

MALZEMENİN İKLİM POLİTİKASI POTANSİYELİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA: MALZEME VERİMLİLİĞİNİN ROLÜ NEDİR?

PROF. DR. ETEM KARAKAYA (ESOGU)

DR. BURCU HIÇYILMAZ (ADU)

DR. SEDAT ALATAŞ (ADU)

SUNUM PLANI



ÇALIŞMANIN AMACI



MALZEME VERİMLİLİĞİ ve POTANSİYELİ



VERİMLİLİK STRATEJİLERİ



SONUÇ

SUNUM PLANI



ÇALIŞMANIN AMACI



MALZEME VERİMLİLİĞİ ve POTANSİYELİ



VERİMLİLİK STRATEJİLERİ



SONUÇ

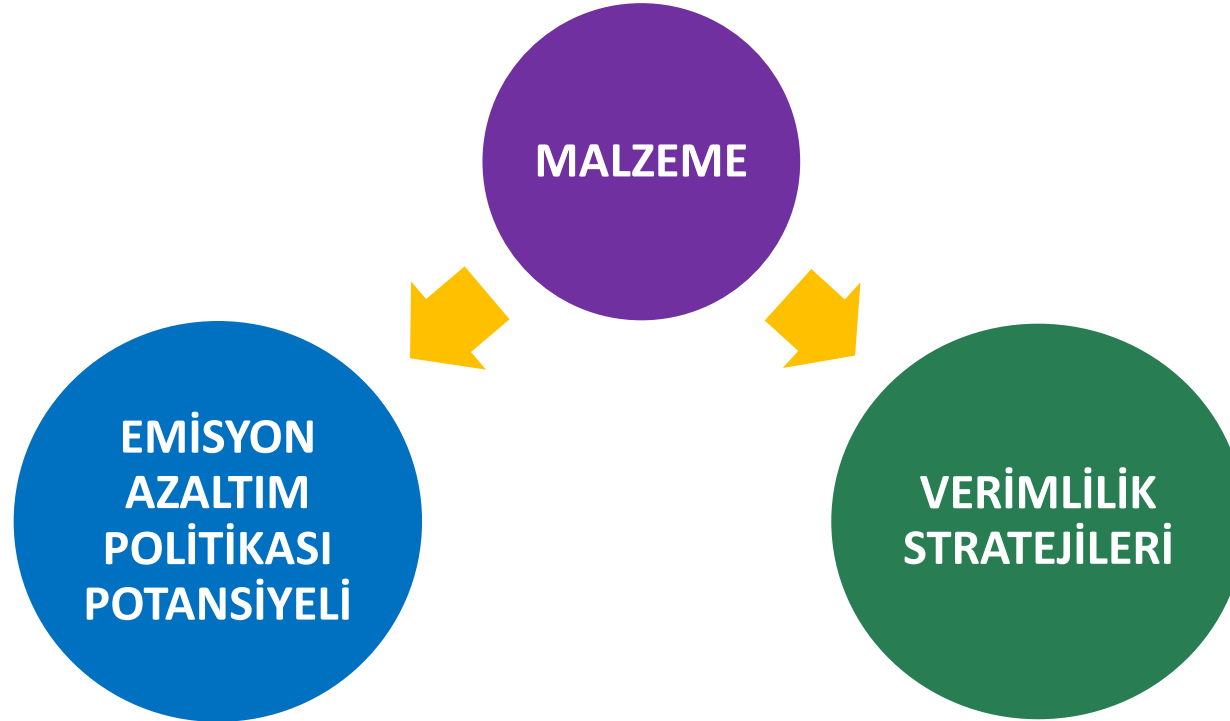
Bu alışma “**Malzeme Talebi ve Malzeme Verimliliğinin Sürdürülebilirlik Açısından Analizi: Ülkeler Arası Karşılaştırmalı bir Analiz ve Türkiye için Deđerlendirmeler**” başlıklı 221K082 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanmıştır ve **TÜBİTAK** tarafından desteklenmektedir.

PROJENİN AMACI

- 1) Malzeme kullanımı ve potansiyeli,
- 2) Malzeme verimliliği ve belirleyicileri,
- 3) Rebound etkisini hesaplamak,
- 4) Bunların enerji verimliliği ile ilişkisini ortaya koymaktır.

BU ÇALIŞMANIN AMACI

- Malzeme kullanımı ve verimliliğinin rolünü, emisyon azaltım politikası açısından sürdürülebilirlik perspektifinde tartışmaktır.



