DEĞERLİ-YARI DEĞERLİ TAŞLAR İLE METALLERİN OLUŞUM ORTAMLARI VE SPESİFİK KULLANIM ALANLARI (GEMOLOJİ MÜCEVHERCİLİK-LİTOTERAPİ-RADYESTEZİ)

SERCAN KAYA

NİSAN 2024

DİYARBAKIR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEĞERLİ-YARI DEĞERLİ TAŞLAR İLE METALLERİN OLUŞUM ORTAMLARI VE SPESİFİK KULLANIM ALANLARI (GEMOLOJİ MÜCEVHERCİLİK-LİTOTERAPİ-RADYESTEZİ)

SERCAN KAYA

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

NİSAN 2024

DİYARBAKIR

DEĞERLİ-YARI DEĞERLİ TAŞLAR İLE METALLERİN OLUŞUM ORTAMLARI VE SPESİFİK KULLANIM ALANLARI (GEMOLOJİ MÜCEVHERCİLİK-LİTOTERAPİ-RADYESTEZİ)

Sercan KAYA tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Prof. Dr. Orhan KAVAK
Danışman, **Maden Mühendisliği Bölümü,**
Dicle Üniversitesi

Sınav Jürisi:

Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK (*)
Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Konya Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Orhan KAVAK (**)
Maden Mühendisliği Bölümü, Dicle Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Erhan ÇETİN
Maden Mühendisliği Bölümü, Dicle Üniversitesi

ONAY

Savunma Tarihi: 24/04/2024

(*) Jüri Başkanı.
(**)Tez Danışmanı.

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılayıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyadı: Sercan KAYA

İmza: …….

TEŞEKKÜR

Öncelikle danışmanım Genel Jeoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Orhan KAVAK (Jeoloji Yüksek Mühendisi)'a çalışmamın fikir aşamasından, örnekleme, deney setlerini oluşturma, analizlerin yorumlanması ve tez taslağındaki düzeltmeler konularına kadar gösterdiği destek ve sabırdan dolayı ayrıca jüri üyelerime de bu tezin daha nitelikli bir hale gelmesi için yaptıkları eleştiri ve önerileri için minnettarlığımı sunar, teşekkür ederim.

Batman Üniversitesi Teknik Bilimler Yüksekokulu, El Sanatları, Kuyumculuk ve Takı Tasarım Programı Öğr. Gör. Dr. Eyyüp Hikmet KINACI hocama ve yardımcısı Nedim DEMİR beye süstaşı taşı işleme atölye ziyaretimde engin bilgi ve tecrübeleriyle yardımcı oldukları için minnettarlığımı sunarım.

Diyarbakır Olgunlaştırma Enstitüsü, Kuyumculuk ve Doğal Taş İşleme Atölyesi ziyaretimde göstermiş oldukları ilgi ve alakadan dolayı özellikle Sayın Müdürümüz Ufuk YAKUT ve çalışma arkadaşlarına ayrıca şükranlarımı sunarım.

Başta Mimar Rezzan KOÇ'a, Avukat Gülistan KOÇ'a, İnsan Kaynakları Uzmanı Ayşe Funda IRMAK'a, Yüksek Harita Mühendisi Mahsum GÜLSEVER'e, annem Nesime YILDIZ'a ve bu süreçte dünyaya yeni gözlerini açmış olan biricik yeğenim Hazal Ada ÇELİK ile annesi Sevcan Berfin ÇELİK'e maddi manevi destekleri için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
TABLOLAR LİSTESİ xvii
GRAFİKLER LİSTESİ xix
EKLER LİSTESİ xx
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xxii
ÖZET xxiii
ABSTRACT xxiv
1. GİRİŞ 1
1.1 Dünyanın Oluşumu 1
1.1.1 Dünya'nın yapısal özelliği 5
1.1.2 Bilişimsel katmanlar 6
1.1.3 Levha tektoniği 10
1.2 Kayaçlar 12
1.2.1 Magmatik (sokulum) kayaçlar 16
1.2.2 Sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar 20
1.2.3 Metamorfik (başkalaşım) kayaçlar 26
1.3 Meteoritler 31
1.4 Mineraller 36
1.4.1 Mineral oluşumları 37
1.4.2 Mineral kristalleşmesi 38
1.4.3 Mineral yapısı 38
1.4.4 Minerallerin fiziksel özellikleri 40
1.4.5 Mineral grupları 48

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 51
3. MATERYAL VE METOT 54
3.1 Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metaller 56
3.1.1 Değerli-yarı değerli taşların oluşum ortamları 58
3.1.2 Değerli-yarı değerli taşların fiziksel ve kimyasal özellikleri 73
3.1.3 Değerli-yarı değerli taşların sınıflandırılması 89
3.1.4 Değerli metallerin tanımı ve özellikleri 93
3.1.5 Değerli metallerin oluşum ortamları 94
3.1.6 Değerli metallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri 97
3.1.7 Değerli metallerin sınıflandırılması 98
3.2 Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metallerin Üretimi ve İşlenmesi 103
3.2.1 Gemoloji (Değerli Taş Bilimi) 104
3.2.2 Lapidary (Süstaşı İşlemeciliği) 123
3.2.3 Kuyumculuk 138
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 148
4.1 Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metallerin Potansiyeli ve Ekonomiye Kazandırılması 148
4.1.1 Dünya genelinde değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin potansiyeli ve ekonomiye katkısı 150
4.1.2 Türkiye genelinde değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin potansiyeli ve ekonomiye katkısı 154
4.2 Değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin spesifik kullanım alanları 156
4.2.1 Arkeo-Gemoloji 156
4.2.2 Mimari yapılar 162
4.2.3 Edebiyat 165
4.2.4 Felsefe 166
4.2.5 Litoterapi 167

4.2.6 Tıbbi Jeoloji 179
4.2.7 Radyestezi (Işımduyu) 187
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 191
KAYNAKLAR 193
EKLER 215
ÖZGEÇMİŞ 265

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Hubble'ın orijinal gözlem sonuçları grafiği görseli 2
Şekil 1.2 Evrenin oluşumunu ve gelişimini kronolojik olarak anlatan görsel 2
Şekil 1.3 Kozmik mikrodalga arka plan ışımasına ait görsel 3
Şekil 1.4 Jeolojik zaman süreci 4
Şekil 1.5 Dünya'nın iç yapısı, merkezden dışa doğru dört katmanın görseli 6
Şekil 1.6 Yer kürenin iç yapısını gösteren kesit görseli 8
Şekil 1.7 Sial-Sima kesit görseli 9
Şekil 1.8 Dünya tektonik ve aktif volkanlar haritası. Kırımızı oklar levha sınırlarındaki hareketin yönünü gösterir 10
Şekil 1.9 1-Astenosfer 2- Litosfer 3-Sıcak Nokta 4-Okyanusal Kabuk 5-Batan Levha 6-Kıtasal Kabuk 7-Rift Vadisi 8-Yitim Zonu 9-Uzaklaşan Sınır Tabakası 10-Dönüşümsel Sınır Tabakası 11-Kalkan Volkan 12-Okyanus Ortası Sırtı 13-Yaklaşan Tabaka Sınırı 14-Strato Volkan 15-Ada Yayı 16-Levha 17-Astenosfer 18-Okyanus Hendeği 11
Şekil 1.10 Bowen serisi 13
Şekil 1.11 Kayaç döngüsü 14
Şekil 1.12 Kayaç türleri 15
Şekil 1.13 Magmatik (sokulum) kayaç türleri 17
Şekil 1.14 A- Volkanizma ile intrüzif magmatik faaliyetler arasındaki ilişkileri gösteren blok diyagram, B- Bazik intrüzif magmatik yapıları gösteren blok diyagram. Bu gövdelerden bazıları oluşumlarında uzun zaman sonra erozyonal etkilerle yüzeylenmiştir, C- Milyonlarca yıl süren yükselme ve erozyon olaylarından sonra yüzeye ulaşan batoliti gösteren blok diyagram 18
Şekil 1.15 Sedimanter kayaç matriksi görseli 20
Şekil 1.16 Sedimanter (tortul/çökel) kayaç türleri 20
Şekil 1.17 Sedimanter (tortul/çökel) kayaçların oluşmaların sistematik görseli 21
Şekil 1.18 Sedimanter (tortul/çökel) kayaç oluşum evreleri görseli 21
Şekil 1.19 Sedimanter (tortul/çökel) kayaçların oluşum özelliklerine göre sınıflandırılması görseli 22
Şekil 1.20 Konglomera kayaç görseli 23

Şekil 1.21 Traverten (Denizli-Pamukkale) oluşum görseli 24
Şekil 1.22 Tüfit kayaç (New Mexico, ABD) görseli 25
Şekil 1.23 Radiolarit kayaç görseli 25
Şekil 1.24 Metamorfik (başkalaşım) kayaç türleri 26
Şekil 1.25 Metamorfizma (başkalaşım) çeşitlerine ait kesit görseli 28
Şekil 1.26 Meteorit türleri 32
Şekil 1.27 a) Kırmızı Topaz b) iki renkli Safir c) Mavi Safir d) Kalsit e) Zümrüt f) Topaz g) Turmalin h) Serüsit i) Turmalin ı) Kırmızı Turmalin j) Florit k) Barit 36
Şekil 1.28 Kimyasal yapıya uygun dizilen atomların önce elementleri, elementlerin geometrik yapısı olan kristal ağ dizilimi, kristaller mineralleri ve minerallerde kayaçları oluşturur 37
Şekil 1.29 a) Kristal çekirdeğinden ilerleyen büyüme yönleri, b) bir kristalin köşe ve kenar oluşumunun şematik görseli 38
Şekil 1.30 a) İyonik bağ, sodyumun en dış elektron yörüngesindeki elektron, klorun en dış elektron yörüngesine geçer. Geçiş olduğunda sodyum ve klor sırasıyla pozitif ve negatif yüklü iyonlar olur. b) Halit minerali, sodyum klorürün kristal yapısı. Soldaki çizim sodyum ve klor iyonlarının görseli büyüklüklerini gösterirken sağdaki çizimde kristal yapısındaki iyonların yerleri gösteriliyor 39
Şekil 1.31 Elmasta komşu atomların elektronları paylaşmaları ile meydana gelen kovalent bağlar b) Elmastaki karbon atomları üç boyutlu ağsal bir çatıda kovalent bağlıdır. c) grafitte de kovalent bağ bulunur ancak buradaki karbon atomları, biri diğerine Van der Waals bağları ile tutunan levhalar oluşturacak şekilde bağlıdır. Levhaların kendisi güçlü olsa da aralarındaki bağlar zayıftır 40
Şekil 1.32 Kristal sistem çeşitleri ve özellikleri 41
Şekil 1.33 Kristal sisteme denk gelen bazı değerli-yarı değerli taşlar görseli 42
Şekil 1.34 Çeşitli minerallerin parlaklık görünümleri 43
Şekil 1.35 Çizgi rengi belirleme yöntemine ait görsel 44
Şekil 1.36 Ortak renklere sahip bazı mineraller 44
Şekil 1.37 Mohs sertlik skalası ve çizici araçlar 45
Şekil 1.38 Dilinim düzlemi çeşitleri görseli 46
Şekil 1.39 Konkoidal kırılmaya örnek a) Obsidyen b) Kuvars görseli 46

Şekil 3.1 Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Doğaltaş Laboratuvarı 54
Şekil 3.2 Batman Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarım Programı Süstaşı İşleme Atölyesi 55
Şekil 3.3 Millî Eğitim Bakanlığına bağlı a) Diyarbakır Olgunlaştırma Enstitüsü b) Süstaşı İşleme Atölyesi ve c) Kuyumculuk Atölyesi Görseli..... 55
Şekil 3.4 a) Altın b) Gümüş c) Bakır d) Safir e) İnci f) Turkuaz g) Kehribar (Amber) h) Turmalin i) Opal ı) Lapis Lazuli 57
Şekil 3.5 Bazı değerli-yarı değerli taşlar görseli 58
Şekil 3.6 Minerallerin başlıca doğal çevreleri..... 59
Şekil 3.7 a) Basit ve kompleks pegmatitlerin şeması b) Pegmatit şekilleri görseli ... 62
Şekil 3.8 Müdahaleci magmatik kayaçların soğumasıyla ilişkili pegmatit kütlelerinde zümrüt ve turmalin gibi kristallerin oluşumunu gösterir 63
Şekil 3.9 Magmatik konsantrasyon şeması 64
Şekil 3.10 Volkanik kayalardaki açık boşluklarda (örneğin, gaz kabarcıklarının oluşturduğu delikler) yakut veya zirkon (pembe kristaller) ve topaz gibi kristallerin oluşumunu gösterir..... 64
Şekil 3.11 Elmasların kimberlit magmasında oluşmadığını, ancak magma tarafından yüzeye taşındığını gösteren görsel 65
Şekil 3.12 Güney Afrika'da kimberlitte oluşmuş Elmasın akarsularla belli bir bölgede depolanması..... 65
Şekil 3.13 Sınırlar arası reaksiyon görseli 66
Şekil 3.14 Magma tarafından Kireçtaşlarına sokulum olması sonucunda soğuyan magmadan salınan çözeltiler nedeniyle garnet minerali oluşumu görseli 67
Şekil 3.15 Dalma-batma bölgesiyle ilişkili kıta-kıta çarpışması sonucu metamorfizma kayaçların deforme olmuş, ısıtılmış bölgede garnet gibi mineral oluşumlar görünür görsel..... 67
Şekil 3.16 Elmas oluşum bölgeleri görseli..... 68
Şekil 3.17 Gnays ve Şist ile Kireçtaşı içindeki hidrotermal damar sınırları 69
Şekil 3.18 Rezidüel konsantrasyon. Ayrışmamış kayaç içinde dağınık halde bulunan noktaların her biri değerli bir minerali temsil ettikleri halde, ancak toprağın altında ve

ayrışmamış kayacın üstünde konsantre olduklarında ekonomik olarak işletilebilmektedirler 71
Şekil 3.19 Elüvyal konsantrasyon görseli 72
Şekil 3.20 Özgül ağırlık ölçme cihazı 73
Şekil 3.21 Clerici solüsyonunun özgül ağırlık/kırılma indeksi grafiği 76
Şekil 3.22 $\mathbf{n}_1$ ortamından $\mathbf{n}_2$ ortamına giren ışığın normalle yaptığı açıyı gösteren görsel 77
Şekil 3.23 Kritik açı 77
Şekil 3.24 Bir elmas yüzeyine farklı açılarla gelen ışık ışınları, yine farklı açılarla kırılarak sin r=2.42 sabit oranını verirler 78
Şekil 3.25 Refraktometre görseli 79
Şekil 3.26 Kritik açı ile süstaşına çarpan ve refraktometreden geçen ışık ışınlarının diyagramı. K.A.=58048'(0.855) x1.90=1.625 79
Şekil 3.27 Refraktometreden görülen ölçek 1.625 süstaşının, 1.81 ise sıvının kırılma indeksini göstermektedir 80
Şekil 3.28 a) Kırılma indeksinin direkt ölçümü için yapılan üç okuma. a) Lama odaklama, b) Süstaşının üst büyük yüzeyine yani tablaya odaklama, c) Kulete odaklama 81
Şekil 3.29 İmmersiyon sıvısı içerisindeki süstaşları. a) Süstaşı ve sıvının kırılma indeksine eşittir, b) Süstaşının kırılma indeksi, sıvınınkinden düşüktür, c) Süstaşının kırılma indeksi sıvınınkinden büyüktür 82
Şekil 3.30 Spektrograf ve emisyon spektrumu görseli 84
Şekil 3.31 Zirkonun absorpsiyon spektrumu (ordiner ışın). Buradaki absorpsiyon çizgilerinin çoğu, eser miktarda uranyumdan kaynaklanmaktadır 85
Şekil 3.32 R. ve J. Beck (Şekil 2.33) tarafından üretilen prizma tip spektroskop şeması 86
Şekil 3.33 R. ve J. Beck tarafından yapılmış antika spektroskop 86
Şekil 3.34 Amerika Gemoloji Enstitüsü spektroskop ünitesi 87
Şekil 3.35 Chatham yapay (synthetic) Safir'i yetiştirilmiş ve işlenmiş hali görseli .. 91
Şekil 3.36 Sıkma Kehribar (Amber) görseli 92
Şekil 3.37 a) Altın b) Gümüş c) Platin d) Bakır cevherleri görseli 93
Şekil 3.38 Periyodik cetvel 94

Şekil 3.39 Hidrotermal metal cevher oluşum ortamı görseli 95
Şekil 3.40 Ana kayaçtan ayrıldıktan sonra akarsu alanlarında çökelen altın cevheri görseli 96
Şekil 3.41 Hindistan'da bulunan gemoloji laboratuvarı enstitüsü görseli 104
Şekil 3.42 UV-Vis-IR Spektroskopu ve çalışma prensibi görseli 107
Şekil 3.43 İnfrared spektroskopu ve çalışma prensibi görseli..... 107
Şekil 3.44 Raman spektroskopu ve çalışma prensibi görseli 107
Şekil 3.45 Görünür spektrumun genişletilmiş elektromanyetik spektrumu..... 108
Şekil 3.46 Hava ortamından gelen ışığın cam ortamından geçerken yaptığı kırılma. i gelme açısı ve r kırılma açısını ifade eder..... 109
Şekil 3.47 Refraktometrenin çalışma prensibi görseli 109
Şekil 3.48 Günışığı ve UV (uzun dalga) ışığı altında bazı süs taşlarının renk değişimi görseli 111
Şekil 3.49 Gözle Görünür 390 ile 710 nm dalga boyundan algılanan görünür spektrum renkleri 112
Şekil 3.50 Kamera merceği üzerindeki polarizasyon filtresi döndürüldüğünde a) Kordiyeritin pleokroizması b) turmalinin pleokroizması..... 112
Şekil 3.51 Chelsea filtresi altında doğal krom kalsedon (mtorolit) görseli..... 113
Şekil 3.52 Jadeite-chelsea filtreleri 113
Şekil 3.53 a) Kaplangözü b) Krizoberil c) Şahingözü 115
Şekil 3.54 a) Yıldız Safir (Star Sapphire) b) Yıldız Yakut (Star Ruby) görseli 115
Şekil 3.55 Kabaşon kesim Aytaşı görseli 116
Şekil 3.56 Aytaş'ının gümüş mavi ışığı şeklinde opelesans görünüşü görseli 116
Şekil 3.57 Labradorit görseli..... 116
Şekil 3.58 Kaplangözü görseli 117
Şekil 3.59 Metalik parlaklığı olan cevherler görseli 117
Şekil 3.60 Metalik olmayan parlaklığa örnek süstaşları 118
Şekil 3.61 Değerli- yarı değerli taşları iyileştirme laboratuvarı..... 118
Şekil 3.62 Gemolojik fırın görseli..... 119
Şekil 3.63 GIA®'nın çalışması, belirli sıcaklıklara ısıtılmadan önce ve sonra altı safir örneğini gösteriyor. Numunelerin çoğu yaklaşık 900–1000^{0}C'ye ısıtıldıktan sonra

açılmaya başladı ve taşların rengi 1300^{0}C civarında yeniden koyulaştı. 1500^{0}C'ye ısıtıldıktan sonra birçok parçanın rengi daha zengin hale gelir..... 120
Şekil 3.64 Dokuz Eylül Üniversitesi gemoloji laboratuvarında sertifikalandırılmış bir yarı değerli inci taşı örneği görseli..... 123
Şekil 3.65 a) Basit kabaşon b) Çift kabaşon c) Derin kabaşon d) Tepe kabaşon formları görseli..... 124
Şekil 3.66 Taş kesim makinası ve alt kısımda Batman Üniversitesi süstaşı işleme atölyesine taş kesim makinasına ait görsel 125
Şekil 3.67 Öğütücü, aşındırıcı, parlatıcı ve cilalayıcı süstaşı kabaşon makinası sağ tarafta ise Batman Üniversitesi süstaşı işleme atölyesine ait kabaşon makinası görseli 125
Şekil 3.68 Kabaşon kesim tekniğine örnek yarı değerli Mercan süstaşı görseli..... 125
Şekil 3.69 Çeşitli formlarda kolye ucu olarak yapılmış yarı değerli süstaşları görseli 126
Şekil 3.70 Pırlantalarda uygulanan faset kesim tekniği şablonu görseli..... 127
Şekil 3.71 Elmas üzerine gelen ışığın yansıma türleri a) ideal yansıma b) derin yansıma c) yassı yansıma 127
Şekil 3.72 Bazı faset kesim tekniği formları görseli..... 128
Şekil 3.73 Fasetleme makinası görseli..... 128
Şekil 3.74 Değerli taş olan elmas üzerine uygulanan faset kesim yöntemi görseli . 129
Şekil 3.75 Çeşitli formlarda fasetlenmiş süstaşları görseli 129
Şekil 3.76 Bazı değerli-yarı değerli fasetlenmiş çift renkli taşlar görseli..... 129
Şekil 3.77 Tamburlama makinası Batman Üniversitesi süstaşı işleme atölyesine ait tamburlama makinası görseli 130
Şekil 3.78 Tamburlama sonucu elde edilen süstaşları görseli..... 131
Şekil 3.79 Çeşitli süstaşlarından yapılmış farklı formlarda boncuk görseli..... 131
Şekil 3.80 Batman Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Kuyumculuk ve Takı Tasarım Programı Laboratuvarı tespih boncuğu üretim cihazı..... 132
Şekil 3.81 Cameo tekniğiyle kraliçe figürü uygulanmış broşlar görseli..... 132
Şekil 3.82 Matkap (oyma kalem) ve aksesuarları görseli 133
Şekil 3.83 Kuyumculuk atölyesinde bir yüzük üretimi yapan zanaatçı görseli..... 138

Şekil 3.84 Kuyumculukta belli bir amaç için bazı değerli metallerin belirli oranlarında karışılması 140
Şekil 3.85 a) Altın külçesi, b) Gümüş külçesi, c) Bakır külçesi, d) Platin külçesi görselleri..... 140
Şekil 4.1 Anadolu'da ele geçen, Geç Helenistik ve Roma Dönemlerine ait yüzük taşları ve mühür yüzükler, MÖ 2. yüzyıl ile MS 4. yüzyıl arasına tarihlenmektedir..... 157
Şekil 4.2 Kızıl Kraliçe'nin maskesi, Jadeit (Yeşim), Malakit, deniz kabuğu, Obsidyen ve Kireçtaşından yapılmış Maya kültürü, M.S. 672 Meksika'daki Palenque antik kentinde bulunmuş ve Palenque Müzesi'nde sergilenmektedir..... 158
Şekil 4.3 Topkapı Sarayında Sergilenmekte Olan Kaşıkçı Elması Görseli..... 159
Şekil 4.4 Tarihi eser olan Altın kask 160
Şekil 4.5 Altın ve Lapis Lazuli taşının birleşimiyle yapılmış tarihi yüzük eseri 160
Şekil 4.6 Lapis Lazuliden yapılma konik mühür 161
Şekil 4.7 Altından yapılma ve yarı değerli taşlarla süslenmiş göğüslük görseli..... 161
Şekil 4.8 Yarı değerli oniks mermerinden yapılma lavabo tezgâhı görseli..... 162
Şekil 4.9 Yarı değerli agat taşıyla dekore edilmiş tuvalet ve banyo iç mekân görseli 162
Şekil 4.10 Yarı değerli amazonite taşının iç mekân dekorasyonunda kullanımı görseli 163
Şekil 4.11 Yarı değerli pembe kuvars taşından yapılmış dekoratif lavabo görseli... 163
Şekil 4.12 Sivas Çifte Minareli Medresesi görseli..... 164
Şekil 4.13 Dolmabahçe Saray'ına ait Oniks mermerinden yontma sultan hamamı görseli..... 164
Şekil 4.14 Felsefe Taşı görseli..... 167
Şekil 4.15 Selenitten yapılmış yaşam çiçeği formlu yuvarlak tabak üzerine bırakılmış çeşitli doğal taşlar. Burada Litoterapide taşların şarj edilmesi temizlenmesi tekniği uygulanmaktadır..... 168
Şekil 4.16 Çakra merkezleri görseli..... 169
Şekil 4.17 a) Kehribar Bileklik, b) Sitrin Kolye Ucu, c) Ametist Yüzük, d) Çeşitli Doğal Taşlarla Yapılmış Halhal, Görselleri..... 170
Şekil 4.18 Dr. Eşref Atabey araştırmasına göre piyasada şifa amaçlı kullanılan bazı süstaşları görseli..... 170

Şekil 4.19 Yedi çakra merkezine denk gelen bazı yarı değerli taşlar görseli 171
Şekil 4.20 Burçlara denk gelen bazı değerli-yarı değerli taşlar görseli 173
Şekil 4.21 Burçlara göre süstaşları görseli 174
Şekil 4.22 Şifa amaçlı çeşitli taşlarla yapılmış bileklik görseli 175
Şekil 4.23 Doğal taşların (a-Kristal Kuvars, b-Kantaşı, c-Lapis Lazuli, d-Aventurin, e-Sitrin) çakra merkezlerine denk gelecek şekilde şifalandırma görseli 175
Şekil 4.24 Fiziksel bedende hissedilen rahatsızlıklar nedeniyle yayılan titreşimsel temsili görünüm görseli 177
Şekil 4.25 Çakra merkezlerine yönelik mineral bazlı enerji yüklü titreşimler yollayan elektromanyetik biyorezonans cihaz görseli 178
Şekil 4.26 Biyorezonans tedavi yöntemine ait uygulama görseli 178
Şekil 4.27 Pnömokonyozlar hastalıklarının görüntülendiği akciğer bölgesel görseli 180
Şekil 4.28 a) Asbest, b) Arsenik, c) Eriyonit, d) Flor, e) İyot f) Kömür tozu görselleri 181
Şekil 4.29 Akciğer biyopsisi sonucu karakteristik Demir partikülleri ve interstisyel fibrozis ile akciğerdeki asbestozu görseli 183
Şekil 4.30 Toryum ve Uranyum elementlerine ait görsel 184
Şekil 4.31 a) Branerit, b) Davidit, c) Karnotit, d) Monazit, e) Uraninit, f) Torianit 184
Şekil 4.32 Çeşitli şekillerde yapılmış sarkaç (pandül) görseli 188
Şekil 4.33 a) Bakır çubuk b) Çatal çubuk görseli 189
Şekil 4.34 Eski döneme ait Radyestezi yöntemiyle su arama görseli 190

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Kıtasal ve okyanusal kabuk arasındaki fark 9
Tablo 1.2 Magmatik (sokulum) kayaçların genel olarak bileşimleri 17
Tablo 1.3 Demir meteoritlerin ortalama element bileşimleri 35
Tablo 1.4 Mohs sertlik skalası mineralleri ve kimyasal formülleri 45
Tablo 1.5 Birkaç minerale ait özgül ağırlıklar 47
Tablo 1.6 TiO_2 Bileşiklerine ait özgül ağırlıklar 47
Tablo 1.7 Jeologların tanımladığı mineral grupları 48
Tablo 3.1 Şekil 3.6'e ait görselinin detaylı açıklaması 60
Tablo 3.2 Hidrotermal damarlarda sıcaklık seviyelerine göre oluşmuş cevher ve gang mineralleri 69
Tablo 3.3 Bazı süs taşlarına ait özgül ağırlıkları değerliği 75
Tablo 3.4 İmmersiyon yönteminde kullanılan sıvılar ve kırılma indeksleri 82
Tablo 3.5 Bazı süs taşlarına ait kırılma indeksleri 83
Tablo 3.6 Fraunhofer çizgileri 85
Tablo 3.7 Bazı süs taşlarına ait sertlik dereceleri 88
Tablo 3.8 Değerli metallere ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler 97
Tablo 3.9 Değerli metallerin dünya çapındaki maddi değerleri 98
Tablo 3.10 Kullanım alanlarına göre Lilley (1926) sınıflaması 99
Tablo 3.11 Jenetik sınıflamaya göre Niggli (1929) sınıflaması 100
Tablo 3.12 Jenetik sınıflamaya göre Lindgren (1933) sınıflaması 101
Tablo 3.13 Jenetik sınıflamaya göre Schneinderhun (1941) sınıflaması 102
Tablo 3.14 Chelsea filtresinde bazı süs taşlarının görünen renkleri 114
Tablo 3.15 Bazı süstaşlarına uygulanan işlemler 122
Tablo 3.16 Değerli-yarı değerli taşların bazılarının önemli özellikleri 134
Tablo 3.17 Dünya altın üretiminin başlıca üretici ülkeler ve yüzdelikleri 141
Tablo 3.18 Alaşımlarda renk elde etmenin bazı türleri 141
Tablo 3.19 Kuyumculuk sektöründe kullanılan bazı değerli metallerin özellikleri . 145
Tablo 4.1 Ülkemizde bulunan bazı değerli metaller 148
Tablo 4.2 Türkiye'de bulunan bazı süstaşları 149
Tablo 4.3 Bazı süstaşları rezervine sahip ülkeler 150

Tablo 4.4 2008-2022 yılları arası Türkiye'de gerçekleşen altın üretimi..... 154
Tablo 4.5 Radyoaktif mineral içerikli kayaç oluşum ortamları..... 186
Tablo 4.6 Toksit mineraller içeren bazı süstaşları 187

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1 Ağırlıklarına göre yer kabuğunda rastlanan yaygın element yüzdeleri 5
Grafik 1.2 Atomlarına göre yer kabuğunda rastlanan yaygın element yüzdeleri..... 6
Grafik 1.3 Meteorit sınıflandırılması 33
Grafik 3.1 Süstaşlarının oluşumsal sınıflandırılması 89
Grafik 4.1 Sektörel bazda Altının kullanım alanları 151
Grafik 4.2 2010-2023 yılları arası Altın değeri ($/ons)..... 151
Grafik 4.3 Dünya Altın üretiminin ülkelere göre dağılımı..... 151
Grafik 4.4 Sektörel bazda Gümüşün kullanım alanları..... 152
Grafik 4.5 Dünya Gümüş rezervinin ülkelere göre dağılımı..... 152
Grafik 4.6 2010-2022 yılları arası dünya Gümüş üretimi grafiği 152
Grafik 4.7 Dünya Bakır rezervlerinin ülkelere göre dağılımı..... 153
Grafik 4.8 2012-2022 yılları arası dünya Bakır üretimi..... 153
Grafik 4.9 2016-2023 yılları arası Bakır fiyatları 153
Grafik 4.10 2003-2020 yılları arası ülkemizin Gümüş üretimi..... 155
Grafik 4.11 Türkiye rafine Bakır üretimi USGS, Bakır..... 155
Grafik 4.12 2016-2022 yılları arası tüvenan Bakır ihracat/ithalat miktarı..... 156

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Elmas (Diamond) 216
Ek 2: Zümrüt (Emerald) 217
Ek 3: Safir (Sapphire) 218
Ek 4: Yakut (Ruby) 219
Ek 5: Kuvars (Quartz) 220
Ek 6: Opal (Opal) 221
Ek 7: Diyaspor (Diaspor) 222
Ek 8: Akik/Agat (Agate) 223
Ek 9: Beril (Beryl) 224
Ek 10: Nefrit (Nephrite) 225
Ek 11: Lazulit (Lazulite) 226
Ek 12: Turkuaz (Turquoise) 227
Ek 13: Aytaşı (Moonstone) 228
Ek 14: Spinel (Spinel) 229
Ek 15: Tanzanit (Tanzanite) 230
Ek 16: Topaz (Topaz) 231
Ek 17: Labradorit (Labradorite) 232
Ek 18: İnci (Pearl) 233
Ek 19: Kehribar (Amber) 234
Ek 20: Mercan (Precious Coral) 235
Ek 21: Rodokrozit (Rhodochrosite) 236
Ek 22: Lüle Taşı/Sepiyolit (Sepiolite) 237
Ek 23: Kalsedon (Chalcedony) 238
Ek 24: Garnet/Granat (Garnet) 239
Ek 25: Zirkon (Zircon) 240
Ek 26: Olivin/Peridot-Zebercet/Krizolit (Olivine/Peridot/Krizolite) 241
Ek 27: Oltu Taşı (Jet) 242
Ek 28: Spodümen (Spodumen) 243
Ek 29: Amazonit (Amazonite) 244
Ek 30: Rodonit (Rhodonite) 245

Ek 31: Turmalin (Tourmaline) 246
Ek 32: Obsidyen (Obsidian) 247
Ek 33: Hematit (Hematite) 248
Ek 34: Pirit (Pyrite) 249
Ek 35: Krizokol (Chrysocolla) 250
Ek 36: Malakit (Malachite) 251
Ek 37: Altın (Gold) 252
Ek 38: Platin (Platinum) 253
Ek 39: Gümüş (Silver) 254
Ek 40: Bakır (Copper) 255
Ek 41: Yeşil renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli 256
Ek 42: Mor renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli 257
Ek 43: Mavi renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli 258
Ek 44: Turuncu renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli 259
Ek 45: Beyaz renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli 260
Ek 46: Siyah renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli 261
Ek 47: a) Sarı renkli değerli-yarı değerli taşlar, b) Pembe renkli değerli-yarı değerli taşlar, c) Labradorite ait çeşitli renkler ve d) İnci çeşitleri görseli 262
Ek 48: 2023Yılının modasına ait değerli-yarı değerli taşlar görseli 263
Ek 49: TSE 6173 ve TSE 6174'te yer alan değerli-yarı değerli taşlar ile metaller .. 264

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simge	Açıklama
g	Gram
g/cm^3	Yoğunluk Birimi
m	Metre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
km	Kilometre
Ons	Kütle Birimi
$	Dolar
W/(m-K)	Isı İletkenlik Birimi
^0C	Santigrat Derece
Eh	Çözelti Ölçeği Birimi
pH	Asit-Baz Ölçeği Birimi
UV	Ultraviyole
Å	Angström

Kısaltma	Açıklama
K.İ.	Kırılma İndeksi
Özg. Ağ.	Özgül Ağırlık
atm.	Açık Hava Basıncı
yy.	Yüzyıl
ABD	Amerika Birleşik Devletleri

ÖZET

DEĞERLİ-YARI DEĞERLİ TAŞLAR İLE METALLERİN OLUŞUM ORTAMLARI VE SPESİFİK KULLANIM ALANLARI (GEMOLOJİ MÜCEVHERCİLİK-LİTOTERAPİ-RADYESTEZİ)

KAYA, Sercan
Yüksek Lisans, Maden Mühendisliği, Genel Jeoloji Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Orhan KAVAK
Nisan 2024, 291 sayfa

Radyometrik tarihleme ve diğer yöntemlerle dünyamızın yaklaşık yaşının 4.55 milyar yıl yaşında olduğu kanıtlanmıştır. Dünyanın oluşum süresi veya sonrasında yüzeyine çeşitli gök taşları çarparak yapılarında bulunan donmuş buzlar, silikatlar ve metaller yer kabuğuna katılmıştır. Bu durum belirli süreçlerle karaların ve okyanusların oluşmasına sebep olmuştur. Ağır metal ve nikel elementleri merkeze doğru inerek çekirdeği oluşturmuştur. Zamanla soğumaya başlayan yer kabuğu ilkel kabuğu oluşturmuştur. Tektonik levha hareketleri sonucunda günümüz kıtaları meydana gelmiştir. Ardından kayaç türleri olan magmatik (sokulum) kayaçlar, sedimanter (çökel) kayaçlar ve metamorfik (başkalaşım) kayaçlar meydana gelmiştir. Tüm bu jeolojik süreçlerin sonunda yer kabuğu yüzeyi ve içerisinde birtakım yapılar oluşmuştur. İlkçağlardan beri insanoğlunun dikkatini çeken bu yapılar, içerisinde bulunan değerli-yarı değerli taşlar ile metaller günümüze kadar önemini korumuştur. Değerli-yarı değerli taşlar ile metaller endüstri, kuyumculuk ve mücevhercilik sektöründe çeşitli şekillerde kullanılmıştır. TSE 6173-6174 listesinde bulunan 213 adet değerli-yarı değerli taşlar içerisinde tez içeriğinde daha çok kullanılan yaklaşık 80 adet süstaşı hakkında ve kuyumculuk ile mücevher alanında kullanılan 4 adet (altın, gümüş, platin, bakır) değerli metal hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Lapidary taş süsleme alanında kullanılan işlem ve yöntemlere, gemolojide yüksek değere sahip mücevher taşı analizlerinin kalite tespitinde kullanılan teknolojik aletlere ve kuyumculuk alanında kullanılan değerli metallerin alaşımında yapılması gereken teknikler detaylıca araştırma yapılarak irdelenmiştir. Bu kullanım alanlarının dışında spesifik olarak arkeo-gemoloji, mimari yapılar, edebiyat, felsefe, tıbbi jeoloji, litoterapi ve radyestezi (ışımduyu) gibi konularda değinilmiştir. Ayrıca değerli-yarı değerli taşların sertifikasyonu ve ekonomik potansiyeli hakkında kısa bilgilendirmeler yapılmıştır. Konumuz gereği değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin oluşum süreçleri, özellikleri ve kullanım alanları hakkında literatür çalışmaları yapılarak daha detaylı bilgiler tezimiz içeriğine katılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Değerli-Yarı Değerli Taşlar, Değerli Metaller, Gemoloji, Lapidary, Kuyumculuk, Litoterapi, Radyestezi, Süstaşı.

ABSTRACT

FORMATION ENVIRONMENTS OF PRECIOUS-SEMI PRECIOUS STONE AND METALS AND SPECIAL AREAS OF USE (GEMOLOGY-JEWELLERY LITHOTHERAPY-RADESTETICS)

KAYA, Sercan
Master of Science, Mining Engineering, Department of General Geology
Supervisor: Prof. Dr. Orhan KAVAK
April 2024, 291 pages

Radiometric dating and other methods have proven that the approximate age of our Earth is 4.55 billion years old. During or after the formation of the Earth, various meteorites hit its surface and the frozen ice, silicates and metals in their structures were added to the Earth's crust. This situation caused the formation of lands and oceans through certain processes. Heavy metal and nickel elements descended towards the center and formed the nucleus. The earth's crust began to cool over time and formed the primitive crust. As a result of tectonic plate movements, today's continents were formed. Then, rock types such as igneous (intrusion) rocks, sedimentary rocks and metamorphic rocks were formed. As a result of all these geological processes, some structures were formed on the earth's crust surface and within it. These structures, which have attracted the attention of humankind since ancient times, and the precious and semi-precious stones and metals they contain have maintained their importance until today. Precious and semi-precious stones and metals have been used in various ways in industry and jewellery sectors. Among the 213 precious and semi-precious stones in the TSE 6173-6174 list, information was given about approximately 80 gemstones, which are used more in the thesis content and 4 precious metals (gold, silver, platinum, copper) used in jewellery. The processes and methods used in the field of lapidary stone decoration, the technological tools used in the quality determination of high-value jewellery stone analyzes in gemology, and the techniques required for the alloying of precious metals used in the field of jewelery have been examined in detail. Apart from these usage areas, subjects such as archaeo-gemology, architectural structures, literature, philosophy, medical geology, lithotherapy and dowsing (radiation) are also mentioned. In addition, brief information was given about the certification and economic potential of precious and semi-precious stones. Due to our subject, more detailed information has been included in the content of our thesis by conducting literature studies on the formation processes, properties and usage areas of precious-semi-precious stones and metals.

Keywords: Precious-Semi-Precious Stones, Precious Metals, Gemology, Lapidary, Jewelery, Lithotherapy, Dowsing, Gemstone.

1. GİRİŞ

Dünyanın oluşumundan günümüze kadar geçirmiş olduğu jeolojik evreler sonucu yer kabuğu içerisinde muazzam zenginlikler belirmiştir. Beliren bu zenginlikler insanoğlu tarafından binlerce yıl kullanılmış ve incelenmiştir. Yer kabuğunda doğal yollarla oluşmuş organik ve inorganik bazı malzemeler ise yaşamı kolaylaştırmak amacıyla çıkarılıp bazen ham olarak bazen de işlenmiş şekilde kullanılmıştır. Konumuz gereği yer kabuğu içerisinde ve yüzeyinde bulunan değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin oluşum ortamlarını ve gemoloji, lapidary, kuyumculuk ve mücevhercilik gibi sektörlerdeki ve spesifik kullanım alanlarını irdelemektir. Çok kapsamlı alana sahip olan bu konu, bilgilerin karmaşası içerisinde olsa da tezimiz içerisinde güncel bilgilere dayalı literatür çalışması yapılmıştır.

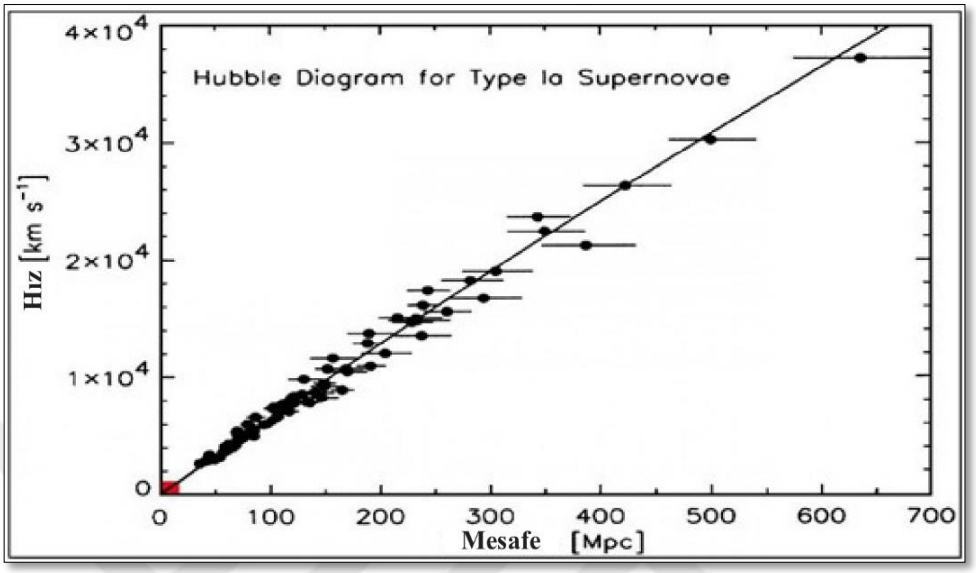
1.1 Dünyanın Oluşumu

Büyük Patlama Teorisi (Big Bang Theory) evrenin tek bir noktadan bugünkü haline genişleyerek oluştuğu genel kabul olarak görülmüştür. Bu düşünsel devrim niteliğindeki bilgi 20.yy. ortalarında astronomik olgulara dayanılarak ortaya atılmış bir kuram olarak bilinmektedir [1].

Genişlemekte olduğu düşünülen evrenin galaksiler ve yıldızlar arasındaki hızlarına ilişkin yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır (Şekil 1.2). Alman Astronom Carl Wirtz (1924), kırk iki galaksi üzerinde yıldızların hareketlerini belirleme üzerine yöntemler geliştirerek birbirleri arasındaki mesafe ile hızları ilişkilendiren ‘’Astronomische Nachrichten’’ ait makale yayınlamıştır. Tüm bu çalışmalar üzerine Edwin P. Hubble (1920), kırmızıya kayma olgusunu ortaya koyarak büyük bir keşifte bulunmuştur. ABD’nin Mount Wilson Gözlemevinde Estonyalı Ernst Öpik (1922) ve İsveçli Knut Lundmark (1920) özelde Andromeda Galaksisinin hızını tespit etmekle beraber birçok galaksinin hızını ve farklı kısımlarındaki dönüş hızlarını ölçmede Doppler Etkisi tekniği kullanılmıştır [1-3].

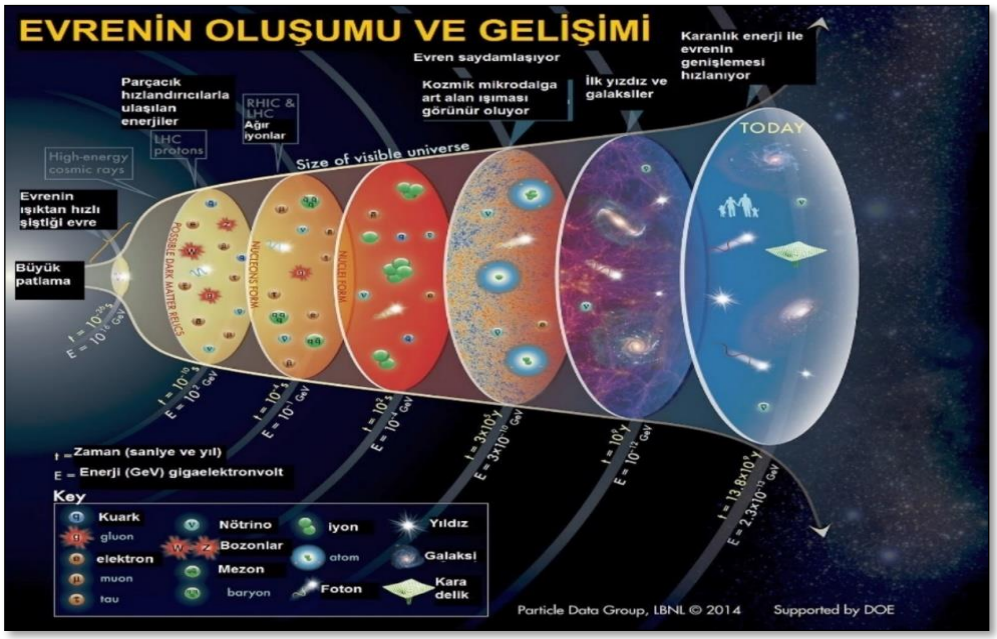
Kırmızıya kayma hız-mesafe ilişkisi uzak galaksilerin tam olarak çizgiye gelmeyen noktalar, gözlemlenen genel genişlemede yalnızca küçük sapmalarla hızlardaki

farklılıkların hafif uyumsuzluğuna bağlıdır. Evrenin genişlediğini ilk kez gösteren Edwin Hubble orijinal verilerinde, verilerin hepsinin sol alt kısımdaki küçük kırmızı alana sığdığı bilinmektedir (Şekil 1.1) [3,5].



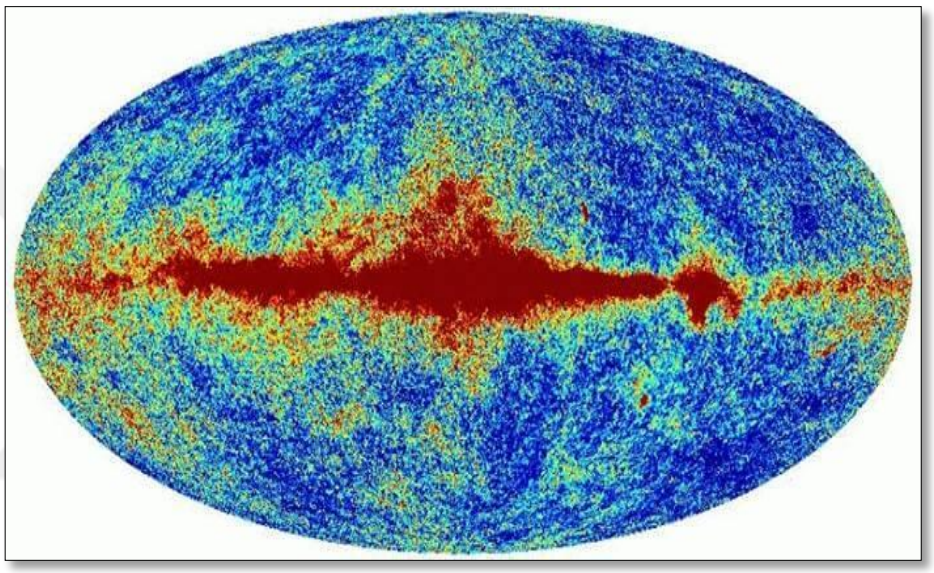
Şekil 1.1 Hubble'ın orijinal gözlem sonuçları grafiği görseli [4,7]

Evren oluşumu sonrası Büyük Patlamadan geldiği düşünülen en uzak noktadan gelen fon ışımaları elektromanyetik ışımadır. Birçok bilim insanı tarafından Büyük Patlama Teorisinin en önemli kanıtı olarak kabul görmüştür (Şekil 1.3).



Şekil 1.2 Evrenin oluşumunu ve gelişimini kronolojik olarak anlatan görsel [6]

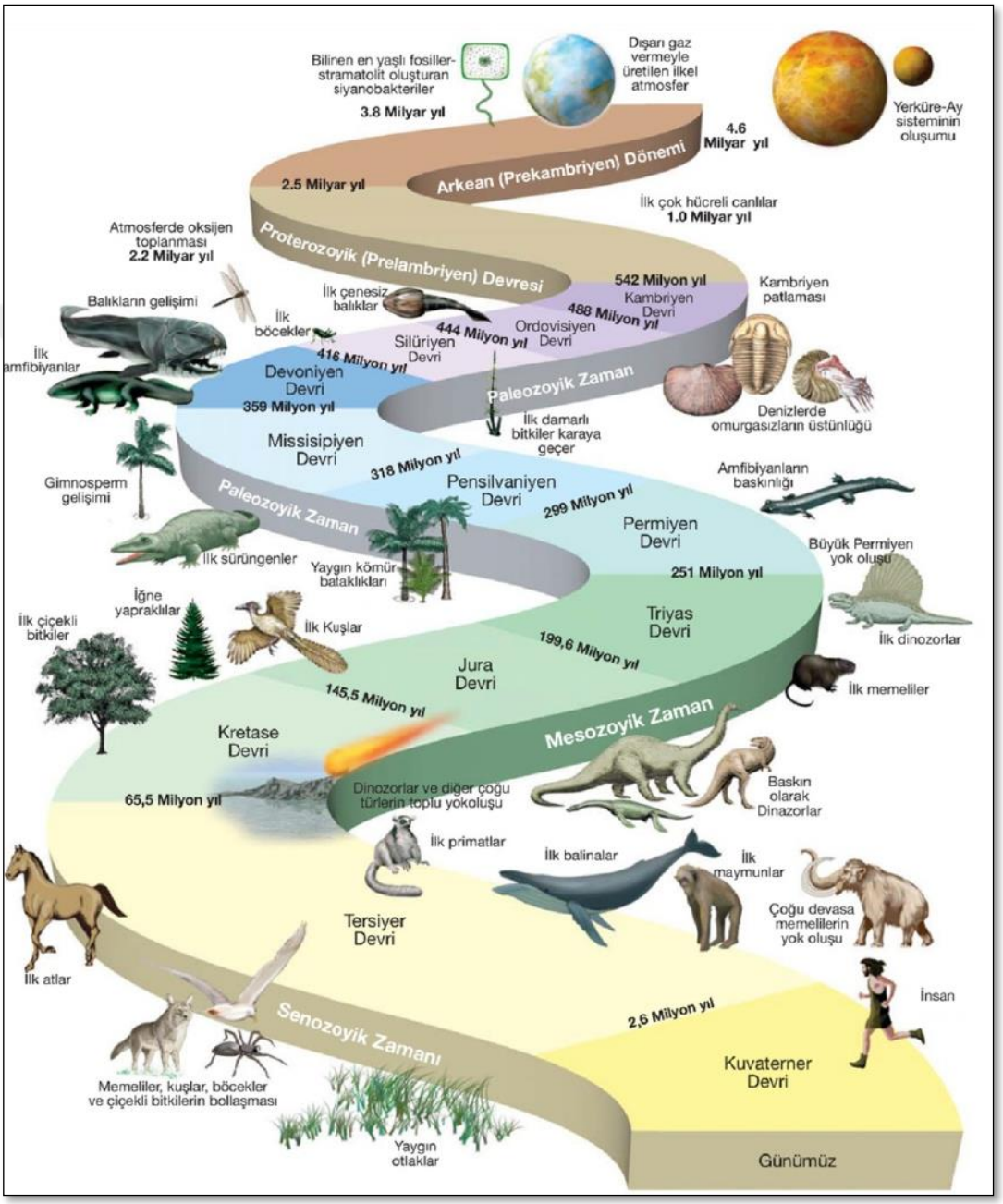
Christan Doppler (1842), yapmış olduğu yıldızlar spektrumu çalışmalarında evrendeki bazı yıldızların spektrumları kırmızıya kaydığı bazılarının da mora kaydığı tespit edilmiştir. Mora yaklaşan yıldızların bize yaklaştığını kırmızıya yaklaşan yıldızların bizden uzaklaştığını ayrıca değişik yıldız kümelerinin uzaklaştığını Mount Wilson Gözlemevinde Hubble'ın yapmış olduğu çalışmalardan elde edilmiştir. Yıldız kümelerinin çoğunun kırmızıya yaklaştığı ve bizden uzaklaştığı 1924 yılında belirlenmiştir (Şekil 1.1). Galaksinin uzaklaştıkça hızın artmasıyla 1929 yılında hızın uzaklıkla doğru orantılı olduğu ortaya konmuştur [7-9]



Şekil 1.3 Kozmik mikrodalga arka plan ışımasına ait görsel [10]

M. Slipher (1875-1969) Lowell Gözlemevinde 1920'lerde yaptığı çalışmalarda uzak galaksilerin spektrumları hakkında yaptığı çalışmalarda uzaklaşan galaksilerin spektrumları büyük oranda kırmızıya kaydığı yakın galaksilerin ise nispeten daha çok hızlı hareket ettiği gözlemlenmiştir. Bu olgunun Doppler Etkisi ile ilgili olmadığını Willem de Sitter (1907) galaksilerin uzaklığına bağlı olduğunu ortaya atmıştır. Genel Görelilik Kuramına bağlı olarak Albert Einstein düşüncelerine dayandırılmıştır. Evren genişlemiyor iddiasını Einstein'ın 1915 yıllarındaki görelilik kuramına dayandırırken bu iddia Rus fizikçi Alexander Friedmann ve Georges Lemaitre Genel Görelilik Kuramına dayanılarak evrenin aslında genişlediğini ortaya koymuştur (Şekil 1.2). Hubble gözlemini gördükten sonra Einstein görüşlerinden vazgeçerek birtakım sabitleri denklemlerinden çıkartarak yapmış olduğu hesaplamalarda doğru eşitlikler elde etmiştir. Bu şekilde evrenin durağan olmadığının sonlu olduğu kanıtlanmıştır. E.

A. Milne 1933 yılında Görelilik Kuramına göre evrenin genişlediğine dair bir modelleme ortaya koymuştur. Bu şekilde 1960 yıllarından itibaren bu model Büyük Patlama Kuramı olarak kabul görmüştür [1,9,11-12]. Büyük Patlama sonrası gezegenimiz jeolojik süreçler geçirerek günümüz şeklini almıştır (Şekil 1.4).

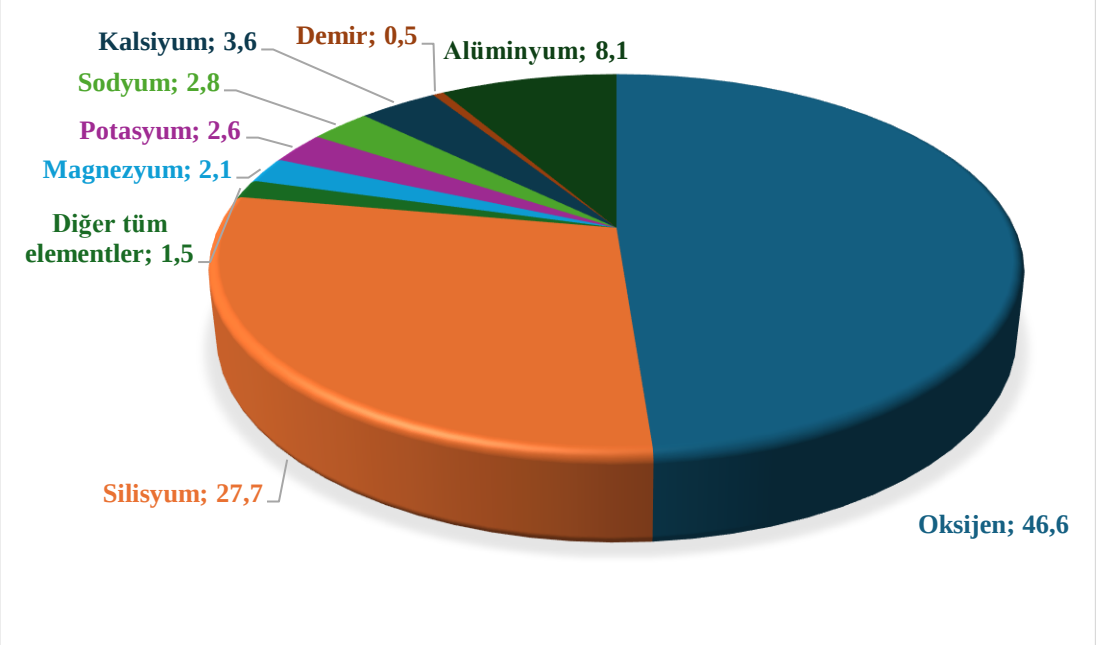


Şekil 1.4 Jeolojik zaman süreci [13]

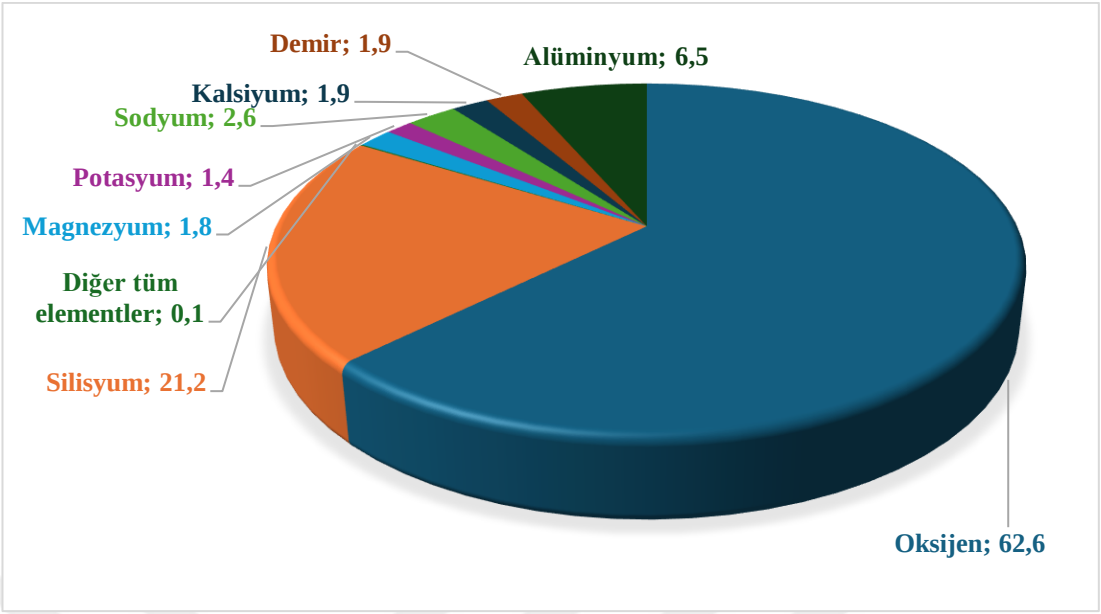
1.1.1 Dünya'nın yapısal özelliği

Dünya oluşumundan sonra çarpan partiküllerin yaydığı enerjiye ek olarak radyoaktif elementlerin bozunmamasının sağladığı ısı dünyanın kısmen ya da tamamen erimesini sağlamıştır. Ergime sonrası ağır elementler (Demir, Nikel, vb.) dünyanın merkezine doğru çökelirken hafif bileşenler ağır elementler üzerinden yukarıya doğru yükselmiştir. Bu kimyasal değişim süreçlerinde önemli sonuçlardan biri de büyük miktarda gaz çıkışları olmuştur. Bu sebeple gaz çıkışları ilkel bir atmosferi geliştirmiştir. Bu sayede gezegenimiz üzerinde yaşam alanı oluşmuştur [14-18].

Yer içi genel olarak basınç, sıcaklık ve yoğunluğun dereceli olarak artışı ile karakterize olmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda 100 km derinliğinde 1200-1400^{0}C arasında çekirdek-manto arasında ise 4500^{0}C ve dünyanın merkezine doğru ise 6700^{0}C sıcaklık olduğu tahmin edilmektedir. Buradan anlaşılıyor ki yerin iç sıcaklığı enerjisel olarak yavaşça uzaya doğru geçiş yapmaktadır [14-18]. Yerkabuğunda rastlanan yaygın elementlerin grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Grafik 1.1-Grafik 1.2);



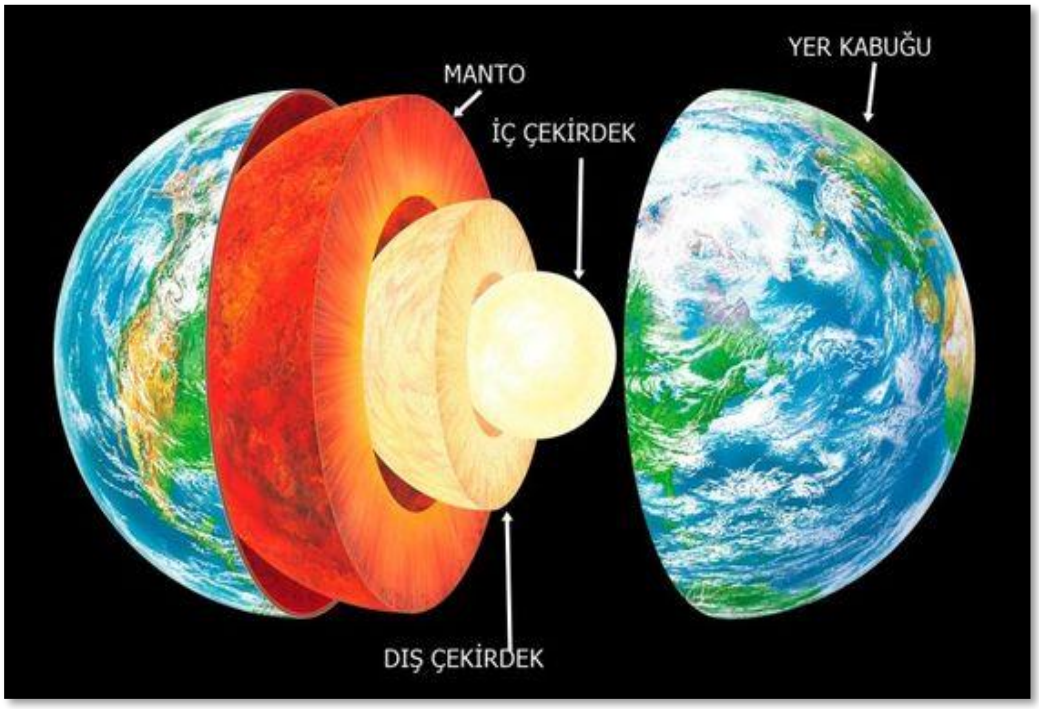
Grafik 1.1 Ağırlıklarına göre yer kabuğunda rastlanan yaygın element yüzdeleri [17]



Grafik 1.2 Atomlarına göre yer kabuğunda rastlanan yaygın element yüzdeleri [17]

1.1.2 Bilişimsel katmanlar

Yer içi oluşumunda erken zamanda malzeme göçü gerçekleşmişken çok daha küçük ölçeklerde halen devam etmektedir. Bu sebeple yer içi bileşeni homojen değildir. Yer içi 3 farklı kimyasal bileşenden meydana gelmektedir (Şekil 1.5-Şekil 1.6) [17,20,21].



Şekil 1.5 Dünya'nın iç yapısı, merkezden dışa doğru dört katmanın görseli [22]

Kabuk: Okyanus sırtlarında kalınlığı 3 km'den dağ kuşaklarına denk 7 km'ye kadar ulaşan dünyanın üst katmanını ince bir katmanla kaplamaktadır.

