

TÜRKİYE ÇELİK SEKTÖRÜNÜN KARBONSUZLAŞMASI: MEVCUT DURUM

DURSUN BAŞ

İPM
İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

TÜRKİYE ÇELİK SEKTÖRÜNÜN KARBONSUZLAŞMASI: MEVCUT DURUM

DURSUN BAŞ

Haziran 2023

İstanbul Politikalar Merkezi Hakkında

İstanbul Politikalar Merkezi (İPM) demokratikleşmeden iklim değişikliğine, transatlantik ilişkilerden çatışma analizi ve çözümüne kadar, önemli siyasal ve sosyal konularda uzmanlığa sahip, çalışmalarını küresel düzeyde sürdüren bir politika araştırma kuruluşudur. İPM araştırma çalışmalarını üç ana başlık altında yürütmektedir: İstanbul Politikalar Merkezi-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi, Demokratikleşme ve Kurumsal Reform, Çatışma Çözümü ve Arabuluculuk. İPM, 10 yılı aşkın süredir, karar alıcılara, kanaat önderlerine ve paydaşlara uzmanlık alanına giren konularda tarafsız analiz ve yenilikçi politika önerilerinde bulunmaktadır.

www.ipc.sabanciuniv.edu

Teşekkür

Raporun hazırlanması sürecinde değerli katkılarından dolayı Sayın Muammer Bilgiç'e teşekkürlerimizi sunarız.

Editör:

Dr. Ümit Şahin

Araştırmacı ve Yazar:

Dursun Baş

BAZI KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AKAKDO	Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık
AKÇT	Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
BF	Yüksek fırın
BFG	Yüksek Fırın Gazı
BIR	Uluslararası Geri Dönüşüm Bürosu
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BOF	Bazik oksijen fırın
CCUS	Karbon yakalama, kullanım ve depolama
ÇİB	Türkiye Çelik İhracatçıları Birliği
CO_2	Karbon dioksit
COG	Kok fırını gazı
COP	Taraflar Konferansı
ÇŞİDB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DRI	Sünger demir (Doğrudan İndirgenmiş Demir)
EAF	Elektrikli ark ocağı
EİÜK	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS	Emisyon Ticareti Sistemi
HBI	Sıcak briketlenmiş demir
H2	Hidrojen
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IF	İndüksiyon fırını
INDC	Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
İRD	İzleme, raporlama ve doğrulama
ISP	Entegre çelik fabrikası
NACE	Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması
NDC	Ulusal Katkı Beyanı
RFCS	Kömür ve Çelik Araştırma Fonu
SKDM	Sınırda karbon denkleştirme mekanizması
TÇÜD	Türkiye Çelik Üreticileri Derneği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

İÇİNDEKİLER

BAZI KISALTMALAR 3

Tablolar Listesi 6
Şekiller Listesi 8
Kutu Listesi 10

YÖNETİCİ ÖZETİ 12

1 GİRİŞ 27

1.1 Çalışmanın amaç ve kapsamı 27
1.2 Çelik endüstrisi hakkında genel bilgiler ve sorun alanları 28
1.3 Türkiye karbonsuzlaşma stratejisi ve özel sektörün pozisyonu 28

2 ÇELİK YAPIMI 30

2.1 Çeliğin yaşam döngüsü 30
2.2 Çelik üretim prosesi teknolojisi 31
2.2.1 Çelik üretim yöntemleri 31
2.2.2 Ham çelik üretim tesisi tipleri 34
2.2.3 Demir cevherinin entegre demir-çelik tesislerinde kullanımı 35
2.2.4 Entegre demir çelik tesislerinde kömür kullanımı 38
2.2.5 EAF'de gerçekleşen prosese ait kütle dengesi 38
2.2.6 Çelik üretim prosesinin özeti 40
2.3 Çelik üretiminin yan ürünleri 42
2.4 Çelik piyasası ve sektörel tüketim 43

3 ÇELİK ÜRETİMİNDE HAMMADDE KULLANIMI, ENERJİ TÜKETİMİ VE SERA GAZI EMİSYONLARI 45

3.1 Demir cevheri kullanım verileri 45
3.1.1 Küresel ölçekte demir cevheri üretimi, tüketimi ve ticareti 45
3.1.2 Türkiye'nin demir cevheri üretimi ve tüketimi 46
3.2 Çelik üretiminde Kömür Kullanımı 51
3.2.1 Küresel ölçekte kömür kullanım verileri 51
3.2.2 Türkiye çelik endüstrisi kömür kullanım verileri 53
3.3 Çelik üretiminde hurda kullanımı 56
3.3.1 Küresel ölçekte hurda tüketimi ve ticareti verileri 57
3.3.2 Türkiye hurda kullanımı ve dış ticareti 59

3.4 Türkiye'de hurda geri dönüşüm sektörü **61**
3.4.1 Türkiye'de gemi söküm sektörü 63
3.4.2 Türkiye'de ömrünü tamamlamış araç sistemi 70
3.5 Demir-Çelik üretiminde cüruf oluşumu **71**
3.5.1 Demir-Çelik üretiminde cüruf oluşumu, küresel durum 71
3.5.2 Türkiye'de çelik cüruf yönetimi 72
3.6 Çelik üretiminde enerji kullanımı **73**
3.6.1 Küresel ölçekte çelik endüstrisinde enerji kullanımı 73
3.6.2 Türkiye'de enerji üretimi ve tüketimi 74
3.6.3 Türkiye'de çelik sektörünün enerji tüketimi 75
3.6.4 Çelik üretiminden kaynaklanan emisyonlar 81
3.7 Üreticilerin hammadde maliyetleri **90**

4 TÜRKİYE'DE ÇELİK ÜRETİMİ VE PİYASASI VERİLERİ **92**

4.1 Dünya çelik üretimi verileri ve Türkiye'nin konumu **92**
4.2 Türkiye'de çelik üretimi endüstrisi **95**
4.2.1 Ham çelik kapasitesi ve üretim 98
4.2.2 Türk ham çelik üretim tesisleri, kapasite ve teknoloji 100
4.2.3 Türkiye'deki EAF'li tesislerde yapılan üretimin diğer büyük çelik üreticisi ülkelerle karşılaştırılması 102
4.3 Türkiye çelik tüketimi **103**
4.4 Türkiye'nin çelik ürünleri dış ticareti **106**
4.4.1 TÜİK verilerine göre çelik sektörü dış ticaret dengesi 110
4.4.2 Türkiye'nin çelik ihraç pazarları 112

5 GENEL DEĞERLENDİRME **114**

6 EK **117**

Türkiye ham çelik üreticileri kapasite, teknoloji ve ürün bilgileri **117**

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 – Demir üretimi ile çelik üretimi prosesine genel bakış 33
Tablo 2 – Entegre tesisler ile EAF'li üretim tesislerinin karşılaştırması 34
Tablo 3 – Temel üretim yöntemlerinde kullanılan farklı hammaddeler 34
Tablo 4 – Çelik piyasası aktörleri ve çelik kullanıcıları 43
Tablo 5 – Seçilmiş ülkelerde demir cevheri üretim, ticaret ve görünür tüketim verileri, 2020 46
Tablo 6 – Türkiye'nin demir cevheri ihracat ve ithalat verileri, 2021 48
Tablo 7 – Ermaden şirketinin pelet, manyezit ve cevher satışları 51
Tablo 8 – Katı yakıtların teslimat yerlerine göre dağılımı, 2021 53
Tablo 9 – Türkiye Taşkömürü Kurumunun entegre demir-çelik tesislerine kömür satışları, 1990 – 2021 54
Tablo 10 – Türkiye enerji hammaddeleri madencilik üretim verileri, 2021 55
Tablo 11 – Enerji hammaddeleri ihracat ve ithalatının Türkiye madencilik ticareti sektöründeki payı 56
Tablo 12 – Önde gelen çelik hurdası tüketicisi ülkelerin hurda tüketimi 57
Tablo 13 – Türkiye'de çelik hurda kullanımı, 2002 – 2021 59
Tablo 14 – Türkiye çelik üreticilerinin hurda kullanım verileri, 2021 59
Tablo 15 – Türkiye'ye hurda çelik ihraç eden başlıca ihracatçılar (Mt ve ABD doları) 60
Tablo 16 – Aliağa, İzmir bölgesindeki gemi geri söküm ve geri dönüşüm tesisleri ve kapasite bilgileri 64
Tablo 17 – Türkiye'de geri dönüştürülen gemi sayısı ve tonajları, 65
Tablo 18 – Türkiye ve bazı AB ülkelerinin ÖTA istatistikleri 70
Tablo 19 – Demir çelik sektöründen kaynaklanan cürufun illere göre dağılımı ve bertaraf yöntemi 72
Tablo 20 – "Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı" alt-sektörü için nihai enerji tüketim verileri, 1980-2021 76
Tablo 21 – Entegre demir-çelik tesisleri için spesifik enerji ve enerji tüketim verileri, 2021 77
Tablo 22 – Küresel düzeyde çelik sektörü CO_2 emisyonu verileri, 2019 80
Tablo 23 – Farklı çelik üretim yöntemlerinin CO_2 emisyonu yoğunlukları 81
Tablo 24 – Entegre tesisler için sera gazı emisyonları tahmini, 2021 86
Tablo 25 – EAF'li tesislerin her bir ton haddelenmiş ürün üretimi için oluşturduğu tahmini CO_2 emisyonu verileri 87
Tablo 26 – Türkiye ham çelik üreticilerinin toplam maliyetleri içinde çeşitli girdilerin payı (%), 2021 90
Tablo 27 – Ülkelerin 2000 ve 2021 yılı ham çelik üretimleri 93
Tablo 28 – Ürün bazında dünya çelik ihracatı, 2021 94

Tablo 29 – Türkiye'de ham çelik üretim kapasitesi ve kapasite kullanım verileri, 2001 – 2021 98
Tablo 30 – Ham çelik üretim rotasına göre çelik üretim kapasitesi, 1980 – 2021 98
Tablo 31 – Türkiye ham çelik üretim verileri (Mt), 1995 – 2021 99
Tablo 32 – Kütük ve slab üretim verileri, 1980 – 2021 99
Tablo 33 – Nihai çelik ürünleri üretim verileri, 1990 – 2021 100
Tablo 34 – Entegre tesisler ve EAF'li tesisler bazında detaylı ham çelik üretimi bilgileri, 2021 102
Tablo 35 – Büyük çelik tüketicisi ülkelerin görünür çelik kullanımları (Mt) 103
Tablo 36 – Türkiye'de nihai çelik ürünü tüketimi, 1990 – 2021 106
Tablo 37 – Çelik ürünleri ihracat ve ithalat değerleri, 2018 – 2021 107
Tablo 38 – Türkiye'nin uzun ve kısa çelik ürünleri üretim ve tüketim oranı (%), 2021 108
Tablo 39 – Yassı ve uzun çelik ürünleri ihracat miktarının nihai üretim miktarına oranı (%) 108
Tablo 40 – Çelik ürünleri ihracatı ve ithalatı, ilk 10 ülke, 2021 109
Tablo 41 – Önde gelen dolaylı çelik ihracatçıları, 2019 109
Tablo 42 – Pik demir görünür tüketimi (Mt), 2020 ve 2021 110
Tablo 43 – Demir çelik sektörü dış ticaret dengesi, 2021 111
Tablo 44 – Çelik ürünleri ihracatının tüm ihracat içindeki değeri ve oranı, 2021 112
Tablo 45 – Türkiye'nin bölgelere göre çelik ihracatı, 2020 ve 2021 112
Tablo 46 – Türkiye'nin ABD'ye çelik ihracatı verileri (Mt) 113
Tablo 47 – Türkiye ham çelik üreticileri, kapasite ve teknoloji verileri 117
Tablo 48 – Türkiye ham çelik üreticileri kuruluş ve üretime geçiş tarihleri 119
Tablo 49 – Seçilmiş üreticiler ve üretilen ürün kategorileri 120

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 – Çeliğin yaşam döngüsü 30
Şekil 2 – Çelik ve dökme demirin özellikleri 32
Şekil 3 – Demir ve çelik üretimi prosesleri 33
Şekil 4 – EAF prosesinin kütle dengesi (1 ton ham çelik için) 39
Şekil 5 – EAF ünitesinin şematik gösterimi (alternatif akımlı fırın) 40
Şekil 6 – Çelik üretim/imalat prosesi ve çelik ürünleri 41
Şekil 7 – Çelik üretimi sırasında oluşan yan ürünler 42
Şekil 8 – 2021 yılı sektörel çelik tüketimi verileri 43
Şekil 9 – Görünür ve gerçek çelik tüketimi 44
Şekil 10 – Türkiye'nin demir cevheri yatakları 49
Şekil 11 – Metalürjik kömür tüketimi, 2018 – 2021 52
Şekil 12 – Metalürjik kömür tüketiminin bölgeler bazında değişimi, 2021 – 2024 52
Şekil 13 – Farklı kömür tiplerinin fiyatları, 2019 – 2021 52
Şekil 14 – 2020 ve 2021 hurda ihracat (Mt) verilerinde ilk 6 ülke 58
Şekil 15 – 2020 ve 2021 hurda ithalat (Mt) verilerinde ilk 8 ülke 58
Şekil 16 – Önde gelen gemi söküm ülkelerinde sökülen gemi sayıları ve tonajları 66
Şekil 17 – Çelik üretim rotasına göre oluşan başlıca 71
Şekil 18 – Endüstriyel enerji tüketiminde enerji yoğun endüstrilerin payları (%), OECD ülkeleri ortalaması - 2012 ve 2040 73
Şekil 19 – Endüstriyel enerji tüketiminde enerji yoğun endüstrilerin payları (%), OECD dışı ülkelerin ortalaması - 2012 ve 2040 73
Şekil 20 – Birincil enerji arzının kaynaklara göre payı (%), 2021 74
Şekil 21 – Sektörlerin nihai enerji tüketimdeki payları (%), 2021 74
Şekil 22 – Avrupa ülkelerinde ve Türkiye'de elektriğin nihai enerji tüketimi içindeki payı 75
Şekil 23 – Türkiye ve worldsteel üyesi ülkelerdeki entegre demir-çelik tesisleri spesifik enerji tüketimi verileri, 2021 77
Şekil 24 – Orta ölçekli bir EAF'li tesiste enerji tüketimi, GJ/ton çelik 78
Şekil 25 – EAF prosesinin enerji dengesi 79
Şekil 26 – Endüstriyel sektörler bazında küresel sera gazı emisyonları (2014) 80
Şekil 27 – BF-BOF üretim rotasının emisyonları 82

Şekil 28 – EAF ve DRI üretim rotalarının emisyonları 82
Şekil 29 – ETS kapsamına giren çelik üretim süreçleri 83
Şekil 30 – Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonları, 2021 84
Şekil 31 – Endüstri sektöründe tüketilen enerjinin karbon yoğunluğu (gCO_2/MJ) 85
Şekil 32 – Kardemir entegre demir çelik tesisi ham çelik üretiminin sera gazı yoğunluğu (ton CO_2e/ton ham çelik) 86
Şekil 33 – Kardemir entegre demir çelik tesisi toplam CO_2e emisyonları (Kapsam 1 ve 2) 86
Şekil 34 – Türkiye ham çelik üreticileri toplam sera gazı emisyonu tahmini miktarı, 2021 87
Şekil 35 – BF-BOF ile EAF üretim rotalarının emisyon yoğunlukları ve ağırlıklı ortalamaları (Kapsam 1 ve 2) 88
Şekil 36 – Ülkeler bazında tüm üretim yöntemlerini birleştiren ortalama CO_2 emisyon yoğunluğu, BF-BOF payı ve 2019 toplam çelik üretimi 88
Şekil 37 – Türkiye ve seçilmiş ülkelerde elektriğin emisyon yoğunluğu (gCO_2/kWh) 89
Şekil 38 – Türkiye'de elektrik şebekesinin emisyon yoğunluğu, 2000 – 2021 (gCO_2/kWh) 90
Şekil 39 – Metalurjik kömür, demir cevheri ve hurda fiyatları (2018 – 2022) 91
Şekil 40 – Dünya ham çelik üretimi (Mt), 1950 – 2020 92
Şekil 41 – Dünya bölgelerinin ham çelik üretim payları (%) 93
Şekil 42 – 2000'den 2021'e kadar dünya çelik ticareti indeksi hacmi (İndeks: 2000'de 100) 94
Şekil 43 – Çelik sektörü istihdam verileri 95
Şekil 44 – Ülkeler bazında en büyük ham çelik üreticileri (Mt), 2021 96
Şekil 45 – Ülke ve bölgeler bazında en büyük ham çelik üreticileri (%), 2021 96
Şekil 46 – Ülkeler bazında en büyük ham çelik tüketicileri (Mt), 2021 96
Şekil 47 – Ülke ve bölgeler bazında en büyük ham çelik tüketicileri (%), 2021 96
Şekil 48 – Türkiye'nin toplam ham çelik üretimi, 1967 – 2021 99
Şekil 49 – Türkiye'nin ham çelik üretim tesisleri haritası, 2021 101
Şekil 50 – Önde gelen çelik üreticisi ülkelerin BOF ve EAF üretim payları (Mt ve %) 103
Şekil 51 – 2021'de kişi başına görünür çelik kullanımı, kg/kişi (En üst 10 ülke ve dünya ortalaması) 105
Şekil 52 – Kişi başına görünür ve gerçek çelik kullanımı, kg/kişi, 2019 105
Şekil 53 – Uzun ve yassı ürünlerin tüketimdeki payı (%) 106
Şekil 54 – Yassı, uzun ve yarı mamul ürünlerine ait ihracat ve ithalat verileri, 2016 – 2021 107
Şekil 55 – Türkiye'nin bölgelere göre çelik ihracatı (%), 2021 111

KUTU LİSTESİ

Kutu 1 – Demir ve çelik üretimi prosesleri 32
Kutu 2 – Demir cevheri mineralleri 35
Kutu 3 – Farklı demir cevheri tipleri ve demir cevheri kalitesi 36
Kutu 4 – Entegre tesislerde çelik üretiminde kullanılan demir cevheri ürünleri ve hazırlanma süreçleri 37
Kutu 5 – Entegre tesislerde kok yapım prosesi 38
Kutu 6 – EAF'de gerçekleşen prosese ait kütle dengesi 39
Kutu 7 – Çelik üretim prosesi aşamaları 41
Kutu 8 – Demir cevherinin sektörel kullanımı (%) 45
Kutu 9 – Türkiye'nin demir cevheri ihracat ve ithalatı 48
Kutu 10 – Türkiye'nin demir cevheri yatakları 49
Kutu 11 – Demir cevheri yerel tedarikçileri 51
Kutu 12 – Katı yakıtların teslimat yerlerine göre dağılımı 53
Kutu 13 – TTK'nin entegre demir-çelik tesislerine kok kömürü satışları, 1990 – 2021 54
Kutu 14 – Türkiye enerji hammaddeleri madencilik üretimi ve TTK üretimi 55
Kutu 15 – Madencilik sektörünün ithalatı 56
Kutu 16 – Hurda çelik geri dönüşümünün avantajları 56
Kutu 17 – Hurda kalitesinin enerji verimliliği ve ürün kalitesine etkisi 57
Kutu 18 – Türkiye için Global Hurda Piyasası Raporu, 2014, TÇÜD 61
Kutu 19 – Gemi geri dönüşüm tesislerine ilişkin uluslararası ve bölgesel yasal çerçeveler 62
Kutu 20 – São Paulo gemisi vakası 68
Kutu 21 – Araçlardaki çelik kullanımı miktarı 70
Kutu 22 - Demir-çelik üretiminde cüruf oluşumu 71
Kutu 23 – Enerji-yoğun endüstriler ve demir ve çelik sektörünün enerji tüketimi 73
Kutu 24 – EAF'li tesislerde enerji kullanımı 78
Kutu 25 – EAF prosesinin tipik enerji dengesi 79
Kutu 26 – Endüstriyel sektörlerin küresel sera gazı emisyonları miktarı 80
Kutu 27 – Çelik endüstrisi ve AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) 83
Kutu 28 – Güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı 84
Kutu 29 – EAF'li tesislerde üretilen 1 ton haddelenmiş ürün için tahmini CO_2 emisyonu 87

Kutu 30 – Türkiye ve seçilmiş ülkeler için proses bazlı CO_2 emisyon yoğunluğu verileri (Kapsam 1 ve 2) 88
Kutu 31 – Türkiye'de elektrik şebekesinin CO_2 yoğunluğu 89
Kutu 32 – Dünya çelik ürünleri ticaret hacmi ve önde gelen ürünler 94
Kutu 33 – Türkiye ham çelik üretim sektörü gelişiminin kısa geçmişi 97
Kutu 34 – Türkiye ham çelik üreticileri haritası 101
Kutu 35 – Türkiye'nin hurda metal ithalat bağımlılığı 102
Kutu 36 – Türkiye'nin "gerçek çelik kullanımı", 2019 104
Kutu 37 – Türkiye ve diğer ülkelerin dış ticaret verilerinin karşılaştırılması 109
Kutu 38 – Küresel çelik ticaretinde korumacı eğilimler ve Türkiye çelik sektörüne etkisi 113

YÖNETİCİ ÖZETİ

İklim değişikliğiyle mücadele yolunda 2053'te net sıfır emisyon hedefini 2021 yılında açıklayan Türkiye'nin, yüksek emisyonlu sanayi sektörlerine yönelik bağlayıcı hedeflerini tanımlaması ve bu hedeflere erişmeyi kolaylaştıracak ortamın yaratılması için bir an önce çalışmalarına başlaması gerekmektedir.

Türkiye'nin ilk olarak 2015 yılında, güncellenmiş hedefleri de Kasım 2022'de yapılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi 27. Taraflar Konferansı'nda (COP27) açıklanan Ulusal Katkı Beyanı, sanayi sektörü için genel önlemleri özetlemektedir. Bununla birlikte yüksek emisyonlu sanayi sektörlerine bağlayıcı azaltım hedefleri tanımlayan uzun dönemli bir yasal çerçeve henüz hayata geçirilmemiştir.

ENDÜSTRİYEL KARBONSUZLAŞMA DÖNÜŞÜM SÜRECİNE İLİŞKİN YOL HARİTASI İHTİYACI

Türkiye'de başarılı ve adil bir "Net Sıfır" dönüşümü sadece elektrik sektörünün karbonsuzlaştırılmasını değil, aynı zamanda ağır sanayi ürünlerinin döngüsel ekonomi prensiplerine uyum gösterecek şekilde üretilmesini ve üretim sürecinde kullanılan hammadde ve enerjinin azaltılmasını da gerektirmektedir. Ağır sanayi ürünlerinin önemli bir ihracatçısı ve tüketicisi olan Türkiye'nin, hem Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi – Paris Anlaşması (BMİDÇS/PA) ve Avrupa Birliği (AB) üyelik sürecinin gerekliliklerine uygun olarak hem de düşük karbonlu çelik üretiminin kural haline gelmeye başladığı bir dönemde sanayisini rekabetçi tutmak için, endüstriyel karbonsuzlaşma dönüşüm sürecine ilişkin yol haritasını belirlemesi gerekmektedir.

İstanbul Politikalar Merkezi (İPM) tarafından yürütülen "*Türkiye Çelik Sektörünün Karbonsuzlaşması Projesi*" "demir-çelik" sektörünün karbonsuzlaşmasına dair ihtiyaçları ve fırsatları analiz etmeyi ve ilgili paydaşlara temel bilgi ve göstergeleri sağlamayı amaçlamaktadır.

Proje kapsamında hazırlanan bu raporda çelik sektörünün mevcut durumu ortaya konmakta ve sektörde karbonsuzlaşma çabalarına uyum düzeyi analitik veri ve değerlendirmeler yoluyla ele alınmaktadır.

RAPORUN AMACI:

Türkiye'nin uzun vadeli iklim politikalarının temelini oluşturan net sıfır hedefi doğrultusunda, enerji sektörünün yanı sıra, çimento, demir-çelik, petrokimya, cam-seramik ve rafineri sektörlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının da önemli ölçüde azaltılması gerekmektedir. Sanayi sektörleri arasında en fazla enerji tüketen ve en yüksek karbon emisyonuna neden olanlardan birisi olan demir-çelik sektörünün karbonsuzlaşma yönündeki dönüşümünde ihtiyaçları ve fırsatları anlamak için, sektöre özgü koşulların geçmişten bugüne doğru olarak anlaşılması gerekmektedir.

Bu kapsamda hazırlanan **"Türkiye Çelik Sektörünün Karbonsuzlaşması: Mevcut Durum"** raporu, sanayi üretiminin karbonsuzlaştırılması için yapılacak çalışmalara bilgi sağlamak üzere, çelik sektörünün mevcut durumunu çelik üretimi-tüketimi değer zinciri yaklaşımıyla (hammadde çıkarılmasından nihai çelik ürünlerinin satışına kadar) ayrıntılı şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

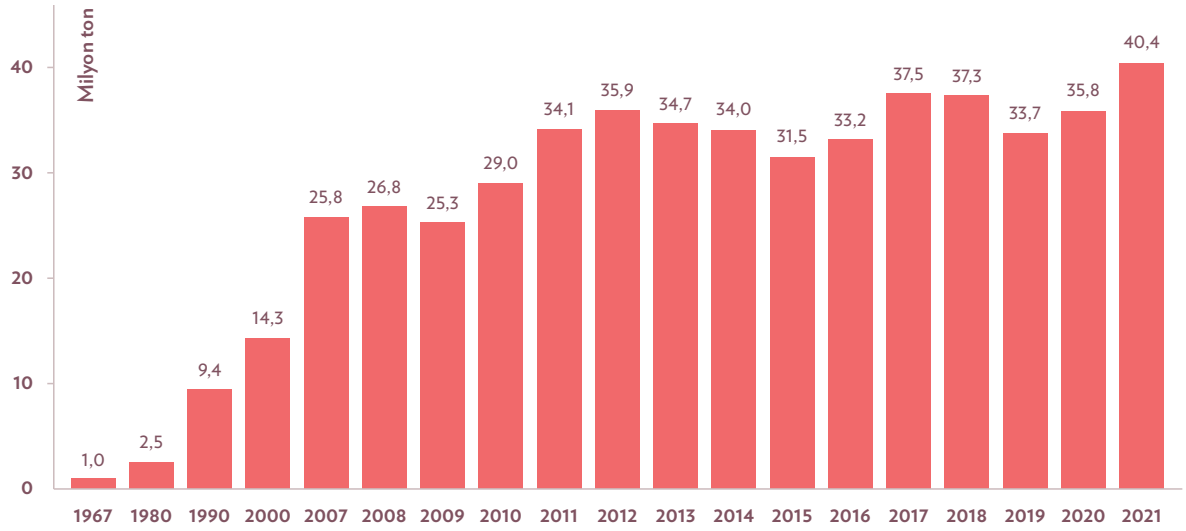
TÜRKİYE DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİ

Türkiye'nin demir-çelik endüstrisi, 1980 yılından bu yana dünyada en hızlı büyüyen demir-çelik endüstrilerinden birisi olmuştur. Türkiye'de çelik endüstrisi, 2021 itibariyle, 25 milyar ABD doları ihracat değeriyle otomotiv ve kimya sektörlerinden sonra en büyük üçüncü ihracatçı sektördür. Sektör, doğrudan 55.000, dolaylı olarak ise 300.000 kişiye istihdam sağlamaktadır.[1]

Son 20 yılda, çelik üretimi, ithalatı ve ihracatı iki katına çıkmıştır. Hem yurtiçi tüketimdeki (inşaat, otomotiv sektörleri, vd.) hem de ihracat hacmindeki artış bu büyümeye katkıda bulunmuştur. Türkiye, 2000 yılında en büyük 17. çelik üreticisi iken 2021 yılında en büyük 7.üreticisi konumuna gelmiştir. 2021 yılı Dünya Çelik Birliği (wordsteel) verilerine göre, Türkiye çelikte dünyanın en büyük ihracatçıları (6. sırada) ve ithalatçıları (5. sırada) arasındadır. Türkiye aynı zamanda, dünyanın en büyük hurda ithalatçısı ve en büyük üçüncü hurda tüketicisidir.

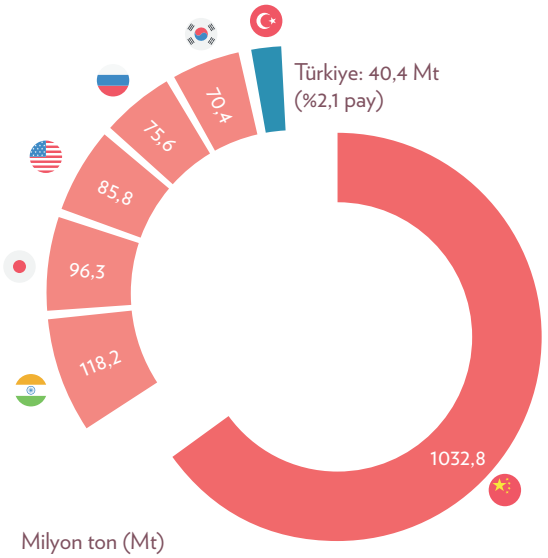
Çelik sektörü, 1980'de 2,5 milyon ton (Mt) olan toplam ham çelik üretimini 2021 yılında küresel üretimin %2,1'ine tekabül eden **40,4 Mt'ye** çıkarmıştır **(Şekil YÖ.1** ve **Şekil YÖ.2).**

Şekil YÖ.1 – Türkiye'nin toplam ham çelik üretimi, 1967 – 2021

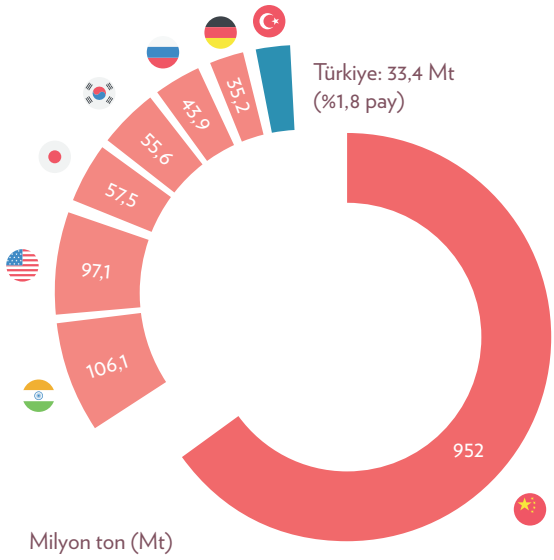


1 Raporda, demir çelik endüstrisinin üretim, tüketim, dış ticaret, hammadde kullanımı, enerji tüketimi ve CO_2 emisyon bilgileri sunulurken en sağlıklı verilerin erişildiği 2021 yılı esas alınmıştır.

Şekil YÖ.2 – Ülkeler bazında en büyük ham çelik üreticileri (Mt), 2021



Şekil YÖ.3 – Ülkeler bazında en büyük ham çelik tüketicileri (Mt), 2021



2021 yılı verilerine göre, çelik tüketiminde Türkiye **33,4 Mt** ile dünyada 8. sıradadır. 2000'den bu yana, Türkiye'nin çelik ürünleri tüketimi üç katına çıkmıştır. Tüketimdeki en yüksek değer olan 36 Mt'ye 2017'de erişilmiştir. Başlıca çelik kullanıcıları otomotiv, makine, beyaz eşya, gemi inşa gibi imalat endüstrisi sektörler ile altyapı ve inşaat sektörleridir (**Şekil YÖ.3**).

DEMİR ÇELİK SEKTÖRÜ DIŞ TİCARET DENGESİ

Çelik endüstrisinde nihai ürünlerin dış ticaret dengesi incelendiğinde ihracat fazlası olmasına rağmen, tüm girdiler/hammaddeler dikkate alındığında dış ticaret açığı gözlemlenmektedir. Türkiye çelik endüstrisi net bir demir cevheri, hurda, kömür ve refrakter hammaddesi ile grafit elektrot ithalatçısıdır (**Tablo YÖ.1**).

Bu nedenle, uygun fiyatlı ve güvenilir hammaddeye erişim (hammadde tedarik riskleri, fiyat dalgalanmaları, navlun maliyetleri, vd.) çelik üreticilerinin önemli bir sorunudur.

Türkiye çelik sektörünün hammadde ithalat bağımlılığı hurda için %70'in, koklaşabilir taşkömürü için %90'ın ve demir cevheri için %60'ın üzerindedir.

Sektörün ithal ettiği temel hammaddeler ve yarı mamul ürünler ithal mallar içinde önemli bir paya sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, sektörün 2021 yılındaki hammadde ithalatı yaklaşık 16,1 milyar ABD doları ile toplam ithalatın %6'sına ulaşmıştır. Hurda ve demir cevheri ithalatı, sektördeki ithalatın değer olarak %70'inden sorumludur.

Tablo YÖ.1 – Demir çelik sektörü dış ticaret dengesi, 2021 (Kaynak: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı)

Ürün ve hammaddeler	İhracat		İthalat	
	Miktar (bin ton)	Milyon ABD doları	Miktar (bin ton)	Milyon ABD doları
Çelik ürünleri				
Yarı ürünler (kütük, slab)	1.067	737	4.596	3.095
Yassı ürünler	6.703	7.280	9.430	9.765
Uzun ürünler	12.089	8.526	1.339	1.510
Çelik ürünleri toplamı	**19.889**	**16.543**	**15.365**	**14.370**
Borular	1.946	2.089	451	855
Diğerleri	2.877	6.449	381	1.743
Tüm ürünler toplamı	**24.682**	**25.081**	**16.197**	**16.968**
Hammaddeler				
Pik demir	4	3	1.200	681
Ferro alyaj	184	333	544	926
Sünger demir	0	0	276	128
Hurda	194	308	25.072	11.155
Demir cevheri	3.812	432	11.188	2.042
Koklaşabilir taş kömürü	0	0	5.521	932
Grafit elektrot	1	2	48	226
Hammadde toplamı	**4.195**	**1.078**	**43.849**	**16.090**

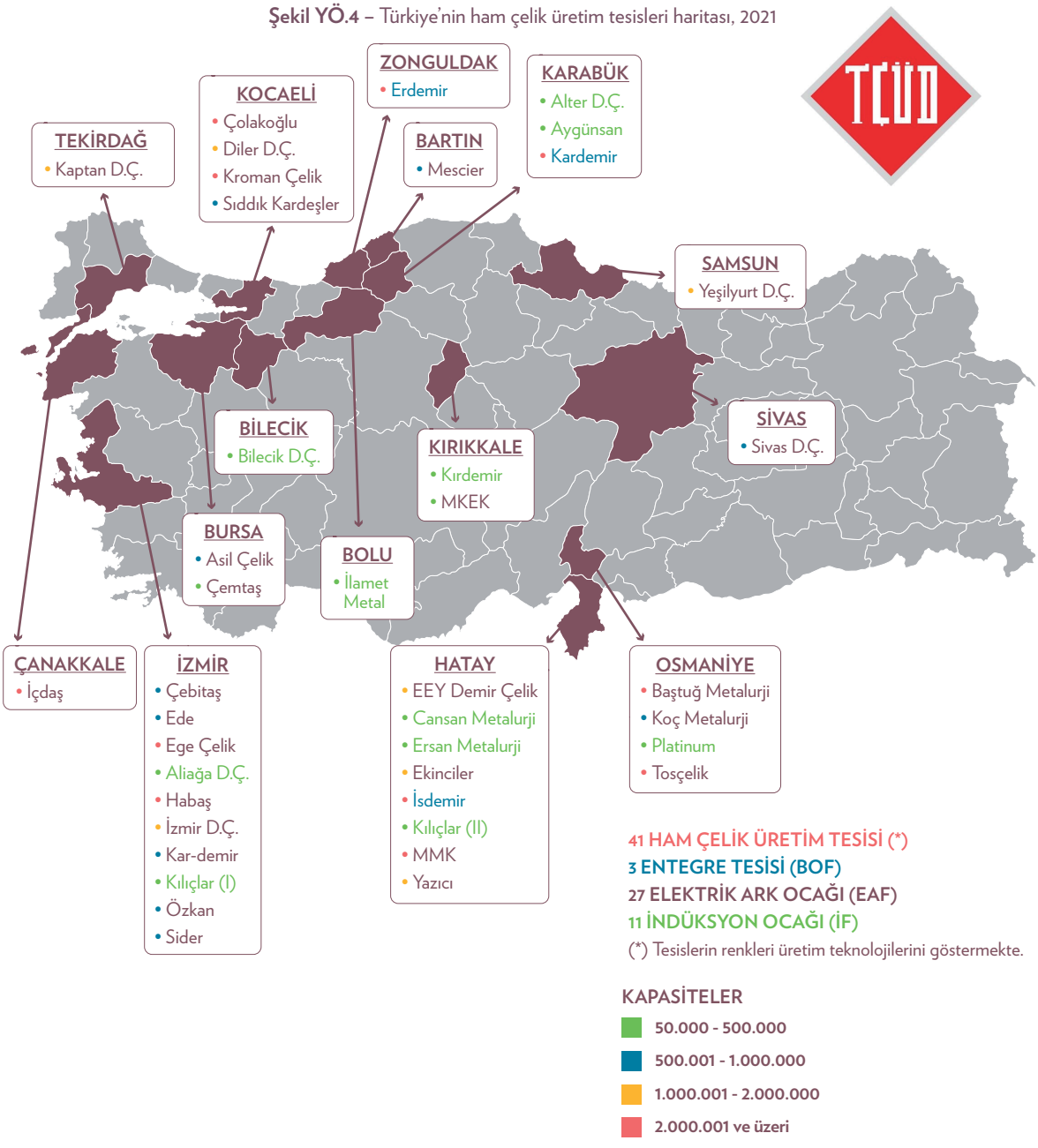
HAM ÇELİK ÜRETİM TESİSLERİ VE ÜRETİM PAYLARI

2022 itibariyle Türkiye'de 27 elektrik ark ocaklı (EAF), 11 indüksiyon ocaklı (İF) ve 3 adet entegre çelik tesisi (Yüksek Fırın – BF/Bazik Oksijen Fırını – BOF) çelik tesisi olmak üzere toplam 41 adet ham çelik üretim tesisi bulunmaktadır (**Şekil YÖ.4**).

2021 yılında EAF'li ve İF'li tesisler toplam ham çelik üretiminin %72'sini gerçekleştirmektedir.[2] Nihai yassı çelik ürünlerin yarısından fazlası İsdemir ve Erdemir entegre demir çelik tesislerinde üretilmektedir. Nihai uzun çelik ürünlerinin yaklaşık %90'ı EAF'li tesislerde üretilmiştir (**Tablo YÖ.2**).

2 Raporda, IF'li tesisler EAF'li tesislerin altında değerlendirilmiştir.

Şekil YÖ.4 – Türkiye'nin ham çelik üretim tesisleri haritası, 2021



41 HAM ÇELİK ÜRETİM TESİSİ (*)
3 ENTEGRE TESİSİ (BOF)
27 ELEKTRİK ARK OCAĞI (EAF)
11 İNDÜKSYON OCAĞI (İF)
(*) Tesislerin renkleri üretim teknolojilerini göstermekte.

KAPASİTELER
- 50.000 - 500.000
- 500.001 - 1.000.000
- 1.000.001 - 2.000.000
- 2.000.001 ve üzeri

Tablo YÖ.2 – Entegre tesisler ve EAF'li tesisler bazında detaylı ham çelik üretimi bilgileri, 2021

Tesis Türü	Üreticiler	Ham Çelik Üretimi (Mt - %)	Slab (Mt - %)	Kütük (Mt - %)	Toplam Nihai Ürün (Mt)	Nihai Ürün Yassı (Mt)	Nihai Ürün Uzun (Mt)
BF/BOF Entegre tesisler	Kardemir	2,3 (%6)	-	2,3 (%9)	2,3 (%6)	-	2,4 (%9)
	İsdemir	5,7 (%14)	4,8 (%34)	0,9 (%3)	4,0 (%10)	3,2 (%21)	0,9 (%3)
	Erdemir	3,3 (%8)	3,3 (%24)	-	4,4 (%11)	4,4 (%30)	-
	Entegre tesisler toplamı	11,5 (%28)	8,2 (%57)	3,3 (%13)	10,7 (%26)	7,5 (%51)	3.204 (%12)
EAF/IF'li tesisler[3]	EAF ve IF tesisleri toplamı	28,9 (%72)	6,0 (%43)	22,8 (%87)	30,7 (%74)	7,1 (%49)	23,6 (%88)
Toplam	**Tüm tesisler**	**40,4 (%100)**	**14,2 (%100)**	**26,1 (%100)**	**41.4* (%100)**	**14,6* (%100)**	**26,8* (%100)**

*Çelikhaneleri olmayan, fakat satın alınmış yarı mamullerden nihai ürün imal eden küçük çelik üretim tesislerini de kapsamaktadır.

Türkiye çelik endüstrisi üreticileri temel olarak Marmara Denizi, Karadeniz, Ege Denizi (İzmir) ve Akdeniz (Osmaniye ve İskenderun) kıyı bölgelerinde konumlanmıştır. Yukaridaki harita üretim teknolojisi ve üretim miktarına göre Türkiye'deki ham çelik üreticilerine dair bilgileri sunmuştur (**Şekil YÖ.4**).

TÜRKİYE'DE ÇELİK SEKTÖRÜNÜN ENERJİ TÜKETİMİ

ETKB tarafından yayımlanan *2021 yılı Ulusal Enerji Dengesi Tablosu'na* göre *Ana Metal Sanayi* sektörü, nihai enerji tüketiminin yaklaşık %10'undan sorumludur. Bu sektörün enerji tüketiminde büyük pay ham çelik üreticilerine aittir. 2000 yılından bu yana hızla artan ham çelik üretim kapasitesi sonucu *Ana Metal Sanayi* sektörünün enerji tüketimi iki katına çıkmıştır.

Ana Metal Sanayi sektörü altında yer alan *"Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı"* alt-sektörü ise toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık %7'sinden ve toplam endüstriyel enerji tüketiminin yaklaşık %22'sinden sorumludur. Ham çelik üreticileri de bu alt-sektörün içerisinde tasnif edilmiştir (**Tablo YÖ.3**).

***Demir ve çelik ürünleri imalatı* alt-sektörü yaklaşık olarak:**

- Nihai enerji tüketimin %7'sini
- Endüstriyel enerji tüketiminin %22'sini oluşturmaktadır.

1980'den 2020'lere kadar, *"Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı"* alt-sektörü nihai enerji tüketiminde büyük bir payı muhafaza etmiştir.

3 EAF ve IF temelde aynı proses adımlarını içerse de fırının çalışma prensibi ve fırına beslenen hurda miktarı yönünden farklıdırlar. EAF'lerde, bir grafit elektrotunun yarattığı ark hurdayı ergitmek için kullanılırken, IF'lerde fırının içine ve etrafına yerleştirilmiş bir bobinin yarattığı elektromanyetik alanın oluşturduğu indüklenmiş akımların ürettiği ısı kullanılmaktadır.

Tablo YÖ.3 – "Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı" alt-sektörü için nihai enerji tüketim verileri, 1980 – 2021 (Veri kaynağı: ETKB)

Enerji tüketimi	1980	1990	2000	2010	2020	2021
Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı alt-sektöründe nihai enerji tüketimi (milyon tep)	1,0	3,6	4,5	6,2	8,5	9,1
Alt-sektörün nihai enerji kullanımı içindeki payı (%)	5,0	9,0	7,0	8,0	7,6	7,4
Alt-sektörün sanayi tarafından kullanılan nihai enerji içindeki payı (%)	21	27	20	24	23,6	21,9
Sanayinin nihai enerji tüketimi (milyon tep)	4,8	13,6	22,9	26,1	36,2	42,0
Nihai enerji tüketimi (milyon tep)	19,6	42,2	61	79,2	113,1	124,0

"*Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı*" alt-sektöründe kullanılan ana enerji kaynakları kok, elektrik, doğal gaz ve taşkömürüdür. Sektör, arz edilen kok tüketiminin %96'sını, taşkömürü tüketiminin %14'ünü, elektrik tüketiminin %10'unu ve doğal gaz kullanımının %5'ini gerçekleştirmektedir.

ENTEGRE DEMİR-ÇELİK TESİSLERİ VE EAF'Lİ TESİSLERDE TÜKETİLEN ENERJİ KAYNAKLARININ PAYLARI

Türkiye'deki entegre tesislerde tüketilen enerjinin yaklaşık %90'ı kömürden elde edilmektedir. EAF'li tesislerde (tesislerin nihai ürün üretim tipine ve diğer birçok parametreye bağlı olarak değişmekle beraber) ise tüketilen enerjinin %60'a yakını elektrik enerjisidir. Yine yüksek miktarlarda doğal gaz tüketimi de bu tesislerde görülmektedir.

ETKB tarafından hazırlanan 2019 yılı demir çelik sektörü kıyaslama çalışmaları[4] dikkate alındığında entegre tesisler ve EAF'li tesislerin kullandıkları enerji kaynaklarının payları aşağıdaki gibi dağılım sergilemektedir:

- **Entegre tesislerde**[5]: Kömür: %89,8; Doğal gaz: %6,7; Elektrik: %3,5
- **EAF'li tesislerde**: Elektrik: %55,1; Doğal gaz: %32,2; Kömür: %12,6; Diğer kaynaklar: %0,1

Entegre tesislerde tüketilen enerjinin büyük bir kısmı BF ünitesinde, EAF'li tesislerde ise çelikhane-ark ocağı ünitesinde kullanılmaktadır.

Entegre demir-çelik tesisleri enerji kullanımı

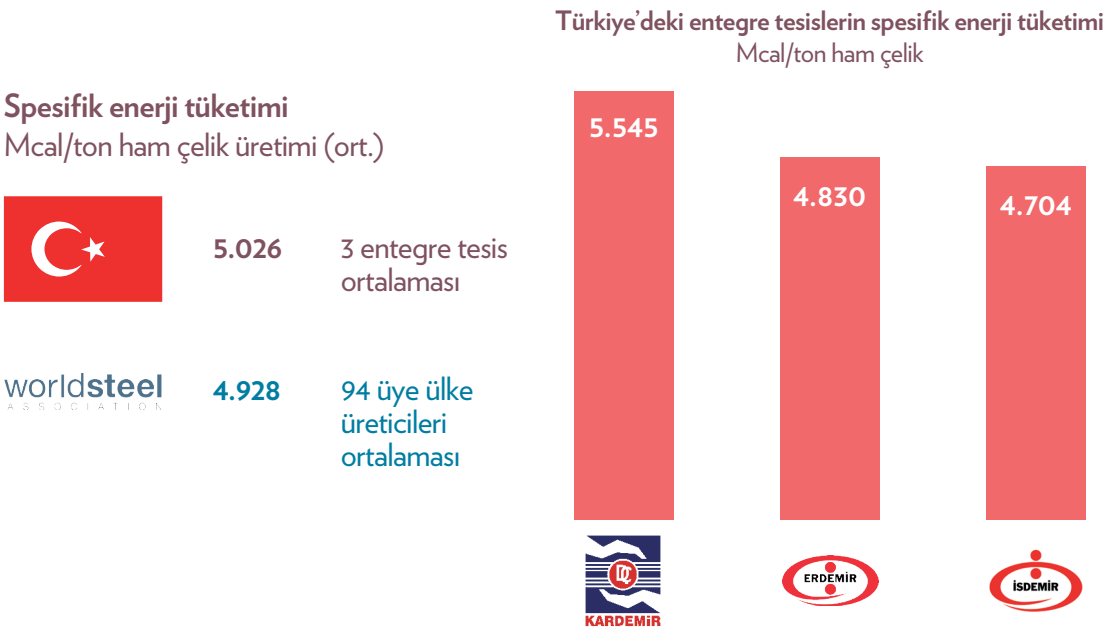
Worldsteel rakamlarına göre, 94 çelik üreticisi üye ülke her 1 ton ham çelik için ortalama 4.928 Mcal enerji tüketmektedir. Türkiye'de faaliyet gösteren entegre demir çelik tesislerinin faaliyet raporlarındaki verilere göre, entegre tesislerin ortalama enerji tüketimi yaklaşık 5.000 Mcal/ton ham çelik civarındadır **(Şekil YÖ.5)**.

Türkiye Çelik Üreticileri Derneği'nin (TÇÜD) 2000 yılındaki verisi dikkate alındığında, 2021 yılına gelindiğinde entegre tesisler her ton ham çelik üretimi için toplam enerji tüketimini yaklaşık %26,5 azaltmışlardır. 2000 yılında 6.842 Mcal olan değer 2021 yılındaki 5.026 Mcal değerine kadar düşmüştür.

4 "Demir Çelik Sektörü Kıyaslama Çalışmaları." Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, Planlama ve Denetim Daire Başkanlığı Ölçme ve Değerlendirme Grubu. Çalışma tüm ham çelik üreticilerini kapsamamaktadır, ancak sektörün enerji tüketimine ilişkin genel bir değerlendirme sunmaktadır.

5 Kömüre ait değer, entegre tesislerdeki elektrik ve kok üretiminde kullanılan miktarın karşılığıdır. Elektrik enerjisi payı, satın alınan elektriği kapsar (tesislerde üretilen elektrik enerjisi bu rakama dahil değildir.)

