

## Kalıpları Kırmak: Sürdürülebilir Plastik Değer Zinciri için Yıkıcı Yenilikler ve İşbirliği Stratejileri

### Plastik yeniden değerlendirme değer zinciri üyeleri

Plastik değer zinciri, atık toplayıcılar, STK'lar, geri dönüşüm şirketleri, akıllı ambalaj çözümleri üreticileri ve sorumlu üretici kuruluşlar dahil olmak üzere çeşitli paydaşları içerir[1][2][3]. Plastik geri dönüşüm sisteminin her aşamasıyla ilgili spesifik performans ölçütleri, bir değer zinciri yaklaşımı ile belirlenir[1]. İskandinav Atık Grubu (NAG), mevcut değer zincirlerini değerlendiren ve küçük ev elektronik cihazlarından plastik geri dönüşümüne özel bir odaklanma sağlayan plastik değer zincirleri üzerine bir proje başlattı[1]. Kadınlar plastik değer zincirinde önemli bir rol oynamakta ve erkeklerden daha fazla ekonomik ve sağlık etkisine maruz kalmaktadır. Örneğin, Gana'daki gezici atık toplayıcıların %64'ü kadındır[4]. Finlandiya, döngüsel dönüşümü yönlendirmek için plastik değer zincirinin tüm üyelerini nasıl bir araya getirebileceğinin bir örneği olarak hizmet etmektedir. Plastiklerin yaşam döngüsünü doğrusaldan döngüsellğe dönüştürmenin çözümü, yerel, ulusal ve uluslararası düzeyler de dahil olmak üzere tüm hükümet düzeyleriyle entegre, uyumlu eylemler gerektirir. Plastik değer zincirindeki paydaşlar arasındaki iş birliği sayesinde mühendislik zorlukları ele alınabilir, teknolojik atımlara yatırım yapılabilir, ürün tasarımı geliştirilebilir ve geri dönüşümle ilgili davranışlar şekillendirilebilir[3].

Plastik değer zinciri, her biri plastik ürünlerin üretimi ve dağıtımında belirli bir role sahip çeşitli üyelerden oluşur. Bu üyeler aşağıda tanımlanmıştır:

#### Plastiğe yeniden değer kazandırılmasında hammadde üreticileri

Plastikler, selüloz, kömür, doğal gaz, tuz ve ham petrol dahil olmak üzere doğada bulunan çeşitli hammaddelerden yapılır [5][6]. Bu hammaddeler etan ve propan olarak rafine edilir ve daha sonra polimer üretmek için ısıtılır[5][6]. Polimerler güçlü ve dayanıklıdır çünkü molekül zincirlerinin birbirine bağlanmasıyla yapılırlar[6]. Plastikler konusunda, döngüsel ekonomiye küresel bir odaklanma vardır, bu da üretilen plastiklerin geri dönüşüm için işlenmesi, kullanılması ve yeniden kullanılması, toplanması ve ayrıştırılması anlamına gelir. Amaç, plastikleri çok az veya hiçbir şey boşa gitmeden yeniden kullanılacak bir temel malzemeye geri döndürmektir[6]. Bununla birlikte, geri dönüşüm yalnızca biyolojik olarak parçalanamayan (fosil veya biyo-bazlı) plastikler için uygundur[7]. Petrol ve gaz sektörü, fosil bazlı plastik üretiminden sorumludur. Bazı büyük petrol ve gaz üreticileri de plastik üretimi için hammadde tedarik etmektedir[7]. Plastik değer zincirindeki tehlikeli maddelerin yanı sıra ambalaj atıkları gibi diğer geri dönüştürülmüş plastik kaynaklar konusunda da endişeler var[8]. Düzenleyici çerçeveler arasında WEEE (Atık Elektrikli ve Elektronik Ekipman), RoHS (Tehlikeli Maddelerin Kısıtlanması), REACH (Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması) ve plastikler için AB atık sonu kriterleri yer alır[8].

