

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**KARAYOLU ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ  
ve  
KOCAELİ İLİ BAŞISKELE İLÇESİ  
UYGULAMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Turgay YILMAZ**

**İSTANBUL,2011**



**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi**

**KARAYOLU ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ  
ve  
KOCAELİ İLİ BAŞISKELE İLÇESİ  
UYGULAMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Turgay YILMAZ**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Mustafa KARAŞAHİN**

**İSTANBUL,2011**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi**

Tezin Başlığı : Karayolu Üstyapı Yönetim Sistemi ve Kocaeli İli Başiskele İlçesi Uygulaması  
Öğrencinin Adı Soyadı : Turgay YILMAZ  
Tez Savunma Tarihi : 26 / 04 / 2011

Bu yüksek lisans tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA  
Enstitü Müdür V.

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

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :  
Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN ( Tez Danışmanı ) :  
Prof. Dr. Mustafa ILICALI :  
Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN :

## ÖZET

### KARAYOLU ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ ve KOCAELİ İLİ BAŞISKELE İLÇESİ UYGULAMASI

Yılmaz, TURGAY

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi  
Tez Danışmanı : Prof.Dr. Mustafa KARAŞAHİN

Nisan 2011, 58 Sayfa

Bu çalışmanın ana amacı ÜSTYAPI Yönetim Sistemleri (ÜYS) kullanılarak yol ağı ÜSTYAPI verilerinin toplanması ve bu veriler ışığında ÜSTYAPI ömrünün uzatılması ve doğru yatırım zamanının tespit edilmesidir. Bu amaca uygun olarak Kocaeli ili Başiskele ilçesi köylerine ulaşımı sağlayan ana arterleri üzerinde pilot çalışma yapılarak, söz konusu bölgede ÜSTYAPI Yönetim Sistemi oluşturmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde üstyapı yönetim sistemleri hakkında literatür tanımlaması yapılmış ve bu konuda oluşturulmuş yayınlar hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde üstyapının tanımlanmasına yer verilmiş, bu bağlamda üstyapı çeşitleri incelenmiştir. Üstyapılarda bozulmalar ve tamir yöntemleri ise üçüncü bölümde incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, ÜYS' nin tanımlanmasına ve alt başlıklarına yer verilerek kentsel faaliyetlerin hacmindeki artış sonucu gereken ÜSTYAPI düzenleme faaliyetlerinin yönetilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca ÜYS 'nin bileşenleri de bu bölümde incelenmiştir.

Başiskele ilçesi ile ilgili bazı bilgiler ise beşinci bölümde verilmiş ve ilçenin sosyal, ekonomik ve coğrafi yapısı incelenmiştir. Ayrıca ilçe köyleri ana arterlerinin ulaşım açısından değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucu ÜYS için veriler toplanmıştır. Söz konusu ilçe ile ilgili verilerin toplanması ve ÜYS metodolojisi içerisinde oluşturulan tabloların hazırlanarak yorumlanması da bu bölümde yapılmış ve bu verilerin güncel tutulması ve sonuçların raporlanması amacıyla makrolama yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın sonuç bölümünde ise toplanan veriler ışığında oluşan değerlendirmeler yapılmış ve ÜYS'nin ülke ekonomisi açısından önemi vurgulanmıştır. Ayrıca Başiskele ilçesi ölçeğinde ÜYS uygulaması sonuçlarına da yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ÜSTYAPI Yönetim Sistemi, ÜSTYAPI Çeşitleri, Bozulma türleri, Bozulma tamir yöntemleri.

## ABSTRACT

### ROAD PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM and KOCAELI BAŞİSKELE DISTRICT LAND APPLICATION

Yılmaz, TURGAY

Urban Transportation Systems Management  
Supervisor: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

April 2011, 58 Page

The main purpose of this study SUPERSTRUCTURE Management Systems (PMS) using the road network. In the light of these data collection and data PAVEMENT life, and to determine the right time to invest. For this purpose, providing access to their villages as the main arteries of the town of Kocaeli province Başiskele district made on the pilot study, the region tried to establish SUPERSTRUCTURE Management System.

In the first part of the study of literature about the definition of pavement management systems, and in this regard has been given information about the publications generated.

Superstructure definition given in the second part of the study, pavement types investigated in this context. Deterioration and repair of pavements in the third section, methods are investigated.

The fourth chapter, the PMS of the definition given in the urban and sub-titles as a result of an increase in the volume of activities to be emphasized the necessity of managing regulatory activities SUPERSTRUCTURE. In addition, PMS of the components examined in this section.

Başiskele district and county given some information about the fifth chapter, the social, economic and geographic structure. In addition, the villages of the district have been evaluated in terms of the main arteries of transport.

As a result of these assessments were collected for PMS. The district is created in the methodology related to PMS data collection and interpretation of the tables in this section has been prepared and kept up to date data and reporting results to the method used makro.

In the conclusion part of the assessments made in the light of data collected and highlighted the importance of the country's economy ÜYS. In addition, the results are included Başiskele district-wide implementation of PMS.

**Key Words :** PAVEMENT Management System, SUPERSTRUCTURE Types, Types of Distortion, Distortion repair methods.

# İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	4
3. ÜSTYAPILARIN TANIMI.....	15
3.1 ESNEK ÜSTYAPILAR.....	15
3.1.1 BSK Kaplamalı Esnek Üstyapılar.....	17
3.1.2 Sathi Kaplamalı Esnek Üstyapılar.....	18
3.2 RİJİT ÜSTYAPILAR.....	18
3.3 KOMPOZİT ÜSTYAPILAR.....	19
4. ÜSTYAPIDA OLUŞAN BOZULMALAR ve TAMİR YÖNTEMLERİ.....	20
4.1 SIK RASTLANAN BOZULMA TÜRELERİ VE TAMİR YÖNTEMLERİ.....	22
4.1.1 BSK Kaplamalardaki Bozulma Türleri ve Tamir Yöntemleri.....	22
4.1.2 Sathi Kaplamalardaki Bozulma Türleri ve Tamir Yöntemleri.....	28
5. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ (ÜYS).....	30
5.1 AĞ SEVİYESİ ÜYS.....	31
5.1.1 Kesim Tanımlaması.....	32
5.1.2 Üstyapı Envanteri ve Mevcut Durumu.....	34
5.1.3 Performans Tahmini.....	34
5.1.4 Bütçe Tahmini.....	34
5.2 PROJE SEVİYESİ ÜYS.....	35
5.2.1 Geçmiş Veri Toplama.....	35
5.3 ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMLERİNDE VERİ GEREKSİNİMLERİ.....	30
6. BAŞISKELE İLÇESİ ÖLÇEĞİNDE ÜYS UYGULAMASI.....	40

<b>6.1. BAŞİSKELE İLÇESİNİ TANIYALIM.....</b>	<b>40</b>
<b>6.2. BAŞİSKELE İLÇESİ ÜYS UYGULAMASI.....</b>	<b>41</b>
<b>6.2.1 Öncelik Belirleme Analizleri.....</b>	<b>48</b>
<b>6.2.2 Başiskele İlçesi Üstyapı Yatırımları Öncelik Analizi.....</b>	<b>49</b>
<b>7. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>53</b>
<b>8. KAYNAKÇA.....</b>	<b>55</b>



## TABLÖLÄR

<b>Tablo 4.1:</b>	<b>Uzun Dönemli Üstyapı Performans Çalışması.....</b>	<b>21</b>
<b>Tablo 4.2:</b>	<b>LTPP Bozulma Sınıflandırmaları.....</b>	<b>21</b>
<b>Tablo 4.3:</b>	<b>PAVER Bozulma Klavuzu.....</b>	<b>22</b>
<b>Tablo 5.1:</b>	<b>Üstyapı Yönetimine ait Verilerin Tipik Kullanım Amaçları.....</b>	<b>37</b>
<b>Tablo 6.1:</b>	<b>Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Envanteri.....</b>	<b>42</b>
<b>Tablo 6.2:</b>	<b>Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Envanter Kodlamaları.....</b>	<b>44</b>
<b>Tablo 6.3:</b>	<b>Bozulma Türleri.....</b>	<b>45</b>
<b>Tablo 6.4:</b>	<b>Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Bozulma Envanteri.....</b>	<b>45</b>
<b>Tablo 6.5:</b>	<b>Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Bozulma Oranları.....</b>	<b>46</b>
<b>Tablo 6.6:</b>	<b>Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Önem Durum Göstergesi.....</b>	<b>50</b>
<b>Tablo 6.7:</b>	<b>Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Önem Değerlendirmesi.....</b>	<b>52</b>

## ŞEKİLLER

Şekil 3.1.1: Tabakalar.....	17
Şekil 3.1.2: Kesit.....	17
Şekil 4.1: Üstyapı Bozulma Mekanizması.....	20
Şekil 4.1.1.1: Yorulma Kırılması.....	23
Şekil 4.1.1.2: Blok Kırılma.....	24
Şekil 4.1.1.3: Yansıma Çatlağı.....	24
Şekil 4.1.1.4: Kenar Kırılması.....	25
Şekil 4.1.1.5: Boyuna Kırılma.....	25
Şekil 4.1.1.6: Yama Ve Yama Bozulması.....	26
Şekil 4.1.1.7: Çukurlar Ve Oyuklar.....	26
Şekil 4.1.1.8: Tekerlek İzi.....	27
Şekil 4.1.1.9: Yığılma Veya Toplanma.....	31
Şekil 5.1: Bir ÜYS 'nin Yapısı.....	32
Şekil 5.1.1: Tipik Bir Performans Eğrisi.....	35
Şekil 5.1.2: Üstyapının Performans Eğrisi.....	40
Şekil 6.1: Başiskele İlçesi.....	43
Grafik 6.2: Bozulma Grafiği.....	47

## KISALTMALAR

American Association of State Highway Officials	:	AASHO
Pavement Management System	:	PMS
Üstyapı Durum İndeksi	:	PCI
Üstyapı Yönetim Sistemi	:	ÜYS

# 1.GİRİŞ

Gerçek anlamda ilk yol MÖ 3500'lerde tekerleğin bulunuşundan hemen sonra Asya kıtasının güney batı yakasından Mısır'a yapılmıştır. Via Appia veya "Appian Yolu" olarak bilinen ilk bilimsel temellere dayanan yolu Romalılar MÖ. 300'lerde yapmıştır. Bilinen en eski ve uzun mesafeli yol Pers uygarlığı tarafından yapılan yaklaşık 2825 km uzunluğundaki "Kral Yolu"dur. 18. yüzyılın sonlarına doğru yol yapımında bilimsel prensipler tanımlanmaya başlanmıştır. 1966 yılında AASHO (American Association of State Highway Officials) tarafından, AASHO yol testi sonuçlarına bakılarak üstyapı konusunun teorik temelleri belirlenmeye başlanmıştır.

Artan karayolu ve dingil ağırlığı sonucu üstyapılarda erken bozulmalar görülmeye başladı. 1960'ların sonu ile 1970'lerin başlarında araştırmacılar tarafından üstyapı yönetim sistemi terimi telaffuz edilmeye başlanmıştır. Bu ilk dönemde aynı zamanda ÜYS'ler de geliştirilmeye başlanmıştır. Geliştirilen bu sistemler arasından en büyük ölçekli olanı "Project 123" adıyla Teksas Yollar İdaresi (Tekxas Highway Department), Teksas A&M Üniversitesi (Texas A&M University) ve Teksas Üniversitesi'nin (University of Texas) ortaklaşa çalıştığı ve yönettiği sistemdir. Ayrıca bir diğer önemli ilerleme 1968 yılında Ulusal Otoyollar İşbirliği Araştırma Programı (National Cooperative Highway Research Program – NCHRP) tarafından "Project 1-10" projesiyle sağlanmıştır.

Bir sonraki adım bozulan üstyapılarda gerekli fiziksel ölçümleri yapılmıştır. Tekerlek izi, çatlama, oyuk ve sökölme gibi alışılmış bozulmalar ölçüldü. Çünkü hizmet yeteneğinin (sürüş konforu) üstyapı düzgünsüzlüğünün bir fonksiyonu olabileceği varsayılıyordu. Bu özellik ayrıca AASHO profilometresi (Clhoe-Carey, Leathers, Huckins, vd. tarafından geliştirilen)

kullanılarak da ölçülmüştür. Bu aygıt, birbirine çok yakın iki küçük tekerlek kullanılarak, tekerlek izindeki eğim değişiminin bir fonksiyonu olan düzgünsüzlüğü ölçmek için tasarlandı. Sonuçta bunların birbirleri ile olan ilişkileri Illinois, Indiana, ve Minnesota' daki üstyapılarda ortalama panel oranları (PSRs) ve fiziksel ölçümle belirlendi. Bunların ortalaması ile ölçümler arasındaki ilişkiyi belirlemek için bir yöntem bulundu. Artık bu ilişki, hizmet yeteneği göstergesi olarak kullanıldı. Carey ve Irick, yüzey profili ve düzgünsüzlük bilgisinin, üstyapının hizmet yeteneği hakkında yüzde 95 civarında bilgi verdiğini göstermiştir.

Hudson ve McCullough isimli araştırmacılar tarafından çalışmanın ikinci döneminde ulusal düzeyde aktif olarak çalışabilen sistemler düşünülmüş ve geliştirilmiştir. Üçüncü dönemde Lytton vd. tarafından önceki dönemlerde geliştirilmiş uygulamalar sonlandırılarak sonuçları incelenmiş ve günümüzdeki son dönemde yani dördüncü dönemde ilerlemeler malzeme araştırmaları ve geliştirmeleri ile devam etmektedir (Haas R. ve diğ., 1994).

Genelde ulaştırma yatırımlarının devlet tarafından finanse edilmesi ve işletilmesi geleneği yakın zamanlara kadar sürmüştür. Ne var ki tüm dünyada ulaştırma yatırımlarına olan gereksinimin artışı ve kamu kesimi kaynaklarının sınırlılığı, devletlerin asli görevleri olarak görülen kamu hizmeti anlayışını değişime zorlamıştır. Ulaştırma yatırımlarının özel sektör tarafından gerçekleştirilmesi olanağı, önemli bir açılım sağlamakla birlikte, talebin giderek çoğalması ve özel sektör kaynaklarının da kısıtlılığı nedeniyle, kamunun katkılarına da gereksinim kaçınılmaz olmaktadır.

Günümüzde yeni otoyolların yapımı her geçen gün azalmakta, motorlu taşıt trafiğindeki sürekli artışlar ve kaynak sağlanmasındaki güçlükler karşısında, yeni otoyolu yapmaktan çok mevcut otoyol üstyapılarının, gelecekteki yoğun ve ağır trafiğe cevap verebilecek şekilde bakımı, onarımı ve yenilenmesi gibi çalışmalar daha çok önem kazanmaktadır.

Ülkemiz otoyol ağının bakım ve onarımı için çok yüksek değerlere ulaşan bütçe gereksinimleri nedeniyle, sınırlı kaynaklara sahip bulunan ülkemizde, kaynakların daha verimli biçimde kullanılmasını sağlamak amacıyla, otoyol ağı içindeki yollarda, Üstyapı Yönetim Sistemi'nin uygulanması zorunlu hale gelmiş bulunmaktadır. Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS), sınırlı mevcut bir bütçeye, en yüksek kazanç sağlayacak optimum bakım/iyileştirme önceliği programlarını oluşturmak için, nesnel ve sistematik yaklaşım taşımaktadır. Bu sistem, karayolu yöneticilerine, yolların iyileştirilmesi için mevcut sınırlı bütçeyi daha iyi kullanmaları bakımından yardımcı olmakta, karar vermede kişilere bağlı inisiyatifi en aza indirmektedir.

Bu çalışmada; Kocaeli ili Başiskele ilçesi bölgesindeki gözlemler sonucunda toplanan veriler kullanılarak, üstyapı bozulmalarının ne zaman meydana geleceğinin, oluşturulacak modeller yardımıyla saptanması hususunda, bölge koşullarına uygun örnek bir Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS)'nin kurulması amaçlanmıştır.

Ülkemizde Karayolları Genel Müdürlüğü dahil olmak üzere, gerçek anlamda üstyapı yönetim sistemi uygulaması yapılmamaktadır. Genelde, yol ağında meydana gelen bozulmalardan sonra bakım ve rehabilitasyon çalışmaları yapılmaktadır. Oysaki, daha yolların performansı belli bir değerin altına düşmeden koruyucu bakım çalışması yapılabilirse, üstyapıların ömrünü uzatmak mümkün olacaktır. Bu nedenle ülkemizde ÜYS'nin gerek Karayolları Genel Müdürlüğünde, gerekse belediyelerde ve özel idarelerde yaygın bir şekilde kullanılması için gerekli altyapının oluşturulması önemlidir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Üstyapı yönetimi ile ilgili çalışmalar, AASHTO yol testinden sonra 1970'li yılların başında başlamıştır. İlk olarak Amerika'da başlayan çalışmalar zamanla diğer ülkelerde de kullanılmaya başlanmıştır.

Jung vd. (1976) çalışmalarında, bir üstyapı performans modeli geliştirmişlerdir. Daha sonra, başarılı uygulamalardan elde edilen verileri kullanarak bu yaklaşımı formüle etmişlerdir. Bu yaklaşımda, üstyapı performansının ana bozulma mekanizmaları olan trafik yükleri ve çevre koşullarından etkilendiği kabul edilmektedir. Bu nedenle bu iki mekanizmayı tanımlamak için iki alt model geliştirmişlerdir. Bu alt modeller daha sonra bir başka modelde birleştirilmiştir. Geliştirdikleri bu yöntem, farklı kesimler için de kullanılabilir.

Moavenzadeh (1976), üstyapı performansının tahmini için bir simülasyon modeli geliştirmiştir. Bozulmaların başlıca nedenlerinin, deformasyon ve çatlaklar olduğunu belirtmiştir. Üstyapı bozulmalarına katkıda bulunan etkenleri ise, fiziksel özellikler ve üstyapı geometrisi, yük ve çevre koşulları olarak tanımlamıştır. Bu nedenle çalışmasında bir hasar formülasyonu geliştirmiştir. Geliştirdiği model, hizmet yeteneğindeki değişimi tahmin etmektedir. Modelin önemli bir parçası bakım ile ilgilidir.

Steiner ve Lynch (1980), yol bakımı için bir fayda/maliyet çözümlemek yaklaşımı geliştirmişlerdir. Yıllık ortalama günlük trafik (YOGT), yol durumu envanteri, taşıt işletme ve seyahat süresi maliyetleri ile yol bakım maliyetleri girdi verisi olarak kullanılmıştır. Faydaların maliyetlere oranı kullanılarak bakım önceliğini belirlemişlerdir.

