



TTGV
**İKLİM
ÖNCÜSÜ**
İklim Lab



İKLİM TEKNOLOJİLERİ RADARI



Bu kitapçık içerisinde yer alan tasarımlar, yazılar, logolar, grafikler de dahil olmak üzere, tüm yazılı ve görsel materyale ilişkin her türlü mali, manevi ve ticari haklar yahut bunları kullanma yetkisi TTGV'ye aittir. Sözü edilen içeriğin kişisel ve ticari olmayan kullanım dışında herhangi bir amaçla kullanılması, kopyalanması, işlenmesi, herhangi bir şekil veya yöntemle, tamamen veya kısmen, doğrudan veya dolaylı, geçici veya sürekli olarak çoğaltılması, kiralınması, ödünç verilmesi, satışa çıkarılması veya diğer yollarla dağıtılması kesinlikle yasaktır. Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin 5 inci maddesinin ikinci fıkrası çerçevesinde bandrol taşıması zorunlu değildir.

Hazırlayanlar:
TTGV İklim Lab Ekibi

Grafik Tasarım:
Özge Egemen / www.kirmizitasarim.com



www.ttgvl.org.tr

TTGV Merkez
CYBERPARK CYBERPLAZA
B Blok Kat: 5-6
Bilkent 06800 ANKARA - TÜRKİYE
+90 312 265 02 72

TTGV İstanbul Temsilciliği
ARI TEKNOKENT Arı 2 Binası A Blok Kat:7
İTÜ Ayazağa Yerleşkesi, Koruyolu
Maslak 34469 İSTANBUL - TÜRKİYE
+90 212 276 75 62



TTGV'nin ürettiği tüm içerikler TTGV Lisansı ile lisanslanmıştır. Lisans sözleşmesine yukarıdaki qr kod ile erişilebilir.

İKLİM TEKNOLOJİLERİ RADARI



Versiyon.01
Şubat 2023

İçindekiler

Giriş ve Çalışma Özeti	2
İklim Teknolojileri Nedir?	4
TTGV İklim Teknolojileri Radarı	6
Endüstriyel Üretim	8
Enerji	10
Mobilite/Ulaşım	12
Tarım/Gıda/Orman	18
Yapı/İnşaat	20
Kaynaklar	22



GİRİŞ VE ÇALIŞMA ÖZETİ

İklim değişikliği, ekosistem sürdürülebilirliğini ve özellikle biyolojik çeşitliliği tehdit ederek her geçen gün daha da şiddetlenen çevresel bir sorundur ve öngörülen sera gazı emisyonları yakın gelecekte dünyamız için ciddi bir problem oluşturacaktır. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında 2015 yılında 196 uluslararası üye tarafından kabul edilen Paris Anlaşması, küresel ısınmayı 2°C'nin altında, tercihen 1,5°C ile sanayi öncesi seviyelerin üzerinde sınırlamayı amaçlamaktadır.

Paris Anlaşması'nın kabul edilmesinden sonra tarafların Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneline (IPCC) verdikleri görev sonucunda 2018 yılında IPCC'nin 1,5°C Küresel Isınma Özel Raporu yayımlanmıştır. Raporda sıcaklık artışını 1,5°C ile sınırlamanın hayati önem taşıdığı vurgulanmıştır. 2021 yılında Türkiye, 2053 yılında net sıfır emisyon hedefini kabul ederek, Paris Anlaşması'nı onayladığını duyurmuştur.

Küresel öncelikler paralelinde, iklim değişikliği ile mücadele edilmesi ve iklimle uyumlu bir şekilde yaşamın sürdürülmesi için iklim teknolojilerine yönelim ve iklim teknolojilerinin fırsatlarından yararlanılması gerekliliği gündeme gelmektedir.

İklim değişikliğinin nedenlerinin azaltılması veya önlenmesine hizmet eden, iklim değişikliğine karşı uyumu veya dayanıklılığı artıran, iklim değişikliği sebebiyle ortaya çıkmış ya da ortaya çıkacak zararlı etkilerle mücadelede insanlığı ve doğayı destekleyen, iklim değişikliğini yönetmeyi kolaylaştıran, iklim değişikliğini yönetecek veri ve bilgiyi artıran teknolojiler iklim teknolojileri olarak bilinmektedir. İklim teknolojisi terimi, sera gazı emisyonlarını ve uygulandıkları çok çeşitli endüstrileri ele almak için kullanılan birçok teknolojiyi ve yeniliği dahil etmek için kapsayıcı bir ifadedir. İklim teknolojilerini sektörel olarak örneklendirmek mümkün olsa da birçok iklim teknolojisi temelde, sera gazlarını yakalama ve/veya depolama teknolojilerinde olduğu gibi “sektör-bağımsız”dır.

TTGV İklim Teknolojileri Radarı, ulusal ve uluslararası literatür tarama çalışmalarının global yatırım ve teknoloji trendleri ile birlikte incelenmesi, iklim değişikliğine en fazla yol açan sektör araştırması ile elde edilen veriler ışığında dünya ve ülkemiz için fırsat alanı oluşturabilecek tematik teknoloji konu başlıkları belirlenerek oluşturulmuştur. TTGV İklim Teknolojileri Radarı'nda, iklim değişikliğinin nedenlerini ve etkilerini azaltma odağında fırsatlarla uyumlu beş geleneksel sektör dikeyi belirlenmiştir. Bu sektörler alfabetik sıra ile Endüstriyel Üretim, Enerji, Mobilite/Ulaşım, Tarım/Gıda/Orman ve Yapı/İnşaat olarak kategorize edilmiştir. Beş geleneksel sektör dikeyinde yer alan teknolojileri yatayda kesen bazı ortak alt teknolojiler mevcuttur. (Örn. karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojileri, hidrojen teknolojileri gibi). TTGV İklim Teknolojileri Radarı ile bir teknoloji taksonomi yapısı oluşturulmasının yanı sıra “TTGV'nin İklim Teknolojileri” tanımına uygun, iklim teknolojisi çözümlerinden oluşan “TTGV'nin İklim Evreni” belirlenmiştir. Belirli düzlemlerde birbirleriyle bağlantılı olabilecek farklı sektörlerdeki etkisi yüksek teknolojiler bir araya getirilmeye çalışılmıştır. TTGV İklim Teknolojileri Radarı konu başlıkları belirlenirken, TTGV Ekibi tarafından rafine edilen teknolojiler için sanayide yer alan sektör uzmanlarından içgörü ve trend beklentileri de alınmıştır. Bununla birlikte, İklim Teknolojileri Radarı dinamik bir yapıya sahip olup, veri analizi ve devam eden araştırmalarla birlikte yıl boyunca geliştirilmeye devam edecektir.

