

# SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİME GEÇİŞTE İŞLETMELERDEKİ DEĞİŞİM GEREKLİLİĞİ

İ.Figen Gülenç

Kocaeli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, 41800, Kocaeli.

**Özet:** Yeni bin yılda endüstrideki yaklaşım, yalnızca sağlıklı bir toplum yaratma yükümlülüğüne sahip olmak değil, aynı zamanda da çevresel olumsuzlukları minimize eden sürdürülebilir üretim sistemlerini de geliştirmektir. Çevresel olumsuzlukları en aza indirmek, işletmelerin toplumsal sorumluluklarının belki de en önemlisidir. İşletmeler bu sorumluluklarını yerine getirebilmek için üretim yönetimine ilişkin kararlarda çevre konularına duyarlı yaklaşımlar göstermeli ve üretim fonksiyonu ile çevre konularını birlikte değerlendirmelidir.

Sürdürülebilir üretim, ürün tasarımından malzemenin geri kazanımına kadar bütün aşamaların üzerinde düşünmeyi ve değerlendirmeyi gerektirir. Sürdürülebilir üretim sistemlerinin özel yapısı, endüstrinin sektörüne göre değişecektir. İşletmelerin sürdürülebilir üretim göstergeleri daha çok çevreyle ilgilidir. Sürdürülebilir ürün tasarımı, ürün yaşam döngüsünün bütün aşamaları için önemlidir ve sürdürülebilir üretime girişle ilgili hemen hemen bütün sınırlamalar tasarım aşaması süresince oluşturulur.

Sürdürülebilir üretimin çevresel ve ekonomik faydalarından yararlanmak için her tür atığın üretimini durdurmak, en azından azaltmak gerekmektedir. Bunun içinde endüstriyel süreçler ve ürünlerin bütünlenmiş bir strateji ile sürekli uygulanması önemlidir. Gelecekte, müşteriler çevresel konularda daha bilinçli olacaklardır. Son yıllardaki değişimler göz önüne alındığında bir işletmenin sürdürülebilir üretimi başarmak için kendi faaliyetlerini kontrol etmek yanında ürün zincirinin tümüyle ilgilenmesi ve üretimini sağlık, güvenlik ve çevresel bir yapı üzerine yeniden oluşturması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sürdürülebilir üretim, sürdürülebilirlik, ürün yaşam döngüsü

## NECESSITY OF CHANGE IN FIRM ADOPTING SUSTAINABLE PRODUCTION

**Abstract:** Industrial approach of the new millenium does not comprise only the responsibility to create a healthy society, but also the responsibility to develop sustainable production systems that minimise environmental degradations. This minimisation is probably the most important social responsibility of the enterprises. In order to fulfil this, they must undertake enviromental friendly policies in the production management and include environmental issues in their production functions.

Sustainable production requires considering all processes from product design to recycling of the material. The specific structure of the sustainable production systems depends on the given industry. Indicators of the sustainable production of enterprises are related with the enviroment. Design of sustainable products is important for all phases of product life cycle and almost all constraints concerning sustainable product are set during this design phase.

The production of all industrial waste must be stopped or at least decreased in order to enjoy all environmental and economic benefits of sustainable production. Therefore, a total industrial process and product strategy must be followed permanently. In the future, clients will be more environmentally conscios. When considering the latest developments, to success a sustainable product an enterprise should control her production , should focus on the whole production chain and should reorganize her production on the base of health, security and environment.

**Keywords:** Sustainable production, sustainability, product life cycle

### 1. Giriş

Yeni bin yılda endüstrideki yaklaşım, yalnızca sağlıklı bir toplum yaratma yükümlülüğüne sahip olmak değil, aynı zamanda da çevresel olumsuzlukları minimize eden sürdürülebilir üretim sistemlerini de geliştirmektir (O'Brien, 1999:1).

Çevresel olumsuzlukları en aza indirme, işletmelerin toplumsal sorumluluklarının belki de en önemlisidir. İşletmeler bu sorumluluklarını yerine getirebilmek için üretim yönetimine ilişkin kararlarda

çevre konularına duyarlı yaklaşımlar göstermeli ve üretim fonksiyonu ile çevre konularını birlikte değerlendirmelidir (Yüksel, 2003:2). Sürdürülebilir üretim yalnızca ekonomik refah ve çevre koruma boyutlarına sahip değildir aynı zamanda sosyal adalet boyutuna da sahiptir. Sürdürülebilir üretim alanında temiz üretim sosyal sorumluluklar açısından anahtar rol oynar (Grutter and Egler, 2004:255).

Sürdürülebilirlik, endüstride; 19. yüzyılda buharın, 20.yüzyılda otomasyonun oynadığı rolü 21. yüzyılda oynayacaktır. Sürdürülebilir üretim ile yalnızca temiz bir çevre oluşturmak değil, aynı zamanda sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı destekleyen bir yolda, imalat endüstrisinin gelişmesi ve toplum ihtiyaçlarının karşılanma yeteneği ifade edilir.

Mevcut endüstriyel sistemler dünya doğal kaynaklarının bilinçsiz olarak tüketilmesi yüzünden uzun dönemde sürdürülebilir değildir. Endüstriyel gelişimini tamamlamış ulusların kalkınması da bu tüketim hızında sürdürülebilir olamaz. Gelişmiş ülkelerdeki ekonomik sistemin durağanlığı büyümeye bağlıdır ve gelişmekte olan ülkelerin hiç biri kendi ekonomik kalkınmalarının önüne geçecek sınırlamaları kabul etmeyecektir. Ekonomik kalkınmanın önünü kesmek olanaksızdır ancak bu kalkınma sürecinin sürdürülebilir üretim çerçevesinde oluşması ve gelişmesi bundan sonraki süreçte toplumların geleceği açısından kaçınılmazdır (Ron, 1998: 99).

Dünyada sürdürülebilirlik kavramı ve önemine ilişkin gelişmeler aşağıdaki şekilde bir ilerleme göstermiştir: 1968'de kurulan Roma Klubü, endüstriyel büyümenin kontrol edilemeyen tehlikeli sonuçları için ilk uyarıları yapmıştır. Farklı disiplinlerden bilim adamları birbirine bağlı ve birbirini etkileyen şu faktörleri işaret etmişlerdir: Nüfus artışı, gıda üretimi, sanayileşme, doğal kaynakların tüketimi ve kirlenme (O'Brien, 1999:2). 1987'de Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, Brundtland Raporu olarak bilinen raporu yayınlamıştır. Bu raporda ilk olarak "sürdürülebilir kalkınma" kavramı; "insanlığın kalkınmayı sürdürülebilir yapma yeteneğine sahip olması- gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yetisini tehlikeye atmaksızın, bugünkü ihtiyaçlarının karşılanması" olarak tanımlanmıştır. 1992'de Rio de Janeiro'da yapılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı çevrenin duyarlı yönetimi bakımından ulusların ekonomi ve çevre faaliyetlerini bir arada yönlendirecek bir dizi ilkenin benimsenmesi açısından önemli bir adım olmuştur. Konferansın sonucunda sürdürülebilir üretimi destekleyici stratejileri ortaya koyulmuş, daha etkin üretim prosesleri için (enerji ve kaynak kullanımı yoluyla), koruyucu stratejiler, ürün yaşam sürecinin başından sonuna kadar temiz üretim teknolojileri ve prosedürleri, atıkların engellenmesi ve minimizasyonunun gerektiği belirtilmiştir. 1999'da ise Massachusetts Üniversitesi'ndeki Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi, sürdürülebilir üretimin göstergelerini ortaya koymuştur (Veleva et al., 2001:448). Bu göstergelere ileriki bölümde değinilecektir. Sosyal gelişme ve ekonomik gelişmenin bağlantılı bir şekilde yürütülerek sürdürülebilmesi için 26 Ağustos- 4 Eylül 2002 tarihleri arasında Johannesburg'da Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi Düzenlenmiştir (mfa.gov.tr, 2004).