Şekil YÖ.5 – Türkiye ve worldsteel üyesi ülkelerdeki entegre demir-çelik tesisleri için spesifik enerji tüketimi verileri, 2021



EAF'li tesisler enerji kullanımı

ETKB 2019 yılı demir çelik sektörü kıyaslama çalışmaları verilerine göre ise EAF tesislerinde toplam enerji tüketimi ise değişken olup çalışmaya dahil olan tesislerin ağırlıklı ortalaması çelikhane aşaması için 600 MCal/ton sıvı çelik, haddelenmiş ürün için ise 1000 MCal/ton çelik ürünü civarındadır.

ENTEGRE TESİSLERİN SERA GAZI EMİSYONLARI (2021 yılı – tahmini)

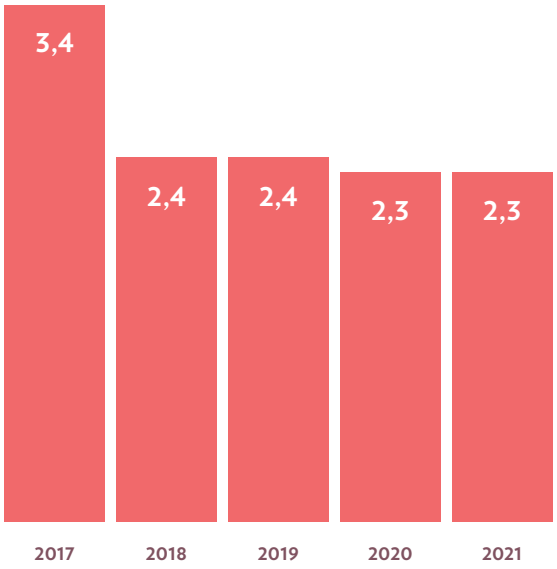
Türkiye'deki entegre demir çelik tesisleri (sinter üretim üniteleri ve kok fabrikaları yardımcı üniteleri ile beraber) pik demir üretimini yüksek fırınlarda (BF), sıvı çelik üretimini ise bazik oksijen fırınlarda (BOF) gerçekleştirmektedir.

Demir cevherinin pik demire dönüştürüldüğü BF ünitesi, entegre demir ve çelik üretimi sürecinde en çok emisyona neden olan ünitedir.

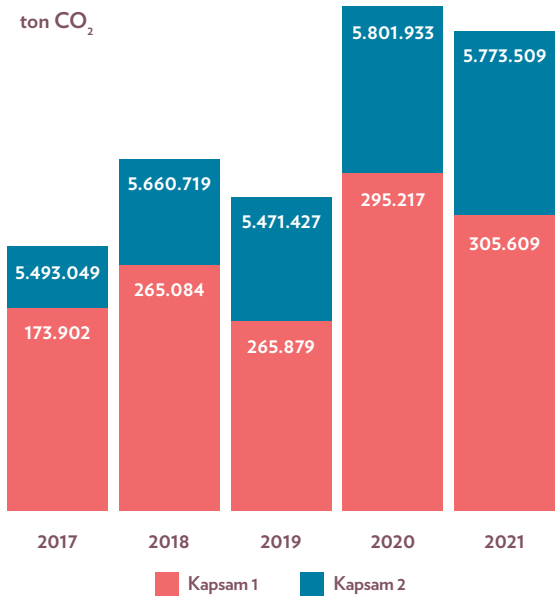
Kardemir entegre demir-çelik tesisi sera gazı emisyonu verileri

Kardemir entegre demir çelik tesisi 2021'de yaklaşık 2,5 Mt ham çelik üretmiştir. Şirketin 2021 yılı sürdürülebilirlik raporuna göre Kardemir operasyonları kapsamında toplam 6,1 $MtCO_2e$ sera gazı salınmıştır. Üretilen her ton çelik için sera gazı emisyonları 2,32 tCO_2e'dir **(Şekil YÖ.6** ve **Şekil YÖ.7**).

Şekil YÖ.6 – Kardemir entegre demir çelik tesisi ham çelik üretiminin sera gazı yoğunluğu (ton CO_2e/ton ham çelik)



Şekil YÖ.7 – Kardemir entegre demir çelik tesisi CO_2e emisyonları, tCO_2e (Kapsam 1 ve 2)



Erdemir ve İsdemir entegre demir-çelik tesislerinin sera gazı emisyonu (tahmini)

Erdemir ve İsdemir entegre tesisleri toplam sera gazı emisyonları kamuoyuna açık bir platformda henüz paylaşılmamıştır. İki tesisin toplam ham çelik üretimi 2021 yılında yaklaşık 9 Mt olmuştur (Erdemir – 3,3 Mt ve İsdemir – 5,7 Mt). Bu tesislere ait sera gazı emisyonları tahmin edilirken, üretilen her ton ham çelik için 2,1 tCO_2e rakamı kullanılmıştır.

Sonuç olarak bu iki tesisin toplam emisyonları (Kapsam 1 ve 2) yaklaşık **19 MtCO_2e** (İsdemir 12,0 MtCO_2e, Erdemir 6,9 MtCO_2e) sera gazı olarak tahmin edilmiştir.

Entegre tesisler için toplam sera gazı emisyonları (tahmini)

Eldeki rakamlara göre, 2021 yılı ham çelik üretim değerleri dikkate alındığında Türkiye'deki entegre tesislerin toplam sera gazı emisyonları yaklaşık **25 MtCO_2e** olarak tahmin edilmektedir **(Tablo YÖ.4)**.

Tablo YÖ.4 – Entegre tesisler için sera gazı emisyonları tahmini, 2021

Entegre Demir Çelik Tesisi	Mt CO_2e
Kardemir	6,1
Erdemir (tahmini)	6,9
İsdemir (tahmini)	12,0
Toplam	**25,0**

EAF'li TESİSLERİN SERA GAZI EMİSYONLARI (2021 yılı - tahmini)

EAF'li tesislerin CO_2 yoğunluğu, üretim sırasında kullandıkları demir tipine (pik demir veya hurda), elektrik kaynaklarına ve verimliliklerine bağlıdır. Elektrik üretimi, yakıt olarak doğal gaz kullanımı, çelik banyosunda oksijenle reaksiyona giren karbon, hurda kaynaklı yanıcı maddeler ve grafit elektrotlar ile refrakter kullanımı, EAF üretim yönteminin başlıca emisyon kaynaklarıdır.

Çalışmada, Türkiye'deki EAF'li tesislerin Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonları için ortalama 0,51 tCO_2e/ton-ham çelik varsayılmıştır. Bu rakam dikkate alınarak 2021 yılındaki 28,9 Mt ham çelik üretimi yapan EAF'li tesislerin Kapsam 1 ve 2 emisyonları yaklaşık **15 $MtCO_2e$** olarak tahmin edilmiştir.

EAF'Lİ TESİSLERDE ÜRETİLEN HER 1 TON HADDELENMİŞ ÜRÜN İÇİN TAHMİNİ CO_2 EMİSYONU[7]

Sektör uzmanlarına göre, EAF'li çelik üreticilerinin ortalama toplam Kapsam 1 ve 2 emisyonları her 1 ton haddelenmiş ürün için 0,5 – 0,7 tCO_2 civarındadır. Bu değer Kapsam 1, 2 ve 3 emisyonlarında her 1 ton haddelenmiş çelik için yaklaşık 0,7-0,9 tCO_2 aralığındadır. **(Tablo YÖ.5)**.

Toplam emisyonların yaklaşık %27'si üretimden kaynaklı Kapsam 1, yarısına yakını (%46) dolaylı emisyonlar olarak Kapsam 2 ve %27'si de lojistik prosesleri kaynaklı Kapsam 3 emisyonlarıdır.

Tablo YÖ.5 – EAF'li tesislerin her bir ton haddelenmiş ürün üretimi için oluşturduğu tahmini CO_2 emisyonu

Her ton haddelenmiş ürün için kg CO_2	Kapsam
188 – 243	Kapsam 1
320 – 414	Kapsam 2
188 – 243	Kapsam 3
508 – 657	Kapsam 1 ve 2
696 – 900	Kapsam 1, 2 ve 3

Kaynak: Uzman değerlendirmesi, Muammer Bilgiç, Bilecik Demir Çelik A.Ş.

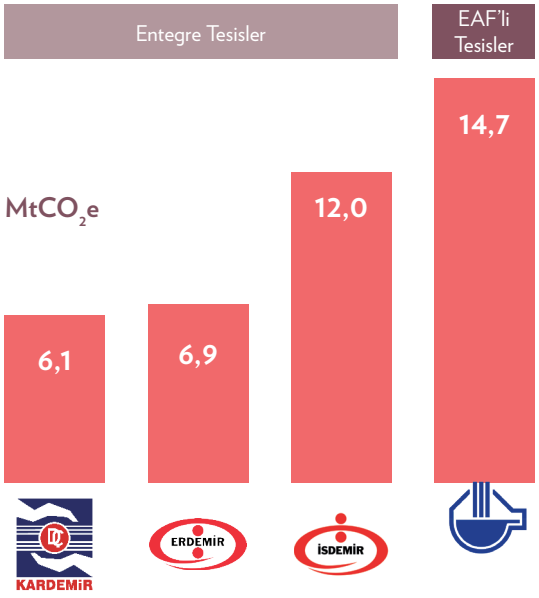
TÜRKİYE HAM ÇELİK ÜRETİCİLERİ TOPLAM SERA GAZI EMİSYONU (2021 Yılı – tahmini)

Elde edilen verilere ve tahminlere göre, 2021 yılında 40 Mt ham çelik üretimi yapan sektör, yaklaşık **40 $MtCO_2e$** emisyona (Kapsam 1 ve 2) neden olmuştur (**Şekil YÖ.8**).

Bu rakam 2021 yılı Türkiye toplam emisyonlarının %7'sine karşılık gelmektedir:

- Entegre demir-çelik tesisleri, 2021 yılında demir-çelik endüstrisi sektörü emisyonlarının %63'ünü (25,0 $MtCO_2e$) gerçekleştirmiştir.
- EAF'li tesislerin emisyonlarının (14,7 Mt-CO_2e) büyük bir kısmı şebekeden çekilen elektriğin üretimi sırasında ortaya çıkan dolaylı emisyonlar ile tesiste tüketilen doğalgaz/kömürün yanması sonucu oluşmaktadır.

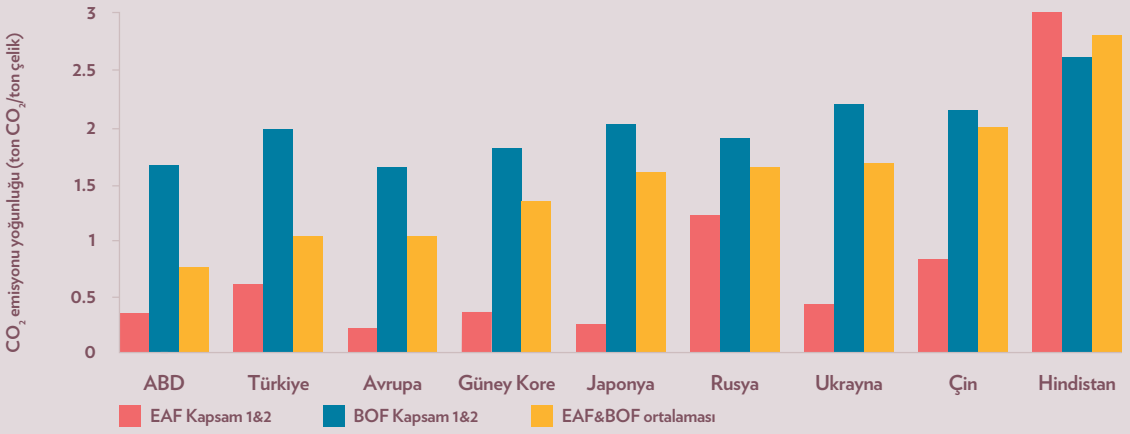
Şekil YÖ.8 – Türkiye ham çelik üreticileri toplam sera gazı emisyonu tahmini miktarı, 2021



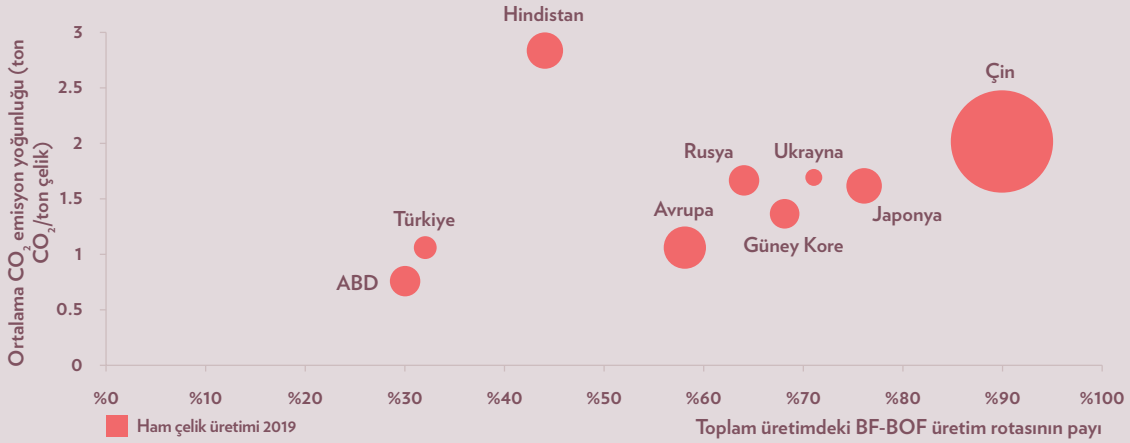
TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELER İÇİN PROSES BAZLI CO_2 EMİSYON YOĞUNLUĞU VERİLERİ

AB Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından yayımlanan ham çelik üretimi emisyon yoğunluğu verilerine göre, üretimdeki yüksek EAF kapasitesi nedeniyle, Türkiye için hesaplanan her bir ton ham çelik başına ortaya çıkan CO_2 ağırlıklı ortalaması (yaklaşık 1 tCO_2/ton çelik) ABD'den sonra gelen en düşük değerdir (**Şekil YÖ.9 ve Şekil YÖ.10**).

Şekil YÖ.9 – BF-BOF ile EAF üretim rotalarının emisyon yoğunlukları ve ağırlıklı ortalamaları (Kapsam 1 ve 2)



Şekil YÖ.10 – Ülkeler bazında tüm üretim yöntemlerini birleştiren ortalama CO_2 emisyon yoğunluğu, BF-BOF payı ve 2019 toplam çelik üretimi



Kaynak: KOOLEN, Derck, and Danko VIDOVIC. "Greenhouse Gas Intensities of the EU Steel Industry and Its Trading Partners." JRC Publications Repository, 2022. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129297.

Buna karşın, Türkiye EAF yöntemiyle ham çelik üretiminde **Şekil YÖ.9'daki** ülkeler arasında en büyük dördüncü CO_2 yoğunluk değerine de (0,6 tCO_2/ton çelik) sahiptir (Hindistan, Rusya ve Çin'den sonra gelmektedir).

BF-BOF üretimi CO_2 yoğunluğu (2 tCO_2/ton çelik) dünya ortalamasının altında fakat Avrupa, ABD ve Güney Kore'nin üzerindedir.

Sadece Kapsam 1 emisyonları dikkate alındığında Türkiye ham çelik üreticileri daha düşük CO_2 yoğunluğu ortalamasına sahip görünmektedir. Ancak, Kapsam 1, 2 ve 3 emisyonları beraber dikkate alındığında, elektrik üretiminin yüksek CO_2 yoğunluğu (Kapsam 2) ve hammaddelerin çıkarılma/lojistik emisyonları (Kapsam 3) nedeniyle, çelik üreticilerinin birim üretimde ortaya çıkan CO_2 emisyon değeri artış göstermektedir.

SEKTÖRE AİT KİLİT RAKAMLARIN ÖZETİ

Tablo YÖ.5 – Sektöre ait kilit rakamlar

Üretim	Tüketim	İhracat	İthalat
Ham çelik üretimi 40,4 milyon ton Ham Çelik Üretimi (2021)	**Çelik tüketimi** 33,4 milyon ton (2021)	**Çelik ihracatı** 24,7 milyon ton çelik ürünü ihracı (2021)	**Çelik ithalatı** 16,2 milyon ton çelik ürünü ithalatı (2021)
Kütük üretimi (uzun yarı mamül) 26,1 milyon ton kütük üretimi (2021)	**Hurda tüketimi** 35 milyon ton hurda tüketimi (2021)	**Uzun ürün ihracatı** 12,1 milyon ton uzun çelik ürünü ihracı (2021)	**İthalatın tüketim içindeki payı** Türkiye'nin çelik ithalatı, toplam yurt içi çelik tüketiminin yarısından fazlasını oluşturuyor (2021)
Slab üretimi (yassı yarı mamül) 14,2 milyon ton slab üretimi (2021)	**Nihai enerji tüketimi** Toplam nihai enerji kullanımının %7'si (2021)	**Yassı ürün ihracatı** 6,7 milyon ton yassı çelik ürünü ihracı (2021)	**Hurda ithalatı** 25,1 milyon ton hurda ithalatı (2021)
Demir cevheri üretimi 8,3 milyon ton demir cevheri üretimi (2020) 16 Mt tüvenan demir cevheri üretimi (2021)	**Endüstriyel enerji tüketimi** Sanayi sektörü tarafından kullanılan nihai enerjinin %22'si (2021)		**Kok ithalatı** 5,5 milyon ton koklaşabilir taşkömürü kok ithalatı (2021)
Cüruf miktarı 6 milyon tonun üzerinde cüruf oluşmuştur (2021)	**Taşkömürü kullanımı** Sanayi sektörü tarafından kullanılan taş kömürünün %28'i (2021)	**Demir cevheri ihracatı** 3,8 milyon ton demir cevheri ihracı (2021)	**Demir cevheri ithalatı** 11,2 milyon ton demir cevheri ithalatı (2021)

RAPORDAN GENEL DEĞERLENDİRMELER

Sektöre yönelik karbonsuzlaşma politikaları hedeflerinin tanımlanması ve finansman kaynaklarının planlanması

Türkiye çelik sektörünün ve çelik kullanıcısı sektörlerin (otomotiv, makina, inşaat ve diğer sektörler) tercih ettikleri gelişme ve iş yapış biçimi patikalarına bağlı olarak, Paris Anlaşması ve AB Yeşil Mutabakatı hedeflerine uyum sağlama yolunda çeşitli zorluklarla karşılaşması beklenmektedir.

Bu nedenle, Türkiye Hükümetinin çelik sektörünü de içeren ağır sanayi sektörleri için gerçekçi ve yasal olarak bağlayıcı uzun vadeli hedefleri belirleyip bu hedeflere ilişkin kuralları/prosedürleri net bir şekilde tanımlaması ve nihayet finansman ve bütçe altyapısına dair politikaları Paris Anlaşması ve AB'nin iklim hedeflerine uyum doğrultusunda yeniden ele alması gerekecektir.

Çelik sektöründe başarılı bir karbonsuzlaşma süreci, büyük finansman desteğine ihtiyaç duyacak düşük karbonlu çelik üretme hedefine odaklanan pilot projelerin ötesinde, daha kapsamlı bir ekonomik ve toplumsal yaklaşımla mümkün olacaktır.

Ülkenin kısıtlı mali ve beşerî kaynakları; çelik üretim süreçlerinde mevcut en iyi tekniklerin takip edilmesi ile kaynak ve enerji verimliliğinin azami noktaya çıkarılması, yeni girdi malzemelerinin kullanılması, elektrifikasyon oranının ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ve son olarak da talep yönlü yöntemlerin geliştirilmesine olanak sağlayacak şekilde kullanılmalıdır.

Hammadde ithalat bağımlılığı ve tedarik endişeleri

Türkiye ham çelik üretimi sektörü, EAF'li tesislerin üretimdeki yüksek payı sayesinde ortalama CO_2 yoğunluğu açısından nispeten avantajlı görünmekle birlikte, artan hammadde ve enerji maliyetleri ve olası bir hurda metal arzı eksikliği nedeniyle rekabet edebilirlik açısından çeşitli zorluklar yaşayabilecektir.

Düşük karbonlu çelik üretimi için hurda metal ile üretim yapacak EAF'li tesis yatırımlarının büyük çelik üreticisi bölge ve ülkelerde de sayısının artacağı yakın bir gelecekte Türkiye'nin kaliteli ve uygun fiyatlı hurda metale erişiminde güçlükler yaşaması olasıdır. Ayrıca, hurda ihracatını kısıtlamaya yönelik ihracat vergileri ve mevzuat uygulamalarının artması beklenmektedir.

Sektör temsilcilerinin ve yetkili kamu idarelerinin, yüksek kaliteli hurda bulunabilirliğini artırmak için hurda üreten ana sektörlerde (otomotiv, inşaat, makine ve tarım makineleri) ulusal hurda yönetiminin iyileştirilmesine yönelik bir yol haritası hazırlaması önerilmektedir.

İş güvenliği ve çevre sağlığına yönelik performansın iyileştirilmesi

Türkiye'deki çelik üretimi değer zinciri boyunca (cevher eldesinden, hurda geri dönüşüme, tesis içi ve tesis dışı hava kirliliği maruziyetleri vb.) çevre, halk ve iş sağlığı kuralları ve gereklerine uyum konularındaki kronik eksikliklerin giderilmesi beklenmektedir.

Ham çelik üretimi yapan tesislerin iç ortam hava kalitesi yönetimi, baca gazlarında yer alması muhtemel tehlikeli maddelerin (dioksin vb.) ve cüruf atıklarının kontrolü için yetkili kamu idareleri ve tesis sahiplerinin ulusal kirlilik önleme ve kontrol mevzuatı kapsamındaki yasal şartları sağlamak için ilgili yatırımları gerçekleştirmesi zaruridir.

Benzer bir durum büyük miktarlardaki hurdanın geri dönüşümünün ve bertarafı işlemlerinin yapıldığı tesislerdeki gemi söküm tesislerindeki tehlikeli atık yönetimi hususu (asbest, ağır metaller ve PCB'ler) için de gereklidir. Hurda metal geri dönüşüm tesislerinin yoğunlaştığı gemi söküm tersanelerinde tercih edilen yöntem nedeniyle söküm işlemlerinin gerçekleştiği kıyı alanlarında deniz/kıyı ekosistemleri için kirlilik sorunu devam etmektedir.

Endüstriyel kirlilik önleme ve kontrolü önlemleri için atılan adımların düşük karbonlu üretim hedefini destekleyecek şekilde ele alınmasını sağlayacak proje ve programların sayısının artmasına ihtiyaç vardır.

Devlet desteklerine yönelik yasal çerçevenin tanımlanması

Türkiyeli üreticiler, Türkiye - Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu (AKÇT) Serbest Ticaret Anlaşması'nın devlet desteklerine yönelik kısıtlayıcı hükümlerini sektörün karbonsuzlaşma çabalarına engel olarak yorumlamaktadır.

Ayrıca, çelik üreticileri düşük karbonlu çelik üretimi yatırımları için AB'de uygulanan programlara benzer "teşviklerin" hayata geçirilmesi ihtiyacını dile getirmektedir. Ancak, Türkiye-AKÇT Serbest Ticaret Anlaşması gereği bazı Ar&GE destekleri hariç Türkiye çelik sektörünün büyük ölçekli devlet destek ve yardımlarına erişimi tanımlayacak yasal çerçeve net değildir. Çelik sektöründe düşük karbonlu çelik üretim performansını yukarıya taşıyacak devlet destekli teknolojik yatırımların rekabet kurallarına halel getirmeyecek şekilde hayata geçirilmesine yönelik müzakereler devam etmektedir.

AB çapında birçok üye ülkede hem Avrupa Komisyonu destekli hem de ulusal bütçe destekli çok fazla sayıda proje ile düşük karbonlu çelik üretimi için pilot teknoloji geliştirme çabaları süre gitmektedir. Bu nedenle en kısa sürede, Türkiye'deki çelik tesislerine sağlanacak düşük karbonlu teknoloji yatırım teşviklerini ilgilendiren yasal çerçevenin tanımlanması elzemdir.

Türkiye'nin düşük karbonlu çelik üretiminde öncü ülke olması fırsatı

Hurda metale yönelik olası ticaret kısıtlamaları ile ABD ve AB menşeli düzenlemelerin (sınırda karbon vergisi uygulamaları) yakın bir gelecekte yürürlüğe gireceği bir ortamda sektörün yeni pazar koşullarına uyumunu hızlandıracak şekilde harekete geçmemesi durumunda küresel ölçekte rekabet gücünü kaybetme riski vardır.

2022 yılı sonu itibarıyla Türkiye ham çelik üreticilerinin, özellikle EAF'li tesisler başta olmak üzere, üretim kapasitelerini artırma planları vardır. Ancak, enerji tüketimi ve emisyon azaltım performansını daha yukarı taşıyacak düşük karbonlu çelik üretimine (imalat süreçlerinde, metalurjik verimlilikte, hurda yönetiminde yeni teknolojik gelişmeler vb.) yönelik yatırım miktarı yeterli düzeyde değildir.

Bu nedenle, planlanan yatırımların - üreticilerin hem hammaddelerin teminindeki (demir cevheri ve hurdaya) hem de düşük karbonlu çelik üretim teknolojileri&yatırımları için finansmana erişimindeki dezavantajlı konumunu dikkate alınarak sektörün rekabet gücünü güçlendirecek şekilde tasarlanması gerekecektir.

Çelik üretimi ve tüketimi değer zincirindeki karbonsuzlaşma performansının iyileştirilmesi, düşük karbonlu çelik ürünleri talep eden pazarların talebini karşılama kapasitesini geliştirecektir. Bu yönüyle karbonsuzlaşma çabalarına ve yeni düzenlemelere "zorluktan" ziyade rekabet gücünü artıran bir fırsat olarak yaklaşılması geçiş sürecinin yönetimini kolaylaştıracaktır. Karar alıcıların ve üreticilerin, sadece çelik üretim süreçlerinde ortaya çıkan CO_2 miktarı performansına odaklanması rekabetin korunması için yeterli olmayacaktır.

Halihazırda devam eden AB iklim ve ticaret düzenlemelerine uyum çabaları, asgari yasal gereklilikleri yerine getirmenin ötesinde, çelik üreticilerinin iş güvenliği, çevre sağlığı ve enerji/kaynak verimliliği performanslarını iyileştirmesi sayesinde daha geniş toplumsal ve ekonomik yan faydalar sağlayacaktır.

1 GİRİŞ

1.1 ÇALIŞMANIN AMAÇ VE KAPSAMI

İklim değişikliğiyle mücadele yolunda 2053'te net sıfır emisyon hedefini 2021 yılında açıklayan Türkiye'nin, yüksek emisyonlu sanayi sektörlerine yönelik bağlayıcı hedeflerini tanımlaması ve bu hedeflere erişmeyi kolaylaştıracak ortamın yaratılması için bir an önce çalışmalarına başlaması gerekmektedir.

Türkiye Hükümeti, Kasım 2022 itibariyle güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanı (UKB) hedefini Kasım 2022'de yapılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 27. Taraflar Konferansı'nda (COP27) duyurmuş ve Nisan 2023'te BMİDÇS sekretaryasına sunmuştur. Yeni UKB ile 2030 yılı için daha önce %21 olan artıştan azaltım hedefi %41 olarak güncellenmiştir.[1] Bununla birlikte yüksek emisyonlu sanayi sektörlerine bağlayıcı azaltım hedefleri tanımlayan uzun dönemli bir yasal çerçeve henüz hayata geçirilmemiştir.

ENDÜSTRİYEL KARBONSUZLAŞMA DÖNÜŞÜM SÜRECİNE İLİŞKİN YOL HARİTASI İHTİYACI

Türkiye'de başarılı ve adil bir "Net Sıfır" dönüşümü sadece elektrik sektörünün karbonsuzlaştırılmasını değil, aynı zamanda ağır sanayi ürünlerinin döngüsel ekonomi prensiplerine uyum gösterecek şekilde üretilmesini ve üretim sürecinde kullanılan hammadde ve enerjinin azaltılmasını da gerektirmektedir. Ağır sanayi ürünlerinin önemli bir ihracatçısı ve tüketicisi olan Türkiye'nin, BMİDÇS-Paris Anlaşması ve Avrupa Birliği (AB) üyelik sürecinin gerekliliklerine uygun olarak hem de düşük karbonlu çelik üretiminin kural haline gelmeye başladığı bir dönemde sanayisini rekabetçi tutmak için, endüstriyel karbonsuzlaşma dönüşüm sürecine ilişkin yol haritasını belirlemesi gerekmektedir.

İstanbul Politikalar Merkezi (İPM) tarafından yürütülen "*Türkiye Çelik Sektörünün Karbonsuzlaşması Projesi*" çelik sektörünün karbonsuzlaşmasına dair ihtiyaçları ve fırsatları analiz etmeyi ve ilgili paydaşlara temel bilgi ve göstergeleri sağlamayı amaçlamaktadır.

Proje kapsamında hazırlanan bu raporda çelik sektörünün mevcut durumu ortaya konmakta ve sektörde karbonsuzlaşma çabalarına uyum düzeyi analitik veri ve değerlendirmeler yoluyla ele alınmaktadır.

RAPORUN AMACI

Türkiye'nin uzun vadeli iklim politikalarının temelini oluşturan "net sıfır emisyon" hedefi doğrultusunda, enerji sektörünün yanı sıra, **çimento, demir-çelik, petrokimya, cam-seramik ve rafin**eri sektörlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının da **önemli ölçüde azaltıl**ması gerekmektedir. Sanayi sektörleri arasında en fazla enerji tüketen ve en yüksek karbon emisyonuna neden olanlardan birisi olan demir-**çelik sektörünün** karbonsuzlaşma yönündeki dönüşümünde ihtiyaçları ve fırsatları anlamak için, sektöre özgü koşulların geçmişten bugüne doğru olarak anlaşılması gerekmektedir.

Bu kapsamda hazırlanan **"Türkiye Çelik Sektörünün Karbonsuzlaşması: Mevcut Durum"** raporu, sanayi üretiminin karbonsuzlaştırılması için yapılacak **çalışmalara bilgi** sağlamak üzere, çelik sektörünün mevcut durumunu **çelik üretimi-tüketimi değer zinciri yaklaşımıyla (hammadde çıkarılmasından nihai çelik ürünleri**nin satışına kadar) ayrıntılı şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

1 Yeni hedef, 1990 yılına kıyasla 2030 yılına gelindiğinde toplam sera gazı emisyonlarında %215'lik bir artışa tekabül etmektedir.

1.2 ÇELİK ENDÜSTRİSİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER VE SORUN ALANLARI

Çelik, demir ile az miktarda karbonun kimyasal bileşiminden oluşmuş bir üründür. Özellikle son yüz yıl içinde çelik ürünleri modern endüstriyel ekonomi içinde altyapıların ve günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir.

Çelik üreticilerinin dünya çapında ürettiği yaklaşık **2 milyar ton ham çelik,** döküm, dövme ve haddeleme prosesleri yoluyla çeşitli kimyasal bileşimlere, formlara ve ölçülere sahip binlerce çelik ürününe dönüşmektedir.

Küresel ölçekte en fazla ticareti yapılan mallardan biri olan çelik, nihai veya yarı-mamul olarak alınıp satılmaktadır. Enerji ve hammadde yoğun bir ürün olmasına karşın fiyatı göreceli olarak düşük olan ham çeliğin toplam üretimi küresel ekonomik çıktının büyüklüğü ile yakından ilişkilidir.

BİR EMTİA OLARAK ÇELİK

Çelik, çimentonun ardından kitlesel olarak en fazla üretilen emtiadır. Çelik; işlenebilirlik, çok yönlülük, sağlamlık, dayanıklılık ve maliyet etkinlik gibi özelliklere sahiptir.[2] Mühendislik ve inşaat sektörlerinde (örn. binalar, altyapı, aletler, gemiler, trenler, otomobiller, makineler ve elektrikli aletlerde) ana malzeme olarak kullanılan çelik, günümüzde en yaygın olarak kullanılan imalat malzemelerinden biridir.

Çelik endüstrisinin küresel sorun alanları

Çelik endüstrisi modern endüstriyel ekonomideki en büyük imalat endüstrilerinden birisidir. Sektör, dünya çapında 2,5 trilyon ABD dolarının üzerinde ticaret hacmine sahip olup, milyonlarca kişiyi istihdam etmektedir. Ne var ki, çelik yapım sürecinde çok büyük miktarlarda elektrik, doğal gaz ve kömür tüketilmektedir. Bu durum sektörü aynı zamanda enerji ve sera gazı emisyonu yoğunluğu bakımından ilk sıralara yükseltmektedir.

Tek başına **küresel ölçekteki sera gazı emisyonlarının %8'inden** sorumlu olan sektörün Paris Anlaşması iklim hedefleri doğrultusunda karbon ayak izini azaltması ve gerçekleşecek zorlu dönüşümün maliyetlerini yönetmesi gerekmektedir.

İklim krizi ile mücadele gerekli olan dönüşüme ek olarak, küreselleşmiş bir piyasada hareket eden çelik üreticileri rekabet baskılarından ve ulusal/küresel ticari korumacılık eğilimlerinden kaynaklanan diğer zorluklar ile karşı karşıyadır.

İçinde bulunduğumuz dönem, gelişmiş ekonomilerin endüstriyel kapasitelerini/rekabetçiliklerini korumak için piyasalara ve ticaret politikalarına (çelik gümrük tarifeleri ve kotaları) müdahale etmesiyle de öne çıkmaktadır.

1.3 TÜRKİYE KARBONSUZLAŞMA STRATEJİSİ VE ÖZEL SEKTÖRÜN POZİSYONU

Küresel çelik endüstrisinin oyuncuları özellikle 2020'den sonra, karbonsuzlaşma politikalarına uyumlu hale gelmeyi rekabetçiliklerini korumak için bir fırsat olarak algılamaya başlamıştır. Diğer taraftan, sektördeki oyuncular yeni iklim politikalarının rekabet açısından "dezavantaj" getirmesini önlemeye çalışmakta ve teknolojik gelişmeler için finansal destek aramaktadırlar. Büyük çelik üreticisi ülkelerdeki bu yaklaşım Türkiye'deki çelik üreticileri için de geçerlidir.

Türkiye çelik endüstrisi ham çelik üretiminde hurda çeliğe dayalı tesislerin payının yüksek olmasının avantajlarının (daha düşük sermaye yatırımları ve işletim maliyetleri, ham çelik üretiminde düşük karbon yoğunluğuna sahip olmanın göreceli avantajı) ve dezavantajlarının (hurda[3] ithalat bağımlılığı ve elektrik şebekesinin CO_2 emisyon yoğunluğu) farkındadır.

2 John Bailey, "Science of Key Building Materials—Cementitious Substances, Iron and Steel," in *Inventive Geniuses Who Changed the World* (2021), 341–61, https://doi.org/10.1007/978-3-030-81381-9_14.

3 Çelik hurdası; yıkılan yapılar, ömrünü tamamlamış araçlar, makineler ve çelik üretimindeki ürün kayıplarından gelmektedir.

DÜŞÜK KARBONLU ÇELİK NEDİR?

Dünya Çelik Birliği (worldsteel), düşük karbonlu çeliği *"geleneksel* çelik üretimindekinden *önemli ölçüde daha az CO_2 emisyonuna yol açan teknoloji ve uygulamalar kullanılarak üretilen çelik"*[4] olarak tanımlamaktadır.

Karbonsuzlaşma planlarında mevcut durum

Nisan 2023'te UKB'sini BMİDÇS sekretaryasına sunmuş olan Türkiye, henüz sanayi sektörü için uzun vadeli bağlayıcı azaltım hedeflerini içeren endüstriyel karbonsuzlaşma mevzuatı için (karbon vergisi ve emisyon ticareti dahil) gerekli adımları henüz hayata geçirmemiştir.

Diğer taraftan, 2023 yılı sonu itibariyle geçerliliğini yitirecek olan ulusal iklim eylem planının 2030 yılına kadar geçerli olacak şekilde güncellenmesi ve ilk defa uzun vadeli bir ulusal iklim stratejisi (2050 yılı) hazırlanması için çalışmalar devam etmektedir.

Ulusal ölçekli yürütülen çalışmaların[5] yanı sıra, uluslararası finans/kalkınma kuruluşlarının desteğiyle sektöre özgü karbonsuzlaşma yol haritalarının geliştirilmesi için çalışmalar[6] da bulunmaktadır.

Özel sektörün pozisyonu

Türkiye'de çelik üreticileri küresel pazarlara erişim için düşük karbonlu çelik üretimine olan ihtiyacın ve zorlukların farkındadır. Ayrıca, çelik üreticileri daha şimdiden AB ve ABD'deki pazar paylarını azaltan ve halen sürmekte olan koruma önlemleri, gümrük tarifeleri, anti-damping ve ek gümrük vergisi vakalarıyla uğraşmaktadırlar.

Özel sektör, AB'ye uyumlu ulusal iklim azaltım mevzuatının geliştirilmesinde diğer çevre politikalarına ve düzenlemelerine kıyasla daha proaktif görünmektedir. Endüstri temsilcileri AB Yeşil Mutabakatına ve Sınırda Karbon Denkleştirme Mekanizmasına (SKDM) uyum sağlamak için hükümetten daha hızlı bir takvim ve rekabet güçlerini korumak için sınırları tanımlanmış bir oyun alanı istemektedir.

Öte yandan, iklime ilişkin politikalar haricinde, Türkiye çelik üreticilerinin atık yönetimi, hava kirliliği ve işçi sağlığı ve güvenliği mevzuatının uygulanması ve etkili kılınmasıyla ilgili performanslarını geliştirmeleri gerekmektedir.

4 Andrew Purvis and Nicholas Walters, "Blog: What We Mean When We Talk about Low-Carbon Steel," worldsteel, 12 Nisan, 2021, https://worldsteel.org/media-centre/blog/2021/blog-low-carbon-steel-meaning.

5 "***Türkiye Çelik Sektörü Raporu: Üretim, Ticaret ve Karbonsuzlaşma Süreci***" çalışması: Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği (SEFIA) tarafından hazırlanan rapor Türkiye çelik sektörünün karbonsuzlaşmasına ilişkin sürecin analizi ile sektörün eğilimlerini, darboğazlarını ve fırsatlarını belirlemeye çalışmıştır. SEFIA. "Türkiye Çelik Sektörü Raporu: Üretim, Ticaret ve Karbonsuzlaşma Süreci." SEFIA, 2021. https://sefia.org/arastirmalar/turkiye-celik-sektoru-raporu-uretim-ticaret-ve-karbonsuzlasma-sureci/.
"*Türkiye Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası (TYH)" çalışması*: Ticaret Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen Yeşil Mutabakat Eylem Planı kapsamındaki "Teknolojik Dönüşüm/Gelişim İhtisas Çalışma Grubu", Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TÜBİTAK sorumluluğunda "Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası (TYH)" çalışmalarını 2021 yılında bu yana sürdürülmektedir. TYH çalışmaları belirlenen 6 pilot sektörde (Demir-Çelik, Alüminyum, Çimento, Plastikler, Kimyasallar ve Gübre) yürütülmektedir. Bu belge kapsamında 6 farklı kategori altında "Demir-Çelik Sektörünün Yeşil Dönüşümü için Teknolojik İhtiyaçlar ve Çözümler" tanımlanmıştır.

6 "***Türkiye Çelik Sektörü için Düşük Karbonlu Yol Haritası Projesi***": Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı yararlanıcısı, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın (EBRD) fonlayıcısı olduğu "Türkiye Çelik Sektörü için Düşük Karbonlu Yol Haritası" projesi 2022 Mayıs ayında hayata geçirilmiştir. Proje sonucunda Türkiye çelik sektörünün sera gazı emisyon azaltımına ilişkin teknoloji seçenekleri, maliyetler ve politika önerilerinin paylaşılması beklenmektedir.

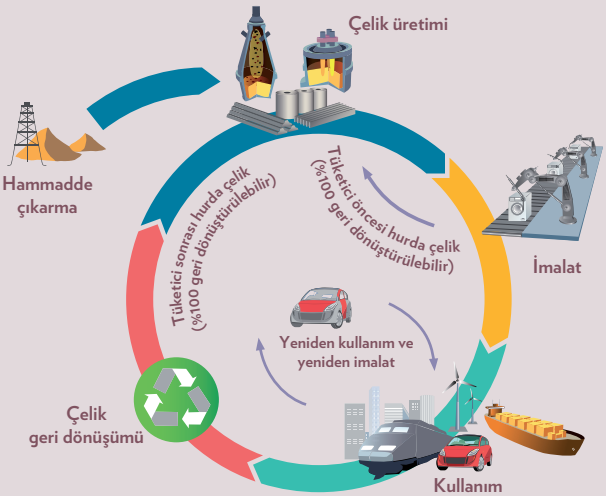
2 ÇELİK YAPIMI

Bu bölümde çelik yapımı ve çelik piyasası yapısının hakkında kısa bilgiler verilmekte ve çelik üretiminin temel aşamaları özetlenmektedir.

2.1 ÇELİĞİN YAŞAM DÖNGÜSÜ

Çeliğin yaşam döngüsünde dört ana evre vardır: ham çelik üretimi, nihai çelik ürünlerinin üretimi, çelik ürünlerinin kullanımı ve hurda çeliğin geri dönüşümü (**Şekil 1**). Çeliğin yaşam döngüsündeki önemli süreçler ve bileşenleri aşağıda sunulmuştur.

Şekil 1 – Çeliğin yaşam döngüsü (Kaynak: worldsteel[7])



Madencilik	Girdiler	Ürünler	Nakliye	Son Kullanıcılar
• Kömür • Kireçtaşı • Demir cevheri	• Metalik demir (sinter, pelet) • Kireçtaşı • Kok kömürü • Elektrik • Doğal Gaz • Oksijen • Hurda çelik • Su	• Slab, Kütük • Yassı ve Uzun nihai ürünler • Borular	• Karayolu • Denizyolu • Demiryolu • Havayolu	• İnşaat • Altyapı • Otomotiv • Ulaşım • Gemi inşa • Mekanik ve elektrikli ekipman

7 "Life Cycle Thinking," worldsteel, erişim 2 Temmuz, 2022, https://worldsteel.org/steel-topics/life-cycle-thinking.



2.2 ÇELİK ÜRETİM PROSESİ TEKNOLOJİSİ

2.2.1 Çelik üretim yöntemleri

Ham çelik üretimi için yaygın olarak kullanılan iki temel yöntem vardır:

- **Yüksek Fırın (BF)/Bazik Oksijen Fırını (BOF) – BF-BOF:** Entegre çelik üretim prosesi olarak da bilinen, BF/BOF teknolojisine dayalı üretimde, demir cevherinden ham çelik üretilir. BF ünitesi demir cevherini pik demire/sıcak metale dönüştürür; BOF ünitesinde ise pik demir/sıcak metal çeliğe dönüştürülür.[8]
- **Elektrik Ark Ocağı (EAF) ile üretim – EAF**: Bu yöntemde, EAF ünitesinde daha önceden indirgenmiş durumda olan demir (hurda çelik veya cevher bazlı demir metalleri) kullanılarak yeni ham çelik üretilir:
  - **Hurda - EAF** üretim rotası: Bu üretim rotasında, EAF ünitesi hurda çeliği ergiterek oluşan sıvı çelik yeni çelik ürünlerine dönüştürülür.
  - **Doğrudan İndirgenmiş Demir (DRI) - EAF** üretim rotası: EAF ünitesi, doğrudan indirgenmiş demir cevheri bazlı metalleri (pik demir, sünger demir-**DRI** veya sıcak briketlenmiş demir-**HBI**) ergitir ve oluşan sıvı çelik yeni çelik ürünlerine dönüştürülür.[9]

Demir cevherine dayalı ham çelik üretimi birincil üretim, hurda çeliğe dayalı ham çelik üretimi ikincil üretim olarak adlandırılmaktadır.

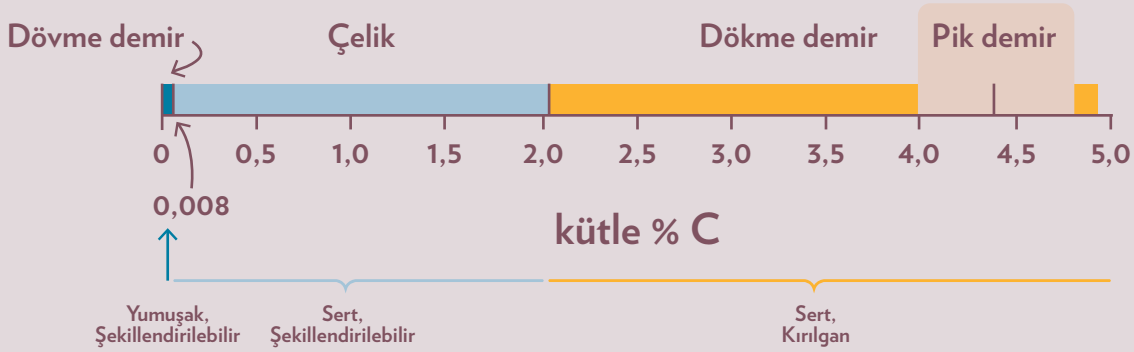
8 BF-BOF yöntemi genellikle hammaddelerin tüm dönüşüm aşamalarını (metalürjik kömürün koka, demir cevheri ve kokun pik demire, pik demirin çeliğe dönüştürülmesi) kapsar. Bu nedenle, "entegre çelik üretimi" olarak da adlandırılır.

9 DRI-EAF üretim prosesi demirin ergime noktası altındaki reaksiyon sıcaklığı ile demir cevherini doğrudan katı durumda indirger.
Bu proseste, doğal gaz (gaz bazlı DRI) veya kömürden (kömür bazlı DRI) çıkan ve H_2 ile CO karışımı olan indirgeme gazlarına "singaz" adı verilmektedir. Kaynak: Zhiyuan Fan and S. Julio Friedmann, "Low-Carbon Production of Iron and Steel: Technology Options, Economic Assessment, and Policy," Joule 5, no. 4 (2021): 829–62, https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.02.018.

KUTU 1 – DEMİR VE ÇELİK ÜRETİMİ PROSESLERİ[10]

Demir izabesi, kalay ve bakır izabesine (MÖ 5500) kıyasla daha yeni (MÖ 1300) bir metalürji teknolojisidir. Demir, odun kömürü veya kömür gibi bir indirgeyici madde ile reaksiyona girdiğinde, çok yüksek sıcaklık koşullarında karbonu hızla absorbe ederek ergimeye başlar. Bu proses sonucunda, yaklaşık %4,5 karbon içeren dökme demir (pik demir – bir demir ve karbon alaşımı) elde edilir. Çelik, şekillendirilebilirlik özelliği ve daha düşük karbon içeriği ile dökme demirden ayırt edilir (**Şekil 2**).

Şekil 2 – Çelik ve dökme demirin özellikleri[15]



Demir üretim prosesi (=Demir cevheri + Isı + Oksijen + Karbon)

Demir cevherini (demir oksit) metalik demire dönüştürme teknolojileri aşağıda özetlenmiştir. Bu proseslerde kullanılan diğer girdiler de listelenmiştir.

- **Yüksek fırın (BF) yöntemi:** Bu yöntemde, demir cevherinin indirgenmesi aşamasında indirgeyici madde olarak metalürjik kömür kullanılır. Diğer girdilerin de yüksek fırına beslenmesi sonucu Pik Demir elde edilir. (Demir Cevheri + Kok Kömürü + Kireç Taşı + basınçlı sıcak hava beslenmesi + basınçlı sıcak havaya petrol, doğal gaz ve pulverize kömür ekleme= Pik Demir)
- **Doğrudan indirgeme yöntemi**: Doğrudan indirgeme yoluyla demir üretim yönteminde, indirgeyici bir madde (doğalgaz ya da kömür) kullanılarak demir cevheri (büyük parçalar, peletler veya ince taneler halinde) katı durumunda indirgenir. Bu üretim rotasında genellikle indirgeyici madde olarak doğal gaz kullanılır. Doğrudan indirgeme tesislerinde, doğrudan indirgenmiş demirin (sünger demir) üretimini takiben EAF ünitelerinde çelik üretimi gerçekleştirilir.

10 "Ferrous Technology I Course," Pohang University of Science and Technology, 2022. https://www.coursera.org/learn/ferrous-technology-1.

KUTU 1 – DEMİR VE ÇELİK ÜRETİMİ PROSESLERİ (DEVAM)

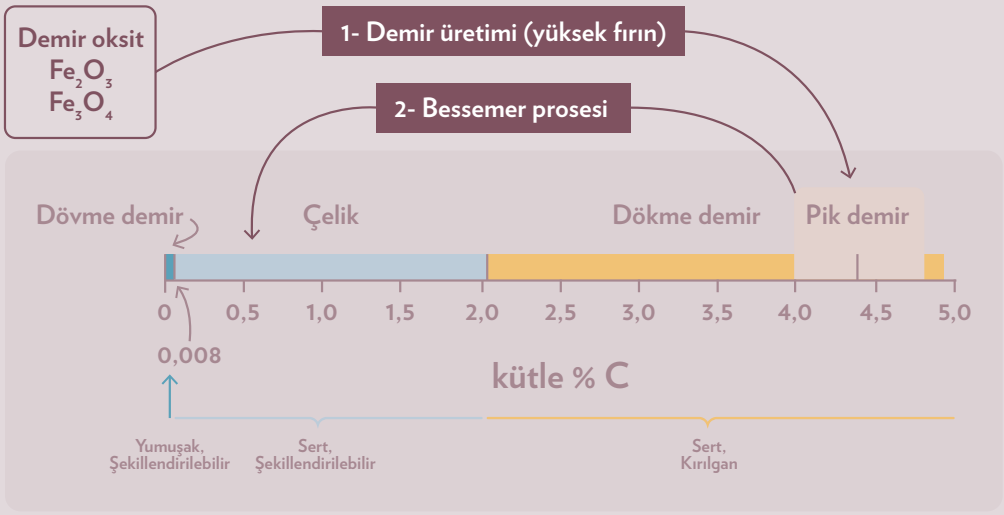
Çelik üretim prosesi

Sıvı çelik, entegre demir-çelik tesislerinde BOF ünitesinde, EAF'li tesislerde ise EAF ünitesinde üretilir. (**Şekil 3**). Bu iki yöntemdeki temel girdiler şunlardır:

- **Bazik oksijen fırını (BOF) – Çelik üretim prosesi:** Bu prosesteki temel girdiler şunlardır: pik demir, hurda çelik, kireçtaşı ve oksijen
- **Elektrikli ark ocağı (EAF) – Çelik üretim prosesi:** Bu prosesteki temel girdiler şunlardır: Hurda çelik, DRI/HBI, pik demir, elektrik akımı (elektrik arkı üreten elektrotlar) ve doğal gaz.

