güneş hücreleri doğaları gereği ucuz, kolay üretilen, hafif ve esnek malzemelerdi ve bundan ötürü diğer projelere çok hızlı bir şekilde entegre oldular. Tasarım kurallarına özel üretilmiş ikili organik hücreler ile birlikte kullanımından beklenenin % 15 fazlası bir kar elde edildi. Organik hücreler mürekkep püskürtme teknolojisiyle kolayca üretilir hale geldiler. Onları takiben 1990'larda boya-hassasiyetli organik-inorganik hibrit güneş hücreleri pazarda yerlerini aldılar.

Sudan Güneş Hidrojeni

Güneş enerjisi yapısı gereği kesintili bir enerjidir ve ışımanın durduğu veya bütünüyle olmadığı zamanlarda tüm talebi karşılayabilmesi açısından depo edilmesi gerekir. Hidrojen ise bu duraklamaların tersine harika bir enerji vektörüydü ve karşıt görüşlü birçok şirketin de araştırmalarının gösterdiği üzere güneş enerjisini depolamak için oldukça uygun bir seçenektir. İtalya'da kurulan ve oldukça özerk bir şirket olan HydroLAB, güneşten gelen ışımayla ısınan endotermik tepkimeli çoklu seramik kanallar ile suyu ayıran bir reaktör tasarladı. Suyun geçişiyle nano kaplamalı malzemeler sayesinde oksijeni yakalayan sistem depoda sadece hidrojeni hapsederek büyük başarı sağladı. Bu çalışma çok fazla ilgi gördü ve güneş enerji teknolojilerinde kullanılmasına yönelik potansiyelinin pazara yayılmasını sağladı. Bu yeni enerji kaynağıyla karbondioksit salımı sıfır olan ve yine nano teknoloji temelli bir teknoloji hayatımızda yerini aldı.

Bölüm 2 Kimyadan Nano Kimyaya

Neden Küçük Farklıdır?

Küçüklük, fiziksel ve kimyasal özellikleri doğadan çıkmış ve hayati derecede bir farklılığa sahip bir olgudur ve sadece büyük birimlerin parçalanmasıyla elde edilemeyeceğini zaman içinde göstermiştir. Bu kavram nanoteknolojinin temelini oluşturur. Nanoboyutlara odaklanan malzeme bilimindeki modern araştırmalar malzemelerin moleküler boyutundan yığın hale gelişlerinin sürecini aydınlatmaya çalışmaktadır. Örneğin eşsiz kararlılığı altına o çok bilinen "asil" metal değerini kazandırmıştır. Fakat nano boyuta küçülttüğümüzde altın inanılmaz reaktif bir hale gelerek yeniden kullanılabilir bir katalizör olarak 2007'den beri bilhassa bilgisayar odaklı teknolojiler ile birlikte hem pazarda ve hem hayatımızda yerini almıştır. Özetle söylenirse küçük metal parçacıklar oldukça düşürülmüş boyutlarda kendilerine has özelliklere sahip olabilirler.

Nanokimya, Nanoteknolojiye Kimyasal bir Yaklaşım

Nanoteknoloji, kimya ve mühendisliğin nano ölçekte malzemeler yaratabilmesi için yaptığı bir mantık evliliğidir. Yığını şekillendirmeye çalışmak yerine, her defasında bir atom olmak üzere kontrol edilebilir şartlar altında nano ölçekte nesnelere oluşturma ve organize etmeye dayanır. Bu fikrin babası sayılan İngiliz George Ozin'in deyişiyle atomlarına kadar tekrar üretilen mükemmel malzemeler tasarlayarak bu alanda çığır açılmasının bir başlangıcıdır. Ozin'in bakış açısının bu kadar bereketli çıkması da gerçekten inanılmaz.

Bu akımı takip eden yirmi sene içerisinde kimyanın nanoteknolojiyle birleşiminden ortaya çıkan ürünler birçok açıdan tatmin ediciler. Bu açgözlü alanı doyurabilmek adına kimyagerler ve üreticiler ufak yapı taşlarından başlayarak tasarladıkları yeni malzemelerle yirminci yüzyılın ikonik endüstrisinin temelini attılar.

Kimyagerlerin nanokimyaya dönüşü ile kimyanın temel bakış açısı bu alanın içine girdi ve araştırmacıları, eğitimcileri ve hatta işletmecileri kapsayarak giderek büyümeye başladı.

Kimyasal Yöntemlere Bir Bakış

Kimyasal metodolojinin temelinde, zihinsel görselleştirme ve kimyasal modeller için kimyasal madde ilişkilerine dayanan güçlü bir yaklaşım yatmaktadır. Kimyanın iki temel direği mevcuttur; analiz ve sentez. Yirminci yüzyılın en büyük bilimsel devrimlerinden biri, kimyagerlerin bir kimyasal tepkime teorisi geliştirdiği 1920'lerin sonlarında meydana geldi. Elektron çiftlerinin bağ olarak yeniden düzenlenmesine dayanan kimyasal tepkimeler gerçekleştirilerek, sentetik yolların tasarlanması ve en sonunda organik sentezin mantıksal bir temelde yerleştirilmesi için güzergâhın açılması ve kırılması sağlandı.



Bir kimyacı'nın bakış açısına göre, moleküler yapı kavramı, gerçekleştirilmeyen kimyasal tepkimelerin sonucunu tahmin etmek için gerekli olan fonksiyonel bir modeldir. Başka bir deyişle aslında kimyagerlerin bilim icra ederken yaptıkları şey, laboratuvara girmeden önce bu kavramlarla zihinlerinde oynamaktır. Bu açıdan kimya pratiğini öğrenmek bir dil öğrenmeye benzer ve her dilin temelinde elementleri yani kelimeleri bir araya getirip bir nesneyi ve fikri ifade etme yatar.

Nanomalzemelerin Yapımı

Nanokimya, ne tek moleküller üzerinde yapılan karmaşık bir işlemdir, ne de uygulamaların bizim düşüncenin ufkunun ötesinde olduğu tamamen akademik bir konudur. Bunun yerine, nanokimya, kimyasal metodolojiyi kimyasal sentezlere doğru genişleterek kimyasal madde sentezine ulaşır. Özetle geometrik şekil ve ara yüz enerjilerinin ayarlanmasına ve klasik sentezden ziyade öz organizasyona dayanan maddenin fizikokimyasal bir

işlemdir. Bilimsel açıdan bakıldığında, ortaya çıkan "aşağıdan yukarıya" yaklaşımı, fonksiyonel malzemelerin davranışını yöneten yapı aktivite ilişkileri hakkında yeni bir düşünme şeklidir.

Bu bağlamda nanokimya, moleküler bağlar ve litografi, kimyasal buhar biriktirme veya kaplama teknikleri gibi mikron boyutlu yapıları, kimya mühendisliği ile moleküllerin dünyası arasında bir köprüdür. Kendinden oluşan malzemeler, malzemelerin nasıl yapılacağına dair tamamen yeni bir düşünce biçimi ortaya koyarak nanokimyanın kalbi haline gelmiştir.

