T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALIKLIGÖL YAYA YÜZEY ZEMİN KAPLAMASINDA KULLANILAN DOĞALTAŞLARIN KAYMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ

Ahmet AVCI

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALIKLIGÖL YAYA YÜZEY ZEMİN KAPLAMASINDA KULLANILAN DOĞALTAŞLARIN KAYMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ

Ahmet AVCI

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2018

Prof. Dr. Ali SARIIŞIK danışmanlığında, Ahmet AVCI'nın hazırladığı "**Balıklıgöl yaya yüzey zemin kaplamasında kullanılan doğaltaşların kayma direncinin ölçülmesi"** konulu bu çalışma 04/10/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Ali SARIIŞIK ……..

Üye : Doç. Dr. Kasım MERMERDAŞ ……..

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Erkan ÖZKAN ……..

Bu tez, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yapıldığı ve enstitümüz kurallarına göre düzenlendiğini onaylarım.

Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... İ
ABSTRACT ..... İİ
TEŞEKKÜR ..... İİİ
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... İV
ÇİZELGELER DİZİNİ V
SİMGELER DİZİNİ ..... Vİ
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2.1. Çalışmanın Önemi 6
2.2. Çalışmanın Amacı 7
2.3. Doğaltaşın Anlamı 8
2.4. Doğaltaşların Sınıflandırılması 8
2.4.1. Metamorfik kökenli doğaltaşlar 11
2.4.2. Sedimenter kökenli doğaltaşlar 11
2.5. Doğaltaşların Kullanım Alanları 12
2.6. Doğaltaşlarda Uygulanan Yüzey İşleme Teknikleri 12
2.6.1.Mekanik yüzey işleme teknikleri 13
2.7. Doğaltaşlarda Kaymayı Önleme özelliğinin belirlenmesi 16
2.7.2. Kayma direncini etkileyen faktörler 18
2.8. Kayma Potansiyellerin Belirlenmesinde Kullanılan Test Cihazları 18
2.8.1.Yatay sürtünme ölçüm metresi 19
2.8.2.Yatay dinamometre 19
2.8.3. James makinesi 20
2.8.4. Eğik Düzlem Test Cihazı 20
2.8.5. Pandül Test Cihazı 26
2.8.6. SlipAlert Test Cihazı 29
2.8.7. FSC 2011 Mobil Sürtünme Katsayısı Ölçüm Test Cihazı 31
2.8.8. Yüzey Pürüzlülüğü Test Cihazı 33
2.9. Doğaltaşların Kaymazlığın Özelliğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar 34
3. MATERYAL ve YÖNTEM 39
3.1. Materyal 39
3.2. Yöntem 39
3.2.1. Kuru Şartlarda Deney İşlemi 40
3.2.1. Islak Şartlarda Deney İşlemi 40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 42
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 59
KAYNAKLAR 62

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BALIKLIGÖL YAYA YÜZEY ZEMİN KAPLAMASINDA KULLANILAN DOĞALTAŞLARIN KAYMA DİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ

Ahmet AVCI

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali SARIIŞIK
Yıl: 2018, Sayfa:66

Bu çalışmada, Şanlıurfa ilimizde bulunan Balıklıgöl ve çevresinde yaya yüzey zemin kaplaması olarak kullanılan taşın kayma risklerinin (potansiyellerinin) belirlenmesinde etken olan kayma direnci özelliklerinin belirlenmesi ve güvenlik sınıflamasının yapılması amacıyla ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla günümüzde yaya yüzey zemin kaplamalarının kayma dirençlerinin belirlenmesinde TS EN 14231 "Doğaltaşlar-Deney Metotları-Pandül Deney Donanımıyla Kayma Direncinin Tayini" standardına göre çalışan ve yaya yüzey zemin kaplamalarının kayma dirençlerinin hem kuru ve hem de ıslak ortamda ölçülmesinde kullanılan Pandül test cihazı kullanılmıştır. 16 farklı bölgede ve iki farklı ortamda ölçümler sahada yapılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir. Genel olarak bakıldığında kuru ortamda çok güvenli sınıfında değerler elde edilirken ıslak ortamda ise birkaç alan haricinde kayma potansiyellerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm yapılan alanlarda özellikle ıslak ortamda gerekli güvenlik önlemlerinin alınması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİME: Balıklıgöl, Pandül, Sürtünme katsayısı, Kayma güvenliği

ABSTRACT

MSc Thesis

THE MEASUREMENT OF SLIDING RESISTANCE OF NATURAL STONES USED FOR BALIKLIGOL PEDESTRIAN SURFACE FLOORING

Ahmet AVCI

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali SARIIŞIK
Year: 2018, Page:66

The aim of this study was to determine the features of sliding resistance and perform measures in order to make security classification for assesing sliding risks (potentials) of stones used for surface covering on walk ways at and around Abraham See in Sanliurfa province. For this purpose a pendul test device "Natural Stones Experimental Methods Determination of Sliding Resistance by Using Pendulum Experiment Device" which is working according to the standards of TS EN 14231 was used for determining sliding resistance of floor surface coverings of walk ways both in dry and wet conditions and measurements were performed in 16 different regions and the obtained data were record. Values obtained under dry conditions were generrally of high security classes while sliding potentials of the stones under wet conditions were determined to be very high except for in certain areas. The results suggested that security measurement should be taken especially in the considered regions under wet conditions.

KEY WORDS: The Pool of Abraham, Pendulum, Coefficient of friction, Slip safety

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez çalışmamın hem ders hem de arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen ve devamlı olarak bilgi ve deneyimlerini bana aktaran tez danışmanın Sayın Prof. Dr. Ali SARIIŞIK'a ve bölümdeki değerli hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin veri analizi çalışmalarında katkılarından dolayı ve tezimin her aşamasında katkı ve önerilerinden dolayı Dr. Gültekin COŞKUN'a ve Doç. Dr. Gencay SARIIŞIK'a teşekkür ederim.

Deneylerin yapılmasında sabır ve yardımlarından dolayı Neriman AVCI'ya Furkan AVCI'ya teşekkür ederim.

Tezimin değerlendirilmesinde, değerli katkı ve önerilerinden dolayı tez jüri üyelerine çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Kayaçların oluşum mekanizması……..……..11
Şekil 2.2. Kayma potansiyeli modeli ……....…….……..……..…17
Şekil 2.3. Eğik düzlem test cihazı makinesi planı ……...…..21
Şekil 2.4. DIN-EN 51097 standardına göre ölçüm……..…23
Şekil 2.5. DIN-EN 51130 standardına göre ölçüm…….…25
Şekil 2.6. Pandül test cihazı (wessex) ……...……..…….……...26
Şekil 2.7. SlipAlert test cihazı……..……..……..……...30
Şekil 2.8. FSC 2011 test cihazı……...…..…….……..32
Şekil 2.9. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (MİTUTOYO SJ – 401)……..…….....34
Şekil 4.1. Balıklıgöl yaya yollarında pandül test cihazı ile kuru-ıslak ortamlardaki kayma direnci verilerinin pandül ve sürtünme kuvveti değerlerinin ikili karrşılaştırmaları.....….....…….42
Şekil 4.2. Balıklıgöl yaya yollarında pandül test cihazı ile kuru-ıslak ortamdaki kayma direnci verilerinin ikili karşılaştırmaların pandül değerleri…….....….43
Şekil 4.3. Balıklıgöl yaya yollarında pandül test cihazı ile kuru-ıslak ortamdaki kayma direnci verilerinin ikili karşılaştırmaların sürtünme katsayısı değerleri…….....……...44
Şekil 4.4. Sergi ve sunum salonu önü……..……47
Şekil 4.5. Yarım kubbe el sanatları satışı önü……..…...…..48
Şekil 4.6. Rızvaniye el sanatları külliyesi önü……49
Şekil 4.7. Rızvaniye Cami'sinin önü……..……50
Şekil 4.8. Sahne önü……..……..50
Şekil 4.9. Sahne oturma birimi……...……..….51
Şekil 4.10. Balıklıgöl girişi eski taşlar……..…….....……..52
Şekil 4.11. Balıklıgöl girişi 15 m sonra eski taşlar……...…..52
Şekil 4.12. Balıklıgöl girişi 15 m sonra yeni taşlar……..…….....53
Şekil 4.13. Anzılha çay bahçesi……..……54
Şekil 4.14. Kale girişi ……...……..……..……..54
Şekil 4.15. Halilurahman cami avlusu.……..……55
Şekil 4.16. Halilurahman cami girişi ……..……56
Şekil 4.17**.** Halilurahman mağara girişi……...……..56
Şekil 4.18. Halilurahman avlu girişi yatılı kuran kursu…..……...…..57
Şekil 4.19. Dergah çarşı girişi……...…..……...…..58
Şekil 4.20. Balıklıgöl ölçüm yapılan alanlar…….……..58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Doğaltaşların sınıflandırılması ……..……...…….10
Çizelge 2.2. DIN-EN 51097 Standardına göre sınıflandırma ……..……..24
Çizelge 2.3. DIN-EN 51130 Standardına göre sınıflandırma …….……...…….26
Çizelge 2.4. Kayma direncinin kayma potansiyeline göre yorumlanması ..……....…...27
Çizelge 2.5. TSE CEN/TS 16165 Ek C'ye uygun olarak yapılan ıslak sarkaç deneyine göre yürüme alanı zemin yüzey malzemelerinin değerlendirilmesi…….....….…….....28
Çizelge 2.6. Kayma potansiyelinin sınıflandırması ...…….……31
Çizelge 2.7. Wuppertaler Tabelası ……...……..……33
Çizelge 2.8. Islak ortamlarda yüzey pürüzlülük test sonuçları .....…….34
Çizelge 3.1. Kayma direncinin kayma potansiyeline göre yorumlanması ……...……...41
Çizelge 4.1. Balıklıgöl yaya yollarında kuru ve ıslak ortamda elde edilen pandül değerleri….....….45
Çizelge 4.2. Balıklıgöl yaya yollarında kuru ve ıslak ortamda elde edilen sürtünme kuvveti değerler.46
Çizelge 5.1. Balıklıgöl yaya yollarında kuru ve ıslak ortamda elde edilen verilere göre sonuçların değerlenirilmesi……...…….....59

SİMGELER DİZİNİ

ASIRT	Uluslararası Güvenli Yol Seyahati Derneği
ASTM	American Society for Testing Materials
COF	Sürtünme Kuvveti
EAF	Elektrik Ark Fırınları
Kd	Kayma Direnci
PTV	Pandül Test Değeri
T	Traverten

1. GİRİŞ

Günümüzde yaya trafiğinin yoğun olduğu otogar, metro, okul, avm, cami, hastane, havaalanı, otel, havuz kenarı ve türistik yerler de yaya yüzey zemin kaplaması olarak farklı türde ve özellikte doğaltaşlar kullanılmaktadır. Bu taşların kullanılması ile düşüp kaymadan dolayı birçok kaza meyadana gelmektedir. Coşkun (2013) "yayaların meydana gelebilecek bu kazalardan korunması ve emniyetli hareket edebilmeleri için, doğaltaşların kayma potansiyellerinin belirlenmesi gerektiği bildirmiştir."

Yüzey zemin kaplamalarının kayma dirençlerinin tespit edilmesi ile buna yönelik yapılacak uygun yüzey işleminin belirlenmesi yönetmelikler çerçevesinde kanuni bir zorunluluk haline gelmiştir. Hem yayaların emniyeti ve hem de iş güvenliği nedeniyle zemin kaplama malzemesi olarak kullanılan mevcut taşların kayma direncinin belirlenmesi zorunlu bir konu olarak ön plana çıkmaktadır (Grönqvist, 1995; Kim, 1996; Rowlan ve ark., 1996; Mannig ve ark., 1998; Chang, 1999).

Kime'e (2001) göre; "kayma olayları, donma, su, toz gibi bir çok kirleticiler, çevresel faktörler, ısı, ayakkabı ve yürünülen zeminin özellikleri dâhil bir ya da birden fazla nedenlerden meydana gelmektedr." Yaya yollarında kayma kazalarının artmasına paralel olarak kaymayı önlemek için yapılan araştırmaların sayısı belirgin olarak artırmıştır. Kayma direncinin, ayakkabı tabanı ve yüzey kaplama malzemesinin etkileşiminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. İnsanların ayakkabı ile güvenli bir şekilde yürüyebilmesi için, yüzey kaplaması olarak kullanılacak taşların kuru ve ıslak zeminlerde de kayma direncnin belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir. Kayma emniyetinin belirlenmesi için doğaltaş örneklerinin yüzeyleri ve işlenmiş doğaltaş örneklerinin kayma açısının beirlenmesi zorunluluk arz etmektedir. Kayma direncinin belirlenmesi için yapılan araştırmalarda farklı test cihazı kullanılmıştır (Grönqvist ve ark., 1999; Leclercq, 1999; Powers ve ark., 1999; Chang ve Matz 2001; Sarıışık ve ark., 2001; Sarıışık, 2009; Sarıışık ve Sarıışık, 2010; Sarıışık ve ark., 2011; Sarıışık ve ark., 2012).

Kayma güvenliliğinin, ayakkabı ile analizi yapıldığı yerler genellikle, su ile etkileşen turistik mekanlardır. AVM'ler, iç ve dış mekân basamakları, banyo, wc depo, kaldırımlar, yüzme havuzu çevresi ve eğimli bölgeler kayma olasılığı yüksek yerlerdir. Coşkun'a (2013) göre "bu yerlerde sabun atıkları, mutfak yağları ve gıda maddeleri gibi çeşitli kirleticilerle temas halinde olunduğu için kayma ihtimali yüksek olmaktadır."

Şanlıurfa ilimizin turist çekme açısından en yoğun bölgesidir. Bu nedenle yerli ve yabancı olmak üzere birçok turist burayı ziyaret etmektedir.

Bu tez çalışmasında, balıklıgölde zemin kaplamaları balıkların yemleme esnasında bu yemlerin yerlere dökülmesi, gölden kenara su sıçraması ve insanların burada yoğun bulunmasından dolayı zemin kaplamalarının kayma risklerinin belirlenmesi ve güvenlik sınıflamasının yapılarak yayaların daha güvenli yürümeleri açısından zemin kaplamalarınıngüvenlik sınıflaması yapılarak gerekli birimler bu konuda bilgilendirilmiştir. Bu amaçla yaya yüzey kaplamalarının pandül testi ile kayma dirençleri ıslak ve kuru ortamda belirlenmiştir.

Şanlıurfa'da bulunan Balıklıgöl turist çekme özelliğine sahip önemli tarihi yapılarından biridir. Balıklıgöl yıl boyunca yerli ve yabancı birçok turist tarafından ziyaretçi akınına uğramaktadır. Her dinden her ülkeden ve her şehirden ziyaretçiler yılın her mevsiminde buraya gelirler. Urfa Kalesinin hemen önünde yer almakta olup, 150 m² lik alan sahip bir göldür.

Bu çalışma, balıkların yemlemesi, balık yemlerin dökülmesi, su sıçraması ve insanların yoğun hareketi nedeniyle kirlenen Balıklıgöl çevresindeki yaya yollarının Pandül Sürtünme Deney Donanımıyla Kayma direncinin belirlenmesi için yapılacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uluslararası Güvenli Yol Seyahati Derneği (ASIRT) ‘nin hazırladığı rapora göre, trafik kazalarının sebeplerini inceleyen çalışmalara bakıldığında trafik kazalarının meydana gelmesinde rol alan üç temel faktöre vurgu yapıldığı görülmektedir.

Bunlar; insan faktörleri yaklaşık olarak %64, yol ve yol çevresi faktörleri %28 ve araç faktörleri %8’dir (Carrillo ve ark., 2000; Andreescu ve Frost, 1998; Hayakawa ve ark., 2000).

Bazı yazarlar materyallerinde ayakkabı türlerini ve zemin yüzeyini üzerinde çalışma yapmıştır. Buna göre her yüzeyin bir miktar pürüzlülüğü vardır. İki yüzey arasındaki kayma direnci adhezyon ve kenetlenme olarak iki tür etkileşime neden olur. Adhezyon, iki yüzey arasındaki moleküller çekimden kaynaklanmaktadır. Adhezyon yüzeylerde bulunan girinti ve çıkıntının mekanik olarak etkileşimimden kaynaklanır. Yağlı ortam adhezyonu ve kenetlenmeyi belli bir seviyeye kadar yenebilir. Bilim insanları, sürtünme kuvvetinin iki sert yüzey arasındaki harekete direnç gösterdiği ve bu kuvvetin birbirine etkidiği kuvvetle orantılı olduğunu yüzyıllar önce tespit etmişlerdir. Sürtünme kuvveti, basma kuvveti ve yatay kuvvetin arasındaki sabit oran için kullanılmaktadır.

