



Bu proje Avrupa Birliđi ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

**BUTEXCOMP**

# “Kompozit Malzeme ve Teknik Tekstil Prototip Üretim ve Uygulama Merkezi” Teknik Destek Projesi

KOBİ’ler için Yeşil Ürün Hibe Programı Çağrısı  
Bilgilendirme Semineri  
23 KASIM 2022, Çarşamba



T.C. SANAYİ VE  
TEKNOLOJİ BAKANLIđI



**BTSO**  
BURSA TİCARET VE SANAYİ ODASI



**BUTEKOM**  
Bursa Teknoloji Koordinasyon ve Ar-Ge Merkezi

# Tekstil Sektöründe Kaynak Verimliliği Uygulamaları – Temiz Üretim Yaklaşımı

Dr. Recep Partal  
IDSBY

## ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

- Yenilenebilir Enerji
- Güç Sistemleri
- Enerji İzleme ve Tahmin
- Güç Elektronikleri
- Hidrojen ve Yakıt Pili Teknolojileri
- Temiz Enerji Teknolojileri

## YAŞAM BİLİMLERİ

- Gıda İnovasyon Teknolojileri
- Gıda Güvenliği ve Kalitesi
- Medikal Biyoteknoloji
- KBRN Savunma Teknolojileri
- Endüstriyel Biyoteknoloji

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

- Kutup Bilimleri
- Kutup Lojistiği
- Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri
- Deniz Araştırmaları ve Teknolojileri
- Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği
- Hava Kalitesi ve Çevresel Gürültü Teknolojileri
- Yer Bilimleri

## MALZEME TEKNOLOJİLERİ

- Metalik Malzeme Teknolojileri
- Yapısal Malzeme Teknolojileri
- Kimyasal Proses Teknolojileri
- Sensör ve Sistem Teknolojileri
- Enerjetik Malzeme



# KAYNAK VERİMLİLİĞİ ARAÇLARI VE TEMİZ ÜRETİM



## Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)

**Temiz Üretim:** Üretim süreçlerine ve ürünlere, sürekli bir şekilde bütünsel ve önleyici bir çevre stratejisi uygulayarak insanlar ve çevre üzerindeki risklerin azaltılmasını amaçlar.

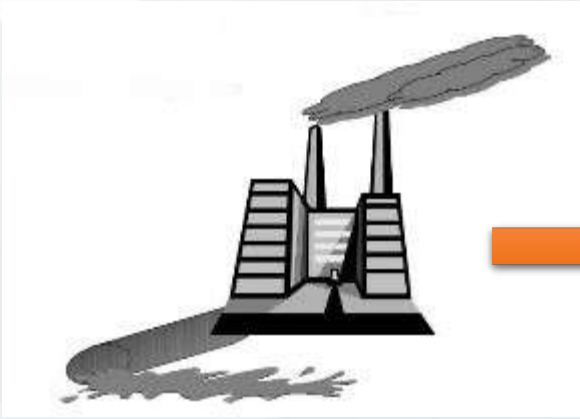
- Kirleticileri kaynağında azaltmak
- Doğal kaynakları korumak
- Çevresel performansın sürekli olarak artırılmasını sağlamak
- Düşük maliyetle hem ürün hem de çevresel kaliteyi optimum düzeyde tutmak



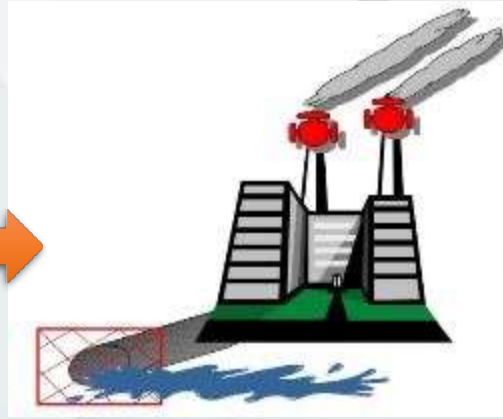
((UNEP, 1996; TTGV, 2011; Demirer, 2014))



# Temiz Üretime Geçiş Süreci



*Seyrelt & Deşarj et*



*Boru sonu yaklaşımı*



*Geri kazanım*

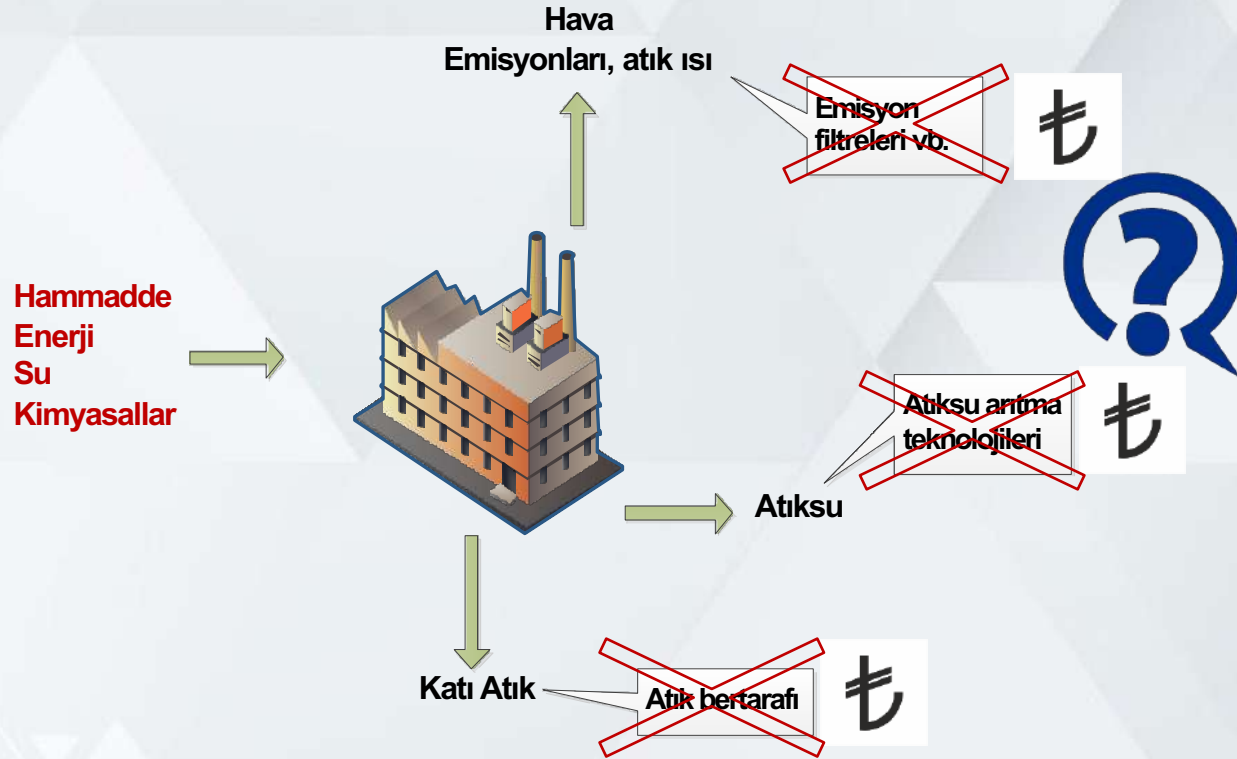


**TEMİZ ÜRETİM  
YAKLAŞIMI**

(APINI, 2002)

# Temiz Üretime Geçiş Süreci

## KİRLİLİK KONTROLÜ YAKLAŞIMI SON ÇAREDİR



## Kirlilik Kontrolü Yaklaşımları

Faaliyet sonucu ortaya çıkan kirlilikler arıtma, filtre vb. teknik ve teknolojilerle giderilmeye çalışılır.

Kirlilik kontrolü, proses ve ürünler geliştirilip kirlilik problemi ortaya çıktıktan sonra yapılan uygulamaları içerir.

Kirlilik kontrolü teknikleri ek maliyet olarak görülmektedir.

Kirlilik kontrolü teknikleri ve teknolojileri çevre görevlileri/sorumluları tarafından uygulanır.

Çevresel iyileştirme amaçlı uygulanan tedbirler, otoritelerce koyulmuş standartlara uyum sağlamak amacıyla yapılır.

Kalite müşteri ihtiyaçlarına cevap vermeyi amaçlar.

Kirlilik kontrolü teknolojileri sürekli olarak maliyet demektir.

(TTGV, 2011)

# Temiz Üretim Konseptinin Uygulanması

## KAYNAKTA ÖNLEME ANA PRENSİPTİR



### Temiz Üretim Yaklaşımları

Kirleticiler kaynaktan entegre tedbirler yardımıyla önlenmeye çalışılır.

Kirlilik önleme, proseslerin ve ürün geliştirme süreçleri ile entegredir.

Oluşan kirleticilerin ve atıkların, faydalı ürün ya da yan ürün olarak kullanım potansiyeli değerlendirilmektedir.