Bu rapor, ülkemiz için fırsat alanları oluşturabilecek iklim teknolojilerine daha ayrıntılı bir bakış olmanın yanı sıra potansiyel “teknoloji ve inovasyon” projelerine de ışık tutması amacıyla hazırlanmıştır.



İKLİM TEKNOLOJİLERİ NEDİR? ●●●●●

1 Teknoloji, iklim değişikliğinin sebeplerinin **AZALTILMASI** veya **ÖNLENMESİNE** hizmet ediyor mu?

Hızlandırıcı nedenleri azaltmak ve/veya gidermek



Sembol	İsim	CO ₂ Eşdeğeri	Ana Kaynak
CO ₂	Karbondioksit	1	Fosil Yakıtların Yanması, Orman Yangınları, Çimento Üretimi
CH ₄	Metan	21	Landfill Sahalar, Petrol ve Doğalgazın Üretim ve Dağıtım, Çiftlik Hayvanlarının Sindirim Sistemlerindeki Fermantasyonu
N ₂ O	Nitroksit	310	N ₂ O Fosil Yakıtların Yanması, Gübreler, Naylon Üretimi
HFC	Hidrofloro karbonlar	140-11.700	Buzdolabı Gazları, Alüminyum Eritme, Yarı İletken Üretimi
PFC ₅	Perfloro karbonlar	6500-9.200	Alüminyum Eritme, Yarı İletken Üretimi
SF ₆	Sülfür Heksaflorit	23.900	Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri, Magnezyum Üretimi

Kaynak: Tarımsal Üretimde Sera Gazları ve Karbon Ayak İzi, Güvenç ŞAHİN Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science) 2016, 12 (3), 157-162



Atmosferde biriken sera gazları, sera etkisi sonucunda küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin en önemli nedenidir. Sera gazları doğal olarak da üretilip yeryüzü tarafından da doğal olarak emilebilmesine karşın, insan kaynaklı (antropojenik) sera gazları iklim değişikliğini hızlandırmaktadır.

2 Teknoloji, iklim değişikliğinin etkilerine **UYUMU** ve/veya **DAYANIKLILIĞI** artırıyor mu?

Olağan yaşamı idame etmek



İklim değişikliğinden kaynaklı kuraklık, sıcaklık değişiklikleri, aşırı hava olayları ve okyanusların asit oranlarında artışların başta besin kaynakları olmak üzere günlük yaşam üzerindeki hissedilir etkileri artmaktadır.



3 Teknoloji, iklim değişikliğinin sonuçlarını **YÖNETMEYİ** destekliyor mu?

Sonuçları yönetmek



Değişen iklim koşulları ile birlikte artan göç, nesli tükenen canlılar, daralan doğal yaşam alanları sonucunda vahşi yaşam ile insanın çakışması, biyoçeşitliliğin azalması, artan salgın hastalıklar, aşırı atmosferik olaylar yaşanmaktadır. Tüm bunlar neticesinde artan doğa felaketlerinin yapısal etkileri daha kapsamlı ve bütüncül çözümleri gerekli kılmaktadır.



