



Tanıtım

Tema: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Konu: Nanoparçacıklar Ve Ekolojik Sürdürülebilirlik

Alt Konu: "Nanoteknoloji ve nanoparçacık nedir? Nanoparçacıklar nasıl üretilir? Evsel atıklardan metalik nanoparçacık elde etme Metal, alaşım ve metalik nanoparçacıkların ekosistemdeki etkileri Yeşil Kimyanın Atık Önleme İlkesi

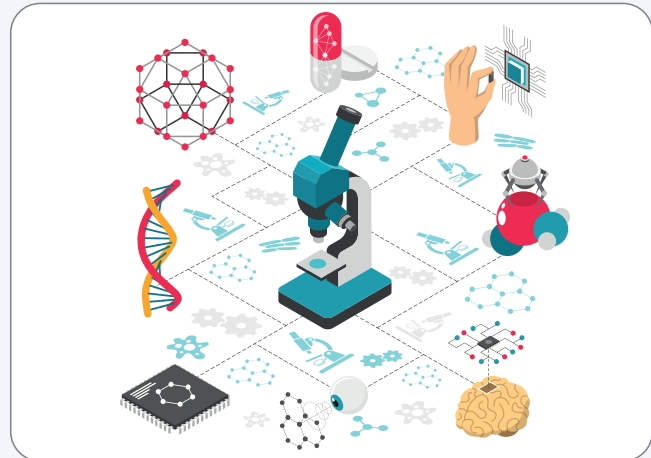
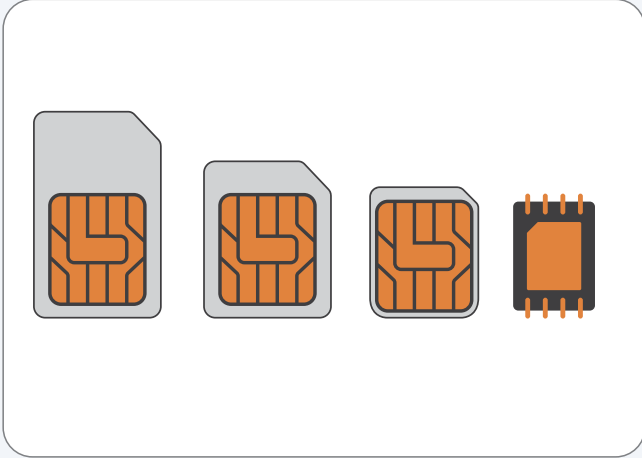
Temanın Amacı: Metalik Nanoparçacıklar, Metal, Alaşım ve Metalik Nanoparçacıkların Çevresel Etkileri, Yeşil Kimyanın Atık Önleme İlkesi

Anahtar Kavramlar: Ağır metal, atık önleme, ekolojik ayak izi, kimyasal ayak izi, metal nanoparçacık



Köprü Kurma

Bilgisayar çağının başları olan 1950'lerden bu yana malzemenin özellikleri arttıkça boyutunun küçülmesine dayanan Moore Kuralı'na göre yaklaşık olarak her 18 ayda bir bilgisayar performansının 2 katına çıktığı ve büyüklüğünün yarıya indiği bilinmektedir. Bu kural 2020'li yıllara kadar geçerliliğini korumuş bu yıllarda üretilen bilgisayarlar moleküler boyutlara kadar gelip dayanmıştır.



Günümüzde nanoteknoloji alanında çok yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle tıp, tarım, medikal ürünler, ilaç taşıma sistemleri, kozmetik, atık su arıtma vb. alanlarda nanoteknoloji kullanımı yaygınlaşmaktadır. Nanoparçacıkları fiziksel ve kimyasal yöntemlerle elde edebilir miyiz? Nanoteknoloji ve nanoparçacıklar neden gereklidir? Avantaj ve dezavantajları nelerdir?

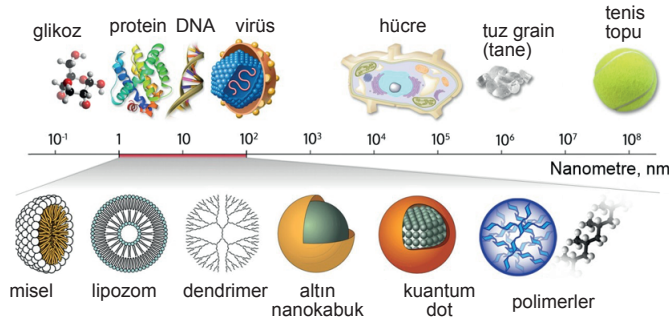
Nanoteknolojinin ve yeni nanoparçacıkların keşfedilmesi ülke ekonomisine katkıda bulunmak için fırsattır.

