



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

# Türkiye'nin Döngüsel Ekonomiye Geçiş Potansiyelinin Değerlendirilmesi için Teknik Destek Projesi

EuropeAid/140562/IH/SER/TR

## Döngüsel Ekonomide İzlemeyi Desteklemek için Yaşam Döngüsü Analiz Eğitimi

Dr. Ayşegöl Avinal, Başuzman Araştırmacı, Döngüsel Ekonomi ve Kaynak Verimliliği, TÜBİTAK MAM

28-30 Kasım 2023 – Bilkent Otel





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## SUNUM PLANI

---

- Kişisel Bilgiler
- TÜBİTAK MAM
- Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD)
- Ulusal YDD Veri Tabanının Geliştirilmesi Projesi
- Türkiye’de Elektrik Ark Ocaklı Tesislerde Çelik Üretimi Vaka Analizi





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## EĞİTİM HAYATI

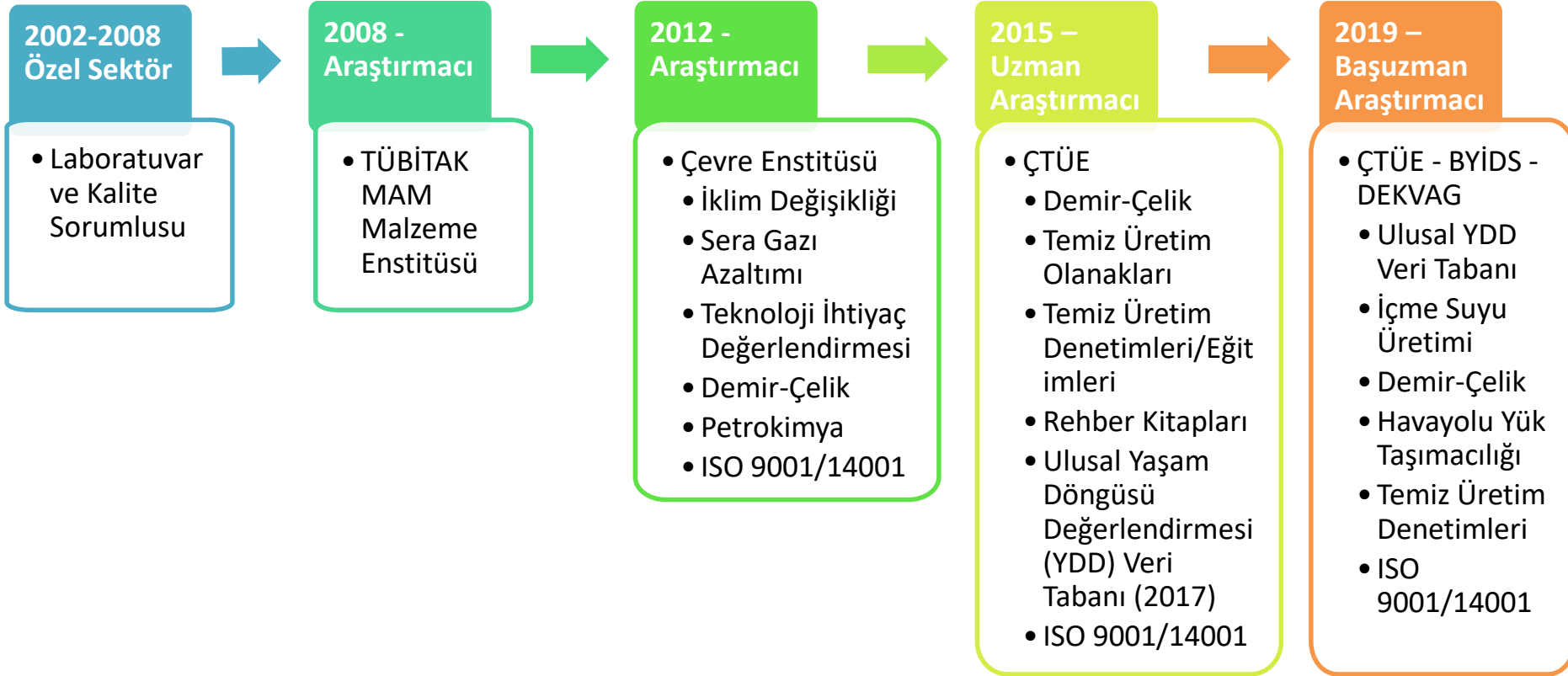
	Okul Adı	Bölümü / Tez Konusu	Giriş Tarihi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gebze Teknik Üniversitesi	Çevre Mühendisliği Bölümü Tez Başlığı: Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesine Yönelik Bir Modelin Demir-Çelik Sektörü Özelinde Oluşturulması	04.02.2016	03.03.2023
Yüksek Lisans	İstanbul Teknik Üniversitesi	Polimer Bilim ve Teknolojisi Yüksek Lisans Programı Tez Başlığı: Investigation of the Electrical Properties of Conductive Polymer Coated Textile / İletken Polimer Kaplı Tekstilin Elektriksel Özelliklerinin Araştırılması	10.07.2008	08.07.2011
Lisans	Anadolu Üniversitesi	İşletme Bölümü	24.09.2007	12.09.2011
Lisans	Hacettepe Üniversitesi	Kimya Mühendisliği Bölümü	31.08.1998	10.06.2002





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ÇALIŞMA HAYATI



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



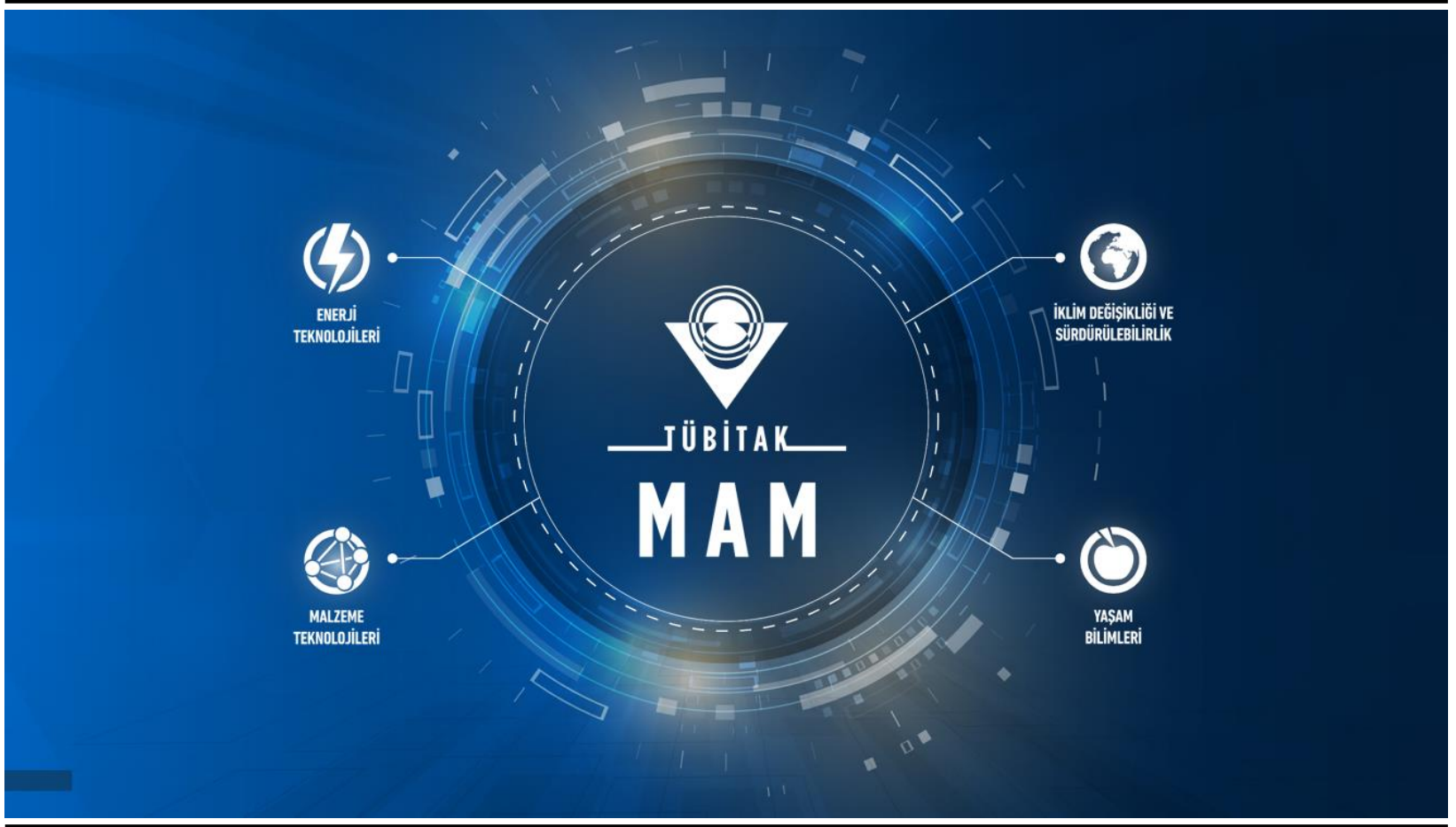
Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı

deep  
Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

DAI





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## İlkim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

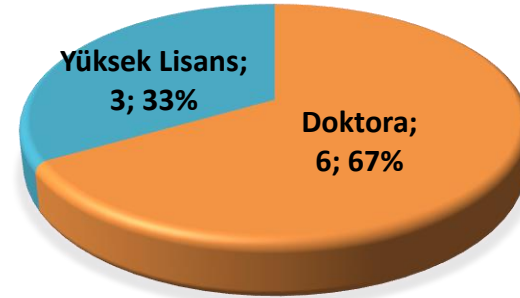
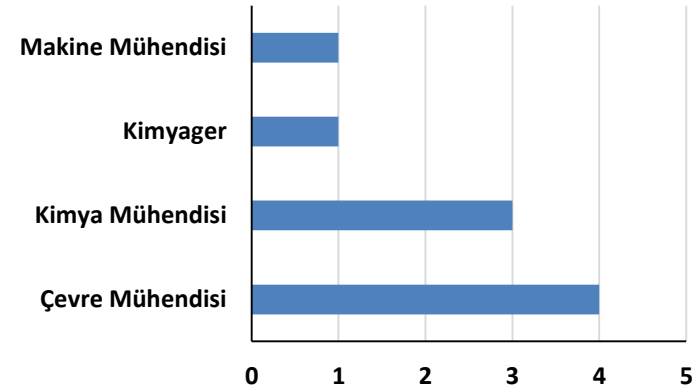






Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## DÖNGÜSEL EKONOMİ VE KAYNAK VERİMLİLİĞİ AG PERSONELİ







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ARAŞTIRMA GRUBU ALTYAPISI



<https://www.temizuretimmerkezi.org/>





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## BYİDS LABORATUVAR ALTYAPISI

### ATIK KARAKTERİZASYONU ve ATIKLARIN FAYDALI KULLANIMINDA ÇEVRESEL ETKİLERİNİN ORTAYA KONULMASI

#### FİZİKOKİMYASAL ANALİZLER

- Görünüm/Koku
- pH (sulu çözelti)
- Nem (% ağırlık)
- Kuru Madde (% ağırlık)
- Kızdırma Kaybı (% ağırlık)
- Birim ağırlık (kg/m<sup>3</sup>)
- İletkenlik,
- pH...

