

ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ KAPSAMINDA KARADENİZ SAHİL YOLU YAPISAL DURUM ÖLÇÜMLERİ VE TAKVİYE PROJESİ ÖRNEK VAKA ANALİZİ

Mehmet Ali ALKAN¹, Hakan ORAL¹, Muhammet KOMUT², Şenol ALTIOK¹

ÖZET

Son yıllarda, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de asfalt endüstrisi makineler arası iletişim, sensörler, üretim verimliliği, serme sıkıştırma süreçleri, asfalt bakımı ve yönetimi dahil birçok alanda dijital dönüşüm gerçekleştirmektedir. Karayollarında sürdürülebilir hareketlilik için sürdürülebilir üstyapılar son derece önemlidir. Sürdürülebilir üstyapılar için dijital dönüşüm süreciyle uyumlu Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS), yapılması gereken bakım, onarım, takviye, yenileme gibi üstyapı faaliyetlerinin planlanması için somut veriler ortaya koymaktadır.

ÜYS çalışmaları, ağ ve proje seviyesinde analizler ve örnek bir proje seviyesinde çalışmanın sonuçları bu bildiride paylaşılmıştır. Bu kapsamda örnek bir proje olarak Karadeniz Sahil Yolunun Üstyapı Yönetim Sistemi dahilinde değerlendirilmesi ve 010-25 Kontrol Kesim Nolu Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yoluna ait defleksiyon testleri ile takviye tasarımı çalışmaları aktarılmıştır.

1. GİRİŞ

Karayolu imalat ve bakım işlemleri yüksek bütçeli yatırımlar gerektirmeleri nedeniyle ülke ekonomisinde önemli yer tutmaktadır. Yapılan yatırımların maksimum düzeyde faydayı sunacak şekilde planlanması ve yürütülmesi uygarlıklar arasında artan güç rekabetinin getirdiği koşullar altında gereklilik düzeyinden zorunluluk düzeyine yükselmiştir. Yapılan güçlü ve yerinde planlar kaynakların kullanımında en büyük verimin sağlanması açısından birincil etkindir. Bu bakımdan Üstyapı Yönetim Sistemi, yapılması gereken bakım, onarım, takviye, yenileme gibi üstyapı faaliyetlerinin planlanması için somut veriler ortaya koyar. Bunları yaparken bazı girdilere ihtiyaç vardır. Defleksiyon test verileri ise üstyapıların yapısal durumunu belirlemeye yönelik yapılan Üstyapı Yönetim Sisteminin en önemli girdilerinden bir tanesidir. Bu bildiride Karayolları Genel Müdürlüğünde kullanılan Üstyapı Yönetim Sistemi ve Defleksiyon Testleri ile ilgili bilgi verilmektedir. Ayrıca örnek bir proje olarak Karadeniz Sahil Yoluna ait Defleksiyon hesapları ve takviye tasarımı sunulmaktadır.

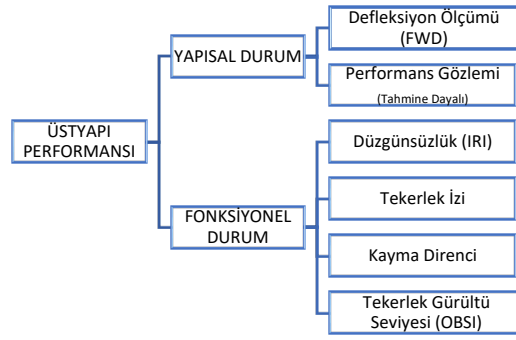
¹ İnşaat Mühendisi, KGM, ARGE Dai. Bşk., Ankara

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

2. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ

Üstyapı Yönetim Sistemleri (ÜYS), yol üstyapılarının bakım, onarım, takviye veya yenileme faaliyetlerine dair uzun ve kısa vadeli planlar yapılmasına olanak sağlayan sistemlerdir. Yapılacak faaliyetlerin belirli bir plan dahilinde yürütülmesi kaynakların planlı ve etkin bir şekilde kullanılması açısından son derece önemlidir. Faaliyetlere yönelik planların oluşturulması amacıyla Üstyapı Yönetim Sistemi dahilinde çeşitli analizler yapılır. Bu analizlerde en önemli girdi üstyapı performans verileridir. Üstyapı performans verileri mevcut üstyapıların Fonksiyonel ve Yapısal Durumlarını ortaya koyan ölçüm ve tespitlerden oluşur.

Fonksiyonel Durum Ölçümleri yolun güvenli, ekonomik ve konforlu hizmet verebilme kabiliyetini belirlemeye yönelik veri sağlar. Yapısal Durum Ölçümleri ise ileriye dönük hizmet ömrünü ve bakım-onarım ihtiyacını belirlemeye yönelik veri sağlar. Genellikle zamana ve trafik yüklerine bağlı olarak bozulan yapısal duruma fonksiyonel durumdaki bozulmalar eşlik eder. Bu sebeple fonksiyonel durum verileri sınırlı bir düzeyde yapısal duruma ait gösterge olarak kullanılabilir.



