



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 8 Sayı: 38 Volume: 8 Issue: 38

Haziran 2015 June 2015

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

SANAYİ İŞLETMELERİNDE ÇEVREYE DUYARLI ÜRETİM UYGULAMALARI: BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE ÖRNEK OLAY ÇALIŞMASI

ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY PRODUCTION PRACTICES IN INDUSTRIAL ENTERPRISES: CASE STUDY IN A MANUFACTURING ENTERPRISE

Serkan YÜCEL*

Mehmet Selami YILDIZ**

Halil İbrahim YAZGAN***

Öz

Bu araştırmanın amacı, bir üretim işletmesinde çevreye duyarlı üretim uygulamalarının incelenmesidir. Bir örnek olay incelemesi olarak yapılan bu çalışma, çeşitli kilit modelleri üreten ve üretim sürecinde talaşlı üretim ve elektro kaplama teknikleri kullanan bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri işletmenin orta kademe yöneticileri ile yüz yüze görüşme yöntemi ile toplanmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, işletmenin çevreye duyarlı üretim konusunda proaktif bir üretim anlayışa sahip olduğu ve üretim sürecinde kirliliğin oluşmasını önleyici yenilikler yaptığı tespit edilmiştir. Bununla beraber işletme enerji, su ve hammadde gibi girdilerin verimli kullanımı konusunda da önemli yenilikler yapmıştır. Ayrıca yapılan bütün çevresel yeniliklerin işletmenin verimliliğini artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevreye Duyarlı Üretim, Sanayi İşletmeleri, Örnek Olay, Elektro-kaplama, Talaşlı Üretim.

JEL Kodları: M11, L61, M14

Abstract

The purpose of this study is to investigate to the environmentally-friendly production practices in a manufacturing enterprise. This study designed as a case study, was carried out in a enterprise which manufacturing various key models and used machining and electro-plating technique in the process of producing. Research data have been gathered by face to face interviewing with mid-level managers. Obtained data were analyzed using descriptive analysis technique. As a result, the firm has a proactive approach on the environment production and made innovations preventing pollution in the production process. In addition, The firm has made important innovations on efficient use of inputs such as energy, water and raw materials. In additionally, determined that all environmental innovations have increased firm's productivity.

Keywords: Environmentally-friendly Production, Industrial Enterprises, Case Study, Electro-plating Technique, Machining.

JEL Kods: M11, L61, M14

1. Giriş

Geçtiğimiz son 20-30 yıllık sürede çevre duyarlılığı konusu oldukça önem kazanmıştır. Çevreye duyarlılık konusuna verilen önem etkisini birçok alanda olduğu gibi ticari hayatta da göstermektedir. Ticari işletmeler içinde bu durumdan en çok etkilenenler şüphesiz ki üretim işletmeleridir. Çünkü üretim işletmeleri diğer işletmelere göre daha çok çevresel kaynak tüketmekte olup; hava, su gibi çevre unsurlarına daha çok zarar verebilecek atık oluşturmaktadırlar. Zeng vd. (2010: 975) göre üretim endüstrisi, ekonomik ve sosyal büyümede itici bir güç olmasına rağmen yol açtığı çevresel sorunlar nedeniyle sıkça eleştirilmektedir. Bunun sonucu olarak birçok ülkede, üretim işletmelerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için çevre koruma yasaları hayata geçirilmiştir (Yang ve Chen, 2011: 998). Üretim işletmeleri bu gibi nedenlerden dolayı üretim faaliyetlerinin çevresel etkilerine daha da önem vermeye başlamışlardır.

Üretim işletmelerinin üretim süreçlerinde çevre konusunda yapmış oldukları faaliyetler literatürde genel olarak "çevreye duyarlı üretim" ve "çevresel yenilikçilik" olarak ele alınmakta ve çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır. Yücel ve Ekmekçiler (2008: 322) çevreye duyarlı üretimi, "çevre dostu üretim" olarak ele alarak çevreye zarar veren atıkları bırakmadan, doğaya ve doğadaki canlılara, hatta doğal çevreye ve tarihsel

* Öğr. Gör. Düzce Üniversitesi, Akçakoca Meslek Yüksekokulu.

** Düzce Üniversitesi, İşletme Fakültesi

*** Öğr.Gör., Düzce Üniversitesi, Akçakoca Meslek Yüksekokulu

dokuya zarar vermeden, zehirli atık ve zehir üretmeden, gelecek kuşakları ve doğanın diğer unsurlarını da düşünerek, doğa ile birlikte yapılan üretim olarak tanımlamışlardır.

Gungor ve Gupta'ya (1999: 817) göre çevreye duyarlı üretim iki temel konuyu içermektedir. Birincisi ürünün yaşam sürecinin her aşamasında, çevreye olan etkilerinin değerlendirilmesidir. Diğeri ise ürün ve üretim süreçlerinin çevreye etkilerinin istenilen düzeyde olması için ürün tasarımı ve üretim süresince daha iyi kararların verilebilmesidir.

Büyükkeklik, Toksarı ve Bülbül'e (2010: 375) göre çevresel yenilikçilik, bir ürünün üretiminden ürünün atık halini almaya ve hatta yok edilmesine kadarki ürün yaşam döngüsünün tamamında çevreye olan olumsuz etkilerini azaltacak ya da yok edecek şekilde yapılan yenilikçi faaliyetlerdir.

Horbach (2008: 164) ise çevresel yenilikçiliğin üç boyuttan oluştuğunu ifade etmiştir. Bunlar; tedarik boyutu, talep boyutu ve kurumsal-siyasi etkiler boyutudur. Bu üç boyut çevresel yenilikçiliği etkiler ve ortaya çıkarır.

- Tedarik boyutu, işletmenin teknolojik yetenekleri ve pazarın özelliklerinden oluşur.
- Talep boyutu, çevre duyarlılığı ve sosyal farkındalık sonucu çevreye dost ürünlerin tercihi ile pazardan gelen taleptir.
- Kurumsal-siyasi etkiler boyutu, çevre politikaları (teşvik temelli araçlar veya düzenleyici yaklaşımlar) ve şirketin çevreye olan bakışından kaynaklanan kurumsal yapıdan oluşur.

Çalışmanın ikinci bölümünde çevreye duyarlı üretim ve kullanılan teknolojiler ile ilgili genel bir literatür verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümde bir sanayi işletmesinde çevreye duyarlı üretim uygulamaları açıklanmıştır. Çalışmanın son bölümü ise sonuç ve önerilerden oluşmaktadır. Çalışma, temiz üretim çalışmaları yapan bir firmadaki uygulamaları ve sonuçları ortaya çıkarmak ile çevreye duyarlı üretim uygulamaları yapmak isteyen firmalara ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Çevreye Duyarlı Üretim Tarihsel Gelişimi ve Kullanılan Teknolojiler

1970'lerde başlayan çevresel kirliliğe çözüm arayışları daha çok kirliliğin önlenmesini öngörüyordu. Bu yaklaşımla geliştirilen teknolojiler, kirleticilerin havaya, suya ya da toprağa salınmadan önce başvurulan teknolojilerdi. 1980'lerin başında ise "çevre yönetimi" yaklaşımı birçok firma tarafından benimsendi. 1990'larda ise "çevre yönetimi" yerini "temiz üretim" yaklaşımına bıraktı (Yücel vd., 2008: 321).