Kohn ve Shahin (1982), çalışmalarında askeri amaçlı olarak geliştirilen PAVER üstyapı yönetim sisteminin performansının ekonomik çözümünü sunmuşlardır. PAVER sistemi, pratik yönetim araçları (saklama ve erişim), üstyapı ağ tanımı, üstyapı durum puanlaması, proje öncelikleri, inceleme takvimi, mevcut ve gelecek ağ durumu, bakım ve onarım gereksinimlerinin belirlenmesi, ekonomik çözümün performansı ve bütçe planlamasını içerir. Ekonomik çözümlemede, deney alanından toplanan verileri kullanmışlardır. İki yıllık veriler dört aylık periyotlarda değerlendirilmiştir. Değerlendirme ekibinde 21 üstyapı mühendisi

görev almıştır. Çalışmalarında, yıllık olarak maliyetler ve süreler tahmin edilmiştir. Sonuçta, PAVER yöntemi ile üstyapı yönetiminin yıllık maliyetinin, diğer yöntemlerin yaklaşık yarısı kadar maliyete sahip olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca PAVER yönteminin uygulanma maliyetinin, diğer yöntemlerin yaklaşık yüzde 30'u kadar olduğunu belirtmişlerdir.

Haas ve Cheetham (1982), üstyapı ağının bakım ve rehabilitasyonu için toplam harcamaların, iki ayrı çalışmanın optimum kombinasyonu ile sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaları, alışılmış bütçe kısıtları altında öncelikleri belirlemek ve seçilen herhangi bir program periyodunda bakım ve rehabilitasyon yöntemlerinin belirlenmesi için bir yöntemin tanımlanması olarak belirtmişlerdir. Bu yöntem üstyapı durumu, hizmet yeteneği, yapısal yeterliliği, trafik, birim maliyetler ve diğer bilgilerin toplanması ile başlar. Bakım programlaması, maliyet bedelinin maksimizasyonu kullanılarak bütçeyi esas alır ve farklı bakım uygulamalarını değerlendirir.

Rehabilitasyon programlaması ise, benzer şekilde seçenekleri değerlendirir ve programlama periyodunda faydaları maksimum yapan yıllık öncelik listelerini hazırlar. Herhangi bir yıl için bakım ve rehabilitasyon maliyetlerinin toplamı, verilen bütçeyi geçmemesi gerekir. Çalışmalarında örnek bir ağ üzerinde farklı bütçe düzeylerinde yıllık bakım ve rehabilitasyon uygulamalarını programlayan bir örnek uygulama yapmışlardır.

Pedigo ve Hudson (1982) çalışmalarında, ağ düzeyinde basitleştirilmiş bir üstyapı yönetim sistemi tanımlamışlardır. Bu sistemde sadece bir üstyapı yönetim sisteminde bulunması zorunlu özellikleri bulundurmışlardır. Ayrıca, sistemin ağ tabanlı bir öncelik değerlendirmesi yapmak için nasıl kullanılabileceğini göstermek amacıyla bir örnek vermişlerdir. Örnek çalışmanın sonuçlarına göre, geliştirdikleri modelin önceki modellerle karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Shahin ve Becker (1984), üstyapı performans tahmin modeli geliştirmek için Amerika'daki bir havaalanından elde edilen verileri kullanmışlardır. Üstyapı Durum İndeksi (Pavement Condition Index-PCI) adında bir model geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri model hem esnek hem de rijit üstyapılar için kullanılabilir. Bu modeli, ilgili çalışmalardaki diğer modellerle karşılaştırarak, onlara göre daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir.



Sharaf ve Sinha (1984a), olağan bakım maliyeti ile ilgili model geliştirmek için bu tür kayıtlarını ve trafik verilerini kullanan bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemi, örnek bir alana uygulamışlardır. Çalışma sonunda, üstyapı olağan bakım maliyetleri ile üstyapı yaşı ve trafik düzeyi arasında önemli bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Sharaf ve Sinha (1984b), Indiana eyaletindeki karayolu sistemi için üstyapı olağan bakım maliyetlerinin çözümlenmesini yapmışlardır. Veri tabanını, 1980-1983 yılları arası 4 yıllık üstyapı bakım kayıtlarından oluşturmuşlardır. Öncelikle, her bir bakım veya onarım uygulaması maliyetlerini değerlendirerek toplam maliyet eğrilerini belirlemişlerdir. Daha sonra, işçi ve malzeme kullanım verileri kullanılarak oluşturulan kaynak tüketim eğrileri çözümlenmiştir. Sonuçta, istatistiksel korelasyon çözümlenmesi yaparak gelecek yıllardaki bakım düzeyi ve önceki yıllardaki bakım harcamaları arasındaki bir ilişki belirlemişlerdir.

Rada vd. (1985), proje düzeyinde optimal üstyapı stratejisini seçmek için en önemli ölçüt olarak ömür-döngü maliyetinin esas alındığını belirtmişlerdir. Üstyapı yönetimi için ömür-döngü maliyeti modeli ve maliyet-etkinlik yöntemini içeren bir model geliştirmişlerdir. Önerdikleri yaklaşımın çözümlenme sonuçları, ömür-döngü maliyeti bir çok stratejiyi etkilemesine karşın optimal seçimin her zaman minimum ömür döngü maliyetini vermeyebileceğini göstermişlerdir.

Coucci-Rios ve Sinha (1985), ağ düzeyinde yeniden yüzeleştirme önceliklerini belirlemek için bir optimizasyon yöntemi geliştirmişlerdir. Optimizasyon şemasında, düzgünlük ölçümleri ve trafiği başlıca etkenler olarak dikkate almışlardır. Modelde farklı tip yeniden yüzeleştirme çalışmaları uygulamışlardır. Üstyapı düzgünlüğündeki azalma için yeniden yüzeleştirme stratejileri ile ilişkili bir performans modeli geliştirmişlerdir. Ayrıca, gelecekteki düzgünlük tahmini için bir regresyon işlemi kullanmışlardır. Geliştirdikleri optimizasyon modeli, farklı bütçe senaryolarının etkisini çözümlenebilmektedir.

Bu model, gelecek 5 yıllık periyotta optimal yeniden yüzeleştirme programını elde edebilmek için üstyapı kesimi ve yeniden yüzeleştirme stratejisinin ne olacağını tahmin edebilir. Ayrıca çalışmalarında, optimizasyon modelinin örnek uygulamasını bir ağ üzerinde göstermişlerdir.

Riggins vd. (1985) çalışmalarında, üstyapı hizmet yeteneği indeksi ile başlıca dört bozulma tipini (tekerlek izi, timsah sırtı çatlak, boyuna çatlak ve enine çatlak) kullanarak üstyapı performansı tahmin modeli geliştirilmesi ve esnek üstyapı tasarımında bu yöntemin uygulamasını özetlemişlerdir. Geliştirdikleri yöntem performans tahmin yöntemi olarak S-şekilli eğrileri kullanmaktadır.

Templeton vd. (1985), üstyapı ağının örnekleme suretiyle incelenmesinin, üstyapının mevcut durumu hakkındaki bilgiyi elde etmede yeterli olacağını belirtmişlerdir. Örnekleme, bilgi toplamak için gereken zaman ve insangücü miktarını azaltmak için tercih edilir. Çalışmasında, farklı örnek boyutlarından elde edilen bilginin doğruluğu hakkındaki bazı soruları cevaplamak için Texas eyaletindeki üç ağın incelenmesinden elde edilen sonuçları değerlendirmişlerdir. Sonuçta, verilen bir doğruluk derecesi için gereken örnek boyutunun, aynı doğruluk düzeyinde ortalama bakım ve rehabilitasyon maliyetini tahmin etmede kullanılmak zorunda olan örnek boyutundan daha az olduğunu bulmuşlardır. Ortalama üstyapı puanı (hizmet yeteneği değeri) ve üstyapı puanlarının değişimi, bakım gerektirmeyen üstyapı yüzdesi, ortalama maliyetler ve ortalama maliyetleri tahmin etmedeki hata yüzdesi arasında bazı ilişkiler bulmuşlardır. Ortalama puanın, yüzde 5 örnek ile kolaylıkla elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Fwa ve Sinha (1986) çalışmalarında, üstyapı performansı ile olağan bakım arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu iki parametre arasındaki ilişkiyi belirlemede istatistiksel regresyon ve korelasyon çözümlerini yapmışlardır. Seksen beş karayolu güzergahını çözümlenmişlerdir. Bu güzergahların, altısının rijit üstyapı, on tanesinin takviye tabakalı esnek üstyapı ve elli dokuzunun ise esnek üstyapıdan oluştuğunu belirtmişlerdir. Sonuçlar, yapımçı kuruluş maliyetleri üzerinde proje boyutundan çok, bakım düzeyi ve üstyapı durumunun etkili olduğunu göstermiştir. Kullanıcı maliyetleri için ise, seyahat mesafesi ve üstyapı performansının en önemli etkenler olduğunu belirlemişlerdir.

Carnahan vd. (1986), üstyapı bozulmaları için optimal bakım kararlarını elde etmek için bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntemi, beklenen bakım maliyetini minimize ederken üstyapı performans gereklerini de yerine getirecek şekilde tasarlamışlardır. Optimizasyon için,

Markov modelini kullanmışlardır. Örnek veriler kullanarak modelin kullanılabilirliğini göstermişlerdir.

Markov vd. (1987), üstyapı bakım ve rehabilitasyonu için dinamik kontrol kuramı geliştirmişlerdir. Bu kuramın, karayolu altyapısını yönetmek için çok etkili bir yöntem olduğunu ispatlamışlardır. Bu kuram, dinamik amaç fonksiyonu ve dinamik kısıtlar açısından üstyapı bakımı ve rehabilitasyonunu biçimlendirmiştir.

Lytton (1987) çalışmasında, üstyapı performans tahmini ve modellemesi kavramlarını tanımlamıştır. Ayrıca tahmin modellerini gruplandırarak kısaca özelliklerinden bahsetmiş, performans modelinin geliştirilmesi ve kullanımı için kullanılan yöntemleri özetlemiştir. Ayrıca, performans modellerinin kısıtlarından da bahsederek ağ ve proje düzeyindeki kullanımını açıklamıştır.

Jackson (1989), Washington eyaletinde uygulanan ÜYS çalışmasını tanımlamıştır. Dört bilgisayar programı kullanarak geliştirdiği sistemde, hem yıllık hem de 6 yıllık rehabilitasyon projeleri için en maliyet etkili stratejinin önerilmesini sağlamak amacıyla karar vericiler için bir öncelik rehberi elde edilmektedir. Veri dosyalarının açılması, veri işleme programlarının çalıştırılması, rehabilitasyon optimizasyon programlarının işletilmesi ve Washington eyaletinin üstyapı yönetiminde nasıl kullandığını tartışmıştır.

Hajek ve Phang (1989) çalışmalarında, mevcut bütçeye göre en iyi bakım uygulamasını seçmeyi amaçlamışlardır. Proje stratejilerinin formülasyonu, fon gereksinimlerinin değerlendirilmesi ve önceliklerin belirlenmesi amacıyla, Stanford'taki 75 kesime ait verileri kullanmışlardır. Çalışmalarının ana bileşenini, her bir bireysel üstyapı yönetim kesimi için üstyapı bakım veya onarım stratejisinin önerildiği eylem planı olarak tanımlamışlardır. Hazırladıkları bu eylem planını, bölgesel çalışanların deneyimleri ile ilişkilendirmişlerdir.

Toplam üstyapı ağında maksimum faydayı elde etmek için optimizasyon yöntemi olarak lineer programlama yöntemini kullanmışlardır. Farklı optimizasyon amaçları ve farklı bütçe kısıtlarının etkisini değerlendirmek için duyarlık çözümlemesini yapmışlardır.

Ramaswamy ve Ben-Akiva (1990) çalışmalarında, üstyapı verilerinden üstyapı bozulmasının tahmin edilmesi için geleneksel yöntemleri kullanmışlardır. Genel olarak kullanılan yöntemleri özetleyip örnek bir çalışmada kullanarak sonuçları karşılaştırmışlardır. Ayrıca bakım planlamasında performans tahmin modellerinin öneminden bahsetmişlerdir.

Tavakoli vd. (1990), çalışmalarında, küçük toplumlar için bir Üstyapı Yönetim Sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistem yedi modül içermektedir: (1) Envanter, (2) Bozukluk incelemesi, (3) Bakım/Rehabilitasyon, (4) Birim maliyetler, (5) Bozulma oranları, (6) Öncelik oranlaması ve amaçlar, (7)Yedekleme. Geliştirdikleri modelin kolay kullanılabilir ve uygulanabilir olduğunu göstermişlerdir.

Uzun (1990), verilen herhangi bir karayolu kesimi için bakım veya onarım stratejisinin seçiminde kullanılacak bir yazılım geliştirmiştir. Programa girdi olarak, bozulma tipi ve ölçümü, üstyapının fiziksel özellikleri, trafik yükleri ve yapısal kapasite ile çevresel etkenler olarak seçmiştir. Çıktı olarak, herhangi bir zamandaki hizmet yeteneği ve beklenen ömür, maliyetler, bakım veya onarım stratejilerini seçmiştir. Programı ayrıca, AASHTO 86 parametrelerini kullanarak, yeni bir üstyapı tasarımı da yapmaktadır. Yeni üstyapı tasarım çıktıları, inşaat için tüm tasarım parametreleridir.

Fwa ve Sinha (1991), farklı üstyapı performans düzeylerinin maliyet ölçümü için iki yaklaşım önermişlerdir. İlk yaklaşım, çeşitli stratejilerin tüm üstyapı performansındaki farklılıklarını karşılaştırmak için, üstyapı performans kalitesi olarak isimlendirilen bir performans ölçümü kullanmışlardır.

Diğer yaklaşımda ise, ölçülebilir faydalar ve üstyapı hizmet yeteneği değerleri arasında bir ilişki kurmaya çalışmışlardır. Sayısal bir örnek, ekonomik çözümleme içindeki üstyapı performans düşüncesinin ömür-döngü maliyet çözümlemesinde önemli miktarda etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Sonuçta, üstyapı performansı ile ekonomik çözümlemenin birleştirilmesinin farklı üstyapı stratejilerinin daha iyi değerlendirilmesini sağlayacağını belirlemişlerdir.

Fwa ve Chan (1993), karayolu üstyapı bakım gereksinimlerinin öncelik ataması için yapay sinir ağları yönteminin kullanımını göstermişlerdir. Test sonuçları, yapay sinir ağlarının ağ düzeyinde öncelik oranlaması için karayolu yapımçı kuruluşları tarafından kullanılabileceğini göstermiştir.

Ayvalık (1996), 1993 yılında Pavement Management System Limited şirketi ile Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yapılan pilot çalışmanın sonuçlarını çözümlenmiştir. Pavement Management System Limited tarafından önerilen tamsayı programını (integer programming) modifiye ederek kullanmıştır. Beş yıllık programlama periyodu için sekiz farklı rehabilitasyon seçeneğini çözümlenmiştir. Performans tahmin modelini AASHTO 86'dan almıştır. Matematiksel modeli, maliyet verimlilik sayısını maksimize etmeyi amaçlamaktadır. Bir optimizasyon programı olan LINDO ile kendi modelinin sonuçlarını karşılaştırmış, sonuçta kendi modelinin üstyapı onarım projelerinde kullanılabileceğini göstermiştir.

İyınam (1997) çalışmasında, ÜYS'nin tanımlamasını yapmış, ana hatları ile teknolojik gelişimi üzerinde durmuştur. Ayrıca, Türkiye'de ÜYS planlaması ve örnek çalışma yürütülmesi konusunda bilgi vermiştir. Düzgünlük ölçümü yapılan 18 bölge dikkate alınarak Türkiye koşullarında mevcut parametreler (trafik-sıcaklık) ve ölçülen düzgünlük değerleri kullanılarak, üstyapı performans tahmin modellemesi ve buna bağlı olarak üstyapı iyileştirme programının oluşturulması ile ilgili bir yöntem önermiştir.

Owusu-Ababio (1998), üstyapı çatlak tahmini için yapay sinir ağı modeli geliştirmiştir. Çatlak alanı tahmini için, üstyapı yaşı, yüzey kalınlığı ve eşdeğer dingil yükü sayısını girdi olarak kullanmıştır. Ayrıca bir, iki ve üç gizli tabakalı yapay sinir ağı modeli kullanmıştır. En iyi modelin tek gizli tabakalı model olduğunu belirlemiştir. Jahren vd. (1998), Iowa eyaletindeki asfalt projelerinde yeniden kullanılan soğuk asfaltın performansını değerlendirmişlerdir. Performans değerlendirmesi için sürüş puanı ve Üstyapı Durum İndeksi (PCI) hesaplamışlardır. Gelecek performans tahmini için ise regresyon çözümlenmesi yapmışlardır. Düşük hacimli yollarda yirmi beş ile elli yıl arasında hizmet ömrü tahmin etmişlerdir. Bu performansları nedeniyle, düşük hacimli yollarda rehabilitasyon için yeniden kullanılan soğuk asfaltı önermişlerdir.

Otto ve Ariaratnam (1999), performans ölçüm sistemlerinin genel kuramlarını açıklamış ve karayolu bakımında bu kuramların uygulamalarının örneklerinden bahsetmişlerdir.

Attoh-Okine (1999), esnek üstyapı performansını tahmin etmek amacıyla eğitilen yapay sinir ağları algoritmalarında momentum ve öğrenme oranının etkisini göstermek için, gerçek üstyapı durumu ve trafik verilerini kullanmıştır.

Pan vd. (1999), Çin için bir ağ düzeyi üstyapı yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri ağ düzeyi üstyapı yönetim sistemi, üstyapı durum değerlendirmesi, performans tahmini, bakım gereksinim çözümlemesi ve bütçe ataması verilerini kullanmaktadır. Üstyapı durum değerlendirmesi için, üstyapı durum indeksi (PCI), sürüş konforu indeksi (RCI) ve üstyapı kalite indeksi (PQI) kullanmışlardır. Üstyapı performans tahmini için ise S şekilli basit lineer eğri kullanmışlardır. Bakım gereksinimlerini belirlemek için fayda/maliyet çözümlemesi yöntemini kullanmışlardır.

Gulen vd. (2001), 1999 ve 2000 yıllarına ait verileri kullanarak farklı üstyapılara sahip şehir içi ve şehirlerarası yollar için regresyon modelleri geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri model düzensizlik göstergesi olan IRI değerini üstyapı yaşına ve YOGT (Yıllık Ortalama Günlük Trafik) değerine bağlı olarak tahmin etmektedir. Genel olarak buldukları regresyon katsayısı ( $R^2$ ) 0,50 civarında olmuştur.