#### İNORGANİK ve ORGANİK İÇERİK ANALİZLERİ

- Organik, İnorganik madde içeriği (%ağ.)
- PCB
- Dioksin/Furan
- Ağır Metal İçeriği
- İnorganik Bileşenler (XRD, XRF analizleri) (% ağırlık)

#### AKUT TOKSİSİTE TESTLERİ

- Vibrio fischeri*
- Balık
- Daphnia
- Fare

#### Faydalı Kullanıma Yönelik Karakterizasyon

Atık Yönetimi Yönetmeliği (AYY)  
EK 3B Analizleri

#### Bertarafa Yönelik Analizler

Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (ADDDY) EK2 Analizleri

#### **Eluat Analiz Parametreleri (L/S=10 lt/kg)**

Ağır metal, Klorür, Florür, Sülfat, ÇOK, TÇKM..





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye  
Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



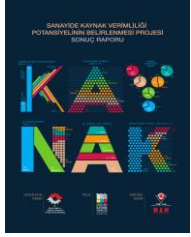
## PROJELER





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## PROJELER



Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi



İmalat Sanayii Alt Sektörlerinde Sektörel Kaynak Verimliliği Rehberlerinin Hazırlanması



Temiz Üretim Teknolojileri Mükemmeliyet Merkezi



Sanayide Temiz Üretim Olanaklarının ve Uygulanabilirliğinin Belirlenmesi



İstanbul İli Kaynak Verimliliği Etüdü



“Turistik Konaklama Tesisleri” hizmet grubunda çevre etiketi kriterlerinin oluşturulması



Ulusal Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Veri Tabanının Geliştirilmesi



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## PROJELER



Atıksu Arıtma Tesisi için  
Arıtma Çamuru  
Yönetiminde  
Sıfır Atık Yaklaşımı-  
Kavitasyon Reaktörü  
Geliştirilmesi ve  
Belediyelerde  
Uygulanması



Atıksu Arıtma Tesisi  
için Arıtma Çamuru  
Yönetiminde  
Sıfır Atık Yaklaşımı-  
Strüvit Üretim Prosesi



Endüstriyel Atık Rodyum  
Kaplama Banyolarından  
Rodyum Geri Kazanımı



Industrial  
Wastewater  
Resource  
Recovery  
Circular  
Economy

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



Biyometanizasyon Tesisi  
Biyogaz Üretim  
Potansiyelinin Arttırılması Ve  
Atıklarının Değerlendirilmesi



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ETÜT VE DANIŞMANLIK ÇALIŞMALARI

### Avrupa Serbest Bölgede 8 adet firmada enerji etüdü çalışması;

- 780 TEP Enerji Tasarrufu
- 4.000 ton/yıl CO<sub>2</sub> Emisyon Azaltımı

### İzmir'de 5 adet zeytinyağı tesisinde temiz üretim etüdü çalışması;

- 50 TEP Enerji Tasarrufu
- 1.30 ton/yıl CO<sub>2</sub> Emisyon Azaltımı
- 2.000 m<sup>3</sup>/yıl Su Azaltımı

### Bursa'da 1 adet döküm firmasında temiz üretim etüdü çalışması;

- 260 TEP Enerji Tasarrufu
- 1.500 ton/yıl CO<sub>2</sub> Emisyon Azaltımı

5 Farklı Bölgede yaklaşık 20 adet Teorik ve Uygulamalı Temiz Üretim Eğitimleri

### İstanbul'da 4 adet firmada temiz üretim etüdü çalışması;

- 280 TEP Enerji Tasarrufu
- 1.300 ton/yıl CO<sub>2</sub> Emisyon Azaltımı

### Malatya'da 1 adet tekstil firmasında temiz üretim etüdü çalışması;

- 30 TEP Elektrik Tasarrufu
- 150 ton/yıl CO<sub>2</sub> Emisyon Azaltımı
- 80.000 m<sup>3</sup>/yıl Su Tasarrufu

40 adet Boyahanede Temiz Üretim Etüdü (Denizli)

40 tesiste Temiz Üretim Etüdü (Balıkesir)

25 tesiste Temiz Üretim Etüdü (Adana-Mersin)

Çimento, seramik ve tekstil sektörlerinde YDD çalışmaları





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

# Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı







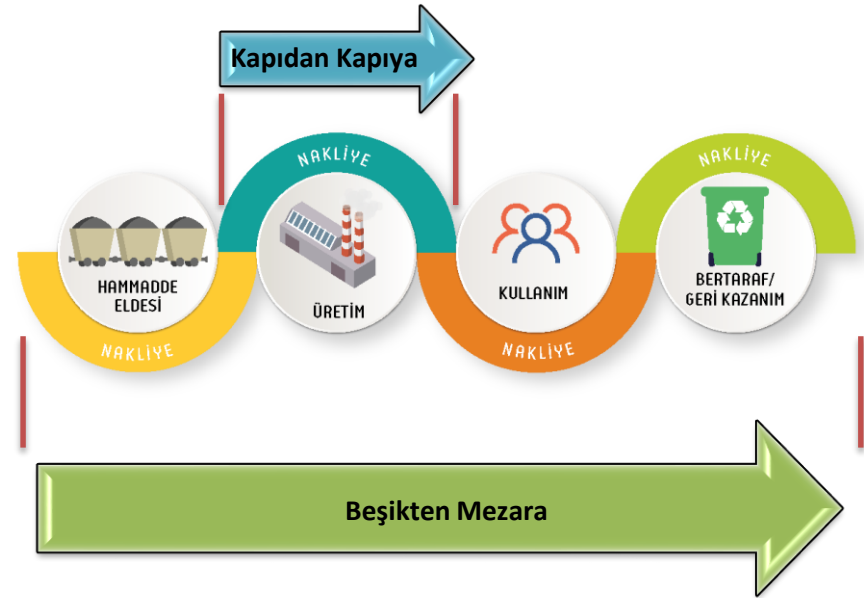
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ (YDD)

YDD, ISO 14040/44 standartlarına göre bir ürünün, hizmetin veya bir prosesin ham maddelerinin elde edilmesinden başlayarak, işleme, üretim, kullanım, yaşam sonu ve bertarafına kadar tüm yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin hesaplandığı ve raporlanabildiği bir değerlendirme yöntemidir.

### Fayda Sağladığı Alanlar

- Çevresel ayak izi hesaplamaları
- Tedarik zinciri optimizasyonu
- Ürün karşılaştırmaları
- Çevre etiketi çalışmaları
- Sürdürülebilir üretim ve tüketimi desteklemek
- Sıcak noktaların tespiti ve iyileştirme olanaklarının belirlenmesi
- Veriye dayalı politika tasarımı







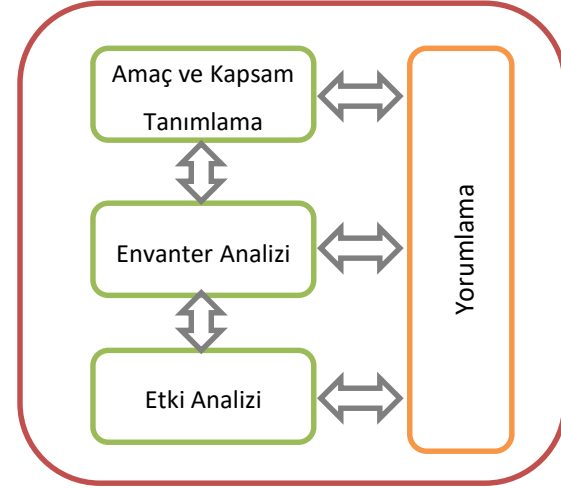
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## YDD ve YDED Tanımı

### YDD: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

YDD, ürün ya da hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca oluşan

- emisyon, kaynak tüketimi miktarlarını ve çevresel ve sağlık etkilerini belirleyen ve
- bu etkilerin değerlendirilmesi ve raporlanabilmesi için kullanılan,
- uluslararası olarak yapılandırılmış ve standartlaştırılmış bir yöntem ve yönetim aracıdır.



### YDED: Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi

- YDD çalışmasının bir parçasıdır.
- YDED çalışması zorunlu ve isteğe bağlı çeşitli unsurlardan oluşmaktadır.

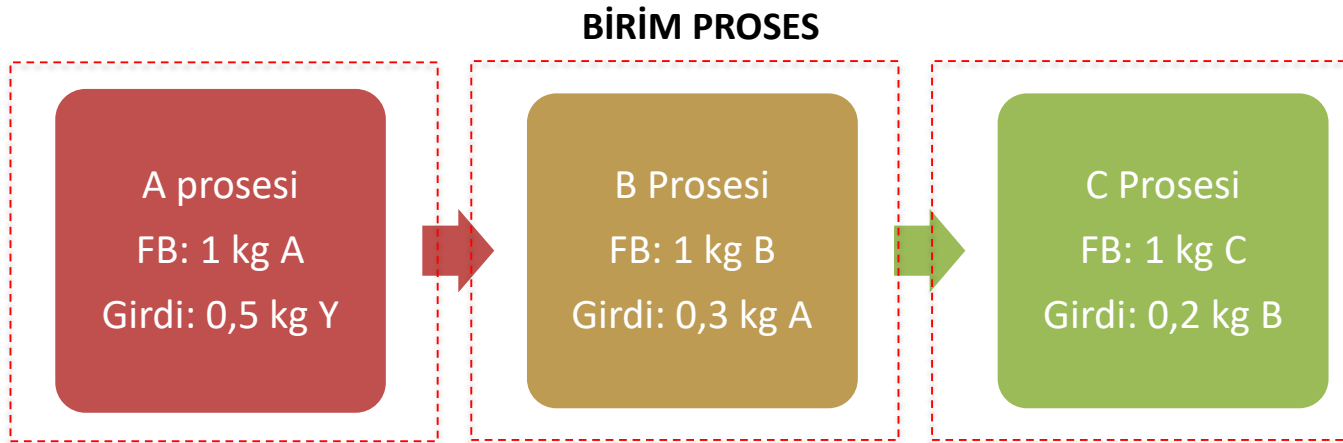
#### YDED çalışmasında zorunlu ve isteğe bağlı unsurlar

Zorunlu unsurlar	Etki kategorileri seçimi ve tanımlanması
	Sınıflandırma
	Karakterizasyon
İsteğe bağlı unsurlar	Normalizasyon
	Gruplandırma
	Ağırlıklandırma



## BİRİM PROSES – BİRLEŞTİRİLMİŞ PROSES

- Fonksiyonel birim (FB) : ...../ kg ürün, ...../ adet ürün, ...../ kWh elektrik
- Her prosesin kendi fonksiyonel birimi ve sistem sınırı vardır.







