

BETON YOLLARIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE ÖNEMİ

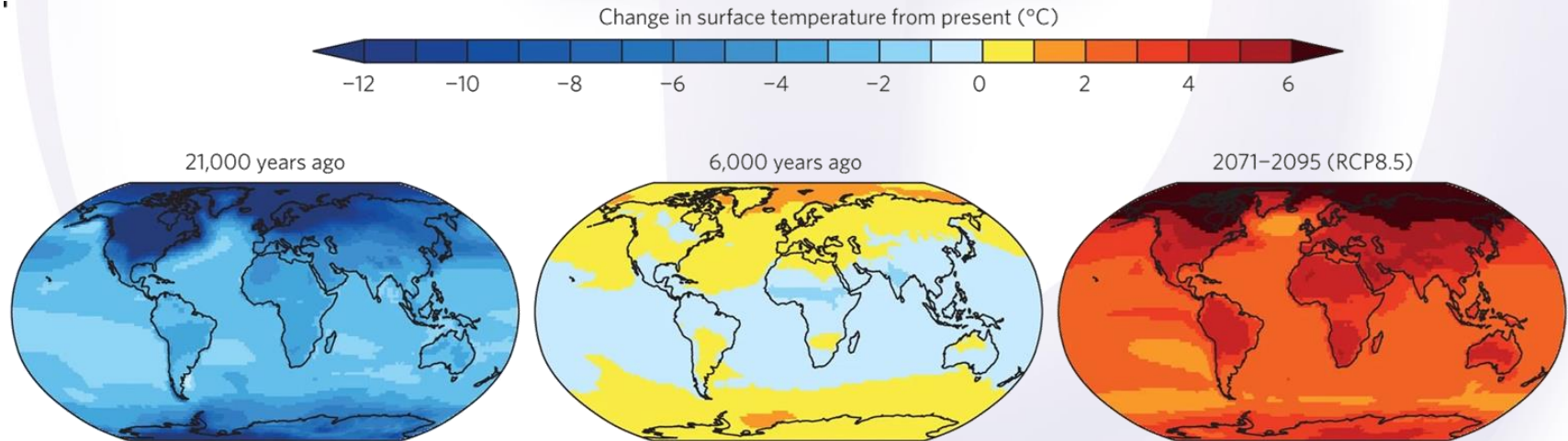


TÜRKÇİMENTO

İklim Değişikliği

“İklim Değişikliği” günümüzde en çok konuşulan ve tartışılan çevre sorunlarından biridir.

- Değişen sıcaklık ve yağış rejimi
- Okyanus sıcaklıklarında artışlar
- Deniz seviyesinde ve asitlikteki artışlar
- Buzulların ve deniz buzunun erimesi
- Aşırı hava olayları

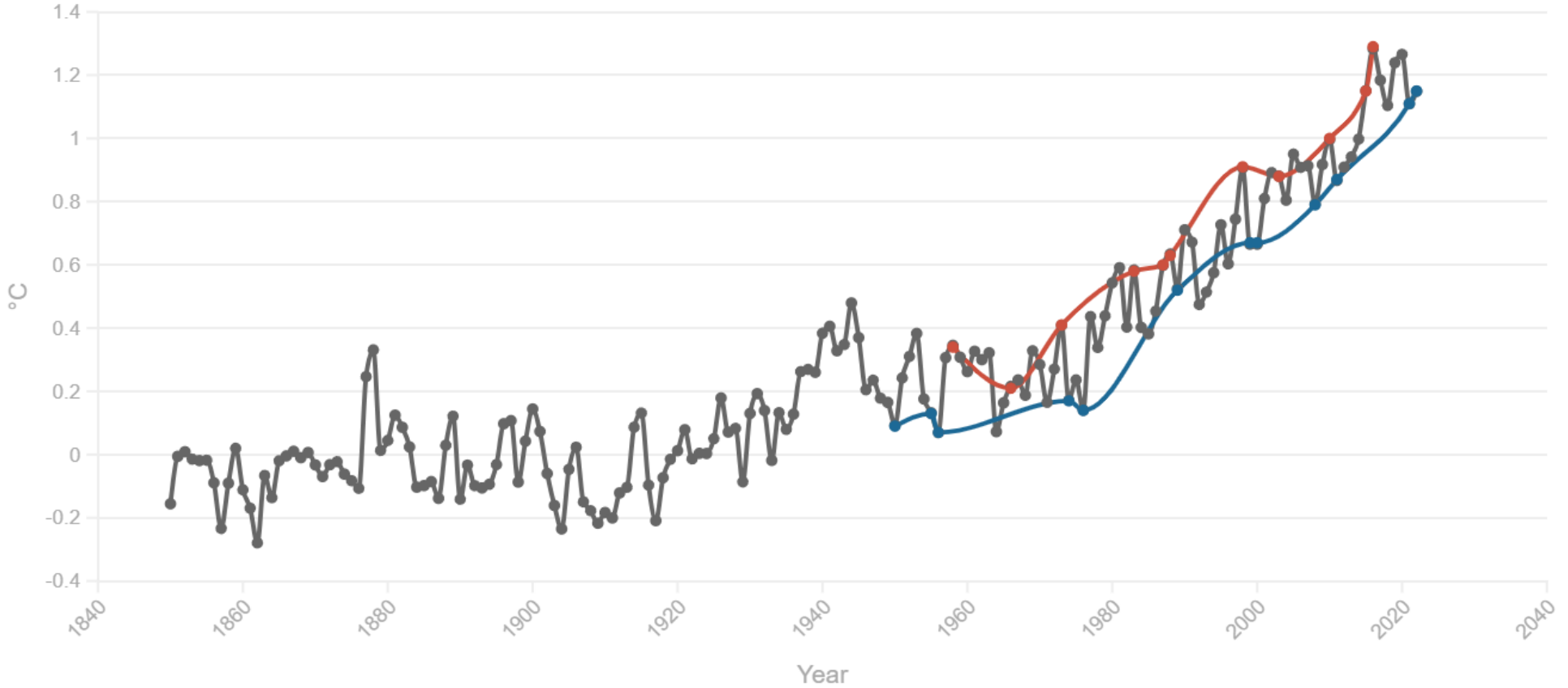


İklim Değişikliği

Küresel sıcaklık artışı

2022 yılında Dünyamız, sanayileşme öncesi (1850-1900) ortalamadan **1,15 $\pm$ 0.13 $^{\circ}\text{C}$** daha sıcaktı. **Son 8 yıl en sıcak yıllar olarak kayda geçti.**

■ WMO Combined Dataset ■ El Niño Year ■ La Niña Year



Kaynak: <https://storymaps.arcgis.com/stories/6d9fcb0709f64904aee371eac09afbdf>



İklim Değişikliği

Ülkemizde sıcaklık değişimi



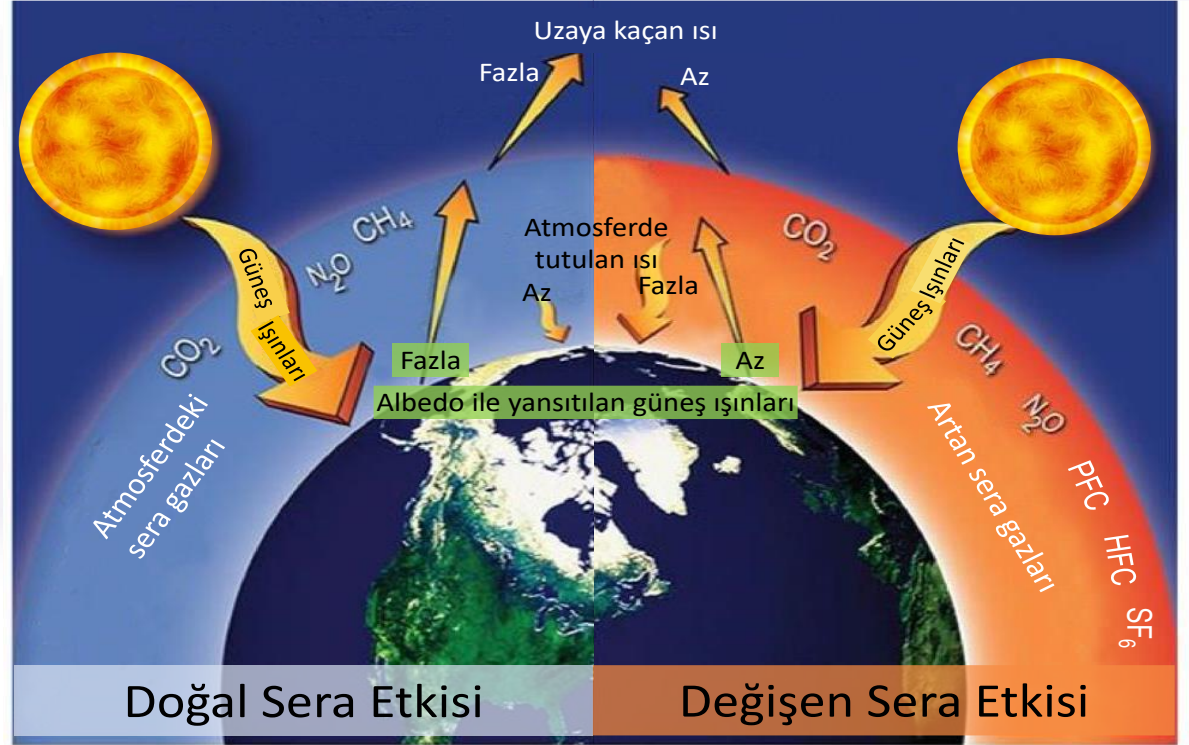
Kaynak: MGM – Türkiye Ortalama Sıcaklık



İklim Değişikliği

Günümüzde yaşanan **iklim değişikliğinin temel parametreleri** olarak iklim sisteminin güç kaynağı olan güneş ışınları ve atmosferde bulunan **sera gazları** arasındaki etkileşim sayılabilir.