İKLİM TEKNOLOJİLERİ RADARI

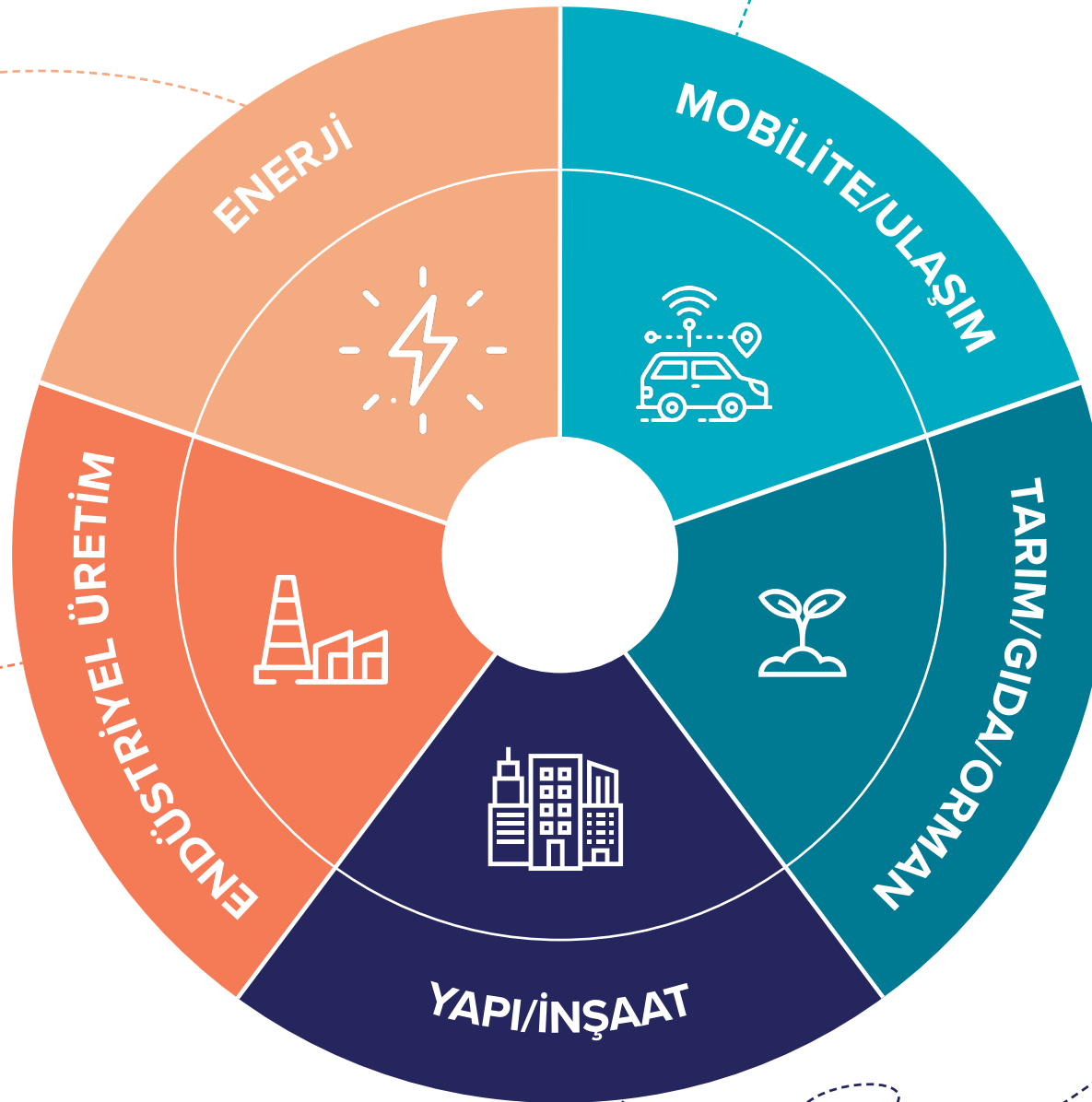
ÖNE ÇIKAN TEKNOLOJİLER

ENERJİ

- İleri Enerji Depolama Teknolojileri
- Yeni Nesil Fotovoltaik Hücre, Panel ve Sistem Teknolojileri
- Düşük Karbon Salımlı veya Karbonsuz Hidrojen Enerji Sistem (Üretim, Taşıma, Depolama ve Kullanım) Teknolojileri
- Yeni Nesil Nükleer Enerji Teknolojileri
- Yeni Nesil Yenilenebilir Enerji (Rüzgar, Akıntı, Dalga, Jeotermal ve Güneş) Teknolojileri

ENDÜSTRİYEL ÜRETİM

- Düşük Karbon Salımlı Çimento, Demir-Çelik, Alüminyum Üretim Teknolojileri
- Karbon Yakalama, Kullanım ve Depolama Teknolojileri (CCUS)
- Karbondioksit Dışı Sera Gazlarını Azaltım Teknolojileri
- Kimyasalların/Petrokimyasalların Üretiminde Yeni Nesil Malzeme Teknolojileri
- Akıllı Üretim Teknolojileri ve Dijitalleşme
- Endüstriyel Simbiyoz (Döngüsel Ekonomi) ve Geri Kazanım Teknolojileri



MOBİLİTE / ULAŞIM

- Enerji Yoğunluğu Yüksek Batarya Hücre, Yönetim Sistemi ve Geri Dönüşüm Teknolojileri
- Hidrojen Yakıt Hücreleri ve Hibrit Sistem Teknolojileri
- Yeni Nesil Akıllı, Entegre ve Yüksek Hızlı Şarj Teknolojileri
- Yeni Nesil Biyoyakıt/Sentetik Yakıt Teknolojileri
- İleri Malzeme Teknolojileri
- Yeni Nesil Ulaşım teknolojileri
- Mikromobilite ve Akıllı Ulaşım Sistem Teknolojileri

TARIM/GIDA/ORMAN

- Tarımsal (Bitkisel/Hayvansal) Üretimde Sera Gazı Emisyon Azaltım Teknolojileri
- Akıllı ve Hassas Tarım Teknolojileri
- Kapalı Alan/Dikey Tarım Teknolojileri
- Alternatif Proteinlerin Üretim Teknolojileri
- Bitkisel Tarım Atıkları, Gıda Atıkları ve Biyokütle Kaynaklarının Değerlendirme Teknolojileri
- Gıda Raf Ömrünü Uzatma Teknolojileri
- Sürdürülebilir Orman Yönetim Teknolojileri
- Biyoteknoloji ve Moleküler Genetik Temelli Bitki/Hayvancılık Teknolojileri

YAPI/İNŞAAT

- Bina Otomasyon ve Kontrol Teknolojileri
- İleri Fonksiyonel Yüzey ve Kaplama Teknolojileri
- Yeni Nesil Akıllı Aydınlatma Teknolojileri
- Akıllı Şehir/Yol/Bina Teknolojileri
- Yüksek Verimlilikli Isı Pompaları

ENDÜSTRİYEL ÜRETİM

“
Net Sıfır
Senaryosunu
gerçekleştirebilmek
için, endüstrinin
doğrudan
emisyonlarını 2030
yılına kadar yılda
yaklaşık olarak
%3 düşürmesi
gerekmektedir.
”

Sanayi sektörü, doğrudan (birincil emisyonlar) ve dolaylı (ikincil emisyonlar) emisyon miktarları hesaba katıldığında küresel emisyonların başlıca kaynağı olan en büyük sektördür. Endüstriyel ürünlere yönelik artan küresel talebin bir sonucu olarak sanayideki emisyonlar 2000 yılından bu yana %70'ten fazla artmıştır. 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması'nın nihai hedefi, ortalama sıcaklık artışını sanayileşme döneminin öncesine göre 2°C altında tutmak, hatta 1,5°C ile sınırlandırmaktır. Bununla birlikte, sınırda karbon düzenleme mekanizması başta olmak üzere, iklim değişikliği odağında uluslararası ticaret sistemine getirilen farklı istekler ülkemizde uygulanmaya başladıkça, sanayi sektörünün rekabetçiliğini koruyabilmesi için gerekli dönüşümleri yapmış olması gerekmektedir. Net Sıfır Senaryosunu gerçekleştirebilmek için, endüstrinin doğrudan emisyonlarını 2030 yılına kadar yılda yaklaşık olarak %3 düşürmesi gerekmektedir [1]. Bu yüzden, sanayi sektörü kaynaklı emisyonların azaltılması küresel ölçekte iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir yere sahiptir. Bugüne kadar, sanayide emisyonları azaltmaya yönelik çabalar, enerji verimliliğine ve mevcut en iyi teknolojilerin uygulanmasına ve geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu odak alanlarının yanı sıra endüstri sektöründe gereken temel dönüşümü hızlandıracak yenilikçi teknolojiler arasında bunlarla sınırlı olmamak üzere; yenilenebilir enerji ya da tam elektrifikasyona geçiş, karbon yakalama, alternatif yakıt türlerini kullanarak üretim süreçlerini dönüştürmek, malzeme verimliliğini hızlandırmak ve dögüsel malzeme akışını teşvik etmek sayılabilir. Diğer bir deyişle, endüstriyel üretimde dekarbonizasyon, malzeme atıklarının azaltımı ve geri dönüşümü, enerji verimliliği ve malzeme verimliliği ile karbon-nötr malzeme kullanımını destekleyecek teknolojilerin kullanım ve kapsamı artacaktır.