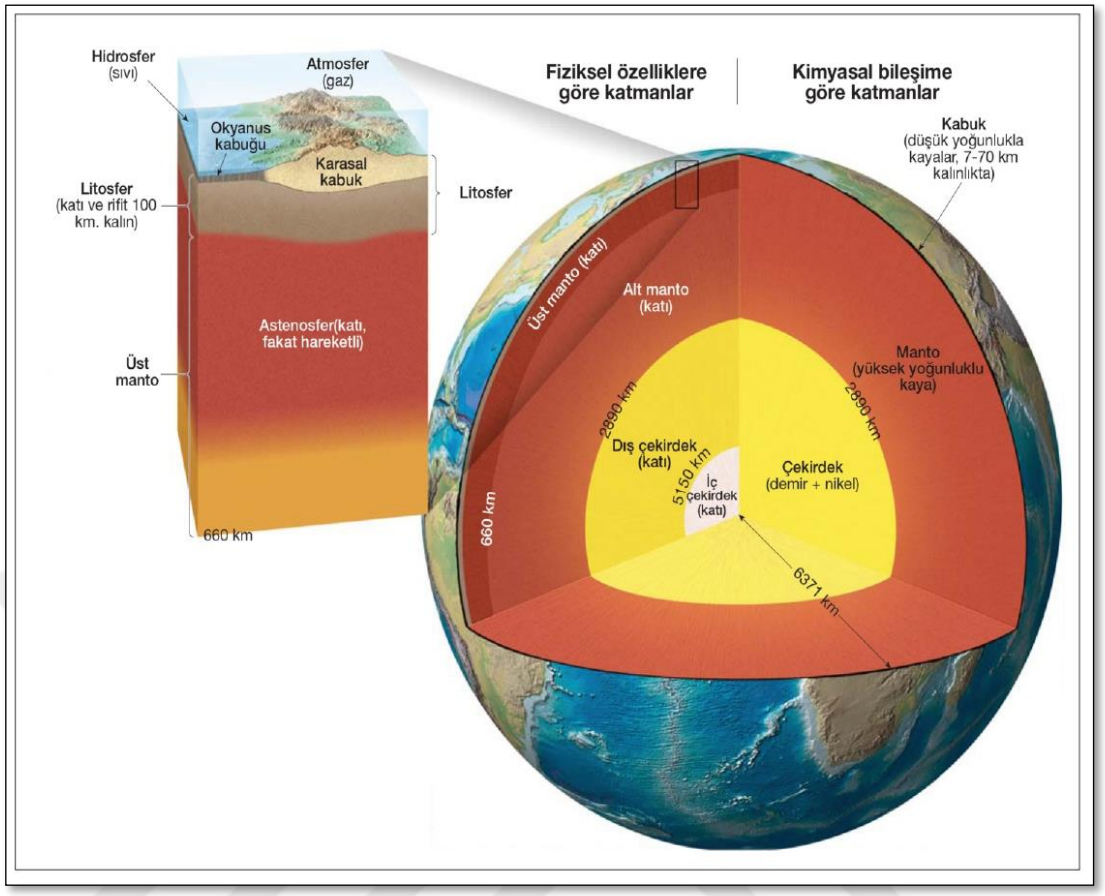
Okyanusal ve kıtasal kabuk olarak dünyanın en dışında kırılgan bir bölümden oluşur. Okyanusal kabuğun ortalama kalınlığı 0-5 km koyu renkli magmatik bazalt kayacından buna karşı kıtasal kabuğun üst kesimi granodiyorit granitik kayaç bileşenlerinden oluşmaktadır. 180 milyon yıldan daha genç olan okyanusal kabuk 3.8 milyar yıllık kıtasal kabuktaki (2.7 g/cm^3) litosfer kayaçlarına nazaran daha gençtir [15-18].

Manto: Kabuk katmanın altında 2885 km genişliğinde katı ve derinlere uzanan bir katmandır.

Kayalık kabuktan, dünya hacminin %82'sini kapsayan ve 2900 km kalınlığında olan mantoya geçiş sırasında bileşimsel farklılık vardır. Deprem esnasında oluşan dalgalar manto içerisinde katı olma özelliğini yansıtırken düşük hızla akabilme özelliği de göstermektedir. Manto, manto-çekirdek sınırında 660 km derinlikte alt manto ve 660 km kabuğun alt sınırındaki kesimde üst manto olarak iki bölümden oluşur [15-18].

Çekirdek: Bu katman iç ve dış çekirdek olarak ikiye ayrılır. Eriyik metal katmandan oluşan derinliği 2270 km olan dış çekirdek ile demirce zengin 1216 km kalınlıkta çapındaki katı iç çekirdekten oluşmaktadır.

Büyük oranda demir, az miktarda Nikel ve diğer elementlerden oluşur. Çekirdekte oluşan büyük basınçtan dolayı demirce zengin malzeme 11 g/cm^3 yoğunluğa sahiptir. İç ve dış bileşimsel olarak benzer olmasına rağmen mekanik dayanım farklılığı ile ayırt edilebilir. Dış çekirdek akışkan özelliğine sahip sıvı özelliktedir [15-18].



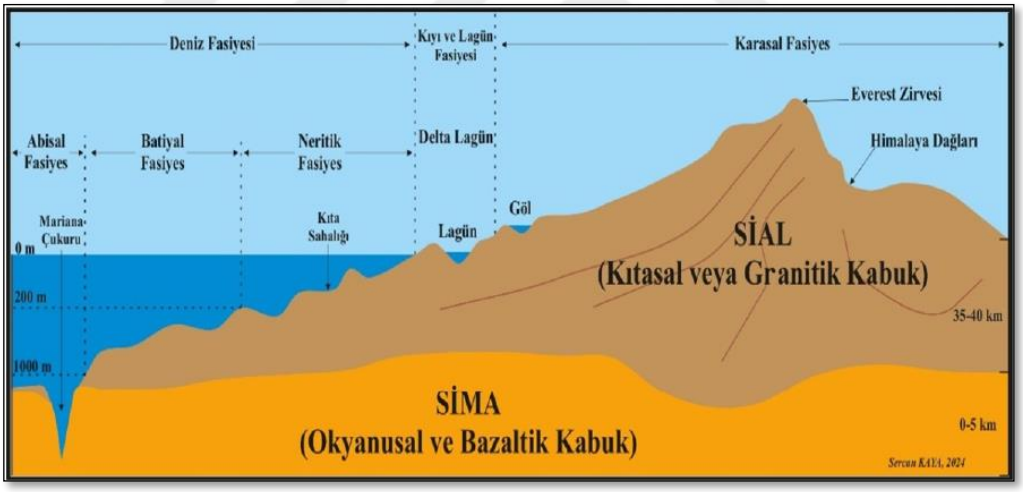
Şekil 1.6 Yer kürenin iç yapısını gösteren kesit görseli [23]

Günümüzde mantonun üst kısmı ve dünyamızın en dış kısmı soğuk kırılgan özelliğe sahiptir. Bu kısımda farklı kimyasal bileşimler bulunmakta fakat mekanik deformasyona karşı tek bir kütleymiş gibi davranırlar. Dünyanın en dış kırılgan kısmına litosfer adı verilmektedir. Ortalama kalınlığı 100 km olan litosfer yaşlı kıta kalkanlarının altında 250 km hatta daha kalın okyanus sırtlarında birkaç km yaşlı okyanuslarda 100 km kadar görülebilmektedir [15-18].

Astenosfer ise litosfere nazaran daha yumuşak ve zayıf katman olarak altında bulunur. Astenosferin üst kısmında yaklaşık 150 km civarındaki bölümünde az miktarda eriyik ortamın oluşabileceği sıcaklık-basınç rejimi hakimdir. Bu sebeple litosfer astenosfer üzerinde bağımsız olarak hareket etmektedir. Gerçekleşen bu olaylar levha tektoniği adı altında incelenir [15-18].

Sial-Sima

Yer kabuğu mineralojik ve kimyasal bileşimleri bakımından iki ana kayaç olan Sial-Sima gruplarından oluşur (Şekil 1.7). Sial, yoğunluk ortalaması 2.7 g/cm^3 olan çoğunlukla hafif kayaçlardan oluşmuştur. Çoğunlukla %52-75 arası SiO_2 bileşiminden meydana gelir. Özellikle Al_2O_3, Na_2O, K_2O, ve CaO bakımından oldukça zengin granit, kumtaşı, kireçtaşı gibi kayaçların yoğunluklarıyla kıtasal kabuğu oluşmaktadır. Silisyum (Si) ve Alüminyum (Al) elementlerinin kayaçların bileşiminde yoğun olarak gözlemlendiği için geniş kapsamlı terim olarak ‘’sial’’ sözcüğü ile tanımlanır. Sima, yoğunluk ortalaması 2.8-3 g/cm^3 arasında değişkenlik gösteren, bazik ve ultrabazik karakterli kayaçlardan meydana gelir. Yapısında yaklaşık olarak %45-52 arasında SiO_2 bulundururlar. Bu kayaçlarda ise çoğunlukla daha ağır ve daha bazik olan (ultrabazik) karakterlidir. Bu kayaçlar içerisinde ise FeO, Fe_2O_3 ve MgO önem arz edecek miktarda bulunur. Bu sebeple magnezyum oksitçe zengin olmasından dolayı ‘’sima’’ sözcüğü ile tanımlanır (Tablo 1.1) [17,18].



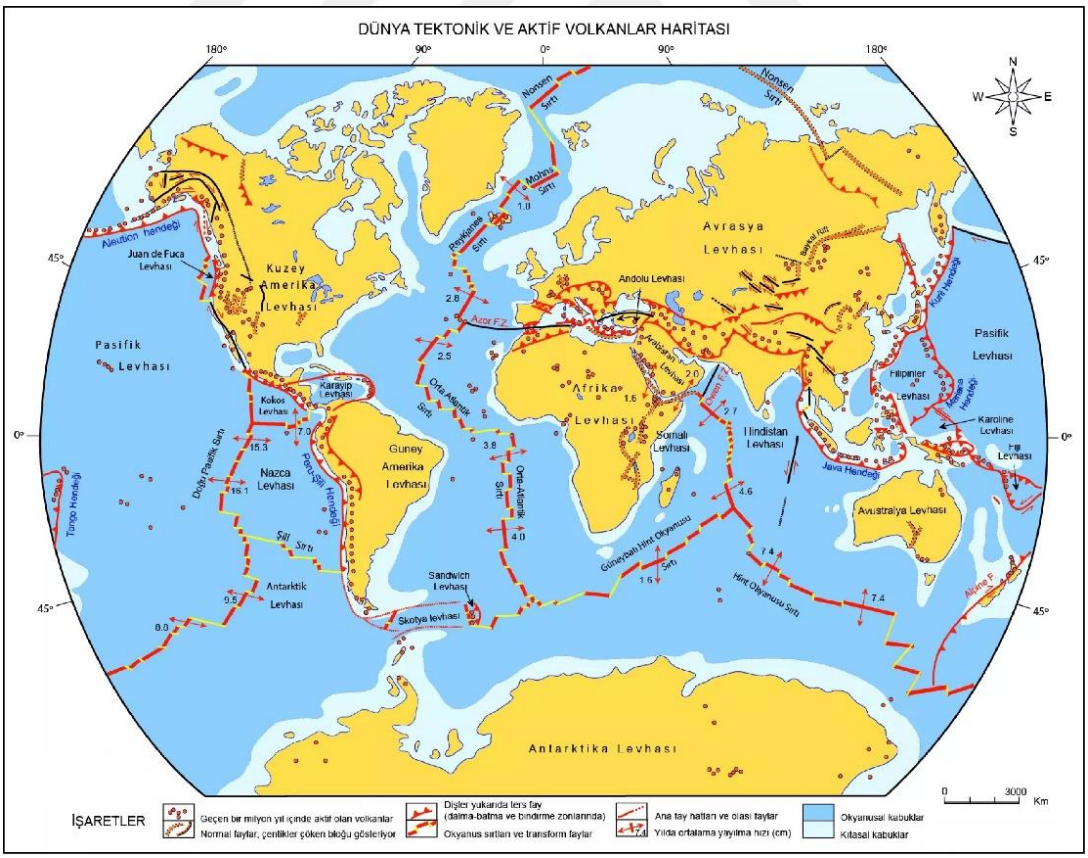
Şekil 1.7 Sial-Sima kesit görseli [24]

Tablo 1.1 Kıtasal ve okyanusal kabuk arasındaki fark [17]

Kıtasal Kabuk	Okyanusal Kabuk
Ortalama yoğunluk 2.7 g/cm^3	Ortalama yoğunluk 2.8-3 g/cm^3
Ortalama kalınlık 35-40 km	Ortalama kalınlık 0-5 km
Daha yaşlı kayaçlar 1500-3500 milyon yıl	Daha genç kayaçlar 200 milyon yıl
Bileşimi karmaşık	Basit yapıda ve homojen/uniform bileşimli
Yerkabuğunun %71’ini oluşturur	Yerkabuğunun %29’unu oluşturur

1.1.3 Levha tektoniği

Litosferin yitim ve deniz tabanı altı mekanizması hareketleriyle açıklanan ayrıca hareketleri sonucu oluşan kıtalar ile okyanus havzalarının değişim süreçlerini inceleyen alt bilim dalıdır (Şekil 1.8). Levha tektoniği modellemesine göre mantonun en üst kısmında bulunan litosfer kabuk rijit ve dayanımlı bir tabaka olarak davranır. Litosfer daha çok sayıda parçalar olan levhalardan oluşur. Levhalar sürekli olarak hareketli olup boyut ve şekil değişimlerine uğramaktadır. Başlıca bilinen yedi büyük levha; Pasifik, Afrika, Avrasya, Antarktik, Avustralya, G. Amerika, K. Amerika ve G. Amerika levhalarıdır. Wegener (1912), okyanus tabanlarının hareket ettiğini düşünmeden, kıtaların okyanus tabanı boyunca hareket ettiğini söylemiştir. Bu sebeple büyük levhaların bazıları bir kıtanın tamamıyla birlikte, geniş bir deniz tabanını kapsadığını G. Amerika Levhasında olduğu gibi görmekteyiz. Ayrıca orta boy levhalar da mevcuttur. Bunlar ise; Karayip, Nazka, Filipin, Arap, Kokos ve İskoçya levhalardır. Bunların dışında bir düzine küçük levhalar da mevcuttur [14-21].

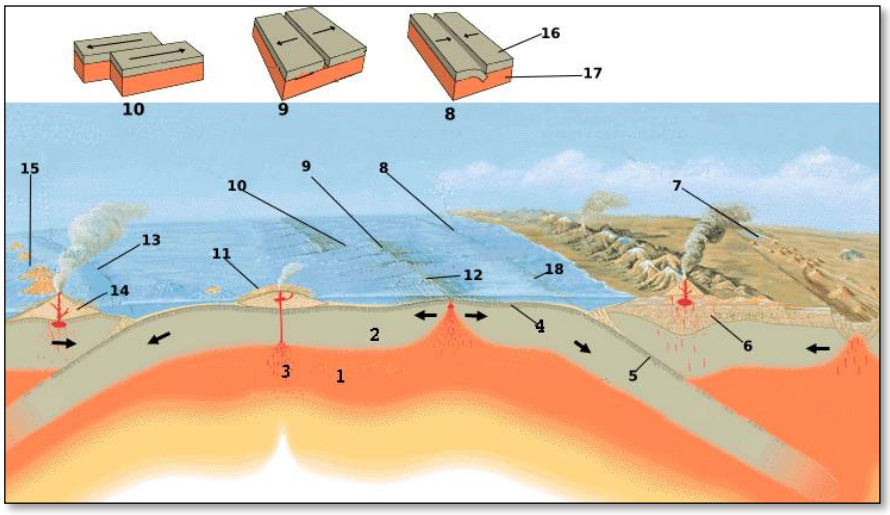


Şekil 1.8 Dünya tektonik ve aktif volkanlar haritası. Kırımızı oklar levha sınırlarındaki hareketin yönünü gösterir [25]

Litosferik levhalar yılda birkaç santimetre ilerleyecek kadar yavaş hızda fakat sürekli hareket halindedirler. Yer içindeki homojen olmayan ısı dağılımından dolayı bu hareketler sürekli olarak devam etmektedir. Bu hareketler doğal olarak depremlere, volkan oluşumlarına sebep olur ve çok miktarda dağları deforme eder [14-21].

Levhalar etrafındakilere göre tek parça halinde hareket ederken, levha iç kısımları deforme olabilirken, levhalar arasında asıl etkileşim sınırlarda gerçekleşmektedir. Deprem yerleri kullanılarak levha sınırları belirlenmesi ilk yöntemsel çalışmalardır. Sonraki çalışmalarda ise üç farklı sınırla bağlandığı ve farklı hareketler sergilediği gözlenmiştir (Şekil 1.9) [14-21]. Bu sınırlar;

1. Uzaklaşan Sınır (Divergent Boudaries): Levhaların birbirinden uzaklaştığı sınırlar, yeni deniz tabanı oluşumunda magma malzemesinin yukarı yönde yükselmesine neden olur [19].
2. Yaklaşan Sınır (Convergent Boundaries): Levhaların birbirine yaklaştığı ve sonuçta okyanusal litosferi mantoya dalarak sonuçlanır [19].
3. Dönüşüm Faylı Sınır (Transform Boundaries): Litosfer oluşumunda veya levhaların yitimi gerçekleşmeden birbirine sürtünmesiyle gerçekleşir [19].



Şekil 1.9 1-Astenosfer 2- Litosfer 3-Sıcak Nokta 4-Okyanusal Kabuk 5-Batan Levha 6-Kıtasal Kabuk 7-Rift Vadisi 8-Yitim Zonu 9-Uzaklaşan Sınır Tabakası 10-Dönüşümsel Sınır Tabakası 11-Kalkan Volkan 12-Okyanus Ortası Sırtı 13-Yaklaşan Tabaka Sınırı 14-Strato Volkan 15-Ada Yayı 16-Levha 17-Astenosfer 18-Okyanus Hendeği [26]

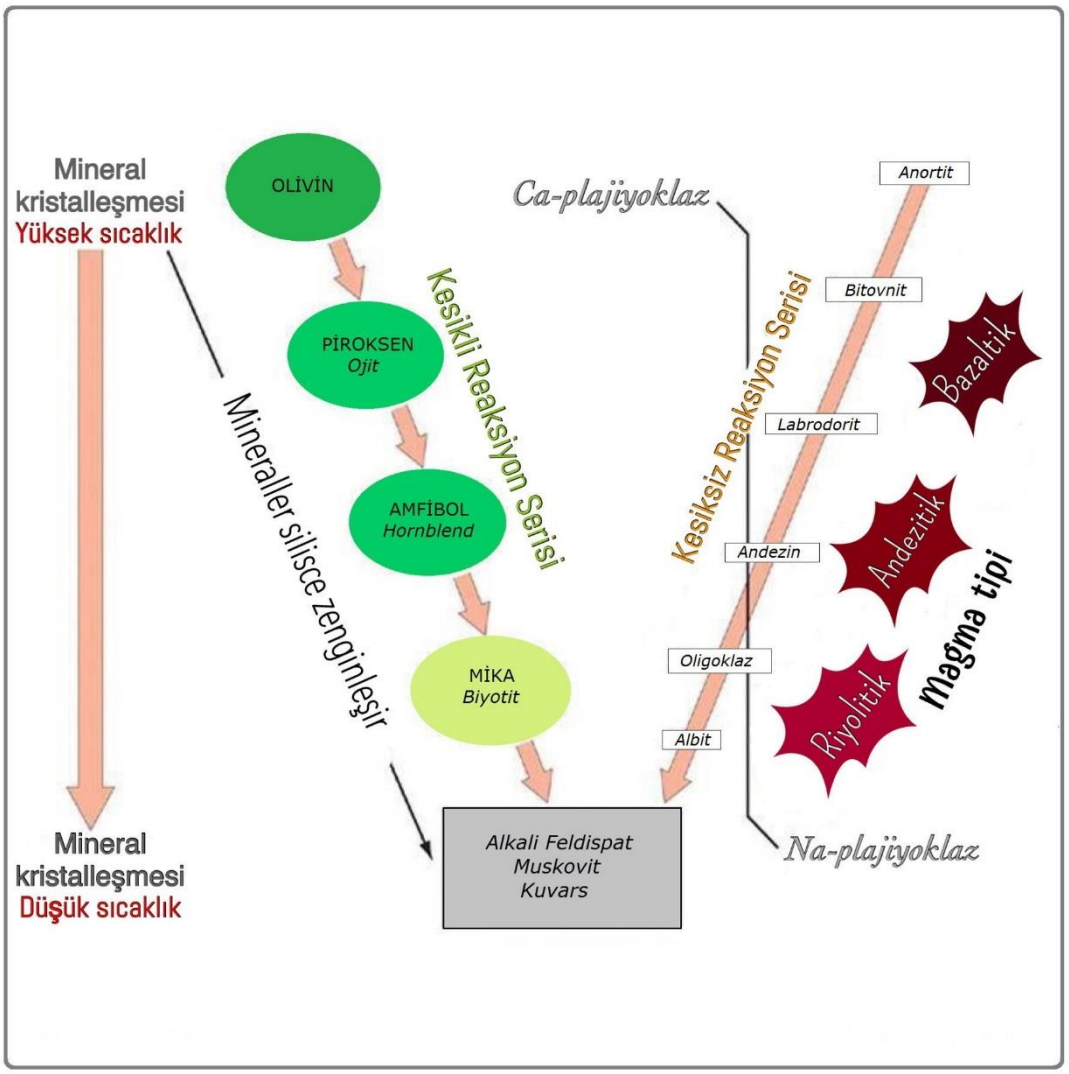
Tüm levha sınırları bunların birkaçı ile sınırlandırılmıştır. Örnek olarak batıdan uzaklaşan, doğudan yakınlaşan ve uzaklaşan sınırlarıyla atıma uğramış Nazka levhası transform fayla sınırlanmıştır. Dünyamızın toplam yüzey alanı değişmiyor olsa da yakınlaşan ve uzaklaşan levhaların dağılımı alan açısından küçülüp büyüyebilir. Afrika ve Atlantik levhaları uzaklaşan sınırlarla çevrili olup ve bu sebeple alansal olarak giderek büyümektedir. Buna zıt olarak Pasifik levhasının batı ve kuzey kenarları boyunca mantoya dalarak tükenerek alansal olarak küçülmektedir. Bunların dışında rijit blokları etkileyen kuvvetlere yanıt olarak yeni levha sınırları oluşmaktadır. Doğu Afrika rift vadisi yeni bir levha sınırı olarak gelişimini sürdürmektedir. Bu gelişme devam ederse Afrika levhası okyanusla bölünmüş iki levha haline dönüşecektir [14-21].

1.2 Kayaçlar

Dünya yapısı kendine has bir sistem içerisinde gelişim göstererek tüm parçaları farklı rollerde olsa da bir bütün olarak kabul edilir. Buna en güzel örneklerden biri de kayaç döngüsüdür (Şekil 1.11). Kayaç çevrimi dünya yapısındaki farklı bölgelerin birbiriyle karşılıklı ilişkilerini ortaya koyarak incelememizi kolaylaştırır. Magmatik (sokulum), sedimanter (tortul/çökel) ve metamorfik (başkalaşım) kayaçlar birbiriyle olan ilişkileriyle kayaç kökenlerini anlamamızı sağlar (Şekil 1.12) [14-21].

Magmanın soğuyup katılaşması suretiyle kristalleşme denen süreç yerin derinliklerinde oluşabileceği gibi, volkan patlaması sonucu yüzeyde de oluşabilmektedir. Bu iki durumda oluşan kayaç türlerine ‘’magmatik (sokulum) kayaçlar’’ denir [14-21].

Ergimiş haldeki magmadan mineraller, ergime sıcaklıkları altına düşerek katılaşarak ayrışırlar. Daha sonra magmatik kayaç yapısına katılarak oluşumundaki sıcaklık sıralamasına göre kristalleşirler. Magma içerisinde eriyik halde bulunan silikatlar, oksitler, sülfitler sıcaklığın azalmasıyla aynı anda kristalleşmezler. Fraksiyonel kristalleşme denilen bu olay konsantrasyon-kristalleşme derecesine bağlı sırayla mineralleri oluşturur. Bu durum sonucu ortaya çıkan Bowen’in reaksiyonel sıralamasında iki seri gelişmekte ve daha sonra yaklaşmaktadır (Şekil 1.10) [14-21].

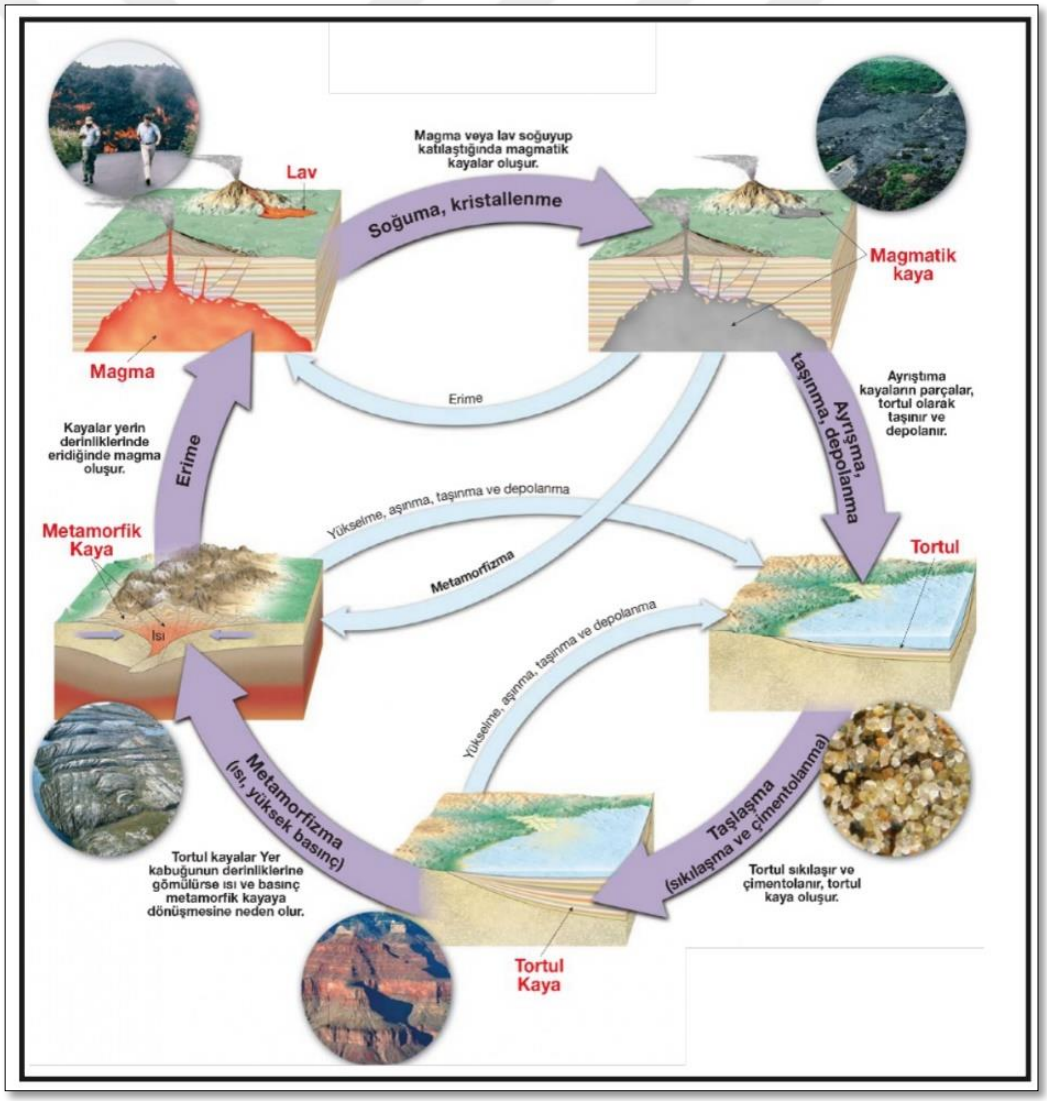


Şekil 1.10 Bowen serisi [27]

Magmatik (sokulum) kayaç yüzeylerinde gerçekleşen bozunmalar dış etkenler olarak atmosferik etkiler altında yavaş yavaş ayrışırlar. Magmatik (sokulum) kayaçlardan aşınan malzeme yamaçlardan akarsu, buzul ve rüzgâr gibi dış etken taşıma kuvvetleriyle yer değiştirir. Sediman olarak adlandırılan katı ve çözünmüş bu malzemeler nihayetinde bir bölgede çökelim sağlarlar. Çoğunlukla okyanuslarda görülen bu çökelme ortamları aynı şekilde akarsu yatakları, çöller ve bataklıklarda olabilir. Çökelen sediman malzemeler belirli süreçler sonunda taşa dönüşürler. Taşlaşma süreci sonrası ‘’sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar’’ meydana gelerek üstte daha genç sediman malzemelerin ağırlığıyla gözeneklerin azalması ve kimyasal çökellerle doldurulması ile gelişim sürecini devam ettirir [14-21].

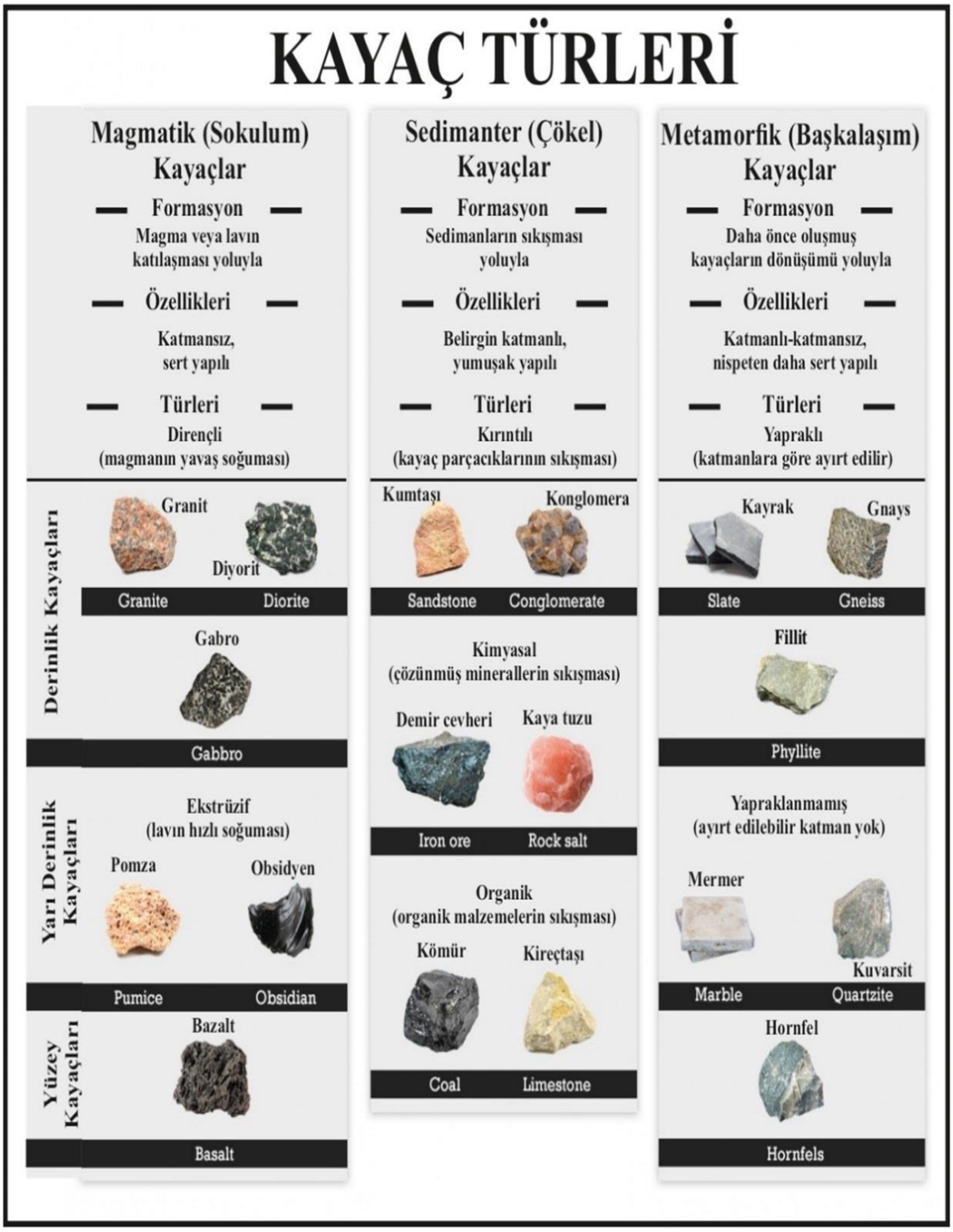
Çökelme sonucu sedimanter (tortul/çökel) kayaç üzerine yeni bir sedimanter kayaç oluşması ile yerin derinliklerine doğru batarak dağ oluşumları sürecine katılır. Veya sonradan sokulum yapan magma tarafından ısıtılarak yüksek basınç ile basınca maruz olur. Gelişen koşullarda sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar ortam koşullarına uyum sağlayarak üçüncü bir tür olana metamorfik (başkalaşım) kayaçlara dönüşürler. Metamorfik (başkalaşım) kayaçlar daha çok yüksek basınç ve sıcaklık altında ergiyerek magmayı beslerler [14-21].

Yer içi ısısı magmatik (sokulum) ve metamorfik (başkalaşım) kayaçların oluşumlarından sorumludur. Yerçekimi ve güneş enerjisi faktörleriyle yüzey süreçleri sedimanları oluşturur. Bunlar da taşlaşarak sedimanter kayaçları oluşturur [14-21].



Şekil 1.11 Kayaç döngüsü [28]

Kayaç döngüsü kuramı ilk kez James Hutton (1795) tarafından ileri sürülerek kayacın başka bir kayaca dönüşümü hakkında çok az bilgi elde ediliyordu. Fakat Levha Tektoniği Kuramı sonucunda kayaç çevrimi hakkında daha net bilgilere ulaşım sağlanmıştır [14-21].



Şekil 1.12 Kayaç türleri [29]

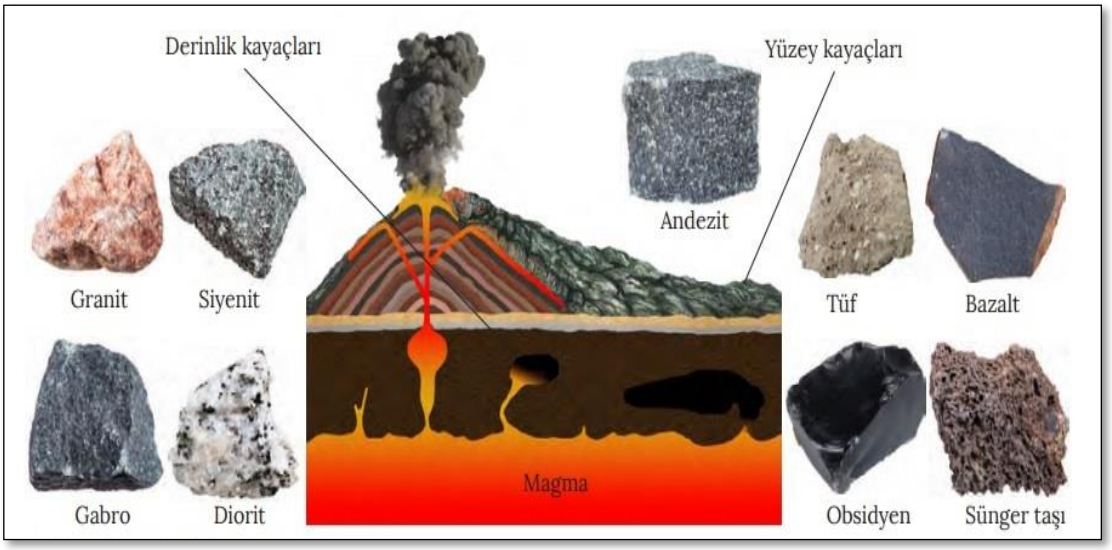
Kara kütlesinden aşındırılan malzeme kıta kenarlarına taşınarak, o bölgelerde kalınlığı binlerce metre olan sedimanter tabakalar oluşur. Bir kıta kenarı sakinliği buranın yaklaşan bir levha sınırına dönüşmesiyle aniden değişir. Bu yerlerde okyanusal levha astenosfer içine doğru dalmaya başlar ve zamanla kıta kenarındaki sedimanlar dalmanın fiziksel zorlaması sonucunda deforme olup metamorfizmaya uğrar [14-21].

Okyanusal litosfer üzerinde bulunan sedimanter (tortul/çökel) kayaç mantoya doğru dalma sonucu sürüklenerek metamorfizmaya uğrar ve erir. Burada oluşan magma litosfer içinde yükselerek magmatik (sokulum) kayaçları oluşturur. Magmatik (sokulum) kayaçlar bazıları derinlerde bazıları ise yüzeye çıkarak katılaşırlar. Magmatik (sokulum) kayaçlar yüzeylendiği an hızla bozunmaya uğrarlar. Böylece yeni bir kayaç çevrimi başlamış olur [14-21].

1.2.1 Magmatik (sokulum) kayaçlar

Yer kabuğu veya üst manto içerisinde oluşan ve bileşim itibariyle erimiş silikatları içeren akışkana ‘’magma’’ denir. Magma soğuyarak magmatik kayaçlar meydana gelir. Magmatik (sokulum) bir kayacın bileşimi, kaynağının orijinal magmanın bileşimini göstermez. Çünkü magma ilk oluşumunda sonra bazı sebeplerden (basınç, sıcaklık vb.) dolayı bileşimi değişir (Şekil 1.13-Tablo 1.2). Bu değişime magmatik farklılaşma denir. Magmanın yer kabuğu kısımlarına göre üç grupta incelenir [14-21]:

I. ***Derinlik kayaçları (plütonik kayaçlar):*** Yerkabuğu içerisinde magma yüzeyden derinlere doğru yavaş yavaş soğuyarak katılaşması sonucu oluşur. Genelde kristal yapıda ve iri taneli olup kristaller arasında aralık bulunmamaktadır [14-21].
II. ***Yüzey kayaçları (volkanik kayaçlar):*** Yeryüzüne çıkan veya yeryüzüne çok yakın bölgelerdeki magmanın hızlıca soğuması sonucu oluşur. Çoğunlukla gözle görülür kristaller, kristalli olmayan camsı bir hamur içinde dağılmış olarak görülür [14-21].
III. ***Yarı derinlik kayaçları (porfirik kayaçlar):*** Yerkabuğu içerisinde yüzeye yakın derinlikte magmanın soğuması sonucunda oluşur. Yapısal özelliği iri kristallerin daha ince taneli bir fon içerisinde dağılmış olmasıdır [14-21].



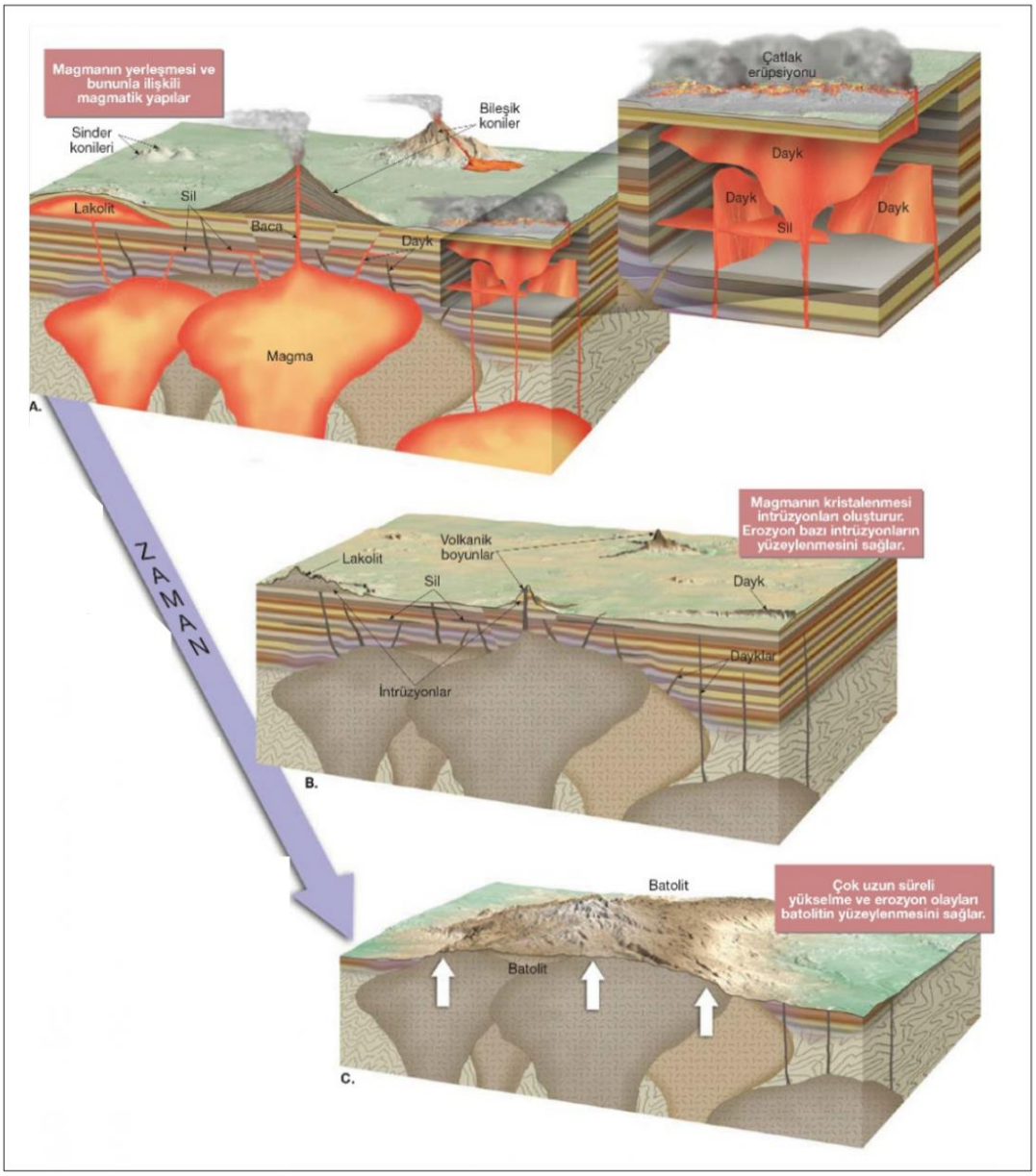
Şekil 1.13 Magmatik (sokulum) kayaç türleri [30]

Tablo 1.2 Magmatik (sokulum) kayaçların genel olarak bileşimleri [18]

Mineral Bileşimleri		**Derinlik Kayaçları**	**Yüzey Kayaçları**	**Yarı Derinlik Kayaçları**
Kuvars+ Feldspat+ koyu mineraller	Daha Çok Ortoklaslı	Granit	Riyolit	Granit Porfir
	Ortaklaslı ve Daha Çok Albitçe Zengin	Granodiyorit	Riyodasit	Granodiyorit Porfir
	En Çok Albitce Zengin Plajiyoklaslı	Kuvarslı Diyorit	Dasit	Kuvarslı Diyorit Porfiri
Feldspat+ koyu mineraller +Kuvars	En Çok Ortoklaslı	Siyenit	Trakit	Siyenit Porfiri
	Ortaklaslı ve Albitce Zengin Plajiyoklaslı	Monzonit	Trakiandezit	Monzonit Porifiri
	En Çok Albitçe Zengin	Diyorit	Andezit	Diyorit Porfiri
	En Çok Albitçe Zengin Plajiyoklaslı	Gabro	Bazalt	Gabro Porfiri

Magmatik (sokulum) kayaçların kütle içerisindeki pozisyonları:

Yerkabuğu derinlerinde magmanın soğuyup katılaşması ile oluşan bir derinlik kayacı kütlesine ‘’plütonik’’ denir. Değişik şekil ve boyutlarda bulunurlar (Şekil 1.14) [14-21].



Şekil 1.14 A- Volkanizma ile intrüzif magmatik faaliyetler arasındaki ilişkileri gösteren blok diyagram, B- Bazik intrüzif magmatik yapıları gösteren blok diyagram. Bu gövdelerden bazıları oluşumlarında uzun zaman sonra erozyonal etkilerle yüzeylenmiştir, C- Milyonlarca yıl süren yükselme ve erozyon olaylarından sonra yüzeye ulaşan batoliti gösteren blok diyagram [31]

Lapolit: Genel olarak kıvrımlı katmanlar arasına sızan ve şekil itibariyle çukur tarafı yukarıya doğru olan ince kenarlı merceğe benzer ve içine sızdığı kayaçlarla uyumlu kayaç kütleleridir.

Batolit: Genel olarak granit ve granodiyorit türde kayaçların derinlere doğru genişleyen ve üst bölgelerinde az çok kubbe şeklinde olan büyük hacimli kütlelerdir.

Stok: Genel olarak daire ve elipsi şeklinde yan kayaçlarla olan dokunakları sarp veya hafif engebeli bir rölyef oluşturan kütlelerdir.

Diyapir: Çevresindeki kayaçların katmanlarını delip geciktikten sonra üzerine kubbe şeklinde oturan kütlelerdir.

Sill: Sedimanter kayaçlardaki tabakalanma ve metamorfiklerdeki klivaj düzlemleri arasına giren iki kenarı az çok paralel magmatik kütlelerdir.

Lakolit: kayaç içine girerek yukarı doğru şişiren magmatik kütlelerdir.

Fakolit: alt kısmı çukur üst kısmı tepe şeklinde merceği andıran kütlelerdir. Fakolitler magmanın daha önce kıvrılmış olan kayaçlar içine sokulması sonucu oluştuğu ileri sürülmüştür.

Dayk: İçerisine girdiği kayaç kütlelerini duvar gibi yukarı doğru kesen ve onlarla uyumsuz olan kütlelerdir.

Damar: Çevre kayaçlar içerisinde oluşan çatlaklara sızan magma dolgu görevi görerek damar şeklinde meydana gelir.

Lavlar: Volkan patlaması sonucu yeryüzüne çıkan sıvı akışkan magmaya denir. Lavlar yeryüzüne ulaştığı andan itibaren soğuyarak katılaşır ve kayaç oluşturur [14-21].

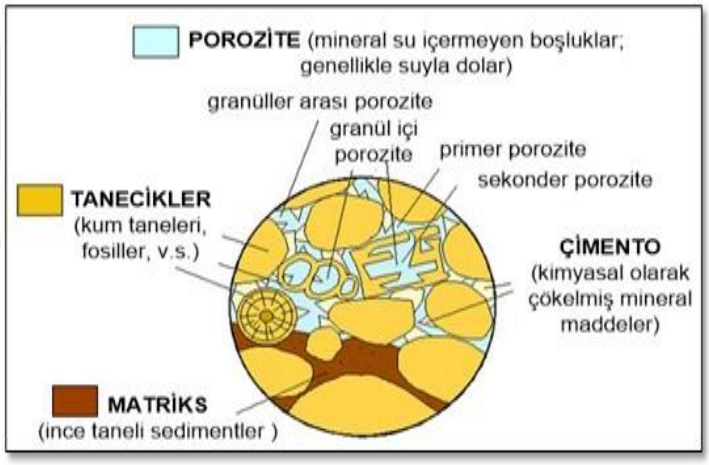
1.2.2 Sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar

Çeşitli kayaçların değişik şartlar altında fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik ayrışması sonucu bozuşarak dağılması sonrası bulundukları yerden başka yere taşınarak belirli bölgelere çökelmesi sonucunda oluşurlar. Sedimanter kayaçlar genel olarak tabakalı ve fosil içeriklidirler. Yeryüzünün %75-80'i sedimanter kayaçlardan geriye kalan %25'i ise magmatik (sokulum) ve metamorfik (başkalaşım) kayaçlardan oluşur. Çok çeşitli sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar bulunur ama bunların en yaygın olanları kumtaşı, kireçtaşı, kiltaşı ve şeyllerdir (Şekil 1.16) [14-21].

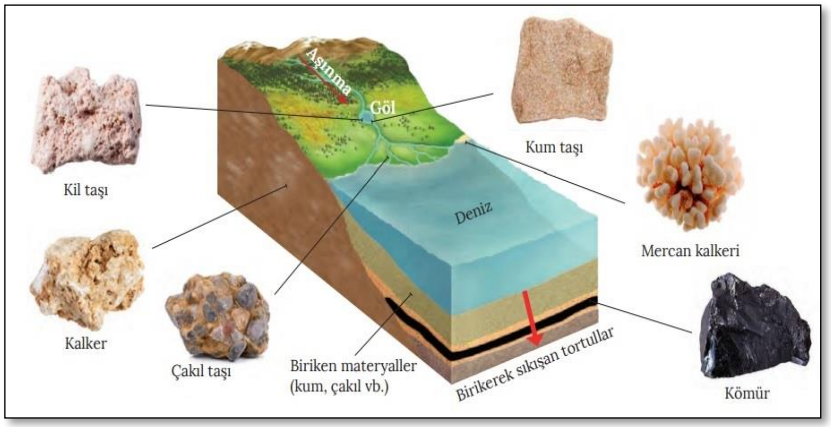
Sedimanter (Tortul/Çökel) Kayaç = Bağlayıcı + **Taneler** (Şekil 1.15)

-Matriks (kil + silt) -Çeşitli kayaç parçaları

-Çimento (kristalin malzeme) -Fosil -Mineral parçaları



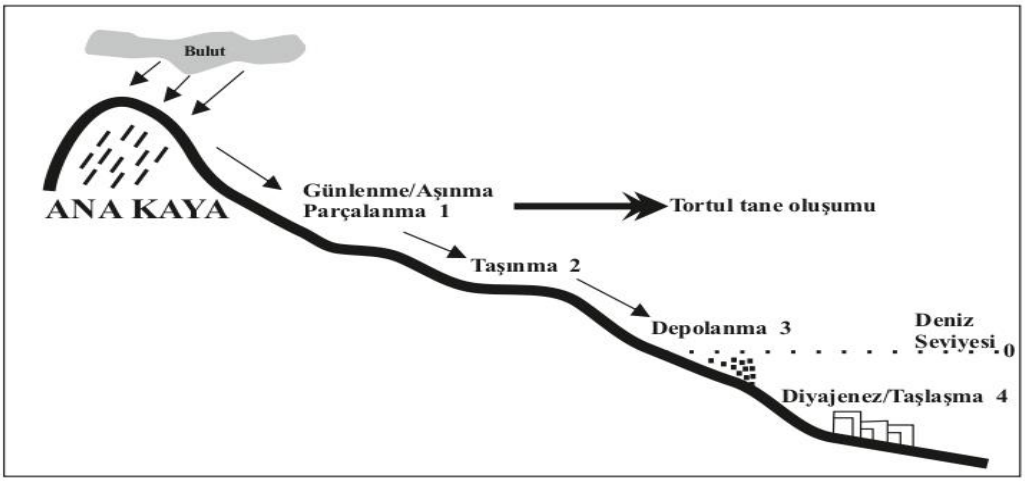
Şekil 1.15 Sedimanter kayaç matriksi görseli [38]



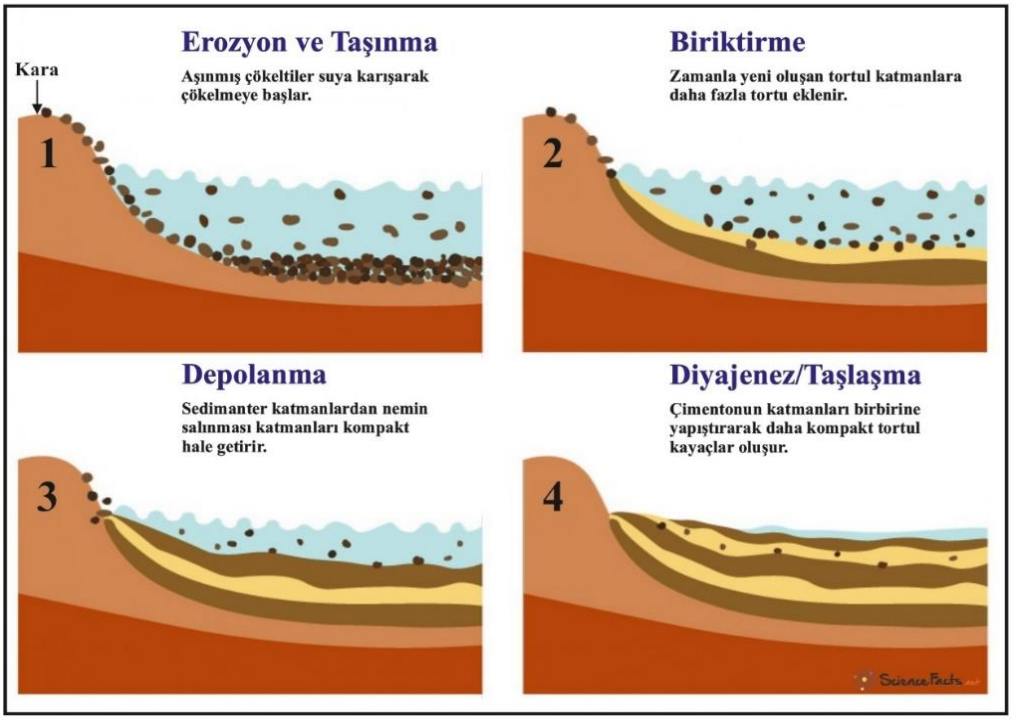
Şekil 1.16 Sedimanter (tortul/çökel) kayaç türleri [30]

Sedimanter (tortul/çökel) bir kayacın oluşum evreleri (Şekil 1.17-Şekil 1.18):

1. Aşınma ve Ayrışma
2. Taşınma
3. Çökelme
4. Taşlaşma (Diyajenez)
5. Epijenez



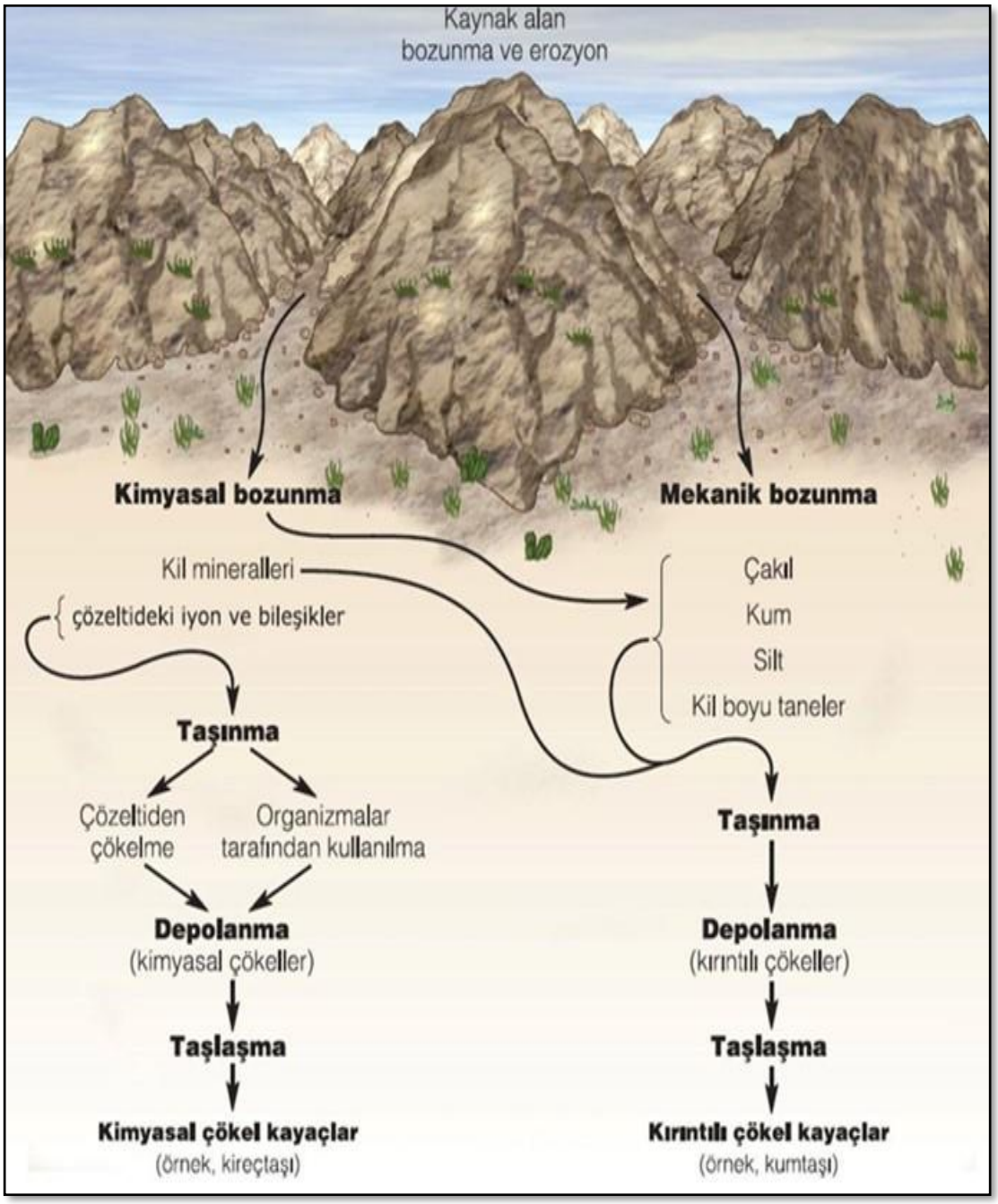
Şekil 1.17 Sedimanter (tortul/çökel) kayaçların oluşmaların sistematik görseli [32]



Şekil 1.18 Sedimanter (tortul/çökel) kayaç oluşum evreleri görseli [33]

Sedimanter (tortul/çökel) kayaçların sınıflandırılması

Sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar çeşitli oluşum özelliklerine bağlı olarak değişik birçok türde sınıflandırılır. Fakat bu sınıflandırmalar içerisinde en çok ve yaygın olarak kullanılan kökenlerine ve oluşum ortamlarına göre yapılan dört ana başlıklı sınıflandırmadır (Şekil 1.19) [14-21].



Şekil 1.19 Sedimanter (tortul/çökel) kayaçların oluşum özelliklerine göre sınıflandırılması görseli [39]

a) Kırıntılı sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar

Çeşitli boyutlarda taş ve mineral parçalarının çökelme ortamlarında birikmesi sonucu meydana gelen parçacıklı kayaçlara denir (Şekil 1.20). Kayacı oluşturan bileşenlerin türleri, boyutlarına, yuvarlıklarına, biçimlerine, boylanmalarına, homojen ve heterojen veya çimento maddesine bağlı gruplandırılır. Örnek olarak tane boyu 2 mm üzerinde ise çakıltaşı, 2-0.2 mm arasında ise Kumtaşı, bunlardan daha küçük ise Kiltaşı denilmektedir. Ayrıca bağlayıcı çimentonun bulunup bulunmaması durumuna göre ayrıca iki alt sınıflandırma yapılmıştır. Bunlar ise çimentolu kırıntılı sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar ve çimentosuz kırıntılı sedimanter (tortul/çökel) kayaçlardır [14-21].



Şekil 1.20 Konglomera kayaç görseli [34]

b) Kimyasal sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar

Doygun eriyiklerin çökelmesi ve tuzlu suların buharlaşması sonucu oluşan kayaçlardır. Örneğin deniz suyu içerisinde serbest halde bulunan kalsiyum (Ca) iyonu, suyun içerisinde erimiş durumda bulunan CO_2 ile uygun koşul ve şartlarda kalsit ($CaCO_3$) mineralini oluşturmaktadır. Bu mineraller su içerisinde ağırlıklarından dolayı dibe çökerek zamanla üst üste birikerek diyajenez sonucu kireçtaşlarını meydana getirir [14-21].

Genellikle kimyasal sediman bileşiminden oluşmasından dolayı oluştuğu için bu adlandırmayı almıştır. Örneğin, kalsit-kireç ana maddeli traverten veya kireçtaşı; silisli olanlar için, sileksit veya çakmaktaşı vb. tuzlu, sodalı olanlar için jips, silvin, anhidrit, kaya tuzu vb. diğer bir örnek ise Travertenler, sarkıt ve dikit kimyasal sedimanter kayaçların tipik örneğidir [14-21].

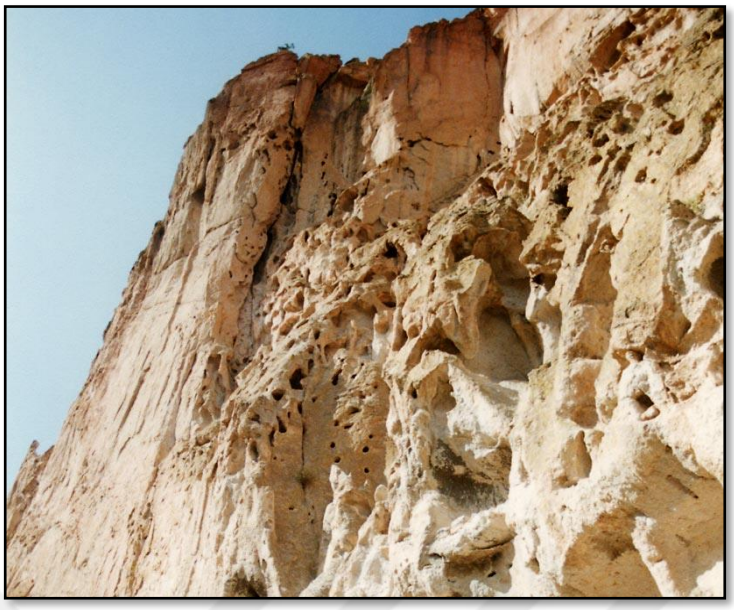
Kalsiyum bikarbonatça zengin kaynak suları travertenleri oluşturmaktadır (Şekil 1.21). Topoğrafya üzerinde akış gösteren kaynak suları, içeriği kalsiyum bikarbonat atmosferdeki serbest CO_2 ile bileşik yaparak $CaCO_3$ çökelerek traverten oluşturur [14-21].



Şekil 1.21 Traverten (Denizli-Pamukkale) oluşum görseli [35]

c) Volkano-sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar

Volkanik faaliyetler sonucu bazı maddeler, uygun çökelme ortamlarında birikmesi sonucu oluşurlar. Örneğin, tüf, pumis, kül gibi volkanik hafif materyallerin volkan püskürmesi sonucu düştüğü ortamda üst üste yığılmasıyla oluşur. Bazen bu ortamlar göller olabileceği gibi bazen de karasal koşullarda birikerek volkanik orjinli sedimanter kayaçlar oluşturur. Örneğin, Isparta Gölcük bölgesinde tüflerin birikimi ile oluşan tüfitlerdir. Volkanik kökenli bazı malzemeler bazen diğer sedimanter kayaçlarla ardalanma yaparak volkanik arakatmanlı sedimanter seri oluşturabilmektedir (Şekil 1.22) [14-21].



Şekil 1.22 Tüfit kayaç (New Mexico, ABD) görseli [36]

d) Organik sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar

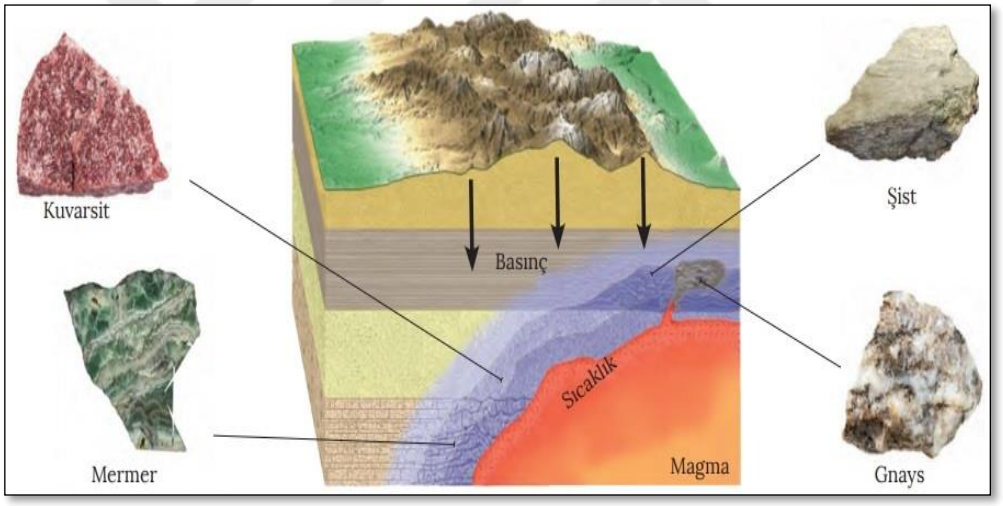
Oluşumunda bizzat organizmaların veya organizma parçalarının rol oynadığı kayaçlardır. Kayaç içerisinde organizmaların sert kısımları olan iskelet, kabuk ve kavkılar gibi fosiller bulunurken, kayaç içerisindeki kil, kireç ve silis gibi maddeler bağlayıcı olur. Fakat daha çok fosil kalıntılarının hâkim olduğu türden kayaçlardır. Örnek olarak alg, mercan, süngerler, foraminifer ve radiolarya organizmalarından oluşmuş radiolarit (Şekil 1.23) ile diatomit kayaçları verilebilir [14-21].



Şekil 1.23 Radiolarit kayaç görseli [37]

1.2.3 Metamorfik (başkalaşım) kayaçlar

Yunanca bir kelime olan meta ‘’değişme’’ ve morpho ‘’biçim’’ birleşiminden olan metamorfik kayaçlar üçüncü ana kayaç grubudur. Genel olarak metamorfik süreçler yerkabuğu altında gerçekleşir. Metamorfizma anında kayaçlar mineral bileşimleri, dokuları ya da her ikisini değiştiren ve bu şekilde kayaç oluşturan şartlarda ısı, basınç ve akışkan etkileri altına girerler. Bu değişim kayacın ergime sıcaklığı altında gerçekleşir. Kıtasal kabuğun büyük bir kısmı metamorfik (başkalaşım) ve magmatik (sokulum) kayaçlardan meydana gelir. Bunlar beraber bir kıtanın yüzeyindeki sedimanter (tortul/çökel) kayaçların altında bulunan kristalin temel kayaçlarını meydana getirir. 600 milyon yıllık bir dönemde kıtalar bu temel kayaçlarla duraylı olarak kalmış kalkan olarak bilinen bölgelerde yaygın biçimde yüzerler. Büyük dağ kuşağı kristal çekirdeklerinin önemli bir bölümünü de metamorfik (başkalaşım) kayaçlardan oluşur (Şekil 1.24) [14-21].



