



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>

## Şehir içi asfalt kaplamaların kayma potansiyelinin değerlendirilmesi - bir durum çalışması

### *Evaluation of skid potential of urban asphalt coatings - a case study*

*Yazar(lar) (Author(s)): Kürşat YILDIZ*

*ORCID: 0000-0003-2205-9997*

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Yıldız K., " Şehir içi asfalt kaplamaların kayma potansiyelinin değerlendirilmesi - bir durum çalışması", *Politeknik Dergisi*, 21(2): 513-518, (2018).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.407259

# Şehir İçi Asfalt Kaplamaların Kayma Potansiyelinin Değerlendirilmesi - Bir Durum Çalışması

*Araştırma Makalesi / Research Article*

**Kürşat YILDIZ\***

Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 05.03.2017 ; Kabul/Accepted : 10.03.2017)

## ÖZ

Mühendisliğin en önemli parametrelerinden olan güvenlik, karayollarında sürüş güvenliği açısından da kaçınılmaz bir parametredir. Sürüş güvenliğini etkileyen üç ana faktör insan, taşıt ve yol faktörüdür. Bu faktörlerden yol faktörü çalışmamıza konu olmakla beraber, bu faktörün servis ömrü süresince azalan kayma direnci değeri, çalışmamızın ana konusu olmuştur. Karayolunda güvenli bir sürüşün sağlanabilmesi için de taşıt tekerlek bandajı ile yol yüzeyi arasında meydana gelen kayma direncinin belli bir seviyede olması gerekmektedir. Bu alandaki çalışmalar kayma direncinde meydana gelen düşüş ile trafik kazalarının artışı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışma kapsamında dünyada en iyi bilinen ve araştırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılan, İngiliz pandül test "British Pendulum Test" (BPT) ile Ankara ili Keçiören ilçesinde ölçümler yapılmıştır. Belirlenen caddeler üzerinde elde edilen sonuçlar Keçiören ilçesi şehir içi asfalt kaplamalarının kayma potansiyeli değerlerinin literatür sınır değerleri içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kayma potansiyeli, ingiliz pandül test, kaplama dokusu.

## Evaluation of Skid Potential of Urban Asphalt Coatings – A Case Study

### ABSTRACT

Security, one of the most important parameters of engineering, is an inevitable parameter in terms of driving safety on roads. The three main factors that affect driving safety are people, vehicles and roads. The skid factor value decreased during the service life of road factor has become the main topic of our study while road factor among these factors is be mentioned in this study. In order to ensure safe driving on the road, the skid resistance between the vehicle wheel bandage and the road surface must be at a certain level. Studies in this area have shown that there is a significant relationship between the decrease in skid resistance and the increase in traffic accidents.

In this study, measurements were made with British Pendulum Test (BPT), which is the best known in the world and widely used in research studies, in the city of Keçiören in the province of Ankara. The results obtained from the determined streets have been shown that skid potential values of urban asphalt coatings for Keçiören Municipality are within the limits of the literature.

**Keywords:** Skidpotential, british pendulum test, pavement texture.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Gerek ülkemizde gerekse dünyada ulaştırma modlarından birisi ve en önemlisi olan karayoludur. Karayollarında sürüş güvenliği ve kayma direnci arasındaki ilişki geçmişten günümüze bilim adamlarının araştırmalarına konu olmuştur.

Karayolu yüzey özellikleri ekonomiyi, konforu ve motorlu taşıtların güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Yol yüzeyinin aşırı pürüzlülüğü, konforu, aşırı gürültü çıkararak etkilerken lastik aşınmasını da beraberinde getirmektedir. Bunun yanı sıra aşırı pürüzlülük yol yüzeyinin ışık yansıtma karakteristiğini etkilerken, ıslak havalarda kayma direncini de olumsuz etkilemektedir [1]. Yol yüzeyinin Kayma direnci arzulanan seviyenin

altına düşerse kaza risk artışına yol açabilir [2]. Tekerlek ile yol yüzeyi arasında meydana gelen yetersiz sürtünme, enerjinin işe dönüşümün de azalma (patınaj yaparak), aracın kurba girerken merkezkaç kuvvetine karşı koyamaması ( savrulma), olarak adlandırılmaktadır. Tekerleğin yuvarlanarak eriştiği çevresel hız eğer taşıt hızından farklı ise, bu iki hızın farkının büyük olan hıza oranına ise (kayma) denmektedir. Bu durum durma mesafesinde potansiyel artışa yol açabilir [3,4]. Bu bakımdan yoğun trafik çeşitliliğine ve yüklerine maruz kalan şehir içi yol kaplamalarının sürtünme dirençlerinde zaman içinde meydana gelebilecek değişimlerin gözlemlenmesi, gerekli ölçümlerin yapılması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde çoğunlukla maddi olmakla beraber ölümlü sonuçlanan kazalar da kaçınılmaz olacaktır.

