



Beton yollar iklim değişikliği ve doğal afetler karşısında daha dayanıklıdır

"Beton yol , asfalta kıyasla yüksek sıcaklıklar, orman yangınları, su baskınları ve aşırı trafik yükü etkilerine karşı daha dayanıklıdır.

İklim dayanıklılığı, bir sistemin iklim değişikliği nedeniyle maruz kaldığı dış gerilmeler karşısında gerilmeyi absorbe etme ve işlevini sürdürme kapasitesi olarak tanımlanabilir.

Yollar ve altyapı tesisleri açısından iklim dayanıklılığı çabaları, iklim değişikliğinin çevresel sonuçlarıyla ilgili kırılganlığı ele almayı amaçlamaktadır.

İklim değişikliğinin yolları etkileyecek iki ana sonucu, sıcaklık ve yağış artışıdır. Avrupa'nın yol ağının iklim değişikliği nedeniyle çeşitli gerilmelere maruz kalması beklenebilir: sel, temellerin erozyonu, yol kaplama ve yol üstyapı bütünlüğünün kaybı gibi. Bu nedenle, sağlam, 'gelecekte etkilenmeyen' çözümler sağlayan uygun bir uyum stratejisine ve önleyici uzun vadeli bir yaklaşıma ihtiyaç bulunmaktadır.

Tüm beton yol tipleri uzun ömürlüdür ve sıcaklık veya nem değişikliklerine dayanacak şekilde yapılmıştır. Beton sertliği, farklı ortam sıcaklıkları aralığında sabit kalır; betonda yumuşama veya tekerlek izi tipi bozulmalar görülmez ve yüksek sıcaklıkta hiçbir tehlikeli kirlenici yayılmaz. Yangına karşı direnci sayesinde beton, orman yangınlarının yarattığı yüksek sıcaklıklara dayanır. Beton yüzeyler zaman içerisinde özelliklerini kaybetmez ve katmanlara ayrılma riski taşımaz. Ek olarak, çimento bağlayıcılı temel tabakaları yüksek kaliteli, erozyona ve donmaya karşı dayanıklı çözümlerdir.

Sağlam ve dayanıklı bir yol ağının çok sayıda toplumsal faydası bulunmaktadır. Her şeyden önce, yıkıcı olaylarda yol güvenliğine ve acil hizmetlerin (ambulanslar, itfaiyeler...) trafik akışına olumlu etkisi nedeniyle hayat kurtarır. İkinci olarak da, daha az onarım maliyeti ve olağanüstü olaylar sırasında ekonominin işleyişi üzerinde daha az etki nedeniyle mali tasarruf sağlar.

Lumberton, NC'de (ABD) sular altında kalan eyaletler arası karayolu I-95 © Greg Dean / Carolinas Concrete Paving Association

DAHA FAZLA BİLGİ

DAYANIKLILIK NEDİR?

IPPC, 2014'te dayanıklılık, 'sosyal, ekonomik ve çevresel sistemlerin adaptasyon, öğrenme ve dönüşüm kapasitesini sürdürürken tehlikeli bir olay, eğilim veya bozulma ile başa çıkma, temel işlevlerini, kimliklerini ve yapılarını koruyacak şekilde yanıt verme veya yeniden düzenleme kapasitesi' olarak tanımlanmaktadır.

Her ne kadar pek çok farklı olağanüstü durumla (örn. terör saldırıları, depremler vb.) karşılaşılabilir olsa da, bu çalışma iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine odaklanacaktır.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YOLLAR VE YOL ÜSTYAPILARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

İklim değişikliğinin yolları etkileyecek iki ana sonucu, sıcaklık ve yağış artışıdır. Avrupa'nın yol ağının sonuç olarak çeşitli gerilmelere maruz kalması beklenebilir: sel, temellerin erozyonu, yol kaplama ve yol üstyapı bütünlüğünün kaybı gibi.

2011-2020, kaydedilen en sıcak on yıl olmuştur ve küresel ortalama sıcaklık 2019'da sanayi öncesi seviyelerin 1.1°C üzerine çıkmıştır. İnsan kaynaklı küresel ısınma şu anda on yılda 0.2°C oranında artmaktadır. [AÇA/EEA]

Başta Avrupa'nın güneyi olmak üzere aşırı sıcaklıkların sıklığında ve süresinde bir artış öngörülmektedir. Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)'na göre, yaz aylarında sıcak günlerde görülen bu artış, asfalt yol üstyapılarında yumuşamaya ve tekerlek izi oluşumuna yol açacaktır. Ayrıca artan sıcaklıklar, Avrupa'nın kuzeyindeki donma-çözülme döngülerini yoğunlaştıracaktır. Bu durum, yol üstyapılarının bozulmasını hızlandırabilir ve toprak/eğim dengesizliğine ve zemin hareketlerine neden olabilir.

Büyük orman yangınlarının sayısı, çevre ve yerel toplulukların yanı sıra itfaiyelere erişim sağlamak için gereken yol üstyapıları üzerinde ciddi etkilerle çarpıcı biçimde artmıştır. Güney Avrupa'da iklim koşullarına bağlı yangın tehlikesinde öngörülen artış, 1981-2010 dönemine kıyasla 21. yüzyılın sonlarında yaklaşık %30-40'tır. [EEA]

Ayrıca, yüksek emisyon senaryosuna göre, 2071-2100 döneminde güncel iklime (1971- 2000) kıyasla kış ve yaz aylarında şiddetli yağışlarda öngörülen değişiklik, Güney Avrupa için %25'e kadar çıkmaktadır. %35'e varan en büyük artışlar, Orta ve Doğu Avrupa için öngörülmektedir. [AÇA] Drenaj sistemlerinde hesaba katılmadığı takdirde, artan fırtına dalgaları ve sel, yol üstyapılarının yüzeylerini, alttemellerini ve üstyapı tabanlarını etkileyerek yol üstyapılarında hasara yol açacaktır.

Doğa afetlerinin (sel, orman yangınları) bir başka sonucu da enkazın gerekli tahliyesidir. [Oyedij et.al.] [Chen & Zhang] [Signore] Ne yazık ki, sel veya orman yangını afetlerinden sonra ciddi hasar durumunda enkaz taşıyan kamyonlar kaçınılmazdır. Bu taşıma işlemi, çoğunlukla bu tür trafik için tasarlanmamış yollarda gerçekleşir. Araştırmacılar, beton yollara kıyasla asfalt yollarda IRI değerinde (Uluslararası Pürüzlülük İndeksi-düzgünsüzlük ölçümü) önemli bir artış ve daha hızlı bir bozulma gözlemlemiştir. Rijit yapıya sahip beton yol üstyapıları, aşırı yüklemekten daha az etkilenmektedir ve sel ve orman yangını hasarına karşı en yüksek dayanımı sağlamaktadır.

YAĞIŞ - SEL

- Beton yollar, asfalt yol üstyapılarına kıyasla yol üstyapı tabanının şişmesine veya büzülmesine karşı daha az hassasiyet göstermektedir. Bu nedenle kil gibi kohezyonlu zeminlerde beton yollar en iyi çözümdür.
- Monolitik bir tabaka olarak inşa edildiklerinden beton yollar açısından katmanlara ayrılma bir sorun teşkil etmez. Bu aynı zamanda iki katmanlı beton yol üstyapıları için de geçerlidir
- Özellikle su basması durumunda, farklı beton yol tipleri arasında en sağlam olarak sürekli donatılı beton yol (CRCP) görülebilir. Sürekli donatı bir köprüleme etkisi yaratır: yükü doymuş temeller üzerine dağıtır ve yol üstyapısının lokal çökme ile başa çıkmasını sağlar. Teksas'ta CRCP'nin (Sürekli Donatılı Beton Yol) birkaç bölümü ortalama olarak her beş yılda bir su baskınına ve beklenen seviyelerin dört ila beş katı trafik yüküne maruz kalırken, asgari düzeyde yıllık



Selden sonra hasar gören yol, Gironde (Fransa)
© Noaillan'ın Facebook sayfası



Sell sularından sonra hasar gören yol, Reading Drive, PA
(ABD) © Rich Hawk / sauconsourse.com

bakım maliyeti ortaya çıkmaktadır ve bu durum, yol üstyapısı tipinin sağlamlığını ve dayanıklılığını kanıtlamaktadır. [Lukefahr]

- Sadece beton yollar değil, aynı zamanda hidrolik bağlayıcı (örn. çimento) temel tabakaları da, bağlayıcısız granüler katmanlara kıyasla sel etkilerine daha iyi dayanan sağlam çözümlerdir. Grobeton ve silindirle sıkıştırılmış beton içeren çimento bağlayıcı granüler karışımlar, yüksek kaliteli, erozyona ve donmaya dayanıklı çözümler olarak bilinmektedir.

AŞIRI İKLİM KOŞULLARI - ORMAN YANGINLARI

Beton yol üstyapılarının, tüm dünyada birçok farklı iklim koşulunda dayanıklı ve uzun ömürlü olduğu kanıtlanmıştır.

- Tüm beton yol tipleri (derzli donatısız –derzli donatılı- sürekli donatılı- silindirle

sıkıştırılmış beton) uzun ömürlüdür ve sıcaklıktaki veya nemdeki değişikliklere, örn. geliştirilmiş donma direnci için uyarlanmış beton karışımları aracılığıyla, dayanacak şekilde tasarlanmış ve üretilmiştir.

- Bazı durumlarda, aşırı iklim koşullarında çalışmayı sağlamak için özel inşaat teknikleri uygulanmaktadır.
- İyi düşünülmüş bir derz ve donatı tasarımı sayesinde, büyük sıcaklık değişimleriyle başa çıkmak mümkündür.
- Beton sertliği, farklı ortam sıcaklıkları aralığında sabit kalır, betonda yumuşama veya tekerlek izi oluşumu görülmez. Aslında beton yüzeyi sağlamdır ve iklim etkilerinden bağımsız olarak zaman içinde özelliklerini korumaktadır. Bu, mikro ve makro doku, kayma direnci ve tekerlek (trafik) gürültüsü gibi yüzey özelliklerinin çoğu için geçerlidir.
- Beton yangına dayanıklı bir malzemedir. Bu özelliği vahşi orman yangınlarının meydana gelebileceği alanlarda beton



Orman yangınları, vatandaşlar ve acil hizmetler açısından tehlike oluşturmaktadır © Evan Collis, Batı Avustralya Hükümeti İtfaiye ve Acil Servis Departmanı fotoğrafçısı



Yoğun trafik nedeniyle ve yüksek ortam sıcaklıkları ile hızlanan yoğun tekerlek izli asfalt yol üstyapısı © FEBELCEM

yol üstyapılarını ideal bir çözüm haline getirmektedir. İklim değişikliği nedeniyle, dünyanın her yerinde son yıllarda orman yangınlarının sayısı önemli ölçüde artmıştır.

AZALTMA ETKİLERİ

Beton yollar ve yüzeyleri, iklim değişikliği üzerinde birkaç olumlu azaltma etkisine sahip olabilir: yüksek yansıtılabilirlikleri sayesinde küresel ısınmayı yavaşlatma, ağır kamyonlar için daha düşük yakıt tüketimi nedeniyle azaltılmış CO₂ emisyonları, geri dönüştürülmüş agregaların yeniden karbonasyonu, su geçirimli beton yol üstyapılarında sel riskinin azaltılması... Söz konusu faydalara ilişkin daha fazla bilgi için diğer mevcut EUPAVE özet dokümanlarına başvurabiliriz.



Geçirimli beton yol üstyapısından park yeri, Dreux (Fransa) © CIMbéton

HANGİ POLİTİKAYA İHTİYAÇ VAR?

Sağlam ve dayanıklı bir yol ağının çok sayıda toplumsal faydası bulunmaktadır. Her şeyden önce, yıkıcı olaylarda yol güvenliğine ve acil hizmetlerin (ambulanslar, itfaiyeler...) trafik akışına olumlu etkisi nedeniyle hayat kurtarır. İkinci olarak, daha az onarım maliyeti ve doğal afetler sırasında ve sonrasında ekonominin işleyişi üzerinde daha az etki nedeniyle mali tasarruf sağlar.

Dayanıklılık için yapılacak her seçim, iklim değişikliğinin sonuçlarını göz önünde bulundurarak ulaşım altyapısının tedariki ve inşası için uzun vadeli bir yaklaşım seçimidir. İdeal bir çözüm, beton yolların, yeni inşa edilmiş üstyapılar olarak veya mevcut asfalt üstyapıların (ince veya geleneksel kalınlıkta, bağlı veya bağımsız) üzerine inşa edilmesidir. Yalnızca daha yüksek sağlamlık ve daha iyi performans sunmakla kalmaz, aynı zamanda minimum bakım, azaltılmış yaşam döngüsü maliyeti ve güvenli, dayanıklı ve açık yüzey rengi ile uzun hizmet verilebilirlik sunarlar.

Beton yollardan sağlanan çevresel faydaya ilişkin detaylı bilgiye EUPAVE'in bilgi görselinden ulaşılabilir "Beton Yol Üstyapıları Yolları Daha Sürdürülebilir Hale Getirir" (2019), <https://www.eupave.eu/resources-files/infographic>

İklim değişikliğinin yol üst yapıları üzerindeki etkilerinin ele alınması. (2012) Yol Üstyapıları PIARC Teknik Komitesi D2, PIARC Teknik Raporu 2012R06EN

EUPAVE (2016). İklim değişikliğine uyum için dayanıklı yol ağı. Görüş belgesi

Signore, J. (2020). Kaliforniya orman yangınlarının etkilenen karayolu üstyapıları üzerindeki görünmeyen

etkisi - <https://www.cacities.org/Resources-Documents/Education-and-Events-Section/Public-Works-Officers-Institute/2020-Session-Materials/The-Unseen-Impact-of-California-Wildfires-on-Affect>

https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_resilience

<https://experience.arcgis.com/experience/5f6596de6c4445a58aec956532b9813d>. European Environmental Agency IEFAI

Lukefahr, E. (2018) Sürekli Donatılı Beton Yol Üstyapısı Dayanıklılığı- Vaka Çalışması. 55'inci ACPA'da Sunum Yıllık Toplantı

Oyediji, O., Achebe, J., Tighe, S.L. (2019) Kanada'da sele dayanıklı bir üstyapı sistemine doğru - Rijit üstyapı tasarımı yaklaşımı - TAC-ITS Kanada Ortak Konferansı, Halifax, NS

Willway, T., Baldachin, L., Reeves, S., Harding, M., McHale, M., Nunn, M. (2008). İklim değişikliğinin karayolu üstyapılarına etkileri ve etkilerin nasıl en aza indirilebileceği: Teknik Rapor. TRL, PPR 184

Bu broşür, EUPAVE izni ile TÜRKÇİMENTO (Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği) tarafından Türkçeye çevrilmiştir.