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## BİRİM PROSES – BİRLEŞTİRİLMİŞ PROSES

- A, B ve C prosesleri birleştirildiğinde

### BİRLEŞTİRİLMİŞ PROSES



### BİRİM PROSES



- 1 kg C üretmek için kaç kg Y girdisine ihtiyaç vardır?

1 kg A için 0,5 kg Y kullanılır.

1 kg B için 0,3 kg A ise  $0,3 * 0,5 = \underline{0,15 \text{ kg Y}}$  kullanılır.

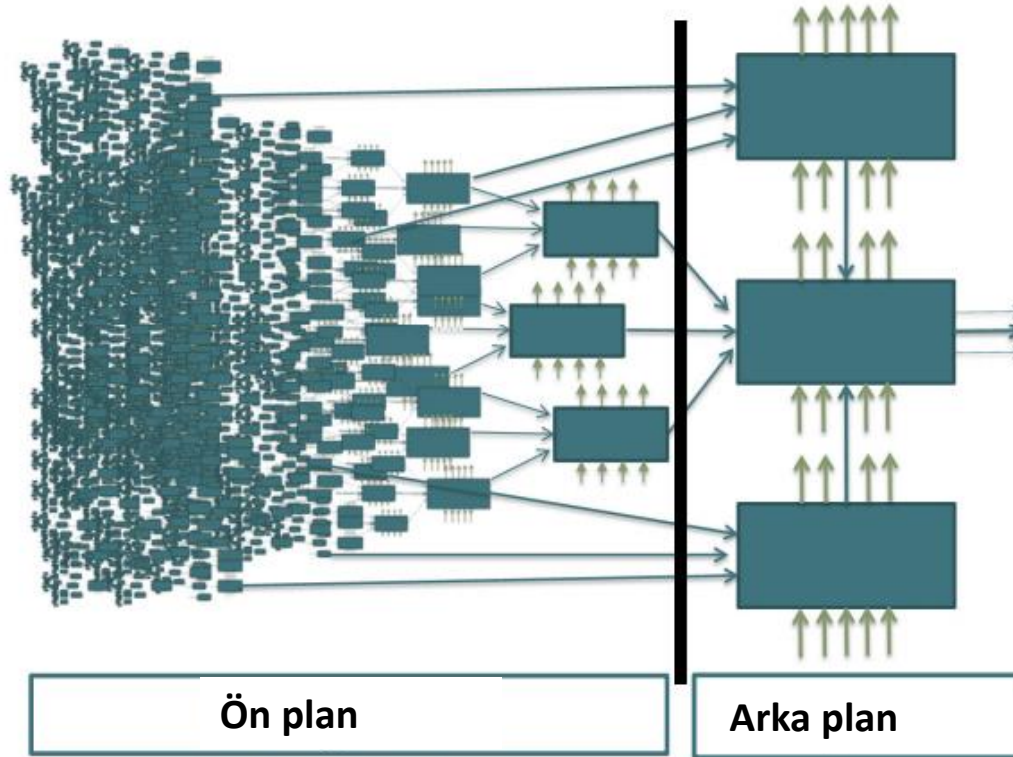
1 kg C için 0,2 kg B ise  $0,15 * 0,2 = \underline{0,03 \text{ kg Y}}$  kullanılır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ÖN PLAN- ARKA PLAN PROSESLER/VERİLER







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

# Ulusal Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Veri Tabanının Geliştirilmesi Projesi





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

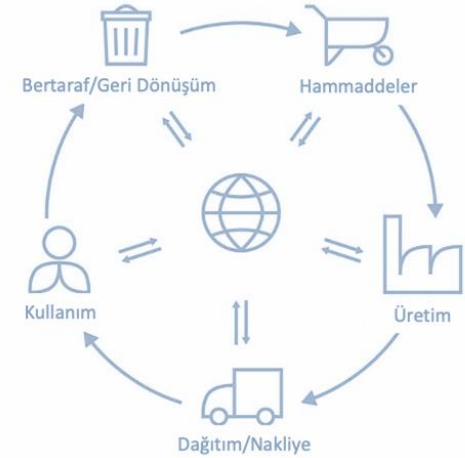
## PROJENİN AMACI

Ülkemizde üretilen ürün ve hizmetlerin çevresel etkilerinin, değer zincirinin tüm aşamalarında (**yaşam döngüsünde**)

**bütüncül ve somut** olarak değerlendirilebilmesi için:

- **ülkemiz koşullarını** hammadde, prosesler ve emisyonlar bazında yansıtan **güncel, doğru ve yerel verileri** içerecek,
- uluslararası veri tabanlarıyla uyumlu

**ulusal bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) Veri Tabanı'nın** kurulması







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ULUSAL YDD VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ

YDD 1. Aşama 2017-2018	YDD 2. Aşama 2018-2020	YDD 3. Aşama 2020-2021	YDD 4. Aşama 2021-2022
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Metodoloji</li><li>○ Yol Haritası</li><li>○ İdari ve Yönetimsel Yapı</li><li>○ Mevcut Durumun İncelenmesi</li><li>○ Danışma Kurulları</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Çekirdek Veri Setleri<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Enerji</li><li>✓ Su</li></ul></li><li>○ Veri Yönetim Sistemi</li><li>○ Veri Tabanı Yönetim Sistemi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Dış Denetim</li><li>○ Ulusal YDD Platformu Web Portalı</li><li>○ VTYS İlave Modüller<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Otomatik Hesaplama</li><li>✓ Talep Yönetim</li><li>✓ Sabit Tanımlama</li><li>✓ Girdi-Çıktı Görsel Eklenti</li><li>✓ Bilgi Bankası</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Yeni Veri Setleri<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Çelik (EAO)</li><li>✓ Çimento</li><li>✓ Kireç</li><li>✓ Yük Taşımacılığı</li></ul></li><li>○ Dış Denetim</li><li>○ Siber Güvenlik Testleri</li></ul>

Destekleyici: T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik Genel Müdürlüğü

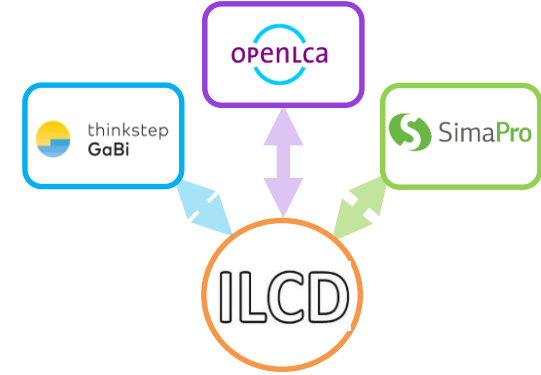




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ULUSAL VERİ SETLERİ

- ✓ Enerji
- ✓ Su
- ✓ Yük taşımacılığı
- ✓ Çelik
- ✓ Çimento
- ✓ Kireç



Kullanılan yazılım: **OpenLCA**

Arka plan veri: **ecoinvent**

VTYS altyapısı: **ULAKBİM**

Veri depolama: **Soda4LCA**







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## TURventory Veri Setleri

openLCA 1.10.3

File Database Tools Help

Navigation

- TURventory\_cutoff
  - energy production, TR
    - distribution network construction, electricity, low voltage, Cutoff, U - TR
    - distribution network construction, electricity, medium voltage, Cutoff, U - TR
    - electricity production, anaerobic digestion biogas, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, coal, high voltage, at power plant, Cutoff, U - LCI - TR
    - electricity production, coal, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, deep geothermal, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, hard coal, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, hydro, reservoir, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, hydro, run-of-river, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, imported coal, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, landfill biogas, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, lignite, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, natural gas, combined cycle, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity production, photovoltaic, open ground installation, multi-Si, low voltage, at power plant, Cutoff,
    - electricity production, wind, onshore, high voltage, at power plant, Cutoff, U - TR
    - electricity, high voltage, at grid, Cutoff, U - TR
    - electricity, high voltage, production mix, Cutoff, U - TR
    - electricity, low voltage, at grid, Cutoff, U - TR
    - electricity, medium voltage, at grid, Cutoff, U - TR
    - transmission network construction, electricity, high voltage, Cutoff, U - TR
  - tap water production, TR
    - Aeration process, Cutoff, U - TR
    - Chemical softening process, Cutoff, U - TR
    - Chemical storage and preparation unit, Cutoff, U - TR
    - Chlorine dosing unit, Cutoff, U - TR
    - Disinfection process, Cutoff, U - TR
    - Ion exchange process, water demineralisation, Cutoff, U - TR
    - Odor and taste removal process, Cutoff, U - TR
    - Ozone production, on-site, Cutoff, U - TR
    - Pre-disinfection process, Cutoff, U - TR
    - Pressure filter process, Cutoff, U - TR
    - Pretreatment and equalization process, Cutoff, U - TR
    - Rapid mixing process, hydraulic mixing, Cutoff, U - TR
    - Rapid mixing process, mechanical mixing, Cutoff, U - TR
    - Rapid mixing process, static mixing, Cutoff, U - TR
    - Rapid sand filtration process, Cutoff, U - TR
    - Reverse osmosis process, Cutoff, U - TR
    - Settling, sedimentation process, Cutoff, U - TR
    - Slow mixing process, hydraulic mixing, Cutoff, U - TR
    - Slow mixing process, mechanical mixing, Cutoff, U - TR
    - Slow sand filtration process, Cutoff, U - TR
    - Sludge dewatering and removal process, Cutoff, U - TR
    - Sludge thickening process, Cutoff, U - TR
    - Water distribution structure, Cutoff, U - TR
    - Water intake structure, Cutoff, U - TR
    - pH adjustment process, Cutoff, U - TR
    - tap water production mix, Cutoff, S - LCI - TR
    - tap water production mix, Cutoff, U - TR

Welcome P electricity production, natural gas, combined cycle, high voltage, at power plant, Cutoff, U

General information: electricity production, natural gas, combined cycle, high voltage, at power plant, Cutoff, U

General information

Name: electricity production, natural gas, combined cycle, high voltage, at power plant, Cutoff, U

Description: This dataset represents the production of 1 kWh high voltage electricity at grid-connected natural gas power plants in Turkey in 2018. The dataset consists of data from 4 natural gas power plants in Turkey. System boundary is applied as cradle-to-gate by linking foreground data to background data. Foreground data was gathered by data collection forms that sent to the natural gas power plants chosen as pilot plant. Pilot power plants were determined according to the representation (geographical, technological and temporal) disclosure specified by ISO 14044. Foreground data includes the number of power plant, the area, the amount of natural gas, transport of natural gas, the amount of lubricating oil, the amount of electricity consumed by power plant itself, the volume of cooling water, the amount of cooling water treatment chemicals, the volume of processing water, the amount of processing water treatment chemicals, the amount of emissions to air, the amount of emissions to water and the amount of waste oil generated. The components of foreground data are linked to corresponding equivalent V3.6 data at the background data. For that reason, equivalent nomenclature is used for the processes and flows.