ÖRNEK TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Düşük Karbon Salımlı Çimento, Demir-Çelik, Alüminyum Üretim Teknolojileri



- Yeni Nesil Mineral Katkılı Çimento
- Biyo-bazlı Çimento
- Karbon Kür (karbonatlaşma) Teknolojisi
- Düşük Karbonlu/Karbonsuz Yakıtların Kullanım Teknolojileri
- Karbon Yakalama, Depolama ve Kullanımı Teknolojisi
- Demir-çelik ve Alüminyum Üretiminde Hidrojen Yakıt Teknolojileri

Karbon Yakalama, Kullanım ve Depolama Teknolojileri (CCUS)



- Oksi Yakıt Yakma ile Karbon Yakalama Teknolojileri
- Yanma Sonrası Yakalama Teknolojileri
- Yanma Öncesi Yakalama Teknolojileri
- Membran ile Karbon Yakalama Teknolojileri
- Kalsiyum Döngüsü ile Karbon Yakalama Teknolojileri
- Kimyasal Döngü ile KarbonYakalama Teknolojileri

Karbondoksit Harici Sera Gazlarını Azaltım Teknolojileri



- Değerli Kimyasallara ve Yakıtlara Dönüşüm Teknolojileri
- Metan/Nitroz Oksit Azaltım Teknolojileri

Kimyasalların/ Petrokimyasalların Üretiminde Yeni Nesil Malzeme Teknolojileri



- Yenilikçi Polimerik Kompozitler
- Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Polimerler
- Termoset Reçineler
- Biyo-bazlı Alternatif Kimyasallar

Akıllı Üretim Teknolojileri ve Dijitalleşme



- Dijital İkiz
- Yapay Zeka/Sensör/Robot Teknolojileri
- Nesnelerin interneti (IoT)
- Siber Fiziksel Sistemler

Endüstriyel Simbiyoz (Dögüsel Ekonomi) Yaklaşımı Kapsamında Geri Kazanım Teknolojileri



- Endüstriyel Atık Geri Dönüşüm Teknolojileri
- Atık Malzeme Akış Yönetimi
- Atık Isı Geri Kazanım Teknolojileri

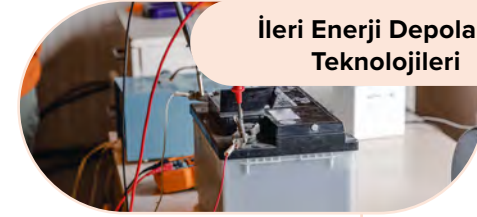
ENDÜSTRİYEL ÜRETİM

İklim değişikliği genel çaplı olarak bir enerji sorunudur. Enerji sektörünün altında yer alan elektrik üretimi, küresel ölçekte sera gazı emisyon kaynağı olarak endüstriyel üretim sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır. Paris Anlaşması'ndaki sıcaklık hedefine ulaşmak için, dünya çapında emisyon yoğun ve kaynak kullanımı fazla bir sektör olan enerji sektörünün hızlı küresel dönüşümüne ihtiyaç bulunmaktadır. AB Yeşil Mutabakat kapsamında ise 2050 yılında karbon nötr hedeflerine ulaşılması yolunda, enerji üretimi ve kullanımında enerji sisteminin karbondan arındırılması kritik bir öneme sahiptir.

Dünyanın dört bir yanındaki politika yapıcılar, bu sorunu göz önünde bulundurarak, temiz enerji teknolojilerinin benimsenmesini hızlandırmaya, temiz yeni enerji endüstrilerine doğru düzenli bir geçişi ve enerji güvenliğini sağlamaya çalışmaktadır. Ülkemizin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi esas alınarak 2035 yılına kadar olan dönemi kapsayan "Ulusal Enerji Planı"nda, enerji talebi bulunan sektörler için dönüşüm planları yer almaktadır.

Enerji sektörü özelinde iklim değişikliği ile mücadelede en az dört konu başlığında değişime gidilmesi gerekliliği bulunmaktadır: Karbonsuz enerjinin payını hızla artırmak, kömür ve gaz üretimini aşamalı olarak sonlandırmak, şebeke/depolama ve talep yönetimini uyarlamak ve herkes için güvenilir enerji erişimi sağlamak [2]. Diğer bir deyişle, enerji kaynaklarını etkin, verimli ve çevreye en az etkiyi yapacak şekilde kullanma önemlidir.

“
Paris
Anlaşması'ndaki
sıcaklık hedefine
ulaşmak için, dünya
çapında emisyon
yoğun ve kaynak
kullanımı fazla
bir sektör olan
enerji sektörünün
hızlı küresel
dönüşümüne ihtiyaç
bulunmaktadır.”



İleri Enerji Depolama Teknolojileri

- Yeni Nesil Batarya Teknolojileri
- Volan Enerji Depolama Teknolojileri
- Sıkıştırılmış Hava Enerji Depolama Teknolojileri
- Süper-iletken Manyetik Enerji Depolama Teknolojileri
- Termal Enerji Depolama Teknolojileri

- Çok Bağlantılı ve Silikon Bazlı Fotovoltaikler
- Perovskit ve Kuantum Nokta Güneş Hücreleri
- Galyum Arsenit Fotovoltaikler
- Kadmiyum Selenür Fotovoltaikler
- 3.Nesil Fotovoltaik Teknolojiler

Yeni Nesil Fotovoltaik Hücre, Panel ve Sistem Teknolojileri



Düşük Karbon Salımlı veya Karbonsuz Hidrojenenerji Sistem Teknolojileri



- Yeşil Hidrojen Üretim, Taşıma, Depolama ve Kullanım Teknolojileri
- Pembe Hidrojen Üretim, Taşıma, Depolama ve Kullanım Teknolojileri
- Mavi Hidrojen Üretim, Taşıma, Depolama ve Kullanım Teknolojileri
- Turkuaz Hidrojen Üretim, Taşıma, Depolama ve Kullanım Teknolojileri

- 4. Nesil Nükleer Enerji Sistemleri
- İyonlaştırıcı Radyasyon Teknolojisi
- Yeni Nesil Küçük Modüler Reaktör Teknolojileri
- Füzyon Enerji Teknolojileri
- Nükleer Atık Yönetim Teknolojileri

Yeni Nesil Nükleer Enerji Teknolojileri



Yeni Nesil Yenilenebilir Enerji Teknolojileri



- Yeni Nesi Rüzgâr Enerji Teknolojileri
- Dalga-Akıntı Enerji Teknolojileri
- Jeotermal Enerji Teknolojileri
- Okyanus Isısı Teknolojileri

Ulaşım sektörü, fosil yakıtları en fazla kullanan sektördür ve dünyada ulaşım sektöründe kullanılan enerjinin %95'i hala fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Ulaşım, sera gazı emisyon kaynakları arasında en üst sıralarda yer alan sektörlerdendir. Ulaşım sektörü; havayolu, karayolu, denizyolu, demiryolu, boru hattı taşımacılığı ve nakliye olarak alt kategorilerde sınıflandırılmaktadır.