Dünyada bu gelişmeler yaşanırken, endüstriyel kirlenmenin istenmeyen sonuçlarını engellenmesi gerekliliği bilim adamlarını çevreye ilişkin teknolojileri ortaya koymaya yöneltmiştir.

Sarkis ve Rasheed (1995); çevreye bilinçli üretim, Gupta ve Sharma (1996); çevre işlemler yönetimi, Ron (1998); sürdürülebilir üretim ile tanımlamalar yapmış ve bu konuyla ilgili kavramları ileri sürmüşlerdir. Harmozi (1999) da işletmelerin işletmelerin, atıklarını azaltmak için çevreye karşı duyarlı teknolojilerden faydalanmaları gerektiğini bildirmiştir.

## 2. Çevre Dostu Teknolojiler

Ekonomik ve sosyal faaliyetleri birlikte ortaya çıkan , çevre ve insan sağlığını tehdit eden etkileri en aza indiren ve doğal kaynakları en verimli şekilde kullanarak bunları sürdürülebilir hale getiren teknolojiler "çevre dostu teknolojiler" olarak tanımlanmaktadır. Bu teknolojiler genellikle dört temel başlık altında toplanmaktadır (Halkman, Atamer ve Ertaş, 2004:1):

- Bir işlem sonucu ortaya çıkan zararlı etkileri ortadan kaldırmaya yönelik teknolojiler: Bunlar, üretim prosesinde değişiklik yapılmadan, üretim sonucunda ortaya çıkan atıklara ve diğer zararlılara müdahale eden teknolojilerdir.
- Proses değişikliğine gidilerek, hammadde, yardımcı madde, doğal kaynak girdilerini ve atık çıktılarını en aza indirgeyen teknolojiler. Bunlar, üretim sürecini ve üretim tipini değiştirmeye yöneliktirler. Daha az enerji, su ve kimyasal madde kullanarak, daha verimli çalışan, daha az/daha zararsız atık üreten prosesler ve son ürünlerdir.
- Geri kazanım ve yeniden kullanım teknolojileri: Atıkların ve atık malzemenin yeni malzemelere dönüştürülerek yeniden kullanımlarını sağlayan, çevreye atılarak zarar vermelerini önleyen ve doğal kaynak tüketimini azaltan teknolojilerdir.

- Eski ve geleneksel çevre dostu teknolojiler: Özellikleri gereği zaten çevre dostu olan, diğer bir deyişle çevreye zarar vermeyen teknolojilerdir.

İkinci gruptakiler tanımlanan “temiz ürün-temiz üretim” teknolojileri olarak tanımlanırlar. Temiz üretim, verimliliği arttıracak, hava, su ve toprağın kirlenmesini önleyecek, atıkları kaynağında yok edecek ve insan ve çevre üzerindeki riskleri en aza indirecek proses ve ürünlerin sürekli ve birlikte kullanılmasıdır. Temiz üretimin temel ilkeleri, kirlilik kontrolü için temizleyici ve düzeltici değil, önleyici yaklaşımları esas almak, hammadde ve enerjinin daha az tüketilmesi ile atıkların azaltılmasını sağlamak, doğal kaynakların optimum kullanımını sağlayacak şekilde teknolojik proseslerin iyileştirilmesi ve yeni proseslerin geliştirilmesini kapsamaktadır.

Temiz teknolojiler, sürdürülebilir üretimin ve bu sistemin bir parçasıdır. İşletmelerde, kendilerine etki eden çeşitli baskı grupları yüzünden sürdürülebilir üretime geçmek isterler ve bu geçiş sırasında çeşitli stratejiler gösterebilirler.

Bu stratejiler: pasif, aktif ve proaktif olmak üzere üçe ayrılır. Pasif stratejinin benimsenmesi durumunda, çevre bir maliyet unsuru olarak değerlendirilmekte ve değişimlere direnç gösterilirken yeni fırsatlara önem verilmemektedir. Aktif stratejiyi benimseyen işletmelerde ise çevreye ilişkin faaliyetler yalnızca kanun, yönetmelik ve uluslararası düzenlemelere uyumun sağlanması amacı ile gerçekleştirilmelidir. Proaktif stratejinin benimsenmesi durumunda ise çevre işletmenin öncelikli konuları arasında görülmekte ve sürekli gelişim çerçevesinde çevre konusunun tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi amaçlanmaktadır (Yüksel, 2003:2).

Bir şirket çoğunlukla sürdürülebilir kalkınmayla ilgili uluslararası düzenlemelerle ilgilenir. Bazı ülkelerde bu imalat sorumluluğu şekline dönüştürülür. Ancak, rakipler sürdürülebilir üretime geçecek ve bu konuda bilgi ve tecrübe kazanarak rekabet avantajına sahip olabilirler. Tedarikçilerden alınan makine ve parçalar ise çeşitli spesifikasyonlara uygun olarak üretilmiş olabilir, şirket stratejisini bu parçalarla uyumlu olarak oluşturmak zorundadır. Maliyet, kalite, esneklik ve çevresel yönler tüketicilerin ilgisiyle daha da büyüyebilir. Bu yüzden işletmenin sürdürülebilirlik imajı, rekabet avantajı sağlar. Son on yılda sürdürülebilir üretim, sürdürülebilir kalkınmayı başarmak için stratejik bir yaklaşım olarak karar vericiler ve hükümetleri ilgilendiren, uluslararası kalkınmanın önemi gittikçe artan bir kategorisi olmaya başlamıştır (Barber, 2003: 73). Sosyal uygulama modelleri, çevresel çerçevede varolan hedeflerin çoğunun yeniden formüle edilme ihtiyacıdır. Mevcut kararlar, endüstriyel üretimin çevresinde, teknik bir dilde formüle edilir (Spaargaren, 2003: 690).