Şekil.1: Üstyapı Performans Verileri

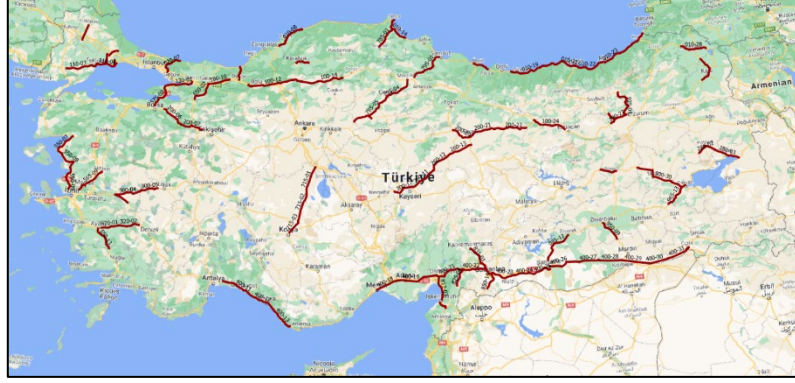
2.1. ÜSTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ ANALİZLERİ

Üstyapı Yönetim Sisteminde girdi verilerinden yararlanılarak çeşitli analizler yapılmaktadır. Bir projeye odaklanmış Proje Düzeyinde Analizler ve Projelerin birbiri ile karşılaştırıldığı Ağ Düzeyinde Analizler üstyapı yatırımlarının yönlendirilmesi için önemli bilgiler sağlar. Analizler temel olarak girilmiş performans verilerinden yararlanarak üstyapıların bozulma modellerini oluşturmakta ve geleceğe dönük bozulma tahminleri yapılabilmesini sağlamaktadır. Bu sayede ihtiyaç duyulacak bakım, onarım, takviye ve yenileme faaliyetlerine yönelik bir projeksiyon oluşturularak bu faaliyetler için gereken bütçeler önceden planlanabilmektedir.

2.1.1. Ağ Düzeyinde Analizler

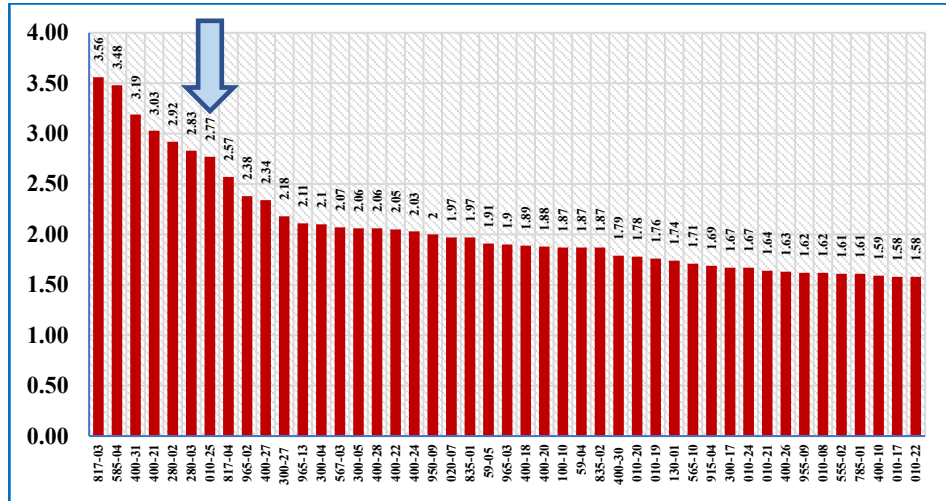
Ağ Düzeyinde Analizler yol ağının durumu hakkında bilgi edinmek, üstyapı yatırımları için gerekli uzun ve kısa vadeli yatırımları öngörmek ve ağ içerisindeki farklı yollar arasında öncelik karşılaştırması yapabilmeyi hedefleyen analizlerdir. Bu kapsamda

Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluk alanında bulunan yol ağındaki yollar için mevcut Üstyapı Yönetim Sistemi bünyesinde 17 farklı bölgeden 98 adet yol için ağ düzeyinde analiz gerçekleştirilmiştir.

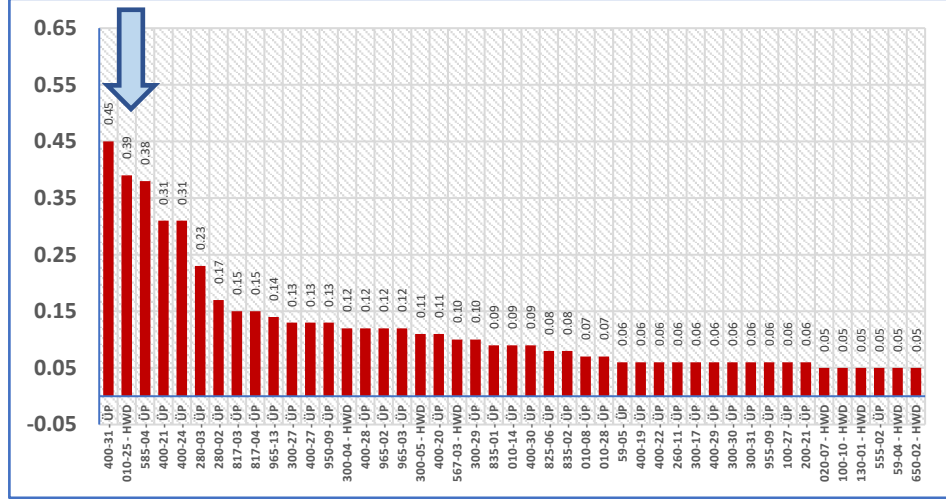


Şekil.2: Analizi Yapılan Yollar

Ağ seviyesinde yapılan analizlerde IRI performans ölçümlerine göre ve gecikme maliyet oranlarına göre bakım onarım öncelikleri belirlenmiştir. Analizde tüm yol kesimleri için 20 yıllık süreçte ihtiyaç duyulacak tahmini onarım maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca Bakım-Onarım faaliyetlerinin 3 yıl ertelenmesi durumunda oluşacak ek işletme (onarım+kullanıcı) maliyetlerinin, ertelenmeden önerilen zamanda yapılması halinde gerçekleştirilecek olan işletme (onarım+kullanıcı) maliyetlerine oranlanması ile **Gecikme Maliyet Oranı** hesaplanmıştır. Gecikme Maliyet Oranı yüksek olan yol kesimleri bakım-onarım önceliğine sahiptir. Bu açıdan yapılan sıralama ve Karadeniz Sahil Yoluna ait yol kesimlerinin sıralamadaki yerleri Şekil.4 de görülebilmektedir.