- **Sürdürülemez endüstriyel gelişim**
- **Sürdürülemez enerji tüketimi**
- **Sürdürülemez arazi kullanımı**
- **Sürdürülemez yaşam tarzları**



İklim Değişikliği - Sera Gazları

Endüstriyel gelişim, arazi
kullanımı, yaşam tarzları
vs.
25%

Sürdürülemez enerji
tüketimi
75%

Kaynak: World Resources Institute (WRI)

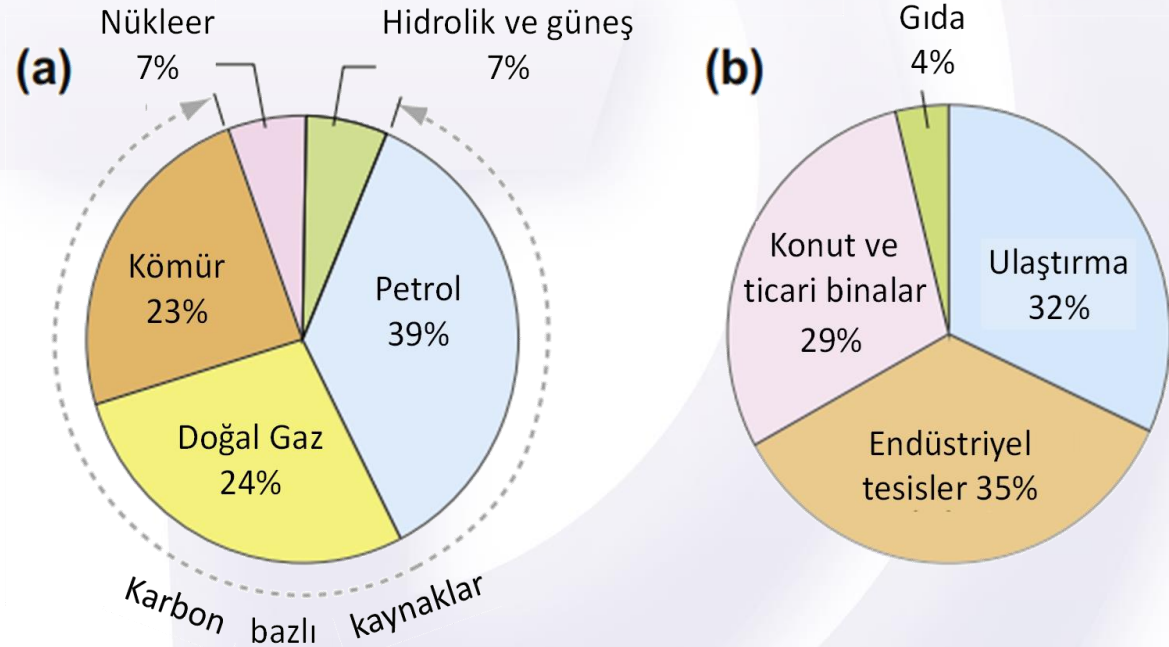


İklim Değişikliği-Sürdürülemez Enerji Tüketimi

Dünya'daki üretilen toplam enerjinin üç büyük sektör tarafından tüketildiği bilinmektedir

- Endüstriyel üretim (%35)
- Ulaştırma (%32)
- Binalar (%29)

Dünya Enerji Üretimi (a) ve Tüketiminin (b) Dağılımı



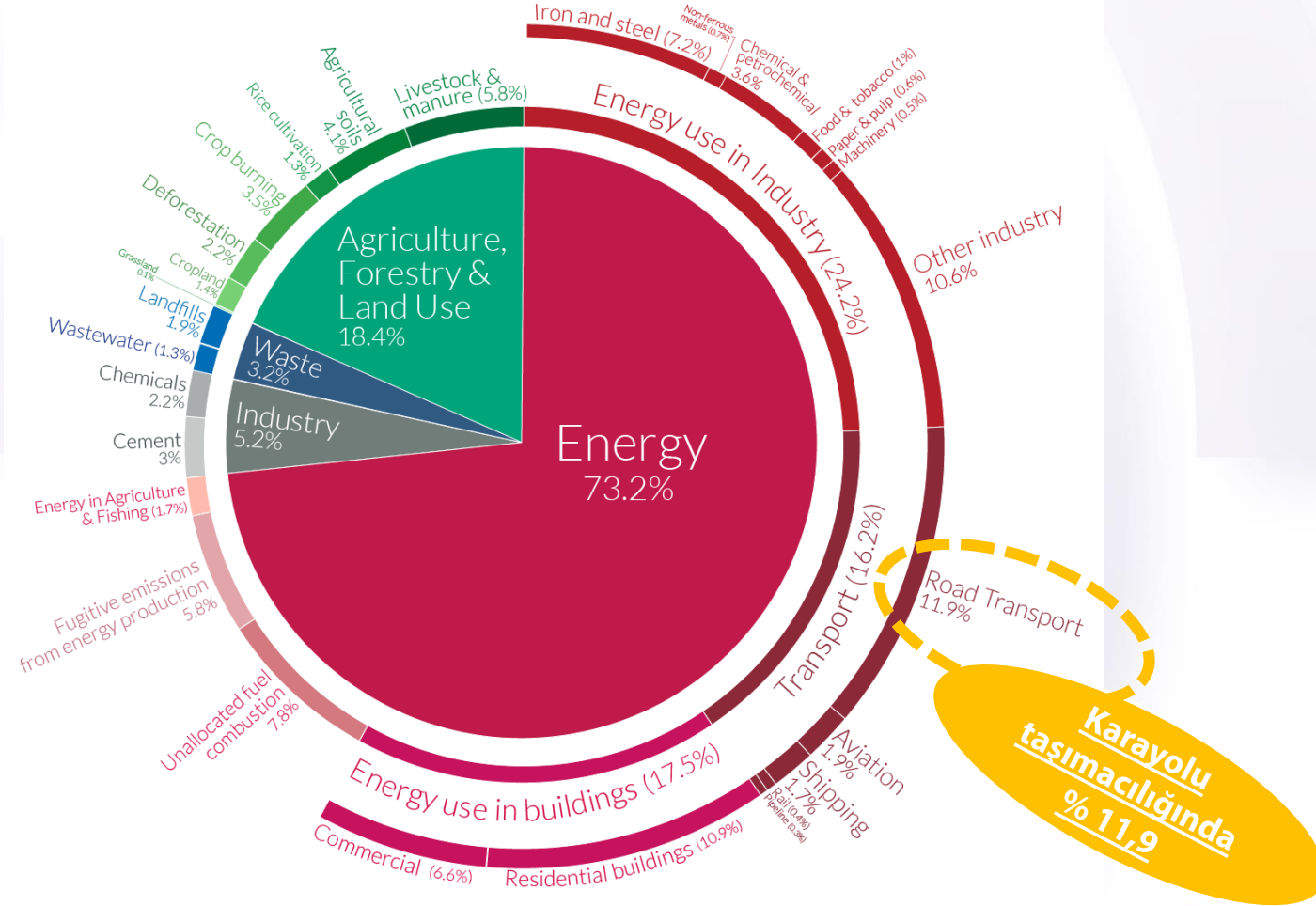
İklim Değişikliği-Sürdürülemez Enerji Tüketimi

İklim İzleme ve Dünya Kaynakları Enstitüsü tarafından yayınlanan bir rapora göre, küresel sera gazı emisyonlarının dörtte üçü enerji kullanımından kaynaklanırken, her türlü **karayolu taşımacılığında benzin ve dizel yakıt kullanılması**ndan kaynaklanan emisyonların % 11,9 olduğu tespit edilmiştir

Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.

Our World
in Data



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).