### 3. Sürdürülebilir Üretim

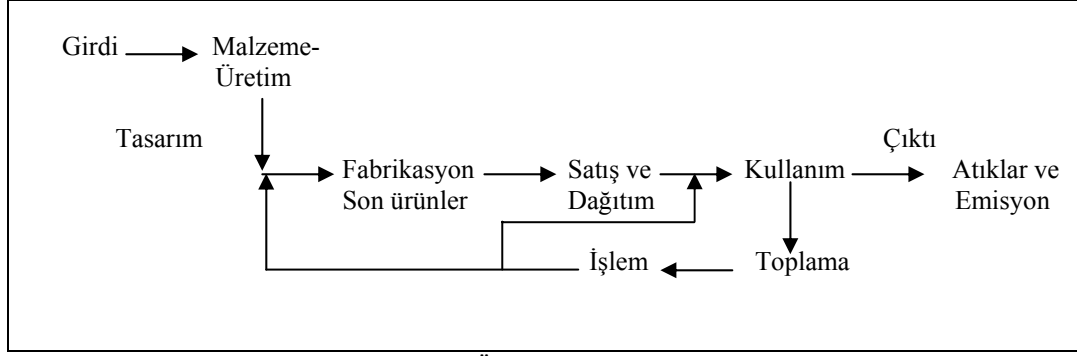
Lowell Sürdürülebilir Üretim Merkezi (LCSP) ‘ne göre sürdürülebilir üretim (Veleva et al., 2001:448):

Kirlenmeyi önleyen, enerji ve doğal kaynakları koruyan, ekonomik olarak uygulanabilir, çalışanlar için sağlıklı ve güvenli, tüketicileri ve bütün çalışanları sosyal olarak ödüllendiren, mal ve hizmet üretmek için kullanılan proses ve sistemler olarak tanımlanır.

Sürdürülebilirliğin bu çerçevede tanımlanması ve prensipleri daha sürdürülebilir olmayı seçen işletmeler için uzun dönemli hedefler ve bir vizyon sunar.

Sürdürülebilir kalkınma, kirlenmenin bir sonucu ve hammadde, enerji kaynaklarının kullanımındaki artış yüzünden global, çevre ile ilgili genel bir kavram olarak 1970’lerde ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilirlik, heterojen sistemin dengesini koruyabilecek şekilde teknolojik, bilimsel, çevresel, ekonomik ve sosyal kaynakların yeniden düzenlenmesi demektir. Oysaki sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmaksızın mevcut toplumların ihtiyaçlarını karşılama şeklinde tanımlanır.

Sürdürülebilir kalkınma tanımının bir sonucu olarak sürdürülebilir üretim ise; gelecek nesillerin kendi ihtiyaç ve isteklerini karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan şimdiki toplumların istek ve ihtiyaçlarını karşılayacak ürünlerle sonuçlanacak endüstriyel faaliyetler oluşturmak şeklinde tanımlanabilir (Ron, 1998:99). Bu tanımından da anlaşılacağı gibi, sürdürülebilirlik atıkları olduğu kadar hammadde, enerji ve doğal kaynak kullanımını da minimize edecektir. Bu ihtiyaçları yerine getirmek için, maliyet ve zaman etkinliği, süreç kalitesi, verimlilik, doğal kaynakların ve enerjinin kullanımı ile ilgili endüstriyel faaliyetlerin sürekli gelişmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir ürün zinciri, ürün tasarımından malzemenin geri kazanımına kadar bütün aşamaların üzerinde düşünülmesini ve değerlendirilmesini gerektirir (Şekil 1.).



Şekil 1. Ürün zinciri (Ron, 1998:100).

Ürün zincirindeki farklı endüstriyel faaliyetler; ürün tasarımı, hammadde ve enerji kaynaklarının araştırılması ve dönüşüm, ürünlerin, parçaların ve malzemelerin geri kazanımı olarak gösterilebilir. Tüm zincirin sürdürülebilir üretime ulaşması için her faaliyetin sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu da zincirin üç temel faaliyetinin optimize edilmesini gerektirmektedir: Ürün tasarımı, dönüşüm, geri kazanım.

Ürün tasarımı, ürünün yaşamı süresince kullandığı malzeme ve ürün tasarımı kadar geri kazanım derecesini, ayrıca, dönüşüm sürecindeki zaman ve maliyet etkinliğini ve ürün ve süreç kalitesini de belirler. Bundan başka, kullanım süresi boyunca oluşacak atık üretimini de saptar. Dönüşüm faaliyeti süresince, malzeme ve enerji kullanımı, kullanılan süreç ve sistemler ile olduğu kadar ürün kalitesi ile de gösterilir. Geri kazanım süresince, geri alınmış malların, parçaların ve malzemelerin kalitesi ve miktarı süreçler ve sistemler tarafından saptanır.

Ürün ve üretimin birbirine uygunluğu teknoloji ile sağlanır (ürün -teknoloji- üretim). Teknoloji seçimi yalnızca teknik olanaklar yüzünden değil aynı zaman da ekonomik, ekolojik ve sosyal etkiler yüzünden de çok önemlidir. Bu sonuç Tablo 1.de verilen ürün/teknoloji matrisi ile özetlenmiştir. Bilinen bir teknoloji ile bilinen bir ürünü üretmek (1) işletme için riskli değildir ve ticari dikkat gerektirir. Ancak sonuçlar en düşük kar oranıyla gerçekleşir. Eğer, yeni ürünler bilinen teknolojiler ile üretilirse (2) riskler hesaplanabilir. Çoğunlukla, ürünün yeniden tasarlanması demektir ve tam olarak yeni bir ürün sayılmaz. Üretim sürecini etkin ve etkili olarak geliştirmek için yeni teknolojiler bilinen ürünleri imal etmekte kullanılmaktadır (3). Bu strateji maliyetleri düşürmek (daha az enerji kullanımı, daha az atık, daha düşük işçilik maliyetleri ve daha az kirlenme) ve kaliteyi yükseltmek için kullanılır. Bu çeşit üretim, eski ve yeni durumu karşılaştırır ve hedefleri saptar. Yeni teknolojiler ile üretilen yeni ürünler (4) ise deneyimlerden yoksun oldukları için tam riskli faaliyetleri oluştururlar (Ron, 1998:101).

Tablo 1. Ürün/teknoloji matrisi (Ron,1998:101)

Ürün	Teknoloji		
	Bilinen	Yeni	Bilinmeyen
Bilinen	1	3	Proses
Yeni	2	4	Geliştirme
Bilinmeyen	Ürün	Geliştirme	Araştırma

Sürdürülebilir üretimin başlangıcı 3.bölgeye yerleştirilebilir. Sürdürülebilir üretime ulaşmak çoğunlukla bu aşamadaki gibi, tüketim ve geri kazanım süresince malzeme kullanımını, dönüşümün etkin ve etkililiğini ve enerji kullanımını gösteren bilinen ürünün yeniden tasarlanmasıdır. Teknoloji işletme için yenidir ancak çoğunlukla etkinlik ve kalite programlarına henüz geçilmediği için bazı deneyimlerin üstesinden gelinemez.