Category: TURventory\_cutoff > energy production, TR

Version: 03.03.049

UUID: 5b1d3853-81e6-4385-a6a6-4ade2784f0da

Last change: 2021-03-09T15:43:29+0300

Infrastructure process: ☐

Create product system Direct calculation Export to Excel

Time

Start date: 1.01.2021

End date: 31.12.2025

Description: One-year data was collected. The data is averaged for 2018.

Geography

Location: Turkey

KML: none

Description: The dataset includes the average data of power plants in Marmara region of Turkey.

Technology

Description: This dataset represents the production of 1 kWh of electricity by natural gas power plants in Turkey in 2018. The data set includes the average data of power plants with installed power capacities ranging from 800-1400 MWh. The average net efficiency of the plants is 55%. The ages of the power plants range between 5 and 29 years. The economic lifetime of the power plants is assumed to be 35 years (Morales et al 2010) since a clear data was not received from the plants.

Data quality

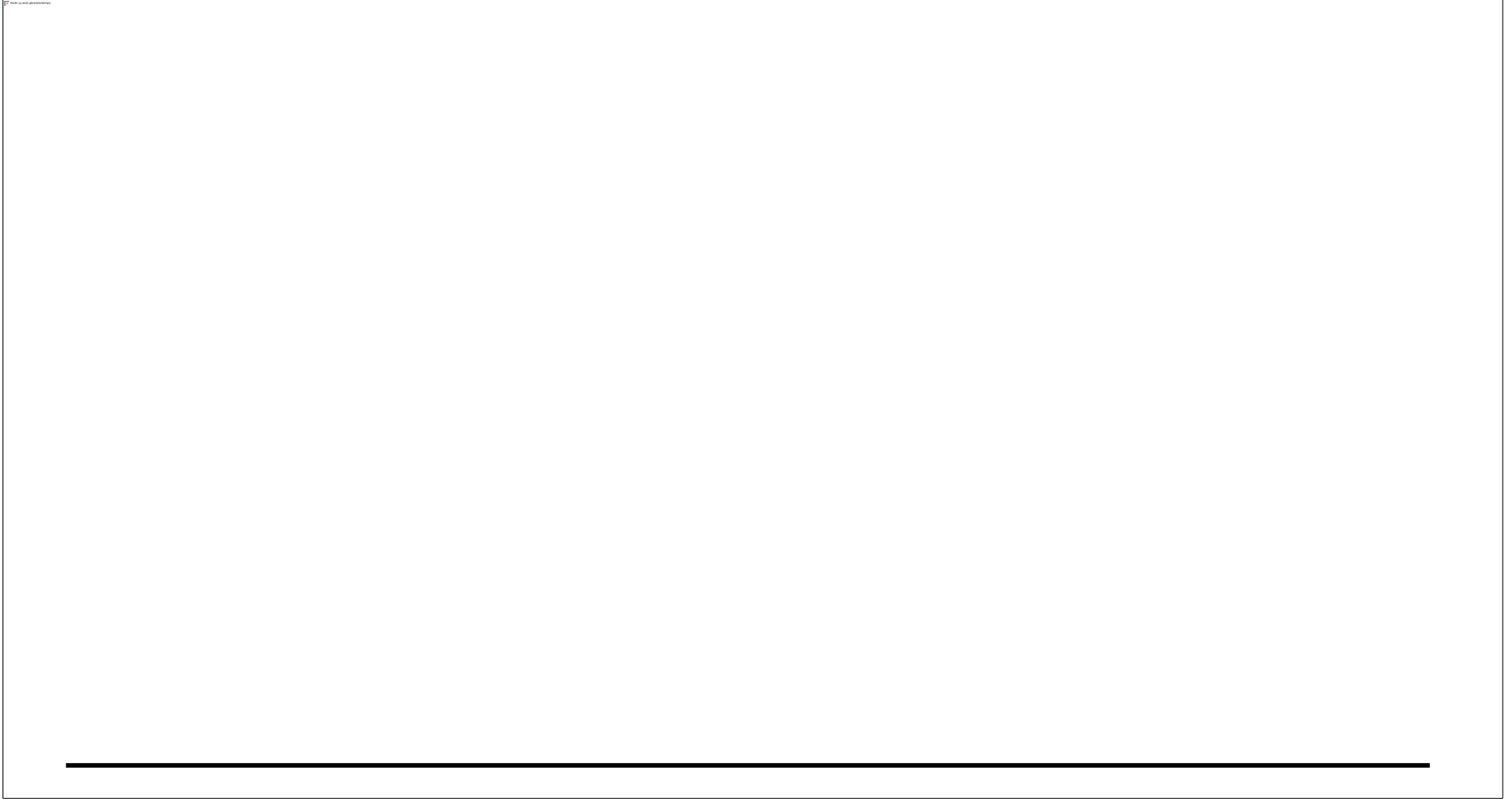
General information Inputs/Outputs Administrative information Modeling and validation Parameters Allocation Social aspects Impact analysis





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye  
Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## TURventory Veri Setleri



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEğİŞİKLİğİ BAKANLIğI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı

deep  
Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı

DAI





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## Dış Denetim – Su Veri Setleri



### Critical Review Report

Date: March 19, 2021

Report Title: TURventory LCI Report for Tap Water Dataset

LCI Commissioned by: Turkish Ministry of Industry and Technology

LCI Conducted by: The Scientific and Technological Research Council of Turkey Marmara Research Center (TUBITAK MRC) and Eskişehir Technical University (ESTU)

End of Study Review Conducted by: Terrie Boguski, Harmony Environmental, LLC

ISO Referenced Standards: ISO 14040:2006; ISO 14044:2006+Amd1:2017; ISO/TS 14071:2014

#### Introduction

TUBITAK MRC commissioned EarthShift Global to perform a critical review of the report, *TURventory LCI Report for Tap Water Dataset*. The LCI report includes following unit processes:

- Pretreatment and Equalization, aeration, pre-disinfection, pH adjustment, rapid mixing, slow mixing, settling/sedimentation, slow sand filtration, rapid sand filtration, pressure filtration, odor and taste removal, softening, ion exchange, reverse osmosis, disinfection, sludge thickening, sludge dewatering, sludge removal, distribution structure, ozone production, chlorine dosing process, chemical storage and preparation, and tap water production.

Annex A of the report contains the datasets in ILCD and JSON formats. Annex B contains the data questionnaires used to collect data. Annex C describes parameters used in the unit processes. Annex D also includes water use statistics and water quality information. Annex E lists the material quantities used in various equipment and the basis for these assumptions. Annex E describes the background input and output data intended for each unit process.

EarthShift Global subcontracted Harmony Environmental to complete the critical review.

#### Critical Review Process and Scope:

The reviewer received the initial draft report on December 17, 2020 and completed initial comments on January 7, 2021. Communication with TUBITAK MRC staff was conducted by email. TUBITAK decided to complete two LCI datasets, one using the APOS allocation method and one the cut-off method. Discussions about these methods were conducted by email and are not included in the comment log.

The reviewer checked that the LCI report followed the stipulations set forth in the ISO 14040 and 14044 standards, including the following aspects:

- principles and framework
- goal and scope definition
- inventory analysis

The reviewer also reviewed the LCI datasets (Annex A of the report) using OpenLCA.

The report does not include impact assessment, nor does it draw conclusions or compare the different methods for water treatment.

#### Critical Review Statement

The reviewer concluded that all required stipulations in ISO 14044:2006 6.1 and 6.2 were met in the revisions to the report (final version received December 22, 2020). In particular,

- The methods used to carry out the LCA are consistent with this International Standard,
- The methods used to carry out the LCA are scientifically and technically valid,
- The data used are appropriate and reasonable in relation to the goal of the study,
- The interpretations reflect the limitations identified and the goal of the study, and
- The study report is transparent and consistent.

The reviewer did not review underlying data or calculations. Therefore, the review is limited to the summary LCI data in the unit processes included in the report.

Conducting the critical review does not mean that the reviewer endorses the results of the project, nor does it mean that the reviewer endorses any assessed products.

ISO 14044:2006 requires that this critical review statement, as well as the reviewer's comments and any responses to recommendations made by the reviewer be included in the final LCA report.

Submitted by

*Terrie K. Boguski*

Terrie Boguski  
President  
Harmony Environmental, LLC





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## Dış Denetim – Enerji Veri Setleri



### Critical Review Report

Date: March 22, 2021

Report Title: TURventory LCI Report for Energy Dataset

LCI Commissioned by: Turkish Ministry of Industry and Technology

LCI Conducted by: The Scientific and Technological Research Council of Turkey Marmara Research Center (TUBITAK MRC) and Eskişehir Technical University (ESTU)

End of Study Review Conducted by: Terrie Boguski, Harmony Environmental, LLC

ISO Referenced Standards: ISO 14040:2006; ISO 14044:2006+Amd1:2017; ISO/TS 14071:2014

#### Introduction

TUBITAK MRC commissioned EarthShift Global to perform a critical review of the report, *TURventory LCI Report for Energy Dataset*. The LCI report includes following unit processes:

- Electricity production from anaerobic digestion biogas, coal, geothermal energy, hydropower (run-of-river), hydropower (reservoir), landfill biogas, natural gas, photovoltaic (open ground installation), and wind.
- Transmission of high voltage electricity
- Distribution of low and medium voltage electricity

Annex A of the report contains the datasets in ILCD and JSON formats. Annex B contains the data questionnaires used to collect data. Annex C describes parameters used in the unit processes. Annex C describes the background input and output data intended for each unit process.

EarthShift Global subcontracted Harmony Environmental to complete the critical review.

#### Critical Review Process and Scope:

The reviewer received the initial draft report on December 2, 2020 and completed initial comments on December 8, 2020. Communication with TUBITAK MRC staff was conducted by email. Discussions included how to aggregate the certain data to protect confidentiality. Initial reviewer comments regarding confidential data are not included in the comment/response log. TUBITAK decided to complete two LCI datasets, one using the APOS allocation method and one the cut-

off method. Discussions about these methods were conducted by email and are not included in the comment log.

The reviewer checked that the LCI report followed the stipulations set forth in the ISO 14040 and 14044 standards, including the following aspects:

- principles and framework
- goal and scope definition
- inventory analysis

The reviewer also reviewed the LCI datasets (Annex A of the report) using OpenLCA.

The report does not include impact assessment, nor does it draw conclusions or compare the different methods for producing electricity.