Şekil.3: IRI Performans Ölçümlerine Göre Bakım Onarım Öncelikleri



Şekil.4: 3 Yıllık Gecikme Maliyet Oranına Göre Bakım Onarım Öncelikleri

Analizi yapılan 98 adet yoldan 45 tanesine ait sonuçlar yukarıdaki grafiklerde verilmiştir. Şekil.3 de verilen IRI ölçeği baz alınan öncelik sıralaması, üstyapı performansının iyileştirilme gereksinimi bakımından önceliği belirtmektedir. Şekil.4 da verilen Gecikme Maliyet Oranının baz alındığı öncelik sıralaması ise ödeneklerin planlanmasında etkili kullanılmaktadır.

2.1.2. Proje Düzeyinde Analizler

Proje Düzeyinde Analizler, Ağ Düzeyinde Analizlerden farklı olarak tek bir yolun gelecek modelinin çıkarılması, uzun vadeli bakım-onarım planlarının oluşturulması ve bütçe gereksinimlerinin belirlenmesi için yapılır. Proje Düzeyinde Analiz çalışması, ilgili yol için Üstyapı Yönetim Sistemi dahilinde en düşük yaşam döngüsü maliyetini yakalayabilmeyi hedefler.

3. DÜZGÜNSÜZLÜK (IRI) ÖLÇÜMLERİ

Düzgünlük terimi kaplama yüzeyindeki düzensizlikleri ifade eden bir nicelik olup sürüş konforu ve işletme maliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Üstyapı Yönetim Sisteminin önemli girdilerinden birisi olan Düzgünlük Ölçümleri Profilometre cihazı ile yapılmaktadır (Şekil 5). Yol yüzey boyuna profilinin ölçülmesi ile elde edilen IRI (International Roughness Index-Uluslararası Düzgünlük İndeksi) değerleri Üstyapı Yönetim Sistemine aktararak yazılım tarafından değerlendirmeye alınmaktadır. Böylece yol profilindeki bozulma düzeyi tespit edilerek yolun performansı belirlenir.



Şekil.5: Profilometre Cihazı

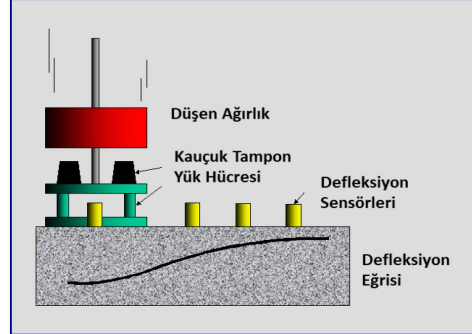
KGM tarafından kabul edilen düzgünlük ölçümleri değerlendirme ölçeği aşağıda verilmiştir.

Düzgünlük Değeri (IRI-m/km)	Düzgünlük Sınıfı	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

Şekil.6: KGM IRI Değerlendirme Ölçeği

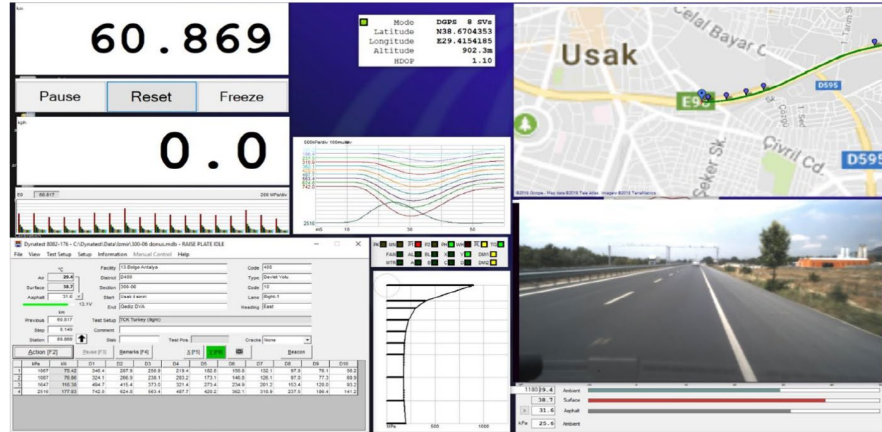
4. YAPISAL DURUM ÖLÇÜMLERİ (DEFLEKSİYON TESTLERİ)

Malzemelerin statik ve dinamik yükler altındaki davranışları farklılık gösterir. Defleksiyon terimi dinamik yük altında gerçekleşen yer değiştirmeyi (oturma) ifade eder. Trafik yükleri üstyapıya dinamik olarak etkiyerek elastik şekil değiştirmelere neden olur. Defleksiyon testlerinde bu dinamik yüklemeyi modellemek amacıyla belirli bir yükseklikten düşen ağırlığın üstyapıda oluşturduğu defleksiyonlar ölçülmektedir. Ölçülen defleksiyon değerlerinden yola çıkılarak üstyapı tabakalarının Elastisite Modülü değerleri hesaplanmaktadır. Üstyapı tasarımları üstyapı tabakalarının Elastisite Modülü değerlerine dayalı olarak yapıldığından defleksiyon testlerinden elde edilen Elastisite Modülü değerleri doğrudan üstyapının yapısal durum verisidir denebilir. Bu bakımdan Defleksiyon Testleri üstyapıların yapısal durumunu ölçmek için kullanılan yaygın bir tahribatsız test yöntemidir.



