

## Çevreci Bir Yaklaşım: Yeşil Tasarım

Gulay Coskun Kasap<sup>a</sup>

Deniz Peker<sup>b</sup>

**Özet:** Bir ürün; tasarım aşamasından, ömrünü tamamlayarak imha edilmesi aşamasına kadar tüm yaşam dönemi boyunca çevreyle etkileşim içindedir ve her ürün, yaşam döneminin farklı aşamalarında farklı çevresel etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla bir ürünün çevresel etkilerinin azaltılması, sadece üretim süreci sonrası oluşan atığa odaklanılarak giderilmesi mümkün değildir. Bunun için üründe kullanılacak hammaddeden üretim sürecinde meydana gelen atıklara, kullanılan ambalajlardan ömrü sona eren ürünlerin geri kazanımına kadar ürünün tüm yaşam döneminin dikkate alındığı bütünsel ve proaktif bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Bu ise ürün ve süreç tasarımı ile çevresel konuların bütünleştirilmesini sağlayan “Yeşil Tasarım” ile mümkün olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaşam Dönemi için tasarım, Yeşil tasarım, Çevre için tasarım, Eko-tasarım

**JEL Sınıflandırması:** L60, M11

## An Environmentalist Approach: Green Design

**Abstract:** A product interacts with the environment throughout the entire life cycle- from the design phase to disposal phase- and every product makes different environmental impacts in different life cycle stages. Thus, reducing the environmental impact of a product by just focusing on the waste that is produced after the production process, is not possible. For this, a holistic and proactive approach adoption is required which considers the entire life of a product from raw materials that will be used in production to wastes occurred in production process, from packages to recovery of end of life products. This will be possible by “Green Design” which integrates the product and process design with environmental issues.

**Keywords:** Design for life cycle, Green design, Design for environment, Eco-design

**JEL Classification:** L60, M11

### 1. Giriş

Sanayi Devrimi sonrası dünya nüfusunun hızla artmasıyla beraber artan ihtiyaçların karşılanması için endüstrileşme hız kazanmıştır. Yaklaşık 200 yıl boyunca, “al, yap, sat” düsturu ile kitleler halinde ihtiyaç duyulandan daha fazla üretim yapılmış ve gerekli hammaddelerin elde edilmesi için doğa, kendini yenileme hızından daha büyük bir hızla ve sorumsuzca tahrip edilmiştir. Bunun yanı sıra, üretim sonrasında oluşan atıkların herhangi bir arıtım sistemi olmaksızın doğaya bırakılması, birçok çevre felaketine neden olmuştur. Ayrıca gelişen dünya ekonomisi, beraberinde hızlı tüketimi getirmiş; bu durum, ürün yaşam döneminin kılmasına neden olmuş ve halen

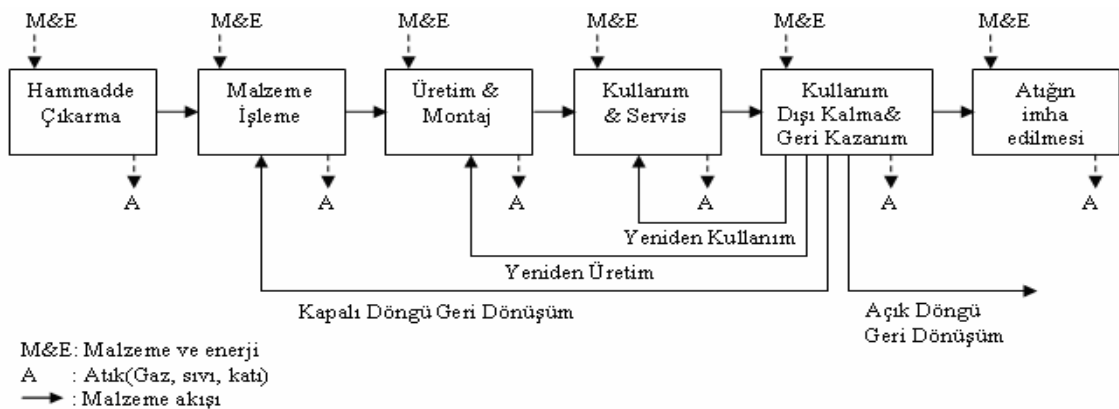
<sup>a</sup> Assist. Prof., Uludağ University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Bursa, Turkey, [gulayka@uludag.edu.tr](mailto:gulayka@uludag.edu.tr)

<sup>b</sup> Uludağ University, Social Sciences Institute, Bursa, Turkey, [denizpeker@ymail.com](mailto:denizpeker@ymail.com)

kullanılabilir olan ürünler, yerlerini kısa bir süre içerisinde yeni ürünlere bırakmıştır. Başka bir deyişle, halen ekonomik bir değer taşıyan ürünler, hurda ve çöplükleri doldurmaya başlamıştır. Bu durum, hem doğal kaynakların israf edilmesine hem de atık miktarının artmasına neden olmuştur. Çevreyle ilgili tüm bu olumsuzluklar, ekonomistlerin “dışsallık” kavramını ortaya koymalarıyla beraber endüstrileşme sürecinin bir parçası olarak görülmeye başlanmış ve işletmelerin ekonomik performanslarını geliştirmeleri için sosyal sorumluluktan fedakârlık etmeleri gerektiği inancı yaygınlaşmıştır (Hart, 2005; 5). Ancak her ne kadar toplumların gelişmesini ve refah düzeylerinin artmasını sağlamış olsa da endüstrileşmede yaşanan gelişmeler, çevre üzerinde geri dönüşü belki de imkânsız olan tahribatlar yaratmıştır.

Özellikle 80’li yılların sonlarında çevreci hareketlerin gelişmesi ve çevreyle ilgili kaygıların artması sonucu birçok ülke, endüstrileşmenin beraberinde getirdiği çevre sorunlarının önüne geçmek için “Kirleten öder” ilkesini benimseyerek çeşitli yasal düzenlemeler yapmış; sadece üretim süreci ve sonrasında oluşan atıklar üzerine odaklanmıştır. Ancak bir ürünün yaşam dönemi, sadece üretim sürecinden oluşmamaktadır. Bir ürün; tasarım aşamasından, ömrünü tamamlayarak imha edilmesi aşamasına, hatta geri kazanımına kadar tüm yaşam dönemi boyunca çevreyle etkileşim içindedir ve her ürün, yaşam döneminin farklı aşamalarında farklı çevresel etkiler yaratmaktadır(Şekil 1). Yaşam döneminin hangi aşamasında olursa olsun bir ürünün çevresel etkilerinin %80’ninin belirlendiği en önemli aşama ise tasarım aşamasıdır. Bunun nedeni, üretimde kullanılacak malzemelerin, üretim sürecinin, işletmenin çevresel performansının vb. konuların büyük bir çoğunluğunun ürün daha tasarım aşamasındayken belirlenecek olmasıdır (Zhu ve diğerleri, 2005: 453; [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/sustainable-product-policy/ecodesign/files/brochure\\_ecodesign\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/sustainable-product-policy/ecodesign/files/brochure_ecodesign_en.pdf), (01.10.2008)). Dolayısıyla bir ürünün çevresel etkilerinin azaltılabilmesi için, ürünün tüm yaşam döneminin dikkate alındığı bütünsel ve proaktif bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Bu ise, ürün ve süreç tasarımı ile çevresel konuların bütünleştirilmesini sağlayan “Yeşil Tasarım” (Green Design, GD) ile mümkün olacaktır.