NANOPARÇACIKLAR VE EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

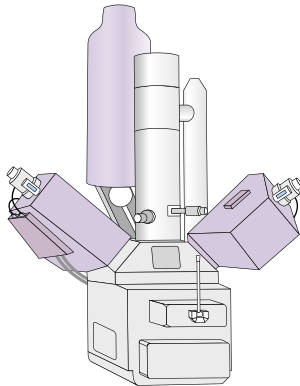
Nanoteknoloji

- Nanoteknoloji, maddenin atomik ve moleküler ölçekte elde edilmesini ve kontrol edilmesini amaçlayan bir bilim dalıdır. Bu teknoloji, malzemelerin özelliklerinin değiştirilebileceği veya geliştirilebileceği nanometre ölçeğinde çalışmayı içerir.

Nanoparçacıklar nanometre düzeyinde boyuta sahip olan parçacıklardır. Genellikle 1 ila 100 nanometre arasında değişen çapları vardır. Nanoparçacıkların bu küçük boyutları, onlara farklı özellikler kazandırabilir ve uygulama alanlarını genişletebilir.



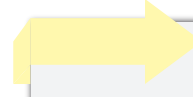
- Bir nanometre, 1 metrelik uzunluğun milyarda birine denk gelir. Bu da 10 tane hidrojen atomunun yan yana dizilmesiyle oluşan uzunluk kadardır.
- Nanometre boyutundaki malzemeler çıplak gözle hatta geleneksel mikroskoplar ile görülmezler.
- Nanometre boyutundaki malzemeler taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntülenebilir.



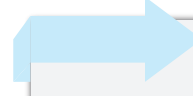
- Nanoteknoloji; bilgisayar teknolojileri, bilimsel çalışmalar, elektrik-elektronik, kimya, biyoloji, fizik ve tıp gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır.



Nanometrenin öneki olan nano kelimesi Yunancada cüce anlamına gelmektedir.



Tasarlanmış nanopartiküller elektronik, gıda teknolojisi, enerji ve ilaç sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.



Sektör 20 milyar €'luk tahmini küresel piyasa değerine sahiptir.



Nano ürünler, hücre duvarını delebiliyor. Hücrenin boyutlarıyla kıyaslandığında, bir nano parçacık, bir oda içinde kaybolmuş bir karınca gibidir. Dolayısıyla bu parçacıklar, hücre içinde rahatlıkla dolaşabilmekte, "gerekli düzenlemeleri" yapabilmektedirler.

Nanoparçacıklar Ne İşe Yarar?

Bir parçacık küçüldükçe, yüzeyin hacme oranı giderek artar, parçacığın yüzeyi üzerindeki atomlarının sayısal oranı, içerisinde bulunan atom sayısına nazaran artar. Örneğin 30 nm boyundaki bir parçacığın atomlarının %5'i o parçacığın yüzeyinde iken, 3 nm boyundaki bir parçacığın atomlarının %50'si o parçacığın yüzeyindedir. Nanoparçacıklar makro yapılarına göre boyutları oldukça düşük ancak yüzey-hacim oranları oldukça fazladır. Bu, nanopartiküllere makro yapılarından bazı üstünlükler sağlamakta.

Nanoparçacıkların özellikleri, daha büyük boyutlu malzemelerden farklılık gösterir ve bu nedenle birçok alanda farklı işlevlere sahip olabilirler. Nanoparçacıkların bazı önemli kullanım alanları şunlardır:

- Tıp:** Nanoteknolojiden yola çıkarak üretilen nanopartiküller, tıbbi teşhis ve tedavide kullanılabilirler. Örneğin, kanser hücrelerini algılamak için nanopartiküller üzerine spesifik bileşenler yerleştirilebilir veya ilaç taşıyıcı olarak görev yapabilirler.
- Elektronik:** Nanoteknolojinin gelişmesiyle birlikte daha küçük ve daha güçlü elektronik cihazlar üretmek mümkün hâle gelmiştir. Nanopartiküllerin özel optoelektronik özellikleri sayesinde enerji verimliliği artırılabilir ve elektronik cihazların performansı iyileştirilebilir.
- Enerji:** Güneş pili teknolojisinde nanopartiküller kullanımı ile güneş enerjisi dönüştürme verimi artırılırken maliyet düşürülerek sürdürülebilir enerji kaynaklarına erişim kolaylaştırılır.

