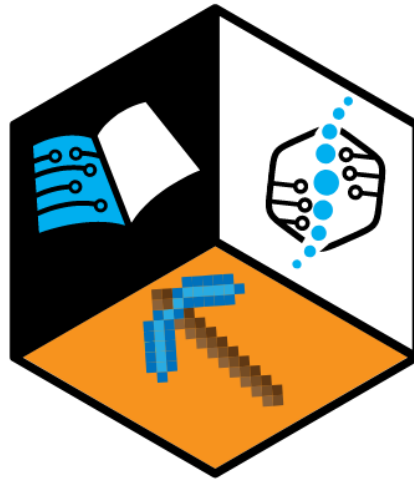


NANOWARE Müfredatı

MODÜL 5: HAYATIMIZIN İÇİNDE NANOTEKNOLOJİ

SONUÇ: R1/T1.1



NANOWARE

31.10.2022

Learning Seed

Yazan: Eleni Vasdoka

Proje Numarası 2021-2-PL01-KA220-SCH-000051200



**Co-funded by
the European Union**

Bu yayının oluşturulması için verilen Avrupa Komisyonu desteği, sadece yazarların görüşlerini yansıtan içeriklerin onaylanması anlamına gelmez ve Komisyon burada yer alan bilgilerden ortaya çıkarılan herhangi bir kullanım için sorumlu tutulamaz.

İçindekiler

1. Modüle Giriş	3
2. Nanoteknolojinin Önemi.....	5
2.1 Nanoteknoloji günlük faaliyetlerde nasıl kullanılır	6
2.1.1 Güneş kremleri	6
2.1.2 Bilgisayarlar	7
2.1.3 Tıbbi ekipmanlar	7
2.1.4 Farmasötik ürünler	8
2.1.5 İlaçlar	8
2.1.6 Taşıt yakıtı etkinliği	8
2.1.7 Kumaşlar	9
2.1.8 Su kalitesi	9
2.1.9 Spor ekipmanları.....	10
2.1.10 Kozmetik ürünler.....	10
2.1.11 İçecek şişeleri	11
2.1.12 Geliştirilmiş izleme ve güvenlik sistemleri.....	11
3. Başarı öyküleri örnekleri & en iyi uygulamalar.....	12
4. Referanslar	17

1. Modüle Giriş

Bu modül günlük ve basit örneklerle nanoteknoloji, kullanımı ve uygulamalarının anlaşılmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Güneş gözlüğü ve güneş kremi gibi günlük kullanımdaki nesnelerden tıp ve aerodinamik gibi bilimsel alanlarda nanoteknolojinin kullanımı ve yardımına kadar önemli referanslar verilmektedir.

Tanım

Nanoteknoloji, modern günlük yaşamın kaçınılmaz bir parçasıdır ve genişleyen bir alandır. Nanoölçek mikroskopik seviyeden 1000 kat ve nesneleri ölçmek için kullandığımız genel metrelerden bir milyar kat daha küçüktür (Bernard Marr, n.d). Ortalama bir insan nanoteknolojiyle bir dizi günlük tüketici ürününde zaten karşılaşmaktadır (Dispatch, 2019). Birçok günlük ürün nanoteknoloji kullanılarak üretilmektedir. Örneğin, güneş kremleri, giysiler, mobilyalar, yapıştırıcılar, tenis topları ve bilgisayarlar nanoteknoloji kullanılan ürünlerden bazılarıdır (Bernard Marr, 2020). Dahası, sıradan bir ofis çalışanı, nanoteknoloji kullanan ürünler olan masaüstü bilgisayarlarda ve taşınabilir elektronik cihazlarda gelişmiş ekranlara sahiptir. Aynı şey yoğunluğu artırılmış bellek çipleri için de geçerlidir (Finbar Galligan, 2017).

Modül Amaçları

Bu modülün amacı, hepimizin nanoteknolojiyi günlük olarak nasıl kullandığını ve nanoteknolojinin diğer bilim disiplinlerine hangi katkılarda bulunduğunu öğrencilerin anlamasına yardımcı olmaktır.