Şekil.7: Düşen Ağırlık Deflektometresi Ölçüm Prensibi

Defleksiyon testlerinde Düşen Ağırlık Deflektometresi kullanılmaktadır. Cihazın çalışma prensibi şu şekildedir: Kaplama üzerine yüzey alanı bilinen metal bir yükleme plakası yerleştirilir. Bu plaka üzerine belirli bir yükseklikten düşürülen ağırlığın plaka üzerinde oluşturduğu yük bir yük hücresi ile ölçülerek kaplamaya uygulanan gerilme değeri hesaplanır. Cihaz bu işlemleri otomatik olarak gerçekleştirmektedir. (Şekil.8) Kaplamada yükün uygulandığı merkez noktasına ve bu noktaya çeşitli uzaklıklarda yerleştirilen jeofonlar yardımı ile yük merkezindeki ve merkezden farklı uzaklıklardaki noktalarda oluşan defleksiyon değerleri ölçülür. En büyük defleksiyon değeri yük merkezinde oluşur. Uygulanan yük, yük merkezinde tüm tabakalarda gerilme oluştururken merkezden uzak noktalarda yalnızca alt tabakalarda gerilme oluşturmaktadır. Bu sebeple merkezde konumlanmış jeofondan alınan defleksiyon ölçümü tüm tabakaların Elastisite Modülü değerlerinin hesaplanmasında kullanılırken merkezden uzakta konumlanmış jeofondan alınan defleksiyon ölçümü alt tabakaların Elastisite Modüllerinin hesaplanmasına olanak sağlar.



Şekil.8: Deflektometre Cihazı Ölçüm Ekranı

Yolda yapılan defleksiyon ölçümleri ölçüm sonrası bir ofis çalışması ile özel bir yazılım kullanılarak değerlendirilir. Yazılım tüm tabakalara tahmini bir Elastisite Modülü değerleri atayarak teorik hesapla jeofonlarda oluşması beklenen defleksiyon değerlerini

hesaplar. Hesaplanan değerler ölçülen defleksiyon değerlerine eşit değilse yazılım tarafından tabakalara farklı Elastisite Modülü değerleri atanarak tekrar kontrol edilir. Bu işlem döngüsel olarak teorik hesaplanan defleksiyon değerleri ile ölçülen defleksiyon değerleri eşit olana kadar devam ettirilir. Deęerler eşit olduğunda bulunan Elastisite Modülü değerleri üstyapı tabakalarının gerçek elastisite modülü değerleri olarak kabul edilir. Bu işlem **Geri Analiz** olarak adlandırılır.

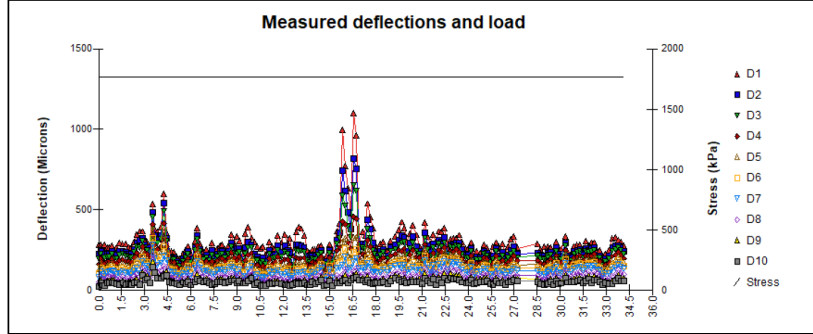
Bilindięi gibi Bitümlü Sıcak Karışım tabakalarının davranışı sıcaklığa bağlı olarak önemli düzeyde değişebilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda yumuşayan Bitümlü Sıcak Karışım tabakalarının Modül değeri düşmektedir. Bu sebeple arazide yapılan testler esnasında alınan sıcaklık ölçümleri kullanılarak modül değerlerine düzeltme uygulanmaktadır. Uygulanan düzeltmeyle modül değerleri 20 °C deki modül değerlerine normalize edilerek hesaplarda kullanılmaktadır.

Defleksiyon verilerine bağlı olarak homojen kesimlere bölünen yolun bozulma modeline ve mekanistik-ampirik tasarım koşullarına bağlı olarak kalan ömrü ve takviye gereksinimi hesaplanır.



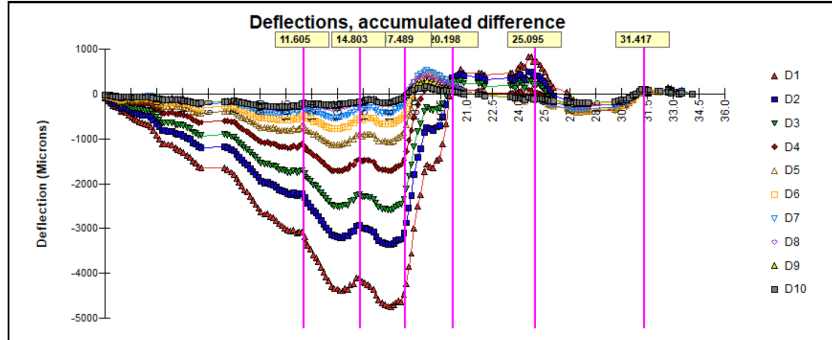
Şekil.9: Deflektometre Cihazı

Şekil. 12: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) 125 kN Normalize Edilmiş Defleksiyonlar