SUNUM PLANI



ÇALIŞMANIN AMACI



MALZEME VERİMLİLİĞİ ve POTANSİYELİ

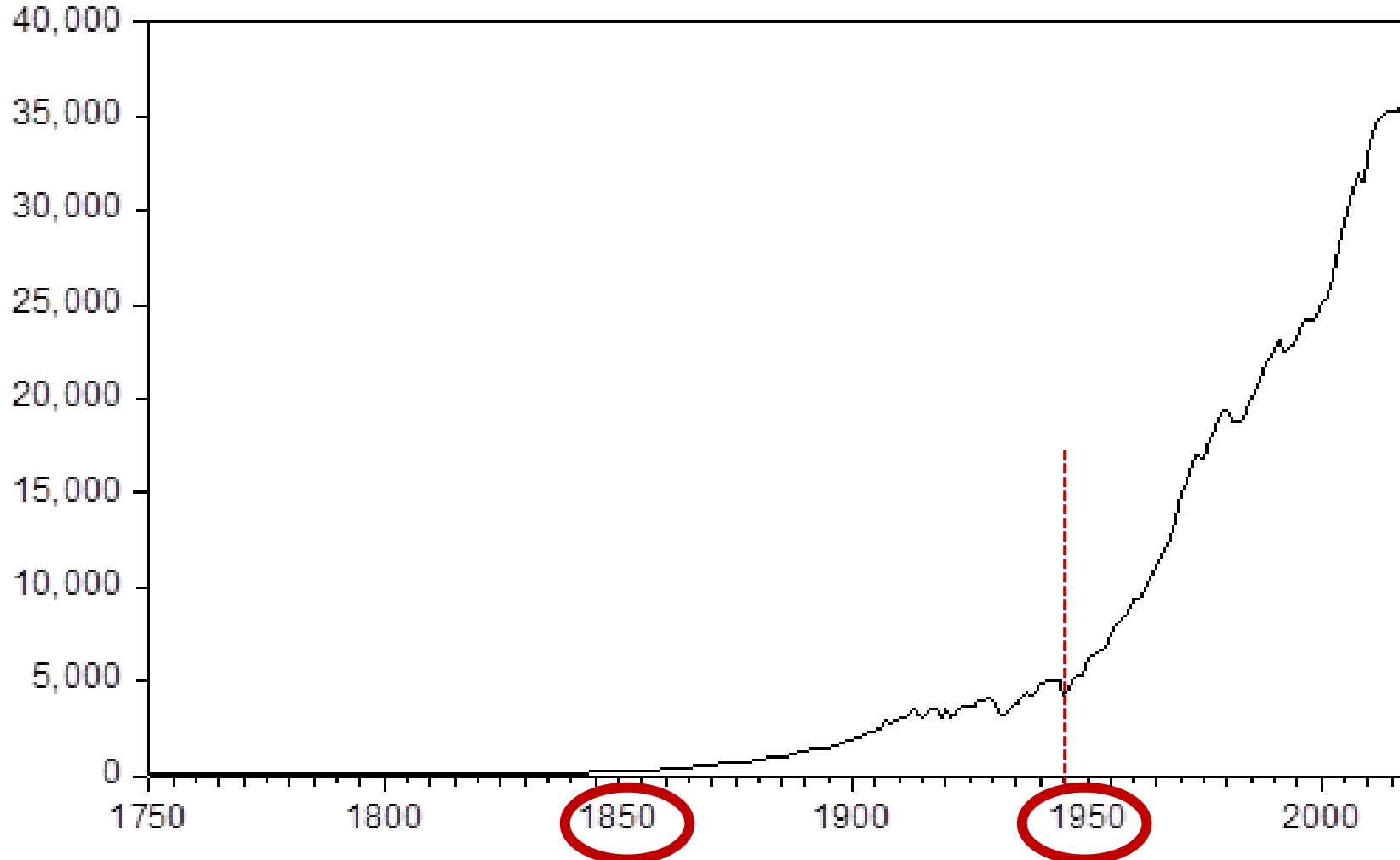


VERİMLİLİK STRATEJİLERİ



SONUÇ

Yıllar İtibariyle CO2 Emisyonları



Kaynak: Global Carbon Budget (Friedlingstein vd. 2020) verileri kullanılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

MÜCADELE?

PARİS ANLAŞMASI

2°C / 1,5°C

Başarılması için: CO2 emisyonları ↓

Azaltım taahhütleri
İklim politikaları

Enerji verimliliği iyileştirmeleri ve
temiz (yenilenebilir) enerjiye geçiş

LİTERATÜR?

Alwood vd. 2011

Aidt vd. 2017

Bataille, 2020

Alataş vd. 2021

Karakaya vd. 2021

Skelton ve Allwood, 2017

IEA, 2020-2021

Enerji
Verimliliği



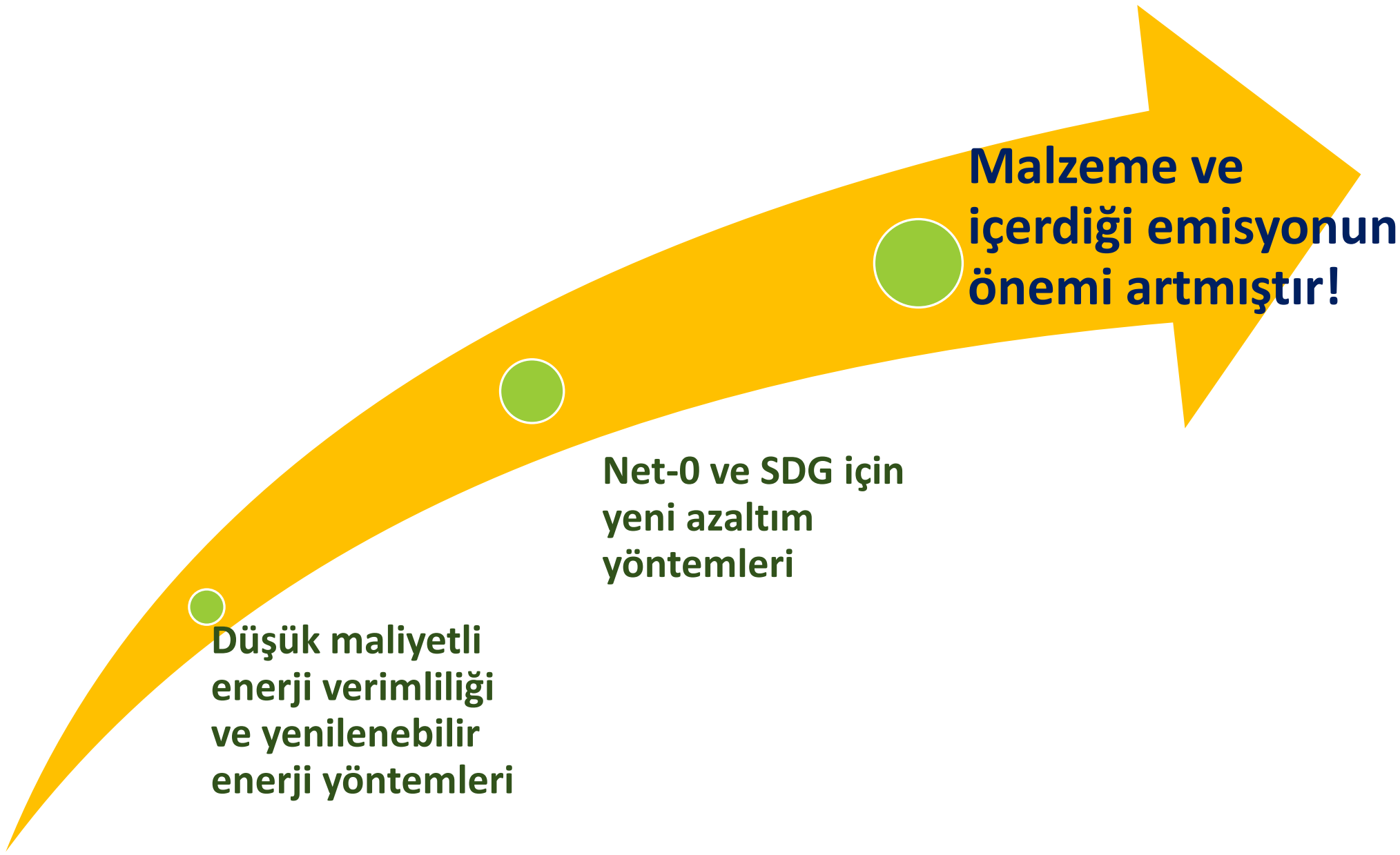
Malzeme
Verimliliği



Doğal
Kaynak
Yönetimi



Kaynak
Verimliliği



Neden Malzeme Verimliliği ?-1

Enerji verimliliği

**MALZEME
VERİMLİLİĞİ**

- 1) Karbon yakalama ve depolama (CCU ve CCS)
- 2) Hidrojen ve elektrik gibi yakıtlarla değiştirme