Öğrenme Hedefleri

Bu modül, günlük ve basit örnekler üzerinden bu teknolojinin anlaşılmasını amaçlamaktadır, böylece yaşlarına bakılmaksızın, öğrenciler nanoteknolojinin önemini ve günlük hayatta nasıl kullanıldığını anlayabilir. Aynı zamanda, gezegenimizdeki gelişmekte olan bölgeler için sürdürülebilirlikten içme suyuna kadar yaşam koşullarımızı iyileştirmek için sahip olduğu muazzam potansiyeli de öğrenirlerken, diğer bilim alanlarında nanoteknolojinin etkisini de öğrenecekler.

Öğrenme çıktıları

Bu modülün başarı bir şekilde uygulanması ile, öğrenciler şunları yapabilecekler:

- Nanoteknolojinin günlük hayattaki önemini anlayabilecekler
- Nanoteknolojinin farklı kullanımlarını tanımlayacaklar

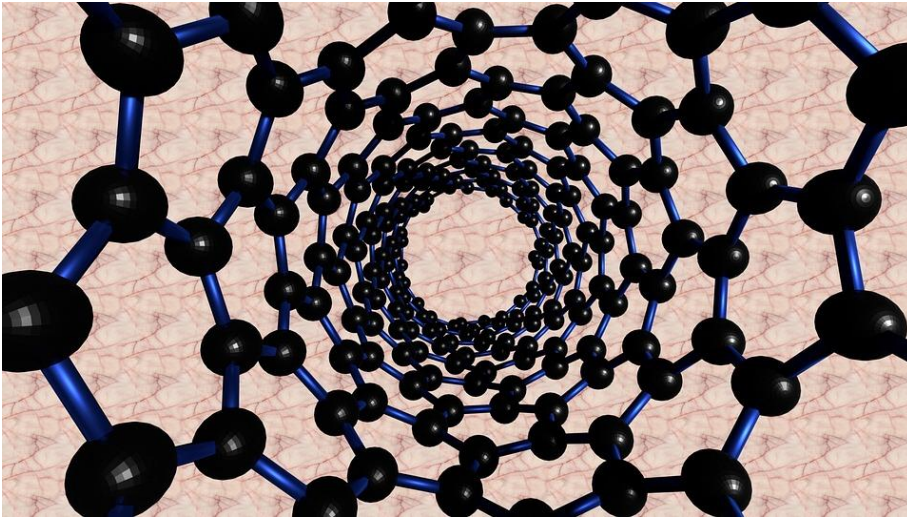
- Farklı konseptler/endüstriler içerisinde nanoteknoloji kullanımının temel ilkelerini uygulayabileceklerdir

Tahmini oturum süresi

Verilen bilgilerin uygulanması ile birlikte bu modülün tamamlanması 3 saat sürecektir.

2. Nanoteknolojinin Önemi

Nanoteknoloji, fizik, kimya, biyoloji, materyal teknolojisi ve mühendislik ile birlikte tüm bilim alanların nanoparçacıklar hakkındaki araştırmalarda kullanılabilecek kapsamlı bir şekilde uygulanan teknoloji ve çağ alanını ifade etmektedir (The Scientific World, 2019). Nanoteknoloji, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir. Nasıl ki mühendislik uygulamaları artık üniversite öğrencileriyle sınırlı değilse, nanoteknoloji de öyle. Çocuklar, öğretmenler ve mezun öğrenciler dahil olmak üzere herkes bu teknolojiden faydalanabilir, keyif alabilir ve öğrenebilir (The Scientific World, 2019).



Kaynak: Pixabay

Başlık: Atomik

Nanoteknoloji enerji verimliliğini ve tüketimi artırabilir, çevreyi temizleyebilir ve önemli sağlık sorunlarını çözebilir. Önemli ölçüde azaltılmış maliyetlerde imalat üretimini büyük ölçüde artırmaya başlayabiliyor. Nanoteknolojiyi savunanlar, nanoteknoloji ürünlerinin, daha küçük, daha ucuz ve hafif ancak yine de daha işlevsel olacaktır ve daha az enerji ve hammadde gerektirdiğini iddia etmektedir (SciDev, 2008).