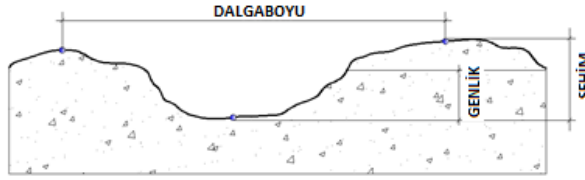
\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta : kursaty@gazi..edu.tr

Bu çalışma kapsamında dünyada en iyi bilinen ve araştırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılan, İngiliz pandül test "British Pendulum tester" (BPT) ile Ankara ili Keçiören ilçesinde ölçümler yapılmıştır. Durum tespiti gerçekleştirilmiş ve ileriye yönelik tahmin ve önerilerde bulunulmuştur.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ (LITERATURE SUMMARY)

Konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, yol yüzey dokusunun kayma direnci üzerinde aktif rol aldığı görülmektedir.

Yol yüzey dokusu, yol yüzeyinin gerçek bir düzlemsel yüzeyden sapması olarak tanımlanmakla beraber Şekil 1.'de şematik olarak verilen yüzey dokusu dalga boyu, genlik ve sehim gibi bileşenlerle açıklanmaya çalışılmıştır [5].



Şekil 1. Yol yüzey dokusunun geometrik şeması (Geometrical scheme of road surface texture)

Bu tanımın netlik kazanması için yol yüzeyinin geometrik özelliğine ilişkin bir takım tanımlamalar gerekir. Yol yüzey özellikleri, yolun gerçek profilinin, yolun teorik profilinden sapmaları olarak belirtilmiştir. Yol yüzey özellikleri, bu sapmaların dalga boyuna ( $\lambda$ ) bağlı olarak, yol yüzey dokusu ve geometrik düzgünlüğü olmak üzere iki ana kısma ayrılmıştır

Çizelge 1. Dalga boyuna bağlı yüzey özellikleri (Wavelength dependent surface properties)

Yüzey özelliği	Doku türü	Dalga boyu ( $\lambda$ )
Yol yüzey dokusu	Mikro doku	$\lambda < 0.5\text{mm}$ .
	Makro doku	$0.5\text{ mm.} < \lambda < 50\text{ mm}$
	Mega doku	$50\text{mm.} < \lambda < 500\text{ mm}$ .
Geometrik düzgünlük	Boyuna Geometrik Düzgünlük	$0.5\text{ m.} < \lambda < 50\text{ m}$ .
	Enine Geometrik Düzgünlük	$0.5\text{ m.} < \lambda < 50\text{ m}$ .

Sürtünme direncini doğrudan etkileyen mikro ve makro doku, düşük hızlarda mikro doku ile açıklanırken, yüksek hızlarda suyun iyi bir şekilde drenajını sağlayan yol yüzey özelliği makro doku olarak açıklanmaktadır [6]. Açıklanan bu kavramlardan yol yüzey dokusunun optimum bir pürüzlülüğe, yani hem mikro dokunun hem de makro dokunun sürtünme ve su drenajı açısından önemini ortaya koymaktadır.

Yol yüzey dokusu ve sürtünme direnci başlıkları altında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar yüzey dokusu türleri, tekerlek yüzey ilişkileri, sürtünme katsayısı ve bunu ilişkin tahmin modelleri, ilgili standartlar dahilinde gerçekleştirilen değişik test metodları ile kayma direnci ölçümleri, laboratuvar ve

arazi bazlı kayma direnci çalışmaları, son zamanlarda bazı yol araştırma merkezleri ve üniversiteler tarafından, teknoloji gelişmelere paralel olarak optik tarayıcılar ve lazerli yol yüzey dokusu ölçüm teknikleri geliştirilmiştir [7-15].