Tablo 1'de demir üretimi ile çelik üretimi prosesindeki temel kimyasal detaylar sunulmuştur.

Şekil 3 – Demir ve çelik üretimi prosesleri[10]



Tablo 1 – Demir üretimi ile çelik üretimi prosesine genel bakış[10]

Parametre	Demir yapımı	Çelik yapımı
Ana hammadde	Demir cevheri	Pik Demir/Sıcak metal
Ana ürün	Sıcak metal	Sıvı çelik
Kimyasal işlem ortamı	İndirgenme reaksiyonu	Oksitlenme reaksiyonu
Uzaklaştırılan element	Oksijen	Karbon
Elementel kaynak	Karbon	Oksijen
İşlem sıcaklığı	25°C ila 2.200 °C	1.300 °C ila 1.700 °C
İşlem tipi	Sürekli proses	Kesikli proses

2.2.2 Ham çelik üretim tesisi tipleri

Dünyadaki ham çelik üretimine iki tip temel çelik üretim tesisi hakimdir:

- BF-BOF yöntemini kullanan (büyük ölçekli) **entegre demir-çelik tesisleri,**
- Hurda çelik veya DRI'nin ergitildiği EAF ocakları ile üretim yapan **mini çelik tesisleri.**

Bu tesislerde gerçekleştirilen çelik üretimlerindeki ortak ve farklı süreçler aşağıdaki tabloda (**Tablo 2**) özetlenmiştir:

Tablo 2 – Entegre tesisler ile EAF'li üretim tesislerinin karşılaştırması

	Hammadde hazırlama (sinterleme, koklama)	Demir üretimi (cevherin sıvı demire dönüştürülmesi)	Çelik üretimi (pik demirin sıvı çeliğe dönüştürülmesi)	Döküm (sıvı çeliğin katılaştırılması)	Haddeleme (nihai ürünler)
Entegre Demir-Çelik Tesisleri (BF/BOF'ler)	√	√	√	√	√
Mini Çelik Tesisleri (EAF'ler)	X	X	√	√	√

Temel üretim yöntemlerinde kullanılan farklı hammaddeler **Tablo 3**'te özetlenmiştir:

Tablo 3 – Temel üretim yöntemlerinde kullanılan farklı hammaddeler

Girdi Kategorisi	Girdiler	Girdi Detayı
Hammadde	Demir cevheri	Entegre tesislerde kullanılacak olan demirin en ham formu, doğrudan madencilik faaliyetlerinin ürünü
	Sinter veya pelet	Nakliyesi ve işlenmesini kolaylaştıran aglomere edilmiş demir cevheri
Cevher bazlı metaller (OBM) –işlenmemiş malzeme	Pik demir	Yüksek fırında üretilmiş olan yüksek karbon içerikli indirgenmiş demir
	Doğrudan indirgenmiş demir (DRI)	Yüksek ergime sıcaklığına ulaşmadan indirgenmiş demir. (Önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlar.)
	Sıcak briketlenmiş demir (HBI)	Nakliye ve depolamayı kolaylaştıran briketlenmiş DRI formu
Proses Malzemeleri	Kok kömürü	Entegre demir-çelik tesisleri, kömürü BF/BOF üretim yöntemiyle çelik yapımında yüksek fırın yakıtı olarak vazgeçilmez bir girdi olan metalürjik kömür formunda kullanırlar. Metalürjik (met) kömür; kok kömürü (sert, orta ve yarı yumuşak) ile pulverize kömür enjeksiyonunu (PCI) içerir.
	Kireçtaşı	Kireçtaşı, yüksek fırın prosesinde cüruf oluşturan bir katkı malzemesidir. Kireçtaşı, cevherden asidik safsızlıkları uzaklaştırır.
Geri dönüştürülmüş malzeme	Demir ve çelik hurdası	Çelik Hurdası *i) çelik ürün imalatından gelen* ve *ii) çelik kullanımından artakalan geri dönüştürülebilir malzemeleri* (otomobiller, ev aletleri ve inşaat malzemeleri vb.) kapsar. Hurda malzemeler yoğunluklarına, kirletici içeriklerine ve kaynakları ile metalürjik özelliklerine göre çeşitli kategorilere ayrılabilir.
Diğer	Elektrotlar ve refrakter malzemeler (yardımcı malzemeler)	Hammaddeler, hurda ergitmek için kullanılan girdilerden olan elektrotlar ve yüksek sıcaklıklara çok dayanıklı olan refrakter malzemeler gibi yardımcı malzemelerden ayırt edilmelidir.

2.2.3 Demir cevherinin entegre demir-çelik tesislerinde kullanımı

Demir cevheri, demir içeriğinin ticari olarak kullanılabilir olduğu doğal demiri içeren mineral için kullanılan bir terimdir. Demir ve çelik endüstrisinin en önemli girdisi olan demir cevheri entegre tesislerde yüksek fırınlara beslenmeden önce çeşitli ön işlemlerden geçirilmektedir (**Kutu 3 ve 4**).

Toz cevherin yüksek fırın tesislerinde kullanılabilmesi için sinter tesisinde işlenerek **sintere** dönüştürülmesi gerekmektedir. Aynı şekilde, düşük tenörlü demir cevherleri de zenginleştirilerek yüksek tenörlü cevhere dönüştürüldükten sonra yüksek fırın tesislerinde kullanılmak üzere pelet tesislerinde **peletlere** dönüştürülür.

Her 1 ton ham çelik üretimi (BOF) için yaklaşık 1,5 ton demir cevheri tüketilmektedir.

KUTU 2 – DEMİR CEVHERİ MİNERALLERİ

Demir elementi (Fe) doğada kullanılabilir metalik bir formda bulunmaz. Çeliğin elde edildiği metalik demirin demir cevherinden elde edilmesi gerekir. En yaygın demir cevherleri hematit ve manyetittir.

Demir cevheri mineralleri

Demir cevheri minerali	Formülü	Demir (Fe) Oranı %
Hematit	Fe_2O_3	69,9
Manyetit	Fe_3O_4	74,2
Gotit/Limonit	$HFeO_2$	63
Pirit	FeS	46,6
İlmenit	$FeTiO_3$	36,8



KUTU 3 – FARKLI DEMİR CEVHERİ TİPLERİ VE DEMİR CEVHERİ KALİTESİ[11]

- **Tüvenan cevher** (işleme sokulmamış cevher): Maden ocağından doğal halde çıkarılmış ve herhangi bir işleme tabii tutulmamış cevher.
- **Parça cevher**: Kırılıp elendikten sonra ayrılan 10-150 mm büyüklüğündeki cevher.
- **Toz cevher**: Büyüklüğü 0-10 mm arasında olan cevher.
- **Sinterlik cevher**: 0,15 mm elek altı en çok %10, 6,35 mm elek üstü en çok %5 olan 0,15-6,35 mm boyutları arasındaki cevher.
- **Pelet:** Zenginleştirme amacı ile belirli boyuta kadar öğütülmüş ve sinterlenemeyecek boyuttaki cevher konsantresinin aglomera edilerek 4-16 mm arasında boyutlandırılmış ve ısı işlemi ile yüksek fırında kullanılabilecek dayanıma getirilmiş şekli.
- **Sinterlik konsantre cevher**: 2-25 mm boyutlarındaki zenginleştirilmiş cevher.
- **Kalibre cevher**: Büyüklüğü 10-30 mm olan cevher.

Demir cevheri kalitesi (Grade)

Cevherin kimyasal kompozisyonu ('sınıfı'), değerini belirleyen ana unsurlardan birisidir. Daha yüksek demir içeriği genellikle daha yüksek bir piyasa değeri anlamına gelir. Yüksek demir içeriğine sahip olmanın yanı sıra, istenmeyen safsızlıkların (silis, alüminyum oksit, fosfor ve kükürt gibi) düşük seviyede olması da ham çelik üreticileri tarafından tercih edilmektedir. Safsızlıkların büyük miktarlarda bulunması verimliliği ve/veya çelik kalitesini etkileyebilmektedir.

(Kaynak: "*Yüksek Sınıf Demir Cevheri Piyasasını Anlamak*" – Fastmarkets, 2021)

11 "Demir," MTA Genel Müdürlüğü, erişim 24 Haziran, 2022, https://www.mta.gov.tr/v3.0/metalik-madenler/demir.

KUTU 4 – ENTEGRE TESİSLERDE ÇELİK ÜRETİMİNDE KULLANILAN DEMİR CEVHERİ ÜRÜNLERİ VE HAZIRLANMA SÜREÇLERİ[12]

Demir cevheri ürünleri iki ana kategoriye ayrılabilir:

- doğal olarak demirce zengin doğrudan kullanılan demir cevherleri (DSO) ve
- zenginleştirilmiş (işlenmiş) cevherler.

DSO'lar: Ağırlıklı olarak Avustralya'nın Pilbara ve Brezilya'nın Carajas bölgeleri gibi, jeolojik süreçlerin %55 ilâ %65 demir içeriği seviyelerini mümkün kıldığı alanlardan çıkartılan parça demir cevher (>6,3mm) ve sinter toz cevheridir (<6,3mm). Bu cevher tipleri müşterilere doğrudan sevk edilmeden önce çok az işlem gerektirir (sadece öğütme ve eleme). Yüksek kalitede DSO üreten bölgeler sınırlı olup genellikle hematit tipinde mineralleri barındırmaktadır.

- **Sinterleme**: Parça cevherler doğrudan yüksek fırına beslenebilirken, toz cevherlerin "sinterleme" olarak bilinen ve **'sinter'** adı verilen ham pelet kümelerini oluşturan bir prosesten geçmesi gerekir. Bu adım, indirgeyici gazların boğulmasını önlemek amacıyla yüksek fırın yükünün geçirgenliğini muhafaza etmek için gereklidir.

Zenginleştirilmiş (işlenmiş) cevherler: Demir cevheri konsantreleri, demir içeriklerinin zenginleştirilmesi ve safsızlık seviyelerinin düşürülmesi için mekanik olarak işlenir. Konsantreler, çıkarıldıkları yerin jeolojisine bağlı olarak, manyetit, hematit veya ikisinin karışımı olabilmektedir. Dünya çapında daha düşük in-situ kalitesinde (genellikle yaklaşık %20-40 demir içeren) -yer çekimiyle ya da manyetik ayırma kullanılarak- zenginleştirme prosesleri yoluyla saflıkları %65'e kadar arttırılabilen bol miktarda demir cevheri kaynağı bulunmaktadır. Konsantreler, pelet üretmek (üretici veya tüketici tarafından) için daha ileri işleme tabi tutulur veya doğal toz demir cevherlerine ikame sinter olarak satılabilir.

- **Peletleme:** Konsantreler yüksek fırına verilmeden önce aglomerasyon da gerektirmektedir. Çok küçük boyutlu konsantreler ('pelet besleme') peletleme için uygundur. Peletleme prosesi, parça cevher veya sintere göre daha yüksek kalitede ve doğrudan beslenebilen daha değerli ürün ortaya çıkarır.

12 Bu bölüm "Yüksek Sınıf Demir Cevheri Piyasasını Anlamak - Fastmarkets, Mart 2021" raporuna dayanmaktadır. "Understanding the High-Grade Iron Ore Market 2021," Fastmarkets, 2022 https://pearlgulliron.com.au/wp-content/uploads/2021/09/Understanding_the_high-grade_iron_ore_market_Fastmarkets.pdf.

2.2.4 Entegre demir çelik tesislerinde kömür kullanımı

Entegre demir-çelik tesisleri kömürü, BF-BOF üretim rotasındaki çelik yapımında yüksek fırın yakıtı olarak vazgeçilmez bir girdi olan **metalürjik kömür** formunda kullanırlar (**Kutu 5**). Metalürjik (met) kömür koklaşabilir kömür (sert, orta ve yarı yumuşak) ile pulverize kömür enjeksiyon (PCI) kömürünü kapsar.

2.2.5 EAF'de gerçekleşen prosese ait kütle dengesi

Hurda-EAF üretim rotasında ham çelik üretiminin 4 ana adımı vardır: hurda sepetlerinin doldurulması, hurdanın ergitilmesi, ısıtma ve rafinasyon, son olarak da döküm.[14]

Kutu 6'da, EAF ünitesinde gerçekleşen prosese ait kütle dengesi detayı sunulmuştur.

KUTU 5 – ENTEGRE TESİSLERDE KOK YAPIM PROSESİ

Kok yapım prosesi entegre demir-çelik tesislerindeki temel işlemlerden biridir. Bu proseste, demir cevherini, peletleri ve sinteri indirgemek ve ergitmek için gereken geçirgenlik, ısı ve gazları sağlayan yüksek enerji değerine sahip bir ürün olan kok (gözenekli, %90-93 karbon konsantrasyonuna sahip) hazırlanır. Kok ayrıca karbür, demirli alaşımlar ve diğer bileşikler üretmek için de kullanılır. Kok hazırlama prosesinde yan ürün olarak şu temel uçucu maddeler elde edilir: kok fırını gazı (COG), katran, amonyum sülfat, benzol, toluen ve neft.[13]

Kok yapımı, proses bazlı ürünler ve atıklar (tehlikeli hidrokarbonlar, atık su, vd.) için uygun çevre ve atık yönetimi uygulamaları gerektirir.



Demir-çelik endüstrisi, sanayi sektörünün en büyük kömür tüketicisi olarak bilinir.

1000 kg çelik üretmek için ortalama 600 kg kok kullanılmaktadır.

13 Günümüzde karbon emisyonlarını azaltmak için, yüksek fırınlara kokun yerine bir dereceye kadar doğal gaz da eklenmektedir. https://www.steel.org/steel-technology/steel-production/

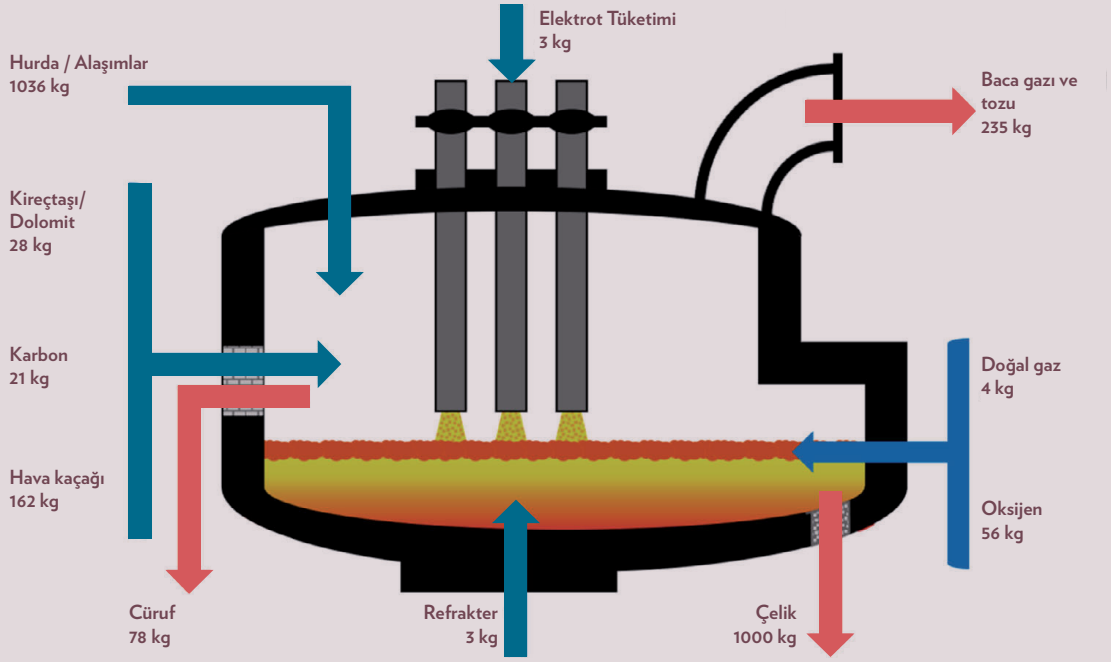
14 Thomas Hay, Ville-Valtteri Visuri, Matti Aula, and Thomas Echterhof, "A Review of Mathematical Process Models for the Electric Arc Furnace Process," *Steel Research International* 92, no. 3 (2020): 2000395, https://doi.org/10.1002/srin.202000395.

KUTU 6 – EAF'DE GERÇEKLEŞEN PROSESE AİT KÜTLE DENGESİ

Hurda-EAF üretim rotasına sahip tesislerde, temel besleme stoku olan hurda ergitilir ve ardından oluşan sıvı çelik ham çelik üretmek üzere rafine edilir. Hurdaya ek olarak, HBI ve DRI veya sıcak metal de kullanılabilir.

EAF çelik üretim prosesi: hurda sepetlerinin doldurulması → hurdanın ergitilmesi → ısıtma ve rafinasyon ve döküm.

Şekil 4 – EAF prosesinin kütle dengesi (1 ton ham çelik için)[14]



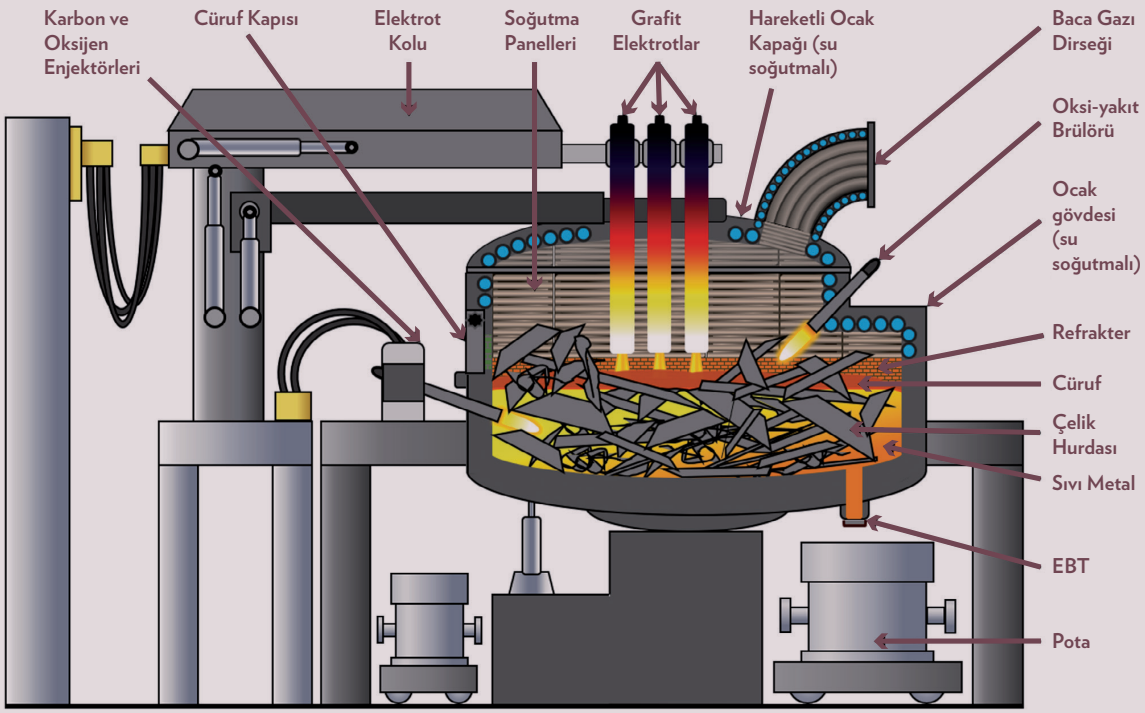
Hurda-EAF üretim rotasında enerji aşağıdakiler vasıtasıyla sağlanır:

- **Elektrotlar** (DC fırınlar= bir adet elektrot ve arka sahip veya AC fırınlar=üç elektrot ve çok sayıda arka sahip)
- **Oksi-yakıtlı brülörler** ve
- **Kimyasal reaksiyonlar** karbon ve oksijenin ergiyik metal ile cürufa enjekte edilmesiyle kolaylaştırılır.

KUTU 6 – EAF'DE GERÇEKLEŞEN PROSESE AİT KÜTLE DENGESİ (DEVAM)

Doğal gaz veya petrol gibi yakıtlar kullanan oksi-yakıtlı brülörler, ergitme sırasında soğuk noktaların etrafındaki hurdanın ergimesini kolaylaştırarak verimi arttırır. Yanabilir kirleticiler ve karbon ark ocağında kısmen yanarak açığa yanıcı gazlar çıkarır. Bu gazların ocak içinde tekrar yanmasına olanak sağlamak için oksijen enjekte edilerek baca gazıyla birlikte kaybedilecek enerjinin belirli bir miktarı geri kazanılır.

Şekil 5 – EAF ünitesinin şematik gösterimi (alternatif akımlı fırın)[14]



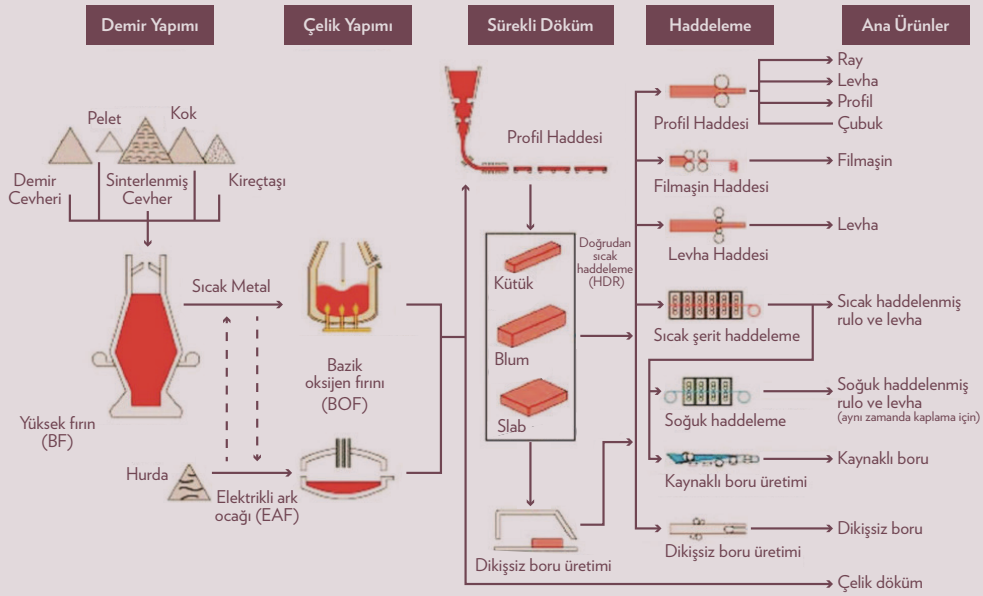
2.2.6 Çelik üretim prosesinin özeti

Şekil 6'da farklı ham çelik üretim rotaları üretim proseslerinin temel adımlarına ve ham çelikten nihai ürünlerin üretildiği aşamalara (sürekli döküm, haddeleme) ait detaylar sunulmuştur (**Kutu 7**).

KUTU 7 – ÇELİK ÜRETİM PROSESİ AŞAMALARI

Aşağıdaki şekilde ham çelik üretimi aşamalarına ve ham çelikten nihai ürünün üretildiği aşamalara (sürekli döküm, haddeleme) ait detaylar sunulmuştur.

Şekil 6 – Çelik üretim/imalat prosesi ve çelik ürünleri[17]



(Kaynak: Demir Teknolojisi I Ders Slaytları, Pohang Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Pohang Bilim ve Teknoloji Üniversitesi)

Çelik üretimi temel adımları her iki tip üretim rotasında da büyük oranda aynıdır:

i) **Hammadde hazırlık adımları:** BF-BOF üretim rotasında; demir cevherinin sinter veya pelete, koklaşabilir kömürünün koka dönüştürülme prosesi, kireçtaşı ve hurdaların yükleme-boşaltma işlemleri gerçekleştirilir. Hurda-EAF rotasında ise EAF'ye beslenecek hurda çeliğin hazırlanması işlemleri yapılır.

ii) **Demir yapımı**: BF-BOF üretim rotasında demir cevheri elementel demire indirgenir ve pik demir elde edilir.

iii) **Çelik yapımı**: Bu proseste pik demir/sıcak metal ve hurda çelik ham çeliğe dönüştürülür.

iv) **Döküm**: Ham çelik katı biçime dönüştürülür (Kütük, blum, slab).

v) **Haddeleme:** Sürekli döküm makinelerinde elde edilen ara ürünler haddehanelerde işlenerek yassı veya uzun ürünler ve nihai çelik ürünleri elde edilir. Üretilecek nihai ürünün doğasına göre, haddehanelerde girdi olarak kütük veya slab kullanılır. Kütük uzun ürünlerin slab ise yassı ürünlerin üretilmesinde kullanılır.

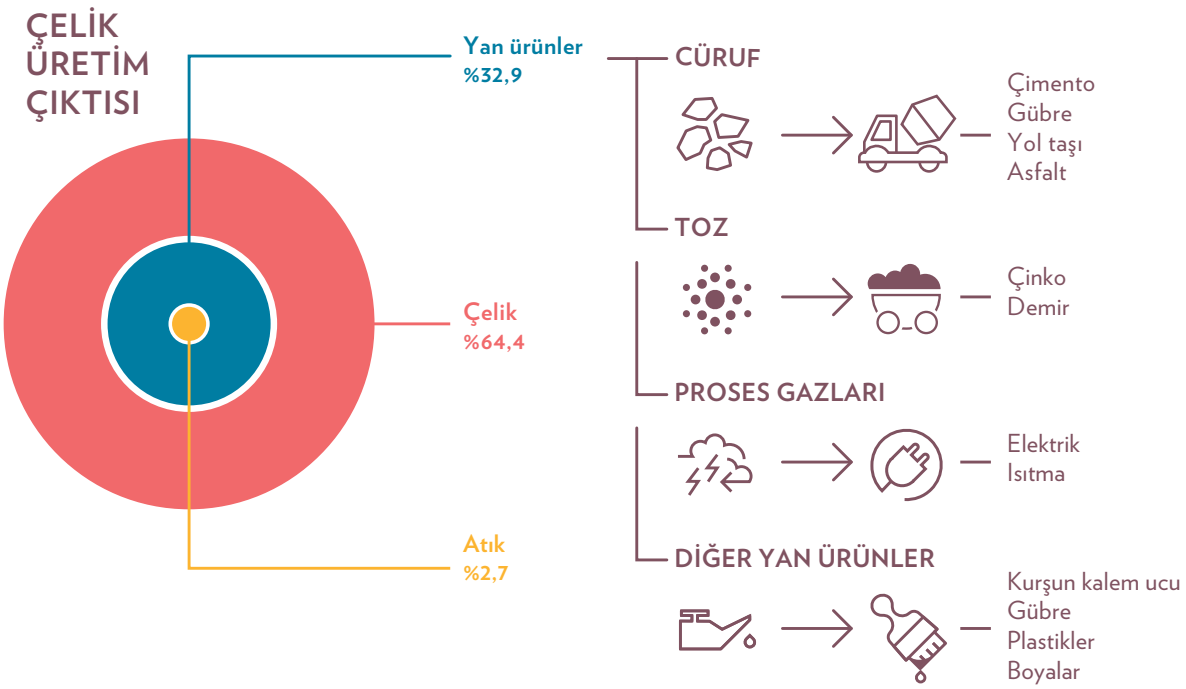
2.3 ÇELİK ÜRETİMİNİN YAN ÜRÜNLERİ

Ham çelik üretim endüstrisi sadece çelik kullanıcısı sektörler için nihai ürünler değil, aynı zamanda kendi üretim proseslerinde ve/veya diğer sektörlerde yaygın olarak kullanılabilecek yan ürünler[15] (proses gazları, toz, cüruf, kimyasallar, enerji) de üremektedir. Demir ve ham çelik üretimi sırasında oluşan katı yan ürünlerin kütlece %90'ı cüruf olarak ortaya çıkmaktadır.

Çelik üretimi prosesinden elde edilen yan ürünlerin yaklaşık %90'dan fazlası tekrar kullanılmakta veya geri dönüştürülebilmektedir (**Şekil 7**).



Şekil 7 – Çelik üretimi sırasında oluşan yan ürünler (Kaynak: worldsteel[16])



15 Dünya Çelik Birliği (worldsteel) "yan ürünler" kavramını şu şekilde tanımlamaktadır: Yan ürün; ana ürünün imalatına paralel olarak ortaya çıkan veya ana imalat süreci sonucunda ikincil bir ürün olarak oluşan potansiyel değeri olan malzemelerdir.

16 "Steel - The Permanent Material in the Circular Economy," Worldsteel. 2016, https://worldsteel.org/publications/bookshop/steel-permanent-circular-economy/

2.4 ÇELİK PİYASASI VE SEKTÖREL TÜKETİM

Küresel çelik endüstrisi ve çelik piyasaları ham çelik üretim dinamiklerinde ve nihai çelik ürünlerinin ticaretinde önemli rol oynamaktadır. Uluslararası aktörler ve ülkeler tarafından takip edilen ekonomi politikaları, çelik ürünlerini kullanan endüstriyel sektörlere ait üretim miktarı ile altyapı yatırımları çelik piyasasının toplam hacmini doğrudan etkilemektedir.

Küresel ölçekte ham çelik kullanımı

2021 yılı worldsteel verilerine göre, dünya genelinde **1,84 milyar ton** çelik kullanılmıştır (**Şekil 8**):

- Çelik tüketiminin yarısından fazlası (%52) binalar ve altyapı sektöründen kaynaklanırken (uzun kullanım ömrüne sahip),
- Mekanik ve elektrikli ekipman (%19) ile otomotiv sektörleri (%12) toplam tüketimin üçte birini oluşturmaktadır.

2021 itibariyle, küresel ham çelik üretimi yaklaşık 2 milyar tona ulaşmıştır ve bu rakamın 2050 yılında 2,5 milyar tona ulaşması beklenmektedir.[17]

Çelik piyasası, üreticilerin yanı sıra çelik ticareti oyuncularından çelik tüketicisi sektörlere geniş bir yelpazedeki çok sayıda aktörü içerir (**Tablo 4**).

Şekil 8 – 2021 yılı sektörel çelik tüketimi verileri[18]



Tablo 4 – Çelik piyasası aktörleri ve çelik kullanıcıları

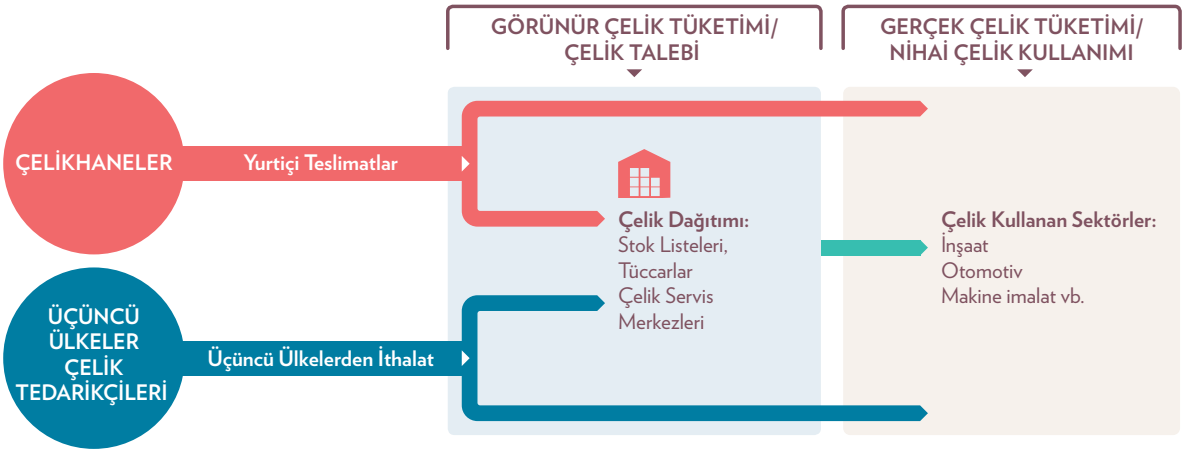
Çelik Piyasası Aktörleri	Çelik Kullanıcıları	Ürünler
Çelik tüccarları Çelik satış ve müşteri yöneticileri Çelik lojistik ve operasyon yöneticileri Çelik alıcıları	Havacılık ürünleri üreticileri Otomobil üreticileri İnşaat endüstrisi Savunma ürünleri üreticileri Elektrikli ev eşyaları üreticileri Enerji ve elektrik sektörü Mekanik/endüstriyel ekipman üreticileri Ambalaj ve mutfak eşyaları üreticileri Demiryolu altyapı operatörleri Tersaneler	Sürekli döküm ürünleri Yarı mamul ürünler Nihai çelik ürünleri

17 Johanna Lehne, Sha Yu, Nina Blahut, and Molly Charles, "1.5°C Steel: Decarbonising the Steel Sector in Paris-Compatible Pathways," E3G, October 26, 2021, https://www.e3g.org/publications/1-5c-steel-decarbonising-the-steel-sector-in-paris-compatible-pathways/.

18 "Circular Economy," worldsteel, erişim 24 Temmuz 2022, https://worldsteel.org/circulareconomy.

Çelik tüketimi verileri raporlanırken piyasanın çelik talebi (görünür çelik tüketimi) ve üretim için nihai çelik kullanımı (gerçek çelik tüketimi) şeklinde iki ayrı yaklaşım kullanılmaktadır (**Şekil 9**).

Şekil 9 – Görünür ve gerçek çelik tüketimi (Kaynak: Eurofer)



Gerçek ve **görünür** çelik tüketimi arasındaki fark, belirli bir dönem içinde çelik envanterlerindeki değişimden kaynaklanır.	**Görünür çelik tüketimi;** piyasanın çelik talebini veya piyasa arz edilen çeliği ifade eder. Başka bir ifade ile çelik kullanıcısı sektörler tarafından hemen tüketilmeyip stoklanan çelik ürünleri de dahil olmak üzere, çelik piyasasına dağıtılan toplam çelik anlamına gelir.	**Gerçek çelik tüketimi;** çelik kullanıcısı sektörlerin imalat süreçlerinde kullandıkları çelik miktarını ifade eder.

3 ÇELİK ÜRETİMİNDE HAMMADDE KULLANIMI, ENERJİ TÜKETİMİ VE SERA GAZI EMİSYONLARI

3.1 DEMİR CEVHERİ KULLANIM VERİLERİ

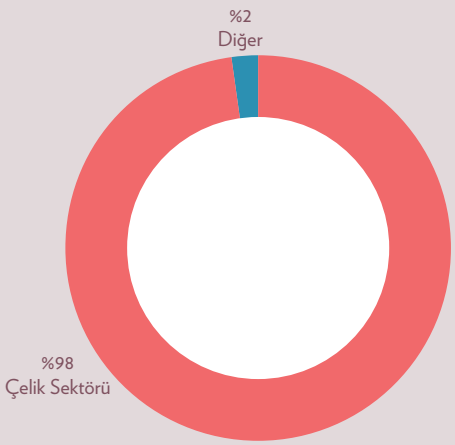
3.1.1 Küresel ölçekte demir cevheri üretimi, tüketimi ve ticareti

Küresel düzeyde ticarete konu demir cevherinin %98'inin çelik sektörü tarafından tüketildiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle, ham çelik üretimine olan talep ve yüksek kaliteli demir hurdası bulunabilirliği, demir cevherine olan talebi doğrudan etkilemektedir.

2020 yılında worldsteel'e raporlanan verilere göre, küresel ölçekte **2,34 milyar ton demir cevheri** üretilmiştir. Avustralya ile Brezilya tüm demir cevheri üretiminin yarısından fazlasını ve dünya toplam demir cevheri ihracatının yaklaşık %75'ini gerçekleştirmektedir.

En büyük demir cevheri üreticisi olan Avustralya'yı Brezilya, Çin ve Hindistan takip etmektedir (**Tablo 5**).

KUTU 8 – DEMİR CEVHERİNİN SEKTÖREL KULLANIMI (%)



Demir cevherinin ana kullanımı (%98) çelik üretimi içindir. Bu nedenle, demir cevheri talebi büyük ölçüde çelik tüketim hacmine ve ekonomik koşullara bağlıdır.

Tablo 5 – Seçilmiş ülkelerde demir cevheri üretim, ticaret ve görünür tüketim verileri, 2020
(Milyon ton: Mt cinsinden, Veri kaynağı: worldsteel)

Ülkeler	Üretim (Mt)	- İhracat (Mt)	+ İthalat (Mt)	= Görünür tüketim (Mt)
Avustralya	922,5	873,0	0,9	50,4
Brezilya	391,0	342,6	0,2	48,6
Çin(1)	270,5	15,6	1170,4	1425,2
Hindistan	203,8	52,0	0,7	152,5
Kanada	58,8	55,1	7,1	10,7
ABD	38,6	10,4	5,2	33,3
İsveç	29,2	27,1	0	2,2
Meksika	11,4	1,9	1,5	11,0
Türkiye	8,0 (Sıra #13)	2,2 (Sıra #15)	9,9 (Sıra #7)	15,7 (Sıra # 9)
Avusturya	3,0	0,0	3,2	6,2
Güney Kore	0,3	0,3	70,4	70,5
Almanya	1,2	0,9	33,4	33,8
Hollanda	-	16,9	24,4	7,5
Fransa	-	0,1	11,2	11,1
Japonya	-	0,0	99,4	99,4
Birleşik Krallık	-	0,0	7,1	7,1
İtalya	-	0,0	5,4	5,3
Dünya	**2338,4**	**1656,1**	**1616,8**	**2299,1**

(1) Üretim, Demir (Fe) içeriği dünya ortalaması ile aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Kaynak: worldsteel

3.1.2 Türkiye'nin demir cevheri üretimi ve tüketimi

Maden Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) verilerine göre Türkiye'de 2021 yılında 16 Mt tüvenan (işleme sokulmamış) demir cevheri üretimi gerçeklemiştir.

Türkiye tarafından worldsteel'e 2021 yılında bildirilen üretim rakamlarına göre -çoğunlukla ham çelik üretim sektörü tarafından tüketilen- yaklaşık 8,3 Mt cevher üretimi gerçekleştirilmiştir. Yine 2021 yılı sonu itibariyle çelik üretimi sektörünün yüksek tenörlü demir cevheri ihtiyacının yaklaşık 17 Mt kadar olduğu tahmin edilmektedir. Bu ihtiyacın yaklaşık üçte biri (6 Mt) ülke içerisinde üretilirken geriye kalan kısmı ise ithalat yoluyla karşılanmaktadır.[19]

19 Volkan Okyay, "Medeniyetin Temelini Oluşturan Metal: Demir," Madencilik Türkiye Dergisi, Yıl 14, Sayı 108, 15 Ocak 2023. https://madencilikturkiye.com/wp-content/uploads/2018/09/Madencilik-Turkiye-Dergisi-Sayi-108-f54hyopx6498.pdf.

Çelik endüstrisi sektörünün talep ve tüketim verileri

Entegre demir-çelik tesisleri demir cevherinin ana tüketicisidir. Erdemir, İsdemir ve Kardemir tesisleri Türkiye demir cevheri tüketiminin %90'dan fazlasını gerçekleştirmektedir.

- Oyak Maden Metalürji Grubunun – Erdemir ve İsdemir entegre demir-çelik tesislerinin – 2021'deki demir cevheri ihtiyacı yaklaşık olarak 11-12 Mt olmuştur.
- Kardemir entegre demir-çelik tesislerinin 2021'deki demir cevheri ihtiyacı 4 Mt civarında gerçekleşmiştir.[20]

Entegre demir-çelik tesislerinin yıllık pelet ve demir cevheri gereksinimleri

- Türkiye'de mevcut entegre demir-çelik tesislerinin yıllık pelet ihtiyacı yaklaşık olarak 6-8 Mt/yıl'dır. 2019 yılında entegre tesislerde yaklaşık 5,5 Mt pelet kullanılmıştır.
- Toplam pelet talebinin sadece %20-25'i yurtiçi kaynaklardan tedarik edilebilmektedir. Pelet ihtiyacının kalan kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır.
- 2020 ve 2021'de, entegre demir-çelik tesislerinde sırasıyla 8,9 Mt ve 9,6 Mt sinter üretilmiştir.
- Maden sahalarında üretilen cevherler kara, demir ve deniz yolu ile entegre tesislere nakledilmektedir. Maliyetler incelendiğinde, toplam cevher maliyetleri içinde nakliye giderlerinin payı %50'ye ulaşabilmektedir.[21]

Demir cevherinin yerel tedarikçileri

Türkiye'deki demir cevheri üretiminin büyük kısmı (%80'in üzerinde) Erdemir Madencilik, Aksu Madencilik, Bilfer Madencilik, Ceylan İnş ve Tic. A.Ş., Demir Export A.Ş., Güncem Madencilik, Hekimhan Madencilik, Hestaş Madencilik, Dimin Madencilik ve Özkoyuncu Madencilik şirketleri tarafından yapılmaktadır.[22] Erdemir Maden, Türkiye demir cevheri üretiminin %38'ini gerçekleştirmekte ve Türkiye'nin demir içerikli hammadde ihtiyaçlarının %13'ünü karşılamaktadır.

Demir cevheri dış ticareti, 2021

2021 yılında Türkiye yaklaşık 2 milyar ABD doları değerinde 11,2 Mt (Brezilya 5,80 Mt, İsveç 1,60 Mt, Rusya 1,25 Mt, Ukrayna 1,20 Mt) demir cevheri ithal ederken, 2 milyar ABD doları değerinde 3,8 Mt demir cevheri ihraç etmiştir. Türkiye'den ihraç edilen demir cevherinin yarısından fazlasını konsantre demir cevherleri oluşturmaktadır.[22]

Demir cevheri ithalatı tüm madencilik ithalatının ton cinsinden %21'ini (11,2 Mt) ve değer olarak %27'sini (2 milyar ABD doları) teşkil etmektedir. Demir cevheri, taşkömüründen sonra en büyük miktarda ithal edilen ikinci maden olmuştur.

20 "Sürdürülebilirlik Raporu 2021," KARDEMİR, erişim 7 Haziran 2022, https://www.kardemir.com/surdurulebilirlik_rpr

21 "Dünyada ve Türkiye'de Demir," Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2017. https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/dunyada_turkiye-de_demir.pdf.

22 "2021 Yılı Maden Dış Ticareti," Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2022. https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/turkiyede-madencilik/2021-yili-maden-dis-ticaret.pdf.

KUTU 9 – TÜRKİYE'NİN DEMİR CEVHERİ İHRACAT VE İTHALATI

Tablo 6, Türkiye'nin 2021 yılı demir cevheri ihracat ve ithalat verilerine dair rakamları (Mt, ABD doları cinsinden) ile demir cevheri dış ticaretindeki önemli ithal ve ihraç noktalarını göstermektedir.

Türkiye'nin demir cevheri ihracatında Çin 1,67 Mt (%44) ve 215 milyon ABD doları ile başta gelirken, onu 0,71 Mt (%19) ve 89 milyon ABD doları ile Romanya izlemektedir. Bu ülkeleri Cezayir, Sırbistan, Endonezya, Fransa, Meksika ve Vietnam takip etmektedir.

Demir cevheri ithalatında ise ilk sırayı 5,7 Mt (%51) ve 0,9 milyar ABD doları ile Brezilya alırken, bunu 1,6 Mt (%14) ve 0,34 milyar ABD doları ile İsveç; 1,2 Mt (%11) ve 0,34 milyar ABD doları ile Ukrayna; 1,2 Mt (%11) ve 0,24 milyar ABD doları ile Rusya Federasyonu izlemektedir.

Tablo 6 – Türkiye'nin demir cevheri ihracat ve ithalat verileri, 2021[23]

İhracat			İthalat		
Ülke*	İhracat miktarı (Mt)	İhracat Değeri (milyar ABD doları)	Ülke	İthalat miktarı (Mt)	İthalat Değeri (milyar ABD doları)
Çin	1,67	0,21	Brezilya	5,74	0,89
Romanya	0,71	0,09	İsveç	1,57	0,34
Cezayir	0,26	0,04	Ukrayna	1,18	0,26
Sırbistan	0,31	0,04	Rusya Federasyonu	1,18	0,24
Endonezya	0,18	0,15	Finlandiya	0,60	0,15
Fransa	0,08	0,09	Güney Afrika	0,68	0,12
Meksika	0,12	0,09	Mali	0,14	0,02
Vietnam	0,21	0,07	Diğer	0,08	0,02
Diğer	0,27	0,06			
Toplam	**3,8**	**0,43**	**Toplam**	**11,2**	**2,04**

(* parasal değere göre sıralanmıştır – ABD doları)

23 "Maden istatistikleri," Maden Petrol İşleri Genel Müdürlüğü. Erişim 24 Mayıs, 2022. https://www.mapeg.gov.tr/Custom/Madenistatistik.

KUTU 10 – TÜRKİYE'NİN DEMİR CEVHERİ YATAKLARI

Türkiye'nin başlıca demir cevheri rezervleri Sivas, Malatya, Bingöl, Adana ve Kayseri bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Bu yerlere ek olarak, Ankara, Balıkesir ve Adapazarı bölgelerinde farklı büyüklüklerde demir cevheri rezervleri bulunmakta, bu bölgelerden elde edilen cevherler çimento tesislerinde kullanılmaktadır.

Kalite ve içeriği açısından doğrudan kullanıma elverişli olan demir cevheri yatakları çoğunlukla Sivas, Malatya ve Erzincan bölgelerinde yoğunlaşmıştır.

Türkiye'nin yüksek kalite (%55 Fe) işletilebilir demir cevheri rezervi yaklaşık 115 Mt olarak tespit edilmiştir. Uygun zenginleştirme yöntemleri kullanılarak düşük kalitedeki demir cevheri sahalarına yapılan yatırımların artması beklenmektedir.

Madenlerden çıkarılan demir cevheri genellikle demiryolu ile entegre tesislere nakledilmektedir. Cevher nakliye maliyetinin toplam cevher maliyetine oranı Erdemir için %30-35, İsdemir için %20-35, Kardemir için ise %20-45 arasında değişmektedir. Cevher nakliyesinin yüksek maliyeti yurtiçi kaynaklarının rekabet gücünü azalttığı ve entegre tesislerin yerli cevhere olan talebini olumsuz etkilediği yönünde görüşler mevcuttur.[24]

Şekil 10 – Türkiye'nin demir cevheri yatakları[25]



24 TMMOB Makine Mühendisleri Odası, *Erdemir Gerçeği Oda Rapo*ru (Ankara: TMMOB, 2006)

25 Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/demir.jpg

KUTU 11 – DEMİR CEVHERİ YEREL TEDARİKÇİLERİ

Erdemir Maden, Türkiye'de demir madenlerinin büyük bir bölümünün sahibi ve en büyük demir üreticisidir. Şirketin Sivas Divriği'de konsantrasyon ve pelet tesisleri, ayrıca dokuzu demir madeni, birisi kömür madeni ve birisi de manganez sahası olmak üzere toplam 11 maden alanı bulunmaktadır. Erdemir Maden, Türkiye demir cevheri üretiminin %38'ini gerçekleştirmekte ve Türkiye'nin demir içerikli hammadde ihtiyaçlarının %13'ünü karşılamaktadır.[26]

Demir madenciliği sektörü tarafından halihazırda ihraç edilen (yaklaşık 2 Mt) konsantre demirin ülke içerisinde işlenip entegre tesislere sunulmasını sağlanması amacıyla yakın gelecekte yeni pelet tesisi yatırımlarının artması beklenmektedir.

Erdemir Maden

Erdemir Maden, 2004'te Erdemir'e katılmıştır. Bu tesis, demir-çelik sektöründe kullanılan peletin ülkemizde üretilebildiği tek tesistir.

- **Üretim:** parça ve toz cevher, pelet
- **Üretim kapasitesi:** 1,5 Mt pelet ve 0,75 Mt parça cevher



Erdemir Maden Divriği Maden Alanı (hematit ve manyetit demir cevherleri)

26 "2021 Entegre Faaliyet Raporu," Oyak Maden Metalurji, erişim 7 Haziran 2022, https://www.oyakmadenmetalurji.com.tr/Sites/1/upload/files/2021_Entegre_Rapor-4960.pdf.

