

Enerjide Dijitalleşme ve Dekarbonizasyon Çerçevesinde Çimento Sektörü

Bariş Sanlı
Bilkent EPRC






21 Nisan 2021 / barissanli.com

Bu sunumdaki tüm görüşler kişisel görüşler olup hiçbir kurum/şirket/dernek ya da araştırma merkezlerine atfedilemezler.

Görüşlerde yanlış var ise bunlar şahsi hatalardır. Bu sunumdaki görüşler yatırım amacı ile kullanılamaz.

Tesla nasıl ilerleme sağlıyor?

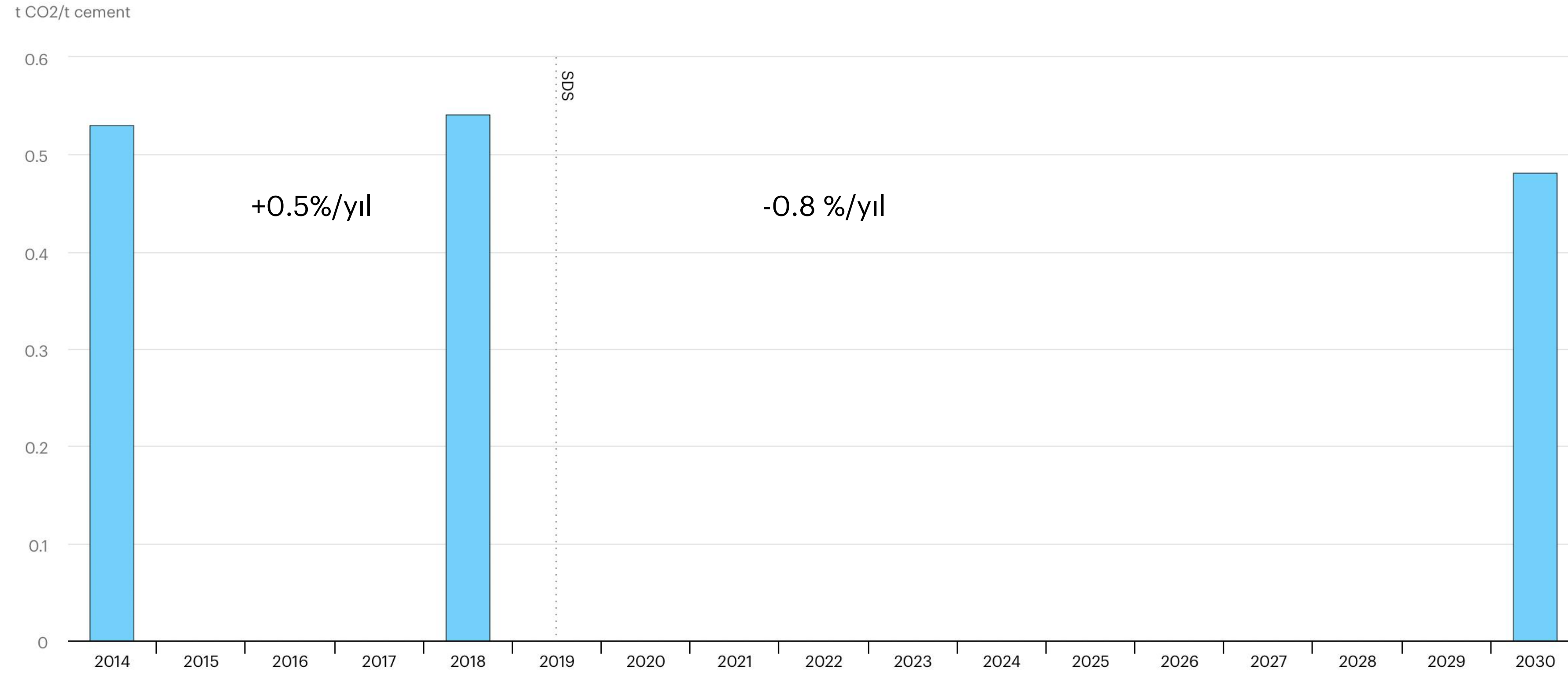
FIVE AREAS OF FOCUS

Area of improvement	Description	Range Increase*	\$/kWh Cost Reduction*	\$/GWh Capex Reduction*
Cell Design 	<ul style="list-style-type: none"> After considering every form factor and cell size across quantifiable factors, we deemed 80 mm height by 46 mm diameter cylindrical to be best These dimensions maximize vehicle range (pack level energy density) while minimizing manufacturing and product cost The challenge is that large diameter cylindrical cells easily overheat during supercharging We identified a tab-less design solution to resolve the overheating challenge and simplify manufacturing 	16%	14%	7%
Cell Factory 	Electrode <ul style="list-style-type: none"> Current electrode production process involves mixing liquids with cathode or anode powders and using massive machinery to coat and dry electrode New process allows going directly from cathode or anode powder to an electrode film 	0%	18%	34%
	Winding <ul style="list-style-type: none"> Larger cells improve winder productivity Incorporates our tab-less design 			
	Assembly <ul style="list-style-type: none"> Large cells moving at high speed with simplification in process steps enables a single production line to have 20 GWh of capacity 			
	Formation <ul style="list-style-type: none"> Leveraging our power electronics to densify and reduce costs of the final charging and testing step of millions of cells 			
Anode Material 	<ul style="list-style-type: none"> Silicon is a better anode material than graphite – stores 9x more lithium, but silicon expansion brings challenges Silicon used in anodes today is highly engineered and expensive Raw silicon with our coating design will cost just \$1.20/kWh Expansion of silicon is managed by stabilizing surface and by creating an elastic binder network 	20%	5%	4%
Cathode Material 	<ul style="list-style-type: none"> We are taking a diversified cathode approach to maximize available supply options: all usable in our 4680 cells We are planning to manufacture cathode in-house, using far less water and reagents in a simplified production process Focus on local sourcing for each cell factory to avoid unnecessary transportation cost Actively pursuing pathways to vertically integrate lithium production for a portion of supply 	4%	12%	16%
Cell-Vehicle Integration 	<ul style="list-style-type: none"> Current EV design: cells to modules, modules to battery pack, battery pack to vehicle Future EV design: cells directly integrated into vehicle body with giga castings Battery is no longer carried as “luggage”, will provide new utility as a load-bearing frame element This unlocks high-efficiency factories and mechanical structures— best manufacturability, weight, range and cost 	14%	7%	8%
Projected Total Improvement		54%	56%	69%

TESLA

CO₂ yoğunluğu

Direct CO₂ intensity of cement in the Sustainable Development Scenario, 2014-2030



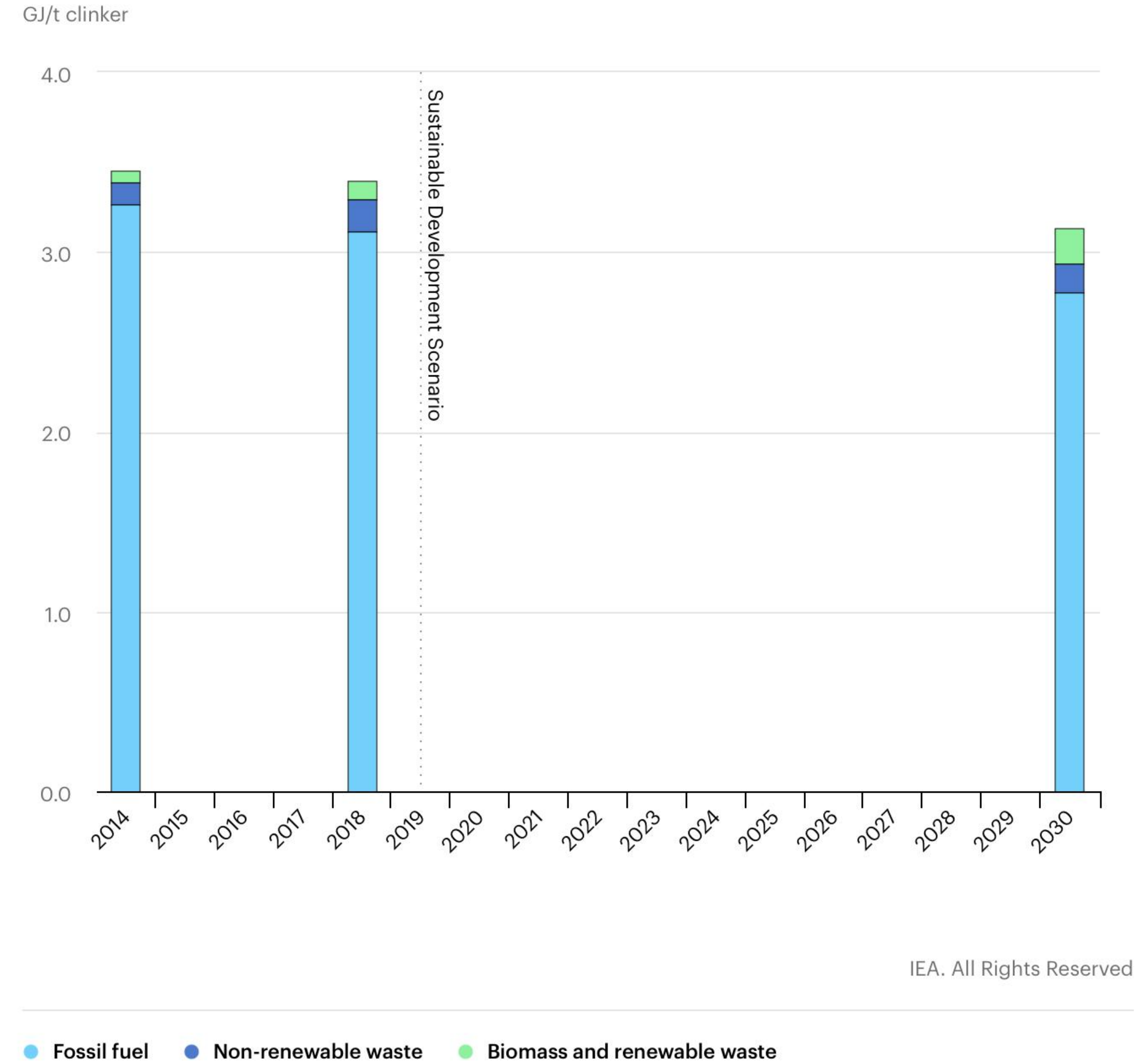
Klinker/Çimento oranı

- 2014-2018 %1.6
 - 0.7 (2018)
- Çin: 2014-2017
 - 0.57 -> 0.6
 - 0.64(2018)
- Sürdürülebilir Kalkınma S için
 - Oran -0.3%/yıl
 - 2030 : 0.66