Standartlaştırılmış sürtünme direnci ölçüm cihazları yüksek hızlarda ölçüm yapabilenler ve düşük hızlarda ölçüm yapabilenler olarak sınıflandırılırken, esasında makro ve mikro doku ölçümü yapmaya yönelik olarak sınıflandırılmışlardır [16]. Sürtünme direnci ölçümüne yönelik geliştirilen standartlaştırılmış deney metodları arasında harmonize tutarlılığı oluşturulması açısından 1990'lı yılların başında PIARC uluslararası kayma indeksi (International Friction Index-IFI) kavramını ortaya çıkartarak farkı deney cihazları arasında bir harmonizasyon oluşturmuştur [6]. Yüzey dokusu ülkemizde ise kum yama yöntemi kullanmak suretiyle 2013 yılında karayolları teknik şartnamesine girmiş ve sürtünme direnci konusu daha etkili bir şekilde göz önüne alınmıştır [17].

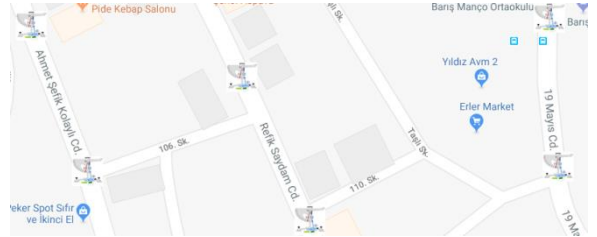
Bu bilgi ve belgeler ışığında Ankara ili Keçiören ilçesi sınırlarında bulunan üç adet cadde üzerinde İngiliz pandülü deneyleri standartlar kapsamında yapılmış ve elde edilen veriler kendi ve birbirleri arasında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

## 3. MATERYAL ve METOT (MATERIAL AND METHOD)

### 3.1. Materyal (Material)

Kayma direnci ölçümleri Şekil 2'de verilen Ankara ili Keçiören ilçe sınırlarında bulunan Ahmet Şefik Kolaylı caddesi, Refik Saydam caddesi ve 19 Mayıs caddesi

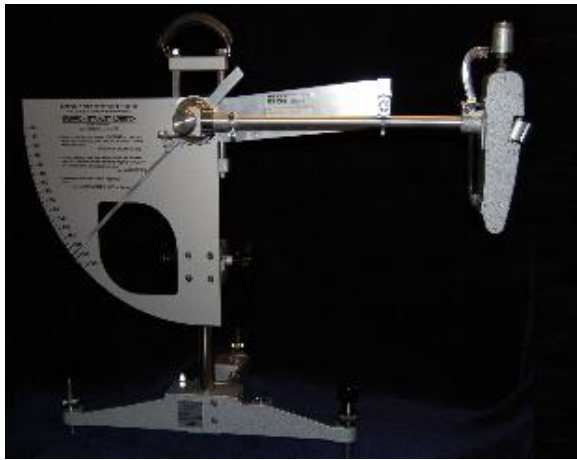
olmak üzere üç ana cadde üzerinde yapılmıştır. Cadde yüzeyleri taş mastik asfalt olup 1mm pürüz (ortalama doku derinliği)'ne sahiptir.



Şekil 2. İngiliz pandül deneyinin yapıldığı caddeler (Streets of British pendulum)

Belirtilen caddeler üzerinde pandül deneyinin gerçekleştirilmesi için, yüzeyin tozlardan arındırılması için el fırçası ve içilebilir su gerekiyken, yol yüzey sıcaklık ölçümü için -20 ... +400 ° C aralığında ölçüm yapabilen pirometre, deney sürecinde hava (rüzgar) hız ölçümünü 1,4 ... 108 km/h aralığında ölçüm yapabilen anemometre, su terazisi ve çelik şerit metre ye ihtiyaç duyulmaktadır.

Kayma ve/veya kızaklama direnci ölçüm cihazı olarak bilinen İngiliz pandülü, pandül koluna monte edilmiş bir sürtünme parçası yardımıyla, arazi ve laboratuvar ortamında ölçüm alınmasına imkân verir. Bu cihaz, kaydırıcı ile deney yüzeyi arasındaki sürtünmeyi ölçmek ve kayma direncine ait standart bir değer tayin etmek üzere tasarlanmıştır. (Şekil 3).