Sundin ve Braban-Ledoux (2001) üstyapı mühendisliği alanında, 1980'lerden itibaren kaynaklardaki yapay zeka esaslı uygulamaları araştırmışlardır. Karşılaştıkları uygulamaların özellikle üstyapı yönetimi alanında yoğunluk gösterdiğini farketmişlerdir. Bu uygulamaların da daha çok üstyapı gereksinimlerinin belirlenmesi ve bakım yönteminin seçilmesi konusunda olduğunu belirlemişlerdir. Kullanılan yapay zeka yöntemlerinin ise, uzman sistemler, yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritma ve melez (hybrid) sistemler olduğunu görmüşlerdir.

Ay, 2001, Antalya kentinde bulunan devlet yollarının güncel üstyapı ve yüzey durumlarını araştırmıştır. Değişik performans ölçütleri altında yol kesimlerini incelemiş, mevcut durum

çözümlemesi yapmış, gözlem ve fotoğraflama yöntemi ile üstyapıdaki bozulmaları tespit etmiştir. İncelediği 3 devlet yolundan yüzey bozulmalarının dağılımı ve miktarı ile YOGT değeri en fazla olan güzergah için üstyapı yönetim sistemi oluşturmuştur.

Attoh-Okine (2002), çalışmasında üstyapı performans modellemesinde yapay sinir ağları ve düzgünsüzlük uygulamalarını birleştiren bir model geliştirmiştir. Geliştirdiği modelde, düzgünsüzlük verilerini yapay sinir ağı modeli için girdi olarak kullanmıştır. Modelin örnek uygulaması için Kansas Department of Transportation'dan alınan gerçek veriler kullanılmıştır.

Madanat vd. (2002), çalışmalarında öncelikle AASHO (American Association of State Highway Officials) yol deneyi ile toplanan verileri mevcut kaynaklardaki modeller kullanılarak analiz etmişlerdir. Daha sonra, esnek üstyapıların optimum tasarımını belirlemek için ekonomik optimizasyon ilkelerinin kullanımını göstermişlerdir. Son olarak ta, bu modelleri birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta AASHO modelinin, olasılıklar kuramına göre daha düşük ömür döngüsü maliyeti verdiğini bulmuşlardır.

Tsunokawa vd. (2002), üstyapı tasarım standartlarının gelişmekte olan ülkeler ile sanayileşmiş ülkeler arasında farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Aynı tasarım standartlarını kullanmanın başlangıç inşaa maliyeti ile sonraki bakım maliyetleri arasındaki ve yapımca kuruluş maliyetleri ile kullanıcı maliyetleri arasındaki farklı ticari ilişkiler nedeniyle ekonomik olmadığını göstermişlerdir.

Prozzi ve Madanat (2003), trafik karakteristikleri, üstyapı yapısal özellikleri ve çevre şartlarının bir fonksiyonu olan üstyapı performansını tahmin etmek için bir devirlineer model geliştirmişlerdir. Modelin tahmin hatasının, mevcut lineer modellerin hatalarının yarısı kadar olduğunu göstermişlerdir. Geliştirdikleri model, geleneksel olarak kullanılan değerlerden farklı olarak farklı dingil konfigürasyonları için eşdeğer yükleri tahmin edebilmektedir.

Herabat ve Songchitruksa (2003), mevcut Tayland karayollarında bakım ve rehabilitasyon uygulaması seçiminde mühendislik yargılarının kullanılması nedeniyle tutarsızlık ve etkisizlik problemlerinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Bu problemin üstesinden gelmek için, esnek üstyapı bakım ve rehabilitasyon uygulaması seçiminde kullanılmak üzere Tayland Üstyapı Bakım Karar Destek Sistemini geliştirmişlerdir. Bu sistemin, hem veri tabanı yönetim sistemleri hem de bakım karar modellerini birleştirdiğini belirtmişlerdir. Sistemin ana bileşenlerini, Envanter Modülü, Alan İnceleme Modülü, Bozukluk Açıklama Kolaylığı ve Rapor Modülünden oluşturmuşlardır. Geliştirdikleri sistemi gerçek deney değerleri ve uzman yargıları ile karşılaştırmış ve doğrulamışlardır.

Abaza vd. (2004), üstyapı bakım ve rehabilitasyon işlerini planlamak ve takvimlendirmek için bir üstyapı yönetim sistemi tasarlamışlardır. Geliştirdikleri sistemde, üstyapı bozulmalarını tahmin etmek için Markov modeli kullanılmıştır. Bu sistemde, üstyapı aday projelerinin seçimi için iki yaklaşım kullanmıştır. İlk yaklaşım aynı durumdaki üstyapı kesimlerinin rasgele seçimini esas alırken, ikinci yaklaşım ise aynı durumdaki üstyapılardan en kötüsünün seçimini dikkate alır. Optimizasyon işleminde, penaltı fonksiyon yöntemi ve üniform araştırma yöntemi olmak üzere iki farklı optimizasyon yöntemi kullanmışlardır.

Uzan (2004) çalışmasında, esnek üstyapılardaki kalıcı deformasyonun değerlendirilmesi için mekanistik-ampirik bir model geliştirmiştir. Bu model, oransal malzeme özelliklerini kullanmaktadır ve analiz aracı olarak da kullanılabilir. Geliştirdiği yöntem, basit yaklaşımları ve lineer elastik ile nonlinear sonlu eleman yaklaşımlarını karşılaştırabilir. Ayrıca önerdiği yöntem, tüm tasarım periyodunda her saatteki gerçek sıcaklık dağılımını kullanmaktadır. Bunun yanında, iyi tasarlanmış üstyapılardaki tekerlek izi derinliğini de hesaplayarak değerlendirebilmektedir. Yazar, farklı koşullar altındaki üstyapı tepkilerinin sonuçlarının beklenen aralıkta olduğunu ifade etmiştir.

Kulkarni vd. (2004), üstyapı projelerinin seçimi ve önceliklerini belirlemek için gereksinim esaslı bir metodoloji geliştirmişlerdir. Bu yaklaşım, geleneksel fayda/maliyet çözümlmesine etkili bir seçenek olan çok nitelikli bir gereksinim fonksiyonunun geliştirilmesini esas almaktadır. Fayda/maliyet çözümlmesinin sabit bir bölgedeki proje Seçeneklerinin küçük bir miktarını değerlendirmede yararlı olabilirken, büyük ölçekli karayolu inşaat programlarında uygulandığında büyük sınırlılıklara sahip olduğunu ifade etmişlerdir.



Yazarlar çalışmalarında, fayda/maliyet çözümlemesinin pratik sınırlılıklarını ve bu sınırlılıkların üstesinden nasıl bir gereksinim tabanlı yaklaşım ile gelinebileceğini tartışmışlardır. Kansas'ın şehir karayolu yatırım programı için gereksinim tabanlı yaklaşımın başarılı bir uygulamasını da tanımlamışlardır.

Lee ve Russell (2004) çalışmalarında, panel verilerini kullanarak asfalt betonu üstyapının ve inşaat karakteristikleri ile düzgünlük arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Birkaç panel modeli geliştirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda, rasgele etkili modelin en iyi tahmin sonucunu verdiğini görmüşlerdir. Ayrıca, bazı üstyapı ve inşaat karakteristiklerinin üstyapı düzgünlüğünü önemli ölçüde etkilediğini belirlemişlerdir.

Chen vd (2004), trafik yükleri altındaki üstyapının tüm tabakalarının tekerlek izi derinliği ve yığılımlı plastik gerilmelerindeki artışlar nedeniyle oluşan malzeme özelliği değişimini belirlemek amacıyla bir mekanistik ampirik model geliştirmişlerdir. Ayrıca, kalıcı deformasyonu tahmin etmek amacıyla tekerlek izi modeline girdi olan üstyapı tepkilerini hesaplamak için üç eksenli dinamik sonlu eleman simülasyonu yapmışlardır. Çalışma sonucunda, geliştirdikleri mekanistik ampirik modelin tekerlek izi tahmininde tutarlı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

### 3.ÜSTYAPILARIN TANIMI

Karayollarında trafik yüklerini taşımak ve bu yükü taban zemininin taşıma gücünü aşmayacak şekilde taban yüzeyine dağıtmak üzere altyapı üzerine inşa olunan ve alt temel (temel altı) ile temel ve kaplama tabakalarından oluşan kısmı üstyapı olarak adlandırılır.

Bir karayolu üstyapısı, değişik tabakalardan oluşur. Bu tabakalar, proje ömrü boyunca emniyetli bir şekilde ve her türlü iklim koşulları altında hizmet verebilmelidir. Üstyapılar genel olarak iki temel sınıfa ayrılabilir. Bunlar, esnek üstyapılar ve rijit üstyapılardır (beton yollar). Bu iki temel sınıflandırmanın dışında kompozit ( esnek ve rijit tabakalara sahip ) üstyapılar da bulunmaktadır.

#### 3.1 ESNEK ÜSTYAPILAR

Bitümlü kaplama tabakalarıyla oluşturulan üstyapılara “esnek üstyapı” denir. Esnek üstyapı, tesviye yüzeyiyle sıkı bir temas sağlayan ve trafik yüklerini; kaplama, temel ve alt temel tabakaları yoluyla taban zeminine dağıtan bir üstyapı şekli olup stabilitesi; adezyon, tane sürtünmesi ve kohezyon gibi kullanılan agrega ve bitümlü bağlayıcının özelliklerine bağlıdır.

Bir karayolu üstyapısı, trafiği güvenli olarak ve ekonomik bir şekilde taşımak zorundadır. Güvenli olarak taşıma, araç tekerleği ile üstyapı yüzeyi arasındaki sürtünme ile sağlanır. Ekonomi ise yapım sırasında kullanılan malzemelerle, işletme ve taşıt maliyetleri ile ilgilidir.

Bir esnek üstyapı, aşınma tabakası, temel tabakası ve alt temel tabakalarından oluşur ve üstyapının üst kısmından taban zeminine inildikçe, tabakalarda kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri, kaliteleri düşer. Bu tabakalanma durumunu belirleyen proje ömrü, trafik hacmi, mevcut malzeme durumu ve taban zemini dayanımı gibi kriterler göz önünde bulundurulmaktadır. Bir esnek üstyapıda en üstteki tabaka kaplama tabakasıdır. Bu tabaka aşınma ve binder olarak iki kısımda oluşur. Bu tabakanın trafiği emniyetli ve konforlu bir şekilde geçirebilmesi için yeterli pürüzlülükte üniform bir yuvarlanma yüzeyine sahip olması gerekir. Ayrıca aşınma tabakalarının, taşıtlardan su sıçramasını ve yol yüzeyindeki küçük havuzcukların oluşmasını önlemek için drenaj tesislerine de sahip olması gereklidir. Aşınma tabakasında binder tabakasına göre daha ince malzeme kullanılır (Umar ve Açar 1991).

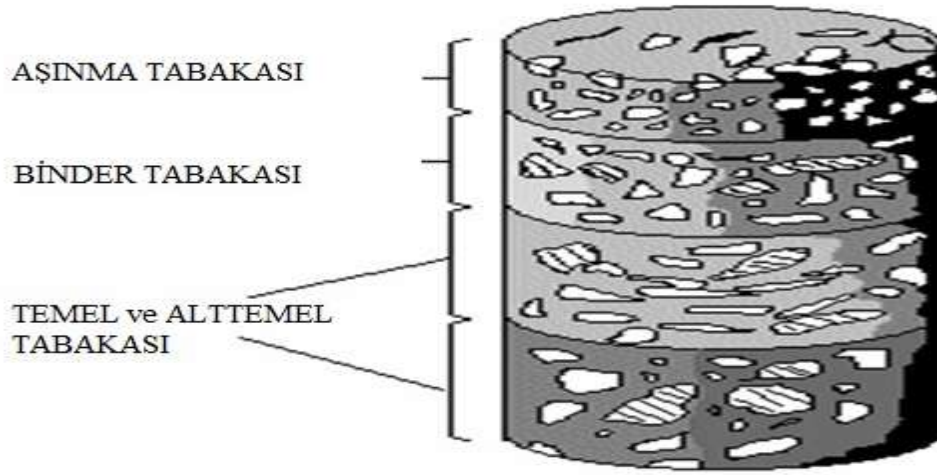
Esnek üstyapılar, çekme dirençleri fazla olmayan malzemelerden yapılmış alt temel, temel ve kaplama tabakalarından oluşur. Trafik yüklerinin bu tabakalardan geçerek taban zeminine iletilmesi, zemin içindeki klasik yük dağılışı gibidir. Yani tekerlek yükleri altında esnek üstyapı deforme olur ve her tabaka, üzerine gelen yükü bir alttakine biraz daha yayarak iletir. Böylece, taban zeminine ulaşan yük kısmen büyük bir alana yayılmış olur. Esnek üstyapıda oluşan gerilmelerin değeri yolun en üst tabakasından alta inildikçe düştüğü için, kullanılacak malzemelerin mekanik özellikleri de bu gerilme dağılışına uygun olarak seçilir. Bitümlü karışımlardan, asfalt betonundan yapılan kaplama tabakası, trafiğin ve iklimin bozucu etkilerine doğrudan doğruya maruz kaldığı için, yüksek elastisite modülü, kaymaya direnç yanında geçirimsizlik özelliğine de sahip bulunmalıdır. Esnek üstyapılar iyi projelendirilmezse; aşağıdaki iki nedenden biri yolun tahrip olmasına sebep olur.

\* Taban zemininde veya yol üstyapısını oluşturan tabakaların birinde meydana gelen gerilmelerin, malzemenin sınır gerilme değerlerini aşması ve iç dengenin bozulması ile ortaya çıkan kaymalar.

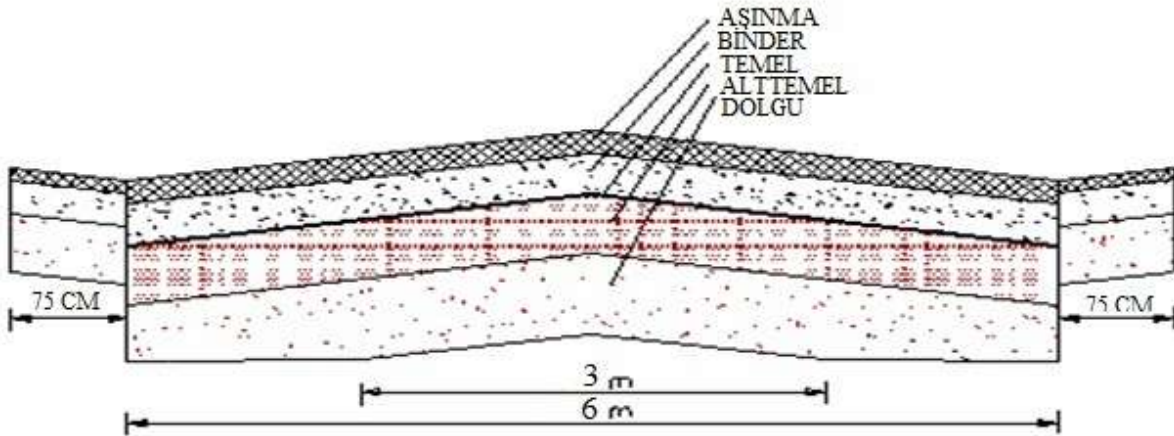
\* Taban zemininde veya yol üstyapısı tabakalarının birindeki yüksek basınç gerilmeleri ve rutubet oranındaki önemli değişimler altında oldukça büyük oturmaların ortaya çıkması, üst tabakaların oturmalara uymaması sonucunda oluşan çatlaklar, kopmalar.

Aşınma tabakasının altında, üstyapının oturduğu doğal zemin olan taban zeminin koruyan temel tabakası bulunur. Temel tabakası bir veya birden fazla tabakadan oluşabilir. Temel tabakasının asıl görevi taşıtların geçişlerinden dolayı gerilmeleri taban zemininin taşıma gücü sınırları içinde yaymaktır. Temel tabakası duruma göre çimentolu veya bitüm bağlayıcı karışım, stabilize edilmiş veya dikkatle seçilmiş granüler malzeme olabilir. Trafik hacminin yüksek olduğu kesimlerde bitümlü karışımlar daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Esnek üstyapı tabakaları Kaplama, Temel, Alt temel, Taban zemininden oluşmaktadır (Şekil 3.1.1).

Ayrıca üstyapı enkesiti de (Şekil 3.1.2.) de gösterilmektedir. Esnek üstyapıların dizaynında platform genişliği, banket genişlikleri, hendek ve şevler oldukça önemli bir yer teşkil etmektedir.



**Şekil 3.1.1: Tabakalar**



**Şekil 3.1.2: Kesit**

Esnek üstyapılar iki ana başlık altında incelenebilir;

- 1 – BSK ( Bitümlü Sıcak Karışım ) Kaplamalı Üstyapılar,
- 2 – Sathi Kaplamalı Üstyapılar.

### 3.1.1 BSK Kaplamalı Esnek Üstyapılar

Kaba ve ince agreganın bitümlü bağlayıcılarla özel asfalt hazırlama tesislerinde karıştırılarak hazırlanıp, sıcak olarak uygulanmasına denir. Kalitesi yüksektir ve yüksek trafik hacmi altındaki yollarda uygulanır. Seyir konforu oldukça yüksektir. Trafik yüklerine ve zemin özelliklerine bağlı olarak çeşitli kalınlıklarda BSK kaplamalı üstyapılar kullanılmaktadır.

Bunlar genellikle gradasyon özelliklerine göre bitümlü temel, binder ve aşınma tabakaları olarak uygulanmaktadır.

Asfalt yollar taban zemini üzerine oturan alttemel, temel ve bitümlü kaplama tabakalarından meydana gelir. Taban zemini tesviye yüzeyi altında kalan yarma veya dolgularda üst yapıyı taşıma gücüne etkisi olabilecek bir derinliğe kadar devam edecek malzemedir. Alttemel taban zemini üzerine inşa edilen kaplama ve temelden gelen trafik yüklerini taban zeminine taşıyan belirli bir granüle malzemedен oluşan üst yapı tabakasıdır. Temel, alttemel veya taban zemini üzerine hesaplanan bir kalınlıkta inşa edilen, kaplamadan gelen yükleri taşımak ve yaymak, drenajı sağlamak ve don etkisini azaltmak gibi görevleri bulunan üst yapı tabakasıdır.

Kaplama tabakası, üst yapının en üst tabakası olup genellikle yüzey kaplamalarından oluşur ve trafiğin aşındırmasına ve iklim koşullarının ayrıştırma etkisine karşı koyar.

### **3.1.2 Sathi Kaplamalı Esnek Üstyapılar**

Sathi kaplama, yol yüzeyine ince bir film halinde asfalt veya katran veya ikisinin karışımını sermek, sonra bunun üstünü tabaka halinde agrega ile örtmek suretiyle yapılan bir kaplama şeklidir.

