



T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KIYMETLİ TAŞLAR VE İNCELEME
YÖNTEMLERİ (GEMOLOJİ)

ŞUHAY DOKUZER

Haziran, 2015

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KIYMETLİ TAŞLAR VE İNCELEME
YÖNTEMLERİ (GEMOLOJİ)

ŞUHAY DOKUZER

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

Haziran, 2015

Şuhay DOKUZER tarafından İbrahim ÇOPUROĞLU danışmanlığında hazırlanan “Kıymetli Taşlar ve İnceleme Yöntemleri (Gemoloji)” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU Niğde Üniversitesi

İmza

Üye : Prof. Dr. Mehmet ŞENER Niğde Üniversitesi

İmza

Üye : Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN-Akdeniz Üniversitesi

İmza

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/..../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/..../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

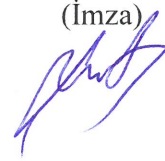
Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Şuhay DOKUZER

(İmza)



ÖZET

KIYMETLİ TAŞLAR VE İNCELEME

YÖNTEMLERİ (GEMOLOJİ)

DOKUZER, Şuhay

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU

Haziran 2015, 81 sayfa

Yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Danışman Prof. Dr. İbrahim Çopuroğlu'na ait özel koleksiyonundan seçilen kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları ile Niğde ili içerisinde ticaret yapan mücevher dükkanlarında satışa sunulan, kıymetli süstaşlarından yapılmış yüzük, kolye ve küpelerin “Gemoloji İnceleme Yöntemleri” uygulanarak, bunların mineralojik, gemolojik özelliklerinin belirlenmesi ve tanıtılması gerçekleştirilmiştir.

Gemoloji (kıymetli taş bilimi); mücevherlerde kullanılan kıymetli taşların ve süs taşlarının tanımlanması ve sınıflandırılmasıdır. Taşların oluşumunu, çıktığı yerleri, fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceler. Aynı zamanda sentetik, taklit ve işlem görmüş taşlar hakkında bilgi verir.

Çalışma kapsamında, değerli taşların tanımlanması için kullanılan yöntemler ve cihazlar; refraktometre, özgül ağırlık (yoğunluk testi), sertlik, stereo mikroskop, UV lambası, chelsea filtresi, spektroskop ve polariskopdan oluşmaktadır. Elde edilen ölçüm değerleri, internet sitesindeki “Databank” formuna girilerek ilgili minerallerin tanımlanmaları yapılmıştır. Bunlar; Doğal elementler, silikat grubu mineraller, karbonat grubu mineraller ve fosfat grubu minerallerdir.

Anahtar sözcükler: mineraloji, mineraller, gemoloji, gemoloji inceleme yöntemleri, süstaşları, mücevher, takı

SUMMARY

PRECIOUS STONES AND EXAMINATION

METHODS (GEMMOLOGYCAL)

Niğde University
Institute of Science and Technology
Geological Engineering Department

Advisor: Prof. Dr. Ibrahim Çopuroğlu

June 2015 81 pages

As part of the master's thesis, "Gemology Study Methods" are applied to precious and semiprecious ornamental stones selected from the private collection of supervisor Prof. Dr. Ibrahim Çopuroğlu and rings, necklaces and earrings that are made from precious ornamental stones and sold in jewelry shops in Niğde province. Also, their mineralogical and gemological characteristics are determined and promoted.

Gemology (precious stone science) is the identification and classification of precious stones ornamental stones. It examines the formation, source, physical properties and chemical properties of stones. It also provides information about synthetic, counterfeit and treated stones.

Within the study, the methods and devices used for the identification of precious stones consist of refractometers, specific gravity (density test), hardness, stereo microscope, UV lamp, chelsea filter, which is made spectroscop and polariskopd. The relevant minerals are identified by entering the resulting measurement values into the "Databank" on the website. These are: Natural elements, silicate group minerals, carbonate group minerals and phosphate group minerals.

Key words: mineralogy, minerals, gemology, gemological examination methods, ornamental stones, jewelry,

ÖN SÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında mineraloji, mineralojinin konuları, mineralleri dış özelliklerine göre tanımlamalar ile kıymetli ve yarı kıymetli süstaşlarının gemolojik inceleme yöntemleri ve bu yöntemlerin uygulanabileceği cihazların tanıtımı amaçlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmamın yürütülmesi esnasında, çalışmalarına yön veren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam, Sayın Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU 'na en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora öğrencisi Alperen ŞAHİNOĞLU' na teşekkür ederim.

Tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi koruyuculuğumu üstlenen aileme ithaf ediyorum.

Şuhay DOKUZER

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	ix
EKLER.....	x
SİMGE VE KISALTMALAR.....	xi
ÖZGEÇMİŞ.....	xii
BÖLÜM 1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	2
1.2 Tanımlamalar.....	2
1.3 Mineralojinin Konuları.....	3
1.3.1 Mineraolji-I (Kristalografi-Kristalkimya).....	3
1.3.2 Mineraloji -II (Sistematik Mineraolji).....	3
1.3.3 Optik Mineraloji.....	3
1.3.4 Cevher Mikroskopisi.....	4
1.3.5 Uygulamalı Mineraloji.....	4
1.4 Mineral Tanımlama Yöntemleri (X-RAY, SEM, Mikroprop, DTA-TG, IR, Optik ve Gemoloji.....	4
1.5 Minerallerin Fiziksel Özellikleri.....	5
1.5.1 Kristal habitus ve agregatları.....	5

1.5.2 Dilinim, yarılma, kırılma.....	8
1.5.3 Sertlik.....	9
1.5.4 Esneklik.....	11
1.5.5 Özgül ağırlık (Yoğunluk).....	11
1.5.5.1 Özgül ağırlığın tayin edilmesi.....	12
1.5.6 Renk.....	14
1.5.7 Çizgi rengi.....	16
1.5.8 Cila-parlaklık.....	16
1.5.9 Renk oyunu.....	17
1.5.10 Saydamlık.....	17
1.5.11 Pleokroizma-dikroizma.....	17
1.5.12 Katoyans ve asterizm.....	18
1.5.13 Lüminesans.....	18
1.5.14 Floresans ve fosforesans.....	18
1.5.15 Termolüminesans.....	19
1.5.16 Tribolüminesans.....	19
1.5.17 Elektirksel özellikler.....	19
1.5.18 Piezoelektriklik-piroelektrik.....	20
1.5.19 Magnetik özellikler.....	20
1.6 Önceki Çalışmalar.....	22
BÖLÜM II. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	24
2.1 Gemolojinin Tanımı ve Kapsamı.....	26
2.1.1 Gemolojinin konuları.....	29
2.2 Gemoloji İnceleme Yöntemleri ve Cihazları.....	29
2.2.1 Refraktometre.....	30
2.2.1.1 Refraktometre uygulama alanları.....	31

2.2.2 Özgül Ağırlık (Yoğunluk).....	32
2.2.3 Stereo-Mikroskop.....	34
2.2.4 Ultraviyole (UV Floresans).....	35
2.2.5 Chelsea filtresi.....	36
2.2.6 Sertlik.....	37
2.2.7 Spektroskop.....	38
2.2.8 Polariskop.....	39
BÖLÜM III. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	41
3.1 Giriş.....	41
3.1.1 Türkiye'de bulunan süstaşları.....	41
3.1.2 Diğer ülkelerde üretilen süstaşları.....	43
3.2 Önemli Bazı Süstaşlarının Gemolojik ve Mineralojik İncelenmeleri.....	43
3.2.1 Kehribar(amber) nedir?, nasıl tanınır?.....	45
3.2.1.1 Test yöntemleri.....	45
3.2.2 Doğal Elementler.....	47
3.2.3 Silikat Grubu Mineraller.....	49
3.2.4 Oksit Grubu Mineraller.....	63
3.2.5 Sülfidler.....	66
3.2.6 Karbonatlar.....	67
3.2.7 Fosfatlar-Vanadatlar.....	69
BÖLÜM IV. SONUÇLAR.....	71
KAYNAKÇA.....	73
EKLER.....	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Minerallerin Sınıflandırılması.....	5
Çizelge 2.1. Danışman Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU'nun özel koleksiyonunda bulunan minerallerin listesi.....	26
Çizelge 2.2. Süstaşlarında yoğunluk tesbitinde kullanılan bazı ağır sıvılar.....	33
Çizelge 2.3. Bazı kıymetli süstaşlarının Chelsea filtresi içindeki renkleri.....	37
Çizelge 2.4. İzotrop mineraller.....	40
Çizelge 3.1. Türkiye'de bulunan süstaşları.....	42
Çizelge 3.2. Kıymetli süstaşlarının tesbit edilen bazı özelliklerine göre “databankta” aranması.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Minerallerde kristal oluşum şekilleri.....	7
Şekil 1.2. Minerallerde görülen dilinim çeşitleri.....	8
Şekil 1.3. Sertlik (mohs) diyagramı.....	10
Şekil 1.4. Piknometre.....	13
Şekil 1.6. Görünen ışığın spektrumu.....	15
Şekil 2.1. Kritik açı (a,AOC), (b): kritik açıda oluşan karanlık ve aydınlık alanlar arasındaki keskin sınır.....	31
Şekil 2.2. Ağır sıvı içerisinde mineral yoğunluğu testi.....	33

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotograf 2.1. Danışman Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU'nun özel koleksiyonunda bulunan minerallerin genel görünümü.....	24
Fotograf 2.2. İşlenmiş mücevher taşları ile takı tasarım modelleri.....	25
Fotograf 2.3. İşlenmiş kıymetli süstaşlarının genel görünümü.....	28
Fotograf 2.4. Gemoloji laboratuvarında bulunan ölçüm araç ve gereçleri.....	30
Fotograf 2.3a. Refraktometre.....	31
Fotograf 2.5. Yoğunluk ölçümünde kullanılan hassas terazi.....	34
Fotograf 2.6. Gemoloji mikroskobu.....	35
Fotograf 2.7. UV-Lamba çeşitleri.....	36
Fotograf 2.8. Chelsea filtresi (sol); knoskoplu polariskop.....	36
Fotograf 2.9. Mohs sertlik testinde kullanılan standart mineraller.....	38
Fotograf 2.10 Prizma-Spektroskopu ve elde edilen renk-spektrumu.....	39
Fotograf 2.11. Polariskop çeşitleri.....	40
Fotograf 3.1. Hakiki kehribarın içerisinde böcek ve bitki kalıntıları içeren kapanımlar bulunur.....	45

EKLER

EK.1. Süstaşlarının renklerine göre sınıflanması.....	76
--	----

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

n

Açıklama

Kırılma indisi

$n\Delta$

Çiftkırılma

Kısaltmalar

Sem

Açıklama

Taramalı elektron mikroskobu

X-Ray

X-Işınları difraktometresi

Ö.A

Özgül ağırlık

As

Sudaki ağırlık

Ah

Havadaki ağırlık

Nm

Nanometre

Na-D

Sodyum-D

UV

Ultraviyole

ÖZ GEÇMİŞ

Şuhay DOKUZER 22.01.1983 tarihinde Niğde ilinde doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini Niğde'de tamamladı. 2001 yılında girdiği Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden Haziran 2005'te mezun oldu. 2013-2014 Öğretim yılında Niğde Üniversitesi'nde yüksek lisans öğrenimine başladı ve halen yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Bilim dalındaki ilgi alanı gemoloji (kıymetli taş bilimi) dir.

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1. GİRİŞ

Mineralojinin bir bilim dalı olarak ortaya çıkışı her ne kadar çok eskilere gitmemekteyse de mineraloji ile ilgili sanatların uygulanması medeniyetin başlangıcına kadar uzanmaktadır. Eski Mısır medeniyetinde günümüzde örneklerini gördüğümüz mezarların boyanması, kıymetli süs taşlarının ve değerli metallerin tartılıp değerlendirilmesinde kullanılan araç ve gereçlerin varlığı, metal izabeciliğinin ve süs taşları işletmeciliğinin yaklaşık beş bin yıllık bir geçmişi olduğunu göstermektedir. İnsanların varoluşu ile çok amaçlı olarak kullanılmaya başlanan minerallerin doğası hakkında pek az kişinin bilgi sahibi olması, hele bunların başlı başına bir bilim dalına konu olduklarını bilenlerin azlığı çok şaşırtıcıdır. Zira dağları oluşturan kayaçlar, deniz, ırmak ve derelerdeki kumlar, inşaat sektöründe kullanılan kum ve agregalar, bağ ve bahçeler ile tüm ziraat alanlarında kullanılan topraklar ya tamamen veya kısmen minerallerden oluşmaktadır. Minerallerden türetilen maddelere günlük yaşamımızda daha sık karşılaşılmaktadır. İnsan sağlığına etki eden element ve mineraller, tıbbi jeoloji kapsamında (kanserojen asbest, eriyonit, arsen, böbrek ve safrakesesi taşlarını oluşturan mineraller vs.) ele alınarak incelenmektedir.

Genel olarak atom, molekül ve iyonlar belirli kimyasal bağlar ile bir araya gelerek elementleri, elementler ise, ya tek başına kendi mineralini (altın, gümüş, elmas vs. veya bileşikler yaparak 3000'e yakın mineralleri oluşturmaktadır. Mineraller de elementlerde olduğu gibi ya tek başına (kireçtaşı, kuvarsit, mermer vs.), ya da birden fazla mineraller bir araya gelerek kayaçları oluşturmaktadır. Bu nedenle yer kabuğu minerallerin meydana getirdiği kayaçlardan oluşmaktadır. Yer kabuğunun geçmişine ait bilgilere de mineraller incelenerek ulaşılabilmektedir (Philipsborn, 1967; Ramdohr ve Strunz, 1978; Börner, 1980).

1.1 Amaç ve Kapsam

Yüksek lisans tez çalışması kapsamında, Danışman Prof. Dr. İbrahim Çopuroğlu'na ait özel koleksiyonunda bulunan kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları ile Niğde ili içerisinde faaliyet gösteren mücevher dükkanlarında bulunan, kıymetli süstaşlarından yapılmış yüzük, kolye ve küpelerin "Gemoloji İnceleme Yöntemleri" ile mineralojik, gemolojik özelliklerin belirlenmesi, tanıtılması amaçlanmıştır. Ayrıca,

Bu çalışma ile;

1. Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği bünyesinde kurulması planlanan "Gemoloji Laboratuvarı'na" rehberlik etmek,
2. Ülkemiz üniversitelerinin meslek yüksekokullarının bir çoğunun bünyesinde bulunan, ileride muhtemel Niğde Üniversitesi bünyesinde de açılacak olan "Kıymetli Süstaşları ve Takı Tasarımı" programlarına altyapı oluşturmak, kaynak yaratmak,
3. Gerek akademik çalışmalar, gerekse özel koleksiyonculara kaynak bilgiler sunmak, sertifika kursları düzenlemek gibi faaliyetler sağlanmış olacaktır.

1.2 Tanımlamalar

Minerallerle uğraşan bilim dalına **mineraloji**, bu bilimle uğraşan bilim adamlarına da **mineralog** denir. Mineraloji bilimi minerallerin geometrik şekillerini, iç yapılarını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve bunlar arasındaki ilişkileri, kanunları, minerallerin oluşumlarını, ayrıca ekonomik ve teknik kullanımlarını öğretir.

Mineral: Atom, molekül ve iyonlardan oluşan yapı taşları ile doğal olarak oluşan, belirli kimyasal bileşime sahip, parçası bütünün özelliğini gösteren, homojen, katı (cıva hariç) ve anorganik maddelerdir.

Kristal: Üç boyutlu gelişen, ve sistemli bir iç yapıya sahip, anorganik ve organik katı maddelerdir.

Petrografi: Kayaç bilimi olup, minerallerin oluşturduğu magmatik, sedimanter (tortul) ve metamorfik kayaç türlerini inceler.

Gemoloji: (kıymetli taş bilimi), mücevherlerde kullanılan kıymetli taşların ve süs taşlarının tanımlanması ve sınıflandırılmasıdır. Taşların oluşumunu, çıktığı yerleri, fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceler. Aynı zamanda sentetik, taklit ve işlem görmüş taşlar hakkında bilgi verir(Philipsborn, 1967;Ramdohr ve Strunz, 1978; Börner, 1980).

1.3 Mineralojinin Konuları

1.3.1 Mineraloji-I (Kristalografi-Kristalkimya)

Kristalografi mineralojinin bir alt bölümü olup, özellikle kristal geometrisi, kristal fiziği ve kristal kimyası konularını kapsar (Evans, 1976; Ramdohr ve Strunz, 1978).

1.3.2 Mineraloji-II (Sistemik Mineraloji)

Yerkabuğunun çeşitli minerallerini, kimyasal yapılarına göre sınıflayarak (elementler, sulfidler, oksitler vs.) onların belirgin fiziksel, kimyasal, morfolojik ve yapısal özellikleri ile bulunduğu ortamlar ve kullanım alanlarını inceler. Minerallerin ayrıntılı şekilde incelenmesi için belli kurallar çerçevesinde sınırlandırılması gerekir. Minerallerin gruplandırılmasında 19.yüzyılın ortalarından beri kimyasal bileşim kullanılmaktadır. Bu sınıflama ile minerallerin yapısını oluşturan anyon ve anyonik gruplara göre mineraller alt bölümlere ayrılmaktadır (Elementler, sulfidler, oksitler, halojenler, sulfatlar, karbonatlar, nitratlar, boratlar, fosfatlar, tungsten, vanadatlar, kromatlar molibdatlar ve silikatlar (Ramdohr ve Strunz, 1978; R; Yeni yol, 2009; Çizelge 1.1).

1.3.3 Optik Mineraloji

Işığı geçiren (şeffaf) mineral ve kayaların 0.03 mm. kalınlığında inceltilerek lam-lamel arasına kanadabalsam ile yapıştırılmak suretiyle hazırlanan ince kesitlerin, polarizan mikroskop altında incelenmesi esasına dayanır (Müller ve Raith, 1988).

1.3.4 Cevher Mikroskopisi

Işığı geçirmeyen opak (cevher) minerallerin, bir yüzünün önce kaba sonra ince aşındırma, daha sonra ince parlatma ile hazırlanan parlak kesitlerin, polarizan mikroskoplara takılan ilave bir parça yardımı ile (opak ilminatör) üstten aydınlatmalı cevher mikroskopları ile inceleme yöntemidir. Bu yöntemle cevher minerallerinin refleksiyon rengi, refleksiyon şiddeti, refleksiyon pleokroizması, iç yansıma ve sertlik gibi özellikler belirlenmektedir (Ramdohr, 1975).

1.3.5 Uygulamalı Mineraloji

Cam sanayi, imento sanayi, gazbeton, seramik ve refrakter tuğla imalatları ve teknolojisi ile bunların hammaddelerinin incelemelerini kapsamaktadır. Ayrıca, Ağır Mineral Analiz Yöntemleri ve Mikro Analiz Test Yöntemleri gibi dersler de uygulamalı mineraloji kapsamında sunulmaktadır.

1.4 Mineral Tanımlama Yöntemleri (X-RAY, SEM, Mikroprop, DTA-TG, IR, Optik ve Gemoloji)

Sadece kimyasal bileşimlerin ve optik yöntemlerle mineralleri tanımak bazen yeterli olmamakta, x-ray, mikroprop ve SEM (taramalı elektron mikroskobu) kullanılmaktadır. Bu tekniklerle minerallerin tanınması, kristal sınıfı, birim hücre parametreleri vs. belirlenebilmektedir. Ayrıca, minerallerin ayrıntılı incelenmelerinde (örneğin kil mineralleri) DTA-TG, IR-Spektrometresi incelemeleri de kullanılmaktadır(Philipsborn, 1967; Ramdohr ve Strunz, 1978; Krischner, 1974; Börner, 1980; Cullity,1996).

Çizelge. 1.1. Minerallerin Sınıflandırılması(Ramdohr ve Strunz, 1978)

KİMYASAL BAĞLAR	Siderofil Elementler:	
Metalik ve Kovelent	I.SINIF ELEMENTLER	
	Chalkofil Elementler:	
İyonik ve Kovelent	II. SINIF SULFİDLER	
	III.SINIF SULFOTUZLAR (HALOJENLER)	
	Lithofil Elementler:	
	IV. SINIF OKSİTLER HYDROKSİTLER	
	RO ₃	RO ₄
	V.SINIF	VI.SINIF SULFATLAR
NİTRATLAR	VII.SINIF FOSFATLAR	
KARBONATLAR	VIII.SINIF SİLİKATLAR	
BORATLAR		
Kovelent ve Van der Waals	IX.SINIF ORGANİK BİLEŞİKLER	

1.5 Minerallerin Fiziksel Özellikleri

Fiziksel özellikler minerallerin kimyasal bileşimleri ve yapılarından kaynaklanırlar. Bunlardan X-ışınları ve optik özelliklerinin değerlendirilmesi, özel inceleme yöntemleri ve genellikle numune hazırlanmasını gerektirir. Diğer yandan daha önce ele alınan kristal simetrisi ve morfolojisi de fiziksel özellikler arasındadır. Bu bölümde, oldukça basit testlerle tayin edilebilen fiziksel özellikler ele alınacaktır. Bu özellikler el numunesinde kolayca uygulanabilirler ve minerallerin çabuk tayin edilmesinde önem taşırlar (Philipsborn, 1961; Ramdohr ve Strunz, 1978; Yenyol, 2009).