Geniş yelpazeye sahip olan ulaşım sektörü göz önüne alındığında Uluslararası Enerji Ajansı'nın Net Sıfır Senaryosu'nun gerçekleşebilmesi için, ulaştırma sektörü kaynaklı emisyonların 2030 yılına kadar yaklaşık %20 oranında düşürülmesi gerekmektedir. Avrupa Birliği, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %55 azaltma ve 2050 yılında karbon nötr bir kıta olma yolunda açıkladığı 55'e Uyum (Fit for 55) teklif paketine göre, ulaşım 2050 yılına kadar %90 oranında emisyon azaltımını gerektirecek bir dönüşümden geçilmesi gerektiğini vurgulamıştır. 2000'li yılların başından itibaren CO₂ emisyonlarındaki küresel büyümenin arkasındaki başlıca faktörler ulaşım sektöründeki karayolu taşıtları (hem yolcu hem de yük), havacılık ve nakliyedeki artışlardır. Ulaşım sektörünün iklim değişikliğine olan etkisini azaltmak için en acil ve gerekli önlemler, enerji verimliliğini artırmak ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaktır.

“

AB'nin 55'e Uyum (Fit for 55) teklif paketine göre, ulaşım 2050 yılına kadar %90 oranında emisyon azaltımını gerektirecek bir dönüşümden geçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

”

Enerji Yoğunluğu Yüksek Batarya Hücre, Yönetim Sistemi ve Geri Dönüşüm Teknolojileri

- Katı Hal Bataryalar
- Lityum İyon Sonrası Bataryalar
- Batarya Modül, Paket ve Batarya Yönetim Sistem Teknolojileri

- Hidrojen ve Amonyak Yakıtlı Motor Teknolojileri
- Hibrit ve Elektrikli Taşıtlar Teknolojisi

Hidrojen Yakıt Hücreleri ve Hibrit Sistem Teknolojileri



Yeni Nesil Akıllı, Entegre ve Yüksek Hızlı Şarj Teknolojileri

- Kablosuz Dinamik Yüksek Hızlı Şarj Teknolojileri
- Konut Tipi Elektrikli Araç Şarj Teknolojileri



- Biyokütle ve Biyoatıklardan Sentetik Yakıt Üretim Teknolojileri
- 3. ve 4. Nesil Biyoyakıt Üretim Teknolojileri

Yeni Nesil Biyoyakıt/Sentetik Yakıt Teknolojileri



Yeni Nesil Ulaşım Teknolojileri

- Hyperloop Teknolojileri



Mikromobilite ve Akıllı Ulaşım Sistem Teknolojiler

- Şarj ve Park Altyapıları
- E-scooter/ Mini EV



İleri Malzeme Teknolojileri

- Araç Hafifletme için Kompozit Malzemeler (Karbon Fiber, Magnezyum Metal)



HİDROJEN

Hidrojen evrende en bol bulunan elementtir. Bununla birlikte, yeryüzünde kütlece en bol bulunan elementler arasında onuncu sırada yer almaktadır. Elemental hidrojenin normal koşullar altında kararlı formu, dihidrojendir. (H₂) Hidrojenin bu formu endüstride birçok alanda kullanılır.

Fermantasyon ürünü ve amonyak biyosentezinin bir yan ürünü olarak doğal yollarla elde edilir. Yenilenebilir kaynaklardan (su ve güneş ışığı) elde edilebilmesi ve oksijenle temiz ve oldukça ekzotermik reaksiyonu nedeniyle genellikle “geleceğin yakıtı” olarak anılır, ancak hidrojenin uçuculuğu ve düşük enerji yoğunluğu, depolama için zorluklar yaratmaktadır.

H₂'nin bir yakıt (bir enerji taşıyıcısı) olarak kullanımı, petrol fiyatlarının ilk kez önemli ölçüde arttığı 1970'lerden beri ciddi bir şekilde araştırılmaktadır. Fosil yakıtların kullanımının iklim değişikliğine etkisi ve yine yakıt kaynaklarının tükenmesi endişesi ile birlikte yeşil kaynakların daha fazla kullanılması üzerindeki çevresel baskı nedeniyle ilgi son zamanlarda büyük ölçüde artmıştır. Temiz bir enerji kaynağı olan hidrojen, toksik atık oluşturmamasının yanı sıra yenilenebilir kaynaklardan üretilmektedir.