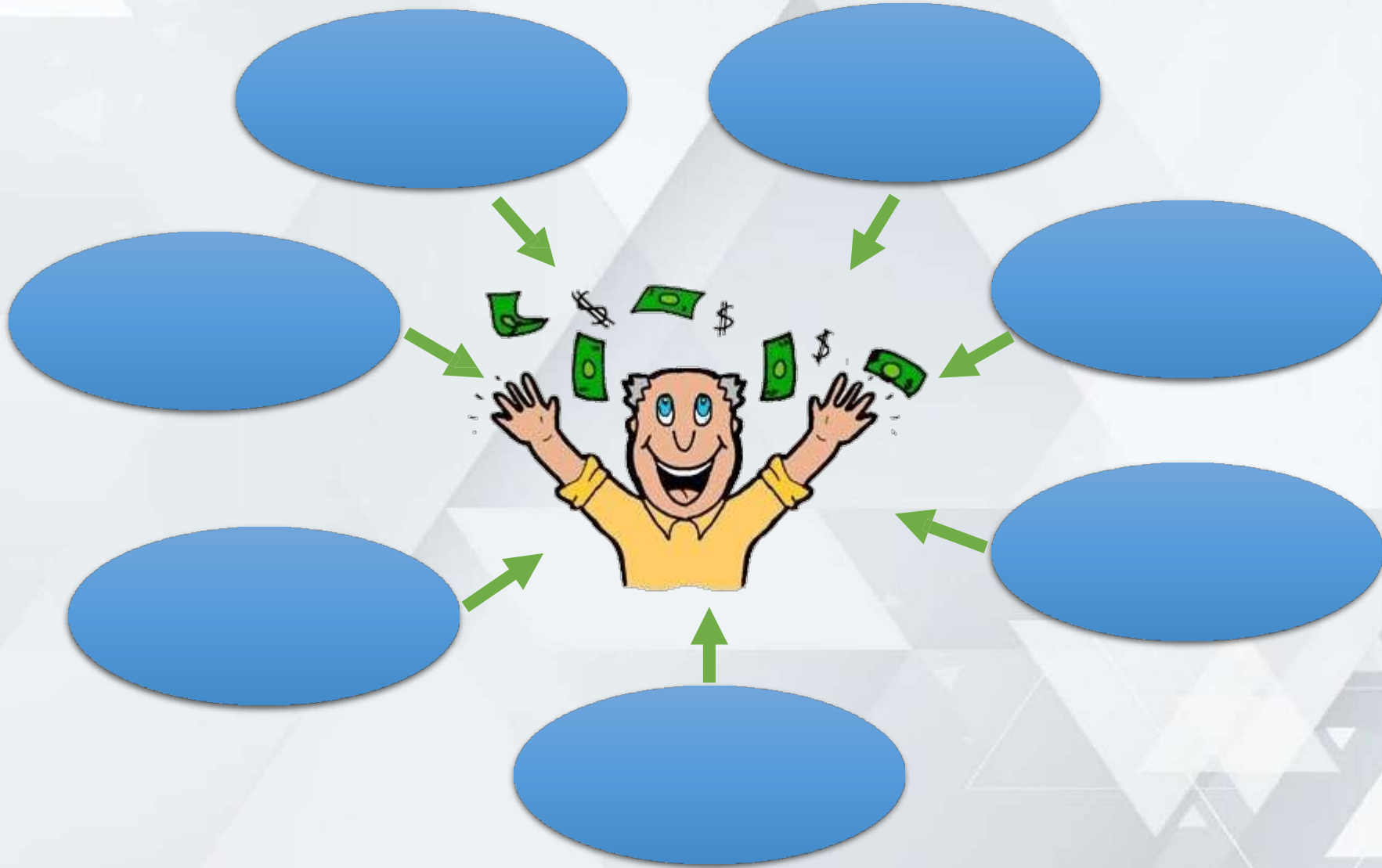
Çevresel iyileştirmeler tasarım ve proses mühendisleri dahil tüm çalışanların sorumluluğundadır.

Temiz üretim, daha az kaynak kullanarak sürekli olarak daha iyi çevresel standartları hedefler

Kalite, müşteri ihtiyaçlarının yanında, insan ve çevre sağlığına olan zararlara azaltmayı amaçlar.

Temiz üretimle uygulanacak maliyetler başlangıçta yüksek olsa da uzun vadede faydalıdır. Çünkü bu uygulamalarla enerji, su ve hammadde girdilerinin tüketimleri azaltılmaktadır.

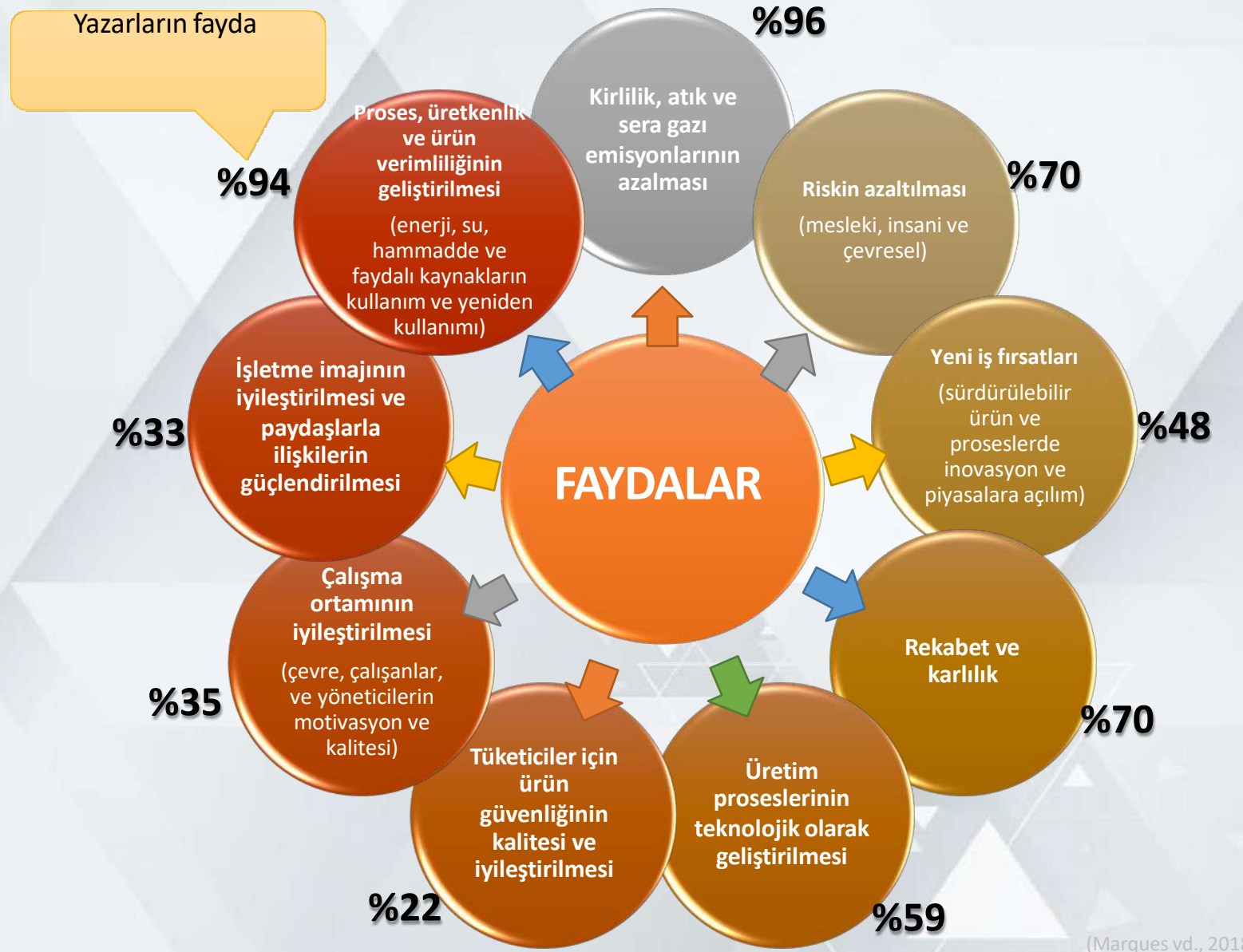
# Temiz Üretimin Faydaları



(APINI, 2002)