Şekil 3. İngiliz Sarkacı deney aleti (British Pendulum experimental instrument)

### 3.2. Metot (Method)

Şekil 2’de belirtilen caddelerin taş mastik asfalt kaplama yüzeyleri üzerinde, İngiliz standardı “CSN

Çizelge 2. Kayma potansiyelinin sınıflandırılması (Classification of skid potential)

Sınıflama	Pandül değeri	Cof (μ)	Kayma olasılığı	Kayma Potansiyeli
Z	< 24	<0.25	20 de 1 (1/20)	Çok yüksek
Y	25-34	0.25-0.34	200 de 1(1/200)	Yüksek
X	35-44	0.36-0.46	10,000 de 1(1/10,000)	Orta
W	45-54	0.47-0.59	100,000 de 1 (1/100,000)	Düşük
V	>54	>0.59	Milyon da 1 (1/milyon)	Çok düşük

EN 13036-4” Amerikan Standardı “ASTM E303” ve Türk Standardı “TS EN 13036-4” te tarif edilen “British Pendulum”-İngiliz Sarkacı testi yapılmıştır [18-20].

Ölçüm alınacak yol yüzeyi fırçalanarak yıkanmıştır. Sürtünme ölçer deney aletinin pandül kolu trafik yönünde salınım yapacak şekilde maksimum eğimin %10’nu aşmayacak noktaya sabitlenmiştir. Yol yüzeyi ve pandül sürtünme parçasının sıcaklığı pirometre ile

ölçülmüştür. Yol yüzey sıcaklığı ile ıslatılma suyu sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkının 15 °C’yi aşmamasına dikkat edilmiştir. Okumalar geniş sürtünme parçası kullanılmış ve yüzey homojen kabul edildiğinden değerler C skalasından alınmıştır. C skalası okumaları direkt kayma direnci değeri “Pandulum Test Value” (PTV) olarak kaydedilmiştir. Pandül Deney Değeri (PTV) beş salınımın ortalaması olarak, aşağıdaki bağıntı kullanılmak suretiyle hesaplanır.

$$PTV = \frac{\sum(v_1+v_2+v_3+v_4+v_5)}{5} \quad (1)$$

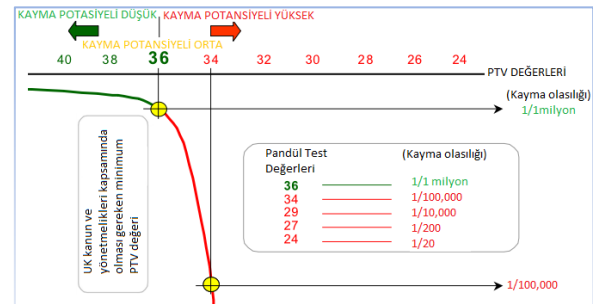
v1 , v2 , v3, v4, v5 : her salınımına ait değerleri ifade etmektedir.

Elde edilen PTV değerleri aşağıdaki formül yardımıyla sürtünme katsayısına “Coefficient Friction” (Cof) çevrilmiştir.

$$\mu = \left[ \frac{110}{PTV} - \frac{1}{3} \right] - 1 \quad (2)$$

Pandül test işleminden elde edilen kayma direnci değerlerinin kayma potansiyeline göre sınıflamasında (Çizelge 2) dikkate alınmaktadır [20-21].

Ayrıca pandül test değerlerine bağlı olarak kayma olasılığı ilişkisi Şekil 4.’de verilmiştir [22].



Şekil 4. Pandül değerleri - kayma olasılığı ilişkisi (Pendulum values – skid probability relation)

**Çizelge 3.** Sıcaklık düzeltme değerleri (Temperature correction values)

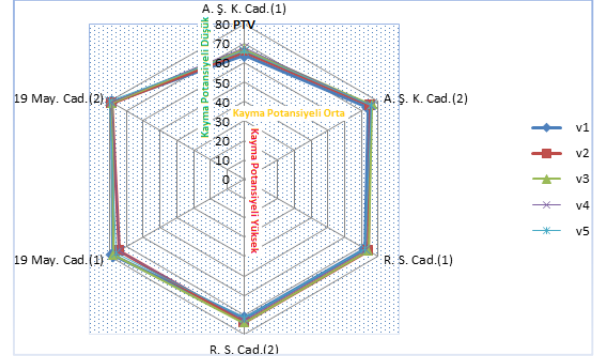
Sürtünme parçasının sıcaklığı	PTV düzeltme değeri
36-40	+3
30-35	+2
23-29	+1
19-22	0
16-18	-1
11	-2
11-15	-2
8-10	-3
5-7	-4

