

Doğal Taşların Kayma Potansiyellerinin Belirlenmesinde Kullanılan Test Cihazları

Determination of Slip Potential of Natural Stone Used Test Equipments

Dr. Gültekin COŞKUN

Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksek Okulu, Sivas – coskungc@gmail.com, Türkiye

ÖZET Bu çalışma, zemin kaplamalarında geniş bir uygulama alanı bulan doğal taşların insanların emniyetli kullanımları için gerekli olan kayma potansiyellerinin ölçülmesinde kullanılan test cihazları, yöntemleri ve standartlarını kapsamaktadır. Doğal taşların kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda kayma potansiyellerinin belirlenmesinde etkin olan kayma açısı, kayma direnci, sürtünme katsayısı ve yüzey pürüzlülüğü Rz (μ) gibi parametrelerin ölçülmesinde kullanılan laboratuvar ve taşınabilir (mobil) özellikteki test cihazlarının tanıtımı ayrıntılı olarak yapılmıştır. Test cihazlarının hangi standartlara göre çalıştığı ve sınıflama sistemleri hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Zemin kaplamalarında kullanılan doğal taşların, kayma potansiyellerinin laboratuvar ortamında belirlenmesinde eğik düzlem test cihazı ile materyalleri ayırt etmek mümkün olmasına karşın test personeline göre sonuçların değişebileceği dikkate alınmalıdır. Doğal taşların, döşendikleri mekânlarda yüzeylerin sürtünme katsayılarının belirlenmesinde mobil SlipAlert ve FSC 2011 test cihazlarının farklı yüzeylerde ve ortamlarda değişik sonuçlar verdiği görülmektedir. Genel olarak SlipAlert test cihazı pandül test cihazı verilerinin doğruluğunu desteklemek adına kullanılmaktadır. Ayrıca doğal taşların kayma potansiyellerinin belirlenmesinde diğer parametrelerle birlikte yüzey pürüzlülüğü Rz (μ) değerinin de değerlendirilmeye alınmasında fayda olduğu görülmektedir.

ABSTRACT This study includes test devices, methods and standards in measuring the slip potential of natural stones, which have a wide application area in flooring, for necessary for the safe use by people. Test devices that has portable (mobil) features and used in measuring parameters such as slip angle, slip resistance, coefficient of friction and surface roughness Rz (μ), which effective in determining of natural stones' slip potentials in dry, wet and oily environments, was presented in details. Detailed information is provided about the standard and classification system of test devices. Although determination of slip potentials of natural stones, which used in flooring, can be distinguished materials by an inclined plane test device in the laboratory, it should be considered that test results can vary according to the staff. In determination of surface friction coefficient of natural stones in places, mobile SlipAlert and FSC 2011 test devices gave varied results on different surface and environment. SlipAlert test devices generally used to support accuracy of pendulum test device data. Also, along with other parameters in determining the slip potential of natural stones, surface roughness Rz (μ) value seems to be beneficial to be evaluated.

1. GİRİŞ

Günümüzde okul, hastane, otopark, metro, alışveriş merkezi, okul, otel, havuz kenarı, hamam ve endüstriyel mutfaklar gibi insanların yoğun olduğu iç ve dış mekanlarda zemin kaplama malzemesi olarak doğal taşların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Zemin kaplama malzemesi olarak kullanılacak doğal taşların kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda insanların düşme ve kayma sonucu oluşabilecek kazalardan korunması, daha emniyetli hareket edebilmesi ve kayma sonucu oluşabilecek iş kazalarının önüne geçilebilmesi için, doğal taşların kullanıldığı mekanlarda kayma potansiyellerinin belirlenmesi gerekmektedir (Coşkun.,2013). Ayrıca doğal taş üreticilerinin, mimarların ve inşaat firmaların zemin kaplamalarında kullandıkları doğal taşların kayma potansiyellerini, son kullanıcıya bildirmekle yükümlüdürler.