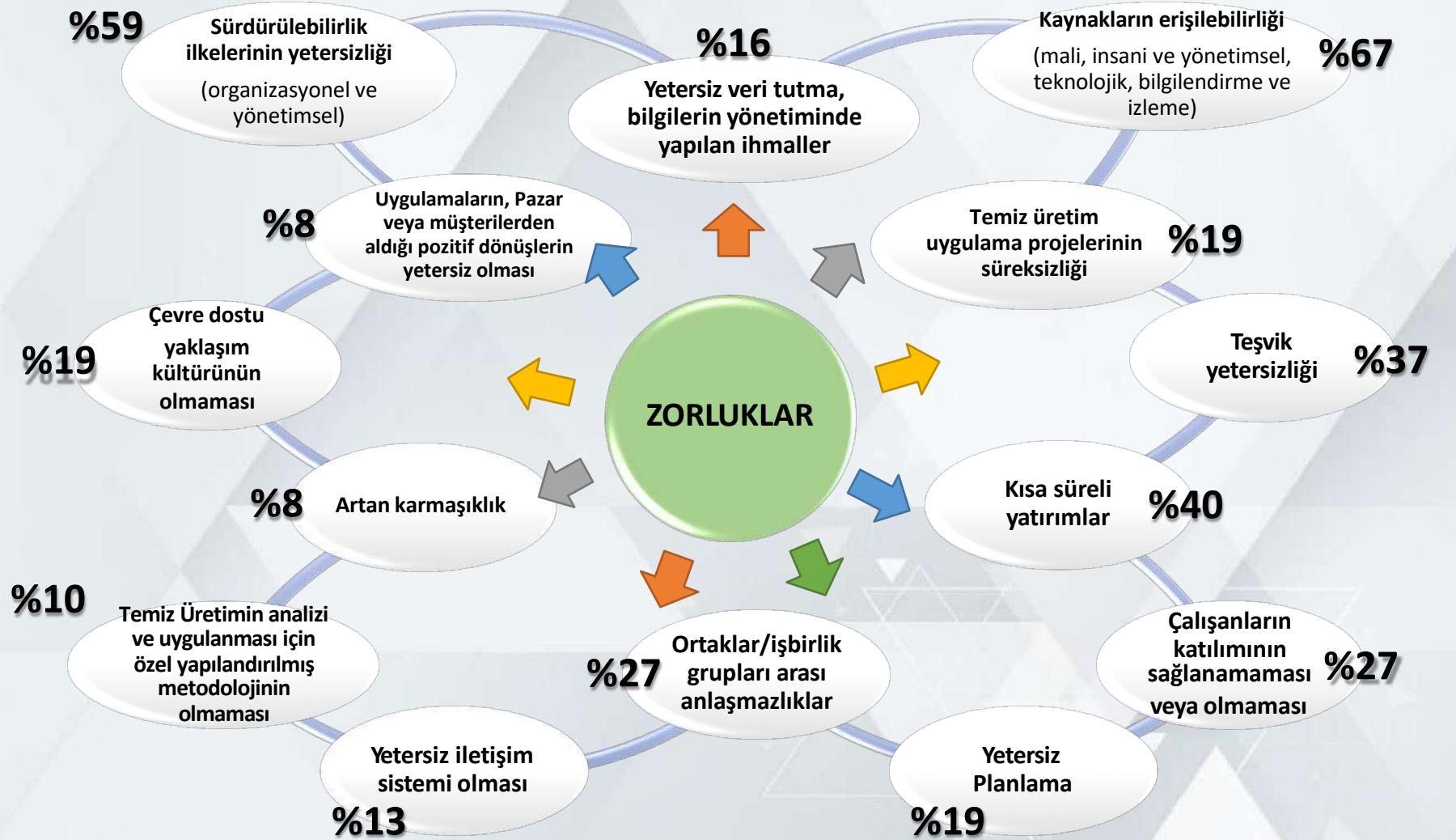


# Temiz Üretimin Faydaları



(Marques vd., 2018)

# Temiz Üretim Uygulamalarında Karşılaşılan Güçlükler



(Marques vd., 2018)

# Temiz Üretim Metodolojisi

## Planlama ve Organizasyon

- Yönetimin Onayının Alınması
- Temiz Üretim Ekibinin Kurulması
- Politika, Amaç ve Hedeflerin Belirlenmesi
- Temiz Üretim Değerlendirme
- İş Planı Yapılması

## Ön Değerlendirme

- Firma Bilgileri ve Akış Şemasının Oluşturulması
- İlk İncelemenin Yapılması
- Odak Noktalarının Belirlenmesi

- Nicel Veri Toplanması
- Kütle Dengesi
- Atık ve Emisyon Denetimi
- Temiz Üretim Olanaklarının Belirlenmesi
- Olanakların Kaydedilmesi ve Önceliklendirilmesi

- Ön Analiz, Teknik Analiz, Ekonomik Analiz, Çevresel Analiz
- Olanakların Seçilmesi

## Uygulama ve Sürdürülebilirlik

### Genel bilgiler

Referans yıllar: 2009-2010-2011  
-Faaliyet konusu: Akrilik-ün halı ve el örgü ipi üretimi, fantezi iplik üretimi  
-Kuruluş yeri: Isparta/merkez  
-Kuruluş tarihi: 12.01.2000  
-Üretim kapasitesi: 4.557.037 kg/yıl  
-Yıllık ortalama üretim: 3.070.904 kg/yıl  
-Personel sayısı: 519 kişi  
-Çalışma şekli: 3vardiya/8saat  
-Toplam alan: 46.617 m<sup>2</sup>  
-Kapalı alan: 17.200 m<sup>2</sup>  
-Su kaynağı: Yer altı suyu  
-Endüstriyel ön arıtma: yok  
-Atıksu deşarj şekli: Kanalizasyona deşarj



(TTGV, 2011; Öztürk, 2014)

# Karşılaştırmalar



Enerji  
Tüketimi



Su  
Tüketimi



Atıksu  
Kirlilik yükü



Katı Atık  
Oluşumu



Evaluation of Integrated Pollution Prevention Control in a textile fiber production and dyeing mill

## Bir tekstil işletmesinde su tasarrufu potansiyelinin literatür çerçevesinde hesaplanması

Spesifik proses suyu tüketimi (L/kg ürün)

İşletmede yapılan işlem	Tekstil İşletmesi	BREF
Pamuklu kumaş üretimi	101 L/kg ürün	1-200 L/kg ürün

Su tasarruf potansiyeli

## Mevcut En İyi Teknikler (MET)

BREF dokümanında yer alan başlıca MET başlıkları;

- İyi yönetim uygulamaları  
Çevre Yönetim Sistemi kurulması, Üretim prosesine ilişkin tüm girdi ve çıktıların izlenmesi vb.
- Su tüketimi optimizasyonu/minimizasyonu teknikleri  
Su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanaları kullanılması, Üretimde zaman optimizasyonunun uygulanması vb
- .....
- .....



# TEKSTİL SEKTÖRÜNDE TEMİZ ÜRETİM



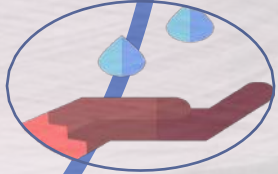
Ülkemizde 23.000 üzerinde tekstil sektörü faaliyet göstermekte.



Prosesler tekdüze ve standart değil, bu sebeple her işletme özelinde farklı proses ve süreçler uygulanabilmektedir.



Sektörde kullanılan kaynakların (enerji, su, kimyasal) tasarruf potansiyelleri yüksek oranda



Yoğun su, enerji ve kimyasal tüketimi sonucu önemli çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır.



Sektörün sürdürülebilirlik açısından önemli adımlar atması gereklidir.

# SEKTÖR PROFİLİ

Elyaf İşleme



İplik Üretimi



13.10  
Tekstil Elyafının  
Hazırlanması ve  
Bükülmesi

İplik Dokuma



Dokunmuş Kumaş



13.20  
Dokuma

Kumaş Boyama



İplik Boyama



Apreleme



Baskı



13.30  
Tekstil Ürünlerinin  
Bitirilmesi

Yatak Örtü  
Takımları



Halı İmalatı



Dokusuz Kumaş  
Ürünleri



Kord Bezi ve  
Benzeri Ürünler



13.90  
Diğer Tekstil  
Ürünlerinin  
İmalatı

13	Tekstil Ürünlerinin İmalatı
13.10	Tekstil elyafının hazırlanması ve bükülmesi
13.20	Dokuma
13.30	Tekstil ürünlerinin bitirilmesi
13.30.01	Havlu mensucatın boyanması
13.30.02	İplik boyama
13.30.03	Dokuma üzerine baskı hizmetleri
13.30.04	Giyim eşyası apreleme hizmetleri
13.90	Diğer tekstil ürünlerinin imalatı



TÜBİTAK

MAM

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAŞKAN YARDIMCILIĞI

KASIM

2022



# NEDEN TEKSTİL SEKTÖRÜ



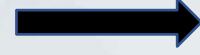
Enerji Tüketimi



İmalat Sanayinin %12'si



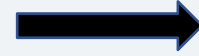
Su Tüketimi



İmalat Sanayinin %8'i



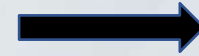
Atıksu Oluşumu



İmalat Sanayinin %8'i



Katı Atık Oluşumu



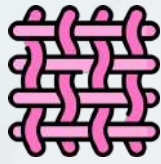
Yaklaşık 9 bin ton tehlikeli  
230 bin ton tehlikesiz atık

(TUİK, 2012)

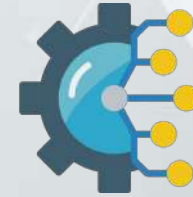
# TEKSTİL İŞLETMESİNDE TEMİZ ÜRETİM UYGULAMASI ÖRNEĞİ



