

TC
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**YOL BOZULMALARININ SINIFLANDIRILMASI
MODELİNİN OLUŞTURULMASI :
PENDİK VE TUZLA İLÇELERİ ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi

ALİ KAYA

İSTANBUL, 2013

TC
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**YOL BOZULMALARININ SINIFLANDIRILMASI
MODELİNİN OLUŞTURULMASI :
PENDİK VE TUZLA İLÇELERİ ÖRNEĞİ**

Yüksek Lisans Tezi
TEZ DANIŞMANI : Dr. İbrahim SÖNMEZ

ALİ KAYA

İSTANBUL, 2013

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tezin Adı: Yol Bozulmalarının Sınıflandırılması Modelinin Oluşturulması : Pendik ve Tuzla İlçeleri
Örneği


Öğrencinin Adı Soyadı: Ali KAYA

Tez Savunma Tarihi: 15.01.2013

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

Tez Danışmanı : Dr. İbrahim SÖNMEZ

Üye : Prof.Dr. Mustafa ILICALI

Üye : Yrd.Doç.Dr. Nilgün CAMKESEN

İmzalar




ÖNSÖZ

Bu tez çalışmam esnasında bana ders aşamasından tezin teslimine kadar her aşamada destek ve yardımcı olan sayın danışman hocam Dr. İbrahim SÖNMEZ'e, ve diğer hocalarım Prof. Dr. Mustafa ILICALI ile Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmam esnasında fikir ve görüş dayanışması içerisinde bulunduğum dostlarıma, bu süre zarfında zaman zaman gerçekleşen yardım isteklerimi geri çevirmeyen çalışma arkadaşlarıma ve çalışmakta olduğum kurum olan, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne, ve tabii ki aileme teşekkür ederim.

Ocak 2013

Ali KAYA

ÖZET

YOL BOZULMALARININ SINIFLANDIRILMASI MODELİNİN OLUŞTURULMASI : PENDİK VE TUZLA İLÇELERİ ÖRNEĞİ

Ali KAYA

Fen Bilimleri Enstitüsü
Kentsel Sistemler Ve Ulaştırma Yönetimi
Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı : Dr. İbrahim SÖNMEZ

Ocak 2013, 114 sayfa

Bu tez çalışmasının konusunu, dünyada en çok kullanılan ulaşım şekli olan karayollarının üstyapılarında meydana gelen bozulmalar oluşturmaktadır. Tez çalışması bünyesinde bu bozulma çeşitleri ele alınmış, sınıflandırılmaları ve sınıflandırma kriterleri incelenmiştir.

Sahip olduğu üstyapı bozulmaları hakkında incelenen bir karayolu parçası için, bozulma miktarlarına ve çeşitlerine (çatlak, deformasyon, çökme, kabarma, yama, şişme vb) göre bir değerlendirme yapıp karar verilir. Bu karar karayolu parçasının bakım/onarımdan geçmesi, yeniden yapılanması, belli bir süre kullanıldıktan sonra yeniden yapılması ya da kullanıma uygun olması şeklinde olabilir. Verilen bu karara göre karayolunun trafiğe devam edip etmemesi belirlenir.

Bu tez çalışmasında İstanbul Pendik ve Tuzla ilçeleri örnek olarak alınarak bu ilçelerdeki (Pendik'te 4 adet, Tuzla'da 3 adet olmak üzere) 7 adet caddede bulunan karayolu parçaları değerlendirilmiştir. Bu parçalardaki bozulmalar belirlenmiş, sınıflandırılmış ve karayolu parçaları hakkında kullanımları ile ilgili kararlar verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karayolu üstyapısı, Çatlak, Deformasyon, Çökme, Kabarma, Yama, Şişme

ABSTRACT

CONSTITUTING PATH DISTORTION MODEL : PENDIK AND TUZLA EXAMPLE

Ali KAYA

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

Thesis Supervisor : Dr. İbrahim SÖNMEZ

January 2013, 114 pages

The subject of this thesis study is the distortion of highways superstructure that is the most preferred transportation in the World . In the organization of this thesis, these distortion types are dealt, the classifying criteria and classifying types are investigated.

For a highway part which is examined about the distortions it has; an evaluation and a decision is made according to the type and amount of the distortions (fracture, deformation, breaking down, swell, patch etc). This decision can be one of these : the highway part must be cared and repaired, the highway must be cared and repaired after it is used for a while, the highway part must be renewed or the highway part is suitable for being used. According to this decision, it is determined to the traffic usage situation of the highway part.

In this thesis study, İstanbul Pendik and Tuzla districts are handled as examples and highway part of totaly 7 streets (4 in Pendik and 3 in Tuzla) are evaluated. The distortions of the parts are determined, classified and some decisions are amde about the usage of these parts in traffic.

Keywords : Highway superstructure, Fracture, Deformation, Breaking down, Swell, Patch

İÇİNDEKİLER

TABLolar	viii
ŞEKİLLER	ix
KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KARAYOLU.....	3
2.1. KARAYOLU YAPISI	3
2.1.1. Karayolu Altyapısı	5
2.1.2. Karayolu Üstyapısı.....	5
2.1.3. Karayolu Yapı Elemanları.....	7
2.1.3.1. Alt Temel.....	7
2.1.3.2. Temel	7
2.1.3.3. Kaplamalar	7
2.1.3.4. Agregalar.....	8
2.1.3.5. Bitümler.....	8
2.1.3.6. Bitümlü Sıcak Karışımların Üretimi.....	8
2.1.3.7. Harman Tipi Asfalt Plenti	9
2.1.3.8. Kazan Tipi Asfalt Plenti	10
2.1.3.9. Bitümlü Sıcak Karışımların Serimi.....	11
3. KARAYOLU ÜSTYAPISINDA OLUŞAN BOZULMALAR.....	12
3.1. KARAYOLU ÜSTYAPISINDA OLUŞAN BOZULMALARIN NEDENLERİ....	14
3.2. KARAYOLU ÜSTYAPISINDA OLUŞAN BOZULMA ÇEŞİTLERİ.....	16
3.2.1. Çatlaklar	16
3.2.1.1. Yorulma Çatlakları (Timsah Sırtı Çatlakları)	16
3.2.1.2. Blok Çatlaklar	20
3.2.1.3. Kenar Çatlakları	22
3.2.1.4. Yansıma Çatlakları	24
3.2.1.5. Boyuna ve Enine Çatlaklar	26
3.2.1.6. Tabaka Kayması Çatlakları.....	29
3.2.2. Yüzey Deformasyonu.....	31
3.2.2.1. Tekerlek İzi Olukları	31
3.2.2.2. Toplanmalar	33
3.2.3. Çökme ve Kabarma Sonucu Oluşan Deformasyonlar	35
3.2.3.1. Kabarmalar.....	35
3.2.3.2. Oturmalar	36
3.2.3.3. Çökmeler	38
3.2.3.4. Ondülasyonlar	40
3.2.3.5. Demiryolu Geçişleri.....	41

3.2.3.6.Oyulmalar	43
3.2.4. Kenar / Banket Düşüklükleri.....	45
3.2.5.Yamalar	47
3.2.5. Yüzey Kusurları.....	49
3.2.5.1.Kusmalar	49
3.2.5.2.Cilalanmalar	51
3.2.5.3.Sökülmeler ve Ayrışmalar	52
3.2.6.Şişmeler.....	55
3.3.KARAYOLU ÜSTYAPI BOZULMALARININ ANALİZİ	55
3.3.1. Yüzey Bozulma Etüdları, Prensipleri ve Bileşenleri.....	56
3.3.2. Araştırma Metodolojisi	56
3.3.3. Üstyapı Yönetim Düzeyleri Ve Fonksiyonları.....	56
3.3.4. Üstyapı Yönetim Sistemi Bileşenlerinin Etki Düzeyleri.....	57
3.3.5. Üstyapı Değerlendirme Fonksiyonları.....	58
4.İSTANBUL PENDİK-TUZLA İLÇELERİNİN KARAYOLU BOZULMALARININ SINIFLANDIRILMASI.....	62
4.1. PENDİK İLÇESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	64
4.2. PENDİK HAVAALANI İÇ YOLU ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	66
4.3. PENDİK SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	71
4.4. PENDİK SAHİL YOLU ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR	73
4.5. PENDİK OLİMPİYAT CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	78
4.6.TUZLA İLÇESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	81
4.7. TUZLA RAUF ORBAY CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	82
4.8. TUZLA AYDINLI YOLU CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR	86
4.9. TUZLA ŞEHİTLER CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR.....	90
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	94
KAYNAKÇA	97
ÖZGEÇMİŞ.....	101

TABLolar

Tablo 2.1: Karayolu tabakaları.....	7
Tablo 3.1: LTTP karayolu üstyapısı bozulma sınıflandırılması.....	12
Tablo 3.2: ASTM karayolu üstyapısı bozulma sınıflandırılması	13
Tablo 3.3: Oyulma yoğunluk düzey sınırları	43
Tablo 3.4: Esnek üstyapı değerlendirme formu	60
Tablo 3.5: Esnek üstyapı değerlendirme formu sonuçları.....	61
Tablo 4.1: Pendik havaalanı iç yolu esnek üstyapı değerlendirme formu	68
Tablo 4.2: Pendik havaalanı iç yoluna ait karot sıkışma raporu	69
Tablo 4.3: Pendik havaalanı iç yolu asfalt betonu raporu	70
Tablo 4.4: Pendik havaalanı iç yolu için yapılan imalat miktarları	71
Tablo 4.5: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu esnek üstyapı değerlendirme formu ...	72
Tablo 4.6: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu için yapılan imalat miktarları	73
Tablo 4.7: Pendik sahil yolu esnek üstyapı değerlendirme formu	75
Tablo 4.8 : Pendik sahil yolu karot sıkışma raporu.....	76
Tablo 4.9 : Pendik sahil yolu asfalt betonu raporu.....	77
Tablo 4.10 : Pendik sahil yolu için yapılan imalat miktarları	78
Tablo 4.11: Pendik Olimpiyat Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu.....	79
Tablo 4.12 : Pendik Olimpiyat Caddesi karot sıkışma raporu	79
Tablo 4.13 :Pendik Olimpiyat Caddesi asfalt betonu raporu	80
Tablo 4.14: Pendik Olimpiyat Caddesi için yapılan imalat miktarları.....	81
Tablo 4.15: Tuzla Rauf Orbay Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu	83
Tablo 4.16 : Tuzla Rauf Orbay Caddesi karot sıkışma raporu.....	84
Tablo 4.17 :Tuzla Rauf Orbay Caddesi asfalt raporu.....	85
Tablo 4.18: Tuzla Rauf Orbay Caddesi için yapılan imalat miktarları	85
Tablo 4.19: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu.....	88
Tablo 4.20 : Aydınli Yolu Caddesi karot sıkışma raporu	88
Tablo 4.21: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi asfalt betonu raporu	89
Tablo 4.22: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi için yapılan imalat miktarları.....	90
Tablo 4.23: Tuzla Şehitler Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu	91
Tablo 4.24 : Tuzla Şehitler Caddesi karot sıkışma raporu	91
Tablo 4.25 :Tuzla Şehitler Caddesi asfalt betonu raporu	92
Tablo 4.26: Tuzla Şehitler Caddesi için yapılan imalat miktarları	93
Tablo 4.27 : Toplu Sonuçlar, Sıkışma Değerleri, Stabilite Değerleri	93

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Karayolu üstyapısı tip enkesiti.....	5
Şekil 2.2: Tipik bir karayolu esnek üstyapısı kesiti	6
Şekil 2.3: Tipik bir karayolu rijit üstyapısı kesiti.....	6
Şekil 2.4: Esnek ve rijit üst yapılarında yük dağılımı	6
Şekil 2.5: Harman tipi asfalt plenti.....	9
Şekil 2.6: Harman tipi asfalt plenti yapısı	10
Şekil 2.7: Kazan tipi asfalt plenti	11
Şekil 3.1: Yorulma çatlakları (timsah sırtı çatlaklar)	18
Şekil 3.2: Düşük yoğunluklu yorulma çatlağı.....	18
Şekil 3.3: Orta yoğunluklu yorulma çatlağı	19
Şekil 3.4: Yüksek yoğunluklu yorulma çatlağı.....	19
Şekil 3.5: Düşük yoğunluklu blok çatlak	20
Şekil 3.6: Orta yoğunluklu blok çatlak	21
Şekil 3.7: Yüksek yoğunluklu blok çatlak	21
Şekil 3.8: Düşük yoğunluklu kenar çatlağı	22
Şekil 3.9: Orta yoğunluklu kenar çatlağı.....	23
Şekil 3.10: Yüksek yoğunluklu kenar çatlağı.....	23
Şekil 3.11: Düşük yoğunluklu yansıma çatlağı.....	24
Şekil 3.12: Orta yoğunluklu yansıma çatlağı	25
Şekil 3.13: Yüksek yoğunluklu yansıma çatlağı	25
Şekil 3.14: Enine çatlaklar	26
Şekil 3.15: Düşük yoğunluklu enine ve boyuna çatlak	27
Şekil 3.16: Orta yoğunluklu enine ve boyuna çatlak	28
Şekil 3.17: Yüksek yoğunluklu enine ve boyuna çatlak	28
Şekil 3.18: Düşük yoğunluklu tabaka kayması çatlakları	29
Şekil 3.19: Orta yoğunluklu tabaka kayması çatlakları.....	30
Şekil 3.20: Yüksek yoğunluklu tabaka kayması çatlakları	30
Şekil 3.21: Tekerlek izi olukları.....	31
Şekil 3.22: Düşük yoğunluklu tekerlek izi oluşu.....	32
Şekil 3.23: Orta yoğunluklu tekerlek izi oluşu	32
Şekil 3.24: Yüksek yoğunluklu tekerlek izi oluşu	33
Şekil 3.25: Düşük yoğunluklu toplanma	34
Şekil 3.26: Orta yoğunluklu toplanma	34
Şekil 3.27: Yüksek yoğunluklu toplanma	35
Şekil 3.28: Düşük yoğunluklu kabarma ve oturma	36
Şekil 3.29: Orta yoğunluklu kabarma ve oturma	37
Şekil 3.30: Yüksek yoğunluklu kabarma ve oturma	37
Şekil 3.31: Düşük yoğunluklu çökme	38
Şekil 3.32: Orta yoğunluklu çökme.....	39
Şekil 3.33: Yüksek yoğunluklu çökme	39
Şekil 3.34: Düşük yoğunluklu ondülasyon	40

Şekil 3.35: Orta yoğunluklu ondülasyon.....	41
Şekil 3.36: Yüksek yoğunluklu ondülasyon.....	41
Şekil 3.38: Orta yoğunluklu demiryolu geçişi	42
Şekil 3.39: Yüksek yoğunluklu demiryolu geçişi	43
Şekil 3.40: Düşük yoğunluklu oyulma	44
Şekil 3.41: Orta yoğunluklu oyulma	44
Şekil 3.42: Yüksek yoğunluklu oyulma	45
Şekil 3.43: Düşük yoğunluklu kenar/banket düşüklüğü.....	46
Şekil 3.44: Orta yoğunluklu kenar/banket düşüklüğü.....	46
Şekil 3.45: Yüksek yoğunluklu kenar/banket düşüklüğü.....	47
Şekil 3.46: Düşük yoğunluklu yama	48
Şekil 3.47: Orta yoğunluklu yama.....	48
Şekil 3.48: Yüksek yoğunluklu yama	49
Şekil 3.49: Düşük yoğunluklu kuma	50
Şekil 3.50: Orta yoğunluklu kuma.....	50
Şekil 3.51: Yüksek yoğunluklu kuma.....	51
Şekil 3.52: Cilalanmış karayolu üstyapısı	52
Şekil 3.53: Düşük yoğunluklu sökülme ve ayrışma	53
Şekil 3.54: Orta yoğunluklu sökülme ve ayrışma	54
Şekil 3.55: Yüksek yoğunluklu sökülme ve ayrışma	54
Şekil 3.56: Şişme.....	55
Şekil 3.57: Üstyapı yönetimi sistemi ve temel bileşenlerin uygulamalarının basit işletim şeması.....	57
Şekil 3.58: Üstyapı yönetimi sisteminin alt sistemlerinin toplam maliyet üzerindeki etki düzeyleri.....	58
Şekil 3.59: Üstyapı değerlendirilmesinde kullanılan çıktılar	59
Şekil 4.1: Pendik ilçesi anaarter paftası	66
Şekil 4.2: Pendik havaalanı iç yolu	66
Şekil 4.3: Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği.....	67
Şekil 4.4: Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -2	67
Şekil 4.5: Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -3	68
Şekil 4.6: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu.....	71
Şekil 4.7: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği	72
Şekil 4.8: Pendik sahil yolu.....	73
Şekil 4.9: Pendik sahil yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği.....	74
Şekil 4.10: Pendik sahil yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -2	74
Şekil 4.11: Pendik sahil yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -3	75
Şekil 4.12: Pendik Olimpiyat Caddesi	78
Şekil 4.13: Tuzla ilçesi anaarter paftası	82
Şekil 4.14: Tuzla Rauf Orbay Caddesi.....	83
Şekil 4.15: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi	86
Şekil 4.16: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulma örneği	86
Şekil 4.17: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulma örneği -2.....	87
Şekil 4.18: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulma örneği -3.....	87

Şekil 4.19: Tuzla Şehitler Caddesi	90
--	----

KISALTMALAR

ASTM : Amerika Test ve Malzemeler Birliği Standardı

BSK : Bitümlü sıcak karışım

DHMİ : Devlet Hava Meydan İşletmesi Müdürlüğü

DLH : Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü

İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi

İDO : İstanbul Deniz Otobüsleri

İETT : İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü

İSG : İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havaalanı

LTPP : Uzun dönemli Üstyapı Performans Çalışması

TCDD : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

ÜYS : Üstyapı Yönetim Sistemi

1. GİRİŞ

Esnek yapılı yollar hizmete açıldıktan sonra zaman içerisinde trafik yükleri ve iklim koşulları nedeniyle zamanla bozulurlar. Yolda meydana gelen bozulmalar başlangıçta çok yavaş olduğu için yapılacak periyodik bakımlarla hem yol ömrü daha fazla uzatılacak hem de bakım masrafları azaltılacaktır. Ancak doğru zamanında yapılamayan bakım çalışmaları yolun ekonomik ömrünü uzatmada etkili olamayacağı gibi ekonomik olarak da daha pahalı çalışmalar olacaktır. Bu nedenle yol bozulmalarında oluşturulacak model ile yollarda doğru ve zamanında yapılacak bakım ve onarım çalışmaları önemli ekonomik kazançlar sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasının ana amacı dünyada esnek üstyapılı yollarda meydana gelen bozulmaların nasıl sınıflandırıldığına incelenmesi ve ülkemizde bu sınıflandırmanın yapılış şeklini belirlemektir. Bu amaçla ülkemizdeki esnek yol örneği olarak İstanbul ili Tuzla ve Pendik ilçeleri alınmıştır. Bu ilçelerdeki çeşitli mahallelerde bulunan ana arter yollarda yapılan bakım onarım çalışmaları incelenmiş ve bu çalışmalar ile ilgili raporlar değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasının yapılandırılması şu şekildedir :

Birinci bölümde; tezin ana konusu ve yapılacak çalışmalar tanımlanmıştır.

İkinci bölümde; karayolu kavramı ayrıntıları ile incelenmiştir. Karayolunun tanımı yapılmış farklı tipteki karayolları tanımlanmış ve karayolunun yapısını oluşturan elemanlar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; karayolu üstyapısında meydana gelebilecek olan bozulmalar ele alınmıştır. Bu bozulmaların nedenleri verildikten sonra, ortaya çıkabilecek bozulmaların çeşitleri ifade edilmiştir. Bu çeşitler arasında tekerlek izi olukları, deformasyonlar, ayrışmalar ve çatlaklar bulunmaktadır. Çatlaklar da kendi arasında yorulma çatlakları, büzülme çatlakları, kenar çatlakları, ders çatlakları ve enine çatlaklar olarak gruplandırılır. Ardından karayolu üstyapısında oluşan bozulmaların analizi yapılmıştır. Bu kısımda bozulmaların etüdüleri, araştırma metodolojileri anlatılmış ve üstyapı yönetim sistemi hakkında bilgi verilmiştir.

Tezin ana konusunu dördüncü bölüm oluşturmaktadır. Burada İstanbul ilinin iki ilçesi Pendik ve Tuzla ilçeleri ele alınmış ve karayollarının bozulma şekilleri açısından incelenmiştir. Her iki ilçenin de farklı güzergahlardaki mahalleleri ele alınarak bu mahallelerdeki karayollarında mevcut olan bazı bozulmalar örnek verilmiş, mekanlar esnek üstyapı değerlendirme formu oluşturularak puanlandırılmıştır. Ardından söz konusu caddeler ve mahalleler için yapılan imalat miktarları tablo halinde verilmiş ve bu bilgilere göre karayolu üstyapısının bugünkü ve gelecekteki değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. KARAYOLU

Bu tezin konusunu karayolları üstyapısında oluşan bozulmalar oluşturmaktadır. Bu bozulmalar hakkında verilen bilgilerin daha iyi anlaşılabilmesi için tarafımızca karayolu, karayolu altyapısı, karayolu üstyapısı, karayolunu oluşturan temel elemanlar gibi kavramların anlaşılması gerektiği düşünülmektedir. Bu sebeple tezin bu bölümü karayolu kavramına ayrılmıştır. Bu bölümde karayolu kavramı açıklanmış, karayolunun yapısı anlatılmış, karayolu yapısını oluşturan elemanlar hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. KARAYOLU YAPISI

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. 18.10.1983 tarihli ve 18195 Sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu’na göre “Karayolunun kendisi ile karayolunun üstünde, yanında, altında veya yukarısındaki; ada, ayırıcı, otokorkuluk, istinat duvarı, köprü, tünel, menfez ve benzeri yapılardır”. Aynı kanunda karayolu ile ilgili olarak verilen bazı tanımlar aşağıdaki gibidir :

Karayolu : Trafik için, kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprüler ve alanlardır.

Karayolu yapısı : Karayolunun kendisi ile karayolunun üstünde, yanında, altında veya yukarısındaki; ada, ayırıcı, otokorkuluk, istinat duvarı, köprü, tünel, menfez ve benzeri yapılardır.

Karayolu sınır çizgisi : Kamulaştırılmış, kamuya terk veya tahsis edilmiş karayolunda; mülkle olan sınır çizgisi, diğer karayollarında; yarmaca, şevden sonra hendek varsa hendek dış kenarı, hendek yoksa şev üst kenarı, dolguda şev etek çizgisi, yaya yolu ayrılmış karayolunda ise yaya yolunun mülkle birleştiği çizgidir.

İki yönlü karayolu : Taşıt yolunun her iki yöndeki taşıt trafiği için kullanıldığı karayoludur.

Tek yönlü karayolu : Taşıt yolunun yalnız bir yöndeki taşıt trafiği için kullanıldığı karayoludur.

Bölünmüş karayolu : Bir yöndeki trafiğe ait taşıt yolunun bir ayırıcı ile belirli şekilde diğer taşıt yolundan ayrılması ile meydana gelen karayoludur.

Erişme kontrollü karayolu (otoyol - ekspresyol) : Özellikle transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerler ve şartlar dışında giriş ve çıkışın yasaklandığı, yaya, hayvan ve motorsuz araçların giremediği, ancak, izin verilen motorlu araçların yararlandığı ve trafiğin özel kontrole tabi tutulduğu karayoludur.

Geçiş yolu : Araçların bir mülke girip çıkması için yapılmış olan yolun, karayolu üzerinde bulunan kısmıdır.

Bağlantı yolu : Bir kavşak yakınında karayolu taşıt yollarının birbirine bağlanmasını sağlayan, kavşak alanı dışında kalan ve bir yönlü trafiğe ayrılmış olan karayolu kısmıdır.

Anayol : Anatrafiğe açık olan ve bunu kesen karayolundaki trafiğin, bu yolu geçerken veya bu yola girerken, ilk geçiş hakkını vermesi gerektiği işaretlerle belirlenmiş karayoludur.

Tali yol : Genel olarak üzerindeki trafik yoğunluğu bakımından, bağlandığı yoldan daha az önemde olan yoldur.

Taşıt yolu : (Kaplama): Karayolunun genel olarak taşıt trafiğince kullanılan kısmıdır.

Yaya yolu (Yaya kaldırımı) : Karayolunun, taşıt yolu kenarı ile gerçek veya tüzelkişilere ait mülkler arasında kalan ve yalnız yayaların kullanımına ayrılmış olan kısmıdır.

Bisiklet yolu : Karayolunun, sadece bisikletlilerin kullanmalarına ayrılan kısmıdır.

Yaya geçidi : Taşıt yolunda, yayaların güvenli geçebilmelerini sağlamak üzere, trafik işaretleri ile belirlenmiş alandır.

Kavşak : İki veya daha fazla karayolunun kesişmesi veya birleşmesi ile oluşan ortak alandır.

Banket : Yaya yolu ayrılmamış karayolunda, taşıt yolu kenarı ile şev başı veya hendek iç üst kenarı arasında kalan ve olağan olarak yayaların ve hayvanların kullanacağı, zorunlu hallerde de araçların faydalanabileceği kısım.

Şerit : Taşıtların bir dizi halinde güvenle seyredilmeleri için taşıt yolunun ayrılmış bir bölümüdür.

Alt geçit: Karayolunun diğer bir karayolu veya demiryolunu alttan geçmesini sağlayan yapıdır.

Üst geçit: Karayolunun, diğer bir karayolu veya demiryolunu üstten geçmesini sağlayan yapıdır.

Demiryolu geçidi (Hemzemin geçit) : Karayolu ile demiryolunun aynı seviyede kesiştiği bariyerli veya bariyersiz geçitlerdir.

2.1.1. Karayolu Altyapısı

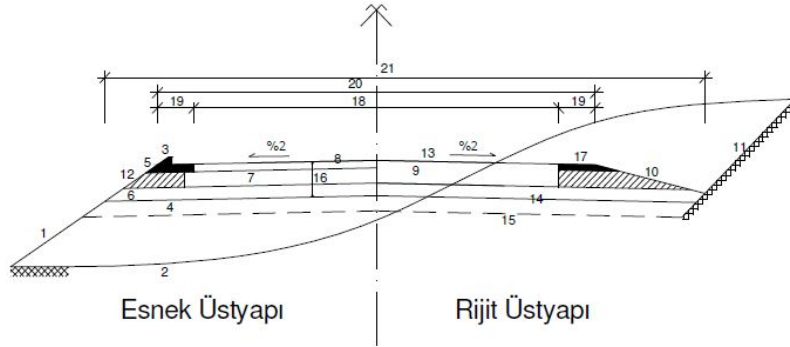
Yapımı tamamlanmış bir karayolunda tesviye yüzeyi ile doğal zemin çizgisi arasına denir. Karayolu altyapısının görevi:

- istenilen kotta düzgün bir yüzey sağlamak,
- üstyapıdan gelen yükleri daha geniş bir alana yaymak,
- az da olsa yolu dış etkenlerden korumaktır.

2.1.2. Karayolu Üstyapısı

Taşıtlara konforlu bir yüzey sağlamak, karayolu üstyapısına gelen trafik yüklerini altyapının taşıyabileceği değere indirmek, altyapıyı dış etkenlerden korumak amacıyla altyapı üzerine inşa edilen ve kaplama, temel ve alt temel tabakalarından oluşan tabakalı yol yapısıdır. Şekil 2.1’de bir karayolu üstyapısı tip enkesiti görülmektedir.

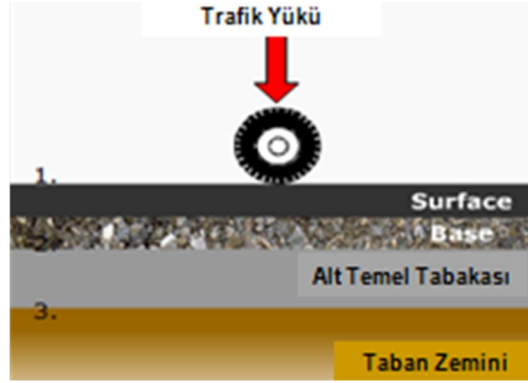
Şekil 2.1: Karayolu üstyapısı tip enkesiti



Kaynak : Özen 2004

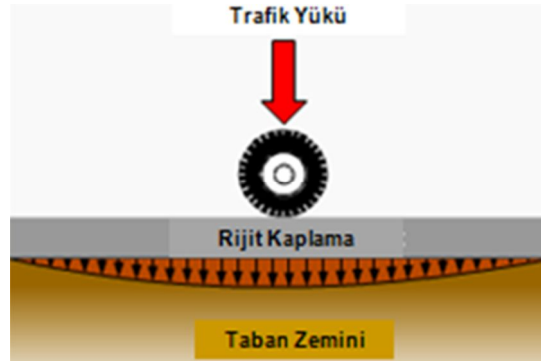
Şekil 2.1’de; dolgu şevi, taban zemini, dolgu seti, seçme malzemeden oluşan tabaka, banket kaplaması, alt temel tabakası, temel tabakası, kaplama tabakası, beton plağı, hendek plağı, yarma şevi eğimi, banket temel tabakası, yol enine eğimi, tesviye yüzeyi, taban zemini, üstyapı, banket eğimi, trafik genişliği, banket genişliği, yol genişliği ve üstyapı genişliği görülmektedir. Şekil 2.2, tipik bir karayolu esnek üstyapısı kesiti, Şekil 2.3’te tipik bir karayolu rijit üstyapısı kesiti, Şekil 2.4’te ise esnek ve rijit üst yapılarında yük dağılımı görülmektedir.

Şekil 2.2: Tipik bir karayolu esnek üstyapısı kesiti



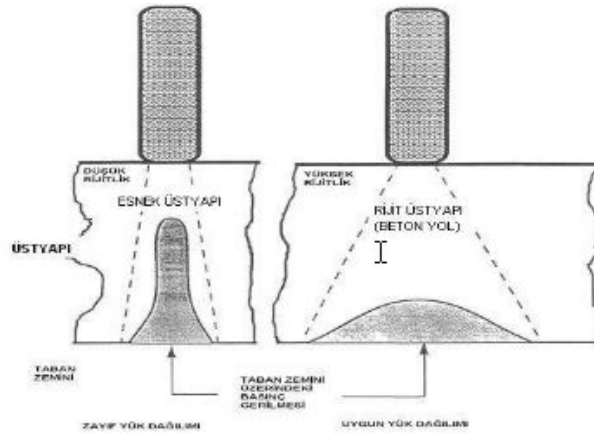
Kaynak :www.yolustyapimuh.com

Şekil 2.3: Tipik bir karayolu rijit üstyapısı kesiti



Kaynak :www.yolustyapimuh.com

Şekil 2.4: Esnek ve rijit üst yapılarında yük dağılımı



Kaynak : Ağar, Süttaş, Öztaş 2001.

Tablo 2.1, karayolu yapısının tabakalarını, diğer bir ifadeyle karayolu yapısının elemanlarını göstermektedir.

Tablo 2.1: Karayolu tabakaları

Kaplama Tabakası	Aşınma
	Binder
Temel Tabakası	Bağlayıcı (Bitümlü temel)
	Bağlayıcı (Plent mix)
Alt Temel Tabakası	Bağlayıcı (Dolgu tabakası)
Taban Zemini	

Kaynak : Özen 2004

2.1.3. Karayolu Yapı Elemanları

Trafik için, kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprüler ve alanlar (18.07.1997 tarihli 23053 sayılı Resmî Gazete – Karayolları Trafik Yönetmeliği) olarak tanımlanan karayolu, katmanlı yapıya sahip bir maddedir. Her katmanın kendine has görevleri ve özellikleri bulunmaktadır. Bu bölümde karayolu yapısını oluşturan bu katmanlar diğer deyişle karayolu yapı elemanları incelenmiştir.

2.1.3.1. Alt Temel

Alt temel tabakası, karayolunun adına uygun biçimde alt tabanını oluşturan tabakasıdır. Diğer bir deyişle, alt temel trafik yüklerinin taban zeminine aktarmak amacıyla temel tabakası altına inşa edilen tabakadır. Genel olarak granüler malzemeden yapılmıştır (Aksoy 1991).

2.1.3.2. Temel

Temel tabakası trafik yüklerinden gelen gerilmeleri karşılamak ve suyun uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla kaplama tabakası altına inşa edilen yapıdır. Temel tabakası bağlayıcı (Çimento, Bitüm) ve bağlayıcı (Plentmix, Roadmix, Kırmataş) olmak üzere gruplara ayrılır (Al 1996).

2.1.3.3. Kaplamalar

Taşıtlara düzgün bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak, trafiğin aşındırıcı etkilerine karşı koymak, yapıya sızan yüzeysel su miktarı ve temel tabakasına iletilen kayma gerilmelerini azaltmak amacıyla temel tabakası üzerine inşa edilen tabakaya kaplama tabakası denir. Kaplama tabakasında kullanılan malzemenin özelliğine bağlı olarak üstyapı iki gruba ayrılır (Ergün ve diğ.1996).

- a)Esnek üstyapı (Bağlayıcı olarak bitüm kullanılır.)
- b)Rijit üstyapı (Bağlayıcı olarak çimento kullanılır.)

Esnek üstyapı malzemeleri genel olarak iki grupta toplanabilir. Bunlar agrega ve bitümlerdir.