Sathi kaplamalar ağır trafikli anayollardan, günde birkaç vasıta taşıyan sokaklara kadar her çeşit yolda başarı ile kullanılabilir. Bu kaplamalar ucuzdur ve yapımları kolaydır. Ancak, kaplamanın uzun ömürlü olması için kontrolün iyi yapılması gerekir.

Sathi kaplamalar üç gruba ayrılır:

- Tek tabaka bitümlü sathi kaplama,
- Çift tabaka bitümlü sathi kaplama,

## **3.2 RİJİT ÜSTYAPILAR**

Rijit üstyapı; kaplama tabakası, kum, iri agrega, portland çimentosu ve su karışımından oluşan tek veya iki tabaka halinde dökülen bir üstyapı tipi olup gerektiğinde granüler bir kaplama altı tabakası da kullanılabilir. Rijit üstyapıda yük büyük oranda elastik temel üzerine oturan plak tarafından karşılanmaktadır.

Şehir içi yollarda orta ve ağır trafik yoğunluğu olan yollarda kullanılan kaliteli bir kaplama tipidir. Yol kaplaması olarak betonun görevi trafikten gelen şiddetli tekil yükleri tabana iletmek fakat tabanında deforme olmamasını sağlamaktır. Bu ise büyük ölçüde taban zeminine ve rijit üst yapıda kullanılan malzemelerin özelliklerine bağlıdır. Rijit üst yapılar genellikle taban zemini üzerine atılan 20-25 m2 büyüklüğünde beton plaklardan oluşmaktadır.

### **3.3 KOMPOZİT ÜSTYAPILAR**

Kompozit üstyapılar esnek ve rijit üstyapıların aynı enkesitte kullanılması yöntemiyle oluşturulurlar. Genellikle temel ve alttemel kısımları aynı olmak kaydı ile oluşturulan bir rijit kaplama zemini üzerine ulaşım konforunun arttırılması amacıyla esnek bir üstyapı kaplamasının uygulanması ile inşa edilir. Bu sayede dayanıklılık ve konfor etkenlerinin ön plana çıkarılması amaçlanır. Yüksek taşıma gücü kapasitesini sağlar.

Özellikle zemin taşıma gücünün zayıf olduğu kesimlerde, zemin iyileştirme amacıyla beton temeller yapılmakta ve üzerine BSK uygulaması yapılmaktadır.

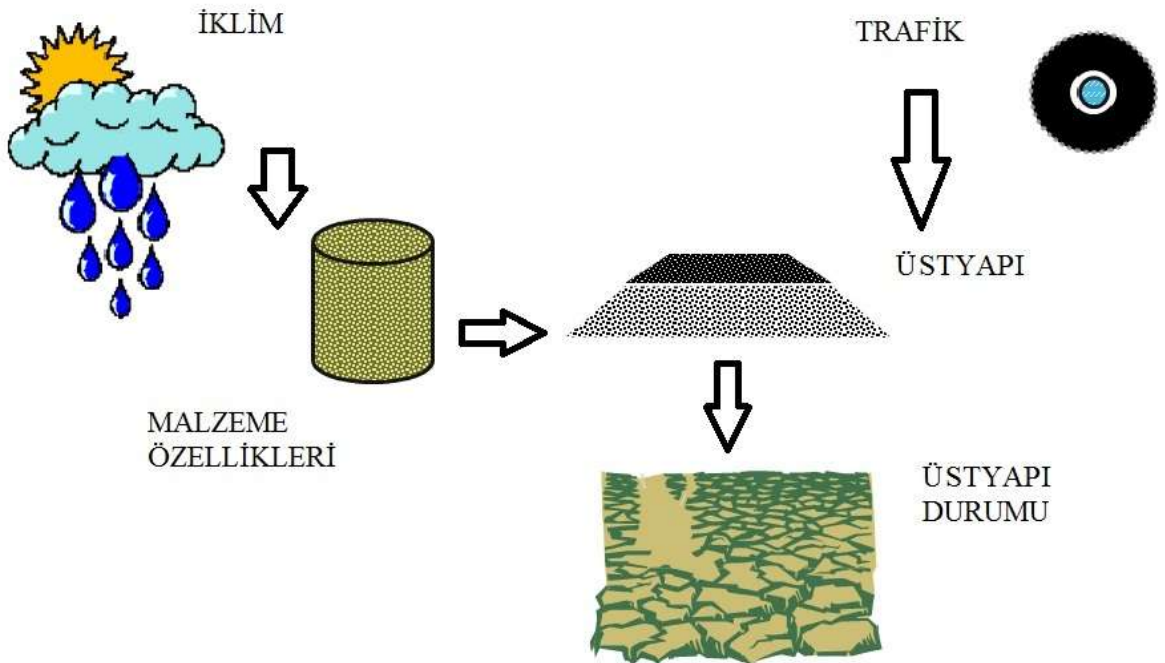
## 4. ÜSTYAPIDA OLUŞAN BOZULMALAR ve TAMİR YÖNTEMLERİ

Üstyapı proje ömrünün ilerlemesi ve trafik yükü, çevresel etkenler, iklim şartları, doğal etkenler vb. nedenlerle zamanla yıpranarak eskir. Bu bozulma ve deformasyonları bsk kaplamalı ve sathi kaplamalı yollarda inceleyeceğiz.

Birçok üstyapı kuruluşu yetki alanları içindeki üstyapıların durumunu görmek için periyodik olarak bozulma anketleri yapar. Bozulma anketleri çeşitli tiplerde, önem derecelerinde ve yoğunlukta bozulmaların boyutları ölçülerek yapılır. Kullanılan yöntemler arasında farklılıklar olsa da genellikle ölçülen faktör veya bileşenler bakımından birbirleriyle benzerlik gösterirler. Ölçülen bu faktörler şu şekilde sınıflandırılabilir:

1. Yüzey kusurları,
2. Sürekli deformasyonlar,
3. Çatlaklar,
4. Yamalar,

### ÜSTYAPI BOZULMA MEKANİZMASI



Şekil 4.1: Üstyapı Bozulma Mekanizması

Günümüzde kullanılan üstyapı yüzeyi bozukluğu tanımlama kılavuzu örnekleri kullandıkları bir takım parametrelerle birlikte Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1: Uzun Dönemli Üstyapı Performans Çalışması Bozulma Klavuzu**

Kılavuz	Yoğunluk düzeylerinin değerlendirilmesi	İnceleme tekniği	Örnek alan tanımlama	Ölçüm bilgileri	Üstyapı durum göstergesi
<b>Austroroads (1987)</b>	Yalnızca fotoğraflar	Veri kodlama	Yok	Birimler	Yok
<b>SHRP (1993)</b>	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Veri sayfaları	Yok	Birimler ve oranlar	Yok
<b>ASTM (1999)</b>	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Veri sayfaları	Var	Birimler ve oranlar	PCI
<b>Mn-DOT (2001)</b>	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Yok	Yok	Birimler	Yüzey Oranlama
<b>FHWA (2003)</b>	Sayısal değerler ve/veya tanımlama	Veri sayfaları	Yok	Birimler ve oranlar	Yok

Amerika’da 1993 yılında tamamlanan Stratejik Yollar Araştırma Programı (Strategic Highway Research Program – SHRP) tarafından yürütülen LTPP çalışması sonucunda oluşturulmuş bozulma tanımlama kılavuzunun bozulma sınıfları Tablo 4.2.’de görülmektedir.

**Tablo 4.2: LTPP Bozulma Sınıflandırmaları (Miller J. ve Bellinger W., 2003)**

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



ASTM tarafından 1991 yılında standart olarak yayınlanmış ve PAVER sisteminin kullandığı bozulma tanımlama kılavuzu Tablo 4.3’de görülmektedir.

**Tablo 4.3: ( PAVER Bozulma Klavuzu )**

Kod	Bozulma	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi Tanımlama	Bozulma Nedeni
01	Timsah Sırtı Çatlak	Metre kare	Evet	Yük
02	Kusma	Metre kare	Evet	Diğer
03	Blok Çatlak	Metre kare	Evet	İklim
04	Kabarma ve Oturma	Metre	Evet	Diğer
05	Ondülasyon	Metre kare	Evet	Diğer
06	Çökme	Metre kare	Evet	Diğer
07	Kenar Çatlağı	Metre	Evet	Yük
08	Yansıma Çatlağı	Metre	Evet	İklim
09	Kenar/Banket Düşüklüğü	Metre	Evet	Diğer
10	Boyuna ve Enine Çatlak	Metre	Evet	İklim
11	Yama	Metre kare	Evet	Diğer
12	Cilalanma	Metre kare	Hayır	Diğer
13	Oyulma	Sayı	Evet	Yük
14	Demiryolu Geçışı	Metre kare	Evet	Diğer
15	Tekerlek izi	Metre kare	Evet	Yük
16	Toplanma	Metre kare	Evet	Yük
17	Tabaka Kayması Çatlağı	Metre kare	Evet	Diğer
18	Şişme	Metre kare	Evet	Diğer
19	Sökülme ve Ayrışma	Metre kare	Evet	İklim

## 4.1 SIK RASTLANAN BOZULMA TÜRELERİ VE TAMİR YÖNTEMLERİ

### 4.1.1 BSK Kaplamalardaki Bozulma Türleri ve Tamir Yöntemleri

BSK kaplamalarda trafik, iklim ve çevre koşullarından dolayı çeşitli bozulma tipleri meydana gelir. Bu kısımda çeşitli bozulma tipleri ve tamir yöntemleri incelenmiştir.

- Yorulma çatlağı
- Blok kırılma
- Kenar kırılması
- Boyuna kırılma (tekerlek izinde)
- Boyuna kırılma (tekerlek izi dışında)
- Yansıma çatlağı
- Enine çatlak

Yorulma Kırılması (Timsah sırtı çatlak): Tekrarlı trafik yüklerinden dolayı, tekerlek izinde oluşur. Başlangıçta, birbiriyle bağlantılı çatlaklardan oluşur. Çok kenarlı, keskin açılı ve en uzun kenarı 0,3 mt çatlaklardan oluşur.

- Yorulma Kırılması Tamir Yöntemleri: Çatlakları doldurma, takviye tabakası uygulaması veya yeniden yapım yöntemleri uygulanabilir.

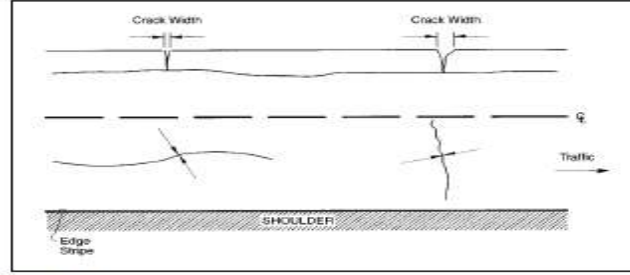
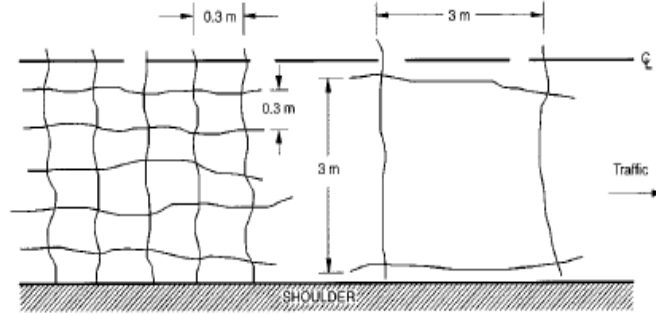


FIGURE 1  
Measuring Crack Width in Asphalt Concrete-Surfaced Pavements

#### Şekil 4.1.1.1: Yorulma Kırılması

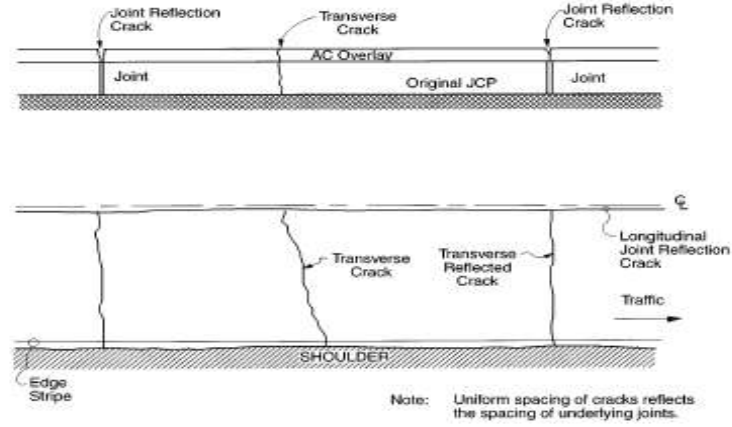
Blok Kırılma: Asfalt kaplama malzemesinin yaşlanması ve büzülmesi, don etkisi ve ağır trafik etkisi ile meydana gelir. Tekerlek izine bağlı değildir. Kaplama yaklaşık dikdörtgen elemanlara bölünür. Dikdörtgen bloklar; 0,1 m<sup>2</sup> ile 10 m<sup>2</sup> arasında değişir.



#### Şekil 4.1.1.2: Blok Kırılma

- Blok Kırılma Tamir Yöntemleri: Seal coat uygulaması (kömür katranı+kum+su karışımı veya asfalt emülsiyonu+kum karışımı), takviye tabakası uygulaması veya yeniden yapım teknikleri uygulanabilir.

Yansıma Çatlağı: Beton yollar üzerine yapılan asfalt betonu takviye tabakasında derzin yol yüzeyine yansımasıdır.



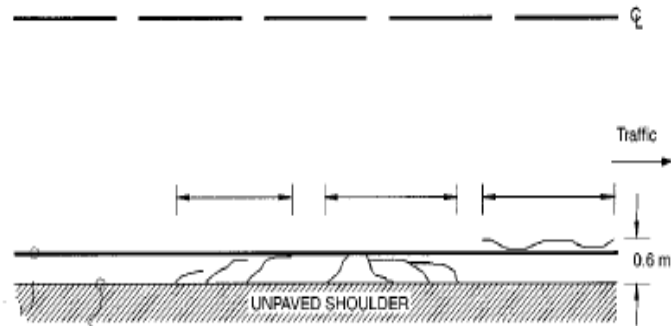
**Şekil 4.1.1.3: Yansıma Çatlağı**

- Yansıma Çatlağı Bozulma Tamir Yöntemleri: Çatlakları doldurma ve seal coat uygulaması, Geogrid uygulaması ve takviye tabakası uygulaması veya Bozulmaları önlemek için daha kalın ve modifiye asfalt ile takviye tabakası uygulaması yöntemleri uygulanabilir.

Enine Çatlak: Kaplama eksen çizgisine dik olarak oluşur. Sıcaklık değişimi ve asfaltın büzülmesi sonucu oluşur.

- Enine Çatlak Tamir Yöntemleri: Çatlak dolgusu, sathi kaplama veya ince takviye tabakası uygulaması yapılabilir.

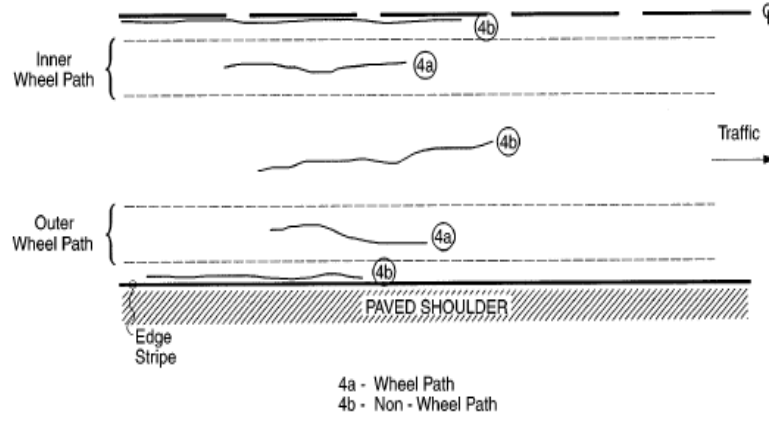
Kenar Kırılması: Kaplamasız banket olması durumunda destek yetersizliğinden, ağır trafik yüklerinden ve drenaj eksiliğinden oluşur. Ay şeklinde çatlaklar veya oldukça sürekli çatlaklar şeklinde kaplamaya doğru 0,6 m ilerler.



**Şekil 4.1.1.4: Kenar Kırılması**

- Kenar Kırılması Tamir Yöntemleri: Çatlakları doldurma ve seal coat uygulaması, takviye tabakası uygulama veya yeniden yapım şeridi genişletme veya banketleri stabilize etme teknikleri uygulanabilir.

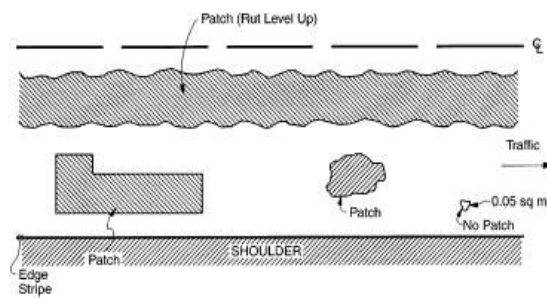
Boyuna Kırılma: Şerit çizgisine paralel olarak oluşan çatlaklardır. Boyuna derz bırakma hatalarından, dolgunun hareket etmesinden, aktif kil taban zemininden, yansımadan kaynaklanabilir.



**Şekil 4.1.1.5: Boyuna Kırılma**

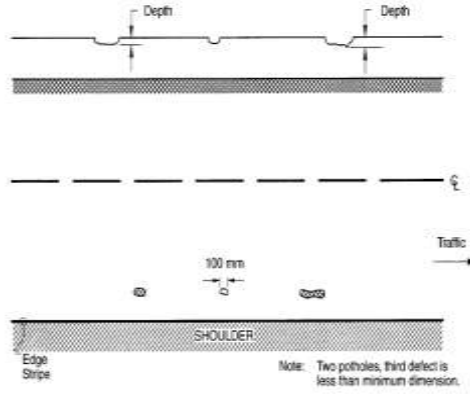
- Boyuna Kırılma Tamir Yöntemleri: Çatlak dolgusu, takviye tabakası, yeniden yapım, kazma ve yeniden kaplama yapma, drenaj iyileştirme teknikleri uygulanabilir.

Yama ve Yama Bozulması: 0.1 m<sup>2</sup> den büyük bir alanın yeniden yapılması veya bir malzeme ilavesi ile doldurma işidir.