1.5.1 Kristal habitus ve agregatları

Kristallerin birlikte agregat halinde büyüme tarzları ve birey kristallerin habitus veya biçimleri, minerallerin tanınmasında önemli ölçüde yardım sağlarlar. Kristaller tek

başlarına buldukları zaman, ideal biçimleri dışında, iğnemsî (kıl, saç ve ip gibi), düzleşmiş, uzamış ve bıçaksı gibi biçimlerde bulunabilirler. Ayrı bulunabildikleri gibi, birbirlerine çok yakın ve birbirinin gelişmesine engel olacak tarzda da büyümüş olabilirler. Böylece, göze çarpan düz yüzeyleri bulunmayan kristal yığılımı veya topluluklarına kristal agregatı denir. Bu tarzda bulunan kristaller, iyi gelişen kristallere göre doğada daha yaygın ve daha bol olarak bulunurlar. Genellikle çok sayıda bireyden meydana gelen kristal agregatları aşağıdaki terimlerle tanımlanırlar. Bunlardan bazıları (Şekil 1.1)'de gösterilmektedir;

I. Belirgin ve ayrı kristaller:

- (a) İğnemsî. Narin, iğnemsî kristaller.
- (b) Kılcal. Saç veya ipe benzer kristaller.
- (c) Bıçaksı. Bıçak gibi uzamış ve yassılaştırmış kristaller.

II. Belirgin ve grup halinde bulunan kristaller:

- (a) Dendritik. Bazen bitkiye benzeyen ve ıraksayan dallı görünüşlü.
- (b) Ağ biçimli. Kafese benzeyen görünüşte kesişen ince kristal grupları.
- (c) Işınsal. Işınsal kristal grupları.
- (d) Druz. Küçük kristallerle kaplanmış bir yüzey.

III. Birey kristallerden meydana gelen paralel veya ışınsal gruplar:

- (a) Sütunsal. İri, sütun biçimli bireylerden meydana gelen gruplar.
- (b) Bıçaksı. Çok sayıda yassılaştırmış ve uzamış kristallerden meydana gelen agregat.
- (c) Lifsi. Işınsal veya paralel narin liflerden meydana gelen agregat.
- (d) Yıldızlı. Işınsal olarak dizilmiş bireylerden meydana gelen yıldıza benzeyen veya yuvarlak gruplar.
- (e) Küresel. Işınsal dizilmiş bireylerden meydana gelen küçük, küresel veya yarı küresel gruplar.
- (f) Salkımimsı. Bir üzüm salkımını andıran küresel yapılar.
- (g) Böbreğimsi. Işınsal olarak dizilmiş bireylerden meydana gelen yuvarlak, böbrek biçimli bir kütle.
- (h) Kolloform. Işınsal bireylerden meydana gelen böbreğimsi ve salkımimsı oluşuklar.

IV. Pul ve lamellerden meydana gelen mineral agregatları:

- (a) Yapraklı. Katmanlara ve yapraklara kolay ayrılabilen agregat.
- (b) Mikamsı. Yapraklı fakat mikalarda olduğu gibi çok ince levhalara ayrılabilen agregat.

(d) Lamelli veya yassılaşımiş. Birbirinin üstüne gelen yapışık ve levhamsı bireylerden oluşan agregat.

(e) Tüysü. Tüye benzeyen veya ıraksayan ince pullu agregat.

V. Eş boyutlu tanelerden meydana gelen agregatlar: Taneli veya granüler agregatlardır.

VI. Diğer terimler:

(a) Stalaktitik. İç içe girmiş silindir veya koniler. Mineral sularının mağara tavanlarından damlaması sonucunda meydana gelirler.

(b) Konsantrik. Az veya çok küresel olan katmanların üst üste ortak bir merkez etrafında yer alması ile meydana gelirler.

(c) Pizolitik. Fasulye boyutundaki yuvarlak taneler.

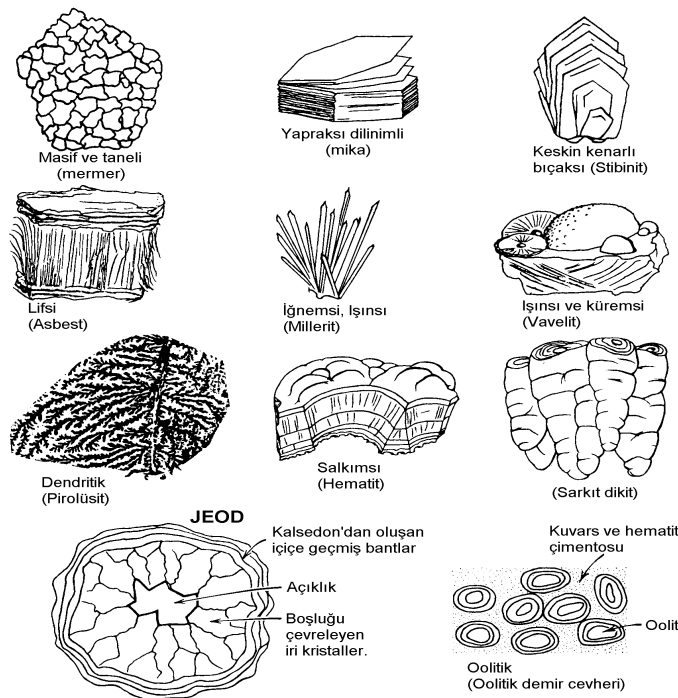
(d) Öolitik. Küçük balık yumurtasına benzeyen yuvarlak taneler.

(e) Bantlı. Farklı renk veya dokulu ince mineral bantlarından meydana gelmiş yapılar.

(f) Masif. Yukarıdaki örnekler gibi belirgin bir yapı göstermeyen ve sıkı malzemeden meydana gelen agregat.

(g) Amigdoloidal. Badem biçimli nodüller içeren kayaçlar.

(h) Jeod. İçi mineral ile tümüyle doldurulmamış kayaç boşluğu. Jeodlar, akikte olduğu gibi birbirini izleyen çökelmeyle bantlı bir yapı kazanırlar. En iç kısımda ise düzgün yüzeyli kristaller yer alır

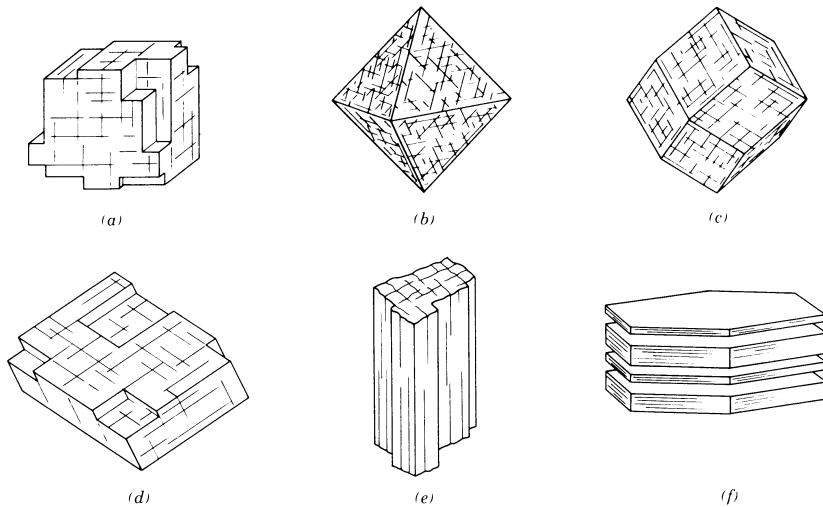


Şekil 1.1. Minerallerde kristal oluşum şekilleri(Mineral Science, 2002)

1.5.2 Dilinim, yarıлма ve kırılma

Bir maddeye etki eden kuvvetler dilinim, yarıлма veya kırılma meydana getirebilirler. Kristalen maddenin dayanımı; bağ türleri, bunların düzenlenme tarzları ve yapısal kusurların varlığına bağlıdır. Mineralin uygulanan kuvvete karşı gösterdiği tepkide bağ türleri büyük bir önem taşır. Ayrıca, bir mineralin belirli düzlemlerinde veya yönlerinde yapısal kusurlar varsa, bu yönler boyunca daha kolay deformasyona uğrar. Meydana gelen gerilim mineralin direnç sınırını aşarsa kırılma meydana gelir. Minerallerin çoğunun yapısında diğer yönlerden daha zayıf olan ve sistematik olarak yer alan düzlemsel yönler vardır. Bunun nedeni, kristalin belirli yönlerinde, diğer yönlerine oranla daha az sayıda veya daha zayıf bağların olmasıdır.

Minerallerin atomik düzlemlerine paralel olarak gösterdikleri düz yüzeyle levhalara ayrılma eğilimine dilinim denir. Kristalin iç yapısına bağlı olup sadece atomik düzlemlere paralel olarak meydana gelir. Dilinim, bir grup paralel atomik düzlemler arasında bulunan zayıf bağlardan, daha büyük kafes mesafesinden veya her ikisinin varlığından kaynaklanabilir. Dilinim, bazı minerallerde tek yönde olabildiği gibi (mikalar), iki yönde (ortoklas) veya üç yönde (galenit) olabilir. (Şekil 1.2) Bazı minerallerin ise dilinimi yoktur (kuvars). Dilinimi tanımlarken, kalitesini ve kristalografik yönlerini de vermek gereklidir. Dilinimin kalitesi için; mükemmel, iyi ve zayıf gibi terimler kullanılır. Dilinimin yönüne kübik (001), oktaedral (111), romboedral (101), prizmatik (110) gibi formun adı veya indisleri ile ifade edilir.



Şekil 1.2. Minerallerde görülen dilinim çeşitleri (Yeniyol, 2009)

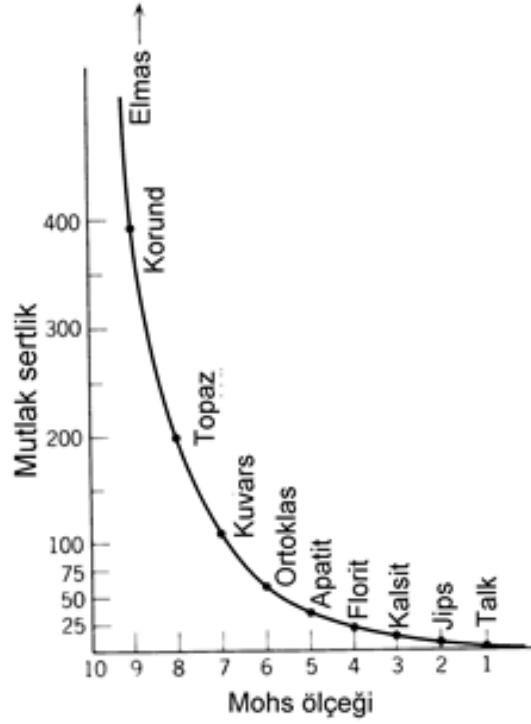
Minerallerde zayıf yapısal düzlemler boyunca görülen ayrılmaya yarılma denir. Bu zayıflıklar; basınç, ikizlenme veya aksolüsyonun sonucu olarak meydana gelebilirler ve kristalografik düzlemlere paralel olmaları nedeniyle dilinimi andırırlar. Ancak dilinimden farklı olarak yarılma her numunede görülmez. Sadece ikizlenmiş veya basınçlardan etkilenmiş minerallerde izlenir. Bu minerallerde bile, belirli yönlerde az sayıda yarılma düzlemi bulunur. Örneğin, ikizler; yapışma düzlemi boyunca yarılma, bu düzlemlerin dışında ise düzensiz kırılma gösterirler. Bilinen başlıca yarılma örnekleri, magnetitin oktaedral yarılması, piroksenlerin bazal yarılması ve korundun romboedral yarılmasıdır.

Bazı minerallerdeki bağlar tüm yönlerde yaklaşık olarak aynı dayanımdadırlar. Bu kristallerde kopma ve ayrılma belirli kristalografik yönleri izlemez. Bir mineralin dilinim ve yarılma yüzeyleri dışında kalan yüzeyler boyunca ayrılmasına kırılma denir. Kırılma, mineraller için önemli ölçüde tanıttıcı olan bir özelliktir. Farklı kırılma çeşitleri aşağıda verilmektedir.

- (a) Konkoidal (midye kabuğu biçimli) kırılma. Kırık yüzeyi bir midye kabuğunun içini andıran düz, kavisli bir yüzeydir. Tipik olarak cam ve kuvarsta görülür.
- (b) Lifsel ve kıymıklı. Lifli minerallerde görülen kırılma tarzı.
- (c) Çengelli. Dişli ve keskin kenarlı kırık yüzeyi.
- (d) Pürüzlü veya düzensiz. Pürüzlü veya düzensiz yüzeyler meydana getiren kırılma.

1.5.3 Sertlik

Bir mineralin düzgün bir yüzeyinin çizilmeye karşı gösterdiği dirence sertlik denir (S). Diğer fiziksel özellikler gibi sertlik de mineralin kristal yapısıyla ilgilidir. Plastiklik gösteren metalik bağlı kristallerde çizilme, bir oyuk meydana getirir. Ancak iyonik ve kovalent bağlı gevrek mineraller mikroyutta kırılarak çizilmeye tepki verirler. 1824 yılında Avusturyalı mineralog F. Mohs, doğada en çok bulunan mineraller arasında on tane mineral seçmiştir. Bu minerallerle karşılaştırma yaparak herhangi bir mineralin göreceli sertliği kolayca saptanabilir. Artan sertliğe göre sıralanmış olan aşağıdaki bu on mineral, Mohs Cetveli (skalası) olarak da adlandırılan sertlik cetvelini meydana getirirler (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Sertlik (mohs) diyagramı (Yeniyol, 2009)

Yukarıda verilen değerler bu minerallerin göreceli sertlik dereceleridir. Aynı minerallerin mutlak sertlikleri göreceli sertliklerinden daha farklı olup aletsel yöntemlerle ölçülürler. Burada, Mohs Cetvelindeki bağıl sertlik konumlarını korumakla birlikte minerallerin mutlak sertliklerinin nasıl değiştiği görülmektedir. Örneğin, korund'un mutlak sertliği topazdan iki kat, kuvarstan ise dört kat daha fazladır. Mohs Cetvelinden yararlanarak bir mineralin sertliğini bulmak için, bu mineralin cetveldeki minerallerden hangisini çizdiğini, hangisini de çizemediğini ortaya koymak gerekir. Bunu yaparken aşağıdaki durumlar da göz önünde alınmalıdır. Bazen bir mineral daha yumuşak olabilir ve diğerinin üzerine kendi kırıntılarını bırakabilir. Bu da mineralin sertliği hakkında yanılmaya sebep olabilir. Böyle bir iz kolayca silinebilir fakat gerçek bir çizik kalıcıdır. Bozuşma ile bazı minerallerin yüzeyleri daha az sert olan bir malzemeye değişmiş olabilir. Bu nedenle sertlik testini numunenin taze bir yüzeyinde yapmak gerekir. Bir mineralin fiziksel durumu, sertliğin doğru olarak tayin edilmesini önleyebilir. Örneğin bir mineral toz halinde, taneli veya kıymıklı olursa, kendisinden daha az sert olan bir mineral tarafından çizilebilir. Bunun için sertlik testinin doğru olup olmadığını denetlemek için yöntemi terslemek gerekir. Yani hem A mineralini B ile, hem de B mineralini A minerali ile çizerek sertlik denetlenmelidir. Mohs Cetvelindeki

minerallerden başka tırnak, bakır para, cep çakısı ve cam da sertliğin tayini hakkında bilgi verirler. Tırnağın sertliği 2'nin biraz üzerindedir. Bakır paranın sertliği yaklaşık olarak 3, cep çakısının 5'in biraz üzerinde ve pencere camının ise 5½'tur. Atomları birbirine bağlayan güçler yönlere bağlı olarak değişebilirler. Bu nedenle sertlik vektöryel bir özellik olup kristaller değişik yönlerde farklı sertlik gösterirler. Birçok mineralde yönler arasındaki sertlik farkı çok az olup, bu farklılık ancak özel yöntemlerle saptanabilir. Sertlikleri değişik yönlerde belirgin ölçüde farklılık gösteren iki mineral kalsit ve kyanittir. Kyanitin sertliği uzunluğu boyunca 5, buna dik yönde ise 7'dir. Kalsitin sertliği tüm yüzeylerde 3, (0001) yüzeyinde ise 2'dir ve bu yüzeyi tırnakla çizilebilir (Philipsborn, 1961; Ramdohr ve Strunz, 1988; Yenyol, 2009).

1.5.4 Esneklik

Bir mineralin, kırılma, öğütülme, bükülme veya yırtılmaya karşı gösterdiği direnç esneklik denir. Esnekliği tanımlamak için aşağıdaki terimler kullanılır.

1. **Gevrek:** Kolayca kırılan ve toz haline gelen mineral. Başlıca iyonik bağlı mineraller için karakteristik bir özelliktir.
2. **Dövülebilme:** Bir mineralin çekiçle dövülerek levha haline gelebilmesi.
3. **Çekilebilme:** Bir mineralin tel haline çekilebilmesi.
4. **Kesilebilme:** Bir mineralin bıçakla yonga çıkartılarak kesilebilmesi. 2, 3 ve 4 maddelerde tanımlanan özellikler, metalik bağlantılı minerallerde görülür.
5. **Bükülebilme:** Kuvvet kaldırıldıktan sonra eski haline dönemeyecek tarzda bükülme veya eğilme. Klorit ve talkın dilinim katmanları bükülebilir ancak büküldükten sonra eski haline dönmezler. Meydana gelen deformasyon kalıcıdır.
6. **Elastiklik:** Kuvvet kaldırıldıktan sonra eski haline gelebilen bükülme veya eğilme yeteneği. Mikalar bu tarzda elastiklik gösterirler.

1.5.5 Özgül Ağırlık (Yoğunluk)

Bir cismin belli bir hacimdeki ağırlığının, 4°C sıcaklıkta aynı hacimdeki suyun ağırlığına olan oranına özgül ağırlık denir. Özgül ağırlık sadece rakamla, yoğunluk ise gr/cm³ gibi bir birimle gösterilir. Bir kristalen maddenin özgül ağırlığı (Ö.A.), kendisini meydana getiren atomların türüne ve atomların paketlenme tarzına bağlıdır. Aynı kristal iç yapısına sahip minerallerden "atom ağırlıkları" daha yüksek olan

atomlardan meydana gelenlerin özgül ağırlıkları daha büyüktür. Atomların paketlenme tarzının özgül ağırlığa olan etkisi, polimorfik bileşiklerde açıkça görülür. Bu bileşiklerin kimyasal bileşimleri aynı fakat atomlarının paketlenme tarzları farklıdır. Buna tipik bir örnek, ikisinde karbon bileşimli olan elmas ve grafit'tir. Bu minerallerden elmasta karbon atomları yakın paketlenmiş olup özgül ağırlık 3.5'tir. Grafitin ise karbon atom katmanları gevşek paketlenmiştir ve özgül ağırlığı 2.23'tür.

1.5.5.1 Özgül ağırlığın tayin edilmesi

Bir mineralin özgül ağırlığını hassas olarak ölçülebilmesi için; mineralin homojen ve saf, hava filmi veya kabarcıkların yer alabileceği kırıkları ve boşlukları içermeyen bir sıklıkta (kompakt) olması gerekir. Normal mineralojik amaçlı bir özgül ağırlık ölçümü için yaklaşık olarak 1 cm³ hacminde numune yeterlidir. Özgül ağırlık tayininde aşağıdaki aşamalar izlenir. Mineral önce havada tartılır (Ah) daha sonra da suya daldırılır ve suda tartılır (As). Daha sonra özgül ağırlığı aşağıdaki formülden bulunur.

$$\text{Özgül ağırlık (Ö.A.)} = \frac{A_h - A_s}{V} \text{ gr/cm}^3$$

Özgül ağırlığın bir orantı olması nedeniyle bir numunenin mutlak ağırlığını tayin etmek gerekli değildir. Sadece havadaki ve sudaki ağırlıklarının ölçülmesi yeterlidir. Özel bir yaylı terazi kullanarak, numune kırıntısı önce üst kefeye konur ve yayın uzama miktarı saptanır. Bu değer numunenin havadaki ağırlığını (Ah) verir. Daha sonra kırıntı alt kefeye konur ve suya daldırılır. Yayın uzama değeri kırıntının sudaki ağırlığını (As) gösterir. Bu değerler yukarıda verilen formüle yerleştirilir ve özgül ağırlık hesaplanır.

Bu yöntemle, 25 miligramdan daha küçük olan numunelerin özgül ağırlığı hesaplanabilir. Bu yöntem uygulanırken sıcaklık düzeltmelerinin yapılması ve yüzey gerilimi düşük olan sıvıların kullanılması gereklidir..

Bir mineralden yeterli büyüklükte bir parça elde edilemezse özgül ağırlığı, piknometre yöntemi ile bu mineralin tozundan veya kırıntılarında hassas olarak tayin edilebilir. Piknometre, içinden kılcal bir kanal geçen ve bir cam tıkacı olan küçük bir şişedir. Özgül ağırlığı tayin etmek için, önce kuru ve boş şişe tıkacı ile birlikte tartılır (P). Mineral kırıntıları şişeye konur ve ikinci bir tartım (M) yapılır. M-P numunenin

havadaki ağırlığını verir. Bundan sonra, şişe bir miktar damıtık su ile doldurulur ve varsa, hava kabarcıklarının çıkması için birkaç dakika kaynatılır. Soğutulduktan sonra, kılcal açıklığın üst sınırına kadar damıtık su eklenir ve tekrar tartılır (S). Piknometre boşaltılıp sadece suyla doldurulur ve son bir tartım daha (W) yapılır. Sonra özgül ağırlık aşağıdaki formülden hesaplanır (Şekil 1.4).

$$\text{Ö.A.} = (M-P) / W + (M-P) - S$$

P = boş piknometre ağırlığı.

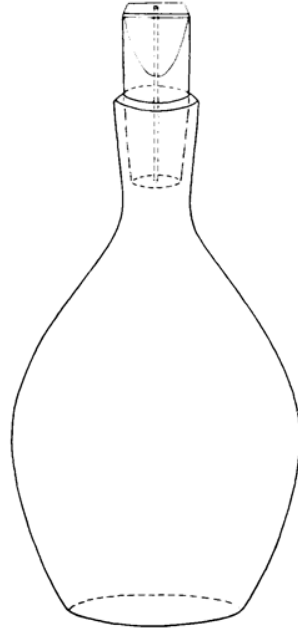
M = piknometre + numunenin ağırlığı.