Üretim faaliyetlerinin çevresel etkilerinin nasıl azaltılabileceği veya nasıl yok edilebileceği konusunda farklı yaklaşımlar benimsenmiştir. Bu yaklaşımları Rennings vd; (2006: 47) çevresel süreç inovasyonu başlığı altında boru sonu teknolojileri ve temiz üretim teknolojileri olarak iki şekilde incelemektedir. Literatürde boru sonu teknolojiler "kirlilik kontrolü teknolojileri", temiz üretim teknolojileri ise "kirlilik önleme" teknolojileri olarak yer almaktadır. Temiz üretim yaklaşımı, kirlilik kontrolü yaklaşımının aksine proaktiftir yani kirliliğe yol açan kaynaklara odaklanır (Saçlı, 2009: 222). Kirlilik kontrolü teknolojileri ve temiz üretim teknolojileri aşağıda detaylı olarak açıklanacaktır.

Borri ve Boccaletti (1995: 39) işletmelerin çevre yönetimi yaklaşımlarına ilişkin olarak pasif, aktif ve proaktif olmak üzere üç çevre yönetim modelinden bahsetmişlerdir. Buna göre:

- a) Pasif yönetim modelinde işletme değişimlere direnirken çevresel konulara yatırım sadece bir gider olarak değerlendirilmekte ve yeni fırsatlara önem verilmemektedir.
- b) Aktif yönetim modelinde ise, çevreye ilişkin faaliyetler, yasalara ve yönetmeliklere uymak için gerçekleştirilir.
- c) Proaktif yönetim modelinde ise, çevre işletmenin tüm birimlerince öncelikli konular arasında görülmekte ve eko-verimlilik sürekli iyileştirme süreci Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ile örtüşmektedir.

2.1. Boru Sonu (Kirlilik Kontrolü) Teknolojileri

Doğanın tahribinin önlenmesine yönelik olarak geliştirilen ve günümüze kadar yaygın olarak kullanılan ilk yaklaşım "kirlilik kontrolü" veya "boru-sonu" yaklaşımıdır. Bu yaklaşım çevre kirleticilerin, ortaya çıktıktan sonra çeşitli çevre teknolojileri kullanılarak yok edilmesi veya azaltılması olarak tanımlanabilir (Demirer, 2001: 2). Boru sonu teknolojileri aktif çevre yaklaşımını benimseyen işletmelerce kullanılmaktadır. Boru sonu teknolojileri süreçlerin sonunda oluşan atık miktarlarında düşüş sağlamakla birlikte temiz üretim teknolojileri kadar verimli yöntemler değildir (Yüksel, 2008: 51).

Kirlilik kontrolünde, emisyonlar ve atıklar izlenmekte ve kirlilik kontrol ekipmanları ile bertaraf edilmekte ve mevcut üretim süreçlerinde çok az bir değişikliğe gidilmektedir (Yüksel, 2003: 24). Bu teknolojilere çimento işletmelerinde bacalara yerleştirilen filtreler, atıklar için kurulan arıtma tesisleri gibi, süreçlerin sonunda oluşan atıkların azaltılmasını sağlayan teknolojiler örnek olarak verilebilir (Büyükkeklik vd; 2010: 376).

2.2. Temiz Üretim (Kirlilik Önleme) Teknolojileri

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP, 1994) temiz üretimi; ürün, hizmet ve bunlara bağlı süreçlerin sürekli olarak çevre stratejisi ile gözden geçirilip insan ve çevre üzerindeki risklerinin azaltılması

şeklinde tanımlanmaktadır. Temiz üretim, ürünün ambalajından geri dönüşümüne, taşınmasından tüketimine kadar tüm faktörlerin daha çevreye dost bir şekilde yapılmasını amaçlamaktadır (Yazgan vd; 2014: 723). Bu anlamda temiz üretim, ürünün tasarım aşamasından başlayarak, ürünün üretiminde kullanılacak hammadde ve malzemelerin tedariki de dâhil olmak üzere üretim süreçlerinde ortaya çıkabilecek kirliliği kaynağında önlemeye yönelik faaliyetleri kapsayan proaktif bir çevre yaklaşımıdır (Rennings vd; 2006: 48).

Temiz üretimde kirliliği önleme teknolojilerinin uygulanması, mevcut üretim süreçlerinde veya ürün tasarımlarında önemli değişikliklerin yapılmasını gerektirmektedir (Yüksel, 2003: 24). Bunlara örnek olarak, yakıt tasarrufu sağlayan teknolojiler, atık ısıyı geri kazanan prosesler, kimya sektöründe otomasyon yoluyla atıkları en aza indiren teknolojiler, daha az su, enerji ve deterjan kullanan çamaşır ve bulaşık makinesi üreten teknolojiler, ozon tabakasına zarar vermeyen gazlarla çalışan buzdolapları üreten teknolojiler, biyolojik olarak çözünebilir ambalaj malzemeleri üreten teknolojiler, daha az gürültülü üretim ve ürün teknolojileri sayılabilir (Cihangir vd; 2006: 4).

Temiz üretim ile hammadde ve enerji kullanımının azaltılması veya etkinleştirilmesi ve bunun yanında katı atık, atık su, gaz emisyonlarının ve atık ısı kaybının da önlenmesi mümkün olabilmektedir (Ulutaş, 2010: 109). Ar'a (2012: 855) göre yeni hizmet ve ürün geliştiren yeni üretim teknolojileri çevreye olumlu katkı yapmaktadır. Bu katkılar, karbondioksit salınımlarında, su kullanımında ve çevre kirliliğinde azalma ile enerji tasarrufu ve geri dönüşümdeki gelişmeler şeklinde olmaktadır. Temiz üretim uygulamalarının faydalarını Hicks ve Dietmar (2007: 403) ekonomik, çevresel ve organizasyonel faydalar başlıkları altında incelerken, Cılız vd. (2011: 9) temiz üretim uygulamalarından elde edilen kazanımları ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutlarda ele almıştır. Bu boyutlar dört başlık altında toplanabilir (Noor, 2006:13, Cihangir vd., 2006: 5, Cılız vd. 2011:9-10, Hicks vd., 2007: 404):

a) Çevresel Kazanımlar

- Su, hava ve toprak kirliliğinin azaltılmasını sağlamaktadır. Temiz üretim yaklaşımı, karbon dioksit ve kükürtdioksit gibi emisyonları uzun vadeli olarak ortadan kaldırmak veya azaltmayı amaçlayarak iklim değişikliği, asit yağışı ve kentsel hava kirliliği gibi küresel çevre sorunlarının çözümünde önemli rol oynamaktadır.

b) Ekonomik Kazanımlar

- Hammadde, su ve enerjiden tasarruf sağlayarak maliyetlerin azaltılması böylece üretim verimliliğinin artması,
- Ürün ve proseslerin iyileştirilmesi,
- Atık arıtımı ve bertaraf etme maliyetleri azaltılması,
- Yönetmeliklere uygun olmama ile yasal yaptırımlara maruz kalma riskinin azaltılması.

c) Sosyal Kazanımlar

- Yeni ve gelişmiş teknolojilerin kullanılması ile rekabet gücünün artması,
- Kuruluş ve marka imajının, tüketici gözündeki itibarının yükselmesi,
- İşçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili risklerin azaltılması.

d) Organizasyonel Kazanımlar

- Kurum çalışanlarının motivasyonunun artması,
- Çalışanların çevre bilincini kazanması,
- İşletme için daha verimli yöntemlerin araştırılması teşvik edilir.

