

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ MURATPAŞA İLÇESİNDEKİ YOLLARIN ÜSTYAPI
PERFORMANS ANALİZİ VE BAKIM ÖNERİLERİ**

Onur Burak MİLLİ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

TEMMUZ 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**ANTALYA İLİ MURATPAŞA İLÇESİNDEKİ YOLLARIN ÜSTYAPI
PERFORMANS ANALİZİ VE BAKIM ÖNERİLERİ**

Onur Burak MİLLİ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

TEMMUZ 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA İLİ MURATPAŞA İLÇESİNDEKİ YOLLARIN ÜSTYAPI
PERFORMANS ANALİZİ VE BAKIM ÖNERİLERİ**

**Onur Burak MİLLİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

TEMMUZ 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİ MURATPAŞA İLÇESİNDEKİ YOLLARIN ÜST YAPI
PERFORMANS ANALİZİ VE BAKIM ÖNERİLERİ

ONUR BURAK MİLLİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 29/07/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ

Prof. Dr. Mesut TİĞDEMİR

Dr. Öğretim Üyesi Bekir AKGÖZ



ÖZET

ANTALYA İLİ MURATPAŞA İLÇESİNDEKİ YOLLARIN ÜSTYAPI PERFORMANS ANALİZİ VE BAKIM ÖNERİLERİ

Onur Burak MİLLİ

Yüksek Lisans İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ

Temmuz 2019; 90 Sayfa

Karayollarının gün geçtikçe daha çok trafiğe maruz kalması, araçların yük taşıma kapasitelerinin artması ve iklim şartları, coğrafik lokasyon gibi çevreye bağlı etkiler, günümüzde tasarım yöntemleri konusunda araştırma yapanları karşılaşılan sorunları çözme yönünde yeni çalışmalar yapmaya itmektedir. Karayolu maliyeti yüksek bir yatırımdır. Yollar yapıldıktan sonra kontrol ve bakım çalışmaları zamanında yapılmazsa, belirli bir süre hizmet etmesi için planlanmış olan yolun ömrünü doldurmadan yenilenmesi gerekebilir. Üstyapı Yönetim Sistemi, belirli bir bütçe ile en fazla verimi sağlayacak maliyet fayda fizibilitesi ile doğru bakım ve iyileştirme programlarına karar verilip, bunların uygulanmasını sağlamaktadır.

Tez çalışmasında, yol üst yapısında oluşan bozulmaların analizini yapabilmek için gerekli ölçümler yapılmış olup, ayrıca maliyet verimlilik sayılarının da hesabı yapılarak bölgede kullanılan esnek üstyapı kaplama tabakalarında performans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuca bağlı olarak üzerinde çalışılan yollar konusunda bakım önceliği listesi hazırlanmıştır. Böylece mevcut ekonomik kaynakların en verimli şekilde kullanılması hedeflenmiştir.

Antalya ili gibi sıcak iklim koşullarının, esnek üstyapılar üzerinde önemli etkisi olan şehirlerde, kullanılan üstyapı kaplama tabakalarında performans araştırması ve var olan sorunlu yolların en verimli şekilde ve doğru bir öncelik sıralaması ile yapılmasını sağlamak bu çalışmanın esas amacıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Karayolları, Bakım ve İyileştirme, , Üstyapı, Üstyapı bozulması, Üstyapı Yönetim Sistemi.

JÜRİ: Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ

Prof. Dr. Mesut TIĞDEMİR

Dr. Öğretim Üyesi Bekir AKGÖZ

ABSTRACT

SUPERIOR PERFORMANCE ANALYSIS AND SOLUTION PROPOSALS OF ROADS IN MURATPAŞA DISTRICT OF ANTALYA

Onur Burak MİLLİ

MSc Thesis in Civil Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sevil KÖFTECİ

July 2019; 90 pages

Today, Exposure of highways to more traffic, increasing load carrying capacities of vehicles and environmental impacts such as climate conditions and geographic location are the investigation subjects. On this topic researchers are investigating to solve the encountered problems and to achieve better design methods. Highway construction required high investments. If the pavements after construction not inspect and keep maintenance on the time regularly, the pavement should be renewed before the lifespan service of the pavement finish. The Present Pavement Management System with the specific budget trying to keep the better maintenance and improvement programs.

In this thesis; in order to analyze the distortions occurring on the superstructure of road, necessary measurements have been made and also the cost efficiency numbers have been calculated and performance analysis have been made. Depending on the result obtained, in the flexible superstructure coating layers used in the region and maintenance priority list has been prepared about the roads studied. Thus, it is aimed to use the existing economic resources in the most efficient way.

The main purpose of this study is to conduct performance research in the superstructure covering layers used in hot cities and in cities with significant impact on flexible pavements, as well as in Antalya

KEYWORDS: Highways, Maintenance and Improvement, Bodywork deterioration, , The Present Pavement Management System

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Sevil KÖFTECİ

Professor. Dr. Mesut TİŐDEMİR

Assistant Prof. Dr. Bekir AKŐZ

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Akdeniz Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Ana Bilim Dalı'nda danışman hocam Doç. Dr. Sevil Köfteci'nin yönlendirmesi ile oluşturulmuştur, bu yüzden teknik anlamda herkesten önce danışman hocama teşekkürlerimi sunarım. Bölümde bana yardımcı olan öğrenci arkadaşım Murat Yeşilbaş'a da teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca teknik bilgi ve malzeme açısından bize her zaman destek olan başta Muratpaşa Belediyesi Başkanı Ümit Uysal olmak üzere, Fen İşleri Müdürü Ziya Giray Akşit ve yardımcısı Ferhat Alkan ile görevli personele, bana bu tezi bitirmemde motivasyon sağlayan ve destek olan güzel aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezi yazarken amacım; Belediye için aslında daha büyük bir hedefe yönelerek yaptığım bir çalışmayı, zaman-süreç ve imkânların elverdiği ölçüde küçülterek daha kısıtlı bir çalışma ile uygulanabilir bir inovasyon çalışması haline getirmektir.

Böylece tezin, iş yerim olan Muratpaşa Belediyesi tarafından uygulanarak ve özellikle de Akdeniz Üniversitesi'nin teorik imkanları ile Muratpaşa Belediyesinin pratikteki imkanları arasında aktif bir köprü kurarak, hem iki kuruma hem de ilçeye ve ilçe insanına yararlı bir çalışma olması yönünde çaba sarf ettim.

Teknik bağlamda, yaptığım çalışma ile amacım, bir kaplamanın, rehabilitasyon gerektirip gerektirmemesi ve bununla ilgili zamanın belirlenmesi yönünde, takviye tabakaları ve diğer rehabilitasyon çalışmaları arasında önceliklerin saptanması yönündedir. Bu sayede mevcut ilçe yollarının kusurlarının giderilmesi için takip edilmesi gereken programların oluşturulabilmesinde ilgili kurumlara bilimsel yönden uygulanabilir bir destek sağlayabilmektir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	11
2. KAYNAK TARAMASI.....	14
2.1. İyileştirmelere İlişkin Planlama ve Üstyapı Yönetimi.....	14
2.1.1. Üstyapı yönetimi.....	14
2.1.2. Gelecekteki iyileşmelere ilişkin stratejiler.....	17
2.1.3. Çatlama sebepleri ve onarımları.....	19
2.1.3.1. Çatlak yalıtımı (dolgusu).....	19
2.1.4. Çatlak tipleri.....	21
2.1.4.1. Timsah sırtı çatlaklar.....	21
2.1.4.2. Kenar çatlakları.....	22
2.1.4.3. Derz çatlakları.....	23
2.1.4.4. Yansıma çatlakları.....	24
2.1.4.5. Büzülme çatlakları.....	25
2.1.4.6. Kayma çatlakları.....	26
2.1.5. Deformasyonların sebepleri ve onarımı.....	26
2.1.5.1. Tekerlek izi oluşumu (oluklanma-channelling,rutting).....	27
2.1.5.2. Ondülasyon ve çökme (shoving).....	28
2.1.5.3. Oturmalar (depressions).....	30
2.1.5.4. Kabarma.....	31
2.1.5.5. Dağılma sebepleri ve onarımı.....	32
2.1.5.6. Folluk tipi çukurlar.....	33
2.1.5.7. Sökülme(raveling).....	34
2.1.6. Yüzey kayganlığının sebepleri ve onarımı.....	35
2.1.6.1. Aşırı asfalt.....	35
2.1.6.2. Cilalanmış agrega.....	36
2.1.7. Sathi kaplama problemleri.....	37
2.1.7.1. Agrega kaybı.....	37
2.1.7.2. Boyuna çizgi oluşumu.....	37

2.1.7.3. Enine çizgi (transverse streaking) oluşumu	38
3. MATERYAL VE METOT	39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	48
4.1. Mahalle bazında seçilen sokak ve caddelerin mevcut üstyapı durumunun incelenmesi	48
4.1.1. Fener Mahallesi	48
4.1.1.1. Falez Caddesi	49
4.1.1.2. Fener Caddesi	51
4.1.2. Çağlayan Mahallesi	52
4.1.2.1. 2069 Sokak	52
4.1.3. Güzeloluk Mahallesi	53
4.1.3.1. Yalı Caddesi	53
4.1.3.2. 1886 Sokak	54
4.1.4. Doğuyaka Mahallesi	55
4.1.4.1. 1216 Sokak	55
4.1.5. Şirinyalı Mahallesi	55
4.1.5.1. Lara Caddesi	55
4.1.5.2. 1548 Sokak	56
5. SONUÇLAR	83
6. KAYNAKLAR	85
7. EKLER	88

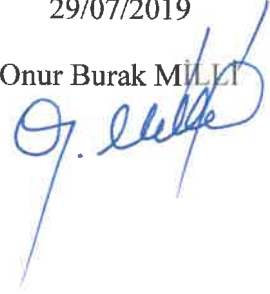
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya İli Muratpaşa İlçesindeki Yolların Üstyapı Performans Analizi ve Bakım Önerileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

29/07/2019

Onur Burak MİLLİ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$\sum_{i=1}^n()$: Toplam

Bu tez çalışmasında sayıların ondalık kısmı virgöl (,) ile ayrılmıştır.

Kısaltmalar

K : Sabit (10^3)

L : İyileştirme yapılan yol kesiminin uzunluğu

M : Önerilen programın maliyeti

MV : Maliyet Verimlilik sayısı

PSI : Mevcut Hizmet edebilirlik İndeksi

PSR : Mevcut Hizmet edebilirlik Derecesi

PSR_i : İyileştirme çalışması öncesi mevcut hizmet edebilirlik derecesi

PSR_s : İyileştirme çalışması sonrası mevcut hizmet edebilirlik derecesi

SR : Yüzey Kayma Değeri (Skid Resistance)

ÜYS : Üstyapı Yönetim Sistemi

V : Verimlilik

Y.O.G.T. : İyileştirme yapılan yıl için Yıllık Ortalama Günlük Trafik değeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bakım plan klavuzu (Ozalp ve Ocalir, 2008)	15
Şekil 2.2. Bir ÜYS'nin temel bileşenleri ve aralarındaki ilişki (Oral,2000).....	17
Şekil 2.3. Yollarda bozulma – zaman ilişkisi örneği (Beton Yol) (İsfalt Asfalt El Kitabı).....	18
Şekil 2.4. Sıcak uygulama asfalt derz dolguları (http://www.enfalt.com.tr/urunler/asfalt-ve-yol-urunleri/asfalt-derz-dolgulari/izofalt/)	21
Şekil 2.5. Timsah Sırtı Görünümlü Çatlaklar (https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/)	22
Şekil 2.6. Kenar Çatlağı (https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/).....	23
Şekil 2.7. Derz Çatlağı ve Tamiri (http://www.asfaltkaplama.com/hizmetler/catlak-tamiri-derz-dolgusu).....	24
Şekil 2.8. Yansıma Çatlakları (https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/)	25
Şekil 2.9. Büzülme Çatlakları	25
Şekil 2.10. Kayma Çatlakları	26
Şekil 2.11. Tekerlek İzi Oluşumu	27
Şekil 2.12. Ondülasyon (Dalgalanma).....	28
(https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/).....	28
Şekil 2.13. Yerel Çökme ve Ötelenme (Shoving).....	29
Şekil 2.14. Asfalt Kazıyıcılar - Soğuk Frezeleme Makinası (Cold Milling Machine) ...	30
Şekil 2.15. Oturmalar.....	31
Şekil 2.16. Kabarma (Upheavel).....	32
Şekil 2.17. Dağılma	33
Şekil 2.18. Folluk Tipi Çukur	34
Şekil 2.19. Sökülme (https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/)	35
Şekil 2.20. Kusan Asfalt (Bleeding Asphalt).....	36
Şekil 2.21. Cilalanmış Agrega	37
Şekil 3.1. İyileştirme programının verimliliği (Ay,2002).....	43
Şekil 4.1. Fener Mahallesi haritası.....	48

Şekil 4.2. Fener Mahallesi Falez Caddesi.....	49
Şekil 4.3. Fener Mahallesi Falez Caddesinin GIS sistemine işlenmiş halinin görüntüsü.....	50
Şekil 4.4. Fener Mahallesi Fener Caddesi	51
Şekil 4.5. Çağlayan Mahallesi 2069 Sokak	52
Şekil 4.6. Çağlayan Mahallesi 2066 Sokak	53
Şekil 4.7. Güzeloluk Mahallesi Yalı Caddesi	53
Şekil 4.8. Güzeloluk 1886 Sokak.....	54
Şekil 4.9. Doğuyaka Mahallesi 1216 Sokak	55
Şekil 4.10. Şirinyalı mahallesi Lara caddesi.....	55
Şekil 4.11. Şirinyalı mahallesi 1548 Sokak	56
Şekil 4.12. (1) Memurevleri Mahallesi Güllük Caddesi.....	76
Şekil 4.13. (2) Fener Mahallesi Fener Caddesi.....	77
Şekil 4.14. (3) Konuksever Mahallesi 794 Sokak.....	78
Şekil 4.15. (4) Etiler Mahallesi Köroğlu Caddesi.....	79
Şekil 4.16. (5) Kızıltoprak Mahallesi 997 Sokak.....	79
Şekil 4.17. (6) Kızıllarık Mahallesi 2811 Sokak.....	80
Şekil 4.18. (7) Konuksever Mahallesi 810 Sokak.....	80
Şekil 4.19. (8) Cumhuriyet Mahallesi 643 Sokak.....	81
Şekil 4.20. (9) Çaybaşı Mahallesi 1358 Sokak.....	81
Şekil 4.21. (10) Muratpaşa Mahallesi 604 Sokak.....	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Arazi Çalışması Güzergah ve Bölgeleri	39
Çizelge 3.2. Üstyapının HYİ'ne göre sınıflandırılması	42
Çizelge 3.3. Performans değerine göre gerekli olan bakım ve iyileştirme seçenekleri ..	43
Çizelge 4.1. Üstyapı bozulma şiddeti tablosu.....	49
Çizelge 4.2 Üstyapı bozulma yoğunluğu tablosu	50
Çizelge 4.3 İyileştirme seçeneği için maliyet hesapları.....	56
Çizelge 4.4 Ana Tablo	56
Çizelge 4.5. ÜYS Verileri.....	72
Çizelge 4.6. Maliyet – Verimlilik katsayılarına göre iyileştirme öncelikleri listesi	75
Çizelge 4.7. Kayma Direnci Dağılımı.....	75

1. GİRİŞ

Tarihin ilk dönemlerinde tekerleğin bulunuşundan modern çağdaki yaşamımıza uzanan süreçte ulaşım, medeniyetin en temel ihtiyaçlarından biri olmuştur. “İnsanların ve eşyaların bir noktadan başka bir noktaya hareket etmesi” olarak tanımlanan, hem sosyal ve kültürel hem ekonomik gelişmenin temel dinamiklerinden olan ulaşım günümüzde; karayolları, demiryolları, denizyolları, boru hatları ve havayolları gibi alt sistemler ile sağlanmaya çalışılmaktadır.

Ulaşım ile ilgili faaliyetlerin gelişim sürecine bakıldığında, farklı dönemlerde farklı ulaştırma alt sistemlerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

18. Yüzyıla kadar denizyolu ve iç kısımda su yolu taşımacılığı ön plandayken, 18. ve 19. Yüzyılda sanayi devrimi ve buharlı motorların bulunuşu ile demiryolu taşımacılığı iskelet sistem olmuştur. (Çakmak,2009)

İkinci Dünya Savaşı sonrası karayolu; hızlı bir şekilde artış göstermiş ve diğer ulaşım sistemleriyle yarışır hale gelmiştir. 1970’li yıllarda yaşanan enerji dar boğazının aşılmasından sonra, 1980’li yıllarda karayolu ile özellikle taşımacılık artan eğilimini devam ettirmiş ve 2000’li yıllarda pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede esas ulaşım sistemi haline gelmiştir (Çavuşoğlu,2003).

Ülkemizdeki mevcut durum itibariyle, yolcu taşımacılığının %95’i yük taşımacılığının ise %92’si karayolu sistemi ile gerçekleştirilmektedir. (DPT tarafından hesaplanmış tahmini taşımaların hepsini kapsamaktadır, Kaynak: Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Devlet Planlama Teşkilatı Raporu, 2010)

Genel olarak ülkemizin ulaşım politikası ile ilgili olarak bir değerlendirme yapmamız gerekirse; Cumhuriyet döneminde uygulanan politikaların temeline baktığımızda, Kurtuluş savaşından II. Dünya savaşına kadar geçen dönemde ulaşım sisteminin demiryoluna dayandığı görülmektedir ve ülkenin dış devletlerle bütünleşmesinden çok, iç pazar bütünlüğü sağlanmaya çalışılmıştır. Ülkemizin lehine çözüm üretebilmemiz için ulaşım politikalarının Cumhuriyet döneminde olduğu gibi, yerli sermayeye ağırlık verilerek yapılması şarttır ve bu politikalar, toplumsal, ekonomik, siyasi sorunlarımızla iç içe değerlendirilmelidir. (Kocabaş,2009)

Günümüzde standartlara uymakta olan, modern bir yoldan beklenen kriterler çok çeşitlilik göstermektedir. Bir yol yüzeyinin ve yüzeyi de içeren üstyapının incelenmesinde, göz önüne alınacak öncelikli iki etken, ortalama bir seyir sürati ortamında yolu kullananların güvenliği ve yolcuların konforudur.

Yolun yapımında ve işletilmesinde başlıca beş özelliğin mümkünse sağlanması ve uzun süre korunması gereklidir. Belirtilen beş özellik şunlardır;

- Hava şartlarının ağır olduğu örneğin yağışlı bir günde bile taşıt sürücüsü fren yaptığı zaman, yol yüzeyi ile tekerlekler arasında güçlü bir aderans sağlanmalıdır.
- Taşıt kullanıcısı, bir yatay kurb üzerinde ilerlerken taşıta etkiyen yanal kuvvet, yani merkezkaç kuvveti karşısında taşıtı belirli bir yörüngede

sağlam bir şekilde tutabilmelidir.