**Şekil 1. Ürün Yaşam Dönemi Aşamaları ve Çevresel Etkileri**



Kaynak: Keoleian, 1995: 7.

## 2. Yeşil Tasarım Kavramı

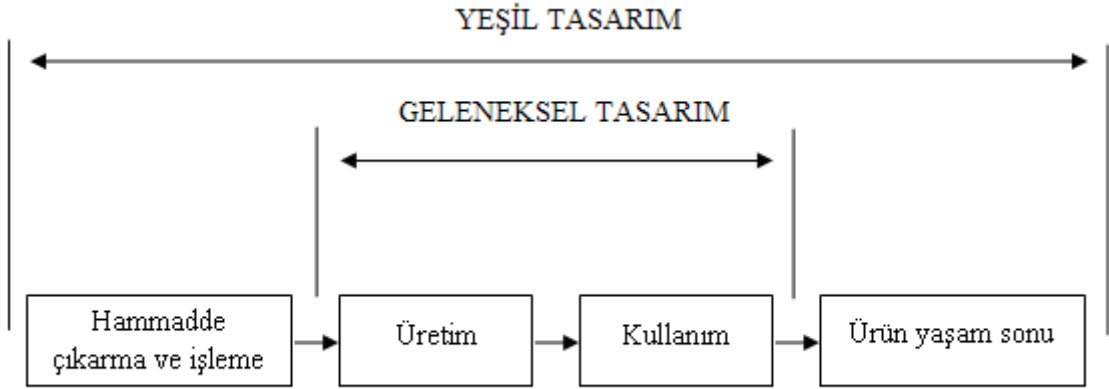
1980’li yıllardan itibaren çevreyle ilgili kaygıların artmasıyla beraber hükümetler, sivil örgütler, bilim adamları ve bazı sosyal sorumluluk sahibi işletmeler tarafından daha çevreci yaklaşımlar izlenmesi için çeşitli çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır. Başlangıçta, sadece üretim süreci sonrasında oluşan atıklar üzerine odaklanılarak alınan önlemlerin ve yapılan yasal düzenlemelerin, ürünün çevresel etkilerinin azaltılmasında çok da etkili olmadığı görülmeye başlanmıştır. Ürünün tüm yaşam döneminin dikkate alındığı daha bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi gerekliliği doğmuş ve “Yaşam Dönemi için Tasarım” (Design for Life Cycle, DfLC) kavramı ortaya çıkmıştır.

DfLC; bir ürünün fikir olarak yaratılmasından üretimine, kullanımından imha edilmesine, hatta geri kazanılmasına kadar olan tüm yaşam dönemine bir bütün olarak bakan bir kavramdır. DfLC; kirlilik önleme ve kaynak koruma stratejilerini, daha ekolojik ve ekonomik sürdürülebilir ürün sistemleri ile bütünleştiren proaktif bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım; bir ürünün, yaşam döneminin her bir aşamasının çevre üzerinde yarattığı etkiyi dikkate alarak bu etkilerin azaltılmasını amaçlamaktadır. Çevreyle ilgili kaygıların belirgin bir şekilde artmasıyla bu kavram, “Çevre için Tasarım” (Design for Environment, DfE) dönüşmüştür (Clarke & Gershenson, 2007: 71).

Literatürde DfE ile benzerlik gösteren ve çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanılan “Eko-tasarım” (Eco-design), “Çevreye Duyarlı Tasarım” (Environmentally Conscious Design), “Yeşil Mühendislik” (Green Engineering), “Beşikten Beşiğe Tasarım” (Cradle-to-Cradle Design) gibi birçok kavram bulunmaktadır. Ancak ne var ki her bir kavram, farklı zamanlarda ve bölgelerde ortaya çıkması nedeniyle anlam olarak birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; eko-tasarım; genellikle Avrupa’da kullanılan ve bir ürünün tüm yaşam dönemini dikkate alarak, ürün ve süreç tasarımında maliyet, kalite vb. geleneksel olarak ifade edilebilecek ilkelerle ekolojik ilkelerin bütünleştirildiği tasarım anlayışını ifade eden bir kavramdır. Çevreye duyarlı tasarım; tasarımda üstlenilen çabalardan ziyade üretim üzerine odaklanılan bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Yeşil mühendislik; çevresel problemleri ya ürün, süreç veya sistemin altında yatan bileşimi değiştirerek ya da sistemin etkilediği bağlamı değiştirerek ele almaktadır. DfE, eko-tasarım ve çevreye duyarlı tasarımda daha çok tüketim ürünlerinin ve endüstriyel süreçlerin tasarımlarının dikkate alınma eğilimi varken yeşil mühendislikte ise kimyadan arazi kullanımının planlanmasına kadar geniş bir ölçekte ürünlerin, süreçlerin ve sistemlerin çevresel performanslarını geliştirme çabası bulunmaktadır. Beşikten beşiğe tasarım; önceki stratejilerin kapsamlarını genişleterek tüm süreçlerdeki çıktıların, aynı zamanda diğer süreçlerde veya daha geniş bir ekosistemde girdi olarak kullanımının sağlanabileceği bir ürün tasarımıdır. Amaç; ikincil ürünlerin, doğa tarafından tamamen metabolize edildiği veya orijinal sürece geri bildirildiği yeni bir ürün yaşam döngüsü geliştirmektir (Clarke & Gershenson, 2007: 72-74). Görüldüğü üzere, her ne kadar kavramlar arasında küçük anlam farklılıkları olsa da temelde tüm bu kavramlar, ürünün tüm yaşam dönemini ve bu dönem içerisindeki çevresel etkilerini bütünsel olarak dikkate almaktadır. Dolayısıyla uygulamada, kavramlar çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanılabilir (Baumann ve diğerleri, 2002: 413; Clarke & Gershenson, 2007: 71; Glantsching, 1994: 508). Dolayısıyla bu çalışmada, literatürde yer alan tüm bu kavramları tek bir çatı altında toplayarak daha geniş bir çerçeveyi yansıttığı düşünülen ve daha genel bir kavram olan GD kavramının kullanılması tercih edilmiştir.

GD; 1992 yılında Amerikan Elektronik Birliği'nin (American Electronics Association) çabaları doğrultusunda çevre bilincinin, ürünlerin geliştirilmesi konusu içerisine sokulması ile ortaya çıkmış bir kavramdır (Sun ve diğerleri, 2003: 59). GD; çevresel etkiyi azaltmak ve çevreyi korumak için tasarımdaki değişiklikleri veya iyileştirme stratejilerini uygulama yöntemlerini kapsamaktadır. GD'yi; işletmelerin, ürün ve süreçlerini çevreye duyarlı bir anlayış ile tasarladığı sistematik bir süreç olarak tanımlamak mümkündür (Baumann ve diğerleri, 2002: 413). Farklı bir şekilde ifade etmek gerekirse GD; yeni bir ürün ve süreç geliştirilirken, ürünün tüm yaşam dönemine yayılan çevre sağlığı, insan sağlığı ve güvenlik konuları ile ilişkilendirilen tasarım konularının sistematik olarak dikkate alınmasıdır (Fiksel, 2009: 6). Dolayısıyla GD; Şekil 2'de de görüldüğü üzere maliyet, kalite vb. unsurlar dikkate alınarak ürün ve süreçlerin, sadece üretim ve kullanım aşamalarındaki tasarımlarının yapıldığı (geleneksel) tasarım konularına çevreye duyarlı anlayışın entegre edilmesini sağlayarak ürünün tüm yaşam döneminin dikkate alındığı daha geniş bir bakış açısı oluşturulmasını sağlamaktadır.