**Malatya**



**İplik ve Kumaş Boyama**

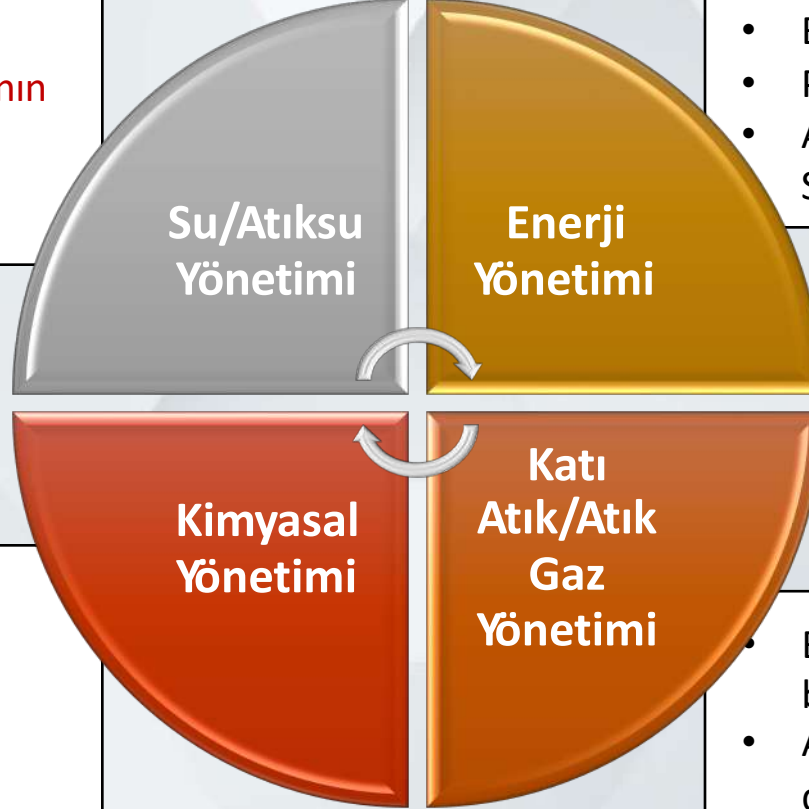


**3000 ton/yıl kapasite**



# KAPSAM

- Su tüketimi değerlendirmesi, Spesifik su tüketimlerinin belirlenmesi
- Su hazırlama proseslerinin irdelenmesi
- Atıksu yönetimi, atıksu oluşum noktalarının belirlenmesi
- Su emisyonlarının belirlenmesi



- Elektrik enerjisi tüketimi değerlendirmesi
- Basınçlı hava sistemleri,
- Buhar kazanları
- Proseslerde enerji tüketimleri
- Atık ısı oluşum noktaları
- Spesifik enerji tüketimlerinin belirlenmesi

- Tüketilen kimyasalların listesi, hangi processe tüketildiği, miktarları
- Spesifik kimyasal tüketimlerinin belirlenmesi
- Tehlikeli kimyasallar ve toksik etkilerinin belirlenmesi
- Kimyasal ikamelerinin değerlendirilmesi

- Baca gazı analizleri ile kirleticilerin belirlenmesi
- Atık ısı miktarlarının belirlenmesi, değerlendirilmesi
- İşletmeye özgü atıkların simbiyoz olanaklarının değerlendirilmesi

# Enerji Yönetimi – Basıncılı Hava Hattı Kaçaklarının Tespiti

Hava kaçak tespit cihazı ile  
47 noktada ölçüm



Kaçak noktalarının  
etiketlenmesi



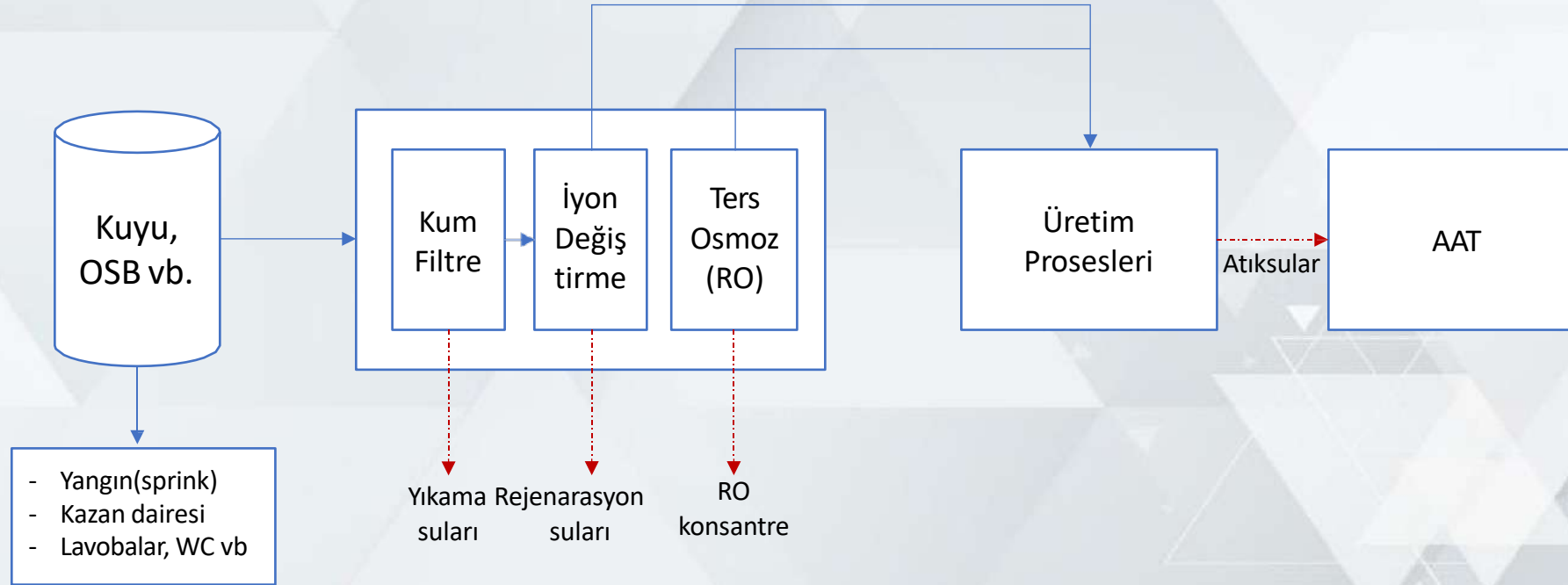
Kaçaklardan kaynaklı  
maliyetlerin hesaplanması

407 bin TL/yıl kaçak maliyeti

Kaçak Yeri	Basınç	Kaçak Ölçüm (dB)	Çap (mm)	Enerji Kaybı (kWh)	Kaçak Maliyeti (TL)
Ram-2 2/3 motor üstü	6	67	4,5	6965	10.343,30 ₺
Tabanca	6	42	2,2	3461	5.138,86 ₺

# Su Yönetimi

1. Su Hazırlama Üniteleri
2. Suyun tesisteki dağılımı – evsel kullanım, spring hattı, prosesler, CIP
3. Boru sonu (end-of-pipe), arıtma sistemleri. Atıksu analiz sonuçları.





# Su Yönetimi – Su Hazırlama Üniteleri





# Su Yönetimi – Su Hazırlama Üniteleri Potansiyel Tasarruflar

Kayıp ve kaçakların  
tespit edilmesi



Ters osmoz  
konsantre akımı  
miktarı ve  
kullanılabilirliği

Besleme suyu

100 m<sup>3</sup>/h  
500 µs/cm



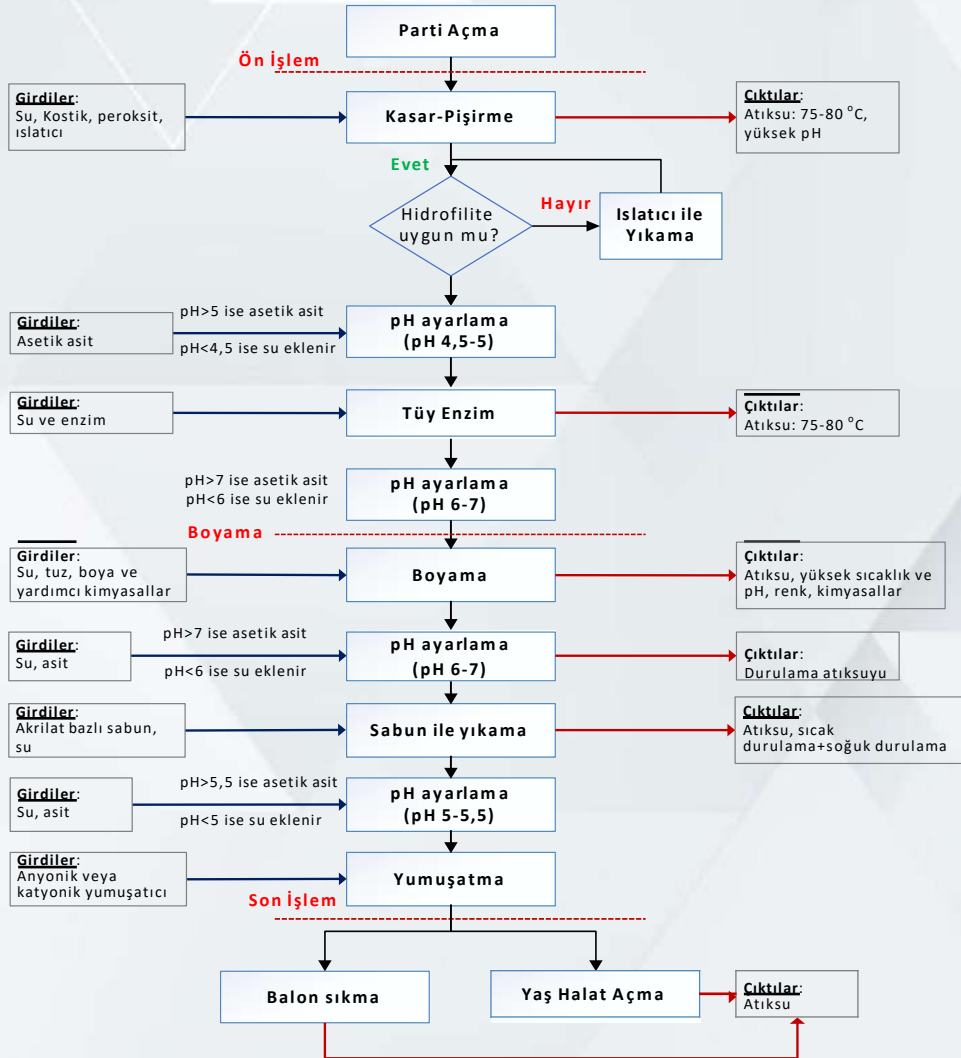
Ürün suyu (kazana gider)

