

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**ESNEK ÜSTYAPILI YOLLARDA ÇATLAK TAMİR  
YÖNTEMİ UYGULANARAK ASFALT ÖMRÜNÜN  
UZATILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**SENCER HACIOĞLU**

**İSTANBUL, 2013**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**  
**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ESNEK ÜSTYAPILI YOLLARDA ÇATLAK TAMİR**  
**YÖNTEMİ UYGULANARAK ASFALT ÖMRÜNÜN**  
**UZATILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**  
**TEZ DANIŞMANI : Dr. İbrahim SÖNMEZ**

**SENCER HACIOĞLU**

**İSTANBUL, 2013**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**  
**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tezin Adı: Esnek Üstyapılı Yollarda Çatlak Tamir Yöntemi Uygulanarak Asfalt Ömrünün Uzatılması

Öğrencinin Adı Soyadı: Sencer HACIOĞLU

Tez Savunma Tarihi: 28.05.2013

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F. Tunç BOZDURA  
Enstitü Müdür  
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI  
Program Koordinatörü  
İmza

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı : Dr. İbrahim SÖNMEZ

Üye : Prof. Dr. Mustafa ILICALI

Üye : Yrd. Doç. Dr. Aybike ÖNGEL

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmam sırasında her noktada bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez danışmanım Sayın Dr. İbrahim SÖNMEZ'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Her daim yanımda olan sevgili aileme ve sevgisi ile bana destek veren Gülay KARAKUŞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Nisan 2013

Sencer HACIOĞLU

# ÖZET

## ESNEK ÜSTYAPILI YOLLARDA ÇATLAK TAMİR YÖNTEMİ UYGULANARAK ASFALT ÖMRÜNÜN UZATILMASI

Sencer HACIOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi  
Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı : Dr. İbrahim SÖNMEZ

Nisan 2013, 94 Sayfa

Karayolları, gerek ülkemizde gerek dünyada hem yol hem yük taşımacılığında en büyük role sahiptir. Bu yoğun kullanım, zaman içerisinde karayollarında bozulmalar oluşmasına sebep olur. Bozulmaların sebepleri olarak; yoğun kullanım, hava koşulları, kullanılan malzemelerin özellikleri, olumsuz trafik koşulları ve zamanında gerçekleştirilmeyen test, kontrol ve müdahaleler sayılabilir. Farklı sebeplerden ötürü oluşan bozulma tipleri, farklı problemlere yol açar, dolayısıyla her birinin çözüm yöntemleri ayrı ayrı incelenmelidir.

Bu tez çalışmasında, karayollarındaki bozulma çeşitlerinden biri olan çatlaklar ele alınmış ve çatlakları tamir ederek, asfalt ömrünün uzatılması işlemi incelenmiştir. Bu çerçevede, öncelikle tez çalışmasının anlaşılabilmesi için gerekli olduğu düşünülen bazı kavramlar (karayolu üstyapısı, karayolu altyapısı, üstyapı malzemesinin özellikleri) verilmiş, ardından bozulma çeşitleri incelenmiş ve son olarak İstanbul ilinden bazı örnekler de verilerek çatlak tamir yöntemleri anlatılmıştır.

Bu tez çalışmasında, hem teorik hem uygulamalı bilgiler verilerek, karayollarındaki bozulma çeşitlerinden biri olan çatlaklar ele alınmış ve asfalt ömrünü uzatma işlemi incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Karayolu esnek üstyapısı, bozulmalar, çatlak tamir yöntemi

## ABSTRACT

### PROLONGING THE ASPHALT LIFE BY APPLYING FRACTURE REPAIR METHOD IN ELASTIC SUPERSTRUCTURE HIGHWAYS

Sencer HACIOĞLU

The Graduate School of Science  
Urban Systems and Transportation Assessment  
Master Program

Thesis Supervisor : Dr. İbrahim SÖNMEZ

April 2013, 94 Pages

Highways have the most important and larger role in both passenger and load transportation. This peak use causes the highway breakdowns in time. The causes of the breakdowns can be said as peak usage, weather conditions, the property of the materials, negative traffic conditions, delinquent test, controls and interferences. Every breakdown type that is happened because of different reasons can cause different problems so their solution methods must be investigated seperately.

In this thesis study, the fracture which is one of the breakdowns in the highways are handled and repairing this fracture and prolonging the asphalt life is investigated. In this concept, first of all, some definitions (highways superstructure, highway substructure, the material properties of superstructure) are given, then the breakbown types are explained and after that, while explaining the repair methods, some examples from İstanbul city are given.

In this thesis study, by giving both theoretical and application information, the fracture which is one of the breakdowns in the highway sare handled and the process of prolonging the asphalt life is investigated.

**Keywords :** Highway elasctic superstructure, breakdowns, fracture repairing method

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TABLolar .....	ix
ŞEKİLLER .....	x
KISALTMALAR.....	xii
SEMBOLLER.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KARAYOLU ESNEK ÜSTYAPISINI OLUŞTURAN TABAKALAR.....	3
2.1. KARAYOLU ALTYAPISI .....	3
2.2. KARAYOLU ÜSTYAPISI.....	4
2.2.1. Aşınma Tabakası.....	5
2.2.2. Binder Tabakası .....	5
2.2.3. Bitümlü Temel Tabakası .....	5
2.3. ASFALT KAPLAMALARIN ÖZELLİKLERİ.....	6
2.3.1. Stabilite .....	6
2.3.2. Rijitlik .....	6
2.3.3. Durabilite .....	6
2.3.4. Yorulma Mukavemeti.....	6
2.3.5. Esneklik.....	7
2.3.6. Geçirimsizlik.....	7
2.3.7. Kayma Mukavemeti.....	7
2.3.8. İşlenebilirlik.....	7
3. KARAYOLU ÜSTYAPI MALZEME ÖZELLİKLERİ.....	8
3.1. AGREGALAR .....	8
3.1.1. Doğal Agregalar .....	8
3.1.2. Yapay Agregalar .....	1
3.2. BİTÜM.....	3
4.KARAYOLU ESNEK ÜSTYAPISINDA MEYDANA GELEN BOZULMALARIN NEDENLERİ .....	7
4.1. TASARIM HATALARI.....	8
4.2.YAPIM HATALARI .....	9
4.3. BAKIM HATALARI.....	9
4.4. ÇEVRE VE İKLİM ŞARTLARI .....	10

4.5. TRAFİK ETKİLERİ.....	10
5. YOL ÜSTYAPISINDA MEYDANA GELEN BOZULMA TÜRLERİ .....	12
5.1. OTURMA, ÇÖKME, ONDÜLASYON VE KABARMALAR.....	12
5.1.1 Oturmalar .....	12
5.1.2 Çökmeler.....	13
5.1.3 Tekerlek İzi.....	13
5.1.4 Ondülasyon ve Yığılmalar .....	16
5.1.5 Kabarmalar .....	17
5.2. ÇATLAKLAR.....	17
5.2.1. Timsah Sırtı Çatlaklar .....	19
5.2.2. Kenar Çatlakları .....	19
5.2.3. Derz Çatlakları.....	20
5.2.4. Yansıma Çatlakları.....	21
5.2.5. Büzülme Çatlakları.....	22
5.2.6. Kayma Çatlakları.....	23
6. ASFALT KAPLAMALARIN BAKIMI .....	25
6.1. ÇATLAKLARIN YALITILMASI (DOLGUSU) .....	26
6.2. ÇATLAK DOLGU MALZEMELERİNİN UYGULAMA YÖNTEMLERİ .....	27
6.2.1. Akıtma Yöntemi .....	27
6.2.2. Bant Çekme Yöntemi.....	28
6.2.3. Kanal Açma ve Bant Çekme Yöntemi.....	29
6.2.4. Kanal Açma ve Doldurma Yöntemi .....	31
6.3. ÇATLAK/DERZ TAMİRİ UYGULAMASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR .....	34
6.4. ÇATLAK DOLGU MALZEMELERİ ve ÖZELLİKLERİ.....	36
7. KORUYUCU BAKIMIN OPTİMUM ZAMANLAMASI VE MALİYET ETKİNLİĞİ .....	38
7.1.ESNEK ÜSTYAPILI KARAYOLLARININ KORUYUCU BAKIMI .....	38
7.2.KAPLAMALARDA KORUYUCU BAKIMIN GEREKSİNİMLERİ .....	39
7.3. ÜSTYAPI KORUYUCU BAKIMIN KORUNMASI .....	40
7.4. KORUYUCU BAKIM İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ.....	41
7.5. BAKIM YÖNTEMLERİNİN OPTİMUM ZAMANLAMASI.....	42
7.6. BAKIM YÖNTEMLERİNİN MALİYET ETKİNLİĞİ .....	44
7.6.1. Bir Yöntemin Maliyet Etkinliğine Karar Verme .....	44
7.6.2. Faktörleri Seçme .....	45
7.6.3. Bakım Maliyetleri .....	46
8. İSTANBUL İLİ ANAARTER YOLLARDA UYGULANAN ÇATLAK TAMİRİ.....	49



<b>8.1. PENDİK SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU.....</b>	<b>53</b>
<b>8.2. KARTAL – PENDİK SAHİL YOLU.....</b>	<b>56</b>
<b>8.3. KARTAL SAMANDIRA TEM BAĞLANTI YOLU .....</b>	<b>59</b>
<b>8.4. PENDİK EŞREF BİTLİS BULVARI .....</b>	<b>62</b>
<b>9. SONUÇ.....</b>	<b>65</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>68</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>72</b>

## TABLolar

Tablo 3.1 :Agrega Özellikleri (Asfalt Gençleştirici Kullanarak Yüzey Tabakalarında Yüksek Oranlarda Kazınmış Asfalt Kullanımı ) .....	2
Tablo 3.2: Penetrasyonuna göre bitüm sınıflandırması.....	3
Tablo 5.1 : Çatlak oluşum nedenleri .....	18
Tablo 6.1 : Tavsiye edilen uygulama tipleri.....	26
Tablo 6.2 : TS EN 14188-1 Standartına göre çatlak/derz dolgu malzeme özellikleri.....	37
Tablo 8.1 : 2007 – 2008 Yılları İçerisinde Çatlak/Derz Uygulaması Yapılan Cadde Ve İmalat Miktarları .....	51
Tablo 8.2 : Çalışma yapılan yolların uzatılan hizmet ömrü .....	52
Tablo 8.3 : Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolunun Özellikleri .....	54
Tablo 8.4 : Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolu Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu .....	54
Tablo 8.5 : Kartal –Pendik Sahil Yolunun Özellikleri .....	56
Tablo 8.6 : Kartal – Pendik Sahil Yolu Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu .....	57
Tablo 8.7 : Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolunun Özellikleri .....	59
Tablo 8.8 : Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolu Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu.....	60
Tablo 8.9 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarının Özellikleri .....	62
Tablo 8.10 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu .....	63

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1 : Tipik bir yol en kesiti ve esnek üstyapısı.....	3
Şekil 2.2 : Tipik bir yol üstyapısı kesiti .....	4
Şekil 2.3 : Asfalt tabakası gösterimi.....	5
Şekil 3.1 : Bitümün farklı sıcaklıklardaki kıvamı .....	4
Şekil 3.2 : Bitümün zaman ve sıcaklığa göre davranışı .....	5
Şekil 3.3 : Bitümün sıcaklığa göre yük altındaki davranışı.....	5
Şekil 5.1 : Asfalt kaplamada tekerlek izi oluşumu.....	14
Şekil 5.2 : Yapısal tekerlek izi .....	15
Şekil 5.3 : Akma tekerlek izi.....	15
Şekil 5.4 : Yüzeysel tekerlek izi.....	16
Şekil 5.5 : Timsah sırtı çatlak görüntüsü .....	19
Şekil 5.6 : Kenar çatlak görüntüsü .....	20
Şekil 5.7 : Derz çatlak görüntüsü .....	21
Şekil 5.8 : Yansıma çatlağı görüntüsü .....	22
Şekil 5.9 : Büzülme çatlağı görüntüsü .....	23
Şekil 5.10 : Kayma çatlağı görüntüsü .....	24
Şekil 6.1 : Akıtma Yöntemi.....	28
Şekil 6.2 : Bant Çekme Yöntemi.....	29
Şekil 6.3 : Kanal Açma ve Bant Çekme Yöntemi.....	30
Şekil 6.4 : Kanal Açma Uygulaması Görüntüsü .....	30
Şekil 6.5 : Bant Çekme Uygulaması Görüntüsü .....	31
Şekil 6.6 : Kanal Açma ve Doldurma Yöntemi .....	32
Şekil 6.7 : Kanal Açma Uygulaması .....	33
Şekil 6.8 : Derz/Çatlak Malzemesi Doldurma Uygulaması .....	33
Şekil 6.9 : Kurutma işleminin tam yapılmaması nedeni ile dolgu malzemesinin bozulması... 34	
Şekil 6.10 : Yeterli temizlik yapılmaması nedeni ile dolgu malzemesinde bozulma başlangıcı .....	35
Şekil 6.11 : Kurutma işlemi sırasında kullanılan sıcak havanın mevcut yüzeyle fazla temas etmesi sonucu bitümde meydana gelen bozulma.....	35
Şekil 6.12 : Çatlak/Derz malzemesi uygulama yüksekliği.....	36
Şekil 7.1 : ÜYS alt sistemlerinin toplam maliyet üzerindeki etki düzeyleri .....	39
Şekil 7.2 : Kaplamanın koruyucu bakımlı ve koruyucu bakımsız bozulma eğrisi.....	42
Şekil 7.3 : Toplam maliyetin süre ile ilişkisi.....	42
Şekil 7.4 : Çeşitli bakım ve onarımın zamanlama ile ilişkisi .....	43
Şekil 7.5 : Bakım ve onarımın yaşlanma fonksiyonuna göre maliyeti.....	44
Şekil 7.6 : Bir yol üstyapısının performans eğrisi .....	47
Şekil 8.1 : İstanbul ilinde yıllara göre sıcak asfalt serim tonajları .....	49
Şekil 8.2 : İstanbul ilinde yıllara göre finişerli sıcak asfalt serim tonajları.....	50
Şekil 8.3 : İstanbul ili yıllara göre çatlak/derz imalatı metrajları (M).....	50
Şekil 8.4 : İstanbul İli Yıllara Göre Serim Yapılan Yol Uzunlukları (Km).....	51
Şekil 8.5 : Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolu .....	53

Şekil 8.6 : Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu Günlük İmalat Miktarları (m).....	55
Şekil 8.7 : Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C).....	55
Şekil 8.8 : Kartal –Pendik Sahil Yolu .....	56
Şekil 8.9 : Kartal-Pendik Sahil Yolu Günlük İmalat Miktarları (m).....	58
Şekil 8.10 : Kartal Pendik Sahil Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C) .....	58
Şekil 8.11 : Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolu.....	59
Şekil 8.12 : Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu Günlük İmalat Miktarları (m) .....	61
Şekil 8.13 : Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C).....	61
Şekil 8.14 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı .....	62
Şekil 8.15 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı Günlük İmalat Miktarları (m) .....	64
Şekil 8.16 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C).....	64

## KISALTMALAR

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials

EAC : Eşdeğer yıllık maliyet

İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi

PPM : Üstyapı koruyucu bakımı

SMA : Stone Mastik Asphalt – Taş Mastik Asphalt

vb : ve benzeri

## SEMBOLLER

km : kilometre

cm : santimetre

mm : milimetre

C : karbon

H : hidrojen

S : sülfür

O : oksijen

N : azot

°C: santigrat derece

# 1. GİRİŞ

Ulaştırma, ülkelerin sosyo-ekonomik yapısının önemli etmenlerinden biridir. Ulaşım ağı, toplumsal, ekonomik ve kültürel iletişimi taşıyan önemli bir unsurdur.

Türkiye’de ulaştırmanın önemli bir kısmı karayolu ile yapılmaktadır, mevcut durum itibariyle yolcu taşımacılığının yüzde 97’si, yük taşımacılığının ise yüzde 89’u karayoluyla gerçekleştirilmektedir.<sup>1</sup>

Türkiye’de mevcut karayolları esnek üstyapı şeklinde sathî ve asfalt betonu kaplamalar olarak inşa edilmiştir. Esnek üstyapılar hızlı ve kolay inşaat imkanı ile şehir içi ve şehir dışı yollarda trafik sıkışıklığına neden olmadan güvenli ve hızlı bir şekilde, yolun trafiğe açılmasını sağlaması, sürüş konforunu arttırması, uzun süre bağlayıcı özelliğini kaybetmemesi, içerisinde yer alan bitüm ve agreganın kısmen geri dönüştürülebilir olması nedeniyle tercih edilen bir yol üstyapı malzemesidir.

Türkiye’de toplam 65.049 km yolun 13.680 km’si asfalt betonu, 47.912 km’si sathî kaplamadır.

Karayolu projeleri yüksek maliyetli yatırımlardır. Türkiye’de ve özellikle büyük şehirlerde trafik hacmi ve buna bağlı olarak, kaplama gerilmelerindeki artış, üstyapı problemlerinin daha sık yaşanmasına, gerekli müdahalelerin yapılmaması durumunda da yolların hesaplanandan daha kısa sürede hizmet ömrünü tamamlamasına neden olmaktadır. Bu durum ekonomik yönden büyük kayıpları beraberinde getirmektedir. Yolun hizmet ömrü içerisinde yoldan maksimum şekilde faydalanılması veya ömrünün uzatılması için belirli periyotlarda gerekli ve yeterli bakım yapılması gereklidir.

Bu çalışmanın ana amacı, esnek üstyapılı karayollarında uygulanan koruyucu bakım yöntemlerinden çatlak/derz dolgu yönteminin incelenmesi ve ülkemizde uygulanabilirliğinin araştırılarak karayolunun hizmet ömrünü uzatmada ne kadar etkili olduğunun tespit

---

<sup>1</sup> Karayolları Genel Müdürlüğü 2013

edilmesidir. Tez çalışmasının birinci bölümünde tez çalışmasının amacı ve yöntemi anlatılmış, diğer bölümlerde neler bulunduğu ifade edilmiştir.

İkinci bölümde, karayolu esnek üstyapısını oluşturan tabakalar anlatılmıştır. Bu çerçevede, karayolu altyapısı ve üstyapısından bahsedilmiş ve asfalt tabakasının özellikleri ifade edilmiştir.

Üçüncü bölüm de, karayolu üstyapısında kullanılan malzemeleri ele almış ve bazı malzemeleri (agrega, bitüm) anlatmıştır.

Tezin dördüncü bölümü, karayolu esnek üstyapısında meydana gelen bozulmaları ve bunların nedenlerini açıklamaktadır. Bu bozulma sebepleri olarak tasarım hataları, yapım hataları, bakım hataları, çevre ve iklim şartları ile trafik etkileri bulunmaktadır.

Yol Üstyapısında Meydana Gelen Bozulma Türleri ismini taşıyan beşinci bölümde oturma, çökme, tekerlek izi, ondülasyon, yığılma, kabarma, çatlak gibi bozulma türleri hakkında bilgi verilmiştir.

Altıncı bölüm, beşinci bölümde verilen yol bozulmalarının önlenmesi için yapılabilecek bakım türlerini ifade etmektedir, bu bakım yöntemleri genel olarak; çatlakların yalıtılması, çatlak dolgu malzemelerinin uygulanması yöntemleri, çatlak/derz uygulama hataları, çatlak dolgu malzemeleri ve özellikleri şeklinde başlıklar içermektedir.

Yedinci bölüm, koruyucu bakımın optimum zamanlaması ve maliyet etkinliği şeklinde adlandırılmıştır ve genel olarak yapılan bakımın korunması, bakımın iyileştirme yöntemleri, bakım yönetiminin zamanlaması gibi konularda çeşitli bilgiler vermektedir.

Konu anlatımı ile ilgili son bölüm olan sekizinci bölüm konuya birer örnek verebilmek açısından İstanbul ili İBB anaarter yollarında uygulanan çatlak tamiri ile ilgili uygulamalar verilmiştir.

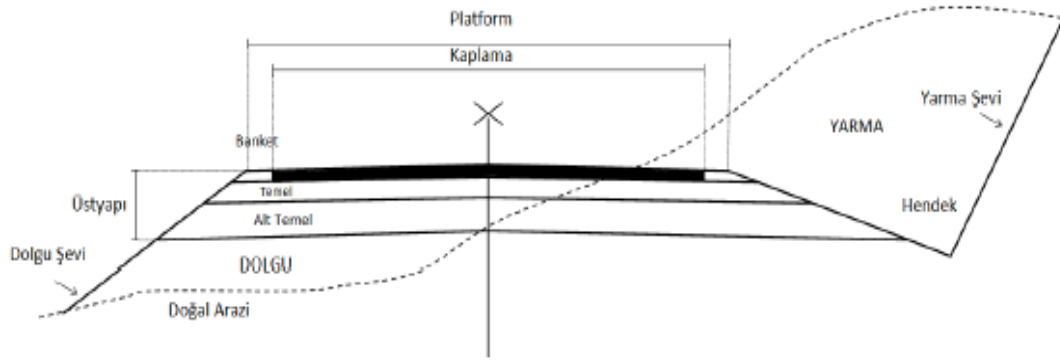
Sonuç bölümünde ise tezde verilen literatür bilgileri ve yapılan uygulamadan elde edilen sonuçlar ifade edilmiştir.



## 2. KARAYOLU ESNEK ÜSTYAPISINI OLUŞTURAN TABAKALAR

Karayolu yapısı, “önceden belirlenen geometrik standartlara bağlı olarak saptanmış olan bir güzergah boyunca doğal zeminin istenen yükseltilere getirilmesi ve üzerinde motorlu taşıtların hız, güvenlik ve konfor koşulları altında hareketlerinin sağlanabilmesi için inşa edilen yapılardır” (Özen 2004) şeklinde tanımlanmaktadır.

Şekil 2.1 : Tipik bir yol en kesiti ve esnek üstyapısı



Kaynak : Bağdatlı 2010

### 2.1. KARAYOLU ALTYAPISI

Yapımı tamamlanmış bir karayolunda tesviye yüzeyi ile doğal zemin çizgisi arasında altyapı denir. Altyapı, dolgu kesimlerinde dışarıdan getirilen dolgu malzemesi, yarma kesimlerinde ise doğal zemindir. Ayrıca menfez, viyadük, istinat duvarı gibi sanat yapıları da altyapıya dahildir.

Karayolu altyapısının görevleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

- İstenen kotta düzgün bir yüzey sağlamak
- Üstyapıdan gelen yükleri daha geniş bir alana yaymak
- Az da olsa yolu dış etkenlerden korumak

Bu görevleri altyapının yerine getirebilmesi için trafik yükleri, don ve su etkilerine karşı dayanıklı malzemeden oluşturulmalıdır (Özen 2004).

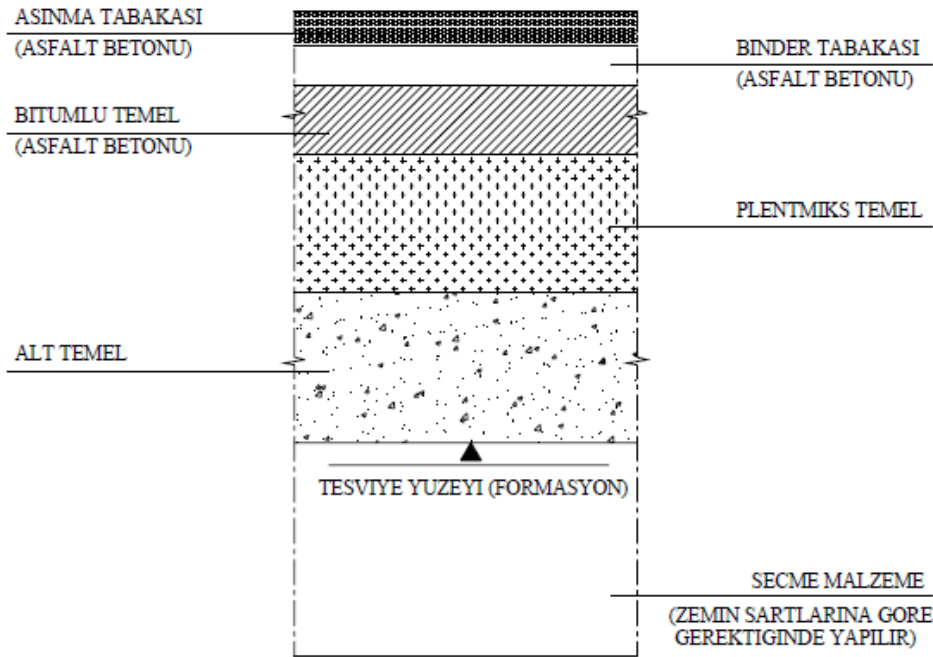
## 2.2. KARAYOLU ÜSTYAPISI

Karayolu üst yapısı alt yapı üzerine inşa edilen kaplama, temel ve alttemel tabakalarından oluşan yol yapısıdır. Karayolu üst yapısı taşıtlara düzgün ve konforlu bir sürüş sağlaması, üzerine gelen yükleri sönmülendirerek homojen bir şekilde alt yapıya ulaştıracak ve yol alt yapısını dış etkenlerden koruyacak şekilde inşa edilir.

Karayolu üst yapısı kaplamada kullanılan bağlayıcı malzeme özelliklerine göre rijit ve esnek olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Kaplamalarda bağlayıcı malzeme olarak çimento kullanılmış ise rijit, bitüm kullanılmış ise esnek üst yapılar olarak adlandırılır.

Projelendirme aşamasında yolun üst yapı tipine karar verirken çevre koşullarına, yolun trafik yoğunluğuna, yolun yapım ve bakım maliyetleri göz önünde bulundurulur. Şekil 2.2’de tipik bir karayolu üstyapısının kesiti verilmektedir.

Şekil 2.2 : Tipik bir yol üstyapısı kesiti



Kaynak : Şen 2006

### 2.2.1. Aşınma Tabakası

Üstyapının en üst tabakası olan aşınma tabakası, genellikle 5 cm kalınlığında uygulanmaktadır. En önemli görevi, üzerine gelen yükleri dağıtarak alt tabakalara iletmektir.

