

SANAYİDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM: EKO-VERİMLİLİK YAKLAŞIMI İLE SU TASARRUFUNA YÖNELİK PİLOT UYGULAMALAR

Emrah ALKAYA¹, Merve BÖĞÜRCÜ¹, Ferda ULUTAŞ¹, Göksel Niyazi DEMİRER²

¹Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Bilkent 06800 Ankara

²ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

ÖZET - Ülkemizde iklim değişikliğinin etkilerinin yönetilebilmesi için gerekli stratejilerin oluşturulması ve ilgili kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi amacıyla "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi" başlıklı Birleşmiş Milletler Ortak Programı Haziran 2008'de başlatılmıştır. Pilot bölge olarak Seyhan Havzası'nın belirlendiği Ortak Program ile iklim değişikliğine uyumun ulusal, bölgesel ve yerel politikalara, sürdürülebilirlik yolunda ve Türkiye'nin kalkınma hedefleri çerçevesinde entegre edilmesi hedeflenmektedir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) sunulan Türkiye'nin Birinci Ulusal Bildirimi'nde, iklim değişikliğinin Türkiye'deki en önemli etkileri arasında artan yaz sıcaklıkları, azalan yağışlar, yüzey sularının kaybı ve kuraklık gibi etkilere vurgu yapılmaktadır. Yapılan çalışmalara göre; Ortak Program için pilot bölge olarak belirlenmiş olan Seyhan Havzası'nda da sıcaklıkların artacağı, yağışların azalacağı, sulama suyunun azalacağı, yeraltı sularındaki kullanım baskısının artacağı ve kirlenme riskinin oluşacağı, yeraltı sularında tuzlanma olacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak, Türkiye'nin birçok bölgesinde olduğu gibi Seyhan Havzası'nda da tarımsal ve evsel kullanımın yanı sıra sanayide de su sıkıntısı yaşanacağı tahmin edilmektedir.

Sanayi açısından iklim değişikliğine uyum, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkması beklenen ve doğrudan üretimi ve rekabet gücünü olumsuz yönde etkileyecek unsurlara karşı önlemlerin alınması anlamına gelmektedir. Özellikle üretim girdilerinde (su, hammadde, enerji vb.) beklenen azalma (ve dolayısıyla maliyet artışı) sanayici için ciddi bir risk durumundadır. Ortak Program kapsamında, sanayicinin karşı karşıya olduğu bu risk üzerinde önemle durulmuş ve Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Programı, Ortak Program'ın sanayi ile ilgili bileşeni olarak hayata geçmiştir.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) tarafından Prof. Dr. Göksel Demirer'in danışmanlığı ile yürütülen, UNIDO Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Programı kapsamında, sanayide eko-verimlilik (temiz üretim) konularındaki kapasitenin geliştirilmesi, Seyhan Havzası (Adana, Niğde, Kayseri) öncelikli olmak üzere pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi ve ulusal bazda yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Seyhan Havzası'nda ve Türkiye'nin birçok bölgesinde iklim değişikliğinin sanayiciyi doğrudan etkileyecek en belirgin etkisinin "kullanılabilir su miktarının azalması" olduğu öngörülmekte olup, UNIDO Eko-Verimlilik Programı'ndaki pilot uygulamaların odağını da, "üretimde su tüketiminin azaltılması" oluşturmaktadır. Programda Seyhan Havzası esas alınarak, ekonomik ve çevresel (su tüketimi ve diğer) kriterler doğrultusunda "gıda ve içecek", "tekstil ve deri", "kimyasal madde ve ürünler" ve "metal işleme ve makine parça üretimi" öncelikli sanayi sektörleri olarak belirlenmiştir.

Belirlenen sektörlerde faaliyet göstermekte olan 6 sanayi tesisinde üretim süreçleri, su tüketimleri ve atıksu miktar ve özellikleri değerlendirilerek, en düşük maliyetle hayata geçebilecek ve en fazla su tasarrufu sağlayacak uygulamalar belirlenmiştir. Tesis yetkilileri ve teknik personelinin de katkılarıyla hayata geçirilmekte olan 6 uygulama ile toplam 800.000 m³/yıl'dan fazla su tasarrufu sağlanması beklenmektedir.