#### Plastiğe yeniden değer kazandırılmasında üreticiler

Üreticiler, plastik ayak izlerinden ve ürettikleri plastik atık miktarından giderek daha fazla sorumlu tutuluyor [9] [10]. Plastik Atık Üreticileri Endeksi tarafından hazırlanan bir raporda, Exxon Mobil, Dow, Sinopec, Indorama Ventures, SaudiAramco, PetroChina, LyondellBasell, Reliance Industries ve Braskem dahil olmak üzere tek kullanımlık plastik atıkların %55'inden sorumlu 20 şirket belirlendi[10]. Plastik ayak izlerini azaltmak ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için üreticiler, geri dönüştürülebilirlik ve yeniden kullanılabilirlik hususlarını ürün tasarımına dahil etmelidir[11].

Ayrıca plastik kullanımlarını değerlendirmeli ve takip etmeli ve plastik yönetimlerinde iyileştirmeler yapmak için adımlar atmalıdırlar[11]. Bu alanda lider olan şirketler, plastik yönetimini ele almak için ortaya çıkan düzenleyici planlara uyum sağlamaya daha hazırlıklı olacak ve bu tür bir mevzuat kabul edildiğinde rekabet avantajına sahip olacaklardır[12]. Morgan Stanley, 2024 yılına kadar operasyonlarından tek kullanımlık plastikleri ortadan kaldırarak 2030 yılına kadar nehirlerden, okyanuslardan ve çöplüklerden atılan 50 milyon ton plastiği önlemeyi, azaltmayı, kaldırmayı ve bunların yapılması için kolaylaştırıcı işlemleri taahhüt etmiştir[13].

## Plastiğe yeniden değer kazandırılmasında tedarikçiler

Plastiğe yeniden değer kazandırma endüstrisi, kimyasal ve plastik üreticilerini, tüketim malları şirketlerini, perakendecileri, dönüştürücüleri ve atık yönetimi şirketlerini içerir[14]. Sektörde, bu işletmelerin, özellikle de hızını ve rekabet gücünü korumak için gereken, finansal veya diğer kaynaklara sahip olmayan şirketleri etkileyecek değişiklikler meydana geliyor[14]. Unilever, şirketi, tedarik zincirinde devam eden değişim yoluyla plastik ambalaj pazarını dönüştürerek işini yeniden icat etmek için yarışan dünyanın en büyük plastik kirleticilerinden biridir[15]. Şirket, uygulamalarını değiştirmek için mevcut tedarikçilerle ve Terracycle'ın tüketim malları dağıtım sistemi Loop gibi yeni ortaklarla birlikte çalışıyor [15]. Malzeme tarafında Unilever, daha iyi plastikler geliştirmek için Ioniqa gibi girişimlerle ve Bioplastic Feed Stock Alliance gibi daha geniş endüstri girişimleriyle ortaklık kurdu [15]. Hurda Geri Dönüşüm Endüstrileri Enstitüsü (ISRI), alıcılar ve satıcılar için hurda kalitesini ve değerlemesini belgelemek için temel olarak hurda plastik malzemeler için ayrıntılı spesifikasyonlar sağlayan bir Hurda Spesifikasyonları Genelgesi yayınlamaktadır[16]. Hükümetler ve yatırımcılar, paydaşları statükonun daha derinlerine kilitlenmekten kaçınmak için plastik üretim kapasitesinde planlanan genişlemeyi kısıtlaması gerekmektedir[17]. Ambalajda plastik kullanımını azaltacak eko-ambalajın teşvik edilmesi de önemlidir. Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (EPR), üreticilerin ürünlerini tasarlarken bu maliyetleri dikkate almaları için teşvikler sağlayarak, üreticilerin ürünlerinin "kullanım ömrü sonu" bertaraf maliyetiyle yüzleşmelerini ve bunlarla başa çıkmasını teşvik etmeye yardımcı olur[18].