2.1.3.4.Agregalar

Agregalar, yol ve havaalanı esnek kaplamalarında kullanılır. Granüler temel, alttemel tabakalarının tamamını, bitümlü sıcak karışımların ağırlıkça yüzde 90 ila yüzde 95'ini hacimsel olarak ise yüzde 80 ila yüzde 85'ini oluşturmaktadır. Agregaların mineralojik, boyut, gradasyon, biçim ve yüzey dokusu, porozite, yüzey alanı ve boşluk oranı gibi özellikleri esnek kaplamanın her bir tabakası için ayrı ayrı önemlidir (Ergün ve İyınam 2000).

2.1.3.5.Bitümler

Bitümler agrega danelerini birbirine bağlayarak trafik etkisiyle dağılmasını önlemekte, yarattıkları düzgün yüzeyler ile sürüş konforunu sağlamakta, kohezyon ile stabilitenin artmasına neden olmakta, karışımın boşluklarını doldurarak geçirimsizliğini sağlamaktadır. Bitüm bağlayıcı karışımlarda bitüm ağırlıkça en fazla yüzde 5-7 ve hacimce en fazla yüzde 13-15 gibi küçük oranlarda kullanılsa da esnek kaplamalar için önemli bir malzemedir (İlıcılı ve diğ. 2001).

2.1.3.6.Bitümlü Sıcak Karışımların Üretimi

Bitümlü sıcak karışımlar, kırılmış ve elenmiş kaba agrega, ince agrega ve mineral fillerin belirli gradasyon limitleri arasında işyeri karışım formülü esaslarına uygun olarak bitümlü bağlayıcı ile bir plentte karıştırılarak elde edilir. Asfalt betonu üretimi için önce uygun özellikte agregaların üretilmesi gerekir. Agrega kırmataş, kırılmış çakıl veya bunların karışımından oluşur. Karışım içindeki kırmataş veya kırma çakıl, temiz, sert sağlam ve dayanıklı danelerden olup malzemedeki kil toprakları, bitkisel maddeler ve diğer zararlı maddeler bulunmaz. Asfalt betonu üretiminde agrega karışımı, kaba agrega, ince agrega ve mineral fillerini içeren en az üç ayrı dane grubunun düzgün bir derecelenme verecek şekilde belirli oranlarda karıştırılmasından oluşur. Asfalt betonu aşınma ve binder tabakalarının

yapımı için agrega karışımına penetrasyon dereceleri 50-100 arasında olan asfalt çimentosu ilave edilmektedir. Asfalt betonu üretiminde kullanılacak asfalt, agrega ve karışıma ait gerekli deneyler yapıldıktan sonra işyeri karışım formülü hazırlanır ve plentte üretime geçilir. En çok kullanılan plent tipleri harman tipi (batch plant) ve kazan tipi (drum plant) plentlerdir.

2.1.3.7.Harman Tipi Asfalt Plenti

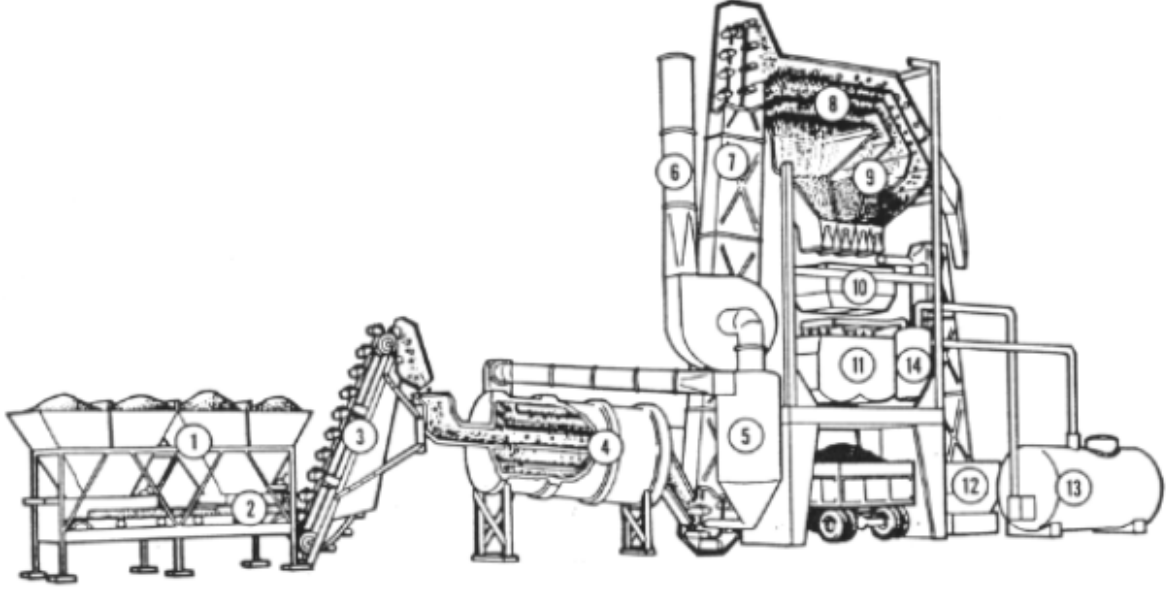
Harman tipi asfalt plentlerinde sıcak agrega belirlenen oranlarda bir harman oluşturacak şekilde karıştırıcı içine ilave edilmekte ve karıştırma işleminden sonra bitümlü sıcak karışım mikserden bir harman olarak alınmaktadır. Doğrudan asfalt plentinin mikserine atılabilen ve karışımda eriyebilen 3-20 kg ağırlığındaki plastik torbalarda (torbalar paletlerde) veya 1,200 kg'lık big bag torbalarda bulunan malzeme kullanılır. Dozaj makinası kullanılması önerilir. Mikserinin kapasitesi kadar karışım malzemesini üzerine alıp bunu belli süre karıştırarak boşaltan ve sonraki karışıma hazırlık yapan ünitelerdir. Üzerlerinde elek sistemi bulunmasından dolayı istenilen karışım oranlarının mükemmel olmasını sağlarlar. Mobil ve Sabit olarak kendi içlerinde ikiye ayrılırlar. Sırasıyla Şekil 2.5'te bir harman tipi asfalt plenti, Şekil 2.6'da ise bir harman tipi asfalt plenti iç yapısı görülmektedir (İsfalt 2001).

Şekil 2.5: Harman tipi asfalt plenti



Kaynak : http://tr.wikipedia.org/wiki/Asfalt_Plenti

Şekil 2.6: Harman tipi asfalt plenti yapısı



Kaynak : Tosun 2006

Bir harman tipi asfalt plentinde 6 değişik işlem yürütülmektedir. Bunlar ;

- Agrega depolanması ve soğuk besleme,
- Agrega kurutulması ve ısıtılması,
- Eleme ve sıcak agrega depolama,
- Bağlayıcının ısıtılması ve depolanması,
- Bağlayıcı ve agrega miktarlarının tespiti ve karıştırılması,
- Üretilen bitümlü sıcak karışımın kamyonlara yüklenmesidir.

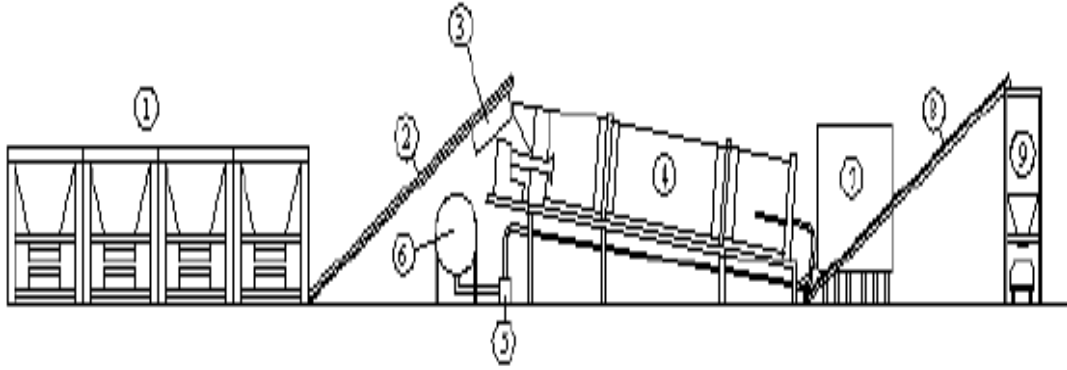
Şekil 2.6'da soğuk agrega depoları, soğuk besleme kapakları, soğuk taşıyıcı, kurutucu, toz toplayıcı, baca, sıcak taşıyıcı, eleme ünitesi, sıcak hazneler, ağırlık ölçüm haznesi, karıştırma ünitesi, filler deposu, asfalt çimentosu deposu, asfalt çimentosu ağırlık ölçüm haznesi görülmektedir.

2.1.3.8.Kazan Tipi Asfalt Plenti

Kazan tipi asfalt plentinde ise sıcak karışım üretimi harman tipi plentlere göre kısmen daha basittir. Kazan tipi plentte bağlayıcı, agreganın kurutulup ısıtıldığı tanbur mikserde doğrudan agregaya ilave edilmekte ve sıcak karışım burada hazırlanmaktadır. Bu tip plentler sürekli tip asfalt plenti olup sistemde gradasyon elekleri, sıcak agrega hazneleri, ağırlık kontrol ünitesi

ve ayrı bir karıştırıcı yoktur. Agregada gradasyonu soğuk beslemede ayarlanmaktadır. Kazan tipi plantlerde iyi bir karışım elde edilebilmesi için ilk etapta soğuk besleme silolarındaki agregada gradasyonları ve her bir agregada grubu için üniformalık çok iyi ayarlanmış olmalıdır (İsfalt 2002). Şekil 2.7’de bir kazan tipi asfalt planti gösterilmektedir.

Şekil 2.7: Kazan tipi asfalt planti



Kaynak : Tosun 2006

Şekil 2.7’de soğuk besleme siloları, soğuk besleme bandı, otomatik tartma sistemi, tambur mikseri, asfalt pompası, asfalt depolama tankı, toz toplayıcı, sıcak karışım bantı, sıcak silo görülmektedir.

2.1.3.9.Bitümlü Sıcak Karışımların Serimi

Bitümlü sıcak karışımların serme işlemi yolun plan, profil ve en kesitlerine uygun olacak şekilde yapılır. Bitümlü sıcak karışımların seriminde bazı konulara dikkat edilmesi gerekir. Bunlar;

- a) Serim yapılacak alanın gerekli şekilde temizlenmesi sağlanmalıdır.
- b) Astar veya bitümlü yapıştırıcı malzemenin doğru uygulanması sağlanmalıdır.
- c) Bir defada serilip sıkıştırılmış tabakanın kalınlığı, karışımın içindeki en büyük tane boyutunun 1,5 katından az, 3 katından fazla olmaması sağlanmalı.
- d) Serilen asfaltın sıkıştırılması işlemi başladığında karışımın sıcaklığı 130 derecenin altında olmayacak ve karışımın sıcaklığı 80 derecenin altına düşmeden sıkıştırma işlemi tamamlanmış olacak.
- e) Sıkıştırma işlemi; 10-15 cm çapındaki karot numunelerinin ortalama yoğunluğu işyeri karışım yoğunluğunun yüzde 98’inden aşağı olamayacak şekilde yapılmalıdır (İsfalt 2004).

3. KARAYOLU ÜSTYAPISINDA OLUŞAN BOZULMALAR

Karayolu üstyapısının bozulması, bir yol üstyapısının tasarım süresi sonunda, trafik yüklemeleri ve çevresel etkileşim sonunda düşmesi beklenen hizmet yeteneğinin derecesi olarak tanımlanabilir.

Esnek kaplamaların trafiğe açılmasından sonra tekerrür eden ağır trafik yüklerinin ve çevresel etkilerden dolayı bir takım bozulmalar oluşturmaktadır. Bu bozulmalar genel olarak farklı kaynaklarda farklı şekillerde gruplandırılmaktadır. Bozulmaların sınıflandırılması oldukça önemli bir işlemdir ve literatürde yapılmış farklı sınıflandırmalar mevcuttur. Tablo 3.1’de LTPP (Uzun Dönemli Üstyapı Performans Çalışması) karayolu üstyapısı bozulma sınıflandırılması görülmektedir (Miller & Bellinger 2003).

Tablo 3.1: LTPP karayolu üstyapısı bozulma sınıflandırılması

Bozulma tipi		Ölçüm birimi	Yoğunluk düzeyi tanımlama	
Çatlaklar	Yorulma çatlağı	Metre kare	Evet	
	Blok çatlak	Metre kare	Evet	
	Kenar çatlağı	Tekerlek izi boyuna çatlak	Metre	Evet
		Tekerlek alanı dışı boyuna çatlak	Metre	Evet
	Yansıma çatlakları	Enine yansıma çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
		Boyuna yansıma çatlakları	Ölçülmez	Belirsiz
	Enine çatlaklar	Sayı, metre	Evet	
Yamalar ve oyulmalar	Yama/Yama bozulmaları	Sayı, metre kare	Evet	
	Oyulmalar	Sayı, metre kare	Evet	
Yüzey deformasyonu	Tekerlek izi	Milimetre	Hayır	
	Toplanma	Sayı, metre kare	Hayır	
Yüzey kusurları	Kusma	Metre kare	Hayır	
	Cilalanma	Metre kare	Hayır	
	Sökülme	Metre kare	Hayır	
Çeşitli Bozulmalar	Şerit-banket düşüklükleri	Ölçülmez	Belirsiz	
	Yağış oyulmaları	Sayı, metre	Hayır	

Kaynak : Miller & Bellinger, 2003

Bozulma çeşitleri ile ilgili yapılan diğer bir sınıflandırma da Amerika Test ve Malzemeler Birliği Standardı (ASTM) tarafından oluşturulan bozulma kılavuzudur. Tablo 3.2’de bu kılavuz verilmiştir.

Tablo 3.2: ASTM karayolu üstyapısı bozulma sınıflandırılması

BOZULMA TİPİ	ÖLÇÜM BİRİMİ	YOĞUNLUK YÜZEYİ TANIMLAMA	BOZULMA NEDENİ
Timsah sırtı çatlak	Metrekare	Evet	Yük
Kusma	Metrekare	Evet	Diğer
Blok çatlak	Metrekare	Evet	İklim
Kabarma ve oturma	Metre	Evet	Diğer
Ondülasyon	Metrekare	Evet	Diğer
Çökme	Metrekare	Evet	Diğer
Kenar çatlağı	Metre	Evet	Yük
Yansıma çatlağı	Metre	Evet	İklim
Kenar/banket düşüklüğü	Metre	Evet	Diğer
Boyuna ve enine çatlak	Metre	Evet	İklim
Yama	Metrekare	Evet	Diğer
Cilalanma	Metrekare	Hayır	Diğer
Oyulma	Sayı	Evet	Yük
Demiryolu geçişi	Metrekare	Evet	Diğer
Tekerlek izi oyuğu	Metrekare	Evet	Yük
Toplanma	Metrekare	Evet	Yük
Tabaka kayması çatlağı	Metrekare	Evet	Diğer
Şişme	Metrekare	Evet	Diğer
Sökülme ve ayrışma	Metrekare	Evet	İklim

Kaynak : ASTM 1999

Buradaki diğer bozulma nedenleri arasında malzeme ve yapıdaki problemler sayılabilir.

- a) Kusmalar karışımdaki asfalt bağlayıcısının veya katranın aşırılığı, bitümlü yalıtım malzemesinin fazlalığı gibi sebeplerden oluşabilir.
- b) Kabarmalar; kaplama altındaki malzemenin kabarması, yol yüzeyinin lokal olarak yukarıya doğru hareket etmesi ile oluşan bozukluklardır.
- c) Oturmalar üstyapı yüzeyinde görülen küçük, birden bire olan, aşağı yöndeki hareket etmeleridir.
- d) Ondülasyon genellikle yeterince sağlam bir temele sahip olmayan üstyapılarda tekrarlı trafik etkileri sebebiyle oluşur.
- e) Çökme birçok örnekte kuru yüzeylerde yağmurdan sonra oluşan su birikintileri veya su birikintilerinin neden olduğu bozukluklardır.
- f) Kenar / banket düşüklükleri anket erozyonu, banket oturması veya banket kotu göze alınmaksızın yapılan yollarda oluşur.
- g) Cilalanma tekrarlı trafik etkilerinden dolayı oluşan bir bozulma şeklidir.
- h) Demiryolu geçişleri kusurları rayların etrafındaki çökmeler veya kabarmalar olarak kabul edilir.
- i) Tabaka kayması çatlakları genellikle düşük dirençli karışımlarda ve üstyapılarda bağlayıcı tabakalarla doğal zemin arasında kalan alandaki zayıf olan tabakaların trafiğin etkisi ile kayması sonucunda oluşur.
- j) Şişmeler hava şartlarına bağlı olarak oluşan bozulmalardır, genellikle altyapıda oluşan don nedeniyle oluşur.

3.1. KARAYOLU ÜSTYAPISINDA OLUŞAN BOZULMALARIN NEDENLERİ

Bir karayolu üstyapısında oluşan bozulmaların çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir (Özen 1999).

a) Trafik yüklerinin tekerrüründen gelen gerilmeler (aşırı trafik yükü ve trafik hacmi) :

Bir karayolu parçasının üzerinden her gün yüzlerce, binlerce araç geçmektedir. Karayolunun bulunduğu güzergaha bağlı olarak bu sayı daha da artabilmektedir. Gerek araçların hareketlerinden ve hızlarından ötürü oluşan yanma, çizilme gibi durumlar, gerekse taşınan ağırlığın ortaya çıkardığı deformeler, karayolu üstyapısının zaman içerisinde bozulmasına sebep olmaktadır.

b) Çevresel etkiler (düşük ve yüksek hava ısı, aşırı yağış vb.) : Olumsuz hava şartları, herşeyi olduğu gibi karayollarını ve üstyapısını da etkilemektedir. Rüzgar, fırtına, yoğun yağmur ve kar yağışı, aşırı yüksek ve aşırı düşük sıcaklıklar karayolu yapısını bozmaktadır. Ayrıca kötü hava şartlarında kaza miktarı da genel olarak arttığından bu da deformasyonu arttırabilmektedir.

c) Yapım ve tasarım hataları (kötü imalat; soğuk, rüzgarlı ve rutubetli hava imalat, bitümün aşırı ıslatılması, serim sırasında segregasyon, düşük karışım/serim/sıkıştırma ısı, karışımında ısı farklılığı, serim ve sıkıştırma tekniğinde yanlışlıklar, yetersiz sıkışma, yetersiz üstyapı kalınlıkları, hatalı tasarım ve karışım) : Bir karayolu parçasının tasarımı, bulunduğu coğrafyaya, üzerindeki tahminî trafik yüküne ve buna benzer sebeplere bağlı olarak yapılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken kriterlere yeterince önem verilmemesi ve hesaplamaların doğru yapılmaması halinde hatalı bir karayolu tasarımı ortaya çıkabilir. Bu hatalı karayolu tasarımı, olağandan daha hızlı deformasyonlara sebebiyet verebilir. Ayrıca karayolları parçaları pek çok farklı işleme kullanılabilir hale gelmektedir. Bu işlemlerin herhangi birinin veya daha fazlasının hatalı olarak gerçekleşmesi de deformasyon oranını arttıracaktır.

d) Kötü malzeme kullanımı (şartnamede belirtilen kriterlere uygun olmayan malzeme, üretimin homojen olmaması, malzeme özelliklerinin sık sık değişimi, işyeri karışım formülünden sık sık ve aşırı sapmalar, aşırı filler /bitüm oranı vb.) : Karayolunun bozulma miktarını belirleyecek en önemli etkenlerden biri yapıldığı malzemedir. Malzeme,

karayolunun bulunduğu coğrafyadaki iklim şartlarına, trafik hacmine, kaza sayısı ve çeşidine göre farklılık göstermelidir. Karayolu, şartnamesinde belirtilen kriterlere uygun olmayan veya bulunduğu coğrafyanın özelliklerine uygun olmayan bir malzemedan yapıldığı takdirde deformasyon oranının artması kaçınılmaz bir son olacaktır.

e) Zeminin yetersiz özellikte olması (dolguların yetersiz sıkıştırılması, yetersiz drenaj, zeminin ince danelerinin trafik yükleri ve kapilerite ile granüler alttemel/temel tabakasına pompajı, don derinliğinin fazlalığı, yer altı su seviyesinin yüksek olması, şişme ve rötre ile aşırı hacim değişikliği, oturma vb.) : Karayolunun yapıldığı malzeme dışında oturtulduğu zeminin özellikleri de bozulma gerçekleşip gerçekleşmemesini belirleyen etkenlerden biridir. Zeminin özelliklerinin yetersiz ya da uygunsuz olması halinde karayolu beklenen performansı veremeyeceği gibi deformasyon miktarı da artacaktır.

f) Yetersiz kalite kontrol (imalat sırasında asfalt plenti, finişer, silindir vb. iş makinelerinin kalibrasyon ve üretim kontrollerinin yapılmaması, kullanılacak malzemelerin ve üretimlerin periyodik kalite kontrollerinin yapılmaması, kalite kontrol elemanlarının bilgi ve sorumluluk eksikliği vb.) : Karayolu yapımı sırasında kullanılan malzemenin, kullanılan makinelerin kalite kontrollerinin yapılması, karayolunun düzgün bir şekilde oluşturulmasında oldukça büyük önem taşımaktadır. Kullanılan malzeme ve araç gerecin yeterince kontrol edilememesi, ya da kontrol eden kişilerin yeterli donanım ve bilgiye sahip olmamalarından ötürü yanlış kararlar vermeleri sonucunda hatalı işlemler gerçekleştirilebilir.

g) Yetersiz bakım/onarım faaliyetleri ve takviye tabakası yapılmasının gecikmesi : Bir karayolu parçası, insan eli ile oluşturulmuş her sistem gibi, oluşturulup kullanılmaya başlandıktan sonra belli aralıklarla test ve kontrol edilmelidir. Bu testler ve kontroller esnasında düzgün olmayan, yeterli performansı vermeyen ya da herhangi bir şekilde bozulmuş olduğu görülen malzeme, araç ve gereçlerin bakım ve onarımlarının yapılması gerekmektedir. Yetersiz, geç veya hatalı yapılan bakım/onarım faaliyetleri karayolu üstyapısının düzgün bir şekilde hizmet vermesini engelleyecektir.

3.2. KARAYOLU ÜSTYAPISINDA OLUŞAN BOZULMA ÇEŞİTLERİ

Bu bölümde karayolunun üstyapısında oluşan bozulma çeşitleri incelenmiştir. Karayolu üstyapısında oluşan bozulma çeşidinin belirlenmesi ve doğru bir şekilde sınıflandırılması önemlidir. Çünkü bozulmalara karşı alınacak önlemler ve gerçekleştirilecek çalışmalar her bozulma çeşidi için farklı farklıdır. Karayolu üstyapısında görülen bozulmaların yoğunluğu da oldukça önemli bir faktördür. Genel olarak bozulmalar, düşük, orta ve yüksek yoğunluklu olarak sınıflandırılır (Kırbaş 2007).

3.2.1.Çatlaklar

Esnek karayolu üstyapısında en çok görülen bozulma çeşitlerinden biri de çatlaklardır. Esnek kaplamalarda görülen çatlaklar aşırı büzülme, aşırı sertleşme ve tabakalar arasındaki aşırı kaymadan kaynaklanmaktadır. Aşırı büzülme veya hacimce azalmadan kaynaklanan çatlaklar en fazla görülen esnek kaplama kusurlarıdır. Trafiğin etkisi ile ilgili olarak çatlaklar, tek veya bir çok dingil yükü geçişi ya da dingil yüklerinin aşırı tekrarı sonucu ortaya çıkar. Buna ilaveten, araçların ani hızlanma veya yavaşlamalarının yol açtığı yatay kuvvetler de çatlaklara neden olabilir (Sönmez ve diğ. 2009).

Çatlakları;

- a) yorulma çatlakları
- b) blok çatlaklar
- c) kenar çatlakları
- d) yansıma çatlakları
- e) boyuna ve enine çatlaklar
- f) tabaka kayması çatlakları

gibi gruplara ayırmak mümkündür.

3.2.1.1. Yorulma Çatlakları (Timsah Sırtı Çatlakları)

Yorulma çatlakları, birbiri ile irtibatlı küçük bloklar halinde ortaya çıkan çatlaklardır. Genel olarak dingil yüklerinin çok sayıda geçişi ile oluşurlar. Bu çatlaklar daha çok taşıtların tekerlek geçişleri dahilinde ortaya çıkar ve üstyapı eksenine paralel olup, uzunlukları birkaç

desimetre ile onlarca metre arasında değişen ince çatlaklar biçiminde başlayarak, zamanla tekrarlamak suretiyle küçük bloklar serisi şeklinde, birbirine bağlı timsah sırtı çatlaklara dönüşen çatlaklardır (Asphalt Handbook 1990).

Yorulma çatlakları ağır trafik yüklerinin belirli bir tekerrürü sonucu kaplamanın yorulma mukavemetinin aşılması ile oluşmaktadır. Ayrıca; taban zemini, alttemel taşıma gücü yetersiz sıkışması ve/veya yetersiz drenaj nedeni ile taşıma gücü yetersizliği yorulma çatlaklarının oluşum hızını artıran faktörlerdir.

Bu tip çatlaklar üstyapının alt kısmında, yüksek tekerlek yükleri sebebiyle oluşan gerilmelerle başlar ve başlangıçta yüzeye paralel boyuna çatlaklar olarak yansır. Trafik yüklerinin tekrarlanmasıyla çatlaklar birbirleriyle bağlanır, çok kenarlı bir form halini alır ve keskin açılı parçalar şeklinde tavuk kafes teli veya timsahın sırt derisine benzer bir desen alır.

Timsah sırtı çatlaklar genellikle tekerlek izleri gibi trafiğin tekrarlı olarak üzerinden geçtiği alanlarda gözlenir. Bu nedenle bu tip çatlakların, trafik yükleri tüm alanı etkilemediği sürece üstyapının tüm yüzeyinde oluşması beklenmez. Timsah sırtı çatlaklar en önemli yapısal bozulma olarak düşünülebilir (Kırbaş 2007).

Timsah sırtı çatlaklar, diğer bozulma çeşitlerinde olduğu gibi düşük, orta ya da yüksek yoğunlukta olabilir. Oluşan çatlaklar boyuna ince ve paralel çizgiler halinde ise, çatlaklar arasında bağlantılar çok azsa veya yoksa ve çatlaklarda parçalanmalar gözlenmiyorsa bu tip çatlaklar düşük yoğunluklu olarak ifade edilir. Orta düzeyde çatlaklar, düşük çatlakların daha ilerlemiş halidir ve çatlakların oluşturduğu bir ağ biçiminde gözlenir. Çatlaklarda küçük miktarlarda parçalanmalar gözlemlenebilir. Yüksek yoğunluklu çatlaklar ise oldukça ilerlemiş ve hissedilir düzeydedir, bu nedenle çatlak kenarlarındaki parçalanmalar oldukça rahat gözlemlenebilir. Trafik altında ayrıışmış agregaların bir kısmı taş parçaları halinde yolun kullanıcılarına zararlar verebilir (Tayfur ve diğ. 2003).

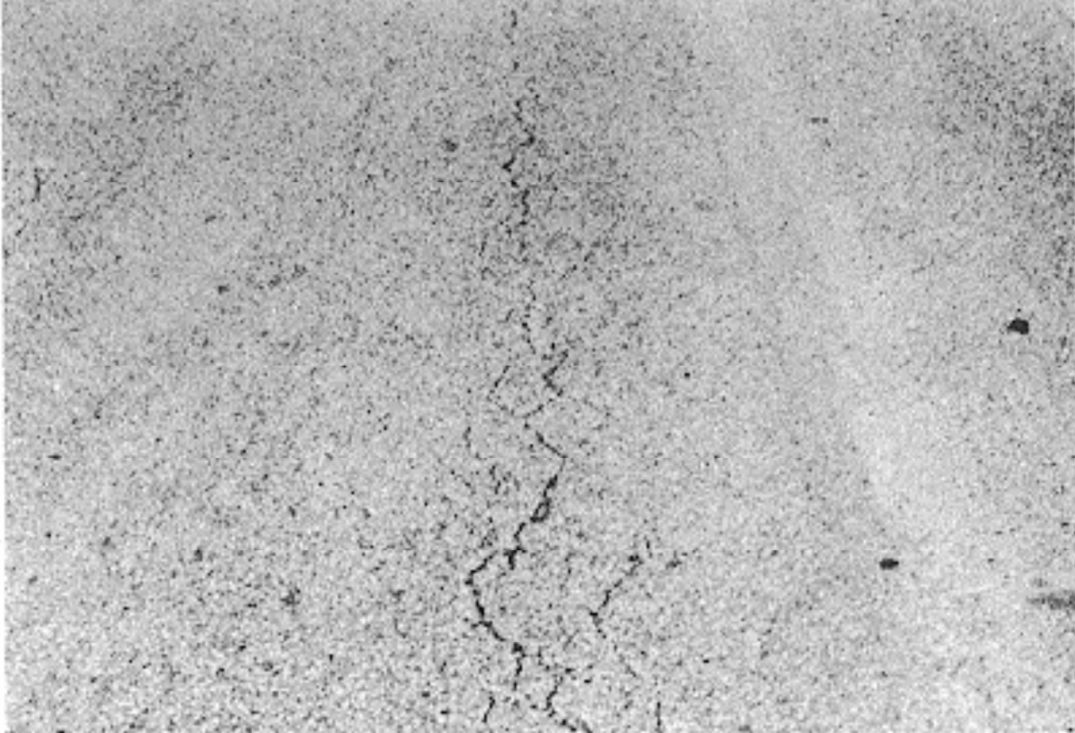
Şekil 3.1'de bir yorulma çatlağı (timsah sırtı çatlak) örneği verilmiştir. Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te ise sırasıyla düşük, orta ve yüksek yoğunluklu yorulma çatlağı örnekleri gösterilmiştir (Shahin 2002).

Şekil 3.1: Yorulma çatlakları (timsah sırtı çatlaklar)



Kaynak : <http://www.asfaltkaplama.com/catlaktamiriderzdogusu.html>

Şekil 3.2: Düşük yoğunluklu yorulma çatlağı



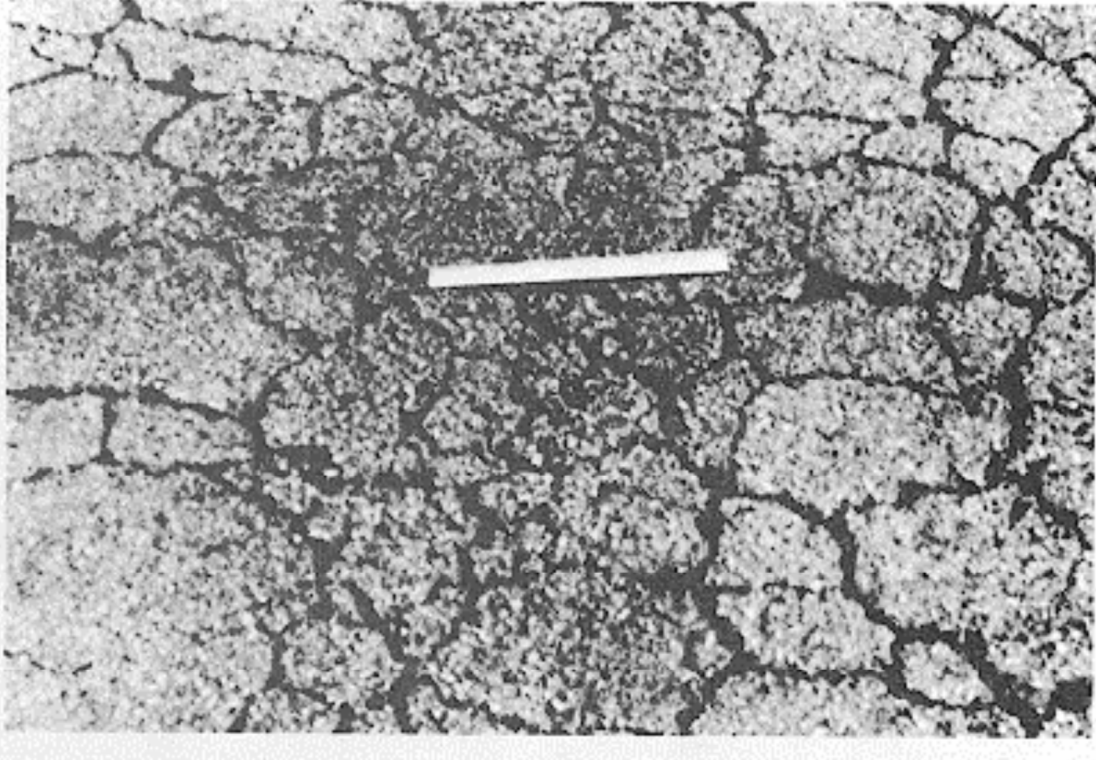
Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.3: Orta yoğunluklu yorulma çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.4: Yüksek yoğunluklu yorulma çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

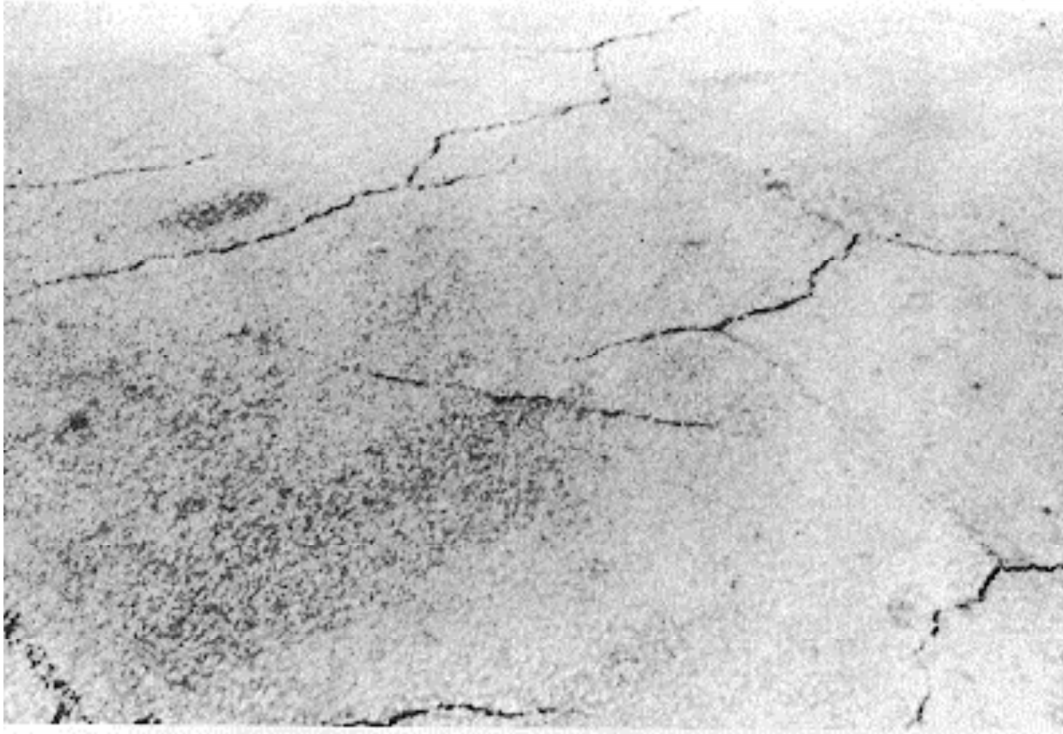
3.2.1.2. Blok Çatlaklar

Blok çatlaklar üstyapı yüzeyini yaklaşık olarak dikdörtgen parçalara (diğer bir deyişle bloklara) bölen birbirleriyle bağlantılı çatlaklardır. Bloklar farklı boyutlarda olabilir ve bu boyutlara göre çatlağın yoğunluğu düşük, orta ve yüksek olarak isimlendirilir (Kırbaş 2007).