70 m<sup>3</sup>/h  
25 µs/cm

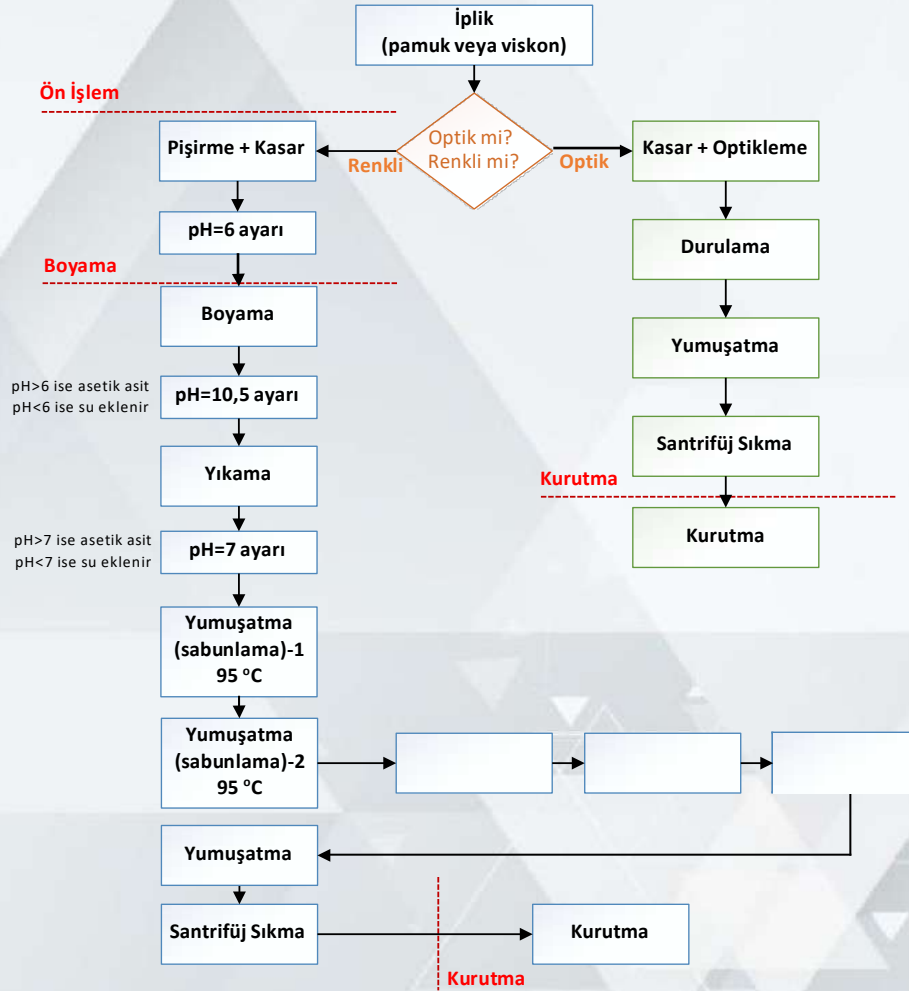
Konsantre (atıksu)

