

AFYONKARAHİSAR ŞEHİR İÇİ KAPLAMALARINDA KULLANILAN AGREGALARIN KAYMA DİRENCİ ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cahit GÜRER, Hüseyin AKBULUT, Sedat ÇETİN

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Kampus/Afyonkarahisar

Geliş Tarihi : 01.05.2006

ÖZET

Emniyetli bir sürüş güvenliği için yol üst yapılarının yüzeyinde kullanılan agregaların üstün fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması gerekmektedir. Kazaların çoğunluğu sürücü hatalarından kaynaklanmakla birlikte, yol kaplamasının yüzey özellikleri, kazaların oluşmasında önemli pay sahibidir. Yol kaplamalarının trafik kazalarına etki eden en önemli özelliği yol yüzeyinin kayma direncidir. Bu çalışmada Afyonkarahisar bölgesi sıcak karışım asfalt betonu ve sathi kaplamalarında kullanılan dört farklı agrega üzerinde soyulma, yapışma ve hızlandırılmış cilalanma deneyleri yapılmış ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çalışmanın sonucu kireç taşı kökenli agregaların özellikle cilalanma değerleri volkanik kökenli agrega numunesine göre daha zayıf olduğunu göstermiştir. Özellikle aşınma tabakalarında cilalanma direnci daha yüksek agregaların kullanılması sürüş emniyetini arttırıcı bir unsur olacaktır.

Anahtar Kelimeler : Agrega, Kayma Direnci, Cilalanma, Yol güvenliği, Trafik.

INVESTIGATION OF SKID RESISTANCE PROPERTIES OF AGGREGATES USED IN AFYONKARAHİSAR CITY PAVEMENTS

ABSTRACT

For a safe driving, pavement surface aggregates must have superior physical and mechanical properties. Although high rate of accidents is mainly due to drivers errors, pavement surface properties affect significantly occurrence of traffic accidents. The most important factor in the highways leading to traffic accidents are the skid resistance. In this study, adherence test with Vialit plate, Nicholson stripping test, accelerated polishing test (PSV) were carried out on four aggregate samples which were used in seal coats and hot mix asphalt in Afyonkarahisar City. Results were compared with values of specification limits. The results showed that particularly limestone aggregates polishing stone values are poorer than volcanic aggregates sample. Especially, use of aggregates having a good polishing resistance, will be an important factor increasing driving safety.

Key Words : Aggregate, Skid resistance, Polishing, Road safety, Traffic.

1. GİRİŞ

Yol kaplamalarının trafik kazalarına etki eden en önemli özelliği yol yüzeyinin kayma direncidir. Araştırmacılar tarafından kaza frekansı ve kayma

direnci arasında pozitif bir ilişki olduğunu farklı çalışmalarda göstermişlerdir (Seiler, 2004; Lindenmann, 2006; Asi, 2007). Yol yüzeyinin kayma direnci, yüzeyde kullanılan agregaların cilalanma direncine bağlıdır. Kayma direnci lastiğin yol yüzeyinde dönmesini engelleyen kaymaya karşı

direnci kuvveti olarak tanımlanır. Bununla birlikte kayma direnci kaplama özelliğinin bir sonucu olarak göz önünde bulundurulur. Lastik basıncı, lastik temas alanı, yol yüzeyinin ıslak oluşu, sıcaklık, dingil yükü ve araç hızı gibi pek çok özellik kayma direncini etkiler. Genellikle hız arttıkça sürtünme katsayısı azalmaktadır (Shahin, 2002). Yapılan deneyler bir teker üzerinde lastik basıncında meydana gelen artışların sürtünme katsayısını azaldığını göstermiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalar değişik teker yüklerinde meydana gelen artış ile sürtünme katsayısının azaldığını göstermiştir (Janoo and Korhonen, 1999; Shahin, 2002). Bu yüzden yol yüzeyinin kayma direnci trafik kazalarının önlenmesinde anahtar unsurdur.

