



KAYNAK VERİMLİLİĞİ & TEMİZ ÜRETİM

TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ (ÇTÜE)

2020, SAMSUN

“Aynı kaynakları kullanarak daha çok ve kaliteli ürün üretmek”
“Daha az kaynak kullanarak aynı miktarda çıktı elde etmek”



$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$



Kaynak verimliliği;

- ✓ Tüketilen kaynakların miktarı
- ✓ Doğal kaynakların kullanımıyla ilişkili ekonomik fayda ve çevresel etkiler

Kaynak verimliliği potansiyeli ise, birim kaynak kullanımı başına elde edilen faydaların artırılmasındaki fırsattır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) yaptığı tanımlamaya göre **temiz üretim**; verimliliğin artırılması ve çevre ve insanlar üzerindeki risklerin azaltılması için uygulanan, entegre, önleyici bir çevre stratejisinin proses, ürün ve hizmetlere sürekli uygulanmasıdır.

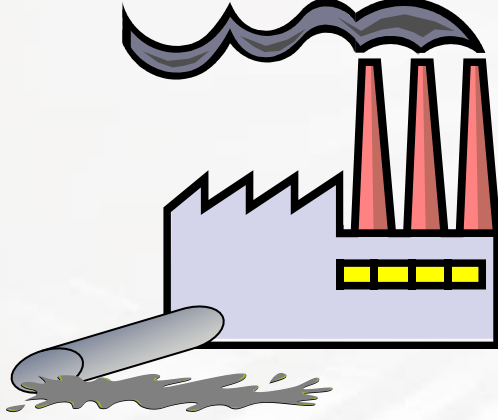
UNIDO **temiz üretimi**, üretim süreçlerinin iyileştirilmesinde kullanılacak bir yol gösterici ve bütün üretim aşamalarında uygulanacak koruyucu ve bütünleşik bir strateji olarak kabul etmektedir.

Temiz Üretim Yaklaşımı

PASİF YAKLAŞIM

(Kirliliği görmezden gelme)

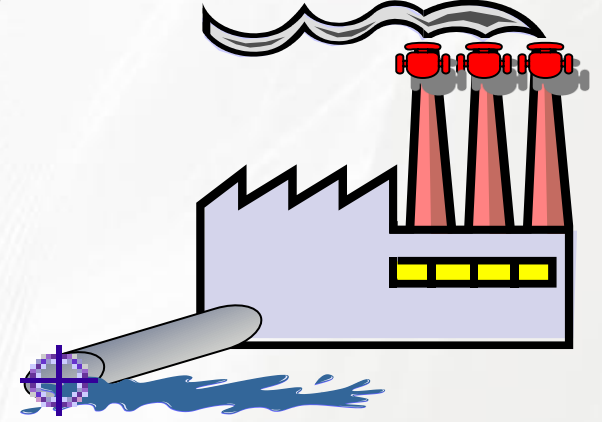
1



REAKTİF YAKLAŞIM

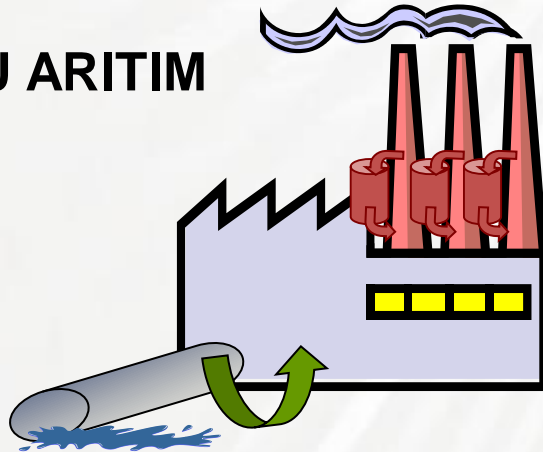
(Seyreltme)

2



BORU SONU ARITIM

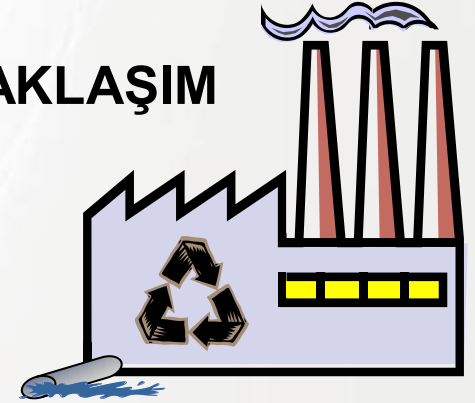
3



PROAKTİF YAKLAŞIM

(Temiz Üretim)