M-P = numunenin ağırlığı.

W = piknometre + suyun ağırlığı.

S = numune + piknometre + taşırılmamış suyun ağırlığı.

W + (M-P) - S = numune tarafından taşırılmış suyun ağırlığı.



Şekil 1.4. Piknometre (Yeniyol, 2002)

Minerallerin özgül ağırlıklarını tayin etmek için, özgül ağırlığı yüksek olan çeşitli sıvılar da kullanılır. Bromoform (Ö.A. = 2.89) ve metilen iyodür (Ö.A. = 3.33) en çok kullanılan iki ağır sıvıdır. Bu sıvılar aseton (Ö.A. = 0.79) ile kolayca karışırlar. Aseton ile karıştırmakla istenen ara değerlerdeki özgül ağırlıklar elde edilebilir. Bunun için numune önce ağır sıvıya daldırılır. Numune sıvının içinde yüzer bir konuma gelene kadar ağır sıvıya aseton eklenir. Bu durumda, hem sıvının hem de numunenin özgül

ağırlıkları aynıdır. Sıvının özgül ağırlığı Westfal Terazisiyle ölçülür ve numunenin özgül ağırlığı tayin edilir.

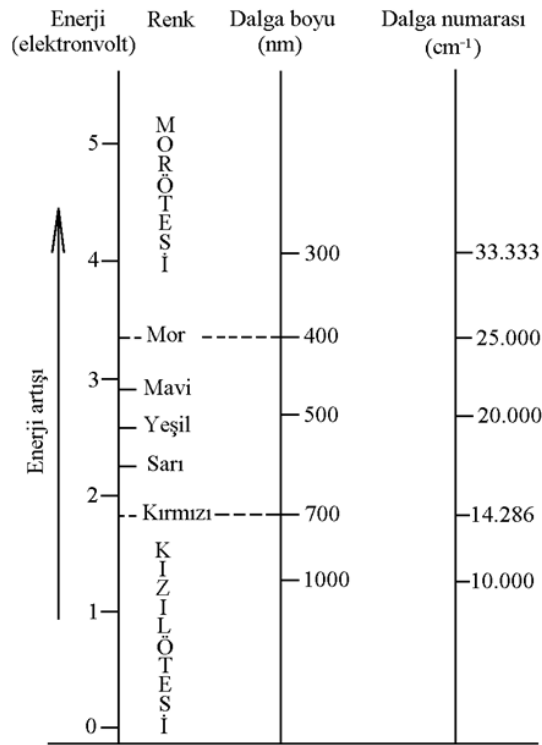
1.5.6 Renk

Renk, minerallerin fiziksel özellikleri arasında ilk başta ve en kolay gözlenen özelliğidir. Ayrıca bir çok mineral için karakteristik bir özellik olup minerali tanıtan kriterlerden biridir. Birçok mineralin rengi değişik olabilmektedir. Renk, gözümüzün elektromagnetik spektrumdan “görünen ışığı” görebilmesi ile ilgilidir. Görünen ışık, bu spektrumun yaklaşık olarak 350 – 750 nanometre (1 nm = 10 angström) aralığındaki dalga boylarını kapsar. Beyaz ışık bir mineralin yüzeyine çarptığı zaman; mineralden geçer, saçılır, yansır, kırılır veya mineral tarafından emilir. Işığın kısmen saçılması ve yansımaları, mineralde cila özelliği olarak algılanır. Geçen ışık mineral tarafından emilmezse (absorbsiyon) bu mineral yansıyan veya kalan ve mineralden geçip göze ulaşan dalgaboylarındaki ışınların kombinasyonu bir renk olarak algılanır. Örneğin beril; bileşimindeki Fe^{3+} ve Cr^{3+} gibi kromofor (renk meydana getirici) geçiş elementleri, H_2O ile CO_2 gibi moleküllerin varlığı ve kristal kafesindeki titreşimlerin neden olduğu absorpsiyonların sonucunda renkli görünür. Bir atomda farklı kabuklarda ve yörüngelerde bulunan elektronların, birbirinden farklı ve belirli enerji seviyeleri vardır. Elektromagnetik bir ışın bir malzeme ile etkileşince, dalga boyları elektron seviyeleri arasındaki enerji farkına eşit olan ışınlar emilir ve bu elektronlar bir seviyeden başka bir seviyeye sıçrarlar. Renkli minerallerde belirli elektron seviyeleri arasındaki enerji farkı, görünen ışığın dalgaboyları aralığındadır. Bu nedenle beyaz bir ışık minerale çarptığı zaman belirli dalgaboyları emilir (yani spektrumdan çıkar), bu da elektronların bu seviyeler arasında sıçramasına neden olur. Elektronlarla ilgili olan ve minerallerin renkli görünmesine neden olan başlıca olaylar; kristal alan geçişleri, moleküler yörünge geçişleri ve renk merkezleri olarak sınıflandırılırlar. Kristal alan geçişleri, “geçiş elementlerinde” kısmen dolu olan 3d yörüngeleri arasındaki elektron geçişleridir. Bu geçişler genellikle; Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni ve Cu gibi geçiş elementlerinin bulunduğu minerallerde meydana gelirler. Bu elementlerde kısmen dolu olan 3d yörüngeleri görünen ışığın enerjisiyle kolayca uyarılabilirler. Bu tarzdaki elektron geçişleri renk oluşmasının esasını meydana getirirler. Moleküler yörünge geçişleri, bitişik iyonlar arasındaki valans elektronların ileri-geri geçişleri ile meydana

gelirler. Bitişik iyonlar tarafından ortak olarak kullanılan bu elektronlar molekülün ortak yörüngesine aittirler. Bunlar, molekülü meydana getiren atomlardan herhangi birinin valans elektronu konumundan çıkmış haldedirler.

Renk, mineral yapısındaki kusurların bir sonucu olabilir. Bazı yapısal kusurlarda hapsedilen ve herhangi bir birey atoma bağlı olmayan bir elektron, renk meydana getirebilir. Bunun yanında bir elektronun eksik olması, yani bir deliğin varlığı da aynı etkiyi yapar. Bu tipteki yapısal özelliklere renk merkezleri denir.

Bir mineralde renklenme meydana getiren bir başka sebep de minerale mekanik olarak karışan safsızlıklardır. Bu safsızlıklar, aslında renksiz olan bir minerale çeşitli renkler kazandırabilirler. Örneğin, içinde çok ince ve saçılmış durumda klorit içeren kuvars yeşil renkli, mangan oksit veya karbonun varlığı nedeniyle kalsit siyah renkli olabilir. Hematit en yaygın renk verici bir safsızlık olup birçok minerale kırmızı renk verir.



Şekil 1.6. Görünen ışığın spektrumu

1.5.7. Çizgi rengi

Çok ince toz haline gelmiş bir mineralin gösterdiği renge çizgi rengi denir. Bir mineral değişik renklerde olabilirse de çizgi rengi genellikle sabittir ve mineralin tayini için önemli bir özelliktir. Çizgi rengi, minerali sırlanmamış beyaz bir porselene sürtmekle tayin edilir. Porselen bir levhanın sertliği yaklaşık 7 olup bundan daha sert olan minerallerin çizgi rengi için kullanılmaz.

1.5.8 Cila-parlaklık

Bir mineralin yüzeyinin, yansıyan ışıktaki genel görünüşüne cila denir. Cila, metalik cila ve metalik olmayan cila olmak üzere ikiye ayrılır. Aralarında keskin bir sınır olmadığı için zaman zaman yarı metalik cila terimi de kullanılır.

Metal cilalı terimi, bir metalin parlak görünüşünü gösteren mineraller için kullanılır. Bu minerallerin ışığı geçirmeme özellikleri çok yüksek olup çizgi renkleri koyudur (galenit, pirit ve kalkopirit gibi). Metalik olmayan cilalı mineraller, genellikle açık renkli olup ışığı en azından ince kenarlarından geçirirler. Bu mineraller renksiz veya çok açık çizgi renklidir. Metal olmayan minerallerin cilası aşağıdaki terimlerle ifade edilir.

Cam cilalı: Camın gösterdiği cila. Örneğin, kuvars ve turmalin.

Reçine cilalı: Reçine gibi cila gösterenler. Örneğin, sfalerit ve kükürt.

Sedef cilalı: Sedefe benzer cilalı. Bu tarzdaki cila, dilinim yüzeylerinde görülür. Örneğin, apofillit'in bazal düzlemi ve talk'ın dilinim yüzeyi.

Yağ cilalı: Yüzey, ince bir yağ katmanı ile kaplanmış gibi görünür. Bu tarzdaki cila mikroskopik boyutta pürüklü olan yüzeylerden ışığın saçılması sonucunda meydana gelir. Örneğin, nefelin, bazı sfalerit türleri ve kuvars.

İpek cilalı: İpeğe benzer. Işığın ince lifsel ve paralel agregatlardan yansımalarının bir sonucudur. Örneğin, lifsel jips, malakit, krizotil, silisleşmiş krosidolit olan "kaplangöz".

Elmas cilalı: Elmas gibi müstesna parlaklıktaki cila, mineralin olağanüstü yüksek kırılma indisi ile ilgilidir. Örneğin, serüzit ve anglezit gibi bileşimlerinde kurşun içeren saydam mineraller de elmas cilalıdır.

1.5.9 Renk oyunu

Işık bir mineralin yüzeyinde veya içinde girişim yaparsa, gelen ışığın açısına bağlı olarak bir seri renk meydana gelir. Has opalde olduğu gibi, beyaz veya koyu renklidir zemin üzerinde meydana gelen çeşitli renklerin çarpıcı parıltısına renk oyunudur. Elektron mikroskobu incelemeleri ile elde edilen bulgulara göre renk oyunu, has opalde eşit büyüklükte olan kürelerin üç boyutlu düzenli dizilimi ile ilgilidir. Küreler, amorf SiO₂'ten meydana gelmiş olup, az miktarda su içerirler. SiO₂ kürelerinin arasında çimento olarak, farklı miktarda su içeren amorf silis yer alır. Has opalde aynı tarzda paketlenen kürelerin meydana getirdiği düzenli kesimler, 1 mm'nin altından başlayıp 1cm'yi aşkın büyüklüklere ulaşırlar. Üç boyutlu düzenlenme gösteren bu kesimlere gelen beyaz ışık, $n\lambda = 2d \sin\theta$ Bragg eşitliğine göre difraksiyona uğrar ve spektral renklerine çözümlenir. Küçük bir tam sayı (1, 2 veya 3); λ , belirli bir spektral çizginin dalga boyu; μ , opal'in kırılma indisi; d ise opaldeki küre düzlemleri arasındaki mesafedir.

1.5.10 Saydamlık

Saydamlık, bazı minerallerin ışığı geçirme özelliğini belirtir. Işığı geçirme dereceleri aşağıdaki terimlerle ifade edilir.

Saydam mineral: Bir mineralden bakıldığında, altındaki nesnenin biçim ve sınırları görülebiliyorsa buna saydam mineral denir.

Bulanık (yarı saydam): Bir mineral yukarıda tanımlandığı gibi saydam olmaz fakat sadece ışığı geçirirse buna bulanık veya yarı saydam mineral denir.

Opak: En ince kenarlarından bile ışığı geçirmeyen mineraller için opak mineral terimi kullanılır.

1.5.11 Pleokroizma-dikroizma

Bazı mineraller ışığı farklı kristal eksenleri yönünde değişik miktarlarda absorbe ederler. Bu nedenle bu mineraller değişik kristalografik yönlerinde değişik renklerde görünürler. Kristallerin bu özelliğine çokrenklilik veya pleokroizma denir (ortorombik, monoklinik ve triklinik). Bazı mineraller ise (tetragonal, heksagonal ve trigonal), birbirlerine dik olan iki ayrı yönde iki renk gösterirler. Buna dikroizm denir (örneğin

beril; bazis yönünden mavi, yatay eksen yönünden ise yeşil renkli görünür). Bazı mineraller ise birbirine dik olan üç ayrı yönde üç farklı renktedirler. Buna trikroizm denir (örneğin kordierit; üç ayrı yönde, mavimsi gri, sarı ve mor renklerde görünür).

1.5.12 Katoyans ve asterizm

Bazı mineraller yansıyan ışıkta ipeğimsi bir görünüş gösterirler. Bu durum, yakın paketlenme gösteren paralel liflerden ve paralel düzenlenmiş kapantılardan veya küçük boşluklardan kaynaklanır. Bu mineraller bombeli bir biçimde kesilirlerse, lif veya kapantıların uzandığı yöne dik olan bir ışık şeridi meydana gelir. Katoyans adı verilen bu özellik; lifsel jips, kedigöz, kaplangöz ve krosidolit'te görülür. Özellikle trigonal sistemde olmak üzere, bazı kristallerdeki kapantılar aralarında 120° açı yapan üç kristalografik yönde düzenlenirler. ceksenine dik yönde bombeli olarak kesilen böyle bir mineral, “üçlü katoyans” olarak da adlandırılan ve her kapantı yönüne dik bir ışıktan meydana gelen altı uçlu bir yıldız görünüşü gösterir. Yıldız yakut ve yıldız safirlerde görünen bu duruma asterizm denir.

1.5.13 Lüminesans

Bir mineralin, akkor hali ile doğrudan ilgili olmaksızın yaydığı her hangi bir ışığa lüminesans denir. Bu durum, aktivatör denen safsızlıkları içeren minerallerde sıkça gözlenir ve çeşitli tarzlarda oluşabilir. Lüminesans, çoğunlukla zayıftır ve sadece karanlıkta görülür.

1.5.14 Floresans ve fosforesans

Ultraviyole ışığı, X-ışınları veya katot ışınları altında tutulan bir mineralin ışık yaymasına floresans denir. Işık yayma, uyarıcı etki yapan ışınların kesilmesinden sonra da devam ederse buna fosforesans adı verilir. Floresansın sebebi renk oluşturan sebeplere benzer. Geçiş elementlerinin iyonları floresansta da etkin aktivatör rolündedirler. Kısa dalga boylu radyasyon ile uyarılan elektronlar, daha yüksek enerji seviyelerine sıçrarlar. Bu elektronlar ilk konumlarına dönerken aynı dalga boyunda bir “görünen ışık” yayarlar. Uyarılan bu elektronlar, uyarılma durumu ile ilk durumları arasındaki bir ara konuma da düşebilirler. Bu durumda bir foton veya daha düşük

enerjili bir ışık yayarlar. Fosforesans'ta ise uyarılan elektronların daha yüksek bir enerji seviyesine yükselmeleri ile başlangıç durumlarına dönmeleri arasında bir oyalanma süresi vardır. Minerallerin, belirli dalga boylarındaki ultraviyole ışınlarını emme yetenekleri farklıdır. Bazıları sadece kısa, bazıları sadece uzun, bazıları da hem uzun hem de kısa dalga boylarındaki ultraviyole ışınlarının etkisinde floresans gösterirler. Yayılan floresan ışığının rengi, büyük ölçüde ultraviyole ışığın dalga boyuna veya ışık kaynağına bağlıdır. Sentetik fosforun elde edilmesiyle floresans, floresant lamba, boya, elbise ve bantlarda yararlanılan olağan bir özellik haline gelmiştir. Minerallerin floresans özelliği, pratikte cevher arama ve hazırlamada da uygulama alanı bulmaktadır. Taşınabilir bir ultraviyole lamba ile geceleyin mostralarda ve yeraltı işletmesinde örneğin, floresant özelliği olan şeelit minerali izlenebilir ve miktarı tahmin edilebilir.

1.5.15 Termolüminesans

Akkor halinden daha düşük sıcaklıklarda ısıtılan bir maddenin görünen ışık yaymasına termolüminesans denir. Bu özellik en iyi, safsızlık (impürte) olarak aktivatör içeren minerallerde görülür. Termolüminesant bir mineral 50-100°C arasında ısıtılırsa, başlangıçta genellikle zayıf bir ışık yayar ve bu ışık genellikle 475°C üzerinde kesilir. Bu özellik genellikle kalsit, apatit, skapolit, lepidolit ve bazı feldspat minerallerinde görülür.

1.5.16 Tribolüminesans

Öğütülen, çizilen veya ovulan bir mineralin ışık yayma özelliğine tribolüminesans denir. Bu özelliği gösteren minerallerin çoğu "metal olmayan mineraller" olup iyi dilinim gösterirler. Tribolüminesans gösteren minerallere örnek olarak florit, sfalerit ve lepidolit mineralleri gösterilebilir.

1.5.17 Elektriksel özellikler

Kristallerin elektriksel iletkenlik göstermesi yapılarındaki bağ tipi ile ilgilidir. Tümüyle metalik bağlı olan doğal elementlerin mineralleri elektriksel bakımdan mükemmeliletkendir. Metalik bağların kısmen bulunduğu bazı sülfür mineralleri yarı

iletkenidir. İyonik veya kovalent bağılı mineraller ise iletken değildir. Küb sistemi dışında kalan minerallerdeki elektriksel iletkenlik, kristalografik yönlere göre değişen vektöryel bir özelliktir. Örneğin heksagonal bir mineral olan grafit'in elektriksel iletkenliği c eksenine dik yönde çok daha fazladır.

1.5.18 Piezoelektriklik-piroelektrik

Otuziki kristal sınıfının yirmibirinde simetri merkezi yoktur. Bu kristallerde polar eksenler bulunur. Farklı uçları değişik kristal formları gösteren en az bir polar eksen vardır. Polar eksenlerin uçlarına basınç uygulanırsa, elektronlar bu eksenin bir ucundan diğerine doğru akarlar. Böylece bir uça negatif elektrik diğer uça da pozitif elektrik yükü meydana gelir. Buna piezoelektriklik denir. Piezoelektriklik, polar eksenli sınıflarda kristalleşen herhangi bir mineralde görülebilir. Ancak, bazı minerallerde meydana gelen elektrik yükü saptanamayacak kadar küçüktür. Piezoelektriklik gösteren en önemli minerallerden biri kuvars'tır. Kristalografik bakımdan yönlü olarak kesilen kuvars levhaları radyo frekanslarını kontrol etmek ve frekans düzenleyici olarak dijital saatlerde kullanılırlar.

Bir kristalde meydana gelen sıcaklık değişimleri polar bir eksenin zıt uçlarında pozitif ve negatif yüklerin gelişmesine sebep olur. Bu özelliğe piroelektriklik denir ve sadece polar eksenli kristallerde gözlenir. Tek polar eksenli olan on kristal sınıfının kristalleri, "gerçek" veya birincilpiroelektriklik gösterirler. Örneğin, turmalin bu grupta yer alır ve bir polar eksen (c) vardır. Kuvars ise üç polar (a) eksenlidir fakat bu grupta yer almaz. Fakat kuars gibi polar eksenli olan diğer kristaller de sıcaklıkla piroelektriklik gösterebilirler. Bu kristallerde polarizlenme, farklı ısı genişlemesinden kaynaklanan deformasyon sunucunda oluşan piezoelektriklikle meydana gelir. 100°C dolayında ısıtılan kuars soğurken birbirleri ile ardalanmış üç prizma kenarında pozitif yük diğer kenarlarında ise negatif yük gelişir. Buna ikincil piroelektrik polarizasyonu denir.

1.5.19 Magnetik özellikler

Bazı mineraller magnetik özellik gösterirler. Bu durum bazı elementlere özgü olan atomik özelliklerden kaynaklanır. Atom ve moleküllerin magnetik özellikleri elektronlarının kendi eksenleri etrafında dönmeleri ile ilgilidir. Eksen etrafında dönen

bir elektron, magnetik bir momenti olan küçük bir mıknatıs (veya magnetik dipol) durumundadır. Aynı yörüngede yer alan iki elektronun, zıt yönlerde dönmesi ve birinin kutubu yukarı diğerinin ise aşağıya doğru olması gerekir. Bu da bir sıfır “net magnetik moment” meydana getirir. Yapıları bu türdeki atomlardan meydana gelen maddelere diamagnetik denir. Bunlar bir mıknatıs tarafından çekilmezler. Bu maddelerde birbirine göre zıt yönlerde dönen aynı sayıda elektron vardır. Yaygın olarak bulunan birçok mineral mıknatısa tepki göstermez ve diamagnetiktir. Bu minerallerin elektron konfigürasyonları asal gazlara benzer veya d yörüngeleri tamamen doludur. Kalsit (CaCO_3), albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), kuars (SiO_2) ve apatit [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,Cl,OH})$], diamagnetik minerallere ait bazı örneklerdir. Magnetik moment meydana getiren en önemli elementler, 3d yörüngelerinde bağlantıya katılmayan elektronları bulunan, ilk geçiş element serisindeki Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni ve Cu’dır. Bu elementlerdeki magnetik moment eşleşmemiş elektronların dönme yönleriyle ve sayılarıyla ilgilidir. Bileşimlerinde elektronları eşleşmemiş olan katyonların yer alması nedeniyle magnetik dipolleri düzensiz yapıda olan minerallere paramagnetik denir. Bu mineraller bir magnetik alana konulursa, küçük dipoller dıştaki magnetik alana uygun olarak dizilirler. Ancak yapının içinde meydana gelen termal hareketler, bazı dipollerin düzenlenmesini bozma eğilimi gösterir. Sonuçta belirli bir malzemedeki dipollerin çok azı dıştaki magnetik alana uygun olarak dizilmiş olur. Bu nedenle paramagnetik bir mineralin bir dış magnetik alandan etkilenmesi çok zayıftır ve mıknatıslanması kalıcı değildir. Olivin [$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$] ve ojit [$(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe,Al})(\text{Al,Si})_2\text{O}_6$] mineralleri, yaygın olarak bulunan ve paramagnetik özellik gösteren minerallere ait örneklerdir. Magnetik duyarlılıkları farklı olan mineralleri bir elektromıknatısla birbirinden ayırmak mümkündür. Magnetik bir separatör ile de paramagnetik mineraller diamagnetik minerallerden ayrılabilirler. Bu nedenle elektromagnetik separatörler, mineralleri gang’dan ayırmakta endüstriyel ölçüde kullanılırlar. Bir başka magnetik özellik de metalik demirde görülen ferromagnetizmdir. Magnetik dipoller paramagnetik maddelerde düzensiz yönelme gösterirler. Ferromagnetik minerallerde ise birbirine yakın olan komşu atomların yörüngeleri üzerlendiği için bu dipoller bir dizilim gösterirler. Metalik demirde, dipol momentleri iyi dizilim gösteren çok sayıda paramagnetik atomun bulunduğu alanlar vardır. Normal durumda bu alanlar düzensiz yönelimlidir ve net magnetik etkileri sıfırdır. Böyle bir madde magnetik alana konulursa, bu alanlar dış magnetik alana uyumlu olarak dizilirler ve kuvvetli mıknatıs özelliği kazanırlar. Bu etkileşim diğer paramagnetik minerallerde olduğundan çok daha

güçlüdür. Paramagnetik bir malzemeden dış etki kaldırılırsa magnetik alanlar düzensiz hale gelir ve sürekli mıknatıslık kalmaz. Fakat ferromagnetik maddelerde sözkonusu alanlar yönelmiş olarak kalırlar ve bu durum dış magnetik etki kalktıktan sonra da devam eder. Ferrimagnetizm bir diğer manyetizma türüdür. Ferromagnetizmde görülenin aksine bu özellikte olan maddelerin iyonlarında dönme momenti antiparaleldir (kutupları zıt yönde olacak tarzda paralel). Ferrimagnetik maddelerde antiparalel dönme momentleri eşit değildir ve bu maddelerde kalıcı magnetik alanlar vardır. Magnetit–ulvöspinel serisi (Fe_3O_4 – Fe_2TiO_4), hematit–ilmenit katı eriyik serisinin üyeleri (Fe_2O_3 – $FeTiO_3$) ve pirrotin ($Fe_{1-x}S$), ferrimagnetik minerallere ait örneklerdir.