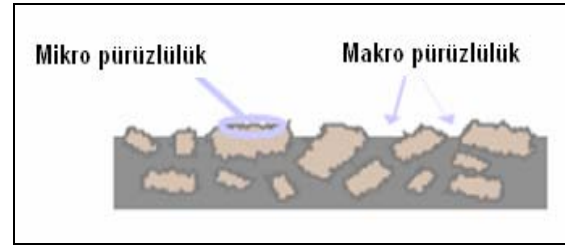
Çoğunlukla kaplama yüzeyinin kuru olması uygun bir kayma direnci sağlar. Bununla birlikte, ıslak kaplamalarda kayma direncinin performansında bazı özel hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. Islak kaplamalarda zayıf kayma direncinin dört ana nedeni vardır: tekerlek izi deformasyonu, cilalanma, bitüm kasma ve kirli yol yüzeyidir. Tekerlek izi deformasyonu, oluşan derinlemesine tekerlek izlerinde su birikmesine neden olur. Bu durum kayma direncini azaltır. Cilalanmanın meydana gelmesi ve bitüm kasma mikro pürüzlülüğü azaltır. Her iki durumda da, kaba yüzey özellikleri ince su tabakasının yüzeye nüksetmesiyle azalır. Kirli yüzeyler veya yüzeyin araç yağlarının damlaması ile kirlenmesi sonucu oluşan kir veya organik madde tabakaları yüzeyin kayma direncinin kaybolmasına neden olur (Shahin, 2002).

Kayma direncine kritik bir bakış açısı da şu şekildedir: yol yüzeyi kuru olduğu şartlarda aracın güvenli manevrası için gerekli olan sürtünme ıslak yüzey şartlarına göre çok daha uygundur. Önceki çalışmalar lastik temas yüzeyi ile kaplama arasında gelişen sürtünme seviyesinin büyük ölçüde yüzeyin mikro ve makro pürüzlülüğüne bağlı olduğunu göstermiştir (Janoo and Korhonen, 1999; Shahin, 2002). Makro pürüzlülük 0.5 mm yüksekliğinden daha büyük yüzey pürüzlülük özelliği olarak tanımlanır ve dolayısıyla kaplama yüzeyindeki suyun aradan akarak yüzeyden uzaklaşmasını yani lastik ve kaplama arasında suyun toplanmasını önlenerek kaplama yüzeyinde drenajı sağlar. Mikro pürüzlülük ise 0.5 mm'den daha az yüksekliğe sahip yüzey pürüzlülük özelliğidir (Janoo and Korhonen, 1999).

2. KAYMA DİRENCİ

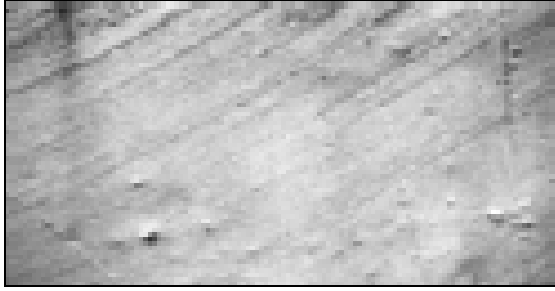
Özellikle ülke çapında bölünmüş yol inşaatlarının ivme kazandığı bu günlerde üzerinde önemle durulması gereken konu, yol yüzey agregalarının kayma dirençleri, fiziksel ve mekanik