KUTU 11 – DEMİR CEVHERİ YEREL TEDARİKÇİLERİ (DEVAM)

Tablo 7 – Ermaden şirketinin pelet, manyezit ve cevher satışları

Satışlar (x1.000 ton)	2019	2020	2021
Pelet ve Manyezit	1.544	1.507	1.711
Diğer	397	524	653
Toplam (Pelet, Manyezit ve Cevher)	**1.941**	**2.031**	**2.364**

Erdemir Maden'in Hasançelebi Demir Cevheri Üretim Projesi

Hasançelebi Demir Cevheri Üretim Projesi, Hasançelebi demir madeni alanındaki demir cevherinin zenginleştirilmesini ve Divriği Pelet Fabrikası harmanlama tesisine gönderilmesini kapsamaktadır. Düşük kalite demir cevheri kullanımı açısından ilk örnek olan proje ile 2021'de yaklaşık 2 Mt demir cevheri üretilerek Divriği Pelet fabrikasına gönderilmiştir. Bu cevherden yaklaşık 890 ton pelet üretilmiştir.

Kümaş Manyezit

Ağırlıklı olarak demir çelik ve çimento sektörlerinde kullanılan refrakter ürünlerini üreten Kümaş Manyezit, iç piyasadaki manyezit bazlı refrakter ve harç ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Kümaş Manyezit, 2021 başında Erdemir tarafından iktisap edilmiştir.

3.2 ÇELİK ÜRETİMİNDE KÖMÜR KULLANIMI

3.2.1 Küresel ölçekte kömür kullanım verileri

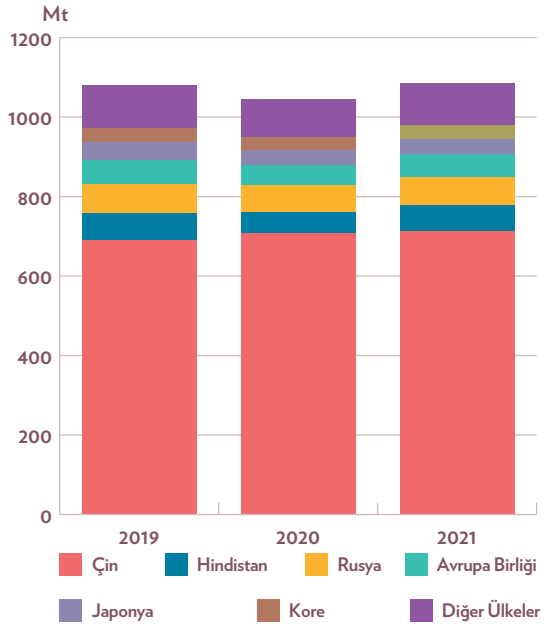
Enerji, ısıtma ve endüstriyel sektörlerde değişen talep, küresel kömür piyasasındaki hareketleri (termal kömür, metalürjik kömür, pulverize kömür ve linyit) ve üretim/tüketim miktarlarını, tarafından büyük ölçüde etkilemektedir. 2021 yılı içerisinde tüm dünyada yaklaşık **8 milyar ton kömür** tüketilmiştir.

Metalürjik kömür tüketimi

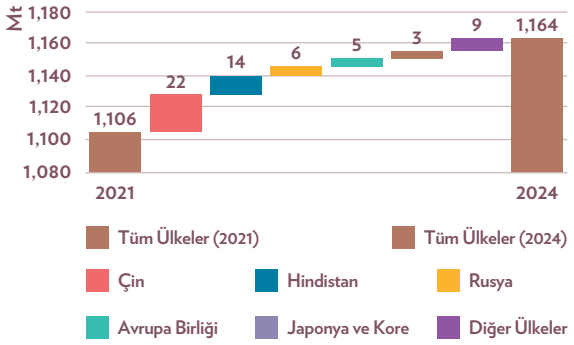
Metalürjik kömür tüketimi 2021 yılında 1.100 Mt ile toplam kömür tüketiminin yaklaşık %15'ini oluşturmaktadır (Şekil 11). Dünya metalürjik kömür tüketiminin 2024'e kadar 1.164 Mt'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (**Şekil 12**).[27]

27 IEA, Metallurgical coal consumption, 2018-2021, IEA, Paris https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/metallurgical-coal-consumption-2018-2021

Şekil 11 – Metalürjik kömür tüketimi, 2018 – 2021[28]



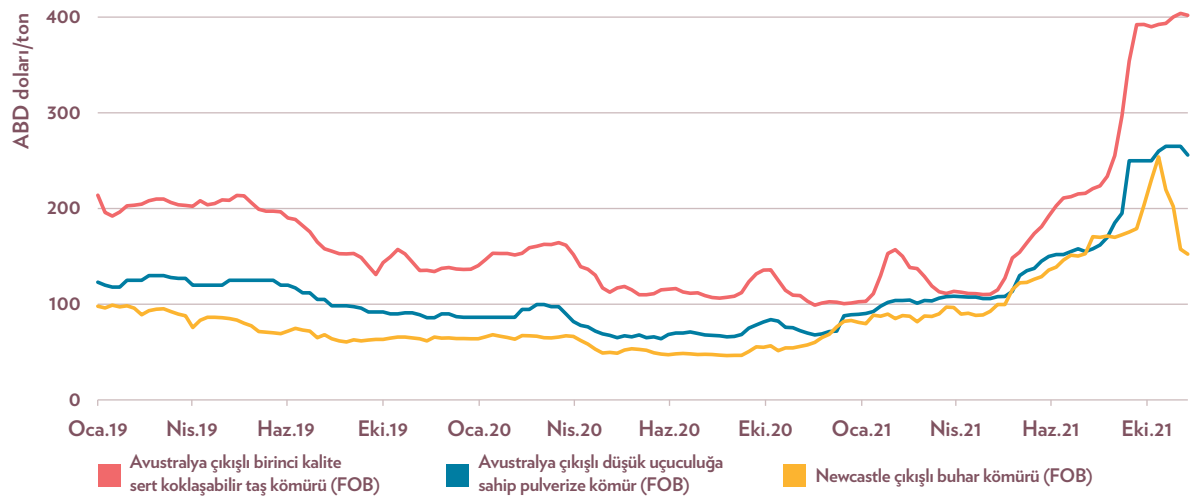
Şekil 12 – Metalürjik kömür tüketiminin bölgeler bazında değişimi, 2021–2024[28]



2020'de Çin kömürün %68'ini tüketirken, diğer büyük tüketiciler Rusya (%6), Avrupa Birliği (%5) ve Hindistan (5%) olmuştur.

2021 yılı içerisinde kömür fiyatlarında büyük bir artış yaşanmıştır. Fiyatlardaki artış, özellikle Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan Asya pazarlarında ve ayrıca Japonya, Güney Kore, Avrupa ve ABD'de, Covid-19 salgının ardından talebin yeniden canlanmasından kaynaklanmıştır.

Şekil 13 – Farklı kömür tiplerinin fiyatları, 2019 – 2021[28]



28 IEA, Coal 2019, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/coal-2019.

3.2.2 Türkiye çelik endüstrisi kömür kullanım verileri

Türkiye'de taş kömürünün büyük bir bölümü termik santraller dışında sanayi sektöründe, özellikle entegre demir-çelik tesislerinin kok fırınlarında kullanılmaktadır (**Kutu 12**). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) 2019 yılı verilerine göre entegre tesislerindeki kok tesislerinin toplam kapasitesi 4,5 Mt ton olup, bu tesislerde toplam 4,1 Mt kok üretilmiştir.

Türkiye net kömür ve kok kömürü ithalatçısıdır. Demir ve çelik endüstrisinin yıllık yaklaşık **7,0-7,5 Mt** kömür ihtiyacı (Kardemir: 2 Mt, İsdemir: 2,5 Mt, Erdemir: 2,5-3,0 Mt) büyük ölçüde ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

KUTU 12 – KATI YAKITLARIN TESLİMAT YERLERİNE GÖRE DAĞILIMI

TÜİK verilerine göre 2021 yılı içerisinde teslimatı yapılan 37,3 Mt taş kömürünün yaklaşık %20'si demir çelik endüstrisi tarafından kullanılmıştır. **Tablo 8** katı yakıtların 2021 yılı içerisinde teslimat bazında sektörlere dağılımına dair bilgileri sunmaktadır.

Tablo 8 – Katı yakıtların teslimat yerlerine göre dağılımı, 2021[29]

	Teslimatlar	Miktar (ton)	%
Taş kömürü teslimatları	Termik santraller	19 746 438	53
	Kok tesisleri	6 276 673	17
	Demir ve çelik sanayi	1 249 770	3
	Sanayi (demir ve çelik sanayi hariç) (1)	5 377 760	15
	Diğer (2)	4 625 615	12
	Toplam taş kömürü teslimatları (ton)	37 276 256	100
Linyit ve asfaltit teslimatları	Termik elektrik santralleri	60 189 066	82
	Endüstri (demir ve çelik sanayi hariç) (1)	7 938 644	11
	Diğer (2)	5 484 900	7
	Toplam linyit ve asfaltit teslimatları	73 612 610	100
Taş kömüründen elde edilen toplam kok	Demir ve çelik sanayi	5 574 659	97
	Sanayi (demir ve çelik sanayi hariç)	Gizli veri	Gizli veri
	Diğer	Gizli veri	Gizli veri
	Taş kömüründen elde edilen toplam kok	5 788 084	100

(1) Sanayi (demir-çelik sanayi hariç) teslimatına briketleme tesislerine yapılan teslimatlar da dahil edilmiştir.
(2) Konut, hizmet vb. sektörlere yapılan teslimatlar ile girişimin büro, lojman vb. alanlarını ısıtmak için kullandığı iç tüketimleri içermektedir.

29 "Katı Yakıtlar, Nisan 2022," TÜİK, erişim 29 Haziran 2022. https://www.tuik.gov.tr/Home/Index.

KUTU 13 – TTK'NİN ENTEGRE DEMİR-ÇELİK TESİSLERİNE KOK KÖMÜRÜ SATIŞLARI, 1990 – 2021

Türkiye Taşkömürü Kurumu'nın (TTK) 1990 yılında 1,3 Mt civarında olan entegre demir-çelik tesislerine yaptığı satışlar, 2021'de 0,25 Mt'ye düşmüştür (**Tablo 9**). Kardemir, TTK tarafından üretilen koklaşabilir kömürünün başlıca tüketicisidir ve TTK'nın enerji kömürü üretiminin %25'ini tüketmektedir.[30]

TTK'ya göre, dünya kömür fiyatlarında meydana gelen önemli ölçüdeki artışlar, son zamanlarda Zonguldak havzasında üretilen taşkömürünü daha cazip hale getirmiştir. Kurumun pazar politikasının temel olarak demir-çelik sektörüne yönelik olduğu belirtilmektedir.

Tablo 9 – TTK'nin entegre demir-çelik tesislerine kömür satışları, 1990 – 2021

	Erdemir (*)		Kardemir (tam koklaşabilir)		Erdemir + Kardemir	Erdemir + Kardemir	Toplam Satışlar
Yıl	Ton	%	Ton	%	Toplam (ton)	Toplam (%)	Toplam (ton)
1990	478.707	19	798.430	32	1.277.700	50,8	2.512.949
1991	208.237	8	593.850	22	802.087	30,3	2.648.650
1992	323.600	11	384.817	13	708.443	24,3	2.920.850
1993	363.631	14	327.595	12	691.226	25,7	2.687.686
1994	352.560	13	348.076	13	700.636	26,0	2.696.590
1995	324.248	14	325.997	14	650.245	28,4	2.292.757
1996	244.180	10	287.858	12	532.038	22,6	2.358.745
1997	182.721	7	194.529	8	377.250	15,3	2.471.356
1998	102.749	5	86.505	4	189.254	9,5	1.989.879
1999	31.534	2	178.856	9	210.390	10,6	1.984.476
2000	47.784	2	314.842	15	362.626	16,8	2.163.234
2001	31.544	1	378.841	17	410.385	17,9	2.292.769
2002	22.172	1	201.204	10	223.376	10,6	2.102.970
2003	52.682	3	340.010	17	392.692	19,2	2.040.903
2004	79.595	4	315.886	17	395.481	21,0	1.880.863
2005	135.705	8	282.161	17	417.866	25,7	1.627.650
2006	15.210	1	290.233	20	305.443	21,4	1.425.059
2007	48.427	3	350.315	21	398.742	23,8	1.678.051
2008	23.881	2	336.037	22	359.918	23,2	1.553.839
2009	1.000	0	418.139.	24	419.139	23,9	1.755.777
2010	46.659	3	451.981	26	498.639	28,2	1.768.911
2011	40.374	3	388.751	25	429.126	27,5	1.562.074
2012	55.774	4	360.644	26	416.418	29,6	1.408.669
2013	64.335	5	367.530	28	431.864	32,9	1.314.378
2014	60.274	5	395.690	30	455.964	34,8	1.311.527
2015	44.243	5	271.920	30	316.163	34,5	915.931
2016	46.516	5	262.970	31	309.486	35,9	862.024
2017	49.987	6	259.423	32	309.410	37,7	820.922
2018	43.808	7	195.516	29	239.324	35,8	669.194
2019	34.689	5	196.333	29	231.022	34	686.912
2020	45.000	6	192.477	28	237.477	34	697.199
2021	24.739	3	202.480	24	227.219	27,7	836.795

*2011'e kadar tam koklaşabilir, 2011'den sonra yarı koklaşabilir – PCI
Yukarıdaki tablo TTK faaliyet raporlarından uyarlanmıştır:
TTK, *Sektörel Satışlar, 1990-2018*. http://taskomuru.net/komur_satis/sektorelsatis.pdf
TTK, *2019 Sektörel Satışlar*. http://taskomuru.net/tr/whiseezu/2020/05/2019sektorraporu.pdf
TTK, *Faaliyet Raporu, 2021*. http://www.taskomuru.gov.tr/eski/file/faaliyet/2021faliyet.pdf

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) verileri – Demir-çelik endüstrisine yapılan taşkömürü satışları

TTK tarafından üretilen tam koklaşabilir ve yarı-koklaşabilir kömürünün pazar payı oldukça düşüktür (toplam talebin %3,5'i). Sektörler açısından, taşkömürü tüketiminde termik elektrik santralleri %66,2 ile en büyük paya sahip olurken, demir-çelik tesisleri %27,2 ve diğer endüstriyel sektörler %6,6 paya sahiptir (**Kutu 13**).

- TTK, 0,84 Mt taşkömürü üretmekte ve bu miktarın %27'si demir ve çelik endüstrisi (0,23 Mt) ve %66'sı termik santraller (0,55 Mt) tarafından kullanılmaktadır.
- Kardemir, TTK tarafından üretilen kok kömürünün başlıca tüketicisidir ve TTK toplam üretiminin %25'ini tüketmektedir.

Kutu 14, Türkiye enerji hammaddeleri madencilik üretimi ve TTK üretim verilerini sunmaktadır.

KUTU 14 – TÜRKİYE ENERJİ HAMMADDELERİ MADENCİLİK ÜRETİMİ VE TTK ÜRETİMİ

MAPEG verilerine göre 2021 yılı Türkiye enerji hammaddeleri madencilik üretimi miktarı 94 Mt civarındadır. Bunun tamamına yakınını linyit oluşturmaktadır (**Tablo 10**).

Tablo 10 – Türkiye enerji hammaddeleri madencilik üretim verileri, 2021[30]

Enerji hammaddesi	Miktar (Mt)	Pay (%)	Ana Üreticiler
Linyit	90,78	97	EÜAŞ (%21), Türkiye Kömür İşletmeleri (%36), (%36), Özel Sektör (%43)
Taş Kömürü	1,73	1,8	(TTK ve Rödovans sahipleri
Asfaltit	1,55	1,7	
Toplam	**94,058**	**100**	

Kömürlü elektrik santralleri yerli kömür üretiminin en önemli tüketicileridir:

- Kömür bazlı elektrik santrallerinin kurulu güçteki payı 20,4 GW (11,4 GW yerli kömür, 9 GW ithal kömür) olmuştur. Bu kapasite 2021 sonu itibariyle toplam kurulu gücün %20,4'üne tekabül etmektedir.
- Elektrik üretiminde doğal gaz bazlı santrallerden sonra ikinci sırada (%32,7) gelen kömür bazlı santrallerin payı 2021'de %31,4'e ulaşmıştır (104,2 milyar kWh= Yerli kömürlü elektrik santralleri %14,9 ve ithal kömür kullanan elektrik santralleri %16,5).

30 TTK tarafından Zonguldak'taki Kozlu, Karadon ve Üzülmez kömür madenlerinden üretilen yıllık yaklaşık 170.000 ton of kok kömürü Kardemir tarafından satın alınmakta ve KARDEMIR Kok Fabrikalarında %10-15 oranında kullanılmaktadır. Ayrıca, her yıl, TTK tarafından Zonguldak-Amasra kömür madeninden üretilen yaklaşık 30.000 – 33.000 ton enerji kömürü de KARDEMIR tarafından satın alınmaktadır.

Tablo 11 – Enerji hammaddeleri ihracat ve ithalatının Türkiye madencilik ticareti sektöründeki payı[22]

Kaynak	İthalat (2021 verileri)		İhracat (2021 verileri)	
	Miktar (ton)	Değer (ABD doları)	Miktar (ton)	Değer (ABD doları)
Taşkömürü	37.173.187	4.158.564.910	304.333	37.733.080
Linyit	-	-	32.890	1.908.597
Turba/Torf	81.070	16.961.288	7.738	1.479.494
Koklaşabilir kömürler	1.170.326	475.952.591	17.414	5.997.684
Bitümlü Kömür	4.828	3.609.669	5.248	1.858.426
Toplam	**38.429.411**	**4.655.088.458**	**367.623**	**48.977.281**

Türkiye'nin enerji hammaddeleri ihracat ve ithalat verileri (taşkömürü ve koklaşabilir kömür)

Türkiye 2021'de 40 Mt taşkömürü ithal etmiştir. İthal edilen taşkömürünün %90'dan fazlası Kolombiya, Rusya Federasyonu ve Avustralya'dan temin edilmiştir (**Tablo 11**).

TÜİK verilerine göre Türkiye demir çelik sektörü 2021 yılında 0,92 milyar ABD doları değerinde yaklaşık 5,5 Mt koklaşabilir taşkömürü ve 0,5 milyar ABD doları değerinde 1,2 Mt koklaşabilir kömür ithal etmiştir.

KUTU 15 – MADENCİLİK SEKTÖRÜNÜN İTHALATI

TÜİK verilerine göre, madencilik sektörünün ithalatı Türkiye'nin toplam ithalatı içinde %3 paya sahiptir. 2021'de madencilik sektörü ithalatı 7,7 milyar dolara ulaşmıştır (54,2 Mt madencilik hammaddeleri). Taşkömürü, demir ve koklaşabilir kömür toplam madencilik ithalatı değerinin %87'sini ve toplam ithal madenlerin miktar olarak %91'ini oluşturmuştur.

3.3 ÇELİK ÜRETİMİNDE HURDA KULLANIMI

Hurda çelik, özellikle EAF'li tesislerin ham çelik üretim proseslerindeki en önemli girdidir. Entegre tesisler de yüksek fırın yönteminde %25-30 oranında hurda kullanabilmektedir. Hurda çelik, çoğunlukla yıkılan yapılardan, hurdaya çıkarılan gemiler ile araçlardan, makinelerden ve çelik üretimindeki ürün kayıplarından gelmektedir.

KUTU 16 – HURDA ÇELİK GERİ DÖNÜŞÜMÜNÜN AVANTAJLARI

Ham çelik üretiminde hurda kullanımı endüstriyel enerji kullanımını, sera gazı emisyonlarını ve kaynak tüketimini azaltır.

Ham çelik üretiminde kullanılan 1 ton hurda

- 740 kg kömür ve 120 kg kireçtaşı kullanımını,
- 1,5 ton karbon dioksit emisyonunu,
- 1,4 ton demir cevheri tüketimini

önler (Kaynak: worldsteel).

EAF'li tesislerdeki ikincil çelik üretiminde kullanılan hurda; malzeme yoğunluklarına, kirletici içerikleri ve hurdanın kaynağı ile metalürjik özelliklerine göre çeşitli kategorilere ayrılabilir.

Hurda ticareti, hurdanın kaynağında eldesinden ayrıştırma prosesine kadar, son derecede zorludur ve ham çelik üretimine beslenecek geri dönüştürülmüş malzemenin yeterli kalitede olmasını gerektirir. Temiz hurda elde edilmesi, daha iyi enerji/malzeme verimliliğine olanak verir ve imalat maliyetlerini azaltır.

Küresel piyasa trendleri ve düzenlemeler/teşvikler "yeşil çelik" veya "düşük karbonlu çelik" vd. adı verilen ürünlerin üretimi için temiz hurdaya erişimi gerekli kılmaktadır. Bu nedenle, Avrupa ve Asya'daki büyük çelik üreticisi ülkelerde hurda bazlı yeni ham çelik üretim tesislerinin devreye alınmasıyla beraber yüksek kaliteli hurdaya olan talebin de artması beklenmektedir.

KUTU 17 – HURDA KALİTESİNİN ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE ÜRÜN KALİTESİNE ETKİSİ

Hurda kalitesi hem enerji verimliliği/tüketimi hem de ürün kalitesi açısından en önemli hususlardan birisidir.

Toprak, taş ve çimento kalıntıları ile kirlenmiş hurda üretim hızını düşürebilmekte ve enerji tüketimini artırmaktadır. Alüminyum, bakır, çinko ve kurşun metalleri içeren hurdanın da çelik kalitesini düşürücü etkileri vardır. Otomobil lastiği, kauçuk malzemeler ve çok yağlı ve boyalı malzemeler de çeliğin dayanımını azaltan bir etki yaratabilir.

Çelik endüstrisinde, hurda eleme ve ayırma, kirlenmiş hurdanın olumsuz etkilerinin yok edilmesinde çok önemli proseslerdir. Kirlenmiş hurda kullanıldığında enerji tüketiminde 50-60 kWh/ton-çelik artış gözlenmiştir.[31]

31 "Türkiye Demir ve Demir Dışı Metaller Meclisi Raporu 2019" Ankara: TOBB, 2019.

3.3.1 Küresel ölçekte hurda tüketimi ve ticareti verileri

2021 yılı verilerine göre, çelik üretiminde küresel ölçekte hurda tüketimi (dökümhaneler hariç) 620 Mt'ye ulaşmıştır.[32] Dünya hurda çelik tüketiminde Çin %40 pay ile ilk sırayı alan ülke olmuştur. AB-27 ve ABD toplam çelik hurdasının dörtte birini tüketmektedir. Türkiye, Çin ve Birleşik Devletlerin ardından en büyük üçüncü hurda tüketicisidir (**Tablo 12**).[33]

Tablo 12 – Önde gelen çelik hurdası tüketicisi ülkelerin hurda tüketimi

Hurda Tüketicisi Ülke/ Bölge	Hurda Tüketimi (2020 – Mt)	Hurda Tüketimi (2021– Mt)	Hurda Tüketimindeki Payı (2021 – %)
Çin	220	245	39,5
AB-27	78	89	14,0
ABD	50	60	9,7
Türkiye	30.1	34	5,5
Japonya	34	34	5,5
Rusya	30	28	4,5
Güney Kore	26	28	4,5
Hindistan	18	24	3,9
Brezilya	8	9	1,5
İran	4	4	0,6
Diğerleri	56	65	10,5

Veri kaynağı: Uluslararası Geri Dönüşüm Bürosu (BIR)

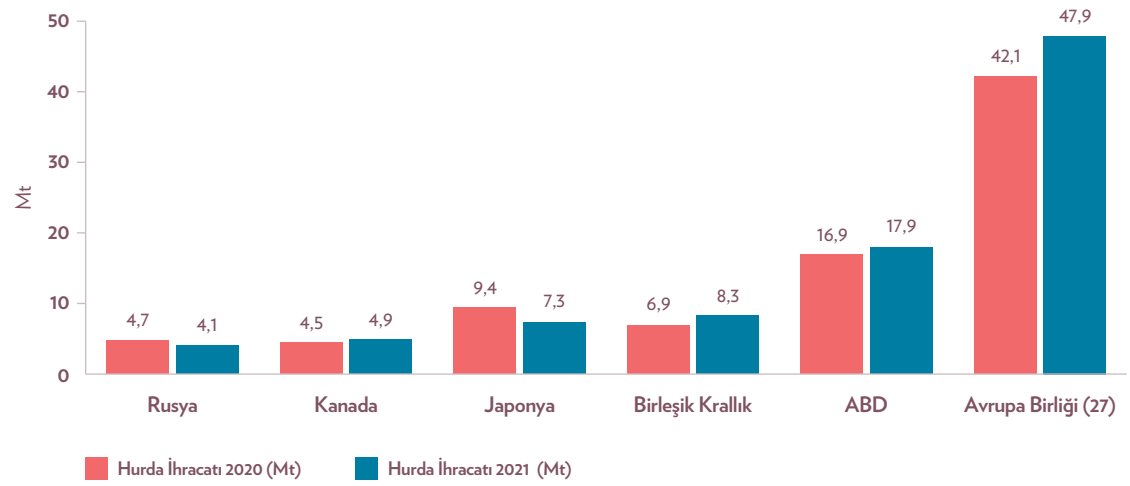
32 "Global Ferrous Scrap Consumption Rises 12% in 2021 as Countries Eye Green Goals," SteelMint Info Services. SteelMint, May 7, 2022. https://www.steelmint.com/insights/Global-ferrous-scrap-consumption-rises-12-in-2021-as-countries-eye-green-goals-312872.

33 "World Steel Recycling in Figures, 2017-2021," Uluslararası Geri Dönüşüm Bürosu (BIR), https://www.bir.org/images/BIR-pdf/Ferrous_report_2017-2021_lr.pdf

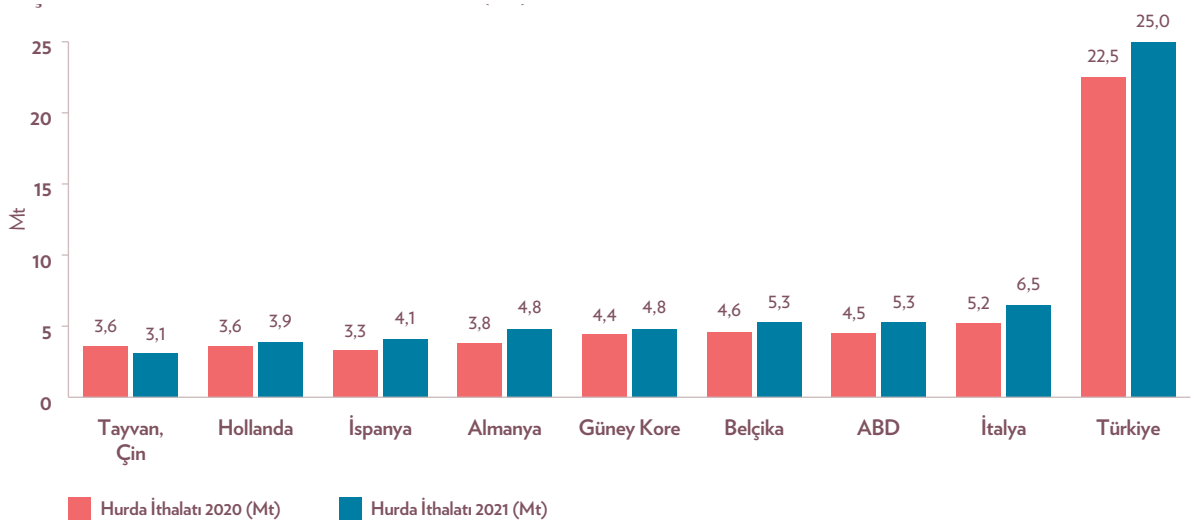
2021 yılında worldsteel verilerine göre küresel ölçekte hurda ihracat hacmi 111 Mt'ye, ithalat hacmi ise 110 Mt'ye ulaşmıştır.

- **Hurda İhracatçıları:** AB bölgesi, toplam ihracatın (Mt) yarısını gerçekleştirmektedir. AB ve en tepedeki diğer 5 ülke (ABD, Birleşik Krallık, Japonya, Kanada ve Rusya) %80'in üzerinde paya sahiptir (**Şekil 14**);
- **Hurda İthalatçıları:** İthalat değerlerine (Mt) bakıldığında Türkiye %25 payla hurda ithalatının önemli bir kısmını tek başına gerçekleştirmektedir (**Şekil 15**).

Şekil 14 – 2020 ve 2021 hurda ihracat (Mt) verilerinde ilk 6 ülke (Kaynak: worldsteel)



Şekil 15 – 2020 ve 2021 hurda ithalat (Mt) verilerinde ilk 8 ülke (Kaynak: worldsteel)



Hem düzenleyici önlemler hem de pazar talep eğilimleri nedeniyle, EAF ve BF/BOF yöntemleriyle çelik üretiminde talep edilen hurda çelik kullanımında artış öngörülmüştür. Örneğin, Rusya çelik ihracatına uyguladığı gümrük vergisinin süresini uzatmıştır.[34] AB çelik üreticileri de Türkiye'nin de dahil olduğu üçüncü ülkelere çelik ithalatında uygulanacak katı kuralların Avrupa Komisyonu tarafından oluşturulmasını talep etmektedir. Bu nedenle, hurda çelik tedariğinin önümüzdeki yıllarda dünya çelik endüstrisinin karşılaşacağı en kritik sorunlar arasında yer alması beklenmektedir.

3.3.2 Türkiye hurda kullanımı ve dış ticareti

Türkiye çelik sektörünün hurda kullanımı

Türkiye'deki çelik üretiminde hurda kullanımı 2002'den beri sürekli olarak artmıştır. TÇÜD verilerine göre, 2021'de Türkiye çelik üretiminde yaklaşık 35 Mt hurda kullanmıştır (**Tablo 13**).

Tablo 13 – Türkiye'de çelik hurda kullanımı, 2002 – 2021 (Veri kaynağı: BIR ve TÇÜD)

Yıl	Toplam Hurda Kullanımı (Mt)
2002	13,3
2005	17,6
2008	22,9
2012	32,4
2017	30,3
2018	31,3
2019	27,9
2020	30,1
2021	34,8

Hurda bazlı EAF'li tesislerin yanı sıra, entegre demir-çelik tesisleri de üretimlerinde hurda çelik kullanmaktadır. 2021'de entegre demir-çelik tesisleri yaklaşık 2 Mt hurda kullanmıştır. Geri kalan miktar (33 Mt) ise EAF'li üretim tesisleri tarafından tüketilmiştir (**Tablo 14**).

Tablo 14 – Türkiye çelik üreticilerinin hurda kullanım verileri, 2021

Çelik Üretim Tesisleri	Hurda Kullanımı (ton)*	Toplam ham çelik üretiminde hurda kullanım oranı (%)**
Erdemir	722.866 ton	%23
İsdemir	909.311 ton	%16
Kardemir	318.823 ton	%13
Entegre Tesisler Toplamı*	~ 2 milyon ton	%17
EAF'li tesisler toplamı (tahmini)	~ 33 milyon ton	-
Toplam Hurda Kullanımı	**~ 35 milyon ton**	-

(* Rakamlar, şirketlerin yıllık Sürdürülebilirlik Raporlarında açıklanan verilere dayanmaktadır.** İlgili oran, kullanılan hurdanın toplam ham çelik üretimine bölünmesiyle elde edilmiştir.)

34 2022'deki yeni karar uyarınca, Rusya altı ay geçerli olacak hurda ihraç kotasını 1,35 Mt olarak belirlemiştir. Kotayı aşmadan yapılacak ihracat, minimum 100€/Mt olmak üzere, %5, kotanın aşılması durumunda ise minimum 290€/Mt olmak üzere, 5% vergiye tabi olacaktır.

Türkiye'nin hurda ithalatı

2021'de Türkiye 11,2 milyar ABD doları tutarında 25,1 Mt hurda ithal ederek (toplam hurdanın yaklaşık %72'si) çelik üreticisi ülkeler arasındaki en büyük hurda ithalatçısı olmuştur. Türkiye'nin hurda ithal ettiği başlıca ülkeler aşağıdaki tabloda görülmektedir. AB, 13,1 Mt (%52 pay) ile Türkiye'nin bir numaralı hurda tedarikçisi olurken, bunu 3,2 Mt (%15) ile ABD, 2,7 Mt (%11) ile Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT) ülkeleri ve 2,4 Mt (%9) ile Birleşik Krallık izlemektedir (**Tablo 15**).

Tablo 15 – Türkiye'ye hurda çelik ihraç eden başlıca ihracatçılar (Mt ve ABD doları), 2021 (Veri Kaynağı: TÇÜD)

Ülke ve Ülke Grupları	2021'de İthal Edilen Hurda (Mt)	2021'de İthal Edilen Hurda (milyar ABD doları)
Avrupa Birliği	13,1 (%52)	5,8
ABD	3,8 (%15)	1,7
BDT	2,7 (%11)	1,2
Birleşik Krallık	2,4 (%9)	1,0
Diğer Ülkeler	3,2 (%13)	1,5
Toplam	**25,1**	**11,2**

KUTU 18 – TÜRKİYE İÇİN GLOBAL HURDA PİYASASI RAPORU, 2014, TÇÜD [35]

Aşağıdaki bölümde, hurda ithalatıyla ilişkili dış ticaret açığı kaygılarına yanıt olarak 2014 yılında TÇÜD tarafından hazırlatılan *Global Hurda Piyasası Raporunun* bulgularına yer verilmektedir. Bu bulgular TÇÜD'nin hurda ithalatındaki konumunu yansıtmaktadır. Aşağıdaki bölümde yer alan bulgular rapordan alıntılanmıştır.

Türkiye için Global Hurda Piyasası Raporunun Bulguları, 2014

- *Türkiye'nin ham* çelik üretmek için hurda yerine yarı-mamul ürünleri ithal etmesi durumunda, 2012 yılındaki dış ticaret açığı*nın 5,3 milyar ABD doları daha fazla olacağı öngörülmüştür.*
- *Türkiye hurda ithalatını durdurarak ve ham* çeliği sadece yerli hurda ile üretmesi durumunda, minimum 9,4 *Mt ve maksimum 15,3 Mt çelik üretebileceği tahmin edilmiştir. Bu durumun 2012 yılında yapılan 34,3 Mt üretime kıyasla global arenada Türkiye'yi çok zayıf bir rakip durumuna sokacağı belirtilmiştir.*
- *Sadece yerli hurda ile üretimin teknik olarak mevcut hurda verimini azaltması nedeniyle 2012 rakamlarına ton başına yaklaşık 40 ABD doları fazladan üretim maliyeti getireceği tahmin edilmiştir.*
- *Sadece yerli hurda ile üretimin* Türkiye'nin *nihai çelik ürünü ihracatını sert bir şekilde düşüreceği için, toplam dış ticaret açığında ek 7,6 milyar ABD doları zarara yol açacağı öngörülmüştür.*

35 Bu bölüm "TÇÜD - Türkiye için Global Hurda Piyasası Raporundan" alıntılanmıştır. Raporun Türkçe özeti şu adreste bulunabilir: https://demircelik.com.tr/global-hurda-pazari-degerlendirmesi-7486

KUTU 18 – TÜRKİYE İÇİN GLOBAL HURDA PİYASASI RAPORU, 2014, TÇÜD (DEVAM)

- *Bunlara ek olarak, hurdanın ithal edilmediği bir senaryonun sektörde istihdamı doğrudan etkileyeceğinin* altı çizilmiştir. *Çalışmanın sonuçlarına göre, 2012'de yaklaşık 33.000 kişilik doğrudan istihdam sağlayan Türkiye Çelik Endüstrisi, hurda ithalatı yapılmayan durumda minimum 14,000 ve maksimum 23,000 kişiye istihdam sağlayabilecektir.*
- *Rapora göre, toplam 3,2 milyar ABD doları hurda ithalatı, Türkiye'nin 2012'deki toplam 6,5 milyar ABD doları* çelik ihracatına katkıda bulunmuştur.
- *Toplam hurda ithalatının 0,5 milyar dolarlık kısmının, 2012'de Türkiye'nin toplam 15 milyar ABD doları tutarındaki otomotiv ihracatına 0,7 milyar ABD doları dolaylı katkı sağladığı tahmin edilmiştir.*
- *Toplam hurda ithalatının 0,2 milyar dolarlık kısmının, 2012'de Türkiye'nin 4,2 milyar ABD doları tutarındaki beyaz eşya ihracatına 0,3 milyar ABD doları dolaylı katkı sağladığı belirtilmiştir.*
- *Toplam hurda ithalatının yaklaşık 0,8 milyar dolarlık kısmının, 2012'de Türkiye'nin toplam metal ürünler, makine, elektrikli aletler ve diğer ulaşım sektörleri ihracatına 1,2 milyar ABD doları dolaylı katkı sağladığı hesaplanmıştır.*
- *Bütün rakamlar toplandığında, 2012'de yaklaşık 4,7 milyar ABD doları toplam hurda ithalatına karşın, 8,6 milyar ABD doları ihracat sağlandığının altı çizilmiştir.*
- *Ayrıca, yerli çelik tüketimi için kullanılan ithal hurdanın* Türkiye'nin büyümesine daha düşük bir maliyetle katkı sağlamakta *olduğu ve ülkedeki birçok nihai ürünün üretildiği imalat sektörünün gelişmesini desteklediği belirtilmiştir.*

3.4 TÜRKİYE'DE HURDA GERİ DÖNÜŞÜM SEKTÖRÜ

Türkiye çelik hurdası geri dönüşüm endüstrisinin (hurda ithalatçıları, hurda araçlar ve gemi sökümü) 2000'lerden bu yana yönettiği toplam hurda hacmi genişlemiştir. Diğer taraftan, hurda geri dönüşüm sektörünün çelik sektörü değer zincirinin hayati bir parçası olmasına rağmen, çelik hurdasına ilişkin detaylı veri ve bilgi sınırlıdır.

Buna ek olarak, Türkiye'de hurda geri dönüşüm tesislerinin çevre ve mesleki sağlık sorunları ile kötü çalışma koşulları nedeniyle asgari sosyal ve çevresel mevzuat gereklilikleri sağlamaktan uzak olduğu çeşitli araştırmalara konu olmuştur.

KUTU 19 – GEMİ GERİ DÖNÜŞÜM TESİSLERİNE İLİŞKİN ULUSLARARASI VE BÖLGESEL YASAL ÇERÇEVELER

Tehlikeli Atıkların Sınırlar Ötesi Taşınması ve Bertaraf Edilmesinin Kontrolüne ilişkin Basel Sözleşmesi

Sözleşme tehlikeli atıkların uluslararası ticaretini düzenlemektedir. Gemilerin bünyesinde genellikle tehlikeli maddeler barındırdığı için, bu uluslararası düzenleme gemi sökümüyle de ilgilidir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından uygulanmaktadır. Türkiye 1994'te Basel Sözleşmesine Taraf olmuştur ve 2003 yılında Sözleşmede yapılan *Yasaklama Değişikliğini* de 2003'te kabul etmiştir.

Hong Kong Sözleşmesi (Gemilerin Emniyetli ve Çevreye Duyarlı Geri Dönüşümü Hakkında Hong Kong Uluslararası Sözleşmesi)

2009'da kabul edilen Sözleşme henüz yürürlüğe girmemiştir. Türkiye Büyük Millet Meclisi, *Gemilerin Emniyetli ve Çevreye Duyarlı Geri Dönüşümü Hakkında Hong Kong Uluslararası Sözleşmesini* 7 Mart 2017 tarihinde kabul etmiştir. 31 Ocak 2019 tarihinde Uluslararası Denizcilik Örgütü'ne sunulan beyan ile Sözleşmeye taraf olmuştur.

AB Gemi Geri Dönüşüm Tüzüğü[36]

Tüzük, AB ülkelerinin bayrağını taşıyan gemilerin geri dönüşümüyle ilgili kazaları, yaralanmaları ve insan sağlığı üzerindeki diğer olumsuz etkileri önlemek ve azaltmak amacını taşımaktadır. Bu Tüzük *Gemilerin Emniyetli ve Çevreye Duyarlı Geri Dönüşümü Hakkında Hong Kong Uluslararası Sözleşmesinin* gerekliliklerini AB hukukuna uyarlamakta, fakat daha ileri güvenlik ve çevre gereklilikleri içermektedir.

Tüzük, 31 Aralık 2018'den itibaren AB üyesi ülkenin bayrağını taşıyan tüm büyük deniz taşıtlarının, Avrupa gemi geri dönüşüm tesisleri listesinde yer alan onaylı gemi geri dönüşüm tesislerini kullanmasını zorunlu kılmıştır. 22 Nisan 2022 itibariyle, Avrupa listesinde Avrupa'da 37 tersane (AB, Norveç ve Birleşik Krallık), Türkiye'de 8 tersane ve ABD'de 1 tersane olmak üzere, toplam 46 gemi geri dönüşüm tesisi yer almaktadır.

AB kuralları, söküme giden tüm AB gemilerinin, tüm yeni Avrupa gemilerinin ve AB limanlarındaki üçüncü ülke gemilerinin tehlikeli madde envanterini gemide bulundurmalarını şart koşmaktadır. Bu envanter, bu tür maddelerin yerini ve yaklaşık miktarını belirtmek zorundadır.

36 "Gemi Geri Dönüşümü: Güncellenmiş Avrupa Tesisleri Listesinde Üç Yeni Tersane Yer Alıyor." Environment, April 27, 2022. https://environment.ec.europa.eu/news/ship-recycling-updated-list-european-facilities-includes-three-new-yards-2022-04-27_en.

Türkiye'de hurda ithalat prosedürü

Metal hurda ithalat prosedürü her yılın 1 Ocak günü yürürlüğe giren ***"Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Metal Hurdaların İthalat Denetimi Tebliği"*** tarafından düzenlenmektedir. Tebliğ, her yıl Ticaret Bakanlığı tarafından, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) ve ilgili kurumların görüşleri alınarak hazırlanmaktadır. Tebliğin Ek-1 listesinde yer alan hurda metallerin ithali için ÇŞİDB, *Metal Hurda İthalatçı Belgesi* vermektedir.

Metal Hurda İthalatçı Belgesi, *Geçici Faaliyet Belgesi* veya *Çevre İzin ve Lisans Belgesi* bulunan ve metal hurdayı ergiterek işlem yapan veya metal hurdayı parçalamak ve boyutlarını küçültmek suretiyle kalitesini ve yoğunluğunu arttırmak üzere ön işlem uygulayan tesislere verilmektedir.

Bu tesislerin, aynı zamanda, *Nükleer Düzenleme Kurumu* tarafından yapılacak değerlendirme neticesinde radyasyon ölçüm sistemine (radyasyon kontrolü için uygun ve kalibre edilmiş sabit ve portatif radyasyon ölçüm cihazlarına ve ilgili diğer donanıma) ve radyasyondan korunma konusunda eğitim almış personele sahip olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

3.4.1 Türkiye'de gemi söküm sektörü

Türkiye dünyanın büyük gemi söküm tesislerine ev sahipliği yapmaktadır. İzmir-Aliağa Gemi Söküm Sanayi Bölgesi dünyanın en büyük ikinci gemi söküm bölgesidir.

İzmir-Aliağa Gemi Söküm Sanayi Bölgesinin 07.10.1974 tarihli ve 7/8951 sayılı Bakanlar Kurulu kurulması kararlaştırılmıştır. 1976'dan bu yana, gemi söküm operasyonları sadece bu bölgede yapılmaktadır. Gemi söküm ve geri dönüşüm tesisleri ve ilgili diğer faaliyet kolları doğrudan ve dolaylı olarak 10.000 kişiyi istihdam etmektedir.

Türkiye gemi geri söküm endüstrisi, demir-çelik sektörüne yaklaşık 1 Mt hurda sağlamaktadır. Geri dönüştürülen hurdanın büyük bölümü İzmir bölgesinde bulunan EAF'li tesisler tarafından kullanılmaktadır.

GEMİ SÖKÜM FAALİYETLERİ NEDENİYLE OLUŞABİLECEK TEHLİKELER:

- Gemilerdeki tehlikeli maddeler
- Kıyı ortamına zarar
- Gemi sökümü tehlikeli bir iş olduğundan işçiler için yaralanma veya ölüm riskleri
- Birçok gemi söküm tesisi, kötü çevre ve güvenlik koşullarında çalışmaktadır.

Kaynak: Avrupa Komisyonu, "Daha yeşil bir dünya için daha emniyetli gemi geri dönüşümü"[37]

2022 itibariyle, Aliağa, İzmir'de 1,5 Mt kapasiteye sahip 22 gemi geri dönüşüm tesisi faaliyet göstermektedir (**Tablo 16**).[38]

37 "Safer Ship Recycling for a Greener World," European Commission. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/aacba614-9896-11e9-b2f2-01aa75ed71a1/language-en.

38 *"Gemi Geri Dönüşüm Tesisleri Kapasite Bilgileri,"* Kıyı Yapılar Daire Başkanlığı. https://tkygm.uab.gov.tr/uploads/pages/kiyi-yapilari-daire-baskanligi/gemi-geri-donusum-tesislerinin-kapasite-bilgileri.pdf

Tablo 16 – Aliağa, İzmir bölgesindeki gemi geri söküm ve geri dönüşüm tesisleri ve kapasite bilgileri

Tesis No	Parsel No	Tesis	Bölge	Tesis Alanı (m^2)	Tesis Kapasitesi (ton)
1	1	ERSAY GEMİ GERİ DÖNÜŞÜM İTHALAT İHRACAT NAKLİYAT SAN. VE TİC. A.Ş.	İZMİR	11.000	50.000
2	2	BMS GEMİ GERİ DÖNÜŞÜM SAN. VE TİC. A.Ş.	İZMİR	10.500	50.000
3	3-4	LEYAL GEMİ SÖKÜM SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	27.000	100.000
4	5	AVŞAR GEMİ SÖKÜM SAN. VE DIŞ TİC. LTD. ŞTİ	İZMİR	14.800	50.000
5	6-7	YAZICI DEMİR ÇELİK SAN. VE TUR. TİC. A.Ş.	İZMİR	28.500	100.000
6	8-9	SÖK DENİZCİLİK VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	29.050	100.000
7	10	EGE ÇELİK SAN. VE TİC. A.Ş.	İZMİR	14.700	50.000
8	11-12	ŞİMŞEKLER GIDA GEMİ SÖKÜM İNŞ. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	28.000	100.000
9	13	BLADE DENİZCİLİK GERİ DÖN.SAN TİC.A.Ş	İZMİR	15.350	50.000
10	14	DÖRTEL GEMİ SÖKÜM DEMİR ÇELİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	16.040	50.000
11	15	KURSAN GEMİ SÖKÜM DEMİR ÇELİK SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	15.560	50.000
12	16	ANADOLU GEMİ SÖKÜM ORMAN ÜRÜNLERİ GIDA TURİZM NAK. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	15.840	50.000
13	17	EGE GEMİ SÖKÜM SAN. VE TİC. A.Ş.	İZMİR	14.490	50.000
14	18	ALİAĞA GEMİ GERİ DÖNÜŞÜM DEMİR ÇELİK İNŞ. TAAH. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	16.310	50.000
15	19	TEMURTAŞLAR GEMİ SÖKÜM İTH.İHR.SAN VE TİC.A.Ş	İZMİR	15.730	50.000
16	20	KILIÇLAR GERİ DÖNÜŞÜMLÜ MADDELER VE METAL SAN. VE TİC.A.Ş	İZMİR	18.180	50.000
17	21	SOYLU GEMİ GERİ DÖN.TİC.LTD.ŞTİ	İZMİR	17.390	50.000
18	22	IŞIKSAN GEMİ SÖKÜM PAZARLAMA VE TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	23.680	100.000
19	23	ÖGE GEMİ SÖKÜM İTHALAT İHRACAT TİC. VE SAN. A.Ş.	İZMİR	17.540	100.000
20	24	BEREKET GEMİ SÖKÜM İTH. İHR. TİC. LTD. ŞTİ.	İZMİR	10.560	50.000
21	25	LEYAL-DEMTAŞ GEMİ SÖKÜM SAN. VE TİC. A.Ş	İZMİR	13.490	50.000
22	ABC	SUGURYA GERİ DÖN.SAN.TİC.A.Ş	İZMİR	30.000	100.000
			Toplam	**403.710**	**1.450.000**

2020'de, Aliağa gemi söküm tersanelerinde 117 gemiden toplam 0,85 milyon LDT[39] hurda metal geri dönüştürülürken, 2021 sonu itibariyle bu rakam 111 gemiden 0,76 milyon LDT miktarında olmuştur (**Tablo 17**).

Tablo 17 – Türkiye'de geri dönüştürülen gemi sayısı ve tonajları[40,41]

Yıl	Kayıtlı Brüt Tonaj	LDT	Gemi Sayısı
2009	557	298	73
2010	659	423	127
2011	1.067	653	238
2012	1.541	927	281
2013	1.370	802	232
2014	978	587	203
2015	752	602	113
2016	752	604	121
2017	971	818	189
2018	1.030	602	158
2019	1.060	654,5	128
2020	1.776	855	118
2021	1.441	761	113
2022	1.012	-	86

Aliağa bölgesi, AB bayraklı gemilerin büyük bölümünün sökümün yapıldığı bir geri dönüşüm merkezi durumdadır. Türkiyeli gemi söküm firmaları tarafından Avrupalı hurda gemi sahiplerine teklif edilen fiyatların, AB ülkelerindeki gemi söküm tesislerinin tekliflerinden daha yüksek olduğu bilinmektedir. Eldeki verilere göre özellikle 2015 yılında sonra, büyük şirketler ve armatörler Türkiye'deki gemi sökümü tesislerini tercih etmeye başlamışlardır.[42]

İzmir Kalkınma Ajansı'nın 2022 tarihli raporuna göre Türkiye gemi söküm firmaları 250 ABD doları/LTD civarında olan en düşük fiyatı (Bangladeş'te 480 ABD doları, Pakistan'da 470 ABD doları, Hindistan'da 460 ABD doları) vermektedir.[43]

STK Gemi Söküm Platformu tarafından yayımlanan verilere göre, 2021'de 763 ticari okyanus gemisi hurda tersanelerine satılmıştır. Bunlardan 77 tanesi Türkiye'ye satılmıştır. Türkiye tonaj cinsinden en büyük 4. varış noktası olmuştur (**Şekil 16**).