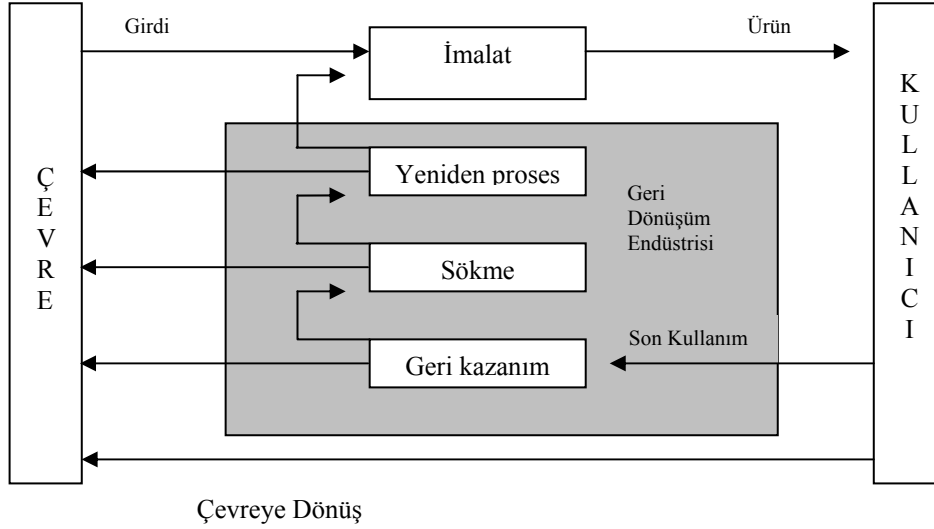
### 3.1. Sürdürülebilir Üretim Sisteminin Karakteristikleri

Sürdürülebilir üretim sistemlerinin özel yapısı sektör bazında değişim gösterir. Ancak, genel olarak, herhangi bir sürdürülebilir üretim sisteminin beklenen genel karakteristikleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (O'Brien, 1999:4):

Çevresel bilinç organizasyon kültürü ile yayılmalıdır: Bu açık şirket politikası ve hedeflerin ortaya koyulmasını gerektirir. Bütün çalışanlara çevresel yeteneği ve ustalığı geliştirecek eğitim programları verilmelidir. Temiz süreçler uygulamak ve malzemeler kullanmak bütün işletmede ilke olmalıdır.

Hem ürün hem de proses tasarımı sürdürülebilirlik ile ifade edilmeli ve bunlar temel tasarım prosedürleri içinde birleştirilmelidir.

Geri dönüşümlü parça ve malzemelerin kullanımı ve yeniden kullanımı maksimum seviyede yapılabilir. Bu orijinal imalat kadar etkili olan yeniden imalat için kullanılacak ürünlerin tasarımında önemli değişiklikler yapmayı gerektirir (Şekil 2.).



Şekil 2. İmalat sistemlerinde geri dönüşüm endüstrinin rolü (O'Brien, 1999: 4)

Ürün yaşam döngüsü tasarımı, ürünün tasarımında önemli olmalıdır ve ürün yaşam döngüsü kavramları bütün imalat sistemine de uygulanabilmelidir. Tesisler; ürünlerde, hacimde, proses teknolojileri vb. de yeniden yatırımın minimum ve modüler tasarımın maksimum olacağı şekilde değişikliklere esneklikle yanıt verecek şekilde yeniden biçimlendirilmelidir.

Organizasyon temiz olduğu kadar yalın da olabilmelidir. Temizlik kavramı ve sürdürülebilir üretim daha önceki yalınlık, kalite ve verimlilik kavramlarıyla birleştirilerek oluşturulmalıdır. Mal ve hizmetler minimum kaynak girdisi ile üretilebilmelidir.

Yeniden yapılanma çevresel ve sürdürülebilir konular üzerine yapılmalıdır: Hem işletmenin iç yapısı hem de bütün tedarik zincirinin yapısı sürdürülebilirlik kavramı çerçevesinde yeniden yapılandırılmalıdır.

Kaizen çevresel konular üzerinde yapılmalıdır: Gelecekteki Kaizen kavramı maliyetin indirilmesi ve eliminasyonuna ilaveten sürdürülebilir konular üzerine oluşturulmalıdır.

Şirketin sayısal ölçümleri sürdürülebilir göstergelerle ifade edilmelidir: Bu performans izleme, finansal değerlendirme ve maliyet sistemlerine yeni yaklaşımları gerektirir.

İmalatçılar ürünün yaşam eğrisinin uzamasını desteklemelidirler. Eğer bileşenlerin geri dönüşümü ve yeniden imalatı teşvik edilebilirse ve ürün yaşam eğrisi uzatılabilirse, bu az bulunan parçaların kullanılmasında imalatçılara büyük avantajlar sağlayacaktır. Bu parçaların stoklarının düşmesi ve kazanılan imalat yeteneği ile düşük maliyet ve verimlilik avantajı yakalanması anlamına gelir.

Temiz teknolojilerin kullanılması: Kirleticileri azaltacak temiz teknolojilerin kullanılması şimdiye kadar oluşturulan kirleticileri uzaklaştıracak teknolojileri kullanmaktan daha iyidir.

### 3.2. Sürdürülebilir Üretimin Göstergeleri

Mevcut üretim sistemleri ile problemi tanımlama ve sonra sürdürülebilir üretime doğru ilerlemeyi ölçme ve sürdürülebilirlik amacı doğrultusunda belirli hedefler koymak için çeşitli araçlara ihtiyaç vardır. Bu araçlar LCSP tarafından geliştirilmiş ve Veleva et al.(2001) tarafından ortaya koyulmuş sürdürülebilir üretimin göstergeleridir. Amaç, işletmelerin sürdürülebilir üretim kavramını daha iyi anlamasını sağlamak ve pratik uygulamalarını geliştirmektir.

Göstergeler, fiziksel, sosyal ve ekonomik sistem hakkında bilgi sağlayan nümerik ölçümlerdir. Trendleri veya sebep-sonuç ilişkilerini gösterecek basit verilerin ötesinde bilgi sağlarlar ve hedefleri de, saptanmış hedeflere doğru ilerlemeleri ölçmektir. Farklı aşamalarda göstergeler – ulusal, bölgesel, yerel ve işletme/fabrika düzeyinde- sürdürülebilir kalkınmaya doğru ilerlemeyi ölçmek için bir alet olarak

kullanılabilirler. Çevresel göstergeleri ifade edecek ISO 14000 standartları geliştirilmiş olmakla birlikte, bu standartlar işletmenin sürdürülebilirliğini yeterince anlamamızı sağlayamazlar.

Sürdürülebilir üretimin göstergeleri daha çok çevreyle ilgilidir. Bunlar (Veleva et al., 2001:448); yenilenebilir kaynaklardan gelen hammadde yüzdesi, SO<sub>2</sub> eşdeğerinde ölçülen asidifikasyon yüzdesi, havadaki emisyon miktarı, üretilen ürün veya hizmet birimi başına enerji kullanım miktarı olarak sıralanabilir.

