

Yeşil Kimya

HAZIRLAYAN: EREN AKBULUT

DANIŞMAN: DR.ÖĞR.ÜYESİ ARZU GÜMÜŞ

Yeşil kimya kavramı nereden ortaya çıkmıştır?

- 1990'ların başlarında çevre kirliliğinin önlenmesi için Paul Anastas Yeşil kimya terimini kullanarak yeni hedef ve prensiplerin oluşması için ilk adımı atmıştır.



Yeşil kimya kavramı nedir ve neleri amaçlar?

Yeşil kimya: kimyasal ürünlerin ve proseslerdeki çevre ve insan sağlığına zararlı maddelerin kullanımını veya üretimini ortadan kaldırmak ve oluşumunu engelleyici, önleyici yöntemlerin bulunması, planlanması ve geliştirilmesi amaçlı bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır.

Yeşil Kimya esas hedef olarak, kimyasal ürünler ve süreçlerin ekosisteme zararlarının en aza indirilmesini, bu yolda kimyasal maddelerin zararlı etkilerinin farkında olunmasını, sürdürülebilir bir çevre bilincinin aşılmasını ve toplumun belirli basamaklarına ulaştırılmasını amaçlar.

Yeşil Kimyanın Amaçları

- İnterdisiplinler bir alana sahip olan yeşil kimya, sürdürülebilir kimya olarak da bilinir ve dünyada sürdürülebilirlik konusunda enerji üretimi ve kullanımı, besin üretimi, küresel iklim değişikliği, çevredeki toksiker maddelerin azaltılması-yok edilmesi ve geri dönüşümsüz (yenilenemeyen) kaynak kullanımı hakkında seçenekler sağlar. Yani sürdürülebilir kimya; yenilenebilir enerji teknolojisi, yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve kirletici teknolojinin tehlikesiz olan alternatifleri ile değiştirilmesi sonucunda sürdürülebilirliğin sağlanması için katkıda bulunabilir.



Yeşil kimyanın temel ilkeleri

Yeşil kimyanın öncülerinden Anastas & Warner (1998) yeşil kimyayı tanımlarken çeşitli prensipler ortaya koymuşlardır. Yeşil kimyanın öneminin anlaşılıp, ilkelerinin uygulanması oldukça önemlidir. Çünkü sürdürülebilir kalkınma, çevre ve ekonomi için gerekli bir amaçtır. Bu ilkeler yeşil kimyayı anlamamıza ve uygulamamıza yardımcı olacaktır.

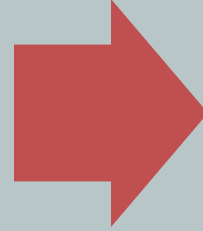
Toplam olarak 12 tane yeşil kimya ilkesi bulunmaktadır.



1. Atık Önleme

Bir reaksiyonun başlangıcında kullanılan hammaddelerin büyük bölümü kaybolduğu zaman, reaksiyonun tasarımından dolayı istenmeyen bir şekilde atık üretilir. Atığın oluşmasını engellemek, atık oluştuğundan sonra arıtılması veya temizlenmesinden daha iyidir.

Atık üretmeyen reaksiyonlar tasarlanarak; tehlikeli maddelerin ayrılması, arıtılması, bertaraf edilmesi ihtiyacı ortadan kaldırılabilir.