4



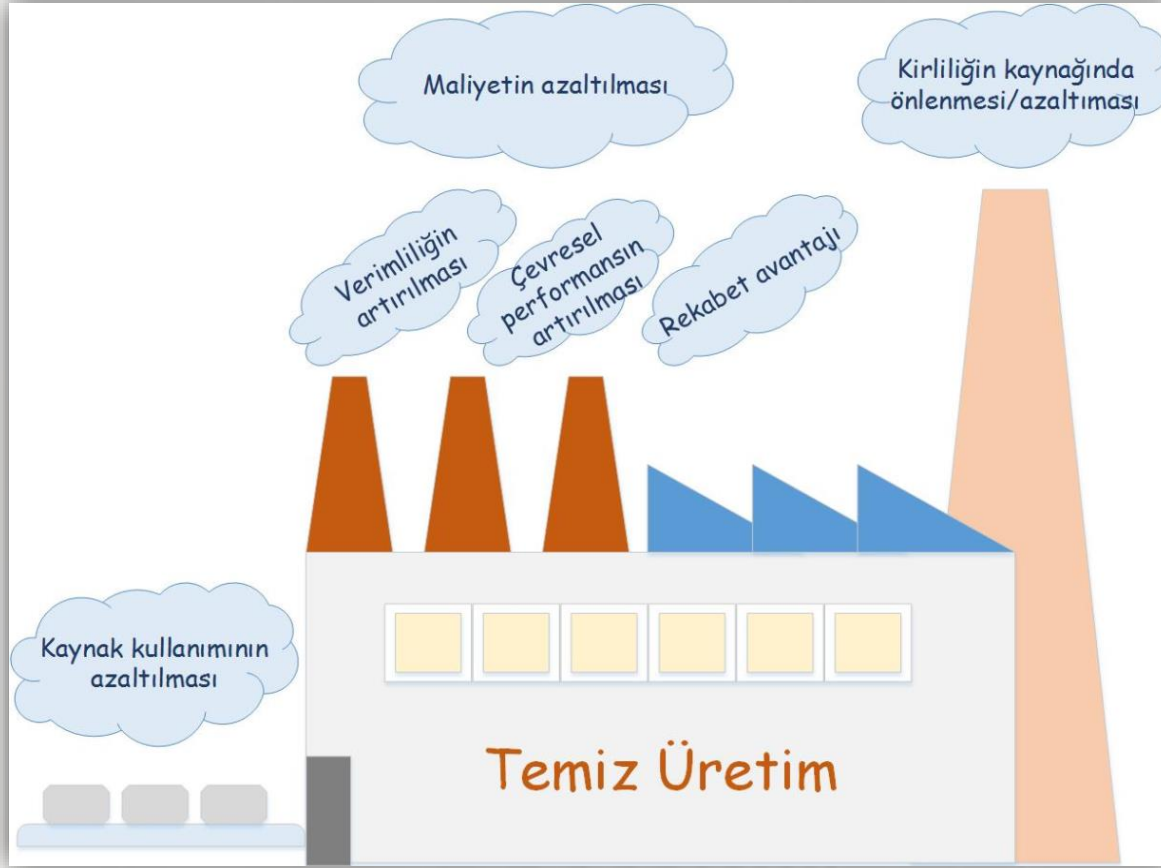
Kirlilik: Hammadde, su, enerjinin etkin olarak kullanılamaması kaynaklı, üretim sürecini ürüne/hizmete dönüşmeden terk etmesi.

Temiz Üretim: Hammadde, su, enerjinin etkin kullanılarak olası en yüksek oranda ürüne/hizmete dönüştürülebilmesi.



HEDEFLER

- Kirliliği oluşmadan, kaynağında önlemeyi ve azaltmayı hedefler,
- Kaynakların (enerji, su ve ham madde) ve çevrenin korunmasını hedefler,
- Atık ve emisyon oluşumunun azaltılmasını hedefler,
- Üretim proseslerinde veya ürünlerde değişiklikler yapılır,
- İşletmelerde uygulanmasında kullanılabilecek çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır.



- Kaynak kullanımının azaltılması ile atık, atık su ve emisyon miktarında azalma Müşteri şikayetlerinin azalması
- Ulusal/Uluslararası çevre mevzuatına uyumun sağlanması
- Ulusal/Uluslararası pazarda firmanın rekabet gücünün artması

Ham madde, enerji ve su gibi limitli ve değerli kaynaklar, yaşamın olduğu kadar sanayinin de temel girdilerini oluşturmaktadır.

- Yeşil satın alma,
- İkame ham madde kullanımı,
- Ham maddelerin işletmelere uygun şekilde taşınması yoluyla ham madde kaybının önüne geçilmesi,
- Ham maddelerin uygun şartlarda depolanması ve saklanması,
- Proseslerde otomatik dozajlama ve reçetelerin takip edilmesi,
- Proseslerde ham madde kayıplarının izlenmesi ve tedbirlerin alınması,
- Artıkların kategorize edilmesi. Toplanan artıkların farklı alt sektör sektörlerde alternatif kullanımlarının değerlendirilmesi,



Dünyada çekilen suyun ortalama olarak %20'si sanayi için kullanılmaktadır. Ülkemizde 2018 yılı verilerine göre bu oran %18,4'dür. Avrupa'da ise ortalama olarak temin edilen suyun %40'ı endüstride kullanılmaktadır.

2018 İmalat Sanayi Su, Atıksu ve Atık İstatistikleri;

- İmalat sanayi işyerleri tarafından 2,9 milyar m³ su çekildi
- İmalat sanayi işyerleri tarafından 2,4 milyar m³ atıksu deşarj edildi



Su kaynakları daha etkin ve verimli kullanılmadığı takdirde, Türkiye 2030'lu yıllar itibariyle su sıkıntısı çeken bir ülke durumuna gelmesi muhtemeldir.