- Yol yüzey kısmında büyük çapta girinti ve çıkıntılar olmamalıdır.
- Karayolu; trafik etkisi, iklim etkisi gibi dış etkiler karşısında hizmet ömrü boyunca aynı kaliteyi koruyabilmelidir.
- Üstyapı mümkün olduğunca ekonomik olmalı, büyük bakım masrafları gerektirmemelidir. (TCRP Report, Transportation Research Board Report, 2003)

Karayolu; görevi, yapım önceliği ve özellikleri açısından alt ve üstyapı olarak iki kısımda incelenir. Bir yolda, tesviye yüzeyi ile doğal zemin kotları arasında kalan kısma altyapı denilir. Altyapı, yarma bölümünde doğal zeminden, dolgu bölümünde ise farklı kesimlerden getirilip sıkıştırılmış toprak gövdeden oluşur.

Altyapının amacı, doğal araziye belli bir kota getirerek istenilen şekilde ve kotta düzgün bir düzlem sağlamak, üstyapıya gelen toplam yükü daha geniş bir alana dağıtmaktır. Köprü, viyadük, tünel, menfez, istinat duvarı gibi bir çok sanat yapıları da altyapı olarak kabul edilir.

Trafik yüklerini altyapının kaldırabileceği değerlere indirmek, altyapıyı korumak ve iyi bir yuvarlanma yüzeyi oluşturmak için, altyapı üzerine inşa edilen tabakalı yol yapısına üstyapı denir. Üstyapılar; kaplama tabakasında bulunan malzemenin türüne, özelliklerine, yapım şekillerine ve trafik yükünü taban zeminine iletme tarzlarına göre esnek ve rijit üstyapılar olarak başlıca ikiye ayrılırlar. (Yoder ve Witczak,1975)

Bu tez çalışmasında Muratpaşa ilçe sınırlarında da genel olarak kullanılan üstyapı türü olduğundan özellikle “Esnek Üstyapılar” incelenecektir.

Kontrol ve bakım gerekli ve düzenli bir biçimde yapılmazsa, yolun öngörülen hizmet ömrünü tamamlamadan yenilenmesi gerekir. Örneğin gerekli ağırlık kontrollerinin yapılamaması ve günümüz taşıtlarının çok hızlı olması, yolların hizmet ömrünü daha da kısaltmaktadır.

Doğru ve yerinde bakım uygulamaları ise bir kaplamanın tasarım ömrünü belirli derecede uzatmaya yaramakla birlikte, sonuçta yine de onarım ve nihayetinde yeniden inşası gerekecektir. Bu amaçla seçilen yöntemler tam bir mühendislik görüşüne, ciddi bir analize ve teklif edilen uygulamanın fayda-maliyet analizinin bilinmesine ihtiyaç duymaktadır. İyi bir yönetim için temel esas; bakım ve onarım uygulamalarının böyle detaylı bir analize dayanarak planlanması ve programa konulmasıdır.

Üstyapı Yönetim Sisteminin amacı; işte bu planlama ve programa koymada mühendislere gerekli desteği sağlamaktır. Üstyapı yönetimi planlama, veri biriktirme, tasarım, yapım, bakım ve de onarım gibi karayolu ile ilgili sistemlerin operasyon kısmı ile ilgili çalışmalar olarak tanımlanabilir. Üstyapı yönetim sistemi; diğer yatırımlar ile kıyaslama yapabilmek, tasarım, yapım ve bakım fonksiyonlarını yöneterek ve gerekirse bilgisayar destekli üstyapı yönetim aktivitelerini bütünleştirerek, eldeki kaynakların önceliklerini belirleyerek, en iyi ve en etkin şekilde kullanılmasına yönelik bir karar alma sistemidir. Üstyapı yönetim sisteminin tahmin ile ilgili yetenekleri, bir kuruluşun en ekonomik hamleyi ve en doğru seçenekleri belirlemesine olanak tanıyarak, aynı zamanda

kuruluşun ertelenen onarım veya büyük çaplı bakım ile ilgili işlemlerinin etkilerini öncesinden öngörebilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmada, Muratpaşa ilçe sınırları içerisinde incelenen 50 cadde-sokaktan, en çok bakım ve iyileştirme ihtiyacı gösteren cadde ve sokaklar için Üstyapı Yönetim Sistemi oluşturulmuştur. Performans değeri en düşük olan cadde-sokaklar arasında gerekli maliyet analizleri yapıp, bakım ve rehabilitasyon çalışması için incelenen mahallelerdeki cadde-sokaklarda öncelik sırası belirlenmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. İyileştirmelere İlişkin Planlama ve Üstyapı Yönetimi

İnşaat malzemeleri ile oluşturulmuş her şey zamanla bozulma gösterecektir. Yollar, caddeler ve otopark tesisleri de bunlara dahildir.

Yollar; tasarım ömrünün ilk yılları sırasında nispeten daha yavaş biçimde bozulmaya uğramakta fakat tasarım ömrünün sonlarına doğru bu süreç giderek hızlanmaktadır. Uygun bakım uygulamaları ise bir kaplama sisteminin tasarım ömrünü belirgin derecede uzatmakla birlikte, sonuçta yine de onarım ve yeniden inşa edilmesi gerekecektir. Bu amaçla seçilen teknikler tam bir mühendislik analizine ve teklif edilen uygulamanın fayda-maliyet analizine dayanmalıdır. (Abraham, 1990)

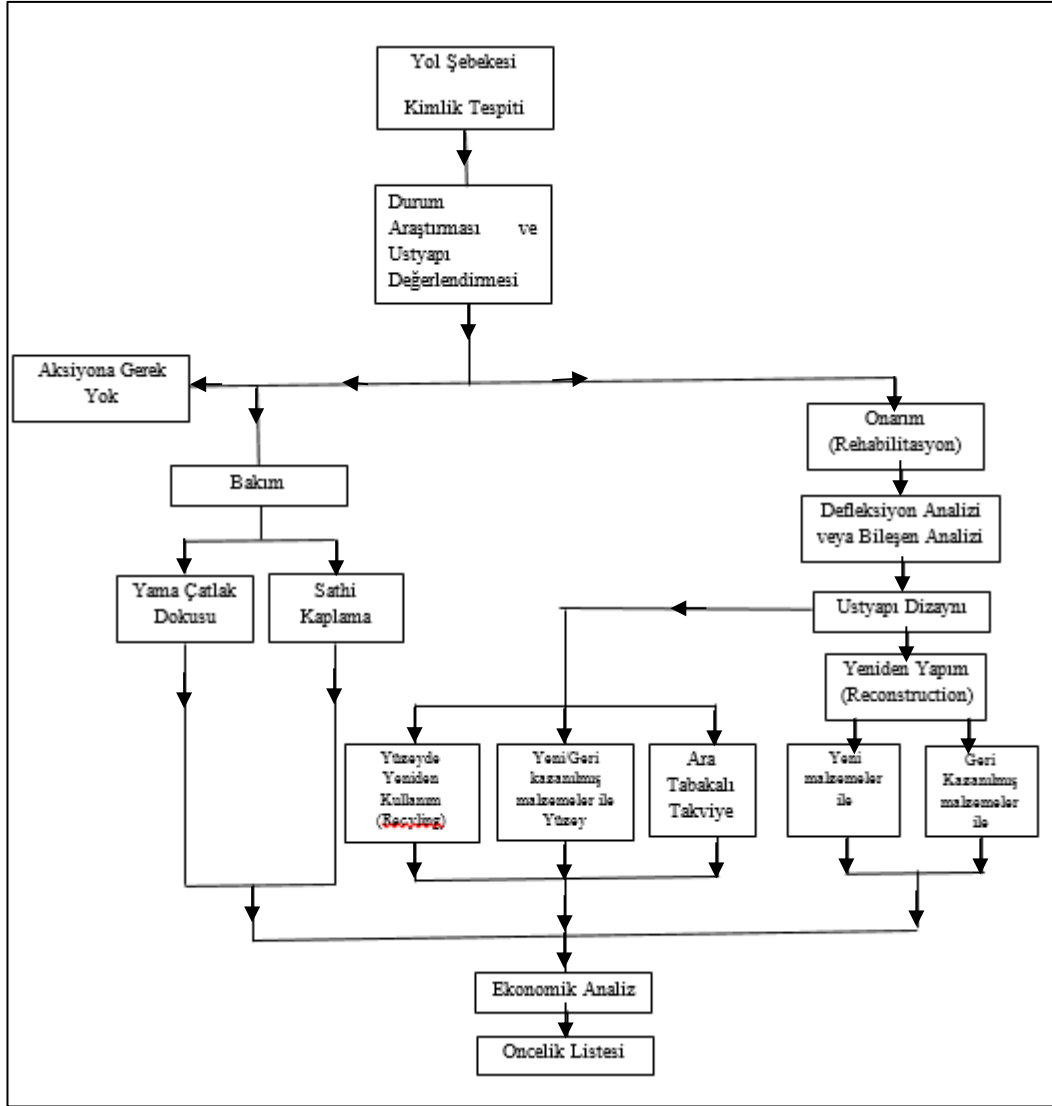
2.1.1. Üstyapı yönetimi

İyi bir yönetim için anahtar kriter, bakım ve onarım uygulamalarının dikkatli şekilde planlanması ve programlanmasıdır. Üstyapı yönetim sistemleri çalışmaların planlanması ve programlanmasında destek sağlamaktadır. Üstyapı yönetimi planlama, veri toplama, dizayn, yapım, bakım ya da onarım gibi karayolu sistemlerinin operasyonu ile ilgili aktiviteler olarak tanımlanmaktadır.

Üstyapı yönetim sistemi alternatif yatırımları kıyaslayarak, tasarım, yapım ve bakımı koordine eder. Üstyapı ve mümkünse bilgisayar simülasyonu ile üstyapı yönetim fonksiyonlarını bütünleştirerek, eldeki kaynakların en iyi ve en doğru sıralama ile kullanılmasına yönelik bir karar alma sistemidir. (Barth, 2002)

Üstyapı yönetim sistemleri amaçları ve karmaşıklıkları bakımından büyük değişiklikler göstermektedir. Karayolları kurumları veya büyük şehirler gibi kurumsal kuruluşlar, amaçlarına yönelik karmaşık tahmini modeller geliştirmekle birlikte, daha küçük çaplı olan kuruluşlar, genellikle küçük değişiklikler ile hazır sistemleri koruyup devam ettirmektedir.(Traxler,1991)

Hem küçük hem de büyük çaplı üstyapı yönetim sistemleri genellikle şu kısımları içinde barındırır;



Şekil 2.1. Bakım plan kılavuzu (Ozalp ve Ocalir, 2008)

- Tahmin
- Stratejiler
- Yürütme
- Değerlendirme

Envanter verileri ise; yeni kararlar için bilgi edinimi amacıyla bir veri tabanı oluşturmaktadır. Envanter; şebeke düzeni, yapım tarihçesi, trafik verileri, sürüş kalitesi, yüzey koşulları ve yapısal yeterlilik açısından gerekli verileri kapsamalıdır. (Pfeiffer,2000)

Yapısal ve geometrik üstyapı değerlendirmeleri sistemdeki tüm yollar üzerinde uygulanmalıdır. Geometrik değerlendirme, inşaat projeleri, arazi incelemeleri ya da fotoğraflık envanter teknikleri ile yapılabilmektedir. Yüzey durumu ise arazi incelemesi

ile incelenmekle birlikte, bu amaçla fotoğrafik teknikler de uygulanabilmektedir. (Hoiberg, 2004)

Yapısal yeterlilik ise; yüzey durumunun ele alınması ya da üstyapı defleksiyonlarının ölçülmesi ile anlaşılabilir. (Wallace,2007)

Şekil 2.1 basit bir rehabilitasyon/bakım kılavuzunu göstermektedir. Burada belirtilen aşamalar bir plan hazırlanması için kullanılabilir. Daha karmaşık planlama sistemleri mevcutsa da bu şema mühendislik bakım ve rehabilitasyon kararlarında yeterli bir çerçeve sunmaktadır. (Ozalp ve Ocalir, 2008)

Bir program geliştirilmesinde ilk adım, çalışma yapılacak olan yol kesimlerinin belirlenmesidir. Kesimler; yer, kaplama cinsi, her bir tabakanın kalınlığı, temel tipi, alttemel (subbase) tipi (varsa), ve tabii zeminin taşıma gücünü ifade eden bir endeks bakımından birbirinden farklılaşmalıdır. (Wallace,2007)

Bu faktörlerdeki herhangi bir farklılık, trafik ve çevresel koşullara daha farklı bir tepki vereceğinden kesimin baştan tekrar belirlenmesi gerekebilir.

İkinci aşama, her bir yol bölümünün fiziksel halini kaydederek tam bir durum araştırması yürütmektir. Bu araştırmanın uzman bir mühendis veya teknik eleman tarafından yapılması önemlidir. Üstyapı ve kaplanmış banket üzerindeki tüm sorunlar dikkatlice not edilmeli ve muhtemel nedenler saptanmalıdır ve çoğu durumda, sebepler ve bunlara ilişkin neticeler, uzman bir kişi tarafından rahatlıkla anlaşılıp teşhis edilebilir. (Ritter, 1997)

Bu bölüm; üstyapıda karşılaşılan sorunların neden ve çözümlerine ilişkin genel kılavuz bilgileri içermektedir.

Bu noktada, gereksinim duyulan bakım düzeyine ilişkin olarak bir saptamaya başvurulmaktadır. Bakım işlemleri yapılacak ise, bu bakım işlemlerinin tipi de belirlenmelidir. Sathi kaplamalar, yama ya da çatlak doldurma uygulamaları dikkate alınmalıdır. Durum araştırması bakım işlemlerinden daha fazlasının mutlaka gerektiğini ortaya koyarsa ya da sorunun aşırı yüklemekten kaynaklandığı tespit edilirse, bir defleksiyon analizi gerçekleştirilmelidir.

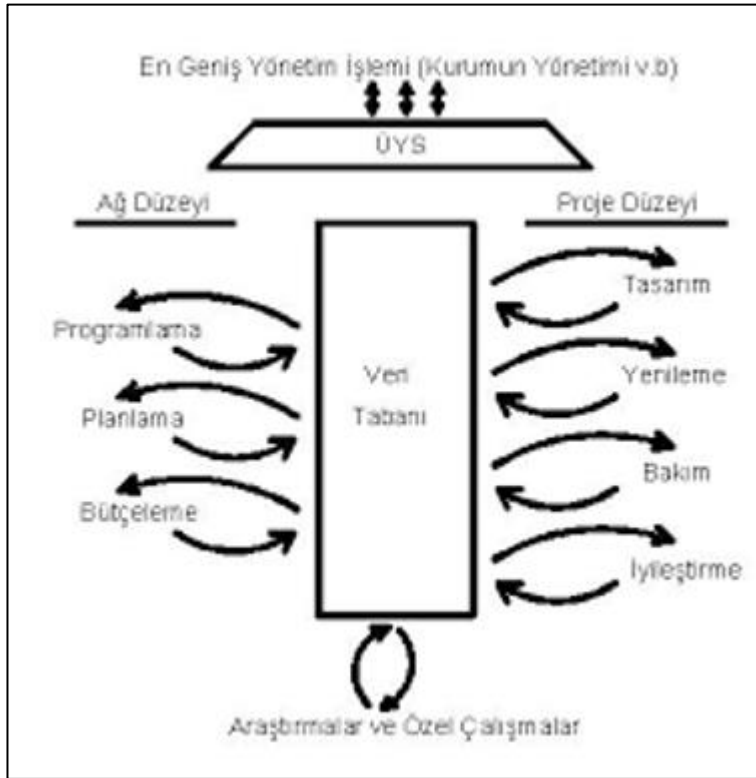
Defleksiyon analizi yeterince pratik bulunmazsa bir bileşen (component) analizi kullanılabilir. Bir defleksiyon veya bileşen analizinin yapılması ve neticelerinin idare tarafından değerlendirilmesine ilişkin yöntemler bilinmelidir. Bu analiz; gelecekte olacak kullanımlarda oluşması beklenen farklılıklar dikkate alınarak, uygun düzeltici (corrective) tasarımların geliştirilmesinde kullanılacak verileri vermektedir. (Martin,1995)

Bakım plan kılavuzu, kaplama taktikleri geliştirilmesinde ele alınacak çeşitli bakım ve rehabilitasyon alternatiflerini içermektedir.

Son aşama ise, bir ekonomik analiz çözümlenerek, istenilen ve ihtiyaç duyulan bakım, onarım ya da yeniden yapım uygulamalarının bir öncelik listesinin hazırlanmasıdır. Daha sonrasında bu bilgiler; kullanılabilir kaynak miktarını dikkate alan

bir zamana dayalı plan ve programın geliştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Bu aşamaya dek, kullanılabilir gerçek para miktarı dikkate alınan bir unsur değildir.

Öncelikli olarak kullanılabilir kaynaklar devreye sokulur ise; alınacak karar perdelenebilmekte ve uygun olmayan mühendislik kararları neticesi ortaya çıkabilmektedir. Gerekli bir bakım uygulamasının ertelenmesi, bakımın sonuçta oluşturulduğu zaman daha büyük harcamalar yapılmasına neden olmaktadır. (Woods,1990)



Şekil 2.2. Bir ÜYS'nin temel bileşenleri ve aralarındaki ilişki (Oral,2000)

Tam zamanında bakım, başarılı bir üstyapı yönetim sisteminin en önemli elemanlarından birini oluşturmaktadır.