Ağır trafikli devlet yollarında ve otoyolların aşınma tabakasında yüksek mukavemetli, kayma direnci yüksek SMA (Stone Mastik Asphalt)- Taş Mastik Asphalt gibi bitümlü sıcak karışımlar kullanılmaktadır (Sönmez 2010).

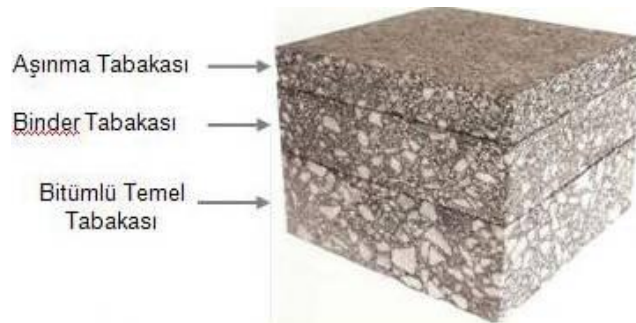
### 2.2.2. Binder Tabakası

Binder tabakası, yoğun gradasyonlu geleneksel tip asfalt olup, bitümlü temel tabakası ile aşınma tabakası arasındaki ara tabakadır. Üzerine gelen trafik yüklerinin bitümlü temel tabakasına yayılarak iletilmesini sağlarlar. Binder tabakası trafiğe bağlı olarak genellikle 6-8 cm kalınlığında uygulanmaktadır (Sönmez 2010).

### 2.2.3. Bitümlü Temel Tabakası

Trafiğe bağlı olarak genellikle 8-15 cm kalınlıklarında uygulanan bitümlü temel tabakası, genellikle bağlayıcısız plent miks temel üzerine uygulanan yoğun gradasyonlu bir asfalt tabakadır. Bitümlü temel tabakasını oluşturan tanelerin maksimum boyut  $1\frac{1}{2}$  (37,50 mm)'dir. Bu tabakada iri tanelerin kullanılmasından dolayı boşluklu bir yapı oluşur; bu boşluk sayesinde tabandan gelen kuvvetler (f) bir üst tabakaya (binder tabakası) ulaşmaz. Şekil 2.3'te bir asfalt tabakasının gösterimi bulunmaktadır (Sönmez 2010).

Şekil 2.3 : Asfalt tabakası gösterimi



Kaynak : Sönmez, 2010

## **2.3. ASFALT KAPLAMALARIN ÖZELLİKLERİ**

Esnek kaplama tabakalarının gerek kaliteleri gerek davranışları pek çok özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Aşağıda, esnek kaplama tabakalarının özellikleri ve açıklamaları verilmiştir.

### **2.3.1. Stabilité**

Taşıtlardan oluşan statik ve dinamik yüklerin meydana getirdiği kesme kuvvetine ve deformasyonlara kaplamanın dayanmasıdır. Bitümlü karışımı meydana getiren agrega ve bitümün fizikî özellikleri asfalt karışımının stabilite değerine etki eder. Asfalt kaplamanın bulunduğu yerin iklimi, trafiği, tipi ve hacmi itibariyle yüksek stabilite istendiğinde düşük penetrasyonlu bitüm kullanılmalıdır. Soğuk kış şartlarının hüküm sürdüğü yerlerde ise kaplamanın çatlamaya dayanıklılığını göz önüne alarak yüksek penetrasyonlu bitümler kullanılmalıdır (Sönmez 2010).

### **2.3.2. Rijitlik**

Asfalt karışımların yükleme süresi ve ısı etkisi altında gerilme ve deformasyon arasındaki ilişkinin ifadesidir. Rijitlik; yükleme süresi, ısı ve bitümün penetrasyonu azaldıkça, karışım yoğunluğu arttıkça artmaktadır (Sönmez 2010).

### **2.3.3. Durabilite**

Asfalt karışımların durabilitesi, trafik ve çevre şartlarının aşındırma etkisine karşı koymasındır. Diğer bir ifade ile asfalt kaplamanın aşınmaya, kabarmaya, soyulmaya ve oksidasyona dayanmasıdır (Sönmez 2010).

### **2.3.4. Yorulma Mukavemeti**

Asfalt karışımların yorulma mukavemeti, kaplamada çatlamalar oluşmadan tekrar eden yükler etkisinde eğilmeye müsaade etme yeteneğidir. Rijitlik, gradasyon ve yoğunluk, bitüm

penetrasyonu, bitüm miktarı, asfalt kaplamanın tabaka kalınlığı ve eğilme gerilmesi arttıkça yorulma mukavemeti de artmaktadır (Sönmez 2010).

### **2.3.5. Esneklik**

Asfalt karışımların esnekliği, çatlamadan eğilebilme yani kalıcı olmayan deformasyon ve zeminin veya temel tabakasının uzun dönemli oturma durumunda bu çökmelere uyum sağlayabilme kabiliyetidir. Asfalt kaplamanın esnekliğine; bitümün penetrasyonu, asfalt karışımındaki bitüm miktarı ve filler etki eder (Sönmez 2010).

### **2.3.6. Geçirimsizlik**

Asfalt karışımlardaki geçirimsizlik, kaplamanın içine hava ve suyun nüfus etmesinin bir ölçüsüdür. Geçirimsizlik attıkça hava ve suyun etkisi ile bitümün yaşlanması hızlanır, soyulma mukavemeti azalır ve donma-çözülme tekrarlanması artıkça agreganın parçalanması meydana gelir (Sönmez 2010).

### **2.3.7. Kayma Mukavemeti**

Taşıtların asfalt kaplama üzerinde emniyetle hareket etmesini ve durmasını sağlayan, kaplama yüzeyinin sürtünme mukavemetidir. Kayma mukavemeti karışımdaki agreganın aşınmaya olan dayanıklılığı, asfalt karışımının gradasyonu, bitüm miktarı ve boşluk yüzdesine bağlıdır (Sönmez 2010).

### **2.3.8. İşlenebilirlik**

İşlenebilirlik asfalt karışımının karıştırma, serme ve sıkıştırma esnasında gösterdiği kolaylığın ölçüsüdür. Karışımın bu özelliği agreganın gradasyonu, bitüm miktarı ve agreganın maksimum dane boyutu ile şekli ve yüzey yapısı ile ilgilidir (Caltrans Divisions of Maintenance 2003, Tunay 2008).

### **3. KARAYOLU ÜSTYAPI MALZEME ÖZELLİKLERİ**

Esnek tür yol üstyapılarında taşıyıcı bünyenin iskeletini sağlamak üzere agregalar, bunların birbirine bağlantısını sağlamak üzere de hidrokarbonlu bağlayıcılar kullanılmaktadır. Doğal olarak agregalar ve bağlayıcı malzemeler için kalite kontrol yöntemleri olacağı gibi, bunların sıcak ve soğuk ortamda karıştırılmasıyla elde edilecek karışımların da kalite kontrol yöntemleri mevcuttur. Günümüzde esnek yol üstyapılarında, hidrokarbonlu bağlayıcı olarak çoğunlukla bitümler kullanılmaktadır (Dündar 1998).

#### **3.1. AGREGALAR**

Agregalar, yol yapımında kullanılan ana malzemelerdir. Agregaların geleneksel asfalt karışımları içerisindeki oranı yaklaşık olarak ağırlıkça yüzde 90-95, hacimce yüzde 75-85 civarındadır. Üstyapının ağırlıkça ve hacimce önemli bir kısmını oluşturan agrega, yola etkileyen yüklerin oluşturduğu gerilmelerin karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bakımdan agregaların özellikleri, yol mühendisleri için çok önemli olup, değişik agrega tiplerinin karakteristiklerinin bilinmesi, yolların projelendirilmesi için gereklidir.

Yol agregaları orjinlerine göre doğal ve yapay agregalar olarak iki gruba ayrılmaktadır (İlçalı vd 2001).

##### **3.1.1. Doğal Agregalar**

Doğal olarak oluşmuş kayalardan fiziksel yolla doğrudan doğruya elde edilirler. Doğal agreganın ham maddesi olan kayaların birçok değişik tipi vardır; ancak hepsi de değişik yapılarda bir araya gelmiş olan mineral tane ve kristallerden oluşmuştur.

Doğal kayalar orjinlerine göre mağmatik, tortul (sedimenter) ve metamorfik olarak üçe ayrılırlar (İlçalı vd 2001).

### 3.1.2. Yapay Agregalar

Endüstriyel işlemler sonucu elde edilen bu gruba cüruf, klinkler ve çimento girmektedir. Cüruf; demir- çelik endüstrisinde atık madde olarak yüksek fırınlardan elde edilir. Yüksek fırın cürufu ve çelik cürufu olarak yol üstyapısının çeşitli tabakalarında kullanılabilir (İlıcılı vd 2001).

Klinkler; fırınların bir artığı olup, küllerin eriyerek topaklar haline gelmesinden oluşur. Klinkler çok değişebilen bir malzemedir. Bu nedenle de yalnız bu iş için ve şartnameye uygun klinkler yol üstyapısında kullanılabilir (İlıcılı vd 2001).

Çimento; üstyapıda agrega bileşiminde filler olarak kullanılır. Çimentonun filler olarak kullanılmasında, bağlayıcı malzeme olmasının önemi yoktur. Granülometrik bileşimi, saf olması bitümlerle herhangi bir reaksiyona girmemesi gibi özellikleri nedeniyle filler olarak kullanılmaya elverişlidir (İlıcılı vd 2001).

Esnek yol kaplamalarında kullanılacak agreganın, kökeni ne olursa olsun, her kaplama türü için, şartnamelerde verilen fiziksel özellikleri sağlaması gerekir. Agregaların özelliklerinin yeterli olup olmadığını belirlemek için kullanılan deneyler şunlardır.

- a) Tane Dağılımı (Granülometri) Deneyi : Çimentonun beton karışımı içindeki en pahalı bileşen olması nedeniyle, gerekli işlenebilirlik, dayanım ve kalıcılık özelliklerinin sağlanması koşulu ile karışımdaki çimento hamuru gereksiniminin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, karışımda kullanılacak agreganın granülometrisi, başka bir deyişle tane boyutu dağılımı, işlenebilir bir beton için gerekli olan çimento hamuru ihtiyacının belirlenmesi açısından da önemli bir karakteristiktir ve yapılacak deneylerle belirlenmesi gerekmektedir (Güneş & Yüce 2011).
- b) Aşınmaya Karşı Direnç Deneyi : Bu deney, iri agregaların parçalanma direncinin tayini için yapılacak işlemleri kapsar. Los Angeles deneyi ve darbe deneyi olmak üzere iki alternatiften biri kullanılarak gerçekleştirilir. Direnç tayini metotları, yapı ve inşaat mühendisliğinde kullanılan yapay ve tabii agregalara uygulanır. Kütlesi bilinen agrega numunesi, tamburda çelik bilyalar ile birlikte döndürülür. Döndürme

işlemden sonra 1,6 mm açıklıklı elekte kalan malzemenin miktarı belirlenir (Megep 2006).

- c) Hava Etkilerine Karşı Dayanıklılık (Donma – Çözülme) Deneyi : Bu deneyde mevcut agreganın hava şartlarına karşı dayanıklılığının ölçülebilmesi için oldukça düşük sıcaklıklarda, yeterli süre tutulması ve buna karşın nasıl davrandığının belirlenmesi işlemleri yapılır (Yıldız vd 2006).
- d) Cilalanma Direnç Deneyi : Bu deney, agreganın, trafik altında sürtünme ile aşındırıldığında ne dereceye kadar cilalanacağı belirlenmek amacıyla yapılır. Sert ve pürüzlü agregalarda, (bazalt,granit,v.b) cilalanma değeri yüksektir. Çok sert olmayan ve pürüzlülüğü az olan agregalarda (kalker gibi) cilalanma değeri düşüktür. Cilalanma değeri yüksek agregalar ile yapılan kaplamanın pürüzlülüğü ve buna bağlı olarak kaymaya karşı direnci fazladır. Ancak kaymaya karşı direnç gradasyona ve karışım tipine de bağlıdır (Orhan 2012, Gürer vd 2006).
- e) Özgül Ağırlık ve Su Emme Deneyi : Agreganın numunesinin doymuş kuru yüzey ve kuru ağırlık kütlelerini tespit edip, hacmine oranlayarak tane yoğunluğunu bulmak amacıyla gerçekleştirilir <sup>1</sup>.
- f) Soyulmaya Karşı Direnç Deneyi : Bir asfalt kaplamasının ömrü geniş ölçüde agreganın suyun etkisine karşı yapışma kabiliyetine bağlıdır. Bu deneyde, suyun ve trafiğin bir arada etkimesiyle bağlayıcı maddenin agreganın üzerinden ayrılma kapasitesi belirlenmesi amaçlanmaktadır (Atatürk Üniversitesi 2008).

Bu deneyler ile ilgili bilgi, Tablo 3.1’de görülmektedir.

**Tablo 3.1 :Agrega Özellikleri (Asfalt Gençleştirici Kullanarak Yüzey Tabakalarında Yüksek Oranlarda Kazınmış Asfalt Kullanımı )**

Deneyler	Birim	Deney Metodu	Şartname	
Yassılık İndeksi	Maks.	%	TS 9582 EN 933-3	30
Aşınma Kaybı (Los Angeles)	Maks.	%	TS EN 1097-2	30
Absorbsiyon	Maks.	%	TS EN 1097-6	2,0
Magnezyum Sülfat Donma Kaybı	Maks.	%	TS EN 1367-2	16
Soyulma Mukavemeti	Min.	%	Nicholson	50
Kaba Agreganın Özgül Ağırlık		g/cm <sup>3</sup>	TS EN 1097-6	-
İnce Agreganın Özgül Ağırlık		g/cm <sup>3</sup>	TS EN 1097-6	-
Filler Özgül Ağırlığı		g/cm <sup>3</sup>	TS EN 1097-7	-

Kaynak : Sönmez vd 2010

<sup>1</sup> Bursa Test 2012



Karışımlarda kullanılması düşünölen iri agregaların bağlayıcı ile yeterli adezyon oluşturabilmesi için yüzeylerinin, pürüzlü kil ve şilt gibi çamurlu maddelerden arındırılmış olması gerekir. Bu nedenle esnek tip yol üstyapı kaplamalarda çakıl türü cilalanmış yüzeyli agregalar yerine kırmataş (mıcır) tercih edilmelidir (Dinç 1999).

### 3.2. BİTÜM

Karbondisülfid içerisinde tamamen eriyebilen ve hidrokarbonlardan oluşmuş likit, yarı katı ve katı halde bulunan organik kökenli maddelerdir. Yol kaplamalarında kullanılan bitümlü bağlayıcılar, bitkisel kökenli kömürden elde edilen katranlar hayvansal kökenli petrolden elde edilen asfaltlardır.

Bitümler çok karmaşık bir kimyasal yapıya sahip olmaları nedeniyle mühendislik özellikleri genel olarak fiziksel özellikleri ile belirlenir. Birçok bitüm; yüzde 82-88 karbon (C), yüzde 8-11 hidrojen (H), yüzde 0-6 sülfür (S), yüzde 0-1,5 oksijen (O) ve yüzde 0-1 azottan (N) meydana gelmektedir (Ann Johnson 2000, Tunç 2001). Asfalt karışımı yapımında kullanılan bitümler Tablo 3.2’de belirtildiği gibi sınıflandırılır.

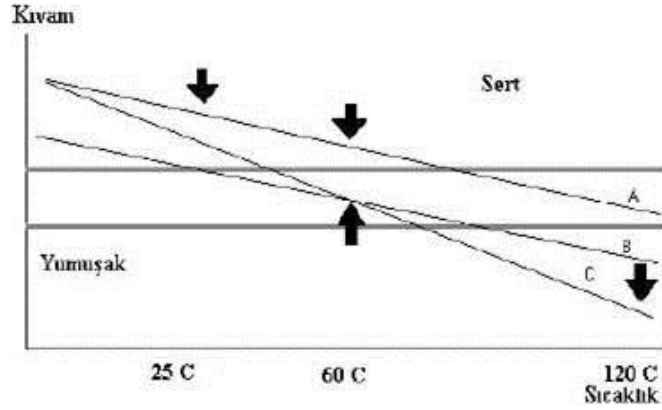
Bitümlü karışımlar, agrega ve uygun oranda katılan bitümlü bağlayıcılar ile elde edilir. Bitümlü karışımların kohezyonu bitümlü malzemeler tarafından sağlanırken agrega ise karışımın içsel sürtünme direncinden ve stabilitesinden sorumludur (Tunç 2001). Bitümlü karışımlar serbest agrega malzemesine göre çok pahalı olduklarından yol yapımında çoğunlukla, yalnızca kaplama tabakalarının yapımında kullanılır. Bitümlü karışımlar pahalı olmakla beraber birçok yararlı özelliğe sahiptir.

**Tablo 3.2: Penetrasyonuna göre bitüm sınıflandırması**

B 40/60	B 50/70	B 70/100	B 100/150	B 160/220
---------	---------	----------	-----------	-----------

Türkiye’de halen kullanılan bitüm sınıflandırma sisteminde, bitümün penetrasyon değeri esas alınmaktadır. Penetrasyon deneyi bütün asfaltlar için 25°C’de yapılmaktadır. Şekil 3.1’de, üç adet bitüm numunesinin farklı sıcaklıklardaki kıvamları gösterilmektedir (Dinç 1999).

**Şekil 3.1 : Bitümün farklı sıcaklıklardaki kıvamı**



Kaynak : Sönmez 2010

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, 25°C'de her üç numune sert olarak nitelendirilecek bir kıvamdadır. Değişen sıcaklık şartlarında A ve B bitümleri birbirine benzerlik gösterirken, C bitümü sıcaklığın etkisiyle A ve B bitümlerine oranla daha hızlı yumuşama göstermektedir. 60°C'de penetrasyonları aynı olan B ve C bitümlerinden C, düşük sıcaklıklarda B'den daha sert iken, yüksek sıcaklıklarda B'den daha yumuşaktır (Sönmez 2010).

Bitüm sınıfları penetrasyon değerine göre aynı olsa da, farklı sıcaklıklardaki davranışları farklı olmaktadır. Kullanılan geleneksel yöntemde, bitümler sıcaklık şartlarına bağlı olarak farklı davranışlar gösterebilmektedir. Bitümün davranışı, maruz kaldığı sıcaklık ve yük/yükleme hızına göre değişiklik göstermektedir. Yavaş yüklemenin (yavaş hareket eden veya duran trafik yükleri) yapacağı etkiyi yüksek sıcaklıklardaki davranışla, hızlı yüklemeyi ise düşük sıcaklıklardaki davranışla temsil etmek mümkündür. Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, bitümdeki 60°C'de 1 saatlik akış miktarı ile 25°C'deki 10 saatlik akış miktarı birbirine eşdeğerdir<sup>1</sup> (Dinç 1999-2000).

<sup>1</sup> Superpave 1997

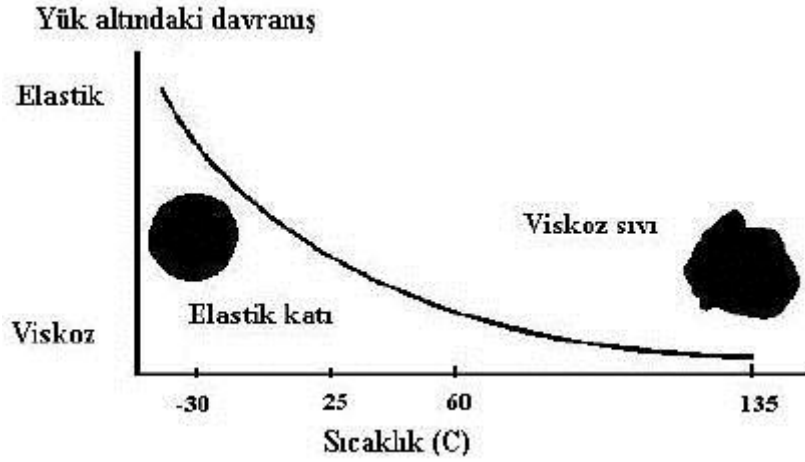
Şekil 3.2 : Bitümün zaman ve sıcaklığa göre davranışı



Kaynak : Sönmez 2010

Düşük sıcaklıklarda elastik özelliklere sahip olan bitüm, yüksek sıcaklıklarda viskoz bir sıvı haline gelmektedir (Şekil 3.3).

Şekil 3.3 : Bitümün sıcaklığa göre yük altındaki davranışı



Kaynak : Sönmez 2010

Bitümün yüksek, düşük ve orta sıcaklıklardaki davranışı aşağıdaki gibi özetlenebilir :

a) Yüksek sıcaklıklarda bitümün davranışı

Çöl iklimi gibi sıcak koşullarda ya da yavaş hareket eden veya park halindeki yüklerin sebep olduğu sürekli ve değişmeyen yükler altındaki yollarda, bitüm kıvamlı bir sıvı gibi davranır.

Sıcak bitüm gibi viskoz sıvılar, akmaya başladıklarında, soğuma olsa bile eski durumlarına gelemedikleri için plastik olarak nitelendirilirler. Tekrar eden tekerlek yükleri nedeniyle bazı asfalt kaplamalar, tekerlek izlerinin oluştuğu kesimlerde akarlar. Bununla birlikte sıcak havalarda üstyapıda oluşan tekerlek izi, agrega özellikleri ile de yakından ilgilidir (Dinç 1999).

b) Düşük sıcaklıklarda bitümün davranışı

Soğuk iklim koşullarında ya da hızlı hareket eden trafik yükleri altında bitüm elastik katı bir davranış gösterir. Ancak, bitüm düşük sıcaklıklarda elastik katı davranış sergilese de, aşırı yüklendiğinde kırılabilir veya çatlayabilir. Asfalt kaplamalarda soğuk havalarda ısı çatlakları görülür. Bu duruma, düşük ısı nedeniyle kaplama yüzeyinin büzülme çabasının ortaya çıkardığı gerilmeler neden olur (Dinç 1999).

c) Orta sıcaklıklarda bitümün davranışı

Pek çok çevre koşulları aşırı sıcaklar ile aşırı soğuklar arasındadır. Bu tür iklime sahip bölgelerde bitüm, hem kıvamlı sıvı hem de elastik katı özellikler sergiler. Bitüm ısıtıldığında, düzgün ve boşluğu az bir yüzey elde edebilecek şekilde karıştırmaya, agrega yüzeyinin bitümle kaplanmasına ve sıkıştırmaya imkân tanıyan bir kayganlaştırıcı gibi davranır. Soğuduğunda ise agregayı bir arada tutan bir yapıştırıcı gibidir. Bu nedenle bitümün davranışı viskoelastik olarak değerlendirilir. Yani sıcaklık ve yük/yükleme hızına bağlı olarak hem elastik, hem de viskoz özellikler taşır (Dinç 1999).

## 4.KARAYOLU ESNEK ÜSTYAPISINDA MEYDANA GELEN BOZULMALARIN NEDENLERİ

Yollar yeni inşa edildiklerinde iyi durumdadırlar. Ancak trafik yükleri ve iklim koşulları nedeniyle zamanla bozulurlar. Bu bozulmalar, başlangıçta çok yavaş olduğu için yolun servis seviyesini koruyabilmek için sadece periyodik bakıma ihtiyaç gösterirler. Ancak, süre ilerleyip zamanında bakım ve iyileştirme yapılmazsa, bozulmalar artarak çok pahalı bakım ve iyileştirme seçeneklerine gereksinim gösterirler. Bu nedenle bozulmaya başlamış yollarda, zamanında yapılmış bakım programları, en fazla kazancı sağlar (Doğan 2006).

Yapılacak bakım programları, üst yapının sağlıklı değerlendirilmesi ile başlar. Bu amaçla bozulmaya yüz tutan yolların yapısal dayanımının, yüzey bozukluklarının ve üstyapı tabakalarının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Genellikle etütler sonucunda toplanan verilerle analizler yapılır ve üstyapı takviye kalınlıkları belirlenir. Genel olarak, esnek üstyapılardaki bozuklukların gruplandırılması şu şekildedir;

- a) Çatlaklar, Oturmalar, Ondülasyonlar
- b) Çukurlar
- c) Segregasyon, Sökülme ve Soyulmalar (Doğan 2006)

Üstyapı bozulması daha önce de tarif edildiği gibi, bir üstyapının tasarım süresi sonunda trafik yükleri ve çevresel etkiler sonucunda düşmesi beklenen hizmet yeteneğinin bir derecesidir. Üstyapı bozulmalarında, öncelikle bozulma nedenlerinin araştırılması gerekir. Bozulmaya neden olan etkenler tespit edilip, yok edildikten sonra yapılacak bakım ve onarım çalışmaları sayesinde, ileride tekrarlanabilecek olan bozulmalar da önlenmiş olacaktır (Doğan 2006).

Türkiye şartlarında, tasarım metodunun ve malzemenin yanlış seçimi, trafiğin öngörülen artışı, iklimsel şartları ağırlığı, yol bakım sırasındaki projeye ve etkinliğe uygunluk oluşturulmayan yapımlar, bakım biriminin daha az etkin çalışması ve diğer birimler ile koordinasyon eksiklikleri, başlıca bozulma nedenleridir (Doğan 2006).

Bir yolun hizmet ömrünü uzatmanın veya ekonomik ömrü içerisinde ondan ekonomik bir şekilde faydalanmanın tek çözümü, gerekli düzeyde devamlı bakım yaparken, üstyapısının dayanımını gerekirse onarım çabalarıyla yükseltmektir (Doğan 2006).

Yol bozulmalarının giderilmesi, ancak bozulma nedenlerinin iyice anlaşılmasına bağlıdır. Aksi takdirde, nedeni anlaşılmayan veya yanlış anlaşılan bozuklukların bakım ve onarım hizmetleri, mevcut aksaklıkları gidermekten uzak kalacaktır (Doğan 2006).

Yol sonsuz uzunlukta bir yapı olduğuna göre, yol boyunca bozulmaya etki eden faktörler devamlı değişim göstermekte, şartnamesine uygun inşa edilse de mevcut zemin yapısı, nem oranı, iklim, trafik miktarları, farklı dingil yükleri gibi faktörler yolu etkilemektedir. Böylece, sayısız aksaklıklar yüzeyde kendini gösterirken, kullanıcıları tarafından bu bozukluklar gözlenmekte ve kullanıcılar bunların giderilmesi konusunda kamuoyu ile baskı unsuru oluşturmaktadır (Doğan 2006).