dayanımlarıdır. Ülkemizdeki toplam taşımacılığının % 92.6'sının (Anon., 2006) karayolu ile sağlandığı, standart dingil yüklerinin öngörülenden çok daha yüksek olduğu düşünülürse, yol üst yapılarında kullanılan agregaların üstün fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması gerekmektedir (Akbulut ve Gürer, 2003). Yüzey agregalarında aranan en önemli özelliklerden birisi kayma direncidir. Kayma direncinin azalması sonucu, özellikle yağışlı havalarda, trafik kazalarının olma olasılığı artar. Kaplama, servis ömrünün her aşamasında, yol yüzeyi ve araç lastiği arasında bir miktar pürüzlülük sağlanmalıdır. Bu durum lastiğin kaplama yüzeyi boyunca kaymasıyla oluşan düşey ve yatay kuvvetler arasındaki bir ilişkidir. Kayma direnci kaplama yüzeyinin makro ve mikro pürüzlülüğüne bağlıdır. Şekil 1'de yol yüzeyi pürüzlülük özellikleri görülmektedir.

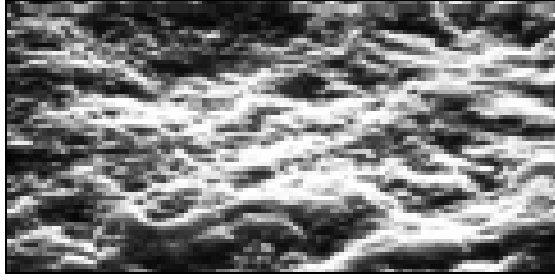


Şekil 1. Yol yüzeyi pürüzlülük özellikleri (Tremblay et al., 1995).

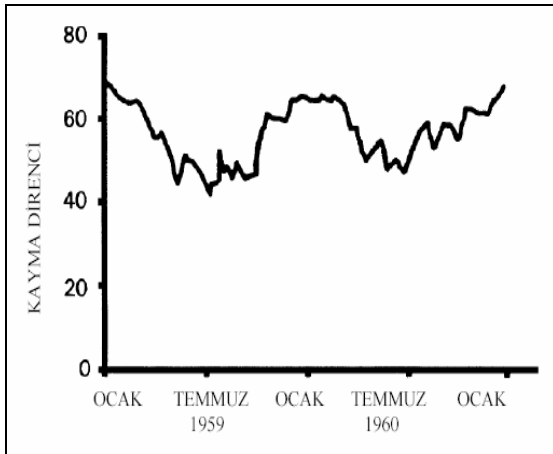
Agregaların cilalanması mikro pürüzlülüğü azaltır, sonuç olarak yüzeydeki agregalar düzgün ve pürüzsüz bir hal alır. Agregaların cilalanması mikroskobik ölçekte meydana gelir ve cilalanmanın miktarını ölçmek oldukça zordur. Cilalanma miktarının ölçümü için İngiliz Portatif Sürtünme Deney Cihazı denilen bir düzenek kullanılır (Anon., 1989). Kaplama yüzeyinin pürüzlülüğü ve trafiğin cilalanma etkisine karşı, kayma direncinin sağlanması birinci derecede önemlidir. Agregaların cilalanması, yüzeydeki agregaların pürüzlülüğünün yok olup, yuvarlanması sonucu, mikro pürüzlülüğün azalması veya kaybolmasıdır. Bu süreç, aşınan küçük partiküllerin zımparalama etkisi ile, mikroskobik ölçüde meydana gelir (Akbulut ve Gürer, 2003). Özellikle 50 km/h hıza kadar mikro pürüzlülük daha etkin iken daha yüksek hızlar için makro pürüzlülük daha etkindir (Janoo and Korhonen, 1999). Özellikle şehir içi yollarda düşük hızların söz konusu olduğu düşünülürse, mikro pürüzlülüğün önemi daha iyi anlaşılabilir. Şekil 2 ve Şekil 3'de cilalanmış (mikro pürüzlülüğü kaybolmuş) ve cilalanmamış agrega yüzeyleri arasındaki fark belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil 2. Cilalanmış bir agrega yüzeyi.



Şekil 3. Cilalanmamış bir agrega yüzeyi



Şekil 4. Kayma direncinin mevsimsel olarak değişimi (Shahin, 2002).