39 *STK Gemi Söküm Platformu Sözlüğü*: **Hafif taşıma tonajı (LDT)**, geminin kargo, yakıt, su, balast, erzak, yolcular, mürettebat haricindeki tüm sabit donanımıyla birlikte ağırlığıdır, ancak buharlı makineleri çalıştırmak için kullanılan daimi safra tankı ve suyun ağırlığı genellikle dahil edilir. Hurdaya çıkarılmış gemiler, çelik değerinin bir göstergesi olan ABD doları/LDT bazında satılmaktadır.

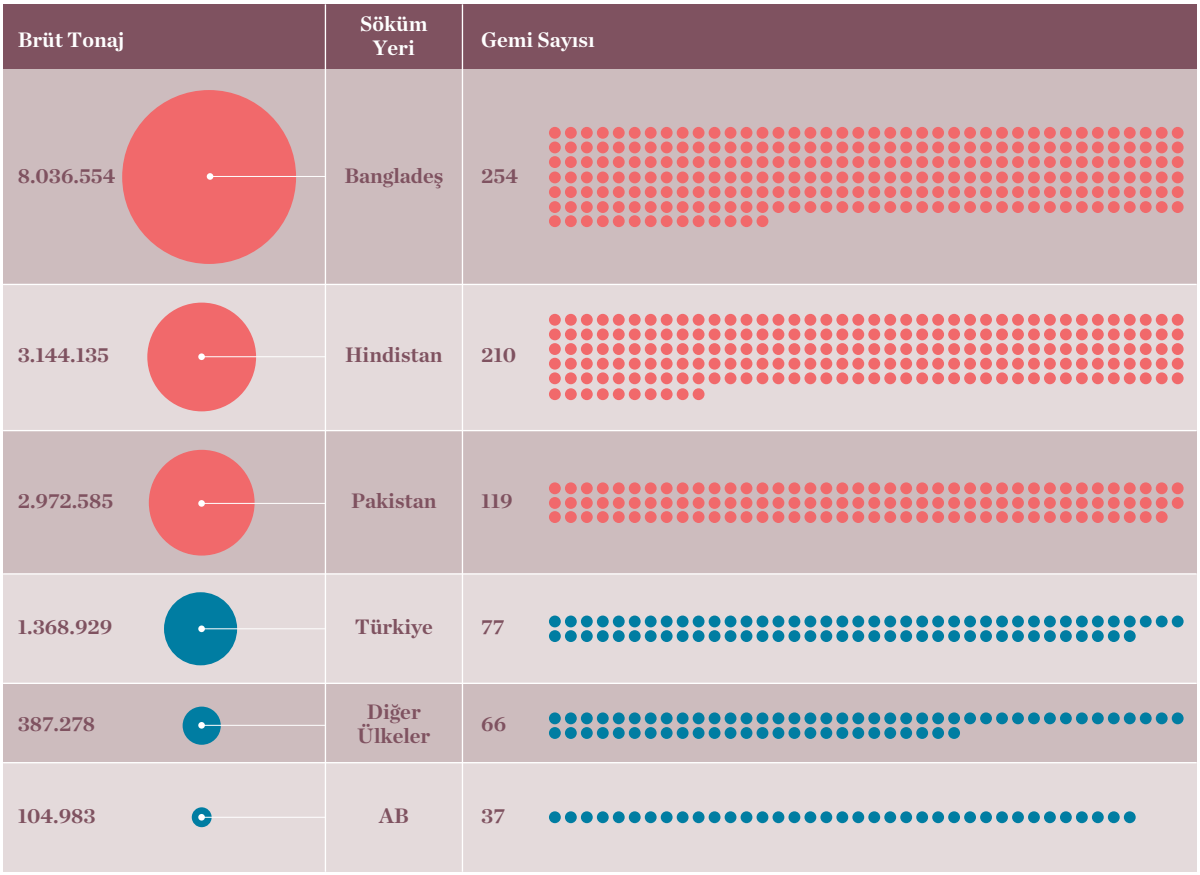
40 *"Geri* Dönüştürülen Gemi Sayısı, 2022," Tersaneler ve Kıyı Yapıları Genel Müdürlüğü. https://tkygmistatistikleri.uab.gov.tr/geri-donusturulen-gemi-sayisi

41 *"Geri Dönüştürülen Gemi Tonajı 2022,"* Tersaneler ve Kıyı Yapıları Genel Müdürlüğü. https://tkygmistatistikleri.uab.gov.tr/geri-donusturulen-gemi-tonaji

42 "Gemi Geri Dönüşüm Endüstrisi Emin Adımlarla Yoluna Devam Ediyor," Denizci Haber, 27 Şubat, 2022. https://www.denizcihaber.com/2022/02/1015/gemi-geri-donusum-endustrisi-emin-adimlarla-yoluna-devam-ediyor/.

43 "İzmir Aliağa Gemi Geri Dönüşümü Sektör Analizi," İZKA, 2022. https://izka.org.tr/wp-content/uploads/2022/05/gemi_geridonusum.pdf

Şekil 16 – Önde gelen gemi söküm ülkelerinde sökülen gemi sayıları ve tonajları



Kaynak: https://www.offthebeach.org

Gemi söküm tesislerindeki iş güvenliği ihlalleri ve çevre sağlığı sorunları

Uluslararası ve ulusal iş sağlığı ve güvenliği istatistiklerine göre, Türkiye işçi sağlığı ve emniyeti önlemleri ve göstergeleri konusunda iyi performans göstermemektedir. Gemi söküm sektörünün salt kâr odaklı motivasyonu ile kamu idarelerinin yetersiz önlemleri nedeniyle, gemi söküm sektöründeki iş güvenliği performansı daha kötü hale gelmiştir.[44]

Bu nedenle de sektör, işçi ve halk sağlığı ile çevre sağlığı göstergelerindeki düşük standartları ile gündeme gelmektedir.

Türkiye gemi geri dönüşüm tersanelerinin kâğıt üzerinde gerekliliklere uyum göstermesine rağmen, STK'lar ve işçi hakları örgütleri tarafından yapılan açıklamalarda tehlikeli atık yönetimi, sendikaların temsili ve meslek hastalıklarında şeffaflık vb. hususlardaki eksikliklere ve ihlallere dikkat çekilmektedir.

44 Gamze Yentür, "Gemi Söküm Sektörü İşçi Yiyor, Kan Kusuyor," İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi. erişim 19 Eylül 2022. http://www.isigmeclisi.org/20769-gemi-sokum-sektoru-isci-yiyor-kan-kusuyor-gamze-yentur.



Resim Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=kNyH28m5wzU

STK Gemi Söküm Platformu, Türkiye'deki gemi söküm tersanelerinde ağır metaller ve PCB'lerin bertarafına ilişkin kaygıların sürdüğünü belirtmektedir. ÇŞİDB'in, Mayıs 2021 tarihli açıklamasına göre son beş yılda Aliağa'da 714 geminin sökümü yapılmış ve yaklaşık 250 tonu asbest olmak üzere 74.325 ton tehlikeli atık bertaraf edilmiştir. *STK Gemi Söküm Platformu*, Aliağa'daki tersanelerde büyük miktarda asbestle kirlenmiş maddeler içerdiği düşünülen çok sayıda askeri gemi, petrol ve gaz üniteleri ve ayrıca Akdeniz'de çalışan daha eski RoRo/yolcu gemilerinin söküldüğün hesaba katıldığında, asbest için açıklanan bu rakamın büyük ölçüde eksik değerlendirildiğini iddia etmektedir.[45]

Şubat 2022'de Aliağa gemi söküm işçileri daha iyi istihdam koşulları ve sosyal haklara erişim talebiyle büyük çaplı protesto eylemleri gerçekleştirmiştir.[46]

2022'nin ilk aylarında, Aliağa tersaneleri işçileri çalışma koşullarının iyileştirilmesine yönelik greve çıkmasına karşın işçilerin talepleri tersane sahiplerince yeterince dikkate alınmamıştır. Tersane işçileri söküm işlerinde gerekli cihazların ve kişisel koruyucu ekipmanın eksik kullanımı, yasal ücretli izinler ve maaş ödemelerinde düzensizlikler ile işçi örgütlerine üye olunması durumunda yaptırımlarla karşılaşma gibi hukuk dışı uygulamalara maruz kalmaktadır.[47]

Aliağa'da gemi söküm işlemlerinde, çoğunlukla takip edilen baştankara yönteminde sökümü yapılacak gemi, zemini beton olan kara kısmına çekilerek söküm işlemi yapılmaktadır. Baştankara yöntemi, söküm yapılacak gemilerin tabanı sağlam bir havuza alınarak deniz ile bağlantısının kesildiği diğer yöntemlere göre daha az güvenli ve çevreci koşullarda gerçekleştirilmektedir.

45 "Two Workers Die While Scrapping Cruise Ship in Turkey," NGO Shipbreaking Platform, 28 Temmuz, 2021. https://shipbreakingplatform.org/two-workers-die-in-turkey/.

46 "Aliağa'daki Gemi Söküm İşçileri Eylemlerini Bitirdi: 25 Yıllık Ölü Toprağını Attık," Duvar, erişim 22 Şubat 2022. https://www.gazeteduvar.com.tr/aliagadaki-gemi-sokum-iscileri-eylemlerini-bitirdi-25-yillik-olu-topragini-attik-haber-1554200.

47 "Turkey," NGO Shipbreaking Platform. erişim 21 Eylül 2022. https://shipbreakingplatform.org/our-work/the-problem/turkey/#:~:text=Ship%20recycling%20in%20Turkey%20is,large%20cluster%20of%20heavy%20industries

KUTU 20 – SÃO PAULO GEMİSİ VAKASI

Türkiye kamuoyunda "Sao Paolo" gemisi olarak bilinen ve Aliağa'da sökülmesi planlanan ancak halkın ve demokratik kitle örgütlerinin mücadelesi ile ülkemize giriş izni alamayan büyük miktarda tehlikeli atık barındıran askeri uçak gemisine ilişkin süreç aşağıda özetlenmiştir.[48]



São Paulo uçak gemisi

- **Nisan 2021 - Sao Paolo gemisinin gövde satış ihalesi:** Kayıtlara göre 1960'lı yıllardan 2000 yılına kadar Fransız donanmasında "Foch" adı ile görev yapmış olan bu uçak gemisini 2000 yılında Brezilya satın aldı. Brezilya tarafından 2017'de ıskartaya çıkarılan – aynı zamanda ülkenin en büyük savaş gemisi olan– "NAE Sao Paulo" adlı uçak gemisi Nisan 2021'de sonuçlanan ihaleyle 1,85 milyon ABD dolarına satıldı. İhaleyi Rio de Janeiro merkezli bir şirket olan Cormack Marítima aracılığıyla ülkemizde Aliağa'da hizmet veren Sök Denizcilik firması aldı. Geminin tehlikeli maddeler envanterini hazırlayan Norveçli Grieg Green firması ise denetim sırasında ihaleyi kazanan firmanın gemideki bazı bölümleri kilitli tuttuğunu ve geminin sadece %12'sine erişebildiklerini açıklamıştı. Geminin denetlenmeyen bölümünde hangi tehlikeli atıkların ne oranda bulunduğu bu nedenle kesin olarak tespit edilememişti. Geminin incelenen bölümünde 9 ton asbestin yanı sıra 473 ton kurşun, 173 ton da hem kurşun hem kadmiyum içeren tehlikeli madde bulunduğu bilgisi mevcuttu.
- **30 Mayıs 2021:** ÇŞİDB, geminin sökümü için Sök Denizcilik firmasına 30 Mayıs 2021 tarihinde şartlı izin verdi.



- **Haziran 2021:** Haziran 2021'de Türkiye, Fransa, Brezilya ve Belçika merkezli sivil toplum kuruluşları, gemi sökümünün çevreye zarar vermeyecek bir şekilde yapılabilmesi ve São Paulo'daki tehlikeli atıkların uygun bir şekilde karakterize edilmesini sağlamak için Brezilya'daki Çevre Bakanlığı, Fransa'daki Silahlı Kuvvetler Bakanlığı, Avrupa Komisyonu ve asıl muhatap olan Türkiye Cumhuriyeti ÇŞİDB'ye çağrıda bulundu. Çevre ve işçi sağlı-

48 "Zehir Gemisi Sao Paulo Mücadelesinin Hikayesi" https://www.greenpeace.org/turkey/blog/zehir-gemisi-sao-paulo-mucadelesinin-hikayesi/

ğı şartlarının ihlal edilmesi nedeniyle geminin Aliağa'da sökümünün uygun olmadığı ve geminin sökümünün yalnızca AB onaylı bir tersanede gerekli şartları yerine getiren bir kurum tarafından yönetilmesine dair bir yaklaşım önerildi. Buna karşın yaklaşık aradan geçen bir yıllık süreçte Türkiye'deki ve diğer ülkelerdeki yetkili bakanlık ve kurumlar taleplere cevap vermemiş ve sivil toplum kuruluşlarından gelen önerileri dikkate almamıştır.

- **4 Ağustos 2022:** Alp Centre isimli römork ile çekilen Sao Paulo'nun Türkiye'ye yolculuğu başladı. Geminin yola çıkmasının ardından, Aliağa'da geniş bir yurttaş kitlesinin katılımıyla 'Aliağa Dünyanın Çöplüğü Değildir' 'Zehirli Gemi Tam Yol Geri!' temalarıyla protesto yürüyüşü gerçekleştirildi. Aynı gün, Sao Paulo/Foch enstitüsü tarafından Brezilya'da açılan davada sonuçlandı ve geminin yıllardır demirlediği limana geri dönmesine yönelik tedbir kararı çıktı. Ancak gemi yoluna devam etti.
- **24 Ağustos 2022**: İzmir Büyükşehir Belediyesi, TMMOB, KESK, DİSK, İzmir Tabip Odası, İzmir Barosu, sivil toplum örgütleri ve vatandaşlar, söküm izni veren ÇŞİDB'nı protesto etti. ÇŞİDB tarafından verilen şartlı söküm izninin iptal edilmesi için İzmir 5. İdare Mahkemesi'nde dava açıldı.
- **26 Ağustos 2022:** ÇŞİDB, 26 Ağustos'ta geminin giriş yasağını duyurdu. Yapılan açıklamada Brezilya Federal Bölge Mahkemesi'nin ihtiyati tedbir kararı alması üzerine bu gemideki asbest dâhil tehlikeli maddelere ilişkin yeni bir *Tehlikeli Madde Envanter Raporu* talep ettiklerini ancak bu belgenin Bakanlığa gönderilmediği belirtilmişti. Bu nedenle geminin sökümü için Sök Denizcilik firmasına 30 Mayıs 2021'de vermiş oldukları şartlı onayı iptal ederek geminin Türkiye karasularına girmesine izin verilmeyeceği açıklandı.
- **30 Ağustos 2022**: ÇŞİDB'nin 26 Ağustos'ta asbestli geminin Türk karasularına alınmayacağı açıklamasının ardından Alp Centre römorkörü hızını düşürmesine karşın yola devam etmişti. Takip eden süreçte 30 Ağustos'ta Brezilya Çevre Bakanlığı'na bağlı IBAMA Enstitüsü, Brezilyalı ihracatçı şirket Oceans Prime Denizcilik Acentesi'ne asbestli gemiyi Rio de Janeiro Limanı'na geri götürmesini tebliğ etmiş aksi takdirde şirketin lisanslarının iptal edileceği ve para cezasına çarptırılacağını bildirmişti.
- **8 Eylül 2022:** Uzun süren çabalardan sonra yasal olmayan bir biçimde Aliağa olarak rotasını koruyan gemi 8 Eylül tarihinde ilk defa rotasını Brezilya-Rio de Janeiro olarak güncelledi ve hızını artırdı.
- **3 Şubat 2023:** Brezilya kara sularına yakın mesafedeki uluslararası sularda 180 gündür bekletilen tehlikeli atık madde içeren eski uçak gemisi São Paulo, Brezilya Donanması tarafından 3 Şubat Cuma günü Brezilya'nın 350 km açığında Atlas Okyanusu'na batırıldı.

3.4.2 Türkiye'de ömrünü tamamlamış araç sistemi

Atık yönetimi sektörü altında olan ömrünü tamamlamış araç (ÖTA) mevzuatı hurdaya ayrılan araçların ruhsatlı geri dönüşüm tesislerine gönderilmeden önce uygunsuz şekilde hurdaya çevrilmesini önlemeye yönelik hususları tanımlar.

KUTU 21 – ARAÇLARDAKİ ÇELİK KULLANIMI MİKTARI

Worldsteel'e göre, araç başına ortalama olarak 900 kg çelik kullanılmaktadır[49]:

- %40'ı, bir çarpışma durumunda yüksek dayanım ve enerji emilimi sağlamak amacıyla, gövde yapısı, paneller, kapılar ve kaputlarda kullanılmaktadır.
- %23'ü motor bloğu için dökme demir ve aşınma dirençli dişliler için işlenebilir karbon çelik içeren aktarma organlarında kullanılmaktadır.
- %12'si haddelenmiş yüksek dayanımlı çelik şeritlerin yer aldığı süspansiyonda kullanılmaktadır.
- Geri kalanı ise jantlarda, lastiklerde, yakıt depolarında, direksiyonda ve fren sistemlerinde kullanılmaktadır.

10.000 hurda aracın parçalanmasından yaklaşık olarak **4.000 ton çelik** elde edilmektedir.[50]

Ülkemizde, M1 binek otomobiller ve N1 hafif ticari araçlar kategorilerini kapsayan ÖTA sistemi 2012 yılında ÇŞİDB ve Emniyet Genel Müdürlüğü işbirliğinde kurulmuştur.

ÖTA'ların, trafik kayıtlarını silmek ve çevreye uyumlu şekilde bertaraf edildiklerini belgelemek için, ÇŞİDB'den çevre ruhsatı veya il müdürlüklerinden teslimat yeri için uygunluk yazısı almış olan tesislerden "Hurda Araç Sicil İptali ve Bertaraf Formu" kullanmaları istenmektedir. Bu şekilde, hurda araçların geri kazanımını izlemek mümkün olmaktadır.

Hurda araçların geri dönüşümü için, hurdaya ayrılmış araçlar 73 ilde toplam 215 noktada sahiplerinden alınabilmektedir. ÇŞİDB tarafından ruhsat verilen ve hurda araçların zararlı maddelerden arındırılmasını ve sökümünü yapan 111 ÖTA geçici depolama alanı, araçlardan malzeme geri dönüşümünü gerçekleştiren 18'i entegre olmak üzere 26 ruhsatlı ÖTA işleme tesisi ve bölge müdürlüklerinden uygunluk belgesi almış olan 96 ÖTA teslim alanı bulunmaktadır.

2018'den bu yana, Türkiye'deki ruhsatlı tesisler tarafından yaklaşık 0,5 milyon araç hurda parçalarına ayrılarak ekonomiye kazandırılmıştır. Toplam kayıtlı ÖTA sayısı 2019'dan beri sert bir düşüş görmüştür. 2020 ve 2021'de ÖTA olarak kayda geçen araç sayısı beş bin aracın altına düşmüştür. Bu düşüşün ana nedeni olarak ÖTA'lar için sağlanan devlet teşviğinin sona ermesi gösterilmektedir (**Tablo 18**).

Tablo 18 – Türkiye ve bazı AB ülkelerinin ÖTA[51] istatistikleri (Kaynak: TÜİK ve ÇŞİDB)

Yıl	Türkiye	İtalya	İspanya	Fransa	Almanya
2018	150.611	1.030.318	748.306	1.571.776	560.455
2019	295.704	1.094.731	813.768	1.623.522	461.266

49 "Steel in Automotive," worldsteel, erişim 16 Temmuz, 2022. https://worldsteel.org/steel-topics/steel-markets/automotive/.

50 "What Happens to Steel Scrap from End-of-Life Vehicles?" POSCO Newsroom, March 22, 2019. https://newsroom.posco.com/en/steel-scrap-from-elvs.

51 ÖTA'lar, kullanışlı hizmet ömrünü tamamlamış ve atık olarak işlem gören, pratikte sökülen veya başka şekillerde bertaraf edilen araçlar olarak tanımlanmaktadır. Kaynak: "End-of-Life Vehicle Statistics," Statistics Explained. Erişim 4 Mayıs , 2022. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/End-of-life_vehicle_statistics.

3.5 DEMİR-ÇELİK ÜRETİMİNDE CÜRUF OLUŞUMU

3.5.1 Demir-Çelik üretiminde cüruf oluşumu, küresel durum

Cüruf, ham çelik üretimi yapan tesislerde pik demirin ve ham çeliğin üretimi esnasındaki istenmeyen safsızlıkların (empüritelerin) cüruf oluşturucu malzemelerin yardımıyla giderilmesi sonucu oluşan bir yan üründür. Silika, kalsiyum oksit, magnezyum oksit ve alüminyum ve demir oksitlerin bir karışımı olan cüruf, **yıllık 400 milyon tonun** üzerinde üretimle ham çelik üretiminin en yaygın katı yan ürünüdür. Oluşan cürufun büyük bir kısmı geri dönüştürülerek yol yapımı, çimento üretimi gibi uygulamalarda ve gübre üretimi için hammadde olarak kullanılır.

KUTU 22 - DEMİR-ÇELİK ÜRETİMİNDE CÜRUF OLUŞUMU

Çelik üretim tesislerinde demir cevheri, çelik hurdası ve diğer demirli malzemelerden kaynaklı safsızlıkları gidermek için cüruf yapıcı maddeler ve eritkenler (kireçtaşı veya dolomit ve silis kumu) eklenmesi sonucu cüruf oluşmaktadır.

Pik demir ve çelik yapımı işlemleri sırasında yüksek fırın cürufu ve çelikhane cürufu meydana gelmektedir.

Yüksek fırın cürufu, yüksek fırında demir cevherinin indirgenerek sıvı ham demir elde edilmesi esnasında, cüruf yapıcı elementlerin oksitlenerek sıcak metal üzerinde toplanmasıyla oluşur.

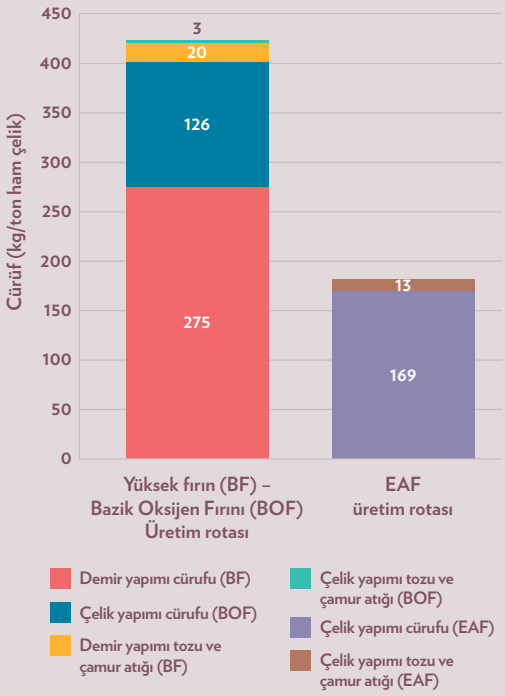
Çelikhane cürufu, çelik üretiminde (EAF, İF veya BOF'ta) metal eriyiğinin rafinasyonu ve oksitlenmesi esnasında, yoğunluğunun çelikten daha az olması sebebiyle, çeliğin üzerinde oluşmaktadır. Çelikhane cürufu 1300°C veya daha yüksek sıcaklıklarda ocaktan alınır.

Yukarıdakilere ek olarak pota ocağında gerçekleşen ikincil metalurji işlemlerinde de cüruf oluşur.

Hurda-EAF üretim rotasında tipik olarak üretilen ton çelik başına yaklaşık 150-200 kg cüruf oluşurken BF-BOF üretim rotasında ise yaklaşık 400 kg cüruf (275 kg yüksek fırın cürufu, 125 kg çelikhane cürufu) ortaya çıkmaktadır (**Şekil 17**).

Çelik üretimi kaynaklı cürufların sınıflandırılması üretildikleri fırın tipine bağlı olmaktadır.

Şekil 17 – Çelik üretim rotasına göre oluşan başlıca katı yan ürünler (kg/ton ham çelik cinsinden ortalama veriler, Kaynak:worldsteel))



Cürufun özellikleri, ham çelik üretimi için kullanılan üretim rotası, cürufun soğutma koşulları ve cüruftan faydalanma biçimi dahil olmak üzere birçok faktörden etkilenir.

3.5.2 Türkiye'de çelik cüruf yönetimi

Demir çelik endüstrisinden kaynaklanan cüruf malzemesi, ulusal atık yönetimi mevzuatına göre tehlikesiz atık statüsünde sınıflandırılmaktadır. ÇŞİDB tarafından yayımlanan il çevre durumu raporlarında demir-çelik sektöründen kaynaklanan cüruf miktarlarına (2020 ve 2021 yılları için) dair bilgiler **Tablo 19**'da özetlenmiştir. 2021 yılında ham çelik üretimi yapan tesislerde **6,5 Mt cüruf** oluştuğu tahmin edilmektedir.

Karabük, Zonguldak ve Hatay illerinde faaliyet gösteren entegre tesislerden oluşan granüle yüksek fırın cürufunun büyük bir bölümü, klinker üretiminde kullanılmak üzere, çimento fabrikalarında kullanılmaktadır.

Çelikhane cürufu ise, parke, bordür, yağmur oluğu, hazır beton ürünleri, mikronize granül ürünler, raspa kumu, asansör ve beyaz eşya denge ağırlığı, asfalt agregası, alt ve üst temel malzemeleri ve muhtelif ebatlarda dolgu malzemesi olarak kullanılabilmektedir. Geri kazanımı yapılmayan çelikhane cürufu, yeterli alanı sahip kuruluşlarda tesis içerisinde geçici olarak depolanmaktayken alanı uygun olmayan tesisler oluşan cürufu doğrudan düzenli depolama alanlarına nakletmektedir.[52]

Tablo 19 – Demir çelik sektöründen kaynaklanan cürufun illere göre dağılımı ve bertaraf yöntemi

İl (yıl)	Cüruf miktarı (ton)	Bertaraf Yöntemi*
İzmir (2020)	1.808.984	D5 Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)
Karabük (2020)	1.220.004	Yan ürün
Zonguldak (2021)	1.150.000	Çimento tesislerine tahsis, sinter tesisinde tekrar kullanım ve belediyelerin altyapı sahalarında kullanım
Osmaniye (2020)	696.591	R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü R12 Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi
Çanakkale (2021)	449.098	Geri kazanım – Yan ürün olarak kullanım
Hatay (2019)	397.164	Geri kazanım
Kocaeli (2021)	369.481	D1 Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (örneğin, düzenli depolama ve benzeri)
Bartın (2021)	123.026	Yan ürün
Bursa (2020)	73.317	Geri kazanım – Yan ürün olarak kullanım
Samsun (2020)	33.537	Yan ürün
Kırıkkale (2021)	12.046	Geri kazanım – Yan ürün olarak kullanım
Bilecik (2020)	10.958	R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü
Tekirdağ (2021)	7.071	Geri kazanım – Alternatif madde
Toplam	**6.356.184**	

(* ÇŞİDB İl çevre durum raporlarında belirtilen yöntem tabloya işlenmiştir.)

52 "Demir Çelik Cüruf Raporu," TÇÜD, 16 Kasım 2015, http://celik.org.tr/wp-content/uploads/2016/12/4-TCUD-Curuf_Rapor.pdf.

3.6 ÇELİK ÜRETİMİNDE ENERJİ KULLANIMI

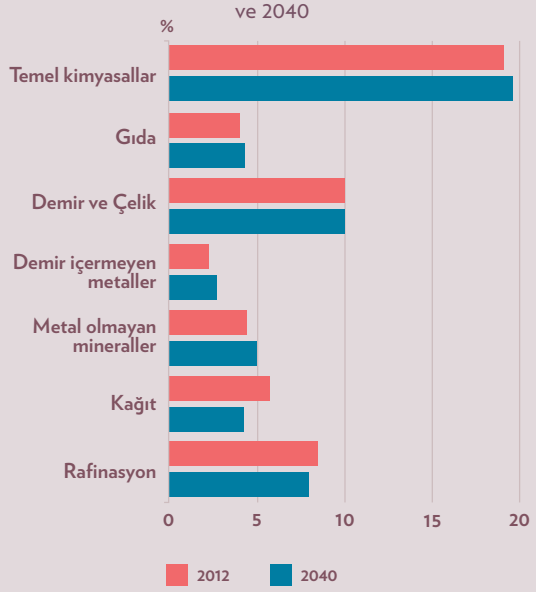
3.6.1 Küresel ölçekte çelik endüstrisinde enerji kullanımı

Çelik de dahil olmak üzere, ağır sanayideki çoğu üretim prosesi; çok yüksek sıcaklıklarda (800°C üzerinde, ör: geleneksel çelik yüksek fırınları yaklaşık 1.100°C'de çalışır) büyük miktarda termal enerjiye ve kesintisiz çalışmaya ihtiyaç duyar.[54] Örneğin, geleneksel bir BF/BOF tesisinde üretilen 1 ton çelik için 20-24 GJ'e kadar enerjiye ihtiyaç

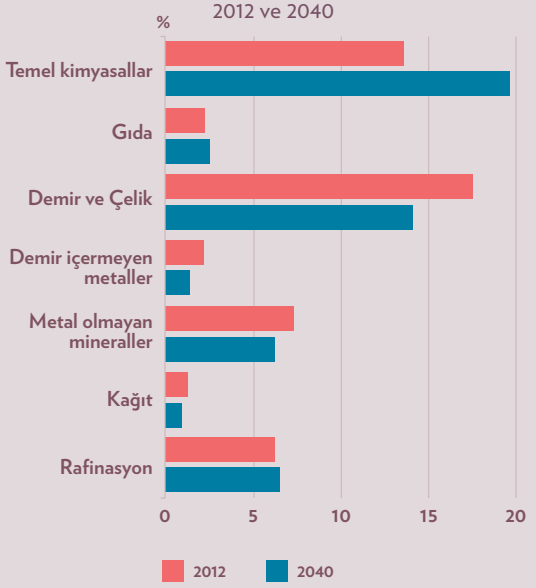
KUTU 23 – ENERJİ-YOĞUN ENDÜSTRİLER VE DEMİR-ÇELİK SEKTÖRÜNÜN ENERJİ TÜKETİMİ[53]

Demir ve çelik, demir içermeyen metaller (başta alüminyum üretimi) ve metalik olmayan mineraller (başta çimento üretimi), temel kimyasallar, rafineri, gıda, kâğıt hamuru ve kâğıt sektörleri enerji yoğun olarak kabul edilmektedir. Bu sektörler, endüstriyel enerji kullanımının yaklaşık yarısından sorumludur. Demir-çelik sektörü, endüstriyel enerji tüketiminin yaklaşık %10'u (OECD ülkelerinde) ilâ %20'sini (OECD dışı ülkelerde) oluşturmaktadır (**Şekil 18** ve **Şekil 19**).

Şekil 18 – Endüstriyel enerji tüketiminde enerji yoğun endüstrilerin payları (%), OECD ülkeleri ortalaması - 2012 ve 2040



Şekil 19 – Endüstriyel enerji tüketiminde enerji yoğun endüstrilerin payları (%), OECD dışı ülkelerin ortalaması - 2012 ve 2040



53 "International Energy Outlook 2016," U.S. Energy Information Administration, https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/industrial.pdf

54 "Low-Carbon Heat Solutions for Heavy Industry: Sources, Options, and Costs Today," Center on Global Energy Policy at Columbia University , October 7, 2019. https://www.energypolicy.columbia.edu/research/report/low-carbon-heat-solutions-heavy-industry-sources-options-and-costs-today.

duyulabilir.[55] Bu rakam 1 ton kâğıt için 11,5 GJ ve 1 ton çimento üretimi için 3-5 GJ civarındadır.

Hurda çeliği ergiten EAF üretim prosesi, BF/BOF yöntemine kıyasla daha az enerji kullanır. EAF'li bir tesiste DRI kullanılarak yapılan üretim, kok kömürü yerine doğal gaz veya termal kömür kullanabildiği için yüksek fırın prosesinden daha az enerji-yoğundur.

Sektörün gelecekteki enerji tüketim miktarı ve kullanacağı yakıtlar büyük ölçüde ham çelik üretim teknolojisi prosesine, üretimde fosil yakıtların (kömür, doğal gaz) payına, şebekedeki temiz elektrik payına ve hurda kullanım oranlarına bağlı olacaktır. Enerji verimliliği ve geri dönüşüm-döngüsellik önlemleri üretim prosesinin enerji yoğunluğunu belirli bir seviyeye kadar düşürebilecektir.

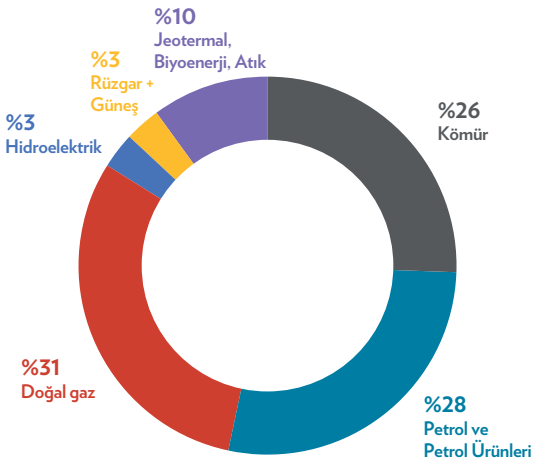
3.6.2 Türkiye'de enerji üretimi ve tüketimi

Enerji üretimi ve tüketimi

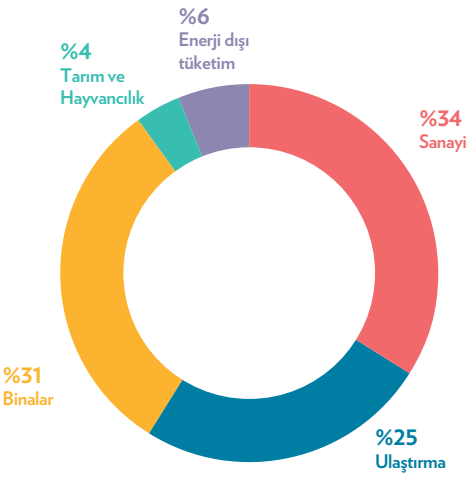
Türkiye'nin 2021 yılındaki birincil enerji arzı 159 milyon ton eşdeğer petrol (tep) olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji arzında fosil yakıtlarının payı %84 olmuştur. Petrol ve petrol ürünleri, doğal gaz ve kömür, başlıca enerji kaynakları olarak öne çıkmaktadır (**Şekil 20**).

2021 yılı nihai enerji tüketimi yaklaşık 124 milyon tep olmuştur. Sanayi sektörünün kullandığı enerji miktarı nihai tüketiminin üçte birine tekabül etmektedir (**Şekil 21**). Diğer sektörlere kıyasla en yüksek tüketim payına sahip olan sanayi sektörünün nihai enerji tüketimindeki payı 1990'dan beri artış göstermiştir.

Şekil 20 – Birincil enerji arzının kaynaklara göre payı (%), 2021 (Veri kaynağı: ETKB)



Şekil 21 – Sektörlerin nihai enerji tüketimdeki payları (%), 2021 (Veri kaynağı: ETKB)

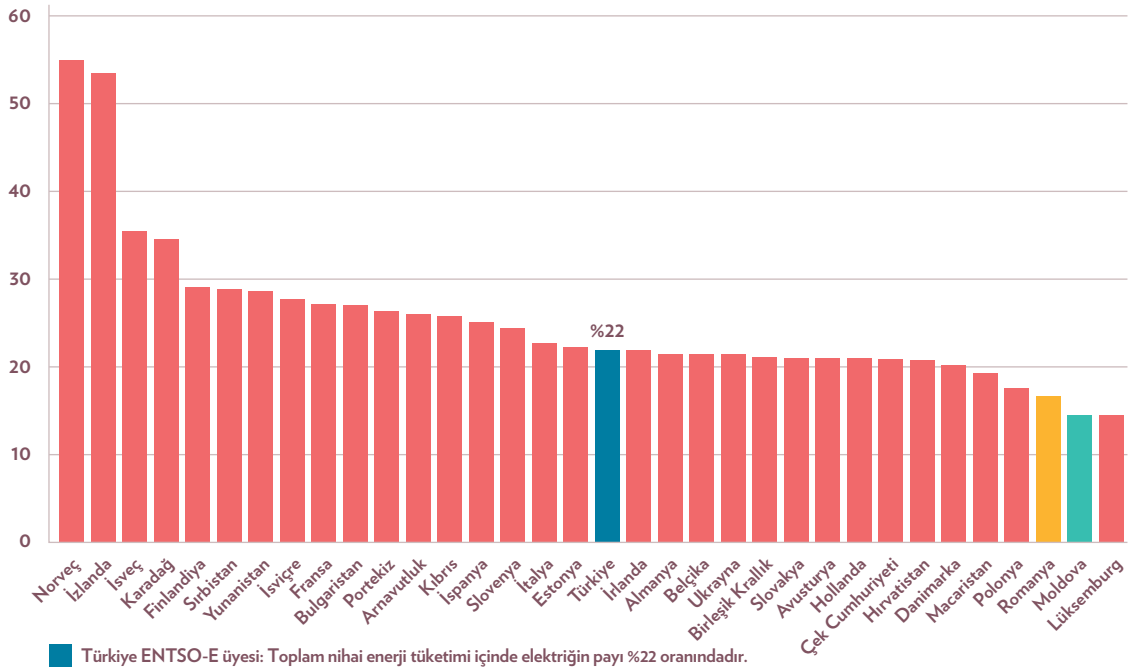


55 "Starting from Scrap: The Key Role of Circular Steel in Achieving Climate Goals," Sandbag. Erişim 18 Eylül, 2022. https://sandbag.be/index.php/2022/06/20/starting-from-scrap-the-key-role-of-circular-steel-in-achieving-climate-goals/.

Elektrik üretimi

2021 yılında gerçekleşen 329,6 milyar kWh elektrik tüketim değeri ile elektriğin nihai enerji tüketimi içindeki payı %20 civarında olmuştur. Aynı yıl için elektriğin %33'ü doğal gazdan ve %31'i kömürden üretilmiştir. Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında Türkiye'de elektriğin nihai enerji tüketimi içindeki payı İspanya ve İtalya'nın gerisinde kalırken Almanya, Birleşik Krallık ve Hollanda'nın üstündedir (**Şekil 22**).

Şekil 22 – Avrupa ülkelerinde ve Türkiye'de elektriğin nihai enerji tüketimi içindeki payı (Kaynak: IEA)



3.6.3 Türkiye'de çelik sektörünün enerji tüketimi

ETKB tarafından yayımlanan *2021 yılı Ulusal Enerji Dengesi Tablosu'na* göre *Ana Metal Sanayi* sektörü, nihai enerji tüketiminin yaklaşık %10'undan sorumludur. Bu sektörün enerji tüketiminde büyük pay ham çelik üreticilerine aittir. 2000 yılından bu yana hızla artan ham çelik üretim kapasitesi sonucu *Ana Metal Sanayi* sektörünün enerji tüketimi iki katına çıkmıştır **(Tablo 20).**[56]

Ana Metal Sanayi sektörü altında yer alan "*Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı"* alt-sektörü ise toplam nihai enerji tüketiminin yaklaşık %7'sinden ve toplam endüstriyel enerji tüketiminin yaklaşık %22'sinden sorumludur (**Tablo 20**).[57] Ham çelik üreticileri de bu alt-sektörün içerisinde tasnif edilmiştir.

56 "Denge Tabloları," Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, erişim 13, 2022. https://enerji.gov.tr/Preview/tr/63d0007a-f593-458b-9610-353eb2545897.

57 "*Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı*" alt-sektörü ham çelik üreticilerini ve haddehaneleri kapsamaktadır)

Tablo 20 – "Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı" alt-sektörü için nihai enerji tüketim verileri, 1980-2021 (Veri kaynağı: ETKB)

Enerji tüketimi	1980	1990	2000	2010	2020	2021
Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı alt-sektöründe nihai enerji tüketimi (milyon tep)	1,0	3,6	4,5	6,2	8,5	9,1
Alt-sektörün nihai enerji kullanımı içindeki payı (%)	5,0	9,0	7,0	8,0	7,6	7,4
Alt-sektörün sanayi tarafından kullanılan nihai enerji içindeki payı (%)	21	27	20	24	23,6	21,9
Sanayinin nihai enerji tüketimi (milyon tep)	4,8	13,6	22,9	26,1	36,2	42,0
Nihai enerji tüketimi (milyon tep)	19,6	42,2	61	79,2	113,1	124,0

Demir ve çelik ürünleri imalatı alt-sektörü yaklaşık olarak:

- Nihai enerji tüketimin %7'sini
- Endüstriyel enerji tüketiminin %22'sini oluşturmaktadır

1980'den 2020'lere kadar, *Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı* alt-sektörü nihai enerji tüketiminde büyük bir payı muhafaza etmiştir. Bahsi geçen alt-sektörün yaptığı tüketimin büyük bir kısmı ham çelik üretimi tesislerine aittir.

"*Demir ve Çelik Ürünleri İmalatı*" alt-sektöründe kullanılan ana enerji kaynakları kok, elektrik, doğal gaz ve taşkömürüdür. Sektör, arz edilen kok tüketiminin %96'sını, taşkömürü tüketiminin %14'ünü, elektrik tüketiminin %10'unu ve doğal gaz kullanımının %5'ini gerçekleştirmektedir.

Entegre demir-çelik tesisleri ve EAF'li tesislerde tüketilen enerji kaynaklarının payları

Türkiye'deki entegre tesislerde tüketilen enerjinin yaklaşık %90'ı kömürden elde edilmektedir. EAF'li tesislerde (tesislerin nihai ürün üretim tipine ve diğer birçok parametreye bağlı olarak değişmekle beraber) ise tüketilen enerjinin %60'a yakını elektrik enerjisidir. Yine yüksek miktarlarda doğal gaz tüketimi de bu tesislerde görülmektedir.

ETKB tarafından hazırlanan 2019 yılı demir çelik sektörü kıyaslama çalışmaları[58] dikkate alındığında entegre tesisler ve EAF'li tesislerin kullandıkları enerji kaynaklarının payları aşağıdaki gibi dağılım sergilemektedir:

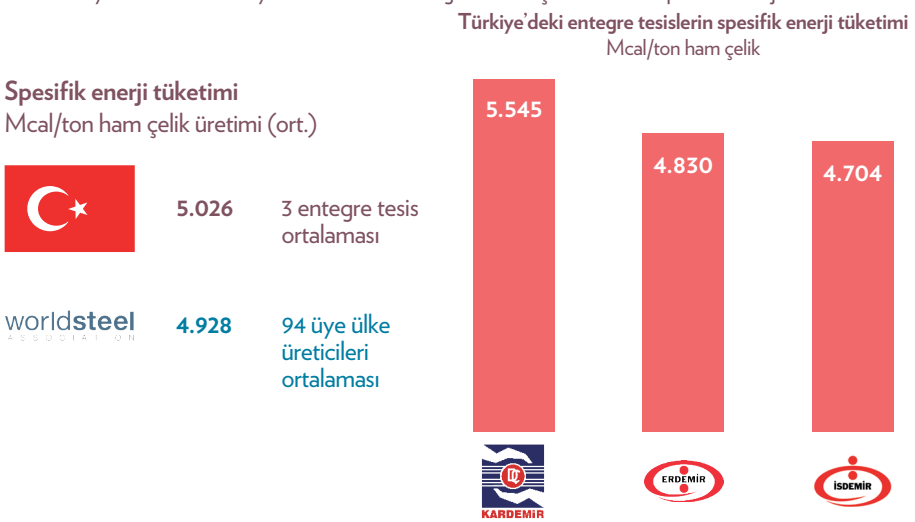
- **Entegre tesislerde**[59]: Kömür: %89,8; Doğal gaz: %6,7; Elektrik: %3,5
- **EAF'li tesislerde**: Elektrik: %55,1; Doğal gaz: %32,2; Kömür: %12,6; Diğer: %0,1

Entegre tesislerde tüketilen enerjinin büyük bir kısmı BF ünitesinde, EAF'li tesislerde ise çelikhane-ark ocağı ünitesinde kullanılmaktadır.

58 "Demir Çelik Sektörü Kıyaslama Çalışmaları," Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı Planlama ve Denetim Daire Başkanlığı Ölçme ve Değerlendirme Grubu, Grup Koordinatörü/ETK Uzmanı Halil Oruç, 11 Ocak 2022, 2022 yılı Enerji Verimliliği Haftası. Çalışma tüm ham çelik üreticilerini kapsamamaktadır ancak sektörün enerji tüketimine ilişkin genel bir değerlendirme sunmaktadır.

59 Kömüre ait değer entegre tesislerdeki elektrik ve kok üretiminde kullanılan miktarın karşılığıdır. Elektrik enerjisi payı, satın alınan elektriği kapsar (Üretilen elektrik enerjisi dahil değildir.)

Şekil 23 – Türkiye ve worldsteel üyesi ülkelerdeki entegre demir-çelik tesisleri spesifik enerji tüketimi verileri, 2021



Entegre demir çelik tesisleri enerji kullanımı

Worldsteel rakamlarına göre, 94 çelik üreticisi üye ülke her 1 ton ham çelik için ortalama 4.928 Mcal enerji tüketmektedir. Türkiye'de faaliyet gösteren entegre demir çelik tesislerinin faaliyet raporlarındaki verilere göre, entegre tesislerin ortalama spesifik enerji tüketimi yaklaşık 5.000 Mcal/ton ham çelik civarındadır (**Şekil 23**).

Entegre tesisler elektrik tüketimlerinin önemli bir bölümünü üretim proseslerinde açığa çıkan kok gazı, yüksek fırın gazı ve çelikhane gazından elde etmekte ve ayrıca satın alınan doğal gazı kullanarak üretmektedir.

Tablo 21'de Türkiye'deki entegre tesislerin 2021 yılı toplam enerji tüketim verileri ve 1990'lı yıllardaki spesifik enerji tüketim miktarları da sunulmuştur. Son yirmi beş yılda bu tesislerin spesifik enerji tüketim verilerinde iyileşmeler gerçekleşmiştir. TÇÜD'nin 2000 yılındaki verisi dikkate alındığında, 2021 yılına gelindiğinde entegre tesisler her ton ham çelik üretimi için toplam enerji tüketimini yaklaşık %26,5 azaltmışlardır (2000 yılındaki 6.842 Mcal olan değer 2021 yılındaki 5.026 Mcal değerine kadar düşmüştür).

Tablo 21 – Entegre demir-çelik tesisleri için spesifik enerji ve enerji tüketim verileri, 2021 (Veri Kaynağı: worldsteel, Şirketlerin Faaliyet Raporları, TÇÜD verileri)

Entegre Demir-Çelik Tesisi	Spesifik Enerji Tüketimi (Mcal/ton ham çelik)	Toplam Enerji Kullanımı 2021 (TJ)
Kardemir	5.545 (1999'da 6.782)	65.098
Erdemir	4.830 (1995'te 6.105, 2005'te 5.199)	74.800
İsdemir	4.704 (1995'te 8.624, 2003'te 7.125)	111.828
Tüm entegre tesisler	5.026 (2000'de 6.842)	83.909
Worldsteel üyesi ülkelerdeki tesislerin spesifik enerji tüketimi ortalaması	4.928	-

Spesifik enerji tüketimini etkileyen faktörler: Hammaddelerin (hurda, cevher, kok, kömür, vd.) kalitesi ve içerikleri, pulverize kömür enjeksiyon (PCI) miktarı, nihai ürün üretiminde değişiklik (sıcak-soğuk kaplama ürün), elektrik arz tipi (üretim/satın alma).

EAF'li tesisler enerji kullanımı

ETKB 2019 yılı demir çelik sektörü kıyaslama çalışmaları[58] verilerine göre ise EAF tesislerinde toplam enerji tüketimi ise değişken olup çalışmaya dahil olan tesislerin (19 adet tesis) ağırlıklı ortalaması çelikhane aşaması için 600 MCal/ton sıvı çelik, haddelenmiş ürün için ise 1000 MCal/ton çelik ürünü civarındadır.

