

Kemoliz

Organik maddelerin kimyasal maddeler kullanılarak daha basit moleküllere ayrışması işlemine kemoliz denilir. Kemoliz, bir yönüyle kondenzasyon tepkimesinin tersi gibi düşünülebilir. Plastik atıkların kemolizi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bunlardan en çok başvurulanları hidroliz, metanoliz, glikoliz, aminoliz ve amonolizdir. Bu yöntemlerin hepsinde de, oda koşullarının üzerinde bir sıcaklıkta işlem yapılır. Sıcaklık değerleri kemoliz yönteminin türüne göre değişiklik arz edecektir. Yine kemolize uğratılacak plastik atığın ve de kemolizin türüne göre ortam basıncı ya artırılır veya vakum uygulanarak verimliliğin artırılması hedeflenir. Kemoliz işlemi için uygun katalizörlerin seçimi, reaksiyon parametrelerinin optimizasyonu ve yan ürünlerin kontrolü gibi teknik zorlukları barındırmaktadır.

Hidroliz

Su molekülünün bir veya daha fazla kimyasal bağı kırdığı herhangi bir kimyasal reaksiyona kimyasal hidroliz denilmektedir. Plastik atıkların hidroliz yöntemleri, baz katalizli ve asit katalizli hidroliz olmak üzere iki farklı yaklaşımı içermektedir. Her iki yöntem de polimer zincirlerini parçalamayı amaçlar. Bu yöntemlerin amacı, plastik atıklardan daha değerli bileşenler elde etmek ve geri dönüşüm potansiyelini artırmaktır.

Baz katalizli hidroliz yönteminde, plastik atıklar bazik bir ortamda reaksiyona tabi tutulur. Genellikle sodyum hidroksit (NaOH) veya potasyum hidroksit (KOH) gibi bazlar kullanılır. Bu bazlar, plastiklerin **ester** veya **amid** bağlarını hidroliz yoluyla parçalar. Hidroliz reaksiyonu sıcak ortamda ve yüksek basınç altında gerçekleştirilir. Bu yöntem, genellikle termoplastiklerin hidrolizinde etkilidir ve sıvı veya katı yakıtların üretiminde kullanılabilir. Baz katalizli hidroliz, reaksiyon hızının yüksek olması ve geniş bir plastik yelpazesinin işlenebilmesi gibi avantajlara sahiptir. Ancak, baz katalizli hidroliz sürecinde bazik atıkların bertarafı ve geri kazanımı gibi çevresel ve ekonomik zorluklar bulunmaktadır.

Diğer bir hidroliz yöntemi olan *asit katalizli hidrolizde*, plastik atıklar asidik bir ortamda reaksiyona tabi tutulur. Genellikle sülfürik asit (H_2SO_4), hidroklorik asit (HCl) veya fosforik asit (H_3PO_4) gibi asitler kullanılır. Asitler, plastiklerin **ester** veya **amid** bağı gibi spesifik bağları hidroliz yoluyla parçalar. Hidroliz reaksiyonu sıcaklık ve asit konsantrasyonu gibi parametrelerin kontrolü altında gerçekleştirilir. Asit katalizli hidroliz, organik asitlerin üretimi için kullanılabilir. Bu yöntemin avantajları arasında reaksiyon koşullarının daha ılımlı olması ve çeşitli plastik türlerinin işlenebilmesi yer alır. Bununla birlikte, asit katalizli hidrolizde asidik atıkların bertarafı ve reaksiyon verimliliğinin düşük olması gibi zorluklar da yer alabilmektedir.

Metanoliz

Plastiklerin metanol ile reaksiyona girerek, endüstriyel değeri olan daha düşük mol kütleli ürünlere dönüştürülmesini sağlayan bir kimyasal işlemidir. Genellikle asit veya baz katalizörleri kullanılarak reaksiyon hızı artırılır. Plastikler, metanol ile etkileşime girerek polimer zincirlerini parçalar ve daha küçük moleküller oluşturur. Bu süreçte, metanolün ester veya amid bağlarını parçalama yeteneği değerlendirilir.

Metanoliz işlemi sonucunda elde edilen ürünler, genellikle metanolizat olarak adlandırılır. Metanolizat, çeşitli organik bileşikler içerebilir ve bu bileşiklerin daha ileri işlenmesiyle yakıt veya kimyasal ürünler elde edilebilir. Özellikle termoplastikler, metanoliz işlemi için uygun plastik türleri olarak kabul edilir.

Glikoliz

Plastiklerin etilen glikol ile reaksiyona girerek polimer zincirlerini parçalayan bir kimyasal işlemdir. Genellikle alkali katalizörler kullanılarak reaksiyon hızı artırılır. Plastikler, glikol ile etkileşime girerek ester veya amid bağlarını parçalar ve daha küçük moleküller oluşturur. Glikoliz işlemi sonucunda elde edilen ürünler, glikolizat olarak adlandırılır. Bu yöntem özellikle polietilen tereftalat (PET) gibi etilen glikol ile reaksiyona uygun plastiklerin geri dönüşümünde etkilidir.

Aminoliz

Plastik atıkların alkil amin ($R-NH_2$) bileşikleriyle reaksiyona girerek polimer zincirlerini parçalayan bir işlemdir. Atıkların amin bileşikleri içinde yüksek sıcaklık ve basınç altında reaksiyona sokulmasıyla gerçekleşir. Plastikler, amin bileşikleriyle etkileşime girerek ester veya amid bağlarını parçalar ve daha küçük moleküller oluşturur. Bu işlem sonucunda elde edilen ürünler, aminolizat olarak adlandırılır. Aminolizat, kimya endüstrisinin ihtiyacını karşılayabilecek bir çok çeşit organik bileşikler içermektedir. Birincil ürünlerin işlenerek ikincil yada üçüncül kimyasal ürünlere dönüştürülerek sektörün ihtiyaç olan kimyasalların elde edilmesine olanak tanır. Bu yöntem özellikle poliüretan gibi amin bileşikleriyle reaksiyona uygun plastiklerin geri dönüşümünde etkilidir.

Amonoliz

Plastik atıkların amonyak (NH_3) çözeltisiyle reaksiyona girerek polimer zincirlerini parçalayan bir işlemdir. Reaksiyon hızını istenilen düzeyde ayarlamak için genellikle alkali metal hidroksitleri veya alkali metal amidleri gibi katalizörler kullanılır. Plastikler, amonyak ile etkileşime girerek ester veya amid bağlarını parçalar ve daha küçük moleküller oluşturur.

Amonoliz işlemi sonucunda elde edilen ürünler de, amonolizat olarak adlandırılır. Özellikle naylon-66 veya naylon-6 (poly(heksametilen adipamit), poli kaprolaktam) gibi amonyakla reaksiyona uygun plastiklerin geri dönüşümünde etkili bir yöntem olarak kabul edilir.