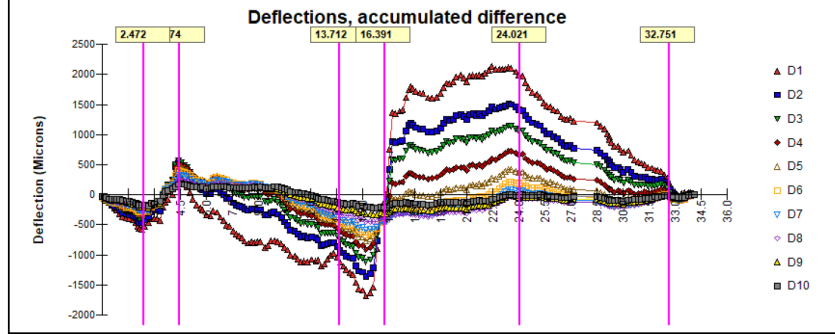


Şekil. 13: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) 125 kN Normalize Edilmiş Defleksiyonlar

Toplanan defleksiyon verileri ilk değerlendirme yapılabilmesi amacıyla tek bir yükleme değerine göre normalize edilmiş ve yol genelinde defleksiyon değerleri arasında karşılaştırma yapılma imkanı sağlanmıştır. Bu verilerin değerlendirilmesi ile ölçülen kesim Homojen Kesimlere ayrılarak, karakteristik özellikleri birbirine yakın kesimler tek bir bölüm olarak değerlendirilmiştir. Kümülatif toplam ya da birikmiş farklar hesaplanarak, defleksiyon değerlerinin homojen değerlendirmesi daha kolay yapılabilir. Taşıma kapasitesindeki değişiklikler kümülatif toplam grafiğindeki değişiklikler ile saptanabilir. Bununla birlikte, analizde ele alınacak iki farklı homojen kesim arasında anlamlı farklılıklar bulunmalı ve bu farklılıkların saptanması için de yeterli sayıda test noktasına sahip olunmalıdır. Karadeniz Sahil Yolu kapsamında yer alan Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu ölçümünde her iki test noktası arasındaki mesafe en çok 150 m olarak belirlendiği için Homojen Kesimlere Ayırma Analizi doğru bir şekilde yapılabilir.



Şekil. 14: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Kümülatif Fark Grafiği ve Homojenleştirme İşlemi



Şekil. 15: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Kümülatif Fark Grafiği ve Homojenleştirme İşlemi

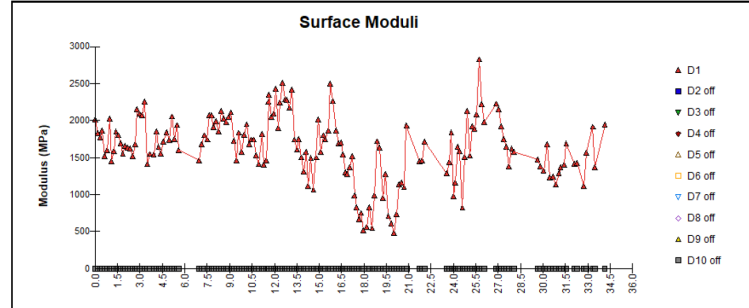
Aşağıdaki tabloda her bölüm için ortalama normalleştirilmiş defleksiyon ve yüzey modülleri yer almaktadır.

Homojen Kesim	Mesafe [km]		Yük Merkezine Olan Uzaklık [mm]										Yüzey Modülleri
		-200	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800		
		Ortalama Defleksiyon [μ m] 1770 kPa Normalize Edilmiş										[MPa]	
1	0+000-11+605	213	266	230	187	162	140	121	89	65	50	1776	
2	11+605-14+803	202	251	218	179	157	138	120	92	70	55	1953	
3	14+803-17+489	229	286	249	199	172	149	129	96	72	56	1702	
4	17+489-20+198	389	534	440	322	263	216	178	124	89	69	1012	
5	20+198-25+095	279	451	342	206	154	120	97	71	54	44	1202	
6	25+095-31+417	219	279	237	191	164	141	120	89	67	52	1768	
7	31+417-34+133	258	329	281	225	192	165	141	104	78	62	1455	

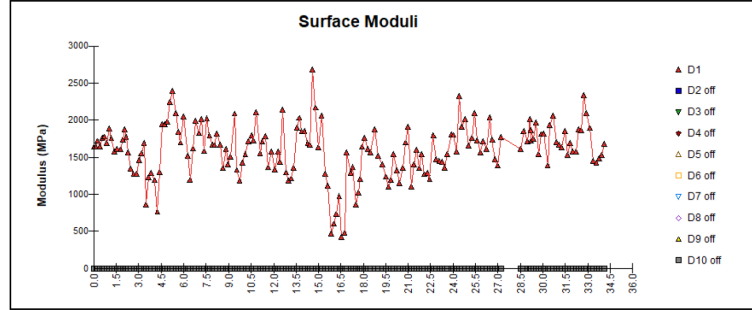
Şekil. 16: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Özet HWD Verileri