1.6 Önceki Çalışmalar

Süstaşlarına olan ilginin tarih öncesinden itibaren yaygın olması, antik çağlardan kalan, müzelerimizde sergilenen mühür, takı ve antik eserlerden anlaşılmaktadır (Hatiboğlu, 2010a,b, Candar, 2007, Çoban, 2013). Yurtdışında ise, gerek kurulan araştırma merkezleri, enstitüler, sertifika veren eğitim merkezleri ile, örneğin Idee-Oberstein (Almanya, GIA-Gemmological Institute of Amerika) gibi büyük bir sektör oluşmuştur. Ayrıca, süstaşlarının pazarlandığı marketler, internet siteleri ile büyük bir piyasa oluşmuştur. Ülkemizde de bazı önemli gelişmeler gözlenmektedir. Büyük üniversitelerimizin bünyesinde (İTÜ, 9 Eylül, Ankara Üniv. vd.) gemoloji laboratuvarları kurulmuş, Bu üniversitelere bağlı MYO bünyelerinde “Gemoloji ve Takı Tasarım” programları açılmaktadır. Konu ile ilgili olarak yapılan ulusal akademik çalışmalardan bazıları şunlardır;

Kun vd., 1986, Menderes masifinde kuvars kristallerini incelemiş, Lüle (1998), Küçükçamlıca tepe civarında yüzeyleyen boksit yataklarında bulunan diyasporları çalışmış. Hatiboğlu ve Dora (1996) ve Hatiboğlu (1998) Ankara-Çubuk agatlarını ve bunların kapanımlarını incelemişlerdir. Gökçen ve Hatipoğlu (1999), Batı Anadolunun yarı kıymetli süs taşlarının başlıca mineralojik, jeolojik ve ekonomik nitelikleri konulu çalışmaları ile Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, İzmir, Kütahya, Manisa ve Muğla daki çoğunluklu olarak silikatlardan oluşan 26 adet yarı kıymetli süs taşları yatağı olarak değerlendirilebilecek mineral yatağı olduğunu belirtmişlerdir. M.T.A. (2000), “Türkiye’nin kıymetli, yarı kıymetli süs taşlarının araştırılması” başlıklı projesiyle

kıymetli, yarı kıymetli süs taşlarının envanterine, etüdüne ve aramalarına yönelik olarak çalışmalar yürütmüştür. Bu kapsamda, Osmanlı arşivi de dahil olmak üzere geniş kapsamlı literatür taraması yapılmış olup, belirlenen lokasyonlardan derlenen numunelerin XRD, mikroprop ve polarizan mikroskop ile gemolojik yöntemler uygulanarak incelenmiştir. Lüle vd. (2000), çalışmalarında tarih öncesi çağlarda bile süs taşlarının kullanıldığını ve bunların arkeolojik bulgularla desdeklendiğini belirtmişlerdir. Sayılı vd., (2000), Pembe turmalinler üzerinde çalışmışlar ve bunların rubellit olduğunu belirlemişlerdir. İçözü (2002), tamamladığı gemoloji konulu tez çalışması kapsamında mor jadeit, ametisit, diaspor, mavi kalsedon gibi süs taşlarının gemoloji yöntemiyle incelemiştir. Çiftci vd. (2002) Erzurum yakınlarında çıkarılan oltu taşını incelemiştir Candan (2007). Batı ve Orta Anadoludan bazı potansiyel gemolojik örnekler ve jeolojik konumları konulu doktora tez çalışması kapsamında Eskişehir ili İnönü ilçesine bağlı Dereyalak köyünde dentritik opal, Kütahya, Simav, Karamanca bölgesinde bulunan ateş opallerini incelemiştir. Çoban (2013), Karya bölgesi (Muğla) antik süs taşlarının mineralojik ve gemolojik açıdan araştırılması ve bölgedeki mineral ve kayaçlarla ilişkisi başlıklı tez çalışması ile müzede bulunan süs taşlarından yapılmış mühür ve benzeri antik eserleri incelemiştir.

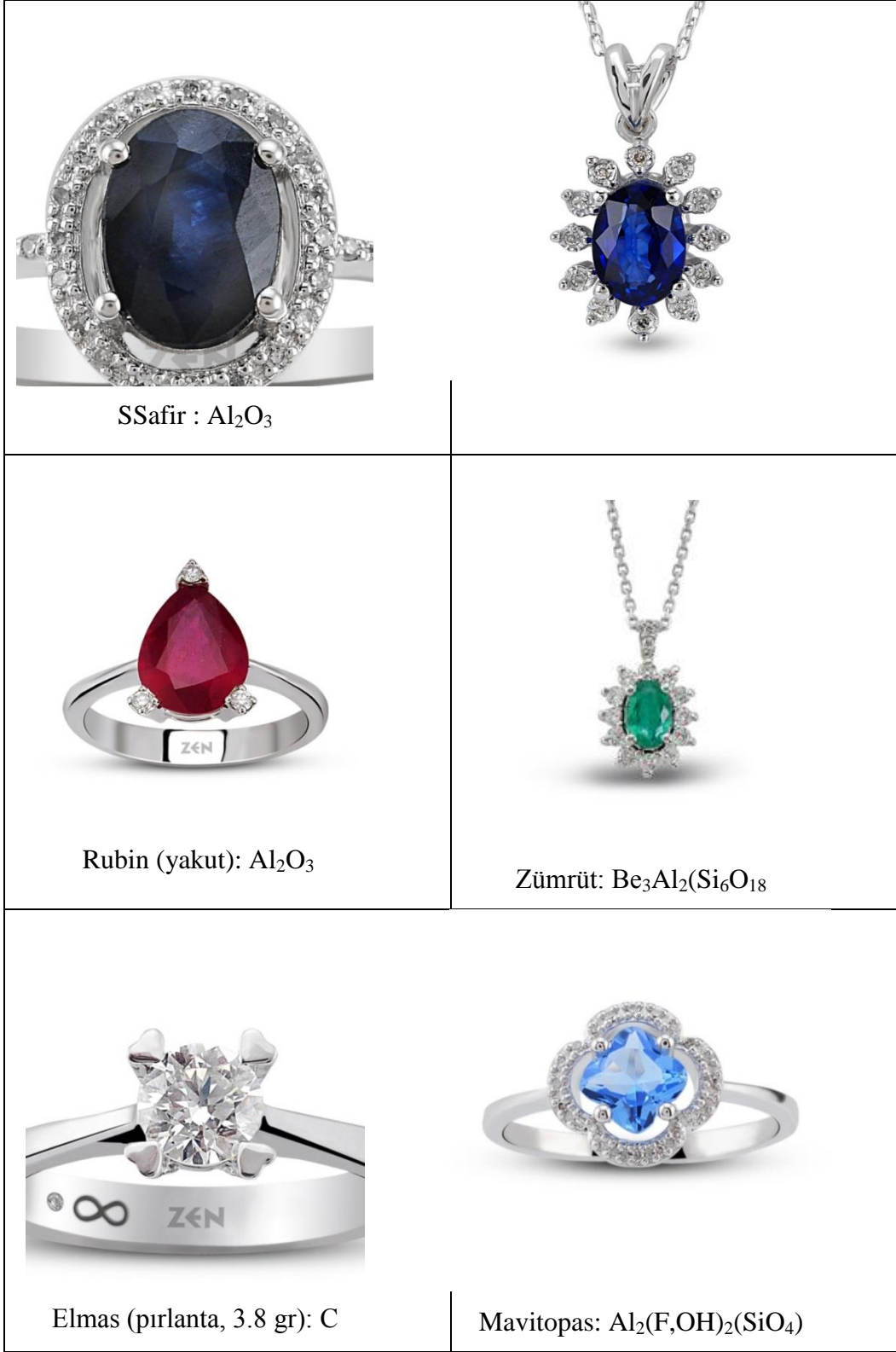
BÖLÜM II

MATERYAL VE YÖNTEMLER

Yüksek lisans tez çalışması kapsamında materyal olarak, Danışman Prof. Dr. İbrahim Çopuroğlu'na ait özel koleksiyonunda bulunan kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları ile Niğde ili içerisinde faaliyet gösteren mücevher dükkanlarında pazarlanan, kıymetli süs taşlarından yapılmış yüzük, kolye ve küpeler kullanılmıştır (Foto 2.1 ve 2; Çizelge 2.1).



Fotograf 2.1. Danışman Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU'nun özel koleksiyonunda bulunan minerallerin genel görünümü



Fotoğraf 2.2. İşlenmiş mücevher taşları ile takı tasarım modelleri (Tuğrul ve Özalp kuyumculuk A.Ş., Niğde; ZEN)

Çizelge 2.1.Danışman Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU'nun özel koleksiyonunda bulunan minerallerin listesi

Min No.	SİLİKATLAT	SİLİKATLAT	SULFİDLER	OKSİTLER/ HİDROKSİTLER	FOSFATLAR/ VANADATLAR
1	Agat	Ortoklas (25)	Antimonit (01)	Hematit (01)	Apatite (01)
2	Aktinolit	Pembekuars(26)	Arsenopirit (02)	İlmenit (02)	Lapis-Lazulite (02)
3	Almandin	Pembetormalin(27)	Bornit (03)	Kassiterit (03)	Vanadinit (03)
4	Andalusit	Sil.Ağaç fosili (28)	Galenit (04)	Korund (04)	SULFATLAR
5	Andradit	Sillimanit (29)	Kalkopirit (05)	Kromit (05)	Anglesit (01)
6	Augite(ojit)	Sitrin (30)	Kalkosin (06)	Kryptomelan (06)	Anhidrit (02)
7	Ametisit	Staurolit (31)	Markasit (07)	Limonit-götit (07)	Barite (03)
8	Akuamarin	Sillimanit (32)	Molibdenit (08)	Magnetit (08)	Jips(04)
9	Beril	Siyahturmalin(33)	Orpiment (09)	Manganit (09)	HALİTLER
10	Biyotit	Topaz (34)	Pirotin (10)	Pirolusit (10)	Fluorite (01)
11	Diopsid	Uvarovite (35)	Pirit (11)	Rubin (11)	Halite (02)
12	Dumanlıkuvars	Zirkon (36)	Realgar (12)	Rutil (12)	Silvin (03)
13	Disten	Zümrüt (37)	Sfalarit (13)	Safir (13)	BORATLAR
14	Epidot		Tetrahedrit (14)	KARBONATLAR	Boraks (01)
15	Grossular		Zinober (15)	Ankerit (01)	Kemit (02)
16	Hornblende		ELEMENTLER	Aragonit (02)	Kolamanit (03)
17	İlvait		Grafit (01)	Azurit (03)	Uleksit (04)
18	Kaplan gözü		Kehribar (02)	Dolomite (04)	
19	Kemererit		Kükürt (03)	Kalsit (05)	
20	Kuvars		Nabit altın (04)	Magnesit (06)	
21	Lepidolit		Nabit gümüş (05)	Malahit (07)	
22	Muskovit		Platin (06)	Rodokrosit (08)	
23	Morion		Test elması (07)	Siderit (09)	
24	Opal		Oltutaşı (08)	Smithsonit (10)	

2.1 Gemolojinin Tanımı ve Kapsamı

Gemoloji (kıymetli taş bilimi): Mücevherlerde kullanılan kıymetli taşların ve süs taşlarının tanımlanması ve sınıflandırılmasıdır. Taşların oluşumunu, çıktığı yerleri, fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceler. Aynı zamanda sentetik, taklit ve işlem görmüş taşlar hakkında bilgi verir.

Doğası itibarıyla değerli, gerekli güzelliğe, dayanıklılığa sahip, iyi parlatılabilen ve bunu muhafaza edebilen ender bulunur nitelikte, ziynet eşyası olarak mücevhercilikte

veya dekoratif amaçlı kullanılacak boyuttaki taşlar değerli taşlar olarak adlandırılır. Kesilebilme, parlatılabilme, ışık yansıtma, ışık kırma gibi özellikler de taşların değerini belirler. Değerli taşlar inorganik veya organik kökenlidirler. Doğal halde bulunan inorganik değerli taşın tanımlanması herhangi bir mineralin tanımlanmasına benzer. Mağmatik ve metamorfik kayaçlar ile hidrotermal çözeltilere bağlı oluşumlar ve plaser yataklar pek çok önemli değerli taş içerirler (Börner, 1980).

Antik dönemlerde süstaşlı takıların yapımı, önceleri din, büyü ve uğur gibi kavramların etkisi ile başlamış, zaman zaman bu anlamlarının yanı sıra ölü hediyesi, tanrılara sunu, imtiyaz göstergesi, zenginlik ifadesi, hediye ve güzelleşmek gibi amaçları da kapsamıştır (Bordaz, 1970; Branigan, 1974; Collon, 1989; Benjamin, 2003; Bingöl, 1999; Türe, 2004 ve 2005; Rapp, 2009).

Değerli taşlar günümüzde yapay olarak da elde edilebilmektedir. Bunların özelliklerinin çoğu doğal olanlarınkine benzemektedir. Doğal yollardan oluşan inorganik kökenli değerli taşlardan günümüzde sentetikleri (yapayları) yapılanlardan önemlileri şunlardır; elmas, yakut, safir, spinel, rutil, kuvars, zümrüt, aleksandrit, granat, fluorit, yeşim, lapislazuli, opal, periklaz, turmalin, zirkon. Özel mikroskoplar altında görülebilen kristal büyüme çizgilerinin kristalografik açıdan farklı olmasıyla ve kırılganlık özelliklerinin araştırılmasıyla gerçek değerli taşlardan ayırt edilirler (Sinkankas, 1984; Arem, 1987; Schumann, 1993).

Ayrıca kimyasal bileşimleri değerli taşlardan tamamıyla farklı fakat görünüşleri değerli taşlara benzeyen taklit (imitasyon) ürünler de vardır. Bu nedenle ham taşlarda olduğu kadar, işlenmiş taşlarda da tanı fiziki özellik tespit planına dayanır. Laboratuvarlarımızda değerli taşların tanımlanması için; kristaller hakkındaki bilgiler kullanılır, doğal malzemenin tanınmasına yardımcı olacak basit kimyasal testler yapılır, ultraviyole ışınları altında taşların davranışına ve taşların belirli fiziksel ve optik özelliklerine bakılır. Bu fiziksel özellikler:

- (1) Sertlik: Mohs'un ölçüsüne göre taşların sertliği 1 ile 10 derece arasında sıralanır.
- (2) Dilinim, kırılma yüzeyi ve çizgi rengi: Kesilmiş ve parlatılmış taşlarda bu özelliklerden tanımlama yapmak mümkün değildir. Hamtaşlarda bu özelliklerden yararlanılmaktadır. (3) Işığıkırma indisi: İşlenmiş taşlarda tanı için son derece önemli

netice veren bir yöntemdir (4) Spektroskopi: Kıymetli taşı kat eden beyaz ışığın oluşturduğu ışık tayfını incelemeyi ve böylelikle taşın tanımlanmasını mümkün kılar. (5) Polarizasyonve dikroizma (6) Özgül ağırlık: İşlenmiş taşlarda olduğu kadar, ham taşlarda da başarıyla kullanılan bir yöntemdir. (7) Renk: Minerallerde renklerin oluşumu genel olarak elektromanyetik spektrumdaki görünür ışığın soğurulması ile ilgilidir. Spektrumda çok dar alanı kapsayan görünür ışık (4150-7500 Å) fotonların 0.61 ile 0.32 eV enerjiye sahip dalga boylarının karışmasından ortaya çıkmıştır. İnsan gözü tarafından beyaz olarak algılanır ve beyaz ışık veya polikromatik ışık olarak adlandırılır. Renk oluşumunda genel olarak çok dar sınırlar içindeki dalga boylarının karışımı söz konusudur ve monokromatik ışık olarak adlandırılır. (8) Parlaklık: Mineralin ışığı yansıttığı yüzeylerindeki görünüme denir. Temel olarak 'metalik' veya 'metalik olmayan' terimleri parlaklık tiplerini tanımlar. Metalik olmayan parlaklıkların çeşitleri vardır. Elmas, camsı, sedef, ipek ve yağ parlaklığı v.s (Foto 2.3).



Fotoğraf 2.3. İşlenmiş kıymetli süstaşlarının genel görünümü (<http://www.gemsecurity.de>)

2.1.1 Gemolojinin konuları

- *Süstaşlarının yer kabuğunda oluşumu, incelenmesi, aranması bulunuşu ve madenciliği
- *Süstaşlarının bilimsel inceleme yöntemleriyle incelenip tanımlanması, sınıflandırılması
- *Süstaşlarının değersel ve bilimsel sınıflandırılması
- *Süstaşlarının renk ve saflık değerlerini arttırma, muamelesi, iyileştirme yöntemleri
- *Süstaşlarının sentetik üretimi
- *Süstaşlarının her türlü işleme teknikleri ile kesilmesi, işlenmesi, gereğine göre şekillendirilmesi
- *Arkeogemoloji (süstaşlarının tarihi sürece göre tanımlanması yer,zaman ve süstaşı olma özelliklerine göre sınıflandırılması)
- *Süstaşlarının mücevher haline getirilmesi,soymetallerle birlikte işlenebilir hale getirilmesi(mıhlanması, montürlenmesi)
- *Süstaşlarının pazarlanması (<http://www.gemsecurity.de>)

2.2 Gemoloji İnceleme Yöntemleri ve Cihazları

Günümüzde ileri teknoloji sayesinde birçok taşın sentetiği yapıldığı için insan gözü doğal ile sentetiği, taklidi arasındaki ayrımı yapmakta yeterli değildir. Her zaman şüpheyile yaklaştığımız taşın ne olması gerektiği hakkında karar vermeli, daha sonra kararımızı onaylayıcı bir takım testler yapmalıyız. Bu testlerin bazıları laboratuvar cihazlarını kullandığımız yöntemlerdir. Öncelikle tüm minerallerin sınıflandırılmasında en yalın yol kimyasal ve fiziksel sınıflamadır. Mücevher taşlarının bu özelliklerini özgül ağırlık, ışık geçirgenliği, kapanımlar, kırılma indisi, sertlik, ultraviyole, renk filtresi verir (Foto. 2.2;Skoog, 1981; <http://www.gemsecurity.de>, İTÜ-Lab.).



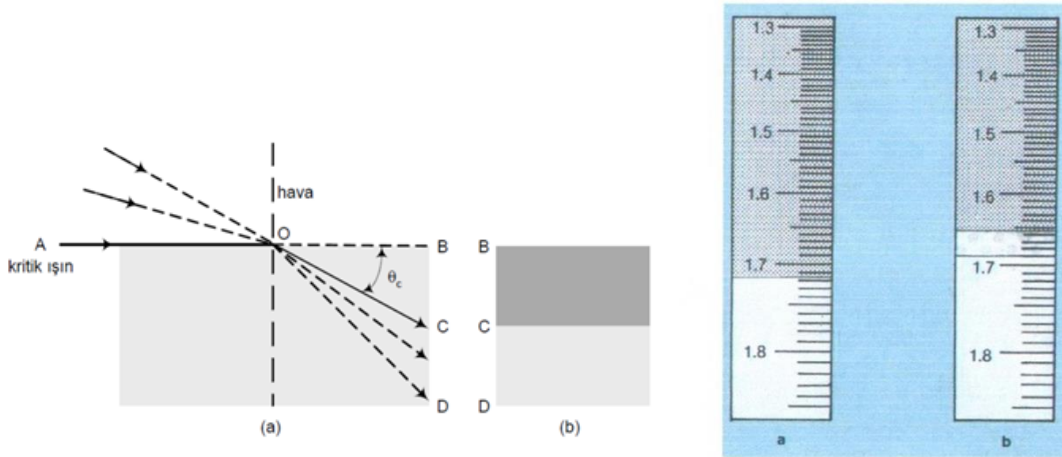
Fotoğraf 2.4. Gemoloji laboratuvarında bulunan ölçüm araç ve gereçleri(<http://www.gemsecurity.de>)

2.2.1 Refraktometre

Refraktometre kırılma indisinin hesaplanması yoluyla gemolojide kıymetli taşların tesbitinde kullanılmaktadır. Değerli taşlar ışığı geçiren minerallerdir ve böylece optik yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Kırılma indisi bir bileşiğin kimyasal yapısına bağlı bir sabit olduğu için değerli taşların kalitesi ve tipi konusunda bilgi sağlamaktadır. Özel değerli taş refraktometresi ile sınıflandırma, taşın orijinalliğinin ve kalitesinin belirlenmesi için uygulanması kolay bir yöntemdir. Bu nedenle, değerli taş refraktometresi gemoloji laboratuvarlarının basit bir ekipmanıdır. Kırılma indisi dağılımının kullanılan ışığın dalgaboyuna bağlılığı nedeniyle ölçüm genelde 589 nm sodyum-D (NaD) dalgaboyunda gerçekleştirilir. Bu dalgaboyu gün ışığından filtre edilir veya tek dalgaboyunda ışık saçan diyot (**LED**) tarafından üretilir. Yakut, safir, turmalin ve topaz gibi belirli taşlar optikçe anizotropiktir. Işığın polarizasyon düzlemine bağlı olarak çift kırılma gösterirler. Bu iki kırılma indisi polarizasyon filtresi kullanılarak sınıflandırılır. Değerli taş refraktometreleri hem klasik optik cihaz hem de dijital ekranlı elektronik ölçüm aleti olabilmektedir (Skoog, 1981; Foto 2.2a, b ve c; <http://gemologelifikilic..com.tr/>; <http://www.gemsecurity.de>).