Bununla birlikte kayma direncini ortamdaki su, lastik basıncı, ısı, tekerlek yükü ve araç hızı gibi değişik faktörler etkilemektedir (Shahin, 2002). Kayma direnci kış sezonunda daha yüksektir. Bunun nedeni yola karla mücadele amacıyla dökülen tuz ve kumun hareketleri ile Mikro pürüzlülük artarken, yazın makro pürüzlülüğü oluşturan agregaların aşınması sonucu oluşan toz zerrecikleri, agregaların üzerini kaplayarak mikro pürüzlülüğü azaltır (Hosking and Woodford, 1976). Şekil 4'de kayma direncinin mevsimsel olarak değişimi görülmektedir. Trafik yüküne bağlı olarak ortalama 2 yıllık bir dönem sonunda kayma direnci standart değerinin altına düşmektedir. Kayma direncinin araç yüküne bağlı değişimi ise Şekil 4'de görülmektedir. Genellikle taşıt faktörüne bağlı olarak da kayma

direnci değişebilmektedir. Hız arttıkça sürtünme katsayısı azalırken, kuru kaplamalarda hız değişimi ile sürtünme katsayısının çok az değiştiği belirtilmiştir (Shahin, 2002). Bununla birlikte ıslak yüzeylerde sürtünme katsayısı belirgin biçimde azalmaktadır. Ayrıca yapılan deneysel çalışmalar lastik basıncındaki artışın sürtünme katsayısını azalttığını göstermiştir. Düşük lastik basıncında temas alanı arttığında, sürtünme ve yavaşlama sonucu oluşan ısı daha geniş bir alana yayılmakta bunun sonucunda lastik daha çabuk soğumakta ve sürtünme katsayısı yüksek olmaktadır. Bu çalışmada aşınma tabakasında kullanılan dört farklı agrega üzerinde soyulma, yapışma ve cilalanma deneyleri yapılarak ülkemiz yollarının % 86'sını oluşturan sathi kaplamaların (Anon., 2006) hızlı bozulma ve yol güvenliği açısından büyük risk oluşturma durumu irdelenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3. 1. Agregalar

Deneysel çalışmada Afyonkarahisar şehir merkezi ve çevre yollarındaki sathi ve sıcak karışım yol üst yapılarında çok sık kullanılan üç farklı kireçtaşı kökenli ve ülkemiz kaplamalarında henüz yaygın olarak kullanılmayan volkanik kökenli (andezit) bir agrega numunesi kullanılmıştır. Agrega numuneleri A B, C ve D olarak kodlanmıştır. A (kireçtaşı) ve B (andezit) numunesi Afyonkarahisar ilinin İncehisar kasabesindeki bir ocaktan, C (kireçtaşı) numunesi Çobanlar ilçesindeki bir ocaktan, D (kireçtaşı) numunesi ise Afyonkarahisar-Çobanlar arasında bulunan Karacaoğlan köyündeki ocaktan elde edilmiştir.

3. 2. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışma Nicholson yöntemi ile soyulma (BS EN 12272-3), Vialit Yöntemi ile Yapışma (Anon., 1994) ve hızlandırılmış agrega cilandırma deneyi olmak üzere 3 farklı deneyden oluşmaktadır.