1. GİRİŞ

Türkiye Avrupa Akdeniz Bölgesi'nin güney kuşağında yer alması nedeniyle tahmini iklim değişikliği etkilerine karşı oldukça savunmasız durumda bulunmaktadır. Türkiye'nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında 2007 yılında hazırladığı Birinci Ulusal Bildirim kapsamında, mevcut iklim değişikliği etkileri; yaz sıcaklık değerlerindeki artış, batı illerinde kış yağışlarındaki

azalma, yüzey sularının yok olması, kuraklık artışı, toprak kaybı, kıyı erozyonu ve seller olarak belirtilmektedir. Bu durum, gıda üretimi için gereken su kaynakları ve kırsal kalkınma üzerinde ciddi bir olumsuz etki yaratmakta ve bu etkilerin şiddetinin artması beklenmektedir.

Ülkemizde iklim değişikliğinin etkilerinin yönetilebilmesi için gerekli stratejilerin oluşturulması ve ilgili kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi amacıyla "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi" başlıklı Birleşmiş Milletler Ortak Programı Haziran 2008'de başlatılmıştır. Ortak Program ile iklim değişikliğine uyumun ulusal, bölgesel ve yerel politikalara, sürdürülebilirlik yolunda ve Türkiye'nin kalkınma hedefleri çerçevesinde entegre edilmesi hedeflenmektedir. Bu program ile Türkiye'nin kırsal ve kıyı alanları gelişimini tehdit edebilecek iklim değişikliği risklerini yönetmek için kapasite geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Ortak Program kapsamında pilot bölge olarak Seyhan Havzası belirlenmiştir. Doğu Akdeniz'de Nil'den sonra ikinci büyük havza konumunda olan Seyhan Havzası, Türkiye ve Avrupa'nın tarımsal açıdan en verimli bölgelerinden biri konumundadır. Biyolojik çeşitlilik bakımından da dünyanın en zengin bölgelerinden biri olan havza; kuru tarım, sulu tarım ve hayvancılık dâhil olmak üzere bölge insanına çeşitli tarımsal olanaklar sunmaktadır. Çukurova Üniversitesi, TÜBİTAK ve RIHN'nin (Japonya) yaptığı çalışmadaki öngörülere göre; 2070 yılında Seyhan Havzası'nda hava sıcaklığının 2-3,5°C artması, yağışların % 25-35 azalması, dağlardaki karların daha erken erimesi, sulama suyunun azalması, tarımsal ürün deseninin değişmek zorunda kalması, kuru ve sulu tarım bölgelerinin etkilenmesi, yeraltı suları üzerindeki kullanım baskısının artması ve kirlenme riskinin oluşması,, kıyı bölgelerinde 10 km içerilere kadar yeraltı sularına tuzlu deniz suyunun karışması beklenmektedir (Kanber vd., 2003) Ayrıca Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nce (IPCC) yürütülen ön çalışmalar uyarınca da; Seyhan Havzası'nın içinde yer aldığı Akdeniz Bölgesi küresel ısınmaya karşı en hassas ve savunmasız bölge olarak tespit edilmiştir.