3. Çevreye Duyarlı Üretimin İşletmelerde Uygulanması ile İlgili Önceki Çalışmalardan Örnekler

Üretim işletmelerinde birbirinden çok farklı teknikler kullanıldığı için çevreye duyarlı üretim konusunu inceleyen çalışmalar da bu nedenle çeşitlenmektedir. Çalışmanın bu bölümünde karşılaştırma yapabilmek amacıyla "elektro-kaplama" teknolojisini kullanan işletmeler ile ilgili çevreye duyarlı üretim incelemelerine yer verilmiştir. Elektro-kaplama teknolojilerinde çevreye duyarlı üretim ile ilgili yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda yer alan öneriler şu şekildedir:

Demirer (2000) Elektro kaplama teknolojisinde kirliliği önleme yöntemlerini incelediği çalışmasında bu tekniği kullanan üretim işletmelerinde şu ve benzeri şekillerde iyileştirmeler yapılabileceğini tespit etmiştir:

- Temizlemede **su bazlı** çözücülerinin kullanılması.
- Asitlerin ve diğer süreç kimyasallarının yeniden kullanımı ve geri kazanımının yapılması.
- Kaplaması tamamlanmış parçaların üzerinde kalan artık banyo solüsyonlarının süzülmesi için gereken zamanın işleme katılması.

- Metal yüzeyinde kalan banyo solüsyonlarının miktarını azaltmak için solüsyonların akıcılığı, sıcaklığı ve yoğunluğunun sabit tutulması.
- Yıkama küvetlerinden önce metal parçalarının geri kazanım tanklarından geçirilmesi.
- Proses sularının geri kazanımı için yeni işlemlerin eklenmesi (örneğin filtrasyon).
- Yıkama işlemleri sırasında solüsyonların birbirine metal parçaları aracılığı ile taşınmasının önlenmesi.

Tuncay (2011) bir elektro-kaplama tesisinde temiz üretim olanaklarının araştırılmasını ve değerlendirilmesini konusunda yapmış olduğu çalışmasında aşağıdaki tespitlerde bulunmuştur:

İncelenen işletmenin kaplama sürecinde kanserojen bir kimyasal olan heksavalent krom ve nikel kullanılmaktadır. Proseste kullanılan kimyasal maddeler tesisten çıkan atık suyun asidik karakter göstermesine ve yüksek miktarlarda Cr+6 ve Ni+2 içermesine neden olmaktadır. Belirlenen sorunların giderilmesi için daha az zararlı kimyasalların kullanımı (örneğin **solvent bazlı** yerine su bazlı temizleyicilerin tercih edilmesi), su ve kimyasal maddelerin geri kazanımına imkân verecek ve kayıp ve kaçakları en aza indiren proseslerin devreye alınması uygun olacaktır.

Çevre Genel Müdürlüğü (2012) tarafından galvanizleme (elektro-kaplama) tekniğini kullanan üretim işletmeleri için hazırlanan rehber dökümanda bu tür işletmelerde çevreye duyarlı üretim amacıyla şu şekilde iyileştirmeler yapılabileceği tavsiye edilmektedir:

- Optimal seçilmiş elektrolit sistemleri ve bertaraf sorunu oluşturacak katkı malzemelerinden kaçınılması süreci ve yıkama suyu banyolarının masraf ve zahmeti azaltılabilir.
- Temizleme banyolarına konulan iş parçalarının temiz, yağlı alınmış veya az olması banyolarının mümkün olduğunca uzun kullanılmasını sağlayabilir.
- Banyo parametrelerinin sürekli analitik kontrolü ve selektif yoğunlaştırma ile banyo kimyasallarının fazla miktarda kullanımı engellenebilir.
- Süreç banyoları için çok önem taşıyan etkenlerin banyodan istenmeden aktarılması veya gereksiz çıkarılmasını azaltmak için gereken önlemler alınabilir.
- Daha yüksek yıkama kriterleri elde edebilmek için çeşitli yıkama banyolarının arka arkaya (**Kaskat yıkama**) kullanılabilir. Böylece yıkama suyu miktarı düşürülür.
- Banyo temizliği ile kir/toz/indirgeme ve yabancı maddelerin sürekli banyodan alınması banyo kullanım zamanını muntazam artırabilir.
- Değişik galvanik banyoları, ayrı saklayıp arıtılır. Geri kazanım için banyo içindeki metallerin ve galvanik çamurlarının mutlaka ayrı kaydedilmesi ve arıtılması gerekmektedir.

4. Bir Üretim İşletmesinde Çevreye Duyarlı Üretim Uygulamaları

4.1. Araştırma Yöntemi ve Analiz Çerçevesinin Oluşturulması

Bir örnek olay incelemesini içeren bu çalışmada, nitel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma verileri, yüz yüze görüşme ile edilmiştir. Yapılan görüşmeler ile firma hakkında genel bilgiler elde edilmiş, çevre sorumlusu nezaretinde işyerindeki üretim bölümlerinde incelemelerde bulunulmuştur. Daha sonra işletmede yapılan çevreye duyarlı üretim çalışmaları ile ilgili detaylı bilgi edinilmek istenen konularla ilgili bir soru formu oluşturulmuş ve bu soru formu doğrultusunda bilgiler elde edilmiştir.

Görüşmeler sonucunda elde edilen veriler betimsel analiz tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada ilk olarak incelenen işletme ile ilgili genel bilgiler ve işletmenin üretim süreci ele alınmıştır. Daha sonra işletmenin üretim sürecinde çevreye duyarlı üretim uygulamalarına yer verilmiştir. Son olarak işletmenin su ve enerji kullanımı ile ortaya çıkan atıkları konusunda belirlemiş olduğu hedefler ve bu hedeflere ulaşmak için yapmış olduğu iyileştirmelere yer verilmiştir.

4.2. İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Çevreye duyarlı üretim uygulamaları incelenen işletme dünyanın farklı ülkelerinde faaliyet gösteren çok uluslu bir firmanın Türkiye'deki üretim birimidir. İşletmede çeşitli kilit modelleri üretilmekte olup ürünlerin büyük bölümü yurtdışına ihraç edilmektedir. İşletmenin bağlı bulunduğu çok uluslu firma dünyanın 70'den fazla ülkesinde faaliyet göstermektedir. Firma yetkilileri tarafından firma isminin çalışmada, açıklanması istenmediği için firma XYZ firması olarak tanımlanmıştır.