Nanoteknoloji eğitimi, teknik ve bilimsel hızlanma ve uluslar arasındaki büyük rekabet ışığında, 21.yüzyılda acil bir gerekliliktir. Birçok konferans ve seminer, müfredata nanoteknolojinin eklenmesi gerektiğini ve böylece öğrenciler yaşadıkları gerçeklik ve okul arasındaki boşluğu hissetmeyeceklerini belirtmiştir (The Scientific World, 2019).

Dünyanın birçok uluslararası bölgesinde tıbbi ve araştırma ilgi alanları listesinin başında yer almaktadır. Son yıllarda birçok ülke program ve çalışma araçları, eğitim ve araştırma enstitüleri kurdu, bununla birlikte, nanoteknolojinin istikrarlı büyümesi, bu konudaki gelecekte oluşacak kariyer olasılıklarını sunmak adına iş gücünü hazırlamak için üniversiteler ve teknik fakülteler tarafından ilgi çeken klinik ağın kurulmasını gerektirmektedir (The Scientific World, 2019).

Haziran 1999'da, Nobel kimya ödülü sahibi Richard Smalley, ABD Temsilciler Meclisi Bilim Komitesi'nde nanoteknolojinin faydaları üzerine bir konuşma yapmıştır. “İnsanların sağlığı, refahı ve yaşamları üzerinde nanoteknolojinin etkisi, en azından bu yüzyılda geliştirilen insan yapımı polimerler, bilgisayar yardımcı tasarım, tıbbi görüntüleme ve mikro-elektroniklerin etkilerinin birleşimine eşit olacaktır” dedi. (Catherine Brahic ve Mike Shanahan, 2005)

2.1 Nanoteknoloji günlük faaliyetlerde nasıl kullanılır

The Scientific World'e göre, nanoteknolojinin günlük yaşamımızda büyük bir etkisi vardır ve ürünlerin geliştirilmesi, hastalıkların tedavi edilmesi ve yaşamın tüm alanlarında insanlığa hizmet etmesinde kesinlikle gereklidir. Piyasada yer alan birçok normal ticari ürün nanoteknolojiye dayanmaktadır. Bilgisayar ekranları, kameralar, camlar, ev pencereleri ve farklı yüzeylerdeki membranlar ve görünür nanoparçacıklar, bunların suya geçirmez, yansıtmayan, UV veya IR radyasyonuna karşı dirençli, çizilmeye karşı dirençli veya güç oluşumuna yardım edebilir. Ek olarak, nanoteknoloji, her biri yaklaşık olarak 10 nanometre olan milyarlarca mikroskopik nano-lifçiklerinin kıyafet ve kumaş için leke direnci sağlamak adına doğal ve sentetik fiberlere moleküler olarak bağlandığı alıcı ürünlerine girmiştir (The Scientific World, 2019).

Ancak nanoteknolojiyi günlük faaliyetlerde nasıl kullanırız?

2.1.1 Güneş kremleri

Nanoparçacıklardan yapılan modern güneş kremleri, tehlikeli ultraviyole aralık dâhil olmak üzere ışığı daha etkin bir şekilde emer. (The NYU Dispatch, 2020. Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz). Bugünkü güneş kremlerinin çoğunluğu, daha tehlikeli ultraviyole aralık dâhil olmak üzere ışığı etkin bir şekilde emen nanoparçacıklardan yapılmaktadır. Bunlar ayrıca cilt üzerine kolaylıkla yayılırlar. Aynı nanoparçacıklar, UV ışınlarına maruz kalmayı azaltmak ve raf ömrünü uzatmak için gıda ambalajlarında da kullanılmaktadır (Mark Crawford, 2016)

2.1.2 Bilgisayarlar

Nanoteknoloji aynı zamanda daha az enerji harcayan daha hızlı ve daha güçlü bilgisayarlar yapılmasında önemli bir rol oynar. Modern bilgisayarların daha uzun ömürlü bataryaları vardır. Karbon nanotüplerden yapılan devreler (bunlar genellikle nanometre olarak ölçülen çapları olan karbondan yapılmış tüplerdir) bilgisayar gücünü korumayı amaçlamaktadır (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz). Karbon nanotüplerden yapılan devreler, Moore Yasasının devamını sağlayarak, bilgisayar gücünün artmasını korumada hayati öneme sahiptir.