Bölüm 3 Temiz Enerji Depolamak ve Tedarik Etmek

İçten Yanmalı Motor Devrinin Kapanması

1945 yılında Amerikan askerleri Münih'e girdiğinde, ele geçirilen ilk şirketlerden

biri, büyük pil üreticisi Varta idi. Varta aynı zamanda Wehrmacht denizaltıları ve ikinci dünya savaşı sırasında Luftwaffe için pil ve akümülatörlerin üreticisiydi. Bunlar depolama ve elektrik enerjisini taşıyabilen pillerdi ve cihazlarda kullanabilecek en ideal enerji elektrik olduğu için radyolar ve gürültüsüz denizaltı motorlarındaki anahtar cihazlardı.

Peki, daha sonra elektrikli arabalara ne oldu? Kara, deniz ve hava taşımacılığı için içten yanmalı motorda hidrokarbon yakıtların yanması, dünyadaki en büyük küresel ısınma kirliliği kaynağıdır ve karbondioksit salımının yüzde 30'undan sorumludur. Bu sebepten 150 yıllık içten yanmalı motor teknolojisini sıfır karbon salımlı bir türle değiştirmek öncelikli amaçtır. Bunun anlamı nihayetinde güneş enerjisiyle çalışan ya da güneş enerjisiyle üretilen hidrojeni besleyen fotovoltaik elektrik sayesinde verimli ve ekonomik elektrikli araçların geliştirilmesi gerektiğidir.



Son derece uzun bir kullanım ömrüne sahip yeni bir tür lityum iyon pil problemi çözebilir. Ancak, teknoloji tartışmalarına girmeden önce, birçok bilim insanında mevcut olan naifliği bir kenara bırakmak gerekir. 150 yıllık içten yanmalı motorlar, dünyanın en büyük ve en güçlü şirketleri olan petrol şirketlerinin küresel hakim konumlarını oluşturdukları temel altyapıdır. Yanma motorunu petROLSÜZ alternatiflerle değiştirme çabaları, bu şirketlerin karşılaştığı en büyük tehdittir.

Bu anlayış, örneğin 30 yıl önce, kamuya açık teknolojilerin neden on yıllardır uykuda bırakıldığını anlamakla da ilgilidir. Kırklı yaşlardaki okuyucular, ülkelerinin basınlarında yer alan elektrikli arabaların prototiplerinin üretilmeye başlandığı, çok pahalı teknolojiler olduğunu veya projelerin bu sebeple desteklenmediğine dair haberleri hatırlarlar. Fakat uçan petrol fiyatının, küresel ısınmanın ve kronik hava kirliliğini de içeren sürdürülebilirlik krizinin ortaya çıkması tüm bu bakış açısını hızla değiştirmektedir.

Nano Teknoloji Temelli Piller

Elektrikli araçların üretiminde gerçek başarı, batarya teknolojisinde gelişmelere bağlıdır. Güvenlik, şarj süresi, güç dağıtımı, aşırı sıcaklık performansı, çevre dostu olması ve kullanım ömrü, günümüzde şarj edilebilir pil teknolojileri ile ilgili endişelerdir. Halen, hibrit araç üreticileri, nikel metal hidrit (NiMH) ve lityum iyon pillerini ürünlerine dâhil etmeye çalışmaktadırlar. Geleneksel lityum iyon piller yüksek özgül enerji ve düşük ağırlık sunar. Ancak, yüksek maliyeti ve aşırı sıcaklığa toleransın olmaması günümüzde li-ion pilleri benimsemenin önündeki en önemli güvenlik engeli olarak aşılamamıştır.

Geleneksel lityum iyon bataryalar 1000 döngü ile 3-5 yıl arasında kullanım ömrüne sahiptir. Başka bir konu ise kabul edilebilir bir batarya ömrü ve bir araçta istenilen menzili garanti etmek için gerekli olan lityum bataryanın boyutudur. Dizüstü bilgisayarlarımızda ve cep telefonlarımızda ilan edilen çalışma sürelerinden daha kısa

olanları kabul edebilirken, hareketli bir araçta bu lükse sahip değiliz.

Bir hibrit araç için bir pilin hızlı bir şekilde şarj edilmesi ve boşaltılması gerekir, böylece kısa bir şarj süresi ve kabul edilebilir hızlanma elde edilebilir. Elektrikli bir arabanın aküsü, hafif, küçük, enerjisi yoğun ve hızlı şarj edilebilir olmalıdır. Ama aynı zamanda nispeten ucuz, uzun ömürlü ve güvenli de olması beklenir.

Nanoteknolojiye dayalı yeni bir batarya, kısa şarj süresi, uzun çevrim ömrü, tam çalışma güvenliği ve aşırı sıcaklıklar için tolerans açısından gelişmiş gereksinimleri karşılayabilmeyi başarmıştır. Nano boyutlu lityum-titanyum oksit (nLTO) batarya elektrot malzemesine dayanan teknoloji, nLTO'nun ortak lityum-iyon şarj edilebilir bataryalarda kullanılan standart negatif elektrot malzemesi olan grafitin yerini almıştır. Bu nano titanyum bazlı bataryalar, aynı büyüklükteki lityum-iyon bataryaların ağırlığının üçte birine ve gücünün dört kat daha fazlasına sahiptir.

Biyolojik Yakıt Hücreleri

Yakıt hücreleri, bir yakıtta depolanan enerjiyi doğrudan kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürür ve bunlar sadece küçük bir yakıt deposunu doldurarak şarj edilebilen pillerdir. Ana dezavantajlarından biri, hidrojen veya metanol gibi basit yakıtlarla sınırlı olmalarıdır. Bunların her ikisi de ciddi güvenlik kaygılarına sahiptir. Çünkü hidrojen, patlayıcıdır, metanol ise alevlenebilir ve oldukça zehirlidir.

Biyo-yakıt hücreleri, pahalı metallere gerek kalmadan kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek için biyokatalizör kullanılan yakıt hücreleridir. Bunlar, biyokütleden kolayca elde edilen basit şekerleri yakıt olarak kullanan taşınabilir cihazlara güç sağlamak için idealdir.

ABD merkezli bir şirket, SEBC adında bir teknolojiyi, bir iletken polimer matrisindeki enzimleri hareketsiz kılarak ve kararlı hale getirerek ve yenilenebilir organik yakıtları elektrikle dönüştürmelerine olanak tanıyarak, geleneksel taşınabilir güç üretim

yöntemlerinden çok daha verimli bir sistem geliştirdi. Yeni Biyo-yakıt hücresi teknolojisi, sıkışmış enzimlerin sindirdiği güvenliliği oldukça iyi bilinen hidrojen litre başına üç kat daha fazla enerji içeren bir şuruplu madde olan gliserolü kullanır. Bu da Biyo-dizel üretiminde kanı gerçekten çok artırır.

İnsanlar için Yakıt Hücreleri,

2006 ve 2009 yılında Rusya doğal gazının büyük tüketicileri olan Orta ve Batı Avrupa ülkelerinin, ödemelerini geciktirdikleri gerekçesiyle Rusya'nın gaz dağıtım şirketleri tarafından dört hafta boyunca doğal gazları kesildi. Bu doğal gazın % 55'i verimli termoelektrik santrallerde yakılmakta olan "Turbogas1" di ve geri kalan ise evde doğrudan doğruya yemek pişirmek için ya da küçük ısıtıcılarda dezenfekte edilmiş su üretmek üzere kullanılmaktaydı.