<https://www.iea.org/reports/cement>

Global thermal energy intensity and fuel consumption of clinker production, 2014-2018 and in the Sustainable Development Scenario

Open ↗



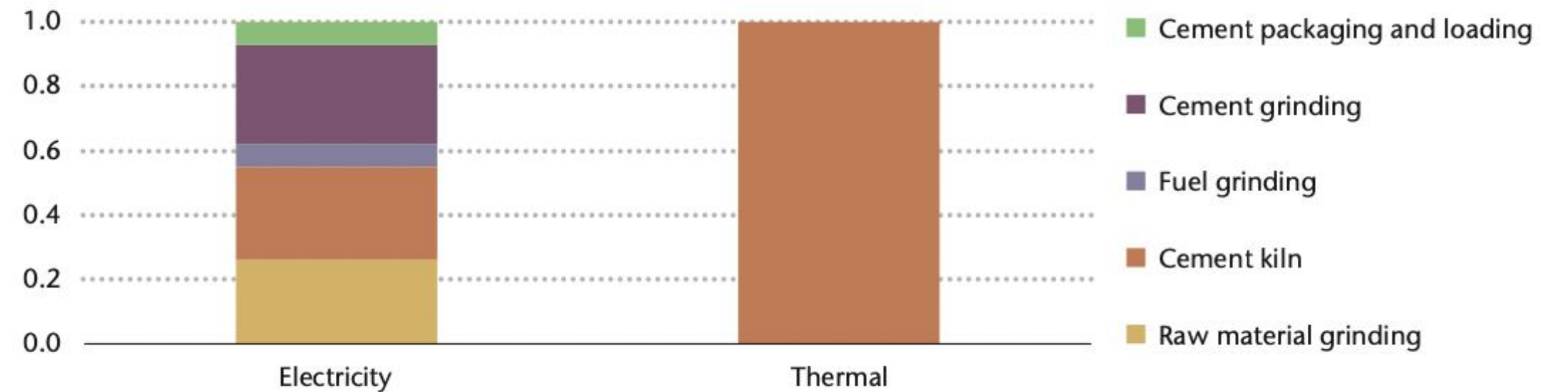
IEA Teknoloji Yol Haritası : Çimento

- 2 C senaryosu

	2DS low-variability case	
	2014	2030
Clinker to cement ratio	0.65	0.64
Thermal energy intensity of clinker (gigajoule per tonne of clinker [GJ/t clinker])	3.5	3.3
Electricity intensity of cement (kilowatt hour per tonne of cement [kWh/t cement])	91	87
Alternative fuel use (percentage of thermal energy)	5.6	17.5
CO ₂ captured and stored (million tonne of carbon dioxide per year [MtCO ₂ /yr])	-	14
Direct CO ₂ intensity of cement (tonne of carbon dioxide per tonne of cement [tCO ₂ /t cement])	0.54	0.52

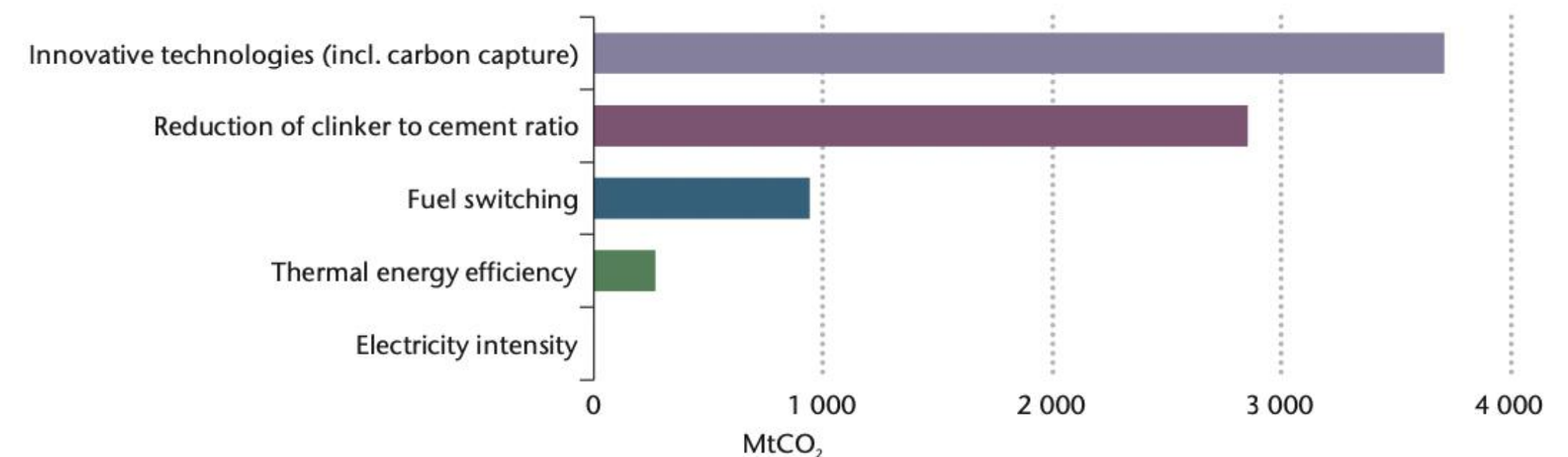
Notes: Thermal energy intensity of clinker does not include any impact related to other carbon mitigation levers beyond improving energy efficiency (e.g. carbon capture). Electricity intensity of cement production does not include reduction in purchased electricity demand from the use of EHR equipment or any impact related to other carbon mitigation levers beyond improving energy efficiency (e.g. carbon capture). Alternative fuel use includes biomass, and biogenic and non-biogenic wastes. Direct CO₂ intensity refers to gross direct CO₂ emissions, after carbon capture.

Figure 2: Energy demand distribution by process step



Sources: Madlool et al. (2011), *A Critical Review on Energy Use and Savings in the Cement Industries*; ECRA and CSI (2017), *Development of State of the Art Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead*, www.wbcsdcement.org/technology.

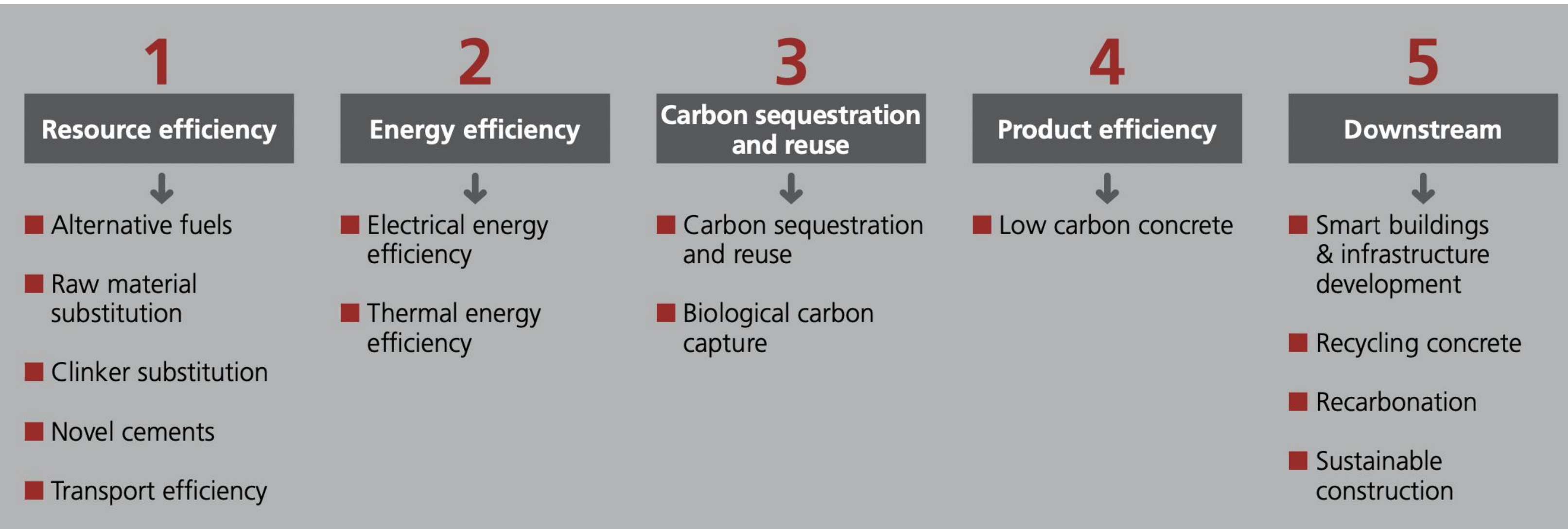
Figure 7: Global cumulative CO₂ emissions reductions by applying the roadmap vision (2DS) compared to the RTS