2.1.3 Tıbbi ekipmanlar

İnsanlar çok daha hızlı, daha doğru ve daha işlevsel tıbbi teşhis ekipmanlarına erişebiliyor. Daha önce, acil tıbbi bakımın verilmesini hızlandıran ve gerçek zamanlı test yapılmasını sağlayan “Çip üstü laboratuvar” adı verilen teknolojiyi duydunuz mu? Modern implantların üretilmesi için kullanılan tüm nanomateryal yüzeyler, her türlü enfeksiyona karşı dirençlidir (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz). Ayrıca, implantlar üzerindeki nanomateryal yüzeyler aşınmayı iyileştirir ve enfeksiyona karşı direnç gösterir.



Kaynak: Pixabay

Başlık: Tıbbi Ekipmanlar

2.1.4 Farmasötik ürünler

Farmasötik ürünler, vücudumuzda emilimlerini geliştirilen nanoparçacıklar içermektedir. (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz). Farmasötik ürünler içerisinde [nanoparçacıkların](#) kullanımı, vücudun bunları emmesini kolaylaştırır, verilmesini kolaylaştırır ve genellikle tıbbi cihazlarla birlikte yer alırlar.

2.1.5 İlaçlar

Tıp alanında, nanosensörler vücuttaki belirli hücrelerin/maddelerin belirlenmesine yardımcı olur (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz). Nanoparçacıklar ayrıca kemoterapi ilaçlarını kanser hücreleri gibi belirli hücrelere ulaştırabilir.



Kaynak: Pixabay

Başlık: Tıp

2.1.6 Taşıt yakıtı etkinliği

Nanoteknoloji taşıt yakıtı etkinliğinin geliştirilmesine yardımcı olur. Nanokompozit materyallerden yapılan taşıt aksamaları metale kıyasla daha hafif, daha güçlü ve kimyasal olarak daha dayanıklıdır (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz).

2.1.7 Kumaşlar

Kumaşlardaki nanoparçacıklar leke, su ve aleve karşı dirençlidir. Kumaşların ağırlık, kalınlık veya sertlik gibi özelliklerini artırmazlar (The NYU Dispatch, 2020. Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz).



Kaynak: Pixabay

Unvanı: Su geçirmez tişört

2.1.8 Su kalitesi

Su filtreleri (15-20 nanometre büyüklükteki) tüm virüsler ve bakterileri ortadan kaldırabilir. Bu yenilikçi ve düşük maliyetli bir su arıtma sistemidir. Birçok ülkenin, acil bir şekilde geliştirilmiş içme suyu kalitesine erişmesi gerekiyor. Bu düşük maliyetli, portatif su arıtma sistemleri, gelişen ülkelerde içme suyu kalitesinin artırılması için idealdir. Nanoölçekte yapılandırılmış olan filtreler, imal edilmesi ucuz, uzun ömürlü ve temizlenebilir olan daha iyi su temizleme sistemleri vaat etmektedir. Diğer benzer teknolojiler, Hindistan ve Bangladeş dahil olmak üzere birçok ülkede su tablasını zehirleyen arsenik gibi toksik materyalleri emebilir veya nötr hale getirebilir.



Kaynak: Pixabay

Unvanı: Su bakterisi

2.1.9 Spor ekipmanları

Karbon nanotüpler, spor ekipmanlarını daha güçlü ve ağırlık olarak daha hafif hale getirir. Karbon nanotüplerin, spor ekipmanlarının tasarımını geliştirme gibi bir dizi ticari kullanımları vardır. Örnek olarak, karbon nanotüplerle yapılan bir tenis raketi darbe sırasında daha az eğilir ve iletim gücü ve doğruluğunu artırır. Nanoparçacık işlemi görmüş tenis topları standart tenis toplarından iki kat daha uzun süre zıplamaya devam edebilir

2.1.10 Kozmetik ürünler

Kozmetik ürünler endüstrisi çeşitli bileşenleri nanoküreler (nanoküreler ilaçları iletmeye kullanılan küçük keseciklerdir) ve nanoemülsiyonlarda (nanoemülsiyonlar, aktif farmasötik içeriklerin iletilmesini geliştirmek için imal edilen nano-boyutlu emülsiyonlardır) çeşitli içerikleri tutar ve kapsüller. Uzmanlar, bunların cildimize nüfuz etmelerini artırmaya yardımcı olduklarını iddia etmektedir. Siz bilmeyebilirsiniz ancak birçok kozmetik ürünü bazı formlarda nanomateryaller kullanmaktadır. Örneğin, L'Oreal, cildin derin katmanlarına aktif bileşenlerin daha iyi iletilmesi için polimer nanokapsüller içeren bir kırışık önleyici krem geliştirmiştir. (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi burada bulabilirsiniz).