Genel olarak, yol üstyapısında meydana gelen bozulmalar, fonksiyonel bozulma ve yapısal bozulma olmak üzere iki türlü olarak tanımlanır. Fonksiyonel bozulmada, üstyapı için amaçlanan fonksiyonlar yavaş yavaş yerine getirilemez. Yapısal bozulma ise, üstyapı bileşenlerinin bir veya birkaçının kırılmasını, göçmesini veya bozulmasını belirtir (Doğan 2006).

Yol esnek üstyapısında, çeşitli nedenlerle meydana gelen bozulmaların etkenleri, aşağıda ana başlıklar altında sınıflandırılıp belirtilmiştir. Bunlar genelde tasarım hataları, yapım hataları, bakım hataları, çevre şartları, iklim şartları ve trafik etkilerinden kaynaklanmaktadır (Doğan 2006).

#### **4.1. TASARIM HATALARI**

Taban zemini etütlerinin yeterince sağlıklı yapılmaması, büyük boyutlu yarma ve dolguların oluşturulması, şevlerin dik kesilmesi, hendeklerin ve sanat yapılarının uygun yer ve boyutta yapılmaması, büz ve menfez üstlerinde yeterli dolgu boyu bırakılmaması, üstyapı projelendirilmesinde trafik ve çevresel etkilerde yapılan yanlış hesaplamalar sonucu meydana gelen bozulmalardır (Doğan 2006).

## **4.2.YAPIM HATALARI**

Taşıma gücü zayıf zemin iyileştirilmeden yol gövdesinin oluşturulması, uygun dolgu malzemesi seçilmemesi, drenaj sisteminin yetersiz olması, asfalt tabaka kalınlıklarının şartnameye göre yapılmaması, kaplama malzemesi olarak kullanılan agrega ve bitümlü malzemenin yanlış seçimi ve kalite eksiklikleri, yetersiz ya da aşırı sıkıştırma, düşük hava sıcaklığında veya yağışlı havada bitümlü karışım imalatı, kalitesiz işçilik, yapım hataları olarak sayılabilir (Doğan 2006).

Üstyapı tabakalarında oluşabilecek bozulmaların sebepleri, yukarıda belirtildiği gibi kötü malzeme kullanımı, sıkıştırmanın uygun şekilde yapılmaması, yapım sırasında hava sıcaklığının istenilen düzeyde olmaması sayılabilir. Yüzeysel kaplamada ya da asfalt betonu kaplamada kullanılacak agrega temiz, saplam ve şartnameye uygun granülometriye sahip olması gerekir. İyi seçilmemiş veya kontrol edilmemiş granülometrilik, çürük, kirli, çabuk cilalanan ve yüksek oranda yuvarlak agrega (tüvenan malzeme) içeren malzemeler kullanılmamalıdır. Bitümlü bağlayıcı da gerekli oranlarda kullanılmalı, gerekenden az ya da fazla kullanılmamalıdır. Asfalt betonu kaplamalar için filler yüzdesinin yetersiz ya da fazla olmamasına, yetersiz karıştırma yapılmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, aşırı derece veya yetersiz sıkıştırma, astar veya yapıştırma tabakalarının gerekli özenle yapılmaması, asfalt betonu kaplamalarda içinde serme ve sıkıştırma sıcaklıklarının düşük olmaması, yapım sırasında karışımın segregasyona uğraması, genel yapım hataları olarak sınıflandırılabilir (Doğan 2006).

## **4.3. BAKIM HATALARI**

Yol gövdesi, kaplama, sanat yapıları, drenaj ve diğer tesislerin zaman içerisinde işlevini yitirmeye başlar başlamaz, bunların bakım ve onarımlarındaki gecikmeler yüzünden oluşan hatalar ve uygun yapılmayan kar ve buz mücadeleleridir (Doğan 2006).

Karayolları kenarlarında bulunan banketlerin bakım, trafik emniyeti ve üstyapının ömrü yönünden önem arz eder. Bu bakımdan banketlerin daima düzgün ve sert bir yüzey olarak korunması gerekir. Banket bakımının ihmal edildiği yollarda, kaplama ile banket yüzey sularının dış ortama akmayışı nedeniyle birbirinden ayrılır ve kaplama kenardan ortaya doğru

süratle bozulmaya başlar. Bütün drenaj sistemleri, hendek ve kanallar, sanat yapıları sürekli kontrol edilmeli, eğer kanallar, drenaj boruları veya menfezler çeşitli sürüntü maddeleriyle tıkanmış ise temizlenmelidir (Doğan 2006).

Kışın meydana gelen kar yağışı ve buzlanma, trafiğin güvenli ve hızlı seyretmesini engeller. Bu nedenle, yapılan bakım işlemlerindeki yanlış eylemler kaplamaya zarar verebilmektedir. Kar ve buz ile mücadelede tuz gereğinden fazla uygulanırsa, kaplamanın bozulmasına neden olabilirler (Doğan 2006).

#### **4.4. ÇEVRE VE İKLİM ŞARTLARI**

Bitümlü bağlayıcıların viskoziteleri sıcaklığa doğrudan bağlıdır. Kışın agreganın bağlayıcıya yapışabilmesini sağlamak için, çok düşük viskoziteli bağlayıcı kullanıldığında, ilkbaharda sıcaklık yükselince, yumuşama sonucu üstyapının bozulması kaçınılmaz olacaktır (Doğan 2006).

Don etkisi olan bölgelerde, yol üstyapısının davranışı don penetrasyon derinliği ile yakından ilgilidir. Don penetrasyon derinliğinin tespiti için çeşitli teorik formül ve abakların yanı sıra arazi ve sıcaklık ölçümleri de geniş bir şekilde kullanılır (Doğan 2006).

Yağış mevsimlerinde yağmur ve kar sularının drenaj sistemlerinin yardımıyla uzaklaştırılması gerekir. Taban zemininde bulunan kil ve silt gibi bazı malzemeler bünyelerine su aldıklarında, büyük hacim değişikliği gösterirler. Bu hacim değişikliği sonucu meydana gelen kabarmalar ise üstyapıda kırılma ve dağılmalara yol açar. Yağışlardan sonra oluşan yüzeysel sular, yol yüzeyi, banket, yarma ve dolgu şevlerinin erozyonuna sebep olurlar (Doğan 2006).

#### **4.5. TRAFİK ETKİLERİ**

Yapılan araştırmalar sonucunda, ülkemizde yukarıda bahsedilen tasarım, yapım, bakım hataları ve iklim şartlarının yanında, üstyapı bozulmasında en önemli etkenlerden biri de, denetimsiz seyreden aşırı yüklü kamyonlar olduğu gözlenmiştir. O halde, konu sadece karayollarına yapılan harcamalar açısından ele alınırsa, hedefe yönelik en etkili önlem, ağır taşıtların izin verilen maksimum dingil yüklerinin sınırlanması veya ekonomik açıdan dingil



yüklerinin artması gerekiyorsa, üstyapı tasarımının öngörülen yeni dingil yük değerleri kullanılarak yapılması biçiminde ortaya çıkmaktadır. Buna ek olarak, yollarda seyreden ağır taşıtların ağırlık kontrollerine önem verilmelidir. İzin verilen sınırların üzerine yüklenmiş taşıtların, yola verdiği zarar önemli seviyelere ulaşılmaktadır (Doğan 2006).

## 5. YOL ÜSTYAPISINDA MEYDANA GELEN BOZULMA TÜRLERİ

Bu bölümde tez çalışmasının temelini oluşturan yol üstyapısında meydana gelen bozulma türleri incelenmiştir. Tez çalışmasının konusunun “esnek üstyapılı yollarda çatlak tamir yöntemi uygulanarak asfalt ömrünün uzatılması” olduğu düşünülecek olursa yol üstyapısında meydana gelen bozulmalar hakkında bilgi sahibi olmak tez çalışmasının daha iyi anlaşılabilmesi açısından önemlidir.

Yol üstyapısında meydana gelen bozulma türleri, farklı kaynaklarda farklı sınıflandırılmakta ancak bu sınıflandırmalar arasında çalışmaları etkileyecek kadar önemli farklar bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasında oturma, çökme, ondülasyon ve kabarmalar bir gruba; tez çalışmasının adında da geçen çatlaklar başka bir gruba alınarak incelenmiştir. İlk grupta incelenen bozulma çeşitleri; oturmalar, çökmeler, tekerlek izleri, ondülasyonlar, yığılmalar ve kabarmalar şeklindedir. İkinci grubu oluşturan çatlaklarda ise timsah sırtı çatlakları, kenar çatlakları, derz çatlakları, yansıma çatlakları, büzülme çatlakları, kayma çatlakları ele alınmıştır.

### 5.1. OTURMA, ÇÖKME, ONDÜLASYON VE KABARMALAR

Bu tip bozulmalar, yol sathında ilk plan ve boy kesitindeki şekline göre, her türlü değişiklikler olarak ortaya çıkarak çökme, ondülasyon, tekerlek izi, oluk ya da çöküntü, kabarma şeklinde tanımlanır.

Bu bozulmalar, kaplama altındaki tabakaların yerleşmesi, çökmesi, şişmesi, kabarması ve kaplama malzemesinin dengeli bir yapıya sahip olmaması nedenleriyle oluşurlar (İsfalt 2001).

#### 5.1.1 Oturmalar

Kaplama altındaki malzemenin oturması sonucu oluşur. Oluşma nedenleri ;

- a) Alt tabakaların yetersiz kalınlığı
- b) Altyapıda oturmalar
- c) Yan desteklerin olmayışı ( banket yetersizliği)
- d) Yer altı su seviyesinin yüksekliği

- e) Yetersiz drenaj
- f) Temel ve temel altı malzemelerinin zeminden gelen kille karışması

şeklinde ifade edilebilir. Oturmalar, yol orta çizgisi boyunca ya da kenar şeritlerde uzunlamasına ya da enlemesine oluşur. Oturma eğrisi çok büyük olduğundan kaplama tabakası aynı şekli almaya çalışacak ve çatlamayacaktır. Ancak kaplamanın, asfalt betonu olduğu durumlarda çok katı asfalt betonu kaplamalarının, alttaki tabakaların oturmalara uyum göstermeyeceğinden çatlamaların oluşması mümkün olabilecektir (Ilıcalı vs 2001).

### 5.1.2 Çökmeler

Çökmeler, çatlakları içeren ya da içermeyen ve asıl kaplama sathına göre düşükte kalmış küçük çukurlardır. Derinlikleri 2,5 cm ya da daha fazla olabilmekte ve yağmurlardan sonra içlerinde su birikmektedir. Zamanında gerekli bakım çalışmaları yapılmaz ise çökmeler zamanla genişleyerek, yolun hizmet süresini erken tamamlamasına neden olurlar. Oluşma nedenleri;

- a) Temel ve alt temel yetersiz olarak sıkıştırılması
- b) Kaplamanın yapım sırasında yetersiz olarak belirli bir bölgede sıkıştırılması
- c) Yetersiz drenaj nedeniyle suyun temel altında birikmesi
- d) Temel ve alttemel malzemelerin kille karışması
- e) Kaplamanın taşıyabileceğinden daha ağır trafik yükü ile karşılaşması (Ilıcalı vs 2001).

şeklinde maddelendirilebilir.

### 5.1.3 Tekerlek İzi

Tekerlek izi oluşumu (oluklanma) asfalt kaplamalarda görülen bozulma türlerinden biridir. Taşıt tekerleklerinin yola basma noktalarında, yol boyunca oluşan düşey kalıcı deformasyonlar olarak tanımlanır. Ticari taşıt sayılarındaki artış, bunların dingil sistemlerinin değişmesi ve dingil ağırlıklarının artması, çift tekerlek yerine geniş tabanlı tek tekerlek kullanılması ve lastik iç basınçlarının artması nedenleriyle, tekerlek izi çözülmesi gereken bir sorun haline gelmiştir. Tekerlek izi oluşumuna neden olan başlıca faktörler; aşırı yükler, uzun

sürekli veya durağan yükler, aşırı yük tekrarı, uygun olmayan malzeme kullanımı, tasarım ve yapım hataları olarak sıralanabilir (Sönmez 2010).

Yolun enine düzgünlüğünün bozulmasına neden olan tekerlek izi oluşumu, konfor ve güvenlik açısından büyük bir sorun oluşturmaktadır. Şerit değiştirme sırasında araç kontrolü zorlaşmakta, yağışlı havalarda tekerlek izi oluşmuş kısımlarda su birikmekte ve buzlanmaya veya tekerleğin su filmi üzerinde kaymasına yol açmakta, dolayısıyla fren mesafesi uzamaktadır. Şekil 5.1’de asfalt kaplamada bir tekerlek izi oluşumu gösterilmektedir (Cornell 1995).

**Şekil 5.1 : Asfalt kaplamada tekerlek izi oluşumu**



*Kaynak : Sönmez 2010*

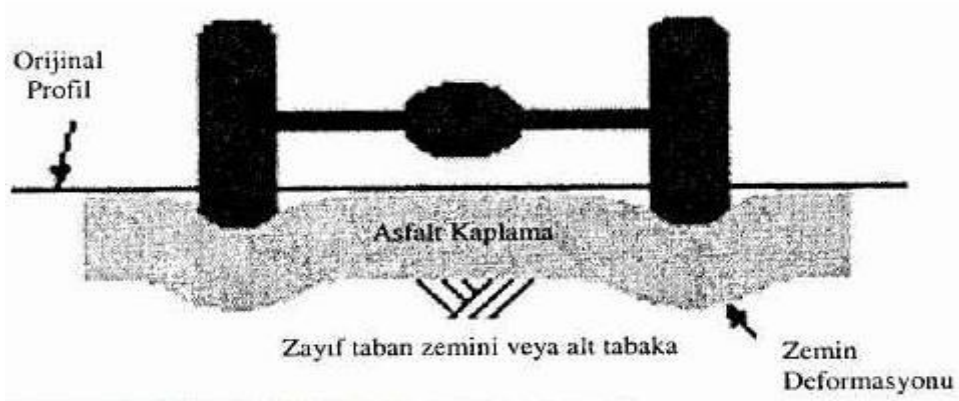
Tekerlek izleri, kendi içlerinde yapısal tekerlek izi, akma tekerlek izi, yüzeysel tekerlek izi gibi alt dallara ayrılmaktadır.

#### *5.1.3.1. Yapısal Tekerlek İzi*

Asfalt kaplamanın altındaki (taban zemini dahil) bir veya daha fazla tabakanın kendi içlerindeki deformasyonlarının sonucudur. Bunun nedeni, yükten dolayı oluşan gerilmelerin malzeme dayanımını aşmasıdır. Bu durumda tekerlek izinin etrafında kabarmalar oluşmaz. Yapısal tekerlek izinin bir örneği Şekil 5.2’de gösterilmiştir.

Bu tip tekerlek izi oluşumu genellikle gerçekteki trafik koşullarına uygun tasarlanmamış üstyapılarda görülür. Aynı zamanda uygun olmayan (düşük kaliteli) malzemenin kullanılmasından, malzemenin iyi sıkıştırılmamasından, kötü drenajdan, donma ve çözülme etkilerine karşı önlem alınmamasından da kaynaklanabilir (Cornell 1995).

**Şekil 5.2 : Yapısal tekerlek izi**



Kaynak : Sönmez 2010

#### 5.1.3.2. Akma Tekerlek İzi

Asfalt kaplamanın kendi içlerindeki deformasyonun sonucudur. Bunun nedeni, yükten dolayı oluşan gerilmelerin asfalt karışımının stabilitesini aşmasıdır. Tekerlek izi etrafında kabarmalar oluşur. Akma tekerlek izi, en çok, çıkış eğimli kesimlerde, kavşak yaklaşımlarında ve kurplarda, yani ağır taşıtların hızlarını azalttığı kesimlerde ve lastik ile kaplama arasındaki temas alanında ortaya çıkan teğetsel gerilmelerin yüksek olduğu kesimlerde oluşur. Akma tekerlek izinin bir örneği Şekil 5.3'te gösterilmiştir (Cornell 1995).

**Şekil 5.3 : Akma tekerlek izi**

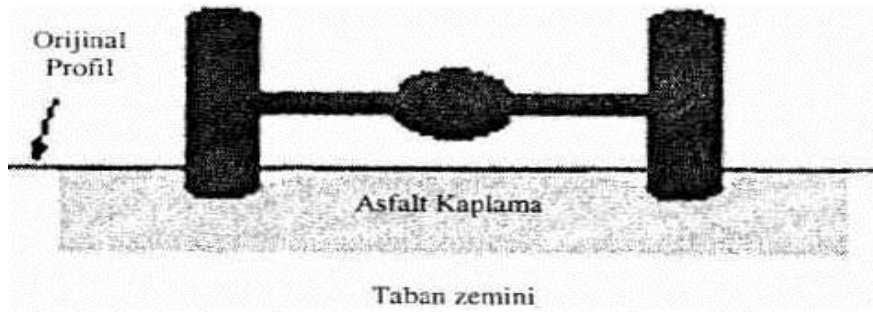


Kaynak : Sönmez 2010

### 5.1.3.3 Yüzeysel Tekerlek İzi

Kışın çivili tekerleklerin kullanılmasından dolayı asfalt kaplamanın yüzeyinde oluşur. Özellikle, çivili lastiklerin kullanıldığı kuzeydeki ülkelerde görülmüştür. Hasar görüldükten sonra bu lastiklerin kullanılması sınırlandırılmış veya yasaklanmıştır. Bu tip tekerlek izinde göz önüne alınacak parametre agrega sertliğidir. Asfalt kaplamanın yapımı sırasında yetersiz sıkıştırmadan dolayı oluşur. Yetersiz yoğunluğa sahip bir karışım özellikle sıcak havalarda, duran veya yavaş hareket eden trafiğin mevcut olduğu kavşaklarda trafik etkisiyle oturmaya meyillidir. Tekerlek izi kenarlarında kabarma oluşmaz. Yüzeysel tekerlek izinin bir örneği Şekil 5.4'te gösterilmiştir (Cornell 1995).

Şekil 5.4 : Yüzeysel tekerlek izi



Kaynak : Sönmez 2010

### 5.1.4 Ondülasyon ve Yığılmalar

Yol üzerinde trafiğin akışına göre enine doğrultuda oluşan ve aralıkları yaklaşık olarak eşit olan belirli biçimde dalgaya benzeyen yüzey deformasyonları olarak tanımlanırlar. Ondülasyon ve toplanmalar, plastik bir hareket sonucu oluşur. Genellikle kaplama tabakası ile ilgili stabilite eksikliğinin bu oluşumda etkisi olup, asfalt karışımının stabilite eksikliği de önemlidir. Yığılmalar ise, plastik bir hareket sonucu asfalt kaplama yüzeyinde oluşan lokal tümsek ve çukurluklardır. Bunlar özellikle trafiğin durup kalktığı yerlerde, inişlerde, araçların fren yaptığı kısımlarda, keskin kurplarda ya da araçların bir engele çarpıp sıçrama yaptıkları yerlerde oluşurlar (Ilıcalı vs 2001).

Ondülasyon ve yığılmalar, çoğunlukla yeterli bir stabilitesi olmayan asfalt kaplamalarda oluşurlar. Kaplamayı oluşturan karışımın stabilitesinin yetersiz olmasının nedenleri ise, karışımın çok fazla olması, agregadaki ince ve iri danelerin köşeli olmaması ve satırlarının düzgün ve cilalı olması ya da karışımlarda çok yumuşak bir asfalt çimentosu kullanılmış olmasıdır.

### **5.1.5 Kabarmalar**

Satıh tabakasının lokal olarak yukarıya doğru deplasmanıdır. Genellikle doğal zeminin ve üst tabakasının şişmesinden oluşur. Doğal zeminin şişmesi; doğal zemindeki suyun donması ve çözülmesinden veya doğal zeminin, şişme karakterine sahip olmasından kaynaklanabilir. Temel ve granüler temel tabakalarındaki şişme ise yalnızca kendilerini oluşturan malzemelerin donmaya karşı duyarlı oldukları durumda şişmeye neden olur (Ilıcalı vs 2001).

## **5.2. ÇATLAKLAR**

Genellikle dingil yüklerinden ve bunların fazla tekrarından oluşurlar. Dingil yükünün kaplama tabakasında meydana getirdiği gerilmeler, kaplama malzemesinin mukavemetini aştığı zaman çatlaklar oluşur.

Ayrıca araçların ani hızlanma ya da yavaşlamalarıyla ortaya çıkan yatay kuvvetler de neden olabilmektedir. Bu etkilerin dışında bir takım dış etkenler kendi başlarına ya da trafik etkisiyle birlikte çatlaklara neden olabilir. Bunlar; sıcaklık değişimleri, nem emme kabiliyeti yüksek agrega kullanımı, asfalttaki uçucu maddelerin buharlaşması, nem ve sıcaklık değişimleri, kireç stabilizasyonu yapılırken ya da çimento ile kür olurken doğal hacim değişiklikleri şeklinde ifade edilebilir. Çatlamada, asfaltın çekme mukavemeti en önemli rolü oynar. Soğuk havalarda çekme mukavemeti artış gösterirken yavaş yüklemelerde düşmektedir.

Trafik etkeni ve hacim değişiklikleri dışında, çatlamaya neden olan hususlar şunlardır;

- a) Fazla miktarda yük tekrarı (yorulma)
- b) Kaplama tabakasının yetersiz kalınlığı
- c) Kaplama altındaki tabakaların yetersiz kalınlığı
- d) Yetersiz drenaj

- e) Don tesirine duyarlı olan temel alttemel malzemeleri
- f) Satıh ve banketlerdeki nem farklılıkları
- g) Yanal desteklerin (banketlerin) yetersizliği
- h) Araçların ani hızlanma ya da yavaşlamalarından oluşan yatay kuvvetler
- i) Karışım tipi kaplamalarda, yapım sırasında finişerin sık sık durması
- j) Yol kaplama yapımında (ek yerlerinin) derzlerin dikkatsiz yapılması (İlçalı vd 2001)

Çatlak oluşum nedenleri Tablo 5.1’de özetlenmiştir.

**Tablo 5.1 : Çatlak oluşum nedenleri**

Aşırı büzülme	Günlük ve mevsimlik ısı değişiminin fazlalığından kaynaklanmaktadır
Aşırı fleksibilite azalması	Bitüm miktarının azlığı
	Bitümün aşırı yaşlanması
	Boşluk oranının azlığı
Tabakalar arası aşırı kayma	Tabakalar arasındaki yetersiz bağ
	Tabakalar arasındaki astar ve yapıştırma tabakalarında film kalınlığının aşırı fazlalığı
	Kaplama kalınlığının azlığı
	Kaplamanın yetersiz çekme ve kayma mukavemeti
	Kötü imalat: soğuk, rüzgarlı, nemli havada imalat, bitümün aşırı ısıtılması, serim sırasında aşırı segregasyon, filler/bitüm oranının fazlalığı, kirli agrega, yanlış serim ve sıkıştırma tekniği vb.
	Yetersiz zemin: Dolguların yetersiz sıkıştırılması, yetersiz drenaj, don derinliği ve su seviyesinin yüksekliği
	Yetersiz kalite kontrol
	Yetersiz rutin bakım onarım
	Hatalı dizayn

*Kaynak : Sönmez 2010*

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 çatlak sebeplerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Çatlama



tarzları çeşitli sebepler ile farklı bozunma aşamaları için çoğu zaman aynı olmaktadır. Çatlak tipleri aşağıdaki gibidir; <sup>1</sup>

- a) Timsah sırtı çatlaklar
- b) Derz çatlakları
- c) Yansıma çatlakları
- d) Büzülme çatlakları
- e) Kayma çatlakları

### 5.2.1. Timsah Sırtı Çatlaklar

Timsah sırtı çatlaklar, küçük blok dizisi oluşturan, birbirlerine bağlı timsah sırtı veya kümes teli görünümünde çatlaklar oluşmaktadır. Şekil 5.5'te bir örneği görülmektedir. Bunlar genellikle, yapısal olarak yetersiz bozuk bir granüler temel ya da zayıf bir tabi zemin ile ilintilidir. Bu tip çatlak oluşmuş alanların kesilip kaldırılması yama tamiri veya yenileme metoduyla onarılması tavsiye edilir.

Şekil 5.5 : Timsah sırtı çatlak görüntüsü <sup>2</sup>



### 5.2.2. Kenar Çatlakları

Kenar çatlakları asfalt kaplama kenarı yakınındaki boyuna çatlaklar olup, bankete doğru dallanan enine çatlakları da içerebilmektedir. Şekil 5.6'da bir örneği görülmektedir. Kenar çatlakları genellikle asfalt kaplaması için bir yanal veya banket desteğinin bulunmamasından

<sup>1</sup> İsfalt 2002

<sup>2</sup> Pendik Ankara Caddesi

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 <sup>1</sup>.

**Şekil 5.6 : Kenar çatlak görüntüsü <sup>2</sup>**



### **5.2.3. Derz Çatlakları**

İki tip derz çatlağı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi kenar-derz çatlağı olup, kaplama ve banket arasında meydana gelmektedir. Diğeri ise, birbirine bitişik iki şeridinin arasında ortaya çıkan şerit- derz çatlağıdır. Şekil 5.7’de derz çatlağı görüntüsünün bir örneği görülmektedir.

---

<sup>1</sup> İsfalt 2002

<sup>2</sup> Üsküdar O-1 yolu

**Şekil 5.7 : Derz çatlak görüntüsü <sup>1</sup>**



Banket yüzeyinin altında ıslanma ve kuruma ya da donma ve çözülme hareketleri kenar-derz çatlaklarının temel sebebini oluşturmaktadır. Bu ise genellikle, kötü drenajın bir sonucudur.

Çatlak oluşumunda suyun katkıda bulunan ana faktör olduğu yerlerde, ilk olarak drenaj durumu düzeltilmelidir. Çatlaklar ise slurry seal (sıvı kapatıcı) ile doldurulmalıdır. Daha geniş çatlakların doldurulmasında ise özel asfalt bileşikleri veya ağır asfalt karışımları kullanılabilir <sup>2</sup>.