4. Malzeme Bilimi: Nanopartiküller, malzeme biliminde yenilikçi malzemelerin geliştirilmesine olanak tanır. Örneğin cam üzerine nanoparçacık içeren ince film kaplamalar yapılırsa oldukça net bir görüntü sağlanır. Bu kullanım alanlarına ek olarak, nanoparçacıkların kozmetiklerde, gıda endüstrisinde, su arıtma sistemlerinde ve daha birçok alanda da kullanılması mümkündür. Nanoparçacıkların bu geniş yelpazede kullanımı beraberinde bazı riskleri de getirmiştir. Özellikle çevresel etkileri ve insan sağlığına olası zararları konusunda dikkatli olunmalıdır. Bu nedenle, nanoparçacıklar üretildikleri ve kullanıldıkları alanlarda titizlikle izlenmeli ve değerlendirilmelidir.

Nanoteknolojinin Faydaları

- Nanoteknoloji sayesinde yeni malzeme türleri üretmek mümkün hâle gelmiştir. Bu malzemeler daha dayanıklı, hafif ve esnek olabilir.
- Nanopartiküller, ilaç taşıyıcı sistemler olarak kullanılabilir ve vücutta hedefli ilaç salımını sağlayabilir.
- Nanomalzemeler enerjinin daha verimli kullanımını sağlamak için kullanılabilir.
- Nano membranlar su arıtma süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılabilir ve temiz içme suyu elde edilmesine yardımcı olurlar.
- Nanoteknoloji sayesinde teknolojinin gelişim hızı artar ve daha verimli şekilde kullanılır. Teknolojiden alınan verim hem iş gücünden hem de zamanda kar edilmesini sağlar.

Nanoteknolojinin Zararları

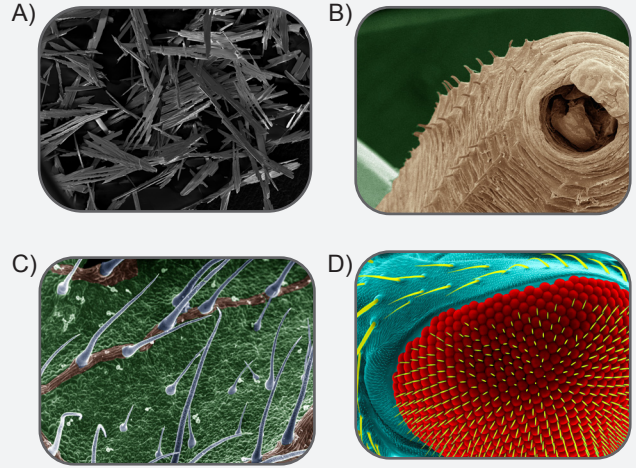
- Nano partiküllerinin çevreye yayılması durumunda doğal ekosistemleri olumsuz etkileyebilir.
 - Bazı çalışmalar nano partiküllerinin solunması veya deriden emilimi durumunda insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahip olabileceğini göstermektedir.
 - İnsan vücuduna giren nanopartiküller, hücrelerin ölmesine, fonksiyonların durmasına, genlerinin mutasyona uğramasına ve zehirlenme etkisinin ortaya çıkmasına neden olur.
- Nanoteknolojinin gelişimi sürdürülürken, faydalarının yanında zararlarını da hesaba katarak risk değerlendirmesi yapmak önemlidir ve gerekli önlemler alınmalıdır.
 - Nanoparçacıklar genelde karbon bazlı organik parçacıklardır fakat metal ya da metal oksitlerden oluşan inorganik nanoparçacıklar da vardır. Metal nanopartiküllerinden en çok kullanılanlar gümüş (Ag), bakır (Cu), altın (Au) ve platin (Pt) nanopartikülleridir.
 - Mikroorganizmalar (bakteri, maya, mantar ve mikroalgler) ile bitkilerin ya da bitki kısımlarının kullanıldığı biyolojik yöntemlerle nanopartiküllerin sentezi ve üretimi yeşil ve çevre dostu bir yöntemdir. Diğer yöntemlere kıyasla biyolojik, sürdürülebilir, daha düşük maliyetli ve büyük miktarlarda nanopartiküller üretilmektedir.



Etkinlik

- 1- Meyve sineğinin gözü
- 2- Kurşun (II) klorür ($PbCl_2$) kristalleri
- 3- Solucan
- 4- Isırgan otu yaprağı

Aşağıda verilen SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntülerine ait görselleri yukarıdakilerle eşleştiriniz.



