

# Şehiriçi Yollarda Üstyapı Bozulma Değerlendirmeleri ve Ülkemizde Karşılaşılan Zorluklar

Ufuk KIRBAŞ<sup>1</sup>, Mustafa KARASAHİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 55139, Atakum/SAMSUN, Tel: (362) 312 19 19 / 1056  
E-Posta: ufukkirbas@gmail.com

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar/İSTANBUL, Tel: (212) 473 70 70 / 17936  
E-Posta: mkarasahin@istanbul.edu.tr

## Öz

Üstyapı yönetimi; en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programının genel adıdır. Bir üstyapı yönetim sistemi (ÜYS) verilen bir periyot süresinde karar vericiler için en uygun bakım ve onarım takviminin belirlenmesinde kullanılacak araçların ve yöntemlerin ayarlanmasını sağlar.

Ülkemizde, insanların ağırlıklı olarak yaşadığı belediye sınırlarında, ülke genelinde yılda yaklaşık 2 milyar 800 milyon TL asfalt yatırımının yapıldığı göz önüne alındığında, şehiriçi yolların üstyapılarını yöneten sistemin ya da sistemlerin bulunması zorunluluğu kaçınılmazdır. Bu maksatla, dünyada muhtelif şehirlerde ÜYS'lerin kurulduğu ve aktif bir şekilde çalışmaya devam ettiği bilinmektedir. Üstyapıların yönetimini sağlamak amacıyla kurulan bir sistemde en zor olan adımın üstyapıların mevcut performansını belirlemek olduğu bilinmektedir. Bu amaçla, bir ÜYS oluşturulmasında, mevcut üstyapı performansını belirlemek amacıyla deformasyonlar, düzgünlük, yüzey bozulmaları ve yüzey kayma sürtünmesi olmak üzere dört başlık altında veri yığınları araziden okunmakta ve değerlendirilmektedir. Ülkemizde, şehiriçi yollarda, yolların geometrik standartlarının düşük olması, trafik hacimlerinin yüksek oluşu, ölçüm yapmak amacıyla kesimlerin kapatılamaması, arazide yaşanan zorluklar vb. nedenlerden dolayı şehiriçi yol ağında bir ÜYS kurulmasında en avantajlı veri yığınının 'Yüzey Bozulmaları' olduğu bilinmektedir. Yüzey Bozulmaları, dünyada çeşitli otoritelerce farklı ölçütlerde sınıflandırılmıştır. Söz konusu sınıflandırmalar, gerek standart ölçütlerinde gerekse tanımlama kılavuzları şeklinde yayınlanmıştır.

Çalışmada, Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) üstyapılara sahip bir karayolunda ÜYS kurulmasında kullanılmak amacıyla, farklı otoritelerce kabul edilmiş yüzey bozulma tanımlamaları ve çalışan ÜYS sistemleri özet halinde açıklanmıştır. Bozulmaların arazide tespit edilmelerine ilişkin yaşanan zorluklar ile ülkemizde rastlanılan ve yüzey bozulmaların standart açıklamalarına herhangi bir şekilde uymayan bozulmalar örneklerle tasvir edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Üstyapı Yönetim Sistemi, PCI, Paver Sistemi, Yüzey Bozulmaları, Bozulma Kılavuzları

## Giriş

Ulaşım, insan yaşamının zorunlu ihtiyaçları arasında yer almaktadır ve artık modern ulaşım sistemleri olmaksızın yaşamın sürdürülebilmesi düşünülemez durumdadır. Ülkemizde hızlı nüfus artışı, köylerden kentlere doğru nüfus hareketliliği, çarpık kentleşme, altyapı yetersizliği ve insanların gelir düzeylerinin artmasına paralel olarak, ulaşım ve trafik problemleri de büyümüş ve özellikle büyükşehirlerimizin en önemli sorunlardan biri haline gelmiştir.

Ülkemizde şehiriçi ve şehirlerarası yollarda en temel ulaşım ağı olarak karayolu ağları kullanılmaktadır. Karayolu ağlarında güvenlik ve konforu sağlayan en önemli unsur karayolu üstyapısı olarak görülmektedir. Ülkemizdeki gelişmelere paralel olarak ortaya çıkan karayolu ihtiyacının artması ve yollardaki üstyapıların zamanla bozulmaya başlaması, daha fazla kaynağın üstyapı bakım ve onarım işlerine aktarılmasını zorunlu kılmıştır.