Fotoğraf 2.3a. Refraktometre cihazı(İTÜ-Gemoloji Lab.



Şekil 2.1. Kritik açı (a, AOC), (b): kritik açıda oluşan karanlık ve aydınlık alanlar arasındaki keskin sınır

2.2.1.1 Refraktometrenin uygulama alanları

Refraktif indeks de yoğunluk, erime noktası ve kaynama noktası gibi, bir kimyasal maddenin tanımlanmasında yararlanılan klasik fiziksel sabitlerden biridir. Refraktif indeks tek bir maddeye özgü bir değer olmadığından, belirli bir sıcaklık ve dalga boyunda, refraktif indeksleri aynı olan birkaç madde vardır. Refraktif indeks ikili karışımların kantitatif analizlerinde de kullanılır. Ayrıca maddenin, diğer özellikleriyle birarada değerlendirilerek, molekül ağırlığı ve yapısı hakkında bilgi edinilebilir.

Bütün uygulamalarda, refraktometrelerin periyodik olarak kalibre edilmeleri gerekir. Bu işlemde su (nD20 =1.3330), toluen (nD20 =1.4969), ve metilsikloheksan (nD20 = 1.4231) gibi saf sıvı standartlar kullanılır. Bunlardan son ikisi 20, 25, ve 30 °C lerdeki beşaneli değerleri ve yedi dalga boyunu içeren sertifikaları ile beraber "National Bureau of Standards" dan sağlanabilir.

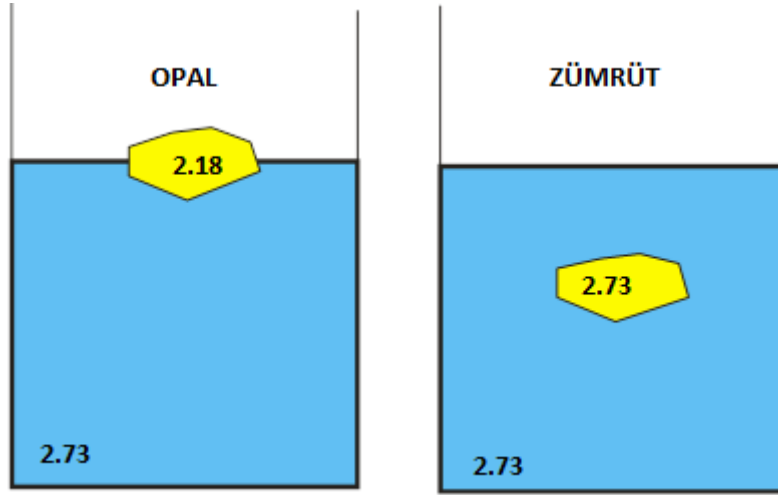
Refraktometrelerde referans olarak kullanılan cam bir test parçacığı bulunur. Standart ve aletin okuma skalasındaki refraktif indeks farkı aritmetik düzeltme faktörü olarak kullanılır. Abbe refraktometrede teleskopun objektifi, cihaz standardın refraktif indeksini gösterecek şekilde, mekanik olarak ayarlanabilir(Skoog, 1981).

2.2.2 Özgül ağırlık (Yoğunluk)

Özgül ağırlık, kolay hesaplanabilen iyi bir ayırt edici özelliktir. Özgül ağırlık, bir cismin havada ölçülen ağırlığı ile, suda ölçülen ağırlığının farkına oranıdır. Yani, Özgül ağırlık= taşın havadaki ağırlığı / (Taşın havadaki ağırlığı- Taşın sudaki ağırlığıdır (1.4.5.1 Özgül ağırlığın tayin edilmesi). Gemolojide küçük taşların kolayca tanımlanamadığı yerlerde özgül ağırlığı bulmada 2 metod kullanılır. Hidrostatik teraziye sahip tartma metodu ki bu terazi bir kolu kısaltılmış normal analiz terazisidir (Foto 2.4) ve diğeri, ağır sıvı (yüzdürme) metodudur (Şekil 2.1; Çizelge 2.2). Bu metod ise, karşılaştırma yoluyla özgül ağırlığı tahmin etmemizi sağlar. Önceden özgül ağırlıkları belli özel sıvıların içerisine mücevher taşını atarak yüzme-batma durumuna göre yorum yapabiliriz. Mücevher taşlarının özgül ağırlıkları 1 ile 7 arasında değişir. Kehribar (amber) 1.1 ile en hafifdir.2 ile 4 arasındakiler normal(kuvars 2.6) ve yaklaşık 4-7 olanlar ağırdır. Daha kıymetli olan elmas,safir,yakut kayaç oluşturan minerallerin (kuvars, feldspat. vb) üzerinde özgül ağırlığa sahiptirler.

Çizelge 2.2. Süstaşlarında yoğunluk tesbitinde kullanılan bazı ağır sıvılar(Boenigk,1983)

Ağır Sıvı	Yoğunluk gr/cm³	İnceltici maddesi	Bileşenleri
Bromoform	2.8	Metanol, aseton	CHBr ₃
Tetrabrometan	2.94	Metanol, aseton	C ₂ H ₂ Br ₄
Thouletik (zekirli)	3.196	Su	KJ+HgJ ₂ (1.24:1)
Metylen jodid	3.325	Eter, aseton	CH ₂ I ₂
Kleinik	3.36	Su	Kadmiyum
Rohrbachik	5.588	Su	BaJ+ HgJ ₂ (1:1.3)
Clerici (çok zehirli)	4.25	Su	Thallium malonat (1:1)



Şekil 2.1. Ağır sıvı içerisinde mineral yoğunluğu testi



Fotoğraf 2.5. Yoğunluk ölçümünde kullanılan hassas terazi (İTÜ-Gemoloji Lab.)

2.2.3 Stereo-Mikroskop

Mücevher taşının gerçek, taklit, yapay olduğunu içindeki kapanımlarına bakarak anlayabiliriz. Bu kapanımları ve taşın kesiminin uygun ölçülere göre yapılmadığını Gemoloji mikroskopları ile tespit edebiliriz. Lup ile 10x büyüme sağlarken mikroskopla 80x lere kadar büyüme sağlayabiliriz. Mikroskoplara dizayn edilen aydınlatma teknolojileri yardımı ile çok küçük bir taşın bile işlenme hatalarını, kapanımlarını rahatlıkla tespit edebiliriz. Refraktometre her saydam maddenin içinden ışığı geçirme hızına bağlı olarak ifade edilen bir kırılma indisi değeri vardır. Her mücevher taşının da kendine ait kırılma indisi aralığı bulunur. Işığın havadaki hızının mineral içindeki hızına oranı olarak tanımlanır. Refraktometre aracılığı ile saydam veya yarı saydam taşların kırılma indislerini ölçebilir ve taş hakkında doğal, sentetik, taklit yorumlarını yapabiliriz. Kırılma indisi = Işığın havadaki hızı / ışığın mineral içindeki hızı, mücevher taşlarının kırılma indisleri genellikle 1.3 ile 2.6 değerleri arasındadır. Kırılma miktarı her mineralde özeldir ve sabittir. Bu indis değeri; kimyasal bileşime, atomik yapıya, özgül ağırlığa ve kapanımlara göre değişir. Sadece refraktif indis değerini saptamamız bir mücevher taşının kimliğini saptamada tek başına yeterli

olmaz,diğer yardımcı testlere de başvurmalıyız.(Foto 2.5; Stereomicroscopy <http://www.microscopyu.com>).



Fotoğraf 2.6. Gemoloji mikroskobu (İTÜ-Lab.;sol; normal stereo-mikroskop, sağ)

2.2.4 Ultraviyole(UV Floresans)

Mineralin oluşum sırasında içerisine aktivatör maddelerinin girmesi ve ısı değişimsiz bu maddelerin dışardan aldığı enerjiyi elektromanyetik olarak ışıltaması olayıdır. Minerallerin ışık yayma özelliği, luminesansdır. Mücevher taşlarını test etmek için floresans denilen ultraviyole ışığı altındaki lüminesansıdır. Mineraldeki floresans etkisini kısa veya uzun dalga ultraviyole ışınına maruz bırakarak kendilerine özgü ışık yaymalarını gözlemleyebiliriz. UV ışını altında güçlü renk(strong), zayıf renk(weak) veya renk vermiyor(inert) şeklinde tanımlayabiliriz.Örneğin sentetik zümrütler her zaman uzun dalga UV ışığı altında güçlü kırmızı floresans gösterirken, doğal zümrütler çoğunlukla göstermezler. Doğal ve sentetik yakutlar ise içerdiği krom etkisinden dolayı kırmızı yansıma gösterirler. Işıklar kapatıldığında ise sentetik yakutlar farklı floresans gösterir.Doğal yakutlarda yansıma sönüktür.



Foto. 2.7.UV-lamba çeşitleri

2.2.5 Chelsea filtresi

Chelsea filtresi, beyaz ışığın içindeki yeşil rengi tutmaları bakımından önemli bir araçtır. Her süstaşı filtrede farklı tonlarda görünür.Chelsea filtresi genellikle zümrütü diğer yeşil renkli taşlardan ayırmak için kullanılır.Diğer yeşil taşlara tezat olarak çoğunlukla zümrüt ve sentetik zümrütler filtrede kırmızı görünür (Foto. 2.7).



Fotoğraf 2.8. Chelsea filtresi (sol); knoskoplu polariskop (İTÜ Gemoloji Lab., sağ)

Çizelge 2.3.Bazı kıymetli süstaşlarının Chelsea filitresi içindeki renkleri(<http://www.gemsecurity.de>)

Mineraller	Chelsea filitresi içindeki rengi
Ametisit	Kırmızımtırak
Akuamarin	Yeşilimsi
Aventurin	Kırmızımtırak
Kalsedon	Kırmızı
Enstatit	Yeşil
Fluorit	Kırmızımtırak
Cam (koyumavi)	Yeşilimsi mavi
Cam (kırmızı)	Kırmızımtırak
Cam (yeşil)	Yeşil
Jadeit	Yeşil

2.2.6 Sertlik

Minerallerin ayırt edici kimyasal özelliklerinden biri de sertliktir. Sertlik başlıca çizilme sertliği ve kesilme sertliği şeklinde iki türdür. Bir mineralin diğer bir mineral veya herhangi bir metal ile çizildiğinde gösterdiği dirence, çizilme; bir mineralin kesildiğinde gösterdiği dirence ise kesilme direnci adı verilir. Bunun yanında, bir mineralin çekiç veya taş darbesine karşı gösterdiği dirence sertlik yerine sağlamlık denir. Bu nedenle sertlik ve sağlamlık birbirine karıştırılmamalıdır. Mineraller içinde elmas en sert olduğu halde ve her maddeyi çizdiği halde sağlam değildir. Çünkü sert bir zemin üzerine düştüğü zaman parçalara ayrılır.1816 yılında Avusturalya'lı fizikçi Friedrich MOHS tarafından oluşturulan mohs sertlik sıkalası her mineralin kendi sertliğini ortaya koyar. Mohs kıyaslama için farklı sertlikte 10 mineral seçmiştir. Bu mineraller 1 den 10 a kadardır (bkz: 1.4.3 Sertlik). Bu serideki her bir mineral bir öncekini çizer, bir sonraki tarafından çizilir. Eşit sertlikteki mineraller birbirlerini çizmeyebilirler. 1 ve 2 çizme sertliğine sahip taşlar yumuşaktır. 3 den 6 ya kadar olan taşlar orta sertlikte, 6 nın üstündekiler serttir. Mohs sertliğinde 8 den 10 a kadar olan minerallerde mücevher taşları olarak tanımlanır. Minerallerin birbirlerini çizmesiyle oluşturulmuş skalada en üst sırayı 10 değeri ile elmas alır (Foto 2.8). Diğer fiziksel özellikleri gibi sertlikte minerallerin kristal yapıları ile doğrudan ilgilidir ve bağ kuvveti arttıkça sertlik paralel olarak artar. Minerallerin göreceli sertliklerinin saptanması tek başına yeterli bir yöntem olmayıp diğer yöntemlerden de yardım almalıyız.

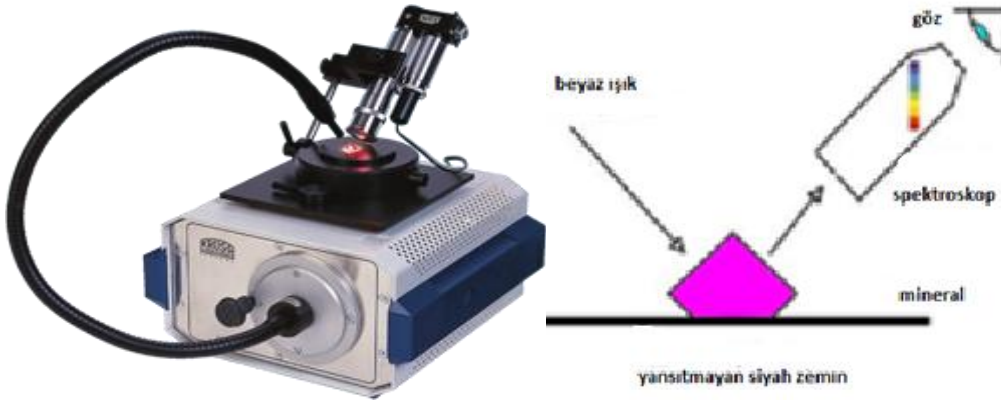


Fotoğraf 2.9. Moh's sertlik testinde kullanılan standart mineraller

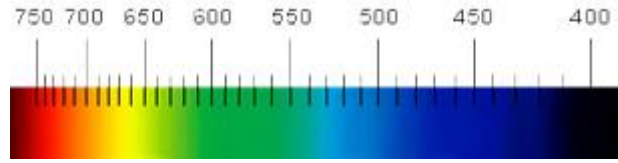
2.2.7 Spektroskop

Spektroskop, gemolojide kullanılan ölçüm cihazlarının en önemlilerinden biridir. Tanınması istenen mineral, beyaz bir ışık ile aydınlatılır. Prizma spektroskopu mineralden yansıyan ışığı bünyesinde kıymetli minerallere göre çeşitli renk-spektumu olarak gösterir (absorbsiyon dalga boyları). Bu spektrumla mineralleri tanıma imkanı sağlarız. Böylece bazı kıymetli taşlarla sentetik taşlar birbirlerinden ayırt edilebilmektedir.

Gemolojik ölçümler için, daha kolay ve basit ölçüm tekniği sunan prizmaspektroskopu tercih edilmektedir (Foto 2.8).



Süstaşı spektroskop KL14-1504



Fotoğraf 2.10. Prizma-Spektroskopu ve elde edilen renk-spektrumu
(<http://www.gemsecurity.de>)

2.2.8 Polariskop

İşlenmiş veya ham süstaşlarının kolay tanınmasını sağlayan bir yöntem. Bunun için gerekli olan iki polarizasyon filtresi. Süstaşı 360° dönme mekanizması olan iki filtre arasına konur ve minerallerin optik özellikleri gözlenir.

Mineraller optik özellikleri bakımından iki ana guruba ayrılır. Bunlardan ilki izotrop mineraller: Bunlar, kübik kristal sisteme dahil olan mineraller, amorf, cam, volkancamları (obsidiyen) ve kendisi anizotrop olduğu halde optik eksene dik kesitler. İkinci grup ise, anizotrop mineraller. Bunlarda kendi içerisinde detetragonal, heksagonal ve trigonal kristal sınıflarından oluşan optik tek eksenli; ortorombik, monoklinik ve triklinik kristal sınıflarından iki gruptan oluşan optik çift eksenli minerallerdir.

İzotrop mineraller iki polarizator mercek arasında 360° döndürüldüğünde her konumda karanlık kalır. Anizotrop mineraller veya çift kırılmalı mineraller 360° döndürülme esnasında 4 defa yanma-sönme özelliği gösterirler (c-kristalografik eksene dikkesitler izotrop gibi davranacağından, minerallerin değişik kesitlerinin gözlenmesi gerekir).



Fotoğraf 2.11. Polariskop çeşitleri (<http://www.gemsecurity.de>)

Çizelge 2.4. İzotrop mineraller (diğer mineraller anizotropdur; Ramdohr ve Strunz, 1978; Yenyol, 2009).	
Analcim	Granat
Kubic zirkonia	<i>Almandin</i>
Kuprit	<i>Andradit</i>
Elmas	<i>Grossular</i>
	<i>Hessonit</i>
	<i>Melanit</i>
	<i>Pyrop</i>
Fluorit	<i>Rhodolit</i>
Gahnit	<i>Spessartit</i>
	<i>Uwarowit</i>
	Hauyne
Cam	Melanit
<i>Moldavit</i>	Periklas
<i>Obsidian</i>	Pollucit
	Sfalarit
	Spinell

BÖLÜM III

ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Giriş

Kıymetli süstaşları, sertlikleri, optik özellikleri, mükemmel görünüşleri, parlaklıkları, renkleri bakımından diğer minerallerden farklıklar gösteren minerallerdir. Bunlar bilinen yaklaşık 3000 minerallerden 50 kadarını oluşturmaktadır. İnsanlar antik çağlarda olduğu gibi günümüzde de süs taşlarını koleksiyon, mücevher takı olarak, kişiye güç ve güzellik göstergesi ayrıca statünün göstergesi olarak kullanmışlardır. Hatta bazıları ise bunları sağlık amaçlı kullanmaktadırlar. Süstaşlarına olan aşırı talebi karşılayabilmek için laboratuvar ortamında sentetik olarak bilinen süstaşlarıda üretilmektedir.

3.1.1 Türkiye’de bulunan süstaşları

Anadolu süstaşları kültür mirası tamamen kendisine has özellikleri ile dünyada eş bulunmaz bir sentezdir. Gerek özgün olması ve gerekse farklı uygarlıkların bir araya gelmesiyle oluşmuş bir topluluğun sanat izlerini yansıtmaya bu eşsiz güzelliği yaratmıştır. Çağlar boyunca farklı kavimlerin göçlerine yurt olmuş Anadolu, dünyada sadece kendine ait olan değerli süs taşları ile adını ayrı bir yere taşımaya başarmıştır. Süs taşlarından oluşmuş takı, mühür ve çeşitli süs eşyaları Anadolu’daki şehir müzelerinde sergilenmektedir. Bazı süs taşlarının çıkarıldığı yerler ise aşağıda derlenmiştir (Dora vd, 1986; Candar, 2007, Hatipoğlu vd., 2010a, b; Çoban, , 2013, Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Türkiye’de bulunan süstaşları

Süstaşları	Türkiyede bulunduğu yerler
Opal	Eskişehir, Kütahya, Afyon, Ayvalık, Çanakkale, Bilecik
Agat	Ankara, Manisa, Afyon, Eskişehir, Konya, Çanakkale, Bursa, Bilecik
Kalsedon	Eskişehir, Bandırma, Adana, Çanakkale, İzmir, Manisa, Çankırı, Bursa, Yozgat
Ateş Opal	Kütahya
Obsidiyen	Nevşehir, Aksaray, Niğde, Kars
Oltutaşı	Erzurum
Diaspor	Muğla
Krizopras	Eskişehir, Çanakkale, Kütahya, Tokat, Çankırı
Ametist	Balıkkesir, Yozgat
Beril	Yozgat
Turmalin	Yozgat, Balıkkesir, Tokat, Çanakkale
Silisleşmiş ağaç	Ankara
Mercan	Ege, Marmaris
Akuamarin	Manisa, Bilecik
Zeberced	İzmir, Bolu, Tokat, Eskişehir, Bursa
Kehribar	Artvin
Kuvars	Muğla, Gümüşhane, Eskişehir, Konya, Bursa
Turkuaz	Erzurum
Jadeit	Bursa
Kemererit	Erzurum (Kop Dağı)
Granat(Almandin)	Menderes masifi
Dumanlı kuvars	Aydın(Çine,Koçarlı,Karacasu)
Oniks	Manisa(Demirci,Selendi)
Adularya(Aytaşı)	Aydın Çine

3.1.2 Diğer ülkelerde üretilen süstaşları

Elmas dışındaki kıymetli-yarı kıymetli süstaşı yatakları, dünyanın çeşitli yerlerinde binlerce yıldır bilinmekte ve işletilmekte ise de, bu yatakların boyutları ve rezervleri hakkında hiç bir sistematik değerlendirmeye gidilmemiştir. Bu nedenle de rezerv rakamları verilememektedir. Elmas dışı renkli kıymetli süstaşları rezervlerine sahip belli başlı ülkeler şunlardır (DPT, 2001):

- Afganistan (beril, yakut, turmalin),
- Avustralya (beril, opal, safir),
- Brezilya (agat, ametist, beril, yakut, safir, topaz, turmalin),
- Burma (beril, jadeit, yakut, safir, topaz),
- Kolombiya (beril, zümrüt, safir),
- Kenya (beril, granat, safir),
- Madagaskar (beril, pembe kuvars, safir, turmalin),
- Meksika (agat, opal, topaz),
- Sri Lanka (beril, yakut, safir, topaz),
- Tanzanya (granat, yakut, safir, tanzanit, turmalin),
- Zambiya (ametist, beril)

3.2 Önemli Bazı Süstaşlarının Gemolojik ve Mineralojik İncelenmeleri

Danışman Prof. Dr. İbrahim Çopuroğlu'na ait özel koleksiyonundan seçilen kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları (Çizelge 2.1) ile Niğde ili içerisinde ticaret yapan mücevher dükkanlarında satışa sunulan, kıymetli süstaşlarından yapılmış yüzük, kolye ve küpelerin "Gemoloji İnceleme Yöntemleri" uygulanarak, bunların mineralojik, gemolojik özelliklerin belirlenmesi ve tanıtılması gerçekleştirilmiştir.