Cevap : 1-D, 2-A, 3-B, 4-C

Nanoparçacık Üretimi

Nanoparçacık üretiminde iki yöntem kullanılmaktadır.

a) Yukarıdan aşağıya doğru (Top Down): Bu yöntemde malzemeye dışarıdan mekaniksel/kimyasal işlemler ile enerji verilmesi sonucunda malzemenin nano boyuta kadar inebilecek küçük parçalara ayrılması esas alınmaktadır. Kurşun kalemlerde de kullanılan grafitten grafen bu yöntemle elde edilmektedir.

b) Aşağıdan yukarıya doğru (Bottom Up): Bu yöntemde atomik veya moleküler boyuttaki yapılar büyütülerek partikül oluşumunun gerçekleştirilmesi esas alınmaktadır. Aşağıdan yukarıya doğru nanoparçacık sentezi kimyasal ya da biyolojik (yeşil sentez) yöntemlerle yapılabilmektedir. Günümüzde nanoparçacık üretiminde çevreye ciddi zarar vermeyen, diğer yöntemlere göre daha ekonomik olan biyolojik yöntem tercih edilmektedir.

Gümüş Nanoparçacıkları

- Gümüş nanoparçacıkları, gümüş atomlarının bir araya gelerek nanometre boyutunda oluşturduğu yapıdır.
- Gümüş, doğal olarak iyi bir elektrik iletkenidir. Nanoparçacık formunda olduğunda ise bu iletim yeteneği daha da artabilir. Bu nedenle elektronik cihazlarda (örneğin baskılı devre kartları), sensörlerde ve enerji depolama sistemlerinde kullanılabilirler.

- Gümüş nanoparçacıkları antibakteriyel özellikleriyle bilinir. Bu nedenle hijyen ürünlerinde ve tıbbi malzemelerde kullanılırlar. Nanoparçacığın boyutu küçüldükçe etkinliği artmaktadır.
- Gümüş nanoparçacıkları, elektromanyetik radyasyonu absorplama veya yayma yetenekleri sayesinde güneş pillerinin verimini arttırmak için kullanılabilir.
- Bandajlarda yaraları çabuk iyileştirmeleri için gümüş parçacıkları kullanılır.



Not

Gümüşün antimikrobiyal etkisi binlerce yıldır bilinmektedir. Fenikeliler (M.Ö.1500-300, Tire), gümüş tuzlarının ve metalik gümüşün (Ag) mikrop öldürücü ve dezenfektan özelliklerini biliyor, su, şarap ve sirkeyi saklamak için gümüş testiler kullanıyorlardı. Büyük İskender'in (M.Ö. 356-323), antimikrobiyal etkilerinden dolayı sadece gümüş kaptan içtiği ve hatta Romalıların resmi Roma ilaç kitaplarına gümüşü ilaç olarak yazdığı söylenir.

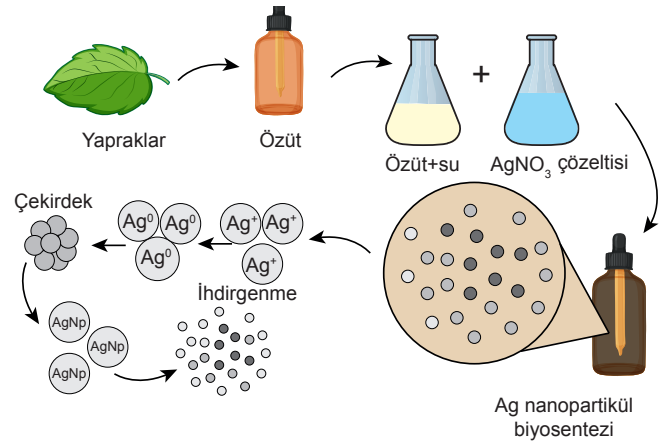
Bakır nanoparçacıkları

- Bakır nanoparçacıkları, bakır atomlarının bir araya gelerek nanometre boyutunda oluşturduğu yapıdır.
- Bakır, gümüş gibi birçok özelliğiyle dikkat çeken bir metaldir ve nanoparçacıklar hâlinde kullanıldığında da pek çok farklı alanda uygulamaları bulunmaktadır.
- Bakır, metal olarak iyi bir elektrik iletkenidir ve nano boyutundaki parçacıkları da bu özelliği korur. Bu nedenle bakır nanoparçacıkları, elektronik cihazlarda, enerji depolama sistemlerinde ve sensörlerde yaygın olarak kullanılır.
- Gümüş gibi, bakır da antibakteriyel özelliklere sahiptir. Nanopartikül formunda olduğunda ise bu etki daha da güçlenir. Bu nedenle hijyen ürünlerinde (örneğin antibakteriyel kaplamalar), tıbbi malzemelerde (örneğin pansumanlar) ve su arıtma sistemlerinde kullanılabilir.
- Nanopartikül boyutundaki yapısı sayesinde bakır nanoparçacıkları büyük yüzey alanına sahiptir. Bu durum ise katalizör uygulamalarında avantaj sağlar; reaksiyon hızını arttırmak veya istenilen ürünleri elde etmek için kullanılabilir.
- Bakır nanopartikülleri termal iletim yetenekleri açısından dikkat çekerler. Isının hızla yayılmasını sağlarlar.
- Bakır nanopartiküllerinin sisteme gömülmesi elektrokimyasal cihazların performansını önemli oranda arttırmaktadır. Bu sayede güneş pillerinden yakıt hücrelerine, su elektrolizi sisteminden CO₂ redüksiyonuna dek pek çok teknolojinin temeli olabilmektedir.