## Plastiğe yeniden değer kazandırılmasında distribütörler

Plastiğe yeniden değer kazandırma, plastik atıklarını toplanarak, ayrıştırarak ve geri dönüştürerek katma değerli yeni ürünler haline getirilmesini kapsayan bir süreçtir. Bu sürecin başarıya ulaşması için değer zincirinin tüm üyelerinin katılımı gereklidir. Geri dönüştürülmüş plastik malzeme ve ürünlerin distribütörleri arasında Oceanworks gibi firmalar bulunmaktadır. Oceanworks, küresel bir toplayıcı ve geri dönüştürülmüş plastik tedarikçileri ağı sayesinde, markalara plastik ayak izlerini azaltmak için net bir yol sunmaktadır. Plastik ayak izlerinin ölçülmesi, plastik atıkların bertaraf edilmesinin finanse edilmesi, tek kullanımlık plastiklerin alternatiflerinin bulunması ve geri dönüştürülmüş plastiklerden üretilen yeni ürünlerin geliştirilmesi konusunda markalarla iş birliği yapmaktadır[19] [20]. Hükümetlerin ve yatırımcıların, plastik üretim kapasitesinde planlanan artışı sınırlayarak, bizi statükonun içine daha fazla gömmekten kaçınmaları gerekmektedir. Sanayinin alışlagelmiş uygulamaları plastik kirliliği sorununu çözemez[21]. Pew Charitable Trusts, azaltma, yeniden kullanım ve yeniden tasarım yoluyla yukarı yönlü eylemin yanında, toplama ve geri dönüşümü iyileştirmek için aşağı yönlü eylemin de desteklenmesini tavsiye etmektedir. Bu değişim, devlet teşvikleri ve endüstri ve yatırımcılar tarafından risk alma gerektirecektir[21]. Plastik kirliliği, düzenleyici değişiklikler ve artan tüketici tepkisi nedeniyle, ham plastik üreticileri ve kullanıcıları için bir risk oluşturmaktadır. Hükümetler, plastik kirliliğini önlemek amacıyla, tek kullanımlık plastiklerin ücretsiz dağıtımını kısıtlamaktadır. Plastik atıkların son durumunun izlenebilmesi için, belediye ve ticari geri dönüşüm sistemlerinden toplanan plastik atık balyaları kamyonlara yüklenerek, yabancı ülkelerdeki alıcılara gönderilmektedir. Ancak, birçok ülkede, ucuz işgücü,

sağlık veya güvenlik standartları, yetersiz çevre düzenlemeleri, ithalat kısıtlamaları veya plastik atıkların gerçekten geri dönüştürüldüğüne dair garantiler bulunmamaktadır[22].

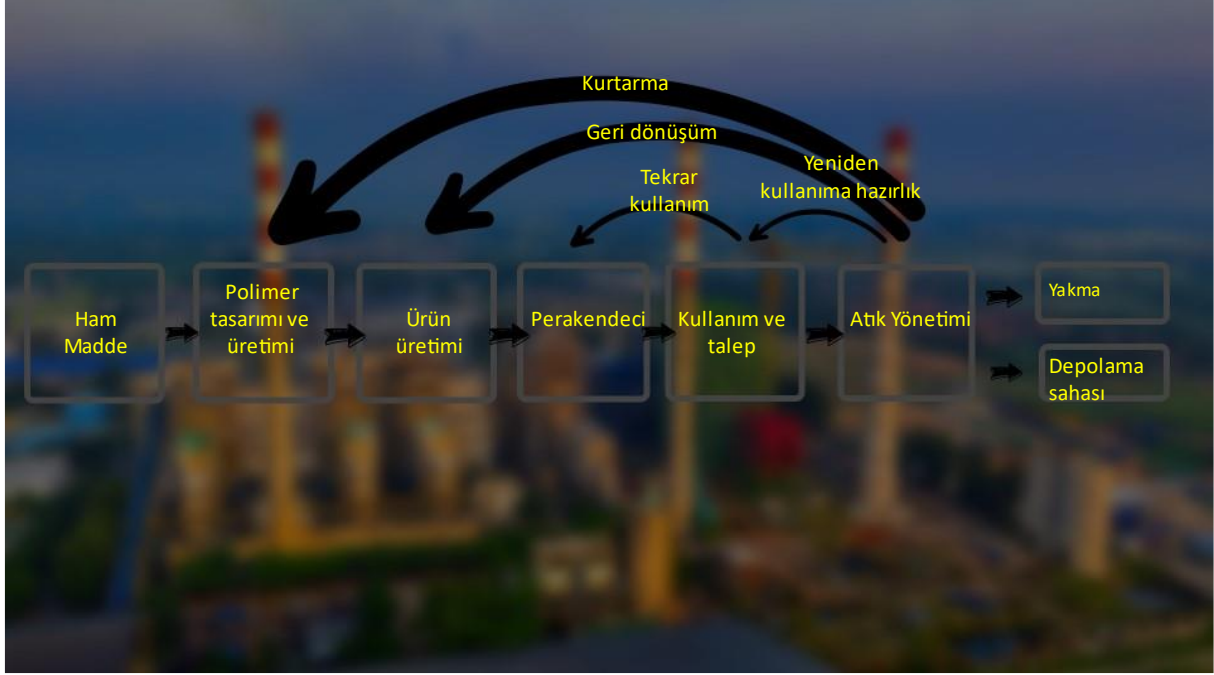
## Plastiğe yeniden değer kazandırılmasında geri dönüşümcüler