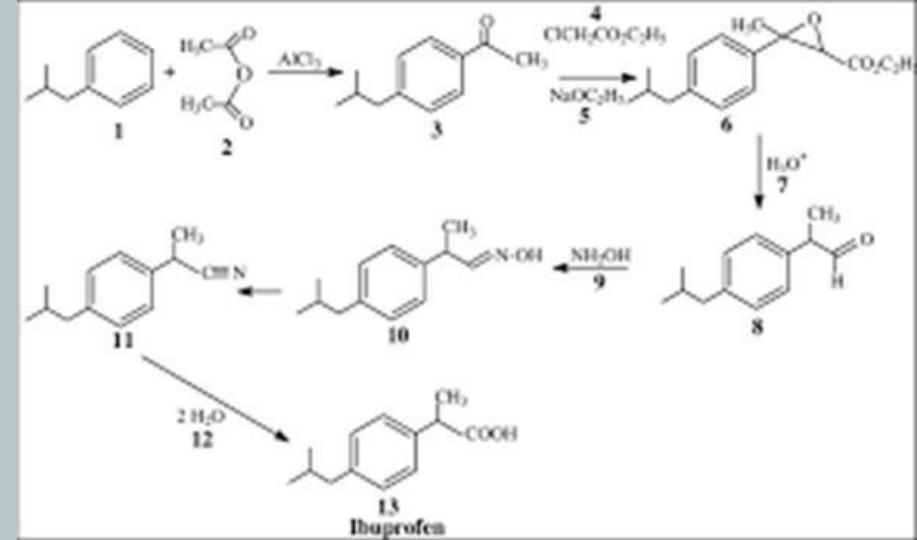


Örneğin; kağıt ve kağıt hamuru endüstrisi, endüstrinin başlangıcından beri ağartma maddesi olarak klor bazlı oksidanlar (ClO_2) kullanmaktadır. Bu yöntemin sonucu olarak, bazıları oldukça zehirli olan klor içeren organik yan ürünler oluşmaktadır. Collins tarafından geliştirilen yeni bir demir katalizör/hidrojen peroksit sistemi atıkların önlenmesini sağlamakta ve aynı zamanda kağıdın kloruz ağartılmasına izin vermektedir.

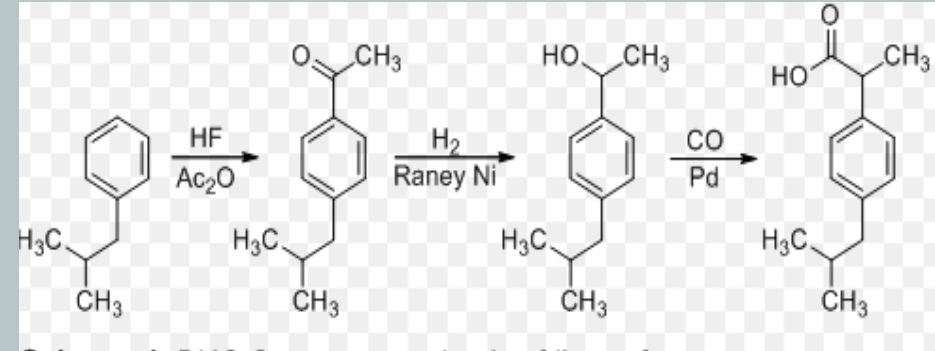
2. Atom Ekonomisi

•Atom ekonomisi, hammaddenin daha verimli kullanılmasını, daha az yan ürün oluşmasını ve atık tasarrufu sağlar. Bir reaksiyon ile ilgili ölçebildiğimiz en bilinen değer, reaksiyon verimidir. Reaksiyon verimi, sadece istenilen ürünün miktarını dikkate alırken, atom ekonomisi, kullanılan tüm reaktifleri ve istenmeyen yan ürünleri istenen ürün ile birlikte dikkate alır.

Örneğin; yaygın bir ağrı kesici olarak kullanılan ibuprofenin yeni sentezi; atom ekonomisinin yeşil kimyada uygulamalarına bir örnektir.



ibuprofenin geleneksel sentezi



ibuprofenin katalitik sentezi

3.Daha az tehlikeli kimyasal sentez

•Kimyasal reaksiyonlarda, genellikle insan sağlığı ve evre için tehlikeli ve zehirli reaktifler kullanılır. Bu reaksiyonlarda tehlikeli, zehirli ve yan ürünler, aynı zamanda atıklar oluşur. Reaksiyonda kullanılacak reaktifler seçilirken, o reaktif ile ilgili tehlikelerin neler olduğu belirlenmeli ve reaktifin analizi yapılmalıdır. Bir tehdit oluşturuyorsa ürün, yan ürün olan atığın ve reaktif kullanımına bağlı olarak sentetik dönüşümlerin de analizleri yapılmalıdır.