4.3. İncelenen İşletmenin Üretim Süreci Hakkında Genel Bilgiler

XYZ firmasının Türkiye'deki işletmesinde yapılan üretimde; talaşlı üretim, şekillendirme ve elektro-kaplama teknikleri kullanılmaktadır. İşletmenin üretim aşamaları şu şekildedir:

1. Çelik saçtan talaşlı üretim ve şekillendirme yolu ile ürünlerde kullanılacak parçaların elde edilmesi,
 2. Elde edilen parçaların üzerinin çeşitli metaller ile elektro-kaplama yöntemiyle kaplanması,
 3. Kaplanan parçaların birleştirilerek (montaj) nihai ürünlerin elde edilmesi.
- Bu işlemler şekil 1'deki gibi gösterilebilir.

Şekil 1: İşletmenin üretim süreci



4.4. İşletmede Çevreye Duyarlı Üretim Faaliyetleri

4.4.1. Hammadde Girişi

İşletmede üretilen ürünlerin temel hammaddesi çelik sac olup, rulolar halinde demir-çelik işletmesinden tedarik edilmektedir. Ürünlerde kullanılan diğer malzemeler, depozitolu kaplarla teslim alınmakta, taşıma kabı atığı oluşturmamak amacıyla yeni malzemeler teslim alınırken, boş kaplar tedarikçi firmalara geri teslim edilmektedir. İşletme bu yöntemle malzemelerin işletmeye ilk girişi ile oluşacak atıkları önlemekte ve ekonomik kazanım sağlamaktadır.

4.4.2. Talaşlı Üretim ve Şekillendirme

İşletmede üretimin bu aşamasında çeşitli metal parçaları ve tozlar atık olarak ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu metal parçalar ve tozlar türüne göre ayrı ayrı kutularda biriktirilerek depolanmaktadır. Daha sonra bu metal parçaları geri dönüşüm için demir-çelik işletmesine gönderilmektedir. Böylelikle işletmede yapılan üretimin ilk aşamasında ortaya çıkan atıklar geri dönüşüme kazandırıldığı için çevreyi kirletecek herhangi bir kirletici unsur oluşmamaktadır.

Bütün talaşlı imalat işlemlerinde, iş parçasının plastik deformasyonu, takım-talaş ara yüzeyindeki sürtünme ve kesici takım boşluk yüzeyi ile iş parçası arasındaki sürtünmeden dolayı önemli derecede ısı oluşmaktadır (Demir vd., 2009). Ortaya çıkan bu ısı işlemin kalitesini de düşürmektedir. Bunu önleyebilmek için işlem sırasında çeşitli kesme sıvıları, yağlar kullanılmaktadır. Talaşlı üretim işlemleri sırasında kullanılan bu sıvı ve yağlar, üretilen parçaların üzerinde çok miktarda kalıntı bırakmaktadır. Parçaların arındırılması işlemleri ise kaplama bölümünde kaplama işleminden önce yapılmaktadır. İşletmede yapılan üretimde en çok kirlilik bu kısımda oluşmaktadır. Kaplama işlemleri sırasında ayrıntılı olarak bu konuya değinilmiştir.

4.4.3. Elektro - Kaplama İşlemleri

İncelenen işletmede hazırlanan parçalar montajdan önce elektro-kaplama işlemine tabi tutulmaktadır. Kaplama işlemlerinde genellikle krom-nikel vb. metaller tercih edilmektedir. İşletmedeki sürecin daha iyi anlaşılabilmesi için elektro-kaplama işlemlerine kısaca değinmek faydalı olacaktır.

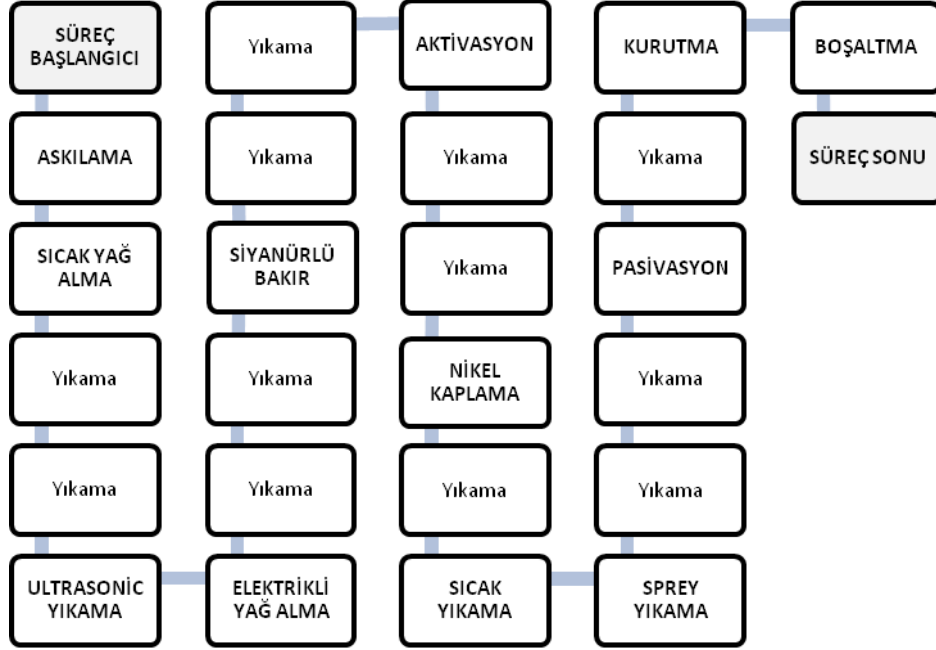
Elektro - kaplama, çeşitli süreçlerde temizlenerek hazırlanmış bir metal yüzeyinin metalik olan ince bir koruyucu tabaka ile kaplanmasını ifade eder. Galvanizleme olarak da adlandırılan bu işlem gerekli parçaların sulu elektrolit çözücü içinde doğru akımla metalik tabaka ile kaplanması işlemidir (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2012: 1). Genel olarak elektro-kaplama tesisleri ön hazırlık ve kaplama aşamalarından oluşur. Elektro-kaplama süreci; yüksek düzeyde enerji, su ve kimyasal madde kullanımı ve katı, sıvı ve gaz atık üretimi gibi önemli çevresel etkiler oluşturmaktadır. Kaplama tesisi atık suları genellikle asidik özellik göstermekte, toksik metal iyonları ve siyanür bileşikleri içerebilmektedir. Bu nedenle elektro-kaplama sürecinde yapılacak iyileştirmeler çevre duyarlılığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Elektro-kaplamada, kaplamanın kaliteli bir şekilde yapılabilmesi için yapılması gereken ilk uygulama kaplanacak metallerin üzerindeki yağ, kir ve pas gibi kirleticilerin temizlenmesidir. Parçalar ne kadar temiz olursa kaplama işlemi de o kadar başarılı olabilmekte ve korozyona dayanıklı ürünler elde edilebilmektedir.

Bu temizleme işlemlerinde trikloretilen vb. çok etkili çözücüler kullanılabilir. Türkiye’de kullanımı yasak olmayan bu ve benzeri kimyasal çözücüler yıkama işlemlerinin maliyetini düşürdüğü için birçok üretici firma tarafından halen kullanılmaktadır. Ancak bu çözücüler yüksek sıcaklıklarda kullanılmakta ve kanserojen etkisi ile işçi sağlığını ve iş güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Örneğin Çin’de 4.5-205.4 ppm düzeyinde trikloretilen içeren havayı soluyan 15 işçiden 5’inin ölümü, bu kimyasalın ne denli zehirli olduğunu kanıtlayan olaylardan yalnızca birisidir (Demirer, 2000: Zhu ve diğerleri, 1997).