#### 4. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME (FINDINGS AND EVALUATION)

Kayma direnci ölçümleri Şekil 2’de belirtilen caddeler üzerinde, sağ ve sol şeritlerden ıslak ve kuru ölçümler ikişer noktadan trafik yönüne paralel olarak ölçülmüş ve arazi föylerine işlenmiştir. Türk Standardı “TS EN 13036-4” te tarif edilen British Pendulum-İngiliz Sarkacı testi, Şekil 2’de belirtilen caddeler üzerinde kuru ve ıslak ölçüm değerleri alınmıştır (Şekil 5).

**Şekil 5.** Cihaz kurulumu ve ölçüm (Device setup and measurement)

Ankara ili Keçiören ilçe sınırlarında bulunan Ahmet Şefik Kolaylı caddesi (A.Ş.K. Cad), Refik Saydam caddesi (R. S. Cad.) ve 19 Mayıs caddesi (19 May. Cad.) olmak üzere üç ana cadde üzerinden, iki adet şerit faktörü (Sağ ve Sol) her iki şeritte iki adet ölçüm noktası, her bir ölçümden beş adet salınım değeri ( v1 , v2 , v3 , v4 , v5) ile alınan kuru ve ıslak okumalar radar grafik yöntemi ile Şekil 6 ve Şekil 7’de verilmiştir.

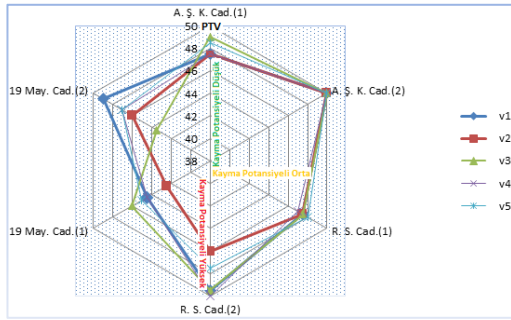
**Şekil 6.** Beş salınım değerine ait kuru PTV değerleri (Dry PTV values of five oscillation values)

Kayma direnci açısından durum çalışması yapılan caddelere ait düzeltilmemiş kuru ham salınım PTV değerleri radar grafiği ile Şekil 6’da verildiği gibidir. Radar grafik incelendiğinde caddeler üzerinde iki noktadan alınmış olan salınım değer ortalamaları yol yüzeyinin genel kayma direnci karakteristiğini yansıtmaya amacıyla sağ ve sol şerit ortalamaları A.Ş.K. (1), aynı yol yüzeyinden farklı bir noktadan aynı mantıkla A.Ş.K. (2) değerleri alınmıştır. A.Ş.K. Caddesi üzerindeki farklı iki nokta salınım değeri okumalarının (60-70 PTV) ve (70-80 PTV) radar bandında gözlemlendiği, R. S. Caddesi üzerindeki farklı iki nokta salınım değeri okumalarının her iki noktada da (70-80 PTV) radar bandında benzerlik gösterdiği, 19 May. Caddesi üzerindeki farklı iki nokta salınım değeri okumalarının (70-80 PTV) radar bandında benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Sürtünme parçasının sıcaklık değeri dikkate alınmadan salınım ( v1 , v2 , v3 , v4 , v5) değerleri üzerinden kayma direnci ve buna bağlı olarak kayma potansiyeli değerlendirilmesi doğru olmayacaktır. Fakat bu radar grafiği değerleri bize genel bir fikir olarak, caddeler üzerinde sağ ve sol şerit ortalama salınım değerleri kendi arasında her bir caddedeki kayma potansiyelinin benzer davranış sergilediği söylenebilir.

Yağış yol yüzey dokusunda makro ve mikro boşlukları doldurmak suretiyle lastik bandajı ile yol yüzeyi arasında yağlayıcı bir etki yapmaktadır. Bu durum düşük hızlarda (30 km/s) ihmal edilirken yüksek hızlarda (60 km/s) kayma direnci açısından önemli rol oynamaktadır. [5,13]. Bu bağlamda İngiliz pandül deneyi, durum çalışması yapılan caddelerde ıslak olarak yapılmıştır. Caddelere ait düzeltilmemiş ıslak ham salınım PTV değerleri radar grafiği ile Şekil 7’de verildiği gibidir.