Karayolu Taşımacılığı Yol Üstyapı Tipleri

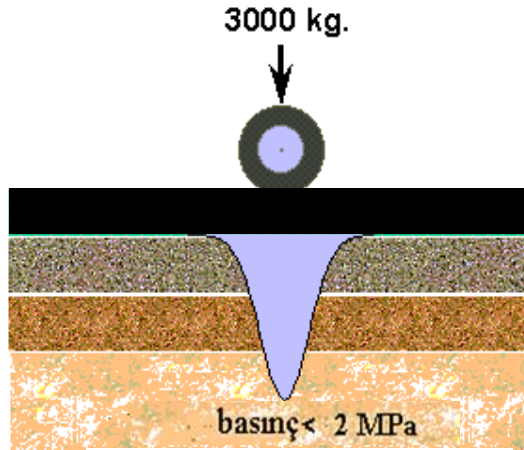


Bitüm

**Ham Petrol Atığı
Yanürün**

Çimento

**Kalker/Kil
Sınai Ürün**



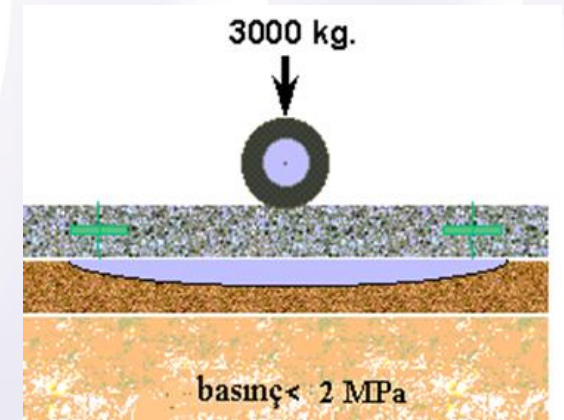
Esnek Kaplama

YAPISAL

Çok katmanlı / Az katmanlı

MALZEME

**%95 Agrega / %80 Agrega
Bitüm / Çimento**



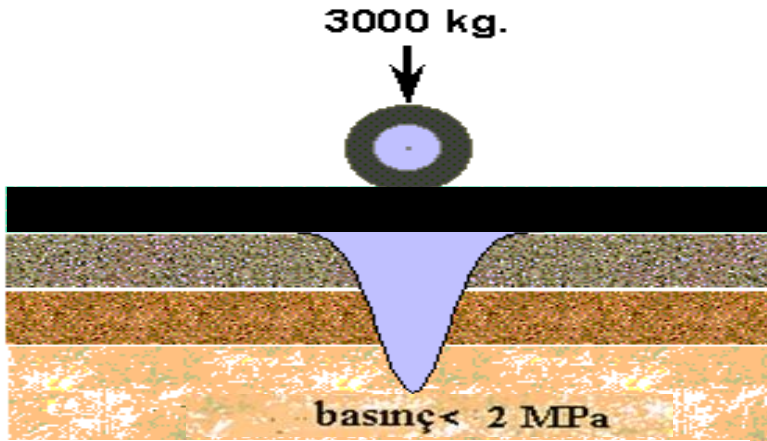
Rijit Kaplama



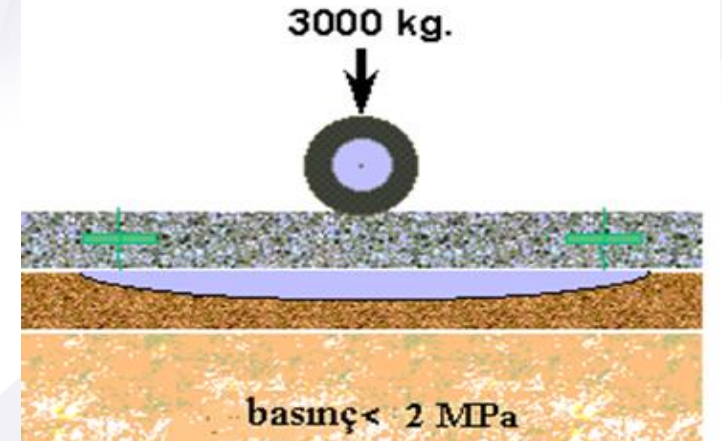
Karayolu Taşımacılığı Yol Üstyapı Tipleri



Kompozit Kaplama



Esnek Kaplama



Rijit Kaplama



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli

İklim Değişikliği - Beton Yollar

- ✓ **Düşük Bakım Onarım İhtiyacı**
- ✓ **Yeniden Karbonatlaşma ve Geri Dönüşüm**
- ✓ **Yol-Araç Etkileşimi ve Yakıt Tüketimi**
- ✓ **Serin Yollar (Kentsel Isı Adası Etkisi ve Albedo)**
- ✓ **Afetlere Karşı Dirençlilik**
- ✓ **Su Döngüsünü Koruma**



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Düşük Bakım Onarım

Beton yolların uzun ömürlü ve dayanıklı oldukları, bu nedenle bakım ve onarım ihtiyacının az olması bilinmektedir. Bu özellikleri sayesinde yol yönetim kaynakları verimli kullanılmaktadır.

Bakım/onarım faaliyetleri nedeniyle trafiğin kesilmemesi ve bu sayede trafik sıkışıklığına meydan verilmemesi gibi gerçekler nedeniyle de dolaylı olarak çevresel faydalar sağlamaktadır.



1891 yılında Bellefontaine/Ohio' da inşa edilen, **Court Avenue** yolu **133 Yıldır** hizmet veriyor.

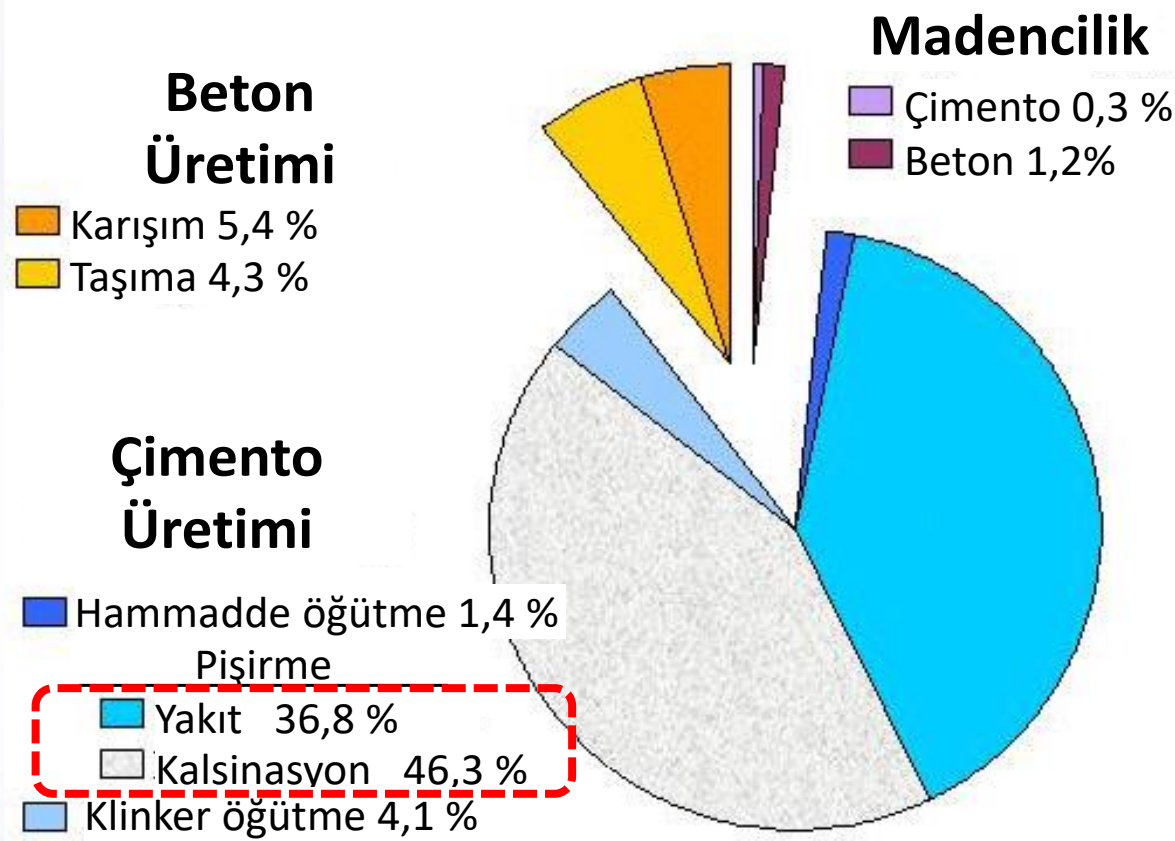


İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Düşük Bakım Onarım

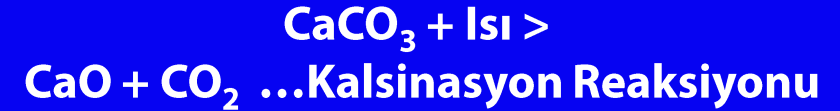


1953 yılında yapılan, **Sinop NATO Radar Üssü Beton Yolu, 71 Yıldır** kullanılmaya devam ediyor.

İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yeniden Karbonatlaşma



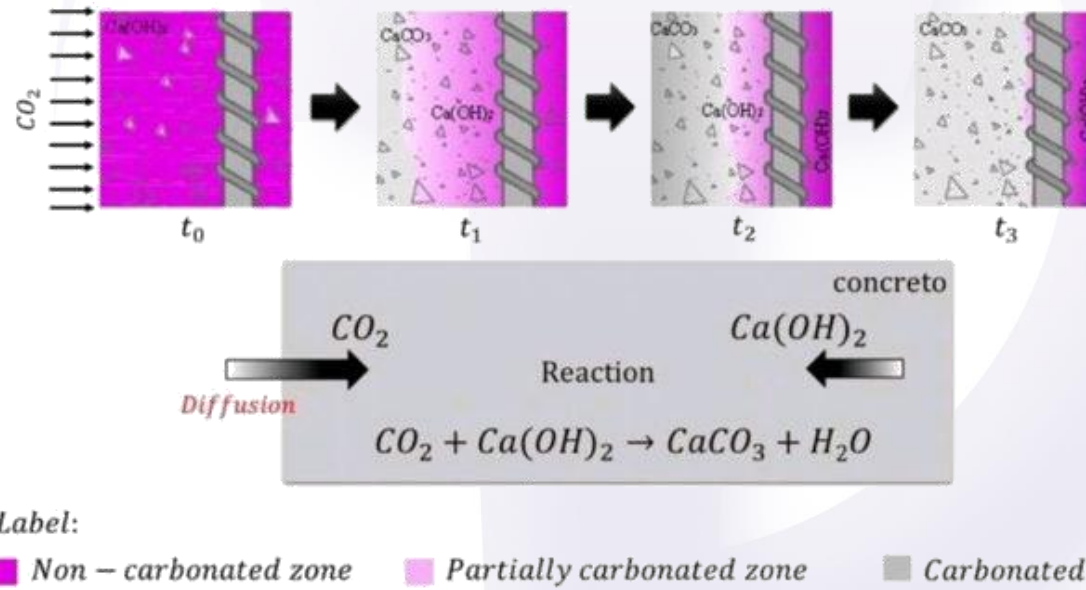
Betondaki CO₂ kaynakları



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yeniden Karbonatlaşma

Çimento üretimi esnasında karbon emisyonuna yol açan kalsinasyon reaksiyonu betonun üretiminden itibaren doğal olarak tersine döner.

Beton, yeniden karbonatlaşma ile CO_2 'yi atmosferden yeniden emmeye başlar. İçeriğinde bulunan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CO_2 ile birleşerek CaCO_3 oluşturur.