- Daha az maliyetli
- Mevcut teknoloji ile uygulanabilir

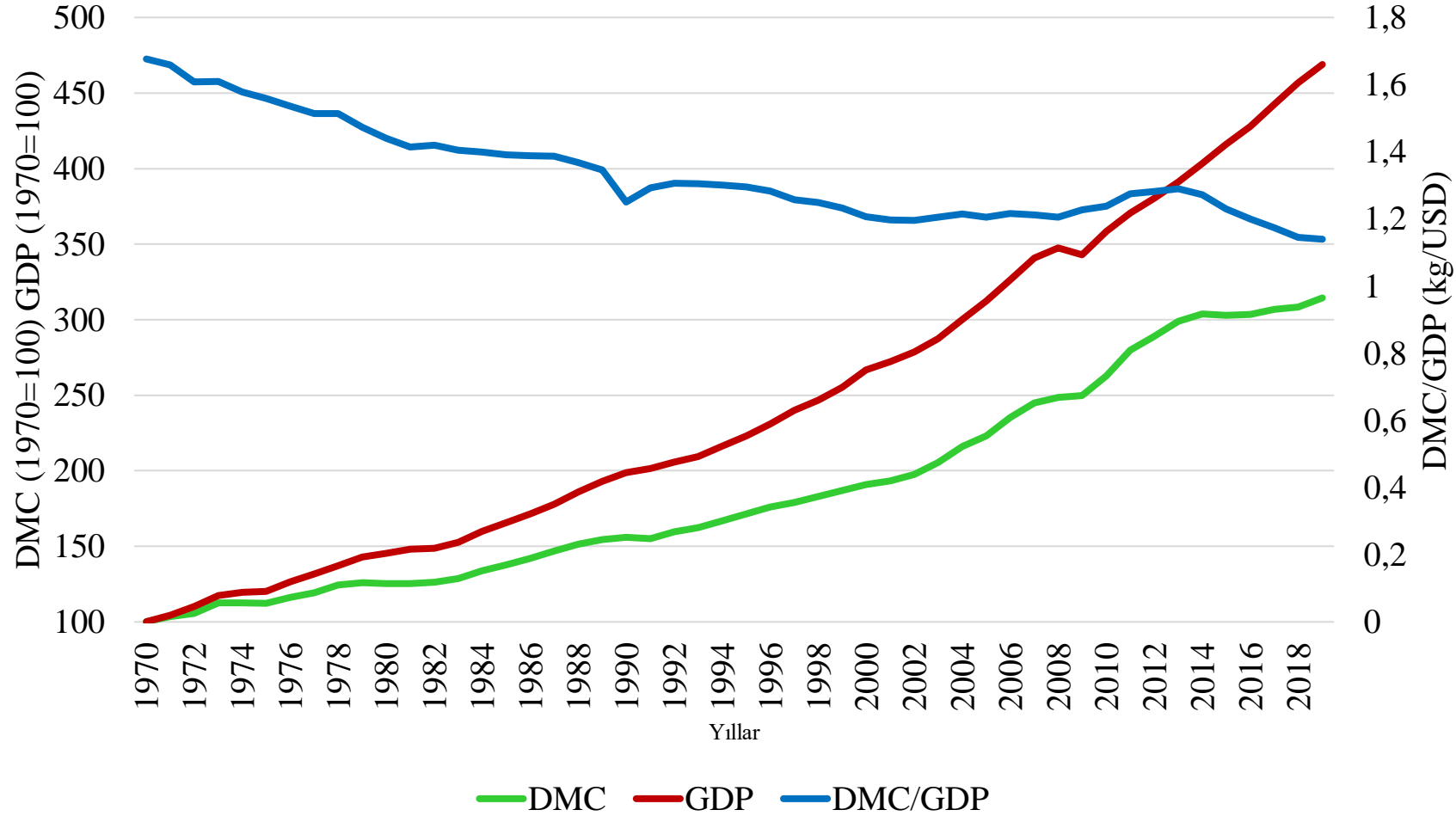
Neden Malzeme Verimliliği ?-2

GİDEREK ARTAN MALZEME KULLANIMI



SERA GAZI
EMİSYONLARI ARTIŞI

Küresel Yurtiçi Malzeme Tüketimi (DMC), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GDP) ve Malzeme Yoğunluğu (DMC/GDP)- 1970-2019



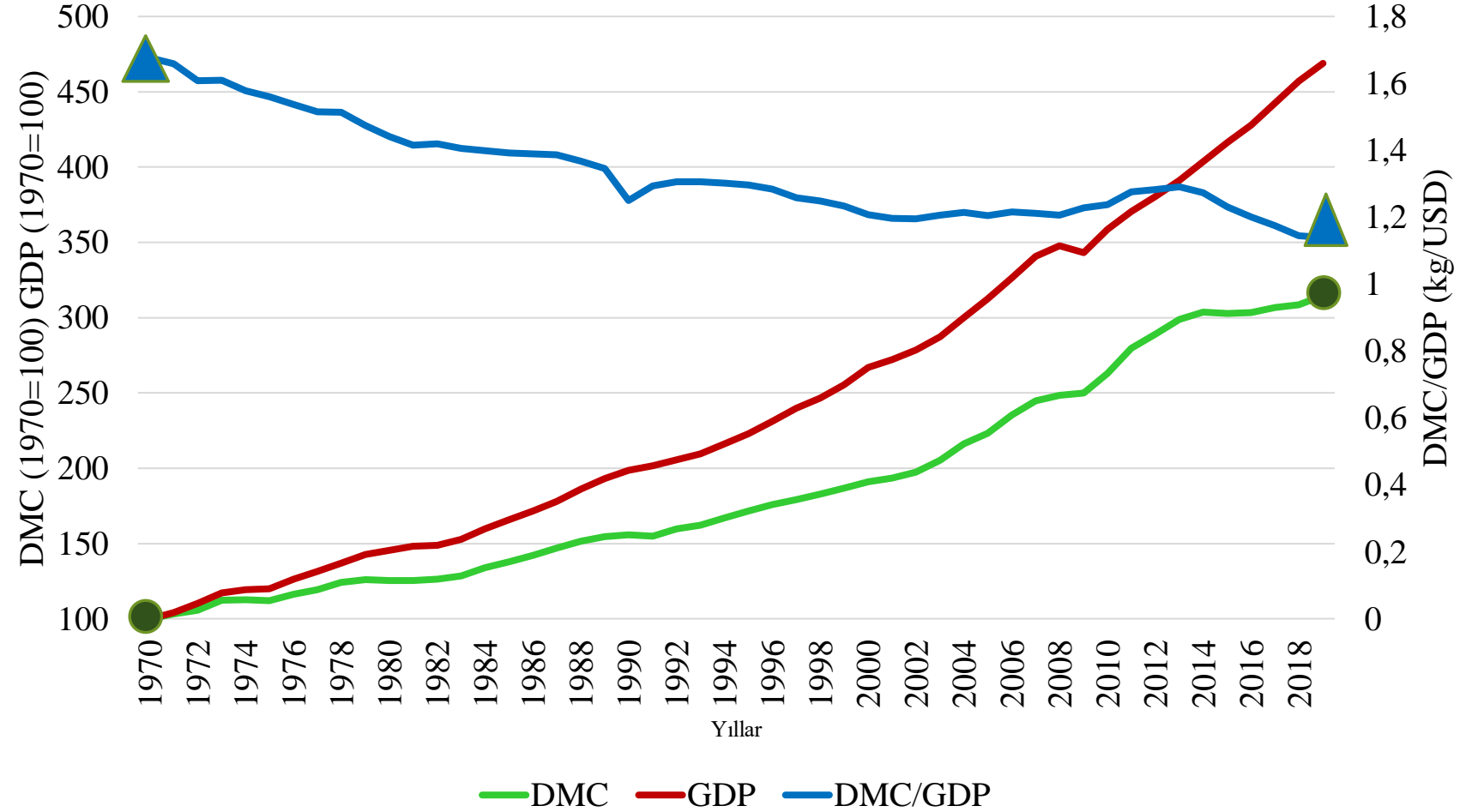
Kaynak: IRP (2020) ve Dünya Bankası (2022) kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Küresel Yurtiçi Malzeme Tüketimi (DMC), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GDP) ve Malzeme Yoğunluğu (DMC/GDP)- 1970-2019

DMC 3 KATINA ÇIKTI



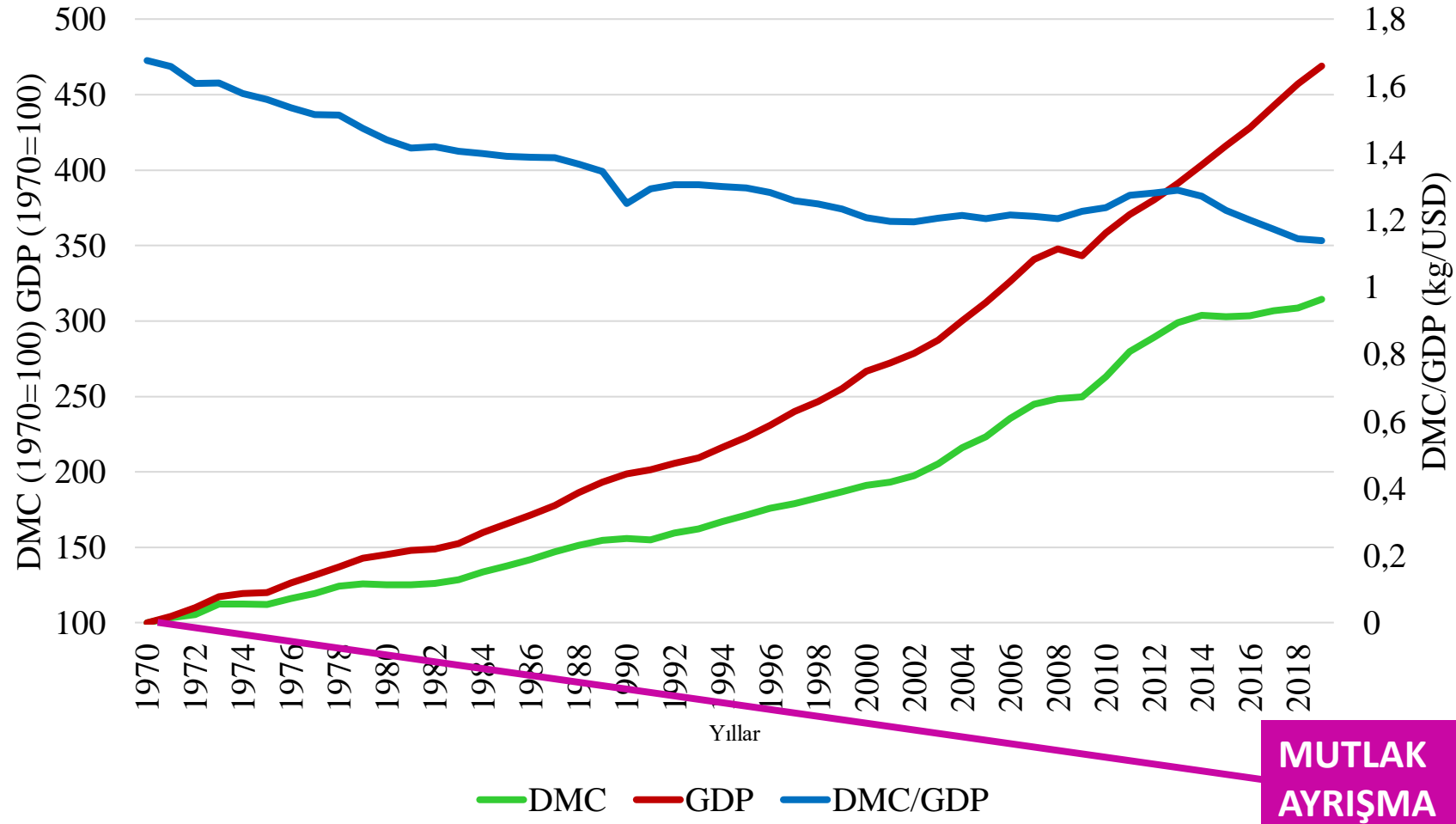
Emisyonları ilave olarak %43 artırabileceği öngörülüyor



Kaynak: IRP (2020) ve Dünya Bankası (2022) kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Küresel Yurtiçi Malzeme Tüketimi (DMC), Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GDP) ve Malzeme Yoğunluğu (DMC/GDP)- 1970-2019