Kaplama yüzeyinin düz bir yatay düzlemden sapan düzensizlikleri kaplama yüzey dokusu olduğunu bildirmiştir. Ayrıca yüzey dokusu, genişlik ve dalga boyu olarak tanımlanan boyutlarına bağlı olarak, araç-kaplama etkileşimini birçok açıdan etkilediğini ve bunların; kaymaya karşı direnç, lastik-kaplama gürültüsü, su sıçratma ve püskürtme, yuvarlanma direnci ve lastik aşınması olduğunu bildirmiştir (Ahammed ve Tighe, 2009; Huang, 2010; Mahboob ve ark., 2015).

Makro dokunun frekansı 0.5 mm ile 50 mm ve şiddeti 0.1 mm ile 20 mm arasında değişkenlik gösteren bir terimdir. Agrega boyutları ve aralarındaki boşluklar

tarafından denetlenir. Mega doku, 50 mm ile 5000 mm frekansa ve 0.1 mm ile 50mm arasında değişen şiddete sahip sapmalardır. Yol yüzeyindeki büyük ölçekli bozulmaların ve hataların meydana getirdiği yapıdır. "Düzgünsüzlük" kavramı 500mm'den büyük dalga boylarını ifade eder (Kogbara ve ark., 2016; Martino ve Weissmann, 2008; Mahboob ve ark., 2015; Bitelli ve ark., 2012). Ahammed ve Tighe (2009), Loprencipe ve Cantisani (2013) "kaplama yüzey dokusu agrega mineralojisi, agrega boyutu ve gradasyonu, yüzey boşlukları, yol kaplaması inşa teknikleri ve yüzey aşınmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.". Kullanım süresi boyunca kaplamanın kayma direnci genellikle yüzey dokusundan etkilenir. Kaplamanın yüzey dokunda azalmaya neden olan birden fazla sebeb vardır. Bunlar:soyulma, kusma, sökülme, terleme, gömülme, cilalanma, tekerlek izi, sıcaklık gibi bozulmalar ve çevresel nedenlerdir (Kumar, 2014; Bazlamit ve Reza, 2005). Yapılan çalışmalarda görülmüştür ki, yağışlı, nemli hava ile kaplama kayma direnci kaybı arasında kuvvetli bir bağ mevcuttur (Mayora ve Pina, 2009; Fwa ve Ong, 2008).

Gökalp ve ark., (2016), Uz ve ark., (2014) "Dünya nüfusu her geçen gün büyümekte olduğunu, ulaşım yatırımları ve mevcut altyapının genişleme ve bakım ihtiyacı da doğal olarak arttığını bu nedenle, kaliteli agrega ihtiyacı sürekli artmakta ve doğal kaynaklara olan talep de büyümeye devam etmekte ancak doğal agrega kaynakları giderek azaldığı bu durum ise araştırmacıları teknik, çevresel ve ekonomik fizibilite yönünden agrega gibi kullanılabilecek alternatif malzemelere yönlendirildiğini" bildirmişlerdir.

Gökalp ve ark., (2016); Uz ve ark., (2014); Reuter ve ark., (2004), göre "Türkiye yıllık 50 milyon ton üretim kapasitesi ile dünyadaki en büyük çelik üreticilerinden biri olduğu Türkiye Çelik Üreticileri Derneği tarafından yayımlanan rapora göre 2015 yılı üretimi yaklaşık 35 milyon ton olduğu, toplam çelik üretiminin yaklaşık %72'sini (25 milyon ton) elektrik ark fırınları (EAF) ile yapılan üretim teşkil etmektedir. Toplam çelik üretiminin %10-15'inin cüruf olarak oluştuğunu dikkate aldığımızda her yıl yaklaşık 4,5 milyon ton cüruf ortaya çıktığı öngörülebilir."

Adams ve Richard, (2014); Praticò ve ark. (2015) ifade ettiğine göre "Yüzeysel kaplamalar mevcut kaplamaların bakımını yaparak özelliklerini iyileştirmek, koruyucu bir tabaka gibi mevcut üstyapının ömrünü uzatmak veya düşük hacimli yollarda direkt olarak bir kaplama tabakası olarak kullanılmaktadır. Uygulama yöntemlerine bağlı olarak yüzey kaplamalarını sathi kaplamalar ve harç tipi kaplamalar olarak iki kategoriye ayırmak mümkündür. Sathi kaplamalar yüzeye önce bağlayıcının püskürtülmesi ve ardından mıcırın serilmesi ve sıkıştırılması ile imal edilirken, harç tipi kaplamalar belirli miktarda agreganın ve bitümün karıştırılması ve serilmesi ile üretilmektedir. Genel olarak, sathi veya harç tipi kaplamalar, diğer kaplama koruma ve iyileştirme yöntemleriyle karşılaştırıldığında efektif, ekonomik ve kolay uygulanabilir olmaları nedeniyle genel olarak tercih edilmektedir.". Krugler ve ark., (2012) "Yüzeysel kaplamaların performansı yapım şartlarının, malzeme özelliklerinin ve miktarlarının, trafik, hava ve çevre koşulları gibi bir takım faktörlere bağlı olduğunu" ifade etmişlerdir.

Çoşkun ve Sarıışık (2017) Yapmış oldukları araştırmada "Doğaltaşların Sürtünme katsayısı değerlerini etkileyen parametrelerin ortam koşulları (yaş, kuru ve yağlı) ve uygulanan yüzey işleme teknikleri olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bu tespit sonucunda doğaltaşları sürtünme katsayısı değerlerine bağlı olarak güvenli kullanım alanlarına göre sınıflandırmışlar."

Çoşkun, (2013); "Yaya yüzey zemin kaplamalarında meydana gelen kayma vakaları; ortam, kirleticiler (su, yağ, donma, toz), çevresel faktörler, yetersiz zaman, sıcaklık, aydınlatma, ayakkabı, zeminin yüzey özellikleri, kişi ve kişinin ruh hali dâhil bir ya da birden fazla sebepten kaynaklandığını" söylemiştir.

Araştırmacılar birleşmiş materyallerde zemin yüzeyi ve ayakkabı türlerini incelemişlerdir (Çoşkun ve ark, 2016; Grönqvist, 1995; Grönqvist ve ark, 1999). Her yüzey mikroskobiktir ve her yüzeyin bir derece pürüzlülüğü vardır (Chang, 1999).

Grönqvist ve ark, (1999); "İki pürüzlü yüzey arasındaki kayma direnci, iki tür etkileşime neden olduğunu bunların adhezyon ve kenetlenme olduğunu bildirmiştir.

Adhezyon iki yüzey arasındaki moleküler çekimden kaynaklandığını ve her iki yüzey de oldukça pürüzsüz olmasından meydana geldiğini bildirmiştir. Kenetlenme ise mikroskobik olarak küçük olan girinti ve çıkıntı içeren mekanik bir etkileşimden meydana geldiğini, yağlı ortam hem adhezyonu hem de bir dereceye kadar kenetlemeyi yenebildiğini bildirmiştir. Yüzyıllar önce bilim adamları, iki sert yüzey arasındaki harekete direnç gösteren sürtünme kuvvetinin, yüzeylerin birbirine basma kuvveti orantılı olduğu fark edildiğini, sürtünme kuvveti ile basma kuvveti arasındaki sabit oran için kullanılan terim olduğunu bildirmiştir. Çekme veya kayma direncinin şu anki kadar basit olmadığını ve özellikle sulu veya yağlı yüzeyleri birbirinden ayırdığında, ancak sürtünme katsayısı kavramı hala kullanıldığını bildirmiştir."

Literatürlerde birçok test cihazı belirlenmiştir. Bu ölçü birimlerinden biri olan sürtünme kuvveti, enerji kaybı, kuvvet, tork, eğim açısı ile çalışılabilir. Bir yöntemin kabul edilebilirliğini belirlemek için iki kriter öne sürülmüştür: (a) ölçüm koşulları değişmediğinde belirli bir yöntem kullanılarak elde edilen verilerin dağılımı açısından değerlendirilen tekrarlana bilirliği ve (b) geçerliliğidir (Grönqvist ve ark., 1999; Leclercq, 1999, Sarıışık, 2009; Sarıışık ve ark., 2011; Çoşkun, 2013; Çoşkun ve ark., 2016). Strandberg (1983), yürürken gerçek kayma direnci ile ilişkili olan ilgili ölçümleri sağlayan geçerli bir yöntemi tanımlamıştır.

2.1. Çalışmanın Önemi

Doğaltaşlar günümüz konut sektöründe ve mimarisinde yapı ve kaplama malzemesi olarak yaygın kullanım alanına sahiptir. Bu kullanım yerleri iç mekânlarda, döşeme ve kaplama malzemesi olarak mutfak ve banyoda; dış mekânlarda, kaldırım döşemesi, duvar ve zemin kaplama malzemesi, merdiven basamağı, heykel ve sanatsal yapılar olarak kullanılmaktadır. Doğaltaşların son yıllarda yüzey kaplama malzemesi tasarımında, kayma potansiyeli önem verilmesi gereken bir konudur. Kayma potansiyeli, yalın ayak ve ayakkabı ile yüzey zemin kaplama malzemesinin etkileşiminden meydana gelmektedir. Bu nedenle yayaların güvenli bir şekilde hareketlerini yapabilmesi için kayma direncinin belirlenmesi gerekir (Grönqvist, 1995; Rowland ve ark., 1996; Kim, 1996; Chang, 1999; Manning ve ark., 1998).

Doğaltaş sektörümüzün son yıllardaki gelişimine bağlı olarak, uluslararası piyasada rekabet edebilme yeteneğine kavuşabilmesi için bunların standarda uygun olması ve kaliteli ürün üretilebilmesi son derece önemlidir. Doğaltaşlar üzerinde yapılan çalışmalarda bugüne kadarki geçen süreçte genelde; doğaltaşların genel özellikleri ile kullanım yerlerinin belirlenmesi ve zemin kaplamalarında dekoratif görünüm açısından uygun bir biçimde seçimin yapılması araştırılmıştır. Ancak günümüzde, yapı ve kalite kontrol yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte doğaltaşların kullanım yerlerine göre de sınıflandırılması gerekmektedir (Sarıışık, 1998).

Doğaltaş sektöründe gelişmiş ülkeler, doğaltaşların fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanında, bunların standartlara uygunluğunun belirlenmesine önem vermektedirler. Doğaltaş işletmeciliğinde üretilecek blokların ve plakaların büyüklüğünü doğaltaş yatağının jeolojik yapısı belirlerken, fiziko-mekanik özellikleri, doğal taş üretimi ve kullanımı sırasında belirleyici faktör olmakta ve doğaltaşların bu özellikleri alıcı tarafından talep edilmektedir. Bu bakımdan doğaltaşlarımızın tüm özelliklerinin belirlenmesi için yapılacak her çalışma, iç ve dış pazarı geliştirecektir. Doğaltaşların test sonuçlarının değerlendirilmesi ile karar vermek daha doğru olacaktır.

2.2. Çalışmanın Amacı

Turistik yerlerde (Balıklıgöl ve çevresi) ayakkabı ile kuru ve ıslak zeminlerde kullanılan traverten ve mermer örneklerinin kayma emniyetinin yüksek olması istenen alanlarda, yayaların emniyet artırıcı uygun yüzey işlemlerinin ve plaka boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir. Kayma direnci düşük olan doğaltaşların cilalı, honlu, eskitme, patinato gibi yüzey işlevlerinin daha dikkatli ve standartlara göre yapılarak insanların doğaltaşları kullandıkları alanlarda kayma riskini en aza indirmek hedeflenmiştir. Zemin kaplamalarında kullanılan doğaltaşların, kaymayı önleyici özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda doğaltaşların kullanım alanlarına yönelik kayma potansiyeli sınıflandırılmalarının yapılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada erişilmesi hedeflenen sonuçlar;

- Yayaların yürüdüğü(kuru, ıslak) yerlerde yüzey zemin kaplamalarının, kaymayı önleyici özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- Doğaltaş sektöründe gerekli olan CE işareti istenilen doğaltaşların kayma direnci analizlerinin yapılması,
- Doğaltaş sektöründe bu konuda bilinçlendirilmesi için gerekli bilgilerin öne çıkarılması,
- Kullanılan doğaltaşların desenleri, görsel ve sanatsal özelliklerinin insanlara sunulabilmesi için kayma emniyeti analizi belirlenerek, analiz sonuçlarının inşaat sektöründe uygulanmasının önerilmesi,

2.3. Doğaltaşın Anlamı

Doğaltaşlar, dolomit, kireçtaşı, kristalin karbonatlı kayaçlar ile sert taşlar olarak bilinmektedir.

Kulaksız'a (2007) göre "Petrografik tanıma göre; kireçtaşı (kalker), dolomittik kalker ve bunların değişik oranlarından oluşan karbonatlı kayaçların değişik sıcaklık ve basınçta metamorfizmaya uğrayarak, tekrar kristalleşmesi sonucu oluşan yeni doku ve yapıya sahip metamorfik kalsit kristallerinden oluşan kayaçlara doğaltaş denilmektedir."

Ticari anlamda doğaltaş; ekonomik olarak uygun boyutlarda blok olarak kesilip çıkarılabilen, istenilen ebatlarda düzgün kesilip, talebe göre cilalanıp parlatılabilen kayaçlar olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.1'de kayaçların oluşum mekanizması verilmiştir (Kulaksız, 2007).

2.4. Doğaltaşların Sınıflandırılması

Doğaltaşlar seçilen kriterlere göre değişik şekillerde sınıflandırılabilirler. Bunlardan ticari ve petrografik sınıflandırılması Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Doğaltaşlar ayrıca aşağıdaki gibi farklı özelliklerine göre de sınıflandırılmaktadır (Kulaksız, 2005).

Bunlar;

a. Jeolojik oluşumuna göre sınıflandırma (tüm kayaçlarda olduğu gibi)

1. Metamorfik kökenli doğaltaşlar (başkalaşım)

2. Sedimenter kökenli doğaltaşlar(tortul)

3. Magmatik kökenli doğaltaşlar (plutonik-volkanik-damar)

b. Mineralojik bileşime göre sınıflandırma

1. Karbonat içerikli doğaltaşlar

2. Silikat grubu mineraller içeren doğal taşlar-sert taş

c. Yapı ve dokularına göre sınıflandırma

1. İnce taneli doğaltaşlar

2. orta taneli doğaltaşlar

3. İri taneli doğaltaşlar

d. Kristal/Matriks konumuna göre sınıflandırılması

1. Homojen /izotop – anizotrop

2. Homojen olmayan / izotop – anizotrop

e. Öngörülen kalite kriterlerine göre sınıflandırma

f. Jeomekanik özelliklerine göre sınıflandırma

1. Dayanımlarına göre sınıflandırma

2. Aşınma/Aşındırma özelliklerine göre sınıflandırma

g. Fiziksel özelliklerine göre sınıflandırma

1. Yoğunluk

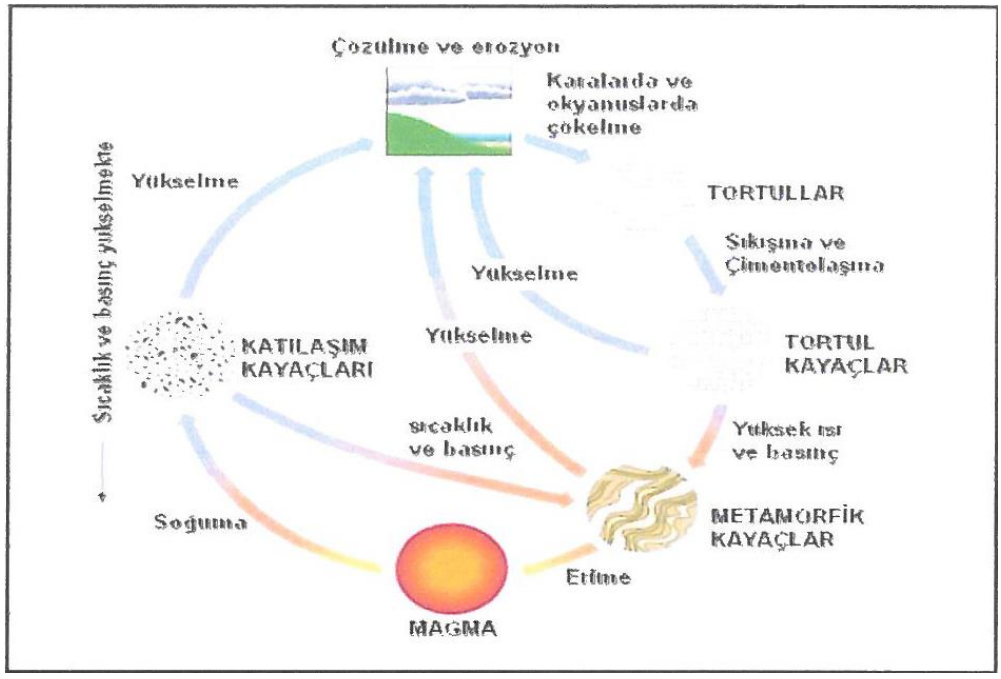
2. Gözeneklik – Su emme özelliği

3. Saydamlık

4. Açık – Koyu renklilik

Çizelge 2.1. Doğaltaşların sınıflandırılması (Kulaksız, 2007)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Ticari Adlandırma</th><th rowspan="2">Hakim Bileşenler</th><th colspan="3">Petrografik (Kaya Bilimi) Adlandırma</th></tr>
<tr><th colspan="2">Magmatik Kayaçlar</th><th>Metamorfik Kayaçlar</th><th>Sedimenter Kayaçlar</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Sert Taş (Granit)</td><td rowspan="4">Granit
Granodiyorit
Kum Taşı
Grovak
Gabro,
Norit
Andezit
Bazalt
Kuvarsit
Kalksilikait,
Şistler,
Ganyslar,
Yeşil Kayaçlar,
Bazik ve Ultra Bazik vb.</td><td rowspan="5">Silist ve/ veya Silikatlı Mineraller İçerenler veya Kayaçlar Kırıntıları ve Matriks/ Çimento İçerenler</td><td>Monzonit-Diyorit</td><td rowspan="2">Fonolitler</td><td>Gnayslar, Leptinitler</td><td rowspan="5">Konglomera Kumtaşı (Grovak – Arkoz)</td></tr>
<tr><td>Granit ve Granit Ailesi Kayaçları</td><td rowspan="3">Şitsler ve Kalksilikkatlı Şitsler</td></tr>
<tr><td>Siyenit ve Siyenit Ailesi Kayaçları</td><td>Foyoidler</td></tr>
<tr><td>Gabro ve Gabro Ailesi Kayaçları</td><td>Bazalt, Andezit ve Dasit</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Sleyt</td><td rowspan="2">Sleyt / Arduvaz</td><td rowspan="2">Ultra Bazik Kayaçlar Yeşil Kayaçlar</td><td rowspan="2"></td><td>Kuvarsit ve Sleyt</td></tr>
<tr><td>Serpantit , Amfibolit, Şist/ Hornfels</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Doğal Taş</td><td rowspan="2">Kireçtaşı, Mermer ve Traverten Grubu</td><td rowspan="2">Karbonat, Dolomit ve/ veya Çimento Matriks İçerenler</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Mermer ve Dolomatik Mermerler</td><td>Kireçtaşı, Dolomit Breşler</td></tr>
<tr><td>Traverten</td></tr>
<tr><td>Diğer</td><td>Alabatr Pumis Grubu</td><td>Diğer</td><td></td><td>Anglomera Volkanik Tüfler</td><td></td><td>Jips Alabatr</td></tr>
</table>