#### **5.2.4. Yansıma Çatlakları**

Yansıma çatlakları asfalt takviye tabakalarında ortaya çıkmaktadır. Şekil 5.8’de bir örneği gösterilmektedir. Bu çatlaklar alttaki kaplama yapısındaki çatlak oluşumunu yansıtmaktadır. Bu tür çatlaklara genellikle Portland çimentosu betonu kaplamalar ve çimento ile stabilize edilmiş temeller üzerine serilen takviye tabakalarına rastlanmaktadır.

<sup>1</sup> Kadıköy D-100 Yolu

<sup>2</sup> İsfalt 2002

**Şekil 5.8 : Yansıma çatlağı görüntüsü <sup>1</sup>**



Yansıma çatlakları trafik yükleri, sıcaklık ve zemin hareketlerinden kaynaklanan takviye tabakası altındaki kaplamanın düşey ve yatay hareketlerinden meydana gelmektedir.

3 mm'den daha az genişliğe sahip olan çatlaklar, içlerine su girip daha büyük çaplı problem oluşumuna sebep olmadıkça, genelde ihmal etmek doğru olmaktadır. Bu durumda ise, çatlakları bir emülsiyon veya katbek ile bir gelberi kullanarak ve kum serpererek doldurmak mümkündür. 6 mm'den daha geniş çatlaklar asfalt emülsiyonu, hafif bir katbek asfalt, kum ve gelberi kullanarak doldurulabilir <sup>2</sup>.

### **5.2.5. Büzülme Çatlakları**

Büzülme çatlakları genellikle keskin köşeler ya da açılar içeren geniş blok serileri oluşturan birbirine bağlı çatlaklardan oluşmaktadır. Şekil 5.9'da bir örneği gösterilmektedir. Büzülme çatlaklarının asfalt karışımının hacmindeki bir değişmeden mi yoksa temel veya tabii zeminin hacmindeki değişikliklerden mi kaynaklandığını belirlemek genellikle oldukça zordur.

<sup>1</sup> Kartal Sahil Yolu

<sup>2</sup> İsfalt 2002

Sıklıkla, bu tür çatlaklar yüksek oranda düşük penetrasyonlu bitüm içeren ince agrega asfalt karışımlarının hacmindeki değişimlerden kaynaklanmaktadır.

**Şekil 5.9 : Büzülme çatlağı görüntüsü**



*Kaynak : Sönmez 2010*

Yaşlanma sebebiyle çatlama diğer bir büzülme çatlama formudur. Uzun yıllar boyunca çeşitli elementlere maruz kalan asfalt, elastisite ya da esneklik özelliklerinin bir kısmını yitirebilmektedir. Aynı zamanda, kaplama içerisindeki malzemeler sıcaklık değişimlerinden dolayı sürekli genleşme ve büzülme gerilmelerine maruz kalmaktadır. Bu süreçler Şekil 5.9'dekine benzer bir çatlak oluşumuna sebep olabilmektedir. Bu tür bir çatlak oluşumu yapısal yetersizliğin bir göstergesi değildir.

Büzülme çatlakları bir emülsiyon asfaltı bulamacı ile yalıtılmalı ve bunu, slurry seal, sathi kaplama ya da takviye tabakası takip etmelidir <sup>1</sup>.

### **5.2.6. Kayma Çatlakları**

Kayma çatlakları trafik tarafından oluşturulan yatay kuvvetlerden kaynaklanan hilal şekilli çatlaklar olup, yüzey tabakası ile altındaki tabaka arasında zayıf bağdan dolayı ortaya

<sup>1</sup> Isfalt 2002

çıkılmaktadır. Şekil 5.10'da bir örneği gösterilmektedir. Bağ eksikliği, toz, kir, yağ veya yapıştırma tabakası bulunmamasıyla ilişkili olabilmektedir.

Bu tür çatlaklar, çatlak dolgu malzemeleri ile onarılması her zaman mümkün olmayabilir.

**Şekil 5.10 : Kayma çatlağı görüntüsü**



*Kaynak : Sönmez 2010*

## 6. ASFALT KAPLAMALARIN BAKIMI

Asfalt kaplama bakımı, normal trafik ve doğal kuvvetler altında, kaplamanın ilk yapıldığı günkü haline olabildiğince yakın tutmak amacıyla gerçekleştirilen rutin çalışmalardır (İsfalt 2002).

Orijinal halinde korunması durumunda, kaplama teorik olarak sonsuza dek hizmet verecektir. Fakat, pratikte, bakım kaplamanın yalnızca dizayn ömrü boyunca istenilen düzeyde performans göstermesinde yardımcı olmaktadır. Diğer yandan, bu işlemler, minimum harcama ve trafik kesintisi ile gerçekleştirilmelidir<sup>1</sup>.

Asfalt kaplamaların bakım işlemleri 3 kategoriye ayrılabilir. Bunlar, koruyucu bakım, rutin bakım ve büyük bakım şeklinde isimlendirilir ve aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

**Koruyucu Bakım:** Kaplamanın bozulmasının önüne geçmek ve dolayısıyla daha büyük çaplı bakım işlemlerine gereksinim duyulmasını engellemek amacıyla gerçekleştirilen bakım çalışmalarıdır.

**Rutin Bakım:** Kaplamayı, inşa edildiği koşullara en yakın halde tutabilmek amacıyla gerçekleştirilen bakım çalışmalarıdır.

**Büyük Bakım:** Kaplamayı inşa edildiği andaki haline geri getirmek için gerçekleştirilen bakım çalışmaları. Bunlar, sathi kaplamaları slurry seal ve 25 mm'den daha düşük kalınlıklı ince yüzey örtüleri uygulamalarını kapsamaktadır.

Asfalt kaplamalarda bozulmaların düzeltilmesine ilişkin bakım prosedürleri, yamalama, çatlak ve yüzey yalıtımı ve bazı durumlarda yeniden kaplamaları içermektedir. Yama işlemi geçici veya kalıcı bir onarım olarak gerçekleştirilebilmekte olup, çatlak yalıtımı asfalt emülsiyonu, sıvı petrol asfaltı (katbek) kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Agregalı veya agregasız yüzey işlemleri ile ince yüzey örtüleri de bakım yöntemlerinin bir parçasını oluşturmaktadır.

---

<sup>1</sup> İsfalt 2002

## 6.1. ÇATLAKLARIN YALITILMASI (DOLGUSU)

Koruyucu bakım uygulamalarından en önemlisi çatlak tamiridir. Asfalt kaplamalardaki çatlak tamiri genel olarak birbirinden farklı iki uygulamadan oluşur (FHWA Report No. FHWA-RD-99-147). Bunlar çatlak kapama (crack sealing) ve çatlak doldurmadır (crack filling). Çatlak kapama, ilerleyen çatlaklara su ve yabancı maddelerin girmesini önlemek amacıyla, özellikle malzemelerin yüzeydeki çatlaklar içine farklı şekillerde yerleştirilmesidir. Çatlak doldurma ise, kaplama yüzeyinde var olan sabit (non-working) çatlaklara suyun sızmasını önlemek ve kaplamayı güçlendirmek için sıradan malzemelerin uygulanmasıdır. İki uygulama arasındaki en önemli fark, çatlak kapama sırasında çatlağın onarımdan önce hazırlanması gibi kapsamlı işlemleri içermesidir (Sönmez 2010).

Çatlak genişliğinin 3 mm'den küçük olması durumunda çatlağa herhangi bir müdahaleye gerek görülmez. Ancak, bu çatlakların yol yüzeyinde çok yaygın bir hal alması durumunda koruyucu sathi kaplama, harç tipi kaplama veya ince yüzey kaplaması yapılabilir. Çatlak genişliğinin 3–20 mm arasında olması durumunda çatlak/derz sızdırmazlık veya dolgu malzemeleri uygulanabilir. Bu dolgu malzemeleri Tablo 6.1'de açıklanmıştır. Çatlak genişliğinin 20 mm'den büyük olması durumunda ise harç tipi kaplama veya ince daneli bitümlü sıcak karışım malzemesi ile çatlaklar doldurulmaktadır (Sönmez 2010).

**Tablo 6.1 : Tavsiye edilen uygulama tipleri**

Çatlak Özellikleri	Çatlak Onarım Uygulaması	
	Çatlak Kapama	Çatlak Doldurma
Genişlik, mm	5–19	5–25
Kenar bozulmaları (ikincil çatlaklar vb)	Önemsiz derece (Çatlak boyunun $\leq 25$ %)	Orta derece (Çatlak boyunun $\leq 50$ %)
Yıllık yatay ilerleme, mm	$\geq 3$	$< 3$
Çatlak Tipi	Enine termal çatlaklar Enine yansıma çatlakları Boyuna yansıma çatlakları Boyuna düşük sıcaklık ve ek yeri çatlakları	Boyuna yansıma çatlakları Boyuna düşük sıcaklık ve ek yeri çatlakları Boyuna kenar çatlakları Belli aralıklı blok çatlakları

*Kaynak : Sönmez 2010*

Çatlaklar iki ana amaca yönelik olarak yalıtılmaktadır:

- Sıkıştırılmayan malzemelerin girişini engellemek
- Altındaki kaplama tabakalarına su girişini engellemek



Bir malzemede çatlak yalıtımında iyi sonuç verilebilmesi için bulunması gereken özellikler aşağıdaki gibidir:

- a) İyi bağlanma/yapışma
- b) Esneklik ve uzayabilirlik
- c) Uygulama kolaylığı
- d) Yumuşamaya karşı direnç
- e) İz oluşumuna karşı direnç
- f) Asfalta uyum

## **6.2. ÇATLAK DOLGU MALZEMELERİNİN UYGULAMA YÖNTEMLERİ**

Bu bölümde, çatlak dolgu malzemelerinin uygulanışında kullanılan yöntemler incelenmiştir. Bunlar, akıtma yöntemi, bant çekme yöntemi, kanal açma ve bant çekme yöntemi, kanal açma ve doldurma yöntemi olarak isimlendirilmektedir.

### **6.2.1. Akıtma Yöntemi**

Bu yöntemde çatlağın içindeki serbest malzemeler ucu sivri aparatlarla mekanik olarak temizlendikten sonra basınçlı sıcak hava kullanılarak çatlak iyice temizlenir. Basınçlı sıcak hava uygulaması derz/çatlağın kuru olmasını ve derz/çatlak dolgusunun derz çatlağa iyice yapışmasını sağlar. Bu işlem sırasında basınçlı sıcak hava kullanıldığından derz/çatlak yüzeyine çok uzun süre temas etmemesi gereklidir aksi takdirde sıcak hava derz/çatlak yüzeyine zarar verebilir.

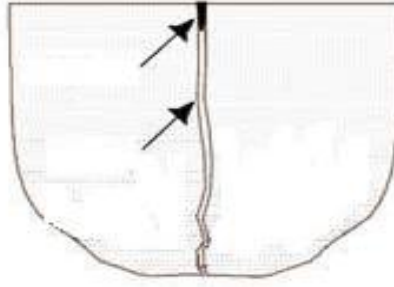
Temizliği tamamlanan derz/çatlağa eritilmiş bitüm, kazandan uygulama ucuna doğru ısıtmalı hortumlar içerisinden pompalanır.

Aynı zamanda doldurma yönteminde yol yüzeyinde derz/çatlak boyunca izlerin oluşumunu önlemek amacıyla derz/çatlak dolgusu yol yüzeyinden 2-6 mm aşağısında bırakılmalıdır.

Derz/çatlak doldurma işlemi tamamlandıktan sonra yeterli kür süresi beklenmelidir. Eğer derz çatlağın doldurulması işleminden hemen sonra yolu trafiğe açılacaksa dolgu malzemesinin üzeri ince kum, mineral tozlar vb. malzeme ile örtülmelidir.

Seyahat yönüne dik olan enine çatlaklarda derz/çatlak dolgusu tekerlek teması sonucu zamanla deformasyona uğramaması için enine çatlaklarda aynı hizada doldurma veya kanal açma ve doldurma yöntemi uygulanmalıdır. Şekil 6.1'de akıtma yönteminin bir örneği görülmektedir.

**Şekil 6.1 : Akıtma Yöntemi**



*Kaynak : Sönmez 2010*

### **6.2.2. Bant Çekme Yöntemi**

Bu yöntemde çatlağın içindeki serbest malzemeler ucu sivri aparatlarla mekanik olarak temizlendikten sonra basınçlı sıcak hava kullanılarak çatlak iyice temizlenir. Basınçlı sıcak hava derz/çatlağın kuru olmasını ve derz/çatlak dolgusunun derz çatlağa iyice yapışmasını sağlar. Bu işlem sırasında basınçlı sıcak hava kullanıldığından derz/çatlak yüzeyine çok uzun süre temas etmemesi gereklidir aksi takdirde sıcak hava derz/çatlak yüzeyine zarar verebilir.

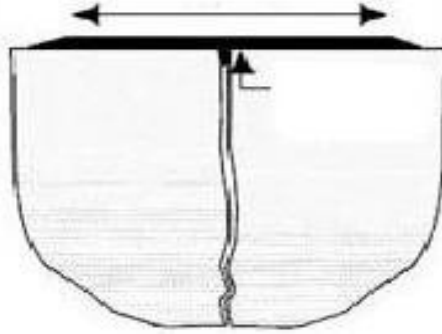
Temizliği tamamlanan derz/çatlağa eritilmiş bitüm, kazandan uygulama ucuna doğru ısıtılmış hortumlar içerisinden pompalanır. Derz/çatlak dolgusu manüel olarak kullanılacak olan dikdörtgen tabanlı çekçekle genişliği 6 - 8 cm olan şerit formatına getirilmelidir.

Derz/çatlak doldurma işlemi tamamlandıktan sonra yeterli kür süresi beklenmelidir. Eğer derz çatlağın doldurulması işleminden hemen sonra yolu trafiğe açılacaksa dolgu malzemesinin üzeri ince kum, mineral tozlar vb. malzeme ile örtülmelidir.

Seyahat yönüne dik olan enine çatlaklarda doldurma ve bant çekme uygulamasında derz /çatlak dolgusu tekerlek teması sonucu zamanla deformasyona uğradığından enine

çatlaklarda bu yöntem uygulanmamalıdır. Şekil 6.2’de bant çekme yönteminin bir örneği görülmektedir.

**Şekil 6.2 : Bant Çekme Yöntemi**



*Kaynak : Sönmez 2010*

### **6.2.3. Kanal Açma ve Bant Çekme Yöntemi**

Öncelikle çatlaklar derz/çatlak dolgusunun çatlak içerisinde mekanik olarak tutunmasını sağlamak amacıyla kesme makinesi ile kesilirler. Eğer çatlak yanaklarında kesme makinesinin değmediği kısımlar varsa buralar demir fırça ile temizlenmelidir. Kesim sonrası çıkan asfalt parçacıkları vakumlu süpürge ile süpürülerek derz/çatlaktan uzaklaştırılmalıdır.

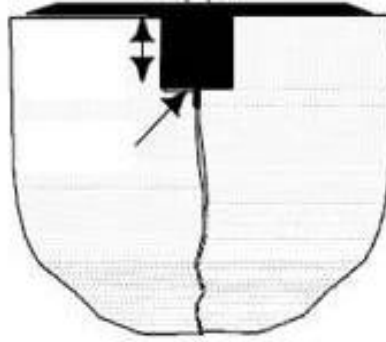
Kesim işlemi tamamlanan derz/çatlak basınçlı sıcak hava ile temizlenir. Basınçlı sıcak hava derz/çatlağın kuru olmasını ve derz/çatlak dolgusunun derz çatlağa iyice yapışmasını sağlar. Bu işlem sırasında basınçlı sıcak hava kullanıldığından derz/çatlak yüzeyine çok uzun süre temas etmemesi gereklidir aksi takdirde sıcak hava derz/çatlak yüzeyine zarar verebilir.

Temizliği tamamlanan derz/çatlağa eritilmiş bitüm, kazandan uygulama ucuna doğru ısıtılmış hortumlar içerisinde pompalanır. Kombine yönteminde derz/çatlak dolgusu manüel olarak kullanılacak olan dikdörtgen tabanlı çekçekle genişliği 6 - 8 cm olan şerit formatına getirilmelidir.

Derz/çatlak doldurma işlemi tamamlandıktan sonra yeterli kür süresi beklenmelidir. Eğer derz çatlağın doldurulması işleminden hemen sonra yolu trafiğe açılacaksa dolgu malzemesinin üzeri ince kum, mineral tozlar vb. malzeme ile örtülmelidir.

Seyahat yönüne dik olan enine çatlaklarda kombine yöntem uygulamalarında derz/çatlak dolgusu tekerlek teması sonucu zamanla deformasyona uğradığından enine çatlaklarda bu yöntem uygulanmamalıdır. Şekil 6.3'te kanal açma ve bant çekme yönteminin bir örneği, Şekil 6.4'te, kanal açma uygulamasının bir örneği; Şekil 6.5'te ise bant çekme uygulamasının bir örneği görülmektedir.

**Şekil 6.3 : Kanal Açma ve Bant Çekme Yöntemi**



*Kaynak : Sönmez 2010*

**Şekil 6.4 : Kanal Açma Uygulaması Görüntüsü**



**Şekil 6.5 : Bant Çekme Uygulaması Görüntüsü**



#### **6.2.4. Kanal Açma ve Doldurma Yöntemi**

Öncelikle çatlaklar derz/çatlak dolgusunun çatlak içerisinde mekanik olarak tutunmasını sağlamak amacıyla kesme makinesi ile kesilirler. Eğer çatlak yanaklarında kesme makinesinin değmediği kısımlar varsa buralar demir fırça ile temizlenmelidir.

Kesim sonrası çıkan asfalt parçacıkları vakumlu süpürge ile süpürülerek derz/çatlaktan uzaklaştırılmalıdır.

Kesim işlemi tamamlanan derz/çatlak basınçlı sıcak hava ile temizlenir. Basınçlı sıcak hava derz/çatlağın kuru olmasını ve derz/çatlak dolgusunun derz/çatlağa iyice yapışmasını sağlar.

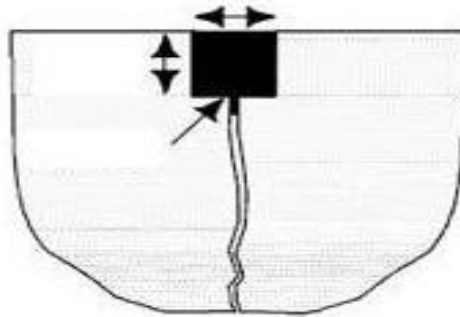
Bu işlem sırasında basınçlı sıcak hava kullanıldığından derz/çatlak yüzeyine çok uzun süre temas etmemesi gereklidir aksi takdirde sıcak hava derz/çatlak yüzeyine zarar verebilir.

Temizliği tamamlanan derz/çatlağa eritilmiş bitüm, kazandan uygulama ucuna doğru ısıtmalı hortumlar içerisinden pompalanır. Kanal açma ve doldurma uygulamasında yol yüzeyinde derz/çatlak boyunca izlerin oluşumunu önlemek amacıyla derz/çatlak dolgusu yol yüzeyinden 2 - 6 mm aşağısında bırakılmalıdır.

Derz/çatlak doldurma işlemi tamamlandıktan sonra yeterli kür süresi beklenmelidir. Eğer derz çatlağın doldurulması işleminden hemen sonra yolu trafiğe açılacaksa dolgu malzemesinin üzeri ince kum, mineral tozlar vb. malzeme ile örtülmelidir.

Seyahat yönüne dik olan enine çatlaklarda derz/çatlak dolgusu tekerlek teması sonucu zamanla deformasyona uğramaması için enine çatlaklarda aynı hizada doldurma veya kanal açma ve doldurma yöntemi uygulanmalıdır. Şekil 6.6'de kanal açma ve doldurma yönteminin bir örneği, Şekil 6.7'de kanal açma uygulamasının bir örneği, Şekil 6.8'de ise derz/çatlak malzemesi doldurma uygulaması görülmektedir.

**Şekil 6.6 : Kanal Açma ve Doldurma Yöntemi**



*Kaynak : Sönmez 2010*

**Şekil 6.7 : Kanal Açma Uygulaması**



**Şekil 6.8 : Derz/Çatlak Malzemesi Doldurma Uygulaması**



### 6.3. ÇATLAK/DERZ TAMİRİ UYGULAMASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Çatlak/derz tamiri uygulamasında dikkat edilmesi gereken noktaları uygulamanın yapılacağı yerin temizliği, kuru olması ve dolgu malzemesinin uygulama yüksekliği olarak sıralayabilmek mümkündür.

Uygulama sırasında çatlağa tutulan basınçlı sıcak hava ile çatlağın kuru olması hem de çatlak içerisinde bulunan tozun çatlak/derzden uzaklaştırılması sağlanır. Eğer bu uygulama tam yapılmaz ise dolgu malzemesi yüzey ile iyi bir aderans oluşturamaz ve zamanla bozulmalar meydana gelir. Şekil 6.9 ve Şekil 6.10’da bu durumların birer örneği gösterilmektedir.

**Şekil 6.9 : Kurutma işleminin tam yapılmaması nedeni ile dolgu malzemesinin bozulması**





**Şekil 6.10 : Yeterli temizlik yapılmaması nedeni ile dolgu malzemesinde bozulma başlangıcı**



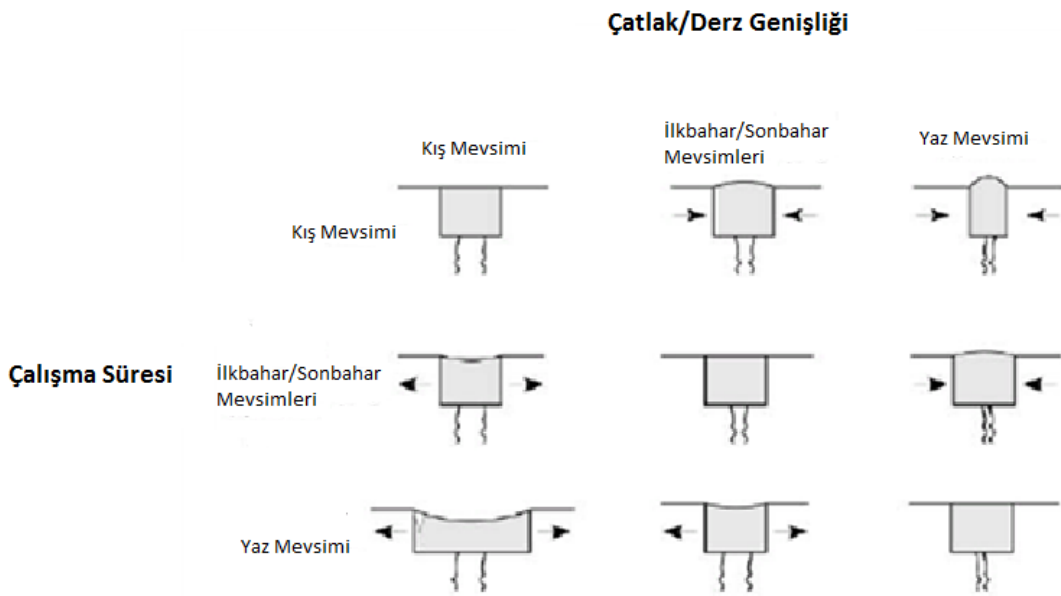
Bu uygulama esnasında dikkat edilmesi gereken durum sıcak havanın çatlak yüzeyi ile temas süresidir eğer temas süresi iyi ayarlanamaz ise mevcut yüzeydeki bitüm yanabilir bu da dolgu malzemesinin çatlak/derz yüzeyine yapışmasını engeller. Şekil 6.11’de kurutma işlemi sırasında kullanılan sıcak havanın mevcut yüzeyle fazla temas etmesi sonucunda bitümde meydana gelen bir bozulma örneği gösterilmiştir.

**Şekil 6.11 : Kurutma işlemi sırasında kullanılan sıcak havanın mevcut yüzeyle fazla temas etmesi sonucu bitümde meydana gelen bozulma**



Çatlak/derz tamirinin yapılacağı mevsim de bu işlemden önem arz etmektedir. Çatlak/derz dolgu malzemesi uygulanacağı mevsime göre çatlak içine yerleştirilmelidir. Çatlak/derz genişliği havanın ısınıp soğumasına göre değişiklikler gösterecektir. Bu nedenle eğer uygulama sonbahar ve ilkbahar aylarında yapılacaksa malzeme çatlak yüzeyinden 1-2 mm aşağıda, yaz aylarında ise mevcut zeminin 1-2 mm üzerinde olacak şekilde uygulanmalıdır. Şekil 6.12’de çatlak/derz malzemesinin uygulama yüksekliği gösterilmektedir.

**Şekil 6.12 : Çatlak/Derz malzemesi uygulama yüksekliği**



*Kaynak : İsfalt 2007*

Ayrıca yola bitümlü harç kaplama (slurry seal), micro kaplama (micro surfacing) gibi bakım çalışmalarında yüzeyde iz oluşturmaması için bu bakım çalışmaları öncesinde çatlak/derz yapılması gerekli olan yerlerde bant çekme yöntemi uygulanmamalıdır.

#### **6.4. ÇATLAK DOLGU MALZEMELERİ ve ÖZELLİKLERİ**

Sıcak uygulanan derz/çatlak dolgu malzemesi, homojen olacak, büyük hava kabarcıkları ve kesilmeler olmaksızın, sürekli akarak derz/çatlakları tamamıyla dolduracak şekilde dökülebilme kıvamına gelebilecek niteliğe sahip olacaktır.

Malzeme özellikleri TS EN 14188-1 belirtilmiştir. İlgili standartlara ait fiziksel özellikler Tablo 6.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.2 : TS EN 14188-1 Standartına göre çatlak/derz dolgu malzeme özellikleri**

DENEYLER	BİRİM	DENEY METODU	ŞARTNAME
			LİMITLERİ
			TS EN 14188-1
			N 2
Konik Penetrasyon	0,1 mm	ASTM D 5329/TS EN 13880-2	40 - 100
Akma	mm	ASTM D 5329/TS EN 13880-5	≤ 3
Esneklik Deneyi	%	ASTM D 5329/TS EN 13880-3	≤ 60
Yaşlandırılmış Numune Üzerinde Esneklik	%	ASTM D 5329/TS EN 13880-3	≤ 60
Asfalt Uyumluluğu	-	ASTM D 5329/TS EN 13880-9	UYUMLU OLACAK
*Bond Deneyi (Suya Daldırılmış Numune ile)	mm	ASTM D 5329	PASS
*Bond Deneyi (Suya Daldırılmış Numune ile)	mm	ASTM D 5329	PASS

Kaynak : İsfalt Teknik Şartname 2007

## **7. KORUYUCU BAKIMIN OPTİMUM ZAMANLAMASI VE MALİYET ETKİNLİĞİ**

Bu bölüm, esnek üstyapılı karayollarında, üstyapılı karayollarının koruyucu bakımı hakkındadır. Özel olarak koruyucu bakımın yapılması gereken zamana karar verilmesi, bu karar verilirken dikkat edilecek hususlar, bakımın maliyet etkinliği gibi konular hakkında açıklamalar yapılmıştır. Bu çerçevede, sırasıyla esnek üstyapılı karayollarında üstyapılı karayollarının koruyucu bakımından, kaplamalarda koruyucu bakımın gereksinimlerinden, üstyapı koruyucu bakımın korunmasından, koruyucu bakımı iyileştirme yöntemlerinden, bakım yöntemlerinin optimum zamanlanmasından ve bakım yöntemlerinin maliyet etkinliğinden bahsedilmiştir.

### **7.1.ESNEK ÜSTYAPILI KARAYOLLARININ KORUYUCU BAKIMI**

Koruyucu bakım, birçok yol birimi için nispeten yeni bir kavramdır. Bu yüzden, yaygın olarak görülen yanlış anlamalar ve karışıklıklar bulunmaktadır; Bunun doğrultusunda yol birimleri, koruyucu bakımın ne olduğu ve ne olmadığı konusuna yönelmiştir. Bu yol gösterici olmuştur fakat bazı durumlarda yetkili ve halk desteği de gerekmektedir.

AASHTO'nun koruyucu bakım tanımlamasına göre: planlanmış strateji, mevcut yol sisteminin uygun maliyetli yöntemlerle korunması, gelecekteki bozulmaları yavaşlatması ve sistemin fonksiyonel durumunu sürdürmesi veya geliştirmesidir .

Üstyapı koruyucu bakımı (PPM) bir veya daha fazla yöntemin uygulanmasına odaklanır ve genellikle yolların yüzey kaplaması olarak sınırlandırılabilir.

AASHTO'nun yönetimi kadrosu üstyapı koruyucu bakımın tanımlamasını “Doğru zamanda doğru kaplamaya doğru bakım yönteminin uygulanması” şeklinde özetlemektedir <sup>1</sup>.

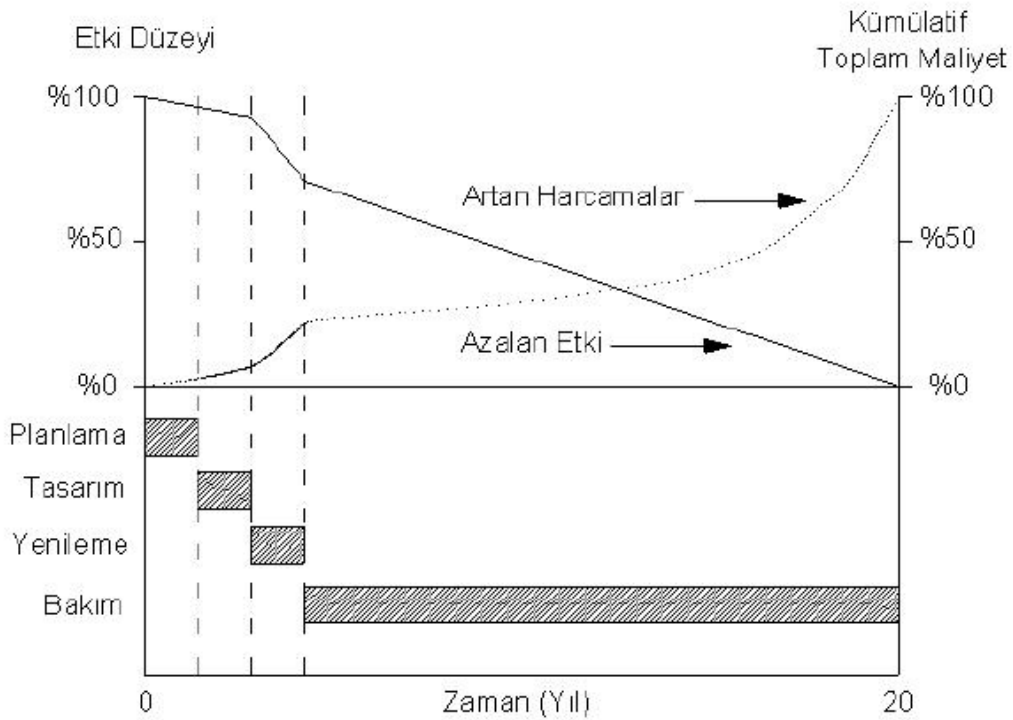
Bir üst yapı sisteminde planlama, yenileme ve bakım olmak üzere dört temel bileşen (alt sistem) bulunur. Bu bileşenlerin temelde etki düzeyleri birbirinden oldukça farklıdır. Şekil 7.1'de bu dört temel bileşenin etkileri teorik olarak tanımlanmaya çalışılmıştır. Grafiğin üst bölümü artan harcamaları ve azalan etkileri göstermektedir (Kırbaş 2007).

---

<sup>1</sup> Foundation for Pavement Preservation 2001

Burada kullanılan etki düzeyi kavramı, azalan proje ömrünün toplam yaşam döngüsü maliyetleri üzerindeki etkisi olarak açıklanabilir. Şekil 7.1'den de görüldüğü gibi bir üstyapının uzun yıllar hizmet verebilmesi için en önemli bileşen bakımdır. Ancak bakım yapılarak, yolların proje ömrünce kullanılması mümkündür. Yine şekilden proje ömrü boyunca yapılan harcamalar ivmeli bir şekilde artarken etki düzeyinin azaldığı rahatlıkla görülebilir (Kırbaş 2007).

**Şekil 7.1 : ÜYS alt sistemlerinin toplam maliyet üzerindeki etki düzeyleri**



*Kaynak : Haas vd 1994*

## 7.2.KAPLAMALARDA KORUYUCU BAKIMIN GEREKSİNİMLERİ

Yol birimleri, kaplamayı rehabilite etmeye adım atmadan önce kaplamanın yapısal durumunun ve sürüş kalitesinin bozulmasını bekler. Onarımın amacı, yapısal zararları onarmak, tekerlik izi, çatlak gibi ölçülebilir kaplama şartlarını restore etmektir. Bu maliyetli ve zaman gerektiren bir aktivite olması ile birlikte trafik aksamalarına, yakın çevredeki işyeri ve konukların rahatsızlık duymalarına da neden olacaktır. Bu kötü senaryo gerekli devlet fonunun artması gibi bir sonuca yol açmıştır <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Foundation for Pavement Preservation 2001

Yol birimleri kaplamaların servis ömrünü uzatan, düşük fiyatlı koruyucu yöntemler uygulamalarını keşfetmişlerdir. Bu da daha iyi yatırımı, daha iyi sürüş kalitesini, tüketici memnuniyetinin ve kullanıcı desteğinin artışını beraberinde getirmiştir.

Harcanan her kuruşun gelecekte altı kat tasarruf edileceğinin tahmin edilmesi yol birimlerin üstyapı koruyucu bakımı uygulamasındaki başarıyı kanıtlamıştır <sup>1</sup>.

### **7.3. ÜSTYAPI KORUYUCU BAKIMIN KORUNMASI**

Koruyucu bakım programı sistematik olarak, zamanla koruyucu bakım yöntemlerinin seri biçimde kullanılmasıdır. İyileştirme, kaplama yüzeyinin kalitesini geliştirir ve kaplama ömrünü uzatır fakat, asıl kaplama bakımının yararları, koruyucu bakım performansı için tutarlı bir takvim yapıldığı zaman anlaşılır (Ann Johnson 2000).

Etkili bir koruyucu kaplama programı birçok koruyucu bakım stratejisini ve onarım yöntemini tamamlar. Programın amacı, verimli bir şekilde ve etkili bir maliyetle sistem performansını artırmak ve kaplama ömrünü uzatmaktır. Çalışmalar koruyucu bakımın, hiçbir şey yapmaktan altı veya on kat daha uygun maliyetli olduğunun göstermiştir. Kaplama korunması, yaşam boyu maliyetin azalmasını sağlar; iyileştirme yöntemleri, erken uygulandığı zaman uygun maliyetlidir. Ayrıca, kaplama ömrünü uzatmak için, yıldan yıla bakım bütçesini tarafından düzenli olarak bir birimin koruyucu bakım ve onarım yapmasına izin verilmelidir, aksi takdirde büyük değişimler olabilir. Mesela Michigan Ulaştırma Departmanı, yapım programını hazırlarken koruyucu bakımı da dahil etmektedir (Ann Johnson 2000).

Başarılı bir kaplama koruma programının kritik elemanları şunlardır:

1. Karayolunu seçmek
2. Problemin sebebine karar vermek
3. Doğru yöntemleri tanımlama ve uygulamak
4. İhtiyaç duyulan işi doğru zamanda yapmaya karar vermek
5. Performansı gözlemlemek

---

<sup>1</sup> Foundation for Pavement Preservation 2001

#### 7.4. KORUYUCU BAKIM İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

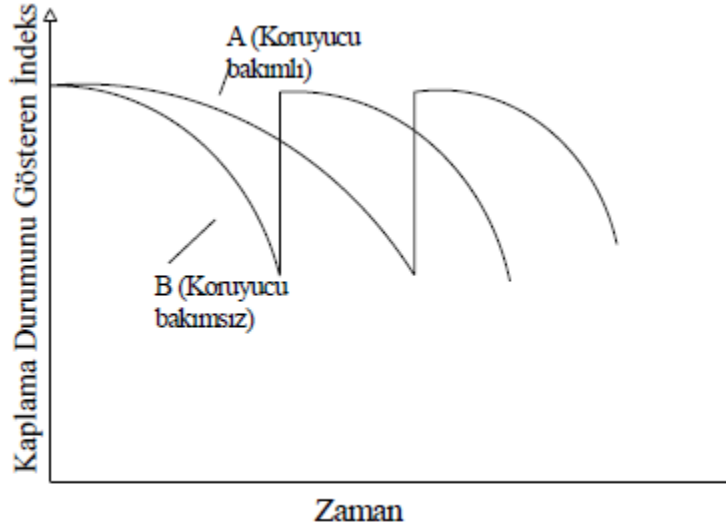
Bir sorun meydana gelene kadar beklemek ekonomik bir durum veya koruyucu bakım değildir. Koruyucu bakım yöntemlerini etkisi kaplamanın durumu ile doğrudan ilişkilidir. İyi durumdaki kaplamaların koruyucu bakımı kaplamanın servis ömrünün uzamasında çok etkilidir. Uygun olmayan bir biçimde onarım yapmak, bozulmaların ilerleme oranlarını artırır (Ann Johnson 2000).

Koruyucu bakım genellikle planlanarak yapılır. Amacı bir an önce kaplama bozulmalarını onarmak, kaplama hatalarını geciktirmek ve tamamlayıcı bakıma olan ihtiyacı azaltmaktır. Buna rağmen, bu çeşit bakımlar kaplamanın yük taşıma kapasitesini geliştirmek için değil kaplamanın kullanımını ve hizmet ömrünü uzatmak için kullanılır (Ann Johnson 2000).

Genellikle, koruyucu bakım metotları çevre tarafından meydana gelen hasarları onarmak için dizayn edilmişlerdir. Kaplama yüzeyinin periyodik onarımı çeşitli yararlar sağlayabilir, kaplama yüzeyi, sızdırmazlık sağlayan malzeme içerir (suyun kaplama yüzeyinden içeri girmesini engeller) ve oksidasyon, ayrışma ve yüzey çatlakların etkisini kontrol etme gibi özelliklere sahiptir. Çevresel etkiler zamanla meydana çıkar, öyleyse, koruyucu bakım yöntemlerinin uzun ömürlü olması, yol kesiti üzerindeki trafik miktarından daha çok zamanla ilişkilidir (Ann Johnson 2000).

Doğru zamanda hangi yöntemin uygulanabileceğini seçmek için, yol durumunun incelenmesi ve tahribatsız testler kullanılabilir. Bu durum, hangi kaplamaların bakıma ihtiyacı olduğunu ve ne zaman iyileştirme yapılabileceğine karar vermek için daha fazla rasyonel bir yaklaşım sağlar. Kaplama durumunun incelenmesi, bir iyileştirme yöntemi yapıldığı zaman bazı eşik limitleri tanımlamayı gerektirebilir. Şekil 7.2, bir kaplama örneğinin koruyucu bakımlı ve koruyucu bakım olmadan hallerinin bozulma eğrisini göstermektedir (Ann Johnson 2000).

**Şekil 7.2 : Kaplamanın koruyucu bakımlı ve koruyucu bakımsız bozulma eğrisi**



*Kaynak : Hick & Peshkin 2000*

## 7.5. BAKIM YÖNTEMLERİNİN OPTİMUM ZAMANLAMASI

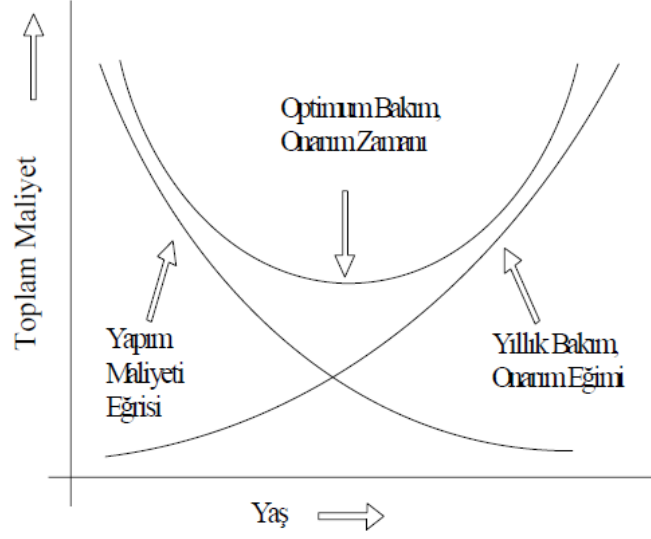
Seçilen yöntemin yerleştirme zamanına karar verme, etkili bir koruyucu bakım programının diğer bir kritik unsurudur. Bazı idareler, kaplama durumunu, ölçme ve araştırma sonucuna dayanarak yöntemler geliştirmişlerdir. Birçok araştırma uygulanacak yöntemle karar vermek için önemli bilgiler sağlamaktadır. Bir araştırma şartının kullanımı, bozulmayan denemeyi birleştirmeye, böylece bir ağ içindeki kaplamaların hangi yöntemle ihtiyaç duyduğunu ve ne zaman bu yöntemin uygulanması gerektiğine karar vermeyi sağlar. Şekil 7.3, özel projeler için bir yöntemin zamanlamasına karar vermek için idarenin kabul ettiği karar yöntemi çeşidine bir örnektir <sup>1</sup>.

Şekil 7.3'ten Şekil 7.5'e kadar gösterilen bir diğer yaklaşım ise yıllık maliyet yaklaşımı kullanmadır. Şekil 7.5 göstermektedir ki bakım ne kadar gecikirse, kaplama onarımının maliyeti de o kadar yüksek olacaktır. Alternatif olarak eğer kaplamaya erkenden bakım yapılırsa, gereksiz yere harcama yapılmış olur. Vakitsiz bakımın yıllık maliyeti Şekil 7.3'te gösterilmiştir (Hicks vd 2000).

### Şekil 7.3 : Toplam maliyetin süre ile ilişkisi

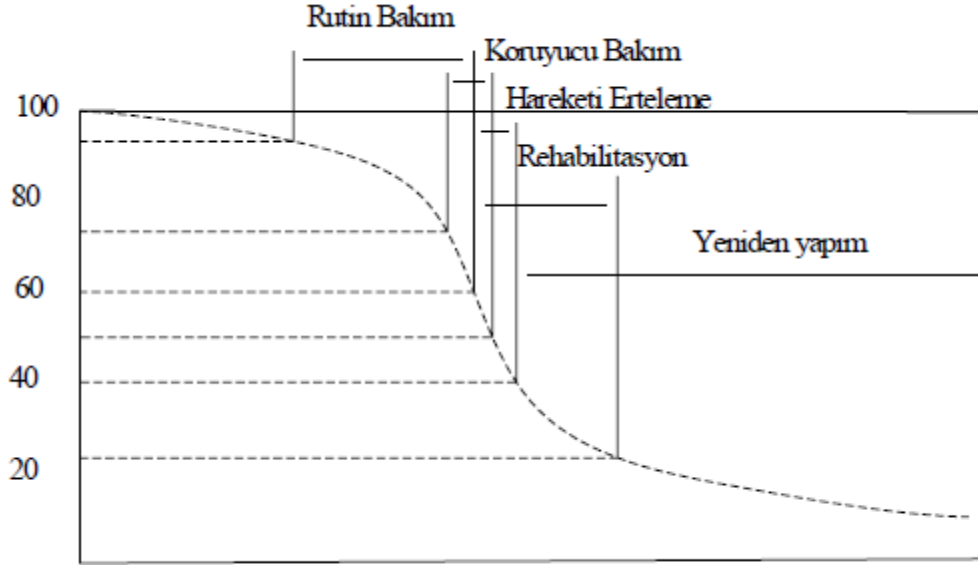
<sup>1</sup> Cornell Local Roads Program Report 95-4, 1995





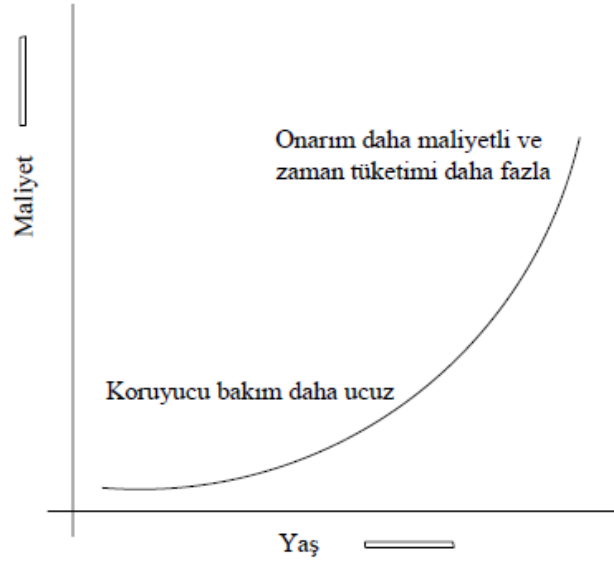
Kaynak : Hicks & Jackson 1998

Şekil 7.4 : Çeşitli bakım ve onarımın zamanlama ile ilişkisi



Kaynak : Hicks vd 2000

**Şekil 7.5 : Bakım ve onarımın yaşlanma fonksiyonuna göre maliyeti**



Kaynak : Hicks vd 2000

## 7.6. BAKIM YÖNTEMLERİNİN MALİYET ETKİNLİĞİ

İlk değerlendirme için kolaylaştırılmış bir yaklaşım kullanılabilir. Bu kolaylaştırılmış yaklaşım, maliyet ve gerçek fiyat teklifi dalgalanmalarında kullanışlıdır. Bunun için s(EAC) kullanılabilir. Bu yöntemde, yıllık maliyet eşitliği aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır <sup>1</sup>.

$$EAC = \text{İşlemin Birim Maliyeti} / \text{İşlemin Beklenen Ömrü}$$

Bu aşamada, en düşük yıllık maliyet eşitliğine sahip işlem seçilebilir ve performans gereksinimleriyle karşılaştırılır. Daha kompleks yöntemler de mevcuttur ve bunlar bütün ömür maliyeti hesaplamalarında kullanılabilir.

### 7.6.1. Bir Yöntemin Maliyet Etkinliğine Karar Verme

Herhangi bir kaplama bakım yönteminin değerine karar vermek için bir çok faktörü göz önünde bulundurmak gerekir. Karar yöntemi aşağıdaki üç soru ve cevaplarını içerir (Ann Johnson 2000).

<sup>1</sup> Caltrans Division of Maintenance, 2003

### 1. Yöntemler kaplama performansını artırır mı?

Performans konfor, uygunluk, güvenlik veya ömür döngüsü maliyetleri gibi bazı değişik yollarla ölçülebilir. Eğer tüketiciyle ilişkili konuların herhangi birinde ilerlemeler yoksa o zaman bu yöntemi kullanmak için hiçbir neden yoktur. Eğer bir veya daha fazla alanda gelişme varsa ikinci soru sorulmalıdır (Ann Johnson 2000).

### 2. Yöntemin maliyeti uygun mudur?

Bir yöntemin faydasını ölçme, kaplamanın performansı ile değerlendirilerek ölçülmelidir. Yöntemin kendi performansı yeterli değildir. Mesela, eğer bir yüzeysel tabaka yapımı kaplamaya uygulanırsa, maliyet faydalarının analizi için o kaplamanın yüzeysel tabaka yapımının uygulanmamış bir benzeriyle kıyaslanması gerekir. Yüzeysel tabaka yapımı kaplama ömrünü 5 yıldan 10 yıla kadar uzatabilir (Ann Johnson 2000).

Aynı şekilde, kaplamadaki çatlakların bakımı, kaplama ömrünü uzun yıllar uzatır. Kaplama ömrünü uzatım değeri, maliyet etkinliğine (uygun maliyet) karar vermek için gözden geçirilmelidir (Ann Johnson 2000).

Bakım maliyetlerini kıyaslama yapıldığı zaman genellikle yapılan hata, kaplamanın ömrü ve maliyetinin iyileştirme yönteminin ömrü ve maliyetiyle karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırmaya uygun değildir (Ann Johnson 2000).

### 3. Kullanılan en iyi iyileştirme metodu nedir?

İlk önce, bir yöntemin uygun maliyetli olmasına karar verilir ve ondan sonra en iyi maliyetler ve yapım metodları işaretlenir (Ann Johnson 2000).

#### **7.6.2. Faktörleri Seçme**

Normal sapmaları, tedbirleri ve diğer özel faktörleri kaldırınca, kaplama yönetim sistemleri, kullanıcılara en uygun maliyetli yonteme karar vermek için imkan tanır.

Bu seçimler genellikle aşağıdaki faktörlere dayandırılır (Ann Johnson 2000).

- a) Kaplama çeşidinin var olması
- b) Çatlak koşulu
- c) Bozulmanın miktarı ve çeşidi
- d) Karayolu kullanımı ve trafik seviyesi
- e) İklim ve çevresel faktörler
- f) Trafik yükü
- g) İyileştirme yönteminin maliyeti
- h) Beklenen süre
- i) Nitelikli ekip ve müteahhitlerin elverişliliği
- j) Kaliteli malzemelerin elverişliliği
- k) Yerleştirme yılının zamanı
- l) Olanakların aksama süresi
- m) Kaplama gürültüsü
- n) Yüzey sürtünmesi

Yukarıda listelenen faktörlerden biri olan çatlak koşulu iyileştirme seçme yönteminin nasıl çalıştığını anlamak için iyi bir örnek sağlar. Bozulmuş kaplama için doğru bakım çeşidi genellikle çatlakların koşuluna ve yoğunluğuna bağlıdır. Eğer çatlaklar olağansa, fakat yüksek derecede kenar bozulmalarına sahip değilse, yüzey iyileştirme yöntemleri en iyisi olabilir. Yüksek kenar bozulmalarında ilerlemeler olursa, çatlak stratejisine ve yama yapmaya ihtiyaç duyulabilir. Eğer çatlaklar, yoğunluk ve biraz bozulmaya sahipse, bakım ve doldurma işinden etkili bir iyileştirme yapılabilir (Ann Johnson 2000). Genel olarak birçok çatlak ciddi olarak bozulur. Bu durumda çatlak bakımı veya doldurma, her ikisi de ekonomik olmayabilir ve teknik olarak sağlam temele oturmayabilir (Ann Johnson 2000).

### **7.6.3. Bakım Maliyetleri**

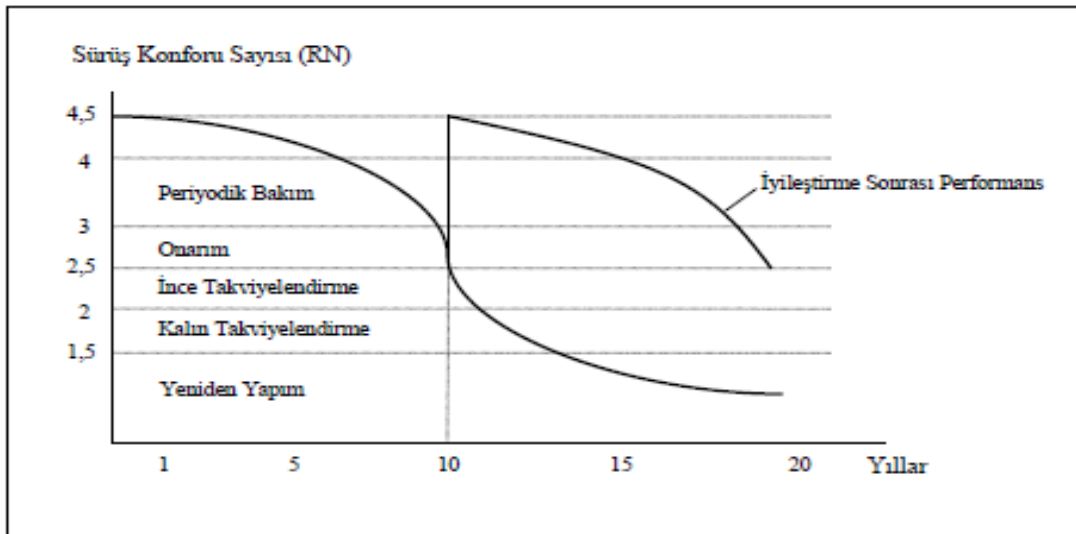
Yol kaplamalarındaki bakım maliyetleri; seçilen yol kaplaması tipi, üstyapının taşıyacağı trafiğin hacmi ve karakteri, taban zeminin taşıma gücü, bölge ve iklim şartları ve yolun hizmet ömrüne göre farklılıklar göstermektedir. Ancak bu farklılıklar göz önünde bulundurularak, yol kaplaması bakım maliyetleri hakkında kesin yorum yapılabilmektedir. Bakım maliyeti, yolun hizmet ömrü boyunca bulunduğu bölgenin iklim ve çevre şartları göz önünde bulundurularak, üzerindeki trafiğin etkisiyle sahip olduğu kaplamanın uğramış olduğu

hasar ve bu hasarlarının onarımlarının tamamına ihtiva eder. Yani bir yolun bakım maliyeti birçok nedene bağlıdır. Dolayısıyla bir çok yol için kesin ve her zaman öngörülen bir bakım maliyetinden söz etmek mümkün değildir (Temren 2005).