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'dan (GSYH) ayrışmasına (decoupling) fazla katkıda bulunmuyor

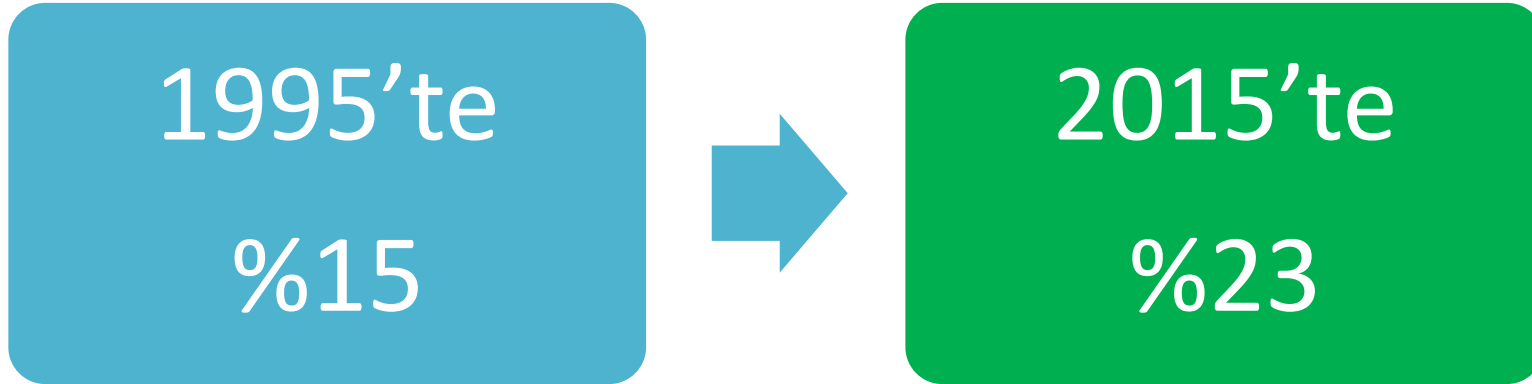


Kaynak: IRP (2020) ve Dünya Bankası (2022) kullanılarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

EMİSYONLARA ETKİSİ !

IRP (2020) raporuna göre, **malzemelerin üretiminden** kaynaklanan sera gazı emisyonları miktarı **1995'ten** bu yana **2 kattan fazla** artmıştır.

Malzemelerin üretiminden kaynaklanan küresel sera gazı emisyonlarının payı ise:

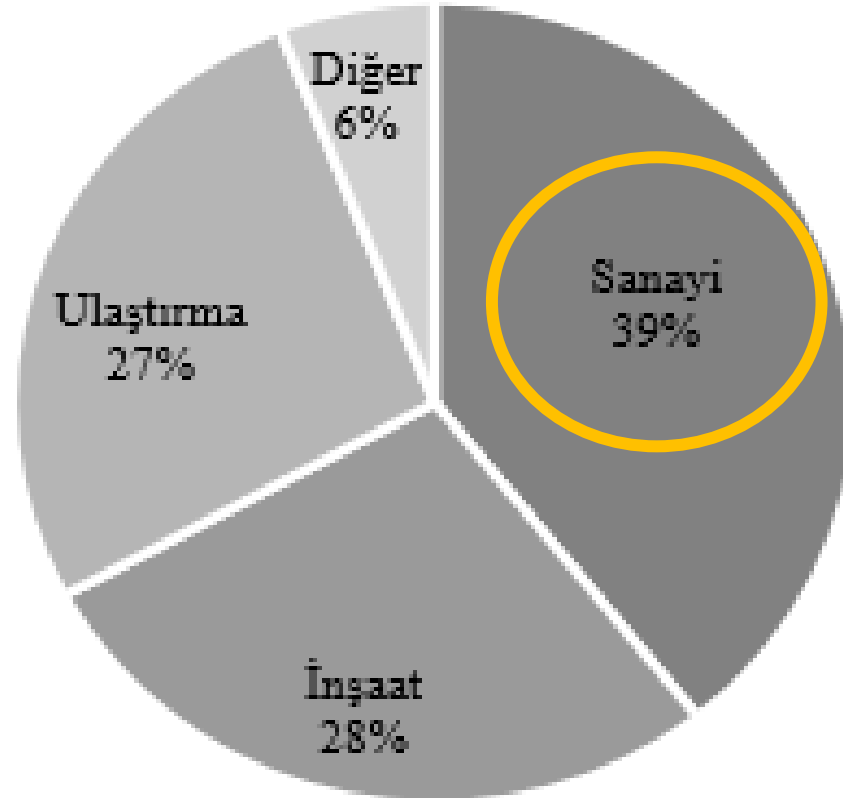


- Aidt vd., 2017
- Eyre ve Killip, 2019
- Hernandez, 2018
- Hertwich, 2021
- Skelton ve Allwood, 2017
- Sorrell, 2015