İklim değişikliği ve bu çerçevede belirlenen politika ve önlemler değerlendirildiğinde, sanayici açısından en önemli konulardan birinin, iklim değişikliğine neden olan sera gazı salımlarının azaltılması olduğu görülmektedir. Enerji yoğun sektörlerde daha da ön plana çıkan yanma kaynaklı sera gazı salımlarının yanı sıra çeşitli üretim süreçleri de sera gazı kaynağı durumundadır. Dolayısıyla, sanayide birim üretimdeki sera gazı salımının (ve enerji tüketiminin) azaltılması hem iklim değişikliğine yönelik önlemlerin bir parçasını oluşturmakta, hem de bu alandaki yükümlülüklerin yerine getirilme sürecini desteklemektedir, iklim değişikliğine uyum ise, iklim olaylarının etkileriyle mücadele etmek, bu değişimden fayda sağlamak ve yönetebilmek için stratejilerin güçlendirilmesi ve uygulanması sürecidir (UNDP Uyum Politika Çerçevesi, 2004). Dolayısıyla sanayide uyum, iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkması beklenen ve doğrudan üretimi ve rekabet gücünü olumsuz yönde etkileyecek unsurlara karşı önlemlerin alınmasını öncelikli hale getirmektedir. Özellikle üretim girdilerinde (su, hammadde, enerji vb.) beklenen azalma (ve dolayısıyla maliyet artışı) sanayici için ciddi bir risk durumundadır. Ortak Program kapsamında, sanayicinin karşı karşıya olduğu bu risk üzerinde önemle durulmuş ve Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Programı, Ortak Program'ın sanayi ile ilgili bileşeni olarak hayata geçmiştir.

Sanayide iklim değişikliğine uyumun, temiz üretim ve eko-verimlilik uygulamaları ile sağlanabileceğinden hareket eden Ortak Program kapsamında, sanayide uyum ile ilgili çalışmalar Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) tarafından yürütülmektedir. UNIDO, 1994 yılından bu yana "Ulusal Temiz Üretim Merkezlerinin Kurulması" programını yürütmektedir. Söz konusu programın hedefi özellikle gelişmekte olan ülkelerde, rekabetçi üretim ve çevresel gereklilikler arasındaki köprüyü kurarak, çevre dostu teknolojilerin yaygınlaşması ve bu alanda gerekli kapasitenin oluşturulmasını sağlamaktır. Bu program kapsamında bugüne kadar 47 ülkede "Ulusal Temiz Üretim Merkezi" kurulmuştur. Ülkemizde Ortak Program çerçevesinde yürütülmekte olan UNIDO Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Programı kapsamında da, sanayide temiz üretim ve eko-verimlilik konularındaki kapasitenin geliştirilmesi, Seyhan Havzası'nda (Adana, Niğde, Kayseri) pilot uygulamaların yapılması ve ulusal bazda yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

Programın kapsamını şunlar oluşturmaktadır:

- İlgili kurum, kuruluş, sektör temsilcileri ve proje paydaşlarına yönelik "UNIDO Eko-verimlilik Programı"nın yanı sıra "temiz üretim" ve "eko-verimlilik" kavram ve örnek uygulamalarına yönelik bilgilendirme toplantıları;
- Sanayiciye ve uzmanlara yönelik eğitimler;
- Öncelikli olarak Seyhan Havzası'nda bulunan ve öncelikli sektörlerde faaliyet gösteren tesislerde eko-verimliliğe (öncelikli olarak su tasarrufuna) yönelik pilot projelerin uygulanması;
- Pilot projelerin sonuçlarının yaygınlaştırılması;
- Ulusal ve uluslararası düzeydeki ilgili eko-verimlilik kurumlarıyla koordine olmuş bir Bilgi Merkezi'nin oluşturulması;
- Öncelikli sektörlerde eko-verimlilik programları ve çevreye duyarlı teknolojilerin uygulanmasına yönelik rehber dokümanların hazırlanması ve
- Ulusal Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Merkezi'nin kurulması.

Böylece, sanayide iklim değişikliğinden etkilenebilirliğin azaltılması ve iklim değişikliği risklerine uyum için ekoverimlilik ve temiz üretim çalışmalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmekte, sanayi sektörü politikalarında çevresel ve ekonomik kazanımların birlikte öne çıkacağı değişimler beklenmektedir.