Şekil 2.1 Kayaçların oluşum mekanizması (Kulaksız, 2007)

2.4.1. Metamorfik kökenli doğaltaşlar

Magmatik ve sedimenter kayaçların basınç, sıcaklık, gerilme ve kimyasal aktivitesi olan sıvıların altında kalması sonucu oluşan kayaçlardır. Yer kabuğunda köken kayaç ne olursa olsun kayaçların belirgin yapısal ve dokusal özellikleriyle birlikte mineralojik yönden değişikliğe uğramalarına metamorfizma, bunun sonucunda oluşan kayaçlara da metamorfik kayaçlarda denir. Bu doğaltaş türü sektörde "hakiki mermer" olarak bilinmektedir (Önenç, 2008).

2.4.2. Sedimenter kökenli doğaltaşlar

Hazır olan kayaçların zamanla atmosferik şartların tesiriyle küçülüp parçalanmaları, yer değiştirmeleri, sonradan birbirleriyle karışarak doğal bir bağlayıcı ile tekrar sertleşmesi sonucu meydana gelen kayaçlardır. Bu şekilde meydana gelen kayaçlar sedimantasyon olayı sonucu oluşur ve mineral ve taş parçalarının farklı yollarla tabakalar halinde oluşur ve içlerinde organik maddeler, fosiller mevcut

olabilir. Özellikle kalker, dolomit, arduaz ve traverten sedimenter doğaltaşlara örnek olarak verilebilir (Kibici, 2006).

2.5. Doğaltaşların Kullanım Alanları

Ulu, (2009); "Geçmişte birçok medeniyet doğaltaşları, anıtlarda ve birçok görkemli yapıtlarda kullanılmıştır. Günümüzde zemin döşemelerinde (%40), iç - dış kaplamada (%27), anıt yapılarda ve mezarcılıkta (%13), süs eşyası yapımında (%8) ve diğer alanlarda (%12) kullanılmaktadır. Turistik tesislerin çevre düzenlenmelerinde, şehirlerde peyzaj mimaride, anıt ve süslemecilikte kullanılmaktadır. Esas olarak yapılarda, iç dekorasyonda, heykelcilikte, süs eşyalarının yapımında kullanılan doğal taşlar, günümüzde mermer lavabo, mermer mutfak tezgâhı gibi bina aksesuarları olarak da yaygınlaşmaktadır. Mermerin doğal malzemeler arasında ayrı bir yeri vardır. Soğuk ve zengin görüntüsünün yanı sıra çevreye farklılık getiren mermerin en önemli özelliklerinden biride zamana dayanıklı olmasıdır."

Mermer tek başına kullanılabildiği gibi metal, ahşap, mozaik vb. gibi malzemelerle. ile birlikte kullanımı sonucunda da kullanıldığı yere bağlı olarak doğal bir görünüm sağlamaktadır. Doğaltaş sektörü turizm sektörünü etkilemektedir. Doğaltaştan lavabo, tezgâh, yer ve duvar döşemesi, ev veya ofis ortamında kullanılan sehpa ve masalarda anıt ve mezar yapılarında, camilerde kullanılmaktadır (Ulu, 2009).

2.6. Doğaltaşlarda Uygulanan Yüzey İşleme Teknikleri

Yüzey işleme yöntemleri, taşın sahip olduğu renk, motif ve estetik özelliklerini içeren potansiyel değerini istenen görünüm ve maliyet doğrultusunda artırmak için mermer yüzeyde yapılan tüm uygulamaları kapsamaktadır. Önceleri sadece çekiçleme ve yüzey düzeltme – parlatma işlemleri uygulanırken günümüzde gelişen teknoloji ve kullanılan yeni nesil makinelerle değişik şekil verme, eskitme, parlatma, honlama, cilalama ve benzeri uygulanmaktadır (Kulaksız, 2007)

a. Doğaltaşlarda yüzey işleme teknikleri;
1. Kesici aletlerle kesme(spiral, testere)
2. Patinato
3. Honlama
4. Cilalı
b. Darbeli yüzey işleme teknikleri,
1. Eskitme
2. Kumlama
3. Çekiçleme
c. Kimyasal yüzey işleme teknikleri
1. Asitle yıkama
2. Epoksi uygulama
d. Isıl işlemle yüzey işleme teknikleri
1. Alev ile yakma
2. Sinterleme
e. Diğer yüzey işleme teknikleri
1. Elmas telli yüzey biçimlendirme
2. Lazerle yüzey işleme

2.6.1.Mekanik yüzey işleme teknikleri

Mekanik yüzey işlemede, doğaltaşların aynı boyuttaki orijinal yüzey pürüzlülüğünün abrasiflerle giderilmesi sağlanır.

2.6.1.1. Kesici aletlerle kesme

Doğaltaşlarda uygulanan uygulanan ilk işlemdir. Doğaltaş blokları ve mermer, işleme fabrikalarında farklı kalınlıklarda plaka şeklinde bölünür. Bazı doğaltaşlar kesim işlemi yapıldıktan sonra ilk hali ile kullanılır.

2.6.1.1.1. Patinato

Kulaksız, (2007) ifade ettiğine göre "Farklı kalınlıklarda çelik telden meydana gelen fırçalar taşın yüzeyine dairesel hareketlerle otomatik silim hattında olduğu gibi sırayla sürtülür. Bu sırada yüzeydeki yumuşak bölgelerden bir miktar talaş malzeme kaldırılır. Sonuçta taşın yüzey ve kenarlarında pürüzlü ve engebeli bir yüzey oluşarak taş eskimiş bir görüntüye kavuşturulmuş olur. Bu tip yüzeye sahip olan taşlara patinato adı verilir. Kullanılan aşındırıcıya da bağlı olarak oldukça düşük düzeyde pürüzlülük, düzgün olmayan ama gözle görülebilir bir parlaklık ve özellikle büyük plakalarda fark edilen belirgin yüzey ayrıntıları göze çarpan özelliklerdendir."

2.6.1.1.2. Honlama

Honlama yabancı kökenli bir kelime olup İngilizce' de kullanılan hone-honing perdahlamak anlamına gelir. Honlama işlemi çeşitli boyutlarda kesilmiş olan plaka yüzeylerinin çeşitli araçlar aşındırılarak pürüzlülüğün giderilmesidir. Honlama işinde ihtiyaç duyulan matlık talebine göre 220, 240, 280, 320 abrasifle silim yapılır akabinde bir kafa kıl keçesi ile abrasif hale getirilir (Acar, 2004).

2.6.1.1.3. Cilalama

Doğaltaşlara ait olan estetik özellikleri en iyi şekilde öne çıkaran ve yüzey işleme tekniklerinde en çok uygulananıdır. Cilalama sırasında, silim-cila bölümünde bulunan makinalar kullanılır. Traverten silimde, aşındırıcılarla traverten plakanı yüzeyinin kesilmesi esnasında meydana gelen çizikler veya parçacıkların uzaklaştırılmasıyla yüzey pürüzsüzleştirilmektedir. Yani yapılan işlem planlı aşındırma işlemidir (Engin, 2007).

2.6.1.2. Darbeli yüzey işleme teknikleri

Darbeli yüzey işleme teknikleri eskitme, kumlama, çekiçleme yüzey işlemi olarak anılmaktadır.

2.6.1.3. Eskitme

Eskitme işlemi uzun sürede meydana gelecek aşınma görünümüne benzetilerek yapılan yüzey işleme tekniğidir. Son zamanlarda inşaat sektöründe, antik görünümlü doğaltaşların kullanımı artmıştır. Bu artışla birlikte doğaltaşlarda eskitme işlemleri belli bir hız kazanmıştır. Eskitilmiş doğaltaşlar genel olarak kullanılan mekânlarda dekorasyon ve süs amaçlı kullanılıştır. Bu işlemi yapabilmek için değişik yöntemler mevcuttur.

1. Tank tipi makinelerde
2. Bantlı eskitme fırçaları ile
3. Asit kullanarak yapılır.

Eskitme işlemi mimar, mühendis, mimari-dizayn ile uğraşan kişiler tarafından ilgi görmektedir. Aynı zamanda restoran, hamam, banyo mutfak gibi mekânlarda kullanılması halkın tercih etme sebeplerindendir. Uygulamadaki en çok ilgi çekici görünüm, kullanıma açıldıktan sonra daha az bakım gerektiren, onarım gerektiren durumda kolay bakım yapılabilmesidir (Kulaksız, 2007).

2.6.1.3.1. Tank tipi makinelerle eskitme

Çoğunlukla tercih edilen oldukça basit bir eskitme uygulamasıdır. Tamburlama olarak da bilinir. Boyutlandırma işlemi yapıldıktan sonra doğaltaş parçacıklarıyla çalkalama, titreşim hareketleri oluşturan tankın içerisine kimyasal maddeler ya da metallerle beraber kullanılarak işleme tabi tutulur. Aşındırıcı olarak genelde çakıl taşı, çelik bilyeler, yıkanmış kuvars kumu tercih edilenler arasındadır (Kulaksız, 2007).

İstenilen düzeyde eskitme işleminin dercesine göre, tambur belli bir ayarda belli bir süre döndürülür. Tambur içerisine konulan doğaltaş, aşındırıcıların tesiriyle kenar ve köşelerden bazı kısımlar kesilerek sivrilikleri yontulur, antik bir görünüme bürünür. 30x30 cm ve daha büyük boyuttaki doğaltaşlar ise vibratörle eskitilmesine engel olmaktadır (Çelik ve Kavuşan, 2002).

2.6.1.3.2. Bantlı eskitme fırçalarıyla eskitme

Bantlı eskitme fırçasıyla yapılan eskitme uygulaması günümüzde en çok tercih edilen eskitme işlemlerindendir. Bu uygulama sonucunda elde edilen yüzeylere patinato veya fırçalı gibi isimler verilmektedir. Metal fırçaları andıran abrasiflerle sürtülmesi yoluyla yüzeylere uygulanan aşındırma işlemidir. Bu uygulama farklı metotlarla yapılabilmektedir. Eskitme işlemi kaba aşındırmadan sonra, tel, blok kesimi, hatta yakma olayının akabinde dahi yapılabilir.

2.6.1.3.3. Asit kullanılarak eskitme

Pürüzlü mermer yüzeylerinin antik görünüme sahip olması sebebiyle uygulanır. Mermer, Kalsiyum karbonat birleşimi ile oluşmuş ise asitli bileşiklere duyarlıdır. Asitli bileşiklerin mermer üzerindeki bu etkisi kullanarak mermerin sahip olduğu pürüzlülüğü kısmen giderilerek düzgün ve parlak ama dalgalı mermer yüzeyi oluşur. Bunun sebeple mermerler, yayaların yürümesi esnasında oluşabilecek kaymayı önleyici bir yapı oluştururlar. Fakat bu gibi mermerlerin bakım ve temizliği biraz daha güçleşmiştir. Bunun paralelinde taşın yapısında meydana gelebilecek kimyasal olaylar tavsiye edilecek durumda değildir (Çelik ve Kavuşan, 2002).

2.7. Doğaltaşlarda Kaymayı Önleme özelliğinin belirlenmesi

1950 den sonra kayma direnci ile ilgili ortaya birçok araç ve cihaz vardır. Bu araç ve cihazlar yüzeylerin kayma direncini ölçmek için tasarlanmıştır. Bu uygulamalar için doğru seçeneği belirlemek önemli olmuştur. Bu test cihazlarına örnek olarak Sürtünme ölçüm metresi, Yatay dinamometre, James test makinesi, Pandül test cihazı ve Eğik düzlem test cihazı örnek verilebilir.

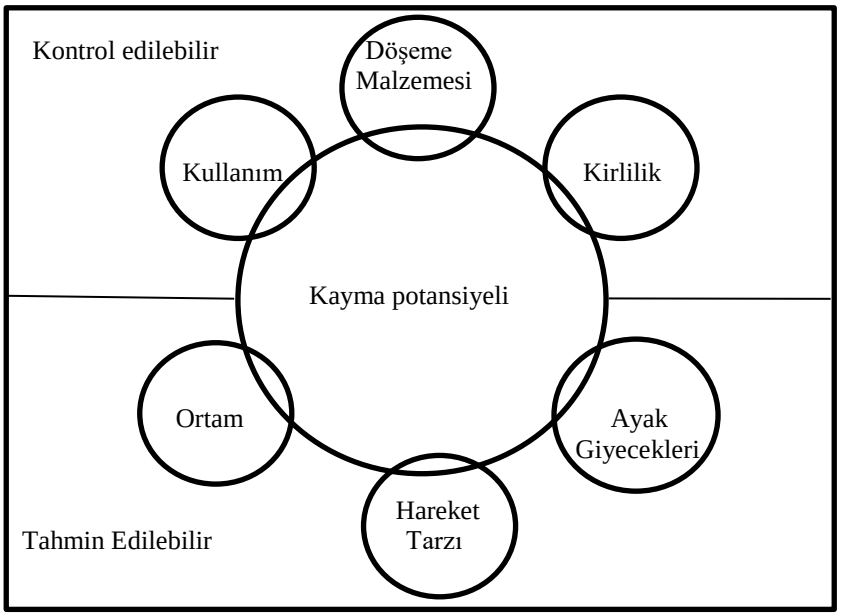
2.7.1. Kayma direncinin tanımı

Kayma direnci, insanların doğal yaşama alanlarında yürüme hareketlerini rahat yapabilmeleri ve insan sağlığını tehlikeye atmayacak şekilde doğaltaşın tasarımında

önemli olan bir konudur. Kayma direnci özellikle zemin kaplama malzemelerinin özelliklerinin belirlenmesinde daha fazla ortaya çıkmıştır. Kayganlık, nesnenin yüzeye sürtünmesi sonucu oluşan etki olarak tanımlanabilir. 1950'den sonra yapılan çalışmalar sonucunda nesnelerin etkileşmesi sonucu oluşan sürtünme katsayısının, insan aktivitelerinde dikkate alınması gereken bir konu olduğu anlaşılmıştır.

Yayaların hareketleri sonucu oluşan kayma vakalarının artması sonucu kayma direnci önemi belirgin olarak artmıştır. Ayrıca son yıllarda Rowland, James ve Humhes kayma sonucu yaralanmaların, endüstriyel yaralanmaların içindeki oranın %33'e ulaştığını rapor edilmiştir (Adams, 1997).