Şekil 2. Yeşil Tasarım - Geniş Bakış Açısı



Kaynak: Knight ve diğerleri, 2009: 550.

### 3. Yeşil Tasarımın Kapsam Ve Amacı

GD; ürün ve çevre arasındaki ilişkinin ortaya konması açısından üç aşamalı bütünleştirilmiş bir yaklaşım kullanmaktadır ([http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EN&nav\\_ID=ecoDesignIntro&subNavID=1&pagID=1&flag=1,01.12.2008](http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EN&nav_ID=ecoDesignIntro&subNavID=1&pagID=1&flag=1,01.12.2008)):

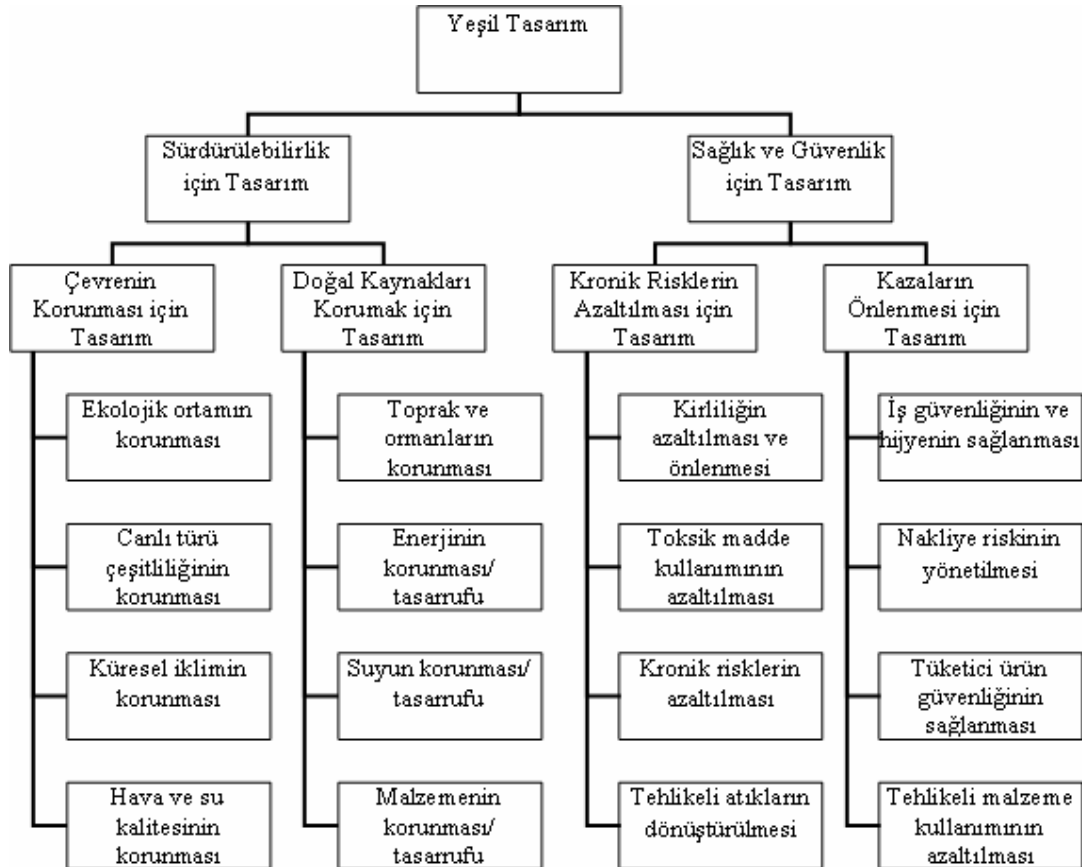
- Bir ürünün çevresel etkileri, üretim gibi sadece belirli bir aşamada değil; hammadde çıkarma ve işleme, üretim, dağıtım, kullanım, yeniden kullanım ve imha aşamaları boyunca, kısaca ürünün tüm yaşam dönemi boyunca ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla tasarım, ürünün tüm yaşam dönemi dikkate alınarak yapılmaktadır.
- Bir ürünün işlevselliğinin geliştirilebilmesi için sarf malzeme, ambalaj gibi üretim sürecinde yer alan tüm unsurların dikkate alınması gerekmektedir. Bu da ürünün, bir sistem olarak ele alınarak tasarlanması anlamına gelmektedir.
- Çevresel anlamda farklı kriterler (doğal kaynakların tükenmesi, sera gazı etkisi, toksiklik vb.) arasındaki ödünleşimlerden (trade-offs) kaçınmak amacıyla bir

ürün sisteminin, ürün yaşam dönemi boyunca oluşturabileceği çevresel etkilerin değerlendirilmesi için tasarım sürecinde çeşitli araçların kullanılması, çoğu zaman birbirine kombine edilmesi gerekmektedir.

GD; şekil 3'te de görüldüğü üzere çevresel risk yönetimi, ürün güvenliği, iş güvenliği, kirlilik önleme, ekoloji ve kaynak tasarrufu, kaza önleme ve atık yönetimi gibi birçok disiplini kapsayan bir kavramdır. Bu denli geniş bir kapsamı olması nedeniyle GD'nin sistematik olarak uygulanması çok da kolay olmamaktadır. Dolayısıyla GD'nin yeni bir ürün geliştirme sürecine entegre edilmesi için şu temel unsurlara ihtiyaç duyulmaktadır (Fiksel, 1994; 75-76):

- Eko-etkinlik ölçütleri: Çevresel performansın ölçümünü desteklemek için temel müşteri gereksinimleri veya işletme amaçları doğrultusunda belirlenir.
- Eko-etkin tasarım uygulamaları: Ürün geliştiriminin ilk aşamalarında uygulanan ve eko-etkinlik ile ilişkili teknolojilerin derinlemesine bir anlaşılması temeline dayanan uygulamalar.
- Eko-etkin analiz yöntemleri: Çözüm getirilen tasarımların belirlenmesi amacıyla yukarıda ifade edilen ölçütler dikkate alınarak çözüm getirilen tasarımların belirlenmesi ve maliyet ve kalite ödünleşimlerinin analiz edilmesi.

**Şekil 3. Yeşil Tasarım Kavramının İlişkili Olduğu Disiplinler**



Kaynak: Fiksel, 1994: 76.