Doğal taşların, zemin kaplama malzemesi olarak kullanımında, dikkat edilecek özelliklerinden ve en önemlilerinden biri de kayma direncidir (Grönqvist, 1995; Rowland vd, 1996; Kim, 1996; Chang 1999; Manning vd, 1998). Kayma vakaları, ortam, kirleticiler (su, yağ, donma, toz), çevresel faktörler, yetersiz zaman, ısı ve aydınlatma, ayakkabı ve yürünülen zeminin özellikleri dâhil bir ya da birden fazla sebepten kaynaklanır (Kim 2001). Doğal taş plakalarında kayganlık, yüzey ve yüzeyle etkileşen nesnenin çekme ya da sürtünmesinden oluşan etki olarak tanımlanabilir. Adams'a göre (1997) yayaların yürürken, kayma kazalarının artmasıyla kaymayı önleme çalışmalarının önemi belirgin olarak artmıştır. Kayma direnci, ayakkabı tabanı ile zemin kaplama malzemesi yüzeyinin etkileşimden kaynaklanmaktadır.

1950'lerden günümüze zemin kaplamalarının kayma potansiyellerinin belirlenmesinde ortaya çıkmış birçok farklı test cihazı ve standartlar vardır. (Grönqvist vd, 1999; Leclercq 1999; Coşkun.,2013). Bunlar; yatay sürtünme ölçüm metresi, yatay dinamometre, James makinesi, Tortus, Pandül (Sarkaç), eğik düzlem, FSC 2011 sürtünme katsayı ve SlipAlert test ölçüm cihazları bulunmaktadır. Bu test cihazları çeşitli standartlara göre yüzeylerin kayma potansiyellerini (dinamik veya statik sürtünme katsayısını) ölçmek için tasarlanmışlardır.

Bu çalışmada günümüzde kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda zemin kaplaması olarak kullanılan doğal taş plakalarının kayma potansiyellerinin belirlenmesinde önemli rol oynayan kayma açısı, kayma direnci sürtünme katsayısı ve yüzey pürüzlülüğü gibi parametrelerin tespitinde sıkça kullanılan laboratuvar ve mobil ölçekli test cihazları ile sınıflamaları hakkında bilgi verilmiştir.

2. KAYMA POTANSİYELLERİN BELİRLENMESİNDE VE DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN TEST CİHAZLARI

Doğal taşlar günümüzde farklı yüzey işlemlerinde ve plaka boyutlarında kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda zemin kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Zemin kaplama malzemesi olarak kullanılan doğal taşların, emniyetli kullanımları ve iş güvenliği açısından kayma sonucu oluşabilecek kazaları en aza indirmek amacıyla kayma potansiyellerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Ayrıca, erişilebilirlik izleme ve denetleme yönetmeliği kapsamında 07 Temmuz 2015

tarihinden itibaren zemin kaplamalarının kaymaz malzemedan ve uygun yüzey işleminde olması istenirken, zemin kaplamalarının kayma potansiyellerinin belirlenmesi ve ürün üzerinde bunun son kullanıcıya verilmesi artık yasal bir zorunluluk olmuştur.

2.1.Eğik Düzlem Test Cihazı

Eğik düzlem test cihazı, yüzeylerin kayma potansiyellerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan kayma açılarının DIN 51097 “Çıplak Ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi” ve DIN 51130 “Kuru Bölgelerin Yağlanmasıyla Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi” ile ISO 10545-17 standartlarına göre ölçüm yapabilen ve buna uygun olarak tasarlanan bir test cihazı olup, kaygan yüzeylerin dinamik sürtünme katsayılarının tespitinde kullanılmaktadır. Eğik düzlem test cihazı ve standardı altın standart olarak kabul edilmektedir (Sotter, 2000).

Eğik düzlem test cihazında elde edilen kayma açısının tanjantı, çıplak ayak ile kaplama malzemesi yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısını verir (Bowman, 1997; Miller, 1999). Test cihazı, 600 mm genişliğinde ve 2000 mm uzunluğuna sahip, eğimi uzunlamasına 0° ile 45° arasında ayarlanabilen, düz ve eğilmeyen bir döşemeden oluşmaktadır.

2.1.1.DIN 51097 standardına göre yapılan çalışmalar

Islak ve çıplak ayakla yürünen zemin kaplamalarında kullanılan doğal taş örneklerinin, kaymayı önleme özelliğinin

belirlenmesinde DIN 51097 standardı dikkate alınmaktadır.