Üstyapı, ulaştırma şebekesinin ucuz olmayan bir parçasıdır. Amerika'da yalnızca Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) kaplamalı yollarda yapılan yatırımın yıllık ortalama 500 milyon ton, Avrupa ülkelerinde ise toplam 300 milyon ton civarında olduğu bilinmektedir. Ülkemizde bu rakamın Asfalt Müteahhitleri Derneği verilerine göre 2013 yılında 46,2 milyon ton olduğu ve yalnızca şehiriçi yollarda bu rakamın 21,1 milyon ton olduğu bilinmektedir. Yukarıda atfedilen rakamlardan da anlaşılacağı üzere üstyapıların düzenli bir şekilde yönetilmesi, kullanıcılara konforlu ve güvenli bir seyahat sunmanın yanında temelde topluma ait bütçenin en iyi şekilde değerlendirilmesini de sağlayacaktır.

## Üstyapı Yönetim Sistemi Kavramı

Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS), sistem genelindeki tüm işlemlerin koordineli bir şekilde ayarlanarak, temelde topluma ait olan bütçenin en uygun harcamalarla düzgün, güvenli ve ekonomik olarak üstyapıların işletimini sağlamayı amaçlayan çalışmaların tamamına verilen isimdir (Haas ve diğ., 1994).

İyi bir üstyapı yönetimi sistematik yaklaşımli ve organize edilmiş bir şekilde düşünmeyi gerektirmesinin yanında işlerin günü gününe yapılmasını da sağlayan bir sistemin bütünüdür. Üstyapı yönetimi en geniş anlamda planlama, programlama, tasarım, yapım, bakım, onarım ve yenileme işlemlerinin tamamını içeren çalışma programıdır (Kırbaş, 2007).

Bir ÜYS'de bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- Yeni bilgi ve daha iyi modeller elde edildiğinde kolaylıkla sistem güncellenebilmeli ve düzenlenebilmelidir,
- Alternatif stratejilerin tamamı hesaba katılabilmelidir,
- Optimum alternatifler veya stratejiler tanımlanabilmelidir,
- Tanımlanan özellikler, kriterler veya kısıtlar ile birlikte temel kararlar gerçekçi yaklaşımlara dayandırılabilir,
- Kararların karşılaştırılması sonucunda elde edilen yorumlar bilgi olarak kullanılabilir (Haas ve diğ., 1994).

## Üstyapılarda Görülen Bozulmalar ve Sınıflandırmaları

Birçok üstyapı yönetiminden sorumlu kurum/kuruluş yetki alanları içindeki üstyapıların durumunu görmek için periyodik olarak bozulma değerlendirmeleri yapmaktadır. Bozulma anketleri çeşitli tiplerde, önem derecelerinde ve yoğunlukta bozulmaların boyutları ölçülerek yapılmaktadır. Kullanılan yöntemler arasında farklılıklar olsa da genellikle ölçülen faktör veya bileşenler bakımından birbirleriyle benzerlik gösterirler. Ölçülen bu faktörler;

1. Yüzey kusurları,
2. Sürekli deformasyonlar,
3. Çatlaklar,
4. Yamalar, şeklinde sınıflandırılmaktadır (Shahin, 2002).

Dünyada üstyapıların yönetimi ile ilgilenen uzmanlara kolaylık sağlaması ve bozulma tanımlamalarının ve değerlendirmelerinin belli kısıtlar altında yapılması amacıyla bozulma tanımlama kılavuzları geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılan üstyapı yüzeyi bozukluğu tanımlama kılavuzu örnekleri ve teknik özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1 Bozulma tanımlama kılavuzlarının karşılaştırılması.

Kılavuz	Bozulmaların tanımlanması	Veri toplama yöntemi	Ölçüm bilgileri	Üstyapı performans göstergesi	Bozulma tamir önerileri
ASTM (2011)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Metrik birimler	PCI	Yok
FHWA (2003)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Metrik birimler	Yok	Yok
British Columbia Ministry of Trans. & Inf. (2012)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok
PASER (2002)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Var
Washington State DOT	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok
Minnesota DOT (2000)	Sayısal kısıtlar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Metrik birimler	PQI, PCR, SR	Var
Colorado DOT (2004)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi ölçümleri	Metrik birimler	Yok	Yok
Texas DOT (2009)	Fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok
Nebraska DOR (2002)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Var
Oregon DOT (2010)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Yok	Yok	Yok
Utah DOT (2009)	Sayısal kısıtlar ve fotoğraflar	Arazi görsel değerlendirmeleri	Bozulma oranları (%)	Yok	Yok

Tablodan görüldüğü üzere dünyada birçok otorite tarafından geliştirilen yüzey bozulma tanımlama kılavuzlarında, yüzey bozulmaları metrik kısıtlarla birlikte sözel olarak ifade edilmekle beraber tanımlar fotoğraflarla da desteklenmiştir. Bu durum, arazide değerlendirme yapan operatörün hafızasında bahsedilen bozulmanın canlanması amacıyla kabul görmüştür.

Söz konusu bu kılavuzların bir çoğunda bozulmalar çok benzer sınıflar altında toplanmış neredeyse aynı sayısal kısıtlarla yoğunluk tanımlamaları yapılmıştır. Bu maksatla çalışmada, FHWA tarafından ve ASTM tarafından kabul görmüş bozulma tanımlama kılavuzlarında bahsedilen bozulma türleri ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

*Uzun dönemli Üstyapı Performans Çalışması (Long-Term Pavement Performance - LTPP) Bozulma Kılavuzu*

Amerika'da 1993 yılında tamamlanan Stratejik Yollar Araştırma Programı (Strategic Highway Research Program – SHRP) tarafından yürütülen LTPP çalışması sonucunda oluşturulmuş bozulma tanımlama kılavuzunun bozulma sınıfları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2 LTPP bozulma sınıflandırmaları (Miller J. ve Bellinger W., 2003).

<b>Bozulma Tipi</b>	<b>Ölçüm Birimi</b>	<b>Yoğunluk Düzeyi Tanımlama</b>
<b>A.Çatlaklar</b>		
1. Yorulma Çatlağı	Metre kare	Evet
2. Blok Çatlak	Metre kare	Evet
3. Kenar Çatlağı	Metre	Evet
4a. Tekerlek İzi Boyuna Çatlak	Metre	Evet
4b. Tekerlek Alanı Dışı Boyuna Çatlak	Metre	Evet
5. Yansıma Çatlakları		
Enine Yansıma Çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
Boyuna Yansıma Çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
6. Enine Çatlaklar	Sayı, Metre	Evet
<b>B. Yamalar ve Oyulmalar</b>		
7. Yama/ Yama Bozulmaları	Sayı, Metre kare	Evet
8. Oyulmalar	Sayı, Metre kare	Evet
<b>C. Yüzey Deformasyonu</b>		
9. Tekerlek İzi	Milimetre	Hayır
10. Toplanma	Sayı, Metre kare	Hayır
<b>D. Yüzey Kusurları</b>		
11. Kusma	Metre kare	Hayır
12. Cilalanma	Metre kare	Hayır
13. Sökülme	Metre kare	Hayır
<b>E. Çeşitli Bozulmalar</b>		
14. Şerit-Banket Düşüklükleri	Ölçülmez	Belirsiz
15. Yağış Oyulmaları	Sayı, Metre	Hayır

*Amerika Test ve Malzemeler Birliği Standartı (Amerikan Society Testing and Materials – ASTM) Bozulma Kılavuzu*

Yollar ve park alanları için tanımlanan üstyapı bozulma kılavuzu ASTM tarafından 2011 yılında D 6433-11 kodu ile yayınlanmıştır. Ayrıca yayınlanan bu kılavuzda bozulma türleri oluşma nedenleri bakımından yük, iklim ve diğer olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.

Bir yoldan beklenenden çok trafiğin geçmesi veya standart dingil yüküne göre projelendirilenden daha ağır dingil yüklerine sahip taşıtların geçmesi yolda yükten kaynaklanan bozulmaların oluşmasına neden olur. Ayrıca, gün içerisinde veya mevsimler arasında sıcaklık farkı da üstyapılarda iklimden kaynaklanan bozulmalar oluşmasına neden

olur. Bunlardan başka, yapım hataları, bakım hataları, malzeme özellikleri, kaplama üzerinde seyreden taşıtlardan mazot, benzin, yağ gibi kimyasal maddeler damlaması, soğuk iklime sahip bölgelerde buzlanma ile mücadele amaçlı olarak yola tuz serilmesi gibi diğer nedenlerle de üstyapılar zaman içinde bozulurlar. ASTM bozulma tanımlama kılavuzu ve bozulma tiplerinin oluşma nedenleri Tablo 3’de görülmektedir (Shahin, 2002).

Tablo 3 ASTM bozulma sınıflandırmaları (ASTM D6433-11).

Kod	Bozulma Tipi	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi	Bozulma Nedeni
1	Timsah Sırtı Çatlak	Metre kare	Evet	Yük
2	Kusma	Metre kare	Evet	Diğer
3	Blok Çatlak	Metre kare	Evet	İklim
4	Kabarma ve Oturma	Metre	Evet	Diğer
5	Ondülasyon	Metre kare	Evet	Diğer
6	Çökme	Metre kare	Evet	Diğer
7	Kenar Çatlağı	Metre	Evet	Yük
8	Yansıma Çatlağı	Metre	Evet	İklim
9	Kenar/Banket Düşüklüğü	Metre	Evet	Diğer
10	Boyuna ve Enine Çatlak	Metre	Evet	İklim
11	Yama	Metre kare	Evet	Diğer
12	Cilalanma	Metre kare	Hayır	Diğer
13	Oyulma	Sayı	Evet	Yük
14	Demiryolu Geçişi	Metre kare	Evet	Diğer
15	Tekerlek izi	Metre kare	Evet	Yük
16	Toplanma	Metre kare	Evet	Diğer
17	Tabaka Kayması Çatlağı	Metre kare	Evet	Diğer
18	Şişme	Metre kare	Evet	Diğer
19	Soyulma ve Sökülme	Metre kare	Evet	İklim
20	Ayrışma	Metre kare	Evet	İklim

### Ülkemizde Yüzeysel Bozulma Verilerinin Toplanması

Ülkemizde, özellikle şehiriçi yollarda yüzeysel bozulma verileri toplanırken toplumun alışkın olmadığı bir çalışma yapıldığından dolayı çeşitli zorluklarla karşılaşılabilir. Özetle sahada karşılaşılan zorluklar maddeler halinde şu şekilde açıklanabilir;

- Operatörlerin gerek fotoğraf gerekse yazılı belge olarak veri toplaması sırasında dükkanı yakında bulunan esnafın maliye, belediye zabıtası vb. bir memur zannederek cezai işlem uygulayacağı düşüncesi ile tepki göstermesi,
- Özellikle yanlış yere park etmiş araç sahiplerinin operatörleri polis memuru zannederek aceleyle araçlarını almaları ve cezai işlem yapılmaması için operatörleri ikna etmeye çalışmaları,
- Dikkatsiz ve/veya trafik kurallarına riayet etmeyen sürücüler sebebiyle yol üzerinde değerlendirme yapan operatörlerin kazaya karışma ihtimalleri,
- Özellikle trafik polislerinin oluşabilecek trafik kazalarına engel olma amacıyla operatörleri çalışmak istememeleri,
- Çalışma yapan operatörlere karşı yapılan işlemleri merak ettiklerinden dolayı halkın yoğun ilgisinin oluşması.

Tüm bu sebepler göz önüne alındığında, operatörler için zaten yorucu olan arazi çalışmalarının daha da zorlaştığı tartışılmaz bir gerçektir.

### **Ülkemizde Karşılaşılan ve Bozulma Tanımlama Kılavuzlarına Uymayan Üstyapı Bozulma Çeşitleri**

Ülkemizde, üstyapıları imal eden kurum veya kuruluşlarca dikkatlerden kaçarak yapılan herhangi bir üstyapı bozulma tanımlama kılavuzunda karşılığı bulunmayan değişik tiplerde bozulmalarla da karşılaşmaktadır. Bu durum üstyapıların değerlendirilmesinde karşılaşılan çok önemli bir zorluktur. Genel itibari ile imalat hatası olarak tanımlanabilecek bu bozulma çeşitleri maddeler halinde fotoğraflarla birlikte şu şekilde ifade edilmektedir.

#### *Drenaj Kanalları*

Yüzeysel yağmur sularının yol üstyapısından uzaklaştırılması amacıyla yol kenarlarına drenaj sistemleri (hendek, kanal vb.) tasarlanmaktadır. Ayrıca, yol platformuna enine eğim verilerek suretiyle yüzeysel sular söz konusu bu sistemlere drene edilmektedir (Yayla, 2004). Ülkemizde boyuna doğrultuda diğer bir deyişle yol eksenini dik kesen doğrultuda, tüm yüzeysel suların toplanması ve drenajı amacıyla ızgara drenaj sistemleri bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmemektedir. Bahsi geçen sistemler fotoğraflarla Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1 Ülkemizde imal edilen ızgara drenaj sistemi örnekleri.