Nanoparçacık Yapılım

- Sizler de evsel atıkları kullanarak nanopartiküller elde edebilirsiniz.
- Evdeki bitki atıklarını (örneğin, kabuklu yiyecekler, yapraklar, meyve artıkları, çiçekler) toplayıp güzelce temizleyiniz.
- Temizlediğiniz bitkisel atıkları destile edilmiş su ile karıştırınız. Karışımı 60 °C'de yaklaşık 1 saat ısıtınız. Bu işlemde bitki materyalleri içinde bulunan bileşenler (proteinler, aminoasitler, vitaminler, polisakkaritler, polifenoller, organik asitler...) çözeltilmeye geçer.
- Elde ettiğiniz bitkisel karışımın içine gümüş nitrat çözeltisi ekleyiniz. Bu işlem sonucunda gümüş iyonları bitki özütündeki bileşenlerle reaksiyona girer.
- Karışıma bir miktar sudan kostik (sodyum hidroksit) eklenerek farklı pH değerleri oluşturularak gümüş iyonları farklı şekil ve boyutlarda nanopartikül hâline getirilir.
- Elde edilen nanopartikülleri saflaştırma işleminden geçirerek diğer bileşenlerden arındırdığınızda gümüş nanopartikülleri elde etmiş olursunuz.

İşin sırasını yazıyor



Metaller, Alaşımlar ve Metalik Nanoparçacıklar

- Günümüzde bilinen elementlerden 91 tanesi metaldir.
- Yoğunluğu 5 g/mL'den büyük olan metaller ağır metal olarak bilinir. 60 civarında ağır metal bulunmaktadır.
- Ağır metaller çevrede doğal olarak bulunur ve hayatta kalmak için hayati önem taşıyor ancak organizmalarda biriktiğinde tehlikeli hâle gelebilir. Çevreyi kirleten en sık görülen ağır metallerden birkaçı cıva, kadmiyum, arsenik, krom, nikel, bakır ve kurşundur.
- Metaller birbirleriyle karıştırıldığında alaşımlar oluşur. Alaşımlar kendisini oluşturan metallerden farklı özelliklere sahiptir.
- Bazı metaller, metal alaşımları ve metalik nanoparçacıkların kullanım alanları ve insan sağlığı açısından oluşturabilecekleri etkiler aşağıda verilmiştir.

Metal, Alaşım, Nanoparçacık	Nerelerde Kullanılır?	İnsan Sağlığı İçin Oluşturabileceği Etkiler
Demir (Fe), Çelik	İnşaat, gemi, köprü, otomotiv, hemoglobin	İnsanlarda akciğer hasarı oluşturur.
Bakır (Cu) ve CuO	Elektronik, kaplamacılık, boya	İnsanlarda karaciğer hasarı oluşturur. Bağırsak ve mideye zarar verir.
Kurşun (Pb), Lehim	Akü, boya, kozmetik, radyasyon koruyucu	İşitme bozukluğu, kansızlık, kanser ve ölüme neden olabilir.
Cıva (Hg)	Barometre ve termometre, dişçilik, böcek öldürücü ilaç	Oldukça toksiktir. Nörolojik hastalıklara, saç dökülmesine, depresyona ve kansere neden olur.
Nikel (Ni)	Boya, rafinasyon	Deri hastalıkları ve solunum yolunda tahrişe neden olur.
Kadmiyum (Cd)	Boya, çelik üretimi, kaplama	Oldukça zehirlidir. Kemik erimesi, diş hastalıkları ve akciğer kanserine neden olabilir.
Kobalt (Co)	Kesici ve delici alet, ısıya dayanıklı malzeme, kaplama	DNA'nın yapısını bozar. Akciğer kanserine neden olur.
Krom (Cr)	Kaplama, tekstil	Yüksek miktarda solunmasıyla, üst solunum yolu rahatsızlıkları, astım ve burun içinde kanamalar görülmektedir.
Arsenik (As)	Tüfek saçmalarına şekil verme, tunç kaplamacılığı	Böbrek ve karaciğer hasarı, görme bozukluğu, kas felçleri ve ölüme neden olabilmektedir.
TiO ₂ nanoparçacık	Plastik, boya, yiyecekler, yiyecek katkı maddeleri ve kozmetik ürünleri	İnsanlar için toksik etkisi araştırılmaktadır.
ZnO nanoparçacık	Floresan lamba, güneş pili, görüntü kaydı, antibakteriyel	Üreme sisteminde bozukluklara ve kansere neden olur.