Bu kapsamda elde edilen ölçüm değerleri, internet sitesindeki "Databank" formuna girilerek ilgili minerallerin tanımlanmaları yapılmıştır. Ayrıca, belirlenen bu özellikler

tablolar şeklinde sunulmuştur (Çizelge 3.2). Buna göre; incelenen kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları dört grup altında toplanmıştır.

- Organik: Kehribar
- Doğal elementler: Altın ve elmas
- Silikat grubu mineraller: Dağkuvars, ametisit, strin, kalsedon, akik, topas, zirkon, zümrüt, turmalin, lapis-lasuli, labradorit.
- Oksitler: Rubin, hematit
- Karbonatlar: Malahit, azurit, rodokrosit.
- Fosfatlar: Vanadinit, apatit
- Organik: Kehribar

Çizelge 3.2. Kıymetli süstaşlarının tesbit edilen bazı özelliklerine göre “databankta” aranması (<http://www.gemsecurity.de>)

The image shows a search form for gemstones. The form is set against a dark blue background. The search criteria are listed on the left, and the corresponding input fields are on the right. The criteria and their input fields are:

- Farbe** (renge) : * [dropdown menu]
- Härte** (sertliği) : [text input field]
- Dichte** (yoğunluğu) : * [text input field]
- Refraktor-Index** (refraktometre değeri) : * [text input field]
- Doppel-Brechung** (çift kırılma değeri) : * [text input field]
- Magnetisch** (manyetik özelliği) : * [dropdown menu]
- Strichfarbe** (çizgi rengi) : [dropdown menu]

At the bottom left, there is a button labeled **Suchen** (araştır).

3.2.1 Kehribar (amber) nedir?, nasıl tanınır?

Kehribar, yanan taş anlamında, fosilleşmiş ağaç reçinesidir. en eski bilinen kıymetli taşlardan olup, insanlığın yüzyıllardır inandığı şifa taşlarından biridir. Günümüzde de sevilen popüler takı ve sağlık amaçlı şifa taşı olarak değer taşımaktadır(<http://www.gemsecurity.de>).



Fotoğraf 3.1. Hakiki kehribarın içerisinde böcek ve bitki kalıntıları içeren kapanımlar bulunur (sol,<http://www.gemsecurity.de>; kehribar tesbih, çöpuroğlu)

Dünya genelinde yaklaşık 80 kehribar türü bilinmektedir. Bunlardan en tanınmışları Ostsee-kehribarı ve Dominic kehribarlarıdır. Renk çeşitleri sütlü beyazdan mavi yeşil ve siyaha kadar çeşitlilik göstermektedir. Almanya’ da en yaygın olanı kahverengi bal renkli Ostsee-kehribarıdır (Foto...). En sevileni ise, içerisinde böcek ve bitki parçaları gibi kapanımlar içeren türleridir.

3.2.1.1 Test yöntemleri

Elbette tüm değerli taşlarda olduğu gibi kehribarda da tanınması oldukça zor olan çok sayıda sahtelerine rastlanmaktadır.

O halde hakiki kehribarı sahtesinden nasıl ayırt edebiliriz ?

UV-Işık testi:

Kehribar UV ışık altında beyaz-mavi renginde olup, sahtelerinde bu renkler görülmez.

Statik elektriklenme:

Hakiki kehribarı yün ve ipek üzerinde sürtmekle statik elektriklenme sonucu kağıt parçalarını çekme özelliği kazanır. Bu özellik cam ve reçine türlerinde oluşmaz (plastik türlerinde görülebilir).

Isıtma testi:

Ateşte kızdırmış bir topluğne ile kehribar çizilirse tipik çam kokusu (iğneli ağaçlar) hissederiz. Plastik ve sentetik reçineler kimyasal koku yayarlar.

Yoğunluk testi:

Kehribar sahip olduğu 1.07 gr/cm^3 yoğunluğu ile tatlı suyun yoğunluğundan (1.00 gr/cm^3) ağırdır. Fakat tuzlu sudan hafiftir. 120 gr sofr tuzunu eriterek 1 lt musluk suyu ile karıştırılmış eriyikte hakiki kehribar yüzerken plastik türleri batar. Ayrıca, bilinen normal yoğunluk ölçümleriyle de hakiki kehribarların yoğunlukları tesbit edilebilir.

Kimyasal test:

Yumuşak bir bezi aseton veya sirke asidi ile ıslatılıp test edilen kehribarları buraya sürttüğümüzde (ovulduğunda), sahte kehribarların rengi bezi boyar, hakiki kehribarlarda renk değişikliği olmaz.

3.2.2. Doğal Elementler




Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca			
	Altın			
Sınıfı	Kubik sistem			
Kimyasal Formülü	Au, (Ag:%2-20), az (Cu,Bi, Hg)			
Renği	Altın sarısı ve sarının çeşitli tonlarında.gümüş içermesi ile renk tonu açılır.			
Sertlik	2,5-3	Yoğunluk	19,3	No: E 04
Kırılma	Düzensiz	Dilinim		
Kristalografi	Kübik			
Optik Özellikler	İzotrop			
Gemolojik Test	Ağır sıvıda özgül ağırlık tesbiti, refraktometre ölçümü,asitlere karşı dayanıklılık, sadece kralısu ve siyanürde çözünür.			
Tanınması	Sarı renkli sülfürlerden(özellikle pirit,kalkopirit,arsonopiritle) beraber bulunur. ve sarı renkli bozuşmuş mika pullarından;dövülebilmesi,nitrik asitle çözünmemesi ve yüksek özgül ağırlığı ile tanınır.			
Bulunması	Başlıca silisli magmatik kayalarda, hidrotermal damarlarda, kuvars damarlarında, sedimanter olarak da dere ve sahil kumları içerisinde doğal element olarak bulunur.			
Kullanımı	Varolan altının çoğu külçe halinde olup uluslararası ödemeler için kullanılır. Diğer kullanım alanları ise ziynet eşyası, bilimsel alet yapımı, elektrokaplama, levha ve diş hekimliğidir.			
Kaynaklar	Yeniol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
http://www.resimbul.com/bileklik http://verilobi.com/				




Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca		
	Elmas - Diamond - Diamant		
Sınıfı	Doğal Element		
Kimyasal Formülü	C (karbon)		
Rengi	Genellikle açık sarı ve renksizdir. Ayrıca açık kırmızı, portakal, yeşil, mavi ve kahve tonlarda olabilir.		
Sertlik	10	Yoğunluk:	3,52
Kırılma	konkoidal	Dilinim:	(111) mükemmel
Kristalografi	Kübik sistemdedir.		
Optik Özellikler	İzotropur, Kırılma indeksi: 2.4175-2.4178		
Gemolojik Test	Ağır sıvıda yoğunluk, polariskop, refraktometre ölçümleri.		
Tanınması	Elmas yüksek sertliği elmas cilası ve dilinimi ile benzerlerinden ayırt edilir.		
Bulunması	Kimyasal reaksiyonlara katılmaması, yüksek sertliği ve oldukça yüksek özgül ağırlığından dolayı alüvyal çökellerde bulunur.		
Kullanımı	Elmas kırıntıları cam kesmek için,ince elmas tozu elmas ve diğer mücevheri aşındırmak ve parlatmak için kullanılır.Elmas tozu kaplı disklerden taşların ve sert malzemelerin kesilmesinde yararlanır.Sertliğinden dolayı endüstriyel aletlerde kullanılması açısından büyük önem kazanmıştır.		
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.		
			
http://www.onikibilgi.com http://www.zerger.com.tr			

3.2.3 Silikat Grubu Mineraller

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Kuvars - Quartz - quartz			
Sınıfı	Tektosilikatlar			
Kimyasal Formülü	SiO ₂			
Rengi	Genellikle renksiz, bazen beyaz; şeffaf-yarı şeffaf			
Sertlik	7	Yoğunluk:	2,70	No: Si 20
Kırılma	midye	Dilinim:	Yok	
Kristalografi	trigonal, α- kuvars (573 C° heks.), β-kuvars (870 C°,heks.), tridimit (1470C°,heks.), kristobalit (1720C°, kubik), diheks. Dipiramidal,			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli (+), Elong (+), Sönme: dalgalı sönme, n _Δ = 0.009 n _e =1,553 n _o =1,544			
Gemolojik Test	Polariskop, özgül ağırlık ve refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Kristal şekli, camsı görünümü, sertliği, konkoidal kırılması, yüzeyinde kertikli enine çizgiler, dilinimi yok			
Bulunması	Doğada yaygın olarak rastlanan minarelerin başında gelir. Magmatik metamorfik, özellikle granit ve gnayslarnın. sedimanter kayaların olağan bileşenidir. Kuvartislerin ana bileşeni olan kuvars, birçok cevherleşmenin de gang minerali olarak bulunur.			
Kullanımı	Süs taşı olarak, piro, peso elektriklenme özelliği nedeniyle elektirik, cam ve seramik sanayilerinde hammadde olarak kullanılmaktadır.			
Kaynaklar	Yeniol,M.,2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			






Adı	Türkçe - İngilizce-Almanca Strin - Citrine - Citrin			
Sınıfı	Tektosilikat			
Kimyasal Formülü	SiO ₂			
Rengi	Sarı			
Sertlik	7	Yoğunluk:	2,65-2,69	No: Si 30
Kırılma	midye	Dilinim:	Yok	
Kristalografi	trigonal, α- kuvars (573 C° heks.), β-kuvars (870 C°,heks.), tridimit (1470C°,heks.), kristobalit (1720C°,tetragonal-kubik), diheks. Dipiramidal,			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli (+) , Elong: (+) , Sönme: dalgalı sönme, n _Δ = 0.009 ne=1,553 no=1,544			
Gemolojik Test	Polariskop, özgül ağırlık ve refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Tipik sarı rengi, sertlik, yoğunluk, cam görünümü, yüzeyinde kertikli boyuna çizgiler			
Bulunması	Hidrotermal damarlarda, pegmatitler içerisinde, asitik kökenli tüm kayalar içerisinde.			
Kullanımı	Sütaşı olarak çok değerlidir.			
Kaynaklar	Yeniol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
 				
http://www.fantasiajewellery.com.tr / http://blog.siriuspirlanta.com				




Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Ametist - Amethyst - Amethyst			
Sınıfı	Tektosilikatlar			
Kimyasal Formülü	SiO ₂			
Rengi	Mor renkli bir kuvars türü. Rengi eser miktarda içerdiği demir mineralinden gelir.			
Sertlik	7	Yoğunluk	2,65-2,69	No: Si 7
Kırılma	Konkoidal	Dilinim:	Yok	
Kristalografi	Düşük kuvars trigonal, yüksek kuvars hegzagonal.			
Optik Özellikler	Anizotrop , Optik tek eksenli (+) , n _Δ = 0.009 ne=1,553 no=1,544			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü ve özgül ağırlık ayrıca ametisit Chesea Filtresinde kırmızımtırak bir renkte görülür.			
Tanınması	Rengi oldukça belirgindir.			
Bulunması	Granitlerde ve granit pegmatitlerde ana mineral bileşimidir.			
Kullanımı	Ametist, kuvars ailesinden mor ya da mavi-mor renkli bir taştır. Asırlar boyunca değişik uygarlıklarda sevgi ve beğeniyle kullanılmış.			
Kaynaklar	Yeniol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980).			
 				
http://www.myragold.com http://www.hazinem.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Kalsedon - Chalcedony - Chalzedon			
Sınıfı	Tektosilikat			
Kimyasal Formülü	SiO ₂			
Rengi	Yarı şeffaf gri ve beyazdır			
Sertlik	7	Yoğunluk :	2,65-2,69	No:
Kırılma	Parçalı	Dilinim:	Yok	
Kristalografi	Düşük kuvars trigonal, yüksek kuvars hegzagonal. Kristaller genellikle prizmatik ve prizma yüzeyleri yatay çiziklidir.			
Optik Özellikler	Anizotrop , Optik tek eksenli (+) n _Δ = 0.009 n _e =1,553 n _o =1,544			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü, özgül ağırlık ve ayrıca Chelsea Filtresi içindeki rengi kırmızıdır.			
Tanınması	Cam cilası, diliminin olmaması, konkoidal kırık yüzeyi ve kristal formu ile tanınır			
Bulunması	Granitlerde ve granit pegmatitlerde ana mineral bileşenidir. Hidrotermal ve cevher mineraller içeren damarlarda en yaygın gang türüdür.			
Kullanımı	Kalsedon, kuvars ailesinin üyesi bir taştır. Şeffaf, yarı şeffaf veya donuk olabilir. Salkım şeklinde sarkıtlar halinde ve kaya oyuklarının astarlarında oluşur. Bazı zamanlar küçük bir miktar Opal içerir.			
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
http://aragec.com/kalsedon.html http://www.sertmineralstones.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Akik - Agate - Achat			
Sınıfı	Tektosilikatlar			
Kimyasal Formülü	SiO ₂			
Rengi	En bilinen ve bulunan rengi ateş kırmızısıdır. Doğada daha az bulunmakla birlikte siyah, beyaz, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kahverengi olanları da vardır.			
Sertlik	7	Yoğunluk:	2,65-2,69	No: Si 1
Kırılma	konkoidal	Dilinim:	Yok	
Kristalografi	Hegzagonal			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli (+), n _Δ = 0.009 ne=1,553 no=1,544			
Gemolojik Test	Refraktometre, özgül ağırlık ve polariskop ölçümleri.			
Tanınması	Akik, kalsedon kuvarsının bir türü olan yarı saydam mineraldir.			
Bulunması	Magmatik ve metamorfik kayalarda bulunur.			
Kullanımı	Süstaşı olarak oldukça önemlidir.			
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
http://www.tesbihcibaba.com.tr				




Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Zümrüt - Emerald - Smaragd			
Sınıfı	Siklosilikatlar-Siklo silikat			
Kimyasal Formülü	$Be_3Al_2SiO_6$			
Rengi	Renksiz, beyaz, açık yeşil, mavimsi yeşil, yeşilimsi sarı, pembemsi turuncu; Koyu ve parlak yeşil olanına "Zümrüt" mavimsi gri olanına "Akuamarin", sarı renkli olanına ise "Margarit" adı verilir; Şeffaf-yarı şeffaf			
Sertlik	7,50	Yoğunluk:	2,64-2,73	No: Si 37
Kırılma		Dilinim:	(0001)belirsiz	
Kristalografi	Hegzagonal			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli			
Gemolojik Test	Ağır sıvıda yoğunluk testi ve ayrıca sentetik zümrütler uzun dalga UV ışığı altında güçlü kırmızı floresans gösterirken, doğal zümrütler göstermezler. Chelsea Filtresinde zümrüt kırmızı renkli görülür.			
Tanınması	Kristal formu, rengi, sertliği. Berlin bir çeşididir.			
Bulunması	Granit pegmatitlerde, biyotit şistlerde, grayzenlerde ve pnömatolik hidrotermal damarlarda oluşur.			
Kullanımı	Dünyanın en kıymetli taşlarından biri olan Zümrütler efsanelerin taşıdır.			
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
 				
http://www.robertopirlanta.com http://www.ozgurenerji.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Topaz - Topaz - Topas			
Sınıfı	Silikatlar-Nezosilikatlar			
Kimyasal Formülü	Al ₂ [(SiO ₄ F ₂)]			
Rengi	Renksiz,beyaz,gri,mavimsi,yeşilimsi,sarımsı,sarıkahverengi,turuncu,pembemsi,kırmızımsı;şeffaf-yarı şeffaf			
Sertlik	8	Yoğunluk:	3,56-3,60	No: Si 34
Kırılma	Alt konkoidal	Dilinim:	(001)mükemmel	
Kristalografi	Ortorombik			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik çift eksenli (+) , n _Δ = 0.009 ne=1,619 no=1,627			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü, polariskop ve sertlik			
Tanınması	Kristal formu, sertliği, yüksek özgül ağırlığı, kristalleri ve bazal dilinimi ile tanınır.			
Bulunması	Topaz tipik olarak granit pegmatitlerde, riyolitlerde ve kuvars damarlarında oluşur. Ayrıca flor içeren çözeltilerle bozunmuş granitlerde flüorit, turmalin, apatit, beril ve kassiteritle birlikte bulunur.			
Kullanımı	Mücevher taşı olarak kullanılır. Kuvarsın sitrin çeşidinden ayırt etmek için değerli topaz adıyla anılır. Taşlar renksiz, şarap sarısı, sarımsı kahve, soluk mavi ve pembe renklerde olabilirler.			
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
www.stallandkessler.com/files/htrb/precioustopaz.jpg http://www.ozgunresimler.com/				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Olivin - Zeberced - Zeberced			
Sınıfı	Nezosilikatlar			
Kimyasal Formülü	(Mg, Fe)SiO ₄			
Rengi	Soluk sarımsı yeşil, zeytin yeşili arasındadır.			
Sertlik	6,5-7	Yoğunluk:	3,27-4,37	No:
Kırılma	konkoidal	Dilinim:	(010)mükemmel (100)belirsiz	
Kristalografi	Kristalleri, prizma, pinakoidal ve dipiramit kombinasyonunda meydana gelir.			
Optik Özellikler	Kırılma indeksi: 1.635-1.772 eksenli (+)			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Genellikle cam cilası konkoidal kırık yüzeyi yeşil rengi ve taneli oluşu ile ayırt edilir.			
Bulunması	Olivindir. Gabro peridotit ve bazalt gibi koyu renkli magmatik kayalarda plajyoklastlar ve piroksenler ile birlikte bulunur.			
Kullanımı	Süstaşı olarak kullanılmaktadır.			
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
				
http://www.mistikalem.com http://www.dunyadogaltas.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca			
	Turmalin - Tourmaline - Turmalin			
Sınıfı	Siklosilikatlar Siklo silikat			
Kimyasal Formülü	$\text{Na}(\text{Mg,Fe,Li,Al,Mn})_3\text{Al}_6(\text{BO})_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH,F})_4$			
Rengi	Genellikle siyah ve mavimsi siyah; Renksiz, mavi, pembe, yeşil; şeffaf ,opağa yakın. Demir içeriği yüksek olanlar siyah renkli, daha düşük ve demirli olamayanlar, renksiz kahve, mavi, sarı, yeşil veya pembe renklidirler.			
Sertlik	7,25	Yoğunluk:	3,05-3,12	No: Si 33
Kırılma	Konkoidal	Dilinim:	Çok zayıf	
Kristalografi	Trigonal			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli (-) , $n\Delta= 0.020$ $n_e=1,657$ $n_o=1,677$			
Gemolojik Test	Refraktometre ve polariskop ölçümü.			
Tanınması	Genellikle yuvaklaşmış üçgen kesitli kristalleri ve konkoidal kırık yüzeyi ve yüzeylerinde düşey çizgileri ile tanınır.			
Bulunması	Granit pegmatitlerde granitlerde, çeşitli şist ve gnays türlerinde bulunabilirler.			
Kullanımı	Pozitif ve negatif kutuplara sahip, elektriksel özellikleriyle (piezopiroelektriklenme) çok değişik ve olağandışı bir taştır. Çeşitli renklerde ve karışık renk biçimlerinde bulunan cinsleri vardır. Mücevher ve süs eşyası yapımında çokça tercih edilen bir süstaştır.			
Kaynaklar	Yeniyoğlu, M, 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980).			
 				