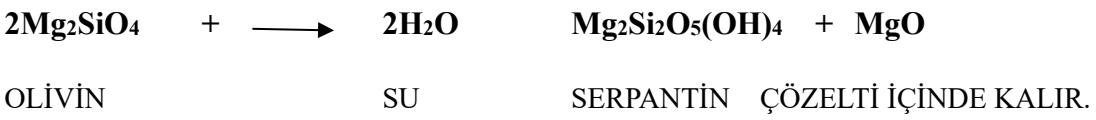
Şekil 1.24 Metamorfik (başkalaşım) kayaç türleri [30]

İlksel kaya üç ana etken olan ısı, basınç ve akışkanların etkisiyle denge sağlayabilmesi için değişime uğrarlar ve değişim sonucu yeni mineraller oluşur. Ayrıca ilksel malzemelerin yeniden yönlenmesi sonucu kayacın dokusunda değişimler görünür. Bazı metamorfizma sonucunda değişim az gerçekleşerek ilksel kayaç özelliklerini hala taşıyabilmektedir. Diğer durumlarda ise tümüyle değişime uğrayan ilksel kayacın büyük güçlüklerle geçmiş özellikleri belirlenir [14-21].

Isı metamorfizma esnasında farklı mineraller oluşturabilen kimyasal tepkimelerin hızını artıran önemli bir faktördür. Yaklaşan levha sınırları yitiminde veya derinlerdeki magmalarda olduğu gibi kayaçlar yer kabuğunda derine gömülmesi sonucu ısı oluşturur. Genellikle magma kütlesi yakınlarında yüksek sıcaklık oluşurken, uzaklaşan magma kütlesi kademeli olarak ısı kaybına uğrar. Sokulum halindeki magma kütlesi yan ana kayaçlarda metamorfizmayı gerçekleştirerek belirgin ve tanımlanabilir kayaç kuşakları oluşturur. Yerin derinliklerine indikçe jeotermal gradyan sıcaklık ortalaması 25^0C/km artmaktadır [14-21].

Kayaçlar litostatik (çevresel) basınç ve farklılaşan/yönlenmiş (makaslama ve yatay basınçlar) basınç olarak iki tür etki altında kalır. Kayaç gömülmesi esnasında artan litostatik basınç üzerinde bulunan kayaçların toplam ağırlığından etkilendiği için her yönde eşit biçimde gerçekleşir [14-21].

Metamorfizmanın olduğu çoğu yerde akışkanların etkisi sonucu mineral tanelerinin sınırlarında ya da kayacın gözeneklerinde su ve karbondioksit miktarları değişikliği görülür. Çözünmüş iyonlar içeren akışkanlar kimyasal tepkimeye katılarak metamorfizmayı hızlandırır. Susuz ortamda çoğunlukla yavaş tepkimeye giren mineraller çok az da olsa ortama giren sıvı içerisindeki iyonlar aracılığıyla tepkime hızlanır ve yeni minerallerin oluşumunu artırır. Aşağıdaki tepkime yeni minerallerin akışkan etkinliğiyle sıcak bazalt içinde dolaşan deniz suyunun olivinin metamorfik serpantin mineraline evrimini gösterir [14-21].

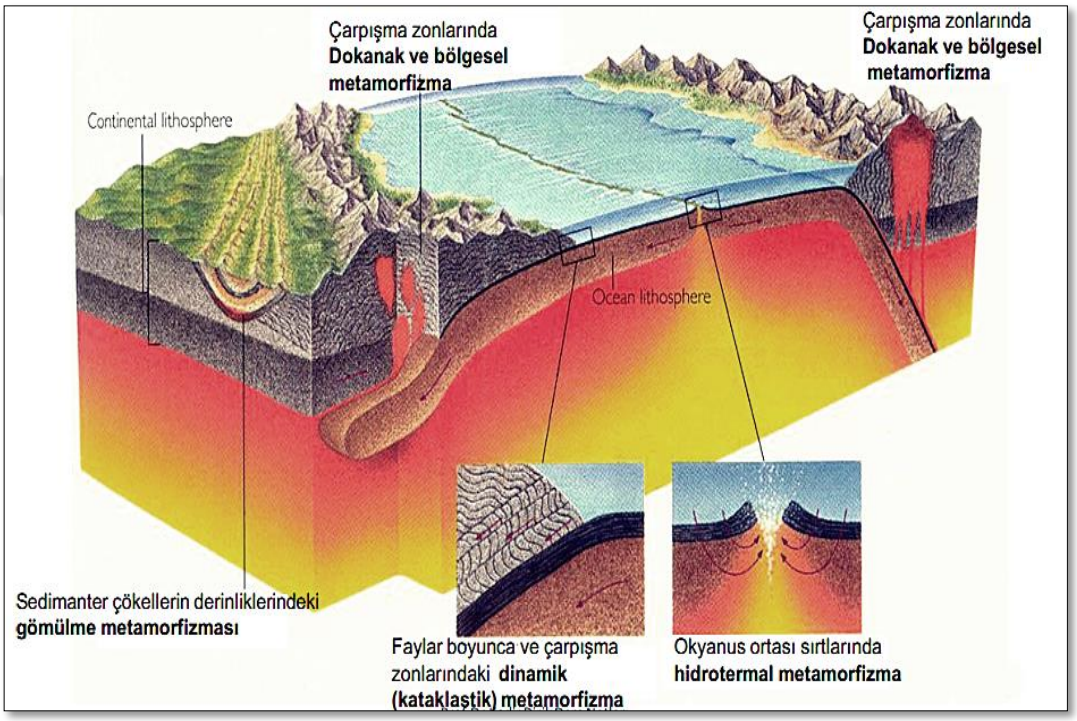


Metamorfizmaya katılan kimyasal etkin akışlar üç tür kaynaktan gelir. Bunlar; Sedimanter kayaç oluşumunda gözeneklerdeki boşluklara tutulmuş olan su, magma içindeki buharlaşabilen akışkanlar ve son olarak jips ($CaSO_4.2H_2O$) ve bir kısım killer gibi su içeren minerallerin su kayıplarıdır. Isı, basınç ve akışkanların yanı sıra zaman faktörü de metamorfizma süreçlerinde önem arz eder. Farklı hızlarda gerçekleşen kimyasal tepkimeler metamorfizma sürecini tamamlamak için farklı zaman miktarına

ihtiyaç duyarlar. Silikat bileşikleri ile tepkimeler oldukça yavaş gerçekleştiği için çoğu metamorfik kayaç silikat minerallerinden dolayı metamorfizma sürecini yavaşça gerçekleştirir [14-21].

Metamorfizma (başkalaşım) çeşitleri:

Metamorfizma süreci çeşitli fiziksel ve kimyasal etkenlere bağlı değişik derecelerde oluşarak metamorfizma türlerini (Şekil 1.25) ortaya çıkarır.



Şekil 1.25 Metamorfizma (başkalaşım) çeşitlerine ait kesit görseli [40]

a) Dokanak (kontakt) metamorfizması

Magma kütlesi çevresindeki yan kayaçları değiştirmesi sonucu dokanak metamorfizması gerçekleşir (Şekil 1.25). Sığ derinliklerde sokulan magma kütlesi çevre kayaçların sıcaklığını yükselterek termal değişimlere sebep olur. Sokulum yapan magmanın soğumasıyla beraber yan kayaçların içine sıcak akışkan girmesi, yeni mineral oluşumlarına neden olur. Kontakt metamorfizmada önemli etken sıcaklık ile magma ve/veya yan kayacın akışkan içeriğidir. Sokulum yapan magma bileşimi ilk önce sıcaklığı denetimi altında tutar. Mafik magma felsik magmadan daha sıcak ve kendini çevreleyen kayaçlara yüksek sıcaklık sağlar. Burada sokulum yapan magmanın büyüklüğü önemlidir. Dayk ve sill gibi küçük sokulum magmalar sadece

sokulum alanına yakın kayaçları etkiler. Batolitler gibi büyük magma sokulumların soğuması uzun zaman aldığından yan kayaçlardaki sıcaklık artışı daha büyük alanlara uzun süre etki eder. Metamorfizmada önemli rol alan önemli faktörlerden biri de akışkanlardır. Çoğunlukla magmalar sulu oldukları için yan kayaçlara kimyasal olarak etkin sıcak akışkanlar iletir. Bahsi geçen akışkanlar kayaçlarla kimyasal tepkimeye girerek yeni mineral oluşumlarına yardımcı olur. Sokulum magmaları yan kayaçlara yaklaşım 900^0C ye ulaşabilen sıcaklıklar iletirken uzaklaştıkça kademeli olarak düşüş gerçekleşir. Bu tür ısı etkileri sonunda kimyasal tepkimeler genellikle metamorfik hal olarak bilinen konsantrik kuşak oluşur [14-21].

b) Hidrotermal metamorfizma

Kayaçlar içerisinde sokulum yapan magma zamanla soğuyarak son aşama içerisinde kristallenmeye başlar. Sıcak ve sulu eriyikler bu noktada magmadan ayrılır. Ayrılan bu eriyikler yan kayaçlarla tepkimeye girer ve yeni metamorfik mineralleri meydana getirir. Yeryüzüne yakın yerlerde genellikle oluşan bu süreç, hidrotermal bozunmalar olup, değerli maden yataklarını meydana getirir (Şekil 1.25). Yerkabuğundaki maden yataklarının çoğunda metal iyonları hidrotermal eriyiklerde gerçekleşen göçlerden dolayı ayrılır [14-21].

c) Dinamik metamorfizma

Fay kuşaklarının içerisinde farklılaşan yüksek basınçlar sonucu görülür (Şekil 1.25). Fay kayaları bu sebeple oluşur. Yer kabuğu içerisinde fay ve şarvaj bölgelerinde görülür. Bu nedenle kayaçlar içerisindeki elastik davranışın plastik davranışında geçici sıcaklığa, fay bölgelerinde suyun varlığına bağlı gelişir [14-21].

d) Bölgesel metamorfizma

Genellikle yer kabuğunun derinliklerinde bulunan birçok kayaç geniş alanda çok yüksek sıcaklık, basınç ve deformasyon sonucu bölgesel metamorfizmayı oluşturur (Şekil 1.25). En belirgin bölgesel metamorfizma birbirine yaklaşan levhalar ve birbiri altında yittikleri sırda kayaçlar yoğun olarak deforme olup, yeniden kristalleşen yaklaşan levha sınırları boyunca görülür. Bu tür metamorfik (başkalaşım) kayaçlar

genellikle yüksek sıcaklık ve/veya yoğun basınç etkisi altında sıcaklığın ve basıncın düşük olduğu bölgelere nazaran daha doğru metamorfizmaya uğrayarak dereceli geçiş gösterir. Derecelenmiş metamorfizma sonucu derecelenmiş kayaçlar içerisinde metamorfik mineralleri oluşturur. Bölgesel metamorfizma sadece yakınlaşan levha kenarıyla sınırlı değildir. Deformasyonun geniş alanlara yayıldığı tüm bölgelerde yaygın olarak görülür [14-21].

e) Gömülme metamorfizma

Bazı mineraller yalnızca belirli sıcaklık ve basınç aralıklarında meydana gelir. İndeks mineraller olarak bilinen bu tür minerallerin varlığı düşük, orta ve yüksek sıcaklık metamorfizması kuşaklarını belirleme olanağı verir [14-21].

Mesela şeyl gibi kilce zengin kayaç metamorfizmaya uğradığında metamorfik süreçlere bağlı olarak yeni mineraller oluşur. Örneğin klorit minerali yaklaşık 200^0C görece düşük sıcaklıklarda ortaya çıktığından dolayı düşük sıcaklık metamorfizmasını gösterir. Sıcaklıklar ve basınçlar artmaya devam ettikçe o koşullar altında kararlı olabilen yeni mineraller oluşur. Böylece varlığı düşük sıcaklık metamorfizmasını gösteren kloritten itibaren yeni minerallere doğru bir geçiş varlığının yüksek sıcaklık metamorfizmasını ve 500^0C'yi aşan sıcaklıkları gösterdiği silimanit oluşur [14-21].

Farklı kayaç bileşimleri, farklı indeks minerallerini geliştirir. Kumlu dolomitler metamorfizmaya uğradığında tümüyle farklı bir indeks mineraller dizisi oluşur (Şekil 1.25). Böylece metamorfizma ilerlerken genellikle belirli kayaç türlerinde belirli bir indeks mineraller dizisi oluşur. Mika, kuvars ve feldspat gibi yaygın mineraller hem magmatik hem de metamorfik kayaçlarda oluşabilmesine karşın andaluzit, silimanit ve kyanit (disten) gibi diğer mineraller genelde yalnızca kilce zengin çökellerden türeyen metamorfik kayaçlarda bulunur. Bu üç mineral de aynı kimyasal formüle (Al_2SiO_5) sahip olmalarına rağmen her biri farklı basınç ve sıcaklık düzey aralığında oluştuklarından ötürü kristal yapısı ve diğer fiziksel özellikleri farklılıklar gösterir. Böylece bu minerallerden çoğu zaman kilce zengin çökellerden gelen metamorfik kayaçlara yönelik indeks mineraller olarak yararlanılır [14-21].

1.3 Meteoritler

Dünya'nın atmosferine giriş yapan meteoridin ilk hızı 11.2 km/s olup maksimum 70 km/s'ye ulaşırken gözlemlenen ortalama hız ise 17 km/s'dir. Meteoritler atmosfere geçiş yaptığı sırada yüzeyi sürtünmeden dolayı ısınarak ablasyona uğrar ve erir. Yer kabuğunda şu ana kadar yaklaşık 4000 mineral tespit edilmiş olup bunun yaklaşık olarak 280 adeti meteoritlerde bulunmuştur. Meteoritler dokuları ile kütle bileşimlerine göre kondritik ve kondritik olmayanlar olarak iki grupta incelenir. kondritler dört ana bileşenden oluşur (Şekil 1.26-Grafik 1.3) [1,3,11,41-44].

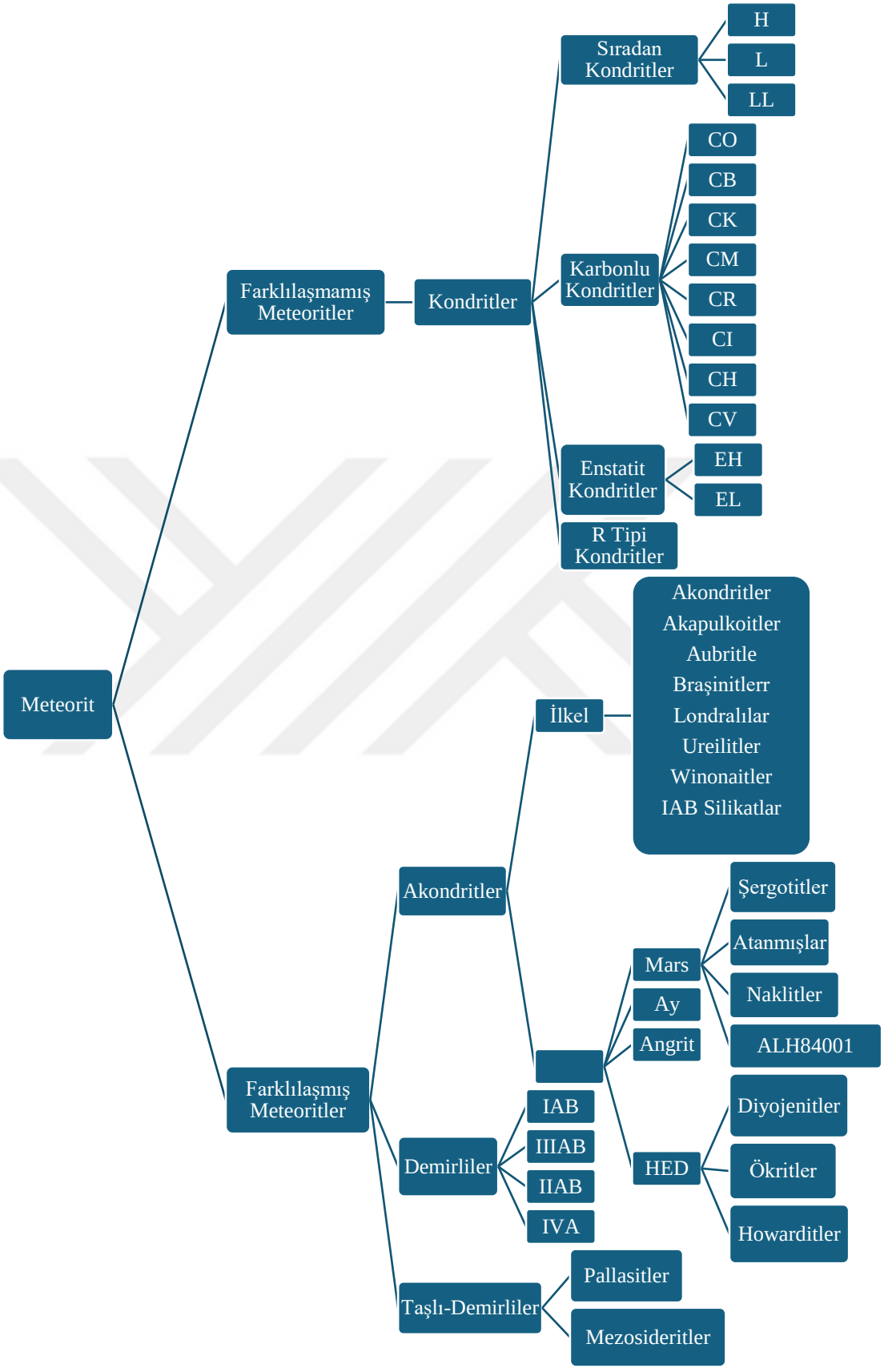
İnsansız ve insanlı uzay araçlarıyla henüz elde edilemeyen gezegensel cisimler meteoritlerin örneklerini temsil eder. Bilimsel araştırmalar sonucu meteoritler iç güneş sistemi boyunca dağılmış çeşitli gezegen malzemelerinden oluşumu hakkında bilgiler verir. Meteoritler yaklaşık 4.55 milyar yıl önce güneş sisteminden gelen jeolojik evrim süreçleri kalıntısıdır. Astronomide meteorit bilimine ait çeşitli tanımlamalar yapılmaktadır. Bunlar genel kullanım açısına göre sıralanırsa ''Meteorit, Meteor, Partikül, Kuyruk Yıldızı, Asteroit, Ateş Topu, Meteor Yağmuru'' gibi tanımlanır [1,3,11,41-44].

Dünyada kara üzerine düştüğü tespit edilen toplam 56663 adet meteorit bulunmaktadır. 37000 adet ile Antarktika sıralamanın en başındadır. Diğer bölgeler ise sırasıyla Sahra Çölü, Avusturalya, Arap Yarımadası, Kuzey Amerika ve diğer yerlerdir. Meteoritlerin çoğunluğunu taşlı meteoritler oluşturmaktadır. Az miktarda demirli meteorit ve kalan diğer az kısımda mezosideritler ile pallasitlerden oluşmaktadır [1,3,11,41-44]. Kökenleri bakımından meteoritler;

- Gaz bulutunda demir (Fe) ve nikel (Ni) metallerinin yoğunlaşması,
- Yoğunlaşma esnasında kondrüllerin oluşması,
- Sıcaklığın aşırı düşüşü ile yoğunlaşmanın duraksaması ve ilk 2. 3. aşamalarda oluşmuş malzemelerin aglomera haline gelerek uzaysal cisimler olması,
- Oluşan uzaysal cismin ısıtılması, metamorfizmaya uğratılması ve böylelikle bazı uçucuların kütleyi terk ediyor olması,
- Isınmanın yavaşlaması ile uzaysal cismin topaklaşması ve birbirine karışarak daha büyük kütle meteoritlerin oluşması,
- Bu meteorit kütlelerin parçalanması,
- Parçalanan meteoritlerin yeryuvarının çekim gücüne yenik düşerek atmosferden geçmesi.



Şekil 1.26 Meteorit türleri [45]



Grafik 1.3 Meteorit sınıflandırılması [41]

Sıradan kondritler: silikon ve demir içeriklerine göre alt gruplara ayrılır.

H: Çok fazla oksitlenmiş demir içerir.

L: Az oksitlenmiş demir içerir.

LL: Çok az oksitlenmiş demir içerir.

Karbonlu kondritler: çucu elementler açısından en zengin olan ve az oranda karbon içeren bu grup bileşim açısından Güneş'e en yakın olandır.

CI: Kıkırdak içermez. I Tanzanya'daki Ivuna'yı temsil eder.

CM: Ukrayna-Migei

CO: Fransa-Ornans

CR: İtalya-Renazzo

CK: Avustralya-Karoonda

CV: İtalya-Vigarano

CB: Avustralya-Bencubbin

CH: Allan Hills 85085 benzeri

Kondritlerin bileşimi, fotosfere kıyasla uçucu elementlerde (H, He, N, C) bir eksiklik, aksine Li ve Be'de bir zenginleşme gösterir. Uçucu maddelerin eksikliği, bunların gaz halinde olmasıyla açıklanmaktadır. Li ve Be'nin aşırı bolluğu anlaşılabilir çünkü bu çok kırılgan elementler güneşteki nükleer reaksiyonlarla yok edilir. Diğer elementler de aynı orandadır. Çünkü güneşteki oranlar spektral çizgilerden %40'ın biraz daha iyisine çıkarılmıştır. Bu koşullar altında kondritlerin bileşiminin güneşin başlangıçtaki bileşimine mevcut bileşiminde daha yakın olduğu görüşler arasındadır. Bu sebeple kozmik bolluğu daha iyi temsil eder.

Meteoritlerin bazıları güneş sisteminin oluşumundan önce yıldızlar gibi milyarlarca toz taneleri içerir. Güneş öncesi granüller yıldız oluşumu ve evrimi hakkında bilgi verir. Güneş sisteminin yaşı, oluşumu, birincil kimyasal bileşimi hakkında bilgilere meteoritlerde bulunan çoklu element ve element izotopların konsantrasyonu

analizlerinden faydalanılır. Ayrıca bunların büyük kütleleri gezegenimizin yüzeyine çarpması sonucu günümüz şeklini oluşturmuştur. Bilim insanlarının çoğunun genel görüşüne göre de ayın oluşumunda çok büyük etkileri olduğu kabul edilmiştir. Bu sebeple meteoritler üzerinde yapılacak incelemeler, gezegenimiz ve güneş sistemi hakkında geçmişten günümüze kadar geçen süreçler hakkında yorum yapmamıza yardımcı olur [1,3,11,41-44].

Meteoritler, genelde demir ve taş meteoritler olarak iki ana grupta da incelenmektedir. Fakat bu ayırım her zaman kesin olamamakla beraber geçiş tipleri bulunmaktadır. Demir meteoritler %90 demir, %9 nikel ve çok az miktarda kobalt, karbon, kükürt ve fosfor içermektedir. Aynı şekilde yerkabuğunda bulunan doğal demirde nikel içermektedir. Ancak nikel oranı ya çok düşük %3 gibi ya da çok yüksek %35 gibi seviyelerdedir (Tablo 1.3). Bu durum, demir meteoritleri saptama yönünde önemli ipucu sunar. Demir meteoritlerde kobalt oranı daima nikel oranın 1/20'si kadardır. Demir meteorit kütleleri daha çok 50-100 kg arasında ve konik şekildedir [1,3,11, 41-44].

Taş meteoritler ise %35 oksijen, %25 demir, %18 silisyum %14 magnezyum, %8 kükürt ve az oranda kalsiyum, alüminyum, sodyum, nikel, krom, karbon, potasyum, kobalt, fosfor ve titan içermektedir. Bunlarda kondrit ve akondrit olarak iki alt grupta incelenir. Yeryüzüne ulaşan meteoritlerin %85'i kondritlerden oluşur. Geçiş tipleri hem silikatlı hem de metal minerallerin değişik oranlarını içerir. Silikat meteoritlerin metallerden fazla olduğu geçiş tipine siderolit, metal yüzdesinin silikattan fazla olmasına litosiderit denilmektedir [1,3,11,41-44].

Tablo 1.3 Demir meteoritlerin ortalama element bileşimleri [41]

Element	**Yüzde**
Demir (Fe)	89.7
Nikel (Ni)	9.10
Kobalt (Co)	0.62
Bakır (Cu)	0.04
Fosfor (P)	0.18
Karbon (C)	0.12
Kükürt (S)	0.08

1.4 Mineraller

Doğada var olan inorganik cisimler mineral olarak adlandırılarak ‘’Mineraloji’’ bilim dalı altında incelenir (Şekil 1.27). Mineraller bir veya birkaçı bir araya gelerek kayaçları ve/veya mineral yığışımlarını meydana getirir. Örnek olarak granit kayacını başlıca kuvars, feldspat, mika ve amfibol mineralleri oluşturarak polimineralik tür oluşumlar gösterir. Bunun dışında bir tür mineral oluşumlu kayaçlara monomineralik, iki tür mineral oluşumlu kayaçlara ise bimineralik kayaçlar adı verilir [46-56].

Mineralojinin farklı alt bölümleri bulunmaktadır. Bunlar Kristallografi; kristal yapısı ile ilgilenir, Fiziki Mineraloji; elastiklik, kırılma gibi fiziksel özelliklerle ilgilenir, Kimyasal Mineraloji; minerallerin kimyasal özellikleriyle ilgilenir, Optik Mineraloji; mikroskop altında minerallerin sergilediği özelliklerle ilgilenir ve Deskriptif (Tanımlayıcı) Mineraloji; minerallerin kimyasal, fiziksel ve kristallografik sınıflandırılmasıyla ilgilenir [46-56].



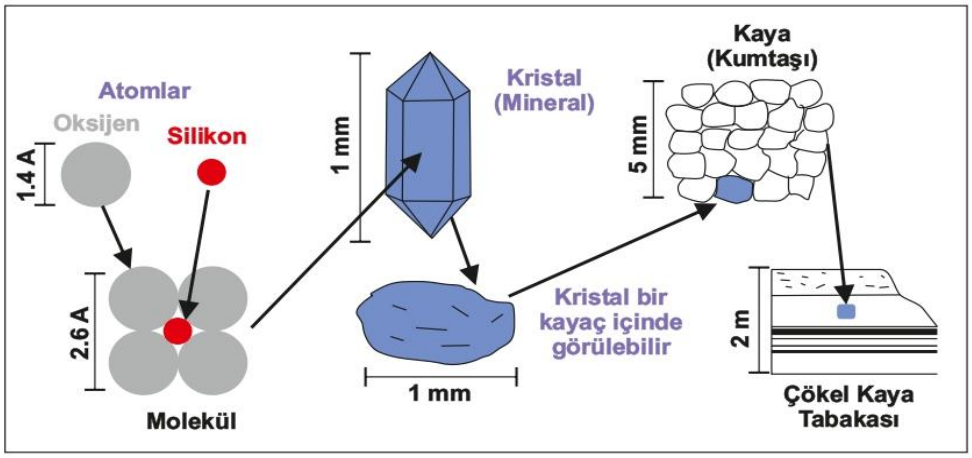
Şekil 1.27 a) Kırmızı Topaz b) iki renkli Safir c) Mavi Safir d) Kalsit e) Zümrüt f) Topaz g) Turmalin h) Serüsit i) Turmalin ı) Kırmızı Turmalin j) Florit k) Barit [57]

1.4.1 Mineral oluşumları

Doğada bulunan kimyasal element ve bileşiklerden oluşmuş katı ve inorganik özellikteki homojen, belirli kimyasal formüllü cisimlere ‘’Mineral’’ denir [46-56]. Bir mineral şu ana özellikleriyle belirlenir;

1. Doğal olarak oluşum göstermelidir (cam ve çimento gibi insan eliyle üretilmiş ürünlerde mineral olarak sayılmazlar).
2. İnorganik yapıda bileşikler göstermelidirler (petrol ve kömür gibi doğal oluşumlar organik bileşikler olduğu için mineral sayılmazlar).
3. Mineraller element ve bileşiklerden oluştuğu için belirli bir kimyasal formüle sahip olmalıdırlar (Örneğin, kaya tuzu (halit) mineralinin formülü NaCI’dir).
4. Homojen cisim özellik göstermelidirler.
5. Mineraller katı ve belirli atomik düzenlenimlere sahip olmalıdırlar.

Yerkabuğu ve okyanus tabanları birçok çeşit önemli ve yararlı mineraller içerir. Dünyamızda bilinen yaklaşık 4000 adet mineral çeşidi bulunmaktadır. Bu mineraller kimyasal bileşimleri ve iç yapısı ile tanımlanarak aynı minerale ait tekrarlanan bazı elementler içerir. 112 elementin 92’si doğal oluşmuş olup bazı mineraller tekbir elementten oluştuğu gibi birden fazla elementten de oluşabilmektedir. Elementler farklı maddeleri oluşturabilmek için çok değişik şekillerde bağlanarak yeni maddeler oluştururlar. Elementler atomik olarak birbirine iyonik, kovalent ve diğer bağlarla bağlanır (Şekil 1.28) [46-56].

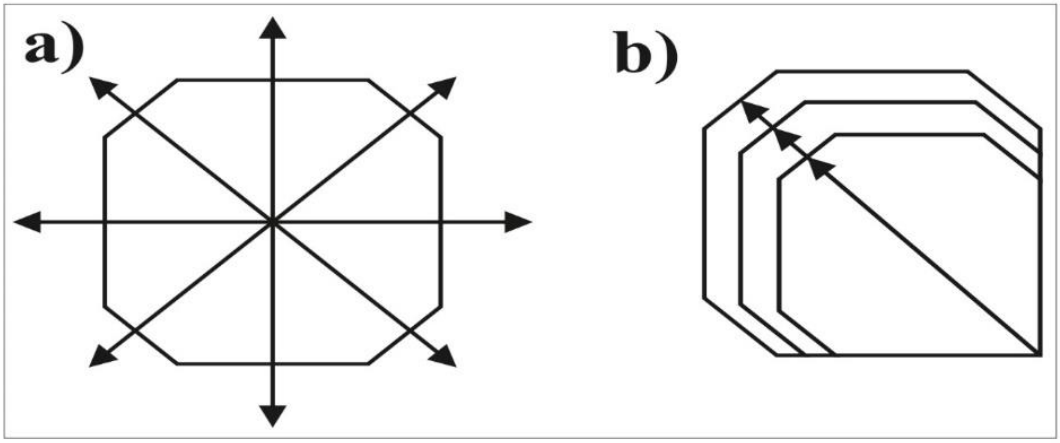


Şekil 1.28 Kimyasal yapıya uygun dizilen atomların önce elementleri, elementlerin geometrik yapısı olan kristal ağ dizilimi, kristaller mineralleri ve minerallerde kayaçları oluşturur [58]

1.4.2 Mineral kristalleşmesi

Belirli koşul ve şartlar altında kimyasal bileşimde çözeltilerin şekil ve biçimsel olarak kristal oluşturur. Kristallerin oluşumunu etkileyen faktörler ise sıcaklık, basınç, konsantrasyon ve çözeltiye katılan diğer maddelerdir. Kristalleşme süresi sıvı tükeninceye kadar devam eder. Kristal oluşumu ‘’kristalin doğuşu’’ ve ‘’kristalin büyümesi’’ olarak iki evrede gerçekleşir [46-56].

Kristal doğuşu sonrası büyüme sürecinde kristalografik olarak eşdeğer olmayan yönlerde birbirinden farklı hızla hareket ederken, bazı kristalografik büyüme hızları benzer koşullarda değişir (Şekil 1.29) [46-56].

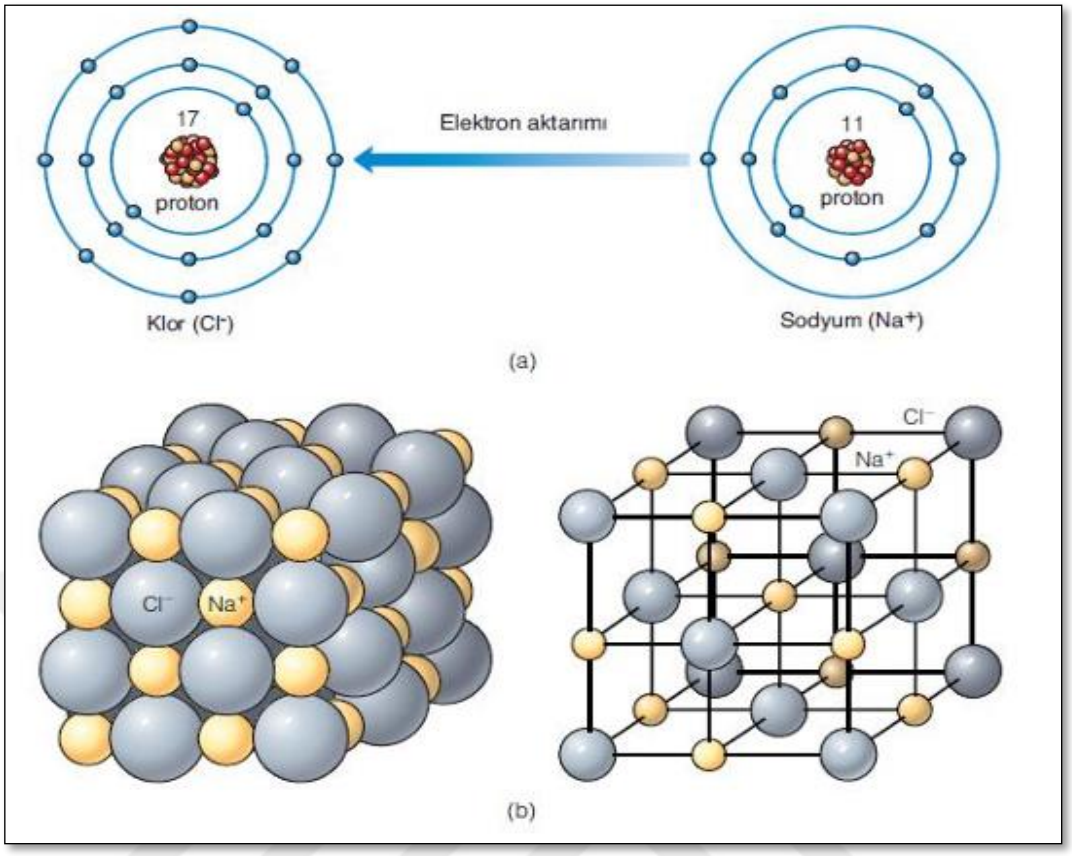


Şekil 1.29 a) Kristal çekirdeğinden ilerleyen büyüme yönleri, b) bir kristalin köşe ve kenar oluşumunun şematik görseli [50]

1.4.3 Mineral yapısı

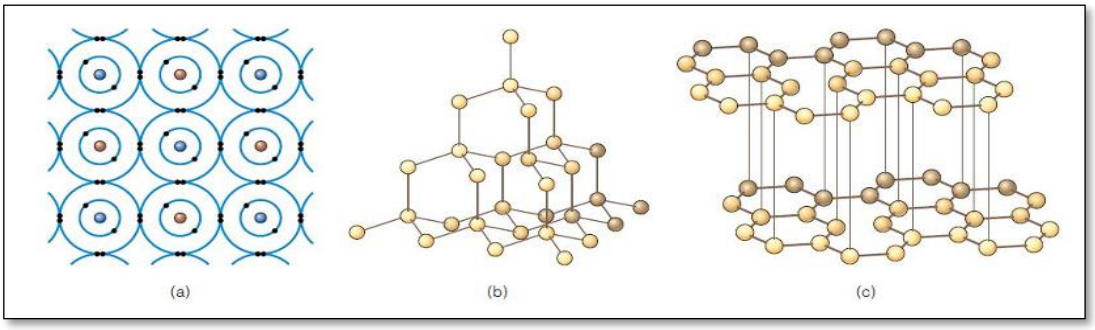
Düzenli bir atom dizinimi özel bir kristal yapısı oluşturarak kimyasal bağlarla bağlanarak mineralleri oluşturur (Şekil 1.30). Atomlar düzenli bir şekilde istiflenerek kristal yapıda görünürler. Doğada mineraller genellikle üç şekilde bulunur. Bunlar; kristalli (şekilli), kripto kristalli (gizli kristalli) ve amorf (şekilsiz) hallerinde bulunurlar [46-56].

Bir mineralin özgün kristal yapısı iyonların oluşturmuş olduğu bileşiklerde atomun iç düzenlenişi, kısmen iyon yükleri ve en önemlisi iyon çaplarıdır. Duraylı iyonik bileşikler oluşturmak üzere her pozitif yüklü iyon çok sayıda uygun nitelikteki negatif yüklü iyonla çevrelenir ve böylece toplam elektriksel nötrallik sağlanmış olur [46-56].



Şekil 1.30 a) İyonik bağ, sodyumun en dış elektron yörüngesindeki elektron, klorun en dış elektron yörüngesine geçer. Geçiş olduğunda sodyum ve klor sırasıyla pozitif ve negatif yüklü iyonlar olur. b) Halit minerali, sodyum klorürün kristal yapısı. Soldaki çizim sodyum ve klor iyonlarının görseli büyüklüklerini gösterirken sağdaki çizimde kristal yapısındaki iyonların yerleri gösteriliyor [59]

Bir minerale ait her örnek aynı iç yapıya sahipse de bazı elementler birden fazla şekilde birbirine bağlanabilirler. Bu yüzden aynı kimyasal bileşime sahip bazı mineraller tamamen farklı özellikler gösterebilirler. Bu tür mineral tiplerine ‘’polimorfa sahip’’ denir. Grafit ve elmas polimorfizmin en iyi örneğidir. Her ikisi de yalnızca karbondan (C) oluşmakla birlikte çok farklı özelliklere sahiptirler. Grafit, yumuşak, gri bir maddedir ve kalem uçları yapımında kullanılır. Elmas ise dünyanın en sert mineralidir. Bu ikisi arasındaki özellik farkı oluşum koşullarının farklılığından kaynaklanır. Elmas yerin 200 km derinliklerinde yüksek basınç koşullarında oluşurken, grafit ise aralıklı yayılmış zayıf bağlarla bağlı C atomu levhalarından oluşur. Bu karbon levhaları birbiri üzerinden kolayca kaydığından grafit oldukça kaygandır (Şekil 1.31) [46-56].



Şekil 1.31 Elmasta komşu atomların elektronları paylaşmaları ile meydana gelen kovalent bağlar b) Elmastaki karbon atomları üç boyutlu ağsal bir çatıda kovalent bağlıdır. c) grafitte de kovalent bağ bulunur ancak buradaki karbon atomları, biri diğerine Van der Waals bağları ile tutunan levhalar oluşturacak şekilde bağlıdır. Levhaların kendisi güçlü olsa da aralarındaki bağlar zayıftır [59]

Bilim insanları grafiti yüksek basınç altında ısıtarak sentetik elmas (diamond) elde etmiştir. Doğal bir süstaşı kalitesinde olmasa da sertliği nedeniyle endüstriyel alanda genellikle sentetik elmas tercih edilmiştir. Polimorfiğin başka bir ürüne dönüşmesine faz değişimi denir. Bazı mineraller doğada bulunduğu ortamdan başka ortama geçiş yaptığında faz değişimine uğrayabilirler. Örneğin, batan levhalardaki kayaçlar derinlere dalarken içerisinde bulunan olivin, daha kompleks olan spinele dönüşür. Özdeş kimyasal bileşime sahip fakat kristal yapısı farklı olan iki mineral aragonit ($CaCO_3$) ve kalsittir ($CaCO_3$). Aragonit daha sık çok sıcak sular tarafından çökelirken, kalsit biyokimyasal süreçlerde oluşur ve kireçtaşının ana bileşenidir. Ayrıca aragonit deniz kabukları ile incilerin önemli bir bileşenidir. Aragonit zamanla daha duraylı olan kalsite dönüştüğünden 50 milyon yıldan daha yaşlı kayaçlarda aragonit genellikle bulunmaz [46-56].

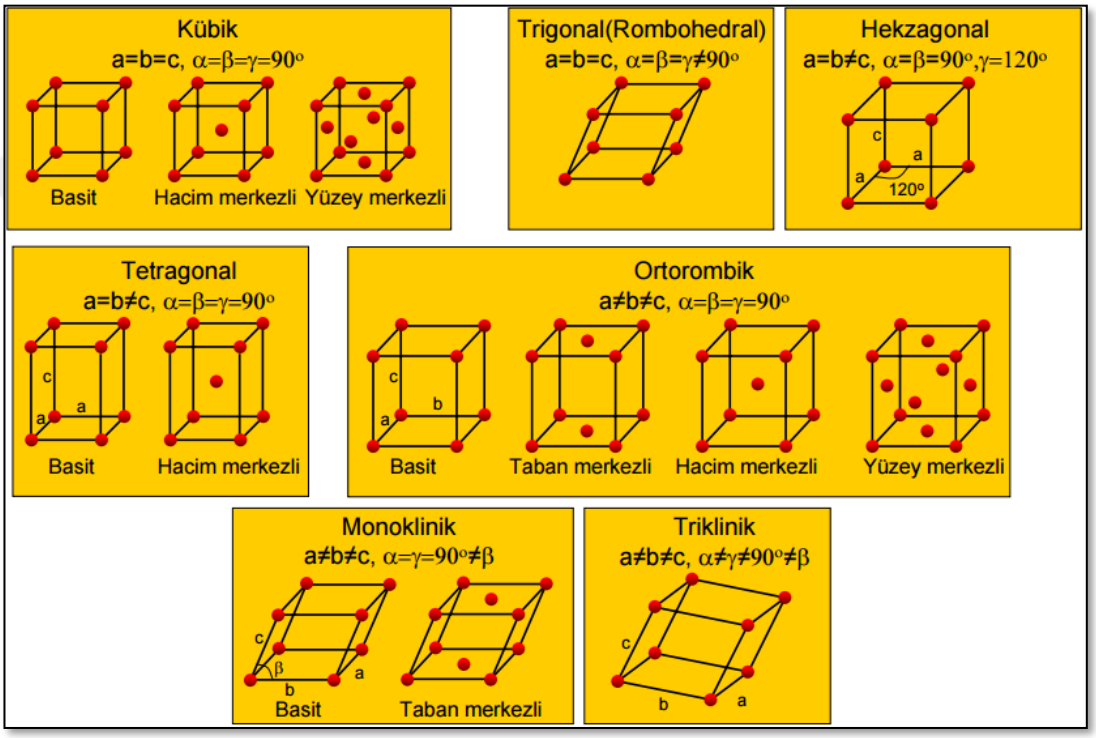
1.4.4 Minerallerin fiziksel özellikleri

İnorganik süreçlerle oluşan mineraller katı cisimlerdir. Tüm mineraller düzenli atom ve belirli bir kimyasal formüle sahiptir. Bu özellikler minerallere özgün haller oluşturur. Minerallerin iç yapısı ve kimyasal bileşimi çok farklı yöntem ve testlerle anlaşılabilirken bazı kolay tanımlanabilir fiziksel özellikler gösterebilir [46-56]. Bunlar;

- Kristal Şekli
- Parlaklık ve Şeffaflık
- Renk ve Çizgi İzi
- Sertlik
- Dilinim ve Kırılma
- Özgül Ağırlık

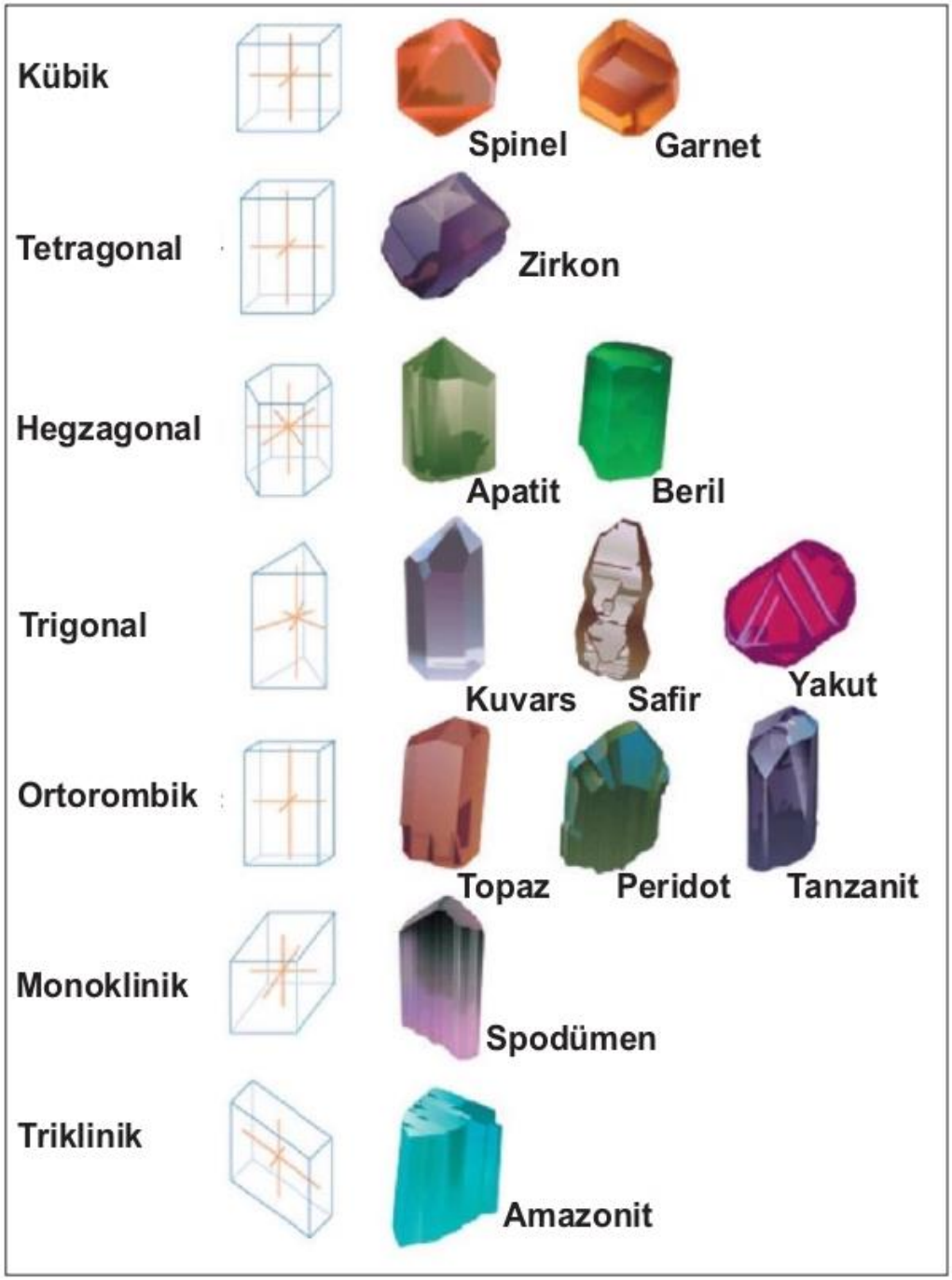
a) Kristal şekli

Minerallerin iç yapısındaki atomların düzenli geometrik dizilimi ile oluşan kristal yapıya denir (Şekil 1.32). Mineral tanecikleri görülmeyecek küçüklükte veya düzensiz şekilde olsa da alttaki kristal yapı her zaman sistematiktir. Mineraller genelde simetri içerikleriyle tanımlanırlar. Şartlar uygun olduğu zaman iç yapıdaki düzen dış şekilde kendini gösterir. Fakat önemli olan iç yapıdır. Çünkü bazı dış yüzeyde iç yapı şekli görülmeyebilir [46-56].



Şekil 1.32 Kristal sistem çeşitleri ve özellikleri [60]

Kristalin dış şekli o mineralin morfolojisi olarak tanımlanır ve içteki düzenin ifadesidir. Tek başına bulunan kristallerde ideal biçimleri dışında uzanmış, iğnemsi, masif, lifsi, düzlemiş ve bıçaksı gibi ifadelerle tanımlanır. Kristal sistem doğada 7 farklı şekilde gelişir. Bu sistemlerin bir kısmı üç bir kısmı da dört eksende gelişir. Eksen uzunlukları ve aralıklarına göre de adlandırılma yapılır (Şekil 1.33) [46-56].



Şekil 1.33 Kristal sisteme denk gelen bazı değerli-yarı değerli taşlar görseli [61]

b) Parlaklık ve şeffaflık

Mineral yüzeylerine gelen ışığın kalitesi ve yoğunluğuna göre nasıl yansıdığına bağlı yapılan tanımlamadır. Metalik ve metalik olmayan sınıflandırma olarak iki grubu ayrılır. Daha çok nitel gözlemlerle yapılan tanımlamadır. Metalik mineraller metaller gibi yüksek yansıtma özelliğine sahip olan pirit mineralleri örnek verilebilir.

Metalik olmayan parlak minerallere ise elmas, talk, apofilit ve krizotil gibi örnekler verilebilir. Bu tür mineraller üzerine gelen ışık demetlerinin azını yansıtırken çoğunluğunu absorbe eder. Şeffaf mineraller içinden geçen ışığın yoğunluğu azalmaz buna örnek olarak muskovittir. Yarı saydam minerallerde ise gelen ışığın bir kısmı geçiş sağlar ve buna örnek olarak nefrit ile jadeit verilebilir. Tam tersi ışığın geçişine ve yansımasına izin vermeyen minerallere ise opak denir. Bu nitel gözlemlerde numune mineralin kalınlığı da önem arz eder (Şekil 1.34) [46-56].



Şekil 1.34 Çeşitli minerallerin parlaklık görünümleri [85]

c) Renk ve çizgi rengi

Genellikle iyi bir tanımlama yöntemi olmasa da bazı minerallerin karakteristik renk özellikleri vardır. Işığın bazı dalga boylarının yansıtma ve emilme özelliğinden faydalanılarak renk tespiti yapılmaktadır. Kuvars minerali bileşimine giren farklı elementlerden kaynaklı birden fazla renge sahip olabilir (Şekil 1.36). Şeffaf olan saf kuvars (SiO_2) minerali içerisine demir (Fe) elementi girdiği zaman aynı kimyasal formülde mor renkli ametist (SiO_2) minerali meydana gelir [46-56].

Sırlanmamış porselen levha üzerine sürtülen mineralin bırakmış olduğu renge çizgi izi denir. Bazı mineraller kendine ait renklerin dışında çizgi izine sahip olabilirler. Temelde bir mineralin toz halindeki rengini yansıtır. Örneğin hematit (Fe_2O_3) minerali farklı renklerde bulunurken çizgi izi her zaman kırmızımsı kahverengindedir (Şekil 1.35) [46-56].



Şekil 1.35 Çizgi rengi belirleme yöntemine ait görsel [59]

Ek	Değerli-Yarı Değerli Taşlar
41	Akik, Apatit, Amazonit, Florit, Garnet, Heliodor, Jadeit (Yeşim), Jasper, Künzit, Krisopraz, Krizoberil, Labradorti, Malakit, Monazit, Nefrit, Oniks, Peridot Safir, Serpantin, Spinel, Sfen, Zirkon, Zümrüt
42	Akik, Apatit, Aleksandrit, Ametist, Ametrin, Elmas Florit, Garnet, İyolit, Jadeit, Jasper, Künzit, Kalsedon Lepidot, Mozanit, Spinel, Safir, Sugulit, Skapolit Topaz, Tanzanit, Turmalin
43	Azurit, Apatit, Aytaşı, Akuamarin, Aventurin, Benitoit Florit, Garnet, Havlit, Kalsedon, Kyanit, Kaplangözü Kunzit, Lapis Lazuli, Labradorit, Monazit, Opal, Safir Spinel, Turkuaz, Turmalin, Topaz, Zirkon
44	Aytaşı, Akik, Florit, Güneş Taşı, Granat, Jadeit Kehribar (Amber), Labradorit, Mercan, Mozanit Opal, Sitrin, Spinel, Safir, Sfalerit, Topaz, Turmalin Zirkon, Zoisit
45	Aytaşı, Akik, Elmas, Florit, Goşenit, İnci, Kedigözü Kuvars, Mercan, Mozanit, Manyezit, Opal, Safir Skapolit, Skolekit, Selenit, Safir, Spinel, Topaz, Zirkon
46	Elmas, Jet, İnci, Kuvars, Labradorit, Opal, Obsidyen Oniks, Safir, Spinel, Turmalin
47	Elmas, Künzit, Kuvars, Morganit, Opal, Safir, Spinel Rodonit, Rodokrozit, Turmalin, Yakut, Zirkon
47	Diyaspor, Elmas, Granat, Kuvars, Opal, Sfen, Rutil

Şekil 1.36 Ortak renklere sahip bazı mineraller [79]

d) Sertlik

Bir mineralin üzerine uygulanan sürtünme kuvvetine karşı gösterdiği dirençle tespit edilir (Tablo 1.4-Şekil 1.37). İki farklı mineralin birbirine sürtülerek çizen mineralin çizilen mineralden daha sert olduğu anlaşılır. Bu fiziksel özellik minerallerin kimyasal bileşimi ve kristal yapısına bağlı olarak gelişir. Kalitatif (nitel) bir ölçme yöntemi olan Mohs sertlik cetveline göre sınıflandırma yapılır. Bilinen en sert doğal mineral elmas iken sertliği en düşük mineral ise talktır [46-56].

Tablo 1.4 Mohs sertlik skalası mineralleri ve kimyasal formülleri [50,75]

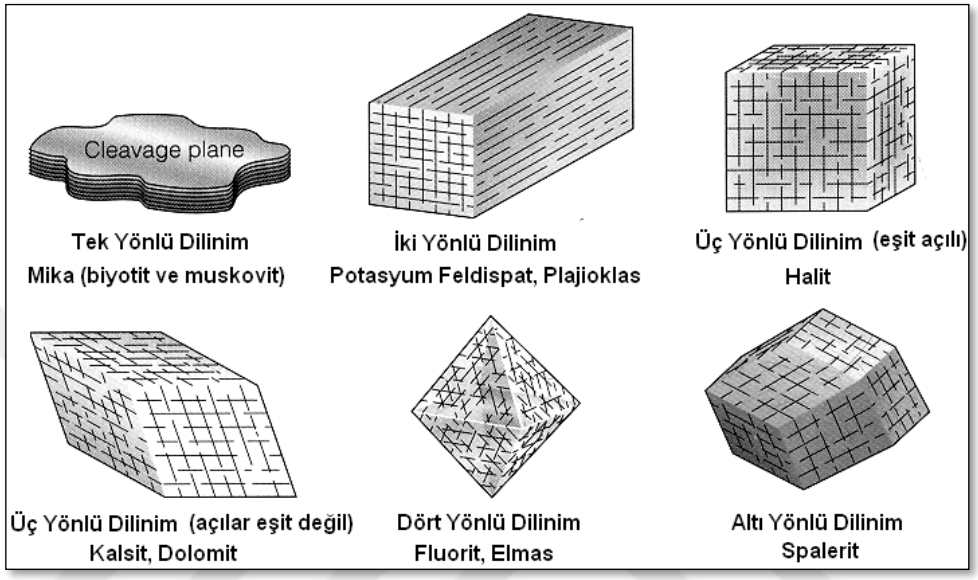
Mohs Sertliği	Mineral	Kimyasal Formülü
1	Talk	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Jips	$CaSO_4.2H_2O$
3	Kalsit	$CaCO_3$
4	Florit	CaF_2
5	Apatit	$Ca_5(PO_4)_3(OH,CI,F)$
6	Ortoklaz	$KAISi_3O_8$
7	Kuvars	SiO_2
8	Topaz	$AI_2SiO_4(OH.F)_2$
9	Korindon	AI_2O_3
10	Elmas	C



Şekil 1.37 Mohs sertlik skalası ve çizici araçlar [79]

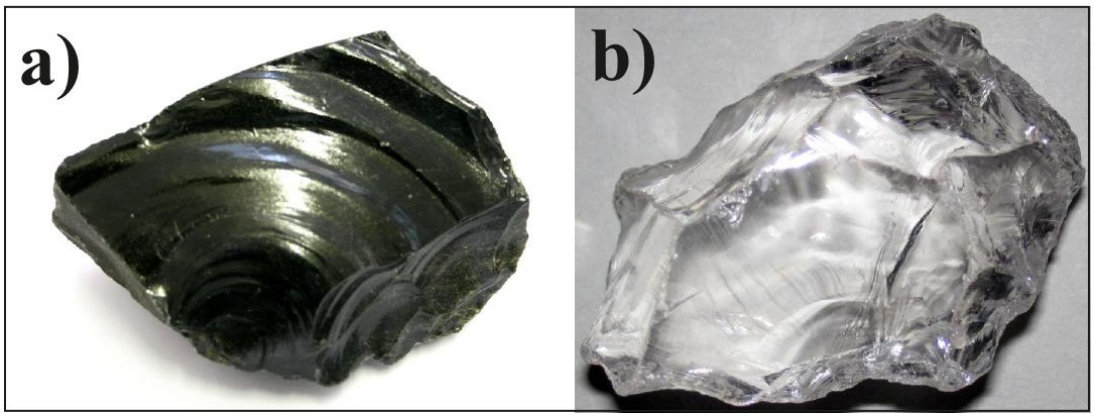
e) Dilinim (klivaj) ve kırılma

Mineralin iç yapısındaki zayıf düzlemler boyunca kırılma veya ayrılma eğilimi ile yapılan tanımlama yöntemidir. Bir veya daha fazla yönde dilinim tipleri vardır. Bu dilinim yönleri dilinim düzlemlerinin kesişme açılarına göre belirlenir (Şekil 1.38) [46-56].



Şekil 1.38 Dilinim düzlemi çeşitleri görseli [64]

Kırılma ise minerallerin dilinim düzlemi dışında gelişigüzel bir şekilde kırılmasıdır. Örneğin kalsedon, kuvars, obsidyen ve çakmaktaşı gibi mineraller midye kabuğu şeklinde konkoidal kırılma şekli gösterir (Şekil 1.39) [46-51].



Şekil 1.39 Konkoidal kırılmaya örnek a) Obsidyen b) Kuvars görseli [65]

f) Özgül ağırlık

Çoğu zaman özgül ağırlık ve yoğunluğu eşanlamlı olarak kullansak da aslında ikisi birbirinden farklı kavramlardır. Belli hacimdeki bir cismin ağırlığının aynı hacimdeki $+4^0C$ saf suyun ağırlığına oranıdır. Yoğunluk g/cm^3 olarak ifade edilirken özgül ağırlığın herhangi bir birimsel ifadesi yoktur. Özgül ağırlık mineralim iç yapısındaki atomların ağırlığına, kimyasal bağ türüne, bağ uzunluğuna, bağ paketlenme indeksine, basınç ve sıcaklığa bağlıdır (Tablo 1.5). Örneğin minerallerin kimyasal oluşumunda Kovalent bağ yüksek ise özgül ağırlık yüksektir, Wan der Wals bağı düşün ise özgül ağırlığı düşüktür [46-56].

Tablo 1.5 Birkaç minerale ait özgül ağırlıklar [50,75]

Mineral	**Bileşim**	**Özgül Ağ.**
Aragonit	$CaCO_3$	2.93
Strantiyonit	$SrCO_3$	3.78
Viterit	$BaCO_3$	4.31
Serusit	$PbCO_3$	6.58

Paketlenme indeksine göre TiO_2 bileşeninin özgül ağırlığına etkisini ifade eden tablo aşağıda görüldüğü gibidir (Tablo 1.6) [46-56].

Tablo 1.6 TiO_2 Bileşiklerine ait özgül ağırlıklar [50,75]

Bileşim	**Mineral**	**Özgül Ağ.**	**Paketlenme İndeksi**
TiO_2	Anatas	3.90	6.3
	Brokit	4.14	6.4
	Rutil	4.25	6.6

1.4.5 Mineral grupları

Mineraller fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre çok çeşitli sınıflandırmalar oluşturabilir. Ancak jeolojik ve mineralojik açıdan en uygun kimyasal özelliklere bağlı yapılan sınıflandırmadır (Tablo 1.7). Sertlik, renk, parlaklık, kristal yapısı vb. özellikler fiziksel sınıflandırmaya bağlı faktörlerdir. Kimyasal sınıflandırma ise aşağıda belirtildiği gibidir [46-56].

1. Nabit Elementler (Au, Ag, Cu)
2. Sülfürler (S)
3. Sülfotuzlar ($S^{-)}$
4. Oksitler (Basit Oksitler ve Hidroksitler) (O^{-2})
5. Halojenürler (CI^- veya F^-)
6. Karbonatlar (CO_3^{-2})
7. Nitratlar (NO_3^-)
8. Boratlar (BO_3)
9. Sülfatlar ve Kromatlar ($SO4^{2-}$ ve CrO_2^{-4})
10. Volframatlar ve Molibdatlar ($CaWO_4$ ve Mo)
11. Fosfatlar, Arsenatlar ve Vanadatlar ($PO4^{3-}$, AsO_4 ve V)
12. Silikatlar (SiO)

Tablo 1.7 Jeologların tanımladığı mineral grupları [46,75]

Mineral Grubu	**Negatif Yüklü İyon Ya Da İyon Kökü**	**Örnekler**	**Bileşim**
Karbonat	$(CO_3)^{-2}$	Kalsit Dolomit	$CaCO_3$ $CaMg\ (CO_3)_2$
Halit	CI^{-3}, F^{-1}	Halit Florit	NaCI CaF_2
Hidroksit Doğal Element	$(OH)^{-1}$	Brusit Altın Gümüş Elmas	$Mg\ (OH)_2$ Au Ag* C
Fosfat Oksit	(PO_4)-3 O^{-2}	Apatit Hematit Manyetit	$Ca_5(PO_4)_3(F, CI)$ Fe_2O_3 Fe_2O_4
Silikat	$(SO_4)^{-2}$	Anhidrit Jips	$CaSO^4$ $CaSO_4.2H_2O$
Sülfit	S^{-2}	Galen Pirit Arjantit	PbS FeS_2 Ag_2S*
*Gümüşün hem doğal hem de sülfit minerali olarak bulunduğuna dikkat edin.			

Nabit elementlerin, atmosferdeki asal gazlar dışında, doğadaki element sayısı 20'dir. Kendi içinde metaller, yarı metaller ve metal olmayanlar olarak 3 türden oluşur.

Sülfürler grubunu metal ve yarı metallerin ametallerle olan bileşikleri oluşturur. Sülfür ve metal iyonları içeren bu grubun mineralleri ekonomik açıdan önemli bir sınıf oluşturmakta ve önemli cevherlerin büyük bir kısmını içermektedir.

Sülfotuzlar grubunun önemli mineralleri ise eenarjit, pirarjirit, prustit, tetraedrit, tennatit ve jamesonittir.

Oksitler grubu mineralleri oksijenle bir veya birden fazla metalin birleşmesi ile türemiş bileşiklerdir. Bu grup basit oksitler, çoklu oksitler ve hidroksitler olmak üzere 3 gruba ayrılır.

Halojenürler CI, Br, F ve I gibi elektronegatif iyonların hâkim olduğu karakteristik özelliktedir. Bu iyonlar boyut olarak büyük ve zayıf bir elektrik yükü taşıdıkları için çabuk bir şekilde polarize olabilir.

Karbonatlar doğada yaygın olarak bulunur. Bu grupta 69 tane mineral kristal yapılarına göre sınıflandırılmıştır. Bunlar sırasıyla susuz karbonatlar, bileşik formüllü susuz karbonatlar, sulu karbonatlar, hidroksit veya halojenli karbonatlardır.

Nitratlarda +5 değerli azot karbonlara benzer şekilde oksijenle birleşerek yassı ve üçgen iyonik grupları oluşturur. Üçgen nitrat kökleri nitrat minerallerinin yapı birimini oluşturur.

Boratlar farklı bileşikler halinde ve değişik su molekülü içeren yapılarda olup parametreleri arasında en etkili olanları su, B_20_3 aktivitesi, sıcaklık ve basınçtır. Boratlar kristal sulu boratlar, bileşik boratlar, susuz boratlar ve diğer borat mineralleri olarak 4 gruba ayrılır. Ticari önem taşıyan kristal sulu boratlar en önemli grubu oluşturur.

Sülfatlar ve kromatlar, barit dışında tüm sülfatlar cevher filonlarının oksidasyon zonunda oluşan düşük sıcaklık mineralleri veya evaporit mineralleridir. Sülfat minerallerinin yapısında dört yüzleri bulunur. Bu anyonik gruplar birbirleri ile metal atomları veya su molekülleri ile bağlanırlar.

Volframatlar ve molibdatlar W ve Mo elementleri birbirlerinden çok farklı atom ağırlıklarına sahip olmalarına rağmen periyodik cetvelde aynı grupta olmalarından dolayı kristal yapı içerisinde birbirlerinin yerlerine kolayca geçiş yapabilir. Doğada jeokimyasal farklılaşma aşamaları sırasında bu iki element (W ve Mo) kolayca birbirlerinden ayrılabilir. Böylece saf volframat ve molibdat oluşur.

Silikatlar en yaygın mineralleri içerip yerkabuğunun %90'nını oluşturmaktadır. Bunlar SiO anyonlu mineral bileşenleridir. Tüm minerallerin %25'ini ve en çok bulunanların %40'nı oluşturmaktadırlar. Kayaçlar içerisinde en yaygın bulunan silikat mineralleri ise kuvars ve feldspat grubu minerallerdir. silikatlar kendi aralarında nezosilikatlar, sorosilikatlar, siklosilikatlar, innosilikatlar, fillosilikatlar ve tektosilikatlar olmak üzere 6 grupta incelenir [46-56].