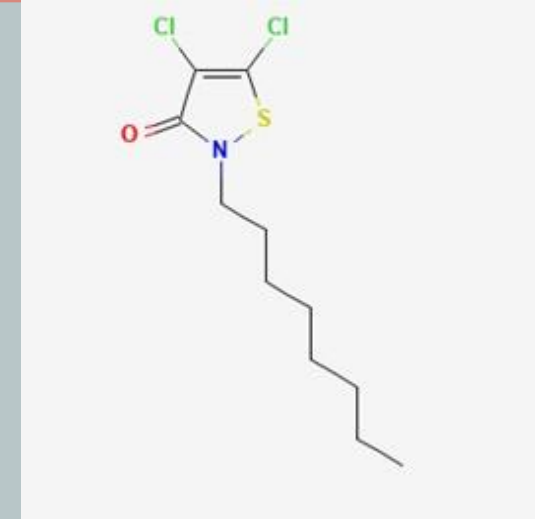
Yeşil kimya, evre ve insan sağlığına zehirleyici etkisi çok az olan veya hiç olmayan maddelerin kullanımını ve üretimini sağlayacak sentetik yöntemler tasarlanmaya çalışmaktadır.



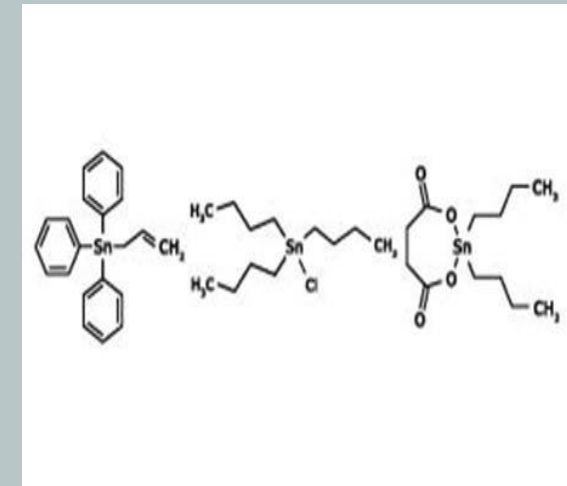
4.Daha güvenli kimyasallar tasarlamak

- Kimyasallar günlük hayatımızda pek çok yerde kullanılmaktadır, bu nedenle kimyasalların hem işlevsel etkinliğini koruyan, hem de zehirli etkilerini azaltan prosesler tasarlamak yeşil kimyanın hedeflerinden biridir. Ancak çevreye etki eden moleküllerin, özelliklerinin ve atmosferdeki dönüşümlerinin anlaşılması ile çevreye ve insanlara karşı daha güvenli moleküller tasarlanabilir.

Örneğin, denizcilik sektörüne yılda yaklaşık 3 milyar dolara mal olan, geminin yüzeyindeki bitki ve hayvanların istenmeyen büyümesi ile olan kirlenme; çevre kirliliğine, küresel ısınmaya ve asit yağmura katkıda bulunmaktadır. Yeşil kimya çalışmalarıyla çevresel olarak güvenli bir alternatif olarak, deniz yaşamı için kronik zehirleyici etkisi olmayan, biyolojik olarak birikmeyen, hızlı bir şekilde ayrışan bileşikler üretilmiştir.