Fakat tüm bu gazı kullanmak ve daha verimli, daha az kirlenici bir kaynak olan metanın kimyasal enerjisini çıkarmak ve onu elektrikle dönüştürmek için daha iyi bir yol vardı; bir yakıt hücresinde yer alan kontrollü elektrokimyasal bir işlemde oksitlemek. 1960'lı yılları sonlarında uzay gemisinde su ve elektrik üretmek için geliştirilen ticari olarak uzun süredir beklenen bu teknoloji, hem ulaştırma hem de elektrik üretiminde çığır açma potansiyeline sahipti ve nihayet pazara girmeye başladı.

Özellikle taşımacılık uygulamaları için geliştirilen lider yakıt hücresi teknolojilerinden biri, proton değişim membranı (PEM) yakıt hücresidir. Bu yakıt hücreleri gücünü hidrojenin elektrokimyasal oksidasyon tepkimesi ve havada bulunan oksijenin azaltılmasından alır.

Bu yakıt hücreleri nispeten düşük sıcaklıkta çalışırlar. Bu nedenle özellikle oksijenin azaldığı elektrotta yüksek potansiyelde faydalı akımlar üretmek için katalizörlere ihtiyaç duyarlar. En önemli teknolojik özellikleri ise oksidasyonun azaltılmasına yardımcı olmak için yüksek performanslı ve dirençli katı katalizörün geliştirilmesidir.

Bölüm 4 Kataliz: İlaç Endüstrisinin Yeşillendirilmesi

İlaç: Temizlenmesi Gereken bir Endüstri

İlaç endüstrisi, 2008 yılında 600 milyar dolardan daha fazla gelir elde eden ciro bakımından dünyanın en büyük endüstrileri arasındadır. Bu endüstri tartışmasız sağlığını korumada merkezi bir rol oynamaktadır, ancak genel olarak üretilen her bir kilogram aktif farmasötik bileşen için 25 ile 100 kg'dan daha fazla atık ortaya çıkmaktadır. Karşılaştırma yapılacak olursa, petrokimya sektörü her ürün için 0.1 kg atık üretmektedir. Tabii ki, ticari madde miktarları, yılda milyarlarca kilogram olarak üretilen temel kimyasallarla karşılaştırıldığında, bileşik başına 1000 ile 1 milyon kg arasında yıllık üretim ile çok daha düşüktür.

Bununla birlikte, 1 kilogramlık bir nominal tasarruf maliyetinde bile, sadece atık kullanımındaki potansiyel tasarruflar, yılda 500 milyon ile 2 milyar kilogram aralığında olmak üzere, önemli ölçüde önemlidir. Yeşil kimya ilkeleri mevcut üretim sürecini yeniden tasarlamak ve yeni ilaçlara yönelik süreçleri tasarlamak suretiyle on kattan daha fazla atık azalması sağlanmıştır. Bu indirimler firmalara çifte ekonomik fayda sağlamaktadır. Çünkü satın aldıkları hammaddelerin çoğunun ürünler içinde kalması ve daha az atık bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Aynı son ürünü, farklı bir dizi tepkime ile nasıl elde ederiz ve atıkları nasıl ortadan kaldırırız? Bu sorunun cevabı yeni etkili katalizörler geliştirmektir. Kimyasal tepkimeye katılan diğer reaktiflerin aksine, bir katalizör tepkimesinin kendisi tarafından tüketilmeyen bir maddedir. Bunun yerine rolü, istenen kimyasal tepkimenin hızını arttırmaktır. Sonuç olarak, atığı ve bu atığı bertaraf etmek veya geri dönüştürmekle ilgili maliyetleri azaltarak, katalize dayanan sentetik kimyaya bu yaklaşım, tasarruf şirketlerinin

parasını kurtarmış olur. Özellikle atık "stokiyometrik" süreçler, katı katalizör kullanılarak temiz katalitik dönüşümlere değiştirilmektedir. Bu, katalizörün ayırma aşamasının ortadan kaldırılmasına ve tepkime karışımındaki ürünlerden kolay ayrılma ile hızlı ardışık dönüşümlere imkân verir.

Sol-jel Katalizörleri: Felsefe Taşı

Tek potada çok adımlı sentezi sağlayan etkin heterojen katalizörler, prensipte farmasötik sentezlerde karşılaşılan sorunların çoğuna bir çözüm sunar. Endüstrinin hâlihazırda istihdam ettiği büyük miktardaki çözücü ve saflaştırma ortamı, bunlardan kaynaklanan uzun süreçlerle birlikte ortadan kaldırılacaktır.

Sol-jel katkılı gözenekli metal oksitli katalizörler, son 10 yılda, hem laboratuvarında hem de endüstriyel tesislerde çok sayıda yararlı molekül sentezlemek için önemli bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Sol-jel terimi genellikle, tozlar, lifler, kaplamalar, ince filmler, monolitler ve gözenekli membranlar dâhil olmak üzere çeşitli şekillerde yüksek sıcaklıkta geleneksel işlemlerden daha yüksek saflıkta ve daha iyi homojenliğe sahip gözenekler üretebilen kimyasal öncülleri kullanan düşük sıcaklık yöntemini ifade eder.

Sol jel katalizörleri, hareketli ve sabit bir bileşenin moleküler seviyede birbirine nüfuz ettiği, yüksek derecede portatif ve termal olarak inert bir ağ boyunca oldukça hareketli ve homojen olarak dağıtılmış katalitik türlerle katalitik türlerin nüfuz ettiği heterojen malzemelerdir. Böylece homojen ve heterojen katalizin avantajlarını birleştirirler. Bu nedenle, genel olarak bir sol-jel ile tutturulmuş katalizör, hem çözeltideki homojen bir katalizörden hem de gözenekli olmayan malzemeye bağlanmış bir katalizör yüzeyinden daha yüksek seçicilik gösterir.

Biyo-jeller: Cam ile Hayatın Evliliği

Biyo-malzeme sentezindeki eşsiz

potansiyelini gösteren sol-jel, enzimler, hücreler, antikorlar ve hatta bakteriler dâhil olmak üzere hemen hemen tüm biyolojik türleri silika camlarında kapsülleme için etkili bir şekilde uygulanabilir. Bu, alkoksitlerin hidrolizine dayanan geleneksel sol-jel işleminde salınan toksik alkollerin miktarı göz önüne alındığında neredeyse inanılmaz bir sonuçtur.

Bu süngerimsi malzemeler, arzu edilen yüksek substrat/katalizör oranını sağlayan büyük miktarda katalitik molekülü barındırabilir. Bu, pratikte çok az miktarda malzemenin, büyük ölçüde substratı ticari yöntemlerle büyük ölçüde rekabetçi olan sol-jel katalizörüne dayanan biyolojik süreci meydana getirecek şekilde dönüştürdüğü anlamına gelir.