Yapılan iş ile ilgili olan sürdürülebilirlik göstergeleri, üretimin çevresel yönünü vurgular. Ancak sürdürülebilir üretimin göstergeleri yalnızca üretim ölçümlerini kapsamaz aynı zamanda da ekonomik, sosyal ve çevresel sistemler ile üretim arasındaki ilişkilerin ölçümünü de kapsar. Sürdürülebilir üretimin göstergelerine, enerji ve malzeme kullanımı, doğal çevre, ekonomik uygulanabilirlik, sosyal adalet, toplum ve çalışanların kalkınması ve ürün yaşam süresi önemli noktalar olarak dahil edilebilir. Bu göstergeler, bir organizasyonun daha fazla sürdürülebilir üretim uygulamalarına doğru hareket ettiğini gösterebilir. İşletmeler kendi başarılarını yönetecek ölçülere ihtiyaç duyarlar. İşte bu göstergeler sürdürülebilir üretime ulaşma başarısını ölçen en kullanışlı araçlardır (Veleva and Ellenbecker, 2001: 522).

LCSP'nin tanımladığı ve Veleva et al. (2001) tarafından ortaya sürülen sürdürülebilir üretimin çerçevesi, çevre, sağlık ve güvenlik konularına odaklanır. Buna, üretimin sosyal ve ekonomik yönleri ilave edilerek bu çerçeve genişletilebilir. Buna bağlı olarak; sürdürülebilir üretim sisteminin gelişmesi devamlıdır, farklı işletmeler ve farklı endüstriler sürdürülebilirlik gelişimi ile ilgili sürece farklı aşamalardan başlarlar. Sürdürülebilir üretim sisteminin tam olarak gelişmesi yalnızca işletme yada endüstri tarafından başarılamaz, yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası aşamalarda işbirliği ve koordinasyon gerektirir.

Sürdürülebilir üretimin göstergeleri aşağıdaki beş aşamada tanımlanabilir (Veleva and Ellenbecker, 2001: 523):

1. Aşama: İşletmenin uyumu/adaptasyonu
2. Aşama: İşletmenin malzeme kullanımı ve performansı
3. Aşama: İşletme etkileri
4. Aşama: Tedarik zinciri ve ürün yaşam döngüsü
5. Aşama: Sürdürülebilir sistem

Aşamalar, gelişmeyle ilgilidir ve bir şirket yüksek aşamalarda göstergeler ortaya koymaya başlarsa artık daha aşağıya düşmesi önerilmez. İşletmeler için düzenlemeler ve endüstri standartlarına uymak (1. Aşama), kendi etkinlik ve verimliliklerini izlemek daima önemli olmuştur (2. Aşama). Ancak sürdürülebilir üretime doğru ilerleyebilmek için tedarikçi, dağıtımçı ve ürünün etkisindeki sınırların ötesine geçmek de kesinlikle gereklidir (3. ve 4. Aşama). Bundan sonra ki aşama sürdürülebilir toplumlardır (5. Aşama).

İlk aşama bir çok işletmenin henüz bulunduğu çeşitli ölçütleri kapsar. Bu ölçütler, bir işletmenin yönetmelik, düzenleme veya standartlara uyum/uygunluk derecesini değerlendirir. Bunlar çevre merkezli göstergelerdir ve işletme sınırları içindeki faaliyetlere odaklanırlar.

İkinci aşama, işletmenin emisyon, yan ürün veya atık gibi girdi çıktı ve performans ölçümlerini kapsar. Bu göstergeler etkin kaynak kullanımı için yaygın olarak kullanılmaktadır ve rekabet avantajını korumak için kritik öneme sahiptir. Göstergeler, birim başına ürün veya hizmet başına toplu olarak hesaplanırlar. Kilogram başına toplam kwh enerji tüketimi, işletmenin kazasız günlerinin sayısı gibi.

İlk iki aşamayla ilgili performans ölçümlerinden ileriki bölümlerde detaylı olarak bahsedilecektir.

Üçüncü aşama göstergeleri ise daha ileridedir ve çevre, çalışanlar ve toplum sağlığı, toplumsal kalkınma ve ekonomik uygulanabilirlik üzerindeki ölçümleri kapsar. Birim başına ürün/hizmet miktarı için ölçülebilirler. Hava kirliliğine ilişkin oranlar ve bunların global ısınmaya etkileri bu aşamadaki göstergelere örnek verilebilir. Bu aşama, hala üretim prosesi ile ilişkilidir ancak diğerlerinden farklı olarak üretimin dış çevre üzerine etkileri de ölçülür.

Dördüncü aşama ise işletme sınırlarının ötesine geçer ve tedarik zinciri, ürün yaşam çevrimi, ürün dağıtımı ve son kullanıcı üzerine odaklanır. Bu göstergeler, başından sonuna kadar ürün yaşam çevriminin etkilerini ölçer ve ürünün yeniden kullanımı ve geri dönüşümünü kolaylıkla olabilecek şekilde tasarlanmış ürünlerin oranını içerir.

Beşinci aşama, bir şirketin üretim prosesinin sürdürülebilir toplumlar yaratmada nasıl etkili olabileceğine ilişkin göstergeleri içerir. Sürdürülebilir üretim izole edilmiş bir faaliyet değildir, toplumun, ekonomik, sosyal ve çevresel sistemin bir parçasıdır. Bu aşamadaki göstergeler, uzun vadeli yaşam kalitesi üzerinde ve ekolojik taşıma kapasitesi içinde ürünün etkilerinin ölçer. İşletme tarafından kullanılan malzeme ve hammaddelerin yenilenebilirlik oranı ve doğanın bu ürünleri özümsemeye (asimilasyon) kapasitesi içinde ne kadar tüketilebileceğine bakarlar.

## 4. Sürdürülebilir Üretimde Ürün Tasarımı, Yenileme ve Değerlendirme

### 4.1. Ürün Tasarımı

Ürün tasarımı, ürün yaşam eğrisinin bütün aşamaları için önemlidir. Sürdürülebilir üretime girişle ilgili hemen hemen bütün sınırlamalar tasarım aşaması süresince oluşturulur. Sürdürülebilir ürün tasarımının tanımı çevreyle dost tasarımın tanımından çıkarılabilir.

Sürdürülebilir ürün tasarımı, ürün yaşam eğrisinin bütün aşamaları boyunca maliyet ve zaman etkinliği, ürün ve süreç kalitesinin artması, atığın, malzeme ve enerji kullanımının azaltılması gibi tasarım kararlarının, ekonomik, fonksiyonel, estetik, ergonomik, yenilik ve imaj gibi geleneksel konularla eşit olarak ağırlıklandırılmasıyla ürünün geliştirilmesidir. Bu aşamalarda atık oluşumuna ürünün potansiyel etkisi de belirgin olarak düşürülür (Ron, 1998:102).