http://turmalin.dk/?p=740				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Labradorit - Labradorite - Labradorit			
Sınıfı	Tektosilikatlar - Feldispat grubu			
Kimyasal Formülü	CaNa(Al,Si)AlSi2O8			
Rengi	Siyah, kırmızı, sarı, turuncu, yeşil tonlarına sahiptir ve kendine has Labradoresans denilen parlaklığı vardır.			No:
Sertlik	6-6,5	Yoğunluk:	2,50-2,60	
Kırılma	Konkoidal için düzensiz	Dilinim:	(001)mükemmel-(010)iyi-(110)farklı	
Kristalografi	Triklirik			
Optik Özellikler	Kırılma indeksi : 1.554- 1.573 tek eksenli (+)			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Rengi belirgindir.			
Bulunması	Labradorit, magmatik kayalarda, kayaç yapıcı primer minerallerin fenokristalleşerek ara tip plajiolokları oluşturması yani bazik pegmatitlerin cevherleşmesi ile meydana gelir.			
Kullanımı	Süstaşı olarak kullanılmaktadır.			
Kaynaklar	YeniyoI,M2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
http://www.kenzay.com http://www.bakimliyiz.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Lapis lasuli - Lapis lazuli - Lapis lazuli			
Sınıfı	Silikat (Feldspatoid)			
Kimyasal Formülü	$(Na,Ca)_8(SO_4,S,Cl)_2(AlSiO_4)_6$			
Rengi	Mat mavi, bulanık görümlü			
Sertlik	5-5,5	Yoğunluk:	3-3,1	No: F 2
Kırılma	Konkoidal	Dilinim:		
Kristalografi	Kubik (heksakistetraedrit)			
Optik Özellikler	İzotrop,			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü ve polariskop.			
Tanınması	Kristallerin belirgin olmadığı durumlarda optik veya kimyasal testler olmaksızın diğer mavi renkli minerallerden ayırt edilmesi güçtür. Pirit kapaçları içerir			
Bulunması	Kontakt metamorfik kireçtaşlarında			
Kullanımı	Yarı değerli bir mücevher mineralidir.			
Kaynaklar	Yeniyol, M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
 				
http://www.juwelo.fr https://www.withfriendship.com				




Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Granat - Granate - Granat			
Sınıfı	Nezosilikat			
Kimyasal Formülü	$Ca_3Al_2[SiO_4]_3$			
Rengi	Başlıca kırmızı ayrıca kahve, sarı, beyaz, yeşil ve siyah olmak üzere değişik renklerde olabilir.			
Sertlik	6,5-7,5	Yoğunluk:	3,5-4,3	No: Si 15
Kırılğan		Dilinim:		
Kristalografi	Kübik			
Optik Özellikler	Kübik sistemde			
Gemolojik Test	Refraktometre ve polariskop ölçümü.			
Tanınması	Granatlar genellikle karakteristik izometrik kristalleri, sertlikleri ve renkleri ile tanınırlar.			
Bulunması	Bazı metamorfik kayalarda bol, bazı magmatik kayalarda aksesuar bileşen olarak bulunan bir mineraldir. Karakteristik olarak mikaşist, hornblend şist ve gnaylarda bulunur.			
Kullanımı	En değerli granat türü Demantoid olarak da adlandırılan andradittir. Granat olağan dışı köşeli kırıkları ve yüksek sertliği nedeniyle abrazif olarak kullanılan bir malzemedir.			
Kaynaklar	Yeniyol, M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
https://sites.google.com/http://www.diamondwave.com				


Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca		
	Zirkon - Zircon - Zirkon		
Sınıfı	Nezosilikatlar		
Kimyasal Formülü	$ZrSiO_4$		
Rengi	Genellikle kahvenin tonlarındandır. Renksiz, gri, yeşil ve kırmızı renkli olurlar.		
Sertlik	7,5	Yoğunluk:	4,0-4,65
Kırılma	konkoidal	Dilinim:	(110)zayıf,(111)belirsiz
Kristalografi	Tetragonal		
Optik Özellikler	İzotrop, Optik tek eksenli (+), $n\Delta=0.062$ $n_e=1,990$ $n_o=1,930$		
Gemolojik Test	Refraktometre ve polariskop ölçümü.		
Tanınması	Genellikle karakteristik kristalleri, rengi, cilası, sertliği ve yüksek özgül ağırlığı ile tanınır.		
Bulunması	Özellikle granit, granodiyorit, siyenit monzonit, ve daha çok nefelin siyenitlerde bulunur.		
Kullanımı	Mücevher olarak kullanılan taşların en ünlüsü olan Zirkon, tamamen renksiz olabildiği gibi, kahverengi, yeşil, kırmızı ve sarı da olur. Zirkon aynı zamanda Zirkonyum elementinin de başlıca kaynağıdır.		
Kaynaklar	Yeniol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.		
 			
http://onurinci.com/zirkon http://www.resimbul.com			

Adı	Türkçe - İngilizce -Almanca Yeşim - Jade - Jade			
Sınıfı	İnosilikatlar			
Kimyasal Formülü	NaAlSi ₂ O ₆ –jadeit Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂ –nefrit			
Rengi	Elma yeşili ile zümrüt yeşili arası veya beyaz renklidir.			
Sertlik	6,5-7	Yoğunluk:	3,3-3,5	No:
Kırılma	Kıymık şeklinde	Dilinim:	(110)iyi	
Kristalografi	Monoklinik-prizmatik			
Optik Özellikler	Çift eksenli (+) K. indeksi : 1,654 -1,693			
Gemolojik Test	Chelsea Filtresinde içindeki rengi yeşildir.			
Tanınması	Yeşil rengi, dayanıklı ve kompakt lifli agregaları karakteristik özelliklidir. Nefrit parlatılmış yüzeyi yağ cilalıdır.			
Bulunması	Sadece metamorfik kayalarda bulunur. Yüksek basınç düşük sıcaklık koşullarında oluşur.			
Kullanımı	Süstaşı olarak oldukça önemlidir.			
Kaynaklar	Yeniol,M2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
http://blog.milliyet.com.tr/yesim-tasi http://www.myragold.com				

3.2.4 Oksit Grubu Mineraller

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca			
	Hematit - Hematite - Hematit			
Sınıfı	Oksitler			
Kimyasal Formülü	Fe ₂ O ₃			
Rengi	Kan taşı olarak da bilinen hematitin en yaygın rengi kırmızıdır-kahverengidir. Ayrıca siyahtan griye, sarıdan kahverengine kadar içerdiği diğer kayalardan ötürü farklı renkler de bulunur.			
Sertlik	5,5-6,5	Yoğunluk:	5,26	No: O1
Kırılğan	Düzensiz,parçalı	Dilinim:	Yok	
Kristalografi	Trigonal			
Optik Özellikler	Optik tek eksenli (-) , Kırılma indeksi : 2.87 -3.22			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Kırmızı çizgi rengi ve sertlik, kristal şekli ayırıcı özellikleridir.			
Bulunması	Yaygın olarak bulunan hematit, önemli bir demir mineralidir. Hidrotermal damarlarda ve magmatik kayalarda aksesuar minerali olarak bulunabilir. Volkanik kayalarda, birçok metamorfik kayada ,kontakt metamorfik yataklarda, birincil veya ikincil olarak sedimanter kayalarda yaygın olarak oluşabilir.			
Kullanımı	Çelik üretimi için yararlanılan en önemli demir cevheridir. Siyah kristalleri mücevher olarak yontulabilir.			
Kaynaklar	Yeniol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
 				
http://gizliliimler.tr http://durmaplay.com.tr				




Adı	Türkçe - İngilizce -Almanca Safir -Sapphire - Saphir(Korund)			
Sınıfı	Oksitler			
Kimyasal Formülü	Al ₂ O ₃			
Rengi	Rengi kahve,pembe veya mavi tonlarda. Korundun kırmızı rengi hariç tüm renklerine safir denir. Yakut, kırmızı renkli mücevher korundur.			
Sertlik	9	Yoğunluk:	4,2	No: O 13
Kırılma		Dilinim:	(0001) (1011) iyi	
Kristalografi	Trigonal. Kristalleri genelde tablamsı veya prizmatik. Şeritli görünüşlü heksagonal dipiramitler halinde gözlenirler.			
Optik Özellikler	Optik tek eksenli (-) , n _Δ =0,009 n _e = 1,760 n _o =1,769			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü, polariskop ve yüksek sertlik			
Tanınması	Yüksek sertliği, parlak cilası, özgül ağırlığı ve yarılmaları karakteristik özellikleridir.			
Bulunması	Korund, kristalen kreçtaşı, mikaşist ve ganyıslar gibi bazı metamorfik kayalarda aksesuar mineral, siyenit ve nefelin siyenit gibi magmatik kayalarda birincil bileşen olarak bulunur.			
Kullanımı	Dünyanın en pahalı ve değerli taşları arasında bulunan safirler, sert ısılara dayanıklı ve muhteşem mavi renkte ve beyaz damarlı olurlar. Dünya yüzünde en değerli ve ünlü Safirler Hindistan'dan çıkmışlardır. Mohs ölçeğine göre Safir Elmaştan sonra gelen sertlik derecesine sahiptir.			
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
 				
http://www.mydiamond.com.tr http://www.europirlanta.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Yakut - Ruby - Rubin			
Sınıfı	Oksitler			
Kimyasal Formülü	Al ₂ O ₃			
Renği	Kahve, pembe veya mavi tonlarda ayrıca renksiz olabilir. Yakut, kırmızı renkli korunddur.			
Sertlik	9	Yoğunluk:	4,02	No: O 4
Kırılma	konkoidal	Dilinim:	mükemmel	
Kristalografi	Trigonal			
Optik Özellikler	İkizlenme			
Gemolojik Test	Refraktometre, UV ışık altında yansıma sönüktür, floresans özelliği göstermez.			
Tanınması	Yüksek sertlik, yoğunluk ve yarılmaları ile tanınır.			
Bulunması	Kristalen kreçtaşı, mikaşist ve gnays gibi bazı metamorfik kayalarda aksesuar mineral, siyenit ve nefelin gibi magmatik kayalarda birincil bileşen olarak bulunur.			
Kullanımı	Koyu kırmızı yakut zümrülden sonra gelen en değerli mücevher taşıdır.			
Kaynaklar	Yeniyol, M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
 				
http://www.taslar.net/yakut http://evlilik.erospirlanta.com				

3.2.5 Sulfidler



Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Pirit - Pyrite - Pyrit			
Sınıfı	Sülfürler			
Kimyasal Formülü	FeS ₂			
Rengi	Metalik pirinç sarısı, karardığı zaman daha koyu olabilir.			
Sertlik	6-6.5	Yoğunluk:	5,02	No: Sü 11
Kırılma	Konkoidal, düzensiz	Dilinim:	(100)belirsiz	
Kristalografi	Kübik			
Optik Özellikler	Kübik			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Daha soluk renkli ve daha sert olmasıyla kalkopiritten ayrılır. Kırılma ve sertliği bakımından ayırıcı özelliğidir.			
Bulunması	Pirit, yaygın olan bir sülfür mineralidir. Magmatik ayrışma ile oluşabilir. Magmatik kayalarda, kontakt metamorfik yataklarda, hidrotermal damarlarda, birincil ve ikincil olarak bazı sedimanter kayalarda bulunur. Hem düşük hemde yüksek sıcaklıklarda oluşur.			
Kullanımı	Üzerinde altın rengi benekler oluşmuş çok güzel ve değişik görünümde bir taştır. Kristalografik şekilleri nedeniyle koleksiyoncular tarafından aranan ve sevilen bir cevher mineralidir. Genellikle birlikte bulunan altın ve bakır için işletilir. Oksitli demir yatakların bulunmadığı ülkelerde demir cevheri olarak yararlanılır.			
Kaynaklar	Yeniol, M2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980).			
				
http://www.kenzay.com				



3.2.6 Karbonatlar

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Malahit - Malachite - Malachit			
Sınıfı	Karbonatlar			
Kimyasal Formülü	$Cu_2CO_3(OH)_2$			
Rengi	Parlak yeşil, siyahımsı yeşil; yarı şeffaf-opak			
Sertlik	3.5-4	Yoğunluk:	3,9-4,03	No: K 7
Kırılma		Dilinim:	mükemmel	
Kristalografi	Monoklinik			
Optik Özellikler	Optik çift eksenli (-) , Kırılma indeksi : 1.655 – 1.902			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Rengi, böbreğimsi formu ve HCl'de çözünürlüğü			
Bulunması	Malahit, bakır yataklarının oksidasyon zonunda oluşan ikincil kökenli tipik bir mineraldir. Azurit, kuprit ve bakır ile birlikte bulunur. Topluluk oluşturduğu diğer mineraller kalsit, krizokol ve limonittir.			
Kullanımı	Süs taşı olarak değerlidir, mücevher taşı olarak kullanılır. Cu cevheri olarak ekonomik önemi azdır.			
Kaynaklar	Yeniyol,M 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
				
http://www.bv-krystal.dk http://tr.aliexpress.com				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Rodokrosit-Rhodocrosite-Rodokrozt			
Sınıfı	Karbonatlar			
Kimyasal Formülü	MnCO ₃			
Rengi	Pembe ile kırmızı tonlarında ayrıca açık pembe ile koyu kahve arasında olabilir.			
Sertlik	3,5-4,0	Yoğunluk	3,5-3,7	No: K 8
Kırılma		Dilinim	mükemmel	
Kristalografi	Trigonal			
Optik Özellikler	Optik tek eksenli (-), kırılma indeksi: 1,816 - 1,597			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü ve polariskop			
Tanınması	Pembe rengi ve romboedral dilinimi karakteristiktir. Sıcak HCl de köpürerek çözünür.			
Bulunması	Oldukça seyrek bir mineraldir Hidrotermal damarlarda Ag,Pb,Cu ve diğer Mn mineralleri ile birlikte bulunur. Güzel bantlı rodokroztler süs ve dekoratif amaçlar için işletilirler.			
Kullanımı	Önemsiz bir mn cevheridir.Az miktarlarda da süstaşı amacıyla kullanılır.			
				
https://kenzay.com http://www.meska.hu				

3.2.7 Fosfatlar-Vanadatlar

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca Vanadinit - Vanadinite -			
Sınıfı	Vanadatlar			
Kimyasal Formülü	$Pb_5(VO_4)Cl$			
Renği	Yakut kırmızısı, turuncu kırmızı, kahve veya sarı. Saydam veya bulanık			
Sertlik	3	Yoğunluk:	6,9	No: F 3
Kırılğan		Dilinim:		
Kristalografi	Heksagonal			
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli (-)			
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.			
Tanınması	Kristal formu, parlak cilası ve yüksek özgül ağırlığı ile tanınır.			
Bulunması	Kurşun damarlarının oksidasyon zonunda diğer ikincil kurşun mineralleri ile birlikte bulunan ikincil ve seyrek bir mineraldir.			
Kullanımı	Bir vanadyum kaynağı ve aynı zamanda önemsiz bir kurşun cevheridir. Vanadyum çelik sertleştirici bir metaldir.			
Kaynaklar	Yeniol, M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.			
				
http://www.fossilien.de http://www.jewel.ru				

Adı	Türkçe - İngilizce - Almanca		
	Apatit - Apatite -		
Sınıfı	Fosfatlar		
Kimyasal Formülü	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)		
Rengi	Genellikle yeşil veya kahve tonlarında ayrıca mavi,mor veya renksizde olabilir.Saydam veya yarı saydamdır..Cam veya yarı reçine cilalı.		
Sertlik	5	Yoğunluk:	3,15-3,2
Kırılma		Dilinim:	(0001)
Kristalografi	Heksagonal		
Optik Özellikler	Anizotrop, Optik tek eksenli (-)		
Gemolojik Test	Refraktometre ölçümü.		
Tanınması	Kristalleri, rengi ve sertliği ile tanınır.		
Bulunması	Çeşitli kayalarda aksesuar ve saçılmış olarak bulunur. Ayrıca pegmatitlerde ve muhtemelen hidrotermal damarlarda,titanlı magnetitlerde ve bazen alkali kayalarda büyük yataklar veya damarlar halinde bulunur. Bunlardan başka apatit metamorfik kayalarda da bulunabilmektedir.		
Kullanımı	Kristalize apatit gübre kaynağı olarak kullanılmıştır. Ayrıca fosforik asit üretiminde, deterjanlarda, bazı böcek ilaçlarında, diş macunlarında ve bazı plastik maddelerin yapımında kullanılmaktadır.		
Kaynaklar	Yeniyol,M., 2009. Philipsborn, 1967; Börner, 1980.		
			
https://www.skielka-designschmuck.de http://www.sashe.sk			

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

Yükseklisans tez çalışması kapsamında, Danışman Prof. Dr. İbrahim Çopuroğlu'na ait özel koleksiyonundan seçilen kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları ile Niğde ili içerisinde ticaret yapan mücevher dükkanlarında satışa sunulan, kıymetli süs taşlarından yapılmış yüzük, kolye ve küpelerin “Gemoloji İnceleme Yöntemleri” uygulanarak, bunların mineralojik, gemolojik özelliklerin belirlenmesi ve tanıtılması gerçekleştirilmiştir.

Gemoloji, doğası itibarıyla değerli, gerekli güzelliğe, dayanıklılığa sahip, iyi parlatılabilen ve bunu muhafaza edebilen ender bulunur nitelikte, ziynet eşyası olarak mücevhercilikte veya dekoratif amaçlı kullanılacak boyuttaki değerli taşları kapsar. Kesilebilme, parlatılabilme, ışık yansıtma, ışık kırma gibi özellikler de taşların değerini belirler. Değerli taşlar inorganik veya organik kökenlidirler.

Laboratuvarlarımızda değerli taşların tanımlanması için aşağıda “Gemoloji İnceleme Yöntemleri” kullanılmıştır.

- (1) Sertlik
- (2) Dilinim, kırılma yüzeyi ve çizgi rengi
- (3) Işığın kırma indisi
- (4) Spektroskopi
- (5) Polarizasyon ve dikroizma
- (6) Özgül ağırlık
- (7) Renk.
- (8) Parlaklık

Bu kapsamda elde edilen ölçüm değerleri, internet sitesindeki (<http://www.gemsecurity.de>)

“Databank” formuna girilerek ilgili minerallerin tanımlanmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, belirlenen bu fiziksel özellikler tablolar şeklinde sunulmuştur. Buna göre; incelenen kıymetli ve yarı kıymetli süstaşları yedi grup altında toplanmıştır.

- Organik: Kehribar
- Doğal elementler: Altın ve elmas
- Silikat grubu mineraller: Dağkuvars (pembe kuvars, siyah kuvars), ametisit (mor kuvars), strin (sarı kuvars), kalsedon, akik, topas, , pembe turmalin, olivin (zeberced), labradorit, lapis-lasuli, granat, yeşim (jadeit), zirkon.
- Oksitler: Hematit, safir, rubin
- Sülfürler: Pirit
- Karbonatlar: Malahit, azurit, rodokrosit.
- Fosfatlar-Vanadatlar: Vanadinit, apatit

KAYNAKÇA

- Arem, J.E. Color Encyclopedia of Gemstones. *NY: 2nd Ed., Van Nostrand Reinhold Co*, 1987.
- Benjamin, J. Antique jewellery. *Woodbridge: Antique Collectors' Club*, 2003.
- Bingöl, I. Anadolu Medeniyetleri Müzesi; Antik Takılar. *Ankara: TC Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Gen. Müd.*, 1999.
- Boenigk, W., Schwermineralanalyse, *Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart*, 1983.
- Bordaz, J. Tolls of the Old and New Stone Age. *NY: Dover*, 1970.
- Börner, R., Welcher Stein ist das. Mineralien-Edelsteine-Gesteine, *Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde Frankh'sche Verlagshandel, Stuttgart*, 1980.
- Branigan, K. Aegean Metalwork of the Early and Middle Bronze Age. *London: Oxford Pub*, 1974.
- Candar, T. M., Batı ve Orta Anadolu'dan bazı potansiyel gemolojik örnekler ve jeolojik konumlar, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, doktora tezi, 2007.
- Collon, D. Materials and Techniques of Ancient Near Eastern Cylinder Seals In: Hackens, T., Moucharte, G, (eds) technology and analysis of ancient gemstones. *Strasbourg: PACT*, 1989.
- Cullity, B. D., X ışınlarının Difraksiyonu, (Çev. A. Sümer), *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 1996.
- Çoban, E., Karya bölgesi (Muğla) antik süstaşlarının mineralojik ve gemolojik açıdan araştırılması ve bölgedeki mineral ve kayaçlarla ilişkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, yüksek lisans tezi, 2013.
- Çiftçi K. C. Süs Taşı İşlemciliği Ders Notları. *Muğla Üniversitesi Milas Sıtkı Koçman Meslek Yüksek Okulu* 2002.
- Devlet Planlama Teşkilatı, *Süstaşları Envanteri*, 2001.
- Dora, O.Ö., Kun, N. and Savaşçın, M.Y., Menderes masifinde bir soy mineral: Diaspor. *E.U. Journal of Science Faculty* 8, 69–80 (in Turkish), 1986.
- Evans, R.C., Einführung in die Kristallchemie, *Walter de Gruyter, Berlin-New York*, 1976.
- Hatipoğlu, M., Mineralogical and Gemological Investigation of Barred and Agates of Çubuk (Ankara) Area. *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, 1996.

Hatipoğlu, M. ve Gökçen, N., Bati Anadolu'nun yarı kıymetli süstaşlarının başlıca mineralojik, jeolojik ve ekonomik nitelikleri. Baksem-99 1. **Bati Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu bildiriler kitabı**, 438-447, 1999.

Hatipoğlu, M., Babalık, H. ve Chamberlain, S., **Gemstone deposits in Turkey, Rocks & Minerals**, 85(2), 124-132, 2010a.

Hatipoğlu, M., Helvacı, C., Chamberlain, S.C. ve Babalık, H. Mineralogical characteristics of unusual "Anatolian" diaspor (zultanite) crystals from the İlbirdağı diasporite deposit, Turkey. **Journal of African Earth Sciences**, 57(5), 525-541 2010b.

Kirischner, H., Einführung in die Röntgenfeinstrukturanalyse. **Vieweg, Braunschweig, 170p**, 1974.

Kun, N. and Dora, O., (1986). Menderes Masifi'nde dev kuvars kristalleri. **Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi**, 8; 192-200.

Lüle, C. (1998) Muğla-Milas-Küçükçamlıktepe diaspor oluşumlarının mineralojisi, oluşum koşulları ve gemolojik özellikleri. **A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, 110p.

Müller, G. and Rairh, M., Mikroskopta Çalışma Yöntemleri (**Çeviri: Y.Erkan, Ankara Üniversitesi**), 1988.

Mineral Science, <http://www.pinterest.com/Erikab1123/science-minerals-gems-and-natural-stones/>, 2002.

Philipsborn, H. and V., Tafeln zum Bestimmen der Minerale nach äußeren Kennezeichen., **Schweizerbartsche Verl., Stuttgart**, 319 p, 1961.

Ramdohr, P. und Strunz, H., Lehrbuch der Mineralogie (Kloksmanns), **Enke Verlag, Stuttgart**, 371p, 1978.

Ramdohr, P ve Strunz, H., Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, **Enke Verlag, Stuttgart**, 1978.