Testin uygulanması esnasında sürekli ve eşit olarak 6±1 litre/dakika test sıvısı eğik düzlem test cihazı üzerinde bulunan delikli borudan örnek yüzey üzerine dökülerek ıslatılmaktadır. Eğik düzlem cihazında test personeli, yarım adımlar atarak ileriye ve geriye doğru, suyun aktığı yönde, yatay düzlemde başlayarak eğimi yaklaşık 1°/s değerinde artacak şekilde örnek zemin plakası üzerinde hareket etmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. DIN 51097 standardına göre ölçüm

Test personelinin, güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı kayma açısı, kritik bölgede en az 10 defa tekrarlanan yukarı ve aşağı gidiş ile tespit edilerek ve sonuçların ortalaması alınmaktadır. Elde edilen kayma açıları Çizelge 1’de verilen sınıflama dikkate alınarak kullanım alanlarına göre sınıflaması yapılmaktadır.

Çizelge 1. DIN 51097 Standardına göre sınıflandırma (DIN 51097, 1992)

Konumu	Sınıflama	Kritik Açı (°)
	A	$\geq 12^\circ$
	B	$\geq 18^\circ$
	C	$\geq 24^\circ$

2.1.2. DIN 51130 standardına göre yapılan çalışmalar

Ayakkabı ile yürünen yağlı zemin kaplamalarında kullanılan doğal taş örneklerinin kayma potansiyellerinin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında DIN 51130 standardı dikkate alınarak testler yapılmaktadır (Şekil 2).








Şekil 2. DIN 51130 standardına göre ölçüm

Bu test yönteminde deneylere başlamadan önce test personeli kalibrasyon işlemine tabi tutulmakta ve kalibrasyon işlemi için E, P, R olmak üzere üç adet standart kalibrasyon plakası kullanılmaktadır. Kalibrasyon işleminden sonra test personeli, ST şeklinde

S1 tipinde, DIN 4843'e uygun nitril kauçuk esaslı üretilmiş, DIN 53505'e göre 73±5 shore-A sertliği olan ve DIN 51130'da verilen taban şekline sahip koruyucu ayakkabıları giymektedir. Test personeli hareketlerini kısıtlamayacak şekilde düşmeye karşı bir emniyet donanımı ile korunarak güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı kayma açısı, kritik bölgede en az 10 defa tekrarlanan yukarı ve aşağı gidiş ile tespit edilmiş ve ortalamaları alınarak kaydedilmektedir. Elde edilen kayma açıları Çizelge 2'de verilen sınıflama dikkate alınarak kullanım alanlarına göre sınıflaması yapılmaktadır.

Çizelge 2. DIN 51130 Standardına göre sınıflandırma (DIN 51130, 2004)

Konumu	Sınıflama	Kritik Açı (°)
	R 9	$6^\circ - 10.0^\circ$
	R 10	$10.1^\circ - 19.0^\circ$
	R 11	$19.1^\circ - 27.0^\circ$
	R 12	$27.1^\circ - 35.0^\circ$
	R 13	$>35.0^\circ$

2.2 Pandül Test Cihazı

Pandül test cihazı, hem laboratuvar hem de taşınabilir özellikte olup kayma direnç kızağı veya İngiliz sarkaç'ı olarak bilinen cihaz TS EN 14231 "Pandül deney donanımıyla kayma direncinin tayini" standardına göre ölçüm yapmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Pandül test cihazı (wessex)

Pandül test cihazı, kaydırıcı ve deney yüzeyi arasındaki sürtünmeyi ölçmek ve kayma direncine ait standart bir değer tayin etmek üzere tasarlanmış ve ayakkabı altlığını temsilen 4S lastik kauçuk pençe kullanılmaktadır. Pandül deneyleri örnek yüzey üzerinde 6 farklı pozisyonda ve her pozisyonda 5 ölçüm yapılmak suretiyle doğal taş örneklerinin kayma direnci belirlenmekte ve elde edilen sonuçların ortalaması alınarak değerlendirilmede kullanılmaktadır.