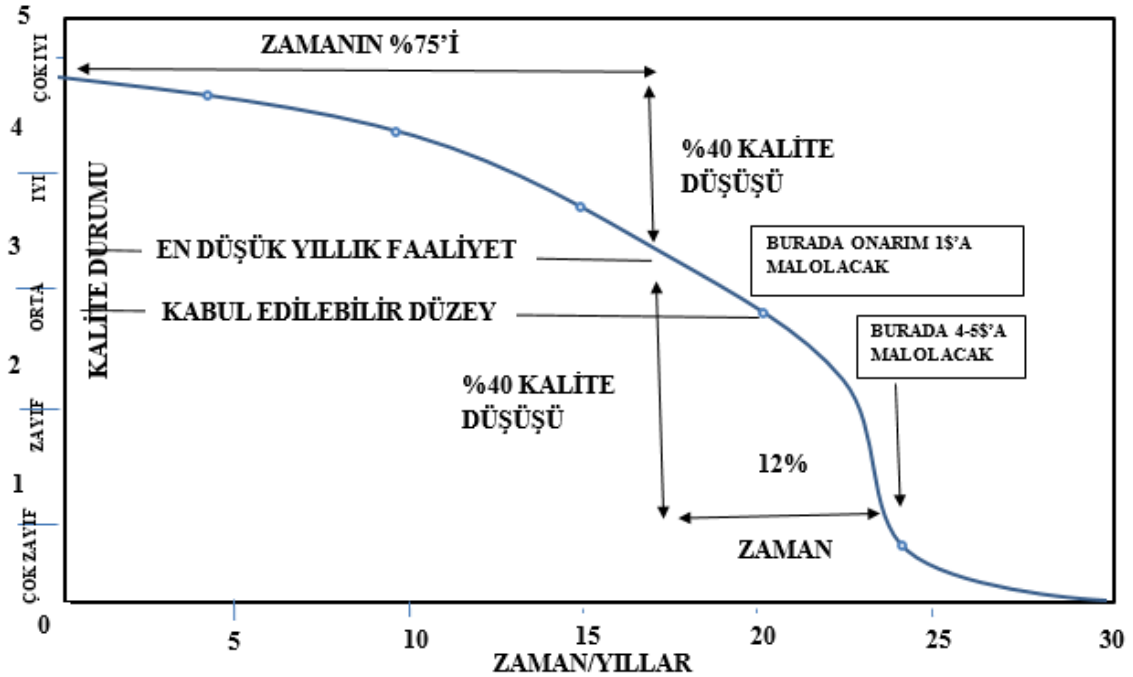
Bununla birlikte, kaynak kısıtlamalarından dolayı gereken derecede bakım sağlamak her zaman mümkün olmamaktadır. Bu halde, yeterli bütçe bulununcaya dek çalışmalara ara vermek zorunluluğu doğmaktadır. Kısıtlamaların ve her bir bakım proses türünün uygun şekilde kullanımının tam olarak anlaşılması, bir mühendise elindeki kaynaklarını en verimli ve en doğru şekilde kullanabilme olanağını tanıyacaktır. Diğer taraftan unutulmaması gereken, ertelenmiş ve ötelenmiş bakım uygulamalarının maliyetinin de giderek artacağıdır. (Oral,2000)

2.1.2. Gelecekteki iyileşmelere ilişkin stratejiler

Bir üstyapı yönetim sisteminin tahmini becerileri, gelecekteki şartların tahmin edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. Bir sistem, oldukça sade tahmini modellere ya da trafiğe, çevreye, yapı malzemelerine, yüzey bozulmalarına ve defleksiyonlara ilişkin çok

farklı birbirine geçmiş faktörleri göz önünde bulunduran, karışık modellere sahip olabilmektedir. Tipik olarak, bir sistem, yaş ile veya trafikle ilgili yüzeyin durumu, sürüş kalitesi ve trafik, çevresel alan ve üstyapı kaplama kalınlığına göre tasniflendirilen yol sınıflarının yapısal yeterliliği ile ilgili modeller içermektedir. (Morova, Terzi, Gökova, 2016)

Bakım ve onarım için yeterli bir plan sağlayan düzgün hazırlanmış ve başarılı bir üstyapı yönetim sistemi, üstyapılara ilişkin bütün maliyetleri hesaba katmış olmalıdır.



Şekil 2.3. Yollarda bozulma – zaman ilişkisi örneği (Beton Yol)(İsfalt Asfalt El Kitabı)

Bakımın maliyetleri; rutin bakım ve programlanmış önemli bakım işlemlerini de kapsamalıdır. Yapım esnasında, yolun kapanmasından dolayı kullanıcı maliyetleri ve yol kenarındaki mülklere ulaşımın geçici olarak engellenmesi, maliyetler ile erişim engellenmesinden kaynaklanan maliyetlerin hepsi de bu toplamın içine dahil edilmelidir.

Üstyapı yönetim sistemlerini değerlendirmek suretiyle, bir kurumun çeşitli bakım ve rehabilitasyon stratejilerine ilişkin uygulamaları değerlendirilebilir. Rutin bir politika olarak seçilen strateji (koruyucu sathi kaplamalar gibi) ekonomiye mutlaka dayandırılmalıdır.

Bir üstyapı yönetim sistemi kullanılarak, farklı alternatif stratejiler simule edilmek suretiyle, bunların sürüş, yüzey koşulları ve yapısal yeterlilik üzerindeki önemli etkileri tahmin edilebilmektedir.

Örneğin, sistem, koruyucu sathi kaplamaları, ince ve kalın takviye tabakalarını da simule edebilmektedir. Maliyetler, yüzey şartları ve faydalar geleceğe yönelik olarak tahmin yürütülebilmekte ve hangi stratejinin en ekonomik olduğu konusunda bir tespit yapılabilmektedir. Hangi hamlenin en ekonomik olduğunun belirlenmesine ek, bir

üstyapı yönetim sistemi farklı bozulma oranlarına göre işlem uygulamalarını da yorumlayabilmektedir. (Yumrutaş,2014)

Çeşitli yüzey durumu gereksinimlerinin seçilmesi yüzey koşullarında ve sürüş kalitesine ve konforuna ilişkin gelecekteki tahminleri de farklılaştıracaktır. Seçilen her yeni durum, gereksinimi ile bağlantılı maliyet ve faydalar işlem uygulamasının en doğru vaktinin saptanması amacıyla da değerlendirilmektedir.

Bir üstyapı yönetim sisteminin tahmini becerileri, bir kuruluşun en ekonomik işlemi ve uygun seçenekleri oluşturmasına olanak tanımakta ve aynı zamanda örgütün ertelenen onarım veya çok büyük çaplı bakım işlemlerinin etkilerini tahmin etmelerini olanaklı kılmaktadır. Bu yetenekler kuruluşa, ertelenen onarım ve büyük bakımların etkilerini öncesinden tahmin etme ve tedbir alma imkanı sağlamaktadır. Büyük bakım ve onarım ertelendikçe üstyapı bozulması giderek hızlanır. (Güngör,Hacak,Ünal,2011)

Bir üstyapı yönetim sistemi o kuruluşa, küçülen bütçelerin ortalama bir sistem durumuna etkilerini öngörme ve mevcut yolları belli bir hizmet seviyesine döndürebilmenin maliyetini tahmin etme imkanı vermektedir. Bir üstyapı yönetim sistemi bir kuruluşa belki bir hizmet seviyesi için, maliyetleri minimuma çeken, faydaları en üst seviyeye çeken bir program seçme imkanı sağlamaktadır. Eğer bütçeler durdurulur veya arttırılırsa bir kuruluş; bütçe değişikliğinin kullanıcı faydaları, gelecekteki onarım talepleri üzerine olumlu veya olumsuz etkilerini tahmin edebilir ve kesilen bütçelerin etkilerini mümkün olduğunca en aza indirecek veya artan bütçelerin faydalarını daha da maksimize edecek program değişikliklerini belirleyebilirler. (Hergüner, 2009)

2.1.3. Çatlama sebepleri ve onarımları

2.1.3.1. Çatlak yalıtımı (dolgusu)

Çatlaklar 2 ana amaca yönelik olarak yalıtılmaktadır;

- (1) Sıkıştırılmayan (incompressible) malzemelerin geçişini engellemek.
- (2) Alttaki kaplama tabakalarına su geçişini engellemek.

Memnun edecek düzeyde çatlak yalıtımı sağlamak üzere kullanılan malzemeler çok çeşitlilik arz etmektedir. Bununla birlikte, bu amaçla herhangi bir malzeme için geçerli olan belli başlı özellikler de söz konusudur. Bir malzemedeki çatlak yalıtımında iyi sonuç verebilmesi için bulunması lazım olan özellikler aşağıdaki gibidir:

- İyi bağlanma/yapışma
- Esneklik ve elastikiyet
- Uygulama rahatlığı
- Yumuşamaya karşı direnç
- İz oluşumuna karşı direnç
- Asfalta uyum

Çatlak yalıtımı iki genel sınıflandırmaya bölünebilmektedir.(Öztürk,2004)

Geçici çatlak yalıtımı (dolgusu) modifiye asfalt veya özel olarak hazırlanmış çatlak ve derz yalıtım malzemeleri haricindeki malzemeler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu çatlak yalıtım malzemeleri (genellikle asfalt emülsiyonu ve katbekler) yalıtılmış bir çatlağı düşey ve yatay konumda, yalnızca kaplama oldukça hareketsiz kaldığı sürece sıkı şekilde tutabilmektedir. Genleşme, büzülme veya aşırı düşey hareket pozisyonları ortaya çıktığında, yalıtımın etkinliği kaybolabilmekte ve çatlakların tekrar yalıtılması gerekmektedir. Önemli sıcaklık değişikliklerinin olduğu iklimsel koşullarda her sene tekrar yalıtım yapılması gerekli olabilmektedir. Daha ılıman iklimlerde ise bu zaman daha da uzun olmakta ve yumuşak iklimlerde ise tekrar yalıtım işlemi çok daha az sıklıkta yapılmaktadır.(Şengöz,Ağar,2010)

Bu tür çatlak yalıtımının birim maliyeti oldukça az olmasına rağmen, yenilenme sıklığı daha da uzun ömürlü bir çözüm bulunması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Modifiye asfalt çatlak yalıtımı, modifiye asfaltlar veya özel hazırlanmış çatlak ve derz yalıtıcıları kullanılarak yapılmaktadır. Bu malzemeler tipik olarak diğer malzemelere oranla daha pahalı olup, yüksek derecede kontrollü elleçleme (handling) ile çatlak için çok daha fazla hazırlığa gerek duymaktadır. (Şengöz,2003)

Bununla birlikte, neredeyse her türlü iklimde çok daha uzun ömürlü bir çatlak yalıtımı oluşturmaktadırlar. Diğer taraftan, kullanılmış olan malzemeye, kaplamanın haline ve çatlak dolgusu uygulanırken kullanılan tekniklere bağlı genel olarak umulan ömrün üç ila sekiz yıl arasında değiştiği not edilmelidir.(Kuloğlu,2003)

Başlangıçta kullanımları daha pahalı olmasına rağmen, modifiye asfalt yalıtıcıları işçilik ve zamandan tasarruf sağlamakta ve uzun vadede ekonomiklik sunmaktadır.

Bir çatlağın yalıtılması öncesinde, yüksek basınçlı hava uygulaması ile sıkıştırılmayan özellikteki tüm malzemelerin çıkartılması büyük önem arz etmektedir.,



Şekil 2.4. Sıcak uygulama asfalt derz dolguları (<http://www.enfalt.com.tr/urunler/asfalt-ve-yol-urunleri/asfalt-derz-dolgulari/izofalt/>)

6 mm (1/4inç) genişliğinden daha az genişlikteki çatlakların tek tek doldurulmaları genellikle pratik değildir. Küçük, kılcal çatlaklar için, yüzey üzerinde asfalt bulamacı gelberi ile çatlakların içine akıtılabilmektedir.

2.1.4. Çatlak tipleri

Çatlama çeşitli şekillerde meydana gelmektedir. Basit çatlak dolgusu bazı durumlarda doğru işlem olabilmektedir. Diğer durumlarda ise, yeterli bir bakım için etkilenen alanın tamamen kaldırılması ve drenaj sağlanması gerekebilmektedir.

Uygun onarım çalışmalarının gerçekleştirilmesi için ilk önce çatlama sebeplerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

Çatlama tarzları çeşitli sebepler ile farklı bozulma aşamaları için çoğu zaman aynı olmaktadır. Bakım elemanlarının sıklıkla karşılaştıkları çatlak tipleri aşağıdaki gibidir:

2.1.4.1. Timsah sırtı çatlaklar

Timsah sırtı çatlaklar, küçük blok dizisi oluşturan birbirlerine bağlı timsah sırtı veya kümes teli görünümünde çatlaklardan oluşmaktadır. Bunlar genellikle, yapısal olarak yetersiz bozuk bir granüler temel ya da zayıf bir tabii zemin ile ilintilidir.

Timsah sırtı çatlakların muhtemelen doygun bir temel veya tabii zeminden kaynaklanmasından dolayı, düzeltme işlemleri ıslak malzemenin çıkartılmasını ve muhtemelen bir drenaj sistemi tesis edilmesini kapsamaktadır. Tam derinlikli olarak yerleştirilen bir sıcak karışımı asfalt güçlü bir yama sağlamaktadır. Yeteri kadar sıcak karışım asfalt yoksa, alta (temele) tabakalar halinde granüler temel malzemesi yerleştirilerek sıkıştırmak, üste sıcak asfalt karışımı koymak da mümkündür. (<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)

Geçici onarım amaçlı olarak yüzeysel yamalarda kullanılabilir. Her durumda bakım; kaplamanın daha büyük problemler yaratmasının engellenmesi amacıyla, olabildiğince hızlı bir şekilde uygulanmalıdır.



Şekil 2.5. Timsah Sırtı Görünümlü Çatlaklar (<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)

2.1.4.2. Kenar çatlakları

Kenar çatlakları kaplama kenarı yakınındaki boyuna çatlaklar olup, bankete doğru dallanan enine çatlakları da içerebilmektedir. Kenar çatlakları genellikle asfalt kaplaması için bir yanal veya banket desteğinin bulunmamasından kaynaklanmaktadır.

Diğer sebepler arasında çatlak alanının altındaki temel malzemesinin oturması veya çökmesi de sayılabilir. Bu da; kötü drenaj, don kabarması, ya da çevredeki zeminin kuruması sonucunda büzülmeden ortaya çıkmaktadır.

Onarım amacıyla, kenar çatlakları kum ile karıştırılmış katbek asfaltı veya slurry seal ile dolgu yapılabilir. Kaplama kenarı yerleşme yapmış ise, yüzey, sıcak karışimli asfalt yama malzemesi ile gerekli kota getirilebilir. (<https://insapedia.com>)



Şekil 2.6. Kenar Çatlağı (<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)

2.1.4.3. Derz çatlakları

İki tip derz çatlağı bulunmaktadır. Bunlardan ilki; kenar-derz çatlağı olup, kaplama ve banket arasında meydana gelmektedir.

Diğer yandan, şerit derzi çatlakları genellikle kaplamadaki bitişik tabakaların arasında zayıf bir bağ veya yapışma olmasından dolayı meydana gelmektedir.

Çatlak oluşumunda suyun katkıda bulunan ana faktör olduğu yerlerde, ilk olarak drenaj durumu düzeltilmelidir. Çatlaklar ise slurry seal ile doldurulmalıdır.

Daha geniş çatlakların doldurulmasında ise özel asfalt bileşikleri veya ağır asfalt karışımları kullanılabilir. (www.asfaltkaplama.com)



Şekil 2.7. Derz Çatlağı ve Tamiri (<http://www.asfaltkaplama.com/hizmetler/catlak-tamiri-derz-dolgusu>)

2.1.4.4. Yansıma çatlakları

Yansıma çatlakları (Şekil 2.8) asfalt takviye tabakalarında (overlays) ortaya çıkmaktadır. Bu çatlaklar alttaki kaplama yapısındaki çatlak oluşumunu yansıtmaktadır.

3 mm'den daha az genişliğe sahip olan çatlakları, içlerine su girip daha büyük çaplı problem oluşumuna sebep olmadıkça, genelde ihmal etmek doğru olmaktadır.

Bu durumda ise, çatlaklar bir emülsiyon veya katbek ile bir gelberi kullanarak ve kum serperek doldurmak mümkündür.

6 mm'den daha geniş çatlaklar asfalt emülsiyonu, hafif bir katbek asfalt, kum ve gelberi kullanarak doldurulabilir. (www.movea.com.tr)



Şekil 2.8. Yansıma Çatlakları (<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.4.5. Büzülme çatlakları

Büzülme çatlakları genellikle keskin köşeler ya da açılar içeren geniş blok serileri oluşturan birbirine bağlı çatlaklardan oluşmaktadır. Sıklıkla, bu tür çatlaklar yüksek oranda düşük penetrasyonlu asfalt içeren ince agrega asfalt karışımlarının hacmindeki değişmelerden kaynaklanmaktadır (www.remyapisal.com).



Şekil 2.9. Büzülme Çatlakları

(http://www.remyapisal.com/index/tTech_crack_eng.htm)

2.1.4.6. Kayma çatlakları

Bağ eksikliği toz, kir, yağ veya yapıştırma tabakası bulunmamasıyla ilişkili olabilmektedir.

Bir kayma çatlağının onarılması için etkili tek yol aşınma tabakasını, tabakalar arasında iyi bir bağın bulunduğu noktaya dek çatlak civarından kaldırmak ve daha sonra sıcak karışumlu asfalt ile yama işlemi gerçekleştirmektir. (www.movea.com.tr)



Şekil 2.10. Kayma Çatlakları

(<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.5. Deformasyonların sebepleri ve onarımı

Üstyapı deformasyonu (distortion) yol trafiğe açıldıktan sonra tabii zeminde ek sıkışma ya da hareket şeklinde görülen zayıflığın ya da temel tabakasında oluşan ek sıkışmanın sonucudur. Bunlara bazen çatlaklar da eşlik edebilmekte olup, her iki durumda da trafik için tehlike oluşmakta, su birikmesi durumu ortaya çıkmakta ve sonuçta sorunlar daha da büyümektedir.

Deformasyonlar çeşitli formlarda ortaya çıkabilmektedir.

- Tekerlek izi oluşumu

- Ondülasyon
- Çökme
- Oturma (depressions)
- Kabarma (upheaval)

Diğer herhangi bir bozulmada olduğu gibi, deformasyon türü de bir sebebe dayanmakta olup, bu sebep, herhangi bir çözüm işlemi uygulanmadan önce ortaya çıkarılmalıdır. Kaplama deformasyonu daha ziyade trafiğin ve özellikle ağır kamyonların yüksek yatay gerilmeler uyguladığı kavşaklar ve durma-kalkma alanlarıdır. Onarım teknikleri, yüzeyin yeni malzeme ile tesviye edilmesinden, alanın tamamen kaldırılarak yeni malzeme ile değiştirilmesine kadar değişmektedir.

2.1.5.1. Tekerlek izi oluşumu (oluklanma-channelling,rutting)

Tekerlek izi oluşumu (oluklanma) asfalt betonu kaplamalarda görülen bozulma türlerinden biridir. Taşıt tekerleklerinin yola değme noktalarında, yol boyunca oluşan düşey kalıcı deformasyonlar olarak tanımlanır. Tekerlek izi oluşumuna neden olan başlıca faktörler; aşırı yükler, uzun süreli veya durağan yükler, aşırı yükler, uzun süreli veya durağan yükler, aşırı yük tekrarı, uygun olmayan malzeme kullanımı, tasarım ve yapım hataları olarak sıralanabilir. (Özdemir, Tığdemir, Avcı,2009)



Şekil 2.11. Tekerlek İzi Oluşumu

(<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)

2.1.5.2. Ondülasyon ve çökme (shoving)

Ondülasyon ve çökme ya da kıvrımlanma, kaplama yapısı üzerinde dalgalanmalar ile tanımlanan bir plastik hareket biçimidir.