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tarih öncesinden itibaren insanlığın kullanmış olduğu doğal oluşumlu mineraller, zaman içerisinde süstaşları, değerli-yarı değerli taşlar veya kıymetli-yarı kıymetli taşlar olarak tanımlanmıştır. Antik dönemlerden kalma birçok mücevher, takı, mühür vb. eserler arkeolojik çalışmalar sonucu gün yüzüne çıkartılmıştır. Çıkartılan tüm bu eserler günümüz müzelerinde insanların görsel hizmetine sunulmuştur. Süstaşları eski çağlarda güç gösterisi, kudret, zenginlik ve sağlık amaçlı kullanılmıştır [62,63].

Eski çağlarda ilkel yöntemlerle işlenen doğal taşlar, teknolojinin gelişimiyle beraber üst düzey işlemler görmüş, göz alıcı süstaşlarını ortaya çıkarmıştır. Günümüzde ise yurtiçi-yurtdışında geliştirilen atölyeler ile laboratuvarlarda eğitimler, sertifikalandırmalar, yeni tasarımlar ve araştırmalar gerçekleşmiştir. Ayrıca ham veya işlenmiş süstaşları pazarlanması sonu dünya çapında büyük bir piyasa alanı oluşmuştur [62,63].

Yurtdışında açılan enstitüler ve okullar bu alanda ciddi eğitimler verirken, ülkemizde ise Dokuz Eylül, İstanbul Teknik, Ankara gibi büyük üniversitelerde gemoloji laboratuvarları kurulmuştur. Aynı şekilde bu üniversite bünyesinde MYO bağlı ‘’Gemoloji-Kuyumculuk ve Takı Tasarım’’ programları açılmıştır. Bu alanda ülkemizde yapılan ve konumuzla bağlantılı önceki çalışmalar aşağıdaki gibidir;

Hatipoğlu ve ark. (2010), Türkiye’deki değerli taşlar yatağı çalışmalarında ülkemizde ekonomik değerli olan süstaşları üzerinde araştırmalar yürütmüştür. Kavak ve Kaya (2022), Değerli taşlar ve metallerin oluşum ortamları, işlenmesi ile ekonomiye kazandırılması hakkında makale yayınlamıştır. Tekbaş Candar (2007), ‘’Batı ve Orta Anadolu’dan bazı potansiyel gemolojik örnekler ve jeolojik konumlar’’ üzerine araştırmalar yapmıştır. Ve diğer önemli çalışma olan Özdemir’e (2018), ait yüksek lisans tezinde ‘’değerli ve yarı değerli süstaşları ve mücevherlerde sahte ve ayıplı ürünlerin ayırt edilmesinin hukuksal yönden önemi ve adli gemoloji’’ çalışmasıdır. Güney ve ark. (2022), Antik dönem ve günümüz kuyumculuk-takı tasarımları hakkında süstaşlarının oluşum ortamları ile işlenişi hakkında makale yayınlamıştır.

Ayrıca gelişen teknoloji üzerine sentetik üretilen değerli-yarı değerli taşlar üzerine de birçok çalışmalar yürütülerek yayınlar paylaşılmıştır. Jayaraman (2000), mücevherler malzemelerin doğal ve sentetik malzemeleri üzerine kısa bir araştırma yapmıştır. White (1961), sentetik değerli taşların kalitesi ve kimyası hakkında 1961 yılında bir çalışmasını yayınlamıştır. Nassau ve ark. (1980), sentetik ve taklit değerli taşların laboratuvar ortamında büyümesi hakkında çalışmalar yapıp, yayınlar paylaşmıştır. Muhlmeister ve ark. ise (1998), doğal oluşmuş değerli taşların sentetiklerinden ayırt edilmesi üzerine gemolojik çalışmalar yürütmüştür.

Değerli metaller içinse daha çok oluşum ortamları ve işlenebilirlikleri hakkında literatürde çeşitli yayınlar bulunmaktadır. MTA bünyesinde dünyada ve ülkemizde bulunan Altın, Gümüş, Bakır hakkında çeşitli yıllarda rapor düzeyinde yayınlar hazırlanmıştır [125-127]. MEGEP ise kuyumculuk sektöründe kullanılan kimyasallar ve alaşımlar hakkında eğitimler düzenleyerek kaynaklar oluşturmuştur [120]. Nayır (2011), Akik taşının kuyumculuktaki yeri ve günümüz takılarındaki kullanımı hakkında yüksek lisans tezi yazmıştır. Güney (2022), kuyumculuk sektöründe takı tasarımları ve süsleme tekniklerinin kimyasal ilişkileri üzerine makale yayınlamıştır. Kılıç (2016), eski Türk kültüründe geleneksel kuyumculuk ve metal süsleme sanatı üzerine makale yayınlamıştır.

Arkeolojide ise Güney (2017), günümüz arkeoloji çalışmalarında jeoloji ve gemolojide kullanılan tahribatsız arkeometri cihazları ve yöntemleri hakkında araştırma yapmıştır. Hatipoğlu ve ark. (2019), Argemmaların envanterinde bulunan süstaşlarının tespitinde, tahribatsız Raman ve FT-IR cihazlarını kullanmıştır.

Diğer bir taraftan doğal oluşumlu değerli-yarı değerlerin şifası hakkında çeşitli makaleler yayınlanmıştır. Alkan (2012), sağlık dergisinde kristal minerallerin yaymış olduğu enerji ve insan sağlığı üzerine etkileri hakkında bir makale paylaşmıştır. Çalık (2020), Antik dönemden günümüze kadar şifa kaynağı olduğu inanılan süstaşları hakkında araştırmada bulunmuştur. Biruni'ye ait ''kıymetli taşlar ve metaller kitabı'' eserinde birçok yararlı ve zararlı süstaşlarından bahsetmiştir [236]. Aksoy (2021), tarafından çevrilen ''Aristoteles'in taşlar kitabı'' eserinde de bazı taşlar hakkında

sağlık açısından bilgiler barındırmaktadır. Kaya (2022), doğal oluşmuş taşların insan vücuduna olan etkileri hakkında derleme yayınlamıştır. Atabey, ise tıbbı jeoloji alanında birçok süstaşını oluşturan mineraller hakkında yayınlara sahiptir [248]. Tüm bunların dışında onlarca tez, makale, bildiri ve kitaplar ülkemizin değerli kaynakları içerisinde yer almıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Yüksek lisans tez çalışmamız kapsamında değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin oluşum ortamları, işlenebilirlikleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri, ekonomik potansiyelleri ve spesifik kullanım alanları hakkında literatür araştırmaları yapılmıştır. Bu bağlamda Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Laboratuvarı envanterinde bulunan mineraller, danışmanım Prof. Dr. Orhan KAVAK'a ait yarı değerli taş koleksiyonu ve şahsıma ait birkaç süstaşları üzerinde gözlemsel incelemeler yapılmıştır (Şekil 3.1). Ayrıca literatürde mevcut yapılmış test ve gözlemsel inceleme sonuçları araştırılmıştır. Literatürde uygulanan ve genellikle kullanılan yöntemler araştırılarak tez içerisinde irdelenmiştir.



Şekil 3.1 Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Doğaltaş Laboratuvarı

Batman Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarım Programına ait uygulamalı öğretim laboratuvarı ziyaretinde değerli Öğr. Gör. Dr. Eyyüp Hikmet KINACI hocamızla çalışma alanı incelemeleri ve süstaşları ile kuyumculuk üzerine fikir alışverişleri yapılmıştır (Şekil 3.2). Bilgi birikimin laboratuvar çalışma disiplinine yansıdığı düzen ve tertipten anlaşılabileceği ise göz ardı edilemez. Batman Üniversitesi her yıl düzenli olarak mezun vermeye devam etmektedir.



Şekil 3.2 Batman Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarım Programı Süstaşı İşleme Atölyesi

Ayrıca tezime destek amaçlı MEB'e bağlı Halk Eğitim Merkezi Bilişim Ağı üzerinden takı tasarımcısı ve takı yapım teknikleri kursu eğitimlerini tamamlayarak, bu alanda kullanılan yarı değerli taşlar ile metaller hakkında bilgi birikimi yapılmıştır.

MEB'e bağlı Diyarbakır Olgunlaştırma Enstitüsü, süstaşı işleme atölyesi ve kuyumculuk atölyesi ziyaretimde edindiğim tecrübe ve gözlemler sonucu ciddi emeğin sahibi olan değerli müdürümüz Ufuk YAKUT hanım idaresinde gelişim göstermektedir (Şekil 3.3). Son derece modern ve iş sağlığı güvenliği anlamında profesyonel bir çalışma ortamına sahiptir.



Şekil 3.3 Millî Eğitim Bakanlığına bağlı a) Diyarbakır Olgunlaştırma Enstitüsü b) Süstaşı İşleme Atölyesi ve c) Kuyumculuk Atölyesi Görseli

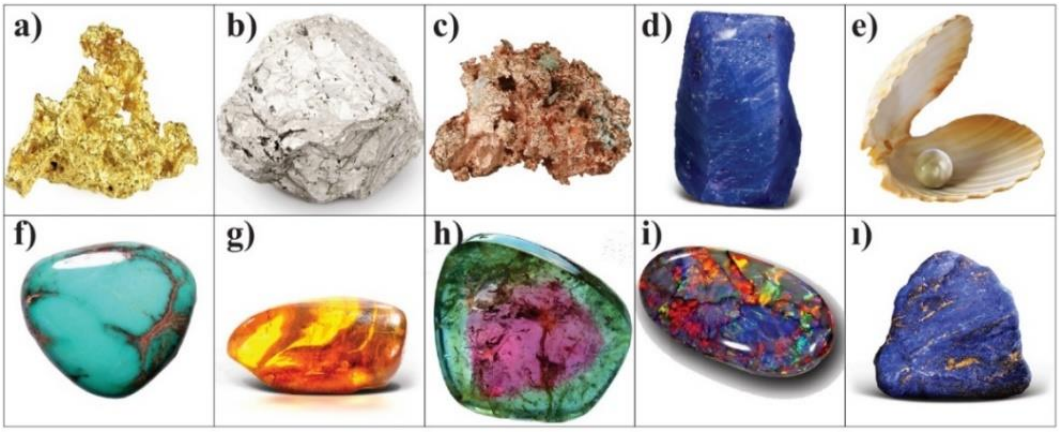
Litoterapi alanında kullanılan değerli-yarı değerli taşların şifa anlamında kullanılma yöntemleri üzerine ise bu alanda yıllarını vermiş değerli Baki CİHANGİROĞLU hocamdan özel ders alarak bilgilerinden ve kaynaklarından faydalanılmıştır. Bunun dışında çeşitli platformlarda online olarak şifalı taşlar adı altında yapılan birçok etkinliklere katılarak farklı fikir ve bakış açılarından faydalanılmıştır. Radyestezi konusunda ise ülkemizde ciddi çalışmalar yürüten değerli hocamız Ali Seydi GÜLTEKİN hocamızın söyleşileri ve paylaşımlarından da faydalanılmıştır.

Yapılan laboratuvar ve atölye ziyaretlerinde en güncel makinalar birer birer incelenmiş olup numuneler üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Farklı boyutlarda büyük doğal taşlar kesim makinalarında istenilen boyuta indirgenerek çeşitli yöntemlerle süstaşı haline getirilmiştir. Aynı zamanda kuyumculuk laboratuvarlarında bulunan Gümüş ve düşük değerde metaller farklı formlarda kesilip tıraşlandıktan sonra istenilen takı şekli verilmiştir. Önceden hazırlanmış olan süstaşları formlarına uygun şekilde metal takı üzerine mıhlanarak son şekil verilmiştir.

3.1 Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metaller

Geçmişten günümüze kadar yeryuvarının içerisinde insanoğlu tarafından merak edilip araştırılmış olan birçok gizemli oluşumlar vardır. Yeryuvarı içerisinde yaşam alanlarımızı daha estetik, dayanıklı ve modern görünüm sağlayacak doğal taşlar çıkarılmıştır. Ayrıca doğal taşlardan farklı olarak ilgi gören değerli-yarı değerli taşlar ile değerli metaller olmuştur (Şekil 3.4) [66,67].

Yerkabuğu ve okyanus tabanları birçok çeşit değerli-yarı değerli taşlar ile metaller kaynağıdır. Eski çağlardan beri ilgi gören değerli-yarı değerli taşlar ile değerli metaller güç, servet, kudret ve kutsal atıflar alarak önemini korumuştur. Çoğunlukla pek çok metalin değişik kullanım alanları bilinirken, kuyumculuk ve mücevherat alanındaki kullanımları hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır. Aynı şekilde bazı taşların süs taşı olarak kuyumculuk ve mücevherat alanında kullanılması gibi [66-68].



Şekil 3.4 a) Altın b) Gümüş c) Bakır d) Safir e) İnci f) Turkuaz g) Kehribar (Amber) h) Turmalin i) Opal ı) Lapis Lazuli [79]

Tüm güzelliklerine rağmen bilinen 4000 mineral türünden yaklaşık 80 kadarı süs taşı olarak kullanılır. Tarih boyunca insanoğlu takı olarak kemik, boynuz, diş ve yumuşakça kabukları ile başlayıp renkli süs taşları ile devam etmiştir. Bu şekilde süs taşları insanoğlu tarihinde en değerli objeler haline gelmiştir. Dünyadaki tüm medeniyetlerde izlerine rastlanabilir. Daha önce de değindiğimiz gibi süs taşları insanlık tarihinde şifa, kudret, gösteriş, zenginlik ve güç temsilciliğini üstlenmiştir. Konumuz, değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin oluşum ortamları, işlenebilirliği, kullanım alanları ve ekonomik önemi üzerinedir [66-69].

Doğada nadir bulunan ve kendine özgü özellikler barındıran elmas, yakut, zümrüt ve safir değerli taşlar olarak tanımlanır. Genel olarak bu taşların dışında kalan diğer taşlara ise yarı değerli taşlar denir. Örneğin agat, ametist, akuamarin, granat, kuvars, opal, obsidyen, sitrin, turkuaz, turmalin, topaz ve zirkon yarı değerli taşlardandır. Ayrıca ağaç reçinesinin fosilleşmiş organik yapıdaki kehribarı da yarı değerli taşlar sınıfında bulunur. Buna benzer mercan, inci ve silişleşmiş ağaç gibi örneklerde verilebilir. Tüm bu değerli-yarı değerli taşlar kuyumculuk ve mücevherat alanında süs taşı olarak da adlandırılır (Şekil 3.5) [68-71].

Süstaşı denince genel anlamda doğal kökenli taşlar kastediliyorsa da süs taşları kavramı bazı organik materyalleri (kehribar, inci, mercan gibi) ve gelişen teknolojinin bir sonucu olan sentetik ve imitasyon taşları da içerir. Kavram karmaşası yaşanmaması

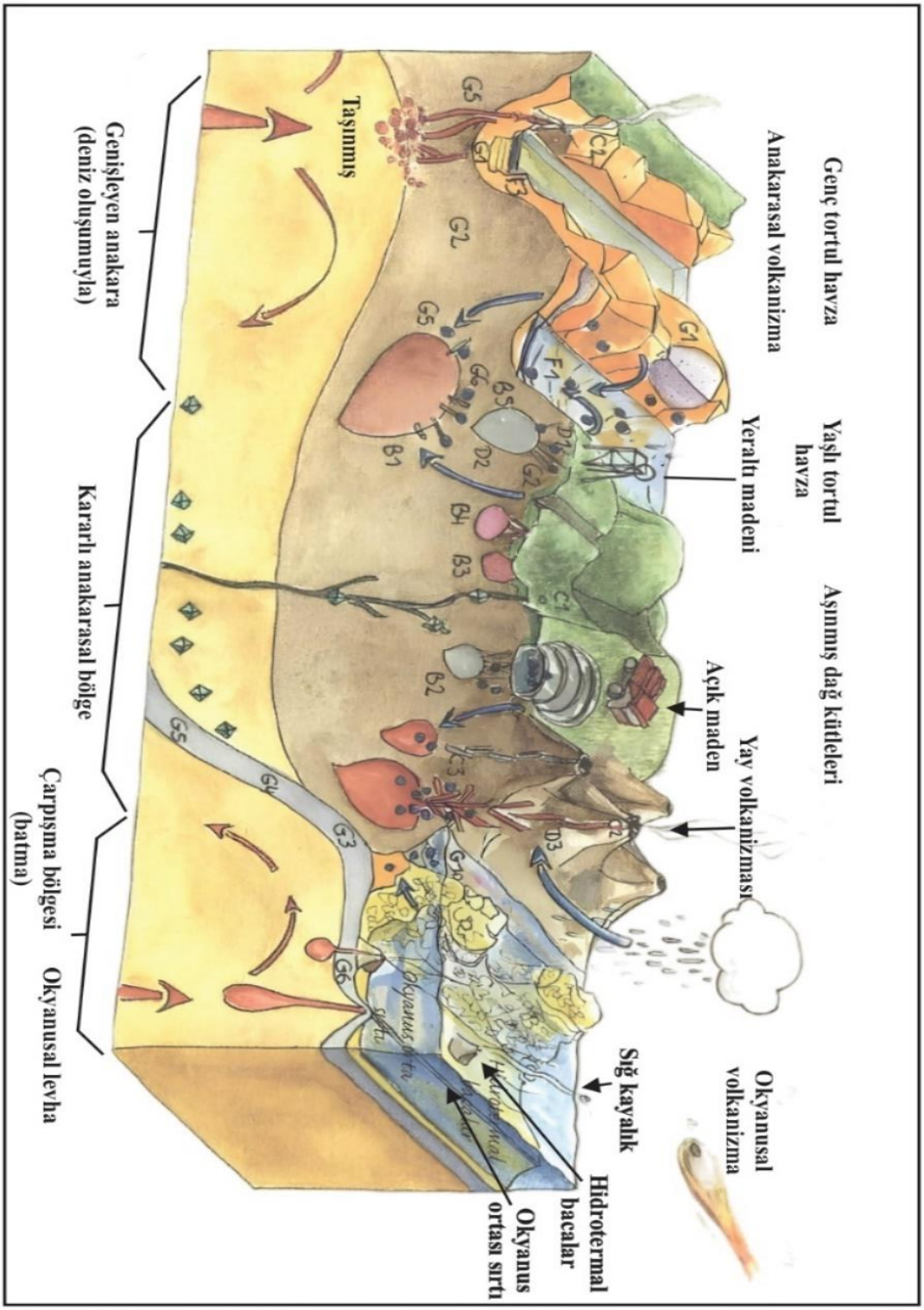
için bazı kaynaklarda değerli sözcüğü yerine kıymetli kullanılabilmektedir. Süstaşı kavramı ise çoğunlukla işlenmiş yarı değerli taşlar için kullanılır [68-71].



Şekil 3.5 Bazı değerli-yarı değerli taşlar görseli [80]

3.1.1 Değerli-yarı değerli taşların oluşum ortamları

Değerli-yarı değerli taşların oluşum ortamları hakkında küçük ipuçlarından yola çıkarak bütüne ulaşılabilinir. Birçok oluşum yatakları vardır (Şekil 3.6-Tablo 3.1) [69].



Şekil 3.6 Minerallerin başlıca doğal çevreleri [69]

Tablo 3.1 Şekil 3.6'e ait görselinin detaylı açıklaması [69]

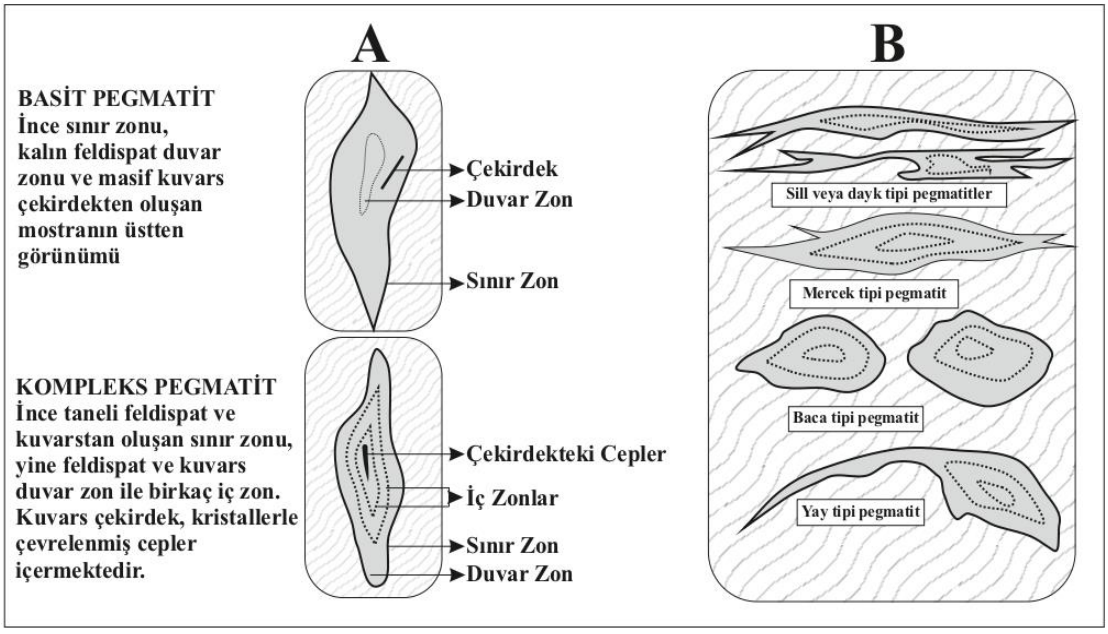
BELLİ BAŞLI DEĞERLİ-YARI DEĞERLİ TAŞLAR İLE METALLERİN DOĞAL ÇEVRESİ		
A)	**Yer Dışı**	Meteoritler: Doğal Metaller (Altın, Demir), Nitrürler, Olivinler, Organikler, Silisürler
B)	**Magmadan Gelen**	**B1)** Derin Magmadan: Feldspat, Garnetler, Olivin, Piroksenler **B2)** Asitli Magmadan: Feldspat, Kuvars, Mikalar **B3)** Alkali Magmadan: Bastnaesit, Feldspatımsılar, Sodalit **B4)** Pegmatitli Magmadan: Beril, Kasiterit, Monazit, Turmalin, Topaz, Volframit
B)	**Hidrotermaller**	**B5)** Hidrotermal Magma Etkinliği: Arsenopirit, Baritin, Bornit, Doğal Altın, Flüorin, Galen, Kalkopirit, Kalkosit, Kasiterit, Pirit, Prustit, Realgar, Sfalerit, Stibin, Uraninit
C)	**Volkanikler**	**C1)** Derin Volkanik: Elmas, Garnetler, Piroksenler **C2)** Yeni Anakara Volkanikleri: Hematit, Olivinler, Piroksenler, Sanidin **C3)** Yay Volkanizması: Arsenopirit, Baritin, Doğal Altın, Flüorin, Gümüş, Galen, Kükürt, Kalkopirit, Kasiterit, Prustit, Pirit, Realgar, Sfalerit, Zincifre

D)	**Başkalaşmadan**	**D1)** Oksitlenmiş Hidrotermal: Azurit, Autunit, Anhidrit, Dioptaz, Göthit, Krizokolla, Malakit, Smithsonit, Serüzit, **D2)** Çökelmiş Hidrotermal: Bakır, Doğal Gümüş, Kuprit, Kalkosit **D3)** Topraklar: Ferrihidrit, Fujerit, Kaolinit, Killer
E)	**Yeni Biyojenikler**	Aragonit, Apatitler, Birnesit, İnci, Kehribar, Kalsit, Tartar, (Okyanus Manganez Yumruları)
F)	**Çökellerden**	**F1)** Buharlaşmadan: Alçıtaşı, Alünit, Halit, Silvit, Selestit **F2)** Kalıntısal: Altın, Birnesit, Beriller, Gibbsit, Kuvars, , Korindonlar, Monazit, Piroluzit, Topaz, Talk, Zirkon **F3)** Killi-Kireçtaşları: Apatitler, Kalsit, Killer, Manyezit, Siderit
G)	**Yeniden Kristalleşmeden**	**G1)** Diyajenez ve Metasomatoz: Galen, Marksit, Kalkopirit, Pirit, Scheelit, Sfalerit **G2)** Bölgesel Başkalaşım: Andaluzit, Amfiboller, Amyantlar, Dumortierit, Epidot, Grafit, Garnetler, Korindonlar, Kordierit, Piroksenimsiler, Serpantinler **G3)** Düşük Basınç Başkalaşımı: Analsim, Klorit, Prehnit, Zeolitler **G4)** Orta Basınç Başkalaşımı: Aktinot, Diyopsid, Disten, Dolomit, Forsterit, Hornblend, Garnet, Sillimanit **G5)** Yüksek Basınç Başkalaşım: Glaukofan, Jadeit **G6)** Hidrotermal Başkalaşım: Altın, Baritin, Kaolinit, Sülfürler

3.1.1.1 Pegmatitik yatak ortamları

Pegmatitin içerdiği mineraller Granitin mineralleriyle aynı olduğu halde tane boyu çok daha büyüktür. Pegmatitler ana feldspat ve levha mika kaynağı (Tablo 3.1-B1.B2) olduğundan yerkabuğunda yıllardır araştırılıp işletilmiştir. Pegmatit maden yatakları işletmeciliğinde sıkça nadir ve değerli mineraller ile beril, turmalin, akuamarin ve kuvars gibi yarı değerli taşlar görülmüştür [68,69,74,82-90].

Pegmatitler kendilerinden daha soğuk olan çevre kayaçlardaki çatlak veya kırıklar içerisine girerek kontakt duvarlarına bitişik küçük kristal tanelerinden oluşan bir zon meydana getirir. Bunun ardından pegmatitin ortasına doğru daha yavaş soğumaya bağlı iri feldspat ve mika kristalleri oluşur. Aynı zonda bazen siyah turmalin, beril ve granat prizmaları (Tablo 3.1-B3,B4) da görülebilir. Zonun merkezine doğru ilerledikçe kristallerin daha büyük olduğu oluşumunu tamamlamış feldspat kristallerinin varlığı ve arta kalan kısımların muhtelif renklerde kuvars kapladığı görülür. İri kristaller bulunduran kısımlar hemen merkezin yanında olduğundan gemologlar için pegmatitin en önemli bölümüdür. Pegmatit yatakları uzun ince ve dikey ya da yataya yakın konumda olduklarından sill veya dayk adı verilir. Bunların dışında baca, mercek ve yay tipi şekillerde oluşumlarda vardır (Şekil 3.7-Şekil 3.8) [68,69,74,82-90].

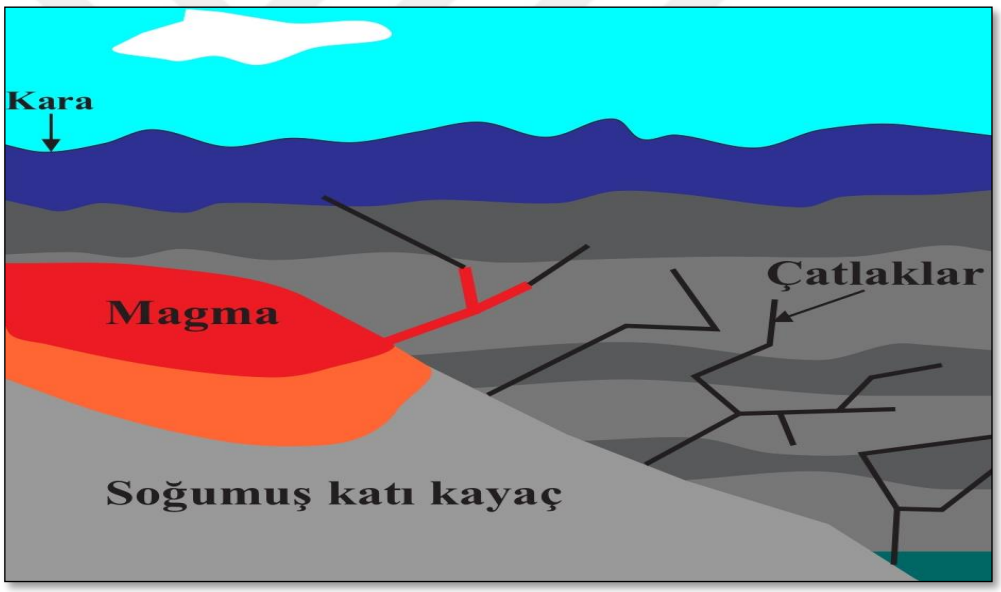


Şekil 3.7 a) Basit ve kompleks pegmatitlerin şeması b) Pegmatit şekilleri görseli [88]

Ana magma küte soğudukça, başlangıçta düşük konsantrasyonlarda bulunan su, kristalleşen minerallerin çoğuna katılmadığı için erimiş kayada yoğunlaşır. Sonuç olarak son kristalleşmemiş kısım su açısından zenginleşir. Ayrıca sıradan minerallere girmeyi sevmeyen diğer elementler açısından da zengindir.

Bu açıdan zengin magma Silika ve diğer elementlerce zengin, magmanın kristalleşmesinin son aşamalarında dışarı çıkar, pegmatit oluşmak üzere katılaşır.

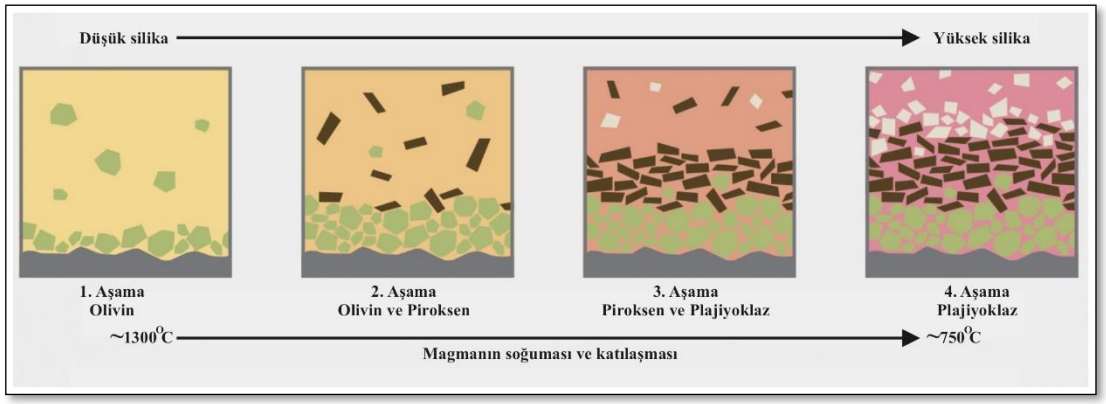
Magmanın yüksek su içeriği kristallerin hızla büyümesini mümkün kılar, dolayısıyla pegmatit kristalleri genellikle büyüktür. Bu durum değerli-yarı değerli taşların oluşumu için çok önemlidir. Pegmatit magmalarda Berilyum açısından zengin Beril kristali ile borca zengin Turmalin kristali oluşmaktadır [68,69,74,82-90].



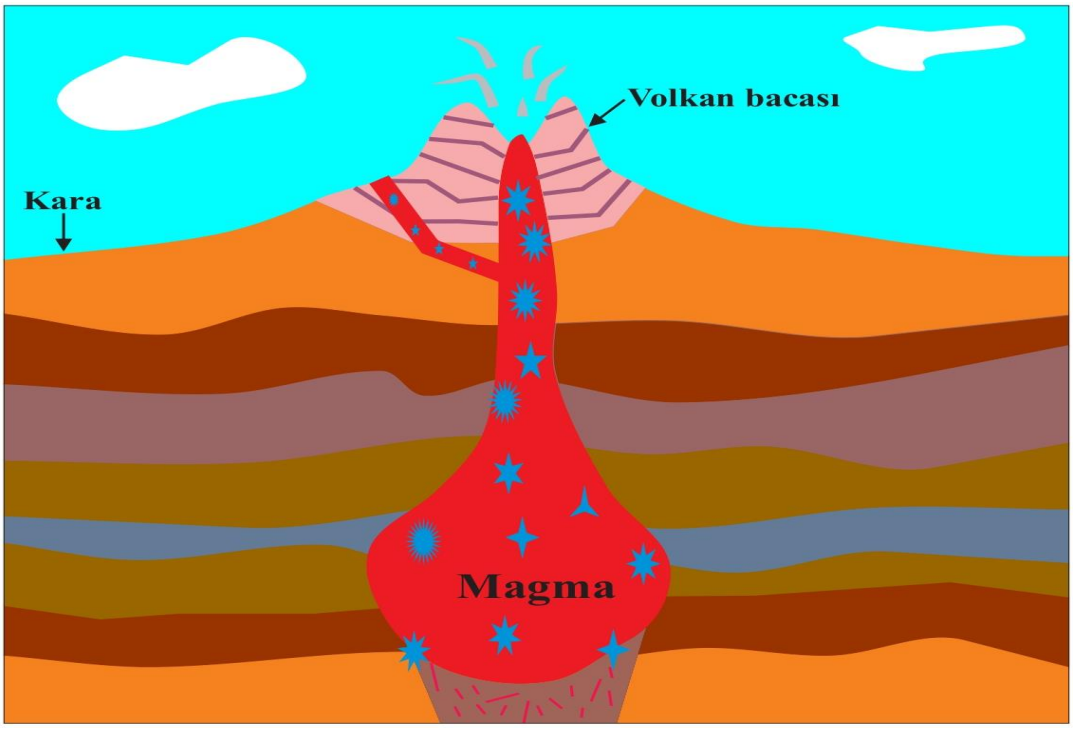
Şekil 3.8 Müdahaleci magmatik kayaçların soğumasıyla ilişkili pegmatit kütlelerinde zümrüt ve turmalin gibi kristallerin oluşumunu gösterir [91]

3.1.1.2 Magmatik konsantrasyon yatak ortamları

Magmanın soğuma süreciyle oluşan ilk minerallerin kristalleşmesiyle oluşur (Tablo 3.1-G2). Ayrıca soğuma sürecinde ağırlıklarına göre batan veya yükselen minerallerden koyu renkli piroksen ve hornblend ilk ayrılanlar olup, soğuma yeterince düşük hızda gerçekleşirse magma tabanına doğru kayarak taneler arası sıvı malzeme bulunan tek mineralli tabakalar oluşur (Şekil 3.9-Şekil 3.10-Şekil 3.11-Şekil 3.12) [68,69,74,82-90].

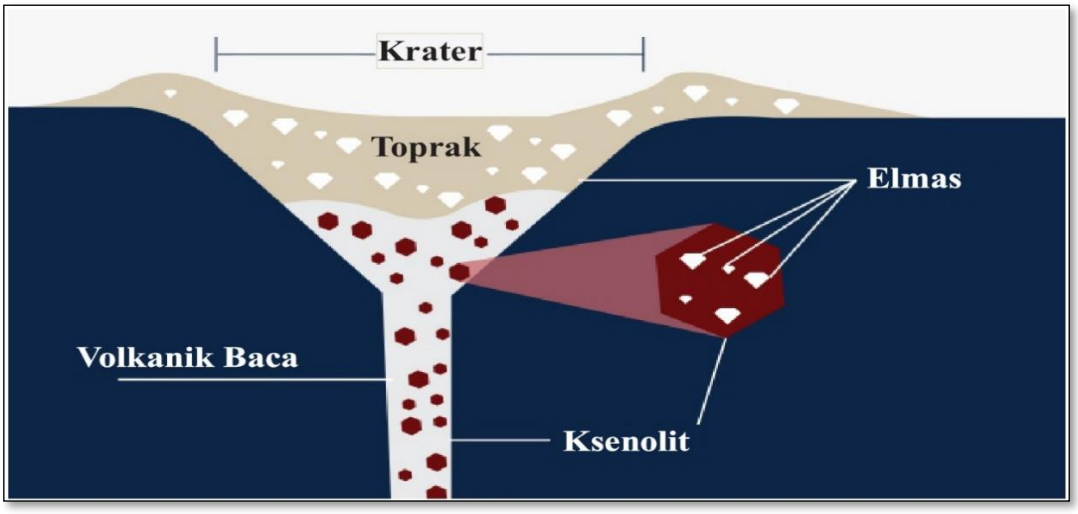


Şekil 3.9 Magmatik konsantrasyon şeması [92]



Şekil 3.10 Volkanik kayalardaki açık boşluklarda (örneğin, gaz kabarcıklarının oluşturduğu delikler) yakut veya zirkon (pembe kristaller) ve topaz gibi kristallerin oluşumunu gösterir [91]

Ağır mineraller magmadan ayrılırken, sıcaklık rutin bir şekilde düşmeye devam eder. Bu süreçte diğer mineraller kristalleşirken çok az malzeme serbest kalır. Artık sıvı olmayan kütle arasında sıvı gezinen kristaller bulunur. Az miktardaki bu sıvı derinlik kayaçlarının silikat mineralleri dışında nadir toprak elementlerini taşıdığından önem arz eder (Tablo 3.1-C1,C2). Sıvı yukarı doğru çıkarak formasyonlardaki çatlaklar içerisinde değerli mineral yataklarını oluşturur. Bazı değerli-yarı değerli taşlar ise magmalarda veya volkanik kayaçlardaki gaz kabarcıklılarında kristalleşirler (Tablo 3.1-C3). Örneğin, zirkon, topaz, yakut vb. [68,69,74,82-90].



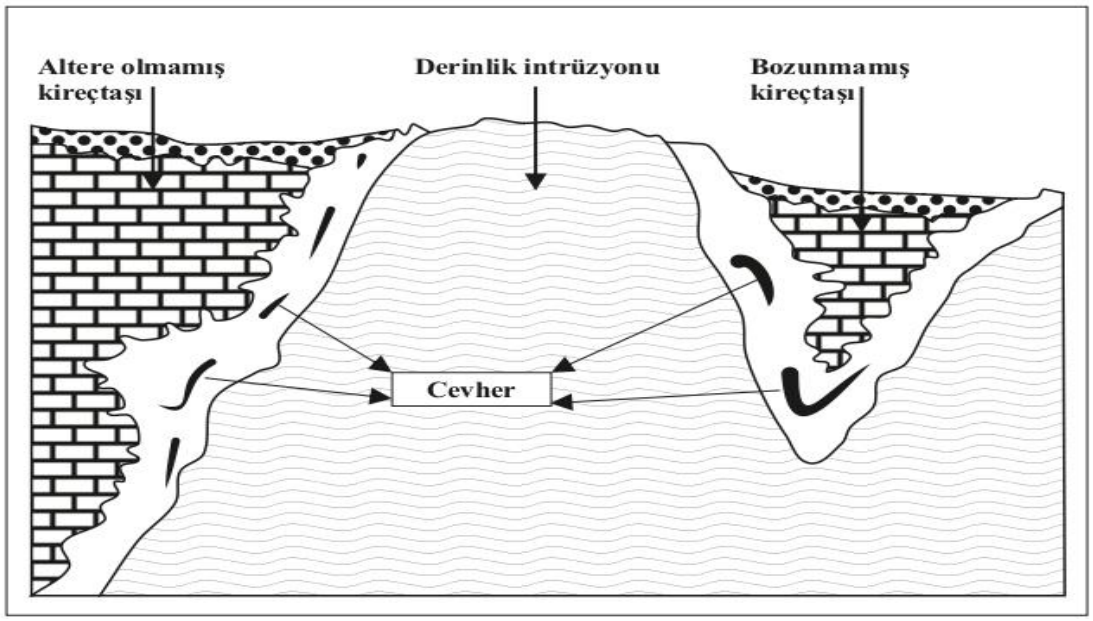
Şekil 3.11 Elmasların kimberlit magmasında oluşmadığını, ancak magma tarafından yüzeye taşındığını gösteren görsel [93]



Şekil 3.12 Güney Afrika'da kimberlitte oluşmuş Elmasın akarsularla belli bir bölgede depolanması [94]

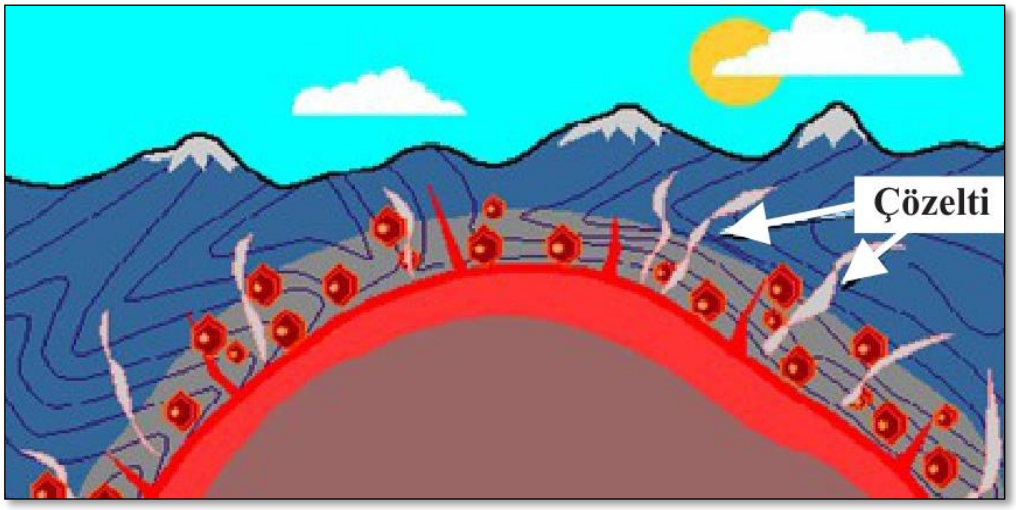
3.1.1.3 Kontakt metasomatizmatik yatak ortamları

Magmadan göç eden buhar ve gaz, kimyasal reaksiyonun hızlanması ile mineral yataklarının oluşum ortamlarına ait koşul ve şartları oluşturur. Sıcak gazlarla karşılaşan kayaçlar ısı ve basıncın artmasıyla kimyasal reaksiyonu hızlandırır. Bu reaksiyon sonucunda kayaçlar değişikliğe uğrayarak yeni mineraller oluşur (Tablo 3.1-D1). Koşullar ve şartlar uygun olduğu sürece devam eden bu proses derinlik kayaçları kenarı boyunca meydana geldiği için kontakt metasomatizma denir (Şekil 3.13) [68,69,74,82-88,95,96].



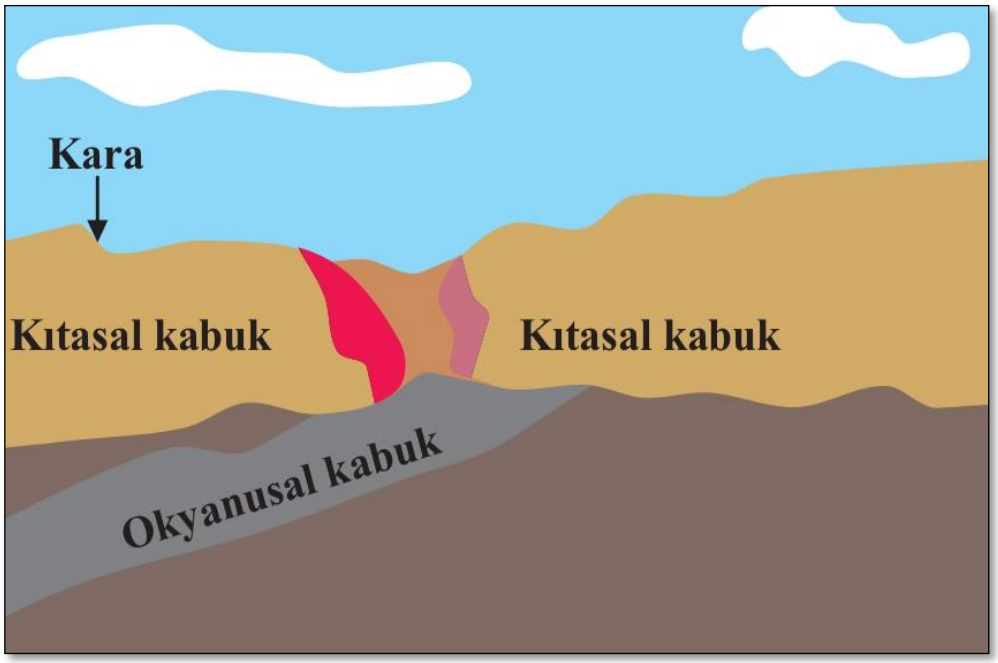
Şekil 3.13 Sınırlar arası reaksiyon görseli [88]

Dolomit ve kireçtaşları içerisinde çok etkili olan bu oluşum diğer sedimanter kayaçlarda etkisi daha az görülür. Metamorfik kayaçlar ile derinlik kayaçları arasında neredeyse hiçbir fark yoktur. Skarn zonunda dolomit ve kalsit kimyasal reaksiyondan kolay etkilendiği için yeni mineral oluşum ortamları için erir veya ayrışır (Tablo 3.1-F2,F3). Skarn zonunda sık rastlanan mineraller ise korund, florit, ilmenit, spinel, turmalin ve topaz gibi metalik olmayan minerallerdir (Şekil 3.14). Bunlarla beraber ayrıca metalik cevherler de bulunabilir [68,69,74,82-88,95,96].

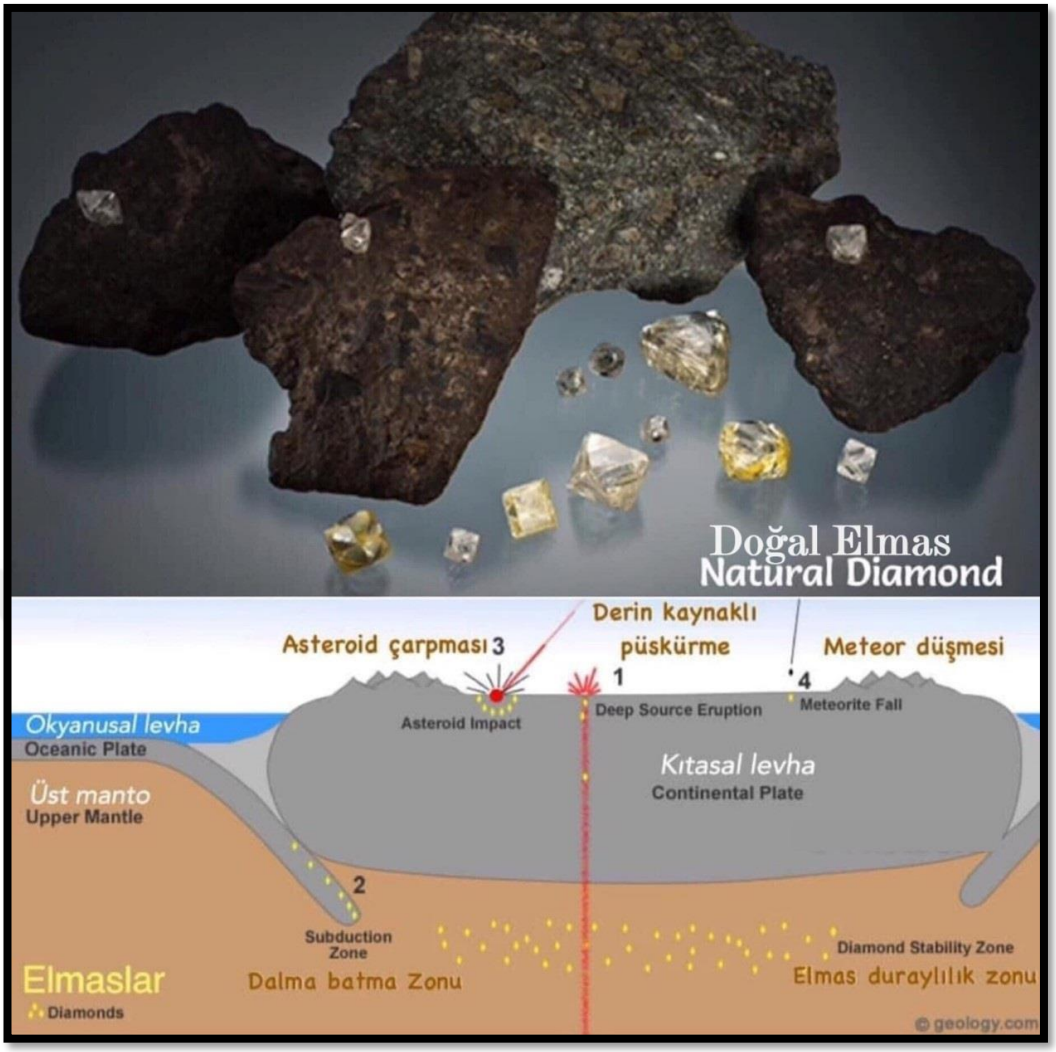


Şekil 3.14 Magma tarafından Kireçtaşlarına sokulum olması sonucunda soğuyan magmadan salınan çözeltiler nedeniyle garnet minerali oluşumu görseli [91]

Plaka tektoniği, yüksek sıcaklık ve yüksek basınçla karakterize olmuş metamorfik ortamlarda jadeit (yeşim) taşı oluşur (Tablo 3.1-G5). Bölgesel olarak metamorfizma olmuş kayaçlarda basınç ve sıcaklık artışlarına tepki olarak gömülen ve değişen büyük hacimli kayalarda garnet ve kordiyerit (iyolit) gibi yarı değerli taşlar bulunur (Şekil 3.15-Şekil 3.16) [68,69,74,82-88,95,96].



Şekil 3.15 Dalma-batma bölgesiyle ilişkili kıta-kıta çarpışması sonucu metamorfizma kayaçların deforme olmuş, ısıtılmış bölgede garnet gibi mineral oluşumlar görünür görsel [97]



Şekil 3.16 Elmas oluşum bölgeleri görseli [98]

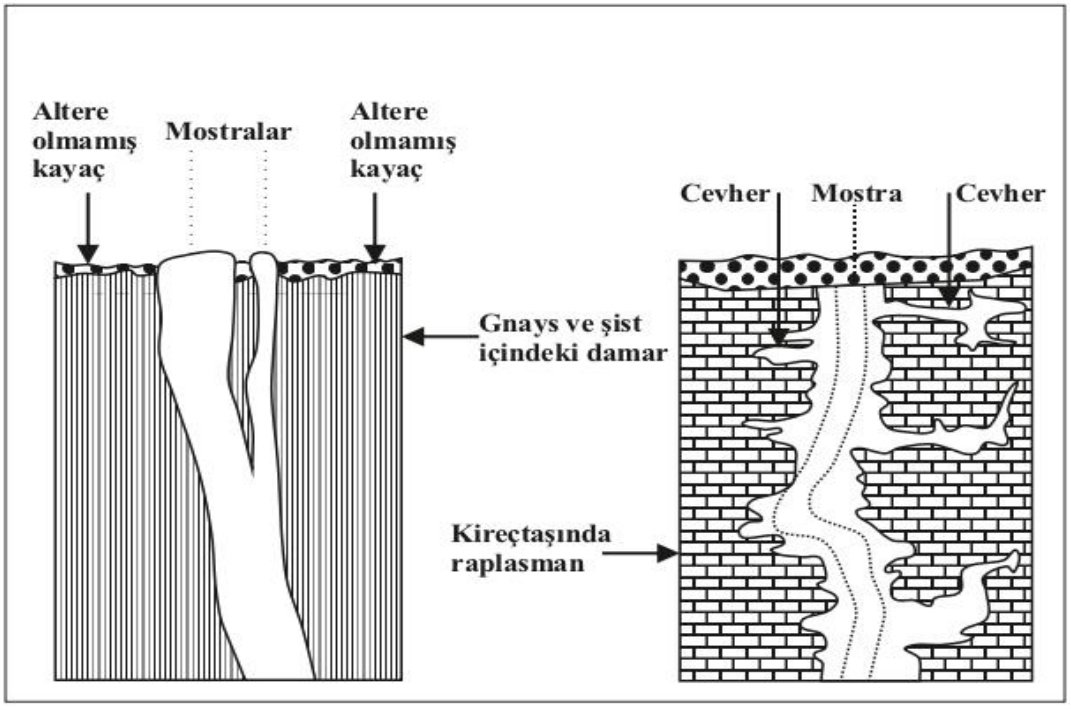
3.1.1.4 Hidrotermal yatak ortamları

Sıcak suların mineralleri erittiği, çözdüğü ve yataklanmalarını sağladığı ortamlara hidrotermal proses denir. Derinlik kayaçlarında eriyik kütlede sıcak ve yüksek basınç altında bulunan su bir kısmı buharlaşırken diğer kısmı çözelti olarak yeryüzüne doğru yükselerek soğur (Tablo 3.1-F1). Bu sebeple içinde fazla tutunamayan mineraller fisürler boyunca kristalleşirler (Tablo 3.2) [68,69,74,82-90].

Uzun fisürlerde suyun ısısındaki değişime bağlı olarak düşük, orta ve yüksek sıcaklıkların karakteristik mineral çeşitlerine rastlanır (Tablo 3.1-B5). Hidrotermal damarlarda birçok metalik cevher minerali ile gang mineralleri bulunur (Şekil 3.17) [68,69,74,82-90].

Tablo 3.2 Hidrotermal damarlarda sıcaklık seviyelerine göre oluşmuş cevher ve gang mineralleri [88]

	Yüksek Sıcaklık	Orta Sıcaklık	Düşük Sıcaklık
Cevher Mineralleri	Altın Kassiterit Molibdenit Şeelit Volframit Magnetit	Altın Galen Sfalerit Pirit Kalkopirit Bornit Arsenoprit Tetrahedrit Enarjit	Pirit Markasit Stibnit Zinober Gümüş Gümüş sülfidler
Gang Mineralleri	Kuvars Epidot Mika Granat Topaz Turmalin	Kuvars Kalsit Dolomit Siderit Barit Rodokrozit	Kuvars (Kalsedon) Kalsit Dolomit Aragonit Adularya Opal Florit Zeolit



Şekil 3.17 Gnays ve Şist ile Kireçtaşı içindeki hidrotermal damar sınırları [88]

Yüksek basınç altında olan hidrotermal çözeltiler çok küçük gözeneklerden büyük fisürlere varan kayaçlardaki çeşitli boşluklara ulaşırlar. Kayaç taneleri arası gözenekler, bazalt gibi volkanik kayaçlardaki gaz boşlukları kayaçların soğumasıyla oluşan çatlaklar, sedimanter kayaçlardaki yataklanma düzlemleri ve kıvrımlanma, bükülme, eğilme ile oluşan açıklıklarda sıcak su çözeltilerinden oluşan yataklar bulunabilir (Tablo 3.1-G6). Volkan boğazları ve fay kenarları önemli cevher yatakları olabilirler [68,69,74,82-90].

3.1.1.5 Kimyasal bozunma sonucu oluşan yatak ortamları

Yağmur suları kimyasal bozunmanın ana faktörü olarak tek başına veya içinde eriyebilen maddeleri etkiler. Suyun toprağa karıştığı yerde oluşan kimyasal değişikliklere aşağıdaki oluşumlar örnek verilebilir;

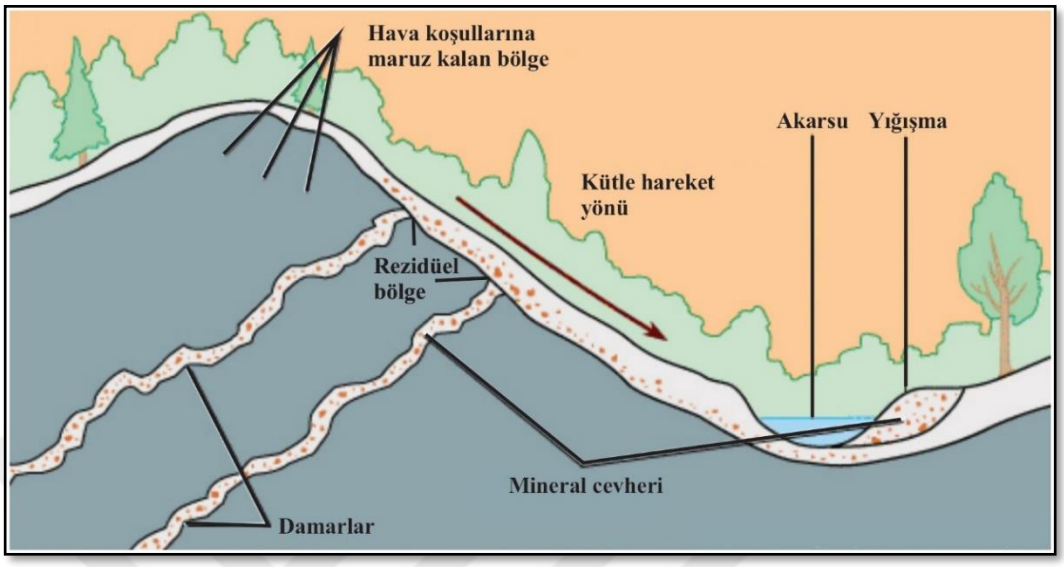
- Dolomit ve kireçtaşı gibi karbonat kayaçlar ergiyerek çeşitli boyutlarda mağaralar oluşturur.
- Feldspat gibi silikat mineralleri kile dönüşürler.
- Alüminyum ve demir mineralleri konsantre olarak cevherleşirler.

Kimyasal bozunma sonucu oluşan turkuaz ve varisit yatakları gemologlar için oldukça önem arz eder. Dış kuvvetler kayaçları aşındırarak iki mineralin oluşumu için gerekli bileşenleri ortaya çıkartır. Bu bileşenler yağmur suyu tarafından çeşitli formasyonlar içindeki damarlara göç ettirilerek, uygun şartlarla karşılaştıklarında kristalleşmeye başlar (Tablo 3.1-D2). Turkuaz ve varisit genellikle riyolit, granit, trakit ve kireçtaşları içinde ince damar dolgusu olarak ya da nodüller halde bulunurlar [68,69,74,82-88, 99-102].

3.1.1.6 Rezidüel yatak ortamları

Atmosferik koşullar altında kayaçların bozunmaya uğraması sonunda parçalanarak geriye kalan minerallere ‘’Rezidüel’’ denir. Kimyasal aktivite sonucu oluşabilen bu mineraller, yüksek mukavemet sonucu değişmemiş mineraller de olabilirler (Tablo 3.1-D3). Kayaçlardaki kimyasal değişimlere bağlı oluşan rezidüel yataklara, granit ve diğer kayaçlardaki feldspatın ayrışmasından meydana gelen kil yatakları, siderit ve piritin alterasyonundan oluşan demir cevheri, serpantin içindeki silikat minerallerinin ayrışması ile oluşan opal ve kalsedon damarları örnek verilebilirken, dayanıklı

minerallerden oluşan yataklara ise altın, platin ve elmas örnek verilebilir (Şekil 3.18) [68,69,74,82-88, 99-102].



Şekil 3.18 Rezidüel konsantrasyon. Ayrışmamış kayaç içinde dağınık halde bulunan noktaların her biri değerli bir minerali temsil ettikleri halde, ancak toprağın altında ve ayrışmamış kayacın üstünde konsantre olduklarında ekonomik olarak işletilebilmektedirler [103]

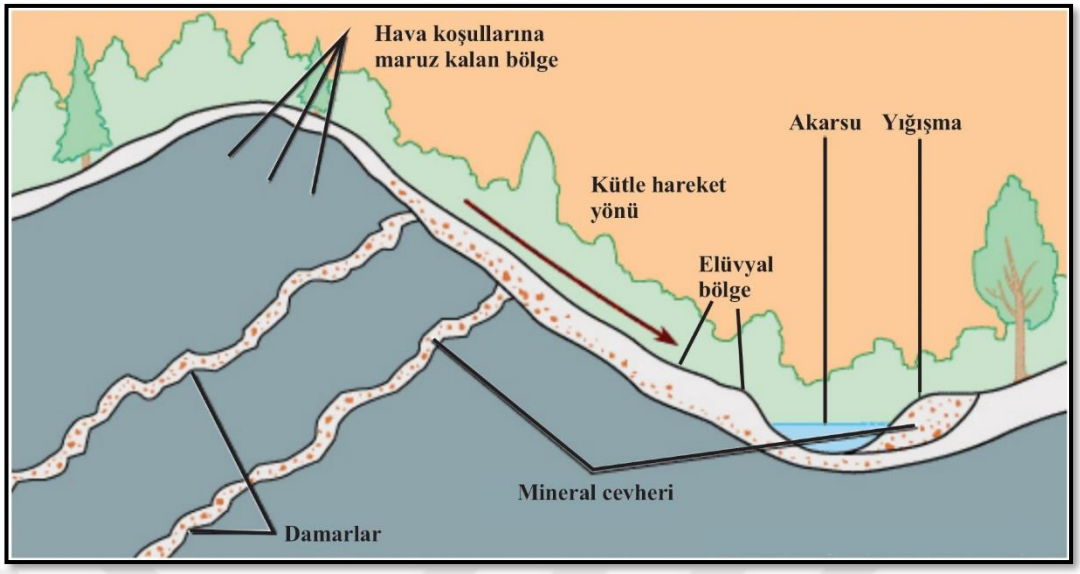
3.1.1.7 Mekanik konsantrasyon yatak ortamları

Üç önemli yatak türü mevcuttur. Bunlar sırasıyla;

Uçurum tabanındaki kırılmış malzeme gibi, parçalanmış kayaçlardan oluşan aşınma yataklar. Konsantrasyonun fazla olmadığı halde uçurum tepesinde hangi minerallerin mevcut olduğu hakkında fikir vermesi açısından önemlidir [68,69,74,82-88, 99-102].

Yağmur veya rüzgâr ile taşınarak küçük malzemeler sayesinde daha fazla konsantrasyonun meydana geldiği, yine aşınmış malzemelerden oluşan elüvyal yataklar. Ağır ve genellikle arzulanan minerallerin tepeden aşağı kayarak, tabana doğru yerleşirler [68,69,74,82-88, 100-102].

Elüvyal yataklar dar vadi tabanlarına yakın oluştuklarından, hızlı akıntılarla taşınarak üçüncü yatak çeşidi olan alüvyal yatakları meydana getirir. Akarsu hareketi sayesinde konsantrasyon çok fazla olduğundan, önemli yataklar gelişmektedir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Elüvyal konsantrasyon görseli [103]

Minerallerin dere ve nehir yataklarında konsantre olmaları için gerekli şartlardan birincisi, bu minerallerin hızlı çökebilmeleri için diğerlerinden daha ağır, ikincisi ise dayanıklı olmalarıdır. Bu şartları sağlayan mineraller arasında safir, yakut, elmas ve bazı diğer süstaşları ile kromit, ilmenit, magnetit, tantalit ve yanı sıra altın, platin gibi ağır metaller mevcuttur (Tablo 3.1-F2). Üçüncü şart ise mineral malzemesinin çakıllar içinde konsantre oluşunda etkili olması için suyun çok hızlı veya çok yavaş akmasıdır [68,69,74,82-88, 99-102].

3.1.1.8 Sedimanter kayaçlarla çözelti yatak ortamları

Sedimanter kayaçlardaki çözelti yatakları, çeşitli sedimanter formasyon tabakalarında geniş yayılımlı, silisçe zengin bantlar oluşturabilen çörtler dışında, noktasal konsantrasyonlardır (Tablo 3.1-F3). Silis, kalsit ve diğer minerallerin sedimanter kayaçlar içinde belirli noktalar halinde nasıl yerleştikleri henüz kesin olarak açıklanamadığı halde, bazı jeologlar, fosillerin yer aldığı boşlukların, daha sonraları kayaçların kendi içlerindeki suyun yavaş hareketiyle çökelen mineraller tarafından doldurularak oluştuğuna inanmaktadırlar [68,69,74,82-88, 99-102].

3.1.2 Değerli-yarı değerli taşların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Değerli-yarı değerli taşların fiziksel özellikleri bünyelerinde taşımış olduğu minerallere bağlı olarak değişiklik gösterir. Aynı durum kimyasal özellikler içinde geçerlidir. Fakat bu başlık altında daha çok süs taşlarının analizlerinde kullanılan fiziksel yöntemlerden bahsedeceğiz [70,71,75,76].

Süs taşı tanımlamasında ana fiziksel özelliklerden biri olan özgül ağırlık sıkça kullanılır. Özgül ağırlık hesaplamasında hidrostatik terazi (Şekil 3.20) ve ağır sıvılar olmak üzere iki metot yöntemiyle tayini yapılır. Ağır sıvılar metodunda, yoğunlukları bilinen sıvılar içerisine atılarak testler yapılır. Yüksek yoğunluklu sıvılar olan Bromoform (2.89) ve Metilen İyodür (3.33) uçucu olan Tolüen (0.865) ve Aseton (0.792) sıvıları ile seyreltilerek özgül ağırlığı 3.33'ün altına düşer. Süs taşları da saf veya seyreltilmiş sıvılar içerisinde yüzer veya batar bu şekilde özgül ağırlık tayini yapılır. Sıvı içerisinde batan süs taşları sıvının özgül ağırlığından yüksek yüzenler ise düşük olduğu anlaşılır [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.20 Özgül ağırlık ölçme cihazı [104]

Örnek olarak bromoform + aseton (2.67) olan sıvı içerisinde kuvars yüzerken beril yavaşça battığı gözlemlenir. Özgül ağırlığı 2.89 olan bromoform sıvısı içinde kuvarsın tekrar yüzdüğü, topazın ise hızla battığı gözlemlenir. Daha net rakamlar belirlemede

ise uçucu ile seyreltilmiş metilen iyodür ve su ile seyreltilmiş clerici solüsyonu olmak üzere iki sıvı kullanılır. Analiz yapılırken süs taşının yoğunluğuna ulaşılana kadar her çift sıvı belirli oranlarda karıştırılır. İlk çift sıvı karışımı 2.00-3.30 g/cm^3 arasında iken ikinci çift sıvı karışımında yoğunluk değeri 3.00-4.02 g/cm^3 arasında değere sahip olur. İki çift sıvı karışımlarının yoğunluk ve kırılma indisi doğru orantılıdır. Bu yöntem sayesinde bir karışımdan alınan sıvı damlasının kırılma indisi refraktometre ile belirlenerek sıvı içerisindeki süs taşının özgül ağırlığı belirlenebilir. Ağır sıvılar metodu pratik olduğu ve çok küçük hacimli süs taşları için uygulanabilirken yoğunluğu 4.10 g/cm^3 üzerinde olanlar için kullanılamaz [66-71,75,76,86-88].