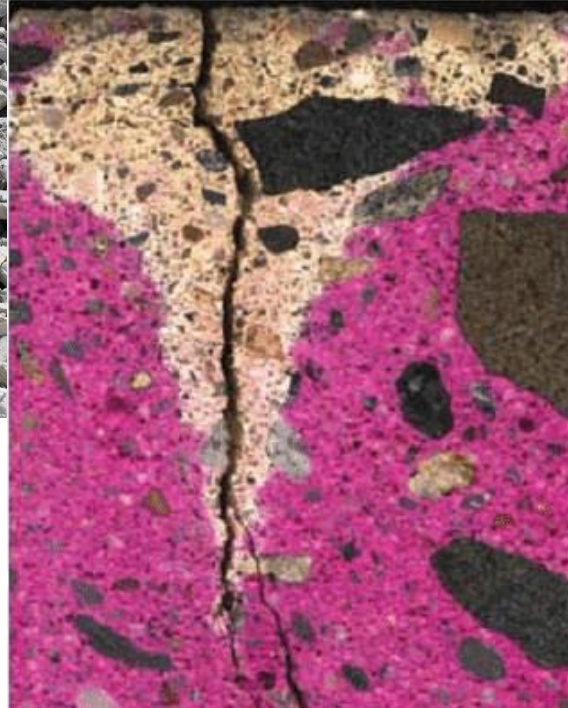


İklim Değişikliği İle M¼cadelede Beton Yolların Potansiyeli - Yeniden Karbonatlaşma

Geridönüşüm ile karbonatlaşma çok hızlanır

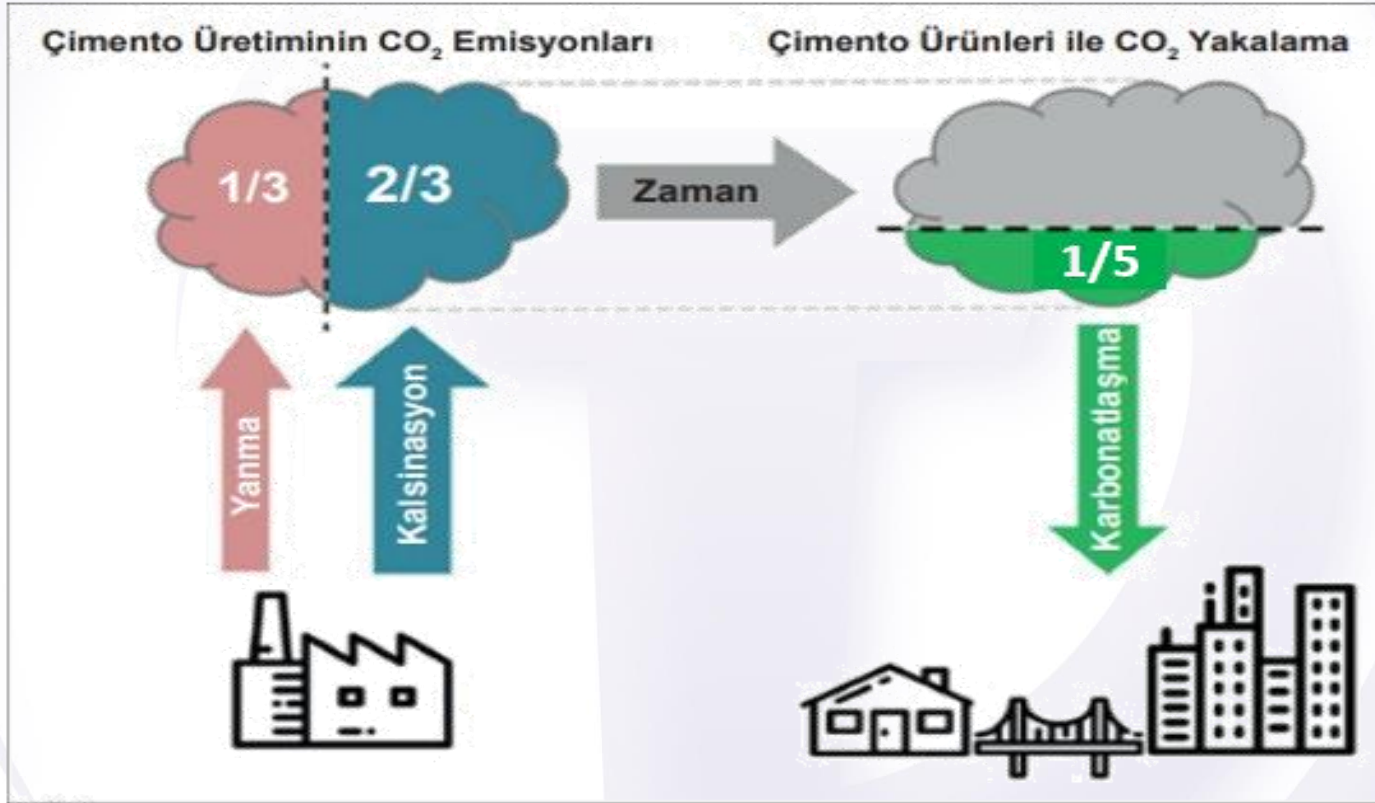


Çatlaklarla
karbonatlaşma
hızlanır



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli - Yeniden Karbonatlaşma

Çimento Ürünleri ile CO₂ Yakalama



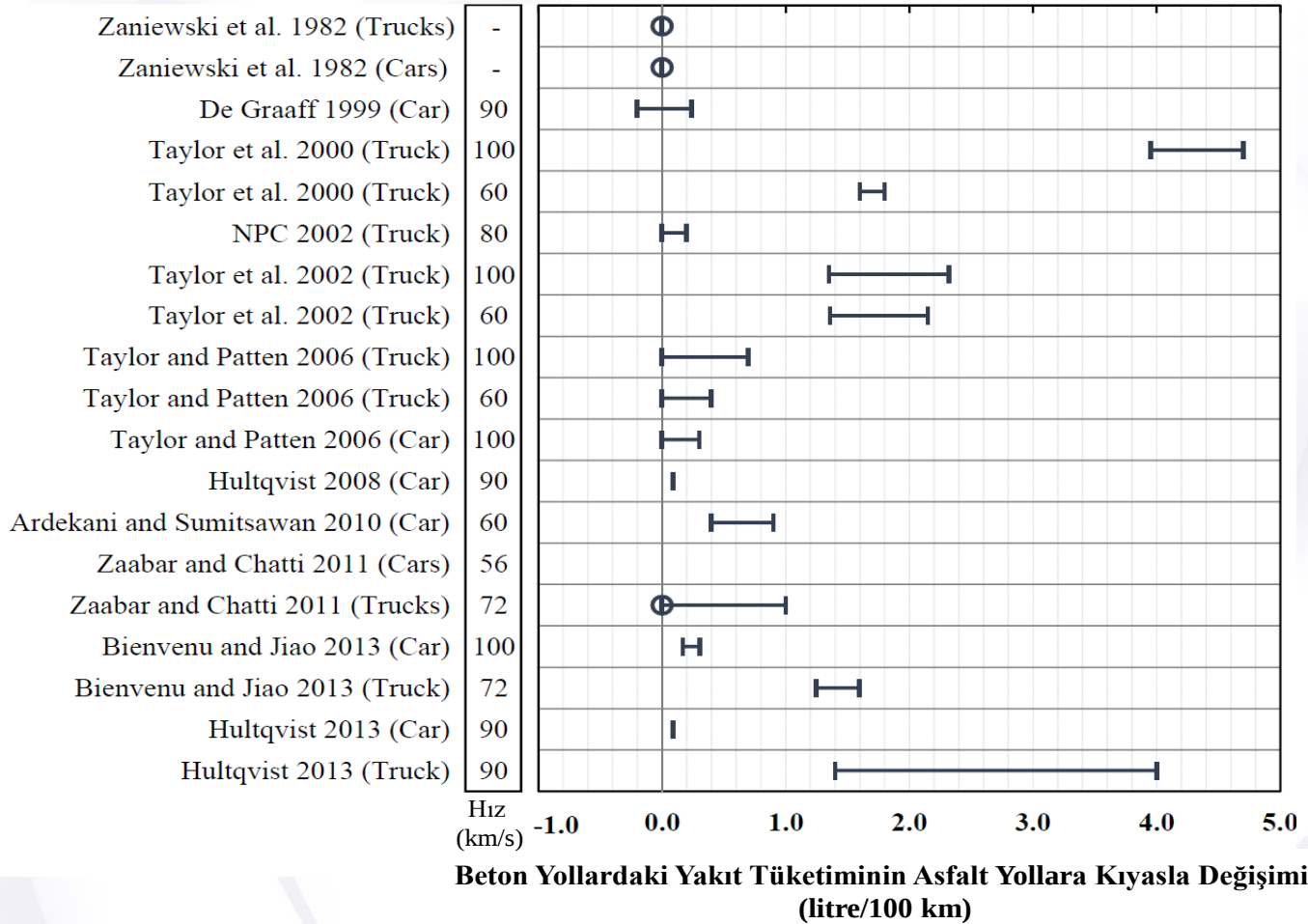
Kaynak: CEMBUREAU, (2019). The View of Cement Sector: Recarbonation - How Concrete Locks Up and Stores Carbon Dioxide Permanently



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli - Yeniden Karbonatlaşma



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yakıt Tüketimi



Ana Bulgular:

- Asfalt yollarda, betona kıyasla yakıt tüketimi genelde fazla,
- Araç hızı, ağırlığı ve ortam sıcaklığı oldukça etkili.

Mack, J., Akbarian, M., Ulm, F., and Louhghalam, A. (2018). Overview of pavement vehicle interaction research at the MIT concrete sustainability hub, Proceedings of the 13th International Symposium on Concrete Roads, Berlin Germany



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yakıt Tüketimi



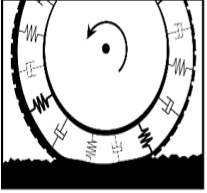
Kuma kıyasla, sert ve düz bir yüzeyde

- **yürümek %40-%100,**
- **koşmak ise %15 - %40 arasında daha fazla enerji gerektirir.**

Kaynak: Zamparo, P., Perini, R., Orizio, C., Sacher, M., and Ferretti, G. (1992). The energy cost of walking or running on sand. European journal of applied physiology and occupational physiology.

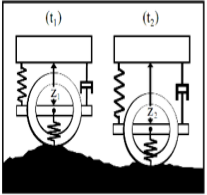


İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yakıt Tüketimi



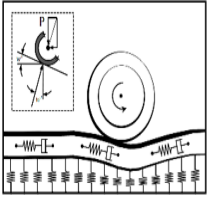
Üstyapı Dokusu:

- Üstyapının mikrodokusu tekerleği tutarak sürtünmeyi dolayısıyla güvenliğini artırır, ancak yakıt tüketimini artırır
- Lastik endüstrisinin ilgi alanında. Lastik – üstyapı temas alanı güvenlik için önemli



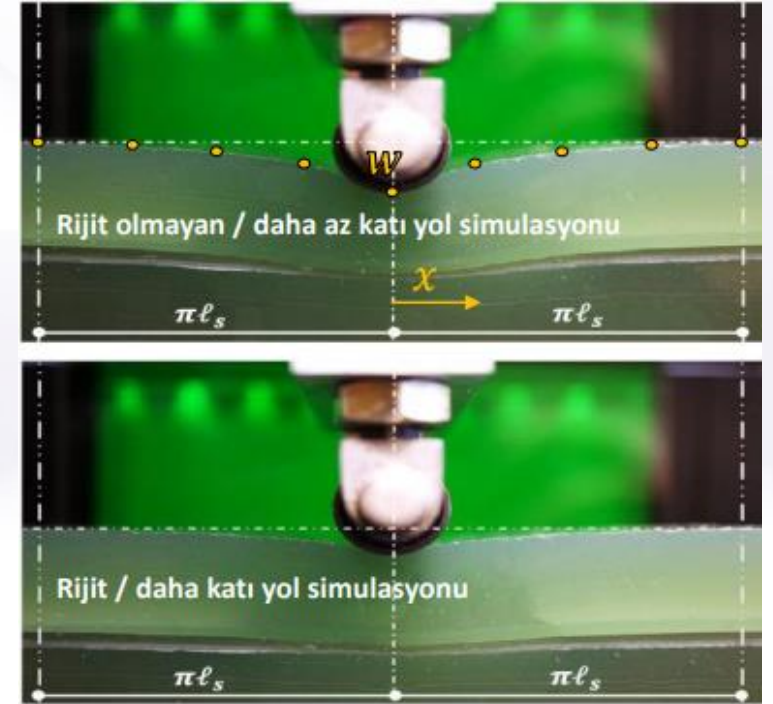
Düzgünsüzlük:

- Yüksek düzgünsüzlük araçları zıplatıyor, ve yakıt tüketimini artırıyor (otomobil için önemli)
- Mutlak değer = Araçtan araca değişiyor
- Malzemeye bağlı olarak zamanla değişiyor / gelişiyor

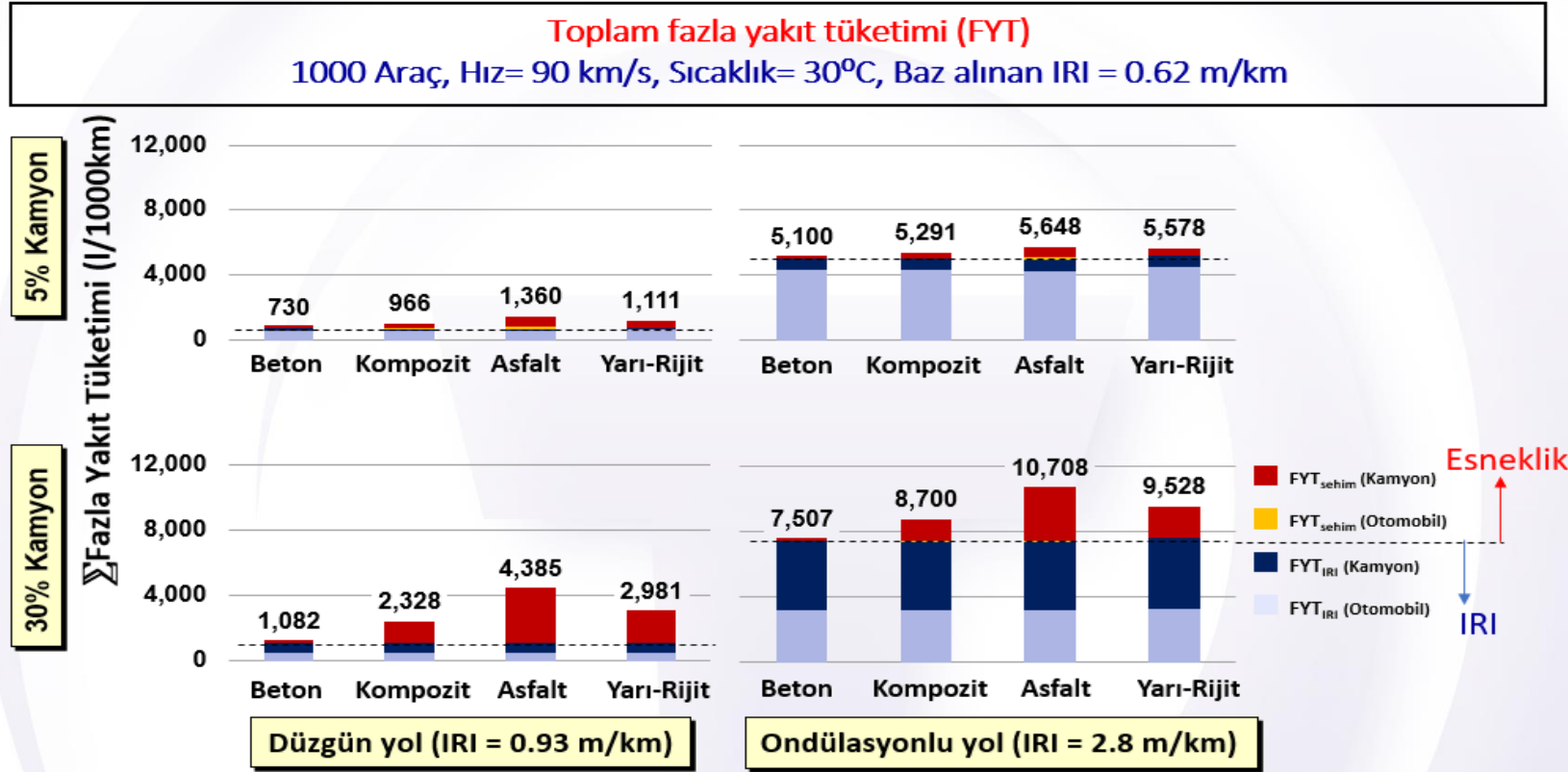


Esneме/çökme kaynaklı etkileşim:

- Araç kaplamayı esnetiyor ve esnek kaplamada araç hep yokuş yukarı çıkıyor (yakıt artışı)
- Kaplama tasarım parametreleri önemli (malzeme, rijitlik ve kalınlık)
- Özellikle şehirlerarası yollarda hız ve sıcaklığa bağlı



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yakıt Tüketimi



Farklı Ondülasyon Seviyeleri, Kamyon Trafik Yükleri ve Yol Üstyapıları için Hesaplanan Fazla Yakıt Tüketimi



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Yakıt Tüketimi

Yakıt Tüketimi ve Yol Üstyapısı Üzerine Yapılan Deneysel Çalışmalar

Araştırmayı Yapan Kurum	Asfalt Bir Yola Kıyasla Beton Bir Yolda Sağlanan Yakıt Tüketimi Farkı
Florida Uluslararası Üniversitesi	%2,2 - %4,0
Kanada Ulusal Yol Araştırma Konseyi	%0,8 - %3,9
İsveç Ulusal Yol ve Ulaşım Enstitüsü	%6,7

Beton yollar ortalama ağır taşıt başına her 100 km’de 0,45 litre yakıt tasarrufu ve buna bağlı 1,2 kg CO₂ azaltımıyla dolaylı çevresel faydalar sağlar.



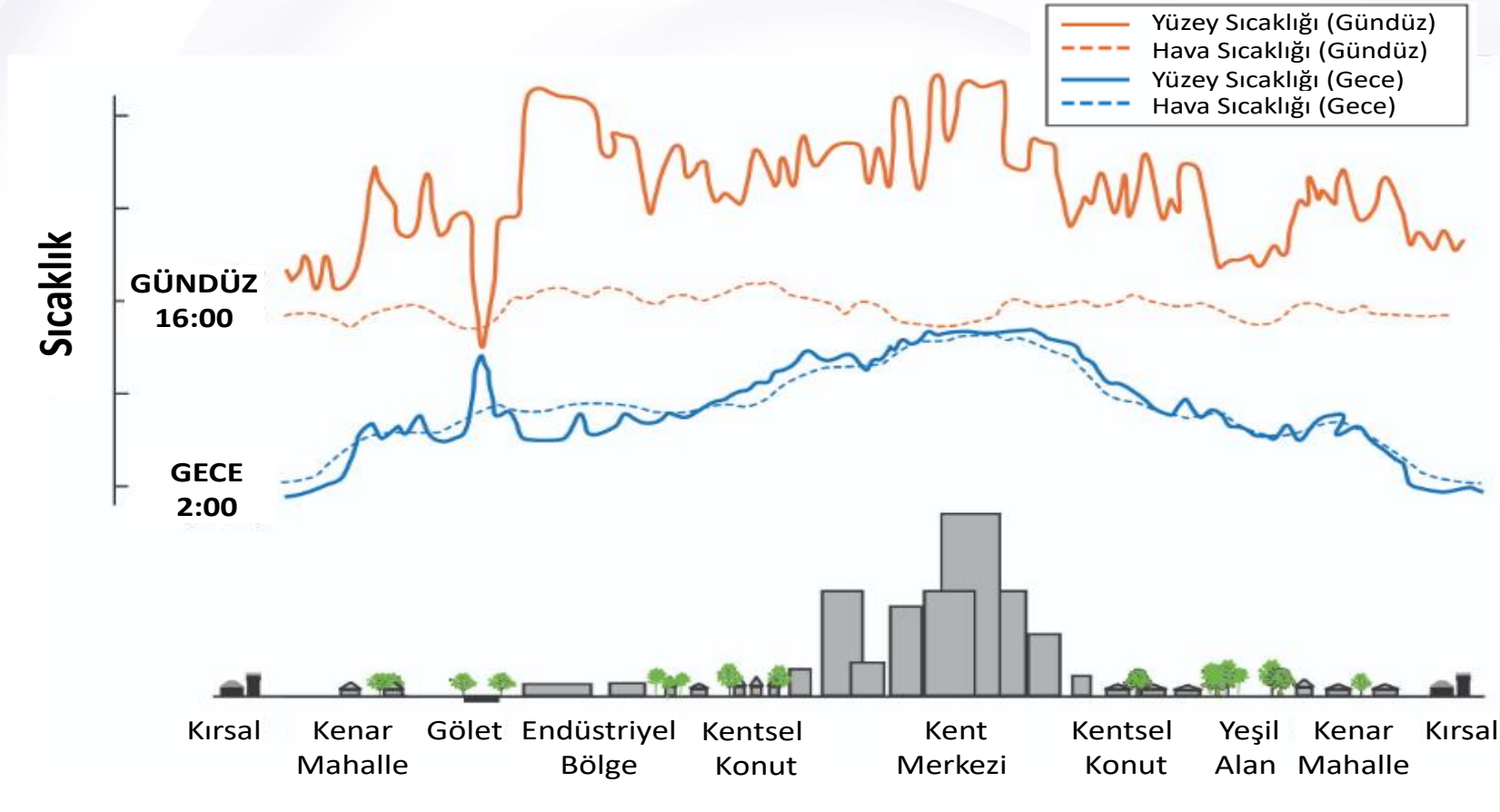
İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Serin Yollar

Sera Gazları Etkisi



- Küresel ısınmanın bir nedeni, Dünya'ya gelen güneş ışınlarının terk edenden daha fazla olması (ışınımsal yük)
- Bu ışımsal yük iki farklı mekanizmayı etkileyerek değiştirilebilir:
 1. Sera gazları (GHGs) – geri dönen ışınları Dünya'ya hapseder
 2. Yüzey yansıtıcılığı (albedo) – yüzeyden yansıtılan güneş ışınlarını belirler

İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Serin Yollar



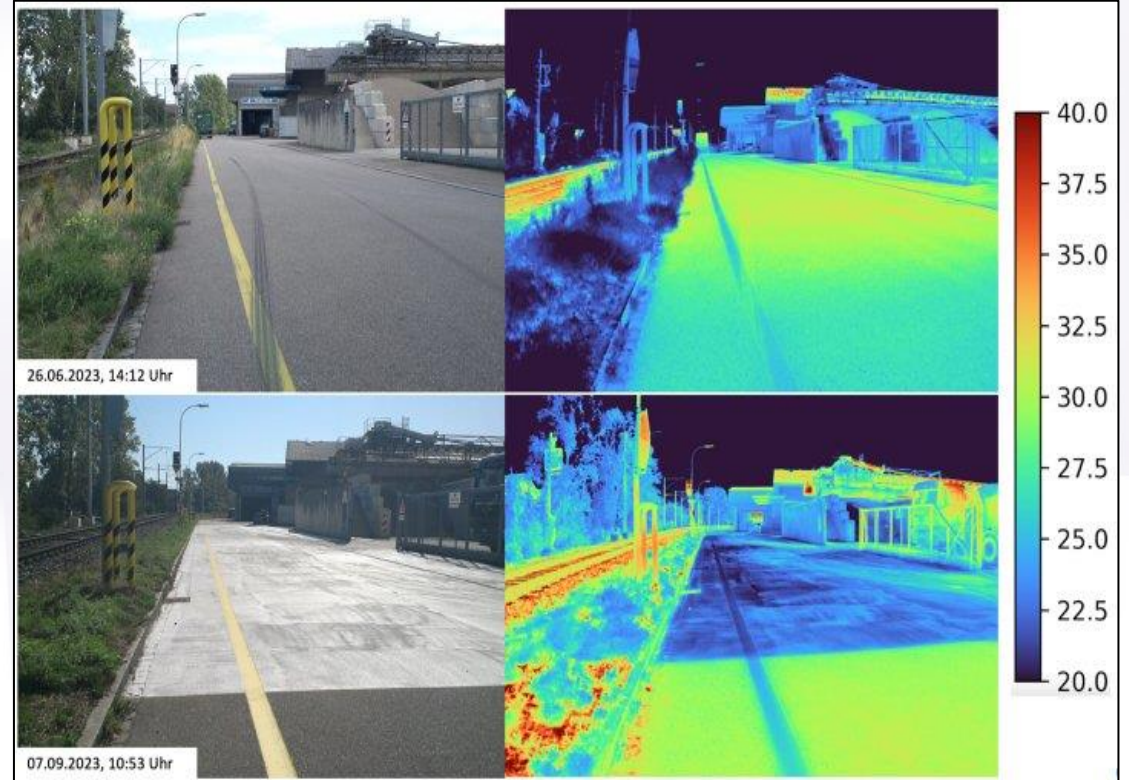
Mack, J., Dean, G., and Wathne, L. (2022). Improving Pavement Resiliency to Flooding: A Case for Concrete Pavements, 2. Beton Yollar Kongre ve Sergisi, Ankara, Türkiye



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Serin Yollar

Güneş ışınlarının bir yüzeyden yansıma oranına albedo adı verilmektedir. Daha düşük albedoya sahip koyu yüzeyler daha fazla radyasyon emer ve genellikle ortam sıcaklığını artırırken, daha yüksek albedoya sahip daha açık renkli yüzeyler ise tam tersini yaparlar.

Yollar, kentsel alanın yaklaşık %40'ını oluşturdıkları için, iklim değişikliğini ve kentsel ısı adalarını azaltmak için önemli bir potansiyele sahiptir.



Mack, J., Dean, G., and Wathne, L. (2022). Improving Pavement Resiliency to Flooding: A Case for Concrete Pavements, 2. Beton Yollar Kongre ve Sergisi, Ankara, Türkiye

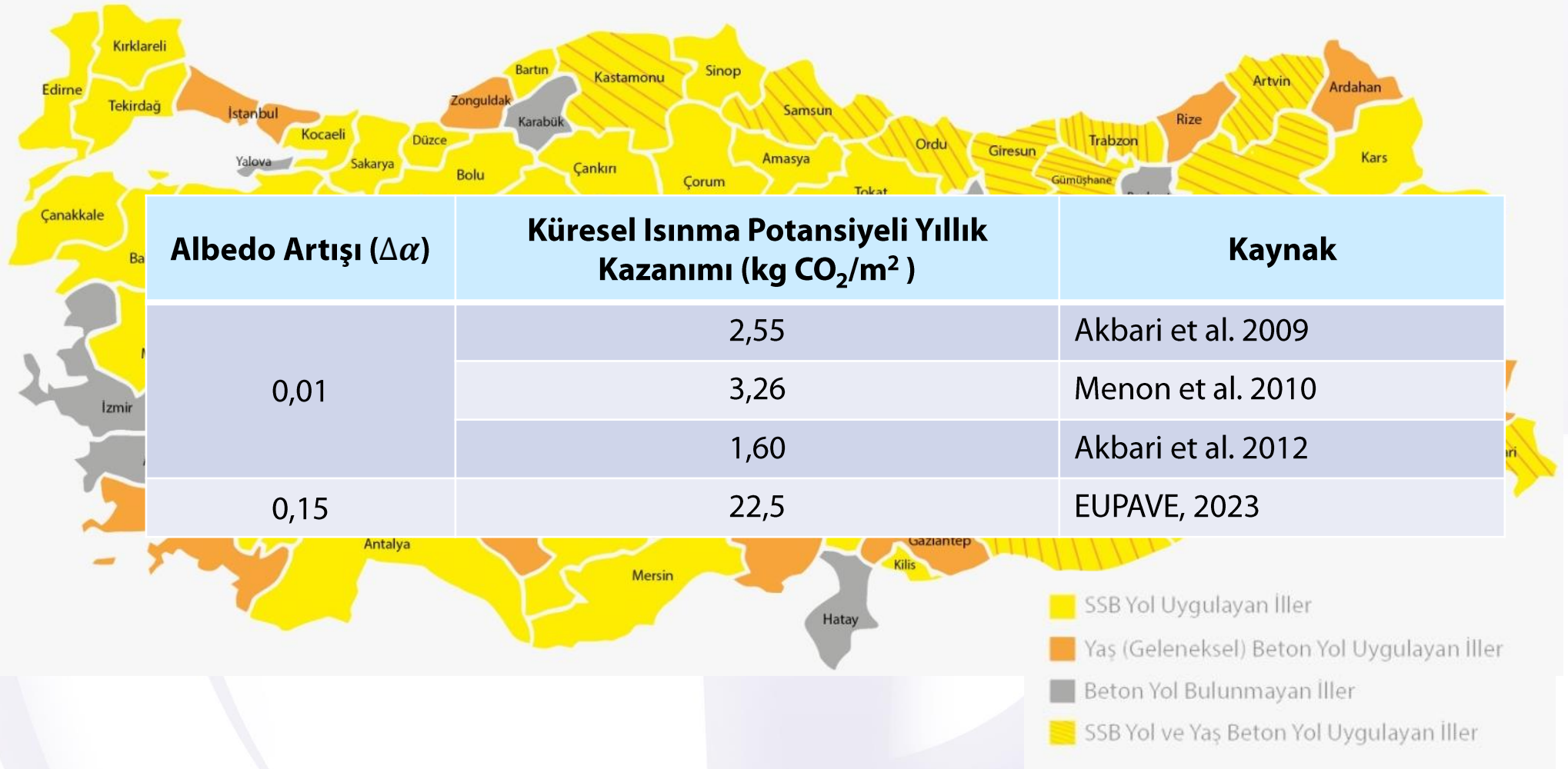


İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Serin Yollar

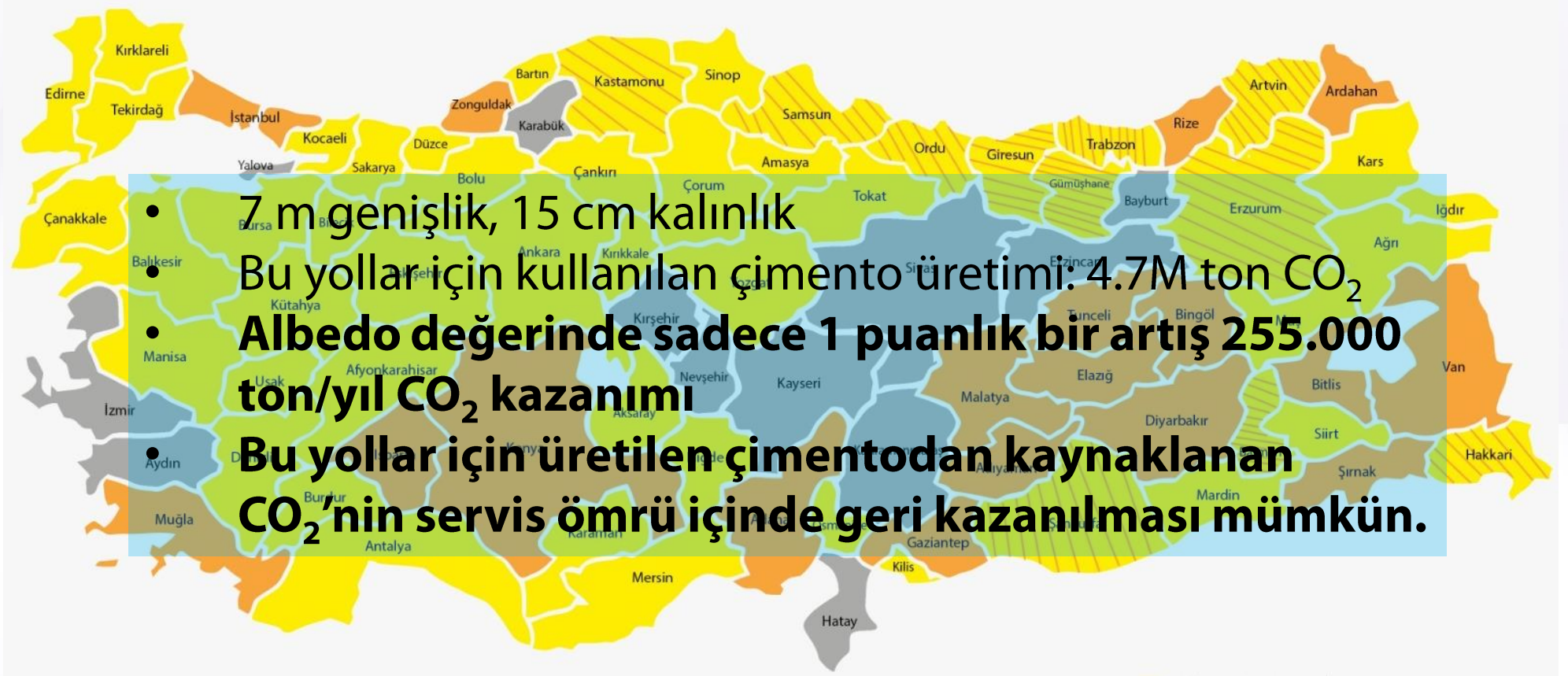
Üstyapı Tipi	Teknik	Albedo Değeri
Beton Yollar	Geleneksel	0,35 – 0,40 (yeni yollar) 0,20 – 0,30 (yaşlanmış yollar)
	Beyaz beton ile imal edilen	0,70 – 0,80 (yeni yollar) 0,40 – 0,60 (yaşlanmış yollar)
	Cüruf katkılı	0,20 – 0,69
	Geleneksel	0,05 – 0,10 (yeni yollar) 0,10 – 0,15 (yaşlanmış yollar)
Asfalt Yollar	Sathi kaplama	0,08 – 0,20
	Açık renk agrega içeren	0,52
	Açık renk boya ile kaplanan	0,40 – 0,60



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Serin Yollar



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Serin Yollar

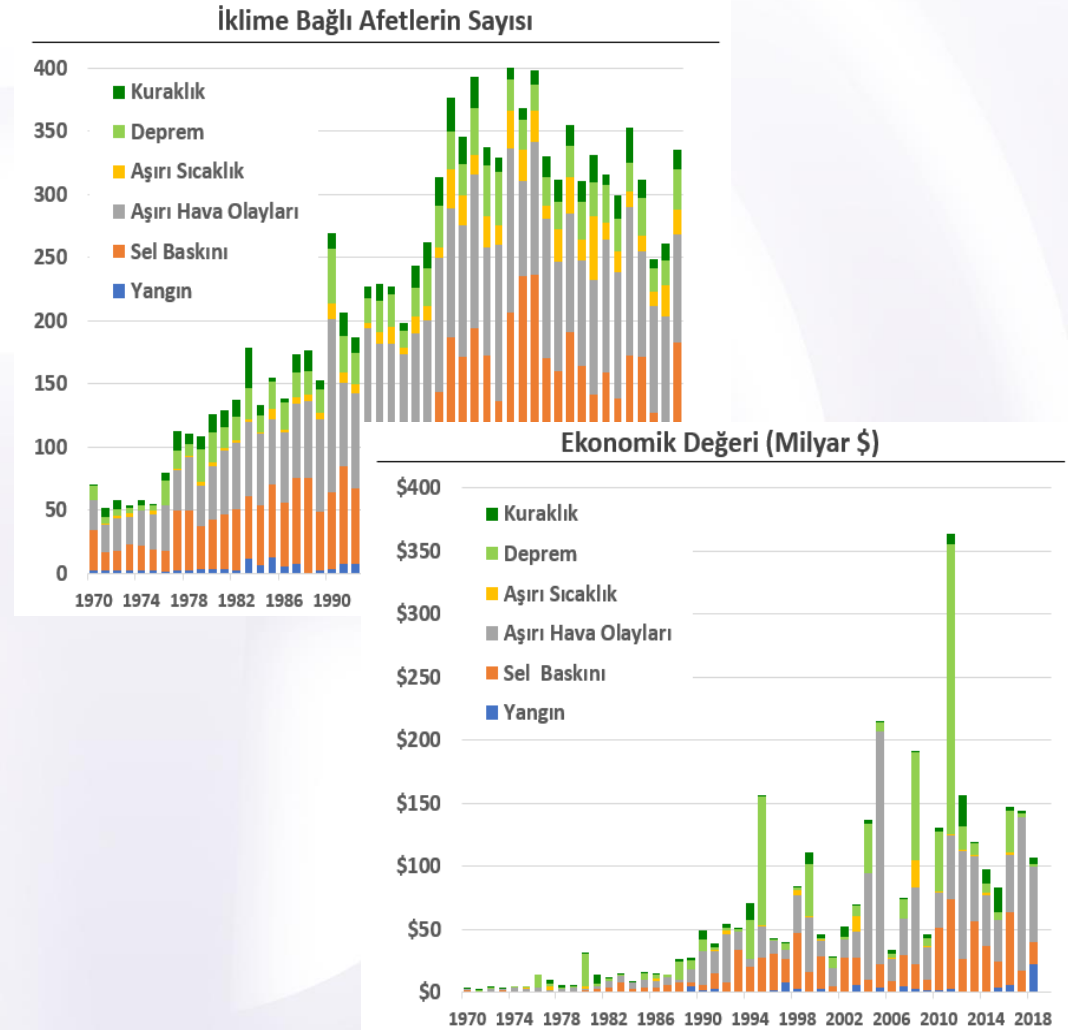


20.000+ km

İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Afetlere Karşı Direnç

Karbonatlaşma yoluyla atmosferdeki CO₂'yi azaltmak, veya daha uzun süre düzgünlüğünü koruyarak ve yük altında esnemeyerek yakıt tüketimini azaltmak, albedo etkisiyle güneş ışınlarını yansıtarak küresel ısınmaya katkıda bulunmamak, yol üstyapılarında sürdürülebilirlik kavramıyla ilintilidir.

Sürdürülebilirlikten farklı olarak, **dirençlilik** kavramı, **gerçekleşme olasılığı düşük olan, ancak meydana geldiklerinde etkileri yüksek olan afet** olaylarıyla ilgilenir.



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Afetlere Karşı Direnç

Aşırı Yağış Kaynaklı Afetler



Düzce, Temmuz 2021

Sel Taşkını



Arhavi, Temmuz 2021

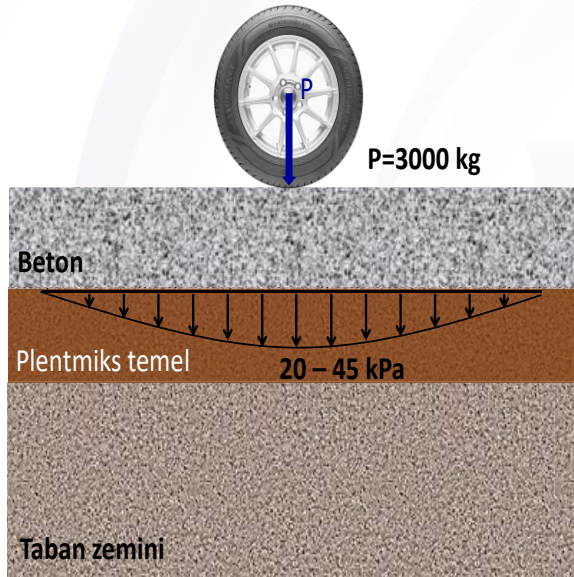
Su Baskını

Mack, J., Dean, G., and Wathne, L. (2022). Improving Pavement Resiliency to Flooding: A Case for Concrete Pavements, 2. Beton Yollar Kongre ve Sergisi, Ankara, Türkiye



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Afetlere Karşı Direnç

Beton ve Asfalt Yolların Yük Aktarma Mekanizmaları

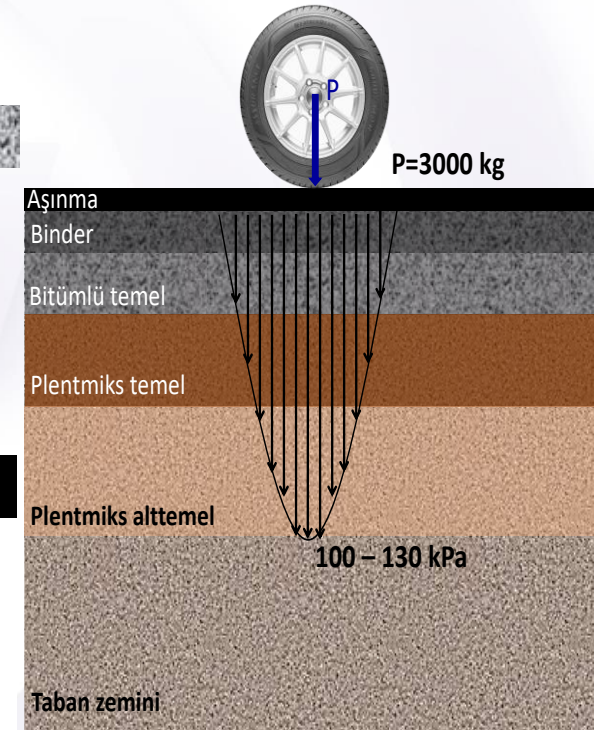


BETON YOLLAR

- Yük geniş bir yüzeye dağıtılabilir
- Sehim çok azdır
- Taban zemin dayanımının önemi azdır
- Taban zemininin homojenliği dayanımdan daha önemlidir