Genellikle 20 yıllık bir süre için projelendirilen bitümlü sıcak kaplamalar ve 10 yıllık bir süre hizmet ömrüyle inşa edilen sathi kaplamaların bakım maliyetleri, yolun kullanılan servis ömrüyle orantılı olarak artış göstermektedir. Bitümlü sıcak kaplamalı yollarda görülen yerel bozuklukların her kış mevsimi sonunda bakımı dışında, ilk 5 yıldan sonra, küçük onarımlar ve yüzey kaplaması gerekebilmekte, 10. yılda; yol yüzeyinin büyük bir olasılıkla yenilenmesi ve pürüzlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. 15. yılında, ilk yolun yüzey yapısının restore edilmesi zorunlu hale gelmektedir. 20. yılın sonunda ise, esnek üstyapılı yol, tasarım ömrünün sonuna geleceğinden, yapının yeni bir üstyapı ile takviyesi zorunlu olmaktadır. Bunların dışında, temel ve alt temel tabakalarının onarım ve değiştirilmesi gibi çok önemli bakım çalışmaları gerekli olabilmektedir. Sathi kaplamalarda ise bozulmalar, yol inşasının yapıldığı ilk yıldan itibaren başlayarak düzenli ve devamlı bir bakımı gerektirmektedir (Temren 2005).

Üstyapı bakımında ve bakım maliyetlerinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus seçilen esnek yol üstyapı sınıfı göz önünde bulundurularak, üstyapı bakım ve yönetim sistemi belirlenmesidir. Ancak, zamanında yapılan bir bakım stratejisi ile ekonomik yol ömrü minimum maliyetle uzatılabilir. Şekil 7.6'da bir yol üstyapısının performans eğrisi verilmiştir (Temren 2005).

**Şekil 7.6 : Bir yol üstyapısının performans eğrisi**



Kaynak : Temren 2005

Yol üstyapısının performansı, doğru bir bakım sistemi ve zamanlaması ile üst düzeyde tutulabilmektedir. Aynı zamanda bu durum bakım maliyetleri açısından da önemlidir. Bir yolun bakımı ne kadar gecikirse, kaplama onarımının maliyeti de o kadar yüksek olacaktır. Ayrıca kaplamaya erkenden bakım yapılırsa, gereksiz yere harcama yapılmış olur. Bu bağlamda, minimum bakım maliyeti ve maksimum performans, optimum zamana bağlıdır. Esnek yol üstyapıları için uygulanan çeşitli bakım yöntemlerinin optimum zamanlarına ait bir yaklaşım aşağıda yer almaktadır (Temren 2005).

Bunlar;

- a) Karartma tabakası için 1-3 yıl
- b) Çatlak bakımı için 2-4 yıl
- c) Sathi kaplamalar için 5-7 yıl
- d) Harç tipi örtme kaplama için 5-7 yıl
- e) İnce örtücü tabaka için 5-10 yıl (Hicks vd 2000)

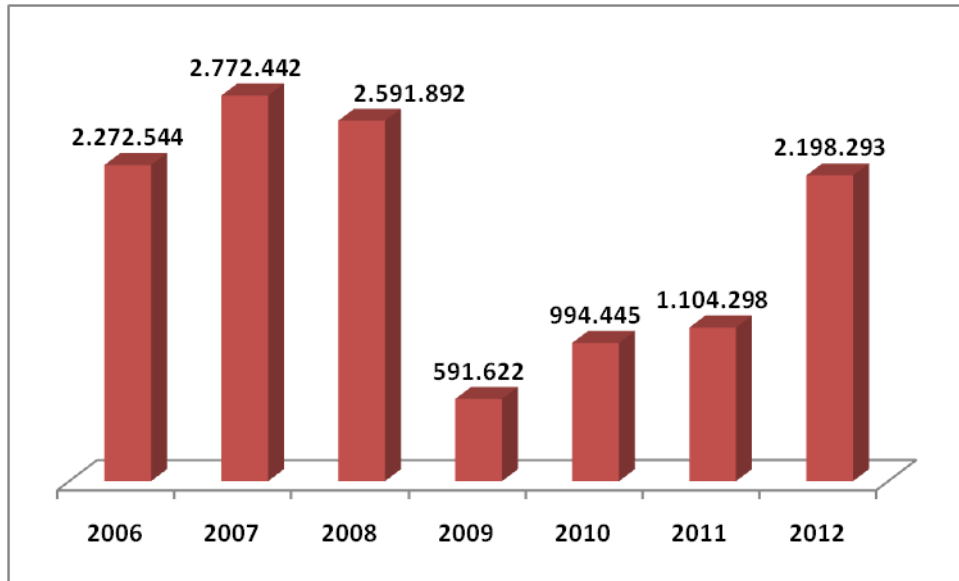
şeklindedir.

Halen Türkiye geneline yayılmış bir üstyapı yönetim ve bakım stratejisi bulunmamaktadır. Bu durum ekonomi açısından olumsuz bir etken olduğu şüphesizdir (Temren 2005).

## 8. İSTANBUL İLİ ANAARTER YOLLARDA UYGULANAN ÇATLAK TAMİRİ

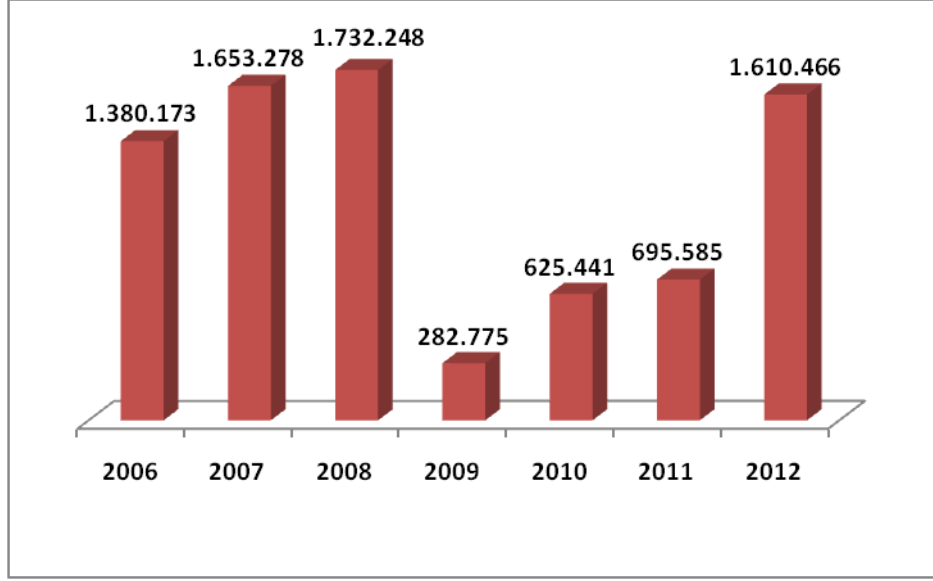
İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yol Bakım ve Onarım Müdürlüğü, toplam 4.500 km uzunluğundaki yol ağında hizmet vermektedir. İBB tarafından yapılan çalışmalarda yol üstyapısı malzemesi olarak bitümlü asfalt kaplamalar kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaları bakım ve yenileme çalışması olarak iki sınıfa ayırmak mümkündür. Bakım işlemlerin, genel olarak asfalt yama çalışması, çatlak tamiri, bitümlü harç kaplama, robotlu yama çalışmaları şeklinde ifade edilebilir. Yenileme işlemleri ise, mevcut yollarda kazı sonrası finişerli asfalt serimi, yeni yapılan yollarda ise finişerli asfalt serimi işlemleridir. 2006 – 2012 yılları arasında bakım ve yenileme çalışmalarında kullanılan bitümlü asfalt tonajları aşağıdaki grafikte (Şekil 8.1) verilmiştir.

Şekil 8.1 : İstanbul ilinde yıllara göre sıcak asfalt serim tonajları



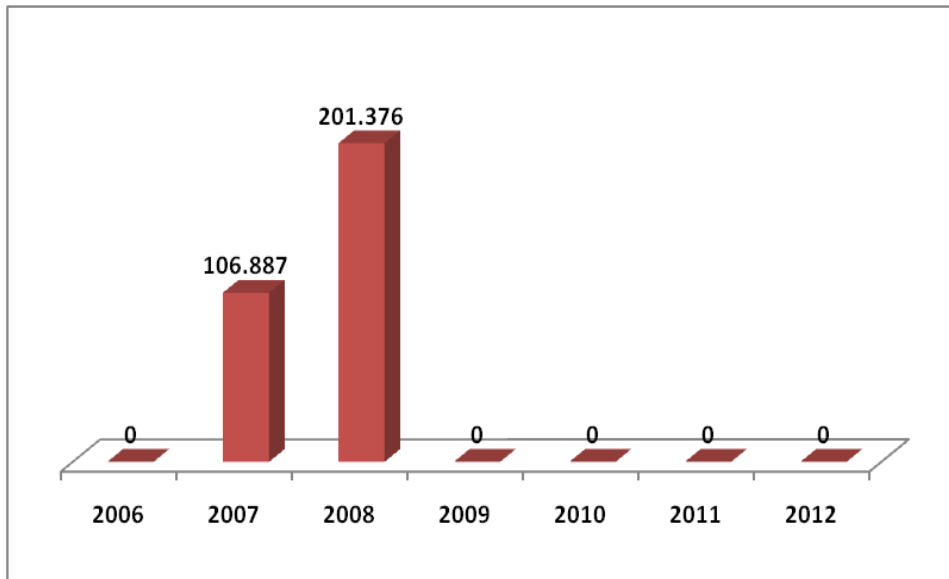
2006 – 2012 yılları arasında yenileme çalışmalarında kullanılan bitümlü asfalt kaplama tonajları incelendiğinde serilen bitümlü asfalt tonajları ve bu miktarlarla yapılan toplam yol uzunlukları aşağıdaki grafiklerde (Şekil 8.2) gösterilmiştir.

**Şekil 8.2 : İstanbul ilinde yıllara göre finişerli sıcak asfalt serim tonajları**



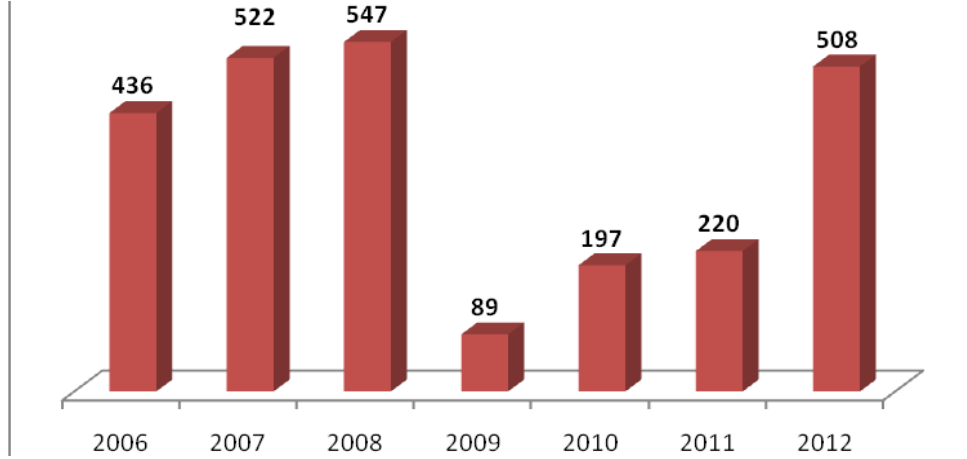
İBB sorumluluğunda olan yollarda yapılan bakım çalışmalarından çatlak/derz tamiri çalışması incelendiğinde çalışmanın 2007 ve 2008 yıllarında yapıldığı görülmüştür. Bu çalışma ile toplam 39 cadde de 251.786 m yolun bakımı yapılmıştır. Bu bakım çalışmalarında toplam 318.070 m çatlak/derz tamiri yapılmıştır. Şekil 8.3, Şekil 8.4 ve Tablo 8.1’de sırasıyla İstanbul ili yıllara göre çatlak/derz imalatı metrajları, İstanbul ili yıllara göre serim yapılan yol uzunlukları (km) ve 2007 – 2008 yılları içerisinde çatlak/derz uygulaması yapılan cadde ve imalat miktarları gösterilmiştir.

**Şekil 8.3 : İstanbul ili yıllara göre çatlak/derz imalatı metrajları (M)**





Şekil 8.4 : İstanbul İli Yıllara Göre Serim Yapılan Yol Uzunlukları (Km)



Tablo 8.1 : 2007 – 2008 Yılları İçerisinde Çatlak/Derz Uygulaması Yapılan Cadde Ve İmalat Miktarları

İLÇE	CADDE	TOPLAM	BİRİM
BAKIRKÖY	ATAKÖY KAVŞAĞI	1.303	M
KÜÇÜKÇEKMECE	ATATÜRK CAD.	12.871	M
AVCILAR	AVCILAR E-5 İSTİKAMETİ	13.792	M
BEŞİKTAŞ	BARBAROS BULVARI	3.580	M
KARTAL	ÇANAKKALE CAD.	590	M
AVCILAR	E-5	15.106	M
ESENYURT	E-5 HARAMİDERE TEM BAĞLANTI YOLU	5.088	M
MALTEPE	E-5 KÜÇÜKYALI (HAREM İSTİKAMETİ)	7.997	M
ŞİŞLİ	E-5 OKMEYDANI- BEŞİKTAŞ AYRIMI ARASI	18.979	M
BEYLİKDÜZÜ	E-5 YOLU	1.407	M
PENDİK	EŞREF BİTLİS BLV.	11.764	M
BAKIRKÖY	FLORYA CAD.	666	M
BEYOĞLU	HALIÇ KÖPRÜSÜ	4.541	M
TUZLA	HATBOYU CAD.	5.646	M
BEYKOZ	KAVACIK E-80 BAĞL. YOLU	7.213	M
BEYKOZ	KAVACIK HİDİV KASRI	2.982	M
BAKIRKÖY	KENNEDY CAD.	2.715	M
BAĞCILAR	M.BEY-TOPKAPI İSTİK.(O-3)(ÇATLAK TAMİRİ)	27.999	M
ŞİŞLİ	MECİDİYEKÖY KÖPRÜSÜ	975	M
ÜSKÜDAR	O-1 ALTUNİZADE - SÖĞÜTLÜ ÇEŞME	4.970	M
KADIKÖY	O-1 YOLU (SÖĞÜTLÜÇEŞME-ALTUNİZADE)	1.281	M
ÜSKÜDAR	O-4 YOLU(ANADOLU OTOBANI)	6.823	M
KAĞITHANE	OKMEYDANI HASDAL BAĞLANTI YOLU	15.760	M
BAYRAMPAŞA	OTOGAR-METRİS BAĞLANTI YOLU	488	M
AVCILAR	PETROL OFİSİ ASFALTI	370	M
AVCILAR	PETROL OFİSİ YOLU	2.072	M
BAKIRKÖY	RAUF ORBAY CAD.	1.487	M
BEYOĞLU	REFİK SAYDAM CAD.	3.903	M
PENDİK - KARTAL	SAHİL YOLU	62.281	M
KARTAL	SAHİL YOLU (DRAGOS )	23.031	M
SARIYER	SARIYER ABC YOLU	6.268	M
ÜSKÜDAR	ŞİLE YOLU LİBADİYE MEVKİİ	1.645	M
KARTAL	TEM BAĞLANTI YOLLARI	1.712	M
KADIKÖY	TEM E-5 BAĞLANTISI HAREM DÖNÜŞÜ	2.291	M
ÜSKÜDAR	YILDIRIM BEYAZID CAD.	2.644	M
PENDİK	SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU	24.576	M
BAYRAMPAŞA	OTOGAR O-3 BAĞLANTI YOLU	3.754	M
SARIYER	MASLAK İL JANDARMA ALAY KOMUTANLIĞI	3.925	M
MECİDİYEKÖY	E-5 YOLU MECİDİYEKÖY İSTİKAMETİ	3.575	M
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>318.070</b>	<b>M</b>

2007 ve 2008 yılı içerisinde çatlak/derz tamiri yapılan yollar incelendiğinde bu yolların hizmet süresinin ortalama 4,1 yıl uzadığı tespit edilmiştir. Çalışma yapılan yolların uzatılan hizmet ömrü Tablo 8.2’de verilmiştir.

**Tablo 8.2 : Çalışma yapılan yolların uzatılan hizmet ömrü**

İBB ANAARTER YOLLARDA YAPILAN ÇATLAK/DERZ İMALATI							
NO	İLÇE	CADDE	CADDE UZUNLUĞU (M)	GENİŞLİĞİ (M)	ÇATLAK/DERZ YAPIM TARİHİ	ÜST YAPININ YENİLENME TARİHİ	UZATILAN HİZMET ÖMRÜ SÜRESİ (YIL)
1	BAKIRKÖY	ATAKÖY KAVŞAĞI	3.900	10	Haz.08	Tem.12	4,1
2	KÜÇÜKÇEKMECE	ATATÜRK CAD.	4.200	13	Tem.08	Mar.10	1,7
3	AVCILAR	AVCILAR E-5 İSTİKAMETİ	6.300	12	May.08	Tem.12	4,2
4	BEŞİKTAŞ	BARBAROS BULVARI	3.256	20	May.08	Tem.10	2,2
5	KARTAL	ÇANAKKALE CAD.	1.200	10	Haz.08	Oca.13	4,6
6	AVCILAR	E-5	6.300	12	Tem.08	Ağu.12	4,1
7	ESENYURT	E-5 HARAMİDERE TEM BAĞLANTI YOLU	10.594	12	Eyl.07	Haz.12	4,8
8	MALTEPE	E-5 KÜÇÜKYALI (HAREM İSTİKAMETİ)	24.000	12	Tem.08	27.03.2013	4,7
9	ŞİŞLİ	E-5 OKMEYDANI- BEŞİKTAŞ AYRIMI ARASI	5.260	8	Mar.08	Haz.09	1,3
10	BEYLİKDÜZÜ	E-5 YOLU	3.100	12	Eyl.07	Tem.12	4,8
11	PENDİK	EŞREF BİTLİS BLV.	5.400	8	Tem.08	27.03.2013	4,7
12	BAKIRKÖY	FLORYA CAD.	1.500	11	Tem.08	Haz.10	1,9
13	BEYOĞLU	HALIÇ KÖPRÜSÜ	3.980	10	Tem.07	Tem.13	6,0
14	TUZLA	HATBOYU CAD.	1.200	13	Eyl.08	Eki.10	2,1
15	BEYKOZ	KAVACIK E-80 BAĞL. YOLU	3.800	8	Eyl.07	27.03.2013	5,6
16	BEYKOZ	KAVACIK HİDİV KASRI	1.600	8	Eyl.07	27.03.2013	5,6
17	BAKIRKÖY	KENNEDY CAD.	4.300	7	Eyl.07	Tem.11	3,8
18	BAĞCILAR	M.BEY-TOPKAPI İSTİK.(O-3)	13.690	10	Ağu.07	Eyl.12	5,1
19	ŞİŞLİ	MECİDİYEKÖY KÖPRÜSÜ	2.000	12	Ağu.07	Tem.09	1,9
20	ÜSKÜDAR	O-1 ALTUNİZADE - SÖĞÜTLÜ ÇEŞME	7.000	13	Ağu.07	Eki.10	3,2
21	KADIKÖY	O-1 YOLU (SÖĞÜTLÜ ÇEŞME-ALTUNİZADE)	7.000	13	Ağu.07	Eki.10	3,2
22	ÜSKÜDAR	O-4 YOLU(ANADOLU OTOBANI)	13.000	10	Ağu.07	Eyl.10	3,1
23	KAĞITHANE	OKMEYDANI HASDAL BAĞLANTI YOLU	9.150	11	Nis.08	27.03.2013	5,0
24	BAYRAMPAŞA	OTOGAR-METRİS BAĞLANTI YOLU	2.953	11	Eyl.07	Tem.12	4,8
25	AVCILAR	PETROL OFİSİ ASFALTI	1.100	7	Eyl.07	27.03.2013	5,6
26	AVCILAR	PETROL OFİSİ YOLU	3.200	8	Eyl.07	27.03.2013	5,6
27	BAKIRKÖY	RAUF ORBAY CAD.	3.700	7	Eki.07	Haz.11	3,7
28	BEYOĞLU	REFİK SAYDAM CAD.	1.250	12	May.08	27.03.2013	4,9
29	PENDİK - KARTAL	SAHİL YOLU	13.020	12	May.08	27.03.2013	4,9
30	KARTAL	SAHİL YOLU (DRAGOS )	13.020	12	Mar.08	27.03.2013	5,1
31	SARİYER	SARİYER ABC YOLU	2.600	7	Eyl.08	Ağu.11	2,9
32	ÜSKÜDAR	ŞİLE YOLU LIBADİYE MEVKİİ	8.000	10	Ağu.07	27.03.2013	5,7
33	KARTAL	TEM BAĞLANTI YOLLARI	17.130	9	Ağu.08	27.03.2013	4,7
34	KADIKÖY	TEM E-5 BAĞLANTISI HAREM DÖNÜŞÜ	2.000	13	Ağu.07	Haz.12	4,8
35	ÜSKÜDAR	YILDIRIM BEYAZID CAD.	2.000	10	Tem.07	May.12	4,8
36	PENDİK	SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU	35.514	9	Eyl.08	27.03.2013	4,6
37	BAYRAMPAŞA	OTOGAR O-3 BAĞLANTI YOLU	1.100	11	Mar.08	Ağu.12	4,4
38	SARİYER	MASLAK İL JANDARMA ALAY KOMUTANLIĞI	1.954	10	Eyl.07	27.03.2013	5,6
39	MECİDİYEKÖY	E-5 YOLU MECİDİYEKÖY İSTİKAMETİ	1.515	12	May.07	Tem.09	2,2
<b>TOPLAM</b>			<b>251.786</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>ORTALAMA</b>	<b>4,1</b>	

Bu tabloda yer alan yolların bazıları hakkında bilgi sahibi olunmasının, hizmet ömrünün uzamasının öneminin anlaşılmasında etkili olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan

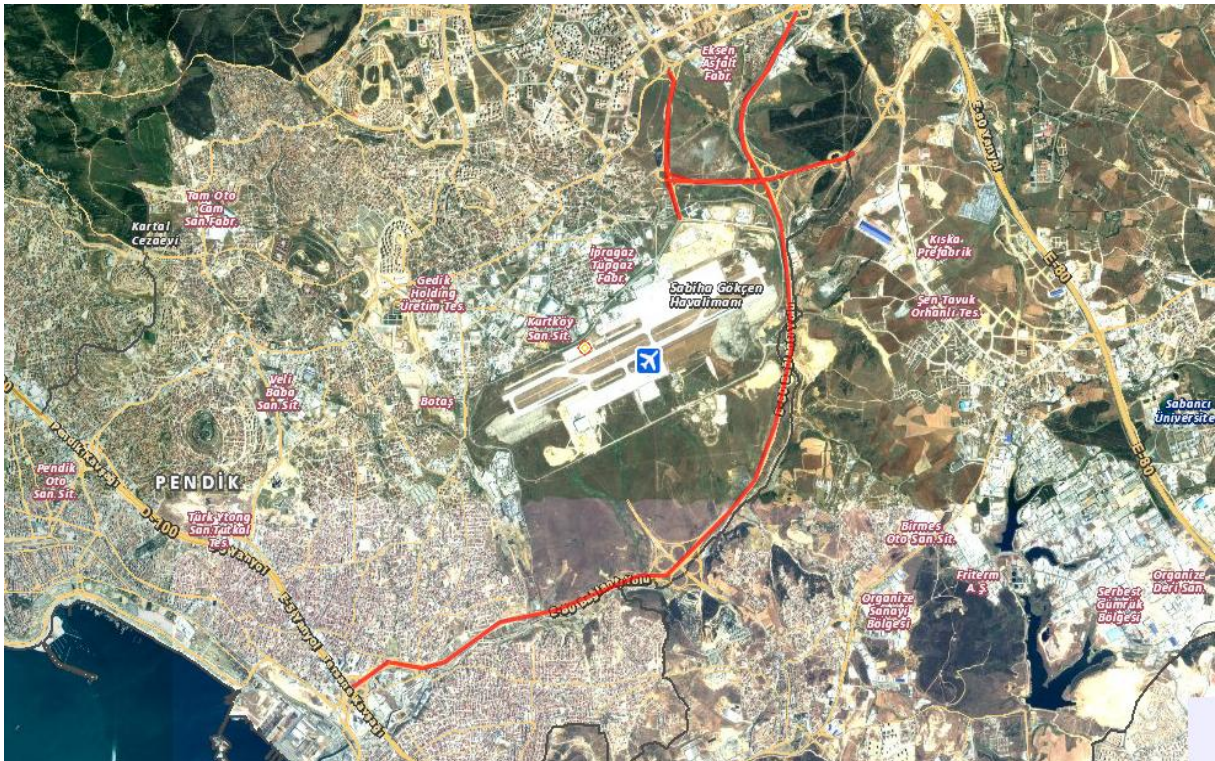
- a) Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu
- b) Kartal – Pendik Sahil Yolu
- c) Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu
- d) Pendik Eşref Bitlis Bulvarı

yolları hakkında bilgi verilmesi uygun görülmüştür.