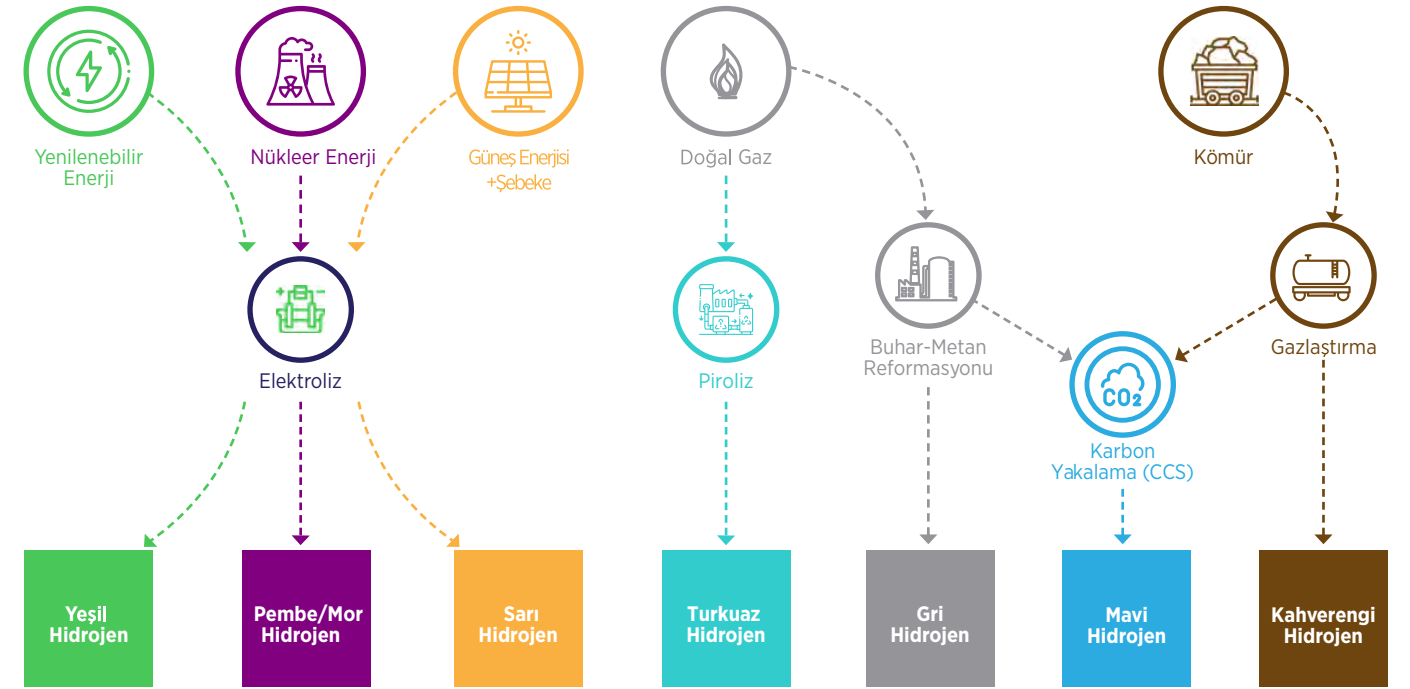
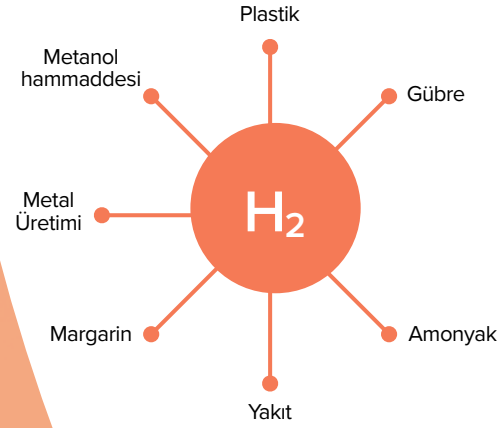
Tabloda gösterildiği gibi H₂ yakıtlar arasında en yüksek spesifik entalpiye sahiptir.

Enerji taşıyıcılarının spesifik entalpileri

Yakıt	Spesifik Entalpi/(MJ kg ⁻¹)
Sıvı H ₂ *	120
H ₂ (200 bar) *	120
Sıvı doğalgaz	50
Doğalgaz (200 bar)	50
Petrol (benzin)	46
Dizel*	45
Kömür	30
Etanol*	27
Metanol	20
Odun*	15
Lityum Pil*	2.0

* Yenilenebilir kaynaklardan kolayca türetilen veya yeniden şarj edilen enerji taşıyıcılarını ifade eder.

Ana kullanım alanları [14].



Sektör	Alt Sektör	Kullanım Alanı
Endüstriyel Üretim	Amonyak Çimento Demir Kimyasallar Metanol Rafineri Diğer Endüstri*	Amonyak üretiminde hammadde Kalorifik değeri artırmak için yakıt takviyesi Yüksek fırınlarda yakıtı veya indirgeyici madde Hammadde veya buhar kraking için yakıt Metanol üretiminde hammadde Hidrokraking ve hidrojenlenmede hammadde Doğrudan elektrik kullanımı
Mobilite ve Ulaşım	Araç Havacılık Karayolu Taşımacılığı Deniz Taşımacılığı Trenler	Elektrik kullanımı Sürdürülebilir havacılık yakıtı (SAF) üretiminde hammadde veya direkt kullanım Ağır hizmet taşımacılığında yakıt H2, amonyak ve metanol formunda yakıt Uzun yol taşımacılığında dizel motorlu trenlerin yerini alacak yakıt
Yapı- İnşaat	Konutlar Ticari Binalar	Yapı ısıtma alternatifi

“
H₂ yakıtlar arasında en yüksek spesifik entalpiye sahiptir.
”

KARBON YAKALAMA VE DEPOLAMA

Karbon yakalama ve depolama teknolojileri, küresel ısınmayla mücadelede kilit rol oynayabilecek olan karbon emisyonlarını azaltmanın bir yoludur. Özellikle enerji ve karbon yoğun sanayilerden yayılan yakıt ve proses kaynaklı CO₂'nin yakalanması ve atmosfere yayılmasını engelleyen, atmosferdeki karbon seviyelerini azaltmaya çalışan teknoloji zincirleridir. Bu teknolojiler, elektrik üretiminde ve çimento üretimi gibi endüstriyel süreçlerde fosil yakıtların yakılmasıyla salınan CO₂'nin %90'ına kadarını yakalayabilmektedir.

İlk büyük ölçekli Karbon yakalama ve depolama projesi, 1996 yılında Norveç'te Sleipner'de faaliyete geçirilmiştir. Şu anda dünya çapında faaliyette olan 18 büyük ölçekli tesis bulunmaktadır ve 5'i de yapım aşamasındadır.

Küresel Karbon Yakalama ve Depolama Enstitüsü'ne (GCCSI) göre, mevcut tesisler yılda yaklaşık 31 milyon ton CO₂ tutma kapasitesine sahiptir.

Birçok bilim adamı ve politika yapıcıya göre, dünyanın sıcaklık artışını Paris Anlaşması'nın hedefi olan 2°C'nin altında sınırlandırmak için bu teknolojilerin önemli olduğunu vurgulamaktadır.

“
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) raporlarında, küresel karbon emisyonu azaltımında 2060 yılına kadar enerji verimliliğinin %40, yenilenebilir enerjinin %35, **karbon yakalama ve depolamanın %14, diğer metotların ise %11 oranla etkili olacağı yer almaktadır.**
”

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), bu hedefe ulaşmak için 2025 yılına kadar kapasitede on kat artış gerektiğini belirtmekte ve GCCSI'e göre, dünya çapında 2500 CCS tesisinin 2040 yılına kadar faaliyete geçmesi gerektiğini ve her birinin yaklaşık 1,5 milyonu yakaladığını tahmin etmektedir. (Yılda ton CO₂)

Net sıfır emisyon hedefinde özellikle ham madde ve proses kaynaklı CO₂ emisyonuna sebep olan endüstrilerin bu teknolojilerin kullanılması önem arz etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı raporlarında, küresel karbon emisyonu azaltımında 2060 yılına kadar enerji verimliliğinin %40, yenilenebilir enerjinin %35, karbon yakalama ve depolamanın %14, diğer metotların ise %11 oranla etkili olacağı da yer almaktadır.