Kayma sonucu oluşan kazaları nedenlerini araştırmak içim yapılan araştırmalarda, kaymanın yüzey ile ayakkabı arasındaki etkileşim eksikliğinden dolayı olduğu gözlenmiştir. Ayakkabı ile zemin kaplama yüzeyi arasındaki kayma direncinin, sürtünme katsayısı şeklinde ölçülmesi kayma ve düşme sonucu oluşan kazaların önlenmesinde dikkate alınacak sayısal bir faktörün varlığı açısından önemlidir. Kayma potansiyelini etkileyen kontrol edilebilir ve tahmin edilebilir faktörler bulunmaktadır (Kim, 2004).



Şekil 2.2. Kayma potansiyeli modeli (Kim, 2004)

2.7.2. Kayma direncini etkileyen faktörler

Yayaların kaymasını etkileyen faktörlerin başında; kayma olasılığı olan bir yüzeyin türü ve dokusu, kaymayı destekleyen çevre koşulları, bireysel kullanıcı özellikleri gibi çeşitli faktörler sayılabilir. Bunların en önemlisi;

2.7.2.1. Dış faktörler

Bunlar montaj uygulamaları, yüzeyin iyi temizlenmesi, çatlaklar, bakım ve onarım uygulamaları ve güvenlik denetimleri olmalıdır. Bununla birlikte fazla yıpranmış ayakkabı da bir dış etken olarak kabul edilebilmektedir.

2.7.2.2. İç faktörler

Kişinin ruh hali, yorgunluk, tıbbi ve eğlence ilaçlarının etkisi, stres iç faktörler olabilir.

a. Çevresel faktörler

Aydınlatma, riskli tasarım uygulamaları ve yüzey kirlenmeleridir.

b. Patolojik faktörler

Yaşlanma, anlık sağlık koşulları ve hastalıkları (Parkinson hastalığı), bedensel engeller (felç, kalp krizi vb.).

2.8. Kayma Potansiyellerin Belirlenmesinde Kullanılan Test Cihazları

Kaplama malzemelerinin kayma direncinin ölçümü için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu sebeple üretilen test cihazları kayma direncini, statik ve dinamik sürtünme katsayısını belirlemek amacıyla tasarlanmıştır. Buradan yola çıkarak

kullanım alanlarının yüzey kaplama malzemesinin istenilen özeliği belirlemek için doğru yöntemi seçmek gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan test cihazları şunlardır; Yatay dinamometre, James makinesi, Pandül test cihazı, Eğik düzlem test cihazı, Yatay sürtünme ölçüm metresi (Gürcan, 2006).

Doğaltaşlar günümüzde farklı yüzey işlemlerinde ve plaka boyutlarında kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda zemin kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Zemin kaplama malzemesi olarak kullanılan doğaltaşların, emniyetli kullanımları ve iş güvenliği açısından kayma sonucu oluşabilecek kazalar nedeni ile kayma potansiyellerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Ayrıca, erişilebilirlik izleme ve denetleme yönetmeliği kapsamında 07 Temmuz 2015 tarihinden itibaren zemin kaplamalarının kaymaz malzemeden ve uygun yüzey işleminde olması istenirken, zemin kaplamalarının kayma potansiyellerinin belirlenmesi ve ürün üzerinde bunun son kullanıcıya verilmesi artık yasal bir zorunluluk olmuştur (Çoşkun ve Sarıışık, 2017).

2.8.1.Yatay sürtünme ölçüm metresi

Bu deney cihazı, sürükleme kızağına sahip bir mesnet üzerinde yatay bir kuvvetle çekilirken, nesneyi hareket ettirmesine sebep olan noktayı ölçer. İyi bir sonuç için, yatay çekme kuvveti, naylon ipe bağlanan küçük bir motora uygulanır (Sarıışık ve ark., 2011).

2.8.2.Yatay dinamometre

Yatay dinamometre cihazı farklı bir çekme kızağı testidir. Sürtünme katsayısı ölçümü yatay kuvvetin dik kuvvete bölünmesiyle kaydedilir. Ölçümlerde ekipmanın el tarafından itilmesi, bu aletle yapılacak ölçümlerde farklılıklara neden olabileceği öne çıkartmaktadır. Bu çekincelere rağmen bu ölçüm cihazı ASTM test protokolü tarafından, hem kiremit zeminlerde hem de yol yüzeylerini test etmek için kullanıla bileceğini kabul etmiştir.

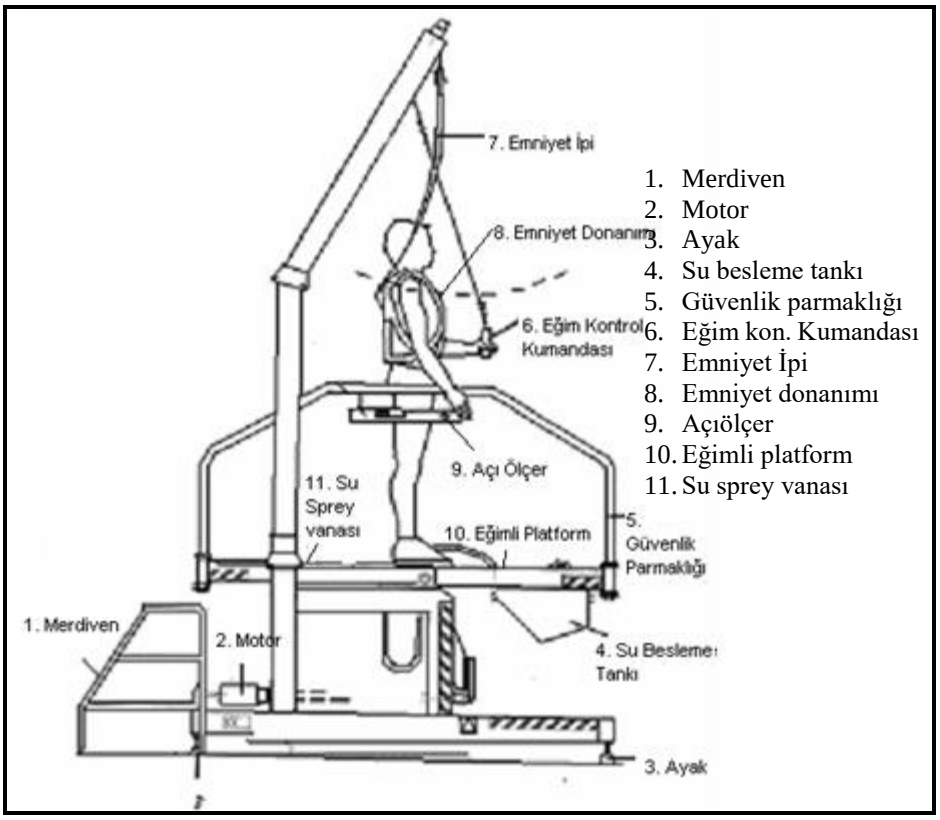
2.8.3. James makinesi

1975'te zemin – yüzey ürün imalatçılarının ortaklığı ve ASTM D2047 sponsorluğunda sürtünme katsayısının hesaplanması için yapılan laboratuvar makinesidir. En eski ve diğer standartlar için de kullanılan ve devamlı uygulanan bir deney tekniğidir. Parçalı ayağın motorun hareketine bağlı olarak kaydığı andaki değeri, sürtünme katsayısı olarak hesaplamaktadır (Marpet, 2001).

2.8.4. Eğik Düzlem Test Cihazı

Bu test cihazı; kontrollü şartlar altında kayma direncinin bulunmasında insan konulu/amaçlı kullanılır. Eğik düzlem test cihazı, seramik ya da doğaltaşlar için kullanılabilmektedir. Bu yüzden ıslak sarkaç testinden daha geniş aralıktaki ürünler için kayma açısı hesaplanabilir. Islak – çıplak ayak ve yağlı – ayakkabı test yöntemiyle; insan sirkülasyonunun olduğu ıslak – yağlı alanlarda daha güvenli bir yüzeyi belirlemede kullanılmaktadır.

Eğik düzlem test cihazı, yüzeylerin kayma potansiyellerinin belirlenmesinde mühim faktörlerden 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 standartlarında 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.



Şekil 2.3. Eğik düzlem test cihazı makinesi planı (Gabbrielli catalog, 2009)

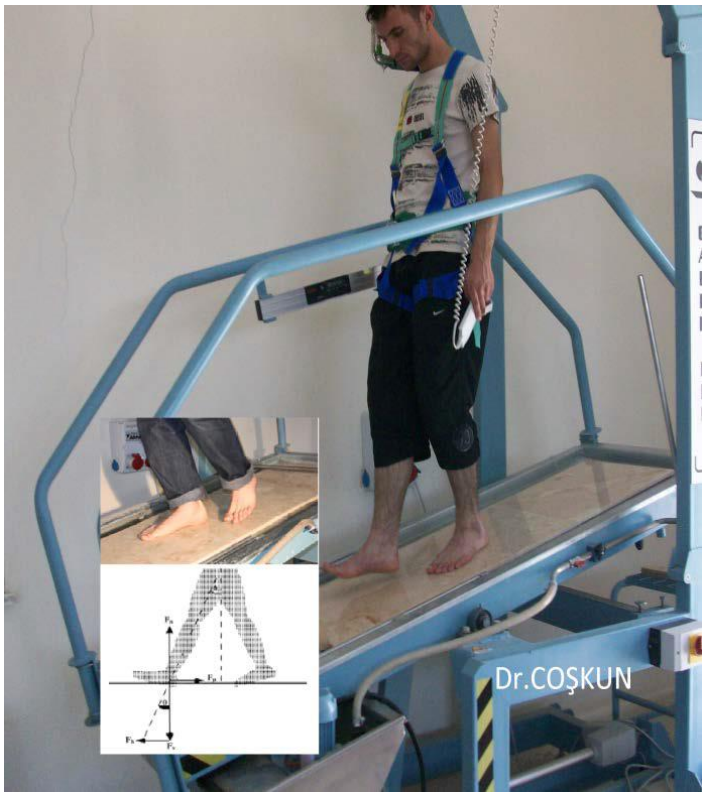
Bowman, (1997); Miller, (1999) "Eğik düzlem test cihazında elde edilen kayma açısının tanjantı, çıplak ayak ile kaplama malzemesi yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısını verir.". Test cihazı; 2000mm boyuna, 600mm eninde, eğimi boylamasına 0º - 45º aralığında değişebilen, düz, bükülmeyen döşemeden oluşmaktadır.

2.8.4.1. DIN EN 51097 standardına göre yapılan çalışmalar

Çıplak, ıslak yürünebilen zemin kaplamalarında hammadde olarak değerlendirilen doğaltaş numunelerinin, kaymayı önleme özelliğinin belirlenmesinde DIN 51097 standardı dikkate alınmıştır. Bu standart ile ıslak zeminlerde, çıplak ayakla yayaların kullandığı yollarda değerlendirilen doğaltaşların kaymayı engelleyici vasıflarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacı güdülmektedir. Yer kaplamasının yüzeyinin genelde ıslak olduğu ve çıplak ayakla gezilen kaplama alanlarına ıslak zemin adı verilmektedir. Bunlar; havuzlar, soyunma odası, sağlık merkezleri ve tuvalet gibi kamusal ya da ticari kullanıma açık yerlerdir (Çoşkun, 2013).

Yalın ayak dolaşılan ıslak zeminlerin kaymayı engelleyici özelliklerinin tespit edilmesinde 4 çeşit yüzeyde, 3 çeşit plaka boyutunda 15 farklı doğaltaş örneği üzerinde deneyler yapılmıştır. Deneylere başlamadan önce yüzey üzerinde yürüyecek yetişkin bir test personeli belirlenmiştir. Test edilecek doğaltaş örneği önceden hazırlanarak doğaltaşın ismi, boyutu ile yüzey işlemi deney formuna yazılarak kaydedilmiştir. Daha sonra alt yüzeyi düz olan bir döşemeden oluşmuş eğik düzlem test platformuna yerleştirilmiştir. Test edilecek yüzey işaretlenerek, örnek doğaltaş üretim artıklarından ve kirden temizlenmiştir. Örnek yüzey üzerinde yürüyecek test personeli, doğaltaş üzerinde hareketlerini kısıtlamayacak şekilde, düşmeye karşı bir emniyet donanımı ile eğik düzlem test cihazına bağlanmıştır (Coşkun, 2013).

Coşkun, (2013) "Testin uygulanması esnasında sürekli ve eşit olarak 6±1 litre/dakika test sıvısı eğik düzlem test cihazı üzerinde bulunan delikli borudan örnek yüzey üzerine dökerek ıslatmış, su emme oranı yüksek yer kaplamalarında önceden su emmeye tabi tutarak yüzeyin eşit olarak ıslatılmasını temin etmiştir. Burada sadece traverten örnekleri bu işleme tabii tutmuştur. Örnek üzerinde yürüyecek kişi, elindeki kumanda ile test cihazın hareketini başlatır. Dik durarak yarım adım boyunda adımlar atarak ileriye ve geriye doğru suyun aktığı yönde, yatay düzlemden başlayarak eğimi yaklaşık 1º/s ile artan test edilecek doğaltaş üzerinde hareket eder. Kişinin yürüyüşü sırasındaki eğim artışına bağlı olarak ve yüzey özelliğine göre kaydığı anda cihazı durdurur".



Şekil 2.4. DIN EN 51097 standardına göre ölçüm (Çoşkun, 2013)

Yapılan yürüme hareketi sonucundan kişinin güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı eğim açısı, eğik düzlem test cihazı üzerinde bulunan açıölçerden kritik bölgede on kez tekrarlanarak ileri ve gidişi ile tespit edilir. On verinin aritmetik ortalaması alınarak, kayma açısı değerleri hesaplanır. DIN EN 510097 standardına göre kayma açısına ilişkin kodlamaları; A, B ve C şeklinde her bir kodun açısal aralıkları ve karşılık gelen kullanım alanları Çizelge 2.2'de verilmektedir. Kireçtaşı, traverten ve mermer örnekleri üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen kayma açısı değerleri Çizelge 1 dikkate alınarak sınıflaması yapılmaktadır (Çoşkun, 2013).

Çizelge 2.2. DIN 51097 Standardına göre sınıflandırma (DIN 51097, 1992)

Konumu	DIN 51097	Eğim Açıları	Kullanım alanları
	A	≥ 12°	• Genellikle kuru iken yalınayak kullanılan koridorlar • Tek ya da grup soyunma odaları (sporcular için) • Tüm yüzme havuzlarında derinliği 80 cm geçmeyen sığ yüzme havuzlarında
	B	≥ 18°	• A sınıflandırması içine almayan yalınayak kullanılan koridorlar • Dezenfektan spreyleri için oluşturulan alanlar • Yüzme havuzu çevresindeki alanlar • Platformlar • Çocuk havuzları • Yağmurlu alanlardaki merdivenler • Yüzme havuzu dışındaki merdiven basamakları
	C	≥ 24	• Havuzların kıyı eğimlerinde • B sınıflandırmasında yer almayan su içindeki merdivenler

2.8.4.2. DIN EN 51130 standardına göre yapılan çalışmalar

Ayakkabı ile yürünen yağlı zemin kaplamalarında kullanılan doğaltaş örneklerinin kayma potansiyellerinin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında DIN 51130 standardı dikkate alınarak testler yapılmaktadır.



Şekil 2.5. DIN EN 51130 standardına göre ölçüm (Çoşkun, 2013)

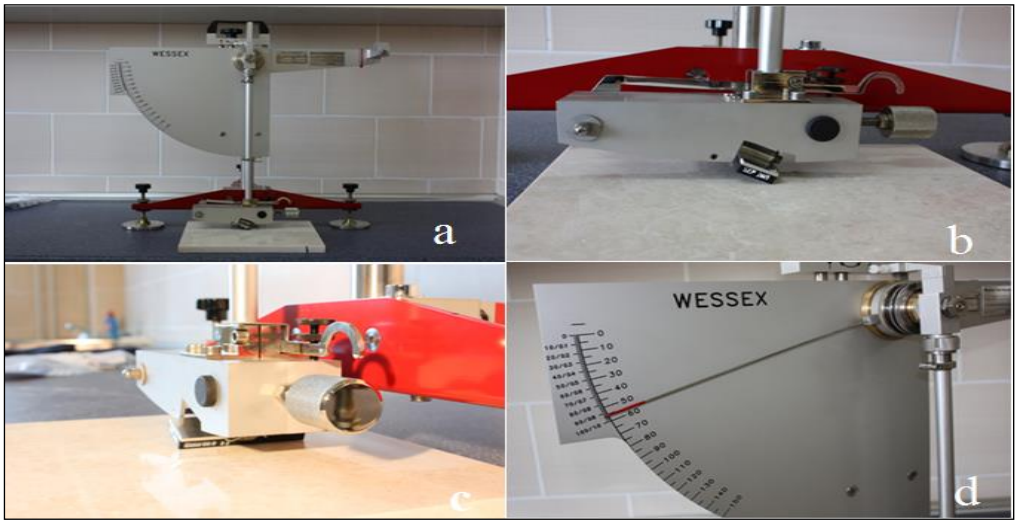
Bu test yönteminde deneylere başlamadan önce test personeli kalibrasyon işlemine tabi tutulmakta ve kalibrasyon işlemi için E, P, R olmak üzere üç adet standart kalibrasyon plakası kullanılmaktadır. Kalibrasyon işleminden sonra test personeli, ST şeklinde S1 tipinde, DIN 4843'e uygun nitril kauçuk esaslı 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 on defa tekrarlanan yukarı ve aşağı gidiş ile tespit edilmiş ve ortalamaları alınarak kaydedilmektedir. Elde edilen kayma açıları Çizelge 2.3'de verilen sınıflama dikkate alınarak kullanım alanlarına göre sınıflaması yapılmaktadır.

Çizelge 2.3. DIN 51130 Standardına göre sınıflandırma (DIN 51130, 2004)

Konumu	DIN 51130	Eğim Açıları	Uygulama Alanı
	R 9	3° – 10.0°	• Oturmaya ayrılmış alan • Okullar • Muayenehane
	R 10	10.1° – 19.0°	• Banyo • Depo • Restoran mutfakları
	R 11	19.1° – 27.0°	• Soğutma odaları • Süt üretim alanları • Çamaşırhane
	R 12	27.1° – 35.0°	• Et üretim tesisleri • Endüstriyel mutfaklar • Şeker üretim alanları
	R 13	>35.0°	• Tüm alanlarda

2.8.5. 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 "Doğaltaşlar-Deney Metotları-Pandül deney donanımıyla kayma direncinin tayini" standardına göre ölçüm yapmaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. 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 doğaltaş örneklerinin kayma direnci belirlenmekte ve elde edilen sonuçların ortalaması alınarak değerlendirmede kullanılmaktadır.

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

$$\mu = \left[\frac{110}{PTV} - \frac{1}{3}\right]^{-1} \quad (2.1)$$

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

$$PTV = (330.\mu)/(3 + \mu) \quad (2.2)$$

Pandül test cihazında elde edilen kayma direncine değerlerine göre Çizelge 2.4., kayma potansiyellerine göre yorumlanmasında ise Çizelge 2.5. dikkate alınmaktadır.

Çizelge 2.4. Kayma direncinin kayma potansiyeline göre yorumlanması (Carpenter ve ark., 2006)

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

Çizelge 2.5. TSE CEN/TS 16165 Ek C'ye uygun olarak yapılan ıslak sarkaç deneyine göre yürüme alanı zemin yüzey malzemelerinin değerlendirilmesi

Değerlendirme grubu	Islak sarkaç deney değeri (PTV)	
	Kauçuk Pabuç 96	Kauçuk Pabuç 55
P5	> 54	> 44
P4	45-54	40-44
P3	35-34	35-39
P2	25-34	20-34
P1	12-24	< 20
P0	< 12	

2.8.5.1. Pandül deneyinin kuru ortamda yapılışı

Doğaltaş örnekleri laboratuvar ölçümleri için deneyin yapılmasından önce (10±5) ˚C sıcaklıkta kurutulur. Test edilecek doğaltaş örneği, pandül test cihazına yerleştirilir ve pandül test cihazının ibresi başlangıç konumuna getirilir. Serbest bırakma düğmesine basılarak, pandül kolunun serbest olarak hareketi sağlanır ve kaydırıcının deney yüzeyine yeniden temas etmesinden önce geri dönüş hareketinde tutulur. Skalada okunan değer kaydedilir. Hazırlanmış mekanizmayla kaydırıcı ve yüzeyin temasını sağlayacak şekilde, kol ve ibre yeniden başlangıç konumuna getirilir.

Örnek yüzeyler üzerinde aralarında üç birimden daha fazla bir farkın olmadığı ardarda on okuma (C skalası üzerinde) alınacak şekilde deneyler yapılmış ve skalada okunan değerler kaydedilmiştir. Yüzey üzerinde hareket eden deney cihazının başlığı yukarı kaldırılır ve sıfır hata için serbest kayma kontrol edilir. Farklı bir pozisyondan ölçüm yapmak için örnek 180° döndürüldükten sonra yeniden yerleştirilir ve tekrar ölçüm yapılır.

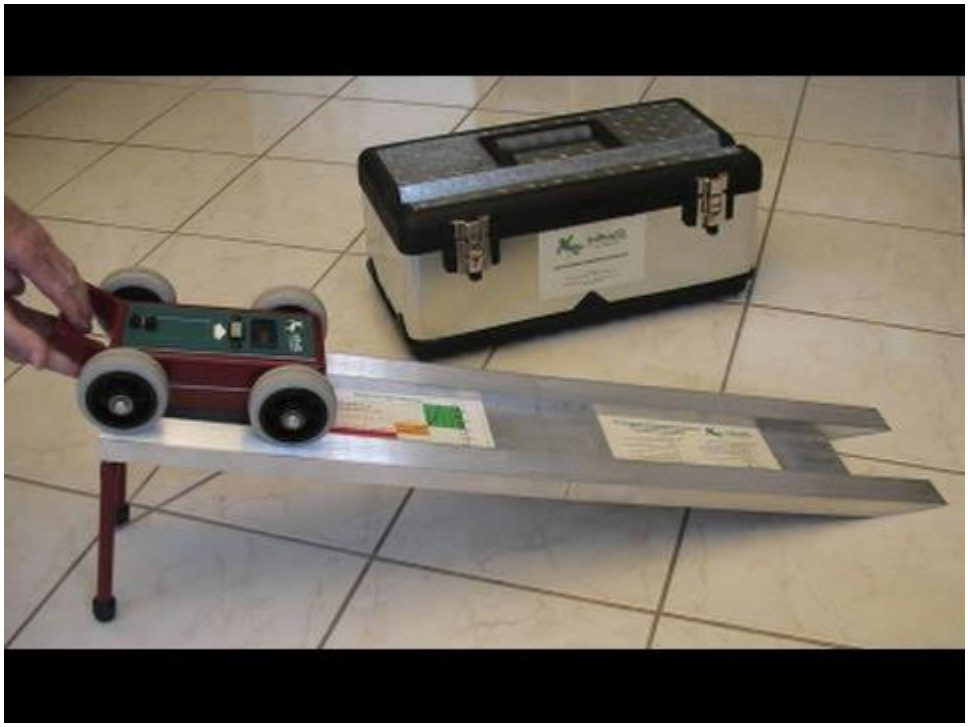
Tüm doğaltaş örnek yüzeyleri üzerinde, altı farklı pozisyonda ve iki numune kullanılmak suretiyle aynı şekilde deneyler yapılarak kayma direnci değerleri ölçülmüştür. Kayma direnci değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak değerlendirmeye katılmıştır.

2.8.5.2. Pandül deneyinin ıslak ortamda yapılışı

Pandül test cihazı ile ıslak ortamda deneye başlamadan önce örnekler, laboratuvar ölçümleri için önce (20±5) °C sıcaklıktaki su içerisinde 2 saat süreyle bekletilmiştir. Pandülün her kaymasından önce deney yüzeyi ve kaydırıcı, (20±5) °C sıcaklıktaki damıtık veya deiyonize su ile devamlı olarak ıslatılır. Yüzey üzerinde hareket eden deney cihazının başlığı yukarı kaldırılır ve sıfır hata için serbest kayma kontrol edilir. Kuru ortamda yapıldığı gibi aynı şekilde tüm doğaltaş örnekleri üzerinde deneyler yapılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir.

2.8.6. SlipAlert Test Cihazı

SlipAlert test cihazı doğaltaşların kuru, ıslak ve yağlı ortamlarda kayma potansiyellerinin belirlenmesinde kullanılan ve İngiliz standardına (BS 8204) göre çalışan laboratuvar ve mobil ölçekli bir test cihaz olup, kısa sürede yüzeylerin kayma potansiyellerini (dinamik sürtünme katsayılarını) belirlemek mümkündür. 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 2.7).



Şekil 2.7. 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 (μ=H/V) okunur.

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

Sürtünme kuvveti = (3 x SRV) / (330 - SRV) (2.3)

SlipAlert cihazı ile elde edilen değerler Çizelge 2.6'da gösterilen AS 4586 standardına göre sınıflaması yapılmaktadır.

Çizelge 2.6. Kayma potansiyelinin sınıflandırması (TS EN 14321, 2004; Bowman, 2004)

Sınıflama	Pandül Değeri (PTV)	Sürtünme kuvveti (μ)	Kayma Potansiyeli
P5	> 54	< 0.54	Çok Düşük
P4	45-54	0.47-0.59	Düşük
P3	35-44	0.36-0.46	Orta
P2	25-34	0.25-0.34	Yüksek
P1	12-24	0,24-0.12	Yüksek
P0	< 12		Çok Yüksek

2.8.7. 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 2.8).

FSC 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 (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. FSC 2011 test cihazı (Çoşkun, 2013)

2.8.7.1. 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.

2.8.7.2. 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 2.7'da gösterilen Wuppertaler Tabelası güvenlik limit değerleri kullanılmaktadır.

Çizelge 2.7. 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

2.8.8. Yüzey Pürüzlülüğü Test Cihazı

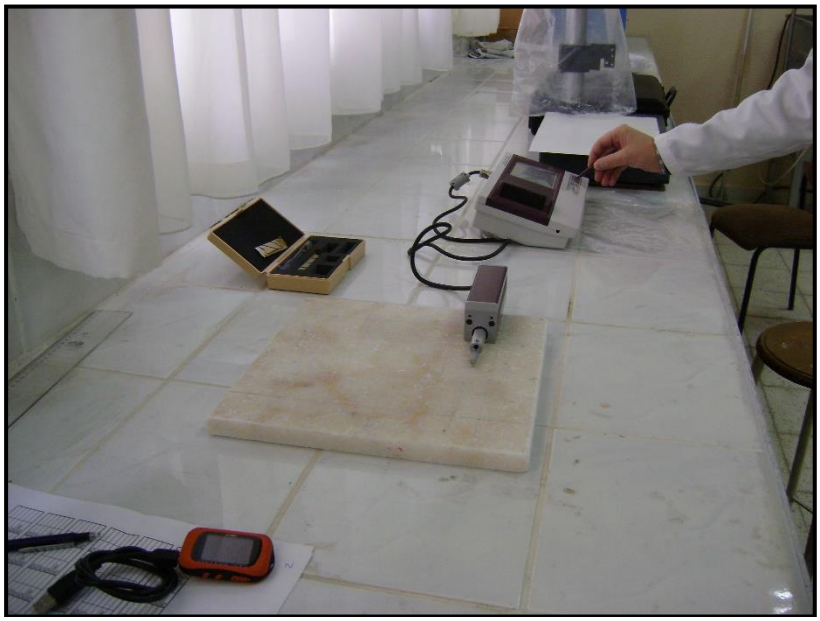
Doğaltaşların kayma potansiyellerinin belirlenmesinde etkili olan parametrelerden birisi de yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde günümüzde birçok test cihazı kullanılmaktadır. Bunlardan biriside MİTUTOYO SJ – 401 test cihazı olup DIN EN ISO 4287 standardına göre çalışan bu cihazda 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 2.9).

Doğaltaş 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 2.8'de verilen sınıflama sistemi dikkate alınmaktadır.

Çizelge 2.8. Islak ortamlarda yüzey pürüzlülük test sonuçları (Carpente ve ark., 2006)

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

Bu çalışmada zemin kaplamalarında kullanılan Balıklıgöl yaya yollarında kullanılan doğaltaş üzerinde pandül test cihazı kullanılarak kuru ve ıslak ortamda kayma risklerinin belirlenmesinde etken olan kayma dirençleri belirlenmiştir. Elde edilen test sonuçlarından sürtünme katsayısı değerleri de hesaplanarak kayma direnç değerleri ile karşılaştırmalar yapılmıştır.



Şekil 2.9. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (MİTUTOYO SJ – 401)

2.9. Doğaltaşların Kaymazlığın Özelliğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar

Bowman 1997, kayma direncini etkileyen parametrelerin yüzey malzemesi ve özelikleri, yayaların ayakkabı alt malzemesi ve yapısı, çevresel etkiler ve yaya hareketleri olduğunu vurgulamaktadır.

Adams 1997, kaplama tasarımında kullanılan doğaltaş kayma direncinin, insanların sağlıklı hareketi için önem verilmesi gereken bir konu olduğuna dikkat çekmektedir.

Manning ve ark. (1998), yüzey kaplamasının sahip olduğu pürüzlülükteki artışın kayma emniyetini önemli bir şekilde artırdığına işaret etmektedir.

Chang (1999), kayma direncini etkileyen en önemli faktörün yüzey pürüzlülüğü olduğunu ve buna göre zemin kaplamalarında yüzey prüzlülüğünün sürtünmeyi etkidiğini vurgulamaktadır.

Chang ve ark. (2001)'nin, yaptıkları bir çalışmada günümüz konut sektörü ve mimarisinde doğaltaşların, zemin kaplama malzemesi olarak yaygın kullanım alanına sahip olduklarını vurgulamışlardır. Bu araştırmacılar doğaltaşların zemin kaplaması olarak kullanırken dikkat edilmesi gereken en önemli parametrenin kayma direnci olduğunu belirtmişlerdir.

Kim ve ark. (2001)'nin, "Yaptıkları çalışmada kayma vakalarının; deneyi yapan kişi, deney ortamı(su, yağ donma, toz), kirleticiler gibi çevresel faktörler, yetersiz zaman, ısı, aydınlatma, ayakkabı ve yürünülen zeminin özellikleri dâhil bir ya da birden fazla sebepten kaynaklandığını vurgulamışlardır. Tüm bu unsurlar, sürtünme kuvvetinin(veya yüzey kayma direncinin) kaymayı önlemeye yeterli olup olmadığına karar vermek için birleştirilebilir. Bu araştırmacılar doğaltaş plakalarındaki kayganlığı, yüzey ve yüzeyle etkileşen nesnenin çeke ya da sürtünmesinden dolayı oluşan etki olarak tanımlamışlardır."

Leclercq, (1999)'da, iş kazalarının % 10'nun kayma sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kayma direncini etkileyen ve akla gelen ilk kriterin yüzey pürüzlülüğü olduğunu vurgulamışlardır.

Chang (2003)'yaptığı çalışmada, "yüzey malzemesi ve özellikleri incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğünün kayma direncini etkileyen önemli bir faktör

olduğunu ve yüzey kaplaması pürüzlülüğünü kaymayı önemli bir şekilde azaltmakta olduğunu vurgulamıştır.”

Doğaltaşlara uygulanan farklı yüzey işleme teknikleri; bu kayaçların kullanım yeri, parlaklık, cila alma ve kaymazlık özellikleri direkt olarak etkilemektedir. Doğaltaşlara estetik görünüm katmak ve yürüme ortamlarında yayaların kaymalarından kaynaklanan kazaları önlemek için yüzey işleme tekniklerinin uygulandığına dikkat çeken bir araştırmacı (Sarıışık ve ark., 2003).

Doğaltaşlarda tane boyutu çok önemli bir özelliktir. Doğaltaşların tane boyutu; kayaç dayanımı, parlaklık, kullanım yeri ve kaymazlık özelliklerini direkt olarak etkileyen bir özelliktir (Sarıışık ve ark., 2003).

Bowman (2004)’nın yaptığı çalışmada, “yüzey kaplamalarının uygulanmasında, derzlerin de kaymayı önleyici özellik gösterdiğini yazmıştır. Bu sonuca rağmen zemin kaplama malzemelerinde (seramik/doğaltaş) mümkün olan minimum potansiyel kayma ölçümleri alınır. Çünkü kayma olayının incelenmesinde yüzeydeki kirleticiler (su, yağ, toz, katı malzemeler vs.) de dikkate alınmalıdır.”

Kayma sonucu oluşan kazaların sebeplerini araştırmak için yapılan çalışmalarda, kaymanın yüzey ile ayakkabı arasındaki etkileşimden kaynaklandığı gözlenmiştir.

Ayakkabı ile zemin kaplama arasındaki kayma direncinin, sürtüne katsayısı şeklinde ölçülmesi, kayma ve düşme sonucu oluşan kazaları önlemede bu katsayının önemli bir faktör haline getirmiştir (Kim, 2004).

Zemin kayma güvenliğinin araştırıldığı bölgeler özellikle su, nem, sıcaklıkla etkileşen mekânlardır (mutfak, çamaşırhane, wc, havuz kenarı, hamam vs., kuruluğu değişen alanlar)

Çıplak ayak ve ayakkabı kayma güvenliğinin analiz edildiği ortamlar özellikle, nem ile sıklıkla etkileşen iç mekânlardır. (mutfak, çamaşırhane, yemekhane, WC ve

kuruluğu değişen diğer alanlar) Bu alanda kayma olasılığı yüksektir. Belirtilen özelliklere sahip ortamlar özellikle sabun artıkları, mutfak yağları ve gıda maddesi vb. kirleticilerin diğer kirleticilerle temasta bulundu yerler, kayma riskinin en fazla olduğu yerlerdir. Örneğin havuzlarda kullanılan doğaltaş plakalarının yüzeyleri, şampuan artıklarından, havuz tuzlarından ve vücut yağlarından etkilenmektedir. Bunun sonucu olarak da havuz etrafında kayma sonucu düşmelere neden olduğu ifade edilmektedir (Gürcan, 2006).

Kaymayı engellemek için doğaltaşlara yüzey işleme teknikleri uygulanarak doğal taşların yüzey pürüzlülüğü artırılmaktadır. Doğaltaşların yaya bölgelerinde, yayaların kaymasından kaynaklanan kazaları önlemek için faklı yüzey işlemlerinin uygulanması gerektiği vurgulamıştır (Engin, 2007).

Sarıışık, ve ark. (2010)' yaptıkları bir çalışmada, "son yıllarda özellikle zemin kaplama tasarımında, kayma direncinin önem verilmesi gereken bir konu olduğunu belirtmişlerdir."

Kai Way Li ve ark., (2010) yaptıkları zemin kaplamarında "pürüzlük deneyleri ile kayganlık analizleri 20 erkek ve 20 bayan test personeli kullanılarak yapılmıştır. Yapılan çalışmada bayanların, erkek test personeline göre yürüme anında hislerinin daha yüksek seviyede olması, bayanlara ait kayma açılarının daha yüksek ölçülmesine neden olduğu görülmüştür. Bu testlerde bayanların ayak içi ve parmak ucu hissiyatının, erkeklere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir."

Doğaltaşların pratikteki uygulamalarında, özellikle çok gözenekli taşlar kir tutmaları sebebiyle tercih edilmezler. Ancak doğal taşların gözenekli yapısı, doğaltaşların kayma direncini değiştirmektedir. Bu nedenle yüzey kaplamada kullanılan gözenekli doğaltaşlar, ıslak yüzeylerdeki potansiyel kayma riskini azaltabilecek yapıdadır.

Kayma direnci, zemin kaplamalarında yaya hareket güvenliği için en önemli bir faktördür. Kayma riski olan genel kullanım alanları sıralanırsa bunlar, tren

istasyonları, alışveriş merkezleri, galeri ve sergi salonları gibi mekânlar akla gelir. Buralarda kullanılan kaplama taşı, temizlendiği zaman bu yüzeyler kuru zannedilebilir. Ancak; kirlilik ve dışarıdaki trafik nemi, bazı alanlardaki yüzey parlaklığını etkileyebilir ve bu alanlarda insanların kaymasına neden olacak ortamlar oluşturarak kazalara neden olabilir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

İç ve dış kirlenmelere bağlı olarak Balıklıgöl çevresindeki yaya yollarında her gün çok sayıda kaza meydana gelmektedir. Kayma sonucu oluşan kazaları en aza indirmek için Balıklıgöl yaya yollarının kayma direnç değerlerinin belirlenmesi için pandül test cihazı kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

3.2. Yöntem

Yüzey zemin kaplamalarının sürtünme kuvvetinin belirlenmesinde TS EN 14231 standardına (Sarıışık ve ark., 2011) uygun olarak tasarlanmış bir pandül test cihazı kullanılmıştır. Pandül test cihazı taşınabilir laboratuvar ölçekli test cihazıdır. Cihaz kaydırıcı ve deney yapılacak yüzey arasındaki sürtünme katsayısını ölçmek ve kayma direncine ait standart bir değer tayin etmek üzere kullanılmıştır. Ayakkabı altlığı olarak 4S lastik kauçuk bu cihazda kullanılmıştır.

Bu Test cihazı, kaydırıcıda dahil olmak üzere pandül kolunun kütlesi, (1.50 ± 0.03) kg'dır. Ağırlık merkezi askı ekseninden (410 ± 5) mm uzaklıkta kol ekseni üzerindedir.. Kaydırıcı tertibat; pandül kolu, yaptığı salınımın en alt noktasındayken, kaydırıcının kayma yapan kenarı deney numunesiyle temas halinde olduğu halde, kaydırıcı düzlemi, yatayla (26 ± 3)° açı yapacak şekilde kol ucuna monte edildi. Söz konusu bu düzenekte, pandül salınım yaptıkça, numunenin yüzey pürüzlülüğünün izlenmesi için kaydırıcı kendi ekseni etrafındaki hareketine engel olmayacak şekilde ayarlandı.

Çalışma yerlerinin zeminlerinde, deney için belirlenmiş yüzeylerde bulunan kaba ve ince taneler fırça ile temizlenir ve daha sonra suyla yıkanarak uzaklaştırıldı. Yüzey sıcaklığı 20-38 ºC aralığında iken deney yüzeyi ve kaydırıcının sıcaklığı 1 ºC yaklaşımla ölçüldü. Pandül cihazı üzerinde bulunan su terazisi dengeye gelecek

şekilde ayarlandı. Cihaz pandül kolunun hareketi sırasında yerinden oynamayacak şekilde sabitleştirildi. Pandül kolu ve ibre, birbirine paralel olacak şekilde sağ yatay konumdan serbest bırakıldı. Deney skalasında sıfır değeri okunana kadar gerekli ayarlamalar yapıldı. Deney numunesinin uzun kenarı pandül cihazına paralel olacak şekilde ayarlandı Lâstik kaydırıcı ve pandül askı eksenine göre merkezlendi. Kaydırıcı hattının, kayma mesafesi boyunca numunenin uzun eksenine paralel olması sağlandı. Belirli kayma uzunluğunda ve lâstik kaydırıcının tüm genişliği boyunca temas ettiği numunenin üzerinden geçen pandül kolunun yüksekliği ayarlandı.

3.2.1. Kuru Şartlarda Deney İşlemi

Kuru şartlarda yüzey üzerinde bulunan kaba ve ince daneler fırça ile temizlendi. pandül cihazındaki ibre ve pandül kolu yatay konuma getirildi. Gerekli görülen yerlerde ayrıca su ve diğer temizleme araçları kullanıldı. Cihazın pandül kolunu serbest bırakma düğmesine basılarak kolun serbest olarak hareketi sağlandı. Pandül kolunun geri dönüşü sırasında deney yüzeyine tekrar temas etmeden önce tutuldu. Cihaz skalasında okunan değer kaydedildi. Aynı işlem aralarında üç birimden fazla farkın olmadığı yirmi okuma yapıldı.

3.2.1. Islak Şartlarda Deney İşlemi

Pandül kolunun her hareketinden önce zemin yüzeyi ve pandül kolu, $(20 \pm 5)\ ^0C$ sıcaklığa sahip doğal Balıklıgöl suyu ile devamlı olarak ıslatıldı. Yol üstünde hareket eden deney cihazının başlığı yukarı kaldırılıp ve sıfır hata için serbest kayma kontrol edildi. Kayma direnci değerleri, ıslak ortamda zemin yüzeyinde yirmi okuma değerinin ortalaması ile hesaplanmıştır.

Pandül test değeri (PTV) aşağıdaki formül kullanılarak sürtünme katsayısına çevrilebilmektedir.

$$\mu = \left[\frac{110}{PTV} - \frac{1}{3}\right]^{-1} \qquad (3.1)$$

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

$$PTV = (330.\mu)/(3+\mu) \quad (3.2)$$

Bu formül kullanılarak doğaltaşlar üzerinde kuru ve ıslak ortamda yapılan pandül deney verilerinin, sürtünme katsayısı değerleri bulunmaktadır.

Pandül yöntemi deneylerinde kullanılan 16 farklı bölgede ve 2 farklı ortam ile ilişkisi varyans (ANOVA) yöntemi kullanarak istatistiksel olarak analiz edildi. Deneysel çalışmada her bir doğal ortamda test yüzeyi ölçümlerinden toplam (16 bölge × 2 ortam × 20 tekrarlı veri) 640 veri kullanılacaktır. Yaya yollarında sürtünme kuvveti değerleri kuru ve ıslak ortamlarda anlamlılık düzeyi belirlenmiştir.

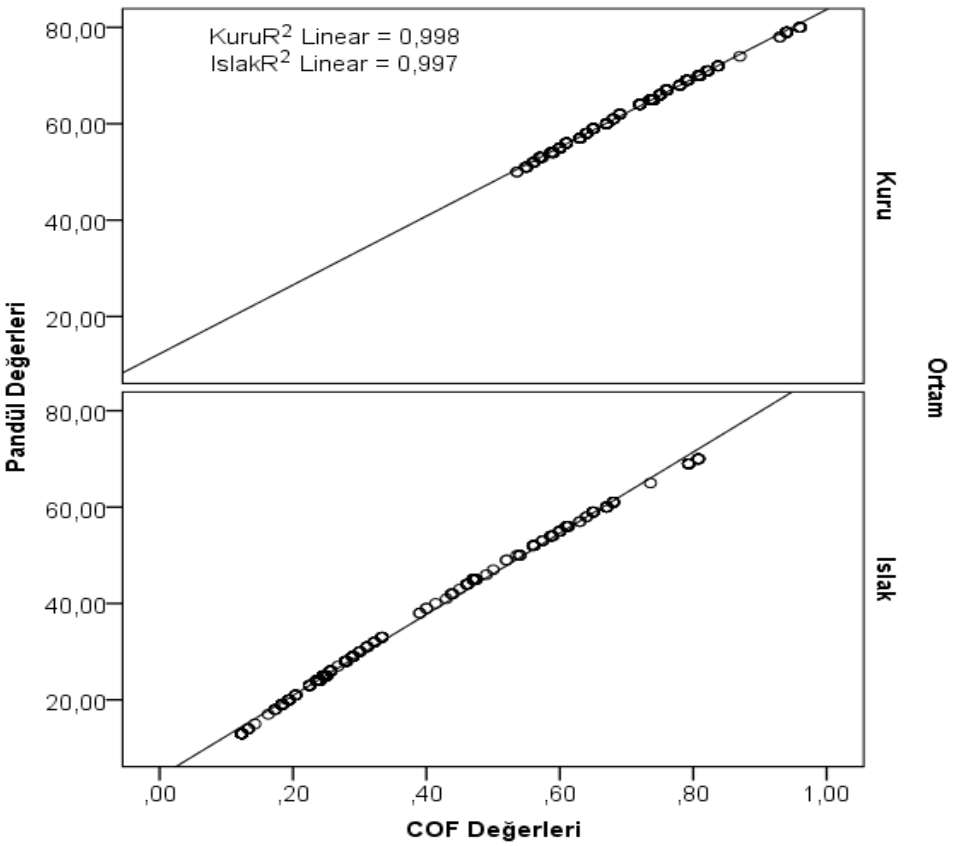
Çizelge 3.1. Kayma direncinin kayma potansiyeline göre yorumlanması (Carpenter vd,2006).

Sınıflama	Pandül Değeri	Cof (μ)	Kayma Potansiyeli
Z	< 24	< 0.25	Çok Yüksek
Y	25-34	0.25-0.34	Yüksek
X	35-44	0.36-0.46	Orta
W	45-54	0.47-0.59	Düşük
V	> 54	> 0.59	Çok Düşük

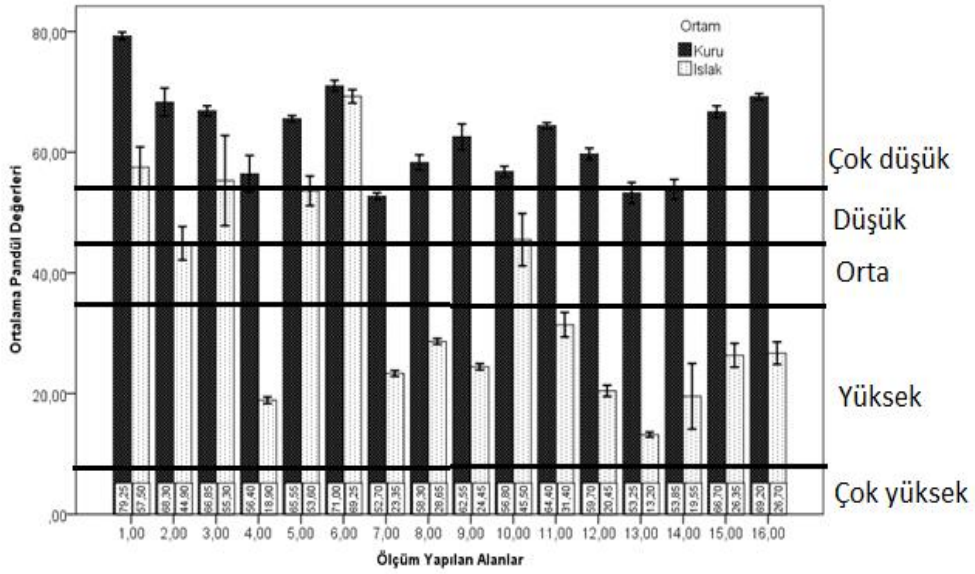
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Balıklıgöl içerisinde ve çevresinde yaya yüzey zemin kaplamalarında kullanılan Urfa taşının bulunduğu 16 farklı bölgede ve 2 farklı (kuru-ıslak) ortamda
Pandül cihazı ile ölçülen kayma direnci değerleri dinamik sürtünme katsayısına çevrilerek istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, bütün bölgelerde kuru ve ıslak olarak yapılan ölçümler sonucunda bulunan kayma direnci değerleri arasında önemli farlılıklar tespit edildi.

Balıklıgöl yaya yolları örneklerinin yüzey işlemlerine göre kuru - ıslak ortamlardaki kayma direnci verilerinin toplu sonuçları ve ikişerli karşılaştırmaları Şekil 4.1., 4.2., 4.3. ve Çizelge 4.1., 4.2'de gösterilmektedir.



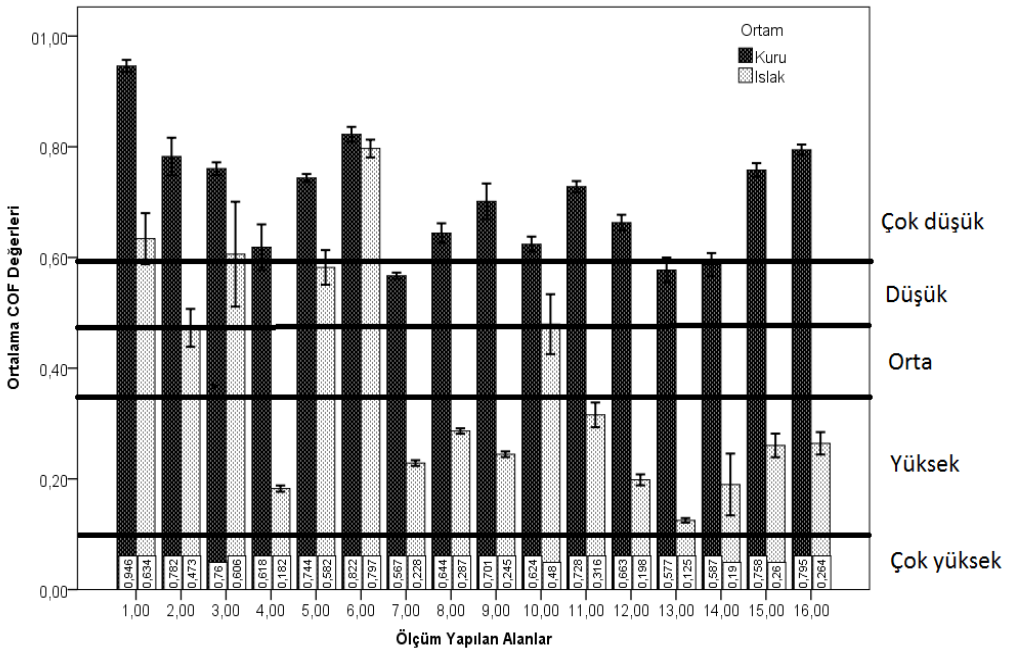
Şekil 4.1. Balıklıgöl yaya yollarında pandül test cihazı ile kuru-ıslak ortamlardaki kayma direnci verilerinin pandül ve sürtünme kuvveti değerlerinin ikili karşılaştırmaları.



Şekil 4.2. Balıklıgöl yaya yollarında pandül test cihazı ile kuru-ıslak ortamlardaki kayma direnci verilerinin ikili karşılaştırmalarının pandül değerleri.

Genel olarak şekil incelendiğinde ölçüm yapılan 16 bölgede hem kuru ortamda yapılan ölçümlerin hepsinde yüksek kayma direnci değeri elde edilirken buna paralel olarak kayma potansiyellerinin ise düşük olduğu görülmektedir. En yüksek kayma direnci değeri A1 bölgesinde elde edilirken en düşük kayma direnci değeri ise A7 bölgesinde elde edilmiştir.

Islak ortamda genel olarak bakıldığında kayma direnci değerlerinin düşük ve buna paralel olarak da kayma potansiyellerinin yüksek olduğu görülmektedir. Burada en yüksek kayma direnci değeri A6 ve en düşük kayma direnci değeri ise A13 bölgesinde elde edilmiştir. Bu nedenle ıslak bölgelerde yaya yüzey zemin kaplamaları için güvenlik önlemleri alınması gerekmektedir. Aksi durumda istenmeyen kazaların meydana gelmesi beklenebilir.



Şekil 4.3. Balıklıgöl yaya yollarında pandül test cihazı ile kuru-ıslak ortamlardaki kayma direnci verilerinin ikili karşılaştırmalarının sürtünme katsayısı değerleri

Pandül cihazıyla ölçülen kayma direnci değerleri sürtünme katsayısına çevrilerek yapılan istatiksel analiziler incelendiğinde yine yukarda olduğu gibi en yüksek sürtünme katsayısı değerlerinin kuru ortamda en düşük sürtünme katsayısı değerlerinin ise ıslak ortamda elde edildiği görülmektedir.

Çizelge 4.1. Balıklıgöl yaya yollarında kuru ve ıslak ortamda elde edilen pandül değerleri

	Alan	Ortam	Ortalama	Standart Sapma	N
		1,00	79,2500	,63867	20
	1,00	2,00	57,5000	3,37950	20
		Total	68,3750	11,27213	40
		1,00	68,3000	2,31926	20
	2,00	2,00	44,9000	2,77014	20
		Total	56,6000	12,11441	40
		1,00	66,8500	,81273	20
	3,00	2,00	55,3000	7,46994	20
		Total	61,0750	7,85571	40
		1,00	56,4000	3,05045	20
	4,00	2,00	18,9000	,55251	20
		Total	37,6500	19,11175	40
		1,00	65,5500	,51042	20
	5,00	2,00	53,6000	2,45807	20
		Total	59,5750	6,29973	40
		1,00	71,0000	,91766	20
	6,00	2,00	69,2500	1,11803	20
		Total	70,1250	1,34331	40
		1,00	52,7000	,57124	20
	7,00	2,00	23,3500	,48936	20
		Total	38,0250	14,87122	40
		1,00	58,3000	1,26074	20
	8,00	2,00	28,6500	,48936	20
		Total	43,4750	15,04351	40
		1,00	62,5500	2,13923	20
Pandül	9,00	2,00	24,4500	,51042	20
		Total	43,5000	19,35366	40
		1,00	56,8000	,89443	20
	10,00	2,00	45,5000	4,34681	20
		Total	51,1500	6,50660	40
		1,00	64,4000	,50262	20
	11,00	2,00	31,4000	2,03651	20
		Total	47,9000	16,77422	40
		1,00	59,7000	,97872	20
	12,00	2,00	20,4500	,94451	20
		Total	40,0750	19,89767	40
		1,00	53,2500	1,74341	20
	13,00	2,00	13,2000	,41039	20
		Total	33,2250	20,31860	40
		1,00	53,8500	1,63111	20
	14,00	2,00	19,5500	5,43357	20
		Total	36,7000	17,81414	40
		1,00	66,7000	,97872	20
	15,00	2,00	26,3500	1,98083	20
		Total	46,5250	20,49013	40
		1,00	69,2000	,52315	20
	16,00	2,00	26,7000	1,86660	20
		Total	47,9500	21,56320	40
		1,00	62,8000	7,35000	320
	Total	2,00	34,9406	16,63077	320
		Total	48,8703	18,95742	640

Çizelge 4.2. Balıklıgöl yaya yollarında kuru ve ıslak ortamda elde edilen sürtünme kaysayısı değerleri

	Yer	Ortam	Ortalama	Standart Sapma	N
Sürtünme katsayısı	1,00	1,00	,9460	,01095	20
		2,00	,6340	,04616	20
		Total	,7900	,16142	40
	2,00	1,00	,7825	,03385	20
		2,00	,4728	,03420	20
		Total	,6276	,16039	40
	3,00	1,00	,7605	,01146	20
		2,00	,6060	,09478	20
		Total	,6833	,10277	40
	4,00	1,00	,6185	,04120	20
		2,00	,1823	,00565	20
		Total	,4004	,22279	40
	5,00	1,00	,7436	,00722	20
		2,00	,5820	,03123	20
		Total	,6628	,08483	40
	6,00	1,00	,8224	,01352	20
		2,00	,7968	,01609	20
		Total	,8096	,01959	40
	7,00	1,00	,5670	,00571	20
		2,00	,2284	,00516	20
		Total	,3977	,17152	40
	8,00	1,00	,6440	,01759	20
		2,00	,2865	,00489	20
		Total	,4653	,18148	40
	9,00	1,00	,7015	,03216	20
		2,00	,2445	,00510	20
		Total	,4730	,23252	40
	10,00	1,00	,6240	,01353	20
		2,00	,4795	,05404	20
		Total	,5517	,08286	40
	11,00	1,00	,7280	,01005	20
		2,00	,3156	,02234	20
		Total	,5218	,20952	40
	12,00	1,00	,6630	,01418	20
		2,00	,1982	,00984	20
		Total	,4306	,23566	40
	13,00	1,00	,5774	,02245	20
		2,00	,1250	,00406	20
		Total	,3512	,22962	40
	14,00	1,00	,5870	,02105	20
		2,00	,1898	,05578	20
		Total	,3884	,20537	40
	15,00	1,00	,7580	,01240	20
		2,00	,2605	,02139	20
		Total	,5092	,25253	40
	16,00	1,00	,7945	,00945	20
		2,00	,2642	,02017	20
		Total	,5294	,26897	40
	Total	1,00	,7074	,10280	320
		2,00	,3666	,19733	320
		Total	,5370	,23192	640

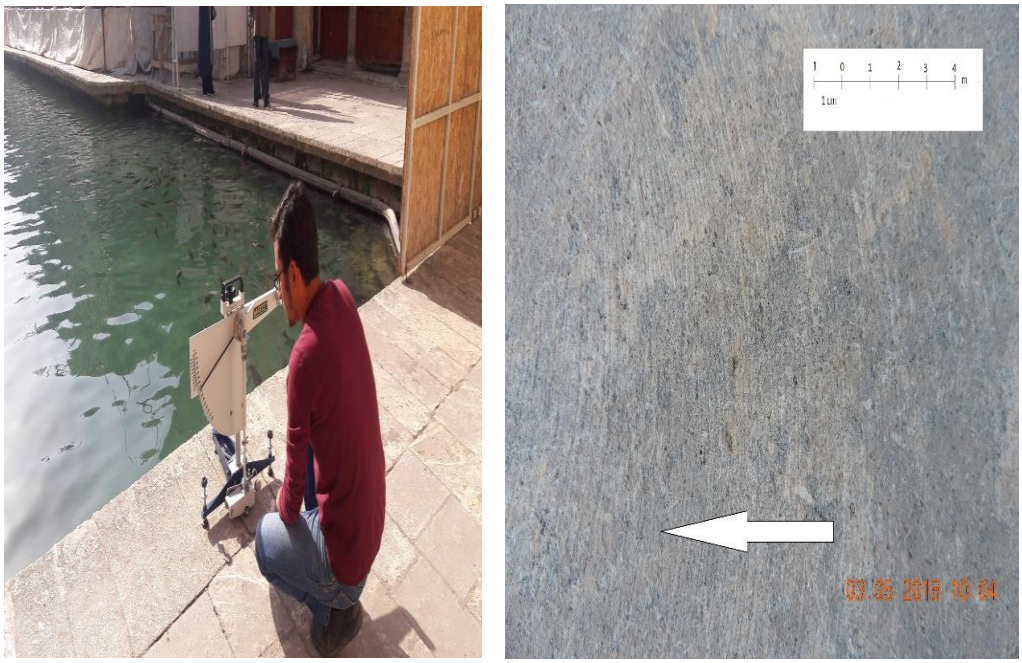
Çizelgelerde verilen kayma direnci verileri incelendiğinde Balıklıgöl 1. Alan (Sergi ve sunum salonu önü) yaya yollarında zemin kaplaması olarak kullanılan Urfa taşı üzerinde kuru ve ıslak ortamda yüzey kayma potansiyelinin çok güvenli olduğu görülmektedir. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sergi ve sunum salonu önü

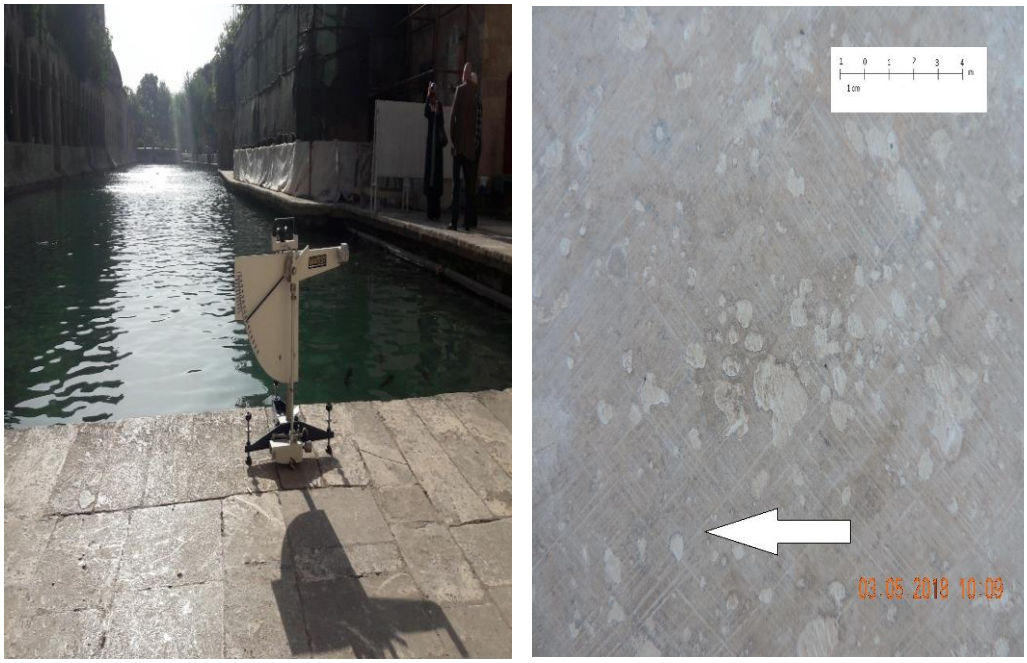
Balıklıgöl 2. Alan (Yarım kubbe el sanatları satışı önü) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda orta olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma

direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Yarım kubbe el sanatları satışı önü

Balıklıgöl 3. Alan (Rızvaniye el sanatları külliyesi önü) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ve ıslak ortamda çok güvenli olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Rızvaniye el sanatları külliyesi önü

Balıklıgöl 4. Alan (Rızvaniye Cami'sinin önü) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Rızvaniye cami'sinin önü

Balıklıgöl 5. Alan (Sahne önü) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ve ıslak ortamda çok güvenli olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.8).



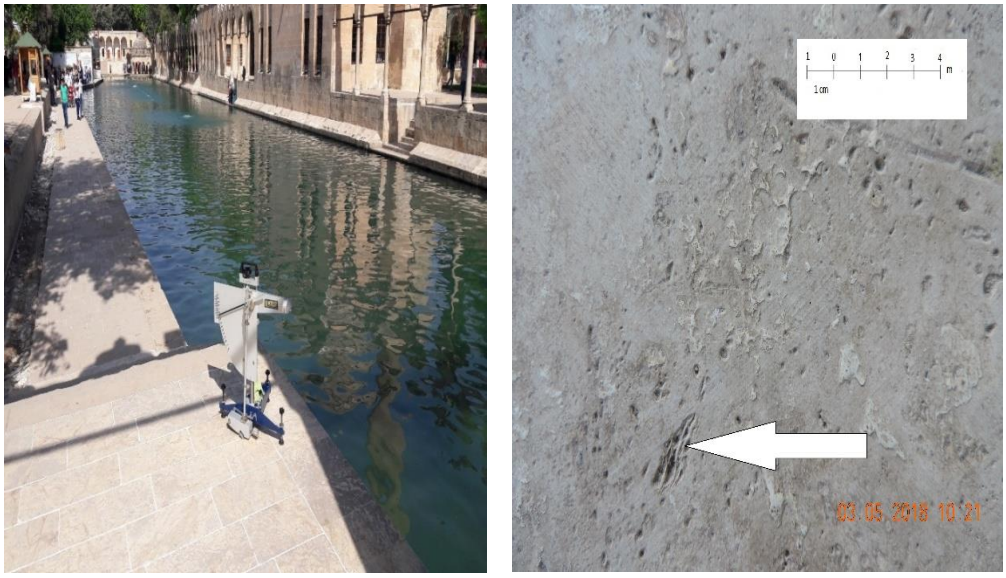
Şekil 4.8. Sahne önü

Balıklıgöl 6. Alan (Sahne oturma birimi) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ve ıslak ortamda çok güvenli olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.9).



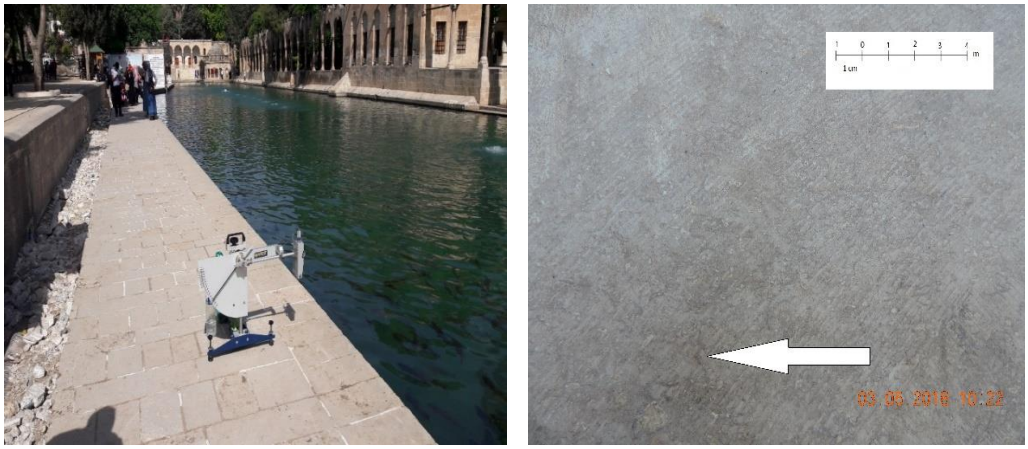
Şekil 4.9. Sahne oturma birimi

Balıklıgöl 7. Alan (Balıklıgöl girişi eski taşlar) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Balıklıgöl girişi eski taşlar

Balıklıgöl 8. Alan (Balıklıgöl girişi 15 m sonra eski taşlar) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Balıklıgöl girişi 15 m sonra eski taşlar

Balıklıgöl 9. Alan (Balıklıgöl girişi 15 m sonra yeni taşlar) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Balıklıgöl girişi 15 m sonra yeni taşlar

Balıklıgöl 10. Alan (Anzılha Çay bahçesi) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda düşük olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Anzılha çay bahçesi

Balıklıgöl 11. Alan (Kale girişi) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Kale girişi

Balıklıgöl 12. Alan (Halilurahman Cami avlusu) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Halilurahman cami avlusu

Balıklıgöl 13. Alan (Halilurahman Cami girişi) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Halilurahman cami girişi

Balıklıgöl 14. Alan (Halilurahman mağara girişi) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Halilurahman mağara girişi

Balıklıgöl 15. Alan (Halilurahman avlu girişi yatılı kuran kursu) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir.

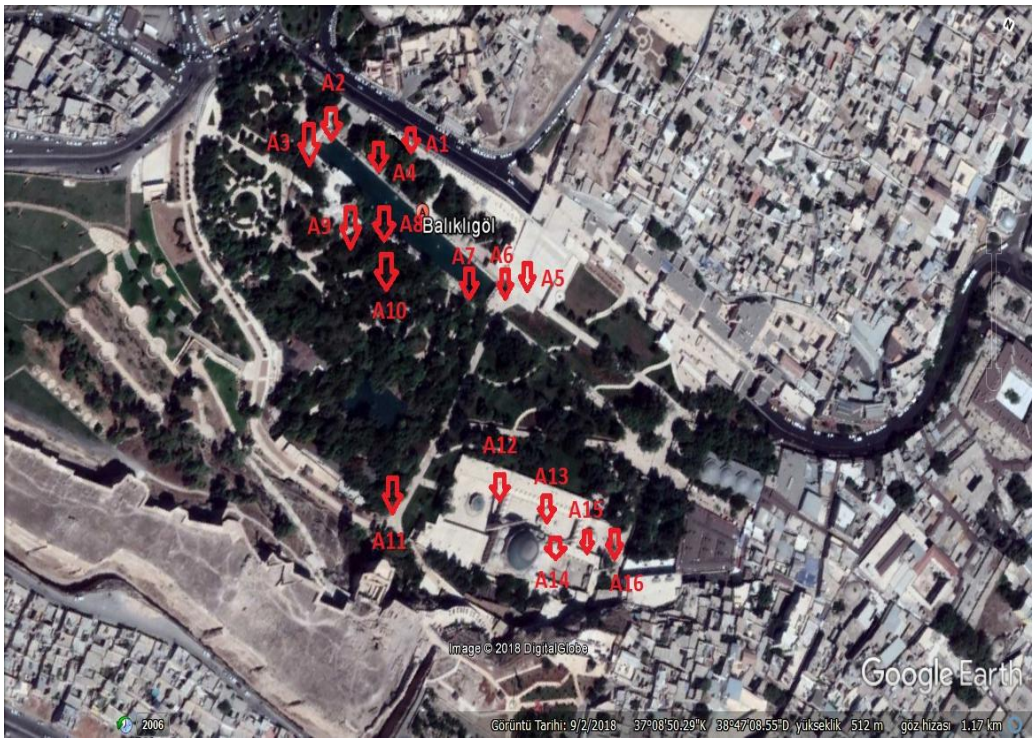


Şekil 4.18. Halilurahman avlu girişi yatılı kuran kursu önü

Balıklıgöl 16. Alan (Dergah Çarşı girişi) yaya yollarında, yüzey kayma potansiyeli kuru ortamda çok güvenli ve ıslak ortamda yüksek olarak ölçülmüştür. Kuru ortamda, pandül testi ile elde edilen verilere göre kayma direnci yükseldiğinden dolayı kayma potansiyeli azalmaktadır. Aynı zamanda bu durum ıslak zeminde kayma direnci düştüğü için kayma potansiyeli artmaktadır. Buna göre kuru ortamda traverten plakaları daha emniyetli kullanılabilir. Islak ortamda, traverten plakaların kaya direnci değeri düştüğü için bu yüzeylerde kayma potansiyeli ve riski oldukça yüksektir (Şekil 4.18)



Şekil 4.19. Dergah çarşı girişi



Şekil 4.20. Balıklıgöl ölçüm yapılan alanlar

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile, Şanlıurfa'da bulunan Balıklıgöl ve çevresinde kullanılan Urfa taşının kuru ve ıslak ortamda ve farklı 16 bölgede kayma özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ölçülmeler yapılmıştır. Ölçümlerde TS EN 14231 standartlarına göre çalışan pandül test cihazı kullanılmış ve elde edilen kayma direnci değerlerine karşılık gelen sürtünme katsayıları bulunmuş ve istatiksel olarak analizler yapılmış ve güvenlik sınıflamaları yapılmıştır.

Tabloda 16 farklı bölgede ve farklı iki ortamda elde edilen ölçüm sonuçları verilmiştir. Genel olarak bakıldığında kuru ortamda yapılan ölçümlerde elde edilen kayma direnci değerlerini çok yüksek olduğu ve buna karşılık kayma potansiyellerinin az yani çok güvenli olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.1. Balıklıgöl yaya yollarında kuru ve ıslak ortamda elde edilen verilere göre sonuçların değerlenirilmesi

Saha	Kuru Ortalama PTV Değeri	Kayma Potansiyeli	Islak Ortamda PTV Değeri	Kayma Potansiyeli
A1	79	Çok Güvenli	57	Çok Güvenli
A2	68	Çok Güvenli	44	Orta
A3	66	Çok Güvenli	55	Çok Güvenli
A4	56	Çok Güvenli	18	Yüksek
A5	65	Çok Güvenli	53	Düşük
A6	71	Çok Güvenli	69	Çok Güvenli
A7	52	Çok Güvenli	23	Yüksek
A8	58	Çok Güvenli	28	Yüksek
A9	62	Çok Güvenli	24	Yüksek
A10	56	Çok Güvenli	45	Düşük
A11	64	Çok Güvenli	31	Yüksek
A12	59	Çok Güvenli	20	Yüksek
A13	53	Çok Güvenli	13	Yüksek
A14	53	Çok Güvenli	19	Yüksek
A15	66	Çok Güvenli	26	Yüksek
A16	69	Çok Güvenli	26	Yüksek

Bunun dışında ıslak ortamda ise yapılan ölçümlerde A1, A3, A6 bölgelerinde kayma direnci değerlerini yüksek ve buna karşılık kayma potansiyellerinin ise çok güvenli olduğu tespit edilmiştir. A2 ortamında kayma potansiyelinin orta düzeyde, A5 ve A10 ortamlarında kayma potansiyelinin düşük olduğu görülmektedir. Bunun

dışında diğer bölgelerde ise kayma direnci değerlerinin düşük ve bunun paralelinde kayma potansiyellerinin ise yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle ıslak ortamda yayaların daha güvenli yürümeleri ve daha hareket edebilmeleri için güvenlik tedbirlerinin alınması önerilmektedir. Aksi durumda yayaların kayma sonucu düşme ve yaralanmalarına neden olacaktır.

- Ülkemizde metropol şehirlerinde, kaldırımlar ve metrolarda doğaltaşlar (granit, siyenit, diabaz, traverten, andezit, bazalt vb.) çok yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür doğaltaşların, kayma direncini farklı yüzey işleme teknikleri (çekiçleme, kumlama, alevle yakma vb.) kullanılarak artırılması ve test edilmesi önerilmektedir.
- Pandül test yöntemi kullanılarak, kuru ve ıslak ortamda yapılan deney sonuçlarına göre ise genelde eskitme yüzey işlemine sahip örneklerin zemin kaplamalarında kullanılması önerilmektedir.
- Yüzeylerin kayma direnci aşınma, parlatma ve kirlilik gibi çeşitli etkenler tarafından değişebilir. Doğaltaş yüzeylerinin çeşitli katı ve sıvı maddeler ile kirletilmesi sonucunda kayma dirençleri etkilenecektir. Bu nedenle bu tür etkenlerinde kayma direnci belirlenmesinde göz önünde bulundurulması önerilmektedir.
- Yapılan incelemelerde doğaltaşların mineralojik özelliklerinin de kayma direnci değerlerini etkilediği bu nedenle bu yönde de çalışmaların yapılması gerektiği önerilmektedir. Bu nedenle, yüzey işlemlerine geçmeden önce doğaltaşların mineralojik özelliklerinin bilinmesi ve yüzey işleme tekniklerinin de buna göre yapılması ile kullanılacak uygun abrasiflerin bu yönde seçilmesi önerilmektedir.
- Islak ortamda, yollarda kullanılan yeni traverten taşlarının sürtünme kuvveti değerleri genel olarak normal değerde ölçülmüştür ve kayma riski düşüktür. Eski doğaltaş yüzeylerinin sürtünme kuvveti değerleri azaldığı için kayma riski yüksek olduğu görüldü. Yeni traverten taşlarının kullanımının daha güvenilir olduğu belirlenmiştir.
- Kuru ortamda, pandül testi ile bütün yüzeylerde ayakkabıyla yürünen alanların sürtünme kuvveti değeri yüksek olduğundan dolayı kayma potansiyeli

azalmaktadır. Bu deneysel çalışma sonucunda, kuru ortamlarda yaya yüzey emin kaplamalarının daha güvenirlikli olduğu görüldü. TS EN 14231'e göre, kuru zeminde elde edilen kayma direnci değerinin ıslak zemine göre çok büyük olduğu belirlenmiştir. Buna göre zemin kaplamalarında kuru ortamda, traverten plakaları daha emniyetli olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

ACAR, H., 2004. Yüzey işleme hatları kurulmasında ve işletilmesinde dikkat edilecek hususlar. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Sürekli Eğitim Merkezi, Ankara, 203-213.

ADAMS, J. M. and Richard Kim, Y., 2014. Mean profile depth analysis of field and laboratory traffic-loaded chip seal surface treatments. International Journal of Pavement Engineering, 15: 645-656.

ADAMS, N., 1997. "Slips and falls-some arguments about measuring coefficients of friction (COF)", Ergonomics [2] Bowman, R., 2003; "Slip Resistance Ignorance: A Recipe for Costly Falls", www.infotile.com/tiletoday/issues/pdf/40article.pdf.

AHAMMED, M. and Tighe, S., 2009. Early-life, long-term, and seasonal variations in skid resistance in flexible and rigid pavements, transportation research record. Journal of the Transportation Research Board, 112-120.

ANDREESCU, M.P. and FROST, D.B., 1998. Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. Climate Research, 9: 225-230.

ANDRİEJAUSKASA, T., VOROBJOVASA, V. and MİELONASB, V., 2014. Evaluation of skid resistance characteristics and measurement methods. in 9th International Conference on Environmental Engineering, Vilnius, Lithuania.

ASIRT, 2016. Annual global road crash statistics.

BAZLAMİT, S. M. and REZA, F., 2005. Changes in asphalt pavement friction components and adjustment of skid number for temperature. Journal of Transportation Engineering, 131: 470-476.

BİTELLİ, G., SİMONE, A., GİRARDİ, F. and LANTİERİ, C. 2012. Laser scanning on road pavements: A New Approach for Characterizing Surface Texture, Sensors, 12: 9110.

BOWMAN, R., 1997. Slip resistance standards provide no unconditional guarantees. CSIRO Building, Construction and Engineering 12.

BOWMAN, R., 2004. Practical aspects of slip resistance of stone. See http://www.discoveringstone.com.

CARPENTER, J, LAZARUS, D. and PERKİNS, C., 2006. Safer surfaces to walk on reducing the risk of slipping. Construction Industry Research and Information Association, London, UK, 45-57.

CARRİLLO, M. C., FLORES ANAYA, M. R. and LOPEZ, V., 2000. Risk factors in highway traffic accidents: A Case Control Study, Accident Analysis & Prevention, 32: 703-709.

ÇELİK, MY. ve KAVUŞAN, G., 2002. Doğal taş ve mermerlerde uygulanan yüzey şekillendirme teknikleri. 5. Endüstriyel Ham Maddeler Sempozyumu, 18-19 Ekim, İzmir, 77-86s.

CHANG, WR., KİM, I.J., MANNİNG, DP. and BUNTERNGCHİT, Y., 2001. The role of surface roughness in the measurement of slipperiness. Ergonomics, 44(13): 1200-1216.

CHANG, WR. and MATZ, S., 2001. The slip resistance of common footwear materials measured with two slipmeters. Applied Ergonomics, 32(6): 540–558.

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 işleme tekniklerinin ve pürüzlülüğün kayma direncine etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 293s.

COŞKUN, G., SARIIŞIK, G. ve SARIIŞIK, A., 2016. Classification of parameters affecting slip safety of limestones. Cogent Engineering, 3: 1217821.

COŞKUN, G. ve SARIIŞIK, G., 2017. Doğal taşların sürtünme katsayılarını (COF) belirleyerek yüzey özelliklerinin kayma güvenlik risk analizi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 38(2): 219-213.

ENGİN, İC., 2007. Doğal taş (mermer) maden işletmeciliği ve işletme teknolojileri. Dekoratif taş işletmeciliği, ürün çeşitlendirme yöntem ve makineleri. Ankara S, 594-595.

FWA, T. and ONG, G.P., 2008. Wet-pavement hydroplaning risk and skid resistance: Analysis. Journal of Transportation Engineering, 134:182-190.

GABBRİELLİ CATALOG, 2009. Ramp sliperriness meter.

GÖKALP, İ., UZ, ve SALTAN, M., 2016. Testing the abrasion resistance of aggregates ıncluding by-products by using micro deval apparatus with different standard test methods. Construction and Building Materials, 123: 1-7.

GRÖNQVİST, R., HİRVONEN M. and TOHV A., 1999. Evaluation of three portable floor slipperiness testers. International Journal of Industrial Ergonomics, 25: 85-95.

GRÖNQVİST, R., 1995. Mechanisms of friction and assessment of slip resistance of new and used footwear sales on contaminated metals. Ergonomics, 38: 224-41.

GÜRCAN, S., 2006. Doğal yapı malzemelerinde kaymazlık testi ve kayma direncinin belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 95s.

HAYAKAWA, H., FİSCHBECK P.S. and FİSCHHOFF, B., 2000. Traffic accident statistics and risk perceptions in Japan and the United States. Accident Analysis & Prevention, 32: 827-835.

HUANG, C., 2010. Texture characteristics of unpolished and polished aggregate surfaces. Tribology International, 43: 188-196.

KAİ WAY, L.İ., YU, R. and ZHANG, W., 2010. Roughness and slipperiness of floor surface: Tactile sensation and perception. Safety science, 49: 508-512.

KİBİCİ, Y., 2006. Doğal Taş Atlası. Afyonkarahisar, 310.

KİM, 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.

KİM, 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.

KİM, I. J, 2004. Development of a new analyzing model for quantifying pedestrian slip resistance characteristics: part I - basic concepts and theories. International Journal of Industrial Ergonomics, 33: 395-401

KOGBARA, R. B., MASAD, E. A., KASSEM, E., SCARPAS, A. T. and ANUPAM, K., 2016. A State-of-the-art review of parameters ınfluencing measurement and modeling of skid resistance of asphalt pavements. Construction and Building Materials, 114: 602-617.

KRUGLER, P.E., FREEMAN, T.J., WİRTH, J.E., WİKANDER, J.P., ESTAKHRİ, C.K. and WİMSATT, A.J., 2012. performance comparison of various seal coat grades used in Texas, Citeseer.

KULAKSIZ, S., 2007. Natural stone (marble) mining and processing technologies. TMMOB Chamber of Mining Engineers, Ankara, Turkey, 595.

KUMAR, P., 2014. Laboratory base pavement surface analysis based on materials. International Journal of Emerging Trends in Science and Technology, 1: 07.

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.

LİNDENMANN, H., 2006. New findings regarding the significance of pavement skid resistance for road safety on Swiss Freeways. Journal of Safety Research, 37: 395-400.

MAHBOOB KANAFİ, M., KUOSMANEN, A., PELLİNEN, T. K. and TUONONEN, A. J., 2015. Macro-and micro-texture evolution of road pavements and correlation with friction. International Journal of Pavement Engineering, 16: 168-179.

MANNİNG, D.P., JONES, C., ROWLAND, F.J. and 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.

MARTİNO, M. M. and WEİSSMANN, J., 2008. Evaluation of seal coat performance using macro-texture measurements. Texas Department of Transportation, Technical Report (9/05- 8/07) FHWA/TX-08/0-5310-3.

MARPET, M., 2001. Proplems and prpgress in development of standards for quantifying friction at the walkway. Interface Tribology International, 34: 635-645.

MAYORA, J. M. P. and PİÑA, R. J., 2009. An assessment of the skid resistance effect on traffic safety under wet-pavement conditions. Accident Analysis & Prevention, 41: 881-886.

MİLLER, BC., 1999. Slip resistance standards: sorting it all out. Safety and Health 158(3): 62-70.

POWERS, C. M., KULİG, K., FLYNN, J. and BRAULT, J. R., 1999. Repeatability and bias of two walkway safety tribometers. Journal of Testing and Evaluation 27(6): 368-374.

PRATİCÒ, F. G., VAİANA, R. and IUELE, T., 2015. Macrotexture modeling and experimental validation for pavement surface treatments. Construction and Building Materials, 95: 658-666.

REUTER, M., XİAO, Y. and BOİN, U., 2004. Recycling and environmental ıssues of metallurgical slags and salt fluxes. VII International Conference on Molten Slags Fluxes and Salts, The South African Institute of Mining and Metallurgy, 349-356.

ROWLAND, F. J., JONES, C. and MANNİNG, D. P., 1996. Surface roughness of footwear soling materials: Relevance to slip resistance. Journal of Testing and Evaluation, 24 (6): 368-376.

SARIIŞIK, A., 2009. Safety analysis of slipping barefoot on marble covered wet areas. Safety Science, 47(10): 417-1428.

SARIIŞIK, A., AKDAŞ, H., SARIIŞIK, G. ve COŞKUN, G., 2011. Slip safety analysis of differently surface processed dimension marbles. Journal of Testing and Evaluation, 39: 5.

SARIIŞIK, A. ve SARIIŞIK, G., 2010. Analysis of the parameters affecting the slip angle of surface-processed natural stones. Mining Journal, 49(1): 17-30.

SARIIŞIK, A., SARIIŞIK, G. ve AKDAŞ, H., 2012. Slip analysis of surface processed limestones. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials, 165(5): 279-296.

UZ, V.E., GÖKALP, İ., EPSİLELİ, S.E. ve TEPE, M., 2014. Karayolları teknik şartnamesinde (ktş) yer alan pürüzlendirme uygulaması ve bu uygulamada endüstriyel atıkların kullanılabilirliği. Karayolları 3. Ulusal Kongresi, 25-27 Kasım, Ankara, 123-135.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**Ahmet AVCI
Uyruğu	**:**T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**Adıyaman\ Çelikhan - 12.11.1992
Telefon	**:**05537816344
e-mail	**:**ahmetavci_1080@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:Şanlı Urfa ÇEAŞ Anadolu Lisesi Haliliye, ŞANLI URFA	2010
Üniversite	:Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa İSTANBUL	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2016	FERNAS Şirketler grubu	İnşaat mühendisi
2016-2018	Tahir KIYMAZ&Mehmet ÇETİN İnşaat	İnşaat mühendisi
2018-	İLBANK VAN Bölge Müdürlüğü	İnşaat mühendisi