Literatürde malzeme çıkarımı, işlenmesi ve kullanımının

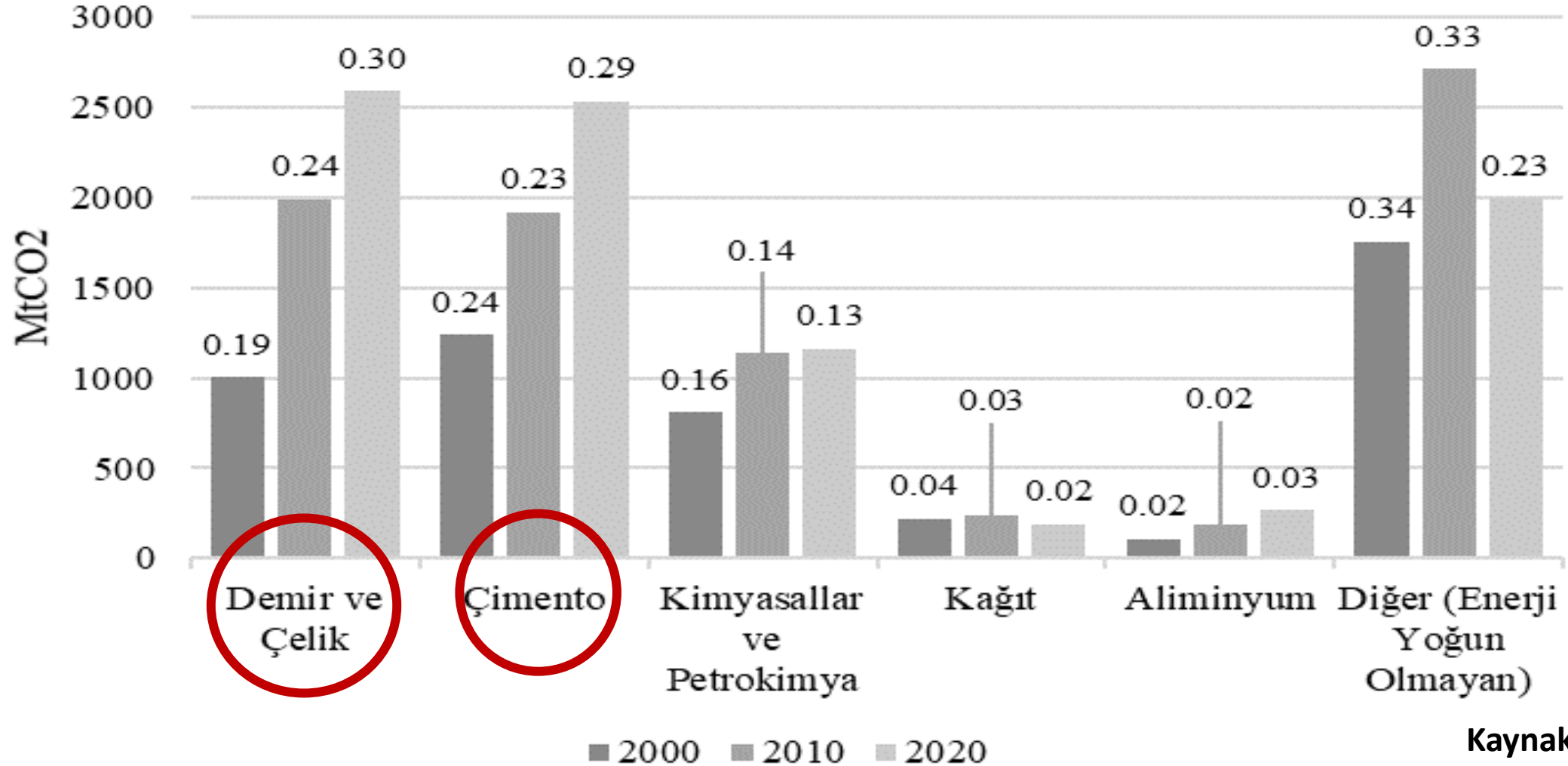
Sanayiden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının **yarısından fazlasına** neden olduğu vurgulanıyor

Sektörlere Göre Küresel CO2 Emisyonları (2019)



Kaynak: IEA (2021a)

Sanayi Alt Sektörlerinin Doğrudan CO2 Emisyonları (2000, 2010 ve 2020), (Metrik ton CO2 eşdeğeri)



Sanayi üretimi artıyor



Malzeme yoğun bir sektör



Malzeme kullanımı artıyor



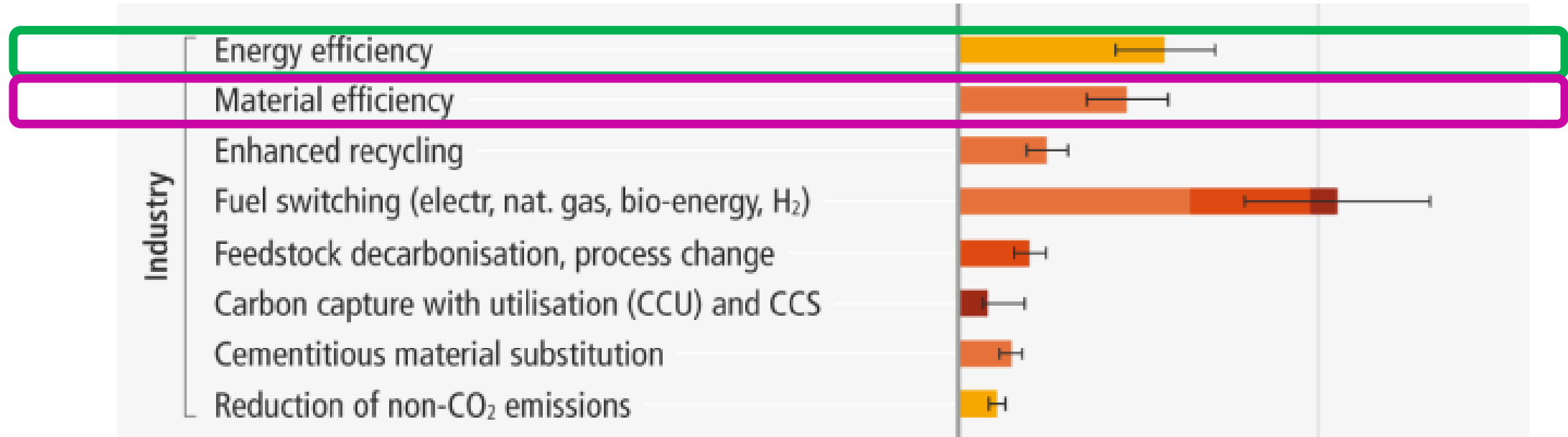
EMİSYONLAR ARTIYOR

POTANSİYEL?-1

Potential contribution to net emission reduction

Mitigation options

0 2



Net lifetime cost of options:

- Costs are lower than the reference
- 0-20 (USD tCO₂-eq⁻¹)
- 20-50 (USD tCO₂-eq⁻¹)
- 50-100 (USD tCO₂-eq⁻¹)
- 100-200 (USD tCO₂-eq⁻¹)
- Cost not allocated due to high variability or lack of data

Kaynak: IPCC Sixth Assessment Report, 2022

POTANSİYEL?-2

- **IEA (2019)** tarafından önemli projeksiyonlar yapılmıştır: **Temiz Teknoloji Senaryosu ve Referans Teknoloji Senaryoları**.
- Buna göre malzeme verimliliği, 2060 yılında Temiz Teknoloji Senaryosunda çelik, çimento ve alüminyum malzemeleri için toplam emisyon azaltımının yaklaşık **%30'unu** oluşturmaktadır.

POTANSİYEL?-3

- **IRP (2020)**'e göre de malzeme verimliliği stratejileri,
 - 1) konut binalarının** yaşam döngülerinden kaynaklanan emisyonları **8-10 milyar ton**
 - 2) araçlardan kaynaklanan** emisyonları **7-13 milyar ton** azaltabilir.
- Diğer sektörlere genişletilirse potansiyeli daha da büyük olabilir.