Ondülasyon ve çökme çoğu zamanda stabilite açısından zayıf asfalt kaplama karışımlarında da meydana gelmektedir. Bunun sebebi aşırı miktarda asfalt, fazla ince agrega, uygun olmayan gradasyon, yuvarlak ya da düzgün dokulu kaba agrega kullanımındadır.

Ondülasyon oluşmuş kesimde bir temel tabakası üzerine ince bir sathi kaplama varsa yüzey kazınmalı, malzeme temel malzemesi ile yerinde karıştırılıp sıkıştırılmalıdır. Aşınma 50mm'den daha fazla kalınlıkta ise, sıg ondülasyon bir soğuk frezeleme makinası ile giderilebilmektedir. Daha sonra yüzey bir koruyucu sathi kaplama veya sıcak karışım ile kaplanmaktadır.



Şekil 2.12. Ondülasyon (Dalgalanma)

(<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)



Şekil 2.13. Yerel Çökme ve Ötelenme (Shoving)

(<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)



Şekil 2.14. Asfalt Kazıyıcılar - Soğuk Frezeleme Makinası (Cold Milling Machine)

<http://www.vos.com.tr/asfalt-kaziycilar-frezeler/bomag-bm-1300-35>

2.1.5.3. Oturmalar (depressions)

Oturmalar çatlak oluşumu içeren ya da içermeyen sınırlı boyutta lokalize alanlardır.

Oturmalar sıcak karışım asfalt ile doldurulmalı ve çevredeki kaplama ile aynı düzeye gelecek şekilde sıkıştırılmalıdır. (www.movea.com.tr)



Şekil 2.15. Oturmalar.

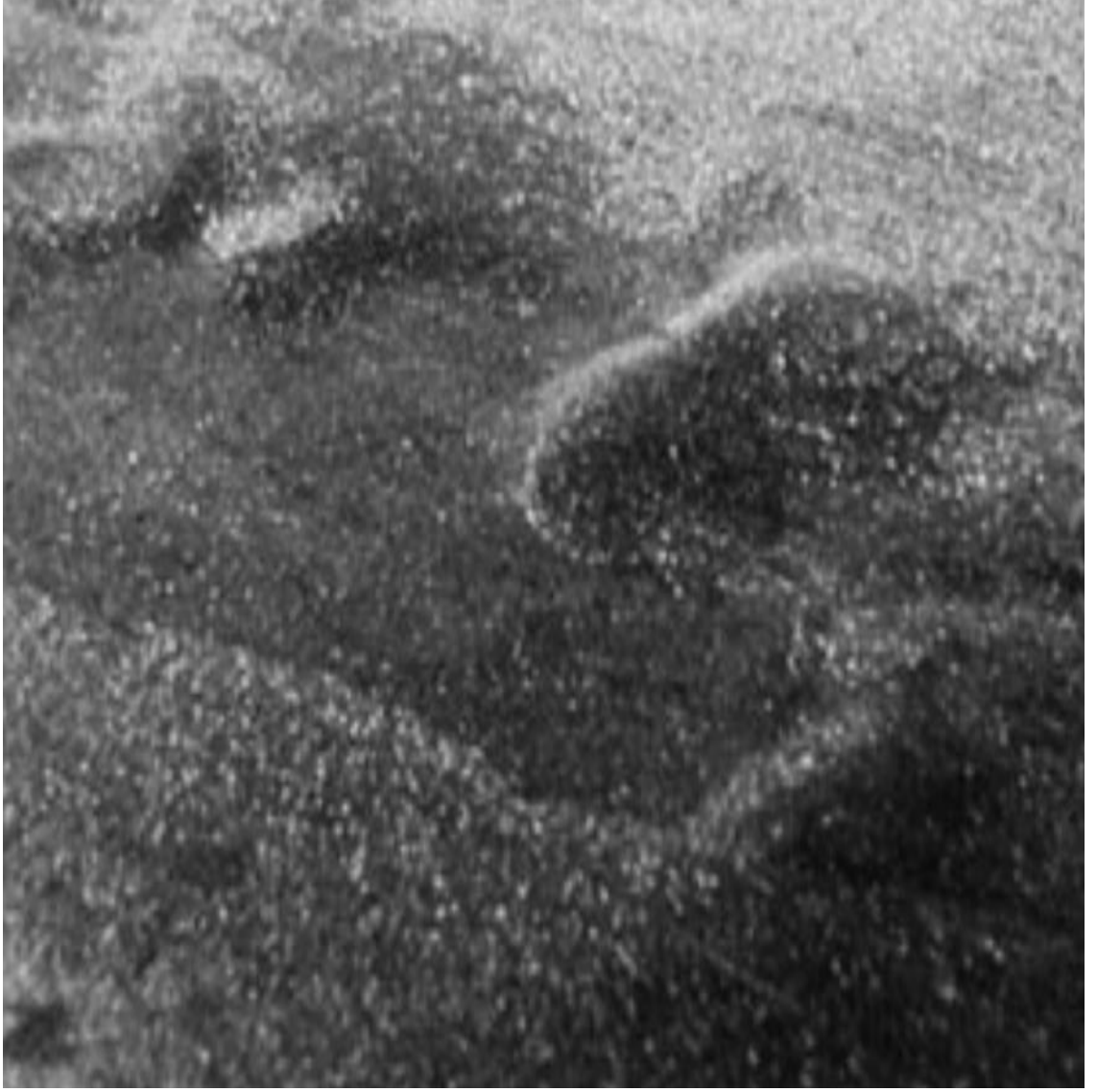
(<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.5.4. Kabarma

Kabarma; kaplamanın, tabii zemininin veya üstyapının bir kısmının şişmesi sonucunda yukarı yönde yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır (Şekil 2.16). bu tip bozulmanın en yaygın sebebi üstyapı içindeki granüler tabakalar veya tabii zemin içinde oluşan buzun genişlemesidir.

Buz genişlemelerinin düzeltilmesi için su kaynağının donma sıcaklıklarından izole edilmesi ya da üstyapı altındaki suyun drene edilmesi gerekmektedir. Su donma sıcaklığından üst yapının altına yalıtım tabakaları koymak ya da tabii zemini don derinliğinin altına kadar drenaja uygun granüler malzeme ile değiştirmek suretiyle izole etmek mümkündür. Su kaynağı tespit edilebilirse yeraltı drenajı etkili olabilir. Kabarma durumunda üstyapı kaldırılıp yenilenmelidir (Obuz, 2009).

Şişme gösteren zeminlerden dolayı oluşan kabarma ise tabii zemine su erişimini engellemek amacıyla drenaj sistemlerinin döşenmesi ile ortadan kaldırılabilir. Sürüş kalitesinin yeniden sağlanması amacıyla bakım çalışmaları, yüzeyin soğuk frezeleme ve bir sathi kaplama ya da ince ek tabakanın serilmesi ile gerçekleştirilebilir. Drenaj başarısız olur ise, üstyapının tamamen kaldırılması ve yeniden inşa edilmesi tek çözümdür. (www.movea.com.tr)



Şekil 2.16. Kabarma (Upheavel)

(<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.5.5. Dağılma sebepleri ve onarımı

Dağılma (disintegration); kaplamanın küçük, gevşek parçalar halinde ayrışmasıdır. Bu, agrega danelerinin yerinden sökülmesini de kapsamaktadır. Erken safhalarda iken gerekli önlemler alınmaz ise, dağılma süreci, kaplama tamamen yenilenme gerekene değin devam etmektedir. Folluk tipi çukurlar ile sökülme erken safha dağılmalarının iki tipik örneğidir. Onarım; erken aşamalarda basit koruyucu örtülerden, ilerideki aşamalarda ise derin yama işlemlerine kadar değişiklik göstermektedir.



Şekil 2.17. Dağılma

(<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.5.6. Folluk tipi çukurlar

Çukurlar, kaplama içinde trafik altında yerel dağılmadan kaynaklanan çeşitli boyutlardaki folluk (çanak) şeklinde deliklerdir. Bunlar, genellikle zayıf bir temel tabakası ya da tabandan, çok az miktarda asfalttan, çok ince asfalt aşınma tabakasından, çok fazla veya çok az ince malzeme miktarından ya da yetersiz drenajdan kaynaklanabildiği gibi kaplamada meydana gelen zayıflıklardan da kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.18. Folluk Tipi Çukur

(<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

Çukurlar, bozulma emareleri saptandığı anda vakit kaybedilmeksizin gerekli önlemlerin alınması durumunda, sık olarak gözlemlenmektedir. Geçici bakım, genellikle çukurun temizlenmesi ve önceden karıştırılmış asfalt yama malzemesi ile doldurulmasından oluşmaktadır. Kalıcı onarım ise; sıcak asfalt karışımı ile derin bir yama yapılmasından meydana gelmektedir.

2.1.5.7. Sökülme(raveling)

Sökülme (raveling); trafik veya hava koşulları altında aşınma sonucunda sürekli olarak yüzeyde malzeme kaybı şeklinde tanımlanmaktadır. Genellikle, ilk olarak ince agregalar yıpranarak yüzeyden kopmakta ve kaplama yüzeyi üzerinde küçük çiçek bozuğuna benzer izler bırakmaktadır. Erozyon sürdükçe, sonuçta daha büyük parçalar kopmaya başlamakta ve kaplama kaba ve çentikli bir görünüm kazanmaktadır. Sökülme, kötü yapım yöntemleri, kalitesiz agrega veya kötü karışım dizaynından kaynaklanmaktadır. Sökülme durumu ilk olarak teşhis edildiğinde bir karartma tabakası (fog seal) uygulaması genellikle bozulmanın ilerlemesini yavaşlatmaktadır.

Kuru ve yaşlanmış bir yüzey genellikle bir sathi kaplama gerektirmektedir. Acil önlemler arasında, aşınma tabakası üzerine bir kapatma işlemi bulunmaktadır. Yüzey işlemleri olarak da, yüzey koşulları ve trafiğe bağlı olarak, slurry seal, kum yalıtımı ya da asfalt agrega işlemleri (sathi kaplamalar) sayılabilmektedir.



Şekil 2.19. Sökülme (<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.6. Yüzey kayganlığının sebepleri ve onarımı

2.1.6.1. Aşırı asfalt

Karışım içindeki asfaltın sıcaklık etkisi ile yükselerek yüzeye çıkması ve yüzeyde oldukça kalın bir asfalt filmi oluşturması olayıdır. Kusma sonucu yüzeydeki agregalar tamamen asfalt filmi ile kaplandığından sürtünme katsayısı düşmektedir. Kusma daha ziyade asfalt yüzdesi yüksek karışımlarda ve sıcak havalarda ortaya çıkar. Çok ağır dingil yükleri altında, basınçla da asfalt yüzeye çıkabilir. Çok kalın serilen astar veya yapıştırma tabakaları da kismaya sebep olabilir. (Özdemir, Tığdemir, Avcı,2009)

Çoğu durumda, birkaç kez sıcak kum kırma agregaya ya da kaba agregaya uygulamaları ile aşırı miktardaki asfalt kurutulur ve kusma sorunu giderilebilmektedir. Bu teknik uygulandığında, kullanılan agregaya, asfalt filmi kalınlığının en az iki katı büyüklüğünde olmalıdır. Agregaya, kusma alanına uygulanmadan önce yaklaşık olarak 230°C ye dek ısıtıldığında çok daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Agregaya uygulandıktan sonra, asfalt filmi içine silindirenmelidir. Kusma hafif ise, emici agregaya kullanılarak sürtünmeyi artıracak bir sıcak karışım ya da absorpsiyonu yüksek bir agregaya ile koruyucu sathi kaplama uygulanabilir. (<https://insapedia.com>)

Aşırı asfaltın alınması veya tüm tabakanın kaldırılması için sıcak veya soğuk bir kaplama frezeleme makinası kullanılabilir.



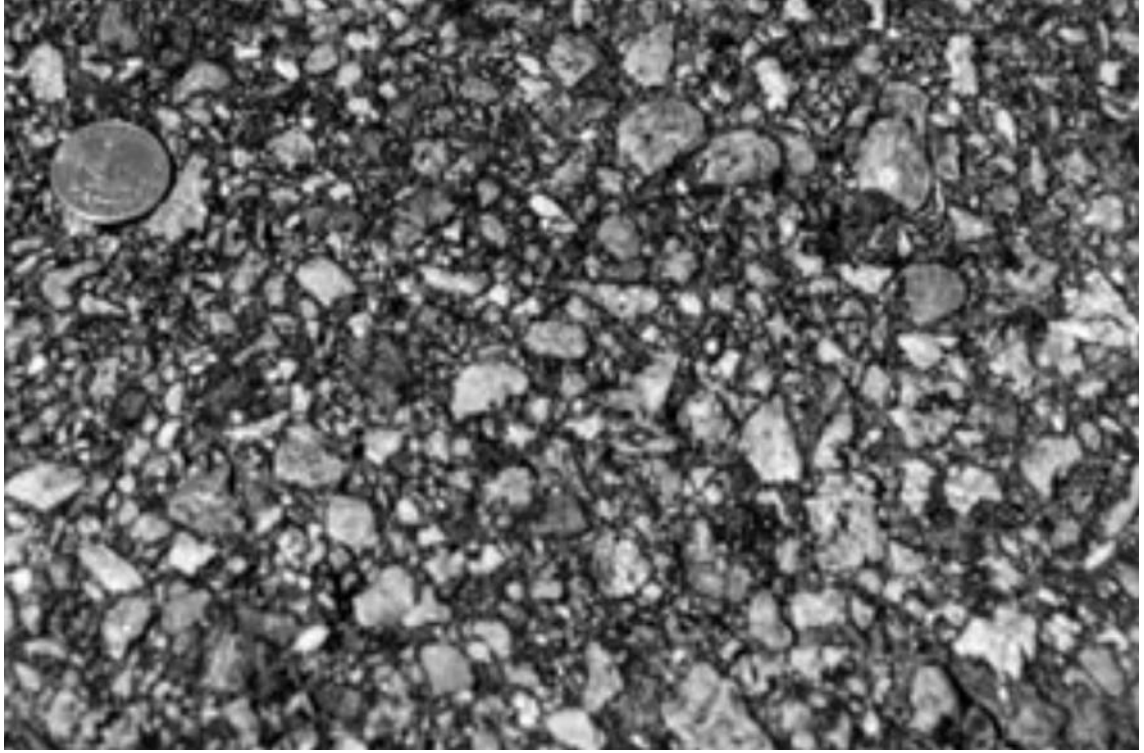
Şekil 2.20. Kusan Asfalt (Bleeding Asphalt)

(<https://insapedia.com/asfalt-yollarda-meydana-gelen-kusur-ve-hasar-cesitleri/>)

2.1.6.2. Cilalanmış agrega

Bir kaplamanın yüzeyindeki agrega daneleri trafiğin aşındırıcı etkisi altında pürüzsüz hale gelecek şekilde yıpranmaktadır. Bu durum, hem doğal olarak pürüzsüz durumdaki kırılmamış çakıllar hem de trafik hareketleri altında hızlı şekilde yıpranan kırılmış taşlar için geçerlidir. Özellikle bazı kireçtaşı türü agregalar trafik altında daha hızlı bir şekilde cilalanmaktadır. Çakıl gibi diğer agregalar ise doğal olarak cilalanmış olduklarından ve kırılmadan kullanıldıklarında kendiliğinden bir kayma tehlikesi oluşturmaktadır. Cilalanmış agregalar ıslandıklarında oldukça kaygan hale gelmektedir.

Cilalanmış agrega içeren bir kaplamanın onarılmasındaki tek yol yüzeyi kaymaya karşı dirençli yüzey işlemine tabi tutmaktır. Plent miks sıcak karışım ile ince bir takviye tabakası, kum yalıtımı veya agrega ile bir koruyucu sathi kaplama (seal coat) uygulaması yapılmalıdır. Agrega olarak; cüruf, silika kumu veya cilalanma konusunda denenmiş sert ve köşeli agregalar kullanılmalıdır.



Şekil 2.21. Cilalanmış Agregası

(<https://www.movea.com.tr/asfalt-bozulmalari-neden-olusur/>)

2.1.7. Sathi kaplama problemleri

Yapım yöntemlerinden dolayı, sathi kaplamalar diğer asfalt kaplama türlerinde meydana gelmeyen bazı bozulmalara maruz kalmaktadır. Bunlar, agregası kaybı ile çizgi (streaking) oluşumunu da kapsamaktadır.

2.1.7.1. Agregası kaybı

Agregası kaybı, trafik altında agregaların sathi kaplamadan ayrılması ve asfalt filmini dış etkenlere maruz bırakmasıdır. Çeşitli faktörler kaplama agregası kaybına sebep olabilmektedir:

Agregası kaybını karşılamak amacıyla etkilenen alan üzerine sıcak, bir kaba kum yayma işlemi gerçekleştirilebilir. Sıcak kaba kum vakit kaybedilmeksizin bir pnömatik silindir ile silindirlenerek asfalt içine oturması sağlanmalıdır.

2.1.7.2. Boyuna çizgi oluşumu

Boyuna çizgi oluşumu yol merkezine paralel olarak ilerleyen değişken bir çok az asfalt hatlarından oluşmaktadır. Asfalt püskürtülmesi esnasında, püskürtme yöntemi

üniform bir kaplama sağlamamış ve bundan ötürü boylamsal bir hat oluşumu ortaya çıkmıştır.

Boylamsal çizgi oluşumuna ilişkin tek tatminkar sonuç veren onarım yöntemi, çizgi oluşan yüzeyi kaldırarak yeni bir sathi kaplama gerçekleştirilmesidir.

Boylamsal çizgi oluşumunu engellemek onu düzeltmekten çok daha kolaydır.

Yapım süresince iyi bir inceleme ve kontrol sayesinde çizgi oluşumuna sebep olacak potansiyel gelişmelerin önüne geçilebilmektedir.

2.1.7.3. Enine çizgi (transverse streaking) oluşumu

Enine çizgi oluşumu, kaplama yapısında korrugasyon oluşumuna sebep olabilecek değişken, enine bir çok az asfaltlı hatlardan oluşmaktadır. Bunun sebebi, distribütör püskürtme borusundan asfalt püskürtülmesinde meydana gelen fişkırımlardır. Bu fişkırımlar, asfalt pompasının titreşimlerinden, uygun olmayan pompa hızından ya da motordaki bir eksiklikten kaynaklanmaktadır. (Adams,Mulvaney,Reprovich,2001)

Daha önceki gibi, tek tatminkar sonuç veren onarım yöntemi çizgi oluşan yüzeyi kaldırarak yeni bir yüzey işleminin gerçekleştirilmesidir.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmada; Muratpaşa ilçe sınırları içerisinde kalan ve Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü tarafından yol yenilemesine ihtiyaç duyulan 25 mahalle ve en sorunlu iki sokak/cadde bulunup işaretlenerek, toplam 50 sokak/caddede belirli bir güzergah seçilerek, yol yüzeylerinin son durumu dijital kamera ve fotoğraf makinesi kullanılarak tespit edilmiştir. Ve bu sokak/caddelerde kayma direnci ölçüm yöntemlerinden, portatif yöntem olan British Pendulum-İngiliz Sarkacı kullanılarak, kayma dirençleri de ölçülmüştür.