Kaynak: Pixabay

Unvanı: Kozmetikler

2.1.11 İçecek şişeleri

İçecek şişeleri de nanokiller içeren plastiklerden yapılmaktadır. Bu oksijen ve nemin geçişine karşı iyi bir direnç sağlar (The NYU Dispatch, 2020). Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz). Bu, karbonlaşma ve basıncın korunmasına yardımcı olur ve raf ömrünü birkaç ay artırır.

2.1.12 Geliştirilmiş izleme ve güvenlik sistemleri

Nanoteknoloji sayesinde, çok çeşitli kimyasal sensörler, belirli bir kimyasalı inanılmaz derecede düşük seviyelerde tespit edecek şekilde programlanabilir- örneğin, milyarlarca molekül arasından tek bir molekül. Bu kabiliyet laboratuvarlar, endüstriyel sahalar ve hava alanlarında izleme ve güvenlik sistemleri için idealdir. Tıp tarafında, [nanosensörler](#) ayrıca vücuttaki belirli hücreler ve maddeleri doğru bir şekilde tanımlamak için kullanılabilir. Yansıtıcı olmayan materyaller, ağustos böceği kanatlarında bulunan nano yapıları taklit ederek geliştirilmiştir. Bunların kanatları, küçük projeksiyonlardır ve bunların arasından ışığın %98'inin geçmesini sağlayan 200 nanometre (bir nanometre bir metrenin milyarda birine eşittir) kadar aralıklıdır. Nano yapılar aynı zamanda cyphochilus böceğinin parlak beyaz renginden

de sorumludur. Böceğin pulları içindeki moleküllerin düzeni, gelen ışığın neredeyse tamamını saçar. Materyallerdeki bu moleküler düzenin taklit edilmesi, beyaz boya ve kâğıt üretmek için bugün sıklıkla kullanılan potansiyel olarak toksik pigmentlere olan ihtiyacı ortadan kaldırabilir. (Colin Stuart, 2011)

3. Başarı öyküleri örnekleri & en iyi uygulamalar

The Scientific World'e Göre:

Tıp alanında nanoteknoloji

Bilim insanları, tümörlerin yanı sıra arterler içerisindeki blokajlar gibi cerrahi müdahale gerektiren birçok hastalığı tedavi etmek için kan hücrelerinin boyutunu hassas bir şekilde ölçebilen makineler üretmeyi başardılar. Dahası, nanoteknoloji bir “Nanobiyotiks” sensör üzerinden bazı hastalıkların tespit edilmesine yardımcı olmuştur. Ek olarak, kanser hücrelerini yok etmek için altın kaplama nanoparçacıkların kullanıldığı kanser tedavisinde de kullanılmıştır. Bunun için mükemmel bir örnek, nefes alma süreci boyunca akciğerlerden çıkan havayı analiz ederek kanser tabletlerine teşhis koyan karbon nanotüpler kullanımı ile bir elektronik burun icat eden, Bari Üniversitesinden İtalyan araştırmacı Silvano Dragonieri'dir (Catherine Brahic ve Mike Shanahan, 2005).

Endüstride nanoteknoloji (The Scientific World, 2019).

Nanoteknoloji, hafif ağırlıklı çeliğin sertliğinden daha ağır olan katı materyallerin imal edilmesinin yanı sıra, enerji üreten ve kirleri ve mikropları kendisi çıkaran akıllı kıyafet endüstrisinde kullanılmaktadır. Nanoteknoloji aynı zamanda, şeffaflık ve esneklik ile karakterize edilen üç boyutlu ekranların imal edilmesi ve su damlacıkları ve tozu kendisi temizleyebilen “kendinden temizlemeli cam” veya “aktif cam” adı verilen iletken olmayan toz tutmayan ve iletken olmayan cam üretiminde kullanılmaktadır (The Scientific World, 2019).