4,5-dikloro-2-n-oktil-4-izotiazolin-3-on bileşiği



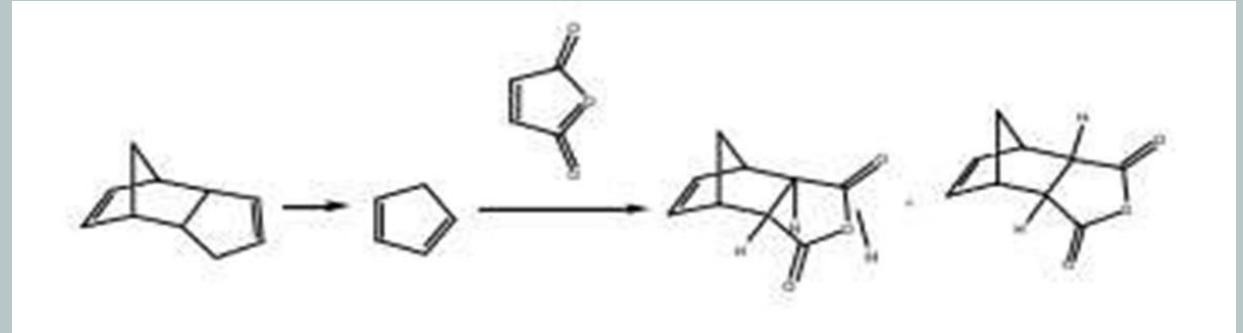
organotin bileşikleri

5.Daha güvenli çözücüler ve yardımcı maddeler

- Yeşil kimyanın en aktif araştırma alanlarından biri çözücülerdir. Birçok geleneksel çözücü; zehirli, yanıcı ve aşındırıcıdır. Uçuculuk ve çözünme özellikleri hava, su ve toprak kirliliği riskini artırmış ve ciddi kazalara yol açmıştır. Geleneksel çözücülerin bu etkilerini gidermek için yeşil kimyacılar daha güvenli çözümler bulmaya odaklanmışlardır.

- Örneğin, disiklopentadien ve bir dienofil karışımı ısıtılarak çözücü içermeyen Diels-Alder reaksiyonu gerçekleştirilmiştir.

Yerinde oluşturulan siklopentadien, termodinamik olarak kontrol edilen bir reaksiyonda dienofil ile reaksiyona girmiştir. Çözücüsüz olmanın yanı sıra bu yöntem, disiklopentadienin neredeyse tamamen kullanılmasına izin vermiştir ve zararlı ve tehlikeli siklopentadien kullanımından kaçınılmasını sağlamıştır. Reaksiyonun, maleik anhidrit ve doymamış esterler gibi dienofiller ile verimi yüksek iken, doymamış asitler ile ise verimi düşüktür.



disiklopentadien ve bir dienofil reaksiyonu

6.Enerji Verimliliği için tasarım

- Deneylerin basıncını ve sıcaklığını değiştirmek için büyük miktarda enerji kullanılmaktadır. Enerji; reaksiyonlardan ziyade, bir sonraki reaksiyonu kurmak için çözücü uzaklaştırmasında ve istenen ürünü izole etmek ya da safsızlıkları gidermek için kullanılır. Kimyasal dönüşümlerin yeniden tasarlanmasıyla, gerekli enerji miktarı ve kullanılan bu enerjinin çevreye etkileri azaltılabilir. Enerjinin azaltılması için tasarım, birçok açıdan malzeme verimliliğine yönelik tasarıma doğal olarak bağlıdır.Ssüperkritik CO2 gibi yeni çözücüler kullanıldığında, çoğunlukla önemli enerji girdileri gerektiren çözücü ayrılmasını etkiler. Bu nedenle, yeşil kimya yöntemlerinin kullanımı yoluyla, enerji kullanımının en aza indirilmesi için kapsamlı faydalar sağlayan tasarım değişiklikleri yapılmaktadır.
Örneğin; Birçok insan güne sert bir fincan kahveyle başlamayı tercih etse de, birçoğu da sinirlilik hissi yaratmadan kahvenin tadını çıkarmayı sever. Süperkritik CO2, kahve çekirdeklerinden doğal olarak bulunan kafeini çıkarmak için sıklıkla kullanılan bir ekstraksiyon yöntemidir. Bu, CO2'nin en yaygın kullanım alanlarından biridir ve metilen klorür, etil asetat, trikloroetan ve diğer potansiyel olarak zararlı çözücüler de dahil olmak üzere daha önce kafeinsizleştirme için kullanılan çözücülere göre çok daha güvenli bir alternatiftir. Benzer yöntemler çay ve diğer içeceklerin kafeinsizleştirilmesinde de kullanılır.