## 8.1. PENDİK SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU

Bu bölüme İstanbul Anadolu Yakasının önemli ulaşım akslarından biri olan Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu incelenmiştir. Bu aks üzerinden D-100 yolu ile TEM yolunu birbirine bağlandığı gibi Sabiha Gökçen Havalimanına ulaşım da bu yol üzerinden sağlanmaktadır. Günlük trafik yoğunluğu oldukça fazladır. Şekil 8.5’te bahsi geçen bu yol görülmekte, Tablo 8.3’te ise yolun özellikleri verilmektedir.

Şekil 8.5 : Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolu



**Tablo 8.3 : Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolunun Özellikleri**

<b>Çatlak Boyu</b>	24.500 m
<b>Çatlak Şekli</b>	Yol Eksenine Paralel Şekilde
<b>Çatlak Genişliği</b>	0-3 cm
<b>Çatlak Sebebi</b>	Ekyeri/Derz Çatlağı
<b>Çatlak Tamiri Uygulama Tipi</b>	Kanal Açma ve Doldurma
<b>Yolun İmalat Anındaki Durumu</b>	Yolda Çatlaklar Dışında Herhangi Bir Bozukluk Yok

1990 yılların sonunda yapımı tamamlanan yolda serim sırasında oluşan derzlerin zamanla açılması sonucu meydana gelen çatlaklara 2008 yılında bakım çalışması yapılmıştır. Çalışma çatlak uygulaması için en ideal dönemlerden birisi olan Eylül ayında yapılmış olup toplam 32 günde tamamlanmıştır. Tablo 8.4’te Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolunun esnek üstyapı değerlendirme Formu görülmektedir.

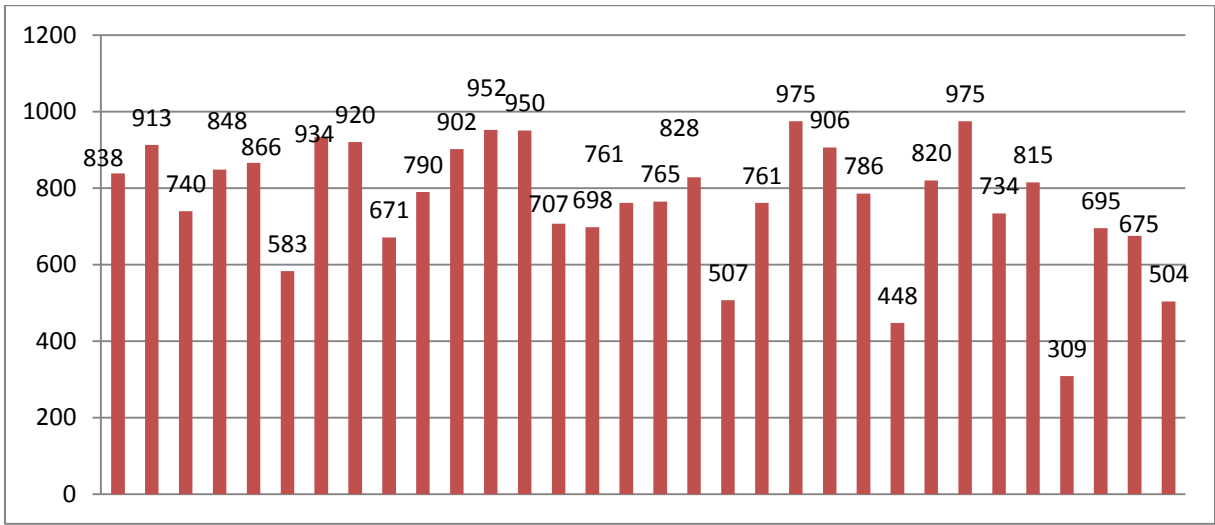
**Tablo 8.4 : Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolu Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu**

<b>ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU</b>		
<b>PENDİK SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU</b>		
<b>BOZULMA</b>	<b>NOT ARALIĞI</b>	<b>VERİLEN NOT</b>
ENİNE ÇATLAKLAR	0 - 5	5
BOYUNA ÇATLAKLAR	0 - 5	5
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0 -10	4
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0 - 5	
TEKERLEK İZİ OLUŞUMU	0 - 10	
ONDÜLASYONLAR	0 - 5	
SÖKÜLME	0 - 5	
ÇÖKME VEYA ÖTELENME	0 - 10	
ÇUKURLAŞMA	0 - 10	
AŞIRI ASFALT	0 - 10	
CİLALANMIŞ AGREGA	0 - 5	2
YETERSİZ DRENAJ	0 - 10	
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0 - 10	
<b>BOZULMA TOPLAMI</b>		<b>11</b>

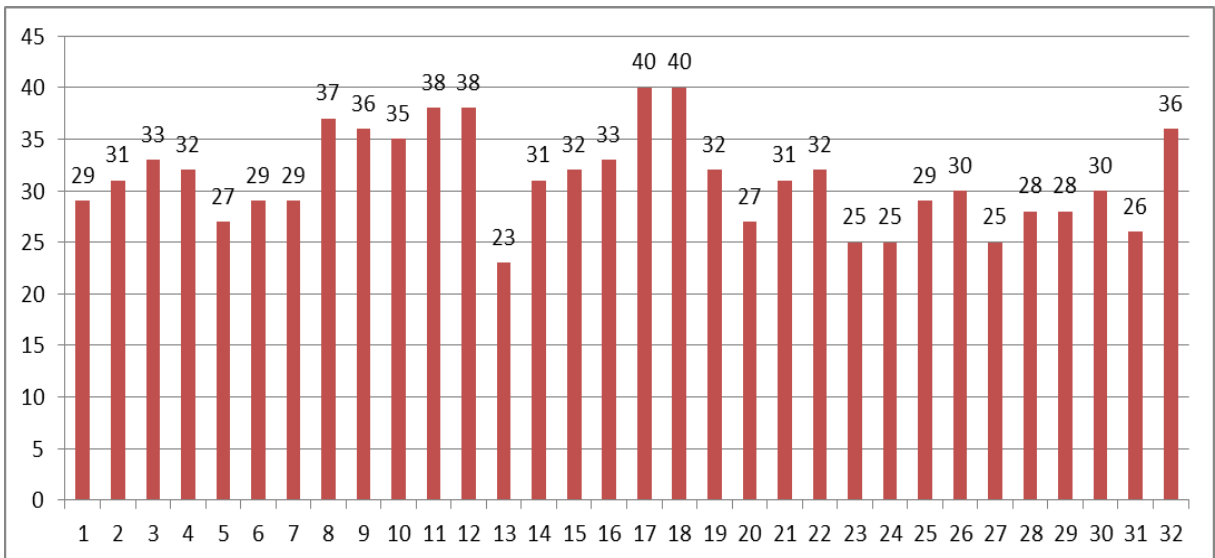
<b>RUTİN BAKIM</b>	<b>TAKVİYE</b>	<b>YENİDEN YAPIM</b>
0	20	40
		60
		80
		100

Yola bağlantılı kavşaklar ve havalimanı iç yolu dahil olmak üzere toplam 45.514 m yol incelenmiş ve 24.500 m çatlak tamiri yapılmıştır. Şekil 8.6'da Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu Günlük İmalat Miktarları (Metre cinsinden) ve Şekil 8.7'de Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C cinsinden) görülmektedir. Şekil 8.6'da görüldüğü üzere bu yol üzerindeki günlük imalat miktarları oldukça dağınık bir seyir göstermektedir. Kimi zaman 300 metreye kadar düşen bu miktar, bazı günlerde 1000 metreye kadar çıkmıştır. Bu da yolun farklı kesimlerinde farklı özellikler olduğunu göstermektedir.

**Şekil 8.6 : Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu Günlük İmalat Miktarları (m)**



**Şekil 8.7 : Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C)**



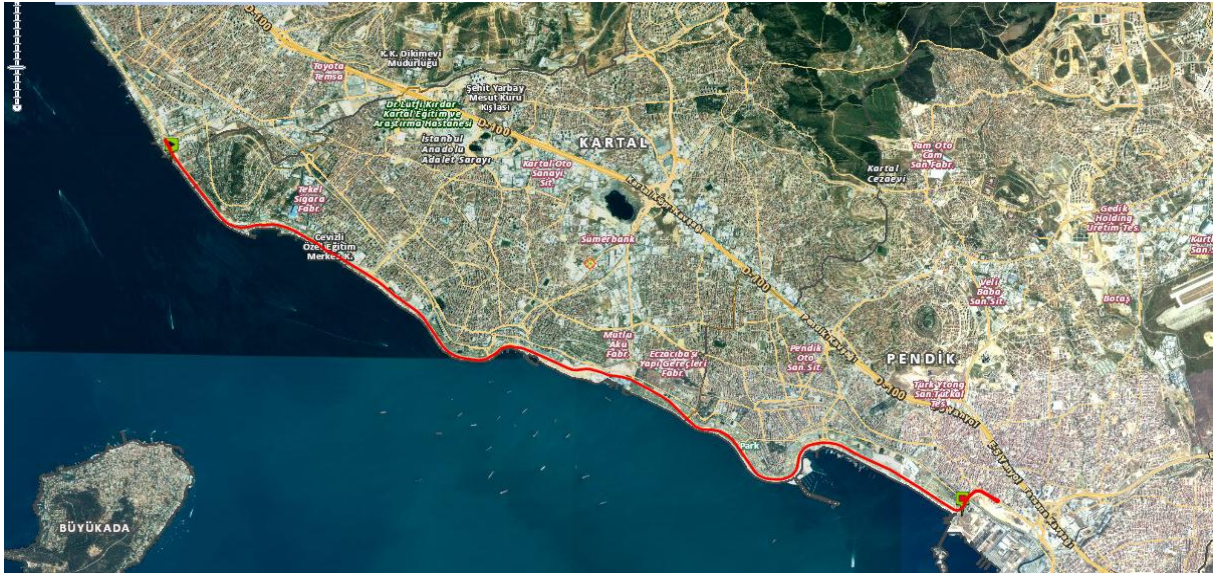
2008 yılında çatlak tamiri yapılan yolda 2012 yılında lokal birkaç alanda yama çalışması yapılmış olup bu çalışmalar ile yolun hizmet süresi Mart 2013 itibari ile 4,6 yıl uzatılmıştır.

Yolun mevcut durumu incelendiğinde herhangi bir olumsuzluğun olmadığı ayrıca çatlak tamiri bakımında kullanılan malzemede de herhangi bir bozulma olmadığı gözlemlenmiştir.

## 8.2. KARTAL – PENDİK SAHİL YOLU

Kartal Pendik Sahil Yolu İstanbul Anadolu Yakasının önemli ulaşım akslarından biridir. İstanbul Anadolu Yakasında bulunan önemli dört paralel ulaşım aksından birisidir. Sahil yolu Anadolu yakası sahil şeridinde ulaşımı sağlaması yanında kendisine paralel trafik yoğunluğu oldukça fazla olan D-100 ve minibüs yoluna alternatif yollardan biridir. Günlük trafik yoğunluğu oldukça fazladır. Şekil 8.8’te bahsi geçen bu yol görülmekte, Tablo 8.5’te ise yolun özellikleri verilmektedir.

Şekil 8.8 : Kartal –Pendik Sahil Yolu



Tablo 8.5 : Kartal –Pendik Sahil Yolunun Özellikleri

Çatlak Boyu	85.200 m
Çatlak Şekli	Yol Eksenine Paralel ve Dik Şekilde
Çatlak Genişliği	0-3 cm
Çatlak Sebebi	Beton Yansıma Çatlağı
Çatlak Tamiri Uygulama Tipi	Kanal Açma ve Doldurma, Kanal Açma ve Bant Çekme
Yolun İmalat Anındaki Durumu	Yolda Çatlaklar Dışında Herhangi Bir Bozukluk Yok

İstanbul Anadolu Yakası sahil yolu doksanlı yılların başında deniz doldurularak inşa edilmiştir. Sahil yolundan alınan karotlar incelendiğinde üst yapıda aşınma ve binder tabakası olmak üzere iki kat bitümlü karışım bunların altında da beton tabakası kullanıldığı tespit edilmiştir. Tablo 8.6’da Kartal-Pendik Sahil Yolunun esnek üstyapı değerlendirme formu görülmektedir.

**Tablo 8.6 : Kartal – Pendik Sahil Yolu Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu**

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
KARTAL – PENDİK SAHİL YOLU		
BOZULMA	NOT ARALIĞI	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0 - 5	5
BOYUNA ÇATLAKLAR	0 - 5	5
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0 - 10	4
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0 - 5	
TEKERLEK İZİ OLUŞUMU	0 - 10	
ONDÜLASYONLAR	0 - 5	
SÖKÜLME	0 - 5	
ÇÖKME VEYA ÖTELENME	0 - 10	
ÇUKURLAŞMA	0 - 10	
AŞIRI ASFALT	0 - 10	
CİLALANMIŞ AGREGA	0 - 5	2
YETERSİZ DRENAJ	0 - 10	
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0 - 10	
<b>BOZULMA TOPLAMI</b>		<b>11</b>

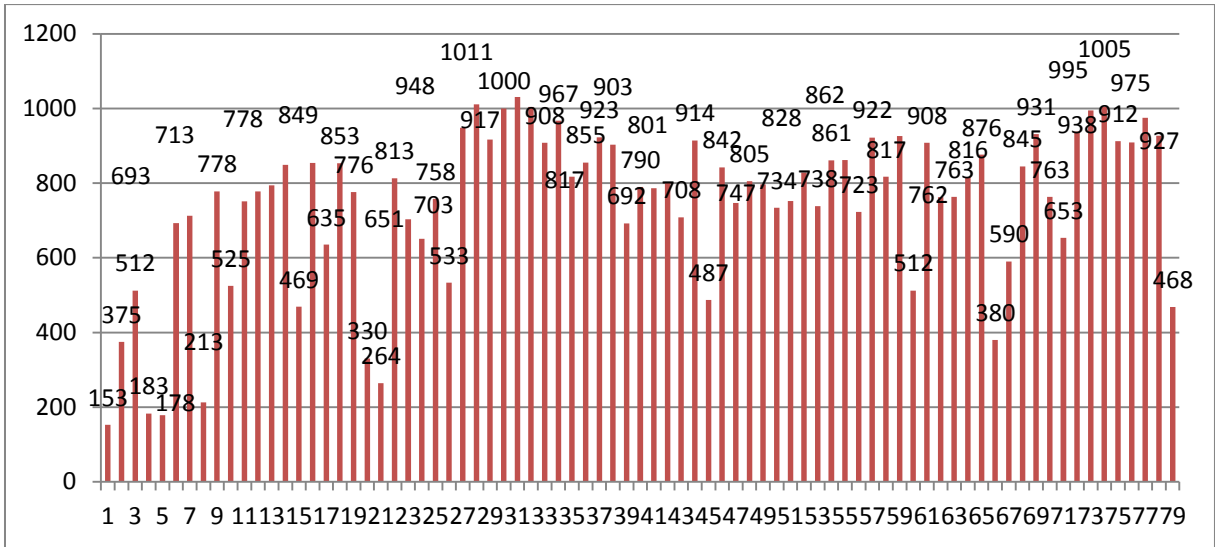
RUTİN BAKIM	TAKVİYE	YENİDEN YAPIM
0	20	40
		60
		80
		100

Alt temel olarak kullanılan betonun serimi esnasında teknik olarak bırakılması gereken derzlerin hareket etmesi sonucunda üzerinde bulunan asfalt karışımın zamanla çatlamasına sebep olduğu tespit edilmiştir.

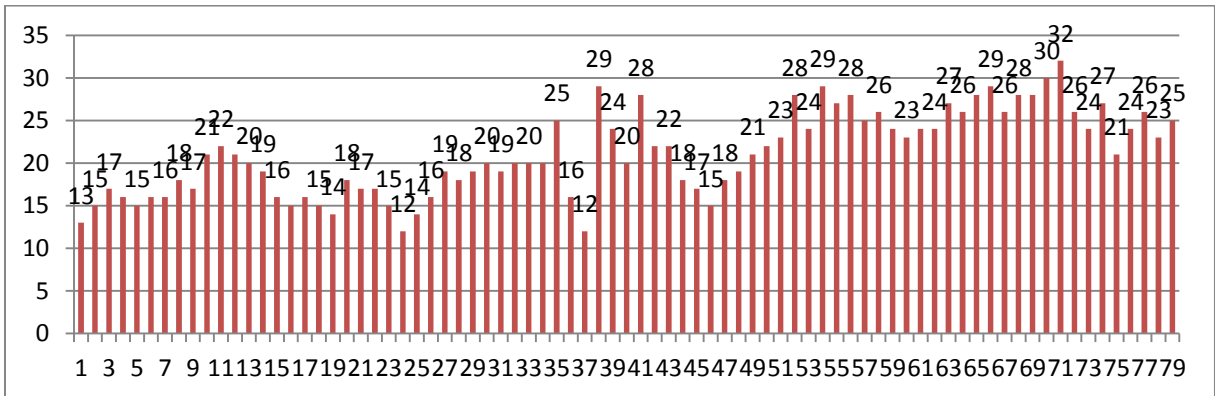
Beton yansıma çatlakları olarak adlandırılan bu çatlaklara 2008 yılı Mart, Nisan ve Mayıs ayları içerisinde 79 günde tamamlanan bakım çalışması yapılmıştır. Toplam 26.000 m yol incelenmiş ve 85.280 m çatlak tamiri yapılmıştır.

Şekil 8.9’de Kartal-Pendik Sahil Yolu günlük imalat miktarları (metre cinsinden) ve Şekil 8.10’da Kartal-Pendik Sahil Yolu günlük uygulama sıcaklıkları (Celsius °C cinsinden) görülmektedir. Şekillere bakıldığında bu yol üzerindeki imalat miktarının her gün farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Kimi zaman günlük 200 metrenin altına inen miktar, bazı günler 1000 metrenin üstüne çıkmaktadır. Bunların sebebi olarak, yoldaki farklılıklar ve sıcaklık derecelerindeki farklılıklar gösterilebilir. Çünkü Şekil 8.10’a bakıldığında sıcaklık değerlerinin 12-32 °C arasında değiştiği görülmektedir.

**Şekil 8.9 : Kartal-Pendik Sahil Yolu Günlük İmalat Miktarları (m)**



**Şekil 8.10 : Kartal Pendik Sahil Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C)**





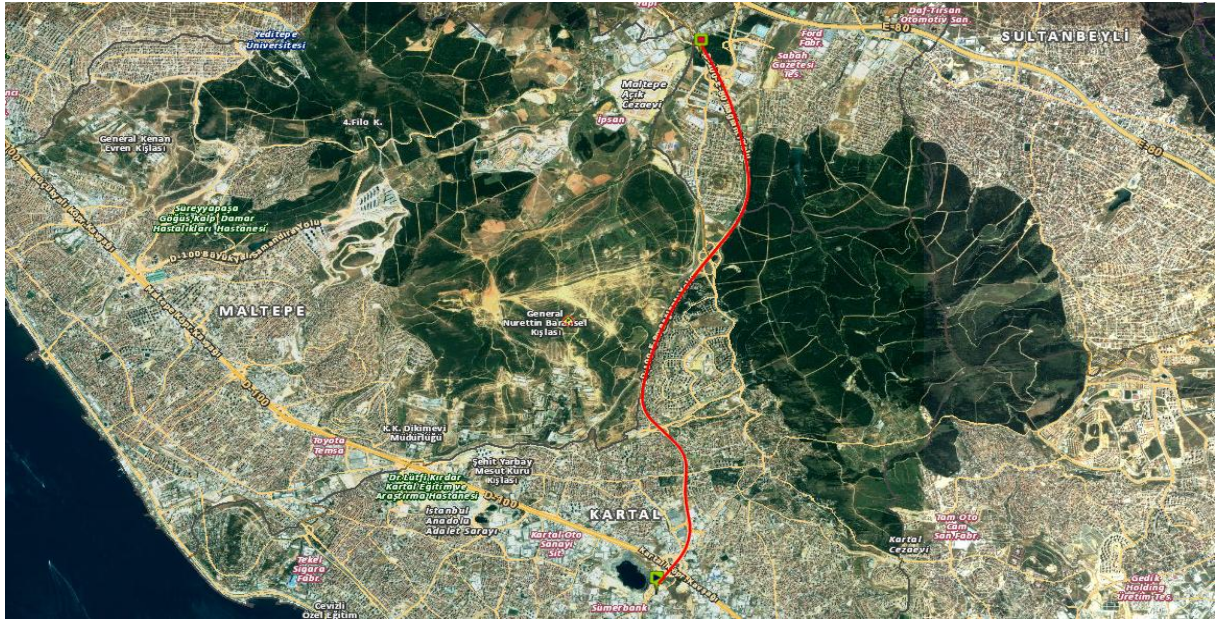
2008 yılında çatlak tamiri yapılan yolda 2011 ve 2012 yılında lokal birkaç alanda yama çalışması yapılmış olup bu çalışmalar ile yolun hizmet süresi Mart 2013 itibari ile 4,9 yıl uzatılmıştır.

Yolun mevcut durumu incelendiğinde herhangi bir olumsuzluğun olmadığı ayrıca çatlak tamiri bakımında kullanılan malzemede de herhangi bir bozulma olmadığı gözlemlenmiştir.

### 8.3. KARTAL SAMANDIRA TEM BAĞLANTI YOLU

Kartal - Samandıra TEM Bağlantı Yolu İstanbul Anadolu Yakasının önemli akslarından biridir. Bu aks üzerinden D-100 yolu ile TEM yolunu birbirine bağlanmaktadır. Günlük trafik yoğunluğu oldukça fazladır. Şekil 8.11’de bahsi geçen bu yol görülmekte, Tablo 8.7’de ise yolun özellikleri verilmektedir.

Şekil 8.11 : Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolu



Tablo 8.7 : Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolunun Özellikleri

Çatlak Boyu	1.700 m
Çatlak Şekli	Yol Eksenine Paralel Şekilde
Çatlak Genişliği	0-3 cm
Çatlak Sebebi	Ekveri/Derz Çatlağı
Çatlak Tamiri Uygulama Tipi	Kanal Açma ve Doldurma
Yolun İmalat Anındaki Durumu	Yolda Çatlaklar Dışında Herhangi Bir Bozukluk Yok

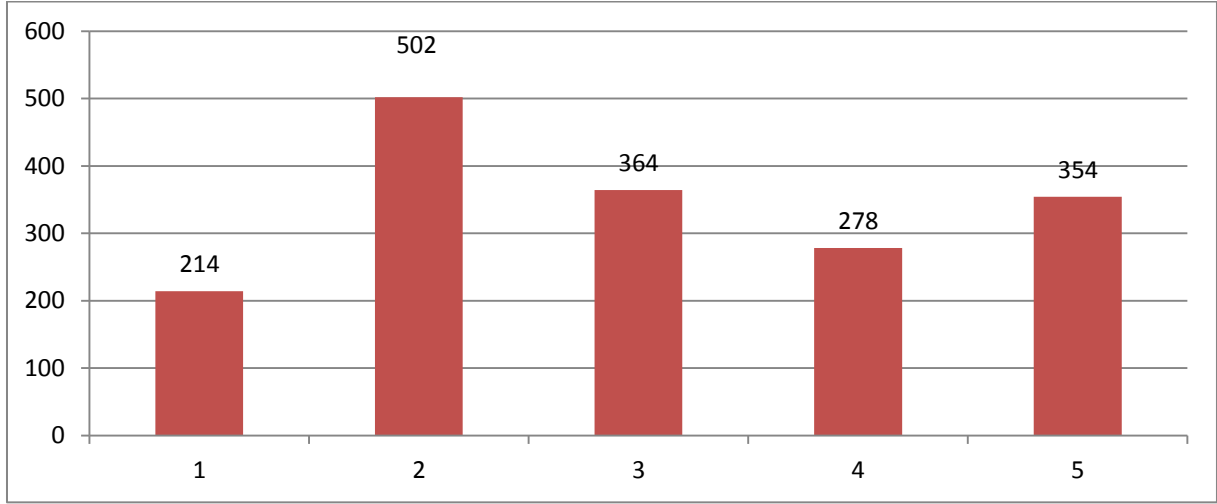
1990 yılların sonunda yapımı tamamlanan yolda serim sırasında oluşan derzlerin zamanla açılması sonucu meydana gelen çatlaklara 2008 yılında bakım çalışması yapılmıştır. Çalışma Ağustos ayında yapılmış olup toplam 5 günde tamamlanmıştır. Yola bağlantılı kavşaklar dahil olmak üzere toplam 17.130 m yol incelenmiş ve 1.700 m çatlak tamiri yapılmıştır. Tablo 8.8’de Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu esnek üstyapı değerlendirme formu görülmektedir. Şekil 8.12’de Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu günlük imalat miktarları (metre cinsinden) ve Şekil 8.13’te Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu günlük uygulama sıcaklıkları (Celsius °C cinsinden) görülmektedir. Grafiklere bakıldığında, 1. gün 200 m, 2. gün 500 m, 3. gün 350 m, 4. gün yaklaşık 280 m, 5. gün 350 m imalat yapıldığı görülür. Sıcaklık miktarlarına bakıldığında günler arasında çok fark olmadığı görüldüğünden, imalat miktarlarındaki bu farkın yolun yapısından kaynaklandığı görülmektedir.