Metalik Nanoparçacıkların Ekosisteme Etkileri

Metalik nanoparçacıkların ekosisteme etkileri çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Bu etkiler, nanoparçacıkların türüne, boyutuna, konsantrasyonuna, dağılımına ve çevredeki koşullara bağlı olarak değişebilir.

- Metalik nanoparçacıklar biyolojik organizmalarda birikebilir. Bu birikim, organizmaların yaşam fonksiyonlarına zarar verebilir ve besin zinciri boyunca yayılabilir.
- Metalik nanoparçacıkların bazı formları doğrudan toksiktir ve çeşitli organizmalarda zararlara neden olabilir. Özellikle sucul ekosistemlerde yaşayan organizmalar için toksisite riski daha yüksektir.
- Yüksek konsantrasyonlarda mevcut olan metalik nanoparçacıklar suyun fiziko-kimyasal özelliklerini etkileyebilir. Örneğin, pH değerini değiştirebilir veya suyun renk ve bulanıklığını artırabilir.
- Bitkiler için gerekli olan fotosentez sürecinde metal nanoparçacıklar fotosentetik aktiviteyi engelleyebilir veya azaltabilir.
- Metalik nanoparçacıkların ekosistemde yayılması genellikle arazi örtüsünün bozulmasına neden olurken bitki sağlığına zarar verebilme potansiyelini taşıyarak ekolojide denge bozukluklarına yol açabilmektedir.
- Bu etkilerin yanı sıra, metalik nanoparçacıkların çevresel etkileri üzerine yapılan araştırmalar devam etmektedir. Çeşitli faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşan karmaşık etkileşimler, ekosistemdeki tüm canlıları etkileyebilir. Bu nedenle, metalik nanoparçacıkların çevresel riskleri konusunda daha fazla araştırma ve dikkat gerekmektedir.



Örnek 1

Metalik nanoparçacıklar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- Gümüş, bakır, kurşun gibi metallerden oluşan nanoparçacıklardır.
- Biyolojik organizmalarda birikerek yaşam fonksiyonlarına zarar verebilirler.
- Suya karıştıklarında suyun bulanıklığını artırabilirler.
- Tamamı toksik etki gösterir.
- Ekolojik dengede bozukluklara yol açabilirler.

Metalik nanoparçacıkların bir kısmı toksik özellik gösterir

Cevap:D

**Etkinlik**

Birleşmiş Milletler (BM) 2015 yılında açıkladığı 2030 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile dünya üzerindeki kaynakların tükenmesine neden olan insan etkisini mümkün olduğunca sınırlandırmayı amaçladı. 17 ana hedef, 169 alt hedefe sahip olan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, 193 ülkenin imzası ile kabul edildi. Bu önemli adım, yoksulluğu ortadan kaldırmak, dünyayı korumak, insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak için evrensel bir eylem çağrısı oldu. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin başlıkları şöyle sıralandı: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri 1. Yoksulluğa Son, 2. Açlığa Son, 3. Sağlıklı Bireyler, 4. Nitelikli Eğitim, 5. Toplumsal Cinsiyet Eşitliği, 6. Temiz Su, Hijyen ve Halk Sağlığı, 7. Erişilebilir ve Temiz Enerji, 8. İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme, 9. Sanayi, İnovasyon ve Altyapı, 10. Eşitsizliklerin Azaltılması, 11. Sürdürülebilir Şehir ve Yaşam Alanları, 12. Sorumlu Tüketim ve Üretim, 13. İklim Eylemi, 14. Sudaki Yaşam, 15. Karasal Yaşam, 16. Barış ve Adalet, 17. Hedefler için Ortaklıklar



Sürdürülebilir kalkınmanın yukarıda koyu olarak belirtilen 6, 7, 12, 13, 14 ve 15 numaralı hedefleri kimya alanı ile ilişkilidir.

Kimya ile ilişkili olan bu hedeflerle ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Sürdürülebilir kalkınmanın 6. hedefine ulaşmak için siz bireysel olarak ne yapabilirsiniz? Açıklayınız.