Su kaynakları yönetiminde en güncel küresel yaklaşım *Su-Enerji-Çevre ilişkisi ile bütüncül bir yaklaşımdır.*

- Su **tüketiminin ölçülmesi, izlenmesi** ve en aza indirmek için
- **önleyici adımlar, suyun boşa akması**, optimum kimyasal kullanımı,
- Koruyucu bakım-onarım programları, atıksu arıtma **ve yeniden kullanım.**



Sanayi'de en çok su tüketen sektörlerin başında tekstil ve gıda gelmektedir.

Tablo. NACE Kodlarına Göre Sanayide Su Tüketimi (TÜİK, 2016)

<i>İktisadi faaliyet kodu (NACE Rev.2)</i>	<i>İktisadi faaliyet kod (NACE Rev.2) tanımı</i>	<i>Temin edilen su miktarı (1000 m³)</i>	<i>Tüketilen proses suyu miktarı (1000 m³)</i>	<i>Sektörde kaybedilen su (%)</i>
10	<i>Gıda ürünlerinin imalatı</i>	132.326,67	110.112,62	2,4
12	Tütün ürünleri imalatı	742,34	401,29	0,04
13	<i>Tekstil ürünlerinin imalatı</i>	176.182,30	160.477,30	1,72
15	Deri ve ilgili ürünlerin imalatı	3364,48	2.648,68	0,08
17	Kâğıt ve kâğıt ürünlerinin imalatı	27.687,64	25.463,62	0,24
20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	358.434,19	354.436,00	0,44
22	Kauçuk ve plastik ürünlerin imalatı	9.884,66	5.639,08	0,47
23	<i>Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı</i>	67.941,60	54.509,69	1,47
24	Ana metal sanayii	17.481,57	14.173,09	0,36
26	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	650,41	0,00	0,07
27	Elektrikli teçhizat imalatı	7.523,99	3.840,01	0,40
31	Mobilya imalatı	3.177,59	783,37	0,26

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2016. İmalat sanayi su, atıksu ve atık istatistikleri. Basın odası haberleri, sayı: 13/2016. <http://tuik.gov.tr/basinOdasi/haberler/2016>

Günümüzde artan rekabet şartları endüstriyel işletmeleri Maliyetlerini gözden geçirmeye zorlamaktadır.



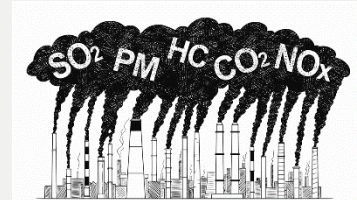
Enerji verimliliği harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesidir.

Enerji verimliliği, ürün başına tüketilen enerji maliyetinin azaltılmasıdır.

Enerji verimliliği; *gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek*, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebi azaltması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji geri kazanımları gibi *etkinliği arttırıcı önlemlerin bütünüdür.*

2007 yılında yürürlüğe konulan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu;

temel amacı enerjinin enerjinin **etkin kullanılması**, **israfının önlenmesi**, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve **çevrenin korunması** için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması olarak belirlenmiştir.



Sanayi sektörü yüksek enerji tüketimi ve maliyeti açısından enerji verimliliği ve tasarrufu çalışmalarında önceliklidir.

Atık ısı enerji tüketimi çok yoğun işletmeler için değerlendirilmesi gereken önemli enerji tasarruf potansiyellerinden biridir.



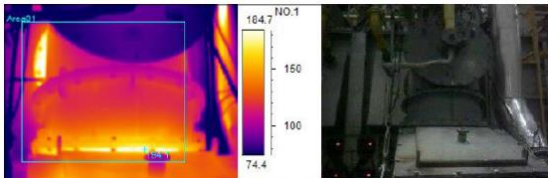
Ekonomizer ile kazanlardan/fırınlardan çıkıp bacaya giden sıcak akımlarda bulunan ısının bir bölümünü geri kazanmak mümkündür.

Atık Isı enerjisi, bir **ısı eşanjörü** kullanılarak **sıcak atık su akımlarından** geri kazanılabilir.

Kazanların ve boru hattının duvarları ve yanma bölgeleri, gereksiz termal enerji kaybını ve sızıntıyı önlemek için **ısı yalıtım** malzemeleri ile yalıtılmalıdır.

Fabrikalardaki cihaz, makine ve sistemlerin **periyodik bakımlar**ının zamanında yapılması enerji tasarrufunda önemi büyüktür.

Enerji verimliliğinde üretim yapılan bir fabrika ortamında ürünün üretimden paketlenmeye kadar tüm aşamalarda takibi, tüketilen enerjinin **izlenmesi, ölçülmesi ve kayıt edilmesi** ilk adımdır.



Ergitme Fırını 1 Brülör Tarafı 1



Endüstriyel Simbiyoz

Palyaço Balığı –Anemon İlişkisi



Simbiyoz: Farklı türden canlıların, belirli koşullar altında bir arada yaşaması olarak tanımlanabilir. Bir arada yaşayan bu türler, birbirlerinin varlığından karşılıklı olarak yarar sağlarlar.

Endüstriyel Simbiyoz: Doğadaki “simbiyoz” kavramının endüstriyel işletmelere uyarlanmasıdır.