2. EKO-VERİMLİLİK (TEMİZ ÜRETİM) PROGRAMI - PİLOT PROJELER

Seyhan Havzası'nda ve Türkiye'nin birçok bölgesinde iklim değişikliğinin sanayiciyi doğrudan etkileyecek en belirgin etkisinin "kullanılabilir su miktarının azalması" olduğu öngörülmektedir. Eko-verimlilik programı altprojesi kapsamında, öncelikli sanayi sektörleri belirlenirken; projenin ana hedefi (iklim değişikliği risklerinin yönetimi için kapasite geliştirilmesi), sanayi sektörü için belirlenen hedef (sanayinin iklim değişikliği için kapasite geliştirilmesi), eko-verimlilik programı alt projesinin hedefleri (eko-verimlilik yaklaşımının benimsenmesi ve ulusal eko-verimlilik merkezine yönelik hazırlık ve planların yapılması) dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, sektörün bölge ve ülke ekonomisine etkisi ve sektörün iklim değişikliğinden etkilenme derecesi gibi kriterler göz önüne alınmıştır. Bu bağlamda, Seyhan Havzası'nda öncelikli sanayi sektörleri, "gıda ve içecek", "tekstil ve deri", "kimyasal madde ve ürünler" ve "metal işleme ve makine" olarak belirlenmiştir.

Firmalara yönelik pilot proje kapsamında, öncelikli sektörlerde uygulama örnekleri gerçekleştirilmesi, yaygınlaştırma faaliyetleri için bilgi ve deneyim sağlanması, farkındalığın ve kapasitenin artırılması hedeflenmektedir.

Firmalara yönelik pilot projede, küresel iklim değişikliğinden öncelikli olarak etkilenecek alan olan "su" üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yaklaşımın temel hedeflerinden biri de gelecekte karşılaşılabilecek su sıkıntısı nedeniyle ülke sanayicisinin ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü kaybetmemesi, maliyetlerinin artmaması ve rekabetçiliğinin sürdürülebilir bir zemine oturtulmasıdır.

Pilot uygulamalar için belirlenen öncelikli sektörler için (tekstil-deri, gıda-içecek, kimyasal madde, metal işleme/makine) 6 firmada uygulama yapılması hedeflenmiştir. Şimdiye kadar, su tasarrufuna yönelik geliştirilen pilot projelerden 3'ü gıda, içecek ve metal işleme/makine üretim sektörlerinde hayata geçirilmiştir. Bu projelerdeki temiz üretim uygulamaları ve beklenen kazanımlar aşağıda anlatılmıştır.

2.1. Gıda Sektörü

Pilot proje uygulamaları için seçilen firmalardan ilki (Firma A) öncelikli sektörler arasında yer alan Gıda sektöründen, marine, füme ve dondurulmuş deniz ürünleri alanında faaliyet göstermektedir. İlk aşamada firmadaki üretim prosesleri ve su tüketimleri incelenmiş ve Çevresel Performans Göstergeleri (Environmental Performance Indicators- EPI) baz alınarak literatür araştırmalarıyla balık işleme endüstrisine yönelik bir kıyaslama çalışması gerçekleştirilmiştir. Su tüketim miktarını etkileyen faktörler arasında işlenen ürünün çeşidi, işlemin ölçeği, kullanılan proses ve yerinde su azaltım çalışmalarının düzeyi bulunmaktadır.

Pilot proje yürütülen firmadaki proje öncesi su tüketim miktarları proses bazında Tablo 1 'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Proje uygulamaları öncesi proses su tüketimleri (Firma A)

Proses	Su Tüketimi	
	m ³ /ton hamsi	m ³ (yıllık)
Balık Temizleme	35	24.500
Balık Çözdürme	25	17.500
Temizleme + Çözdürme	60	42.000
Tüm üretim prosesleri toplamı	–	90.000

Literatür çalışmalarından çıkarılan sonuçlara göre tipik su tüketim değerleri balık çözdürme için 1 m³/ton balık, balık temizleme için 5-11 m³/ton balık ve balık konserveleme için 15 m³/ton balık değerlerindedir (Avrupa Komisyonu, 2006). Literatürden elde edilen, prosesler bazındaki tipik su tüketim değerleri ve bu proseslerden kaynaklanan atık suların organik yükleri Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Balık işleme proseslerinde spesifik su tüketim ve atık su organik yük değerleri (İskandinav ülkeleri)

Proses	Su tüketimi	KOİ
	(m ³ /ton balık)	(kg/ton balık)
<i>Ringa balığı</i> Temizleme	3,3-10	95'e kadar
<i>Uskumru</i> Temizleme	20	270
Çözdürme dahil	26-32	
<i>Taze balık</i> Çözdürme dahil	9,8	
<i>Karides</i> İşleme	23-32	100-130

Buna ek olarak Tablo 3' de yağlı balığın işlemede kullanılan girdiler (su, elektrik), proses çıktıları (ürün, atık su, atık) ve bunların miktarları belirtilmiştir.