Genellikle ürün yaşam dönemi boyunca oluşan çevresel etkiler, yaşam döneminin her aşamasına eşit bir şekilde dağılmamaktadır. Örneğin; bir otomobilin yarattığı en büyük çevresel etki, benzin tüketimi ve buna bağlı olarak havaya salınan karbondioksittir (CO<sub>2</sub>). Buna karşın döşemelerin kullanımının yarattığı çevresel etki ise daha azdır. Ancak döşemelerin üretiminde ve imha edilmesinde de benzin tüketimine benzer çevresel etkiler meydana gelmektedir (Keolian, 1995; 12). Bu noktada GD, ürünlerin tüm yaşam dönemi boyunca meydana gelebilecek çevresel etkilerin bir profilinin çıkartılmasına yardımcı olarak ürün daha tasarım aşamasındayken gerekli önlemlerin alınmasını ve yaşam dönemi boyunca oluşan çevresel etkilerin azaltılmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla GD'nin en temel amaçlarının bir ürünün tüm yaşam dönemi boyunca oluşan çevresel etkilerin azaltılması, kaynak etkinliğinin artırılması ve enerji tüketiminin azaltılması olarak sıralamak mümkündür. Bu amaçları, ürün yaşam döneminin her bir aşaması için detaylandırmak mümkündür. Buna göre GD'nin ürün yaşam dönemi aşamalarına göre amaçları Tablo 1'de görüldüğü şekilde olmaktadır. Bu amaçlara ulaşabilmek içinse şu faaliyetlerin yerine getirilmesi gerekmektedir (Sun ve diğerleri, 2003: 60; Fiksel, 1993: 127; Hendrickson ve diğerleri: 2):

- Eko-etkinliğin geliştirilerek daha az kaynak ile daha fazla ürün üretilmesinin sağlanması,
- Üretimde kullanılan yenilenemeyen kaynakların azaltılarak yenilenebilir kaynakların daha fazla kullanılması,
- Ürün bileşenlerini meydana getiren malzemelerin, daha çevre dostu olan malzemelerle değiştirilmesi,
- Ürün bileşeninde veya üretim sürecinde kullanılmakta olan toksik maddelerin miktarının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması,
- Ürün kalitesi ve dayanıklılığı geliştirilerek ürün yaşam döneminin genişletilmesi ve atık akışının azaltılması.

**Tablo 1. Yeşil Tasarımın Ürün Yaşam Dönemi Aşamalarına Göre Amaçları**

Yaşam Dönemi Aşamaları	Amaç
Ham madde ve malzeme seçimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaynak tasarrufu için tasarım</li> <li>• Çevre etkisi en az olan malzemelerin kullanılması için tasarım</li> </ul>
Üretim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha temiz üretim için tasarım</li> </ul>
Dağıtım	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etkin dağıtım için tasarım</li> </ul>
Kullanım	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enerji etkinliği için tasarım</li> <li>• Su tasarrufu için tasarım</li> <li>• En az tüketim için tasarım</li> <li>• Çevre etkisi en az olan ürün tasarımı</li> <li>• Hizmet ve tamir için tasarım</li> <li>• Dayanıklılık için tasarım</li> </ul>
Ömrünü tamamlayan ürün	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeniden kullanım için tasarım</li> <li>• Yeniden üretim için tasarım</li> <li>• Demontaj için tasarım</li> <li>• Geri dönüşüm için tasarım</li> <li>• Güvenli imha için tasarım</li> </ul>

Kaynak: <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/dfe.html> (13.08.2008).

### 3.1. Yeşil Tasarım Sürecinde Yer Alan Taraflar

İşletmelerin büyüklüğüne bağlı olarak, bazı bölümlerin veya bazı çalışanların, GD sürecine dahil olmaları gerekebilmektedir. Örneğin; GD, sadece ürün geliştirme takımını değil, aynı zamanda pazarlama, lojistik ve satın alma gibi işletmenin diğer bölümlerini de etkileyebilmektedir (<http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EN&navID=ecoDesignProcedure&subNavID=1&pagID=2&flag=1>, (01.12.2008)). Dolayısıyla bir ürünün çevresel performansının maksimize edilmesi için bölümler arası işbirliği yapılması gerekmektedir. Tablo 2’de GD sürecinde yer alması gereken taraflar ve temel görevleri yer almaktadır.

**Tablo 2. Yeşil Tasarım Sürecinde Yer Alması Gereken Taraflar**

Taraf	Temel Görev
Tasarımcı/Tasarım takımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fikirler üretmek ve bu fikirleri geliştirilebilecek pratik ölçütlere çevirmek</li> </ul>
Ürün mühendisi/Üretim bölümü	<ul style="list-style-type: none"> <li>Önerilen GD değişikliklerinin teknolojik olarak uygulanabilirliğini belirlemek</li> </ul>
Çevre uzmanı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mevcut ürünün, alternatif ölçütlerin ve nihai GD ürününün çevre analizlerini yapmak</li> <li>Sürecin kapsam ve amaçlarının tanımlanmasında yer almak</li> </ul>
Pazarlama uzmanı/takımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sürecin kapsam ve amaçlarının tanımlanmasında yer almak</li> <li>GD ürününün pazara çıkarılması hazırlıklarını yapmak</li> </ul>
Diğer sorumlu bölümler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çevresel açıdan geliştirilecek diğer yönlerin belirlenmesine yardımcı olmak</li> <li>Önerilen ölçütlerle ilgili fikir vermek ve ekonomik olarak uygulanabilirliğini belirlemek</li> </ul>
Süreç müdürü	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sürecin kapsam ve amaçlarını tanımlamak</li> <li>Yeni ürüne uygulanacak ölçütlerin seçiminde yer almak</li> <li>Diğer tarafların katılımını koordine etmek ve sağlamak</li> </ul>

Kaynak: <http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EN&navID=ecoDesignProcedure&subNavID=1&pagID=2&flag=1>, (01.12.2008)).

GD sürecine işletmedeki bazı bölüm ve çalışanların yanı sıra tedarikçilerin de dahil edilmesi gerekebilmektedir. Son yıllarda işletmeler, nihai müşterileri için değer yaratmak, iş ve çevresel performanslarını geliştirmek için tedarik zincirinde yer alan paydaşlarıyla daha çok işbirliği yapmaya başlamışlardır. Ürünlerin çevresel etkilerini azaltmak isteyen işletmeler, ürünlerin tasarımında ve geliştirilmesinde tedarikçilerin maliyet azaltıcı yenilikçi fikirler ve yeni teknolojiler geliştirmelerini daha sık teşvik etmeye; hatta ürün tasarımında tedarikçilerden teknik yardım, destek ve tavsiye istemeye başlamışlardır. Örneğin; dünyadaki en büyük klor üreticisi olan Dow Chemical; trenin raydan çıkması ile sonuçlanabilecek bir kazada vagonun delinmesi ve bölge halkına ve ekolojik sisteme zarar vermesi riskini azaltmak istemesi nedeniyle, kimya endüstri birliğinin ve ABD yasalarının öngördüğü taşıma araçlarının iki katı kalınlığında bir vagon tasarlamak istemiştir. Ancak Dow, bu problemi kendi başına çözebilecek bir uzmanlığa sahip olmadığından dağıtımçıları bu tasarım sürecine dahil etmiş; böylece bir kaza durumunda parçalanması çok güç olan bir vagon tasarlamayı



başarmışlardır. Bu başarılı tasarım, çok kısa bir süre içerisinde endüstri standardı haline gelmiştir. Tasarım sürecine tedarikçilerin dahil edilmesine verilebilecek bir diğer örnek ise, otomotiv endüstrisindeki bazı üreticilerin, çevre açısından tehlike yaratmayan girdiler geliştirebilmek için boya ve boyayla ilişkili kimyasal tedarikçileriyle işbirliği yapmalarıdır (Darnall ve diğerleri, 2008: 33; Çelikçapa, 2000: 163). Örneklerden de görüldüğü üzere, tedarikçilerin GD sürecine dahil edilmesi, sadece yeşil ürün veya süreçler geliştirilmesine değil, aynı zamanda işletmelerin rekabet üstünlüğü kazanmalarına, pazarda liderlik konumunu elde etmelerine ve çevreyle ilgili yasal düzenlemelere uygunluk sağlamalarına da yardımcı olmaktadır

### 3.2. Yeşil Tasarım Uygulamalarını Gerektiren Nedenler

İşletmelerin GD uygulamalarını yerine getirmelerine neden olan çeşitli iç ve dış etkenler bulunmaktadır. Bu etkenler, toplu halde Tablo 3'te görülmektedir.

