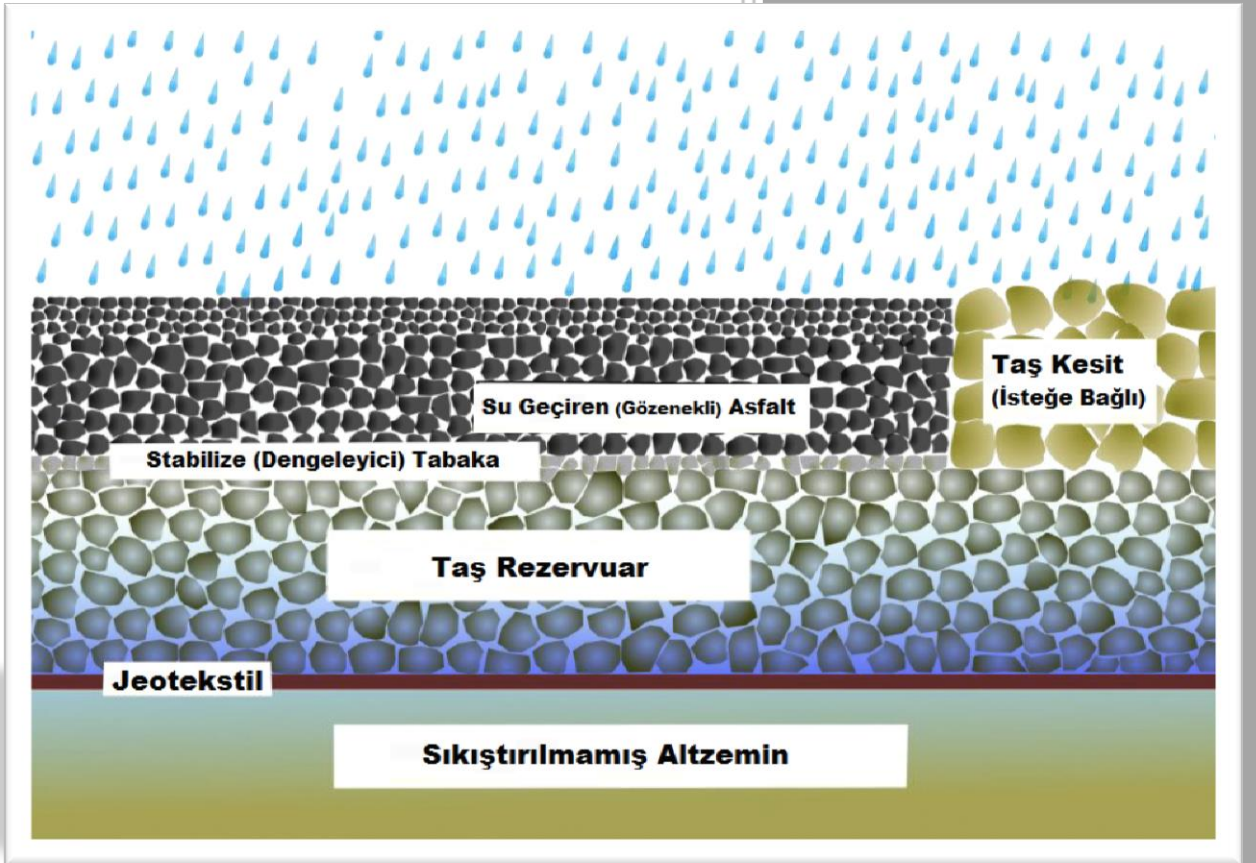


2017

SU GEÇİREN BETON VE ASFALTLAR



Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK
Müsteşar
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	2
2. ISI ADALARI	5
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GEÇİRGEN BETON UYGULAMA ALANLARI	7
4. SU GEÇİREN BETON UYGULAMASI	10
4.1 Su Geçiren Beton Ve Asfaltların Uygulamasındaki Kısıtlılıklar	13
4.2 Su Geçiren Beton/Asfaltın Kullanılmadığı Alanlar	14
5. SU GEÇİREN BETON VE ASFALTLARIN AVANTAJLARI	15
6. KAYNAKLAR	18

1. GİRİŞ

Şehirleri doğayla uyumlu hale getirmek gereklidir. Havayı, suyu ve toprağı koruyarak, yağmur suyunun toprakla buluşmasını sağlayarak, hakim rüzgar yönü ve hızını muhafaza ederek, bir yapının başka bir yapı üzerinde gölge oluşturmasını önleyerek, yeşil koridorlarla temiz hava hareketi oluşturarak ve insanların kolayca erişebileceği mekanlarda gül bahçeleri oluşturarak şehirler planlamalı, güzelleştirilmeli ve esnetilmelidir.

Sürdürülebilir şehirlerde, altyapı, yeşil bina, yeşil yollar, ekosistem, yağmur suyunun toprakla buluşması, yağmur suyu yönetimi ve taşkın kontrol yönetimi içerecek şekilde bütüncül planlanmalıdır.

Kentler, dünya yüzeyinin yaklaşık %1'ini kaplarken, "brüt dünya ürününün yaklaşık %80'ini üretiyor, dünyanın enerjisinin %78'ini tüketiyorlar ve insan nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapıyorlar.