30 m<sup>3</sup>/h  
1750 µs/cm

# Su Yönetimi – Proses Bazlı Değerlendirme

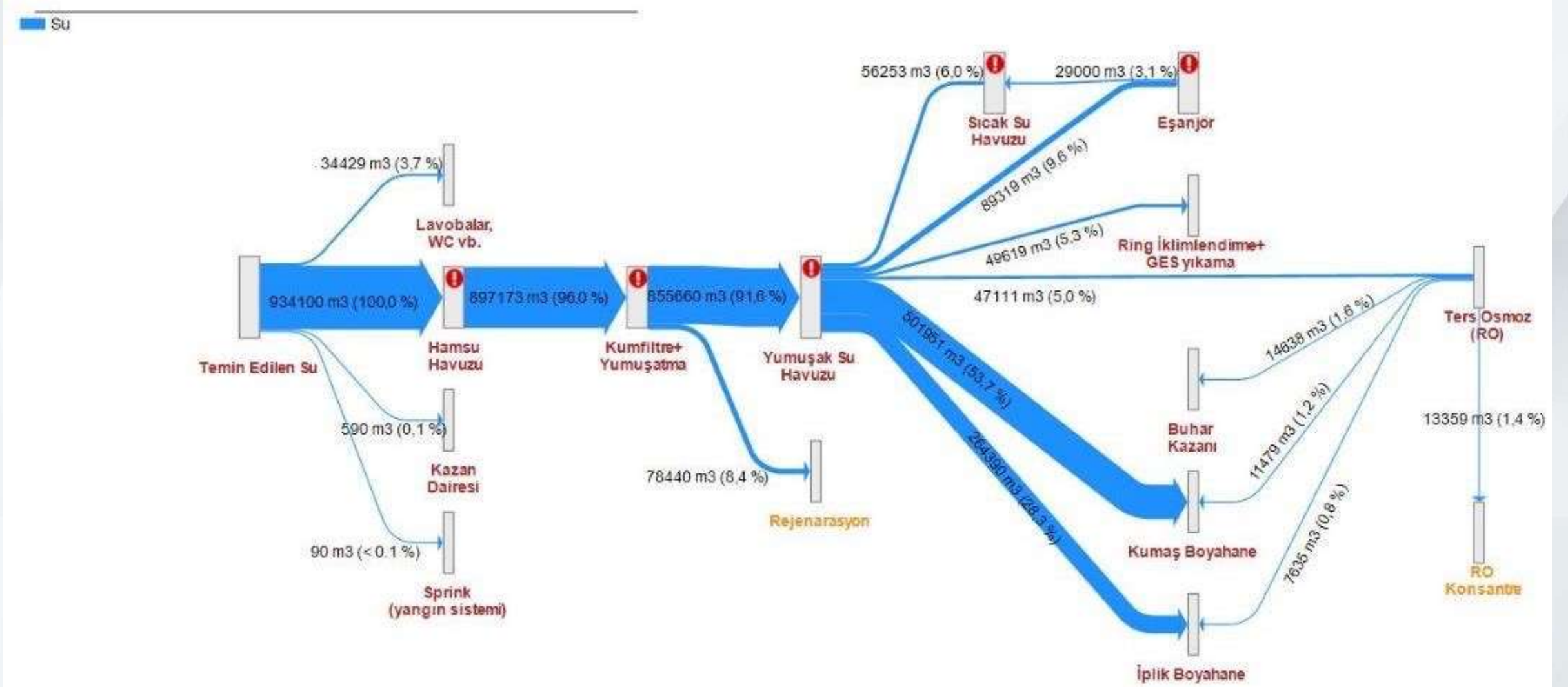


Boyama prosesi iş akış şeması ve kaynak kullanımları



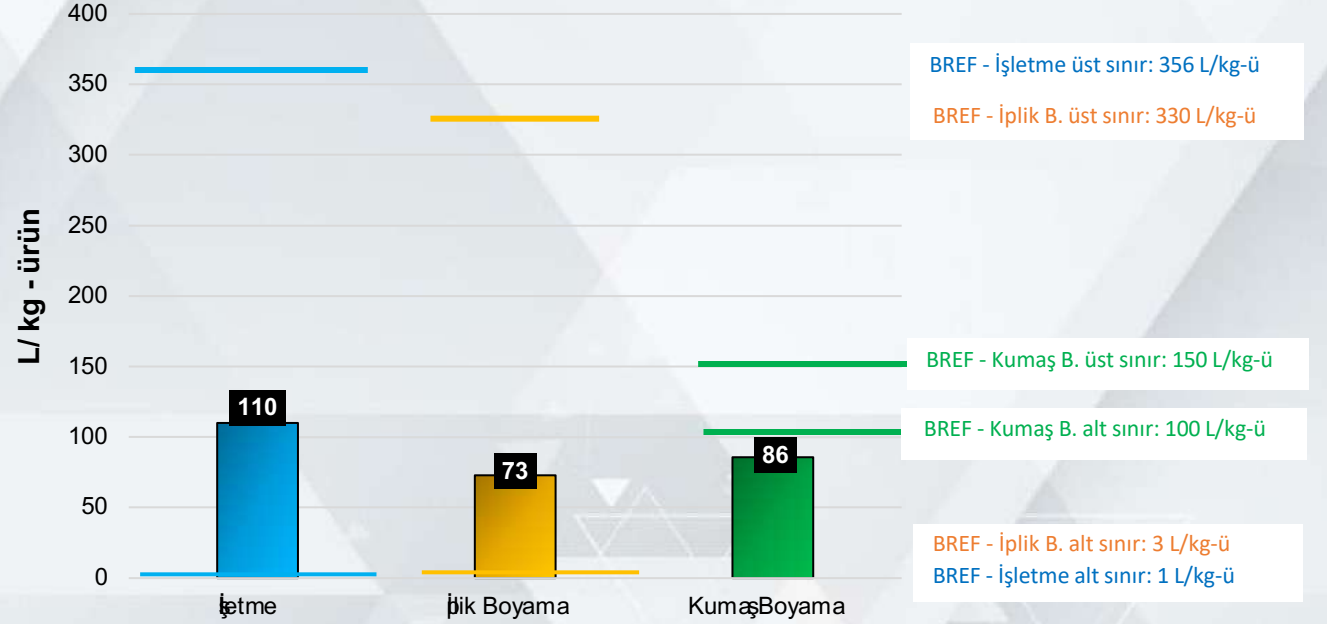
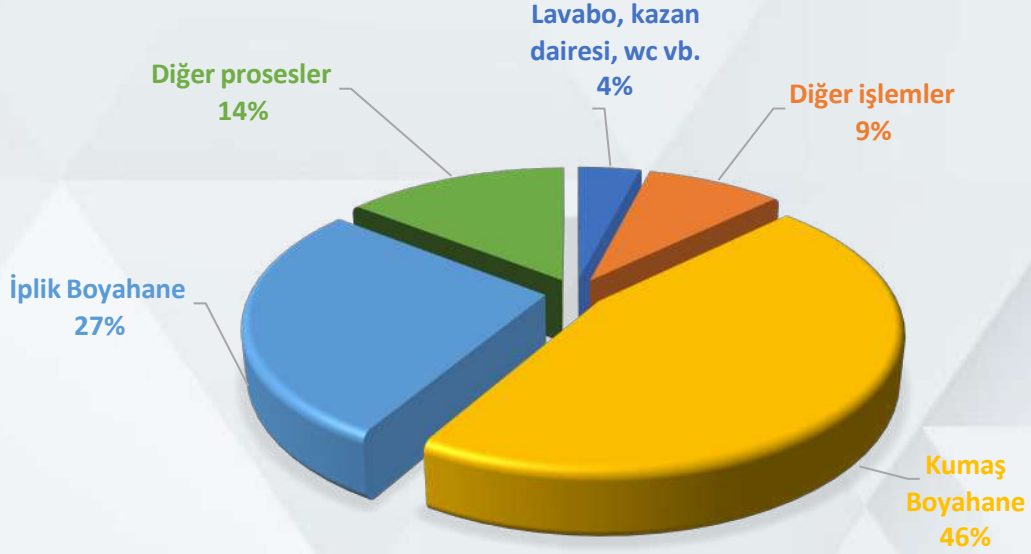
İplik prosesi iş akış şeması ve kaynak kullanımları

# Su Yönetimi –Su Tüketimi Kırılımları



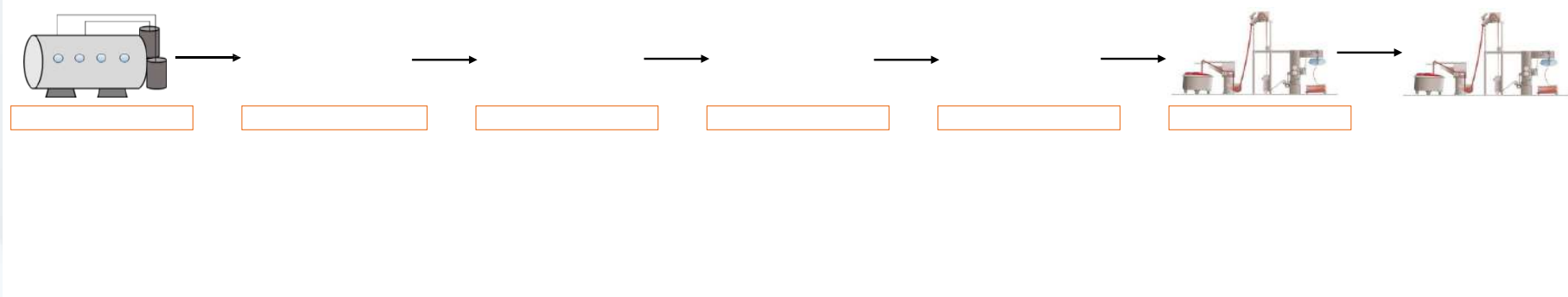


# Su Yönetimi –Spesifik Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması



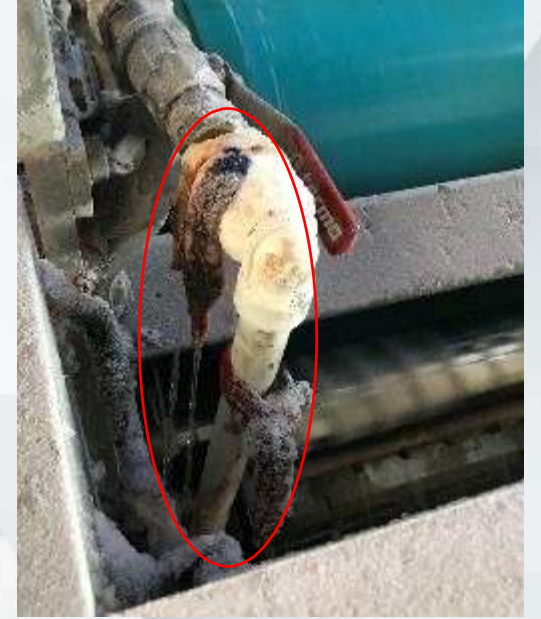
# Atıksu Yönetimi

Kasar Banyo Çıkışı		Kasar Durulama Çıkışı	
pH	11,78	pH	10,25
İletk., µs/cm	5100	İletk., µs/cm	1614
KOİ, mg/L	6160	KOİ, mg/L	120
AKM, mg/L	71	AKM, mg/L	38
Renk, Pt-Co	376	Renk, Pt-Co	101



# Atıksu Yönetimi – Proseslerde Potansiyel Tasarruflar

Tespit edilen akımlarda debi ölçümleri:



( $Q$ , lt/dk =  $V$ , lt /  $t$ ,dk)



# Temiz Üretim Olanakları – Su ve Atıksu Yönetimi

Proses	Nokta	Su Karakteri	Yıllık Atılan Su Miktarı, m <sup>3</sup>	Yeniden Kullanım Önerisi / Önlem
Su Hazırlama	Ters osmoz konsantresi	İyi kalitede su, orta kuvvette iletkenlik ve sertlik	11.245	Durulama işlemlerinde, tesis temizliğinde ve sertliğin kriter olmadığı tüm noktalarda kullanılabilir.
Kasar	Durulama çıkış suları	Orta kuvvette iletkenlik, KOİ ve renk	Durulama sayısına göre değişken	Kasar banyo hazırlamada tekrar kullanılabilir.
Enzim	Enzim Çıkışı	Düşük pH, düşük KOİ, AKM ve renk	Durulama sayısına göre değişken	Yüksek pH'a ve düşük kirliliğe sahip atıksularla karıştırılıp durulama amaçlı tekrar kullanılabilir.
Yumuşatma	Yumuşatma çıkışı	Oldukça düşük iletkenlik, KOİ ve renk	Durulama sayısına göre değişken	Sabun yıkama durulama banyolarında yeniden kullanılabilir. Yumuşatıcı maddenin, sabun yıkama prosesine etkisi araştırılmalıdır.
İplik Boyama	Son yıkama suları	Düşük pH, orta derecede KOİ ve renk ve de düşük AKM	Yıkama sayısına göre değişken	UF gibi membran filtrasyon prosesleri ile arıtıldıktan sonra, durulama banyolarında yeniden kullanılabilir.
Ram-1 durulama teknesi	Su besleme hattı kaçağı	Proses suyu	550	Hattın onarılması ile su tüketimin önlenir.
Ram-2 durulama teknesi	Tekneden atılan sürekli akışlı su	Değişken, çoğu zaman düşük iletkenlik, KOİ, AKM ve renk	7.560	Partikül filtrasyon sonrası proste yeniden kullanılabilir.
Halat açma-1	Halat açma çıkışı su teknesi	Değişken	42.000	Düşük iletkenlik, KOİ, AKM ve renk içermesi durumunda yeniden kullanımı mümkündür, AKM giderildikten sonra durulama amaçlı kullanılabilir
Halat açma-2	Halat açma çıkışı su teknesi	Değişken	19.384	

# Temiz Üretim Olanakları – Fizibilite Çalışmaları

## Basıncılı Hava kaçaklarının Tespiti İçin Cihaz Alımı

- **Tasarruf Miktarı:**  
274.000 kWh
- **Tasarruf Miktarı:**  
407.000 TL
- **Yatırım maliyeti:**  
31.000 TL
- **Geri Ödeme Süresi:**  
1 ay