Plastiğe yeniden değer kazandırmada geri dönüşümcüler, geri dönüşümü zor malzemeleri yeni ürünlere dönüştüren kuruluşlardır. Bu alanda dünya lideri olan TerraCycle, markalar ve perakendeciler tarafından desteklenen ücretsiz geri dönüşüm programları sunmanın yanı sıra, kuruluşlara herhangi bir şeyi geri dönüştürmek, geri dönüştürülmüş içeriği ürünlerine katmak, yeniden kullanılabilir malzemelere geçmek ve daha fazlasını yapmak için anahtar teslim çözümler sağlamaktadır. TerraCycle, 21 ülkede faaliyet göstermekte ve dünya çapında 35'ten fazla Malzeme Geri Kazanım Tesisi 'ne (MRF) sahiptir. Kaldırım kenarında geri dönüştürülemeyen atık akışları için geri dönüşüm çözümleri geliştirmektedir. TerraCycle'ın süreci, atıkları parçalayarak, yapı taşlarına ayırarak ve bu malzemeleri yeni uygulamalar için geri dönüştürerek çalışır. Organik atıklar kompostlanır veya endüstriyel ve ticari gübrelerde kullanılır. Plastik atıklar, programları aracılığıyla topladıkları en büyük malzeme kategorisidir. TerraCycle, üreticilere ürünlerini veya ambalajlarını yerel olarak geri dönüştürülebilir şekilde tasarlamalarını tavsiye etmektedir. Bu mümkün olmadığında, içeriğin eksi geri dönüştürülmüş malzemenin değeri kadar geri dönüştürülmesini önermektedir. TerraCycle, geri dönüştürülmesi zor atıkların geri dönüşümünü herkes için daha ekonomik, kullanışlı ve erişilebilir kılmak için sürekli yenilik yapmaktadır. Ayrıca, dünyanın en zorlu atık ortamlarına çözümler sunmak için TerraCycle Vakfı'nı kurmuştur. Karmaşık atıklar teknik olarak geri dönüştürülebilir olsa da çoğu malzemenin geri dönüşümü karlı değildir. Bu nedenle, atıklar çöplüklerde birikmekte ve çevreyi kirletmektedir. TerraCycle'ın misyonu, her ekip üyesinin ve ofis alanının bir parçasıdır. Atık kriziyle mücadele etmek için farklı açılardan öncü çözümler yaratmaktadırlar. Geri dönüştürülmesi zor malzemeleri geri dönüştürmekten, geri dönüştürülmüş malzemeleri yeni ürünlere dahil etmekten, ambalajı tek kullanımlıktan yeniden kullanılabilir hale getirmekten, hepsini ortaklarının desteğiyle yapmaktadırlar.[23] [24][25][26][27][28].