#### Critical Review Statement

The reviewer concluded that all required stipulations in ISO 14044:2006 6.1 and 6.2 were met in the revisions to the report (final report version received December 22, 2020; revised Annexes A and C received March 10, 2021). In particular,

- The methods used to carry out the LCA are consistent with this International Standard,
- The methods used to carry out the LCA are scientifically and technically valid,
- The data used are appropriate and reasonable in relation to the goal of the study,
- The interpretations reflect the limitations identified and the goal of the study, and
- The study report is transparent and consistent.

The reviewer did not review underlying data or calculations. Therefore, the review is limited to the summary LCI data in the unit processes included in the report.

Conducting the critical review does not mean that the reviewer endorses the results of the project, nor does it mean that the reviewer endorses any assessed products.

ISO 14044:2006 requires that this critical review statement, as well as the reviewer's comments and any responses to recommendations made by the reviewer be included in the final LCA report.

Submitted by

*Terrie K. Boguski*

Terrie Boguski  
President  
Harmony Environmental, LLC



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## VERİ/VERİ TABANI YÖNETİM SİSTEMİ

TURventory

ANA SAYFA

ANA SAYFA / HAM VERİ YÖNETİMİ

PROSESLER BAZINDA SU TÜKETİMİ

TÜBİTAK MAM ÇELİK/STEEL GİRDİLER

Faaliyet Tarihi

Lütfen Faaliyet Tarihini Kontrol Ederek Görm

Su Tüketimi (Proses Suyu - Ürün İle Temas Eder)	Su Tüketimi (Soğutma Make-Up Suyu - Ürün İle Temas Etmez)	Su Tüketimi (Genel Kullanım)	Suyun Kaynağı	Resirküle Edilen Su Miktarı
Hurda Hazırlama			Lütfen seçiniz.	
Çelikhane			Lütfen seçiniz.	
Dökümhane			Lütfen seçiniz.	
Sıcak Haddehane			Lütfen seçiniz.	
Soğuk Haddehane			Lütfen seçiniz.	
Cüruf Geri Kazanımı			Lütfen seçiniz.	

Kurum Ayarları

Hakkımızda

SodaGLCA

Bilgi Bankası

TURventory Portal

MAM İyon Değiştirme - 53

MAM Nakliye Bilgileri - 54

MAM Tesise Dair Genel Bilgiler - 170

MAM Arazi Kullanımı Bilgileri - 62

TURventory

HAKKIMIZDA

ÇALIŞMALAR

VERİ TABANI

PORTAL

BİLGİ BANKASI

EN

KALAN GÜN

204

KALAN GÜN

TURventory | Türkiye Yaşam Döngüsü Envanteri Veri Tabanı

Ekonomik ve çevresel fayda elde etmek ve uluslararası çevre anlaşmalarına uyum sağlamak amacıyla tüm sektörlerde ve işletmelerde gerçekleştirilecek Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) çalışmalarının temelini oluşturan ulusal bir veri tabanının kurulması önemli bir adımdır. Bu kapsamda T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik Genel Müdürlüğü koordinasyonunda TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından "ULUSAL YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ VERİ TABANININ GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ" yürütülmektedir.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı







Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## TURventory ve Diğer Veri Tabanları



370 veri seti, 5 yıl



4.700 veri seti, 25 yıl



18.000'den fazla veri seti, 30 yıl



15.000'den fazla veri seti, 30 yıl

## TURventory

Ürün Grubu		Veri Seti Sayısı
2019-2020	Evsel/endüstriyel su	116
	Enerji	32
2021	Çelik	62
	Çimento	54
	Kireç	18
	Yük taşımacılığı	88
TOPLAM		370





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## BEKLENEN FAYDALAR

---

- Başka veri tabanlarından **bağımsız** bir ulusal veri tabanına sahip olma,
- **Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) uyum sürecinde**, bölgesel koşulları yansıtan sonuçların elde edilebildiği bir YDD veri tabanı ile **özel sektörün desteklenmesi**,
- Ulusal teknolojik koşulların tanımlandığı bir veri tabanı ile **çevresel etkilerin azaltımı** konusunda daha doğru hedeflere ulaşılabilmesi,
- Ülkemizde tüketilen **hammadde, su ve enerjinin, oluşan çevresel etkilerin ve ulusal hedeflerin sayısal olarak belirlenmesi** ve izlenmesi,
- Doğru hedeflerle sağlanacak **kaynak tasarrufu** ile ülke kaynaklarının verimli kullanılmasının yanı sıra **dışa bağımlılığı olan birçok girdinin azaltılması**.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

# Türkiye’de Elektrik Ark Ocaklı Tesislerde Çelik Üretimi





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ÇALIŞMANIN AMACI

---

Ülkemizde YDD sonuçlarının güvenilirliğinin sürdürölmesi ve artırılması için,

- güvenilir kaynaklardan toplanan verilerle oluşturulan,
- güncel olarak sistematik bir şekilde kayıt altına alınan,
- sektörler ve ilgili süreçler bazında Türkiye'nin üretim koşullarını yansıtan bir veri tabanına ihtiyaç vardır.

**Çalışmanın amacı,** geliştirilen çelik üretim veri setleri sayesinde Türk sanayisinde

- sürdürülebilir gelişimini desteklemek ve
- ekonomik ve çevresel faydalar sağlamaktır.



## ÇALIŞMANIN KAPSAMI

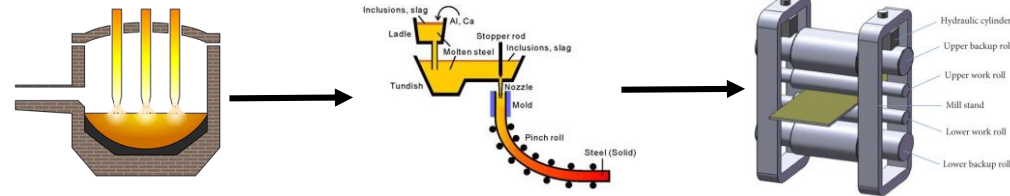
- Bu veri seti, ülkemizde elektrik ark ocaklı (EAO) tesislerde çelik üretimini temsil etmektedir.

- Üretilen çelik türleri

- ham çelik,
- sıcak haddelenmiş çelik

- Çelik üretiminde ana proses adımları

- hurda hazırlama,
- EAO ve pota ocağında çelik üretimi,
- döküm
- sıcak haddelemedir.



- Tesis inşaatı prosesleri (hurda hazırlama, EAO, döküm makinesi ve sıcak haddehane) bina ve ekipman bilgilerini içerir.
- Toz toplama, cüruf geri kazanımı ve hızlı kum filtrasyonu prosesleri çelik üretimi için yardımcı prosesler olarak tanımlanmıştır.



## ÇALIŞMANIN KAPSAMI

### Çelik Üretimi Yaşam Döngüsü Envanteri (YDE) Veri Setlerindeki Birim Prosesler

Ürün	Ham Çelik*	Sıcak Haddelenmiş Çelik**	Su/Atık Atırımı
Proses	Hurda Hazırlama Tesisi Hurda Hazırlama Tesisi İnşaatı Elektrik Ark Ocağı Çelik Üretim Tesisi Elektrik Ark Ocağı Tesisi İnşaatı Ham Çelik Üretimi Sürekli Döküm Tesisi İnşaatı Toz Toplama Tesisi Toz Toplama Tesisi İnşaatı Cüruf Geri Kazanım Tesisi Cüruf Geri Kazanım Tesisi İnşaatı	Sıcak Haddelenmiş Çelik Üretimi Sıcak Haddehane Tesisi İnşaatı	Çelik Üretimi için Hızlı Kum Filtrasyonu Belediye katı atıklarının arıtılması
* Billet/Blum			
** Rebar/Construction Steel (Round, flat or ribbed), Wire Rod (Coil), Flat Bar/Steel Flat Bar/Platinum			



## ÇALIŞMANIN KAPSAMI

---

### İşlev

Ürün sisteminin işlevi, Türkiye'deki EAO tesislerde çeliğin üretim karması (production mix) olarak belirlenmiştir. Çelik üretim karması, farklı çelik alaşımlarının üretimini içeren birim proseslerden oluşmaktadır.

### Fonksiyonel Birim (İşlevsel Birim )

Fonksiyonel birim, EAO tesislerde üretilen 1 kg çeliğin üretimi olarak belirlenmiştir. Tüm girdi ve çıktı miktarları üretilen 1 kg çelik esas alınarak hesaplanmıştır.

### Girdiler ve Çıktıların Başlangıçta Dahil Edilmesine İlişkin Kesme Kriterleri

Sistemde hariç tutulan malzeme akışlarının toplamı kütle, enerji veya çevresel uygunluğun %1'ini aşmamalıdır.









Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ÇALIŞMANIN KAPSAMI

---

### Tahsisat (Paylaştırma- Allocation)

Hesaplamalar sırasında uygulanan fiziki tahsisler aşağıda sıralanmıştır:

- Tesislerin tamamına hizmet veren atık sahalarının alanları, ürettikleri atık miktarına göre proseslere tahsis edilmiştir.
- Tesislerden elde edilen toplam genel amaçlı su tüketim miktarları, tesislerdeki proseslere eşit olarak dağıtılmıştır.
- Tesisin sağladığı toplam katı atık miktarı, tesisteki proseslere eşit olarak dağıtılmıştır.
- Tesiste alan ısıtma için tüketilen toplam yakıt miktarı, tesisteki proseslere eşit olarak dağıtılmıştır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ENVANTER ANALİZİ

---

### Veri Toplama Prosedürleri

Bu çalışmada veri toplama işlemi aşağıdaki bilgileri içeren veri formları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

- Tesisler hakkında genel bilgiler
  - Su kaynağı türü (yeraltı suyu, yüzey suyu, deniz suyu kaynakları)
  - Enerji tüketimi
  - Tesislerde kullanılan girdi ve çıktılar ve bunların birim prosesler bazında miktarları
  - Tesislerde kullanılan ekipmanlar ve varsa birim proses bazında miktarları (ekipman sayısı, ağırlığı, yıllık çalışma süresi, boyutları, ömrü)
  - Nakliye bilgileri
  - Arazi kullanım bilgileri
-





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ENVANTER ANALİZİ

### Verilerin Doğrulanması

Veri kalitesi değerlendirmesi Pedigree matrisine göre gerçekleştirilmiştir.