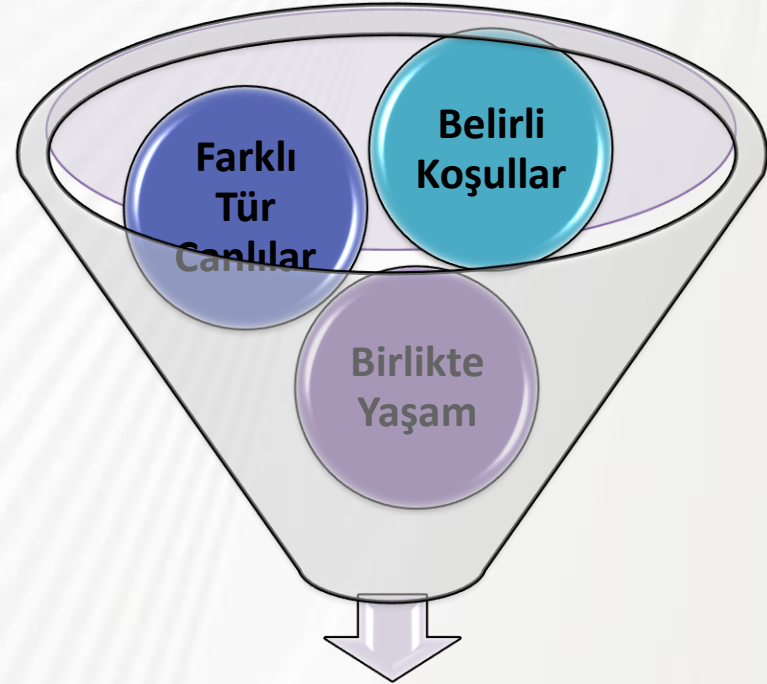
*İnorganik Madde

*Su



*Organik Molekül

*Oksijen



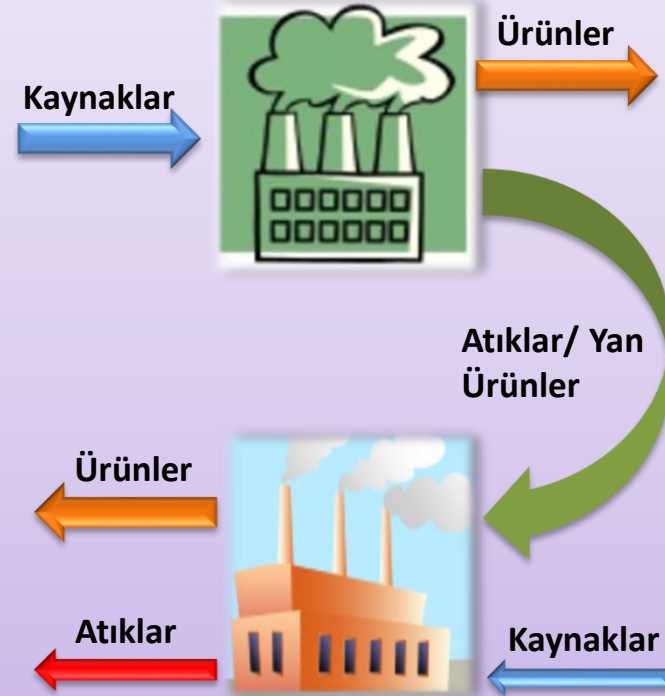
Simbiyoz

Endüstriyel Simbiyoz

Geleneksel Sistem

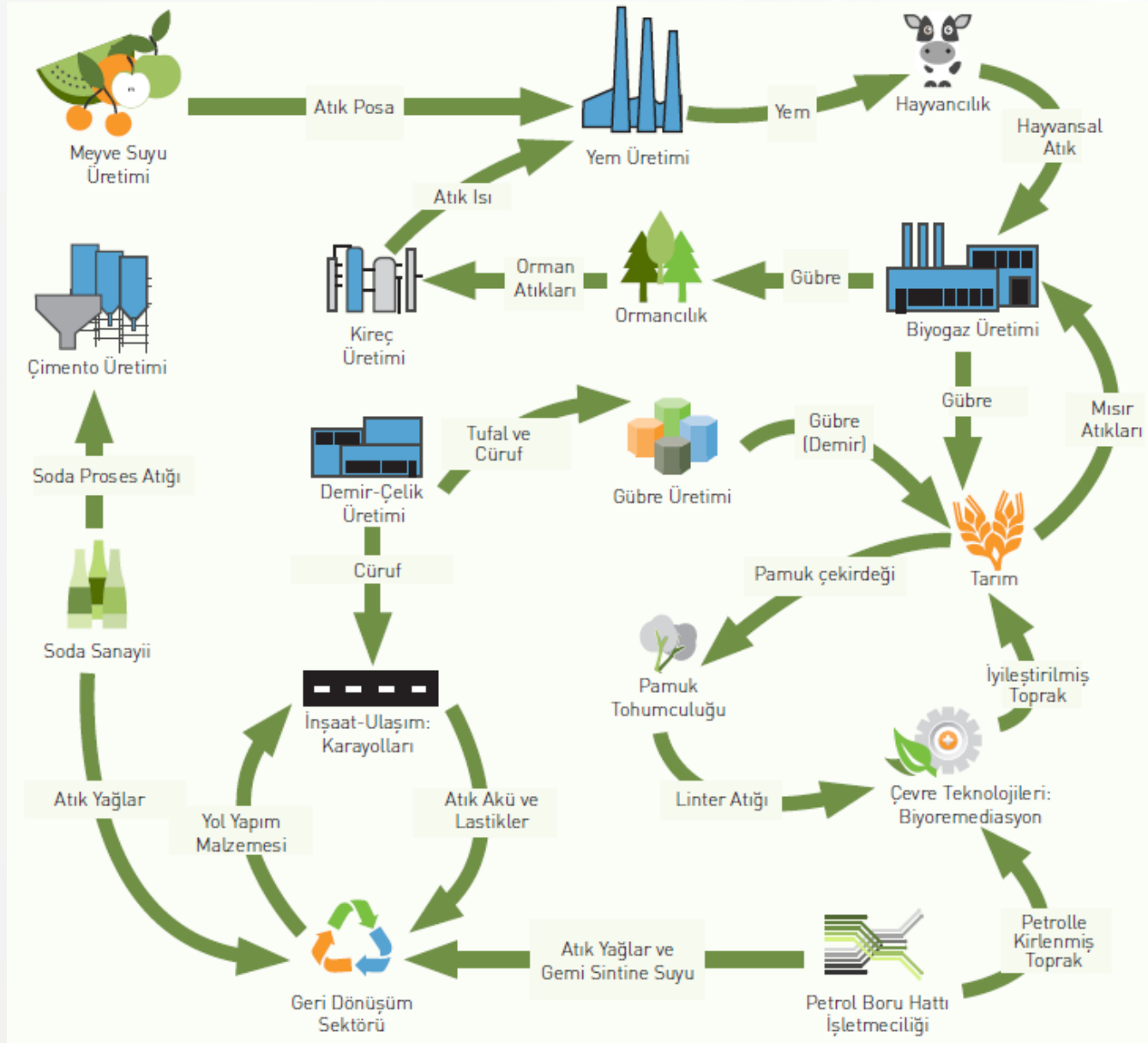


Endüstriyel Simbiyoz



Firmaların tek tek türler olarak faaliyet yerine bir küme (Simbiyotik) çalışması ile organize ederek doğrusal madde etkileşimi ile (atıkları) bir araya gelmiş halidir.

İskenderun Endüstriyel Simbiyoz Örneği



Endüstriyel Simbiyozun Sağladığı Faydalar

Endüstriyel Simbiyoz;

iki veya daha fazla endüstriyel tesis arasındaki veya birinin yan ürününün başka birinin hammaddesi haline getirildiği şirketler arasındaki bir birlikteliktir.

Doğal Kaynak Tüketiminin Azalması

Çevresel Emisyonların Azalması

Kaynak Maliyetinin Azalması

Atık Bertaraf Maliyetinin Azalması

Atıklardan / Yan Ürünlerden Gelir Sağlanması

Bölgesel Kalkınma

ATIK YÖNETİMİ YÖNETMELİĞİ