3. 2. 1. Nicholson Yöntemi ile Soyulma Deneyi

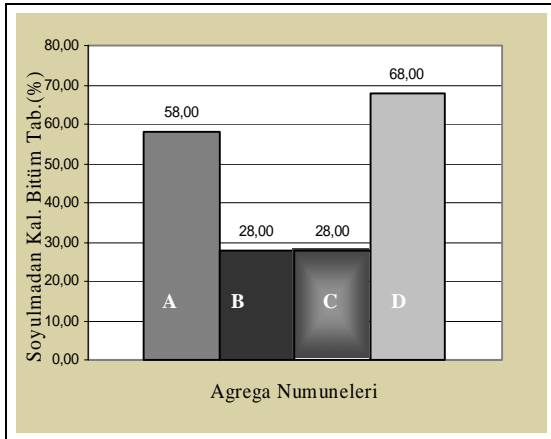
Bir asfalt kaplamanın ömrü, geniş ölçüde, suyun etkisine nazaran agreganın yapışma kabiliyetine bağlıdır. Soyulma, bağlayıcı maddenin, suyun ve trafiğin bir arada etkimesi ile agrega üzerinden ayrılması demektir. Özellikle ülkemiz yollarının kış mevsiminden sonra hızlı bir şekilde bozulmasının en önemli nedenlerinden biri agregaların yetersiz soyulma direncidir. Bu durum yol seyir güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu deney belirli bir agrega numunesinin 24 saat 60 °C sıcaklığında saf su içerisinde bekletilerek numunelerinin soyulma miktarının görsel olarak tespit edilmesinde kullanılan bir deneydir.



Şekil 5. Petri kabına aktarılmış numuneler.

Deney sonunda soyulmamış yüzeyin bütün yüzeye oranı, soyulmaya karşı dayanıklılık olarak verilir. Deney sonunda numunelerin en az % 50'si soyulmadan kalmalıdır (Anon., 1994). Deney sonucunda agrega cinsine göre soyulmadan kalan bitüm tabakalarının yüzdeleri Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Agregaya göre soyulmadan kalan bitüm tabakalarının yüzdeleri.

Kireçtaşı kökenli A ve D agregalarında soyulmadan kalan bitüm yüzdeleri sırasıyla % 58 ve % 68 iken bu değer volkanik kökenli B ve kireç taşı kökenli C numunelerinde sırasıyla % 28 olarak hesaplanmıştır. Buna göre B ve C agregalarının yapışma deneyi sonuçlarının da kötü çıkması beklenmektedir.

3. 2. 2. Vialit Yöntemi ile Yapışma Deneyi

Bu deney yüzey agregalarının performansını hızlı bir şekilde ölçmek için, Fransız Vialit Deneyi olarak 1960'larda geliştirilmiştir. Yüzey agregaları için agrega-bitüm adezyonunun suyun etkisiyle azalmasını tespit etmek için yapılır. Bu deney ile soyulma direnci hakkında da fikir edinilebilir.

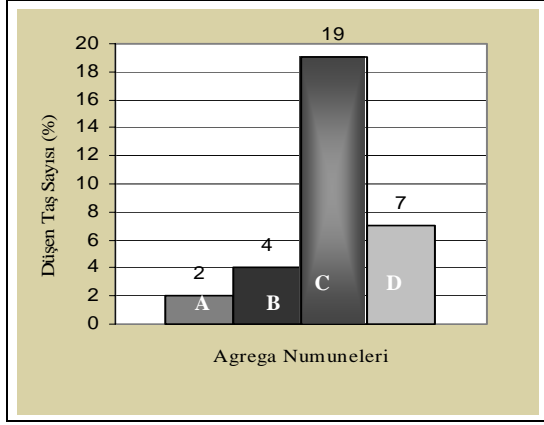
Deney için 19 mm elekten geçip 9.5 mm elek üzerinde kalan agrega numunesi iyice yıkayıp kurutulduktan sonra, içinden yassı ve uzun olmayan kübik şekilli 100 adet agrega üzerinde gerçekleştirilir. Agregalar Şekil 7'de görülen bir mekanik serici vasıtasıyla bitümlü levha üzerine düşürüldükten sonra, standart ağırlıklı bir silindir ile üzerinden geçilir (Anon., 1994).



Şekil 7. Mekanik sericiye yerleştirilmiş ve silindireme esnasındaki numuneler.

Silindirilmiş deney levhaları oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra 35 °C'lik su banyosunda 24 saat tutulur.