Eğer dünyada fosil yakıtlar temel bir enerji kaynağı olarak kullanılmaya devam edecekse, karbon tutma teknolojileri hızla geliştirilmeli ve geniş ölçekte uygulanmalıdır. Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde emisyonları %55 oranında azaltma hedefine uygun hale getirmek için 55'e Uyum (Fit for 55) teklif paketi yayımlanmıştır. Bu paket kapsamındaki uygulamalardan biri olan Sınırdaki Karbon Düzenlemesi Mekanizması (SKDM) yürürlüğe girmesi sonrasında karbon yakalama, depolama ve kullanımı teknolojisi özellikle çimento, demir-çelik, alüminyum, gübre ve enerji üretim sektörlerinde kilit konumda olacaktır.

TARIM/GIDA/ORMAN

ÖRNEK TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Tarım sektörü, iklim sorununun önemli bir parçasıdır. Atmosferde biriken sera gazlarından biri olan metan gazının oluşmasında en büyük pay sahibi tarım sektörüdür. Ayrıca metan, düzenli depolama alanlarında depolanan gübre ve organik atıklar sayesinde atmosfere salınmaktadır. Sera gazlarından biri olan azot oksit emisyonları ise, organik ve mineral azotlu gübrelerden dolayı ortaya çıkmaktadır.

Gıda sistemleri; arazi kullanımı değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, tatlı su kaynaklarının tükenmesi, gübre ve uygulamalarından kaynaklanan azot ve fosfor akışı yoluyla su ve kara ekosistemlerinin kirlenmesi gibi birçok iklim değişikliği ve çevresel problemlerin ana kaynaklarındandır. Bununla birlikte, gıda kaybı ve israfının ele alınması, iklim hedeflerine ulaşılmasına ve çevre üzerindeki stresin azaltılmasına yardımcı olmak için kritik bir öneme sahiptir.

Tarım, ormancılık alanları ile gıda sistemleri kıyaslandığında, gıdanın taşınması, endüstriyel faaliyetleri, depolanması ve tüketimi ile ilgili üretim öncesi ve sonrası süreçleri içeren bir sistem olarak aktarılır. Hem mevcut hem de öngörülen gıda sistemi emisyon seviyeleri, Paris Anlaşması hedeflerine ulaşmak için tüm sektörlerde ihtiyaç duyulan hızlı emisyon azaltma ölçeğiyle çalışmaktadır. Fosil yakıt emisyonları hızlı bir şekilde azaltılsa bile gıda sistemi emisyonları, küresel ısınma 2°C altında, hatta mümkünse 1,5°C sınırlandırılması hedefine ulaşılmasını engelleyebilir [3]. Bu nedenle, tehlikeli seviyelerde iklim değişikliği ve diğer çevresel sorunlardan kaçınmak için gıda sistemlerinin dönüştürülmesi zorunludur.

Ormanlar, küresel ısınmanın ana kaynaklarından biri olan atmosferde biriken karbondioksit miktarının, fotosentez yoluyla azaltılmasındaki başlıca aktördür. Doğal olarak ormansızlaşma atmosferdeki karbondioksit miktarının azalmasındaki engellerden biridir. Diğer yandan, arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği ile tarım arazileriyle ilgili topraklardan karbondioksit giderimi kaynaklı emisyonların temelinde de ormansızlaşma yatmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG), 2020 yılına kadar ormansızlaşmayı durdurma hedefini de içermektedir. Orman ekosistemleri küresel karbon döngüsü içerisinde her yıl 2,6 milyar ton CO₂'yi tutması ile iklim değişikliği için temel bir çözüm haline getirmektedir [4].

“
Atmosferde
biriken sera
gazlarından
biri olan
metan gazının
oluşmasında
en büyük pay
sahibi tarım
sektörüdür.
”

Tarımsal (Bitkisel/Hayvansal) Üretimde Sera Gazı Emisyon Azaltım Teknolojileri

- Canlı Hayvanlardan Metan Yakalama
- Metan İnhibitörü Hayvan Yemi Katkıları

- Uydu ve Hava Araçları ile Uzaktan Algılama
- Gübre Uygulamalarının Kontrolü
- Bitki Korumada Algılama ve Bilgi Yönetimi
- Bitki Korumada İlaç Uygulama Teknikleri

Akıllı ve Hassas Tarım Teknolojileri

Kapalı Alan/Dikey Tarım Teknolojileri

- Aeroponik Tarım Teknolojileri
- Akuaponik Tarım Teknolojileri
- Hidroponik Tarım Teknolojileri

Alternatif Proteinlerin Üretim Teknolojileri

- Sentetik Et
- Bitki Bazlı Proteinler
- Algler

Bitkisel Tarım Atıkları, Gıda Atıkları ve Biyokütle Kaynaklarının Değerlendirme Teknolojileri

- Katma Değeri Yüksek Besinsel Lif Türevlerinin Üretilmesi
- Hayvansal Atıkları Değerlendirme Teknolojileri
- Atıklardan Gübre Üretim Teknolojileri

Gıda Raf Ömrünü Uzatan Teknolojiler

- Kontrollü Atmosfer ve Değiştirilmiş Atmosfer
- Paketleme Teknolojileri
- Biyobozunur Polimer Teknolojileri

Sürdürülebilir Orman Yönetim Teknolojileri

- Dron ile Yeniden Ormanlaştırma/
Ağaçlandırma Teknolojileri

- Tohumların Genetik Modifikasyonu
- Transgenik Genetik Mühendislik ile Hayvan Üretimi