**Tablo 3. Yeşil Tasarım Uygulamalarını Gerektiren Nedenler**

Etkenler		Etkiler	Sonuçlar
Dış	Risk ve yükümlülükleri azaltma	Çalışanlara ve çevreye olan zararları ortadan kaldırma	Dava ve yasal düzenlemelerden kaçınmak
	Toplumla daha iyi ilişkiler kurma	İşletmenin toplumdaki algısını geliştirme	Pazar payını korumak
	Müşteri talepleri	Çevresel olarak daha iyi ürünlere olan müşteri taleplerine cevap verme	Müşterileri etkilemek ve elde tutmak
	Rekabet	Çevresel olarak daha iyi ürünler yaratma ve daha çok pazar payı kazanma	Pazar payını korumak
	Tedarik zinciri talepleri	Tüm paydaşların çevresel performanslarını geliştirmelerine bağlı olan çevresel gelişmeleri uygulama	Pazar payını korumak
	Standartlar	Belirli bir çevre unvanının güvenilirliğini elde etmek adına ürünler için hedefler belirleme	Müşterileri etkilemek
İç	Ürün performansını geliştirme	Müşteri memnuniyetini arttırmak için ürünleri geliştirme	Müşterileri etkilemek ve elde tutmak
	Maliyetleri azaltma	Çevresel zararı azaltma ve daha etkin kaynak kullanımı	İşletme performansını geliştirmek
	Çalışan bağlılığını canlandırma	Çalışan değerlerini açığa vuran bir toplanma nedenini şekillendirme	İşletme performansını geliştirmek

Kaynak: Clarke & Gershenson, 2007: 78.

AB Komisyonu'nun yayımlamış olduğu 2002/96/EC sayılı WEEE Direktifi'ne göre, WEEE'lerin ayrı toplanması ve geri kazanılması zorunlu tutulmuştur. Bu durum; üreticilerin, ürünlerini geri kazanım seçeneklerinin uygulanabileceği şekilde tasarımlarını gerektirmektedir. Bu direktifi tamamlayıcı nitelikte olması amacıyla AB Komisyonu tarafından yayımlanan bir diğer direktif ise 2002/95/EC sayılı RoHS Direktifi'dir. Bu direktif, elektrikli ve elektronik ekipmanların(Electronic and Electrical Equipment - EEE) içerdikleri bazı tehlikeli maddelerin azaltılmasını ve belirlenen sınırlar



dahilinde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Direktife göre, 1 Temmuz 2006 tarihinden itibaren piyasada yer alacak EEE'lerin kurşun, cıva, kadmiyum, heksavalent krom, çok bromlu bifeniller (Polybrominated Biphenyls - PBBs) ve çok bromlu difenil eterler(Polybrominated Diphenyl Ethers - PBDEs) içermesi yasaklanmış, bunların diğer maddelerle değiştirilmeleri zorunlu kılınmıştır(<http://www.kbm.com.tr/rohs.html>, (01.05.2009)).

2005 yılında yayımlanan 2005/32/EC sayılı EuP Direktifi, enerji kullanan tüketim ürünlerinin eko-tasarım gerekliliklerinin belirlenmesine ilişkin bir çerçeve oluşturmaktadır. Amaç, bu ürünlerin çevresel performanslarının geliştirilmesidir. ([http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/index_en.htm), (01.05.2009)).

EC 1907/2006 sayılı REACH Direktifi; kimyasalların kaydı, değerlendirilmesi, izni ve kısıtlanmasını öngören bir düzenlemedir. Bu düzenleme ile açıkça kapsam dışında bırakılmadığı takdirde, tüm kendi halinde, müstahzar veya eşya içinde bulunan kimyasal maddeler REACH Sistemine dahil olup, söz konusu kimyasalların yılda 1 tonun üzerinde AB pazarına sürülmeleri durumunda (AB'de üretilen/ithal edilen) Helsinki'de bulunan Avrupa Kimyasallar Ajansı'na kayıt ettirilmesi gerekmektedir. Amaç; çevre ve insan sağlığını, kimyasal kullanımından yüksek düzeyde korumayı sağlamak ve kimyasalları piyasaya süren üretici ve ithalatçı/ihracatçıları kullanım amaçlarına ilişkin risklerin anlaşılmasını sağlamak ve yönetiminden sorumlu tutmaktır (<http://www.iib.org.tr/bim/ReachTuzugu.pdf>, (01.05.2009); <http://www.dtm.gov.tr/dtadmin/upload/AB/SanayiSektorDb/REACH.doc>, (01.05.2009)).

Görüldüğü üzere tüm bu yasal düzenlemeler, kullanılan hammadde ve malzemelerin kısıtlanması, geri kazanım seçeneklerinin zorunlu kılması, enerji verimliliğinin sağlanması vb. konular açısından işletmelere çeşitli zorunluluklar getirmekte ve işletmelerin ürün tasarımlarında değişiklikler yapmalarını gerektirmektedir. GD uygulamaları, işletmelerin bu tür yasal düzenlemelere uygunluk sağlamalarını kolaylaştıran bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır.

Son yıllarda yaşanan çevre sorunları, toplumların çevre duyarlılığının gelişmesine ve müşterilerin daha çevre dostu ürünlere yönelmelerine neden olmuştur. Yeşil ürünlere olan talebin artması karşısında işletmeler, GD uygulamalarına yönelerek müşterilerin isteklerini ürünlere kolayca entegre etmekte; hem geleneksel rekabet unsurları olan maliyet ve kaliteyi, hem de ürünün çevresel performansını geliştirmektedirler. Dolayısıyla bu durum, işletmelere bir rekabet üstünlüğü kazandırmasının yanı sıra müşterilerin zihnindeki yeşil imajın da geliştirilmesini sağlamaktadır.

Genellikle çevresel stratejilerin işletmeler için çok maliyetli olduğuna dair yaygın bir inanış vardır. Ancak yapılan birçok çalışmada GD'nin, işletmelere maliyet tasarrufu sağladığı görülmektedir. Örneğin; birim ürün başına kullanılan malzeme miktarının azaltılması, üretim sürecinde daha az atık oluşması ve üretimin daha az enerji tüketilerek gerçekleştirilmesi üreticilere doğrudan sağlanan tasarruf maliyetleridir. Üretim sürecinde kullanılan tehlikeli maddelerin ve atık miktarının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması ise atıkların taşınması ve arıtma işlemlerini azaltması nedeniyle işletmeye dolaylı yollardan maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Schischke ve diğerleri: 2).