Olasılıklar o kadar çoktur ki, pratikte bugünün ilaç firmaları, hem hızlı bir şekilde yeni ilaç adayları üretmek hem de bu adayları toksisite açısından taramak için sol-jel ile sıkıştırılmış katalizörlere güvenebilirler.

Nano-katalizörler: Kirletici Emisyon ve Ürün Kirliliğini Azaltmak

Sıfır salım çevresel performans için gerçek kalite standardıdır. Başka bir deyişle, nihai amaç, şu anda kullanılan geleneksel teknolojileri, mal üretmek için ya da su gibi zararsız yan ürünleri olan kinetik-elektrik enerjisi üreten teknolojilerle değiştirmek olmalıdır.

Fakat tüm bu gelişmelere rağmen otomobil motorlarından kaynaklanan salımlar olduğu gibi devam etmektedir. Burada, nanokimya, Mazda tarafından geliştirilen tek-nanokatalist teknolojisi gibi otomobil katalitik çeviriciler için ikinci kuşak nano katalist sağlıyor. Mazda 3'teki alt katalitik çeviricideki tekli nano katalist, platin, paladyum, rodyum gibi pahalı değerli metallerin sadece 0.15 g/L'sini kullanır. Bu önceki modelde 0.55 g/L'dir ve aynı zamanda salımı da % 70 oranında azaltmıştır. Değerli metal kullanımında önemli ölçüde azalma olsa bile bu yeni

nano katalistler sayesinde, 2010 Mazda 3 en son salım yönetmeliklerine uygundur.

Bölüm 5 Organik Katkı Malzemeler

Bilimde bir Su Havzası Gelişimi

2002 yılında Kudüs Üniversitesi'ndeki David Avnir ve ekibi, metaller ve organik moleküller arasındaki sınırdaki, çeşitli boya moleküllerinin nasıl gümüş içerisine gireceğini gösteren yeni bir hibrit malzeme ailesi bulduklarını bir araştırma raporunda yayınladılar. Yazarlar makalelerinde katkı sol-jel malzemelerine benzer bir yaklaşım kullanarak "Sıradaki Everest"e tırmanmanın vaktinin geldiğini de belirttiler. Yöntem, molekülleri bozulmadan bırakır ve katkı sol-jel malzemelerinde olduğu gibi, sıkışan moleküllerin, farklı bir reaktif ile kimyasal etkileşimlere erişebildiğini gösterir. Organik katkı maddesi, malzemenin kimyasını değiştiren bir elektron denizine daldırılır ve ortaya çıkan bileşimde farklı ve yeni özellikler ortaya çıkar. Bir başka deyişle, küçük veya polimerik organik moleküller, metaller içinde, gerçek metal organik alaşımları elde etmek için moleküler seviyede tutulur. (MORALS) Sonraki yedi yıl içinde ekip, gümüş, bakır, altın, paladyum ve daha fazlasını içeren metalleri, organik moleküllerin geniş kütüphanesinin herhangi bir özelliği ile donatmak için yüksek kapasiteli bu yeni malzeme teknolojisini hızla geliştirdi ve metal yerine plastik gibi başka malzemelerin de önünü açtı.

Tuzak metodolojisi, hidrofilik ve hidrofobik küçük moleküller ve polimerler ve biyoaktif moleküller dâhil olmak üzere farklı tiplerde moleküller için çok yönlü olduğunu kanıtlamıştır. Bu kompozitlerin sentezi için iki ana yöntem geliştirildi. Bunların her ikisi de, tutulacak molekülün varlığında metal katyonunun azaltılmasına dayanıyordu.

Metal-tuzaklı Moleküllerin Yeni Reaktivitesi

MORAL'da katkı maddesi erişilebilir bir haldedir, kompozit içine yayılan substrat ile tepkimeye girmesi mümkündür ve katkı maddesi erişilebilir olmasına rağmen, ihmal edilebilir bir ölçüde sızıntı yapar ya da hiç yapmaz. Tutulan moleküllerin metalik matris ile etkileşimleri, katkının sızdırmaz doğası nedeniyle, organik moleküllerin çoklu fiziksel ve kimyasal etkileşimlere dayanmaktadır. Genel olarak bu, kimya olanaklarını büyük ölçüde genişleten yepyeni bir kimyasal reaktivite alanı yaratır.

Sıra dışı özelliklerin olası indüksiyonuna ek olarak, bir metalik matriste enzimler için heterojen bir taşıyıcı olarak hizmet edebilir. Örneğin, asidik enzim fosfataz, son zamanlarda enzimlerin mevcudiyetinde metal katyonun oda sıcaklığında indirgenmesiyle altın ve gümüş içinde tutulmuştur. Yakalanan enzim, difüzyonlu bir substrat ile biyolojik dönüşümler arasındaki etkileşimlere erişebilir ve matris asidik enzimi bazik koşullarda canlı tutar. Enzimlerin metaller içinde tutulması, enzimlerin önceden toplanmış metaller üzerinde hem kavramsal hem de reaktivite yönlerinde adsorpsiyonundan çok farklıdır.

Metal katkısı, üç boyutlu bir moleküler dağılımı taklit eden bir saçılma ile sonuçlanırken, bunun tersine adsorpsiyon, iki boyutlu bir düzenleme sağlar ve böylece adsorbe edilen enzim molekülleri, kendi aktivitelerini arttırabilir ve bloke edebilir.

İkisi Bir Arada Katalistler

Avnir'in Kudüs Üniversitesi'ndeki ekibi, gümüş atomların gözenekli matrisi içinde çözünebilir bir rodyum kompleksi yakalayarak heterojen katalizine yeni bir yaklaşım başlattı. Kimyagerler genellikle katalizörün organik bir polimer

veya silika gibi inorganik bir oksit üzerinde iletken olmayan materyaller üzerine sabitlenmesiyle, yüzey temelli heterojen tepkimeler için çözünebilir homojen katalizörler kullanırlar. Rodyum kompleksinin bir elektron denizinde yakalanması, muhtemelen elektron donör-alıcı özelliklerini ve substrat bağlanmasını değiştirerek katalitik aktivitesini arttırır. Bu durum bu katalizörlerin kullanım alanını oldukça genişletmiştir.

Kiral Metaller

Sadece yeni fiziksel ve kimyasal özellikler değil, aynı zamanda metallerin yeni optik özellikleri, metal nano kristallerin kafesleri içindeki bir kiral katkı maddesinin tutulmasıyla elde edilebilmektedir. Bu, iki kiral molekülün farklı enantiyomerlerinin kapsüllenmesiyle başlanmıştır. Tüm metaller gibi, MORAL'ler de, yüksek enerjili bir fotonun metale çarpmasıyla bir elektronun atılması durumunda fotoelektrik etki sergiler. Ancak kiral altın sikkeleri, saat yönünde polarize olmuş veya saat yönünün tersine polarize olmuş fotonlara maruz kaldığında, metal kiralitesini kanıtlayan farklı elektronları çıkardı.

Bir sonraki adım bu nedenle, yeni bir tür katalizörün yani kiral metallerin geliştirilmesiydi. Organometalik inorganik kimyada, organometalikler ile kiral katalizörlere ulaşabilmek 100 sene gibi bir vakit almasına rağmen nano kimya yaklaşımı, paladyum metal katalizörü ile iki yıldan az bir süre içinde kiral katalizörler elimize geçti.