Homojen Kesim	Mesafe [km]	Yük Merkezine Olan Uzaklık [mm]										Yüzey Modülleri [MPa]
		-200	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	
		Ortalama Defleksiyon [μm] 1770 kPa Normalize Edilmiş										
1	0+000-2+472	210	274	231	179	150	126	106	74	52	40	1706
2	2+472-4+574	312	383	339	271	233	200	169	127	96	78	1272
3	4+574-13+712	211	284	234	181	153	129	109	79	58	45	1692
4	13+712-16+391	272	383	312	223	179	146	120	82	59	45	1562
5	16+391-24+021	275	374	309	232	194	164	139	101	74	57	1370
6	24+021-32+751	212	268	229	186	161	140	120	89	66	50	1760
7	32+751-34+117	218	273	235	192	166	144	124	91	67	51	1754

Şekil. 17: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Özet HWD Verileri



Şekil. 18: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Yüzey Modülleri Grafiği



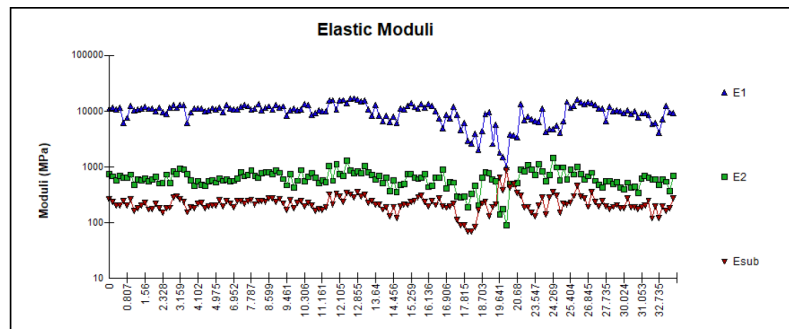
Şekil. 19: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Yüzey Modülleri Grafiği

Homojen Kesim	Mesafe[km]	E1 @ 20 °C (MPa)	E2 (MPa)	Esub (MPa)
1	0+000-11+605	7857,805	636,171	213,3419
2	11+605-14+803	7714,171	737,82	246,915
3	14+803-17+489	6852,263	594,8375	225,0438
4	17+489-20+198	2821,995	380,52	233,8067
5	20+198-25+095	4016,312	810,8813	257,9813
6	25+095-31+417	7236,97	579,513	229,1174
7	31+417-34+133	5029,703	555,825	184,2375

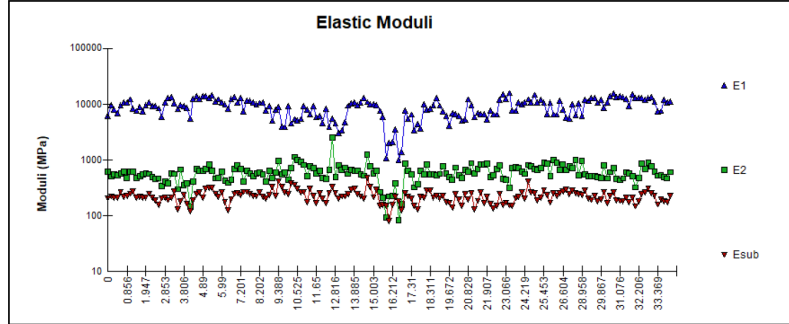
Şekil. 20: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Özet Taşıma Kapasitesi Sonuçları

Homojen Kesim	Mesafe[km]	E1 @ 20 °C (MPa)	E2 (MPa)	Esub (MPa)
1	0+000-2+472	7791,282	538,9125	220,95
2	2+472-4+574	6616,265	411,7167	187,4667
3	4+574-13+712	5960,713	663,5531	249,1592
4	13+712-16+391	5571,477	511,5	230,6929
5	16+391-24+021	5506,702	580,1975	193,16
6	24+021-32+751	8438,774	647,295	227,83
7	32+751-34+117	7611,427	603,7125	213,1875

Şekil. 21: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Özet Taşıma Kapasitesi Sonuçları



Şekil. 22: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Tabaka Modülleri Grafiği



Şekil. 23: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Tabaka Modülleri Grafiği

Üstyapı 3 tabakalı bir sistem olarak modellenmiş, gerekli takviye tabakası kalınlıkları hesaplanmıştır.

Homojen Kesim	Mesafe [km]	Takviye Tabakası [mm]	Homojen Kesim	Mesafe [km]	Takviye Tabakası [mm]
1	0+000-11+605	2	1	0+000-2+472	5
2	11+605-14+803	11	2	2+472-4+574	51
3	14+803-17+489	8	3	4+574-13+712	18
4	17+489-20+198	145	4	13+712-16+391	54
5	20+198-25+095	66	5	16+391-24+021	39
6	25+095-31+417	11	6	24+021-32+751	1
7	31+417-34+133	27	7	32+751-34+117	7

Şekil. 24: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu Gidiş (Solda) ve Dönüş (Sağda) Gerekli Takviye Tabakası Kalınlığı Özet Tabloları