Rekabet koşullarının hızla değişmesi ile işletmelerin tek başlarına hayatta kalmaları hayli zorlaşmıştır. Bu zorlu rekabet koşulları karşısında, son yıllarda işletmeler, tedarik zinciri yönetiminin önemini anlamışlar; nihai müşterileri için değer yaratmak ve iş performanslarını geliştirmek için tedarik zincirinde yer alan paydaşlarıyla işbirliği yapmaya ve bunu bir rekabet stratejisi olarak kullanmaya başlamışlardır (Preuss, 2005: 124; Darnall ve diğerleri, 2008: 33). Bu noktada paydaşlar; maliyet, kalite, zamanında teslimat vb. konuların yanı sıra çevre duyarlılığı yüksek olan ana işletmelerin, çevresel gereksinimlerini karşılama baskısıyla da karşı karşıya kalmışlardır. Tedarik zincirinde yer alan paydaşların yürütecekleri GD çalışmaları, bu baskıları kolaylıkla aşmaları konusunda bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır.

**Tablo 4. Yeşil Tasarım ve ISO 14000'nin Amaçlar Bakımından Karşılaştırılması**

Amaçlar	Yeşil Tasarım	ISO 14000
Çevresel performansta sürekli gelişme sağlama	✓	✓
Toplumla iyi ilişkiler sürdürme	✓	✓
Makul maliyetlerde sigorta edinme	✓	✓
İşletme imajını ve pazar payını geliştirme	✓	✓
Müşterilerin sertifika kriteriyle karşılaşma		✓
Maliyet kontrolünü geliştirme	✓	✓
Yükümlülük ile sonuçlanacak olayların azaltılması	✓	✓
Gerekli önemi gösterme	✓	✓
Girdi olarak kullanılan malzeme ve enerjinin korunması	✓	✓
İzin belgelerinin ve ruhsatların alınmasında kolaylık sağlama	✓	✓
Gelişmenin teşvik edilmesi ve çevresel çözümlerin paylaşılması	✓	✓
Endüstri-hükümet ilişkilerinin geliştirilmesi	✓	✓
Geçerli düzenlemelere uymak için taahhütte bulunma	✓	✓
Kaynak tüketiminin azaltılması	✓	
Malzemeleri işleme tüketiminin azaltılması	✓	
Zehirli içeriklerin azaltılması	✓	
Üretim süresince oluşan atıkların azaltılması	✓	
Enerji verimliliğinin artırılması	✓	
Sıvıların geri dönüşümünün sağlanması	✓	
Ürün dayanıklılığının artırılması	✓	
Ürün sağlamlığının artırılması	✓	
Malzemelerin geri dönüştürülme oranının artırılması	✓	
Malzemelerin tespit edilmesinde standardizasyonun sağlanması	✓	
Montaj ve demontaj sürelerinin azaltılması	✓	
Atık arıtmanın azaltılması	✓	
Çalışma koşullarında ve güvenlik konularında gelişme sağlama	✓	
Mesleki sağlık ve güvenlik ölçütlerine olan ihtiyacın azaltılması	✓	

Kaynak: DeMendonça ve diğerleri, 2001: 55.

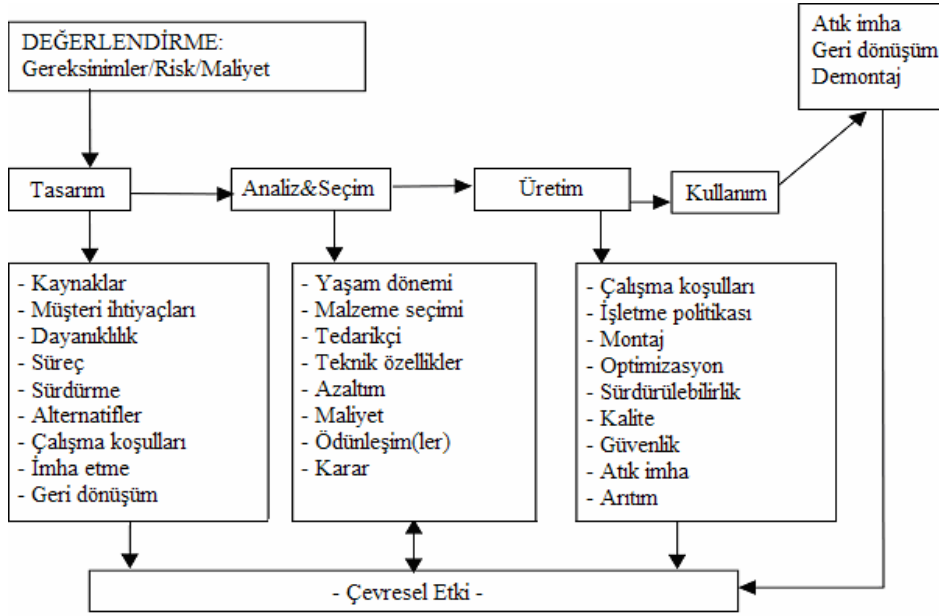
ISO 14000 belgelerinin alınması çoğu zaman pahalı ve uzun bir süreç gerektirmektedir. Özellikle finansal imkânları sınırlı olan küçük ve orta büyüklükteki işletmeler(KOBİ) için bu belgelerin alınması çoğu zaman mümkün olmayabilmektedir. Amaçlar bakımından karşılaştırılma yapıldığında GD, ISO 14000 ile tamamen uyumlu, hatta ISO 14000'e göre daha ayrıntılıdır (Tablo 4) (DeMendonça & Baxter, 2001: 55). Dolayısıyla GD stratejilerini benimseyen bir işletme, ISO 14000'in şartlarına uymasının yanı sıra enerji ve malzeme tüketiminde optimizasyon sağlarken aynı zamanda atık miktarını ve ürünün çevresel etkilerini de azaltmaktadır.

### 3.3. Yeşil Tasarımın İşleyişi

Üretim ve tasarım, ürün geliştirme aşamalarının ilk dönemlerinde döngüsel bir etkileşim içerisindedir. Geleneksel ürün yaşam dönemi analizinde tasarım mühendisi, üretim hattındaki problemler üzerine çalışmakta ve üretim maliyetlerini veya üretim süresini azaltmak için tüm seçenekleri dikkate almaktadır. GD ise geleneksel ürün yaşam dönemi analizini de içine alarak malzemelerin elenmesini veya ikamesini, süreç optimizasyonunu, enerji tasarrufunu ve ürünün yeniden kullanımını dikkate almaktadır. GD, tasarım mühendislerine ürünlerin tüm yaşam döneminin çevresel etkilerini değerlendirmesi için yol göstermektedir. Dolayısıyla atık miktarı azalmakta, enerji ve malzeme kullanımı optimize olmakta ve süreç sonunda çıkan atık, başka bir süreç için girdi olabilmektedir. Bu modern tasarım uygulaması, sürecin yeniden yapılandırılmasını sağlayacak alternatif üretim yaklaşımları ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, tüm tasarım amaçlarının iyi bir şekilde anlaşılmasına ve endüstriyel ekosistem analizini kapsamalarına bağlıdır.