Bölüm 6 Ürünlerimizi Korumak ve Enerji Tasarrufu Yapmak

Çok Fonksiyonlu Nano Kaplamalar

Fiziksel ve kimyasal koruma ajanları olarak hareket etmeleri ve substratlara birçok yeni özellik sağlamalarıyla, fonksiyonel kaplamalar genel olarak endüstri ve toplum için son derece önemlidir. Bu milyar dolarlık endüstri, geleneksel yöntemlerde organik polimerlere, inorganik polimerlere veya alüminyum kullanılmasına bağlıdır. Enerji tedarikindeki yeniliklere ek olarak, sürdürülebilir bir enerji elde etmek için hammaddelerin verimli kullanılması en önemli kıstaslardan biridir.

Malzemeler ve enerji koruma teknolojileri, özellikle büyük enerji tüketicileri olan ekonomik olarak gelişmiş ülkeler için önemli bir etkiye sahip olacaktır. Bu koruma önlemleri arasında, gelişmiş yalıtım malzemelerinin geliştirilmesi, katı hal OLED aydınlatma gibi yeni aydınlatma teknolojilerinin ve her türlü ürün için çok fonksiyonlu yüzey iyileştirmelerinin adaptasyonu yer almaktadır. Örneğin, su, kir ve lekenin birçok yüzeyde kalmasının nedeni, malzeme yüzeyindeki gözeneklerin büyük olması ve birbirinden ayrılmasıdır. Nano yapıları kaplamalar, kir, su lekeleri, küf, pas, ufalanma ve çizilmelere karşı uzun süreli koruma sağlar ve otomobil, tekne, uçak ve bina gibi endüstriyel olarak ilgili yüzeylerin gözeneklerine nüfuz eder. Nano kaplama, cam, seramik karo, porselen ve granit gibi silika bazlı yüzeylerin moleküler bileşimini değiştirmek için nano ölçekli seviyelerde çalışır. Bu, kimyasal açıdan güçlü ve dayanıklı bir kovalent bağ ile birlikte optik olarak temiz bir nano film sağlar. Kimyasal tepkime ile optik olarak bir dayanıklı malzeme, ultra ince bir koruyucu tabaka oluşturmak üzere bağlanmaya hazır olur ve nano yapıları bir cihaz ile yüzeyi

buruşmaya ve kirlenmeye karşı daha dirençli hale getirir. Oluşan bağ, kovalent bir bağdır, yani kaplamanın elektronları camın içinde paylaştığı ve böylece camın bir parçası olduğu anlamına gelir. Kovalent bağlar, çoğu diğer su itici kaplamalarda yaygın olarak bulunan hidrojen köprü bağlarından yaklaşık on kat daha güçlüdür.

Çok Fonksiyonlu Tekstiller

Tekstillerin 50 nm'den küçük parçacık çaplarına sahip sol-jel organosilika kaplamaları ile fonksiyonelleştirilmesinin en önemli nedenleri mevcut özelliklerin korunması, iyileştirilmesi ve yeni malzeme özelliklerinin yaratılmasıdır. Günümüzün küresel tekstil pazarında 400 milyar dolardan fazla değere sahip olan yüksek dereceli tekstil ürünleri, fonksiyonel tekstillerin uygulamaları geliştirerek (geliştirilmiş konfor, kolay bakım, sağlık ve hijyen) hızla büyüyerek kullanım alanlarını genişletmektedir.

Geliştirilmekte olan yeni ürünler arasında su, yağ ve toprak tutmazlığı olan ve antimikrobiyal özelliklere sahip tekstil ürünleri bulunmaktadır. Çözünür partiküllerin nano partikül büyüklüğü, sonraki termal işleme daha da arttırılabilen tekstil liflerine mükemmel bir yapıya sağlar. Örneğin, sol-jel sabitlemesiyle doğal yağlardan antimikrobiyal ve antialerjik etkileri olan deri dostu tekstilleri elde etmek için tekstilin fonksiyonelliğini sağlamak üzere sineol, kâfur, mentol, çuha çiçeği ve perilla yağı gibi sol-jel sabit biyo-aktif sıvılar kullanılmıştır. Bunun yanında solunum yolunun terapötik tedavisi için yine okaliptol, kâfur ve mentol gibi yüksek uçuculukta doğal ajanların sabitlenmiş karışımları tekstillerde kullanılabilir.

Kültürel Mirası Korumak

Sol-jel nanoteknoloji artık sanat nesnelere ve kültürel mirasın

korunmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, bir melez silika kaplama şimdi Prag Kalesi'nin merkezinde Aziz Vitus Katedrali'nin bir kapısının üzerinde yer alan on dördüncü yüzyıl mozaikini koruyor. Yüzyıllar boyunca korozyon, 1 milyondan fazla renkli fayansı gizledi ve yıldızları opak, beyaz ve gri çürüme tabakası altında kaldı. Eski restorasyon girişimleri işe yaramadı. Her temizlik ve koruma işleminden kısa bir süre sonra mozaik önceki eski durumuna dönecekti. Los Angeles'taki California Üniversitesindeki bir bilim adamı olan Eric Bescher, bu durum için cam, substrat ve floropolimer kaplama arasına organik-inorganik bir sol-jel tabakasının yerleştirildiği çok katmanlı bir sisteme dayanan, mozaik'in tamamına uygulanabilecek bir kaplama tasarladı.

Sonuçta ortaya çıkan kaplama esnekti ve bu özellik mozaik'i genişleme ve sıcaklık değişimleri ile büzülmeye toleranslı hale getirebildi. Aynı zamanda işlerin planlandığı gibi gitmemesi durumunda kaplamanın çıkarılmasına da olanak sağlıyordu. Üst polimer tabakasının altındaki bu sol-jel tabakalarının 25 yıl koruma yapabileceği tahmin edilmektedir.

Bu tür malzemelerin polimerlere kıyasla şiddetli yaşlanma koşullarında gösterdiği uzun süreli stabiliteden ziyade, avantajı, birçok alt tabakaya yapışma kabiliyetleri ve tamamen inorganik sol-jel sistemlerinden daha kalın kaplamalar yapabilmeleridir. Mozaikler arasındaki boşluğu kaplamaktan kaçınmak için, fırça ile el işiyle temizlenir ve kızılötesi ışıklarla iki saat boyunca 90 santigrat derecesinde sertleştirilir.

Bölüm 7 Nano kimya ile Daha Bir İyi Tıp

Nano tıp

Tıpta nanokimya, tıbbi sorunları ele alan, nanoboyutta insan sağlığını korumak ve geliştirmek için kimyasal bilgi kullanan malzemeler ve cihazlar üretmeyi amaçla-maktadır. Tıbbi şartların tanı ve tedavisinin ötesinde modern tıp, hastalıkların önlen-mesi ile de ilgilenmektedir. Buna göre nano tıp, nanoteknolojinin tıbbi uygulaması, yaşam bilimleri alanında geniş kapsamlı etkilere sahip olacaktır. Bununla birlikte, nanotıp araştırmalarını diğer tıbbi veya nano teknolojik araştırmalardan ayırmak için çok az sebep vardır. Örneğin, nano ilaçlar yeni bir düzenleme sürecine ihtiyaç duyan yeni bir ilaç sınıfıdır ve popüleritesini belirleyecek olan şey, yerleşik sektörde potansiyel olarak ulaşabileceği piyasadır.