Daha sonra levhalar üzerine standart ağırlık düşürülerek, düşen agregalar sayılır. Düşen agrega sayısı, toplam agrega sayısının yüzdesi olarak hesaplanır. Bu değer 12'den küçük olmalıdır (Anon., 1994). Şekil 8'de yapışma deneyi sonuçları görülmektedir.



Şekil 8. Yapışma deneyi sonuçları.

Buna göre yüzey pürüzlülüğü yüksek olan B numunesi soyulma deneyi aksine yapışma deneyinde iyi sonuç vermiştir. C numunesi soyulma deneyinden alınan sonuçlara göre beklenildiği gibi, yapışma deneyinde de kötü sonuç vermiştir. Bu numuneden üretilen yol üst yapıları olumsuz hava koşullarında yüksek bozulma riski taşımaktadır. Dolayısı ile C numunesi ile üretilen yollar kış şartlarında yol güvenliğini olumsuz yönde etkileyecektir.

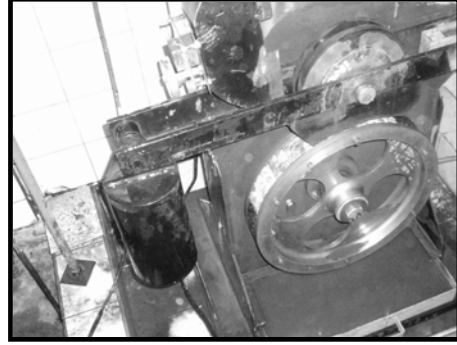
3. 2. 3. Hızlandırılmış Cilalanma Deneyi

Bu deneyin amacı, çeşitli yol agregalarının trafik altında sürtünme ile aşınarak ne dereceye kadar cilalanacaklarını laboratuvarında kısa bir zamanda saptamaktır. Cilalanma direnci düşük agregalar zamanla düşük sürtünme kuvvetine veya kayma direncine sahip satırlar oluşturacağından kaplamanın sürüş emniyeti de azalacaktır. Agregaların cilalanma değeri ile kaymaya karşı direnç arasındaki ilişki trafik koşulları, kaplamanın tipi ve diğer faktörlere bağlı olarak değişir.

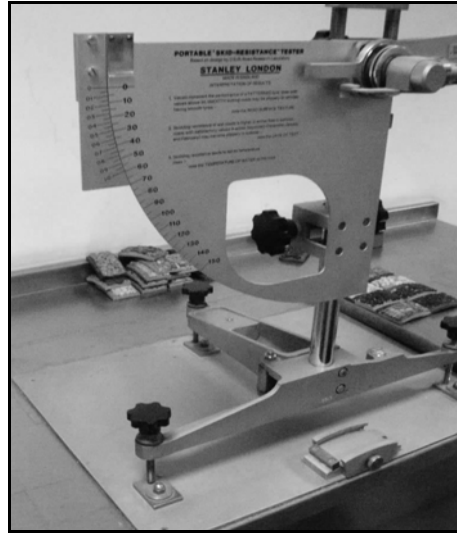
Deney iki kısımdan oluşur. Birinci kısımda taş numuneleri özel bir makine ile hızlandırılmış olarak cilalanmaya tabi tutulur.

İkinci kısımda, her bir numunenin cilalanma değeri, uygun bir sürtünme deneyi ile ölçülür ve taşın laboratuvar cilalanma değeri olarak tayin edilir. Deney için hızlandırılmış cilalanma makinesi kullanılır (Anon.,1994).