Hidrostatik terazi metodunda ise damıtılmış su içeren saydam kap üzerinde taşıyan bir köprü terazi gözünün birine yerleştirilir. Terazi kolunda sallanan ince bir tel ucuna süs taşı bağlanarak suyun içine daldırılır. Bir süs taşının özgül ağırlığı belirlemek için analiz edilen süs taşı önce havada daha sonra ise bir önceki cümlemizde anlatıldığı gibi terazideki damıtılmış su içinde tartılır [66-71,75,76,86-88]. İki ağırlığın fark değerleri kullanılarak Arşimet prensibi formülünde kullanılarak özgül ağırlık hesaplanır:

$$\frac{Havadaki\ Ağırlık}{Sudaki\ Ağırlık\ Kaybı} = Özgül\ Ağırlık \tag{3.1}$$

Örmek olarak topaz olduğu düşünülen süs taşının havadaki ağırlığı 1.95 g, (9.75 karat) suda 1.214 g (6.07 karat) olarak tartılarak özgül ağırlığı belirlendiğinde süs taşının topaz (3.53-3.56) olmadığı, muhtemelen kuvars grubu sitrin (2.65) olduğu tespit edilir. (1 karat=0.200 g).

$$\frac{9.75}{3.68} = 2.65$$

Hidrostatik terazi metodu ile çok hafif veya küçük hacimli süs taşları olmadıkça 4 g/cm^3 üzerindeki yoğunluklarda dahil hesaplanabilir. Aşağıdaki Tablo 3.3'te bazı süs taşlarının özgül ağırlıkları verilmiştir [66-71,75,76,86-88].

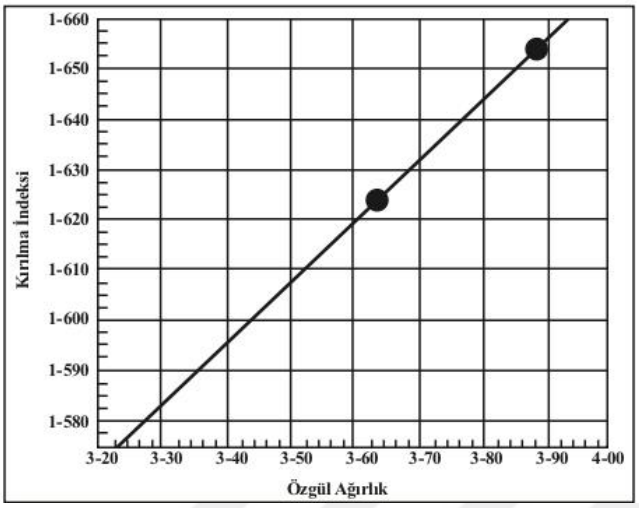
Tablo 3.3 Bazı süs taşlarına ait özgül ağırlıkları değerliği [86-88]

Süs Taşı***	Ek	Özgül Ağırlığı	Süs Taşı	Ek	Özgül Ağırlığı
Azurit	11	3.77-3.89	Malakit	36	3.60-4.00
Aytaşı/Adularya	13	2.54-2.66	Magnetit		5.17
Anhidrit		2.91-2.98	Mikrolit		5.50
Aragonit		2.93-2.95	**Nefrit**	10	2.90-3.10
Andalusit		3.15-3.17	**Oltu taşı**	27	1.30-1.40
Apatit		3.17-3.23	**Opal**	6	2.07-2.24
Beril	9	2.63-2.92	**Obsidyen**	32	2.40
Borasit		2.96	Pirit****	34	4.95-5.10
Bornit		4.90-5.40	**Peridot**		3.34
Dolomit		2.80-2.90	**Rodonit**	30	3.57-3.76
Diopsit		3.23-3.29	Rutil		4.2
Elmas (Diamond)*	1	3.50	Siyah Mercan**		1.34
Epidot		3.25-3.5	Sodalit		2.25-2.30
Fildişi (Ivory)**		1.70-1.98	Sentetik Zümrüt*		2.66-2.68
Hematit****	33	5.26	**Spinel**	14	3.58-3.61
İnci (Pearl)**	18	2.60-2.85	Sentetik Spinel		3.61-3.65
Jadeit (Yeşim)	10	3.30-3.36	Siderit		3.83-3.88
Kehribar (Amber)**	19	1.00-1.10	Sölestin		3.97-4.07
Krizokol	35	1.90-2.40	Sfalerit		4.08-4.10
Kuvars	5	2.59-2.63	Smitsonit		4.30-4.35
Krizoberil		3.71-3.72	**Turkuaz**	12	2.60-2.90
Korund		3.98-4.00	**Topaz**	16	3.49-3.57
Kalsit		2.71	**Turmalin**	31	3.06-3.26
Kalkopirirt****	34	4.2	Uleksit		1.99
Kassiterit		6.80-7.00	Vulfenit		6.70-7.00
Lületaşı (Sepiyolit)	22	2.00	**Zirkon (düşük tip)**	25	3.90-4.10
Labradorit	17	2.68-2.72	**Zirkon (yüksek tip)**	25	4.60-4.70
Lepidolit		2.70-2.80	Zoisit		3.35
Lapis Lazuli	11	2.70-2.90	**Zümrüt***	2	2.76
Moldavit		2.34-2.39	Zinkit		5.66

Not: *Değerli taşlar, **Organik yarı değerli taşlar, bunların dışında kalanlar ise yarı değerli taşlardır, ***Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır****Metal süstaşlarıdır.

Kalın yazılanlar MTA (Tablo 3.36) listesinde bulunan süstaşlarıdır.

Özgül ağırlık ve kırılma indeksi arasında ise doğrusal bir bağlantı vardır (Şekil 3.21).



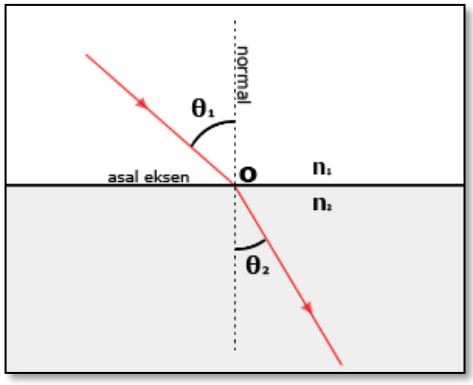
Şekil 3.21 Clerici solüsyonunun özgül ağırlık/kırılma indeksi grafiği [86-88]

Bir diğer önemli fiziksel tayin özelliği ise süs taşlarının optik özellikleridir (Tablo 3.5). Özel aletler aracılığıyla süs taşları üzerinde yapılan işlemler sonucu kırılma indeksi adı verilen değerler tespit edilir. Snell yasasına göre eşit iki ortam için belirli bir yüzeye gelen ve kırılan ışık ışınının normalle yaptığı açılar olan ‘’i’’ ve ‘’r’’ nin sinüslerinin oranı olup, sabittir. *n*, ortamın kırılma indisi, *c* vakumdaki elektromanyetik ışımanın hızı, *v* bu ortamdaki elektromanyetik ışığın hızını ifade ederse, şöyle bir denklem elde edilir (Şekil 3.22) [106,107]:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{Işığın\ Vakumdaki\ Hızı}{Işığın\ Madde\ İçindeki\ Yayılma\ Hızı} \tag{3.2}$$

Farklı kırılma indeksli ortamlarda üç tip ışın hareketi gözlemlenir:

- $n_2 > n_1$ ise θ_1 geliş açısı, θ_2 yansıma açısından daha büyük olacaktır. Geliş açısı büyüdükçe, kırılma açısı da büyür.
- $n_1 > n_2$ ise çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçiş sırasında yansıma açısı, geliş açısından daha büyüktür. Geliş açısı büyüdükçe, yansıma açısı da 90º’ye yaklaşır.
- M_1 vakum ortamı ise $v_1 = c$ olacağından $n_1 = 1$’dir.



Şekil 3.22 $\mathbf{n}_1$ ortamından $\mathbf{n}_2$ ortamına giren ışığın normalle yaptığı açıyı gösteren görsel [106,107]

$$\frac{sin\theta_1}{sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \tag{3.3}$$

v_1: 1. Ortamdaki ışın hızı

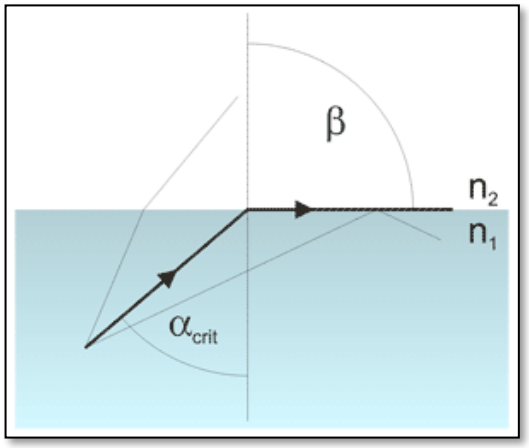
v_2: 2. Ortamdaki ışın hızı

n_1: M_1 ortamın indisi

n_2: M_2 ortamın indisi

Kritik açı (θ_c), 90^0'lik açı ile kırılım sağlayan ışımanın geliş açısına denir (Şekil 3.23).

Kritik açıdan daha küçük bir açıyla gelen ışının, yansıması sonucunda aydınlık bölge oluşur. fakat iki ortam arasına kritik açıdan daha büyük açıyla ışın gelirse, ışın kırılmaz ve yansıyarak karanlık bölgeyi oluşturur. Aydınlık ve karanlık bölgelerin sınırı kritik açıyı ifade eder [106,107].



Şekil 3.23 Kritik açı [106,107]

Kritik açıyla yüksek yoğunluklu ortama gelen ışın, 90^0'lik açı yaparak kırılır. Fakat yoğunluğu düşük ortama 90^0'lik açıyla gelen ışın yoğunluğu yüksek olan ortama kritik açı yaparak girer [106,107].

Snell yasasından yararlanarak şöyle bir bağıntı yazabiliriz:

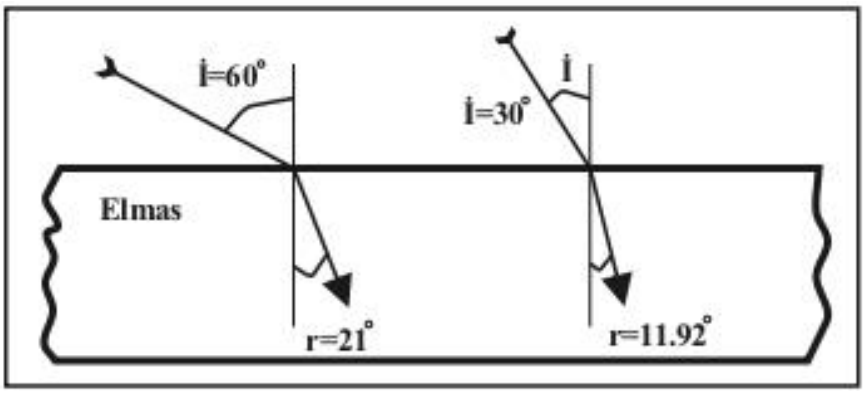
$$sin\theta c = \frac{n_2}{n_1} \tag{3.4}$$

Örnek verilirse eğer elmas yüzeyine gelen a ve b ışınları için a, i=60^0 ve r=21^0 iken b, i=30^0 ve r=11.92^0 olduğu halde kırılma indeksi sabittir (Şekil 3.24) [86-88,106,107].

$$\frac{\frac{a}{Sin60}}{\frac{Sin21}{0.3583}} = \frac{0.8660}{0.3583} = 2.42 = K.\text{İ}.$$

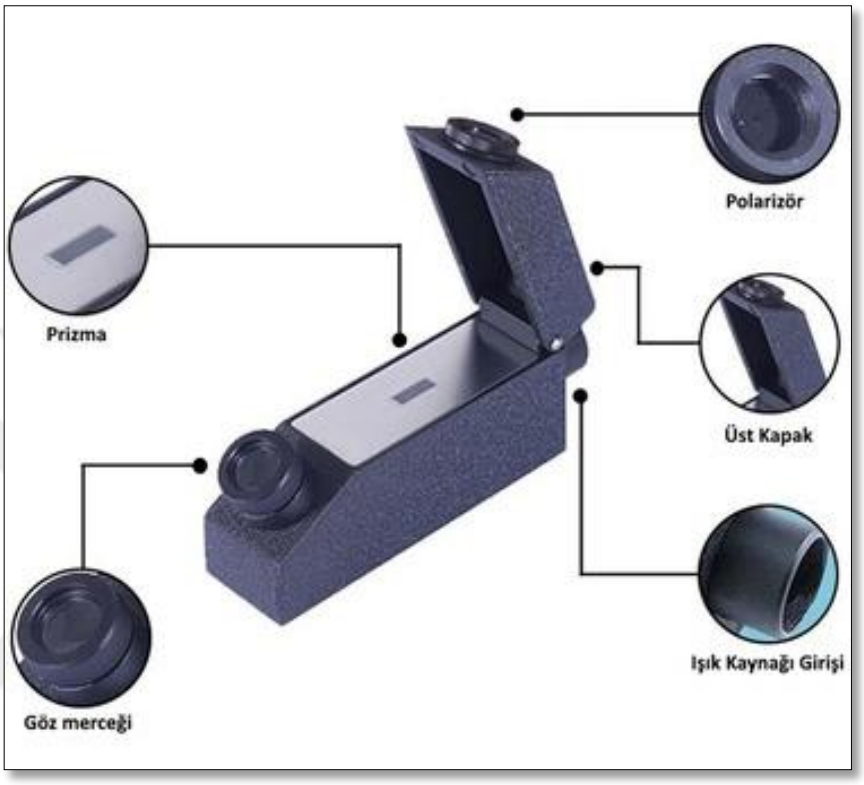
$$\frac{\frac{b}{Sin30}}{\frac{Sin11.92}{0.2066}} = \frac{0.5000}{0.2066} = 2.42 = K.\text{İ}.$$

Dik olmayan açı ile saydam ortama geçen bir ışık ışını daha düşük optik yoğunluğa sahip ortama geçerken kırılarak normalden uzaklaşır. Ayrıca gelen ışının açısı arttıkça kırılan ışının kontakt halindeki iki ortam yüzeyini sıyırdığı bir açıya sahip olur. Kırılan ışının normalle 90^0 açı yaptığı durumdaki belirli açı, kritik açı olarak tanımlanır. Gelen ışının açısında daha fazla artış olursa, total yansıma meydana gelir. Refraktometre, kritik açı kullanılarak kırılma indeksi belirlenmesinde kullanılan bir alettir [86-88,106,107].

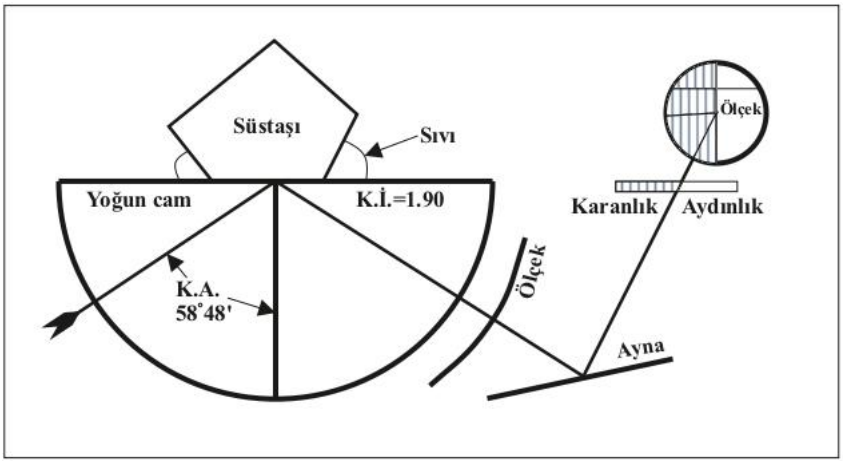


Şekil 3.24 Bir elmas yüzeyine farklı açılarla gelen ışık ışınları, yine farklı açılarla kırılarak sin r=2.42 sabit oranını verirler [86-88,106,107]

Refraktometre çalışma prensibinde bilinen yüksek kırılma indeksine sahip cam yarıkürenin düz ve parlatılmış yüzeyi üzerine, aralarında ince bir tabaka sıvı olacak şekilde süs taşının yine düz ve parlatılmış yüzeyi yerleştirilir (Şekil 3.25-Şekil 3.26) [66-71,75,76,86-88].



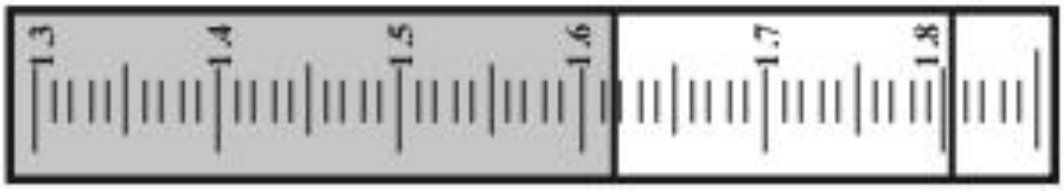
Şekil 3.25 Refraktometre görseli [108]



Şekil 3.26 Kritik açı ile süstaşına çarpan ve refraktometreden geçen ışık ışınlarının diyagramı. K.A.=58048'(0.855) x1.90=1.625 [86-88]

Optik teması sağlayan sıvının kırılma indeksi cam yarıküreninkinden düşük fakat numunenin kırılma indeksinden yüksek olmalıdır. Sınırları belirleyen faktörler ise kontakt sıvısı ile cam yarıkürenin kırılma indeksleridir. 1.81 üzerinde kırılma indeksine sahip sıvılar aşındırıcı olup cam yarıküre yüzeyine zarar vereceğinden daha çok kırılma indeksi 1.78 olan sülfür ile seyreltilmiş metilen iodid veya %18 tetraiodetilen ilavesiyle kırılma indeksi 1.81'e yükseltilen sıvılar kullanılır. Cam yarıkürenin kırılma indeksini yükseltmek için kurşun ihtiva ettiğinden, sertliği azalmış olup, çizilmesini engellemek için numune dikkatle yerleştirilir ve sıvı lens kâğıdı eğer yarıküre üzerinde kuruduysa ksilol veya tolüen ile temizlenmelidir. Refraktometre kullanımında cam yarıküre tozlanmamalıdır [66-71,75,76,86-88].

Güçlü bir aydınlatıcı ile koyu turuncu filtre veya yetersiz olduğunda sodyum ışığı yardımıyla yapılan refraktometre çalışmalarında cam yarıküreden tamamıyla yansıyan ışınlar bir ölçek üzerine düşer. Bu ölçek ise bir prizma veya ayna aracılığıyla refraktometrenin ayarlanabilir gözüne yansıtılır. Eğer süs taşının kırılma indeksi refraktometrenin limitleri içinde ise, ölçeğin bir kısmı parlakça aydınlık diğer kısmı ise nispeten karanlık görülür. Aydınlık kısmı karanlık kısımdan ayıran sınırın pozisyonu kırılma indeksini, iki çizgi varlığı indisleri gösterir ve ölçekten görülebilir (Şekil 3.27) [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.27 Refraktometreden görülen ölçek 1.625 süstaşının, 1.81 ise sıvının kırılma indeksini göstermektedir [86-88]

Birefrenjens, cam yarıküre üzerinde taş dökülerek çizgiler arasındaki maksimum mesafeye ulaşılmasına denir. Süs taşının Uniaksial, Birefrenjent olması durumunda iki gölgeden biri rotasyon sırasında sabit kalırken diğeri uzaklaşır ve geri döner. Ekstraordiner ışının indeksi, ordiner ışınınkinden düşükse kristal optikçe negatif, yüksekse optikçe pozitiftir. Biaksial Birefrenjent süs taşlarında ise iki indisi işaret eden her iki gölge kenarı hareket eder ve okuma yüksek olan üst değer, alçak olan alt değer kabul edilir. Maksimum Birefrenjens bu iki indis farkına denir. Tek kırma özelliğine

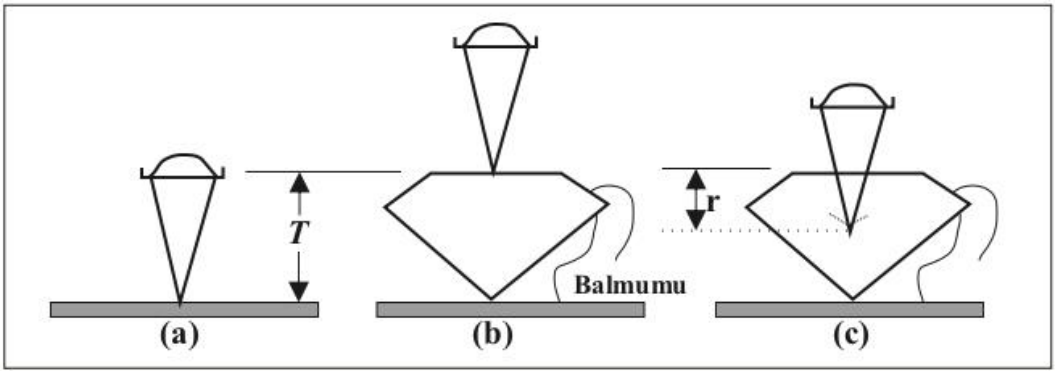
sahip süs taşlarında ise sadece tek gölge çizgisi görünür ve numune döndürüldüğünde sabit kalır [66-71,75,76,86-88].

Testi yapılacak numunenin kırılma indeksi refraktometre limitini aştığı takdirde, yaklaşık fikir veren ‘’direkt ölçüm’’ metodu uygulanabilmektedir. Mikroskoptan yararlanılan bu yöntemde, balmumu ile sabitlenen numune kulet aşağı gelecek ve tabla lama paralel olacak şekilde lam üzerine yerleştirilir. Gerekli ölçümler aşağıdaki gibi yapılır [66-71,75,76,86-88].

1. Mikroskop lama odaklanır ve okuma kaydedilir.
2. Lam hareket ettirilerek numune gözlem alanına getirilir ve süs taşının tablası odaklanana kadar mikroskop tüpü yükseltilir. Bu pozisyondaki okuma ile ilk okuma arasındaki fark numunenin gerçek kalınlığını verir (T).
3. Kulet veya numunenin arkasındaki nokta odaklanana kadar mikroskop ayarlanır. Bu pozisyonda elde edilen okuma ile 2. Okuma arasındaki fark numunenin zahiri karanlığıdır (t).

$$K.\dot{I} = \frac{Sin\,\dot{I}}{Sin\,r} = \frac{Tan\,i}{Tan\,r} = \frac{T}{t} \qquad \textbf{(3.5)}$$

Süs taşının kırılma indeksi gerçek kalınlığın zahiri kalınlığına oranı ile bulunur ve aşağıdaki gibi gösterilir (Şekil 3.28) [66-71,75,76,86-88].

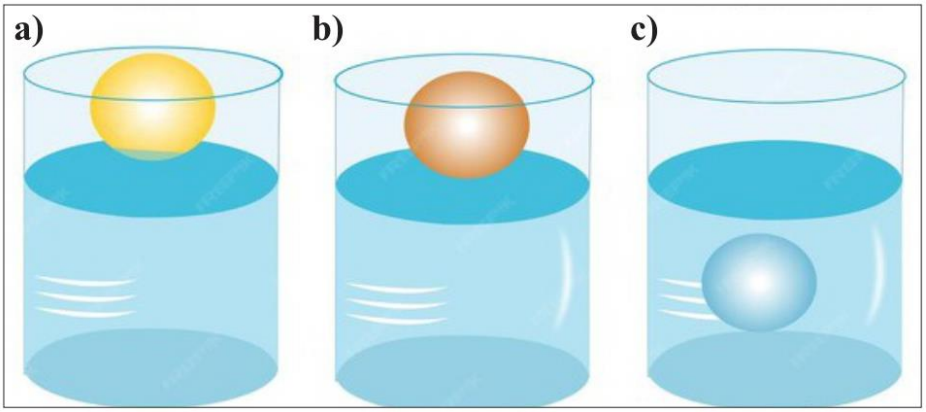


Şekil 3.28 a) Kırılma indeksinin direkt ölçümü için yapılan üç okuma. a) Lama odaklama, b) Süstaşının üst büyük yüzeyine yani tablaya odaklama, c) Kulete odaklama [86-88]

Numune sığ bir tabak içindeki sıvıya daldırıldıktan sonra tabak altında siyah kart geçebilecek şekilde desteklerle beyaz bir kâğıt üzerinde tutulur. Siyah kart yavaşça aşağıdan geçerken numune direkt yukarıdan gözlemlenmelidir. Numune ve sıvıdan

görülebilen kart kenarı düz bir kırılma indeksine sahipse koyu kart kenarı süs taşına doğru ilerleyecek daha yüksek kırılma indeksine sahipse önce sıvıya doğru kayacaktır [66-71,75,76,86-88]. Bazı süstaşlarına ait kırılma indeksleri Tablo 3.5'te verilmiştir.

İmmersiyon yönteminde tercih edilen ağır sıvılar (Şekil 3.29) çoğunlukla 1.60 kırılma indeksine sahip Bromoform ile 1.74 kırılma indeksli metilen iodid olup kullanılabilen diğer sıvılar Tablo 3.4'teki gibidir [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.29 İmmersiyon sıvısı içerisindeki süstaşları. a) Süstaşı ve sıvının kırılma indeksine eşittir, b) Süstaşının kırılma indeksi, sıvınınkinden düşüktür, c) Süstaşının kırılma indeksi sıvınınkinden büyüktür [86-88,109]

Tablo 3.4 İmmersiyon yönteminde kullanılan sıvılar ve kırılma indeksleri [86-88]

Sıvı	**Kırılma İndeksi**
Su	1.33
Tolüen	1.50
Etilen Dibromid	1.54
Monoiodobenzen	1.62
Monobromonaftalen	1.66

Birefrenjens işareti olan pleokroizma bazı safir ve rubilerde, tanzanit, kordierit, yoğun renkli turmalin, andalusit ve akuamarinde kısmen mevcut olup süs taşı tanımlamasında yararlanılabilecek gözlemlerdendir. Numune 10x lens ile düz fasetli yüzeyinden bakıldığında karşılıklı bulunan faset kenarların çift görüntüsü birefrenjens varlığını gösterir. Bu yöntem Zirkon, Peridor ve sentetik Rutilde kolaylıkla sonuç verir. Turmalin, kunzit, hiddenit ve diopsidden başka kuvars, korund ve topazın nispeten büyük kristallerinde de görülebilir [66-71,75,76,86-88]

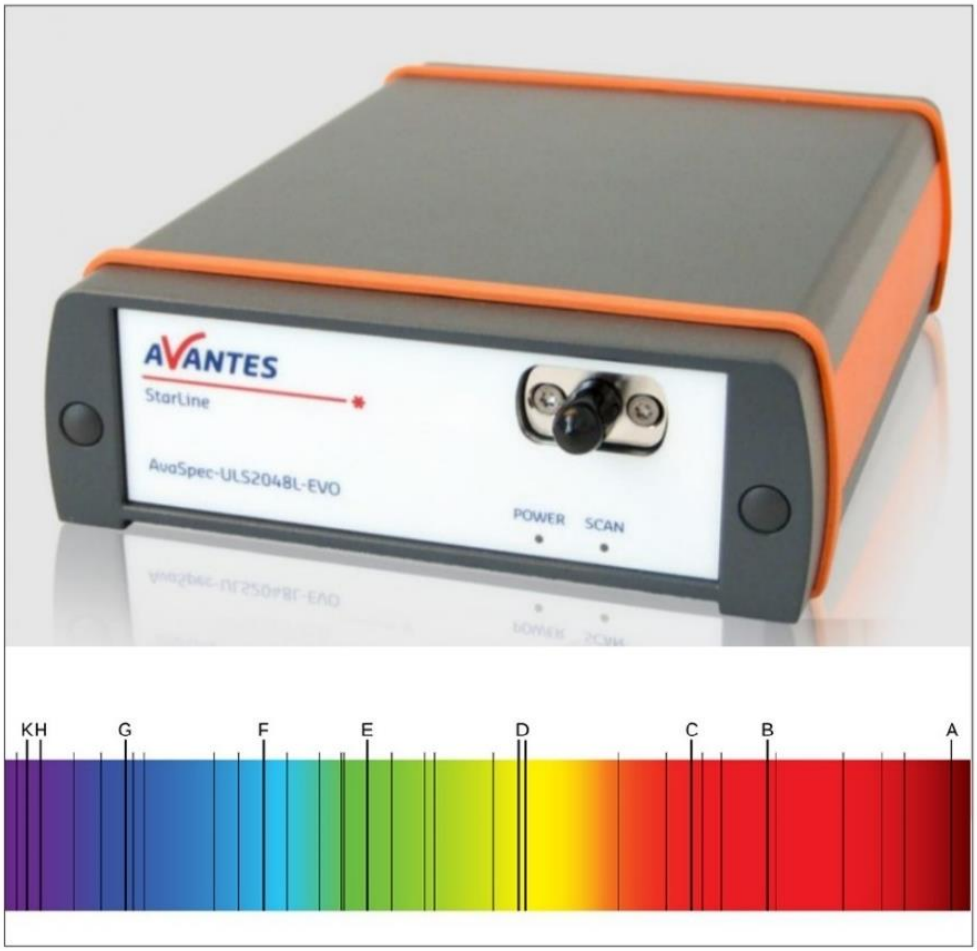
Tablo 3.5 Bazı süs taşlarına ait kırılma indeksleri [86-88]

Süs Taşı***	Ek	Kırılma İndeksi	Süs Taşı***	Ek	Kırılma İndeksi
Akuamarin	9	1.57-1.58	Lazulit	11	1.604-1.654
Anhidrit		1.571-1.614	Malakit	36	1.655-1.875
Apatit		1.63-1.64	Mikrolit		1.93
Andalusit		1.64-1.65	**Nefrit**	10	1.606-1.632
Aksinit		1.675-1.685	**Oltu Taşı**	27	1.64-1.68
Azurit	11	1.73-1.84	**Peridot**	26	1.63-1.69
Anatas		2.493-2.554	Periklas		1.737
Barit		1.636-1.648	**Rodonit**	30	1.711-1.751
Borasit		1.66-1.67	Rutil		2.62-2.90
Doğal Zümrüt (Natural Emerald)*	2	1.57-1.58	Siyah Mercan (Black Pearl)**		1.56
Dioptas		1.66-1.70	Sentetik Zümrüt		1.560-1.563
Epidot		1.736-1.770	Sölestin		1.625-1.635
Elmas (Diamond)*	1	2.4175-2.4178	Smitsonit		1.62-1.85
Fildişi (Ivory)**		1.54	**Spinel**	14	1.719
Hematit****	33	3.15-3.22	Sentetik Spinel		1.724-1.729
Jasper	23	1.54	Simpsonit		2.06
Jadeit (Yeşim)	10	1.66	Strontiyum Titanat		2.41
Kehribar (Amber)**	19	1.53-1.54	Siderit		1.633-1.873
Kuvars	5	1.543-1.554	**Topaz (beyaz/mavi)**	16	1.610-1.620
Kolemanit		1.586-1.614	**Turkuaz**	12	1.61-1.65
Kondrodit		1.60	**Turmalin**	31	1.635-1.650
Kyanit		1.715-1.732	**Topaz (kahve/pembe)**	16	1.606-1.638
Krizoberil		1.75-1.76	Tremolit		1.60-1.62
Korund		1.76-1.77	Vulfenit		2.304-2.402
Kassiterit		2.003-2.101	Varisit		1.56
Kromit		2.1	**Zirkon (düşük tip)**	25	1.78-1.81
Kalsiyum Titanat		2.4	**Zirkon (yüksek tip)**	25	1.925-1.984
Kuprit		2.85	Zinkit		2.013-2.029
Labradorit	17	1.554-1.573	Zoisit		1.692-1.700

Not:*Değerli taşlar, **Organik yarı değerli taşlar, bunların dışında kalanlar ise yarı değerli taşlardır, ***Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır, ****Metal süstaşlarıdır.

Kalın yazılanlar MTA (Tablo 3.36) listesinde bulunan süstaşlarıdır.

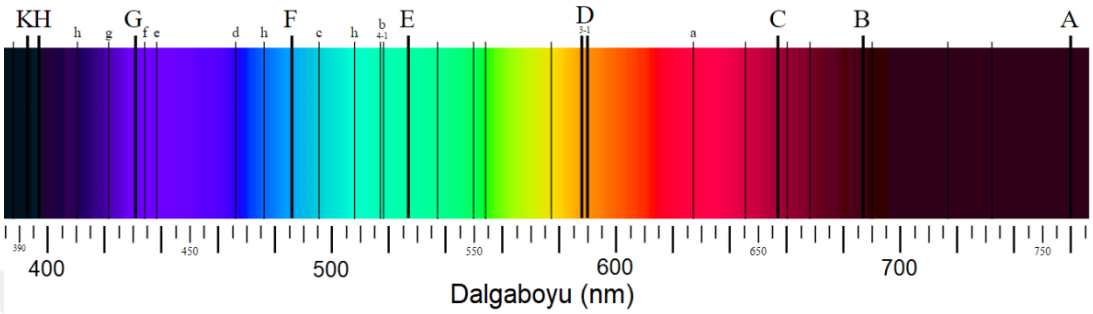
Spektroskopik analiz yöntem de bir başka tayin yöntemidir. Bir cismi oluşturan atomlar çeşit ve miktarı belirleyen analitik metot yöntemidir. Işın kaynağı olan güneşten gelen ışınlar, renk bileşenlerine veya dalga boylarına ayrıldıkları zaman gözlenen spektrum, spektroskopla incelenir (Şekil 3.30). Bir maddenin spektrumu çeşitli şekillerde oluşabileceği halde kimyasal analizlerde çoğunlukla elektrik arkın yüksek sıcaklığı ile atomların elektronlarının normal halleri üzerindeki elektronik enerji seviyelerine hareket ettirildikleri emisyon spektroskopisi kullanılmaktadır. Numunede harekete geçirilen atomlar, görsel, fotografik veya elektronik metotlarla karakteristik dalga boylarında ışık yayarak spektrum oluştururlar. Emisyon spektrumu, koyu bir zemin üzerindeki aydınlık çizgilerden meydana gelmiştir [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.30 Spektrograf ve emisyon spektrumu görseli [110]

Emisyon spektroskopisi genellikle numuneyi tahrip edici olup ham süs taşlarının tayininde kullanıldığı halde tecrübeli spektroskopistler tarafından işlenmiş süs taşının

kuşağından kazınarak elde edilen tozun kimyasal analizini de yapar. Bir cisimden geçen ışığın spektrumunuda incelemek mümkün olup sonuç tüm dalga boylarının sürekli spektrumudur. Absorpsiyon spektroskopisi adı verilen bu metot da güneş spektrumundaki absorpsiyon çizgileri olan Fraunhofer çizgileri standart kabul edilerek analiz yapılmaktadır (Şekil 3.31-Tablo 3.6) [66-71,75,76,86-88].

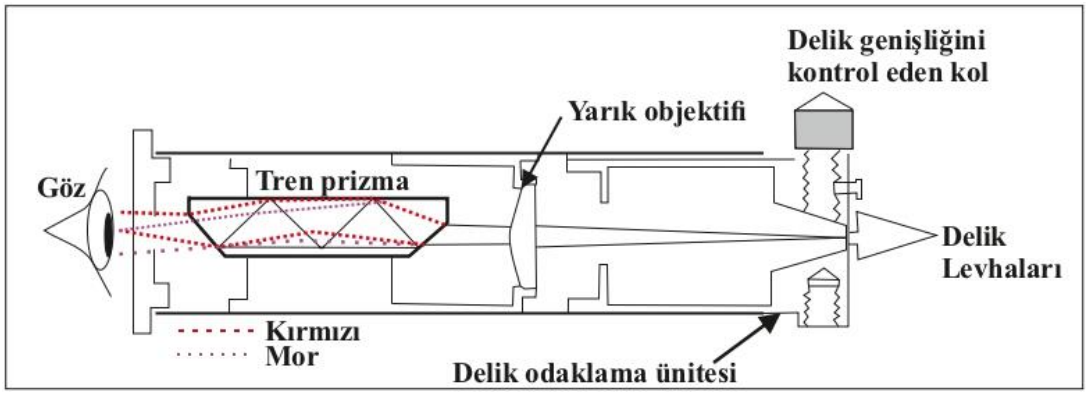


Şekil 3.31 Zirkonun absorpsiyon spektrumu (ordiner ışın). Buradaki absorpsiyon çizgilerinin çoğu, eser miktarda uranyumdan kaynaklanmaktadır [86-88]

Tablo 3.6 Fraunhofer çizgileri [86-88]

Çizgi	**Renk**	**Dalga Boyu (Å)**
A	Koyu kırmızı	7593.8
B	Kırmızı	6867.2
C	Kırmızımsı Turuncu	6562.8
D	Sarı	5895.9
E	Yeşil	5269.6
F	Mavi	4861.4
G	İndigo	4307.9
H	Mor	3968.5
K	Mor	3933.7

Gemolojide süstaşını tahrip etmediği için genelde tercih edilen absorpsiyon spektroskopisi ayrıca sürekli spektrumun detaylı analizi ile süs taşı rengini belirlemede de kullanılabildiği halde renk ancak kompleks bir alet olan spektrofotometre ile ortaya çıkarılabilir. Absorpsiyon spektroskopisi çoğunlukla prizma tip spektroskop ile gerçekleştirilir (Şekil 3.32-Şekil 3.33) [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.32 R. ve J. Beck (Şekil 2.33) tarafından üretilen prizma tip spektroskop şeması [86-88]

Spekstrobun yardımcı aletleri devamlı monte edildiği ayaklık veya bazen mikroskop ile ışık kaynağı ve taş sabitleyicidir. Bazı gemologlar süstaşını önce düşük güçte monoküler mikroskop altında, daha sonra spektroskop mikroskop tüpünün üzerinde tutarak incelemeyi tercih ederler. Her şekilde yüksek şiddetle ışık kaynağına ihtiyaç vardır. Bir süstaşının absorpsiyon spektrumu kimyasal bileşimine bağlıdır. Örneğin peridot başlıca bileşeni olan demire bağlı olarak üç sıçrama yapan absorpsiyon bandına sahiptir [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.33 R. ve J. Beck tarafından yapılmış antika spektroskop [111]

Numunenin absorpsiyon spektrumunda minör elementinin süs taşına rengini verme özelliği karakteristiktir. En iyi örnekler arasında rengi az miktar kroma bağlı olan yakut, zümrüt ve aleksandrit gibi allokromatik süs taşları yer alır. Varlığı karakteristik absorpsiyon spektrumları veren diğer elementler manganez, kobalt, vanadyum, bakır, selenyum, uranyum ve nadir toprak elementleridir. Elmas gibi bazı istisnalarda absorpsiyon spektrum iz elementler tarafından değil, kristal yapısı karakteristikleri ile meydana gelir [66-71,75,76,86-88].



Şekil 3.34 Amerika Gemoloji Enstitüsü spektroskop ünitesi [112]

Bir başka süs taşlarının fiziksel özelliğinden faydalanılan tayin yöntemi ise sertlik testidir. Minerallerin kristal yapıları ile doğrudan ilişkili olup atomlar arası bağ kuvvetlendikçe artan sertlik derecesi önemli bir ayırt edici özellik oluşturur. Avusturalyalı mineralog F. Mohs (1824) minerallerin sertliğini belirlemek amacıyla 1'den 10'a kadar artan sertlik skalası oluşturmuştur [66-71,75,76,86-88].

Lineer olmayan Mohs sertlik skalası mineral sertlikleri arasındaki farklar eşit değildir. Örnek verilirse korund minerali kuvars mineralinden 4 kat daha serttir (Tablo 3.7). Süs taşlarının sertliğini belirlemede metal kalem seti kullanılabilir. Mevcutta araç gereç yetersizliği durumunda sertliği bilinen mineralden faydalanarak ölçüm yapılabilir. Daima sert mineral yumuşak minerali çizer. Fakat bu yöntem süs taşları üzerinde pek uygulanmaz çünkü değer kaybına sebebiyet verebilir. Daha çok ham taşlar üzerinde arazi çalışmalarında kullanılan bir yöntemdir [66-71,75,76,86-88].

Arazi çantasında olmazsa olmazlardan biri olan Mohs sertlik belirlemesi için çakı, çivi, bozuk para ve cam parçasıdır. Bazı durumlarda sertliği bilinen mineral ile bilinmeyen arasında kuvvet uygulanarak sertlik belirleme yapılabilmektedir. Burada çizen çizilenden daha serttir mantığı yürütülmektedir [66-71,75,76,86-88].

Tablo 3.7 Bazı süs taşlarına ait sertlik dereceleri [66-71,75,76,86-88]

Süs Taşı* **	**Ek**	**Sertlik Derecesi**	**Süs Taşı*** **	**Sertlik Derecesi**	**Ek**
Aragonit		3.5-4	**Lületaşı**	2	22
Azurit	11	3.5-4	Moldavit	5.5	
Apatit		5	Malakit	3.5-4	36
Albertit		2.5	Magnezit	3.5-4	
Beril	9	7.5-8	Magnetit	6-6.5	
Barit		3	**Nefrit**	6-6.5	10
Borasit		7	**Opal**	5.5-6	6
Diopsit	7	5.5	**Oltu taşı**	2.5-4	27
Dolomit		3.5-4	**Obsidyen**	5-6	32
Elmas (Diamond)*	1	10	**Peridot**	6.5-7	26
Epidot		6.5	**Pirit****	6-6.5	34
Florit		4	Pirofillit	1.5-2	
Fildişi (Ivory)**		2.5	Rutil	6-6.5	
Garnet/Granat	24	6.5-7.5	**Rodonit**	5.5-6.5	30
Hematit****	33	5.5-6.5	**Spinel**	7.5-8	14
İnci (Pearl)**	18	2.5-4.5	Simpsonit	7	
Jadeit (Yeşim)	10	7	Smitsonit	5	
Korund		9	Sodalit	5.5-6	
Krizoberil		8.5	Siderit	3.5-4	
Kuvars	5	7	Sfalerit	3.5-4	
Kassiterit		6.5	Tremolit	5.5-6	
Kalsedon	23	6.5	**Topaz**	8	16
Kromit		5.5	**Turkuaz**	5-6	12
Krizokol	35	2.5-3.5	**Turmalin**	7-7.5	31
Kehribar (Amber)	19	2.5-3	Vivianit	2	
Kalkopirit****	34	3.5-4	**Zirkon**	7.5	25
Lazurit	11	5.5-6	**Zirkon (düşük tip)**	6.5	25

Not:*Değerli taşlar,

**Organik yarı değerli taşlar, bunların dışında kalanlar ise yarı değerli taşlardır,

***Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır,

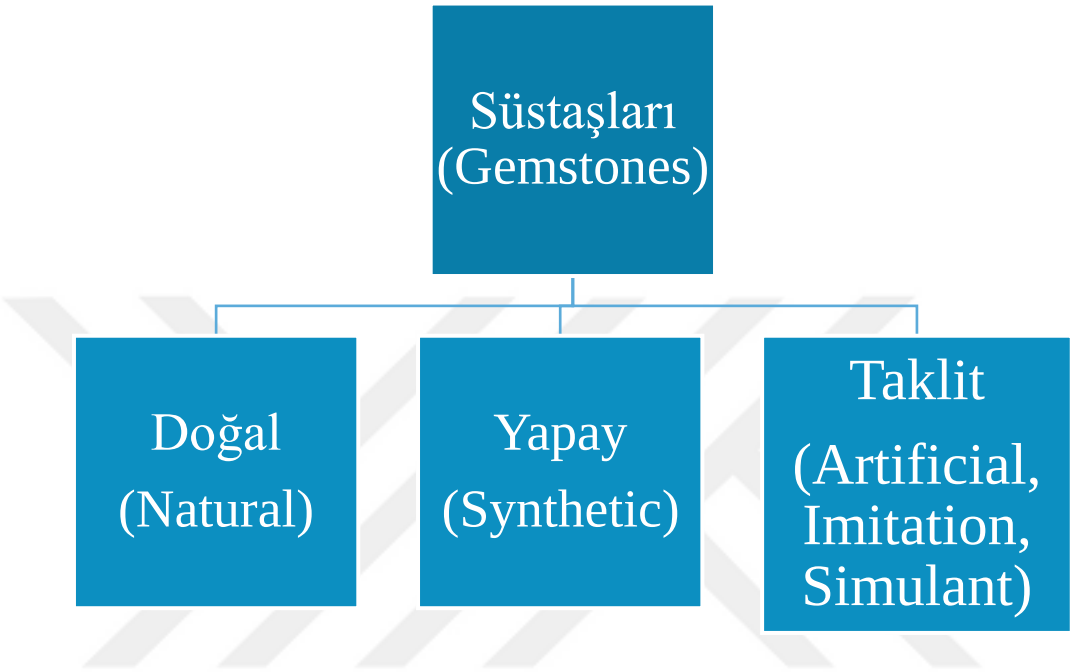
****Metal süstaşları.

Kalın yazılanlar MTA (Tablo 3.36) listesinde bulunan süstaşlarıdır.

3.1.3 Değerli-yarı değerli taşların sınıflandırılması

Değerli-yarı değerli taşlar kullanımlarına ya da kendilerine has özellikleriyle değişik şekillerde sınıflandırılmıştır (Grafik 3.1).

Grafik 3.1 Süstaşlarının oluşumsal sınıflandırılması [71]



3.1.3.1 Kökenlerine göre sınıflama

Değerli-yarı değerli taşların oluşum ortamlarına bağlı kökenlerine bağlı yapılan sınıflandırmadır.

Organik Kökenli Değerli-Yarı Değerli Taşlar

Oluşumlarındaki kimyasal yapıda bulunan organizmalardan dolayı değerli-yarı değerli taşlardır. Bunlara örnek olarak; mercan, sedef, inci, fildişi, kehribar (amber) ve oltu taşı verilebilir. Organik yapıdaki malzemeler belli koşul ve şartlarda (sıcaklık ve basınç) bünyelerine aldığı Silis sayesinde sertleşerek taşlaşırlar [66-71,75,76,86-88].

Sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar içerisinde nadiren süstaşları bulunur. Bitkisel kökenli çam reçinesinin fosilleşmesi sonucu oltu taşı oluşumu ve ince taneli aragonit kristallerinin sedef taşını oluşturması gibi örnekler mevcuttur. Veya güncel istiridye içerisinde gelişmiş çeşitli inci taneleri oluşumu diğer organik kökenli değerli-yarı değerli taşlara örnek verilebilinir [66-71,75,76,86-88].

Mineral Kökenli Değerli-Yarı Değerli Taşlar

Yeryüzündeki değerli-yarı değerli taşların çoğunluğunu bu grup oluşturmaktadır. Yaklaşık olarak bilinen 4000'e yakın mineralin arasından çıkarılan 80 adet mineral değerli-yarı değerli taş özelliği taşımaktadır. Tabi bu sayı tartışmalı olarak değişmekte olup son yıllarda ise 100 adetten fazla olduğu araştırmacılarca öne sürülmektedir [66-71,75,76,86-88].

Kayaç Kökenli Değerli-Yarı Değerli Taşlar

Bir veya birden fazla mineralin bir araya gelerek oluşturduğu malzemeye kayaç denir. Bazı değerli-yarı değerli taşlar bu tarz kayaçlardan oluşabilmektedir. Bunlara örnek olarak lapis lazuli, moldavit ve obsidyen verebiliriz [66-71,75,76,86-88].

3.1.3.2 Değerlerine göre sınıflama

Değerli-yarı değerli taşların maddi değerlerine göre yapılmış biraz pazarlama sektörüne bağlı gelişen bir sınıflamadır. Genel anlamda değerli taşları elmas, yakut, zümrüt ve safir oluştururken bazı kaynaklarda akuamarin, aleksandrit, ateş opali, inci ve topaz da bu grupta görülmektedir. Bazı durumlarda kaliteli bir yarı değerli jadeit (yeşim taşı) düşük kaliteli zümrüt taşından daha kıymetli olabilir. Bu tarz istisnai durumlar görülebilmektedir [66-71,75,76,86-88].

3.1.3.3 Oluşumlarına göre sınıflama

Değerli-yarı değerli taşların oluşum ortamlarına bağlı yapılan sınıflamadır. Üç tür oluşum bulunmaktadır [66-71,75,76,86-88].

Doğal (natural) değerli-yarı değerli taşlar

Yerkabuğu içerisinde belirli koşul ve şartlarda oluşmuş doğal taşlardan oluşan bu grup uygun elementlerin bir araya gelerek oluşturduğu taşlardan meydana gelir [66-71,75,76,86-88].

Yapay (synthetic) ve taklit (imitation) değerli-yarı değerli taşlar

Kuyumculuk ve mücevher sektöründe üretilen veya benzeyen değerli-yarı değerli taşlar için bazı özel terimler kullanılır. Yapay (synthetic) ve taklit (imitation) sıkça kullanılan ve aralarındaki fark ince ama önem arz eder. Yapay (synthetic) süstaşları aynı kimyasal bileşime, kristal yapıya, optik ve fiziksel özelliklere sahiptir. Taklit

(imitation) süstaşları ise genellikle cam ve plastikten yapılma görünüş itibariyle benzerlik oluşturmaktadır [112-116,118].

Yapay (sentetik) süstaşı yapımı 1900'lü yıllara dayanıyor olup günümüz teknolojisinde üst düzey verimlilik sağlanmıştır. Bilinen ilk yapay taş ise safirdir (Şekil 3.35). Fransız kimyager Henri Moissan'ın 1890 yıllarında Elmas yetiştirme deneylerinde başarısız olmuştur. Francisco'lu Carroll Chatham ise 12 yaşlarında evinde kurduğu mücevher laboratuvarında hevesle yürüttüğü çalışmalar sonucunda 1938 yılında zümrüttü, 1958 yılında yakutu daha sonra ise 1972 yılında aleksandritti yetiştirmiştir [112-116,118].



Şekil 3.35 Chatham yapay (synthetic) Safir'i yetiştirilmiş ve işlenmiş hali görseli [118]

Doğal safir yüksek sıcaklık ve basınç altında yer kabuğu derinliklerinde milyonlarca yılda oluşurken, laboratuvar ortamında hidrotermal sentez ve alev füzyonu olarak bilinen bir işlem kullanılarak yetiştirilmektedir. Bu işlemde alüminyum oksit ve diğer kimyasallarla kristalleşinceye kadar ısıtılır. Milyonlarca yılda doğal oluşan Safir uygun işlemler sonucu laboratuvarda birkaç ayda yapay olarak oluşturulmaktadır [112-116,118].

Alev füzyonu diğer adıyla verneuil işlemi bilinen en eski ve en ucuz eritme işlemidir. Alev, alüminyum oksit tozunu eritir ve gözyaşı damlası şeklinde getirir. Diğer mineraller dahil edildiği vakitse mavi veya pembe renkli safir elde edilir [112-116,118].

Sanayi sektöründe bahsi geçen elmas sentetik olup daha çok yapay elmas, kültürlü elmas ya da ekili elmas olarak bilinir. Doğal jeolojik süreçler sonucu olmuş elmasların aksine yapay-sentetik süreçler uygulanarak üretilen elmas türleridir. Sentetik elmas üretimi iki ayrı yöntemle gerçekleştirilir. Bunlar HPHT elmas (yüksek basınç, yüksek sıcaklık) ve CVD elmas (kimyasal buhar biriktirmesiyle kristalleştirme) yöntemleridir. 1879-1928 yıllarından itibaren sentetik elmas üretimleri denemesi söz konusu iken ilk seri üretim olarak sentez elmas üretimi 1953 yıllarında gerçekleşmiştir. 1990'larda üçüncü yöntem olan patlama sentezi ile karbon içeren patlayıcıların kullanımıyla nanometre ölçeklerde elmas taneleri üretilmiştir. Ardından ise grafitin yüksek güçlü ultrasona maruz bırakılması sonucu sentetik elmas elde etme yöntemleri başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Kehribar (amber) doğada organik olarak oluşmuş amorf, saydam, yarı saydam veya opak şeklinde bulunabilir (Şekil 3.36). Kimyasal bir formüle sahip olmayan kehribar (amber) yapısında %67-87 C, %8.5-11 H, %15 O ve %0-0.46 oranlarında ana elementler bulundurur. Yaklaşık 256 farklı renk kapasitesine sahip olan kehribar (amber) 2.5 ile 3 arası sertliğe sahip, özgül ağırlığı ise şekline göre değişkenlik gösterip, saydam olanlar 1.1 g/cm^3, beyaz renkli olanlar 0.9-0.96 g/cm^3'tür. En önemli ayırt edici özelliği ise özgül ağırlığı 1 olan saf suda yüzerken, %10 oranında tuz bulunduran sularda ise yüzmekte zorluk çekerler [117].

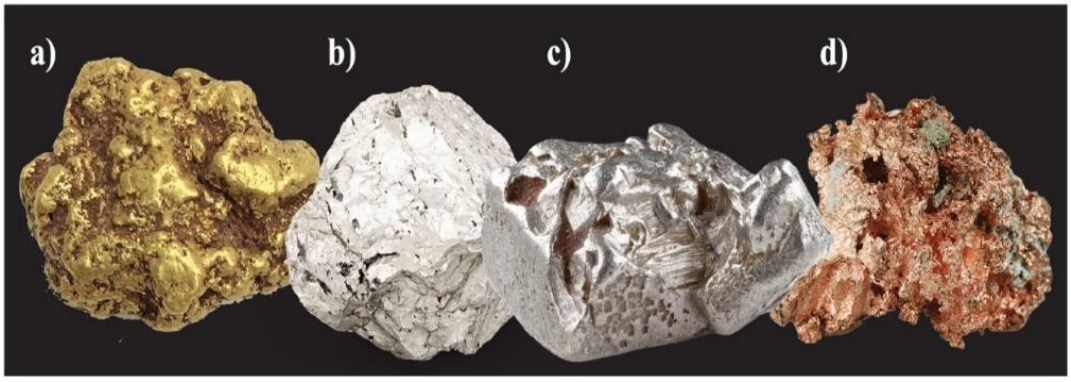


Şekil 3.36 Sıkma Kehribar (Amber) görseli [119]

Diğer değerli-yarı değerli taşlar gibi organik yapıdaki kehribar (amber)'ın da doğal olmayan yapay üretimleri vardır. Osmanlı zamanında sıkça üretimi yapılan yapay kehribar (amber)'a ise ''Sıkma Kehribar'' denir. Sıkma kehribar ''Fenol'' adı verilen kimyasal reçineden yapılmaktadır. İçerisinde petrokimyasal herhangi en ufak plastik bulundurmaz. Sıkma kehribarın en belirgin özelliği ise zamanla elde yumuşak ve rahatlık hissi verirken renk değişikliklerine uğramasıdır. Fakat karıştırılmaması gereken bir husus ise doğal oluşmuş kehribar (amber)'ın kesiminde arta kalan parçaların preslenip boncuk haline getirilmesi ile karıştırılmamalıdır. Bazen arta kalan kırık parçalar sadece delik açılma işlemi uygulanarak takı haline getirilebilinir [117].

3.1.4 Değerli metallerin tanımı ve özellikleri

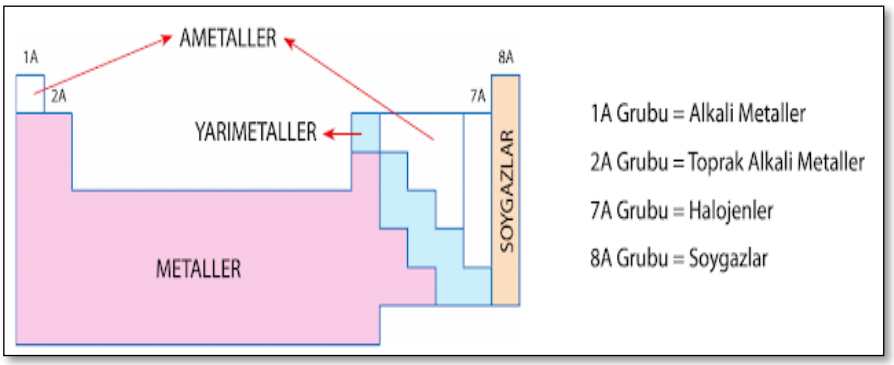
Doğada nadir rastlanılan ve ekonomik değeri yüksek olan metalik kimyasal elementlere değerli metaller denir. Kimyasal yapısı gereği değerli metaller diğer elementlerden daha az reaktivite özelliğine sahip olup, erime noktası ve parlaklığı yüksektir. Bilinen en değerli değerli metaller ise altın, gümüş, platin ve bakırdır (Şekil 3.37). Platin grubu içerisinde bulunan diğer değerli metaller ise sırasıyla rodyum, rutenyum, platin, paladyum, osmiyum ve iridyumdur. Değerli metaller endüstriyel kullanımının dışında daha çok mücevhercilik ve kuyumculuk sektöründe ekonomik yatırım aracı olarak kullanılır [120,121].



Şekil 3.37 a) Altın b) Gümüş c) Platin d) Bakır cevherleri görseli [79]

Tarihte insanoğlunun yararlandığı ilk değerli metal altın olduğu düşünülmektedir. Değerli metaller kimyasal olarak oldukça dirençli bu nedenle yıllarca değişime uğramadan parlaklıklarını koruyabilmektedir. Bu özelliklerinden kaynaklı mücevhercilik ve kuyumculuk sektöründe çok kullanışlıdırlar. Değerli metalleri karakterize eden en önemli şey yerkabuğunda nadir bulunmalarıdır [120,121].

Periyodik cetvelin %80'ini metal elementleri oluşturmaktadır. Buradan anlaşılıyor ki doğada yoğun metal elementleri bulunmaktadır (Şekil 3.38). Bu metaller içerisinde altın ve bakır dışında tüm metaller gri-beyaz tonları arasında geçiş yapar [120,121].



Şekil 3.38 Periyodik cetvel [122]

3.1.5 Değerli metallerin oluşum ortamları

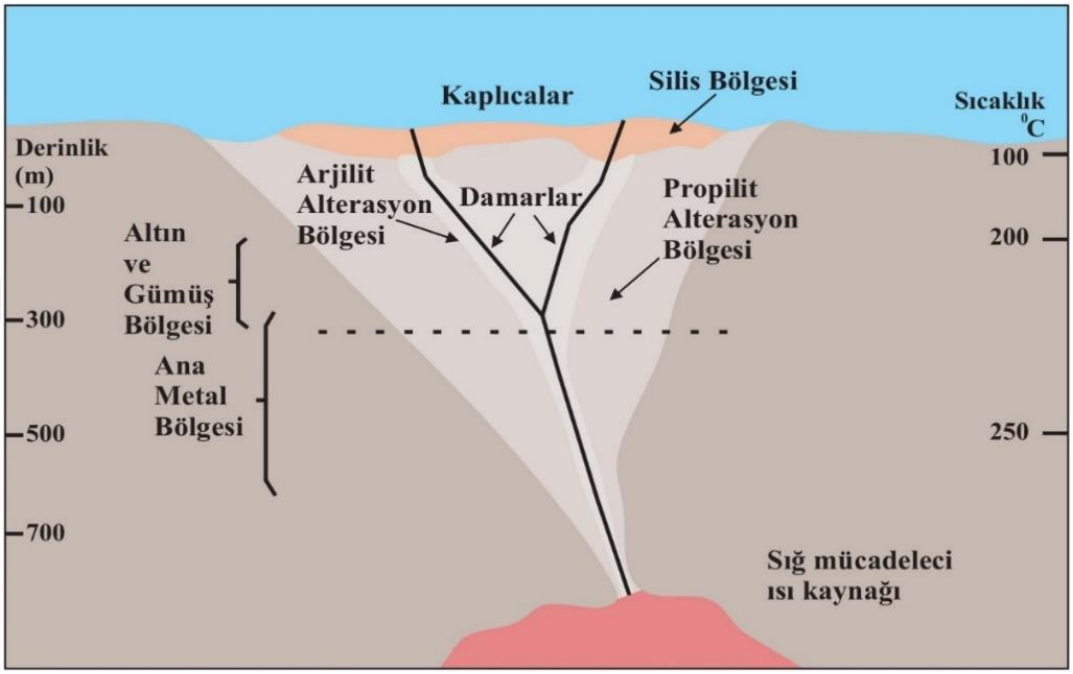
Doğada değerli metallerin cevherleşmiş birkaç tipik ekonomik yataklanmaları mevcuttur. Cevher, tanımı birçok şekilde yapılabilen fakat temel iki özelliği;

a) Metalin çıkarıldığı bir maden yatağının olması,
b) Maden yatağından çıkarılacak metalin ekonomik kar getirici olmasıdır.

En büyük altın yatakları okyanus tabanlarındadır. Değişik ortam ve yataklanma tiplerinde altın cevherine ulaşmak mümkündür. Yapılan bazı çalışmalarda plaka tektoniğine dayalı, plutonik-volkanik kökene bağlı magmatik, sedimanter, damar tipi ve denizsel volkanik tip başlıklarında incelenmiştir [120,123-124].

Metaller, birçok araştırmalara bakılırsa dalım zonlarında, okyanus kabuğu, sedimanter kayaçlar, kıta kabuğu alt kısmı ve üst mantonun kısmi ergimelerinde oluşan magmayla yukarı taşınırlar. Bir kısmı da magmatik ayrışım sonucu plütonik kütleler içinde kalır, bir kısmı da volkanik olaylarla yüzeyde ya da yüzeye yakın ortamlarda yataklanır veya sedimanter dönenceye katılır. Diğer kısım ise meteorittik sıvılara dahil olarak magmanın ani sıcaklık, basınç, Eh, pH ve içerdiği bazı gazların kısmi basınç değişimi sonucu magmatik kütle içerisine gerek yan kayaçlara sığınım, yayılım ya da freatomagmatik patlama sonucu artan poroziteye bağlı breş bacalarında ve süreksizlik

düzlemlerinde konumlanırlar. Gerek plaka hareketlerinin ve dalım zonlarının etkisiyle oluşan büyük boyutlu yapısal kontroller, gerekse magmatik kayacın kendisi ve dolaylı olarak sıvı akışlarının basınç artışlarıyla ilgili küçük boyutlu patlama, kırılma, breşlenme, faylanma, indirgenmiş permeabilite ve porozite, metal yatakları oluşumunda büyük önem taşır (Şekil 3.39) [120,123-124].



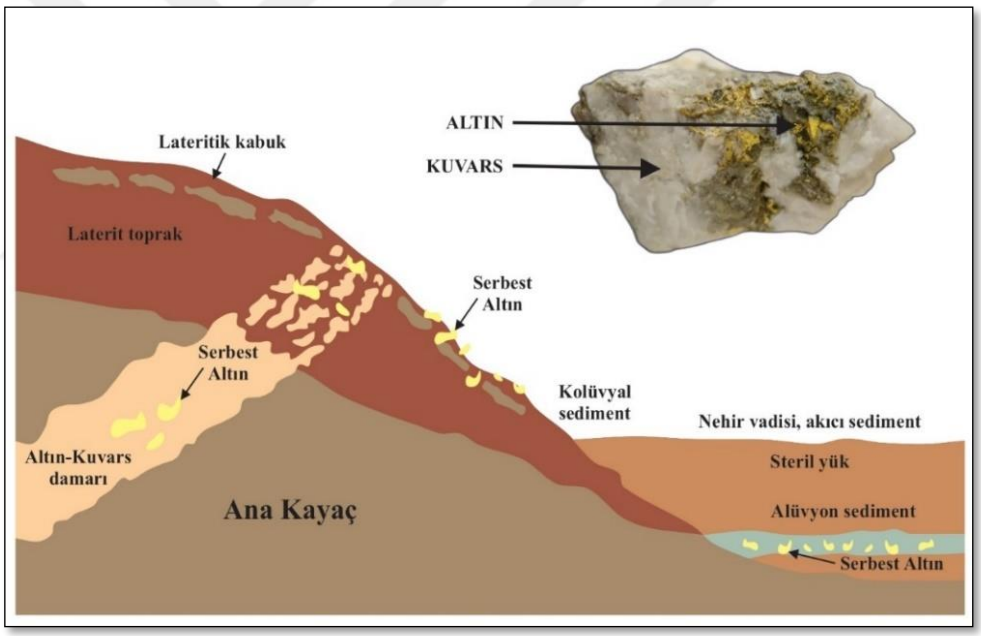
Şekil 3.39 Hidrotermal metal cevher oluşum ortamı görseli [79]

Ayrıca metal taşıyıcı sıvıların Eh, pH ve diğer kısmi basınçlanmadaki değişimler metallerin çökelimi veya tekrar mobile olmalarını sağlar. Böylece jeolojik zaman içinde yukarıda bahsettiğimiz değişim sonucunda birçok cevher taşınmış veya başka cevherlerle yer değiştirmiştir. Bu bilgiler ışığında altın yataklanma şekilleri a) Plaser ve fosil plaser yataklar ve b) Hidrotermal yataklar olarak iki sınıftan oluşur [120,123-124].