Şimdiye kadar, çoğu nanoteknoloji uygulamaları nano temelli ilaç dağıtım sistemleri ve teşhis testleri içerir.

Analitik bir bakış açısından, nanoteknoloji biyoloji için önemlidir, çünkü mikro-nano molar derişimlerde biyolojik tepkimeler meydana gelir. Sonuç olarak, proteinler, DNA, moleküller ve hücreler arasındaki etkileşimleri tespit etmek istiyorsak, gerçek zamanlı analiz için çok küçük hacimler veya çok küçük yapılar yapmamız gerekir.

Hemostaz: Cerrahide ve Acil Tıpta Değişim
2006 yılında, Boston'un MIT beyin ve bilişsel bilimler bölümünden araştırmacı olan Ellis-Behnke'nin ekibi, tam olarak suya benzeyen bir sıvı yarattı. Bu sıvı doğrudan yaralı doku üzerine uygulandığında saniyeler içinde kanamayı durdurdu ve bu keşif cerrahi ve acil tıpta devrim yapma potansiyeline sahipti. Hemostaz cerrahi süreçlerde ve büyük travma sonrası uygulamalarda önemli bir sorundur. Cerrahlar günümüzde kanamaları azaltmak veya kontrol etmek için ameliyat yaraları sırasında % 50'ye kadar zaman harcıyorlar. Bu nedenle üretilen bu sıvı sayesinde uygulamalarda çok büyük bir fark yaratılabilir. Basınç, koterizasyon,

vazokonstrüksiyon, pıhtılaşma veya çapraz bağlı yapıştırıcılar kullanılmadan kanamayı durdurmak için birkaç etkili yöntem vardır ama hâlihazırda bu denli etkiyi sağlayacak bir yol bulunmamaktadır.

Aktif madde, doğrudan beyin, omurilik, femoral arter, karaciğer veya memelilerin derisindeki bir yaraya doğrudan uygulandığında tam hemostazı sağlamak için nanofiber bir bariyer oluşturan kendinden birleşen sentetik peptiddir. Vücudun içindeki koşullar gibi koşullar altında, peptitler çıplak göze şeffaf bir jel gibi görünen lifli bir ağın içine monte edilir. Kendiliğinden birleşen çözelti nörotoksik ve non-immünojeniktir ve bozunma ürünleri, hasar bölgesini onarmak için kullanılabilir doku blokları olan amino asitlerdir. Daha da önemlisi, bu malzeme, hasarlı beyin ve omurilik dokusunun iyileşmesini hızlandırabilecek bir ortam yaratır.



Biyoteknolojinin Mümkün Kıldığı Biyojeller
Enzimler, antikorlar ve bütün hücrelerin yanı sıra polisakkaritler, fosfolipitler, nükleik asitler ve her çeşit küçük-büyük organik moleküller, sol-gel yöntemi kullanılarak camın muazzam gözenekleri içinde tutunabilirler. Ortaya çıkan yüksek derecede gözenekli cam, tutunan türleri hem sıkıştırır hem de onlar için koruyucu bir kafes görevi görür. Gerçekten de, pratik biyoteknoloji uygulamaları katı desteklerin üzerinde biyolojiklerin bu şekilde etkili bir şekilde sabitlenmesini gerektirmektedir.

Organik polimerler cam kadar kararlı değildir. Bunun yanı sıra suda şiştikleri için herhangi bir uygulamayı zorlaştırırlar. Yeni süreç, biyolojik cam gibi sert ve dirençli bir malzemeyi kullanarak biyokimya ve malzeme bilimini birleştirdi ve yeni bir paradigma yarattı. Aslında tutunan türlerin biyolojik aktivitesi, diğer çözümlerle karşılaştırıldığında aktiviteyi geliştirebilecek potansiyeldeydi.

Küçük Güzel midir? Nano teknolojik Kozmetik Ürünleri

Paris kökenli kozmetik devi L'Oreal, 2000'li yılların başlarında, 60 milyar dolar cirosu ile uluslararası güzellik ürünleri endüstrisi alanında 200'den fazla patenti olan Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en iyi nanoteknoloji şirketi olduğu iddiasını tekrarlıyor. Güzellik endüstrisi "nanopartiküller"i, ruj, fondöten ve anti-

aging ürünlerine ilave ediyor. Çünkü nano ölçekte bilinen maddeler yeni optik ve biyolojik özelliklere sahipler. Örnek vermek gerekirse daha büyük parçacıklar olarak titanyum dioksit ve çinko oksit beyaz-mat renktedirler. Ancak nano-ölçekte hazırlanan aynı maddeler, nemlendiricilerde şeffaf hale gelirler.

İlk nanoteknoloji ürününü L'Oreal 1998 yılında piyasaya sürülmüştür. Bir anti-kırışıklık kremi olan ürün "Lancome Resurface" adı altında piyasaya sürülmüştür. A vitamini ile polimerik nanokapsül kullanarak aktif maddeleri cildin derinliklerine ulaştırır. Bu nedenle şirket, düzinelerce farklı "nanosome" partiküllerinin kullanımını patentli hale getirdi. Bugün C vitamini cilde (Revitalift) ve diğer yüz nemlendiricilere (Vichy Reti- C ve Biotherm Age Fitness Nuit) veren kremleri ticarileştirdi. Nano-ölçekli lipozomlar, nano kalınlıkta bir kabuk içine kapatılmış küçük sıvı damlacıklardır. Esas olarak kozmetikte cildin derinliklerinde ve daha iyi emilimi için bazı besin takviyelerinde aktif kimyasallar sağlamak için kullanılan bir dağıtım mekanizmasıdır. Geleneksel cilt bakım ürünleri nem kaybını önlemek için bir bariyer oluşturur. Buna karşılık, minyatürize parçacıklar, geleneksel tedavilere göre daha derinden emilir ve yeni hücrelerin üretimini hızlandırır. Böylece cilt yumuşak kalır ve kırışmaz.

