



Makale
(Article)

LTPP Test Bölgesi Verilerinden IRI Değerlerinin Matematiksel Modellenmesi

Onur SARIOĞLU*, **Ekinhan ERİŞKİN***, **Buket ÇAPALI***, **Şebnem KARAHANÇER***,
Mehmet SALTAN*, **Serdal TERZİ***

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta/TÜRKİYE
onursarioglu07@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, Uzun Dönem Kaplama Performans Programı (Long-Term Performance Pavement – LTPP) tarafından sağlanan Uluslararası Düzgünsüzlük İndeksi (International Roughness Index – IRI) değeri donma çözülme yaşanan gün ve zamana bağlı olarak modellenmiştir. Kurulan model için en küçük kareler yönteminden faydalanılmıştır. LTPP tarafından sağlanan 12 yıllık veriler ile birlikte kurulan modelde R^2 0.8 olarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda IRI tahminini gerçekleştirmek için kurulan model için en küçük kareler yönteminin kullanılabilirliği görülmüştür. Ayrıca donma çözülme yaşanan gün sayısının ve zamanın IRI için ne kadar belirleyici olabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: En küçük kareler yöntemi, uluslararası düzgünsüzlük indeksi, donma çözülme, uzun dönem kaplama performansı programı, regresyon

Mathematical Modelling of IRI Data from LTPP Test Section

Abstract

In this study, International Roughness Index data from Long-Term Pavement Performance (LTPP) Program are modelled versus days when freeze – thaw occurs and time. Minimum Least squares method is used to obtain the model. To do that 12 years data got from LTPP are used. The regression coefficient is calculated as 0.8. As a result, the least squares method is very useful to model the International Roughness Index value. One another result of this paper is the usability of the days when freeze thaw occurs and time parameters to modelling the International Roughness Index value.

Keywords: Least squares, international roughness index, freeze – thaw, long-term pavement performance program, regression

Bu makaleye atıf yapmak için

Sarioğlu O., Erişkin E., Çapalı B., Karahançer Ş., Saltan M., Terzi S., "LTPP Test Bölgesi Verilerinden IRI Değerlerinin Matematiksel Modellenmesi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, 9(2) 1-6

How to cite this article

Sarioğlu O., Erişkin E., Çapalı B., Karahançer S., Saltan M., Terzi S., "Mathematical Modelling of IRI Data from LTPP Test Section" Electronic Journal of Construction Technologies, 2013, 9 (2) 1-6

1. GİRİŐ

Karayolları, insanlığın ve medeniyetin gelişimi için gerekli en önemli yapılardan birisidir. Ülkemizde mevcut yolların %28'i bitümlü sıcak karışım (BSK), %65'i sathi kaplama durumundadır. Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) sathi kaplamaların BSK'ya dönüştürülmesi için büyük önem göstermekte ve diğer taraftan mevcut BSK yolların bakımı için bir bütçe ayırması gerekmektedir. Yapılan araştırmalar 20 yıl ömürlü tasarlanan üstyapıların B&R yapılmaksızın ortalama 11 yıl hizmet verecek durumda kaldıklarını göstermektedir [1]. Mevcut bütçesinin hem bakım ve rehabilitasyon (B&R) hem de satıh dönüşümüne göre ayarlanması bir optimizasyon problemidir. Bunun için atılması gereken en önemli adım düzgün bir Üstyapı Yönetim Sisteminin (ÜYS) oluşturulmasıdır. ÜYS sınırlı bir bütçe ile maksimum verim elde edilecek B&R programlarının oluşturulması olarak tanımlanabilir. En uygun ÜYS fiziksel ölçümler ve yapısal yol karakteristiklerini temel alarak oluşturulmaktadır. Her ne kadar anlık ölçümler olarak yolun durumunu öğrenmek en doğru sonucu verse de uygun bir plan yapılabilmesi için yolun gelecekteki durumu da büyük önem taşımaktadır.