Nanoteknoloji ve uçak ve otomobil endüstrisi

Nanoteknoloji aynı zamanda, tenis ve hokey raketleri gibi daha hafif, esnek ve güçlü spor ürünleri yapmanın yanı sıra, daha güçlü, esnek, hafif ve daha az tam etkin nanoyapılar kullanımı üzerinden uçak ve otomobil endüstrisinin gelişmesine de yardımcı olmuştur. Nanoteknoloji aynı zamanda, paslanma ve bozunma dirençli suya dayanıklı aletlerin ve buzdolabı ve çamaşır makinesi imalatına da dâhil edilmiştir.



Kaynak: Pixabay

Unvanı: Tenis raketi

Tarımda Nanoteknoloji

Nanoteknoloji, yeni yöntem ve teknikler geliştirerek tarımda devrim yaratabilir.

Doğru çiftçilik tekniklerini geliştirmede, çevresel baskılara karşı direnmede ve bitkinin besinleri emme kapasitesini artırmada ve şekillendirme süreçlerini tespit ve kontrol etmede kullanılabilir (The Scientific World, 2019).



Kaynak: Pixabay

Başlık:

Hasat

Sürdürülebilir enerjide nanoteknoloji

Nanoteknoloji, gelişmiş ekonomilere katılan insan sayısı ve kişi başına düşen taleple birlikte artan enerji iştahımızı sürdürmemizi sağlıyor.

Bu, biyoçeşitlilik, iklim, hava kalitesi, su kalitesi ve toprak üzerinde insan etkisinin daha fazla kanıtını topladığımız refah üretim denkleminde çevreyi de kapsayacak şekilde yapılmalıdır. Nanoteknoloji, uzun süreler boyunca büyük miktarlarda enerji depolayan akümülatörlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Sonuç olarak, temiz enerjili otomobiller daha düşük maliyetle üretilir ve petrole bağımlı değildir (The Scientific World, 2019).

George Washington Üniversitesi'nden araştırmacılar atmosferden karbondioksit çekmenin ve bunu imalatla kullanılabilecek yüksek verimli karbon nanoliflere dönüştürmenin bir yolunu keşfettiler. Araştırma ekibine liderlik eden Profesör Stuart Licht, "Bu tür nanolifler, son teknoloji spor ekipmanları, rüzgâr türbini kanatları ve bir dizi başka ürünün yanı sıra Boeing Dreamliner'da kullanılanlar gibi güçlü karbon kompozitler yapmak için kullanılmaktadır" demiştir.

Süreç, güneş pilleri ve çok az enerji çeken bir termal enerji kolektöründen oluşan hibrit bir sistem tarafından desteklenmektedir. Licht, eğer süreç Sahra Çölünün boyutunun yüzde onundan daha küçük olan bir fiziki alanı kapsamak üzere ölçeklendirilirse, on yıl içerisinde, bunun ilk endüstriyel seviyeler

için atmosferdeki karbon dioksiti düşüreceğini tahmin etmektedir. (Mark Crawford, 2016) Daha fazla bilgiyi [burada](#) bulabilirsiniz.

Örneğin küçük atıksu filtreleri, en küçük kalıntıları bile çevreye salınmadan önce ortadan kaldırarak endüstriyel tesislerden kaynaklanan emisyonları eleyebilir. Benzer filtreler endüstriyel yakma tesislerinden kaynaklanan emisyonları temizleyebilir. Ve Nanoparçacıklar, petrol sızıntılarını temizlemek, petrolü kumdan ayırmak ve kayalardan ve sızıntıya yakalanan kuşların tüylerinden çıkarmak için kullanılabilir (Catherine Brahic ve Mike Shanahan, 2005).

Havacılıkta Nanoteknoloji

Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), sağlık durumlarını izlemek amacıyla astronotların vücutlarına enjekte edilmek üzere ultra hassas nanoteknoloji makineleri üretti (Catherine Brahic ve Mike Shanahan, 2005).