KUTU 24 – EAF'Lİ TESİSLERDE ENERJİ KULLANIMI

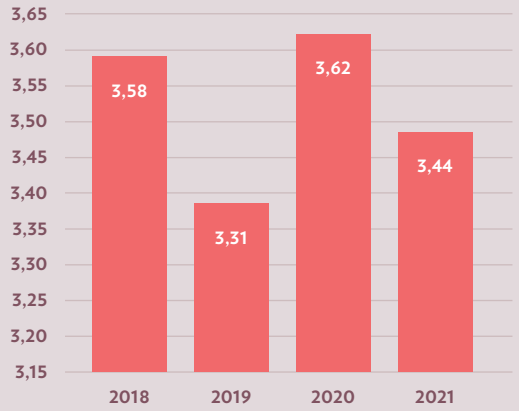
TÇÜD verilerine göre, 2000'den 2012'ye kadar, EAF'li tesisler her 1 ton ham çelik üretimi için toplam ortalama enerji tüketimlerini yaklaşık %18,6 azaltmıştır (2000 yılında 700 Mcal/ton çelik değerinden 2012 yılındaki 570 Mcal/ton çelik değerine).[60]

ETKB 2019 yılı demir çelik sektörü kıyaslama çalışmaları verilerine göre ise EAF tesislerinde toplam enerji tüketimi ise değişken olup çalışmaya dahil olan tesislerin (19 adet tesis) ağırlıklı ortalaması çelikhane aşaması için 600 MCal/ton sıvı çelik, haddelenmiş ürün için ise 1000 MCal/ton çelik ürünü civarındadır.

- **EAF'li tesislerindeki enerji kaynakları**: Elektrik: %55,1; Doğal gaz: %32,2; Kömür: %12,6; Diğer: %0,1

Türkiye'de üretimine devam eden orta büyüklükteki (1 Mt üzerinde kapasiteye sahip) bir EAF'li tesisin 2021 yılı içerisindeki enerji tüketimi yaklaşık 822 Mcal/ton çelik ürünü (3,44 GJ/ton çelik) olarak hesaplanmıştır (**Şekil 24**).

Şekil 24 – Orta ölçekli bir EAF'li tesiste enerji tüketimi, GJ/ton çelik



60 Serpil Çimen, 2015. *"Demir-Çelik Sektöründe Karbon Yönetimi,"* TÇÜD, 02 Nisan 2015 , Grand Cevahir Hotel ve Kongre Merkezi-İstanbul

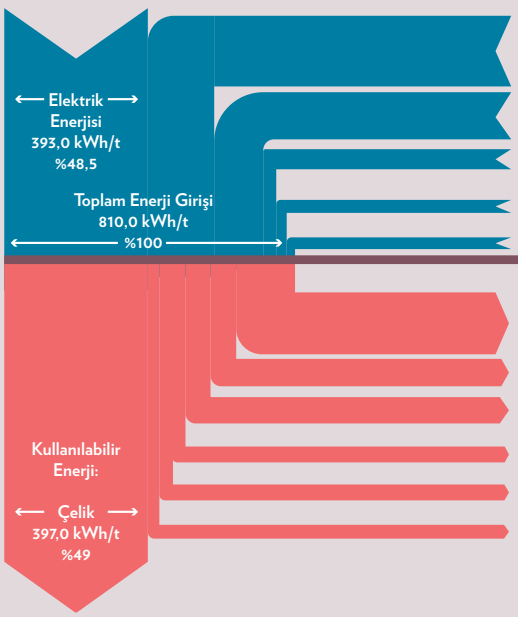
KUTU 25 – EAF PROSESİNİN TİPİK ENERJİ DENGESİ

EAF ile yapılan ham çelik üretim prosesindeki tipik enerji dengesinde, EAF içindeki enerjinin yaklaşık yarısı elektrik arkları tarafından sağlanırken, diğer yarısı kimyasal reaksiyonlardan elde edilmektedir. Elektrik arkı ve kimyasal enerjinin payları ocağın işletim stratejisi, enerji kaynaklarının fiyatları ve tercih edilen ürün kalitesine bağlıdır.

Kimyasal enerji; enjekte edilen karbon kaynaklarının oksitlenmesi, hurdadaki karbon içeriği ve grafit elektrot(ların) tüketimi yoluyla sağlanır. Ek kimyasal enerji, brülörlerden ve ayrıca enjekte edilen oksijeninin demir ve eser elementlerin oksidasyonu ile sağlanır.

EAF'ye sağlanan enerjinin yaklaşık %55-65'i hurdayı ergitmek için kullanılır. Kalan enerji cüruf, refrakter, soğutma sistemi ve baca gazlarıyla (çoğunlukla yanmamış karbon monoksit ve hidrojen formunda kimyasal enerji) kaybedilir (**Şekil 25**).[61]

Şekil 25 – EAF prosesinin enerji dengesi



	kWh/t	%
Karbon Taşıyıcılar	191,0	23,6
Kimyasal Reaksiyonlar	123,0	15,2
Brülörler	50,0	6,2
Elektrok Oksidasyonu	28,0	3,4
ΔC Çelik	25,0	3,1

	kWh/t	%
Baca Gazı	168,0	20,7
Gövde Soğutma	71,0	8,8
Diğer Isı Kayıpları	69,0	8,5
Kapak Soğutma	37,0	4,6
Denge Farkı	37,0	4,6
Cüruf	31,0	3,8

Kaynak: Hay, Thomas, Ville-Valtteri Visuri, Matti Aula, and Thomas Echterhof. "A Review of Mathematical Process Models for the Electric Arc Furnace Process." steel research international 92, no. 3 (2020): 2000395. https://doi.org/10.1002/srin.202000395.

61 S. Abraham, E. Brown, T. Franks, R. Petty, T. Sprague, and Y. Wang, "Dynamic EAF Energy and Material Balance Model for on-Line Process Optimization," AISTech 2021 Proceedings of the Iron and Steel Technology Conference, 2021, https://doi.org/10.33313/382/027.

Tablo 22 – Küresel düzeyde çelik sektörü CO_2 emisyonu verileri, 2019

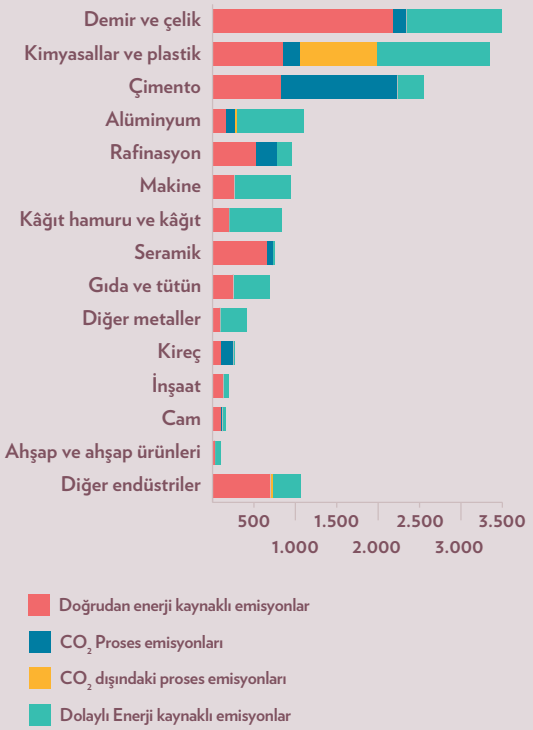
Toplam CO_2 Emisyonları, 2019 IEA Verileri[62]		Toplam CO_2 Emisyonları, 2019, Global Efficiency Intelligence Verileri[63]	
Doğrudan Emisyonlar	2,6 Gt CO_2 (%70)	BF-BOF çelik üretimi	3,1 Gt CO_2 (%86)
Dolaylı Emisyonlar	1,1 Gt CO_2 (%30)	EAF çelik üretimi	0,5 Gt CO_2 (%14)
Toplam	**3,7 Gt CO_2 (%100)**	**Toplam**	**3,6 Gt CO_2 (%100)**

KUTU 26 – ENDÜSTRİYEL SEKTÖRLERİN KÜRESEL SERA GAZI EMİSYONLARI MİKTARI

Demir-çelik sektörü de dahil olmak üzere endüstriyel sektörlerden kaynaklı sera gazı emisyon değerleri aşağıdaki şekilde görülmektedir (**Şekil 26**).

Demir ve çelik endüstrisinde üretimin yaşam döngüsü, malzeme çıkarma, enerji tüketimi (yüksek kaliteli ısı üretmek için yanma emisyonları), üretim prosesleri ve ürünlerin gönderimi, vd. ile bağlantılı olarak büyük miktarlarda üretim öncesi ve sonrası CO_2 emisyonlarına yol açmaktadır.[64]

Şekil 26 – Endüstriyel sektörler bazında küresel sera gazı emisyonları (2014)[65]



62 IEA, Iron and Steel Technology Roadmap 2020, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap, License: CC BY 4.0

63 "Steel Climate Impact - an International Benchmarking of Energy and CO_2 Intensities," Global Efficiency Intelligence. erişim 5 Eylül 2022. https://www.globalefficiencyintel.com/steel-climate-impact-international-benchmarking-energy-co$_2$-intensities.

64 Demir cevheri madenciliği, kok üretimi, demir içerikli hurda işleme, çelikhane hizmetleri sağlama, ham çelik üretimi, çelikhane ve diğer çelik ürünleri imalatı, demir içerikli metal dökümhaneleri ve dağıtım.

65 "Steel and Cement Can Drive the Decade of Action on Climate Change. This Is How," SEI, May 17, 2022. https://www.sei.org/perspectives/steel-cement-decade-action-climate-change/.

3.7 ÇELİK ÜRETİMİNDEN KAYNAKLANAN SERA GAZI EMİSYONLARI

3.7.1 Çelik üretiminden kaynaklanan CO_2 emisyonları

Çelik üretim sektöründen kaynaklanan emisyonlar ülkenin elektrik şebekesi CO_2 yoğunluğuna ve seçilen üretim sisteminde kullanılan teknolojiye özgü koşullara (enerji verimliliği, vd.) bağlıdır.

Farklı tip hammaddeler, izabe teknolojileri ve çelik üretim prosesi, kullanılan enerji tipi, malzeme, enerji ve proses verimi CO_2 emisyonlarının ana belirleyicileridir.

Çelik üretiminden kaynaklanan küresel CO_2 emisyonları

Demir çelik endüstrisi, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %7'sinden ve küresel CO_2 emisyonlarının %11'inden sorumludur. 2019 yılı verilerine göre sektör kaynaklı doğrudan ve dolaylı CO_2 emisyonları 3,6-3,7 $GtCO_2$ civarındadır (**Tablo 22**).

Farklı çelik üretimi teknoloji yöntemlerinin emisyonları

Fan ve Friedmann'ın hesaplamalarına göre (2021), BF-BOF üretimi yaklaşık 2,2 ton CO_2/ton çelik emisyon yoğunluğuna sahipken, EAF'li ham çelik üretiminin emisyon yoğunluğu ise 0,8 ton CO_2/ton çeliktir. DRI-EAF tesislerindeki emisyon miktarı ise indirgeyici olarak kömür ve doğal gaz kullanımı tercihine göre sırasıyla 1,0 ton CO_2/ton çelik ve 0,5 ton CO_2/ton çelik olarak rapor edilmiştir. Farklı ham çelik üretim yöntemleri için CO_2 yoğunluk hesaplarının detayları **Tablo 23'te** verilmiştir.

Şekil 27 ve **Şekil 28**, BF-BOF, Hurda-EAF ve DRI-EAF ham çelik üretim yöntemleri için detaylı emisyon verilerini sunmaktadır.

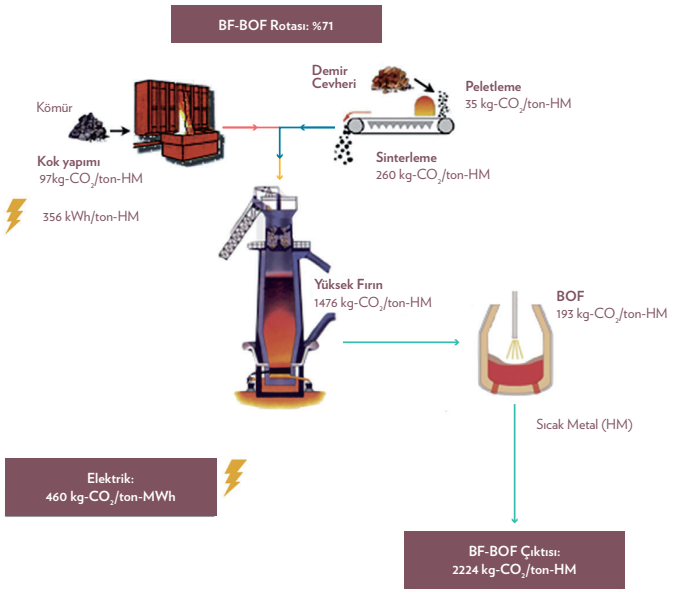
Tablo 23 – Farklı çelik üretim yöntemlerinin CO_2 emisyonu yoğunlukları[66]

Farklı çelik üretim yöntemlerinin CO_2 emisyon yoğunlukları*					
Üretim Yöntemi	Temel Reaktörler ton-CO_2/ ton çelik	Diğer Reaktörler ton-CO_2/ ton çelik	Elektrik kullanımı kaynaklı CO_2 emisyonları ton-CO_2/ ton çelik	CO_2 emisyon yoğunluğu ton-CO_2/ton çelik	Elektrik yoğunluğu kWh/ ton çelik
BF-BOF üretimi	1,48	0,58	0,16	2,22	356
EAF-Hurda	0,0	0,42	0,42	0,84	918
DRI-EAF-Kömür	1,05	0,31	0,59	1,95	380
DRI-EAF-Doğal Gaz	0,52	0,31	0,57	1,40	313

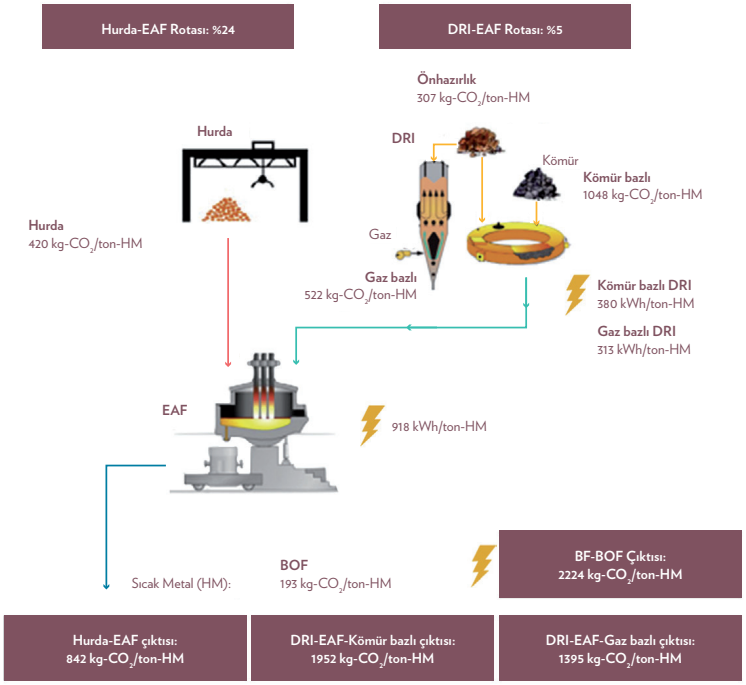
*Çalışmada şebekeden çekilen elektriğin ortalama CO_2 yoğunluğu 460 kg CO_2/MWh olarak varsayılmıştır.

66 Zhiyuan Fan and S. Julio Friedmann, "Low-Carbon Production of Iron and Steel: Technology Options, Economic Assessment, and Policy," *Joule* 5, no. 4 (2021): 829–62, https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.02.018.

Şekil 27 – BF-BOF üretim rotasının emisyonları[66]



Şekil 28 – EAF ve DRI üretim rotalarının emisyonları[66]



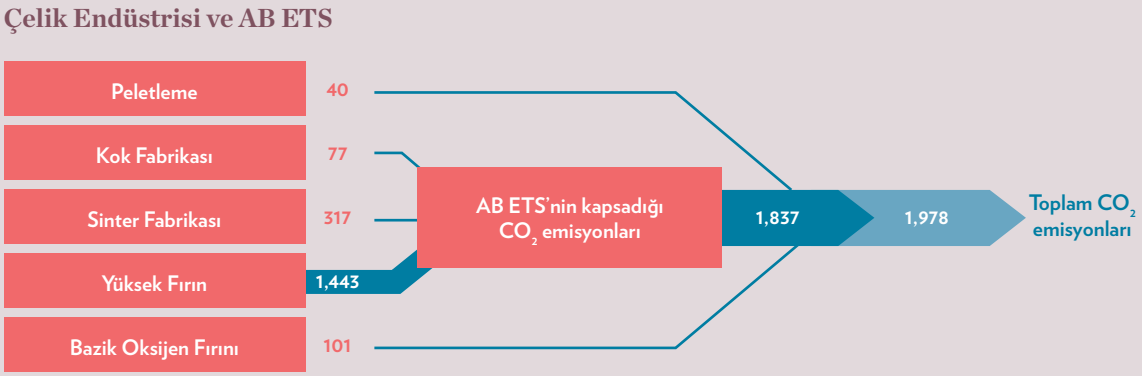
KUTU 27 – ÇELİK ENDÜSTRİSİ VE AB EMİSYON TİCARET SİSTEMİ (ETS)

Çelik sektörü kaynaklı doğrudan ve dolaylı emisyon verilerine dair hesaplamalar tercih edilen kapsam ve envanter yöntemine göre de değişmektedir. Örneğin, AB ETS programında, ham çelik üreticileri yalnızca kok tesisi, sinter tesisi ve yüksek fırından kaynaklanan emisyonlarını raporlamaktadır.

Demir cevheri peletleme (veya demir cevheri madenciliği) işlemi ile BF/BOF'deki sıvı çelik üretimine kıyasla nispeten düşük emisyonlara sahip olan döküm ve haddeleme prosesleri ETS'ye dahil değildir (**Şekil 29**).

2016/2017 dönemi için en verimli %10'luk dilime giren entegre tesislerin emisyon yoğunluğu 2,1 ton CO_2e/ton çelik iken sadece Kapsam 1 emisyonları hesaba katılan EAF'li tesislerde ise bu rakam 0,1 ton CO_2e/ton olarak raporlanmıştır (**Şekil 29**).

Şekil 29 – ETS kapsamına giren çelik üretim süreçleri[67]



ton CO_2e/ton çelik	Ortalama 2016/2017	%10 en verimli tesisler 2016/2017
BF-BOF yöntemi	2,06	1,64
EAF yöntemi	0,1	0,05

(*elektrik kullanımı kaynaklı "Kapsam 2" emisyonları hariçtir)

67 "Steel from Solar Energy - A Techno-Economic Assessment of Green Steel Manufacturing," May 2022. https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2022/06/Steel_from_Solar_Energy_Report_05-2022_DIGITAL.pdf.

3.7.2 Türkiye'nin sera gazı emisyonları

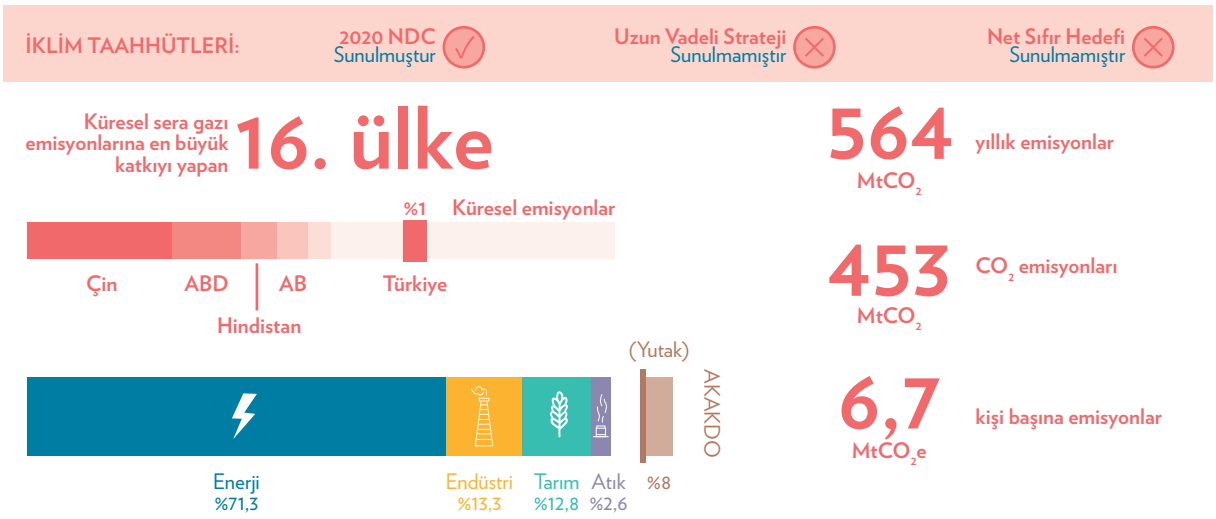
TÜİK tarafından açıklanan verilere göre Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonları 2021 yılı için **564.4 Mt CO_2e** değerine ulaşmıştır. Sanayi, ulaşım ve bina ve enerji sektörlerinin fosil yakıta dayalı enerji içerikleri Türkiye'nin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde belirlemektedir. Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (AKAKDO) sektörü hariç – Türkiye küresel sera gazı emisyonlarına en büyük katkıyı yapan 16. Ülke konumundadır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 6,7 ton CO_2e olarak hesaplanmıştır (**Şekil 30**).

IPCC sera gazı envanteri kategorileri dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam emisyonlarında:

- *Enerji* emisyonları kategorisi %71,3,
- *Endüstriyel* İşlemler *ve Ürün Kullanımı* (EİÜK) emisyonları kategorisi %13,3,
- *Tarım* emisyonları kategorisi %12,8 ve
- *Atık* emisyonları kategorisi %2,6

paya sahiptir (**Şekil 30**).

Şekil 30 – Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonları, 2021



*Climatewatchdata görselinden uyarlanmıştır.

KUTU 28 – GÜNCELLENMİŞ ULUSAL KATKI BEYANI

Türkiye Hükümeti, Kasım 2022 itibariyle güncellenmiş Ulusal Katkı Beyanını (UKB) Kasım 2022'de yapılan BMİDÇS 27. Taraflar Konferansı'nda (COP27) açıklanmasının ardından Nisan 2023'te BMİDÇS sekretaryasına sunmuştur. Bir önceki UKB'de 2030 yılı için %21 olan artıştan azaltım hedefi %41 olarak güncellenmiştir. Yeni hedef, 1990 yılına kıyasla emisyonlarda 2030 yılına gelindiğinde %215'lik bir artışa tekabül etmektedir.

AKAKDO kategorisindeki emisyonlar dahil edilerek mevcut durum senaryosunda 2030 yılına gelindiğinde emisyonların 1.175 milyon ton olması öngörülmüştür. Açıklanan %41'lik artıştan azaltım hedefi ile bu rakamın 695 milyon tona düşürüleceği taahhüt edilmiştir.

Türkiye'deki endüstriyel üretim kaynaklı sera gazı emisyonları

1990 yılından bu yana, enerji üretimi ve endüstriyel üretim kaynaklı emisyonlar (üretim sırasındaki enerji/yakıt tüketimi kaynaklı emisyonlar ile proses emisyonları) Türkiye'deki sera gazı emisyonlarının artışında itici güçlerden biri olmuştur. 2021 yılı ulusal sera gazı envanterine göre, endüstriyel üretim kaynaklı doğrudan emisyonlar iki başlık altında toplanabilir:

- **Enerji kategorisi altındaki imalat sanayii ve inşaat sektörü** emisyonları (yakıt yanması kaynaklı) – 66 Mt CO_2 eşdeğeri (tüm emisyonların %12'si)
- **EİÜK kategorisi** emisyonları – 75,14 Mt CO_2 eşdeğeri (tüm emisyonların %13'ü)

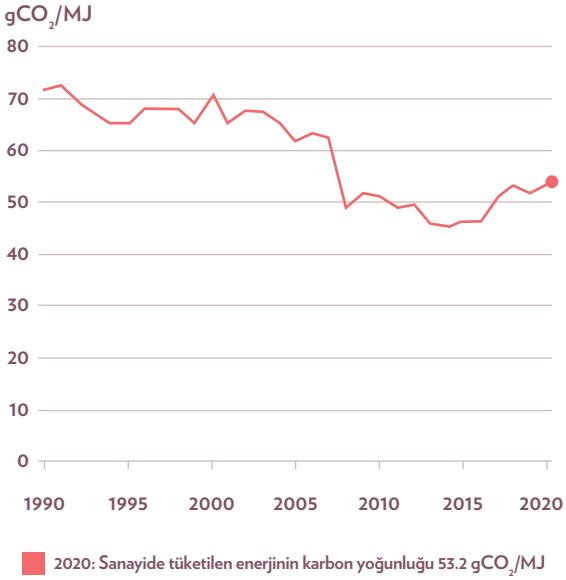
2021 itibariyle, ulusal sera gazı envanterinde raporlanan doğrudan endüstriyel emisyonlar Türkiye'nin sera gazı emisyonlarının yaklaşık %25'ini oluşturarak, enerji sektöründen sonraki en büyük emisyon kaynağı olmuştur.

Dolaylı emisyonlar da dikkate alındığında büyük ve orta ölçekli sanayi üretim tesislerinin Türkiye'deki emisyonların yaklaşık yarısından sorumlu olduğu tahmin edilmektedir.

Endüstriye ait emisyonlarda metal (demir çelik sektörü başta olmak üzere) ve mineral endüstrileri (çimento başta olmak üzere) ile kimyasallar sektörü başı çekmektedir.

Türkiye'de endüstride tüketilen enerjinin CO_2 yoğunluğu 1990'dan sonraki dönemde düşerek 2019'da yaklaşık 50 gCO_2/MJ olmuştur (**Şekil 31**).

Şekil 31 – Endüstri sektöründe tüketilen enerjinin karbon yoğunluğu (gCO_2/MJ) (Kaynak: IEA)



Entegre tesislerin sera gazı emisyonu (2021 yılı – tahmini)

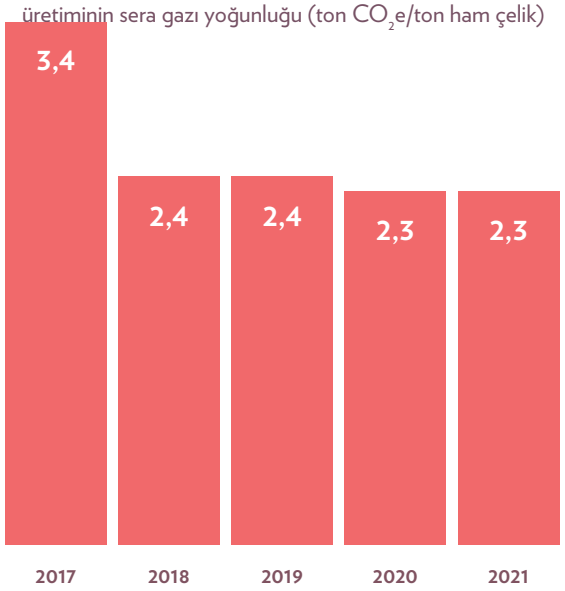
Türkiye'deki entegre demir çelik tesisleri; sinter üretim üniteleri ve kok fabrikalarına sahip olup, pik demir ve sıvı çeliğin üretiminde yüksek fırınlara ve bazik oksijen fırınları kullanmaktadır. Demir cevherinin pik demire dönüştürüldüğü yüksek fırında, demir ve çelik üretim prosesleri içinde en çok emisyona neden olan proses gerçekleştirilir.

Kardemir entegre demir-çelik tesisi sera gazı emisyonu

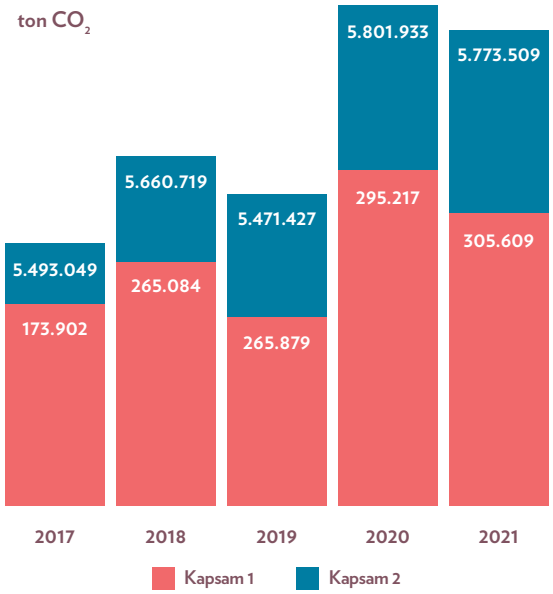
Kardemir entegre demir çelik tesisi 2021'de yaklaşık 2,5 Mt ham çelik üretmiştir. Şirketin 2021 yılı sürdürülebilirlik raporuna göre Kardemir operasyonları kapsamında toplam **6,1 MtCO_2e** sera gazı salınmıştır. Üretilen her ton çelik için sera gazı emisyonları 2,32 tCO_2e'dir (**Şekil 32** ve **Şekil 33**).[68]

68 "Sürdürülebilirlik Raporu 2021," KARDEMİR, erişim 7 Haziran 2022, https://www.kardemir.com/surdurulebilirlik_rpr

Şekil 32 – Kardemir entegre demir çelik tesisi ham çelik üretiminin sera gazı yoğunluğu (ton CO_2e/ton ham çelik)



Şekil 33 – Kardemir entegre demir çelik tesisi toplam CO_2e emisyonları (Kapsam 1 ve 2)



Erdemir ve İsdemir entegre demir-çelik tesislerinin sera gazı emisyonu

Erdemir ve İsdemir entegre tesisleri toplam sera gazı emisyonları kamuoyuna açık bir platformda henüz paylaşılmamıştır. İki tesisin toplam ham çelik üretimi 2021 yılında yaklaşık 9 Mt olmuştur (Erdemir – 3,3 Mt ve İsdemir – 5,7 Mt). Bu tesislere ait sera gazı emisyonları tahmin edilirken, üretilen her ton ham çelik için 2,1 tCO_2e rakamı kullanılmıştır.

Sonuç olarak bu iki tesisin toplam emisyonları (Kapsam 1 ve 2) yaklaşık 19 MtCO_2e (İsdemir 12,0 MtCO_2e, Erdemir 6,9 MtCO_2e) sera gazı olarak tahmin edilmiştir.

Entegre tesisler için toplam sera gazı emisyonları

Eldeki rakamlara göre, 2021 yılı ham çelik üretim değerleri dikkate alındığında Türkiye'deki entegre tesislerin toplam sera gazı emisyonları yaklaşık **25 MtCO_2e** olarak tahmin edilmektedir (**Tablo 24**).

Tablo 24 – Entegre tesisler için sera gazı emisyonları tahmini, 2021

Entegre Demir Çelik Tesisi	Mt CO_2e
Kardemir	6,1
Erdemir (tahmini)	6,9
İsdemir (tahmini)	12,0
Toplam	**25,0**

EAF'li tesislerin sera gazı emisyonları (tahmini)

EAF'li tesislerin CO_2 yoğunluğu, üretim sırasında kullandıkları demir tipine (pik demir veya hurda), elektrik kaynaklarına ve verimliliklerine bağlıdır.[69] Elektrik üretimi, yakıt olarak doğal gaz kullanımı, çelik banyosunda oksijenle reaksiyona giren karbon, hurda kaynaklı yanıcı maddeler ve

69 Marcus Kirschen, Karim Badr, and Herbert Pfeifer, "Influence of Direct Reduced Iron on the Energy Balance of the Electric Arc Furnace in Steel Industry," *Energy* 36, no. 10 (2011): 6146–55, https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.07.050

grafit elektrotlar ile refrakter kullanımı, EAF üretim yönteminin başlıca emisyon kaynaklarıdır.

Çalışmada, Türkiye'deki EAF'li tesislerin Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonları için ortalama 0,51 tCO_2e/ton-ham çelik varsayılmıştır. Bu rakam dikkate alınarak 2021 yılındaki 28,9 Mt ham çelik üretimi yapan EAF'li tesislerin Kapsam 1 ve 2 emisyonları yaklaşık **15 $MtCO_2e$** olarak tahmin edilmiştir.

KUTU 29 - EAF'Lİ TESİSLERDE ÜRETİLEN 1 TON HADDELENMİŞ ÜRÜN İÇİN TAHMİNİ CO_2 EMİSYONU

Sektör uzmanlarına göre, EAF'li çelik üreticilerinin ortalama toplam Kapsam 1 ve 2 emisyonları yaklaşık olarak her ton haddelenmiş ürün için 0,5 – 0,7 tCO_2'dir. Bu değer Kapsam 1, 2 ve 3 emisyonlarında her ton çelik için yaklaşık 0,7-0,9 tCO_2'dir (**Tablo 25**).

Toplam emisyonların yaklaşık %27'si üretimden kaynaklı Kapsam 1, yarısına yakını (%46) dolaylı emisyonlar olarak Kapsam 2 ve %27'si de lojistik prosesleri kaynaklı Kapsam 3 emisyonlarıdır (**Tablo 25**).

Tablo 25 – EAF'li tesislerin her bir ton haddelenmiş ürün üretimi için oluşturduğu tahmini CO_2 emisyonu verileri

Her ton haddelenmiş ürün için kg CO_2	Kapsam
188 – 243	Kapsam 1
320 – 414	Kapsam 2
188 – 243	Kapsam 3
508 – 657	Kapsam 1 ve 2
696 – 900	Kapsam 1, 2 ve 3

(**Kaynak**: *Uzman değerlendirmesi,* Muammer Bilgiç, Bilecik Demir Çelik A.Ş.)

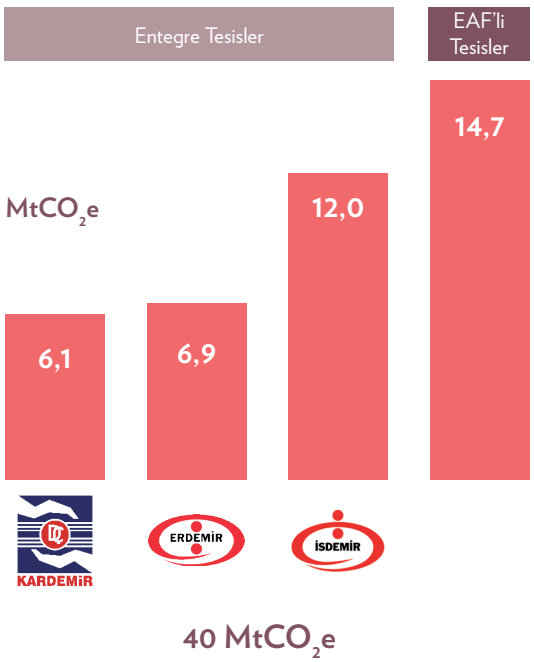
Türkiye ham çelik üreticileri toplam sera gazı emisyonu (2021 yılı – tahmini)

Elde edilen verilere ve tahminlere göre, 2021 yılında 40 Mt ham çelik üretimi yapan sektör, yaklaşık **40 $MtCO_2e$** emisyona (Kapsam 1 ve 2) neden olmuştur (**Şekil 34**).

Bu rakam 2021 yılı toplam emisyonlarının **%7'sine** karşılık gelmektedir:

- Entegre demir-çelik tesisleri, 2021 yılında demir-çelik endüstrisi sektörü emisyonlarının %62'sini (25,0 $MtCO_2e$) gerçekleştirmiştir.
- EAF'li tesislerin emisyonlarının (14,7 $MtCO_2e$) büyük bir kısmı şebekeden çekilen elektriğin üretimi sırasında ortaya çıkan dolaylı emisyonlar ile tesiste tüketilen doğalgaz/kömürün yanması sonucu oluşmaktadır.

Şekil 34 – Türkiye ham çelik üreticileri toplam sera gazı emisyonu tahmini miktarı, 2021



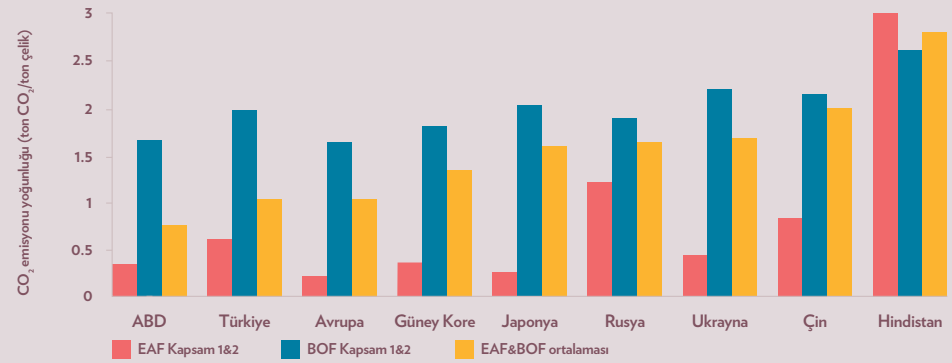
KUTU 30 - TÜRKİYE VE SEÇİLMİŞ ÜLKELER İÇİN PROSES BAZLI CO_2 EMİSYON YOĞUNLUĞU VERİLERİ (KAPSAM 1 VE 2)

AB Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından yayımlanan ham çelik üretimi emisyon yoğunluğu verilerine göre, üretimdeki yüksek EAF kapasitesi nedeniyle, Türkiye için hesaplanan her bir ton ham çelik başına ortaya çıkan CO_2 ağırlıklı ortalaması (yaklaşık 1 tCO_2/ton çelik) ABD'den sonra gelen en düşük değerdir (**Şekil 35** ve **Şekil 36**).

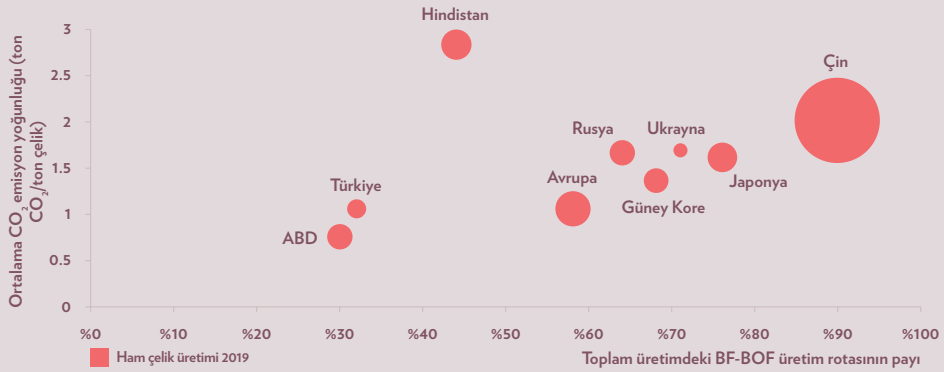
Buna karşın, Türkiye EAF yöntemiyle ham çelik üretiminde **Şekil 35**'teki ülkeler arasında en büyük dördüncü CO_2 yoğunluk değerine de (0,6 tCO_2/ton çelik) sahiptir (Hindistan, Rusya ve Çin'den sonra gelmektedir). BF-BOF üretimi CO_2 yoğunluğu (2 tCO_2/ton çelik) dünya ortalamasının altında fakat Avrupa, ABD ve Güney Kore'nin üzerindedir.

Sadece Kapsam 1 emisyonları dikkate alındığında Türkiye ham çelik üreticileri daha düşük CO_2 yoğunluğu ortalamasına sahip görünmektedir. Ancak, Kapsam 1, 2 ve 3 emisyonları beraber dikkate alındığında, elektrik üretiminin yüksek CO_2 yoğunluğu (Kapsam 2) ve hammaddelerin çıkarılma/lojistik emisyonları (Kapsam 3) nedeniyle, çelik üreticilerinin birim üretimde ortaya çıkan CO_2 emisyon değeri artış göstermektedir.

Şekil 35 – BF-BOF ile EAF üretim rotalarının emisyon yoğunlukları ve ağırlıklı ortalamaları (Kapsam 1 ve 2)



Şekil 36 – Ülkeler bazında tüm üretim yöntemlerini birleştiren ortalama CO_2 emisyon yoğunluğu, BF-BOF payı ve 2019 toplam çelik üretimi



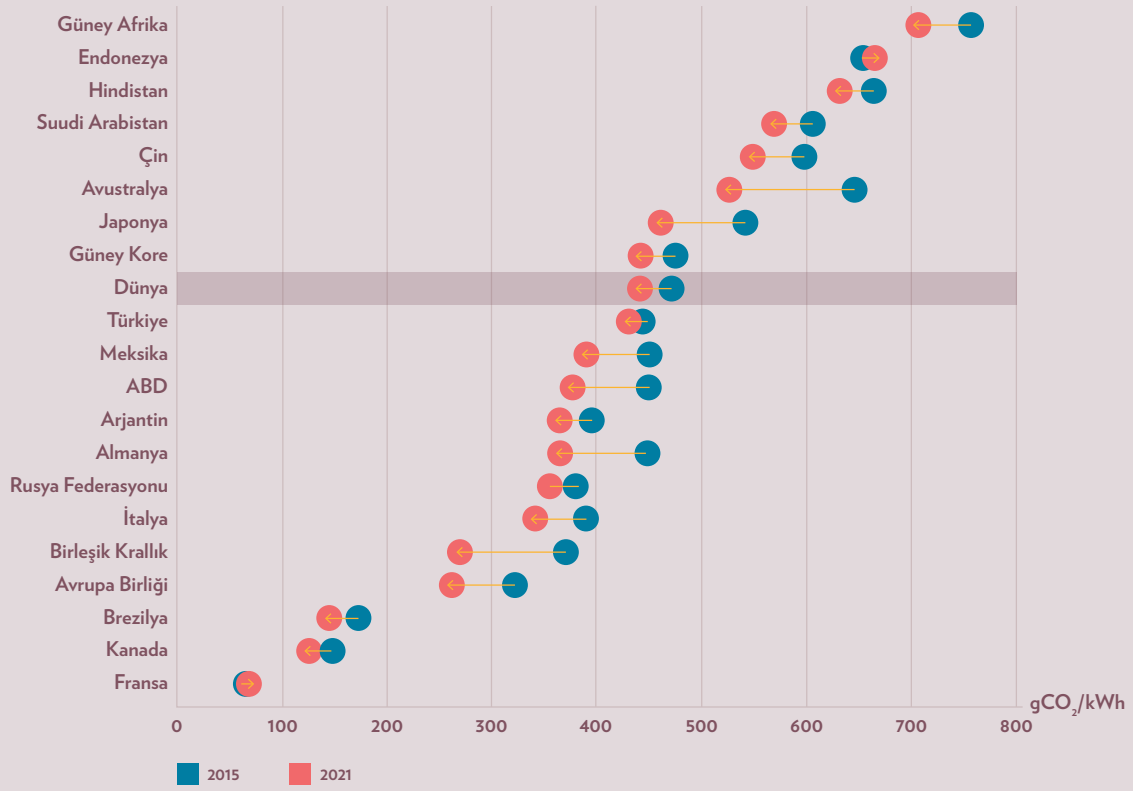
Kaynak: KOOLEN, Derck, and Danko VIDOVIC. "Greenhouse Gas Intensities of the EU Steel Industry and Its Trading Partners." JRC Publications Repository, 2022. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129297.

KUTU 31 - TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ŞEBEKESİNİN CO_2 YOĞUNLUĞU

Kapsam 2 emisyonlarda, EAF'li tesislerde yüksek karbon yoğunluğuna sahip şebeke bazlı elektrik enerjisi kullanımının etkisi, hurdaya dayalı üretim yapan tesislerin emisyonlarını azaltmada en zorlayıcı noktadır. Türkiye'de elektriğin emisyon yoğunluğu değeri (2021'de 432,3 gCO_2/kWh) AB ortalamasından, Almanya ve İtalya gibi çelik üreticisi ülkelerden büyüktür (**Şekil 37**).

Türkiye'de elektriğin emisyon yoğunluğu 2000'lerden bu yana görece yavaş bir azalma eğilimindedir (**Şekil 38**). 2000-2021 arasında şebeke yoğunluğu yaklaşık %11,5 kadar azalmıştır (2021'de 432,3 gCO_2/kWh).

Şekil 37 – Türkiye ve seçilmiş ülkelerde elektriğin emisyon yoğunluğu (gCO_2/kWh)

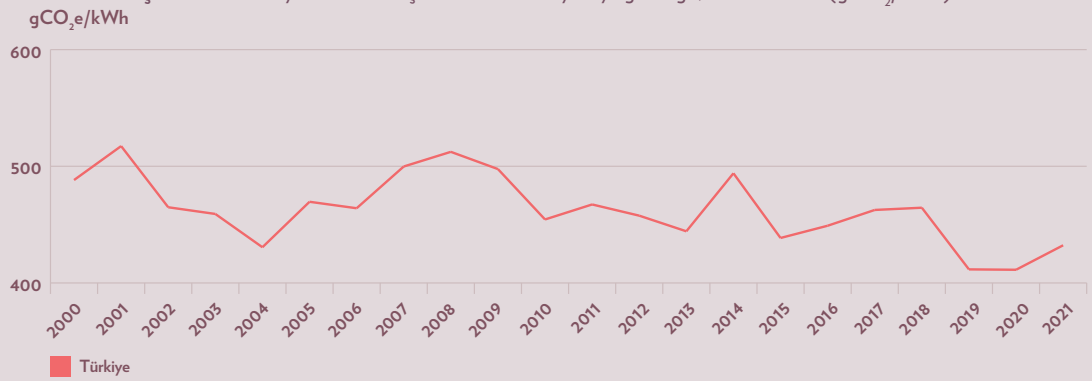


Kaynak: EMBER, *Global Electricity Review* 2022[70]

70 Dave Jones, "Global Electricity Review 2022," Ember, March 30, 2022, https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2022/#data-co$_2$.

KUTU 31 - TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ŞEBEKESİNİN CO_2 YOĞUNLUĞU (DEVAM)

Şekil 38 – Türkiye'de elektrik şebekesinin emisyon yoğunluğu, 2000 – 2021 (gCO_2/kWh)



Kaynak: EMBER, *Data Explorer*[71]

3.8 ÜRETİCİLERİN HAMMADDE MALİYETLERİ

Türkiye'de faaliyet gösteren ham çelik üreticilerinin toplam maliyetlerini tayin eden iki ana maliyet bileşeni vardır: entegre tesisler için demir cevheri hammaddesi ve EAF'li tesisler için hurda girdisi.

Entegre demir-çelik tesisleri için toplam üretim maliyetlerinin ortalama %80'ini hammaddeler (demir cevheri, kömür ve hurda) oluşturmaktadır. Entegre tesislerin hammadde maliyetleri içerisinde demir cevherinin payı yaklaşık %40, kömürün payı ise %20 civarındadır. EAF'li tesislerde üretim maliyetleri içerisindeki ana maliyet unsuru olan hurdanın toplam maliyetlerde %70'in üzerinde payı vardır (**Tablo 26**).

Metalurjik kömür, demir cevheri ve hurda fiyatlarındaki artış nedeniyle, son yıllarda hammaddelerin toplam maliyet içindeki payı artmaktadır (**Şekil 39**).

Tablo 26 – Türkiye ham çelik üreticilerinin toplam maliyetleri içinde çeşitli girdilerin payı (%), 2021

Üreticiler	Demir cevheri/demir içeren girdiler (%)	Kömür (%)	Hurda (%)	Satın alınan enerji (%)
Erdemir	38,20	19,50	9,40	5,0
İsdemir	43,70	17,60	12,60	3,0
Kardemir	34,80	26,90	12,60	5,0
Entegre tesisler (ort.)	38,90	21,33	11,5	4,33
EAF'li tesisler (ort.)			70'in üzerinde	15'in üzerinde

71 "Data Explorer: Open Source Global Electricity Data," Ember, October 5, 2022. https://ember-climate.org/data/data-explorer.

Şekil 39 – Metalurjik kömür, demir cevheri ve hurda fiyatları (2018 - 2022) (Kaynak: SteelOrbis)



* Üç aylık ortalama fiyatlara dayanmaktadır.

4. TÜRKİYE'DE ÇELİK ÜRETİMİ VE PİYASASI VERİLERİ

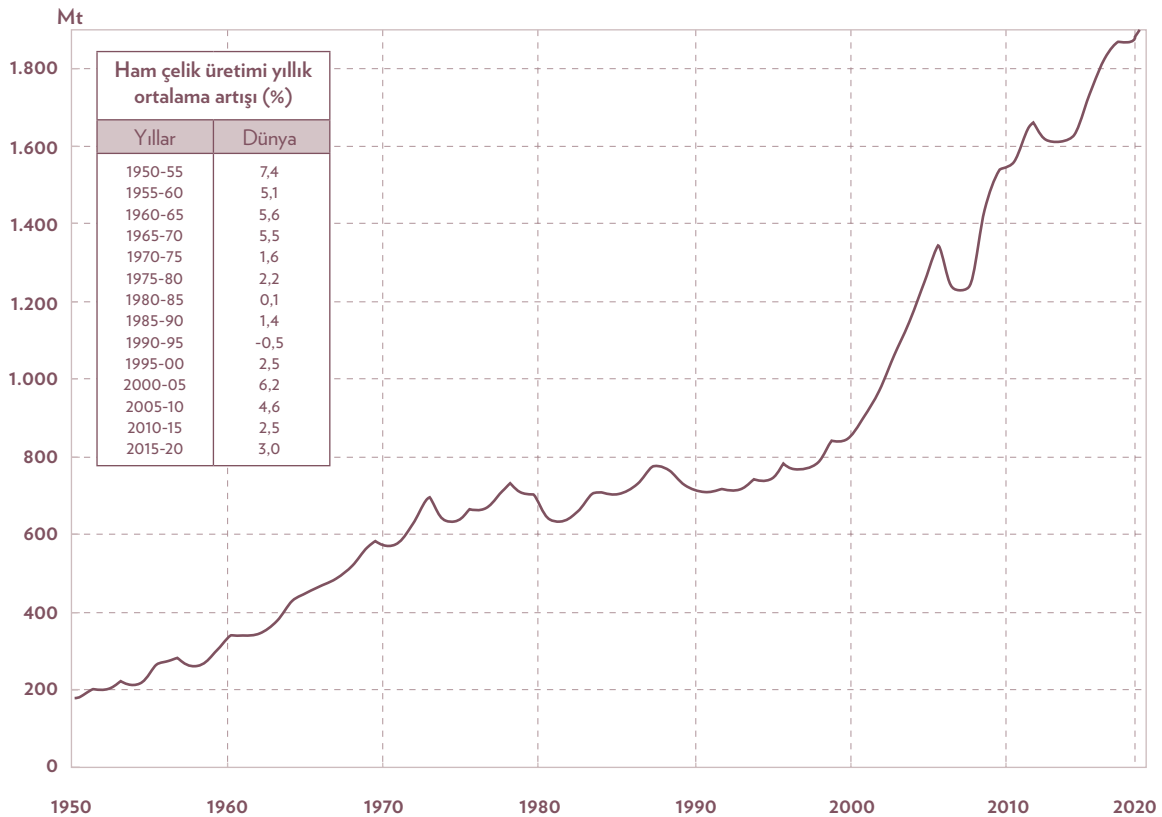
4.1 DÜNYA ÇELİK ÜRETİMİ VERİLERİ VE TÜRKİYE'NİN KONUMU

Son yirmi yılda ham çelik üretimi 1980-2000 dönemine kıyasla büyük ölçüde artmıştır (**Şekil 40**). Bu dönemde ham çelik üretiminde ABD, Kanada, Japonya ve Avrupa ülkelerinin (Almanya, İtalya, Fransa, İspanya) küresel üretimdeki payı %40'tan %15'e gerilerken, Çin 2000 yılında %16 olan payını 2007'de %37'ye, 2021'de ise %53'e çıkartmıştır. (**Tablo 27**).