Şekil 4'te GD sürecinin aşamaları görülmektedir. Öncelikle tasarım mühendisi; ürün gereksinimleri, risk ve maliyetler için bir ön değerlendirme yapmaktadır. İkinci olarak üretim sürecinde oluşan atıkların azaltılması, geri dönüşümü veya tamamen ortadan kaldırılması için ürün yaşam döneminin çevresel etkileri, diğer alternatiflerle karşılaştırılmakta; buna ek olarak müşteri ihtiyaçları, doğal kaynakların korunması ve çalışma koşulları da dikkate alınmaktadır. Tasarımın, alternatiflerle karşılaştırılması, GD sürecini geliştiren bir aşamadır. Genellikle bu aşamada tasarım mühendisi, birçok ödünleşimlerle karşılaşmakta ve alternatifler arasında seçim yapmakta zorlanmaktadır. Alternatiflerin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi içinse çeşitli GD araçları kullanılmaktadır. Bir sonraki aşama; üretim süresinin, kullanılan malzeme miktarının, süreç sürdürülebilirliğin ve atık imha veya arıtmanın optimizasyonudur. Bu yapılırken çalışma koşulları, güvenlik ve ürün kalitesinden ödün verilmemelidir. Son olarak ürün kullanımı gerçekleşmekte ve yaşam döneminin sonunda ya geri dönüştürülmekte ya da imha edilmektedir (DeMendonça & Baxter, 2001:53-54).

#### Şekil 4. Yeşil Tasarım Süreci Aşamaları



Kaynak: DeMendonça & Baxter, 2001: 54.

#### 4. Yeşil Tasarımın Yararları

GD, ürünün tüm yaşam dönemi boyunca oluşan çevresel etkilerin azaltılmasının yanı sıra işletmelere birçok konuda yarar sağlamaktadır. Bu yararları şu şekilde sıralamak mümkündür (Fiksel, 1993: 126; Knight ve diğerleri, 2009: 554; Fabio ve diğerleri, 2006: 21; Environment Australia, 2001: 6-7; <http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EN&navID=ecoDesignIntro&subNavID=1&pagID=3&flag=1>):

- GD; üretim ve atık yönetimi maliyetlerinin azaltılmasını sağlayarak işletmelerin rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü kazanmalarına yardımcı olmaktadır.
- Çevreyle ilgili problemlerin artmasıyla müşterilerin çevresel kaygıları da giderek artmakta ve müşteriler, artık daha yeşil ürünler tercih etmektedirler. GD; ürünlerin tüm yaşamı boyunca oluşan çevresel etkilerin azaltılmasını ve daha yeşil ürünler tasarlanmasını sağlayarak işletmelerin, müşterilerin bu isteklerine cevap verebilmelerine yardımcı olmaktadır.
- GD; eko-etkinliğin geliştirilmesini sağlayarak kullanılan hammadde ve malzemelerden en üst seviyede yararlanılmasına ve artık miktarının azaltılarak maliyet tasarrufu sağlanmasına yardımcı olmaktadır.
- GD ile ürünler, yaşam dönemleri sona erdikten sonra geri kazanım uygulamalarının(yeniden kullanım, yenileştirme, yeniden üretim, geri dönüşüm) gerçekleştirilebilmesi amaç edinilerek tasarlanmaktadır. Böylece yaşam dönemi sona erdiği halde halen bir değer taşıyan ürünlerin imha edilmesi önlenmekte; parça ve bileşenlerin yeniden kullanımı ve/veya geri dönüşümü sağlanarak doğal kaynakların ziyan olmasının önüne geçilmektedir.

- GD, çevreyle ilgili ulusal/uluslararası yasal düzenlemelere ve standartlara uygunluğu kolaylaştırdığından (küresel) rekabet gücünün devam ettirilebilmesine yardımcı olmaktadır.
- GD’de kullanılmak üzere, ürünlerle ilgili girdi ve çıktılara ilişkin daha fazla bilgi elde edildiğinden stratejik kararların alınması kolaylaşmaktadır. Örneğin; yatırım seçenekleri, finansal olarak daha doğru bir şekilde değerlendirilerek daha kesin planlar yapılabilmektedir.
- GD; ürünün çevresel performansının geliştirilmesi için yapılan tasarım müdahalelerinin getirdiği ekonomik maliyetlerin kontrol edilmesini ve sınırlandırılmasını sağlamaktadır.
- GD ile, atık ve kirlilikle ilgili oluşabilecek yasal yükümlülük riskinin azaltılması ve çevresel performansın geliştirilmesi sağlanarak işletme değeri geliştirilmekte, böylece işletmelerin finansal gücü ve yatırımcıları etkileyebilme yeteneği artmaktadır.
- GD; mevcut bir ürünün yeniden dikkate alınarak fonksiyonlarının çevresel anlamda geliştirilmesini teşvik etmektedir. Bu süreçte geliştirilen yeni fikirler, ürünlerin farklılaştırılmasına veya yeni ürünlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu durum ise işletmelere yeni pazar fırsatları sunmaktadır.
- GD, reaktif bakış açısından proaktif bir bakış açısına geçilmesini sağlayarak var olan yasal düzenlemelere uygunluğun sağlanmasını kolaylaştırmakta; gelecekte çıkabilecek yasal düzenlemelere karşı ise önceden hazırlıklı olunmasını sağlamaktadır.
- GD; ürünlerin çevresel etkilerinin azaltılmasını ve işletmelerin çevresel performanslarını geliştirmelerini sağladığından işletmelerin toplumdaki yeşil imajını geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.

## 5. Sonuç

Çağımızın en büyük problemlerinden biri, endüstrileşmenin getirmiş olduğu çevresel sorunlardır. Günümüzde yaşanan çevre problemlerinin birçoğu, endüstriyel atık sonucu oluşmakta ve ürünün tüm yaşamı boyunca meydana gelen atığın %98’ini oluşturmaktadır (DeMendonça & Baxter, 2001: 55). Ancak sadece üretim süreci sonunda oluşan atıklara odaklanılarak yürütülen çevresel faaliyetler, işletmelerin kendi çevresel performanslarını geliştirmelerinde etkili olsa da çevresel sorunların azaltılmasında çok da etkili olmadığı görülmüştür.

Ürünlerin tüm yaşam dönemi boyunca oluşan çevresel etkilerin azaltılması tasarım ile başlayan bir süreçtir. Üretimde kullanılacak hammadde ve malzemeden, ömrünü tamamladıktan sonra dahi geçeceği tüm süreçlere kadar her türlü faaliyet, ürün daha tasarım aşamasındayken belli olmaktadır. Ürünün tüm yaşam döneminin dikkate alınarak, çevre ve tasarım konularını bütünleştirerek tasarım yapılmasını öngören GD, ürün yaşam döneminin her aşamasında oluşan farklı çevresel etkilerin birçoğunun azaltılmasını veya tamamen ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Bunun içinde GD’de kullanılmak üzere çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bunlardan yaygın olarak kullanılanları aşağıdaki gibidir.