Tablo 3. Yağlı balık işlemedeki girdi ve çıktı miktarları (COWI, 2000)

Girdiler		Çıktılar	
Balık	1.000 kg	Fileto	550 kg
Su	1-2 m ³	Atık su	1-2 m ³
Elektrik	0,7-2,2 kW.h	KOİ	7-15 kg
		Atık (iç organ, kuyruk, kafa vb.)	400 kg

Tablo 2 ve Tablo 3' de belirtilen veriler incelendiğinde, 1 ton yağlı balık temizlemede 1-11 m³ suyun tüketildiği görülmektedir. Bu veriler, proje uygulamaları öncesi, temizleme prosesinde ton hamsi başına 35 m³ su harcayan Firma A'da, su tasarrufuna yönelik yüksek potansiyelin bulunduğunu işaret

etmektedir. İlgili su tüketim miktarları ve karşılaştırmaları literatür değerleri de göz önüne alındığında, pilot proje uygulamalarının balık temizleme ve çözdürme proseslerine odaklanmasına karar verilmiştir.

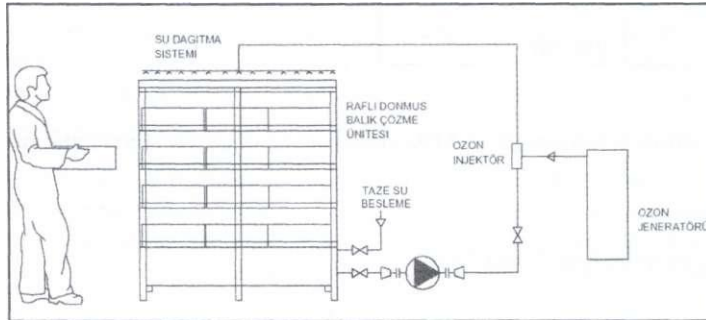
Geliştirilen pilot projenin amacı balık işleme prosesinin balık ayıklama ve balık çözdürme bölümlerinde gerçekleştirilecek iki farklı uygulama ile tesisteki su tüketimini azaltmaktır.

2.1.1. Balık ayıklama, temizleme suyu geri kazanımı

Proje uygulamaları öncesinde hamsi ayıklama tezgâhlarındaki kullanılan ve tezgâh altında toplanarak bir noktadan kanala verilmekte olan temizlik sulan proje uygulamaları sonrası bir boru ağı ile ortak noktada toplanarak, bu noktaya konulan tambur filtre ile temizlik suyu içerisindeki balık artıkları tutulup, dışarı atılmaktadır. Filtre edilen su bir pompa yardımı ile çökeltme tankına gönderilmektedir. Tank tasarımı su içerisindeki ağır ve hafif maddeleri ayıracak şekilde yapılmıştır. Ağır olan atıklar tank tabanında toplanarak, buradan bir vana yardımı ile periyodik olarak boşaltılmaktadır. Hafif olan artıklar ise tank yüzeyinde yüzdürülerek deşarj edilmektedir. Buradan alınan temiz ve dinlenmiş su, bir sonraki tank içerisine alınıp ozonlama yöntemi ile dezenfeksiyon yapılarak, kan rengi giderilmektedir. İçindeki depozitlerden arındırılan ve dezenfekte olan su tekrar pompa yardımı ile ayıklama tezgahına yıkama suyu olarak kullanılmak üzere beslenmektedir. Su kalitesinin istenen seviyede tutulabilmesi için sisteme zaman zaman temiz su takviyesi yapılmaktadır.