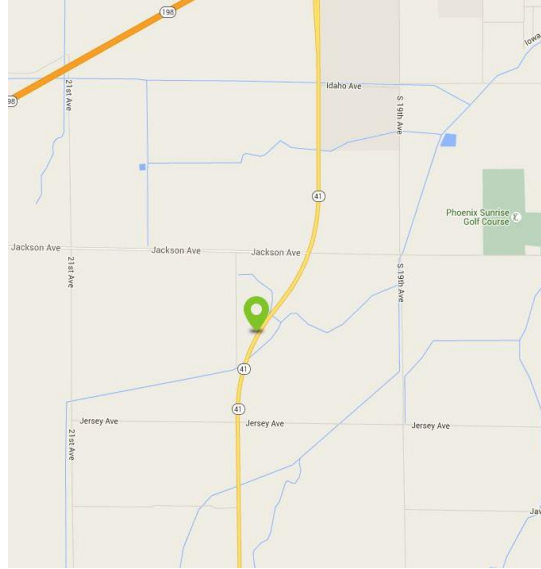
Üstyapı performansı ile sürüş kalitesi arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur. Hatta aralarındaki ilişki birebir kabul edilerek hizmet yeteneği olarak adlandırılır. Üstyapının hizmet yeteneği zamana bağlı olarak trafik ve iklim durumuna göre değişmektedir [2]. AASHTO Road Test'i, hizmet kabiliyetinin %95'inin üstyapıdan alınan boyuna doğrultuda düzgünlük değeri ile belirlenebileceğini ortaya koymuştur [3]. Alınan boyuna doğrultuda düzgünlük değerleri sürüş konforunu göstermektedir. Bu sebeple Dünya Bankası tarafından 1982 yılında Uluslararası Düzgünlük İndeksi (International Roughness Index - IRI) geliştirilmiştir [4]. IRI genel bir kaplama durumu göstergesi olup test aracının 80 km/saat hızla giderken aldığı boyuna profil verileridir. Birimi m/km olan IRI değeri 0 ile 2.13 arasında değişip 2.13 değerinden büyük değerler ise geçit vermeyen bir yolu göstermektedir [5]. Üstyapıya yapılacak B&R işlemlerinin belirlenmesinde IRI değeri doğrudan kullanılabilir.

Bu çalışmada B&R işlemi için oldukça önem arz eden IRI değerlerinin matematiksel olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modelleme için Federal Karayolları İdaresinin Uzun Dönem Kaplama Performans Programı (Long-Term Performance Pavement – LTPP) kapsamında topladığı verilerden yararlanılmıştır. Modelleme için 42 yıllık bir yol seçilmiştir. Bölgenin iklim koşulları kuru ve ılımandır [6]. Aynı kesimin farklı yıllara ait (2000 – 2011) IRI ölçüm değerleri, yıl ve ilgili yılda donma çözülme meydana gelen gün sayısı verilerine bağlı olarak modellenmiştir. Modelleme için en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır.

2. MALZEME ve METOT

2.1. LTPP Test Yolu

Çalışma kapsamında Amerika Birleşik Devletleri California eyaleti 41 nolu karayolundan IRI verileri alınmıştır (Şekil 1). Ayrıca yolun bulunduğu bölgenin iklim verileri de alınmıştır. Tablo 1'de yıllara göre IRI ve meydana gelen yıllık donma çözünme sayıları verilmiştir.



şekil 1. Çalışma kapsamında verilerin alındığı yol görüntüsü

Tablo 1. IRI ve donma özölme verileri

Yıl	Donma özölme Sayıları	IRI (m/km)
2000	22	1.9928
2001	13	1.8496
2002	20	2.0548
2003	14	2.0876
2004	16	2.2574
2005	6	2.4124
2006	25	2.3558
2007	44	2.6328
2008	18	2.5332
2009	18	2.4462
2010	5	2.8126
2011	29	3.0982

2.2. En Küçük Kareler Yöntemi

Tahmin yöntemleri, genellikle matematiksel ve istatistiksel yöntemlere dayanır. Eğilim analizi, bir zaman serisinin uzun dönemdeki ana eğilimi olarak tanımlanan eğilimin bir doğru veya bir eğri ile ifade edilmesidir [7]. En küçük kareler yöntemi; Denklem 1’de verildiği gibi hataların karelerinin toplamını minimize ederek en iyi sonucu bulmaktadır.

$$S = \sum_{i=1}^n (y_{i,gerçek değer} - y_{i,yaklaşım})^2 \quad (1)$$

Burada n veri sayısını, $y_{i,gerçek değer}$ eldeki verileri, $y_{i,yaklaşım}$ hesaplanan verileri ve S’de hataların karelerinin toplamını göstermektedir. En küçük kareler yönteminde S’in her bir katsayıya göre diferansiyeli alınarak sifıra eşitlenir [8-9]. Bu çalışmada aşağıda detayları verilen doğrusal yaklaşım kullanılmıştır.