Biyoteknoloji ve Moleküler Genetik Temelli Bitki/ Hayvancılık Teknolojileri

Yapı-inşaat sektöründen kaynaklı oluşan doğrudan emisyonlar, endüstriyel üretim ve ulaşım sektörüne kıyasla nispeten daha azdır. Sektörde doğrudan salınan emisyonlar yıllara göre sabit kalırken, dolaylı salınan emisyonların (elektrik ve ısı tüketiminden kaynaklı) 1990'dan bu yana neredeyse iki katına çıktığı görülmüştür [1]. Yapı-inşaat sektöründe dekarbonizasyon süreci, Paris Anlaşması ve Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SDG'ler) ulaşmak için kritik öneme sahiptir. Çünkü enerji ve üretim kaynaklı oluşan emisyonların yaklaşık %40'ı yapı-inşaat sektörü kaynaklıdır. Yapı-inşaat sektöründe gerçekleştirilecek performans iyileştirmeleri ve yeni teknolojilerin kullanımı, özellikle binalarda ısıtma ve soğutma sistemlerindeki çalışmalar, Uluslararası Enerji Ajansı'nın Net Sıfır Senaryosu kilometre taşlarının doğru yolda ilerlemesi için kritik öneme sahiptir. Yapı-inşaat sektöründeki emisyonları azaltmak için iki ana konuya odaklanmak gerekmektedir: Enerji kullanımının emisyon yoğunluğu ve yapıdan kaynaklı gömülü emisyonlar azaltılmalıdır [2]. Bu kapsamda, sektöre bakıldığında öncelikli eylem planları arasında; inşaat operasyonları, mevcut bina güçlendirmeleri, yeni nesil malzemeler, kentsel planlama, yeni binalar ve sistemler, dayanıklılık ve temiz enerji yer almaktadır. Yapı-inşaat sektöründeki emisyon miktarında ve enerji kullanımındaki küresel artışın yanı sıra, yeni ve mevcut politikalarda sınırlı ilerlemeden dolayı, emisyonları azaltmak ve düşük karbonlu, sürdürülebilir yapı bir çevre sağlamak için daha fazla eyleme ihtiyaç duyulmaktadır.

“Yapı-inşaat sektöründe dekarbonizasyon süreci, Paris Anlaşması ve Birleşmiş Milletler (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SDG'ler) ulaşmak için kritik öneme sahiptir.”

Bina Otomasyon ve Kontrol Teknolojileri

- Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) Teknolojileri
- Su Tüketimini, Kayıp ve Kaçakları Azaltma, İzleme ve Yönetme Teknolojileri
- Tesisi Uzaktan İzleme ve Kontrol Teknolojileri
- Hava Kalitesi Kontrol ve Düzenlenme Teknolojileri

- Biyobozunur Malzeme Teknolojileri
- İleri ve Yenilikçi Polimerler
- Optik ve Opto Elektronik Malzemeler
- Akıllı Kaplama Teknolojileri
- Faz Değiştiren Malzemeler

İleri Fonksiyonel Yüzey ve Kaplama Teknolojileri

Yeni Nesil Akıllı Aydınlatma Teknolojileri

- Yeni Nesil LED Teknolojileri
- OLED Teknolojileri

Akıllı Şehir/Yol/ Bina Teknolojileri

- Net Sıfır Binalar
- Akıllı Camlar
- Yeşil Çatılar

Yüksek Verimlilikli Isı Pompaları

KAYNAKLAR

- 1) Environment, U. (2022, October 27). Emissions Gap Report 2022. UNEP - UN Environment Programme. Retrieved February 3, 2023
- 2) Boehm, S., Jeffery, L., Levin, K., Hecke, J., Schumer, C., Fyson, C., ... & Geiges, A. (2022). State of Climate Action 2022.
- 3) Clark MA, Domingo NGG, Colgan K, Thakrar SK, Tilman D, Lynch J, Azevedo IL, Hill JD. Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. Science. 2020 Nov 6;370(6517):705-708. doi: 10.1126/science.aba7357. PMID: 33154139.
- 4) International Union for the Conservation of Nature (IUCN). (2021, February). FORESTS AND CLIMATE CHANGE.
- 5) 2019 Global Status Report for Buildings and Construction
- 6) United Nations. (n.d.). Transport transformation critical to address climate change and universal access to safe, affordable, resilient mobility: UN Report.
- 7) Climate Change Impacts on Transportation | US EPA. (2022, October 20). US EPA. Retrieved February 3, 2023
- 8) Transport – Topics - IEA. (n.d.). Transport – Topics - IEA. Retrieved February 3, 2023
- 9) Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - “CO₂ and Greenhouse Gas Emissions”. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: ‘https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions’ [Online Resource]
- 10) Ge, M., Friedrich, J., & Vigna, L. (4). 4 charts explain greenhouse gas emissions by countries and sectors.
- 11) Food, agriculture, and land use @projectdrawdown. Project Drawdown. (2022, June 15). Retrieved January 09, 2023, from <https://drawdown.org/sectors/food-agriculture-land-use>
- 12) European Commission, “The European Green Deal”, COM(2019) 640 Final, 11.12.2019.
- 13) European Comission, “A New Circular Economy Action Plan For A Cleaner And More Competitive Europe”, COM(2020), 98 Final, 11.3.2020. Going Climate-Neutral by 2050, EU Publications, Publications Office of European Union, 2019.
- 14) Atkins, P., & Overton, T. (2010). Shriver and Atkins’ inorganic chemistry. Oxford University Press, USA.
- 15) PricewaterhouseCoopers. (n.d.). State of Climate Tech 2021. PwC. Retrieved November 30, 2022, from <https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/publications/state-of-climate-tech.html>
- 16) Andrew, R. M. (2018). Global CO2 emissions from cement production. Earth System Science Data, 10 pp. 195-217.
- 17) The potential impacts of dietary plant natural products on the sustainable mitigation of methane emission from livestock farming, Journal of Cleaner Production, Volume 213, 10 March 2019, Pages 915-925
- 18) Azevedo, M., Moore, A., Heuvel, C. V. den, & Hoey, M. V. (2022, November 30). Capturing the green-premium value from sustainable materials. McKinsey & Company. Retrieved December 14, 2022, from <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/capturing-the-green-premium-value-from-sustainable-materials>
- 19) Grand Challenges | Breakthrough Energy. (n.d.-b). <https://breakthroughenergy.org/our-approach/grand-challenges/>



TTGV İKLİM ÖNCÜSÜ

İklim Lab



ttgv.org.tr

TTGV Merkez

Cyberpark B Blok Kat: 5-6, Bilkent
Ankara
0312 265 02 72

TTGV İstanbul Temsilciliği

İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Arı Teknokent
Arı II Binası Koruyolu A Blok Kat:7
Maslak-Sarıyer
0212 276 75 60

İletişim için:

iklimlab@ttgv.org.tr



#TeknolojiÜretenTürkiye
#İklimÖncüsü

İklim Lab bir  programıdır.