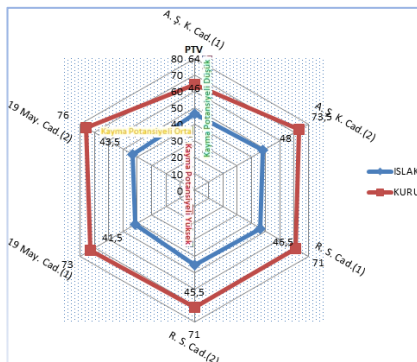
Şekil 7. Beş salınım değerine ait ıslak PTV değerleri (Wet PTV values of five oscillation values)

Radar grafik incelendiğinde yukarıda ifade edildiği gibi sonuçlar literatürü destekler nitelikte sergilenmiştir. Islak pandül test değerleri PTV ler kuru PTV değerlerine göre bir hayli düşük çıkmıştır. Caddeler bazında PTV değerleri incelendiğinde; A.Ş.K. (1) Cad., R. S. (2) Cad. ve 19 May. (1) ve (2) Caddeleri üzerinde alınan ıslak ölçümler farklı radar bantlarında yer almıştır. Bu na karşın A.Ş.K. (2) Cad. ve R. S. (1) Caddeleri üzerinde alınan ıslak ölçümler aynı radar bandında yer almıştır.

Bu durum makro ve/veya mikro yapının su ile karşılaştığında sürtünme direncini tekrarlayan denemelerde ne derece etkili olduğunu ortaya koymuştur. Fakat ıslak ölçümlerde elde edilen değerleri sadece suya bağlamak da doğru değildir. Operatör, ortam sıcaklığı, su filminin kalınlığı, rüzgar hızı gibi bir çok değişken Şekil 7'deki gibi bir veri çeşitliliğinin ortaya çıkmasına sebep olabilir.

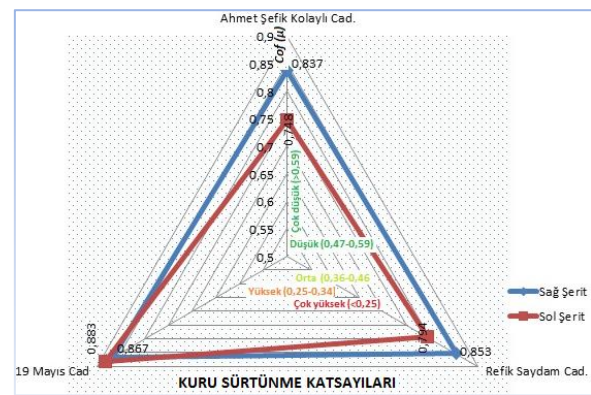
Tekrarlı ölçümler neticesinde elde edilen ıslak ve kuru salınım (v1, v2, v3, v4, v5) PTV değerleri formül 1 kullanılarak ortalama PTV değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 3'deki ölçülen sıcaklık değerleri kullanılarak ilgili aralıklarda PTV değerleri düzeltilmiş ve ortalama PTV değerleri elde edilmiştir. (Şekil 8)

Düzeltilmiş ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ıslak kayma direnci değerleri ile kuru kayma direnci ölçümleri arasında hemen hemen benzer bir değişkenlik göstermiştir. (Şekil 8) Bu değişkenlik literatüre bakıldığında kuru kayma direnci değerlerine göre, kayma potansiyelinin çok düşük olduğu, ıslak kayma direnci değerlerine göre ise, kayma potansiyelinin orta ve düşük radar bandında seyrettiği gözlemlenmiştir.



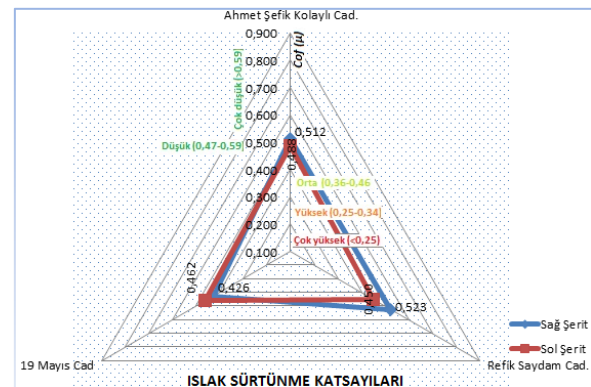
Şekil 8. Düzeltilmiş ortalama PTV (Adjusted average PTV)