**Şekil 4.1.1.6: Yama ve Yama Bozulması**

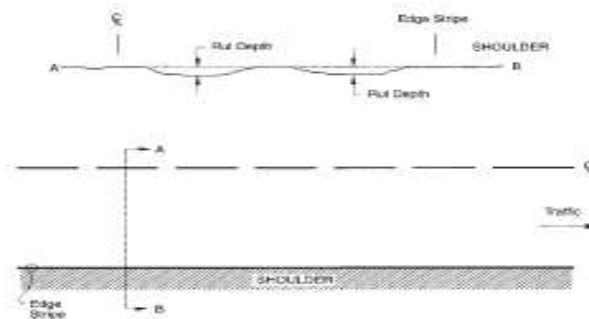
Çukurlar veya Oyuklar: Kaplama yüzeyinde değişik boyutlarda oluşan oyuklar. Genellikle bir bozulma türünün ilerlemesi veya belli bir noktada geçirimsizlik probleminden ortaya çıkmakta veya karışım stabilitesinin düşüklüğü ile ortaya çıkmaktadır. Çukur genişliğinin en az 150 mm olduğu kabul edilir.



Şekil 4.1.1.7: Çukurlar ve Oyuklar

- Çukur veya Oyuk Tamir Yöntemleri: Çukurlar, dikdörtgen formunu alacak şekilde biçimlendirilir ve mevcut kaplama malzemesinden daha kaliteli bir malzeme doldurulduktan sonra sıkıştırılır. Çukur sayısının fazla olması durumunda çukurlar birleştirilerek, beraber büyük yama çalışması gerçekleştirilir. Çukur sayısının ve yoğunluğunun fazla olması durumunda, yeniden yapım düşünülebilir.

Tekerlek İzi Derinliği: Tekerleğin hareket ettiği kesimlerde, trafik yükü, karışım stabilitesinin düşüklüğü veya asfalt betonu altındaki tabakaların yeterli kalınlıkta veya dayanımda olmamasından, yüksek sıcaklıklardan, sıkıştırma eksikliğinden dolayı meydana gelir.



Şekil 4.1.1.8: Tekerlek İzi

- Tekerlek İzi Tamir Yöntemleri: Mikrosurfacing (İnce takviye tabakası), freze ile kazıma ve yeniden geri kazanılan asfaltı iyileştirerek serme ve sıkıştırma, takviye tabakası, taban zeminini iyileştirme teknikleri uygulanabilir.

Yığılma veya Toplanma (Shoving): Boyuna yönde genellikle taşıtların durma noktalarında veya ivmeli hareket ettiği kesimlerde oluşur. Tabakaların birbiri üzerinde kaymasından, iki tabaka arasında yeteri kadar bağ oluşmamasından kaynaklanmaktadır.

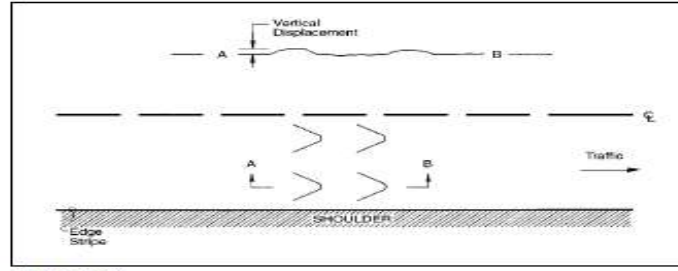


FIGURE 34  
Distress Type ACP 10—Shoving



FIGURE 35  
Distress Type ACP 10—Shoving in  
Pavement Surface

#### Şekil 4.1.1.9: Yığılma veya Toplanma

Kusma veya Terleme (Bleeding): Karışım içerisinde fazla bitümün yüksek sıcaklık nedeniyle ortaya çıkmasından veya kaplama yüzeyindeki agregaların batmasından dolayı, bitümün yüksek sıcaklık etkisiyle erimesi ve yol yüzeyinde kalmasından oluşur. Ayrıca, sıkıştırma yetersizliği ve fazla sayıda ağır taşıt da neden olabilir.

- Kusma veya Terleme Tamir Yöntemleri: Trafik emniyetini artırma geçici olarak kumlama çalışmaları, mikrosurfacing, freze ile kazıma ve takviye tabakası uygulanabilir.

Cilalanma: Trafik etkisi ile agreganın düzeyinin kaygan hale gelmesi ile oluşur.

Dağılma: Kaplamadaki daneciklerin karışımdan uzaklaşarak, rough (kaba) yüzey tekstürünün oluşmasıdır. Genellikle tekerlek izi bölgesinde oluşur ve 30 cm lik alandaki değişim gözlenir. Dikkate alınan kesimin yüzde25 inden azı etkilenmiş ise, dağılma olmadığı kabul edilir. Sıkıştırma eksikliği, homojen olmayan karışım, agrega içerisinde kil varlığı, asfaltın yaşlanmasından dolayı ortaya çıkabilir.

Ondülasyonlar (Corrugations): Karışımda stabilite eksikliği, taşıma gücü düşük taban zemini, trafik ve yüksek sıcaklık etkisiyle meydana gelir.

- Ondülasyon Tamir Yöntemleri: Takviye tabakası, zemin iyileştirmesi veya yeniden yapım teknikleri uygulanabilir.

Kaplamalar arasındaki bağ kopması (Debonding): Tabakalar arasındaki yapıştırma tabakası malzemesinin eksikliği, yetersiz tabaka kalınlığı ve yetersiz sıkıştırmadan dolayı ortaya çıkar.

#### **4.1.2 Sathi Kaplamalardaki Bozulma Türleri ve Tamir Yöntemleri**

Agregaların Cilalanması: Eğer kullanılan mıcır trafik hacmi veya sahada oluşacak gerilmeye karşı düşük PSV (Polished Stone Value) e sahip ise, agrega cilalanır ve düşük kayma sürtünme katasayısına sahip olduğunda ömrünü tamamlamış kabul edilir.Çözüm olarak, cilalanma değeri yüksek mıcırla yeniden sathi kaplama uygulaması gereklidir.

Mıcır Kaybı: Yeniden sathi kaplama uygulamasının bir nedeni de erken mıcır kaybıdır. Nedenleri: Yanlış sathi kaplama tip i seçimi, yapım hataları ve soğuk havalardır.Yapım hataları, normal olarak birkaç ay içinde mıcır kaybı olarak kendini gösterir. Bu durumda yeniden kaplama yerine tamir çalışmaları yapılabilir (etkilenen alan miktarına bağlı olarak) soğuk havalarda, soğuk bitüm, kirli mıcır, frenleme ve ivmelenme, yatay kurbalar veya yön değiştirmenin meydana geldiği kesimlerde oluşabilir.

Çatlama: Çatlama, bitümün sertleşmesi veya aşırı defleksiyonlardan oluşur. Bir kere çatlak oluşuktan sonra, su ,üstyapı tabakalarına girer ve zarar verir. Su ayrıca, temel tabakasında kesme bozulmasına neden olur ve sathi kaplamanın bozulmasını kolaylaştırır. New Zelanda koşullarına göre: Yeniden kaplama ilk yılda yüzde3 den fazla çatlak meydana gelmiş ise gerçekleştirilir. Bitümün oksidasyonu sonucu kırılma meydana gelir. Özellikle donma-çözülme dönemlerinde. Çatlakların kontrol altına alınmaması sonucu oyuklar meydana gelir.

Batma: Mıdır, yumuşak alt tabakaya batmaya zorlanır (trafik etkisiyle),Birden fazla sathi kaplama tabakasının üst üste uygulanması sonucu ve aşırı bitümden dolayı, tabakaların stabilitesinin bozulması. Su buharından dolayı, bitümün yukarı doğru yükselmesinden.

Tabaka Stabilitate Eksikliği: Üst üste sathi kaplama uygulaması sonucu, 40 mm den daha kalın sathi kaplama uygulamalarında aşırı bitüm ile kendini gösterir. Bu durumda, yeniden sathi kaplama yapma periyodu azalır. Anormal bir şekilde rutin bakım maliyetleri artar. Batma, en önemli bozulma mekanizmalarından birini oluşturur.

Kusma veya Terleme: Bitümün yükselmesi veya agregaların yumuşak tabakalara batması sonucu bitümün yüzeyde sıcaklık ekisyle erimesinden ortaya çıkar. Bitüm ortaya çıksa bile sıcaklık düşük olduğu zaman kusma olayı görülmez. Örneğin kış mevsiminde kusma olayı görülmez. Yüzeyde fazla miktara bitüm var ise, water jet ile uzaklaştırılabilir (15 000 psi ile 36 000 psi arasında su basıncı uygulanır).

Ondülasyon: Alttaki tabakalar yeteri kadar sıkıştırılmamışsa veya homojen olarak sıkıştırılmamış ise, ondülasyon problemi ortaya çıkar. Sürüş konforunu olumsuz yönde etkiler. Eğer kısmi bir bölgeyi kapsiyor ise, yüzey silindirlerle uygun geometriye getirilir. Büyük bir kesimi etkilediyse, kesimler uygun geometriye getirildikten sonra, tekrar sathi kaplama uygulaması yapılır.



## 5. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ (ÜYS)

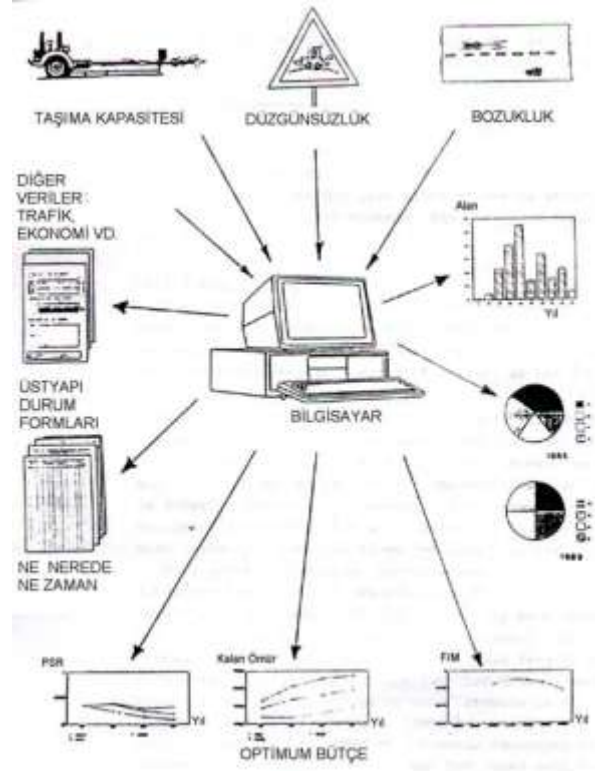
Üstyapı Yönetim Sistemi düzgün emniyetli ve ekonomik üstyapıların oluşturulmasına ve proje ömrü süresince kaynakların en iyi şekilde korunarak onarım ve işletilmesine yönelik uyumlu faaliyetlerin bütünüdür. Üstyapı Yönetim Sistemi Ağ ve Proje seviyeleri olarak iki düzeyde değerlendirilmiştir.

Ağ ve Proje olmak üzere iki düzeyde şehir içi yollar, otoyollar ve hava meydanları gibi üstyapı içeren kesimlerde kurulabilecek bir yönetim sistemi oldukça faydalar sağlar.

Yenileme, bakımve onarım planlarının yapılması ile en ekonomik ve en etkili müdahaleler ile maksimum proje ömrüne ulaşılabilir. Özellikle dünyada ve ülkemizde üstyapı yatırımlarına ayrılan kaynaklar göz önüne alındığında ÜYS nin oluşturulması ile elde edilen faydalar katlanarak artar.

Yönetim sisteminde en yüksek faydayı belirlemek için her yönetim düzeyinde, uygun bilgiler toplanmalı ve periyodik olarak güncellenerek karar kriterleri ve kısıtlar belirlenmeli ve stratejiler oluşturulmalıdır. Alternatif stratejilerin belirlenmesi ile de tüm üstyapı ağı için yaşam döngüsü optimizasyonu geliştirilmelidir.

Bir üstyapı yönetim sistemi sıradan bir iş olmamakla birlikte ilgilenen kuruluşlar bu sistem sayesinde karar vermeyi kolaylaştıracak, verilen kararların sonuçlarını karşılaştıracak ve aynı zamanda doğru yorumlanmasını sağlayarak ideal çözümü yakalayabileceklerdir. Siyasi ve sosyo-ekonomik etkenler düşünüldüğünde sonuçlar bazı rahatsızlıklara yol açabilecektir.



**Şekil 5.1: Bir ÜYS' nin yapısı**

## 5.1 AĞ SEVİYESİ ÜYS

Üstyapı yönetim sisteminin ilk aşamasıdır. Oldukça zaman alıcı ve yanlışıklara neden olabilen ve iyi irdelenmesi gereken bir üstyapı yönetim sistemi aşamasıdır.

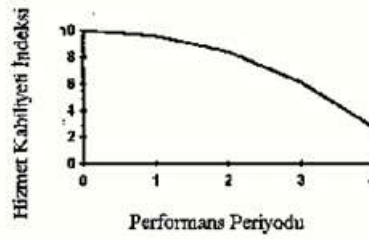
Ağ seviyesinde mevcut yol ağının kesimler halinde incelenmesi ve değerlendirmelere tabi tutulacak verilerin hazırlanması sürecidir. Makro düzeyde bir değerlendirme olup, kesimlerin birbirine göre rölatif değerlendirmesini kapsar. Belirlenen eşik değerlere göre bakıma alınacak kesimler belirlenir. Bakım çalışmaları, koruyucu bakım, tamir ve yeniden yapım çalışmalarını içerir.

Bütçe kısıtları içerisinde onarılacak veya bakımı yapılacak yol kesimlerinin öncelik sıralamasını ve çalışma programını geliştirmek ağ seviyesi ÜYS kapsamında sağlanır.

Ağ seviyesi ÜYS geliştirmek için aşağıdaki çalışmaların yapılması gerekir ;

- Kesimlendirme, verilerin toplanması (düzensüzlük, yüzey bozuklukları, yapısal yetersizlikler, kayma direnci, yolun geometrisi v.b. ve trafik, maliyetler ve diğer veriler) veri işleme,

- Yolların onarım ihtiyacı duyacağı zamanın belirlenmesi, en az hizmet seviyesi, en çok yüzey bozukluğu kriterlerinin tespiti,
- Maliyet analizlerinin yapılması, performans periyodu içerisinde her bölgenin kendine özgü trafik ve çevre koşulları altında zaman içerisindeki bozulma davranışını gösteren eğrilerin ve modellemelerin tespit edilmesi,



**Şekil 5.1.1: Tipik bir performans eğrisi**

- Şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçların belirlenmesi ve bütçe gereklerinin tespiti, birden fazla yol kesiminin en ekonomik ve uygun zamanlama ile onarılmasını mümkün hale getiren ÜYS çalışmalarında, çeşitli ekonomik analiz ve optimizasyonların kullanılması,
- Onarım alternatiflerinin tanımlanması, öncelik sıralaması ve çalışma programının hazırlanması (bakım, onarım ve yenileme), zamanı geldiğinde çeşitli bozulma türlerine göre onarım metodlarının belirlenmesi ÜYS ağ seviyesinde büyük önem taşımaktadır.

### **5.1.1 Kesim Tanımlaması**

Ağ düzeyinde ÜYS için ilk aşama olan kesim tanımlamasında öncelikle mevcut üstyapı sistemindeki yol ağı dallar halinde incelenir. Dallar, genellikle büyük uzunluklara sahip olduğundan, bütün alan veya uzunluk boyunca sabit özelliklere sahip olmayabilir. Bu nedenle, dallar daha küçük kesimlere bölünür. Her bir kesim, ayrı bir bakım ünitesi olarak algılanır.

Kesim tanımlamasında ön plana çıkan faktörler şu şekilde sıralanabilir;

- Üstyapı özellikleri
- Trafik
- Yapım tarihi
- Yol sınıfı
- Drenaj özellikleri ve banketler
- Üstyapı durumu
- Diğer faktörler

**Üstyapı Özellikleri :** En önemli kesim belirleme kriterlerinden biridir. Tüm kesim boyunca üstyapı kompozisyonu (kalınlık, malzeme) üniform olmalıdır. Yapım projeleri dikkate alınarak belirlenebilir. Eğer şüpheler oluşursa, karot numunler yardımıyla veya GPR (Ground Penetration Radar) ile kalınlık belirlenebilir. Bunun yanında tahribatsız testler kullanarak, üstyapı üniformluğu hakkında kararlar verilebilir.

**Trafik :** Trafik hacmi ve yük yoğunluğu kesim boyunca benzer olmalıdır. Eğer, kavşaklar ile karşılaşırsa, trafik hacmi farklı olduğundan farklı bir kesim olarak dikkate alınabilir. Bölünmüş yollarda her bir yön ayrı dikkate alınabilir.

**Yapım Tarihi :** Farklı yapım tarihlerde yapılan yollar, farklı yükleniciler tarafından yapılan yollar farklı kesimlere ayrılır.

**Yol Sınıfı :** Bir dal boyunca, farklı sınıfta yollar varsa; örneğin kollektör yoldan ana artere geçiş gibi, farklı kesimlere bölünür.

**Drenaj Tesisleri ve Banketler :** Drenaj tesisleri ve banketler yolun ömrünü uzatacağından, olmayan kesimlerden ayrılmalıdır.

**Üstyapı Performansı :** Tahribatsız test sonuçlarına göre, üstyapı performansı belirlenir. Performans, çoğu bozulmanın bir göstergesidir. Farklı defleksiyon özelliklerine göre, üstapılar kesimlere bölünür.

### **5.1.2 Üstyapı Envanteri ve Mevcut Durumu**

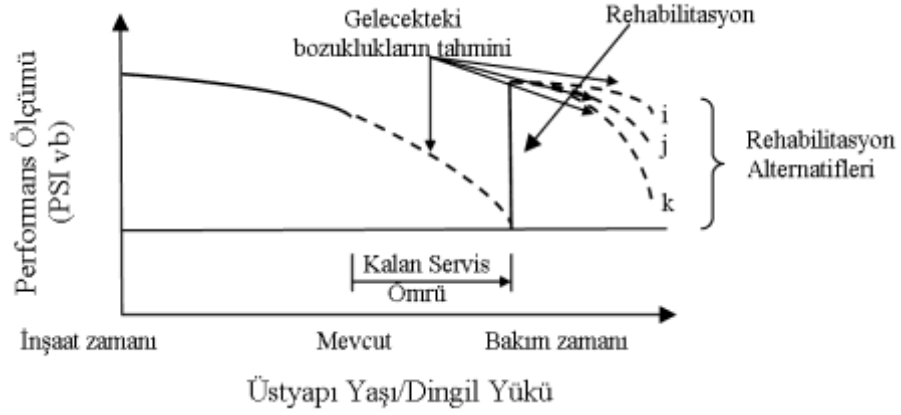
Üstyapı envanteri ve mevcut durumu, üstyapının tanımı, tipi (esnek, rijit vb), yolun sınıfı, yaşın, bozulma tipleri, taşıma gücü kapasitesi ve diğer etkenleri içermelidir. Böyle bir rapor üzerinde istenilen istatistik değerlendirmeler ve grafik gösterimler yapılabilir. Ayrıca kullanıcı isterse sorgulama yapabilmeli, sorgulama sonucunu rapor olarak alabilmelidir. (Shahin, 2002).

Trafik altında, üstyapı performansı ve yapısal kapasite verilerini toplamak çok pahalıdır ve zaman alıcıdır. Ancak bu verilerin toplanması ve saklanması sistem için çok önemlidir. Hemen kullanılmayacak, fakat gelecekte yarar sağlayacağı düşünülen verilerin ekonomik getirileri dikkatli bir biçimde düşünülmelidir. Çünkü gereksiz yere saklanan veriler ciddi veri kirliliğine neden olabilir (Ullidtz, 1987).

### **5.1.3 Performans Tahmini**

Üstyapıların incelendiği tarihte veya daha sonraki bir tarih için üstyapı kesiminin performansının tahmin edilmesi gerekebilir. Belirli bir zaman dilimi için performans eğrileri kullanılarak tahmin yapılabilir. Performans tahmini için çeşitli modellerin gelişmesi üstyapı mühendisleri için önemli bir değişim olmuştur. Bir üstyapı ağındaki kesimler için gelecek yıllardaki durumu tahmin etmek amacıyla, dikkate alınan ölçütlerdeki değişim oranını belirlemek gerekir (Shahin, 2002).

Şekil 5.1.2. bir üstyapı kesiminde gelecekteki bozulma durumuna göre bakım zamanını tahmin etmek için kullanılacak performans eğrisini şematik olarak göstermektedir. Ayrıca aynı şekil, bakım yılında uygulanan rehabilitasyon seçenekleri için bozulma modellerinin uygulamasını gösterir.



**Şekil 5.1.2: Üstyapının Performans Eğrisi**

Şekilde görüldüğü gibi, performans belli bir düzeye düştüğü zaman bakım yapılırsa, performans değeri tekrar yükselir. Ancak, seçilen bakım stratejisine göre farklı performans değerleri elde edilir.

#### 5.1.4 Bütçe Tahmini

Elde edilen verilere göre, makro düzeyde bakım, rehabilitasyon ve yenileme maliyetleri öngörülerek yaklaşık bütçe tahmini yapılır. Özellikle, kurumların yıllık bütçe belirlemelerine yardımcı olacaktır.

Üstyapıya bakım ve onarım yapabilmek için gereken yıllık bütçenin tahmin edilmesi gereklidir. Bununla birlikte farklı senaryoların da tahmin edilme gerekliliği doğar.

## 5.2 PROJE SEVİYESİ ÜYS

Ağ düzeyinde bakım, rehabilitasyon çalışmaları yapılacak kesimler daha detaylı olarak proje seviyesinde değerlendirilir. Bu aşamada dikkate alınan kesimlerle ilgili taşıma gücü kapasitesi, bozulmalar, performans tahmini yapılarak elde edilen veriler ışığında bakım stratejisi belirlenir.

Taşıma gücünü belirlemek için tahribatlı ve tahribatsız deneyler kullanılır. Tahribatsız deneylere örnek olarak deflaktometre, nükleer yoğunluk ölçer testleri gösterilebilir. Tahribatlı deneyler ise yol üzerinden alınan karot numuneleri üzerinde, yorulma ve plastik deformasyon testleri yapılarak, kalan ömür hesaplaması yapılır. Buna göre bakım veya yapım metodolojisi

ve takviye tabakası kalınlığı hesaplanır. Proje seviyesinde uygulanacak bakım yöntemleri ve maliyet analizleri ortaya konur, Bakım yönteminin alternatifleri değerlendirilir.

### **5.3 ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMLERİNDE VERİ GEREKSİNİMLERİ**

ÜYS'nin amacı maliyet etkin olarak üstyapıların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için gerekli tüm işlemlerin eşgüdüm içinde yapılmasıdır. Bu işlemler kapsamlı bir ÜYS'de farklı derecelerde etkiye sahiptir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için her adımda geniş veri tabanlarına ihtiyaç duyulur. Veriler ana başlıklar altında şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Kesim Tanımlamaları ile ilgili veriler,
- Performansla ilgili veriler,
- Önceki yıllara ait veriler,
- İşletme politikası ile ilgili veriler,
- Geometri ile ilgili veriler,
- Çevre ile ilgili veriler,
- Harcamalarla ilgili veriler.

Politikalar ve harcamalarla ilgili veriler hariç diğer veriler üstyapı performansı ve analizi için gerekli altlık bilgisini oluşturur. Bu verilerin tamamı aynı merkezde tutulmalı ve veri saklamadaki formatlar standart olmalıdır. ÜYS altında veri tabanı fonksiyonları ilgili tüm birimlerin verilere kolayca erişmesi sağlanarak merkezileştirilmelidir. Ayrıca verilerin önceki yıllara ait olan veriler ile birlikte değerlendirilmesi gelecek ihtiyaçlarının belirlenmesinde çok etkili tahminler yapılmasına yardımcı olur.

Bununla ilişkili olarak verilerin temel sınıf ve bileşenlerinin üstyapılar üzerindeki etkileri ağ ve proje düzeyindeki değerlendirmelere göre verilmiştir.

**Tablo 5.1: Üstyapı Yönetimine ait Verilerin Tipik Kullanım Amaçları (Haas R. 1994).**

Veri Cinsi	Ağ Düzeyi	Proje Düzeyi
<b>1. Performansla ilgili veriler</b>		
Düzensizlik	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mevcut durumu tanımlar.</li><li>• Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır.</li><li>• Analiz ve programlama öncelikleri için temeller oluşturur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kalite garantisidir.</li><li>• Bozulma eğrilerinin yaratılmasına yardımcı olur.</li><li>• Kaplamanın niteliğinin tahminini sağlar.</li></ul>
Yüzey Bozulmaları	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mevcut durumu tanımlar.</li><li>• Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır.</li><li>• Mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları belirlemede yardımcı olur.</li><li>• Öncelikli bakım programlarını belirlemede yardımcı olur.</li><li>• Alternatif iyileştirmelerin verimliliğini belirlemede yardımcı olur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bakım yönteminin seçiminde kullanılır.</li><li>• Bölgesel yenileme ihtiyaçlarının belirlenmesini sağlar.</li><li>• Bakım kalite tahminlerinin geliştirilmesi sağlar.</li><li>• İyileştirme verimliliğinin belirlenmesini sağlar.</li></ul>
Sürtünme	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mevcut durumu tanımlar.</li><li>• Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır.</li><li>• Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li><li>• İyileştirme verimliliğinin belirlenmesini sağlar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bölgenin veya kesimin iyileştirme ihtiyaçlarını tanımlar.</li><li>• İyileştirme verimliliğinin belirlenmesini sağlar.</li></ul>
Defleksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mevcut durumu tanımlar.</li><li>• Gelecek durumu tahmin etmede kullanılır.</li><li>• Yapısal yetersizliği tanımlar.</li><li>• İyileştirme programlamada önceliğin belirlenmesinde yardımcı olur.</li><li>• Mevsimlik yük taşıma kısıtlarının belirlenmesini sağlar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tabaka tasarımına girdi teşkil eder.</li><li>• İmalat yapısal yeterliliğini belirlenmesine yardımcı olur.</li><li>• Kalan servis ömrünün tahminine yardımcı olur.</li><li>• Kalan yük taşıma kısıtlarının tahminine yardımcı olur.</li></ul>
Tabaka malzeme özellikleri	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kesim kesim değişkenliğin belirlenmesini sağlar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tabaka tasarımına girdi teşkil eder.</li></ul>



**Tablo 5.1: Üstyapı Yönetimine ait Verilerin Tipik Kullanım Amaçları**

Veri Cinsi	Ağ Düzeyi	Proje Düzeyi
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tasarım standartlarının gelişimine yardımcı olur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mevcutta bulunan imalat kayıtlarının tutulmasını sağlar.</li> </ul>
<b>2. Önceki yıllara ait veriler</b>		
Bakım tarihi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bakım programlarının üretilmesinde kullanılır.</li> <li>Bakımın verimliliğinin belirlenmesinde yardımcı olur.</li> <li>Alternatif tasarımlar ve iyileştirmede, maliyet etkinliğinin sağlanmasında yardımcı olur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemli kesimlerin belirlenmesinde yardımcı olur.</li> </ul>
Yenileme tarihi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yenileme verimliliğinin değerlendirilmesinde yardımcı olur.</li> <li>Alternatif tasarımların ve yenileme işlemlerinin maliyet etkinliğinin sağlanmasında yardımcı olur.</li> <li>Kalite garantisinin gelişmesi için ihtiyaçların belirlenmesi sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mevcutta bulunan imalat kayıtlarının tutulmasını sağlar.</li> <li>Tasarım sırasında yorumlama imkanı sağlar.</li> </ul>
Trafik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> <li>Genel performans/ bozulma eğiliminin tahminine girdi teşkil eder.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Üstyapı tasarımı için girdi olarak kabul edilir.</li> <li>Trafik tahmin yöntemlerini tanımlamada kullanılır.</li> <li>Kalan servis ömrünün tahminine yardımcı olur</li> </ul>
Kazalar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kazalara karşı tedbirlerin geliştirilmesine yardımcı olur.</li> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yüksek kaza riski taşıyan kesimlerin tanımlanmasında yardımcı olur.</li> <li>Kazalara karşı tedbirlerin geliştirilmesine yardımcı olur.</li> </ul>
<b>3. İşletme politikası ile ilgili veriler</b>		
Bütçe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> <li>Yönetim stratejilerinin seçilmesine yardımcı olur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harcama sınırlarının belirlenmesini sağlar.</li> </ul>
Mevcut alternatifler (Bakım&İyileştirme)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yönetim stratejilerinin seçilmesine yardımcı olur.</li> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar.</li> <li>Ömür-döngü maliyetinin belirlenmesine yardımcı olur.</li> </ul>
<b>4. Geometri ile ilgili veriler</b>		
Kesim Boyutlandırılmaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesim belirlemede kısıtların belirlenmesini sağlar.</li> </ul>
Eğrilik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesim belirlemede kısıtların belirlenmesini sağlar.</li> <li>Güvenlik değerlendirilmesini sağlar.</li> </ul>
Enine eğim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drenaj yeterliliği değerlendirilmesini sağlar.</li> <li>Güvenlik</li> </ul>

**Tablo 5.1: Üstyapı Yönetimine ait Verilerin Tipik Kullanım Amaçları**

<b>Veri Cinsi</b>	<b>Ağ Düzeyi</b>	<b>Proje Düzeyi</b>
		değerlendirilmesini sağlar.
Boyuna eğim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drenaj yeterliliği değerlendirilmesini sağlar.</li> <li>Güvenlik değerlendirilmesini sağlar.</li> </ul>
Banket / Kurb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genel politika veya standartların geliştirilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drenaj yeterliliği değerlendirilmesini sağlar.</li> <li>Güvenlik değerlendirilmesini sağlar.</li> </ul>
<b>5. Çevre ile ilgili veriler</b>		
Drenaj	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ağın genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesimin genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar.</li> </ul>
İklim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ağın genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesimin genel performans değerlendirmesinin yapılmasını sağlar.</li> </ul>
<b>6. Harcamalarla ilgili veriler</b>		
Yenileme harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> <li>Ağın yatırım stratejilerinin seçilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar.</li> <li>Stratejilerin seçilmesini sağlar.</li> </ul>
Bakım harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> <li>Ağın bakım stratejisinin seçilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bakım verimliliğini değerlendirir.</li> <li>Bakım kesimlerini seçilmesini sağlar.</li> </ul>
İyileştirme harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> <li>Ağın iyileştirme stratejisinin seçilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar.</li> <li>İyileştirme stratejilerin seçilmesini sağlar.</li> </ul>
Kullanıcı harcamaları	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programlama önceliğini belirlemede kullanılır.</li> <li>Yönetim stratejilerin seçilmesini sağlar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekonomik değerlendirme yapılmasını sağlar.</li> <li>Maliyeti azaltma stratejilerin seçilmesini sağlar.</li> </ul>

## 6. BAŞISKELE İLÇESİ ÖLÇEĞİNDE ÜYS UYGULAMASI

### 6.1 BAŞISKELE İLÇESİ

Kocaeli ilinin güney doğusunda deniz ve yeşil bitki örtüsünün kucaklaştığı eski yerleşim birimlerini, tarihi ve doğal zenginlikleri içinde barındıran şirin bir ilçedir. Kuzeyi İzmit Körfezi ve İzmit ilçesi, güneyi Bursa ve Sakarya ili, doğusu Kartepe ilçesi, Batısı Gölcük ilçesi ve Bursa ili ile çevrilidir. Yuvacık bölgesinde genellikle ormancılık, arıcılık, sebze ve meyvecilik yapılmaktadır. Zengin su kaynaklarına sahip olduğu için 1997 yılında Yuvacık barajı bitirilmiştir. Barajın yıllık 166 milyon m<sup>3</sup> su sağlayacağı planlanmıştır.



Şekil 6.1: Başiskele İlçesi

Başiskele ilçesi, 22 Mart 2008 Tarih ve 26824 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren 5747 sayılı kanun ile kurulmuştur. İlçenin sınırları , Karşıyaka beldesi merkez olmak üzere Yeniköy, Bahçecik, Yuvacık ve Kullar beldelerinin birleşmesi, Servetiye Cami, Kazandere, Aksığın, Tepecik, Serindere, Camidüzü ve Doğan-tepe köylerinin bağlanması ile belirlenmiştir. İlçemizin toplam arazi varlığı 21.431 hektar olup, bunun yüzde59'u (12.624 hektar) ormanlık, yüzde28'i (6.093 hektar) tarım arazisi, yüzde 0.7'si (153 hektar) mera ve yaylak ve yüzde 12.3'ü de diğer alanlardır.

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) 31.12.2010 tarihi itibariyle ilçenin nüfusu 68.037' tir. Yüzölçümü 215 km<sup>2</sup> olup, km<sup>2</sup> ye yaklaşık 316 kişi düşmektedir. 17 Ağustos

1999 depremi sonrası, Yeniköy, Bahçecik, Yuvacık ve Karşıyaka da yapılan kalıcı konutlar ilçe nüfusunda etkili olmuştur.

## **6.2 BAŞISKELE İLÇESİ ÜYS UYGULAMASI**

Kocaeli ili Başiskele ilçesi ölçeğinde üstyapı yatırımlarının yönetilmesi ve doğru zamanlama mekanizmalarının oluşturularak bakım, onarım veya yeniden yapım yatırımlarının incelenmiştir.

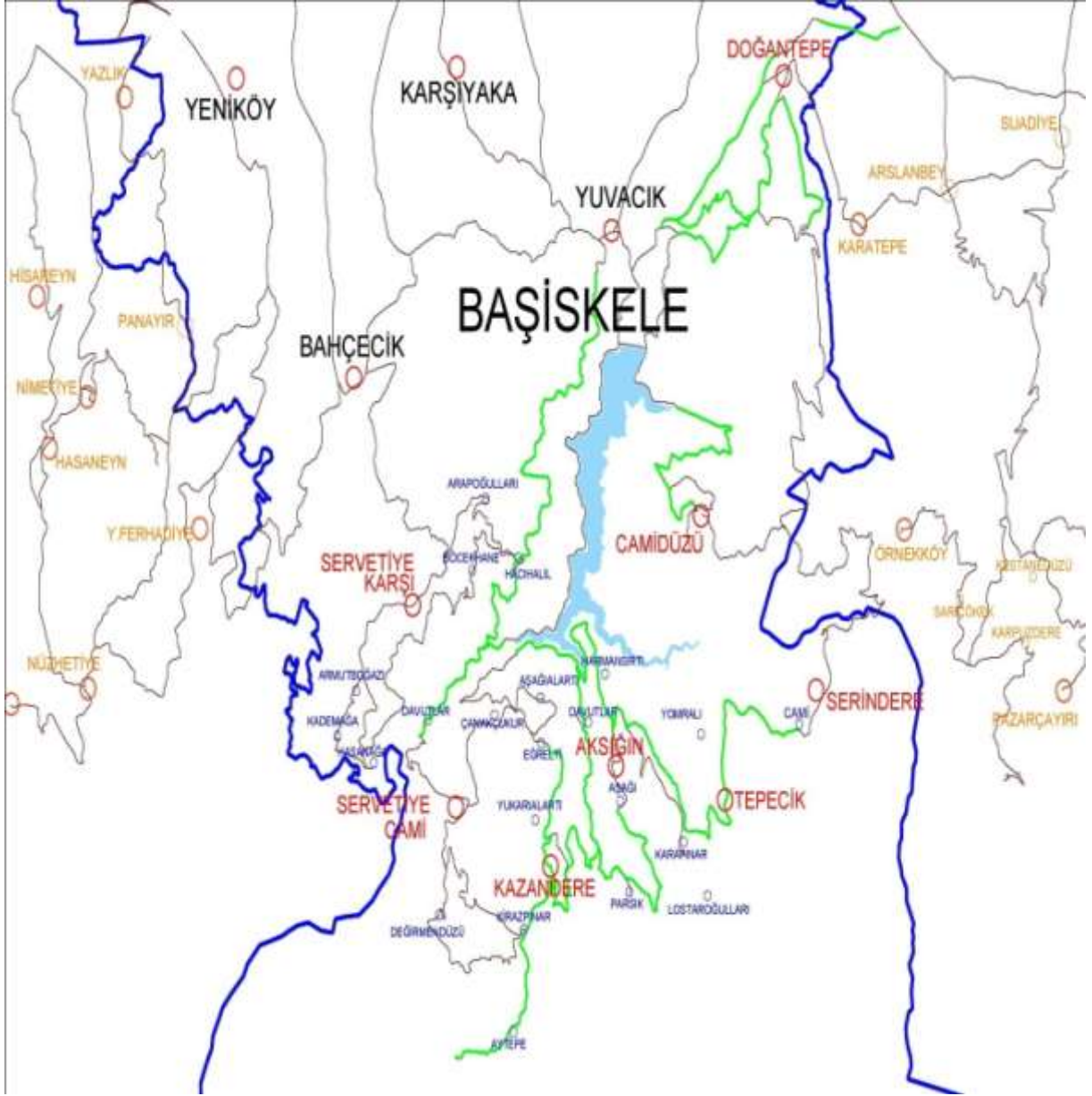
Bir ÜYS oluşturulması esnasında gereken ilk adım yol ağının tanımlanmasıdır. Bu nedenle Başiskele ilçesi köy yolları ana arterleri incelenmiştir. ÜYS çalışmaları esnasında aşağıdaki veri toplama aşamaları uygulanmıştır.

- Belirlenen yol ağı çalışmalarında kesim olarak köyler arası grup yolları tespit edilmiştir. Tespit edilen yol ağının köyler bazında sıra numarası belirlenmiş, uzunluk, mevcut genişlik, hitap ettiği nüfus bilgileri ve bunun yanında mevcut kaplama cinsi ve durumuda genel hatlarıyla belirlenmiştir.(Tablo 6.1.)

**Tablo 6.1: Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Envanteri**

KÖY ADI	BAGLANTI YOLU NO	BAGLANTI YOLU GÜZERGAHI	YOLUN HİTAP ETTİĞİ NUFUS	UZUNLUK (mt)	GENİŞLİK	MEVCUT DURUMU
DOĞANTEPE KÖYÜ	1	1 ARSLANBEY BELDESİ-DOĞANTEPE KÖYÜ BAĞLANTI YOLU(Fidan Sok.)	2200	1200	5	SATHİ KAPLAMA
	2	2 DOĞANTEPE-CAMİDÜZÜ ARASI	2000	3000	6	SATHİ KAPLAMA
	3	3 HÜRRIYET CAD.	500	2000	6	SATHİ KAPLAMA
	4	4 İSTİKLAL CAD.	1000	5000	6	SATHİ KAPLAMA
	5	5 ÇİFTLİK YOLU-DOĞANTEPE KÖYÜ ARASI BAĞLT. YOLU	2000	3000	9	SATHİ KAPLAMA
SERVETİYE KARŞI KÖYÜ	6	1 DÜZLÜK MAH.-BAHÇEKİK ARASI	175	2000	6	SICAK ASFALT
	7	2 ARmutBOĞAZI- SERVETİYE KARŞI ARASI	175	4000	6	SATHİ KAPLAMA
	8	3 BARAJ YOLU-HACI HALİLLER-BOĞEKHANE-TEPE MAH. SERVETİYE KARŞI KÖYÜ ARASI BAĞLT. YOLU	100	5000	5	SATHİ KAPLAMA
SERVETİYE CAMİİ KÖYÜ	9	1 SERVETİYE CAMİİ-MENEKŞE YAYLASI-SERVETİYE KARŞI ARASI	700	30000	5	SATHİ KAPLAMA
	10	2 KAZANDERE-SERVETİYE CAMİİ ARASI	550	1500	6	SATHİ KAPLAMA
	11	3 BARAJ YOLU-SERVETİYE CAMİİ-AYTEPE-KIRAZPINAR ARASI BAĞLT. YOLU	250	6000	8	SATHİ KAPLAMA
SERİNDERE KÖYÜ	12	1 AKSİĞİN-SERİNDERE ARASI	550	4000	5	SATHİ KAPLAMA
	13	2 TEPEKİK-SERİNDERE ARASI	550	3000	6	SICAK ASFALT
	14	3 SERİNDERE-CAMİDÜZÜ ARASI	500	5000	6	SATHİ KAPLAMA
	15	4 CAMİDÜZÜ-AŞAĞI MAH.-SERİNDERE ARASI BAĞLT. YOLU	50	600	4	SATHİ KAPLAMA
KAZANDERE KÖYÜ	16	1 KAZANDERE-AŞAĞI MAH. ORTA MAH. DAVUTLAR MAH. - ARASI BAĞLT. YOLU	400	3000	6	SATHİ KAPLAMA
	17	2 AKSİĞİN -KAZANDERE ARASI	350	4000	6	SATHİ KAPLAMA
	18	3 BARAJ YOLU-DAVUTLAR MAH. KAZANDERE KÖYÜ ARASI BAĞLT. YOLU	150	2000	6	SICAK ASFALT
AKSİĞİN KÖYÜ	19	1 AKSİĞİN-TEPEKİK ARASI BAĞLT. YOLU	200	2000	6	SATHİ KAPLAMA
	20	2 FARSIK MAH.-AKSİĞİN KÖYÜ ARASI	150	4500	6	SATHİ KAPLAMA
	21	3 AKSİĞİN-KARAPINAR ARASI BAĞLT. YOLU	50	800	6	SATHİ KAPLAMA
CAMİDÜZÜ KÖYÜ	22	1 ÇATALDERE -CAMİDÜZÜ ARASI	400	5000	6	SICAK ASFALT
	23	2 DOĞANTEPE-CAMİDÜZÜ ARASI	2000	3000	6	SATHİ KAPLAMA

- Bu bağlamda mevcut ÜSTYAPI ağ verileri CAD harita ortamında güzergah olarak tespit edilmiştir.(Şekil 6.2)



**Şekil 6.2: Başiskele Yolları**

- Yerleşim birimleri arasındaki her yol münferit değerlendirmelere tabi tutularak sonraki çalışmalara mesnet oluşturacak kotlamalar yapılmıştır. ( Örnek: Akşığın – Tepecik köyleri bağlantı yolu Kocaeli ilini simgeleyen K, Başiskele ilçesini simgeleyen B, Yol kullanım amacına uygun olarak gurp yolu kodu 1, sıra no 1 kodlamaları yapılarak oluşturulmak istenen sistemde kısa yollar teşkil edilecek. Akşığın – Tepecik Grup Yolu : KB1-1 gibi) (Tablo 6.2.)

**Tablo 6.2: Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Envanter Kodlamaları**

BAŞISKELE İLÇESİ KÖYLERİ BAĞLANTI YOLLARI ENVANTER KODLAMALARI						
KÖY ADI	BAĞLANTI YOLU NO	BAĞLANTI YOLU GÜZERGAHI	KOD NO	UZUNLUK (mt)	GENİŞLİK (mt)	
DOĞANTEPE KÖYÜ	1	1	ARSLANBEY BELDESİ-DOĞANTEPE KÖYÜ BAĞLANTI YOLU(Fiilen Sok.)	KBD1-1	1200	5
	2	2	DOĞANTEPE-CAMİDÜZÜ ARASI	KBD2-2	3000	6
	3	3	HÜRRİYET CAD.	KBD3-3	2000	6
	4	4	İSTİKLAL CAD.	KBD4-4	5000	6
	5	5	ÇİFTLİK YOLU-DOĞANTEPE KÖYÜ ARASI BAĞLT.YOLU	KBD5-5	3000	9
SERVETİYE KARŞI KÖYÜ	6	1	DÜZLÜK MAH.-BAHÇEÇİK ARASI	KBSK8-1	2000	6
	7	2	ARMUTBOĞAZI- SERVETİYE KARŞI ARASI	KBSK7-2	4000	6
	8	3	BARAJ YOLU-HACI HALİLLER-BÖCEKHANE-TEPE MAH.SERVETİYE KARŞI KÖYÜ ARASI BAĞLT.YOLU	KBSK8-3	5000	5
SERVETİYE CAMİİ KÖYÜ	9	1	SERVETİYE CAMİİ-MENEKŞE YAYLASI-SERVETİYE KARŞI ARASI	KBSC9-1	30000	5
	10	2	KAZANDERE-SERVETİYE CAMİİ ARASI	KBSC10-2	1500	6
	11	3	BARAJ YOLU-SERVETİYE CAMİİ-AYTEPE-KIRAZPINAR ARASI BAĞLT.YOLU	KBSC11-3	6000	8
SERİNDERE KÖYÜ	12	1	AKSİĞİN-SERİNDERE ARASI	KBS12-1	4000	5
	13	2	TEPECİK-SERİNDERE ARASI	KBS13-2	3000	6
	14	3	SERİNDERE-CAMİDÜZÜ ARASI	KBS14-3	5000	6
	15	4	CAMİDÜZÜ-AŞAĞI MAH.-SERİNDERE ARASI BAĞLT.YOLU	KBS15-4	600	4
KAZANDERE KÖYÜ	16	1	KAZANDERE-AŞAĞI MAH.ORTA MAH.DAVUTLAR MAH.- ARASI BAĞLT.YOLU	KBK16-1	3000	6
	17	2	AKSİĞİN -KAZANDERE ARASI	KBK17-2	4000	6
	18	3	BARAJ YOLU-DAVUTLAR MAH.-KAZANDERE KÖYÜ ARASI BAĞLT.YOLU	KBK18-3	2000	6
AKSİĞİN KÖYÜ	19	1	AKSİĞİN-TEPECİK ARASI BAĞLT.YOLU	KBA19-1	2000	6
	20	2	PARSIK MAH.-AKSİĞİN KÖYÜ ARASI	KBA20-2	4500	6
	21	3	AKSİĞİN-KARAPINAR ARASI BAĞLT.YOLU	KBA21-3	800	6
CAMİDÜZÜ KÖYÜ	22	1	ÇATALDERE -CAMİDÜZÜ ARASI	KBC22-1	5000	6
	23	2	DOĞANTEPE-CAMİDÜZÜ ARASI	KBC23-2	3000	6

- Tespit edilen yolların kullanım amaçları ve işlevleri yönünden tespitleri yapılacak. Bu sayede sonraki süreçlerde yenileme çalışmalarında ÜSTYAPI kesitlerinin tespitine mesnet oluşturulacaktır. ( Örnek: Turizme dönük, Sanayi alanlarına dönük, Konut alanlarına dönük, Afet kaçış yolu gibi.)
- Tespit edilen yolların bozulma türlerine göre sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 6.3: Bozulma Türleri**

Kod	Bozulma	Ölçüm Birimi	Yoğunluk Düzeyi Tanımlama	Bozulma Nedeni
01	Timsah Sırtı Çatlak	Metre kare	Evet	Yük
02	Kusma	Metre kare	Evet	Diğer
03	Blok Çatlak	Metre kare	Evet	İklim
04	Kabarma ve Oturma	Metre	Evet	Diğer
05	Ondülasyon	Metre kare	Evet	Diğer
06	Çökme	Metre kare	Evet	Diğer
07	Kenar Çatlağı	Metre	Evet	Yük
08	Yansıma Çatlağı	Metre	Evet	İklim
09	Kenar/Banket Düşüklüğü	Metre	Evet	Diğer
10	Boyuna ve Enine Çatlak	Metre	Evet	İklim
11	Yama	Metre kare	Evet	Diğer
12	Cilalanma	Metre kare	Hayır	Diğer
13	Oyulma	Sayı	Evet	Yük
14	Demiryolu Geçişi	Metre kare	Evet	Diğer
15	Tekerlek izi	Metre kare	Evet	Yük
16	Toplanma	Metre kare	Evet	Yük
17	Tabaka Kayması Çatlağı	Metre kare	Evet	Diğer
18	Şişme	Metre kare	Evet	Diğer
19	Sökülme ve Ayrışma	Metre kare	Evet	İklim

Sonraki adımda, örnek olması maksadıyla anılan kesimlerde Tablo 6.3.'de bozulma kodları ve oluşma nedenleri verilen bozulma türlerinin toplam miktarları hesaplanmıştır. Bu işlem ise Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı Yol Bakım Onarım ve Yapım Şube Müdürlüğü personelleri tarafından arazi gözlemlenmeleri yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.(Tablo 6.4)

**Tablo 6.4: Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Bozulma Envanteri**

Bozulma Kodu	Birimi	Düşük	Orta	Yüksek
1	m <sup>2</sup>	15,5	2500	4000
2	m <sup>2</sup>	0	0	0
3	m <sup>2</sup>	0	0	0
4	m	50,7	0	0
5	m <sup>2</sup>	0	0	0
6	m <sup>2</sup>	65	0	0
7	m	3,2	5,06	25,13
8	m	0	0	0
9	m	0	0	0
10	m	1302,11	988,9	0
11	m <sup>2</sup>	115,4	90,03	255,13
12	m <sup>2</sup>	5680,3		
13	sayı	0	12	0
14	m <sup>2</sup>	0	0	0
15	m <sup>2</sup>	22,41	21,12	0
16	m <sup>2</sup>	8,1	0	0
17	m <sup>2</sup>	0	0	0
18	m <sup>2</sup>	0	0	0
19	m <sup>2</sup>	2168,93	2300,12	0



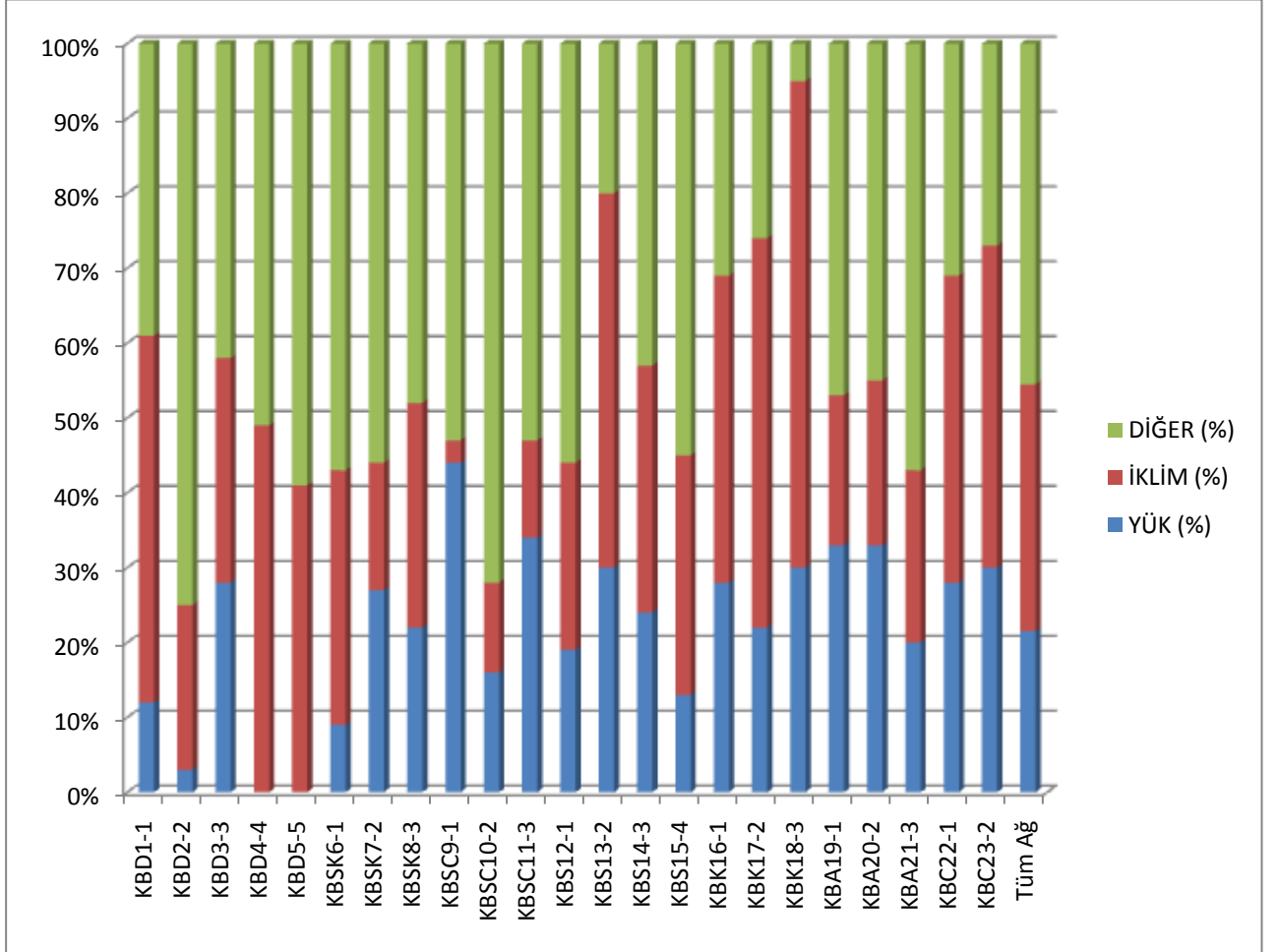
Daha sonra, örnek alanlarda toplanan bozulma verileri değerlendirilerek ağın geneli ve her kesim için yönetim stratejileri hakkında yorumlar yapılmıştır. Bozulma nedenlerinin ağırlıkları kullanılarak bozulmaya etken olan nedenler hakkında değerlendirme tabloları oluşturulmuştur.

Yol ağında bulunan kesimlerin ve ağın bozulma nedenlerine göre sınıflandırılmaları Tablo 6.5.'de gösterilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere ağ genelinde trafik yükünden kaynaklanan bozulmalar yüzde21,5, iklim etkilerinden bozulmalar yüzde33 ve diğer etkenlerden kaynaklanan (işçilik, karla mücadele önlemleri, bakım zamanlaması yanlışlıkları, drenaj sistemlerinin çalışma durumları, vb.) kaynaklanan bozulmalar yüzde 45,5 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 6.5: Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Bozulma Oranları**

YOL KOD NO	BOZULMA NEDENLERİ		
	YÜK (yüzde)	İKLİM (yüzde)	DİĞER (yüzde)
KBD1-1	12	49	39
KBD2-2	3	22	75
KBD3-3	28	30	42
KBD4-4	0	49	51
KBD5-5	0	41	59
KBSK6-1	9	34	57
KBSK7-2	27	17	56
KBSK8-3	22	30	48
KBSC9-1	44	3	53
KBSC10-2	16	12	72
KBSC11-3	34	13	53
KBS12-1	19	25	56
KBS13-2	30	50	20
KBS14-3	24	33	43
KBS15-4	13	32	55
KBK16-1	28	41	31
KBK17-2	22	52	26
KBK18-3	30	65	5
KBA19-1	33	20	47
KBA20-2	33	22	45
KBA21-3	20	23	57
KBC22-1	28	41	31
KBC23-2	30	43	27
<b>Tüm Ağ</b>	<b>21,5</b>	<b>33</b>	<b>45,5</b>

Üstyapı bozulmalarının en önemli etkenlerinden olan trafik yükü ve iklim koşullarının olduğu burada görülmektedir. Ayrıca AASHTO tasarım modeline göre, günde 3000'in üzerinde taşıt geçen bir yolda, bir otomobil ile bir kamyonun ÜSTYAPInın bozulmasına olan etkileri arasında yaklaşık 3500 kat, bir otomobil ile bir otobüsün üstyapının bozulmasına olan etkileri arasında yaklaşık 1600 kat gibi bir oran bulunmaktadır. (Umar ve Ağar, 1985)



**Grafik 6.1: Bozulma Grafiği**

Grafik 6.1 den de anlaşılacağı üzere Başiskele ilçesi köy grup yollarında gerçekleşen bozulma türleri diğer etkenler başlığı altında incelediğimiz hususlar başta olmak üzere iklimsel etkenler sonucu oluşmaktadır.

## 6.2.1 Öncelik Belirleme Analizleri

ÜYS' nin en önemli amaçlarından biri olan öncelik belirleme çalışmaları kapsamında mevcut yol envanter bilgilerinin çıkartılmasından sonra öncelikle söz konusu yollar ile alakalı belirlenen önem kriterleri iki ana başlık altında incelenebilir;

- 1- **Subjektif Öncelik Kriterleri** : Teknik analizlere dayanmaksızın belirlenen önem kriterleri olup en önemli etken yönetici tercihleridir. Yatırımların değerlendirilmesinde özellikle toplumsal bazı etkenlerin ön plana çıkması neticesinde yönetici tercihleri yönlenmektedir. Yatırım karar mekanizmasının başlangıç elemanları olan yöneticilerin almış oldukları bazı siyasi kararlar neticesinde ÜYS 'de öncelikler değişebilmektedir. Genellikle teknik değerlendirmelerden uzak kararlarla yol üstyapı bakım onarım öncelikleri yönetici tercihleri ile belirlenir. Yönetici tercihlerini tetikleyen unsurlar ise siyasi konjonktür, sosyo-ekonomik durum, nüfus oran ve yapısının şeklidir.

Subjektif öncelik kriterleri arasında ele alınan karayolu kesimlerinin coğrafi durumu, şehirleşme düzeyi, sanayi ve turizm yönünden ulaşım arterleri arasında bulunması gibi öz nitelikler de bulunmaktadır.

- 2- **Teknik Öncelik Kriterleri** : Tamamen teknik analizlerle karayolu ağının incelenmesi neticesinde öncelik belirlenmesi bu kısımda incelenir.

Tekrarlı dingil yükü sayısı, drenaj özellikleri, yapım tarihi, altyapı durumu, iklimsel özellikler, zemin taşıma gücü kapasitesi gibi önemli kriterler teknik önem kriterleri içerisinde yer alır.

Önem ve öncelik belirleme kriterleri arasında en önemli aşama teknik öncelik kriterleridir. Gerçek değerlendirmelere bu şekilde ulaşılır.

- 3- **Bütçe Kısıtı** : Yatırımların yönlendirilmesinde bir diğer etkidir. Planlanan işlerin gerçekleştirilmesi ile ilgili bütçe kısıtlarının göz önüne alınması son derece önemlidir. Planlamanın sağlıklı bir biçimde yürütülmesinin sağlanması bütçe kısıtların bilinmesi ve doğru yönetilmesi ile gerçekleşir. Özellikle amaç, bütçe kısıtları içerisinde maksimum uzunlukta yolun performansını belli bir düzeyde tutmaktır.

### **6.2.2 Başıskele İlçesi Üstyapı Yatırımları Öncelik Analizi**

Üstyapı yatırımlarının yönetilmesi amacıyla yukarıda ele alınan öncelik belirleme kriterleri ışığında, Başıskele ilçesi köyleri grup bağlantı yolları arasında ulaşılan neticeler aşağıda yapılan kabullere göre öncelik belirlenmiştir;

- 1- Subjektif öncelik kriterleri açısından nüfusu 500 ‘den fazla olan yerleşim yerlerinde yönetici tercihleri ön plana çıktığı varsayımı ile “tercih edilen” ve “tercih edilmeyen” yatırımlar yönetici tercihleri hanesinde ele alınmıştır.
- 2- Teknik öncelik kriterleri arasında yıllık dingil yükü tekerrür sayısı dikkate alınmıştır.
- 3- Bütçe kısıtı ile ilgili değerlendirmelerde kullanılmak üzere ise yapım maliyeti hanesi oluşturulmuştur.

**Tablo 6.6: Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Önem Durum Göstergesi**

KÖY ADI	BAĞLANTI YOLU NO	BAĞLANTI YOLU GÜZERGAHI	YOLUN HİTAP ETTİĞİ NUFUS	UZUNLUK (m)	GENİŞLİK	YILLIK DİNGİL TEKERRÜR SAYISI	YÖNETİCİ TERCİHLERİ	YAPIM MALİYETİ	MEVCUT DURUMU	
DOĞANTEPE KÖYÜ	1	1	ARSLANBEY BELDESİ DOĞANTEPE KÖYÜ BAĞLANTI YOLU (Fidan Sok.)	2200	1200	5	125000	Tercih Edilen	270.000 TL	SATHI KAPLAMA
	2	2	DOĞANTEPE-CAMİDÜZÜ ARASI	2000	3000	6	80000	Tercih Edilen	810.000 TL	SATHI KAPLAMA
	3	3	HÜRRİYET CAD.	500	2000	6	250000	Tercih Edilmeyen	540.000 TL	SATHI KAPLAMA
	4	4	İSTİKLAL CAD.	1000	5000	6	250000	Tercih Edilen	1.350.000 TL	SATHI KAPLAMA
	5	5	ÇİFTLİK YOLU DOĞANTEPE KÖYÜ ARASI BAĞLT.YOLU	2000	3000	9	20500	Tercih Edilen	1.215.000 TL	SATHI KAPLAMA
SERVETİYE KARŞI KÖYÜ	6	1	DÜZLÜK MAH.-BAHÇEÇEK ARASI	175	2000	6	35050	Tercih Edilmeyen	900.000 TL	SICAK ASFALT
	7	2	ARMUTBOĞAZI- SERVETİYE KARŞI ARASI	175	4000	6	10200	Tercih Edilmeyen	1.080.000 TL	SATHI KAPLAMA
	8	3	BARAJ YOLU-HACI HALİLLER-BÖCEKHANE-TEPE MAH.SERVETİYE KARŞI KÖYÜ ARASI BAĞLT.YOLU	100	5000	5	25800	Tercih Edilmeyen	1.125.000 TL	SATHI KAPLAMA
SERVETİYE CAMİİ KÖYÜ	9	1	SERVETİYE CAMİİ-MENEKŞE YAYLASI-SERVETİYE KARŞI ARASI	700	30000	5	35200	Tercih Edilen	6.750.000 TL	SATHI KAPLAMA
	10	2	KAZANDERE-SERVETİYE CAMİİ ARASI	550	1500	6	48000	Tercih Edilen	405.000 TL	SATHI KAPLAMA
	11	3	BARAJ YOLU-SERVETİYE CAMİİ-AYTEPE-KIRAZPINAR ARASI BAĞLT.YOLU	250	6000	8	65230	Tercih Edilmeyen	2.160.000 TL	SATHI KAPLAMA
SERİNDERE KÖYÜ	12	1	AKSİĞİN-SERİNDERE ARASI	550	4000	5	52300	Tercih Edilen	900.000 TL	SATHI KAPLAMA
	13	2	TEPEÇEK-SERİNDERE ARASI	550	3000	6	45630	Tercih Edilen	1.350.000 TL	SICAK ASFALT
	14	3	SERİNDERE-CAMİDÜZÜ ARASI	500	5000	6	65320	Tercih Edilmeyen	1.350.000 TL	SATHI KAPLAMA
	15	4	CAMİDÜZÜ-AŞAĞI MAH.-SERİNDERE ARASI BAĞLT.YOLU	50	600	4	15230	Tercih Edilmeyen	108.000 TL	SATHI KAPLAMA
KAZANDERE KÖYÜ	16	1	KAZANDERE-AŞAĞI MAH.ORTA MAH.DAVUTLAR MAH.- ARASI BAĞLT.YOLU	400	3000	6	8960	Tercih Edilmeyen	810.000 TL	SATHI KAPLAMA
	17	2	AKSİĞİN-KAZANDERE ARASI	350	4000	6	3200	Tercih Edilmeyen	1.080.000 TL	SATHI KAPLAMA
	18	3	BARAJ YOLU-DAVUTLAR MAH.-KAZANDERE KÖYÜ ARASI BAĞLT.YOLU	150	2000	6	5420	Tercih Edilmeyen	900.000 TL	SICAK ASFALT
AKSİĞİN KÖYÜ	19	1	AKSİĞİN-TEPEÇEK ARASI BAĞLT.YOLU	200	2000	6	5630	Tercih Edilmeyen	540.000 TL	SATHI KAPLAMA
	20	2	PARSK MAH.-AKSİĞİN KÖYÜ ARASI	150	4500	6	4130	Tercih Edilmeyen	1.215.000 TL	SATHI KAPLAMA
	21	3	AKSİĞİN-KARAPINAR ARASI BAĞLT.YOLU	50	800	6	6320	Tercih Edilmeyen	216.000 TL	SATHI KAPLAMA
CAMİDÜZÜ KÖYÜ	22	1	ÇATALDERE-CAMİDÜZÜ ARASI	400	5000	6	4560	Tercih Edilmeyen	2.250.000 TL	SICAK ASFALT
	23	2	DOĞANTEPE-CAMİDÜZÜ ARASI	2000	3000	6	3210	Tercih Edilen	810.000 TL	SATHI KAPLAMA

Tablo 6.6 da yer alan veriler ışığında üstyapı yatırımları öncelik analizi oluşturulmuş ve genel bir değerlendirme tablosuna ulaşılmıştır. Buna göre ;

Subjektif öncelik kriterleri çerçevesinde yönetici tercihleri açısından nüfusu 500 üzerindeki yerleşim birimlerine ulaşımı sağlayan bir karayolunun yenilenmesi “tercih edilen”, nüfusu 500 ‘ün altındaki yerleşim birimlerine ulaşımı sağlayan bir karayolunun yenilenmesi ise “tercih edilmeyen” olarak örneklenmiştir.

Teknik öncelik kriterleri çerçevesinde dingil yükü tekerrür sayısı ele alınarak yıllık dingil yükü tekerrür sayısı 10.000 ‘in üzerinde olan ulaşım arterleri “ yatırım yapılır”, 10.000 ‘in altında olan ulaşım arterleri ise yatırım yapılmaz değerlendirmesine tabi tutulmuştur.

Bütçe kısıtı açısından ise yatırım maliyeti 1.000.000 TL altında olan yatırımlar “bütçe kısıtı içinde” , 1.000.000 TL ‘den yüksek olan yatırımlar ise “bütçe kısıtı dışında olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 6.7: Başiskele İlçesi Köyleri Grup Yolları Önem Değerlendirmesi**

YOL ÖNEM KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME SONUÇLARI				
SIRA NO	YOL KODU	SUBJEKTİF ÖNEM KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME NOTU	TEKNİK ÖNEM KRİTERLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME NOTU	YOL YAPIM MALİYETLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME NOTU
1	KBD1-1	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
2	KBD2-2	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
3	KBD3-3	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
4	KBD4-4	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
5	KBD5-5	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
6	KBSK6-1	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
7	KBSK7-2	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
8	KBSK8-3	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
9	KBSC9-1	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
10	KBSC10-2	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
11	KBSC11-3	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
12	KBS12-1	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
13	KBS13-2	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
14	KBS14-3	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
15	KBS15-4	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
16	KBK16-1	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
17	KBK17-2	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
18	KBK18-3	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILIR	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
19	KBA19-1	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
20	KBA20-2	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
21	KBA21-3	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI DIŞINDA
22	KBC22-1	Tercih Edilmeyen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE
23	KBC23-2	Tercih Edilen	YATIRIM YAPILMAZ	BÜTÇE KISTI İÇİNDE

## 7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülke ekonomilerinin en önemli gider kaynaklarından ulaşım yatırımları günümüzde çok önemli bir hal almıştır. Kıt kaynaklar göz önüne alındığında ulaşım yatırımlarının en verimli biçimlerde yönetilmesi gerekliliği kaçınılmayacak bir biçimde öne çıkmaktadır. Bu nedenle çeşitli yönetim sistemleri üzerinde araştırmalar yapmak önem kazanmaktadır. Günümüzde uygulanan üstyapı yönetim sistemleri sürekli geliştirilmekte ve ulusal planda değerlendirilmektedir.

Üstyapı Yönetim Sistemi, uygulandığı ölçek ne olursa olsun veri takibinin ve güncellemelerinin zamanında yapılması ve sistematığına uygun işlemlerin yapılması durumunda ülkeler ekonomisine büyük katkılar sağlayan bir sistemler bütünüdür. Ülkemiz ve özellikle Kocaeli ili açısından, kıt kaynakların doğru, verimli, etkili ve zamanında kullanılabilmesi kabiliyetlerine ulaşabilmenin en önemli yöntemi yönetim sistemlerinin oluşturulmasından geçmektedir. Özellikle yatırım bütçelerinin en büyük kısımlarından birini kapsayan ÜSTYAPI yatırımlarının sağlıklı yönetilmesi oldukça ciddi bir mesele olarak karşımıza çıkmaktadır.

Teknolojik gelişmeler ve buna paralel olarak insan nüfusundaki artış ulaşım yatırımlarının önemini artırdığı kadar maliyetlerini de bir hayli etkilemektedir. Temel amaç kaynakların en verimli biçimde kullanılması ise sürekli izlenebilen bir yönetim sistemi karar alıcıların en büyük yardımcısı olacaktır.

Üstyapı yönetim sistemlerinin öneminin ön plana çıktığı günümüzde ülke çapında bir ulaşım ağı üstyapı yönetim sisteminin oluşturulması ihtiyacı doğmuştur. Bu bağlamda yapılan bu çalışmada Kocaeli ili Başiskele ilçesi köyleri grup bağlantı yolları üstyapı yönetim sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Öncelikle üstyapının tanımlanması, üstyapı çeşitlerinin incelenmesi ve uygulama teknikleri üzerinde durulmuştur. Ayrıca üstyapı çeşitlerinin sınıflandırılması ve meydana gelebilecek bozulma türleri hakkında bilgiler verilmiş tamir yöntemleri incelenmiştir. Üstyapı yönetim sistemi ve bileşenleri hakkında yapılan araştırmalar tez kapsamında irdelenmiş ve Başiskele ilçesi yol üstyapı mevcut durum envanteri çıkarılmıştır. Üstyapı yönetim sistemleri metodolojisi ışığında Başiskele ilçesi yol ağına yatırım önceliğinin tespiti yapılmıştır.



Sonuç olarak ; Başıskele ilçesi ölçeğinde ÜYS uygulamasının neticesinde arazi ve iklim yapısı da göz önüne alındığında; bölgenin rakım yüksekliği, iklimsel özellikleri ile birlikte göz önüne alındığında yağış ortalamasının yüksek oluşu, kar yağışından fazlasıyla etkilenmesi ve buna bağlı olarak karla mücadele çalışmalarının yürütülmesi, ayrıca drenaj özelliklerinin zayıflığı bozulmaları tetiklemektedir. Bunların yanı sıra coğrafi özellikleri açısından yolların genellikle yarma ve dolgulardan geçmesi ise diğer bir etken olarak göze çarpmaktadır.

Yatırım planlaması kapsamında yenileme, bakım ve onarım çalışmalarında teknik ve mali etkenlerin göz önüne alınması gerekliliği tespit edilmiştir. Elde edilen verilen güncelliğinin devamlı surette sağlanması ayrıca önemlidir. Verilerin raporlar haline dönüştürülmesi ve karar alıcılara düzenli olarak iletilmesi gerekmektedir. Bu sayede yatırım planlamalarının yapılması daha reel gerçeklere dayanacak, emek zaman ve kaynak israfına üstyapı yönetim sistemleri sayesinde son verilecektir.

## 8. KAYNAKÇA

### *KİTAPLAR*

Cafiso S., Graziano A., Battiato S. (2006), Evaluation of pavement surface distress using digital image collection and analysis, Seventh International Congress on

DALAY İsmail ,Yönetim ve Organizasyon İlkeleri Teoriler ve Stratejiler, Adapazarı, 2001

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

Kluwer Academic Publishers, Boston, London

Karayolları genel Müdürlüğü, 1977, Yol Bozulmalarının Sınıflandırılması Nedenleri ve bu Konuda Alınabilecek Önlemler, Karayolları Genel Müdürlüğü Matbaası, Yayın No:62, Ankara.

KGM, 1998, Karayolu El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara

Shahin M.Y. (2002), Pavement Management For Airports, Roads and Parking Lots,

Umar, F., Açar, E., “Yol Üstyapısı”, İ.T.Ü. Rektörlüğü, İstanbul, 1991

“Yollar Fenni Şartnamesi” Bayındırlık ve İskan bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü - 1986

## ***SÜRELİ YAYINLAR***

Karaşahin, M., Öget, M. ve Akbulut, A. (2009) "Tekerlek İzi Oluşumu ve Şartnameler", 5. Ulusal Asfalt Sempozyumu, 18-19 Kasım 2009, sayfa: 299-308.

Karaşahin, M., Saltan, M., Gürer, C., Çetin S., Aktaş, B. ve Uz, V.E. (2009) "Türkiye' de ve Dünyada Sathi Kaplama Uygulamaları", 5. Ulusal Asfalt Sempozyumu, 18-19 Kasım 2009, Ankara, sayfa: 153-162.

Wang K.C.P. (2000), Design and implementation of automated systems for pavement distress survey, Journal of infrastructure systems, Vol.6, No.1, pp.24-32

## ***DİĞER YAYINLAR***

<http://www.1insaat.com>

<http://www.basiskele.bel.tr/>

<http://www.basiskele.gov.tr/>

<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr>

<http://www.intes.org.tr>

<http://akuiibf.aku.edu.tr/>

<http://www.belediye.org/>

<http://www.iibf.deu.edu.tr/>

<http://www.kocaeli.bel.tr/>

<http://www.basiskele.bel.tr>

<http://www.maps9.com/tr/basiskele.htm>

<http://tr.wikipedia.org/wiki/YyüzdeC3yüzdeB6netim>

[http://www.teknolojide.com/yonetim-nedir\\_3251.aspx](http://www.teknolojide.com/yonetim-nedir_3251.aspx)

<http://enm.blogcu.com/yonetim-nedir-ozellikleri-ve-ilkeleri-nelerdir-2/2586610>

## ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı** : Turgay YILMAZ
- Sürekli Adresi** : Yahyakaptan Mah. G-29 B Blok D:12 41050 İzmit/KOCAELİ
- Doğum Yeri ve Yılı** : Balıkesir / 19.08.1981
- Yabancı Dili** : İngilizce
- İlk Öğretim** : Piri Reis İlköğretim Okulu / 1995
- Orta Öğretim** : Derince 19 Mayıs Lisesi / 1999
- Lisans** : Anadolu Üniversitesi A.Ö.F. / 2006
- Enstitü Adı** : Fen Bilimleri Enstitüsü
- Program Adı** : Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi
- Çalışma Hayatı** :
- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Dairesi Başkanlığı : 2006 – Devam
- SY Yapı Peyzaj İnş. : 2004 – 2006
- Yılmazlar Gurup İsrail : 2003 – 2004
- Yılmazlar İnşaat : 2001 – 2003
- Yılpaş İnş. : 1999 – 1999