Kaynak: Pixabay

Unvanı: Hava aracı

Sağlık ve Sanitasyon

Nanoteknoloji hâlihazırda sağlık araştırmalarında bir araç olarak kullanılmaktadır. Ocak 2005 tarihinde, ABD Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'ndeki araştırmacılar, “optik kapanlar” kullandı, küçük cam boncuklarının çiftleri bir araya getirildi ve lazer ışınlar kullanarak birbirinden ayrıldı, bu işlemler sıtma parazitiyle enfekte olmuş kırmızı kan hücrelerinin esnekliğini incelemek için yapıldı, bu teknik, araştırmacıların sıtmanın vücutta nasıl yayıldığını daha iyi anlamalarına yardımcı olur (Catherine Brahic ve Mike Shanahan, 2005).

İlaç verilmesi

Nanoteknolojinin beslenme ve askeri sektör gibi birçok hayati alana girmesi bekleniyor. Mayıs 2004'te, Tayland hükümeti 2013 yılı itibariye tüm tüketici ürünlerinin yüzde birinde nanoteknoloji kullanmayı planladığını açıklamıştır. O tarih itibariyle piyasa değerlerinin 13 trilyon baht (bugünkü kurlarla 320 milyar ABD Dolarından fazla) olacağı tahmin edilmektedir. Esasında, Tayland nanoteknolojiyi gönülden benimsemiştir ve nanoteknolojinin geliştirilmesi Tayland hükümetinin önemli bir taahhüdüdür. Benzer bir şekilde, Çin, nanoteknolojinin uzun vadeli ulusal bilim ve teknoloji planının merkezinde yer aldığını Mayıs 2004 tarihinde duyurdu (Sci.Dev,2008)

Nanoteknoloji ve Gübreler

Küçük sensörler, mahsul verimliliğini ölçmenin yanı sıra mahsul ve çiftlik hayvanları üzerindeki patojenleri izleme imkânı sunar. Buna ek olarak, nanoparçacıklar gübrelerin verimliliğini artırabilir. Bununla birlikte, İsviçreli sigorta şirketi SwissRe, 2004 yılında, toprağın derin katmanlarına geçmek için ve büyük mesafeler kat etmek için gübreler gibi potansiyel olarak toksik maddelerin kabiliyetini de artıracaklarını belirttiği bir rapor ile uyarıda bulundu (Catherine Brahic ve Mike Shanahan, 2005).

4. Referanslar

- Nanoteknolojinin Hayatımızı Etkilemesinin 10 Yolu. (n.d.). ASME. <https://www.asme.org/topics-resources/content/10-ways-nanotechnology-impacts-lives>
- Nanoteknoloji Uygulamaları | Ulusal Nanoteknoloji Girişimi. (n.d.). <https://www.nano.gov/about-nanotechnology/applications-nanotechnology>
- Dispatch. (25 Nisan, 2020) The NYU Dispatch. <https://wp.nyu.edu/dispatch/author/gam409/>
- Galligan, F. (2018, Mart 2). Nanoteknolojinin Günlük Uygulamalarını Keşfetmek. ACS Axial | ACS Yayınları. <https://axial.acs.org/2018/02/28/nanotechnology-daily-applications/>
- Marr, B. (2021, Temmuz 13). Nanoteknolojinin günlük hayattaki 7 şaşırtıcı örneği. Bernard Marr. <https://bernardmarr.com/7-amazing-everyday-examples-of-nanotechnology-in-action/>
- Nanoteknoloji: büyük sorunlara küçük bir çözüm. (22 Nisan, 2021) Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/innovation/nanotechnology-applications>
- Quddusi, M. A. (2020, Temmuz 19). Günlük Hayatta Nanoteknoloji Uygulamaları: Nanoteknolojinin Pozitif ve Negatif Etkileri. The Scientific World - Bir Bilim Anı Yaşayalım. <https://www.scientificworldinfo.com/2019/04/applications-of-nanotechnology-benefits-challenges-and-risks.html>
- Küçük bilim, büyük potansiyel. (2008, Mart 26). SciDev.Net. <https://www.scidev.net/global/features/tiny-science-big-potential/>
- Veltema, A. (2021, Haziran 1). Günlük hayatta ve gelecekte nanoteknoloji. Nano4Society. <https://nano4society.nl/nanotechnology-in-everyday-life-and-in-the-future/>