## Plastiğe yeniden değer kazandırılmasında tüketiciler

Tüketiciler, plastikten yapılmış ürünleri satın alırken sürdürülebilir seçimler yaparak ve sorumlu bir şekilde imha ederek plastik kriziyle mücadelede çok önemli bir rol oynamaktadır[29]. Bununla birlikte, tüketiciler genellikle alternatiflerin olmaması nedeniyle atıklara olan bağımlılıklarını azaltamamaktadır[30]. Dünya Yaban Hayatı Fonu tarafından yaptırılan yakın tarihli bir araştırma, Amerikalıların %86'sının bir şeyleri çöpe atan bir ekonomiden yeniden kullanım ve geri dönüşümü vurgulayan bir ekonomiye geçmemiz gerektiği konusunda hemfikir olduğunu ortaya koydu[31]. Tüketicilerin geri dönüşüme odaklanması artıyor, ancak tüketicilerin yalnızca %54'ü plastik atıklarını geri dönüştürüyor ve faydalı ürünlere dönüştürüyor[32]. Bir çalışma, tek kullanımlık plastik yemek kapları, çok katmanlı ambalajlı gıdalar ve şişelenmiş su almayı reddetmenin nedenlerini inceledi. Çalışma, çevreye duyarlılık, davranışı kontrol edebilme algısı ve sosyal normların, tüketici davranışını etkileyen önemli faktörler olduğunu ortaya koydu.[33]. Başka bir makale, normatif sosyal davranış teorisini (TNSB) kullanarak plastikten kaçınmayı tahmin etmede sosyal normların rolünü araştırdı ve sosyal normların insanların tek kullanımlık plastiklerden kaçınma niyetlerini önemli ölçüde etkilediğini buldu[34]. Genel olarak, tüketiciler çevremizin karşı karşıya olduğu plastik sorununun giderek daha fazla farkına varıyor ve plastiklere döngüsel bir yaklaşıma geçmek istiyor. Ancak, sürdürülebilir seçimleri kolaylaştırmak için işletmelerden ve hükümetlerden daha fazla alternatif ve desteğe ihtiyaçları var.

Bu diyagramı, az önce açıklanan değer zincirine alternatif olarak da kullanabiliriz:



Şekil 1: Döngüsel zincir [35].

## Vaka çalışmaları ve Örnekler

Plastiğe yeniden değer kazandırma değer zinciri, plastik atıkların toplanmasını, işlenmesini ve yeni ürünlere dönüştürülmesini sağlamak için birlikte çalışan karmaşık bir şirketler ağıdır. Atık Yönetimi gibi atık toplayıcılardan TerraCycle gibi geri dönüşümcülere kadar her şirket bu süreçte hayati bir rol oynamaktadır.

Örneğin, Atık Yönetimi, çeşitli kaynaklardan plastik atıkların toplanmasını mümkün kılan atık toplama ve taşıma hizmetleri sağlar. Toplanan atıklar daha sonra plastik atıkları geri dönüştürülmüş yağlar ve kimyasallar gibi değerli ürünlere dönüştürmek için ileri teknolojiler kullanan Plastic Energy gibi şirketlerin geri dönüşüm tesislerine gönderiliyor.

Buna ek olarak, Procter & Gamble ve Nestle gibi şirketler, geri dönüştürülmüş plastiğin son kullanıcıları olarak değer zincirinde yer alıyor. Çevresel ayak izlerini azaltmak ve döngüsel bir ekonomiye katkıda bulunmak için ürünlerine geri dönüştürülmüş plastik ekliyorlar.

Genel olarak, plastiğe yeniden değer kazandırma değer zinciri, farklı şirketlerin plastik atıkları azaltma ve sürdürülebilir bir gelecek yaratma ortak hedefine ulaşmak için birlikte nasıl çalışabileceğinin mükemmel bir örneğidir.