2.1.2. Balık çözdürme sularının geri kazanımı

Bu uygulama ile su tasarrufunun yanı sıra enerji tasarrufu da sağlanmaktadır. Oluşturulan paslanmaz çelik çok raflı çözme ünitesinin taban havuzunda toplanan su bir pompa yardımı ile sürekli olarak çözme işlemi için çevrilmektedir (Bakınız Şekil 1.). Taban havuzundan emilen su ünite üzerindeki özel delikli duşlama bölümüne gönderilmekte ve buradan aşağı serbest düşerek balık kasalarından tekrar havuza ulaşmaktadır. Havuzdan alınan soğumuş su pompalar vasıtası ile hatta basılırken hat üzerinde bulunan enjektör ile içerisine ozon enjekte edilmektedir. Ozon enjeksiyonu su rengini açma ve sterilizasyon amaçlı kullanılmaktadır. Havuz içindeki soğuk su tekrar çözdürme işleminde kullanılmaktadır. Böylece çok düşük bir taze su takviyesi ile sürekli bir su çevrimi sağlanmaktadır. Soğuk su sistemde sirküle olurken, aynı zamanda ürün işleme ortamı havasını da soğutmuş olmaktadır.



Şekil 1. Çok raflı balık çözdürme ünitesi

Beklenen Çıktılar:

Gerçekleştirilen iki uygulama sonrasında beklenen su tasarruf miktarları Tablo 4'de belirtilmiştir.

Tablo 4. Proje uygulamaları ile beklenen su tasarruf miktarları (Firma A)

Proses	Proje öncesi su kullanımı		Proje sonrası su tüketimi		Tasarruf miktarı	
	m ³ /ton hamsi	m ³ (yıllık)	m ³ /ton hamsi	m ³ (yıllık)	m ³ (yıllık)	(%)
Balık Temizleme	35	24.500	4-8	2,800-5.600	18.900-21.700	77-89
Balık Çözdürme	25	17.500	3-6	2,100-4.200	13.300-15.400	76-88
Toplam		42.000		4,900-9.800	32.200-37.100	36-41

Gerçekleştirilen eko-verimlilik uygulamaları ile firmanın toplam su tüketiminde yıllık % 36-41 tasarruf sağlanması beklenmektedir. İzleme süreçleri kapsamında, gerçekleşen tasarruf miktarları kayıt altına alınacaktır.

2.2. İçecek Sektörü

Pilot proje uygulamaları için seçilen firmalardan ikincisi (Firma B) öncelikli sektörler arasında yer alan içecek sektöründe meyve suyu imalatı alanında faaliyet göstermektedir. İlk aşamada firmadaki üretim prosesleri ve su tüketimleri incelenmiş ve Çevresel Performans Göstergeleri (Environmental Performance Indicators- EPI) baz alınarak literatür araştırmalarıyla balık işleme endüstrisine yönelik bir kıyaslama çalışması gerçekleştirilmiştir. Tesiste kullanılan suyun kullanım alanlarından bazıları ve tüketim miktarları Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Proje uygulamaları öncesi proses su tüketimleri (Firma B)

Proses	Tüketim miktarı
	(m ³ /yıl)
Meyve işleme/ Meyve yıkama	8.600-14.400
Meyve işleme/ Soğutma	317.000-346.000
İçecek üretimi/ Proses işlemleri	13.800
İçecek üretimi/ Soğutma	138.000-173.000
İçecek üretimi/ Ürün içinde	55.000
Diğer	-
Toplam	750.000-850.000

Proses değişikliklerinin yanında ürün çeşitliğindeki farklar sebebiyle, su tüketim miktarları tesisten tesise değişmektedir. Literatür çalışması sonucunda çıkarılan meyve suyu üretimindeki ortalama su tüketim değerleri Tablo 6'de belirtilmiştir.