SUNUM PLANI



ÇALIŞMANIN AMACI



MALZEME VERİMLİLİĞİ ve POTANSİYELİ

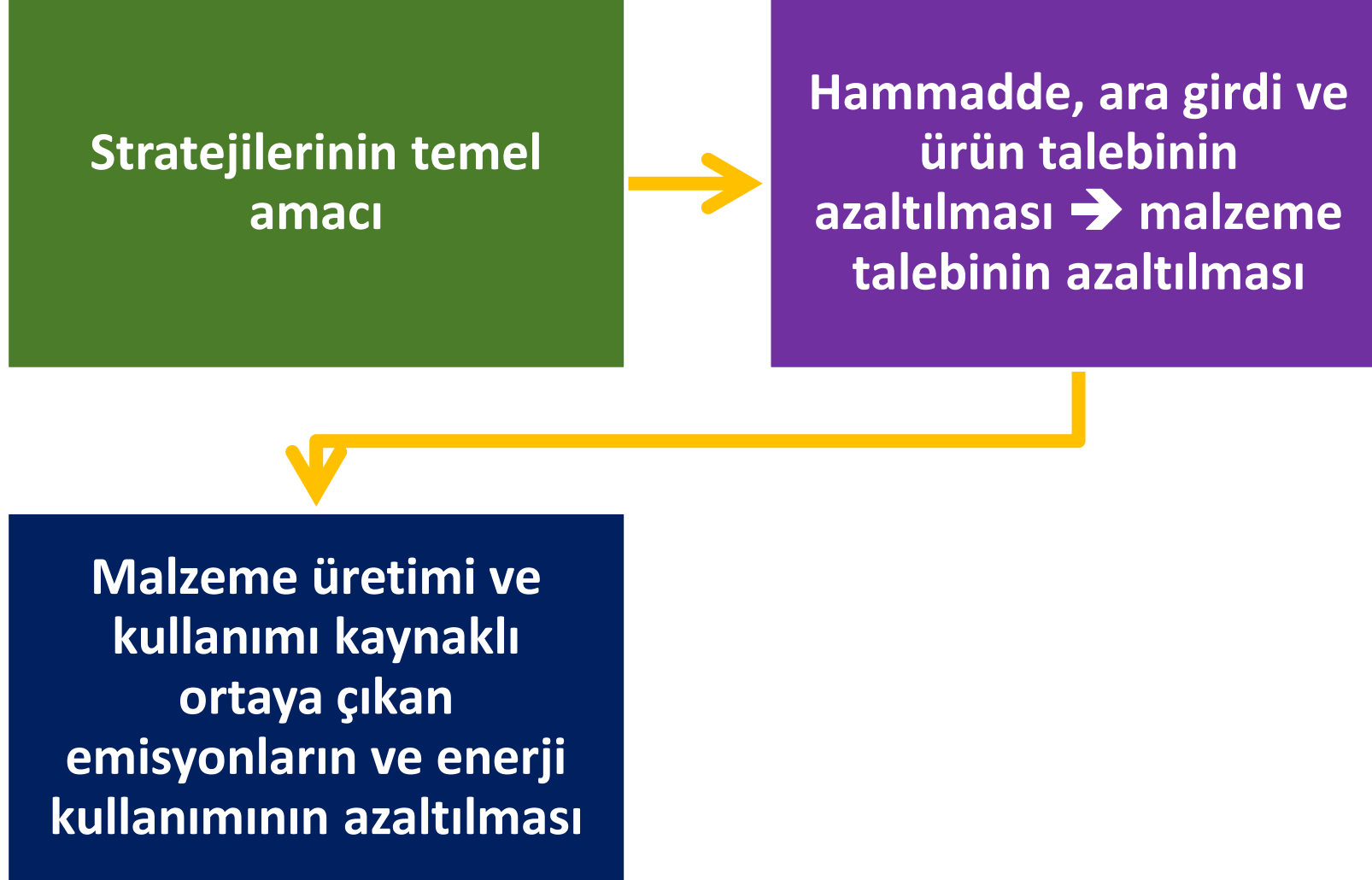


VERİMLİLİK STRATEJİLERİ



SONUÇ

HEDEF NEDİR?



ÜRÜN AŞAMALARI ÖNEMLİ!

Asiedu ve Gu (1998: 885) ve IEA (2019)'a göre:

Standart bir ürün için basitçe **dört aşamadan** bahsetmek mümkündür:



Tasarım Aşaması Stratejileri

□ Bir ürün **aynı işlevselliği sağlarken**, ürünün yaşam döngüsü boyunca emisyonların en aza indirilebilmesi için malzemelerin en etkin nasıl kullanılacağına odaklanır.

➤ hafifletme stratejileri

➤ uzun ömürlü tasarımlar

➤ yeniden kullanılabilirliği sağlayan stratejiler

➤ ürünün daha küçük dizayn edilmesi

➤ malzeme ikamesi

ÖRNEK: **Bina**ların iç duvarlarının değiştirilebilir olmasını sağlayan daha **esnek bina tasarımları** binaların ömrünün uzatılmasına; **araba** üretiminde **çelik yerine alüminyum**, **evlerde çimento ve çelik yerine ahşap** kullanılması da malzeme ikamesi stratejisine birer örnek olarak verilebilir.

Üretim Aşaması Stratejileri

□ Tasarım aşaması dışında kalan üretim aşamalarını kapsar (malzemenin doğadan çıkarılması, işlenmesi, dönüştürülmesi, nihai malın üretiminde kullanılması).

➤ **Üretim iyileştirmeleri** (hurdanın azaltılması)

➤ **Malzeme kayıplarının azaltılması** (metallerde yeniden eritme ve şekillendirme; daha iyi depolama ve saklama vb.)

➤ **Aşırı malzeme kullanımının önüne geçilmesi**

ÖRNEK: İnşaatlarda paket çimento alımı ve sahada karıştırılması yerine, hazır beton kullanılması.

Kullanım Aşaması Stratejileri

□ Kullanım aşaması, üretilmiş malın nihai kullanımını ve tüketimini ifade eden bir aşamadır.

- **ürün tamiri** (repair),
- **ürünlerin daha yoğun kullanımının ve paylaşımının sağlanması** (Örneğin, araba havuzu oluşturularak arabaların paylaşımlı ve daha yoğun kullanılmasının sağlanması bu stratejilerden biridir)
- **tüketicilerin ikinci el mallara yönlendirilmesi** (second hand)
- **ürünün bir başka tüketim amacına uygun hale getirerek** (repurposing) **tüketilmeye devam edilebilir kılınması**

ÖRNEK: Örneğin bir **bisiklet**in freni bozulduğunda, yeniden bisiklet alınması yerine, freninin tamir ettirilmesidir.