Fotoğraflardaki üstyapı bozukluklarını, çukurları ve ondülasyonları daha net ortaya koyabilmek için cetvel ve lazer metre kullanılmıştır. Çalışmada bulunan tüm mahalle, cadde ve sokaklar Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Arazi Çalışması Güzergah ve Bölgeleri

NO	MAHALLE	CADDE / SOKAK
1	FENER MAHALLESİ	FALEZ CADDESİ
	“	FENER CADDESİ
2	ÇAĞLAYAN MAHALLESİ	2069 SOKAK
	“	2066 SOKAK
3	GÜZELOLUK MAHALLESİ	YALI CADDESİ
	“	1886 SOKAK
4	DOĞUYAKA MAHALLESİ	1216 SOKAK
	“	“
5	ŞİRİNYALI MAHALLESİ	LARA CADDESİ
	“	1548 SOKAK
6	YEŞİLBAHÇE MAHALLESİ	1450 SOKAK
	“	1480 SOKAK
7	MEYDANKAVAĞI MAHALLESİ	1561 SOKAK
	“	1563 SOKAK
8	ÇAYBAŞI MAHALLESİ	1356 SOKAK
	“	1358 SOKAK

Çizelge 3.1.'in devamı

NO	MAHALLE	CADDE / SOKAK
9	ZERDALİLİK MAHALLESİ	19 MAYIS CADDESİ
	“	1399 SOKAK
10	DEMİRCİKARA MAHALLESİ	PAŞA KAVAKLAR CD.
	“	1429 SOKAK
11	GENÇLİK MAHALLESİ	TINAZTEPE CD.
	“	1315 SOKAK
12	KIZILTOPRAK MAHALLESİ	966 SOKAK
	“	997 SOKAK
13	GEBİZLİ MAHALLESİ	İBNİ SİNA CD.
	“	1115 SOKAK
14	KONUKSEVER MAHALLESİ	794 SOKAK
	“	810 SOKAK
15	KIZILARIK MAHALLESİ	2834 SOKAK
	“	2811 SOKAK
16	ETİLER MAHALLESİ	KÖROĞLU CADDESİ
	“	826 SOKAK
17	MURATPAŞA MAHALLESİ	575 SOKAK
	“	604 SOKAK
18	ALTINDAĞ MAHALLESİ	170 SOKAK
	“	166 SOKAK
19	DENİZ MAHALLESİ	143 SOKAK
	“	145 SOKAK

Çizelge 3.1.'in devamı

NO	MAHALLE	CADDE / SOKAK
20	DUTLUBAĞÇE MAHALLESİ	748 SOKAK
	“	745 SOKAK
21	CUMHURİYET MAHALLESİ	629 SOKAK
	“	643 SOKAK
22	SEDİR MAHALLESİ	AKIN CADDESİ
	“	SANAYİ CADDESİ
23	MEMUREVLERİ MAHALLESİ	GÜLLÜK CADDESİ
	“	213 SOKAK
24	BAĞÇELİEVLER MAHALLESİ	143 SOKAK
	“	TURGUTREİS CADDESİ
25	SOĞUKSU MAHALLESİ	PALMIYE CADDESİ
	“	HAMİDİYE CADDESİ

Çalışma, Antalya ili, Muratpaşa ilçesindeki 50 yolun detaylı incelenerek fotoğraflanması ve tespitlerinin yapılması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Saha çalışmasında Fener Mahallesi başlangıç noktası olarak alınmış olup, güzergah bu mahalleye göre belirlenmiştir. İncelenen yollarda çalışmanın yapıldığı her bir güzergahta en sorunlu görülen sokaklar seçilip, bu sokaklardaki bozukluklar fotoğraflanmıştır.

Tespit edilen üstyapı bozuklukların şiddeti, yoğunluğu, nedenleri ve onarım yöntemleri ; Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi'nde bulunan tablolardan faydalanılıp, Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü yetkilileri ile yapılmış olan görüşmeler sonucundaki bilgiler ile saptanmıştır. Böylece; çalışma ile belirlenen cadde-sokaklarda en çok bakım ve iyileştirme ihtiyacı olan yolun saptanması için gerekli olan mevcut üstyapı performansı, tüm noktalarda belirlenmiştir.

Çalışmada yapılan büro ve arazi çalışmaları ile mahalleler arasında YOGT'in ve üstyapıdaki bozuklukların şiddet ve yoğunluklarının en fazla olanları tespit edilmiştir. Bu nedenle Muratpaşa ilçe sınırları içerisinde kalan yollar için Üstyapı Yönetim Sistemi oluşturulmuştur. İncelenen her bir yol için seyir konforu, bozukluk sayısı, tipi, şiddeti ve yoğunluklarına bağlı olarak 0-5 arasında değişen Performans Değerleri (PSR) belirlenmiştir. Bulunan PSR değerleri, aşağıda tanımlanan ve Çizelge 4.1'de sınıflandırılması gösterilen Hizmet Yeteneği İndeksine (HYİ) karşılık bir değer olarak kabul edilmiştir. Hizmet yeteneği indeksi belirlenirken çukur bozuklukları tüm yol uzunluğu oranına göre belirlendi. Örneğin bir tane çukur varsa tüm yola oranı düşük olacağı için, hizmet yeteneği indeksi yüksek çıkacağından lokal tamiratlarla halledilebilir. Ama çukur sayısı fazla olduğunda tüm yola oranı yüksek olacağından hizmet yeteneği indeksi değeri düşer ve böylece yol zaten bakım planına sokulur.

Çizelge 3.2. Üstyapının HYİ'ne göre sınıflandırılması

Hizmet yeteneği indeksi (PSI)	Üstyapının durumu
5,0 – 4,0	Çok iyi
4,0 – 3,0	İyi
3,0 – 2,5	Orta
2,5 – 2,0	Orta – Kötü
2,0 – 1,5	Kötü
1,5 - 0	Çok kötü

Çizelgedeki değerlendirmede, PSR = 2,5 değeri müdahale seviyesi, PSR= 3 değeri uyarı seviyesi olarak kabul edilmektedir.

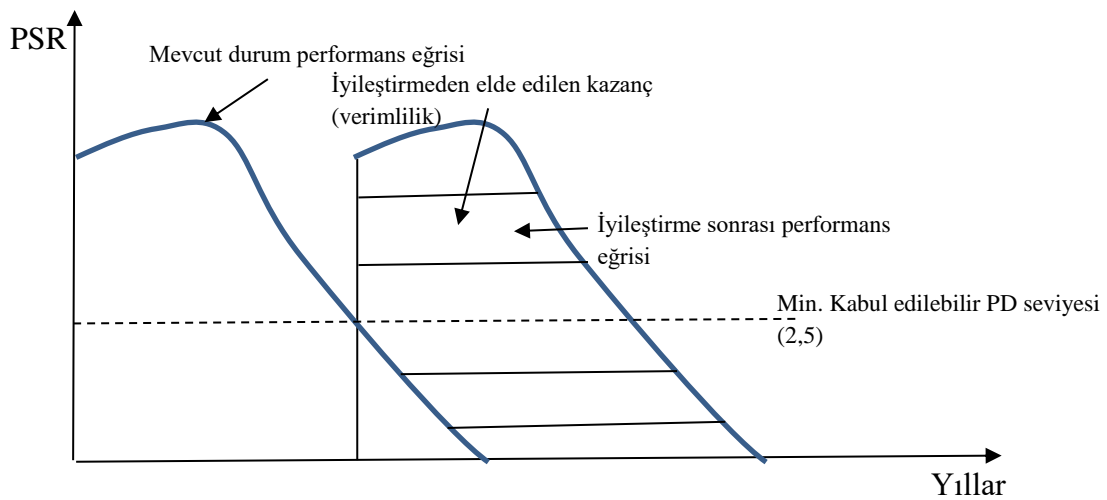
Üstyapı Yönetim Sistemi'nin oluşturulması ile ilgili, Karayolları Mersin 5. Bölge Müdürlüğü tarafından yapılmış olan planlama amaçlı, ağ seviyesindeki Üstyapı Yönetim Sistemi çalışmaları örnek olarak alınmıştır.

Çalışmada belirlenen PSR sayılarının değişik aralıkları için kabul edilen bakım ve iyileştirme yöntemleri Çizelge 3.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. Performans değerine göre gerekli olan bakım ve iyileştirme seçenekleri

Mevcut Hizmetedebilirlik Derecesi (PSR)	Üstyapının bakım ve iyileştirme seçeneği
5,0 – 4,0	Bakım ve iyileştirme gerek duyulmuyor
4,0 – 3,0	Periyodik bakım gerekli
3,0 – 2,5	Çatlakların kapatılması, yamalarının yapılması gibi belirli onarım ihtiyacı var
2,5 – 2,0	Üstyapının belirli bir bölümünün kazınarak onarım yapılması, ince takviye tabakası oluşturulması gibi köklü onarıma gerek var.
1,5 - 0	Üstyapının yeni baştan yapılması gerekli

ÜYS'nin oluşturulduğu yolda, bakım ve iyileştirme çalışmalarında önceliklerin belirlenmesi amacıyla Maliyet – Verimlilik metodu kullanılmıştır.



Şekil 3.1. İyileştirme programının verimliliği (Ay,2002)

Verimlilik, üstyapıya gerekli bakım ve iyileştirme işlemlerinin yapılması sonrasında elde edilen kazanç kısmıdır. Bu değer, Şekil 3.1'den görülebileceği üzere iyileştirilme işlemi yapılması ve yapılmaması sonuçlarına ait performans eğrileri arasındaki sınırlı bölgenin YOGT ve uzunlukla çarpımına eşittir. (Ay,2002)

Arazi çalışmasında bulunan performans değerlerine göre araştırılan her bir yol kesiminden, Performans Değeri 2,5 ve daha küçük olanlara yönelik Maliyet-Verimlilik metoduna bağlı olarak, Verimlilik sayıları hesaplanarak, Maliyet-Verimlilik sayıları hesaplanmaktadır. Her bir yol için hesaplanmış olan maliyet-verimlilik değerleri büyükten küçüğe sıralanıp listelenerek, öncelikle hangi yolun bakım yapılmasının en avantajlı durumda olacağı anlaşılmış, yani incelenen yolların mahalle bazında öncelikleri tespit edilmiştir.

Ayrıca tabloya, kayma direnci ölçüm yöntemlerinden, portatif yöntem olan British Pendulum-İngiliz Sarkacı kullanılarak, kayma dirençleri de ölçülerek eklenmiştir. Ölçümlerin gerçekleştirilmesinde ASTM E303-93 "İngiliz Sarkaç Test Cihazını Kullanarak Yüzey Sürtünme Özelliklerini Ölçmek İçin Standart Test Yöntemi" test prosedürü uygulandı. Sarkaç test cihazı, dengeleme vidaları döndürülerek terazilenerek kuruldu ve sürtünme halkasını, sarkaç salınımı işaretçiyi sıfıra taşıyana kadar ayarlayarak sıfırlandı. Sarkacın yüksekliği, her testte aynı uzunluktaki temas yolunu (124-127 mm) etkileyecek şekilde ön tesviye vidaları ile cihazı yükselterek veya indirerek ayarlandı. Yüzey, gevşek parçacıklardan bir fırça ile temizlendi ve test alanına iyice ince bir su filmi uygulandı. Test alanında her vuruşta tekrar ıslatarak beş salıncak yapıldı ve değerler kaydedildi. İngiliz Sarkaç değerini vermek için tüm bu değerlerin ortalaması hesaplandı. Bütün ülkelerde 50km/saat hız için kayma direncinin 0,5 değerinden büyük olması istenmektedir.

Denklem 3,1. ; Kayma sayılarının sürtünme katsayılarını (Cof) hesaplamak için kullanılan denklem ve kayma potansiyeli çizelge 3.4'deki şekilde sınıflandırılmıştır. (İngiliz Standartları Enstitüsü-BSI, 2002).

$$Cof = \left(\frac{110}{PTV} - \frac{1}{3} \right)^{-1} \quad (3.1)$$

Çizelge 3.4. Kayma Direnci Potansiyeli Sınıflandırması (BSI, 2002)

Grup	Sarkaç Değeri	Sürtünme Katsayısı	Kayma Olasılığı	Kayma Potansiyeli
A	<24	<0.25	1/20	Çok Yüksek
B	25-34	0.25-0.34	1/200	Yüksek
C	35-44	0.36-0.46	1/10,000	Orta
D	45-54	0.47-0.59	1/100,000	Düşük
E	>54	>0.59	1/1,000,000	Çok Düşük



Şekil 3.1. İngiliz Sarkaç Test Cihazını Kullanarak Yüzey Sürtünme Özelliklerinin Ölçülmesi

Çizelge 3.5. Portatif test cihazı ile kullanım için önerilen kayma direnci değerleri

Kategori	Alan Türleri	Islak Yüzeyde Kayma Direnci	Gerekli Kayma Direnci Standardı
A	Aşağıdakiler en zor yerlerdir: (1) Kavşaklar (2) yollarda 150 metreden daha küçük bir yarıçapa sahip virajlar (3) 20 metrede 1 veya daha dik, 100 metreden daha uzun olan eğimli yollar (4) Pürüzlü, trafik ışıklarına yaklaşmakta olan yollar.	65 üzeri	İyi, hızlı trafiğin bile şartlarını yerine getiren ve yol yüzeyinin tekrarlanan patinaj kazalarına yol açması ihtimalinin düşük olduğu
B	Genel şartlar, yani A ve C kategorileri kapsamına girmeyen yollar ve koşullar	55 üzeri	Genel olarak tatmin eden, yollarda karşılaşılan en zor şartların dışında hepsinin bulunduğu
C	Kolay siteler, ör. kolay degrade ve kavisli, kavşaksız ve acil durumlar için özel olarak yaratılmış karma trafik gibi özelliklerden arındırılmış düz yollar	45 üzeri	Sadece uygun koşullarda tatmin edici
D	Tüm siteler	45 altı	Potansiyel kaygan

(İngiliz Standartları Enstitüsü (BSI). (2002). Zemin sarkaç testini yürütme yöntemini açıklar. BSI, Londra Standart No. BS 7976-2)

İngiliz Pandülü ile bulunan sürtünme katsayıları ayrıca duruş uzunluklarını belirlemek için kullanılmıştır.

$$L_{fe} = 0,278.V.t_r + 0,00394 \frac{V^2}{f \mp s} \quad (3.2)$$

Bu formülde hız (V) için şehir içi hız sınırı olan 50km/saat alınmıştır. Sürücü intikal-reaksiyon süresi için asfalt, kuru ve düz bir yol kabul edilerek 0,75 değeri alınmıştır. Düz yani eğimsiz bir yol tercihinden dolayı eğim (s) “0” (sıfır) olarak alınmıştır. (Yayla, 2004)

Denklemdaki “f” değerleri için kayma direnci katsayısı kullanılmaktadır. 50 yolun tamamı için L_{fe} değerleri bulunarak, diğer değerlerle birlikte tablolara eklenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması; Antalya Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nden alınan verilere dayanarak asfalt yol yenilemesi gereken , Fener mahallesi ile başlayıp Soğuksu mahallesi ile biten bir güzergah üzerinde, toplam 25 mahalle ve bu mahallelerin incelenmesi sonucu en sorunlu iki sokağı seçilerek toplam 50 cadde-sokağın detaylı tespit edilmesi ve bu yollar üzerinden Üstyapı Yönetim Sistemi oluşturularak hangi mahallelerin öncelik sırasına alınması gerektiğini gösteren bir liste oluşturulması ile tamamlanmıştır. Kısaca bu bölüm; önce bakım gerekli olan mahallelerdeki sorunlu sokakların incelenip en sorunlu iki sokak-cadde seçilip gerekli tespitlerin yapılması, daha sonra esnek üstyapı formlarının hazırlanması ile birlikte notlandırmalarının yapılması ve mahalle bazında çalışma yapılacağı için 25 mahallenin öncelik sırasına göre listelenmesi olmak üzere toplam üç ana bölümden oluşmaktadır.

4.1. Mahalle bazında seçilen sokak ve caddelerin mevcut üstyapı durumunun incelenmesi

Detaylı yapılan tüm işlemler tezin basılı halinin aşırı hacimli olmaması için örnek olarak Fener mahallesinde tüm detaylar gösterilmiştir.

4.1.1. Fener Mahallesi



Şekil 4.1. Fener Mahallesi haritası

4.1.1.1. Falez Caddesi



Şekil 4.2. Fener Mahallesi Falez Caddesi

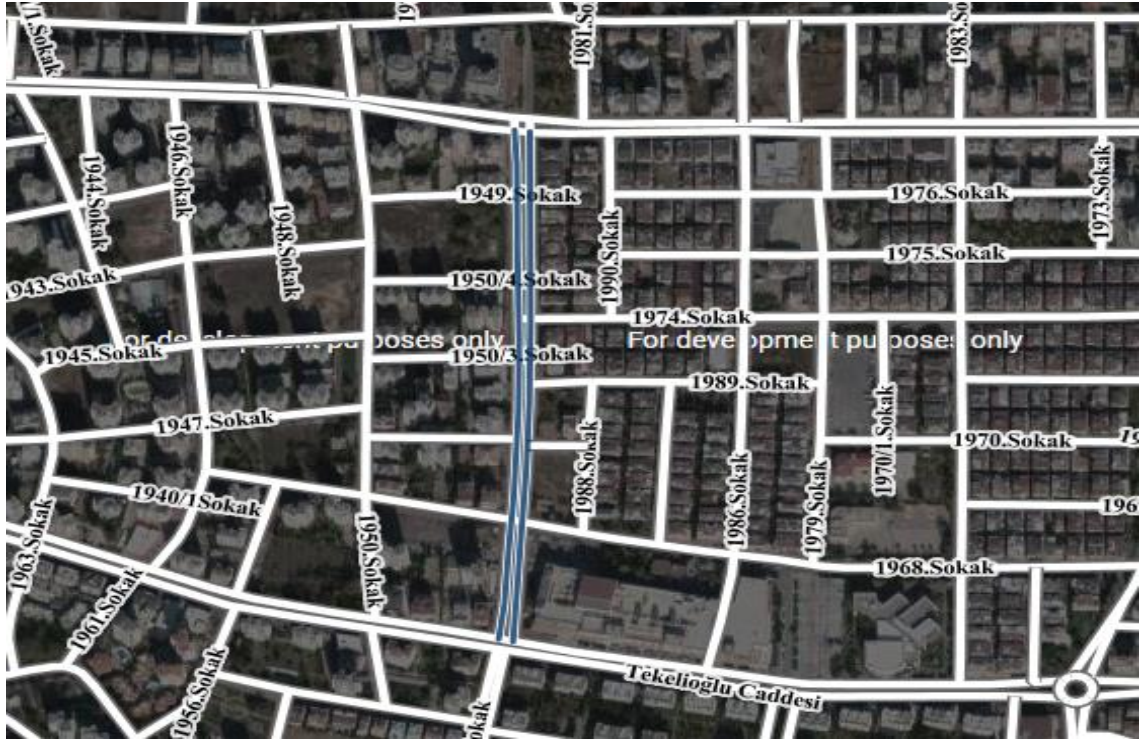
Yapılan incelemede; Falez Caddesi üzerinde çok az boyuna çatlak olduğu, onun dışında genel sürüş kalitesinin çok iyi olduğu gözlemlenmiş olup, kaplamasının mükemmel durumda, sadece boyuna ufak birkaç çatlağının bulunduğunu, Sürüş kalitesi mükemmel olup, birkaç kesimde çok hafif deformasyonun söz konusu olduğunu göstermiştir. Bu yolun bakıma ihtiyacı bulunmamaktadır. Yapılan arazi çalışmalarında bulunan yüzey bozulmaları Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberinde bulunan tablolara göre tasniflenmiştir. Bu sınıflandırmada, Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi bozulma şiddeti (0), orta ve yüksek olmak üzere 3 ayrı gruba, bozulma yoğunluğu yani bozulmanın kaplama üzerinde dağılma yüzdesi ise Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere 5 gruba ayrılmıştır. (İngiliz sarkacı ile ortalama 76 değerine ulaşılmıştır.)

