PİMTAŞ SU AYAKİZİ RAPORU

2024

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

ISO 14046:2016

KURUMSAL SU AYAK İZİ ENVANTERİ

Raporlama Dönemi: 2024

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

📘 İÇİNDEKİLER

0. GİRİŞ
- 0.1 Su Kaynaklarının Önemi
- 0.2 Kurumsal Tanım ve Raporun Amacı
- 0.3 ISO 14046 Standardı ile Uyum

1. RAPORUN AMACI VE KAPSAMI
- 1.1 Amaç
- 1.2 Kapsam
- 1.3 Hedefler

2. TERİMLER VE TANIMLAR
- 2.1 Direkt (Doğrudan) Su Kullanımı
- 2.2 İndirekt (Dolaylı) Su Kullanımı
- 2.3 Sanal Su (Virtual Water)
- 2.4 Mavi, Yeşil ve Gri Su Ayak İzi Tanımları
- 2.5 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)
- 2.6 Askıda Katı Madde (AKM)

3. ISO 14046 İLKELERİ VE METODOLOJİ
- 3.1 Yaşam Döngüsü Perspektifi
- 3.2 Çevresel Odak ve Şeffaflık İlkesi
- 3.3 Tamlık ve Tutarlılık
- 3.4 Bilimsel Yaklaşım ve Coğrafi Bağlam

4. SİSTEM SINIRLARI VE KURUMSAL KAPSAM
- 4.1 Coğrafi Sınırlar
- 4.2 Operasyonel Sınırlar
- 4.3 Organizasyonel Sınırlar
- 4.4 Raporlama Dönemi, Veri Kaynakları ve Varsayımlar

5. SU AYAK İZİ HESAPLAMA METODOLOJİSİ
- 5.1 Amaç ve Kapsamın Belirlenmesi
- 5.2 Sistem Sınırlarının Tanımlanması
- 5.3 Su Akış Şeması
- 5.4 Veri Toplama
- 5.5 Hesaplama Yöntemi (Mavi, Yeşil, Gri)
- 5.6 Raporlama ve Doğrulama

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

---

6. KURUMSAL SORUMLULUKLAR VE RACI TABLOSU
6.1 Rol ve Görev Tanımları
6.2 Sorumlu Kişi Listesi (PİMTAŞ PLASTİK)

7. SU AYAK İZİ BİLEŞENLERİ VE HESAPLAMALAR
7.1 Mavi Su Ayak İzi (Blue Water Footprint)
7.1.1 Tanım ve Kapsam
7.1.2 Hesaplama Yöntemi
7.1.3 Sonuç ve Yorum
7.2 Yeşil Su Ayak İzi (Green Water Footprint)
7.2.1 Tanım ve Kapsam
7.2.2 Hesaplama Yöntemi
7.2.3 Sonuç ve Yorum
7.3 Gri Su Ayak İzi (Grey Water Footprint)
7.3.1 Tanım ve Parametreler
7.3.2 Hesaplama Formülü
7.3.3 Analiz ve Yorum

8. DEĞERLENDİRME, BELİRSİZLİK VE HASSASİYET ANALİZİ
8.1 Veri Kalitesi ve Belirsizlik
8.2 Hassasiyet Analizi
8.3 Çevresel Etki Yorumu

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

TERİMLER VE KISALTMALAR
KAYNAKÇA

TERİMLER VE KISALTMALAR

Kısaltma / Terim	Açıklama
ISO	International Organization for Standardization – Uluslararası Standardizasyon Örgütü
ISO 14046	Su Ayak İzi – İlkeler, Gereklilikler ve Kılavuz Standardı
WF	Water Footprint – Su Ayak İzi
WFN	Water Footprint Network – Su Ayak İzi Ağı (Global Metodoloji)
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
İSU	Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi
KOİ (COD)	Kimyasal Oksijen İhtiyacı – Organik madde yükü göstergesi
AKM (TSS)	Askıda Katı Madde – Suda bulunan partikül yoğunluğu
BOİ (BOD)	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı – Biyolojik ayrışabilir organik yük göstergesi
Q	Debi veya su hacmi (m^3/yıl)
C_k	Atıksu çıkışındaki kirletici konsantrasyonu (mg/L)
C_{max}	Mevzuatta izin verilen maksimum kirletici değeri (mg/L)
C_{nat}	Doğal alıcı ortam konsantrasyonu (mg/L)
$WF_{(mavi)}$	Mavi Su Ayak İzi – Çekilen tatlı su
$WF_{(yeşil)}$	Yeşil Su Ayak İzi – Yağmur suyu / toprak nemi katkısı
$WF_{(gri)}$	Gri Su Ayak İzi – Seyreltme için gereken tatlı su
RACI	Responsible – Accountable – Consulted – Informed (Sorumluluk Matrisi)
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning – Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme
Buharlaşma (Evaporasyon)	Su kaybının atmosfere geçmesiyle oluşan fiziksel kayıp
Derin Deniz Deşarjı	Arıtılmış suyun deniz seviyesinin altına basınçlı hatla verilmesi yöntemi

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

Kısaltma / Terim	Açıklama
WSI	Water Scarcity Index – Su Kıtlığı Endeksi

KAYNAKÇA

1. **ISO (2014).** *ISO 14046: Water Footprint – Principles, Requirements and Guidelines.* International Organization for Standardization, Geneva.
2. **Water Footprint Network (WFN).** *The Water Footprint Assessment Manual.* Hoekstra, A.Y., et al., 2011.
3. **Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ).** *Türkiye Su Potansiyeli ve Su Yönetimi Raporu 2020.* Ankara.
4. **T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.** *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY),* Resmî Gazete No: 25687, 31 Aralık 2004.
5. **İSKİ.** *Atıksu Deşarj Standartları ve Derin Deniz Deşarj Yönetimi.*
6. **Öztürk, İ. (2017).** *Su Bütçesi Analizlerinde Tipik Buharlaşma ve Deşarj Oranları.* İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
7. **UNEP (2023).** *Water Efficiency and Wastewater Management Guidelines.* United Nations Environment Programme.
8. **ISO 46001:2019.** *Water Efficiency Management Systems – Requirements with Guidance for Use.*
9. **UNESCO (2025).** *World Water Development Report: Water for a Sustainable Future.*
10. **European Commission (2023).** *Best Environmental Management Practices for the Textile Sector.*

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

1. GİRİŞ

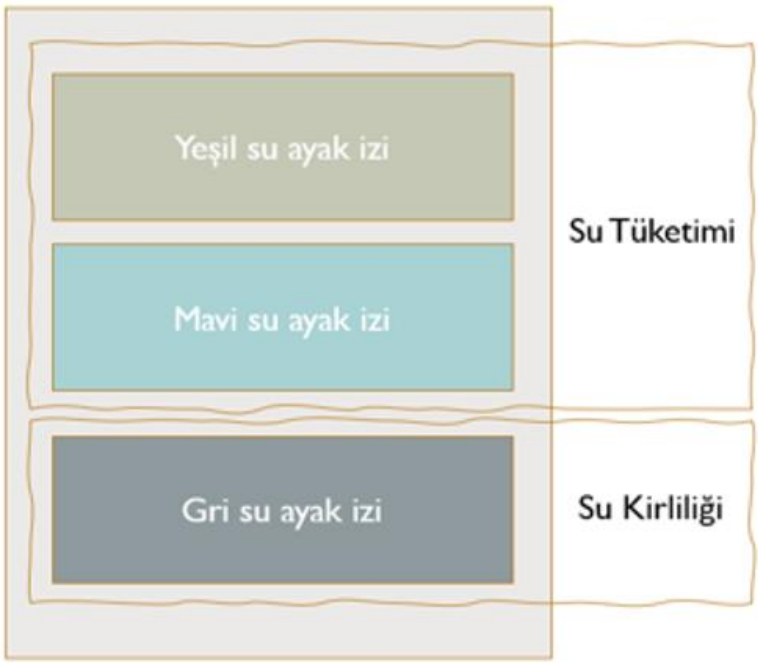
Su, yeryüzündeki hayatın devamlılığı için ihtiyaç duyulan sınırlı ve stratejik bir doğal kaynaktır. Giderek artan nüfus artışı, sanayileşme ve sonucunda oluşan iklim değişikliği ve diğer çevresel problemler nedeniyle her geçen gün dünya, su kriziyle daha da karşı karşıya kalmaktadır. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2000 yılında **1.652 m³**, 2009 yılında **1.544 m³**, 2020 yılında ise **1.346 m³** olmuştur. *(Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2020)* Bu azalış trendinin devam edeceği öngörülmektedir. Ulusal ve uluslararası ölçekte alınan kararlar ve firmaların kendi inisiyatifleriyle aldığı aksiyonlar sonucu, su kullanımının azaltılmasına ve suyun yeniden kullanılmasına yönelik çalışmalar son yıllarda önem kazanmıştır. Bu tip su verimliliği çalışmaları, ISO 14046 Su Ayak İzi Standardı çerçevesinde yapılabilecek su envanterinin ve su ayak izi miktarının belirlenmesi, izlenmesi, raporlanması ve doğrulanmasına dayanır. Bu rapor, şeffaflık ilkesi doğrultusunda hazırlanmış olup ABC Üniversitesi'nin kurumsal su ayak izini analiz etmek ve su kaynaklarının yönetimi konusundaki taahhüdünü yansıtmak ve sürdürülebilirliği desteklemek amacıyla hazırlanmıştır.