**Tablo 8.8 : Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolu Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu**

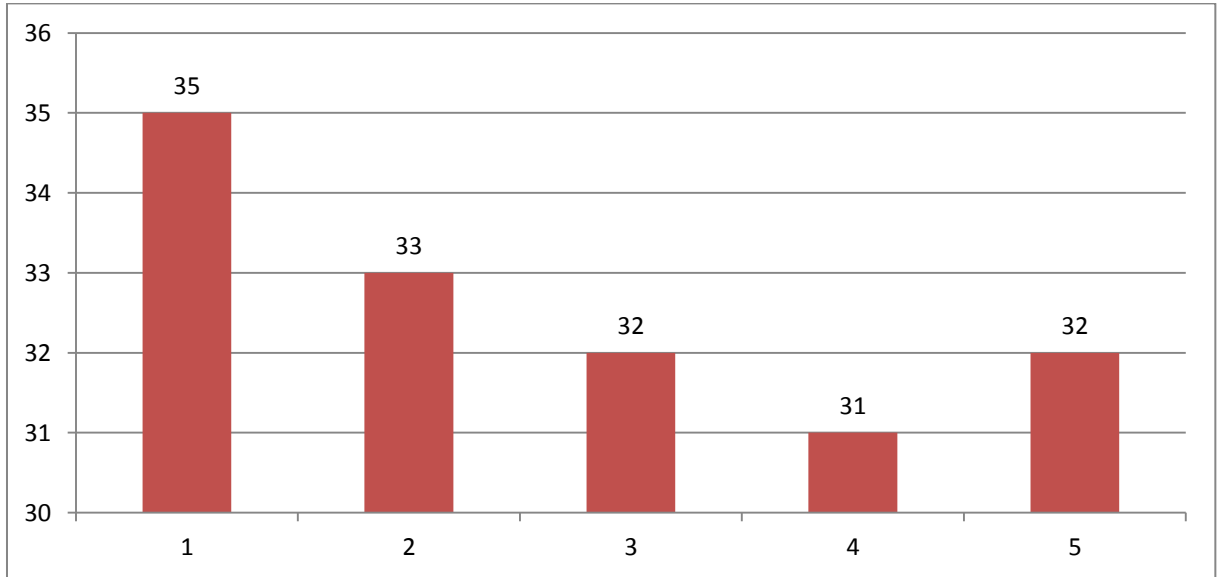
ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
KARTAL SAMANDIRA TEM BAĞLANTI YOLU		
BOZULMA	NOT ARALIĞI	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0 - 5	5
BOYUNA ÇATLAKLAR	0 - 5	5
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0 - 10	
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0 - 5	
TEKERLEK İZİ OLUŞUMU	0 - 10	
ONDÜLASYONLAR	0 - 5	
SÖKÜLME	0 - 5	1
ÇÖKME VEYA ÖTELENME	0 - 10	
ÇUKURLAŞMA	0 - 10	
AŞIRI ASFALT	0 - 10	
CİLALANMIŞ AGREGA	0 - 5	2
YETERSİZ DRENAJ	0 - 10	
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0 - 10	
<b>BOZULMA TOPLAMI</b>		<b>13</b>

RUTİN BAKIM	TAKVİYE	YENİDEN YAPIM
0	20	40
		60
		80
		100

**Şekil 8.12 : Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu Günlük İmalat Miktarları (m)**



**Şekil 8.13 : Kartal Samandıra TEM Bağlantı Yolu Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C)**



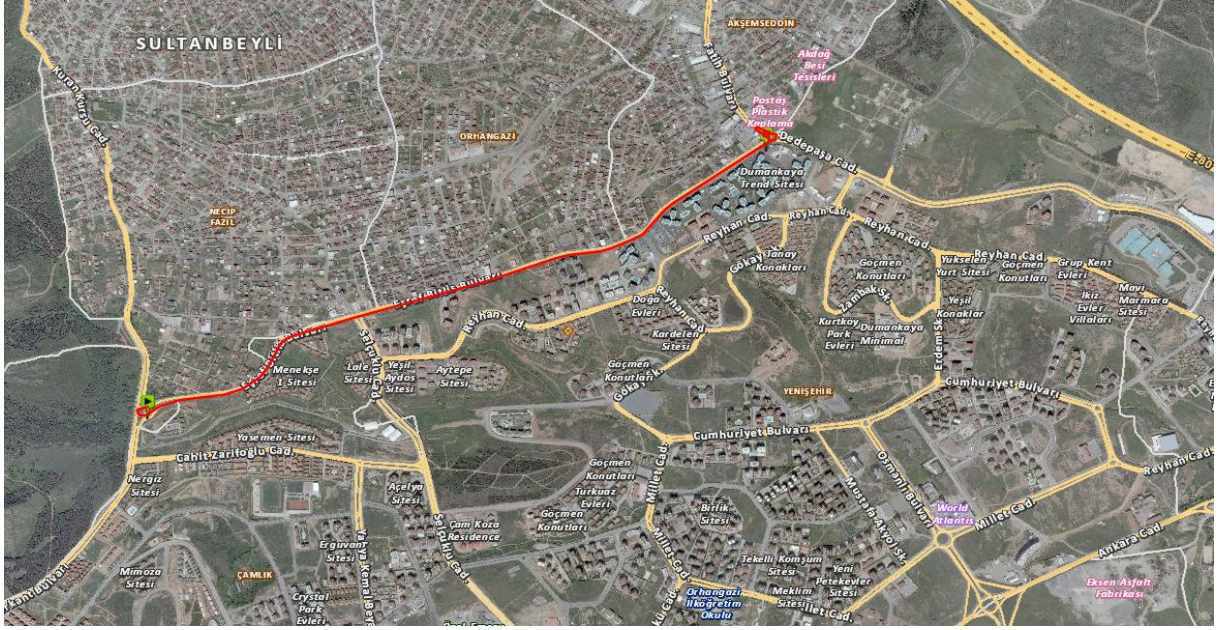
2008 yılında yapılan çatlak tamiri ile yolun hizmet süresi Mart 2013 itibari ile 4,7 yıl uzatılmıştır.

Yolun mevcut durumu incelendiğinde herhangi bir olumsuzluğun olmadığı ayrıca çatlak tamiri bakımında kullanılan malzemede de herhangi bir bozulma olmadığı gözlemlenmiştir.

## 8.4. PENDİK EŞREF BİTLİS BULVARI

Pendik Eşref Bitlis Bulvarı İstanbul Sultanbeyli ilçesi ile Pendik ilçesi sınırında bulunan özellikle Sabiha Gökçen Havalimanının faaliyete geçmesinden sonra yerleşimin arttığı Pendik Kurtköy bölgesinin önemli ulaşım akslarından birisidir. Şekil 8.14'te bahsi geçen bu yol görülmekte, Tablo 8.9'da ise yolun özellikleri verilme, Tablo 8.10'da ise Pendik Eşref Bitlis Bulvarı esnek üstyapı değerlendirme formu bulunmaktadır.

Şekil 8.14 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı



Tablo 8.9 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarının Özellikleri

<b>Çatlak Boyu</b>	11.760 m
<b>Çatlak Şekli</b>	Yol Eksenine Paralel Şekilde
<b>Çatlak Genişliği</b>	0-3 cm
<b>Çatlak Sebebi</b>	Derz/Ekyeri Çatlağı
<b>Çatlak Tamiri Uygulama Tipi</b>	Kanal Açma ve Doldurma
<b>Yolun İmalat Anındaki Durumu</b>	Yolda Çatlaklar Dışında Herhangi Bir Bozukluk Yok

Yolda serim sırasında oluşan derzlerin zamanla açılması sonucu meydana gelen çatlaklara 2008 yılında bakım çalışması yapılmıştır. Çalışma Temmuz ayında yapılmış olup toplam 21 günde tamamlanmıştır. Toplam 5.400 m yol incelenmiş ve 11.764 m çatlak tamiri yapılmıştır. Şekil 8.15'te Pendik Eşref Bitlis Bulvarı günlük imalat miktarları (metre cinsinden) ve Şekil 8.16'da Pendik Eşref Bitlis Bulvarı günlük uygulama sıcaklıkları (Celsius °C cinsinden)

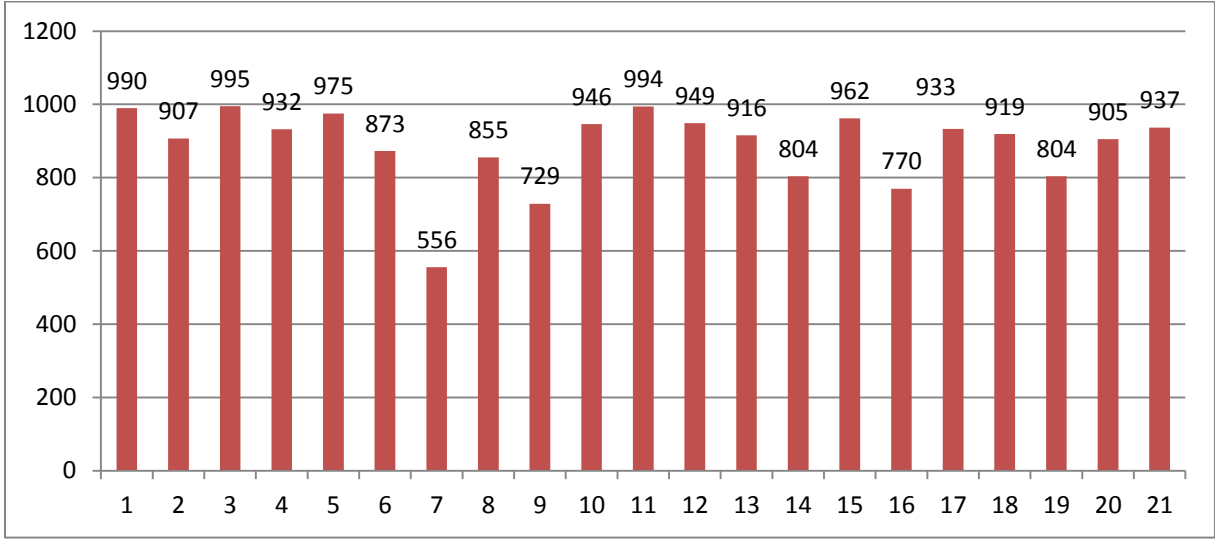
görülmektedir. Grafiklere bakıldığında çalışma yapılan günlerde, günlük imalat miktarlarında önemli farklar olmadığı görülmektedir. Yalnızca 7.günde üzerinde çalışılan kısımda imalat miktarı düşmüştür, günlük hava sıcaklıklarına bakıldığında büyük farklar olmadığı görülmektedir, buna göre farkın yolun yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Tablo 8.10 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı Esnek Üstyapı Değerlendirme Formu**

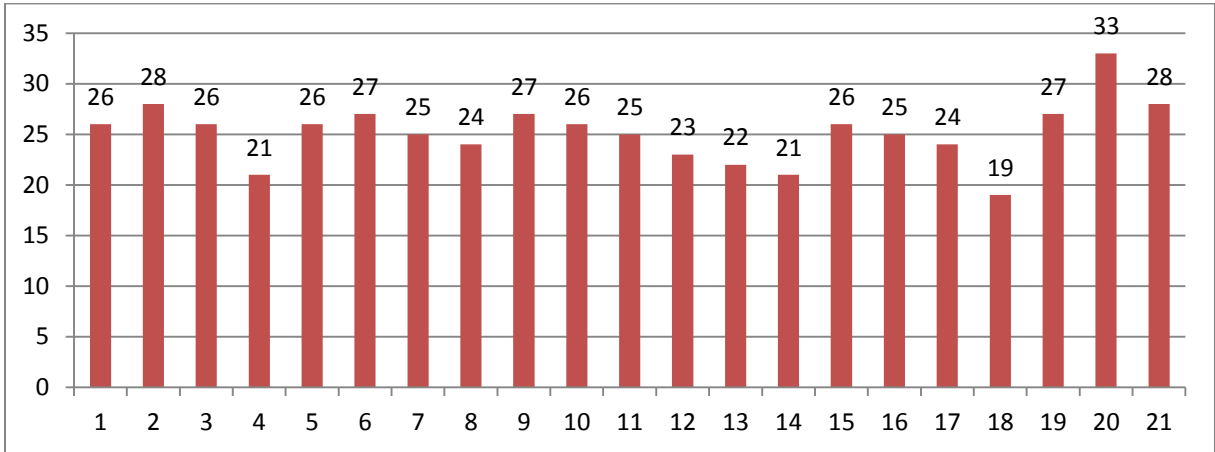
<b>ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU</b>		
<b>PENDİK EŞREF BİTLİS BULVARI</b>		
<b>BOZULMA</b>	<b>NOT ARALIĞI</b>	<b>VERİLEN NOT</b>
ENİNE ÇATLAKLAR	0 - 5	5
BOYUNA ÇATLAKLAR	0 - 5	5
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0 - 10	2
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0 - 5	
TEKERLEK İZİ OLUŞUMU	0 - 10	
ONDÜLASYONLAR	0 - 5	
SÖKÜLME	0 - 5	1
ÇÖKME VEYA ÖTELENME	0 - 10	
ÇUKURLAŞMA	0 - 10	
AŞIRI ASFALT	0 - 10	
CİLALANMIŞ AGREGA	0 - 5	2
YETERSİZ DRENAJ	0 - 10	
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0 - 10	
<b>BOZULMA TOPLAMI</b>		<b>15</b>

<b>RUTİN BAKIM</b>	<b>TAKVİYE</b>			<b>YENİDEN YAPIM</b>
<b>0</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>
				<b>100</b>

**Şekil 8.15 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı Günlük İmalat Miktarları (m)**



**Şekil 8.16 : Pendik Eşref Bitlis Bulvarı Günlük Uygulama Sıcaklıkları (Celsius °C)**



2008 yılında yapılan çatlak tamiri ile yolun hizmet süresi Mart 2013 itibari ile 4,7 yıl uzatılmıştır.

Yolun mevcut durumu incelendiğinde herhangi bir olumsuzluğun olmadığı ayrıca çatlak tamiri bakımında kullanılan malzemede de herhangi bir bozulma olmadığı gözlemlenmiştir.

## 9. SONUÇ

Gerek ülkemizde, gerek dünyanın hemen her yerinde, karayolu taşımacılığı, tüm taşımacılık çeşitleri arasında yolcu ve yük miktarı açısından en yoğun olandır. Bu durum karayolunun üstyapısının diğer yollar arasında daha hızlı ve kolay bozulması gibi bir sorunu peşinde getirmektedir.

Karayolu üstyapılarında oluşan bozulmaların sebepleri; karayolundan kaynaklanan sebepler (kullanılan malzemenin kalitesi, karayolu üzerinde yapılan işlemlerin başarısı, yapım ve tasarım hataları, test ve kontrollerin zamanlaması, gerektiğinde gerektiği şekilde müdahale yapılması) ve ortamdaki kaynaklanan sebepler (trafik yoğunluğu, hava ve iklim koşulları, araç ve yaya özellikleri, bulunduğu arazi özellikleri) olarak ikiye ayrılır. Bu sebeplerin her biri farklı tipteki bozulmalara neden olabilmektedir.

Karayolu üstyapısında meydana gelebilecek oldukça fazla sayıda bozulma ve bozulma sebebi vardır. Bunların her biri ayrı bir inceleme konusudur. Fakat her bozulma için ortak olarak söylenebilecek şey, bozulmaların tamir edilmesi halinde, ya da bozulmalar daha oluşmadan önlenmesi halinde, karayolu üstyapısının ömrünün uzatılmasının ve uzun süre boyunca sözkonusu yolun hizmetini sürdürebilmesinin mümkün olduğudur. Bu sayede maliyet, zaman ve işgücü açısından tasarruf sağlanabilmektedir.

Bu tez çalışmasının konusu çatlak olarak isimlendirilen ve yorulma çatlakları, blok çatlaklar, kenar çatlakları, yansıma çatlakları, boyuna ve enine çatlaklar ve tabaka kayması çatlakları gibi altbölümlere ayrılabilen bozulmalardır. Bu bozulma tipi incelenerek sebepleri, oluşma şekilleri araştırılmış ve çatlakların tamir edilmesi sonucunda buldukları karayolu üstyapısının asfalt malzemesinin ömrünün uzatılması durumu incelenmiştir.

Tez çalışmasında teorik bilgiler verildikten sonra, ülkemizin en büyük ve kalabalık ili olan ve en büyük miktarda karayolu taşımacılığının yapıldığı İstanbul'daki bazı karayollarındaki çatlaklar incelenerek bu çatlakların tamir edilmesi halinde karayolu ömrünün ne kadar uzayacağı ifade edilmiştir. Tablo 8.2'de gösterilen bu durumlara bakıldığında, sözkonusu yolların hizmet ömrünün 1,7 yıl ile 6 yıl arasında değişen sürelerde değiştiği görülmektedir.

Bu tabloda ele alınan pek çok yol arasında Pendik Sabiha Gökçen TEM Bağlantı Yolu, Kartal –Pendik Sahil Yolu, Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolu, Pendik Eşref Bitlis Bulvarı gibi bazı yollar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu yolların özellikleri, yapılan günlük çatlak imalat çalışmalarının ve günlük sıcaklık değerlerinin grafiksel karşılıkları verilerek sonuçta yolların ömrünün uzama miktarı hesaplanmıştır. Sırasıyla, Pendik Sabiha Gökçen Tem Bağlantı Yolu için 32 günlük bir çalışma ve 24.500 m’lik çatlak tamiri sonucunda 4,6 yıllık bir uzama; Kartal –Pendik Sahil Yolu için 79 günlük bir çalışma ve 85.280 m’lik çatlak tamiri sonucunda 4,9 yıllık bir uzama; Kartal Samandıra Tem Bağlantı Yolu için 5 günlük bir çalışma ve 1.700 m’lik çatlak tamiri sonucunda 4,7 yıllık bir uzama ve Pendik Eşref Bitlis Bulvarı için 21 günlük bir çalışma ve 11.764 m’lik bir çatlak tamiri sonucunda 4,7 yıllık bir uzama şeklinde hesaplanmıştır.

İBB Yol Bakım Onarım Müdürlüğü 4500 km uzunluğunda yol ağına sahip olup her yıl ortalama 500 km’lik yol kısmında yenileme çalışması yapmaktadır. Buradan yola çıkıldığında, İBB bünyesinde bulunan yollarda yaklaşık 9 yılda bir kez yenileme çalışması yapıldığı görülmektedir. Normal şartlar altında 15-20 yıllık öngörülen hizmet süreleri için projelendirilen yolların hizmet sürelerinin bu sürelerin altına düşmesinin çeşitli faktörleri bulunmaktadır. Bunlarına arasında çeşitli dış faktörler olmakla birlikte yolun hizmet süresini tamamlaması için yapılması gereken bakım ve onarım çalışmalarının yöntem ve zamanlamasının doğru yapılması da bulunmaktadır.

2007 yılından itibaren İBB Yol Bakım Onarım Müdürlüğü bakım onarım çalışmalarında çatlak/derz onarımı yapılmış olup bu çalışma ile yolların hizmet sürelerinin Tablo 8.2’deki verilere göre ortalama 4,1 yıl uzatılması sağlanmıştır. Bu sonuçlara bakılarak, İBB’ye ait ana arterlerin ortalama ömrü 9 yıl iken çatlak/derz tamirleri ile yolların ortalama ömrünün 10-14 yıla çıkarıldığı görülmektedir. 30 yıllık süreç değerlendirildiğinde çatlak/derz çalışması yapılmayan bir yolda en az 3 kez yenileme çalışması yapılması gerekirken, çatlak/derz çalışması yapılan bir yolun 2 kez yenilenmesinin yeterli olduğu rahatça görülebilir.

2007 ve 2008 yılında yapılan çalışmaların verilerini ele alarak 1 km yolun yenilenmesi ile çatlak/derz onarımı çalışmalarını maddi açıdan değerlendirecek olursak aşağıdaki gibi bir tablo ile karşılaşılr.



- a) Tablo 8.1 ile Tablo 8.2’de çatlak/derz onarımı yapılan cadde uzunlukları ile çatlak/derz imalatlarını oranlarsak 1 km uzunluğundaki bir yolda yaklaşık 1.272 m çatlak/derz onarımı yapılmaktadır.
- b) 1 km uzunluğundaki bir yolun 2012 birim fiyatlarına göre çatlak/derz onarımı imalat tutarı 17800 tl, yenilenme tutarı ise yaklaşık olarak 350.000 tl’dir.
- c) Bu sonuçlarla detaylı incelediğimiz dört caddeyi değerlendirirsek; 30 yıllık süreçte dört caddenin toplam uzunluğu olan 94 km yolda yenileme çalışması yapmadan hizmet vermesi sağlanabilir ve bu yolla 30 yılda bu dört caddeden 31.226.800 tl yılda ise 1.040.893 tl ekonomik kazanç elde edilebilir.

Sonuç olarak, karayollarının sahip oldukları yoğun taşımacılık boyutundan ötürü kısa zamanda yıpranma ihtimallerinin yüksek olduğu görülmektedir. Fakat bilinmelidir ki, bu durum tersine çevrilemeyecek, çözümsüz bir durum değildir. Bu tez çalışmasında da görüldüğü gibi gerekli analizlerin, gerekli zamanlarda, geç kalınmadan yapılması halinde, bozulmaların düzeltilebilmesi mümkündür ve gerekli çalışmalar yapıldığında oldukça kısa sayılabilecek süreçler içerisinde bile yolların hizmet ömrünün uzatılarak yolların hizmet vermeye devam etmesi sağlanıp önemli ekonomik elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Ann Johnson, P.E., 2000, Best Practices Handbook on Asphalt Pavement Maintenance, Minnesota Technology Transfer Center, Minnesota.
- Caltrans Divisions of Maintenance, 2003, Maintenance Technical Advisory Guidelines, State of California Department, California.
- Foundation for Pavement Preservation, 2001, Pavement Preventive Maintenance Guidelines, Cross Park Drive Austin, Texas.
- Haas, R., Hudson, W.R., Zaniewski, J., 1994, Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Florida.
- Hicks, R.G., Jackson, D., 1998, Benefits of Pavement Maintenance, Western Pavement Maintenance Forum, Sacramento.
- Hicks, R.G., Seeds, S.B., Peshkin, D.G., 2000, Selecting A Preventive Maintenance Treatment For Flexible Pavements, Minnesota Technology Transfer Center, Washington
- İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş. İSFALT, Asfalt EL Kitabı, 2002, İstanbul.
- İstanbul Asfalt Fabrikaları Sanayi ve Ticaret A.Ş. İSFALT, Asfalt EL Kitabı, 2001, Ilıcalı, M., Tayfur, S., Özen, H., Sönmez, İ., Eren, K., 2001, Asfalt ve Uygulamaları
- Temren, Z., 2005, Şehir İçi Yollarda Asfalt, Asfalt Mütahhitleri Derneği, Ankara.
- Tunç, A. Yol Malzemeleri ve Uygulamaları, 840s, 2001, Atlas Yayın Dağıtım.

### ***Sürelî Yayınlar***

- Güneş, B.Ç., Yüce, G., 2011, Tane Boyu Analizlerine Dayalı Olarak Hesaplanan Geçirgenlik Katsayılarının Karşılaştırılması: Meşelik ve Tepebaşı (Eskişehir) Örnekleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 35 (1).
- Gürer, C., Akbulut, H., Çetin, S., 2007, Afyonkarahisar Şehir İçi Kaplamalarında Kullanılan Agregaların Kayma Direnci Özelliklerinin Araştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 13(2), 129-134.
- Yıldız, S., Demirli İ.H., Keleştemur, O., 2006, Kırmataşla Üretilen Hazır Betonların Donma-Çözülmeye Karşı Dayanıklılığının Araştırılması, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 18 (3), 375-383.

## ***Diğer Yayınlar***

Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İnşaat Mühendisliği Laboratuvarı, Deneysel Föyü, 2008, Erzurum.

Bağdatlı, M.E.C., 2010, Esnek Üstyapı Kaplamalarındaki Hasar Özelliklerinin Bakım Maliyetleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.

Cornell Local Roads Program Report 1995, 94-5, Hot and Cold Mixing Paving : Principles and Practices.

Dinç, E. Superpave, TCK 16. Bölge Müdürlüğü, 1999, Sivas.

Dinç, E., Yazıcı, A., 2000, Superpave Bitüm Deneysel ve Agregada Gradasyonu, 3. Asfalt Sempozyumu, Ankara.

Doğan, O., 2006, Esnek Üstyapılı Devlet Yollarındaki Bozulmaların Bulanık Mantık ile Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dündar, G., 1998, “Esnek Üstyapı Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması“ Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

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

MEGEP (Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi) İnşaat Alanı Agregada Deneysel-5 2006, Ankara.

Orhan, F., 2012, Karayolları Genel Müdürlüğü, Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı Çalışmaları Raporu.

Özen, H., 2004, Karayolu Üstyapısı Ders Notları (yayınlanmamış)

Sönmez, İ., İsfalt Asfalt Kaplamalar için Koruma Amaçlı Çatlak ve Ek Yeri Onarım Malzemesi Geliştirilmesi Projesi , 1/Literatür Taraması, Hammadde ve Ekipman Temini

Superpave for the Generalist Engineer and Project Staff, US. Department of Transportation Federal Highway Administration, National Highway Institute, Publication No: FHWA HI 97-031, 1997, USA.

Şen, Y.E., 2006, Uydu Görüntüleri Yardımıyla Yol Üstyapısında Meydana Gelen Değişimlerin Otomatik Tespiti ve Yol Bakım Planlaması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı.

Tunay, C. Dekoratif Kaplama Sistemlerinde Asfalt Kullanımı Ve Alternatif Yöntemler İle Teknik-Ekonomik Yönden Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 2008.

URL, Bursa Test, <http://www.bursatest.com/page.php?pno=769>, [Eriřim Tarihi : 01.04.2013]

URL, Karayolları Genel M¼d¼rl¼ę¼, <http://www.kgm.gov.tr>, [Eriřim Tarihi : 21.03.2013]

URL, Karyapsan, <http://www.karyapsan.com.tr/asfalt-ansiklope>, [Eriřim Tarihi : 01.04.2013]

URL, Rem Yapısal, [www.remyapisal.com](http://www.remyapisal.com), [Eriřim Tarihi : 22.03.2013]

## ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : Sencer HACIOĞLU
- Doğum Yeri ve Yılı** : Trabzon, 1981
- Lisans** : Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
- Yüksek Lisans** : Bahçeşehir Üniversitesi 2013
- Enstitü Adı** : Fen Bilimleri
- Program Adı** : Mimarlık Fak. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Kentsel Sis. Ve Ulaş. Yön.
- Yayımları** : “Esnek Üstyapılı Yollarda Çatlak Tamir Yöntemi Uygulanarak Asfalt Ömrünün Uzatılması” isimli Yüksek Lisans Tez Çalışması
- Çalışma Hayatı** : İstanbul Büyükşehir Belediyesi İsfalt A.Ş  
2006-...