Kullanım Ömrü Sonu Stratejileri

Kullanım ömrü sona ermiş olan ürünün içerdiği malzemelerin, ham madde ihtiyacını azaltabilecek olması sebebiyle malzeme etkinliği açısından oldukça önemlidir.

i) bileşenlerin aynı türde başka üründe aynı amaç için çok az yenileme ile kullanılması anlamına gelen **yer değiştirme (relocating) stratejisi**;

ii) bileşenin ağır tamir ve bakımdan geçtikten sonra benzer bir üründe kullanılması **(refurbishing) stratejisi**;

iii) bileşenin çok az yenileme ile farklı tipte bir malın üretiminde kullanılması **(cascading) stratejisi**;

iv) bileşenin ağır tamir ve bakım ile farklı tipte bir malın üretiminde kullanılması **(re-forming) stratejileri**;

v) bir ürünün sıfırdan üretilen spesifikasyonlarına göre yeniden yapılandırılmasını ifade eden **yeniden üretim (remanufacturing) stratejisi**;

vi) **kullanım ömrü geri kazanımı (end-of-life recovery)** ya da **bileşenlerin geri kazanımı (recovery) stratejileri**;

vii) **geri dönüşüm (recycling) stratejisi**.

SUNUM PLANI



ÇALIŞMANIN AMACI



MALZEME VERİMLİLİĞİ ve POTANSİYELİ



VERİMLİLİK STRATEJİLERİ

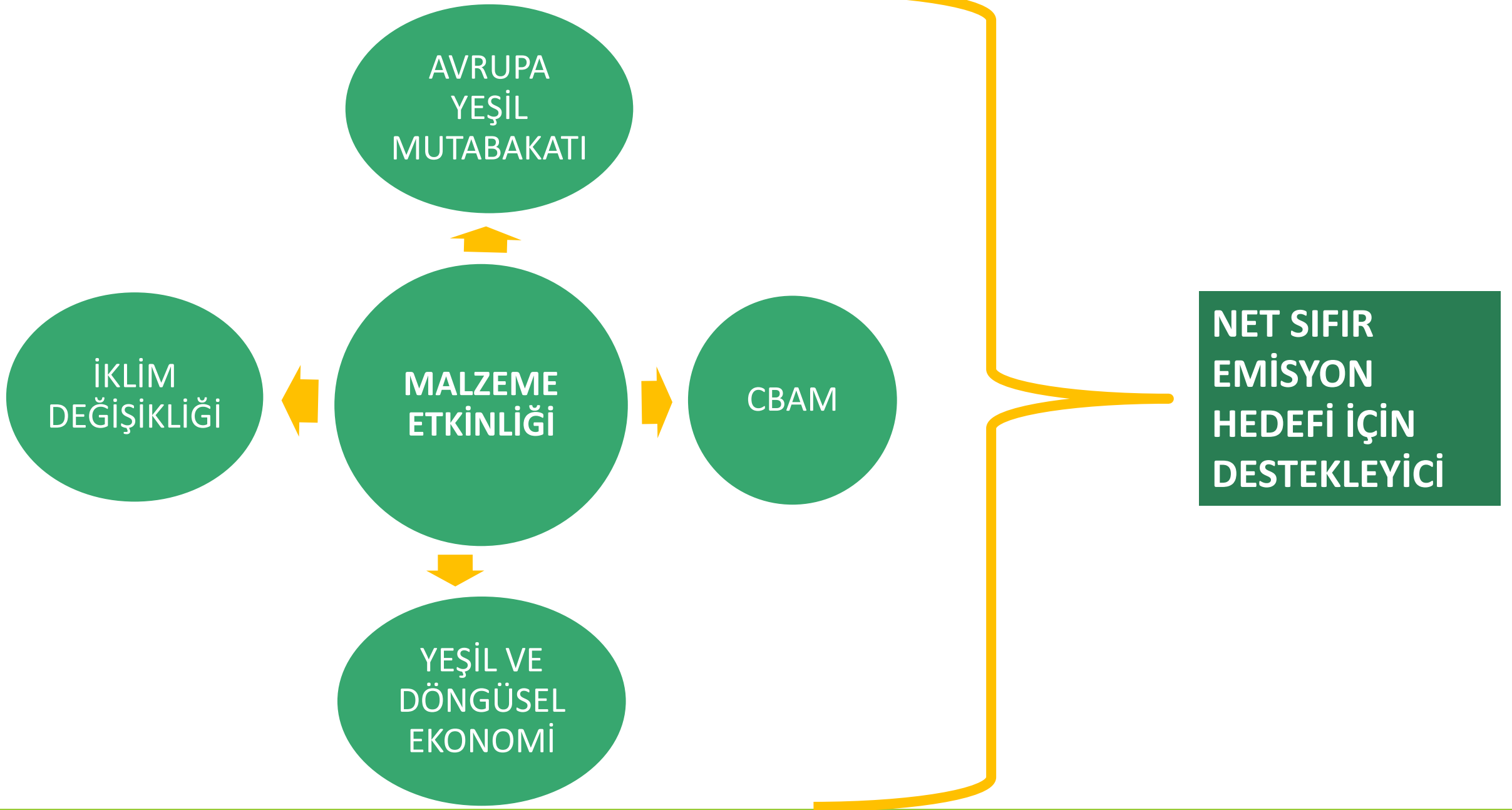


SONUÇ

- ❑ Malzeme kaynaklı emisyonların ciddi derecede artması ve gelecekte daha da fazla artacak olması önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.
- ❑ Özellikle **azaltım yapılması zor sektörlerde**, ilave net-sıfır azaltım, ancak ve ancak malzeme kullanımının kısıtlanmasıyla mümkün olabilir.
- ❑ Bu bağlamda, gelecekte önemli olacak ancak henüz teknolojik ve ekonomik olarak uygulanması mümkün olmayan **karbon yakalama ve depolama** (ccs), **yeşil hidrojen** gibi alternatiflere göre, mevcut şartlarda uygulanabilir olan **malzeme verimliliği** uygulamalarına önem verilmelidir.

Malzeme etkinliği;

- hem **sürdürülebilirlik** açısından faydalı iken
- hem de **ekonomik rekabet** açısından önemlidir!





DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER.

Dr. Burcu Hiçyılmaz

Email:

burcu.yilmaz@adu.edu.tr