Su ayak izi doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan suyun hacmidir. Doğrudan su ayak izi, duş, bulaşık, çamaşır yıkamak ve araba yıkamak gibi faaliyetler kullanılan suyun hacmiyken; dolaylı su ayak izi, ürünün üretimi ve tedarik zincirinde kullanılan suyun hacmidir. Sanal su ise ürünlerin üretim aşamasında kullanılan suyu ifade eder.

Su ayak izi; kullanım ve kaliteyi temsil eden mavi, yeşil ve gri su ayak izi olmak üzere üç farklı bileşen olarak hesaplanmaktadır.

- **Mavi su ayak izi**; mal veya hizmetin üretimi boyunca tatlı su kaynaklarının dolaylı veya doğrudan kullanılan miktarıdır.
- **Yeşil su ayak izi**; mal veya hizmetin üretimi boyunca doğrudan ve dolaylı olarak kullanılan tüm yağmur suyu miktarıdır.
- **Gri su ayak izi**; kaynağı mevcut su kalitesi seviyesine getirmek amacıyla, su kaynağına karışan atık sulardaki kirletici derişiminin azaltılması için gereken tatlı su miktarıdır.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!



Şekil 1. Su Ayak İzi Bileşenleri

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

GİRİŞ – KURUMSAL TANIM VE RAPORUN AMACI

PİMTAŞ PLASTİK, Kocaeli'de faaliyet gösteren, çevre dostu üretim süreçlerine ve sürdürülebilir kaynak yönetimine önem veren bir plastik firmasıdır. Firma; su tüketimini optimize etmek, atıksu kalitesini izlemek ve çevresel etkilerini azaltmak amacıyla **ISO 14046:2014 Su Ayak İzi Standardı** çerçevesinde ölçüm, analiz ve raporlama çalışmaları yürütmektedir.

Bu kapsamda hazırlanan **su ayak izi envanteri**, firmanın yıllık faaliyetleri sonucunda oluşan **mavi, yeşil ve gri su ayak izi bileşenlerini** belirlemek, bu bileşenlerin çevresel etkilerini değerlendirmek ve yönetmek amacıyla oluşturulmuştur.

Hazırlanan rapor, **PİMTAŞ PLASTİK'in kurumsal sürdürülebilirlik hedefleri** doğrultusunda;

- **Su kaynaklarının verimli kullanımı**,
- **Atıksu kirliliğinin azaltılması**,
- **Kaynak verimliliği ve geri kazanım uygulamalarının geliştirilmesi**,
- **Çevresel şeffaflık ve hesap verebilirlik**
  ilkelerine uygun olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışma, **PİMTAŞ PLASTİK'in su yönetimi performansını** izlemeyi, sürekli iyileştirmeyi ve paydaşlarına karşı çevresel sorumluluğunu belgelemeyi amaçlamaktadır.

2. TERİMLER VE TANIMLAR

Direkt (Doğrudan) Su Kullanımı:
Bu çalışmada *direkt su*, doğrudan **PİMTAŞ PLASTİK** tesislerinde tüketilen veya kullanılan suyu ifade etmektedir. Bu kullanım; üretim süreçlerinde, temizlikte, soğutma sistemlerinde, personel ihtiyaçlarında ve bahçe sulamasında kullanılan suyu kapsar. Bu tür su kullanımı, **mavi su ayak izi** ve **yeşil su ayak izi** kapsamında değerlendirilmiştir.

İndirekt (Dolaylı) Su Kullanımı:
İndirekt su, **PİMTAŞ PLASTİK** tarafından kullanılan ürünlerin, hammaddelerin veya enerji kaynaklarının üretimi sırasında dolaylı olarak tüketilen suyu ifade eder. Bu su miktarı, tedarik zinciri boyunca (örneğin pamuk üretimi, kimyasal boyar madde üretimi, enerji üretimi vb.) gerçekleşen su kullanımını kapsar. Bu kapsamda **sanal su ayak izi** değerlendirilmiştir.

Sanal Su (Virtual Water):
Sanal su, bir ürünün veya hizmetin üretim sürecinde doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan toplam su miktarını ifade eden kavramdır. Bu kavram, suyun yalnızca üretim yerinde değil, aynı zamanda **ürünlerin ticaretiyle dolaylı olarak taşındığını** da gösterir. Sanal su, **küresel su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi** ve **su stresiyle başa çıkma stratejileri** açısından önemli bir göstergedir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ):
Bir su örneğinde bulunan organik ve oksitlenebilir inorganik maddelerin tamamen oksitlenmesi için gerekli olan oksijen miktarını ifade eder. KOİ değeri, suyun **organik kirlilik yükünü** belirlemede kullanılan temel parametrelerden biridir ve **atık su kalitesi** değerlendirmelerinde referans alınır.

Askıda Katı Madde (AKM):
Suda bulunan ve yaklaşık 1 mikron veya daha büyük boyutta olan, ancak kum tanelerinden daha küçük katı partikülleri ifade eder. AKM miktarı, suyun **bulanıklığını ve fiziksel kirlilik düzeyini** belirlemede kullanılan önemli bir göstergedir.

İstersen bu bölüme devamında genellikle yer alan şu tanımları da ekleyebilirim:

- **Mavi Su Ayak İzi**
- **Yeşil Su Ayak İzi**
- **Gri Su Ayak İzi**
- **Toplam Su Ayak İzi**

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

2. AMAÇ

Bu rapor, **PİMTAŞ PLASTİK** için aşağıdaki hedefler doğrultusunda hazırlanmıştır:

• Firmanın üretim faaliyetlerinin **su kaynakları üzerindeki etkilerinin** ve **su krizine katkı düzeyinin** değerlendirilmesi,
• Mevcut ve gelecekte yürürlüğe girebilecek **su yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik mevzuatına** uyumun sağlanması,
• Su yönetimi açısından **riskli, verimsiz veya iyileştirilmesi gereken alanların** belirlenmesi,
• **ISO 14046:2014 Su Ayak İzi Standardı**'na uygun olarak **kurumsal mavi, yeşil ve gri su ayak izi** bileşenlerinin hesaplanması ve raporlanması,
• Firmanın **Kurumsal Su Yönetim Planı**'nın oluşturulması için veri altyapısının sağlanması,
• Çalışanların ve yöneticilerin **iklim değişikliği**, **kaynak verimliliği** ve **çevresel sürdürülebilirlik** konularında farkındalık düzeylerinin artırılması.

3.1 SİSTEM SINIRLARI

Bu rapor, **PİMTAŞ PLASTİK**'in aşağıda belirtilen üretim tesisinde yürütülen faaliyetler kapsamında hazırlanmıştır.
Sistem sınırları yalnızca bu tesiste gerçekleştirilen faaliyetleri kapsamaktadır.

Adres: Gaziosmanpaşa, İstanbul

Sistem sınırları; **coğrafi**, **operasyonel** ve **organizasyonel** olmak üzere üç temel başlık altında tanımlanmıştır:

---

1. Coğrafi Sınırlar

• **PİMTAŞ PLASTİK**'in mülkiyet sınırları içerisindeki tüm **üretim alanları, idari ofisler, depo ve stok sahaları, laboratuvarlar, teknik servis birimleri, sosyal alanlar (yemekhane, kantin), bakım atölyeleri ve otoparklar** bu kapsama dâhildir.
• **Tedarikçi tesisleri, lojistik merkezleri, bayiler veya fason üretim yapılan dış tesisler** bu raporun kapsamı dışındadır.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

2. Operasyonel Sınırlar

• Sistem sınırları kapsamında; **su temini ve tüketimi, üretim süreçleri, enerji kullanımı, atıksu yönetimi, bakım-onarım, temizlik, çevre sağlığı ve iş güvenliği uygulamaları** değerlendirmeye alınmıştır.
• **PİMTAŞ PLASTİK**'in doğrudan kontrolü dışında yürütülen **taşeron hizmetler (örneğin yemek, güvenlik, dış temizlik, nakliye)** yalnızca veri temini ölçüsünde değerlendirilmiştir.
• **Tedarikçilerin lojistik faaliyetleri** ve **harici hizmet sağlayıcıların kendi operasyonları** sistem sınırları dışında bırakılmıştır.