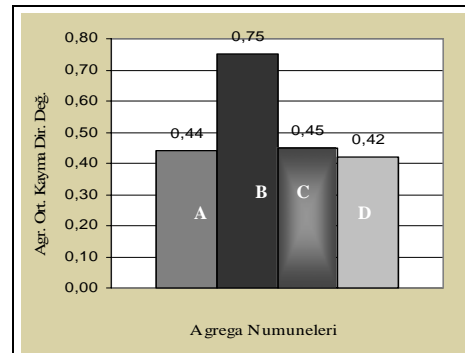
Şekil 9'da tipik bir hızlandırılmış cilalanma makinesi ve Şekil 10'da ise kayma direnci ölçme cihazı görülmektedir. Kayma direnci değeri 0.5' den küçük olmamalıdır (Anon., 1994). Agregaların ortalama kayma direnci değerleri Şekil 11'de görülmektedir.



Şekil 9. Hızlandırılmış cilalanma makinesi.



Şekil 10. Kayma direnci ölçme cihazı.



Şekil 11. Agregaların ortalama kayma direnci değerleri.

Buna göre volkanik kökenli B numunesinin kayma direnci değeri oldukça iyi iken ülkemiz yollarında en

çok kullanılan kireçtaşı kökenli numunelerin hiçbirisi sınır şartı sağlayamamıştır. Emniyetli seyir açısından çok önemli bir parametre olan mikro pürüzlülük, kireç taşı kökenli yollarda, yol servise açıldıktan kısa bir süre sonra kaybolmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yol yüzeylerinin aşınma tabakalarında kullanılan agregaların yol emniyetini sağlaması için soyulma, yapışma ve cilalanma direnci gibi mekanik özellikler açısından diğer yol tabakalarında kullanılan agregalara göre daha üstün niteliklere sahip olması gerekir. Özellikle yol yüzeylerinde yapışma direnci daha iyi olan ve cilalanmaya karşı daha dayanıklı olan bazalt, andezit gibi volkanik kökenli agregaların tercih edilmesi yol üst yapılarının aşınma tabakalarının daha dayanıklı ve sürüş güvenliği açısından daha emniyetli olmasını sağlayacaktır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma 031.TEF.07'nolu proje olarak Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bilimsel Proje Araştırmaları Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Yazarlar çalışmaya destek olan Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederler.

6. KAYNAKLAR

Akbulut, H., Gürer, C. 2003. Mermer Atıklarının Çevresel Etkileri, Yol Katmanlarında Kullanarak Faydalanma ve Atık Azaltma İmkanları” **Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı**. Afyonkarahisar. S. 371-378.

Anonymous, 1989. British Standards Institution. BS 812, part 114 “Method for the Determination of Polished Stone value”, BSI, London, England.

Anonim, 1994. Türkiye Karayolları Fenni Şartnamesi. 1994. Bayındırlık Bakanlığı. Karayolları Genel Müdürlüğü. Ankara.

Anonim, 2006. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 1 Temmuz 2006, Resmi Gazete, Sayı: 26215.

Asi, İ. M. 2007. Evaluating Skid Resistance of Different Asphalt Concrete Mixes. Building and Environment. Vol : 42, pp. 325-329.

Hosking, J. R. and G. C. Woodford, 1976. Measurement of Skidding Resistance, Part II. Factors Affecting the Slipperiness of a Road Surface. TRRL Report 738, 1976.

Janoo, V. C. and Korhonen, C. Dec. 1999. Performance Testing of Hot-Mix Asphalt Aggregates. pp. 10-13.

Lindenmann, H. P. 2006. New Findings Regarding The Significance of Pavement Skid Resistance For Road safety on Swiss freeways. Journal of Safety Research 37 (2006) 395-400.

Seiler L. 2004. Is The Correlation Between Pavement Skid Resistance And Accident Frequency Significant? Swiss Transport Research Conference, Zürich, Switzerland.

Shahin, M. Y. 2002. Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots pp. 90-111, Kluwer Academic Publishers, US.

Tremblay, G., S. Julien, A. Leclerc, and Auger, B. 1995. The role of Aggregates in Road Surfacing Texture and Skid Resistance, **In Proceedings, Transportation Association of Canada**, 1995. Victoria, British Columbia, Canada.