Bütün zincirde sürdürülebilir üretim yaratmak, tasarım sürecini çeşitli disiplinlerin yardımıyla eş zamanlı (eşzamanlı mühendislik) olarak gerçekleştirecek bütünleşik ürün geliştirme ile sağlanabilir. Tasarım süreci 7 aşamaya ayrılır.

- amaçların, alt amaçların ve onlar arasındaki ilişkilerin saptanması,
- tasarımın gerekli fonksiyonlarının ve sistem sınırlarının saptanması,
- tasarım spesifikasyonların saptanması,
- müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak ürünün mühendislik karakteristiklerinin saptanması (Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD)),
- alternatif tasarım çözümlerinin oluşturulması,
- farklı alternatiflerin kullanıcı değerlerinin karşılaştırılması ve değerlendirilmesi,
- seçilen tasarımın detaylarını geliştirme.

Zincirin tamamında tedarikçiden, imalatçıya kadar çeşitli kişiler rol oynar. Bu kişilerin motivasyonu, ekonomik avantaj, güvenilir müşteri ilişkileri ve teslimat garantisi, güvenilir tedarikçi ilişkileri ve tedarik garantisi, daha iyi ürünler yaratma ile imaj geliştirme (yeşil ürün gibi), bilgi ve deneyimin değişimi, işbirliği ve araştırma ile ürün karakteristiklerinin gelişimini sağlar.

Tasarım süresince malzemelerin seçimi ve ürün yapısının oluşturulması da çok önemlidir. Bu yüzden aşağıdakiler ürün tasarımında yüksek öncelik taşıyan yönleri göstermektedir (Ron, 1998:103):

- bakir maddelerin minimal kullanımı,
- üretim ve ürün kullanımı süresince enerji kullanımının en düşük seviyede olması,
- kolaylıkla geri kazanılacak malzemelerin kullanımı ve kolay ayrılabilen malzemeler ile tasarım yapmak,
- ürünün kolaylıkla demonte edilebilecek şekilde tasarlanması,
- uzun yaşamlı ürünler tasarlanması.

### 4.2. Ürün Yenileme

Ürün yenileme sürdürülebilir üretimin en temel aşamalarından biridir. Gelecekte karşılaşılabilecek çevresel problemleri azaltma amacına yönelik olarak aşağıdaki alanlarda çeşitli çalışmalar yapılması gerekmektedir.

- Tamamlayıcı zincir kontrolü:
- Enerji Tasarrufu: Enerji verimliliğinin artırılması
- Kalite Gelişimi: Ekonomik döngüde maddelerin daha uzun süre kullanımını sağlamak için miktarın yanında kalitenin de geliştirilmesi

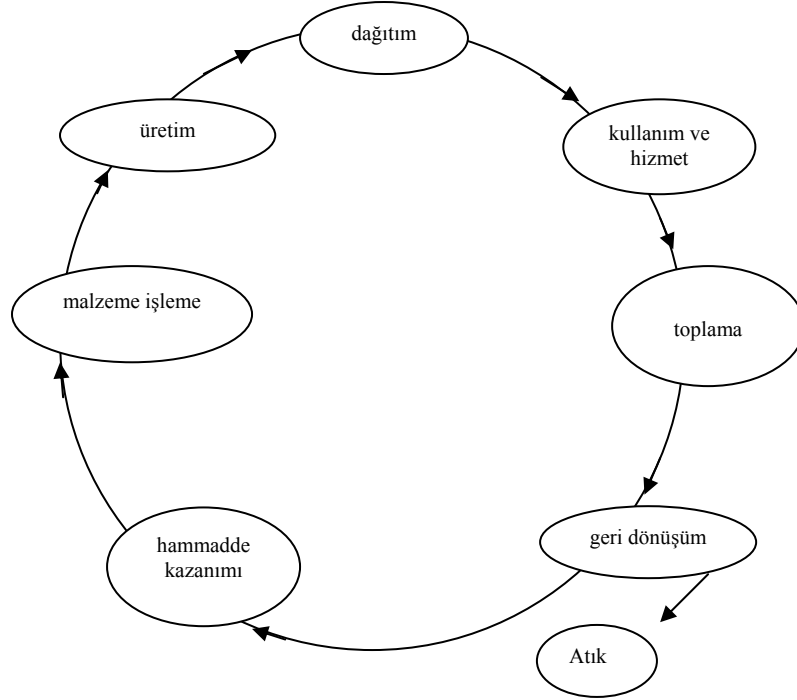
Pratikte bu amaçlara ulaşabilmek için ürünün ve malzemenin tekrar kullanımı ve geriye kalan kısmın iyileştirilmesi açısından yapılması gerekenler ise aşağıdaki şekilde sıralanır (Ron, 1998:104):

- Ürün geliştirilmesi: Modüler tasarımlar, malzemelerin çevresel amaçlara uygun kullanılması, tehlikeli maddelerin yerine başka maddelerin koyulması.
- Ürünlerin tekrar kullanımı: Uygun çevresel verimlilikle ürünlerin kullanım sürelerinin artırılması, enerji kullanmayan parçaların kullanım sürelerinin artırılması, çevreye zarar veren ürün ve parçaların kullanımının azaltılması.
- Malzemelerin tekrar kullanımı: Ayrıştırma ile temizlenmiş ve homojen kesimler, genişletilmiş bölümler ve heterojen kısımların saflaştırılması, yüksek tekrar kullanılabilirlik özellikleri nedeniyle demir türevi metaller, bakır, alüminyum ve camın yeniden kullanılmaya yönlendirilmesi, termoplastik, seramik malzemeleri ve dayanıksız PVC gibi malzeme değişimine olanak vermeyen malzemelerin yenilenmemesi, tekrar kullanımının çevreye az miktarda faydası olacak tahta, beton gibi maddelerin yüksek

maliyet gerektirecekse yenilenmemesi, kurşun, nikel, altın, gümüş, ve platin gibi demir türevi olmayan diğer maddelerin mümkün olduğu kadar yenilenmesi, plastiklerin yenilenmesiyle çok çeşitte ve tipte madde kullanması ve ayrıştırmanın tercih edilmesi.

- Geri kalan kısmın iyileştirilmesi: Çevreye zarar verici bileşenlerin mümkün olduğu kadar ayrıştırılması, yenilenmeyi engelleyen bileşenlerin (tahta ve beton gibi) önceden ayrıştırılması, plastikler ve diğer organik maddelerden yenilenmeyecek olanların tamamen yakılması.