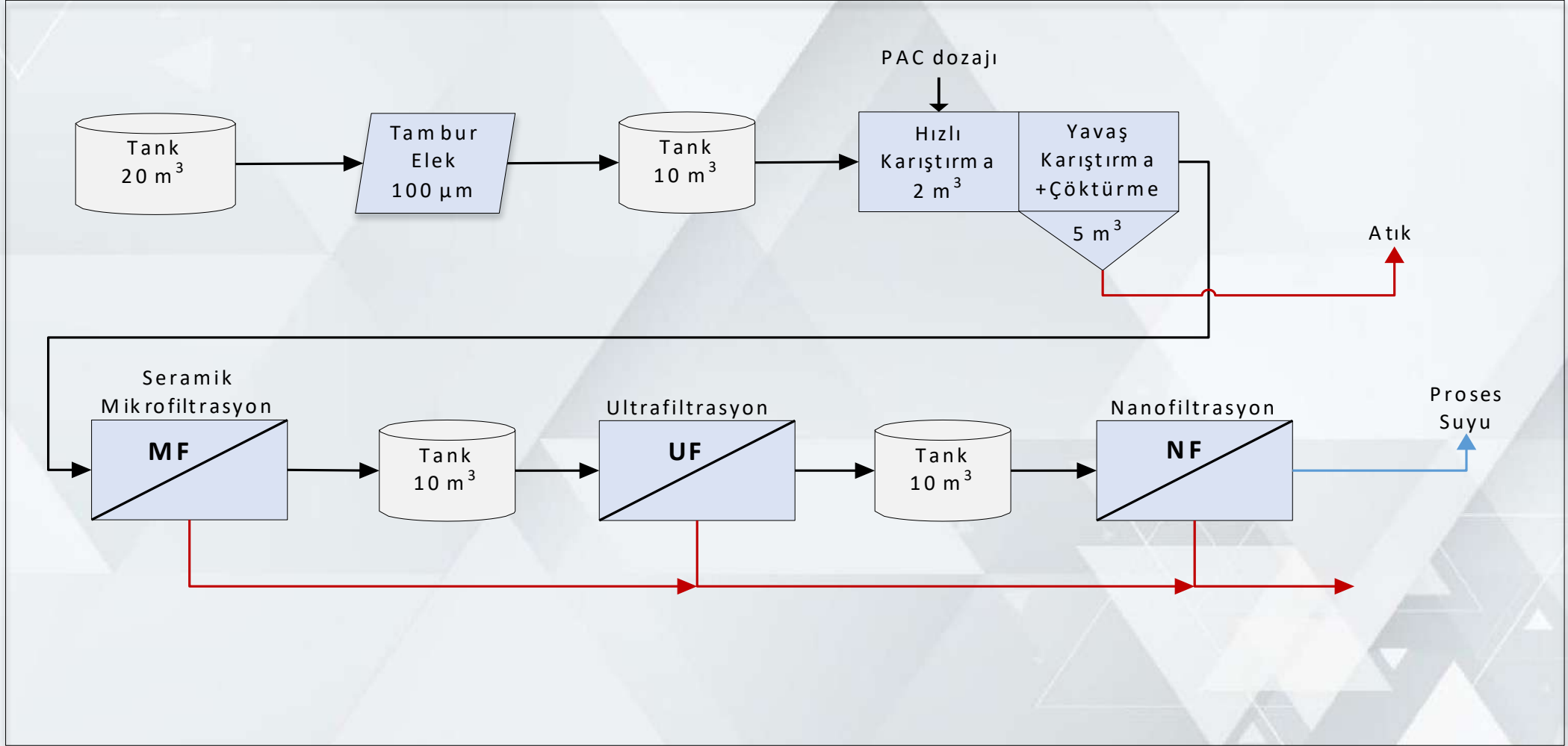
## Ters Osmoz Konsantresinin Yeniden Kullanımı

- **Tasarruf Miktarı:**  
11.000 m<sup>3</sup>/yıl
- **Tasarruf Miktarı:**  
~5000 TL/yıl
- **Yatırım maliyeti:**  
ihmal edilebilir
- **Geri Ödeme Süresi:**  
Hemen

## Su Geri Kazanım Sistemi

- **Tasarruf Miktarı:**  
87.000 m<sup>3</sup>/yıl
- **Tasarruf Miktarı:**  
~150.000 TL/yıl
- **Yatırım maliyeti:**  
1,6 MTL
- **Geri Ödeme Süresi:**  
11-14 yıl

# Temiz Üretim Olanakları – Su Geri Kazanım Sistemi Akım Şeması





# 1 Yıl Sonra İşletmenin Geri Bildirimi

- Ultrasonik hava kaçak tespit cihazı alınarak haftalık periyotlarda insan duyusunun fark edemediği desibel değerlerindeki kaçaklar da tespit edilerek **274.191 kWh/yıl tasarruf** sağlanmıştır.
- Ram durulama tekneleri, yaş halat açma tekneleri gibi makinaların yer aldığı apre dairesinde su kaçak tespitleri yapılarak tesisat iyileştirilmesi yapılmıştır. Bu sayede **80.000 m<sup>3</sup> suyun kaçağı önlenmiştir.**
- Etüt'ün gerçekleştiği 2021 yılında tüketim değeri 951.000 m<sup>3</sup> iken, 2022 yılı 10 aylık tüketim değeri **596.340 m<sup>3</sup>** olarak gerçekleşmiştir.
- ilgili **personellere gerekli eğitimleri** vererek gerek proses gerek ise evsel tesisatlarda yapılacak onarımlar neticesinde büyük bir israfın önüne geçebilme bilinci kazandırılmıştır.
- Ters Osmozda atık olarak çıkan konsantre akım, su galeri bölümünde yumuşak su havuzuna bir hat çekilerek taşınmış ve işletmede kullanıma arz edilmiştir. Böylece proses suyu çekimlerinde **11.000 m<sup>3</sup> tasarruf sağlanmıştır.**
- Yıkama ve durulama sularının geri kazanımına yönelik **su geri kazanım tesisi yatırım planına dahil edilmiştir.**

# TEKSTİL İŞLETMESİNDE TUZ VE SU GERİ KAZANIMI ÖRNEĞİ

Boru Sonu (end of pipe) Temiz Üretim Örneği



**ZORLU**  
Kırklareli/  
Lüleburgaz



AB Projesi



2-4 m<sup>3</sup>/gün  
kapasiteli





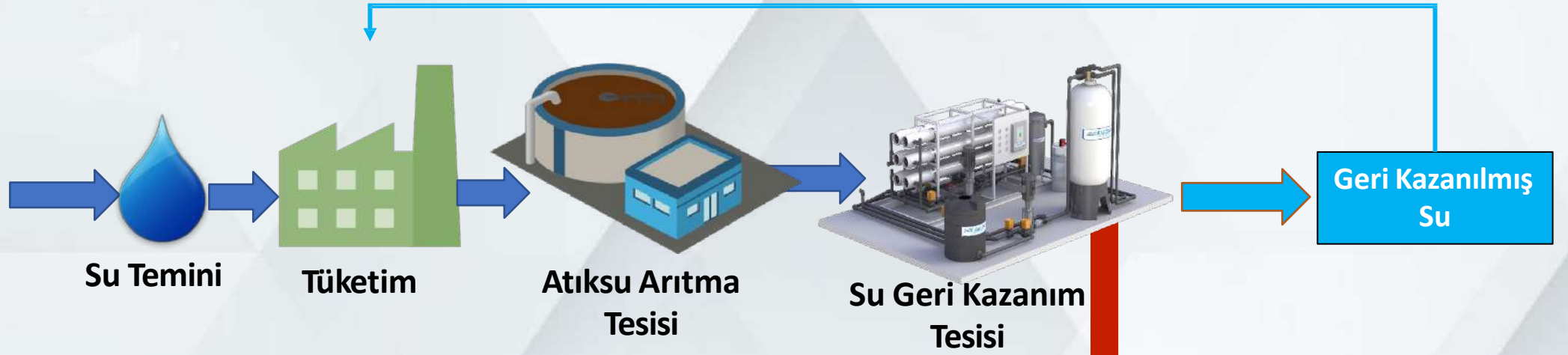
**ZERO BRINE**

**ZERO BRINE- Re-designing the value and supply chain of water and minerals: a circular economy approach for the recovery of resources from saline impaired effluent (brine) generated by process industries**

**Su ve minerallerin deęer ve tedarik zincirinin yeniden tasarlanması:  
Proses endüstrileri tarafından üretilen tuzlu su atıklarından kaynakların geri kazanımı için döngüsel ekonomi yaklaşımı**



# Tekstil Sektörü Çalışması



Su Temini

Tüketim

Atıksu Arıtma  
Tesisi

Su Geri Kazanım  
Tesisi

Geri Kazanılmış  
Su

Konsantre Akım



Tuz vb üretiminin azalması ile CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltımı



Su Yönetimi, daha az su çekimi





RO  
Konsantre

ZB -Pilot  
Tesis

RO ürün suyu  
(proses suyu)

Biyolojik  
arıtılan atıksu





# Pilot Tesis Teknolojileri



Pilot Tesis



Ozonlama Ünitesi



Membran Sistemler (NF/RO)



Yumuşatma (IEX)