Trikloretilen kullanımı, incelenen işletmenin bağlı olduğu çokuluslu XYZ firmasının kendi çevre prosedürüne uymadığı için, Türkiye’de kullanımı serbest olmasına rağmen işletme tarafından kullanılmamaktadır. Bunun yerine işletmede kaplama bölümündeki işlemlerde daha çevreye duyarlı olan Şekil 2’ de ki aşamalar takip edilmektedir:

Şekil 2: İşletmedeki örnek nikel kaplama işlem süreci



İşlem sırası incelediğinde parçalar ilk olarak yağlardan arındırılmak amacıyla ön yıkama işlemlerine tabi tutulmaktadır. Ön yıkama işlemlerinden sonra, parçalar hangi kaplama işlemine (bakır, çinko, nikel, krom) girecekse, işleme alınmadan önce aktivasyon olarak adlandırılan asidik bir işleme tabi tutulmaktadır. Daha sonra parçalar kimyasal kaplama işlemine alınmaktadır. Kaplama işleminden sonra parçaların dış etkenlerden kaynaklanan korozyonunu önlemek için pasivasyon işlemi gerekmektedir. Her bir kaplama farklı şekilde pasivasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Daha sonra tekrar yıkama işlemleri uygulanmakta ve son olarak kurutulmaktadır.

Her uygulamadan sonra parçaların yıkanması zorunlu olduğundan, kaplama sürecinde birbirini takip eden yıkama işlemleri yapılır ve sonunda da lekesiz olarak kurutulur. Süreçte yıkama işlemleri önemli yer tuttuğu için yüksek miktarda su kullanımı gerekmektedir. Bu süreçte temiz üretim anlamında yapılabilecek öncelikli iyileştirmelerden biri su kullanımının azaltılmasını sağlayacak değişikliklerin yapılmasıdır.

İncelenen işletmede alüminyum, çinko, demir ve pirinç gibi iletken bütün metal parçalar üzerine beş farklı kaplama (nikel, bakır, krom, pirinç ve çinko) farklı farklı kimyasal banyolarda (lokasyonlarda) yapılmaktadır. Diğer bütün banyolar ise yukarıdaki örnek işlem şemasında da görüldüğü şekilde;

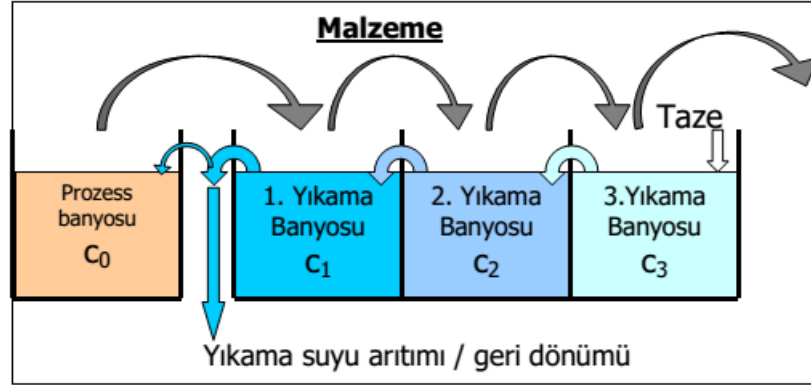
- Metal parçaların kaplama banyolarına girmeden önce üzerindeki yağı alma,
- Metal parçaları kaplamaya hazırlama,
- Metal parçaların kimyasal banyolardan çıktıktan sonraki yıkama banyolarıdır.

Kurulmuş olan bütün sistemde, kimyasal kaplama banyosundan sonraki ilk iki banyo ekonomik yıkama banyolarıdır. Ekonomik yıkama banyoları çıktıkları banyonun elektrolitlerini ihtiva ederler. Mesela, nikel kaplamadan sonraki ekonomik yıkama nikel iyonlarıyla, yardımcı katkı maddelerini içerir. Nikel kimyasal kaplama banyosunda x gram nikel sülfat ile kaplama yapılıyorsa, ekonomik yıkamalarda bu miktar x-60 veya x-100'e düşmektedir. Kaplanan parçalar banyolarda yıkama yıkama söz konusu kimyasal (örn: nikel sülfat) seyrelmekte ve banyo suları tahliye edilebilecek standartlara yaklaşmaktadır.

İşletmede önceki dönemlerde yıkama suları tahliye yapılarak arıtma bölümüne yönlendirilmekte iken sistem üzerinde yapılan iyileştirme ile ekonomik yıkamada kullanılan sular tahliye edilmemekte ve bir önceki kaplama (örn: nikel) banyosuna yapılacak su takviyelerinde bu yıkama suyu kullanılmaktadır.

Sular bir havuzdan diğer havuza aktarılmakta ve en sondaki banyo suyu boşaltılmaktadır. Bütün kimyasal banyolardan sonraki banyolar ekonomik yıkama banyosu olduğundan, geriye dönük su ilavesi yapılarak hem az su kullanımı sağlanmış hem de arıtmaya giden suyun % 17 oranında azaltılması sağlanmıştır. Kullanılan suyun maliyetinde azalma sağlayan bu yöntem Şekil 3'te görüldüğü gibidir:

Şekil 3: Yıkama Suyu Tasarruf Sistemi*



*Bu şekil Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2012) tarafından hazırlanan rehber dökümanda yer almakta olup, firma yetkilileri ile yapılan görüşmede işletmede uygulanan süreci birebir yansıttığı teyit edildiği için çalışmaya eklenmiştir.

Ayrıca havuzlara yeni su alınması durumunda her kaplama yapıldıkça havuzlardaki kimyasal oranı düşmekte ve oranın dengelenmesi için eklenme yapılması gerekmektedir. Ancak yıkama havuzlarındaki su doğrudan tahliye edilmeyip, diğer havuzlara aktarıldığı için söz konusu kimyasalın oranı düşmemekte ayda bir eklenmesi gereken kimyasalın 6 ayda bir eklenmesi gerekmektedir. Bu da kullanılan malzeme maliyetlerinin % 23 oranında azaltılmasını sağlamıştır. Bu oran yıllık 28000 \$ civarında bir kimyasal malzemenin tasarruf edilmesi anlamına gelmektedir.