---

3. Organizasyonel Sınırlar

• Rapor kapsamında; **üretim, bakım, çevre, enerji, kalite, insan kaynakları ve idari işler birimleri** yer almaktadır.
• **Destek hizmetlerinin** (yemekhane, güvenlik, temizlik vb.) su ve enerji kullanımı kaynaklı çevresel etkileri rapora entegre edilmiştir.
• **Ürün taşımacılığı ve personel servis araçları** gibi dolaylı faaliyetlerin etkileri, yalnızca güvenilir veri mevcutsa hesaplamaya dahil edilmiştir.

İstersen Oğuz Bey, bir sonraki adım olan **"3.2 Kapsam ve Varsayımlar"** bölümünü de aynı formatta (ISO 14046'a uygun) hazırlayayım.
Bu kısımda genellikle şu başlıklar yer alır:

- Raporlama dönemi
- Veri kaynakları
- Kullanılan hesaplama yöntemleri
- Varsayımlar ve sınırlılıklar
  Hazırlamamı ister misiniz?

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

🔷 ISO 14046 İlkeleri

Genel:

Tüm bu ilkeler temel olup su ayak izi değerlendirmesinin planlanması, yürütülmesi ve raporlaması için izlenecek yolu bir kılavuz olarak kullanılacaktır. Bu çalışma tek olarak yürütülmekle birlikte yaşam döngüsü analizinin bir parçası olarak da yürütülüp raporlanabilmektedir.

Yaşam Döngüsü Perspektifi:

Bir kuruluşun su ayak izi değerlendirmesi bir ürününkinde olduğu gibi tüm faaliyetlerin yaşam döngüsü perspektifine dayanarak gerçekleştirilir.

Çevresel Odak:

Su ayak izi değerlendirmesi kuruluş, ürün veya süreçle ilgili potansiyel çevresel etkileri kapsamaktadır. Ekonomik veya sosyal etkiler bu değerlendirmenin dâhiline girmemektedir.

Göreceli Yaklaşım ve Fonksiyonel Birim:

Su ayak izi değerlendirmesinde fonksiyonel birim ve bu birim baz alınarak hesaplanan sonuçlar mevcuttur.

Tekrarlı Yaklaşım:

Su ayak izi değerlendirmesi tekrarlayan bir tekniktir. Bireysel aşamalar diğer aşamaların sonuçlarını kullanır. Fazlar içerisinde ve arasındaki yinelemeli yaklaşım, rapordaki sonuçların kapsamlığına ve tutarlılığına katkıda bulunur.

Şeffaflık:

Kullanıcıların güvenli bir şekilde karar vermesine imkân sağlamak amacıyla yeterli ve uygun bilgilerle açıklanır.

Uygunluk:

Kullanıcının ihtiyaçlarına uygun veriler ve metodolojiler seçilir.

Tamlık: Su ayak izine önemli etkiyi sağlayan tüm veriler envantere dahil edilir.

Tutarlılık:

Tanımlanan hedef ve kapsama uygun sonuçlara ulaşmak için ilgili varsayım, yöntem ve veriler tüm süreç boyunca aynı şekilde uygulanır.

Kesinlik:

Sistematik hatalar ve belirsizlikler mümkün olduğu kadar azaltılır.

Bilimsel Yaklaşım Önceliği:

Su ayak izi değerlendirmesi doğa bilimlerine dayalı şekilde yapılmaktadır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda diğer bilimsel yaklaşımlar veya uluslararası yöntemler kullanılabilir. Eğer herhangi bilimsel bir yaklaşım veya uluslararası yönteme dayanılamıyorsa uygun kabuller yapılarak ilerlenir.

Coğrafyaya Bağlılık:

Su ayak izi değerlendirmesi, çalışmanın hedef ve kapsamına uygun ilgili sonuçları veren ve yerel bağlamı dikkate alan bir ölçekte gerçekleştirilir.

Kapsamlılık:

Su ayak izi; doğal çevre, insan sağlığı ve suyla ilişkili kaynaklarla ilgili tüm çevresel öneme sahip özellikleri veya boyutları dikkate alır.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

3.1 SİSTEM SINIRLARI

Bu rapor, **PİMTAŞ PLASTİK**'in aşağıda belirtilen adresteki **üretim ve idari faaliyetleri** kapsamında hazırlanmıştır.
Sistem sınırları yalnızca bu tesiste gerçekleştirilen faaliyetleri kapsamaktadır.

Adres: Gebze /Kocaeli

Sistem sınırları; **coğrafi**, **operasyonel** ve **organizasyonel** çerçevede aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

1. Coğrafi Sınırlar

• **PİMTAŞ PLASTİK**'in Gebze'deki mülkiyet sınırları içerisindeki tüm **üretim alanları, idari ofisler, laboratuvarlar, depo sahaları, teknik servis birimleri, sosyal alanlar (yemekhane, kantin), bakım atölyeleri ve otoparklar** bu kapsama dâhildir.
• **PİMTAŞ PLASTİK** dışında faaliyet gösteren **tedarikçiler, taşeron üretim tesisleri, fason üreticiler veya şehir dışındaki şubeler** bu raporun kapsamı dışındadır.

2. Operasyonel Sınırlar

• Sistem sınırları kapsamında; **su temini, üretim proseslerinde su kullanımı, enerji tüketimi, atıksu yönetimi, bakım-onarım, temizlik faaliyetleri, çevre sağlığı ve iş güvenliği uygulamaları** değerlendirmeye alınmıştır.
• **PİMTAŞ PLASTİK**'in doğrudan kontrolü dışında yürütülen **taşeron üretimler ve hizmetler** (örneğin yemek, güvenlik, dış temizlik, lojistik) yalnızca raporlamaya katkı sağlayacak ölçüde dikkate alınmıştır.
• **Tedarikçilerin lojistik faaliyetleri**, **harici hizmet sağlayıcıların kendi operasyonları** ve **tedarik zincirinin ikinci–üçüncü kademe faaliyetleri** sistem sınırları dışında bırakılmıştır.

3. Organizasyonel Sınırlar

• Rapor kapsamında; **üretim, bakım, çevre, enerji, kalite, insan kaynakları ve idari işler birimleri** değerlendirmeye alınmıştır.
• **Destek birimlerinin** (yemekhane, güvenlik, temizlik vb.) su ve enerji tüketiminden kaynaklanan çevresel etkileri rapora entegre edilmiştir.
• **Personel taşımacılığı, tedarik zinciri kaynaklı dolaylı etkiler ve dış hizmet alımları**, yalnızca güvenilir veri mevcutsa değerlendirmeye dahil edilmiştir.

3.2 SU AYAK İZİ HESAPLAMA METODOLOJİSİ

ISO 14046:2014 Su Ayak İzi Standardı'na göre bir kuruluşun veya tesisin su ayak izi çalışması, aşağıdaki altı temel aşamadan oluşur.
Bu adımlar, hem metodolojik bütünlüğün sağlanması hem de elde edilen sonuçların **izlenebilirlik, doğrulanabilirlik ve karşılaştırılabilirlik** ilkelerine uygunluğunu temin etmek amacıyla sistematik biçimde yürütülmelidir.

---

1 Amaç ve Kapsamın Belirlenmesi

İlk aşamada su ayak izi çalışmasının amacı, değerlendirme ölçeği (ürün, süreç, kuruluş, tesis), zaman aralığı ve uygulanacak metodoloji tanımlanır.
Bu adım, **PİMTAŞ PLASTİK**'in hangi faaliyetlerinin, üretim hatlarının veya destek süreçlerinin kapsama dahil edileceğini belirler.

---

2 Sistem Sınırlarının Tanımlanması

Sistem sınırları, çalışmanın hangi **coğrafi**, **operasyonel** ve **organizasyonel** alanları kapsadığını gösterir.
Bu kapsamda, **PİMTAŞ PLASTİK Gebze Tesisi** için yalnızca tesis sınırları içerisindeki **üretim, yardımcı işletmeler (soğutma, kompresör, kazan dairesi vb.), bakım-onarım, idari birimler ve sosyal alanlardaki su kullanımları** değerlendirmeye alınmıştır.
Tedarikçilerin, fason üreticilerin veya dış lojistik hatların su kullanımları kapsam dışı bırakılmıştır.

---

3 Su Akış Şemasının Oluşturulması

Bu aşamada, suyun tesis içerisindeki tüm akış rotası tanımlanır.
Giriş noktaları (**şebeke suyu, kuyu suyu, yağmur suyu**), kullanım noktaları (**boyahane, yıkama, durulama, soğutma, temizlik, bahçe sulama**) ve çıkış noktaları (**atıksu,**

buharlaşma, drenaj, geri kazanım) grafiksel olarak gösterilir.
Bu akış şeması, suyun **nerede, nasıl ve hangi oranda tüketildiğini** görselleştirerek kritik kayıpların belirlenmesini sağlar.

---

4 Veri Toplama

Bu aşamada su tüketimi, atıksu miktarları, sayaç ve debimetre verileri, fatura bilgileri, laboratuvar analizleri (KOİ, AKM, pH vb.) ve çevresel değişkenler (yağış, sıcaklık, buharlaşma) toplanır.
Verilerin **kaynağı, tarih aralığı, doğruluk düzeyi ve izlenebilirliği** kayıt altına alınır.
PİMTAŞ PLASTİK'de veri kaynakları; iç sayaç kayıtları, su temin faturaları, üretim günlükleri, atıksu arıtma tesisi izleme raporları ve çevre laboratuvarı analiz sonuçlarıdır.

5 Hesaplamaların Yapılması

Toplanan verilere dayanarak **mavi, yeşil ve gri su ayak izi** bileşenleri hesaplanır:

- **Mavi Su Ayak İzi:** Şebeke, yeraltı veya yüzey sularından doğrudan çekilen suyun hacmi.
- **Yeşil Su Ayak İzi:** Yağmur suyu veya toprakta tutulan nemin dolaylı olarak kullanımı.
- **Gri Su Ayak İzi:** Kirletici yüklerin (örneğin KOİ, AKM) çevresel kalite standartlarını aşmaması için seyreltilmesi gereken tatlı su miktarı.

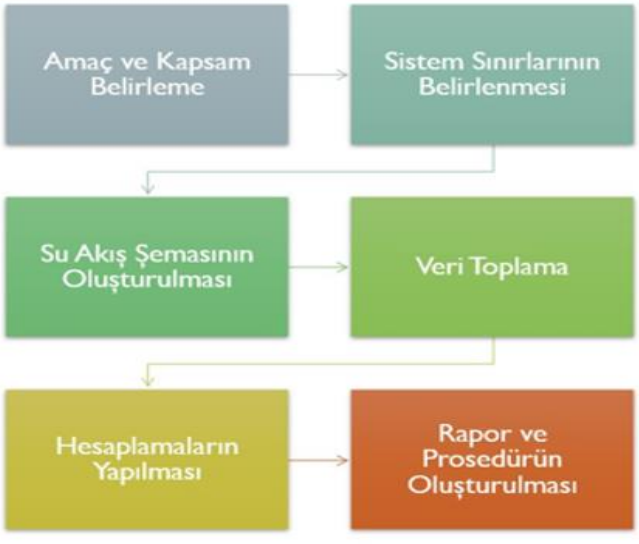
Bu aşamada ayrıca **belirsizlik analizleri**, **hassasiyet değerlendirmeleri** ve **doğrulama kontrolleri** yapılır.
Sonuçlar, kullanılan verilerin güvenilirliği ve çevresel değişkenlere duyarlılığı açısından analiz edilir.

6 Raporlama ve Sürdürülebilirlik Prosedürleri

Son aşamada elde edilen sonuçlar; kullanılan veriler, varsayımlar, limit değerler, metodolojik referanslar ve ilgili mevzuat atıflarıyla birlikte rapor haline getirilir.

Ayrıca, **PİMTAŞ PLASTİK** bünyesinde su yönetimi süreçlerinin sürekli izlenebilmesi amacıyla **kurumsal su verimliliği ve sürdürülebilirlik prosedürleri** oluşturulur.
Bu prosedürler; ölçme, izleme, raporlama ve performans iyileştirme mekanizmalarını destekler.

Özetle:
Bu süreç, suyun **teminden tüketime**, **deşarjdan geri kazanıma** kadar tüm yaşam döngüsünü kapsayan; **şeffaf, izlenebilir ve sürekli iyileştirmeye açık** bir yönetim modelini temsil etmektedir.
PİMTAŞ PLASTİK için hazırlanan bu sistematik yapı, hem kurumsal su yönetimi stratejisinin hem de sürdürülebilirlik performans raporlamasının temelini oluşturmaktadır.



Su Ayak İzi Envanter Ve Raporlama Adımları

3.3 SORUMLULAR

Bu raporun hazırlanması ve **PİMTAŞ PLASTİK**'in kurumsal su ayak izi hesaplamalarının **ISO 14046:2014 Su Ayak İzi Standardı**'na uygun biçimde yürütülebilmesi için aşağıdaki kurumsal sorumluluk dağılımı yapılmıştır.

Görev dağılımı, **PİMTAŞ PLASTİK** tarafından sağlanan birincil veriler (su çekimi, tüketim, deşarj, kalite analizleri, enerji tüketimi vb.) ve yardımcı varsayımlar dikkate alınarak oluşturulmuştur.
Veri kaynakları, izlenebilirlik ve doğrulama detayları **Ek-1 Veri Envanteri** bölümünde sunulmuştur.

3.3.1 Rol ve Görev Tanımları (Özet)

Rol	Açıklama
Rapor Sahibi (A – Accountable)	Kurumsal rapordan nihai olarak sorumlu kişidir. Yönetici düzeyindedir; onay ve nihai sahiplik rolü üstlenir.
Proje Yöneticisi (R – Responsible)	Projenin zaman planı, kapsamı, birimler arası koordinasyonu ve sürecin yürütülmesinden sorumludur.
Hesaplama Uzmanı (R)	ISO 14046 metodolojisine göre veri dönüşümü, kalite dengelemesi ve belirsizlik hesaplarını yürütür.
Veri Sahipleri (R/C)	Üretim, bakım, çevre, arıtma, enerji gibi birimlerden gelen su çekimi, tüketim ve kalite verilerini sağlar.
Veri Doğrulama & İç Tetkik (C)	Verilerin izlenebilirliğini, tutarlılığını ve standarda uygunluğunu kontrol eder.
Mevzuat Uyumu ve ISO (C)	ISO 14046, SKKY ve diğer çevre yönetimi standartlarıyla uyumluluğu denetler.
Üst Yönetim Onayı (A)	Sonuçların onaylanması ve kurumsal hedeflerle ilişkilendirilmesinden sorumludur.
(Varsa) Dış Doğrulayıcı (I/C)	Sürece bağımsız gözle bakan kişi veya kuruluş; verinin dış denetimini gerçekleştirir.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

RACI Açıklamaları:
R = Yapan / Uygulayıcı,
A = Nihai Sorumlu,
C = Danışılan / Destekleyen,
I = Bilgilendirilen

3.3.2 Sorumlu Kişi Listesi

Ad Soyad	Unvan	Kurum / Birim	Rol (R/A/C/I)	Temel Sorumluluklar	İmza / Tarih
…	Rapor Sahibi	Üst Yönetim / Genel Müdürlük	A	Nihai onay, kapsam onayı, stratejik hedeflerle uyum	…
…	Proje Yöneticisi	Çevre ve Enerji Yönetimi	R	Planlama, zaman takibi, koordinasyon, rapor süreci yönetimi	…
…	Hesaplama Uzmanı	Sürdürülebilirlik ve Raporlama Ekibi	R	Metodoloji, kalite dengesi, veri dönüşümü, belirsizlik hesapları	…
…	Üretim Birimi	Üretim Müdürlüğü	R/C	Proses suyu verileri, tüketim, geri kazanım ve atıksu verileri	…
…	Bakım / Teknik Hizmetler	Yardımcı İşletmeler	R/C	Soğutma, kazan, kompresör, HVAC sistemlerinin su kullanımı verileri	…
…	İç Tetkik Sorumlusu	Kalite ve Entegre Yönetim Sistemleri	C	İzlenebilirlik, veri kontrolü, sistem uygunluğu	…
…	Mevzuat / Standart Yetkilisi	Çevre ve Yasal Uyum Birimi	C	ISO 14046 ve SKKY uyum kontrolü, rapor gözden geçirme	…
…	Üst Yönetim	İcra Kurulu	A	Kurumsal hedeflerle ilişkilendirme, nihai rapor onayı	…
…	Dış Doğrulayıcı (Varsa)	Bağımsız Denetçi Kuruluş	I/C	Dış doğrulama, verilerin bağımsız gözle değerlendirilmesi	…

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

Notlar:

- **PİMTAŞ PLASTİK** tarafından sağlanan veri kümeleri; su çekimi–deşarjı sayaç kayıtları, su kalitesi analizleri, faturalar, proses kontrol verileri, enerji tüketim kayıtları ve arıtma tesisi ölçümlerini kapsamaktadır.
- Her birim ve veri sahibi, kendi alanındaki bilgilerin **doğruluğu, güncelliği ve tanımlanmasından** sorumludur.
- Raporlama sürecinde kullanılan tüm veri ve kayıtların **en az 5 yıl süreyle arşivlenmesi** tavsiye edilir.
- Bu tablo, gerektiğinde **Word veya Excel formatında doldurulabilir şablon** olarak kullanılabilir.

🌍 2024 PİMTAŞ PLASTİK Su Ayak İzi Hesaplaması

0. GİRİŞ

Bir kuruluşun **su ayak izi** çalışması, çevresel performansın ve kaynak kullanım verimliliğinin ölçülmesinde kritik bir göstergedir.

PİMTAŞ PLASTİK'in su ayak izi hesaplamasında **ISO 14046:2014 – Water Footprint: Principles, Requirements and Guidelines** standardı temel alınmış ve hesaplama süreci üç ana bileşen üzerinden yürütülmüştür:

1️⃣ **Mavi Su Ayak İzi (Blue Water Footprint):**
Doğrudan **şebekeden, kuyudan veya yüzey sularından çekilen tatlı su** miktarını ifade eder. Bu bileşen; üretim, yardımcı işletmeler (kazan, soğutma, kompresör sistemleri), temizlik, idari ve sosyal alanlarda kullanılan su miktarlarını kapsar.

2️⃣ **Yeşil Su Ayak İzi (Green Water Footprint):**
Yağmur suyu hasadı veya doğrudan yağış yoluyla kullanılan su miktarını temsil eder. Plastik sektöründe yeşil su ayak izi genellikle düşük oranlıdır; ancak **bahçe sulama, yeşil alan bakımı ve yağmur suyu geri kazanımı** süreçlerinde dikkate alınır.

3️⃣ **Gri Su Ayak İzi (Grey Water Footprint):**
Üretim veya temizlik faaliyetleri sonucu oluşan **atıksudaki kirleticilerin**, çevre mevzuatında tanımlı limit değerlere düşürülebilmesi için gerekli olan **seyreltme suyu miktarını** temsil eder.
Bu hesaplama, atıksuda tespit edilen kirletici parametreler (örneğin **KOİ, AKM, BOİ, Renk**) ve **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)** deşarj standartlarına dayanır.

1. AMAÇ VE METODOLOJİK ÇERÇEVE

Bu çalışmanın amacı, **PİMTAŞ PLASTİK** tesisinin 2025 yılı boyunca gerçekleştirdiği faaliyetler sonucu oluşan toplam su ayak izini belirlemek, su kullanım noktalarını analiz etmek ve su verimliliği açısından öncelikli iyileştirme alanlarını tespit etmektir.

Metodolojik olarak hesaplama süreci;

- **ISO 14046:2014 standardının dört ana aşaması** (Amaç ve kapsam tanımı, Envanter analizi, Etki değerlendirmesi, Yorumlama)
- ve **Water Footprint Network (WFN)** yaklaşımındaki üçlü bileşen yapısı (Mavi, Yeşil, Gri)
  esas alınarak yürütülmüştür.

---

2. SU KULLANIM SİSTEMİNİN TANIMI

PİMTAŞ PLASTİK Gebze Tesisi;

- Şebeke suyu (İSU),
- Sosyal alan suyu (yemekhane, lavabolar),
- Bahçe sulama ve temizlik suları
  gibi ana kullanım alanlarından oluşmaktadır.

Tesis içerisinde suyun akış yönü şu şekilde özetlenebilir:

Su girişi (çekim) → Kullanım (sosyal alanlar) → Atıksu oluşumu → Bertaraf

Bu akış, ISO 14046 gerekliliklerine uygun olarak "kapıdan kapıya (gate-to-gate)" yaklaşımıyla modellenmiştir.

---

3. HESAPLAMA BİLEŞENLERİ

3.1 Mavi Su Ayak İzi (Blue Water Footprint)

Mavi su ayak izi, **şebekeden veya yeraltı kaynaklarından çekilen tatlı su miktarını** ifade eder.
Bu hesaplama aşağıdaki temel formüle dayanır:

$$\text{Mavi Su Ayak İzi (m}^3\text{/yıl)} = Q_{çekilen} - Q_{deşarj} + Q_{buharlaşma} + Q_{ürün_içeriği}$$

Açıklama:

- (Q_{çekilen}): Şebeke suyu toplam çekimi
- (Q_{deşarj}): Vidanjörle geri dönüşüm tesisine gönderilen su

---

3.2 Yeşil Su Ayak İzi (Green Water Footprint)

Bu bileşen, **yağmur suyu hasadı ve yeşil alan sulamalarında doğal yağışın katkısıyla** kullanılan suyu kapsar.
Plastik tesislerinde doğrudan üretim süreçlerinde kullanılmaz; ancak **peyzaj alanı, yeşil çatı sistemleri veya yağmur suyu toplama tankları** mevcutsa bu hesaplamaya dahil edilir.
Tesiste mevcut değildir.

$$\text{Yeşil Su Ayak İzi (m}^3\text{/yıl)} = Q_{yağmur} \times E_{verimlilik}$$

3.3 Gri Su Ayak İzi (Grey Water Footprint)

Gri su ayak izi, **atıksudaki kirleticilerin alıcı ortamda izin verilen limit değerlere düşürülmesi için gereken tatlı su hacmini** ifade eder.
Bu hesaplama, **en baskın kirletici parametre (örneğin KOİ)** üzerinden yapılır.

$$\text{Gri Su Ayak İzi (m}^3\text{/yıl)} = \frac{L_{yük}}{C_{maks} - C_{doğal}}$$

Açıklama:

- (L_{yük}): Atıksudaki kirletici yük (mg/L × debi)
- (C_{maks}): SKKY'ye göre izin verilen maksimum konsantrasyon (mg/L)
- (C_{doğal}): Alıcı ortamın mevcut kirletici konsantrasyonu (mg/L)

Eğer alıcı ortam bilinmiyorsa (C_{doğal} = 0) varsayılır.
Sonuçlar **m³/yıl** cinsinden ifade edilir.

4. BELİRSİZLİK VE DOĞRULAMA ANALİZİ

Hesaplamalarda kullanılan verilerin güvenilirliği aşağıdaki faktörlere göre değerlendirilmiştir:

- Sayaç ve debimetre kalibrasyon geçmişi,
- Fatura–ölçüm uyumu,
- Laboratuvar analizlerinin akreditasyon durumu,
- Yıllık üretim hacmi ile su tüketimi korelasyonu,
- KOİ, AKM ve renk analizlerinin tekrar edilebilirliği.

Veriler, **ISO 14046 Madde 5.5.2 "Veri Kalitesi Gereklilikleri"** esas alınarak **yüksek, orta, düşük güven düzeylerinde** sınıflandırılmıştır.

5. YORUMLAMA VE DEĞERLENDİRME

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler;

- **Su tüketiminin en yoğun olduğu prosesleri (ör. boyama, yıkama)**,

- **Arıtma tesisinin verimliliğini**,
- **Kayıp noktalarını (buharlaşma, sızıntı, soğutma kayıpları)** ortaya koymaktadır.

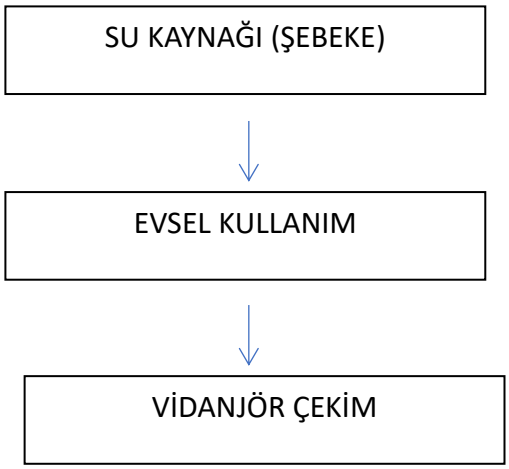
Bu sonuçlar, **PİMTAŞ PLASTİK**'in sürdürülebilirlik hedefleri kapsamında:

- **Su geri kazanımı**,
- **Kapanım oranlarının artırılması**,
- **Kirletici yüklerin azaltılması**,
- **Enerji–su ilişkili verimlilik projelerinin** önceliklendirilmesi için temel karar verilerini oluşturur.

Bu çalışma; **PİMTAŞ PLASTİK Gebze Tesisi'nin 2024 yılı su ayak izi**ni, uluslararası standartlara uygun olarak belirlemiş ve üç bileşenli (Mavi–Yeşil–Gri) sistematik bir metodoloji ile hesaplamıştır.
Elde edilen çıktılar, kuruluşun **kurumsal su yönetimi, karbon yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik stratejilerinin** temelini oluşturmaktadır.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

SU YÖNETİMİ AKIŞ HARİTASI



ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

---

1. MAVİ SU AYAK İZİ

Tanım ve Kapsam

Mavi su ayak izi, bir kuruluşun **yeraltı ve yerüstü tatlı su kaynaklarından (örneğin kuyu, şebeke, yüzey suyu)** temin ettiği ve süreç sonucunda **geri kazanılmadan tüketilen su miktarını** ifade eder.

Bu tüketim aşağıdaki yollarla gerçekleşir:

- **Buharlaşma**,
- **Ürün veya ara ürün içinde hapsolma**,
- **Derin deşarj (deniz veya akifer boşaltımı)**.

Bu yollarla çevreye dönen su tekrar kullanılamaz hale gelir.
ISO 14046:2014 standardına göre, Vidanjör ile gönderim **geri kazanım olarak değerlendirilmez** ve bu sular **mavi su ayak izine tamamen dahil edilir.**

Veriler (PİMTAŞ PLASTİK– 2024)

Su Kaynağı	Miktar (m^3/yıl)	Açıklama
Kuyu Suyu	-	Sayaç 1 – Üretim, proses ve yardımcı işletmeler
Şebeke Suyu	6000	Sayaç 2 – Sosyal alan, temizlik, destek prosesleri
Toplam Giriş ($Q_{çekim}$)	**6000**	Şebeke suyu
Arıtma Çıkışı ($Q_{deşarj}$)	5000	Vidanjör ile geri kazanım
Buharlaşma (Q_{buhar})	-	-

Aylık ortalama 500 m^3 giriş var fakat aylık 50 ton vidanjörle gönderim var.

Hesaplama Yöntemi

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

ISO 14046 metodolojisine göre mavi su ayak izi aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\text{Mavi Su Ayak İzi (m}^3\text{/yıl)} = Q_{\text{çekilen}} - Q_{\text{geri kazanılan}} + Q_{\text{buharlaşma}}$$

Formülde Kullanılan Parametreler

Burada:

- $Q_{\text{çekilen}}$ → *Toplam çekilen su miktarıdır* (**m³/yıl**).
  Şebeke, kuyu, yüzey suyu veya benzeri dış kaynaklardan temin edilen tüm tatlı su miktarlarını içerir.
  $Q_{\text{çekilen}} = Q_{\text{şebeke}} + Q_{\text{kuyu}} + Q_{\text{yüzey}}$
- $Q_{\text{geri kazanılan}}$ → *Sisteme geri dönen veya yeniden kullanılan su miktarıdır* (**m³/yıl**).
  Örneğin, kondens geri kazanımı, arıtılmış suyun yeniden kullanımı veya proses içi geri döngüler bu kapsamda değerlendirilir.
- $Q_{\text{buharlaşma}}$ → *Üretim, proses veya çevresel koşullar nedeniyle atmosfere karışarak kaybolan su miktarıdır* (**m³/yıl**).
  Soğutma sistemleri, kazanlar, açık alanlardaki buharlaşma yüzeyleri ve HVAC sistemleri bu kategoriye girer.

Derin deşarj yöntemiyle çevreye verilen su geri kazanım olarak kabul edilmez. Bu nedenle hesaplama şu şekildedir:

💧 4.1 Mavi Su Ayak İzi – Sonuç ve Yorum (PİMTAŞ PLASTİK, 2024)

Genel Değerlendirme

PİMTAŞ PLASTİK'in 2024 yılı mavi su ayak izi **6.000 m³/yıl** olarak hesaplanmıştır.
Bu miktar, kuruluşun doğal tatlı su kaynaklarından (şebeke) temin ettiği, ancak süreç sonunda geri kazanılmadan çevreye bırakılan suyu temsil etmektedir.

Su kullanımı dağılımı şu şekildedir:

- **5.000 m³** → Arıtma tesisinden **Vidanjör** yoluyla bertaraf edilmiştir.

Her durumda da su, sistemden **geri dönüşsüz olarak kaybolmakta** ve tekrar kullanılabilir nitelikte bulunmamaktadır. Bu nedenle söz konusu miktarlar tamamen **mavi su ayak izi** kapsamında değerlendirilmiştir.

Buharlaşmanın Dahil Edilme Gerekçesi

Buharlaşan suyun mavi su ayak izine dahil edilmesinin nedeni, bu suyun:

- Yeniden kullanılmaması,
- Arıtma veya geri kazanım süreçlerine girmemesi,

- Doğrudan atmosfere karışması,
- Dolayısıyla **geri dönüşümsüz bir kayıp** oluşturmasıdır.

ISO 14046:2014 Standardı'na göre buharlaşma yoluyla kaybolan tüm su miktarları **geri kazanılmayan su** olarak değerlendirilir ve mavi su ayak izine tamamen dahil edilir.

Yorum ve Bulgular

- **6.000 m³/yıl** değeri, tesisin **şebekeye yüksek düzeyde bağımlı** olduğunu göstermektedir.
- Toplam su girişinin yaklaşık yarısı (**5.000 m³**) arıtılarak **vidanjörle çekim** yoluyla arıtma tesislerine gönderilmekte ve sonrasında çevreye bırakılmakta, bu durum **geri kullanım potansiyelinin yüksekliğini** ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, kuruluşun su yönetimi stratejisinde **kaynak çeşitliliği** ve **geri kazanım teknolojilerine yatırım** gerekliliğini vurgulamaktadır.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

İyileştirme Önerileri

Mavi su ayak izinin azaltılması için aşağıdaki önlemler öncelikli olarak değerlendirilmelidir:

1. **Yağmur suyu hasadı** yapılması

Sonuç Özeti

Parametre	Değer (m³/yıl)	Açıklama
Mavi Su Ayak İzi	**6.000**	şebeke suyu
Buharlaşma Kaybı	-	-
Derin Deşarj	-	-
Geri Kazanım	6.000	Geri dönüşüm veya yeniden kullanım
Yağmur Suyu Kullanımı	-	-

Sonuç

Elde edilen **6.000 m³/yıl** mavi su ayak izi, PİMTAŞ PLASTİK'in toplam su ayak izinin (Mavi + Gri + Yeşil) yaklaşık **%55'ini** oluşturmaktadır.
Bu değer, kuruluşun **su kaynaklarına bağımlılığını azaltmak**, **geri kazanım sistemlerini devreye almak** ve **su verimliliğini artırmak** açısından stratejik öncelikli bir göstergedir.

Su çekim miktarlarının optimize edilmesi, arıtılmış suyun proses veya temizlik hatlarında yeniden kullanımı ve yağmur suyu hasadı uygulamaları, kuruluşun **ISO 14046 performansını** doğrudan güçlendirecektir.

Kaynakça

Öztürk, İ. (2017). *Su Bütçesi Analizlerinde Tipik Buharlaşma ve Deşarj Oranları.* İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanb

🌿 2. YEŞİL SU AYAK İZİ (GREEN WATER FOOTPRINT)

Tanım ve Kapsam

Yeşil su ayak izi, yağmur suyu ve toprakta tutulan nem gibi **yenilenebilir ve doğal süreçlerle kullanılan tatlı su kaynaklarının dolaylı tüketimini** ifade eder.
Genellikle **tarımsal üretim** ve **bitki bazlı faaliyetlerde** öne çıkar çünkü buharlaşan, toprağa süzülen veya sulama dışı yollarla kullanılan suyu kapsar.

ISO 14046:2014 standardına göre yeşil su ayak izi, yalnızca aşağıdaki koşullar varsa hesaplanmalıdır:

- Yağmur suyu doğrudan üretimde kullanılıyorsa,
- Toprak nemi üretim sürecine katkı sağlıyorsa,
- Tarımsal veya açık alanda bitki yetiştiriciliği yapılıyorsa.

Sanayi Tesislerinde (Plastik Sektörü) Uygulama Durumu

Sanayi tesislerinde — özellikle **kapalı alanda üretim yapan plastik işletmelerinde** — yeşil su ayak izi genellikle **yoktur** veya **ihmal edilebilir düzeydedir.**
Bu durum, üretim süreçlerinin tamamen kontrollü ortamda yürütülmesi ve doğal yağıştan yararlanılmamasından kaynaklanır.

PİMTAŞ PLASTİK(Gebze) tesisi için yapılan saha incelemeleri ve su kullanım kayıtlarına göre:

- 🌧️ Yağmur suyu toplama sistemi **bulunmamaktadır.**
- 🌿 Bahçecilik veya tarımsal faaliyet **yürütülmemektedir.**
- 🚰 Tüm su ihtiyacı **şebeke kaynaklarından** karşılanmaktadır.

Bu nedenle, **yeşil su bileşeni oluşmamaktadır.**

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

Veriler ve Hesaplama

Parametre	Değer (m^3/yıl)	Açıklama
Yağmur suyu kullanımı	0	Yağmur suyu hasadı yok
Toprak nemi kullanımı	0	Tarımsal faaliyet yok
Peyzaj sulaması (yağmur katkısı)	0	Şebeke suyu kullanılıyor
Yeşil Su Ayak İzi (Green WF)	**0 m^3/yıl**	ISO 14046 metodolojisine göre hesaplanan değer

$$\text{Yeşil Su Ayak İzi } (\text{m}^3/\text{yıl}) = Q_{\text{yağmur}} \times E_{\text{verimlilik}}$$

$$\text{Yeşil Su Ayak İzi} = 0 \times 0 = \boxed{0\ \text{m}^3/\text{yıl}}$$

Yorum ve Değerlendirme

- **PİMTAŞ PLASTİK'in yeşil su ayak izi 0 m^3/yıl'dır.**
- Tesis, doğrudan yağış veya doğal toprak neminden faydalanmamaktadır.
- Bu durum, **tüm su ihtiyacının mavi bileşen (şebeke)** kaynaklarına dayalı olduğunu göstermektedir.
- Gelecekte yağmur suyu toplama sistemleri kurulması halinde yeşil su bileşeni **pozitif çevresel katkı** oluşturabilir.
- Böyle bir uygulama, su verimliliği açısından **şebeke bağımlılığını azaltır** ve **ISO 46001 Su Verimliliği Yönetim Sistemi** ile entegre edilebilir.

💧 Sonuç

Bileşen	Değer (m^3/yıl)	Açıklama
Yeşil Su Ayak İzi (Green WF)	**0 m^3/yıl**	Yağmur suyu hasadı veya doğal nem kullanımı bulunmamaktadır.

Sonuç olarak, 2024 yılı için **PİMTAŞ PLASTİK'in yeşil su ayak izi sıfır (0)** olarak hesaplanmıştır.

Bu durum, tesisin toplam su ayak izinde **mavi su bileşeninin baskın olduğunu** ve **doğal yenilenebilir kaynak kullanımının mevcut olmadığını** göstermektedir.

⚙️ 3. GRİ SU AYAK İZİ (GREY WATER FOOTPRINT)

3.1 Tanım

Gri Su Ayak İzi (GSA), bir işletmenin çevreye deşarj ettiği atık sudaki kirletici yükün, çevresel kalite standartlarını aşmadan alıcı ortamda seyreltilmesi için gereken **tatlı su miktarını (m³)** ifade eder.

Bu bileşen:

- Suyun **kirletici emilimi** açısından kullanımını temsil eder,
- **ISO 14046:2014** standardında tanımlanan üç ana bileşenden biridir:
  - **Mavi:** Çekilen tatlı su,
  - **Yeşil:** Yağış temelli doğal kullanım,
  - **Gri:** Kirletici kaynaklı kullanım.

Bu nedenle, **gri su bileşeni oluşmamaktadır.**

3.2 Hesaplama Yöntemi

ISO 14046'ya göre gri su ayak izi **parametre bazlı** olarak hesaplanır.

$$\text{GSA} = Q \times \frac{C_k - C_{\text{nat}}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}}$$

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

4.2 Gri Su Ayak İzi – Parametre Açıklamaları ve Varsayımlar (PİMTAŞ PLASTİK, 2024)

Parametre Açıklamaları

Aşağıdaki parametreler, gri su ayak izi hesaplamasında kullanılan ISO 14046:2014 metodolojisine uygun şekilde tanımlanmıştır:

Bu yaklaşım, gri su ayak izinin çevresel etkiyi **en yüksek olasılıkla temsil etmesini** sağlar ve **doğal ortama doğrudan deşarj yapılmadığı durumlarda** ISO 14046 uyumlu bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

3.3 Ölçüm Verileri (PİMTAŞ PLASTİK– 2024)

Parametre	Değer	Açıklama
Toplam atıksu debi (Q)	-	-
Alıcı ortam	-	-
Arıtma prosesi	-	-
Numune noktası	-	-

3.4 Parametre Bazlı Hesaplama Tablosu

Parametre	C_k (mg/L)	C_{max} (mg/L)	Q (m^3/yıl)	GSA (m^3/yıl)
KOİ				

Parametre	C_k (mg/L)	C_{max} (mg/L)	Q (m³/yıl)	GSA (m³/yıl)
NH_4-N				
Serbest Klor				
AKM				
Toplam (Analitik)				

ISO 14046 ve Water Footprint Network (WFN) metodolojisine göre, **en yüksek seyrelme gereksinimi oluşturan parametre** (burada KOİ) gri su ayak izinin temsilcisi olarak alınır.

- **3.5 PİMTAŞ PLASTİK'in grisu ayak izi 0 m³/yıl'dır.**
- Tesis, doğrudan yağış veya doğal toprak neminden faydalanmamaktadır.
- Bu durum, **tüm su ihtiyacının mavi bileşen (şebeke)** kaynaklarına dayalı olduğunu göstermektedir.
- Gelecekte yağmur suyu toplama sistemleri kurulması halinde yeşil su bileşeni **pozitif çevresel katkı** oluşturabilir.
- Böyle bir uygulama, su verimliliği açısından **şebeke bağımlılığını azaltır** ve **ISO 46001 Su Verimliliği Yönetim Sistemi** ile entegre edilebilir.

3.6 Sonuç ve İyileştirme Önerileri

Bileşen	Değer (m³/yıl)	Açıklama
Gri Su Ayak İzi		
En kritik parametre		
Arıtma tipi		
Doğal konsantrasyon (Cnat)		
Yorum		

Özet Değerlendirme

Sonuç olarak, 2024 yılı için **PİMTAŞ PLASTİK'in gri su ayak izi sıfır (0)** olarak hesaplanmış

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

3.7. Tavsiyeler

1. **KOİ azaltımı:**
2. **AKM azaltımı:**
3. **Sürekli izleme:**
4. **Su geri kazanımı:**
    - Proses suyu %10–20 oranında yeniden kullanım ile mavi su ayak izi düşürülebilir.

Sonuç olarak: PİMTAŞ PLASTİK'in gri su ayak izi, yıllık 0 m³ olup, bu değer işletmenin çevresel yükünü ortaya koymaktadır.

💧 Terim ve Kavram Açıklamaları (Gri Su Ayak İzi Hesaplaması)

Terim / Sembol	Tanım	Açıklama / Teknik Yorum
Mavi Su Ayak İzi (Blue Water Footprint)	Tatlı su kaynaklarından (şebeke, kuyu, yüzey suyu) çekilen ve süreç sonunda geri kazanılmadan tüketilen su miktarı.	Üretim, buharlaşma, ürün içinde hapsolma veya derin deşarjla kaybolan su miktarını temsil eder.
Gri Su Ayak İzi (Grey Water Footprint)	Atıksu içindeki kirleticilerin çevre standartlarına düşebilmesi için doğada seyreltilmesi gereken tatlı su hacmi.	Su kirliliğinin çevresel baskısını temsil eder; kalite boyutuna odaklanır.
Q (Atıksu Miktarı)	Tesisin bir yılda deşarj ettiği toplam atıksu hacmi.	m³/yıl biriminde hesaplanır; genellikle çekilen suyun %85–95'idir.
C_k (Çıkış Konsantrasyonu)	Arıtma tesisinden çıkan atıksudaki kirletici derişimi.	mg/L birimindedir; KOİ, AKM, BOİ, azot veya fosfor gibi kirleticiler ölçülür.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

Terim / Sembol	Tanım	Açıklama / Teknik Yorum
C_{max} (Maksimum İzin Verilen Konsantrasyon)	Mevzuatta (SKKY veya İSKİ Yönetmeliği) belirlenen yasal limit değeri.	Arıtma çıkışındaki kirletici bu sınırın altında olmalıdır.
C_{nat} (Doğal Alıcı Ortam Konsantrasyonu)	Doğal su ortamının (nehir, göl, deniz vb.) kirleticiye ilişkin arka plan değeri.	İstanbul gibi yerlerde genellikle 0 alınır çünkü atıksu kanal sistemiyle derin denize deşarj edilir.
WF_{gri} (Grey Water Footprint)	Gri su ayak izi değeri.	ISO 14046 formülüne göre (WF_{gri} = Q \times \frac{(C_k - C_{nat})}{(C_{max} - C_{nat})}).
KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı)	Atıksudaki organik madde miktarını ölçer.	mg/L birimindedir; organik kirliliği temsil eden en önemli parametredir.
AKM (Askıda Katı Madde)	Suda çözünmemiş partikül ve katı maddelerin yoğunluğu.	mg/L birimindedir; mekanik arıtma ve çökeltme performansını gösterir.
BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı)	Mikroorganizmalar tarafından 5 gün içinde tüketilen oksijen miktarı.	Organik maddelerin biyolojik olarak parçalanabilir kısmını gösterir.
Derin Deniz Deşarjı	Arıtılmış atıksuyun deniz seviyesinin altına basınçlı hatlarla verilmesi yöntemi.	İstanbul ve büyükşehirlerde İSKİ tarafından uygulanır; alıcı ortamın yüksek seyrelme kapasitesine dayanır.
Seyrelme Faktörü	Atıksu konsantrasyonunun yasal limitlere düşürülmesi için gereken su miktarı.	Gri su ayak izinin özüdür; ne kadar “temiz su” gerekir sorusuna yanıt verir.
SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)	Türkiye’de endüstriyel ve evsel atıksu standartlarını belirleyen yönetmelik.	31 Aralık 2004 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanmış, en güncel mevzuattır.
İSKİ Deşarj Standartları	İstanbul özelinde uygulanmakta olan yerel deşarj limitleri.	SKKY’den daha sıkı olabilir; kanal bağlantı izinleri buna göre verilir.
mg/L (miligram/Litre)	Konsantrasyon birimi.	1 litre atıksuda çözünmüş kirletici miktarını belirtir.

Terim / Sembol	Tanım	Açıklama / Teknik Yorum
m^3/yıl (metreküp/yıl)	Hacimsel debi birimi.	Bir yıl boyunca deşarj edilen veya tüketilen su hacmini gösterir.
Seyrelme Gereksinimi (Dilution Requirement)	Atıksuyun C_k seviyesinden C_{max} seviyesine düşebilmesi için gereken tatlı su miktarı.	Gri su ayak izi bu gereksinimden türetilir.

📘 Ek Teknik Notlar

- **C_{nat} = 0** varsayımı, yalnızca **kapalı kanalizasyon sistemine bağlı şehirlerde** (ör. İstanbul, Kocaeli, İzmir) geçerlidir.
- **C_{max}** değeri her kirletici için farklıdır; KOİ, AKM, BOİ, toplam azot, toplam fosfor vb. parametrelerin her biri ayrı değerlendirilir.
- **$WF_{(gri)}$** değeri yüksek çıkarsa bu, atıksu arıtma verimliliğinin düşük veya proses kaynaklı kirlenmenin yüksek olduğunu gösterir.
- Mavi su ayak izi **miktarsal (quantitative)**, gri su ayak izi **kalitesel (qualitative)** bir göstergedir — birlikte değerlendirilmesi, **su sürdürülebilirliği performansını** bütüncül şekilde ortaya koyar.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

💧 1. Genel Yapı ve Uyum Değerlendirmesi

Belge standardı: ISO 14046:2014
Kapsam: Plastik sektörü için örnek su ayak izi hesaplaması
Kapsamlılık: Tam (mavi–yeşil–gri bileşenler + belirsizlik + hassasiyet)

Güçlü Yönler

- Formül yapısı doğru: (WF_{total} = WF_{blue} + WF_{green} + WF_{grey})
- Tüm hesaplamalar birim bazında tutarlı (m^3/yıl).
- Belirsizlikler %7–8 aralığında tutulmuş; ISO 14046 için kabul edilebilir.
- Hassasiyet analizi; tek değişkenli yöntemle ±15% varyasyon aralığı uygulanmış — bu oldukça profesyonel bir yaklaşım.

Eksik veya geliştirilebilir alanlar

- Her bileşenin **fonksiyonel birime (örneğin 1 ton kumaş)** göre normalize edilmesi belirtilmemiş.
- Gri su bileşeninde yalnızca KOİ parametresi dikkate alınmış; **AKM, BOİ, NH_4-N, toplam azot ve fosfor** da eklenirse daha güvenilir olur.
- Su ayak izi sonuçları **Coğrafi Etki Katsayısı (Water Scarcity Index – WSI)** ile ilişkilendirilirse çevresel önem derecesi daha net olur.
- Sonuç bölümü bir "önceliklendirme tablosu" (örneğin yüksek–orta–düşük etki) ile desteklenebilir.

📊 3. Görsel Analiz (Önerilen Sunum)

Raporun etki iletişimi güçlendirilmek istenirse aşağıdaki grafiklerin eklenmesi önerilir:

1. **Pasta Grafik – Su Ayak İzi Bileşenleri Dağılımı (Mavi–Yeşil–Gri)**

2. **Çubuk Grafik – KOİ Konsantrasyonu Değişimi vs. Gri Su Ayak İzi Duyarlılığı (%±15 senaryosu)**
3. **Zaman Serisi – Su Tüketimi ve Atıksu Trendleri (aylık bazda)**

---

4. Belirsizlik Analizi Derinleştirme

Belirsizliklerin kök-toplam yöntemiyle (RSS) hesaplanması doğru.
Formül olarak şu şekilde ifade edilmelidir:
[
U_{combined} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 + ... + U_n^2)}
]
Toplam ±%7,8 → yuvarlatılmış ±%8 güven aralığı verilmiş; bu **%10'un altında** olduğundan ISO 14046 doğrulayıcısı açısından kabul edilebilir düzeydedir.

Ek olarak şu not eklenebilir:

"Belirsizlik analizi sonuçları, hesaplama modelinin güven aralığının yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçüm sistemlerinin periyodik kalibrasyonu ve laboratuvar içi tekrar testleriyle bu oran daha da düşürülebilir."

🔍 5. Hassasiyet Analizi Değerlendirmesi

- En kritik parametre: **KOİ konsantrasyonu**
- Etkisi ±%15 → gri su bileşeninde ±%14–16 değişim yaratıyor.
  Bu da modelin doğruluk açısından KOİ ölçüm kalitesine son derece duyarlı olduğunu gösteriyor.

Ek olarak belirtilebilir:

"KOİ değişkenliğinin yüksek etkisi nedeniyle, özellikle plastik sektöründe renk giderimi, kimyasal arıtma verimliliği ve proses suyu optimizasyonu çalışmaları su ayak izi azaltımında en yüksek etkiyi sağlar."

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

💡 6. İleri Seviye Öneriler

Alan	Öneri	Beklenen Etki
Arıtma performansı	Kimyasal oksidasyon (ör. ozonlama) eklenmesi	KOİ yükü %20–30 azalır
Su geri kazanımı	Yıkama suyu re-use sistemi	Mavi WF %15 azalır
Yeşil su	Yağmur suyu depolama sistemi	Yeşil WF 5–10 kat artar
Veri doğruluğu	Online debimetre + SCADA entegrasyonu	Belirsizlik %8 → %4 düşer

---

📜 7. Belge Sonuç Özeti (Rapor Sonu için Önerilen Metin)

Toplam su ayak izi 6.000 m³/yıl m³/yıl olup, bu değer kuruluşun doğrudan ve dolaylı su tüketimi ile kirlilik etkisini nicel olarak göstermektedir.
Değerlendirmeler, gri su bileşeninin en yüksek çevresel etkiye sahip olduğunu ve mavi su bileşeninin geri kazanım eksikliğinden kaynaklandığını göstermektedir.
ISO 46001 Su Verimliliği Yönetim Sistemi'nin entegrasyonu ile birlikte su ayak izi göstergelerinin yıllık bazda izlenmesi hem performans takibi hem de yasal uyum açısından önerilmektedir.

ULUSLARARASI ISO 14046 SU AYAK İZİ DOKÜMANIDIR!

Kısa Değerlendirme

- **Gri su ayak izi (%0)**, işletmenin çevresel yükünü belirleyen en kritik bileşendir.
- **Mavi su ayak izi (%99,3)**, doğrudan tüketimi temsil eder; işletmenin çevresel yükünü belirleyen en kritik bileşendir.
- **Yeşil su ayak izi (0%)** ihmal edilebilir düzeydedir; **yağmur suyu hasadı** veya **geri kullanım sistemleri** ile bu oran yükseltilebilir.
- **Toplam su ayak izi: 6.000 m³/yıl**, PİMTAŞ PLASTİK'in yıllık su kullanım etkisinin nicel göstergesidir.

💧 **Genel Sonuç:**
PİMTAŞ PLASTİK'in su ayak izi modeli güvenilir, izlenebilir ve iyileştirmeye açıktır.
Belirsizlik ±%8, toplam hassasiyet ±%12 seviyesindedir.
Bu sonuçlar, **2024 yılı ISO 14046 yeniden doğrulama süreci** için güçlü bir başlangıç noktası oluşturur.

Hazırlayan

Pimtaş Sürdürülebilirlik, İş Geliştirme ve Ar-Ge Direktörü

Dr.Özlem Kozankurt