Blok çatlakların oluşma sebepleri asfalt yüzeyinin büzülmesi veya günlük sıcaklık değişimlerinin oluşturduğu içsel gerilmelerdir. Görüldüğü üzere bu bozulma türünün oluşma sebebi yük ile ilişkili değildir, bazen yalnızca trafik yüklerinden etkilenmeyen alanlarda görülür. Bu tip bozulmalar timsah sırtı çatlaklardan daha büyük parçalar halinde oluştuğundan daha kolay farkedilebilir (Tayfur 2001).

Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de düşük, orta ve yüksek yoğunluklu blok çatlak örnekleri verilmiştir.

Şekil 3.5: Düşük yoğunluklu blok çatlak



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.6: Orta yoğunluklu blok çatlak



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.7: Yüksek yoğunluklu blok çatlak



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.1.3. Kenar Çatlakları

Kaplama kenarından takriben 30 cm içerden ve yol eksenine paralel olarak oluşurlar. Genellikle banketlerin yeterli kadar yanıl destek sağlamadığı kesimlerde görülürler.

Kenar çatlakları, drenaj yetersizliği, don, üst yapı ile banket arasında büyük nem farkı bulunması nedeni ile de oluşabilir.

Düşük yoğunluklu kenar çatlakları, yalnızca çatlaklar bulunmakta, herhangi bir sökülme görülmemektedir. Orta yoğunluklu kenar çatlaklarında, çatlakların yanında yer yer sökülme ve parçalanmalar görülmektedir. Yüksek yoğunluklu çatlaklarda ise hem görülen çatlakların boyutları büyüktür hem de sökülme ve parçalanma miktarları çoktur (Özen ve diğ. 2004).

Sırasıyla Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da düşük, orta ve yüksek yoğunluklu kenar çatlaklarından örnekler görülmektedir.

Şekil 3.8: Düşük yoğunluklu kenar çatlağı



Kaynak : Şahin, 2002

Şekil 3.9: Orta yoğunluklu kenar çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.10: Yüksek yoğunluklu kenar çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.1.4. Yansıma Çatlakları

Bu bozulma tipi, karayolunun alt tabakasında bulunan blokların çeşitli sebeplerden (rutubet ve ani ısı değişimleri bu sebeplerden bazılarıdır) ötürü hareket etmesi sonucunda oluşur. Yansıma çatlakları yalnızca kaplama tabakasının altında rijit bloklar bulunan üstyapılarda gözlemlenir. Genel olarak trafik yükü ile birinci dereceden bir etkisi bulunmaz fakat oluşan çatlaklarda trafiğin etkisi ile parçalanmalar olabilir (Özen ve diğ. 2004)..

Bu çatlak tipinin yoğunluğu, genel olarak doldurulmuş ve doldurulmamış çatlakların genişliğine bağlı olarak belirlenir. Bu çatlak çeşidinde düşük yoğunluklu, doldurulmamış çatlak genişliği 1 cm (3/8 inç)'den az olan çatlaklar için kullanılan bir sınıflandırmadır. Bu tip yansıma çatlağının doldurulmuş çatlak genişliği herhangi bir genişlikte olabilir. Orta yoğunluklu yansıma çatlağının doldurulmamış çatlak genişliği 1 cm ile 7.6 cm (3/8 ile 3 inç) arasındadır ve doldurulmuş çatlakların etrafında düşük derecede boyuna ve enine çatlaklar gözlenir. Yüksek yoğunluklu yansıma çatlaklarının doldurulmuş veya doldurulmamış çatlakların etrafında orta veya yüksek düzeyde rasgele çatlaklar bulunur (Sönmez ve diğ. 2009). Şekil 3.11, Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'te düşük, orta ve yüksek yoğunluklu yansıma çatlakları gösterilmiştir.

Şekil 3.11: Düşük yoğunluklu yansıma çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.12: Orta yoğunluklu yansımaya çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.13: Yüksek yoğunluklu yansımaya çatlağı



Kaynak : Shahin, 2002

3.1.2.5. Boyuna ve Enine Çatlaklar

Genel olarak yükle ilgili olmayan ve

- a) zayıf imal edilmiş üstyapı birleşimleri,
- b) günlük sıcaklık döngüsü veya düşük sıcaklıklardan dolayı asfalt çimentosunun büzülmesi,
- c) üstyapının altında bulunan rijit blokların zaman içinde deforme olarak çatlama ve bu çatlamların yüzeye yansması

sebeplerinden ötürü oluşan çatlaklardır (Sönmez ve diğ. 2010).

Üstyapı eksen çizgisine paralel yönde oluşan çatlaklara boyuna çatlaklar, üstyapı eksen çizgisine dik yönde oluşan çatlaklara ise enine çatlaklar denir. Şekil 3.14'te bir enine çatlak örneği verilmiştir (Tunç 2004).

Şekil 3.14: Enine çatlaklar



Kaynak : Tez sahibinin kendi çekimi

Bu çatlakların yoğunluğu aşağıdaki şekilde belirlenir.

Düşük yoğunluklu: Doldurulmamış çatlak genişliği 1 cm (3/8 inç)'den az ve doldurulmuş çatlak genişliği herhangi bir genişliktedir.

Orta yoğunluklu : Doldurulmamış çatlak genişliği 1 cm ile 7.6 cm (3/8 ile 3 inç) arasındadır ve doldurulmuş çatlakların etrafında düşük derecede boyuna ve enine çatlaklar gözlenir.

Yüksek yoğunluklu : Doldurulmuş veya doldurulmamış çatlakların etrafında orta veya yüksek düzeyde rasgele çatlaklar bulunur. Doldurulmamış çatlak genişliği 7.6 cm (3 inç)'den fazladır. Ayrıca çatlaklarda yoğun düzeyde kırılmalar gözlemlenir (Tunç 2004).

Şekil 3.15, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de düşük, orta ve yüksek yoğunluklu enine ve boyuna çatlaklar görülmektedir.

Şekil 3.15: Düşük yoğunluklu enine ve boyuna çatlak



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.16: Orta yoğunluklu enine ve boyuna çatlak



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.17: Yüksek yoğunluklu enine ve boyuna çatlak



Kaynak : Shahin, 2002

3.1.2.6. Tabaka Kayması Çatlakları

Tabaka kayması çatlakları üstyapı yüzeyinde trafik yönünden bağımsız, yarım ay veya hilal şeklinde görülen çatlaklardır. Bu tip bozulmalar genellikle düşük dirençli karışımlarda ve üstyapılarda bağlayıcı tabakalarla doğal zemin arasında kalan alandaki zayıf olan tabakaların trafiğin etkisi ile kayması sonucunda oluşur. Yoğunluk sınıflandırması şu şekildedir :

Düşük yoğunluklu: Düşük seviyede ve dolgu yapmaya ihtiyaç duyulmayan çatlaklar mevcuttur. Orta yoğunluklu : Çatlak genişliği yer yer dolgu yapmaya ihtiyaç duyulur hale gelmiş, parçalanma ve sökülmeler oluşmaya başlamıştır. Yüksek yoğunluklu : Ortalama çatlak genişliği 2.54 cm (1 inç)'den büyük çatlaklar oluşmuş ve önemli miktarda parçalanma ve sökülmeler oluşmaya başlamıştır (Kırbaş 2007).

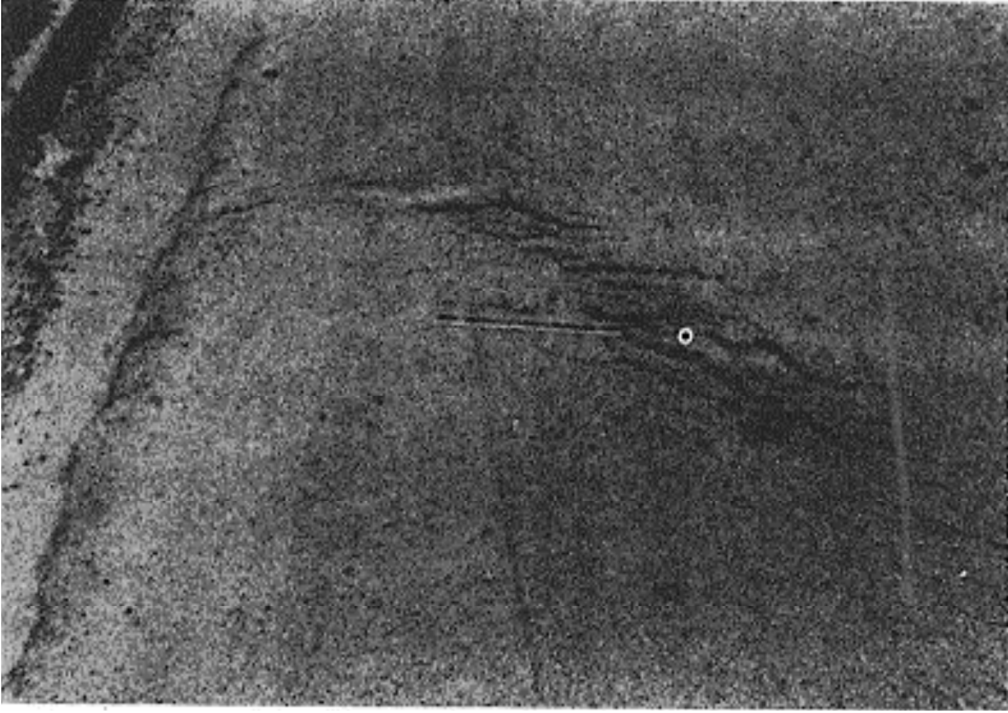
Aşağıda Şekil 3.18, Şekil 3.19 ve Şekil 3.20'de düşük, orta ve yüksek yoğunluklu tabaka kayması çatlakları görülmektedir.

Şekil 3.18: Düşük yoğunluklu tabaka kayması çatlakları



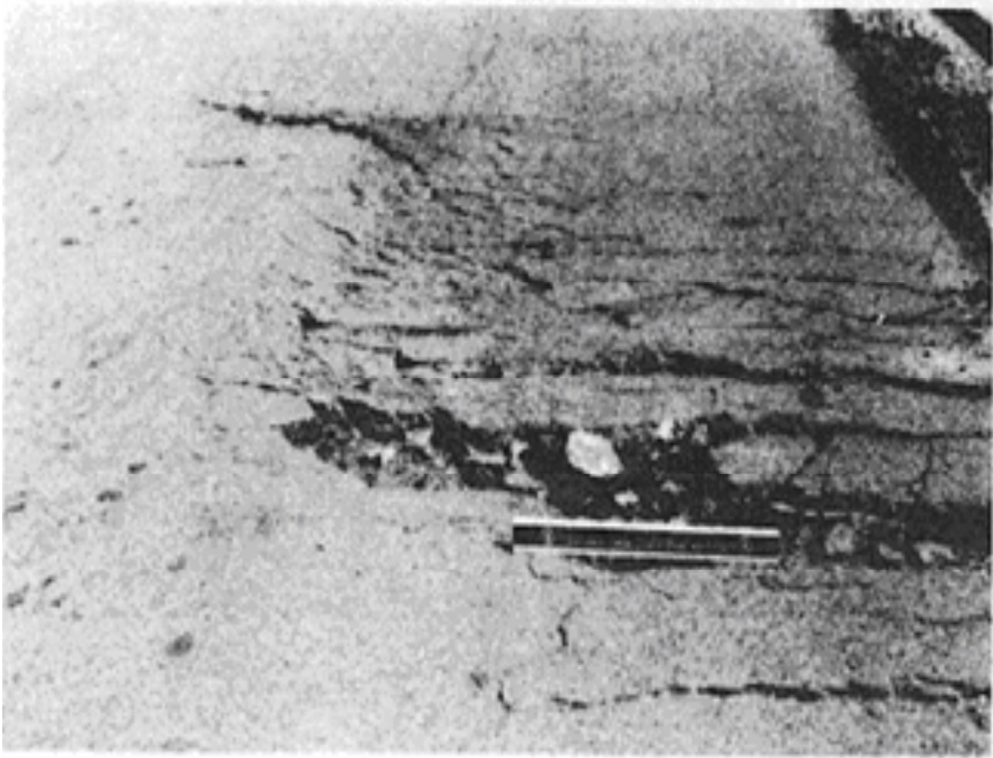
Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.19: Orta yoğunluklu tabaka kayması çatlakları



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.20: Yüksek yoğunluklu tabaka kayması çatlakları



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.2. Yüzey Deformasyonu

Karayolu üstyapısında oluşan bozulmaların diğer bir önemli grubu yüzey deformasyonlarıdır. Tekerlek izi olukları ve toplanmalar bu gruba ait olan bozulmalardır (Kırbaş 2007).

3.2.2.1. Tekerlek İzi Olukları

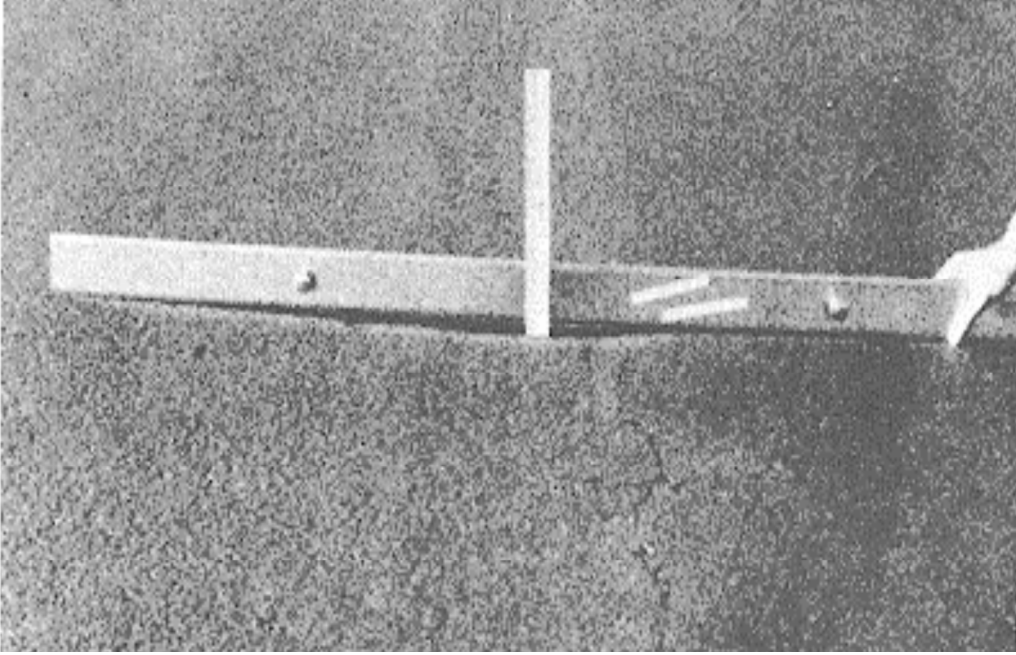
Tekerlek izi olukları, asfalt betonu kaplamalarında sık görülen, gerek teknik ve gerekse ekonomik açıdan çok önemli kabul edilen bozulma tipidir. Tekerlek izleri, kaplamanın altındaki bir ya da birden fazla tabakada, trafik tesirinin neden olduğu konsolidasyon ya da yanıl hareketler veya trafik tesiri ile kaplamanın kendisinden oluşan yer değiştirmeleri sonucu meydana gelebilir. Tekerlek izleri taşıtların tekerleklerinin geğtiği alanlarda görülen yüzey oturmalarıdır. Bozulmanın görüldüğü alanlarda tekerlek izi kenarları boyunca yukarı doğru kabarmalar olur aynı zamanda yağmur yağdıktan sonra bu bölgelerde sular birikir. Tekerlek izlerinin olduğu bölgelerde tekrarlı ve yoğun trafik yüklerinden dolayı üstyapı ve alt yapının tüm tabakalarında kalıcı deformasyonlar oluşur. Önemli yoğunlukta tekerlek izinin oluştuğu bölgelerde üstyapıda ciddi yapısal kayıpların olduğu rahatlıkla söylenebilir (Uluçaylı 1975). Şekil 3.21’de örnek bir tekerlek izi oluşu görülmektedir.

Şekil 3.21: Tekerlek izi olukları



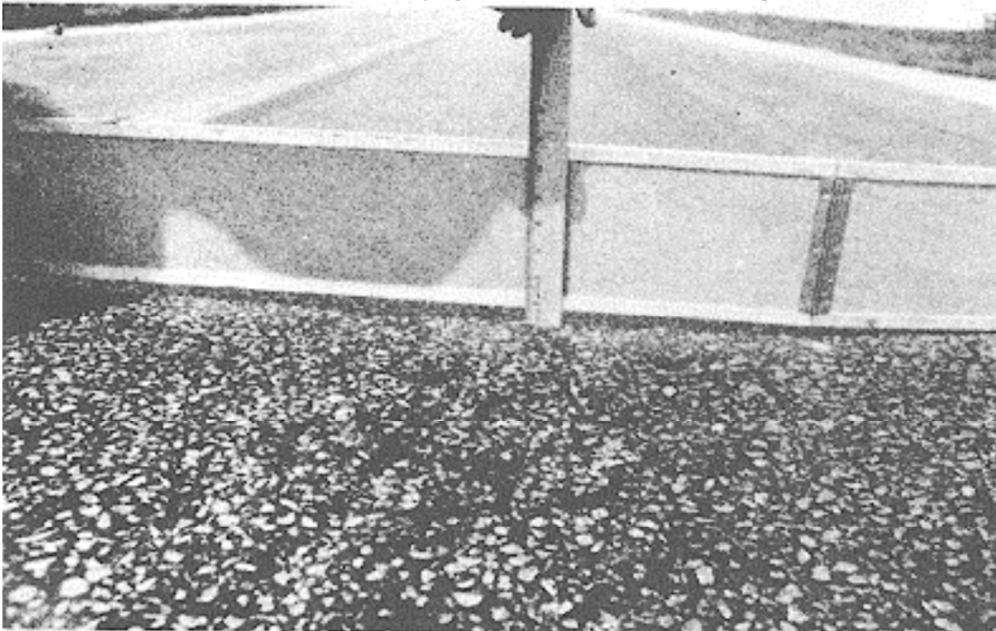
Oluklar, derinliklerine göre düşük yoğunluklu, orta yoğunluklu ve yüksek yoğunluklu olarak gruplandırılır. Ortalama derinliğin 0.64-1.27 cm (1/4-1/2 inç) arasında olduğu oluklar düşük yoğunluklu; ortalama derinliğin 1.27-2.54 cm (1/2-1 inç) arasında olduğu oluklar orta yoğunluklu; ortalama derinliğin 2.54 cm (1 inç)'den büyük olduğu oluklar ise yüksek yoğunluklu olarak ifade edilir. Şekil 3.22, Şekil 3.23, Şekil 3.24'te sırasıyla düşük, orta ve yüksek yoğunluklu tekerlek izi oluk örneği gösterilmiştir.

Şekil 3.22: Düşük yoğunluklu tekerlek izi oluğu



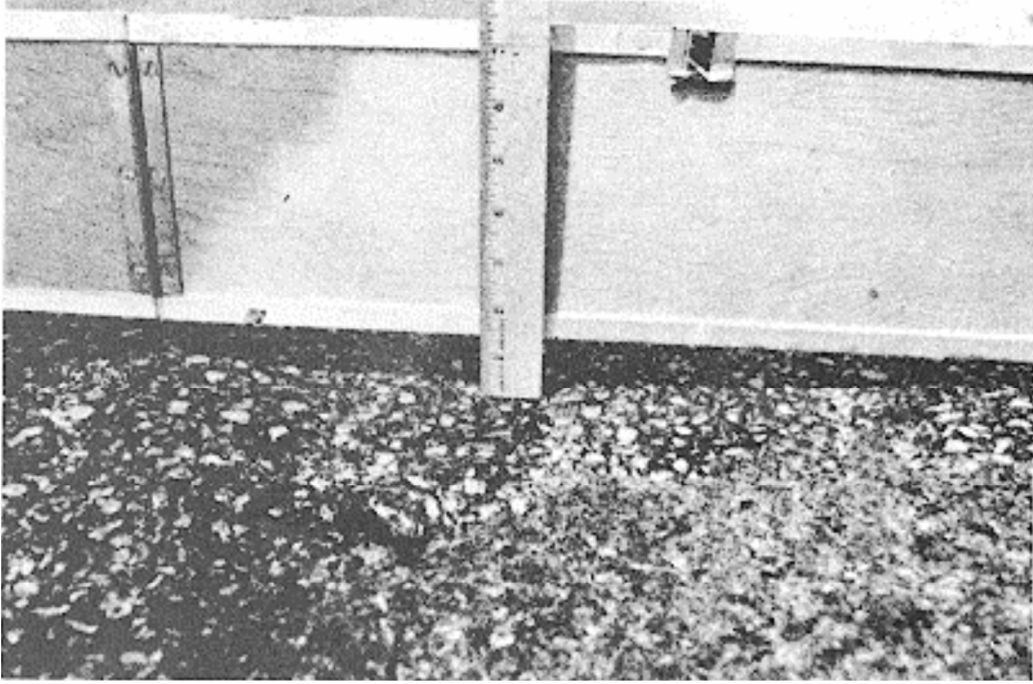
Kaynak : Şahin, 2002

Şekil 3.23: Orta yoğunluklu tekerlek izi oluğu



Kaynak : Şahin, 2002

Şekil 3.24: Yüksek yoğunluklu tekerlek izi oluğu



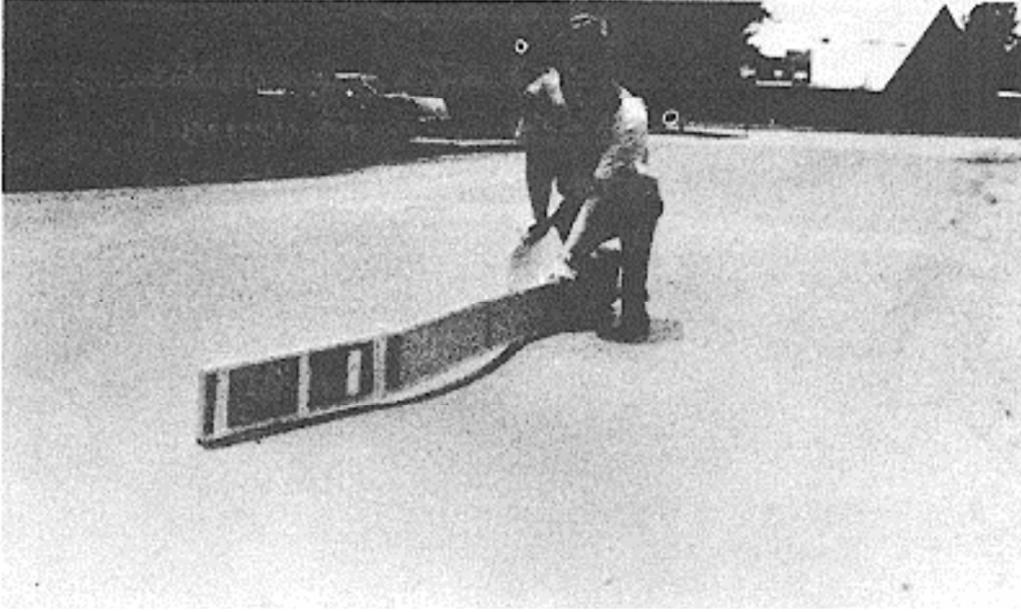
Kaynak : Shahin, 2002

3.2.2.2. Toplanmalar

Toplanmalar trafik etkilerinden dolayı üstyapı yüzeyinde kalıcı, boyuna, yanal yönde yer değiştirmelerdir. Özellikle kurplu kesimlerde araç tekerleklerinin dönüşler sırasında üstyapıyı yanal yönde itmesi sonucu üstyapı yüzeyini su dalgaları şekline dönüştürmesi ile oluşur. Aynı zamanda yolda düz kesimlerde de bu tip bozulmalara rastlanabilir (Umar ve Ağar 1991).

Yoğunluğu sebebiyet verdiği sürüş konforu kaybına göre belirlenir. Buna göre sürüş konforunda az bir kayba yol açan toplanmalar, düşük yoğunluklu; sürüş konforunda orta derecede bir kayba yol açan toplanmalar, orta yoğunluklu; sürüş konforunda çok kayba yol açan toplanmalar, yüksek yoğunluklu olarak isimlendirilmektedir. Şekil 3.25, Şekil 3.26 ve Şekil 3.27'de düşük, orta ve yüksek yoğunluklu toplanma örnekleri verilmiştir (Umar ve Ağar 1991).

Şekil 3.25: Düşük yoğunluklu toplanma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.26: Orta yoğunluklu toplanma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.27: Yüksek yoğunluklu toplanma



Kaynak : Şahin, 2002

3.2.3. Çökme ve Kabarma Sonucu Oluşan Deformasyonlar

Karayolu üstyapısında oluşan bozulmaların en büyük grubunu çökme ve kabarma sonucu oluşan deformasyonlar oluşturmaktadır. Çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde sınıflandırılan bu gruptaki en önemli deformasyon çeşitleri şunlardır (Kırbaş 2007) :

- a) kabarmalar
- b) oturmalar
- c) çökmeler
- d) ondülasyonlar
- e) demiryolu geçişleri
- f) oyulmalar

3.2.3.1.Kabarmalar

Kabarmalar; kaplama altındaki malzemenin kabarması, yol yüzeyinin lokal olarak yukarıya doğru hareket etmesi ile oluşan bozukluklardır. Bu tip bozulmalar yanıl doğrultuda toplanmalardan farklıdır. Kabarmalar çeşitli sebeplerden oluşabilmektedirler. Bunların arasında;

- a) esnek üstyapının altında bulunan rijit tabakaların eğilme veya bel vermesi,

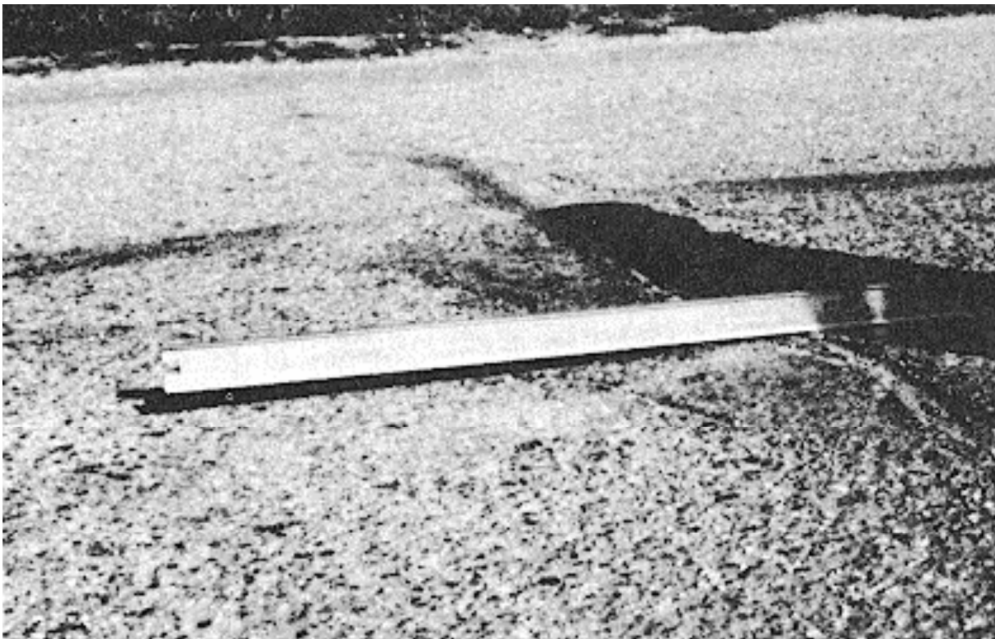
- b) don kabarmaları,
- c) tekrarlı trafik yüklerinin etkisiyle malzemelerin çatlakların arasından ayrılması ve dağılması sayılabilir (Umar ve Ağar 1991).

3.2.3.2.Oturmalar

Oturmalar üstyapı yüzeyinde görülen küçük, birden bire olan, aşağı yöndeki hareket etmelerdir. Üstyapı yüzeyinde geniş alanlarda görülen biçim ve yer değiştirmeler büyük ve/veya uzun iniş çıkışlar şeklinde özetlenebilir (Kök ve Kuloğlu 2007).

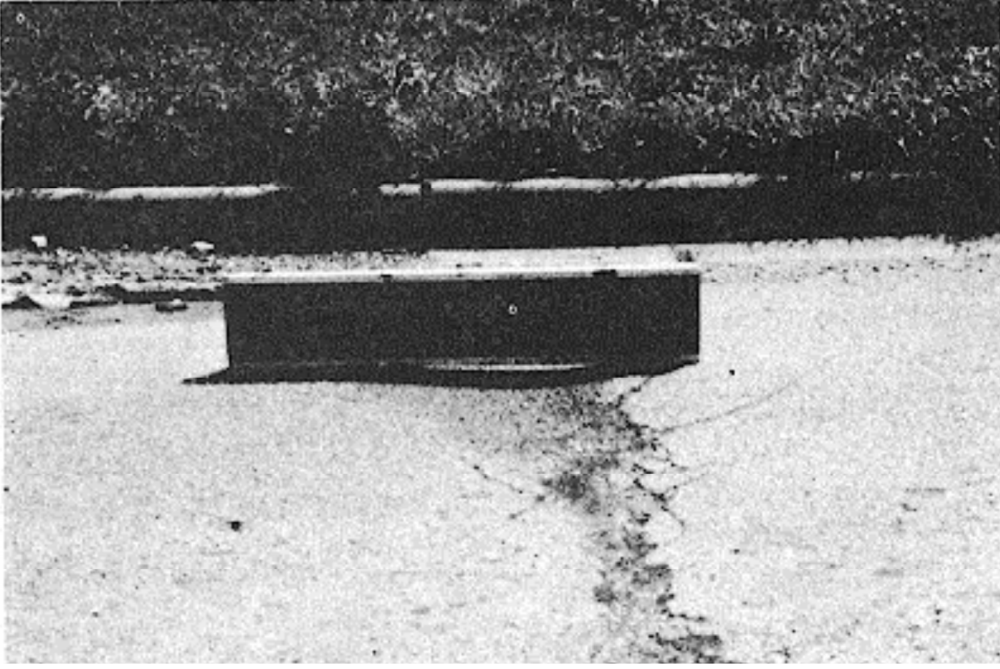
Kabarmalar veya oturmalar bozulma görülen uzunluk (m, ft) olarak ölçülür. Eğer kabarma veya oturmalar kenar uzunluğu 3.05 m (10 ft) olan bir alan boyutlarında oluşmuşsa bu bozukluk ondülasyon olarak kabul edilir. Kabarma ve oturmaların yoğunlukları sebep oldukları sürüş kaybının yoğunluğuna göre belirlenir. Buna göre sürüş konforunda az bir kayba yol açan kabarma ve oturmalar, düşük yoğunluklu; sürüş konforunda orta derecede bir kayba yol açan kabarma ve oturmalar, orta yoğunluklu; sürüş konforunda çok kayba yol açan kabarma ve oturmalar, yüksek yoğunluklu olarak isimlendirilmektedir (Kırbaş 2007). Düşük, orta ve yüksek yoğunluklu kabarma ve oturmalar sırasıyla şekil 3.28, şekil 3.29 ve şekil 3.30'da gösterilmiştir.

