

ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE AĞ SEVİYESİNDE DEĞERLENDİRMELER

Emine Nazan ÜNAL¹ Muhammet KOMUT² Sina KIZIROĞLU²

ÖZET

Karayolları Genel Müdürlüğü stratejik planları, vizyonu, trafik güvenliğinin artırılması, fiziki ve geometrik standartların yükseltilmesi ile zaman ve taşıt işletme maliyetlerindeki kayıpların azaltılarak daha konforlu ulaşımın gerçekleştirilmesi hedefleri doğrultusunda, yol ağının tümüyle BSK kaplamalı olarak tamamlanması planlanmaktadır.

Hızla gelişen ve büyüyen BSK kaplamalı yol ağımızın yapılandırılmış bir bakım, koruma, onarım, rehabilitasyon sırasını tanımlamak, kalite temeline dayanan hem mühendislik hem de ekonomik analizlere odaklanarak, kaynakların ve ayrılan bütçelerin karşılığının en yüksek kazancı elde edecek seviyeye çıkarılması için bütünsel bir yaklaşım temelinde, ülkemiz koşullarına özgün Üstyapı Yönetim Sisteminin (ÜYS) geliştirilmesi çalışmaları devam etmektedir.

Bu çalışmada, yapısal ve fonksiyonel durum verilerine bağlı olarak karayolu ağının mevcut durumunu ortaya koymak, uygulanacak bakım/onarım stratejilerini belirlemek suretiyle hangi yola, ne zaman, ne tür bir müdahale yapılacağının, en elverişli çözümler ile maliyet etkin ve verimli bir şekilde belirlenmesi amacıyla yürütülen Üstyapı Yönetim Sisteminin geliştirilmesi çalışmalarının paylaşılması amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

Ulaşım; ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliği elde etmemizi sağlayan, yaşam kalitemizi destekleyen ve güçlendiren, işletmeler, endüstriler ve tüketiciler arasında bağlantı sağlayan her türlü kalkınmanın en temel altyapısını oluşturmaktadır. Ulaştırma altyapısının büyüklüğü ve kalitesi ile ekonomik gelişme düzeyi arasındaki ilişki çok açıktır. Bu nedenle, ekonomik varlıklar arasındaki etkileşimi ve gelişimi mümkün kılan karayolu ulaştırma sistemimizin önemi sınırlarımızın çok ötesine geçmiş, genişleyen küresel ekonomide uluslararası ticaretin bir parçası olan ülkemizin rekabet etme yeteneğini etkiler duruma gelmiştir.

Dünyanın her yerinde olduğu gibi en yaygın ulaşım şekli olan karayolları, modlar arası geçişlere uyumlu olması, noktalar arasında kesintisiz bir taşımaya imkan vermesi

1.Dr.Yük. Kimya Müh., KGM, ARGE Dai. Bşk., Ankara

2.Yüksek İnşaat Müh., KGM, ARGE Dai.Bşk., Ankara

turizme getirdiği faydalar, ulusal güvenlik, ulusal ve uluslararası ağın bir parçası olması, diğer ulaşım türleri ile bütünlük göstermesi ve bölgesel gelişmelere sağladığı katkılar göz önüne alındığında, ulaşımın kilit taşı konumundadır.

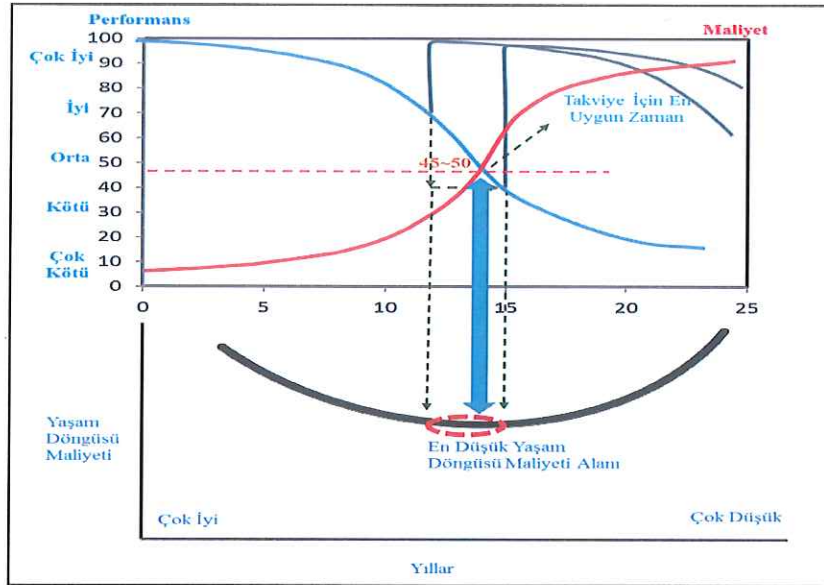
Karayollarına ve diğer ulaşım altyapılarına yapılan yatırımların, ulaşım kapasitesini, verimliliğini, güvenilirliğini ve hizmet kabiliyetini artırırken, ulaşım ve üretim maliyetlerini düşürdüğünü, ekonomik büyümeye ve üretkenliğe büyük oranda katkı sağladığını göstermektedir.

Ülkemizde, Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğundaki karayolu ağı uzunluğu; 67.119 km, bölünmüş yol ağı uzunluğu 24.007 km, Bitümlü Sıcak Karışım (BSK) kaplamalı yol ağı uzunluğu 22.950 km mertebelerine ulaşmıştır (Ağ uzunlukları, www.kgm.gov.tr sitesi 01.01.2018 tarihi itibarı ile resmi olarak açıklanan son güncel verilerden alınmıştır). Bu durum ülkemizdeki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan karayolu ihtiyacını artırmakta olup, karayolu ağının fiziki ve geometrik standartlarının mevcut ve gelecekteki trafik hacminin gerektirdiği niteliklere yükseltilmesini zorunlu hale getirmektedir.

2. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ (ÜYS)

Üstyapı Yönetim Sistemleri (ÜYS); yolların mevcut durumunun belirlenmesi sonrasında, trafik, çevre ve iklim koşulları altında gelecekteki durumu tahmin ile; bakım - onarım alternatifleri belirleyerek gerekli fayda – maliyet analizlerinin yapılması sonucu, en optimum çözümlerin saptandığı sistemdir. Bu sistem ile, temelde topluma ait olan bütçenin en uygun harcamalarla doğru, güvenli ve ekonomik olarak yol üstyapılarının işletimini sağlamayı amaçlayan çalışmaların tamamı koordine edilerek, karar vericilere yol gösterilmektedir.

Karayolu fiziki varlıklarının maliyet etkin şekilde işletilmesi, iyileştirilmesi ve sürdürülebilmesini sağlayan sistematik süreçlerden en önemlisi, tüm hizmet süresi boyunca toplam ömür döngü maliyeti en yüksek olan yol üstyapılarının yönetilmesini amaçlayan Üstyapı Yönetim Sistemleridir. Üstyapı Yönetim Sisteminin birincil amacı, üstyapıların kabul edilebilir bir servis kabiliyetinde en düşük yaşam döngüsü maliyeti ile yönetilmesidir. En düşük kullanım ömrü maliyeti, maliyet verimliliğinde en yüksek önceliğe sahiptir. Üstyapılarda takviyelendirme çok erken yapılırsa, üstyapı ömrü yeterince değerlendirilmemiş ve boşa gitmiş olacağı gibi, çok geç kalınmış olması durumunda da artan taşıt işletme maliyetleri, çok daha yüksek maliyetli onarımlar, takviyeler, son derece masraflı yeniden yapımlar gündeme gelebilecektir.



Şekil.1: Performans eğrisi ve en düşük yaşam döngüsü maliyet alanı

Karayolları Genel Müdürlüğü Üstyapı Yönetim Sistemi çalışmaları ile; (ÜYS) yazılımının geliştirilmesi, bu yazılımla birlikte mevcut ve yeni elde edilecek verilerle performans tahmin modelleri oluşturularak ileriye dönük maliyet-performans analizlerinin yapılması, bakım-onarım önceliklerinin oluşturulması ve bu şekilde bütçe planlaması da yapılarak ülke kaynaklarının maliyet etkin ve verimli kullanılması amaçlanmaktadır.

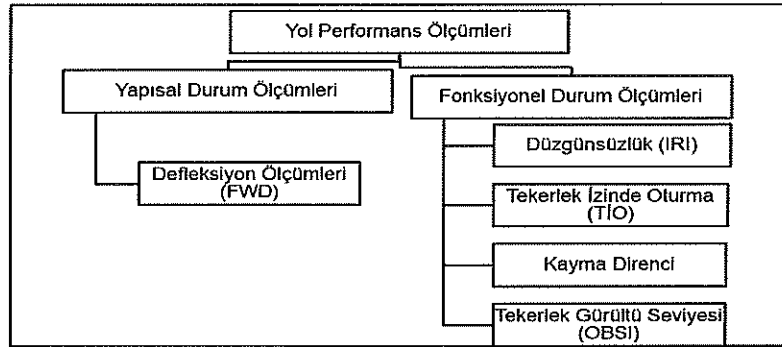
Ülkemiz koşullarına özgün geliştirilen Üstyapı Yönetim Sistemi yazılımı ile, tüm karayolu ağı ve bölgesel bazda yol ağları için ağ seviyesinde ve proje seviyesinde kararlarda yardımcı olacak bileşenleri içeren kapsamlı bir yönetim sisteminin temelini oluşturma çalışmaları devam etmektedir. Bu kapsamda Karayolları intranet ağı üzerinden tüm Karayolları personelinin ulaşabildiği bu yazılıma Türkiye'nin 17 farklı kesiminde yer alan Bölge Müdürlüğü personeli tarafından veri girişi yapılmakta ve bu veriler yazılım tarafından otomatik olarak analiz edilmektedir.

Üstyapı Yönetim Sistemi yazılımı Türkiye Karayolu ağı için üstyapı envanter arşiv programı, üstyapı mevcut durum analiz programı ve üstyapı yönetim sistemi programı olarak üç farklı yazılımın görevini yerine getiren tek bir yazılım olarak tasarlanmıştır. Üstyapı Yönetim Sistemi tarafından analizlerin ve değerlendirmelerin tamamı otomatik olarak yapılabilmekte ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilmektedir.

2.1 Üstyapı Yönetim Sistemi Veritabanı

Üstyapı Yönetim Sistemleri ilgili tüm kaplama bilgilerini içeren geniş veri tabanlarına ihtiyaç duyarlar. ÜYS Analizlerinin yapılabilmesi için öncelikli olarak, tüm yol ağı ile ilgili yol envanter ve performans bilgilerinin girileceği veritabanı oluşturulmuştur. Bu kapsamda KGM BDölgeleri bazında yollara ait envanter bilgilerinin veri tabanına aktarılması, yapısal ve fonksiyonel durum ölçümlerinin yapılması çalışmaları devam ederken, veri girişleri tamamlanan yollarda da analiz çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Üstyapı Yönetim Sistemi yazılımında ihtiyaç duyulan değerlendirmelerin yapılabilmesi için öncelikle yollara ait düzgünlük (IRI), tekerlek izinde oturma (TİO), tekerlek/kaplama gürültü seviyesi (OBSİ), üstyapı bozulmaları ve kayma direnci gibi fonksiyonel ölçümlerin yanında, defleksiyon ölçümleri (HWD) gibi yapısal durum ölçümlerinden elde edilecek üstyapı performans verilerinin belirlenerek veri tabanına girilmesi gerekmektedir (Şekil.2).