Şimdiye kadar üreticinin sorumluluğu müşterinin ürünü satın almasına kadar geçerliydi. Sürdürülebilir bir üretimde ise, üretici tüm zincirden sorumludur. Bazı ülkeler üreticileri atık maddelerinin çevresel iyileştirilmesinden sorumlu tutabilmek için bazı düzenlemeler getirmişlerdir. Bu yolla aşağıdaki malzeme döngüsü elde edilmiştir:



Şekil 3. Ürün Yaşam Döngüsü

#### 4.3. Sürdürülebilirliğin Değerlendirilmesi

Sürdürülebilirliğin işletme boyutunda değerlendirilmesi 3. Bölüm'de anlatılan göstergelerden daha dar kapsamlıdır. Sürdürülebilir üretimle ilgili olarak yapılacak analiz, (güç-yetersizlikler-fırsatlar-tehlikeler) işletmelerin dışarıdan gelebilecek tehlikeleri (rakipler sürdürülebilir üretim yüzünden pazar payı kazanabilirler) ve fırsatları (sürdürülebilir üretim maliyetlerin azaltılması) ve bunların iç güçlerle bağlantısını kurmayı (insan kaynakları ve programlardaki gelişmelerin sürdürülebilirliğe faydası gibi) ve yetersizlikleri (iyileştirme yanlısı ürün dizaynına yer verilmemesi) tanımlamasına yardımcı olabilir.

Yönetim için sürdürülebilirlik değerlendirmesi, zayıf noktaların tespiti ve işletmenin sürdürülebilirlik performansını tayin etmede kullanılabileceği bir araç olabilir. Sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi, işletmenin sistematik, belgelenmiş, periyodik ve objektif sürdürülebilirlik performans değerlendirilmesi demektir. Sürdürülebilirliği değerlendirilmenin ana hedefi yönetimi kolaylaştırmak, sürdürülebilirlik denemelerini kontrol etmek ve şirket politikalarına uygunluğunu tayin etmek için sürdürülebilir üretimle ilgili olarak işletmenin statüsü hakkında bir izlenim oluşturmaktır.

Bir işletme için sürdürülebilir üretime ulaşmada her tür atığın üretimini durdurmak, en azından azaltmak için endüstriyel işlemlerin ve ürünlerin bütünleşmiş bir strateji ile sürekli uygulanması önemlidir. Bunların varolan üretim olanaklarına uygulanması çok çeşitli fırsatlar doğurur. Sürdürülebilir üretimin çevresel ve ekonomik faydalarından yararlanmak için bu fırsatların kapsamlı değerlendirilmesine ihtiyaç vardır.

Sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi işletmenin ürünlerine, işlemlerine ve operasyonlarına uygun sürdürülebilir üretim seçeneklerinin geliştirilmesine, değerlendirilmesine ve yapılandırılmasına olanak



verir. Ayrıca, değerlendirme sürekli bir sürdürülebilirlik programını başlatabilmeli, şirketin operasyonlarında sürekli gelişimi başarabilmesinde şirketin etkisini hızlandırmalıdır. Sürekli gelişim işlemini uygulamak için sürdürülebilirlik değerlendirmeleri aynı zamanda sürdürülebilir gelişim döngüleri olarak adlandırılırlar. Böyle bir döngünün üç fonksiyonu vardır (Ron, 1998:103):

- Tüm zincirin ürün ve işlemlerinin analizi,
- Gelişim seçeneklerinin değerlendirilmesi ve listelenmesi,
- Mümkün olan gelişim seçeneklerinin üretim işlemleriyle ve şirketin günlük operasyonlarıyla bütünleştirilmesi

İzleyen işlemler şirketin aşağıdaki temel alanlarda sürdürülebilir gelişmeleri gerçekleştirmesini sağlar:

- Kaynaklar: Doğal kaynak girdisini azaltmak için bütün zincirdeki madde ve enerji verimini geliştirmek,
- Atık madde minimizasyonu: Atık madde üretiminin ve zaman kaybının azaltılması,
- Maliyet minimizasyonu,
- Kalite geliştirme: Ürün tasarımı süresince sürdürülebilir malzeme seçmek ve atık madde azaltma uygulaması yapmak.
- Dağıtım geliştirme: Zaman kaybının azaltılmasıyla zincirin esnekliğinin daha iyi bir dağıtım performansı sağlayacak şekilde geliştirilmesi,

Sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde, performans ölçümleriyle, ulaşılması düşünülen hedeflerle içinde bulunan durum hakkında fikir elde etmek mümkündür.

Performans Ölçümleri:

Bir şirketin sürdürülebilir ürüne göre statüsünü değerlendirmek için aşağıdaki başlıkların bir zincir halinde düşünülmesi gerekir.

- Maliyet bilinci
- İşlem kalitesi
- Ürün kalitesi
- Esneklik
- Enerji kullanımı
- İyileşme oranı
- Yaşam döngüsü performansı

Performans, şirketin gelecekte ulaşmak istediği nihai hedef olan sürdürülebilir ürünün derecesiyle ilişkilendirilebilir. Bu ideal durum, böyle bir durum için daha zorlu koşullara sahip başka şirketler için normal sayılabilir. Bir şirket ideal durum için gerekli koşullara ulaştığında, daha yeni ve daha zorlu bir ideal durum hedefler. Yani performans ölçümü daha iyi sonuçlar elde edilene kadar performans ölçümünü artıracak yeni bir standart tanıttıktan sonra ulaşılabilecek bir standartla ilişkili olabilir.

- Performans: Üretkenlik birçok dezavantajı olmasına rağmen, ürün ve maliyet arasındaki ilişki hakkında bilgi veren bir ölçüdür.
- Süreç kalitesi: Etkinlik belirli bir sürede eldeki durumun işlem için ortalama kalifiye ürün ağırlığı ile aynı sürede standart işlem için ortalama kalifiye ürün ağırlığı arasındaki orandır.
- Ürün kalitesi: Ürün kalitesi şirket ve müşteriler tarafından kalite standartlarına uymadan üretilen ürünler yüzünden ortaya çıkan zarar cinsinden ürünlerin mükemmellik derecesidir.
- Esneklik: Etkili üretim zaman oranı, esneklik ölçüsü olarak kullanılacak şekilde tanımlanabilir. Etkili üretim zaman oranı, belirli bir aralık süresince ortalama etkili üretim zamanı ile kendisi arasındaki orandır.
- Enerji kullanımı: Sistem tarafından kullanılan enerji ile elde edilen enerji arasındaki orandır.
- İyileştirme oranı.
- Yaşam döngüsü performansı.

Eldeki durum sürdürülebilir üretim açısından yukarıdaki ölçülerle gösterilebilir.

Sürdürülebilir üretim bütün zincirde olduğu için, sürdürülebilirlik değerlendirmesinin ana prensibi tam tedarik zincirini sınamak ve yeniden değerlendirmek olmalıdır. Bu yeniden değerlendirme, sürdürülebilir ürün türlerinden sorumlu kaynakların tanımlanmasını gerektirir. Kaynak tanımlanmasına ilişkin, ürün tasarımından iyileştirilmesine kadar bütün üretim işlemlerine ait bir envanter yapılmalıdır. Bunun etkisi tüm kaynaklardaki sapmaların tanımlanmasıdır. Örneğin sapmalara yol açan faktörleri bulmak için daha sonra bir değerlendirme yapılabilir. Genel olarak, ürün gereksinimleri, girdiler,

işlemler, teknoloji ve atık karakteristiği olası sebeplerin her birinin diğerine bağlı öneminin değerlendirilmesine yardımcı olur.