Çizelge 4.1. Üstyapı bozulma şiddeti tablosu

Bozulma Şiddeti Tanımı	Bozulma Şiddeti
Hafif	0
Orta	1
Şiddetli	2

Çizelge 4.2 Üstyapı bozulma yoğunluğu tablosu

Bozulma yoğunluğu	Alan Oranı (%) (50m.'lik platformda)
1	0 - 4
2	4 - 10
3	10 - 30
4	30 - 60
5	> 60



Şekil 4.3. Fener Mahallesi Falez Caddesinin GIS sistemine işlenmiş halinin görüntüsü

4.1.1.2. Fener Caddesi



Şekil 4.4. Fener Mahallesi Fener Caddesi

Yapılan incelemede Fener caddesi üzerinde bozulma şiddeti 1, bozulma yoğunluğu 2 olan, orta şiddette oluşmuş çukur olduğu gözlemlenmektedir. Yoldaki çukurun derinliği 8cm, çapı 22cm'dir. Boyuna çatlak olduğu, onun dışında genel sürüş kalitesinin ortavasat olduğu gözlemlenmiş olup, kaplamasının vasat durumda, sık aralıklarla hafif çatlak oluşumunun bulunduğu, hafif veya çok hafif oluklanmanın gözlenmekte olduğu, birkaç alanda ise timsah sırtı çatlamanın söz konusu olduğu görülmüştür. Sürüş kalitesi iyi ancak

bazı kesimlerin deformasyona uğradığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; Bu yolun 3-5 yıl içinde yeniden yüzey kaplamasının yapılması gerekmektedir. İngiliz sarkacı ile 64 değeri okunarak formül ile bulunan kayma direnci (skid resistance-SR) 0,6 olarak bulunmuştur. İngiliz Standartları Enstitüsü'nün önerisi ile bu yolun; Genel olarak tatmin eden, yollarda karşılaşılan en zor şartların dışında hepsinin bulunduğu ve iyi kategoriye yakın bir yol olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Sonuç olarak; sorun görebildiğimiz iki caddenin not ortalamasını alırsak, Falez Caddesinde kaplama iyi durumda 4,5 fakat Fener Caddesinde çukur ve timsah sırtı çatlamlar gözlemlendiğinden 3,0 notu uygun görülmemekte olup, Fener Mahallesi'nin puanlamada not ortalamasını 3,75 olarak bulunmuştur.

4.1.2. Çağlayan Mahallesi

4.1.2.1. 2069 Sokak



Şekil 4.5. Çağlayan Mahallesi 2069 Sokak

Çatlak derinlik:1cm genişlik:1cm

Çatlak derinlik:3cm genişlik:3cm

Ve bir de folluk tipi derinliği 9 cm çapı 18 cm çukur mevcut

Yapılan incelemede 2069 Sokak üzerinde bozulma şiddeti 1, bozulma yoğunluğu 2 düzeyinde olan, orta şiddette oluşmuş çukur ve yer yer yamalar görülmektedir. İngiliz sarkacı ile ortalama 68 değeri okunarak İngiliz Standartları Enstitüsü'nün önerdiği 3.5. Çizelge ile bu yolun; genel olarak tatmin eden, yollarda karşılaşılan en zor şartların dışında hepsinin bu kategoride bulunduğu bir yol olduğu rahatlıkla söylenebilir.



4.1.2.2. 2066 Sokak

Şekil 4.6. Çağlayan Mahallesi 2066 Sokak

Yapılan incelemede 2066 Sokak üzerinde asfalt betonu kaplamada bozulma şiddeti 1, bozulma yoğunluğu 2 düzeyinde olan, drenaj yetersizliği nedeniyle oluşan, orta şiddette timsah sırtı çatlakları görülmektedir. Bu bölümde timsah sırtı çatlak oluşumları iyice belirginleşmiştir. İngiliz sarkacı ile ortalama 67 değerine ulaşılmıştır.

4.1.3. Güzeloluk Mahallesi

4.1.3.1. Yalı Caddesi



Şekil 4.7. Güzeloluk Mahallesi Yalı Caddesi

Yapılan incelemede Yalı Caddesi üzerinde bozulma şiddeti 1 bozulma yoğunluğu 1 düzeyinde olan asfalt betonu kaplamada meydana gelmiş hafif şiddette boyuna çatlak olduğu görülmektedir. Çatlakların 6 ile 10mm arası genişliğe ulaştığı gözlemlenmiştir.

Kaplama üzerinde ayrıca çok yönlü kılcal çatlamlar olduğu görülmektedir. Çatlakların genişletilerek uygun bir dolgu malzemesi ile doldurulması gerekmektedir. İngiliz sarkacı ile ortalama 71 değerine ulaşılmıştır.

4.1.3.2. 1886 Sokak



Şekil 4.8. Güzeloluk 1886 Sokak

Yapılan incelemede 1886 Sokak üzerinde bozulma şiddeti 1, bozulma yoğunluğu 2 düzeyinde olan asfalt betonu kaplamada oluşmuş enine çatlak tipi bozulma görülmektedir. Çatlaklar birbirinden ayrılarak 10mm'den daha fazla bir açıklık oluşturmuştur. Özel çatlak etüdünün yapılması ve çatlakların oluşma sebebi belirlenmeli ve gerekli ise drenaj ile ilgili altyapı iyileştirmesi yapılmalıdır. İngiliz sarkacı ile ortalama 65 değerine ulaşılmıştır.

4.1.4. Doğuyaka Mahallesi

4.1.4.1. 1216 Sokak



Şekil 4.9. Doğuyaka Mahallesi 1216 Sokak

Yapılan incelemede 1216 Sokak üzerinde lokal yamalar üzerinde oluşmuş timsah sırtı kılcal çatlaklar bulunmaktadır. Bu kısımda kaplamada meydana gelmiş olan bozulmalar genellikle lokal yamalarla kapatılmaya çalışılmıştır. Lokal yamaların yapımında bitüm oranının normalden fazla olması sebebiyle yamalar üzerinde kılcal timsah sırtı çatlaklar oluşmaktadır. İngiliz sarkacı ile ortalama 63 değerine ulaşılmıştır.

4.1.5. Şirinyalı Mahallesi

4.1.5.1. Lara Caddesi



Şekil 4.10. Şirinyalı mahallesi Lara caddesi

Yapılan incelemede kaplamanın iyi durumda olduğu görülmektedir. İngiliz sarkacı ile ortalama 69 değerine ulaşılmıştır.

PSR'nin 0 – 2,5 olduğu durumlarda, üstyapının iyileştirme çalışmasına ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Çalışmada incelenen yol kesimlerinde kavşak bölümlerinde asfalt, diğer kesimlerde tek katlı yüzeysel kaplamadır. Bu bölümlerde yapılmak istenen iyileştirme çalışmaları PSR değerinin 2,5 , 2,0 ve 1,5 olmasına göre S1, S2 ve S3 olarak 3 bölüme ayrılmıştır. Bütün yol kesiminin tek platform, iki şerit, tüm güzergah boyunca şerit genişliğinin 3,5m ve kullanılan malzeme kalınlık ve tiplerinin aynı olduğu kabul edilmiştir. Alt temel tabaka kalınlığı 35cm, temel tabaka kalınlığı 20cm, tek katlı yüzeysel kaplama tabakası kalınlığı 5cm, asfalt betonu karışımında aşınma tabakası kalınlığı 5cm, binder tabakası kalınlığı 8cm kabul edilerek 2019 Yılı Protokollü İşler Geçici Birim Fiyat Listesine göre birim uzunluk 1m için malzeme miktarları ve birim maliyetleri hakkında Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğünden bilgi alınmıştır. Ayrıca yollar için yaklaşık maliyet değerleri de Fen İşleri Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Çizelge 4.3 İyileştirme seçeneği için maliyet hesapları

İşin Adı ve Cinsi	Ölçü Birimi	Toplam Fiyatı (TL)
Aşınma tabakası sökümü	M ²	1,47
Bitümlü Road-mix kaplama yapılması	M ²	5,88
1 km için toplam maliyet;		<u>41.160TL</u>

4.1.5.2. 1548 Sokak



Şekil 4.11. Şirinyalı mahallesi 1548 Sokak

Yapılan incelemede 1548 Sokak üzerinde altyapı çalışması neticesinde boydan boya bir yama olduğu gözlemlenmektedir. Bu kısımda kaplamada meydana gelmiş olan bozulmalar genellikle lokal yamalarla kapatılmaya çalışılmıştır.

Lokal yamaların yapımında bitüm oranının normalden fazla olması sebebiyle yamalar üzerinde kılcal timsah sırtı çatlaklar oluşmaktadır.

Üstyapının iyileştirilmesi safhasında, hangi kesimin öncelikle ele alınmasının faydalı olmasını belirlemeye yarayan Maliyet – Verimlilik katsayısının hesaplanması için ilk olarak verimlilik sayısı 4.1 bağıntısı ile hesaplanmıştır.

$$V = \sum_{i=1}^{i=n} (PSR_s - PSR_i) * YOGT * L \quad (4.1)$$

Burada;

V = Verimlilik

PSR_s = İyileştirme çalışması yapıldıktan sonraki üstyapının performans değeri

PSR_i = İyileştirme çalışması yapılmadan önceki üstyapının performans değeri

YOGT = İyileştirme çalışması yapıldığı yılda Yıllık Ortalama Günlük Trafik değeri

L = İyileştirme çalışmasının yapıldığı yol kesiminin uzunluğu

Önerilen iyileştirme programının Maliyet-Verimlilik değeri, programın verimliliğinin maliyetine oranındır ve 4.2 bağıntısı ile hesaplanır.

$$MV = \frac{V * K}{M} \quad (4.2)$$

Burada;

MV = Maliyet – Verimlilik sayısı

V = Verimlilik

K = Sabit (10⁷)

M = Önerilen programın maliyeti

Arazi ve büro çalışmaları sonucu elde edilen verilere dayanarak hesaplanan ÜYS çalışması sonuçları Çizelge 4.5’de görülmektedir. YOGT verileri Antalya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME)’den alınmıştır.

Yapılan işlemleri incelersek, öncelikle iyileştirme çalışmasının yapıldığı yol kesiminin uzunluğu Muratpaşa Belediyesi Plan ve Proje Müdürlüğü'nden GIS (Coğrafik Bilgi Sistemi)'nden faydalanarak verilmiştir, aynı değerlere Muratpaşa Belediyesi tarafından bilgi sağlanan <http://panoramik.antalya.bel.tr/CityInfoCenter/cityguidepublic> internet adresinden de ulaşılabilmektedir.

Daha sonra ilgili sokak ve caddelerin YOGT verileri Antalya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME)'den alınmıştır.





Saha çalışmasında Fener Mahallesi başlangıç noktası olarak alınmış olup, güzergah bu mahalleye göre belirlenmiştir. İncelenen yollarda çalışmanın yapıldığı her bir güzergahta en sorunlu görülen sokaklar seçilip bu sokaklardaki bozukluklar fotoğraflanmıştır.

Tespit edilen üstyapı bozuklukların şiddeti, yoğunluğu, nedenleri ve onarım yöntemleri ; Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi'nde bulunan tablolardan faydalanılıp, Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü yetkilileri ile yapılmış olan görüşmeler sonucundaki bilgiler ile saptanmıştır. Böylece çalışma ile belirlenen cadde-sokaklarda en çok bakım ve iyileştirme ihtiyacı olan yolun saptanması için gerekli olan mevcut üstyapı performansı, tüm noktalarda belirlenmiştir.

Çalışmada yapılan büro ve arazi çalışmaları ile mahalleler arasında YOGT'in ve üstyapıdaki bozuklukların şiddet ve yoğunluklarının en fazla olanları tespit edilmiştir. Bu nedenle Muratpaşa ilçe sınırları içerisinde kalan yollar için Üstyapı Yönetim Sistemi oluşturulmuştur. İncelenen her bir yol için seyir konforu, bozukluk sayısı, tipi, şiddeti ve yoğunluklarına bağlı olarak ekler kısmında bulunan form doldurulup değerlendirildikten sonra; 0-5 arasında değişen Performans Değerleri (PSR) belirlenmiştir. 7 nolu Doğuyaka mahallesindeki 1216 Sokak PSR değeri 2,5 ve 3 sınırında ve 3'e yakın olduğundan ve MV katsayısı da değerlendirilerek 3 olarak kabul edildiğinde Çizelge 4,5 te detaylı hesapları gösterilen ve 4,6 da listelenen 10 yol Üstyapı Yönetim Sistemine göre programa alınmıştır.





Ulaşılan bu değerler ile birlikte Verimlilik sayısı hesaplanmış, maliyet değerleri de Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü'nden alınarak Maliyet-Verimlilik katsayılarına ulaşılmıştır. Maliyet-Verimlilik katsayılarının büyükten küçüğe sıralanması ve PSR değeri 2,5 ve altı olan yolları ele aldığımızda oluşturduğumuz 10 yolu içeren liste aynı zamanda, bu yollarda İngiliz Sarkacı ile ölçülerek bulunan kayma direnci katsayısı ve bu katsayı ile ulaşılan fren mesafesi de göz önüne alınarak, değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.4 Ana Tablo




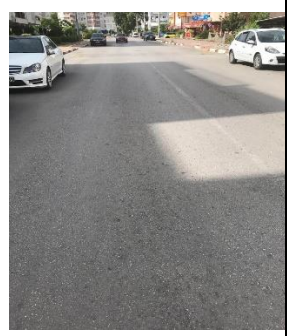
No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOG T	MV	L _{fe}	SR	PSR	Fotoğraf
1	FENER	FALEZ CD.	Kaplama iyi durumda.	1480,1	1592	13,97	23,39	76	4,5	
2	FENER	FENER CD.	Lokal yamalar ve sökülme var, 8 cm derinliğinde 22 cm çapında 5cm derinliğinde toplam 880cm ³ bir çukur oluşmuş	1921,9	3197	77,67	25,82	64	2,5	
3	ÇAĞLAYAN	2069 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var, 9 cm derinliğinde 18 cm çapında bir çukur oluşmuş. Hacimsel bozulma: 810cm ³	385,2	957	17,69	24,91	68	3	
4	ÇAĞLAYAN	2066 SOKAK	Drenaj yetersizliği nedeniyle oluşan, orta şiddette timsah sırtı çatlakları görülmektedir. Bu bölümde timsah sırtı çatlak oluşumları iyice belirginleşmiştir.	458,65	1099	21,35	25,13	67	2,5	

L: Yol Uzunluğu (metre), **YOGT:** Yıllık Ortalama Günlük Trafik, **MV:** Maliyet Verimlilik sayısı, **L_{fe}:** Fren mesafesi, **SR** (Skid Resistance): Kayma Direnci, **PSR:** Mevcut Hizmetedebilirlik Derecesi




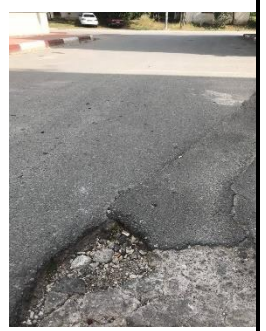
Çizelge 4.4'ün devamı

N	Mahalle	Cadde -Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{fe}	SR	PSR	Fotoğraf
5	GÜZELOLUK	YALI CD.	Boyuna ve çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var	4997,8	4774	23,27	24,30	71	3,5	
6	GÜZELOLUK	1886 SOKAK	Lokal yamalar var, 150cm ³ derinliğinde bir çukur oluşmuş durumda.	530,63	941	21,78	25,58	65	3	
7	DOĞUYAKA	1216 SOKAK	Boyuna ve enine çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var, ve sürüş konforu düşmüş	230,8	1753	25,67	26,06	63	2,5 ama 3'e yakı n	
8	DOĞUYAKA	1216 SOKAK (DEVA MI)	Lokal yamalar ve sökölme var	230,09	1753	20,61	24,70	69	3,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{ife}	SR	PSR	Fotoğraf
9	ŞİRİNYALI	LARA CD.	Kaplama iyi durumda, ufak çapta sökülmeler var	12801	3550	17,82	23,92	73	3,5	
10	ŞİRİNYALI	1548 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, boyuna yapılmış altyapı sonrası yama var.	161,93	375	20,86	24,70	69	3	
11	YEŞİLBAH ÇE	1450 SOKAK	Kaplama iyi durumda.	1075,6	1755	22,95	23,56	75	4,5	
12	YEŞİLBAH ÇE	1480 SOKAK	Kaplama iyi durumda.	890,16	741	17,34	23,56	75	4,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOG T	MV	L _{fe}	SR	PSR	Fotoğraf
13	MEYDANKAVAĞI	1561 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var	1198,4	272	14,73	24,91	68	3	
14	MEYDANKAVAĞI	1563 SOKAK	Timsah sırtı çatlakları görülmektedir.	299,24	530	18,76	25,35	66	3	
15	ÇAYBAŞI	1356 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var.	421,02	604	18,05	24,70	69	3,5	
16	ÇAYBAŞI	1358 SOKAK	Altyapı çalışmasından kaynaklanan boyun yamalar ve sökülme var, toplam 1600 cm ³ çukur oluşmuş.	288,8	622	30,20	25,58	65	2,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOG T	MV	L _{re}	SR	PS R	Fotoğraf
17	ZERDALILI K	19 MAYIS CD.	Kaplama iyi durumda.	2866,9	4288	22,54	25,82	64	4,5	
18	ZERDALILI K	1399 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var.	613,55	699	17,34	26,06	63	3,5	
19	DEMİRCİKA RA	PAŞAKAV AKLAR CD.	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol eksenini boyunca yamalar var.	925,64	1797	15,67	24,30	71	3,5	
20	DEMİRCİKA RA	1429 SOKAK	Boyuna çatlaklar ve ufak sökülemeler bulunmakta, lokal yamalar var.	848,1	1397	21,65	24,91	68	3	





Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{fe}	SR	PSR	Fotoğraf
21	GENÇLİK	TINAZTE PE CD.	Boyuna ve enine çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var	445,18	1410	23,73	26,06	63	3	
22	GENÇLİK	1315 SOKAK	Altyapı çalışmalarından kaynaklanan lokal yamalar var.	564,03	1572	25,67	25,58	65	3,5	
23	KIZILTOPRAK	966 SOKAK	Sökülme var, 660cm ³ çukur oluşmuş , sürüş konforu düşmüş durumda.	276,12	427	13,78	24,91	68	3	
24	KIZILTOPRAK	997 SOKAK	Drenaj yetersizliği nedeniyle oluşan, orta şiddette timsah sırtı çatlakları görülmektedir.	598,65	1292	62,80	24,11	72	2,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOG T	MV	L _{te}	SR	PS R	Fotoğraf
25	GEBİZLİ	İBNİ SİNA CD.	Boyuna çatlaklar bulunmakta, sökülme var, 315cm ³ hacimsel bozulma var.	935,21	878	25,35	27,12	59	3,5	
26	GEBİZLİ	1115 SOKAK	timsah sırtı çatlakları gözlemlenmektedir ayrıca lokal yamalar var.	413,34	972	11,86	25,58	65	3	
27	KONUKSEVER	794 SOKAK	sökülme var, lokal yamalar da gözlemlenmekte ayrıca 275 cm ³ çukur oluşmuş.	729,81	1575	76,52	25,13	67	2,5	
28	KONUKSEVER	810 SOKAK	sökülme var, ayrıca 2100cm ³ hacimsel bozulma bulunmaktadır.	328,39	708	34,37	25,58	65	2,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOG T	MV	L _{ite}	SR	PSR	Fotoğraf
29	KIZILARI K	2834 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol eksenini boyunca yamalar bulunmakta.	93,79	780	19,56	24,70	69	3,5	
30	KIZILARI K	2811 SOKAK	sökülme var, lokal yamalar ayrıca hacimsel bozulma 600cm ³ .	481,99	1041	50,61	24,70	69	2,5	
31	ETİLER	KÖROĞ LU CD.	9 cm derinliğinde 122 cm çapında bir çukur oluşmuş. Hacimsel bozulma: 1724cm ³	2559,9	5530	67,18	24,30	71	2,5	
32	ETİLER	826 SOKAK	Timsah sırtı çatlakları görülmektedir. Boyuna çatlaklar bulunmaktadır.	261,04	527	13,99	24,50	70	3,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{te}	SR	PS R	Fotoğraf
33	MURATPAŞA	575 SOKAK	Boyuna çatlaklar var ve hacimsel bozulma 312cm ³	552,69	1657	21,75	23,92	73	3	
34	MURATPAŞA	604 SOKAK	timsah sırtı çatlakları görülmektedir. sökülme var, hacimsel bozulma 140cm ³	265,4	572	27,87	25,58	65	2,5	
35	ALTINDAĞ	170 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar bulunmakta.	150,02	798	19,70	24,91	68	3	
36	ALTINDAĞ	166 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol eksenini boyunca yamalar bulunmakta.	445,01	950	17,05	24,11	72	3,5	





Çizelge 4.4'ün devamı

N o	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{te}	SR	PS R	Fotoğraf
37	DENİZ	143 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol ekseni boyunca yamalar bulunmakta.	186,32	285	19,49	24,30	71	3,5	
38	DENİZ	145 SOKAK	Altyapı iyi durumda sadece tek bir yerde lokal bir yama ve 110cm ³ hacimsel bozulma bulunmaktadır.	170,55	239	13,69	23,92	73	4	
39	DUTLUBAĞÇE	748 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, altyapı çalışmalarından kaynaklanan lokal yamalar bulunmakta.	417,37	671	14,93	24,70	69	3,5	
40	DUTLUBAĞÇE	745 SOKAK	sökülme var, 350cm ³ hacimsel bozulma ve boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar bulunmakta.	210,83	527	18,88	25,58	65	3	



Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{te}	SR	PS	Fotoğraf
41	CUMHURİYET	629 SOKAK	timsah sırtı çatlakları görülmektedir. iyice belirginleşmiştir.	650,31	1434	18,63	24,91	68	3	
42	CUMHURİYET	643 SOKAK	sökülme var, 175cm ³ hacimsel bozulma oluşmuş, boyuna çatlaklar bulunmakta, yamalar bulunmakta.	327,32	706	34,33	25,58	65	2,5	
43	SEDİR	AKIN CD.	Boyuna çatlaklar bulunmakta, onun dışında bir bozulma gözlemlenmemektedir.	732,59	2197	16,61	24,50	70	4	
44	SEDİR	SANAYİ CD.	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol eksenini boyunca yamalar bulunmakta.	2969,5	3108	23,77	25,35	66	3,5	

Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOGT	MV	L _{fe}	SR	PS	Fotoğraf
45	MEMUREVLERİ	GÜLLÜK CD. (Bu mahallede ki kısmı)	timsah sırtı çatlakları var Çatlak genişliği 3,5 derinliği 5,5 cm. Hacimsel bozulma 962,5cm ³	1859,6	4018	97,61	24,70	69	2,5	
46	MEMUREVLERİ	213 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var	90,85	175	13,25	27,12	59	3,5	
47	BAHÇELİEVLER	143 SOKAK	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol ekseni boyunca hem de lokal olarak yamalar bulunmakta.	186,32	85	9,67	24,91	68	3	
48	BAHÇELİEVLER	TURGUT REİS CD.	Boyuna çatlaklar bulunmakta, yol kaplaması genel olarak iyi durumda	3578,9	3790	16,79	24,11	72	4	

Çizelge 4.4'ün devamı

No	Mahalle	Cadde-Sokak	Bozukluğun türü	L	YOĞT	MV	L _{fe}	SR	PSR	Fotoğraf
49	SOĞUKSU	PALMIYE CD.	Kaplama iyi durumda., çok ufak kılcal çatlaklar bulunmakta.	861,35	2190	11,25	23,56	75	4,5	
50	SOĞUKSU	HAMİDİYE CD.	Boyuna çatlaklar bulunmakta, lokal yamalar var	1063,1	3427	13,82	24,70	69	4	

Çizelge 4.5 ÜYS Çalışma Verileri

No	Mahalle-Cadde-Sokak	PS R	Y.O.G.T.	L (km)	İyileştirme Seçeneği	Verimlilik	Maliyeti (TL./km)	Maliyet-Verimlilik Sayısı
1	FENER MAHALLESİ FENER CADDESİ	2,50	3197	1,480	S1	9463	121834	77,67
2	ÇAYBAŞI MAHALLESİ 1358 SOKAK	2,50	622	0,288	S1	358	11854	30,20
3	KIZILTOPRAK MAHALLESİ 997 SOKAK	2,50	1292	0,598	S1	1546	24614	62,80
4	KONUKSEVER MAHALLESİ 794 SOKAK	2,50	1575	0,729	S1	2296	30006	76,52

Çizelge 4.5'in devamı

No	Mahalle-Cadde-Sokak	PS R	Y.O.G.T.	L(km)	İyileştirme Seçeneği	Verimlilik	Maliyeti (TL)	Maliyet-Verimlilik Sayısı
5	KONUKSEVER MAHALLESİ 810 SOKAK	2,50	708	0,328	S1	464	13500	34,37
6	KIZILARIK MAHALLESİ 2811 SOKAK	2,50	1041	0,482	S1	1004	19839	50,61
7	ETİLER MAHALLESİ KÖROĞLU CADDESİ	2,50	5530	2,560	S1	28314	105370	67,18
8	MURATPAŞA MAHALLESİ 604 SOKAK	2,50	572	0,265	S1	304	10907	27,87

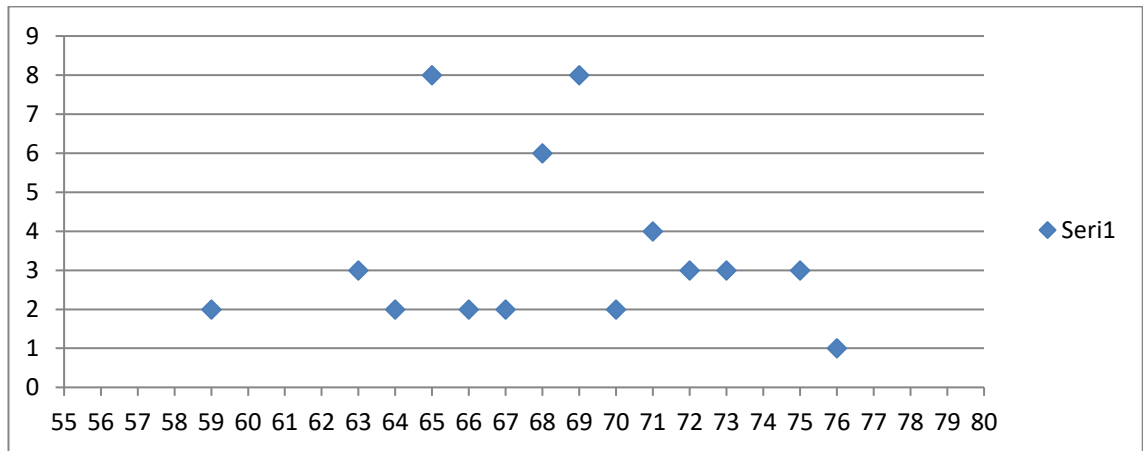
Çizelge 4.5'in devamı

No	Mahalle-Cadde-Sokak	PSR	Y.O. G.T.	L(km)	İyileştirme Seçeneği	Verimlilik	Maliyeti (TL/km)	Maliyet-Verimlilik Sayısı
9	CUMHURİYET MAHALLESİ 643 SOKAK	2,50	706	0,327	S1	462	13459	34,33
10	MEMUREVLERİ MAHALLESİ GÜLLÜK CADDESİ	2,50	4018	1,860	S1	14947	76558	97,61

Çizelge 4.6. Maliyet – Verimlilik katsayılarına göre iyileştirme öncelikleri listesi

Öncelik Sırası	Cadde-Sokak	YOGT	MV	Lfe	SR	PSR	Maliyet (TL)
1	GÜLLÜK CADDESİ	4018	97,61	24,70	69	2,5	76558
2	FENER CADDESİ	3197	77,67	25,82	64	2,5	121834
3	794 Sk.	1575	76,52	25,13	67	2,5	30006
4	KÖROĞLU CADDESİ	5530	67,18	24,30	71	2,5	105370
5	997 Sk.	1292	62,80	24,11	72	2,5	24614
6	2811 Sk.	1041	50,61	24,70	69	2,5	19839
7	810 Sk.	708	34,37	25,58	65	2,5	13500
8	643 Sk.	706	34,33	25,58	65	2,5	13459
9	1358 Sk.	622	30,20	25,58	65	2,5	11854
10	604 Sk.	572	27,87	25,58	65	2,5	10907

Çizelge 4.7. Kayma Direnci Dağılımı



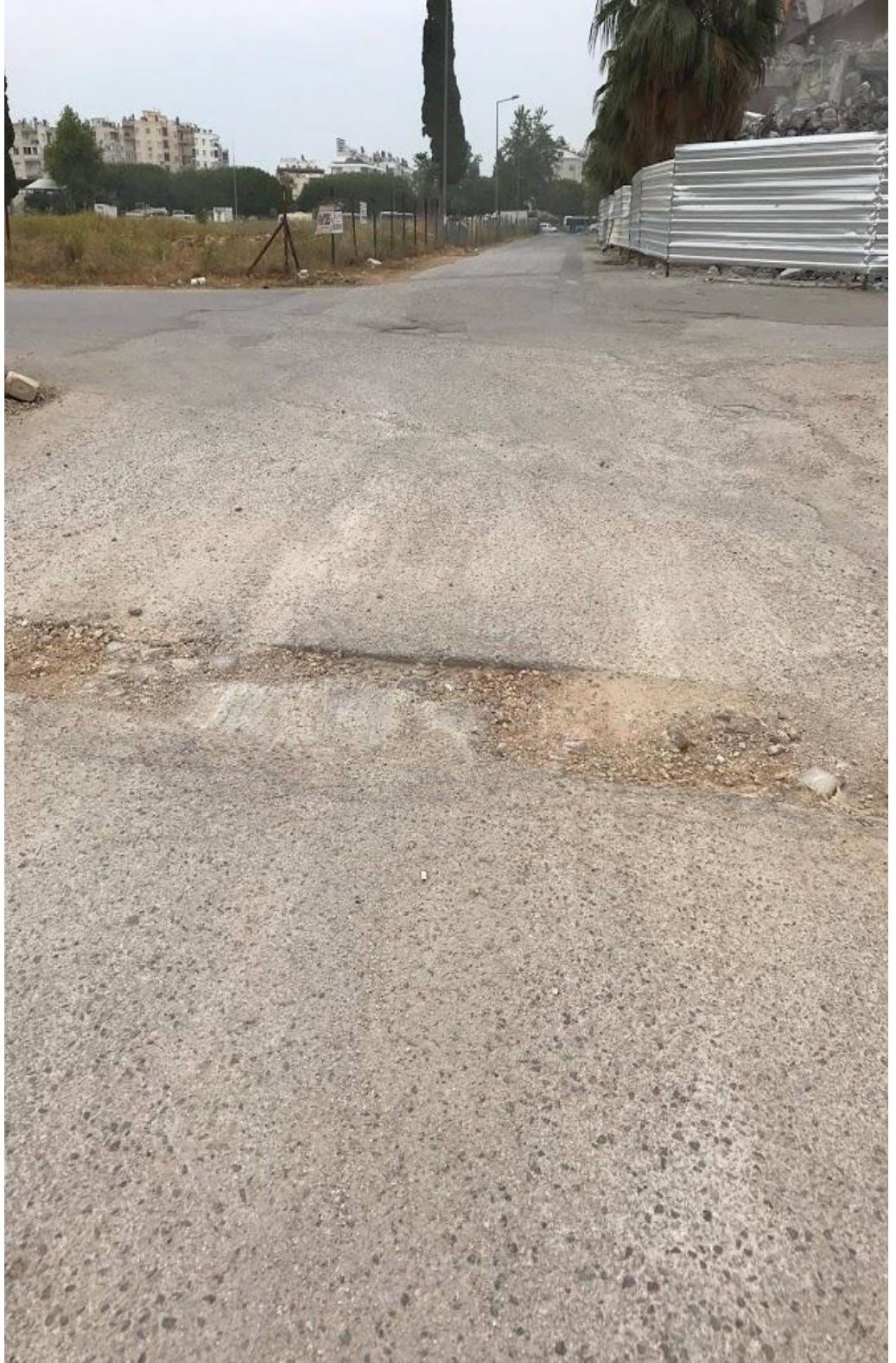
4.2. İyileştirme Önceliği Listesindeki Yolların Fotoğrafları



Şekil 4.12. (1) Memurevleri Mahallesi Güllük Caddesi



Şekil 4.13. (2) Fener Mahallesi Fener Caddesi



Şekil 4.14. (3) Konuksever Mahallesi 794 Sokak



Şekil 4.15. (4) Etiler Mahallesi Koroğlu Caddesi



Şekil 4.16. (5) Kızıltoprak Mahallesi 997 Sokak



Şekil 4.17. (6) Kızıllık Mahallesi 2811 Sokak



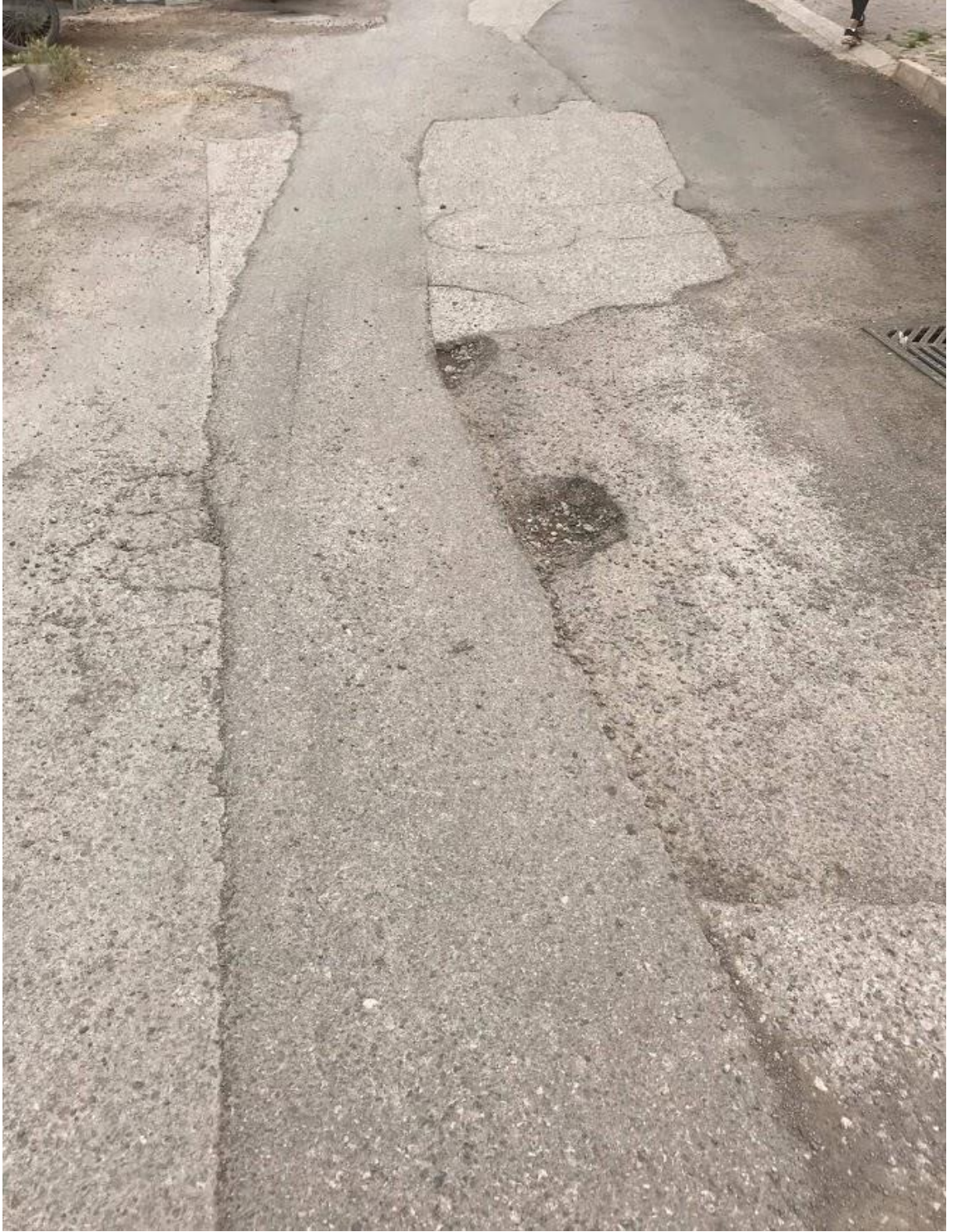
Şekil 4.18. (7) Konuksever Mahallesi 810 Sokak



Şekil 4.19. (8) Cumhuriyet Mahallesi 643 Sokak



Şekil 4.20. (9) Çaybaşı Mahallesi 1358 Sokak



Şekil 4.21. (10) Muratpaşa Mahallesi 604 Sokak

5. SONUÇLAR

Karayolu maliyeti yüksek bir yatırımdır. Kontrol ve bakım gerekli ve düzenli bir biçimde yapılmazsa, öngörülen hizmet ömrünü tamamlamadan yenilenmesi gerekmektedir. Doğru ve yerinde bakım uygulamaları ise bir kaplamanın tasarım ömrünü belirli derecede uzatmaya yaramakla birlikte, sonuçta yine de onarım ve en sonunda yeniden inşa etmek gerekecektir. Bu amaçla seçilen yöntemler tam bir mühendislik görüşüne, ciddi bir analize ve teklif edilen uygulamanın fayda-maliyet analizinin bilinmesine ihtiyaç duymaktadır. İyi bir yönetim için temel esas; bakım ve onarım uygulamalarının böyle detaylı bir analize dayanarak planlanması ve programa konulmasıdır.