şekil 3.28: Düşük yoğunluklu kabarma ve oturma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.29: Orta yoğunluklu kabarma ve oturma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.30: Yüksek yoğunluklu kabarma ve oturma



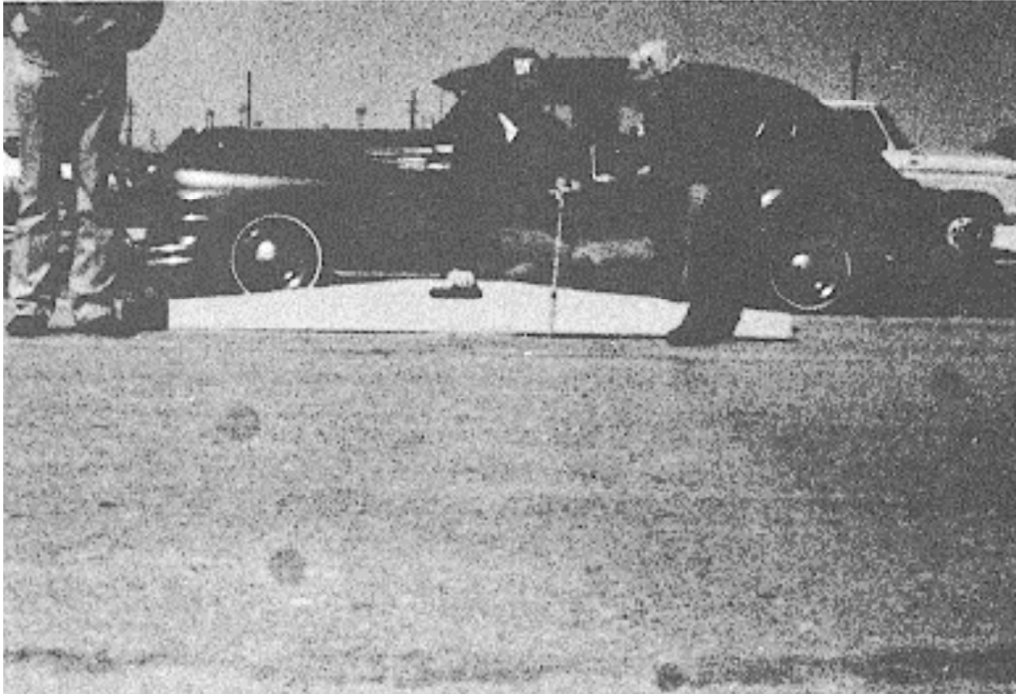
Kaynak : Shahin, 2002

3.2.3.3.Çökmeler

Çökmeler, karayolu üstyapısının yüzeyinde yerel bir bölgede diğer bölgelere göre kot kaybı oluşması şeklinde ifade edilen bozulma türüdür. Birçok örnekte kuru yüzeylerde düşük yoğunluktaki çökmeler yağmurdan sonra oluşan su birikintileri veya su birikintilerinin lekeleri yardımıyla ayırt edilebilir. Çökmeler üstyapı yüzeyinin altında bulunan tabakalarda malzemelerin oturması sebebiyle oluşur ve yol yüzeyinde önemli miktarda düzgünsüzlüğe sebep olur. Yoğunlukları kot farkına göre belirlenir. Yol yüzeyinde maksimum 1.27 – 2.54 cm (0.5 – 1 inç) arasında kot farkı görülen alanlar düşük yoğunluklu çökmeye uğramış demektir. Yol yüzeyinde maksimum 2.54 – 5.08 cm (1 – 2 inç) arasında kot farkı görülen alanlarda orta yoğunluklu çökme mevcuttur. Yol yüzeyinde 5.08 cm'den (2 inç) fazla kot farkı görülen alanlar ise yüksek yoğunluklu çökmeye uğramış anlamına gelir (Kırbaş 2007).

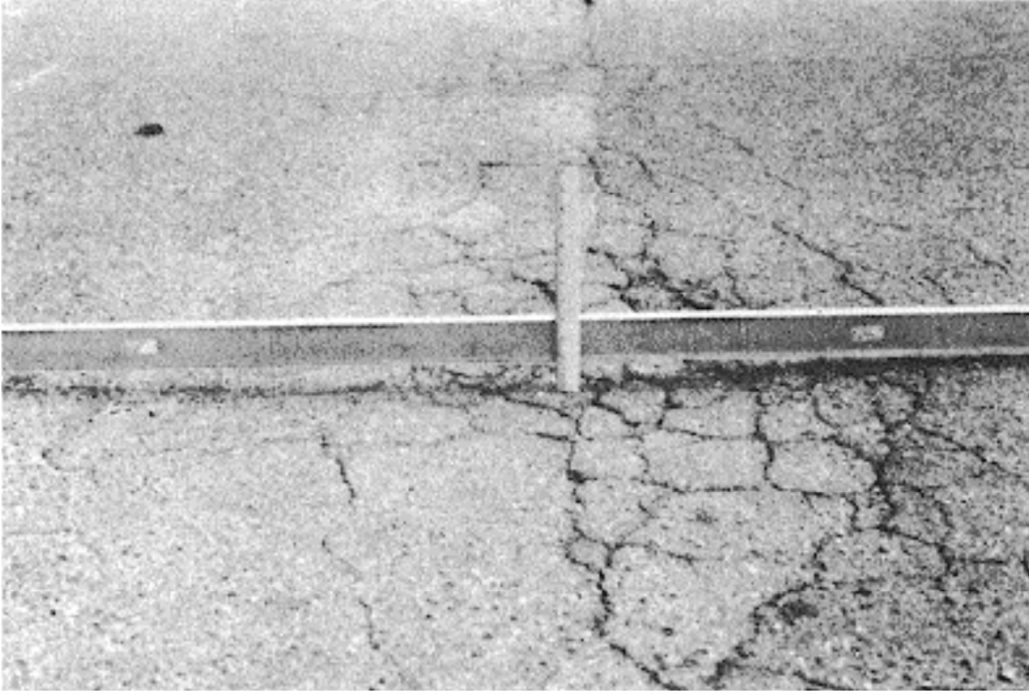
Şekil 3.31, Şekil 3.32 ve Şekil 3.33'de düşük, orta ve yüksek yoğunluklu çökmelerden örnekler görülmektedir.

Şekil 3.31: Düşük yoğunluklu çökme



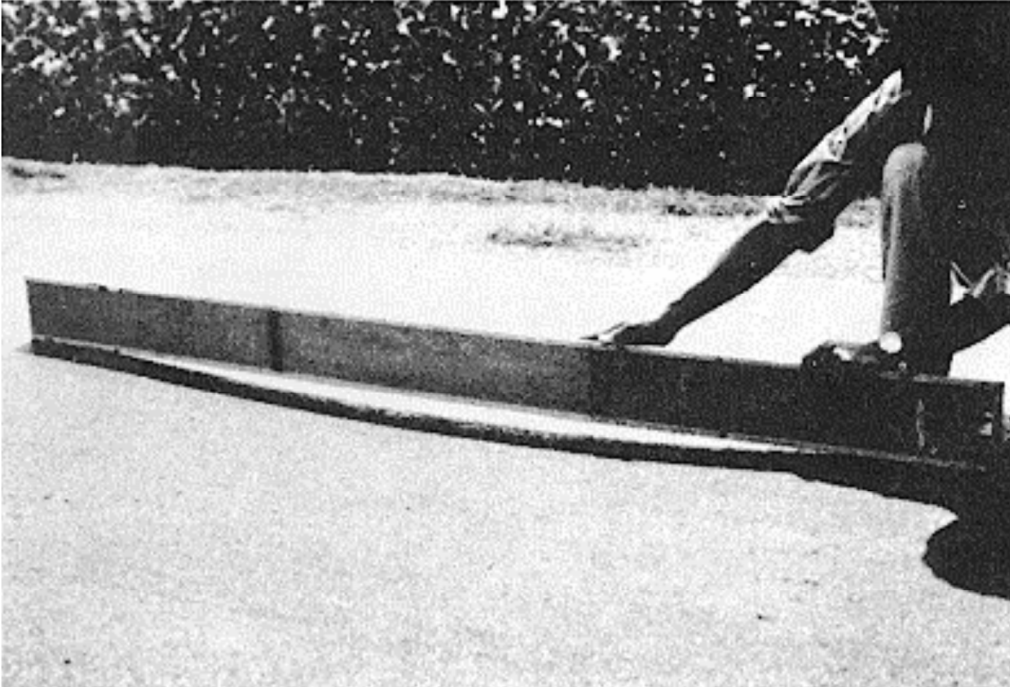
Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.32: Orta yoğunluklu çökme



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.33: Yüksek yoğunluklu çökme



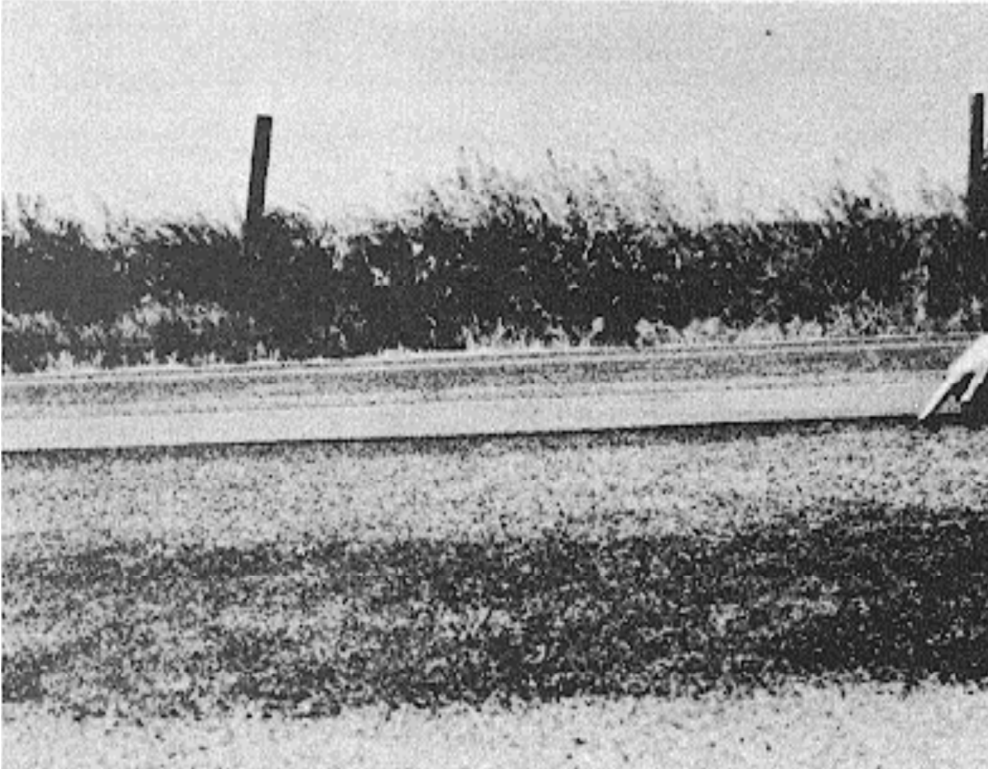
Kaynak : Shahin, 2002

3.2.3.4.Ondülasyonlar

Ondülasyonlar, yol üzerinde trafiğin akışına göre enine doğrultuda oluşan ve aralıkları yaklaşık olarak eşit olan belirli biçimde dalgaya benzeyen satıh deformasyonları olarak tanımlanır. Bu tipteki bozulmalar genellikle yeterince sağlam bir temele sahip olmayan üstyapılarda tekrarlı trafik etkileri sebebiyle oluşur. Yoğunlukları, kabarma ve oturmalarda olduğu gibi sebep oldukları sürüş kaybının yoğunluğuna göre belirlenir. Buna göre sürüş konforunda az bir kayba yol açan ondülasyonlar, düşük yoğunluklu; sürüş konforunda orta derecede bir kayba yol açan ondülasyonlar, orta yoğunluklu; sürüş konforunda çok kayba yol açan ondülasyonlar, yüksek yoğunluklu olarak isimlendirilmektedir (Kırbaş 2007).

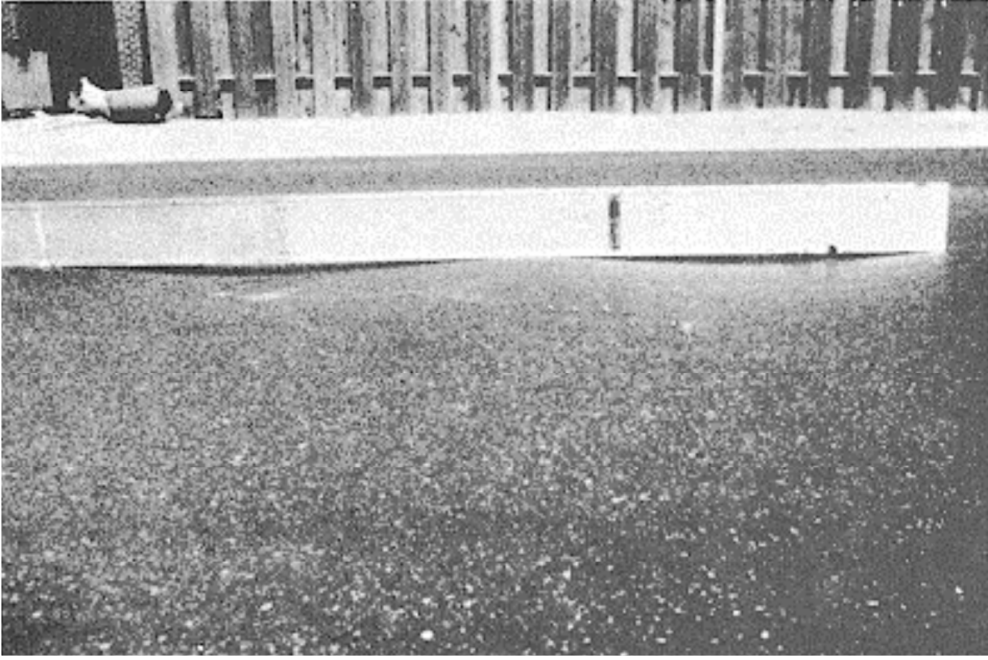
Şekil 3.34, Şekil 3.35 ve Şekil 3.36’da sırasıyla düşük, orta ve yüksek yoğunluklu ondülasyonlardan örnekler görülmektedir.

Şekil 3.34: Düşük yoğunluklu ondülasyon



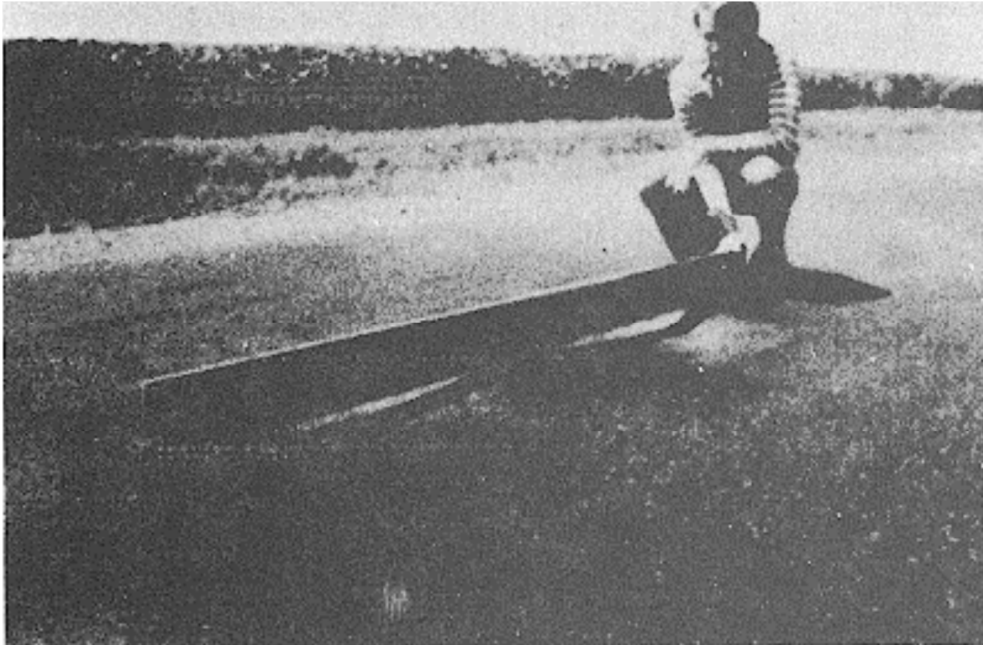
Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.35: Orta yoğunluklu ondülasyon



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.36: Yüksek yoğunluklu ondülasyon



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.3.5. Demiryolu Geçişleri

Demiryolu geçişleri kusurları rayların etrafındaki çökmeler veya kabarmalar olarak kabul edilir. Demiryolu geçişi yoğunluğuna göre geçişin tüm alanı olarak belirlenir. Kabarma ve oturmalarda olduğu gibi, sebebiyet verdiği sürüş konforu kaybına göre yoğunlukları

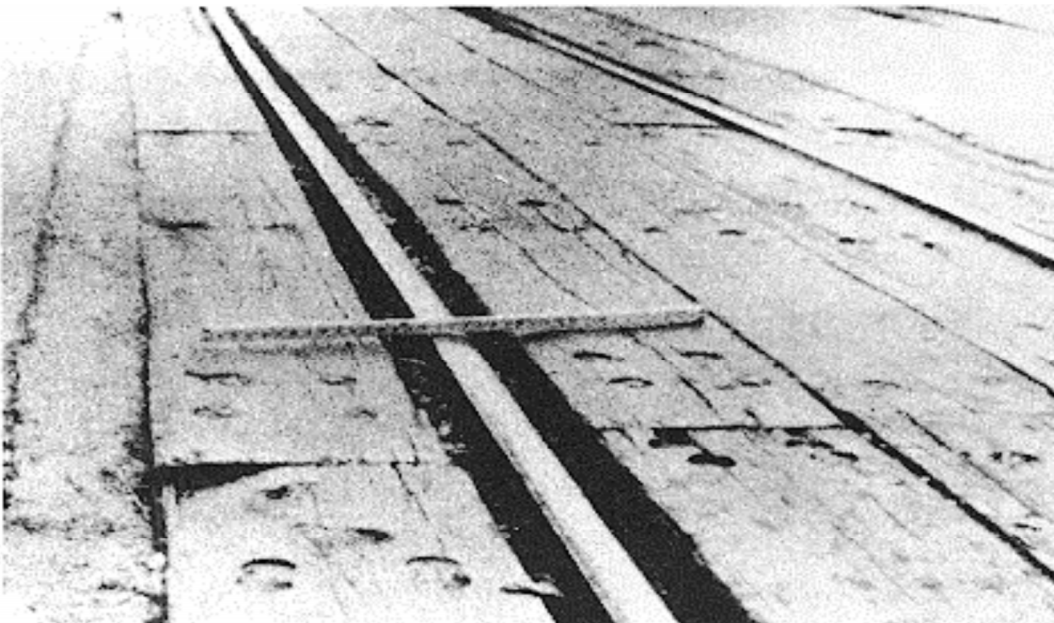
isimlendirilir. Buna göre sürüş konforunda az bir kayba yol açan demiryolu geçişleri, düşük yoğunluklu; sürüş konforunda orta derecede bir kayba yol açan demiryolu geçişler, orta yoğunluklu; sürüş konforunda çok kayba yol açan demiryolu geçişler, yüksek yoğunluklu olarak isimlendirilmektedir (Kırbaş 2007). Şekil 3.37, Şekil 3.38 ve Şekil 3.39’da düşük, orta ve yüksek yoğunluklu demiryolu geçişlerinden örnekler görülmektedir.

Şekil 3.37: Düşük yoğunluklu demiryolu geçişi



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.38: Orta yoğunluklu demiryolu geçişi



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.39: Yüksek yoğunluklu demiryolu geçişi



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.3.6.Oyulmalar

Oyulmalar üstyapı yüzeyinde görülen küçük (genellikle çapı 0.9 m'den az), çanak şeklindeki çökmelerdir. Bu çökmelerin boyutu, oluşan çukurun içerisindeki nem miktarının artmasıyla birlikte artar. Nem miktarı dışında trafik yoğunluğu da oyulmaların artmasında etkili bir faktördür. Bu tip bozulmalar üstyapılarda yetersiz karışımlardan dolayı ya da temel veya alt temel tabakalarındaki zayıf noktalardan dolayı oluşur. Genel olarak oyulmalara verilebilecek en uygun örnekler timsah sırtı çatlakların ileri fazında oluşan çukurlardır. Oyulmaların yoğunluğu oyulmada oluşan çukurun hem çapına hem de derinliğine bağlı olduğundan bu ikisinin yoğunluğu belirlemeye olan etkisi üzerine literatürde bir çizelge bulunmaktadır (Shanin 2002). Buna göre çapı 0.76 m (30 inç)'ten az olan oyulmalarda yoğunluk düzeyleri aşağıdaki Tablo 3.3'e göre belirlenmektedir.

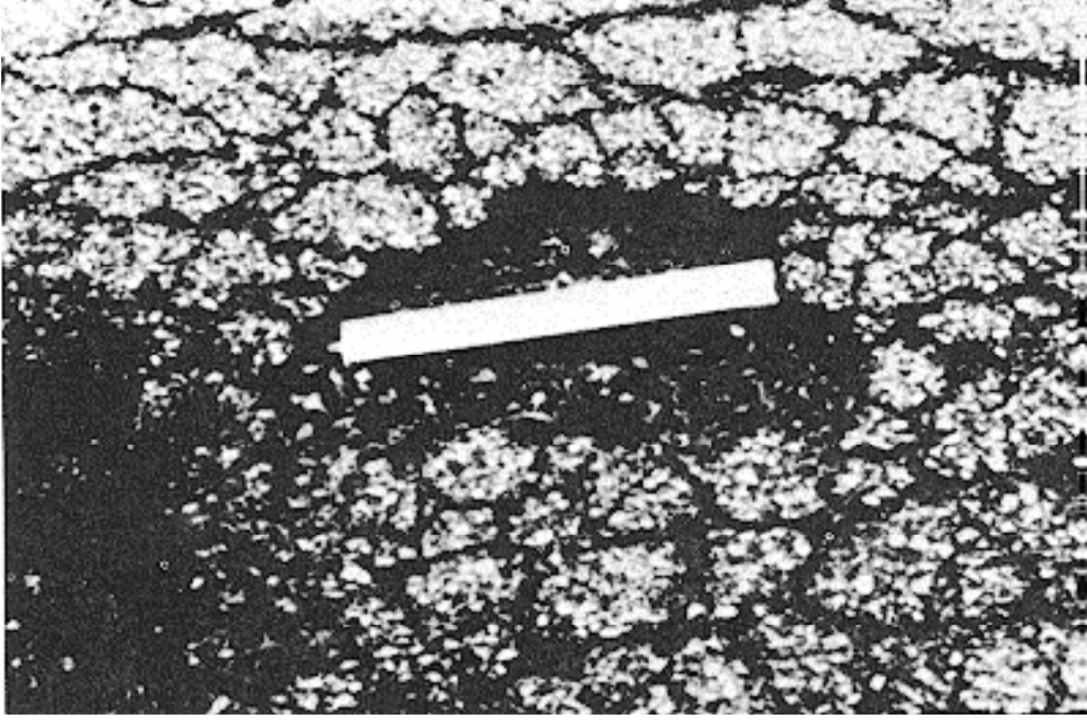
Tablo 3.3: Oyulma yoğunluk düzey sınırları

Ortalama oyulma çapı	10.16-20.32 cm (4-8 inç)	20.32-45.72 cm (8-18 inç)	45.72-76.2 cm (18-30 inç)
Maksimum oyulma derinliği			
1.27-2.54 cm (0.5-1 inç)			
2.54-5.08 cm (1-2 inç)			
5.08 cm (2 inç)'den büyük			

Kaynak : Shanin, 2002

Farklı yoğunluktaki, (düşük, orta ve yüksek yoğunluklu) oyulma örnekleri sırasıyla Şekil 3.40, Şekil 3.41 ve Şekil 3.42’de verilmiştir.

Şekil 3.40: Düşük yoğunluklu oyulma



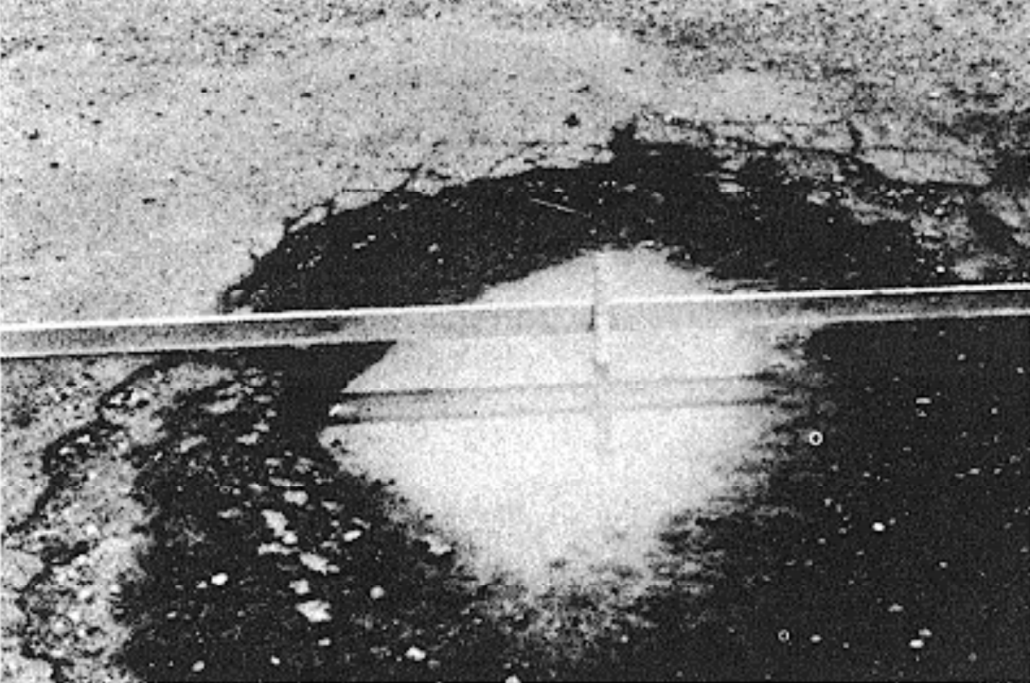
Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.41: Orta yoğunluklu oyulma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.42: Yüksek yoğunluklu oyulma



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.4. Kenar / Banket Düşüklükleri

Kenar / banket düşüklükleri üstyapı kenarı ile banket arasındaki kot farkı olması durumunda görülen bozulmadır. Bu bozulma banket erozyonu, banket oturması veya banket kotu göze alınmaksızın yapılan yollarda gözlemlenir. Bu bozulmanın yoğunluğu, kenar ve banket arasındaki kot farkının boyutuna göre belirlenir. Düşük yoğunluk, kenar ve banket arasındaki kot farkının 2.54 - 5.08 cm (1-2 inç) arasında olduğu; orta yoğunluk, kenar ve banket arasındaki kot farkının 5.08 - 10.16 cm (2-4 inç) arasında olduğu; yüksek yoğunluk ise kenar ve banket arasındaki kot farkının 10.16 cm (4 inç)'den fazla olduğu durumlardır (Kırbaş 2007).

Şekil 3.43, Şekil 3.44 ve Şekil 3.45'te düşük, orta ve yüksek yoğunluklu kenar/banket düşüklüklerine örnekler verilmiştir.

Şekil 3.43: Düşük yoğunluklu kenar/banket düşüklüğü



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.44: Orta yoğunluklu kenar/banket düşüklüğü



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.45: Yüksek yoğunluklu kenar/banket düşüklüğü



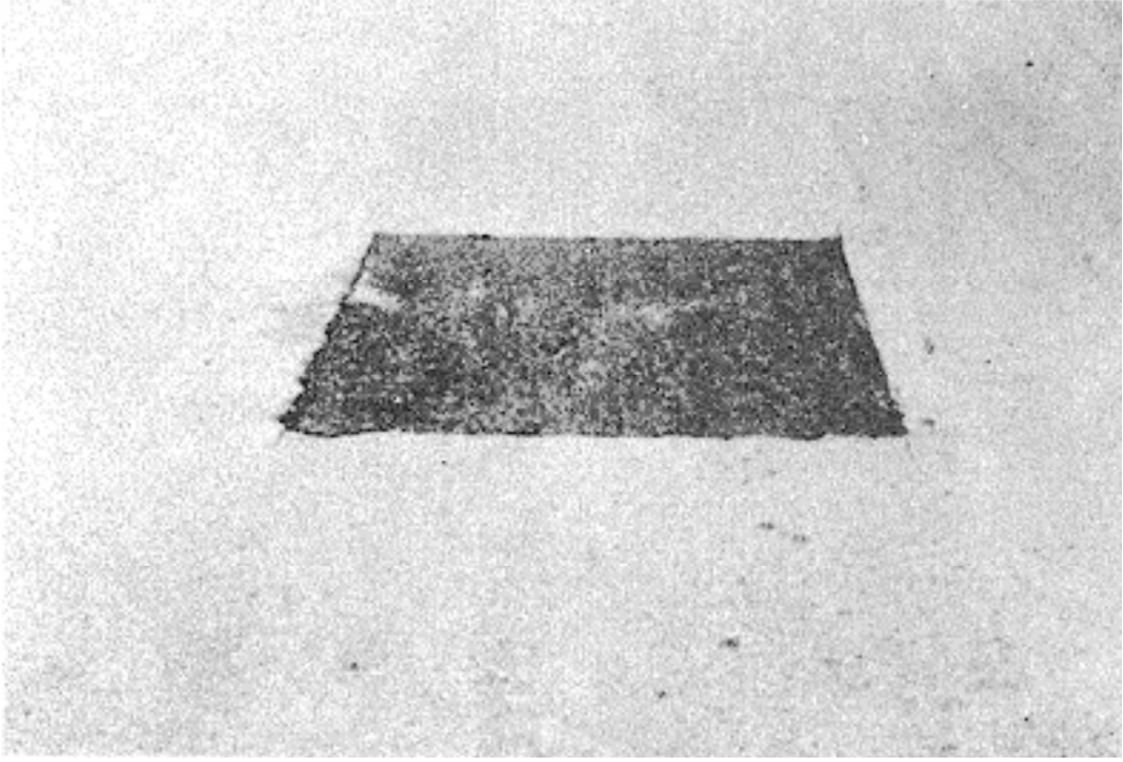
Kaynak : Shahin, 2002

3.2.5. Yamalar

Yamalar esasında bir bozulma çeşidi değil, bozulma gerçekleşmiş alanlara yapılan bir tadilatır. Bozulan ve performanslı hizmet vermesi zorlaşan alanlara yeni malzemeler ile yama yapılır. Bir bozulma olmamasına rağmen yama yapılan alanların orijinal üstyapı yüzeyi gibi kabul edilmesi mümkün değildir. Genellikle düzgünlük bu tip bozulmalar ile ilişkilidir. Yama yapılan alan karayolunun büyük bir kısmını, yüksek bir yüzdesini oluşturuyorsa bu artık yama değil, yeni bir karayolu üstyapı yüzeyi olarak ifade edilir (Al 1996).

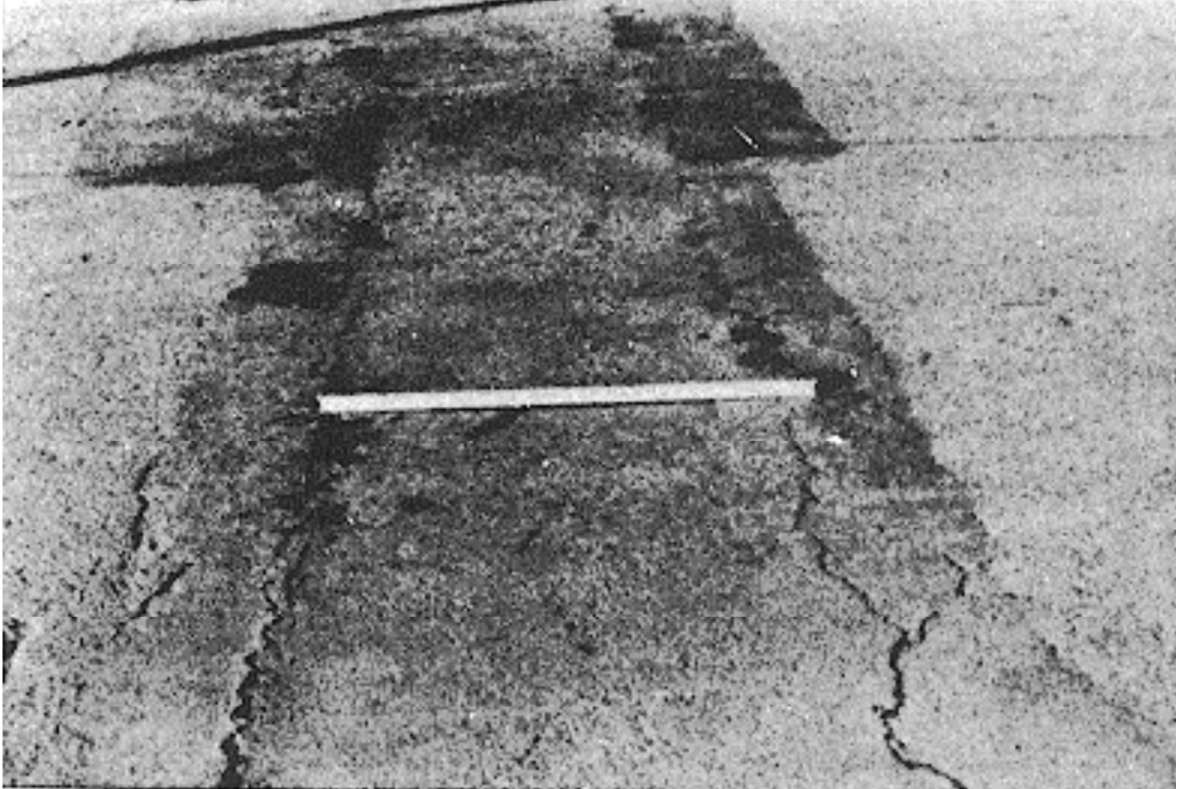
Yamalar genel haliyle orta ve memnuniyet verici ise ve düşük seviyede sürüş konforu kaybına yol açıyorsa düşük yoğunluklu, yamalar üzerinde orta düzeyde bozulmalara rastlanıyorsa ve orta seviyede sürüş konforu kaybına yol açıyorsa orta yoğunluklu, yamalar üzerinde önemli miktarlarda bozulmalara rastlanıyorsa ve yüksek seviyede sürüş konforu kaybına yol açıyorsa yüksek yoğunluklu olarak ifade edilir (Kırbaş 2007). Farklı yoğunluktaki (düşük, orta ve yüksek yoğunluklu) yama çeşitleri sırasıyla Şekil 3.46, Şekil 3.47 ve Şekil 3.48’de gösterilmiştir.

Şekil 3.46: Düşük yoğunluklu yama



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.47: Orta yoğunluklu yama



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.48: Yüksek yoğunluklu yama



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.5. Yüzey Kusurları

Karayolu üstyapı bozulmalarının bir çeşidi de yüzey kusurları olarak ifade edilmektedir. Kusmalar, cilalanmalar, sökülme ve ayrışmalar bu gruba girmektedir (İsfalt 2002).

3.2.5.1.Kusmalar

Kusmalar bitümlü malzemelerin ince bir film halinde, parlak, yansıtıcı ve oldukça yapışkan bir formda üstyapı yüzeyine çıkmasıdır. Kusmalar karışımdaki asphalt bağlayıcısının veya katranın aşırılığı, bitümlü yalıtım malzemesinin fazlalığı gibi sebeplerden oluşabilir. Üstyapıdaki karşımın sıcak havalarda genişlemesi ile yüzeye doğru bağlayıcı malzemelerin çıkması ile meydana gelir. Kusma işlemi tersine çevrilebilir bir olay değildir yani havaların soğuması ile kusmalar üstyapı yüzeyinden kaybolmaz. Eğer kusmalar cilalanmaların olduğu alanda gözleniyorsa, kusmaların etkili olduğu alandaki cilalanmalar göz önüne alınmaz. Kusmaların yoğunlukları şu şekilde belirlenir. Düşük yoğunluklu kusmalar yalnızca çok hafif derecelerde görülebilir ve herhangi bir şekilde yapışkanlık özelliği taşımaz. Orta yoğunluklu kusmalar geniş alanlara yayılmış olur ve tekerleklere veya ayakkabılara yılan birkaç

haftasında yapışkanlık özelliği görülebilir. Yüksek yoğunluklu kusmalar oldukça geniş alanlara yayılmış olur ve tekerleklerle veya ayakkabılara yılın birçok haftasında yapışkanlık özelliği görülebilir (Kırbaş 2007). Şekil 3.49, Şekil 3.50 ve Şekil 3.51’de düşük, orta ve yüksek yoğunluklu kuma örnekleri verilmiştir.

Şekil 3.49: Düşük yoğunluklu kuma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.50: Orta yoğunluklu kuma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.51: Yüksek yoğunluklu kuma

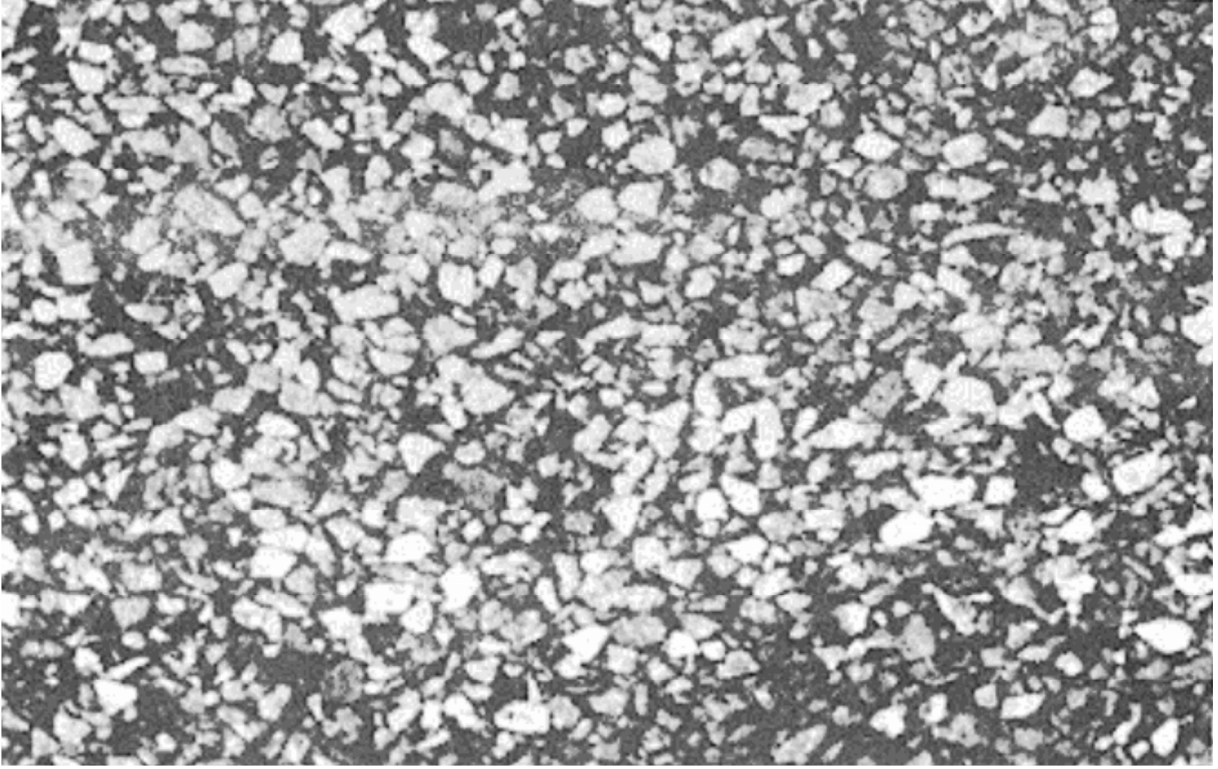


Kaynak : Shahin, 2002

3.2.5.2.Cilalanmalar

Cilalanma tekrarlı trafik etkilerinden dolayı oluşan bir bozulma şeklidir. Karayolu üstyapı yüzeyindeki agregaların düzleşmesi sebebiyle araç tekerlekleri ile yol yüzeyi arasındaki tutunma oldukça azalır ve bunun neticesinde araçların hızlarının azaltılması zorunluluğu ortaya çıkar. Bu tip bozulmalarda üstyapının kesin durumu kayma gerilmesi testi yapılarak tespit edilebilir. Eğer cilalanma görülen alanda kasmalar mevcut ise cilalanmalar göz ardı edilir. Cilalanmaların yoğunluk düzeyinin tanımlanması için mevcut bir kriter bulunmamaktadır (İsfalt 2002). Şekil 3.52’de bir cilalanmış karayolu üstyapısı örneği gösterilmiştir.

Şekil 3.52: Cilalanmış karayolu üstyapısı



Kaynak : Shahin, 2002

3.2.5.3.Sökülmeler ve Ayrışmalar

Sökülme ve ayrışmalar üstyapı yüzeyinin aşınarak bitümün tutuculuğunu kaybedip agrega parçacıklarının yerinden oynaması ve uzaklaşması sonucu oluşan bozulmadır. Bu tip bozulmalar üstyapıdaki bağlayıcının tutuculuğunu önemli miktarda kaybetmesi sonucu veya zayıf bitüm muhtevası içeren karışımlarda gözlenir. Buna ilaveten, sökülme ve ayrışmaların oluşmasında üstyapının üzerinden geçen araçların dingil konfigürasyonları ve ağırlıkları önemli yer almaktadır (İsfalt 2004).

Ayrışmaları; segregasyon, sökülme, soyulma ve çukurlar olarak ayırmak mümkündür. Segregasyon, soyulma ve sökülme tipi kusurlar agregadan bitüm soyulması, trafiğin aşındırma etkisi ve aşınma tabakasının kalınlığı ile stabilitesinin az olmasından, yetersiz bitüm yüzdesinden, yaşlanma nedeniyle bitümün sertleşmesinden, bitümlü sıcak karışım içinde kil topraklarının ve kille kaplı agrega tanelerinin bulunması, donma-çözülme olaylarının sık tekrarı gibi nedenlerden oluşmaktadır. Bu tip bozulmalar ilerleyerek çukurların oluşmasına neden olmaktadır (Ergün ve diğ. 1996).

Sökülme ve ayrışmaların yoğunluk düzeyi aşağıdaki gibi belirlenir:

Düşük yoğunluklu sökülme ve ayrışmalarda agregalar veya bağlayıcı malzeme aşınmaya başlamıştır ve bazı bölgelerde küçük çukurluklar görülebilir.

Orta yoğunluklu sökülme ve ayrışmalarda agregalar veya bağlayıcı malzemelerde aşınmalar ve üstyapı dokusunda orta düzeyde çukurlaşmalar görülür.

Yüksek yoğunluklu sökülme ve ayrışmalarda agregalar veya bağlayıcı malzemelerde önemli miktarda aşınmalar gözlemlenir ve üstyapı dokusunda ciddi düzeyde çukurlaşmalar görülür. Çukurlaşan bölgelerde maksimum 10.16 cm (4 inç) çapında ve 7.62 cm (3 inç) derinliğinde çukurluklar görülür. Bu uzunluklardan büyük alanlarda bozulmalar oyulmalar olarak değerlendirilir (Kırbaş 2007). Şekil 3.53, Şekil 3.54 ve Şekil 3.55'te düşük, orta ve yüksek yoğunluklu sökülme ve ayrışma örnekleri verilmektedir.

Şekil 3.53: Düşük yoğunluklu sökülme ve ayrışma



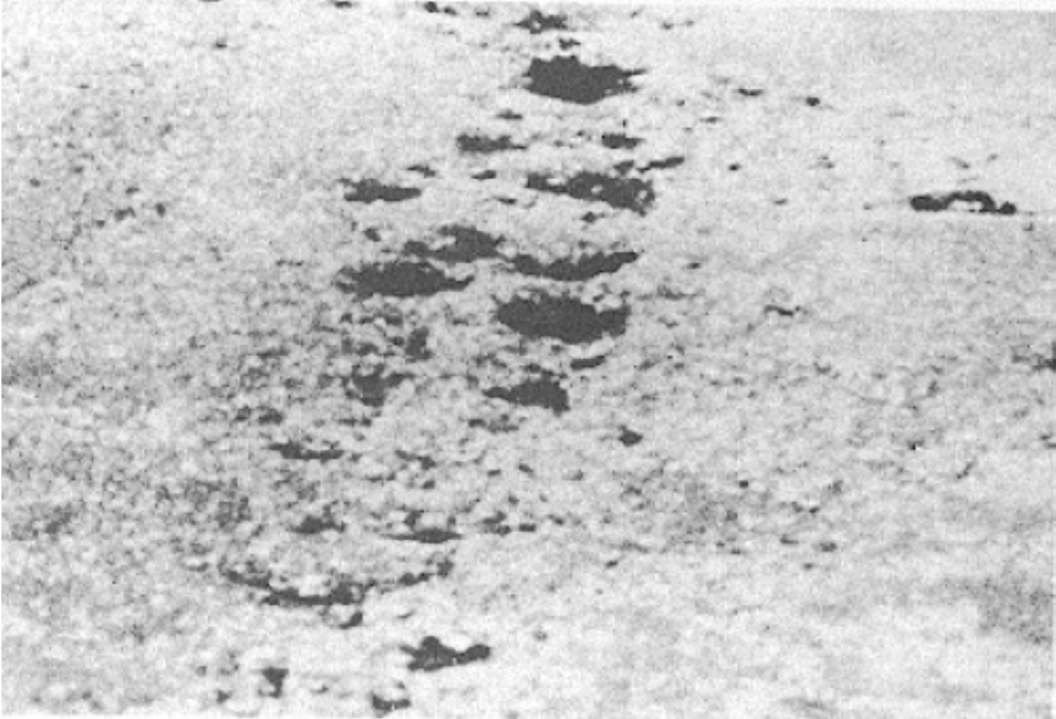
Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.54: Orta yoğunluklu sökülme ve ayrışma



Kaynak : Shahin, 2002

Şekil 3.55: Yüksek yoğunluklu sökülme ve ayrışma



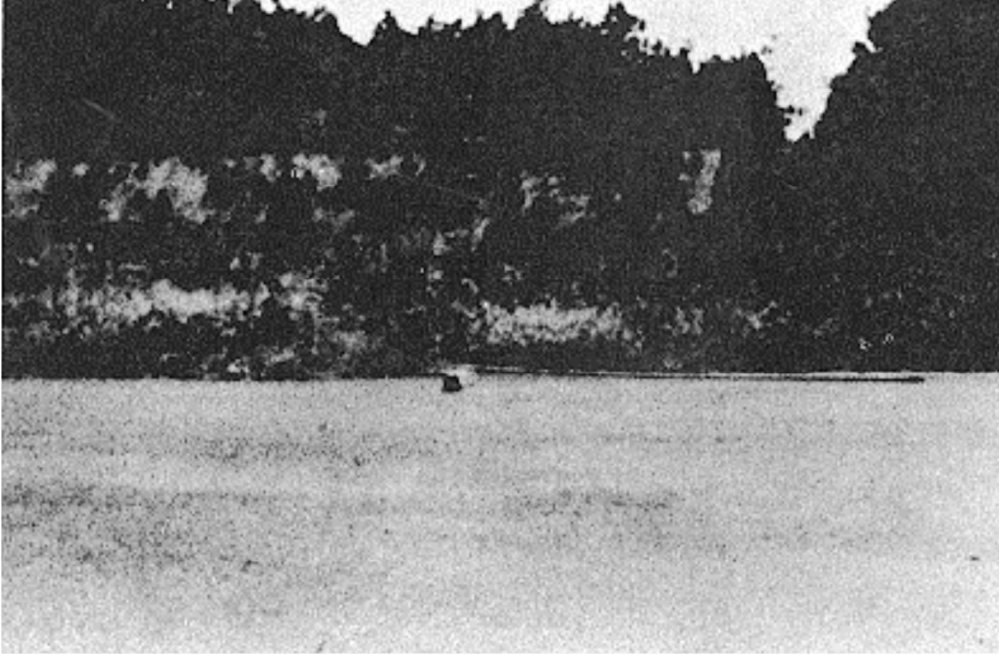
Kaynak : Shahin, 2002

3.2.6.Şişmeler

Hava şartlarına bağılı olarak oluşan bozulmalardır. Genellikle altyapıda oluşan don nedeniyle oluşur. Şişmeler üstyapı yüzeyinde kenar uzunluğu 3.05 m (10 ft)'den daha uzun bir bölgede artarak devam eden dalgalar şeklindeki yukarıya doğru hareketlenmelerdir. Şişmeler yüzey çatlakları ile aynı alanlarda görülebilir (Sönmez ve diğ. 2009).

Üstyapıda görülen şişme yoğunlukları ancak taşıtların hareketi gözlenerek veya taşıtın içinde sürüş konforu değerlendirilerek belirlenebilir. Düşük yoğunluklu şişmeler, düşük seviyede sürüş konforu kaybına neden olur. İncelenen kesimden yüksek hızla geçen araçların yukarı yöndeki ivmelenmeleri gözlenerek belirlenebilir. Orta yoğunluklu şişmeler, orta seviyede sürüş konforu kaybına neden olur. Yüksek yoğunluklu şişmeler ise yüksek seviyede sürüş konforu kaybına neden olur (Kırbaş 2007). Şekil 3.56'da şişme örneği verilmiştir.

Şekil 3.56: Şişme



Kaynak : Shahin, 2002

3.3.KARAYOLU ÜSTYAPI BOZULMALARININ ANALİZİ

Bu bölümde, karayolu üstyapılarının bozulmalarının analizi anlatılmaktadır. Bu analiz, karayolu bozulmalarının etüd edilmesi, değerlendirilmesi ve sınıflandırılması anlamına gelmektedir. Bu bölümde öncelikle yüzey bozulma etüdlerinin nasıl yapıldığından, bu etüdlerin prensip ve bileşenlerinden bahsedilmiş; araştırma metodolojileri anlatılmıştır.

Ardından üstyapı yönetim sistemi anlatılmıştır. Bu sistemin düzeyleri, fonksiyonları, bileşenleri, bileşenlerinin etki düzeyleri ve değerlendirme fonksiyonları anlatılarak herhangi bir karayolu üstyapısının, üzerinde mevcut bozulmalara göre nasıl değerlendirileceği ifade edilmiştir.

3.3.1. Yüzey Bozulma Etüdüleri, Prensipleri ve Bileşenleri

Birçok üstyapı kuruluşu yetki alanları içindeki üstyapıların durumunu görmek için periyodik olarak bozulma etüdüleri yapar. Çoğunlukla bu işlem çatlaklar, sökülmeler, ondülasyonlar, deformasyonlar gibi bozulmaların ölçümü ve değerlendirilmesi işlemidir. Bu araştırmalar bakım ihtiyaçlarının sıklaşmasını önleyici ve gelecekteki bozulmaları tahmin edebilecek altlığı oluşturmaya yönelik olmalıdır. Yüzey bozulma etüdüleri ve diğer adıyla bozulma anketleri üstyapı yönetimi için çok faydalıdır.

Bozulma etüdüleri makul miktarda detay içermelidir. Bu araştırmalarda bozulma tipleri, şiddeti, boyutları ve konumları yer almalıdır. Bilgilerin kullanıcılar tarafından toplanabilmesinden dolayı bozulma etüdüleri basit olması rağmen, araziden toplanan ,analiz edilen, özeti çıkarılan ve kaydedilen veriler arasında çok fazla çeşitlilik bulunabilmektedir. Bu oluşacak çeşitliliği gidermek amacıyla bir model örnek alınmıştır.

3.3.2. Araştırma Metodolojisi

Üstyapı bozulma etüdüleri çoğunlukla kesim boyunca yürüyerek veya araç ile ilerleyerek yapılır. Otoyollar gibi trafiğin hızlı ilerlediği yollarda yol boyunca yürüyerek etüd yapmak tehlikeli ve zordur. Bu yüzden çoğunlukla bu yöntem tüm ağın mevcut durumun belirlemek için örnekleme yapma metodu kullanılacağından tercih edilir. Bu durumda da en önemli şey örnekleme yapılacak alanın belirlenmesidir. Belirlenen alan mutlaka kesimin genel özelliklerini yansıtacak bir bölge olmalıdır.

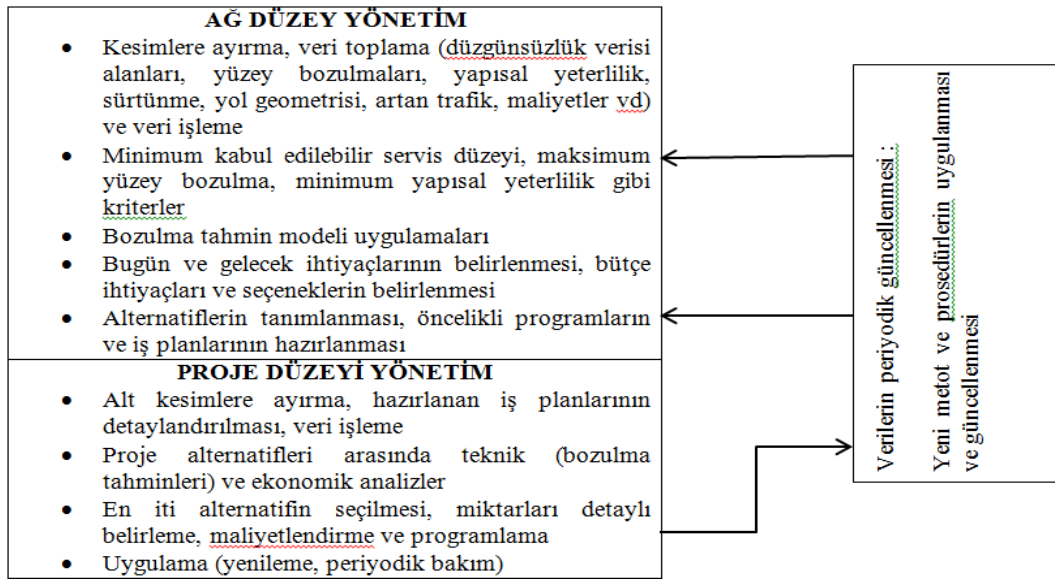
3.3.3. Üstyapı Yönetim Düzeyleri Ve Fonksiyonları

İdeal ÜYS (Üstyapı Yönetim Sistemi) mevcut bütçe ile en doğru, güvenli ve ekonomik üstyapı işletimini sağlayabilen sistemdir. Böyle bir sistemde amaç, minimum gereksinimler

ile sistemin gerekli adaptasyonu, etkili işletim, pratik olarak sonuçlara ulaşabilme, niteliksel verilere dayalı kararlar verebilme ve iyi yorum bilgileri elde edebilmedir. Elbette tüm kurumlar/kuruluşlar için en iyi olarak tanımlanabilecek tek bir ÜYS yoktur. Her kurumun/kuruluşun kendine özel ihtiyaçlarına cevap verebilecek kendine özgü bir ÜYS' ye ihtiyacı vardır. Bu yüzden her üstyapı yönetimiyle ilgilenen kurum kendi ihtiyaçlarının ve böyle bir sistemden ne cevaplar istediğini belirleyerek kendi ÜYS'ni kurmalıdır (Haas vd, 1994).

Üstyapı yönetiminde ağ ve proje olmak üzere iki farklı işletim düzeyi bulunmaktadır. Ağ düzeyindeki esas amaç yönetim sistemi iş planlarının ve öncelikli programların geliştirilmesidir. Proje düzeyinde de ağ düzeyinde verilen kararların fiziksel uygulamalarının iş programları ve projelerin yapılarak tamamlanması temel alınmaktadır. Şekil 3.57'de bir ÜYS'de ağ ve proje yapılan işlem adımları ve sistem döngüsü kısaca açıklanmıştır (Haas ve diğ. 1994).

Şekil 3.57: Üstyapı yönetimi sistemi ve temel bileşenlerin uygulamalarının basit işletim şeması



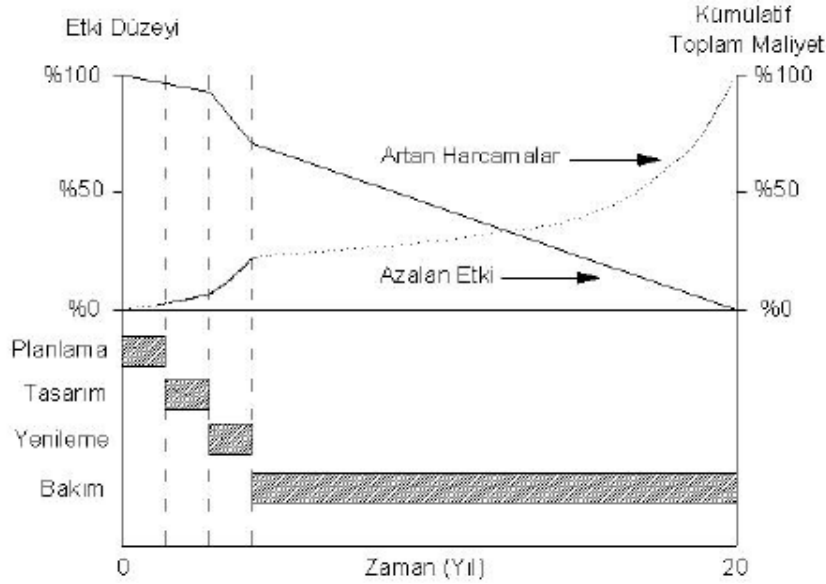
Kaynak :Haas 1994

3.3.4. Üstyapı Yönetim Sistemi Bileşenlerinin Etki Düzeyleri

Bir ÜYS'de planlama, tasarım, yenileme ve bakım olmak üzere dört temel bileşen (alt sistem) bulunur. Bu bileşenlerin temel etki düzeyleri birbirlerinden oldukça farklıdır. Şekil 3.58'de

bu alt sistemlerin her birinin toplam maliyet üzerindeki etki düzeyleri gösterilmiştir (Haas ve diğ. 1994).

Şekil 3.58: Üstyapı yönetimi sisteminin alt sistemlerinin toplam maliyet üzerindeki etki düzeyleri



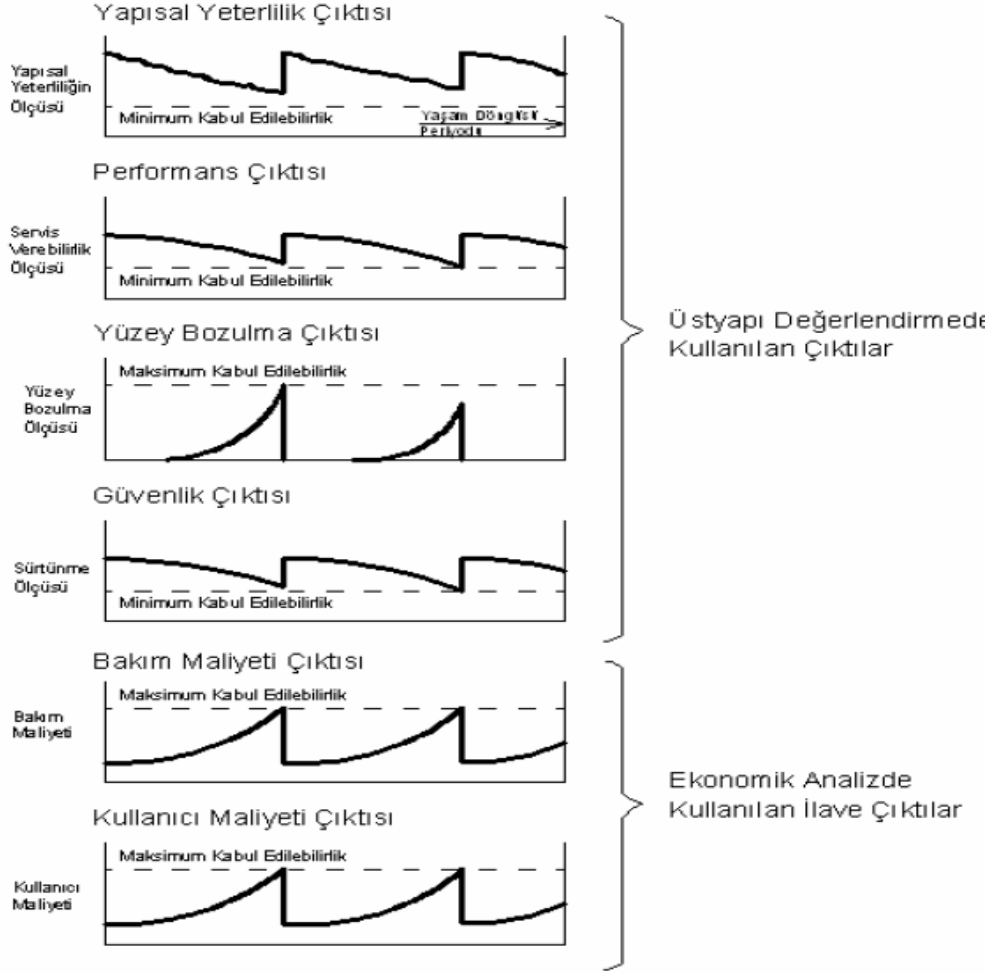
Kaynak : Haas 1994

Grafiğin üst bölümü artan harcamaları ve azalan etkileri göstermektedir. Burada kullanılan etki düzeyi kavramı, azalan proje ömrünün toplam yaşam döngüsü maliyetleri üzerindeki etkisi olarak açıklanabilir. Şekil 3.58'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 görülmektedir.

3.3.5. Üstyapı Değerlendirme Fonksiyonları

Üstyapı yönetiminde anahtar parça olan değerlendirme planlama, tasarım ve imalat amaçlarının memnuniyetini sorgular. Şekil 3.59'da üstyapı çıktılarının temel tiplerinin zamana karşı değerlendirilmeleri şematik olarak gösterilmiş olup (Haas ve diğ. 1994) bu çıktıların bir kaçı veya tamamı tasarım sırasında tahmin edilir ve üstyapı kullanımda iken ölçümler yapılarak gerekli ise kalibrasyonlar yapılır.

Şekil 3.59: Üstyapı değerlendirilmesinde kullanılan çıktılar



Kaynak : Haas 1994

Şekil 3.59'da da görüldüğü gibi iyileştirme gereksiniminin ömrü, üstyapının minimum servis verebilme sınırına ulaştığı noktada son bulur. Tam bu noktada iyileştirme tekrarlanarak servis ömrü uzatılır, aynı zamanda bu iyileştirmeden diğer bileşenlerin de olumlu yönde etkilendiği şekilde görülebilmektedir. Üstyapının yaşam dönüm ömrü boyunca servis yeteneğinin birden çok defa minimuma gelerek bakım, onarım veya yenileme gibi müdahalelerle tekrar arttırabildiği bilinmektedir. Ayrıca üstyapı performansı değerlendirmesinde sonuçları karşılaştırmak için kullanılan ekonomik değerlendirme çıktıları da aynı şekilde görülmektedir. Aynı zamanda yüzey bozulma çıktısının kabul edilebilirlik sınırına diğer çıktılarda daha önce eriştiği ve bu noktada üstyapının başlangıç ömrünün sonunda bazı iyileştirme gereksinimleri ile bu ömrün uzatılabileceği görülmektedir. Bu iyileştirme gereksinimleri ile kırılma noktaları arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin zamanla nasıl değiştiği de şekilden görülebilmektedir (Tayfur 2001). Tablo 3.4'te bir esnek üstyapı değerlendirme formu görülmektedir.

Tablo 3.4: Esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL VEYA CADDE ADI	İLÇE ADI	
ÜSTYAPI TİPİ	YOLUN ENİ * BOYU	
BACA/ AZGARA SAYISI	TARİH	
NOT : 0 BOZULMA YOK VEYA İYİ ANLAMINA GELMEKTEDİR.RAKAMLAR ARTTIKÇA BOZULMA DA ARTMAKTADIR		
BOZULMA	NOT ARALIĞI	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0 - 5	
BOYUNA ÇATLAKLAR	0 - 5	
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0 - 10	
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	
YETERSİZ DRENAJ	0 - 10	
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0 - 10	
BOZULMA TOPLAMI		0
DURUM NOTU (100 - BOZULMA TOPLAMI)		100

RUTİN BAKIM	TAKVİYE	YENİDEN YAPIM
0	20	40
60	80	100

Görüldüğü gibi burada, incelenen karayolu üstyapısındaki bozulma çeşitleri ve sayıları değerlendirilmekte ve her bozulma için karayoluna bir not verilmektedir. Bu notlar kimi bozulmalar için 0-5 aralığında, kimi bozulmalar içinse 0-10 aralığında verilebilmektedir. Burada not yükseldikçe bozulma miktarının arttığı anlaşılmaktadır. 0 bozulma yok veya iyi anlamına gelmektedir, rakamlar arttıkça bozulma da artmaktadır. Sonuç olarak incelenen karayolu için 0-100 arasındaki bir not belirlenmektedir. Bu nota göre karayolu hakkında bir karara varılır. Bu puanlandırmaya göre verilecek kararın ne olacağı aşağıdaki Tablo 3.5'e göre belirlenir.

Tablo 3.5: Esnek üstyapı değerlendirme formu sonuçları

PUAN	SONUÇ	AÇIKLAMA
90-100	2 yıl içinde yeniden inşa et veya yeniden kullan	Üstyapı kötü-çok kötü durumda, yaygın çatlaklar gelişmiş ve timsah sırtı çatlaklar ile oluklanma başlamış, sürüş kötü, yüzey deforme olmuş
80-90	2-3 yıl içinde yeniden inşa et veya yeniden kullan	Kaplama kötü durumda, orta derecede timsah sırtı çatlama oluşmuş, yaygın ciddi çatlak ve oluklanma gözleniyor, sürüş kötü, yüzey deforme olmuş
65-80	Takviye tabakası veya yeniden kullan veya 3-4 yıl içinde yeniden inşa et	Kaplama kötü-vasat durumda, sık orta derece timsah sırtı çatlama, yaygın ciddi çatlama ve oluklanma, sürüş kötü orta arası, yüzey orta derecede deforme
50-65	3 yıl içinde yüzeyi yeniden kapla	Kaplama vasat durumda, orta derecede kesikli timsah sırtı çatlama görünümü, sürme kapasitesi düşük ile vasat arasında
30-50	3-5 yıl içinde yeniden kapla	Kaplama vasat durumda, sık aralıklarla hafif çatlak oluşumu hafif veya çok hafif oluklanma gözlenmekte, birkaç alanda ise timsah sırtı çatlama söz konusu, sürüş kalitesi oldukça iyi, bazı kesimler deforme
20-30	Yalnızca normal bakım	Kaplama iyi durumda, sık aralıklarla çok hafif ya da çatlak oluşumu, sürüş kalitesi İyi olmakla birlikte birkaç kesimde deformasyon söz konusu
0-20	Bakıma gerek yok	Kaplama mükemmel durumda, birkaç çatlak bulunmakta, sürüş mükemmel, birkaç kesimde hafif deformasyon söz konusu

4.İSTANBUL PENDİK-TUZLA İLÇELERİNİN KARAYOLU BOZULMALARININ SINIFLANDIRILMASI

Bu tez çalışmasında, karayolu üstyapısında meydana gelen bozulmaların sınıflandırılma şekilleri incelenmiştir. Bu konuda literatürde yapılan çalışmalardan örnekler verilmiştir. Bunun yanı sıra örnek bir uygulama da gerçekleştirilmiştir. Bu bölüm tezin uygulama kısmını oluşturmaktadır.