#### *Rijit Malzeme ile Üstyapı Tamirleri*

Karayolu üstyapılarında özellikle şehiriçi yol ağlarında yolun enine doğrultusunda su, elektrik vb. hatların geçirilmesi amacıyla yaklaşık 50-70 cm genişliğinde üstyapıların kazıldığı uygulamaların olduğu bilinmektedir. Uygulama sonrası zarar verilen üstyapı kendi malzemesi ile yenilenmesi gerekirken ülkemizde farklı malzemelerle tamiratların yapıldığı göze çarpmaktadır. Örneğin BSK bir üstyapı Portland çimentosu kullanılan beton imalat ile tamir edilmektedir. İlgili tamir örnekleri Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2 Rijit malzeme ile üstyapı tamiri örnekleri.

### *Rögar Kapaklarının Yol Kırmızı Kotuna Göre Düşük Oluşu*

Altyapı tesisleri özellikle şehirleşmenin çok olduğu bölgelerde karayollarının altından geçirilmektedir. Bu durumda tesislerde herhangi bir bakım veya tadilat ihtiyacında kullanılması amacıyla karayolu üzerinde rögar kapakları tesis edilmesi zorunlu olmaktadır. Bahsi geçen rögar kapaklarının zaman zaman taşıt tekerlek yörüngeleri ile çakışması söz konusudur. İmal edilen rögar kapaklarının yolun kırmızı kotundan düşük kotta tesis edilmesi ile bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bir çeşit bozulma oluşmuş olmaktadır. Bu durum sürücülere son derece konforsuz bir yuvarlanma yüzeyi sağlamakla birlikte araçların maddi hasarlarına da sebep olabilmektedir. Bahsi geçen rögar kapaklarının yol kotuna göre düşük kotta yapılan imalat örnekleri Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3 Rögar kapaklarının yol kotuna göre düşük kotta yapılan imalat örnekleri.

### *Rögar Kapaklarının Yol Kırmızı Kotuna Göre Yüksek Oluşu*

Bir önceki alt başlıkta sözü edilen rögar kapaklarının, yolun kırmızı kotuna göre yüksek kotta tesis edilmesi ile bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bir çeşit bozulma oluşmuş olmaktadır. Bu durum sürücülere son derece konforsuz bir yuvarlanma yüzeyi sağlamakla birlikte araçların maddi hasarlarına da sebep olabilmektedir. Ayrıca rögar kapaklarının altında kalan bölgede herhangi bir betonarme altyapı bacası imal edilmesi durumunda ilgili bacanın bir kısmı üstyapıda görülmektedir. Bahsi geçen rögar kapaklarının yol kotuna göre yüksek kotta yapılan imalat örnekleri Şekil 4’de görülmektedir.



Şekil 4 Rögar kapaklarının yol kotuna göre yüksek kotta yapılan imalat örnekleri.

#### *Yol Yüzeyine Dökülen Kalıntılar*

Karayolları her türlü yük taşımacılığının yapıldığı yol ağlarıdır. Bu sebeple taşıma esnasında yol yüzeyine istenmeyen yabancı maddelerin dökülmesi ve bu maddelerin zaman içerisinde rijit bir form alarak bir tabaka oluşturması beklenen bir sonuçtur. Özellikle gelişmekte olan bölgelerde devam eden inşaatlara transmikserler ile taşınan portland çimentolu beton karışımlar bu durumun en spesifik örnekleridir. Transmikserlerden dökülen ve zaman içerisinde prizini alarak yol üst yapısına yapışan beton kalıntıları bir tabaka oluşturarak taşıtların yuvarlanma yüzeylerinde istenmeyen bir durum oluşturmaktadır. Bu tip kalıntılar bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmemekle beraber yolu kullanan sürücü ve yolcuların sürüş esnasında konfor ve güvenliklerinin azalmasına sebep olmaktadır. Söz konusu kalıntı örnekleri Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5 Yol yüzeyine dökülen kalıntı örnekleri.

#### *İş Makinelerince Oluşturulan Hasarlar*

Üstyapının altından herhangi bir altyapı hattı geçişi aşamasında veya ağır yüklerin transferini sağlamak amacıyla paletli iş makineleri kullanılabilir. Gerek iş makinesinin hareketinden gerekse kazı ve dolgu işleminde kazıcı başlığın verdiği zararlardan dolayı üstyapı sathından kalıcı zararlar oluşabilir. Bu zararlar üstyapının kesitinin azalmasına sebep olmakla beraber yol kullanıcıları için sürüş konforunun azalmasına sebep olmaktadır. Söz konusu bu hasarların örnek gösterimleri Şekil 6’da görülmektedir.





Şekil 6 İş makinelerince oluşturulan hasar örnekleri.

#### *Yol Yüzeyinde Oluşturulan Kesikler*

Genellikle üstyapının altından bir altyapı tesisi geçirmek amacıyla belirli bir genişlikte açılacak bir kazı alanına öncelik olması amacıyla üstyapılar kesilir. Normal şartlar altında planlanan imalatın tamamlanmasından sonra kaldırılan üstyapı kesiminde aynı tasarımda bitümlü karışım ile yama yapılması beklenir. Fakat, zaman zaman üstyapıların kesilmesinden sonra değiştirilen kararlar sonucu veya planlanmayan gereğinden fazla açılan kesikler yüzünden üstyapıların bu noktalarda önemli performans kayıplarına maruz kaldığı görülmektedir. Ayrıca, bu noktalardan yüzeysel suların üstyapı gövdesine ve hatta altyapıya geçtiği tahmin edilmektedir. Bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bu bozulmanın örnekleri Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 7 Yol yüzeyinde oluşturulan kesiklerin örnekleri.

Yukarıda bahsedilen bozulma çeşitlerinin daha da çoğaltılabileceği açıktır. Fakat, üstyapıların yönetiminde görevli olan kurum/kuruluşlarca yapılan çok kaba imalat hataları olarak kabul edilebilecek bu bozulmalara ülkemizin farklı bölgelerinde rastlanıldığı bilinmektedir.

### **Sonuç**

Yapılan bu çalışmada öncelikli olarak, farklı otoritelerce kabul edilmiş üstyapılar için yüzey bozulmaların tanımlandığı kılavuzlar özet olarak açıklanmıştır. Akabinde dünyada başlıca iki eser olan ASTM ve FHWA (LTPP) kılavuzlarında esas kabul edilen bozulma tipleri tablolar halinde belirtilmiştir. Daha sonra, ülkemizde muhtelif bölgelerde farklı hizmet sınıflarındaki yollarda karşılaşılabilecek, tanımlanması konusunda oldukça zorlanılan bozulmalar ve oluşma nedenleri fotoğraflarla örneklendirilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

İmalat hatası olarak tanımlanabilecek bu bozulmaların yolun kullanıcılarına sağladığı sürüş konforunun ve güvenliğin azalmasına sebep olmasının yanında yolların mevcut performansını değerlendirmek amacıyla yüzey bozulma verilerini inceleyen arazi operatörlerinin de çaresiz

kalmasına sebep olmaktadır. Çok basit olarak çeşitli kaynaklarda açıklanan mühendislik kısıtlarına ve hassasiyetlerine uyulması halinde bu türde bozulma tanımlama kılavuzlarında kabul edilen herhangi bir bozulma çeşidine karşılık gelmeyen bozulmalarla karşılaşılmayacağı ve yol kullanıcılarına daha güvenli, aynı zamanda konforlu hizmet veren üstyapıların sürdürülebilir bir şekilde ikame ettirileceği açıkça görünen bir gerçektir.

Yapılan bu çalışma ile üstyapıların işletimi konusunda biraz da olsa farkındalık yaratılmaya çalışılmıştır. Basit önlem ve dikkatli çalışma ile aynı yatırımı yaparak daha güvenli ve konforlu yollarda seyahat edebileceğimiz gerçeği unutulmamaya çalışılmıştır.

## Kaynaklar

ASTM Standart D 6433-11, (2011) Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.

Haas R., Hudson W.R., Zanievski J., (1994) Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Florida, USA.

Kırbaş, U., (2007) Üstyapı Yönetim Sistemi ve Beşiktaş İlçesi Örneğinde Uygulama Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kırbaş, U., (2013) Şehirçi Yollarda Üstyapı Bakım Yönetim Sistemi Kurulması, Türkiye Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Miller, J.S., Bellinger, W.Y., Federal Highway Administration (2003) Distress identification manual for the long-term pavement performance program.

Shahin, M.Y., (2002) Pavement Management For Airports, Roads and Parking Lots, Kluwer Academic Publishers, Boston, London, U.K.

Yayla, N. (2004), Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi, İstanbul.