Şekil.2: Yol Performans Ölçüm Yöntemleri

Envanter Verileri: Bu kapsamda, Yol Envanteri, Kaplama (Binder + Aşınma + TMA), Bitümlü Temel, Temel, Alttemel gibi bileşenlerle ilgili olarak, yol sınıfı, geometrik özellikleri, şerit sayısı, uzunluğu, genişliği, kaplama türü, malzeme özellikleri, dizayn özellikleri vb. bir çok veri, envanter verisi olarak Bölge Müdürlükleri Ar-Ge Başmühendislikleri tarafından Üstyapı Yönetim Sistemi Yazılımı veri tabanına aktarılmıştır. Envanter verilerinin belirli aralıklarda veri tabanına girilmesi Üstyapı Yönetim Sisteminde iyi bir takip ve arşivleme de sağlamaktadır.

Üstyapı Puanı Verileri: Yüzeysel bozulma değerlendirmeleri için analiz edilecek yolların yapısal durumunu temsil etmesi amacıyla, performans ölçümü yapılan kesimlere ait, Üstyapı Puanı tabloları da doldurularak veri tabanına aktarılmıştır. Yüzey bozulma tanımlamaları ve performans sınıfı değerlendirme kriterleri için "Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi" Üstyapı Puanlama yöntemi kullanılmıştır.

Düzgünsüzlük Ölçümü Verileri; Düzgünsüzlük ölçümleri, Yol Yüzey Profilometre (Road Surface Profiler -RSP) ölçüm cihazları ile yapılmaktadır. Düzgünsüzlük ölçümünde kullanılan profilometreler, Dünya Bankası Teknik Bildirisi No: 46'ya (4) ve ASTM E950 uygun ve Sınıf 1 kalitesinde üretilmiştir (Şekil.3). ÜYS kapsamında KGM merkezde 1 adet, Bölge Müdürlüklerinde 17 adet olmak üzere toplam 18 adet profilometre cihazı temin edilmiş durumdadır. Ar-Ge Başmühendislikleri tarafından Bölge Müdürlükleri RSP Profilometre Ölçüm Cihazları ile yüzey düzgünsüzlüğü performans ölçümü yapılmakta ve ÜYS Yazılımı veri tabanına veri girişi gerçekleştirilmektedir. Yazılıma aktarılan ölçüm dosyaları ÜYS yazılımı tarafından 20 m aralıklı olarak filtrelenmekte, filtrelenmiş IRI sonuçları yazılım tarafından veri tabanına aktarılmaktadır.



Şekil.3: Profilometre ölçüm cihazları

Defleksiyon (Heavy Weight Deflectometer-HWD) Ölçümü Verileri; Üstyapı yapısal durum verilerinin tahribatsız test sistemleri ile belirlenmesi amacıyla, geçici yükleme esasına göre çalışan, dinamik yüklemeyi üstyapıya aktaran, hareketli teker yükünü simüle eden, üstyapının defleksiyonunu ölçen, yüksek ağırlıklı deflektometre (HWD) cihazı ile ölçüm çalışmalarına başlanmış olup, elde edilen veriler Üstyapı Yönetim Sistemi veri tabanına aktarılmaktadır (Şekil.4).



Şekil.4:Yüksek Ağırlıklı Deflektometre İle Defleksiyon Ölçüm Çalışmaları

Gürültü Seviyesi Ölçüm (OBSİ) Verileri; Farklı kaplama türlerinde tekerlek/kaplama ara yüzünden kaynaklanan gürültü seviyesi ölçüm çalışmalarına başlanmıştır. Ölçüm çalışmaları AASHTO TP 76 On-Board Sound Intensity (OBSI) yöntemine göre gerçekleştirilmektedir. Elde edilen verilerin ilerleyen dönemlerde gürültü için uygun kaplama ve özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmak sureti ile ÜYS analizlerine dahil edilmesi hedeflenmektedir (Şekil.5).



Şekil.5: Gürültü Ölçüm Sistemi

Kayma Direnci Ölçüm Verileri; ASTM E274 Standardına göre ölçümler gerçekleştirilmekte ve ÜYS yazılımına aktarılmaktadır. Sürtünme test cihazı su tankı ve römork test bileşeni ile tasarlanmış bir cihazdır. Elde edilen verilerin ilerleyen dönemlerde kayma direnci için uygun kaplama ve özelliklerinin belirlenmesinde ÜYS analizlerine dahil edilmesi hedeflenmektedir (Şekil.6).