Doğrusal Yaklaşım, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olarak ifade edilmesine dayanır. Doğrusal yaklaşım Denklem 2’deki gibi ifade edilebilir [8, 10].

$$y = a + bx \quad (2)$$

Denklemdede, a doğrunun y eksenini kestiği noktayı, b’de eğimi göstermektedir. Hatanın sıfır olması için en küçük kareler yöntemi uygulanırsa Denklem 3 ve 4 elde edilir.

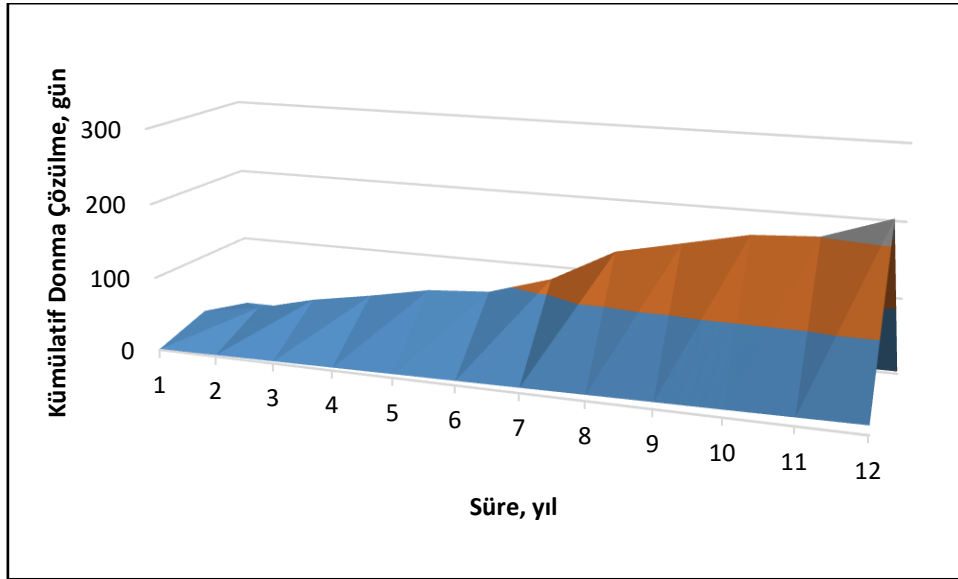
$$an + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \quad (3)$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (4)$$

Bu denklemlerin eşzamanlı olarak çözümlenmesinden a ve b katsayıları bulunur.

3. IRI Modellenmesi ve Tartışma

Üstyapının bozulmasında en önemli iki parametre olarak yolu kullanan trafik yükleri ve iklim etkileri sıralanabilir [1]. Bu nedenle çalışmada iklim etkileri ile modelleme üzerinde durulmuştur. Bu nedenle gün içerisinde meydana gelen donmanın etkisi incelenmiştir. Burada belirtilen donma çözülme sayıları için gün içerisinde en düşük sıcaklığın sıfırın altında olması ve aynı gün içerisinde sıcaklığın sıfırın üstüne çıkması durumu dikkate alınmıştır. Bu şartı sağlamayan günler dikkate alınmamıştır. Yol 42 yıllık olmasına rağmen 2000 yılı öncesi veriler bulunmadığından modelleme için yıl sayımı 2000 den başlamıştır. Donma çözülme gün sayıları ise kümülatif olarak değerlendirilmiştir. Şekil 2’de verilerin grafiği mevcuttur.



Şekil 2. Toplanan verilerin dağılımı

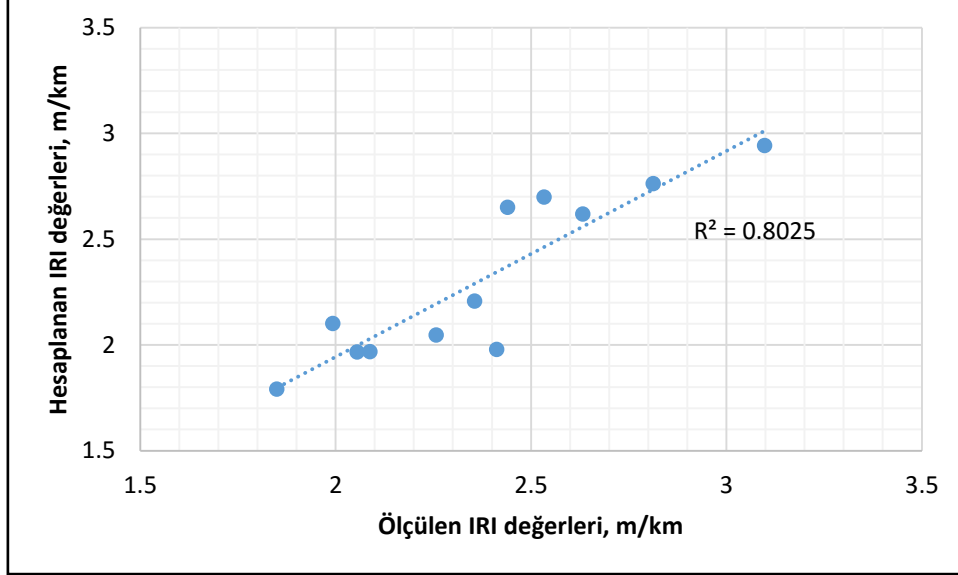
Aralarında doğrusal bir ilişki olduğu öngörölmüş ve modelin beklenen genel denklemi Denklem 5 gibidir.