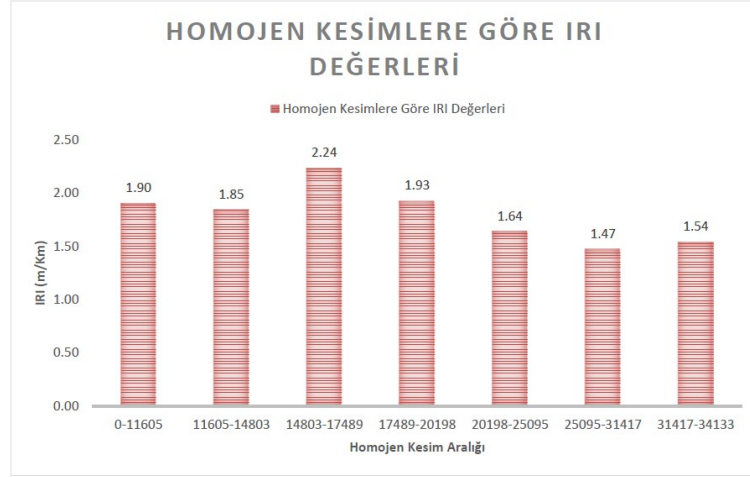
5.1.2. Düzgünsüzlük (IRI) Ölçümleri

Analiz kapsamında yer alan 010-19, 010-20, 010-21, 010-22, 010-23, 010-24 ve 010-25 K.K.No lu Karadeniz Sahil Yolu (Piraziz – Sarp Sınır Kapısı arası) Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü bünyesinde kullanılan 5051-4-251 seri numaralı Profilometre Ölçüm Cihazı ile ölçülerek yoldaki mevcut IRI (Uluslararası Düzgünsüzlük İndeksi) değerleri belirlenmiştir.

Ölçülen ve her 20 m aralık için 250 mm Hareketli Ortalama ile filtrelenen IRI değerlerinin ortalamaları aşağıdaki gibidir.

KARAYOLLARI 10. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ARHAVİ - SARP SINIR KAPISI DEVLET YOLU ARHAVİ - SARP SINIR KAPISI İSTİKAMETİ (GİDİŞ) HOMOJEN KESİMLERE AİT IRI ORTALAMALARI Şerit Sayısı: 2x2				
KKNo / Km	HOMOJEN KESİM KM ARALIĞI	UZUNLUK (km)	ORTALAMA IRI (m / km)	ÖNCELİK / PERFORMANS SIRALAMASI
010-25 34,133 km	0+000 - 11+605	11,61	1,90	2
	11+605 - 14+803	3,20	1,85	2
	14+803 - 17+489	2,69	2,24	1
	17+489 - 20+198	2,71	1,93	2
	20+198 - 25+095	4,90	1,64	3
	25+095 - 31+417	6,32	1,47	4
	31+417 - 34+133	2,72	1,54	4

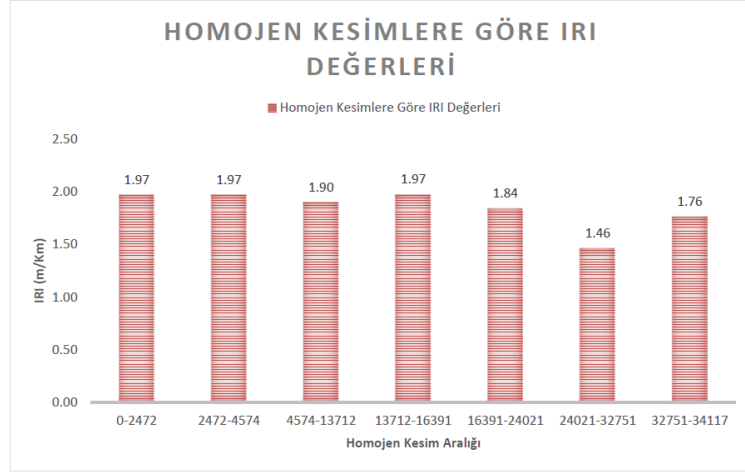
Şekil. 25: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Yönü Profilometre Ölçüm Sonuçları



Şekil. 26: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Homojen Kesimlere Göre IRI Grafiği

KARAYOLLARI 10. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ARHAVİ - SARP SINIR KAPISI DEVLET YOLU SARP SINIR KAPISI - ARHAVİ İSTİKAMETİ (DÖNÜŞ) HOMOJEN KESİMLERE AİT IRI ORTALAMALARI Şerit Sayısı: 2x2				
KKNo / Km	HOMOJEN KESİM KM ARALIĞI	UZUNLUK (km)	ORTALAMA IRI (m / km)	ÖNCELİK / PERFORMANS SIRALAMASI
010-25 34,117 km	0+000 - 2+472	2,47	1,97	2
	2+472 - 4+574	2,10	1,97	2
	4+574 - 13+712	9,14	1,90	2
	13+712 - 16+391	2,68	1,97	2
	16+391 - 24+021	7,63	1,84	2
	24+021 - 32+751	8,73	1,46	4
	32+751 - 34+117	1,37	1,76	3

Şekil. 27: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Yönü Profilometre Ölçüm Sonuçları



Şekil. 28: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Homojen Kesimlere Göre IRI Grafiği

Ölçümü ve analizi yapılan kesimlerin değerlendirilmesinde, diğer değerlendirme faktörleriyle bütünlük sağlamak amacıyla, ölçüm yapılan kesimler ölçüm haricinde Üstyapı Mühendisleri tarafından incelenerek ve karotlar alınarak her kesim için Üstyapı Değerlendirmeleri yapılmıştır. Bakım – Onarım planları belirlenirken bu değerlendirmeler de dikkate alınmıştır.

Km	IRI m/km	Mikroanaliz	Gerekli Esdeğer Aşınma Takviye Kalınlığı (cm)	Fark SN cm	Bakım - Onarım Önerisi						
					Microsurfacing	Beton Yol	Kazıma (cm)	TMA Aşınma (cm)	Binder (cm)	Bitümlü Temel (cm)	Takviye SN (cm)
0+000 - 11+605	1.90	Kazıma + TMA Aşınma Takviye	0.00	0.00	-	-	5	4	0	0	1.76
11+605 - 14+803	1.85	Kazıma + TMA Aşınma Takviye	1.00	0.42	-	-	5	4	0	0	1.76
14+803 - 17+489	2.24	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	1.00	0.42	-	-	5	4	6	0	4.16
17+489 - 20+198	1.93	Yeniden Yapım	21.00	9.64	-	-	Yeniden Yapım	4	8	13	9.64
20+198 - 25+095	1.64	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	7.00	2.94	-	-	5	4	6	0	4.16
25+095 - 31+417	1.47	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	1.00	0.42	-	-	5	4	6	0	4.16
31+417 - 34+133	1.54	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	3.00	1.26	-	-	5	4	6	0	4.16

Şekil. 29: Arhavi-Sarp Sınır Kapısı Yolu (Gidiş) Kazıma Sonrası Proje Çözüm Önerileri Hesabı

Km	IRI m/km	Mikroanaliz	Gerekli Esdeğer Aşınma Takviye Kalınlığı (cm)	Fark SN cm	Bakım - Onarım Önerisi						
					Microsurfacing	Beton Yol	Kazıma (cm)	TMA Aşınma (cm)	Binder (cm)	Bitümlü Temel (cm)	Takviye SN (cm)
0+000 - 2+472	1.97	Kazıma + TMA Aşınma Takviye	0.00	0.00	-	-	5	4	0	0	1.76
2+472 - 4+574	1.97	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	5.00	2.10	-	-	5	4	6	0	4.16
4+574 - 13+712	1.90	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	2.00	0.84	-	-	5	4	6	0	4.16
13+712 - 16+391	1.97	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	5.00	2.10	-	-	5	4	6	0	4.16
16+391 - 24+021	1.84	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	4.00	1.68	-	-	5	4	6	0	4.16
24+021 - 32+751	1.46	Kazıma + TMA Aşınma + Binder Takviye	0.00	0.00	-	-	5	4	6	0	4.16
32+751 - 34+117	1.76	Kazıma + TMA Aşınma Takviye	1.00	0.42	-	-	5	4	0	0	1.76

Şekil. 30: Sarp Sınır Kapısı-Arhavi Yolu (Dönüş) Kazıma Sonrası Proje Çözüm Önerileri Hesabı

6. SONUÇLAR

Karayolları Genel Müdürlüğünde üstyapı faaliyetlerinin planlanmasında Üstyapı Yönetim Sistemi kullanılmaktadır. Üstyapı Yönetim Sisteminde Ağ Düzeyinde ve Proje Düzeyinde analizler yapılmaktadır. Ağ Düzeyinde Analizler, üstyapı yatırımları için gerekli uzun ve kısa vadeli yatırımları öngörmeyi ve ağ içerisindeki farklı yollar arasında öncelik karşılaştırması yapabilmeyi sağlamaktadır. Proje Düzeyinde Analizler ise bir yolun gelecek modelinin çıkarılması, uzun vadeli bakım-onarım planlarının oluşturulması ve bütçe gereksinimlerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Örnek proje olarak ele alınan Karadeniz Sahil Yolunun da dahil olduğu Ağ Düzeyinde Analizlere ait sonuçlar sunulmuştur. Bu sonuçlar içerisinde Karadeniz Sahil Yoluna ait örnek bir kesim için elde edilen öncelik sıraları görülebilmektedir. Üstyapı Yönetim Sistemi bu analizleri pek çok girdiye dayalı olarak gerçekleştirmektedir. Bu girdilerden bir tanesi de yapısal durumu belirlemek amacıyla yapılan Defleksiyon testleridir. Deflektometre cihazı ile yapılan defleksiyon testleri Üstyapı Yönetim Sistemi yazılımı dahilinde değerlendirilerek Ağ Düzeyinde ve Proje Düzeyinde analizler yapılmasına olanak vermektedir. Ayrıca ELMOD isimli bir yazılım ile analizi yapılarak takviye tasarımı elde edilmektedir.

Karadeniz Sahil Yolu farklı Kontrol Kesim Numaralı yollardan oluşmaktadır. Her bir kesim de kendi içerisinde homojen kesimlere ayrılarak takviye kalınlıkları belirlenmiştir. Örnek olarak ise Arhavi-Sarp Sınır Kapısı arasını kapsayan 010-25 Kontrol Kesim Numaralı aralık ele alınmıştır. Gidiş ve dönüş istikameti ayrı ayrı değerlendirilmiş ve gidiş ve dönüş istikametlerinden her biri 7 ayrı homojen kesime bölünmüştür. Her bir homojen kesim için ihtiyaç duyulan takviye kalınlıkları verilmiştir.

Sürdürülebilir hareketlilik için dijitalleşme, veri toplama sürecinden verilerin analiz edilme sürecine kadar birçok aşamada ÜYS çalışmaları ile KGM yol ağlarında etkin şekilde kullanılmaktadır. Önümüzdeki süreçte ÜYS çalışmalarının kapsam genişletilerek tüm yol ağında kullanılması en önemli hedef olarak planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. KGM, (2020), Karayolları Genel Müdürlüğü Üstyapı Yönetim Sistemi 2020 Yılı Değerlendirme Raporu
2. KGM, (Mayıs 2019), Trabzon-Sarp Sınır Kapısı Yolu Üstyapı Takviye Projelendirme Raporu
3. KGM, (Mayıs 2019), Piraziz-Trabzon Yolu Üstyapı Takviye Projelendirme Raporu
4. KOMSA, (Erişim Tarihi 2021), <http://www.komsa.com.tr/>
5. ÜNAL E. N., KOMUT M., KIZIROĞLU S., (2018) ‘Üstyapı Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi ve Ağ Seviyesinde Değerlendirmeler’ Karayolu 4. Ulusal Kongresi ve Sergisi