Çin'in yanı sıra Hindistan, Türkiye, Güney Kore ve Vietnam gibi gelişmekte olan ülkelerde üretim kapasiteleri ve ihracat değerleri büyüme eğiliminde olmuştur.

Küresel düzeyde 2021 yılında 1,95 milyar ton ham çelik üretilmiştir. BF-BOF ham çelik üretim rotası %71 payla toplam üretimde baskın bir paya sahiptir. Hurda-EAF rotası %24 paya sahipken, DRI-EAF yaklaşık %5 pay almaktadır.

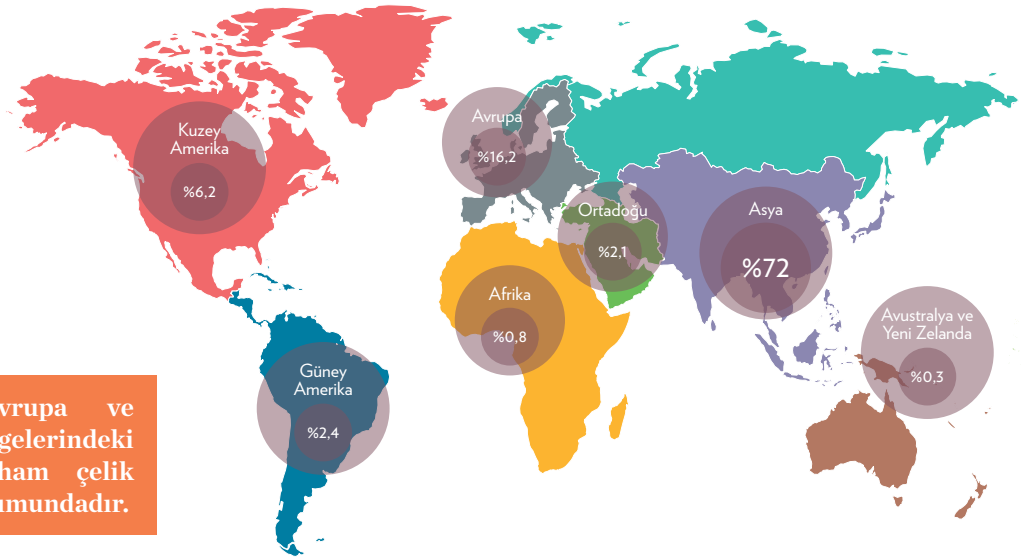
Şekil 40 – Dünya ham çelik üretimi (Mt), 1950 – 2020 (Kaynak: worldsteel)



Ham çelik üretimi yıllık ortalama artışı (%)

Yıllar	Dünya
1950-55	7,4
1955-60	5,1
1960-65	5,6
1965-70	5,5
1970-75	1,6
1975-80	2,2
1980-85	0,1
1985-90	1,4
1990-95	-0,5
1995-00	2,5
2000-05	6,2
2005-10	4,6
2010-15	2,5
2015-20	3,0

Şekil 41 – Dünya bölgelerinin ham çelik üretim payları (%) (Kaynak: worldsteel)



Türkiye, Avrupa ve Ortadoğu bölgelerindeki en büyük ham çelik üreticisi konumundadır.

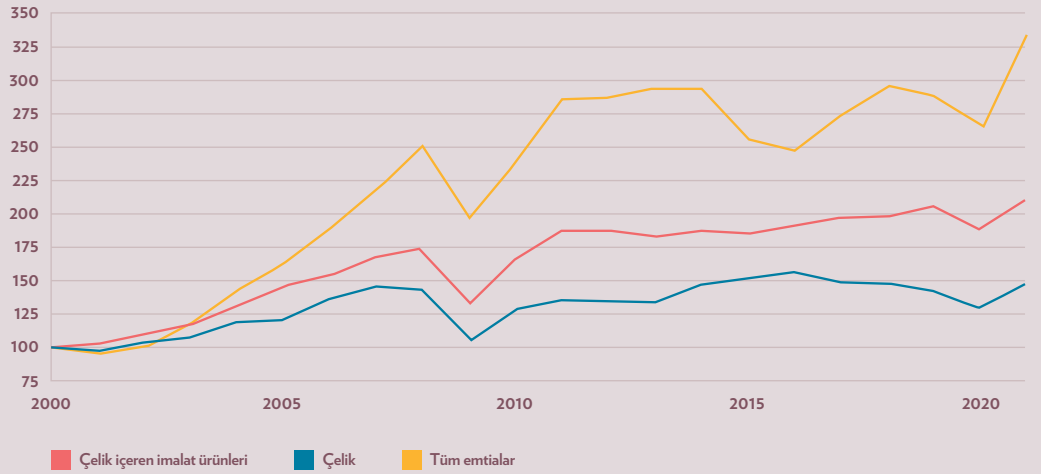
Tablo 27 – Ülkelerin 2000 ve 2021 yılı ham çelik üretimleri (Kaynak: worldsteel)

	2000 (Mt)	2021 (Mt)	2000 (%)	2021 (%)
Çin	128,5	1032,8	%15,1	%52,9
Hindistan	26,9	118,2	%3,2	%6,1
Japonya	106,4	96,3	%12,5	%4,9
ABD	101,8	85,8	%12,0	%4,4
Rusya	59,1	75,6	%7,0	%3,9
Güney Kore	43,1	70,4	%5,1	%3,6
Türkiye	14,3	40,4	%1,7	%2,1
Almanya	46,4	40,1	%5,5	%2,1
Brezilya	27,9	36,2	%3,3	%1,9
İran	6,6	28,5	%0,8	%1,5
İtalya	26,8	24,4	%3,2	%1,3
Tayvan	-	23,2	%0,0	%1,2
Vietnam	0,3	23	%0,0	%1,2
Ukrayna	31,8	21,4	%3,7	%1,1
Meksika	15,6	18,5	%1,8	%0,9
Endonezya	2,9	14,3	%0,3	%0,7
İspanya	15,8	14,2	%1,9	%0,7
Fransa	21	13,9	%2,5	%0,7
Kanada	16,6	13	%2,0	%0,7
Mısır	2,8	10,3	%0,3	%0,5
Dünya	**850**	**1951,9**	**%100**	**%100**

KUTU 32 – DÜNYA ÇELİK ÜRÜNLERİ TİCARET HACMİ VE ÖNDE GELEN ÜRÜNLER

Aşağıdaki şekilde çelik ve çelik içeren imalat sanayi ürünlerine ait 2000'den 2021'e kadar ticaret hacminin seyri sunulmuştur (**Şekil 42**).

Şekil 42 – 2000'den 2021'e kadar dünya çelik ticareti indeksi hacmi (İndeks: 2000'de 100) (Veri kaynağı: worldsteel)



Ürün bazında dünya çelik ihracatı

2021 verilerine göre, sıcak haddelenmiş levha ve rulolar toplam 79,2 Mt ile dünyada en çok ticareti yapılan çelik ürünüdür. Bunu 61,2 Mt ile külçeler ve yarı mamul malzemeler (kütük ve slab), 45,3 Mt ile galvanize levha takip etmektedir (**Tablo 28**).

Tablo 28 – Ürün bazında dünya çelik ihracatı, 2021 (Veri kaynağı: worldsteel)

Ürün ve ürün grupları	2021 (Mt)	2021 (%)
Sıcak haddelenmiş levha ve rulolar	79,2	18
Külçe ve yarı mamul malzemeler	61,2	14
Galvanize levha	45,3	10
Soğuk haddelenmiş levha ve rulolar	36,7	8
Çelik borular ve bağlantı parçaları	34,3	8
Plakalar	30,9	7
Tel demiri	28,9	7
Betonarme demiri	22,1	5
Köşebentler, profiller ve kesitler	20,3	5
Diğer kaplamalı levha	20,2	5
Çıta ve çubuklar, sıcak haddelenmiş	15,3	4

Ürün ve ürün grupları	2021 (Mt)	2021 (%)
Çekme tel	9,6	2
Teneke ürünleri	6,8	2
Diğer çıta ve çubuklar	6,1	1
Elektrik sac ve şeritleri	5,1	1
Soğuk haddelenmiş şerit	4,8	1
Sıcak haddelenmiş şerit	3,5	1
Demiryolu hat malzemeleri	2,8	1
Dökümler	1,4	0
Dövmeler	1,0	0
Jantlar (dövme ve haddelenmiş) ve akslar	0,9	0

4.2 TÜRKİYE ÇELİK ÜRETİMİ ENDÜSTRİSİ

Özet

Türkiye'nin demir-çelik endüstrisi 1980 yılından bu yana dünyada en hızlı büyüyen demir-çelik endüstrilerinden birisi olmuştur. Sektör, 1980'de 2,5 Mt olan toplam ham çelik üretimini 2021 yılında toplam global üretimin %2,1'ine tekabül eden **40,4 Mt'ye** çıkarmıştır.

Demir-çelik endüstrisindeki üretim kararları, hammaddelerin ithalata ileri derecede bağımlı olması ve ithalat-ihracat dinamiklerinin etkisi nedeniyle, küresel ekonomik koşullarla yakından ilgilidir. Son 20 yılda, Türkiye'de tüm çelik şirketleri özel sektöre aittir, çelik üretimi, ithalatı ve ihracatı da iki katına çıkmıştır. Hem yurtiçi tüketimdeki (inşaat, otomotiv sektörleri, vd.) hem de ihracat hacmindeki artış bu büyümeye katkıda bulunmuştur.

Türkiye, 2000 yılında en büyük 17. çelik üreticisi iken 2021 yılında en büyük 7.üreticisi konumuna gelmiştir. Türkiye, ayrıca Avrupa bölgesindeki en büyük çelik üreticisidir. 2021 yılı wordsteel verilerine göre, Türkiye çelikte dünyanın en büyük ihracatçıları (6. sırada) ve ithalatçıları (5. sırada) arasındadır. Türkiye aynı zamanda, dünyanın en büyük hurda ithalatçısı ve en büyük üçüncü hurda tüketicisidir.

Şekil 44'ten **Şekil 47**'ye kadar, dünya çelik üretimi/tüketimi ve Türkiye'nin diğer büyük üretici ve tüketicilere göreli konumu gösterilmektedir.

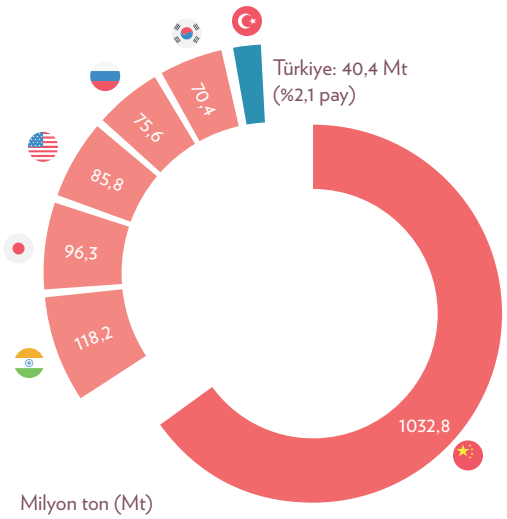
SEKTÖRDEN KISA KISA BİLGİLER

Türkiye'de çelik endüstrisi, 2021 itibariyle, 25 milyar ABD doları ihracat değeriyle otomotiv ve kimya sektörlerinden sonra en büyük üçüncü ihracatçı sektördür. TÇÜD'ye göre sektör 10 milyar ABD doları vergi ödemektedir. Türkiye'de demir çelik sektörü doğrudan 55.000, dolaylı olarak ise 300.000 kişiye istihdam sağlamaktadır. Doğrudan istihdamın yarıdan fazlası EAF'li üretim tesislerinden kaynaklanmaktadır (**Şekil 43**).[31]

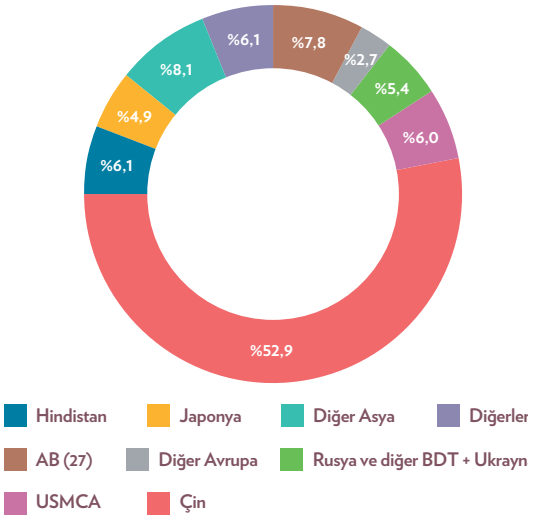
Şekil 43 – Çelik sektörü istihdam verileri (Kaynak: TÇÜD)



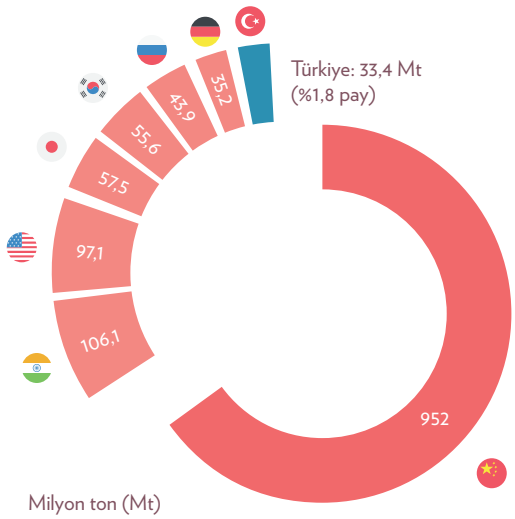
Şekil 44 – Ülkeler bazında en büyük ham çelik üreticileri (Mt), 2021 (Veri kaynağı: worldsteel)



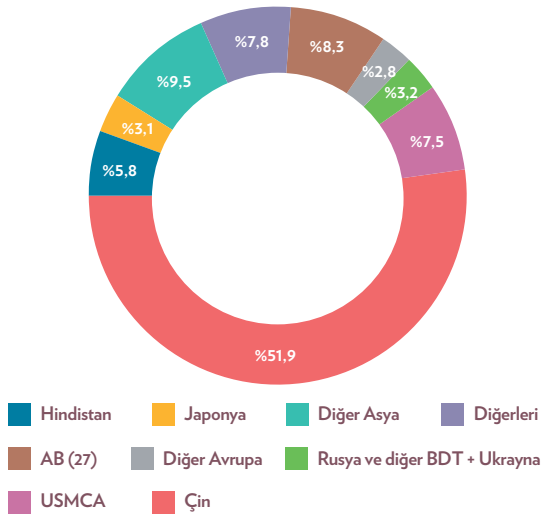
Şekil 45 – Ülke ve bölgeler bazında en büyük ham çelik üreticileri (%), 2021 (Kaynak: worldsteel)



Şekil 46 – Ülkeler bazında en büyük ham çelik tüketicileri (Mt), 2021 (Veri kaynağı: worldsteel)



Şekil 47 – Ülke ve bölgeler bazında en büyük ham çelik tüketicileri (%), 2021 (Kaynak: worldsteel)



KUTU 33 – TÜRKİYE HAM ÇELİK ÜRETİM SEKTÖRÜ GELİŞİMİNİN KISA GEÇMİŞİ

Türkiye'de çelik endüstrisi ve ticaretinin mevcut büyümesi ülkenin tercih ettiği endüstriyel ekonomik politikalar, yurtiçi tüketim ihtiyaçları, yüksek miktarda çelik kullanımı olan endüstrilerin varlığı ve çelik üreticilerinin artan ihracat gücü/hacmi gibi çeşitli parametrelerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'nin ham çelik üretim endüstrisi 1920'lerden bu yana üç evreden geçmiştir:

1 | **Milli Sanayi Oluşturma Dönemi** (1930'lar–1960'lar): Devlete ait entegre demir-çelik tesisleri ve bunların hem sayıca hem de kapasite olarak artışı (1939 Kardemir, 1965 Erdemir)

2 | **Piyasa Ekonomisine Geçiş ve Sanayi Politikasında Liberalizasyon** (1960'lardan–1980'lere): Özel sektör çelik üretiminin (EAF fabrikaları) 1980'lerden başlayarak büyümesi.

3 | **Devlete Ait Entegre Fabrikaların Özelleştirilmesi** (1990'lar–2000'ler)

Sektörün 1980'lerden bu yana kısa tarihçesi

- **1980'lerde**, piyasanın liberalleşmesi sürecinde, özel sektör çelik üreticilerine yönelik olarak, ark ocakları için özel elektrik tarifeleri ve vergi iadelerinden nakliye teşviklerine kadar, çeşitli teşvikler sağlanmıştır. Ancak, aynı dönem içinde, Erdemir haricindeki entegre tesislerde büyük kapasite artışı olmamıştır.

- **1990'larda,** Türkiye Avrupa Gümrük Birliğine katılmış ve Avrupa Kömür Çelik Topluluğu (AKÇT) ile 25 Temmuz 1996 tarihinde Türkiye-AKÇT Serbest Ticaret Anlaşması›nı imzalamıştır.

  5 Nisan 1994 tarihli ekonomik istikrar kararları çerçevesinde kapatılmasına karar verilen Karabük Demir Çelik Fabrikaları, 1995 yılında özelleştirilmiş ve Kardemir A.Ş tarafından satın alınmıştır.

- **2000'lerde**, devlete ait şirketler tamamen özelleştirilmiş, Erdemir ve İsdemir OYAK Holding'e devredilmiştir. Bu tarihten beri özel sektör ham çelik üretiminin %100'üne sahiptir.

- **2000'den 2012'ye kadar,** Türkiye çelik endüstrisi üretim ve ticaret hacmini büyük bir oranda artırmıştır. Türkiye'nin ham çelik üretim kapasitesi 2000'lerin başında yaklaşık 20 milyon ton iken 2012'de yaklaşık 50 Mt'ye ulaşmıştır. Bu dönem içinde, tesislerin ham çelik kapasitesi 29 Mt (EAF fabrikalarında 24,5 Mt ve entegre tesislerde 4,5 Mt) artmıştır.

- **2000'lerin sonuna kadar**, uzun çelik ürünlerinde aşırı üretim, yassı çelik üretiminde ise darlık yaşamıştır. 2000'den önce, Erdemir tek büyük yassı çelik üreticisiydi. Talebin arzdan fazla olması nedeniyle Türkiye'nin yassı ürünlerde ithalat bağımlığı artmıştır.

- **2000'lerin sonunda**, özel sektör üreticilerinin (özellikle EAF'li tesisler) yeni yassı üretim tesisi yatırımları sayesinde, yassı ve uzun çelik üretim kapasitesindeki dengesizlik azalmıştır.

- **2010'ların ikinci yarısında**, Türkiye çelik endüstrisi kapasitesini büyük ölçüde kullanabilmiştir; ancak Avrupa Birliği ve ABD'nin korumacı önlemleri ticaret hacmini sınırlamıştır.

- **2021 itibariyle,** Türkiye çelik üreticileri, özellikle EAF'li üreticiler kapasite artışları planlamaktadır. Türkiye'nin çelik üreticileri Avrupa Birliği ve ABD tarafından getirilen "koruma önlemlerini" eleştirerek Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) kurallarına uyumun artması yönünde çağrılarını yapmaktadır.

Tablo 29 – Türkiye'de ham çelik üretim kapasitesi ve kapasite kullanım verileri, 2001 – 2021 (Veri kaynağı: TÇÜD)

	2001	2012	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ham Çelik Kapasitesi (Mt)	20,0	49,0	51,5	51,2	51,9	50,7	53,4	54,0
Ham Çelik Üretimi (Mt)	15,0	35,9	33,2	37,5	37,3	33,7	35,8	40,4
Nihai Çelik Üretimi (Mt)	12,9	34,3	36,9	39,0	38,6	33,7	36,8	41,4
Kapasite Kullanım Oranı (%)	%75	%73	%64	%73	%72	%67	%67	%75

Tablo 30 – Ham çelik üretim rotasına göre çelik üretim kapasitesi (Mt), 1980 – 2021 (Veri kaynağı: TÇÜD)

	1980	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
EAF (Mt)	1,2	6,5	13,6	18,8	33,4	38,4	37,7	38,6	38,7	39,3	38,9	39,5	38,3	39,9	40,4
BOF (Mt)	3,0	4,8	6,2	6,3	9,3	10,6	11,9	11,6	11,7	12,2	12,3	12,4	12,4	13,5	13,6
Toplam Kapasite (Mt)	**4,2**	**11,3**	**19,83**	**25,1**	**42,7**	**49,0**	**49,6**	**50,2**	**50,4**	**51,5**	**51,2**	**51,9**	**50,7**	**53,4**	**54,0**

4.2.1 Ham çelik kapasitesi ve üretim

Ham çelik üretim kapasitesi

Türkiye'nin ham çelik üretim kapasitesi 1990'da 11 Mt'den 2012 yılı sonunda yaklaşık 50 Mt ham çelik üretim kapasitesine ulaşarak dört katın üzerinde artmıştır. Türkiye çelik üreticilerinin ortalama kapasite kullanım oranı 2021 yılında %75 civarındadır (**Tablo 29**).

EAF'li tesislere kıyasla, entegre tesisler daha istikrarlı kapasite kullanım oranlarına sahiptir. EAF'li tesislerinin üretim miktarları hurda fiyatları ile düşük kârlılık parametrelerine daha duyarlıdır. 2021 yılı içerisindeki kapasite kullanım oranları entegre tesislerde %84,3, EAF'li tesislerde ise %71,6 olarak gerçekleşmiştir.

EAF'li tesislerin kapasitesinin toplam ham çelik üretim kapasitesi içindeki payı 1980'lerden bu yana artmaktadır. Bahsi geçen pay, 1980'de %29'dan 1990'da %58'e, 2000'de %71'e ve 2021'de %75'e çıkmıştır (**Tablo 30**).

Ham çelik üretimi

Worldsteel verilerine göre, 2000 yılından bu yana Türkiye'nin; Çin, Hindistan ve Güney Kore'den sonra en büyük üretim artışını gerçekleştiren ülke olduğu görülmektedir.

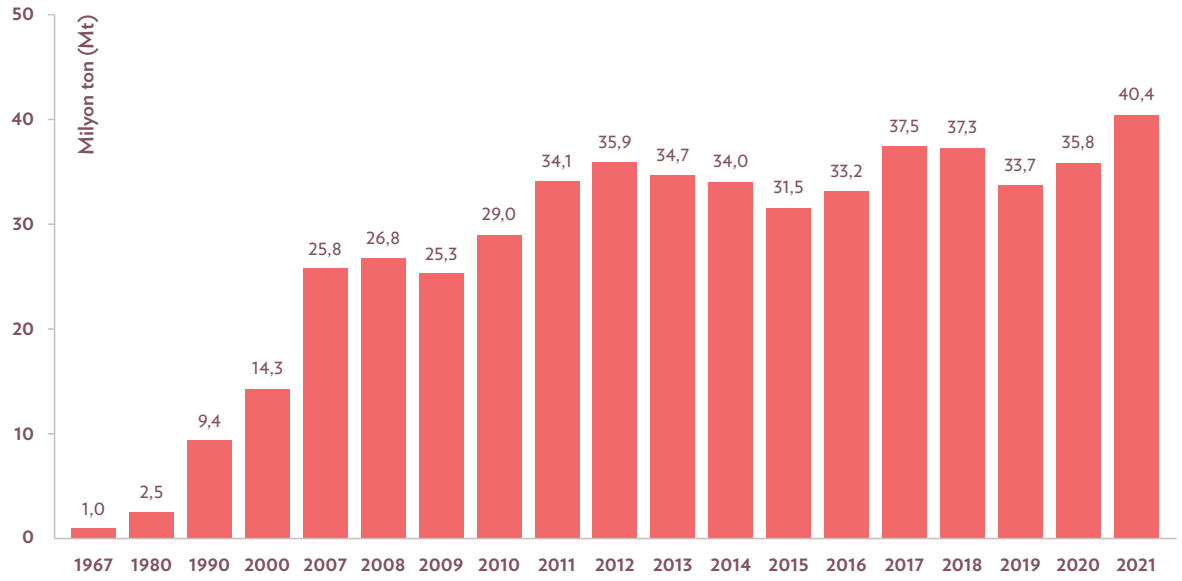
2021 yılında, Türkiye ham çelik üretimi 40 Mt'yi aşarak tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ham sıvı çeliğin tamamına yakını sürekli döküm makinelerinde yarı mamullere dönüştürülür (**Şekil 48**).

Son beş yılda (2017-2021), Türkiye yıllık ortalama 37 Mt ham çelik üretmiştir.

1990'ların başında, EAF'li tesislerinin ham çelik üretim miktarları entegre tesislerin toplam üretimini aşmıştır. EAF'li tesislerinin toplam ham çelik üretimi içinde 1992 yılında %53 olan payı 2005'te %71'e çıkmıştır. EAF'li tesislerin üretimdeki ortalama payı genelde %70 civarında olup bu oran 2010'dan günümüze kadar korunmuştur.

2021'de, EAF'li tesisler toplam ham çelik üretiminin yaklaşık 30 Mt'sini gerçekleştirmiştir (**Tablo 31**).

Şekil 48 – Türkiye'nin toplam ham çelik üretimi, 1967 – 2021



Tablo 31 – Türkiye ham çelik üretim verileri (Mt), 1995 – 2021 (Veri kaynağı: TÇÜD)

	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
EAF (Mt)	4,9	9,1	14,9	21,0	25,3	26,6	24,7	23,7	20,5	21,9	25,9	25,8	22,9	24,8	28,9
BOF (Mt)	4,4	5,2	6,1	8,1	8,8	9,3	9,9	10,3	11,0	11,3	11,6	11,5	10,8	11,0	11,5
Toplam	**9,3**	**14,3**	**21,0**	**29,1**	**34,1**	**35,9**	**34,6**	**34,0**	**31,5**	**33,2**	**37,5**	**37,3**	**33,7**	**35,8**	**40,4**

Yarı mamul çelik ürünleri üretimi

Yarı mamul ürünlerden kütükler genel olarak inşaat demiri, profiller ve tel demirleri gibi ürünlerde inşaat sektöründe kullanılırken, slab üretimi otomotiv ve beyaz eşya gibi daha yüksek katma değerli endüstrilerde girdi olarak iş görmektedir.

2021 itibariyle,

- **Kütük** üretimi toplam ham çelik üretiminin %65'ini (26,1 Mt) oluşturmaktadır,
- **Slab** üretimi %35 (14,2 Mt) paya sahiptir (2000'de %17 paya sahiptir) (**Tablo 32**).

Tablo 32 – Kütük ve slab üretim verileri, 1980 – 2021 (Veri kaynağı: TÇÜD)

	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kütük (Mt)	1,6	7,4	11,9	17,9	21,8	24,4	27,1	26,3	24,6	23,2	23,0	25,8	24,7	21,0	23,2	26,1
Slab (Mt)	0,8	1,9	2,4	3,1	7,3	9,7	8,8	8,4	9,4	8,3	10,2	11,7	12,6	12,8	12,6	14,2
Toplam (Mt)	**2,4**	**9,322**	**14,3**	**21,0**	**29,1**	**34,1**	**35,9**	**34,7**	**34,0**	**31,5**	**33,2**	**37,5**	**37,3**	**33,8**	**35,8**	**40,4**

Tablo 33 – Nihai çelik ürünleri üretim verileri, 1990 – 2021 (Veri kaynağı: TÇÜD)

Nihai Ürün Tipi	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Uzun (Mt)	6,3	11,1	19,7	22,8	25,3	26,5	25,7	26,5	26,0	25,9	25,2	20,2	23,0	26,8
Yassı (Mt)	2,3	3,1	6,6	9,1	9,0	9,9	10,4	10,4	10,9	13,1	13,4	13,4	13,8	14,6
Toplam (Mt)	**8,6**	**14,2**	**26,3**	**31,9**	**34,3**	**36,4**	**36,1**	**36,9**	**36,9**	**39,0**	**38,6**	**33,7**	**36,8**	**41,4**

Nihai çelik ürünleri üretimi

Türkiye'de nihai çelik ürünleri üretimi 2021'de önceki zirve noktası olan 39 Mt'yi (2017) aşarak **41,4 Mt** üretime ulaşmıştır. TÇÜD verilerine göre, 2021 itibariyle,

- Nihai uzun ürünler 26,8 Mt ile üretimde %65 paya,
- Nihai yassı ürünler 14,6 Mt ile üretimde %35 paya sahiptir.

Türkiye'nin nihai yassı ürün üretimi, 2000'lerden beri mevcut tesislerin kapasite artırımı ve yassı ürün üretimi için yeni EAF'li tesis yatırımları ile önemli ölçüde artmış olmasına rağmen, yassı ürünlerin nihai çelik üretimi içindeki payı Türkiye çelik üreticilerinin rakip olduğu diğer ülkelere kıyasla oldukça düşüktür.

2021'de toplam yurtiçi yassı ürün üretimi (14,6 Mt) toplam talebi (17,4 Mt) karşılamamıştır. Tüketilen yassı ürünlerin yaklaşık %54'ü ithal edilmiştir. (**Tablo 33**).

Yassı ürünlere (borular, otomotiv ve jantlar, tarım aletleri, makineler ve inşaat) kıyasla göreli daha düşük bir katma değere sahip olan uzun ürünler (kütük, inşaat demiri, tel demiri ve nervürlü rulolar) nihai çelik üretimine daha yüksek paya sahiptirler.

Nihai çelik ürünleri piyasasındaki oyuncuların sayısı ve nihai ürün imalatının miktarı çelikhaneleri bulunmayan üreticilerin katılımıyla artmaktadır. Bu tesisler yarı mamul ürünleri piyasadan satın almakta ve haddeleme işlemi uygulayarak nihai ürünleri satmaktadır. Yine de nihai ürünlerin üretim miktarlarındaki uzun/yassı ürün payı, yarı mamul ürünlerdeki (kütük/slab) oranına yakın bir seyir izlemektedir.

4.2.2 Türk ham çelik üretim tesisleri, kapasite ve teknoloji

2022 itibariyle, Türkiye'de 27 elektrik ark ocaklı (EAF), 11 indüksiyon ocaklı (IF[72]) ve 3 adet entegre çelik tesisi (Yüksek Fırın – BF/Bazik Oksijen Fırını – BOF) çelik tesisi olmak üzere toplam 41 adet ham çelik üretim tesisi bulunmaktadır.

Türkiye çelik endüstrisi üreticileri temel olarak Marmara Denizi, Karadeniz, Ege Denizi (İzmir) ve Akdeniz (Osmaniye ve İskenderun) kıyı bölgelerinde konumlanmıştır (**Kutu 34**).[72] EAF'Lİ ve İF'li tesisler toplam ham çelik üretiminin %72'sini gerçekleştirmektedir (**Tablo 34**).[73]

2021 yılında, nihai yassı çelik ürünlerin yarısından fazlası İsdemir ve Erdemir entegre tesislerinde üretilmektedir. Nihai uzun çelik ürünlerinin yaklaşık %90'ı EAF'li tesislerde üretilmiştir (**Tablo 34**).

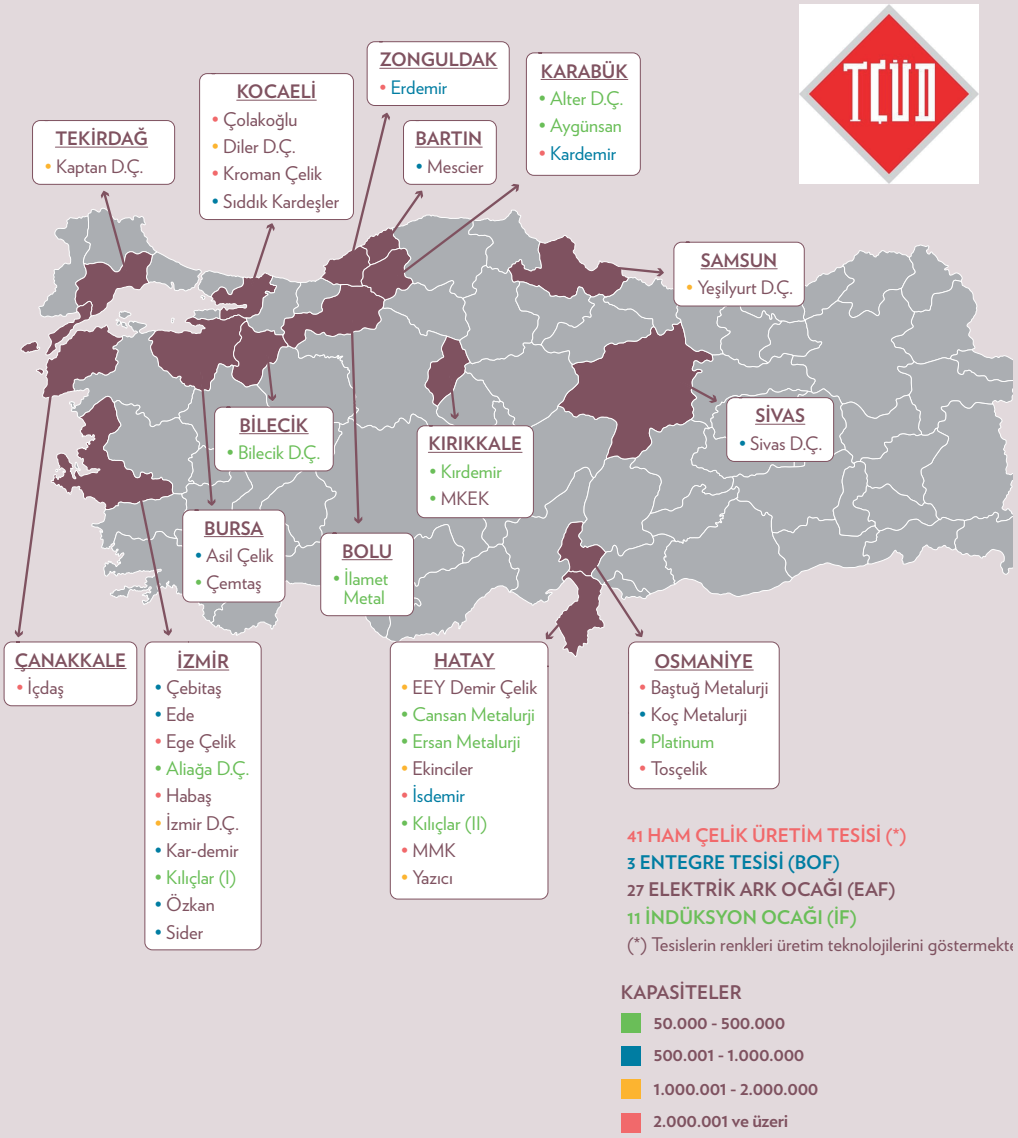
72 EAF ve İF temelde aynı proses adımlarını içerse de fırının çalışma prensibi ve fırına beslenen hurda ebadı yönünden farklıdırlar. EAF'lerde, bir grafit elektrotunun yarattığı ark hurdayı eritmek için kullanılırken, İF'lerde fırının içine ve etrafına yerleştirilmiş bir bobinin yarattığı elektromanyetik alanın oluşturduğu indüklenmiş akımların ürettiği ısı kullanılmaktadır.

73 Raporda, İF'li tesisler EAF'li tesislerin altında değerlendirilmiştir.

KUTU 34 – TÜRKİYE HAM ÇELİK ÜRETİCİLERİ HARİTASI

Şekil 49'da üretim teknolojisi ve üretim miktarına göre Türkiye'deki ham çelik üreticilerine dair bilgiler sunulmuştur.

Şekil 49 – Türkiye'nin ham çelik üretim tesisleri haritası, 2021 (Kaynak: TÇÜD)



Tablo 34 – Entegre tesisler ve EAF'li tesisler bazında detaylı ham çelik üretimi bilgileri, 2021

Tesis Türü	Üreticiler	Ham Çelik Üretimi (Mt - %)	Slab (Mt - %)	Kütük (Mt - %)	Toplam Nihai Ürün (Mt)	Nihai Ürün Yassı (Mt)	Nihai Ürün Uzun (Mt)
BF/BOF Entegre tesisler	Kardemir	2,3 (%6)	-	2,3 (%9)	2,3 (%6)	-	2,4 (%9)
	İsdemir	5,7 (%14)	4,8 (%34)	0,9 (%3)	4,0 (%10)	3,2 (%21)	0,9 (%3)
	Erdemir	3,3 (%8)	3,3 (%24)	-	4,4 (%11)	4,4 (%30)	-
	Entegre tesisler toplamı	11,5 (%28)	8,2 (%57)	3,3 (%13)	10,7 (%26)	7,5 (%51)	3.204 (%12)
EAF/IF tesisler	EAF ve IF tesisleri toplamı	28,9 (%72)	6,0 (%43)	22,8 (%87)	30,7 (%74)	7,1 (%49)	23,6 (%88)
Toplam	**Tüm tesisler**	**40,4 (%100)**	**14,2 (%100)**	**26,1 (%100)**	**41.4* (%100)**	**14,6* (%100)**	**26,8* (%100)**

*Çelikhaneleri olmayan, fakat satın alınmış yarı mamullerden nihai ürün imal eden küçük çelik üretim tesislerini de kapsamaktadır.

Entegre tesislerin dışında, Türkiye çelik endüstrisinin ilk özel sektör yassı üretim yatırımı 2008 yılında gerçekleşmiştir. Çolakoğlu Metalürji, İsdemir, Erdemir, Habaş ve Tosçelik Türkiye'deki yassı üretimin büyük bölümünü gerçekleştirmektedir.

4.2.3 Türkiye'deki EAF'li tesislerde yapılan üretimin diğer büyük çelik üreticisi ülkelerle karşılaştırılması

Türkiye'de ham çelik üretim endüstrisi 1990'lardan beri entegre tesislere oranla daha küçük ölçekli olan EAF'li tesislerin hâkimiyeti altındadır.

Worldsteel verilerine göre, 2021 yılında

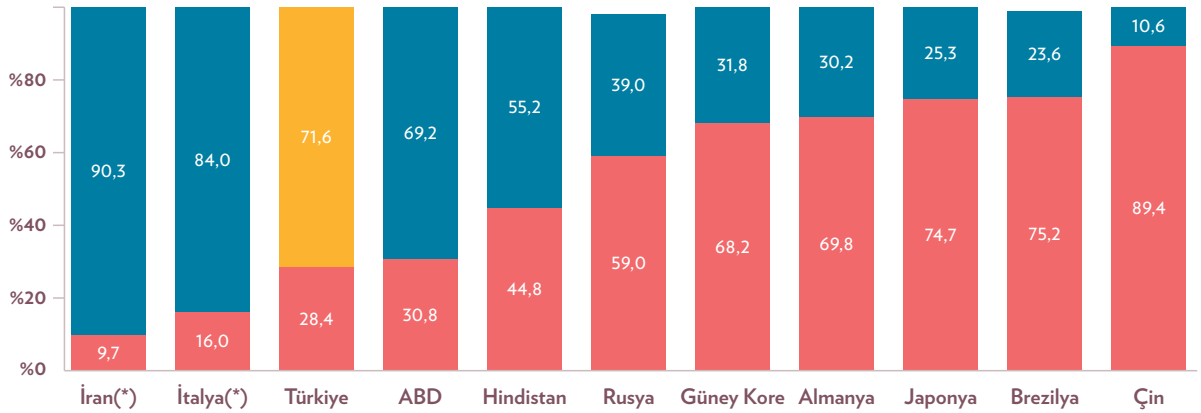
- Türkiye EAF yöntemiyle üretilmiş 28,9 Mt ham çelik miktarı ile EAF'li çelik üretimi yapan ülkeler arasında en büyük beşinci üretici konumundadır (Çin –109,5 Mt, Hindistan – 65,2 Mt, ABD – 59,4 Mt ve Rusya'nın – 29,5 Mt ardından);
- Türkiye EAF yöntemiyle ham çelik üretimi yapan büyük çelik üreticisi ülkelerdeki üretim oranları dikkate alındığında %72 ile en büyük üçüncü paya sahip ülke olmuştur (İran – %90,3 ve İtalya'nın – %84 ardından, **Şekil 50**).

KUTU 35 – TÜRKİYE'NİN HURDA METAL İTHALAT BAĞIMLILIĞI

Türkiye'deki EAF'li tesisler önemli ölçüde ithal hurdaya bağımlıdır. 2021'de, Türkiye 11,2 milyar ABD doları değerinde 25,1 Mt hurda (toplam hurdanın yaklaşık %72'si) ithalatı ile büyük çelik üreticisi ülkeler arasında en büyük hurda ithalatçısı olmuştur.

EAF'li ham çelik üretiminde ithal hurdanın payı Türkiye'ye benzer ham çelik üretim profiline sahip ülkelerden çok daha yüksek olup %87 seviyesindedir (İspanya- %42,3, Almanya- %39,6, Mısır- %38,1, Fransa- %34,7, Tayvan- %33,8 ve İtalya- %31,7 - Kaynak: Steeldata).

Şekil 50 – Önde gelen çelik üreticisi ülkelerin BOF ve EAF üretim payları (%) (Veri kaynağı: worldsteel, *İran ve İtalya için tahmini veri)



4.3 TÜRKİYE ÇELİK TÜKETİMİ

Görünür çelik kullanımı üretim, ithalat ve ihracat süreçlerindeki çelik akışlarının birleşimidir. 2021 yılı worldsteel verilerine göre, görünür çelik kullanımında Türkiye **33,4 Mt** (nihai çelik ürünü cinsinden) ile dünyada 8. sıradadır (%1,8) (**Tablo 35**).

2000'den bu yana, Türkiye'nin toplam nihai ürün tüketimi neredeyse üç katına çıkmıştır. 2013'ten 2021'e kadar, toplam ortalama nihai ürün üretimi yaklaşık 32 Mt'dir. Tüketimdeki en yüksek değer olan 36 Mt'ye 2017'de erişilmiştir. 2021 yılındaki toplam tüketimde uzun ürünler %48 (16 Mt) paya sahipken yassı ürünlerin payı %52 (17.4 Mt) olmuştur (**Tablo 35**).

Tablo 35 – Büyük çelik tüketicisi ülkelerin görünür çelik kullanımları (Mt) (Veri kaynağı: worldsteel)

Sıra	Ülke	2017 (Mt)	2018 (Mt)	2019 (Mt)	2020 (Mt)	2021 (Mt)
1	Çin	773,8	836,1	911,9	1006,3	952,0
2	Hindistan	88,7	96,7	102,6	89,3	106,1
3	ABD	97,7	99,8	97,6	80,0	97,1
4	Japonya	64,4	65,4	63,2	52,6	57,5
5	Güney Kore	56,3	53,7	53,2	49,0	55,6
6	Rusya	40,7	41,3	43,5	42,3	43,9
7	Almanya	41,0	39,6	35,1	31,2	35,2
8	Türkiye	36,1	30,7	26,1	29,5	33,4
9	Brezilya	19,5	21,2	21,0	21,4	26,4
10	İtalya	24,8	25,3	25,0	20,4	25,9
	Dünya	**1636**	**1711,6**	**1 776,9**	**1784,9**	**1833,7**

Çelik tüketiminde sektörlerin payı

Türkiye'de başlıca çelik tüketicileri otomotiv, makine, beyaz eşya, gemi inşa gibi imalat sanayi sektörleri ile altyapı ve inşaat sektörleridir:

- Türkiye'nin toplam çelik tüketiminin yaklaşık %50-60'ını **inşaat** sektörü yapmaktadır,
- **Otomotiv** endüstrisi toplam tüketimde %10-15 paya sahiptir,
- **Makine** endüstrisi %10-15 paya sahiptir ve
- **Metal ürünlerin** payı %10-20'dir.

Bu nedenle, imalat endüstrisi ve inşaat sektörünün büyümesi toplam yurtiçi tüketimi ve çelik ürünlerini ithalatını doğrudan etkilemektedir.

Uzun çelik ürünleri ağırlıklı olarak inşaat sektöründe kullanılmaktadır; öte yandan, yassı çelik otomotiv, boru&profil üretimi, dağıtım kanalları, genel imalat sanayi (beyaz eşya endüstrisi ve makine üretimi) sektörlerinden talep görmektedir.

Türkiye'nin yassı çelik tüketiminin %5'ten azını paslanmaz çelik oluşturmaktadır.

Demir-çelik sektörü makine, otomotiv, elektronik, kimya, savunma, havacılık, madencilik ve ulaşım sektörlerine temel girdileri/hammaddeleri sağlamaktadır.

KUTU 36 – TÜRKİYE'NİN "GERÇEK ÇELİK KULLANIMI", 2019

Çelik talebini daha iyi analiz etmek amacıyla, worldsteel bir ülkenin *gerçek çelik kullanımını* hesaplama yöntemi geliştirmiştir.

"Gerçek Çelik Tüketimi" Hesaplama Yöntemi, worldsteel

- **Görünür çelik kullanımı yöntemi**: Teslim edilen çelik miktarından çelik endüstrisi ürünlerinin net dolaylı ihracatı değerinin çıkarılmasıyla elde edilen çelik tüketimi miktarını ifade eder.
- **Gerçek çelik kullanımı**= Görünür çelik kullanımı – Net dolaylı ihracat
- **Net dolaylı ihracat**= Dolaylı ihracat – Dolaylı ithalat

Türkiye için en güncel rakamlar 2019 yılına ait olup görünür çelik kullanımı 26,1 Mt ve gerçek çelik kullanım ise 20,7 Mt olarak hesaplanmıştır. Aradaki farkın nedeni çelik içeren metal ürünler, makine, elektrikli aletler, ev cihazları ve otomotiv sektörlerinden kaynaklanan net dolaylı çelik ihracatıdır (otomobil, gemi, makine ve beyaz eşyalarda bulunan çelik).

Türkiye'nin çelik ürünleri toplam dolaylı ihracatı 8,6 Mt olup iken dolaylı ithalat miktarı ise 3,2 Mt'dir. Bu iki değer arasındaki 5,4 Mt'lik fark net dolaylı ihracat değeri olarak hesaplanmaktadır. 2019 yılı görünür çelik kullanımından net dolaylı ihracat değeri çıkarıldığında gerçek çelik kullanımı değerine ulaşılmaktadır.

- Net dolaylı ihracat: 5,4 Mt

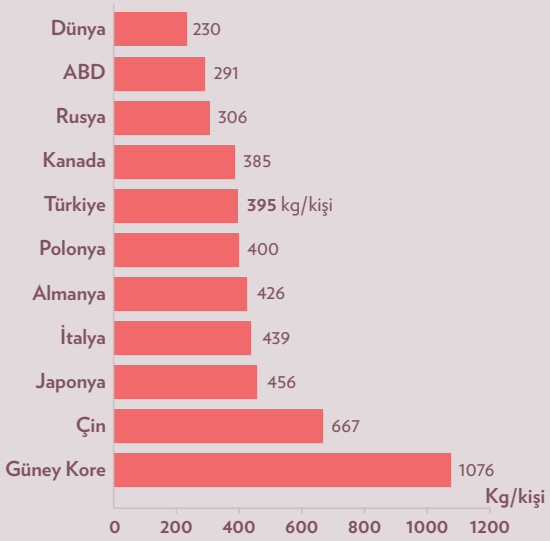
Türkiye'nin "Gerçek Çelik Tüketimi", 2019

- Görünür çelik kullanımı: 26,1 Mt
- Gerçek çelik kullanımı: 20,7 Mt

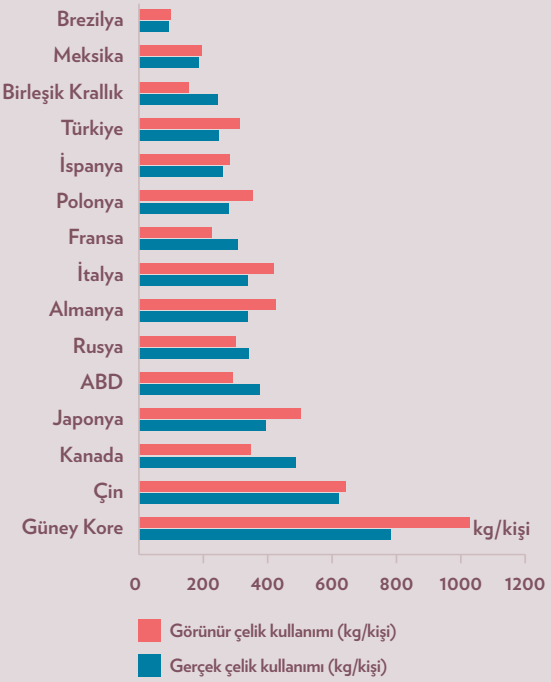
KUTU 36 – TÜRKİYE'NİN "GERÇEK ÇELİK KULLANIMI", 2019 (DEVAM)

Türkiye'nin 395 kg/kişi görünür çelik kullanım miktarı dünya ortalamasının (233 kg) üzerindedir. Dolaylı çelik ihracatının dolaylı çelik ithalatından büyük olması nedeniyle, Türkiye'nin kişi başına gerçek çelik kullanımı (269 kg) değeri, kişi başına görünür çelik kullanımından düşüktür (**Şekil 51** ve **Şekil 52**).