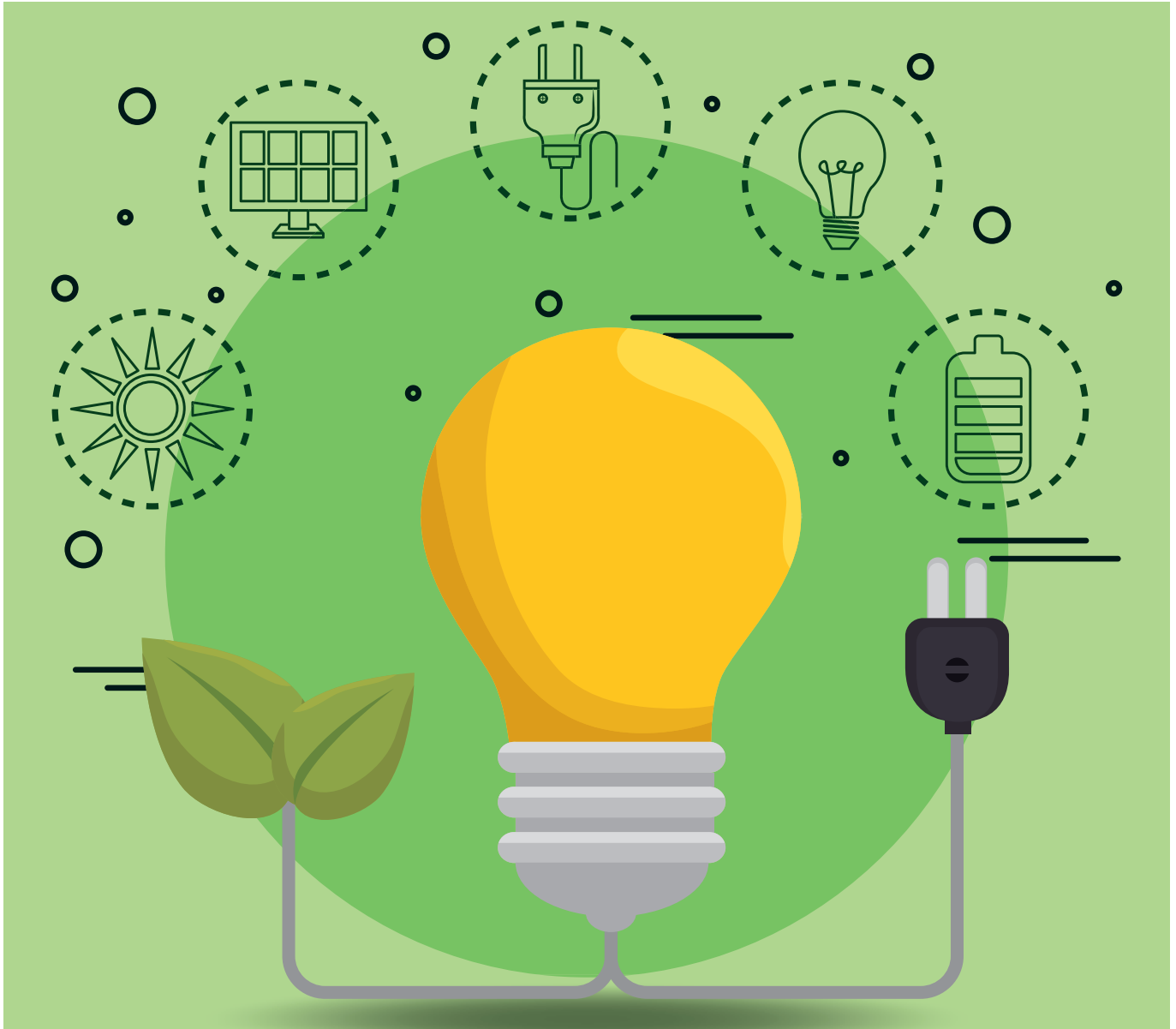
Ortopedide Nano Teknoloji

Kendinden bir araya getirilmiş nanofiberler ve nanopartiküller gibi çeşitli biyomalzemeler, performansı artırmak için biyomedikal cihazların ayrılmaz parçaları olarak kullanılmaktadır. Örneğin, diş dolgu ve onarım uygulamaları için mevcut olan nanoparçacık kompozitlerinden bazıları, Filtek Yüce, Ceram X duo, Tetric EvoCream, Premise ve Mondial'dır.

Aslında bağ, hiyerarşik olarak düzenlenmiş kolajen fibrilleri, hidroksiapatit ve proteoglikanlardan oluşan bir nanokompozit malzemedir. Bu nedenle hücreler nano yapılarla etkileşime alışık ve nano kimyada aşağıdan yukarıya doğru yaklaşım, kemik doku rejenerasyonunu ve onarımını potansiyel olarak arttıran doğal kemik benzeri ortamların yaratılmasında büyük bir potansiyele sahiptir.

Genel amaç, kemiğin doğal hiyerarşik yapısını simüle eden, yeterli güç ve esneklik gösteren, toksik olmayan, aynı zamanda hücre çoğalmasını ve besin maddelerinin etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayan uygun bir yapıyı da gerektiren bir nano yapı üretilmesidir. Başka bir deyişle, nanokimya, daha iyi bir ortopedi için zaten bol olan nanomalzemeleri tamamlayacak yeni bir yol çizmeyi hedefler. Bu yapıların uygun hayvan modellerinde ayrıntılı olarak değerlendirilmesi, bu malzemelerin klinik kullanıma geçişini sağlamaktır.





Bölüm 8 Sonuca Temiz Varabilmek

Neden Sürdürülebilir Teknoloji?

Bir danışmanlık şirketi olan Lux'un araştırmasına göre, 2008 yılında nano malzemeler üzerine rüzgar enerjisi, fotovoltaiik, ambalaj malzemeleri, verimli ve kompakt enerji depolama için piller ve çok sayıda başka ürün veya bileşen için çalışan yaklaşık 300 şirket vardı. Bundan sadece beş yıl önce böyle bir piyasa neredeyse hiç yoktu. Nanoürünler genel olarak Kanada dışındaki çoğu gelişmiş ülkede hükümet düzenlemesinde boşluklara düşerek kamu incelemesinden kaçımıştır. 2000'li

yılların başına kadar, nanoteknolojinin meteorik yükselişi, insan sağlığı ve çevre üzerindeki potansiyel etkilerine çok az saygı gösterilerek gerçekleştirildi. Ancak sonraki araştırmalar nano parçacıkların genellikle zararlı ve toksik olduğunu açıkça göstermektedir. Örneğin araştırmacılar, ayak kokusunu azaltmak için çoraplarda kullanılan gümüş nano-partiküllerin olası olumsuz sonuçlarla yıkamada açığa çıktığını keşfettiler. Bakteriostatik olan gümüş nanopartiküller, atık arıtma tesislerinde veya çiftliklerde organik maddeleri parçalamak için önemli olan yararlı bakterileri yok ederek ekosistem için bir tehdit oluştururlar.

Diğer çalışmalar, farelerin nanopartikülleri soluduğu zaman, parçacıkların beyinde ve akciğerlerde yerleştiğini ve bu durumun biyobelirteçlerde, iltihaplanma ve streste önemli artışlara yol açtığını ortaya çıkarmıştır. Az miktarlarda bulunduğu bile karbon nanotüplerin bazı formlarının asbest kadar zararlı olabildiği kanıtlanmıştır. Bu ve buna benzer bir çok sebepten ötürü nanomalzemelerle önleyici bir yaklaşım benimsenmelidir. Önce sınıflandırılmalı ve sonra da güvenlik kriterlerine göre kullanılmalıdır.

Nanomalzemelerin Düzenlenmesi

Nanoteknolojinin özü, nanomalzeme özelliklerinin sadece birleşimle değil, boyutlarıyla birlikte değişmesidir. Bu nedenle ölçek etkilerini incelemek için yeni araçlar ve yaklaşımlar gereklidir. Dahası, bir ortamda, bu maddeler tek başlarına hareket etmemektedir. Toksikite testlerinden elde edilen ön veriler, kaplamaların bozulmasına bağlı olarak, davranışların yığılımla da değiştiğini göstermektedir. Suyla karıştıktça, davranışları çok daha karmaşık olacaktır.