İstanbul ili, Türkiye'nin en yüksek araç sayısına ve karayolu trafik yoğunluğuna sahip ilidir. İl, dünyadaki pek çok il ve ülkeden de yüksek trafik yoğunluğa sahiptir. İstanbul'un bu yoğun trafiğe sahip olmasının sebepleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Nüfusun oldukça yüksek olması : İstanbul yaklaşık 20 milyonluk nüfusuyla dünyanın New York, Tokyo, Şangay, Londra gibi metropollerini ile birlikte en yüksek nüfusa sahip illerinden biridir ve kendi başına pek çok il ve hatta ülkeden yüksek nüfusa sahiptir.

Endüstrinin gelişmiş olması : İstanbul'da yaşayan nüfus gibi çalışan nüfus da oldukça yüksektir. Kendi içerisinde yaşayan kişiler dışında Tekirdağ, Kocaeli gibi çevre illerden de her gün İstanbul'a çalışmak için gelen kişiler bulunmaktadır.

Engelibeli bir araziye sahip olması : İstanbul tepelerden oluşmuş coğrafyası ile düz bir yapıya sahip değildir dolayısıyla şehir içerisinde tüneller, viyadükler gibi farklı karayolu yapılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca denizin iki yakasına kurulmuş olması sebebiyle 2 adet İstanbul Boğazı Köprüsü de bulunmaktadır. Tünel, viyadük ve köprü gibi yapılar sınırlı araç kapasiteleri nedeniyle trafik yoğunluğunu daha da arttırmaya meyilli yapılardır.

İklim özellikleri : İstanbul kara ikliminin hüküm sürdüğü bir coğrafyaya sahiptir. Dolayısıyla kimi zaman da olsa ısı farkının yüksek olduğu, yoğun yağmur ve kar yağışının görüldüğü, rüzgar ve fırtınaya maruz kalabilen bir şehirdir. Bu tip olumsuz hava koşulları tahmin edileceği üzere trafik yoğunluğunu arttırmaktadır.

Geçiş yolu olması : İstanbul Türkiye'nin Trakya ve Anadolu yarımadalarını birbirine bağladığı gibi, Asya-Avrupa kıtalarını da birbirine bağlayan en önemli yol üzerindedir.

Bu açıdan her iki taraftan birbirlerine karayolu ile geçiş yapmak isteyen araçların transit yolu üzerinde bulunmaktadır. Bu da normal trafik yoğunluğunun üzerine ekstra trafik yoğunluğu eklenmesine sebep olmaktadır.

Trafik yoğunluğu yüksek olan İstanbul'un karayolu yapısının oldukça iyi tasarlanmış ve sağlam olması gerekmektedir. Karayolu bozulmalarının hiç olmaması pek de ihtimal dahilinde değildir, fakat ne kadar az ve geç olursa İstanbul trafiği için o kadar olumlu anlamına gelir. Ayrıca herhangi bir karayolu bozulması olduğu takdirde bakım ve onarım çalışmalarının en kısa sürede yapılması ve bozulmanın en kısa zamanda iyileştirilmesi trafik açısından önem taşıyan diğer bir husustur. Oluşan bozulmanın kısa sürede iyileştirilebilmesi için bozulmanın sınıflandırılması ve hangi tipte olduğunun belirlenmesi büyük önem taşır.

Bu bölümde İstanbul'un Anadolu yakasında bulunan iki ilçesi, Pendik ve Tuzla örnek olarak alınarak bu ilçeler üzerindeki bazı cadde ve mahallelerdeki karayolu üstyapıları incelenmiştir. Bu üstyapılarda çeşitli bozuma örnekleri ele alınarak etüd edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Örnek olarak alınan ve çeşitli şekillerde analizi yapıp incelenen yol ve caddeler aşağıda gösterilmiştir.

- a) Pendik havaalanı iç yolu
- b) Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu
- c) Pendik sahil yolu
- d) Pendik Olimpiyat Caddesi
- e) Tuzla Rauf Orbay Caddesi
- f) Tuzla Aydınli yolu
- g) Tuzla Şehitler Caddesi

Bahsi geçen caddelerde 4 adet 10 cm çaplı (4 inç), 4 adet 15 cm çaplı (6 inç) karotlar kesilmiş ve sıkışma testlerinin ardından kesilen küçük karotlara akmastabilite testleri, büyük karotlara ise bitüm – gradasyon testleri yapılmıştır. Cadde listesi ve bitüm – gradasyon raporları aşağıda sunulmuştur. Sıkışma ve akmastabilite testleri de ayrıca yapılmıştır.

4.1. PENDİK İLÇESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Pendik ilçesi üzerindeki çalışmalara geçmeden önce ilçe hakkında bazı bilgiler vermenin tarafımızca uygun olduğu düşünülmektedir. Bu bölümde Pendik hakkında bazı bilgiler verilmiş ve Pendik ilçesinin anaarter paftası haritası verilerek incelenen caddelerin hangileri olduğundan bahsedilmiştir.

Pendik, Anadolu istikametinden geldiğinde İstanbul'a giriş kapısı niteliği taşıyan ilçelerden biridir. Kocaeli Yarımadası'nın güneybatısında yer alan Pendik, doğuda Tuzla, kuzeyde Sultanbeyli, batıda Kartal ve güneyde Marmara Denizi ile çevrilidir (Pendik Belediyesi, www.pendik.bel.tr). Yaklaşık 200km²'lik bir alana yayılmış olan ilçenin 9 km'lik bir sahil şeridi bulunmaktadır. İlçenin İstanbul merkezine uzaklığı 39 km, İstanbul sınırı dışında kendisine en yakın il olan Kocaeli'nin merkezine olan uzaklığı 72 km' dir. İlçenin toplamda 20 adet mahallesi bulunmaktadır.

Pendik'in yüzey şekilleri genel olarak engebelerdir. İstanbul'un tek ve en yüksek dağı olan Aydos ile sınır olan Pendik, Balıca Ağılbayırı, Karabayır tepelerine de sahiptir. Ayrıca Gözdağı' isminde oldukça yüksek bir noktaya da sahiptir. Tepeler dışında Riva Deresi, Balıca Deresi ve Büyükdere gibi dereleri ve Ömerli Barajı da Pendik sınırları içerisinde kalan diğer önemli noktalarlardır.

Klasik Marmara kara ikliminin hakim sürdüğü ilçe, yeni yapılandırmaları sayesinde her geçen gün artan bir nüfusa sahiptir. 2000 yılında 388.940 olan nüfusu, 2011 yılında neredeyse yüzde 100'lük bir artışla 609.535' çıkmıştır. Bu nüfusuyla Pendik, İstanbul'un nüfus bakımından 4. büyük ilçesi durumundadır (TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr).

Oldukça büyük bir alana ve nüfusa sahip olan ilçenin ulaşım olanakları oldukça fazladır. Kara, deniz, hava ve demiryolu ulaşımının her birine sahip olan ilçenin ulaşım özellikleri kısaca şu şekildedir:

Karayolu ulaşımının büyük oranı toplu taşıma araçları gerçekleştirilmektedir. İETT, Özel Halk Otobüsleri, dolmuşlar ve taksiler karayolu taşımacılığının önde gelen gruplarını

oluşturmaktadır (İETT - İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü, www.iETT.gov.tr).

Pendik'in deniz ulaşımında İDO Dış Hat Deniz Otobüsü ve Hızlı Feribot seferleri Yalova ile olan ulaşımında köprü vazifesi görmektedir. Ayrıca sabah saatlerindeki İç Hat Deniz Otobüs Seferleri ile de çevre ilçelere ulaşmak mümkündür. Bunun yanında Ro – Ro Limanı ile de yurt dışından konteyner taşımacılığı yapılmaktadır (İDO, İstanbul Deniz Otobüsleri, www.ido.com.tr).

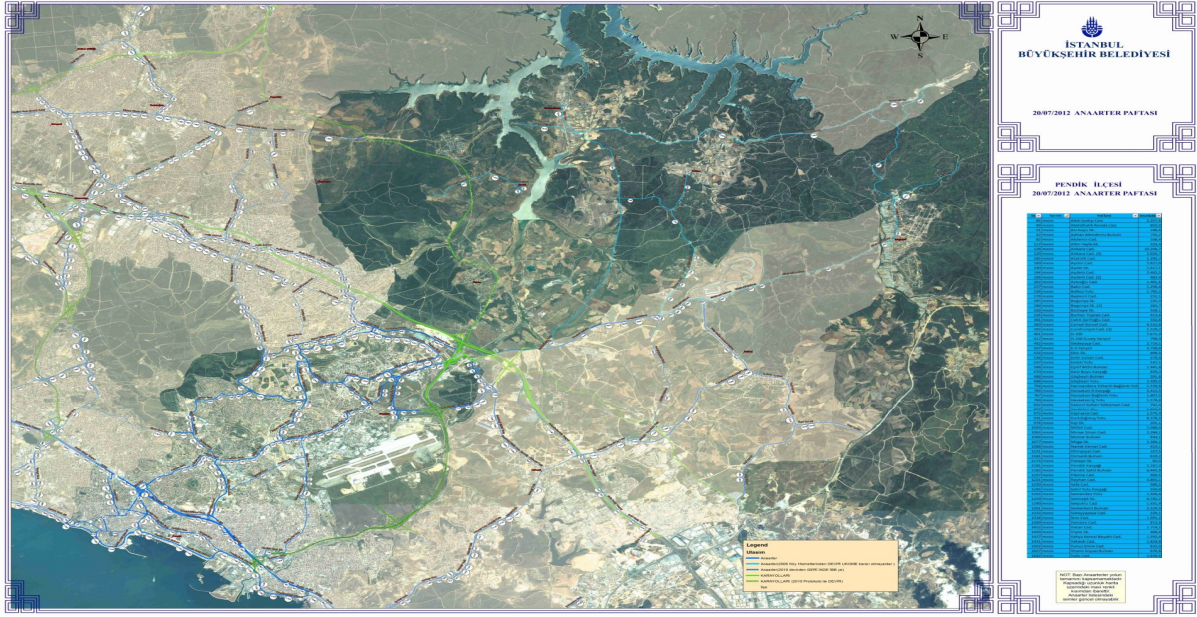
Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü (DLH) tarafından yürütülen Marmaray projesi, "Haydarpaşa-Gebze, Sirkeci-Halkalı Banliyö Hatlarının İyileştirilmesi Elektromekanik Sistemler " işi kapsamında bulunan Gebze-Pendik demiryolu hattının inşası için 29.04.2012 tarihinden itibaren Gebze-Pendik hat kesimi işletmeciliğe kapatılmıştır. Haydarpaşa-Pendik-Haydarpaşa banliyö trenleri, günde 176 sefer çalıştırılacak şekilde düzenlenmiştir (TCDD, Türkiye Cumhuriyeti, Devlet Demiryolları, <http://www.tcdd.gov.tr>).

2009 Kasım ayında açılışı gerçekleştirilen Dış Hatlar Terminali ile birlikte Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanının önemi daha da artmış ve yurt dışı seferleri ile yolcu sayısındaki artış gözle görülür seviyeye ulaşmıştır. Anadolu yakası ile birlikte Avrupa yakasında oturanların da tercih ettiği havalimanı birçok insanı dünya ülkelerine köprü vazifesi görmektedir (ISG, İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havaalanı, www.sgairport.com).

Toplam uzunluğu 22 kilometre olan Kadıköy-Kartal metro hattının 4,5 kilometre daha uzatılarak, Pendik ve Kaynarca'ya kadar gelmesi planlanmaktadır. Günde 1 milyon yolcu taşınması hedeflenen metro hattının Sabiha Gökçen bağlantısı olması ve Marmaray'ın da Anadolu yakasındaki üç ana istasyonundan birisinin Pendik olması hedeflenmektedir (Marmaray Projesi, www.marmaray.com.tr).

Bu tez çalışmasındaki uygulamada, havaalanı iç yolu, Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu, sahil yolu ve Olimpiyat Caddesi üzerinde çalışma yapılan Pendik ilçesinin anaarter paftası Şekil 4.1'de görüldüğü gibidir.

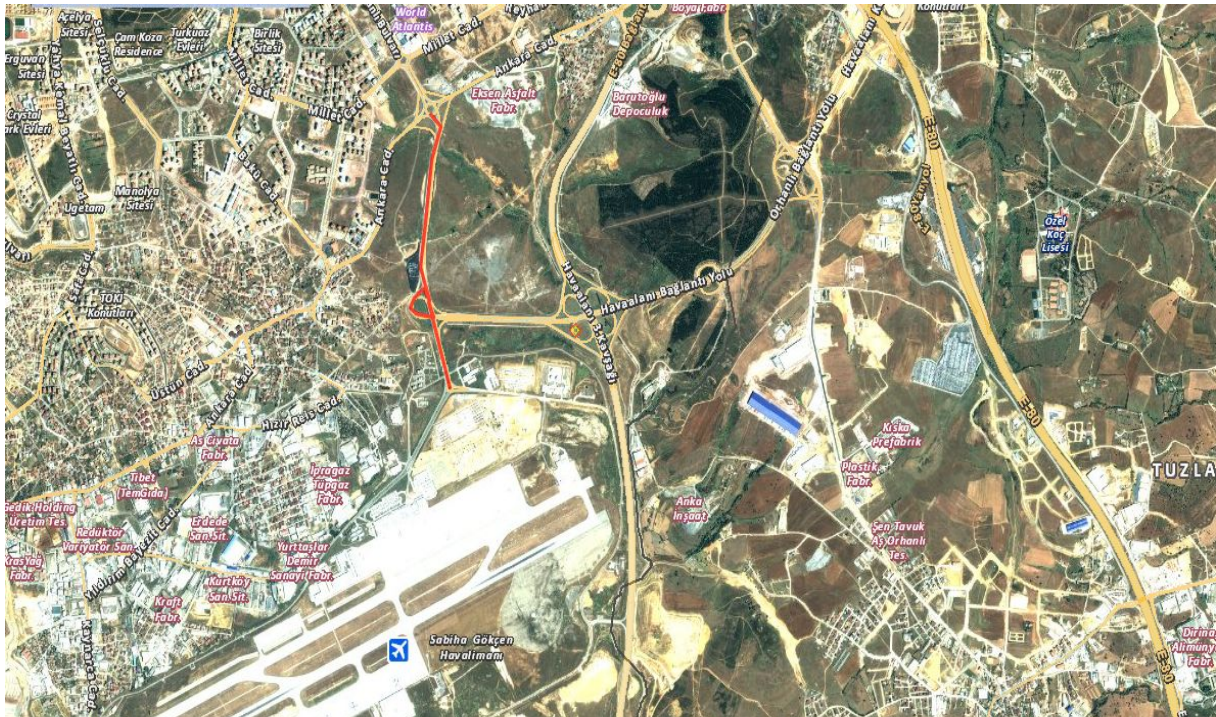
Şekil 4.1: Pendik ilçesi anaarter paftası



4.2. PENDİK HAVAALANI İÇ YOLU ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

İstanbul'un iki havaalanından biri olan ve her gün yüzlerce uçuşa ev sahipliği yapan İstanbul Sabiha Gökçen Havaalanı Pendik ilçesi sınırlarında bulunduğundan hergün binlerce insan Pendik ilçesi havaalanı iç yolunu kullanmaktadır. Şekil 4.2'de bu yol görülmektedir.

Şekil 4.2: Pendik havaalanı iç yolu



Aşağıdaki şekillerde (Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5) Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısında bulunan bazı bozulma örnekleri gösterilmiştir.

Şekil 4.3: Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği



Şekil 4.4: Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -2



Şekil 4.5: Pendik havaalanı iç yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -3




Tablo 4.1’de Pendik ilçesi havaalanı iç yolu için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirmesinin sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.1: Pendik havaalanı iç yolu esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	PENDİK HAVAALANI İÇ YOLU	
YOLUN ENİ*BOYU	1570*26	
TARİH	15.05.2012	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	NOT ARALIĞI	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	5
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	5
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0-10	10
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	5
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	8
ONDÜLASYONLAR	0-5	4
SÖKÜLMELER	0-5	3
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	7
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	10
AŞIRI ASFALT	0-10	4
CİLALANMIŞ AGREGA	0-5	5
YETERSİZ DRENAJ	0-10	7
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	9
TOPLAM		82
KARAR		YENİDEN YAPILACAK

Aşağıdaki Tablo 4.2’de Pendik havaalanı iç yoluna ait karot sıkışma raporu görülmektedir.

Tablo 4.2. Pendik havaalanı iç yoluna ait karot sıkışma raporu

KAROT SIKIŞMA RAPORU		Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi								
			Yayın Tarihi			17.02.2010				
Revizyon Tarihi			23.06.2010							
Revizyon No			01							
Doküman No			is-lab-f 76							
Düzenleme Tarihi	30.12.2012									
Düzenleyen Birim	Kalite Yönetim ve Ar-Ge Müdürlüğü									
Proje	Pendik Havaalanı İç yolu (Karot)									
Alındığı Tarih	27.12.2012			Deney Metodu :			ASTM D2726 Standardı			
Analiz Tarihi	28.12.2012			Su banyosu sıcaklığı			25±			
Koordinatlar	Biriket Yük.	Havadaki Ağ.	Hav. Ağ. Doy. Yüz.	Sudaki Ağ.	Hacim	Pratik Yoğ.	Dizayn Yoğ.	Sıkışma %	Akma	Stabilite
x, y	60,3	1054,7	1058,7	610,8	447,9	2,355	2,410	97,7	7,43	1058
442065,4532102	61,5	1136,2	1138,8	658,3	480,5	2,365	2,410	98,1	7,10	1143
442065,4532102	61,1	1152,5	1154,7	669,8	484,9	2,377	2,410	98,6	6,75	974
442041,4531933	61,8	1154,2	1157,1	669,8	487,3	2,369	2,410	98,3	6,59	942

Tablonun görselliğini ve okunabilirliğini bozduğundan dolayı tabloya konulmayan fakat karot esasında sıkışma raporunda bulunan bazı bilgiler aşağıdaki gibidir :

a) Kısaltmalar şu anlamlara gelmektedir:

i.Biriket Yük: Biriket Yüksekliği

ii.Havadaki Ağ : Havadaki Ağırlık

iii.Hav. Ağ. Doy. Yüz: Havadaki Ağırlığının Doyma Yüzdesi

iv.Sudaki Ağ: Sudaki Ağırlık

v.Pratik Yoğ: Pratik Yoğunluk

vi.Dizayn Yoğ : Dizayn Yoğunluğu

b) Birimler şu şekildedir:

i.Biriket Yüksekliği – mm

ii.Havadaki Ağırlık – gr

iii.Havadaki Ağırlığının Doyma Yüzdesi – gr

iv.Sudaki Ağırlık – gr

v.Hacim – cm³

vi.Pratik Yoğunluk – (gr/ cm³)


vii.Dizayn Yoğunluğu – (gr/ cm³)

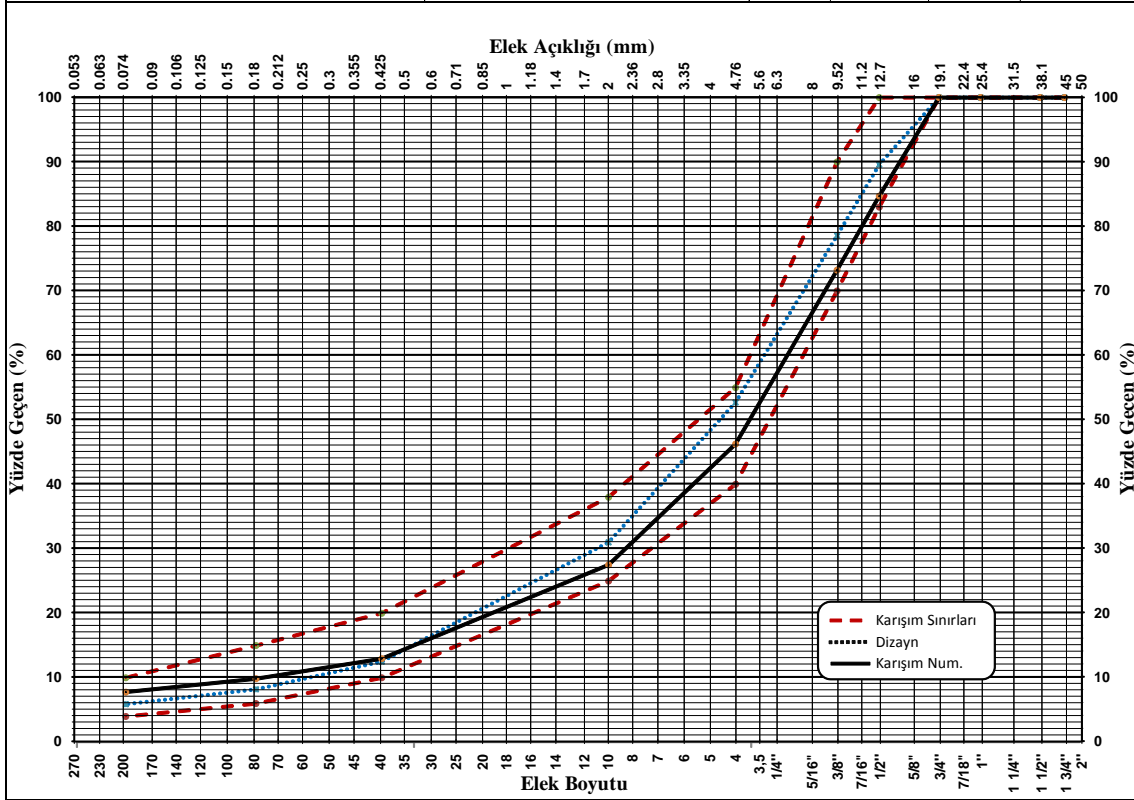
viii.Akma – mm

ix.Stabilite – kg

Tablo 4.3'te ise Pendik havaalanı iç yolu asfalt betonu raporu görülmektedir.

Tablo 4.3: Pendik havaalanı iç yolu asfalt betonu raporu

aboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				UnRegistered	Stabilite
aboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				ra gelmektedir:	Stabilite
				<input type="checkbox"/>	70
				Stabilite	UnRegistered
SuH	Stabilite			Engelibeli bir araziye sahip	
Düzenleme Tarihi	konforunda az bir kayba yol açan			Stabilite <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>				4.3te	
<input type="checkbox"/>				Tuzla Rauf Orbay Ca	
4.3te	4.3te	Hacim 4.3te	Hacim Biriket	Stabilite	<input type="checkbox"/>
4.3te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Düzenleme Tarihi	Hacim
4.3te	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ra gelmektedir:	Hacim
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hacim	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Düzenleme Tarihi	
<input type="checkbox"/>	vii.	vii.	70 <input type="checkbox"/>	Havadaki	70
<input type="checkbox"/>	vii.	vii.	70 vii.	vii.	70
vii.	vii.	vii.	70 vii.	ra gelmektedir:	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	vii.	vii.	70 vii.	SuH	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	vii.	vii.	70 vii.	SuH	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Hacim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
aboratuvar Kalite Yönetim Sistemi		T <input type="checkbox"/>		vii.	70
Talite Yönetim ve Ar		<input type="checkbox"/>		vii.	<input type="checkbox"/>
T <input type="checkbox"/>		Engelibeli bir araziye sahip		vii.	Biriket Havadak



Yapılan gözlemler ve değerlendirme neticesinde yolun yeniden inşa edilmesine, yapımı tamamlandıktan sonra belirli aralıklarla gözlem altında tutulmasına karar verilmiştir.

Üst yapısı 2012 yılında tamamlanan yolun 2022 yılına kadar ekonomik ömrünü sürdürmesi ön görülmektedir. Tablo 4.4'te Pendik havaalanı iç yolu için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

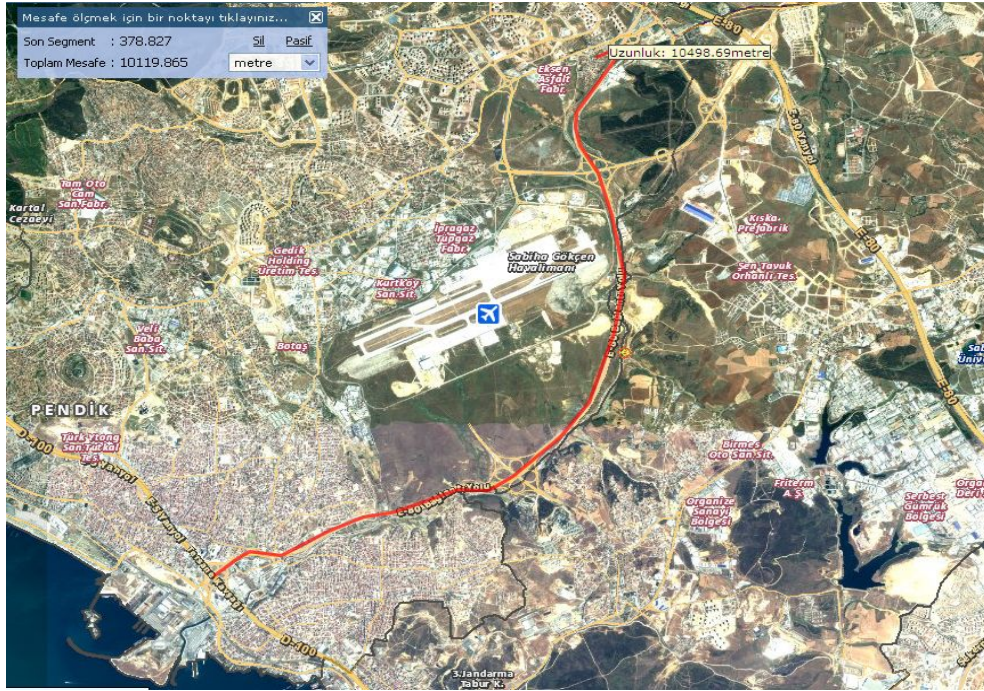
Tablo 4.4: Pendik havaalanı iç yolu için yapılan imalat miktarları

PENDİK HAVAALANI İÇ YOLU			
YOL BOYUTLARI (M)		YAPILAN İMALAT	
EN	26	BİNDER (TON)	5.300
BOY	1.576	AŞINMA (TON)	4.500

4.3. PENDİK SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Pendik ilçesini İstanbul Sabiha Gökçen Havaalanına bağlayan bir diğer yol da TEM bağlantı yoludur. Şekil 4.6'da Pendik ilçesi Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu görülmektedir.

Şekil 4.6: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu



Şekil 4.7'de bu yoldaki karayolu üstyapı bozulmalarından bir örnek görülmektedir.

Şekil 4.7: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği



Tablo 4.5'te Pendik ilçesi Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirmesinin sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.5: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	PENDİK SABİHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU	
YOLUN ENİ*BOYU	10.100 * 25	
TARİH	10.10.2007	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	ARALIK	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	2
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	5
TİMSAH SIRTİ ÇATLAKLAR	0-10	2
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	1
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	0
ONDÜLASYONLAR	0-5	1
SÖKÜLMELER	0-5	1
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	1
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	1
AŞIRI ASFALT	0-10	1
CİLALANMIŞ AGREGA	0-5	1
YETERSİZ DRENAJ	0-10	1
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	2
TOPLAM		19
KARAR		ÇATLAK TAMİRİ İLE BAKIM

Yapılan gözlemler ve değerlendirme neticesinde yolun ekonomik ömrünü tamamlamadığı, sürüş konforu açısından da herhangi olumsuz durum oluşturmadığı tespit edilmiştir. Yol üst yapısında meydana gelen çatlakların doldurulmasına karar verilmiştir. Çatlak onarımları yapılan yolda belirli aralıklarla gözlemler yapılmakta 5 yıl sonrada detaylı bir inceleme yapılarak son durumunun değerlendirilmesine karar verilmiştir. Tablo 4.6'da Pendik ilçesi Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

Tablo 4.6: Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu için yapılan imalat miktarları

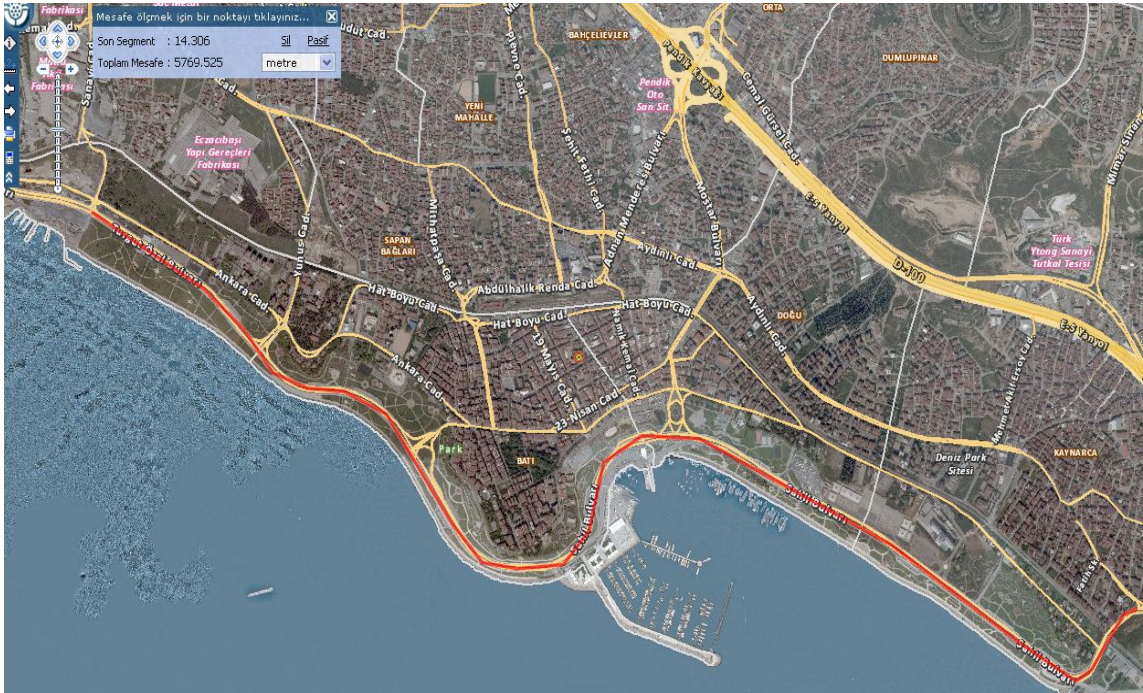
PENDİK SABIHA GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU			
YOL BOYUTLARI (M)		YAPILAN İMALAT	
EN	25	ÇATLAK TAMİRİ (M)	24500
BOY	10100		

NOT : Yolun aşınma tabakasının yenilenmesi için gerekli asfalt tonajı $10.100 \times 25 \times 0,05 \times 2,4 = 30.300$ ton, aşınma tabakası 5 cm olacak şekilde hesap yapılmıştır.

4.4. PENDİK SAHİL YOLU ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Pendik, önceki bölümlerde de belirtildiği şekilde 9 km'lik bir sahil şeridine sahiptir. Şekil 4.8 Pendik ilçesi sahil yolunun bir haritasını göstermektedir.

Şekil 4.8: Pendik sahil yolu



Şekil 4.9’da, Şekil 4.10’da ve Şekil 4.11’de Pendik Sahil Yolu karayolu üstyapısında bulunan bozulmalardan örnekler gösterilmiştir.

Şekil 4.9: Pendik sahil yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği



Şekil 4.10: Pendik sahil yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -2



Şekil 4.11: Pendik sahil yolu karayolu üstyapısı bozulma örneği -3




Tablo 4.7: Pendik sahil yolu esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	PENDİK SAHİL YOLU	
YOLUN ENİ*BOYU	5770 * 25	
TARİH	10.11.2007	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	ARALIK	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	5
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	5
TİMSAH SIRTİ ÇATLAKLAR	0-10	2
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	3
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	0
ONDÜLASYONLAR	0-5	1
SÖKÜLMELER	0-5	2
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	1
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	1
AŞIRI ASFALT	0-10	1
CİLALANMIŞ AGREGA	0-5	4
YETERSİZ DRENAJ	0-10	1
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	6
TOPLAM		32
KARAR	ÇATLAK TAMİRİ İLE BAKIM 3-5 YIL SONRA KAPLAMASINI YENİLEMEK GEREKMEKTEDİR	

Tablo 4.7’de Pendik ilçesi sahil yolu iç yolu için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirmesinin sonuçları görülmektedir. Tablo 4.8’de ise Pendik sahil yoluna ait karot sıkışma raporu görülmektedir.

Tablo 4.8 : Pendik sahil yolu karot sıkışma raporu


KAROT SIKIŞMA RAPORU		Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi										
			Yayın Tarihi		17.02.2010							
			Revizyon Tarihi		23.06.2010							
			Revizyon No		01							
		Doküman No		is-lab-f 76								
Düzenleme Tarihi	30.12.2012											
Düzenleyen Birim	Kalite Yönetim ve Ar-Ge Müdürlüğü											
Proje	Pendik Sahil Yolu (Karot)											
Alındığı Tarih	27.12.2012		Deney Metodu :		ASTM D2726 Standardı							
Analiz Tarihi	28.12.2012		Su banyosu sıcaklığı		25±							
Koordinatlar x, y	Biriket Yük.	Havadaki Ağ.	Hav. Ağ. Doy. Yüz.	Sudaki Ağ.	Hacim	Pratik Yoğ.	Dizayn Yoğ.	Sıkışma %	Akma	Stabilite		
434628, 4526898	56,5	1000,2	1003,5	576,4	427,1	2,342	2,410	97,2	5,17	907		
434628, 4526898	65,7	1195,6	1196,6	690,2	506,4	2,361	2,410	98,0	6,91	1092		
434748, 4526708	54,9	1028,7	1029,3	598,3	431,0	2,387	2,410	99,0	6,03	1025		
434748, 4526708	55,5	1033,6	1034,7	598,6	436,1	2,370	2,410	98,3	5,13	1006		

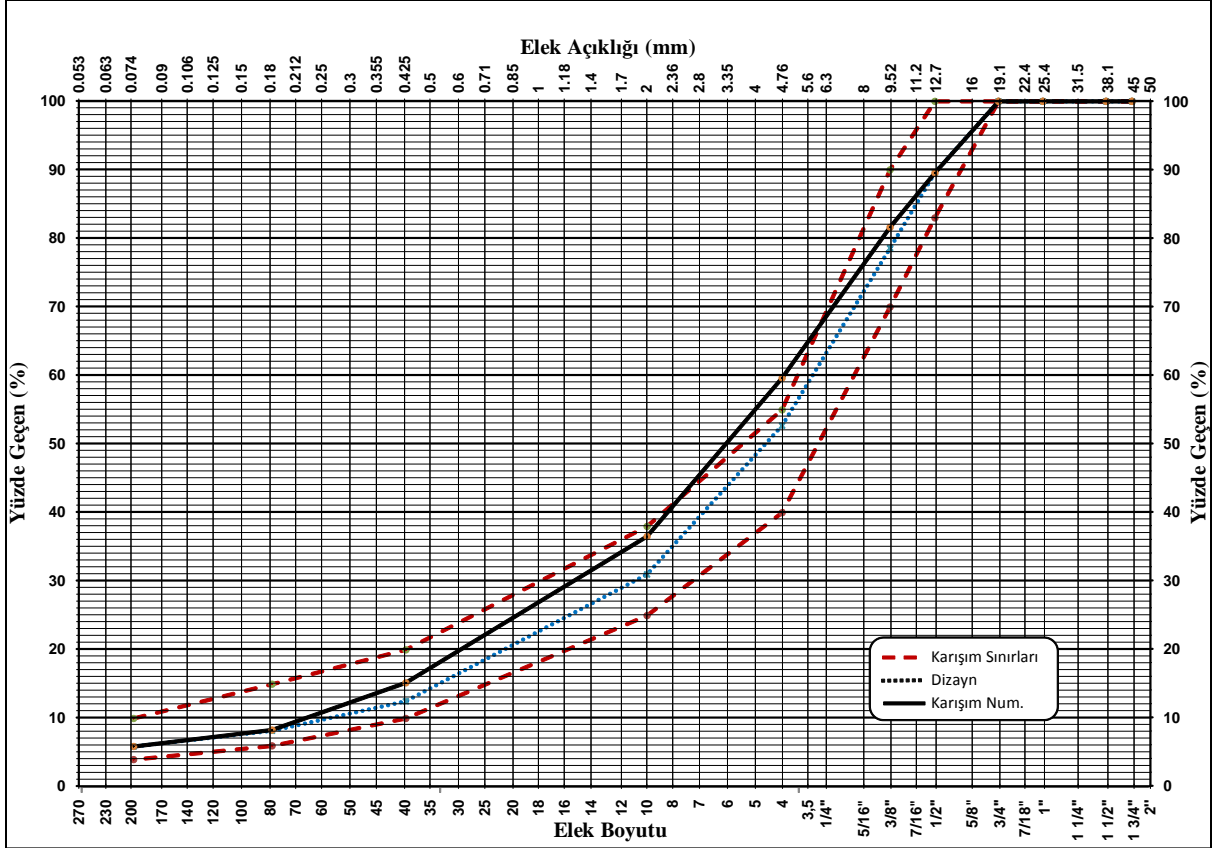
Yapılan gözlemler ve değerlendirme neticesinde yolun ekonomik ömrünü tamamlamadığı, sürüş konforu açısından da herhangi olumsuz durum oluşturmadığı tespit edilmiştir. Araştırmalar neticesinde yol üst yapısında meydana gelen çatlakların doldurulmasına karar verilmiştir.

Çatlak onarımları yapılan yolda belirli aralıklarla gözlemler yapılmakta 3 yıl sonrada detaylı bir inceleme yapılarak son durumunun değerlendirilmesine karar verilmiştir.2008 yılında çatlak onarımı tamamlanan yolda 2012 yılı sonu itibariyle bazı lokal kısımlar hariç herhangi bir iyileştirme çalışması yapılmamış olup 2013 yılı içerisinde detaylı bir inceleme yapılarak son durumuna karar verilecektir.

Tablo 4.9'da Pendik sahil yolu asfalt betonu raporu görülmektedir.

Tablo 4.9 : Pendik sahil yolu asfalt betonu raporu

ablo 4.9 : Pendik sahil yolu asfa				UnRegistered	sahil yolu			
ablo 4.9 : Pendik sahil yolu asfa				t betonu raporu	sahil yolu			
				:aenleyen	77			
				sahil yolu	UnRegistered			
Snaliz Tarihi	sahil yolu			Engabeli bir araziye sahip	sahil yolu			
Düzenleme Tarihi	konforunda az bir kayba yol açan			sahil yolu	Tablo			
:aenleyen	t			Pendik ,				
:aenleyen	ablo 4.9 : Pendik sahil yolu asa			Tuzla Rauf Orbay Ca				
Pendik	Pendik	1034,7	1034,7	sahil yolu	Tablo	Pendik	1034,7	t betonu raporu
Pendik	Tablo	Tablo	Tablo	Düzenleme Tarihi	1034,7			
Pendik	Tablo	Tablo	Tablo	t betonu raporu	1034,7			
	Tablo	Tablo	Tablo	1034,7				
Tablo	Tablo	Tablo	Tablo	Düzenleme Tarihi				
Tablo	□□	□□	77 Tablo	Havadaki	77			
Tablo	□□	□□	77 □□	□□	77			
□□	□□	□□	77 □□	t betonu raporu	□			
Tablo	□□	□□	77 □□	Snaliz Tarihi	□	□□		
Tablo	□□	□□	77 □□	Snaliz Tarihi	Tablo	□□		
Tablo			□□□					
1034,7			□□□					
ablo 4.9 : Pendik sahil yolu as				Turumuna karar verilecektir.	77			
lar hariç herhangi				□□dik Sabiha Gökçen TE □□	□			
Turumuna karar verilecektir.				Engabeli bir araziye sahip □□	□□□	Havadaki		



Tablo 4.10'da Pendik sahil yolu için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

Tablo 4.10 : Pendik sahil yolu için yapılan imalat miktarları

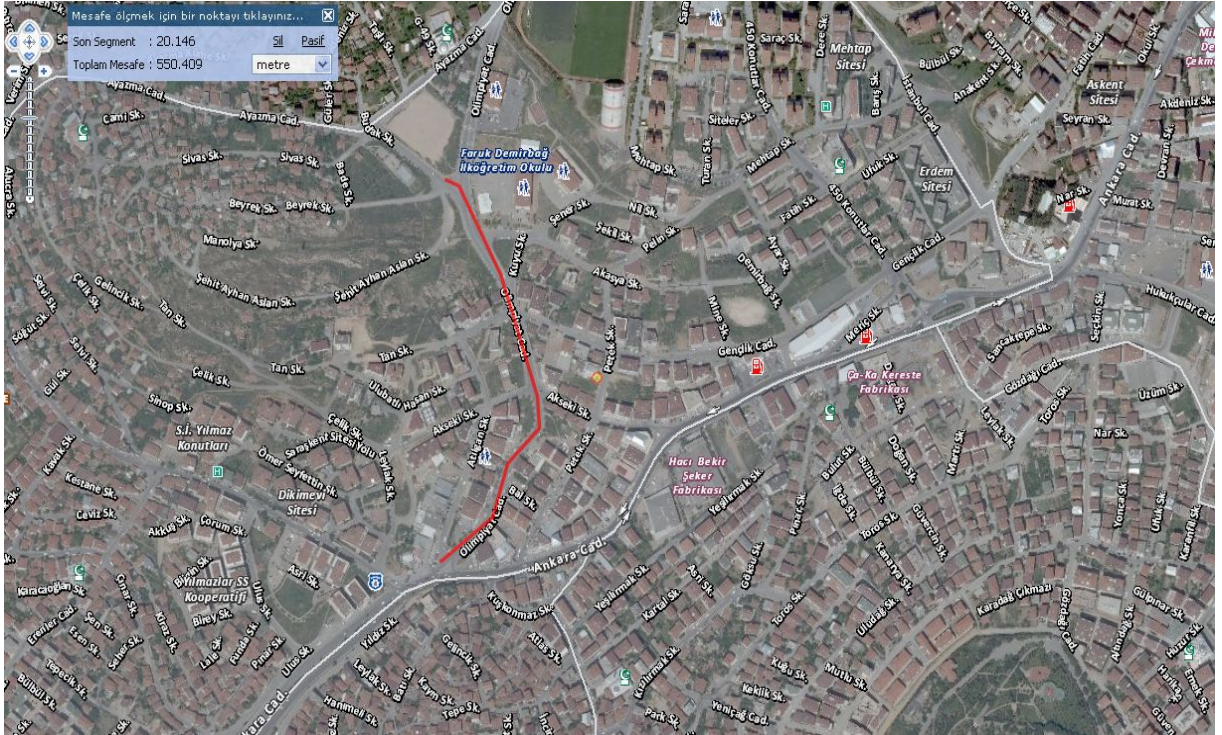
PENDİK SAHİL YOLU			
YOL BOYUTLARI		YAPILAN İMALAT	
EN	25	ÇATLAK TAMİRİ (M)	26.600
BOY	5.770		

NOT : Yolun aşınma tabakasının yenilenmesi için gerekli asfalt tonajı $5.770 \times 25 \times 0,05 \times 2,4 = 17.310$ ton, aşınma tabakası 5 cm olacak şekilde hesap yapılmıştır.

4.5. PENDİK OLİMPİYAT CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Pendik ilçesinde üzerinde çalışma yapılan diğer bir cadde, Pendik Olimpiyat Caddesi'dir. Şekil 4.12'de Pendik ilçesi Olimpiyat Caddesi görülmektedir. Tablo 4.11'de ise Pendik Olimpiyat Caddesi için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirmesinin sonuçları görülmektedir.

Şekil 4.12: Pendik Olimpiyat Caddesi




Tablo 4.11: Pendik Olimpiyat Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	PENDİK OLİMPİYAT CADDESİ	
YOLUN ENİ*BOYU	550 * 18	
TARİH	05.09.2009	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	ARALIK	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	1
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	1
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0-10	10
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	2
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	8
ONDÜLASYONLAR	0-5	2
SÖKÜLMELER	0-5	1
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	1
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	8
AŞIRI ASFALT	0-10	1
CİLALANMIŞ AGREGA	0-5	1
YETERSİZ DRENAJ	0-10	5
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	5
TOPLAM		46
KARAR	İYİLEŞTİRME YAPILACAK 3 YIL İÇİNDE ASFALT YENİLENECEK	

Tablo 4.12’de Pendik Olimpiyat Caddesi’ne ait karot sıkışma raporu görülmektedir.


Tablo 4.12 : Pendik Olimpiyat Caddesi karot sıkışma raporu

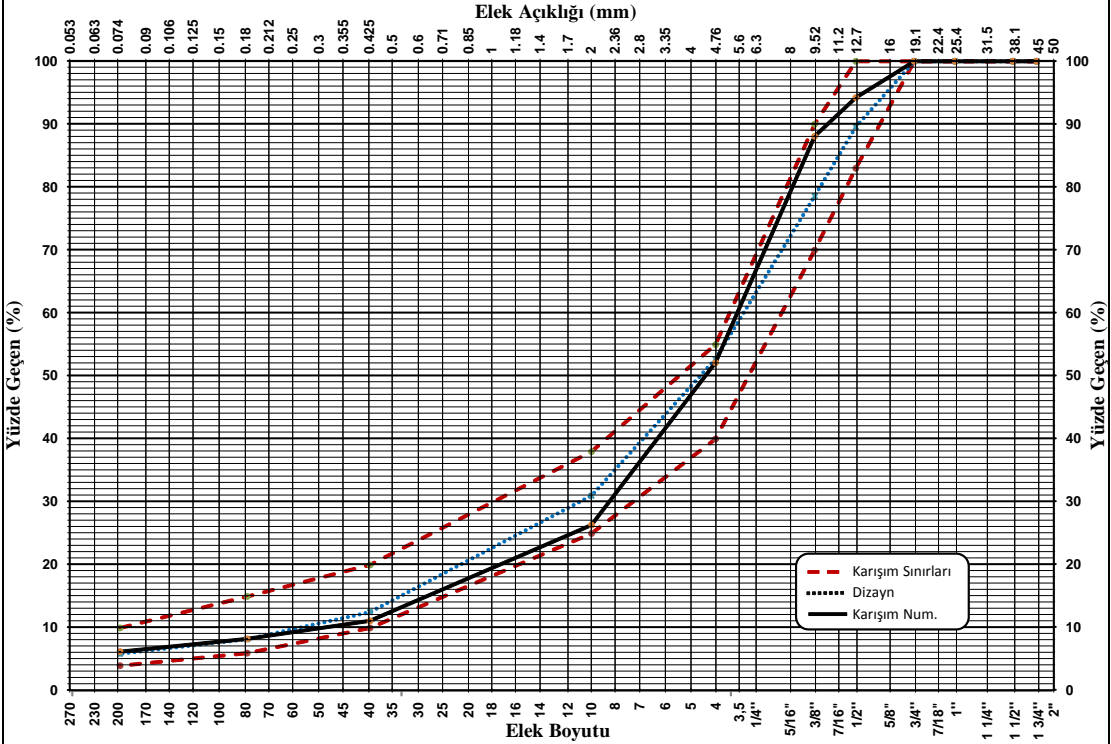
KAROT SIKIŞMA RAPORU		Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi								
			Yayın Tarihi	17.02.2010						
Düzenleme Tarihi	30.12.2012		Revizyon Tarihi	23.06.2010						
Düzenleyen Birim	Kalite Yönetim ve Ar-Ge Müdürlüğü		Revizyon No	01						
Proje	Pendik Sahil Yolu (Karot)		Doküman No	is-lab-f 76						
Alındığı Tarih	27.12.2012	Deney Metodu :	ASTM D2726 Standardı							
Analiz Tarihi	28.12.2012	Su banyosu sıcaklığı	25±							
Koordinatlar x, y	Biriket Yük.	Havadaki Ağ.	Hav. Ağ. Doy. Yüz.	Sudaki Ağ.	Hacim	Pratik Yoğ.	Dizayn Yoğ.	Sıkışma %	Akma	Stabilite
436512, 4529582	60,5	1112,8	1113,3	636,2	477,1	2,332	2,410	96,8	5,62	1213
436512, 4529582	60,3	1110,6	1111,0	639,2	471,8	2,354	2,410	97,7	8,36	1156
436395, 4529891	61,4	1139,0	1139,5	654,4	485,1	2,348	2,410	97,4	5,70	1095
436395, 4529891	60,8	1125,2	1125,7	646,1	479,6	2,346	2,410	97,3	6,82	1127

Yapılan gözlemler ve değerlendirme neticesinde yolun bazı noktalarında bozulmalar meydana geldiği tespit edilmiş olup yolun tamamının yenilenmesine gerek olmadığı sonucuna

varılmıştır. Yolun bozulan kısımlarında yapılan lokal yenileme çalışmaları ile yoldaki güvenlik ve konfor sağlanmıştır. 2007 yılından itibaren yapılan lokal çalışmalar ile ekonomik ömrü 2012 yılına kadar uzatılan yolda 2013 yılında detaylı bir inceleme yapılarak son durumuna karar verilecektir. Tablo 4.13'te Pendik Olimpiyat Caddesi asfalt betonu raporu görülmektedir.

Tablo 4.13 :Pendik Olimpiyat Caddesi asfalt betonu raporu

Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				UnRegistered	Stabilite
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				Revizyon Tarihi	Stabilite
				:aenleyen	80
				Stabilite	UnRegistered
Sendik Olimpi	Stabilite			Engelibeli bir araziye sahip	
Düzenleme Tarihi	yat Caddesi asfalt betonu raporu			Stabilite	
:aenleyen	tablo 4.13 :Pendik Olimpiyat Caddesi asfalt be			4.13te	
:aenleyen	tablo 4.13 :Pendik Olimpiyat Caddesi asfalt			Tuzla Rauf Orbay Ca	
4.13te	4.13te	1125,7	1125,7	Stabilite	4.13te
4.13te				Düzenleme Tarihi	1125,7
4.13te				Revizyon Tarihi	1125,7
				1125,7	
				Düzenleme Tarihi	
	1127	1127	80	Havadaki	80
	1127	1127	80	1127	80
1127	1127	1127	80	Revizyon Tarihi	
	1127	1127	80	Sendik Olimpi	
	1127	1127	80	Sendik Olimpi	1127
1125,7					
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi		Turumuna karar verilecektir.		80	
Laboratuvar Kalite Yönetim ve Ar		Pendik Olimpiyat Caddesi			
Turumuna karar verilecektir.		Engelibeli bir araziye sahip			



Elek Açıklığı (mm)

Yüzde Geçen (%)

— Karişım Sınırları
 Dizayn
 — Karişım Num.

Tablo 4.14'te Pendik Olimpiyat Caddesi için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

Tablo 4.14: Pendik Olimpiyat Caddesi için yapılan imalat miktarları

PENDİK OLİMPİYAT CADDESİ			
YOL BOYUTLARI (M)		YAPILAN İMALAT	
EN	18	ASFALT (TON)	400
BOY	550		

NOT : Yolun aşınma tabakasının yenilenmesi için gerekli asfalt tonajı $550*18*0,05*2,4 = 1.188$ ton, aşınma tabakası 5 cm olacak şekilde hesap yapılmıştır.

4.6.TUZLA İLÇESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Tuzla ilçesi üzerindeki çalışmalara geçmeden önce ilçe hakkında bazı bilgiler vermenin tarafımızca uygun olduğu düşünülmektedir. Bu bölümde Tuzla hakkında bazı bilgiler verilmiş ve Tuzla ilçesinin anaarter paftası haritası verilerek incelenen caddelerin hangileri olduğundan bahsedilmiştir (Tuzla Belediyesi, <http://www.tuzla.bel.tr>).

Tuzla'nın ulaşımında karayolu, deniz yolu, demiryolu ve havayolu ulaşım çeşitlerinin her birinden bahsetmek mümkündür.

Tuzla ilçesine karayolu ile ulaşım aktarmalı olarak, Avrupa yakasından ise birkaç vasıta ile sağlanmaktadır. Özellikle ulaşımında bir dağıtım merkezi olan Topkapı'dan Tuzla İçmelere kadar giden özel halk otobüs seferleri önemli bir ulaşım akışını oluşturmaktadır. Aktarmalı diğer belediye otobüs hatları ise Beşiktaş-Bostancı, Beşiktaş-Kadıköy, Taksim-Bostancı, Şişli-Kartal, Mecidiyeköy-Bostancı, Mecidiyeköy-Pendik, Şişli-Kartal arasında işlemektedir. Bu seferler İstanbul ilinin ana karayolu damarlarını oluşturan E5 ve TEM otoyollarından yapılmaktadır. Anadolu yakası için de Tuzla ilçesine ulaşım ise yine önemli bir dağıtım merkezi olan Kadıköy'den otobüs seferleri ile sağlanmaktadır. Tuzla'ya Harem'den Gebze istikametine giden minibüslerle ulaşmak da mümkündür. Tuzla sahip olduğu liman ile uluslararası, ulusal ve kent içi ulaşımında çok önemli bir konuma sahiptir. Tuzla ilçesine ulaşımında denizyolu kullanılacak birkaç vasıttan biri olma konumundadır. Avrupa yakasından Tuzla'ya Eminönü-Bostancı, Eminönü-Kadıköy arası vapur hatları ile aktarmalı olarak ulaşılmaktadır.

İstanbul'un her iki yakasında Marmara kıyılarına paralel, şehirler arası ve uluslararası bağlantılı bir demiryolu şebekesi mevcuttur. Ayrıca aynı güzergahta Halkalı-Sirkeci (27.8 km) ve Haydarpaşa-Gebze (37.6 km) banliyo hattı çalışmaktadır. Tuzla ilçesine ulaşım için kullanılan diğer bir ulaşım şekli olan demiryolu, toplu taşımada önemli bir yükü karşılamaktadır. Demiryolu ile yalnızca Tuzla merkezine gidilmekle kalınmaz, Tuzla'nın iç kesimlerine aktarmalı olarak karayolu ile ulaşım sağlanabilir. Tuzla ilçesi, son yıllarda artan ulusal ve uluslararası organizasyonlarda gittikçe artan öneme sahip olan İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı'na oldukça yakın mesafededir. Buraya doğru artan yolcu sayısı sayesinde Tuzla da daha çok gelişmiş ve ulaşılabilirliği kolaylaşmıştır.

Bu tez çalışmasında Tuzla ilçesinin Rauf Orbay Caddesi, Aydınlı Yolu Caddesi ve Şehitler Caddesi üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Şekil 4.13'de Tuzla ilçesi anaarter paftası görülmektedir.

Şekil 4.13: Tuzla ilçesi anaarter paftası



4.7. TUZLA RAUF ORBAY CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Şekil 4.14'te Tuzla ilçesi Rauf Orbay Caddesi ve Tablo 4.15'te Tuzla ilçesi Rauf Orbay Caddesi için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirmesinin sonuçları görülmektedir.

Şekil 4.14: Tuzla Rauf Orbay Caddesi




Tablo 4.15: Tuzla Rauf Orbay Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	TUZLA RAUF ORBAY CADDESİ	
YOLUN ENİ*BOYU	3481 * 13	
TARİH	12.10.2011	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	ARALIK	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	3
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	2
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0-10	10
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	2
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	8
ONDÜLASYONLAR	0-5	4
SÖKÜLMELER	0-5	4
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	10
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	8
AŞIRI ASFALT	0-10	3
CİLANANMIŞ AGREGA	0-5	4
YETERSİZ DRENAJ	0-10	6
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	8
TOPLAM		82
KARAR		YENİDEN YAPILACAK

Tablo 4.16’da Tuzla Rauf Orbay Caddesi’ne ait karot sıkışma raporu görülmektedir.

Tablo 4.16 : Tuzla Rauf Orbay Caddesi karot sıkışma raporu


KAROT SIKIŞMA RAPORU		Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi											
				Yayın Tarihi		17.02.2010		Revizyon Tarihi		23.06.2010			
Revizyon No				01		Doküman No		is-lab-f 76					
Düzenleme Tarihi				29.12.2012		Düzenleyen Birim		Kalite Yönetim ve Ar-Ge Müdürlüğü		Proje		Tuzla Rauf Orbay Caddesi(Karot)	
Alındığı Tarih				26.12.2012		Deney Metodu :		ASTM D2726 Standardı		Analiz Tarihi		28.12.2012	
Su banyosu sıcaklığı		25±		Koordinatlar x, y		Biriket Yük.		Havadaki Ağ.		Hav. Ağ. Doy. Yüz.			
Sudaki Ağ.		Hacim		Pratik Yoğ.		Dizayn Yoğ.		Sıkışma %		Akma			
Stabilite		440065, 4521185		61,2		1172,6		1173,1		685,5			
440065, 4521185		61,1		1162,2		1163,1		679,2		487,6			
439992, 4521032		62,0		1172,1		1173,1		681,1		492,0			
439992, 4521032		61,2		1183,4		1184,0		695,6		488,4			
								2,405		2,410			
								99,8		5,98			
								99,7		6,97			
								98,9		7,00			
								100,5		5,25			
								938					
								832					
								944					
								1091					

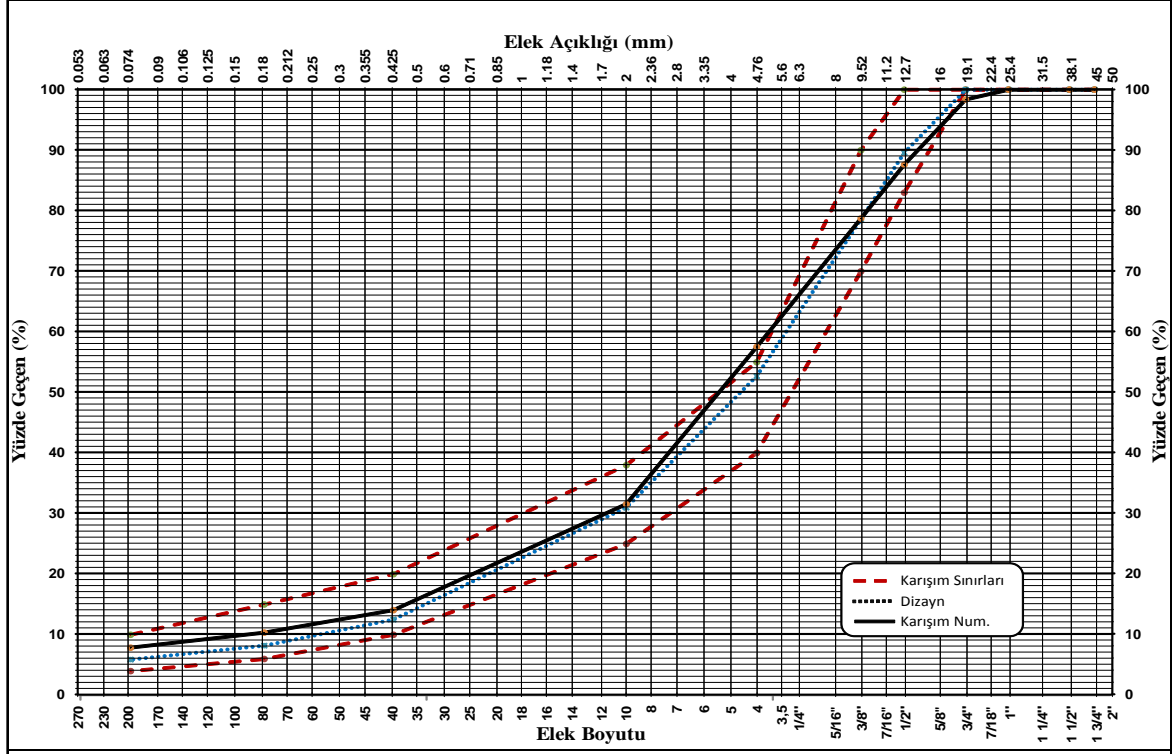
2008 yılında çatlak tamiri yapılan yolda aralıklarla lokal bozulmalar el ekipleri ile iyileştirilmiş olup 2012 yapılan detaylı inceleme sonucunda yolun yeniden inşa edilmesine, yapımı tamamlandıktan sonra belirli aralıklarla gözlem altında tutulmasına karar verilmiştir.

Üst yapısı 2012 yılında tamamlanan yolun 2022 yılına kadar ekonomik ömrünü sürdürmesi ön görülmektedir.

Tablo 4.17’de Tuzla Rauf Orbay Caddesi için asfalt raporu görülmektedir.

Tablo 4.17 : Tuzla Rauf Orbay Caddesi asfalt raporu

uzla Rauf Orbay Caddesi asfalt a				Tablo 4.17 :		Stabilite	
uzla Rauf Orbay Caddesi asfalt a				Revizyon Tarihi		13	
:aenleyen		4.17de		Kartal, Mecidiyeköy		Stabilite	
:aenleyen		malat		malat		Revizyon Tarihi	
4.17de		4.17de		5.700		BOY5.700	
4.17de		5.700		5.700		BOY5.700	
4.17de		5.700		5.700		BOY5.700	
5.700		çin		5.700		BOY5.700	
5.700		çin		çin		13 5.700	
5.700		çin		çin		13 çin	
5.700		çin		çin		13 çin	
5.700		çin		çin		13 çin	
5.700		çin		BOY		□çin	
malat		BOY		BOY		□çin	
uzla Rauf Orbay Caddesi asfalt				Tuzla Rauf Orbay Caddesi için		13	
alite Yönetim ve Ar				□uzla Rauf Orbay Caddesi için		□	
Tuzla Rauf Orbay Caddesi için				Engelibeli bir araziye sahip için		Biriket Havadaki	



Tablo 4.18’de Tuzla Rauf Orbay Caddesi için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

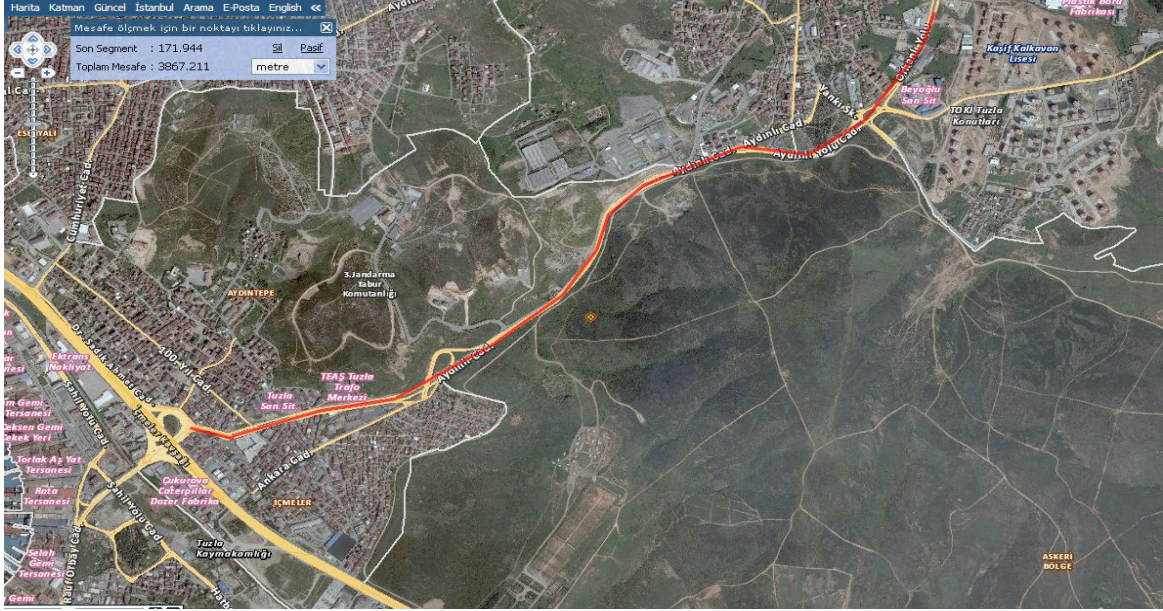
Tablo 4.18: Tuzla Rauf Orbay Caddesi için yapılan imalat miktarları

TUZLA RAUF ORBAY CADDESİ			
YOL BOYUTLARI (M)		YAPILAN İMALAT	
EN	13	BİNDER (TON)	7.500
BOY	3.481	AŞINMA (TON)	5.700

4.8. TUZLA AYDINLI YOLU CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Şekil 4.15'te Tuzla ilçesi Aydınlı Yolu Caddesi görülmektedir.

Şekil 4.15: Tuzla Aydınlı Yolu Caddesi



Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de Tuzla Aydınlı Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulmalarından örnekler görülmektedir.

Şekil 4.16: Tuzla Aydınlı Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulma örneği



Şekil 4.17: Tuzla Aydınlı Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulma örneği -2



Şekil 4.18: Tuzla Aydınlı Yolu Caddesi karayolu üstyapısı bozulma örneği -3




Tablo 4.19'da Tuzla ilçesi Aydınlı Yolu Caddesi için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirmesinin sonuçları görülmektedir.

Tablo 4.19: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	TUZLA AYDINLI YOLU CADDESİ	
YOLUN ENİ*BOYU	3867 * 24	
TARİH	2008	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	ARALIK	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	3
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	2
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0-10	8
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	1
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	10
ONDÜLASYONLAR	0-5	4
SÖKÜLMELER	0-5	1
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	7
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	9
AŞIRI ASFALT	0-10	1
CİLALANMIŞ AGREGA	0-5	4
YETERSİZ DRENAJ	0-10	6
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	5
TOPLAM		61
KARAR	İYİLEŞTİRME YAPILACAK 3 – 5 YIL SONRA KAPLAMA YENİLENECEK	

Tablo 4.20’de Aydınli Yolu Caddesi’ne ait karot sıkışma raporu görülmektedir.


Tablo 4.20 : Aydınli Yolu Caddesi karot sıkışma raporu

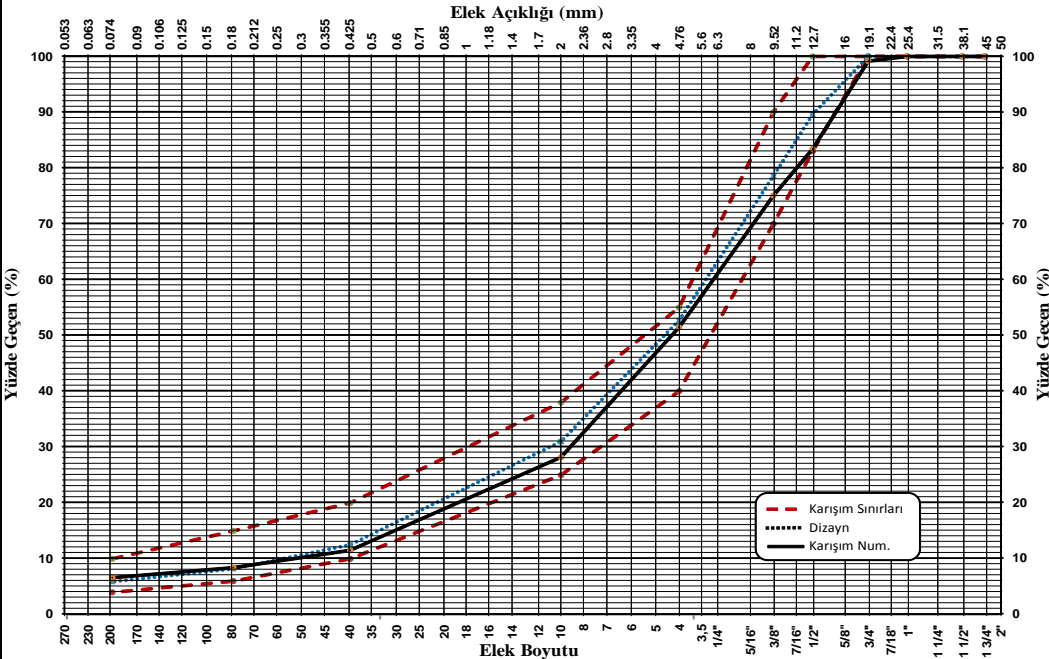
KAROT SIKIŞMA RAPORU		Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi								
			Yayın Tarihi	17.02.2010	Revizyon Tarihi	23.06.2010	Revizyon No	01	Doküman No	is-lab-f 76
Düzenleme Tarihi	29.12.2012									
Düzenleyen Birim	Kalite Yönetim ve Ar-Ge Müdürlüğü									
Proje	Tuzla Aydınli Yolu (Karot)									
Alındığı Tarih	26.12.2012		Deney Metodu :			ASTM D2726 Standardı				
Analiz Tarihi	28.12.2012		Su banyosu sıcaklığı			25±				
Koordinatlar x, y	Biriket Yük.	Havadaki Ağ.	Hav. Ağ. Doy. Yüz.	Sudaki Ağ.	Hacim	Pratik Yoğ.	Dizayn Yoğ.	Sıkışma %	Akma	Stabilite
441694, 4524277	52,6	1005,1	1005,6	595,4	410,2	2,450	2,410	101,7	4,83	1256
441694, 4524277	51,8	963,7	965,0	562,6	402,4	2,395	2,410	99,4	4,82	1030
441812, 4544315	57,3	1083,4	1084,1	634,4	449,7	2,409	2,410	100,0	4,95	1177
441812, 4544315	56,8	1071,2	1071,9	624,7	447,2	2,395	2,410	99,4	4,88	1200

Yapılan gözlemler ve değerlendirme yolda bozulmalar meydana geldiği tespit edilmiş olup yolun büyük bir kısmının yenilenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bozulma yolun büyük

bir kısmında meydana gelmesi nedeniyle lokal iyileştirme yapılmadan tamamının yenilenmesine karar verilmiştir. Fakat yolda altyapı kuruluşlarının çalışma yapacak olmaları nedeniyle lokal iyileştirme ile yoldaki güvenlik ve konfor sağlanmıştır. 2009 yılından itibaren yapılan lokal çalışmalar ile ekonomik ömrü 2012 yılına kadar uzatılan yolda 2013 yılında alt yapı çalışmalarının tamamlanması ile birlikte tamamının yenilenmesine karar verilmiştir. Tablo 4.21’de Tuzla Aydınli Yolu Caddesi için asfalt betonu raporu görülmektedir.

Tablo 4.21: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi asfalt betonu raporu

Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi					UnRegistered	Stabilite
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi					Revizyon Tarihi	Stabilite
					Deneyleyen	4.
					Stabilite	UnRegistered
Analiz Tarihi	Stabilite				Engelsiz bir araziye sahip	Stabilite
Düzenleme Tarihi	kadar giden özel halk otobüs sefe				Stabilite	Tablo
Deneyleyen	Nçin asfalt betonu raporu görülmektedir.				4544315,	
Deneyleyen	Laboratuvar Kalite Yönetim Sistei				Kartal, Mecidiyeköy	
4544315	4544315	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stabilite	Tablo	4544315
4544315	4544315	4544315	4.21de	Düzenleme Tarihi	<input type="checkbox"/>	
4544315	Tablo	Tablo	Ge Tablo	Revizyon Tarihi	<input type="checkbox"/>	
Ge	Tablo	Tablo	Ge Tablo	<input type="checkbox"/>		
Tablo	2de	Tablo	Ge Tablo	Düzenleme Tarihi		
Tablo	2de	2de	4. Tablo	Havadaki	4.	
Tablo	2de	2de	4. 2de	2de	4.	
2de	2de	2de	4. 2de	Revizyon Tarihi	<input type="checkbox"/>	
Tablo	2de	2de	4. 2de	Analiz Tarihi	<input type="checkbox"/>	2de
Tablo	2de	2de	4. 2de	Analiz Tarihi	Tablo	2de
Tablo	Ge	Ge	<input type="checkbox"/> 2de			
<input type="checkbox"/>	Ge	Ge	<input type="checkbox"/> 2de			
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistei				Tia Rauf Orbay Caddesi çide	4.	
Laboratuvar Kalite Yönetim ve Ar				zla Rauf Orbay Caddes 2de	<input type="checkbox"/>	
Tia Rauf Orbay Caddesi çide				Engelsiz bir araziye sahip 2de	4.21de	
				Havadaki		



Tablo 4.22’de Tuzla ilçesi Aydınli Yolu Caddesi için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

Tablo 4.22: Tuzla Aydınli Yolu Caddesi için yapılan imalat miktarları

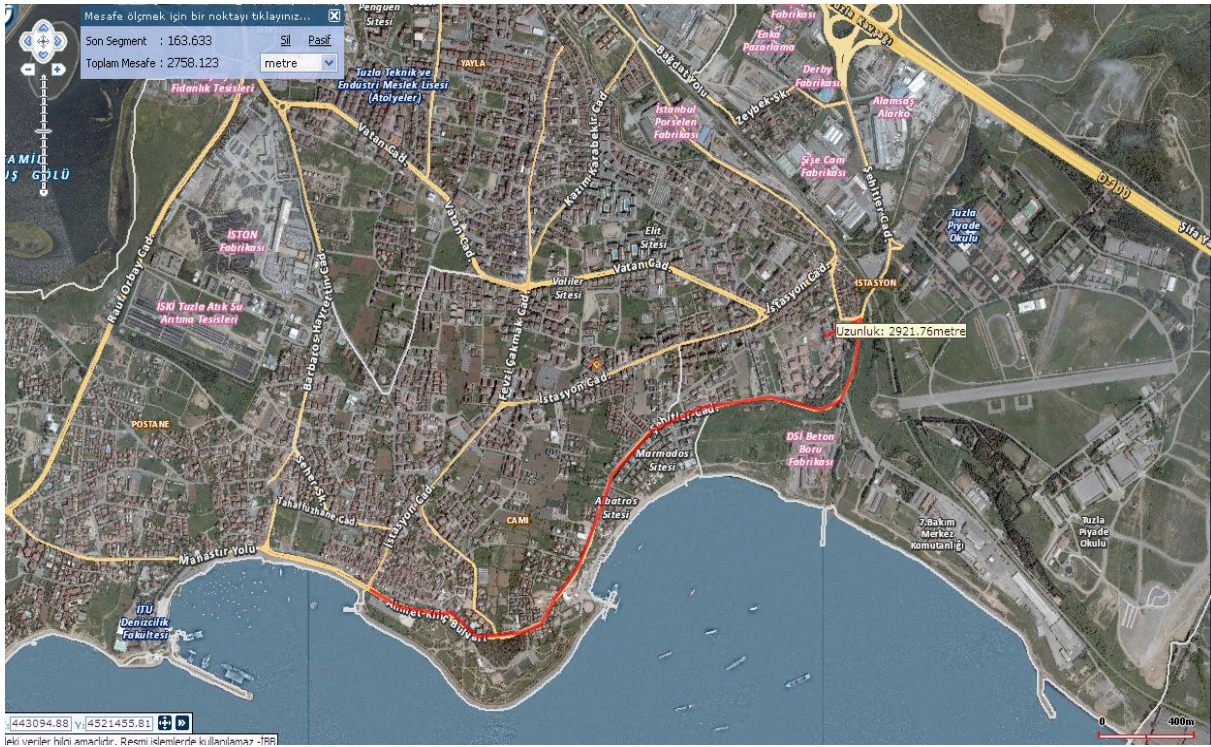
TUZLA AYDINLI YOLU CADDESİ			
YOL BOYUTLARI (M)		YAPILAN İMALAT	
EN	24	ASFALT (TON)	1.500
BOY	3.867		

NOT : Yolun aşınma tabakasının yenilenmesi için gerekli asfalt tonajı $3867 * 24 * 0,05 * 2,4 = 11.136$ ton aşınma tabakası 5 cm olacak şekilde hesap yapılmıştır.

4.9. TUZLA ŞEHİTLER CADDESİ ÜZERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Şekil 4.19’da Tuzla ilçesi Şehitler Caddesi görülmektedir.

Şekil 4.19: Tuzla Şehitler Caddesi




Tablo 4.23’te Tuzla Şehitler Caddesi için gerçekleştirilen esnek üstyapı değerlendirilmesinin sonuçları bir form halinde görülmektedir.

Tablo 4.23: Tuzla Şehitler Caddesi esnek üstyapı değerlendirme formu

ESNEK ÜSTYAPI DEĞERLENDİRME FORMU		
YOL ÖZELLİKLERİ		
YOL VEYA CADDE ADI	TUZLA ŞEHİTLER CADDESİ	
YOLUN ENİ*BOYU	2760 * 12	
TARİH	2008	
BOZULMA DEĞERLENDİRİLMESİ		
BOZULMA ÇEŞİDİ	ARALIK	VERİLEN NOT
ENİNE ÇATLAKLAR	0-5	4
BOYUNA ÇATLAKLAR	0-5	3
TİMSAH SIRTI ÇATLAKLAR	0-10	8
BÜZÜLME ÇATLAKLARI	0-5	4
TEKERLER İZİ OLUŞUMU	0-10	7
ONDÜLASYONLAR	0-5	4
SÖKÜLMELER	0-5	5
ÇÖKME VEYA ÖTELENMELER	0-10	8
ÇUKURLAŞMALAR	0-10	9
AŞIRI ASFALT	0-10	7
CİLALANMIŞ AGREGA	0-5	4
YETERSİZ DRENAJ	0-10	8
GENEL SÜRÜŞ KALİTESİ	0-10	9
TOPLAM		80
KARAR		YENİDEN YAPILACAK


Tablo 4.24'te Tuzla Şehitler Caddesi'ne ait karot sıkışma raporu görülmektedir.

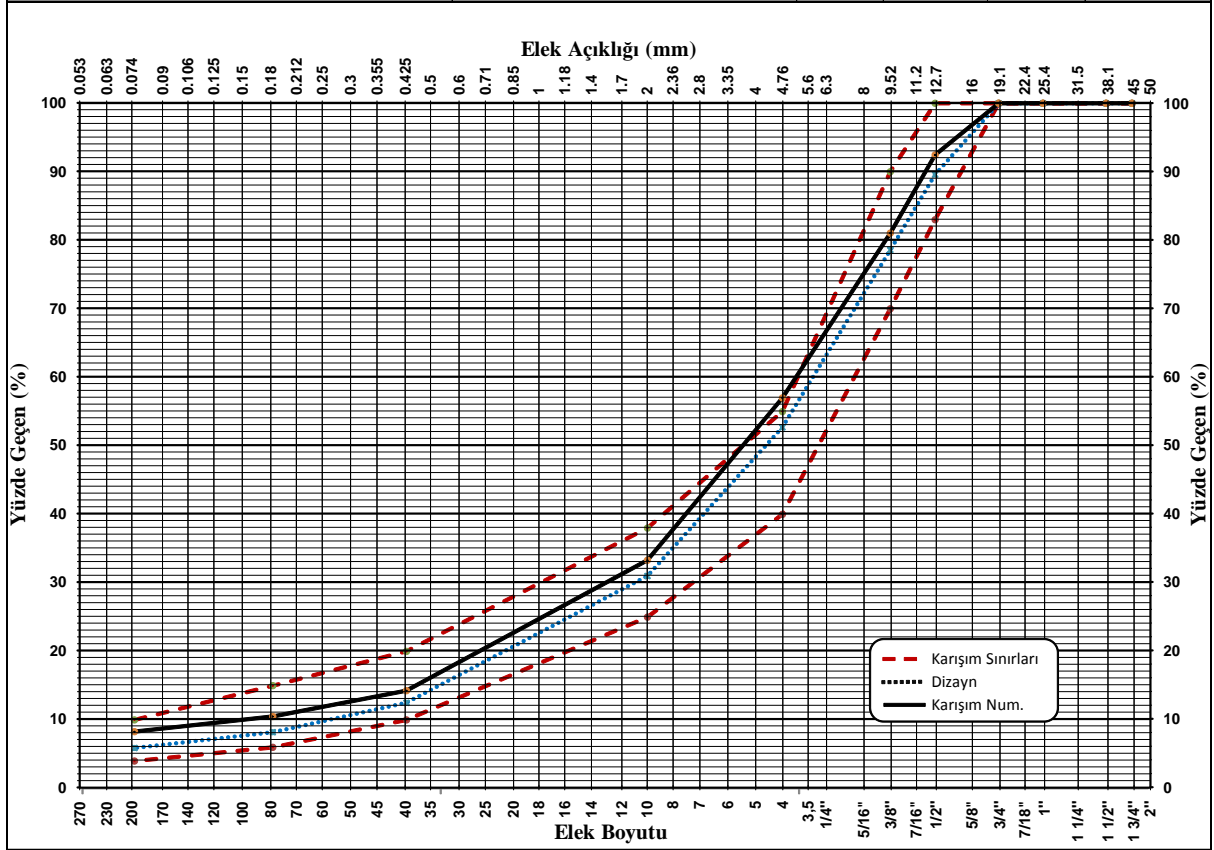
Tablo 4.24 : Tuzla Şehitler Caddesi karot sıkışma raporu

KAROT SIKIŞMA RAPORU		Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi								
			Yayın Tarihi	17.02.2010						
Düzenleme Tarihi	30.12.2012		Revizyon Tarihi	23.06.2010						
Düzenleyen Birim	Kalite Yönetim ve Ar-Ge Müdürlüğü		Revizyon No	01						
Proje	Tuzla Şehitler Caddesi (Karot)		Doküman No	is-lab-f 76						
Alındığı Tarih	27.12.2012	Deney Metodu :	ASTM D2726 Standardı							
Analiz Tarihi	28.12.2012	Su banyosu sıcaklığı	25±							
Koordinatlar x, y	Biriket Yük.	Havadaki Ağ.	Hav. Ağ. Doy. Yüz.	Sudaki Ağ.	Hacim	Pratik Yoğ.	Dizayn Yoğ.	Sıkışma %	Akma	Stabilite
442105, 4520494	66,5	1230,8	1231,2	706,8	524,4	2,347	2,410	97,4	7,64	1167
442105, 4520494	64,6	1187,9	1190,6	685,9	504,7	2,354	2,410	97,7	5,94	1196
442159, 4520681	64,7	1194,4	1195,3	686,2	509,1	2,346	2,410	97,3	6,23	1086
442159, 4520681	66,4	1227,6	1228,1	705,8	522,3	2,350	2,410	97,5	5,19	1036

Tablo 4.25'te Tuzla Şehitler Caddesi için asfalt betonu raporu görülmektedir.

Tablo 4.25 :Tuzla Şehitler Caddesi asfalt betonu raporu

Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				UnRegistered	Stabilite
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				Revizyon Tarihi	Stabilite
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				Yapılayan	92
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi				Stabilite	UnRegistered
Yapılma Tarihi	Stabilite			Engembeli bir araziye sahip	
Düzenleme Tarihi	kadar giden özel halk otobüs sefe			Stabilite	Tablo
Yapılayan	Nçin asfalt betonu raporu görülmektedir.			Tablo	
Yapılayan	Nçin asfalt betonu raporu görülmektedir.			Kartal, Mecidiyeköy	
				Stabilite	Tablo
			4.25te		
	Tablo	Tablo	Ge Tablo	Düzenleme Tarihi	
	Tablo	Tablo	Ge Tablo	Revizyon Tarihi	
Ge	Tablo	Tablo	Ge Tablo		
Tablo	Tablo	Tablo	Ge Tablo	Düzenleme Tarihi	
Tablo	1036	1036	92 Tablo	Havadaki	92
Tablo	1036	1036	92 1036	1036	92
1036	1036	1036	92 1036	Revizyon Tarihi	
Tablo	1036	1036	92 1036	Yapılma Tarihi	
Tablo	1036	1036	92 1036	Yapılma Tarihi	Tablo 1036
Tablo	1036	Ge	□1036		
□	Ge	Ge	□1036		
Laboratuvar Kalite Yönetim Sistemi			Tsr Caddesi görülmektedir ₁₀₃₆	92	
Kalite Yönetim ve Ar			İla Rauf Orbay Caddes ₁₀₃₆	□	
Tsr Caddesi görülmektedir.			Engembeli bir araziye sahip ₁₀₃₆	4.25te	
			Havadaki		



Yapılan gözlemler ve değerlendirme neticesinde yolun ekonomik ömrünü tamamlamadığı, sürüş konforu açısından da olumsuzluklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Araştırmalar

neticesinde yol üst yapısının yenilenmesine karar verilmiştir. 2008 yılında üst yapısı yenilenen yolun 2018 yılına kadar ekonomik ömrünü sürdürmesi ön görülmektedir.

Tablo 4.26’da Tuzla ilçesi Şehitler Caddesi için yapılan imalat miktarları görülmektedir.

Tablo 4.26: Tuzla Şehitler Caddesi için yapılan imalat miktarları

TUZLA ŞEHİTLER CADDESİ			
YOL BOYUTLARI (M)		YAPILAN İMALAT	
EN	12	ASFALT(TON)	4.000
BOY	2.760		

Tüm bu incelenen bölgeler için toplu sonuçlar, sıkışma değerleri ve stabilite aşağıdaki Tablo 4.27’de gösterilmiştir.

Tablo 4.27 : Toplu Sonuçlar, Sıkışma Değerleri, Stabilite Değerleri

YOLUN ADI	SIKIŞMA (%)	STABİLİTE (KG)	YOL PUANI	YOLUN DURUMU
PENDİK HAVAALANI İÇ YOLU	96	1005	82	YENİDEN KAPLAMA YAPILACAK
PENDİK S.GÖKÇEN TEM BAĞLANTI YOLU	100	1215	19	ÇATLAK TAMİRİ İLE BAKIM
PENDİK SAHİL YOLU	98	1107	32	ÇATLAK TAMİRİ İLE BAKIM, 5 YIL İÇİNDE YENİDEN KAPLAMA
PENDİK OLİMPİYAT CADDESİ	98	1147	46	İYİLEŞTİRME YAPILACAK, 5 YIL İÇİNDE YENİDEN KAPLAMA
TUZLA RAUF ORBAY CADDESİ	97	951	82	YENİDEN KAPLAMA YAPILACAK
TUZLA AYDINLI YOLU	98	1165	61	İYİLEŞTİRME YAPILACAK, 5 YIL İÇİNDE YENİDEN KAPLAMA
TUZLA ŞEHİTLER CADDESİ	97	988	80	YENİDEN KAPLAMA YAPILACAK

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kara ulaşımı, dünyanın hemen her bölgesinde en çok tercih edilen ulaşım biçimidir. Gerek şehir içi ulaşımında, gerek şehirler arası ulaşımında, hatta yakın ülkeler için ülkeler arası ulaşımında karayolları kullanılmaktadır. Bu açıdan karayolları oldukça önemli bir konudur ve pek çok farklı açıdan ele alınabilir. Bunlar arasında, çeşitleri, sınıflandırılması, üzerinde taşıdığı araç miktarı ile ilgili hesaplamalar sayılabilir. Karayolları bu tezde malzeme açısından ele alınmıştır ve karayolunu oluşturan üstyapı ele alınarak çeşitli sebeplerden (zaman, trafik yükü, ağırlık, hava şartları, sıkışma, malzeme ya da işçiliğin kötü olması, bakım/onarımın yetersiz olması) ötürü karayolu üstyapısında gerçekleşen bozulmalar incelenmiştir.

Bu tez çalışmasında öncelikle genel literatür bilgileri verilmiş, karayolu, karayolu altyapısı, karayolu üstyapısı karayolu yapı elemanları gibi kavramlar anlatılmıştır. Daha sonra karayolu üstyapıları ayrıntılı bir şekilde ele alınmış ve üstyapıda meydana gelen bozulmaların nedenleri, çeşitleri incelenmiştir. Karayolu üstyapısında gerçekleşen bozulmaların nasıl analiz ve etüd edildiğinin anlatılmasından sonra uygulama yapılmıştır.

Ülkemiz, farklı ulaşım seçeneklerinin bulunduğu bir ülkedir. Ancak gerek yolcu gerek yük taşımalarının önemli bir kısmı karayolları ile gerçekleştirilmektedir. Özellikle, İstanbul, Ankara, Bursa, İzmir gibi illerde bu oran daha da artmaktadır. Bu tezde de ülkemizin karayolu ulaşımı açısından en yoğun şehri olan İstanbul ele alınarak İstanbul'un iki ilçesi, Pendik ve Tuzla üzerinde uygulama yapılmıştır. İstanbul ilinin Pendik ve Tuzla ilçelerinde yapılan uygulamada ilk olarak ilçelerin çeşitli caddelerinden karayolu fotoğrafları elde edilmiştir. Karayolu üstyapısı bozulması olup olmadığı incelenmiş ve bozulma olması halinde bozulmanın çeşidine karar verilmiştir. Seçilen caddeler için bozulma formu doldurulmuş ve karot deneyleri yapılmıştır. Bu bozulma sonuçlarına ve karot deneylerine göre üzerinde çalışılan karayolu parçasının durum değerlendirilmiş ve bir karar verilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda karayolu parçası için “Bakıma gerek yoktur”, “Yalnızca normal rutin bakım yapmak yeterlidir”, “3-5 yıl içerisinde yenilenmelidir”, “3 yıl daha kullanılıp yenilenmelidir”, “2-3 yıl daha kullanılıp yenilenmelidir”, “2 yıl daha kullanılıp yenilenmelidir”, “Bir süre sonra üzeri kaplanmalıdır”, “Belli bir süre kullanıldıktan sonra yeniden inşa edilmelidir” gibi kararlar verilebilmektedir.

Bu tez çalışmasından incelenen caddeler için şu kararlara ve sonuçlara varılmıştır :

- a) Pendik havaalanı iç yolu : Oldukça fazla sayıda enine-boyuna çatlak, timsah sırtı çatlak, büzülme çatlakları ve çukurlaşma tespit edilmiştir. Diğer bozulma çeşitlerinden de mevcuttur. 100 üzerinden 82 puana sahip bu bölgenin yeniden yapılması gerekmektedir.
- b) Pendik Sabiha Gökçen TEM bağlantı yolu : Yüksek miktarda boyuna çatlak bulunmakta ancak diğer bozulma türlerinden genel olarak bulunmamaktadır. 100 üzerinden 19 puan alan bu bölgenin ihtiyacı çatlak tamiri ile bakım yapılmasıdır.
- c) Pendik sahil yolu : En çok bulunan bozulma çeşidi enine-boyuna çatlaklardır. Diğer bozulma çeşitlerinden de ortalama miktarlarda bulunmaktadır. 100 üzerinden 32 puan alan bu bölgenin çatlak tamiri ile bakımının yapılması gerekmektedir. Ardından 3-5 yıl saha kullanıma uygun hale gelebilir bu süre geçtikten sonra kaplamasının yenilenmesi gerekmektedir.
- d) Pendik Olimpiyat Caddesi : Yüksek miktarda timsah sırtı çatlak, tekerlek izi oluşumu ve çukurlaşma mevcuttur. 100 puan üzerinden 46 puan alan bu bölgenin üzerinde iyileştirme yapılması gerekmektedir, bu iyileştirmeler sonucunda yol 3 yıl daha kullanılabilir hale gelir ancak 3 yıl içinde asfaltın yenilenmesi gerekmektedir.
- e) Tuzla Rauf Orbay Caddesi : Timsah sırtı çatlaklar, çökme ve ötelenmeler normalin çok çok üstündedir. 100 üzerinden 82 puan alan bu bölgenin yeniden yapılması gerekmektedir.
- f) Tuzla Aydınli Yolu Caddesi : Bu caddedeki karayolu üstyapılarında farklı bozulma çeşitlerinden görülmüştür. Bunlar arasında tekerlek izi oluşumu, çukurlaşma ve timsah sırtı çatlaklar en çok görülmekte olanlardır. Diğer bozulmalar ile birlikte verilen karar şu şekilde olmuştur. 100 üzerinden 61 puan alan bu bölgenin üzerinde iyileştirme yapılması halinde bölge, 3 - 5 daha bu haliyle kullanılabilir hale gelir. Bu süre geçtikten sonra kaplamasının yenilenmesi gerekmektedir.
- g) Tuzla Şehitler Caddesi : Tüm bozulma çeşitlerinin fazla sayıda görüldüğü, kötü durumdaki bir karayolu parçasıdır. Özellikle çukurlaşma, çökme, ötelenme ve timsah sırtı çatlak miktarı yüksektir ve genel sürüş kalitesi ise düşüktür. 100 üzerinden 80 puan alan bu bölgenin yeniden yapılması gerekmektedir.

Yol üzerinden alınan karot örneklerinde sıkışma derecesinin düşük olduğu (yüzde 96-97) yerlerde stabilitenin de düşük olduğu (950 - 1005), bu yolların da kaplamalarının bozulduğu ve yeniden kaplama yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde, sıkışma derecesinin yüzde 98 olduğu yerlerde stabilitenin 1100 - 1165 arasında olduğu, bu yolların çatlak tamiri ve iyileştirme yapılarak 5 yıl içinde kaplama yapılması gerektiği, sıkışma derecesinin yüzde 100 olduğu yerlerde stabilitenin 1200'lü değerlerin üzerinde olduğu ve sadece çatlak tamiri ile bakımın yeterli olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Ağar E, Süttaş İ, Öztaş G, 2001, *Türkiye Karayollarındaki Üstyapı , Yapım ve Bakım Politikalarının Değerlendirilmesi*, Türkiye Hazır Beton Birliği, Beton Yollar Özel Sayısı 44-45.

Ilıcalı, A., Tayfur, S., Özen, H., Sönmez, İ., Eren, K., 2001. *Asfalt ve Uygulamaları*, Seçil Ofset, 280 s. İstanbul.

Tosun N, 2006, *Bitümlü Kaplamalar Uygulama Kitabı*

İSFALT, 2002, *Asfalt El Kitabı*, Yazıevi İletişim yayınevi, İstanbul, syf 109.

Miller J. S., & Bellinger W. Y., 2003, *Distress Identification Manual for the Long Term Pavement Performance Program*, Office of Infrastructure Research and Development Federal Highway Administration, Springfield.

The Asphalt Handbook, MS-4, 1990, The Asphalt Institute, Lexington, KY.

Shahin M. Y., 2002, *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*, KluwerAcademic Publishers, London.

Umar, F., Ağar, E., 1991. *Yol Üstyapısı*. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi matbaası, İstanbul, 339 s.

AL, E.T., 1996, *Asphalt Institute Handbook*, USA.

İSFALT, 2004, *Bitüm El Kitabı*, Yazıevi İletişim yayınevi, İstanbul, syf 30 – 280.

Haas R., Hudson W. R., Zaniewski J., 1994, *Modern Pavement Management*, Krieger Publishing Company, Florida.

Sürelî Yayınlar

Kök, B.V. ve Kuloğlu, N., 2007, Esnek üstyapıların tasarımlarında AASHTO-72 ve AASHTO-86 yöntemlerinin analitik ve ekonomik karşılaştırılması, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23, 136-148.

Diğer Yayınlar

Karayolları Trafik Kanunu (2918 s.k.) Resmî Gazete, 18195; 18 Ekim 1983, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1982.

Özen, H., Birlikler, Y., Tayfur, S. ve Sönmez, İ., 2004, *Kırmataş içerisindeki yabancı maddelerin (kil toprakları) bitümlü sıcak karışımların performansına etkisi*, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 196-201, Ankara.

Özen, H., Tayfur, S., Aksoy, A. ve Eren, B.K., 2004, *Yassı tanelerin bitümlü sıcak karışımların performansına etkisi*, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 398-404, Ankara.

Cahit GÜRER, <http://www.yolustyapimuh.com> , [Erişim Tarihi : 1 Aralık 2012]

Karayolları Trafik Yönetmeliği Resmî Gazete, 23053; 18 Temmuz 1997, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1982.

Ergün, M., Süttaş, İ. ve Öztaş, G., 1996, *Asfalt kaplama bileşenlerinin yol yüzey özelliklerine etkileri*, 1. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.105-109, İstanbul.

Ergün, M. ve İyınam, Ş., 2000, *Kentiçi yollarda uygun kaplama seçimi*, II. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu Bildiriler Kitabı pp. 103-107, İstanbul.

İSFALT, 2001, *İstanbul' un bazı ana arterlerinde İsfalt A.Ş. tarafından uygulanan bitümlü sıcak karışımların değerlendirilmesine ilişkin teknik rapor*, İstanbul (yayımlanmamış).

Wikipedia, http://tr.wikipedia.org/wiki/Asfalt_Plenti, [Erişim Tarihi : 14 Kasım 2012]

ASTM International Standards Worldwide, <http://www.astm.org/Standards/E1999.htm>, [Erişim Tarihi : 4 Aralık 2012]

Özen, H., 1999, *Bitümlü Karışım Değişkenlerin Performans Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması ve Hizmet Ömrü Tahmini İçin Bir Model Kurulması*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

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

Sönmez, İ., Yılmaz, M., Tuğrul, A., 2009, *Farklı agrega ve üretim prosesleri ile üretilen asfalt karışımlarının özelliklerinin karşılaştırılması*, 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.299-308, İstanbul.

Sönmez, İ., Yılmaz, M., Tuğrul, A., 2009, *Yıkanmış ve yıkanmamış agregalardan üretilen asfalt karışımlarının özelliklerinin karşılaştırılması*, 5.Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 309-315, İstanbul.

Tayfur, S., Eren, K., Özen, H. ve Yıldırım, S.A., 2003, *Sıcak asfalt karışımı üretimi açısından İstanbul taşocaklarının genel değerlendirilmesi, karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri*, III Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 199-204, İstanbul.

Astek Kaplama, <http://www.asfaltkaplama.com/catlaktamiriderzdogusu.html>, [Erişim Tarihi : 2 Kasım 2012]

Sönmez, İ., Tuğrul, A., Yılmaz, M., Yıldırım, S.A., Eren, B.K., 2010, *İstanbul'daki Anadoluray kazularından çıkan atıkların asfalt agregası olarak kullanılabilirliği*, 2. Uluslararası Mermer ve Doğal Taşlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 215-218, İzmir.

Tunç, A., 2004, *Esnek Kaplama Malzemelerin El Kitabı*, Asil Yayın Dağıtım Ltd.Şti., Ankara.

Tunç, A., 2004, *Kaplama Mühendisliği ve Uygulamaları*, Asil Yayın Dağıtım Ltd.Şti., Ankara.

Tayfur, S., 2001, *Taş Mastik Asfalt (SMA) Kaplamalar İçin Uygun Karışımın Araştırılması ve Bir Hizmet Ömrü Modeli Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Pendik Belediyesi, <http://www.pendik.bel.tr> [Erişim Tarihi : 10 Ekim 2012]

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr>, [Erişim Tarihi : 16 Kasım 2012]

İETT, İstanbul Elektrik Tramvay ve Tünel İşletmeleri Genel Müdürlüğü, <http://www.iett.gov.tr> [Erişim Tarihi : 12 Ekim 2012]

İDO, İstanbul Deniz Otobüsleri, <http://www.ido.com.tr>, [Erişim Tarihi : 12 Ekim 2012]

TCDD, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, <http://www.tcdd.gov.tr>, [Erişim Tarihi : 14 Ekim 2012]

İSG, İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası Havaalanı, <http://www.sgairport.com> [Erişim Tarihi : 10 Ekim 2012]

Türkiye Cumhuriyeti, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Marmaray Projesi, <http://www.marmaray.com.tr>, [Erişim Tarihi : 16 Ekim 2012]

Tuzla Belediyesi, <http://www.tuzla.bel.tr>, [Erişim Tarihi : 13 Kasım 2012]

Uluçaylı, M., 1975, *Türkiye'de Asfalt Beton Kaplamalar ve Alternatifleri*, Karayolları Teknik Bülteni, S.16, ss.65, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : Ali KAYA
- Sürekli Adresi** : Yalı Mah. Fevzi Çakmak Cad. Gaziosmanpaşa Sok. Defne Apt. No:5
Daire: 2 Maltepe, İSTANBUL
- Doğum Yeri ve Yılı** : 1968
- İlk Öğretim** : 50. Yıl Cumhuriyet İlkokulu
- Orta Öğretim** : Fenerbahçe Lisesi
- Lisans** : Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği - 1989
- Yüksek Lisans** : Bahçeşehir Üniversitesi 2013
- Enstitü Adı** : Fen Bilimleri
- Program Adı** : Mimarlık Fak. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Kentsel Sis. Ve Ulaş. Yön.
- Yayımları** : “Yol Bozulmalarının Sınıflandırılması Modelinin Oluşturulması :
Pendik ve Tuzla İlçeleri Örneği” isimli yüksek lisans tezi
- Çalışma Hayatı** : İnkişaf İnşaat 1989 – 1990
Bika Mühendislik 1990 – 1995
Tuzla Belediyesi 1995 – 1997
İstanbul Büyükşehir Belediyesi 1997–