Gösterge puanı	1	2	3	4	5
Güvenilirlik	Ölçümlere* dayanan doğrulanmış** veri	Kısmen varsayımlara dayanan doğrulanmış veri veya ölçümlere dayanan doğrulanmamış veri	Kısmen nitelikli tahminlere dayanan doğrulanmamış veri	Nitelikli tahmin (örn: sanayi uzmanı tarafından)	Nitelikli olmayan tahmin
Bütünlük	Veri setine aittüm ilgili kaynakları*** ve yıllık dalgalanmaları eşitlemek için yeterli zaman aralığını kapsayan veri	Veri setine ait kaynakların %50'den fazlasını ve yıllık dalgalanmaları eşitlemek için yeterli zaman aralığını kapsayan veri	Veri setine ait kaynakların sadece bazılarını (<%50) kapsayan veya %50'den fazlasını kapsayıp kısa zaman aralığı için toplanmış olan veri	Veri setine ait kaynaklardan sadece bir tanesini içeren veya bazılarını içerip kısa zaman aralığı için toplanmış veri	Verinin temsil edebilirliği belirsiz veya az sayıda kaynaktan ve kısa zaman aralığı için toplanmış veri
Zamana dayalı kapsam	Çalışmanın yapıldığı yıl ile verinin toplandığı yıl arasındaki fark 3 yıldan az	Çalışmanın yapıldığı yıl ile verinin toplandığı yıl arasındaki fark 6 yıldan az	Çalışmanın yapıldığı yıl ile verinin toplandığı yıl arasındaki fark 10 yıldan az	Çalışmanın yapıldığı yıl ile verinin toplandığı yıl arasındaki fark 15 yıldan az	Verinin hangi yıla ait olduğu bilinmiyor veya bahsi geçen fark 15 yıldan fazla
Coğrafi kapsam	Çalışmanın tanımlı olduğu coğrafi alanı kapsayan veri	Çalışmanın tanımlı olduğu coğrafi alandan daha geniş bir alanı kapsayan ortalama veri	Benzer üretim koşullarına sahip coğrafi alana ait veri	Kısmen benzer üretim koşullarına sahip coğrafi alana ait veri	Belirsiz alana ait veya oldukça farklı coğrafi alana ait veriler
Teknolojik kapsam	Çalışmanın yapıldığı kurumun proseslerine ait veri	Farklı kurumlardan toplanan (ama aynı teknolojiyi kullanan) ilgili proseslere ait veri	İlgili proseslere ait ama farklı üretim teknolojilerini kapsayan veri	Benzer teknolojilerin proseslerine ait veri	Farklı teknolojilerde ilgili proseslere ait veri

Kaynak: (Weidema, 1998; Frischknecht, ve diğerleri, 2007)

\* Ölçümlere dayanan veriler kullanılarak hesaplanan değerler de kapsamaktadır.

\*\* Doğrulama, doğrudan tesis denetimi, kütle ve enerji balansı kullanılarak tekrar hesaplama veya diğer kaynaklarla kıyaslama yapılarak gerçekleştirilebilir.

\*\*\* Burada "kaynak" terimi verinin ait olduğu fiziksel üretim tesisi veya işletmeyi temsil etmektedir.



## ENVANTER ANALİZİ

---

### Kısıtlamalar

Veri elde etmede yaşanan zorluklar veya kullanılan veri tabanında sağlanan verilere ait arka plan süreçlerinin bulunmaması nedeniyle bazı girdi veya çıktılar veri setlerine dahil edilememiştir. Bunlar:

- Kullanılan kimyasalların ambalajlarının imalatı tüm arka plan veri setlerine dahil olmayabilir ve malzemeler %1'lik kütle kesme kriterinin altında kalmaktadır.
- Tesisler tarafından, tozun, geri kazanım için bir toz geri kazanım tesisine gönderildiği bildirildi. Ancak ecoinvent Veritabanında elektrik ark ocağı toz geri kazanımına yönelik herhangi bir geri kazanım veri seti bulunmamaktadır. Bu nedenle baca tozunun doğrudan çöp sahasına gönderildiği varsayılmıştır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ENVANTER ANALİZİ

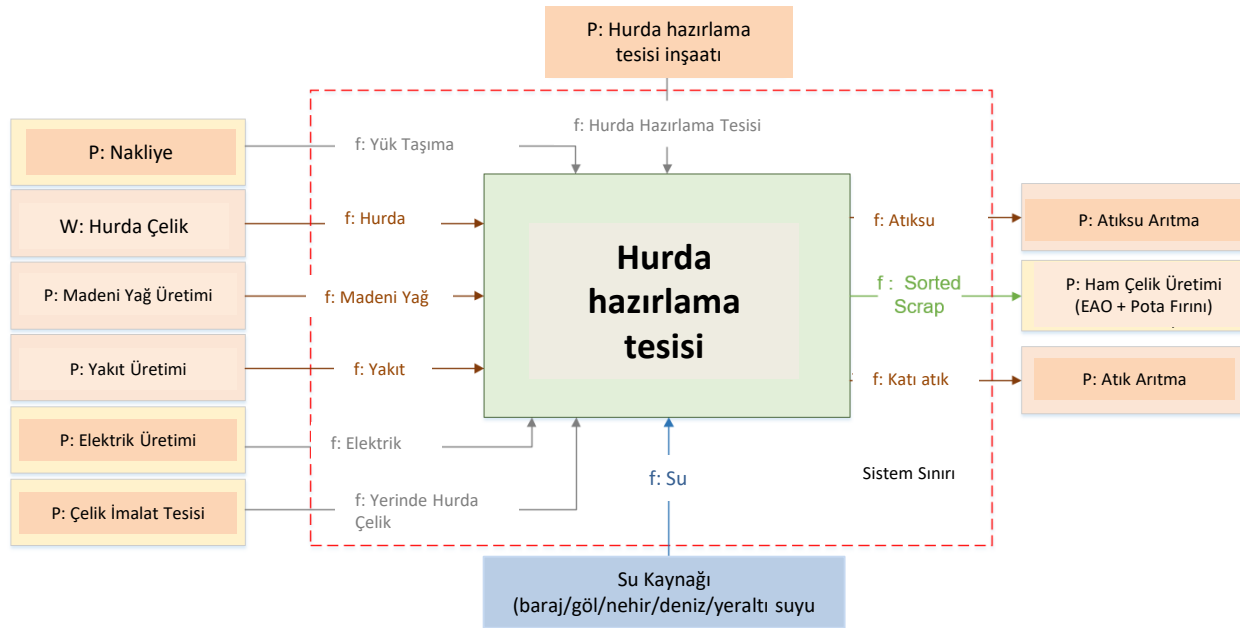
### Çelik Üretimi Yaşam Döngüsü Envanteri (YDE) Veri Setlerindeki Birim Prosesler

Ürün	Ham Çelik*	Sıcak Haddelenmiş Çelik**	Su/Atık Atırımı
Proses	<b>Hurda Hazırlama Tesisi</b> Hurda Hazırlama Tesisi İnşaatı Elektrik Ark Ocağı Çelik Üretim Tesisi Elektrik Ark Ocağı Tesisi İnşaatı Ham Çelik Üretimi Sürekli Döküm Tesisi İnşaatı Toz Toplama Tesisi Toz Toplama Tesisi İnşaatı Cüruf Geri Kazanım Tesisi Cüruf Geri Kazanım Tesisi İnşaatı	Sıcak Haddelenmiş Çelik Üretimi Sıcak Haddehane Tesisi İnşaatı	Çelik Üretimi için Hızlı Kum Filtrasyonu Belediye katı atıklarının arıtılması
* Billet/Blum			
** Rebar/Construction Steel (Round, flat or ribbed), Wire Rod (Coil), Flat Bar/Steel Flat Bar/Platinum			



## HURDA HAZIRLAMA TESİSİ

- Hurda Hazırlama Tesisi birim prosesi hurdanın hazırlanmasını içermektedir.
- Hurda, tesis içi ve tesis dışı olmak üzere iki farklı kaynaktan elde edilebilmektedir.
  - Bu tesiste, tesis dışı hurda ve tesis içi hurdanın %2,98'i işlenmektedir.
  - Cüruf geri kazanımından elde edilen hurda çelik ve tesis içi hurda çeliğin kalan kısmı doğrudan ark ocağına şarj edilir.
- Bu birim prosesin fonksiyonel birimi 1 kg hazırlanmış hurdadır.





## HURDA HAZIRLAMA TESİSİ

### Elektrik

- Alçak gerilim ve orta gerilim elektrik kullanımları tesisler tarafından raporlanmış ve ayrı ayrı hesaplanmıştır.
- Elektrik tüketim miktarlarının bulunmadığı durumlarda enerji tüketiminin hesaplanmasında başka bir fabrikada vinçlerin taşıdığı yük miktarları kullanılmıştır.
- Hurda hazırlama için vinç kullanımından kaynaklı yıllık elektrik tüketimi ( $AEC_{crane}$ ) vinçlerin elektrik tüketiminin ( $EC_{crane}$ ) elleçlenen yük miktarına ( $Load$ ) bölünmesi ve elde edilen sonucun tesiste hazırlanan toplam hurda miktarı ( $TAP_{scrap}$ ) ile çarpılması ile hesaplanmıştır.

$$AEC_{crane} \left( \frac{kWh}{year} \right) = \frac{EC_{crane} \left( \frac{kWh}{year} \right) \times TAP_{scrap} \left( \frac{kg}{year} \right)}{Load \left( \frac{kg}{year} \right)}$$

### Elektrik

Birim proses için toplam yıllık elektrik tüketimi (TEC), tesisler tarafından rapor edilen doğrudan birim proses elektrik tüketimi rakamlarının (AEC) toplanmasıyla elde edildi.

$$TEC \left( \frac{kWh}{year} \right) = \sum AEC \left( \frac{kWh}{year} \right)$$

Birim prosesteki (FEC) fonksiyonel birim başına tüketilen elektriği hesaplamak için TEC, ilgili birim proses verilerini sağlayan tesislerin toplam yıllık ürün miktarına (TAP) bölündü.

$$FEC \left( \frac{kWh}{kg} \right) = \frac{TEC \left( \frac{kWh}{year} \right)}{TAP \left( \frac{kg}{year} \right)}$$



## HURDA HAZIRLAMA TESİSİ

### Ham Maddeler

- Hurda hazırlamanın ham maddeleri hurda ve madeni yağdır (yağlama yağı).
- Madeni yağ tüketim verileri hiçbir tesis tarafından sağlanmadı. Atık madeni yağ miktarı, tesisin proseslerine tahsis edilmiş ve yağ girdi verilerinin sağlanmadığı durumlarda madeni yağ girdi miktarına eşit olduğu varsayılmıştır.