Süreçlerdeki sapma sebeplerini anlamak için genel olarak, atık maddeleri etkileyen beş faktör tanımlanabilir.

- Ürünün sapmalar üzerinde bir etkisi var mıdır?
- Girdilerin sapmalar üzerinde bir etkisi var mıdır?
- Teknolojik faktörler sapmaları ne oranda etkiler?
- Yönetim uygulamalarının (işçilerin yetiştirilmesi, planlama, motivasyon gibi) sapmalarda bir etkisi var mıdır?
- Operasyon uygulamalarının sapmalara etkisi var mıdır?

Seçeneklerin Sunulması:

Bundan sonraki adım sapmaların sebebini kontrol ve yok edebilecek alternatif metodlar geliştirmektir.

Bunun için beş koruma tekniği kullanılabilir. Ürün değişikliği, girdi yer değiştirmesi, teknoloji değişikliği, mal, para ve zaman yönetimi ve yerinde kullanma ve geri dönüşüm . Bu beş olası sebeple baş etmek için özel bir koruma tekniği kullanılabilir. Uygun koruma seçenekleri üretmek, yenilikçi bir adımdır ve şimdiye kadar elde edilen bilginin bir yol gösterici olarak kullanılması da yenilikçi bir işlemdir. Seçeneklere ilişkin temel sorular şunlardır (Ron, 1998:109):

- Sürdürülebilir üretimde belirlenen amaçlara ulaşmak için nasıl bir ürün değişikliği yapılmalıdır?
- Sürdürülebilir üretimde belirlenen ürünleri üretebilmek için hangi girdi değişikliği gereklidir?
- Sürdürülebilir üretim hedeflerini gerçekleştirebilmek için teknoloji ne şekilde uyarlanmalıdır?
- Sürdürülebilir üretim amaçlarına ulaşmak için yönetim hangi alanlarda geliştirilmelidir?
- Atık maddeler ve ürünler geri dönüşümle nasıl kullanılabilir?

Bu soruların değerlendirmesi ve analizi üretimindeki başarıyı sağlar. Bu aşamada bilinen bütün zamana, maliyete, kaliteye, esnekliğe ve çevreye göre geliştirilmiş teknikler başarıyla kullanılabilir.

## 5. Sonuç

Gelecekte, pazarların çevresel konularda daha bilinçli olması beklenmektedir. Son yıllardaki değişimler göz önüne alındığında, işletmelerin sürdürülebilir üretimi başarmak için kendi faaliyetlerini kontrol etmenin yanında ürün zincirinin tümüyle de ilgilenmeleri gerekmektedir. Sürdürülebilir üretimin maliyet bilinci, kalite, esneklik ve çevresel durumlara bağlıdır. Sürdürülebilir üretimin karakteristikleri sektör bazında değişim göstermektedir. Mevcut üretim sistemleri ile problemi tanımlama ve sonra sürdürülebilir üretime doğru ilerlemeyi ölçme ve sürdürülebilirlik amacı doğrultusunda belirli hedefler koymada sürdürülebilir üretimin göstergeleri kullanılabilir.

Sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi ise, bu konudaki zayıf noktaların tespiti ve işletmenin sürdürülebilirlik performansını tayin etmede kullanılabileceği bir araç olabilir. Bunlar genel anlamdaki sürdürülebilir üretim göstergelerinden farklıdır. Performans ölçümleri işletme düzeyinde sürdürülebilirlik amaçlarına ulaşmada, sürdürülebilirlik göstergeleri ise çeşitli düzeylerde, sürdürülebilir kalkınma yolunda hedeflere ulaşabilme derecelerini ölçer.

Sürdürülebilir üretimde ürün tasarımı, ürün yaşam eğrisinin bütün aşamaları için önemlidir. Sürdürülebilir üretime girişle ilgili bütün sınırlamalar ve yaptırımlar tasarım aşaması süresince oluşturulur ve bu süreçte tedarikçiden, imalatçıya kadar çeşitli kişiler ürün karakteristiklerinin gelişiminde önemli rol oynar. Tasarım süresince malzemelerin seçimi ve ürün yapısının oluşturulması çok önemlidir. Ürünün yenilenmesi için ürünün ve malzemelerin ayrıştırılması, kullanılabilir nitelikte olanların tekrar kullanımı ve geriye kalan kısmın iyileştirilmesiyle kullanılması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında ürün tasarımı ve yenilemenin en fazla dikkat gerektiren ve sürdürülebilir üretimin başarısı için işletmenin tamamen değiştirmesi ve yapılandırması gereken faaliyetler olduğu ve üreticinin sorumluluğunun tüm tedarik zinciri boyunca devam ettiği söylenebilir.

## Kaynaklar

**Barber, J.**, Production, consumption and the world summit on sustainable development, *Environment, Development and Sustainability*, 5, 63-93, 2003.

**Grutter, J.M. and Egler H.P.**, From cleaner production to sustainable industrial production modes, *Journal Of Cleaner Production*, 12, 249-256,2004.

**Gupta A., Sharma K.**, Environmental operations management: an opportunity for improvement, *Production and Inventory Management Journal*, 3.Quarter, 1996.

**Harmozi, A.M.**, Make it again, *IIE Solutions*, 39, 1999

**O'Brien, C.**, Sustainable production-a new paradigm for a new millennium, *International Journal of Production Economics*, 60-61, 1-7, 1999.

**O'Hara, S.U.**, From production to sustainability: considering the whole household, *Journal of Consumer Policy*, 18, 2,3, 111-134, 1995.

**Ron, Ad J.**, Sustainable production: the ultimate result of a continuous improvement, *International Journal of Production Economics*, 56-57, 99-110, 1998.

**Sarkis, J., Rasheed, A.**, Greening the manufacturing function, *BusinessHorizons*, 17, 1995.

**Spaargaren, G.**, Sustainable consumption: a theoretical and environment policy perspective, *Society and Natural Resources*, 16, 687-701, 2003.

**Veleva V., Ellenbecker, M.**, Indicators of sustainable production: framework and methodology, *Journal Of Cleaner Production*, 9, 519-549, 2001.

**Veleva V. et al.**, Indicators of sustainable production, *Journal Of Cleaner Production*, 9, 447-452, 2001.

**Yüksel, H.**, İşletmelerin çevreye duyarlı üretim faaliyetlerinin ampirik bir çalışma ile değerlendirilmesi, *Endüstri Mühendisliği*, Sayı 2, 2003.

<http://www.eksenotomasyon.com.tr/ARSIV/82/cevre.htm>, 11.04.2004

<http://www.mfa.gov.tr/turkce/grupe/ues-7/kalkinmazirvesi.htm>, 08.04.2004