2. Sürdürülebilir kalkınmanın 7. hedefine ulaşmak için siz bireysel olarak ne yapabilirsiniz? Açıklayınız.

3. Sürdürülebilir kalkınmanın 12. hedefine ulaşmak için siz bireysel olarak ne yapabilirsiniz? Açıklayınız.

Yeşil Kimyanın İlkeleri

- Kimyasalların çevre üzerindeki etkileri üzerine artan endişeler, daha çevreci kimyasallar tasarlamak ve kullanma ihtiyacını oluşturmuştur.
- Eczacılık ürünleri, kişisel bakım ürünleri ve plastikler gibi kimyasal ürünlerin gerçek kullanımını ve bunların çevre ile olan etkileşimini anlamak, ticari olarak daha yeşil ürünlerin tasarımı açısından kritik önem taşır.
- Yeşil kimya, tehlikeli maddelerin kullanımını ve oluşumunu azaltan veya ortadan kaldıran kimyasal ürün ve süreçlerin tasarımıdır.
- Daha az tehlikeli madde, daha az tehlikeli atık ve daha sağlıklı bir çevre anlamına gelir.
- 1990'larda ortaya atılan Yeşil Kimyanın 12 ilkesi aşağıda verilmiştir.

- 1. Atıkları Önleme:** Ürünleri ve süreçleri tasarlayarak ve uygulayarak atık oluşumunu ortadan kaldırmak veya en aza indirmek.
- 2. Atom Ekonomisi:** Ürünlerde ham maddelerin maksimum kullanımını sağlayarak kimyasal tepkimeler sırasında atık oluşumunu en aza indirmek.
- 3. Daha Güvenli Sentezler Tasarlama:** Güvenli ve çevre dostu ham maddeler, çözücüler ve sentez yöntemleri tercih etmek.
- 4. Daha Güvenli Ürünler Tasarlama:** İnsan sağlığına ve çevreye zararlı olmayan ürünler üretmek.
- 5. Çözücüler ve Yardımcı Maddeler Kullanımını En Aza İndirme:** Tehlikeli çözücüler ve yardımcı maddeleri ortadan kaldırmak veya daha az tehlikeli alternatifleri kullanmak.
- 6. Enerji Verimliliği:** Enerji kullanımını en aza indirerek veya yenilenebilir enerji kaynaklarına geçerek enerji verimliliği sağlamak.
- 7. Yenilenebilir Hammaddeler Kullanma:** Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ham maddeleri fosil yakıtlara dayalı ham maddelere tercih etmek.
- 8. Türevlerden Kaçınma:** Zorunlu olmadığı takdirde, zararlı yan ürünler veya atıklar üreten türevleri kullanmaktan kaçınmak.
- 9. Kataliz:** Geleneksel reaktan stokiyometrisini kullanmak yerine katalizörleri kullanarak atıkları azaltmak ve verimliliği artırmak.
- 10. Bütünsel Tasarım:** Kimyasal süreçleri ve ürünleri, yaşam döngüsü analizi de dahil olmak üzere, çevresel etkilerinin tüm yönlerini göz önünde bulundurarak tasarlamak.
- 11. Kirliliğin Geri Dönüştürülmesi:** Atıkları değerli kaynaklara dönüştürerek kirliliği ortadan kaldırmak veya en aza indirmek.
- 12. Güvenliliğin Gerçek Zamanlı İzlenmesi ve Denetimi:** Kimyasal süreçlerde güvenliği gerçek zamanlı izlemek ve kontrol ederek potansiyel tehlikeleri en aza indirmek.

**Örnek Cevap Anahtarı**

1.D

1.



Dünyanın en küçük omurgalı hayvanı, Paedophryne amauensis adlı bir kurbağa türüdür. Bu tür, Papua Yeni Gine'de bulunan Amau Dağı'nda yaşamaktadır ve yetişkinleri yaklaşık olarak 7,7 milimetre uzunluğundadır.

Bu hayvanın boyu kaç nanometredir?

- A) 0,77 B) 770 C) 7700
D) 770000 E) 7700000

1mm = 1000000 nm olduğu için 7,7 mm = 7700000 mm olur.

Cevap E

2. **Nanometre boyuttaki nesnelere görüntülemek için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?**

- A) TİM B) İM C) SEM
D) HAM E) BOM

Nanometre boyuttaki nesnelere görüntülemek için SEM (Tarayıcı Elektron Mikroskopu) kullanılır.

Cevap C

3. **Gümüş nanoparçacıklar (AgNP) ile ilgili,**

- I. Ag atomlarından daha büyüktür.
II. Antibakteriyel özellikleri bulunur.
III. Sadece doğal olaylar sonucunda oluşurlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

AgNP Ag atomlarından daha büyük olup antibakteriyel özellik gösterir. AgNP evsel atıklarından da üretilebilir.