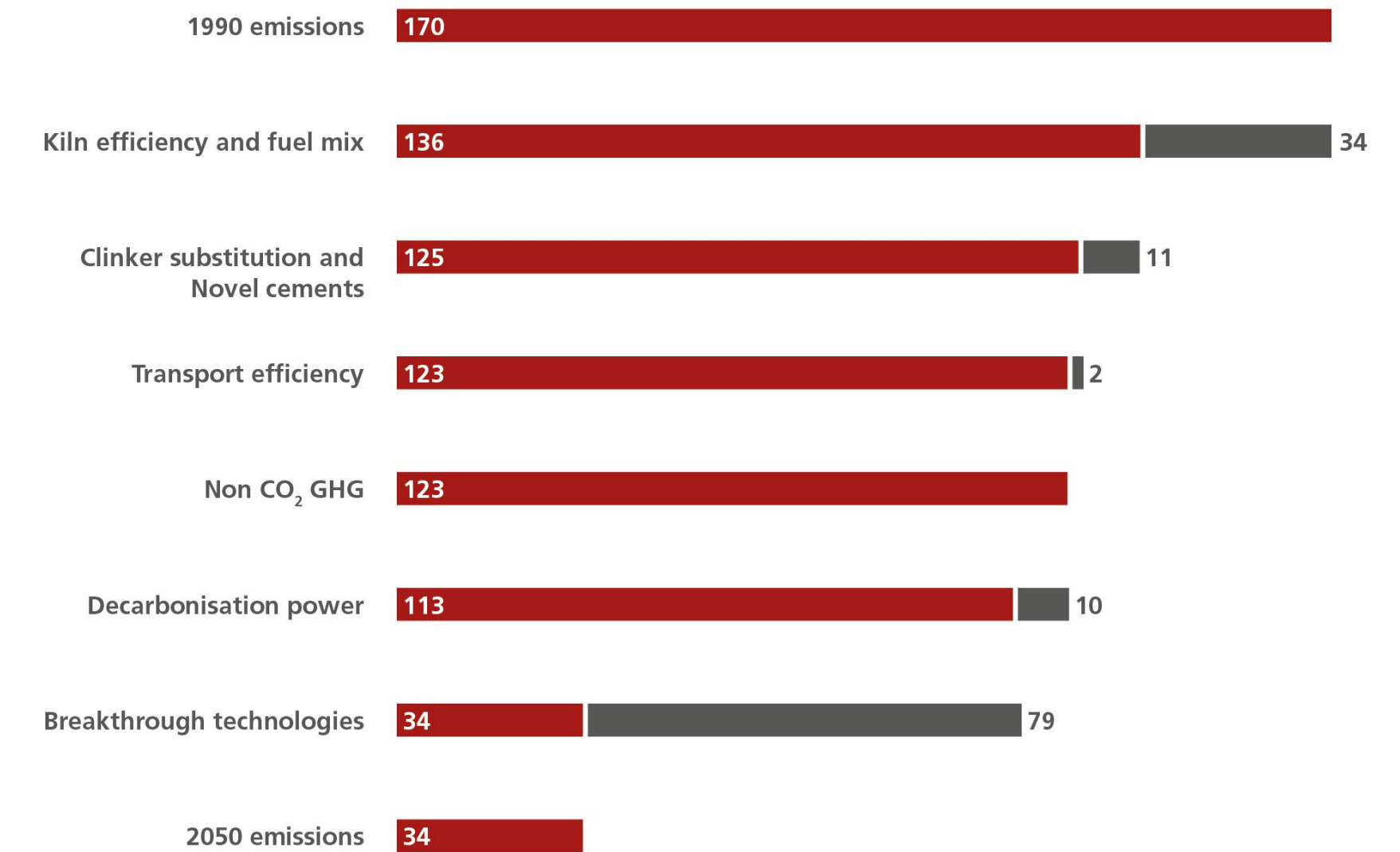
Note: Cumulative CO₂ emissions reductions refer to the period from 2020 to 2050 and are based on the low-variability case of the scenarios.

Çimento sektörü dekarbonizasyonunda 5 nokta

- Verimlilik, yeni teknolojiler ve Tasarım
- Çimentonun üretiminde, kullanımında, teknolojisinde yenilikler



Multiple paths to emissions reduction



CemZero

- Çimento sektöründe elektrifikasyon mümkün
- Plazma teknolojisi ile klinker üretildi
 - Plazma üreticileri
 - Elektrikli resistans
- Büyük ölçek testler gerekiyor
- Üretim maliyetlerinde artış
- Resistif (Direnç)
 - 1425 C'ye dayanıyor
 - 1850 C için MoSi2

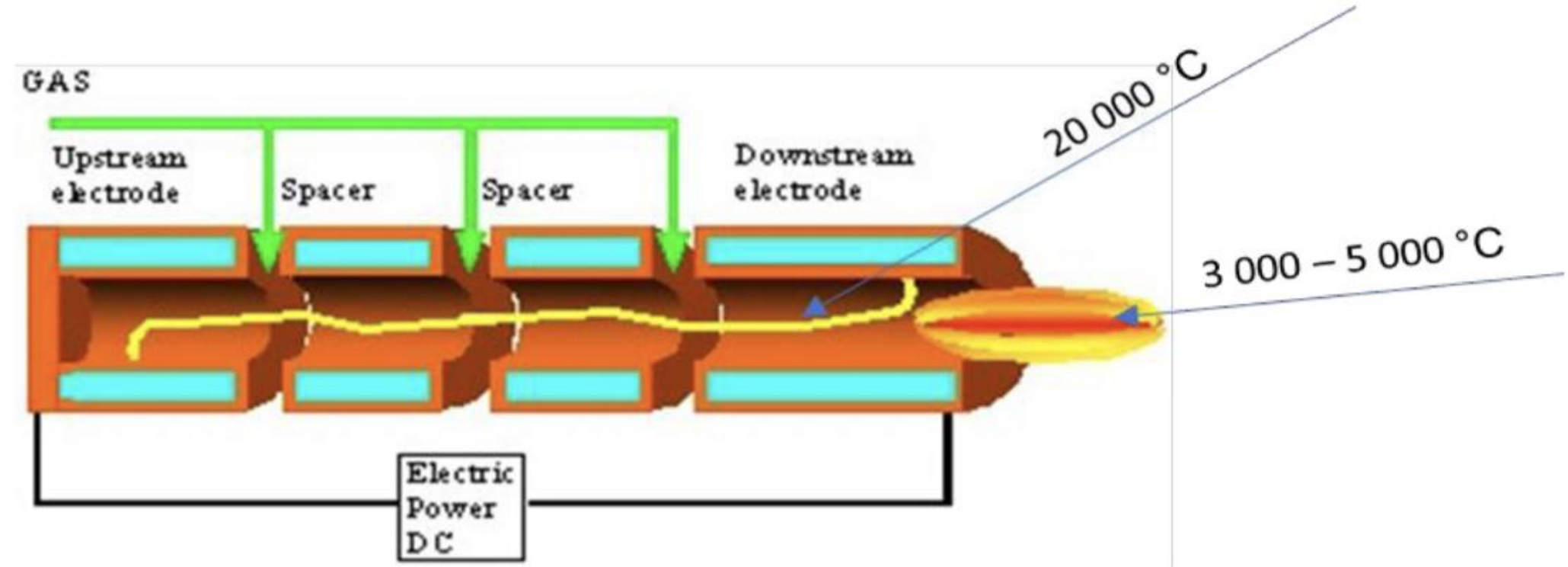


Figure 5. Design of a ScanArc plasma generator.



Figure 6. Test configuration of plasma generator from ScanArc together with rotary batch kiln from Cemta Research.