- Yaşam döngüsü analizi (Numez, 2008:9-10).
- Malzeme, enerji ve toksiklik matrisi (Van Berkel ve diğerleri, 1997:11-25; Nuij, 2005:138-151).
- Yaşam dönemi tasarım stratejileri çarkı (Clarke&Gershenson, 2007:98; Nuij, 2005:145).
- Eko-tasarım kontrol listesi (<http://www.ecosmes.net/cm/navContents?1=EN>; Nuij, 2005:146; Clarke & Gerhenson, 2007:98).
- Eko-pusula (Jones&Harrison, 2000, <http://www.trrz-journal.com/archives/2000/09/index.htm>,01.11.2008; Sun ve diğerleri, 2003:62)
- Yeşil QFD (Kalite Fonksiyon Göçerimi-Yayılmı; Zhang, 1999:1075; Qian&Xin, 2009:1-6).

Çalışmamızın amacı, bu konuda araştırma yapacak arkadaşlara bir temel oluşturmaktır.GD’de kullanılan bu araçlar ve özellikle bunlardan Yeşil QFD üzerinde çalışılması gerekli önemli bir konudur.GD kavramının bir çok üretici tarafından benimsenmesi, hem günümüz insanlığı hem de gelecek nesiller için daha yeşil ve yaşanabilir bir çevre yaratılabilmesi, başka bir deyişle sürdürülebilir bir yaşam sağlanması açısından önemli bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır.

#### Kaynakça

- Baumann, H. & Boons, F. & Bragd, A. (2002). Mapping the Green Product Development Field: Engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 10, 409-425.
- Clarke, Abigail & Gershenson, John K. (2007). Design for the Life-Cycle. In Myer Kutz (Ed.) *Environmentally Conscious Mechanical Design* (68-115). John Wiley&Sons.
- Çelikçapa, Feray Odman (2000). *Üretim Yönetimi ve Teknikleri*. Alfa Kitabevi, Bursa.
- Darnall, N. & Jolley, G. J. & Handfield, R. (2008). Environmental Management Systems and Green Supply Chain Management: Complements for Sustainability?. *Business Strategy and the Environment*, Vol. 17, Issue 1, 30-45.
- DeMendonça, M. & Baxter, T. E. (2001). Design for the Environment (DFE): An approach to achieve the ISO 14000 international standardization. *Environmental Management and Health*, Vol.12, No. 1, 51-56.
- Directive 2000/53/EC - The “ELV” Directive.
- Environment Australia (April 2001). Product Innovation: The Green Advantage. Department of the Environment and Heritage.
- Fabio, G. & La Rosa, G. & Risitano, A. (2006). *Product Design for Environment: A Life Cycle Approach*. Taylor & Francis Group.
- Fiksel, Joseph (2009). *Design for Environment: A Guide to Sustainable Product Development*. 2nd Edition, McGraw-Hill.
- Fiksel, Joseph (2-4 May 1994). How to Design for Environment and Minimize Life Cycle Cost. Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics & the Environment, 75-80.

- Fiksel, Joseph (10-12 May 1993). Design for Environment: An Integrated Systems Approach. Proceedings of the 1993 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, Arlington, Virginia, 126-131.
- Glantsching, Werner J. (December 1994). Green Design: An Introduction to Issues and Challenges. IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology - Part A, Vol. 17, No. 4, 508-513.
- Hart, Stuart L. (2005). Capitalism at the Crossroads: The unlimited business opportunities in solving the world's most difficult problems, Wharton School Publishing.
- Hendrickson, C. & Conway-Schempf, N. & Lave, L. & McMichael, F. Introduction to Green Design, <http://www.ce.cmu.edu/GreenDesign/gd/education/gdedintro.pdf>, (01.10.2008).
- <http://www.dtm.gov.tr/dtmadmin/upload/AB/SanayiSektorDb/REACH.doc>, (01.05.2009).
- [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/ecodesign/index_en.htm), (01.05.2009).
- [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/sustainable-product-policy/ecodesign/files/brochure\\_ecodesign\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sustainable-business/sustainable-product-policy/ecodesign/files/brochure_ecodesign_en.pdf), (01.10.2008).
- <http://www.ecosmes.net/cm/navContents?I=EN&navID=ecoDesignIntro&subNavID=1&pagID=3&flag=1>, (01.12.2008).
- <http://www.ecosmes.net/cm/navContents?I=EN&navID=ecoDesignProcedure&subNavID=1&pagID=2&flag=1>, (01.12.2008).
- <http://www.environment.gov.au/settlements/industry/corporate/dfe.html>, (13.08.2008).
- <http://www.iib.org.tr/bim/ReachTuzugu.pdf>, (01.05.2009).
- <http://www.kbm.com.tr/rohs.html>, (01.05.2009).
- Jones, Ellies&Harrison David (2000). Investigating the use of TRIZ in Eco-Innovation. TRIZ Journal, Sempember-2000,<http://www.triz-journal.com/archives/2000/09/b/index.htm>,01.11.2008.
- Keoleian, Gregory A. (1995). Life Cycle Design Framework and Demonstration Projects: Profiles of AT&T and allied signal. US Environmental Protection Agency (EPA), Office of Research and Development, Washington, DC.
- Knight, Paul & Jenkins, James O. (2009). Adopting and Applying Eco-design Techniques: A practioners perspective. *Journal of Cleaner Production*, No. 17, 549-558.
- Lewis, Helen & Gertsakis, John (2001). Design + Environment: A global guide to designing greener. Greenleaf Publishing.
- Nuij, Robert, (2005). Environmental Product Development, Environmental Management and Assessment (IEMA),138-151.
- Numez,Azucena (2008).The Role of Reverse Logistics in the Life Cycle Assesment, Hamburg University of Tecnology, MBA Thesis, 9-10.
- Preuss, Lutz (2005). Rhetoric and Reality of Corporate Greening: A View from the Supply Chain Management Function. *Business Strategy and the Environment*, No. 14, 123-139.



- Qian, Shi&Xin,Xie (2009). A Fuzzy-QFD Approach to the Assessment of Green Construction Alternatives Based on Value Engineering, Management and Services Sciences, MASS 09, International Conference on (978-1-4244-4638-4), 1-6.
- Schischke, K. & Hagelüken M. & Steffenhagen, G., An Introduction to EcoDesign Strategies - Why, what and how?. [http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/203/EN\\_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf?command=downloadContent&filename=EN\\_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf](http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/203/EN_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf?command=downloadContent&filename=EN_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf), (01.05.2009).
- Sun, J. & Han, B. & Ekwaro-Osire, S. & Zhang, H. (March, 2003). Design for the Environment: Methodologies, Tools and Implementation. *Journal of Integrated Design and Process Science*, Vol. 7, No. 1, 59-75.
- Van Berkel, Rene&Willems, Esther&Lafleur, Marije (1997). Development of an Industrial Ecology Toolbox for the Introduction of Industrial Ecology Enterprises-I. *Journal of Cleaner Production*, Vol.5, No:1-2,11-25.
- Zhang, Y. (1999). Green QFD-II:A life cycle approach for environmentally conscious manufacturing LCA and LCC into QFD Matrices. *International Journal of Production Research*, Vol: 37, No: 5, 1075-1091.
- Zhu, Q. & Sarkis, J. & Geng, Y. (2005). Green Supply Chain Management in China: Pressures, Practices and Performance. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, No. 5, 449-468