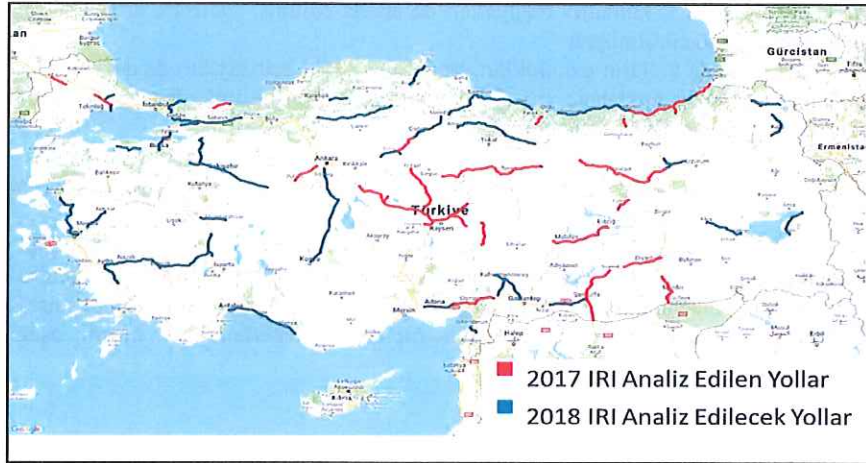
Şekil.6: Kayma Direnci Ölçüm Cihazı

3. ÜYS AĞ DÜZEYİNDE UYGULAMALAR

Kapsamlı bir Üstyapı Yönetim Sistemi, veri miktarı ve kalitesine ve istenen analitik kabiliyete bağlı olarak proje ve ağ seviyesi olmak üzere iki temel yaklaşım ile tanımlanır ve her iki seviyede alınacak kararlarda yardımcı olacak bileşenleri içerir. Üstyapı durum analizleri fonksiyonel durum ve yapısal durum analizlerinden oluşmaktadır.

Düzgünsüzlük, sürüş konforu ve emniyet açısından üstyapı performansının en önemli unsuru olarak düşünülmeyle birlikte, taşıt işletme maliyetlerinin de önemli göstergesidir. Düzgünsüzlük, yakıt, bakım – onarım, amortisman ve lastik maliyetleri olmak üzere taşıt işletme maliyetlerini artırmaktadır. Ülkemizde karayolları ağı kapsamında, yolların daha güvenli, konforlu ve en az onarım maliyeti ile hizmet vermesini sağlamak amacıyla yüzey düzgünsüzlüğünü ölçmek için yaygın olarak kullanılan Uluslararası Düzgünsüzlük İndeksi (IRI) performans ölçütleri belirlenmiş ve uygulamaya konulmuştur. KGM bünyesinde merkez ve bölge müdürlüklerinde bulunan toplam 18 adet profilometre aracı ile yeni yapılan yolların düzgünsüzlük ölçümleri yapılmakta, aynı zamanda mevcut BSK kaplamalı üstyapıların düzenli bir döngüde performans ölçümleri gerçekleştirilmektedir.

ÜYS yazılımı ile mevcut durum analizleri ilk olarak 9 farklı Bölge Müdürlükleri sınırlarında yer alan 37 adet yol için (3197 km) bölgesel bazda ve Türkiye genelinde ağ seviyesinde analiz edilmiştir. Bu analiz ile 37 farklı KKNO için 20 yıl boyunca gelecek fonksiyonel ve yapısal durum modellemeleri yapılmış, bu modellemeler doğrultusunda hangi kesime, ne zaman, nasıl müdahale edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Belirlenen çözüm önerilerinin maliyetleri de hesaplanarak, hangi yılda ne kadar ödenek gerektiği de saptanmıştır. Ayrıca yapılması önerilen bakım – onarım çalışmalarının önerilen zamandan 3 yıl geç yapılması durumunda ortaya çıkacak yapım ve işletme maliyetleri de hesaplanmış, bu maliyetlerin ilk maliyete oranı belirlenerek “Gecikme Maliyeti Oranları” bulunmuştur. Bu oranlar ile 37 yol arasında öncelik sıralaması elde edilmiş ve öncelikli olarak müdahale edilmesi gereken kesimler belirlenmiştir. Aşağıdaki haritada 2017 yılında analiz edilen yollar (kırmızı) ile 2018 yılında analiz edilmesi planlanan yollar (mavi) gösterilmektedir.



Şekil.7: 2017 Yılında Analizi Yapılan ve 2018 Yılında Analizi Yapılacak Yollar

Bu çalışma kapsamında öncelikli olarak performans ölçümleri yapılan ve yol envanter veri girişi tamamlanan güzergahları içeren proje grupları için, ağ düzeyindeki uygulamalar (Bölge Müdürlüğü yol ağları vb.) ve tüm karayolu (KGM yol ağı) üzerindeki bakım/onarımlar, iyileştirme ve yeniden yapım ile ilgili olarak, hangi yolların öncelikli olarak yapılacağı, ne zaman ve ne türde çalışmalar yapılacağı konusunda fikir vermek, ömür boyu maliyet analizleri yardımı ile bakım/onarımda öncelikli yol kesimlerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.1 Analizler

KGM yol ağındaki Bitümlü Sıcak Karışım yollarda, Profilometre, ve Yüksek Ağırlıklı Deflektometre Ölçüm Cihazları ile ölçümlerin analizleri yapılmış, Üstyapı Puanları belirlenmiş ve bu çalışmalar çerçevesinde yollar için gerekli bakım – onarım alternatifleri ve fayda/maliyet oranları tespit edilmiştir.

Öncelik belirleme ve optimizasyon yöntemlerinde fayda/maliyet oranını esas alan yaklaşımlar kullanılmıştır. Üstyapı Yönetim Sisteminin geliştirilmesi kapsamında yapılan analizler; olağan bakım, onarım ve kalite standartları konusundaki mevcut uygulamalar, şartnameler ve güncel maliyetler dikkate alınarak, Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi ve AASHTO Mekanistik-Ampririk Yöntemine uygun bozulma/performans tahmini modellerine göre gerçekleştirilmiştir.

Üstyapı Yönetim Sistemi gelecek hesaplamalarında, Dünya Bankası tarafından geliştirilen Karayolu Tasarım ve Bakım Standartları Modeli (HDM-4; Highway Development & Management Manual) modelleri ve Mekanistik Ampririk modeller kullanılmıştır. Bu kapsamda en düşük maliyetli alternatif bakım/onarım ve iyileştirme yöntemleri yanında, kullanıcı maliyetleri de analiz edilmiş, gelecek maliyetler güncel maliyetlere dönüştürülmüştür.

Bu aşamada yolların uzunlukları, trafik değerleri, şerit sayıları da değerlendirmeye alınarak belirlenen müdahale yapım maliyetleri ve ilgili kesimlerden geçecek her araç için taşıt işletme maliyetleri hesaplanmıştır.

3.2 ÜYS Düzgünsüzlük Performans Kriterleri ve Türkiye Geneli Üstyapı Durumu

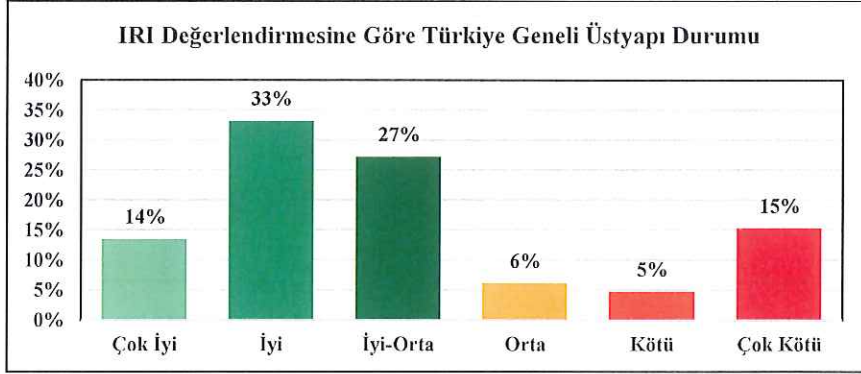
Yüzey düzgünlüğü performans değerlendirmelerinde, alternatif yöntemler kullanılmakla beraber, düzgünsüzlük değerlerinin ölçeklendirilip sınıflandırılarak üstyapı performansının değerlendirildiği yöntem yaygın olarak kullanılmaktadır. KGM tarafından kabul edilen düzgünsüzlük ölçümleri değerlendirme ölçeği aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge.1:KGM IRI Değerlendirme Ölçeği

Düzensizlik Değeri (IRI-m/km)	Düzensizlik Sınıflaması	Bakım-Onarım Öncelik Sıralaması
0-0,71	Çok İyi	6
0,72-1,11	İyi	5
1,12-1,58	Orta-İyi	4
1,59-1,80	Orta	3
1,81-2,13	Kötü	2
2,13	Çok Kötü	1

Üstyapı Yönetim Sistemi yazılımı tarafından, tüm güzergahlar için önerilecek eylemler ve bütçe dağılımlarını belirleyebilmek amacıyla, IRI performans ölçümleri ve üstyapı bozulmaları görsel puanlama verileri birlikte analiz edilerek otomatik olarak homojen kesimler oluşturulmuştur. Yazılım tarafından her homojen kesim için, üstyapı durumuna bağlı olarak en uygun zamanda uygulanması gereken en uygun bakım/onarım yönteminin maliyetleri hesaplanmıştır (Şekil.8).

Buna göre, ÜYS geliştirilmesi çalışmalarından elde edilen IRI performans verilerine göre, çalışma bünyesinde analiz edilen yolların performansının yaklaşık %74'ü iyi ya da çok iyi seviyede olduğu, %26'sının ise orta-kötü-çok kötü seviyede olduğu görülmektedir.



Şekil.8:IRI Değerlendirme Ölçeği 35 Adet Yol İçin Üstyapı Durumu

3.3 Bakım/Onarım Maliyetlerinin Belirlenmesi

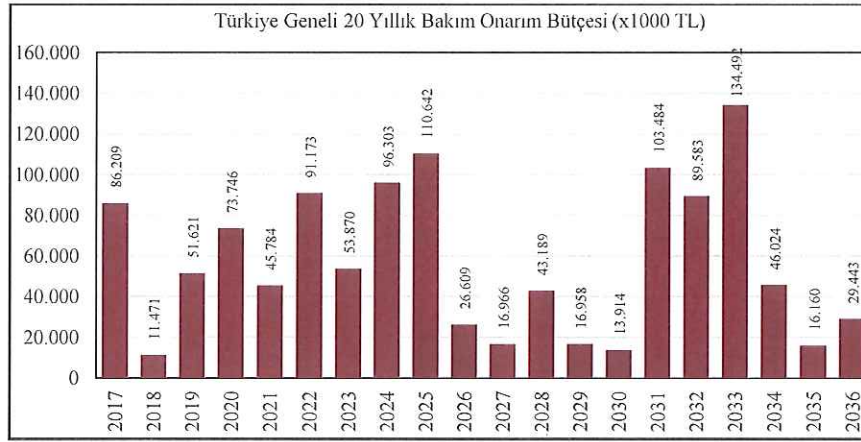
ÜYS kapsamında Bölge Müdürlükleri sınırlarındaki yollardan bölünmüş yol olarak toplamda 1552.740 km' lik uzunluğa sahip 37 adet güzergâhı kapsayan, bölgeler yol ağı

KARAYOLU 4. ULUSAL KONGRESİ VE SERGİSİ

ve Türkiye geneli için 20 yıllık bakım/onarım maliyetleri belirlenmiştir. Türkiye genelinde analiz edilen bölgeler için, yol ağı kapsamında 20 yıllık bakım/onarım maliyetinin yıllara göre ve bölgeler bazında dağılımı aşağıdaki çizelge ve grafiklerde verilmiştir (Çizelge.2, Şekil.9).

Çizelge.2:Analizi Yapılan Bölgeler Listesi ve Yıllara Göre Bütçe Dağılımları

	BÜTÇE																			
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Türkiye Geneli	86.209	11.471	51.621	73.746	45.784	91.173	53.870	96.303	110.642	26.609	16.966	43.189	16.958	13.914	103.484	89.583	134.492	46.024	16.160	29.443
1 Bölge	10.228	0	0	0	0	26.505	0	0	14.339	0	5.411	0	0	0	0	0	14.339	0	0	0
4 Bölge	8.535	11.471	11.114	10.837	1.834	6.691	0	0	8.046	11.471	11.114	10.837	1.834	6.691	0	0	8.046	11.471	11.114	10.837
5 Bölge	0	0	14.824	4.627	9.541	10.489	230	0	4.615	1.727	0	0	0	0	0	0	31.284	0	0	0
6 Bölge	13.320	0	35.683	1.648	9.105	47.567	33.640	36.348	33.987	2.687	441	3.366	2.424	7.333	28.735	12.353	539	106	0	0
7 Bölge	16.125	0	0	0	0	0	0	7.951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 Bölge	0	0	0	18.606	12.640	0	0	0	0	0	0	18.606	12.640	0	0	0	0	5.045	18.606	0
9 Bölge	0	0	0	19.377	0	0	0	33.712	0	10.692	0	0	0	0	42.538	38.579	0	0	0	0
10 Bölge	37.940	0	0	18.651	0	0	0	16.389	49.651	32	0	0	0	0	3.478	18.651	42.895	4.183	0	0
16 Bölge	0	0	0	0	12.604	0	0	0	0	0	0	10.380	0	0	29.063	0	68.693	0	0	0
Toplam Bütçe (x1000 TL)	1.157.641																			



Şekil.9:Türkiye Geneli Yıllara Göre Bakım/Onarım Bütçe Dağılımları

3.4 Gecikme Maliyetlerinin Belirlenmesi

Türkiye genelinde analiz edilen bölgeler ve yol ağı kapsamında bakım/onarım ve işletme maliyetleri 20 yıl için hesaplanmış olup, bakım-onarım müdahalelerinin 3 yıl gecikmesi durumu için de gecikme maliyetleri ayrıca belirlenmiştir.

Bugün onarılması halinde oluşacak işletme maliyetinin, gecikme süresine bağlı olarak oluşacak işletme maliyetine oranlanması ile «*Gecikme Maliyeti Oranı*» hesaplanmakta olup, çalışma kapsamında 3 yıllık gecikme süresi için, ağ düzeyinde tüm yollar için bakım – onarım öncelik karşılaştırması yapılmıştır. Analiz yapılan yollar ve bölgeler için Gecikme Maliyet Oranları Çizelge.3’de verilmiştir.

Ağ bazında yapılan ÜYS analizleri neticesinde envanter verileri, üstyapı puanı ve düzgünsüzlük performans ölçüm verileri girilen 37 adet yol birlikte değerlendirilerek analiz edilen yolların, gecikme maliyet oranları ve düzgünsüzlük değerlerine göre bakım/onarım öncelikleri belirlenmiştir. Ayrıca analiz edilen yolların bulunduğu bölge müdürlükleri bazında da gecikme maliyet oranlarına göre bakım/onarım öncelikleri belirlenmiştir.

Yapılan analizlerin sonuçlarının değerlendirilmesinin ardından bütçe planlamalarında ÜYS yazılımından hesaplanacağına karar verilen 11 adet yol (350 km) için gelecek 3 yıl boyunca 350 000 000,00 TL üstyapı yenileme, bakım – onarım bütçesi belirlenmiştir. Bu bütçenin, 11 adet yolun ÜYS yazılım analizi sonrası, yazılımın önerileri doğrultusunda kullanılması planlanmaktadır.

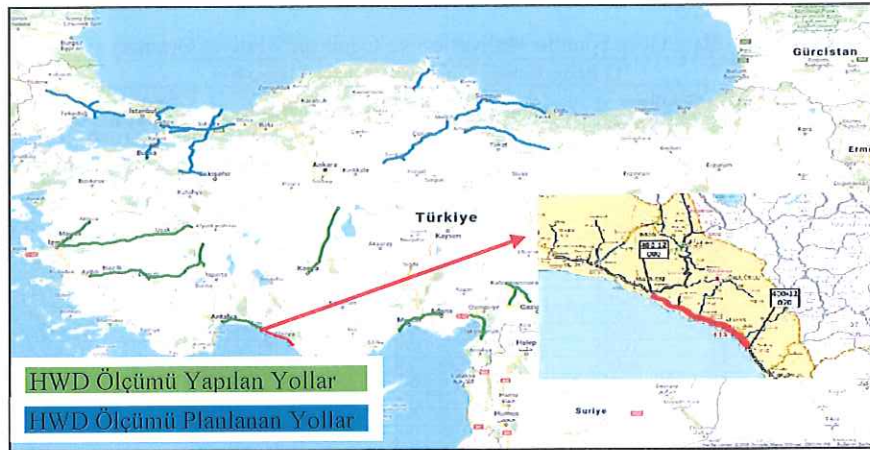
Çizelge.3:Yollara Göre İşletme Maliyetleri ve Gecikme Maliyet Oranları

Yolların Bakım-Onarım Ortalama Değerleri				
KKKNo	Gecikme Maliyet Oranları	Onarım Maliyeti (1000 TL)	İşletme Maliyeti (1000 TL)	3 Yıl Gecikmeli Ek İşletme Maliyeti (1000 TL)
400-20	0,64	14.824,00	114.218,00	73.136,00
400-21	0,31	61.435,00	619.457,00	190.348,00
53-03	0,29	7.641,00	23.389,00	6.796,00
100-01	0,19	10.283,00	55.186,00	10.213,00
014-01	0,15	21.633,00	41.481,00	6.355,00
200-19	0,13	40.278,00	147.545,00	19.467,00
66-25	0,07	28.824,00	39.953,00	2.887,00
52-50	0,07	16.176,00	23.056,00	1.576,00
200-12	0,06	142.064,00	1.097.907,00	67.211,00
885-13	0,06	10.692,00	66.673,00	4.061,00
100-25	0,06	10.380,00	174.554,00	10.010,00
100-24	0,06	4.017,00	50.242,00	2.774,00
885-07	0,05	5.046,00	16.451,00	897,00
100-26	0,05	24.398,00	121.153,00	6.397,00
40-03	0,05	8.175,00	11.321,00	596,00
805-03	0,05	20.381,00	62.302,00	3.251,00
300-17	0,05	74.854,00	666.247,00	34.054,00
815-01	0,05	40.993,00	123.376,00	6.297,00
200-21	0,05	25.208,00	495.648,00	24.984,00
260-08	0,05	6.800,00	39.832,00	1.994,00
260-11	0,05	53.917,00	232.982,00	11.660,00
260-09	0,05	29.706,00	136.291,00	6.818,00
300-23	0,05	25.280,00	255.944,00	12.800,00
61-53	0,05	6.811,00	41.069,00	2.053,00
38-08	0,05	24.812,00	30.513,00	1.525,00
950-11	0,05	38.754,00	305.565,00	15.145,00
200-20	0,05	16.459,00	247.053,00	12.217,00
300-24	0,05	55.818,00	504.781,00	24.831,00
260-10	0,05	26.228,00	164.195,00	8.067,00
010-25	0,05	16.389,00	72.942,00	3.559,00
100-03	0,05	38.906,00	822.289,00	39.244,00
885-12	0,04	45.695,00	308.596,00	13.862,00
010-22	0,04	123.699,00	2.162.451,00	84.219,00
360-08	0,04	71.430,00	1.082.005,00	41.572,00
010-23	0,04	37.302,00	298.596,00	10.520,00
200-18	0,03	1.881,00	6.321,00	208,00
785-05	0,03	7.951,00	100.087,00	3.266,00

4. ÜYS PROJE SEVİYESİNDE UYGULAMALAR

Üstyapı Yönetim Sisteminde yapısal durumun tespiti Bölge Müdürlükleri Üstyapı Geliştirme Mühendislerince arazide yapılan gözlemler doğrultusunda belirlenen Üstyapı Yapısal Puanı ile yapılmıştır. Bu yöntemde incelenen nokta sayısının kısıtlı olabilmesi nedeniyle örnekleme sayısının az olması ve değerlendirmedeki görecelik sebeplerinden dolayı yapısal durumun da tahribatsız test sistemleri ile belirlenmesi amacıyla, Yüksek Ağırlıklı Deflektometre ile defleksiyon ölçümlerinin yapılması çalışmaları başlatılmıştır. Bu kapsamda şu ana kadar yaklaşık 2.000 km defleksiyon ölçümü tamamlanmış ve ÜYS veritabanına aktarılmıştır.

Ayrıca yapılan defleksiyon ölçümleri ile tüm tabakalarda tabaka analizleri yapılmakta, bu analizlerin sonucu olarak üstyapının her farklı tabakası için Elastisite Modülleri ve Kalan Ömür miktarları hesaplanmaktadır. Dolayısıyla gerekli bölgelerde ne kadar takviye tabakası yapılacağı belirlenmekte, diğer kesimlerde ise üstyapının kalan ömrü tespit edilmektedir.

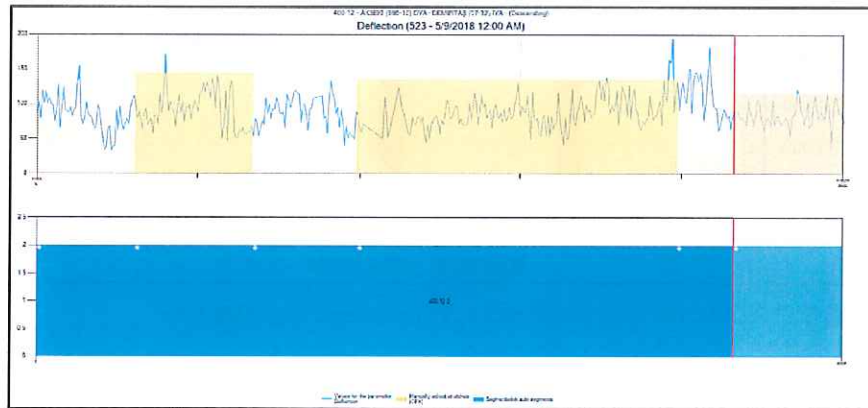


Şekil.10: Ölçüm ve Değerlendirmesi Yapılmış Yol Kesimi

Bu çalışmanın amacı, defleksiyon ölçümü tamamlanan yollardan Karayolları 13. Bölge Müdürlüğü yol ağında bulunan KKNÖ 400-12 yolunun mevcut durumunu ortaya koymak ve geleceğe yönelik iyileştirme stratejilerini değerlendirerek en uygun seçeneği belirlemektir. Bu kapsamda yola ait mevcut durumu belirlemek amacıyla envanter verileri, performans ölçüm verileri (IRI, TİO, Yüzey Bozulmaları, HWD vd.) belirlenerek veritabanına aktarılmıştır.

Üstyapı Yönetim Sistemi yazılımı tarafından, güzergah için önerilecek eylemler ve bütçe dağılımlarını belirleyebilmek amacıyla, IRI ve HWD performans ölçüm verileri birlikte analiz edilerek otomatik olarak homojen kesimler oluşturulmuş, 20 yıllık bakım-

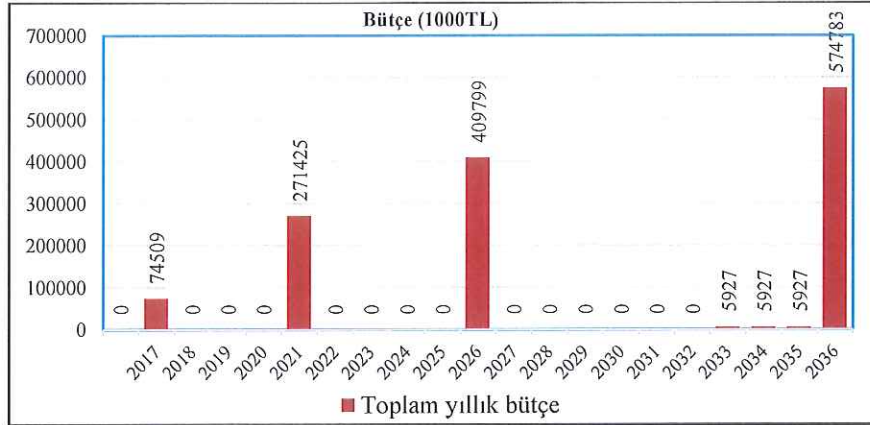
onarım planlamaları ve bütçe planlamaları belirlenmiştir. Yazılım tarafından her homojen kesim için, üstyapı durumuna bağlı olarak en uygun zamanda uygulanması gereken en uygun bakım/ onarım yönteminin maliyetleri hesaplanmıştır Şekil:11-13).



Şekil.11: HWD Ölçüm Verileri Analiz Ve Değerlendirmeleri

[illegible]

Şekil.12: HWD, IRI Değerlendirmeleri Maliyet Ve Zamana Göre Önerilen Eylemler



Şekil.13: HWD, IRI Değerlendirmeleri Yıllara Göre Bütçe Dağılımı

5. SONUÇLAR

ÜYS geliştirilmesi kapsamında bu rapor içerisinde 9 farklı bölge yol ağında bulunan 37 adet yolda toplam 1552,740 km yol ağı için ağ seviyesinde önümüzdeki 20 yıl içerisinde bakım/onarım maliyetleri ve öncelik sıralamaları belirlenmiştir. Ancak bilindiği üzere 01.01.2018 tarihi itibarı ile BSK kaplamalı tüm yol ağı 22.950 km mertebesine ulaşmış ve hedef olarak tüm karayolu ağıımızın BSK kaplamalı üstyapı olarak tamamlanması ve hizmet vermesi planlanmaktadır. Bu bağlamda ÜYS; kısa, orta ve uzun vadede yapılacak bakım/onarım alternatiflerinin seçimi, öncelik sıralamasının belirlenmesi, bütçe ayrılması gibi hususlara ilişkin plan ve programların yapılmasında, temeli teknik verilere dayalı aydınlatıcı bir sistem olmaktadır.

Üstyapı Yönetim Sisteminin geliştirilmesi çalışmaları kapsamında Karayolları Genel Müdürlüğü yol ağında tüm bölge müdürlüklerini kapsayacak şekilde 76 farklı KKNO için ÜYS analizi yapılması çalışmalarına başlanmıştır. Bölge Müdürlükleri tarafından belirlenen kesimlerde düzgünlük ölçümleri yapılmakta ve ilgili kesimlerin ÜYS Yazılımına Envanter Bilgileri tanımlanmaktadır. Ayrıca 76 adet yolun yaklaşık olarak 40' ında defleksiyon ölçümlerinin de yapılarak, detaylı analizlerin yapılması önümüzdeki dönemlerde yapılması düşünülen çalışmalar olarak planlanmaktadır.

Mevcut durumda ÜYS Yazılımına aktarılmak üzere defleksiyon ve düzgünlük ölçümlerine devam edilmekle birlikte, ağ düzeyinde ve proje düzeyinde Üstyapı Yönetim Sistemi analizleri de yapılmaktadır. Yapılan tüm ölçümler ÜYS yazılımına aktarılmakta ve bu aktarılan kesimler için yazılım tarafından otomatik olarak defleksiyon ve düzgünlük verileri harmonize edilerek bu parametreler birlikte değerlendirilmektedir. ÜYS yazılımında yapılan tüm ölçüm ve analizler Coğrafi Bilgi Sistemi bölümünden de güncel olarak incelenebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. HAAS, R., HUDSON, W.R., (1978) Pavement management system, McGraw Hill Book Company, USA
2. AASHTO, (1962) The AASHTO Road Test, Report 5, Pavement Research, Highway Research Board, No:954 National Academy of sciences, Washington
3. KGM, 2013, Karayolu Teknik Şartnamesi
4. KGM, 2017 <http://www.kgm.gov.tr/>, (Erişim Tarihi 2017)
5. Karayolları Genel Müdürlüğü 2017-2021 Stratejik Planı, KGM
6. ASTM E 1926 -98 (1998) "Standard Practice for computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements".
7. ÜNAL E. N., KOMUT M., DEMİR B., (2017) 'Üstyapı Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi Ve Ağ Seviyesinde Değerlendirmeler' 7.Ulusal Asfalt Sempozyumu Ve Sergisi, Ankara.
8. SHAHİN, M.Y., (1994) Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots, United States of America.
9. KELLY L. SMİTH, LESLİE TİTUS-GLOVER, LYNN D. EVANS, (2002) Pavement Smoothness Index Relationships Research, Development, and Technology Turner-Fairbank Highway Research Center, Washington.