$$f(x, y) = a_0x + a_1y + a_2xy + a_3 \quad (5)$$

Burada a değerleri sabit olup x ve y yıl ve donma çözülme gün sayısı değişkenlerini ifade etmektedir. $f(x, y)$ ise IRI değerini göstermektedir. Genel denklemden de görölebileceği gibi fonksiyon iki bağımsız değişken ve bir bağımlı değişkene sahiptir. Excel yardımı ile yapılan iterasyonlar sonucunda Denklem 6 elde edilmiştir.

$$f(x, y) = \frac{x \cdot 0.0909}{y} + x \cdot 0,1 \quad (6)$$

Burada $f(x, y)$ IRI değerini, x donma özölme oluşan kümülatif gün sayısını, y ise zamanı ifade etmektedir. Elde edilen Denklem 6 ile birlikte hesaplanmış IRI değerleri ölçülmüş IRI değerleri ile kıyaslanmış ve R^2 değeri 0.8025 olarak elde edilmiştir (şekil 3).



şekil 3. Hesaplanan ve ölçülen IRI değerleri arasındaki regresyon değeri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında LTPP programından elde edilmiş IRI verileri yine aynı programdan alınan donma özölme yaşanan gün sayıları ile zamana bağlı olarak modellenmiştir. Modelleme için en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. En küçük kareler yöntemi ile elde edilen model kullanıldığında gerçek verilere R^2 0.8 oranında yaklaşıldığı bulunmuştur. IRI tahmininin yapılabilmesi için donma özölme yaşanan gün sayıları ve zaman doğru iki parametre olmaktadır ve en küçük kareler yöntemi tahmin modelinin kurulması için kullanılabilir.

Kurulan modelin sadece tek bir deneme kesimi için yapıldığı unutulmamalı ve farklı kesimler ve farklı iklim bölgeleri için de geçerli olup olmadığı denenmelidir. Donma özölme verisi kurulan model için çok yüksek öneme sahiptir. Bu nedenle farklı iklim bölgelerinde de kurulan modelin denenmesi ve gerekli olması durumunda yeni bir model kurulması gerekebilmektedir. İleriki çalışmalarda farklı iklim bölgeleri için yeni modeller üzerine çalışılacaktır.

5. KAYNAKLAR

1. Shahin M. Y., 2002, "Pavement Management For Airports, Roads And Parking Lots", Kluwer Academic Publishers, London.
2. Haas, R., Hudson, W. R., ve Zaniewski, J., 1994, "Modern Pavement Management", Krieger Publishing Company, Florida.
3. Carey, W. N., Iric, P. E., 1960, "The Pavement Serviceability – Performance Concept", Highway Research Bulletin 250.

4. Sayers, M. W., Gillespie, T. D., ve Queiroz, C. A. V., 1986, "The International Road Roughness Experiment, Establishing Correlation and calibration Standart for Measurements", Technical Paper 45, World Bank, Washington, D.C.
5. Hergüner, A. T., 2009, "Türkiye Otoyol Ağı İçin Üstyapı Yönetim Sistemi", Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İTÜ.
6. FHWA, 2013, "Long Term Pavement Performance"
7. Yalçınöz T., Karadeniz Y., ve Yücel İ., 2000, "Niğde Bölgesi için Elektrik Yük Tahmini", ELECO'2000, sayfa 8-12, Bursa.
8. Chapra, S. C., Canale, R. P., 2003, "Mühendisler için Sayısal Yöntemler", Literatür Yayıncılık, İstanbul.
9. Akdeniz F. 2002, "Olasılık ve İstatistik", Baki Kitabevi.
10. Hengirmen M. O., 1999, "Comparison of Three Forecast Methods for Power Demand in Gaziantep", ELECO'99, sayfa 185-188, Bursa.