

1. GİRİŞ

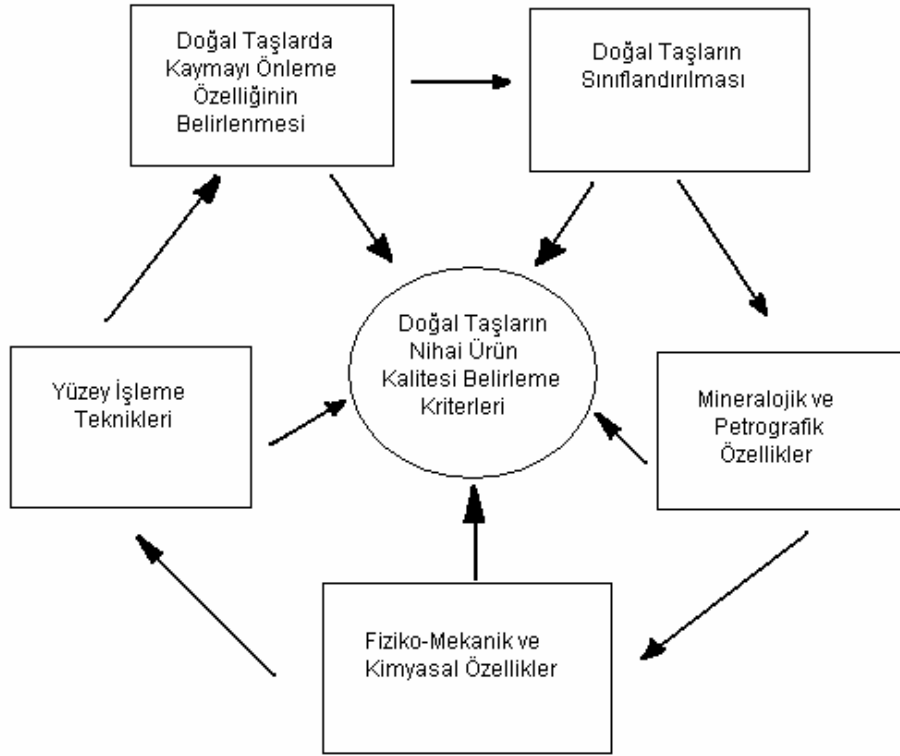
Tarihsel sürece baktığımızda, doğal taşlar, bilenen en eski inşaat malzemesi olarak kullanılmış ve yapıların ana malzemesi olmuştur. Günümüz mimarisinde doğal taşlar, yapı ve kaplama malzemesi olarak yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Bu kullanım yerleri dış mekanlarda; kaldırım döşemesi, merdiven basamağı, duvar kaplama ve zemin malzemesi, heykel ve sanatsal yapılar olarak göze çarparken; iç mekanlarda, döşeme ve kaplama malzemesi olarak, banyo ve mutfaklarda kullanılmaktadır.

Doğal taşlar, kullanıldıkları yerlerin özelliklerine ve kullanım isteğine göre birtakım işlemlere tabi tutulmaktadır. Doğal taş sektörünün son yıllardaki gelişimine ve uluslararası piyasada rekabet edebilme yeteneğine kavuşması için kaliteli ürün ve bunların standartlara uygunluğu son derece önemlidir. Doğal taş teknolojisinde bugüne kadarki süreç de genelde; malzemenin genel özelliklerini belirlemek ve kullanım yeri optimizasyonu ile kaplamada dekoratif albenisi açısından uygun bir biçimde seçiminin yapılması araştırılmıştır. Ancak günümüzde, yapı ve kaplama olarak kullanılacak doğal taşların, belirli bir standardizasyonu sağlanmalı ve kalite kontrol yöntemlerinin geliştirilmesine bağlı olarak kullanım alanlarına göre sınıflandırılması gerekmektedir (Sarıışık 1998).

Doğal taşların, fiziko-mekanik özelliklerinin kalite kontrol sürecini etkisi ve bu sürecin iyileştirilmesindeki etkileri bilinmektedir. Bu özelliklerin bilinmesiyle kalite özellikleri kontrol altında tutulmakta ve verimlilik artışı sağlanmaktadır. Mermerlerin yüksek kalitede üretilmesi ve piyasada iyi rekabet edebilmesi için; ocaktan başlayıp fabrikaya kadar süren üretim süreçlerinin yanında, tasarımdaki uygunluğu ve kullanılabilirliği de kalite kontrolleri arasında yer alır. Böylece gerek yurt içi gerekse yurt dışı satışlarda nihai ürünün kullanılabilirliği belirlenmiş olacaktır.

Bu çalışmada; nihai ürün, fayans ve plaka halindeki metamorfik ve sedimanter kökenli doğal taşların; kaplama malzemesi olarak

kullanılmasında önemli bir parametre olan eğik düzlemlerde yer kaplamalarının kaymayı önleme özelliğinin belirlenmesi tanımlanarak, DIN 51097 “Çıplak ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi” standardı kullanılarak üç farklı boyut ve honlanmış, cilalanmış ve eskitilmiş yüzeylerdeki kayma açıları hesaplanmıştır. Bunun yanında doğal taşların fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri ile mineralojik ve petrografik özellikleri belirlenerek, kayma açısına etkileri detaylı olarak incelenmiş ve doğal taşların kullanım alanlarına göre sınıflandırılması yapılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Tez Akım Şeması

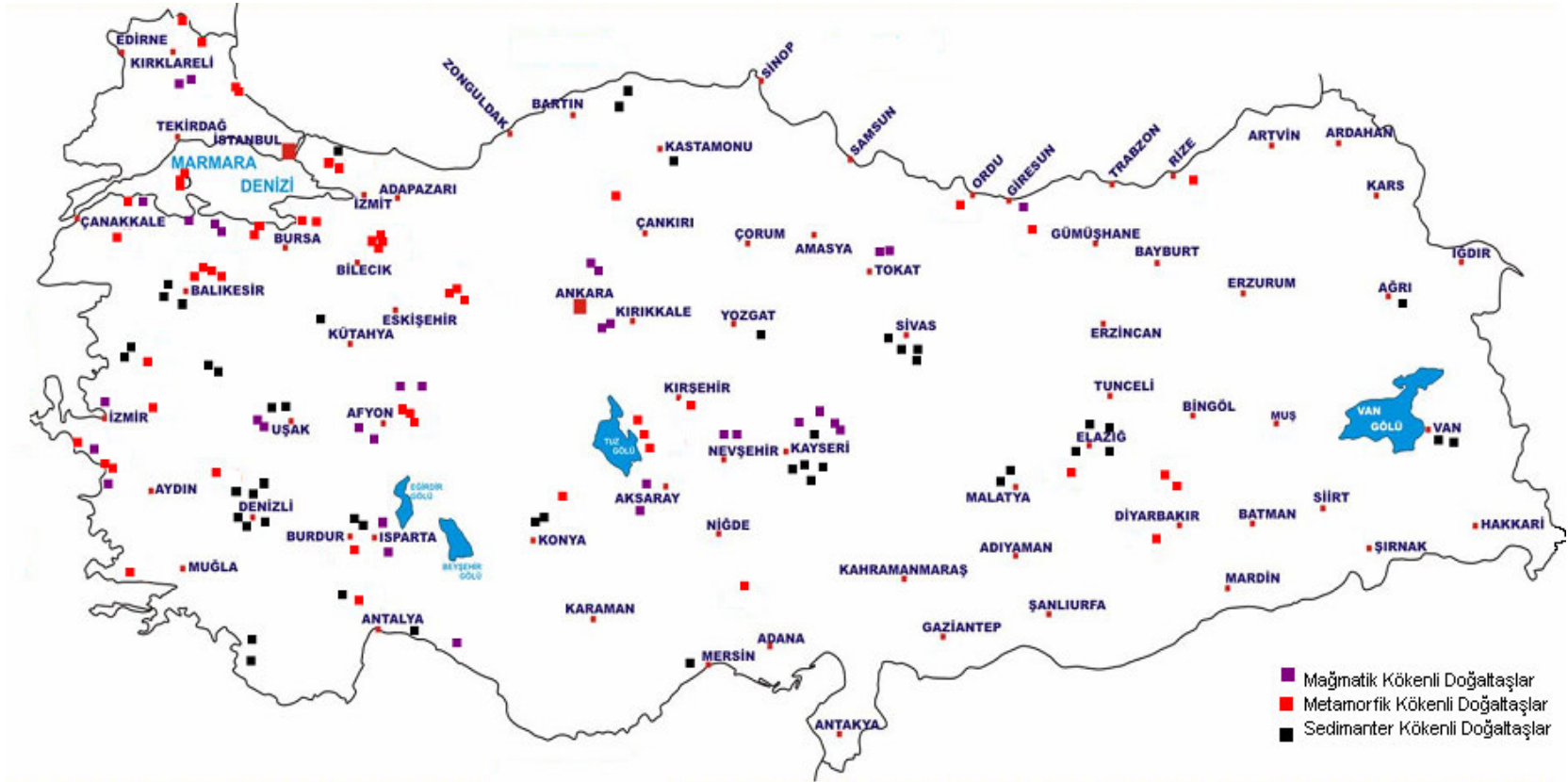
1.1 Doğaltaşların Tanımı

“Doğal taş” deyimi ticareti yapılan yada yapılmayan ve doğada olduğu gibi bulunan her türlü kayaçlar için kullanılan çok genel bir tanımdır. “Ticari doğal taşlar” yasal izinle üretilerek işlenmeden ve/veya işlenerek yada boyutlandırmadan yada boyutlandırılarak piyasada işlem gören kayaçlar olarak anlaşılmalıdır (DPT 2001).

Yerkabuğundan çıkartılıp doğrudan veya işlenerek çeşitli amaçlarla yapılarda kullanılan taşlara doğal taşlar denir. Doğada bulunan kayaçların hemen hemen tümü bu tanıma göre doğal taş kapsamına girmektedir. Doğal taşlar, kullanımlarına, sertliklerine ve kökenlerine göre ayrı ayrı sınıflandırılırlar.

1.2 Doğaltaşların Sınıflandırılması

Kesilebilen, parlatılan veya parlatılmayan kayaçları Magmatik, Sedimanter ve Metamorfik kayaçlar olarak 3 ana başlık altında inceleyebiliriz. Türkiye’deki doğal taşların kökenlerine göre illerdeki dağılımı Şekil 1.2’de verilmiştir.



Şekil 1.2: Türkiye'deki Doğal Taşların İllere göre dağılımı

1.2.1 Magmatik Kökenli Doğal Taşlar

Magmatik kökenli doğal taşlar, magma adı verilen sıvının, yerkabuğunun değişik derinliklerine sokulması ve oralarda soğuyarak katılaşması sonucu oluşurlar (Kun 2000).

Yapı, doku, mineralojik ve jeolojik konumları itibariyle magmatik kayaçlar üç ana gruba ayrılırlar. Bunlar,

- a- Derinlik Kayaçları
- b- Damar Kayaçları
- c- Yüzey kayaçları

Magmatik kayaçlarda yaygın kullanılan diğer bir sınıflandırma ise kimyasal bileşimlerinde bulunan SiO_2 oranına göre yapılan sınıflandırmadır. Kayaçlar bileşimindeki SiO_2 yüzdesine göre dört grupta toplanır.

- a. Asidik kayaçlar: SiO_2 oranı % 66'dan büyük.
- b. Nötr kayaçlar: SiO_2 oranı % 66-52 arasında
- c. Bazik kayaçlar: SiO_2 oranı % 52-45 arasında
- d. Ultrabazik kayaçlar: SiO_2 oranı % 45'den küçük.

Magmatik kayaçların kimyasal, fiziksel ve mineralojik özellikleri oldukça değişkendir. Bu değişim kayacın dış renginde, kimyasal bileşiminde, mineral bileşiminde ve dokusal özelliklerinde kendini gösterir.

Derinlik kayaçları, magmanın yerkabuğu derinliklerinde, yavaş soğuma ve tam kristalleşme sonucu oluşan kayaçlardır. Bu kayaçlarda matris yoktur. Kayaçlar genellikle eşit ve yaklaşık eşit boyutlu, aynı veya farklı cins minerallerden oluşmaktadır. Bu minerallerde tam kristalleşme gözlenmektedir (Kulaksız 2005). Magmanın soğuma süresi ve yerleşme derinliği arttıkça kayacın mineral iriliği de artar. Granit, granodiyorit, siyenit, dünit, harzburjit, troktolit, gabro veya norit, serpantinit vs. gibi kayaçlar bu gruba örnek olarak verilebilir (Kun 2000).

Damar kayaçları, derinlik ve volkanik kayaçlardan yapı, doku ve jeolojik konumları ile ayırt edilebilmektedirler. Damar kenarına doğru tane boyutları, ortadan inceye doğru olup kayaç holokristalin bir dokuya sahiptir. Bu tip kayaçlarda, koyu renkli mineraller kayaca hakim durumdadır. Bu kayaçlar genellikle kalınlıkları çok değişken damarlar halinde oluşurlar. Örnek olarak diyabaz ve aplit verilmektedir.

Volkanik kayaçlar, magmanın değişik yüzey koşullarında soğuması ile oluşurlar. Bu kayaçlar genelde kimyasal bileşenleri derinlik kayaçlarının yüzey koşullarında oluşmasına bağlı olarak isimlendirilir (Kulaksız, 2005). Doğal taş olarak değerlendirilebilecek volkanik kayaçlar; andezit, trakit, bazalt, fonolit ve dasitlerdir.

1.2.2 Sedimanter Kökenli Doğal Taşlar

Tortullaşma olayının çeşitli yolları ile oluşan kayaçlara Tortul kayaçlar veya Sedimanter kayaçlar adı verilir. Bu tür kayaçlar genellikle tabakalıdır ve çoğu kez fosil içerirler (Kun 2000). Tortul kayaçların oluşumu için kaynak, taşınma ve depolanma aşamaları gereklidir.

Sedimanter kökenli doğal taşlar kökenlerine ve oluşum ortamlarına göre kırıntılı, organik ve kimyasal olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

a) Kırıntılı Sedimanter Kayaçlar: Kaynak kayaktan kopan çeşitli boyutlarda kayaç ve mineral parçalarının karalarda ve denizlerdeki tortullaşma havzalarına taşınarak buralarda çökelmeleri ile oluşan taneli ve parçacıklı kayaçlardır. Bu gruptaki kayaçlarda kendi içinde çimentosuz ve çimentolu sedimanter kayaçlar olarak ayrılır.

Kırıntılı sedimanter kayaçlardan çimentosuz kayaçlar yapı taşı olarak kullanılmazlar. Buna karşın çimentolu sedimanter kayaçlar, sıkışmaları ve tanelerin sertliklerine göre yapı taşı olarak kullanılabilirler. Bu kayaçlar içinde kumtaşı, konglomeralar ve tüfitler ekonomik olarak değerlendirilirler.

b) Kimyasal Sedimanter kayaçlar: Bu kayaçların oluşumunda kaynak, sudaki erimiş haldeki kayaç iyonlarıdır. Bu iyonlar, gerek buharlaşmanın hızlı ve devamlı olması, gerekse beslenme havzasından tuz geliminin devam etmesiyle, zaman içinde yoğunlukları artar. Bu yoğunluk artışı sonucu su içinde eriyemeyen iyonlar jel haline gelerek, yerçekimi etkisiyle hareket eder ve jel halinde çökerek depolanır. Ayrıca bikarbonat içeren sıcak veya soğuk sular, çatlaklarda gezerken üzerlerindeki basıncın kalkmasıyla içlerindeki CaCO_3 'ü çökeltirler. Böylece kimyasal kökenli sedimanter kayaçlar oluşur. Bu grupta yer alan kayaçlar, travertenler, oniksler ve mikrokristalin kireçtaşlarıdır. Bu kayaçlar, kimyasal bileşimlerine göre tanımlanırlar. Kireçtaşı, traverten, oniks, sarkıt ve dikitler, marnlar ve Ca-Mg karbonat olarak ayrılırlar.

c) Organik Sedimanter kayaçlar: Bu kayaçların oluşumunda kaynak canlılardır. Deniz ve göllerde yaşayan kavrık canlıların ölmesi ve bu kavrıkların yerçekimi etkisiyle dibe taşınıp depolanmasıyla oluşurlar (Kun 2000). Bu grupta birçok karbonat kökenli kireçtaşları ve resifal kökenli kireçtaşları bulunmaktadır.

1.2.3 Metamorfik Kökenli Doğal Taşlar

Metamorfizma kelime anlamı ile başkalaşım demektir. Kayaçların basınç ve sıcaklık altında kalması sonucu oluşan kayalardır. Bir kayacın katı durumunu muhafaza ederek fiziksel ve kimyasal koşullarda, basınç sıcaklık şartları altında kalarak minerallerini değiştirerek başka bir kayaca dönüşmesi olayıdır (Önenç 2004).

Metamorfitle, orijinal karakterleri yer küresi içindeki çeşitli işlemlerle değişime uğramış olan kayaçlardır. Bu değişimler, doku olarak da adlandırabileceğimiz, minerallerin kendi aralarındaki kısmi değişimleri veya kayacın her türlü ilksel özelliğinin değişimine neden olan yeni mineral oluşumları ve buna bağlı olarak yeni bir kayacın ortaya çıkmasıdır. Bu kayaçlar, magmatik, sedimanter veya eski metamorfik kökenli kayaçların

sıcaklık ve basınç altında kalarak başkalaşıma uğramasıyla oluşan kayalardır.

Metamorfik kayalar, saha çalışmalarına göre belli başlı 3 ana grupta toplanırlar.

Kontak metamorfik kayalar (Hornfelsler)

Dinamik Metamorfik kayalar (Milonitler)

Bölgesel Metamorfik kayalar (Arduvaz, fillit, şist, gnays, mermer, kuvarsit, amfibolit, migmatit vs.)

Kontak metamorfik kayalarda; magmadan gelen sıcaklık, gaz ve hidrotermal sıvıların etkisi önem taşır. Karbonatlı kayada, magmanın değme yüzeyinden uzağa doğru başkalaşım etkisi azalır. Başkalaşım, kayacın bileşimine göre kontak başkalaşımıyla oluşmuş mermerlerde, grana, aktinolit, diyasporit, brusit, tramolit, epitot, pirit gibi minerallere rastlanır. Mağmatik getirimler, kontakt başkalaşımıyla oluşmuş mermer kütlelerinin değişik kısımlarında farklı ikincil minerallerin oluşumunu sağlarlar. Oluşum farklılıkları renkte, desende, yapıda devamlılığı bozar (Şentürk vd. 1996).

Dinamik metamorfik kayalarda; gerili kuvvetlerin etkisiyle değişim söz konusudur. Sıcaklığın etkisi fazla görülmez. Yönlü kuvvetlerin etkisi ile kayalarda kırılma, ufalanma ve erime ile tekrar yeniden kristalleşme görülür. Breşik dokulu mermerler, bu tip faaliyetler sonucu oluşmuşlardır. Serpantin ve kireç taşlarının yan yana bulunduğu yörelerde ofikalsitler gelişir, güzel yeşilli beyazlı mermerler şekillenir (Şentürk vd. 1996).

Bölgesel metamorfik kayalarda; sıcaklık, basınç, gerilim ve kimyasal faaliyetler etkin rol oynarlar. Jeoseklinal bölgelerinde geliştiklerinden geniş alanlara yayılırlar. Basınç etkisi hidrostatik ve makaslama olarak görülür. Başkalaşmaya uğrayan karbonatlı kütlelerin bileşiminde yer alan mineral çeşitlerine göre yeni mineraller kristalleşirler. Yapraksı ve uzun mineraller, basınç etkisi altında yönlenme gösterirler. Bu minerallerin düzlenmesi, birikimleri, foliasyon oluşturur ki mermer için zayıflık düzlemleridir.

Bölgesel başkalaşım, kontakt başkalaşımında görülen karakterleri taşıyabilir. Başkalaşım, epison, menozon ve katozon olarak üç zon oluşturur ve zonlarda sıcaklık, basınç ve gerilme farklı boyutlarda görülürler. Saf kireçtaşı ve dolomitlerden beyaz mermer vedolomitik mermerler oluşurken, saf olmayan kireçtaşlarından wollastonit granat, epidot, diyasporitli mermerler ile saf olmayan dolomitlerden aktinolit, teramolit, forsterit ve sipiralli mermerler oluşurlar. Metamorfizmaya uğramış karbonatlı kayalarda, değişik bileşimli killerde klorit, biyotit, muskovit mineralleri de şekillenirler (Şentürk vd. 1996).

1.3 Doğaltaşların Kullanım Alanları

Günümüzde doğal taşların başlıca kullanım alanlarını inşaat sektörü, dekorasyon, mezarcılık ve güzel sanatlar oluşturmaktadır. İç ve dış duvar kaplamalarında ise önemli artışlar gözlemlenmektedir. Bunun yanında merdiven ve giriş kısımları ile, mutfak, şömine, ve banyolarda kullanılmaktadır. Ayrıca, son yıllarda park ve bahçeler ile büyük kentlerin cadde ve tretuvarlarında doğal taş kullanımı artmaktadır (Çizelge 1.1). Mermer, kireç taşlarının ve dolomitik kireç taşlarının sıcaklık ve basınç altında kristalleşmesi sonucunda oluştuğundan bünyelerinde mikrop, virüs ve her türlü hastalıklara karşı koruyucu özellik taşımaktadır. Tarih öncesinde de mermer kullanımının yaygın olmasının nedenlerinden birside bu özelliğidir. Günümüzde de yapay malzemelerden bir kaçış yaşanmaktadır. Çünkü doğal olmayan her malzeme belli bir süre sonra insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde doğal taş kullanımı hızla artmaktadır.

Çizelge 1.1: Doğal Taşların Kullanım Alanlarına Göre Sınıflandırılması
(<http://www.stonetr.com>)

İç Mekanlar	Dış Mekanlar
Duvar kaplama plakaları	Cephe ve giydirme, cephe kaplama plakaları
Yer döşeme plakaları	Yer döşeme kaplama plakaları
Mendiven basamak, korkuluk, trabzan, küpeşte ve rıhları	Merdiven basamak ve rıhları
Pencere, kapı söve ve denizlikleri	Pencere, kapı söve ve denizlikleri ve eşikleri
Bitiş kenar profilleri	Masa, sehpa ve banklar
Dekoratif profiller	Kaldırım taşları ve bordürleri
Banyo ve Mutfak tezgahları	Havuz ve çeşme
Hilton lavoba	Sütun, küpeşte ve kemerler
Küvet	Bahçe düzenlemesi için işlenmiş taşlar
Masa ve sehpalar	Yüzme havuzu kaplamaları
Şömine ve barbeküer	Mezar ve mezar taşları
Dekoratif eşyalar	Anıt ve heykeller
Çeşme, kurna, evyeler	Diğer dış mekan taşları

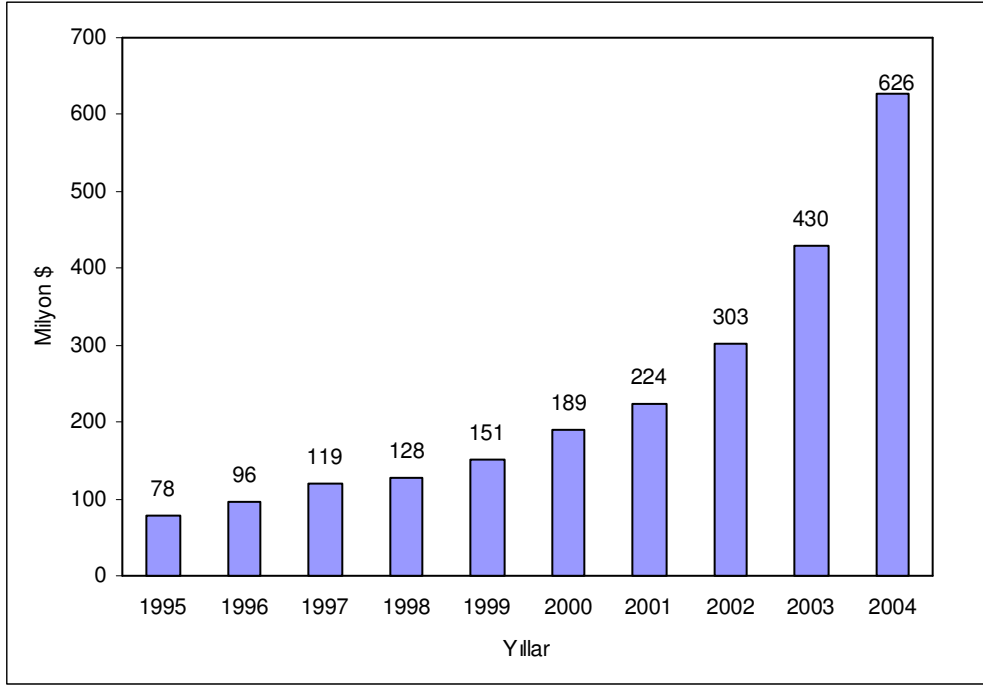
1.4 Doğaltaşların Üretimi ve İhracatı

Dünyanın en zengin doğal taş rezervlerinin bulunduğu Alp kuşağında yer alan ülkemiz, renk ve mineral çeşitliliğine sahip doğal taşlar açısından çok büyük bir potansiyele sahiptir. Marmara ve Ege bölgesi başta olmak üzere, Trakya'dan Doğu Anadolu'ya kadar tüm coğrafi bölgelerde 589 milyon m³ görünür, 1545 milyar m³ muhtemel ve 3027 milyar m³ mümkün rezerv olmak üzere toplam 5161 milyar m³ mermer rezervi bulunmaktadır. Afyon, Muğla, Denizli, Uşak, Burdur, Antalya, Eskişehir, Konya, Marmara adası,

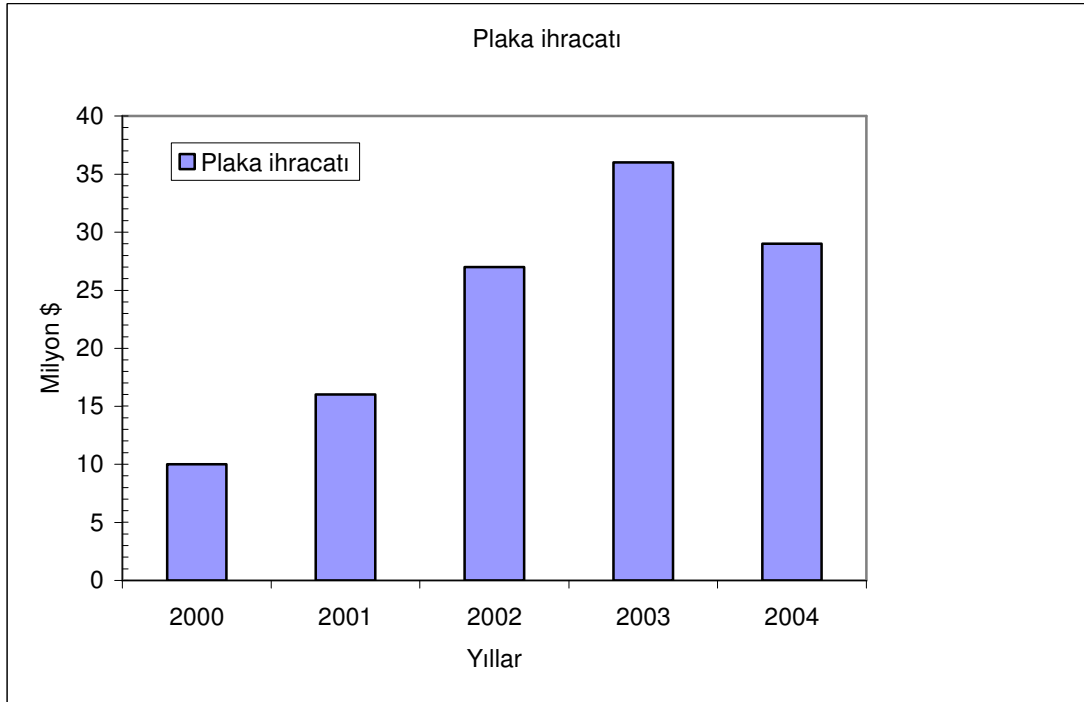
Balıkesir, Bilecik, Çanakkale, Elazığ, Kayseri, Kırklareli, Diyarbakır ve Bursa ülkemizde en yoğun üretim yapılan bölgeler olmakla birlikte, henüz mevcut potansiyelin çok küçük bir dilimi değerlendirilebilmektedir (Gürcan ve Sabah 2003).

İhracata baktığımızda; 1980'li yılların başında Türkiye'nin işlenmiş doğal taş ihracatı 840 bin dolardır. Bu yıllarda blok doğal taş ihracatımız işlenmiş doğal taş ihracatımızın yaklaşık olarak üç katıdır. 1980'li yıllarda blok ve işlenmiş doğal taşlarda toplam ihracatımız 3 milyon dolar iken 2004 yılı sonunda doğal taş ihracatımız 626 milyon dolardır. 1981 yılının sonunda yarı işlenmiş Marmara adası mermerlerinden Kuzey Afrika'ya ihracatla dış pazarlarda arayışlarımız başlamıştır. Bu dönemden sonra yeni ocaklar ile beraber yeni fabrikalar kurulmuştur. 1990'lı yıllarda işletmelerimiz Amerika pazarında yoğun olarak faaliyet göstermeye başlamış ve ihracatımız 40 milyon dolara yaklaşmıştır. 1990'lı yıllardan itibaren Eskişehir Süpren, Balıkesir Kumru Tüyü, Muğla Beyaz, Leylak ve Limoni ve Bilecik Rozalya mermer ihracatında ön plana çıkmıştır. Körfez savaşı ile Amerikan ekonomisindeki durgunlukla 1991 yılında ihracatımız 34 milyon dolara gerilemiştir. 1992 yılında Bilecik'te ve Muğla Yatağan'daki doğal taş ocaklarının ve fabrikalarının kurulması ile ihracatımız 46 milyon dolara çıkmıştır. 1980 ile 1990 yılları arasında doğal taş işletmeleri uluslararası pazarda ürünleri ile alıcı bulmaya başlamıştır (Filazi 2003).

1997 yılında doğal taş ihracatımız 100 milyon doları aşmıştır. Doğal taş sektörü bu yıldan sonra traverten ve Kireçtaşimermerleri ile ilgili yatırımlarını yoğunlaştırmıştır. Türkiye son on yılda gerçekleştirdiği yatırımlarla dünya doğal taş ihracatında ilk 5 ülke arasında yer almayı başarmıştır. Doğal taş ihracatımızın % 95'ini mermer ve traverten oluşturmaktadır. Şekil 1.3'de doğal taş ihracat değerlerimiz belirtilmiştir. Ayrıca, 2000 ile 2004 arasında Türkiye'de Plaka İhracatının değerleri Şekil 1.4 de verilmektedir.



Şekil 1.3 Türkiye Doğal Taş İhracatının Yıllara Göre Değişimi (Taş Dünyası Dergisi)



Şekil 1.4 Türkiye Plaka İhracatının Yıllara Göre Değişimi (Mutlu 2005)

1.5 Doğaltaşlarda Uygulanan Yüzey İşleme Teknikleri

Yüzey işleme tekniği malzemenin estetik görünümünü ortaya çıkartır. Doğal yapı taşlarında yüzey işleme tekniği yapılmasıyla kullanım işlevi ve bazı teknik özellikleri (dayanım, çevre koşulları yada kaymazlık) etkilemektedir. Bu özelliklere bağlı olarak yüzey işlemeyi; mekanik, darbe ve kimyasal metotlar olarak sınıflandırabiliriz.

1.5.1 Mekanik Yüzey İşleme Tekniği

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

1.5.1.1 Cilalama

En çok ve sıklıkla uygulanan yüzey işleme tekniğidir. Parlatma işlemi, gittikçe azalan büyüklüğe sahip aşındırıcı tanelerin mermer yüzeylerinden malzeme uzaklaştırması ve bunun sonucunda mermer yüzeylerinin pürüzleştirilmesi ve ışığı yansıtır hale getirilmesi prensibine dayanır.

Sert taşlarda, çok ince taneli aşındırıcıların kullanılmasıyla parlatma işlemi gerçekleştirilmektedir. Karbonat bileşimli doğal taşlarda uygulanan cilama işleminde ise parlatmaya ek olarak kimyasal madde kullanımı söz konusudur. Kullanılan bu kimyasal madde doğal taşın yüzeyi ile tepkimeye girerek parlak görünmesini sağlamakla birlikte yüzeyin korozif maddelerin etkilerine ve çizilmelerine karşı dayanımını da artırmaktadır.

Doğal taş cilalama mekanizmasında etkili olan 3 ana parametre;

Kullanılan güç kaynağı ve hareket mekanizması,

Aşındırıcı ürün ile ilgili faktörler

Aşındırılan malzeme ile ilgili faktörlerdir.

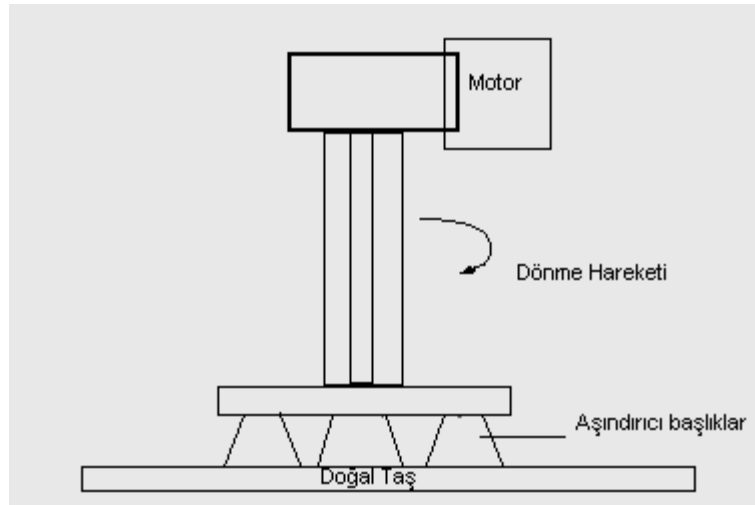
Parlatma işlemi temelde kontrollü bir aşındırma işlemidir. Kullanılan makineler birbirlerinden farklı olmalarına rağmen temel olarak aşındırma yapan kısımları bakımından birbirine çok benzemektedir.

Cilalama işleminde, silim hattı ve cila hattı adı verilen makineler kullanılır (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Silim hattı (MKS 2005)

Hangi tip makine olursa olsun, aşındırma yapan kısım üç temel bölümden oluşur. Bunlar; doğal taş yüzeyi ile temasta olan aşındırma işlemini gerçekleştiren aşındırma başlıkları, bu başlıklara uygulanan baskıyı oluşturan kısım, aşındırıcı başlıkların doğal taş yüzeyinde yaptığı dönme hareketini sağlayan motordur (Şekil 1.6).



Şekil 1.6 Doğal Taş Silme ve Cilalama Makinelerinin Şematik Gösterimi (Kulaksız 2005)

Cilalama işlemi yapılan doğal taş yüzeyinde pürüzlülük değerinin minimum olmasından dolayı genellikle gözenek yoktur. Buda fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanımını sağlamaktadır. Yoğun insan sirkülasyonunun olduğu yerlerde bu yüzeylerde yeterli bakım yapılmazsa parlaklık yavaş yavaş kaybolmaktadır. Parlaklığın ve yüzey özelliğinin kaybolması kaymayı önlemede önemli bir etkidir.

1.5.1.2 Honlama

Honlama yüzeyde hiç ince taneli abrasiv kullanmadan yüzey oluşturulur. Böylece ilerleyen abrasivlere göre honlama serisi oluşur. Honlanmış yüzey yansıtıcı değildir ve renk tonlamaları donuk ama malzemelerin doğal estetik karakterlerini gösterirler (Persianstone 2005).

Honlama işlemi için istenilen matlık talebine göre 220, 240, 320 veya en son $\frac{3}{4}$ grain abrasivle silim yapılır ve ardından honlama keçesi veya plastik honlama fırçaları ile abrasiv izleri silinir. Honlama keçeleri veya fırçaları çok düşük basınçta çalıştılarından bazen kafaların kendi ağırlıkları bile fazla gelebilir. Bu nedenle kafaların “0” basınca kadar ayarlanabilir olması iyi bir honlama için gereklidir (Acar 2004). Honlama işlemi sonucunda düz, pürüzsüz ve nispeten parlak bir yüzey elde edilir. Ancak elde edilen parlaklık, cilalanmış ve parlatılmış mermer yüzeyleri gibi ışığı yansıtmaz. Bu nedenle honlanmış mermerlerin doğal renkleri cilalanmış mermerler kadar etkili bir görünüşe sahip değildir ve birbirine benzer özellik gösterir (Çelik ve Kavuşan 2002). Cilalama tekniği uygulanmış yüzeylerin istenmediği alanlarda, honlanmış yüzey tercih edilir. Yüzey cilasız olduğu için kaymayı önleyici ve emniyetli bir yürüyüş imkanına sahiptir.

1.5.1.3 Pürüzlü

Çok nadir kullanılmasına rağmen, bazen kesilen malzeme yada ocaktan gelen malzemenin yerleştirilmesi için sadece kesilerek hazırlanır.

Katrakla kesim yüzeyi, düz testerenin ileri-geri hareketi sonucu oluşan kesim yüzeyidir. Kullanılan aşındırıcı malzemenin çeşidine göre oluşan yüzeyin pürüzlülüğü değişir. Bu şekilde kesilen granitlerin yüzeyinde kaba pürüzler oluşacağından sonra bir aşındırma uygulanabilmektedir. Mermer ve traverten de kesmeyle oluşan yarı-düzgün görünüş özellikle dış cephe kaplaması, merdiven basamağı gibi uygulamalarda son kullanım için sorun yaratmamaktadır.

Dairesel testereli blok kesme makinelerinde ve elmas tel kesim yüzeyinde pürüzlü bir yüzey oluşmaktadır. Pürüzlü doğal taş daha çok açık hava alanlarında kaymama özelliğinden dolayı değerlendirilir. Bu işlem sıklıkla bazı türdeki kumtaşlarında kullanılır (Persian-stone 2005).

1.5.2 Darbeli Yüzey İşleme Tekniği

1.5.2.1 Eskitme

Son yıllarda inşaat sektöründe daha çok antik görünümlü doğal taşlardaki artışa bağlı olarak eskitme çalışmaları hız kazanmıştır. Eskitilmiş doğal taşlar iç ve dış mekanlarda dekorasyon ve süs amaçlı kullanılmaktadır.

Eskitilmiş yüzey, uzun zamanda aşınma ile meydana gelecek görünümü taklit ederek yüzeylere verilen eski görünümdür. Bu işlemi yapmak için uygulanan değişik yöntemler mevcuttur (Kulaksız, 2005).

Eskitme 3 farklı yöntemle yapılmaktadır. Tank tipi makinelerde yapılan eskitme oldukça basit bir işlemdir. Doğal taş parçaları su ve aşındırıcı parçacıklarla beraber eskitme tankının içine koyulur ve makinenin çeşitli mekanik hareketleri sonucunda aşındırıcı sulu karışımla karışarak aşınır. Doğal taş parçaları titreşim, salınım, çalkalama hareketleri yapan bir tankın içinde değişik formlarda aşındırıcı, kimyasal veya metal malzemelerle birlikte muameleye tabi tutulur. Aşınma kenar ve köşelerde daha fazla etkisini gösterir, parçalar işleme devam ederek ilerlerler (Şekil 1.7). Bu

uygulama için en uygun malzemeler orta sertlikte mermerler, travertenler, sağlam breşler, kireçtaşlarıdır.



Şekil 1.7: Eskitme Makinesi (Kromaş 2005)

Fırça ile yapılan eskitme işlemi çok yakın zamanda uygulamaya koyulan işlemlerdendir. Bu işlem sonucunda elde edilen yüzeylere fırçalı, patine, patinato gibi isimler verilmektedir. Fırçalama bilinen metal fırçalara benzeyen abrasivlerle yüzeylere sürtme şeklinde yapılan mekanik bir işlemdir. Fırçalama işlemi değişik şekillerde uygulanmaktadır; kalibrasyon ve kaba aşındırmadan sonra yapılabilir, tel, blok kesimi veya katrakla kesim sonrasında ve hatta yakma işleminden sonra bile uygulanabilir. Fırça ile eskitme işleminin en ilgi çekici yanlarından biri de işlemin parlatma –cilalama işlemi için kullanılan makinelerde uygulanabilmesidir. Bu yöntemle taş çok yumuşak ve doğal bir görünüm kazanır, bu yüzden fırçalama oldukça talep gören bir yöntemdir (Şekil 1.8). 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 (Kulaksız, 2005).



Şekil 1.8: Eskitmede Kullanılan Fırçalar

Asit kullanılarak yapılan eskitme yönteminde, asit banyolarında doğal taşlar belirli asit çözeltileriyle bir süre muamele edilmektedir. Bu işlem malzemenin özelliğine bağlı olarak ve istenilen yüzey profili için, uygulama süresi ayarlanabilir.

Eskitme işlemi uygulanan doğal taşlar antika görünümü kazanabilmekte ve bu parçalar, yer döşemeleri, duvarlarda kullanılabilmekte dolayısıyla çok geniş kullanım alanları vardır.

1.5.2.2 Kuşlama

Kuşlama; dere kumu, korund veya diğer sert malzemeler ve sudan oluşan aşındırıcı karışımının yüksek basınçla ve yüksek hızla doğal taş yüzeyine püskürtülmesi işlemine denir. Kum püskürtme yüzeylerde pürüzlü fakat çoğunlukla yumuşak bir görünüm oluşturur (Kulaksız, 2005). Renk tonları ve damarlar bir parça donuktur. Böylece doğal taş yüzeyleri pürüzlü ve antik bir görünüm kazanır.

Giderek yaygınlaşan yüzey şekillendirme yöntemlerinden olan kuşlama işlemi, kuşlama makinelerinde gerçekleştirilmektedir. Kuşlanacak parçalar tekerlekli arabalar üzerinde makineye girer ve çıkarlar.

Kumlanacak parçaların yüzeyinde oluşturulmak istenilen yazı, şekil ve desenlere göre yüzey üzerine önceden çelik kalıplar yerleştirilmektedir. Kumlama işlemi sırasında yüzey malzemesinde istenilen derinliğe bağlı olarak 5 mm kadar bir kalınlık kaldırılabilir (Çelik ve Kavuşan 2002).

1.5.2.3 Alevle Yakma

Bu yöntem yüksek sıcaklıktaki alevin tekli veya çoklu alev demeti şeklinde yüzeye püskürtülmesi işlemidir. Yakma işleminde, kayaç malzemesi sıcaklığı 2500 °C'ye varan ısı jete maruz kalır (Kulaksız, 2005). Alevle yakma işlemi farklı termal genleşme katsayısına sahip değişik minerallerden oluşan kayaçlara uygulanmaktadır. Özellikle granit içerisinde yer alan kuvars minerallerinin ısı karşısındaki davranışları, bu işlemin granit yüzeylerinde etkili olmasını sağlamaktadır. Kalsiyum karbonat kökenli mermerlerin yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmaması nedeniyle bu işlem uygulanamaz. Hatta bileşiminde demir bulunan bazı granitler bile bu ısı işleme uygun olmayabilmektedir. Taşın aniden ısınmasıyla oluşan patlamalar sonucunda taş yüzeyinde çukurlar meydana gelirken yeni kristal taneleri ortaya çıkmaktadır. Bu işlem sonucunda kuvars kristalleri ısı şoku ve ani soğuma ile ufak parçalara ayrılmaktadır. Bunun yanında taş yüzeyinde tümsekli – çukurlu, pürüzlü bir yapı oluşmaktadır. Bu yapı, kaymayı önleyici özellikte olması nedeniyle özellikle dış mekanlarda, yürüyüş yolu ve kaldırımlarda tercih edilmektedir (Çelik ve Kavuşan 2002).

1.5.2.4 Çekiçleme

Çekiçleme geniş anlamıyla darbeli aletler kullanılarak yapılan bütün işlemlere kapsamaktadır. Sonuçta kendine has doğal olmayan yüzeyler elde edilmektedir. Bu amaçla keskiler, mucartalar, çekiçler pensler, raspalar gibi el aletleri veya darbeli mekanik aletler kullanılır (Kulaksız, 2005).

Klasik çekikleme işleminde kullanılan alet, ucu yoğun bir şekilde piramit uç içeren çekiç veya çekiç ikilidir. Yüzeyde oluşan kırıkların düzgün bir biçimde dağılımını sağlayacak şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu girinti çıkıntılarının büyüklüğü kullanılan alete ve çarpma hızına bağlıdır. Bu işlem günümüzde otomatik çalışan makinelerde yapılmaktadır. Makine ile çekikleme de, çekikleme makinelerinde kullanılan çekiçler, bir ya da daha fazla uç ile donatılmıştır. Bu uçlar bir köprü boyunca hareket ederler. Sert metal uçların taşın yüzeyine çarparak aşındırması ve bir miktar parça koparması ile yüzeye doğal ve değişik bir görünüm kazandırmaktadır. İstenilen görünüm ve yüzey şekline bağlı olarak bu uçlar değişik boyut ve şekillerde değiştirilebilecek tiptedir. Çalışma basıncı, çekiç hızı ve darbe sayısı mermer özelliklerine bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Kırılma ihtimali olan hassas yüzeylerde düşük hızlarda, uygun basınçta ve daha hafif darbelerle işlem yapılması gerekmektedir (Şekil 1.9). Bazı çekikleme makineleri ise aynı anda yatay ve dikey yüzeylerde çalışan çekiçlerle donatılmışlardır (Çelik ve Kavuşan 2002).

Mekanik yüzey şekillendirme uygulamaları, doğal taşın mineralojik-petrografik ve jeomekanik özellikleriyle ilgili olarak uygulamayı iyi kabul edip etmemesine göre seçilir. Normal olarak darbe kuvvetlerini taşıyabilmeleri için bu tip ürünlerin kalınlığı fazla olmalıdır. Darbe uygulamaları ile malzemenin mekanik özellikleri zayıfladığından kalınlıktaki artış dayanım açısından bir avantaj sağlamamaktadır.

Yapılan çekikleme işlemleri sonu yüzeyde oyulmuş, pürüzlü, kabartmalı bir görünüm sağlar. Oluşan pürüzlülük nedeniyle yoğun insan sirkülasyonunun olduğu alanlarda bu yüzey işlemesi kullanılabilir.



Şekil 1.9: Bantlı Tip Çekiçleme Makinesi (Gürmaş 2005)

1.5.3 Kimyasal Yüzey İşleme Tekniği

Kimyasal yüzey işleme uygulamaları doğal taşların fiziksel, mekanik ve görünüm özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla birçok ihtiyaca cevap vermektedir. Kimyasal yüzey işleme yöntemiyle;

Çatlaklı ve zayıf olan doğal taşlar sağlamlaştırılır,

Gözeneklerin doldurulmasıyla yapı ve doku özelliklerinin iyileştirilmesi

Yüzey aşınmaya karşı direnç sağlanması sağlanır.

1.5.3.1 Asitle Yıkama

Asit kullanılarak yapılan yüzey işleme yönteminde, asit banyolarında doğal taşlar belirli asit çözeltileriyle bir süre muamele edilmektedir. Bu işlem malzemenin özelliğine bağlı olarak ve istenilen yüzey profili için, belirli uygulama süreleri belirlenebilir.

Asitle yıkama doğal taşta aşındırıcı etkiye sahiptir. Asitle yıkama yöntemiyle, darbe etkisiyle yapılan eskitmeye benzer bir yapı meydana gelir. Asitler yağlı ve tozlu benekleri uzaklaştırırken oksidasyon etkisine neden olur ve malzeme rengi değiştirebilir. Doğal taşların yapısına bağlı olarak etkileşime giren yüzeyde oluşan pürüzlülük, kayma etkisini azaltan bir özellik olarak değerlendirilebilir.

1.5.3.2 Epoksi Uygulaması

Epoksi uygulaması sorunlu malzemelerin birleştirilmesinde ve güçlendirmesinde kullanılmaktadır. Epoksinin kayaç içine nüfuz ettirilerek daha sıkı ve dayanıklı bir hal alması sağlanır. Genellikle plaka / fayans hattının bir parçasını oluşturur ve yeri kaba aşındırma sonrasıdır. Malzemenin dayanımına bağlı olarak reçine dolgu plakanın bir veya iki yüzeyine birden uygulanır (Şekil 1.10). Arka yüzün güçlendirilmesinde epoksi ile genellikle yardımcı bir file kullanılır. Çatlak sorunu olan sert Kireçtaşıdoğal taşlarda ve ince kesimler sırasında veya daha sonraki cila aşamasında oluşan kırılmalarda kayıp oranını azaltmak için, sorunlu doğal taşlar kalibrasyon ve cilaya sokmadan önce çatlak ve gözenekler doldurularak gerekli mukavemet artışı sağlanmaktadır (Kulaksız 2005).



Şekil 1.10: Epoksi Uygulaması (İnka 2005)

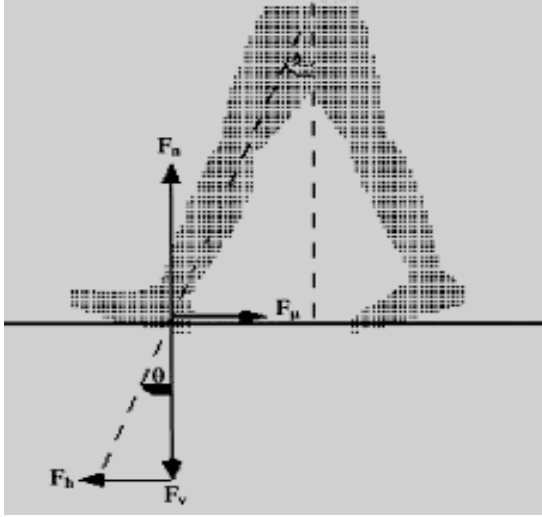
2. DOĞALTAŞLARDA KAYMAYI ÖNLEME ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

2.1 Kayma Direncinin Tanımı

Kayma direnci, insanların sağlıklı hareketi için önemli olan, doğal taşlar kullanılarak yapılan kaplama tasarımıda önem verilmesi gereken bir konudur. Kayma direnci son yıllarda, özellikle zemin kaplama malzemelerinin özelliklerinin belirlenmesinde daha fazla ortaya çıkmaya başlamıştır. Kayganlık, yüzey ve yüzeyle etkileşen nesnenin çekme yada sürtünmesinden oluşan etki olarak tanımlanabilir. 1950'ler sonrasında; iki yüzey arasındaki etki dikkate alınarak yatay kuvvetin dik kuvvete bölünmesi sonucu oluşan sürtünme katsayısı, insan aktivitelerinde dikkate alınmasının gerekliliği belirlenmiştir (Şekil 2.1). Yayaların, kayma kazalarının artmasıyla bu kaymazlık çalışmalarının önemini belirgin olarak artırmıştır (Anonim 2004). Ayrıca son yıllardaki araştırmalarda Rowland, James ve Hunhes kayma sonucu yaralanmaların endüstriyel yaralanmaların içinde % 33'e ulaştığını rapor etmiştir (Adams 1997).

Kayma sonu oluşan kazaların asıl nedenini anlamak için yapılan çalışmalarda kazaların, kaplama yüzeyi ile ayakkabı etkileşiminden kaynaklandığı bulunmuştur (Kim 2004). Ayakkabı ve zemin yüzeyi arasındaki kayma direnci, kayma ve düşme sonucu olan kazaları önlemek için çok önemlidir ve sürtünme katsayısı şeklinde ölçülür.

Bu çalışmada kullanılan eğik düzlem test cihazında elde edilen kayma açısının tanjantı, ayak ile kaplama malzemesi yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısını verir (Bowman 2003).



Şekil 2.1: Sürtünme Katsayısının Vektörel Olarak Gösterimi ($\tan \theta = F_h/F_v$).

2.2 Kayma Direnci Ölçüm Yöntemleri

Kaplama malzemelerinde yayaların, kayma direncinin ölçümü için birçok ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu amaçla yapılan test cihazları kayma direncini, dinamik ve statik sürtünme katsayısını belirlemek amacıyla tasarlanmıştır. Buradan yola çıkarak istenen özelliği belirlemek için doğru yöntemi seçmek gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan test cihazları, Yatay Sürtünme Ölçüm Metresi, Yatay Dinamometre, James Makinesi, Sarkaç Testi ve Eğik Düzlem Test Cihazını bulunmaktadır.

2.2.1 Yatay Sürtünme Ölçüm Metresi

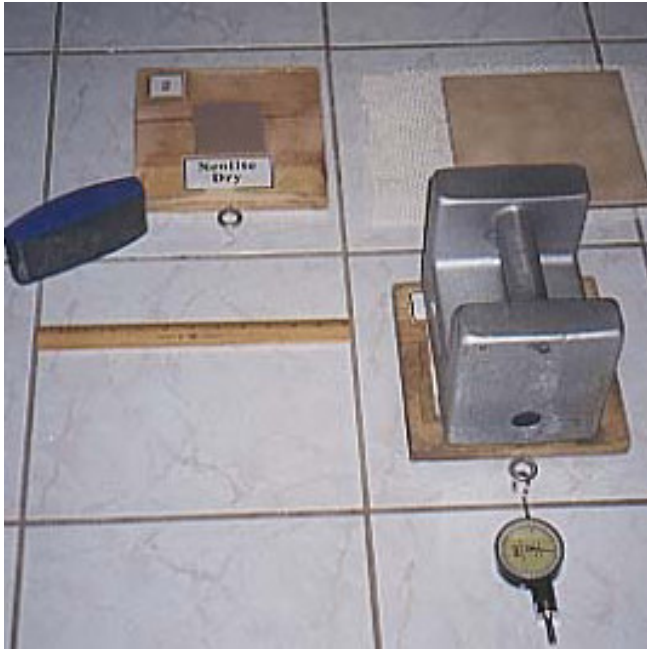
Bu test cihazı, sürüklemeye kazağına sahiptir; ilk olarak yatay bir kuvvetle çekilirken, nesnenin ilk harekete başladığı noktayı ölçer (Şekil 2.2). Bu test cihazı, herkes tarafından çok kolaylıkla kullanılabilir. ASTM standartlarına göre, ıslak zeminde kullanılabileceğini belirlenmiştir. Cihaz, istatistiksel olarak 0,22'in aşağısında 0,8 yukarısındaki sürtünme katsayısı (COF) okumalarında hatalı sonuçlar verebilir, bu aralıktaki okumalar elde edildiğinde bunları dikkate alınmaması gerekir (Anonim 2004).



Şekil 2.2: Yatay Sürtünme Ölçüm Metresi (Safetybiz 2005)

2.2.2 Yatay Dinamometre

Yatay Dinamometre cihazı farklı bir çekme kızağı testidir. Sürtünme katsayısı ölçümü yatay kuvvetin dik kuvvete bölünmesiyle kaydedilir (Şekil 2.3). Ölçümlerle ilişkili, el tarafından itilen bu aletle işlemlerde değişmeler olacağını söylemektedirler. Bu test cihazı, ucuz ve inşaatlarda kullanmak için tasarlanmıştır. ASTM Test protokolü tarafından, hem yol yüzeylerinde hem de kiremit zeminlerde test etmek için kullanılabileceği kabul edilmiştir (Anonim 2004).

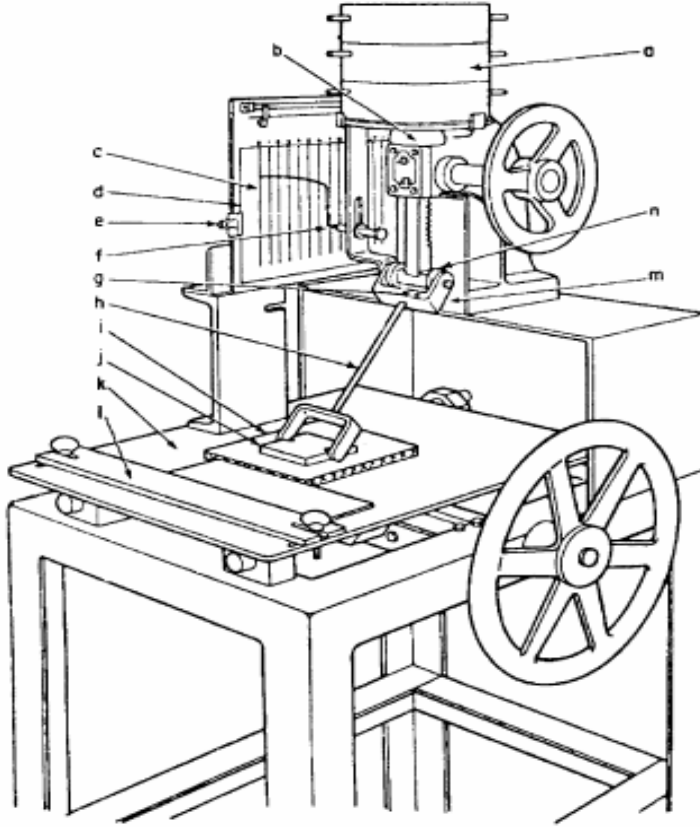


Şekil 2.3: Yatay Dinamometre görüntüsü

2.2.3 James Makinesi

1975'de zemin- yüzey ürün imalatçılarının ortaklığı ve ASTM D2047 sponsorluğunda test için yapılan laboratuvar makinesidir. En eski ve diğer standartlar içinde çoğunlukla kullanılan ve devamlı uygulanan bir test tekniğidir. James makinesi, tipik yüzey ile test malzemesinin yerleştirildiği, parça kollu itmeli bir test olarak kullanılır. Parçalı ayağın motorun hareketine bağlı olarak kaydığı andaki değeri, sürtünme katsayısı olarak hesaplamaktadır (Şekil 2.4).

James makine, ağır laboratuvar aletidir ve saha çalışmaları için uygun değildir. Cihaz yıllar boyunca üretimin dışında olduğu için pazar bulması zor olmuştur (Marpet, 2001).



Şekil 2.4: James Makinesi (Marpet 2001)

2.2.4 Sarkaç Testi

Sarkaç testi; sürtünme katsayısı testi, portatif kayma direnç kızağı, İngiliz sarkacı olarak bilinmektedir. Çalışma prensibi İngiliz standardına uygundur. Bu cihaz, yollardaki kayma direnci değerlendirilmesinde kullanılmasına rağmen, ayakkabı kayma hareketine benzetilerek dizayn edilmiştir. Ölçümde sarkaçtaki temsili ayakkabının hareketine dayanır (4S lastik pençe), kontrollü şartlarda yerleştirilen yüzey malzemesi üzerinde sallanır. Sürtünme katsayı değeri ölçülür (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Sarkaç Test Cihazı

2.2.5 Eğik Düzlem Test Cihazı

Eğik düzlem test cihazı, kontrollü şartlar altında kayma direncinin bulunmasında insan konulu/amaçlı kullanılır. İki temel test metodundan yararlanır; ıslak yalın ayak ve yağlı-ıslak test metodudur.

Eğik düzlem test cihazı, seramik yada doğal taşlar için kullanılabilir. Bu yüzden, ıslak sarkaç testinden daha geniş aralıktaki ürünler için kayma açısı hesaplanabilir. Islak-yalın ayak test yöntemiyle; insan sirkülasyonunun olduğu ıslak alanlarda daha güvenli bir yüzeyi belirlemede kullanılmaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Eğik Düzlem Test Cihazı

2.3 Kayma Direncini Etkileyen Parametreler

Kayma direncini etkileyen parametreler; yüzey malzemesi ve malzemenin özellikleri, yayaların ayakkabı alt malzemesi ve yapısı, çevresel etkiler ve yaya hareketleridir (Bowman 1997).

Yüzey malzemesi ve özellikleri incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğünün kayma direncinde önemli bir faktör olduğu görülmektedir. 1988'de yapılan birçok araştırmada, kayma direnci ölçümlerinde yüzey pürüzlülüğünün önemi vurgulanmıştır (Chang 1998). Ayrıca kayma direnci sürtünme ile ilişkilidir. Yüzey pürüzlülüğü de sürtünmeyi etkilemektedir. Yüzey kaplamasının pürüzlülük özelliği kaymayı önemli bir şekilde azaltmaktadır (Chang 2003).

Yüzey kaplamalarının uygulanmasında, derzlerde kaymayı önleyici özellik gösterirler. Bununla ilgili çalışmada, zemin kaplama malzemelerinde (seramik/doğal taş) mümkün olan minimum potansiyel kayma ölçümleri

alınır. Yüzeydeki kirleticiler (su, yağ, toz, katı malzemeler vs) dikkate alınmalıdır. Potansiyel kirlilik kaynakları kontrol edilir, düşük ve yüksek risk alanları arasındaki kayma direnci verilir (Bowman 2003).

Diğer bir çalışmada ise; çeşitli türdeki yürüme ortamlarında ayakkabı ve yüzey arasındaki sürtünme mekanizması ile mevcut yüzey yapısının etkisi belirlenmeye çalışılmıştır (Kim 2004).

Doğal taşların pratikteki uygulamalarında, özellikle çok gözenekli taşlar leke tutmaları nedeniyle çok fazla istenmez. Ancak doğal taşların bu gözeneklilik yapısı kayma direncini değiştirebilir. Yüzey kaplamasında kullanılan bu gözenekli doğal taşlar, ıslak yüzeylerdeki potansiyel kayma riskini azaltabilir (Anonim 2004).

Yüzey kaplamalarının olası servis koşullarının dayanıklılığı ve önceden tahmin edilen tasarım aşaması dikkate alınmalıdır. Yüzey kaplaması olarak kullanılacak malzemelerin (doğal taş/seramik) seçiminde aşağıdaki özelliklere dikkat edilmelidir. Bunlar;

- İç ve dış mekanlar
- Kuru yada ıslak zeminler
- Estetik ve renk
- Yüzey kirlenmesi
- Diğer malzemeleri ile ilişki
- Dayanıklılık ve aşınma özellikleri
- Kolay temizleme ve bakım
- Taban ile uygunluk ve sıralama metodu

Seçilen ürünlerin yukarıdaki gayelere uygunluğu malzemelerin yerleştirilmesinde dikkat edilmesi gereken konulardandır.

Kayma direnci, yüzey üzerindeki insan hareketinin güvenliği için en önemli noktadır. Uygun yapı ve gerekli genişlik ayarlamaları vardır. Olası kayma alanları dikkate alındığında; resepsiyon, tren istasyonları, alışveriş merkezi, galeri ve sergi salonları; temizlendiği zaman bu yüzeylerdeki bazı

alanlar kuru zannedilebilir, buna rağmen; kirlilik ile transit etkileşim ve dışarıdaki trafik nemi, bazı alanlardaki yüzey parlaklık performansını etkileyebilir ve kayma sonucu kazalara neden olabilir (Anonim 2004).

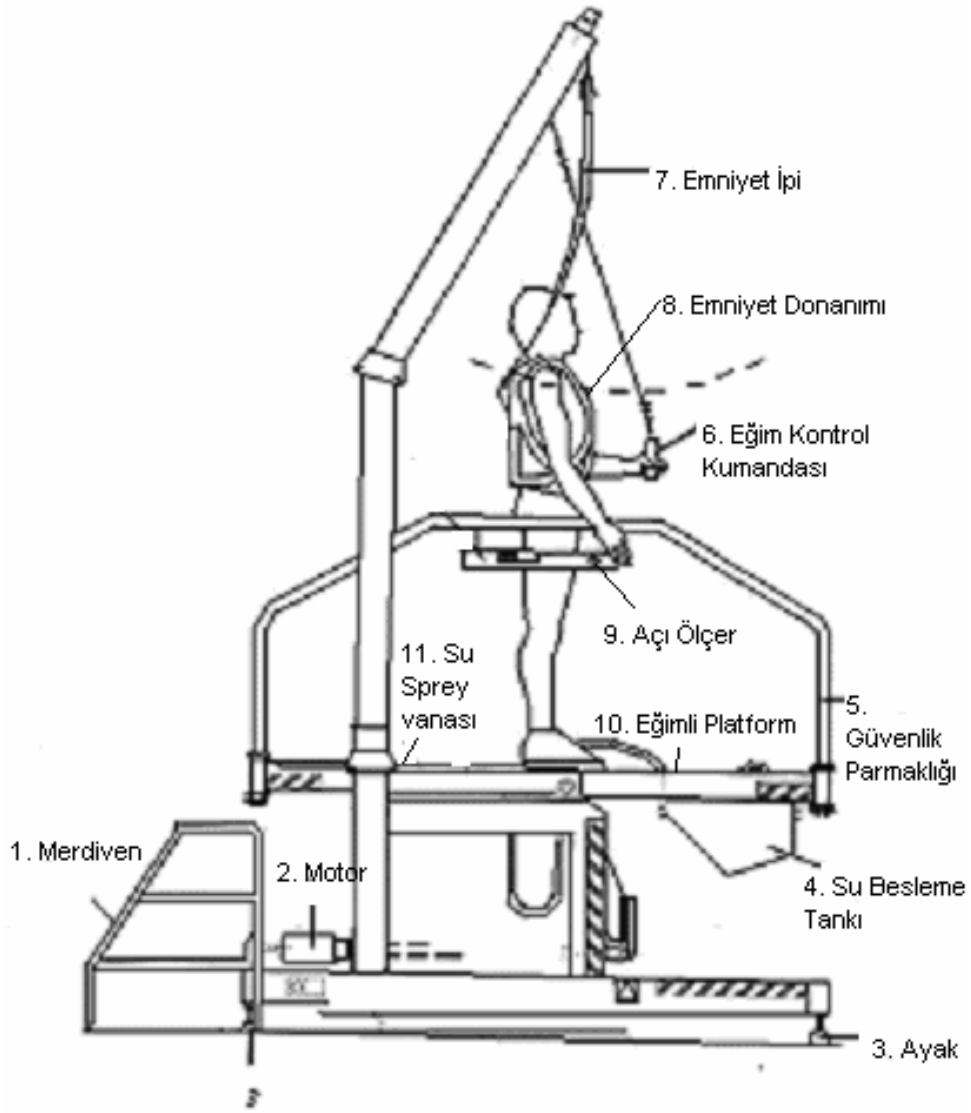
Nem ile sık etkileşen iç mekanlar (mutfak, yemek hazırlama alanları, çamaşırhane, WC ve kuruluğu değişen alanlar) kayma ihtimali yüksek ve sabun artıkları, mutfak yağları ve gıda maddesi gibi diğer kirleticilerle bileşimdeki alanlarda risk fazladır. Genellikle havuzlarda kullanılan taşlardaki yüzey kirlenmeleri; havuz tuzlarından, şampuan artıklarından ve vücut yağlarından dolayı havuz etrafında düşmelere neden olmaktadır.

3. EĞİK DÜZLEMLERDE YER KAPLAMALARININ KAYMAYI ÖNLEME ÖZELLİĞİNİN BELİRLENMESİ

3.1 EĞik Düzlem Test Cihazının Özellikleri

EĞimli Platform test cihazı yüzeyleerin kaymazlık özelliklerini DIN 51130, DIN 51097 ve ISO 10545-17 standartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Kaymazlık Test Cihazı, GABBRIELLI Marka, C-03463 Model, kaygan yüzeyleerin dinamik sürtünme katsayılarının tayininde kullanılan bir cihazdır. Test cihazı, 600 mm genişliğinde ve 2000 mm uzunluğuna sahip, eğimi uzunlamasına 0 ile 45° arasında ayarlanabilen, düz ve eğilmeyen bir döşemeden oluşur. Test cihazına yan taraftan takılan, test edici tarafından görülemeyen bir açı ölçme cihazı, döşemenin eğim açısını yatay eksene göre 1° lik hassasiyetle göstermektedir. Test edicinin emniyeti açısından, test cihazının ucun kenarlarına parmaklık yerleştirilmiştir. Şekil 3.1'de gösterilen eğimli platformun parçaları aşağıda sıralanmıştır.

1. Merdiven,
2. Motor,
3. Ayak,
4. Su besleme Tankı,
5. Güvenlik Parmaklığı,
6. EĞim Kontrol Kumandası,
7. Emniyet İpi,
8. Emniyet Donanımı,
9. Açı ölçer,
10. EĞimli Platform,
11. Su Sprey vanası.



Şekil 3.1: Eğimli Düzlem Test Cihazının Makine Planı (Gabbrielli Katalog)

3.2 Eğik Düzlemlerin Kullanım Alanları

3.2.1 Çıplak ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi

Bu çalışmada DIN 51097 standardı dikkate alınmış; bu yöntemle ıslak alanlarda, çıplak ayakla yürünen yerlerde kullanılan yer kaplamalarının kaymayı önleyici özelliklerinin saptanması ve değerlendirilmesi amacı güdülmektedir. Merdiven basamakları da yer kaplamalarının kapsamına dahildir.

Çıplak ayakla yürünen ıslak alanlar, kamuya açık ve işyeri olarak kullanılan yapılarda bulunur, örneğin havuzlar, banyolar, soyunma, sağlık ve tuvalet mekanları gibi.

Test aşamasında, yüzey üzerinde yürüyecek yetişkin bir insan belirlenir. Bu kişi, test edilecek kaplama üzerinde hareketlerini kısıtlamayacak şekilde düşmeye karşı bir emniyet donanımı ile korunmalıdır.

İstenilen ebatlardaki kaplama yüzeyi; deforme olmayan ve yeterli taşıma kuvvetine sahip malzemeden üretilmiş bir levha üzerine uygulanmış olması gerekmektedir. Test edilecek yüzey işaretlenmiş olmalıdır. Yön gösterici şekilde şekillendirilmiş veya pürüzlendirilmiş yer kaplamaları, en düşük kaymayı önleyici özelliğin yönü, yürüyüş yönü ile aynı olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yön gösterici profile veya pürüzlere sahip olmayan, dikdörtgen şeklindeki yer kaplamaları, kısa kenarı, test cihazının dönüş açısına paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir. Yer kaplamasının yüzeyi, test öncesinde üretim artıklarından, kirlerden temizlenmiş olmalıdır. Yer döşemelerinde ve merdiven basamaklarında kullanılacak yer kaplaması, pratikte ne şekilde kullanılıyorsa, o şekilde teste alınırlar.

Testin uygulanması esnasında, test kaplamasının yüzeyine sürekli ve eşit olarak 6 ± 1 litre/dakika test sıvısı dökülür. Su emme oranı yüksek yer kaplamalarında önceden sulama yapılarak, yüzeyin eşit olarak ıslatılması temin edilmelidir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Test Kaplamasının Test Sıvısı İle Islatılması

Kişi, dik durarak yarım adım boyunda adımlar atarak ileriye ve geriye doğru, suyun aktığı yönde hareket eder, kişinin üzerinde yürüdüğü platform yatay düzlemden başlayarak eğimi yaklaşık $1^{\circ}/s$ ile artırılır. Kişinin, güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı eğim açısı, (kritik bölge) bir çok defa tekrarlanan yukarı ve aşağı gidiş ile tespit edilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3: Testi Yapan Kişinin İlerleme Hareketinin Görüntüsü

3.2.2 Kuru Bölgelerin Yağlanmasıyla Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi

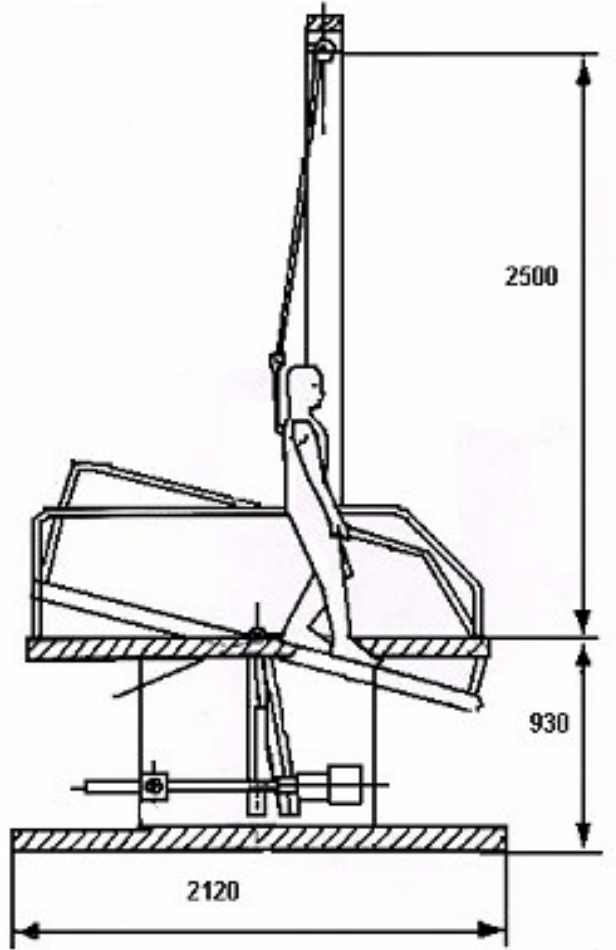
Bu çalışmada DIN 51130 ve ISO 10545-17 standardı dikkate alınmış; bu yöntemle kuru bölgelerde, ayakkabı ile yürünen yerlerde kullanılan yer kaplamalarının kaymayı önleyici özelliklerinin saptanması ve değerlendirilmesi amacı güdülmektedir.

Test aşamasında, yüzey üzerinde yürüyecek yetişkin bir insan belirlenir. Bu kişi, test edilecek kaplama üzerinde hareketlerini kısıtlamayacak şekilde düşmeye karşı bir emniyet donanımı ile korunmalıdır. Daha sonra kalibrasyon işlemi için E,P,R olmak üzere üç adet kalibrasyon plakası kullanılmaktadır. Testi yapacak kişi üç kalibrasyon plakasında üçer defa yürür. Ortalama değerler (α_{KEJ} , α_{KPJ} , α_{KRJ}) hesaplanır. Ortalama değerler ile standart açılar arasındaki farktan ilk düzeltme değerleri ($\Delta\alpha_{EJ}$, $\Delta\alpha_{PJ}$, $\Delta\alpha_{RJ}$) elde edilir. Bulunan farklar, kritik farkın (CrD) içinde kalıyorsa değerlendirmede göz önüne alınır ve personel test numuneleri ile testi yapabilir. Eğer bulunan farklar, kritik farkın (CrD) dışında ise personel test dışında bırakılır ve farklı bir personel ile değiştirilir.

İstenilen ebatlardaki kaplama yüzeyi deforme olmayan ve alt yüzeyi düz olan bir döşemeden oluşmuş veya taşıma kuvvetine sahip malzemedan üretilmiş bir levha üzerine uygulanmış olması gerekmektedir. Test edilecek yüzey işaretlenmiş olmalıdır. Yön gösterici şekilde şekillendirilmiş veya pürüzlendirilmiş yer kaplamaları, en düşük kaymayı önleyici özelliğın yönü, yürüyüş yönü ile aynı olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yön gösterici profile veya pürüzlere sahip olmayan, dikdörtgen formatındaki yer kaplamaları, kısa kenarı, test cihazının dönüş açısına paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir. Yer kaplamasının yüzeyi, test öncesinde örneğın üretim artıklarından, kirlere temizlenmiş olmalıdır. Yer döşemelerinde, merdiven basamaklarında ayak basılan alanlarında kullanılacak yer kaplaması, bu tür yer kaplamaları pratikte ne şekilde kullanılıyorsa, o şekilde test edilecektir.

Kişi, dik durarak yarım adım boyunda adımlar atarak ileriye ve geriye doğru yürürken test ayakkabılarını giyerek , yatay düzlemde başlayarak eğimi yaklaşık $1^\circ/s$ ile artan test edilecek yer kaplaması üzerinde hareket eder. Kişinin, güvenli yürüyüş sınırına ulaştığı eğim açısı, kritik bölgede bir çok defa tekrarlanan yukarı ve aşağı gidiş ile tespit edilir (Şekil 3.4).





Şekil 3.4: Eğik Düzlem Test Cihazının Boyutları ve Testi Yapan Kişinin Hareketleri

3.3 Eğik Düzlem Test Cihazı Sınıflandırması

Eğik düzlem test cihazı ile elde edilen kayma açıları uygulama alanlarına göre sınıflandırılmıştır. DIN 51130 ve ISO 10545-17 standardı "Kuru Bölgelerin Yağlanmasıyla Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi" göre kayma açıları R9, R10, R11, R12 VE R13 olarak isimlendirilir. Bunların açı aralıkları ve kullanım alanları Çizelge3.1 verilmiştir.

Çizelge 3.1: Kuru Bölgelerin Yağlanmasıyla Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi Test Sonuçlarının Uygulama Alanına Göre Sınıflandırılması

Açı değeri		Uygulama alanı
R9 3 ° – 10.0 °		<ul style="list-style-type: none">• Oturmaya ayrılmış alan,• Okullar,• Muayenehane.
R10 10.1 ° – 19.0 °		<ul style="list-style-type: none">• Banyo,• Depo,• Restaurant mutfakları.
R11 19.1 ° – 27.0 °		<ul style="list-style-type: none">• Soğutma odaları,• Süt üretim alanları,• Çamaşırhane.
R12 27.1 ° – 35.0 °		<ul style="list-style-type: none">• Et üretim tesisleri,• Endüstriyel mutfaklar,• Şeker üretim alanları.
R13 >35.0 °		<ul style="list-style-type: none">• Tüm alanlarda.

DIN 51097 “Çıplak ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi” standardına göre kayma açısına ilişkin isimlendirme A, B ve C şeklindedir. Bunlarla ilgili sınıflandırma Tablo 3.2 verilmiştir.

Çizelge 3.2: Çıplak Ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenme Testi Sonuçlarının Sınıflandırılması

Açı değeri		Uygulama alanı
$A \geq 12$		<ul style="list-style-type: none">• Genellikle kuru iken yalınayak kullanılan koridorlar,• Tek yada grup soyunma odaları (sporcular için),• Tüm yüzme havuzlarında, derinliği 80 cm olmayan sığ yüzme havuzlarında.
$B \geq 18$		<ul style="list-style-type: none">• A sınıflandırması içinde belirtilen alanlar dışındaki yalınayak kullanılan koridorlar,• Dezenfektan spreylere için oluşturulan alanlar,• Yüzme havuzu çevresindeki alanlar,• Platformlar,• Çocuk havuzları,• Yağmurlu alanlardaki merdivenler,• Yüzme havuzu dışındaki merdiven basamakları.
$C \geq 24$		<ul style="list-style-type: none">• Havuzların kıyı eğimlerinde,• B sınıflandırmasında yer almayan su içindeki merdivenler.

4. MALZEME ve METOT

4.1 Malzeme

Doğal taşlar, son yıllarda kaplama malzemesi olarak insan sirkülasyonunun fazla olduğu, alış veriş merkezleri, hastaneler, otogar, tren istasyonları, okullar, yüzme havuzları gibi toplu kullanım alanlarında kullanılmaktadır. Bu alanlarda kayma sonucu oluşan kazaları, en aza indirmek amacıyla, kaplama malzemesi olarak kullanılan doğal taşların özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu özelliklere göre doğal taşların, optimum kullanımı belirlenecektir.

İlgili amaca yönelik olarak yapılan bu çalışmada, yüzey kaplaması olarak en fazla kullanılan doğal taşlar; Traverten grubu, Kireçtaşı grubu ve Mermer grubu olarak üç grupta incelenecektir. Doğal taşlar, genelde kalsiyum karbonat kökenli kayalardır. İnsanların toplu olarak buldukları otogar, tren ve alış-veriş merkezleri gibi alanlarda çok daha fazla kullanılmaktadır.

a) Traverten grubu:

Oluşumları, kalsiyum bikarbonatlı suların tektonik hatlar boyunca çıkışlarıyla bağlantılıdır. Kalsiyum bikarbonat içeren ve hidrostatik basınç altında sıcak ve mineralce zengin sular, bir çatlaktan yeryüzüne çıktıklarında veya mağara gibi bir boşluğa ulaştıklarında üzerindeki basınç kalkar. Kalsiyum bikarbonatın CO₂'i açığa çıkar ve CaCO₃ çöker. Böylece traverten oluşumu gerçekleşmiş olur.

Travertenler genel görünüşleri itibariyle boşluklu bir yapıya sahiptir. Travertenlerin boşluklu yapı kazanması yer yer içlerinde bitki kalıntılarının olması ve bunların zaman içinde çürüyerek işgal ettikleri bölgenin boşalması veya traverten oluşumu sırasındaki gaz çıkışı nedeniyle (Kun 2000). Bu kayalar boşluklar içermesine karşın, bu boşluklar çoğunlukla ikincil kalsit mineralleri ile doludur. Porozite oranlarına bakıldığında, % 6

ile % 12 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca Travertenlerin su emme oranları %1-5 arasında değişim gösterir.

Traverten grubu içinde yer alan doğal taşlardan; Afyon Traverten, Sarı Traverten ve Gümüş Traverten Afyon Yöresindeki ocaklarda üretimi yapılırken, Denizli Traverten ise Denizli yöresindeki ocaklarda üretilmektedir.

Travertenler sarı, bej, krem, gri vb renklerde olabilirler. Sarı Traverten, kelme esnasında demir hidroksitli sular tarafından sarımsı renkle boyanmıştır. Afyon Traverten ve Denizli Traverten bej ve krem rengindedir. Gümüş Traverten ise gri renktedir.

Traverten grubundaki doğal taşların kullanım alanlarını incelediğimizde, yaygın olarak i ve dış kaplama malzemesi ve dekorasyon amaçlı kullanıldığı görülmektedir (İMMİB):

b) Kireçtaşı Grubu:

Kireçtaşı grubu olarak isimlendirilen bu doğal taşlar, litolojik olarak kireçtaşıdır. Kireçtaşları ya doğrudan çökelme ortamında oluşurlar yada çökelme ortamına dışarıdan gelen bileşenlerden oluşurlar. Kireçtaşlarının bileşiminin % 90'dan fazlası $CaCO_3$ den oluşmuş olup az miktarda $MgCO_3$ içerir. Kuvars, demir, mangenez, kil ve organik maddeler safsızlıkları oluşturur. Bileşiminde yer alan $MgCO_3$ artarsa, artışa bağlı olarak sıra ile dolomitik kireçtaşı, kireçli dolomit ve dolomit adını almaktadır. Kireçtaşları bileşimine giren yabancı maddelere göre çeşitli renkler gösterirler. Sarı ve kırmızı renk demiroksit, siyah ve mor manganoksit, gri ve siyah organik maddelerden gelir. Oluşum şartlarına göre organizma artıkları içerirler ve içerdikleri fosillere göre isimler almaktadırlar. Çoğu kez beyaz, sarı, kahverengi ve kırmızı kalsit damarcıkları güzel görünüm kazandırır. Ufak ve sık dokulu kalsit kristallerinden oluşan yoğun kireçtaşlarına kristalli kireçtaşı denilir. Bu tip mermerlerin basınc dayanımları yüksek değerlerde olabilir. Kristalize kireçtaşları, iyi parlatılabilen kayaçlardır. Kireçtaşı Grubundaki doğal taşların porozite değerleri % 0.3-3.5 arasındadır. Buna

bağlı olarak doluluk oranları % 96.50 ile % 99.70 arasında değiştiği görülmektedir. Su emme oranı ise 0.20 ve 1.23 arasında yer almaktadır.

Kireçtaşı grubundaki doğal taşlardan, Rose Anatolia, Cremo Anatolia ve Emperor Bursa Kemalpaşa yöresinden, Rosalia Pink ve Rosalia Light Bilecik yöresinden ve Crema Tem Burdur Karamanlı yöresindeki ocaklardan üretimleri yapılmaktadır.

Kireçtaşı grubundaki doğal taşlar; iç ve dış cephe kaplama ve döşemesinde, ıslak zemin döşemelerinde ve dekorasyonda kullanılmaktadır.

c) Mermer Grubu:

Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşının sıcaklık ve basınç ile metamorfizma geçirmesi ile oluşurlar. Metamorfizma sonucu mineraller yeniden kristalize olup dokusal olarak düzenlenirler (CaCO_3 veya MgCO_3 'ün metamorfizma geçirmesi). Bu düzenleme sırasında ilksel kayaçtaki tane boyu farklılıkları kaybolur, kayaç yaklaşık eş tane boylu ve tekdüze görünümlü hale gelir. Bu arada kayacın dokusal özelliği de değişime uğrar. Kayaçtaki karbonat mineralleri girintili çıkıntılı sınırları boyunca birbirine kenetlenir. Gerçek mermerlerdeki bu kenetlenme dokusuna granoblastik doku adı verilir. Mermer grubunda yer alan doğal taşlar incelendiğinde % 0.12-0.66 arasında su emme oranına sahiptir. Porozite ise % 0.70 ile 3.50 değerleri arasındadır. Basınç dayanımları oluşum koşullarına bağlı olarak 43 MPa ile 71.30 MPa arasında değiştiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada yer alan mermer grubundaki doğal taşlardan; Salome Eskişehir Süpren yöresinden, Özer Beyaz Muğla Milas yöresinden, Dazkırı Siyahı Afyon Dazkırı yöresinden ve Afyon Şeker ile Afyon Grili Şeker Afyon yöresindeki ocaklardan üretimleri yapılmaktadır. Salome mermeri, rekristalize kireçtaşıdır. Özer Beyaz, Afyon Şeker ve Afyon Grili Şeker metamorfik mermerlerdir.

Mermer grubundaki Afyon yöresindeki doğal taşlar, iç ve dış kaplama, anıt yapılar, döşeme, heykel ve dekorasyon amaçlı kullanılırlar. Dazkırı Siyahı, Özer Beyaz ve Salome; iç ve dış cephe kaplamaları, zemin döşemelerinde kullanılmaktadır.

4.1.1 Deneyde Kullanılan Doğal Taşlar

Kullanılan Doğal Taşlar Afyon Bölgesinde faaliyet gösteren DEMİRELLER Mermer Maden Sanayi & Ticaret A.Ş., TEMMER Mermer Pazarlama ve Dış Ticaret LTD.ŞTİ ve ÖZERLER HOLDİNG firmalarından temin edilmiştir. Bu doğal taşlar; 30x30x1 cm, 40x40x2 cm ve 60x60x2 cm plaka boyutlarındadır. Yüzey işleme tekniklerinden cilalama, honlama ve eskitme yapılmış olanları seçilmiştir. Kullanılan doğal taşların bölgeleri ve numune kodlamaları Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1: Deneylerde kullanılan Doğal taşların isimlendirme ve bölgelerinin dağılımı

Kodlama	Doğal Taş İsimleri	Numune Bölgeleri
DT1	Sarı Traverten	Afyon
DT2	Gümüş Traverten	Afyon
DT3	Denizli Traverten	Denizli
DT4	Afyon Traverten	Afyon
DT5	Limra	Finike
DT6	Rose Anatolia	Bursa – Kemalpaşa
DT7	Crema Anatolia	Bursa – Kemalpaşa
DT8	Crema Tem	Burdur – Karamanlı
DT9	Rosalia Pink	Bilecik
DT10	Rosalia Light	Bilecik
DT11	Emperador	Bursa
DT12	Salome	Eskişehir – Süpren
DT13	Özer Beyaz	Muğla – Milas
DT14	Dazkırı Siyahı	Afyon – Dazkırı
DT15	Afyon Şeker	Afyon
DT16	Afyon Grili şeker	Afyon

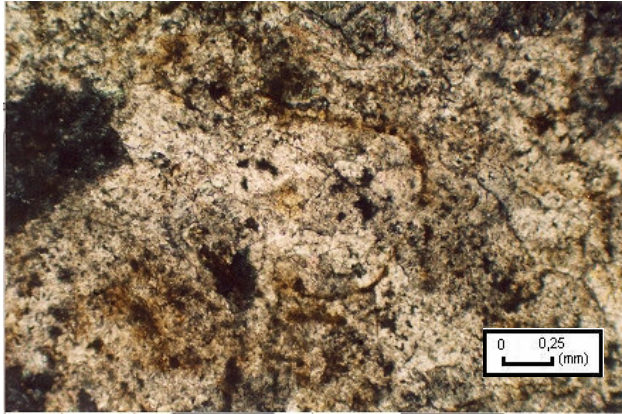
4.2 Doğal Taşların Özelliklerinin Belirlenmesi

4.2.1 Minerolojik ve Petrografik Özellikler

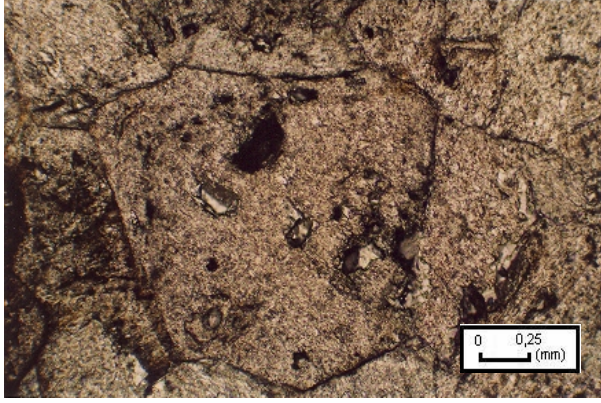
Deneyde kullanılan doğal taşların Minerolojik ve Petrografik incelemeleri için Süleyman Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölüm laboratuvarında ince kesitleri hazırlanarak, OLYMPUS Marka Polarizan mikroskop ile doğal taşların incelemeleri yapılmıştır.

4.2.1.1 Traverten Grubu

Sarı Travertenin (DT1), ince kesiti 10 X büyütmede ve çift nikolde incelendiğinde, net bir kalsit kristali gözükmemektedir, özşekilsiz, mikrokristalin kalsit minerallerinden oluşmaktadır. Bol boşluklu bir görünümdeydir. Kayaçtaki boşluklu yapılar genellikle kalsit dolguludur. Taneler arasında demir hidroksitli sular tarafından kayacın boyanmış olduğu görülmektedir. Bitki kesitinin etrafını demir çizmekte ve içinde kuvars dolgusu bulunmaktadır. Dilimler boyunca demir sızıntılar gelişmiştir (Şekil 4.1). Değişime uğradığı için dilinimleri gözlenememektedir (Şekil 4.2).

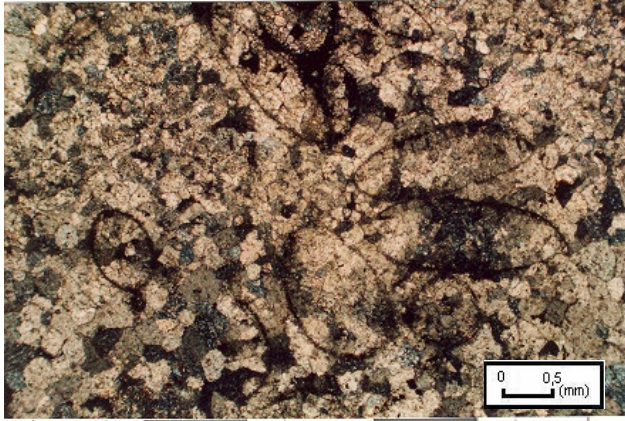


Şekil 4.1: DT1, Bitki Kesitinin Etrafındaki Demir Dolgusunun Görüntüsü (X10, Çift Nikol)

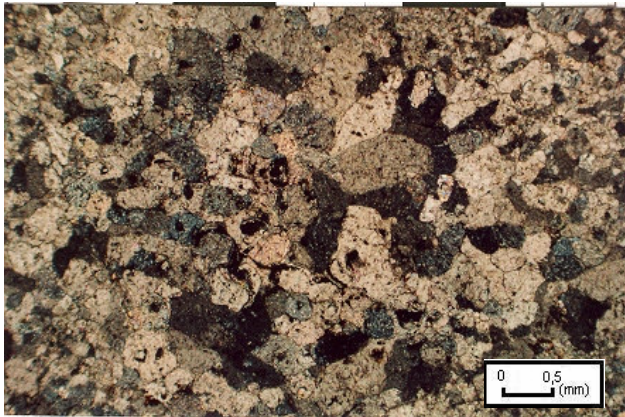


Şekil 4.2: DT1, Kuvars Kristali İçinde Kalspar İkizi Feldispat (X10, Çift Nikol)

Gümüş Traverten (DT2) 5X büyütmede ve çift nikolde incelendiğinde, ince taneli kalsit kristalleri yanında iri taneli kalsit kristalleri de bulunmaktadır. Bitki kalıntıları vardır ve bunların içleri kalsit kristallerle dolmuş olduğu saptanmıştır (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).

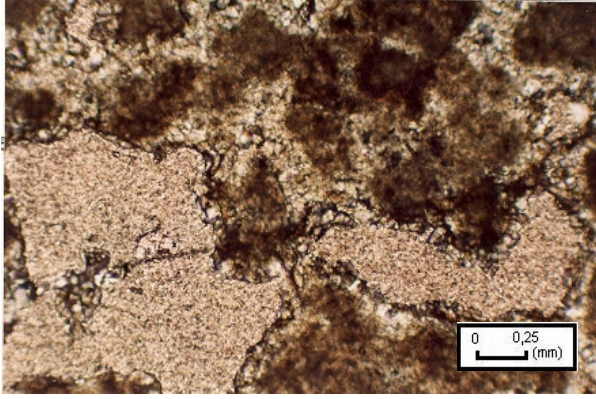


Şekil 4.3: DT2, Muhtemel İçi Kalsit Dolgulu Bitki Kesitleri (X5, Çift Nikol)



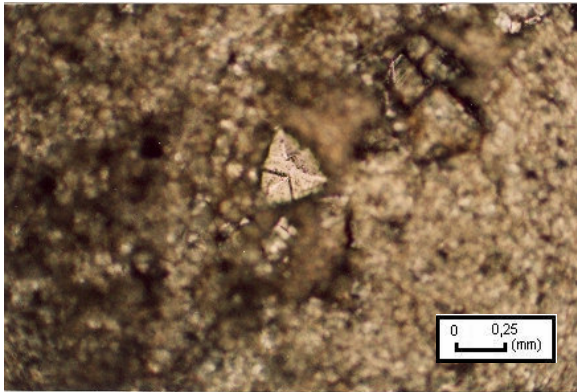
Şekil 4.4: DT2, Genel Tane Yapısı (X5, Çift Nikol)

Denizli Traverten (DT3), sert mineraller yüksek relief oluşturmaktadır. Denizli traverten boşluklu bir yapı göstermektedir. Traverten boşlukları çevresinde kalsit oluşmuş durumdadır ve kalsitleşme daha fazladır. Çatlak boyunca hep ince taneli kalsit gelişmiştir. İnce kesit görüntüsünde (10X büyütme ve çift nikolde), kireç çamurundan sonra kalsitler gelişmeye başlamış ve kireç çamurunun azaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.5). Yer yer bitki kalıntıları görülmektedir.



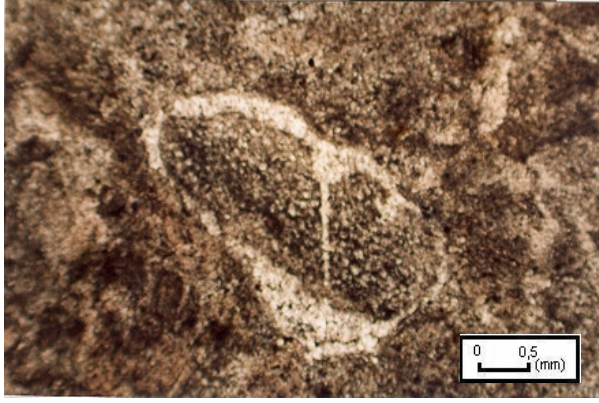
Şekil 4.5: DT3, Kireç Çamuru Çevresinde Oluşan Kalsit Yapısı (X10, Tek Nikol)

Afyon Traverten (DT4), kireç çamuru yoğun haldedir, kalsit kristalinin çok fazla gelişmediği gözlenmiştir. Opak minerallerin olduğu saptanmıştır. Çok az miktarda çatlaklar boyunca ince taneli kalsit mineralleri bulunmaktadır. Opak olan mineraller yüzeyde kaldığı görülmektedir (Şekil 4.6).

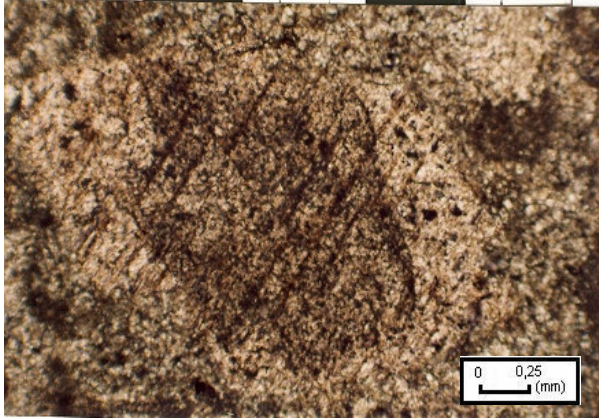


Şekil 4.6: DT4, Afyon Traverten İçindeki Opak Mineralinin Görünümü (X10, Çift Nikol)

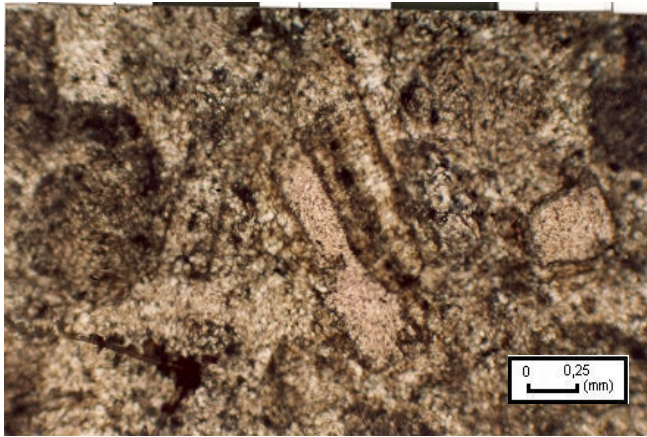
Limra (DT5), dairesel kesitler çevresinde kalsit gelişiminin olduğu saptanmıştır (Şekil 4.7). İri kalsit kristallerine sahip ve dilinimleşme gözlenmektedir (Şekil 4.8). Bitki kalıntıları ve boşluklar mevcuttur (Şekil 4.9).



Şekil 4.7: DT5, Daire Kesit Çevresinde Kalsit Gelişimi. (X5, Çift Nikol)



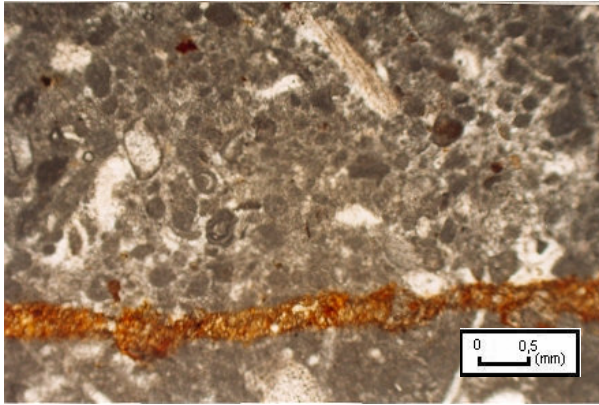
Şekil 4.8: DT5, İri Kalsit Kristalinin Görüntüsü (X10, Tek Nikol)



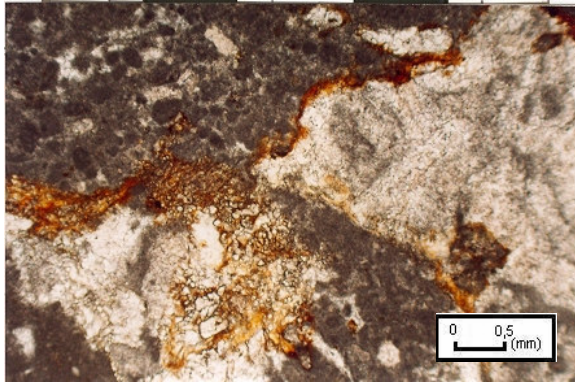
Şekil 4.9: DT5, Bitki Hücrelerinin Boyuna Kesiti (X10, Tek Nikol)

4.2.1.2 Kireçtaşı Grubu

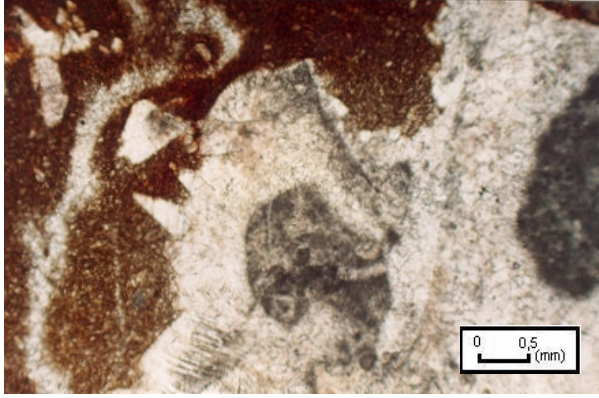
Rose Anatolia (DT6), litolojik olarak fosilli, kireçtaşı olarak tanımlanır. Mikrokristalin kalsit kristalleri içerisinde sparitleşmiş mikrofosil kavkı izleri içermektedir. *Textularia* sp. fosil görülmektedir (Şekil 4.10). Kalsit tanelerinin aralarını mikrosparit demir dokulu eriyiklerin boyadığı gözlenmiştir (Şekil 4.11, Şekil 4.12). İkincil dolgular gelişmiştir. Pelletimsi görüntülerde mevcuttur. Kristalleşmemiş kireç çökelişlerinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.10: DT6, Damar Boyunca Limonit ve Fosil İzleri (X5, Tek Nikol)

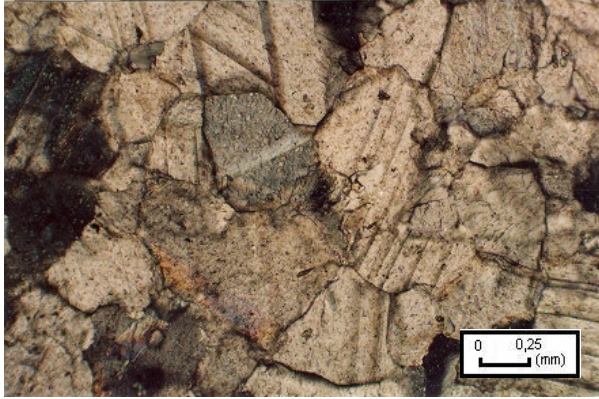


Şekil 4.11: DT6, Boşluk Kenarları Boyunca Tane Aralarında Demirle Boyanmış Kesit (X5, Tek Nikol)



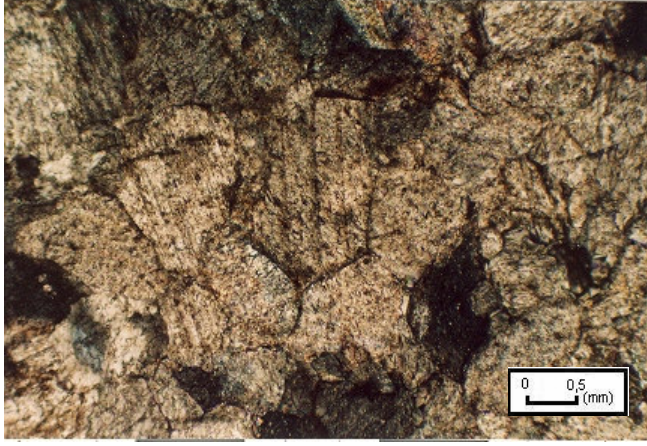
Şekil 4.12: DT6, Kalsit ve Demirli Kısım Görüntüsü (X5, Tek Nikol)

Crema Anatolia (DT7), bol miktarda kalsit kristali ve damarlar boyunca kalsit kristalleri bulunmaktadır. Polisentetik ikizlenmeli irili ufaklı kalsit kristalleri gözlenmiştir (Şekil 4.13). Kalsit ikizlenmelerinde ondülasyonlar (basınç etkisi) mevcuttur. Kireç çökeleği kalsite dönüşmüştür.



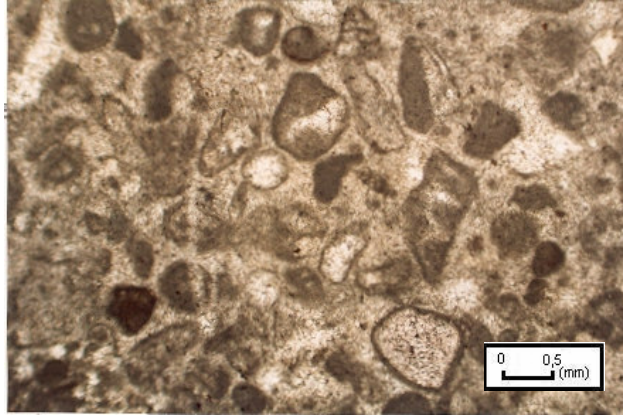
Şekil 4.13: DT7, Kalsit İkizlenmesi (X10, Çift Nikol)

Crema Tem (DT8), kayaç genelde mükemmel dilinimli kalsit kristallerinden meydana gelmektedir (Şekil 4.14). Kayaçta yoğun bir şekilde gözlenen çatlak düzlemleri boyunca kristalleşme vardır. İri kalsit kristalleri de yer almaktadır. Çatlak boyunca kireç çamuru ve kalsit ile birlikte kil minerallerine de rastlanmıştır. Kavkı parçalarına yer almaktadır.



Şekil 4.14: DT8, Kalsit Kristalinin Genel Görüntüsü (X10, Çift Nikol)

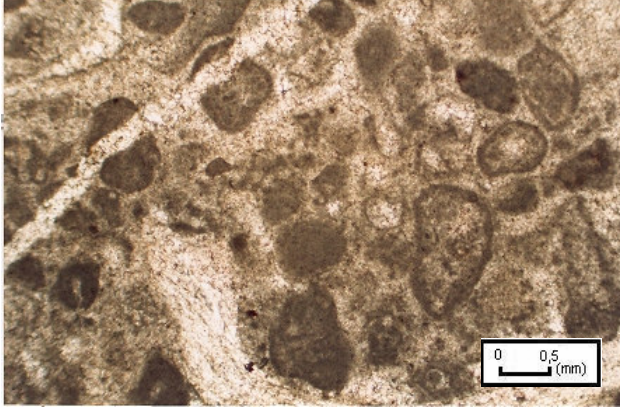
Rosalia Pink (DT9), kalsit kristalleri kayacın ana bileşimini oluşturmaktadır. Çatlak düzlemleri boyunca taneler arasındaki boşluklarda kalsit oluşumu görülmektedir (Şekil 4.15). 15-60 μm boyutundaki erime boşlukları kayacın düzensiz bir şekilde dağılmıştır. Mükemmel dilinime sahip sekonder kalsit kristallerinin boyutu 5-50 μm arasında değişmektedir. Ayrıca kayacın yer yer mikrofossil parçalarına rastlanmıştır.



Şekil4.15: DT9, Bitki İçinde Kalsit Oluşumu (X5, Tek Nikol)

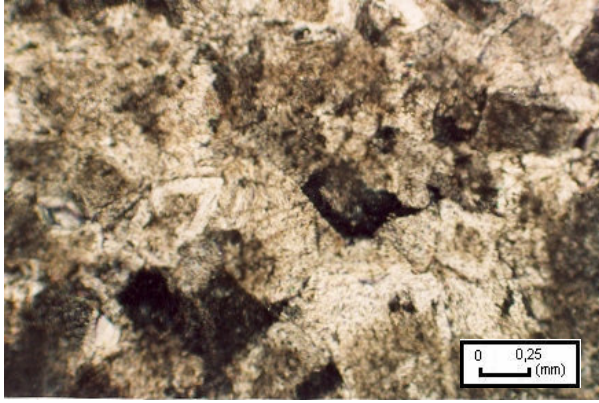
Rosalia Light (DT10), Kayacın ana bileşeninin 2-10 μm boyutunda kriptokristalen kalsit minerali olduğu gözlenmiştir. Düzensiz şekilli erime boşlukları kayacın yoğun bir şekilde gözlenmiştir. Ayrıca birbirini değişik doğrultular boyunca kesen çatlak düzlemleri de kayacın az oranda izlenmiştir. Gerek erime boşlukları ve gerekse çatlak düzlemleri sekonder kalsit dolguludur (Şekil 4.16). Düzgün tane sınırlarına sahip sekonder

kalsit kristalleri polisentetik ikizlenme göstermekte ve kristal boyutları 10-90µm arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. Ayrıca kayacın bazı bölgelerinde demirli eriyikler çatlak düzlemleri boyunca kayaca nüfuz etmiştir.



Şekil 4.16: DT10, Çatlaklar Boyunca Taneler Arasındaki Boşluklarda Kalsit Oluşumu (X5, Tek Nikol)

Emperor (DT11), orta büyüklükte kalsit kristallerinden oluşmaktadır. Kalsit kristalleri içerisinde mikrofosil kavkı izleri içermekte olduğu saptanmıştır. Kayaç dolomitleşmiş olabilir (Şekil 4.17).

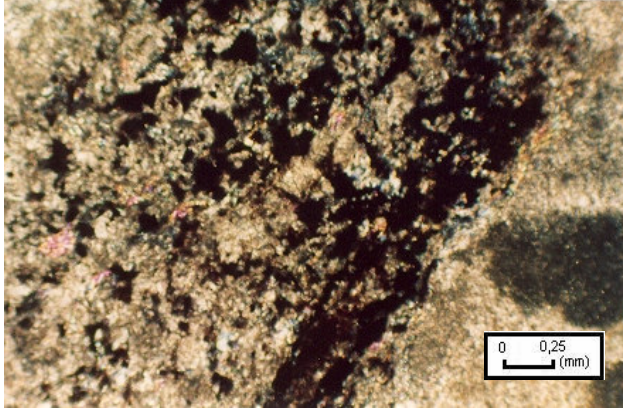


Şekil 4.17: DT11, Muhtemel Zonlu Dolomit Kristallenme Görüntüsü (X10, Çift Nikol)

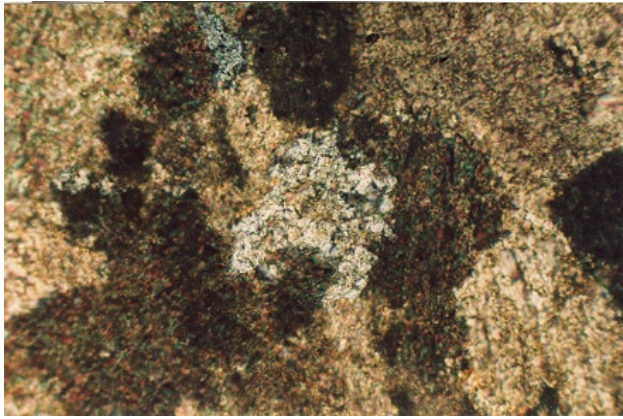
4.2.1.3 Mermer Grubu

Salome (DT12), rekristalize kireçtaşıdır. Kataklastik tekstür gösteren numune tane boyu farklı kalsit minerallerinden ibarettir. Kalsit kristallerinin demirle boyanmış olduğu saptanmıştır. Yapısal hareketlerle tanelerde ufalanmalar izlenmektedir. Bu yüzden, iri kalsit taneleri ve ufak taneler

vardır. Opak oranı fazladır (Şekil 4.18). Çok az miktarda silisleşme vardır, kristal sınırlarının net olmadığı gözlenmiştir (Şekil 4.19).

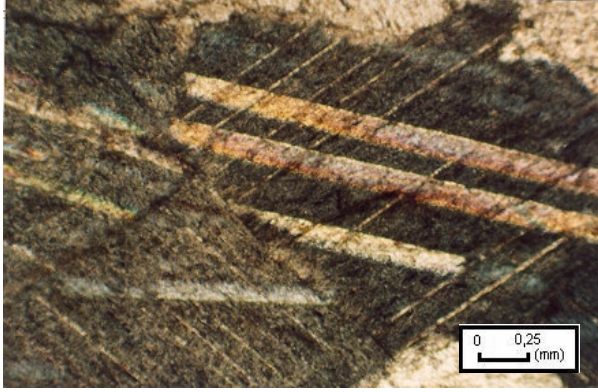


Şekil 4.18: DT12, Mermer İçindeki Opakların Görünümü (X10, Çift Nikol)



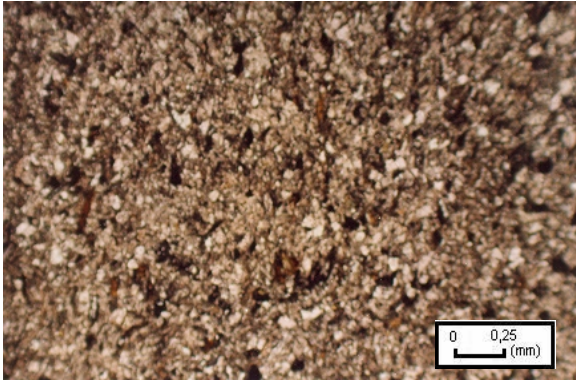
Şekil 4.19: DT12, Mermer İçindeki Kuvars Tanesi (X20, Çift Nikol)

Özer White (DT13), iri kristalli kalsit tanelerinden oluşmaktadır. Oldukça iri olan bu mineraller, birbirlerine düzgün sınırlar boyunca kenetlenme gösterirler ve mükemmel dilinim ve ikizlenmeye sahiptirler (Şekil 4.20). Yabancı bir kristal bulunmamaktadır.

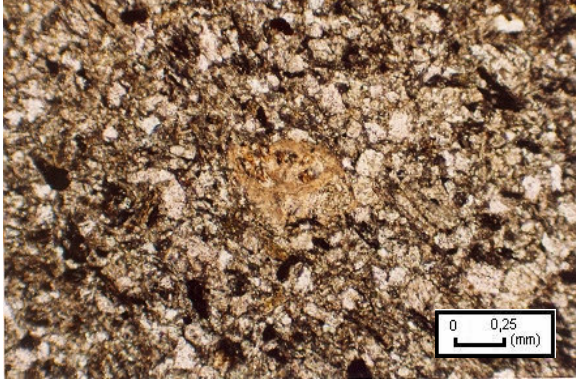


Şekil 4.20: DT13, Kalsit Dilinim ve İkizleri (X10, Çift Nikol)

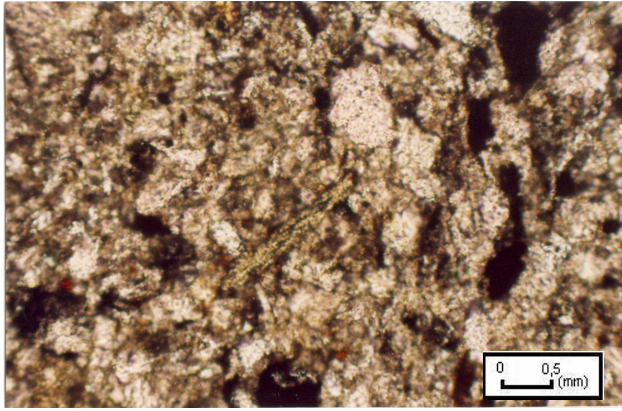
Dazkırı Siyahının (DT14) ince kesiti, 10X büyütmede ve çift nikolde incelendiğinde, kumtaşının metamorfizma geçirmiş şekli olarak isimlendirilir (Şekil 4.21). Kayaç içinde farklı bir kayaç parça bulunmaktadır (Şekil 4.22). İnce taneli bir yapı sergilemektedir. Kumtaşı görünümünde çok ufak kalsit kristalleri bulunmaktadır. Serizitleşme sonucu mikaya dönüşen mineraller bulunmaktadır. Yer yer ayrışmakta olan kristaller saptanmıştır. Belirli bir dilinimlenme yoktur. Feldispat kristalleri olabilir ve biyotit gibi mineraller demir oksitlerle dolmuş durumdadır (Şekil 4.23).



Şekil 4.21: DT14, Meta-Kumtaşının Genel Görüntüsü (X10, Çift Nikol).

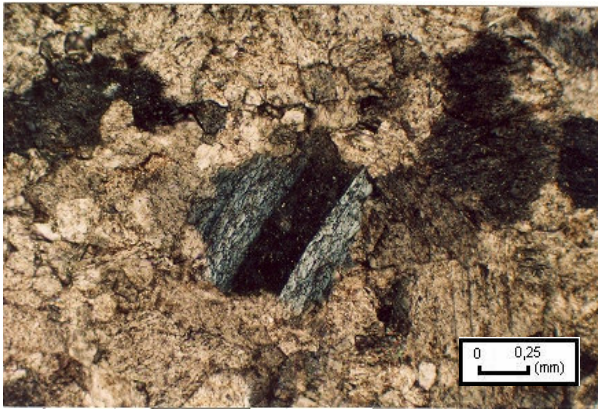


Şekil 4.22: DT14, Kayaç İçindeki Yabancı Kayaç Parçası (X10, Çift Nikol)



Şekil 4.23: DT14, Yeşil Plajoklazma Gösteren Mineral Görüntüsü (X5, Çift Nikol)

Afyon Şeker (DT15), çok sayıda kalsit kristalinin yan yana gelmesi sonucu oluştuğu görülmektedir. Feldispat taneleri mevcuttur (Şekil 4.24). Polisentetik ikizli kalsitten oluşan mermer, hafif yan basınçlara maruz kaldığı görülmektedir (Şekil 4.25).

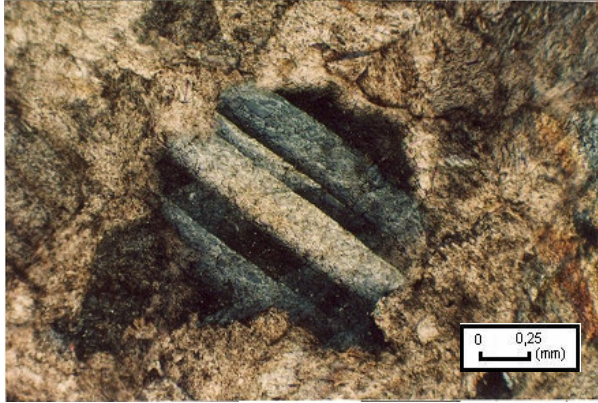


Şekil 4.24: DT15, Muhtemel Feldispat Tanesi (X10, Çift Nikol)



Şekil 4.25: DT15, Polisentetik Kalsit Kristalleri (X10, Çift Nikol)

Afyon Grili Şeker (DT16), çok sayıda kalsit kristalinin yan yana gelmesiyle oluşmaktadır. Gri açık bantlardan oluşan feldispat taneleri kenarları boyunca reaksiyona girmiş ve ayrılmıştır (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: DT16, Gri Açık Bantlarda Feldispat Tanesinin Görüntüsü (X10, Çift Nikol)

4.2.2 Kimyasal Özellikler

Doğal taşların kimyasal analizi Kanada'da bulunan ACME Analitik Laboratuvarında, XRF yöntemiyle yapılmıştır. Kimyasal analiz sonuçları % oranlarına göre Traverten grubu, Kireçtaşı grubu ve Mermer grubu olarak Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Traverten Grubunun Kimyasal Analiz Değerleri

Oksit Bileşiği (%)	Sarı Traverten	Gümüş Traverten	Denizli Traverten	Afyon Traverten	Limra
SiO ₂	0.22	1.07	0.26	2.55	0.15
Al ₂ O ₃	0.04	0.22	0.08	0.71	0.06
Fe ₂ O ₃	0.44	0.07	0.04	0.16	0.03
MgO	0.09	0.21	0.42	0.26	0.19
CaO	55.1	54.2	54.1	53.3	55.8
Na ₂ O	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05
K ₂ O	<0.01	0.04	<0.01	0.18	<0.01
TiO ₂	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01
P ₂ O ₅	0.02	0.05	0.01	0.05	<0.01
MnO	0.04	0.05	0.01	<0.01	<0.01
Kızdırma Kaybı	44.1	43.6	44.0	42.9	44.0
Toplam	100	100	100	100	100

Çizelge 4.3: Kireçtaşı Grubunun Kimyasal Analiz Değerleri

Oksit Bileşiği (%)	Rose Anatolia	Crema Anatolia	Crema Tem	Rosalia Pink	Rosalia Light	Emperador
SiO ₂	0.41	0.33	0.35	1.75	0.64	0.45
Al ₂ O ₃	0.18	0.15	0.12	0.46	0.16	0.21
Fe ₂ O ₃	0.08	0.04	0.07	0.31	0.08	0.05
MgO	0.46	0.51	0.17	0.54	0.29	17.0
CaO	54.4	54.6	54.8	54.6	55.0	35.2
Na ₂ O	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
K ₂ O	0.03	0.02	<0.01	0.10	0.02	0.02
TiO ₂	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.01
P ₂ O ₅	0.06	0.05	0.06	0.05	0.02	<0.01
MnO	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Kızdırma Kaybı	43.9	43.9	43.7	42.7	46.4	46.4
Toplam	100	100	100	100	100	100

Çizelge 4.4: Mermer Grubunun Kimyasal Analiz Değerleri

Oksit Bileşiği (%)	Salome	Özer Beyaz	Dazkırı Siyahı	Afyon Şeker	Afyon Grili Şeker
SiO ₂	0.55	0.04	39.7	0.60	0.95
Al ₂ O ₃	0.30	0.01	6.95	0.30	0.21
Fe ₂ O ₃	0.19	0.02	3.24	0.05	0.05
MgO	1.92	0.09	3.23	0.18	0.20
CaO	53.1	55.5	22.4	55.2	54.4
Na ₂ O	<0.05	<0.05	0.62	<0.05	<0.05
K ₂ O	0.05	<0.01	0.97	0.05	0.04
TiO ₂	<0.01	<0.01	0.49	<0.01	<0.01
P ₂ O ₅	0.03	<0.01	0.14	<0.01	<0.01
MnO	0.03	<0.01	0.04	<0.01	<0.01
Kızdırma Kaybı	43.6	43.6	22.1	43.5	43.2
Toplam	100	100	100	100	100

4.2.3 Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Deney kullanılan numuneler DIN standartlarına göre AKÜ, TUAM merkezindeki mermer laboratuvarında yapılmıştır. Fiziksel testlerden Özgül kütle, Birim Hacim Kütle deneyi DIN EN 1936, Su Emme deneyi DIN EN 13755, Tek Eksenli Basınç Dayanım deneyi DIN EN 1926 ve Eğilme Dayanım deneyi DIN EN 12372 göre yapılmıştır.

Traverten, Kireçtaşı ve Mermer grubuna ait fiziksel ve mekanik özelliklerin sonuçları Çizelge 4.5, Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Traverten Grubuna ait Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Sonuçları

Numune ismi	Özgül Kütle (Kg/m ³)	Birim Hacim Ağırlık (Kg/m ³)	Ağırlıkça Su Emme (%)	Hacimce Su Emme (%)	Porozite (%)	Basınç Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Doluluk Oranı (%)
Sarı Traverten	2746	2540	1.02	2.59	7.64	49.60	12.85	92.36
Gümüş Traverten	2650	2460	1.14	2.83	7.17	41.67	13.60	92.83
Denizli Traverten	2456	2150	5.43	11.68	12.46	18.89	11.60	87.54
Afyon Traverten	2600	2460	2.02	5.0	5.38	66.81	11.12	94.62
Limra	2720	2350	3.27	7.69	13.60	29.72	10.93	86.40

Çizelge 4.6 Kireçtaşı Grubuna ait Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Sonuçları

Numune ismi	Özgül Kütle (Kg/m ³)	Birim Hacim Ağırlık (Kg/m ³)	Ağırlıkça Su Emme(%)	Hacimce Su Emme (%)	Porozite (%)	Basınç Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Doluluk Oranı (%)
Rose Anatolia	2770	2670	0.20	0.53	3.61	86.66	15.52	96.39
Crema Anatolia	2750	2676	0.21	0.56	2.69	85.42	16.98	97.31
Crema Tem	2690	2674	0.24	0.64	0.82	89.88	15.89	99.18
Rosalia Pink	2680	2670	0.26	0.69	0.37	82.48	15.37	99.63
Rosalia Light	2680	2670	0.26	0.69	0.30	86.07	16.52	99.70
Emperador	2690	2650	1.23	3.27	1.49	85.68	14.42	98.51

Çizelge 4.7 Mermer Grubuna ait Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Sonuçları

Numune ismi	Özgül Kütle (Kg/m ³)	Birim Hacim Ağırlık (Kg/m ³)	Ağırlıkça Su Emme(%)	Hacimce Su Emme (%)	Porozite (%)	Basınç Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Doluluk Oranı (%)
Salome	2780	2700	0.24	0.64	2.86	64.04	16.93	97.14
Özer Beyaz	2780	2690	0.16	0.43	3.24	43.41	15.00	96.76
Dazkırı Siyahı	2790	2690	0.66	1.79	3.58	71.30	17.03	96.42
Afyon Şeker	2750	2730	0.16	0.24	0.70	68.70	15.59	99.30
Afyon Grili Şeker	2740	2720	0.12	0.21	0.73	69.16	15.14	99.27

4.3 Cihaz

4.3.1 Eğik Düzlem Test Cihazı

Doğal taşlarda kaymayı önleme özelliğinin belirlenmesi için Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ), Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezindeki (TUAM), GABBRIELLI Marka, C-03463 Model, eğik düzlem test cihazı kullanılmıştır. Kaygan yüzeylerin dinamik sürtünme katsayılarının tayininde kullanılan bir cihazdır. Test cihazı, 600 mm genişliğinde ve 2000 mm uzunluğuna sahip, eğimi uzunlamasına 0 ile 45° arasında ayarlanabilen, düz ve eğilmeyen bir döşemeden oluşur (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: Eğik Düzlem Test Cihazı

4.3.2 Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı

Bu çalışmada; yüzeyleri farklı işlenmiş doğal taşların yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için AKÜ, Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Bölüm Laboratuvarında bulunan Perthometer M2 marka Yüzey pürüzlülük cihazı kullanılmıştır (Şekil 4.28). DIN EN ISO 4287 standardına göre çalışan bu cihazda,

tarama aralığı 1.75, 5.6 ve 17.5 mm'lik iğne uçlarla yapılmaktadır. Bu çalışmada, yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde en büyük tarama ucu olan 17.5 mm lik tarama ucu kullanılmıştır. Bu cihazla Yüzey Pürüzlülük (Ra) değeri mikron (μm) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.28: Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı

4.3.3 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesinde Kullanılan Test Cihazları

Deney aşamasında yapılan fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesindeki testler AKÜ, TUAM, Mermer laboratuvarında yapılmıştır. Eğilme dayanımı ise AKÜ, Afyon Meslek Yüksekokulu, İnşaat bölüm laboratuvarındaki üç nokta eğilme cihazında yapılmıştır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29: Tek Eksenli Basınç Presi

4.4 METOT

4.4.1 Deney Numunelerinin Hazırlanması

Eğik düzlem Test cihazında, deney numunelerinin yerleştirileceği test kaplaması 120 cm x 63 cm ebatlarında olup, test edilecek plakalar bu kaplamanın üzerine yer döşemesinde olduğu şekilde yerleştirilir ve derz boşlukları doldurularak düz taşıyıcı levhaların üzerine uygulanmış olması gerekmektedir. Bu yerleştirme işlemi yapılırken, test edilecek yüzey açıkça ayırt edilebilir veya işaretlenmiş olmalıdır.

Yön gösterici şekilde şekillendirilmiş veya pürüzlendirilmiş yer kaplamaları, yürüyüş yönü ile aynı olacak şekilde yerleştirilmelidir. Yön gösterici profile veya pürüzlere sahip olmayan, dikdörtgen formatındaki yer kaplamaları, kısa kenarı, test cihazının dönüş açısına paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yerleştirme işleminde önce malzemelerin yüzeyleri deney aşamasında sonucu etkilememesi için toz ve atıklardan temizlenmelidir.

4.4.2 Eğik Düzlem Test Cihazının Hazırlanması

Test donanımı, 600 mm genişliğe ve 2000 mm uzunluğuna sahip, eğimi uzunlamasına 0 ila 45° arasında ayarlanabilen, düz ve eğilmeyen bir döşemeden oluşmaktadır. Test cihazına yan taraftan takılan, bir açı ölçme cihazı, döşemenin eğim açısını yatay eksene göre 1° olarak göstermektedir. Kişinin emniyeti açısından, test cihazının uzun kenarlarına parmaklıklar yerleştirilmiştir. Yürüme eylemini yapacak kişi emniyet kıyafetini giyerek, cihazın emniyet kilidinin olduğu bölgeye asılır.

Test sıvısı, 1 g/l konsantrasyona sahip bir yüzey aktif maddeden (deterjan) oluşan bir sulu çözeltilidir. Test çözeltilisi, musluk suyu ile testin hemen öncesinde hazırlanır ve test süresi zarfında kullanılır.

4.4.3 Deney Numunelerine Uygulanan Eğik Düzlem Testi

Deneyde kullanılan Cilalanmış, Honlanmış ve Eskitilmiş doğal taşların 30.5x30.5x1 cm, 40x40x2 cm ve 60x60x2 cm boyutlarındaki kayma açısı değerlerinin tüm verileri Ekler bölümünde verilmiştir. Traverten grubunun Kayma Açılarının aritmetik ortalama değerleri Çizelge 4.8'de, Kireçtaşı Grubunun kayma açılarının aritmetik ortalaması Çizelge 4.9 ve Mermer grubunun aritmetik ortalama değerleri Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.8: Traverten Grubuna Ait Kayma Açısı Değerleri

Numuneler	Cilalı			Honlu			Eskitme		
	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)
Sarı Traverten	14.49	13.82	15.44	17.69	17.02	18.12	22.41	18.56	18.49
Gümüş Traverten	16.29	13.4	16.74	18.48	17.41	17.94	23.63	21.72	16.81
Denizli Traverten	14.65	13.54	19.51	18.43	20.98	18.11	30.62	23.22	22.27
Afyon Traverten	15.5	12.92	15.68	17.78	14.1	15.16	21.15	17.74	18.65
Limra	16.51	15.38	15.09	16.84	16.61	15.36	18.07	16.3	15.43

Çizelge 4.9: Kireçtaşı Grubuna Ait Kayma Açısı Değerleri

Numuneler	Cilalı			Honlu			Eskitme		
	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)
Rose Anatolia	12.6	12.45	13.45	15.19	14.32	13.39	15.62	14.04	13.62
Crema Anatolia	11.67	10.71	10.42	12.15	11.29	11.09	13.82	12.48	12.51
Crema Tem	12.71	12.31	12.67	14.11	13.89	13.96	15.59	14.27	14.39
Rosalia Pink	12.66	12.51	12.38	14.24	12.6	12.49	15.86	14.11	14.08
Rosalia Light	12.8	11.03	10.68	14.32	13.78	12.29	15.58	14.86	14.48
Emperator	14.65	14.46	13.16	16.04	15.74	15.53	16.68	16.13	16.42

Çizelge 4.10: Mermer Grubuna Ait Kayma Açısı Değerleri

Numuneler	Cilalı			Honlu			Eskitme		
	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)	30.5x30.5x1 (cm)	40x40x2 (cm)	60x60x2 (cm)
Salome	13,92	13,34	12,68	14,27	14,05	13,98	15,62	15,55	15,8
Özer Beyaz	14,91	13,52	12,82	15,25	14,71	14,95	17,21	16,56	15,9
Dazkırı Siyahı	15,37	15,08	12,48	20,32	16,87	15,95	20,63	17,8	15,13
Afyon Şeker	10,04	9,85	9,25	12,35	11,62	13,39	21,11	18,54	15,76
Afyon Grili Şeker	10,72	10,65	10,56	14,4	14,43	13,48	19	18,66	14,09

5. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Deney Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada; çıplak ayakla gezilen ıslak bölgelerdeki kayma açısı, kaplama olarak kullanılacak doğal taşların DIN 51097 standardına göre kullanım alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Farklı yüzey işleme teknikleri, plaka boyutları, yüzey pürüzlülüğü, fiziko mekanik özellikler tespit edilerek kayma açısı ile olan ilişkileri belirlenmiştir. Kayma açısının değerlendirilmesinde, testleri yapılan her doğal taşın hesaplanan aritmetik ortalama değerleri kullanılmıştır.

Hesaplanan kayma açısının tanjantı, yüzeyler arasındaki sürtünme katsayısını verdiği bilinmektedir (Bowman 2003). Ayakkabı ve zemin yüzeyi arasındaki kayma direnci, kayma sonucu olan kazalarda çok önemlidir ve sürtünme katsayısı şeklinde ölçülür. Bu yüzden kayma açısının doğal taş türlerine göre yüzey işleme teknikleri ve plaka boyutlarına göre değerlendirme aşamasında, kayma açısı ile kayma direnci ifadeleri kullanılmıştır.

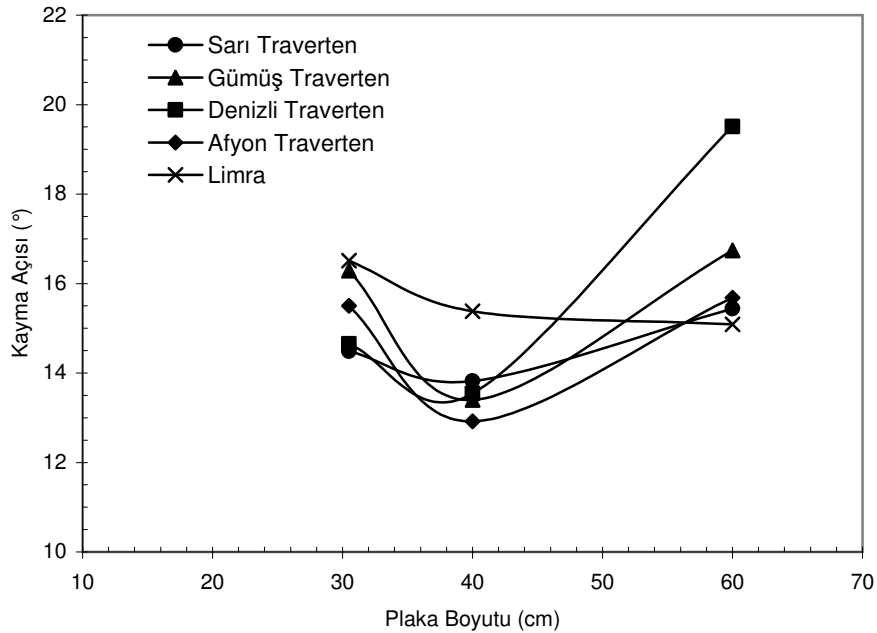
Doğal taşların yüzey pürüzlülüğünün yüzey işleme tekniğine göre değişimi de sütun grafiklerle gösterilmiştir. Fiziko-mekanik özelliklerin kayma açısı ile olan ilişkileri incelendiğinde veriler arasında normal bir dağılım olmadığı istatistik programı SPSS 10 programı ile belirlenmiştir. Bu nedenle parametrik olmayan sıra analiz yöntemlerinden Sperman rank korelasyon yöntemi kullanılarak, SPSS 10'da veriler değerlendirilmiştir.

5.1.1 Traverten Grubunda Yüzey Özelliğine Bağlı Olarak Plaka Boyutunun Kayma Açısına Etkisi

Çıplak ayakla gezilen ıslak bölgelerde kullanılacak traverten grubu doğal taşların kayma açısına yüzey özelliğinin etkisini görmek amacıyla cilalanmış, honlanmış ve eskitilmiş yüzeylerde testler yapılmıştır. Plaka

boyutları 30.5x30.5x1 cm, 40x40x2 cm ve 60x60x2 cm plakaları dikkate alınarak cilalı yüzeyde, honlu yüzeyde ve eskitilmiş yüzeyde kayma açısı değerleri incelenmiştir.

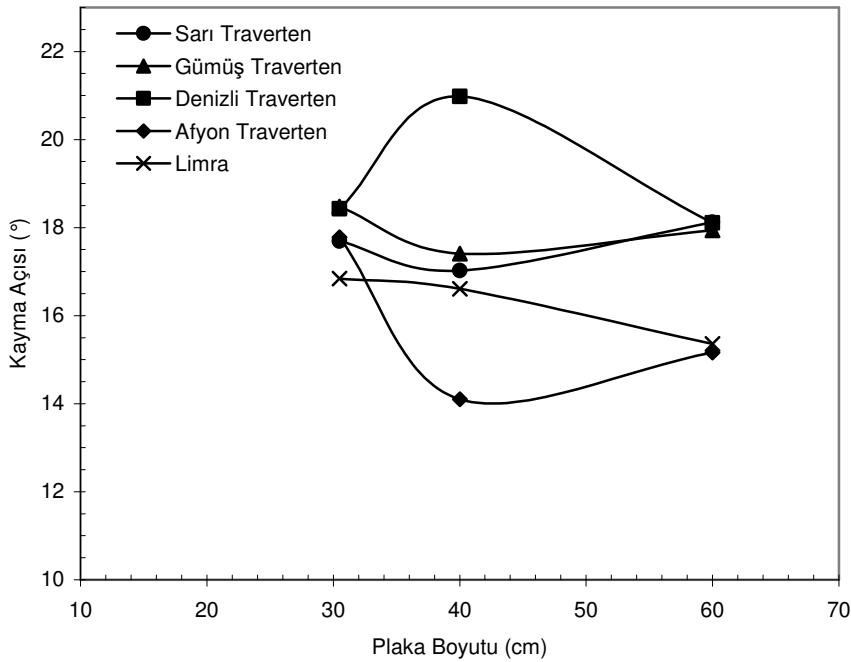
Şekil 5.1 incelendiğinde, cilalanmış traverten grubunda, yüzey özelliğinin kayma açısına olan etkisi gösterilmektedir. 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda en küçük kayma açısı 14.49 değeriyle Sarı Traverten iken, aynı boyutta Limra'nın 16.51 açı değerine ulaştığı görülmektedir. 40x40x2 cm plaka boyutunda Afyon Traverten 12.92 ile en küçük kayma açısına karşı Limra 15.38 ile bu boyutta en büyük kayma açısına sahiptir. 60x60x2 cm boyutunda ise, en büyük kayma açısı değerinin 19.51 ile Denizli Traverten'e ait olduğu görülmektedir. Plaka boyutunun değişmesine bağlı olarak kayma açısı da değişmektedir.



Şekil 5.1: Traverten Grubunda Cilalanmış Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Honlanmış yüzeydeki Traverten grubu dikkate alındığında, üç farklı plaka boyutunda da Denizli Travertenin kayma açısı en büyüktür. Buna karşın 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda Limra 16.84 derecelik kayma açısına sahipken, Afyon Traverten 17.78 kayma açısı değerini almıştır. Bu plaka

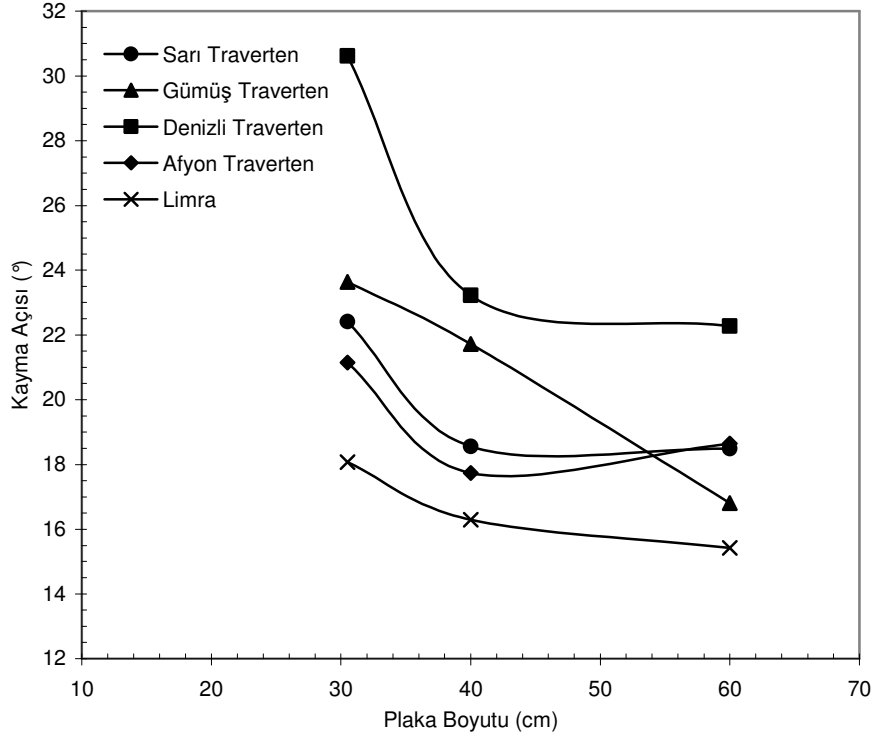
boyutunda en küçük ile en büyük kayma açısı arasındaki değer 0.94 derecedir. 40x40x2 cm plaka boyutunda Afyon Traverten 14.1 kayma açısı ile en küçük kayma açısına, Denizli Traverten ise 20.98 değeriyle en büyük kayma açısına sahiptir. Bu plaka boyutundaki fark ise 6.88 derecedir. 60x60x2 cm plaka boyutunu incelediğimizde Afyon Travertende en küçük kayma açısı elde edilirken, Denizli Traverten bu plaka boyutunda 18.11'lik kayma açısıyla en büyük açığa sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Traverten Grubunda Honlanmış Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Şekil 5.3, Eskitilmiş Traverten grubu doğal taşlarındaki plaka boyutuna karşı kayma açısının değişimini göstermektedir. Üç farklı boyutta da en büyük kayma açısı değerinin Denizli Travertene ait olduğu görülmektedir. Buna karşı, Limra'nın tüm plaka boyutlarında en küçük kayma açısı değerine sahip olduğu saptanmıştır. 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda, Limra 18.07, Denizli Traverten 30.62 kayma açısı değerindedir. 40x40x2 cm plaka boyutunda, Denizli Traverten 23.22, Gümüş Traverten 21.72, Sarı Traverten 18.56, Afyon Traverten 17.74 ve Limra 16.3 kayma açısı

değerlerine sahiptirler. Bu boyuttaki kayma direnci en büyük olan Denizli Traverten, en küçük kayma direnci de Limradır. Denizli Traverten fiziko-mekanik özelliklerinden porozite oranı dikkate alınır, bu doğal taşın en büyük kayma açısına sahip olması doğaldır. Çünkü bünyedeki gözenekliliğe bağlı olarak kayma açısı artmaktadır.

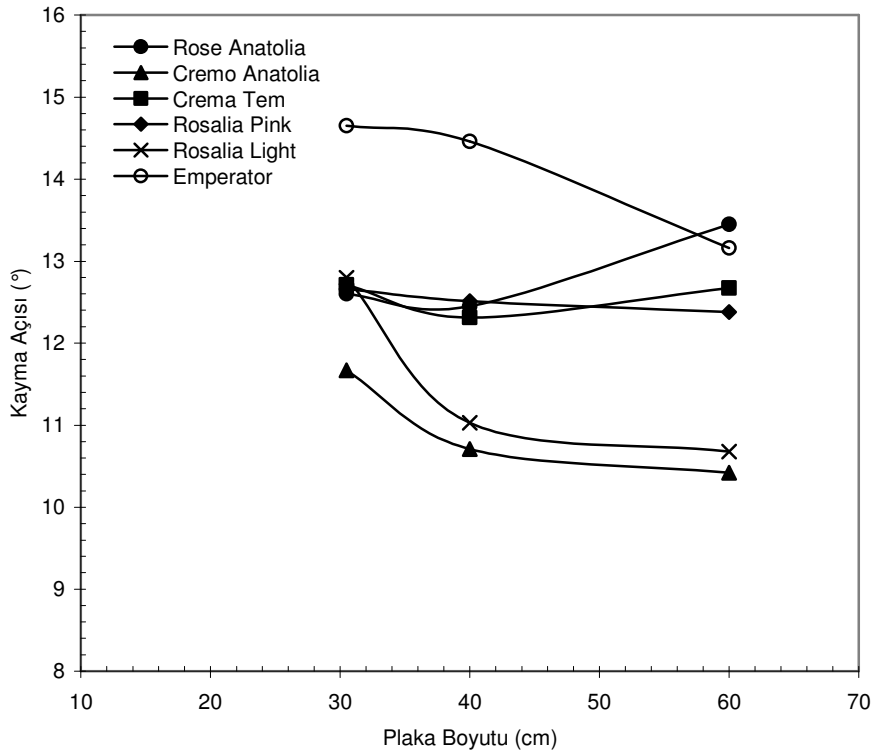


Şekil 5.3: Traverten Grubunda Eskitilmiş Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

5.1.2 Kireçtaşı Grubunda Yüzey Özelliğine Bağlı Olarak Plaka Boyutunun Kayma Açısına Etkisi

Kireçtaşı grubundaki cilalanmış yüzeylerin plaka boyutuna göre kayma açısının değişimini gösteren grafik Şekil 5.4'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda Cremo Anatolia 11.67 ile en küçük kayma açısı değerine sahip iken, Emperor 14.65'lik kayma açısıyla, grup içindeki bejlerin en yüksek kayma açısı değerinde olduğu görülmektedir. 40x40x2 cm plaka boyutunda, Cremo Anatolia 10.71

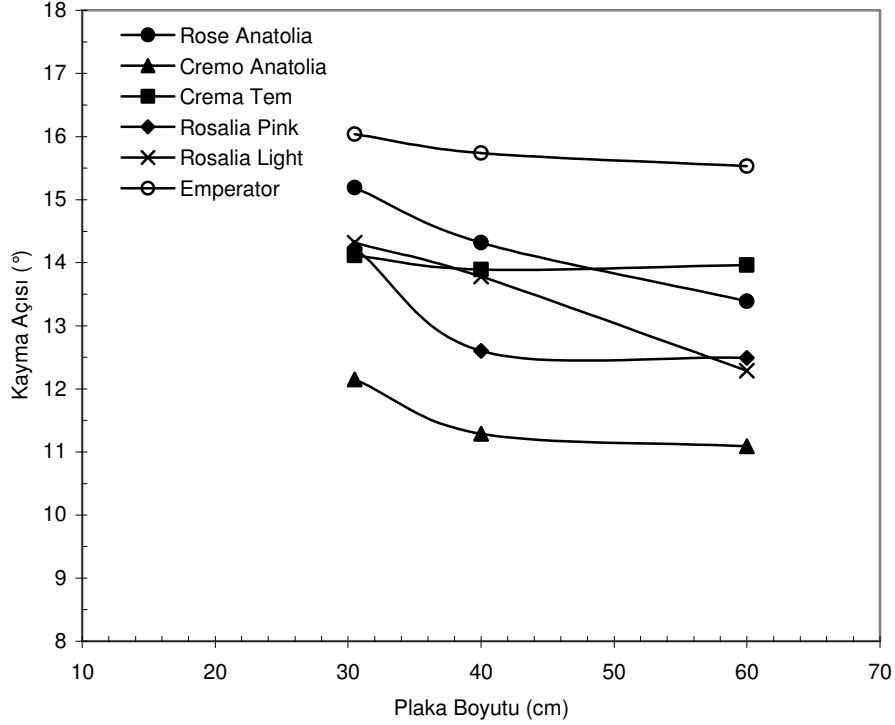
derece ile e küçük kayma açısı değerindedir. Bunu Rosalia Light 11.03, C.Tem 12.31, Rosalia Pink 12.51 ve Emperor ise 14.46 derecelik kayma açısına sahiptir. 60x60x2 cm plaka boyutunda; Rose Anatolia 13.45 kayma açısı ile en büyük kayma direncine sahiptir. Emperor 13.16, C.Tem 12.67, R.Pink12.38, R.Light 10.68 ve Cremo Anatolia 10.42 açı değerlerini almıştır. Buna göre kayma direnci en düşük olan Cremo Anatolia'dır.



Şekil 5.4: Kireçtaşı Grubunda Cilalanmış Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Şekil 5.5 incelendiğinde, honlanmış Kireçtaşı Grubundaki doğal taşların kayma açılarının plaka boyutuna göre değişimi görülmektedir. Üç farklı boyutta da Cremo Anatolia en küçük kayma açısına sahipken, plaka boyutunun artmasına bağlı olarak kayma açısı değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni, 30.5x30.5x1 cm ile 40x40x2 cm boyutlarında yapılan çalışmada plakaların araları derz dolgu yapıldığı için

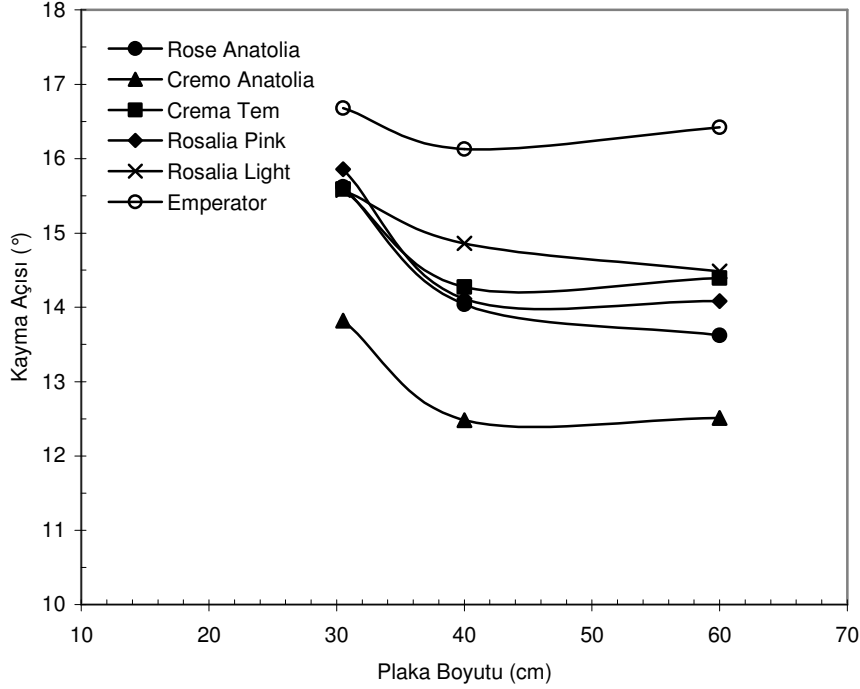
60x60x2 cm lik plakaya göre kayma açısı daha büyüktür. Emperator ise 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda 16.04, 40x40x2 cm plaka boyutunda 15.74, 60x60x2 cm plaka boyutunda ise 15.53 kayma açısı değerindedir.



Şekil 5.5: Kireçtaşı Grubunda Honlanmış Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Benzer bir yaklaşımla, Şekil 5.6'daki Eskitilmiş Kireçtaşı grubunda 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda kayma açısı değerleri; Cremo Anatolia'nın 13.82, Rosalia Light 15.58, Crema Tem 15.59, Rose Anatolia 15.62, Emperator 16.68'dir. Bu plaka boyutunda kayma direnci en büyük olan Emperator, kayma direnci en küçük olan ise Cremo Anatolia olduğu saptanmıştır. 40x40x2 cm plaka boyutunda, Cremo Anatolia 12.48 değerinde en küçük kayma açısına sahip iken, Emperator 16.13 en büyük kayma açısı değerindedir. Bu plaka boyutu arasındaki en küçük ile en büyük kayma açısı arasındaki açı değeri 3.65 derece olarak belirlenmiştir. 60x60x2 cm plaka boyutunda, Emperator 16.42, Rosalia Light 14.48, Crema Tem 14.39, Rosalia Pink 14.08, Rose Anatolia 13.62 ve Cremo

Anatolia 12.51 kayma açısı değerini almıştır. Bu değerlere göre kayma direnci en düşük olan Cremo Anatolia, en büyük kayma direncide Emperatora aittir.

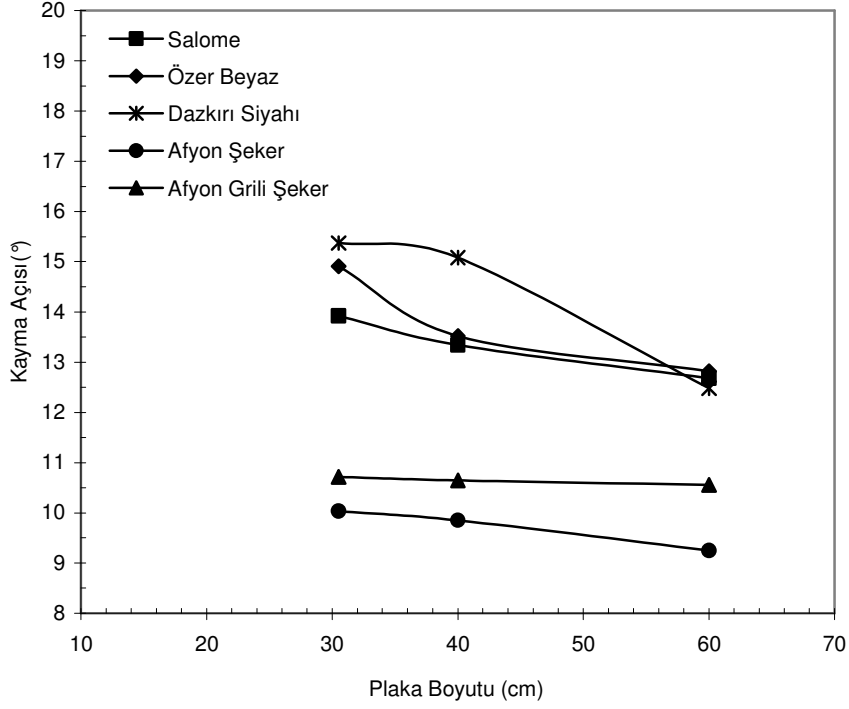


Şekil 5.6: Kireçtaşı Grubunda Eskitilmiş Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

5.1.3 Mermer Grubunda Yüzey Özelliğine Bağlı Olarak Plaka Boyutunun Kayma Açısına Etkisi

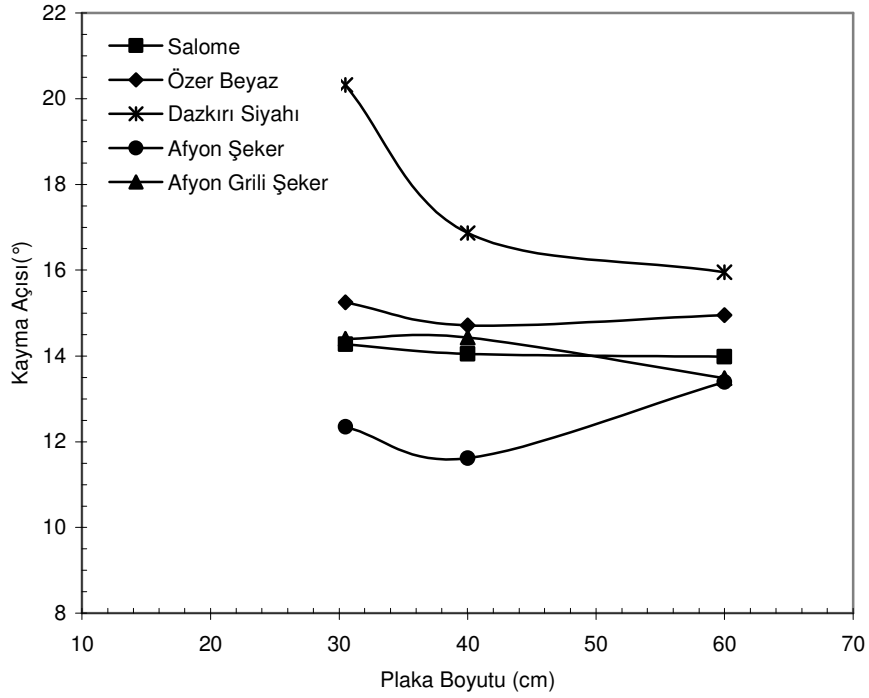
Mermer grubu içinde cilalanmış yüzeydeki kayma açısının plaka boyutuna göre değişimi grafikte verilmiştir (Şekil 5.7). Şekil incelendiğinde, Afyon Şeker üç plaka boyutunda da en düşük kayma açısına sahiptir. 30.5x30.5x1 cm plakada 10.04, 40x40x2 cm plakada 9.85, 60x60x2 cm plakasında 9.25 değerini alarak plaka boyutunun artmasına bağlı olarak azalma göstermiştir. Buna karşın Dazkırı Siyahı, 30.5x30.5x1 cm plakada 15.37, 40x40x2 cm plakada 15.08, 60x60x2 cm plakada 12.48 kayma açısı değerine sahiptir. Bu doğal taşlarda plaka boyutunun artmasına bağlı

olarak, kayma açısı değeri düşme göstermiştir. Bunun nedeni ise, derz dolgusunun etkisidir.



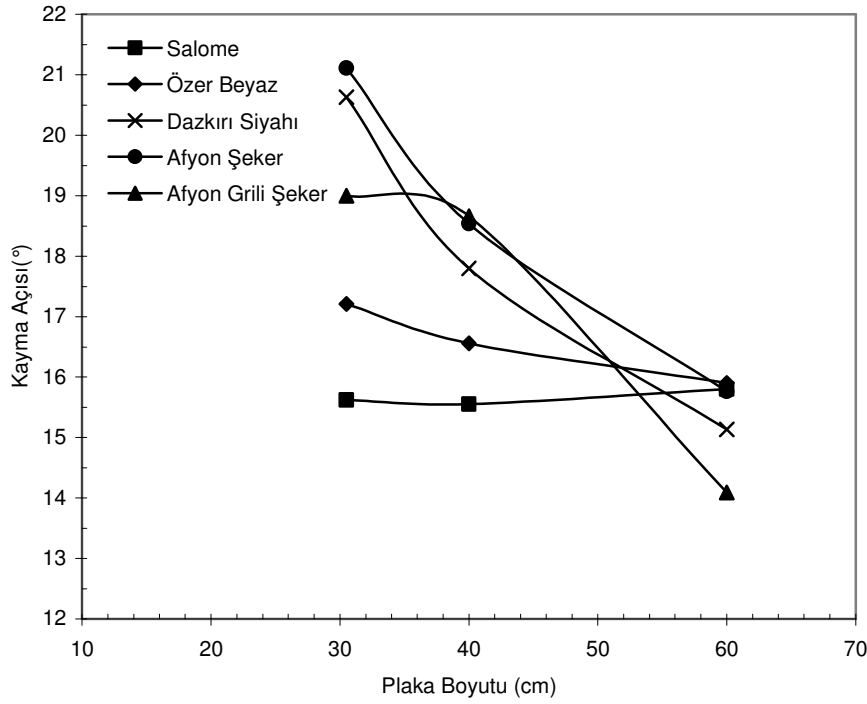
Şekil 5.7: Mermer Grubunda Cilalanmış Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Honlanmış yüzeyde Mermer grubunun kayma açısı, Şekil 5.8'de 30.5x30.5x1 plaka boyutunda Afyon Şeker 12.35 dereceyle en düşük değerdeyken, bunu Afyon Grili Şeker 14.4, Salome 14.27, Özer Beyaz 15.25 değerlerini almıştır. Dazkırı Siyahı 20.32 kayma açısıyla en büyük değere sahiptir. Aynı şekilde, Afyon Şeker 40x40x2 cm ve 60x60x2 cm plaka boyutundaki diğer mermer grubundakilere göre düşük kayma açısına sahiptir. Bu yüzden kayma direnci az olan bir doğal taştır. Buna karşın Dazkırı Siyahı en büyük kayma direncine sahip olduğu şekilden görülmektedir.



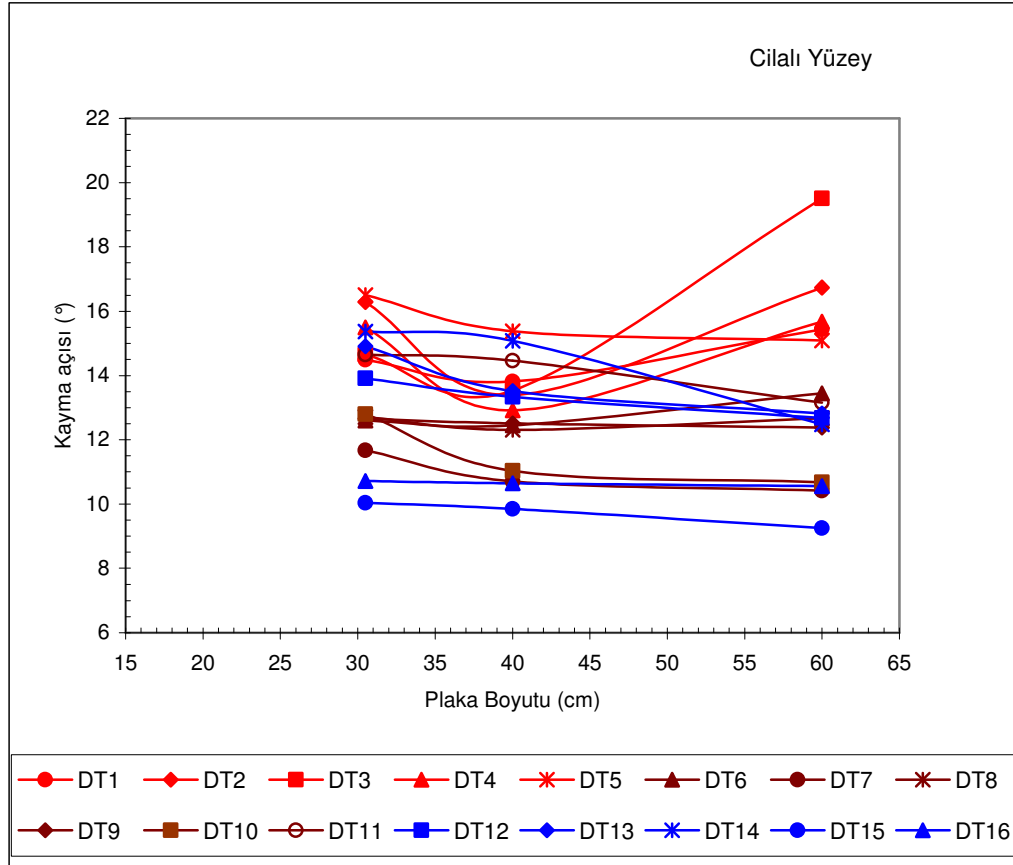
Şekil 5.8: Mermer Grubunda Honlanmış Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Şekil 5.9 incelendiğinde, Salome 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda 15.62 ve 40x40x2 cm plaka boyutunda 15.55 kayma açısıyla en düşük kayma direnci gösterirken, 60x60x2 cm plaka boyutunda Afyon Grili Şeker 14.09 değerini alarak en düşük kayma açısında olduğu saptanmıştır. Ancak 60x60x2 cm plaka boyutunda Özer Beyazın kayma açısı 15.9 olarak hesaplanmıştır. Bu değerle Özer Beyaz bu plaka boyutunda kayma direnci en büyük olan doğal taştır.



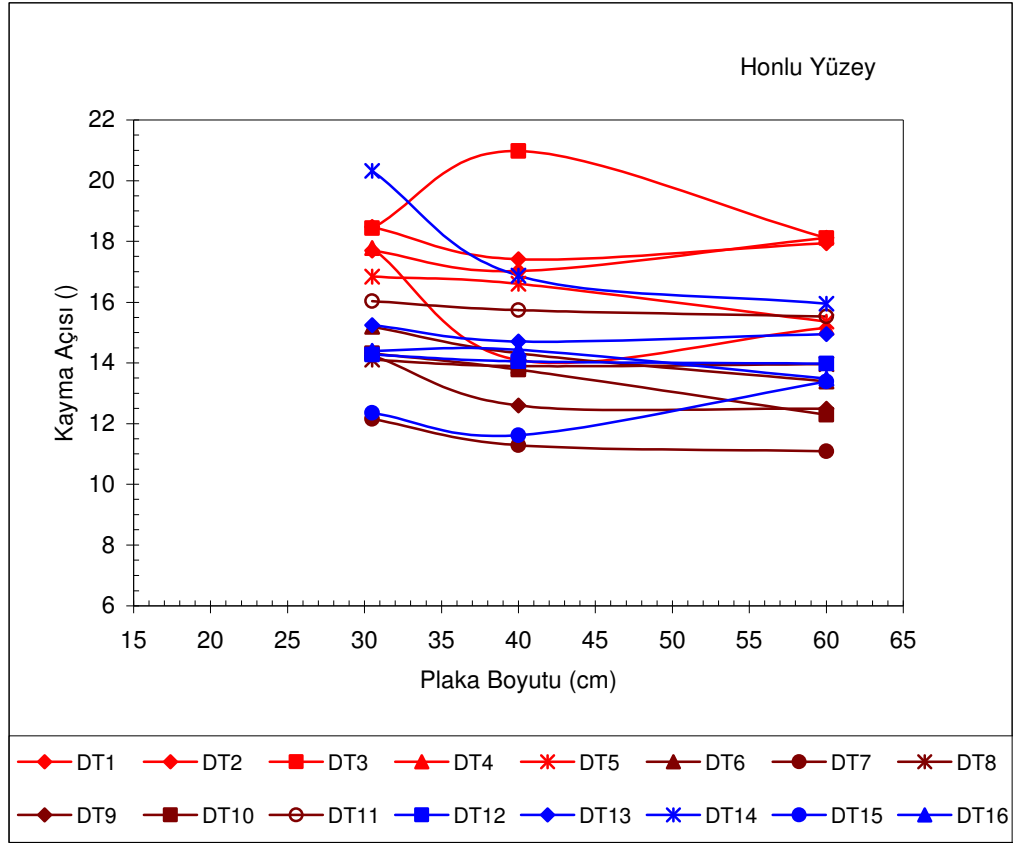
Şekil 5.9: Mermer Grubunda Eskitilmiş Yüzeyin Plaka Boyutuna Göre Kayma Açısına Olan Etkisi

Çalışmada kullanılan doğal taş gruplarının birbirlerine göre olan kayma açısı değerlerinin karşılaştırılması amacıyla Şekil 5.10'da ki grafik çizilmiştir. Cilalanmış yüzey dikkate alınarak çizilen bu grafikte, Afyon Şeker 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda 10.05, 40x40x2 cm plakada 9.85, 60x60x2 cm plakada 9.25 kayma açısı değerindedir. Bu değerler çalışmada kullanılan doğal taşların içindeki en küçük kayma açısı değeridir. Bu nedenle Afyon Şeker kayma direnci en az olan doğal taştır. Buna karşın Limra 30.5x30.5x1cm plakada 16.51, 40x40x2 cm plakada 15.38 kayma açısı değeriyle en büyük değeri almıştır. Ancak, 60x60x2 cm plakada Denizli Traverten doğal taşı 19.51 değerini alarak bu boyuttaki en büyük kayma açısına ulaşmıştır. Bu yüzden kayma direnci de en yüksek olan doğal taştır. 60x60x2 cm plaka boyutunda traverten grubundaki doğal taşların, Kireçtaşı ve mermer grubundakilere göre daha yüksek kayma açısı değerine sahip olduğu görülmektedir.



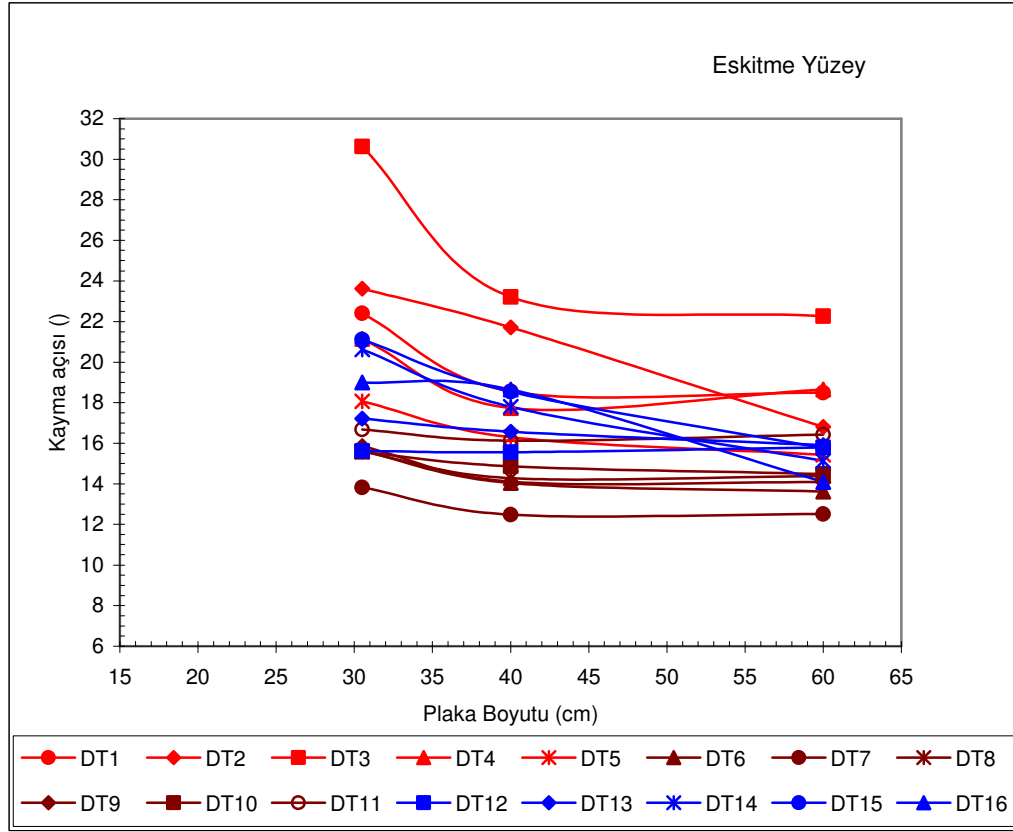
Şekil 5.10: Cilalama Yapılmış Doğal Taştaki Kayma Açısının Plaka Boyutuna Göre Karşılaştırılması (Kısaltılmış numune tanımları Çizelge 4.1).

Şekil 5.11 incelendiğinde, 30.5x30.5x1 plaka boyutunda en küçük kayma açısı değerini Kireçtaşı Grubundaki Cremo Anatolia verirken, en büyük kayma açısı değeri 20.32 ile Dazkırı Siyahı'na aittir. Bu doğal taştan sonra, kayma açısı azalarak Traverten grubundaki Gümüş Traverten, Denizli Traverten, Afyon Traverten ve Limra'nın yer aldığı görülmektedir. 40x40x2 cm ve 60x60x2 cm plaka boyutunda en büyük kayma açısı değerini Denizli Traverten almıştır. Bu plaka boyutlarındaki en küçük değer ise Cremo Anatolia'a aittir. Buna göre, 40x40x2 cm ve 60x60x2 cm plaka boyutlarında kayma direnci en küçük olan Cremo Anatolia, en büyük olan ise Denizli Traverten'dir.



Şekil 5.11: Honlama Yapılmış Doğal Taştaki Kayma Açısının Plaka Boyutuna Göre Karşılaştırılması (Kısaltılmış numune tanımları Çizelge 4.1).

Eskitilmiş yüzeydeki tüm doğal taşların plaka boyutuna göre kayma açılarının değişimi Şekil 5.12’de verilmiştir. 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda en yüksek kayma açısı 30.62 değeriyle Denizli Traveten olduğu görülmektedir. En küçük açısı değeri 13.82 ile Cremo Anatolia aittir. Bu değerler arasındaki fark ise 16.8 derecelik bir fark vardır. Eskitme işleminden dolayı yüzeyde oluşan farklılıktan dolayı bu düzeyde bir farkın ortaya çıktığı düşünülmektedir.

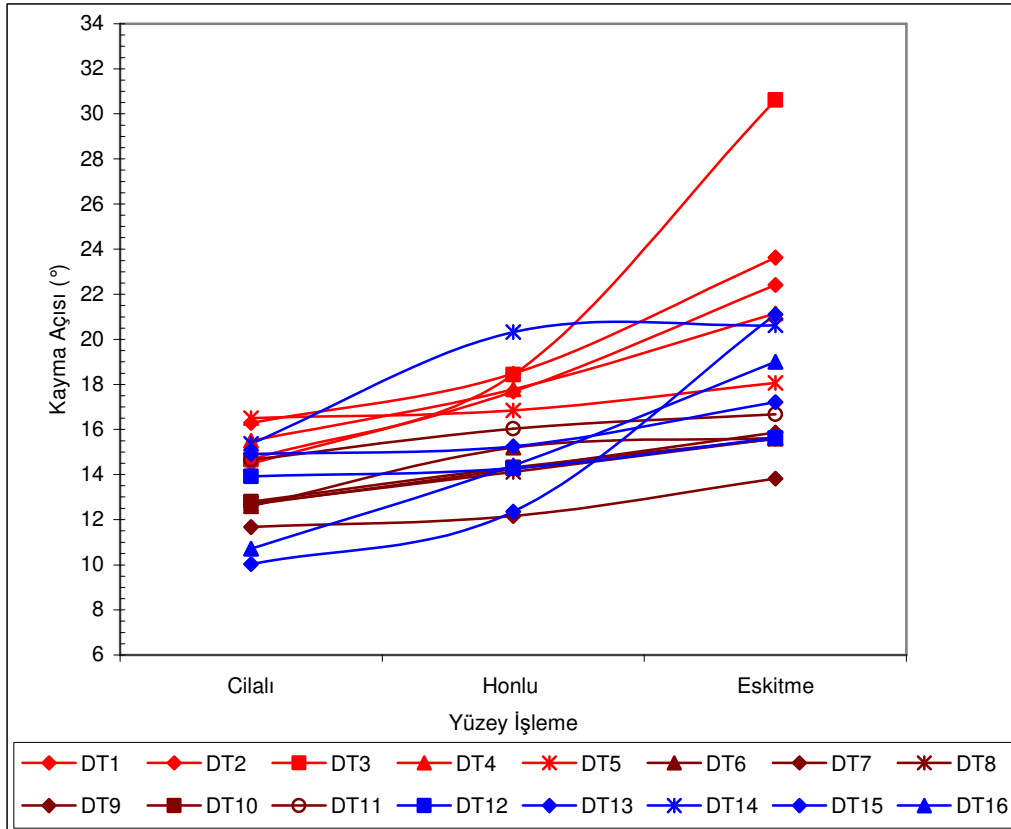


Şekil 5.12: Eskitme Yapılmış Doğal Taştaki Kayma Açısının Plaka Boyutuna Göre Karşılaştırılması (Kısaltılmış numune tanımları Çizelge 4.1).

5.2 Yüzey İşlemenin Kayma Açısına Etkisi

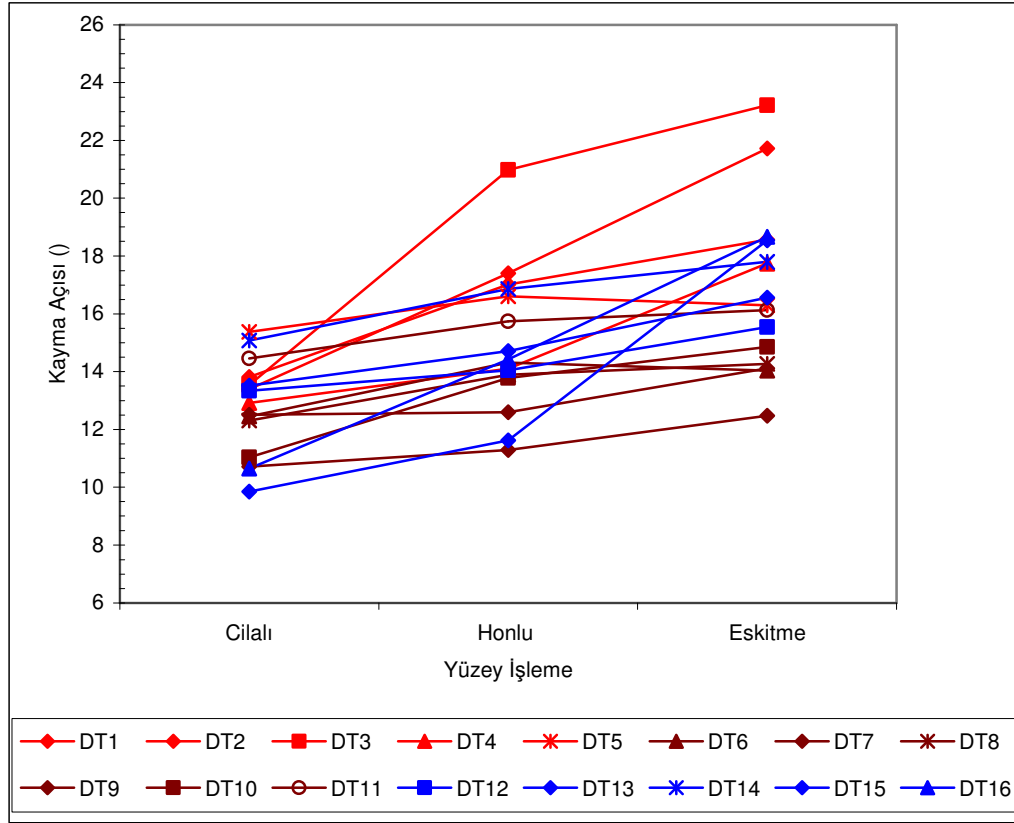
Doğal taşların plaka boyutu sabit tutularak yüzey işleminin kayma açısına olan etkisinin belirlenmesi için çalışmada kullanılan doğal taşların grafiği Şekil 5.13'de gösterilmektedir. 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda, cilalı yüzeydeki en düşük kayma açısına Özer Beyaz, en yüksek değeri ise Limra almıştır. Honlu yüzeyde ise, Cremo Anatolia 12.15 kayma açısı ile en düşük kayma direncine sahiptir. Dazkırı Siyahı, honlu yüzeyde 20.32 kayma açısıyla en büyük kayma açısına sahiptir. Bu karşın eskitilmiş yüzeyde traverten grubu en yüksek değerleri alarak diğer grupların içinde en etkili sonucu verdiği görülmektedir. Denizli Traverten en yüksek kayma açısına alarak kayma direnci en yüksek olan doğal taştır. Bunun nedeni ise, traverten grubundaki doğal taşların gözenekli yapısına ve eskitmede kullanılan en uygun doğal taşlar olarak travertenin kullanılması ile fark

edilen belirgin yüzey ayrıntılarının oluşması kayma direncini etkilemektedir.



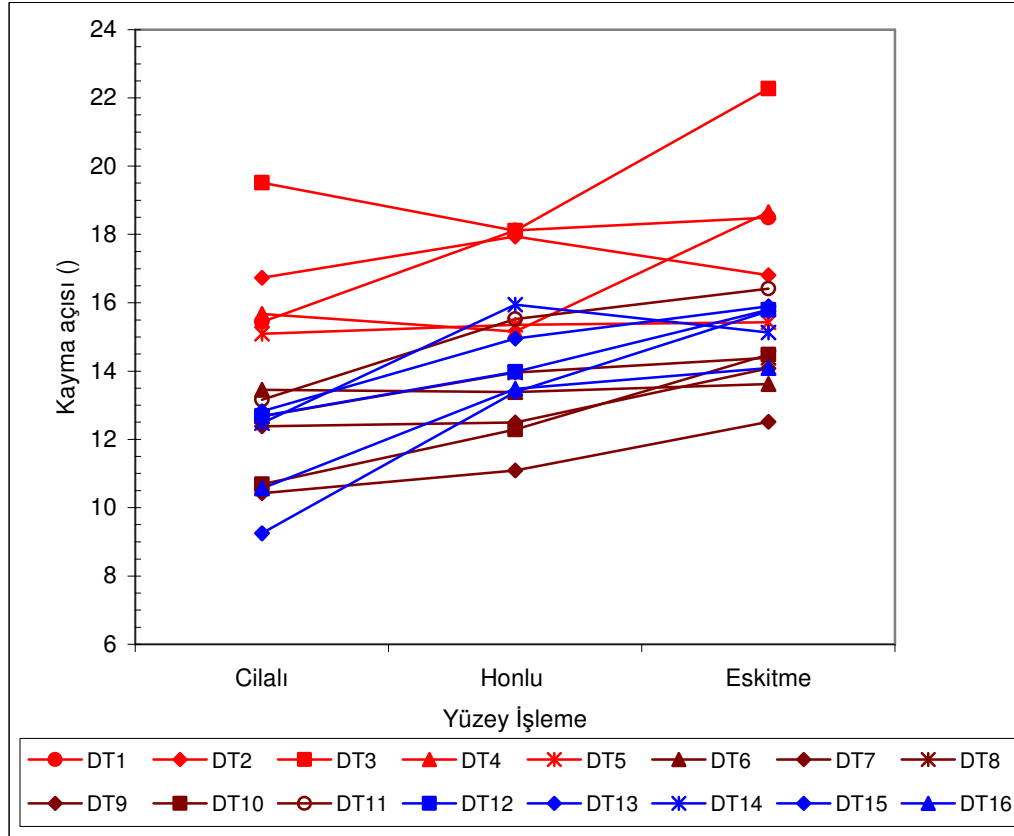
Şekil 5.13: 30.5x 30.5x1 Boyutlu Doğal Taşlardaki Kayma Açısının Yüzey İşleme Türüne Göre Karşılaştırılması (Kısaltılmış numune tanımları Çizelge 4.1).

Şekil 5.14 incelendiğinde, 40x40x2 cm plaka boyutunda yüzey işleme özelliklerinin kayma açısına olan etkisi görülmektedir. Cilalanmış yüzeyde kayma açısı en düşük olan mermer grubundan Afyon Şeker iken, Limra doğal taşının 15.38 kayma açısı değeriyle en büyük kayma direncine sahip olduğu görülmektedir. Honlanmış yüzeyde en küçük kayma açısı Cremo Anatolia 11,29 değerindeyken, Denizli Traverten 20.98 değerini alarak bu yüzeydeki en büyük kayma açısına ulaşmıştır. Eskitilmiş yüzeyde ise, Kireçtaşı Grubu mermerler diğer gruplara göre, kayma açı değerleri düşük olan grup olarak görülmektedir. Buradaki kayma açısı yüksek olan doğal taş ise 23.22 değeri ile Denizli Traverten'dir.



Şekil 5.14: 40x40x2 Boyutlu Doğal Taştaki Kayma Açısının Yüzey İşleme Türüne Göre Karşılaştırılması (Kısaltılmış numune tanımları Çizelge 4.1).

60x60x2 cm plaka boyutu dikkate alınarak yapılan yüzey işleme özelliklerinin kayma açısına olan etkisi Şekil 5.15’de verilmektedir. Cilalı yüzeyde traverten grubundaki doğal taşların en yüksek kayma açısı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle kayma direnci en yüksek olan doğal taş traverten grubudur. Travertenlerin kayma direncinin yüksek olması yapısındaki gözeneklerden kaynaklanmaktadır. Honlanmış doğal taşlara bakıldığında en düşük kayma açısını Kireçtaşı Grubundan Cremo Anatolia 11.09 derecelik değeriyle aldığı görülmektedir. Ancak Emperator 15,74 değeri ile Kireçtaşı Grubundakilere göre daha yüksek kayma direncine sahiptir. Eskitilmiş yüzeyde, traverten grubunda ki doğal taşların kayma dirençlerinin yüksek olduğu şekilde görülmektedir. Kireçtaşı Grubundan Cremo Anatolia 12.51 değeriyle en düşük kayma açısına sahiptir. Buna bağlı olarak kayma direnci en az olan doğal taştır.

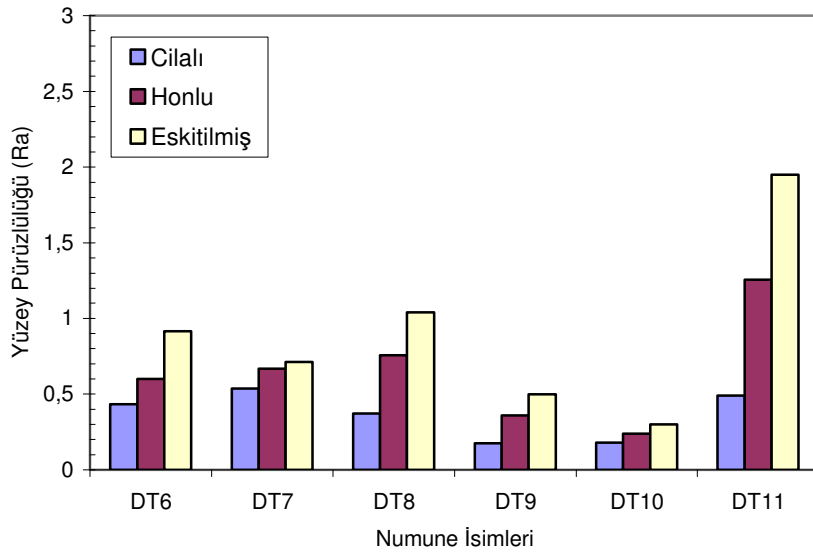


Şekil 5.15: 60x60 Boyutlu Doğal Taştaki Kayma Açısının Yüzey İşleme Türüne Göre Karşılaştırılması (Kısaltılmış numune tanımları Çizelge 4.1).

5.3. Yüzey Pürüzlülüğünün Kayma Açısına Etkisi

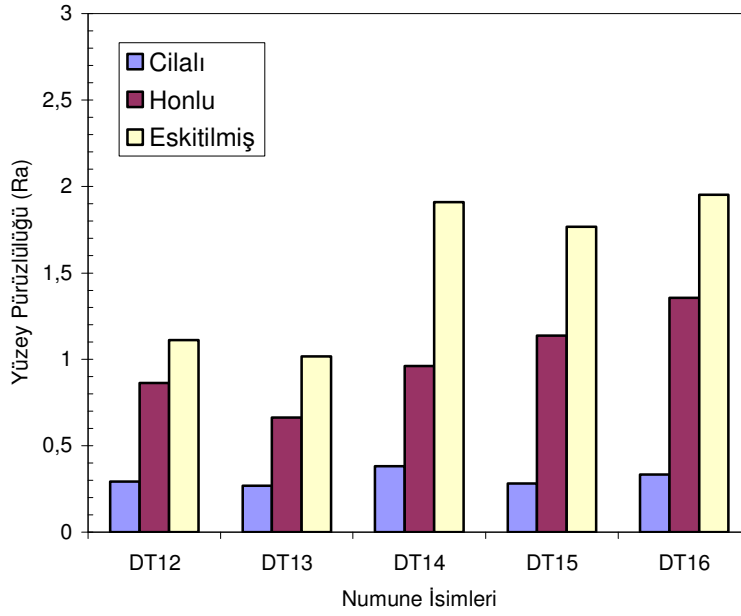
Doğal taşların yüzey pürüzlülüğünün kayma açısına olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada yüzey pürüzlülük (R_a) değeri, Kireçtaşı ve Mermer grubunda üç farklı yüzey işleminde hesaplanmış, bununla ilgili veriler grafiğe aktarılmıştır (Şekil 5.16). Traverten grubunun yüzey pürüzlülük değerinin bu cihazla hesaplanamayacağı görülmüştür. Çünkü kullanılan Perthometer M2 marka yüzey pürüzlülük cihazının tarama ucu 17.5 mm aralığı tarayabilmektedir. Traverten plakalarında yapılacak bu ölçümlerde, travertenlerin boşluklu yapısından dolayı, yüzeyin tamamını karakterize edemeyeceği görülmüştür. Travertenlerin yüzeylerini tam olarak karakterize edebilecek yöntemler daha sonraki çalışmalarda araştırılacaktır.

Yüzey işleme tekniklerine bağlı olarak yüzey pürüzlülük değerinde (Ra) artış görülmektedir. Şekil 5.16 incelendiğinde, Kireçtaşı Grubunda yüzey pürüzlülüğünün, yüzey işlemesine bağlı olarak değişimi verilmiştir. Cilalı yüzeylerde Ra değeri daha düşük iken, honlanmış yüzeydeki Ra değeri cilalıya göre artış göstermiştir. Şekilde en yüksek Ra değerine eskitilmiş yüzey sahiptir. Buna göre yüzey işleme özelliğine bağlı olarak Ra değeri değişim göstermektedir.



Şekil 5.16: Kireçtaşı Grubunda Yüzey Pürüzlülüğünün Yüzey İşleme Tekniklerine Bağlı Olarak Değişimi

Mermer grubundaki yüzey işleme tekniğine bağlı olarak yüzey pürüzlülüğündeki değişim Şekil 5.17’de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde, cilalı yüzeydeki Ra değerleri honlu yüzeye göre düşüktür. Aynı şekilde honlanmış yüzeylerde Eskitilmiş yüzeye göre düşüktür. Buna göre, yüzey işleme tekniğinden de bilindiği üzere, pürüzlülüğü gidermek amacıyla cilalama tekniğinde ince taneli aşındırıcılar kullanılmakta ve yüzey parlatılmaktadır. Böylece yüzeydeki pürüzlülük minimuma inmektedir. Bunun sonucu olarak şekilde de görüldüğü gibi cilalı yüzeylerin Ra değerleri azalmıştır.



Şekil 5.17: Mermer Grubunda Yüzey Pürüzlülüğünün Yüzey İşleme Tekniklerine Bağlı Olarak Değişimi

5.4. Mineralojik ve Petrografik Özelliklerin Kayma Açısına Etkisi

Mineralojik ve petrografik özellikler, doğal taşların ocakta kesiminden başlayarak tesislerdeki işlenmesine ve daha sonraki kullanımlarında etkili olduğu bilinmektedir. Bu yüzden kayma açısının tespitinde önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Çünkü doğal taşların iyi cila alma ve yüzey işlemlerinde tane yapısının etkisi, taneler arası bağların farklılığı gibi etkenlerin etkili olduğu belirtilmiştir (Sarıışık vd. 2003). Bu yüzden kayma açısında da mineralojik özelliklerin etkisinin olacağı düşünülmüştür.

Bu çalışmadaki yüzey işleme tekniklerine göre belirlenen kayma açısı değerlerine bakıldığında; Traverten grubu en yüksek kayma açısı değerine sahiptir. Travertenlerin mineralojik ve petrografik incelemeleri sonucunda esas bileşen olarak kalsit minerali saptanmıştır. Kalsitin yanı sıra az oranda kuvars ve opak mineralleri bulunmaktadır. Sarı Traverten'de bitki kavkılarındaki kuvars ve silis oranları, Afyon Traverten'de ki opak mineraller yüzünden kayacın sertliği artmaktadır. Buna bağlı olarak cila

alma özelliği artmakta, kayma açđ değeri azalmaktadır. Fakat traverten grubundaki doğal taşlarda boşluk oranları mevcuttur. Boşluk oranları ve bunların dağılımlarındaki farklılık kayma açısını etkilemektedir. Denizli Travertenin, gruptaki diğer travertenlere göre daha fazla oranda boşluğa sahip olduğu fiziko-mekanik özelliklerde belirlenmiştir. Kayma açısı ile ilgili grafikler incelendiğinde kayma açısının arttığı görölmektedir. Bu nedenle boşluk oranının artmasıyla kayma açısının artacağı söylenebilir.

Kireçtaşı Grubundaki doğal taşların mineralojik ve petrografik özelliklerine baktığımızda esas bileşen kalsit bunun yanında çatlaklar ve erime boşlukları boyunca sekonder kalsit dokuları ve demir eriyiklerinin bulunduğu belirtilmiştir. Bu çatlak ve erime boşluklarının farklı minerallerle dolmasından dolayı doğal taşlarda farklı sertliğe sahip bölgeler oluşabilmektedir. Bu doğal taşların daha sonraki kullanımlarında bu bölgelerde mikro çatlak ve dolguların aşınmasından dolayı yüzey özellikleri değişecektir. Buda kayma açısının artmasına neden olacaktır.

Mermer grubunda yapılan mineralojik incelemeler sonucunda ana bileşen yine kalsit mineralidir. Genellikle Özer Beyaz, Afyon Şeker ve Afyon Grili Şekerin iri kristalli kalsit tanelerinin yan yana gelmesi sonucu oluştukları, tanelerin kenarları reaksiyona girerek yada hafif yan basınçlara maruz kalması sonucu tane şekli değişmiştir. Doğal taşların tane boyut dağılımı, parlaklık ve cila alma özelliklerini direk etkilemektedir. Düzenli bir yapıda olan Özer Beyaz, Afyon Şeker ve Afyon Grili Şeker numuneleri iyi cila almalarından dolayı kayma açıları düşük çıkmıştır. Bu gruptaki Dazkırı Siyahı ise metamorfizma geçirmiş ve ince taneli bir yapı sergilemektedir. Bu kayaç farklılığından dolayı yüzey işleme teknikleri yapılırken bu yabancı kayaç bünyeden kopabilir yada farklı sertliğinden dolayı yüzey işleminde yapıda değişim olabilir. Bu etkiler dikkate alındığında grafikte Dazkırı Siyahı'nın grup içindeki en büyük kayma açısına sahip olduğu görölmektedir.

5.5. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Kayma Açısına Etkisi

Yapılan çalışmada doğal taşların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek, bunların kayma açısına olan etkileri incelenmiştir. Bu veriler kullanılırken verilerin linear olmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden nonlinear verilerin değerlendirilmesinde kullanılan Spearman Rank korelasyon ilişkisiyle kayma açısı ile fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişki incelenmiştir. SPSS programı "Statistical Package for Social Sciences" istatistiksel bir analiz programıdır ve birçok alanda çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır (Altunışık vd. 2002).

Sperman's rank korelasyon tekniği, iki farklı veri seti arasında lineer bir korelasyonun varlığının belirlenmesi amacıyla hesaplanan korelasyon katsayısının, veri değerleri üzerinde oluşturulan lineer ranklama esasına dayanan bir nonparametrik regresyon yöntemidir (Mendenhall W).

Çizelge 5.1'de Spearman Rank korelasyon tekniği kullanılarak SPSS 10 istatistik programında kayma açısının; su emme, porozite, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı ile olan ilişkileri hesaplanmıştır. Kayma açısı ile su emme arasındaki ilişkiye bakıldığında, 0.654 değerini aldığı görülmektedir. Buna göre su emme ile kayma açısı arasında anlamlı bir ilişki vardır. Porozite değeri ise 0.690 değerini almıştır. Bu yüzden porozite ile kayma açısı arasında da anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Basınç ve eğilme dayanımları ise eksi değer alarak ters yönde bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Çizelge:5.1: Cilalı Yüzeydeki Kayma Açısının Fiziko-Mekanik Özelliklerle Olan İlişkisi

			Kayma Açısı	Su Emme	Porozite	Basınç	Eğilme
Spearman's rho	Kayma Açısı	Correlation Coefficient	1,000	,654**	,690**	-,565*	-,537*
		Sig. (2-tailed)	,	,006	,003	,023	,032
		N	16	16	16	16	16
	Su Emme	Correlation Coefficient	,654**	1,000	,517*	-,298	-,609*
		Sig. (2-tailed)	,006	,	,040	,263	,012
		N	16	16	16	16	16
	Porozite	Correlation Coefficient	,690**	,517*	1,000	-,674**	-,612*
		Sig. (2-tailed)	,003	,040	,	,004	,012
		N	16	16	16	16	16
	Basınç	Correlation Coefficient	-,565*	-,298	-,674**	1,000	,621*
		Sig. (2-tailed)	,023	,263	,004	,	,010
		N	16	16	16	16	16
	Eğilme	Correlation Coefficient	-,537*	-,609*	-,612*	,621*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,032	,012	,012	,010	,
		N	16	16	16	16	16

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

Çizelge 5.2 incelendiğinde, Spearman rank korelasyon testine göre, kayma açısı ile su emme arasında değer 0.584 olduğu ve bunun anlamlı bir ilişki olduğu, porozite ile kayma açısı arasında ise 0.729 değerle çok anlamlı bir ilişkinin olduğu bulunmuştur.

Basınç dayanımı ve eğilme dayanımı değerlerinin kayma açısı ile olan ilişkisinde ters orantılı olduğu ve anlamlı olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.2 : Honlu Yüzeydeki Kayma Açısının Fiziko-Mekanik Özelliklerle Olan İlişkisi

			Kayma Açısı	Su Emme	Porozite	Basınç	Eğilme
Spearman's rho	Kayma Açısı	Correlation Coefficient	1,000	,584*	,729**	-,532*	-,535*
		Sig. (2-tailed)	,	,018	,001	,034	,033
		N	16	16	16	16	16
	Su Emme	Correlation Coefficient	,584*	1,000	,517*	-,298	-,609*
		Sig. (2-tailed)	,018	,	,040	,263	,012
		N	16	16	16	16	16
	Porozite	Correlation Coefficient	,729**	,517*	1,000	-,674**	-,612*
		Sig. (2-tailed)	,001	,040	,	,004	,012
		N	16	16	16	16	16
	Basınç	Correlation Coefficient	-,532*	-,298	-,674**	1,000	,621*
		Sig. (2-tailed)	,034	,263	,004	,	,010
		N	16	16	16	16	16
	Eğilme	Correlation Coefficient	-,535*	-,609*	-,612*	,621*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,033	,012	,012	,010	,
		N	16	16	16	16	16

* . Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

Eskitilmiş yüzeydeki kayma açısı değerlerini, fiziko-mekanik özelliklerle Spearman rank korelasyon tekniği ile değerlendirdiğimizde, su emme ile anlamlı ilişkinin olmadığı, porozite değerinin 0.578 ile anlamlı olduğu bulunmuştur. Diğer cilalı ve honlu yüzeylerde olduğu gibi, eskitme yüzeyde de Basınç dayanımı ters ilişkili 0.731 değeriyle anlamlı, Eğilme dayanımının ise yine ters ilişkili ve 0.639 değerini alarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.3: Eskitilmiş Yüzeydeki Kayma Açısının Fiziko-Mekanik Özelliklerle Olan İlişkisi

			Correlations				
			Kayma Açısı	Su Emme	Porozite	Basınç	Eğilme
Spearman's rho	Kayma Açısı	Correlation Coefficient	1,000	,373	,578 *	-,731 **	-,639 **
		Sig. (2-tailed)	,	,155	,019	,001	,008
		N	16	16	16	16	16
	Su Emme	Correlation Coefficient	,373	1,000	,517 *	-,298	-,609 *
		Sig. (2-tailed)	,155	,	,040	,263	,012
		N	16	16	16	16	16
	Porozite	Correlation Coefficient	,578 *	,517 *	1,000	-,674 **	-,612 *
		Sig. (2-tailed)	,019	,040	,	,004	,012
		N	16	16	16	16	16
	Basınç	Correlation Coefficient	-,731 **	-,298	-,674 **	1,000	,621 *
		Sig. (2-tailed)	,001	,263	,004	,	,010
		N	16	16	16	16	16
	Eğilme	Correlation Coefficient	-,639 **	-,609 *	-,612 *	,621 *	1,000
		Sig. (2-tailed)	,008	,012	,012	,010	,
		N	16	16	16	16	16

*. Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

5.6 Doğal Taşların Kayma Açısı Değerlerinin DIN 51097 Göre Sınıflandırılması

Doğal Taşlarda DIN 51097 standardına göre yapılan testler sonucunda kayma açısı belirlenmemiştir. Çizelge 3.2'de Çıplak ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenme testi sonuçlarının sınıflandırılması dikkate alınarak, elde edilen değerlere göre hangi doğal taşın hangi sınıflama içinde yer aldığı çizelge 5.4'de verilmektedir.

Çizelge 5.4 : Deneyde kullanılan Doğal Taşların DIN 51097 Göre Sınıflandırılması

Numune İsimleri	Cilalı			Honlu			Eskitme		
	30.5x30.5x1	40x40x2	60x60x2	30.5x30.5x1	40x40x2	60x60x2	30.5x30.5x1	40x40x2	60x60x2
DT1	A	A	A	A	A	B	B	B	B
DT2	A	A	A	B	A	A	B	B	A
DT3	A	A	B	B	B	B	C	B	B
DT4	A	A	A	A	A	A	B	A	B
DT5	A	A	A	A	A	A	B	A	A
DT6	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT7	X	X	X	A	X	X	A	A	A
DT8	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT9	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT10	A	X	X	A	A	A	A	A	A
DT11	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT12	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT13	A	A	A	A	A	A	A	A	A
DT14	A	A	A	B	A	A	B	A	A
DT15	X	X	X	A	X	A	B	B	A
DT16	X	X	X	A	A	A	B	B	A

Bu çizelgede belirtilen, Doğal Taşların DIN 51097 göre sınıflandırılmasında kayma açısı değerleri dikkate alınarak; X <12°, A ≥ 12°, B ≥ 18° ve C ≥ 24° olarak yapılmıştır.

A sınıflandırmasında bulunan doğal taşlar, genellikle kuru iken yalınayak kullanılan koridorlar, tek yada grup soyunma odaları (sporcular için), tüm yüzme havuzlarında, derinliği 80 cm olmayan sığ yüzme havuzlarında kullanılır. B sınıflandırılmasındaki doğal taşlar, A sınıflandırması içinde belirtilen alanlar dışındaki yalınayak kullanılan koridorlar, yüzme havuzu çevresindeki alanlar, platformlar, çocuk havuzları ve yağmurlu alanlardaki merdivenlerde kullanılır. C sınıflandırmasındaki doğal taşlar ise, havuzların kıyı eğimlerinde, B sınıflandırmasında yer almayan su içindeki merdivenler, yüzme havuzu dışındaki merdiven basamaklarında kullanılır. Çizelge 5.1 incelendiğinde; doğal taşların plaka boyutu ve yüzey işleme göre değişimi sonucu farklı alanlarda kullanılabileceği görülmektedir. DIN 51097 göre yapılan sınıflandırmada 12°'nin altında kalan doğal taşlar değerlendirilmemiştir. Bu nedenle çizelge 5.4'de X olarak belirtilen doğal taşların çıplak ayakla gezilen ıslak zeminlerde kullanılmaması uygundur.

Cilalanmış yüzeyde ve Plaka boyutu 30.5x30.5x1 cm ile 40x40x2 cm plaka boyutunda tüm doğal taşların kayma açısı 12.0 değerine eşit ve büyüktür, bu nedenle A sınıflaması içinde yer almaktadır. Denizli Traverten cilalanmış 60x60x2 cm plaka boyutunda B sınıflaması içinde yer alır. Bu doğal taş dışındakiler ise A grubunda yer alır.

Çizelge 5.4'de honlanmış yüzey incelendiğinde; 30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda Gümüş Traverten, Denizli Traverten ve Dazkırı Siyahı isimli doğal taşlar kayma açısı değeri 18.0 üzerinde yer aldığından B sınıflandırmasına göre kullanılabileceklerdir. 40x40x2 cm plaka boyutunda DT3 doğal taşı B sınıfında yer alırken, diğer doğal taşlar A sınıflaması içinde yer aldığı görülmektedir. 60x60x2 cm plaka boyutunda Sarı Traverten ve Denizli Traverten numuneleri B sınıflamasında kullanılabileceği bunların dışındaki doğal taşların ise yine A sınıflamasındaki alanlarda kullanacağı saptanmıştır.

Eskitilmiş yüzeyde, DIN 51097 göre kayma açısı değerlerine uygun olarak yapılan sınıflandırmaların (A,B,C) hepsi yer almaktadır. Denizli Traverten,

30.5x30.5x1 cm plaka boyutunda C sınıflandırması iken Sarı Traverten, Gümüş Traverten, Afyon Traverten ve Limra B olarak tespit edilmiştir. Traverten grubunun eskitme yapılması durumunda kayma açısının 18 derecenin üstünde olacağı görülmektedir. Kireçtaşı Grubundaki (Rose Anatolia, Cremo Anatolia, Crema Tem, Rosalia Pink, Rosalia Light, Emperor) doğal taşların 12 dereceden büyük ama 18 dereceden küçük değer aldığı görülmektedir. Mermer grubunda ise Salome ve Özer Beyaz A iken; Dazkırı Siyahı, Afyon Şeker ve Afyon Grili Şeker B sınıfındaki kullanım alanlarında değerlendirilir. 40x40x2 cm plakada Sarı Traverten, Gümüş traverten, Denizli Traverten, Afyon Şeker ve Afyon Grili Şeker isimli doğal taşlar B sınıflamasında, bunların dışındakiler ise kayma açısı değeri 18 derecenin altında olduğu için A sınıflamasında yer alırlar. 60x60x2 cm plakada Sarı Traverten, Denizli Traverten ve Afyon Traverten B iken, yine diğer doğal taşlar A sınıflaması içinde kalırlar.

6. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar sonucunda, yüzey kaplama malzemesi olarak kullanılacak doğal taşların, DIN 51097 “Çıplak ayakla Gezilen Islak Bölgelerin Kaymayı Önleme Özelliğinin Belirlenmesi” standardı kullanılarak üç farklı boyut da honlanmış, cilalanmış ve eskitilmiş yüzeylerdeki kayma açıları hesaplanarak, bu doğal taşların ıslak zeminlerde ki kaplama emniyetinde dikkat edilecek unsurlar belirlenmiştir.

Doğal taşların bu çalışmadaki yüzey işlemleri cilalama, honlama ve eskitme olarak seçilmiş ve bu yüzeylerde kayma açısı değeri hesaplanmıştır. Sonuçta kayma açısı değeri en büyük olan yüzey eskitilmiş doğal taşlardır ve kayma riski en düşük olduğu için ıslak zeminlerde kullanımı uygundur. Traverten grubundaki doğal taşlar, ıslak zeminler için belirlenen sınıflamanın tümünde kullanılabilir.

Doğal taşların yüzey pürüzlülüğü incelendiğinde, cilalanmış yüzeydeki yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri az iken honlanmış yüzeyde artış göstermiştir. Yüzey Pürüzlülüğünün (Ra) en büyük değeri ise eskitilmiş yüzeyde aldığı belirlenmiştir. Buna bağlı olarak kayma açısı; cilalı yüzeylerde daha düşük, eskitilmişte yüksektir. Buradan yüzey pürüzlülük değeri arttıkça, kayma açısı artmakta olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca çalışmadaki doğal taşların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Buradaki kayma açısına etkili olan en önemli özellik porozite oranıdır. Doğal taşlardaki porozite oranı arttıkça, kayma açısı değeri artmaktadır. Bu yüzden % 5.38 ile %13,6 arasında değişen porozite değerlerine sahip Traverten grubunun kayma açısı da artış göstermektedir.

Doğal taşların plaka boyutlarına ve yüzey işlemlerine göre elde edilen kayma açısı değerleri, DIN 51097 standardında belirtilen sınıflandırmaya uygun olarak ıslak zeminlerde hangi alanlarda kullanılacağı saptanmıştır. Çoğunlukla A sınıfı içinde kalan doğal taşlar; genellikle kuru iken yalınayak

kullanılan koridorlarda, sporcuların soyunma odalarında, sığ yüzme havuzlarında kullanılabilir. B sınıflamasında yer alan eskitilmiş doğal taşların bu grupta yer aldığı belirlenmiştir. Bunlar; yüzme havuzu çevresindeki alanlarda, çocuk havuzlarında, yağmur veya ıslanan bölgelerdeki merdivenlerde, yüzme havuzu dışındaki merdivenlerde ve platformlarda kullanılır. C sınıflamasındaki doğal taşlar ise; eğimli havuz kenarlarında, su içinde kalan merdivenlerde ve B sınıflaması içinde sıralanan tüm alanlarda da kullanılabilir.

Bu tez çalışması sonucunda; kaplama malzemesi olarak kullanılacak doğal taşların, kayma direncinin tespit edilmesinin önemli bir parametre olduğu belirlenmiştir. Doğal taş sektörünün son yıllardaki gelişimine ve uluslararası piyasada rekabet edebilme yeteneğine kavuşması için, doğal taşların kaliteli ve bunların standartlara uygun olması gerektiği bilinmektedir. Bugüne kadarki süreç de genelde; malzemenin genel özelliklerini belirlemek ve kullanım yeri optimizasyonu ile kaplamada sadece renk ve doku özelliği araştırılmıştır. Ancak günümüzde, yapı ve kaplama olarak kullanılacak doğal taşların, yüzey kaplaması olarak uygunluğuna dikkat edilmekte ve ihracatta önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Kayma direnci deney sonuçları bu aşamada devreye girerek doğal taş sektöründe önemli bir veri açığının kapatacağı düşünülmektedir.

EKLER

SARI TRAVERTEN			AFYON TRAVERTEN			DENİZLİ TRAVERTEN			GÜMÜŞ TRAVERTEN			LİMRA		
30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
12,2	13,82	17,02	15,2	15,6	18,4	16,2	15,3	28,4	18,1	23,22	23,8	16,1	16,1	18,2
13,9	17,2	23,6	14,1	16,1	20,4	15,4	19,2	29,4	15,8	22,27	23,3	16,7	18	18,4
13,8	16,5	22,5	15,8	18,1	23,2	14,8	19,1	29,9	15,9	19,1	22,4	15	16,3	18,4
15,1	19,2	22,4	16,5	17,2	20,8	13,7	19,7	31,7	16,1	17,8	23,9	16,1	17,1	17,9
15,3	18,4	22,8	16,8	19,1	21,9	13,3	19,1	31,8	16,7	19,4	22,7	16,8	15,6	17,9
14,3	17,8	12,35	14,9	17,9	22,4	15	19,4	33,3	16	20,63	24,9	16,5	15,5	18,5
13,4	17,5	23,6	16,7	18,5	10,65	18,66	18,5	28,4	16,87	17,8	24	18,1	18	18,3
16,1	9,25	19,1	15,1	17,9	10,56	14,09	16,7	32,4	16,6	15,13	25	16,6	16,2	18,4
15,5	17,2	21,6	15,4	18,8	20,4	14,3	18,5	32,1	15,2	17,6	23,2	16,4	18	17,5
15,3	18,5	23,1	14,5	18,6	22	14,3	18,8	28,8	15,7	19,4	23,1	16,8	17,6	17,2
14,49	16,54	20,81	15,5	17,78	19,07	14,975	18,43	30,62	16,297	19,235	23,63	16,51	16,84	18,07

SARI TRAVERTEN			AFYON TRAVERTEN			DENİZLİ TRAVERTEN			GÜMÜŞ TRAVERTEN			LİMRA		
40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
13,4	16,7	17,2	11,1	13,4	18	13,7	18,9	22,8	12,6	17,6	21,8	15,4	16,4	16,2
14,2	17,3	18,6	11,8	13,4	16,9	14,1	19,4	23,4	12,2	17,4	22,1	15,9	16,9	16,7
13,5	17,4	17,4	13,2	15,3	15,1	12,9	20,9	23,5	14,2	17,4	21,5	14,9	17,1	15,9
14,2	16,8	19,8	12	14	17,2	13,5	21,8	23,4	12,6	18,2	21,5	15,2	16,2	16,9
14,6	17,2	19,1	12,1	15	17,3	13,2	21,2	23,8	12,5	18,1	22,1	15,2	16,8	16,9
13,9	17,6	18,6	13	13,4	18,4	14,2	21,8	23,1	14,4	17,6	21,3	15,8	16,2	16,3
13,4	17,2	18,8	12,2	13,2	18,6	13,8	22,1	22,9	12	17,5	21,8	15	16,3	16,1
13,8	16,8	18,4	14,1	13,1	18,7	13,6	21	22,8	14,8	16,5	21,8	15	17	15,8
14,1	16,7	19,5	14,9	15,1	18,4	13,6	21,6	22,4	14,4	16,4	22,2	16,1	16,7	15,9
13,1	16,5	18,2	14,8	15,1	18,8	12,8	19,7	24,1	14,3	16,4	21,1	15,3	16,5	16,3
13,82	17,02	18,56	12,92	14,1	17,74	13,54	20,84	23,22	13,4	17,31	21,72	15,38	16,61	16,3

SARI TRAVERTEN			AFYON TRAVERTEN			DENİZLİ TRAVERTEN			GÜMÜŞ TRAVERTEN			LİMRA		
60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
13,9	17,3	17,9	14,5	14,2	16,8	21	16	22,4	14,3	15,8	14,6	12,4	14,3	15,4
16,4	17,6	19,2	15,6	14,6	17,7	20,1	18,9	22,1	16	16,9	16,6	16,1	17	15,8
15,8	18	18,9	16,5	14,5	18,3	19,5	17,7	22,4	15,6	18,3	15,6	14,6	14,7	15,4
15,5	18	18,8	15,2	15,2	18,7	18	18,6	22,9	16,9	18,4	16,7	15,9	15,7	15,1
13,5	18,5	18,9	14,8	15,7	19,2	18,5	19,3	23,1	16,3	18,4	17,1	14,3	17	15,4
14,6	17,9	17,9	16,2	16,8	19,2	18,4	18,4	22,6	17,7	19,4	16,9	15,4	15	16
17,1	18,3	18,7	15,2	16,6	18,3	17,9	18,7	21,3	16,7	19,5	17,1	15,2	17,3	15,8
15,3	18,3	18,2	17,1	12,9	19,5	20,8	19,1	21,9	17,4	17,8	17,8	15,6	15,3	14,8
15,2	18,7	18,3	14,1	15,6	19,5	18,3	17,3	22,1	17,3	17,3	18,3	15,8	14,2	15,3
17,1	18,6	18,1	17,6	15,5	19,3	22,6	17,1	21,9	19,2	17,6	17,4	15,6	13,1	15,3
15,44	18,12	18,49	15,68	15,16	18,65	19,51	18,11	22,27	16,74	17,94	16,81	15,09	15,36	15,43

CREMA ANATOLIA			ROSE ANATOLIA			ROSALIA PINK			ROSALIA LIGHT			TEM		
30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
11,9	12,3	14,1	12,4	13,6	15,6	12,7	13,9	16,2	12,4	14,1	15,7	12,9	14,1	16,2
10,6	12,1	13,9	12,6	16,1	15,2	12,1	14,6	15,9	12,8	15	15,1	13,9	14,2	15
11,5	12	14,1	12,1	15,5	15,7	12,9	14,2	15,8	13,4	14,3	14,8	13,7	13,7	15
11,6	11,8	13,5	12,9	13,5	14,9	11,5	13,9	16,2	13,4	14,1	15,4	11,2	13,7	15,8
11,1	11,9	13,6	13,9	13,9	14,5	12,4	14	16	12,9	14,1	15,4	13	14,1	15,7
11	11,4	13,9	12,2	14,7	14,9	12,5	14	15,7	12,8	14,8	15,8	11,3	14,1	15,7
11,2	12,5	13,9	13,9	15,6	16,4	12,2	14,7	15,7	12,5	13,9	15,9	12,3	14,5	15,2
11,2	12,4	14	11,7	15,7	16,8	12	14,7	15,6	12,5	13,9	15,9	13,3	14,4	15,9
12,4	12,5	13,2	12,3	16,5	16,2	14	14,5	15,6	12,1	14,2	16	11,9	14,4	16,1
14,2	12,6	14	12	16,8	16	14,3	13,9	15,9	13,2	14,8	15,8	13,6	13,9	15,3
11,67	12,15	13,82	12,6	15,19	15,62	12,66	14,24	15,86	12,8	14,32	15,58	12,71	14,11	15,59

CREMA ANATOLIA			ROSE ANATOLIA			ROSALIA PINK			ROSALIA LIGHT			TEM		
40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
10,2	10,8	12,9	12,8	14,7	14	12,9	11	14,3	11,5	13,8	14,6	13	13,2	13,5
11	11,1	11,5	12,9	13,9	13,7	12,9	12,9	14,9	10,9	14,2	15,7	12,9	13,9	13,9
10,4	11,6	12,8	11,9	13,9	13,7	12,4	12,4	13,7	11,2	14	14,6	11,5	14,5	15
10,6	11,2	12,8	11,9	14,1	13,9	12	11,9	13,8	11	13,2	14,7	12,9	14,3	14,9
10,8	11,2	12,1	12,4	14,2	14,5	12	11,9	14,1	11	13,4	14,7	11,2	13,8	14,2
10,8	10,9	12,5	12,7	14,6	14,2	12,8	11,4	14	10,9	14,1	15	11	13,9	14,6
10,5	11,4	12,8	12,3	14,7	14,1	12,8	12,2	13,9	10,8	13,9	15,2	13	14	13,8
10,7	11,8	12,4	12,5	14,6	14,1	12,1	12,3	13,6	10,9	13,8	14,6	12,6	14,1	14,7
11,1	11,7	12,1	12,7	14	13,9	12,4	13	14,5	10,9	13,2	14,3	12,4	13,5	14,2
11	11,2	12,9	12,4	14,5	14,3	12,8	12,8	14,3	11,2	14,2	15,2	12,6	13,7	13,9
10,71	11,29	12,48	12,45	14,32	14,04	12,51	12,6	14,11	11,03	13,78	14,86	12,31	13,89	14,27

CREMA ANATOLIA			ROSE ANATOLIA			ROSALIA PINK			ROSALIA LIGHT			TEM		
60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
10,9	10,5	11,8	12,4	12,4	13,1	12,8	12,9	14,7	9,8	12,8	15,1	10,4	13,1	15,2
10,2	11,2	13	12,9	14,1	13,9	13,2	12	14,2	10,4	11,2	14,8	12,1	14,8	14,3
10,3	11	12,6	13,2	13,1	13,5	11,6	11,7	13,9	10,2	12,8	14,9	12,7	14,2	13,8
9,9	11,6	12,7	12,9	13,6	13,5	11,7	12,1	14,5	9,9	12,4	14,8	12	13,4	13,9
9,8	10,9	12,6	14,7	14	14	12,5	12,9	14,2	11	12,3	14,6	12,6	13,1	14,7
10,3	11,7	12,4	15,4	15,2	13,8	11,7	11,9	13,8	10,8	11,9	13,9	13,5	13,4	14,2
10,4	11,4	11,9	12,7	13	13,8	13,2	12,8	13,8	10,9	12,8	14,5	13,9	14,2	14,9
10,8	11,5	12,8	13,9	12,4	13,4	12,6	12,4	14	11,3	12,5	14,2	13,1	14,7	14,5
10,7	10,6	12,7	12,2	13,2	13,2	11,8	12,6	14	11,2	12,3	13,8	13,1	14,8	14,1
10,9	10,5	12,6	14,2	12,9	14	12,7	13,6	13,7	11,3	11,9	14,2	13,3	13,9	14,3
10,42	11,09	12,51	13,45	13,39	13,62	12,38	12,49	14,08	10,68	12,29	14,48	12,67	13,96	14,39

SALOME			ÖZER BEYAZ			DAZKIRI SİYAHİ			AFYON ŞEKER			AFYON GRİLİ ŞEKER		
30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm			30,5x30,5x1 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
12,3	14,1	15,4	14,7	14,1	16,4	13,3	17,1	20,1	9,5	12,3	20,1	11,1	14,3	18,4
13,4	16,7	15,3	14,8	14,4	17,8	14,6	18,5	20,6	10,3	12,9	21,2	10,8	14,9	17,6
14,1	14,8	16,2	13,4	15,6	17,6	16,2	17,6	20,4	10,9	11,9	21,4	10,8	14,8	17,6
14,5	14,5	14,8	15	17	18,4	14,4	20,7	19,9	10,5	12,5	20,5	11,8	14,6	18,7
13,5	14,5	14,7	15,6	12,8	17,2	16,3	20,7	21,1	9,8	12,5	19,6	10,9	14,3	19,1
14,2	12,2	15,9	13,4	16,3	17,4	15,7	21,1	20,8	8,8	12,3	22,8	10	14,3	19,2
14,5	14,8	16,1	14,6	16,3	15,8	15,7	21,3	20,7	10,5	11,8	20,8	10,4	13,9	18,9
14,7	13	16,2	15,7	16,5	16,9	17,1	22,4	20,8	9,8	12,5	21,5	10,6	14,2	19,3
13,8	13,9	15,9	16,2	13,4	17,8	17,2	21,4	21	10,6	12,5	22,4	10,6	13,9	20,8
14,2	14,2	15,7	15,7	16,1	16,8	13,2	22,4	20,9	9,7	12,3	20,8	10,2	14,8	20,4
13,92	14,27	15,62	14,91	15,25	17,21	15,37	20,32	20,63	10,04	12,35	21,11	10,72	14,4	19

SALOME			ÖZER BEYAZ			DAZKIRI SİYAHİ			AFYON ŞEKER			AFYON GRİLİ ŞEKER		
40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm			40x40x2 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
12,9	14,3	15,4	13,4	14,9	16,4	14,3	16,3	17,8	9,5	10,5	18,9	10,5	14,2	18,6
13,4	14,5	16,1	12,9	15,2	17,2	13,8	17,6	18,2	9,1	11,4	18,8	11,2	14,5	19,2
12,9	14,1	15,4	14	15,7	16	13,7	17,1	18,1	10,2	11,7	18,8	10,9	13,9	18,4
13,6	13,9	15,8	13,8	13,9	16	13,7	17,1	18,1	10,9	11,3	17,9	10,6	13,9	18,4
13,4	13,9	15,9	13,4	14,8	15,9	14,6	16,8	17,4	10,6	11,4	18,5	10,6	14,6	19,1
13,4	14,1	15,1	13,7	14,8	17,2	12,9	16,5	17,2	9,6	11,6	18,2	10,9	14,2	18,2
14	14	15,4	12,9	14,6	16,9	14,2	16,8	17,9	9,4	11,3	18,5	10,4	14,5	18,5
13,1	13,9	15,8	13,2	15,1	16,9	14,2	16,5	18,5	9,4	12,4	18,8	10,4	14,5	18,5
13,5	14,2	14,9	13,9	13,9	16,8	14,3	16,4	17,4	9,2	12,1	18,4	10,1	15,1	19,3
13,2	13,6	15,7	14	14,2	16,3	14,1	17,6	17,4	10,6	12,5	18,6	10,9	14,9	18,4
13,34	14,05	15,55	13,52	14,71	16,56	13,98	16,87	17,8	9,85	11,62	18,54	10,65	14,43	18,66

SALOME			ÖZER BEYAZ			DAZKIRI SİYAHİ			AFYON ŞEKER			AFYON GRİLİ ŞEKER		
60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm			60x60x2 cm		
Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme	Cilalı	Honlu	Eskitme
13,7	15,3	15,6	11,6	14,1	15,6	11,3	14,4	16,7	9,2	14,4	15,6	10,7	13,5	14,2
14,1	11,8	15,8	9,8	13,7	15,6	13,1	14,1	15,4	9,5	14,3	16,6	11	13,4	14,5
13	13,7	15,4	14,7	14,2	16,1	12,4	17,3	15,8	9,5	14,5	14,9	10,6	13,1	13,5
12,1	14,1	15,9	14,4	14	15,9	12,8	17,1	15,8	9,4	10	15,2	10,1	12,9	13,3
11,1	14,7	15,8	12,5	15,7	16,4	11,8	16,6	16,4	9,2	11,8	16,5	10,2	14,3	12,5
12,7	14,7	16,4	12,7	14,8	15,3	11,4	16,3	16,4	9,4	11,8	15,6	10,3	13,7	13,6
14	14,5	15,2	12,8	16,3	16,5	11,7	15,3	16,7	9,4	15,6	15,8	10,7	13,4	15,4
11,9	13,4	15,8	12	16,5	16,4	12,3	14,3	15,9	9,2	13,9	14,8	10,4	13,8	15,6
12	13,2	15,9	13,6	14,5	15,6	15,2	17,4	15,8	8,9	13,8	16,3	10,5	12,9	13,5
12,2	14,4	16,2	14,1	15,7	15,6	12,8	16,7	6,4	8,8	13,8	16,3	11,1	13,8	14,8
12,68	13,98	15,8	12,82	14,95	15,9	12,48	15,95	15,13	9,25	13,39	15,76	10,56	13,48	14,09