Rapp, G. Archaeomineralogy. 2nd Ed., (Editors; Herrmann, B., Wagner, G. A.), **Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin**, 2009.

Sayılı, S.vd., Türkiye'nin kıymetli ve yarıkıymetli taşlarının araştırılması; **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Pojesi**, Ankara, 2000.

Schumann, W., Gemstones of the Word. NY Sterling Publishing Co.1997.

Sinkankas, J. Gem Cutting, a lapidary's manuel, 3rd Ed., **Van Nostrand Reinhold Company, New York**, 1984.

Skoog, D. M., Principles of Instrumental Analysis, **West, II. Ed.**, 1981.

Türe, A. Takılar ve Süs Taşlarında Sembollerin Dili. *İstanbul: Goldaş Kültür Yayınları*, 2004.

Türe,A. Takının Öyküsü. *İstanbul: Goldaş Kültür Yayınları*, 2005.

Yeniyol,M., Mineroloji, *Dilek Ofset Matbaacılık, İstanbul*, 2009.

<http://www.mindat.org> 2014.

<http://www.webmineral.com> 2014.

<http://www.minerals.net/GemStoneMain.aspx><http://www.gemsecurity.de/prufgerate> 2014.

<http://www.taslarvesirlari.blogspot.com> 2014.

info@kruess.com 2014.

<http://www.zenpirlanta.com> 2015 .

<http://www.microscopyu.com> 2015.

EKLER:**EK.1. Süstaşlarının renklerine göre sınıflanması (Philipsborn, 1967; Börner, 1980)****A) Minerallerin Rengi : Renksiz**

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma Indisi	Kimyasal Formülü
Adular(aytaşı)	Mnk	2,50-2,60	6-6,5	1,52-1,53	K[AlSi ₃ O ₈]
Apatit	Heks (-)	3,20	5,0	1,63-1,64	Ca ₅ [(F,OH,Cl)(PO ₄) ₃]
Dağkristall		2,64-2,66	7,0	1,63-	SiO ₂
Beril	Heks	2,63-2,76	7,5-8,0	1,56-1,58	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Elmas	Kub	3,52	10	2,41-2,42	C
Grossular (Granat)	Kub	3,50	6-7,5	1,74-	Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Hyalit (opal)	Rhb	2,20	5-6,5	1,44-1,45	SiO ₂ +nH ₂ O
Jargon (zirkon)	Tetr (+)	4,20-4,65	7,50	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Loysit		2,45-2,5	5,5-6,0	1,508-	K[AlSi ₂ O ₆]
Leukosaphir (korund)	Trig (-)	3,9-4,1	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Mondstein (aytaşı)	Mnk	2,54-2,56	6-6,5	1,52-1,52	K[AlSi ₃ O ₈]
Marialith (skapolit)	Tetr	2,64-2,66	6,2-6,5	1,54-1,55	Na ₄ (Al ₃ Cl)Si ₉ O ₂₄
Natrolith	Tetr	2,20-2,25	5-5,5	1,48-1,49	Na ₂ [Al ₂ Si ₃ O ₁₀] ₂ H ₂ O
Oligoklas	Trkl	2,60	6-6,5	1,54-1,55	Ab-An karışımı
Kuvars	Heks (+)	2,70	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Silimanit	Rhb	3,23-3,24	6,5-7,0	1,63-1,65	Al ₂ SiO ₅
Spinel	Kub	3,52-4,0	8,0	1,72-	MgO . Al ₂ O ₃
Spodümen (kl.pyr)	Mnk	3,20	6,5-7,0	1,66-1,67	AlLi[Si ₂ O ₆]
Topaz	Rhb (+)	3,56-3,60	8,0	1,62-1,63	Al ₂ [SiO ₄ F ₂]
Turmalin	Trig (-)	3,08-3,10	7,5	1,61-1,64	Bor-Silikat
Weiber Korund	Trig (-)	3,98-4,00	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Zirkon	Tetr (+)	4,0-4,30	7,5	1,93-1,99	Zr(SiO ₄)
Zunyt		2,88	7,0	1,59-	[Al(OH,F,Cl) ₂] ₆ Al(SiO ₄) ₃

B) Minerallerin Rengi : Gri

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma Indisi	Kimyasal Formülü
Andalusit	Rhb. Tetr.	3,22-3,29	7,5	1,46-1,47	Al ₂ [O/SiO ₄]
Axinit	Trkl	3,27-3,29	6,5-7,0	1,67-1,68	Ca ₂ (Mn,Fe)Al ₂ BH(SiO ₄) ₄
Elmas	Kub	3,32-3,54	10,0	2,41-2,42	C
Dravit (turmalin)	Trig (-)	3,05-3,15	7,25	1,61-1,63	Bor-Silikat
Epidot	Mnk	3,25-3,50	7,0	1,75-1,81	Ca ₂ (Al,Fe...) ₃ [OH(SiO ₄) ₃]
Morion(duml.kuvars)	Heks (+)	2,65-2,66	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Kuvars	Heks (+)	2,64	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Zirkon	Tetr (+)	4,00-4,60	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]

C) Minerallerin Rengi : Kırmızı

Minerallerin Adı	Kristalsınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma Indisi	Kimyasal Formülü
Almandin (granat)	Kub	3,70-4,20	7,25-7,5	1,78-1,83	Fe ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Anatas	Tetr	3,82-3,95	5-6,0	2,48-2,56	TiO ₂
Apatit	Heks (-)	3,17-3,23	5,0	1,63-1,65	Ca ₅ (F,OH,Cl)(PO ₄) ₃
Beril		2,64-2,67	7,5	1,58-1,59	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Bernstein (kehribar)	Amorf	1,05-1,09	2-2,5	1,54	Organisch
Sitrin	Heks (+)	2,65-2,69	7,0	1,54-1,55	SiO ₂ u Farbmittel
Diamant	Kub. Heks	3,32-3,54	10	2,41-2,42	C
Epidot	Mnk	3,45-3,48	6-7,0	1,75-1,78	Ca ₂ (Al,Fe...) ₃ [OH(SiO ₄) ₃]
Feuropol (ateşopal)	Rhb	2,10-2,2	5,5-6,0	1,44	SiO ₂ +aqua
Fluorit	Kub	3,01-3,25	4,0	1,43	CaF ₂
Grossular (granat)	Kub	3,5-3,70	6,5-7,0	1,77-1,81	Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Hessonit (granat)	Kub	3,65-3,90	7,25	1,75-1,77	(FeCa) ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Kunzit (piroksen)	Mkl	3,20	6,5-7,0	1,66-1,67	LiAl(Si ₂ O ₆)
Morganit (beril)	Heks	2,8-2,87	7,50	1,58-1,59	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Opal	Rhb	2,005	5,50	1,64	SiO ₂ +aqua
Pirop (granat)	Kub	3,65-3,90	7,25	1,75-1,77	Mg ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Realgar	Mnk	3,5-3,60	1,5-2,0	2,46-2,61	As ₂ S ₃
Rodonit	Trkl	3,5-3,67	6-6,5	1,66-1,67	Mn[SiO ₃]
Kırmızı Spinell	Kub. Heks	3,53-3,56	8,0	1,72	MgO . Al ₂ O ₃
Kırmızı Topaz	Rhb (+)	3,53-3,55	8,0	1,6-1,61	Al ₂ [SiO ₄ F ₂]
Kırmızı Zirkon	Tetr	4,00-4,63	7,50	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Rosa Topaz	Rhb (+)	3,53-3,54	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [SiO ₄ F ₂]
Rosa kuvars	Heks (+)	2,60-2,70	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Rubin (korund)	Trig (-)	3,9-4,14	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Spesartin (granat)	Kub	4,0-4,3	7,5	1,79-1,82	Mn ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Staurolith	Mnk	3,65-3,78	7-7,5	1,63-1,65	2Al ₂ SiO ₅ . Fe..(OH) ₂
Sphen (titanit)	Mnk	3,4-3,6	5-5,5	1,92-2,05	CaTi[(SiO ₄ O)]
Topaz	Rhb (+)	3,53-3,55	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [SiO ₄ F ₂]
Turmalin	Trig (-)	3,09-3,15	7-7,25	1,62-1,65	Bor-Silikat
Vezuvian	Tetr	3,35-3,50	6,50	1,71-1,72	Ca ₁₀ [(Mg,Fe) ₂ Al ₁₄][Si ₉ O ₃₄](OH) ₄
Zirkon	Tetr (+)	4,0-4,65	7,50	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]

D) Minerallerin Rengi : Mavi

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma Indisi	Kimyasal Formülü
Apatit	Heks (-)	3,15-3,23	5,0	1,63-1,65	Ca ₅ [(F,OH,Cl)(PO ₄) ₃]
Akuamarin (beril)	Heks	2,67-2,71	7,2-7,5	1,57-1,58	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Mavitopaz	Rhb (+)	3,5-3,52	8,0	1,6-1,62	Al ₂ [SiO ₄ F ₂]
Mavizirkon	Tetr (+)	4,6-4,7	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Kordiyerit		2,57-2,66	7-7,50	1,54-1,55	Mg ₂ Al ₄ [Si ₅ O ₁₈]
Disten	Trkl	3,56-3,67	4-7,0	1,71-1,73	Al ₂ [OSiO ₄]
Diamant (elmas)	Kub. Heks	3,32-3,54	10,0	2,41-2,42	C
Feueropal (ateşopalı)	Rhb	2,005	5,50	1,44-	SiO ₂ .nH ₂ O
Fluorit	Kub. Heks	3,01-3,25	4,00	1,43-	CaF ₂
Indigolith (turmalin)	Trig (-)	3,1-3,12	7,50	1,62-1,64	Bor-Silikat
Lazulith	Mnk	2,96-3,09	5-6,0	1,6-1,64	(Fe,Mg)Al ₂ [OH/PO ₄] ₂
Mondstein (aytaşı)	Mnk	2,54-2,56	6-6,50	1,52-1,525	K[AlSi ₃ O ₈]
Safir (korund)	Trig (-)	4,01-4,09	9,00	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Saphirin (spinel)	Kub. Heks	3,65-3,72	8,0	1,72-	MgO . Al ₂ O ₃

E) Minerallerin Rengi : Kahverengi

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma Indisi	Kimyasal Formülü
Almandin	Kub. Heks	3,7-4,20	7,25-7,5	1,78-1,83	Fe..Al ₂ [SiO ₄] ₃
Andalusit	Rhb	3,22-3,29	7,5	1,64-1,65	Al ₂ O/SiO ₄]
Bernstein (kehribar)	Amorf	1,05-1,09	2-2,5	1,54	Organisch
Ateşopal	Rhb	2,005	5,5	1,44	SiO ₂ .nH ₂ O
Kavrulmuş Amethyst	Heks	2,64-2,66	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Grossular (granat)	Kub	3,05-3,07	6,5-7,0	1,77-1,81	Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Heliodor (beril)	Heks	2,72-2,73	7,5	1,57-1,58	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Hessonit (granat)	Kub	3,62-3,67	7,0	1,56	Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Hyazinth (zirkon)	Tetr (+)	4,4-4,82	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Krokoit	Mnk	5,09-6,01	2,5-3	2,31-2,66	Pb[CrO ₄]
Oranj Spinel	Kub. Heks	3,53-3,56	8,0	1,72	MgO . Al ₂ O ₃
Korund	Trig	3,89-3,95	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Pyrop (granat)	Kub	3,65-3,90	7,25	1,75-1,77	Mg ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Dumanlıkuvars	Heks (+)	2,65	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Realgar	Mnk	3,5-3,60	1,5-2,0	2,46-2,61	As ₂ S ₃
Rubellit (turmalin)	Trig (-)	3,09-3,15	7-7,25	1,62-1,65	Bor-Silikat
Rubin (korund)	Trig (-)	3,97-4,10	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Spesartin (granat)	Kub	4,0-4,30	7,5	1,79-1,82	Mn ₃ Al ₂ [(SiO ₄) ₃]
Staurolith	Mnk	3,65-3,78	7-7,5	1,73-1,74	2Al ₂ SiO ₅ .Fe(OH) ₂
Topaz=Goldtopaz	Rhb. Heks (+)	3,58	8,0	1,6-1,63	Al ₂ (SiO ₄ /F ₂)]
Vezuvian	Tetr	3,35-3,45	6,5	1,71-1,72	Ca ₁₀ [Mg,Fe) ₂ /Al ₄][Si ₉ O ₃₄].(OH) ₄
Zirkon	Tetr (+)	4,4-4,70	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]

F) Minerallerin Rengi : Kahverengi-Kahverengi sarı

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma İndisi	Kimyasal Formülü
Bernstein (kehribar)	Amorf	1,05-1,09	2-2,5	1,54-	Organisch
Khvr.Korund	Trig (-)	4,001-4,01	9,0	1,71-	Al ₂ O ₃
Khvr Spinell	Kub. Heks	3,53-3,56	8,0	1,72-	MgO . Al ₂ O ₃
KhvrTurmalin	Trig (-)	3,05-3,12	7,25	1,62-1,66	Bor-Silikat
Khvr Zirkon	Tetr (+)	4,4-4,70	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Chrysoberyll	Rhb. Heks	3,5-3,84	8,5	1,72-1,75	Al ₂ [BeO ₄]
Chrysolith (peridot)	Rhb. Heks	3,27-3,42	6,5-7,0	1,65-1,69	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄
Sitrin (kuvars)	Heks (+)	2,65-2,69	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Danburit	Rhb	2,97-3,02	7,0	1,63-	CaB ₂ [Si ₂ O ₈]
Diamant (elmas)	Kub	3,32-3,54	10,0	2,41-2,42	C
Dravit	Trig	3,05-3,15	7,25	1,61-1,63	Bor-Silikat
Epidot	Mnk	3,25-3,50	7,0	1,75-1,81	Ca ₂ (Al,Fe) ₃ [OH (SiO ₄) ₃]
Fluorit	Kub. Heks	3,01-3,25	4,0	1,43-	CaF ₂
Kavr.Amethyst	Heks (+)	2,64-2,66	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Heliodor (beril)	Heks	2,72-2,73	7,5	1,57-1,58	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Hessonit (granat)	Kub	3,62-3,67	7,0	1,76-	Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Obsidiyen		2,5-2,60	5-5,5	1,50-	Lava-Eriği
Dumanlıkuvars	Heks (+)	2,65	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Titanit	Mnk	3,4-3,60	5-5,5	1,92-2,05	CaTi[(SiO ₄ /O)]
Topaz	Rhb (+)	3,53-3,54	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [(SiO ₄ /F ₂)]
Vezuvian	Tetr	3,35-3,45	6,5	1,71-1,72	Ca ₁₀ (M,Fe) ₂ /Al ₄ Si ₉ O ₃₄] ₅ (OH) ₄

G) Minerallerin Rengi : Sarı

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma İndisi	Kimyasal Formülü
Bernstein (kehribar)	Amorf	1,05-1,09	2-2,5	1,54-	Organisch
Beryllonit	Heks	2,71-2,73	5,5-6,0	1,51-1,58	NaBe[PO ₄]
Chrysoberyll	Rhb. Heks	3,5-3,84	8,5	1,74-1,75	Al ₂ [BeO ₄]
Chrysolith	Rhb. Heks	3,27-3,42	6,5-7,0	1,65-1,67	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄
Sitrin (kuvars)	Heks (+)	2,65-2,69	7,0	1,54-1,55	SiO ₂
Diamant (elmas)	Kub	3,32-3,54	10,0	2,41-2,42	C
Danburit	Rhb	2,97-3,02	7,0	1,63-	Ca[B ₂ Si ₂ O ₈]
Epidot	Mnk	3,25-3,50	7,0	1,75-1,81	Ca ₂ (Al,Fe...) ₃ [OH(SiO ₄) ₃]
Euklas	Mnk	3,1-3,12	7,5-8,0	1,64-1,67	Al[OHBeSiO ₄]
Feueropal (ateşopali)	Rhb	2,005	5,5	1,44-	SiO ₂
Flusspat (flüorit)	Kub. Heks	3,01-3,25	4,0	1,43-	CaF ₂
Goldtopaz	Rhb. Heks (+)	4,001-4,09	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Heliodor	Heks	3,52-3,55	8,0	1,72-	MgO . Al ₂ O ₃
Hiddenit=Piroksen	Mnk	4,2-4,70	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Jargon	Tetr	3,53-3,54	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [SiO ₄ /F ₂]
Korund	Trig (-)	2,72-2,73	7,5	1,57-1,58	Al ₂ Be ₃ [Si ₆ O ₁₈]
Phenakit	Trig	3,20	6,5-7,0	1,66-1,67	Li[Al(Si ₂ O ₆)]
Sarı korund (zirkon)	Tetr (+)	4,2-4,70	7,5	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]
Sarı spinel (korund)	Trig (-)	4,001-4,09	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Sarı zirkon	Tetr	3,00	7,5-8,0	1,65-1,67	Be ₂ [SiO ₄]
Skapolit	Tetr	2,67-2,70	6,5	1,55-1,57	Na ₄ Al ₃ Si ₉ O ₂₄ . Cl
Topaz	Rhb (+)	3,53	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [(SiO ₄ /F ₂)]
Topazolith (granat)	Kub	3,85-4,0	6,5-7,0	1,84-1,89	Ca ₃ Fe ₂ (SiO ₄) ₃
Turmalin	Trig (-)	3,05-3,12	7,25	1,62-1,66	Bor-Silikat
Vesuvian	Tetr	3,4-3,50	6,50	1,71-1,72	Ca ₁₀ [Mg,Fe) ₂ /Al ₄][Si ₉ O ₃₄] ₅ (OH) ₄
Zirkon	Tetr (+)	4,2-4,70	7,50	1,92-1,98	Zr[SiO ₄]

H) Minerallerin Rengi : Yeşil

Minerallerin Adı	Kristal Sınıfı	Yoğunluk gr/cm ³	Sertlik (Mohs)	Işık kırılma İndisi	Kimyasal Formülü
Alexandrit (beril)	Rhb. Heks	3,65	8,5	1,74-1,75	BeO[Al ₂ O ₃]
Andalusit	Rhb. Tetr	3,12-3,18	7,5	1,63-1,64	Al ₂ [O/SiO ₄]
Apatit	Heks (-)	3,17-3,23	5,0	1,64-1,65	Ca[(F,OH,Cl)/(PO ₄) ₃]
Aztekenstein (zinkit)	Heks	4,1-4,50	4,5-5,0	1,81-1,84	ZnCO ₃
Cholorospinell	Kub. Heks	3,5-4,0	8,0	1,71-1,72	
Chrysoberyll (beril)	Rhb. Heks	3,65	8,5	1,74-1,75	Al ₂ [BeO ₄]
Chrysolith (olivin)	Rhb. Heks	3,27-3,42	6,5-7,0	1,65-1,69	(Mg,Fe) ₂ SiO ₄
Datolith	Mnk	3,00	5,0	1,62-1,67	Ca[OH/BSiO ₄]
Demantoid (granat)	Kub	3,83-3,96	6,5-7,0	1,78-1,83	Ca ₃ (FeCr ₂ [SiO ₄]) ₃
Elmas	Kub	3,52-3,54	10,0	2,41-2,42	C
Diopsid (kl.piroksen)	Trig	3,25-3,40	5,5	1,65-1,70	CaMg[Si ₂ O ₆]
Dioplas	Trig	3,27-3,35	5,0	1,64-1,70	Cu ₃ [Si ₃ O ₉ . 3H ₂ O]
Dumortierit	Rhb	3,24-3,28	7,0	1,66-1,68	Al ₈ BSi ₃ (OH) ₀ 19
Epidot (pistazit)	Mnk	3,25-3,50	7,0	1,72-1,78	Ca ₂ (Al,Fe...) ₃ [OH(SiO ₄)]
Euchroit	Rhb	3,3-3,40	3-3,5	1,69-1,73	Cu ₂ [OH/AsO ₄] . 3H ₂ O
Fluorit	Kub. Heks	3,01-3,25	4,0	1,435-	CaF ₂
Grossular (granat)	Kub	3,5-3,70	6,5-7,0	1,74-1,81	Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃
Yeşil Beryll	Heks	2,64-2,73	7,50	1,58-1,59	(Al,Cr) ₂ Be ₃ (Si ₆ O ₁₈)
Yeşil Korund	Trig (-)	4,11-4,12	9,0	1,76-1,77	Al ₂ O ₃
Yeşil Spinell	Trig	3,53-3,59	8,0	1,72	MgO . Al ₂ O ₃
Yeşil Topaz	Rhb (+)	3,5-3,52	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [SiO ₄ /F ₂]
Yeşil Zirkon	Tetr (+)	4,00-4,65	7,5	1,80-1,86	Zr[SiO ₄]
Hedenbergit (kl. pyr)	Mnk	3,30-3,40	5-6,0	1,65-1,75	CaFe[Si ₂ O ₆]
Hiddenit (spodumen)	Mnk	3,20	6,5-7,0	1,60-1,67	Li[Al(Si ₂ O ₆)]
Obsidiyen		2,5-2,60	5-5,5	1,50-	Lava-Eriği
Periklas	Mnk	3,75-3,90	6,0	1,73-	MgO
Prehnit	Rhb	2,90	6-6,5	1,61-1,65	OH ₂ Ca ₂ Al ₂ (Si ₃ O ₁₀) ₆
Smaragd (beril)	Heks	2,64-2,73	7,5	1,58-1,59	(Al,Cr) ₂ . Be ₃ . (Si ₆ O ₁₈)
Topaz	Rhb (+)	3,5-3,52	8,0	1,6-1,63	Al ₂ [(SiO ₄ /F ₂)]
Turmalin	Trig (-)	3,06-3,115	7-7,5	1,62-1,65	Bor-Silikat
Uwarovit (granat)	Kub	3,4-3,50	7,0	1,79-1,83	Ca ₃ Cr...[SiO ₄] ₃
Zirkon	Tetr (+)	4,00-4,65	7,50	1,80-1,86	Zr[SiO ₄]