#### Ham Madde

Toplam yıllık ham madde girdisi miktarı ( $RawMaterial_{tot}$ ), ilgili birim proses verilerini sağlayan tesisler tarafından rapor edilen doğrudan ham madde tüketim değerlerinin ( $RawMaterial_p$ ) toplanmasıyla elde edildi.

$$RawMaterial_{tot} \left( \frac{kg}{year} \right) = \sum RawMaterial_p \left( \frac{kg}{year} \right)$$

İlgili birim prosesteki fonksiyonel birim başına kullanılan toplam yıllık hammadde miktarını ( $FRawMaterial$ ) hesaplamak için, proseste kullanılan toplam hammadde miktarı ( $RawMaterial_{tot}$ ) ilgili birim proses verilerini sağlayan tesislerin toplam yıllık ürün miktarına (TAP) bölündü.

$$FRawMaterial \left( \frac{kg}{kg} \right) = \frac{RawMaterial_{tot} \left( \frac{kg}{year} \right)}{TAP \left( \frac{kg}{year} \right)}$$



## HURDA HAZIRLAMA TESİSİ

\* Veriler gerçeği yansıtmamaktadır

INPUTS				
Flow	Amount*	Unit	Provider	Data quality entry
electricity, low voltage, at grid	6.06	kWh	Electricity, low voltage, at grid   electricity, low voltage, at grid   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 3)
electricity, medium voltage, at grid	2.29	kWh	Electricity, medium voltage, at grid   electricity, medium voltage, at grid   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 3)
hard coal	3.65	kg	hard coal mine operation and hard coal preparation   hard coal   Cutoff, U - RU	(2; 4; 1; 1; 1)
iron scrap, unsorted	1.0	kg	market for iron scrap, unsorted   iron scrap, unsorted   Cutoff, U - GLO	(1; 3; 1; 1; 1)
light fuel oil	1.08	kg	light fuel oil production, petroleum refinery operation   light fuel oil   Cutoff, U - Europe without Switzerland	(2; 3; 1; 1; 1)
lubricating oil	5.79	kg	lubricating oil production   lubricating oil   Cutoff, U - RER	(2; 3; 1; 1; 1)
natural gas, liquefied	5.47	m3	market for natural gas, liquefied   natural gas, liquefied   Cutoff, U - GLO	(2; 3; 1; 1; 1)
scrap preparation facility	2.52	Item(s)	Scrap preparation facility construction   scrap preparation facility   Cutoff, U - TM	(1; 3; 1; 1; 1)
tap water	5.84	kg	Water production, desalinated, sea water reverse osmosis   tap water   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 1)
tap water	9.57	kg	Tap water production mix   tap water   Cutoff, U - TR	(2; 3; 1; 1; 1)
transport, freight train	2.12	t*km	Transport, freight train, unspecified   transport, freight train   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 1)
transport, freight, lorry, unspecified	5.16	t*km	Transport, freight, lorry, unspecified   transport, freight, lorry, unspecified   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 1)
transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods	3.03	t*km	Transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods   transport, freight, sea, bulk carrier for dry goods   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 1)
OUTPUTS				
Flow	Amount*	Unit	Provider	Data quality entry
BOD5, Biological Oxygen Demand	5.19	kg		(2; 3; 1; 1; 1)
COD, Chemical Oxygen Demand	7.11	kg		(2; 3; 1; 1; 1)
electronics scrap from control units	0.20	kg	market for electronics scrap from control units   electronics scrap from control units   Cutoff, U - GLO	(2; 3; 1; 1; 1)
hazardous waste, for incineration	4.04	kg	market for hazardous waste, for incineration   hazardous waste, for incineration   Cutoff, U - Europe without Switzerland	(2; 3; 1; 1; 1)
iron scrap, sorted, pressed	1	kg		
municipal solid waste	6.76	kg	Treatment of municipal solid waste   municipal solid waste   Cutoff, U - TR	(2; 4; 1; 1; 1)
Packaging waste, plastic	3.53	kg		(2; 4; 1; 1; 1)
Suspended solids, unspecified	7.53	kg		(2; 3; 1; 1; 1)
used fluorescent lamp	2.51	kg	market for used fluorescent lamp   used fluorescent lamp   Cutoff, U - GLO	(2; 4; 1; 1; 1)
used toner module, laser printer, black/white	3.13	kg		(2; 4; 1; 1; 1)
used vegetable cooking oil, purified	1.52	kg		(2; 4; 1; 1; 1)
waste mineral oil	5.79	kg	treatment of waste mineral oil, hazardous waste incineration   waste mineral oil   Cutoff, U - Europe without Switzerland	(2; 3; 1; 1; 1)
Water	7.82	m3		(2; 3; 1; 1; 1)



## ETKİ ANALİZİ

### Çelik Üretimi Yaşam Döngüsü Envanteri (YDE) Veri Setlerindeki Birim Prosesler

Ürün	Ham Çelik*	Sıcak Haddelenmiş Çelik**	Su/Atık Atırımı
Proses	Hurda Hazırlama Tesisi Hurda Hazırlama Tesisi İnşaatı Elektrik Ark Ocağı Çelik Üretim Tesisi Elektrik Ark Ocağı Tesisi İnşaatı Ham Çelik Üretimi Sürekli Döküm Tesisi İnşaatı Toz Toplama Tesisi Toz Toplama Tesisi İnşaatı Cüruf Geri Kazanım Tesisi Cüruf Geri Kazanım Tesisi İnşaatı	<b>Sıcak Haddelenmiş Çelik Üretimi</b> Sıcak Haddehane Tesisi İnşaatı	Çelik Üretimi için Hızlı Kum Filtrasyonu Belediye katı atıklarının arıtılması
* Billet/Blum ** Rebar/Construction Steel (Round, flat or ribbed), Wire Rod (Coil), Flat Bar/Steel Flat Bar/Platinum			



## ETKİ ANALİZİ

	TURventory	ecoinvent
Referans Proses	Hot rolled steel production, mix, unspecified, reinforcing bar   steel, unspecified, hot rolled   Cutoff, U	reinforcing steel production   reinforcing steel   Cutoff, U Europe without Austria
Etki Değerlendirme Yöntemi	ReCiPe Midpoint (H)	ReCiPe Midpoint (H)
Hedef Miktar	1.0 kg steel, unspecified, hot rolled	1.0 kg reinforcing steel
Tahsis Yöntemi	Proseste tanımlandığı gibi	Proseste tanımlandığı gibi
Yazılım	OpenLCA 1.11	OpenLCA 1.11





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ETKİ ANALİZİ

Etki Adı	TURventory Etki Sonuçları	ecoinvent Etki Sonuçları	Unit
tarımsal arazi işgali – ALOP	0.0084	0.03782	m2a
<b>İklim değişikliği - GWP100</b>	<b>1.13764</b>	<b>1.79338</b>	<b>kg CO2-Eq</b>
fosil tükenimi – FDP	0.31629	0.47327	kg oil-Eq
tatlısu ekotoksitesitesi - FETPinf	0.02302	0.06163	kg 1,4-DCB-Eq
tatlısu ötrofikasyonu - FEP	0.00072	0.00089	kg P-Eq
insan toksisitesi – HTPinf	0.58547	0.76554	kg 1,4-DCB-Eq
iyonlaştırıcı radyasyon - IRP_HE	0.0326	0.1077	kg U235-Eq
deniz ekotoksitesitesi- METPinf	0.02083	0.05952	kg 1,4-DCB-Eq
deniz ötrofikasyonu - MEP	0.0016	0.00195	kg N-Eq
metal tükenmesi – MDP	0.26502	1.84713	kg Fe-Eq
doğal arazi dönüşümü - NLTP	0.00016	0.00029	m2
ozon tabakasının incelmesi - ODPinf	1.31E-07	9.89E-08	kg CFC-11-Eq
partikül madde oluşumu – PMFP	0.00192	0.00503	kg PM10-Eq
fotokimyasal oksidan oluşumu - POFP	0.00437	0.00866	kg NMVOC
karasal asidifikasyon - TAP100	0.00401	0.00582	kg SO2-Eq
karasal ekotoksitesite - TETPinf	4.01E-05	0.00011	kg 1,4-DCB-Eq
kentsel arazi işgalı - ULOP	3.47E-02	0.04327	m2a
<b>su tükenmesi - WDP</b>	<b>1.77E-02</b>	<b>4.35E-03</b>	<b>m3</b>

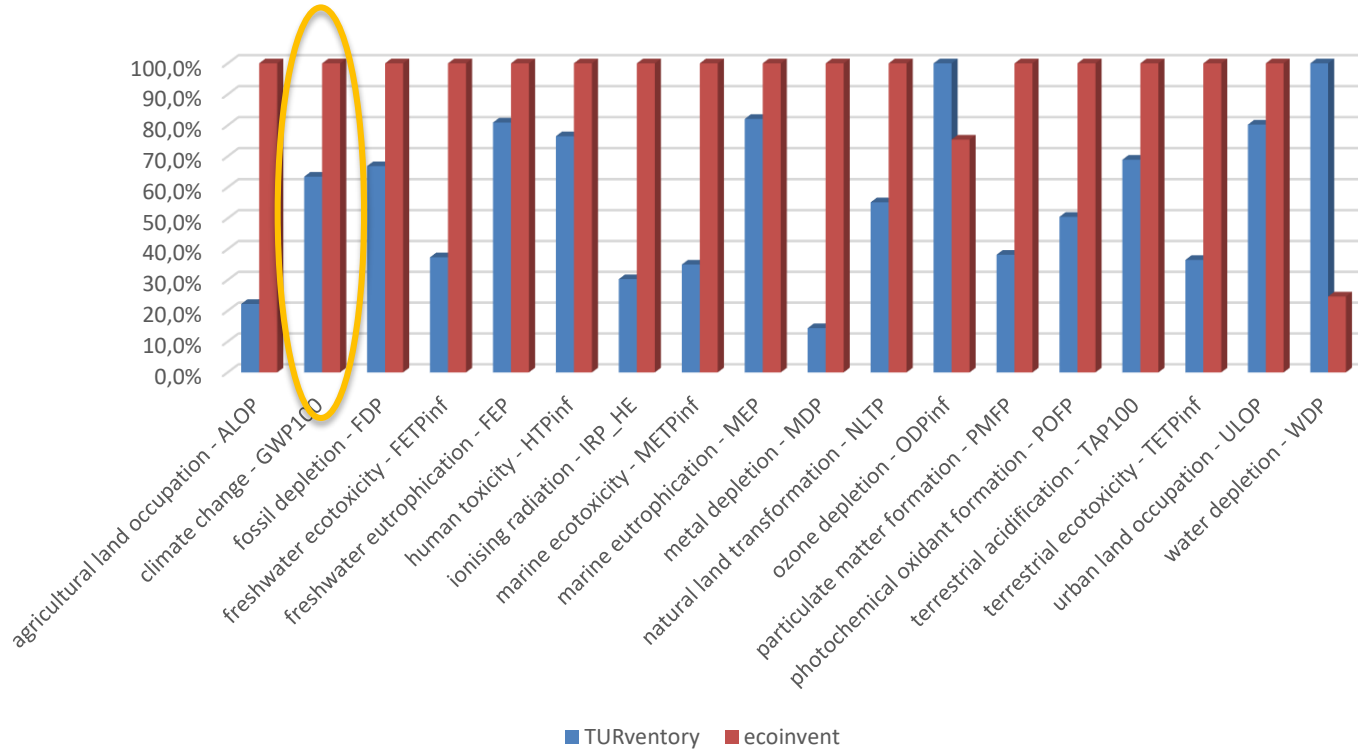




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ETKİ ANALİZİ

### İç normalizasyon sonuçları





## ETKİ ANALİZİ

### İklim değişikliği- GWP100

#### **TURventory**

Elektrik üretimi, doğal gaz, kombine çevrim, yüksek gerilim, enerji santralinde - %42