Fiziksel yığınım veya sedimanter çökelim olarak da ifade edilen plaser yataklar mekanik yarışma işlemleriyle meydana gelir. Hidrotermal yataklar ise plütondan direkt beslenen metal taşıyıcı sıvılarla ve/veya su tablası altında bulunan çeşitli sıvılarla oluşup, tamamen kimyasal süreçlere bağlı gelişir [120,123-124].

Hidrotermal koşullarda metallerin hareketlilik kazanabilmesi, sıvı içinde çözünebilirlikleri, sıcaklık ilişkisine bağlı olduğundan ısının artması hem intürüzyon kayaçların hem de düşey ısı gradyanların değişimlerine bağlıdır [120,123-124].

Altın içeren bir kuvars damarı mostra vererek erozyona maruz kaldığında zamanla fiziksel duraylılığını kaybeden kuvars minerali parçalanarak içerisinde bulunan altının serbest bırakır. Serbest kalan altın parçacıkları çeşitli taşınma yolları ile özgül ağırlıklarının farklılığı sebebiyle akarsulardaki çakıllar arasına çökelir. Zamanla artan altın çökelimleri konsantrasyon oluşturarak plaser adı verilen yataklanma oluşur (Şekil 3.40). Konsantrasyon oluşturabilecek başlıca değerli metaller ise altın, gümüş ve platindir. Oluşum şekillerine göre konsantre olmuş plaser yataklar rezidüel, elüvyal, alüvyal, kıyı aşırı ve rüzgarlarla oluşan eöliyen yataklarıdır [120,123-127].



Şekil 3.40 Ana kayaçtan ayrıldıktan sonra akarsu alanlarında çökelen altın cevheri görseli [79]

Yerkabuğunun en üst kısmında epitermal altın-gümüş yatakları oluşur. Yapısal olarak denetlenen damar ve breşler içinde altın ve/veya gümüş taşıyan bu yataklar genellikle büyük hacimli ana kayaçlar içinde saçınımlı halde bulunur. Dünyanın her tarafında görülen epitermal altın-gümüş yatakları daha sık yaklaşan levha sınırlarında yoğunlaşmıştır [120,123-127].

3.1.6 Değerli metallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Tüm maddeler gibi değerli metallerinde kendilerine has fiziksel ve kimyasal özellikleri vardır (Tablo 3.8). Bu özelliklerden faydalanılarak birçok ürün elde edilir veya türetilir. Metaller çoğunlukla kristal yapıdadırlar. Metaller sert, yoğun, dayanıklı, ısı ve elektrik iletkenliği yüksek özelliktedirler [120,123-127].

Tablo 3.8 Değerli metallere ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler [120]

Metal Adı	**Altın**	**Gümüş**	**Platin**	**Bakır**
Sembolü	Au	Ag	Pt	Cu
Atom Numarası	79	47	78	29
Kristal Yapısı	Kübik	Kübik	Kübik	Kübik
Yoğunluğu	19.3 g/cm^3	10.49 g/cm^3	21.45 g/cm^3	8.96 g/cm^3
Sertliği	2.5	2.5	3.5	3.0
Erime Noktası	1064.18^{0}C	961.78^{0}C	1768.3^{0}C	1084.620^{0}C
Kaynama Noktası	2856^{0}C	2162^{0}C	3825^{0}C	2562^{0}C
Isı İletkenliği	318 W/(m-K)	429 W/(m-K)	71.6 W/(m-K)	401 W/(m-K)
Ek	37	39	38	40

Altın, doğada serbest halde ve kolay işlenebilir özellikte olup parlak sarı renktedir. Periyodik cetvelde geçiş metalleri içerisinde atom numarası 79 olan altının erime ve kaynama noktaları çok yüksektir. Kolay kolay tepkimeye girmeyen altın çok kararlı oluşundan dolayı hava ve sudan etkilenmez. Bundan dolayı hiçbir zaman kararmaz ve paslanmaz [120,123-127].

Gümüş, metalik beyaz renkte olup kolay işlenebilir özelliktedir. Altın gibi gümüşte periyodik cetvelde geçiş metalleri içerisindedir. Atom numarası 47 olan gümüşün erime ve kaynama noktası altına nazaran daha düşüktür. Atmosfer ortamında oksitlenmeye karşı büyük direnç gösterir. Gümüş çoğu özellikleriyle bakıra benzemektedir [120,123-127].

Platin, atom numarası 78 olup altın ve gümüş gibi geçiş metalleri içerisindedir. Grimsi beyaz renkte olan platin ağır dövülebilen korozyona dayanıklı bir metaldir. Altından sonra en değerli metaldir. Erime ve kaynama noktası altından daha yüksektir [120,123-127].

Bakır, çok yüksek ısı ve elektrik iletkenliğine sahip atom numarası 29'dur. Yumuşak yapısından dolayı kolay dövülebilen pembemsi turuncu renkte ve doğada doğrudan kullanılabilir metalik formdadır [120,123-127].

3.1.7 Değerli metallerin sınıflandırılması

Değerli metalleri oluşturan altın, gümüş, bakır ve platin grubu (platin, osmiyum, iridyum, rutenyum, renyum, rodyum ve paladyum) için bilinen ve genel kullanılan sınıflandırma ekonomik değer endekslidir (Tablo 3.9). Bu sebeple dünya altın kaynaklarının büyük kısmı uluslararası para stabilitesini sağlamak için devletlerin merkez bankasında rezerv edilmektedir [120,123-127].

Tablo 3.9 Değerli metallerin dünya çapındaki maddi değerleri (15.04.2024 tarihli tahmini rakamlar)

Metal		**Ek**	**($/Ons)**
Altın (Au)		37	2190.00
Gümüş (Ag)		39	26.00
Bakır (Cu)		40	0,0085.00
Platin Grubu	Platin (Pt)	38	1230.00
	Rodyum (Rh)	38	4898.00
	İridyum (Ir)	38	5518.00
	Paladyum (Pd)	38	1600.00
	Osmiyum (Os)	38	403.00
	Renyum (Re)	38	405.00
	Rutenyum (Ru)	38	496.00
NOT: Yukarıdaki veriler net fiyatlar olmamakla beraber çeşitli web sayfalarından alınmıştır.			

Başka bir sınıflama ise maden yataklarına göre yapılır.

Kullanım alanlarına göre sınıflama (Tablo 3.10):

Tablo 3.10 Kullanım alanlarına göre Lilley (1926) sınıflaması [120]

Lilley (1926) Sınıflama
A. Metaller A. Demirli -Demir: Demir, Manganez, Kromit -Demirli Alaşımlar: Molibden, Nikel, Kobalt, Volfram, Vanadyum B. Demirsiz -Hafif: Alüminyum, Magnezyum, Titanyum -Kıymetli: Altın, Gümüş, Platin -Nadir: Radyum, Berilyum
B. Metal Olmayanlar A. Yakıtlar -Akıcı: Petrol (Sıvı), Tabii Gaz (Gaz) -Katı: Taşkömürü, Linyit, Bitümlü Şeyl, Borat, Uranyum
C. Diğer Metal Olmayanlar A. Yapı Malzemeleri: Kum ve Çakıl Taşları, Çimento Malzemeleri, Kükürt B. Kimya Maddeleri: Tuz, Kromit, Pirit, Borat C. Gübre Maddeleri: Fosfat, Potas, Nitrat D. Seramik Maddeleri: Kil, Silis, Feldspat E. Refrakter Maddeler: Silis, Kil, Kromit F. Aşındırıcı Maddeler: Kumtaşı, Korendon, Gröna, Elmas G. İletken Olmayan Maddeler: Asbest, Mika, Magnezyum H. Boya Maddeleri: Okr, Kil, Diyatomit, Barit I. Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taşlar: Elmas, Zümrüt, Yakut

Modern sınıflamada kökenine veya çökelme ve oluşum ortamlarına göre üç sınıflama çeşidi vardır.

Jenetik sınıflamalar (Tablo 3.11-Tablo 3.12-Tablo 3.13):

Tablo 3.11 Jenetik sınıflamaya göre Niggli (1929) sınıflaması [120]

Niggli (1929) Sınıflama
I. Plütonikveya İntruzif
A. Ortomagmatik
1. Elmas, Platin, Krom
2. Titanyum, Demir, Nikel
B. Pnöymatolit Pegmatitik
1. Ağır Metaller, Toprak Alkaliler, Fosfor, Titanyum
2. Silisyum, Alkaliler, Flour, Bor, Kalay, Molibden, Vol
C. Hidrotermal
1. Demir, Bakır, Altın, Arsenik
2. Kurşun, Çinko, Gümüş
3. Nikel, Kobalt, Arsenik
4. Karbonat, Oksit, Sülfat, Flüorit
Iı. Volkanikveya Ekstürizif
A. Kalay, Gümüş, Bizmut
B. Ağır Metaller
C. Altın, Gümüş
D. Antimon, Cıva
E. Nabit Bakır
F. Denizel Volkanike Biyokimyasal Çökeller

Tablo 3.12 Jenetik sınıflamaya göre Lindgren (1933) sınıflaması [120]

LİNDGREN (1933) SINIFLAMA
I. Yığışımın Kimyasal Olaylarla Gerçekleştiği Yataklar (Sıcaklık ve Basınç Çok Geniş Sınırlar İçindedir).
A. Magma İçinde Ayrılıklarla Oluşmuş 1. Magmatik Yataklar (Sıcaklık 700 -1500 °C, Basınç Çok Yüksek) 2. Pegmatitler (Sıcaklık Çok Yüksek Orta, Basınç Çok Yüksek)
B. Kayaçlar İçine Yerleşmiş 1. Kayaca Yabancı Maddelerin Girmesiyle Oluşan Yığışımlar (Ard Oluşumlu). A. Kor Kayaç Yerleşmesine Bağlı Yataklar İ. Doğrudan Magmatik Gaz Yayılımları ile A. Volkanik Olaylardan (Sıcaklık: 100 -600 °C, Basınç: Atm -Orta) B. Orta Derinlikteki Yığışımlar (Sıcaklık: 500 -800 °C, Basınç: Çok Yüksek) İi. Magmatik Gazlarla Yüklü Yukarı Çıkışlı Sıcak Sularla A. Hipotermal Yataklar (Sıcaklık: 300 -500 °C, Basınç: Çok Yüksek) B. Mezotermal Yataklar (Sıcaklık: 200 -300 °C, Basınç: Çok Yüksek) C. Epitermal Yataklar (Sıcaklık: 50 -200 °C, Basınç: Orta) D. Teletemal Yataklar (Sıcaklık ve Basınç Düşük) E. Ksenotermal Yataklar (Sığ Derinlikte Fakat Yüksek Sıcaklıkta) B. Kor Kayaç Olaylarından Bağımsız Yataklar. 2. Jeolojik Bir Kütle İçinde Bulunup Da Sonradan Oluşa Gelen Yığışımlar. A. Dinamik ve Bölgesel Başkalaşım ile Oluşan Yığışımlar (Sıcaklık 400 °C Üzerinde Basınç Yüksek) B. Derin Dolaşımlı Yer Altı Suyu Etkisiyle Oluşan Yığışımlar (Sıcaklık: 0 -100 °C, Basınç: Orta) C. Yüzey veya Yüzeye Yakın Ayrışma ile Oluşan Kalıntı Yığışımlar (Sıcaklık: 0 -100 °C, Basınç: Atm -Orta).
C. Yüzey Suları İçinde Oluşan Yataklar 1. Eriyiklerin Birbirine Etkisiyle (Sıcaklık: 0 -70 °C, Basınç: Orta) A. Anorganik Reaksiyonlar ile B. Organik Reaksiyonlar ile 2. Çözeltilerin Buharlaşması ile (Sıcaklık: 100-600 °C, Basınç: Atm -Orta
II. Yığışımların Mekanik Olaylarla Gerçekleştiği Yataklar

Tablo 3.13 Jenetik sınıflamaya göre Schneinderhun (1941) sınıflaması [120]

SCHNEİNDERHUN (1941) SINIFLAMA	
I.	İntrüzif ve Likit Magmatitik
II.	Pnöymatolitik Yataklar A. Pegmatitik Yataklar B. Pnöymatolitik Damarlar ve İçirmeler C. Kontak Pnöymatolitik Ornatmalar
III.	Hidrotermal Yataklar A. Altın ve Gümüş Birlikleri 1. Hipabisal Birlikler A. Katatermal Altınlı Kuvars Damarları B. Silikatlı Kayaçlarda Altınlı İçirimler C. Karbonatlı Kayaçlarda Altınlı Ornatımlar D. Mezotermal Altın Kuvars Selenyum Yatakları 2. Yarı Volkanik Birlikler A. Epitermal Propillitli Altınlı Kuvars ve Gümüşlü Altın Damarları B. Epitermal Altın Tellür Damarları C. Epitermal Altın Selenyum Damarları D. Alünitli Altın Yatakları E. Epitermal Gümüş Yatakları B. Pirit ve Bakır Birlikleri C. Kurşun, Gümüş, Çinko Birlikleri D. Gümüş, Kobalt, Nikel, Bizmut, Uranyum Birlikleri E. Kalay, Gümüş, Volfram Birlikleri F. Antimon, Cıva, Arsen, Selenyum Birlikleri G. Sülfür Olmayan Birlikleri H. Metal Olmayan Birlikler

Jeolojik Sınıflama [120]:

A. Magmatik yataklar
B. Kontakt yataklar
C. Peribatolitik yataklar
D. Volkanik yataklar
E. Yer altı sularının derinde dolaşımıyla oluşmuş yataklar
F. Sedimanter olmayan epikontinental yataklar
G. Alüvyoner yataklar
H. Lagüner yataklar

Doğal Sınıflama [120]:

1. Yüzey ayrışmalarına bağlı maden yatakları
2. Sedimanlaşma ve sedimanter kayaçlara bağlı maden yatakları
3. Granitleşmeye ve granitlere bağlı maden yatakları
4. Volkanizma, yarı volkanik ve volkanik kayaçlara bağlı maden yatakları
5. Bazik ve ultrabazik taneli kayaçlara bağlı maden yatakları
6. Metamorfizma serisine ve metamorfiklere bağlı maden yatakları [120]

3.2 Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metallerin Üretimi ve İşlenmesi

Endüstriyel Altın talebinin en büyük kısmını mücevhercilik ve kuyumculuk sektörü oluşturmaktadır. Geçmişten günümüze kadar süstaşları ile değerli metallerin işlenip takı haline getirilmesi hem bir süslenme amaçlı olup hem de ekonomik bir yatırım amacı olmuştur. Dünya çapında ziynet eşyası olarak önemini koruyan ve canlı bir ekonomik piyasasına sahip mücevhercilik ve kuyumculuk sektörü aynı şekilde takı tasarım üzerinde de gelişmeler sağlamıştır [120,123-127].

Vücutta kullanıldığı bölgelere göre isimlendirilen takılar, usta sanatçı ve takı tasarımcılar tarafından üretilmektedir. Genel anlamda kuyumculuk sektöründe daha çok değerli metallerin (altın ve gümüş), mücevhercilikte ise değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin bileşimden oluşmuş takılar mevcuttur. Bu takılara bilezik, bileklik, kolye, broş, halhal, kemer, küpe ve yüzük örnek verilebilir [120,123-127].

3.2.1 Gemoloji (Değerli Taş Bilimi)

Genel anlamıyla kuyumculuk ve mücevhercilik sektöründe kullanılan değerli-yarı değerli taşlarının incelenmesi ile uğraşan bilim dalına ‘’Gemoloji’’, bilim insanlarına da ‘’Gemolog’’ adı verilir. Türkiye standartları bünyesinde bulunan değerli-yarı değerli taşların incelenmesi, tanımlanması ve sınıflandırılması konusunda çalışmalar yürütülen gemoloji laboratuvarları ile bazı üniversitelerin alt bölümlerinde eğitimler mevcuttur (Şekil 3.41). TS 6173’te yaklaşık 213 adet materyal ve muhtelif gerekçelerle trend olmuş süs taşları bulunmaktadır [130].



Şekil 3.41 Hindistan’da bulunan gemoloji laboratuvarı enstitüsü görseli [139]

Gemoloji mineralojinin bir alt bilim dalı olarak işleyiş görür. Süs taşları üniversitelerin Gemoloji ile Kuyumculuk ve Takı Tasarım programları çatısı altında incelenmektedir. Gemoloji, değerli-yarı değerli taşlar özelliği taşıyan her türlü materyalin, yeryuvarında oluşumundan, sertifikasyonundan ve tüketici tarafından kullanımına kadar geçen süreçteki her türlü yöntem ve işlemi konu alan bilimsel uğraşıdır [70,75,76,87,128].

<u>Gemoloji Laboratuvarlarının Önemi ve İşlevi;</u>

- Vefat sonrası ibraz edilen ziynet eşyalarının değer tespit raporlarını hazırlamak,
- İstek üzerine fotoğraflı şekilde vasiyet edilen ziynetlerin değer tespit listesi ve ekspertiz raporunu hazırlamak,

- Vasiyet edilen ziynetin alımı için teklif hazırlamak,
- Montürsüz renkli taşlarla birlikte pırlanta ve diğer kesim elmasların değer tespitini yapmak,
- Kaçakçılık operasyonlarında yakalanan toplu malların montürsüz renkli taşlarla birlikte pırlanta ve diğer elmasların CIF (uluslararası satış sözleşmesi) değerlerini tespit edip, bilirkişi raporu hazırlamak,
- Üretici ve tüketici arasındaki mücevher ticaretinde satılan malın fahiş fiyatlı ve/veya ayıplı mal olup olmadığına dair mahkeme heyetine bilirkişi raporu hazırlamak.

Gemolojinin Bilimsel Uğraşısı;

- Değerli-yarı değerli taşların yerkabuğunda oluşumu, bulunuşu, aranması ve elde edilmesi,
- Süs taşlarının her türlü işleme teknikleri kullanılarak şekillendirilmesi
- Değerli-yarı değerli taşların ham olarak ya da işlenmiş şekilde bilimsel inceleme yöntemleriyle tanımlanması ve sertifikalanması,
- Değerli-yarı değerli taşlarını ısıtma, ışıma, boyama vb. yöntemleriyle renk ve saflık değerlerini arttırma,
- Değerli-yarı değerli taşlarının sentetik olarak üretilmesi,
- Değerli-yarı değerli taşların değerli metallerle montürlenmesi,
- Değerli-yarı değerli taşların pazarlanması,
- Antik mücevher taşlarının incelenmesi.

3.2.1.1 Gemolojide değerli-yarı değerli taşların mineralojisinde fiziko-kimyasal inceleme

Değerli-yarı değerli taşların kendilerine özgü fiziko-kimyasal özelliklerinin değişik yöntemlerle tespiti ve bu özelliklerden yararlanarak adlandırılması, sınıflandırılması, sentetiklerinden ve/veya taklitlerinden ayırt edilmesi sağlanır. Gemolojideki mineralojik açıdan fiziko-kimyasal inceleme tespit yöntemleri daha çok ekonomik değer tespitleri ile sentetik ve/veya taklit ürünlerin tespiti için yapılmaktadır [70,75,76].

Karakteristik optik absorpsiyon bant değeri belirleme

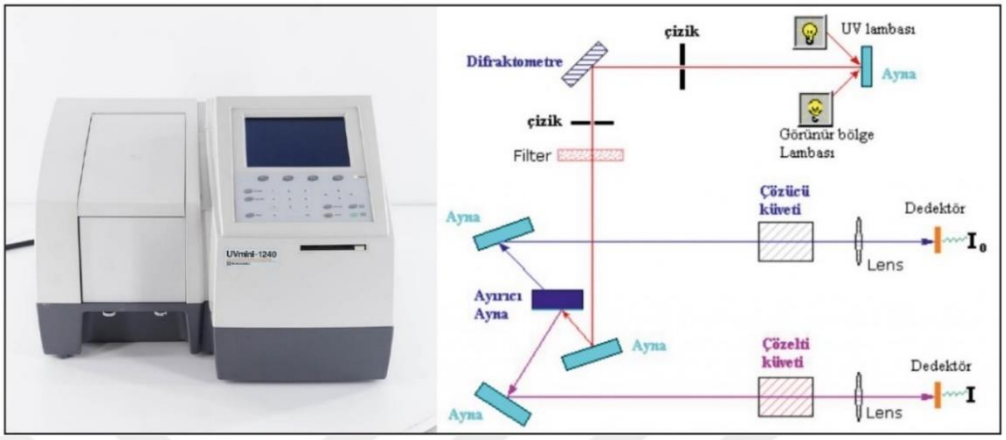
Değerli-yarı değerli taşların absorpsiyon bant değerlerini belirlemede kullanılan cihaz spektroskoptur. Teknik bir yöntem olan bu tespit testi insan gözünün, görünür ışık ya da beyaz ışık parlaklığı enerjisi şeklinde algılamak için optimize edilmiştir. Gökkuşağı renkleri barındıran; kırmızı, turuncu, sarı, mavi, yeşil, menekşe ve indigo renkleri çok geniş elektromanyetik spektrum içerisindeki küçük bir parçası olan görünür ışığı ifade eder. Tüm renkler ayrı bir dalga boyuna ve enerjiye sahiptir. Spektrometre cihazına gözle bakıldığında ışığın kalan veya kaçan dalga boyları hakkında yorumlarda bulunulur [128-138,140,141,143].

Şeffaf ve renksiz objenin görünür ışık spektrumları çoğunlukla bakan göze ulaşırken bu durumun tersinde sonuç siyahtır. Gökkuşağı renkleri bu iki nokta arasında mevcuttur. Renk oluşumunda dalga boyları ve karşılık gelen enerji konakçı cismin içerisindeki moleküllere, atomlara veya elektronlara yakalanarak absorbe (soğurma) olur. Mineraller içerisinden geçen ışığın bir kısmı da absorbe (soğurma) olur. Absorbe olmuş ışık spektroskopide incelenirken renkli bant şeklinde görünür. Bandın durumuna göre uzmanlar tarafından taş tanımlaması yapılır [128-138,140,141,143]. Gemolojide iki tür önemli spektroskop vardır;

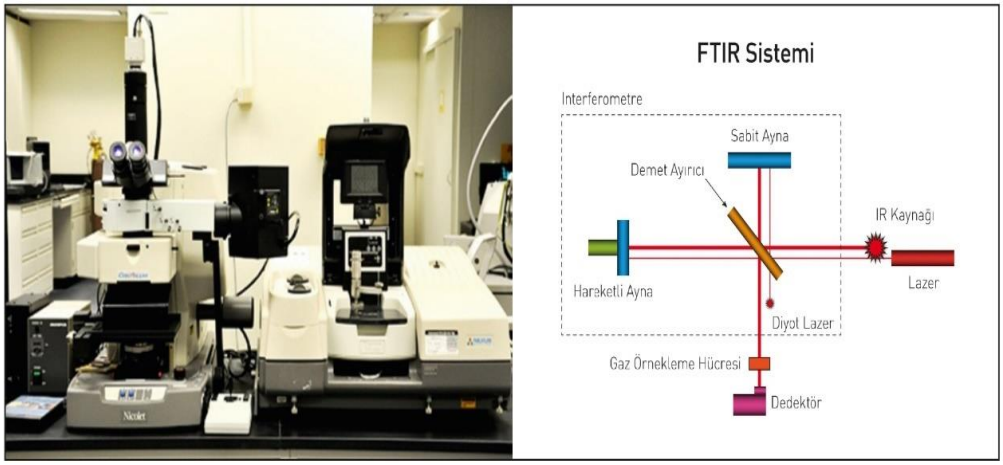
- Prizma spektroskop
- Kırınım ızgaralı spektroskop

Yutulma tayfı o taşın tespitinde süs taşının tanımlanması açısında en önemli yardımcı etmendir. Çıplak göz her zaman renk tonunu kolayca ayırt edemez. Kırmızı renkli turmalin, granat veya cam aldatıcı olup çok özel yakut gibi görünebilir. Optik yutulma tayfı süs taşlarının gerçek renginin bilimsel olarak tespitinde kendine has yapısından dolayı gerçek kimliğini belirlemede hatta doğal veya sentetik oluşum olduğuna dair çok güvenilir bilgi vermede önem taşır. Ayrıca özellikle özgül ağırlıkları ve kırılma indeksleri birbirine yakın süs taşlarının ayırt etmeye de yarar. Bu yöntem aynı şekilde işlenmiş, kabaşon veya fasetlenmiş takı üzerindeki süs taşları içinde uygulanır [128-138,140,141,143]. Mineral ve süs taşlarının bilimsel incelenmesinde üç tür önemli spektroskop vardır;

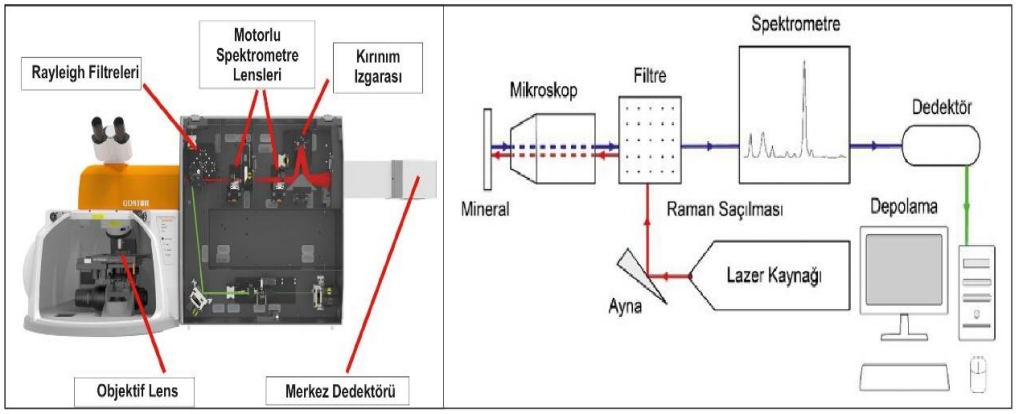
- UV-Vis-IR Spektroskop (Şekil 3.42)
- İnfrared Spektroskop (IR) (Şekil 3.43)
- Raman Spektroskop (RS) (Şekil 3.44)



Şekil 3.42 UV-Vis-IR Spektroskopu ve çalışma prensibi görseli [141]

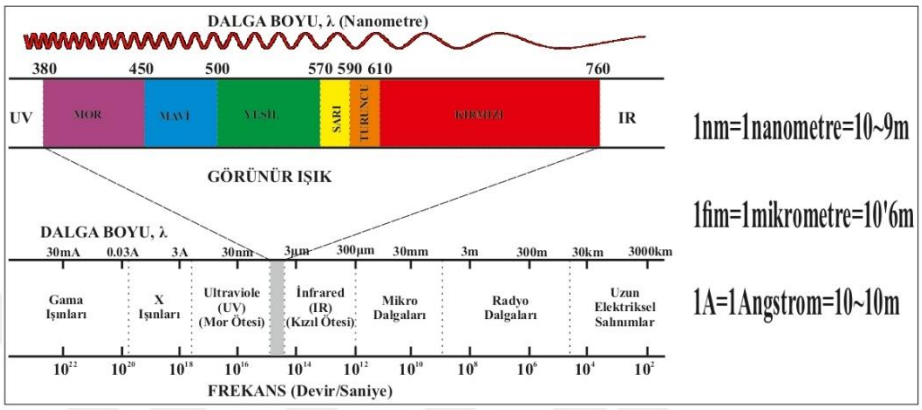


Şekil 3.43 İnfrared spektroskopu ve çalışma prensibi görseli [142]



Şekil 3.44 Raman spektroskopu ve çalışma prensibi görseli [144]

Elektromanyetik spektrumun hangi dalga boyu için hangi titreşim ve hangi enerjide olduğunu gösteren çizelge Şekil 3.45'te görüldüğü gibidir. Hepsi farklı yöntemlerle elde edilmiş elektromanyetik radyasyon değişkenleri olan dalga boylarını kapsar. Elektromanyetik spektrum üzerinde yüksek titreşimli kozmik ışınları ve gama ışınları, düşük titreşimli radyo dalgalarına kadar farklı titreşimlerdeki tüm elektromanyetik ışımaları içerir [128-138,140,141,143]



Şekil 3.45 Görünür spektrumun genişletilmiş elektromanyetik spektrumu [145]

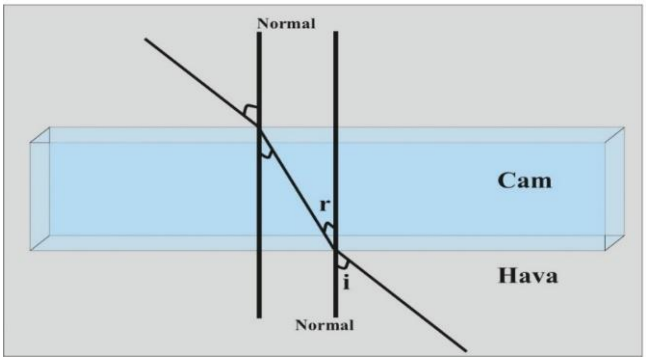
Elektromanyetik spektrumda, görünür ışık bölgesi kırmızı daha düşük titreşim ve mor daha yüksek titreşim ışık aralığını oluşturur. Daha yüksek enerjiye sahip olan kozmik, gama, X ve mor ötesi (ultraviole) gibi ışınlar tehlikelidirler. Benzer şekilde daha düşük titreşimli olan radyo, mikrodalga ve kızıl ötesi ışınlar görünür ışık enerjisi altındadır. Bazı süs taşlarının absorpsiyon spektrumları aşağıdaki gibidir [128-138,140,141,143].

Kırılma indeks değeri ve dispersiyon (dağılma)

Saydam cisimler içerisine giren ışığın yönünü değiştirebilme özelliği vardır (Şekil 3.46). Bu özelliğe ışığın kırılması denir. Her saydam cismin içinden geçen ışığın geçirme hızına bağlı kırılma indeks değeri belirlenir. Işığın hava ortamındaki hızının mineral içindeki hızına oranı kırılma indeksi olarak tanımlanır ve ışığın boşluktaki hızının, geçtiği saydam cisim içindeki ortam hızına oranı ile ölçülür [128-138,140,141,143].

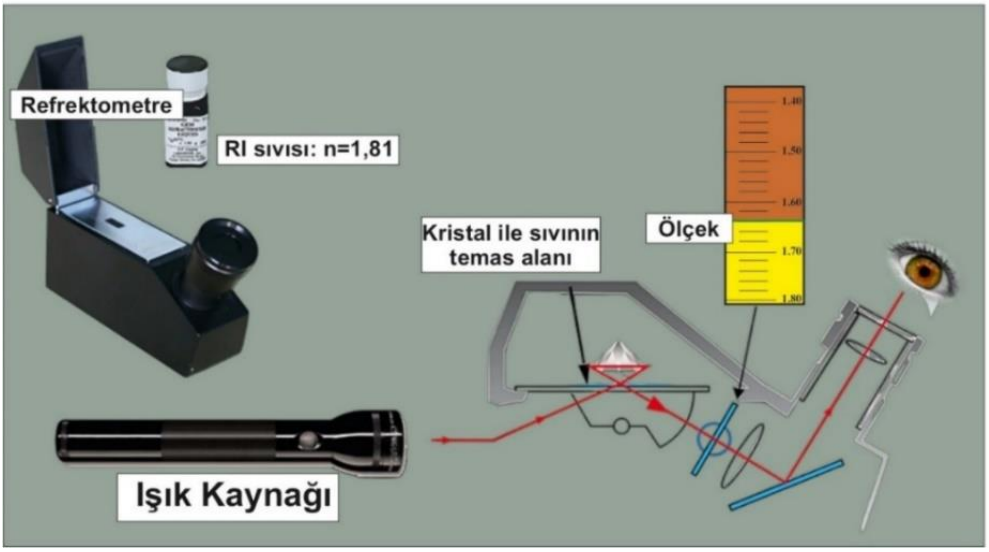
$$\boldsymbol{n = \frac{c}{v}} \qquad \textbf{(3.6)}$$

Burada n=mutlak kırılma indeksi, c=ışığın boşluktaki hızı, v=ışığın saydam cisim ortamındaki hızını ifade eder.



Şekil 3.46 Hava ortamından gelen ışığın cam ortamından geçerken yaptığı kırılma. i gelme açısı ve r kırılma açısını ifade eder [147]

Gelen ışık cinsine göre ortamın kırılma indeksi değişkenlik gösterebilir. Normal ölçümler sodyum kaynağının sarı ışığı kullanılarak yapılır. Beyaz ışık gibi farklı dalga boylarının olduğu bir ışık karışımı girdiği ortamda kırıldığı için her dalga boyu farklı açıyla kırılarak özgün ışık demeti oluş ve ‘’dağılma (dispersiyon)’’ adı verilir. Örneğin elmasın kırılma indeksinin yüksek olmasından ziyade gökkuşağı renklerini çok canlı sergilemesinin sebebi dağılımının (dispersiyon) yüksek olmasıdır. Benzer olarak kırılma indeksi yüksek olan rutilin parlaklığı daha yüksek görünür. Süs taşlarının genel kırılma indeksleri 1.3-2.7 değerleri arasında olur. Kırılma indeks değeri her süs taşına özel olduğu için ayırt edici özellik taşıyarak doğal mı, sentetik mi yoksa taklit mi olduğu tespit edilir. Refraktometre adı verilen cihazlar ile kırılma indeksi ölçümü yapılır (Şekil 3.47). Gemoloji biliminin en temel ölçüm araçlarından biridir [128-138,140,141,143].



Şekil 3.47 Refraktometrenin çalışma prensibi görseli [148]

Işık verme özelliği

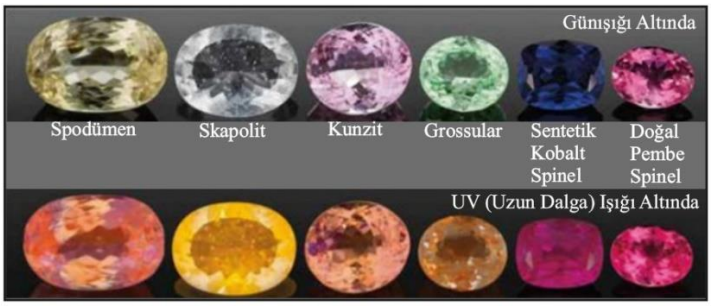
Bazı mineral çeşitlerinin doğal yapılarından kaynaklı veya herhangi bir ışık (X ışını, katot ışını veya ultraviyole) etkisi üzerine kısa veya uzun süreli ışınlar saçarlar. Bu minerallerin yaymış olduğu ışın özellikleri 3 tür altında incelenir. Bunlar lüminesans, flüoresans ve fosforesanstır [128-138,140,141,143,149].

Lüminesans, bazı cisimlerin ısısı değişmeden elektromanyetik ışınım yapmasıdır. Minerallerin ısı etkisi altında kalmaksınız ışık yayması olayıdır. Ayrıca kimyasal ve fiziksel reaksiyonlarda olduğu gibi belirli ışınlar girmesi sonucu oluşur. Fosforesans ve floresans olarak iki şekilde minerallerde gözlemlenir. Ultraviyole ışığı altında test edilen floresans süstaşlarının en önemli lüminesansıdır. Floresans, görünür ışık altında yayılan radyant enerjisinin emilmesine sebep olan lüminesans biçimidir. Bu durum sadece radyant enerji kaynağı altında gerçekleşir. Değerli-yarı değerli taşlar ile minerallerin tanımlanmasında floresan yöntemi kullanılır [128-138,140,141,143,149].

Fosforesans ise ışımanın kesilmesi sonucu objenin dışa ışık saçmasını devam ettirmesi olayına denir. Ultraviyole ışınımları altındaki minerallerin ışıma kesildikten sonra saniyenin kesirleri ile birkaç gün boyunca mineralden ışık yayılması olayıdır. Fosforesans özelliği gösteren kristallerin kafeslerine aktivatör atomlar olarak bilinen yabancı atomlar girmiştir. Bu aktivatör atomlar mineral içerisindeki yapı elemanlarıyla yer değiştirmiştir veya kafes aralarında yerleşmiştir. Bazen de ısıtma, sürtünme, basınç ve dilinim gibi olayların etkisinde mineraller karanlık ortamda hafif bir parlaklık meydana getirebilirler. Örneğin çinkoblend ve dolomit hafif sürtünmeyle, florit ısınmayla, kuvars parçacıklarının birbirine sürtünmesiyle, mika yapraklarının birden yırtılmasıyla fosforesans meydana gelmektedir. Mor ötesi ışığı altında ise hope elması karanlık ortamda kömür gibi parıldar. Fakat içeriğinde çok az da olsa Demir bulunursa floresans gerçekleşmez. Gemologlar tarafından yaygınca kullanılan radyant enerjiler ise X ışınları ile ultraviyole ışınlarıdır [128-138,140,141,143,149].

Süstaşları UV ışığının 3650-2537 Å dalga boyları arasında reaksiyon göstermesi sonucu UV ışığı lüminesansı yaygın olarak görülür (Şekil 3.48). Elmasların %15'i 3660 Å dalga boyu altında güçlü ve çoğunlukta mavi renkli floresans gösterir. Sentetik

safirler ise kısa UV dalga boyu altında kısmen sarımsı leke şeklinde floresans gösterir. Mavi safirlerin işlem görmemiş durumlarında ise bu gözlenmez. Sri Lanka doğal safirlerinde ise floresans ayırt edici özellik olup kayısı rengi göstermektedir. UV ışığının altında yüksek dalgaya maruz kalan sentetik zümrütler güçlü kırmızı floresans gösterirken, doğal zümrütlerin çoğunlukla görülmez [143,149,150].

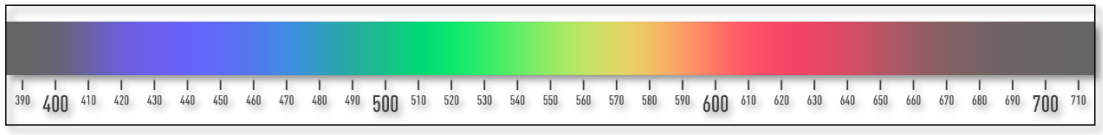


Şekil 3.48 Günışığı ve UV (uzun dalga) ışığı altında bazı süs taşlarının renk değişimi görseli [87]

Genel olarak X-ışınları altında floresans UV ışığı altında benzer etkiler gösterir. Gerçek ve kültür İncilerinin ayırt edilmesinde X-ışınları lüminesansından faydalanır. Tuzlu su inci istiridyesinin sedefi lüminesans göstermezken, tatlı su inci istiridyesi dışa doğru güçlü ışık verir. Japon Lake Biwa tatlı su kültür incileri parlak floresans gösterirler. Diğer tür lüminesanslar ise sırasıyla elektrolüminesans, termolüminesans, kemolüminesanslardır [143,149,150].

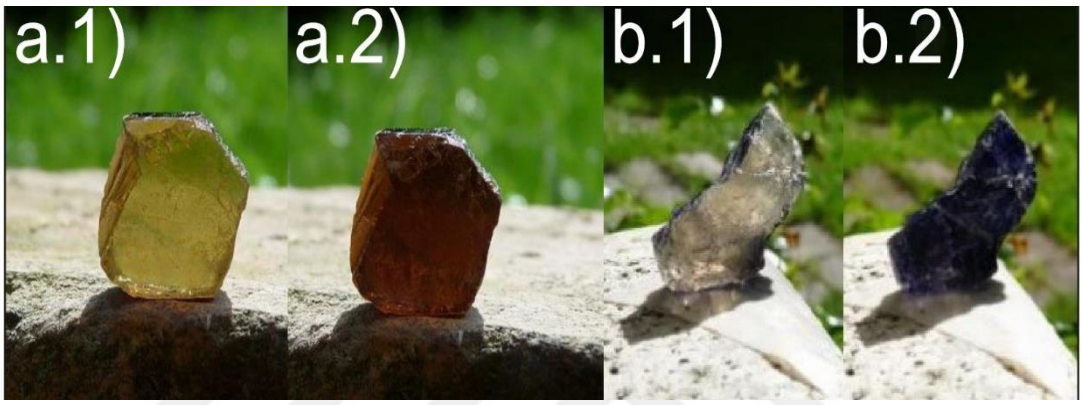
Renk-pleokroizma (renk değişimleri)-renk filtreleri

Elektromagnetik radyasyona karşı gözün vermiş olduğu direnç sonucu görünen cisimlerden algılanan duyuya renk denir. Süs taşlarının ilk göze çarpan özelliği renkleridir (Şekil 3.49). Bazı minerallerde bu özelliklerinden dolayı adlandırılmıştır. Örnek olarak yunanca yeşil anlamında olan klorit, pembe anlamında olan rodonit verebiliriz. Renk minerallerin karakteristik özelliği olup alt türlerin tespitinde kullanılır. Bir mineral üzerine gelen ışığın tümünü geçirirse renksiz veya mineralin bir kısmı tarafından tutuluyor ise opak denir. Renk, mineral tanımlamasında önemli rol oynamasına rağmen tüm mineraller için geçerli değildir. Bu yüzden renk mineral tanımlamasında önemli bir ipucu olarak kabul görmez. Fakat istisna olarak bazı mineraller tipik renkleriyle tanınırlar. Mineralin gerçek rengi hakiki ise bunlara idiyokromat mineraller denir. Altın, bakır ve kükürt gibi mineraller idiyokramattır [128-138,140,141,143,149,150].



Şekil 3.49 Gözle Görünür 390 ile 710 nm dalga boyundan algılanan görünür spektrum renkleri [151]

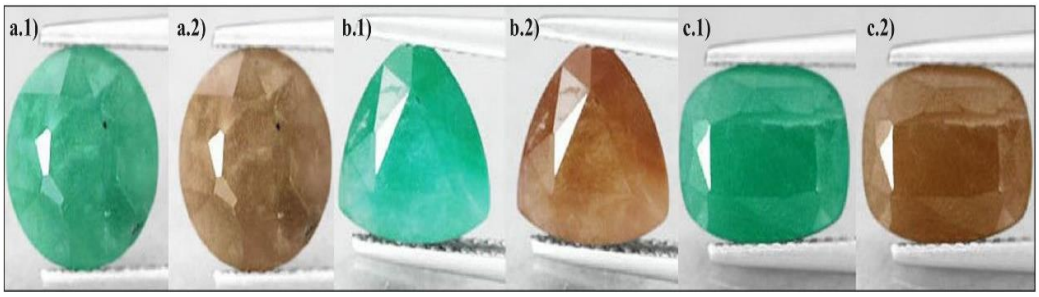
Pleokroizma, süs taşlarının D65 veya aydınlatıcı C olan gün ışığı eşdeğerleri ile akkor ışık eşdeğerleri gibi kaynaklar arasında hareket ederken belirgin bir renkten başka renge dönüşüm yapmasına denir (Şekil 3.50) [128-138,140,141,143,149,150].



Şekil 3.50 Kamera merceği üzerindeki polarizasyon filtresi döndürüldüğünde a) Kordiyeritin pleokroizması b) turmalinin pleokroizması [152]

Kristallerin ışığın yönüne göre değişken optik özellikler göstermesine anizotropik denir. Elektrik alanın yönü ışığı polarizasyonunu belirler ve bu açı değişirse kristal farklı şekillerde görülür. Bu tür kristallerin bir veya iki optik ekseni vardır. Gelen ışığın absorpsiyonu optikteki kristal eksene ve açıya göre değişirse pleokroizma görülür [128-138,140,141,143,149,150].

Bilimsel çalışmalarda çeşitli amaçlar için renk filtresi yöntemi kullanılır. Beyaz ışığın içindeki yeşil rengi tutma bakımından chelsea filtresi gemologlar için önem taşır. Krom bazı renkli süs taşlarının tanımında kullanılan gemolojik araçtır. Bazı yeşil taşların zümrüt ile karıştırılmaması için sıkça kullanılan bu yöntemden dolayı zümrüt filtresi olarak da adlandırılmaktadır. Genellikle yapılan test ve gözlemlerin doğruluğunun tespiti için kullanılır. Yeşil ve kırmızı ışığı iletmek için tasarlanan chelsea filtresi opak olan şeffaf tüm cisimler içinde kullanılır. Bu yöntemin genel kullanım amacı boyalı taşları, doğal görünümlü sahte taşları ve sentetik taşları tespiti içindir (Şekil 3.51-Şekil 3.52) [128-138,140,141,143,149,150].



Şekil 3.51 Chelsea filtresi altında doğal krom kalsedon (mtorolit) görseli [153]



Şekil 3.52 Jadeite-chelsea filtreleri [154]

Örneğin optik absorpsiyon spektralsin incelenen zümrütün koyu kırmızı bölgesinin (700 nm) ve yeşil bölgesinin (500 nm) önemli kısmı geçirimliyken arada kalan sarı-portakal bölge (500-700 nm) Zümrüt tarafından yutulur [128-138, 140, 141, 143, 149, 150].

Zümrütte Chelsea filtresinden bakılınca normalde geçen bir miktar yeşil ve yeşil-sarı renkli tayf yutumu görünürken koyu kırmızı renkli ikinci pik değerli zümrüt rengi görünmektedir. Sonuç olarak diğer yeşil renkli süs taşlarının tersine çoğunlukla sentetik zümrüt ve doğal zümrütler filtrede kırmızı görünürken diğer taraftan yeşil renk zümrüt karakteristik olarak yeşil-sarı rengi yutma özelliğini göstermezler. Berilin yeşil plastik kaplamalı hali kırmızıyken, yeşil renkli zirkon sıklıkla pembe renkte görünür. Üçlü zümrüt taklitlerinin bazıları yeşil renkli yapıştırıcıya sahiptir. Bu durumda istisnai olanları hariç filtrede kırmızı renkte görünürler. Aynı şekilde sentetik mavi spineller filtrede kırmızı renkte görünürler (Tablo 3.14) [128-138,140,141, 143,149,150].

Tablo 3.14 Chelsea filtresinde bazı süs taşlarının görünen renkleri [154]

Süs Taşı**	**Filtreden Görünen Renk**
Akuamarin	Yeşil
Garnet-Demantoid	Kırmızı
Lapis Lazuli	Soluk Kahvemsi Kırmızı
Peridot	Yeşil
Safir-Mor/Mavi*	Kırmızı
Safir-Mavi*	Koyu Yeşil-Siyah
Safir-Yeşil*	Yeşil
Spinel-Doğal Mavi	Kırmızı
Spinel-Doğal Kobalt Mavi	Kırmızı
Spinel-Sentetik Açık Mavi	Pembemsi Turuncu
Spinel-Sentetik Lacivert	Kırmızı
Spinel Sentetik Yeşil	Yeşil
Topaz-Mavi	Yeşil
Turmalin-Yeşil	Yeşil
Turmalin-Krom Yeşil	Kırmızı veya Pembe
Yeşim	Kırmızımsı
Yeşim-Doğal	Yeşil
Zümrüt-Doğal*	Pembemsi Kırmızı
Zümrüt-Sentetik*	Koyu Kırmızı
Zümrüt-Benzerleri*	Yeşil
Zirkon	Yeşil
NOT: *Değerli taşlar, **Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır.	

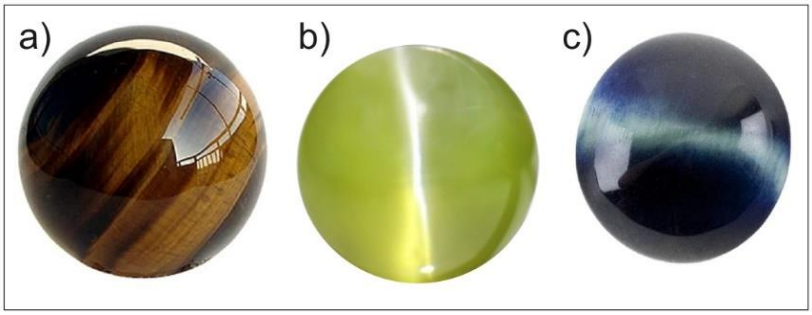
Kromca zengin süs taşlarına mavi ışık altında çapraz filtreyle bakıldığında ışık yaymadıklarında kırmızı renk gösterirler. Çapraz filtre tekniğini B.W. Anderson süs taşlarının tanımlamasında kullanmıştır. Kuvvetli beyaz ışık kaynağı, mavi ve kırmızı filtre çapraz filtre ekipmanlarıdır. Kırmızı filtreden bakıldığında süs taşı parlak kırmızı görünüyor ise flüoresanstır. Bu da kırmızı flüoresans minerallerin rengini demirden değil kromdan meydana geldiğini gösterir [128-138,140,141,143,149,150].

Işık-renk etkileri- optik fenomenler-parlaklık

Işık foton adı verilen kütlesiz ve yüksüz atom-altı parçacık oluşumlu dalga-tanecik ikilisi olarak ifadelendirilir. Tek dalga boylu ışık ‘’monokromatik’’ olarak adlandırılır.

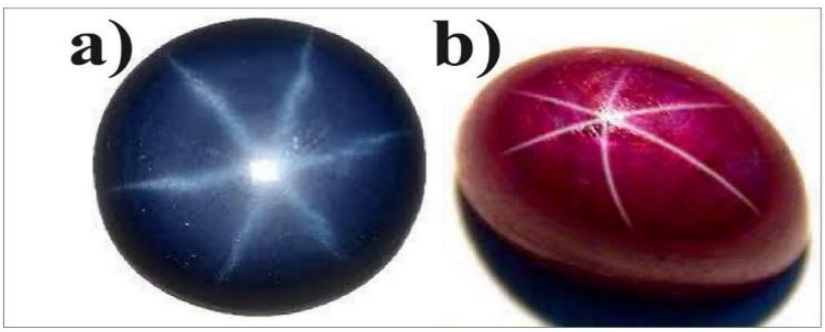
Yönlendirilmiş ışık etkisi altında süstaşlarının çoğunluğu görünen renkleriyle uyuşmayan renkler gösterir. Bu durum süstaşlarının safsızlığı veya kimyasal bileşimleriyle alakalı değildir. Bunun sebebi kırılma ve yansıma girişimi sonucunda oluşur. Işığın süs taşlarıyla birlikte yapısal özellikler veya inklüzyonlarla etkileştiği çeşitli yollara optik fenomen denir. Süs taşlarının nadir kısmı görünür ışık altında optik etkiler gösterir. Bu özellik kilit noktada karakter belirleyici olabilmektedir [128-138,140,141,143,149,150].

Şatoyansı, kesik bir kedigözünü andıran ışık ve renk oyunudur. Birçok süs taşında görülebilir. En değerli olanı krizoberil ve en çok kuvars-kedigözü, kuvars-kaplangözü ile kuvars-şahingözü sıkça rastlanılır (Şekil 3.53) [128-138,140141,143,149,150].



Şekil 3.53 a) Kaplangözü b) Krizoberil c) Şahingözü [79]

Asterizm, ışık ışınlarının süs taşı üzerinde yıldız şekli oluşturmasına denir. Granat, safir ve yakut gibi kabaşon süs taşları altı ışınlı yıldız şekli gösterir. Özellikle hekzagonal sistemde kristalleşen bazı süs taşları inklüzyonlar her üç kristalografik eksen boyunca 120^0 yapacak şekilde yerleşir. Bu dizilime dik gelecek ışık altı yönde saçılarak bir yıldız oluşturur (Şekil 3.54) [128-138,140,141,143,149,150].



Şekil 3.54 a) Yıldız Safir (Star Sapphire) b) Yıldız Yakut (Star Ruby) görseli [79]

Adularesens, adularyanın bir türü olan aytaşıdır. Kabaşon şeklinde işlem gören yüzeyde kaymalar olan mavi-beyazımsı opelesans gösterir (Şekil 3.55-Şekil 3.56) [128-138, 140,141, 143,149,150].

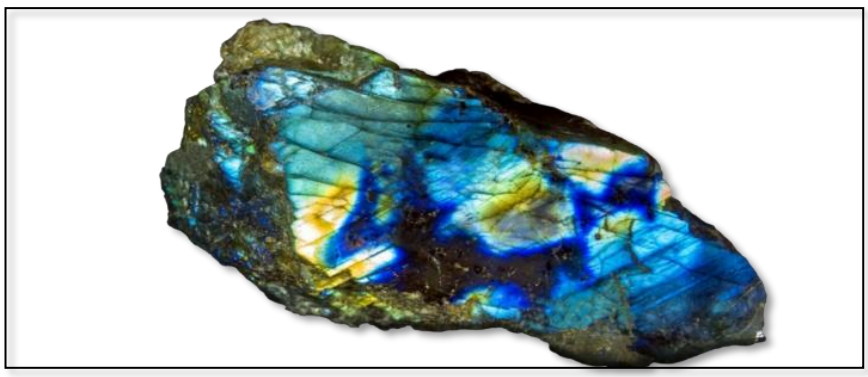


Şekil 3.55 Kabaşon kesim Aytaşı görseli [156]



Şekil 3.56 Aytaş'ının gümüş mavi ışığı şeklinde opelesans görünüşü görseli [157]

Labradoresans, özellikle labradorit ve spektrolitin mavi yeşil metalik renklerin sıklığı olan renk oyunudur (Şekil 3.57) [128-138,140,141,143,149,150].



Şekil 3.57 Labradorit görseli [158]

Silk (İpek), kanalların kapanması veya paralelsi kapanımlar bir ipek benzeri görülmesi olayıdır (Şekil 3.58) [128-138, 140,141,143,149,150].



Şekil 3.58 Kaplangözü görseli [159]

Süs taşı minerallerinin kristal yüzleri, düzgün kırılmış yüzeyleri ve dilinim yüzeyleri bir açı ile gelen ışığın etkisiyle özel parlaklıklar oluşturabilir. Bu özellik mineral üzerine gelen ışın demetlerini yansıtabilme kapasitesine bağlıdır. Ayrıca parlaklık ile renk karıştırılmamalıdır. Mineral yüzeye gelen ışığın şiddeti ve niteliği önem arz eder [70,75,76]. İki tür parlaklık çeşidi vardır. Bunlar;

1. Metalik Parlaklık

Metalik parlaklık özellikteki mineraller saydam olmayan opaklardır (Şekil 3.59).



Şekil 3.59 Metalik parlaklığı olan cevherler görseli [160]

2. Metalik Olmayan Parlaklık

Metal görünümü ve özelliği olmayan saydam ile yarısaydam minerallerin parlaklığına denir. Birçok çeşitli metalik olmayan parlaklık vardır (Şekil 3.60).

- Mumsu Parlaklık
- Reçinemsi Parlaklık
- İpeksi Parlaklık
- Yağlı parlaklık
- Camsı parlaklık
- Sedefsi Parlaklık
- Elmas Parlaklığı



Şekil 3.60 Metalik olmayan parlaklığa örnek süstaşları [161]

3.2.1.2 Değerli-yarı değerli taşlara uygulanan işlemler

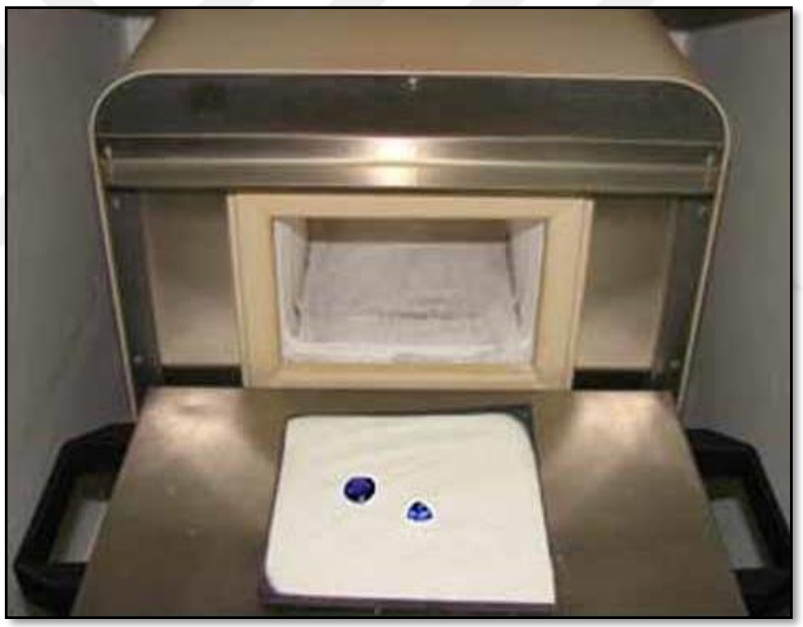
Değerli-yarı değerli taşlara uygulanan işlemlerin dört temel amaç vardır. Bunlar fiyat, talep, moda ve güzelliktir. Doğal oluşumlu bazı taşlar yüksek kalitede olabileceği gibi düşük kalitede olabilirler. Bu sebeple düşük kalitedeki süs taşlarına uygulanan işlemler sonucu o ürünün fiyatını yükseltmesine neden olur. Bazı süs taşlarının ise doğada nadir bulunabildiklerinden dolayı düşük kalitedeki malzemenin bazı işlemler sonucu kalitesi yükseltilerek talebi karşılaması sağlanır (Şekil 3.61). Mücevher sektöründe tüketicinin talebi üzerine yeni model ve tasarımlar üretilerek tüketici memnuniyeti sağlanır. Tüm bu dört faktör için uygulanan işlemler şunlardır (Tablo 3.15) [87,162,163]:



Şekil 3.61 Değerli- yarı değerli taşları iyileştirme laboratuvarı [164]

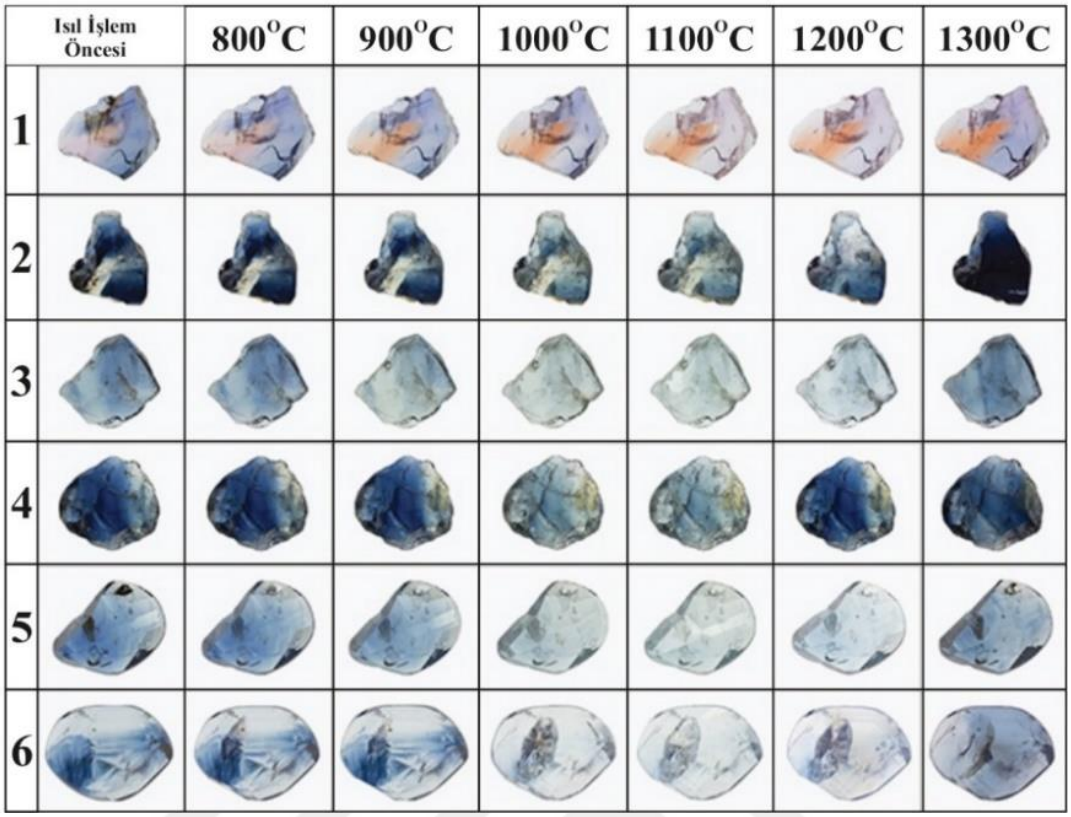
a) Isıl işlem

Işık geçirgenliği minerallerin kristal doğrultuları ile sıcaklıkları ile yakından alakalıdır. Yüksek sıcaklıkta birçok madde ışığın büyük kısmını absorbe edebilir (Şekil 3.62). Buna karşılık aynı maddeler düşük sıcaklıklarda ışığı oldukça geçirirler. Isı etkisi sonucunda süstaşlarının kristal kapanımları ya ergiyerek ya da parlayarak değişebilir. SiC bunun en güzel örneğidir. Isıl işlem sonucu bazı mineraller renk değişimi oluşturur. Isıl işlem sonucu renk değişimi sürekli veya geçici, yüzeysel veya tümsel olabilir. Dumanlı kuvars ve ametist örneği ısıtılınca sarı renge dönebilir. Sarı renk topaz ise pembe ya da renksiz olur. Fakat bu işlem sonucu bazı süs taşları ısıl etki sonucunda çizikler ve ince çatlaklar meydana getirebilir ama bu durum yine de değer kaybına sebebiyet vermez [87,162,163].



Şekil 3.62 Gemolojik fırın görseli [165]

Sentetik süs taşı üretimi veya birebir doğal taş üretiminde ısıl işlem ışıma bozuklarını düzeltme veya rengi kuvvetlendirmek için yapılır. Isıl işlem süstaşında arzulanılan renge bağlı olarak yapılır. Bu işlem çok düşük sıcaklıktan çok yüksek sıcaklıklara kadar değişkenlik gösterir. Akuamarin süs taşı hemen hemen hepsi ısıl işlem görmüştür. Berilin ısıl işlem görmüş berrak mavi ile sarıdan yeşile dönüşen renkleri en çok talep görenlere örnek verilebilir. Bu işlem genellikle 400^0C ısı altında gerçekleşir. Doğal yakut ve safir yıldızlanmalarının daha belirgin olması için de ısıl işlem uygulanabilir (Şekil 3.63) [87,162,163].



Şekil 3.63 GIA®'nın çalışması, belirli sıcaklıklara ısıtılmadan önce ve sonra altı safir örneğini gösteriyor. Numunelerin çoğu yaklaşık 900–1000^{0}C'ye ısıtıldıktan sonra açılmaya başladı ve taşların rengi 1300^{0}C civarında yeniden koyulaştı. 1500^{0}C'ye ısıtıldıktan sonra birçok parçanın rengi daha zengin hale gelir [166]

b) Yayılma-dağılma (difüzyon) işlem

Süstaşı içerisine nüfuz etmeden yüzeysel olarak belirli kimyasal ve ısıl işlemler sonrası rengin bozuşması olayına difüzyon denir. Özellikle mavi safirlerde başarılı olan bu işlem sadece korundumlarda gözlenmektedir [87,162,163].

c) Boyama

Geçmiş tarihten beri günümüz modern süs taşçılığı sanatında uygulanan bir yöntemdir. Süs taşı gövdesine yapılan ve mutlaka çatlakların olması boyama işlemi için olmazsa olmaz bir durumdur. Eğer süs taşının doğal gözenekliliği veya çatlaklığı yoksa boyanın işlem görebilmesi için termal şok ve ardından ani soğutma ile çatlaklık oluşturulur. Bunlara örnek olarak kalsedon, opal ve turkuaz verebiliriz [87,162,163].

d) Radyasyon etkisiyle renklenme işlemi

Birçok süs taşı yapay olan X, alfa, beta, gama ve nötron ışınları ile renk kazanabilir. Bu ışımalar doğal oluşum ortamında olabildiği gibi laboratuvar ortamında da yapılabilmektedir. Yapay ışıma işlemi saatler içinde gerçekleşirken doğal ışıma milyonca yıllar sonucu etkisini gösterir. En çok mavi Topaz üzerinde uygulanan bu işlem, renksiz veya kahverengimsi topaz gama ışıma işlemleri sonucu ile koyu mavi renge dönüşür. Bir diğer güzel örnek ise elmas siklotronun hızlandırılmış elektronlarının kısa ve kuvvetli olmayan bombardımanları sonucu yeşil renge dönüşmesidir. Ayrıca bir elektron bombardımanı sonucu elmas mavi renge dönüşebilir [87,162,163].

e) Çatlak doldurma işlemi

1980 yıllarından beri korundum minerallinin çatlakları doldurulma işlemi yapılmaktadır. Süs taşlarının doğal veya kesim sonrası oluşan küçük çatlakları doldurma işlemi ile iyileştirme yapılmaktadır. Günümüzde ise özellikle beril mineralleri gibi zümrüt süs taşlarındaki oyuklara plastiğe yakın malzemeyle dolgu yapılmaktadır. Aynı şekilde turmalin ve opak süs taşları üzerindeki çatlaklara doldurma işlemi uygulanır [87,162,163].

f) Yağlama işlemi

Bazı doğal oluşumlu süs taşları veya bazı işlemler sonucu yüzeyinde çatlaklar oluşabilir. Tüm bu görsel bozuklukları kapatmak amacıyla yağlama işlemi yapılmaktadır. Bu işlem renksiz veya yüzeyi boyanmış süs taşları olabilir. Bazı süs taşlarında ise rengin derinleştirilmesi için uygulanan bu yönteme en güzel örnekte zümrüttür [87,162,163].

g) Ağartma işlemi

Klorin bileşenleri ya da derişik hidrojen peroksitten (H_2O_2) faydalanılarak süs taşının rengini aydınlatma veya açma için kullanılan işleme ağartma denir. Daha çok siyah mercan, kuvars, krizoberilin kedigözü ve inci türlerinde uygulanır [87,162,163].

h) Yüzey kaplama işlemi

Süs taşının değerini arttırmak için yüzey kaplama işlemi uygulanır. Örneğin renksiz beril üzerine yeşil kaplama işlemi uygulandıktan sonra zümrüt görünümü sağlanır.