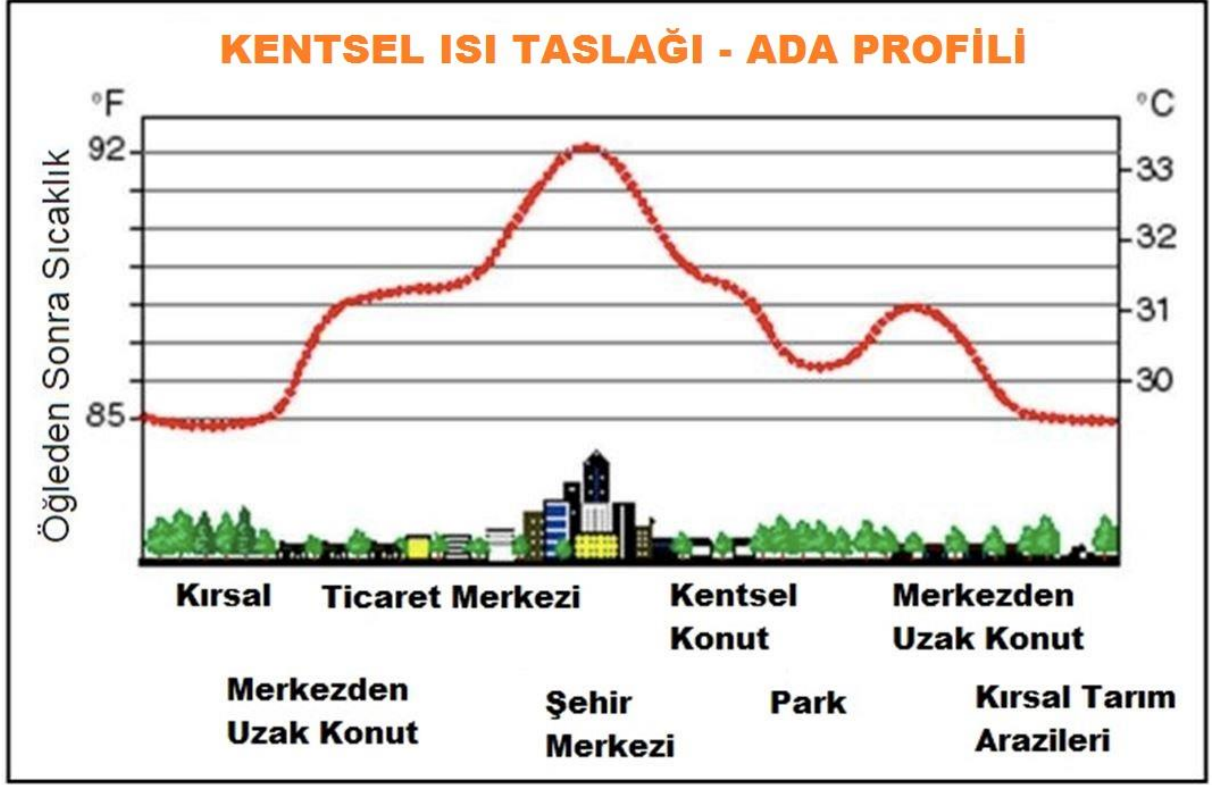
Şehirler, yollar, meydanlar, binalar ile beton ve asfalt yığını haline dönüştürülmektedir. Şehirler betonlaştıkça ve asfaltlaştıkça ısı adasına dönüşmektedir. Betonlaşan ve asfaltlaşan şehirlerde yağış rejimlerinde anormallikler olmaktadır ve şehrin su tutma kapasitesi minimize olmaktadır.

Şehirlerde betonlaşma ve asfaltlaşma arttıkça yağmur suyunun toprakla buluşması azalmakta, ağaçsızlaşma artmakta, yeraltı sularının beslenmesi engellenmekte ve PM₁₀/PM_{2.5} kirletici konsantrasyonları artmaktadır.

Yağmur suyunun toprakla buluşması engellendiği için normal yağışlı havalarda dahi sel felaketi olmaktadır. Sel felaketi sonrası oluşan taşkınların oluşturduğu felaketi ortadan kaldırmanın maliyeti oldukça yüksektir.

Betonlaşan ve asfaltlaşan şehirler, ısı adalarına dönüşmekte ve hava kirliliğini tetikleyici ortamlar oluşturmaktadır. Yazın soğutmada harcanan enerji maksimum seviyeye ulaşmaktadır.

Şehirler ile yakın çevresindeki yeşil alanlar ve kırsal kesim arasındaki sıcaklık farkı 2 ila 4 derece arasında değişmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Şehirlerin Isı Adası

Isı adası olan şehirlerde;

- Daha fazla sis (smog) oluşur. Sis, hava kirliliğini tetikler ve halk sağlığını tehdit edici boyuta ulaşabilir.
- Özellikle yaşlılarda ısı çarpmasına neden olabilir.
- Sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarını artırabilir.
- Yaz ayları ozon kirliliği oluşumu hızlanır ve hava kalitesi sınır değerlerin üzerine çıkabilir.
- Sağlık problemleri riski artar.

Çoğu şehirlerde atık su ve yağmur suyu aynı kanal sisteminden (bileşik sistem) akmaktadır. Bileşik kanal sistemlerinde yağmur suyu ile, temiz sular kirlenmekte, taşkınlar artırmakta ve atıksu arıtma tesislerinde verimlilik düşmektedir.

Göl, gölet ve akarsulara temiz yağmur suyunun ulaşmasını sağlamak için şehirlerde daha yüksek geçirgenlik ve porozite özelliğine sahip su geçiren beton ve asfalt kullanımını

yaygınlaştırmak gereklidir.

Su geçiren beton ve asfaltların özellikle nerelerde, nasıl uygulanacağı, tasarımlarının ve kesitlerinin nasıl olacağı ortaya konmalıdır.

Kanalizasyon sistemlerinde taşkınları minimize etmek, yağmur suyunu doğru yönetmek, yağmur suyunun kirlenmesini önlemek ve atıksu arıtma tesisinin kirlilik yükü değişkenliğini minimize etmek için şehirlerde yağmur suyunun yeraltı suyu ile buluşmasını sağlamak için su geçiren beton ve asfalt kullanımını yaygınlaştırmak gereklidir.

Su geçiren beton ve asfaltların kullanıldığı düşük yoğunluklu yollarda, daha düşük lastik sesleri elde edilir, gürültü azalması sağlanır; lastik sesini iki ila sekiz desibel azaltabilir ve gürültü düzeyi 75 desibelin altına düşer.

İnsanların bir araya geldiği alanlarda, park yerlerinde, çocukların oynadığı diğer açık alanlarda ; serin kaldırımlar, otoparklar ve parklar oluşturulabilir.

Yaz aylarında şehirlerde sıcaklığın düşürülmesi, serinletilmesi, soğutmada enerji tüketiminin ve yüzey suyu buharlaşmasının azaltılması için su geçiren beton ve asfalt kullanımı teşvik edilmelidir.

Su geçiren beton ve asfalt bileşenlerinin ne olacağı, hangi test metotlarına göre test edileceği net olarak ortaya konmalıdır.

Su geçiren beton ve asfaltların işletilmesi, bakım ve onarımının nasıl olacağı ortaya konmalıdır.

2. ISI ADALARI

Çevreyle uyumlu olmayan kentler geliştikçe, daha fazla bitki örtüsü kaybolmakta, daha fazla toprağın hava ile teması önlenmekte, binalar ve yollarla kaplanmaktadır. Betonlaşma, yüzey sularından ve topraktan daha fazla suyun buharlaşmasına ve hava sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır.

Kentsel alanlar, Şekil 1'de görüldüğü gibi yeşil alanların azalmasından, toprağın betonlaştırılması ve asfaltlaştırılması, yüksek binaların hava hareketini durağanlaştırmasından dolayı ısı adasına dönüşmektedir. Asfalt ve beton, güneşten gelen ısıyı yansıtma yerine emer; yüzey sıcaklıklarının yükselmesine neden olur. Buna ilave olarak, yüksek binalar ve dar sokaklar, öğleden sonra ısıyı emer, ısı kaçışını önler ve geceleri geç saate kadar ısıyı tutar.

Koyu renkli yollar, caddeler, meydanlar ve binalardan dolayı ısınan şehirlerde, vatandaşları serinletmek ve hava kirliliğini azaltmak için enerji talebi ve küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonu artmakta ve kentlerde enerji tüketimi iki katına çıkmaktadır.

Kentsel ısı adası etkisi, araçların, fabrikaların ve klimaların yaydığı ısı ile daha da artmaktadır.

Kırsal ve kentsel alanlar arasındaki en büyük sıcaklık farkı, normalde gün batımından sonra üç ila beş saat arasında ortaya çıkmaktadır.

Isı adası etkisinden dolayı şehirler çevreden (kırsal alanlar) (2 ila 4 °C) daha sıcak olmaktadır. Sıcaklık, küresel ısınmanın etkisiyle daha da artmaktadır. Bu sıcaklık farkı, ağaçların ve bitkilerin yerine daha fazla bina ve kaldırım yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Konvansiyonel kaplama malzemeleri ile, yazın gündüz saatlerinde sıcaklıklar, şehirlerde 120-150 °F (48-67 °C)'e kadar ulaşabilir, fazla ısıyı üzerlerinden havaya aktarabilir.

Kentsel malzemelerin özellikleri, özellikle güneş yansıtması, termal emisyon ve ısı kapasitesi, güneş enerjisinin nasıl yansıtıldığını, yayıldığını ve emildiğini belirlediği için kentsel ısı adalarının gelişimini de etkiler.

Isı adaları, özellikle yaz aylarında soğutmada pik yapan enerji talebi, klima giderleri, hava kirlenmesi ve sera gazı emisyonları, ısı ile ilişkili hastalık ve ölüm oranını ve su kalitesini artırarak toplulukları etkileyebilir. 20°C- 25°C'den başlayarak yaz aylarında hava

sıcaklıklarındaki her 0.6 °C artış için enerji talebi % 1.5-2.0 artmaktadır. Bu durum toplum genelinde elektrik talebinin % 7.5-10'unun ısı adası etkisini telafi etmek için kullanıldığını göstermektedir. Hava sıcaklığı arttıkça, klimanın enerji tüketim talebi de artmaktadır.

Yaz aylarında sıcaklıklarda her 1 derece (F) artış, klima enerji talebinde yaklaşık % 1.5-2 artışa neden olmaktadır.

Yaz aylarında şehirlerde oluşan ısı adaları, özellikle öğleden sonra evlerde ve iş yerlerindeki soğutma sistemleri, aydınlatmalar ve elektrikli aletlerin enerji talebi pik yapmaktadır.

Soğutmada enerji talebi arttıkça fosil yakıtlı termik santrallerde sera gazı ve hava kirletici emisyonlar artmaktadır. Yine enerji talebinin artmasıyla termik santrallerde azot oksit emisyonu artmaktadır. Azot oksitler ve uçucu organik maddeler sıcak yaz aylarında ikincil ozon kirleticisinin oluşmasına ve artmasına neden olmaktadır.

Kentsel ısı adaları, genel rahatsızlık, solunum güçlüğü, ısı krampları, yorgunluk, ölümcül olmayan sıcaklık çarpması ve ısı ile ilişkili ölümlere neden olmaktadır.

Isı adası ve küresel ısınmanın etkisiyle şehirlerde yazın soğutmada tüketilen enerji miktarı, kışın ısınmada kullanılan enerjiden daha yüksek olacaktır.

Yaz ayları kentsel ısı adalarının nedenlerini ve etkilerini belirlemek ve sıcaklıkları düşürmek için stratejiler geliştirilmelidir.

Diğer yandan, şehirlerde smog (duman) seviyeleri sıcaklık artışı ile de ilişkilidir. Kentsel alanların sıcaklığı arttıkça, sis ve kirlilik seviyesi de artar. Los Angeles'ta, her 1 derece °F sıcaklık artışı ile sis %3 oranında artar.

Yaz aylarında yağmur suyu, sıcak kaldırımlar üzerinden aktığı zaman ısınır ve suyun sıcaklığı 10 derecede F olarak artar, bu da suda yaşayan organizmaların stresine veya ölümüne neden olur.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GEÇİRGEN BETON UYGULAMA ALANLARI

Şehirlerde şiddetli yağışlı havalarda;

1. Yağmur suyu akışını ve drenajını doğru yönetmek,
2. Yer altı su kaynaklarını beslemek,
3. Evsel atıksu arıtma tesislerini verimli işletmek,

ve şehirleri doğayla dengeli sürdürülebilir hale getirmek, ısı adası olmasını minimize etmek ve sıcaklığını düşürmek için;

- Cadde, sokak ve meydanların ağaçlandırılması, yeşil koridorların oluşturulması kısaca kişi başına düşen yeşil alanların artırılması (Bitki örtüsü suyun buharlaşmasını artırır ve su buharı havayı soğutur. Bu bir sulak alan soğutucusu ile aynı prensipte çalışır. Ağaçlar genellikle çim kadar su buharlaştırmaz. Su ağacın gövdesinden yapraklarına kadar yükselir ve bu da çimlerin üzerinden geçmekten çok daha uzun bir yolculuktur. Bu yüzden ağaçlar genellikle çimlerden daha az suya ihtiyaç duyarlar ve binalara gölge oluştururlar),
- Şehirlerde planlama çalışmaları, hakim rüzgar yönüne, rüzgar koridorlarına ve hızına bariyer oluşturmayacak şekilde yapılması,
- Deniz, göl, akarsu, yeşil koridor ve ormanlık alanlarla hava hareketini geçişini sağlayıcı şekilde çalışması,
- Binaların çatıları, duvarları, kaldırımlar ve asfaltlar gibi şehrin bileşenlerinin renginin beyazlaştırılması, (Koyu renkli bina duvarları, yol ve caddeler güneşten gelen ısıyı sadece %5 oranında yansıtır. Açık renkli beton ve asfaltlar, koyu renklilere göre güneşten gelen ısıyı daha fazla yansıtır. Beyaz renkler, %90 oranında güneşten gelen ısıyı yansıtır. Isıyı emmemesi ve yansıtması nedeniyle, geceleri ısı da atmosfere geri gönderilmez, bu da ortamdaki ısınmayı azaltır.)

Ve yağmur suyu geçiren beton ve asfalt çalışmaları;

- Kaldırımlar, açık otoparklar, yürünebilir yollar,
- Okul ve kampus meydanları, park bahçelerde yolları, açık alandaki voleybol ve basketbol sahalarının zeminleri,
- Bahçe havluları,
- Kaldırım kenarı drenler,
- Gürültü bariyerleri,
- Yapay kayalık zeminleri,
- Tenis kortları,
- Bisiklet yolları,
- Tekne park yerleri,
- AVM açık otoparkları ve açık alanları,
- Konut yolları,
- Yangın şeritleri,
- Acil araç erişim şeritleri,
- Otoyol refüjleri,
- Golf arabası yolları,
- Yüzme havuzu güverteleri,
- Sürülebilir yeşil yüzey, şehir aydınlatma alanları,
- Sualtı eğlence merkezleri ve hayvanat bahçeleri,
- Kampus ve site içi yollar,

- Düşük trafik yoğunluklu alanlar,
- TEM ve E-5 gibi yolların güvenlik şeritleri
- Stadyum içindeki yeşil saha çevresindeki yollar,
- Pazaryeri zeminleri,
- Ahırların altlıkları,

uygulanmalıdır. Yukarıda sıralanan beton ve asfalt zeminleri yağmur suyu geçiren alanlara dönüştürerek Sürdürülebilir Şehir Drenaj Sistemi dönüştürmek ve zeminin ısı emme ve yayma etkisini minimize ederek şehri yazın serin ve kışın ise ılıman tutmak mümkündür. Yağmur suyunu geçiren beton ve asfalt kullanan şehirlerde yıllık yağmur suyu oranının %50 ila %100 yer altına dren olduğu gözlenmiştir.

Su geçiren beton ve asfaltların uygulanmasında özel önem gerektiren alanlar;

- Mevsimlik olarak 122 cm içinde yüksek su içeren alanlarda,
- Zemin eğiminin %5'den fazla olduğu yerlerde,
- 30.48 m mesafe içinde kuyu olan yerlerde,
- Bina temellerinden <3.048 m aşağıya doğru eğim ve <30.48 m'den fazla eğim olan yerlerde,
- Rüzgar erozyonunun önemli miktarda tortu birikimi oluşturduğu alanlarda,
- Drenaj alanları <15 dönüm olan yerlerde,
- Toprak sızıntısının saatte 7.63 mm'den daha az olduğu yerlerde, tehlikeli maddeler depolama veya taşıma alanlarına yakın yerlerde.

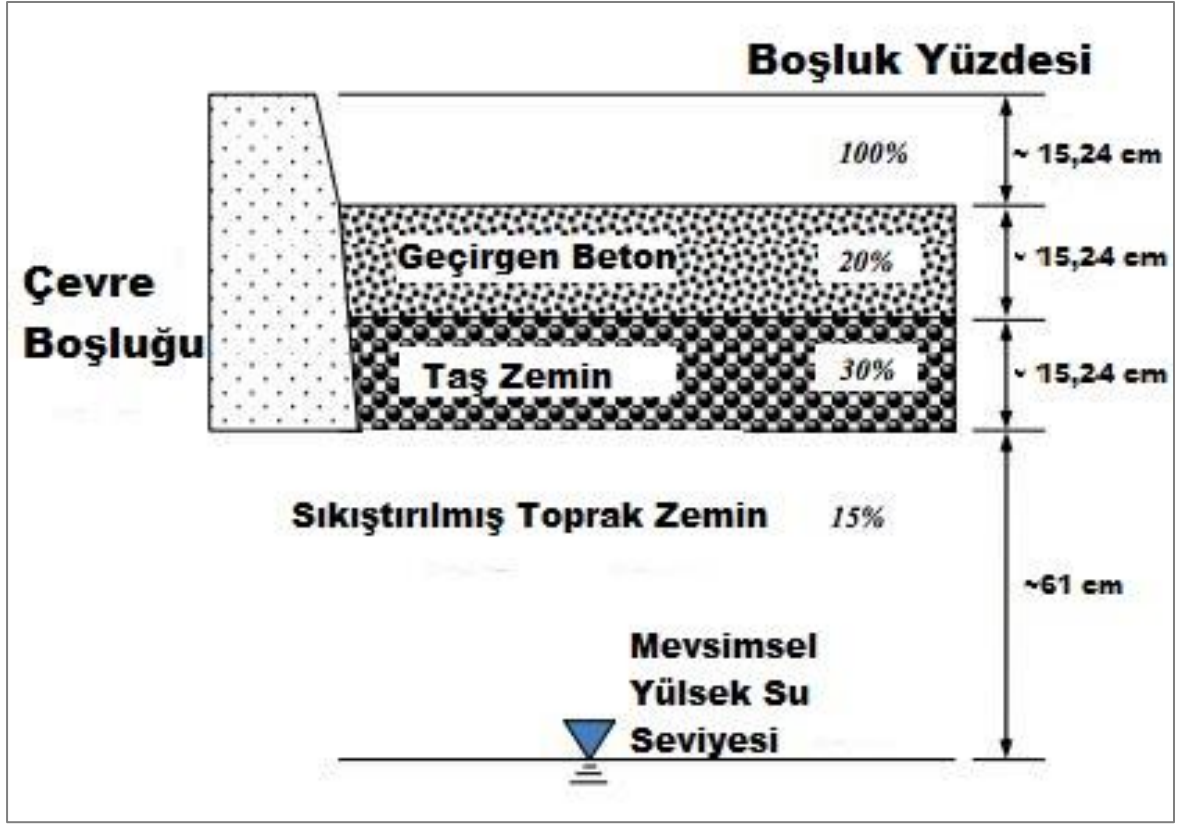
4. SU GEÇİREN BETON UYGULAMASI

Su geçiren beton çok önemli özelliklere sahiptir. Ancak deneyimli bir yapım firması ve hazır karışım tedarikçisi olmadan başarısız bir yapım gerçekleşir. Su geçiren betonun yerleştirilmesi ve düzgün şekilde bitirilmesi uzmanlık ister. Doğru karışım, uygun sıkıştırma ve sertleştirme, kritik öneme sahiptir. Aşağıdaki adımlara dikkat edilirse, su geçiren alanların yapım performansının ve dayanıklılığının artırılmasına yardımcı olur.

1. Donma çözülme döngüleri sırasında kaldırım doygunluğunu önlemek için kaldırım sistemi dizayn edilmeli,
2. Su geçiren beton/asfalttan yağmur suyu sızdığından, üzerinde herhangi bir buz oluşmaz. Donma sıcaklıklarında dahi, su geçiren yüzey sıcak kalır. Sürüş ve yürüme için güvenli bir alan olarak kaldığı tespit edilmiştir.
3. Dondurucu iklimlerde, binalar veya bitişik geçirimsiz kaldırımlardan gelen su akışının donmuş geçirgen betona deşarjı önlenmelidir.
4. Su geçiren beton kaplama sistemleri, toprağın iyi sızdırdığı veya bir alt taban drenaj sistemi bulunduğu zaman kullanılmalıdır.
5. 0.254 cm/saat - 25.4 cm/saat (US EPA tarafından tavsiye edilen 0.127 cm/saat) infiltrasyon oranına sahip toprakta su geçiren beton ve asfalt kullanılması tavsiye edilir.
6. Ana kayaya veya mevsimsel su yüksekliğine olan minimum derinlik, 61 cm'den daha büyük olmalıdır.
7. Park alanlarında su geçiren beton eğimi %5'ten küçük olmalıdır. % 5'ten daha büyük eğimler için otopark yapılacak alanlar teraslanmalıdır.
8. Çevredeki sızdırmaz alanlardan infiltrasyon alanlarına akışı yönlendiren fırsatlar olmalı. Sızdırmayan alanların sızdıran alanlara oranı, çoğu şartlar için 5:1den ve sinkhole-duyarlı alanlar için 3:1 den küçük olmalı.
9. Sıfıra yakın çökme, portland çimentosu, kaba agrega (1190 ila 1480 kg/m³ yoğunlukta), minimum ince agrega (99.67 kg/m³ yoğunlukta), katkı maddeleri ve su karışımıyla % 15 ila 35 arasında değişen boşluklu, 0.2 (120 lt/m²/dakika) - 1.2 cm/s (700 lt/m²/dakika)

geçirgenlik değeri aralığına, 2 ila 8 mm gözenek boyutu aralığına ve 2.8 ila 28 MPa basınç dayanım aralığına sahip açık-kademeli malzemelerden oluşmaktadır.

10. Su geçiren betonda kullanılan agreganın boyutları 9.5 ile 19 mm arasında değişir. Maksimum 37,5 mm boyutlu agregada başarılı şekilde kullanılır, maksimum 20 mm boyutlu yaygın olarak kullanılmaktadır. 25 mm'ye kadar tek ebatlı agregada da kullanılmıştır. Az miktarda ince agregada (<2.4 mm), mukavemet ve dayanıklılık için faydalı olmaktadır.
11. Maksimum % 10 oranında uçucu kül ve % 5 silika dumanı kullanılarak çok düşük erken yaş kuvvetinden ve hızlı kurumadan kaçınılır. Su geçiren betonun mukavemet ve yapışma özelliklerini geliştirmek için yoğunlaştırılmış silis dumanı da %5 bağlayıcı değişiminde kullanılmıştır.
12. Su/çimento oranının 0.27 ila 0.30 (ağırlıkça) arasında olması tavsiye edilir.
13. Bağlayıcı/agrega oranının 0.18-0.22 (ağırlıkça) arasında olması istenir.
14. Genellikle agregada/çimento oranları (A/C), kütle oranı 4 ila 6 arasındadır. Bu A/C oranlar, yoğunluğu 1300 kg/m³ ila 1800 kg/m³ arasında olan agregada kullanılır.
15. Su geçiren beton veya asfalt kesiti Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Su Geçiren Beton Kesiti

Not:

1. %100 boşluklu, 15.24 cm kalınlıkta sele suyunu tutan üst tabaka,
 2. Gözenek aralığı %15-25 olan ve 15.24 cm kalınlıkta su geçirgen beton veya asfalt,
 3. %30 boşluklu, 15.24 cm kalınlığında sıkıştırılmış metal veya taş,
 4. %15 boşluklu, 61 cm kalınlıkta sıkıştırılmış mevcut toprak,
16. Yerleştirmeden önce yüz ağırlık çimento başına 155 gram ekleyerek, hidrasyonu önlemek (geciktirici değil) için gereklidir; bazı yapım firmaları viskozite değiştirici ve orta menzilli su azaltıcı kullanmak isteyebilir.
 17. Yapım firmalarının, geleneksel betondan farklı olduğu için geçirgen beton ile çalışma deneyimine sahip olmaları gerekir. Su geçirgen beton uygulamasını yapanlar bir eğitimden ve uygulamadan geçirilmelidir.
 18. %12 ila %20 arasındaki boşluk oranında olacak şekilde sıkılaştırma yapılmalıdır. Bu, bir çapraz yuvarlama ile, ardından el altında belli ağırlığa sahip el makaraları ile çapraz

haddeleme ile sağlanabilir.

19. Kenarları veya ek yerleri aşırı doldurulmamalı. Eklemler, testere ile değil "pizza kesici" makarayla kesilmelidir.

20. Sertleşme, beton yerleştirildikten sonra 10 dakika içinde başlamalı ve en az 7 gün devam etmelidir . Şap sıyırma ve plastik kaplama, yerleştirme arasındaki süre boyunca, yüzeyde püskürtme buğu giderici spreyi kullanmaktan sakınılmalıdır.

21. Geçirgen beton içine bir desen damgalanacaksa, açık yüzü pullar kullanarak plastik kür filminden geçirilir.

22. Normal yağışlı havalarda su geçiren asfalt ile klasik asfalt görüntüsü,



Şekil 3. Asfaltlar Arasındaki Fark

4.1 Su Geçiren Beton Ve Asfaltların Uygulamasındaki Kısıtlılıklar

Kısıtlılıklar;

- Rutin (üç aylık) vakum süpürme gerektirir (vakum destekli kuru süpürge aracı ile),
- Uygulanması (yapımı) sertifikalı firma tarafından yapılmasını gerektirir,
- Tıkanmayı önlemek için uygun zemin stabilizasyonu ve erozyon kontrolü gereklidir,
- Başarı için malzeme üretimi ve montajı için kalite kontrolü esastır,
- Beton dökümünden sonra 7 gün için plastik altında kür yapmalıdır,

- Malzeme maliyeti, geleneksel betondan %15 - %25 daha pahalıdır (zeminin durumuna, uygulama alanına ve boyutuna göre bu değişir),
- Uzun vadeli bakım, rutin üç aylık vakumlu süpürme işlemi gerektirir,
- Süpürme maliyeti, buz çözme maliyetleri ile indirilebilir,
- Onarımlar standart beton ile yapılır (yüzey alanının %10'undan fazla olamaz),
- Yoğun trafiğin olduğu, yani ağır taşıtların geçtiği yerlerde kullanılması sakıncalıdır,
- Yüksek yeraltı sularının olduğu yerler için muhtemelen özel dikkat gerekir,

4.2 Su Geçiren Beton/Asfaltın Kullanılmadığı Alanlar

Su Geçiren Beton/Asfaltın Kullanılmadığı Alanlar;

- Yüksek kirletici alanlardan gelen yüklenme alanlarında, yüksek kirletici yüklenme alanları, sürekli çökebilen atıklar veya atık ve/veya atıkların olduğu yerler,
- Tarımsal ve sanayi bölgelerinden gelen araçların geçmek zorunda olduğu yollarda,
- Toprak erozyonunun yoğun olduğu yerler,
- Yakıtların ve kimyasalların depolandığı veya işlendiği yerler,
- Aynı şekilde, rüzgarla taşınan toz ve tortuya maruz kalan alanlar,

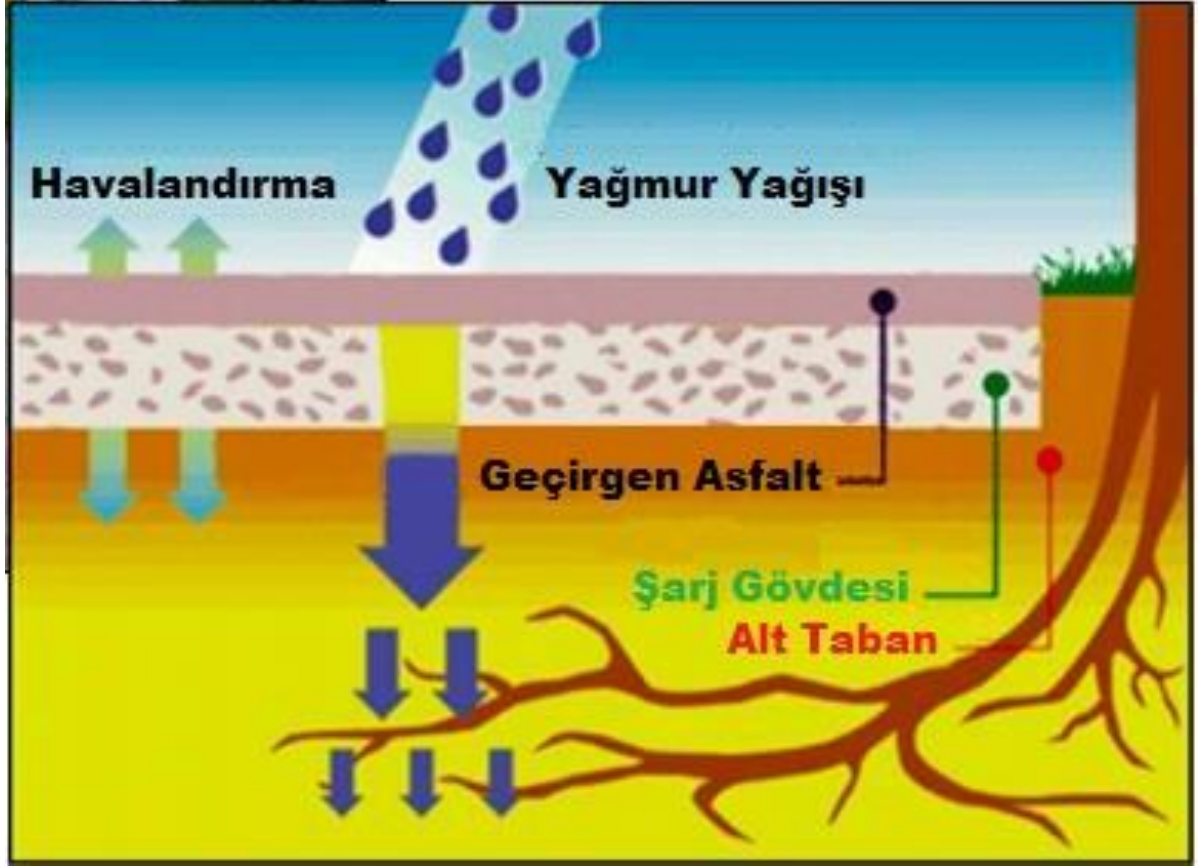
5. SU GEÇİREN BETON VE ASFALTLARIN AVANTAJLARI

Su geçiren beton ve asfaltlar çevreye uyumlu sürdürülebilir çözümler olup avantajları;

- Toprak suyla can bulur,
- Doğayla uyumlu, estetik ve çevre dostu zeminler elde edilir,
- Taşkınlar minimize edilir ve yolların bozulması önlenir,
- Arıtılmamış yağmur suyunu elimine eder, sıfır akış oluşturur ve verimli yağmur suyu yönetimi sağlar,
- Su kalitesi ve miktarı yanında kara buz oluşumunu önler, potansiyel kayma tehlikesini azaltır ve yağın kar yüzeyde birikmesi yerine tabana akar,
- Akiferi korumak ve yer altında depolamak için doğrudan yer altı sularını besler, yer altı su rezervi bakımından zenginleşir, yeraltı su tutma kapasitesi artar,
- Bileşik atık su sisteminde yağmur suyunun atıksu ile kirlenmesini önler ve atıksu arıtma tesisi verimliliği üzerinde olumsuz etkiyi minimize eder,
- "İlk yıkama" kirliliğini azaltır,
- Akarsuları, havzaları ve ekosistemleri korur,
- Yağmur suyu yönetimi için ideal olur ve taşkın kontrol önlemleri sağlanır,
- Sulak alanlarının kuraklıktan etkilenmesini minimize eder,
- Yerinde etkili aerobik biyoreaktörler ve kirlilik yutak alanları gibi hareket eder,
- Yüzey kaynaklı toplam azot (%80-85), toplam fosfor (%65), toplam askıda katı madde (%82-95), toplam hidrokarbon, motor yağı, KOI, Pb, Zn, Cd, Cu ve biyobozunur/biyobozunur olmayan yağlar gibi birçok kirleticileri %65-95 oranında filtre eder, absorbe eder, adsorplar, kimyasal olarak bağlar veya biyobozunur.
- Şehirlerde ağaç köklerine ve peyzaja daha çok su kanalı açtığından, sulama için daha az suya ihtiyaç olur, buda ağaçların ve çalıların daha sağlıklı büyümesine yardım

eder,

- Çimler ve diğer bitkiler daha sağlıklı olur,
- Isı absorbe edilmediğinden ve depolanmadığından yüzey sıcaklığı ve ısı adası etkisi azalır, böylece özellikle soğutmada enerji tüketimi minimize edilir ve sera gazı karbon dioksit emisyonu azalır,
- Suyun yüzeyde göllenmesini ve ıslak zeminde temasın azalması potansiyelini elimine ederek, yoldaki trafik güvenliğini artırır,
- Araba lastikli gürültü kirliliği emisyonunu azaltır,
- Zemin serinlediği için özellikle yaz aylarında soğutmada enerji tüketimini minimize eder,
- Yağmur suyunun altyapı sistemine zarar verme etkisi azaltılır,
- Trafikin güvenliğini artırır,
- Kar ve buz daha hızlı eridiği için kışın yollarda tuz kullanımını en az %75 oranında azaltır, klorür kirliliği minimize edilir,
- İklim değişikliği etkisiyle ani ve şiddetli yağışların taşkın etkisini minimize eder,
- Daha yüksek bir albedo yüzey yansımaya indeksi sağlar (0.35 veya daha yüksek)
- Pahalı yağmur suyu toplama sistemlerine duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.
- Yeraltı toprağı yetersiz drenaj özelliğinde olsa dahi, yağmur suyu geçiren beton ve asfalt kullanılan yerlerde, pik akış %90 ve yüzey akış %43 oranında azaltılabilir.
- Yağmur suyunun ağacın köklerine ulaşması, oksijen transferi, toprağın havalanması ve nefes alması sağlanır.



Şekil 4. Su Geçiren Beton/Asfaltın Faydaları

Gözenekli beton zeminindeki toprağın havalanması ve suyun buharlaşması sonucu su buharı salındığından böylece şehir yazın serin ve kışın ise ılıman olur.

Bitkilerin terlemesi, bitkilerin kökleri ile toprağın neminin çekildiği ve yapraklarındaki küçük açıklıklar vasıtasıyla su buharının atmosfere salındığı biyolojik süreçtir. Bitkiler büyük miktarda su buharı salgırlar. Büyüyen bitkiler, gövde ve yapraklarında tuttuklarınının 10 kat daha fazlası su verebilirler. Bu yavaş doğal süreçler, özellikle şehirlerde yağmur suyunun yeraltı suyunu besleme ve bitki örtüsünü koruma imkanı sağlar.

Serin kaldırımların ısıtma seviyeleri daha düşüktür, akşam ve gece saatlerinde, standart kaldırımdan daha yavaş bir şekilde depolanmış ısı yayarlar. Yavaş soğuma, gece ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olur.

6. KAYNAKLAR

1. “Porous Asphalt Pavements with Stone Reservoirs”,
<https://www.fhwa.dot.gov/pavement/asphalt/pubs/hif15009.pdf>
2. “Analysis of pervious concrete properties”, <https://hrcak.srce.hr/file/238524>
3. “Pervious Concrete Applications and Stormwater Management”,
https://www.ltrc.lsu.edu/ltrc_11/pdf/Pervious%20Concrete%20Applications%20and%20Stormwater%20Management.pdf
4. “Pervious Concrete Physical Characteristics and Effectiveness in Stormwater Pollution Reduction”,
http://www.intrans.iastate.edu/research/documents/research-reports/pervious_concrete_in_stormwater_pollution_reduction_w_cvr.pdf
5. “Porous Asphalt Pavement Design, Construction and Maintenance”,
<http://www.flexiblepavements.org/sites/www.flexiblepavements.org/files/events/conferences/Porous%20Asphalt%20Pavements.pdf>
6. “Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies”,
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basicscompndium.pdf>
7. “Pervious Concrete – A Sustainable Choice In Civil Engineering And Construction”,
<http://www.civil.mrt.ac.lk/conference/ICSBE2012/SBE-12-219.pdf>
8. “Clogging in permeable concrete: A review”, Journal of Environmental Management 193 (2017) 221-233.