7. Yenilenebilir Hammaddeler ile daha yeşil sentezler

- Yenilenebilir hammaddeler bitki bazlı malzemelerdir, ancak CO₂ gibi makul bir süre içinde yeniden üretilebilen herhangi bir madde de yenilenebilir olarak kabul edilebilir. Yenilenebilir malzemelerin örnekleri arasında selüloz, lignin, suberin ve diğer ahşap bileşikleri, polihidroksialkanoatlar, laktik asit, kitin, nişasta, gliserol ve yağ bulunur. Her yıl dünya çapında yaklaşık 21 milyon kg katekol üretilmektedir.
- Katekol, aromaların, farmasötiklerin (adrenalin, papaverin gibi), tarımda kullanılan kimyasalların (karbofuran gibi) sentezlenmesinde kullanılan önemli bir kimyasal yapı taşıdır. Genetik olarak yapılandırılmış E. coli kullanılarak katekol, kanserojen bir madde olan benzenin yerine, yenilenebilir bir madde olan D-glukozdan tek bir adımda elde edilebilir. Bu biyokatalitik yol, katekolün sentezinde bulunan tehlikeli maddelerin kullanımını ortadan kaldırır ve reaksiyonun enerji taleplerini azaltır.

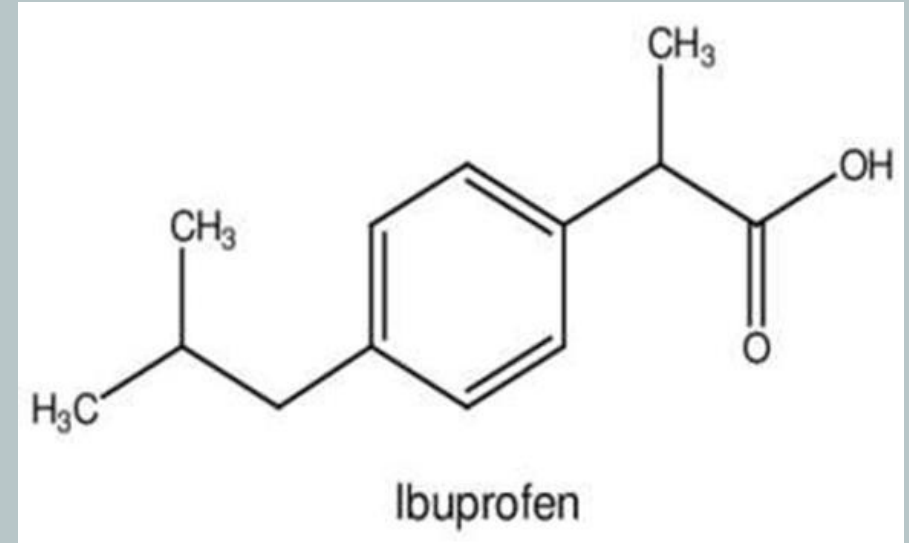
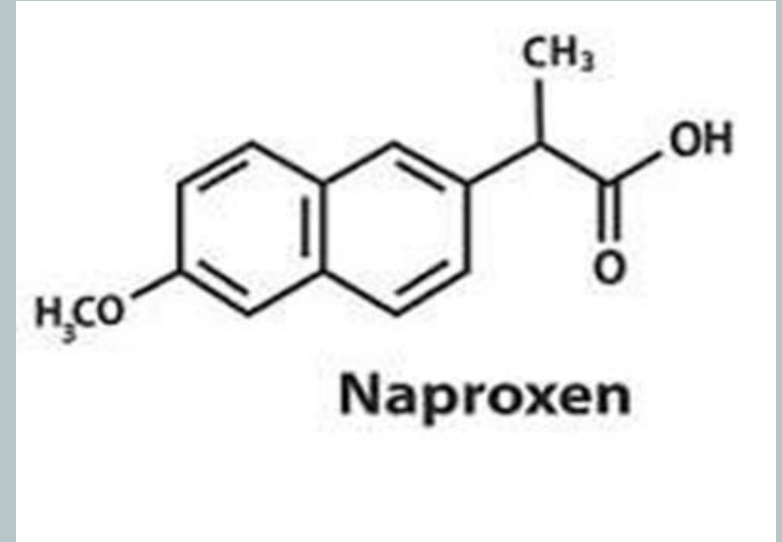
8. Yan