Düzeltilmiş ortalama PTV değerlerinden (Formül 2) esas alınarak kuru ve ıslak sürtünme katsayıları sağ ve sol şeritler için ayrı ayrı hesaplanmış ve Şekil 9 ve Şekil 10'da verilmiştir. Daha önce verilen ve değerlendirilen grafikler ilgili caddeler de sağ ve sol şeritlerin ortalaması alınarak yol yüzeyinin tamamını temsili amaçlanmıştır. Sürtünme katsayıları değerlendirilirken şeritler ayrı ayrı değerlendirilerek farklılığın önemli seviyede olup olmadığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda özellikle A.Ş.K. Cad. ve R. S. Caddelerinde sağ şeride nazaran sol şeritte sürtünme katsayıları daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum hızlanma ve ani manevra şeridi görevini üstlendiği için olabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bütün caddelerde sağ ve sol şeritler sürtünme katsayısı (Cof) bakımından çizelge 2'ye göre (V) kayma potansiyeli sınıfına dâhil olmuş kayma potansiyeli bakımından çok düşük seviye de seyretmiştir.



Şekil 9. Kuru sürtünme katsayısı (Cof) kayma potansiyeli ilişkisi (Dry friction coefficient (Cof) skid potential relationship)

Kuru sürtünme katsayılarında olduğu gibi, ıslak sürtünme katsayılarında da sol şerit sürtünme katsayıları bakımından az da olsa farklılık göstermiştir. Bunun yanı sıra sol şerit çizelge 2'ye göre (X) sınıfına orta derecede kayma potansiyeline dahil olurken, sağ şerit (W) sınıfında yer almış ve düşük kayma potansiyeline sahip olmuştur.



Şekil 10. Islak sürtünme katsayısı (Cof) kayma potansiyeli ilişkisi (Wet friction coefficient (Cof) skid potential relationship)

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION and SUGGESTIONS)

Araştırma konusu olarak ele alınan Ankara ili Keçiören ilçesi şehir içi asfalt kaplamalarının kayma potansiyeli araştırılmıştır. Araştırma neticesinde belirlenen caddeler üzerinde elde edilen kayma potansiyeli sonuçları yorumlanmıştır. Her bir cadde kendi içerisinde kıyaslandığı gibi birbirleriyle de kıyaslanmıştır. Kıyaslamalar neticesinde Keçiören ilçesini temsil niteliğinde olabilecek caddelerde kayma potansiyeli bazında literatürün ön gördüğü sınırlar içinde güvenli bölgede kaldığı görülmüştür.

Bu durum tek başına kızaklama eksenli kazalar için bir gösterge olsa da yeterli değildir. Şöyle ki yol yüzeyinde bölgesel yamalar, su drenajı için gerekli eğim ve suyun uzaklaştırılmasında önemli rolü olan mazgallar ve alt yapı yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra tekerlek bandajının aşınma açısından düzenli kontrolü, fren sistemlerinin bakımı ve sürücü psikoteknik açıdan durumu kızaklama eksenli kazaların girdileri olarak düşünülmektedir. Ayrıca yol yüzeyinin düşük hızlarda ki kayma kaza riskinin mikro yapıya ve yüksek hızlarda makro yapıya bağlı olduğu göz önünde bulundurularak daha gelişmiş elektronik ölçüm “optik lazer tarayıcılar” vb cihazlarıyla bozulma sürecinin takip edilmesi gerekmektedir.

Keçiören ilçesinin kayma direnci potansiyeli çalışma kapsamında her ne kadar güvenli bölgede kalsa da ilgili ölçümlerin belediye yol şubesi tarafından belirli periyotlarda ölçülmesi, yol yüzeylerinin toz ve kirlerden arındırılması farkındalığının artırılması önerilebilir. Bunun yanı sıra çalışmanın daha fazla cadde üzerinde yapılması ve hatta diğer ilçelerde de yürütülmesi Ankara için kayma potansiyeli anlamında çalışmanın anlamlılık düzeyini artıracaktır. Bu çalışma ilçe belediyeler, büyükşehir belediyesi, trafik yoğunluğunun belirlenmesi kapsamında Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) Trafik şube müdürlüğü ve üniversite işbirliği ile kapsamlı bir çalışma ile ele alınmalıdır.

## TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Arazi çalışmalarında desteklerinden ötürü Lisans öğrencimiz Mehmet GÖKTÜRK’e teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Harish H.S., Avinash N.P., and Harikeerthan M.K., “Field Evaluation of Longitudinal Skid Resistance on Pavement Surface in Bangalore City - A Case Study”, *The International Journal Of Engineering And Science*, 2(6): 10-18 (2013)
- [2] Xiao J., Kulakowski B.T., El-Gindy, M., “Prediction of risk of wet-pavement accidents: Fuzzy logic model”, *Transportation Research Record: Transportation Research Board*, 1717: (2000).
- [3] Ergun, M., “Road surface micro and macro influence on skid resistance”, *Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (1997).
- [4] <http://web.itu.edu.tr/~akalin/class/mak461e/tkfren.pdf>
- [5] “Permanent International Association of Road Congresses, Report of the Committee on Surface Characteristics”, *Proceedings of the 18th World Road Congress, World Road Congress, Brussels, Belgium*, 1-43, (1987).
- [6] “PIARC-Permanent International Association of Road Congresses, International PIARC experiment to compare and harmonize texture and skid resistance measurements”, *Permanent International Association of Road Congresses, Brussels, Belgium*, (1995).
- [7] Britton S.C., Ledbetter W.B., Gallaway B.M., “Estimation of skid numbers from surface texture parameters in the rational design of standard reference pavements for test equipment calibration”, *Journal of Testing and Evaluation*, 2: 73-83, (1974).
- [8] Moore D.F., “The friction of pneumatic tires”, *Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam, Netherland*, (1975).
- [9] Ergun M., İyınam, S İyınam, A. F., “Prediction of road surface friction coefficient using only macro and micro texture measurements”, *Journal of Transportation Engineering*, 131: 311-319, (2005).
- [10] Bond R., Katekhda I.E.D., Lees G., “Williams, A.R., Tire/Road surface interaction”, *Journal of the Institution of Highway Engineers*, 13: 72-79, (1976).
- [11] Leu, M.C., Henry, J.J., “Prediction of skid resistance as a function of speed from pavement texture”, *Transportation Research Record: Transportation Research Board*, 666: 7-13, (1978).
- [12] Şengöz B., Topal A., Tanyel S., “Comparison of pavement surface texture determination by sand patch test and 3D laser scanning”, *Periodica Polytechnica-Civil Engineering*, 56/1: 73-78, (2012).
- [13] Kaçmaz B., Topal A., Şengöz B., Tanyel S., “Farklı Tip Esnek Kaplamaların Yol Yüzey Özelliklerinin Arazi Ölçümleriyle Değerlendirilmesi”, *İMO Teknik Dergi*, 436: 7115-7137, (2015)
- [14] Jayawickrama P.W., Prasanna R., Senadheera S.P., “Survey of state practices to control skid resistance on hot-mix asphalt concrete pavements”, *Transportation Research Record: Transportation Research Board*, 1536: 71-80, (1996)
- [15] Walker R.S., Payne L.D., “Use of selcom laser for pavement texture and skid resistance measurement”, , Transportation Instrumentation Laboratory, *Research Project 1290*, University of Texas, Texas, USA, (2003).
- [16] Ergun M., İyınam Ş., İyınam F., “Kayma direnci için uluslararası indeks oluşturma çabaları”, *3. Ulusal Asfalt Sempozyumu*, Ankara, 368-377, (2004).
- [17] *Karayolları Teknik Şartnamesi*, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, (2013).
- [18] CSN EN 13036-4 “Road and airfield surface characteristics - Test methods - Part 4: Method for measurement of slip/skid resistance of a surface”: The pendulum test, (2011).
- [19] E303 – 93 “Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester”, (2013).
- [20] TS EN 13036-4 “Yol ve hava alanı yüzey karakteristikleri - Deney yöntemleri - Bölüm 4: Yüzeyin kayma/kızaklama direncinin ölçülmesi yöntemi”: Pandül deneyi, (2014).
- [21] Bowman R., (2004) Practical Aspects of Slip Resistance of Stone, see <http://www.discoveringstone.com> (accessed 29/05/2011).
- [22] <http://www.floorslip.co.uk/probability-of-floor-slip-in-relation-to-pendulum-test-value.html>