4.5. İşletmenin Çevre Yönetimi Hedefleri ve Bu Hedeflere Ulaşmak için Yaptığı Faaliyetler

İşletmenin bağlı olduğu çokuluslu XYZ firması bünyesinde bulunan çeşitli ülkelerdeki işletmeleri için "Çevre Yönetimi" ile ilgili beş yıllık planlar hazırlamakta ve hedefler belirlemektedir. Firmanın bu çalışmada incelenen Türkiye'deki işletmesinde 2013 ve 2014 yıllarında hedeflenen ve ulaşılan iyileştirmeler ile beş yıl sonrasında yani 2019 yılına ait hedeflenen iyileştirmeler Tablo 1'de gösterildiği gibidir:

Tablo 1: İşletme Tasarruf Hedefleri

İyileştirme Hedeflenen Konular	2013 Hedefi	2013 (gerçekleşen)	2014 Hedefi	2014 (gerçekleşen)	2019 Hedefi
Enerji Kullanımı	%5	%5	%3	%8	%15
Tehlikeli Olmayan Atıklar	%5	%28	%3	%8	%15
Tehlikeli Atıklar	%5	%12	%3	%8	%15
Su Kullanımı	%9,5	%29	%5	%25	%15

Tablo 1'de görüldüğü üzere işletme 2013 ve 2014 yılları için hedeflediği iyileşmenin üzerinde bir başarı sağlamıştır. Tablo 1'deki verilere göre en büyük iyileştirme 2013 yılında % 29 ve 2014 yılında %25 ile su kullanımında gerçekleşmiştir. Belirlenen hedefin %20 üzerinde bir başarı sağlanmasında elektro-kaplama sürecindeki su kullanımının azaltılmasına yönelik yapılan iyileştirmelerin payı büyüktür. İşletme kirlilik kontrolü ve enerji sarfiyatına dair hedeflerine ulaşmak için yapmış olduğu iyileştirmeler ile ilgili işletme yetkilileri ile yapılan görüşmelerde işletmede aşağıdaki takiplerin yapıldığı bilgisi edinilmiştir:

- İşletmede kullanılan temiz suyun günlük, haftalık takipleri.
- Üretim sonunda ortaya çıkan atık suyun analiz değerleri.

4.5.1. İşletmede Temiz Su Kullanımının Takibi

İşletmedeki su kullanımı günlük olarak takip edilmektedir. Bu takibi sağlayabilmek için her bir bölüme ayrı su sayacı yerleştirilmiştir. Su kullanım takibinden sorumlu olan personel 24 saat ara ile sayaçları kontrol etmekte ve değerleri not almaktadır. Tablo 2'de işletmedeki görevli personel tarafından oluşturulan haftalık su kullanımı takip çizelgesi yer almaktadır.

Tablo 2: İşletmedeki Bir Haftalık Örnek Su Kullanımı Takip Çizelgesi (m³)

Günler	Kaplama	2'li Puntolar	5'li Puntolar	Arıtma	Vibrasyon	Üretim Süreci Toplamı
Pazartesi	15	3	15	13	6	52
Salı	13	0	2	11	6	32
Çarşamba	21	6	0	11	6	44
Perşembe	16	0	15	6	6	43
Cuma	18	0	12	8	6	44
Toplam	83	9	44	49	30	215

İşletmede Tablo 2'de görüldüğü şekli ile yıl boyunca her gün kullanılan su ölçülerek tablolar halinde rapor edilmektedir. Böylelikle en çok su sarfiyatının olduğu bölümler belirlenmekte ve su sarfiyatının azaltılması için çalışmalar yapılmaktadır.

4.5.2. Atık Suların Kirlilik Kontrolü

İşletmede işlemler sırasında kullanılan sular en son arıtma bölümüne alınmakta ve arıtma işlemine tabi tutulduktan sonra belli standart değerleri sağlıyorsa doğaya tahliye edilmektedir. İşletmede oluşan atık suların istenen standartları sağlayabilmesi amacıyla 3 yıl öncesinde "ileri arıtma tesisi" kurulmuştur. Yaklaşık 300.000 TL civarı bir maliyetle kurulan bu tesisin kuruluşunda sadece gerekli standartlara ulaşmak hedeflenmiş, maliyetin geri dönüşü dikkate alınmamıştır.

İşletmelerde kullanıldıktan sonra arıtılmış ve tahliye edilecek sular için ülkeler tarafından izin verilen bazı kimyasal ölçüm değerleri bulunmaktadır. Bu değerler ülkeden ülkeye değişim gösterebilmektedir. Yasal zorunluluk gereğince işletmelerin atık sularının buldukları ülkenin izin verdiği standart değerleri sağlaması gerekir.

Ancak daha önce değinildiği gibi bu çalışmada incelenen çokuluslu firma kendi çevre kontrolü prensipleri gereğince bu atık sular için içsel standartlar belirlemiştir. Firma çalışmalarında faaliyet gösterdiği ülkenin izin verilen değerleri ile kendi belirlediği değerleri karşılaştırmakta ve hangisi daha çevreye uygun ise bu değerleri baz almaktadır. Ayrıca firma işletmenin bulunduğu ülkede atık sular için, izin verilen değerlere ulaşmayı yeterli görmemekte, bu değerlerin %50 daha aşağısında değerlere ulaşmayı hedeflenmektedir.

Türkiye'de atık sular için belirlenen değerler Çevre ve Orman Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde yer almaktadır. Aşağıda tablo 3'de Türkiye'de atık sular için izin verilen standart değerler ile firma tarafından belirlenen değerler yer almaktadır.

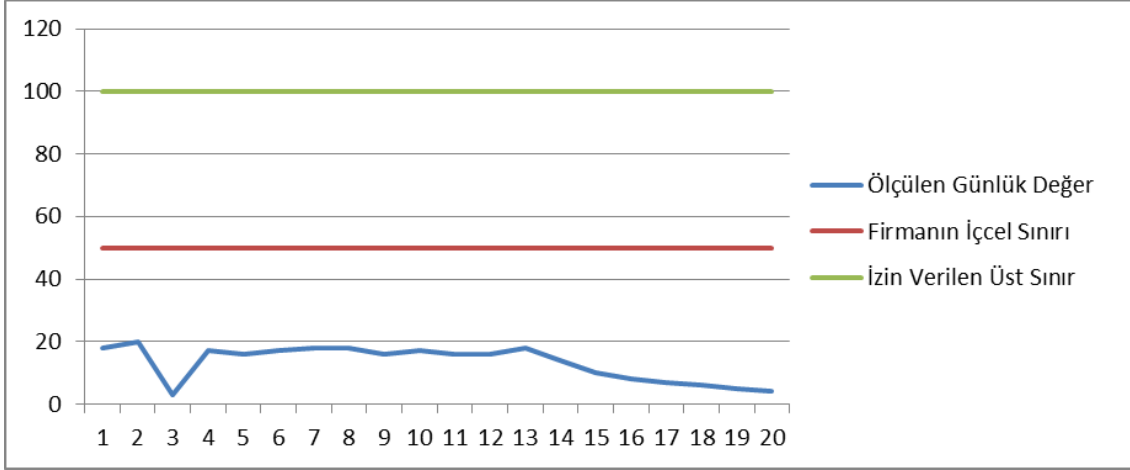
Tablo 3: Atık Sular İçin Standart Değerler

Parametreler	Türkiye' de İzin Verilen Limitler	Firma Limitleri
Ph (üst sınır)	9	8,25
Ph (alt sınır)	6	6,75
KOI (Kimyasal Oksijen ihtiyacı)	80	40
AKM (Askıda Katı Madde)	100	50
Yağ ve Gres	16	8
Krom	0,4	0,2
Toplam Siyanür	0,16	0,08
Klorür	0,4	0,2
Demir	1,6	0,8
Bakır	1,6	0,8
Nikel	2,4	1,2
Çinko	2,4	1,2

İşletme tahliye sularının analiz değerlerini günlük olarak ölçülmekte ve takip etmektedir. Ayrıca bu değerler anlık olarak işletmenin bağlı olduğu firmanın yurtdışındaki merkezi ile de paylaşılmaktadır. Olumsuz bir durum ile karşılaşıldığı zaman firma merkezi hemen müdahale etmektedir. Bu da firmanın çevre yaklaşımındaki ciddiyetini göz önüne sermektedir.