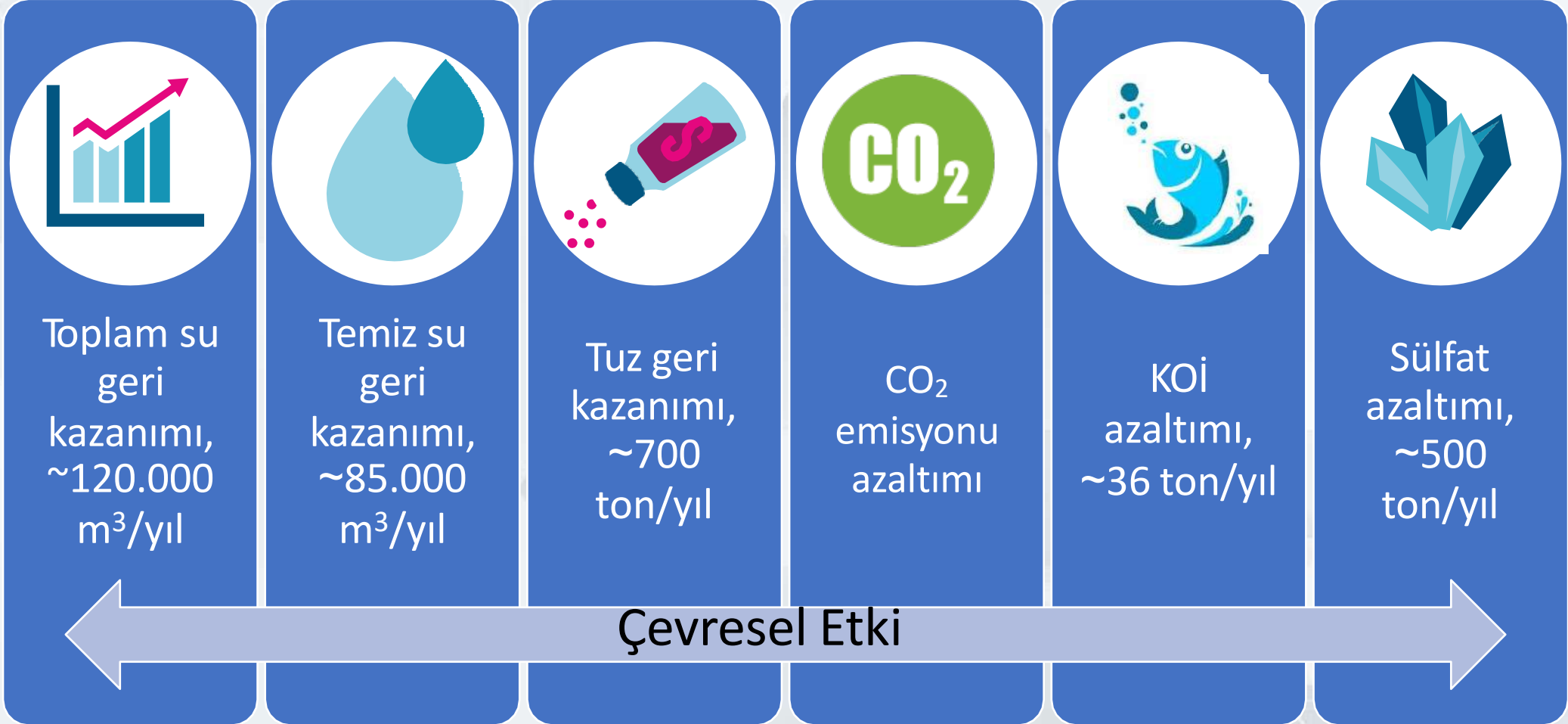


# Boyama Testi Sonuçları

- Pilot tesis arıtım akım şemasını kullanılarak elde edilen tuzlu çözelti, Zorluteks test laboratuvarında tekstil boyama testleri gerçekleştirilmiştir.
- Açık ve koyu kumaş renkleri için boyama sonuçları, geri kazanılan tuzlu çözeltinin boyamada kullanma potansiyelinin olduğunu göstermiştir.



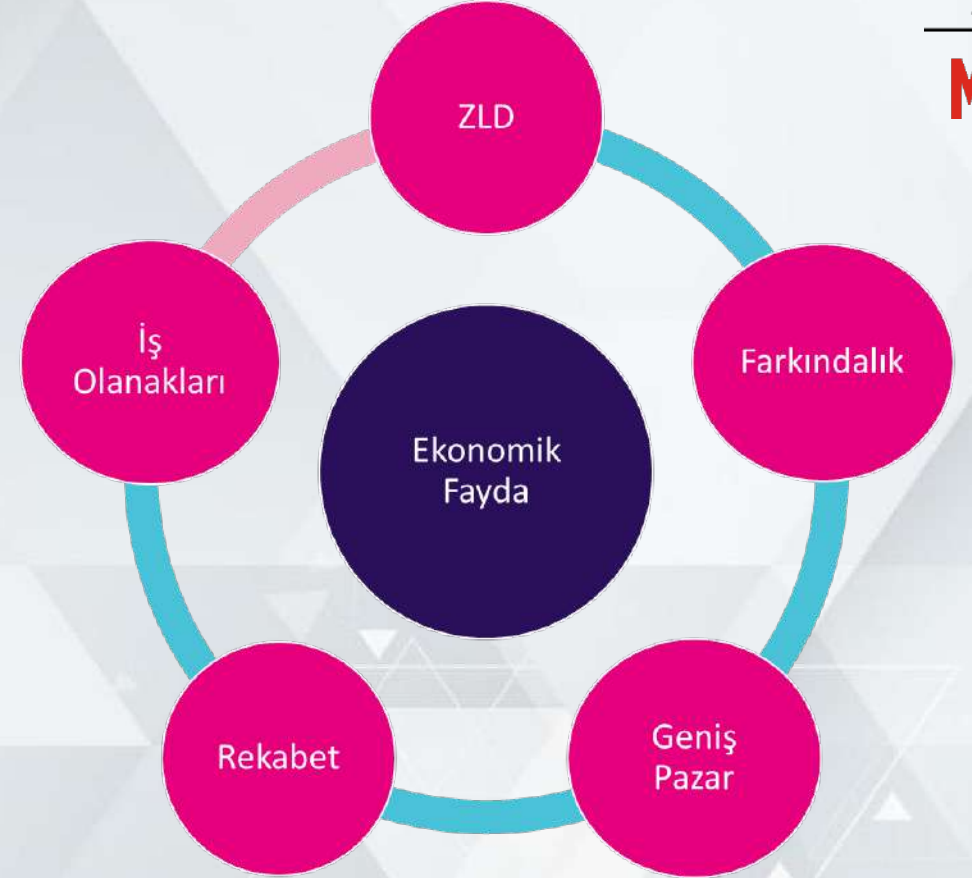
# Tahmin Edilen Çevresel Kazançlar



Hesaplamalar, debinin 20 m<sup>3</sup>/s olması durumunda ve Zorluteks'in tüm ileri arıtma çıkış atıksularının bu konseptte göre arıtılması durumu dikkate alınarak yapılmıştır.

# Ekonomik Fayda

- Sıfır sıvı deşarj (zero liquid discharge) uygulamasının önünün açılmasına ve tekstil sektörü tarafından benimsenmesine imkan verebilir.
- İşletmelerin çevreye karşı duyarlılığının artmasına ve bu durum beraberinde, rekabet gücünün artmasının yanı sıra, daha geniş pazara ve ihracat potansiyeline sahip olmasına imkan verebilir.
- ZLD yaklaşımına sahip olan şirketler için iyi bir iş fırsatları oluşturabilir.
- Çevresel alanlar (atıksu arıtımı ve atıksu geri kazanımı yapan şirketleri) dahil olmak üzere, çeşitli sektörler için tekstil veya diğer ilgili işletmeler için teknik personel için yeni iş olanakları oluşabilir.



# TEŐEKKÜRLER



0262 677 20 00



[www.mam.tubitak.gov.tr](http://www.mam.tubitak.gov.tr)



[mam@tubitak.gov.tr](mailto:mam@tubitak.gov.tr)



TÜBİTAK GEBZE YERLEŐKESİ  
Barıő Mahallesi Dr. Zeki Acar Caddesi No:1 41470 Gebze/Kocaeli



## KAYNAKÇA

APINI, 2002. Introduction To Cleaner Production (CP) Concepts and Practice. Institute of Environmental Engineering (APINI) Kaunas University of Technology, Lithuania.  
<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/technology/cleanerproduction.pdf>

Demirer, G., 2014. Sanayide Kaynak Verimliliği, Çevre Konusunda KOSGEB Yol Haritasının Hazırlanması Projesi, Antalya Ticaret ve Sanayi Odası, 27 Haziran 2014.

Marques, L., Anholon, R., Silva, D., Luiz, O., Quelhas, G., Leal, W., Eduardo, R., Santa-eulalia, L. A. De. (2018). Implementation of cleaner production : A ten-year retrospective on benefits and difficulties found, Journal of Cleaner Production 187 (2018) 409-420.

Öztürk, E., 2014. Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme Ve Kontrolü ve Temiz Üretim Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Isparta.

TTGV, 2011. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. Sanayide Eko-verimlilik (Temiz Üretim) Kılavuzu: Yöntemler ve Uygulamalar. ISBN: 978-975-95878-4-0. Ankara.

UNEP, 1996. United Nations Environment Programme (UNEP). Cleaner Production: A Training Resource Package. Paris: United Nations Publications.

TÜİK, 2012. Su ve Atıksu İstatistikleri.