Elektrik üretimi, kömür, yüksek gerilim, enerji santralinde - %33

Nakliye, navlun, deniz, kuru mallar için dökme yük taşımacılığı - %2

pik demir üretimi - %2

Sönmemiş kireç üretimi - %1

Elektrik üretimi, derin jeotermal, yüksek gerilim, enerji santralinde - %1

Elektrik üretimi, hidro, rezervuar, yüksek gerilim, enerji santralinde - %1

taş kömürü madeni işletmesi ve taş kömürü hazırlama - %1

klinker üretimi - %1

#### **ecoinvent**

Pik demir üretimi - %32

demir sinter üretimi - %8

Taş kömürü madeni işletmesi ve taş kömürü hazırlama - %4

sönmemiş kireç üretimi, parçalı, gevşek - %4

koklaştırma - %3

sünger demir üretimi - %2

çelik üretimi, dönüştürücü, alaşımsız - %2

nakliye, navlun, deniz, kuru mallar için dökme yük taşımacılığı - %2

Klinker üretimi - %2

Demir sinter üretimi - %1

taş kömürü sanayi fırınında ısı üretimi 1-10MW - %1

dizel, iş makinesinde yakılan - %1

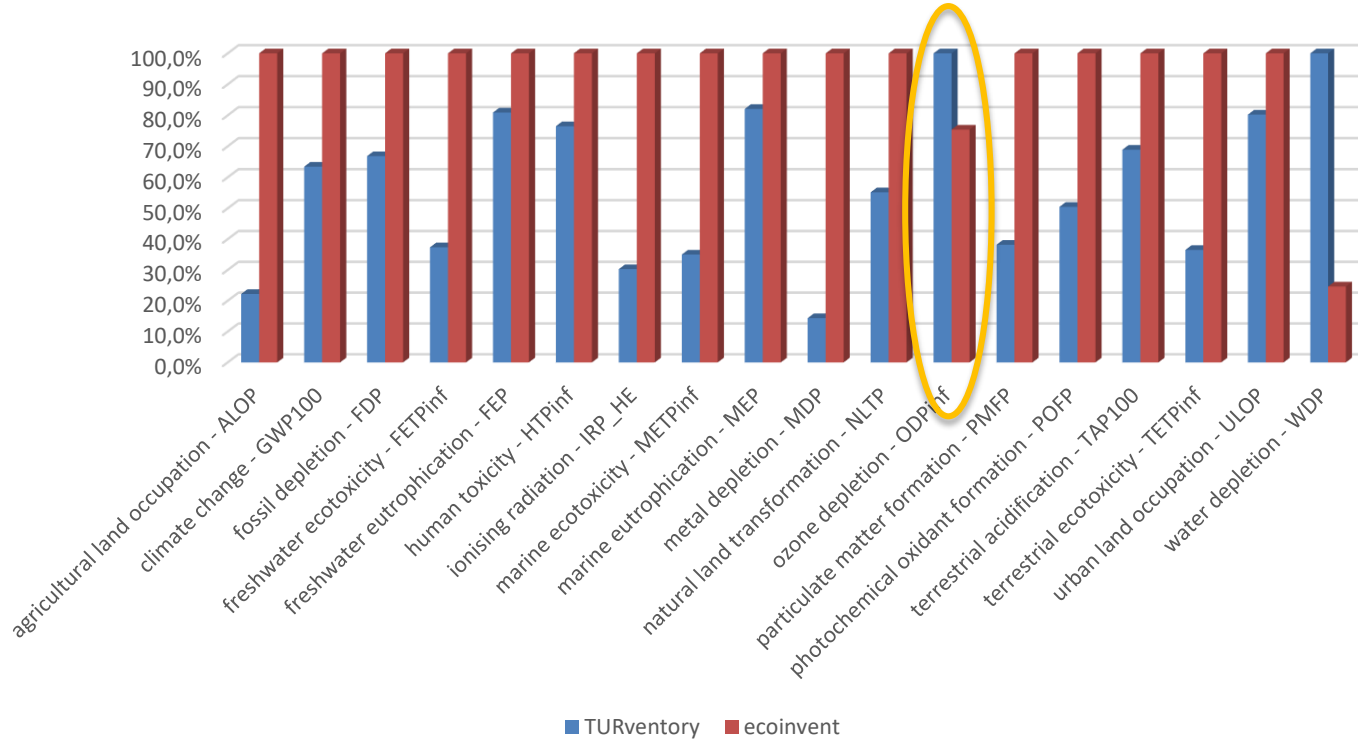




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ETKİ ANALİZİ

### İç normalizasyon sonuçları



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



Çevre ve İklim  
Eylemi Sektör  
Operasyonel Programı



Türkiye Döngüsel Ekonomi Eylem Planı





## ETKİ ANALİZİ

### Ozon tabakasının incelmesi - ODPinf

#### **TURventory**

deniz suyu ters osmoz modülü üretimi, 8 inç spiral sargı, temel - **%47**

Elektrik üretimi, kömür, yüksek gerilim, enerji santralinde - **%17**

deniz suyu ters osmoz modülü üretimi, 8 inç spiral sargılı, geliştirilmiş - **%13**

petrol ve doğal gaz üretimi, karada - **%8**

petrol ve gaz üretimi, karada, doğal gaz, yüksek basınç - **%4**

taşıma, boru hattı, uzun mesafe, doğal gaz - **%7**

koklaştırma - **%2**

#### **ecoinvent**

koklaştırma - **%36**

petrol üretimi, karada - **%27**

Petrol ve doğal gaz üretimi, karada - **%17**

taşıma, boru hattı, uzun mesafe, doğal gaz - **%9**

petrol ve gaz üretimi, karada, doğal gaz, yüksek basınç - **%4**

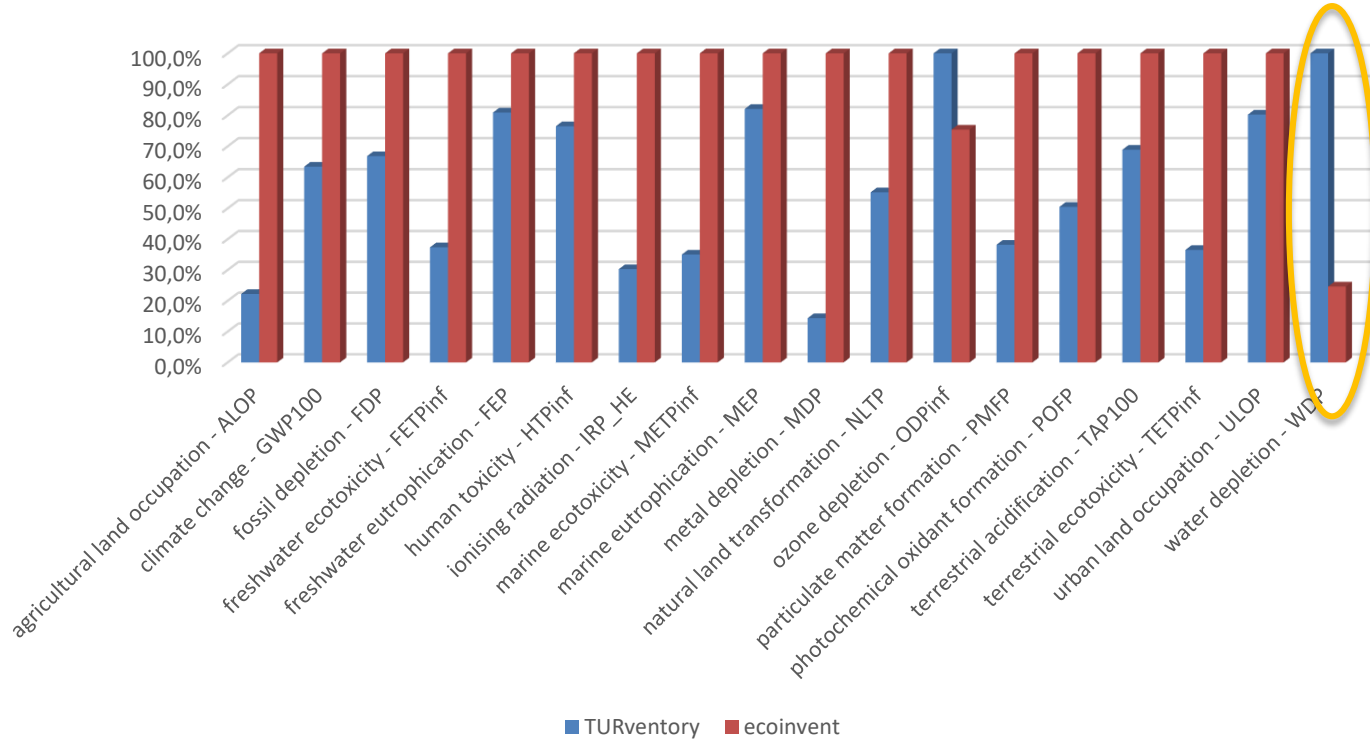




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

## ETKİ ANALİZİ

### İç normalizasyon sonuçları





## ETKİ ANALİZİ

### Su tüketmesi - WDP

#### **TURventory**

Elektrik üretimi, kömür, yüksek gerilim, enerji santralinde - %94

sand quarry operation, extraction from river bed- %1

#### **ecoinvent**

su üretimi, karbonsuzlaştırılmış - %31

taş kömürü madeni işletmesi ve taş kömürü hazırlama- %20

demir cevheri madeni işletmesi ve zenginleştirme - %9

linyit madeni işletmesi - %6

taş kömürü madeni işletmesi - %4

musluk suyu üretimi, geleneksel arıtma - %4

kum ocağı işletmesi, nehir yatağından çıkarma - %2

aktif bentonit üretimi - %2

musluk suyu üretimi, biyolojik arıtma ile geleneksel yöntem- %2

musluk suyu üretimi, kimyasal arıtma ile yeraltı suyundan - %1

elektrik üretimi, nükleer, basınçlı su reaktörü, ağır su moderatörlü- %1

musluk suyu üretimi, arıtmasız yeraltı suyundan - %1





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

# TEŞEKKÜR EDERİM.

[aysegul.avinal@tubitak.gov.tr](mailto:aysegul.avinal@tubitak.gov.tr)





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

---

*Bu rapor, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin finansal desteği ile hazırlanmıştır. Bu doküman içeriğinden yalnızca DAI Global Austria GmbH & Co KG liderliğindeki konsorsiyum sorumludur, ve doküman içeriği Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin görüşlerini yansıtmamaktadır.*