Yukarıdaki tabloda yer alan parametreler işletmede haftalık bazda grafiksel olarak takip edilmektedir. Örneğin yukarıdaki değerlerden AKM (Askıda Katı Madde) değerinin takip edildiği grafik şekil 4'te gösterildiği gibidir.

Şekil 4: Askıda Katı Madde (AKM) Takip Grafiği



Şekil 4'de işletmenin haftada 5 gün ölçüm yapılarak oluşturulan bir aylık AKM takip grafiği yer almaktadır. Grafikte görüldüğü üzere bir aylık süreçte işletme hem Türkiye için belirlenen hem de kendi belirlediği değerlerden daha iyi sonuçlar elde etmiştir. İşletme bütün parametreler için bu şekilde grafikte oluşturmakta ve yurtdışındaki firma merkezi ile paylaşmaktadır.

Değerlerde bir sapma olması durumunda, sapmanın nereden kaynaklandığının tespiti amacıyla araştırma başlatılmakta ve nedenler tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Arıtma tesisinde bir arıza meydana gelmesi sonucunda işletme atık sular için kendi içsel değerlerini sağlamazsa atık sular daha önce anlaşma yapılmış bir arıtma firması tarafından alınmaktadır. Söz konusu firma ise bu atık suları gerekli arıtma işlemlerine tabi tutarak istenen değerleri sağladıktan sonra tahliye etmektedir. Eğer atık sular Türkiye için istenen değerleri sağlıyorsa suları alan firma hiçbir işleme tabi tutmadan bile tahliye edebilmektedir.

Bunların yanı sıra işletmenin atık sularının izin verilen yasal sınırlara uygun olup olmadığı kamu idaresi tarafından da resmi olarak takip edilmektedir. Bunun için her ay işletmeden sorumlu akredite laboratuvarı (uygunluk değerlendirme kuruluşu) yetkilileri işletmedeki atık sulardan numune alarak analize tabi tutulmaktadır. Analiz sonuçlarında yasal sınırlara uygun olmayan bir sonuç bulunması durumunda işletme bu konuda uyarılmaktadır. Ancak incelenen işletme atık su analizini sürekli olarak kendisi de takip ettiği için herhangi bir olumsuz durumla karşı karşıya kalmamaktadır.

4.5.3. İşletmede Enerji Kullanımı İle İlgili Yapılan İyileştirmeler

İşletmede yapılan üretimde birçok elektrikli makine kullanılmaktadır. Bunun yanında işletme geniş bir kapalı alana sahip olup bu alanlar üretim süresince aydınlatılmaktadır. Bu da işletmedeki enerji tüketiminin ciddi rakamlara ulaşmasına neden olmaktadır. İşletme yetkililerince elektrik kullanımı ile ilgili değerler ay bazında takip edilmektedir. İşletme yöneticilerinden elde edilen bilgiye göre aylık elektrik kullanımı 50.000 TL- 100.000 TL arasında değişmektedir. İşletmede elektrik sarfiyatının azaltılması amacıyla tüketimde önemli yer tutan aydınlatma konusunda iyileştirme yapılmıştır. Kullanılmakta olan yüksek voltajlı aydınlatma ampulleri, ilk önce daha tasarruflu olan floresan lambalar ile değiştirilmiştir. Daha sonrasında ise led lambaları kullanılmaya başlanmıştır. Son değişiklik ile beraber 32 wattlık floresan yerine 16 wattlık led lambaların kullanımı ile hem daha aydınlık bir çalışma ortamı oluşturulmuş hem de enerji sarfiyatında ciddi tasarruf sağlanmıştır. Bu şekilde aydınlatma için gerekli enerji sarfiyatında % 50 oranında bir iyileştirme sağlanmıştır.

5. Sonuç ve Öneriler

Sanayi devrimi ile birlikte üretim sektöründe meydana gelen gelişmelerin çevre üzerinde olumsuz etkileri azımsanamayacak derecede önemli olduğu görülmüştür. Hava, su, toprak gibi çevre unsurlarının kirlenmesi, insanlar ve diğer canlılar için tehdit oluşturmaktadır. Çevre konusundaki artan bilinçle beraber

özellikle son 20-30 yılda üretim sektörünün çevreye olan olumsuz etkisinin azaltılması önemli bir konu haline gelmiştir.

Tarihsel süreç incelendiğinde başlangıçta işletmelerin yalnızca yasal zorunluluklara uyum sağlamak amacıyla üretim sürecinde ortaya çıkan atıkların zararlı etkilerini azaltmaya çalıştıkları görülmektedir. Ancak daha sonraki dönemlerde bu atıkların azaltılmasının çevreye yaptığı olumlu etkilerinin yanında işletmelere de birçok ekonomik ve sosyal faydalar sağladığı anlaşılmış ve bunun sonucu olarak işletmeler çevre konularına daha da önem vermeye başlamıştır. Literatür incelendiğinde çevre konularının bir zorunluluk olarak değil, işletme için bir amaç, bir hedef olarak esas alınması "Proaktif yaklaşım" olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında örnek olay çalışması şeklinde incelenen işletmenin çevre konularına "proaktif" bir yaklaşım sergilediği tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi incelenen işletmenin dünya üzerinde birçok ülkede faaliyet gösteren küresel çok uluslu firmanın bünyesinde yer almasıdır. İşletmenin bağlı bulunduğu firma, dünya üzerinde 70'den fazla ülkede faaliyet göstermekte olup çevre konusundaki küresel birikimini Türkiye'de de sergilemektedir.

İşletmede kullanılan üretim teknikleri yüksek miktarda temiz su, kimyasal madde kullanımı ve atık su salınımına neden olduğu için yapılan çevresel iyileştirmelerin en önemlileri bu alanda olmuştur. İşletme kullanılan mevcut üretim sürecinde yöntem değişikliğine giderek su kullanımında 2013 yılında % 29, 2014 yılında ise % 25, kimyasal madde kullanımında da yıllık yaklaşık 28.000 \$ düzeyinde bir tasarruf sağlamıştır. Süreçte kullanılan kimyasal madde miktarında azalma sağlanması aynı zamanda atık suların kirlilik oranını da olumlu yönde etkilemiştir. Yapılan literatür taramasında bu yöntemlerin T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2012 yılında hazırladığı Rehber Dokümanlarda da tavsiye edildiği görülmektedir. Ayrıca Tuncay (2011: 37) "Bir Krom - Nikel Kaplama Tesisinde Temiz Üretim Olanaklarının Değerlendirilmesi" isimli tezinde tesiste kullanılan su miktarının %50-99 oranları arası azaltılabileceğini, kaplama prosesinde Cr+6 yerine Cr+3 kullanılabileceğini ve solvent-bazlı temizleyiciler yerine su-bazlı temizleyicilerin kullanılabileceğini önermektedir. Bu ve benzeri yetkili kuruluşların ve araştırmacıların temiz üretim konusunda yaptıkları araştırmalar işletmelere yardımcı olacağını göstermektedir.

Araştırma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde önceki çalışmalar başlığı altında yer verilen Demirel (2000), Tuncay (2011) ve Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2012)'nin çalışmalarında tavsiye edilen yöntemlerin büyük ölçüde incelenen işletme tarafından uygulandığı görülmektedir.

İncelenen işletmenin çevresel iyileşme konusunda yapmış olduğu çalışmalardan biri de enerji sarfiyatı konusudur. İşletme geniş bir kapalı alana sahip olduğu için enerji sarfiyatında aydınlatma önemli yer tutmaktadır. İşletme teknolojinin gelişmesi ile beraber aydınlatmada kullanılan ampulleri tasarruflu ampuller ile değiştirerek aydınlatma giderlerinde %50 civarında bir iyileştirme sağlamıştır.

İşletmenin çevre konusunda beş yıllık hedefler belirlediği ve bu hedeflere ulaşmak amacıyla bu konuları takip eden personeller görevlendirdiği gözlemlenmiştir. Bu personeller günlük olarak atık miktarı, elektrik, su tüketim miktarı vb. gibi konularda çizelgeler hazırlamaktadır. Bu çizelgeler eş zamanlı olarak işletmenin bağlı bulunduğu çokuluslu şirket merkezindeki yetkililerle de paylaşılmaktadır.

İncelenen işletmenin, küresel düzeyde faaliyet gösteren çokuluslu bir firmanın bünyesinde yer alması, temiz üretim ve temiz çevre konularına daha fazla hassasiyet göstermesini ve bu yönde yapılan çalışmaların daha sistematik ve verimli olmasını sağlamıştır. İşletmenin temiz üretim uygulamaları ve elde edilen sonuçlar, temiz üretim uygulamaları yapmak isteyen firmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın en önemli kısıtı incelenen işletmenin belirli bir sanayi dalında faaliyet göstermesinden dolayı çalışmanın bu sektör bazında örnek bir çalışma niteliği taşımasıdır. Bu çalışmaya benzer şekilde çevreye duyarlı üretim konusunda yapılacak çalışmaların sektörel baza indirgenerek farklı sektörlerde yapılması daha faydalı olacaktır. Araştırma yapılan işletmede büyük maliyetle kurulan "ileri arıtma tesisi" küçük çaptaki işletmelerde kurulması mümkün gözükmemektedir. Bu ileri arıtma tesislerinin yerine geçebilecek uygulamaların küçük çaptaki işletmeler için nasıl yapılacağını araştırılması gelecek çalışmalarda incelenebilir.

KAYNAKÇA

- AR, İlker Murat (2012). "The Impact Of Green Product Innovation On Firm Performance and Competitive Capability: The Moderating Role Of Managerial Environmental Concern", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, S. 62, ss. 854-864
- BORRİ F. ve BOCCALETİ G.(1995) From Total Quality Management to Total Quality Environmental Management, *The TQM Management*, Vol:7, No:5., 39
- BÜYÜKKEKLİK, A. TOPSARI, M., BÜLBÜL, H. (2010). Çevresel Duyarlılık ve Yenilikçilik Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üni. İİBF. Dergisi, C.15. S.3, ss.373-393
- CİLİZ, N. Dalyan, BAYDAR, G.(2011). Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-II, Bölgesel Çevre Merkezi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

- CİHANGİR, M. KÜÇÜK, F. TÜRKAL, H. (2006). Çevreye Duyarlı Üretim Sistemi Uygulayan İşletmelerde Sistemin Getirdiği İlave Maliyetlerle Bu Maliyetlerin Ürünler Yüklendiğinde Karşılaşılan Sorunların Çözümüne Yönelik bir Değerlendirme, Akademik Bakış, Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, S.9, ss.1-7
- DEMİRER, U.S. (2000). Elektrokaplama Endüstrisinde Kirlilik Önleme Uygulamaları
- DEMİRER G.N (2001). Temiz Üretim-Kirlilik Önleme Kavramı ve Çevre Mühendisliği Eğitimi, 4. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, TMMOB Çevre Muh. Odası, 212-221, Kasım, İçel
- GÜNGÖR, A. ve GUPTA, S.M. (1999). Issues in Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery-A Survey, Computers and Industrial Engineering, Vol:36,817-818.
- HİCKS C. ve DIETMAR R. (2007). Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China, Journal of Cleaner Production, ss.395-408
- HORBACH, J. (2008), Determinants of environmental innovation—New evidence from German panel data sources, Research Policy 37, 163-173
- NOOR, Zainura Z. (2006). "Introduction to Cleaner Production", Universiti Teknologi Malaysia
- RENNINGS K. ZIEGLER A., ANKELE K. ve HOFFMANN E. (2006). The Influence of Different Characteristics of the EU Environment Management and Auditing Scheme on Technical Environmental Innovations and Economics Performance, Ecological Economics 57, pp.45-59.
- SAÇLI, A. (2009). Uluslararası Çevre Politikaları Çerçevesinde Çevre-Teknoloji İlişkisi, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı
- TC. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (2012). Türkiye’de Sanayiden Kaynaklanan Tehlikeli Atıklarının Yönetiminin İyileştirilmesi, Metal Kaplama Galvanizasyon Rehber Doküman,
- TUNCAY, F. (2011). "Bir Krom - Nikel Kaplama Tesisinde Temiz Üretim Olanaklarının Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi ss.1-44
- ULUTAŞ, F. (2010). Enerji Verimliliği ve Temiz Üretim, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Nisan-2010
- UNEP (1994). Government strategies and policies for cleaner production. UNEP Publication
- YANG, C.J. ve CHEN, J.L. (2011). Accelerating preliminary eco-innovation design for products that integrates case-based reasoning and TRIZ method. Journal of Cleaner Production, 19, 998-1006.
- YAZGAN, H.İ. YILDIZ, M. S. ve YÜCEL, S.(2014). Temiz Üretim Firması Performansına Etkisi: Düzce Sanayi İşletmelerinde Bir Araştırma, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi Cilt: 7 Sayı: 32 ss 722-733
- YÜCEL, M. EKMEKÇİLER, Ü.S. (2008). Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım; Temiz Üretim Sistemi, Eko- Etiket, Yeşil Pazarlama, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Ağustos, 2008 C.7 S.26, ss.320-333
- YÜKSEL, H. (2003). İşletmelerin çevreye duyarlı üretim faaliyetlerinin ampirik bir çalışma ile değerlendirilmesi, Endüstri Mühendisliği, Cilt:14, Sayı 2. Haziran
- YÜKSEL, H. (2008). An empirical evaluation of cleaner production practices in Turkey, Journal of Cleaner Production, Vol.16S1, pp. 50-57
- ZENG, S.X MENGA, X.H. YİNa, H.T. TAMB, C.M. SUNA, L. (2010). Impact of cleaner production on business performance, Journal of Cleaner Production, ss.975-983
- ZU M.A.Z., X. XU, T. ZHONG, L. HU, Q. ZHON, J. BAİ. (1997). Allergic skin disease and hepatitis following trichloroethylene exposure: of 15 patients, 5 died. Int. Arch.Occup.Env.Health, No.70 s.222-231.