ürünlerin(türevlerin)azaltılması

- Klasik organik kimya sentezin doğası gereği, fonksiyonel grupların korunması ve korumanın kaldırılmasını yoğun bir şekilde kullanır. Bu da istenen hedef bileşiklerin sentezlenmesinde adım sayısını artırır.
- Yöntemin ne kadar verimli olduğu önemli olmaksızın, koruyucu grup girişi ve çıkarılması aynı zamanda materyal kaybına da yol açmaktadır.
- Bu nedenlerden dolayı koruma ve korumanın kaldırılması olmayan yeni organik sentezler tasarlanmıştır.

9.Kataliz

- Katalizörlerin uygulaması kimya endüstrisinde, ilaçlardan polimerlere ve petrol işlemeye kadar uzanan geniş alanda yer bulur. Endüstriyel süreçlerin çok büyük bir kısmında katalizör kullanılmaktadır. Katalizörler küçük miktarlarda etkilidir ve birçok defa kullanılabilir. Böylece proses içerisinde yer alan atık miktarı azaltılır. Atom ekonomisinin yeşil kimyada uygulamaları başlığı altında verilmiş olan ibuprofen ve naproksen örnekleri, katalizör kullanımının reaksiyon verimi ve atıkların azaltılmasına olan faydalarını göstermiştir.



10.Bozulmanın tasarımı

Yeşil kimyacılar,depolama alanlarında süresiz olarak bekletilen ve birikmeye devam eden maddelerden kaçınmak için,sağladıkları yarar bittikten sonra bozunan maddeler tasarlamayı amaçlamışlardır.Bozunma, belirgin maruz kalmayı ortadan kaldırabilir.Böylece ilgili kimyasalın tehlikesinden bağımsız olarak riski en aza indirilebilir.

11.Gerçek zamanlı kirlilik önleme

Yeşil kimya kapsamında,yan ürünlerin oluşumunu en aza indirmek veya ortadan kaldırmak için üretim sürecinin sürekli izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlayacak analitik yöntemler geliştirilmelidir. İşlem hızlı bir şekilde anlaşıldığı zaman, kazalar önlenabilir, enerji tasarrufu sağlanabilir ve ek saflaştırma gerektiren yan ürünlerin oluşumu önlenabilir.

12. Kazanın önlenmesi için daha güvenli bir kimya

- Güvenlik, kabul edilebilir bir risk seviyesine ulaşmak için kabul edilen tehlikelerin kontrolü olarak tanımlanabilir. Yeşil Kimya'nın 12. ilkesi, "Güvenlik İlkesi" olarak bilinir. On iki prensipten en çok gözden kaçanı olabilir, ancak diğer ilkelerin çoğunun mantıklı bir sonucudur. Yeşil kimyanın özü, tehlikeli maddelerin kullanımını azaltmak veya ortadan kaldırmak olduğu için, laboratuvar güvenliği ile gerçek bir bağlantı içindedir.