(Resmi Gazete Tarih:
02.04.2015)

- Madde 5-(h) Atık minimizasyonu
- Madde 18- Genişletilmiş üretici sorumluluğu
- Madde 19- Yan ürün
- Madde 20- Yeniden kullanıma hazırlama

ATIKTAN TÜRETİLMİŞ YAKIT, EK YAKIT VE ALTERNATİF HAMMADDE TEBLİĞİ

(Resmi Gazete Tarih:
20.06.2014)

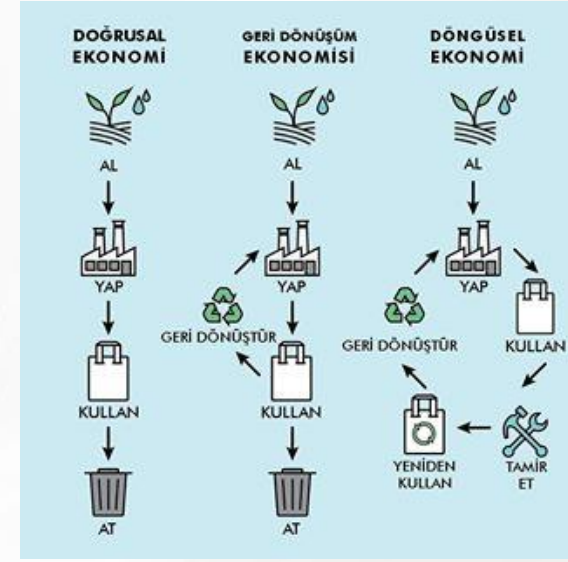
- Madde 6-11- Atıktan türetilmiş yakıt
- Madde 12-Ek yakıt
- Madde 13-14- Alternatif hammadde

Döngüsel Ekonomi

Döngüsel Ekonomi; mal ve hizmetlerin tasarım, üretim ve kullanım tarzını iyileştirerek değerini en üst seviyeye çıkarmayı ve atıkları yok etmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır.

Yeniden Kullanma, Paylaşma ve / veya Yeniden Dağıtma Örn: Airbnb, malzeme değişim ağları

Kompost ve / veya Biyokimyasal Ham Maddeler
Kompostlanmış malzemeler, yenilenebilir organik kaynak malzemelerin büyümesini sağlayarak dairesel bir ekonomiyi desteklemektedir.