Cevap D

4. **Yeşil kimya ilkeleri arasında aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?**

- A) Atıkları önleme
B) Daha güvenli ürünler tasarlama
C) Nükleer santraller kurma
D) Yenilenebilir ham maddeler kullanma
E) Kirliliğin geri dönüştürülmesi

Yeşil kimya ilkeleri arasında nükleer santralleri kurma yoktur.

Cevap C

5. Yara bandı üretim fabrikasında çalışan bir kimyager aşağıdaki maddeleri $AgNO_3$ çözeltisi ile ayrı ayrı karıştırarak gümüş nanoparçacıkları elde etmiştir.

Bu kimyager hangi maddeyi kullandığında, yeşil kimyanın 'Daha Güvenli Ürünler Tasarlama' ilkesine uygun nanoparçacıklar elde etmemiştir?

- A) Kuruyemiş kabukları
B) Nar kabuğu
C) Sodyum sitrat tuzu
D) Maydanoz
E) Şeker kamışı

Sodyum sitrat tuzu, yeşil kimyanın 'Daha Güvenli Ürünler Tasarlama' ilkesine uygun değildir.

Cevap C

6. **Nanoteknoloji ile ilgili,**

- I. 1-100 nm arasında değişen boyutlarda yapılan bilim, mühendislik ve teknoloji çalışmalarının bütünüdür.
II. Maliyeti düşürerek, daha fazla üretim imkanı oluşturur.
III. Yaşam kalitesini artırmada önemli bir rolü vardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Nanoteknoloji ile ilgili verilen bilgilerin üçü de doğrudur.

Cevap: E

7.



Bilgisayar, gözlük ve fotoğraf makinesi ekranlarında, pencerelerde ve diğer yüzeylerin üzerinde bulunan nano malzemelerden yapılmış ince filmler, onlara aşağıdaki özelliklerden hangisini kazandırmaz?

- A) Su geçirmezlik
- B) Kendi kendini temizleyebilme
- C) Ultraviyole veya kızıl ötesi ışığa dayanıklılık
- D) Buğu tutma
- E) Çizilmeye karşı direnç

Bilgisayar, gözlük ve fotoğraf makinesi ekranlarında, pencerelerde ve diğer yüzeylerin üzerinde bulunan nano malzemelerden yapılmış ince filmler, onlara buğu tutmama özelliğini kazandırır.

Cevap D

8. Bir tekstil firması ürettiği bir kumaş türüne nanoölçekte malzemeler katmıştır.

Bu firma kumaşa nanoölçekte malzeme katarken,

- I. Kırışmalara
- II. Lekelenmeye
- III. Bakteri üremelerine

yukarıda verilenlerden hangilerine karşı daha dayanıklı malzemeler elde etmeyi amaçlamış olabilir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

Kumaşa nanoölçekte malzeme katılması kumaşın kırışmaya, lekelenmeye ve bakteri üremelerine dayanıklılık kazanmasını sağlayabilir.

Cevap E

9. Nanoparçacıkların kaynağı çoğunlukla doğal kökenlidir ve ortamda sürekli bulunabilir.

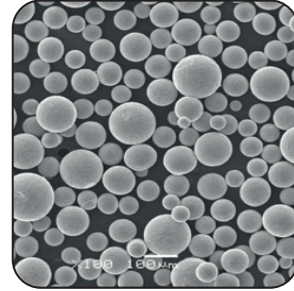
Aşağıdakilerden hangisi doğada bulunan nanoparçacık örneklerinden değildir?

- A) İnce taneli çöl kumu
- B) Petrol dumanları
- C) Karbon nanotüp
- D) Orman yangınları sonucu ortaya çıkan duman
- E) Atmosferik toz

Karbon nanotüp doğada bulunmaz.

Cevap C

10. TiO_2 beyaz ve inorganik bir pigmenttir. Beyaz olmasından dolayı kapatıcı, beyazlaştırıcı, ışığı yansıtıcı özellikler taşır. TiO_2 içeren nano-malzemelerden kaplanmış maddeler güneş ışığına karşı direnç ve mikropları barındırmama gibi özellikler gösterir. Ayrıca UV ışınlardan da koruma sağlar.



Buna göre TiO_2 nanoparçacıkları,

- I. Diş macununda ve diş beyazlatma ürünlerinde
- II. Kendi kendini temizleyen yüzeylerde
- III. Kozmetikler ve güneş kremlerinde

yukarıdaki alanlardan hangisinde kullanılabilir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

TiO_2 nanoparçacıkları yukarıda verilen alanların tamamında kullanılabilir.

Cevap E



Cevap Anahtarı

1.E 2.C 3.D 4.C 5.C 6.E 7.D 8.E 9.C 10.E