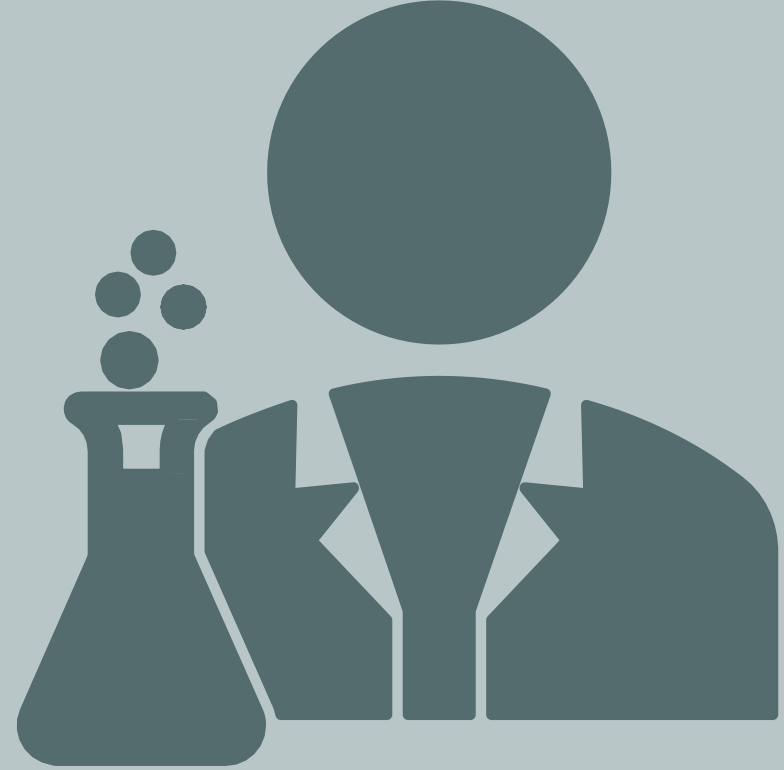
Yeşil kimyanın esas kimyasal süreçte aşağıda belirtilen 12 kuralın gerçekleştirilmesine dayanır. Bu kuralları özetleyecek olursak;

Yeşil Kimyanın 12 kuralı:

1. Atık önleme
2. Atom ekonomisi
3. Daha az tehlikeli kimyasal sentez
4. Daha güvenli kimyasallar tasarlamak
5. Daha güvenli çözücüler ve yardımcı maddeler
6. Enerji verimliliği için tasarım
7. Yenilebilir hammaddeler ile daha yeşil sentezler
8. Yan ürünlerin (türlerin) azaltılması
9. Kataliz
10. Bozunmanın tasarımı
11. Gerçek zamanlı kirlilik analizi
12. Kazanın önlenmesi ve daha güvenli bir kimya

- Sonuç olarak, kimya; tıp, eczacılık, gıda gibi pek çok alanda kullanılır.

Kimyasal reaksiyonlar, tehlikeli ve çevreye zararlı maddeleri kullanırlar ya da üretirler. Yeşil kimya bu soruna bir çözümdür. Yeşil Kimya ilkelerinin her biri, geleneksel kimyasal sentezlere başarılı değişiklikler sunarak, geleneksel reaksiyonları çevre dostu reaksiyonlar haline getirmektedir. Yeşil kimyanın ilkeleriyle tasarlanmış bu süreçler kimya disiplinini günden güne geliştirmektedir.



Kaynakça

- (Anastas & Williamson, 1996; Hjeresen, Kirchhoff & Lankey, 2002; Yücel, 2008). (Şirin, 2011; Wardencki, Curylo & Namieoenik, 2004).
- (Cardenas, 2004; Yücel, 2008).
- (Hjeresen, vd., 2002; Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011) (Colins, 2001)
- S. L. Y. Tang, R. L. Smith and M. Poliakoff, "Principles of green chemistry: productively", Green Chem., vol. 11, pp. 761-62, 2005.
- P. T. Anastas, L. B. Bartlett, M. M. Kirchoff and T. C. Williamson, "The role of catalysis in the design, development and implementation of green chemistry", Catal. Today, vol. 5, no: 1-2, pp.11-22, 2000.
- P. T. Anastas, M. M. Kirchhoff and T. C. Williamson, "Catalysis as foundational of green chemistry", Appl. Catal. A: Gener., vol. 221, no: 1-2, pp. 3-13, 2001.
- T. J. Collins, "Efficient, selective totally chlorine free (TCF) wood pulp bleaching technology". The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program, Summary of 1998 Award Entries and Recipients, pp. 12, 1998. [Online]. Available: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1998.pdf
- https://www.researchgate.net/profile/Resit-Cakmak/publication/233918542_A_new_concept_in_chemistry_teaching_green_chemistry/links/0fcfd50ced9259d98c000000A_A-new-concept-in-chemistry-teaching-green-chemistry.pdf
- <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/941133> P. J. Dunn, "The importance of green chemistry in process and research development". Chem.Soc. Rev., vol. 41, pp. 1452-61, 2012.

BENİ DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM.