



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YOL ÜSTYAPI TASARIMINDAKİ BOZULMALAR VE MERSİN
ÖRNEĞİNİN İNCELENMESİ

Tuğba SÜRBAHANLI

DANIŞMAN

Prof. Dr Mehmet ÇAKIROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

Tuğba SÜRBAHANLI tarafından hazırlanan "Yol Üst Yapı Tasarımındaki Bozulmalar ve Mersin Örneğinin İncelenmesi" başlıklı bu çalışma 01/08/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ


Jüri Üyesi
Prof. Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU
Danışman


Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Hidayet TAĞA
(Mersin Üniversitesi)

Savunma Sınav Jürisi Tarafından Tezin İmzalı Nüshasının Teslim Tarihi : 29.08/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.


Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali AKTAŞ
Enstitü Müdürü V.

ETİK BEYAN

Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmada;

- Sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

01/08/2019



YOL ÜSTYAPI TASARIMINDAKİ BOZULMALAR VE MERSİN ÖRNEĞİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuğba SÜRBAHANLI

TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
2019

ÖZET

Türkiye’de genç nüfus her geçen gün artmaktadır. Bu durum araç trafiğini yoğunlaştırmak ile birlikte karayollarımızda önemli problemlere sebep olmaktadır. Ülkemizdeki yol yapıları donanım yetersizliği ve geçmiş dönem eksik yapılandırmaları sebebiyle yol üst yapısında bir takım hasarlar oluşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye’de karayolunda yapılan yatırımların hem ekonomik hem pratik hem de uzun vadede onarım masrafı gerektirmeyecek şekilde yapılması gerekmektedir.

Bu araştırmada karayolu üstyapılarında meydana gelen bozulmalardan ve bunlara karşı uygulanacak bakım onarım çalışmalarından bahsedilmiştir. Mersin ilinde meydana gelen yüzey bozulmalarına değinilmiş, örneklemeler yapılmış ve çözüm yolları hakkında bilgi aktarımı yapılmıştır. Mersin ili çevre ve iklim şartları göz önüne alındığında sıcaklık ve nem faktörleri göz önüne alınarak kaplama tipi seçimi yapılmalı ve yapımsal hatalardan kaçınılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Karayolu, bozulmalar, Mersin.

**WAYS TO REDUCE THE LACK OF COMFORT ON CONCRETE
ROADS
(M. Sc. Thesis)**

Tuğba SÜRBAHANLI

**TOROS UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES
2019**

ABSTRACT

Turkey's young population is increasing every day. This situation is causing major problems to intensify our highways with vehicular traffic. Make way for our country, and past a number of hardware failure occurs in the way the superstructure damage due to incomplete configurations. the investments made in Turkey, one of the developing countries in the highway needs to be done by both practical and economical manner and does not require any repair costs in the long term.

In this study, it is mentioned about the deterioration of the highway pavements and maintenance and repair work to be done against them. Surface defects occurring in Mersin were mentioned and samples were made and information was given about the solutions.

Key words: Highway, superstructure, Mersin, disturbances .

TEŞEKKÜR

Akademik duruşu ve bilime bakışıyla örnek aldığım, saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. Mehmet AKIROĞLU' na tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Seminer alışma sũrecimde bũyũk bir ȳzveri ve imkânlarla yanımnda olan saygıdeğer bȳlũm asistanımız ve aynı zamanda çok kıymetli dostum olan Ar. Gȳr. Fatma DũLGER' e ve Ar. Gȳr. Hatice Merve ÇETİN' e teőekkũr ederim.

Bana olan gũveniyle kendime ve başarma gũcũme inancımı arttıran, her daim maddi ve manevi yanımnda olan annem Melahat SũRBAHANLI' ya ve nişanlım Aytaç GũNEŐ' e teőekkũr ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARI

1. KARAYOLU ÜSTYAPILARI

1.1. Karayolu Üstyapısı Nedir?	2
1.2. Karayolu Üstyapı Tipleri.....	2
1.2.1. Rijit üstyapı	2
1.2.2. Esnek üstyapı.....	3
1.2.3. Yarı-Rijit üstyapı	3
1.2.4. Stabilize yollar.....	4
1.2.5. Toprak yollar.....	4
1.2.6. Parke yollar	4
1.3. Karayolu Üstyapı Tipinin Seçiminde Etkili Olan Faktörler	4
1.3.1. Karayolu üstyapı tipinin seçiminde AASHTO-86 yönteminin kullanımı	5
1.4. Karayolu Üstyapı Tiplerinin Karşılaştırılması	7
1.4.1. Esnek üstyapıların üstünlükleri	7

1.4.2. Esnek üstyapıların sakıncaları	7
1.4.3. Rijit üstyapıların üstünlükleri	8
1.4.4. Rijit üstyapıların sakıncaları	8
1.5. Esnek Üstyapı Çeşitleri	9
1.5.1. Sathi kaplamalar	10
1.5.2. Bitümlü sıcak karışımli kaplamalar	11
1.5.2.1 Stabilité	12
1.5.2.2 Durabilite	12
1.5.2.3 Geçirimsizlik	12
1.5.2.4 İşlenebilirlik	12
1.5.2.5 Esneklik	12
1.5.2.6 Yorulmaya karşı direnç	12
1.5.2.7 Kaymaya karşı direnç	13
1.5.3. Esnek üstyapı kaplama seçimi	13

İKİNCİ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA YÜZEY BOZULMALARI

2. KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA YÜZEY BOZULMALARI

2.1. Bozulma Kavramı	16
2.1.1. Bozulma tanımı	16
2.1.2. Bozulmada ölçütler	17
2.1.2.1 Servis yeteneği indeksi	17
2.1.2.2 Tekerlek izi derinliği	17
2.1.2.3 Çatlak	17
2.1.2.4 Defleksiyon	18
2.1.3. Bozulma sebepleri	18

2.1.3.1 Tasarımsal yanlışlar.....	18
2.1.3.2 Yapımsal hatalar	18
2.1.3.3 Bakım hataları.....	19
2.1.3.4 Çevresel ve iklimsel etkiler	19
2.1.4. Bozulma seyri	20

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMA TÜRLERİ

3. KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMA TÜRLERİ

3.1. Şekil Değiştirmeler	22
3.1.1. Tekerlek izinde oturma (kalıcı deformasyon).....	22
3.1.1.1. Tekerlek izinin oluşması ve sebepleri.....	23
3.1.1.2. Tekerlek izi sebebiyle oluşan kalıcı deformasyonların derecelendirilmesi	23
3.1.2 Lokal (yerel) oturma.....	24
3.1.3. Ondülasyonlar, ötelenmeler ve yoğrulmalar	25
3.1.4. Tekerlek görünüş izi oluşması	26
3.2. Çatlaklar	26
3.2.1. Yorulma çatlakları ve derecelendirilmesi.....	26
3.2.1.1. Hafif şiddette yorulma çatlakları.....	27
3.2.1.2. Orta şiddette yorulma çatlakları	27
3.2.1.3. Yüksek şiddette yorulma çatlakları.....	27
3.2.2. Enine (termal) çatlaklar ve derecelendirilmesi	28
3.2.2.1. Hafif şiddette enine çatlaklar	28
3.2.2.2. Orta şiddette enine çatlaklar	29
3.2.2.3. Yüksek şiddette enine çatlaklar	29

3.2.3. Kenar çatlakları ve derecelendirilmesi	29
3.2.3.1. Hafif şiddette kenar çatlakları	29
3.2.3.2. Orta şiddette kenar çatlakları.....	30
3.2.3.3. Yüksek şiddette kenar çatlakları.....	30
3.2.4. Boyuna çatlaklar ve derecelendirilmesi.....	31
3.2.4.1. Hafif şiddette boyuna çatlaklar	31
3.2.4.2. Orta şiddette boyuna çatlaklar	32
3.2.4.3. Yüksek şiddette boyuna çatlaklar	32
3.2.5. Harita (blok) çatlakları ve derecelendirilmesi	32
3.2.5.1. Hafif şiddette harita çatlakları.....	33
3.2.5.2. Orta şiddette harita çatlakları	33
3.2.5.3. Yüksek şiddette harita çatlakları.....	33
3.2.6. Yansıma çatlakları ve derecelendirilmesi.....	34
3.2.6.1. Hafif şiddette yansıma çatlakları.....	34
3.2.6.2. Orta şiddette yansıma çatlakları	34
3.2.6.3. Yüksek şiddette yansıma çatlakları.....	35
3.3. Yamalar ve Çukurlar	35
3.3.1. Çukurlar	35
3.3.1.1. Hafif şiddette çukurlar	36
3.3.1.2. Orta şiddette çukurlar	36
3.3.1.3. Yüksek şiddette çukurlar	36
3.3.2. Yamalar	37
3.3.2.1. Hafif şiddette yama bozulmaları	37
3.3.2.2. Orta şiddette yama bozulmaları	37
3.3.2.3. Yüksek şiddette yama bozulmaları	37
3.4. Çok Yönlü Bozulmalar	37

3.4.1. Ayrışma, sökülme ve soyulma.....	37
3.4.1.1. Hafif şiddette ayrışma, sökülme ve soyulma	38
3.4.1.2. Orta şiddette ayrışma, sökülme ve soyulma	38
3.4.1.3. Yüksek şiddette ayrışma, sökülme ve soyulma	39
3.4.2. Çizgisel agrega kaybı.....	39
3.4.3. Bitümlü bağlayıcıların terlemesi (kusma)	40
3.4.4. Kaplama agregası kaybı.....	40
3.4.5. Kayma direnci kaybı (cilalanma)	41
3.4.6. Bombelikler	41

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMALARIN BAKIM VE ONARIMLARI

4. KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMALARIN BAKIM VE ONARIMLARI

4.1. Bakım ve Onarım Yöntemleri.....	42
4.1.1. Bitümlü sıcak karışımları yeniden kullanma yöntemi	43
4.1.2. Geotekstillerin bitüm sıcak karışım takviyelerinde kullanımı	43
4.1.3. Yeniden yapım yöntemi.....	43
4.1.4. Diğer onarım yöntemleri.....	44
4.1.4.1. Yama yapılması	44
4.1.4.2. Çatlak dolgusu ve yalıtım	44
4.1.4.3. Bitümlü koruyucu sathi kaplama (seal coat).....	44
4.1.4.4. Harç tipi kaplama (slurry seal).....	45
4.1.4.5. İnce yüzey kaplaması (micro-surfacing)	45
4.1.5. Çatlakların ve yüzey bozukluklarının bakım metodunun seçimi	45
4.2. Bozulma Tiplerine Göre Bakım ve Onarım.....	45

4.2.1. Tekerlek izi oturmalarının onarımı	45
4.2.2. Ondülasyonların onarımı	46
4.2.3. Yorulma çatlaklarının onarımı.....	46
4.2.4. Enine çatlakların onarımı	46
4.2.5. Kenar çatlaklarının onarımı.....	47
4.2.6. Boyuna çatlakların onarımı	47
4.2.7. Harita (blok) çatlaklarının onarımı	47
4.2.8. Yansıma çatlaklarının onarımı.....	47
4.2.9. Çukurların onarımı	48
4.2.10. Ayırışma, sökölme ve soyulmaların onarımı.....	48
4.2.11. Bitümlü bağlayıcıların terlemesi (kusması) onarımı	48
4.2.12. Kayma direnci kaybı (cilalanma) onarımı.....	48
4.2.13. Bombeliklerin onarımı	48

BEŞİNCİ BÖLÜM

ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ

5. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ

5.1. Türkiye'de Üstyapı Yönetim Sisteminin Kullanımı.....	50
5.2. Karayolu Üstyapısındaki Bozulmaları Belirleme Yöntemleri	50
5.2.1. Fotoğrafik gözlem	51
5.2.2. Optik gözlem	51
5.3. Karayolu Üstyapısındaki Bozulmaların Ölçülmesi.....	51
5.4. Karayolu Üstyapısındaki Bozulmaların Belirlenmesinde	
Kullanılan Aletler	51
5.4.1. Defleksiyon ölçüm araçları	52
5.4.2. Kayma direnci ölçüm araçları.....	53

5.4.3. Enine geometrik düzgünlük ölçüm araçları.....53

5.4.4. Boyuna geometrik düzgünlük ölçüm araçları.....53

ALTINCI BÖLÜM

MERSİN İLİ KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMALAR

6.MERSİN İLİ KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN
BOZULMALAR..... 54

YEDİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....63

KAYNAKÇA.....64

ÖZGEÇMİŞ67

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Rijit üstyapı elemanları.....	3
Şekil 1.2. Esnek üstyapı elemanları.....	3
Şekil 1.3. Yarı Rijit üstyapı elemanları	3
Şekil 3.1. ASTM bozulma sınıflandırılmaları	21

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Yüksek şiddette tekerlek izi oturması.....	24
Resim 3.2. Orta şiddette lokal oturma	25
Resim 3.3. Hafif şiddette ondülasyon.....	26
Resim 3.4. Hafif şiddette enine çatlaklar	28
Resim 3.5. Yüksek şiddette kenar çatlakları.....	30
Resim 3.6 Yüksek şiddette boyuna çatlaklar	32
Resim 3.7. Yüksek şiddette harita çatlakları	34
Resim 3.8. Orta şiddette çukurlar	36
Resim 3.9 Orta şiddette soyulma	38
Resim 3.10 Çizgisel agrega kaybı	39
Resim 6.1. Kenar çatlakları.....	54
Resim 6.2. Kenar çatlakları.....	55
Resim 6.3. Ondülasyon.....	56
Resim 6.4. Timsah sırtı çatlağı	57
Resim 6.5. Boyuna çatlak	58
Resim 6.6. Boyuna çatlak	58
Resim 6.7. Blok (harita) çatlağı.....	59
Resim 6.8. Blok (harita) çatlağı.....	59
Resim 6.9. Çukur	60
Resim 6.10. Çukur	60
Resim 6.11. Enine çatlak	61
Resim 6.12. Enine çatlak	61

GİRİŞ

Ülkelerdeki ulaşım durumunun yeterli seviye ve standartta olması gelişmişliğinin ve sosyoekonomikliğinin belirtisidir. Türkiye’de genç nüfus her geçen gün artmaktadır. Bu durum araç trafiğini yoğunlaştırmak ile birlikte karayollarımızda önemli problemlere sebep olmaktadır. Türkiye’de yol yapıları donanım yetersizliği ve geçmiş dönem eksik yapılandırılmaları sebebiyle yol üst yapısında bir takım hasarlar oluşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye’de karayolunda yapılan yatırımların hem ekonomik hem pratik hem de uzun vadede onarım masrafı gerektirmeyecek şekilde yapılması gerekmektedir.

Mühendisler eski çağlardan bu yana yeryüzünde bir şeyler meydana getirmişlerdir. İnsanlık adına yaptıkları faydalı ve yaratıcı fikirler ile buldukları çağ ve dönemi her zaman ileriye taşımışlardır. Mühendislik yalnızca bir şeyler meydana getirmek demek değildir. Mühendislik aynı zamanda yaptığı işin ekonomik, hızlı, mantığa ve matematiğe uygun, çevreye zarar vermeyen ve elbette güvenilir olmasını sağlamaktır. Mühendislik yapılarında dayanıklılığın önemi su geçirmez bir gerçektir. Fakat bir mühendis, dayanıklılığın yanı sıra konfor faktörünü de ele almak zorundadır.

Çalışmanın amacı öncelikle Türkiye’ye katkı sağlamaktır. Bu çalışma ile Mersin ili başta olmak üzere karayolu üstyapısı bozulmaları incelenmiş olup, çözüm önerileri aranmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARI

1. KARAYOLU ÜSTYAPILARI

Çalışmanın bu bölümünde karayolu üstyapısının tanımı, karayolu üst yapısının çeşitleri ve Türkiye’de yol üst yapısının gelişim süreci konularına değinilmiştir.

1.1.Karayolu Üstyapısı Nedir?

Altyapı ve üstyapı, yol gövdesini oluşturan tabakalardır. Altyapı, yarma ve dolgulardan oluşur. Tünel, viyadük, menfez, köprü gibi sanat yapıları birer yol altyapısı elemanıdır. Yol üstyapısı ise kaplama, temel ve alt temel tabakalarından oluşan trafik yüklerini taşıyan ve azaltarak altyapıya aktaran bir yapıdır.

Üstyapının birçok görevi mevcuttur. Bunlar:

- Trafik yükünün sebep olduğu gerilmeleri altyapı tabakalarına dağıtır ve taban toprağına fazla yük gelmesini önler.
- Trafiğin üzerinde akabileceğı düzgün bir yüzey oluşturur.
- Doğanın bozucu etkilerine karşı yol gövdesini korur.

1.2.Karayolu Üstyapı Tipleri

Üstyapılar, tabakalarında hangi malzemenin kullanıldığına göre ve bu malzemelerin özelliklerine göre **Esnek**, **Rijit** ve **Yarı-Rijit** olarak üçe ayrılırlar.

1.2.1. Rijit üstyapı

Bu yapı tipinde beton plaka tarafından ki bu plaka Portland çimentosundan yapılmıştır, yüklerin çoğunluğu taşınabilmektedir, kalan kısımlar ise plaka tarafından değil de altyapı tarafından taşınmaktadır. Burada üst yapının kuvveti de önemlidir, çünkü taban dayanım yapısına bağlı olarak aktarım çeşidi belirlenmektedir. Bu üst yapı taban yapısının

dayanım kuvveti ile doğru orantılı olacak şekilde, temele ek plaka/tabaka yapılabilir ya da yapılmayabilir.

BETON PLAK
TEMEL PLAKASI

Şekil 1.1. Rijit üstyapı elemanları

1.2.2. Esnek üstyapı

Yüklerinin önemli bir kısmının üstyapıyı oluşturan bitümlü bağlayıcı ya da bağlayıcısız tabakalar tarafından taşındığı, kalan yüklerin ise tabana aktarıldığı üstyapı çeşididir. Esnek üstyapılarda belli özellikteki malzemelerden oluşan çeşitli tabakalar mevcuttur. Tabaka kalınlıkları tabanın taşıma gücüne ve trafik yüklerine göre yapılacak hesaplar doğrultusunda değişim gösterir.

KAPLAMA TABAKASI
TEMEL
ALTTEMEL
ÜSTYAPI TABANI (DOLGU/YARMA)

Şekil 1.2. Esnek üstyapı elemanları

1.2.3. Yarı-Rijit üstyapı

Üst yapı çeşitleri arasında bitümlü kaplama çeşidi de bulunmaktadır. Bu kaplama çeşidinde ise bir ya da daha fazla miktarda hidrolik bağlayıcı tabaka mevcuttur. Bu tabaka sayesinde ise dayanım gücü artmakta, yüklerin olduğundan daha geniş alanda yayılması sağlanarak tabana aktarım eşit olması sağlanan bir yapıdır.

KAPLAMA TABAKASI
TEMEL
ALTTEMEL
TABAN

Şekil 1.3. Yarı-Rijit Üstyapı Elemanları

1.2.4. Stabilize yollar

Köy yolları gibi trafik yükünün az olduğu yerlerde kullanılır. Kum, çakıl, kırmataş gibi çeşitli bağlayıcı maddeler kullanılarak sıkıştırılarak stabil (dayanıklı) hale getirilir.

1.2.5. Toprak yollar

Genelde orman yollarında kullanılır ve yüzeydeki bitkisel toprağın sıyrılarak temizlenip, düzgün izlerin oluşturulduğu kaplamasız yollardır.

1.2.6. Parke yollar

Betondan imal edilmiş veya taştan oyulmuş blokların yan yana düzgün olarak yerleştirilmesi ile oluşturulmuş kaplama türüdür. Trafik yükünün az olduğu, dekoratif görünüm istenen, yüksek hızların engellenmek istendiği yerlerde kullanılır.

1.3. Karayolu Üstyapı Tipinin Seçiminde Etkili Olan Faktörler

Karayolu üstyapı tipinin seçiminde etkili bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

- Trafik hacmi
- Dingil yükü ve dingil yüklerinin tekerrür sayısı
- Taban zeminini taşıma gücü ve su hassasiyeti
- Yoldan beklenen hizmetin kalitesi
- Yolun ekonomik hizmet ömrü
- Beton kaplamanın özellikleri
- Çevre ve iklim şartları

1.3.1.Karayolu üstyapı tipinin seçiminde AASHTO-86 yönteminin kullanımı

Amerika'nın Illinois eyaletinde yapılan deneyler ve elde edilen verilen sonucu American Association of State Highway and Transportation Officials (Amerikan Devlet Karayolları Görevlileri Birliği) tarafından AASHTO Yöntemi geliştirilmiş ve bu yöntem ile de esnek üstyapıların projelendirilmesi sağlanmıştır.

AASHTO-1986 kriterinde kaplamanın performansı 'servis yeteneği' olarak tanımlanır. AASHTO yol testinde kaplamanın başlangıç ve bir miktar kullanım periyodu sonunda değişen servis yeteneğine göre kaplamanın performans değerlendirmesi yapılmış ve bu sonuçlara göre yeni tasarım formülleri geliştirilmiştir. Mevcut servis yeteneği indeksi (PSI) aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$PSI=5,03-1,91 \log (1+SV)-1,38 RD^2-0,01(C+P)^{1/2}$$

RD: Her iki tekerlek izindeki ortalama derinliği (inç)

SV: Ortalama eğim değişimi (10^0).

C: Çatlaklar (her 1000 ft² ' de çatlakların alanı.)

P: Yamaları (her 1 ft² ' de yapılan yamaların alanı) göstermektedir.

Servis yeteneği indeksi, kaplama tasarımcısı olmayan yol kullanıcıları tarafından 0-5 arasında verilen değerler ile ölçüm sonuçlarının mekanik cihazlarla yapılan ölçüm sonuçlarına göre belirlenmektedir. Bu değer kullanım ve süreye göre azalmaktadır. Bu değer PSI=1.5 olduğunda kaplama kullanılamayacak durumdadır. Bu nedenle kaplamanın trafikten dolayı servis yeteneği kaybı $\Delta PSI_T = P_0 - P_t$ olmaktadır. P_0 kaplamanın, trafikte kullanılmaya başlandığı andaki değer, P_t ise rehabilite edilecek maksimum PSI değeridir.

Servis yeteneği kaybı AASHTO-86 yöntemindeki zeminde şişme ve donmadan kaynaklı etkisi de önemlidir. Zeminin şişmeye duyarlılığı artan su ile şişme gösterir ve

kaplamada ek gerilmeler yaratır. Bu ek gerilmeden dolayı servis yeteneğinde ki azalma ΔPSI_S miktarının tayini için aşağıdaki bir diğer formül kullanılır.

$$\Delta PSI_S = 0,00335 V_R P_S (1 - e^{-\Theta \cdot t})$$

V_R : Potansiyel düşey ekleme

P_S : Şişme olasılığı

t : Zaman

Θ : Şişme oranı sabiti olup 0-0,2 arasında değişir.

Donma kabarmalarından dolayı servis yeteneğinde ki azalma ΔPSI_D bir diğer formül ile hesaplanır.

$$\Delta PSI_D = 0,01 P_D \Delta PSI_{max} (1 - e^{-0,02\varphi \cdot t})$$

P_{DK} : Donma kabarma olasılığı

ΔPSI_{max} : Kabarmadan dolayı maksimum hizmet kabiliyeti kaybı.

φ : Donma kabarması oranı (mm/gün).

Trafik, zeminde şişme ve donma kabarmasından ötürü servis yeteneğindeki toplam kayıp ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\Sigma \Delta PSI = \Delta PSI_T + \Delta PSI_S + \Delta PSI_D$$

Üstyapı sayısı (SN) hesabı aşağıdadır.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

a : Her bir tabakanın mukavemet katsayısı.

D: Kaplama, temel ve alt temel tabaka kalınlıkları

m: Drenaj faktörü (9).

1.4.Karayolu Üstyapı Tiplerinin Karşılaştırılması

Bir karayolu üstyapısı, trafiği hem ekonomik hem de güvenilir bir şekilde taşımak zorundadır. Güvenli taşıma seçeneği araç tekerleği ile üstyapı yüzeyi arasındaki sürtünme ile sağlanırken, ekonomi kısmıyla yapım aşamasında kullanılan malzemeden tutun da işletme ve taşıt maliyetlerine varana kadar kapsar.

1.4.1. Esnek üstyapıların üstünlükleri

- a) Trafik için düzgün bir yuvarlanma yüzeyi oluştururlar.
- b) Yüzey aşınması ve dingil yüklerinden oluşan deformasyonlara karşı dirençlidirler.
- c) Kuru olduklarında yüksek sürtünme katsayısına sahiptirler.
- d) Yükü alt tabakalara yayarak taşırlar.
- e) Yüzey geçirimsizliği sağlarlar.
- f) Kademeli inşaatı uygundur.
- g) Bakım ve onarımları akan trafik içerisinde yapılabilir.
- h) Yapımlarından birkaç saat sonra yol trafiğe açılabilir.
- i) Uygulaması ve bakımları kolaydır.

1.4.2. Esnek üstyapıların sakıncaları

a) Asfalt betonunda bağlayıcı olarak kullanılan asfalt termoplastik (sıcaklığa göre özellikleri değişen) bir malzemedir. Sıcaklık değişimlerinde ortaya çıkabilecek olumsuzluklar asfalt betonunun başarısını etkileyecektir.

b) Asfalt betonunun gerilme-deformasyon ilişkisi yükleme hızı ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Sabit değildir. Bu yüzden projelendirilmeleri rijit üstyapılara göre daha zordur.

c) Bitümlü bağlayıcıların içerisinde bulunan uçucu maddelerin zamanla uçması ve okside olması ile bağlayıcı maddede **yaşlanma** meydana gelir. Bu durumda bağlayıcı

madde ile agrega arasındaki adezyon azalır. Araçlardan dökülen kimyasal maddeler, petrol ürünleri ve tuzlar kaplama özelliklerinde değişiklik meydana getirirler.

d) Koyu renkli olduklarından gece özellikle de yağışlı şartlarda görülmeleri zordur.

e) Kaplamanın uygulanabilmesi için kuru ve en fazla %2 neme sahip olması gerekir.

Bu durum yağışlı bölgeler için sorun oluşturur.

f) Asfalt, petrolün damıtılmasından elde edilir. İthal ürünüdür.

g) Esnek üstyapıların inşaatında, rijit üstyapılara göre daha fazla enerji tüketilir.

1.4.3. Rijit üstyapıların üstünlükleri

a) Kayma sürtünme katsayıları yüksek olup, güvenlidir.

b) Yuvarlanma sürtünme katsayısı, harekete karşı direnci düşüktür. Yakıt masrafı ve lastik aşınması az olur.

c) Dayanıklıdır.

d) Yüksek kalitesi düşünüldüğünde esnek üstyapılara göre ekonomiktir.

e) Gürültüsüz ve tozsuzdur. Gece görüşü daha kolaydır.

f) Yüzey geçirimsizliği fazladır.

g) Zayıf zeminlerde faydalıdır.

h) Bakım masrafları düşüktür.

i) Ondülasyonlar azdır.

j) Hizmet ömrü sonrasında temel görevi görebilirler.

k) Islak zeminlerde döküm yapılabilir.

l) Yerli kaynaklar ile inşa edilirler.

1.4.4. Rijit üstyapıların sakıncaları

a) Proje veya inşa sırasında yapılacak bir hata sonradan telafisi olmayan sonuçlar ortaya çıkarabilir.

b) Beton prizini alıncaya kadar yol trafiğe kapalı kalır.

c) Trafik altında çalışmaya uygun değildir.

d) Daha sonra yolda uygulanan havagazı, kanalizasyon, telefon v.s. gibi çalışmalarda sorunlar oluşturur.

- e) Açık renginden dolayı güneşli havalarda göz kamaşmalarına sebep olabilir. Betona renkli malzeme karıştırılarak bu sorun çözülebilir.
- f) Derzler iyi inşa edilmezse konfor azalabilir.
- g) Aşınma olması durumunda kaygan olabilir güvenlik azalır.
- h) Temel ve aşınma tabakası aynı malzemedan yapıldığı için mevcut yolların iyileştirilmesinde ekonomik olmayabilir.
- i) Sonradan oluşan çatlaklar gerektiği şekilde hızlı bir şekilde tamir edilmelidir.

Rijit üstyapılar, gelişmiş ülkelerde çok sık kullanılmaktadır. Fakat ülkemizde hem şehir içi hem de şehir dışı yollardaki trafik hacmi henüz rijit kaplamaların yapımını zorunlu kılmadığı için beton kaplamalar yaygınlaşmamıştır ve esnek kaplamalar önemli bir yer tutmaktadır.

Bu avantaj ve dezavantajlara rağmen rijit kaplamaların, trafik hacmi yüksek yollarda ve havaalanlarında yapımı kaçınılmazdır. 20 yıl proje ömrü içinde 8,2 ton standart dingil yükü sayısının 60 ile 75 milyondan fazla olduğu veya yolun trafiğe açıldığında tek yöndeki günlük ticari vasıtaların sayısı 5000'den fazla olduğu yollarda ve büyük yolcu uçaklarının yıllık 5000'den fazla kalkış yaptığı havaalanlarında beton kaplama yapılması kaçınılmazdır. Bu nedenle, gelecekte ülkemizde beton kaplamaların kullanımının artması ve yaygınlaşması beklenmektedir.

1.5.Esnek Üstyapı Çeşitleri

Türkiye'de ve tüm dünyada en çok tercih edilen kaplama çeşidi esnek üstyapılardır. Çeşitli belirleyici faktörler göz önüne alınarak esnek kaplamalar genel olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar;

- Sathi Kaplamalar
- Bitümlü Sıcak Karışimli Kaplamalar

Düşük standartlı kaplamalar (sathi kaplama) trafik hacmi az olan yollarda ekonomik bir seçenektir ve aynı zamanda yeterli performansı da sağlamaktadır. Fakat yüksek standartlı karayolu ve otoyollarda bitümlü sıcak karışimli tabakalar (yüksek standartlı kaplama) kullanılmaktadır.

1.5.1. Sathi kaplamalar

Ortalama günlük ağır taşıt sayısı çift yönde 500'den küçük yani hafif ve orta dereceli trafikli yollarda sathi kaplama kullanımı tercih edilir.

Yüzeysel kaplamalar olarak da bilinen sathi kaplamalar hem üstyapı inşaatlarında hem de üstyapı bakım onarım işlerinde sıklıkla tercih edilen ve uygulanan bir kaplama türüdür. Sathi kaplamaların hem uygulaması kolay hem de maliyeti ucuzdur. Fakat sathi kaplamaların bakım-onarım masrafının çok yüksek olduğu ve bu bakım-onarımın çok sık periyotlarla yapıldığı unutulmamalıdır.

Sathi kaplamalar 25 mm'den daha az kalınlığa sahip kaplamalar oldukları için ince kaplamalar olarak bilinirler. Yük taşıma kabiliyeti olmayan bu kaplamalar, üstyapı yük taşıma kapasitesi hesaplanırken hesaba eklenmezler.

Trafik aşındırmalarına karşı koruyucu bir kaplama özelliği gösteren sathi kaplamalar, aynı zamanda alt tabakaları sudan korur ve bu sayede temel tabakasının stabilitesini artırır.

Sathi kaplamalar sayesinde kayma direnci yüksek yüzeyler elde edilmektedir. Fakat bu durum sonucunda oluşan yüksek sürtünme direnci sebebiyle taşıt işletme giderleri de yükselmektedir.

Sathi kaplamalar üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- Tek katlı sathi kaplamalar
- Çok katlı sathi kaplamalar
- Kum örtme tabakalar

1.5.2. Bitümlü sıcak karışımı kaplamalar

Bitümlü sıcak karışımı kaplamalar, özellikle yoğun ve orta düzeyde yoğun trafiğin bulunduğu ana yollarda önemli olmaktadır. Bu yollarda oluşan trafikten kaynaklı yüklerin taşınımı ve üst yapıda bulunan diğer tabakaların farklı etmenler nedeni ile örn. doğa koşulları gibi olumsuz yönde etkilenmesinin korunması amacı ile uygulanmaktadır.

Asfalt çimentosunun ısıtılmış hali, yine sıcak agrega karışımlarının belirtildiği gibi bitümlü sıcak karışımı kaplamalar oluşturmak amaçlı bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır.

Bitümlü sıcak karışımı kaplamalar Türkiye’de çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu karışımlarda agrega karışımının ve asfalt çimentosunun yeterli sıcaklıkta karışması çok önemlidir. Uygun ısı ile karışmadığı süreçlerde homojen karışım sağlanamadığından istenilen nitelikte karışım oluşmamaktadır. Bu tip tabakaların kullanım alanları, özellikle standart yollarda esnek kaplama uygulama alanlarında üst yüzeylerdir.

Bitümlü sıcak karışımı kaplamalar, diğer bir kaplama çeşidi olan sathi kaplamaya göre kullanılan malzeme nedeni ile oldukça pahalıdırlar. Bu çeşit kaplamaların fiziksel özelliklerin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bunun diğer bir sebebi ile bu kaplama çeşitlerinin belirli koşullarda uygulama yapılabilmesidir. Bu bağlamda karışım tasarımı yapılırken ve hazırlanırken;

- Stabilite,
- Durabilite,
- Geçirimsizlik,
- İşlenebilirlik,
- Esneklik,
- Yorulmaya karşı direnç,
- Kaymaya karşı direnç,

gibi özellikleri iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikler incelendikten sonra uygun bulunduğu takdirde ise uygulama yapılabilir. Bu tip kaplamaların hizmet zamanı süresince performanslarının yüksek olması beklenmektedir.

1.5.2.1. Stabilite

Bitümlü sıcak karışımlar ile yapılan yollarda trafik yükü sonucu oluşacak deformasyonlara karşı yol kaplamalarının gösterdiği dirence **stabilite** denmektedir. Düşük ve yüksek stabilite zararlıdır.

1.5.2.2. Durabilite

Bitümlü sıcak karışımlar ile yapılan yollarda çevresel ve trafik etkileri sonucu oluşacak aşındırmaya karşı yol kaplamalarının gösterdiği dirence **durabilite** denmektedir.

1.5.2.3. Geçirimsizlik

Bitümlü sıcak karışımlarda kaplama içerisine su ve havanın etki etme ölçütüne **geçirimsizlik** denir. Geçirimsizliğin artması durumunda su ve havanın etkisiyle asfalt yaşlanması hızlanır.

1.5.2.4. İşlenebilirlik

Bir karışımın serilme ve sıkıştırma aşamalarındaki yani uygulanabilirliğindeki kolaylığa **işlenebilirlik** denir.

1.5.2.5. Esneklik

Esneklik, bitümlü sıcak karışımların zemininde ve temel tabakasında oluşacak uzun dönemli oturmalara uyum sağlama yeteneğidir.

1.5.2.6. Yorulmaya karşı direnç

Bitümlü sıcak karışımlarda kaplamaya etki eden yükler karşısında çatlama değil de eğilme yani geçici deformasyonlar oluşturma yeteneğine **yorulma mukavemeti** denir.

1.5.2.7. Kaymaya karşı direnç

Araçların fren yapma esnasında güvenle durması ve kurlarda savrulmasını önleme amaçlı olarak tekerle kaplama tabakası arasındaki sürtünme kuvvetine **kayma direnci** denir.

1.5.3. Esnek üstyapı kaplama türü seçimi

• Ortalama günlük ağır taşıt sayısı çift yönde 500 den küçük veya proje süresince standart dingil yükü sayısı $2 \cdot 10^6$ dan az olan yollarda **sathi kaplama** uygulanır.

• Toplam standart dingil tekerrür sayısı < 500.000 veya ortalama günlük ağır taşıt sayısı çift yönde 250 den küçük ise **tek katlı sathi kaplama** uygulanır.

• Toplam standart dingil tekerrür sayısı $< 500.000 < 3 \cdot 10^6$ veya ortalama günlük ağır taşıt sayısı çift yönde 250 den büyük ise **çift katlı sathi kaplama** uygulanır.

• Ortalama günlük ağır taşıt sayısı çift yönde 500 den büyük veya proje süresince standart dingil yükü sayısı $2 \cdot 10^6$ dan fazla olan yollarda **asfalt betonu kaplama** uygulanır.

Son servis kabiliyetinin indeksi (P_t) : Yolun hizmet ömrü sonucunda ulaşacağı düzgünlüğü belirtmek için gereken bir katsayıdır. 0 ile 5 arasında değerler alabilmektedir. Örneğin il yollarında bu değer 2 iken, otoyollarda 2,5 olmaktadır.

Bölge faktörü (R) : İklim ve çevre şartlarının projeye etkisidir.

Taban zemininin taşıma gücü (CBR) : Bir pistonun numune yüzeyine 0.25 cm batması için gereken yükün, standart kaya için pistonun 0.25 cm batması için gereken yüke oranıyla bulunan değerdir.

Proje trafiği :

t_0 = İlk yıl trafik miktarı (YOGT)

t_n = n. yıl trafik miktarı (YOGT)

a= Trafik artış yüzdesi

n= Proje hesap yılıyla verilerin ait olduğu yıl arasındaki fark

$t_n = t_0 \cdot (1 + a)^n$ olarak ifade edilmektedir.

t_p = n yıl süresince belirlenen yoldan geçeceği tahmin edilen ortalama günlük trafik miktarı

$t_p = 0.4343 \cdot \frac{t_n - t_0}{\log\left(\frac{t_n}{t_0}\right)}$ formülü ile hesaplanır.

T_p = n yıl süresince belirlenen yoldan geçecek toplam trafik miktarıdır.

$T_p = t_p \cdot 365 \cdot n$ formülü ile hesaplanır.

Eşdeğer dingil yükü(EDY) = Değişik sayı ve ağırlıktaki dingil yüklerinin bir üstyapıda meydana getirdiği toplam etkiye eşdeğer bir etki oluşturan 8.2 ton dingil yüküdür.

Standart dingil tekerrür sayısı (SDTS) = Değişik sayı ve ağırlıktaki dingil yüklerinin bir üstyapıda meydana getirdiği toplam etkiye eşdeğer bir etki oluşturan 8.2 ton dingil yükünün tekerrür sayısıdır.

W_g = Bir günde yoldan geçecek olan SDTS

$T_{8.2}$ = n yılda yoldan geçecek olan SDTS

D = Yön dağıtma faktörü

S= Şerit dağıtma faktörü

E = Taşıt eşdeğerlik faktörleri

$$W_g = D * S * E * t_p$$

$T_{8.2} = W_g * n * 365$ şeklinde hesaplanarak projelendirme abağında uygun tabaka kalınlıkları seçilir.

İKİNCİ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA BOZULMA

2. KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA BOZULMA

Bu bölümde bozulma kavramı, bozulma sebepleri ve bozulma seyri konularının üstünde durulmuştur.

2.1. Bozulma Kavramı

Bozulma kavramı başlığı altında bozulmanın tanımı, bozulma ölçütleri, bozulma nedenleri, bozulma seyri, bozulma oluşum şekillerinden bahsedilmiştir.

2.1.1. Bozulma tanımı

Üst yapının herhangi bir fiziksel amaç ile olağan durumundan farklı bir duruma doğru geçiş yapması, mühendislik bilimi tarafından **bozulma** olarak nitelendirilir. Fakat farklı açıdan da bakıldığında, bozulma sadece fiziksel dış koşullara bağlı olmayıp, aslında doğal yollardan var olan olaylar sonucunda da heyelan gibi oluşabilmektedir. Hatta bazen de bakıldığında kimyasal içerik, tasarım hataları ya da yola uygun olmayan uygulamaların yapılması bazen ise yöntem hataları gibi etkenlerden dolayı üstyapı bozulmaları oluşabilmektedir. Ayrıca bölgesel faktörlerde bu bozulma olayına etki etmektedirler; trafik ve iklimsel koşullar incelendiğinde bu koşulların bölgesel anlamda yoğunluğu ve zorluğu, üst yapının yetersiz kontrolü gibi etkenlerden dolayı da oluşabilmektedir [7].

Yeni inşası yapılan yollar incelendiğinde, özellikle iyi durumda oldukları gözlemlenebilir. Fakat bölgesel etmenlerde yukarıda açıklandığı gibi ya da doğal koşulların oluşması onların bozulmalarına sebep olmaktadır. Bu bozulma grafiği başlangıçta yolların dayanım gücünün fazla olmasına bağlı olarak yavaş gözükse de daha sonra bozulma yapısına göre artış göstermektedirler. Hal böyle olunca, yolun hizmet ettiği servis seviyesi ise sürekli kontrol altında olmalıdır.

Zamanla bakımları ve iyileştirmeleri yapılmayan yollarda bu bozulma süreçleri daha uzun olacağından daha büyük bakımlara hatta servis kayıplarına neden olabilmektedir. Bu nedenle bakımları yapılmış ve tamir işleri sürekli devam eden yollarda kazanç en fazla olmaktadır [4].

Fonksiyonel ve yapısal bozulmalar olarak yukarıda anlatılan bozulmalar sınıflandırılabilirler. Adı üzerinde fonksiyonel bozulmalar incelendiğinde işlev kaybı yaşanan yollar olarak nitelendirilebildiği gibi, yapısal bozulmalar özellikle yollarının bileşenlerinde yaşanan doğal veya doğa dışı yani yapay yollarla kayıpların kırılma ve çatlamların yani bozulmaların gözlenmesidir [4].

2.1.2. Bozulmada ölçütler

Bozulma ölçütleri dört başlık şeklinde sıralanmıştır.

2.1.2.1. Servis yeteneği indeksi

Kaplamada performans, taşıtların belli bir zaman güvenli ve konforlu seyahat edebilmelerini gösterir.

2.1.2.2. Tekerlek izi derinliği

Tekerlek izi derinliği sınırlı bir seviyeyi aşması ile yol bozulmuş olarak kabul edilir. Tekerlek izi derinliği boyutuna göre onarımı veya bakımı kararlaştırılır. Verilen ölçüt düşey yönde, 1.0-2.5cm'dir. Genel ölçüt düşey yönde 1.0-2,5 cm'dir.

2.1.2.3. Çatlak

Yol kaplamasındaki basınç, çekme ve doğal korozyondan kaynaklı yol eksenine paralel ya da dik açıda oluşan ayrılmalardır.

2.1.2.4. Defleksiyon

Üstyapının maruz kaldığı yükler altında düşey yöndeki geçici deformasyona 'defleksiyon' denir. Yükün uygulanmasıyla oluşan defleksiyon yükün geçmesi ile eskiye döner. Ancak bunun sürekli devamlılığından dolayı, üstyapı devamlı geri gelen deformasyonların etkisinde yorulma meydana gelir. Yorulma sonucu meydana gelen defleksiyonlar üstyapıyı zayıflatır ve deformasyonların artması ile üstyapıdaki bozulmalar artar.

Defleksiyonların ölçümü için birçok alet tasarlanmıştır. Defleksiyon ölçüm için Benkelman kirşi ve düşen ağırlıklı deflektometre kullanılır.

2.1.3. Bozulma sebepleri

Esnek üstyapıda birçok neden ile meydana gelen tahribat sebepleri alt başlıklar halinde sıralanmıştır.

2.1.3.1. Tasarımsal yanlışlar

Zemin etütlerinin yetersiz yapılması, yarma ve dolguların çok yüksek yapılması, şevlerin uygun açıyla yapılmaması, hendek ve sanat yapılarının uygun ölçülerde ve lokasyonlarda yapılmaması, trafik yoğunluğu, trafik akışı ve çevresel faktörlerin yanlış hesaplanması sonucu meydana gelen deformasyonlardır.

2.1.3.2. Yapımsal hatalar

Zeminde taşıma gücü zayıf olan yerlere iyileştirme yapılmadan yol gövdesinin oluşturulması, malzeme seçimindeki hatalar, yeterli drenajın yapılmaması, asfalt tabakanın teknik şartnameye uygun olarak yapılmaması (agrega ve bitümlü malzemenin yanlış seçimi, kalite eksikleri) düşük sıcaklık veya yağışlı havada yapılan bitümlü karışımın içeriğini ve kalitesini etkileyecek imalat hataları yapımsal hatalar olarak kabul edilir.

Kaplama tabakasının imalatından sonra yerinde meydana gelecek bozulmalar ise malzeme hataları, sıkıştırmanın yeterli yapılmaması iklim koşullarının dikkate alınmaması gibi etkenlerdir. İmalatta kullanılacak agreganın granülometrik yapısının kontrol edilmemiş oluşu bir diğer kötü koşul olup, dane yapısı bozuk çabuk cilalanan yüksek oranla yuvarlak agrega içeren malzemeler tercih edilmemelidir.

Üst yapının tasarımcının tasarladığından daha kötü bir şekilde imal edilmiş olması yetersiz tasarımla aynı etkiye sahiptir.

2.1.3.3. Bakım hataları

Zaman içerisinde işlevini yitirmeye başlayan yol gövdesi, kaplama veya sanat yapılarına zamanında müdahale edilmemesi sonucunda bu durum deformasyonun daha hızlı gerçekleşmesine neden olur.

Tıkanan drenaj sistemi, hendek ve kanallar düzenli ve periyodik olarak temizlenmediği takdirde bozulmaları hızlandırır.

2.1.3.4. Çevresel ve iklimsel etkiler

Bozulmalar;

- Yağış miktarı,
- Sıcaklıklarda oluşan artış ve azalışlar
- Su aşınmaları
- İklim değişimine bağlı olarak yüksek ısı değerlerinde oluşan yapısal kuruma ve donma gibi değişimler nedeni ile oluşan çatlak ve diğer deformasyonlar
- Su kaybı gibi sebeplerden dolayı yapı değişimlerine bağlı taşıma kapasitesinin düşmesi
- Tuzlu su ya da kum gibi buz eritme aşamasında kullanılan fiziksel ya da kimyasal aşındırıcılar nedeni ile hasar oluşması

gibi nedenler ortaya çıkar [7].

Bitümlü bağlayıcıların viskozitesi doğrudan sıcaklıkla ilgili olduğu için, ani sıcaklık değişimlerinde bitümlü tabaka büzüşmek ya da genişlemek isteyecektir. Alttaki temel tabakası bu değişimleri sürtünme etkisi ile önlemek isteyecektir. Bunun sonucunda kaplamada çekme gerilmeleri oluşacaktır. Sıcaklık değişimi zemini ve zemin suyunu etkilediğinden suyun donması ile oluşacak buz kristalleri daha sonra buz mercikleri ile kaplamayı yukarı itmeye çalışacak bitümlü kaplama tabakasında çekme gerilmelere sebep olacaktır.

2.1.4. Bozulma seyri

Bozulma seyri genellikle iki şekilde oluşur;

- Yol yüzeyi boyunca ve zamanla oluşan kayma direnci kaybı, tekerlek izleri, aşınma tabakası çatlamlar.
- Hızla ve aniden oluşan sınırlı alanlarda meydana gelen çökme ve mevzi aşınma tabakaları bozulmaları.

İlerleyen bozulma tahmin edilebilir ve gözlemlenebilir. Bu bozulmalar geçerli sınırların altına düşmeden önce düzeltme ve bakım yapılabilir. Hızlı gelişen ya da ani oluşan bozulmalar kullanıcılar ve üst yapı için ciddi tehlike arz eder.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMA TÜRLERİ

3. KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMA TÜRLERİ

Bu kısımda bozulma çeşitlerinden çatlaklar, yamalar ve çukurlar, çok yönlü bozulmalar hakkında bilgiler aktarılmıştır.

Amerikan Malzeme ve Test Derneği (ASTM) 1991 senesinde kendi belirlediği standartlara göre veriler toplamış ve bu verileri PAVER sistemi ile değerlendirerek bir bozulma sınıflandırma tablosu meydana getirmiştir [14].

BOZULMA	ÖLÇÜ BİRİMİ	YOĞUNLUK DÜZEYİ TANIMLAMA	BOZULMA NEDENİ
Timsah Sırtı Çatlak	m ²	Evet	Yük
Kusma	m ²	Evet	Diğer
Blok Çatlak	m ²	Evet	İklim
Kabarma ve Oturma	m	Evet	Diğer
Ondülasyon	m ²	Evet	Diğer
Çökme	m ²	Evet	Diğer
Kenar Çatlağı	m	Evet	Yük
Yansıma Çatlağı	m	Evet	İklim
Kenar/Banket Düşüklüğü	m	Evet	Diğer
Boyuna ve Enine Çatlak	m	Evet	İklim
Yama	m ²	Evet	Diğer
Cilalanma	m ²	Hayır	Diğer
Oyulma	adet	Evet	Yük
Demiryolu Geçişi	m ²	Evet	Diğer
Tekerlek İzi	m ²	Evet	Yük
Toplanma	m ²	Evet	Yük
Tabaka Kayması Çatlağı	m ²	Evet	Diğer
Şişme	m ²	Evet	Diğer
Sökülme ve Ayrışma	m ²	Evet	İklim

Şekil 3.1 ASTM bozulma sınıflandırmaları [14].

3.1. Şekil Değiştırmeler

Bozulma denilince akla;

- Tanımı,
- Ölçütleri,
- Nedenleri,
- Gidişatı (Seyri),
- Oluşumu

gibi noktalar gelmektedir.

3.1.1. Tekerlek izinde oturma (kalıcı deformasyon)

Yıpranmalar incelendiğinde kalıcı olanlar özellikle, mevcut bölgede seyrini sürdürememesi gibi sıcaklık etmenli olaylarda hasar almasından kaynaklanmaktadır. Bitümlü sıcak karışım kaplamanın her tamir ve bakımda üst üste yapılması sonucunda oluşan kalıcı hasarlar geri dönüşü olmayan yıpranmalara sebep olabilmektedir.

Yine bu durumlar su gibi etmenlerden kaynaklı olabilmektedirler. Suyun nüfuz etmeyi bekledikleri alanlarda bölgenin yapısında oluşan zayıflama sonucunda gözlemlenir. Bu deformasyon asfalt yapısının altındaki yapının bozulması ile oluşur [2].

Ayrıca bu tabakalara yapılan kalıcı yıpranmalardan bir diğeri ise kamyon ve tır gibi yüklü ağır vasıtaların yoldan geçiş yapmasıdır. Bu ağır yüklü taşıtların yolları kullanması sonucu yola yaptığı fiziksel baskı nedeni ile yapı aşağı yönde ya da kenar kısımlara doğru baskı sonucunda kaymalara neden oluşturmaktadır. Hatta yollarda rastlanılan tekerlek izleri bu şekilde izler içerisinde dir.

Bu izlere bakıldığında bitümlü sıcak karışım kaplamanın bağlayıcılık problemi gibi olaylar sonucunda oluşumunu belirtmektedir [2]. Fakat bu karışımdan ziyade asfalt

çimentosunun kullanılması daha doğru olacaktır. Bunun bir nedeni ise, agrega yapıların daha çok lastik gibi esnek olması böylece yapı kaybının az olmasından kaynaklı olarak, yapının esnemesi ve geri şekline dönmesidir.

3.1.1.1. Tekerlek izinin oluşması ve sebepleri

Asfalt tabakasıyla ilgili nedenler:

1. Bitümlü sıcak karışım kaplamının değerinin yüksek oluşu,
2. Fazla dolgu maddesi kullanımı,
3. Karışımında yuvarlak malzemelerin kullanımı,
4. Sıkıştırma aşamasının yetersiz oluşu,
5. Tır ve kamyon gibi ağır vasıtaların tek yönlü trafik oluşturmasından kaynaklı kaplama sıkışması,

Alt tabakalarla ilgili nedenler:

1. Yetersiz alt tabaka kalınlığı,
2. Zemin konsolidasyonunun tamamlanmamış olması,
3. Yanal hareketler,

Cevresel nedenler:

1. Yükün sık ve devamlı oluşu,
2. İklim koşulları

3.1.1.2. Tekerlek izi sebebiyle oluşan kalıcı deformasyonların derecelendirilmesi

1. $6,35 \text{ mm} \leq$ Tekerlek izi Derinliği $< 12,7 \text{ mm}$ (1/4 inches - 1/2 inches) ise düşük şiddettedir ve bozuklukların gelişimi sürekli gözlenmelidir.

2. $12,7 \text{ mm} \leq$ Tekerlek izi Derinliği $< 19 \text{ mm}$ (1/2 inches - 3/4 inches) ise orta şiddettedir.

3. Tekerlek izi Derinliği $> 19 \text{ mm}$ ($> 3/4$ inches) ise yüksek şiddettedir.



Resim 3.1.Yüksek şiddette tekerlek izi oturması

3.1.2. Lokal (yerel) oturma

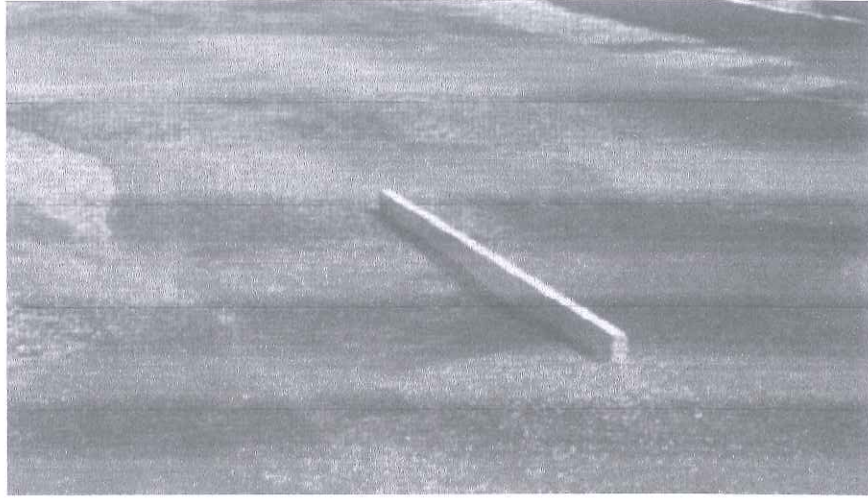
Yapı içerisinde kullanılan kaplama özelliklerinin yerel oturumlarının sebepleri;

1. Alt temel, ve taban kısımlarının tabakalarında oluşan uygunsuz sıkıştırma süreci ile gözlemlenen yer değiştirmeler,
2. Tabana yapılan baskının güçlü olmasının yanı sıra üst yapı kısmının taşıma durumunda zayıf olması,
3. Sanatsal çalışmaların yapılabilmesi için yetersiz sıkıştırma ile oluşan mukavemet eksikliği ve su gider kısımlarının yetersiz oluşu,
4. Kış mevsimlerinde özellikle bazı kaplamaya yakın kesimlerde gözlemlenen ve tekrar eden yıpranma,
5. Hatalı dolgu sevi yapımı,
6. Bakımların uygunsuz bir şekilde gerçekleşmesi,

Hafif şiddette yerel oturmalarda düşey yöndeki deplasman 50 mm'den azdır. Sürtüş konforundaki azalma çok az olup, hafif sarsıntılara neden olabilir. Bu durumda bozuklukların gelişimi sürekli gözlenmelidir. Orta şiddette ise düşey deplasman 50-100 mm arasında olur ve yükselme-alçalmalar hissedilir seviyeye ulaşır. Yüksek şiddette ise

düŖey deplasman 100 mm'yi geçer ve yükselip alçalmalar sürekli ve rahatsız edici seviyeye ulaşmış olur [6].

Yol yapım çalışmaları bakım aşamasında bozuk bölümlerin kesilerek alınması ve yerine yenisinin yapılması ile drenaj kısımlarının sürekli gözden geçirilmesi ve mevsim geçişleri ile birlikte oluşabilecek sıcak-soğuk değişimine uygun karışık malzeme uygulanması çok önemlidir. Yine karayolları ya da diğer bakım personeli tarafından gerekli görülmesi takdirinde, üst yapı tabanlarının ve dolgu malzemelerinin seçiminin doğru yapılarak uygulanması mümkündür [6].

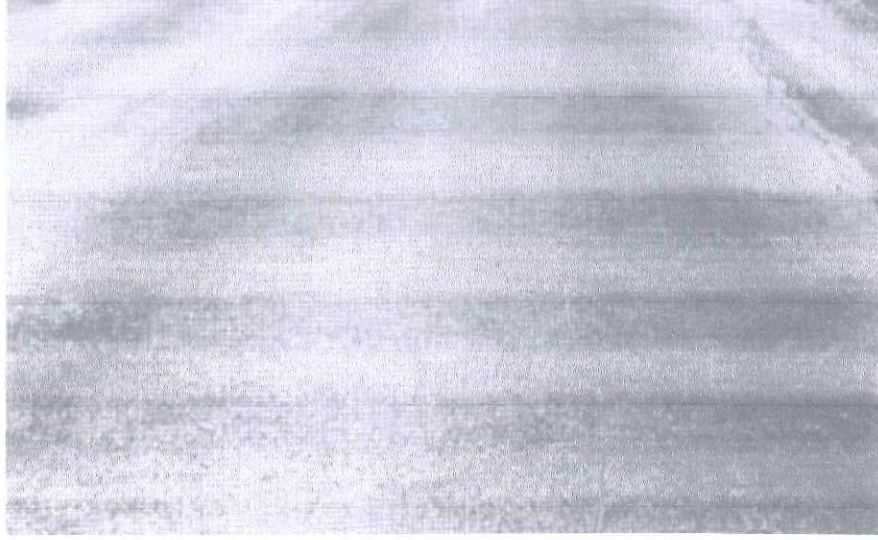


Resim 3.2. Orta Ŗiddette lokal oturma

3.1.3. Ondülasyonlar, ötelenmeler ve yoğrulmalar

Ondülasyonlar, ötelenmeler ve yoğrulmalar Ŗeklindeki oluşumlar özellikle sıcak mevsimlerde taşıt tekerleğinin dik ya da paralel Ŗekilde üzerinde kuvvet oluşturması ile gözlenen yüzey bozulmalarıdır.

Bozulmaların bu Ŗekilde oluşmasından önce bu bozulmaların gözlenmesi gerekmektedir. Sürücülerin konfor özelliklerini veya taşıt güvenlik ilkelerinden herhangi birini etkilemesi halinde bu bozuk bölge kesilmeli ve yama yapılmalı hatta gerekiyor ise bu bölümün tamamen tekrardan yapılması gerekmektedir. Yine bu önlemler de yeterli değil ise üst düzeyde kapsamlı olacak Ŗekilde etüt çalışmaları yapılarak yeniden yapma veyahut değişiklik yapma yoluna gidilmelidir [1].



Resim 3.3 Hafif şiddette ondülasyon

3.1.4. Tekerlek görünüş izi oluşması

Sıcak havalarda yollarda taşıt lastik izi oluşması ağır taşıların lastik desenlerinin kaplama yüzeyine çıkması şeklinde karşılaşılan bozulma türüdür. Bu gibi durumlarda tekerlek izi olmaması için yüksek mukavemeti olan sabit bir karışım kullanmak ve kasma olmaması için önlem almak veyahut aldırılmak gerekmektedir.

3.2. Çatlaklar

Çatlaklar; genelde araçların dingil yüklerinden ve sürekli aynı şekilde tekrarlarından oluşur. Bunun yanında taşıtların sürekli yüksek/düşük hız denemesi yapması gibi ivme kazanma ve yavaşlama gibi durumlarında ortaya çıkan yatay basınçlarda ortaya çıkmaktadır.

3.2.1. Yorulma çatlakları ve derecelendirilmeleri

Yorulma çatlakları gerçekleşmesinin en önemli göstergesi, yol boyunca aralıklı bile olsa taşıtlardan kaynaklı tekerlek izlerinden ziyade çatlakların oluşmasıdır.

Bu tip çatlamların en son aşamasında gözlemlenen ise bu oluşan iz çatlakların ayrılması ve bu ayrılan parçaların taşıtların hareketinin etkisi ile daha fazla büyüyerek geniş çukurların oluşmasıdır.

Yorulma çatlaklarını önlemek için yapılması gerekenler:

- Ağır taşıtların yük hesabını tasarım aşamasında hesaplamak,
- Kaplama yapılacak bölümlerde yer alan bölümlerin ıslaklıklarının giderilmesi/kurutulması,
- Kaplama yapıldığında daha kalın tabaka oluşturmak,
- Nemli havalara karşı dayanıklı malzemeler kullanmak,
- Aşınmalara karşı doğru/uygun esnek yapıda Bitümlü sıcak karışım kaplama kullanmak.

3.2.1.1. Hafif şiddette yorulma çatlakları

Bu tip çatlaklar 6 mm'den daha küçük olan çatlak tipidir. Bu çatlaklarda birbiri ile bağlantısı olsa ya da olmasa da oluşan alanlara verilen tanımlamadır. Bu çatlak tipleri bir araya gelerek büyük çukurlar oluşmamış kendi aralarında sadece oluşum gözlenmiştir. Çatlaklar içindeki boşalmalar fark edilebilir seviyede olmamaktadır [7].

3.2.1.2. Orta şiddette yorulma çatlakları

Bu tip çatlaklar özellikle 6 mm ile 19 mm aralığında çatlaklar olarak tanımlanabilmektedir. Bu tip çatlaklar aslında bağımsız gözükebilecek birbiri ile bağlantılı olan çatlaklardır. Burada bu çeşit durumlarda yarılmalar ve parçalanmalar ile iç kısımlarında yaşanan belirginlikler ile içindeki boşalma fark edilecek düzeyde olacak şekildedir [7].

3.2.1.3. Yüksek şiddette yorulma çatlakları

Bu tip çatlaklarda çatlak boyutları 19 mm'den fazladır. Bu tiplerde bütününde ciddi şekilde bozulmalar gözlemlenir. Bu çatlaklar birde birbiri ile bağlantılıdır. Yine büyük

çatlakların oluşması ile trafik akışı ve kuvvet uygulaması ile birlikte bu tip parçalarda kopma, çatlaklar ve belirginlikler gözlemlenebilir. Boşalma rahatlıkla fark edilebilecek düzeydedir [7].

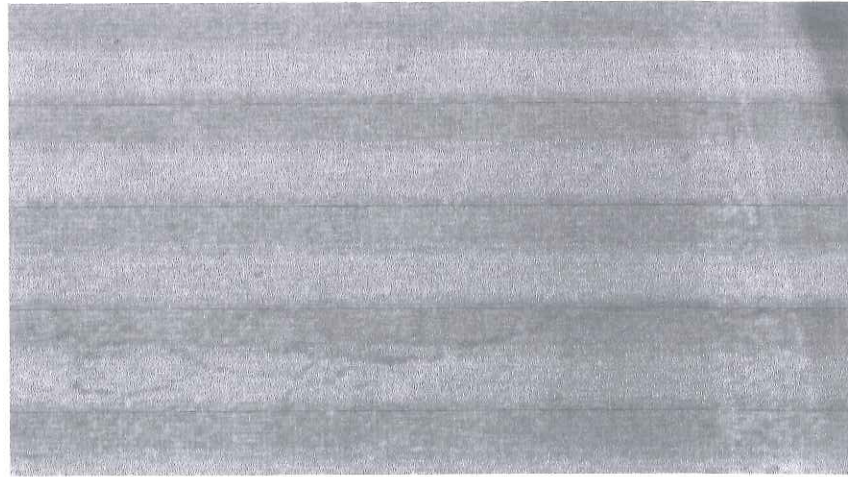
3.2.2. Enine (termal) çatlaklar ve derecelendirilmeleri

Sıcaklığın düşük olduğu alanlarda sadece trafik yükü/yoğunluğundan kaynaklı olmayarak ayrıca kötü çevre koşulları nedeni ile de gözlemlenen bozulma çeşididir. Özellikle bu bozulmalar trafik yönüne tam dik yönde oluşmaktadır [2].

Enine oluşan çatlakların giderilmesi için, uygun dolgu maddesi uygulanması ve özel bir çatlak giderici yöntemler ile etütlerin yapılması gerekmektedir [1].

3.2.2.1. Hafif şiddette enine çatlaklar

Bu tip çatlaklar 6 mm'den daha küçük olan çatlak tipidir. Boşalma oranı yâ da derinliği hesaplanmayacak şekilde olan bu çatlaklarda iç dolgu malzemesi çok iyi durumdadır [7]. Çatlaklar, değişken uzunlukta üstyapı genişliği sergilemektedir. Bozuklukların gelişimi sürekli gözlemlenmelidir [6].



Resim 3.4 Hafif şiddette enine çatlaklar

3.2.2.2. Orta şiddette enine çatlaklar

Bu tip çatlaklar özellikle 6 mm ile 19 mm aralığında çatlaklar olarak tanımlanabilmektedir [7]. Burada bu çeşit durumlarda yarılmalar ve parçalanmalar ile iç kısımlarında yaşanan belirginlikler ile içindeki boşalma fark edilecek düzeyde olacak şekildedir. Bakım yapmak için yine uygun dolgu malzemesi kullanılmalıdır.

3.2.2.3. Yüksek şiddette enine çatlaklar

Bu tip çatlaklarda çatlak boyutları 19 mm'den fazladır. İç kısımdaki boşalma fark edilebilir seviyededir [7].

3.2.3. Kenar çatlakları

Paralel düzen gözlemlenmiş olup, çatlaklar kaplama kenarı boyunca bir veya birden çok olabilirler. Çatlaklar yıpranmanın şiddetine göre, kaplama kenarından 300-600 mm kadar içeri ilerlemiş olabilirler.

Kenar çatlaklarının oluşum sebepleri [1].

1. Soğuk etkisi
2. Kenar kısımlarda kaplamanın yetersiz mukavemet gücü
3. Aşırı/uygunsuz trafik yüklemesi
4. Kenar ve banket kısımlarında uygunsuz/yetersiz drenaj sistemi
5. Üst yapının gerekli genişlikte olmaması nedeni ile taşıtların banket kısımlarına yakın seyir etmesi
6. Kaplama kısımlarının kenar bölgelerinde yer alan bölümlerinde bitki, ot ve ağaç gibi örtülerin oluşmasından kaynaklı suyu çok çekmesi.

3.2.3.1. Hafif şiddette kenar çatlakları

300 mm içeriye yayılmış çatlak kaplama kenarı mevcuttur. Burada bakım amaçlı olarak bozulmalar sürekli gözlemlenmelidir [6].

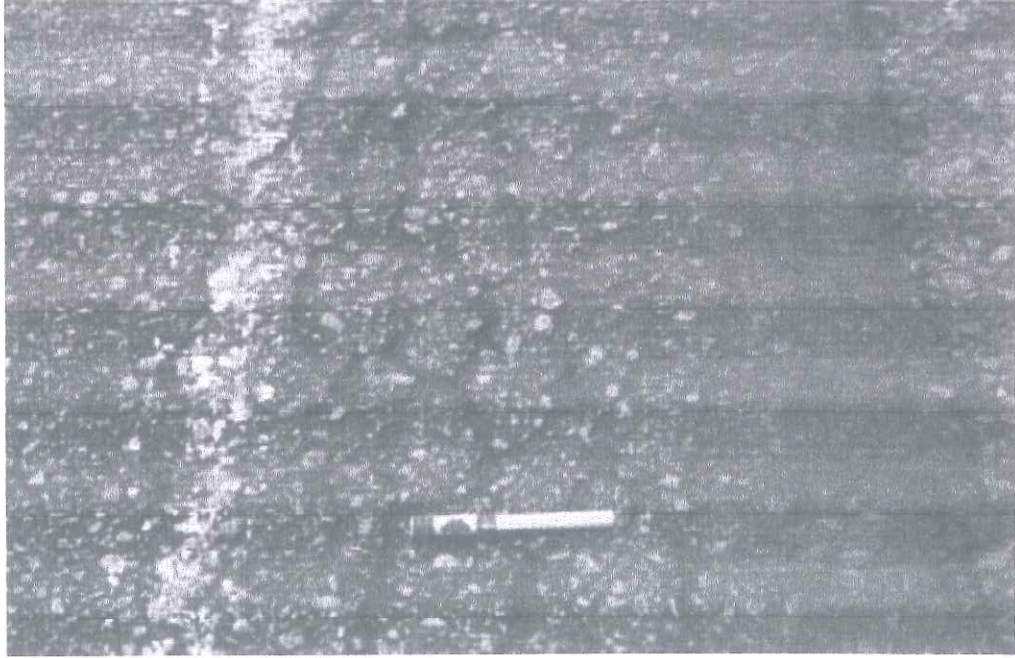
3.2.3.2. Orta şiddette kenar çatlakları

Çatlaklar özerk kopmalar veya dalga formları olabilir. Sabit bir çalışma olarak, kırılma bölgesinin uygun bir şekilde kesilmesi ve atılması ve daha sonra makul bir karışım ile karıştırılması gerekir [6].

3.2.3.3. Yüksek şiddette kenar çatlakları

Şiddeti fazla olan kenar çatlaklarda, çatlak biçimleri dalgalar şeklindedir. Ayrıca bu yol tiplerine bakıldığında timsah sırtı deseninde oluşumlar gözlemlenir. Bu izler takip edildiğinde ise tekerlek izlerinde içten oluşum olmasına rağmen bu bölümlerde dıştan iz oluşumu gözlemlenir. Bu nedenle içeri doğru ilerlemiş kısımlar gözlemlenir [6].

Onarım çalışması olarak, çatlaklı bölge düzgün bir şekilde kesilip atıldıktan sonra uygun bir karışımla yamanmalıdır veya bozuk kesim sathi kaplama ile kaplanmalı ve banket drenajı gerekli bakımla iyileştirilmelidir [6].



Resim 3.5 Yüksek şiddette kenar çatlakları

3.2.4. Boyuna çatlaklar ve derecelendirilmeleri

Boyuna çatlaklar iki şerit arasında ya da kaplama ile banket birleşim yerlerinde, yol eksenine paralel olarak görülen yıpranmalardır. Çatlak genişlikleri 6 – 19 mm, yüksek şiddetlere ulaştığında 19 mm' den fazla olabilir. Bozulmanın şiddeti arttıkça malzeme ayrışmaları başlar, ayrışmalar derinleşir ve çatlak sayısında artış gözlenir [1].

Boyuna çatlakların oluşma nedenleri [1].

1. Oturmalarda gerçekleşen yetersiz dolgu,
2. Drenaj sisteminin yetersizliği
3. Yanal dolgu hareketliliği
4. Çevre koşulları ile iklim değişimi sonucu oluşan yapısal değişimler
5. Trafik yüküne bağlı olarak üst yapı kısmının yükü taşıyamaması ve bunun sonucunda oluşan oturmalar
6. Boyuna göre olan ek yerlerinin doğru inşa edilememesi.

Yine çatlaklarda oluşan bozulmalar nedeni ile yolda gözlemlenecek olan iyileştirme çalışmaları özellikle, çatlak ile ilgili etüt yapılması gerekmekte ve bu oluşumların belirlenerek mevcut kaplama yapılması ya da uygun olmayan alanlarda yeniden yapılandırma çalışmaları ve yapım ya da dolgular iyileştirildikten sonra yapımının oluşturulması gerekmektedir [1].

3.2.4.1. Hafif şiddette boyuna çatlaklar

Bu çatlak tiplerinin enlemesine kalınlığı incelendiğinde 6 mm'den daha az olduğu belirlenmiştir. Kaplama kenarına paralel, diyagonal veya kıvrımlar şeklinde oluşan çatlaklıklar sürekli olarak değişimleri yani diğer bir deyiş ile bozulmaları gözlenmelidir [8].

3.2.4.2. Orta şiddette boyuna çatlaklar

Bu çatlak tiplerinin enlemesine kalınlığı incelendiğinde 6 ila 19 mm arası genişlikte olduğu belirlenmiştir. Bu çatlak tipinde özellikle çatlak boyunca ayrışmaların oluştuğu ve ileriki aşamalarda kılcal çatlakların belirdiği gözlenmiştir. Bakım yöntemleri incelendiğinde ise özellikle çatlakların genişletilerek belirlenmiş dolgu maddelerinin kullanılması gerektiği belirtilmiştir [8].

3.2.4.3. Yüksek şiddette boyuna çatlaklar

Bu çatlak tiplerinin enlemesine kalınlığı incelendiğinde birden fazla çatlak bir araya gelerek ayrışmaya devam edip 19 mm'den fazla açıklığa ulaştığı tip olarak tanımlanabilir. Burada bakım ve iyileştirme çalışmaları haricinde genel geçer çözümlerden ziyade kalıcı çözümler önerilmektedir. Etüt çalışmaları yapıldıktan sonra, asfalt dökümü ve üst yapının yeniden kullanımına uygun metotlar geliştirilmesi gerekmektedir [7].



Resim 3.6 Yüksek şiddette boyuna çatlaklar

3.2.5. Harita (blok) çatlaklar ve derecelendirilmeleri

Bu çatlak tiplerinin enlemesine kalınlığı incelendiğinde, 6 – 19 mm ya da 19 mm'den daha büyük olduğu belirlenmiştir. Şekilleri itibari ile birbirleri ile bağlantılı olduğundan bu bölümün bloklar halinde ayrılarak kopması mümkündür. Yapı bozulmaları ise ileriki dönemlerde timsah sırtı şeklinde oluşmaktadır [1].

Bu çeşit çatlakların oluşma nedenleri ise;

1. Sürekli mevsimsel değişim nedeni ile şişme ve büzülme etkisi
2. Kış etkisi ile don olaylarının yaşanması
3. Yaşlanma ile birlikte asfaltın eskimesi ve yıpranması [6].

Blok çatlaklarının derecelendirilmesi hafif, orta ve yüksek şiddetli blok çatlaklar olmak üzere üç gruba ayrılır.

3.2.5.1. Hafif şiddette harita çatlaklar

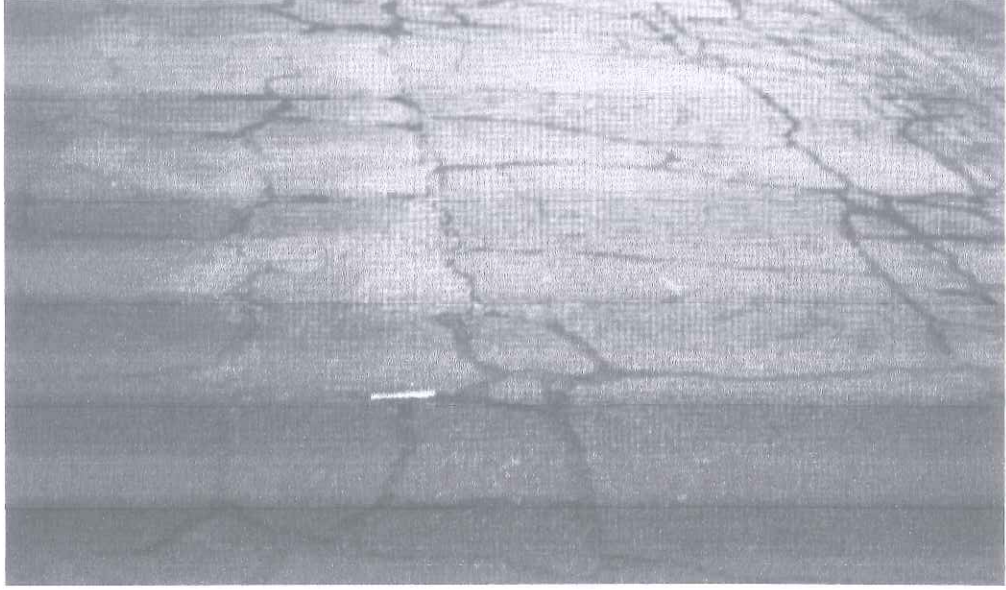
Bu tip çatlakların genişliği 6 mm'den incedir. Bu çatlaklar hem enine hem boyuna olduğu için harita şeklinde görünmektedir. Bu çatlak tiplerinde bozulmaların gelişimi sürekli olmaktadır ve bu nedenle sürekli gelişmeleri takip edilmelidir [7].

3.2.5.2. Orta şiddette harita çatlaklar

Bu tip çatlakların genişliği 6 mm ile 19 mm arasında oluşmaktadır. Harç tipi yapı malzemesi ile örtülmesi ve/veya yüzeysel kaplama yapılması gerekmektedir. Kalıcı olarak çözüm üretilmesi için ise, bozukluğun giderilmesi için asfalt kaplama yapılmalı ve yeniden kullanımı uygun olacaktır. Takviye kalınlık artırıcı madde ile yeniden kullanım yolundan asfalt kaplama yapılmalıdır [7].

3.2.5.3. Yüksek şiddette harita çatlaklar

Bu tip çatlakların genişliği 19 mm'den fazla açıklığa ulaşmaktadır. Bu çatlak türlerinde şiddetli blok çatlakları gözlenmiştir ve bu tipte çok yönlü bir ayrışma söz konusu olup yine diğer çatlak çeşitlerinde olduğu gibi timsah sırtı çatlak görselleri gözlenmektedir [7] Yine diğer çatlak çeşitlerinde olduğu gibi bakım yöntemi olarak, en öncelikli yapılması gereken yapı etüdünün yapılmasıdır. Daha sonra bozuk yüzey asfalt kaplamalarının ile iyileştirilmelidir veya yeniden yapılarak işlemler tamamlanabilir [1].



Resim 3.7 Yüksek şiddette harita çatlaklar

3.2.6. Yansıma çatlakları

Asfalt takviye tabakası üzerindeki çatlaklar olup, altta kalmış olan esas kaplamada daha önce bulunan çatlakların takviye tabakasına yansımasıyla meydana gelen bozulma türüdür. Bu çatlaklar boyuna, enine, diyagonal veya blok şeklinde olabilirler [14].

Yansıma çatlakların derecelendirilmesi hafif, orta ve yüksek şiddetli yansıma çatlaklar olmak üzere üç gruba ayrılır.

3.2.6.1. Hafif şiddette yansıma çatlakları

Hafif şiddetli yansıma çatlaklarda, çatlakların genişliği 6 mm'den incedir. Boyuna, enine ve blok şeklinde görünürler. Bozuklukların gelişimi sürekli gözlenmelidir [8].

3.2.6.2. Orta şiddette yansıma çatlakları

Orta şiddetli yansıma çatlaklarda, çatlaklar 6 mm ile 19 mm arasında genişliğe ulaşmıştır [8]. Geçici çözüm olarak, bozuk yüzey harç tipi örtü tabakası veya yüzeysel kaplama ile kaplanmalıdır. Kalıcı çözüm olarak, bozuk yüzeye ya asfalt kaplamaların

yeniden kullanımı metodu ile ya da düzeltme tabakası ve geotekstil ile düzeltildikten sonra takviye kalınlıklar uygulanmalıdır [7].

3.2.6.3. Yüksek şiddette yansıma çatlakları

Yüksek şiddetli yansıma çatlaklarda, çatlaklar 19 mm'den fazla genişliğe ulaşmışlardır [8]. Bakım yöntemi olarak, detaylı bir üstyapı etüdü yapıldıktan sonra bozuk yüzey asfalt kaplamaların yeniden kullanımı metodu ile iyileştirilmelidir veya yeniden yapıp metodu uygulanmalıdır [7].

3.3. Yamalar ve Çukurlar

3.3.1. Çukurlar

Yetersiz (kalitesiz) yapım, aşırı dingil yükleri, mevsimsel hava koşulları nedenlerine bağlı olarak yüzey üzerinde derinliği 5 il 10 cm arasında ya da daha fazla, çapı 10 ile 30 cm arasında ya da daha fazla boyutlu oluşan oyuklardır. Bu bozulmalar yine diğer bozulma türlerinde olduğu gibi sürüş konforunun düşürmekte özellikle de sürüş güvenliği açısından tehlike arz etmektedir [1].

Üst yapılarda çukur gibi kısımların oluşma etkileri [6].

1. Soyulma, segregasyon, çatlaklar gibi diğer başka bozulmaların oluşması,
2. Kalitesi düşük ve hatta yanlış yapım aşamaları
3. Agrega kullanımında kaplamada düşük kalite ve az ürün kullanılması
4. Kalın olmayan diğer bir deyiş ile ince üst yapı oluşturulması

Çukurların derecelendirilmesi;

- Hafif, şiddetli çukur
- Orta şiddetli çukur
- Yüksek şiddetli çukur

olmak üzere üç ana gruba ayrılır.

3.3.1.1. Hafif şiddette çukurlar

Hafif şiddette çukurlarda, çukurun derinliği 25 mm'den ve çapı 10 cm'den azdır. Çukur uygun bir şekilde düzeltildikten sonra soğuk veya sıcak karışım ile yamanmalıdır.

3.3.1.2. Orta şiddette çukurlar

Orta şiddette çukurlarda, çukur derinliği 25 mm ile 50 mm arasında, çap ise 10 cm ile 30 cm arasındadır. Bozuk kesim bozukluk derinliğine kadar kazınmalıdır. Daha kalıcı bir onarım yapılması gerekiyorsa, yukarıdaki yöntemle ilave olarak üstyapı etüdü sonucu belirlenen takviye kalınlıkları uygulanır ya da yeniden yapıp yöntemi uygulanmalıdır [1].



Resim 3.8 Orta şiddette çukurlar

3.3.1.3 Yüksek şiddette çukurlar

Yüksek şiddette çukurlarda ise, çukur derinliği 50 mm den fazla, çap ise 30 cm'den fazladır. Buna ilave olarak üstyapı etüdü sonucu belirlenen takviye kalınlıkları veya yeniden yapıp yöntemi uygulanmalıdır [6].

3.3.2. Yamalar

Üstyapı yüzeyinin 0,1 m den daha büyük bir kısmına orijinal inşaatın sonra kaldırılma, yer değiştirme veya ilave malzeme uygulamasıdır. Yama sınırındaki herhangi bir bozulma yama oranı içinde değerlendirilmelidir [7].

Yamaların derecelendirilmesi hafif, orta ve yüksek şiddetli olmak üzere üç ana gruba ayrılır.

3.3.2.1. Hafif şiddette yama bozulmaları

Hafif şiddette yama bozulmaları, her türlü hafif şiddete çatlak, bozulma ve 6 mm den daha az tekerlek izi derinliğinden oluşan bozulmalarıdır [8].

3.3.2.2. Orta şiddette yama bozulmaları

Orta şiddette yama bozulmaları, her türlü orta şiddette çatlak, bozulma ve 6 mm ile 12 mm arasında tekerlek izi derinliğinden oluşan bozulmalardır [7].

3.3.2.3 Yüksek şiddette yama bozulmaları

Yüksek şiddette yama bozulmaları, her türlü yüksek şiddette çatlak, bozulma ve 12 mm'den fazla tekerlek izi derinliğinden oluşan bozulmalardır [8].

3.4. Çok Yönlü Bozulmalar

3.4.1. Ayrışma, sökülme ve soyulma

Yol yüzeyinde agrega eksikliği, bazı lokal çukurlar ve kopmalar şeklinde oluşan bozulma şeklidir.

Soyulma, ayrışma ve sökülmelerin oluşum nedenleri [1].

1. Taşıt ve su giderin etkisi,
2. BSK içerisinde yer alan toprak tiplerinin ve kil ile kaplanmış agrega yapılarının bulunma olasılığı,
3. Sıkışma veriminin düşük olması,
4. Boşlukların fazla sayıda olması,
5. Bitüm veriminin yüzdesinin az olması,
6. Asfalt sertleşmesinin yetersiz oluşu,
7. Yaşlanma ile bağlı olarak sertleşmenin istenilen seviyede olmaması,
8. Yapım tekniklerinin uygunsuz olması ve ilgili ekipmanların kullanılmaması,
9. Mevsim değişimleri nedeni ile sürekli soğuk/sıcak etkisinin tekrarlanması ve böylece kırılmanın artışı,

3.4.1.1. Hafif şiddette ayrışma, sökülme ve soyulma

Hafif şiddette soyulmalar, yüzeyde agrega kaybı başlamıştır. Kaplama karışımının dokusal görüntüsünde hafif bir artış meydana gelmiştir. Bozuklukların gelişi sürekli olarak gözlenmelidir [1].

3.4.1.2. Orta şiddette ayrışma, sökülme ve soyulma

Orta şiddetli soyulmalar, yol yüzeyinde agrega kaybı artmıştır. Hızlanan agrega kaybı, kaplamada açık görünümlü bir doku meydana getirmiştir. Onarım çalışması olarak, harç tipi örtme tabakasının veya sathi kaplama yapılmalıdır.



Resim 3.9 Orta şiddette soyulma

3.4.1.3 Yüksek şiddette ayrışma, sökölme ve soyulma

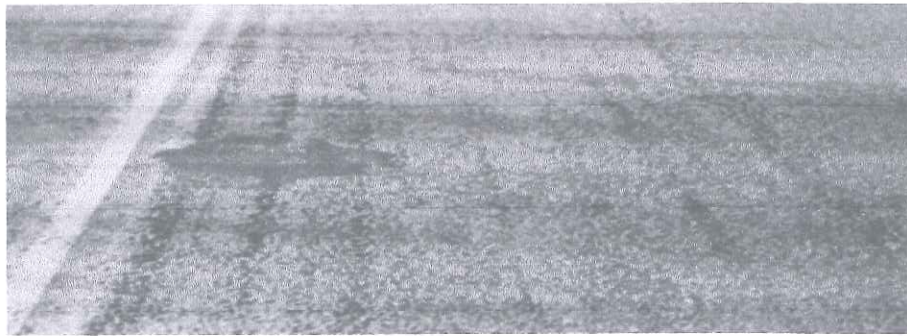
Yüksek şiddetli soyulmalarda, agrega kaybının devamında yüzeydeki açık görünümlü doku iyice belirginleşmiştir. Onarım çalışması olarak, çukurlar sıcak karışım yama ile yamanır, yüzey tek tabaka asfalt betonu, sathi kaplama veya harç tipi örme tabaksı ile kaplanır.

3.4.2. Çizgisel agrega kaybı

Bu kayıplar doğrusal formasyondadır. Agrega kaybının devamı açık dokulu bir kaplama yüzeyi oluşturur.

Çizgisel agrega kaybının oluşmasının nedenleri;

1. Bitüm püskürtme sisteminde yer alan püskürtme yüksekliğinin uygun olamamasından kaynaklı olarak işlemin istenilen şekilde gerçekleşmemesi,
2. Püskürtme açısında yer alan yanlışlıklar,
3. Püskürtme boru sisteminde yer alan meme yapısının tıkalı olması,
4. Püskürtme borusunun bakımlarının aksatılması,
5. Bitüm yola uygulama aşamasında hızının istenilen seviyede olmaması,
6. Bitüm sıcaklığının uygun olamaması,
7. Distribütör yükünün az olmasından kaynaklı asfalt döküm yüksekliğinin uygun olmaması,
8. İşçiliği kötü olması.



Resim 3.10 Çizgisel agrega kaybı

3.4.3. Bitümlü bağlayıcıların terlemesi (kusma)

Bitümlü bağlayıcının terlemesi (kusması) kaplama üzerinde, özellikle tekerlek izlerinde asfaltın kaplama yüzeyine çıkması olaydır. Bu kesimlerde sıcak mevsimde yer yer tekerlek profil izleri de görülmektedir [7].

Bitüm terlemesinin oluşma nedenleri:

1. Yapılacak alanda gereğinden fazla bitüm kullanılması,
2. Fazla dökülen bitümün sıcaklık ile birlikte üst yapı üzerine çıkması,
3. Nemli yüzey üzerine tekrardan uygulama yapılması,
4. Fazla miktarda agregaya yapılması.

3.4.4. Kaplama agregası kaybı

Kaplama yüzeyinde ayrışma görülür ve yüzeyde asfalt lekeleri açığa çıkar. Agregaya kaybının artmasıyla, yüzeyde derin olmayan çukurlar, agregasız alanlar oluşur, yüzeyin görüntüsü agregaya kaybının derecelendirilmesinde etkindir [1].

Agregaya kaybının oluşma nedenleri:

1. Asfaltın sıcaklığının düşmesine bağlı olarak agregaya dökülmesi,
2. Agreganın nemli ve toz içermesi ve bu şekilde yola dökülmesi
3. Geç sıkıştırılması,
4. Kullanılan ekipmanların uygun olamaması
5. Çevresel koşulların işlemler için uygun olamaması
6. Kaplama yapılan alandan hemen sonra trafik yoğunluğunun olması,
7. Asfaltın yetersi oluşu,
8. Hatalı ekipman olarak silindirin uygulanması ve sıkıştırmanın tam randımanlı gerçekleşmemesi.

3.4.5. Kayma direnci kaybı (cilalanma)

Bu tip bozulma hem doğal olarak pürüzsüz yüzeyle kırılmamış agrega kullanılmasından, hem de kırma taşın trafik etkisiyle aşınmasından dolayı meydana gelir. Etkilenen alanın metrekare cinsinden alanı kullanılarak tanımlanır [6].

3.4.6. Bombelikler

Bombelerin oluşma nedenleri [1].

1. Stabil olamayan yani değişen asfalt kalitesi,
2. Uygulama hataları; serim ve sıkıştırmadaki hatalar,
3. Trafik yoğunluğuna bağlı olarak üzerinden geçen ağır vasıta oranı,
4. Hatalı yapıştırma uygulanması, tabakaların birbirine kaynaşmaması,
5. Yüzeyle tabakalarda ki heterojenliğin aktarılması,
6. Yüzeyle stabilite bozukluklarının yansımaları,
7. Su geçirimini engellemek adına kalın geçirmeyen zar uygulaması,
8. Ağır taşıt geçişine bağlı olarak, su geçirmeyen granüler tabakaların uygulamaya dâhil edilmesi.

Yüksek şiddette bombeliklerde, yol yüzeyindeki yıpranmalar iyice artmış ve sürüş konforu iyice azalmıştır. Güvenli sürüş için yavaşlama zorunluluğu vardır. Bakım yöntemi olarak, yıpranan kesimler freze makinesi ile kazılmalı, yama yapılmalıdır. Gerekirse kapsamlı üstyapı etüdü yapılarak yeniden yapım metodu uygulanmalıdır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMALARIN BAKIM VE ONARIMLARI

4. KARAYOLU ÜSTYAPILARINDA MEYDANA GELEN BOZULMALARIN BAKIM VE ONARIMLARI

Bu bölümde bakım ve onarım yöntemleri, bozulma tipine göre bakım ve onarım konuları üstünde durulacaktır.

Esnek üstyapıların projelendirilmesi 20 yıl yeterliliği öngörülerek yapılmaktadır. Uygulama sonrası genelde her kış sonunda rutin bakım onarımlar yapılır. Proje uygulandıktan beş yıl sonra, ufak tefek onarımlar ve de yüzey kaplaması ihtiyacı ortaya çıkabilmektedir. On yıl sonra ise yol yüzeyinde pürüzlendirme gerekmele birlikte kuvvetle muhtemel yol yüzeyi yenilenir. Çünkü kayma sürtünme katsayısındaki düşüş güvenliği tehlikeye atabilir. İlerleyen yıllarda tekrar yol üst yapısında yenileme gerekirken, yirminci yıl itibariyle ise yol tasarım ömrünü tamamlamış olur. Tasarım ömrünü tamamlayan yolda yeni bir üstyapı takviyesi gerekirken, çöküntü derinliğinin 10 mm 'yi aştığı yerlerde ise dikkatli bir şekilde inceleme yapılmalı ve temelin zayıfladığının düşünüldüğü kısımlarda temel yeniden yapılmalıdır.

Yukarıda bahsedilen yıllara göre bakım onarım değişikliklerinin dışında birçok temel ve alt temel tabakaları onarımı gibi tadilatlar da çıkabilmektedir. Tüm bu bakım çalışmaları gerek maddi yükü gerekse trafiği aksatması açısından trafik konforunu ciddi anlamda etkilemektedir.

4.1. Bakım ve Onarım Yöntemleri

Geçmiş yıllarda yapılmış olan karayolu ağlarının birçoğu yalnızca ulaşım ihtiyacını karşılamaya yönelik olup, günümüz ağır taşıt trafiğini ve artan yoğunluğunu karşılayamamaktadır. Bu sebeplerden dolayı bozulma süresi çok kısadır. Yetersiz kalan bu yolların bakım ve onarım çalışmaları günümüze uygun şekilde yapılmalıdır.

Bakım onarım çalışmaları yapılırken doğru yöntem seçilmeli ve kaplamaların kullanılabilir durumda kalmaları sağlanmalıdır. Karayolu üstyapılarındaki bozulmaların tiplerine ve şiddetlerine göre çeşitli bakım ve iyileştirme çalışmaları uygulanmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün önerdiği temel onarım yöntemlerini dört ana başlık altında toplanmıştır.

4.1.1. Bitümlü sıcak karışımları yeniden kullanma yöntemi

Karayolu üstyapısında oluşan çatlaklar, tekerlek izleri sonucu olan deformasyonlar, ondülasyon gibi bozulmalarda uygulanan bu yöntemle ekonomik açıdan güzel bir kazanç yakalandığı gibi aynı zamanda kalınlığın arttırılmasıyla da taşıma gücünde artış sağlanmaktadır.

Tasarım ömrünü doldurmuş asfalt kaplamalar hem sıcak hem de soğuk karışım olarak yeniden kullanılabilirlerdir.

4.1.2. Geotekstillerin bitümlü sıcak karışım takviyelerinde kullanımı

Geotekstiller, polyester ve polipropilen gibi dokusuz yüzey ürünlerinin özel yöntemlerle birleştirilmesiyle meydana gelen ve takviye, koruma, drenaj, ayırma gibi birçok fayda sağlayan malzemelerdir. Hafif ve orta şiddetli çatlaklı yüzeylerde kullanılan bu yöntemde takviye tabakası serilmeden önce geotekstiller uygulanır. Bu sayede gerilme hafifler, takviye tabakalarına çatlak yansımaları gecikir ve su geçirimi azalır.

4.1.3. Yeniden yapım yöntemi

Karayolu üstyapılarındaki yüzey bozuklukları hafif ve orta seviyeyi geçip yüksek bozulma şiddetine ulaştığında bitümlü sıcak karışımları yeniden kullanma yöntemi ve geotekstillerin kullanımı uygun olmamaktadır. Yüksek bozulma şiddetinin görüldüğü durumlarda granüler bir temel tabakası yapmak en sağlıklı yöntemdir.

4.1.4. Diğer onarım yöntemleri

Yama yapımı, çatlak doldurma, bitümlü koruyucu sathi kaplama yapımı, harç tipi kaplama yapımı ve ince yüzey kaplama yapımı yukarıda bahsedilen onarım metotları dışında kalan yöntemlerdir.

4.1.4.1 Yama yapılması

En çok kullanılan bakım yöntemlerinden biri olan yama işleminde bozulma olan bölge kesilir ve bozulmanın olmadığı bitümlü tabakaya kadar kazı işlemi yapılır. Açılan kazı tabanına ve yüzeylerine uygun yapıştırıcı püskürtülüp, aynı türden bitümlü sıcak karışım malzemesi uygulanır. Sıkıştırma işlemi sonrası yama işlemi tamamlanır.

Poligon şeklindeki çatlaklar, timsah sırtı çatlakları, çukurlar, segregasyon, lokal oturma, tekerlek izinde oturma ve ötelenmelerin bulunduğu alanlarda yama işlemi uygulanır.

4.1.4.2 Çatlak dolgusu ve yalıtım

Karayolu üstyapılarında görülen en yaygın bozulma tipi çatlaklardır. Çatlaklar, suyun temel ve alt temel tabakalarına sızıp kaplamanın ömrünü kısaltmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple yoldaki çatlaklara dolgu ya da yalıtım çalışması yapılarak yolun hizmet ömrü uzatılmalıdır.

Hareketsiz ve şiddetli çatlaklara çatlak dolgusu uygulanırken, aktif ve hafif çatlaklara ise çatlak yalıtımı uygulanmaktadır.

4.1.4.3 Bitümlü koruyucu sathi kaplama (SEAL COAT)

Bitümlü koruyucu sathi kaplama, aşınmış mevcut bitümlü kaplama üzerine bitümlü bağlayıcı ve agreganın birbirinin peşi sıra serilerek sıkıştırılması ile oluşturulan bir yüzey kaplamasıdır. Bitümlü kaplamanın güneş, rüzgâr ve su gibi atmosferik ve çevresel etkilere maruz kalması, bitümlü bağlayıcının oksidasyona uğrayarak kaplamanın sertleşmesine ve trafik yükleri etkisi altında daha kırılğan bir yapıya sahip olmasına neden olur.

Trafiğin aşındırıcı etkisi, yol kaplamasının zamanla sökülmesine yol açtığı gibi, kaba agregaların daha düz ve cilalı bir yapıya kavuşması ile oluşan kayma direncindeki azalma trafik güvenliğini de tehlikeye sokabilmektedir. Bitümlü koruyucu sathi kaplama uygulaması, kaplamanın oksidasyonunu azaltmakta, kaplama üzerinde geçirimsiz bir yüzey oluşturarak suyun üstyapıya girmesine engel olmakta ve yüzey pürüzlülüğünü arttırarak emniyetli bir sürüş sağlamaktadır. [12]

4.1.4.4 Harç tipi kaplama (SLURRY SEAL)

Düşük trafikli yollarda tercih edilmesi gereken bu kaplama türü, yüksek şiddetli çatlak, ondülasyon ve tekerlek izi sebepli oturmalar hariç diğer yol kusurlarında önce onarımları yapılmak şartıyla kullanılabilir.

4.1.4.5 İnce yüzey kaplaması (MICRO-SURFACING)

Gerek yüksek gerekse hafif trafikli yollarda uygulanabilir. Yüksek şiddetli çatlak olan yerler ve zemin yetersizliğinden dolayı oturma olan alanlar hariç hemen hemen her bozulmada kullanılabilir.

4.1.5. Çatlakların ve yüzey bozukluklarının bakım metodunun seçimi

Karayolu üstyapılarında uygulanacak olan bakım ve onarım yöntemi seçilirken çatlak ve bozulma türünün iyi incelenmesi, bozulma şiddetlerinin bilinmesi gereklidir.

4.2. Bozulma Tiplerine Göre Bakım ve Onarım

Karayolu üstyapılarında meydana gelen bozulmaların çeşitlerine göre bakım ve onarımları farklılık göstermektedir.

4.2.1. Tekerlek izinde oturmaların onarımı

Meydana gelen oluklar tercihen plentmiks bitümlü sıcak karışım ile doldurulup takviye edilir. Sonra aşınma tabakası karışımı kullanılarak ince bir takviye tabakası inşa edilir.

Tekerlek izinde oturmaların onarımı sırasında uygulanacak iş sırası:

1. Bir master veya ip kullanılarak olukların hudutları tespit edilir,
2. İnce bir yapıştırma tabakası tatbik edilir,
3. Aşınma tabakası doldurulurken, olukların oluştuğu kısımlara bir serici ile serilir, serilen malzemenin teşkil ettiği tabakanın kalınlığı kenarlara doğru gidildikçe azalmalı ve oluğun sınırlarına gidildikçe inceltilerek eski kaplamaya uyulmalıdır.
4. Serilen malzeme lastik tekerlekli silindir veya çelik bandajlı silindir ile sıkıştırılır,
5. Plentmiks bitümlü sıcak karışımdan sonra bir takviye tabakası yapılır,
6. Eğer aşınma tabakası inşa edilmeyecekse suyun sızmaması için yamanın üzerine bir kumlu silkot tabakası yapılır, kumlu tabaka inşa edilirken fazla bitümlü malzeme kullanılmamaya özen gösterilmelidir [10].

4.2.2. Ondülasyonların onarımı

Ondülasyonların onarımında, sathi kaplamalarda ve bitümlü sıcak karışım kaplamalarında uygulama değişmektedir. Sathi kaplamalarda freze ile sert olan tabakaya kadar kazı yapılır ve daha sonra yeni sathi kaplama yapılır. Bitümlü sıcak karışım kaplamalarda ise ondüleler freze ile düzeltilir ve düzeltilen kısımlara emülsiyonlu akıcı harç veya bir koruyucu tabaka uygulanır.

4.2.3. Yorulma çatlaklarının onarımı

Yorulma çatlaklarının onarımı yapılırken sağlam zemine ulaşana kadar kazı yapılmaktadır. Kaplama bozulmasının sebebinin su olup olmadığı araştırılıp, ona uygun çözüm üretilmelidir. Sebep su ise drenaj yapısı yapılmalıdır. Yorulma çatlaklarının onarımı derin yama esaslı onarım olarak geçmektedir.

4.2.4. Enine çatlakların onarımı

Dar ve geniş çatlaklar olarak iki çeşitten oluşan enine çatlakların onarımı da iki ayrı çeşittir. Genişliği 3 mm'den daha geniş olan geniş çatlaklarda ince kum-sıvı asfalt karışım ile doldurulur. Genişliği 3 mm'den daha az olan dar çatlaklarda ise öncelikle çatlak, özel

bir alet ile genişletilir ve sonra aynı işlem yapılır. Enine çatlakların onarımında bitümlü sıcak karışımlarda kullanılabilir.

4.2.5. Kenar çatlaklarının onarımı

Dar ve geniş çatlaklar olarak iki çeşitten oluşan kenar çatlakların onarımında 3 mm'den daha küçük olan ince çatlakların onarımına ihtiyaç duyulmamaktadır. Genişliği 3 mm'den daha geniş olan geniş çatlaklarda ise bitüm emülsiyonlu akıcı harçla ya da ince kum-sıvı bitüm karışım ile doldurulur. Geniş kenar çatlakların onarımında özel bitümlü bileşimler ya da penetrasyon derecesi yüksek olan bitümlü çimentolar da kullanılabilir.

4.2.6. Boyuna çatlakların onarımı

Dar ve geniş çatlaklar olarak iki çeşitten oluşan boyuna çatlakların onarımı da iki ayrı çeşittir. Genişliği 3 mm'den daha geniş olan geniş çatlaklarda ince kum-sıvı asfalt karışım ile doldurulur. Genişliği 3 mm'den daha az olan dar çatlaklarda ise öncelikle çatlak, özel bir alet ile genişletilir ve sonra aynı işlem yapılır. Boyuna çatlakların onarımında penetrasyon derecesi yüksek olan bitümlü sıcak karışımlarda kullanılabilir.

4.2.7. Harita (blok) çatlaklarının onarımı

Hava veya süpürgelerle içi temizlenen çatlaklara asfalt emülsiyonlu akıcı harç veya ince kum-sıvı asfalt karışımı doldurularak onarım yapılır.

4.2.8. Yansıma çatlaklarının onarımı

Dar ve geniş çatlaklar olarak iki çeşitten oluşan yansıma çatlaklarının onarımı da iki ayrı çeşittir. Genişliği 3 mm'den daha geniş olan geniş çatlaklarda ince kum-sıvı asfalt karışım ile doldurulur. Genişliği 3 mm'den daha az olan dar çatlaklarda ise öncelikle çatlak, özel bir alet ile genişletilir ve sonra aynı işlem yapılır. Yansıma çatlaklarının onarımında penetrasyon derecesi yüksek olan bitümlü sıcak karışımlarda kullanılabilir.

4.2.9. Çukurların onarımı

Çukur onarımlarında öncelikle sağlam kalmış tabakaya kadar kesim yapılır. Kazı işlemi yapılır ve daha sonra yeni bir temel tabakası ve kaplama yapılarak onarım tamamlanır.

4.2.10. Ayrışma, sökölme ve soyulmaların onarımı

Ayrışma ve sökölme durumları söz konusu olduğunda yüzeydeki tüm yabancı maddeler temizlenir ve süpürölür. Daha sonra yol yüzeyine sathi kaplama uygulaması yapılır. Soyulmaların onarımında ise soyulmuş olan kısımlara iri kum serilir ve sıkıştırma işlemi yapılır.

4.2.11. Bitümlü bağlayıcıların terlemesi (kuma) onarımı

Bitümlü bağlayıcıların terlemesi onarımı yapılırken iki yol izlenir. Sıcak agrega ile onarım ve sıyırıcı ile onarım bitümlü bağlayıcıların terlemesi onarımı için kullanılan yöntemlerdir. Sıcak agrega ile terleme onarımında terleme oluşmuş kesime en büyük dane boyutu 1 cm olan kum, cüruf veya elek altı malzeme serilir, silindirle sıkıştırılır. Sıyırıcı ile terleme onarımında ise tabaka sıcak sıyırıcı ile sıyırılır ve daha sonra satih kaplama ile kaplanır.

4.2.12. Kayma direnci kaybı (cilalanma) onarımı

Cilalanma yani kayma direnci kaybı meydana gelen yolların onarımında kaplama yüzeyine kumlu koruyucu tabaka veya agregalı koruyucu tabaka uygulanması en iyi çözümdür.

4.2.13. Bombeliklerin onarımı

Bombeliklerin onarımında öncelikle meydana gelen bombe tıraşlanır ve çukur oluşturulur. Daha sonra açılan çukur bitüm karışım ile doldurulur ve sıkıştırılır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ

5. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ

Bu bölümde üstyapı yönetim sisteminin ne olduğu, hangi amaçlarla nerelerde kullanıldığı, üstyapı yönetim sisteminin amacı, yol üstyapı bozulmalarını belirleme yöntemleri, yol üstyapı bozulmalarının ölçülmesi ve yol üstyapı bozulmalarını belirlemede kullanılan aletler anlatılacaktır.

Bir yol ağının mevcut durumunu ortaya koyup, buna göre uygulanacak bakım stratejilerinin belirlenmesi üstyapı yönetim sistemi ile sağlanır [13].

Üstyapı yönetim sistemleri planlama aşamasından başlayarak yenileme işlemine kadar tüm adımların var olduğu bir çalışma programıdır.

Üstyapı yönetimi, karayolu ağının sağlıklı değerlendirilmesiyle başlar. Bu amaçla, karayolu ağı içindeki bütün yollar, yapısal mukavemeti, seyir konforu, yüzey bozuklukları ve kayma direnci yönünden ekonomik olarak doğru ve hassas veri toplayan özel aletler ile etüt edilir. Toplanan verilerin, karayolu ağının mevcut durumunu belirlemek amacıyla analizleri yapılır. Mevcut durum hakkında bilgiler, yalnızca yolların kötü durumda olanlarını belirlemek için değil, aynı zamanda orta ve iyi durumda olanları belirlemek için de kullanılır [13].

Sonuçta amaç; hangi yollara, hangi yöntemle ve ne zaman müdahale edilmesi gerektiğini açıklayan 10 yıllık süre içinde her yıl için öncelikli bir program elde etmektir.

Bu öncelikli program, değişiklik yapılmadan uygulamaya geçilirse, kısıtlı devlet ödeneğinin en iyi şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. [11].

5.1. Türkiye’de Üstyapı Yönetim Sisteminin Kullanımı

1993 yılında Kanada işbirliği ile Türkiye karayolu ağına uygun bir üstyapı yönetim sistemi çalışması başlatılmıştır. Bu çalışmalar öncelikle planlama aşamaları ve pilot bölge seçimi sonrası uygulama olacak şekilde anlaşma yapılmıştır.

1993 senesinde yapılan bu çalışmada Türkiye’de 360 km’lik bir yol pilot bölge seçilmiştir ve arazi veri toplama çalışmaları yapılmıştır. Fakat yeterli veri toplanılmaması sebebiyle bu üstyapı yönetim sisteminin ülke çapında kullanımı imkansız hale gelmiştir.

2005 yılı sonrasında Karayolları Genel Müdürlüğü ve İstanbul Teknik Üniversitesi ortak bir çalışma yürüterek ve gerekli bilgi aktarımlarında bulunularak Türkiye otoyol ağıımız için üstyapı yönetim sistemi kurulma çalışması başlatmışlardır.

Çalışmalar sonucu ülkeye kazandırılan üstyapı yönetim sistemi sayesinde kısıtlı devlet ödeneği en doğru ve en faydalı biçimde kullanılacaktır. [13]

5.2. Karayolu Üstyapısındaki Bozulmaları Belirleme Yöntemleri

Karayolu üstyapısındaki bozulmaların durumunu belirlemek için iki yöntem mevcuttur. Biri uzman ölçüm ekipmanı kullanımı, diğeri ise fotoğrafik ya da optik gözlem yapımıdır.

Sahada analiz yapılırken her iki yöntemin de kullanımı esas olmalıdır. Çünkü yalnızca ölçüm ile ya da yalnızca gözlem ile sonuç alınamayacak durumlar söz konusu olabilmektedir.

Sahada görevli olan teknik personel, analiz esnasında hem teorik hem pratik bilgilerini harmanlamalı ve sonuca bu şekilde ulaşmalıdır. Bozulma sebeplerinin araştırılması konusu çok karmaşık bir işlemdir ve ancak bu şekilde başarılı sonuçlar elde edilebilir.

5.2.1. Fotoğrafik gözlem

İsminden de anlaşıldığı üzere bu yöntem ile bozulma gözlemi yapılırken fotoğraflamaya başvurulur. Karayolu üstyapılarındaki bozulmaların fotoğrafik gözlemi yapılırken üç çeşit yöntem başvurulabilir. Bunlardan ilki seri fotoğraf çekilmesi, diğeri araca bağlanan makine ile yola paralel fotoğraf çekimi, bir diğeri ise araca bağlanan makine ile yola dik fotoğraf çekimi sonucu elde edilen verilerdir.

5.2.2. Optik gözlem

Bu gözlem yönteminde öncelikle analiz edilecek yol belli kısımlara ayrılır. Daha sonra araçlı, bisikletli ve yaya gibi çeşitli ekipler yol analizine başlarlar.

Gözlemlerde yer alan herkes gözlem formlarını doldurur ve sonrasında ilgili kişiye teslim edilir. Bilgisayara aktarılan formlar sayesinde bakımla ilgilenen personel ve veri personelleri arasında bir çalışma yapılır ve bu da doğru bir analiz için olmazsa olmazdır.

5.3. Karayolu Üstyapısındaki Bozulmaların Ölçülmesi

Dünyada bozulma şiddetleri konusunda genel olarak kabul görmüş üç şiddet düzeyi vardır. Fakat Ontario ve Kanada gibi bazı ülkeler bu şiddet düzeylerini beşe çıkarıp daha ayrıntılı analiz yapmak istemişlerdir.

Analiz sonucunun kaç düzeyde yapıldığı pek bir önem arz etmemekle birlikte yapılan analiz sonucu bizlere bozulmaların yoğunluğunu ve şiddetini vermektedir. Bu sayede sürüş konforunun nasıl etkilendiğini ve de bakım onarım konularında yapılacak planlamaları öğrenebiliriz.

5.4. Karayolu Üstyapısındaki Bozulmaların Belirlenmesinde Kullanılan Aletler

Karayolu üstyapısında meydana gelen bozulmaların çeşitleri bulunmaktadır. Her bir bozulma tipi için farklı alet kullanılmalı ve bu sayede bozulma şiddeti ve bozulma derecesi

kaydedilmelidir. Çok sayıda çeşidi bulunduğundan çalışma koşulu yönünden en uygun aleti seçmek mümkün mertebe önem arz etmektedir.

Amerikan Malzeme ve Test Derneği (ASTM)'ne göre yol yüzeyinin düzgünsüzlüğü (roughness) yol üstyapısındaki sürüş kalitesine olumsuz anlamda etki eden seviye farklılıkları olarak tanımlanmıştır.1980'li yıllardan itibaren Dünya Bankası tarafından Uluslar arası Düzgünsüzlük indeksi yani IRI kullanılmaya başlanmıştır. Çoğunlukla m/km ya da inç/mil olarak hesabı yapılan IRI metodu, devamlı bir teker izine ait düşey profili belirlemek ve düzgünsüzlük ölçümünü standartlaştırmak için kullanılmaktadır.

Kalite kontrol amaçlı kullanım gösteren profilograflar, Türkiye'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yol yüzeyi profilini hassas, doğru ve ölçekli elde etmek için kullanılmaktadır. Bir araca lazer sistem, sensör ve akselerometreler(ivme ölçer) yerleştirildikten sonra yapılan ölçümler sayesinde enine profiller, boyuna profiller, teker izi oturmaları, asfaltın yapısı, asfaltın dokusu, asfaltın durumu, GPS koordinatları gibi veriler elde edilmektedir. Elde edilen veriler otomasyon sistemi ile kayda alınır ve daha sonra IRI değerlerinin uygunluğu kontrol edilir. Bu işlemin belirli periyotlarla ve belirli karışım uygulanan yerlerde yapılması ve daha fazla araştırma yapılması daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi açısından gereklilik göstermektedir.

Karayolu üstyapısı değerlendirme çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilen ekipmanlar aşağıda açıklanacaktır.

5.4.1. Defleksiyon ölçme araçları

Üstyapıların yapısal kalite değerlendirmeleri defleksiyon ölçme aletleri sayesinde yapılmaktadır. Defleksiyon ölçme aletleri dört grupta toplanırlar:

1. Statik aletler, üstyapının statik veya çok yavaş harekete sahip yüklere karşı tepkisini ölçmeye yarayan aletlerdir.
2. Titreşimli aletler, üstyapının titreşimli veya devirli yüklere karşı tepkisini ölçen aletlerdir.

3. İtici aletler, belli bir mesafede belli bir kütlenin düşürülerek üstyapının tepkisini ölçen aletlerdir.
4. Çok modlu (şekilli) aletler.

5.4.2. Kayma direnci ölçme araçları

CEBTP stratografi, LPC treyleri (Fransa), Stuttgart treyleri, SRT sarkacı (Almanya), SCRIM odoliografi v.b.

5.4.3. Enine geometrik düzgünlük ölçme araçları

RWL tekerlek izi sayacı (Hollanda), enine profil ve tekerlek izi sayacı (İsveç), fotoğrafik tekerlek izi sayacı (Japonya), düz cetvel.

5.4.4. Boyuna geometrik düzgünlük ölçme araçları

Rainhart profilografi (ABD), PCA yol sayacı, Mays sürüş sayacı v.b

ALTINCI BÖLÜM

MERSİN İLİ KARAYOLU ÜSTYAPI BOZULMALARI

6. MERSİN İLİ KARAYOLU ÜSTYAPI BOZULMALARI

Esnek üstyapılarda birçok nedenle meydana gelen tahribat sebepleri vardır. Bunlar tasarımsal hatalar, yapımsal hatalar veya bakım hataları olabilmektedir. Bunların dışında bu tahribatlara çevresel ve iklimsel etkiler de neden olabilmektedir.

Yol yüzeyinde meydana gelen bozulmaların iki şekilde seyrettiği ve bunların ya zamanla ya da aniden oluştuğu bilinmektedir.

Karayolu üstyapılarında meydana gelen bozulmalar; şekil değiştirme, çatlak, yama, çukur ve çok yönlü bozulmalardır.

Tezin bu bölümünde Mersin ilinin çeşitli bölgelerinde yapılan gözlemler sonucu elde edilen verilerin aktarımı yapılmaktadır. Bu gözlemlerle Mersin ilinin genelinde meydana gelen karayolu üstyapısı bozukluklarının tipleri irdelenecektir. Çalışmanın devamında bu karayolu üstyapısı bozukluklarına nelerin sebep olduğu anlatılacak, bu bozuklukların bakım ve onarımlarının nasıl yapıldığının üstünde durulacaktır.



Resim 6.1. Kenar çatlakları



Resim 6.2. Kenar çatlakları

Resim 6.1. ve Resim 6.2. 'de gösterilen resimlerde gözlemlenen bozukluk kenar çatlaklarıdır. Gözlemin yapıldığı bölge Yenişehir İlçesi İsmet İnönü Bulvarı'dır. Kenar çatlaklarının muhtemel sebeplerine bakıldığında ve mevcut bölge göz önüne alındığında trafik etkisinin veya üstyapı genişlik yetersizliği nedeniyle trafiğin banket kenarına seyretmesinin sebep olmadığı anlaşılmaktadır. Bölge trafik yoğunluğu az olup, yol genişliği yeterli seviyededir. Bu bölgede meydana gelen kenar çatlaklarının sebebinin kaplama kenarlarındaki yetersiz taşıma gücü veya yetersiz drenaj olduğu düşünülmektedir.