Üstyapı Yönetim Sisteminin amacı işte bu planlama ve programa koymada mühendislere gerekli desteği sağlamaktır. Üstyapı yönetim sistemi diğer yatırımlar ile kıyaslama yapılıp, tasarım, yapım ve bakım fonksiyonlarını yöneterek ve gerekirse bilgisayar destekli üstyapı yönetim aktivitelerini bütünleştirerek, eldeki kaynakların en iyi ve en etkin şekilde kullanılmasına yönelik bir karar alma sistemidir.

Üstyapı yönetim sisteminin tahmin ile ilgili yetenekleri bir kuruluşun en ekonomik hamleyi ve en doğru seçenekleri belirlemesine olanak tanıyarak aynı zamanda kuruluşun ertelenen onarım veya büyük çaplı bakım ile ilgili işlemlerinin etkilerini öncesinden öngörebilmesini mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmada, Muratpaşa ilçe sınırları içerisinde incelenen 50 cadde-sokaktan en çok bakım ve iyileştirme ihtiyacı gösteren cadde-sokaklar için Muratpaşa Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü yöneticilerinin verdiği bilgiler ile birlikte, Üstyapı Yönetim Sistemi oluşturulmuştur.

Yol üstyapı bozuklukları için bakım önerileri, her bir üstyapı bozukluğunun tanımı ve görsel ile gösteriminden sonra detaylı olarak ele alınmıştır.

Performans değeri en düşük olan cadde-sokaklar arasında gerekli maliyet analizleri yapıp bakım ve rehabilitasyon çalışması için incelenen mahallelerde cadde-sokaklar için öncelik sırası belirlenmiş ve en fazla rehabilitasyona ihtiyacı olan cadde-sokaklar belirlenmiştir.

Çalışma içeriğinde Üstyapı Yönetim Sistemi oluşturulan cadde-sokaklar metre metre taranmış, yolda olan tüm bozukluklar incelenmiş ve sürüş konforu ile gözlemler birlikte fotoğraflanıp esas alınarak performans değerleri dikkatlice belirlenmiştir.

Böylece kaplamanın son durumu detaylı tespit edilerek, performans değeri az olan cadde-sokaklar için iyileştirme maliyetleri hesaplanmış olup, elde edilen verilerle uyumlu olarak her bir cadde-sokak için maliyet-verimlilik sayısı belirlenmiştir.

Ulaşılan maliyet-verimlilik sayıları büyükten küçüğe listelenerek Güllük ve Fener caddelerinin öncelikli olarak rehabilitasyona ihtiyaç duyduğu belirlenmiş ve burada çalışmaların diğerlerinden daha önce yapılmasının, ayrılan bütçe açısından daha verimli bir şekilde değerlendirilmiş olacağı bulunmuştur.

Ayrıca, tüm yollarda, kayma direnci ölçüm yöntemlerinden, portatif yöntem olan British Pendulum-İngiliz Sarkacı kullanılarak, kayma dirençleri de ölçülerek eklenmiştir. Fakat ölçümlerimizdeki kayma dirençlerinin tümü 0,59 değerinin üzerinde kaldığından dolayı tüm yollar aynı kategoride kalmakta ve bu yönden bizim için ayırt edici bir özellik olarak görülmemektedir. Kayma direnci katsayılarını kullanarak duruş uzunlukları da bulunmuş ve bu değerlerde tablolara eklenmiştir.

İngiliz Pandül ölçümlerinin gerçekleştirilmesinde ASTM E303-93 "İngiliz Sarkaç Test Cihazını Kullanarak Yüzey Sürtünme Özelliklerini Ölçmek İçin Standart Test Yöntemi" test prosedürü uygulanmıştır.

Tez çalışmamda takip edilen yöntemle asfalt betonu kaplamalar için günümüzde uygulanmakta olan sisteme oranla daha verimli üstyapı bakım ve rehabilitasyon çalışmaları yapılabilecektir.

Ayrıca, daha büyük ve profesyonel profilometre cihazları ile mikro, makro ve mega boyutlarda daha detaylı incelemelerin yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abraham, H.,1960. Asphalt and Allied Substances, D. Van Nostrand Co.
- Akça, K.R. 2014. Kentsel Dönüşüm Sürecinde İnşaat Atık Molozlarının Geri Kazanılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Programı, İstanbul, 141 s.
- Akentuna, M. 2007. Characterization Of Recycled Concrete Aggregates (Rca) From An Old Foundation Structure For Road Pavement Works. Master thesis, Southern Illinois University, Carbondale, ABD, 118 s.
- Anonim : <http://www.Osmancamci.Com.Tr/Faaliyetler/Kara-Yolu> [Son erişim tarihi: 20.04.2019]
- Arabani, M. and Azarhoosh A.R. 2012. The effect of recycled concrete aggregate and steel slag on the dynamic properties of asphalt mixtures. Construction and Building Materials, Volume 35, Pages 1-7.
- Astm C131 2014. Standard Test Method For Resistance To Degradation Of Small-Size Coarse Aggregate By Abrasion and Impact In The Los Angeles Machine. American Society For Testing And Materials, USA.
- Astm D 5918. 2006. Standard Test Method For Frost Heave And Thaw Weakening Susceptibility Of Soils. American Society For Testing And Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.
- Ay,S. 2002. Antalya Bölgesindeki Devlet Yollarının Üstyapı performanslarının analizi ve iyileştirme çalışmaları.
- Barth, E.J., 1962. Asphalt, Reinhold Publishing Corp.
- Baydilli, E. 2018. Kayseri Çinko-Kurşun Üretim Tesisleri Atıklarının Yol Dolgu Ve Üstyapı Tabakalarında Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, 92 s.
- BS 812-105.2 1990. Elongation Index Of Coarse Aggregate. British Standard, England.
- Çağrıçı, A. 2016. İnşaat Ve Yıkıntı Atıklarından Elde Edilen Geri Dönüşüm Malzemelerinin Karayolu Üstyapısında Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Haberleşme Programı, İstanbul, 125 s.
- Çakmak, F. 2009. Umur-u Nafia Programı'ndan Günümüze Cumhuriyet'in Ulaşım Politikaları, İzmir Ulaşım Sempozyumu.
- Çavuşoğlu, A. 1981. Karayolu Altyapısının Gelişmesi ve Geleceği, II. Türkiye İktisat Kongresi, Altyapı, Enerji ve Ulaştırma Komisyonu Tebliği,IV, DPT.
- Çetin, A. 1997. Endüstriyel Atıkların Asfalt Beton Kaplama Karışımında Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 113 s.
- Çetin, S. 2007. Afyonkarahisar Bölgesi Volkanik Kayaçların Sıcak Karışım asfalt Kaplamalarında Agregat Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 90 s.

- Demir, A. ve Ok, B. 2018. Yapım Yıkım Atıklarının Yol Temellerinde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1, syf 224-236.
- Demirel, Z., Kadioğlu, M., Aray, S., Orhan, F. ve Alp, A. 2012. Toprak Ve Stabilizasyon Laboratuvarı El Kitabı. K.G.M., Ankara, 182 s.
- Gaetano, E.A. 2010. The Response Of Flexible Pavement Systems To Local Deterioration Of The Base Layer. Master thesis, Mcgill University, Montréal, Québec, Canada, 119 s.
- Gupta, R. 2009. A Study of Geosynthetic Reinforced Flexible Pavement System. Doctor of Philosophy, The University of Texas at Austin, Texas, ABD, 319 p.
- Hoiberg, A.J.,1964. Bituminous Materials, Interscience Publishers
- İlıcılı, M. 1988. Karayolu Üstyapısında Erdemir Cürufunun Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kabayashi, S. and Kawano, H. 1999. Properties and Usage of Recycled Aggregate Concrete. Proc. of 2nd International RILEM Symposium on Demolition and Reuse of Concrete and Masonry-2, Japan, pp. 547-556.
- Kalem Z. 2015. Kentsel Dönüşümdeki İnşaat Ve Yıkıntı Atıklarının Killi Zeminlerde İyileştirmeye Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya, 70 s.
- Karayolu Teknik Şartnamesi (2013). KGM Yayını, Ankara.
- Kartalkanat S. 2013. Kentsel Dönüşüm Uygulamaları Neticesinde Çıkan Atık Malzemelerin Yol Üstyapısında Kullanılabilirliği: Üsküdar Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi, İstanbul, 149 s.
- Khalaf, F.M. 2004. Recycling Of Clay Bricks As Aggregate İn Asphalt Concrete. International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures, Barcelona, Spain, Pp. 56-65.
- Kocabaş, Ö.Y. 2009. Cumhuriyet Dönemi Ulaşım Politikası, İzmir Ulaşım Sempozyumu
- Kuloğlu, N., Kök, B. V. ve Durmaz, B. 2006. Beton Asflantın Farklı Türden Temeller Üzerindeki Serbest Basınç Mukavemet Değerinin Değişimi. Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Ozalp, M, Ocalir, E.V., Türkiye'deki Kentiçi Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Değerlendirilmesi METU JFA 2008/2 (25:2) 71-97 (2008)
- Özdemir T, Tığdemir M, Avcı E.,Sıcak İklimli Bölgelerde Kullanılan Esnek Üstyapı Kaplama Tabakalarında Performans Araştırması, İzmir Ulaşım Sempozyumu (2009)
- Öksüz, B. 2011. Asfalt Betonu Kaplamalarda Volkanik Cüruf Ve Cam Atıklarının Filler Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 87 s.
- Pfeiffer, J., 1950. Proporties of Asphaltic Bitumen, Elsevier Publishing Co.

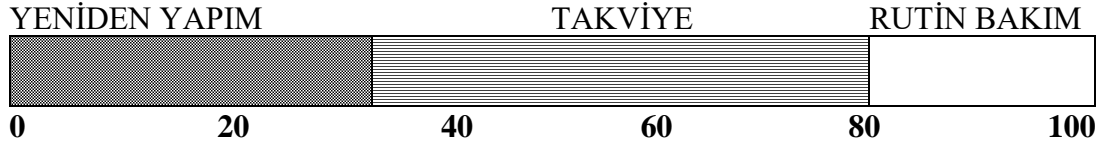
- Pourtahmasb, M.S. and Karim M.R. 2014. Utilization of Recycled Concrete Aggregates in Stone Mastic Asphalt Mixtures. *Center for Transportation Research (CTR)*, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Satirođlu, Y.S. 2013. İnşaat Molozlarının Yol Alt Yapı Malzemesi Olarak Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 78 s.
- Seren, I.E. 2015. Elektrik Ark Fırını Cürufunun Yapay Agregalar Olarak Esnek Üstyapılarda Çimento Bağlayıcı Granüler Temel Tabakasında Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Mühendisliği Programı, İstanbul, 99 s.
- Seferođlu, A., Seferođlu, M.T., ve Akpınar, M.V. 2015. Yol Aşınma Tabakasının Geri Dönüşüm Malzemesi Olarak Ulaşım Üstyapısında Kullanılabilirliğinin Araştırılması. 2. Uluslararası Sürdürülebilir Binalar Sempozyumu, Ankara.
- Şengöz B., Tanyel S., Görkem Ç., Kaçmaz B., İzmir Şehir İçi Yollarının Kayma Dirençlerinin Trafik Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, İzmir Ulaşım Sempozyumu (2009)
- T.C Milli Eğitim Bakanlığı, 2011. Şantiyede Agregalar Deneyleri. İnşaat Teknolojisi, Ankara.
- Traxler, R.N., 1961. Asphalt; Its Composition, Properties and Uses, Reinhold Publishing Corp.
- TCRP Report, 2003. Transportation Research Board Report.
- Tunç, A. 2001. Yol Malzemeleri Ve Uygulamaları. Atlas Yayınları, İstanbul.
- TS 1900-1 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Lâboratuvar Deneyleri - Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS 1900-2 2006. İnşaat Mühendisliğinde Zemin Lâboratuvar Deneyleri - Bölüm 2: Mekanik Özelliklerin Tayini. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 1097-6 2013. Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler 6: Tane Yoğunluğu Ve Su Emme Oranı Tayini. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 933-9: 2013 +A1 2014. Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 9: İnce Malzeme Tayini – Metilen Mavisini Deneyi. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 1367-2 2011. Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 2: Magnezyum Sülfat Deneyi. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- TS EN 1744-1:2009+A1 2013. Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Kimyasal Analiz, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Umar, F. Ve Ağar, E. 1985. Yol Üstyapısı. İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- Uzan J. 2004. Permanent Deformation İn Flexible Pavements. *Journal Of Transportation Engineering*, 130 (1), 6-13.
- Yayla, N. 2004. Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi.

Yılmaz, A. ve Süttaş, İ. 2008. Ferrokrom Cürufnun Yol Temel Malzemesi Olarak Kullanımı. İmo Teknik Dergi, 4455-4470, Yazı 294.

7. EKLER

Esnek Üstyapı (Asfalt Kaplama) Notlama Formu (İsfalt Asfalt El Kitabı)

ESNEK ÜSTYAPI NOTLAMA FORMU		
YOL VEYA CADDE.....	ŞEHİR VEYA KASABA.....	
PROJE UZUNLUĞU.....	GENİŞLİK.....	
ÜSTYAPI TİPİ.....	TARİH.....	
(Not: “0” notu bozulma yok anlamına gelmektedir.)		
BOZULMA		NOT
Enine Çatlaklar	0-5	.....
Boyuna Çatlaklar	0-5	.....
Timsah Sırtı Çatlaklar	0-10	.....
Büzülme Çatlakları	0-5	.....
Tekerlek İzi Oluşumu (Oluklanma)	0-10	.....
Ondülasyonlar	0-5	.....
Sökülme (Ravelling)	0-5	.....
Çökme (Shoving) veya Ötelenme	0-5	.....
Folluk Tipi Çukur (Pot Holes)	0-5	.....
Aşırı Asfalt	0-10	.....
Cilalanmış Agrega	0-5	.....
Yetersiz Drenaj	0-10	.....
Genel Sürüş Kalitesi (“0” mükemmel, 10 zayıf)	0-10	.....
Bozulma Toplamı :		
Durum Notu = 100 – Bozulma Toplamı		
Durum Notu (Condition Rating) =		



Bakım Türünün Genel bir Göstergesi olarak Durum Notlaması

Üstyapı Durum Değerlendirmesi ile Esnek Kaplamalarda Önceliklerin Tahmini İçin Bir Kılavuz

2 yıl içinde yeniden inşa et veya yeniden kullan	0-20	Üstyapı kötü-çok kötü durumda, yaygın çatlaklar gelişmiş ve timsah sırtı çatlaklar ile oluklanma başlamış. Sürüş kötü, yüzey deforme
2-3 yıl içinde yeniden inşa et veya yeniden kullan	20-30	Kaplama kötü durumda, orta derecede timsah sırtı çatlama oluşmuş, yaygın ciddi çatlak ve oluklanma gözleniyor. Sürüş kötü-orta arası, yüzey orta derecede deforme
Takviye tabakası veya yeniden kullan veya 3-4 yıl içinde yeniden inşa et	30-40	Kaplama kötü – vasat durumda. Sık orta derecede timsah sırtı çatlama, yaygın ciddi çatlama ve oluklanma. Sürüş kötü-orta arası, yüzey orta derecede deforme
4-5 yıl içinde yeniden inşa et veya 2 yıl içinde kapsamlı bir tesviye ile yeniden kapla	40-50	Kaplama kötü-vasat durumda. Orta derecede sık timsah sırtı çatlama sürme kalitesi düşük ile vasat arasında. Yüzey orta deforme
3 yıl içinde yüzeyi yeniden kapla (resurface)	50-65	Kaplama vasat durumda. Orta derecede kesikli timsah sırtı çatlama görünümü, sürme kapasitesi düşük ile vasat arasında
3-5 yıl içinde yeniden yüzey kaplaması yapmak	65-80	Kaplama vasat durumda, sık aralıklarla hafif çatlak oluşumu, hafif veya çok hafif oluklanma gözlenmekte, birkaç alanda ise timsah sırtı çatlama söz konusu. Sürüş kalitesi oldukça iyi, bazı kesimler deforme.
Yalnızca normal bakım	80-90	Kaplama iyi durumda sık aralıklarla çok hafif ya da hafif çatlak oluşumu. Sürüş kalitesi iyi olmakla birlikte birkaç kesimde deformasyon söz konusu.
Bakıma gerek yok	90-100	Kaplama mükemmel durumda birkaç çatlak bulunmakta. Sürüş mükemmel birkaç kesimde hafif deformasyon söz konusu

- Transportation Research Board Record No.700'den alınmıştır

ÖZGEÇMİŞ

ONUR BURAK MİLLİ

onurbm@hotmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2011-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği A.B.D. , Antalya
Lisans 2000-2006	Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans 2002-2006	Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü
Lisans 2006-2010	Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Yapı Kontrol Müdürü 2011-Devam Ediyor	Muratpaşa Belediyesi Yapı Kontrol Müdürlüğü, Antalya
Şirket Sahibi 2007-2010	OBM İnşaat Proje ve Müteahhitlik , İzmir