Elektrifikasyon

- 1 Mt Klinker 85 MW

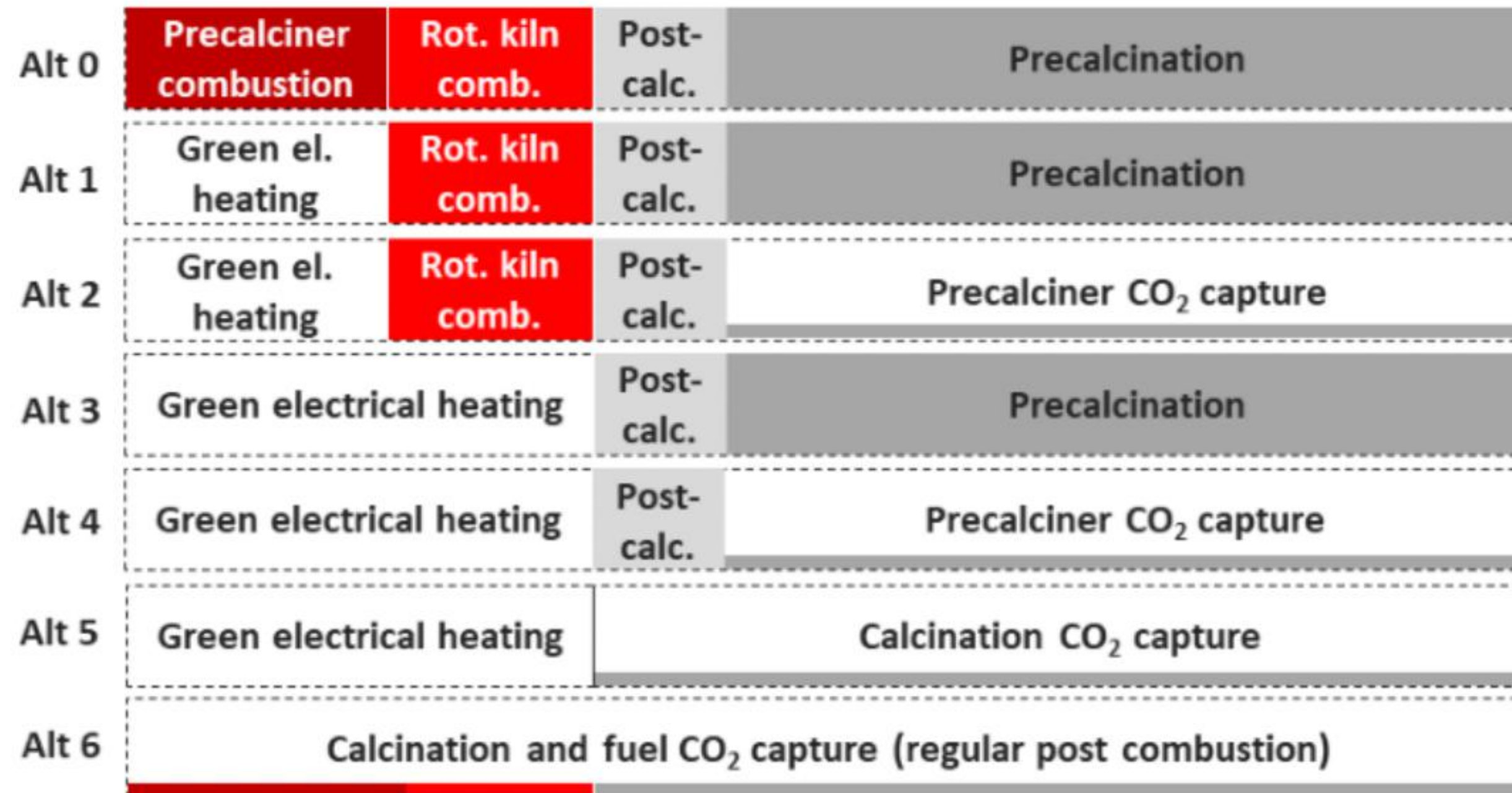


Figure 1: Different ways of reducing CO₂ emissions using CO₂-neutral (“green”) electrical heating in combination with CO₂ capture.

Table 1: Potential electricity-based energy transfer concepts.

Energy transfer process	Concept	Number of energy transfer processes	Energy transfer type	Energy medium required?
El → Meal	Microwaves	1	Direct	No
	Induction ^b			
El → Gas → Meal	Plasma	2	Indirect	Yes
	Electrical resistance heating			
	Ultrasound ^a			
El → Solid → Meal	Electrical resistance heating	2	Indirect	Yes
	Induction ^c			
El → Solid → Gas → Meal	Electrical resistance heating	3	Indirect	Yes
	Induction ^c			
	Electrolysis of water followed by H ₂ combustion in O ₂			

^a Sonification medium needed, ^b Direct induction heating of the raw meal; ^c Induction heating of a solid material used as an intermediate heating medium.

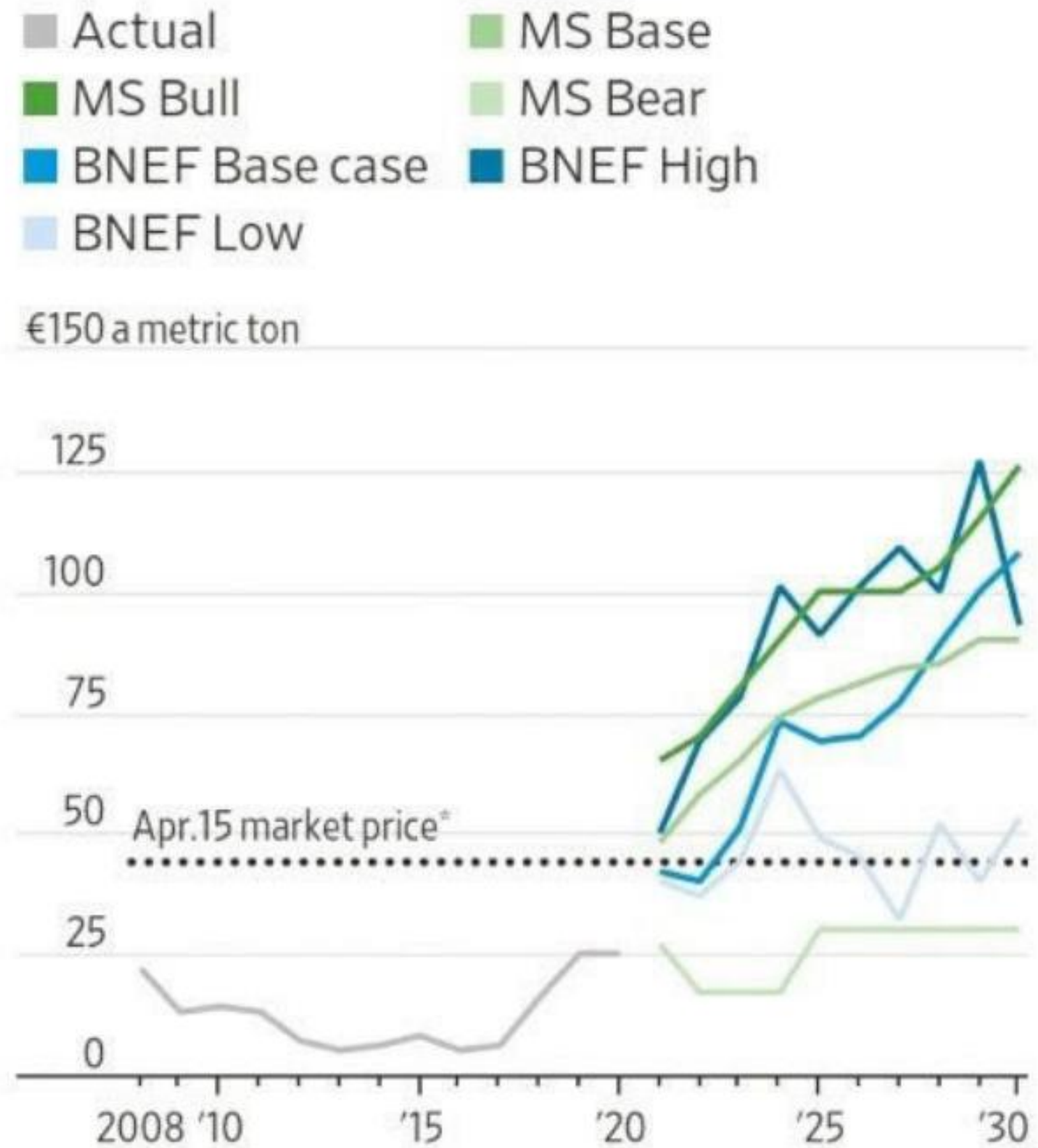
Elektrik/gaz oranı

- Eş kalorifik bazda
 - Elektrik/Gaz fiyatı > 4
- Ama vergiler
 - Elektrik++, Gaz +
- Elektrik, gazdan ucuz mu olmalı?
- Güneş 2030'da 1-2 cent/kWh olursa
 - Gaz fiyat karşılığı
 - 100-200 \$/1000m³
- Şu anda sanayi elektriği
 - 9-10 cent/kWh

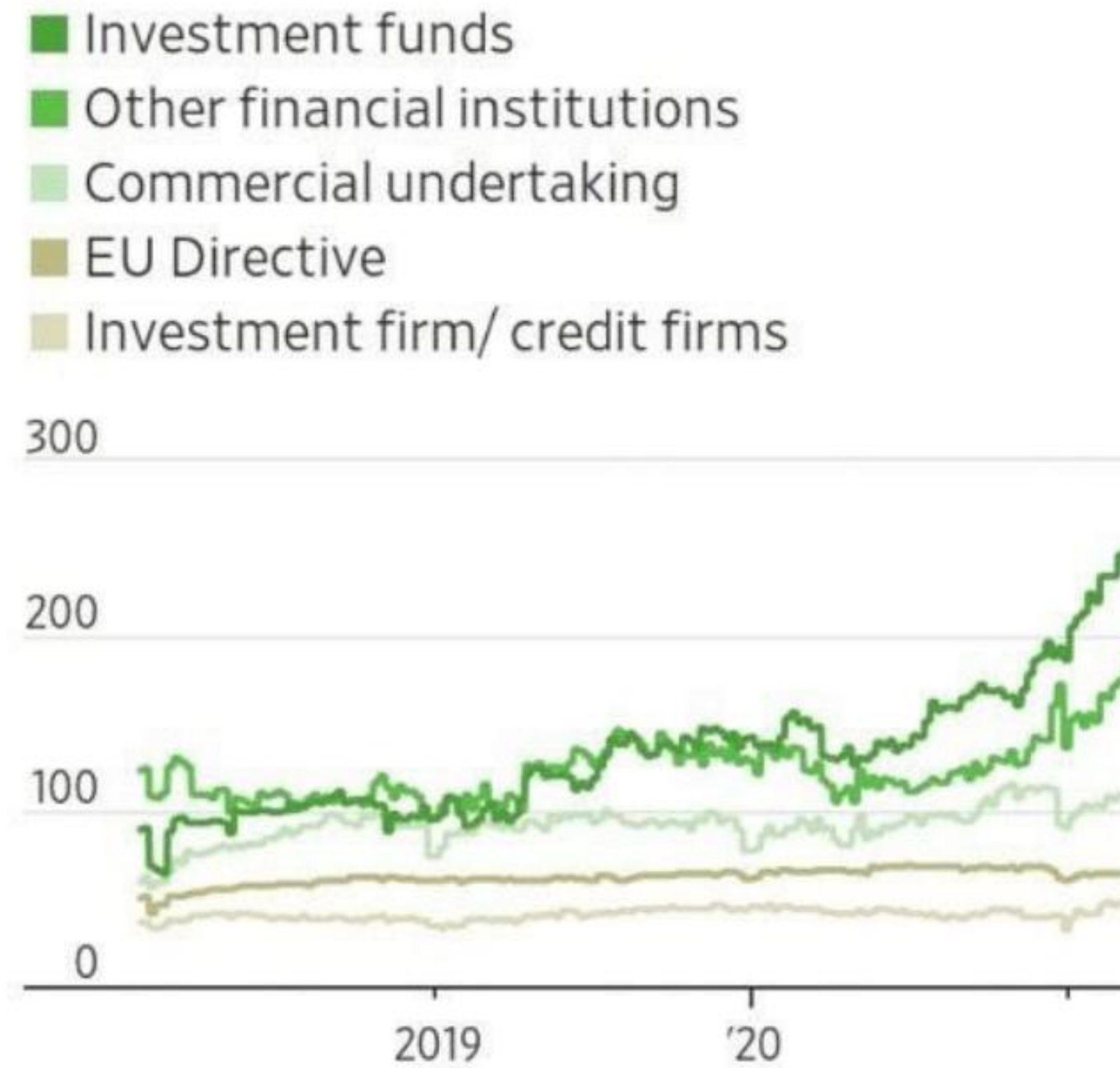


Karbon fiyat tahminleri

Annual Average EU Carbon Credit Price



Number of entities holding EU carbon credits on ICE*



Eski Yeşil mutabakat - 2009

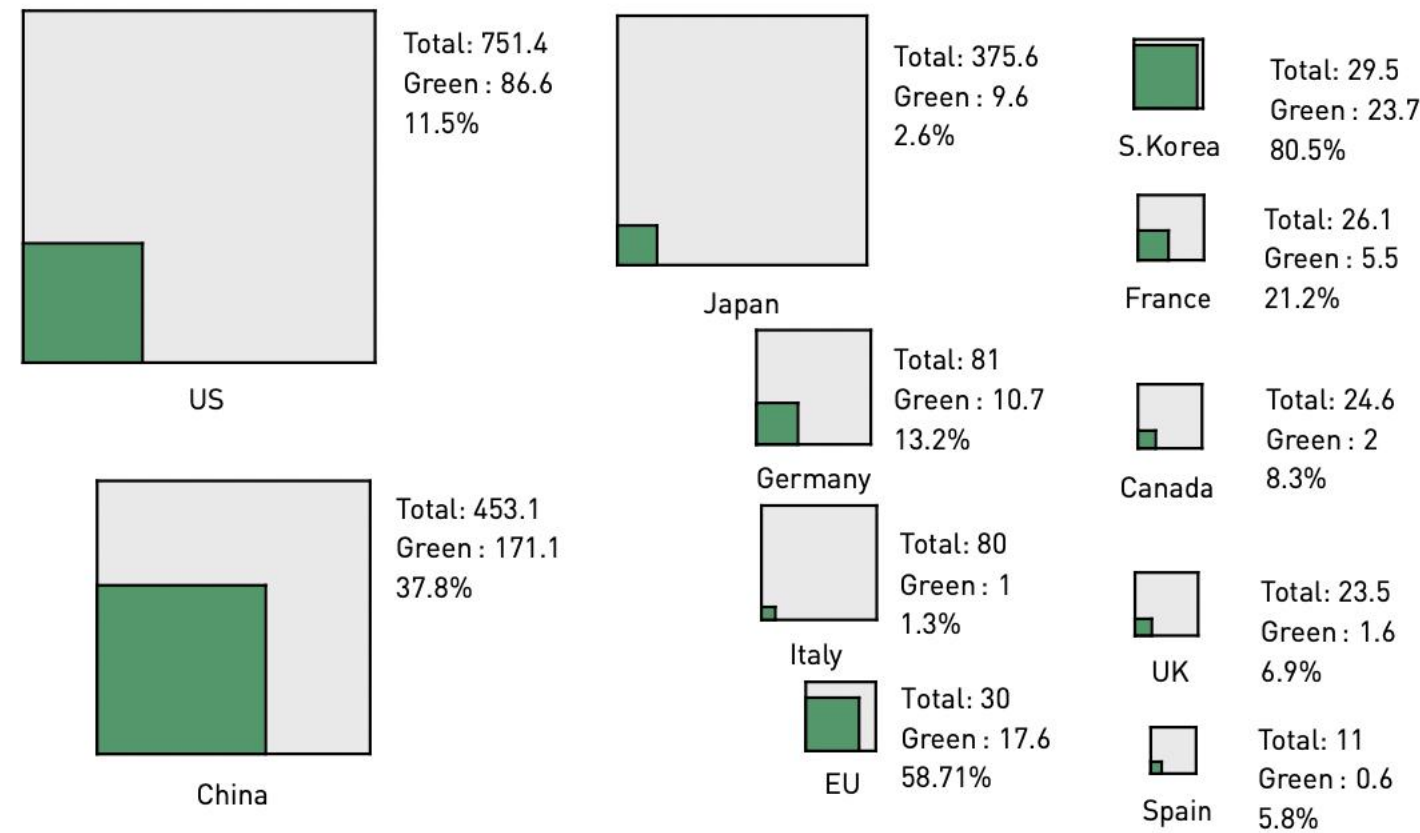


Figure 3 Ratio of green stimulus of national recovery packages, absolute volumes in bn€ (based on Bernard et al. 2009; data from HSBC 2009)

Country	FUND €	Green €	%	Low Carbon Power		Energy Efficiency				Water/Waste	Total
				Renewable	CSS/Other	Building	Low Carbon Vehicles	Rail	Grid		
EU	30.0	17.61	58.71%	0.50	9.66	2.20	1.50			3.75	13.86
Germany	81.0	10.69	13.20%			8.03	0.53	2.13			10.69
France	26.1	5.52	21.19%	0.67		0.64		1.01	3.19		8.71
Italy	80.0	1.02	1.28%					1.02			1.02
Spain	11.0	0.64	5.85%							0.64	0.00
UK	23.5	1.63	6.94%			0.22	1.07	0.32		0.02	1.61
US	143.0	14.07	9.84%	7.92	2.01	2.58	0.59	0.26	0.71		14.78
Canada	608.4	72.70	11.95%	17.42	3.05	21.18	3.09	7.41	8.50	12.04	69.16
Canada	24.6	2.03	8.27%		0.83	0.19		0.30	0.61	0.10	2.54
China	453.1	171.07	37.76%				1.16	76.26	54.11	39.54	185.65
Japan	375.6	9.61	2.56%			9.61					9.61
South-Korea	29.5	23.72	80.55%	1.39		4.79	1.39	5.42		10.74	12.99
Total	1885.7	330.33	17.52%	27.91	15.55	49.44	9.33	94.13	67.13	66.84	330.62
				43.46			220.03			66.84	

All currencies converted to €. €1=\$1.29

Table 2 Country specific allocation of the green stimulus in bn € (based on HSBC 2009)

GREEN EUROPEAN FOUNDATION



GHG Emissions in the BAU and in the 30% P&M scenario, EU27

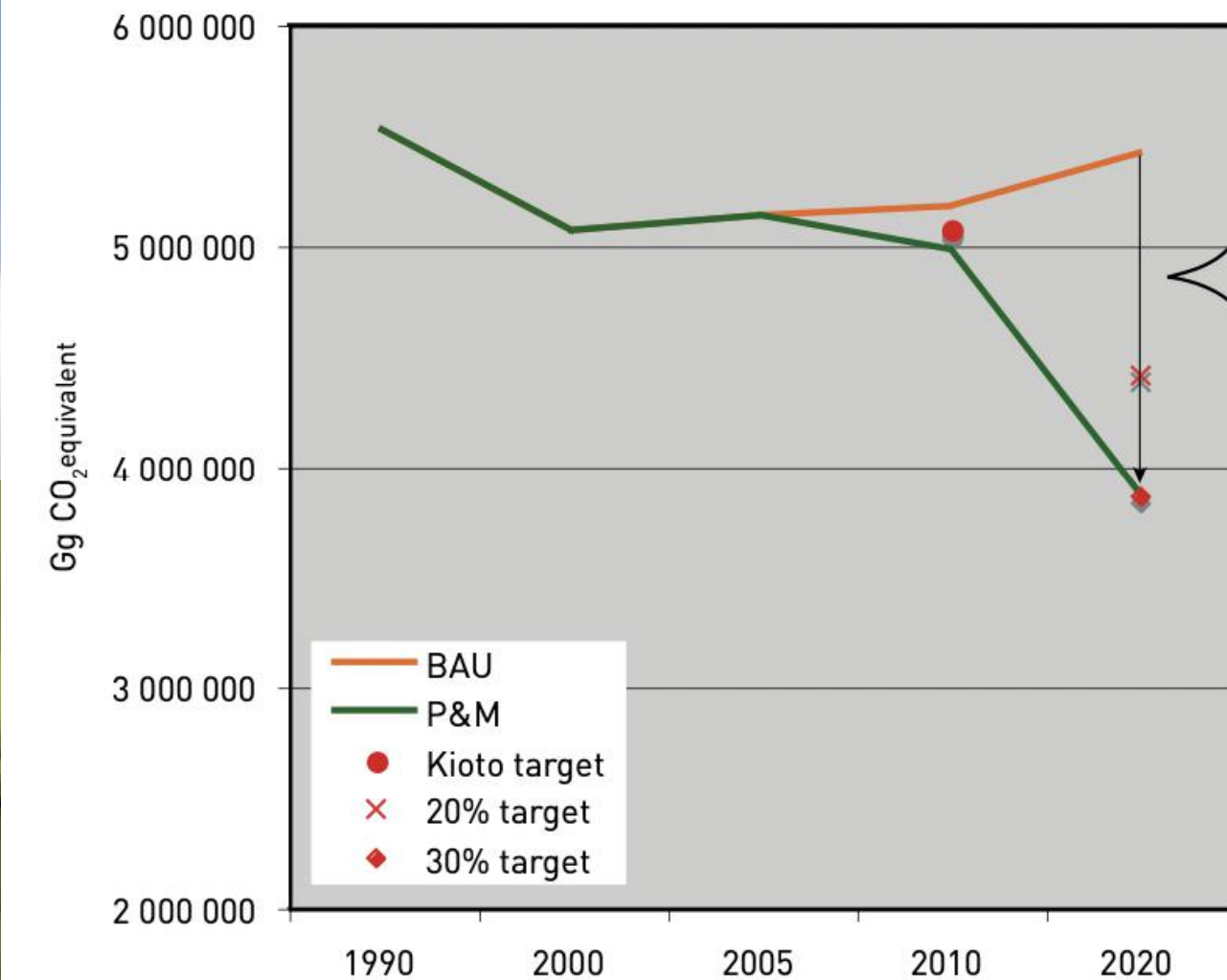
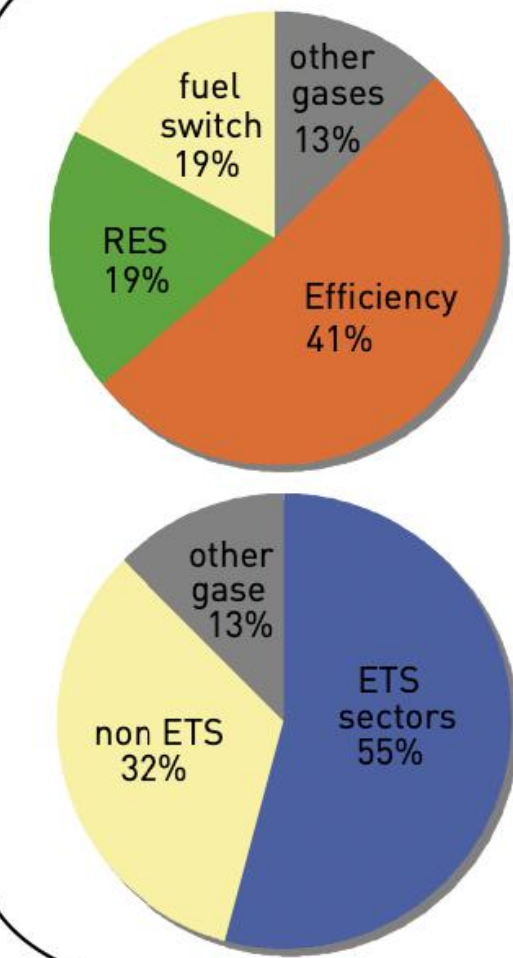


Figure 18 Overview of GHG emission reductions in the 30%-P&M scenario vs. BAU (WI 2008)

Reductions by sector P&M vs. BAU



- <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/3336>

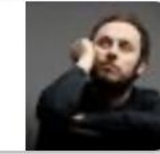
Diem25 - Green New Deal for Europe

Democracy in Europe Movement 2025 > Founders

Yanis Varoufakis



Srećko Horvat



PILLAR 1 MEETING THE SCALE OF THE CHALLENGE

The science is clear: We must limit the global temperature rise to 1.5 degrees and reverse the collapse of our ecosystems, or risk it all.

PILLAR 2 PRESSING IDLE RESOURCES INTO PUBLIC SERVICE

The Green New Deal calls on public institutions to drive the economic and ecological transformation. The burden of our transition should not fall on the shoulders of working families.

PILLAR 3 EMPOWERING CITIZENS & THEIR COMMUNITIES

Europe's green transition will not be top-down. It must empower citizen and their communities to make the decisions that shape their future.

PILLAR 4 GUARANTEEING DECENT JOBS

The Green New Deal for Europe provides a decent job to all those who seek one.

PILLAR 5 RAISING THE STANDARD OF LIVING

The Green New Deal for Europe lifts all communities towards greater prosperity, security and liberty.

PILLAR 6 ENTRENCHING EQUALITY

The Green New Deal combats financialization and entrenches equality at the heart of Europe.

PILLAR 7 INVESTING IN THE FUTURE

The Green New Deal is more than an environmental adjustment programme. It is an investment in the future of our societies, and an opportunity to reimagine it.

PILLAR 8 ENDING THE DOGMA OF ENDLESS GROWTH

We must abandon GDP growth as the primary measure of progress. Instead, we need to focus on what matters: health, happiness and the environment.

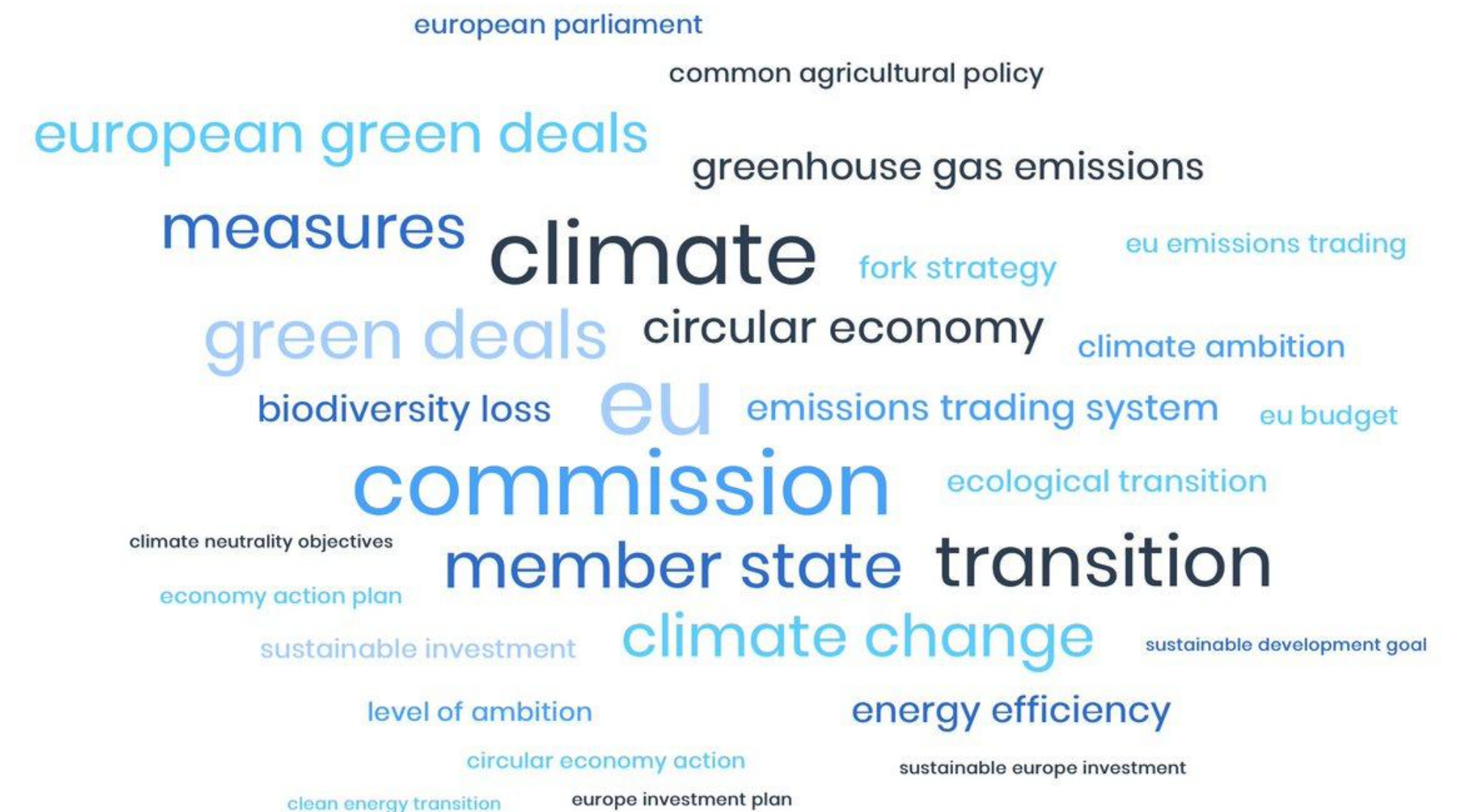
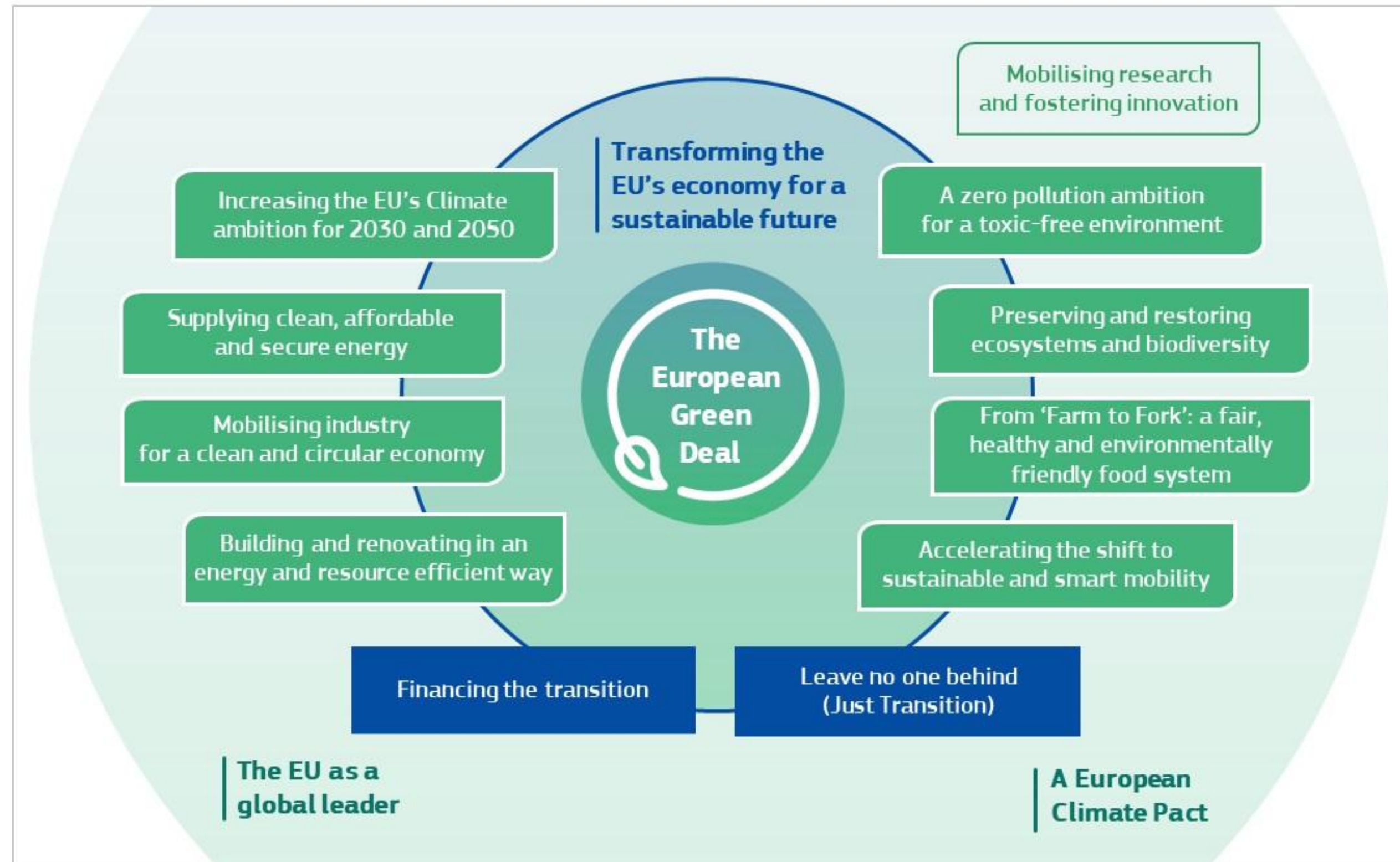
PILLAR 9 SUPPORTING CLIMATE JUSTICE AROUND THE WORLD

The environmental crisis is global in scope, and the Green New Deal must be, too. Europe must support others in combating environmental destruction and the supply chains that power Europe's green transition must be grounded in principles of justice.

PILLAR 10 COMMITTING TO ACTION TODAY

The Green New Deal is not a framework, a treaty or an agreement. It is a set of concrete actions that move us quickly towards our climate goals.

The European Green Deal



Hidrojen bir seçenek mi?

Tablo 2: Dönüşümü zor sektörler ve bunların Türkiye'nin toplam nihai enerji tüketimi ve CO₂ emisyonlarına katkıları, 2018

	Toplam nihai enerji tüketimi (Mtep/yıl)	Toplam CO ₂ emisyonları (Mt CO ₂ /yıl)
Demir çelik	5,2	19,1
Kimya ve petrokimya	1,7	4,3
Plastik	2,0	6,3
Çimento	6,4	21,3
Karayolu taşımacılığı	7,3	23,6
Havacılık	1,2	4,0
Denizcilik	0,4	1,3
Doğal gaz sektörü	41,2	96,5
Elektrik	15,0	35,2
Isıtma	25	59,1
Boru hatları	0,3	0,7
Sektörlerin toplamı	~65	~176
Toplam	108	419

Tablo 4: Türkiye için yeşil hidrojen potansiyeli

	İkame potansiyeli	Toplam hidrojen talebi (ktoe/yıl)	Toplam kurulu elektrolizör kapasitesi (GW)	Toplam yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesi (GW)	Toplam yatırım ihtiyacı (milyar ABD\$)
Demir-çelik 1)	DRI ile entegre tüm EAF'nin %5'i (ek talep)	405	1,1	3,2	4,0
Kimya ve petrokimya 2)	Yakıtların %15 sentetik metan ile ikame edilmesi	500	1,3	4,0	5,0
Plastik işleme 2)	Yakıtların %15 sentetik metan ile ikame edilmesi	40	0,1	0,3	0,4
Çimento 2)	Yakıtların %15 elektrikten yakıt elde edilmesi ile ikame edilmesi	1200	3,2	9,5	11,9
Karayolu taşımacılığı, havacılık, denizcilik 2)	Yakıtların %15 elektrikten yakıt elde edilmesi ile ikame edilmesi	1785	4,7	14,2	17,7
Gaz sektörü 3)	Gaz şebekesine %5 enjeksiyon	645	1,7	5,1	6,4
Toplam	-	4.570	12,1	36,3	45,4

- 1) 1 ton sıcak haddelenmiş sac 1,2 ton DRI gerektirir (Muscolino et al., 2016). Bir ton DRI için 3400 kWh hidrojen gerekmektedir (Gielen et al., 2020).
2) İkame potansiyelinde sırasıyla Saygın ve Gielen (yakında çıkacak) ve IEA esas alınmaktadır. Ulaştırmanın ikame potansiyelinin ise diğer sektörlerle uyumlu olacağı varsayılmış olup, tüm karayolu taşımacılığının enerjisinin %30'unun yük taşımacılığı için kullanıldığı varsayılmıştır. 1 GJ e-yakıt/metan üretimi için 1,87 GJ elektrik gerekmektedir (Agora Verkehrswende, Agora Energiewende & Frontier Economics, 2018).

Mevcut H2+Doğalgaz Yakma projesi

GAZBİR DOĞAL GAZ SEKTÖRÜ HİDROJENE GEÇİŞTE YOL HARİTASI ÖNERİLERİ



AMAÇ

Türkiye, doğal gaz sektöründe **arz güvenliği** ve **enerji verimliliğini** sağlayarak **dışa bağımlılığı azaltacak** ve **karbon emisyonlarını düşürecek** olan süreci başlatacak.



Neden Yenilenebilir Gaz?

- Daha Düşük Sera Gazı Emisyonu
- Daha Çevreci
- Daha Az Fosil Yakıt Bağımlılığı
- Yenilenebilir Enerjiyi Depolamak ve Aktarım Aracı Olarak Kullanmak
- Doğal Gaz Sistemlerinde Dışa Bağımlılığı Azaltan Temiz Enerji Kaynaklarını Kullanmak

Türkiye Doğal Gaz Sektöründe HİDROJENE GEÇİŞ YOL HARİTASI

2050 yılına kadar Türkiye doğal gaz sektöründe hidrojene geçiş için 4 aşamalı geçiş öngörüsü

1 2021 - 2025

Ar-Ge çalışmaları

2 2025 - 2030

Küçük ölçekli entegrasyon - Düşük hidrojen konsantrasyonu

3 2030 - 2040

Yeni altyapılar - Hidrojen konsantrasyonunda artış

4 2040 - 2050

%100 Hidrojene uyumlu gaz altyapısı

2021 - 2025

- Konutlarda, Dağıtım ve İletim Şebekelerinde Güvenlik Çalışmaları
- Konut ve Sanayide Hidrojen Kullanımları İçin Pilot Çalışmalar
- Evsel Cihazlar İçin Testlerin Yapılması
- Hidrojen İnovasyon ve Demonstrasyon Projelerine Destek
- Hidrojen Üretim ve Depolama Ar-Ge Çalışmaları
- Harmanlama ve Teknoloji Hedefleri Oluşturmak
- Mevzuat Çalışmalarına Başlanması
- Hidrojen Teşvik Politikalarının Belirlenmesi
- Tüketiciler İçin Hidrojen Bilinçlendirme Çalışmalarına Başlanması
- İnsan Kaynağı Strateji ve Politikasının Belirlenmesi

2025 - 2030

- Bölgesel Bazda Şebekelere Hidrojen Enjeksiyonunun Gerçekleştirilmesi (%10'a kadar)
- Yenilenebilir ve Düşük Karbonlu Gaz Piyasasının Oluşturulması
- Mevcut Şebekelere Yenilenebilir ve Düşük Karbonlu Gaz Karşısına İzin Verilmesi
- Hidrojen Üretim, Depolama ve Taşıma için Küçük Ölçekli Tesislerin Kurulması
- %100 Hidrojen Kullanım Testlerine Başlanması
- Dönüşüme Uyumlu Cihazların Üretimi İçin Sanayi Teşviklerinin Arttırılması
- Sanayi ve Evsel Cihazlarda İyileştirilmenin Devam Etmesi
- İnsan Kaynağına İlişkin Uygulamaların Tamamlanması
- Hidrojenin Taşıma, İletim, Depolama, Dağıtım ve Tüketimine Yönelik Mevzuatın Belirlenmesi
- Hidrojen Piyasa Oluşumu İçin Devlet Teşvikinin Başlatılması

2030 - 2040

- Hidrojen Hatlarının Oluşturulması
- Hidrojen Üretim Arttırılması
- Sanayi ve Evsel Cihazlarda Dönüşümün Hızlanması ve Yerli Üretim Arttırılması
- Bölgesel Bazda Şebekelere Hidrojen Enjeksiyonunun Arttırılması (min %20)
- %100 Hidrojen Kullanımının Olduğu Pilot Yerlerin Oluşturulması
- Özel Hidrojen Depolama Alanlarının Oluşturulması
- Endüstriyel Kumelerin, Hidrojen Depolama ve Üretim Tesislerine Hidrojen Hatları ile Bağlanması

2040 - 2050

- Konut ve Sanayide Hidrojenin Yaygın Kullanımı
- Dağıtım Hatlarının %100 Hidrojene Uyumlu Olması
- Hidrojen İhracatının Başlanması
- Yeterli Hidrojen Üretim ve Depolama Kapasitesinin Oluşturulması



GAZBİR-GAZMER



cleangas
TÜRKİYE

2020 yılında Gazbir-Gazmer tarafından Türkiye'de doğal gaz ve yenilenebilir gazların karışımının araştırılması ve geliştirilmesi için Clean Gas Center kurulmuştur.

www.cleangascenter.com

Dijitalleşme - Hedef değil süreç

- Bitleri hareket ettirmek atomları hareket ettirmekten milyonlarca kez daha kolay
- Dijital ikiz - sanal varlık - gerçek zamanlı optimizasyon - kontrol - yapay zeka
- Hedef: Önce örgü sonra tüm süreçlerin otomasyonu
- Akıllı sensörler, veri analitiği
- Nasıl?