Tablo 6. Meyve suyu imalatında spesifik su tüketim değerleri

Referans	Spesifik su tüketimi
	(m ³ su/m ³ ürün)
Binnie, 1987b	2.3
Gumbo vd., 2003	3.5
Hsine vd., 2005	2.5-3.5
Environment Report, 2006	1.5
IFC, 2007	6.5
ETBPP, 2009	2.3-6.1
Pilot proje firması (uygulamalar öncesi)	23-27

Spesifik su tüketim değerlerine ek olarak, literatür değerlerine göre su tüketiminin daha yoğun olduğu proseslerin belirlenmesi amacıyla da bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Firmadaki proses bazlı su tüketim bilgilerinin, literatürdeki değerler ile karşılaştırılması Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Proses bazlı su tüketim bilgileri (Pilot Proje 2)

İşlem	Pilot Proje Firması (%)	Literatür Değerleri (Gleick vd., 2003, ETSU, 2009, UNEP,2004) (%)
Ürün içinde	6-7	23-60
Yıkama/ Temizleme	-	7-55
Proses işlemleri (Kazan suyu vb.)	-	11-17
Soğutma	57-65	1-5
Diğer	-	1-5

Tablo 7'deki karşılaştırmalı değerler incelendiğinde özellikle soğutma için kullanılan suyun literatür değerlerinden çok yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, pilot proje uygulamaları kapsamında bu alana yoğunlaşmış ve proje uygulamaları ile açık devre soğutma suyu sistemlerinin, iki ayrı kapalı devre soğutma suyu sistemiyle değiştirilerek, tesisteki su kullanımının azaltılması amaçlanmıştır.

Beklenen Çıktılar

Proje uygulamaları sonucunda tasarruf edilmesi beklenen su miktarları Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Proje uygulamaları ile beklenen su tasarruf miktarları

Proses	Proje öncesi su kullanımı	Proje sonrası su tüketimi (beklenen)	Tasarruf miktarı (beklenen)
	m ³ /yıl	m ³ /yıl	%
Soğutma prosesi	455.000-519.000	90.000-105.000	80
Toplam Tüketim	750.000-850.000	345.000-390.000	41-47

Gerçekleştirilen eko-verimlilik uygulamaları ile firmanın toplam su tüketiminde yıllık % 41 – 47 tasarruf sağlanması beklenmektedir. İzleme süreçleri kapsamında, gerçekleşen tasarruf miktarları kayıt altına alınacaktır.

2.3. Metal/ Makine Sektörü

Pilot proje uygulamaları için seçilen firmalardan üçüncüsü (Firma C) öncelikli sektörler arasında yer alan metal işleme ve makine üretimi alanında faaliyet göstermektedir. İlk aşamada firmadaki üretim prosesleri ve su tüketimleri incelenmiştir. Pilot proje yürütülen firmadaki proje öncesi su tüketim miktarları proses bazında Tablo 9'da belirtilmiştir.

Tablo 9. Proje uygulamaları öncesi proses su tüketimleri (Firma C)

Su kullanım alanı	Tüketim miktarı
	(m ³ /yıl)
Isıl işlem	13.000
Fosfatlama	3.717
Yıkama tezgâhı	105
Galvanizasyon	8.139
Vulkanizasyon (lastik kaplama)	100
Dövme banyo	3.000
Boyahane	1.000
İndüksiyon tezgâhları	500
Sulama suyu	78.000
Diğer	34.995
TOPLAM	142.556

Tablo 8'den de görüldüğü üzere su tüketimi yoğun proseslerin başında yıllık 13.000 m³lük tüketimle ısıtma işlemi prosesi gelmektedir. Bu nedenle pilot proje uygulamaları kapsamında bu prosese odaklanılmış, bunun yanında fosfatlama prosesinde de iyileştirmeler amaçlanmıştır.

Bu firmadaki eko-verimlilik projesinin ana amacı, ısıtma işlemi prosesindeki soğutma suyunun prosese yeniden kullanımı ve fosfatlama bölümündeki iyileştirmeler ile birlikte tesiste su tasarrufunun sağlanmasıdır. Proje öncesi süreçte soğutma suyunun geri kazanımı veya yeniden kullanımı söz konusu değildir. Proje ile birlikte ısıtma işleminden çıkan soğutma suyunun fabrikaya su sağlayan ana havuza döndürülmesi ile tekrar kullanımı sağlanmıştır. Bunun yanında proje kapsamında gerçekleştirilen diğer bir eko-verimlilik uygulaması ise fosfatlama prosesinin optimizasyonu ve yönetsel önlemlerin alınmasıdır.