Geri Dönüşüm, Yeniden İmalat ve / veya Yeniden İşleme

❑ **Geri dönüşüm** Parçalarına ayırıp ardından iki şekilde yeniden işlenmesi

Upcycling Örn: plastik bir şişeyi plastik bir şişeye geri döndürme

Downcycling Örn: bir cam şişeyi kaldırıma dönüştürme

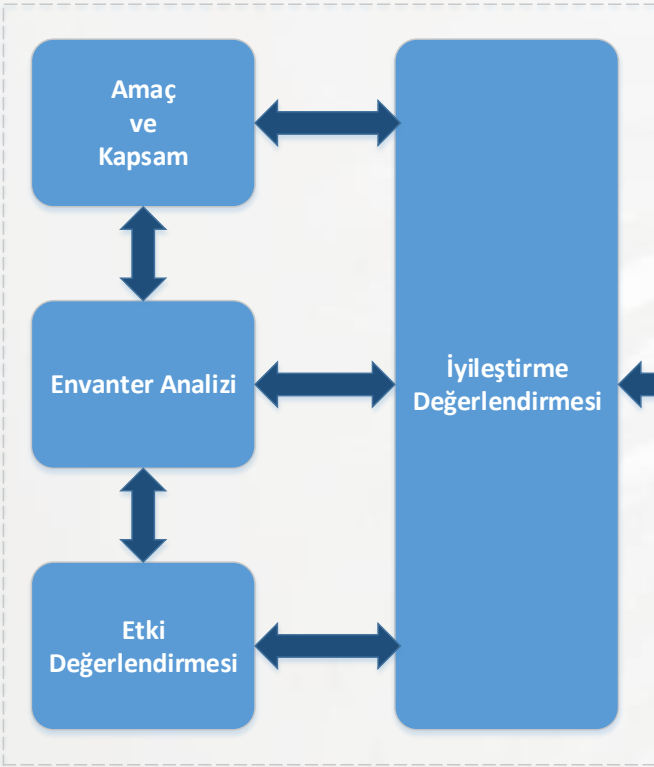
❑ **Yeniden Üretim** Ürünü "yeni veya daha iyi" bir performansa sahip olması için işlemek

❑ **Yeniden İşleme** Ürünü farklı bir amaç ve işlev için kullanılacak şekilde işleme koymak



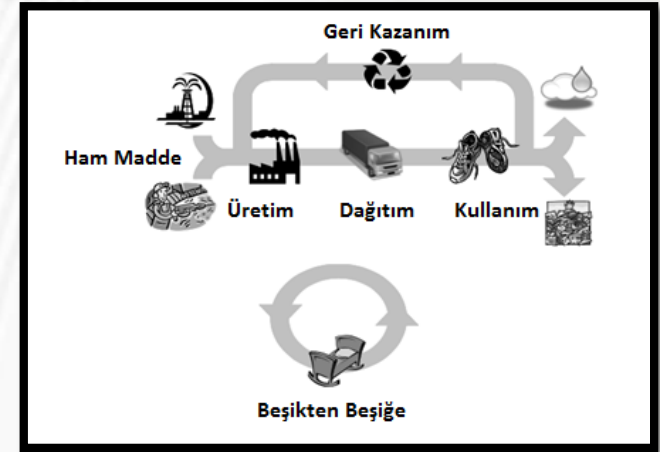
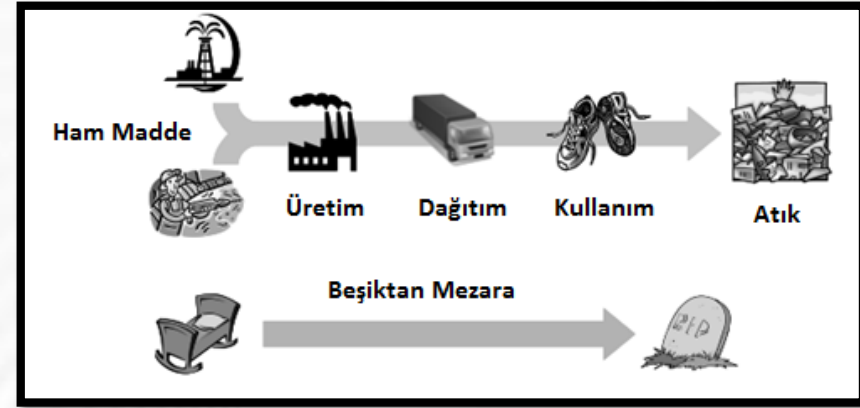
Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD)

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, bir ürünün/hizmetin çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanılan sistem bazlı, nicel bir yöntemdir.