ASFALT YOLLAR

- Yük her katmanda geniş yüzeye dağıtılamaz
- Daha fazla sehim gözlenir
- Taban zemini dayanımı önemlidir
- Taban zeminine gelen basıncı düşürmek için çok fazla katman içerir



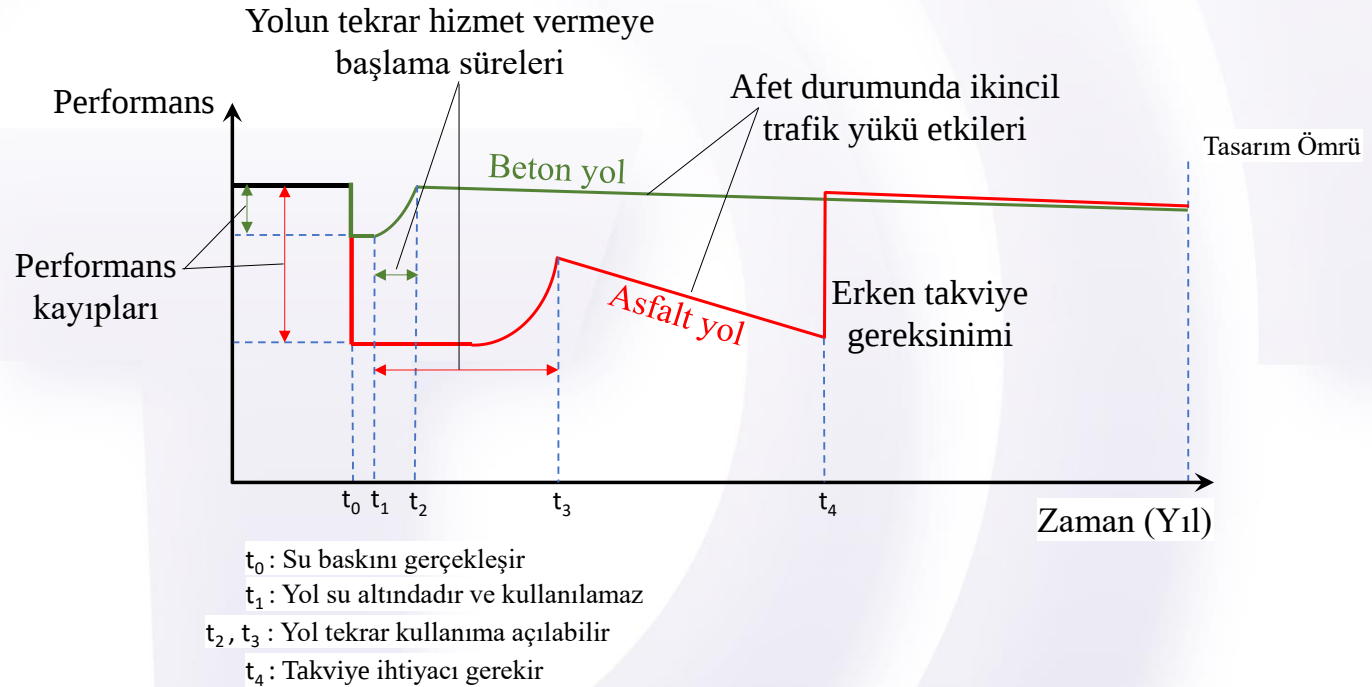
Mack, J., Dean, G., and Wathne, L. (2022). Improving Pavement Resiliency to Flooding: A Case for Concrete Pavements, 2. Beton Yollar Kongre ve Sergisi, Ankara, Türkiye



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Afetlere Karşı Direnç

Beton yolların su baskınına karşı **performans kaybı asfalt yollara karşı daha azdır.**

Beton yollar daha hızlı bir şekilde **servis vermeye başlayabilirler ve daha kısa bir iyileşme süresine ihtiyaç duyarlar.**



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Su Döngüsünü Koruma Geçirimli Beton

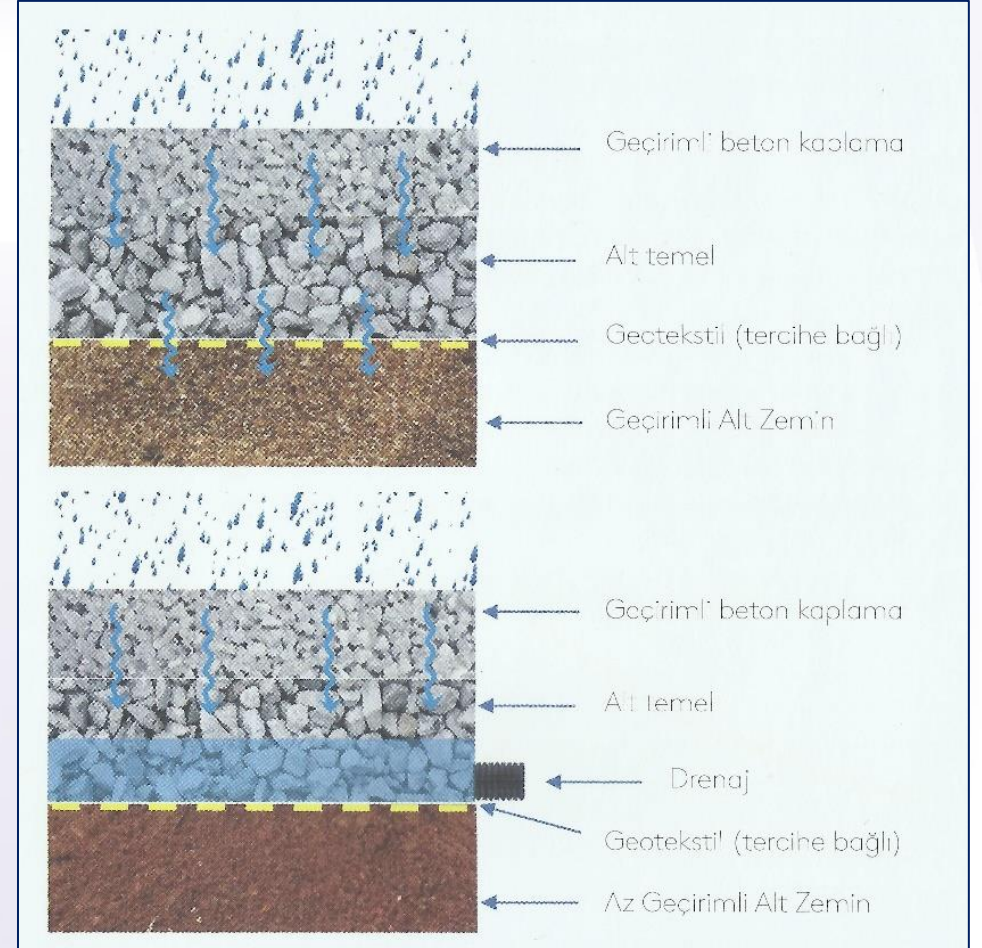
Geçirimli beton yollar gibi bazı yenilikçi teknolojilerle beton yolların doğal su döngüsünü koruması ve yağmur sularını yer altı su kaynaklarıyla buluşturması da mümkündür.

*Doğru tasarlanıp standardına uygun uygulanmış bir geçirimli beton **dakikada 200 litre/m²** suyun geçişine imkan verir.*



İklim Değişikliği İle Mücadelede Beton Yolların Potansiyeli – Su Döngüsünü Koruma Geçirimli Beton

- **Yeraltı su kaynaklarını besler**
- **Sel felaketlerini önler**
- Geleneksel drenaj sistemlerine göre daha ekonomiktir
- Erozyon kontrolüne katkı sağlar
- **Kentsel ısı adası etkisini azaltır**
- Kar erimesini hızlandırır
- **Sulama sistemi olarak kullanılabilir**
- Gece aydınlatması ihtiyacını azaltır



SONUÇ

Beton (rijit) kaplamalar düşük bakım onarım ihtiyacı, afetlere karşı dirençlilik ve **3-4 kat daha uzun servis ömrüyle** ön plana çıkmaktadır.

İklim değişikliğiyle mücadelenin öneminin her geçen gün daha da arttığı günümüzde, en yüksek paya sahip sektörlerden birinin ulaştırma (karayolu ağırlıklı) sektörü olduğu bilinmektedir.

Dolayısıyla doğru yol tipi seçimi, teknik avantajlara ek olarak çevresel etkileri nedeniyle de hayati önem arz etmektedir.

Ülkemizde şimdiye kadar yapılmış ve kullanımda olan yaklaşık **22.000 km beton yol** ağı sadece yeniden karbonatlaşma ve düşük albedo etkileriyle **30 yılda** doğrudan **8,2 milyon ton CO₂ azaltım** potansiyeline sahiptir.

Bu da beton yolların sadece karbonatlaşma ve albedo etkisiyle **53 kg CO₂/m²** emisyon azaltım potansiyeli sunduğu anlamına gelmektedir.

Yakıt tasarrufu gibi dolaylı etkilerde düşünüldüğünde, beton yolların daha yaygın kullanımı iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir **çözüm sunmaktadır.**



DAHA FAZLA BİLGİ İÇİN

www.turkcimento.org.tr

 **in**    /turkcimento

#temelindebizvarız