Pandül test değeri (PTV), aşağıdaki formül kullanılarak (BSI belgeleri B/208/96/104915) sürtünme katsayısına (Cof) çevrilebilmektedir.

$$\mu = \left[\frac{110}{PTV} - \frac{1}{3} \right]^{-1}$$

Ayrıca elde edilen bu sürtünme katsayısı değerlerinden yola çıkılarak, tekrar pandül kayma direnci değeri aşağıdaki formül ile bulunabilmektedir.

$$PTV = (330 \cdot \mu) / (3 + \mu)$$

Pandül test cihazında elde edilen kayma direncine değerlerine göre Çizelge 3, kayma potansiyellerine göre yorumlanmasında ise Çizelge 4 dikkate alınmaktadır.

Çizelge 3. Kayma direncinin kayma potansiyeline göre yorumlanması (Bowman, 2003; Carpenter vd, 2006).

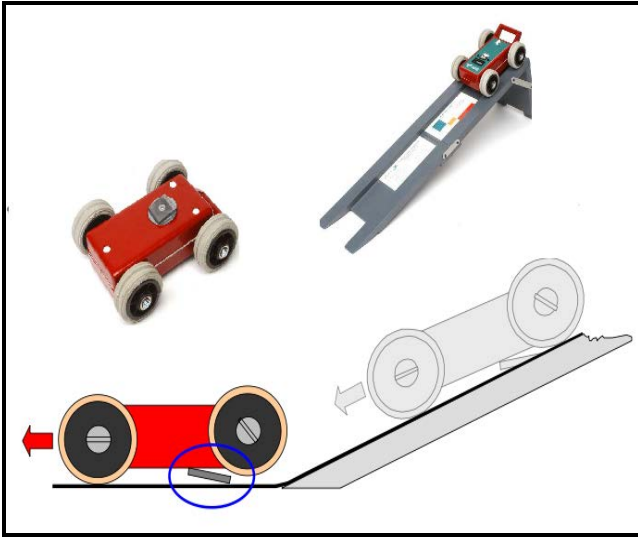
4 S - Pandül Değeri	Kayma Potansiyeli
0-24	Yüksek
25-35	Orta
36-64	Düşük
>65	Çok Düşük

Çizelge 4. Kayma potansiyelinin sınıflandırması (TS EN 14321, 2004; Bowman, 2004).

Sınıflama	Pandül Değeri	Kayma Potansiyeli
V	> 54	Çok Düşük
W	45-54	Düşük
X	35-44	Orta
Y	25-34	Yüksek
Z	< 24	Çok Yüksek

2.3 SlipAlert Test Cihazı

SlipAlert test cihazı doğal taşların kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda kayma potansiyellerinin belirlenmesinde kullanılan ve İngiliz standardına (BS 8204) göre çalışan laboratuvar ve mobil ölçekli bir test cihazı olup, kısa sürede yüzeylerin kayma potansiyellerini (dinamik sürtünme katsayılarını) belirlemek mümkündür (Şekil 4). SlipAlert test cihazı pandül test cihazı pandül test cihazının okumalarını taklit etmek için tasarlanmış bir cihazdır. SlipAlert test cihazında ayakkabı tabanını temsilen farklı özelliklerde kauçuk malzeme bulunmakta olup genel olarak ölçümlerde Three-S lastik pabuç kullanılmaktadır. SlipAlert test cihazı; cihazın kendisi ve alüminyum rampadan oluşmaktadır.



Şekil 4. SlipAlert test cihazı

Rampa ölçüm yapılacak zemine konur ve rampa üzerine SlipAlert test cihazı yerleştirilir. Üst noktadan serbest bırakılarak cihazın 4 tekerlek üzerinde rampa aşağı inerken ana tekerlekler zemine değdiğinde SlipAlert cihazı altındaki kaydırıcı lastiğin yere değmesiyle birlikte cihaz üzerinde dinamik sürtünme değeri ($\mu=H/V$) okunur.

Aynı zamanda elde edilen SlipAlert test sonuçları aşağıdaki formül yardımıyla Cof değerlerine çevrilebilir.

$$\text{Cof} = (3 \times \text{SRV}) / (330 - \text{SRV})$$

SlipAlert cihazı ile elde edilen değerler Çizelge 5’de gösterilen AS 4586 standardına göre sınıflaması yapılmaktadır.

Çizelge 5. SlipAlert değerlerinin AS 4586 standardına göre sınıflandırılması (AS/NZS 4586 – 2004).

AS 4586 Sınıflama	SlipAlert Değeri	Kayma Potansiyeli
V	≤ 117	Çok düşük
W	$\geq 124 \leq 117$	Düşük
X	$\geq 136 \leq 125$	Orta
Y	$\geq 157 \leq 137$	Yüksek
Z	> 157	Çok Yüksek

2.4 FSC 2011 Mobil Sürtünme Katsayısı Ölçüm Test Cihazı

FSC 2011 test cihazı, zemin kaplamalarının yüzeylerinin statik ve dinamik sürtünme katsayılarının tam olarak belirlenmesine yönelik modern ve yüksek kaliteye sahip mobil bir test cihazı olup, DIN 51131 “Döşemelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Kontrolü” standardına göre çalışmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Mobil sürtünme katsayısı ölçüm test cihazı FSC 2011

2011 test cihazı, altında bulunan yuvaya yerleştirilen özel pabuçlar sayesinde zeminde yürüyüş etkisi yaratarak zeminin sürtünme katsayısı ölçülmektedir. FSC 2011 test cihazının üzerinde bulunan, başlat tuşları farklı ölçüm programlarıyla önceden programlanmış olup, bunlar ihtiyaç duyulduğunda değiştirilebilmektedir. Ölçülecek zemine ve standarda göre kat edilecek yol, durma süresi ve ölçekleme alt menüde değiştirilebilmektedir. Ölçümlerde SBR lastiği (sarı pabuç), Lastik (siyah pabuç), Plastik (mavi pabuç) ve Deri (kırmızı pabuç) olmak üzere dört adet farklı pabuç bulunmaktadır. Ölçüm başlamadan önce pabucun durma süresi 1 ila 99 saniye

aralığına, ölçülen yol 30 cm ila 200 cm aralığında ayarlanabilir. Ölçüm pabuçları ölçülen değerler üzerinde net bir etkisi olup, genel durumlarının yanı sıra aşınma ve sertleşme için de pabuçlar kontrol edilirler. En fazla 200 ölçümden sonra pabuçlar kullanılmamaktadır. Her ölçüm sonucunda pabuç yüzeylerinin hafif bir şekilde 320 nolu zımpara ile 20 zımpara vuruşu yapılarak temizlenir ve FSC 2011 test cihazı ile ölçümün gerçekleştirilmesinden en az yarım saat önce ortamın sıcaklığına ayarlamalıdır.

Kuru Ölçüm:

Kuru ortamlarda zemin kaplamalarının ölçümlerine başlanmadan önce ayakkabı altlığını temsilen kullanılan pabuç temizlenerek cihazın altındaki yuvaya yerleştirilir. Daha sonra FSC 2011'i istenen ortamdaki zemine yerleştirilir ve önceden belirlenen ölçümü başlatmak için başlat tuşlarından birine basılır. Ölçüm tamamlandığında, belirlenen değer göstergede görünür ve dâhili yazıcı kullanılarak da ölçüm sonucu yazdırılabilir.

Islak ölçüm:

Pabuç ve ölçülecek zemin ölçüm başlamadan 10 dakika öncesinde nemlendirilmelidir. Sonrasında kuru ölçümdeki gibi ölçüm yapılır.

FSC 2011 test cihazı, yüzeylerin fiziksel bir miktar olan dinamik ve statik sürtünme katsayısını ölçmektedir. Şimdiye kadar, Alman standardı DIN 51131'de buna ilişkin bir sınır belirtmemiş olup bu yüzden sonuçları değerlendirmek için kayganlığa karşı korunmaya yönelik Çizelge 6'da

gösterilen Wuppertaler Tabelası güvenlik limit değerleri kullanılmaktadır.

Çizelge 6. Wuppertaler Tabelası (Skıba, 1997; Lehder, 2011)

Sürtünme Katsayısı	Değerlendirme
$\mu \geq 0.60$	Çok Güvenli
$0.45 \leq \mu < 0.60$	Güvenli
$0.30 \leq \mu < 0.45$	Şartlı Güvenli
$\mu < 0.30$	Güvensiz

2.5 Yüzey Pürüzlülüğü Test Cihazı

Doğal taşların kayma potansiyellerinin belirlenmesinde etkili olan parametrelerden birisi de yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde günümüzde birçok test cihazı kullanılmaktadır. Bunlardan biriside MİTUTOYO SJ – 401 test cihazı olup DIN EN ISO 4287 standardına göre çalışan bu cihazda 0.08, 0.25, 0.8, 2.5, 8, 12.5, 25 mm tarama boyu ve 0,00125 µm okuma hassasiyeti ile ölçüm yapılmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (MİTUTOYO SJ – 401)

Doğal taş yüzeyleri üzerinde yüzey pürüzlülük parametrelerinden Ra, Rmax, Rz, Rq ve Rt (μm) parametreleri ölçülmekte olup, elde edilen parametrelerden sadece Rz (μm) parametresine göre bir sınıflama bulunmakta olup kayma potansiyeli sınıflamasında Çizelge 7’de verilen sınıflama sistemi dikkate alınmaktadır.

Çizelge 7. Islak ortamlarda yüzey pürüzlülük test sonuçları (Carpente., vd, 2006; Bowman., 2003)

Yüzey Pürüzlülüğü, Rz (μm)	Kayma Potansiyeli
≤ 10	Yüksek
10 – 30	Orta
20 – 30	Düşük
> 30	Çok düşük

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Doğal taşların farklı ortamlarda kayma potansiyellerinin belirlenmesinde etken olan kayma açısı, kayma direnci, sürtünme katsayısı ve yüzey pürüzlülüğü gibi parametrelerin belirlenmesinde laboratuvar ve mobil ölçekli çeşitli test cihazlarının ve standartlarının olduğu görülmektedir.

Çıplak ayak ve ayakkabı ile gezilen ortamlarda kullanılan doğal taşların laboratuvar ölçekli kayma potansiyellerinin belirlenmesinde, eğik düzlem test cihazı ve ilgili standardının kullanılmasının kabul edilebilir sonuçlar verdiği görülmektedir. Burada sadece testi yapacak kişinin standartlarda belirtilen özelliklerde olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde test personelinin test sonuçlarını olumsuz yönde etkileyeceği ve farklı sonuçlar çıkmasına neden olacağı görülmektedir.

Pandül test cihazı ile SlipAlert test cihazı birini taklit eden cihazlar olup elde edilen kayma direnci değeri ile SlipAlert değerleri sürtünme katsayısı değerine çevrilebilmekte ve iki cihazında ölçümlerini birbirini desteklemektedir. SlipAlert test cihazı özellikle ıslak zeminlerde kayma potansiyelinin belirlenmesinde tekerleklerin ıslak zeminde kaymasından dolayı etkili olmadığı, buna karşın pandül test cihazı ile kuru ve ıslak ortamda sorunsuz ölçüm yapıldığı görülmektedir.

FSC 2011 test cihazı ile doğal taşların döşendikleri zeminlerde sürtünme katsayılarının belirlenmesinin son derece hızlı ve pratik olduğu görülmektedir. Cihazın mevcut programı sayesinde farklı ülke standartlarına göre ölçüm yapabilmektedir. Kuru ortamda son derece güvenilir sonuçlar verirken ıslak ortamda ise cihaz altında bulunan tekerleklerin ıslak zeminde kaymasından dolayı ölçümlerde özellikle ölçülecek alanın ıslatılmasına dikkat edilmelidir.

Doğal taşların kayma potansiyellerinin belirlenmesinde etkin olan kayma açısı, kayma direnci ve sürtünme katsayısı gibi parametrelerle birlikte, yüzey pürüzlülüğü Rz (μm) parametresinin de ölçüm sonuçlarını desteklemek adına değerlendirmeye alınmasında fayda olduğu görülmektedir.

Genel olarak bakıldığında zemin kaplama malzemesi olarak kullanılan doğal taşların kayma potansiyellerinin belirlenmesinde her ülkenin kendi buldukları cihazlarının ve standartlarının daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Bu konuda yapılan standartların ve oluşturulan sınıflamaların ilgili ülke insanlarını temel almasından dolayı bir ülkenin standardı diğer bir ülkeye uyamayabilir. Bu nedenle zemin

kaplamalarında kullanılan malzemelerin kayma potansiyellerinin belirlenmesinde kullanılacak ortak bir cihaz ve standardın belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılmasında fayda görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'nun 29.09.2014 tarihli kararı ile (proje numarası SMYO-008) desteklenmektedir. Katkıları için teşekkür ederiz.

4.KAYNAKLAR

Adams, N., 1997; "Slips and Falls-Some Arguments About Measuring Coefficients of Friction (COF)", *Ergonomics*

AS 4586 - 2013 Slip resistance classification of new pedestrian surface materials, now superseded AS/NZS 4586 - 2004.

Bowman, R., 2004, Practical Aspects of slip resistance of stone, www.discoveringstone.com, Carpenter, J., Lazarus, D., Perkins, C., 2006. Safer surfaces to walk on reducing the risk of slipping, *Construction*

Chang, W.R., 1999, "The effect of surface roughness on the measurement of slip resistance", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 299–313.

Coşkun, G., 2013; "Karbonat Kökenli Bazı Doğal Taşlarda Yüzey İşleme Tekniklerinin ve Pürüzlülüğün Kayma Direncine Etkileri", Doktora Tezi., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 293, 2013.

DIN EN 51097, 1992; "Testing of floor Coverings; Determination of The Anti-Slip Properties; Wet Loaded Barefoot Areas;

Walking Method-Ramp Test", Deutsche Norm, Berlin.

DIN EN 51130, 1992; "Testing of Floor Coverings; Determination of The Anti-Slip Properties; Workrooms and Fields of Activities with Slip Danger; Walking Method; Ramp Test", Deutsche Norm, Berlin

DIN 51131, 2008 "Testing of Floor coverings Determination of the antislip property Method for measurement of the sliding friction coefficient" Deutsche Norm, Berlin.

FSC 2011, 2015 "Operating Instructions"

Grönqvist, R., 1995; "Mechanisms of friction and assessment of slip resistance of new and used footwear sales on contaminated metals", *Ergonomics*, 38, 224–41.

Grönqvist, R., Hirvonen, M., Tohv, A., 1999; "Evaluation of three portable floor slipperiness testers", *International Journal of Industrial Ergonomics* 25, 85–95.

Kim, I.J., 1996; "Microscopic investigation to analyze the slip resistance of shoes", *Proceedings of the Fourth Pan Pacific Conference on Occupational Ergonomics*, November. Taiwan, ROC, 68–73.

Kim, I.J., 2001; "Microscopic observations of the progressive wear on shoe surfaces that affect the slip resistance characteristics", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28, 17-29.

Leclercq, S., 1999; "The prevention of slipping accidents: a review and discussion of work related to the methodology of measuring slip resistance", *Safety Science*, 31, 95–125.

Manning, D.P., Jones, C., Rowland, F.J., Roff, M., 1998; "The surface roughness of a rubber soling material determines the coefficient of friction on water-lubricated

surfaces”, Journal of Safety Research, 29, 275–283.

Miller, Barrett C., 1999; “Slip Resistance Standards: Sorting It All Out”, Safety & Health, 62-66.

Rowland, F.J., Jones C., Manning D.P., 1996;”Surface roughness of footwear soling materials: Relevance to slip resistance”, Journal of Testing and Evaluation, 24 (6), 368–376.

Sarıışık, A., Akdaş. H, Sarıışık., G, Coşkun, G. 2011“Pandül ve Yüzey Pürüzlülük Deneyleri ile Mermerlerde Kayma Emniyeti Analizi, Türkiye 22. Uluslar arası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Ankara.

SlipAlert, "SlipAlert.com," 2011, <http://www.slipalert.com/Home/about-slipalert.htm>

Sotter, G. (Ed.), 2000. Stop Slip and Fall Accidents!. Sotter Engineering Corporation.

TS EN 14321, 2004, “Doğal taşlar - Deney metotları - Pandül deney donanımıyla kayma direncinin tayini”, Türk Standartları Enstitüsü.

WESSEX Catalog, 2010; “Pendulum Test Equipment”. 184–1189.