Korundum boşlukları kırmızı yüzey kaplama uygulanınca yakut görünümlü süs taşı elde edilir. Kuvars minerali yüzeyine uygulanan bu işlem sonucunda birçok süs taşı taklidi elde edilir [87,162,163].

i) Lazer delme işlemi

Elmas özelinde koyu renkli kapanımların ortadan kaldırılması amacıyla uygulanır. Isıtma işlemi sonucunda süstaşlarındaki kapanımlar buharlaşmazsa süstaşında bulunan delikleri hidroflorik asitle (HF) yıkanır. Bu boşluklar yüksek kırılma indeksli malzemeyle doldurulursa, dolgu uygulanan kısımlar beyazımsı veya ışık parıldamaları görünür [87,162,163].

j) Tütsüleme işlemi

Opal özelinde uygulanan bu işlem süs taşının kahverengi bir kağıtla sarılarak yakılır. Bu işlem sonucu opal ateş ya da renk oyunu arttırıcı ince koyu kahve bir tabaka oluşturur [87,162,163].

Tablo 3.15 Bazı süstaşlarına uygulanan işlemler [162]

Süs Taşı***	**Uygulanan İşlem**
Akuamarin	Isıtma
İnci (Pearl)**	Ağartma
Kehribar (Amber)**	Isıtma
Kalsedon (Gri-Beyaz-Açık Mavi)	Metalik Tuz Emdirme
Lapis Lazuli	Renksiz Balmumu ve Yağ Emdirme
Mavi Topaz	Isıtma
Mercan (Coral)**	Beyazlatma
Safir (Sapphire)*	Isıtma + Dağılma
Siyah Oniks	Boyama
Tanzanit	Isıtma
Turmalin	Isıtma + Yoğunlaştırma
Yakut (Ruby)*	Isıtma
Yeşim	Renksiz Balmumu Emdirme
Zümrüt (Emerald)*	Yağlama + Boyama
Not: *Değerli taşlar, **Organik yarı değerli taşlar, bunların dışında kalanlar ise yarı değerli taşlardır, ***Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır.	

3.2.1.3 Değerli-yarı değerli taşların sertifikasyonu

Mücevher üzerinde bulunan değerli-yarı değerli taşların gemoloji laboratuvarlarında belirli inceleme ve testleri sonucu oluşumları, kaliteleri ve piyasa değerlerine hakkında ulaşılan bilgiler ışığında sertifikalandırma yapılmaktadır. Sertifika bir açıdan değerli-yarı değerli taşın kimliğini oluşturmaktadır (Şekil 3.64). Mücevher üzerindeki taşların incelenmesi amacı ile geliştirilmiş üst model kızılötesi teknolojisi olan FTIR (Fourier Transform İnfrared) tüm taş analizlerinde kullanılmaktadır [140].



İLGİLİ MAKAMA
TO WHOM IT MAY CONCERN

İNCİ SERTİFİKASI
PEARL QUALIFICATON CERTIFICATE

Seri No (Serial Number): 35-004
Tarih (Date): 22/11/2016

İncinin Oluşum Kökeni (Pearl Origin): DOĞAL BESLEME (Natural Cultured)
Cinsi ve Çıkartıldığı Su Bölgesi (Species and Water Area Removed): FRESH WATER-TUZLU SU (Saltwater)
Renk ve Renk Değerini Arttırma, Tedavi (Color and Enhancement): KREM-Renk doygunluğu için tedavi edilmemiş
(CREAM-To be NOT enhanced for its color saturation)

Ana Kimyasal Bileşen (Main Chemical Component): Aragonite ($CaCO_3$)
Konfokal Mikro-Raman Pikleri (Confocal Micro-Raman Shifts): 1082(1), 702(0.9), 175(0.8) cm^{-1}
FT-IR Kızılötesi Pikleri (FT-IR Infrared Shifts): N/A cm^{-1}
Özgül Ağırlık (Specific Gravity): 2.68 gr/cm^3

Miktar, Ağırlık, Boyut (Quantity, Weight, Size): 1 piece, 2.09 Ct, 7.69x6.13 mm
Şekil and Delinme (Shape Drilling): YUVARLAK-YUMURTA-DELİNMEMİŞ (Round-Egg-Not Drilled)
Parlaklık Ölçeği (Luster Grade Scale): ORTA (Medium)
[*Yüksek (Yüksek), *Orta (Medium), *Zayıf (Fair) , *Noksan (Poor)]
Yüzey Düzgünlük Ölçeği (Surface Grade Scale): LEKESİZ (Clean)
[*Lekesiz (Clean), *Hafif Lekeli (Lightly Blemished), *Orta Lekeli (Moderately Blemished), *Ağır Lekeli (Heavily Blemished)]
Sedef Tabaka Kalınlığı (Nacre Thickness): İNCE (Thin) (Avg. 0.06 mm)
[*Kalın (Thick) (Avg.0.45-0.75 mm), *Orta (Medium) (Avg.0.16-0.44 mm), *İnce (Thin)(Avg.0.05-0.15 mm)]
Eşleşme (Matching): N/A
[*Harkulade (Excellent), *Çok iyi (Very Good), *İyi (Good), *Zayıf (Fair), *Noksan (Poor)]
Sonuç ve Kanaat (Comment): MÜCEVHERTAŞI OLARAK EKONOMİK AÇIDAN ÖNEMLİ BİR DEĞER TAŞIR
(Important and precious gems in the worldwide gem market)
(A-Good)

BİLGİLENDİRME: Günümüzde, mücevherlerde kullanılan hemen hemen tüm inciler, bir istiridye parçasının veya çok küçük bir incinin, çekirdek olarak inci istiridyesi içine aşılanmasıyla yetiştirilmektedir. Bu inciler genellikle Akoya cinsi üretim için yaklaşık 0.8-1.5 yıl sonra, Tahiti ve South Sea cinsleri üretim için yaklaşık 1-4 yıl sonra, Fresh Water cinsi üretim için de yaklaşık 0.4-2 yıl sonra hasat edilir.
INFORMATION: Today, almost all pearls used in jewelry are grown by grafting an oyster piece or a very small wound into the pearl oyster as a core. These pearls are generally harvested after about 0.8-1.5 years for Akoya breed, about 1-4 years for Tahiti and South Sea breeds, and about 0.4-2 years for Freshwater breed.

Şekil 3.64 Dokuz Eylül Üniversitesi gemoloji laboratuvarında sertifikalandırılmış bir yarı değerli inci taşı örneği görseli [140]

3.2.2 Lapidary (Süstaşı İşlemeciliği)

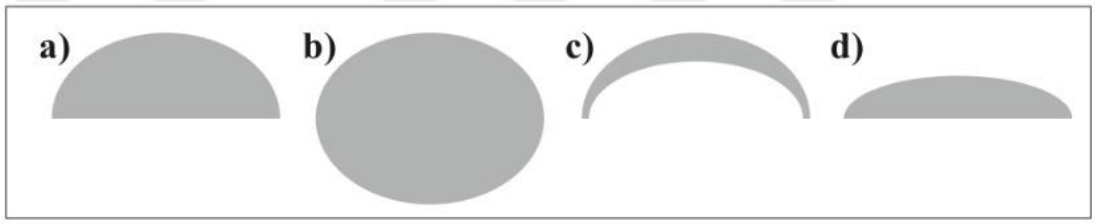
Süstaşları Eski Taş Devri'nden bu yana insanlar tarafından ilkel yöntemlerden günümüz teknolojisine kadar gelişen cihazlarla şekillendirilmiştir. Şekillendirmedeki temel amaçlar simetriyi kazandırıp daha kaliteli parlaklığı yakalamak olmuştur. Taş Devri'nin sonundaki Neolitik Dönemde değerli-yarı değerli taşların yüzeyleri parlatılmış, güzellikleri ön plana çıkartılmıştır [85-88,167-171].

3.2.2.1 Süstaşı kesim yöntemleri

Değerli-yarı değerli taşlar üzerinde mekanik ve teknolojik cihazlarla gerekli geometrik şekiller kazandırılarak üretilen süstaşları yapılmaktadır. Bu uygulamanın tek amacı görsel olarak daha kaliteli ürünler üretebilmektir [85-88,167-171]. Beş farklı yöntemle uygulanan işlemler şunlardır;

a) Kabaşon kesim tekniği

Kabaşon kesim tekniği dört tipten oluşur. Bunlar sırasıyla düz, üst yüzeyi kubbeli (konveks) olan basit kabaşon, tabanı da kubbeli olan çift kabaşon, üstü kubbeli içi oyulan (konkavo-konveks) derin kabaşon ve çok alçak kubbeli basit kabaşon olan tepe kabaşondur (Şekil 3.65) [85-88,167-171].



Şekil 3.65 a) Basit kabaşon b) Çift kabaşon c) Derin kabaşon d) Tepe kabaşon formları görseli [79]

Kabaşon kesim tekniği uygulanmış süstaşlarının üstten bakıldığında oval, daire, dikdörtgen veya diğer poligonal şekillerin görüldüğü formlardır. Turkuaz, kalsedon, turkuaz gibi yarı saydam veya opak süstaşlarının tasarım, yapı ve renk konsantrasyonlarını belirgin hale getirmek için kabaşon kesim tekniği uygulanır. Kabaşon kesim tekniği asterizm gibi özel optik etkiye sahip yıldız ve kedigözü özelliklerini sergileme, opalin renk oyunu olan aytaşını ortaya çıkarma, koyu renkli almandin granatın ışığın geçişini arttırma amacıyla ve safirin çatlaklı, kusurlu, kalitesini yükseltme amacıyla uygulanır [85-88,167-171].

Ham halde doğadan çıkartılan taşların form haline getirilebilmesi için öncelikle daha küçük boyutlara dilimlenir (Şekil 3.66). Taş kesim makinasında dikey yönde sabit dönen keski altında büyük taş parçaları kabaşon veya faset kesim tekniğine uygun şekilde boyutlara dilimlenir. Daha sonra dilimlenen parçalar dikey yönde farklı aşındırma derecelerinde olan döner yüzeylere dokundurularak aşındırılır (Şekil 3.67-Şekil 3.68). Tek bir makine üzerinde öğütücü, aşındırıcı, parlatıcı ve cilalama hublarıyla işlemler uygulanır [85-88,167-171].



Şekil 3.66 Taş kesim makinası ve alt kısımda Batman Üniversitesi süstaşı işleme atölyesine taş kesim makinasına ait görsel [172]

Kabaşon kesim düzgün şekilde kesilmiş süstaşlarının üstü cilalanmış, belirli geometrik şekil kazandırılmış, takılara uygun hale getirilmiş ve genellikle yarı değerli taşlarda görülen tekniktir [85-88,167-171]. Genellikle kabaşon kesim dört gruba ayrılır (Şekil 3.69).



Şekil 3.67 Öğütücü, aşındırıcı, parlatıcı ve cilalayıcı süstaşı kabaşon makinası sağ tarafta ise Batman Üniversitesi süstaşı işleme atölyesine ait kabaşon makinası görseli [173]



Şekil 3.68 Kabaşon kesim tekniğine örnek yarı değerli Mercan süstaşı görseli [174]

- Oval kabaşon,
- Yuvarlak kabaşon,
- Dörtgen kabaşon,
- Serbest şekilli kabaşon.

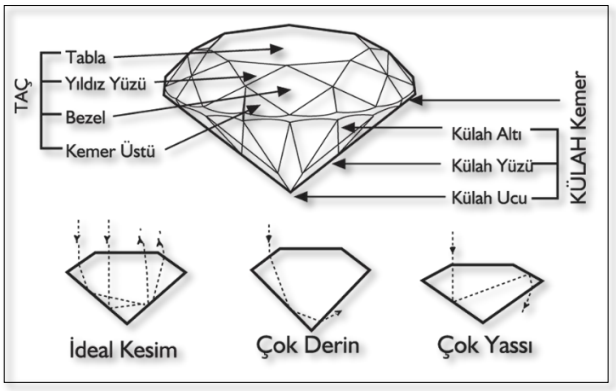


Şekil 3.69 Çeşitli formlarda kolye ucu olarak yapılmış yarı değerli süstaşları görseli [33]

b) Faset kesim tekniği

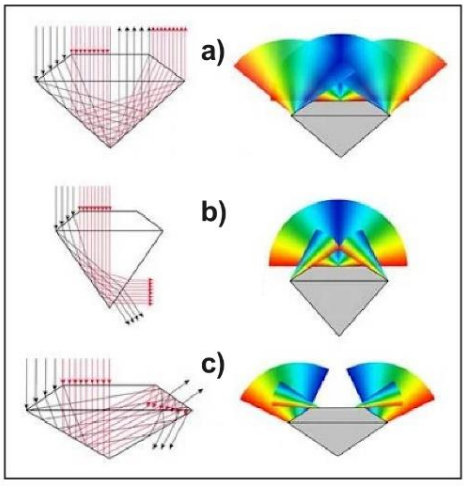
Genellikle şeffaf değerli taşlar ve nadiren opak veya şeffaf olmayan yarı değerli taşlarda uygulanan kesim tekniğidir. Değerli-yarı değerli taşların ışığı yansıtma açıları vardır. Faset kesim tekniği ise bu açılardan faydalanarak oluşturulan formlara göre ışığı süstaşı içerisinde daha fazla gezdirip ışıltısını artırmaktır (Şekil 3.72). Genel olarak pırlantalarda uygulanan bu yöntem amaca uygun sonuçlar vermiştir. Faset kesim tekniğinde süstaşının parlaklık derecesi başta kırılma indeksine, kritik açıya ve total yansıma gibi optik özelliklere bağlı değişir [85,88,200].

Ayrıca pırlantalarda uygulanan 4C pırlanta kesim kuralı çok önemli yere sahiptir. 4C kuralı pırlanta satın alımında dikkat edilmesi gereken kriterlerdir. 4C kuralı pırlantanın rengi, berraklığı, kesimi ve karat ağırlığını ifade eder. Bu dört faktör işlenmiş olan pırlantanın kalitesini ifade eder (Şekil 3.70) [85,88,200].



Şekil 3.70 Pırlantalarda uygulanan faset kesim tekniği şablonu görseli [176]

Süstaşı içerisine giren ışığın kritik açıdan daha büyük bir açıyla arka faset kenara çarptığında tamamıyla yansır (Şekil 3.71). Verilen kırılma indeksine bağlı arka faset kenar açıları doğru hesaplanır ise giren ışık büyük bir bölümü iki kere yansıma yaparak dışarı çıkar. Kırılma indeksi yükseldikçe kritik açı azaldığından, baş ve pavilyon fasetlerin eğimi düşürülerek de parlaklık elde edilebilir. Yüksek kırılma indeksine sahip süstaşları genişliklerine bağlı oranda daha derin kesilebilirler. Örneğin, kırılma indeksi 2.42 ve kritik açısı 24.4 olan elmas için en uygun baş ve pavilyon açısı 34.5^0 ile 41^0'dir [85,88,200].

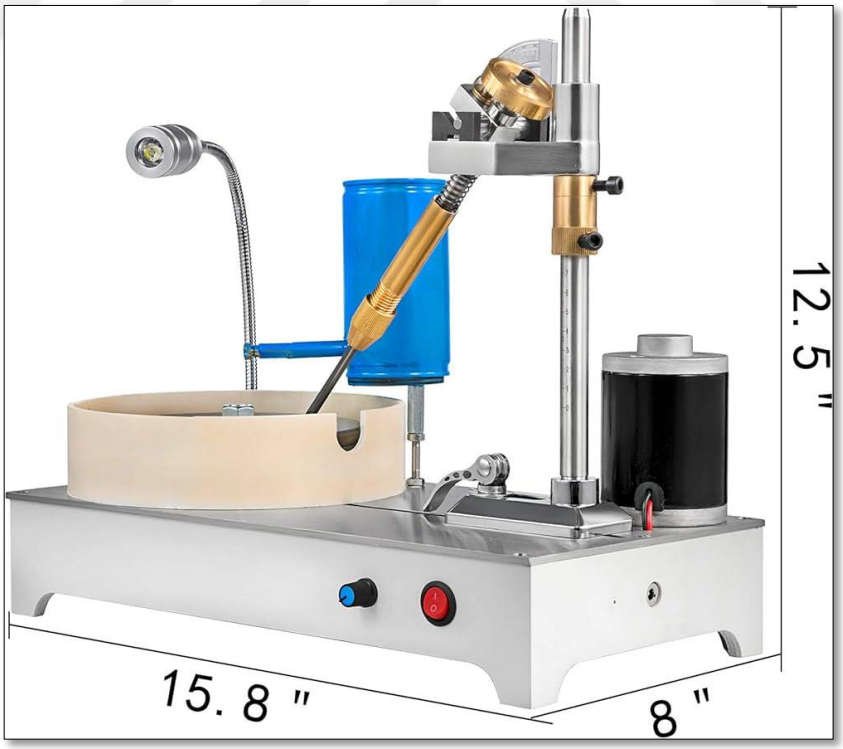


Şekil 3.71 Elmas üzerine gelen ışığın yansıma türleri a) ideal yansıma b) derin yansıma c) yassı yansıma [177]

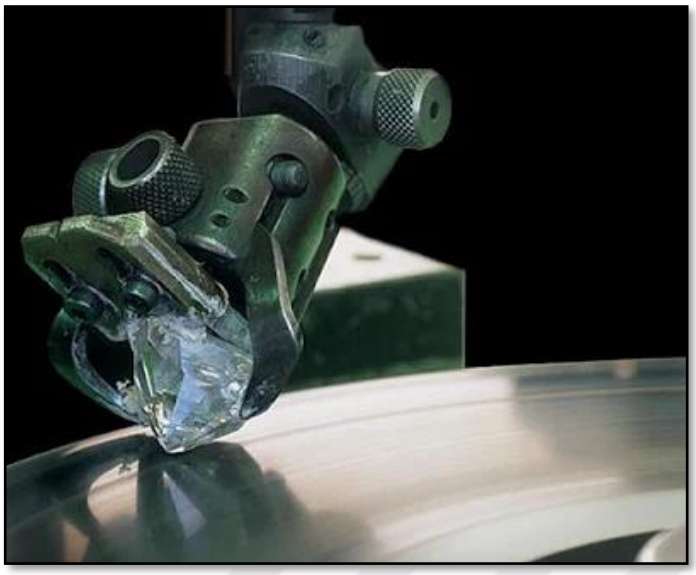


Şekil 3.72 Bazı faset kesim tekniği formları görseli [178]

Faset kesim makinasında yatay döner aşındırma taşı üzerine az miktar su damlatılarak süstaşının tutturulduğu çatal manipülatörde ayarlanan açıya bağlı işlem gerçekleştirilir (Şekil 3.73-Şekil 3.74). Süstaşına uygulanması düşünülen form açıları belirlendikten sonra aşındırma işlemi sonrası fasetlenen yüzeyler yıkanarak cilalanma işlemine geçilir. Cilalama sonucu parlaklığı ortaya çıkan süstaşı takılara uygun şekilde yerleştirilir (Şekil 3.75-Şekil 3.76) [85,88,200].



Şekil 3.73 Fasetleme makinası görseli [179]



Şekil 3.74 Değerli taş olan elmas üzerine uygulanan faset kesim yöntemi görseli [180]



Şekil 3.75 Çeşitli formlarda fasetlenmiş süstaşları görseli [181]



Şekil 3.76 Bazı değerli-yarı değerli fasetlenmiş çift renkli taşlar görseli [182]

c) Tamburlama tekniği

Süstaşı işlemeciliğinde hammadde ve işçilik açısından en ekonomik yöntemdir. Hammadde olarak diğer yöntemlerde kullanıma uygun olmayan ya da arta kalan çatlaklı ve kırıklı süstaşı parçalarının kullanıldığı yöntemlerden biridir. Ortalama boyutu 1-4 cm^3 aralığında boyutlarda olan ham süstaşları tercih edilir [85-88].

Tamburlama yönteminde dikkat edilmesi gereken en önemli husus farklı sertliklerdeki taşların ayrı ayrı tamburlanmasıdır. Genellikle turkuaz, kaplangözü ve jadeit gibi kaliteli taşlar tamburlama yönteminde kullanılır. Tamburlama yöntemi deniz kıyısındaki taşların dalgalarla birbirlerine sürtünerek sivri ve keskin köşelerinin aşınması prensibine dayanır. Tamburlama makinası üzerinde bulunan hazneye sertlik dereceleri birbirine yakın süstaşları ve silisyum karbür tozu konulur (Şekil 3.77). Taşların üzerine yaklaşık olarak 200-300 g kadar aşındırıcı silisyum karbür tozu eklenir. Daha sonra belirli devirde döndürme hareketli veya makinanın özelliğine bağlı titreşim hareketli olarak başlatılır. Tamburlama haznesinde ilave edilen ürün istenilen kıvama bağlı bazen saatlerce bazen de günlerce tamburlanır. Tamburlama sonucu hazneden çıkarılan malzemeler su altında yıkanarak silisyum karbür tozlarından arındırılır (Şekil 3.78) [85-88].



Şekil 3.77 Tamburlama makinası Batman Üniversitesi süstaşı işleme atölyesine ait tamburlama makinası görseli [183]



Şekil 3.78 Tamburlama sonucu elde edilen süstaşları görseli [184]

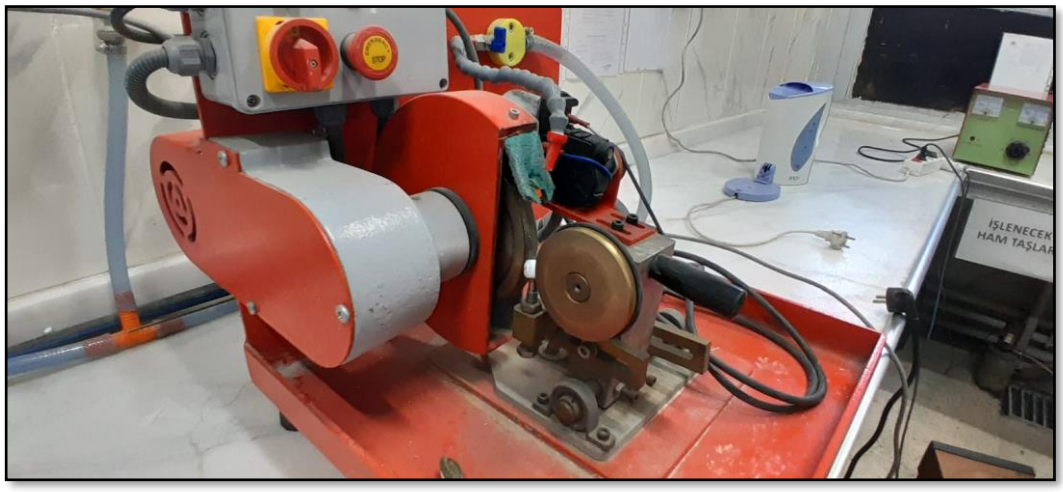
d) Boncuk yapma tekniği

Cam, tahta, sedef, fildişi, inci, mercan, kehribar (amber) ve yarı değerli diğer tüm taşların süstaşı amaçlı genellikle top şeklinde, boyutları ortalama 8-12 mm civarında olan, içerisinden ip geçecek tarzda deliklerin olduğu malzemelerdir. Günümüzde birçok alanda görmeye alışık olduğumuz boncukların tarihi çağlar öncesine dayanır. Ham malzemenin ufak parçalarda kesilerek CNC makinalarında yuvarlak olacak şekilde tıraşlanması ve ortaya çıkan süstaşlarının takılarda kullanılabilmesi için ortaları küçük çapta delinmesi tekniğidir. Yuvarlak şekillin dışında birçok formda boncuk yapımı görülebilir (Şekil 3.79-Şekil 3.80) [85-88].



Şekil 3.79 Çeşitli süstaşlarından yapılmış farklı formlarda boncuk görseli [185]

Yaygın olarak süstaşı boncukları tesbih yapımında kullanılmaktadır. Ülkemizde kehribar (amber) ve oltu taşından üretilmiş binlerce motif boncuklar tesbih yapımında kullanılmaktadır. Bunun dışında bilekliklerde ve kolyelerde çoğunlukla boncuk modellemeler yapılmak, az da olsa küpe ve yüzüklerde kullanılmaktadır.



Şekil 3.80 Batman Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Kuyumculuk ve Takı Tasarım Programı Laboratuvarı tespih boncuğu üretim cihazı

e) Cameo (oyma)-intaglio tekniği

Genellikle küçük boyutlu değerli-yarı değerli taşların üzerlerine kabartma desen, figür veya yazı oyulması tekniğine denir. Farklı renk katmanlarına sahip süstaşlarının veya monokrom kemik, mercan, fildişi gibi tek renkli malzemeler üzerine çoğu zaman uygulanmaktadır. Bazı bakış açılarına göre farklı renk katmanlarına sahip malzemelerin kullanılması olayına cameo (oyma) tekniği denir. Bu sebeple genel kabul görülen sert taş işlemeciliği olarak adlandırılır (Şekil 3.81) [186].



Şekil 3.81 Cameo tekniğiyle kraliçe figürü uygulanmış broşlar görseli [188]

İ.Ö. 1. yy. da Romalılar tarafından ilk kez uygulandığı bilinmektedir. Genellikle cam, süstaşları ve süs eşyaları türevlerinde yaygınca bu tekniğin uygulandığı görülmektedir. O dönemlerde yapılan yüzüklerde, kolye uçlarında, mühürlerde ve süs eşyalarında bulunan süstaşlarında sıklıkla görülmektedir [186].

Geleneksel olarak ilkel yöntemlerle el işçiliği veya teknolojik makinelerle bazen de her iki yöntemle de başlıca aşındırma, kazıma, oyma, delme, yontma ve kesme gliptik teknikleriyle uygulanır (Şekil 3.82) [186].



Şekil 3.82 Matkap (oyma kalem) ve aksesuarları görseli [190]

Çeşitli matkap uçları ile oyma işlemi uygulandıktan sonra süstaşı üzerindeki toz su yardımıyla temizlenir. Daha sonra uç ve kenar kısmında kalan sivri noktalarda aşındırılarak keskinliği yok edilir. Ardından çeşitli kimyasal yöntemlerle elde edilmiş parlatıcı macun matkap ucuna takılan yumuşak dokulu uçla süstaşına sürtündürülerek parlatılması sağlanır. Parlama yeterli seviyeye ulaştığı zaman gerekli görüldüğü zaman kabartma işlemi uygulanan yüzeye koruyucu reçine uygulaması küçük fırçalar aracılığıyla yapılır. Daha sonra kullanılacak takıya göre metalle birleştirilir veya çıplak şekilde kullanıma bırakılır.

Tablo 3.16 Değerli-yarı değerli taşların bazılarının önemli özellikleri [187]

No	Ekler	Taşın Adı	Bileşimi	Rengi	Boyutu	Maliyeti	Sertliği	Özgül Ağ.
1	**9**	Aleksandrit (Alexandrite)	Berilyum Alüminat	Gün Işığında Yeşil, Yapay Işıkta Kırmızı	Küçük ve Orta	Yüksek	8	3.50-3.84
2	**9**	Akuamarin (Aquamarine)	Berilyum Alüminyum Silikat	Mavi Yeşil, Açık Mavi	Her Boyutta	Ortadan Yükseğe	7.5-8	2.63-2.80
3	**29**	Amazonit (Amazonite)	Alkali Alüminyum Silikat	Yeşil	Büyük	Düşük	6-6.5	2.56-2.58
4	**13**	Aytaşı (Moonstone)	Alkali Alüminyum Silikat	Renksiz veya Sarı	Büyük	Düşük	6	2.54-2.66
5	**8**	Akik/Agat (Agate)	Silika	Her Renk	Büyük	Düşük	6.5-7	2.58-2.64
6	**5**	Ametist (Amethyst)	Silisyum	Mor, Menekşe	Büyük	Orta	7	2.65-2.66
7	**5**	Aventurin (Aventurine)	Silisyum Dioksit	Yeşil, Kırmızı, Kahverengi	Büyük	Düşük	7	2.64-2.69
8	**5**	Dumanlı Kuvars (Smoky Quartz)	Silika	Dumanlı Siyah	Büyük	Düşük	7	2.65-2.66
9	**1**	Elmas (Diamond)*	Karbon	Beyaz, Mavi-Beyaz, Kahve, Sarı, Yeşil, Pembe, Mavi	Her Boyutta	Çok Yüksek	10	3.50-3.53
10	**24**	Garnet/Granat	Karmaşık Silikat	Kahve, Siyah, Sarı, Yeşil, Kırmızı, Turuncu	Küçükten Ortaya	Düşükten Yükseğe	6.5-7.5	3.10-4.30

11	**9**	Heliodor (Heliodor)	Berilyum Alüminyum Silikat	Sarı-Altın Rengi	Her Boyutta	Düşük-Orta	7.5-8	2.63-2.80
12	**18**	İnci (Pearl)**	Kalsiyum Karbonat	Beyaz, Pembe, Siyah	Küçük	Düşükten Yükseğe	2.5-4.5	2.60-2.85
13	**10**	Jadeit (Jadeite)	Karmaşık Silikat	Yeşil, Sarı, Siyah, Beyaz	Büyük	Düşükten Çok Yükseğe	6.5-7	3.30-3.50
14	**23**	Jasper (Jasper)	Silika	Kırmızı, Yeşil Kahve, Sarı	Büyük	Düşük	7	2.58-2.66
15	**23**	Krizopras (Chrysoprase)	Silisyum Dioksit	Yeşil, Elma Yeşili	Büyük	Düşük	6.5-7	2.58-2.64
16	**5**	Kaplangözü (Tiger-Eye)	Silika	Altın Sarısı, Kahverengi, Kırmızı	Büyük	Düşük	6.5-7	2.58-2.64
17	**23**	Kalsedon (Chalcedony)	Silisyum Dioksit	Mavi, Beyaz, Yeşil, Pembe	Büyük	Düşük	6-7	2.59-2.61
18	**5**	Kristal Kuvars (Crystal Quartz)	Silika	Şeffaf	Büyük	Düşük	7	2.59-2.63
19	**19**	Kehribar (Amber)**	Hidro Karbon	Sarı, Kırmızı, Yeşil, Mavi	Her Boyutta	Düşükten Ortaya	2.5-3	1.00-1.10
20	**28**	Kunzit (Kunzite)	Lityum Alüminyum Silikat	Pembeden Leylak Rengine	Orta	Orta	6.5-7	3.13-3.20
21	**5**	Kedigözü (Cat-Eye)	Berilyum Alüminat	Yeşil-Kahverengi	Küçükten Büyüğe	Yüksek	8.5	3.50-3.84
22	**26**	Krizolit (Chrysolite)	Berilyum Alüminat	Sarı, Yeşil, Kahverengi	Orta	Orta	8.5	3.50-3.84
23	**17**	Labradorit (Labradorite)	Alkali Alüminyum Silikat	Gri-Mavi, Renk Oyunlu	Büyük	Düşük	6-6.5	2.68-2.72

24	**11**	Lapis Lazuli (Lapis Lazuli	Sodyum Alüminyum Silikat	Lacivert	Büyük	Düşükten Ortaya	5-5.5	2.70-3.00
25	**22**	Lületaşı	Magnezyum Silisyum	Beyaz	Her Boyutta	Düşük	2	2
26	**9**	Morganit (Morganite)	Berilyum Alüminyum Silikat	Pembe	Her Boyutta	Düşük	7.5-8	2.63-2.80
27	**10**	Nefrit (Nephritis)	Karmaşık Sulu Silikat	Yeşil, Sarı, Siyah, Beyaz	Büyük	Düşükten Çok Yükseğe	6-6.5	2.90-3.10
28	**27**	Oltu Taşı (Jet)	Linyit	Siyah, Koyu Kahverengi	Büyük	Düşük	2.5-4	1.30-1.40
29	**6**	Opal (Opal)	Sulu Silikat	Çok Çeşitli Renklerde	Büyük	Düşükten Yükseğe	5.5-6	2.07-2.24
30	**23**	Oniks (Onyx)	Silika	Birçok Renk	Büyük	Düşük	7	2.58-2.64
31	**32**	Obsidyen (Obsidian)	Amorf	Siyah, Gri, Kahverengi, Koyu Yeşil	Büyük	Düşük	5-6	2.4
32	**26**	Peridot (Peridot)	Demir Magnezyum Silikat	Sarı, Yeşil	Her Boyutta	Orta	6.5-7	3.2-4.5
33	**5**	Pembe Kuvars (Pink Quartz)	Silika	Pembe, Gül Kırmızısı	Büyük	Düşük	7	2.65-2.66
34	**21**	Rodokrozit (Rhodochrosite)	Manganez Karbonat	Gül Kırmızısı	Büyük	Düşük	3.5-4	3.70
35	**30**	Rodonit (Rhodonite)	Manganez Demir Kalsiyum Silikat	Koyu Kırmızı, Et Kırmızısı, Siyah Kapanımlı	Büyük	Düşük	5.5-6.5	3.57-3.76

36	**3**	Safir (Sapphire)*	Alüminyum Oksit	Mavi	Orta	Yüksek	9	3.98-4.09
37	**14**	Spinel (Spinel)	Magnezyum Alüminyum Oksit	Her Renk	Küçük ve Orta	Orta	7.5-8	3.58-3.61
38	**5**	Sitrin (Citrine)	Silika	Sarı	Büyük	Düşük	7	2.65-2.66
39	**15**	Tanzanit (Tanzanite)	Karmaşık Silikat	Mavi	Küçük	Yüksek	6.5	3.10-3.38
40	**16**	Topaz (Topaz)	Karmaşık Silikat	Beyaz, Mavi, Yeşil, Sarı	Orta	Düşükten Ortaya	8	3.49-3.57
41	**31**	Turmalin (Tourmaline)	Karmaşık Silikat	Her Renk, Karışık Dahil	Orta	Düşükten Ortaya	7-7.5	3.06-3.26
42	**12**	Turkuaz (Turquoise)	Bakır Alüminyum Fosfat	Maviden Yeşile	Büyük	Düşük	5-6	2.60-2.90
43	**4**	Yakut (Ruby)*	Alüminyum Oksit	Koyu Ve Açık Kırmızı	Küçük	Çok Yüksek	9	3.97-4.05
44	**2**	Zümrüt (Emerald)*	Berilyum Alüminyum Silikat	Yeşil	Orta	Çok Yüksek	7.5-8	2.76
45	**25**	Zirkon (Zircon)	Zirkonyum Silikat	Beyaz, Mavi Kahve, Sarı	Küçükten Ortaya	Düşükten Ortaya	7.5	4.60-4.70

Not: 1. Boyutları 5 Karata (1karat=0.2g) Kadar Olan Taşlar Küçük, 50 Karata Kadar Olan Taşlar Orta, 50 Karattan Fazla Olan Taşlar Büyük Olarak Sınıflandırılmıştır.

2. Maliyetleri, Karat Başına 25$ Kadar Olan Taşlar Düşük, Karat Başına 200$ Kadar Olan Taşlara Orta ve Karat Başına 200$ Daha Fazla Olan Taşlara Yüksek Maliyetli Olarak Sınıflandırılır.

3. Mohs Sertlik Skalasına Göre Değerler Verilmiştir.

4. Özgül Ağırlık Birimi G/Cm³'tir.

5. *Değerli Taşlar, **Organik Yarı Değerli Taşlar, Bunların Dışında Kalanlar İse Yarı Değerli Taşlardır, ***Süstaşları Alfabetik Sıralamaya Göre Hazırlanmıştır.

3.2.3 Kuyumculuk

Bu başlık Altında kuyumculuk sektöründe kullanılan değerli metalleri ve özelliklerini inceleyeceğiz. Değerli metallerden oluşan alaşımlar ve uygulanan teknikler kuyumculuk sektörünün en önemli konularıdır. Ayrıca kuyumculuk sektöründe kullanılan özel kimyasallar ve bunların metaller üzerinde etkileri bulunmaktadır [120].

Değerli metaller olarak daha önce bahsettiğimiz metaller sırasıyla altın, gümüş, bakır ve platin grubudur. Kuyumculuk sektöründe ise bu metallerin daha çok alaşım halleri kullanılmaktadır (Şekil 3.83) [120,190-192].



Şekil 3.83 Kuyumculuk atölyesinde bir yüzük üretimi yapan zanaatçı görseli [193]

3.2.3.1 Alaşım ve alaşım metalleri

Bir metale bir veya birden fazla metal-ametalin katılarak eritilmesiyle elde edilen farklı özelliklerde ve üstün metalik özellikler taşıma özelliği katan daha çok metalurjik yeni tür metaller oluşturma işlemine alaşım denir. Bu işlem sonucu alaşıma katılan bazı metallerin özelliklerinin değişmesi ve hatta yeni özellikler kazandırması amacıyla yapılmaktadır [120,190-192].

Saf metaller belirli özelliklere sahip olup ancak sınırlı kullanma alanları vardır. Saf metallerin özelliklerini belirli işlemlerle değiştirmek mümkündür. Isıl işlem ve soğuk biçimlendirme sonucu kazanılan yeni özellikler endüstriyel açıdan önemlidir. Bu özellikler mukavemet, şekil verme, uzama, yüzey parlaklığı, elektrik ve ısı iletkenliği gibi çok fazla geniş alan kaplar. Ayrıca değerli metallere farklı renk kazandırmak amacıyla alaşım yapmak gerekmektedir [120,190-192].

Alaşımlarda fiziksel ve kimyasal özellikler karışıma katılan metallerin özelliklerinden farklı olabilir (Şekil 3.84). Örneğin saf altın ve gümüş metallerine katılan bakır sonucu sertlik artmaktadır. Aynı şekilde alaşıma katılan metaller rengi sarıdan, yeşil, kırmızı ve beyaza kadar değiştirebilir [120,190-192].

Alaşımın Amacı ve Sağladığı Faydalar:

- Isıl işlemlerine uygun hale getirme,
- Mekaniksel özellikleri değiştirme,
- Malzeme maliyetini düşürmek,
- Çok sayıda ve değişik özellikte malzeme elde etmek,
- Korozyondan korunmak amaçlı,
- Fiziksel özellikleri değiştirme amaçlı.

Kuyumculuk sektöründe kullanılan genel alaşım tipleri altın ve renkli altın alaşımları, gümüş alaşımları ve platin alaşımlarıdır. Alaşımın en büyük faydası metallerin, ana metal özelliklerine nasıl tesir ettiğinin bilinmesi ile yeni üstün özellikte ürünlerin elde edilmesidir. Katkı elementlerinin altına katılması halinde metalin sertlik ve mukavemetini artırır. Altınla tüm metaller alaşım yapmakta fakat bu durum hem rengini hem de kırılgan olma özelliği sağlar [120,190-192].

Alaşıma katılan renk verici elementlerin miktarına göre renk sayısı artar. Fakat bunun dezavantajı olarak dökülme, sertlik, korozyona karşı direnç, işlenebilirlik ve mukavemet gibi özelliklere etki eder. Bu elementlerin katılımı sonucunda ayarlı altın alaşımların özellikleri iyi veya kötü şeklinde fazlasıyla etki eder [120,190-192].

Alaşım yapımında katılan elementlerin doğu hesaplanıp katılması önem arz eder. Grafit pota içerisine yüksek sıcaklığa sahip metal yerleştirilip eritilir. Daha sonra bu metaller daha düşük erime sıcaklığa sahip olan metal sırasıyla katılarak pota içinde eritilir. Eritme işleminde sırasında boraks ve karbonat katılarak potada oksitlenme olayı engellenir. Pota içerisinde eritme işlemleri yapılırken sık sık karıştırıp üzerinin örtülmesi çok önemlidir [120,190-192].



Şekil 3.84 Kuyumculukta belli bir amaç için bazı değerli metallerin belirli oranlarında karışılması [194]

3.2.3.2 Alaşım çeşitleri ve özellikleri

Tarihte ilk işlenilen metal olarak bilinen altın M.Ö. 3200 yıllarında Mısır hükümdarı tarafından Altın darphanelerinde eşit boylarda çubuk şeklinde para olarak kullanılırdı. Doğada nadiren saf halde bulunan altın süs eşyası olarak kullanılmıştır (Şekil 3.85-a). Genelde gümüş ve bazen de diğer metallerle ihtiva eder. Dünyadaki altının büyük bir çoğunluğu toprakta bulunan sarı metalik minerallerden elde edilir (Tablo 3.17). Gümüş oranı yüksek olduğu taktirde minerale ‘’elektrom’’ denir. Doğada bulunan ikinci önemli bileşiği kalaverit %43 Altın ihtiva eder. Daha az önemli bileşiği ise silvanit ile petzizdir. Altın genellikle doğada alüvyal yataklarda kumla karışık parçacık ve kuvars kayaçları içerisinde dağılmış ince damarlar içerisinde rastlanır. Altın bütün metotlarla şekillendirilebilinir. Ayrıca alaşımlarda diğer metallerle beraber alaşıma katılabilir. Bu sebeple mekanik özellikleriyle kırmızı, sarı, yeşil ve beyaz renkli alaşımları kuyumculuk sektöründe kullanılır (Tablo 3.18-Tablo 3.19) [120,190-192].



Şekil 3.85 a) Altın külçesi, b) Gümüş külçesi, c) Bakır külçesi, d) Platin külçesi görselleri [195-198]

Tablo 3.17 Dünya altın üretiminin başlıca üretici ülkeler ve yüzdelikleri [120]

Ülke	Yüzde (%)
Güney Afrika Birliği	75
Kanada	3.7
ABD	3.4
Japonya	2.7
Gana	1.6
Avustralya	1.3
Filipinler	1

Tablo 3.18 Alaşımlarda renk elde etmenin bazı türleri [120]

Tipik Alaşım Elementleri ve Bunların Alaşım Renklerşne Tesiri	Tipik Alaşım Renklerinin Elde Edilmesinde Kullanılan Elementler	Genel Alaşım Renklerinde Element Miktarı
Bakır: Kırmızı renk verir **Gümüş:** Yeşil renk verir **Çinko:** Rengi açar, sararır **Nikel:** Beyazlaştırır **Paladyum:** Beyazlaştırır	**Sarı Altın Alaşımları:** Altın, Bakır, Gümüş ve Çinko **Beyaz Altın Alaşımları:** Altın, Bakır, Nikel ve Paladyum **Kırmızı Altın Alaşımları:** Altın ve Bakır **Yeşil Altın Alaşımları:** Altın ve Gümüş	**Ölü Yaprak Yeşili Altın:** Altın 700, Gümüş 300 **Deniz Suyu Altın:** Altın 600, Gümüş 400 **Soluk Sarı Altın:** Altın 334, Gümüş 666 **Gri Altın:** Altın 860, Demir 57-140, Gümüş 83-0 **Mavi veya Leylak Altın:** Altın 750, Demir 250 **Mor Altın:** Altın 790, Alüminyum 210 **Açık Mavi Altın:** Altın 460, İndiyum 540 **Canlı Pembe Altın:** Altın 790, Alüminyum 180-210, Bakır 30-0

Bilinen önemli Altın mineralleri:

1. Nabit Altın
2. Elektrum
3. Auroküprit
4. Aurostibit
5. Rodit
6. Kalaverit
7. Silvanit
8. Tetsit
9. Nagyazit
10. Kennerit
11. Petzin

Ülkemizde bulunan Altın sahaları:

1. İzmir (Karşıyaka-Arapdağı)
2. Çanakkale (Kirazlı-Kartaldağ)
3. Elâzığ (Baskil-Nazaruşağı)
4. İzmir (Ödemiş-Küre)
5. Hatay (Kisecikköy)

Altın analiz yöntemleri

Doğada altın (Au) elementer halde çok az miktarda platin, gümüş, bakır ile tellür metalleriyle bileşik halde çıkarılır. Cevherin yapısına bağlı altın cevheri farklı yöntemlerle elde edilir [120,190-192].

a) Hidrolik yöntem

Özgül ağırlığı yüksek olan altın, kumlar içerisinde serbest olarak bulunmaları sebebiyle eğik bir tırtıllı zemin üzerinde nispeten kuvvetli su akıntısı ile yıkanarak elde edilir. Suyun akış kuvvetinden dolayı altına göre hafif olan kum taneleri akar, geriye altın kalır [120,190-192].

b) Amalgamlaştırma yöntem

Genellikle serbest halde altın içeren cevherlere uygulanan bu yöntem cevheri öğütüp, cıva ile kaplanmış eğimli bakır levhalar üzerine akıtılır. Katı sıvı oranı %16.7'dir altın cıva içerisinde amalgam yaparak çözünür. Altın-cıva bileşiklerinin ergime noktası 100^0C'nin üzerindedir [120,190-192].

c) Siyanürleştirme yöntem

Altın (Au) miktarının çok düşük olduğu cevherlerde kolaylıkla uygulanabilir bir yöntemdir. Sülfür içerikli cevhere, amalgam yönteminden geriye kalan kısma ve serbest halde altın içeren cevhere siyanürleştirme yöntemi uygulaması yapılabilir. Öğütülmüş cevher alkali siyanür çözelti eklenerek havadaki oksijenle reaksiyon göstermesi beklenir. Altın (Au), altın siyanür kompleksi oluşarak çözünürler. Bu yöntem benzeri gümüş cevherleri içinde uygulanabilir [120,190-192].

Civanın, Altın dahil tüm metaller üzerindeki etkisi kimyasal aşındırma veya korozyon olarak değerlendirilemez. Altın ve cıva temas oranlarına bağlı hamurumsu ya da akışkan amalgam karışımı elde edilir. Düşük sıcaklıkta cıva kısmen buharlaşacağından, kuyumcuların çoğunluğu altın yüzükleri eski hale getirebilmek için düşük ateş altında ısıtırlar, sonrasında parlatıcı cilalama işlemi uygulanır [120,190-192].

Son derece toksit olan cıva işlemler sırasında solunması son derece tehlikeli olup, bu tür yöntemlerde gerekli iş sağlığı önlemleri alınmalıdır. Çalışma alanında kaliteli davlumbaz veya gerekli seviyede havalandırma sistemleri bulundurmak, ciddi sağlık sorunlarını önlemeye yeterli olacaktır. Isıtılarak buharlaştırılan cıvanın kontrolü birçok sorunları yaşamadan önlemmiş olacaktır. Bu durumda bir daha kullanılmayan iki yöntemin ardındaki temel sebeptir. Bu iki yöntemden diğeri ise altın kaplama sırasında bronz veya pirinç gibi kullanılan metalleri ateşle altın kaplamada yaldızlama yöntemidir. Yaldızlanacak takının yüzeyi altın-cıva amalgamla önce eşit şekilde yayılır, daha sonrasında cıva buharlaştırılması için takı ısıtılarak geriye altın kaplama kalması gerçekleştirilir [120,190-192].

Gümüş, işlenebilir parlak beyaz renkte, sertliği 2.5-3, saf altından biraz daha sert olup 2.5 mikron kalınlığında levhalar halinde üretilmektedir (Şekil 3.85-b). Genellikle alaşım olarak kullanılan gümüş, altından sonra en iyi işlenebilir metaldir. Değerli metallerde olduğu gibi binlik ayar sistemi ile ifade edilir. Eskiden 12'lik sistemde ifade edilirdi. Alaşım hali kendine özgü sesi oluşturur. En iyi elektrik ve ısı iletkenliği özelliğindedir. Metaller arasında ışığı en iyi yansıtır ve bu ışıklar görünen ve enfraruj ışığıdır. Gümüşün beyaz görünme nedeni ışık spektrumunda bulanan tüm ışınları homojen şekilde yansıtmasıdır. Ultraviyole ışınlar gümüşün davranışı kötüleşmekte, yerine radyum gibi diğer metallerle kullanılmaktadır. Gümüşün kaynama sıcaklığı halinde mavimsi buhar çıkar [120,190-192].

Gümüş cevheri genel olarak Norveç, Şili, Kanada ve Türkiye'de bulunur. Gümüş mineralleri kükürt, bakır, klor ve alüminyum karışımı halinde bulunur. Saf gümüş, suda ve havada soğuk ve sıcak halde bozulmaz. Gümüşçülerin saflık kontrolü bu özelliğinden faydalanılarak yapılır. Kırmızılaşıncaya kadar ısıtılan gümüş açık havada soğumaya bırakılarak dış yüzeyinde gir ve siyah renk lekeleri oluşup oluşmadığına bakılır. Eğer bahsedilen bir leke görülürse gümüş saf değildir. Nitrik asit (kezzap) gümüşü çok kolayca eritebilir ve ayrıca zehirli, tahriş edici duman ortaya çıkartır. Nitrik asit altını eritemediği için altın-gümüş alaşımını kolayca ayrıştırmayı sağlar. Gümüş alaşımlarda 2 yöntemle ayar test edilir [120,190-192]. Bunlar:

1.Yöntem: Gümüşün taş üzerine sürtülmesi ile çizgiler kıyaslandığında çizgi ne kadar beyaz ise o denli gümüş elementi içerir. 900'lük iz 800'lük izden daha beyazdır. Bu yöntem aynı şekilde gümüş alaşımları içinde geçerlidir.

2.Yöntem: Krom sülfür ile oluşturulan kırmızı renk leke gümüş ayarı arttıkça koyulaşır. Ayar belirleme amacıyla yapılan ısınma tekniğine nispeten bu yöntem daha hassas olup gümüş ve alaşımlarında kusursuzdur. Alaşıma damlatılan krom sülfür sıvısı sadece gümüşe değerse kırmızı leke belirtir fakat hem gümüş hem de adi metale temas ederse gümüşte kırmızı leke görünmez. Bu durumda ısıtma yöntemi kullanılır.

Metaller arasında en beyazı gümüş, tam parlatıldığında kusursuz bir yansıtıcı yüzeye sahip olur. Bu özelliğinden dolayı optik aynalarda tercih edilir. Bu özelliğinden kaynaklı yüzeyden yansıyan ısı son derece düşük olup parlatılmış gümüş kaba konulan sıcak bir sıvı geç soğur. Gümüş altından sonra en kolay yassılaşan metal olduğundan dövülerek birkaç mikrometre kalınlığında saydam yaprak şekline getirilebilir. Arı gümüş ise tırnakla çizilecek kadar hassas yumuşaklıktadır. Açık hava temasında büyük miktarda oksijen emen gümüş metaller arasında gerek ısı gerekse elektrik iletkenliği açısından tüm metallerden üstündür [120,190-192].

Bakır, kırmızımsı renkte, elektriği ve ısıyı iyi ileten, sünme özelliği son derece yüksek olan değerli bir metaldir (Şekil 3.85-c). Bakır elementi doğada sülfürlü cevherler, karbonatlı malakit, kalkopirit, azurit ve bornit bileşikleri olarak bulunur. Daha çok elektrik sanayisinde kullanılan bakır kuyumculuk sektöründe ise alaşımlarda katılarak kullanılır. Bakır, altınla alaşım yaparak aşınma direncini artırırken tüm alaşımlarda da farklı renk veya mekanik özellikler elde edilmesi sağlanır [120,190-192].

<u>Altın Alaşımlarına Katılacak Bakır Özellikleri:</u>

- En az %99.95 saflıkta ve elektrolitik özellikte olmalı,
- Parçacık halde olmalı,
- Oksit ve yağdan arınmış, temiz olmalıdır.

<u>Bakır-Altın Alaşımlarında Bakırın Etkisi:</u>

- Altın alaşımına sertlik ve kopma mukavemeti kazandırır,
- Alaşımdaki bakır miktarı arttıkça alaşım rengi kırmızıya kayar.

Platin grubu metaller de kuyumculukta önem arz eder. Kimyasal özellikleri ve nadir bulunuşu ile değerli metaller arasında yer alır. Fiziksel özelliklerinden kaynaklı yumuşaklığından dolayı kolay işlenebilir bir metal elementidir (Şekil 3.85-d). Platin grubu elementler rutenyum, paladyum, rodyum, iridyum ve osmiyumdur. Doğada saf olarak değil daha çok metal cevherleriyle birlikte bulunur. Nikel ve bakır cevherlerinde daha çok rastlanır. Birçok değerli metallerle alaşım yapabilirler [120,190-192].

Platin paslanmama ve parlaklığını kaybetmemesi özelliğinden mücevhercilik ile kuyumculuk sektöründe önemli rol oynar. Çok ideal bir takı malzemesidir. Kuyumculuk sektöründe alyans, yüzük, bilezik, küpe, kolye, pim ve piercing gibi takılarda kullanılır. Paladyum, ilginç fiziksel özelliklerinden dolayı birçok üründe kullanılır. Metaller arasında en değerli üçüncü emtia olup platinden sonra üçüncü sıradadır. Paladyum altının yapı taşı olup bazen beyaz altın olarak da bilinir[190-192].

Rodyum, dünyanın en pahalı metalleri arasında olup ismini yunanca ‘’gül’’ anlamından alır. Çok yüksek derecede yansıma oranına sahiptir. Rodyum tuzlarının seyreltilmiş çözeltisi gül kırmızısı rengi alır. Kuyumculuk sektöründe en pahalı metaller arasında bulunur [120,190-192].

Tablo 3.19 Kuyumculuk sektöründe kullanılan bazı değerli metallerin özellikleri [120]

Metal	**Ek**	**Sembol**	**Hacim Kütlesi**	**Erime Noktası**	**Kaynama Noktası**	**Kimyasal Özellikleri**
Altın	**37**	**Au**	19,3	1063	2860	Siyanür ve kral suyunda erir.
Gümüş	**39**	**Ag**	10,5	961,9	2163	Nitrik asit, alkalin siyanürler, sıcak sülfürik asitlerde erir. Klorik asitte, soda ve sudkostiklerde erimez.
Platin	**38**	**Pt**	21,45	1796	3830	Soda, sudkostik ve kral suyunda erir.
Bakır	**40**	**Cu**	8,92	1083	2595	Sıcak sülfürik asitte ve kral suyunda erir.

3.2.3.3 Kuyumculuk sektöründe kullanılan kimyasallar

Asit suya ilave edildiğinde hidrojen iyonları veren kuyumculuk sektöründe özel durumlar ve konsantrasyonları olarak kullanılır. Asitler katı, sıvı ve gaz halde olabilirler. Asit moleküllerinde bulunan hidrojen özel şartlarda yer değiştirip tuz denilen ve türetildiği ve metalin adını alan yeni ürünler ortaya çıkar. Bakır sülfat denildiğinde ise hidrojen yerine bakırın geldiği bir sülfürik asit akla gelir [120,190-192]. Asit özellikleri şunlarıdır;

- Ekşi tattadır,
- Turnusol kağıdında mavi rengi kırmızıya çevirir,
- Bazlarla birleşerek tuz açığa çıkar,
- Aktif metallerle birleşerek hidrojen gazı salar,
- Değerlikleri suya verebilecekleri oksijen gazının sayısına bağlıdır.

Zaç yağı (sülfürik asit) ve sülfatlar

Saf ve derişik halde iken renksiz, saydam ve yağlı bir sıvı görünümündedir. Sudan iki kat daha yoğundur. Saf halde 66oBe, 18'lik hacim kütlesine ve asitlik oranı %96'dır. Saf olmayan derişik türevlerinde kurşun, demir vb. bulunmaktadır. Açık muhafaza edildiğinde havadaki suyu emer ve sulanır. Sıcakken gümüşü eritir ve saf altınının elde edilmesine yardımcı olur [120,190-192].

Kezzap (nitrik asit)

Sıvı hali üç ayrı derecede piyasada bulunur. Bunlar; 42oBe-%33 su, 40oBe-%38 su ve 36oBe-%48 su şeklindedir. Muhafaza edildiği kap açıldığında zehirli ve kızgın duman yayar. Üreticiler için hidroklorik asit bulunmayan ve kuyumculukta kullanılabilir kadar saf 42oBe'lik eriyikler tercih edilir [120,190-192].

Tuz ruhu (hidroklorik asit)

Sıvı halde satılır ve hava ile temasında ortaya duman çıkar. Kuyumculukta en yaygın kullanım şekli 1 hacim nitrik aside 3-4 hacim hidroklorik asit eklenir. Bu eriyik ''kral suyu'' olarak da bilinir. Fe, Sn, Zn, Al ve paslanmaz çeliğe nüfuz eden hidroklorik asit sonucu klorür ortaya çıkar. Ag ile temasında çözünürlüğü olmayan ve ilave kimyasal tepkimeleri engelleyen bir klorür üretir [120,190-192].

Hidroflorik asit

Suda erimiş olarak %40-50 ve 60 yoğunluklarında 20oBe, 25oBe ve 30oBe, 33oBe şeklinde satılan gazlardır. Hava ile teması sonucu duman çıkar. Kuyumculukta kaplamaların dışında işlemde kullanılır. Bu asittin silikatları camı, kuvarsı ve porseleni eritir [120,190-192].

Boraks ve asit borik

Piyasada toz, parça ve kristal olarak üç ayrı şekilde bulunur. Asit borik parmaklar arasında ezildiği zaman meydana yağ çıkar. Kaynak işleminin kolaylaştırılmasında, nikelajda kullanılan galvaniz banyolarının pH değerini düzenlemek, kül ve minerallerden değerli metallerin çıkarılmasında yaygın olarak kullanılır [120,190-192].

Kral suyu

Nitrik asit ve hidroklorik asit karışımından elde edilen bu karışım altını eriten tek bir kimyasal maddedir. Cam şişelerde sıkıca kapanarak muhafaza edilir [120,190-192].

Arı (saf) su

Günümüzde iyon emici reçinelerle elde edilen arı su, eskiden kaynatılarak elde ediliyordu. Saf halde gümüş (Ag) nitratı tanesi bulandırılmadan erimesi gerekir [120,190-192].

Kuyumculukta asitlerin dışında amonyak, sodyum hidroksit gibi bazlar ve boraks, sodyum karbonat, gümüş nitrat, potasyum nitrat gibi tuzlar da kullanılır [120,190-192].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez konusu hakkında yapılan literatür araştırması sonucu değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin potansiyel ekonomik durumu incelenmiştir. İncelenen kaynaklar sonucu değerli-yarı değerli taşlar ile metallere ait üretim, ithalat ve ihracat grafikleri oluşturulmuştur. Oluşturulan grafikler yorumlanarak tartışılmıştır. Ayrıca spesifik olarak kullanılan değerli-yarı değerli taşlar ile metaller hakkında literatür okuması yapılmıştır. Okumalar sonucunda, farklı alanlarda kullanılan doğal taşların kimi zaman şiirlerde yer aldığı, kimi zaman şifalanmak için kullanıldığı görülmüştür.

4.1 Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metallerin Potansiyeli ve Ekonomiye Kazandırılması

Ülkemizde süstaşı kültür mirası coğrafyasına has özelliklerle dünyada eşi benzeri bulunmaz sentezdedir. Farklı uygarlıklar ve özgün yapısıyla geçmişteki toplumun sanat izlerini yansıtan eşsiz güzelliklerde eserler günümüze kadar ulaşmıştır. Çağlar boyunca Anadolu topraklarından çıkarılan değerli-yarı değerli taşlarla imal edilen süstaşları günümüze kadar tarihi eser olarak takı, mühür ve çeşitli süs eşyalarında varlığını göstermiştir. Bu bağlamda, Neolitik Dönemden bu yana Anadolu coğrafyası gemolojik çalışmaların konusu olmuştur [124-127,199].

1970'li yıllarında amatör meraklıların ve jeologların çabalarıyla ülkemizde gemolojik objelere ilgi artmıştır. Turgut Özal'ın ikinci başbakanlığı döneminde ise yurtdışı işlenmiş taş ithalatının serbest bırakılmasıyla yeni bir dönem başlamıştır. Bu gelişmenin olumlu ve olumsuz birçok sonuçları olmuştur. Ülkemizde çıkarılan bazı değerli-yarı değerli taşlar ile metaller aşağıdaki Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1 Ülkemizde bulunan bazı değerli metaller [120]

Metal	Ülkemizde Bulunduğu Yerler
Altın	Artvin, Ankara, Balıkesir, Bilecik, Çanakkale, Erzincan, Eskişehir, Gümüşhane, Hatay, İzmir, Kayseri, Konya, Manisa, Niğde, Ordu, Sivas, Uşak
Gümüş	Ardahan, Antalya, Amasya, Bursa, Balıkesir, Elâzığ, Gaziantep, Gümüşhane, İzmir, Kütahya, Mardin, Niğde, Trabzon
Bakır	Adıyaman, Artvin, Balıkesir, Çanakkale, Diyarbakır, Elâzığ, Erzurum, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Ordu, Rize, Siirt, Sivas, Trabzon

Tablo 4.2 Türkiye'de bulunan bazı süstaşları [199]

Süstaşı**	Ek	Ülkemizde Bulunduğu Yerler
Akik/Agat	8	Ankara, Kütahya, Afyon, Balıkesir, Çanakkale, Bilecik
Ateş Opali	6	Kütahya
Ametist	5	Balıkesir, Yozgat
Akuamarin	9	Manisa, Bilecik
Adularya (Aytaşı)	13	Aydın
Beril	9	Yozgat
Diyaspor	7	Muğla
Dumanlı Kuvars	5	Aydın
Granat (Almandin)	24	Menderes Masifi
Jadeit (Yeşim)	10	Bursa
Kuvars	5	Bursa, Eskişehir, Gümüşhane, Konya, Muğla
Kalsedon	23	Adana, Bursa, Bandırma, Çanakkale, Çankırı, Eskişehir, İzmir, Manisa, Yozgat
Krizopras	23	Eskişehir, Çanakkale, Kütahya, Tokat, Çankırı
Kehribar (Amber)*	19	Artvin
Kemererit		Erzurum
Mercan (Coral)*	20	Ege, Marmaris
Opal	6	Eskişehir, Kütahya, Afyon, Ayvalık, Çanakkale, Bilecik
Obsidyen		Nevşehir, Aksaray, Niğde, Kars
Oltu taşı	27	Erzurum
Oniks	23	Manisa
Silişleşmiş Ağaç		Ankara
Turkuaz	12	Erzurum
Turmalin	31	Yozgat, Balıkesir, Tokat, Çanakkale
Zebercet (Peridot)	26	İzmir, Bolu, Tokat, Eskişehir, Bursa

NOT: *Organik yarı değerli taşlarıdır

**Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır.

Kalın yazılanlar MTA (Tablo 3.36) listesinde bulunan süstaşlarıdır.

4.1.1 Dünya genelinde değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin potansiyeli ve ekonomiye katkısı

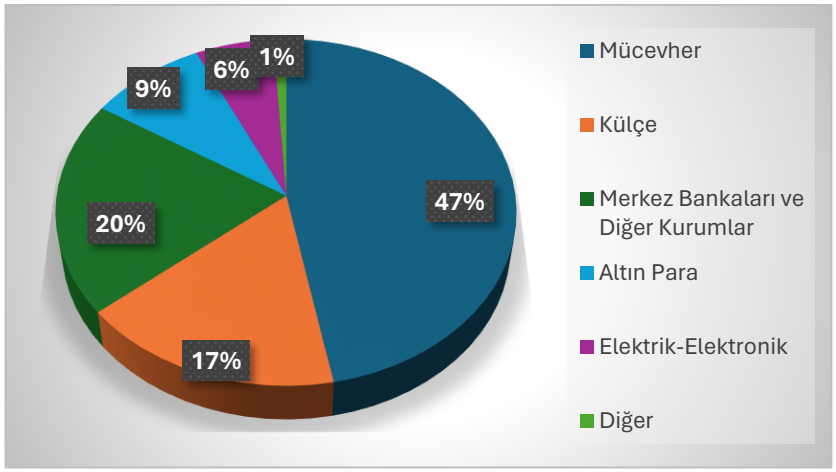
Değerli-yarı değerli taşlar ve metaller dünyanın çeşitli yerlerinde binlerce yıldır varlığı bilinmekte ve işletilmektedir. Fakat bu yatakların boyut ve rezervleri hakkında sistematik bir değerlendirme yapılmamıştır. Bu sebeple dünyada bulunan değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin rezerv rakamları tam olarak bilinmemektedir. Elmas dışında bazı yarı değerli taşların rezervlerine sahip belli başlı ülkeler Tablo 4.3'te verilmiştir [121,125-127,199].