Beklenen Çıktılar

Proje uygulamaları sonucunda tasarruf edilmesi beklenen su miktarları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Proje uygulamaları ile beklenen su tasarruf miktarları

Proses	Proje öncesi su kullanımı	Proje sonrası su tüketimi (beklenen)	Tasarruf miktarı (beklenen)
	m ³ /yıl	m ³ /yıl	%
Isıl işlem	13.000	1.000	90-95
Fosfatlama	3.000	2.000	30
Toplam proses tüketim	97.556	84.556	15-20

Gerçekleştirilen eko-verimlilik uygulamaları ile firmanın toplam su tüketiminde yıllık % 15 tasarruf sağlanması beklenmektedir. Oluşturulan izleme metodolojileri kapsamında, gerçekleşen tasarruf miktarları kayıt altına alınacaktır.

3. SONUÇ

Sanayide iklim değişikliğine uyumun, temiz üretim ve eko-verimlilik uygulamaları ile sağlanabileceğinden hareket eden Ortak Program kapsamında, UNIDO tarafından yürütülen Eko-Verimlilik (Temiz Üretim) Programı'nda diğer etkinliklerin yanında su tasarrufuna yönelik pilot projeler gerçekleştirilmiştir.

Belirlenen sektörlerde faaliyet göstermekte olan 6 sanayi tesisinde üretim süreçleri, su tüketimleri ve atıksu miktar ve özellikleri değerlendirilerek, en düşük maliyetle hayata geçebilecek ve en fazla su tasarrufu sağlayacak uygulamalar belirlenmiştir. 3 sanayi tesisinde planlanan uygulamalar hayata geçirilmiş ve izleme sürecine girilmiştir. Diğer iki tesis için pilot projeler tesis özelinde planlanmış olup en kısa sürede hayata geçirilecektir. Tesis yetkilileri ve teknik personelinin de katkılarıyla hayata geçirilmekte olan 6 uygulama ile toplam 800.000 m³/yıl'dan fazla su tasarrufu sağlanması beklenmektedir.

4. KAYNAKÇA

Ait Hsine, E., Benhammou, A. and Pons, M-N (2005) Water Resources Management in Soft Drink Industry-Water Use and Wastewater Generation, Environmental Technology 26 (12), 1309-1316.

Australian Food and Grocery Council, 2006. Environment Report-2005.

COYVI Consulting Engineers and Planners AS, 2000. Cleaner Production Assessment in Fish Processing (for UNEP and Danish Environmental Protection Agency).

Environmental Technology Best Practice Programme, 2009. Water use in the soft drinks industry, (ETBPP) EG 126 Guide.

European Commission, 2006. IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries.

Gumbo, B., Mlilio, S., Broome, J. and Lumbroso, D. (2003) Industrial water demand management and cleaner production: a case of three industries in Bulawayo, Physics and Chemistry of the Earth 28, 797-804.

International Finance Corporation (IFC)-World Bank Group, 2002. Environmental, Health and Safety Guidelines for Food and Beverage Processing.

Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, 2003. Waste Not, Want Not: The Potential for Urban Water Conservation in California, Appendix F, Details of Industrial Water Use and Potential Savings, by Sector.

Rıza Kanber, Burçak Kapur, Mustafa Ünlü, Servet Tekin, D.Levent Koç, 2003. İklim Değişiminin Tarımsal Üretim Sistemleri Üzerine Et ile Tarım İlişkinin Araştırılmasında Yeni Bir Yaklaşım: ICCAP Projesi

The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry, Australian Industry Group, 2004. Ecoefficiency Toolkit for the Queensland Food Processing Industry.

UNDP ,2004. Uyum Politika Çerçevesi.