Mevcut bölgede gözlemlenen kenar çatlakları hafif şiddette olduğundan henüz yalnızca gözlem altında tutulmalıdır. Çatlakların boyutunun büyümesi durumunda mevcut bölge kesilerek alınıp, uygun karışımla doldurulmalıdır.



Resim 6.3. Ondülasyon

Resim 6.3. 'te gösterilen resimde gözlemlenen bozukluk ondülasyondur. . Gözlemin yapıldığı bölge Yenişehir İlçesi Pamuklu Caddesi'dir. Ondülasyonların muhtemel sebeplerine bakıldığında ve mevcut bölge düşünüldüğünde trafik etkisinin yani duruş ve kalkışların sebep olmadığı anlaşılmaktadır. Bölge trafik yoğunluğu az miktarda seyretmektedir. Bu sebeple bu bölgede meydana gelen ondülasyonun sebebinin kötü işçilik, yapım hatası, temelde stabilize yetersizliği veya sathi kaplamadaki yüksek bitüm yüzdesi olabileceği ortaya çıkmıştır.

Mevcut bölgede onarım çalışması olarak freze ile sert olan tabakaya kadar kazı yapılması ve daha sonra yeni sathi kaplama yapılması uygun görülmüştür.



Resim 6.4. Timsah sırtı çatlaklar

Mersin ili merkez bölgesinde çekilen Resim 6.4.'teki bu fotoğraf timsah sırtı çatlağa bir örnektir. İl iklim şartları göz önüne alındığında aşırı soğuk hava ve donmanın yaşanmadığı görülmektedir. Timsah sırtı çatlaklara sebep olan bir diğer etken aşırı trafik yüküdür fakat gözlemin yapıldığı bölgede aşırı trafik olmadığından kaplamanın aşırı trafik yükü altında yorulması durumu söz konusu olmamaktadır. Bu bölgede oluşan timsah sırtı çatlağın muhtemel sebepleri; uygunsuz malzeme kullanımı, kötü işçilik, yetersiz sıkıştırma veya yetersiz drenaj olabilir.

Mevcut bölgede onarım çalışması olarak yalıtım veya dolgu uygulaması yapılması uygun değildir. Hasarlı alanda yama uygulaması yapılması gerekmektedir.



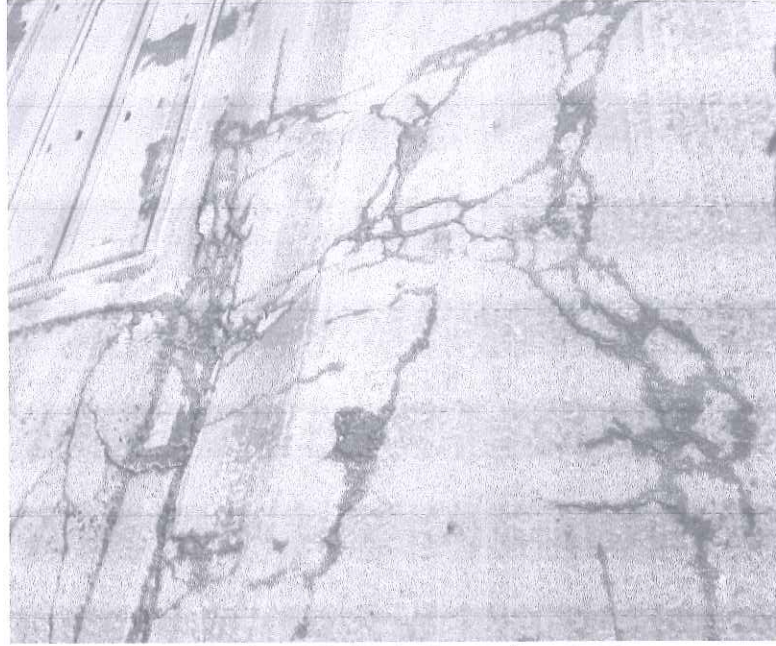
Resim 6.5. Boyuna çatlaklar



Resim 6.6. Boyuna çatlaklar

Mersin ili merkez bölgesinde çekilen Resim 6.5. ve Resim 6.6. 'daki bu fotoğraflar boyuna çatlaklara örnek olarak gösterilebilir. İl iklim şartları göz önüne alındığında aşırı soğuk hava ve donmanın yaşanmadığı görülmektedir. Boyuna çatlaklara sebep olan bir diğer etken üstyapı taşıma gücü yetersizliğidir fakat gözlemin yapıldığı bölgede aşırı trafik olmadığından kaplamanın aşırı trafik yükü altında yorulması durumu söz konusu olmamaktadır. Bu bölgede oluşan boyuna çatlakların muhtemel sebepleri; dolgunun yanal hareketi, boyuna ek yerlerinin yanlış inşası, yetersiz sıkıştırma veya yetersiz drenaj sonucu oturma olabilir.

Çatlak olan bölgede genişliği 3 mm'den daha geniş olan çatlaklarda ince kum-sıvı asfalt karışım ile doldurulma işlemi yapılarak onarım sağlanır. Genişliği 3 mm'den daha az olan dar çatlaklı bölgelerde ise öncelikle çatlak, özel bir alet ile genişletilir ve sonra aynı işlem yapılır. Boyuna çatlakların onarımında penetrasyon derecesi yüksek olan bitümlü sıcak karışımlarda kullanılabilir.



Resim 6.7. Blok (harita) çatlakları



Resim 6.8. Blok (harita) çatlakları

Resim 6.7 ve Resim 6.8’de gösterilen yerler Mersin Şişecam Soda ve Kromsan Fabrikaları’nda yer almaktadır. Yapılan gözlem ve araştırma sonucu bölgede uzun yıllardır bakım onarım çalışması yapılmadığı bilgisi edinilmiştir. Asfalt kaplamanın yaşlanması sonucu blok (harita) çatlakları oluşmuştur. Bu çatlakların sebebi şişme büzülme etkisi de olabilir.

Mevcut alanlarda onarım çalışması hava veya süpürgelerle içi temizlenen çatlaklara asfalt emülsiyonlu akıcı harç veya ince kum-sıvı asfalt karışımı doldurularak yapılabilir.



Resim 6.9. Çukur



Resim 6.10. Çukur

Resim 6.9. ve Resim 6.10. 'daki şekillerde gözlemlenen bozukluk çukurdur. Çukurların muhtemel oluşum sebeplerine bakıldığında diğer bozuklukların etkilerini sıralamak yanlış olmaz. Soyulma, çatlak, segregasyon gibi bozukluklara sebep olan tüm etkenler sonucu çukurlar oluşur. Genel olarak bakıldığında düşük kalite agrega kullanımı ve yetersiz kalınlıkta üstyapı çukurlara sebep olarak gösterilebilir.

Bölgede görülen çukur onarımında düzgün olan tabakaya kadar kesim yapılır ve kazılır. Daha sonra yeni bir temel tabakası ve kaplama yapılarak onarım tamamlanır.



Resim 6.11. Enine çatlak



Resim 6.12. Enine çatlak

Mersin ili Şişecam Soda ve Kromsan Fabrikası'nda çekilen Resim 6.11. ve Resim 6.12. ' deki bu fotoğraflar enine çatlak örnekleridir. İl iklim şartları göz önüne alındığında aşırı soğuk hava, donma ve buna bağlı olarak büzülme yaşanmadığı görülmektedir. Bu bölgede oluşan enine çatlağın muhtemel sebepleri; alt tabakalarda daha önce hali hazırda bulunan çatlakların yüzeye yansması veya karışımdaki bitümün sıcaklığa karşı olan aşırı hassasiyeti olabilir.

Çatlak olan bölgede genişliği 3 mm'den daha geniş olan çatlaklarda ince kum-sıvı asfalt karışım ile doldurulma işlemi yapılarak onarım sağlanır. Genişliği 3 mm'den daha az olan dar çatlaklı bölgelerde ise öncelikle çatlak, özel bir alet ile genişletilir ve sonra aynı işlem yapılır. Enine çatlakların onarımında bitümlü sıcak karışımlarda kullanılabilir.

YEDİNCİ BÖLÜM SONUÇ ve ÖNERİLER

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişmişliğinin ve sosyoekonomikliğin en büyük göstergesi olan ulaşım durumu, ülkeler için büyük önem arz etmektedir. Yoğunlaşan trafik ile birlikte geçmiş dönem yetersiz yapılandırılması birleşince ortaya çıkan tabloya müdahale etmek mühendislere düşmektedir. Oluşan hasarlara günü kurtaracak çözümler değil, hem uzun vade dayanım sağlayacak hem ekonomik yollar aranmalıdır.

Mersin ili başta olmak üzere tüm Türkiye’de karayolu üstyapılarında meydana gelen bozulmaları önlemek için neler yapılması gerektiği araştırılmış ve uygulamaya konması için gerekenler ortaya konmuştur. Çalışmadaki gözlemlerin yapıldığı Mersin ili liman, tarım, turizm kenti olarak ve de jeopolitik konumu sebebiyle göç almaktadır. Artan nüfusa uygun olarak dayanıklı ve konforu sağlayacak yollar yapılması, geçmiş dönem yapılan yolların mühendisliğe uygun şekillerde yenilenmeleri gerekmektedir.

Mersin ili yol üstyapısı bozuklukları açısından incelendiğinde bozulmaların genel sebebinin yapımsal hatalar olduğu görülmektedir. Gerek uygulama yapan personelin gerekse kontrol merci olan tekniker ve mühendislerin teknik konularda bilgilendirilmesi, yapımsal hataların önüne geçecektir. Doğru uygulama yapılan alanlarda sonrasında bakım onarım masrafları azalacaktır.

Yol üstyapılarında kaplama seçiminde çeşitli kriterler olmakla birlikte Mersin ili göz önüne alındığında sıcaklık ve nem faktörleri dikkatle incelenmeli ve bu kriterlere uygunluğu olan kaplama tipi seçimi yapılmalıdır.

Türkiye’de yeni yapılmaya başlanacak olan yolların yapımı ve tasarımı aşamasında, belirtilen önlemlerin alınması şartıyla, hem ülke ekonomisine ve çevreye büyük katkılarda bulunulabilir, hem de sürücülerin güvenli, konforlu ve sağlıklı bir şekilde taşıtlarını sürmeleri sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- [1] **Arık, A.**, 1998. Balıkesir İli Çevresindeki Karayollarında Esnek Üstyapı Bozulmalarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 86s.
- [2] **Ağar, E., Umar, F.**, 1991. Yol Üstyapısı, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- [3] **İyınam, Ş.**, 1997. Karayollarında Üstyapı Bakım Çalışmalarını Planlama Metodolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [4] **Güzel, G.**, 2001. Seminer Çalışması, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [5] **AASHTO**, 2003. A. Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington D.C.
- [6] **Doğan, O.**, 2006. Esnek Üstyapılı Devlet Yollarındaki Bozulmaların Bulanık Mantık ile Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 98s.
- [7] **California Department of Transportation.**, 2001. Felexible Pavement Rehabilitation Manual, State of California, 154s.
- [8] **US Department of Transportation**, 2005. Aspalth Concrete Pavement, Distress Idendification Guide, State of North Dakota Product.
- [9] **Geoplan Consultants**, 2002. *Pavement Surface Condition Rating Manual*, British Columbia Ministry of Transportation, Columbia.
- [10] **Karayolları**, 1994. Karayolları Bakım El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- [11] **Tunç, A.**, 2001. *Yol Malzemeleri ve Uygulamaları*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- [12] **Türkyılmaz, A.**, 2007. Esnek Üstyapılı Karayollarında Koruyucu Bakım Yöntemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [13] **Hanlı E.**, 2009. Esnek Yol Üstyapısında Oluşan Bozulmalar ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [14] **Shanin M.Y.**, 2002. Pavement Management For Airports, Roads and Parking Lots, Kluwer Academic Publishers, Boston, London.
- [15] **Karayolu Teknik Şartnamesi**, 2013.

İNTERNET KAYNAKLARI

- İnternet: Web:
http://www.academia.edu/27332902/ESNEK_YOL_KAPLAMALARI.pptx,
adresinden 11 Şubat 2019' da alınmıştır.
- İnternet: Web:
http://www.tcma.org.tr/images/file/nicin_beton_yol_low.pdf , adresinden 07
Kasım 2017' de alınmıştır.
- İnternet: Web:
American Concrete Pavement Association, www.pavement.com/pavtech 2002.
- İnternet: Web:
Cement Association of Canada, www.cement.ca/cement.nsf, 2002.
- İnternet: Web:
British Cement Association, "The sound of silence (whisper concrete)"
www.bca.org.uk/, 1998.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Sürbahanlı Tuğba
Uyruğu : T.C
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) : 07/10/1992
Doğum Yeri : Mersin
Medeni hali : Bekar
Adresi :Nusratiye Mahallesi 5010 Sokak Dr. Cengiz Ezici Apt. C
Blok Kat:5 No:18
Telefon : (507) 523 20 37
E-Posta : tugba.surbahanli@gmail.com

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	Toros Üniv. Fen Bil. Ens. İnşaat Müh. Tezli YL.	2019
Lisans	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. İnşaat Müh.Böl.	2015
Lise	İçel Anadolu Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2015 - 2016	Mersin Entegre Sağlık Kampüsü Şantiyesi	Saha Mühendisi
2016 – 2017	İntek İnşaat	Şantiye Şefi
2017 – 2018	Özdikey İnşaat	Şantiye Şefi
2019-	Zirve Endüstri	Şantiye Şefi

Yabancı Dil

İngilizce



T.C.
TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNTİHAL PROGRAMI RAPORU

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 01/07/2019

Seminerin Başlığı: Yol Üstyapı Tasarımındaki Bozulmalar ve Mersin Örneğinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı gösterilen seminer çalışmamın;

- Giriş,
- Ana bölümler ve
- Sonuç kısımlarından oluşan toplam 86 sayfalık kısmına ilişkin, 01/07/2019 tarihinde enstitü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, seminerimin benzerlik oranı %23 'tür.

Uygulanan filtrelemeler: (Hangi filtreleme uygulandı ise ilgili kutucuk işaretlenmelidir.)



- Kaynakça hariç
- Alıntılar hariç
- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %10,



- Kaynakça hariç
- Alıntılar dahil
- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %30'u geçmemelidir.

Tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Yukarıda belirtilen başlıkta danışmanımla birlikte tamamlamış olduğum tezimin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir. Seminerimi yazım kurallarına uygun olarak intihal olmaksızın hazırladığımı taahhüt eder; intihal olması durumunda seminer çalışmamın başarısız sayılacağını ve mezuniyetimin iptalini kabul ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Tuğba SÜRBAHANLI

İmzası: Tarih: 01/07/2019

Yukarıda kişisel ve tez bilgileri verilen öğrencimin belirtilen başlıkta birlikte tamamlamış olduğumuz semineri Turnitin intihal yazılım programında kontrol edilmiş ve etik bir ihlale rastlanmamıştır. İntihal yazılım programının rapor çıktısı ektedir. Ayrıca seminerin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Danışmanın Unvanı-Adı-Soyadı
Prof. Dr.Mehmet ÇAKIROĞLU

İmzası: Tarih: 29/08/2019

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (3 sayfa)

Yol Üst Yapı Tasarımındaki Bozulmalar ve Mersin Örneğinin İncelenmesi

Yazar Tuğba Sürbahanlı

Gönderim Tarihi: 01-Tem-2019 04:03PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1148408741

Dosya adı: Yap_Tasar_m_ndaki_Bozulmalar_ve_Mersin_rne_inin_ncelenmesi.docx (4.03M)

Kelime sayısı: 11212

Karakter sayısı: 75661

Yol Üst Yapı Tasarımındaki Bozulmalar ve Mersin Örneğinin İncelenmesi

ORIJINALLIK RAPORU

% 23	% 21	% 2	% 15
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	% 14
2	Submitted to Bahcesehir University Öğrenci Ödevi	% 6
3	KIRBAŞ, Ufuk, KARAŞAHİN, Mustafa, ÜNAL, Emine Nazan, KOMUT, Muhammet, DEMİR, Birol and ÖCAL, Kıvılcım. "Şehirlerarası yol ağlarında bitümlü sıcak karışım kaplamalar için üstyapı performans tahmin modeli geliştirilmesi", Pamukkale Üniversitesi, 2017. Yayın	% 1
4	www.toros.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	www.scribd.com İnternet Kaynağı	% 1
6	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	% 1

Alıntıları çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< %1

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde