



T.C  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

PEYZAJ TASARIMINDA KULLANILAN DOĞAL TAŞLARIN FİZİKSEL  
VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN, HİPERSPEKTRAL YANSIMA  
ÖZELLİKLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu DEĞERLİ  
10210259

Tezin Savunma Tarihi: 27/02/2015

Tez Danışman : Yrd. Doç. Dr. Erdem Emin MARAŞ  
İkinci Danışman : Doç. Dr. Başak MESCİ OKTAY



**Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Harita Mühendisliği Anabilim Dalında  
Burcu DEĞERLİ Tarafından Hazırlanan**

**PEYZAJ TASARIMINDA KULLANILAN DOĞAL TAŞLARIN FİZİKSEL  
VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN, HİPERSPEKTRAL YANSIMA  
ÖZELLİKLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 27/02/2015 tarihinde yapılan sınav ile  
YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Başkan : Yrd. Doç. Dr. Erdem Emin MARAŞ**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

**Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

**Yrd. Doç. Dr. Sevim ALIŞIR**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

**..../..../2015**

**Prof. Dr. Hüseyin DEMİR**

Enstitü Müdürü



## ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinden başlayarak, her aşamada bana yardımcı olan, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, maddi ve manevi olarak desteğini hiç esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Erdem Emin MARAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde sonsuz desteklerini yanımda hissettiğim, ikinci danışman hocam sayın Doç. Dr. Başak MESCİ OKTAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Uzaktan algılama konusunda derslerinden faydalandığım, her zaman sorularıma yardımcı olup teknik desteğini benden esirgemeyen Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden Doç. Dr. Eyüp Selim KÖKSAL hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde kullandığım verilere ulaşmamı sağlayan, teknik ekipmanlarını yardımına sunan Nik İnşaat Ltd. Şti.'ne teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda bana yardımcı olan sevgili arkadaşım Arş. Gör. Gül USLU' ya teşekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR .....	xiii
ABSTRACT .....	xvii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	2
1.2 Literatür Araştırması .....	3
1.3 Doğal Taşların Kullanım Tarihi, Kültürü Ve Oluşum Süreçleri .....	5
1.3.1 Doğal taşların kullanım tarihi .....	5
1.3.2 Doğal taş kullanım kültürü .....	6
1.3.2.1 Dünya pazarlarında Türk doğal taşları.....	7
1.3.3 Doğal taşların oluşum süreçleri .....	9
1.4 Doğal Taşların Kullanım Alanları ve Çeşitleri.....	11
1.4.1 Yapı malzemesi olarak doğal taşların kullanılması .....	11
1.4.2 Dekorasyon amaçlı doğal taşların kullanım alanları ve çeşitleri .....	12
1.5 Peyzaj Mimarlığında Kullanılan Dekoratif Doğal Taşlar Ve Genel Özellikleri .....	13
1.5.1 Peyzaj mimarlığında kullanılan dekoratif doğal taşların fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	20
1.5.1.1 Doğal taşların fiziksel özellikleri .....	20
1.5.1.2 Doğal taşların kimyasal özellikleri .....	23
1.6 Uzaktan Algılama .....	23
1.6.1 Uzaktan algılamanın tarihçesi.....	24
1.6.2 Uzaktan algılama sistemleri.....	24
1.6.2.1 Elektro manyetik radyasyon (EMR) .....	26

1.6.2.2 Görüntü işleme yöntemleri.....	26
1.7 Spektral Yansıtma Özellikleri .....	32
1.7.1 Cisimlerin spektral yansıtma özellikleri .....	32
1.7.2 Farklı doğal taşların yansıtma özellikleri.....	33
1.7.3 Zeminlerin spektral yansıtması .....	33
1.8 Algılama Sistemleri ve Özellikleri .....	34
1.8.1 Yer gözlemleri .....	35
1.8.1.1 Spektroyometre ve ölçüm esasları .....	35
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>37</b>
2.1 Materyal.....	37
2.2 Yöntem .....	39
2.2.1 Dalgaboylarına bağlı reflektans değerlerini ölçmek amaçlı kullanılan spektroyometre.....	39
2.2.2 Mineral içerikleri analiz eden spektroyometre .....	40
2.2.3 Mohs sertlik analizi.....	40
2.3 Yapılan Ölçüm Ve Gözlemler .....	41
<b>3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>43</b>
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>54</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>58</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>72</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Roma–Vatikan’ da Taş İşçiliği Çeşme .....	6
Şekil 1.2. Türkiye Doğal Taş Yatakları Haritası (Yüzer, 2008) .....	7
Şekil 1.3. 2012 Yılında Doğal Taş İhracatında İlk 10 Ülke % (İmmib) .....	8
Şekil 1.4. 2002-2012 Yılları Doğal Taş İhracatı Milyon Usd, (İmmib) .....	8
Şekil 1.5. 2012 Yılı Doğal Taş İhracatının Ürün Gruplarına Göre Dağılımı (İmmib) .....	9
Şekil 1.6. Yaygın Magmatik Kayaçlar ve Tane Boyutları .....	10
Şekil 1.7. Kayaç Döngüsü (Url 1) .....	11
Şekil 1.8. Bazalt doğal hali .....	13
Şekil 1.9. Bazalt döşeme ve su ögesi .....	13
Şekil 1.10. Andezit doğal hali .....	14
Şekil 1.11. Ebatlı Andezit zemin döşeme, bordür ve su kanalı kapağı .....	14
Şekil 1.12. Granit doğal hali .....	15
Şekil 1.13. Granit küp taş döşeme zemin .....	15
Şekil 1.14. Tüf doğal hali .....	16
Şekil 1.15. Tüf, el işçilikli bank .....	16
Şekil 1.16. Mermer doğal hali .....	16
Şekil 1.17. Mermer Şömine .....	16
Şekil 1.18. Oniks doğal hali .....	17
Şekil 1.19. Oniks Mermerden yapılmış giriş takı gece görüntüsü .....	17
Şekil 1.20. Traverten doğal hali .....	18
Şekil 1.21. Traverten, patlatma işlemi yapılmış haliyle duvar kaplaması .....	18
Şekil 1.22. Kayrak taşı doğal hali .....	19
Şekil 1.23. Kayrak taşıyla kaplanmış anfi .....	19
Şekil 1.24. Çakıl taşı .....	19
Şekil 1.25. Hem dekoratif hem de drenaj ve bordür amacı taşıyan çakıl döşeme .....	19
Şekil 1.26. Uzaktan Algılama tanım (Url-6) .....	23
Şekil 1.27. Uzaktan Algılama Sistemlerinin çalışma şekli (Url-6) .....	25
Şekil 1.28. Elektromanyetik Spektrum (Url-6) .....	26
Şekil 1.29. Renk Uzayı (Akkoyun, 2010) .....	27

<b>Şekil 1.30.</b> Renk Uzayına noktasal örnek; R:80, G:200, B:130 olan nokta, (Akkoyun, 2010).....	28
<b>Şekil 1.31.</b> İki boyutlu bir görüntü ve bir bölümünün sayısal karşılığı (Akkoyun, 2010).....	28
<b>Şekil 1.32.</b> Renkli görüntüye gri sistem uygulaması (Url-5) .....	29
<b>Şekil 1.33.</b> Gri sistemde kaydedilmiş bir görüntüye eşik değeri uygulaması (Akkoyun, 2010) .....	29
<b>Şekil 1.34.</b> Şekil 1.33 daki görüntünün frekans histogramı (Akkoyun,2010) .....	30
<b>Şekil 1.35.</b> Bir mermer numunesinin normal ve histogram gerdirme sonrası görüntüsü (Akkoyun, 2010) .....	31
<b>Şekil 1.36.</b> Bir mermer numunesinin normal ve histogram eşitleme sonrası görüntüsü (Akkoyun, 2010) .....	32
<b>Şekil 1.37.</b> Farklı arazi örtü tiplerine ait spektral yansıma eğrileri (Url-7) .....	33
<b>Şekil 1.38.</b> Uzaktan Algılama Sistemleri (Url-7).....	34
<b>Şekil 1.39.</b> El Tipi Spektrometre ve Arazi Ölçümü (Url-8).....	35
<b>Şekil 2.1.</b> Field Spec Hi-Res Spektrometre .....	39
<b>Şekil 2.2.</b> Terra Spec Halo Spektrometre.....	40
<b>Şekil 2.3.</b> Mohs Sertlik Cetveli .....	41

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge 1.1.</b> Bazı önemli doğal taş türlerinin peyzaj tasarımlarında kullanım olanaklarının belirlenmesinde etkili kriterler (Yavuz, 2010). (Değerlendirme: 5= çok iyi, 4= iyi, 3= orta, 2= kötü, 1= çok kötü).....	22
<b>Çizelge 1.2.</b> Doğal taşların peyzaj tasarımlarında kullanım alanlarına göre uygunluk değerlendirmesi (Yavuz, 2010). ((+) kullanılabilir, (-) kullanılamaz). .....	22
<b>Çizelge 3.1.</b> Numunelerin mineral içerikleri.....	46
<b>Çizelge 3.2.</b> Doğal taş numunelerinde Terra Spec Halo cihazıyla yapılan ölçüm sonucunda mineral içeriklerine (Al-Oh, Kx, ISM, CSM, Mg-Oh, Fe-Oh, Fe-3t, Fe-3i, Al-Fe-Mg) göre çıkan yansıma değerler .....	47
<b>Çizelge 3.3.</b> Doğal taş numunelerinde Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünde yapılan MP 11 kodlu Mohs sertlik derecesi ölçüm sonuçları. ....	48



## **KISALTMALAR**

**MTA:** Maden Tetkik Arama

**DPT:** Devlet Planlama Teşkilatı

**GPS:** Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)

**Nm:** Nanometre

**EO:**Earth Observing (Dünya gözlem)

**ASD:** Analytical Spectral Devices (Analitik spektral cihazlar)

**NDVI:** Normalleştirilmiş Bitki Fark İndeksi

**Mohs:** Kayaçların Sertlik Birimi

**G:** Özgül Ağırlık

**Wn:** Kayaçlarda Doğal Su İçeriği

**n:** Porozite

**S:** Doygunluk Derecesi

**K:** Kayaçların Su Geçirme Özelliği.

**e:** Boşluk Oranı

**Vb:** Boşluk Hacmi

**Vt:** Tüm Hacim

**Vk:** Katı Kısımların Hacmi

**PCA:** Temel Bileşenler Analizi

**PLSR:** Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu

**GLM:** General Linear Model

**MRA:** Çoklu Regresyon Analizi

**IR:** Kızılötesi

**RGB:** Red(Kırmızı), Green(Yeşil), Blue(Mavi)

**İMMİB:** İstanbul Maden ve Metaller İhracatçıları Birliği.



# PEYZAJ TASARIMINDA KULLANILAN DOĞAL TAŞLARIN FİZİKSEL VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN, HİPERSPEKTRAL YANSIMA ÖZELLİKLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

## ÖZET

Günümüzde teknoloji ve endüstrinin gelişmesiyle alternatif prekast yapı elemanları üretilmeye başlanmış ve hızla doğallıktan uzaklaşmıştır. Doğal taşlar fiziksel özelliklerine göre uygun mekânlarda, usulüne uygun kullanıldıklarında, işlevsel, göz alıcı, dayanıklı ve sağlıklı malzeme türüdür. Bu çalışmada öncelikli olarak, çevre bilincinin gelişmesi kullanım oranları artan doğal taşların oluşumları, özellikleri ve peyzaj mimarisinde yapı elemanı veya peyzaj ögesi olarak nasıl kullanılabileceği konusunda tasarımcı ve kullanıcıları aydınlatmak amaçlanmıştır. Başarılı bir uygulamanın ilk şartı kullanılan malzemeyi her yönüyle iyi bir şekilde tanımaktır. Bu nedenle çalışmada taşların doğru mekânlarda kullanılabilmesi için önemli olan fiziksel ve kimyasal özelliklerine değinilmiştir. Çalışmada ikinci amaç olarak, taşların tasarımcılar için önem taşıyan kimyasal özelliklerini elde etmek için kullanılan spektrometrik yöntem ile uzaktan algılama konusu ele alınmıştır. Bu yöntem sayesinde taşların kimyasal özelliklerine ulaşmak, yıkıcı laboratuvar testlerine gerek kalmadan, konforlu laboratuvar ortamlarında, zamandan tasarruf sağlanarak yapılabilmektedir. Peyzaj tasarımında sıkça kullanılan türlerden 5x5x5 cm ebatlarda numuneler hazırlanarak fiziksel özelliklerinden sertlik değerleri, spektrometrik yöntemle kimyasal özellikleri yine spektrometrik yöntemle yüzey pürüzlülüğünden dolayı farklılaşan reflektans grafikleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda reflektans değerleriyle; sertlik özellikleri, mineral içerikleri, renk ve doku gibi fiziksel özellikleri karşılaştırılmıştır. Taşların sertlik özellikleri çeşitlilik göstermemiş, dolayısıyla reflektans değerlerinde hassasiyet yaratmadığı görülmüştür. Diğer taraftan taşların kimyasal içeriklerinin reflektans değerlerinde belirleyici bir role sahip olduğu görülmüştür. Taşların kimyasal içerikleri aynı zamanda renk ve doku gibi fiziksel özelliklerindeki etkilemektedir, bu özelliklerin değişimiyle reflektans grafiklerinde sapmalar görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Doğal taşlar, Peyzaj tasarım, Uzaktan Algılama, Spektrometre, Reflektans değeri, Sertlik, Mineral içerik



# COMPARISON OF PHYSICAL AND PETROGRAPHIC PROPERTIES OF NATURAL STONES USED IN LANDSCAPE DESIGN WITH THEIR HYPERSPECTRAL PROPERTIES

## ABSTRACT

Advancements in technology and industry have led to the production of alternative precast building materials, rapidly moving the industry away from natural materials. Natural stones are functional, durable and healthy materials which are very attractive when used in suitable environments. The main purpose of this study is to provide information to designers and users about the formation, properties and applications of natural stones in landscape architecture, since the first rule of a successful application is to know the used material's properties in every aspect. This study provides information on key properties of natural stones to help select the right environment to use in. Secondly, remote sensing by spectroradiometric devices of chemical properties of natural stones which are important for designers is discussed. With this method, chemical properties of stones are obtained swiftly in comfortable laboratory settings without the need of destructive test methods. 5x5x5 cm. samples are prepared and hardness as a physical property, chemical properties by spectroradiometric methods, and reflectance graphics which vary according to surface porosity. Reflectance values are then compared to hardness properties, mineral structure, color and texture properties. Hardness properties of the stones do not vary much hence no sensitivity in reflectance values. On the other hand, chemical properties of stones are observed as a determining role in reflectance values. Chemical composition of stones also have a determining role in color and porosity, therefore reflectance graphics also show the changes in these properties.

**Keywords:** natural stones, landscape design, remote sensing, spectroradiometer, reflectance value, hardness, mineral composition.



## 1. GİRİŞ

İnsanlık ve yeryüzü tarihinin en önemli tanıkları olan doğal taşlar, ilkel insandan günümüze kadar yaşam boyunca şekil ve işlev değiştirerek sürekli kullanıla gelmiştir. Teknoloji ve endüstrinin gelişmesiyle alternatif prekast yapı elemanları üretilmeye başlanmış ve hızla doğallıktan uzaklaşmıştır. Doğal taşlar fiziksel özelliklerine göre uygun mekânlarda, usulüne uygun kullanıldıklarında, işlevsel, göz alıcı, dayanıklı ve sağlam bir malzeme türüdür. Hiçbir insan yapısı endüstriyel malzemede, bulunmayan nitelikleri bünyesinde barındıran üstün malzemelerdir (Yavuz, 2010).

Taş uygulamalarında tasarımcı kullandığı taşın özellikleri hakkında bilgi sahibi olmalı ve nerede, hangi doğal taşın kullanılması gerektiği konusunda doğru kararlar vermelidir. Başarılı bir uygulamanın ilk şartı kullanılan malzemeyi her yönüyle iyi bir şekilde tanımaktır.

Yeryüzü ile ilgili yapılan çalışmaların başarısı kullanılacak bilginin doğruluğu ve güvenilirliği ile yakından ilişkilidir. Bununla birlikte söz konusu bilgilerin hızlı ve ekonomik bir şekilde elde edilebilmesi önemli bir ihtiyaçtır. Bu noktada uzaktan algılama teknolojileri sahip olduğu önemli avantajlar ile yeryüzünde meydana gelen yapay ve doğal değişikliklerin izlenmesi, mevcut doğal kaynaklara ilişkin envanterlerin oluşturulması gibi küresel veya yerel ölçekli birçok çalışma için önemli bir veri kaynağı konumundadır. Cisimlerle direkt temas etmeden fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanan uzaktan algılama tekniği ile yeryüzünün farklı konumsal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlüklerde görüntülenmesi ve izlenmesi mümkün olabilmektedir. Sahip olduğu bu önemli özellikler, uzaktan algılama teknolojilerini yeryüzünde meydana gelen yapay ve doğal değişikliklerin izlenmesi, mevcut doğal kaynaklara ilişkin envanterlerin oluşturulması gibi küresel veya yerel ölçekli birçok çalışma için önemli bir araç durumuna getirmiştir. Uzaktan algılama sistemleri kullanıcılara strateji belirleme ve zamanında karar verme olanakları da sağlamaktadır (Çölkesen, 2012).

## 1.1 Tezin Amacı

Yeryüzü üzerindeki objelerin uzaktan algılama teknolojileri ile ayırt edilebilmelerinin en önemli nedeni, söz konusu objelerin farklı spektral özelliklere sahip olmasıdır. Uzaktan algılama sistemleri, seçilen dalga boyu bantlarında yer yüzeyindeki cisimlerden yansıyan ve yayılan enerji miktarlarını kayıt etmektedir. Daha sonra elde edilen bu veriler yeryüzü üzerindeki objelerin yorumlanması ve analizi için kullanılmaktadır. Uzaktan algılanan verilerin bilgisayar ortamında analiz edilebilmesi için objelerin spektral özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışma sahasında yer alan yer yüzeyi objelerinin spektral özelliklerinin tespiti, uzaktan algılanan verilerin uygun bir şekilde analizi ve yorumlanması açısından son derece önemlidir (Ekercin, 2007).

Farklı obje türleri için spektral kütüphanelerin oluşturulmasında spektrometre cihazları kullanılmaktadır. Spektrometrik yöntemler, herhangi bir objeden yansıyan enerjinin reflektans, radyans ya da irradyans değerlerinin ölçümüne dayanmaktadır. Burada radyasyon kaynağı olarak güneş ya da yapay ışık kaynakları kullanılabilir. Spektrometrik yöntemlerin esası, objelerin elektromanyetik bölgelerde kendine özgü yansıma (reflectance/radiance) değerlerinin bulunmasına dayanmaktadır. Bu yansıma değeri objeye renk, doku ve parlaklık gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Spektral ölçümler sonucunda elde edilen bilgiler bir obje türünün spektrumun hangi dalga boyu aralığında diğer obje türlerinden farklı davranış gösterdiğinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Ekercin, 2007).

Bu çalışmada öncelikli olarak çevre ve sağlık bilincinin gelişmesi ve doğaya geri dönüşümün başlamasıyla kullanım oranları artan doğal taşların, kullanım tarihi, oluşumları, özellikleri ve kullanım şekilleri incelenmiş, peyzaj mimarisinde yapı elemanı veya peyzaj ögesi olarak, nasıl kullanılabilirdiği konusunda, tasarımcılara aydınlatıcı bilgiler verilmiştir. Doğal taşların petrografik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine değinilmiş ve taşları sınıflandırmak amacıyla çeşitli ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçlarıyla, aynı dalga boyu aralıklarında farklı taş türlerinin gösterdiği spektral yansıma özelliklerinin değişimleri, grafiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, uzaktan algılama yöntemi kullanılarak, spektrometre ölçüm aracıyla, taşta zarar vermeden, taşların petrografik

özelliklerinin değişimiyle spektral yansıma özelliklerinin değişimi arasında karşılaştırma yapmaktır. Böylelikle konforlu laboratuvar ortamlarında numunelere zarar vermeden, dış ortam şartlarından izole edilerek, doğal taşların, farklı dalga boylarında spektral özelliklerine bakılmış, mineral içeriklerinin, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimiyle spektral yansıma grafiklerinin değişimi karşılaştırılmıştır.

## **1.2 Literatür Araştırması**

Uzaktan algılama teknolojileri sahip olduğu önemli avantajlarla yeryüzünün görüntülenmesi ve yeryüzüne ait önemli bilgilerin elde edilmesi noktasında önemli bir kaynak durumundadır. Uzaktan algılama teknolojilerinin kullanıldığı en önemli uygulama alanlarından birisi uydu görüntüleri yardımıyla arazi/saha örtüsü ve/veya arazi/saha kullanımının belirlenerek tematik haritalarının üretilmesidir. Arazi/saha örtüsü ve/veya kullanımının belirlenmesi gerek kentsel planlama gerekse doğal çevrenin korunması açısından son derece önemlidir. Uydu görüntüleri üzerinden arazi/saha durumunun belirlenmesi için en yaygın olarak kullanılan yöntem söz konusu görüntülerin sınıflandırılmasıdır. Görüntü sınıflandırma işleminin esası görüntü üzerindeki çeşitli spektral özelliklere sahip piksellerin, önceden belirlenen arazi örtüsü sınıflarından benzer olduğu bir sınıfa atanması olarak ifade edilebilir (Lillesand vd., 2008).

Uzaktan algılanmış görüntülerinin sınıflandırılması ile yeryüzünün çeşitli özelliklerini gösteren tematik haritalar üretilmekte, arazi/saha örtüsü ve kullanım şekilleri detaylı olarak analiz edilebilmektedir. Sınıflandırılma işlemi genel olarak görüntü üzerinde belirli bir yansıtma ve parlaklık değerine sahip piksellerin arazi örtüsü sınıflarından birine atanması olarak ifade edilebilir (Campbell, 1996; Lillesand vd., 2008).

Günümüze kadar uzaktan algılanmış görüntülerin sınıflandırılması ve yeryüzünün çeşitli özelliklerini gösteren tematik haritaların üretiminde birçok yöntem geliştirilmiştir (Lu ve Weng, 2007; Tso ve Mather, 2009; Duvd., 2012).

Uzaktan algılama teknolojilerinin etkin olarak kullanıldığı çalışma alanlarından birisi de tarımsal uygulamalardır. Uzaktan algılanmış görüntüler yardımıyla farklı özellikteki bitki tiplerinin sınıflandırılması, bitki gelişiminin izlenmesi, ürünlere ait rekolte tahminlerinin yapılması, toprak türünün ve toprak nemliliğinin belirlenmesi başta olmak üzere bir çok tarımsal çalışma başarıyla

gerçekleştirilmektedir. Bitki izlemenin geleneksel yöntemleri ve rekolte tahmini zemin etütleri ve budama zamanı nedeniyle pahalı ve zaman alıcıdır (Jafari ve Lewis, 2012).

Jafari and Lewis (2012) Güney Avustralya'daki kurak arazi bileşenlerinin Earth Observing 1 (EO-1) Hyperion hiperspektral görüntüler yardımıyla ayırt edilmesi üzerine bir çalışma yapmış ve kurak arazi bileşenlerinin spektral özelliklerinin belirlenerek gruplandırmasında ASD Field Spec spektrometre cihazından faydalanmışlardır.

Gao vd., (2012), büyüme evresindeki mera/otlak alanlarının biyokütlesinin tespit edilmesinde ASD Field Spec spektrometre cihazı ve MODIS-NDVI görüntüleri kullanmıştır.

Mukherjee vd., (2010) tarafından Hindistan'da yürütülen bir çalışmada 2006 yılının Şubat ve Mart aylarında alınan IRS LISS-III ve AWiFS verileri en yakın benzerlik yöntemi kullanılarak sınıflandırılmış ve sonuçlar analiz edilmiştir.

Kavzoğlu ve Reis (2008) yapay sinir ağları ve en çok benzerlik yöntemlerinin çok zamanlı Landsat uydu görüntülerine uygulanması ile arazi örtüsü haritası oluşturulmasındaki performans analizini yapmıştır. Çalışmada özellikle karışık piksel içeren görüntülerde yapay sinir ağları yönteminin sınıflandırma performansının en çok benzerlik yöntemine göre yüksek olduğu vurgulanmıştır.

Xu vd., (2011) MODIS uydusundan elde edilen NDVI (normalleştirilmiş bitki fark indeksi) kullanarak Pekin bölgesindeki geniş yapraklı orman alanlarının büyüme mevsiminin yılın hangi zaman aralıklarında olduğunu incelemişlerdir. Özellikle birbirine benzer spektral özelliklere sahip bitki türlerinin uzaktan algılanmış görüntüler üzerinden tespiti için arazide yapılan spektrometre ölçümleri büyük önem arz etmektedir.

Livd., (2005) hiperspektral yansıma ile salatalık bitkisinin gelişim durumunun incelenmesi amacıyla ASD Field Spec cihazı ile elde edilen spektrometre ölçülerinden faydalanmışlardır.

Ren vd., (2008) hiperspektral uydu görüntüsü ve ASD spektrometre kullanarak piriç ekili alanlarda su stresi değişimini incelemişlerdir.

Ding vd., (2010) sera domateslerindeki klorofil miktarının tespit edilmesinde spektrometre cihazı kullanmış ve domates yaprağının klorofil içeriğinin tahmini için bir model önermişlerdir.

Hanna ve Rethwisch (2003), AVIRIS uydusu ile elde edilen verileri, tarım ürünleri için ölçülen spektrometre verileri ile spektral ve radyometrik özelliklerinin karşılaştırması üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Lee vd., (2007), orta derecede kurak olan bir bölgedeki orman türlerinin spektral karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar ortamında yapılan spektral ölçmelerle birlikte EO-1 Hyperion uydu görüntüleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda orta kızılötesi bölgesinde ağaçların yapraklarına ait spektral yansımalarıyla yapraklardaki su içeriği arasındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır.

### **1.3 Doğal Taşların Kullanım Tarihi, Kültürü Ve Oluşum Süreçleri**

İnsanlık ve yeryüzü tarihinin en önemli tanıkları olan doğal taşlar, ilkel insandan günümüze kadar yaşam boyunca şekil ve işlev değiştirerek sürekli kullanıla gelmiştir. Günümüzde çevre ve sağlık bilincinin gelişmesi, doğaya geri dönüşümün başlamasıyla doğal taşların kullanım oranları artmıştır.

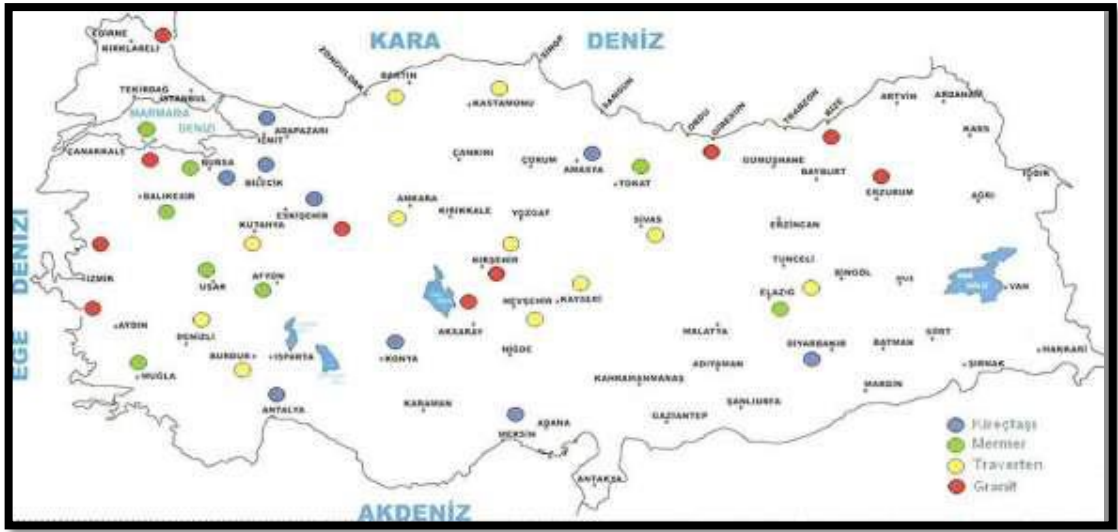
#### **1.3.1 Doğal taşların kullanım tarihi**

İlkçağlardan beri insanların yapıları, konutları ve yaşadıkları diğer yerleri doğal taşlardan yapmaya özen göstermeleri bugün doğal taş kullanımını bir kültür haline getirmiştir. Ayrıca yaşam seviyesi yükselen toplumların, dekoratif, güzel görümlü ve dayanıklı olması nedeniyle doğal taşı tercih etmeleri bu malzemeyi refahın ve zenginliğin sembolü haline getirmiştir. Doğal taşın insan hayatına girmesi binlerce yıl öncesine dayanır. Yazılı olmayan tarih sayfalarından bugüne insan yaşamında önemli yer edinen doğal taş, ilk kez ilkel insanlar tarafından doğal yapısı değiştirilmeden günlük eşya ya da silah olarak kullanılmıştır. Tarihi, çok eskilere (Helen dönemine) rastlayan doğal taş ocakları hala işletilmektedir. Antik çağlarda da çıkartılan doğal taşların, karayolu ile Efes Antik Kentine, oradan da gemiler ile Roma'ya taşındığı, Vatikan ve Roma'da birçok yapıda kullanıldığı ve bu doğal taşların Türkiye'den gittiği kanıtlanmıştır (Şekil 1.1).



Doğal taş sektörü, Türkiye’de son yıllarda gelişen, kullanım alanı ve yaygınlığı artan bir konumdur. Türk doğal taşlarının içte ve dışta tanınmasıyla birlikte, mimaride estetik ve tabii malzeme olarak kıymeti daha çok bilinmeye başlanmıştır. Turistik tesislerin çevre düzenlemesinde, şehirlerde peyzaj mimaride, dekorasyonda, anıt ve süslemecilikte kullanılmaktadır. Bacasız sanayi olarak adlandırılan mermer işleciliği her geçen gün gelişmekte, mermer sanayi dallarına, bilinçli bir şekilde yatırım yapılmakta ve beyaz altının değeri artık daha iyi anlaşılmaktadır (Ulu, 2009).

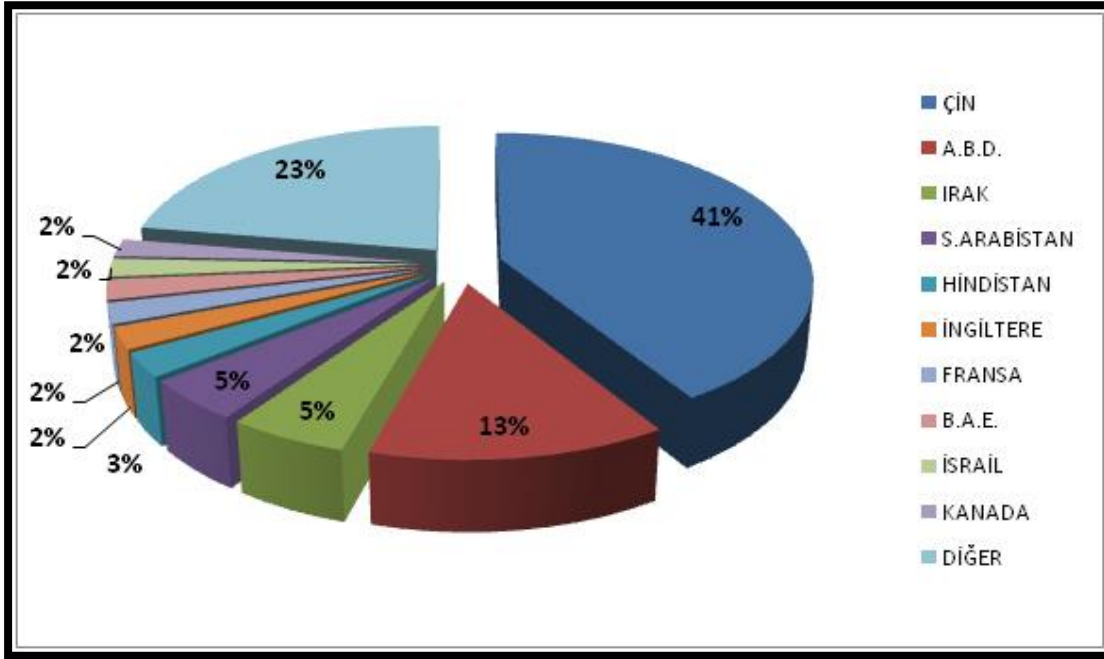
### 1.3.2.1 Dünya pazarlarında Türk doğal taşları



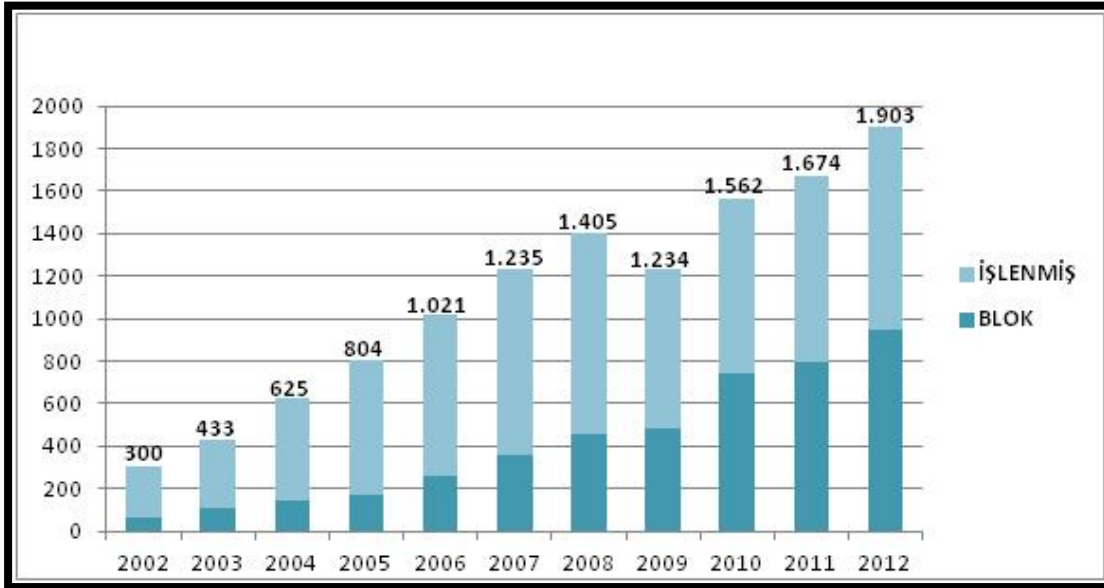
Şekil 1.2. Türkiye Doğal Taş Yatakları Haritası (Yüzer, 2008)

Son yıllarda önemli bir gelişme trendi yakalayan Türk doğal taş sektörü, Türkiye ekonomisinin en önemli yapıtaşlarından biri olmaya adaydır. Türkiye, gerek güçlü doğal taş rezervi, gerek farklı renk ve desende doğal taş çeşidi ile dünyanın önde gelen doğal taş üretici ve ihracatçı ülkeleri arasına girmeyi başarmıştır. 2005 yılı itibariyle, Amerika’dan Çin’e, Suudi Arabistan’dan Kanada’ya, Japonya’dan Rusya’ya, İngiltere’den İsrail’e kadar neredeyse dünyanın tüm ülkelerinde adından söz ettiren Türk doğal taşları, Afyon Beyazı, Marmara Beyaz, Bilecik Pembesi, Efes Güneşi, Karacabey Siyahı, Elazığ Vişnesi, Ayvalık Graniti, Denizli Traverteni, Akşehir Siyah, Bursa Bej, Trakya Graniti, Mustafakemalpaşa Beyaz, Akhisar Oniks, Ankara-Gölbaşı Andezit, Gemlik Diabaz, İzmir-Aliğa Bazalt gibi isimler altında benzersiz renk ve şekilleriyle Amerika’dan Asya’ya kadar dünyanın 160 ülkesindeki

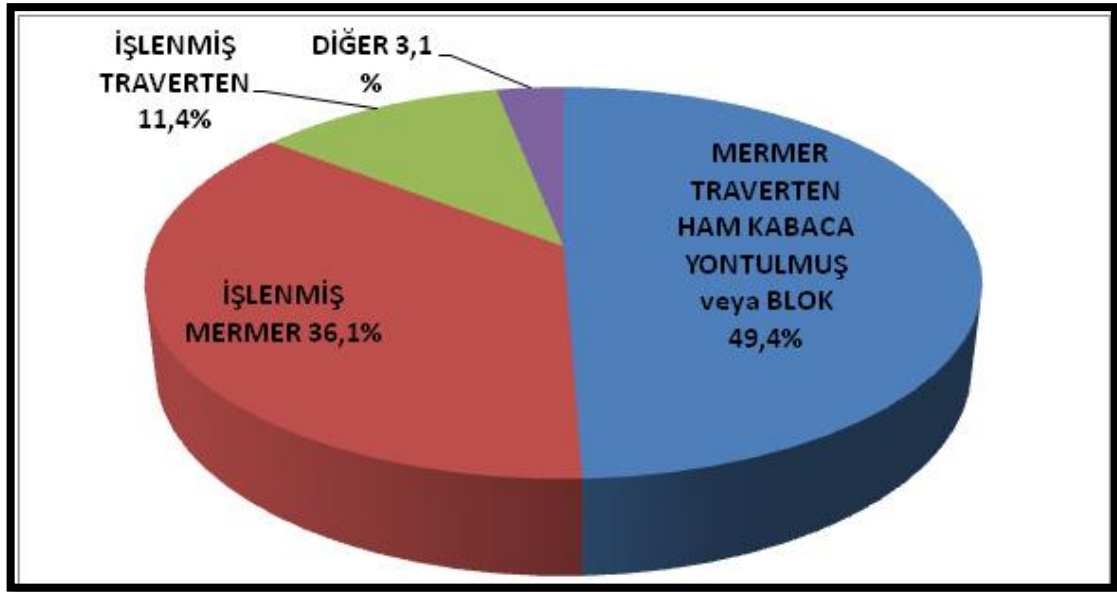
binaları ve kaldırımları süslüyor, ünlü mekanlara ruh veriyor, renk katıyor (Ulu,2009).



Şekil 1.3. 2012 Yılında Doğal Taş İhracatında İlk 10 Ülke % (İmmib)



Şekil 1.4. 2002-2012 Yılları Doğal Taş İhracatı Milyon Usd, (İmmib)



**Şekil 1.5.** 2012 Yılı Doğal Taş İhracatının Ürün Gruplarına Göre Dağılımı (İmmib)

Alp-Himalaya dağları kuşağı üzerinde yer alan Türkiye toplam 5,2 milyar m<sup>3</sup> (13,9 milyon ton) muhtemel mermer rezervine sahiptir. Dünya mermer rezervlerinin yaklaşık %40'ının ülkemizde bulunduğu tahmin edilmektedir. Pek çok çeşit, renk, desen ve kalitede mermer çıkartılan ülkemizde, rezervin büyük bölümü Afyon, Balıkesir, Muğla, Eskişehir, Denizli, Elazığ, Tokat, Çanakkale, Konya, Bilecik ve Kırşehir'de bulunmakta, yoğunlukta bu illerde faaliyet gösteren çoğunluğu küçük ve orta ölçekli pek çok işletmede, doğal taş/mermer işleme alanında faaliyet göstermektedir. Günümüzde, yapıtaşından çok duvar kaplama, zemin döşeme, kentsel peyzaj ve dekorasyonda kullanılan doğal taşların özelliklerine göre kullanım alanları da değişmektedir. Örneğin granit, bazalt, traverten, andezit yapıların dış kaplamasında ve döşemelerde, mermer ise daha çok inşaat sektöründe iç mekânlarda ve güzel sanatlar, dekorasyon, mezar ve mezar taşı gibi alanlarda kullanılmaktadır (Ulu, 2009).

### 1.3.3 Doğal taşların oluşum süreçleri

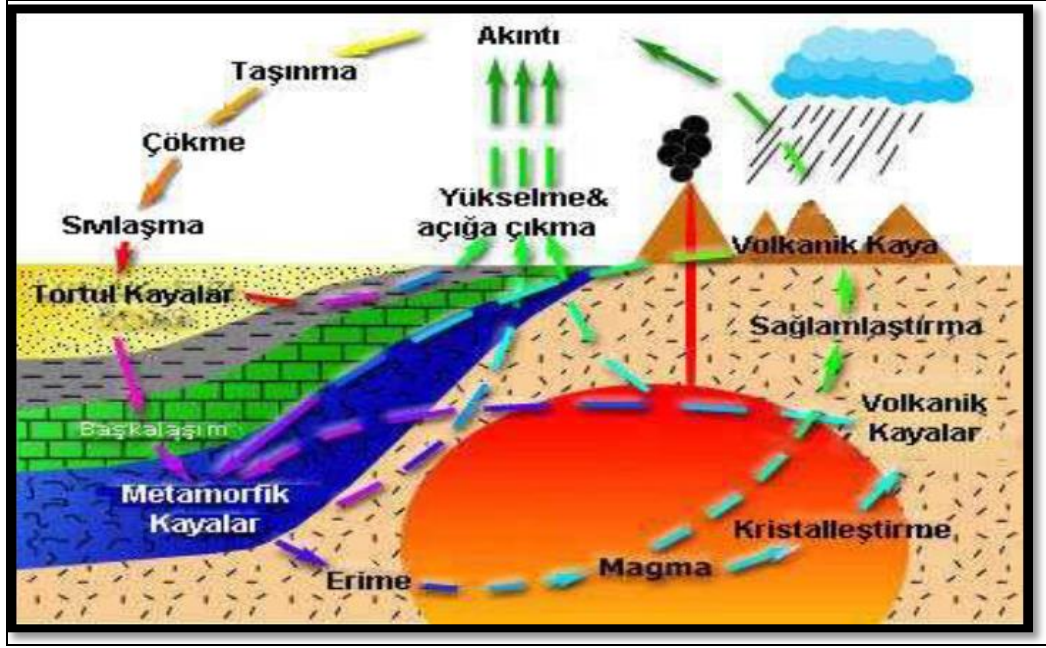
Doğal taş deyimi, doğada (tabiatta) bulunan değişik kökendeki her türlü taş için kullanılan genel bir terimdir. Türkçede, bilimsel olarak birbirine yakın anlamlarda taş yerine kaya, kayaç, kütle sözcükleri de kullanılmaktadır (Yüzer vd., 2008). Genel olarak kayaç kelimesi, jeolojide yerkabuğunu meydana getiren tüm katı maddeler için, yani taş, kaya, kütle anlamında kullanılmaktadır. Kayaçlar mineral topluluklarıdır; ya çeşitli minerallerin veya mineral ve taş parçacıklarının bir araya

gelmesinden, yahutsa tek bir mineralin çok sayıda birikmesinden meydana gelirler. Granit ve bazalt çeşitli minerallerden, kumtaşı değişik kum tanelerinden, mermer ve kuvarsit tek mineralden oluşmuş kayalardır. Kayalar oluşumları sırasındaki doğal ortamı yansıtan bir çeşit belgelerdir. Yerkabuğunun jeolojik gelişmesinin izleri bu çeşit kayalar üzerinde işlenmiştir. Bu nedenle onlar, “Yer tarihinin doğal belgeleri” sayılır; kayaların jeolojideki önemleri de buradan gelir (Ketin, 2005).



**Şekil 1.6.** Yaygın Magmatik Kayalar ve Tane Boyutları

Yer üstünde ve içinde bulunan tüm taşların kökeni magmadır. Bir nehir kenarında gezerken kumlar arasındaki çakılların renk ve şekil bakımından çok farklı olduğu görülebilir. Bu durum bize kayaların farklı ortamlarda oluştuğunu gösterir. Örneğin bazı kayalar göl ve deniz içerisinde çökeliş oluşurken, bazıları da magmanın hızlı bir şekilde soğuması ile oluşmaktadır ( Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Kayaç Döngüsü (Url 1)

#### 1.4 Doğal Taşların Kullanım Alanları ve Çeşitleri

Yapıların döşeme ve kaplamalarında genellikle mermer, traverten, granit, andezit, bazalt ve tüf gibi doğal taş ürünleri kullanılmaktadır. Doğal taşların kullanım alanları, binaların iç ve dış mekânları, çevre düzenlemeleri, yaya yolu ve kaldırımlardır. Bunların kullanımı parlatılarak, parlatılmadan ya da özel işlemlerle yüzeylerin pürüzlü hale getirilmesi şeklinde olabilmektedir. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak doğal taşları kesen ve işleyen makinelerin üretilmesi ile her türlü doğal taş kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle binaların dış yüzeyleri ve çevre düzenlemelerinde ebatlı ve şekilsiz taşların yanı sıra yaya yolu ve kaldırımlarda da doğal taşlar başarı ile kullanılmaktadır (Url-2).

##### 1.4.1 Yapı malzemesi olarak doğal taşların kullanılması

Ticari standartlara uygun boyutlarda blok verebilen, kesilip parlatılan ya da yüzeyi işlenebilen ve taş özellikleri (malzeme özellikleri) kaplama taşı normlarına uygun olan her türden taş (tortul, magmatik ve metamorfik) ticari dilde "mermer" olarak bilinmektedir. Doğal taş sektörü kapsamı içinde ise yalnızca peyzaj amaçlı kullanılanlar "yapı taşı" olarak kabul edilmektedir. Bunlar granit, siyenit gibi plutonitler, bazalt, andezit gibi volkanitler olabileceği gibi traverten, tüfit ve kumtaşları gibi sedimanter kayalar da olabilir. Ürün ebat ve özellikleri kullanım

alanlarına göre farklılıklar göstermektedir. Bu taşlar ebat ve şekillerine göre, yapıların temel ve duvarlarında, bahçe ve istinat yapılarında, bordür taşı üretiminde, yol, kaldırım ve duvar kaplamasında, çatı örtüsünde ve kent mobilyaları üretiminde kullanılmaktadır (Çelik, 2003).

#### **1.4.2 Dekorasyon amaçlı doğal taşların kullanım alanları ve çeşitleri**

Doğal taşların bir kısmı yapısal amaçlara hizmet ederken çok pahalı ve dayanımı az olan bazı doğal taşlar da dekorasyonda kullanılır (Barker ve Austin, 1994). Dekoratif yapı taşları; kullanım alanlarına göre blok taşlar, çakıl taşlar, kesilmiş ve işlenmiş taşlar ve doğal yarılmış taşlar olarak dört gruba ayrılabilir. Blok taşlar parke taşı, bordür taşı ve kesme taş olarak yapılarda ve dış mekânlarda kullanılmaktadır. Çakıl taşları genellikle peyzaj amacıyla kullanılmakta olup, bitkisel düzenlemelerin arasında veya beton içine gömülerek motifli döşeme kaplamasında kullanılır. Kesilmiş ve işlenmiş taşlar ise yapılarda en çok kullanılanlardır. Bunlar belirli boyutlarda kesilerek ebatlandırılmaktadır. Kullanım amacına ve yerine göre yüzeyleri honlu, cilalı veya pürüzlü olabilmektedir.

Buna göre dekorasyon amacıyla, mermer ve yapı taşı olarak kullanılan doğal taşlar kullanım yerlerine, ebatlarına ve yüzey şekillerine göre 4 ana grupta incelenebilir (Url- 2).

1. Yapı taşı olarak kullanılan doğal taşlar (blok ve moloz taşlar, ocak taşı)
  - a. Geometrik şekilsiz bloklar
  - b. Geometrik şekilli bloklar
2. Çakıl taşları (toplama taş)
3. Kesilmiş ve işlenmiş doğal taşlar (mermer)
  - a. Yüzeyi düzgün doğal taşlar
  - b. Yüzeyi pürüzlü doğal taşlar
4. Doğal yarılmış, yüzeyi pürüzlü doğal taşlar

## 1.5 Peyzaj Mimarlığında Kullanılan Dekoratif Doğal Taşlar Ve Genel Özellikleri

Türkiye’de bilinen belli başlı doğal taş üretim merkezlerinden çıkan ve Peyzaj mimarlığında kullanılan doğal taşlar şunlardır:

**BAZALT:** İzmir-İzmir, Diyarbakır, Uşak, Gediz, Muş, Bitlis, İskenderun, Boyabat, Eskişehir, Van dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



Şekil 1.8. Bazalt doğal hali



Şekil 1.9. Bazalt döşeme ve su ögesi

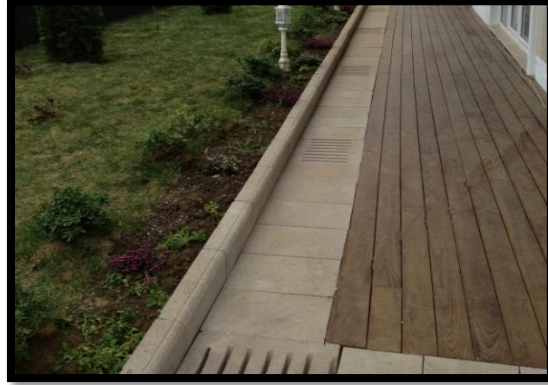
**Özellikleri:** Magmatik bir taş türüdür. Yerküresinde, birçok yörede bulunan ağır, koyu renkli bir lavdır. Piroksen ve bazik plajiyoklazlardan (labrador, bitownit) oluşmuştur. Fakat o kadar ince dokuludur ki bu mineralleri gözle görmek oldukça zordur. Ayrıca kayaç mineralojik bileşiminde olivin de içerebilir. Genel olarak kayaç yarı yarıya koyu renkli (mafik) mineraller ve feldspattan oluşmuştur (Karaman vd., 2008). Basınca karşı direnci bazalt türlerine göre değişir, 1100 – 3500, hatta 5000 kg/cm<sup>2</sup> dir (Sür vd., 2001). Genellikle yarı kristalleşmiş, camsı, homojen, sert ve bazik bir taştır (Altınçekiç, 2001).

Genellikle işlenmesi zor ve pahalı olduğu için kullanımı sınırlıdır. Hava şartlarına dayanıklıdır. Bu sebeple su altı inşaatlarında, yollarda ve duvar yapımının yanı sıra, zemin kaplaması ve bordür taşı olarak kullanılır (Url-3, Url-4).

**ANDEZİT:** Ankara-Gölbaşı, Çankırı, Afyon, Uşak, Dikili dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



Şekil 1.10. Andezit doğal hali



Şekil 1.11. Ebatlı Andezit zemin döşeme, bordür ve su kanalı kapağı

**Özellikleri:** Magmatik bir taş türüdür. Fazla miktarlarda demir – magnezyumca zengin mineralleri içerir. Feldspat ve koyu renkli fenokristalleri bünyesinde bulunduran porfirleri çok bulunmaktadır. Kayacın rengi gri tonlarında, pembemsi, kahverengi, yeşil olabilir. Mineralojik bileşiminde, plajiyoklas, hornblend, biyotit ve piroksenden oluşmaktadır. Arazide lav akıntıları şeklinde görülür. Diyoritin yüzey kayacıdır (Karaman vd., 2008). Basınca karşı direnci 1200 – 1700 kg/ cm<sup>2</sup> dir (Sür vd., 2001).

Volkanlardan akan korlar sonucu meydana gelmiş bir taştır. Dış koşullara dayanıklı olması sonucu parke taşı, bordür, duvar, kolon ve döşeme yapımında kullanılabilir. Andezitin işlenmesi granit ve bazalta göre daha kolaydır. İnce ve kaba yontmaya uygundur (Url-3, Url-4).

**GRANİT:** Aksaray-Ortaköy, Balıkesir-Ayvalık, Balıkesir-Erdek, İzmir-Bergama, Giresun-Kovanlık, Kırklareli-Demirköy, Gebze, Çanakkale, Güllük, Kırşehir-Kaman dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



**Şekil 1.12.** Granit doğal hali



**Şekil 1.13.** Granit küp taş döşeme zemin

**Özellikleri:** Magmatik bir taş türüdür. Genellikle açık renkli olup %60 oranında potasyum feldspat, %30 kuvarz, mika minerallerinden oluşur. Granit sert ve dayanıklıdır. Yoğunlukları  $2600\sim 2800\text{ kg/m}^3$  arasındadır. Basınç dayanımları  $1600\sim 2400\text{ kg/cm}^2$  dir (Ünal, 2000). Granitin rengi, başlıca kapsadığı feldspatın rengi tarafından verilir ve solgun pembemsi griden pembeye veya pembemsi sarıdan kuvvetli kırmızıya kadar değişen bir renk gösterir (Kuşçu, 2001). Çoğunlukla gri ve yeşil – gri renktedirler. Ocaktan ilk çıktığında nem içermeleri nedeniyle kolay kesilmelerine karşın, zamanla bu nemi kaybettiklerinden sertleşir ve zor işlenir hale gelirler. Dış şartlara ve aşınmaya dayanıklı olup, renklerini sürekli koruyan bir taş türüdür (Uzun, 1996). İyi cila kabul ederler ve diğer kayalara nazaran uzun bir süre bozulmadan kalarak, renk ve parlaklıklarını korurlar.

Fazla gözenekli olmadığı için dış şartlara ve aşınmaya dayanıklıdır. Dayanıklı olması nedeniyle dış mekânlarda ve büyük yapılarda, temellerde, su altı inşaatlarında, büyük havuzlarda, park-yol döşemelerinde, mozaik duvarlarda, sütun ve bordür taşları yapımında kullanılır (Url-3, Url-4)

**TÜF:** Nevşehir, Çanakkale, Gümüşhane dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



Şekil 1.14. Tüf doğal hali



Şekil 1.15. Tüf, el işçilikli bank

**Özellikleri:** Tüf taşı volkanik bir taş olup, volkan püskürmelerinden sonra volkan ağzından çıkan kül ve tozların birikmesi sonucu meydana gelir. Delikli yapısı ile değişik bir görüntü, oldukça hafif olması nedeni ile kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Url-3, Url-4).

**MERMER:** Afyon-İscehisar, Afyon-Dinar, Konya-Akşehir, Karabük-Safranbolu, Bilecik, Burdur-Karamanlı, Burdur-Yeşilova, Bursa, Diyarbakır, Muğla, Manisa-Akhisar, Uşak, Elazığ, Eskişehir, Kütahya, Balıkesir, Kayseri, Eskişehir, Kırklareli, Antalya dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



Şekil 1.16. Mermer doğal hali



Şekil 1.17. Mermer Şömine

**Özellikleri:** Jeolojik tanımıyla “Mermer” kireçtaşı ve dolomit gibi kayaların belirli sıcaklık ve basınç etkisi altında başkalaşıma uğrayarak, tekrar kristalleşip, yeni bir yapı kazanmaları sonucu oluşurlar. Bunlar “Gerçek Mermer” olarak isimlendirilirler (Yavuz, 2010). Homojen yapılı, bir kalker çeşidi olan mermerler, orta sertlikte olup işlenmeleri kolay bir taştır. Dona ve dış etkilere dayanıklıdır. Mermerler değişik renk

(beyaz, siyah, sarı, pembe, gri, bej vb. gibi) ve desenlerde olabilmektedir. Genellikle açık renkli olan mermerlerde, demir oksit ve karbonatlarının bulunması halinde (markazit, magnetit, pirit v.b ) oluşan kimyasal reaksiyon sonucu paslanmalar görülebilir (Uzun, 1996). Mermerler de bir veya birkaç mineralden oluşurlar. Minerallerin oranı ve sertliği, kayacın sertliğini belirler. Mermerler içinde kayacın ilksel bileşimine bağlı olarak, kalsit ve dolomitin yanı sıra kuvars-epidot-tremolit aktinolit feldispat gibi mineraller bulunabilir. Sadece kalsitten oluşan bir mermerde sertlik 3-3,5 civarında iken, dolomit oranına bağlı olarak sertlik artabilir. Ayrıca Ege Bordo mermerlerinde olduğu gibi silikat minerallerinin de görülmesi sertliği 4"ün üzerine çıkabilir (Kun vd., 1999). Sertlik, mermerin dış mekanlarda kullanım yerinin belirlenmesinde önemli bir özelliktir.

Kristalleri iri taneli, sık dokusu boşluk bırakmadan birbirine girmiş durumdadır. Bu nedenle dona karşı dayanıklıdır. Saf mermer bina içi süsleme ve kaplamalarda çok kullanılır. Yol ve bina yapımında olduğu kadar, dış mekan düzenlemelerinde, kesme taş duvar yapımında ve mozaik yapımında kullanılır (Url-3, Url-4).

**ONİKS MERMER:** Manisa-Akhisar dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



**Şekil 1.18.** Oniks doğal hali



**Şekil 1.19.** Oniks Mermerden yapılmış giriş takı gece görüntüsü

**Özellikleri:** Oniks mermer yarı saydam yapısı ile bir ışık ve renk cümbüşü yaratmaktadır. Damarlı yapısıyla genellikle beyaz, kırmızı, sarı ve yeşil renklerde maden ocaklarından çıkarılmaktadır (Url-3, Url-4).

**TRAVERTEN:** Burdur-Bucak dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



Şekil 1.20. Traverten doğal hali



Şekil1.21. Traverten, patlatma işlemi yapılmış haliyle duvar kaplaması

**Özellikleri:** Sedimanter (Tortul) bir taş türüdür. Sıcak tatlı sular içerisindeki bikarbonatın karbondioksitini yitirmesinin sonucunda çökmesiyle oluşan kalker tabakalarıdır. Travertenler gözenekli bir dokuda olmaları nedeniyle kalkere göre daha hafiftir ve değişken sertlik gösterirler. Beyaz, bej, sarı, pembe ya da gri renktedirler. Travertenler ocaktan çıktığında yumuşak olup kolay işlenirler. Hava ile temas ettikten sonra nemini kaybederek sertleşirler. Gözenekli yapılarına rağmen oldukça sert ve dayanıklı taşlardır (Altınçekiç, 2001).

Kimyasal tortul bir taş olan traverten kalsiyum bikarbonatlı yer altı sularının mağara boşluklarında veya yeryüzüne çıktıkları yerlerde içlerindeki kalsiyum karbonatın çökmesi sonucu oluşan bir taştır. Boşluklu bir yapısı vardır. Peyzaj mimarisinde kullanılırken taşın boşlukları, mukavemetini artırmak amaçlı özel bir macunla doldurulur. Yurdumuzda Pamukkale bunun en güzel örneğidir (Url-3, Url-4).

**KAYRAK TAŞI (ARDUVAZ - SLEYT):** Bodrum, Muğla dolaylarından çıkarılmaktadır (İmmib, 2001).



Şekil 1.22. Kayrak taşı doğal hali



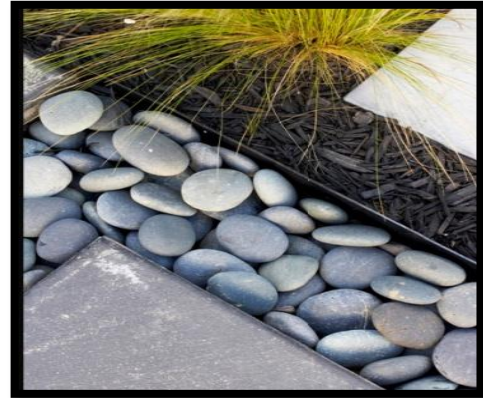
Şekil 1.23. Kayrak taşıyla kaplanmış anfi

**Özellikleri:** Sedimanter (Tortul) bir taş türüdür. Önce taneli olan Şeyllerin (killi çamurtaşı), çok düşük dereceli (düşük basınç – düşük sıcaklık) başkalaşım geçirmesi ile oluşur. Taşın içerdiği küçük mika mineralleri (biyotit – muskovit) pulcukları iyi gelişmiş şiztozite (yapraklanma) düzlemlerinde yer alır. Siyah arduvaz –sleyt organik malzeme içerir. Kırmızı arduvaz - sleyt rengini, içerdiği demir oksitten alır. Yeşil arduvaz – sleyt ise klorit minerali içerir (Yüzer vd., 2008). Tabakalar halinde çıkarılan kayrak taşları düzgün ya da pürüzlü yüzeylere sahiptir. Doğada milyonlarca yılda oluşan kayrak taşı insanı dinlendirici özelliği ile son yıllarda tercih edilen ve yurdumuzda bolca bulunan bir taştır (Url-3, Url-4).

**ÇAKIL TAŞI:** Podima (yalıköy), Bursa, Sapanca, Adapazarı ve nadiren de Dalaman yörelerinden sağlanmaktadır.



Şekil 1.24. Çakıl taşı



Şekil 1.25. Hem dekoratif hem de drenaj ve bordür amacı taşıyan çakıl döşeme

**Özellikleri:** Tane iriliği 7 mm den büyük yuvarlak ve köşeli çeşitli minerallerden oluşurlar. Çoğunlukla içlerinde silex, kuvars, kuvarsit, kum taşı ya da kireç taşı

bulunabilir. Çıkarıldıkları yörelere göre çeşitli renklerde (beyaz, gri, siyah, pembe, yeşil vb.) olabilir. Günümüzde tamburlama yöntemi ile ticari olarak mermer sınıfına giren bütün doğal taşlardan farklı ebatlarda yapay çakıl taşı elde edilebilmektedir. Piyasa da "tamburlanmış taş" olarak adlandırılmaktadır. Tamburlanmış taşların fiyatları doğal çakıl taşlarından daha ucuzdur.

Peyzaj yapı konstrüksiyonunda beton yapımında kullanıldığı gibi, serbest olarak otoparklar ve yollar için yüzey kaplaması olarak kullanılır. Dekoratif zemin döşemesi uygulanabilir. Çatı bahçelerinin ve toprak alanların su drenajında kullanılır(Url-3, Url-4).

### **1.5.1 Peyzaj mimarlığında kullanılan dekoratif doğal taşların fiziksel ve kimyasal özellikleri**

Doğal taşlar, günümüzde elde edilen verilere göre içyapısı ayrıntılı olarak belirlenen, oluşumlarına göre kimyasal bileşimleri ve yapısal özellikleri değişiklik gösteren, renklerini, içerdikleri maden oksitlerinden alan sert ve sağlam cisimlerdir. Doğal taş bir mineral topluluğudur. Doğal taşlar, tek türde minerallerin bir araya gelmesi ile oluştuğu gibi, çeşitli minerallerin birleşmesi ile de oluşmaktadır. Kaya ve minerallerin tanımlanması en iyi şekilde fiziksel özelliklerine göre yapılır. Bu özelliklerden bazıları; sertlik, dilinim, mıknatıslık, elastiklik, asitlerle olan ilgidir (Özçoban, 2000 ).

#### **1.5.1.1 Doğal taşların fiziksel özellikleri**

**Kayacın görünüşü:** Burada ilk bakışta göze çarpan şey, renk, parlaklık vb. gibi hususlardır. Ayrıca, taneli veya monoton hal de dikkat çekicidir.

**Kayacın sertliği:** Kayacı oluşturan maddelerin özellikleri ile yakından ilgilidir. Eğer bir taş diğerine göre daha sert ise onu çizebilir. Her ikisi de aynı sertlikte iseler, birbirleri üzerinde iz bırakırlar.

**Kayacın ayrılma tarzı:** Düzenli ya da düzensiz ayrılma halindedir.

**Bıraktığı izlenim:** Bazı kayaçlara el sürüldüğü zaman, onların bıraktığı histir.

**Kayaçların duruşları:** Muhtelif kuvvetlerin etkisi altında kaldıktan sonra, aldıkları son durumdur. Birbirlerine göre kıyaslanırlar (Sür vd., 2001).

### Detay Fiziksel Özellikler:

- **Birim hacim ağırlığı:** Herhangi bir birim hacimdeki kayacın toplam ağırlığıdır,  $gr/cm^3$  gibi. Yani örnek ağırlığının bütün hacmine bölünmesi ile elde edilir. Toplam ağırlığın toplam hacime oranıdır.
- **Özgül ağırlık (G):** Birim hacimdeki cismin ağırlığının, aynı hacimde ve 4 C daki saf su ağırlığına oranıdır. Yani  $G = 1 / w$  dir. Kayaçların özgül ağırlıkları, içlerinde bulunan minerallere bağlıdır. (Ağır minerallerin bulunduğu kayaçların özgül ağırlıkları fazladır) .
- **Kayaçlarda doğal su içeriği (Wn):**  $W_n = \text{Su ağırlığı} / \text{Tane ağırlığı} \times 100$  olup, % olarak ifade edilir.
- **Porozite (n):** Kayaç içindeki boşlukların hacminin ( $V_b$ ), tüm hacime ( $V_t$ ) oranıdır ve % ile ifade olunur. Yani  $n = (V_b / V_t) \times 100$ . Boşluk oranı (e) ise, kayaçların boşluk hacmi ( $V_b$ ) ile katı kısımların hacmine ( $V_k$ ) oranıdır. Yani  $e = (V_b / V_k) \times 100$  olup % ile belirtilir.
- **Doygunluk derecesi (S):** Boşlukları bulunan bir kayacın içindeki suyun hacminin, boşlukların hacmine oranıdır.  $S = (W_w / V_v) \times 100$ .
- **Geçirimsizlik (Permeabilite):** Kayaçların su geçirme özelliğidir (K), m/sn olarak ifade edilir. Bazı kayaçlar suyu çok geçirirler. Örneğin Kum, Tüf, çatlaklı ve delikli kayaçlar. Bazıları ise geçirmezler, örneğin: Kil, Sileks gibi.
- **Su emme:** Kayaçlar suya batırıldıklarında, poroziteleri oranında ve belli süre içinde su alırlar. Eğer emilen suyu geri verirlerse, hacimleri küçüldüğü gibi, çatlakları ve deformasyonları da hâsıl olur. Örneğin Kil ve killi kayaçlar su emicidir.
- **Tane boyutları:** Dağınık maddelerin iriliklerine göre ve çap dikkate alınarak, kaya, blok, iri çakıl, çakıl, kum, silt ve kil ayırt edilir ve tane boyutlarına göre malzeme sınıflandırılarak değerlendirilir (Sür vd., 2001).

**Çizelge 1.1.** Bazı önemli doğal taş türlerinin peyzaj tasarımlarında kullanım olanaklarının belirlenmesinde etkili kriterler (Yavuz, 2010). (Değerlendirme: 5= çok iyi, 4= iyi, 3= orta, 2= kötü, 1= çok kötü)

	Dayanıklılık (Sertlik)	Ekonomik oluşu	Tasarım çeşitliliği	Estetik
Granit taşı	5	2	5	5
Bazalt taşı	5	2	5	5
Andezit taşı	3	4	4	4
Kum taşı	2	4	3	4
Traverten taşı	2	3	5	5
Kandıra taşı	3	5	2	3
Küfeki taşı	3	5	2	3
Kayrak taşı	5	5	3	3
Kireç taşı	4	5	2	3
Mermer taşı	5	3	5	5
Çakıl taşı	4	2	4	4

**Çizelge 1.2.** Doğal taşların peyzaj tasarımlarında kullanım alanlarına göre uygunluk değerlendirmesi (Yavuz, 2010). ((+) kullanılabilir, (-) kullanılamaz).

Taş Türü	Yürüyüş Yolu	Duvar		Su Bahçesinde		Kaya Bahçesinde	Soliter ve Heykel
		Kaplama	Yığma Taş	Doğal	Formal		
Granit	+	+	-	+	+	+	+
Bazalt	+	+	-	+	+	+	+
Andezit	+	+	-	-	-	-	-
Kum taşı	+	+	-	-	-	+	+
Traverten	+	+	-	-	+	-	+
Kandıra	-	+	+	-	-	-	-
Küfeki	-	+	+	-	-	-	-
Kayrak	+	+	-	+	-	-	-
Kireç	-	+	+	-	-	-	+
Mermer	+	+	-	+	+	+	+
Çakıl	+	+	-	+	-	+	-

### 1.5.1.2 Doğal taşların kimyasal özellikleri

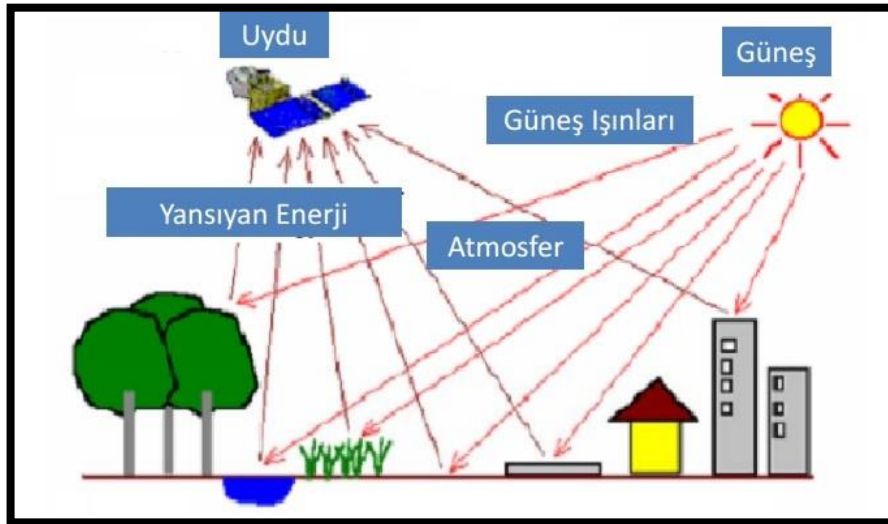
Kayaç elementleri (bileşimindeki maddeler):

- Ana mineraller
- Tali mineraller
- Taş içindeki parçalar

Örneğin, Granit'in ana mineralleri: Kuvars, Feldispat ve Mika"dır, tali mineralleri ise Hornblende ve Ojit olabilir. Ayrıca, bu minerojen kayacın içinde aksesuar minerallerden de birkaçı bulunabilir. Bir kayaca giren parçalar, boşluk dolguları veya yumrulardır. Bunlara bazı kayaçlarda rastlanır (Sür vd., 2001). Kayaçta erime ve ayrışma, onun bünyesi ile yakından ilgili bir özelliktir, şöyle ki: tuzlu ve karbonatlı kayaçlar suda eriyebilir (Sür vd.,2001).

### 1.6 Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, yeryüzünden belli uzaklıkta, atmosferde veya uzaydaki platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleri aracılığıyla, yeryüzü ve nesnelere hakkında bilgi alma ve bunları analiz etme tekniği, ya da nesnelere fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle nesnelere hakkında bilgi edinme bilim ve sanatı olarak ifade edilir (Şekil 1.26), (Url-6). Görüntü İşleme Yöntemleri, Uzaktan Algılama Uygulaması için bir araçtır.



Şekil 1.26. Uzaktan Algılama tanım (Url-6)

### 1.6.1 Uzaktan algılamanın tarihçesi

- 1839 fotoğrafın icadı
- 1850s Balonlardan fotoğraf çekimi
- 1909 Uçaklardan fotoğraf çekimi
- 1940s Uzaydan ilk fotoğraflar
- 1960s İlk uydular (Explorer 7, TIROS 1, Nimbus, GOES...)
- 1972 Landsat-1 Yer gözlem amaçlı gönderilen ilk uydu
- 1978 Seasat İlk radar uydusu
- 1986 Spot-1 Avrupanın uzaktan algılama alanına girişi
- 1988 IRS 1-A Hindistan uzaktan algılama uydusu
- 1980s AVIRIS (Airbonevisible/InfraredImagingSpectrometer)
- 1990s Global uzaktan algılama sistemleri
- 2001 Hyperion (220 Spectral bant)
- 2008 GeoEya-1- En Yüksek konumsal çözünürlüğe sahip uydu (0.40 m)
- 2009 WorldView-2 Yüksek konumsal çözünürlük (0.50m) 8 multispektral bant
- Gelecek Hiperspektral ve Hiper konumsal sensörler , insansız hava araçları (Çölkesen, 2012).

### 1.6.2 Uzaktan algılama sistemleri

Uzaktan algılama sistemleri,

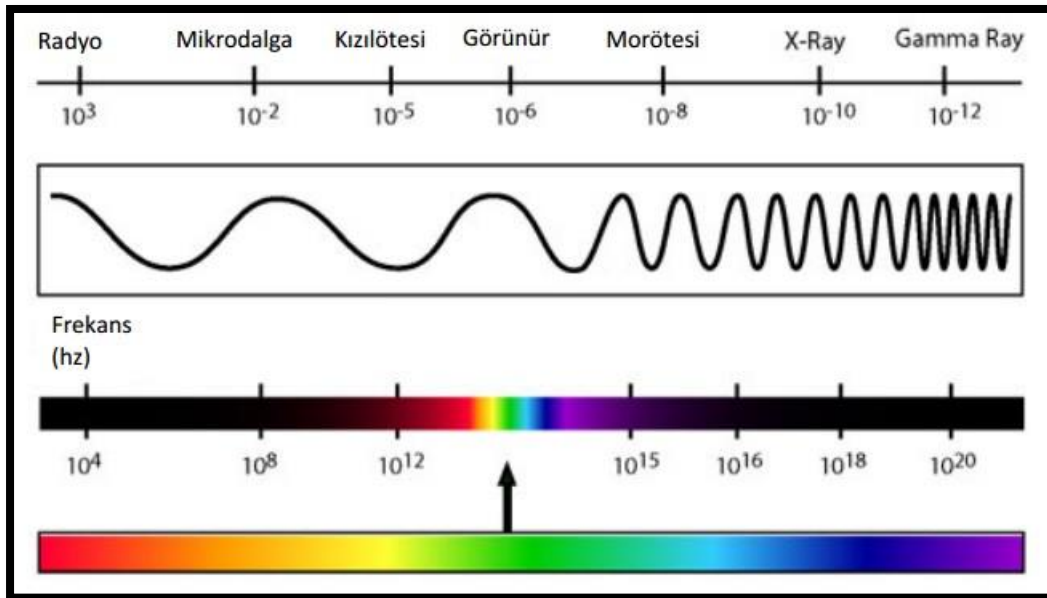
1. Yer Gözlemleri
2. Uçaktan Algılama Yapan Sistemler
  - 2.1 Alçaktan Uçuş Verileri (300-3.000m)
  - 2.2 Yüksekten Uçuş Verileri (3.000-10.000m)
3. Uzaydan Algılama Yapan Sistemler
4. Çok Spektrumlu Tarama
5. Termal Görüntüleme, gibi yüksekliğe göre farklı gruplara ayrılır.

Günümüzde uzaktan algılama verisi; kameralar ve sensörler ile donatılmış uçaklar, insansız hava araçları ve uydular tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve sensörler görüntüyü; şekil 1.28’da görülen elektromanyetik spektrumda “spektrum görüntü bölgesi” (spectral image region) olarak adlandırılan ultraviyole, görünen ve kızılötesi



### 1.6.2.1 Elektro manyetik radyasyon (EMR)

Enerjinin ( ısı, ışık, ultraviyole ışınlar, x ışınları, radyo dalgaları) uzaydan bir objeden diğer bir objeye transferini sağlar. Tüm objeler enerji yayar ve başka objelerden gelen enerjiyi yansıtır, uzaktan algılamanın temeli objelerinin emdiği ve yansıttığı enerjinin ölçülmesidir. Aralıkların bir ucunda uzun dalga boyları ( düşük enerjili radyo dalgaları), diğer ucunda ise kısa dalga boyları (yüksek enerjili gamma ışınları) bulunmaktadır. Örneğin; 0.4-0.7  $\mu\text{m}$  arası dalga boyları görünür dalga boylarıdır ve insan gözüyle, fotoğraf makinası/kamera vb. ile ayırt edilebilirler. Uzaktan algılama sensörlerinin yeryüzüne ilişkin bilgi toplamasında en çok mikrodalga, kızılötesi ve görünür dalga boyu aralıkları kullanılır (Şekil 1.28),(Url-6).



Şekil 1.28. Elektromanyetik Spektrum (Url-6)

### 1.6.2.2 Görüntü işleme yöntemleri

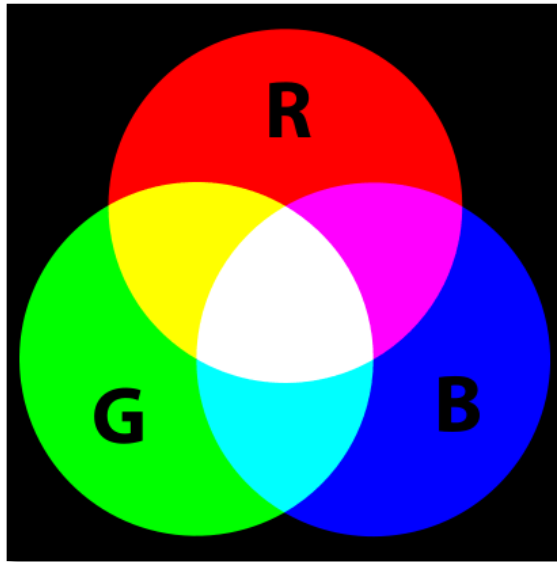
Doğal taşlarda yapılan analizler numuneler üzerinde bir dizi yıkıcı laboratuvar testleriyle yapılabilmektedir. Görüntü işleme yöntemleriyle doğal taşların renk, desen, cila, çatlak-kırık, gözenek içermesi, en-boy, kalınlık gibi özellikleri açısından kaliteleri sınıflandırılabilindiği gibi, seleksiyon (renk-desen devamlılığı) açısından kaliteleri de sınıflandırılabilir.

Görüntü işleme, insan görme sisteminin yaptığı işlemlerin bilgisayar ortamında gerçekleştirilmeye çalışılmasıdır. Bu işlemlerden bazıları; renk ve nesne algılama, ayırt etme, yorumlama ve hatırlamadır. Görüntü işleme yöntemleri görüntünün elde edilmesi, sayısallaştırılması, bölütlenmesi, iyileştirilmesi,

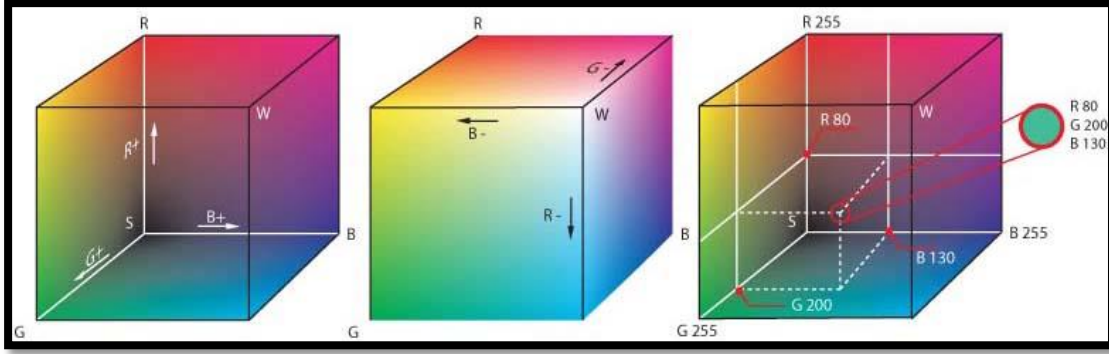
sınıflandırılması, kaydedilmesi ve yeniden çağırılması gibi birçok işlemi kapsar ve bu yöntemler kesip içinden numune almadan (görece) uzaktan ve hızlı bir şekilde yapılan birçok işlem için uygulama alanı bulmuştur (Jaehne, 1997).

Görüntü, doğada var olan nesnelerin ve durumların bir anlık biçimlerinin iki boyutlu kayıtlarıdır. Görüntü işleme, insan görme sisteminin gerçekleştirdiği işlemlerin bilgisayar ortamında sayısal olarak gerçekleştirilmeye çalışılmasıdır. Bilgisayar ortamında görüntüler sayısallaştırılarak saklanırlar. Bu işleme 'digitizing' denir. Görüntülerdeki renkleri tanımlamak ve yeniden gösterebilmek için renk uzaylarına ihtiyaç vardır. Renk uzayları renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir ve üç boyutlu olarak tasarlanırlar çünkü bir rengi belirlemek için birbirinden bağımsız üç değişik renge gerek vardır. En yaygın bilinen renk uzayı RGB (red=kırmızı, green=yeşil, blue=mavi) renk uzayıdır (Şekil 1.29 Renk Uzayı), (Şekil 1.30 Renk Uzayına noktasal örnek), (Akkoyun, 2010).

Pek çok uygulama alanı olan görüntü işleme teknikleri, maden işletmelerinin çevresel etkilerinin belirlenmesinde (Cutaia vd., 2004); kayaçların yapısal özelliklerinin tahmin edilmesinde (Karakus, 2006); mineral tanımlama ve metal içeriği tahmininde (Lane vd., 2008; Baykan ve Yılmaz, 2010); agrega tane boyutunun tahmin edilmesinde (Maerz, 1998; Cabello vd., 2002); uygulanmıştır.

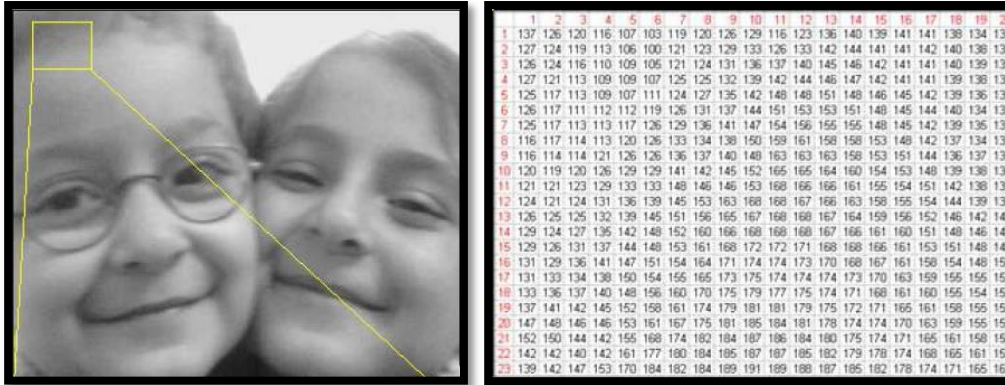


Şekil 1.29. Renk Uzayı (Akkoyun, 2010)



**Şekil 1.30.** Renk Uzayına noktasal örnek; R:80, G:200, B:130 olan nokta, (Akkoyun, 2010).

Bir görüntünün bilgisayar ortamında saklanabilmesi için iki boyutlu bir koordinat sistemi içinde piksel adı verilen hücrelere bölünür ve bu hücrelerin yatay-düşey koordinatı ile o hücrenin renk değerini içeren sayısal değerler olarak saklanır. Her pikselin renk değerini (renkli görüntüler için 3 adet, diğerleri için bir adet) değer içermesi gerekmektedir. Örneğin RGB sisteminde bu değerlerden her biri 0-255 aralığında farklı değer alır. Şekil 1.31’de (95X71) adet piksel içeren bir görüntü ve aynı görüntünün sayısallaştırılması sonucu oluşan veri kümesi verilmiştir.



**Şekil 1.31.** İki boyutlu bir görüntü ve bir bölümünün sayısal karşılığı (Akkoyun, 2010)

Bilgisayarın görüntüleri şekil 1.31 deki gibi sayısal veri yığınlarından oluşan matrisler olarak algılaması nedeniyle görüntü üzerinde yapılacak işlemler de yine bu matrisler üzerinde yapılacak matematiksel işlemler olmalıdır. Bu durumda görüntü işleme çalışmalarının aslında sayısallaştırılan görüntülere ait veri yığınları üzerinde yapılan matematiksel işlemler olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Akkoyun, 2010).

Bu matematiksel işlemlerin en başında geleni görüntünün **gri sistem** biçimine (**grayscale**) dönüştürülmesidir. Bu işlemde amaç eldeki veri kümesini daha az karmaşık hale getirerek sonraki işlemler için kolaylık sağlamaktır. Bu yöntemde görüntüler siyah-beyaz değerlerine yani bir pikselde sadece bir değer ve o değerinde 0-255 aralığında değiştiği sayısal biçime dönüştürülerek işlenirler.



**Şekil 1.32.** Renkli görüntüye gri sistem uygulaması (Url-5)

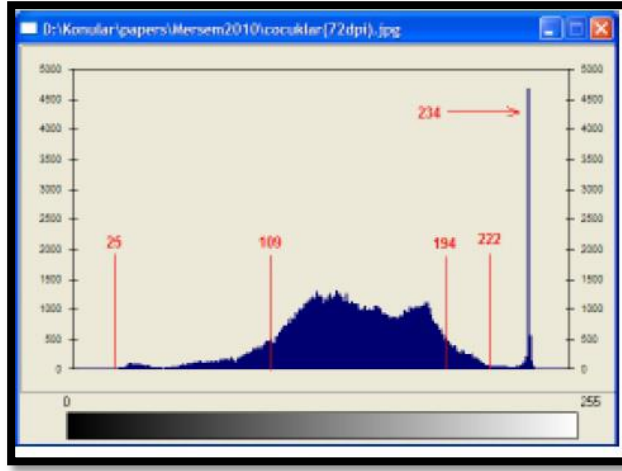
Görüntü içeriklerinin ve yapılan işlemlerin basitliğine göre bazı durumlarda belirli bir değer eşik alınarak o değerden daha büyük renk değerine sahip pikseller 1, daha küçük olanlar 0 değerine dönüştürülebilir. Bu durumda eldeki sayısal veriler sadece 0 ve 1 değerlerinden yani beyaz ve siyah piksellerden oluşur. Bu işleme **eşik uygulama (thresholding)** adı verilir.



**Şekil 1.33.** Gri sistemde kaydedilmiş bir görüntüye eşik değeri uygulaması (Akkoyun, 2010)

Görüntüler gri sisteme de dönüştürülseler, eşik de uygulansa yine de elde var olan birçok sayısal değerlerden oluşan bir yığındır. Bu sayısal değerlerin daha kolay analiz edilmeleri için önerilen bir diğer yöntem, verilerin **frekans histogramının** çıkarılmasıdır. Böylece görüntüyü oluşturan renk değerlerinin nasıl dağıldıkları ve nerelerde yığıldıkları hakkında fikir elde edilebilir. Sadece renk histogramlarına

bakılarak bile görüntülerin açık, koyu keskin ya da bulanık olup olmadıklarına karar verilebilir.



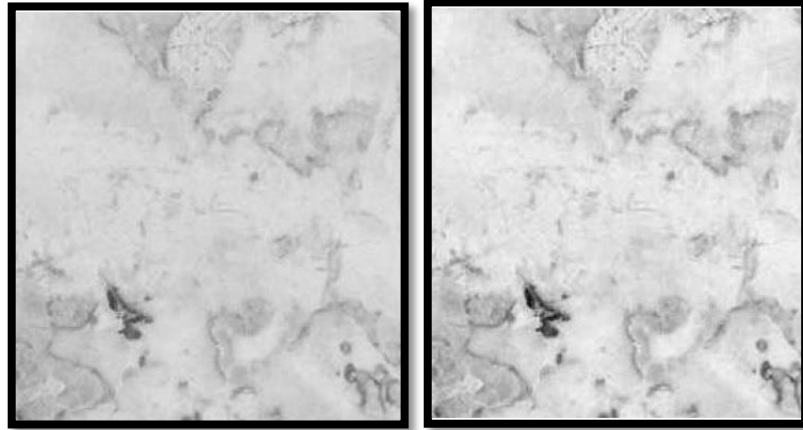
Şekil 1.34. Şekil 1.33 daki görüntünün frekans histogramı (Akkoyun,2010)

Resmin histogramına bakılarak; renklerin genelde 110 ile 200 değerleri arasında (açık tona yakın) dağıldığı, en fazla tekrarlanan renk değerinin 234 ile açık bir ton olduğu, bu durumda görüntüde önemli bir alanı açık bir tonun kapladığı söylenebilir. Ayrıca dağılım sıkışık bir alanda olduğu için de görüntünün çok net olmadığı yorumu yapılabilir (Şekil 1.34). Bu yaklaşımdan hareketle, mevcut histogramın alt ve üst sınırlarını kullanarak bu alt ve üst sınırları 0-255 aralığına “gerebilirsek” elimizdeki görüntüler daha net bir hale gelecektir. Bu işleme **kontrast gerdirme(contraststreching)** adı verilmektedir.

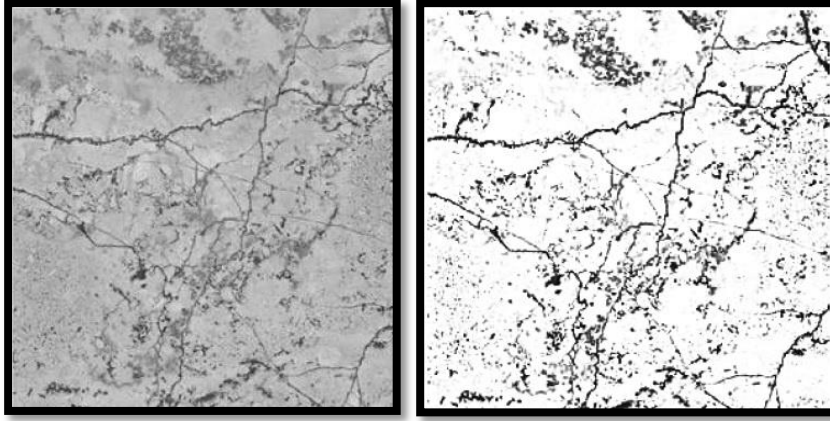
Bir diğer yöntem **histogram eşitleme (histogramequalization)**dir. Histogram eşitleme, renk değerleri düzgün dağılımlı olmayan görüntüler için uygun bir görüntü iyileştirme metodudur. Bu işlem için histogramı bulunan görüntünün birikimli (kümülatif) histogramı alınır. Bu değerler, yeni görüntüde olmasını istediğimiz en büyük renk değerleri ile çarpılıp toplam piksel sayısına bölünerek normalleştirilir. Normalleştirilen histogram değerleri ile görüntü renk değerleri tekrar güncellenerek histogram eşitleme uygulanmış olur (Akkoyun, 2010).

Akkoyun 2010 çalışmasında, yukarıda bahsedilen görüntü işleme tekniklerinden yararlanarak, mermer ürünlerinin kalite seçiminde kullanılabilirlikleri üzerine bir değerlendirme yapmıştır. Bu adımda hat boyunca üretim ve işlemesi yapılan mermer ürünlerini; renk ve desen kalitesi, boyutları, cila kalitesi ve diğer özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutarak sınıflandırmıştır. Bu aşamada iki farklı sınıflandırmadan söz edilmiştir. Bunlardan birincisi ekonomik anlamda bir

sınıflandırmadır. Bu ayırma sırasında ürünlerin renk desen kalitesi, dolgu ve cila kalitesi, çatlak-kırık-gözenek içermesi, en, boy ve kalınlık değerlerinin önceden belirlenen kabul sınırları içinde olması gibi özellikleri dikkate alınmıştır. İkinci sınıflandırma türü ise sektörde ‘seleksiyon’ adı verilen bir sınıflandırmadır. Bu sınıflama, yukarıda anılan ekonomik sınıflamadan farklı olarak ürünlerin renk-desen devamlılığı ile ilgili bir sınıflamadır. Bilindiği gibi değişik jeolojik koşullar sonucunda oluşan doğal taşlar aynı maden yatağı içinde bile farklı renk desen özellikleri gösterebilirler. Bir mermerin diğer kalite özelliklerinden bağımsız olarak renk ve desen açısından sınıflandırılmasına ‘seleksiyon’ adı verilmektedir. Bu anlamda aynı seleksiyona ait olan taşların aynı renk, ton ve desen özelliklerine sahip olmaları beklenir. Akkoyun çalışması kapsamında aynı ocağa ait üç seleksiyondan 20 adet numune almış, dijital fotoğraf makinesi ile görüntüleri elde edildikten sonra geliştirilen yazılım kullanılarak görüntü işleme yöntemleri uygulamıştır. Uygulamada farklı renk uzayları, farklı görüntü boyutları, gri sistem, histogram eşitleme, gerdirme, eşik uygulaması gibi yöntemleri kullanmıştır (Akkoyun, 2010).



**Şekil 1.35.** Bir mermer numunesinin normal ve histogram gerdirme sonrası görüntüsü (Akkoyun, 2010)



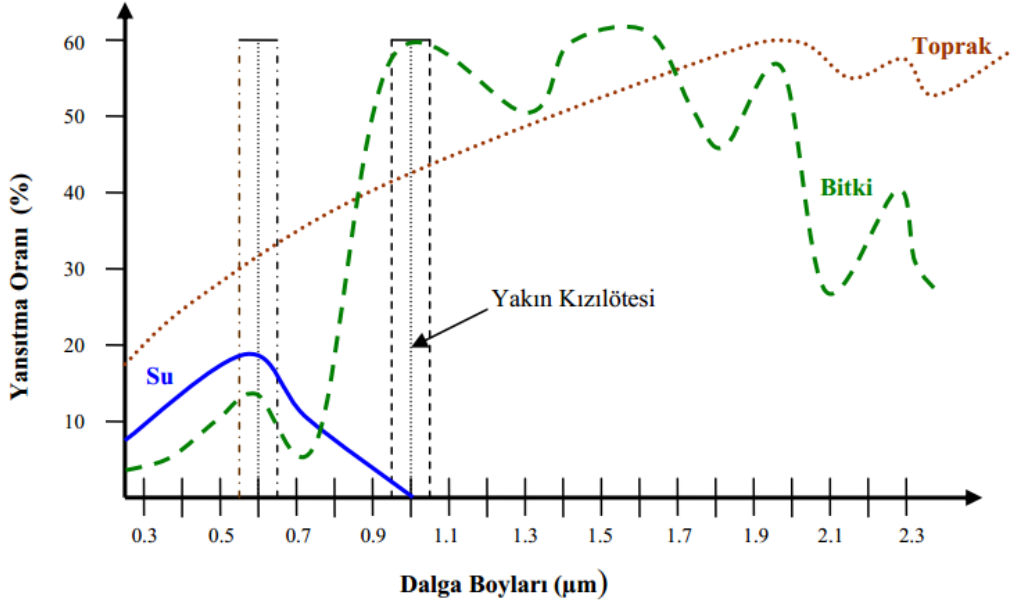
**Şekil 1.36.** Bir mermer numunesinin normal ve histogram eşitleme sonrası görüntüsü (Akkoyun, 2010)

## 1.7 Spektral Yansıtma Özellikleri

Cisimlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin değişimi, farklı dalga boylarında farklı yansıtma değerlerine sahip olmalarını sağlar. Bu sayede cisimlerin spektral yansıtma özellikleri, spesifik ayırt edici özelliklerdir.

### 1.7.1 Cisimlerin spektral yansıtma özellikleri

- Cisimlerin spektral özelliklerinin farklı olması, uzaktan algılamada ifade edilebilmelerinin temel nedeni olarak kendisini göstermiştir. Spektral özelliklerinin farklı olması, cisimlerin uzaktan algılama yöntemiyle ayırt edilmelerini sağlar. Spektral yansıtma değerleri laboratuvar ortamında hesaplanır ve arşivlenir, uzaktan algılama sonucu çıkan değerlerle karşılaştırılarak tür tayini yapılabilir.
- Cisimlerin yansıtmadaki farklı davranışları spektral yansıtma eğrileri ile gösterilir. Her spektral bant, elektromanyetik spektrumun bir bölümünde duyarlıdır.
- Spektral yansıtma özellikleri belirli spektral bölgelerde açık bir şekilde farklılık gösteren cisimler bu bölgelere duyarlı uzaktan algılama görüntülerinde farklı gri renk tonu ve renklerde gözükürler.
- Bu bakımdan cisimlere ait spektral yansıtma özelliklerinin bilinmesi, spektral bant seçiminde önemli rol oynar.
- Bir malzeme için yansıyan, soğurulan, veya geçirilen ışınım miktarları dalga boyuna bağlı olarak değişir. Bu önemli özellik sayesinde farklı nesnelere yada sınıfları ayırt etmek olanaklıdır (Şekil 1.37),(Url-7).



Şekil 1.37. Farklı arazi örtü tiplerine ait spektral yansıtma eğrileri (Url-7)

### 1.7.2 Farklı doğal taşların yansıtma özellikleri

Bir malzeme için yansıyan, soğurulan veya geçirilen ışınım miktarları dalga boyuna bağlı olarak değişir. Bu önemli özellik sayesinde farklı nesnelere yada sınıfları ayırt etmek olanaklıdır.

Her cisim yansıtma bakımından farklı bir davranış gösterir. Bu davranış spektral yansıtma eğrisi denilen bir eğri ile gösterilir. Eğri, dalga boyuna bağlı olarak yüzeyden yansıyan ışınımın yüzeye gelen toplam ışınımın yüzdesini ifade eder. Spektral yansıtma katsayısı ölçülerek cisimlerin spektral yansıtma eğrileri çizilebilir

$$\text{Spektral Yansıtma Katsayısı} = \left( \frac{\text{Cisimden yansıyan enerji}}{\text{Cisme gelen enerji}} \right) \cdot 100$$

Spektral yansıtma özellikleri belirli spektral bölgelerde açık bir şekilde farklılık gösteren cisimler bu bölgelere duyarlı uzaktan algılama görüntülerinde farklı gri renk tonu ve renklerde gözükürler. Bu bakımdan cisimlere ait spektral yansıtma özelliklerinin bilinmesi, gerekli bir dalga uzunluğu bölgesinin (kanal) seçiminde önemli rol oynar (Url-7).

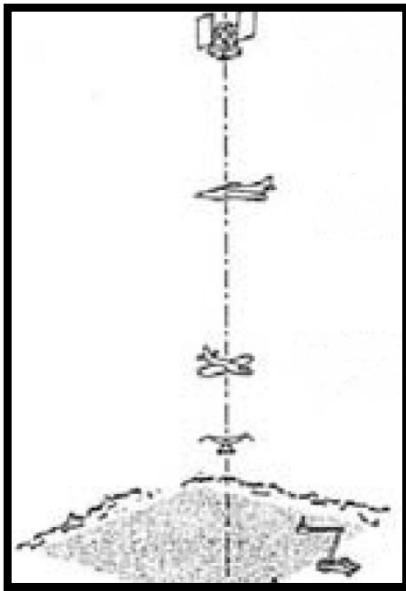
### 1.7.3 Zeminlerin spektral yansıtması

- Zeminlerin spektral özelliği, yansımanın artan dalga uzunluğu ile artması şeklinde ortaya çıkmaktadır.
- Zemine ulaşan bir ışınım ya yutulur ya da yansıtılır.

- Ayrıca zeminlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklı olmasından dolayı, yutma ve yansıtma özellikleri de farklıdır.
- Zeminlerin yansıtma özellikleri,
  - Su muhtevası, ( yansıtma özelliğini olumsuz etkiler)
  - Organik madde muhtevası,
  - Doku ve yüzey pürüzlülüğü, (Yüzey pürüzlülüğünün azalması, yansımının artmasına etki eden önemli bir etkendir)
  - Zemini oluşturan minerallerin miktarı gibi faktörlere bağlıdır.
- Yüzey cisimleri bünyelerinde depo ettikleri enerjiyi, özelliklerine bağlı olarak farklı oranlarda öz ışınım şeklinde neşrederler. Yeryüzü ve güneşin ısı enerjilerinin algılandığı bölgelere kızılötesi pencereler adı verilir ve 3.0-4.0  $\mu\text{m}$ , 4.4-5.0  $\mu\text{m}$  ve 8.0-14.0  $\mu\text{m}$  arasında ısı algılayıcılarla algılama yapılır (Url-7).

### 1.8 Algılama Sistemleri Ve Özellikleri

Uzaktan Algılama Sistemleri yüksekliklerine göre farklı gruplara ayrılır.



- (Uzaydan algılama yapan sistemler)  
Yeryüzü ile senkronize 36000 km  
Kutupsal yörüngeli 600-1000 km
- (Uçaktan algılama yapan sistemler)  
Yükseklik uçuş verileri 3-10 km
- (Uçaktan algılama yapan sistemler)  
Alçaktan uçuş verileri 300 m-3 km
- Yer gözlemleri 1-5 m

**Şekil 1.38.** Uzaktan Algılama Sistemleri (Url-7)

### 1.8.1 Yer gözlemleri

Uzaktan algılama sistemlerinde yer gözlemleri, spektrometre ile laboratuvar veya arazi ortamlarında yapılır.

#### 1.8.1.1 Spektrometre ve ölçüm esasları



Şekil 1.39. El Tipi Spektrometre ve Arazi Ölçümü (Url-8).

Spektrometre uygulamaları atomların, molekül veya iyonların bir enerji düzeyinden bir diğerine geçişi esnasında absorblanan veya yayılan elektromagnetik ışımının ölçülmesi ve matematiksel metotlar ile yorumlanması esasına dayanmaktadır. Spektrometrik cihazlar spektrometrik ölçümlerin radyometrik kalibrasyonlarının sağlandığı aygıtlardır. Spektrometreler uydu ve diğer uzaktan algılama sensörlerinde olduğu gibi radyans (radiance), irradyans (irradiance), reflektans (reflectance) ya da transmisyonun kantitatif ölçümlerine dayanırlar. Spektrometrik yöntemlerde temel dayanak ise objelerin elektromagnetik bölgelerde kendine özgü bir yansıma (reflectance/radiance) değerlerinin bulunmasıdır. Bu yansıma değeri objeye renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır (Url-7).

Spektroradyometrik yöntemler, her hangi bir objeden yansıyan enerjinin reflektans, radyans ya da irradyans değerlerinde ölçümüne dayanmaktadır. Burada radyasyon kaynağı olarak güneş ya da yapay ışıklar kullanılabilir (Url-7).

Spektroradyometreler bir fotokotlandırıcı veya IR algılayıcı kullanılan sistemlerdir. Işık kaynağından gelen radyasyon dağıtım sisteminde dalga boylarına ayrılarak fotokotlandırıcı veya IR kaydedici tarafından 1-10 nm arasında yüksek çözünürlükte kaydedilmektedir. Spektroradyometreler 375-2500 nm dalga boylarında yansıma ölçümü yapabilen cihazlardır. Bu cihazlar 700 nm de 3.5 nm spektral çözünürlüğe sahiptir. Her bir spektral adım 1.6 nm dir. Spektroradyometrelerin dalga boyu doğruluğu  $\pm 1$  nmdir. Spektroradyometre 512 kanalda topladığı 16 bitlik analog veriyi sayısal hale dönüştürmektedir. Cihazın kalibrasyonunda beyaz referans olarak alçı bloktan imal edilmiş spektralon kullanılmaktadır. Kalibrasyon, spektral veriler ile referans veriler arasında en iyi istatistiksel ilişkiler elde edebilmek için matematiksel olarak hesaplanmış spektral veriler ile yapılmış istatistik işlemlerden oluşmaktadır (Yücel, 2005, Günel ve ark., 2007).

Spektroradyometrik çalışmalarda, ölçülen yansıma değerlerinin logaritması, 1. ve 2. Türevi gibi yeni veri türetmeleri kullanılabilir. Ayrıca iki farklı dalga boyunda ölçülmüş yansıma değerlerinin birbirlerine oranlanması ile elde edilen indisler de kullanılmaktadır (Penuelasve ark., 1995).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada çeşitli yörelere ait doğal taşların, fiziksel ve teknolojik genel özellikleri İmmib kataloğundan elde edilmiştir. Taşlar, ait oldukları bölgelerdeki maden ocaklarından getirilmiştir.

Numuneler üzerinde, spektrometrik ölçümler ve mohs sertlik ölçümleri yapılmıştır. Spektrometrik özellikleri ile fiziksel - teknolojik özellikleri karşılaştırılarak, bu özellikler arasında bağıntı kurulmaya çalışılmıştır.

### 2.1 Materyal

Analizlerde kullanılan doğal taş çeşitleri ve ait oldukları bölgeler, numune numarasına göre aşağıda sıralanmaktadır ve 2.1 nolu tabloda bu numunelerin Fiziksel ve Teknolojik Özellikleri gösterilmektedir.

1. Ankara-Gölbaşı pembe Andezit
2. Ankara-Gölbaşı gri Andezit
3. Samsun Bazalt
4. Nevşehir Tüf
5. Nevşehir gümüş Traverten
6. Sivas mistik Traverten
7. İran yeşil Onyx
8. Nevşehir mistik Traverten
9. Ağrı-Akdağ beyaz Onyx
10. Sivas sarı Traverten
11. Kayseri pembe Andezit: Herhangi bir spektral özellik göstermemiştir.
12. Ağrı-Akdağ gri Onyx
13. Denizli Traverten

**Çizelge 2.1** Çeşitli yörelere ait doğal taşların, İmmib kataloğundan elde edilmiş fiziksel ve teknolojik genel özelliklerinin değerleri

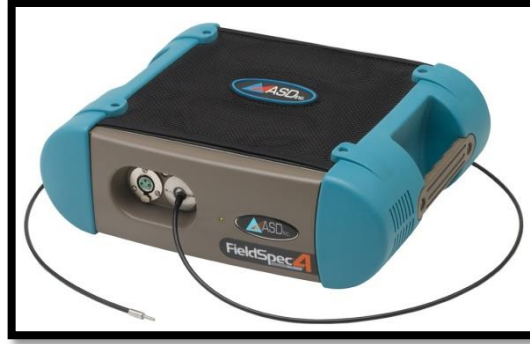
Fiziksel ve Teknolojik Özellikler	Numune Adı					
	Ankara Gölbaşı Pembe Gri Andezit	Bazalt	Denizli Traverten	Sivas sarı Traverten	Oniks	Tüf
Sertlik (Mohs)	4	5,5	4	4	3	3
Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	2,11	2,67	2,52	2,41	2,7	1,42
Özgül Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	2,63	2,72	2,70	2,71	2,7	2,58
Atmosfer Basıncında Su Emme (ağırlıkça %)	4,0	0,1	1,0	3,5	0,1	17
Kaynar suda Su Emme (ağırlıkça %)	5,7	0,1	1,2	4,2	0,2	102
Porozite (%)	8,4	0,3	2,3	8,3	0,3	-
Basınç Direnci (Kgf/cm <sup>2</sup> )	740	2,69	570	430	400	-
Don Sonrası Basınç Direnci (Kgf/cm <sup>2</sup> )	655	2,38	582	410	490	98
Darbe Direnci (Kgf.cm/cm <sup>3</sup> )	10	20	11	0	9	-
Eğilme Direnci(Kgf/cm <sup>2</sup> )	174	272	108	90	116	72
Elastisite Modülü(Kgf/cm <sup>2</sup> )	14,3x10 <sup>4</sup>	62,2x10 <sup>4</sup>	5,38x10 <sup>4</sup>	32,63x10 <sup>4</sup>	66,07x10 <sup>4</sup>	66,07x10 <sup>4</sup>
Doluluk Oranı (%)	80,2	98,2	91,9	88,9	100	100
Gözeneklilik Derecesi(%)	19,8	1,8	8,1	11,1	0	45
Ortalama Aşınma Direnci(cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> )	28,3	6,53	27,7	27,39	31,97	38
Ortalama Çekme Direnci(Kgf/cm <sup>2</sup> )	449	2641,1	41	336,5	670	-

## 2.2 Yöntem

Yapılan bu çalışmada uzaktan algılama yöntemi ile buna bağlı olarak laboratuvar ölçümlerinde spektrometre aracı kullanılmıştır. Spektrometrik yöntemler, herhangi bir objeden yansıyan enerjinin reflektans, radyans ya da irradyans değerlerinin ölçümüne dayanmaktadır. Burada radyasyon kaynağı olarak güneş ya da yapay ışık kaynakları kullanılabilir. Spektrometrik yöntemlerin esası, objelerin elektromanyetik bölgelerde kendine özgü yansıma (reflectance/radiance) değerlerinin bulunmasına dayanmaktadır. Bu yansıma değeri objeye renk, doku ve parlaklık gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Spektral ölçümler sonucunda elde edilen bilgiler bir obje türünün spektrumun hangi dalga boyu aralığında diğer obje türlerinden farklı davranış gösterdiğinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Doğal taşların spektral özelliklerini elde etmek için aşağıda tanıtılmış olan iki çeşit Spektrometre kullanılmıştır.

### 2.2.1 Dalgaboylarına bağlı reflektans değerlerini ölçmek amaçlı kullanılan spektrometre



Şekil 2.1. Field spec spektrometre (Url-8).

Çalışmada, Field Spec 4 Hi-Res model Spektrometre, 350-2500 nm dalgaboyu aralığında, doğal taşların reflektans değerlerini ölçmek amaçlı kullanılmıştır. Taşların farklı iki yüzeyinden ölçüm yapılmış ve çıkan sonuçlar dalgaboyu-reflektans grafiklerinde gösterilmiştir.



Mohs Sertlik Cetveli / Mohs Scale		
Mineral	Mohs sertlik derecesi Hardness	Çizilme testleri Scratch Test
Talk / Talc	1	Tırnak ile çizilir
Jips / Gypsum	2	Tırnak ile çizilir
Kalsit / Calcite	3	Çivi-toplu iğne ile çizilir
Florit / Fluorite	4	Çivi-toplu iğne ile çizilir
Apatit / Apatite	5	Çivi-toplu iğne ile çizilir
Feldispat / Orthoclase	6	Camı çizer
Kuars / Quartz	7	Camı çizer
Topaz / Topaz	8	Çeliği çizer
Korund / Corundum	9	Çeliği çizer
Elmas / Diamond	10	Hersevi çizer

Şekil 2.3 Mohs sertlik cetveli

### 2.3 Yapılan Ölçüm Ve Gözlemler

Bu tez çalışmasında,

- Peyzaj mimarisinde kullanılan dekoratif doğal taşlardan bazı türlerin, mineral ölçen spektrometre ile mineral içeriklerine bakılmış ve mineral türlerine göre spektral yansıma ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 3.1 de numunelerin mineral içerikleri taşların her biri kendi içinde değerlendirilerek yoğunluklarına göre verilmiştir, çizelge 3.2 de cihazın ölçüm sırasında, Al-OH, Kx, ISM, CSM, Mg-OH, Fe-Oh, Fe-3t, Fe-3i, Al-Fe-Mg gibi mineralleri taşların yapısında bulunduğu çıkan en düşük yansıma yaptığındaki dalga boyları (nm) gösterilmiştir.
- Peyzaj mimarisinde kullanılan dekoratif doğal taşlardan bazı türlerin, spektral yansıma ölçümleri dalgaboyuna bağlı reflektans ölçen spektrometre ile 350-2500 nm dalga boyları aralığında, ölçümleri yapılmıştır. Çıkan değerler Ek A da gösterilmektedir.
- Peyzaj mimarisinde kullanılan dekoratif doğal taşlardan bazı türlerin, fiziksel özelliklerinden, sertlik değerleri MTA da MP-11 kodlu (Kayaç örneklerinin

modal mineralojik bileşimlerine bağı olarak ortalama Mohs sertlik değerlerinin hesaplanması analiz yaptırılarak elde edilmiştir. Analizde çıkan sonuçlar çizelge 3.3 de gösterilmektedir.

### 3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Doğal Taş numune çeşitlerine göre, mineral ölçen spektrometre cihazı ile numunelerin mineral içeriklerine bakılmış ve çizelge 3.1'de gösterilmiştir. 11 nolu Kayseri Andezit taşı herhangi bir spektral özellik göstermediğinden değerlendirilmeye alınmamıştır.

Ölçümlerde bulunan minerallerin açıklamaları aşağıda yapılmıştır.

- Hematit:  $Fe_2O_3$  formundaki demir mineralidir, Demiroksit, Magmatik, hidrotermal, metamorfik ve tortul kayalarda bulunur. Kırmızıdan- kahverengiye, siyahtan-griye farklı renkleri bulunur.
- Demir Simektit: Demir içerikli kil minerali.
- Stilpnomelan:  $K(Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+})_8 (Si,Al)_{12}(O,OH)_{27} \cdot n(H_2O)$ , Yaygın demir cevherleri.
- Klinoklor:  $(Mg,Fe^{2+})_5 Al[(OH)_8AlSi_3O_{10}]$  Hidrotermal ve mafik minerallerin bölgesel metamorfoza uğramasıyla oluşmuştur.
- Goetit:  $\alpha-FeO(OH)$  Demir cevheri yataklarında bulunur.
- Kaolinit:  $Al_4[(OH)_8Si_4O_{10}]$ , Alüminosilikat minerallerinden elde edilir.
- Haloysit:  $Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$  Feldispat gibi hidrotermal değişiklik ile veya alüminosilikat minerallerin yüzey ayrışmasıyla oluşan bir ürün.
- Kalsit:  $CaCO_3$ (Kalsiyum Karbonat), Çökel Magmatik ve Metamorfik kayalarda bulunur. Saydam, beyaz, sarı, yeşil, mavimsi renklerde olabilir. Mohs sertlik cetveline göre değeri 3 dür (yumuşak formdadır).
- Mg İllit:  $(K,H_3O)(Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$  Mg içerikli kil mineralidir.
- Beril:  $Be_3Al_2(SiO_3)_6$ , Granifik pegmatitler.
- Nontronit:  $Na_{0,3}(Fe^{3+})_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$
- Hidrobiyotit:  $[K(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(F,OH)_2 \cdot nH_2O]$ ,Tortul ortamlarda geniş bir yelpazede bulunur. Su içeriği fazladır.
- Montmorillonit:  $(Na, Ca)_{0,33} (Al, Mg)_2 (Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$  Fillosilikat kil mineraller grubudur.

- Ankerit:  $\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mg})(\text{CO}_3)_2$ , Kayaç oluşturan mineral, cevher taşıyan kayaçlarda yaygındır. Yüksek demir cevherleri bulunur.
- Simitsonit:  $\text{Zn}(\text{CO}_3)$ , Zn taşıyan cevherlerin bir oksidasyon ürünüdür.
- Wavellit:  $\text{Al}_3[(\text{OH},\text{F})_3(\text{PO}_4)_2] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , Alüminli düşük dereceli metamorfik kayalar ve fosfat kayalarda yaygın ikincil mineral.
- Hidrozinkit:  $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ , Çinko yataklarının oksitlenmiş kısımlarında ikincil mineral.
- Manyezit:  $\text{Mg}(\text{CO}_3)$  Tortul kayaçlarda mineral evoporit.
- Aksinit:  $(\text{Ca},\text{Mn},\text{Fe},\text{Mg})_3\text{Al}_2\text{BSi}_4\text{O}_{15}(\text{OH})$  Metamorfik, Hidrotermal ve Alpin damar kayaları.
- Epidot:  $\text{Ca}_2(\text{Al},\text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$  Metamorfik kayaçların en yaygın mineral halidir.
- Buddingtonit:  $\text{NH}_4\text{AlSi}_3\text{O}_8$  Pilajiyoklaz amonyum taşıyan sular.

Doğal taşların içerisinde bulunan minerallerin, ihtiva miktarları kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Örneğin Andezit taşı kırmızı ve gri renklerini, içerdiği hematit mineralinin, sağlamlığını ve su muhtevasını demir simektit mineralinin fazlalığından dolayı sahip olmuştur. Bazalt taşı parlaklık ve sertlik özelliklerini klinoklor ve stilpnomelan mineralinden kazanmıştır. Kalsit kireçtaşı mineralidir. Sertliği diğer minerallere göre düşüktür. Traverten, onyx ve Tuf gibi taşlar sertliklerinin düşük olmasını içerdikleri kalsitin fazla oluşundan dolayı, aynı zamanda onyx saydam bir taş olma özelliğini, traverten ve tuf sarı rengini, içerdikleri kalsit miktarından dolayı sahip olmuşlardır (Çizelge 3.1).

Doğal taş numunelerinde mineral ölçümü yapan spektrometre ile yapılan ölçüm sonucunda mineral içeriklerine göre çıkan en düşük yansıma yaptığındaki dalga boyları (nm), çizelge 3.2 de gösterilmiştir. Doğal taşların içerdiği minerallere göre spektral yansıma değerlerinin farklılık gösterdiği dalga boyları karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır,

- MgOH içeren minerallerin bileşimleri çok küçük değişkenlikler gösterir. Bu değişkenlikler MgOH emiliminin dalga boyunda 2350 nm civarında kaymalara yol açar.
- FeOH mineral emilimi 2260 nm dalga boyu civarında sonuç vermiştir.
- $\text{Fe}^{+3}$  mineralleri 750-1000 nm dalga boyu bölgesinde benzer özellikleri gösterir. Bu özellik değişimi doğal taştaki  $\text{Fe}^{+3}$  mineralinin taştaki içeriğini

bize kanıtlar. Hidroksit özelliğindeki Fe<sup>+3</sup> mineralleri içeren taşlarda yansımaya değeri 900 nm dan büyüktür. Oksit özelliğindeki Fe<sup>+3</sup> mineralleri yansımaya değeri 900 nm dan küçüktür.

- Bütün Fe<sup>+3</sup> mineralleri 550 nm dalga boyu değerinin altında emilim sağlar.
- Al-Oh, Fe-Oh, Mg-Oh özellikleri taşıyan mineraller 2160 ve 2370 nm dalga boyu civarında hareketlilik göstermiştir. Al-Fe-Mg üçlü minerallerini taşıyan taşlarda 2160 ve 2370 nm dalga boyu aralığında min. yansımaya miktarı gösterir.

Örneğin çıkan sonuçlardan Mg-Oh ve Fe-Oh minerallerini içeren taşların reflektans değerleri arasında bir karşılaştırma yaparsak, Fe içeriği fazla olan taşın emilim miktarı fazladır, yansımaya değeri giderek azalmıştır. FeOh, Fe3t, Fe3i gibi aynı elementi içeren minerallerin reflektans yansımaya değerlerinin giderek azalması, mineralin içermiş olduğu demir miktarına bağlı olduğu gibi, aynı zamanda kristal örgüde varolan kusurlarda yansımaya şiddeti ve dalga boyunu etkiler (Çizelge 3.2).

Doğal taş numunelerinde yapılan mohs sertlik derecesi ölçüm sonuçları çizelge 3.3 de gösterilmiştir. Mohs sertlik cetveline göre (Şekil 2.3) 10 üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Traverten taşı kolay şekil verilebilen bir doğal taştır, aynı zamanda onyx ışık geçirgen formda bir doğal taştır. Mohs sertlik skalasında 10 üzerinden yapılan değerlendirmede traverten ve onyx taşları düşük sınıftan olan 3 değerini almıştır (Çizelge 3.3).

**Çizelge 3.1.** Numunelerin mineral içerikleri

Numune Adı	Mineral 1	Yoğunluk	Mineral 2	Yoğunluk	Mineral 3	Yoğunluk	Mineral 4	Yoğunluk
Gölbaşı Pembe Andezit	Hematit	3	Demir Simektit	3				
Gölbaşı Gri Andezit	Hematit	2	Demir Simektit	3				
Samsun Bazalt	Stilpnomelan	2	Klinoklor	1				
Nevşehir Tüf	Goetit	3	Kaolinit	3	Kalsit	3	Mg İllit	2
Nevşehir Gümüş Traverten	Kalsit	3						
Sivas Mistik Traverten	Kalsit	3	Stilpnomelan	3	Beril	2	Nontronit	1
İran Yeşil Onyx	Kalsit	3	Hidrobiyotit	3				
Nevşehir Mistik Traverten	Kalsit	3	Montmorillonit	3				
Ağrı-Akdağ Beyaz Onyx	Kalsit	3	Ankerit	3	Simitsonit	2	Wavellit	1
Sivas sarı Traverten	Goetit	3	Kalsit	3	Hidro-zinkit	3		
Ağrı-Akdağ Gri Onyx	Kalsit	3	Manyezit	3				
Denizli Traverten	Kalsit	3	Nontronit	3	Epidot	2	Buddingtonit	1

Mineralin ihtiva olasılığı yüksek →3 Mineralin ihtiva olasılığı orta →2 Mineralin ihtiva olasılığı düşük →1

**Çizelge 3.2** Doğal taş numunelerinde mineral içeriklerine (Al-Oh, Kx, ISM, CSM, Mg-Oh, Fe-Oh, Fe-3t, Fe-3i, Al-Fe-Mg) göre en düşük yansıma yaptığındaki dalga boyları (nm)

<b>Numune Adı</b>	<b>Al-Oh</b>	<b>Kx</b>	<b>ISM</b>	<b>CSM</b>	<b>Mg-Oh</b>	<b>Fe-Oh</b>	<b>Fe-3t</b>	<b>Fe-3t</b>	<b>Fe-3i</b>	<b>Al-Fe-Mg</b>
Gölbaşı Pem. Andezit	2205,48					2289,582	884,19	884,19	1,34	2289,582
Gölbaşı Gri Andezit	2205,462					2297,858	916,625	916,625	1,152	2297,858
Bazalt				2,868	2330,818					2330,818
Nevşehir Tüf	2207,968	0,975	0,959		2332,552		910,034	910,034	1,651	2207,968
Nevşehir Gümüş Traverten									1,683	
Sivas Mistik Traverten										
İran Yeşil Onyx										2338,778
Nevşehir Mistik Traverten										2295,943
Ağrı-Akdağ Beyaz Onyx										
Sivas sarı Traverten							929,65		1,636	
Ağrı Akdağ Gri Onyx										
Denizli Traverten										2337,262

**Çizelge 3.3** Mohs sertlik derecesi ölçüm sonuçları.

Numune Kodu	Numune Adı	Mohs Sertlik Derecesi
1	Ankara-Gölbaşı pembe Andezit	5-6
2	Ankara- Gölbaşı gri Andezit	5-6
3	Samsun Bazalt	5-5,5
4	Nevşehir Tüf	4-5
5	Nevşehir gümüş Traverten	3
6	Sivas mistik Traverten	3
7	İran yeşil Onyx	3
8	Nevşehir mistik Traverten	3
9	Ağrı- Akdağ beyaz Onyx	3
10	Sivas sarı Traverten	3
12	Ağrı-Akdağ gri Onyx	3
13	Denizli Traverten	3



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye doğal taş potansiyeli açısından birçok ülkenin sahip olmadığı kadar zengin yataklara sahiptir. Bu çeşitlilik doğanın bizlere sunduğu ve mutlaka değerlendirilmesi gereken bir lütuftur. Doğal taşlar fiziksel özelliklerine göre uygun mekânlarda, usulüne uygun kullanıldıklarında, işlevsel, göz alıcı, dayanıklı ve sağlıklı malzeme türüdür. Taşları analiz etmek için spektrometrik yöntemlere başvurulmuştur. Bu yöntemi tercih etmemizin nedeni, uygulamanın konforlu laboratuvar ortamlarında, taşa zarar vermeden yapılabiliyor olmasıdır. Spektrometrik ölçümler gelişimi çok yeni olan bir uygulamadır. Henüz bu uygulamalar gerek spektrometre gerekse fotometre uygulamaları gibi standart bir analiz metodu olarak kullanılmamaktadır.

Spektrometreler ile ilgili böyle bir çalışma genellikle bitkiler üzerinde yapılmıştır. Bitki yaprakları ışına duyarlı olduğu için spektrometre ile çalışmalarda büyük başarı sağlanmıştır. Yapılan literatür araştırmalarında, doğal taşların spektrometrik yansımaları ile ilgili başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmamızın amacı, doğal taş numunelerine zarar vermeden, laboratuvar ortamında spektrometrik yöntemle,

- Taşların sertlik özellikleriyle, spektral yansıma özellikleri arasında bağıntı kurmaktır.
- Taşların içinde bulunan mineralleri ve miktarlarını tespit etmek, ve spektral yansıma özellikleriyle, mineral özelliklerini karşılaştırmaktır.
- Renk ve doku gibi fiziksel özelliklerinin değişimiyle spektral yansıma grafiklerinin değişimlerini gözlemlemektir.

Peyzaj mimarisinde kullanılan dekoratif doğal taşlardan alınan numunelerin farklı iki yüzeylerinden spektral yansıma ölçümleri 350-2500 nm dalga boyları aralığında, laboratuvar ortamında yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Şekil Ek A daki çizelgelerde gösterilmiştir. Doğal taş numunelerinin sertlik özellik değerleri mohs sertlik analiz sonucuna göre çizelge 3.3 de gösterilmiştir. Bu çizelgede taşların dayanıklılıkları belirlenirken; taş türlerinin içeriğindeki minerallerin Mohs sertlik skalasına göre sahip olduğu değerler baz alınmıştır. Her dalga boyu için bütün doğal taş

numunelerinin sertliği ile spektral özelliği karşılaştırılmıştır. Doğal taş numunelerinin reflektans karakteristikleri farklı olmasına rağmen, doğal taşların sertlik değerleri belirgin farklılık göstermemiştir. Bu yüzden doğal taş numunelerinin reflektans değerleriyle sertlik değerleri arasında hassasiyet saptanamamıştır.

Peyzaj mimarisinde kullanılan dekoratif doğal taşlardan alınan numunelerde spektrometre ile ölçüm yapılmış, Al-Oh, Kx, ISM, CSM, Mg-OH, Fe-Oh, Fe-3t, Fe-3i, Al-Fe-Mg gibi mineralleri, taşların yapısında bulunduğunda ölçülen en az yansıma değerlerinin görüldüğu dalga boylarını(nm) çizelge 3.2 de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlarla taşların içeriğindeki minerallerle reflektans özellikleri arasında bir bağıntı bulunmuştur. İçeriğinde bulunan metalin türüne bağlı olarak minerallerin absorbe ettiği veya yansıttığı ışığın dalga boyu değişmektedir. Mg-Oh ve Fe-Oh minerallerini içeren taşların reflektans değerleri arasında bir karşılaştırma yaparsak, Fe içeriği fazla olan taşın emilim miktarı fazladır, yansıma değeri giderek azalmıştır. FeOh, Fe3t, Fe3i gibi aynı elementi içeren minerallerin reflektans yansıma değerlerinin giderek azalması, mineralin içermiş olduğu demir miktarına bağlı olduğu gibi, aynı zamanda kristal örgüde var olan kusurlarda yansıma şiddeti ve dalga boyunu etkiler.

Zeminlerin yansıtma özellikleri, Su muhtevası, (yansıtma özelliğini olumsuz etkiler), organik madde muhtevası, Doku ve yüzey pürüzlülüğu, (Yüzey pürüzlülüğünün azalması, yansımanın artmasına etki eden önemli bir etkendir), zemini oluşturan minerallerin miktarı gibi faktörlere bağlıdır. Ek A daki grafiklerde, her bir numunenin farklı iki yüzeyinden çıkan spektral yansıma eğrileri bulunmaktadır. Aynı cins doğal taşlarda eğrilerin artış azalış yönleri aynı olup çok az miktarda sapmalara uğramıştır. Bu sapmaların nedeni farklı iki yüzeyin pürüzlülük değişimidir. Yüzey pürüzlülüğünün azalması yansımanın artmasına neden olur. Farklı doğal taşların renk değişimleri içerdikleri mineral çeşitliliğine bağlıdır. Grafiklerde görüldüğu üzere her bir taş çeşidi farklı yansıma karakteri göstermiştir. Bu farklılık, mineral içeriklerine (dolayısıyla renk farklılıklarına), taşların su tutma kapasitelerinin farklı oluşlarına bağlıdır.

Yeryüzü ile ilgili yapılan çalışmaların başarısı kullanılacak bilginin doğruluğu ve güvenilirliği ile yakından ilişkilidir. Bununla birlikte söz konusu bilgilerin hızlı ve ekonomik bir şekilde elde edilebilmesi önemli bir ihtiyaçtır. Bu noktada uzaktan algılama teknolojileri sahip olduğu önemli avantajlar ile yeryüzünde meydana gelen yapay ve doğal değişiklerin izlenmesi, mevcut doğal kaynaklara ilişkin envanterlerin

oluşturulması gibi küresel veya yerel ölçekli birçok çalışma için önemli bir veri kaynağı konumundadır. Cisimlerle direkt temas etmeden fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanan uzaktan algılama tekniği ile yeryüzünün farklı konumsal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlüklerde görüntülenmesi ve izlenmesi mümkün olabilmektedir. Sahip olduğu bu önemli özellikler, uzaktan algılama teknolojilerini yeryüzünde meydana gelen yapay ve doğal değişiklerin izlenmesi, mevcut doğal kaynaklara ilişkin envanterlerin oluşturulması gibi küresel veya yerel ölçekli birçok çalışma için önemli bir araç durumuna getirmiştir. Uzaktan algılanan verilerin bilgisayar ortamında analiz edilebilmesi için objelerin spektral özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışma sahasında yer alan yer yüzeyi objelerinin spektral özelliklerinin tespiti, uzaktan algılanan verilerin uygun bir şekilde analizi ve yorumlanması açısından son derece önemlidir. Farklı obje türleri için spektral kütüphanelerin oluşturulmasında yersel gözlem cihazı olan spektrometre cihazları kullanılmaktadır. Çalışmada numunelerin spektral grafiklerini elde etmiş ve ulaştığımız verileri karşılaştırarak sonuçlar çıkarmış bulunmaktayız. Bundan sonraki çalışmada elde ettiğimiz verilerle ve taşların çeşitliliğini de artırarak, numunelerin spektral kütüphanelerini oluşturup, hava gözlemleri ile daha büyük ölçekli kentsel peyzaj alanlarında, uzaktan algılama yapılabilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Akkoyun, Ö., 2010. Görüntü İşleme Yöntemlerinin Mermer kalite seçiminde uygulanabilirliği üzerine bir değerlendirme, Diyarbakır.
- Altınçekiç, H., 2001. Bazı Doğal Taşların İrdelenmesi ve Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanım Olanakları, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 51, Sayı:1, İstanbul.
- Anon. (2002) Uzaktan Algılama. İşlem şirketler Grubu, Ankara, 186 s.
- Baykan, N.A., ve Yılmaz, N., 2010. Mineral identification using color spaces and artificial neural Networks, Computers ve Geosciences 36, 91–97.
- Campbell, J.B., 1996. Introduction to Remote Sensing, Second Edition, The Guilford Press, NewYork, USA.
- Cutaia, L., Massacci, P., ve Roselli, I., 2004. Analysis of Landsat 5 TM Images for Monitoring the State of Restoration of Abandoned Quarries, International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment, 18(2), 122–134.
- Çelik, M. Y., 2003. Dekoratif Doğal Yapı Taşlarının Kullanım Alanları ve Çeşitleri, Madencilik Cilt:42, Sayı: 1, Sayfa: 3-15.
- Çölkesen, İ., 2009. Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması Ve Analizi.
- Çölkesen, İ., 2012. Uzaktan Algılamada Benzer Spektral Özelliklere Sahip Doğal Nesnelerin Ayırt Edilmesine Yönelik Bir Metodoloji Geliştirme.
- Ding, Y.J., Li, M.Z., Li, S. Q. ve An, D.K., 2010. Predicting chlorophyll content of Greenhouse Tomato with ground-based remote sensing. Multispectral, Hyperspectral, and Ultraspectral Remote Sensing Technology, Techniques, and Applications III, 7857.
- Du, P.J., Xia, J.S., Zhang, W., Tan, K., Liu, Y., ve Liu, S.C., 2012. Multiple Classifier System for Remote Sensing Image Classification: A Review. Sensors, 12, 4764-4792.
- Ekercin, S., 2007. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Tuz Gölü Ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi
- Hanna, S. H. S., ve Rethwisch, M.D., 2003. Characteristics of AVIRIS bands measurements inagricultural crops at by the Area, California: III - Studies on teffgrass. Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and HydrologyIv, 4879, 25-41.

- İmmib, 2001. Türkiye Doğal Taşları Kataloğu, İstanbul Maden ve Metaller İhracatçıları Birliği.
- Jaehne, B., 1997. Practical hand book on image processing for scientific applications, USA :CRC Press.
- Jafari, R. ve Lewis, M.M., 2012. Aridland characterisation with EO-1 Hyperion hyperspectral data. International Journal of Applied Earth Observation and Geo information, 19, 298-307.
- Karaman, E.,Kibici, Y., 2008. Temel Jeoloji Prensipleri, Ankara.
- Ketin, İ., 2005. Genel Jeoloji, Yerbilimlerine Giriş, İ.T.Ü. Vakfı, İstanbul.
- Kuşçu, M., 2001. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Prof. Dr. Mustafa Kuşçu Ders Notları, Isparta.
- Kavzoğlu, T., Reis, S., 2008. Performance Analysis of Maximum Likelihood and Artificial Neural Network Classifiers for Training Sets with Mixed Pixels, GI Science and Remote Sensing, 45,330-342.
- Kun, N., Türkmen, F., 1999. Ege Bordo Mermerlerinin Jeolojik Konumu Ve Özellikleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Lane, G.R., Martin, C. ve Pirard, E., 2008. Techniques and applications for predictive metallurgy and or characterization using optical image analysis, Minerals Engineering, 21, 568–577.
- Lee, K.S.,Kook, M.J., Shin, J.I., Kim, S.H., ve Kim, T.G., 2007. Spectral characteristics of forest vegetation in moderated rough condition observed by laboratory measurements and spaceborne hyperspectral data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 73, 1121-1127.
- Li, M.Z., Zhang, X. J., Zhang, Y., Zhao, P. ve Zhang, J.P., 2005. Investigation of crop growth condition with hyperspectral reflectance based on ground-based remote sensing. Multispectral and Hyperspectral Remote Sensing Instruments and Applications II, 5655, 301-308.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. ve Chipman, J.W., 2008. Remote Sensing and Image Interpretation, Sixth Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Lu, D.ve Weng, Q., 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance, International Journal of Remote Sensing, 28, 823-870.
- Maerz, N. H., 1998. Aggregate sizing and shape determination using digital image processing”, Center for Aggregates Research (ICAR) Sixth Annual Symposium Proceedings, St. Louis, Missouri, April 19-20, pp. 195-203.
- Mukherjee, J., Gebru, G., Sood, A., Mahey, R.K., Bal, S.K., Singh, H. ve Sidhu, P.K., 2010. Wheat yield and acreage prediction using LISS-III and AwiFS

- sensors data of indian remote sensing satellite of Rupnager district of Punjab, India. Rivista Italiana Di Telerilevamento, 42, 115-127.
- Penuelas, J., Baret, F., Filella, I., 1995. Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. Photosynthetica 31:221-230. Sür, A., Sür, Ö., Yiğitbaşıoğlu, H., 2001. Mineraller Ve Kayaçlar, Ankara.
- Ren, H.Y., Zhuang, D.F., Pan, J. J., Shi, X.Z. ve Wang, H.J., 2008. Hyper-spectral remote sensing to monitor vegetation stress. Journal of Soils and Sediments, 8, 323-326.
- Sür, A., Sür, Ö., Yiğitbaşıoğlu, H., 2001. Mineraller Ve Kayaçlar, Ankara.
- Şekertekin, A., 2013. Uzaktan Algılama Verileri İle Bölgesel Çevre Etkilerinin Belirlenmesi: Zonguldak Örneği, Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak
- Tso, B. ve Mather, P.M., 2009. Classification Methods for Remotely Sensed Data (Taylor ve Francis: London) 2nd Edition.
- Ulu, M. İ., 2009. Türkiyede Doğal Taş Kullanım Kültürü ve Kireçtaşının Önemi, İstanbul.
- Url-1, <http://coğrafyamiz.blogcu.com/kayaclar> , (Ziyaret tarihi: 15.11.2013).
- Url-2, <http://www.maden.org.tr> , Dekoratif Doğal Yapı Taşlarının Kullanım Alanları ve Çeşitleri, (Ziyaret tarihi: 5.10.2013).
- Url-3, <http://www.landlifepeyzaj.com> , (Ziyaret tarihi: 20.11.2013).
- Url-4, <http://www.bahcepeyzaji.biz>, (Ziyaret tarihi: 20.11.2013).
- Url-5, <http://mehmetsalihdeveci.net>, (Ziyaret tarihi: 05.12.2013).
- Url-6, <http://acikders.org.tr>, (Ziyaret tarihi: 12.10.2013).
- Url-7, Ekercin, S., [http://harita.aksaray.edu.tr/personel\\_web](http://harita.aksaray.edu.tr/personel_web), (Ziyaret tarihi: 08.02.2014).
- Url-8, <http://www.nik.com.tr/>, (Ziyaret tarihi: 10.08.2014).
- Uzun, G., 1996. Yapı Materyalleri, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:148, Ofset Atölyesi, Adana.
- Ünal, O., 2000. Afyon Kocatepe Üniversitesi Yapı Malzemesi Ders Notları, Afyon.
- Xu, K., Zhang, X.X., Chen, B., Hua, K., Zheng, K.D. ve Wu, T., 2011. Based on MODIS NDVI data to monitor the growing season of the deciduous forest in Beijing, China. Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications II, 8181.

Yavuz, H., 2010. Doğal Taş Elemanlarının Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanımı, İstanbul Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yüzer, E., Güngör, Y., Angı, S., 2008. Doğal Taş Deyince, İstanbul

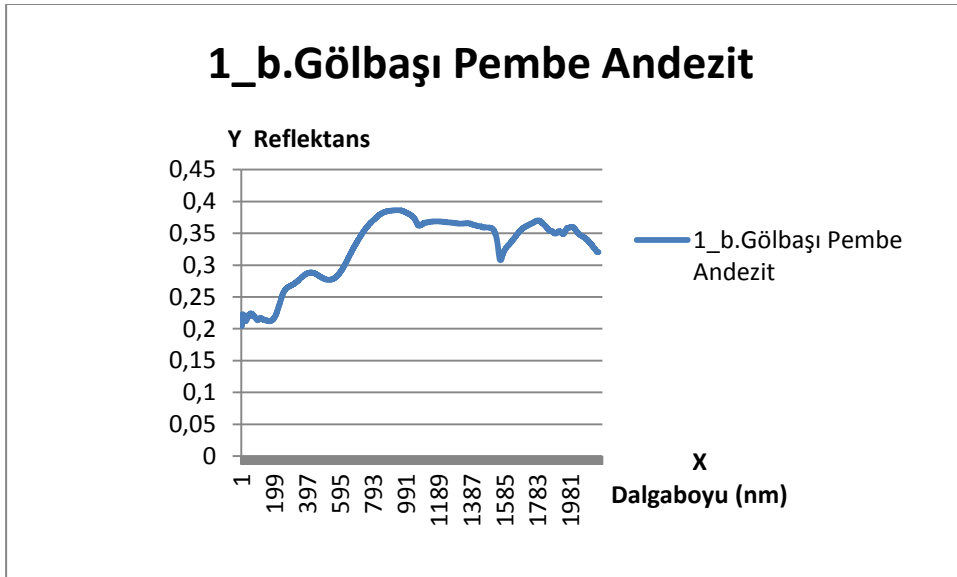
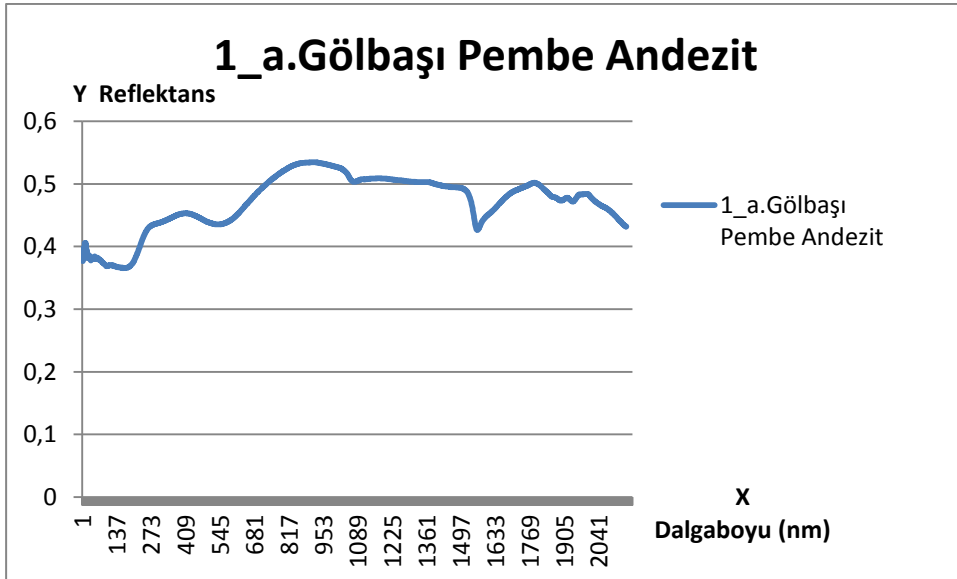
## **EKLER**

**EK A:** Doğal taşların (a) ve (b) yzeylerinden olçülen dalgaboyu (nm)-reflektans değerlerinin grafiği.

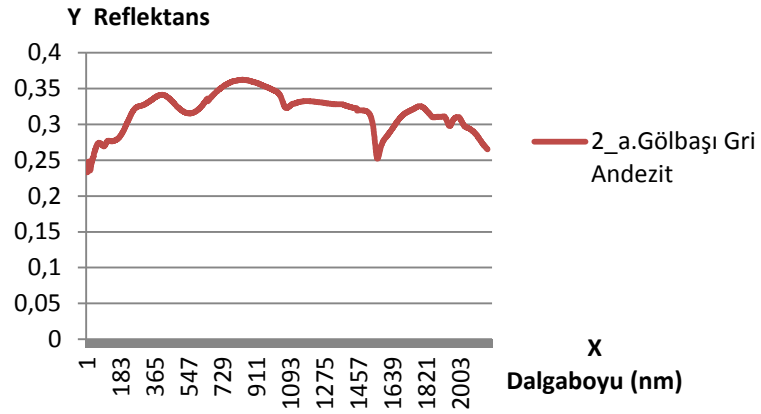
X ekseni olçüm yapılan dalga boyunu (nm), y ekseni reflektans (yansıma) değerini gösterir.



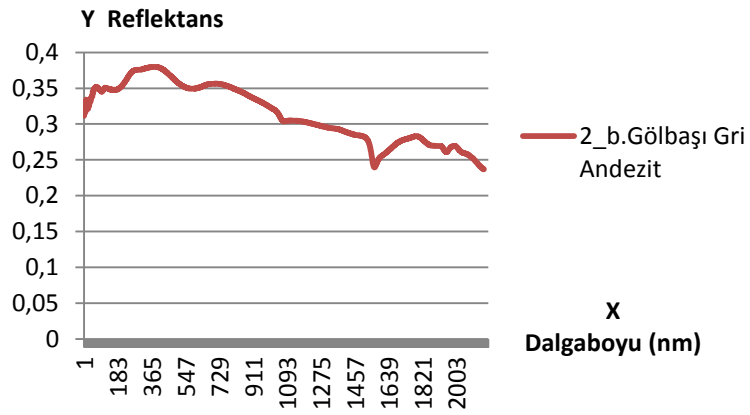
## EK A



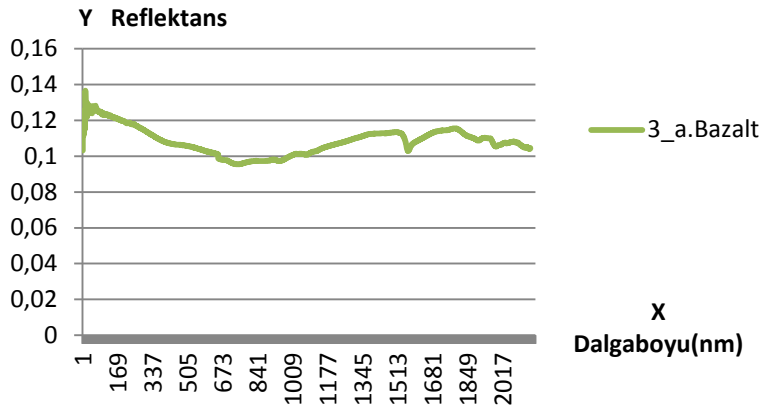
## 2\_a.Gölbaşı Gri Andezit



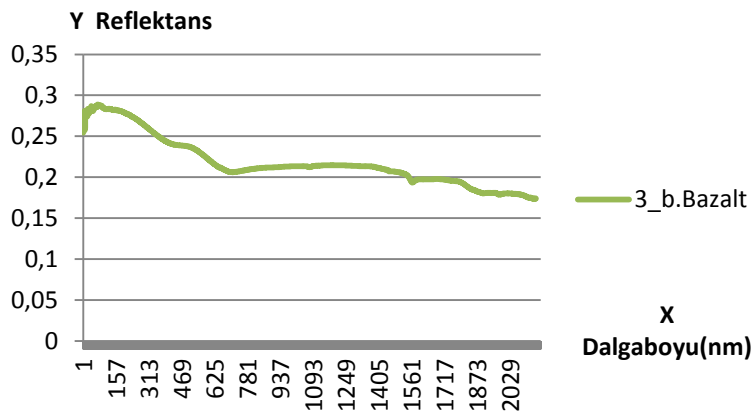
## 2\_b.Gölbaşı Gri Andezit



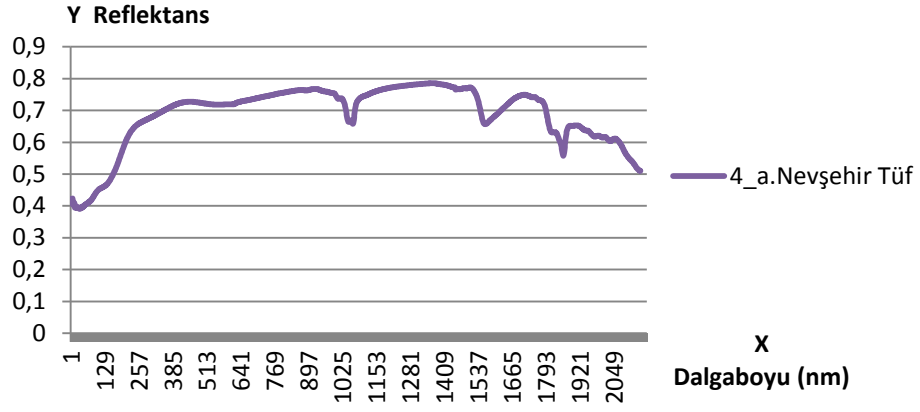
### 3\_a.Bazalt



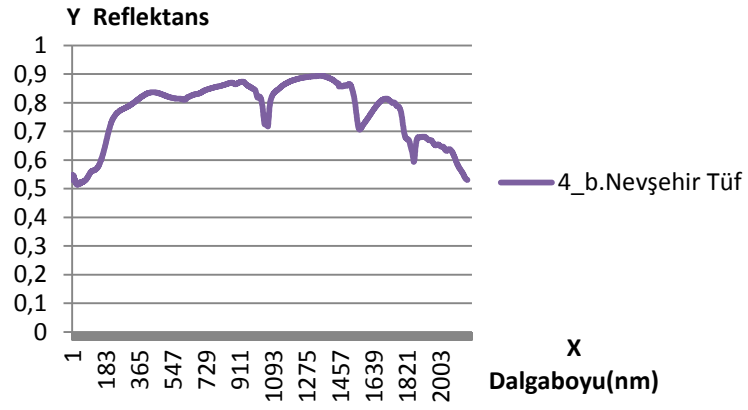
### 3\_b.Bazalt



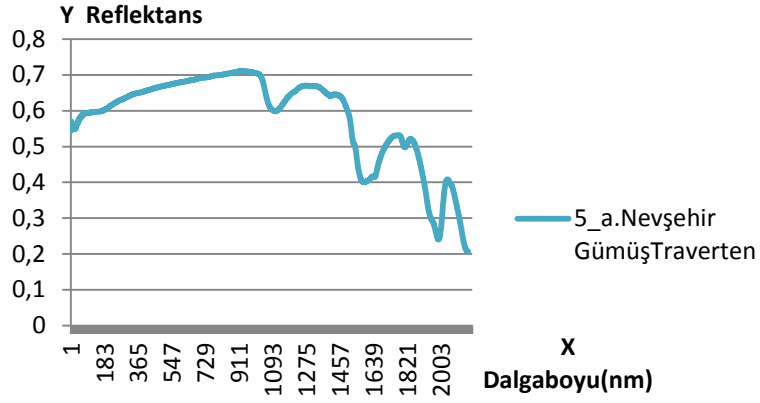
## 4\_a.Nevşehir Tüf



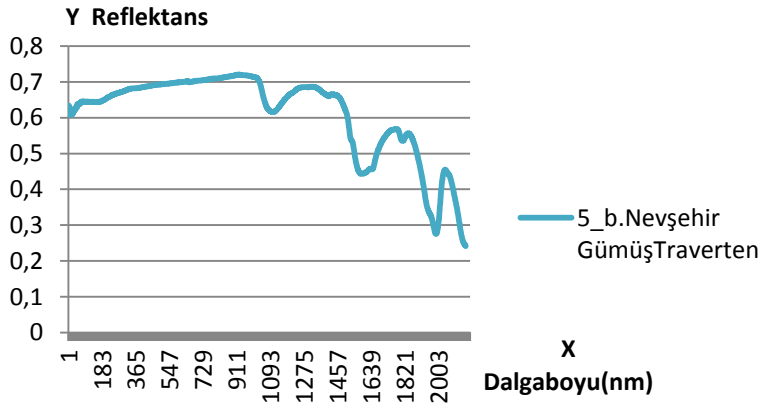
## 4\_b.Nevşehir Tüf



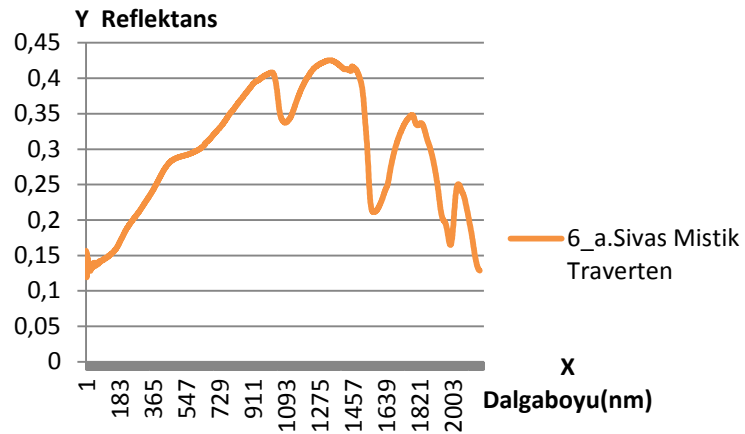
## 5\_a.Nevşehir GümüşTraverten



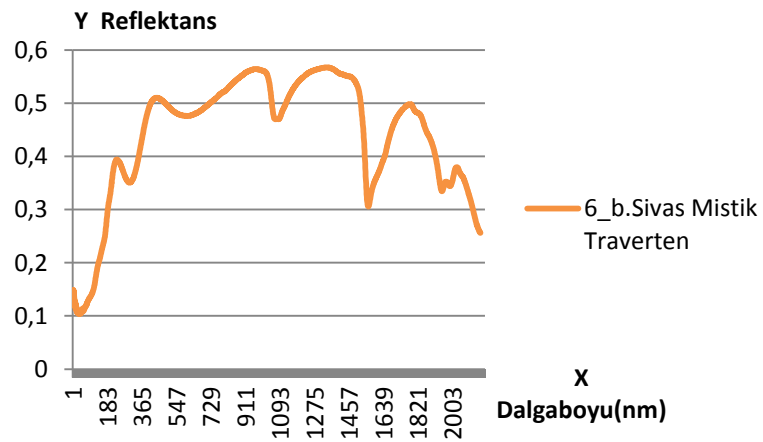
## 5\_b.Nevşehir GümüşTraverten



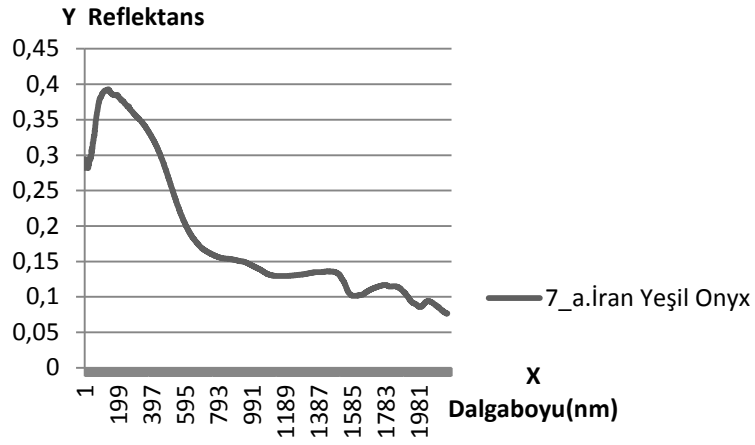
## 6\_a.Sivas Mistik Traverten



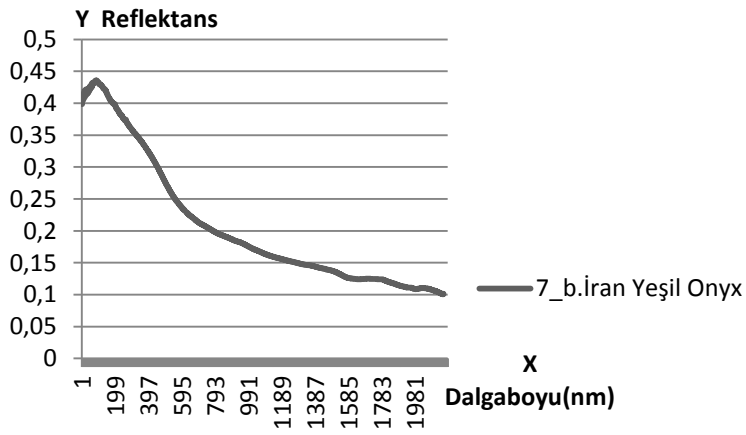
## 6\_b.Sivas Mistik Traverten



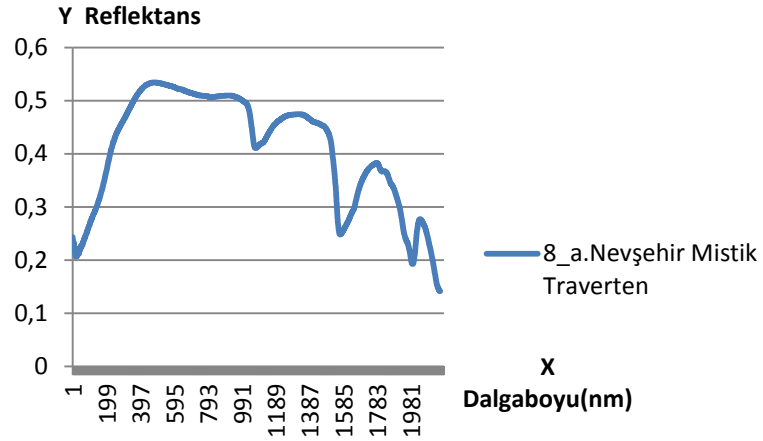
## 7\_a.İran Yeşil Onyx



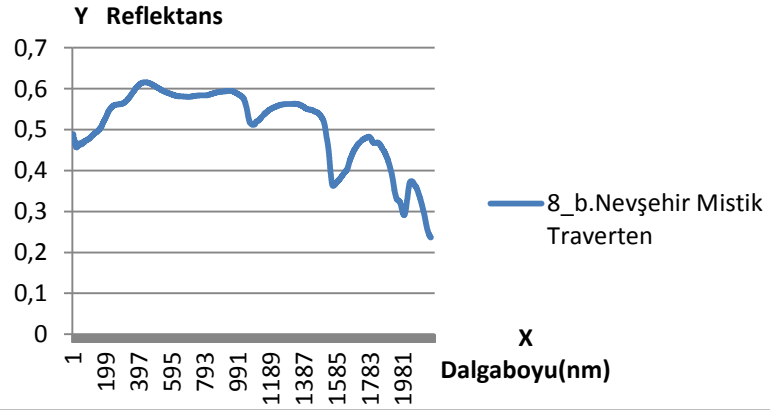
## 7\_b.İran Yeşil Onyx



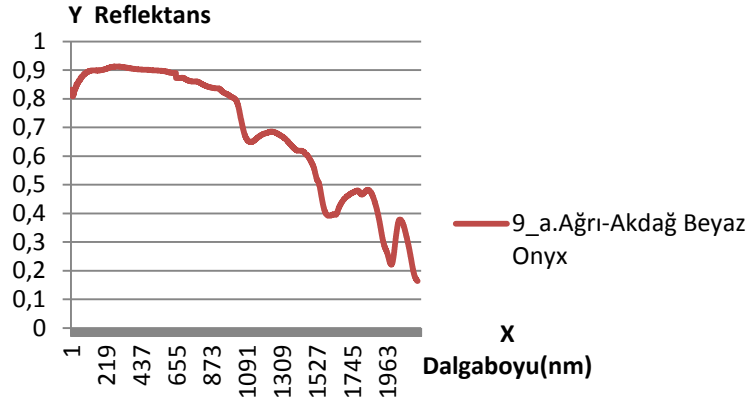
## 8\_a.Nevşehir Mistik Traverten



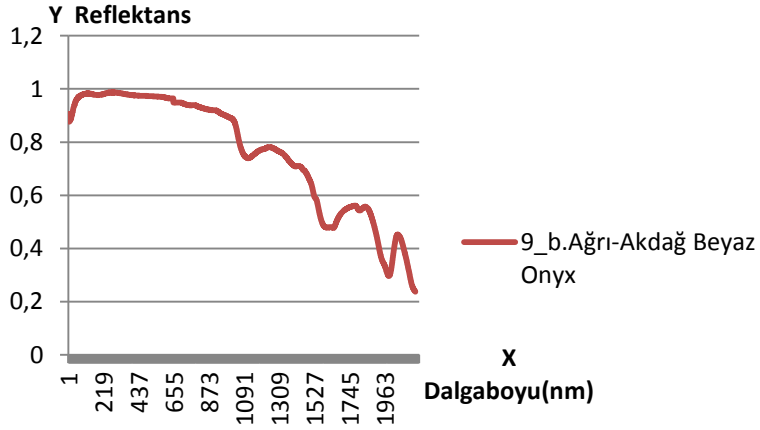
## 8\_b.Nevşehir Mistik Traverten



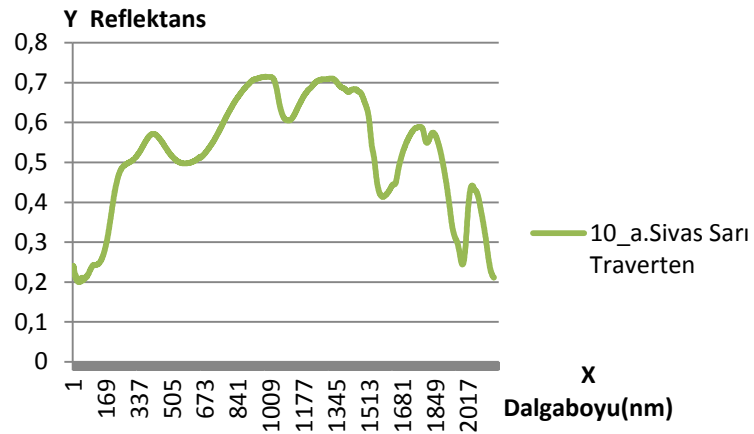
## 9\_a.Ağrı-Akdağ Beyaz Onyx



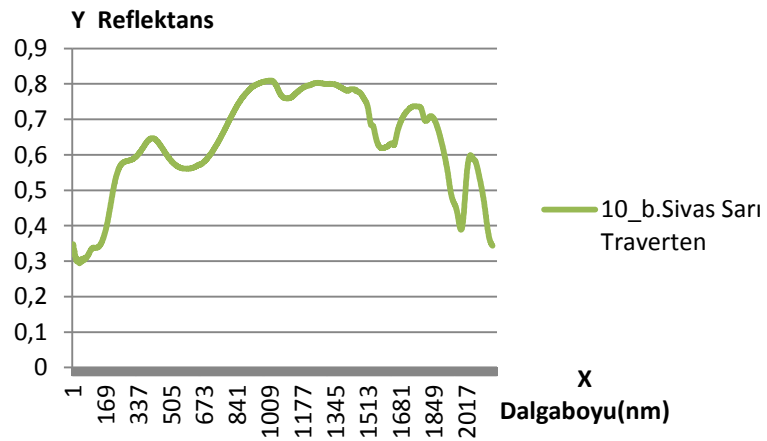
## 9\_b.Ağrı-Akdağ Beyaz Onyx



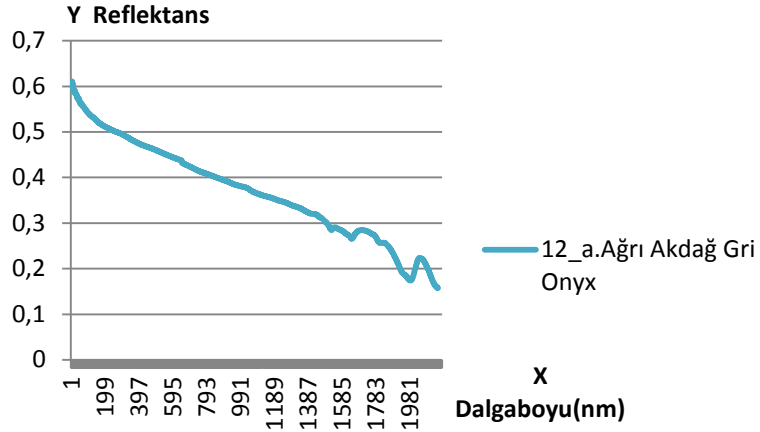
## 10\_a.Sivas Sarı Traverten



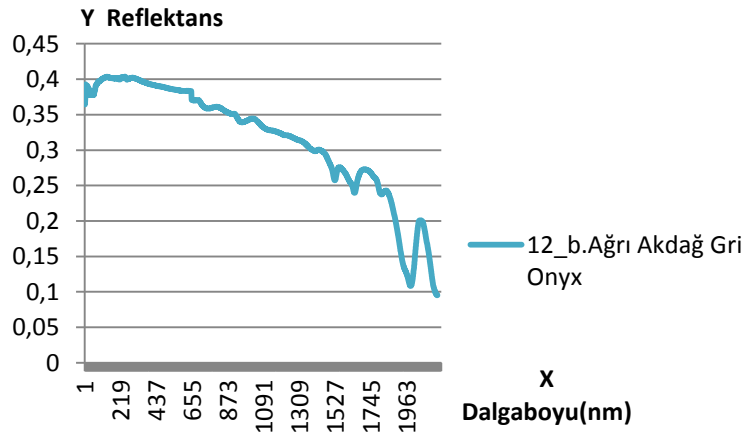
## 10\_b.Sivas Sarı Traverten



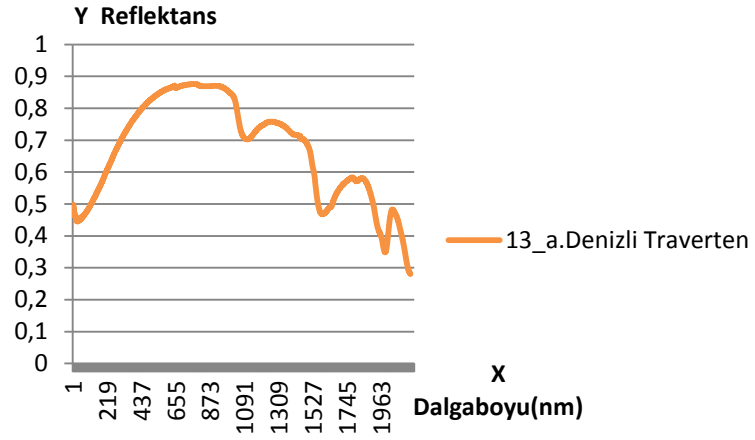
## 12\_a.Ağrı Akdağ Gri Onyx



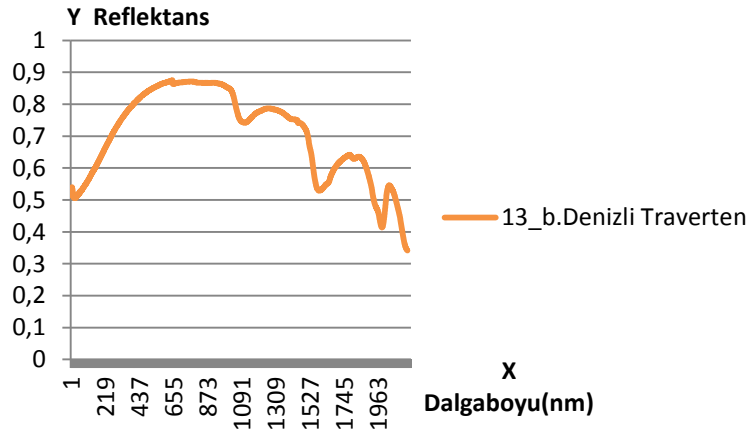
## 12\_b.Ağrı Akdağ Gri Onyx



## 13\_a.Denizli Traverten



## 13\_b.Denizli Traverten



## **ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı:** Burcu DEĞERLİ

**Doğum Yeri:** Samsun

**Doğum Tarihi:** 03.03.1980

**Medeni Hali:** Evli

### **Temel Yeterlilikler:**

**Bilgisayar:** Ms Office, Autocad 2D-3D, Autodesk 3D Max, Photoshop

**Yabancı Dil:** İngilizce

### **Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):**

**Lise:** Samsun Anadolu Lisesi (1998)

**Lisans:** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı (2003)

**Yüksek Lisans:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği ABD (2011-)

**Çalıştığı Kurum Yıl:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı (2011-), Samsun