- Uygulamalar:**
1. Ürün geliştirme ve iyileştirme
 2. Stratejik Planlama
 3. Yasa Hazırlama
 4. Pazarlama
 5. Yeşil Satın Alma
 6. Diğer

Bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsünü değerlendirmeye yönelik "**beşikten mezara**" yaklaşımı (Doğrusal Ekonomi Yaklaşımı)



Bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsünü değerlendirmeye yönelik "**beşikten beşiğe**" yaklaşımı (Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı)

Kaynak: <http://yalova.csb.gov.tr/yasam-dongusu-degerlendirmesi-ydd-ve-insaat-sektorundeki-durum-haber-127465#group1>

- Ham madde tedariki, operasyonlar ve taşımacılıktan kaynaklanan çevresel etkiler değerlendirerek ürün hakkında bilgi edinmemizi sağlar
- Ürün ve süreç geliştirmeyi daha sürdürülebilir bir hale getirir
- Su ayakizi, karbon ayakizi gibi önemli indikatörleri gösterir
- Temiz üretim olanaklarının belirlenmesinde fayda sağlar
- İmaj ve marka değerini artırır
- Maliyet tasarrufu sağlar

TEMİZ ÜRETİM ETÜDÜ

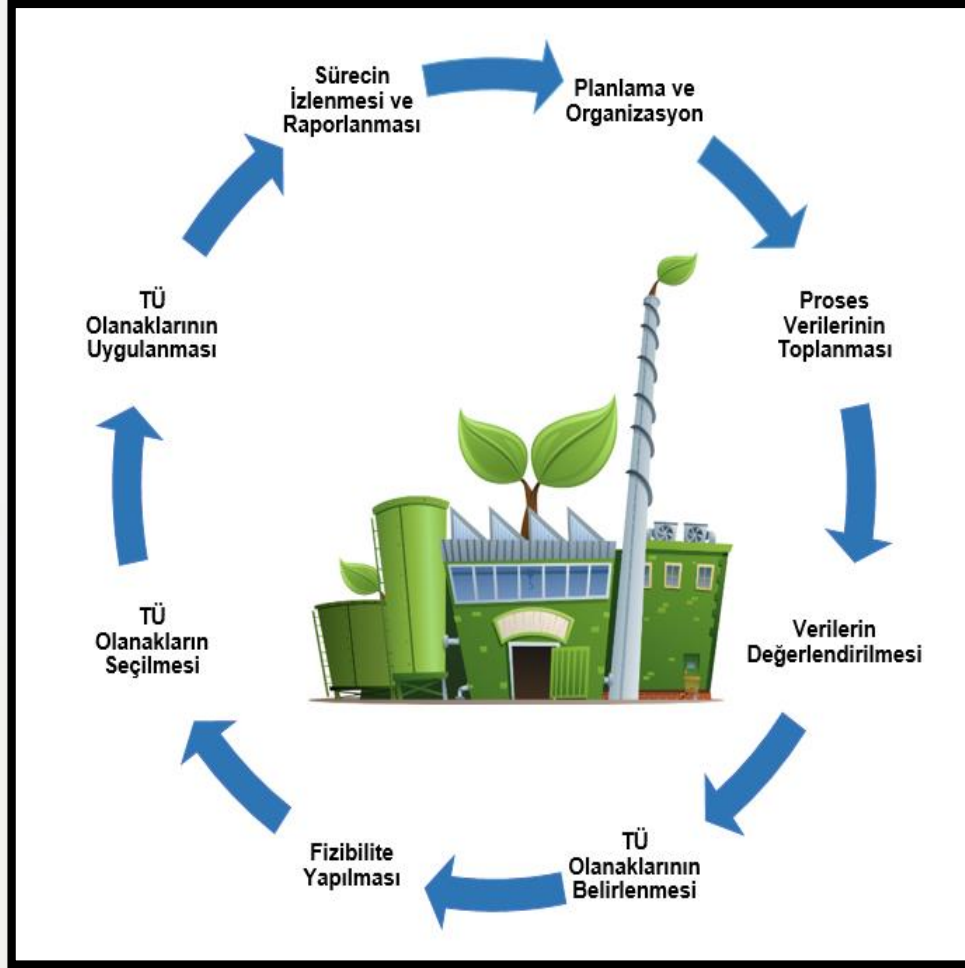
Temiz Üretim Metodolojisi üretimdeki atıkların yönetimi ile ilgili sorunları ve kaynak kullanımının verimsiz olduğu alanları tespit etmemizi sağlar.

- Mevcut durumda kullanılan kaynak miktarlarının azaltılması
 - Ham Madde
 - Su
 - Enerji
- Çevreye zararlı ham madde/yardımcı madde/kimyasalların ikamesi amacıyla iyileştirme yapılacak noktaların belirlenmesi



- Çevresel Fayda
 - Doğal kaynak kullanımının azaltılması
 - Zararlı maddelerin doğaya salınımının azaltılması
- Ekonomik Fayda





1) Planlama ve Organizasyon

- ❖ **Yönetimin Taahhüdünü Almak**
- ❖ Proje Ekibi Kurmak
- ❖ Çevresel Hedeflerin Geliştirilmesi
- ❖ Temiz Üretim Etüdünü Planlamak

TÜ Etüdünde yer alacak aktivitelerle ilgili ***iş planı*** ve ***zaman çizelgesi*** hazırlanıp, ***sorumlu kişiler*** atanmalıdır.

2) Proses Verilerinin Toplanması (Ön Değerlendirme)

❖ Proses Akış Diyagramları İncelenmesi

İşletmede ne üretiliyor?

Ana prosesler nelerdir?

En önemli girdi – çıktıları nedir?