Şekil 51 – 2021'de kişi başına görünür çelik kullanımı, kg/kişi (En üst 10 ülke ve dünya ortalaması) (Kaynak: worldsteel)



Şekil 52 – Kişi başına görünür ve gerçek çelik kullanımı, kg/kişi, 2019 (Kaynak: worldsteel)



Uzun ve yassı ürünlerin toplam tüketim içindeki payı

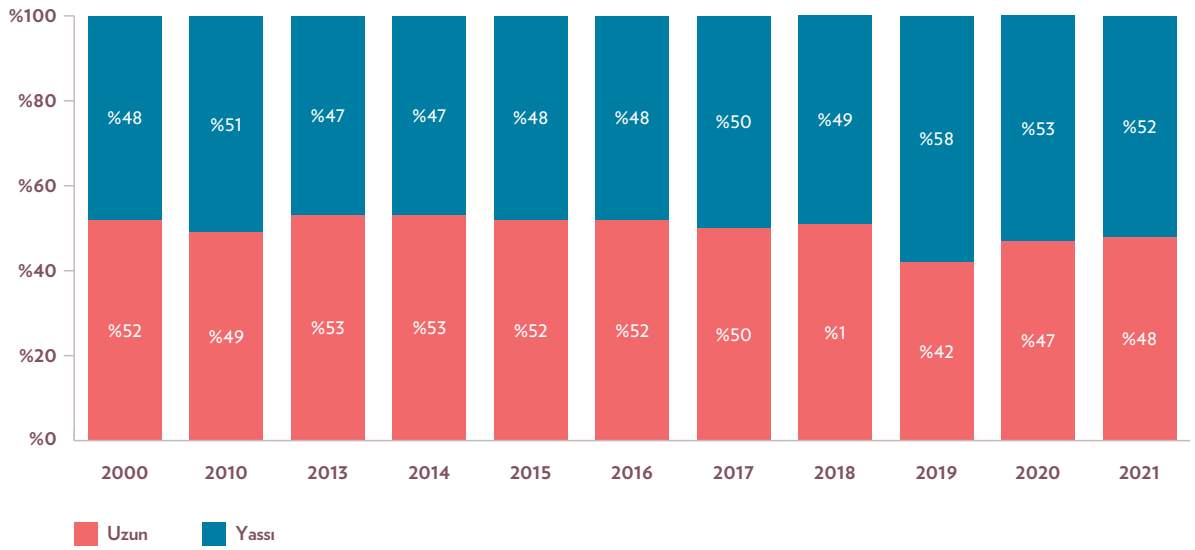
TÇÜD verilerine göre, 2021 yılında Türkiye'de 16,0 Mt uzun ürün ve 17,4 Mt yassı ürün tüketilmektedir (**Tablo 36**).

- Yassı ürün tüketimi toplam çelik ürünlerinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Yassı ürünler arasında sıcak haddelenmiş rulo %35 pay ile birinci sıradadır.
- Uzun çelik ürünleri kategorisinde (inşaat demiri, tel demiri, çubuklar, raylar ve ağırlıklı olarak inşaat sektörü tarafından tüketilen kütükler ile külçelerden yapılmış kesitler) inşaat demiri %55 oranla ilk sıradadır.

Tablo 36 – Türkiye'de nihai çelik ürünü tüketimi, 1990 – 2021 (Veri kaynağı: TÇÜD)

Ürün Grubu	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2021 (%)
Uzun (Mt)	4,2	6,8	11,7	13,7	14,9	16,7	16,2	17,9	17,6	18,1	15,8	10,8	13,8	16,0	48,0
Yassı (Mt)	3,1	6,3	11,9	13,2	13,6	14,6	14,6	16,5	16,5	17,8	14,8	15,2	15,7	17,4	52,0
Toplam (Mt)	**7,3**	**13,1**	**23,6**	**26,9**	**28,5**	**31,3**	**30,8**	**34,4**	**34,1**	**36,1**	**30,6**	**26,1**	**29,4**	**33,4**	**100,0**

Şekil 53 – Uzun ve yassı ürünlerin tüketimdeki payı (%) (Veri kaynağı: TÇÜD)



Uzun ve yassı ürünlerin tüketimdeki payları 2000'lerden bu yana %48-52 aralığında değişmektedir (**Şekil 53**).

4.4 TÜRKİYE'NİN ÇELİK ÜRÜNLERİ DIŞ TİCARETİ

Çelik sektörünün dış ticarete konu ürünleri: yarı mamuller (kütük, slab), yassı ürünler ve uzun ürünler, borular ve diğer ürünler kategorileri altında sınıflandırılmıştır. TÜİK verilerine göre Türkiye'nin 2021'deki bu ürün kategorilerindeki dış ticaret (ihracat ve ithalat) hacmi tonaj olarak 41 Mt'ye çıkarken, değer olarak 42 milyar ABD dolarına ulaşmıştır.

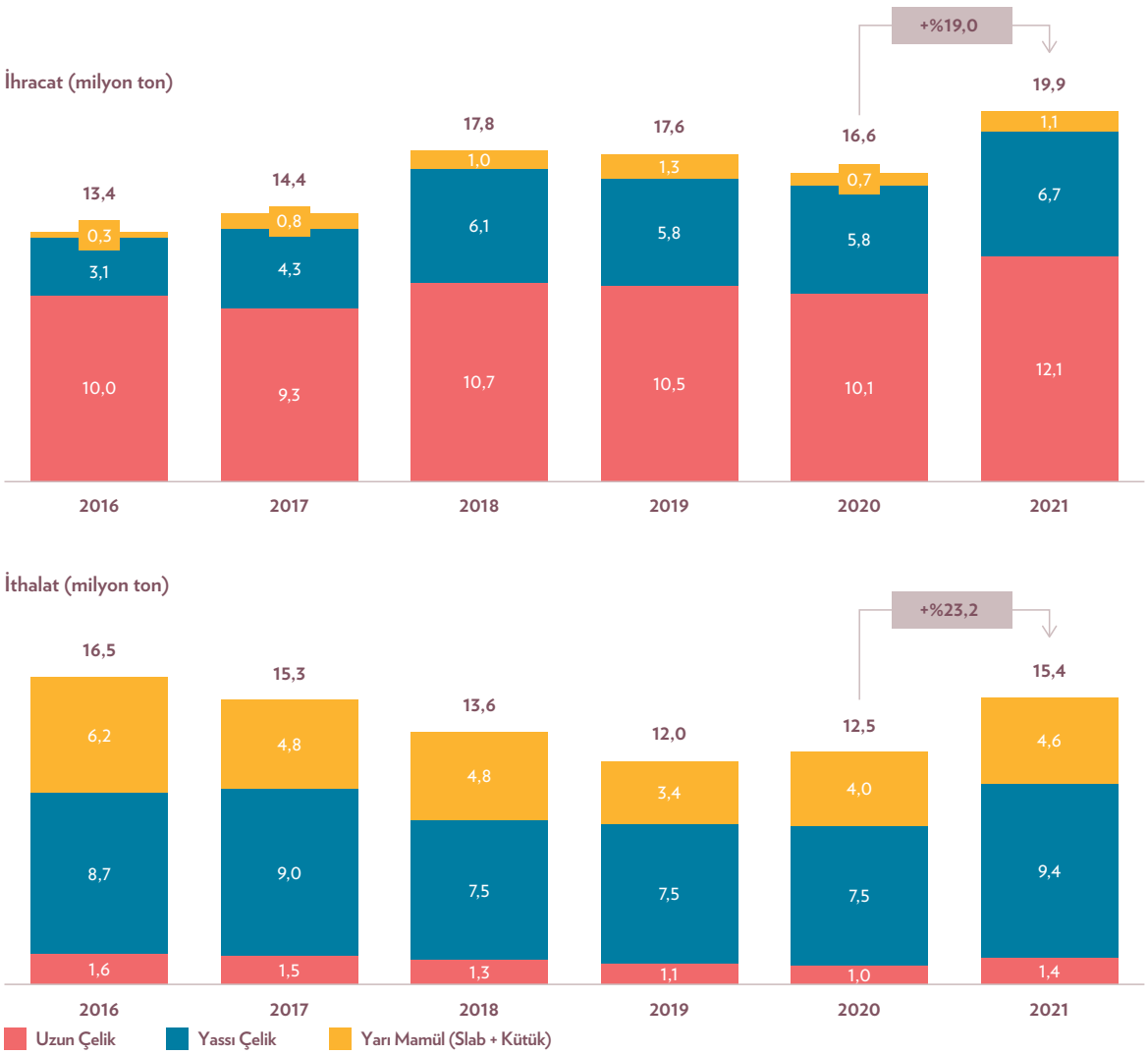
Çelik ürünlerine ait dış ticaret verilerinde ihracatın payı tarihsel olarak %60 civarında seyretmektedir. 2021'de 25,1 milyar ABD doları değerinde yaklaşık 24 Mt çelik ürünü ihraç edilmiştir. Bu rakam ülke ihracat değerinin yaklaşık %11'ine karşılık gelmektedir (1981 yılında bu rakam %2 seviyesindedir).

Türkiye aynı zamanda, 2021'deki toplam 16,2 Mt ithalat miktarı ile dünyanın önde gelen çelik ürünleri ithalatçılardan birisidir. Son 20 yılda, Türkiye çelik sektörünün ihracat ve ithalat hacmi iki katına çıkmıştır. **Tablo 37**, 2018 yılından bu yana ticaret hacminin (Mt) değişimini göstermektedir.

Tablo 37 – Çelik ürünleri ihracat ve ithalat değerleri, 2018 – 2021 (Veri kaynağı: TÜİK)

	2018 (Mt)	2018 (milyar ABD doları)	2019 (Mt)	2019 (milyar ABD doları)	2020 (Mt)	2020 (milyar ABD doları)	2021 (Mt)	2021 (milyar ABD doları)
İhracat	22,1	17,7	22,0	16,1	21,2	14,7	24,7	25,1
İthalat	14,5	12,8	12,7	10,3	13,3	10,0	16,2	17,0

Şekil 54 – Yassı, uzun ve yarı mamul ürünlerine ait ihracat ve ithalat verileri, 2016-2021 (Veri kaynağı: TÜİK)



Yarı mamul, yassı ve uzun çelik ürünleri dış ticareti

Boru ve diğer ürünler hariç tutulduğunda, son altı yılda (2016-2021), çelik üreticileri yassı, uzun ve yarı mamul çelik ürünlerinde ortalama 17,0 Mt ihracat ve 14,0 Mt ithalat gerçekleştirmiştir (**Şekil 54**).

- Türkiye çelik sektörü 2021'de yassı ve uzun ürün üretiminin yaklaşık yarısını (18,8 Mt) ihraç etmiştir. Bu ürünlerdeki ihracat hacmi 2016'dan bu yana yaklaşık %50 artmıştır. Bu artışın yarıdan fazlası yassı ürün ihracatından gelmektedir.
- TÜİK verilerine göre, ithal edilen çelik ürünleri (borular ve diğerleri hariç) çelik tüketiminde yaklaşık %50 paya sahiptir. Öte yandan, 2016'dan bu yana ithalat hacmi %7 oranında azalmıştır. Yine de yassı ürün ithalatında %8 artış meydana gelmiştir.

Türkiye net bir yassı ürün (özellikle yüksek katma değerli ürünler) ithalatçısı ve net bir uzun ürün (düşük katma değerli ürünler) ihracatçısıdır. Türkiye tüketiminin yaklaşık yarısını oluşturan uzun ürünlerin büyük bir kısmı (%90'dan fazlası) yurtiçi piyasadan tedarik edilmektedir.

Diğer taraftan, ülke otomotiv, beyaz eşya, otomotiv ve makine gibi yerli imalat sektörleri için yüksek katma değerli yassı ürünleri ithal etmektedir.

Sadece uzun ve yassı nihai ürün ihracat-ithalat miktarları dikkate alındığında uzun ürünlerin ihracattaki payı %64 iken yassı ürünlerin ithalattaki payı %87'dir.

TÇÜD'ye göre, 2021 yılında yassı ürün tüketiminin 9,4 Mt'sini ithalat ile sağlanmıştır. Yassı ürün üretim kapasitesi son senelerde artmış olmasına rağmen, yassı ürün tüketiminin yarıdan fazlası (%54) ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Sıcak haddelenmiş yassı ürünler ağırlıklı olarak boru ve makine endüstrileri tarafından ithal edilmektedir. Beyaz eşya ve otomotiv sektörleri ise soğuk haddelenmiş yassı ürünleri ithal etmektedir (**Tablo 38**).

Diğer taraftan son yıllarda Türkiye çelik üreticileri daha fazla miktarda yassı ürün ihraç etmeye başlamıştır. 2016-2021 yılları arasında yassı ürünlerin ihracatı %100'ün üzerinde artmıştır. Aynı dönem içerisinde ihraç edilen nihai yassı ürün miktarının ülke içinde gerçekleşen yassı ürün üretimine oranlanmasıyla elde edilen oran %28'den %46'ya çıkmıştır. Bir diğer ifadeyle ülke içerisinde üretilen yassı ürünlerin yarısına yakını ihraç edilmeye başlanmıştır (**Tablo 39**).

Tablo 38 – Türkiye'nin uzun ve kısa çelik ürünleri üretim, tüketim ve dış ticaret değerleri karşılaştırması, 2021 (Veri kaynağı: worldsteel)

Nihai çelik ürünü	Nihai çelik üretimi (Mt)	Nihai çelik tüketimi (Mt)	Nihai çelik ürünü İthalat (Mt)	Nihai çelik ürünü İhracat (Mt)
Uzun	26,8	16,0	1,4	12,1
Yassı	14,6	17,4	9,4	6,7
Toplam	**41,4**	**33,4**	**10,8**	**18,8**

Tablo 39 – Yassı ve uzun çelik ürünleri ihracat miktarının nihai üretim miktarına oranı (%), (Kaynak: SteelData)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Uzun ürün ihracatının uzun ürün üretim miktarına oranı (%)	39	35	42	52	44	45
Yassı ürün ihracatının yassı ürün üretim miktarına oranı (%)	28	33	45	42	40	46
Toplam ihracatın üretim miktarına oranı (%)	36	34	43	48	43	45

Çelik boru ürünleri ve diğer çelik ürünleri dış ticareti

Nihai yassı, uzun ürünler ile yarı mamul ürünlerin haricinde, Türkiyeli üreticiler önemli oranda çelik boru ürünleri ve diğer kategorilerdeki çelik ürünlerini üretmekte ve ihraç etmektedir. TÜİK verilerine göre Türkiye çelik sektörü ve çelik ürün kullanıcıları yaklaşık;

KUTU 37 – TÜRKİYE VE DİĞER ÜLKELERİN DIŞ TİCARET VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Worldsteel'e bildirilen yarı mamul, yassı ve uzun çelik ürünleri verilerine göre Türkiye'nin 2021'deki toplam çelik dış ticaret hacmi 38,3 Mt (22,1 Mt ihracat ve 16,2 Mt) olmuştur (**Tablo 40**).

Tablo 40 – Çelik ürünleri ihracatı ve ithalatı, ilk 10 ülke, 2021 (Veri kaynağı: worldsteel)

Sıra	Toplam İhracat	Mt	Sıra	Toplam İthalat	Mt
1	Çin	66,2	1	Avrupa Birliği (27)[1]	48,1
2	Japonya	33,8	2	Birleşik Devletler	29,7
3	Rusya	32,6	3	Çin	27,8
4	Güney Kore	26,8	4	Almanya[2]	23,3
5	Avrupa Birliği (27)[1]	26,0	5	İtalya[2]	20,8
6	Almanya[2]	23,9	6	Türkiye (%4,9 pay)	16,2
7	Türkiye (%5,6 pay)	22,1	7	Tayland	15,7
8	Hindistan	20,4	8	Meksika	15,1
9	İtalya[2]	17,2	9	Güney Kore	14,1
10	Ukrayna	15,7	10	Polonya[2]	13,7
	Toplam	**392,5**		**Toplam**	**330,5**

([1]) Bölge içi ticaret hariçtir, ([2]) AB (27) ülkeleri için verilere Avrupa içi ticaret dahildir.

Tablo 41 – Önde gelen dolaylı çelik ihracatçıları, 2019 (Mt, nihai çelik eşdeğeri) (Veri kaynağı: worldsteel)

Önde gelen dolaylı ihracatçılar, 2019 (Mt, nihai çelik eşdeğeri)		
Sıra	Dolaylı ihracat	Mt
1	Çin	95,8
2	Almanya	32,9
3	Japonya	21,7
4	ABD	20,9
5	Güney Kore	17,9
6	Meksika	17,2
7	İtalya	13,3
8	Polonya	9,9
9	İspanya	9,5
10	Türkiye	8,6

Çelikteki dolaylı ticaret, çelik içeren ürünlerin ihracatı ve ithalatı yoluyla gerçekleşmektedir. Türkiye'nin 2019'daki toplam dolaylı çelik ihracatı 8,6 Mt olarak hesaplanmıştır (en büyük 10. dolaylı ihracatçı, (**Tablo 41**).

Türkiye ayrıca, net pik demir ithalatçısı ülkelerden birisidir, büyük çelik üreticileri içerisinde Çin ve ABD'den sonra üçüncü sırada yer almaktadır (**Tablo 42**).

KUTU 37 – TÜRKİYE VE DİĞER ÜLKELERİN DIŞ TİCARET VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI (DEVAM)

Tablo 42 – Pik demir görünür tüketimi (Mt), 2020 ve 2021 (Veri kaynağı: worldsteel)

Sıra	Ülke	Üretim 2020 (Mt)	Üretim 2021 (Mt)	- İhracat 2021 (Mt)	+ İthalat 2021 (Mt)	= Görünür Tüketim 2021 (Mt)
1	Çin	907,6	868,6	0,1	2,0	870,5
2	Hindistan	67,8	77,6	0,9	0,0	76,7
3	Japonya	61,6	70,3	0,0	0,1	70,4
4	Rusya	51,9	53,6	4,0	0,0	49,6
5	Güney Kore	45,4	46,4	0,1	0,2	46,5
6	ABD	18,3	22,2	0,0	6,0	28,2
7	Almanya	22,5	25,7	0,2	0,3	25,7
8	Brezilya	24,6	28,5	3,3	0,0	25,3
9	Ukrayna	20,4	21,2	3,2	0,0	17,9
10	Tayvan, Çin	13,4	15,2	0,0	0,4	15,6
11	Türkiye	10,0	10,4	0,0	1,2	11,6
	Dünya	**1.341,7**	**1.353,6**	**13,7**	**14,4**	**1.354,3**

*Belirtilen ürün grupları için 2021 yılına ait ulusal veriler ile worldsteel'e yapılan raporlama arasında fark vardır.

- 2,0 Mt çelik boru ürünleri (2,1 milyar ABD doları değerinde) ve 3 Mt (6,5 milyar ABD doları değerinde) diğer kategorilerde çelik ürünleri ihraç etmekte ve
- 0,5 Mt boru (0,9 milyar ABD doları değerinde) ve 0,4 Mt (1,7 milyar ABD doları değerinde) diğer çelik ürünleri ithal etmektedir.

4.4.1 TÜİK verilerine göre çelik sektörü dış ticaret dengesi

Çelik endüstrisinde nihai ürünlerin dış ticaret dengesi incelendiğinde ihracat fazlası olmasına rağmen, tüm girdiler/hammaddeler dikkate alındığında dış ticaret açığı gözlemlenmektedir. Türkiye çelik endüstrisi net bir demir cevheri, hurda, kömür ve refrakter hammaddesi ile grafit elektrot ithalatçısıdır.

Bu nedenle, uygun fiyatlı ve güvenilir hammaddeye erişim (ve beraberinde güvenilir ve sürdürülebilir hammadde tedarik riskleri, fiyat dalgalanmaları, navlun maliyetleri, vd.) çelik üreticilerinin önemli bir sorunudur.

Türkiye çelik sektörünün hammadde ithalat bağımlılığı

- Hurda için %70'in,
- Koklaşabilir taşkömürü için %90'ın
- Demir cevheri için %60'ın

üzerindedir.

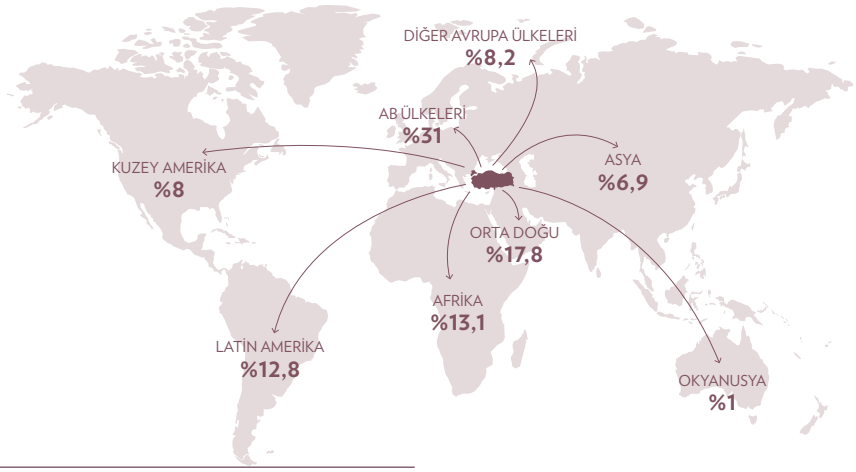
Sektörün ithal ettiği temel hammaddeler ve yarı mamul ürünler ithal mallar içinde önemli bir paya sahiptir. TÜİK verilerine göre, sektörün 2021 yılındaki hammadde ithalatı yaklaşık 16,1 milyar ABD doları ile toplam ithalatın %6'sına ulaşmıştır. Hurda ve demir cevheri ithalatı, sektördeki ithalatın değer olarak %70'inden sorumludur (**Tablo 43**).

Tablo 43 – Demir çelik sektörü dış ticaret dengesi, 2021

Ürün ve hammaddeler	İhracat		İthalat	
	Miktar (bin ton)	Milyon ABD doları	Miktar (bin ton)	Milyon ABD doları
Çelik ürünleri				
Yarı mamüller (kütük, slab)	1.067	737	4.596	3.095
Yassı ürünler	6.703	7.280	9.430	9.765
Uzun ürünler	12.089	8.526	1.339	1.510
Çelik ürünleri toplamı	19.889	16.543	15.365	14.370
Borular	1.946	2.089	451	855
Diğerleri	2.877	6.449	381	1.743
Tüm ürünler toplamı	**24.682**	**25.081**	**16.197**	**16.968**
Hammaddeler				
Pik demir	4	3	1.200	681
Ferro alyaj	184	333	544	926
Sünger demir	0	0	276	128
Hurda	194	308	25.072	11.155
Demir cevheri	3.812	432	11.188	2.042
Koklaşabilir taş kömürü	0	0	5.521	932
Grafit elektrot	1	2	48	226
Hammadde toplamı	**4.195**	**1.078**	**43.849**	**16.090**

Kaynak: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Demir Çelik Sektörü Raporu, 2022

Şekil 55 – Türkiye'nin bölgelere göre çelik ihracatı (%), 2021[74]



74 "Shape the world with Turkish Steel," Türkiye Çelik İhracatçıları Birliği, 2022, https://www.cib.org.tr/files/Doc/files/KATALOG2022_ENG.pdf.

4.4.2 Türkiye'nin çelik ihraç pazarları

2021 rakamlarına göre,

- Türkiye'nin toplam çelik ihracatının (24 Mt) %31'ini yaptığı AB, 7,4 Mt ile Türkiye'nin ana ihracat bölgesidir;
- Daha önce Türkiye toplam çelik ihracatında daha büyük bir paya (2010'ların başında %60'ın üzerinde) sahip olan Orta Doğu bölgesi %18 pay (4,3 Mt) ile toplam ihracatta ikinci sırayı almaktadır (**Şekil 55**);
- ABD'nin 2015 ve 2016'da %15 olan payı , 2018'den itibaren getirilen korumacı önlemler nedeniyle düşüş eğilimindedir. Halen ABD ve Kanada'dan oluşan Kuzey Amerika bölgesi toplam ihracat içinde sadece %8 paya sahiptir (**Şekil 55**);
- Latin Amerika ve Afrika son yıllarda payını arttırmaktadır ve halen toplam ihracatın %26'sını oluşturmaktadırlar;
- Türkiye'de çelik endüstrisi, 2021 itibariyle, 25 milyar ABD doları ihracat değeriyle otomotiv ve kimya sektörlerinden sonra en büyük üçüncü ihracatçı sektördür (**Tablo 44**)

Tablo 44 – Çelik ürünleri ihracatının tüm ihracat içindeki değeri ve oranı, 2021

Otomotiv	**29,3** milyar $ ihracat değeri	**%13** toplam ihracattaki payı
Kimyasallar	**25,3** milyar $ ihracat değeri	**%11,2** toplam ihracattaki payı
Çelik	**22,4** milyar $ ihracat değeri	**%9,9** toplam ihracattaki payı
Tekstil	**20,3** milyar $ ihracat değeri	**%9** toplam ihracattaki payı
Elektronik	**14,2** milyar $ ihracat değeri	**%6,3** toplam ihracattaki payı

Toplam ihracat değeri
225,4 milyar $

- Yaklaşık 10 milyar ABD doları ile Avrupa ülkeleri toplam ihracatın yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. (İspanya %7, İtalya %6, Romanya %5, Belçika %4, UK %3, Almanya %3) (**Tablo 45**).

Tablo 45 – Türkiye'nin bölgelere göre çelik ihracatı, 2020 ve 2021 (Veri kaynağı: CİB)

İhraç Bölgeleri	2020'de İhracat - milyar ABD doları	2020'de İhracat - %	2021'de İhracat - ABD doları	2021'de İhracat - %
AB	4,10	32,50	8,30	37,30
Ortadoğu	2,60	20,70	3,30	14,70
Afrika	2,10	16,80	2,60	11,80
Diğer Amerika Ülkeleri	0,80	6,00	2,10	9,30
Kuzey Amerika Serbest Ticaret Ülkeleri	0,60	4,80	2,00	8,80
Diğer Avrupa Ülkeleri	0,56	4,50	1,45	6,50
BDT	0.69	5,50	0,94	4,20
Uzakdoğu Ülkeleri	0,57	4,50	0,86	3,80
Serbest Bölgeler	0,26	2,10	0,34	1,50
Diğer Asya Ülkeleri	0,28	2,20	0,26	1,20
Okyanusya Ülkeleri	0,07	0,60	0,19	0,80
Diğer Ülkeler	0,04	0,00	0,02	0,00
Toplam	**12,6**	**100**	**22,4**	**100**

KUTU 38 – KÜRESEL ÇELİK TİCARETİNDE KORUMACI EĞİLİMLER VE TÜRKİYE ÇELİK SEKTÖRÜNE ETKİSİ

2018'den bu yana, Türkiye'nin çelik üreticileri, özellikle ABD ve AB'nin başını çektiği gümrük tarifeleri ve kota uygulamalarına maruz kalmışlardır. Pandemi döneminin ardından, tüm dünyada korumacılık bir adım daha ileri gitmiştir. AB ve ABD, 2018'de Türkiye'nin çelik endüstrisi ihraç pazarının yarıdan fazlasını oluştururken, 2021'de sektörün AB ve ABD'ye toplam ihracatı %39'a inmiştir.

Mart 2018'de, ABD, *1962 tarihli Ticaretin Genişletilmesi Yasasının 232. Paragrafı* kapsamında, ABD'ye ithal edilen çeliğe gümrük vergisi uygulamaya başlamıştır. Bu düzenleme ile ABD tüm ülkeler için %25 ek vergi getirmiştir. Türkiye çelik üreticileri de %25 ek gümrük vergisine tabii olmuştur ve bu rakam daha sonra %50'ye yükseltilmiştir. Mayıs 2019'da ise vergi %25'e indirilmiştir. Türkiye'ye uygulanan ek vergi Mayıs 2019'da tekrar %25'e indirilmesine rağmen, 2019'da ABD'ye Türk çelik ihracatı bir önceki yılın yaklaşık beşte birine inmiştir. Ek gümrük vergilerinin getirilmesinden sonra 2019'da Türkiye önemli ihraç pazarlarından birisi olan ABD'de yaklaşık %80 ihracat kaybına uğramıştır (**Tablo 46**).

Benzer bir korumacı tavırla, Şubat 2019'da Avrupa Komisyonu çelik ürünleri için ithalat kotaları getirmiş[75] ve Temmuz 2020'de küresel kota uygulamasından ülke bazında kota uygulamasına geçerek, Türkiye'nin ihracat kotasını yarıya indirmiştir. Son olarak, 2021'de AB Türkiye'nin çelik ithalat kotasını daha da indirdiğini ilan etmiştir. AB koruma önlemleri 2024'e kadar uzatılmıştır.

Avrupa Komisyonu ayrıca, gelişmekte olan ülkeler listesini yeniden yapılandırmış ve Vietnam'ı diğer ülkeler kotasına eklemiştir. Türkiye'nin 7,2 Mt çelik ihracat kotası bulunmaktadır. (Rusya'ya karşı ambargo uygulaması başladıktan sonra, Türkiye'nin kotası 1,0 Mt artırılmıştır.)

Türkiye AB'nin korumacı önlemlerini, yeteri kadar tahkik edilmediği için, "DTÖ kurallarıyla tutarsız" olarak kabul etmektedir. Yine de Türkiye, AB'nin hem uzun hem de yassı çelik ürünleri ithalatında ilk sıradadır. TÇÜD verilerine göre Türkiye demir-çelik endüstrisi, 2021 yılında AB-27 bölgesine yaklaşık 6 Mt ihracat (6 milyar ABD doları) yapmıştır.

Tablo 46 – Türkiye'nin ABD'ye çelik ihracatı verileri (Mt) (Kaynak: TÇÜD)

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0,45	0,66	0,90	0,80	1,87	2,02	2,06	1,16	0,81	0,15	0,58	0,98

75 AB Şubat 2019 itibariyle, Temmuz 2019 ve Temmuz 2020'de %5 arttırılmak üzere, çelik ürünleri için ithalat kotaları getirmiştir. Ancak, Avrupa çelik üreticilerinin isteği üzerine, Avrupa Komisyonu kota artışını %5'ten %3'e indirmeyi kararlaştırmıştır. Karar 1 Ekim 20222'de yürürlüğe girmiştir.

5 GENEL DEĞERLENDİRME

Sektöre yönelik karbonsuzlaşma politikaları hedeflerinin tanımlanması ve finansman kaynaklarının planlanması

Türkiye çelik sektörünün ve çelik kullanıcısı sektörlerin (otomotiv, makina, inşaat ve diğer sektörler) tercih ettikleri gelişme ve iş yapış biçimi patikalarına bağlı olarak, Paris Anlaşması ve AB Yeşil Mutabakatı hedeflerine uyum sağlama yolunda çeşitli zorluklarla karşılaşması beklenmektedir.

Bu nedenle, Türkiye Hükümetinin çelik sektörünü de içeren ağır sanayi sektörleri için gerçekçi ve yasal olarak bağlayıcı uzun vadeli hedefleri belirleyip bu hedeflere ilişkin kuralları/prosedürleri net bir şekilde tanımlaması ve nihayet finansman ve bütçe altyapısına dair politikaları Paris Anlaşması ve AB'nin iklim hedeflerine uyum doğrultusunda yeniden ele alması gerekecektir.

Çelik sektöründe başarılı bir karbonsuzlaşma süreci, büyük finansman desteğine ihtiyaç duyacak düşük karbonlu çelik üretme hedefine odaklanan pilot projelerin ötesinde, daha kapsamlı bir ekonomik ve toplumsal yaklaşımla mümkün olacaktır.

Ülkenin kısıtlı mali ve beşerî kaynakları; çelik üretim süreçlerinde mevcut en iyi tekniklerin takip edilmesi ile kaynak ve enerji verimliliğinin azami noktaya çıkarılması, yeni girdi malzemelerinin kullanılması, elektrifikasyon oranının ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ve son olarak da talep yönlü yöntemlerin geliştirilmesine olanak sağlayacak şekilde kullanılmalıdır.

Hammadde ithalat bağımlılığı ve tedarik endişeleri

Türkiye ham çelik üretimi sektörü, EAF'li tesislerin üretimdeki yüksek payı sayesinde ortalama CO_2 yoğunluğu açısından nispeten avantajlı görünmekle birlikte, artan hammadde ve enerji maliyetleri ve olası bir hurda metal arzı eksikliği nedeniyle rekabet edebilirlik açısından çeşitli zorluklar yaşayabilecektir.

Düşük karbonlu çelik üretimi için hurda metal ile üretim yapacak EAF'li tesis yatırımlarının büyük çelik üreticisi bölge ve ülkelerde de sayısının artacağı yakın bir gelecekte Türkiye'nin kaliteli ve uygun fiyatlı hurda metale erişiminde güçlükler yaşaması olasıdır. Ayrıca, hurda ihracatını kısıtlamaya yönelik ihracat vergileri ve mevzuat uygulamalarının artması beklenmektedir.

Sektör temsilcilerinin ve yetkili kamu idarelerinin, yüksek kaliteli hurda bulunabilirliğini artırmak için hurda üreten ana sektörlerde (otomotiv, inşaat, makine ve tarım makineleri) ulusal hurda yönetiminin iyileştirilmesine yönelik bir yol haritası hazırlaması önerilmektedir.

İş güvenliği ve çevre sağlığına yönelik performansın iyileştirilmesi

Türkiye'deki çelik üretimi değer zinciri boyunca (cevher eldesinden, hurda geri dönüşüme, tesis içi ve tesis dışı hava kirliliği maruziyetleri vb.) çevre, halk ve iş sağlığı kuralları ve gereklerine uyum konularındaki kronik eksikliklerin giderilmesi beklenmektedir.

Ham çelik üretimi yapan tesislerin iç ortam hava kalitesi yönetimi, baca gazlarında yer alması muhtemel tehlikeli maddelerin (dioksin vb.) ve cüruf atıklarının kontrolü için yetkili kamu idare-

leri ve tesis sahiplerinin ulusal kirlilik önleme ve kontrol mevzuatı kapsamındaki yasal şartları sağlamak için ilgili yatırımları gerçekleştirmesi zaruridir.

Benzer bir durum büyük miktarlardaki hurdanın geri dönüşümünün ve bertarafı işlemlerinin yapıldığı tesislerdeki gemi söküm tesislerindeki tehlikeli atık yönetimi hususu (asbest, ağır metaller ve PCB'ler) için de gereklidir. Hurda metal geri dönüşüm tesislerinin yoğunlaştığı gemi söküm tersanelerinde tercih edilen yöntem nedeniyle söküm işlemlerinin gerçekleştiği kıyı alanlarında deniz/kıyı ekosistemleri için kirlilik sorunu devam etmektedir.

Endüstriyel kirlilik önleme ve kontrolü önlemleri için atılan adımların düşük karbonlu üretim hedefini destekleyecek şekilde ele alınmasını sağlayacak proje ve programların sayısının artmasına ihtiyaç vardır.

Devlet desteklerine yönelik yasal çerçevenin tanımlanması

Türkiyeli üreticiler, Türkiye - AKÇT Serbest Ticaret Anlaşması'nın devlet desteklerine yönelik kısıtlayıcı hükümlerini sektörün karbonsuzlaşma çabalarına engel olarak yorumlamaktadır.

Ayrıca, çelik üreticileri düşük karbonlu çelik üretimi yatırımları için AB'de uygulanan programlara benzer "teşviklerin" hayata geçirilmesi ihtiyacını dile getirmektedir. Ancak, Türkiye-AKÇT Serbest Ticaret Anlaşması gereği bazı Ar&GE destekleri hariç Türkiye çelik sektörünün büyük ölçekli devlet destek ve yardımlarına erişimi tanımlayacak yasal çerçeve net değildir. Çelik sektöründe düşük karbonlu çelik üretim performansını yukarıya taşıyacak devlet destekli teknolojik yatırımların rekabet kurallarına halel getirmeyecek şekilde hayata geçirilmesine yönelik müzakereler devam etmektedir.

AB çapında birçok üye ülkede hem Avrupa Komisyonu destekli hem de ulusal bütçe destekli çok fazla sayıda proje ile düşük karbonlu çelik üretimi için pilot teknoloji geliştirme çabaları süre gitmektedir. Bu nedenle en kısa sürede, Türkiye'deki çelik tesislerine sağlanacak düşük karbonlu teknoloji yatırım teşviklerini ilgilendiren yasal çerçevenin tanımlanması elzemdir.

Türkiye'nin düşük karbonlu çelik üretiminde öncü ülke olması fırsatı

Hurda metale yönelik olası ticaret kısıtlamaları ile ABD ve AB menşeli düzenlemelerin (sınırda karbon vergisi uygulamaları) yakın bir gelecekte yürürlüğe gireceği bir ortamda sektörün yeni pazar koşullarına uyumunu hızlandıracak şekilde harekete geçmemesi durumunda küresel ölçekte rekabet gücünü kaybetme riski vardır.

2022 yılı sonu itibarıyla Türkiye ham çelik üreticilerinin, özellikle EAF'li tesisler başta olmak üzere, üretim kapasitelerini artırma planları vardır. Ancak, enerji tüketimi ve emisyon azaltım performansını daha yukarı taşıyacak düşük karbonlu çelik üretimine (imalat süreçlerinde, metalurjik verimlilikte, hurda yönetiminde yeni teknolojik gelişmeler vb.) yönelik yatırım miktarı yeterli düzeyde değildir.

Bu nedenle, planlanan yatırımların - üreticilerin hem hammaddelerin temininindeki (demir cevheri ve hurdaya) hem de düşük karbonlu çelik üretim teknolojileri&yatırımları için finansmana erişimindeki dezavantajlı konumunu dikkate alınarak sektörün rekabet gücünü güçlendirecek şekilde tasarlanması gerekecektir.

Çelik üretimi ve tüketimi değer zincirindeki karbonsuzlaşma performansının iyileştirilmesi, düşük karbonlu çelik ürünleri talep eden pazarların talebini karşılama kapasitesini geliştirecektir. Bu yönüyle karbonsuzlaşma çabalarına ve yeni düzenlemelere "zorluktan" ziyade rekabet

gücünü artıran bir fırsat olarak yaklaşılması geçiş sürecinin yönetimini kolaylaştıracaktır. Karar alıcıların ve üreticilerin, sadece çelik üretim süreçlerinde ortaya çıkan CO_2 miktarı performansına odaklanması rekabetin korunması için yeterli olmayacaktır.

Halihazırda devam eden AB iklim ve ticaret düzenlemelerine uyum çabaları, asgari yasal gereklilikleri yerine getirmenin ötesinde, çelik üreticilerinin iş güvenliği, çevre sağlığı ve enerji/kaynak verimliliği performanslarını iyileştirmesi sayesinde daha geniş toplumsal ve ekonomik yan faydalar sağlayacaktır.

6 EK

TÜRKİYE HAM ÇELİK ÜRETİCİLERİ KAPASİTE, TEKNOLOJİ VE ÜRÜN BİLGİLERİ

Tablo 47'de Türkiye ham çelik üreticileri kapasite ve teknoloji bilgileri sunulmuştur. Bu listedeki üreticiler içerisinde

- 11 adet tesis 2 Mt üzerinde,
- 7 adet tesis 1-2 Mt arasında,
- 10 adet tesis 0,5-1 Mt arasında ve
- 13 adet tesis 0,05-0,5 Mt arasında

kapasiteye sahiptir.

Tablo 47 – Türkiye ham çelik üreticileri, kapasite ve teknoloji verileri (Veri kaynağı: TÇÜD)

No	Çelik tesisi	Teknoloji	Kapasite	İl
1	Kardemir - Kardemir Karabük Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş.	BF-BOF	2 Mt üzerinde	Karabük
2	İsdemir - İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.	BF-BOF	2 Mt üzerinde	Hatay
3	Erdemir - Ereğli Demir ve Çelik Fab. T.A.Ş	BF-BOF	2 Mt üzerinde	Zonguldak
4	İçdaş Çelik Enerji Tersane ve Ulaşım San. A.Ş.	EAF	2 Mt üzerinde	Çanakkale
5	Kroman Çelik Sanayi A.Ş.	EAF	2 Mt üzerinde	Kocaeli
6	Çolakoğlu Metalurji A.Ş	EAF	2 Mt üzerinde	Kocaeli
7	Tosçelik Profil ve Sac Endüstrisi A.Ş.	EAF	2 Mt üzerinde	Osmaniye
8	Baştuğ Metalurji Sanayi A. Ş	EAF	2 Mt üzerinde	Osmaniye
9	MMK Metalurji Sanayi ve Liman İşletmeciliği A.Ş.*	EAF	2 Mt üzerinde	Hatay
10	Habaş Demir Çelik (Habaş Sınai ve Tıbbi Gazlar İstihsal Endüstrisi A.Ş.)	EAF	2 Mt üzerinde	İzmir
11	Ege Çelik Endüstrisi Sanayi ve Ticaret A.Ş.	EAF	2 Mt üzerinde	İzmir
12	Diler Demir Çelik Endüstrisi ve Ticaret A.Ş.	EAF	1- 2 Mt	Kocaeli
13	Yeşilyurt Demir Çelik End. ve Liman İşl. Ltd. Şti.	EAF	1- 2 Mt	Sivas
14	Aba Çelik Demir A.Ş. (EEY Demir Çelik)	EAF	1- 2 Mt	Hatay
15	Yazıcı Demir-Çelik San.ve Turizm Tic. A.Ş.	EAF	1- 2 Mt	Hatay
16	Ekinciler Demir ve Çelik Sanayi A.Ş.	EAF	1- 2 Mt	Hatay
17	İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş.	EAF	1- 2 Mt	İzmir
18	Kaptan Demir Çelik End. ve Ticaret A.Ş.	EAF	1- 2 Mt	Tekirdağ
19	Asil Çelik Sanayi ve Ticaret A. Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	Bursa
20	Sıddık Kardeşler Demir Çelik	EAF	0,5 - 1 Mt	Kocaeli

Tablo 47 – Türkiye ham çelik üreticileri, kapasite ve teknoloji verileri (Veri kaynağı: TÇÜD) (Devam)

No	Çelik tesisi	Teknoloji	Kapasite	İl
21	Mescier Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	Bartın
22	Sivas Demir Çelik (Sidemir)	EAF	0,5 - 1 Mt	Sivas
23	Koç Metalurji A.Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	Osmaniye
24	Sider Dış Ticaret A.Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	İzmir
25	Ede Demir Çelik Paz. San. ve Tic. Ltd. Şti	EAF	0,5 - 1 Mt	İzmir
26	Çebitaş Demir Çelik Endüstrisi A.Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	İzmir
27	Özkan Demir Çelik Sanayi A.Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	İzmir
28	Kar-demir Çelik Sanayi A.Ş.	EAF	0,5 - 1 Mt	İzmir
29	Çemtaş Çelik Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.	EAF	0,05 - 0,5 Mt	Bursa
30	Makine ve Kimya Endüstrisi A.Ş (MKEK)	EAF	0,05 - 0,5 Mt	Kırıkkale
31	Bilecik Demir Çelik A.Ş.	IF	0,05 - 0,5 Mt	Bilecik
32	Aygünsan Demir Çelik Tic. Ltd. Şti	IF	0,05 - 0,5 Mt	Karabük
33	Alter Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş.	IF	0,05 - 0,5 Mt	Karabük
34	İlamet Metal San. ve Tic. Ltd. Şti	IF	0,05 - 0,5 Mt	Bolu
35	Kırdemir San. ve Tic. A.Ş.	IF	0,05 - 0,5 Mt	Kırıkkale
36	Platinum Demir Çelik San. ve Tic. A.Ş	IF	0,05 - 0,5 Mt	Osmaniye
37	Cansan Metalurji San. ve Tic. Ltd. Şti	IF	0,05 - 0,5 Mt	Hatay
38	Ersan Metalurji San. ve Tic. A.Ş	IF	0,05 - 0,5 Mt	Hatay
39	Kılıçlar A.Ş -II	IF	0,05 - 0,5 Mt	Hatay
40	Kılıçlar A.Ş - I	IF	0,05 - 0,5 Mt	İzmir
41	Aliağa Demir Çelik A.Ş	IF	0,05 - 0,5 Mt	İzmir

Tablo 48'de TÇÜD'ye üye ham çelik üreticilerinin kuruluş ve üretime geçiş tarihleri sunulmuştur.

Tablo 48 – Türkiye ham çelik üreticileri kuruluş ve üretime geçiş tarihleri (Veri kaynağı: TÇÜD)

No	Çelik Üreticisi Firma	Kuruluş Tarihi	Üretim	
			Haddehane	Çelikhane
1	KARDEMİR	1937	-	1930
2	ERDEMİR	1965	-	1965
3	ÇOLAKOĞLU METALURJİ	1945	1958	1969
4	KROMAN	1966	1987	1969
5	İÇDAŞ	1970	1994	1970
6	ÇEMTAŞ	1970	1977	1972
7	İSDEMİR	1970	-	1975
8	ASİL ÇELİK	1974	1979	1979
9	DİLER DÇ	1954	1954	1984
10	HABAŞ	1985	1992	1987
11	İZMİR DÇ	1975	1983	1987
12	ÇEBİTAŞ	1981	1994	1989
13	EKİNCİLER DÇ	1983	1983	1989
14	YAZICI DÇ	1949	1949	1994
15	YEŞİLYURT DÇ	1985	1987	1997
16	KAPTAN DÇ	1964	1964	2002
17	BİLECİK DÇ	2008	2016	2009
18	TOSÇELİK PROFİL VE SAC	2007	2009	2009
19	BAŞTUĞ METALURJİ	2008	2014	2010
20	ÖZKAN DÇ	1953	1992	2010
21	MMK METALURJİ	2007	2011	2011
22	KOÇ METALURJİ	1993	1993	2013
23	SIDDIK KARDEŞLER	1985	1985	2017
24	MESCİER DÇ	1960	1990	2020
25	KAR-DEMİR	2022	2022	2022

Tablo 49, seçilmiş üreticiler için üretilen ürün kategorilerine dair bilgileri özetlemektedir.

Tablo 49 – Seçilmiş üreticiler ve üretilen ürün kategorileri (Veri kaynağı: TÇÜD)

Üreticiler ve Ürünler	ASİL ÇELİK	BAŞTUĞ METALURJİ	BİLECİK D.Ç.	ÇEBİTAŞ	ÇEMTAŞ	ÇOLAKOĞLU METALURJİ	DİLER D.Ç.	EKİNCİLER	ERDEMİR	HABAŞ	İÇDAŞ	İSDEMİR	İZMİR D.Ç.	KAPTAN D.Ç.	KARABÜK D.Ç.	KAR-DEMİR ÇELİK SAN.	KOÇ METALURJİ	KROMAN D.Ç.	MESCİER D.Ç.	MMK METALURJİ	ÖZKAN D.Ç.	SİDDİK KARDEŞLER D.Ç.	TOSÇELİK	YAZICI D.Ç.
Pik Demir															x									
İngot	x																							
Kütük, Blum	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Slab						x			x	x		x								x			x	
Demiryolu Malzemeleri															x						x			
Vasıflı Çelik	x				x																x			
Yuvarlak	x				x	x				x			x	x	x	x		x	x		x			x
Nervürlü		x	x	x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Filmaşin							x			x	x	x			x			x					x	
Profil										x			x		x	x		x	x		x		x	
Köşebent													x	x		x		x	x		x		x	
Kare ve Altıgen	x													x		x		x	x		x		x	
Lama	x				x								x	x	x	x		x	x		x			
Çelik Lama	x				x									x				x	x		x			
Levha						x			x	x		x											x	
Sıcak Çekilmiş Sac						x			x	x		x								x			x	
Soğuk Çekilmiş Sac									x											x			x	
Şerit									x	x													x	
Kaplamalı Sac									x											x				
Teneke									x														x	
Galvanizli Sac									x											x			x	

İPM

İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

İstanbul Politikalar Merkezi
Bankalar Caddesi No: 2 Minerva Han 34420
Karaköy, İstanbul Türkiye

+90 212 292 49 39
+90 212 292 49 57
@ ipc@sabanciuniv.edu
w ipc.sabanciuniv.edu

ISBN: 978-625-6956-16-2