Nanomalzemelerle modifiye edilen ürünler neredeyse on yıldır piyasada yer almaktadır. Sadece 2008'de, İsviçre Federal Enstitüsü Su Bilimi ve Teknolojisi'nden araştırmacılar bir nanopartikülün tespiti ile ilgili bir fikirle geldiler. Bu tespit, samanlıkta iğne aramaya benzer bir zorlukta olduğundan çok değerliydi. İddia ettikleri kaynak nano-titanyumdioksit içeren boyalarla kaplanmış bina cepheleriydi. Nano-TiO₂, bina yüzeylerini temiz tutan organik biyositlerin yerini alarak, alg ve diğer mikroorganizmaların üremesini engeller. Ek olarak, TiO₂ partikülleri de parçalara ayırır. Bu da nano-TiO₂ kaplı pencerelerin bir şehrin havasını temizleyebildiği anlamına gelir. Daha az sayıda biyosit kullanılmasına rağmen, nanoparçacıklar bu pencereler veya diğer kaplanmış yüzeylerden fırtınalar yağışlar ve akıntılarla taşınarak balık ve diğer organizmalar için sorun yaratabilir. Kısaca bunun gibi çevre ve sağlık ile ilgili tehditlerden korunabilmek için,

hızlı tarama ve nanomalzemelerin toksikolojik etkileşimlerinin öngörü modelleri için yüksek verimlilik testleri geliştirilmelidir.

Yeşil Nano Malzemeler

Yeşil nanoteknoloji iki bölümden oluşur: süreç ve ürünler. Kimyacıların ilk olarak nanomalzemeleri sürdürülebilir yollarla üretmek için süreçler geliştirmeleri gerek-mektedir. Nano-ölçekli üretimin yararları arasında, gerekli olan kaynak malzemenin miktarını azaltmak, toksik çözücülerden kurtulabilmek, daha az su kullanmak ve oda sıcaklığına yakın bir tepkime sıcaklığı kullanabilmek sayılabilir.

Duyarlı ve geleceği öngörebilen nanoteknoloji şirketleri, çevreye faydalı, temiz enerji üretebilen ya da kirlenmiş alanların çevresel iyileştirme amacına hizmet eden ürünler geliştireceklerdir. İnsanların kullanımı için temiz, yeşil enerji ve güvenli içme suyu sağlamak, metal nanopartiküllerin temiz üretimi ve nanoyapılı yüzeylerin pasifleştirilmesi, sürdürülebilir nanobilimin mükemmel örnekleridir.

Riskleri Anlama ve Bunları En Aza İndirme

Nanoteknoloji liderliği için küresel yarışta, kazananlar riskleri anlayan ve bunları en aza indirmek için gerekli araştırmaları destekleyenler olacaktır. Nanomalzemelerin risk değerlendirmesi, toksisite potansiyelini ve nüfusun maruz kalabileceği zararlı etkileri kapsamalıdır. Böylece nanomalzemelerden kaynakla-

nabilecek muhtemel tehlikelere karşı önlemler alınabilir.

Nanomalzemelerin bu kapsamda göz önüne alınabilecek özellikleri nelerdir? Cevap parçacıkların kimyasal yapısını parçacık büyüklüğünü, sayısını ve yüzey alanını kesinlikle dikkate almalıdır. Gelişmekte olan nanoteknolojiler veri tabanının mevcut Woodrow Wilson Center projesinde sağlık takviyeleri, kozmetikler, güneş koruyucuları, giysi, elektronik ve sprey temizleyicileri de dâhil olmak üzere 800'ün üzerinde farklı tüketici ürün yelpazesinin, geniş bir açıdan maruz kalma potansiyelinin değerlendirilmesidir.

Genel olarak, en tehlikeli nanomalzemeler hem hareketli hem de toksik olanlardır. İlk dönemde toksisite çalışmalarının odağı olan fullerenler nanomalzemelerin en az hareketli olanları arasındadır. Yeraltı akiferleri ya da kum filtrelerini andıran oluşumlarda nanomalzeme hareketliliği üzerine çalışmalar göstermiştir ki, bir tür nanomalzeme çok hareketli olabilirken anında çok durgunlaşabilir. Yani her nanomalzeme farklı davranış gösterebilir. Özetle her bir nanomalzeme için ayrı tetkikler yapılmalı ve yaşam döngüsünü sonlandırdıktan sonraki etkileri de uzun uzadıya incelenmelidir. Son etapta nanomalzemenin pazarda yerini alması münferit bir uygulamadan çok bir zorunluluktur.

Bölüm 9 Nano Yenilikleri Yönetebilmek

Eşzamanlı olarak aşırı rekabet ve sürdürülebilirlik krizi tehdidi altında olan şirketler, ürünlerinin kalitesinin artmasını ve aynı zamanda çevreye yayılan emisyonları önemli ölçüde azaltmayı sağlamak için bilim insanlarına azami derecede ihtiyaç duymaktadırlar. Fakat paradoksal olarak, tüm gelişmiş ülkelerde giderek daha az sayıda üniversite öğrencisi bilimi ve araştırmayı tercih etmektedir. Geçmişe oranla bilgiye ulaşabilmek çok daha kolay ve çeşitli hale gelmiştir. Fakat yine paradoksal olarak bilimin değerinin etkili bir şekilde anlatılması kişisel hakları ve hatta insan sağlığını koruma amacıyla olsa bile başarısızdır.

Fen Bilimleri ile ilgili fakültelerde durum böyleyken İşletme Fakültelerinde durum farklı değildir. İşletme okullarının bilimi yönetici olacak öğrencilere öğretmediği görülmektedir. Örneğin, yöneticilere "Enerji nasıl üretilir?" Ne kadar enerji tüketirsiniz? Elektrik maliyeti nedir? Nasıl enerji tasarrufu yapabilirsiniz?" gibi sorular yöneltildiğinde büyük olasılıkla zayıf cevaplar alınacaktır.

Nanoteknoloji elbette bir istisna değildir. İş dünyasında kaç yönetici nanoteknolojinin potansiyeline ve sınırlarına hâkimdir? En yüksek teknoloji ürünlerinin kötü tasarlandığı ve kullanımı zor olduğu gerekçesiyle eski modellerde devam edildiği bilinen bir gerçektir. Bu durum bilimin dünya çapında yönetsel elitlerin eğitim programından çıkarılmasının metodolojik seçiminin

sadece iki sonucudur. Aynı amaçlarla, bilim insanı ve tasarımcılar, çalışmalarının hem içten hem de dışarıdan yönetime etkin bir şekilde nasıl iletileceği konusunda daha iyi becerilere ihtiyaç duyarlar. Kısacası, mevcut durum, hem entelektüel çalışmanın örgütlenmesini hem de bilimsel mesleğin derinlemesine bir değişimini gerektirir. Yalnızca araştırma yapanlara değil, aynı zamanda öğretme, uygulama ve bilimin yayılması konusunda etkin akademisyenlere ihtiyaç duyar.