Not: Üretimle ilgili mevcut tüm raporların incelenmesi

❖ Tesis Ziyaretinin Yapılması

Üretimin başından sonuna kadar ürünler, atıklar ve emisyonlara dikkat edilmeli

❖ TÜ Odak Noktası(ları)nın Belirlenmesi

Atık ve emisyon miktarının yüksek olduğu prosesler

Tehlikeli kimyasal/malzeme tüketilen/üretilen prosesler

Problemlili proses

Finansal kayıpların çok yaşandığı prosesler

❖ Nicel Verilerin Toplanması

Not: İstenilen veriler mevcut değil ise ya ölçüm yapılır ya da varsayımda bulunulur.

3) Verilerin Değerlendirilmesi

❖ Kütle Denkliğinin Kurulması

Çevresel performansın değerlendirilmesi

Üretim verimliliğinin hesaplanması

Spesifik üretim ve tüketim değerlerinin literatür verileri ile kıyaslanması (ton «X» maddesi / 1 ton ürün, ton katı atık / 1 ton ürün)

1. Stok, ürün ve atıklarla ilgili ölçümler
2. Ham madde satın alma kayıtları
3. Malzeme ve emisyon envanterleri
4. Üretim kayıtları
5.

4) Temiz Üretim Olanaklarının Belirlenmesi

- ❖ Tanı Aşaması
- ❖ TÜ Olanaklarının Belirlenmesi

Literatür

Personelin tecrübesi

Tedarikçiler ile tartışma

Diğer firmalardaki örnekler

Ar&Ge çalışması

**Diğer yol «Beyin Fırtınası»
yapmak!!!**

Mevcut En İyi Teknik (MET)
referans dokümanları

IPPC

EPA

Farklı ülkelerin MET
referans dokümanları

Akademik çalışmalar

Ulusal ve Uluslararası Sektör

Raporları

Aksiyonlar;

- Reçetenin iyileştirilmesi
- Ham madde ikamesi
- Teknoloji değişikliği/ modifikasyonu
- Ürün modifikasyonu
- Ambalaj modifikasyonu
- Geri kazanım /Yeniden kullanım

5) Fizibilite Çalışmasının Yapılması

Projenin (Ekonomik Açıdan) Değerlendirme Kriterleri;

1. Paranın zaman değerini dikkate almayan kriterler

- Kârlılık oranı yöntemi
- Geri ödeme süresi

2. Paranın zaman değerini dikkate alan kriterler

- Paranın zaman değeri
- İndirgenmiş geri ödeme süresi
- Net bugünkü değer yöntemi
- İç verim oranı yöntemi

Geri ödeme süresi; Nakit akışlarının projeye yapılan ilk yatırımı karşılama süresidir.

Geri ödeme süresi = (İlk yatırımın tamamen karşılanmasından önceki sene sayısı) + (Karşılanmamış kalan miktar / İlk yatırımın tamamen karşılanacağı senedeki toplam nakit akışı)

6) Temiz Üretim Olanaklarının Seçilmesi

Değerlendirme Kriteri	Ağırlık	Opsiyon A		Opsiyon B		Opsiyon C	
		Skor	Ağırlıklı Skor	Skor	Ağırlıklı Skor	Skor	Ağırlıklı Skor
Tehlikeli atık miktarının azaltılması	3	+3	9	+2	6	+3	9
Atık su arıtım maliyetinin azaltılması	3	+1	3	0	0	+2	6
Katı atık miktarının azaltılması	3	+3	9	+2	6	+3	9
Tüketilen su miktarının azaltılması	1	+1	1	0	0	+2	2
Koku probleminin azaltılması	1	0	0	-1	-1	0	0
Gürültü probleminin azaltılması	1	-2	-2	0	0	0	0
Kurulumun ve bakımın kolay olması	3	-1	-3	-1	-3	+1	3
			17		8		29

-3: en düşük skor; 0: değişiklik yok; +3: en yüksek skor (tercih edilen)

7) Temiz Üretim Olanaklarının Uygulanması

❖ Uygulama Planının Hazırlanması

Aksiyonların belirlenmesi

Aksiyonlar için kaynak ihtiyacı (insan kaynağı, finans vb.)

Sorumlu kişilerin atanması

8) Sürecin İzlenmesi ve Raporlanması

Belirlenen TÜ olanaklarının etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan indikatörlerden bazıları:

- Üretim başına atık ve emisyonlardaki azalma
- Üretim başına kaynak tüketimindeki azalma
- Karlılıktaki artış

Teknik

- Ürün kalitesine etkisi
- Üretime etkisi
- Kaynak tüketimi (hammadde, su ve enerji)
- İş güvenliği
- Üretim esnekliği

Çevresel

- Kaynak tüketimi (hammadde, su, enerji)
- Su, hava ve toprağa salınım
- Hammadde ikamesi
- İş sağlığı ve güvenliği

Ekonomik

- Geri ödeme süresi
- Diğer finansal karlılıkların hesaplanması
- Etkilenen tüm maliyetlerin belirlenmesi (Bertaraf maliyeti, personel maliyeti, yatırım ve amortisman maliyetleri, ek maliyetler vb.)

Teşekkür Ederiz

TÜBİTAK MAM ÇTÜE
PK. 21, 41470 GEBZE-KOCAELİ

Tel: +90-262-677 2987

Faks: +90-262-641 23 09

emrah.s@tubitak.gov.tr