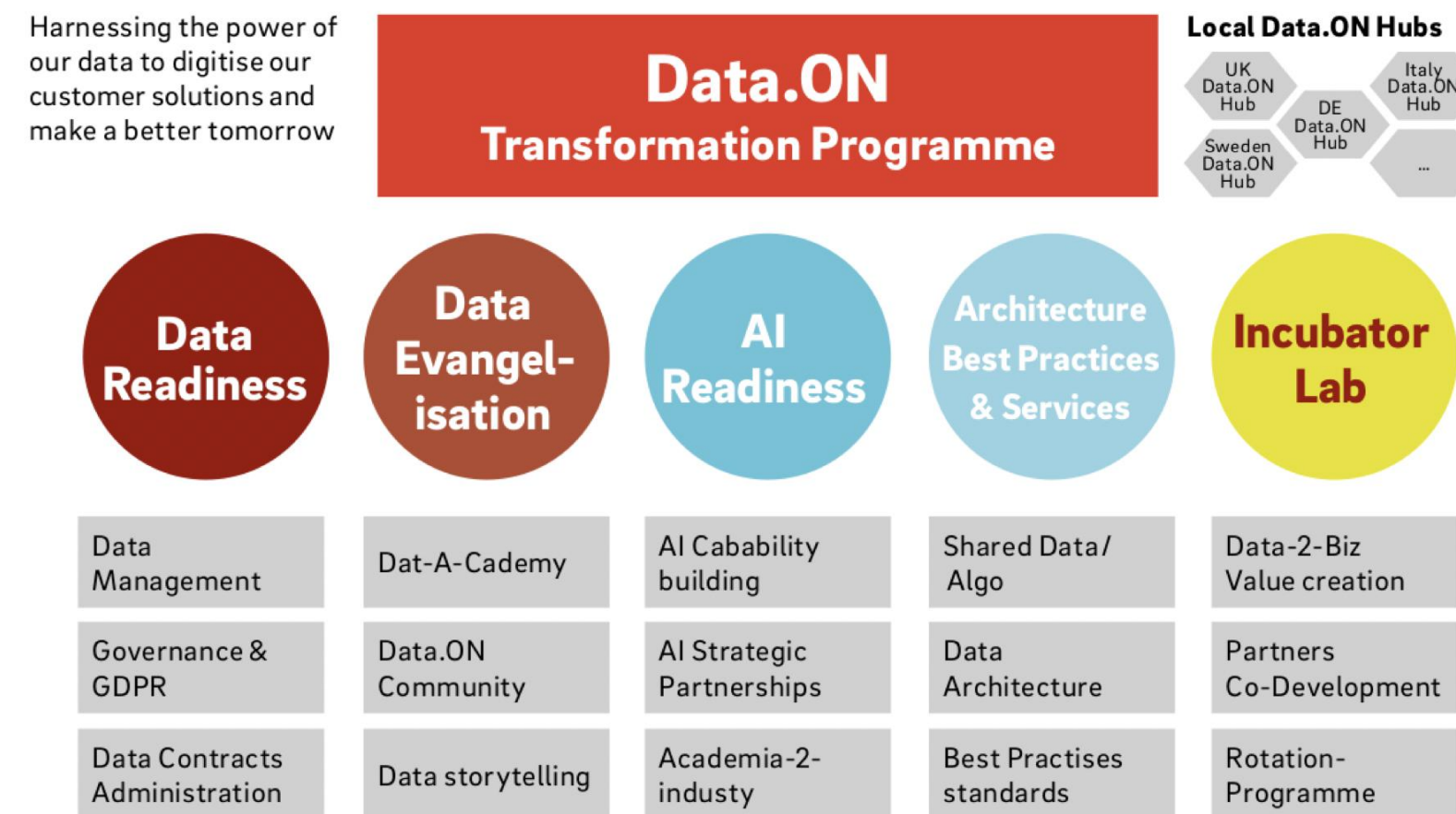
- Dijitalleşme stratejisi ve ekibi
- Önce veri toplama
- Veri analiz raporları üret
- Küçük iyileşme hedefleri
- Maliyet etkin analizler
- Teknolojik değişim analizleri



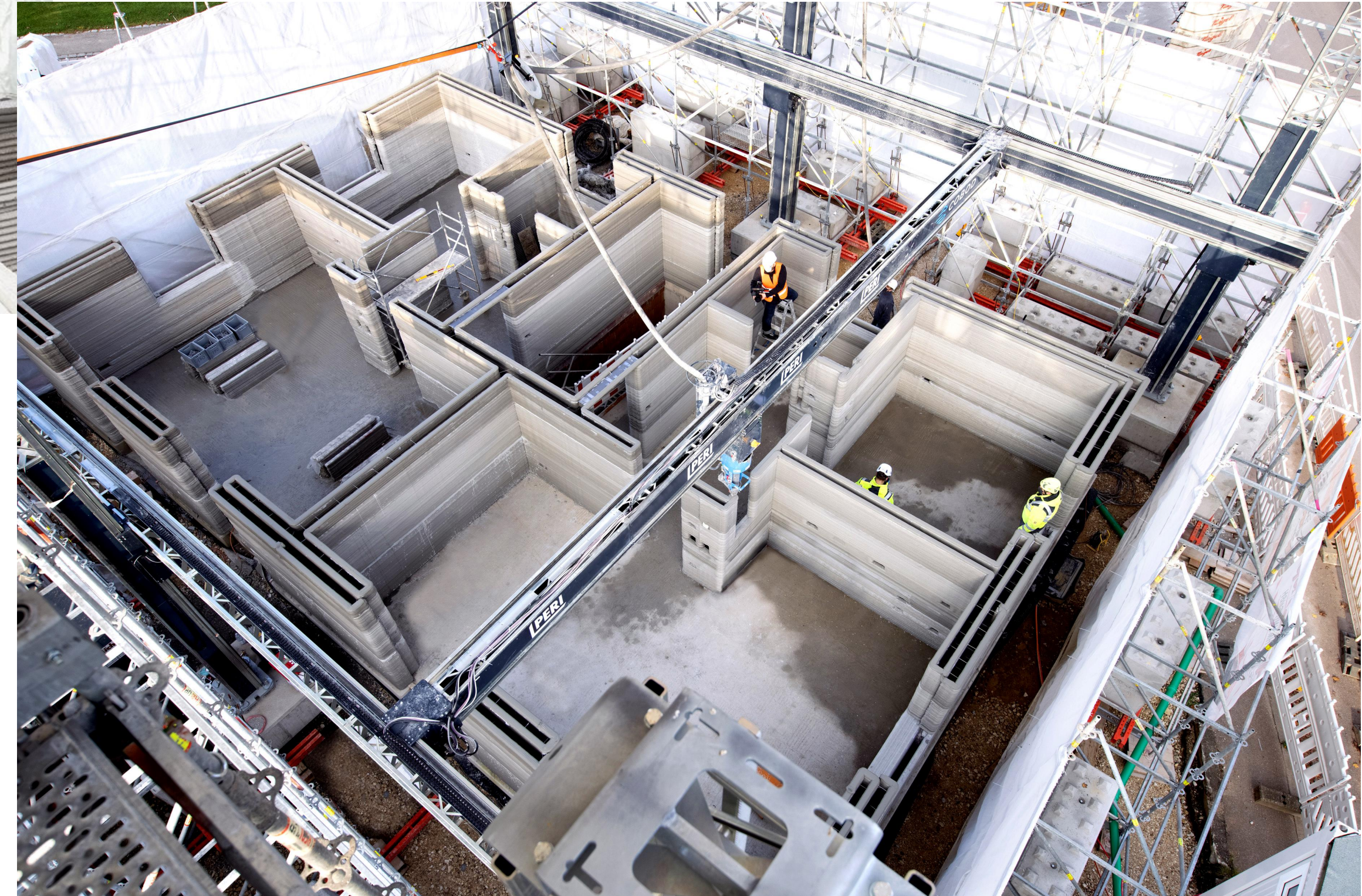
Digital solutions that integrate data and real-time optimisation of processes throughout a cement plant can help boost productivity and reduce unplanned downtime.



Smart sensors (shown here as the white cylinder on the bearing) allow equipment to be monitored in locations which may be difficult or dangerous to reach.



3D Baskı



Gelecek, devam eden bir tartışma

- Çimentoda CCS - karbon yakalama olmadan dekarbonizasyon zor
- Covid sonrası demografi
 - Nüfus artış ve nesil farkı
- Yeşil
 - Elektrifikasyon
 - Hidrojen
- Dijital
 - Dijital varlıklar
 - Sanal ikizler
- Bir araştırma merkezi kurmadan zor. (Fayda/maliyet analizi gelecek için <<< bugün)
- Ortak projeler ile devlet kaynağı geçerli bir yol



teşekkürler

Barış Sanlı