Tablo 4.3 Bazı süstaşları rezervine sahip ülkeler [199]

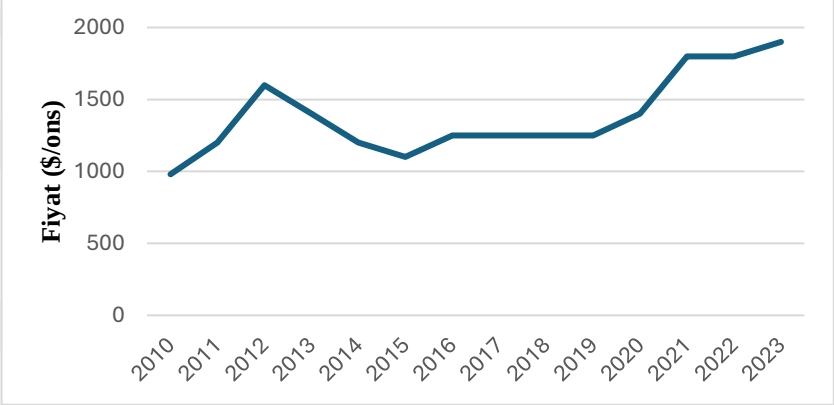
Ülke	Değerli-Yarı Değerli Taşlar
Afganistan	Beril, Turmalin, Yakut
Avustralya	Beril, Opal, Safir
Brezilya	Agat, Ametist, Beril, Safir, Topaz, Turmalin, Yakut
Burma	Beril, Jadeit, Safir, Topaz, Yakut
Kolombiya	Beril, Safir, Zümrüt
Kenya	Beril, Granat, Safir
Madagaskar	Beril, Pembe Kuvars, Safir, Turmalin
Meksika	Agat, Opal, Topaz
Sri Lanka	Beril, Safir, Topaz, Yakut
Tanzanya	Granat, Safir, Tanzanit, Turmalin, Yakut
Zambiya	Ametist, Beril

2015 yılında süstaşlarının küresel pazar alanındaki tahmini değerleri 17-25 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa kıtasından Ortadoğu'ya ve Kuzey Afrika'ya kadar uzanan ülkemizin de içinde bulunduğu birçok yarı değerli taş yatakları bulunmaktadır. Küresel pazar alanında yıllık yaklaşık 50 milyar dolar ham yarı değerli taş ticaretinin 25-30 ülke arasında gerçekleştiği bilinmektedir [121,125-127,199].

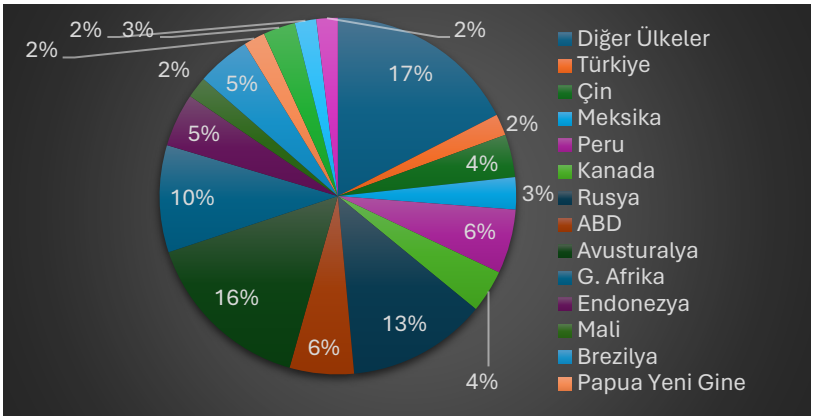
Dünya altın üretimi 2001 yılından 2007 yılına kadar 2.393 tondan 3.117 tona çıkarak %30 artmıştır. Çin, ABD, Rusya, Avusturalya, G. Afrika, Kanada ve Peru gibi ülkeler altın üretiminde söz sahibi konumundadır (Grafik 4.3) [121,125-127,199]. Sektörlere bağlı Altın kullanım alanları Grafik 4.1'de belirtilmiştir. 2010-2023 yılları arasında Altının ekonomik değerleri Grafik 4.2'de verilmiştir.



Grafik 4.1 Sektörel bazda Altının kullanım alanları [125]

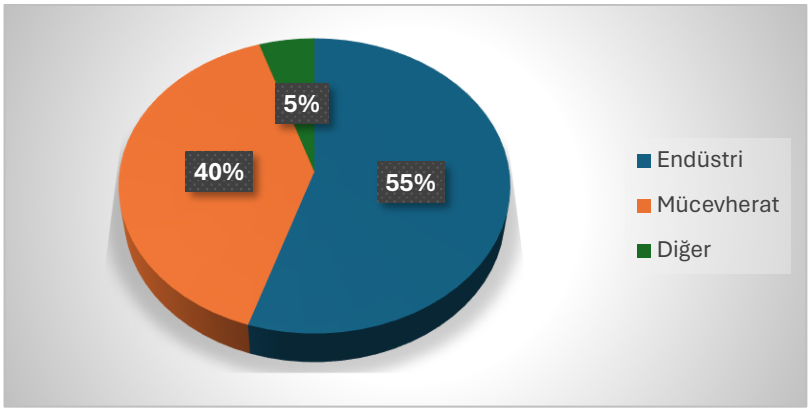


Grafik 4.2 2010-2023 yılları arası Altın değeri ($/ons) [125]

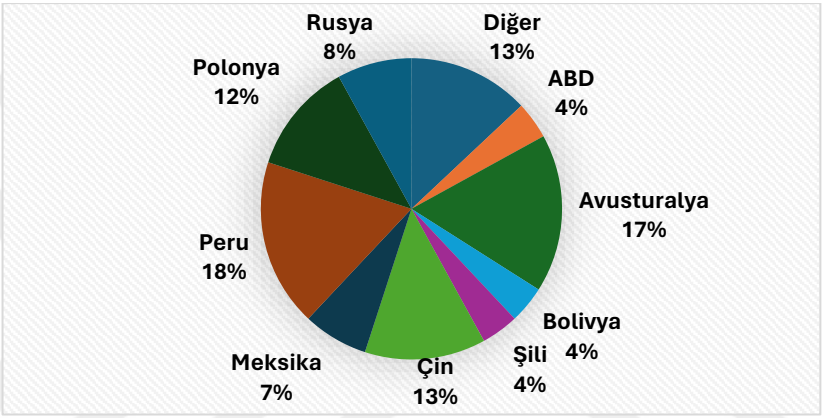


Grafik 4.3 Dünya Altın üretiminin ülkelere göre dağılımı [125]

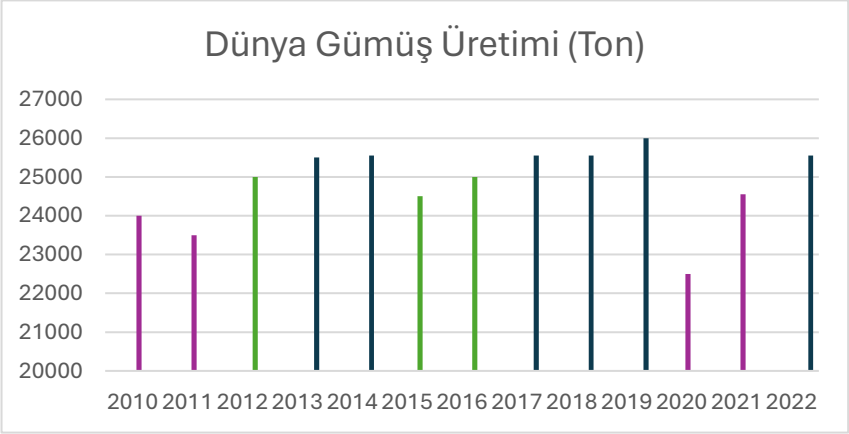
Avustralya ve Peru gibi ülkeler ise zengin gümüş madeni yataklarına sahiptir. Gümüş üretiminde ise ilk sırayı Meksika alırken ardından Çin, Peru, Şili ve Avustralya izlemektedir (Grafik 4.5-Grafik 4.6) [121,125-127,199]. Gümüşün kullanım alanlarına göre yüzde dağılımı Grafik 4.4'te verilmiştir



Grafik 4.4 Sektörel bazda Gümüşün kullanım alanları [126]

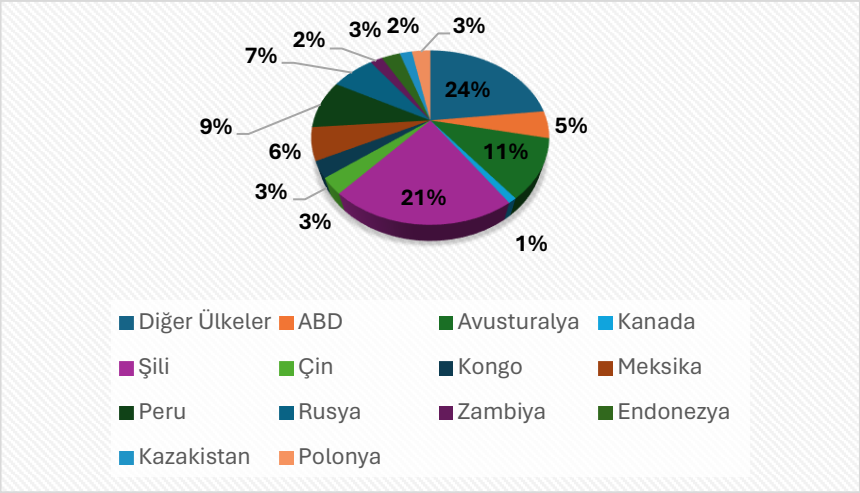


Grafik 4.5 Dünya Gümüş rezervinin ülkelere göre dağılımı [126]

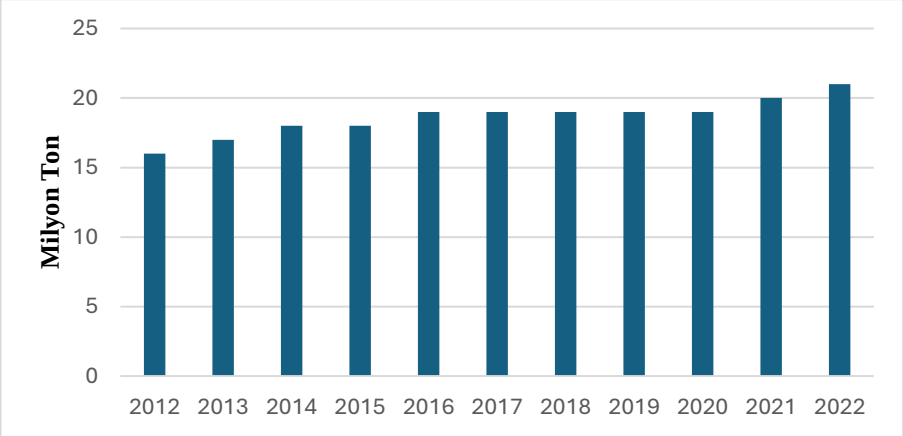


Grafik 4.6 2010-2022 yılları arası dünya Gümüş üretimi grafiği [126]

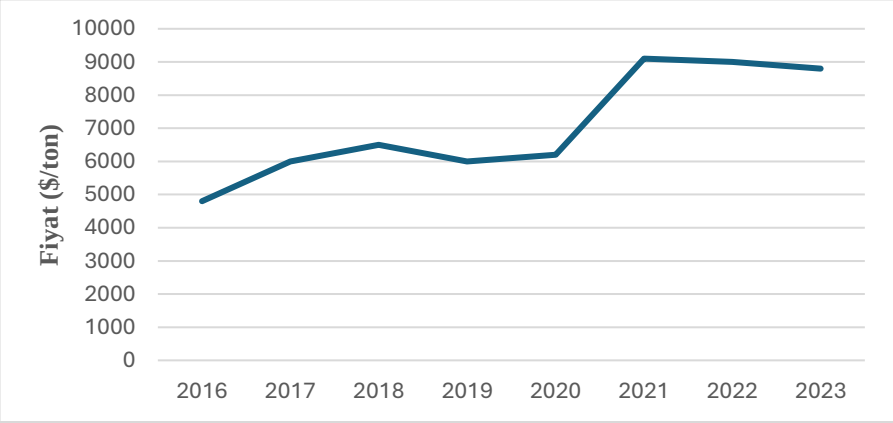
Dünya bakır yataklarında bulunan rezervlerin %90'nı bilinmektedir. ABD, Şili, Peru, Afrika, Kanada, Alaska, Çin, Avusturalya ve Rusya en çok bakır mineraline sahip ülkelerdir (Grafik 4.7-Grafik 4.8) [121,125-127,199]. 2016-2023 yılları arasında Bakırın ekonomik değerleri Grafik 4.9'da verilmiştir.



Grafik 4.7 Dünya Bakır rezervlerinin ülkelere göre dağılımı [127]



Grafik 4.8 2012-2022 yılları arası dünya Bakır üretimi [127]



Grafik 4.9 2016-2023 yılları arası Bakır fiyatları [127]

4.1.2 Türkiye genelinde değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin potansiyeli ve ekonomiye katkısı

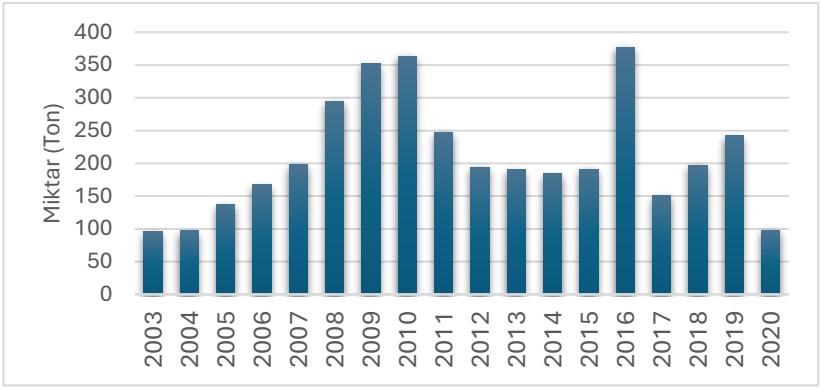
Türkiye süstaşları bakımından zengin çeşitlere sahiptir. Muğla'nın Milas ilçesinde yüksek kalitede diyaspor (zultanit) ile dünya çapında ün yapmıştır. Bunun dışında opal, ametist, hematit, lületaşı, kalsedon vb. birkaç çeşit süstaşları Türkiye sınırları içerisinde mevcuttur. Fakat ülkemizde süstaşı üreticiliği oldukça düşük seviyelerdedir. Türkiye'de küçük çapta birkaç tane değerli-yarı değerli taşlar üretim ve işleme tesisi olup hammadde olarak daha çok dışa bağımlıdırlar. Dünya süstaşı pazar payının en büyüğü Avrupa ülkelerine aittir. 2018 dış ticaret verilerine göre ithal edilen 15.606 kg süstaşının yaklaşık maliyeti 176 milyon dolar iken aynı yıl ihracat edilen 14.086 kg süstaşının yaklaşık maliyeti 33 milyon dolardır. İthalat ve ihracat arasındaki ciddi fark ise milli gelir bakımından azımsanmayacak büyüklüktedir [121,125-127,199].

Ülkemizde Cumhuriyet döneminde ilk altın üretimi 2001 yılında İzmir-Bergama Ovacık altın maden rezerv alanında başlamıştır. Üretiminin başlarında 1.4 ton/yıl seviyesinde iken her geçen yıl kapasitesini artırarak 2013 yılında 33 tonla yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. 2015 yılından sonra dünya çapında metal fiyatlarında yaşanan düşüş ülkemizdeki üretici ve üretimi ciddi anlamda etkilemiştir (Tablo 4.4). Mevcut koşullarda ülkemizin altın üretim potansiyeli 50 ton/yıl kapasitelerinde seyretmektedir [121,125-127,199].

Tablo 4.4 2008-2022 yılları arası Türkiye'de gerçekleşen altın üretimi [121,125]

Yıl	Üretim (Ton)	Yıl	Üretim (Ton)	Yıl	Üretim (Ton)
2008	11	2013	34	2018	28
2009	15	2014	31	2019	39
2010	17	2015	28	2020	42
2011	24	2016	24	2021	39
2012	29	2017	23	2022	31

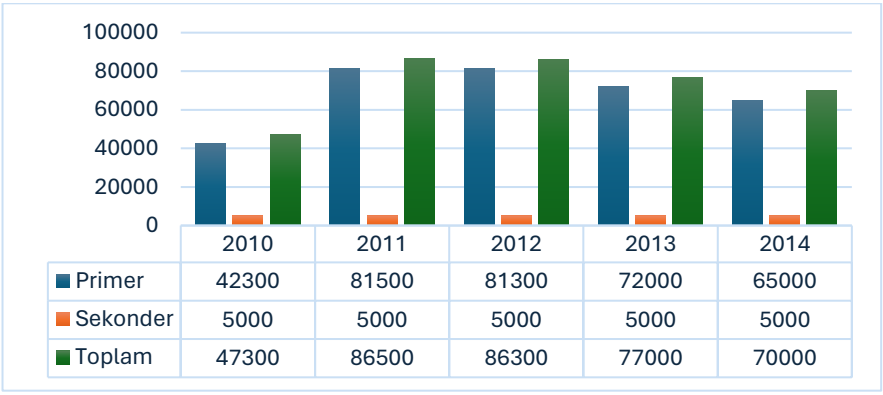
2016 yılında MTA Genel Müdürlüğü'nce yapılan çalışmalarda ülkemizde tespit edilen görünür ve muhtemel gümüş rezerv miktarı 5.740 ton civarındadır. Türkiye'de en büyük gümüş yatağına sahip olan Kütahya-Gümüşköy maden yatağıdır. 2000 yıllarının başlarında düzenli artış gösteren üretim, 2010 yılında maksimum seviyelere ulaşarak 2016 yılında üretimi 377 ton civarında olmuştur (Grafik 4.10) [126].



Grafik 4.10 2003-2020 yılları arası ülkemizin Gümüş üretimi [126]

MAPEG verilerine göre 2020 yılı itibariyle ruhsatlı Gümüş madenciliği içeren işletmeler vardır. 25 farklı ilde 41'i normal faaliyetli, 11'i geçici tatilde olan, 43'ü faaliyeti durmuş, 1'i ruhsatta birleştirme yaptığı ve 2'si durumu hakkında bilgi olmayan toplamda 97 adet Gümüş ve Gümüş içeren kompleks cevheri bulunan işletmeler mevcuttur [120,126]. Ülkemizde 2010-2014 yılları arasındaki Bakır üretimi Grafik 4.11'de verilmiştir.

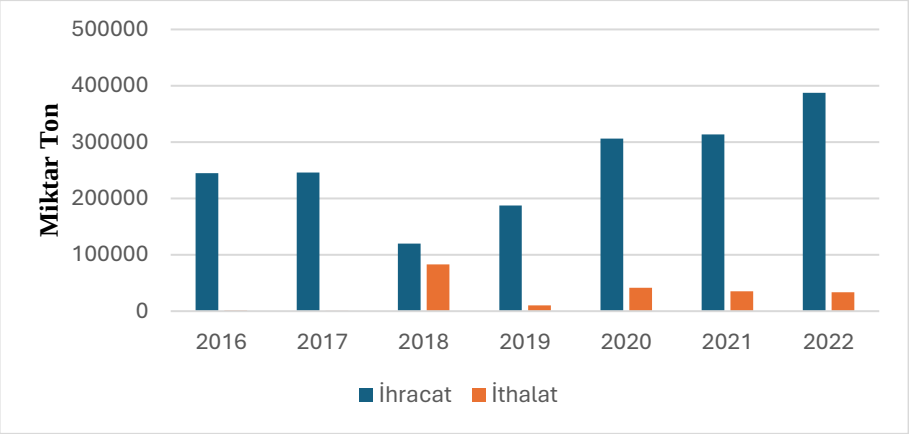
Anadolu coğrafyasında bakır madenciliği 10000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Arkeolojik çalışmalarda Çatalhöyük alanında cevherden arıtma yoluyla bakır elde edildiği kazılarda ortaya çıkmıştır. MTA ve diğer yerli-yabancı şirketlerin yapmış olduğu etütlerde elde edilen verilere göre 650 civarında Bakır mostrası bulunmaktadır. Ülkemizde jenetik olarak; porfiri yatakları, masif sülfit yatakları, hidrotermal damarlar ve kontak metasomatik yataklar vardır [127].



	2010	2011	2012	2013	2014
Primer	42300	81500	81300	72000	65000
Sekonder	5000	5000	5000	5000	5000
Toplam	47300	86500	86300	77000	70000

Grafik 4.11 Türkiye rafine Bakır üretimi USGS, Bakır (Tahmini değerler) [127]

Ülkemiz platin rezervinden mahrum olması sebebiyle ihtiyaca göre dışa bağlı ithalat yapmaktadır. Borsa İstanbul Kıymetli Madenler Piyasası 2022 Temmuz ayı verilerine göre 33,98 kg ithalatla geçen zamanlara göre rekor kırdığı bildirilmiştir [120]. Fakat buna karşılık Bakır ihracatında ise tatmin edici seviyelerdedir (Grafik 4.12).



Grafik 4.12 2016-2022 yılları arası tüvenan Bakır ihracat/ithalat miktarı [127]

4.2 Değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin spesifik kullanım alanları

Değerli-yarı değerli taşlar ile metaller sanayi, endüstri, takı tasarım, kuyumculuk ve mücevhercilik gibi sektörler dışında geçmiş tarihlerden bu yana farklı alanlarda da ismini var etmiştir. Antik dönemden günümüze kalmış takılarda ve süs eşyalarında, mimari yapılarda dekoratif kullanım alanlarında, edebiyat eserlerinde, felsefede, litoterapi gibi şifa amaçlarında, tıbbi jeolojinin konularında ve radyestezi gibi ilginç yöntemlerde değerli-yarı değerli taşlar ile metallere çok sık rastlanmaktadır.

4.2.1 Arkeo-Gemoloji

Takı ile süslenme kültürü arkeolojik çalışmalar sonucu geçmiş çağlardan günümüze aktarılmıştır. Arkeo-mineralojinin alt bilim dalı olan arkeo-gemoloji son yıllarda önemini arttırmıştır. Arkeolojik kazılar sonucu müzelerde muhafaza edilen antik süstaşlarının tanımlanması, konservasyonu ve teşhirinde arkeo-gemoloji büyük önem arz eder. İlk çağlardan beri Anadolu'da iz bırakmış birçok medeniyetle beraber dünyanın belli bölgelerinde birçok kültür medeniyetleri süstaşlarını günümüze kadar kalıntı olarak bırakmıştır. Bunlar takı, mühür, mücevher ve objeler gibi değerli eşyalar üzerinde kendini göstermektedir [201,203,206].

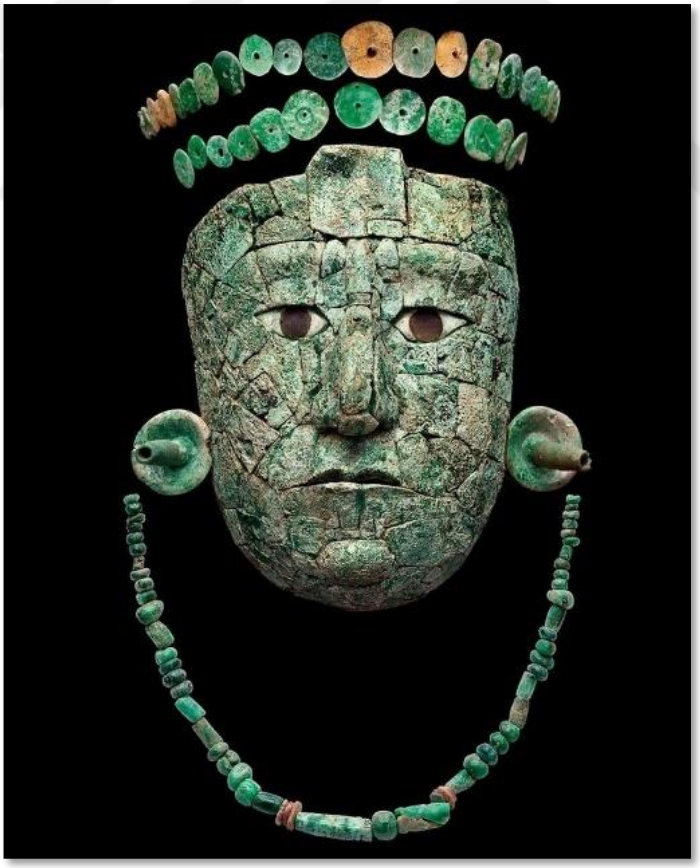
M.Ö. 7. yy. ile M.S. 5. yy. arasında Batı Anadolu'da en önemli üç büyük şehrinden biri olan İzmir Anadolu medeniyetlerine ait birçok süstaşı ürünleri ve mücevherlerine İzmir Arkeoloji Müzesinde ev sahipliği yapmıştır. İzmir Arkeoloji Müzesi bu açıdan birçok süstaşı bulunduran tarihi eserlerde arkeo-gemojiksel incelemeler bulunarak, bu taşların işlendiği dönemden özelliklerine kadar çeşitli bilgiler ortaya koymaktadır. İzmir Arkeoloji Müzesi arkeo-gemolojik inceleme açısından Türkiye'nin ilklerindendir [205,206].

Tarihin en erken dönemlerinden beri yüzükler çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Kullanılan bu yüzüklerde genel olarak değerli-yarı değerli taşlar kullanılmıştır. Bazı yüzükler ise mühür amaçlı kullanılmıştır. Mühür yüzükleri Asurlular ve Hititler tarafından ilk kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca Greko-Pers ve Helenistik dönemlerde de yaygınca mühür yüzükleri görünmektedir. Özellikle Roma dönemi statü gösterisi olarak da yüzük kullanmıştır (Şekil 4.1) [201-210].



Şekil 4.1 Anadolu'da ele geçen, Geç Helenistik ve Roma Dönemlerine ait yüzük taşları ve mühür yüzükler, MÖ 2. yüzyıl ile MS 4. yüzyıl arasına tarihlenmektedir [211]

Süstaşları Antik Dönemlerde takılardaki kullanım amacı dini ritüeller, tılsımlar, büyüler ve şans getirme gibi kavramlar etkisinde gelişmiştir. Bazen de ölü hediyesi, imtiyaz göstergesi, güzelleşmek, güç gösterisi ve tanrılara sunulan armağanlar olarak da kullanılmıştır. Eski çağlarda Anadolu'da yarı değerli süstaşı üyesi olan kuvars grubu mineraller doğal formlarıyla veya belirli işlemler görmesiyle dinsel ve kültürel açıdan günümüze kadar taşınmıştır. Paleolitik Çağ'dan Tunç Çağı ortalarına kadar bazı silisli sert taşlar ise keski ve balta gibi ilkel aletler olarak kullanılmıştır. Bu ilkel aletlerle iki teknik geliştirilerek süstaşları yüzeyi cilalandırılmış ve fonksiyonel hale getirilmiştir. Örneğin Helenistik dönemde elmas ve safir gibi sert taş uçlarıyla süstaşları oyulup delinmiş ve aşındırıcı olarak da bunların tozlarından faydalanılmıştır. Burada taşların sertlik derecelerinden faydalandığı görülmektedir [207-209]. Amerika antik tarihinde Altın Krallıklar dönemine ait ve yakın zamanda keşfedilmiş olan Kızıl Kraliçe maskesi yarı değerli taşlardan oluşmaktadır (Şekil 4.2)



Şekil 4.2 Kızıl Kraliçe'nin maskesi, Jadeit (Yeşim), Malakit, deniz kabuğu, Obsidyen ve Kireçtaşından yapılmış Maya kültürü, M.S. 672 Meksika'daki Palenque antik kentinde bulunmuş ve Palenque Müzesi'nde sergilenmektedir [212]

İ.Ö 2000'in ilk çeyreğinde Kültepe civarında altın ve gümüşten küpeler, yüzükler ve iğneler yapıldığı bilinmektedir. Urartular ise altın ve gümüş işlemeciliğinde ustalaşarak döküm, granüle ve repousse tekniklerini çok iyi kullanmıştır. M.Ö. 5000 yıllarından beri Anadolu'da döküm tekniği kullanılmaktadır. Romalıların kuyumculukta kullanmış olduğu dekoratif formlar ise daha sonra Bizanslıların takılarında devamlılığını sürdürmüştür. Osmanlı döneminde ise altın ve gümüş takılarda, çakma, kabartma, yaldızlama, zincir ve telkâri gibi geniş süsleme sanatları kullanılmıştır [205,209].

Arkeolojide çok geniş bir alanı kaplayan gemoloji bu sebeple gün geçtikçe değer ve önem kazanmaya devam etmektedir. Bilgi deryasına dönüşmüş olan arkeo-gemoloji hakkında yazılacak birçok konu olmasına nazaran konumuz gereği kısa bilgilendirmeyle değinilmiştir [210].

Osmanlı hazinesine ne zaman, neden ve ne şekilde girdiği bilinmeyen ''Kaşıkçı Elması'' 86 karat ağırlığında çevresinde ise çift sıralanmış şekilde 49 tane elmas ile süslenmiştir. Ayrıca dünyada en çok bilinenler arasında nadir bir tarihi eserdir (Şekil 4.3) [213].



Şekil 4.3 Topkapı Sarayında Sergilenmekte Olan Kaşıkçı Elması Görseli [213]

Ukrayna Mogila Perederijewa bölgesinde bulunan eser üzerinde iki savaşçıya karşı dört İskit askeri işlenmiş Altın kask Donetsk gölgesinde M.Ö. 4. yy.'da yapılmıştır (Şekil 4.4) [214].



Şekil 4.4 Tarihi eser olan Altın kask [214]

Eski Mısır dönemine ait Altın plaka ve tel halka üzerine bok böceği tasvirli Lapis Lazuli taşı eseri M.Ö 1850-1750 yıllarında yapılmıştır (Şekil 4.5) [215].



Şekil 4.5 Altın ve Lapis Lazuli taşının birleşimiyle yapılmış tarihi yüzük eseri [215]

M.Ö 7.-6. yy.'la ait Yeni Babil döneminde yapılmış Lapis Lazuli taşından konik mührü kullanılmıştır (Şekil 4.6) [216].



Şekil 4.6 Lapis Lazuliden yapılma konik mühür [216]

Altından yapılma ve yarı değerli Akik taşı işlenmiş göğüslük takısı M.Ö 1.-3. veya 4.-5. yy.'lına Türkmenistan bölgesine aittir (Şekil 4.7) [217].



Şekil 4.7 Altından yapılma ve yarı değerli taşlarla süslenmiş göğüslük görseli [217]

4.2.2 Mimari yapılar

Asur dilinde ‘’yüzük, halka’’ ve Yunancada ‘’tırnak’’ anlamına gelen yarı değerli oniks taşı mermer blokları halinde yapılarda iç mekân dekorasyonunda kullanılmaktadır. Renk olarak genellikle beyaz, sarı, kırmızı ve yeşil olan oniks saydam yapısı sayesinde ışığı geçirebilmektedir. Kristalize ve saydam yapısıyla diğer mermerlerden ayırt edilir (Şekil 4.8) [218-221].



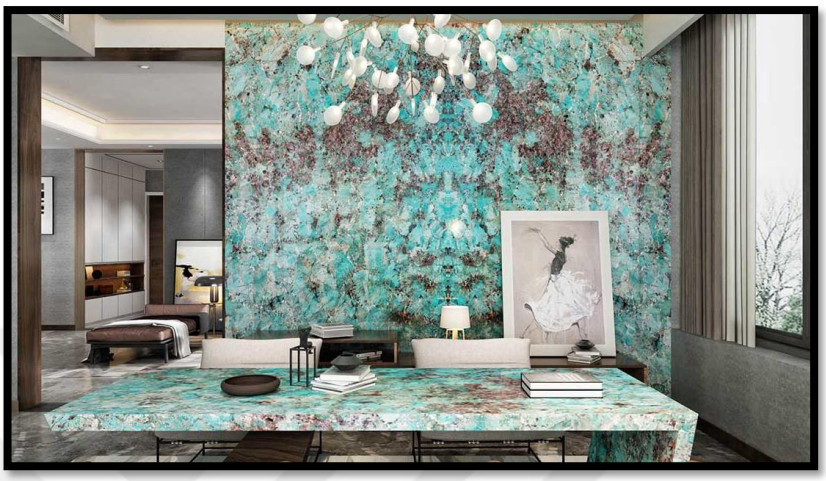
Şekil 4.8 Yarı değerli oniks mermerinden yapılma lavabo tezgâhı görseli [222]

Bir diğer yarı değerli taş olan agat ise oniks gibi mermer olarak dekoratif amaçlı iç mekânda kullanılmaktadır. Mavi renkte iç içe halkalar halinde göz alıcı bir şekli vardır (Şekil 4.9) [218-221].



Şekil 4.9 Yarı değerli agat taşıyla dekore edilmiş tuvalet ve banyo iç mekân görseli [222]

Amazonite yarı değerli taşı da bir başka örnek olarak karşımıza çıkmaktadır. Amazon nehrinden elde edilen yeşil taşlardan ismini alan amazonite, Mısır krallıklarında ve Mezopotamya'da üç bini yılı aşkın mücevher taşı olarak kullanılmıştır. 18. Yüzyılda da ilk kez ayrı bir mineral olarak literatüre geçmiştir (Şekil 4.10) [218-221].

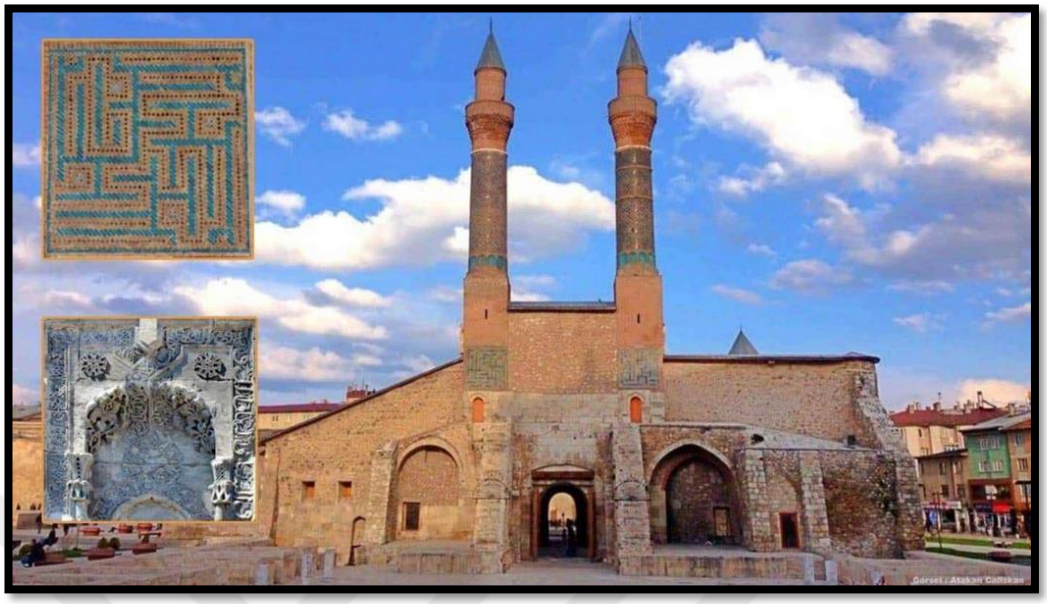


Şekil 4.10 Yarı değerli amazonite taşının iç mekân dekorasyonunda kullanımı görseli [222]



Şekil 4.11 Yarı değerli pembe kuvars taşından yapılmış dekoratif lavabo görseli [222]

Modern mimarinin dışında eski tarihlerde de birçok yarı değerli taşlar hatta bazı değerli taşlar yapılarda kullanılmıştır. Örneğin; 1271 yılında Şemseddin Mehmed Cüveyni tarafından Sivas'ta yaptırılmış olan çifte minareli medrese turkuazın hâkim olduğu çinilerle dekore edilmiştir (Şekil 4.12) [218-221].



Şekil 4.12 Sivas Çifte Minareli Medresesi görseli [223]

1843 yılında İstanbul Beşiktaş bölgesinde inşa edilmiş olan Dolmabahçe Sarayı içerisinde bulunan hamam ise Oniks mermerinden yapılmıştır (Şekil 4.13) [224].



Şekil 4.13 Dolmabahçe Saray'ına ait Oniks mermerinden yontma sultan hamamı görseli [224]

4.2.3 Edebiyat

Eski çağlardan beri renkleri, parlaklıkları ve kendilerine has özellikleriyle değerli-yarı değerli taşlar ile metaller çoğu zaman takılarda kullanılmış olsalar da ihtişamıyla insanlara güzellik katması sonucu edebiyatta da yerini almıştır. Dünya klasik edebiyatının birçok eserinde yer edinen bu süstaşları hakkında kısaca klasik Türk edebiyatındaki yerinden bahsedelim. Klasik Türk edebiyatı eseri olan Muhibbi Divanı'nda bahsi geçen bazı süstaşları sırasıyla şunlardır; akik, kehribar (amber), mercan, inci, yakut, zümrüt, elmas vb. eser içerisinde gerçek anlamları olan taç, küpe, yüzük veya süs eşyası dışında bazen mecazi anlamda sevgiliye ait güzellikleri unsur alan ifadelerde benzetmeler yapılmıştır. Muhibbi Divanı'nda bulunan beyitlerde yer alan süstaşları hem taşlar hakkında genel bilgiler verirken hem de şair padişahların süstaşlarını şiirlerinde nasıl kullanıldığı görülmektedir. 4100'den fazla şiirle en çok şiire sahip olan Kanuni Sultan Süleyman birçok kez süstaşlarından bahsetmiştir [225].

Şairler, Muhibbi'nin aşağıda örneği verilmiş beyitlerde olduğu gibi aşığın gözünü, kanlı gözyaşlarını, sevgilinin dudağını ve birçok varlığını akik taşıyla benzetme yaparak kullanmıştır. Ayrıca şairler şiirlerinde aşığın gözyaşlarının denizle teması sonucu deniz suyunun erimiş akik gibi olacağı tasavvurlarında bulunmuştur [225].

Kadem çün halka-i hatem olaldan dest-i gam içre
Akik-i eşkile ruyum nigine döndi hatemdür 641/2

*

La'lün **akik**i kıymetine kadir olmadum
Edna bahası belki bu dünyaca maladur 734/3

*

Didüm ki bugün la'l-i Bedahş oldı şirişküm
Didi ki galat söyleme **akik**i-i Yemen'dür 928/3

*

Bilsem eşküm n'için itmez gönline yarun eser
Dirler **elmas** iy Muhibbi seng-i haradan geçer 1038/4

*

Lebün şevkıne didemden dökerem ta seher her şeb
Akiki geh Yemen-rizem gehi **yakut**-ı mı barem 2218/2

*

Ol leb mi yahu müldür yahud şarab-ı kevser
Yakut ya **akik** ü ya la'l yahu **mercan** 2688/4

*

Yüzüme bak bilesin hal-i'ışkum
Degüldür **kehrüba** da böyle saru 2763/5

Şiirlerde kullanılan değerli-yarı değerli taşlar, en çok teşbih ve telmih gibi söz sanatları içerisinde genellikle anlamı somutlaştırma amacıyla kullanılmıştır. Divan şiirlerinde yer alan taşların halk inanışında şifa verici özelliklerine, çıkartılan yerlere, toplum içerisindeki yerine ve taşlarla ilgili kültürlere atıflarda bulunmuştur [225].

Değerli-yarı değerli taşlar ve metaller edebiyatta sadece şiirlerde değil roman ve hikayeler gibi türlerde de yer almıştır. Bu durum modern edebiyatta da gelişim göstermiştir. Bunlara örnek olarak Paulo Coelho'nun Simyacı romanı ve J. K. Rowling'in Harry Potter ve Felsefe Taşı romanı verebiliriz [225].

4.2.4 Felsefe

Varlık, değerler, gerçek, doğru, varlık, zihin ve dil gibi konularla ilgili soyut, temel ve genel problemlere ilişkin sistematik yapılan çalışmaya felsefe denir. Felsefe ile uğraşan insanlara da filozof denir. Filozoflar zihinlerini arındırmak ve düşünce yoğunluğu oluşturmak için bazı yöntemler kullanırlar. Doğanın kendilerine sunmuş olduğu bazı objeler ve ışıklar düşünce gücünü yükselttiğine inana filozoflar taşlardan da bu şekilde faydalanmıştır [226,227,229]. Kabalist Abulafia'ya göre ''insan bir inanca bağlı kalarak kurtuluşa erişemez, ancak kendi üzerinde yapacağı deneylerle özgürlüğüne ulaşabilir'' [228].

Simya ilmine göre ''Felsefe Taşı'' dokunulduğu her nesneyi altına dönüştürdüğüne inanılır. Bu yüzden taşı elde edebilmek için birçok yöntemler denenmiştir. Simyacılar için iki büyük hedefin anahtarlarından biridir. Asıl büyük hedefse nesneyi altına

çevirmek ve ölümsüzlüğü bulmaktır. Ezoterizme göre insanların içinde gizemli olan akıl ve bilgelik taşıdır. Simyacıların felsefesine göre felsefe taşı aydınlanmanın, şifalanmanın ve öğretinin sembolü olarak bilinir. Bu yüzden asıl amaç felsefe taşına ulaşmaktır. Bu bağlamda ‘’Felsefe Taşı’’ da mutlak olana, tanrısal töze kavuşturan bilinç anlamını kazanmaktır [226,227,229].

Konumuzun tamamen uzağında kalan felsefe taşı örneğini verme sebebimiz, ticari alanda sentetik, yapay ve taklit taşların satışa sunulmasıdır (Şekil 4.14). Bahsi geçen felsefe taşı ne tür bir taş olduğu hala bilinmemektedir. Fakat internet sitelerinde ya da farklı alanlarda genellikle yakut renginde olduğu görülmektedir. Kısacası bahsi geçen felsefe taşı doğal yollarla oluşmamış tamamen düşünce gücüne bağlı oluşturulmuş soyut bir kavramdır [226,227,229].



Şekil 4.14 Felsefe Taşı görseli [230]

4.2.5 Litoterapi

Çağlar boyunca insanlık dünyanın farklı bölgelerinde toplumun kendi koşul ve şartlarına bağlı tıbbi sistemler oluşturmuştur. Doğanın sunduğu bitki ve minerallerden faydalanılarak birçok tıbbi ilaç bu sayede elde edilmiştir. Fakat ilkel dönemlerde daha farklı şifalanma yöntemleri uygulanmıştır. Bazen tanrılara sunulan kurbanlar bazen de tanrılardan insanlığa şifa olarak gönderildiğine inanılan nesnelerden medet umulmuştur. Bu süreç çağlar boyu devam ederek kendini geliştirmiştir. Modern tıbbın temellerini oluşturan ilkel yöntemler günümüzde ise geleneksel/tamamlayıcı tıp olarak tanınmaktadır. Tıp tanrısı Asklepios Antik Yunan döneminde değneğe sarı yılan ile temsilen modern tıbbın sembolü olarak kabul görmüştür. Asya ve Uzak Doğu

bölgesinde geleneksel/tamamlayıcı tıp çok yaygın şekilde uygulanmaktadır. Örneğin; Meditasyon, Reiki, Aromaterapi, Biyorezonans, Rolfing, Hipnoz, Fitoterapi ve Litoterapi vb. yöntemler mevcuttur [231-235].

Geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemlerinde bizi ilgilendiren kısım ise litoterapidir. Litoterapi adını Yunanca ‘’Lithos (Taş)’’ ve ‘’Therapiea (Bakım)’’ kelimelerinden türetilmiş bir kavramdır. Kısacası halk dilinde ‘’Şifalı Taşlar’’ olarak anılmaktadır. Mineral kristallerin enerjisinin insan anatomisi ve psikolojisinde yayılarak organizma ile ruhun düzene sokması sanatına ‘’litoterapi’’ denir. Kristal minerallerinin insan vücuduna sağladığı etkiler hakkında ulaşılan bilgiler, objektif ve subjektif bilim dallarında doğaya paralel, kanıtlanmış nesnel bilgiler ve kanıtlanmamış bilgilerle genel kabul görmüş öznel bilgilerle iki farklı bakış açısına ayrılmıştır [231-237].

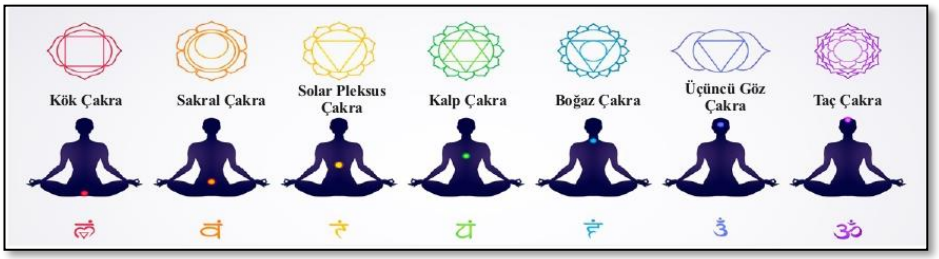
Neolitik dönem toplumlarının bazıları ölülerini gömerken kuvars kristalleriyle beraber gömdüğü arkeolojik kazılarda görülmüştür. Ayrıca şamanlar ilkel dönemlerinde kristal mineralleri büyüsel ve tılsımlı olduğu inancıyla şifalanma ritüellerinde kullanmıştır. Akik, aventurin, sitrin, sodalit, kuvars, ametist ve yakut gibi kristal mineralleri insan sağlığı üzerinde olumlu yönde etkiler sağladığı binlerce itibar görmüştür. Selenit taşı üzerinde arındırılan değerli-yarı değerli taşlar tekrar tekrar şifa amaçlı kullanılmıştır (Şekil 4.15) [231-239].



Şekil 4.15 Selenitten yapılmış yaşam çiçeği formlu yuvarlak tabak üzerine bırakılmış çeşitli doğal taşlar. Burada Litoterapide taşların şarj edilmesi temizlenmesi tekniği uygulanmaktadır [240]

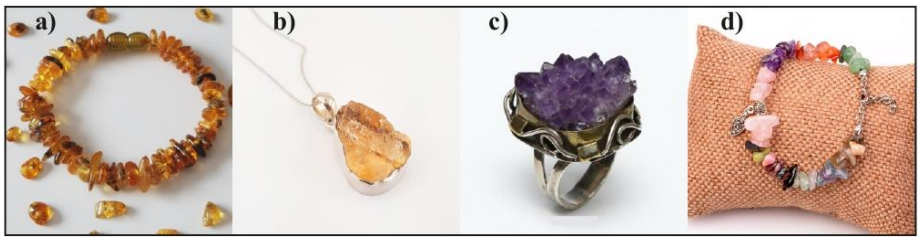
Modern fizik bilgilerine dayalı açıklanabilen litoterapi, kuantum fizik yasaları doğrultusunda kanıtlanabileceği düşünülmektedir. Taşların kendine has titreşimlerinin rezonans kanununa dayalı insan bedeninde bulunan enerji merkezleri (çakralar) arasında etkileşimi söz konusudur. Plasebo etkisi olarak görüşler ortaya atılsa da bilimsel araştırmanın ciddi konusu olan litoterapi toplum sağlığı açısından önemlidir. Ayrıca unutmamak gerekir ki modern tıbbın temellerini kadim tıbbi bilgiler oluşturmaktadır. Geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemleri holistik tıp çatısın altında incelenen litoterapi (şifalı taşlar tedavisi), kristal yapısından dolayı canlı varlıklar arasında doğrudan ilişkisi somut ve objektif bilgilerle savunulmaktadır. Örneğin Ametist, Akik, Akuamarin, Kuvars, Kehribar (Amber), Sitrin, Turkuaz, Yakut vb. taşların canlı organizmasıyla bio-ritmik etkisi söz konusu olup kanıtlanmaya çalışılmaktadır. Fiziksel bedenin modern tıpta karşılık görmesine karşın zihinsel, ruhsal ve duygusal bedenimizin tedavisinde farklı geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle geçmişten bugüne önemini artıran ve içerisinde sayısız sırlar barındıran kristal mineralleri toplum sağlığı açısında hakkında bilimsel çalışmalar yürütülmesi önem arz eder [231,232,235,239].

Doğal oluşumlu mineral kristallerle şarj edilen suların tüketimi veya saldığı enerji titreşimlerinin faydaları ile ilgili çakra merkezlerine etkileri öne sürülmektedir (Şekil 4.15). Eski Tibet inançlarından kaynak alınarak çakra merkezleri olarak bilinen insan vücudundaki sarmala Sanskritçede ‘’tekerlek’’ anlamına gelir. Çakra, vücudumuzda bulunan yedi enerji merkezi noktasından oluşur (Şekil 4.16). Çakra merkezlerinin her biri insan sağlığının dengesini ifade etmektedir. Bahsedilen çakra merkezlerine etkiyen mineral kristalleri bulunmaktadır. Bazı tekniklerle şarj edilen mineral kristallerin daha sonra gerekli yöntemlerle çakra merkezlerine uygulanması sonucu denge sağlayarak bedensel harmoni oluşturulmaya çalışılmaktadır [231-239].



Şekil 4.16 Çakra merkezleri görseli [241]

Mineral kristaller bazı işlemler sonucu süstaşına döndürülerek takılarda kullanılmıştır. Takılarda kullanılan bu süstaşlarının özelliklerine ya da ihtiyaca bağlı bedenin belirli yerlerinde kullanılır. Örneğin ametist taşından yüzükler, sitrin taşından yapılan kolye uçları, kehribardan yapılmış bileklikler ve çeşitli taşlardan yapılmış halhal gibi takılar (Şekil 4.17) [231-239].



Şekil 4.17 a) Kehribar Bileklik, b) Sitrin Kolye Ucu, c) Ametist Yüzük, d) Çeşitli Doğal Taşlarla Yapılmış Halhal, Görselleri [242]

İnsan bedeninin biyolojik veya psikolojik rahatsızlıklarına bağlı bazı kötü enerji yayılımları söz konusu olduğunda litoterapi yöntemiyle çakra merkezlerine uygun dengeleyici doğal taşlarla tedavi uygulaması yapılır (Şekil 4.18). Çakra merkezleri bu sebeple litoterapinin önemli alanlarındandır. Vücutta yayılan frekans (titreşim) aurayı yansıtmaktadır. İnsan vücudundan yayılan titreşimler ise uzmanlarca cihaz vasıtasıyla ölçülür [231-239].

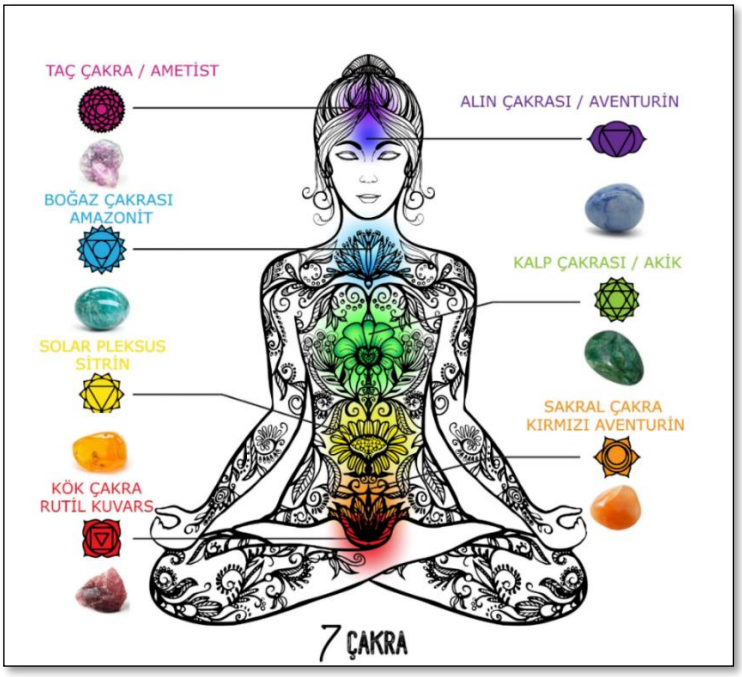


Şekil 4.18 Dr. Eşref Atabey araştırmasına göre piyasada şifa amaçlı kullanılan bazı süstaşları görseli [243]

Litoterapide kullanılan mineral kristallerin birçoğunu değerli-yarı değerli taşlar ile metaller oluşturmaktadır. Bu nedenle konumuzu ilgilendiren kısım şifalı olduğu inanılan doğal taşların gerçekten doğal oluşumlu olup olmadığıdır. Ticari anlamda satışa sunulan bazı değerli-yarı değerli taşların şifa olmasından ziyade sentetik, yapay veya taklit olup olmadıklarını belirlemek gemologların uzmanlık alanına girmektedir. Dolayısıyla tüketiciyi daha bilinçli hale getirmek ve sahte ürünlerden uzak tutmak amaçlı oluşturduğumuz başlık altında bazı bilgiler sunmaktayız [231-239].

Dr. Alexis Carel'in çakralar hakkındaki sözleri şöyledir; ''*İnsanın kişiliğinin, fiziksel varlığının ötesine gittiğine inanmak için birçok neden vardır. Bedenin sınırlarının cildin yüzeyinde bitmediğine, anatomik çizgilerin bitiriminin bir varsayım olduğuna ve her birimizin kendi bedenimizde daha engin ve daha yaygın olduğumuz konusunda belirtiler vardır. İnsanın, kendi bedeninin sınırlarını her alanda aştığı açıktır*.'' [231-239].

Tarihsel gelen geleneksel bilgilerde 7 ana çakra merkezi bilinirken, günümüz pranik şifa gibi modern tıp sisteminde 11 ana çakra merkezi ve birçok minör ile mini çakra merkezleri olduğu iddia edilmektedir (Şekil 4.19) [231-239].



Şekil 4.19 Yedi çakra merkezine denk gelen bazı yarı değerli taşlar görseli [244]

Taç Çakra: Temsili rengi mor veya beyazdır. Başın en üstünde bulunur. Ruhsal bağlantı, evrensel bilgelik ve ruhsal aydınlanma özelliğindedir. Kullanılan bazı doğal taşlar ise sırasıyla; ametist, aytaşı, mor akik, selenit ve kristal kuvarstır [244].

Üçüncü Göz (Alın) Çakra: Temsili rengi indigo mavisidir. Alın bölgesinde bulunur. İçgörü, sezgisel algı ve ruhsal farkındalık özelliğindedir. Kullanılan bazı doğal taşlar ise sırasıyla; azurit, mavi aventurin, lapis lazuli, mavi kuvars, florittir [244].

Boğaz Çakra: Temsili rengi mavidir. Boğaz-gırtlak bölgesinde bulunur. İletişim, kendini ifade etme, özgüven ve yaratıcılık özelliğindedir. Kullanılan bazı doğal taşlar sırasıyla; apatit, amazonit, mavi akik, mavi kalsit, turkuaz, safirdir [244].

Kalp Çakra: Temsili rengi yeşil ve pembedir. Göğüs üzeri kalbe yakın bölgede bulunur. Şefkat, sevgi, merhamet ve ilişkiler üzerinde etkili özelliğindedir. Kullanılan bazı doğal taşlar sırasıyla; aventurin, yeşil akik, malakit, pembe kuvars, yeşim, zümrüttür [244].

Solar Pleksus Çakra: Temsili rengi yeşildir. Karın bölgesi üzerinde bulunur. İç dünyamıza ve zekaya etkili özelliktedir. Kullanılan bazı doğal taşlar sırasıyla; kehribar (amber), kalsit, sitrin, pirit, sarı topazdır [244].

Sakral Çakra: Temsili rengi turuncudur. Göbek deliğinin altında cinsel organın hemen üst bölgesinde bulunur. Yaratıcılık, duygusal denge ve cinsellik üzerine etkili özelliktedir. Kullanılan bazı doğal taşlar sırasıyla; turuncu aventurin, jasper, kaplan gözü, sitrin, kalsittir [244].

Kök Çakra: Temsili rengi kırmızı ve siyahtır. Cinsel organ ile omurganın en alt kısmı altı arasındaki bölgede bulunur. Güvenlik, temel ihtiyaçlar ve üreme üzerinde etki özelliktedir. Kullanılan bazı doğal taşlar sırasıyla; akik, garnet, siyah obsidyen, hematit, yakut, jasper, dumanlı kuvars, rutil kuvarstır [244].

Her insanın kendine has fizyolojik ve bedensel özellikleri olsa da aynı şekilde farklı burçlara da sahip olmalarından kaynaklı burcuna yakın değerli-yarı değerli taşlar

olduğuna inanılır (Şekil 4.20-Şekil 4.21). Fakat daha çok burca yakın olan doğal taştan ziyade enerjisi daha uygun olanlar tercih edilir. Burç, astrolojide ekliptiğin iki tarafında yaklaşık olarak 10^0 genişliğinde içinde Güneş ve gezegenlerin döndüğüne inanılan ‘’Zodyak Kuşağı’’ olduğuna inanılır. Burçlar dört farklı elemente ayrılır. Bunlar; Ateş, Toprak, Su ve Havadır [231-239,244].

- Ateş grubu: Koç (öncü), Aslan (sabit), Yay (değişken)
- Toprak grubu: Oğlak (öncü), Boğa (sabit), Başak (değişken)
- Su grubu: Yengeç (öncü), Akrep (sabit), Balık (değişken)
- Hava grubu: Terazi (öncü), Kova (sabit), İkizler (değişken)

Mezopotamyalılar gökte güneşin 12 takım yıldızı doğrultusunda dönen 360^0’lik rotayı 12’ye bölmüşlerdir. Yunanlılarda aynı sistemi kullanarak mitolojilerinde her burca denk gelen hayvanları yerleştirerek Zodyak Kuşağını oluşturmuştur [231-239,244].

Zodyak kuşağına göre her burca bir veya birden fazla doğal taş atanabilir. Doğum taşları olarak adlandırılan bu taşlar eski inançların önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Doğal taşların bir insanın burcuna bağlı potansiyel ama gizli güçlerini ortaya çıkardığı veya şifalandırdığı temel varsayımlar içerisindedir [231-239,244].

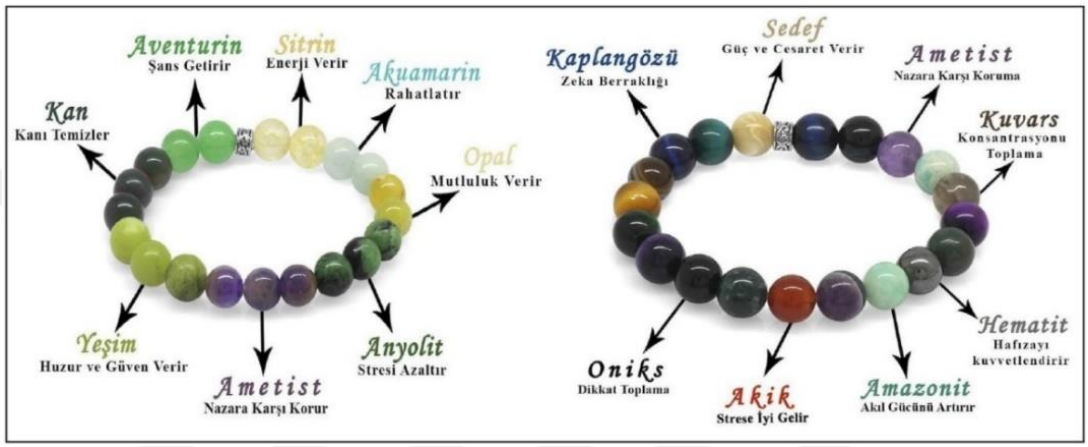


Şekil 4.20 Burçlara denk gelen bazı değerli-yarı değerli taşlar görseli [79]



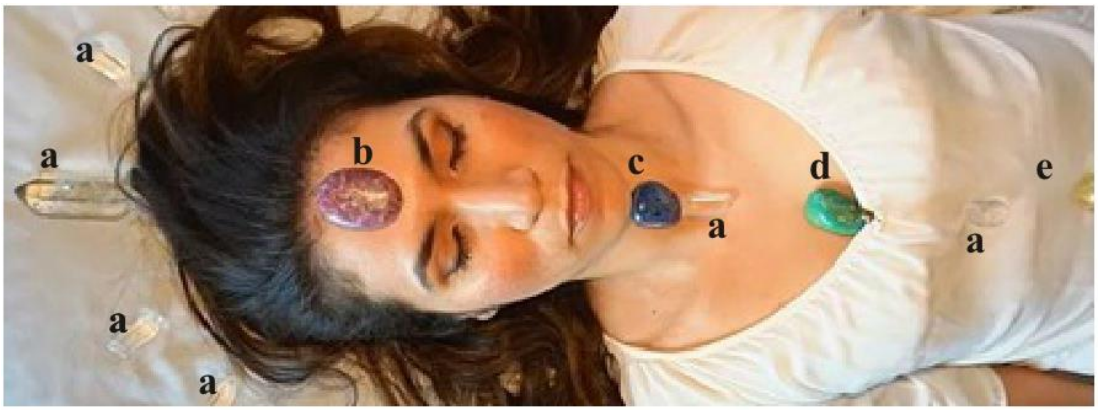
Şekil 4.21 Burçlara göre süstaşları görseli [246]

Biyolojik ve psikolojik şifalanma amaçlı takılar fonksiyonlarına göre taşlar doğasına ve yaşamsal özellikleriyle köprü görevi görür (Şekil 4.22). Bu açıdan kristal mineraller insan bedeniyle bir harmoni içerisinde temas oluşturarak işlevsellik gösterir. Tenle temas halinde olan kristal mineraller dermal enzimler aracılığıyla bazen kimyasal tepkime yaparak kan akışına yardımcı olur. Benzer şekilde kristal mineraller işaret insan vücudunda işaret edilen bölgelerde rezonans aracılığıyla dengeleme yaparak etkileşim sağlar [231,232,235,239].



Şekil 4.22 Şifa amaçlı çeşitli taşlarla yapılmış bileklik görseli [245]

Bir sistemden salınan titreşimlerin özdeş diğer sisteme yansıması sonucu titremesine rezonans denir. Canlıların ve kristal minerallerinin aslının topraktan geldiği inancıyla özdeş kabul ederek aralarında titreşimsel iletişim sistemi içerisinde olduğu düşünülür (Şekil 4.23). Dolayısıyla çakra merkezlerine bırakılan kristal mineralleri bu mantıkla bedenle titreşimsel iletişimde bulunur [231,232,235,239].



Şekil 4.23 Doğal taşların (a-Kristal Kuvars, b-Kantaşı, c-Lapis Lazuli, d-Aventurin, e-Sitrin) çakra merkezlerine denk gelecek şekilde şifalandırma görseli [277]

Litoterapi tedavi yöntemi bakımından insan vücudunun belirli noktalarına fayda sağladığı düşünülen kristal minerallerinin tipolojik özelliklerde de faydalanılır. Kan renginde olan yakutun kana faydalı, zümrütün göz rengiyle olan benzerliğiyle ilişkilendirilmesi, biçimsel olarak böbreğe benzetilen nefritin, demir içermesiyle şifa sağladığı tipolojik benzerlilere örnek verilebilir [231,232,235,239].

Çağlardan beri litoterapi geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemleri arasında yerini almıştır. Fransa'da (1965) bilimsel olarak ‘’homeopati’’ bilim dalı altında çalışmalar yürütmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tanımlamasına göre modern tıp biliminde yeterli görülmeyen ve istenmeyen hastalıkların binlerce yıllık kadim bilgilere dayalı uygulanan doğal tedavi yöntemleri homeopati adı altında gelişmektedir. Hipokrat ve İbni-i Sina'ya ait tıbbi kayıtlardan faydalanan kimyager ve tıp doktoru Alman Samuel Hahnemann homeopati tedavi yöntemlerinin birçoğunu derlemiştir. Güncel olarak daha fazla Uzak Doğu ve Asya bölgesinde etkinliğini sürdüren litoterapi şimdilerde Avrupa ve Orta Doğu coğrafyasında tekrardan hayat bulmuştur. Avrupa'nın yaklaşık %50'si homeopati tedavi yöntemleri kullanırken, aynı zaman da doktorların tavsiyesini almaktadır [231,232,235,239].

Homeopati ilaçlarının tamamını doğadan elde edilen ürünler oluşturmaktadır. Bu ilaçların yaklaşık %70'ni doğal bitkilerden, %20'sini kristal minerallerinden geriye kalan %10'nun ise hayvanlardan elde edildiği söz konusudur. WHO verilerine göre dünya genelinin %50'si geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemlerinden faydalanmaktadır [231,232,235,239].

İnsan bedeninde biyolojik veya psikolojik rahatsızlıklara bağlı oluşan bazı kötü enerji yayılımları gözlenmektedir (Şekil 4.24). Vücudumuzda oluşan bu kötü enerjiler gerekli homeopatik tedavi yöntemleriyle iyileştirilir. Litoterapi bu noktada doğal oluşmuş kristal minerallerin pozitif ve dengeleyici enerjilerinden faydalanır. Çakra merkezleri bu alanda önem arz etmektedir. Çakralarla uyumlu minerallerin kullanımı litoterapi alanında incelenir. Çakra merkezlerindeki titreşim yayılımı auramızı yansıtmaktadır. İnsan vücudu üzerinde gözlemlenen titreşim hareketleri uzmanlar tarafından ölçülebilir ve gözlemlenebilir [231,232,235,239].

Yeni bir paradigma olarak günümüzde tanım kazanan diğer geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemleri konveksiyonel olmayan ‘’titreşim tıbbı’’ dır. Titreşim tıbbının esas aldığı temel slogan ise ‘*’her şey enerjiyle titreşir ve tüm bu enerjiler birer bilgi içerir*’’. Çin tıbbının bölgesel Şamanizm ritüellerinde pek çok kez karşılaşıldığı titreşim tıbbı farklı zaman dilimlerinde de görünmektedir. Fiziksel bedenimizde kendine has enerji alanına sahiptir. Bu enerji alanı sağlığımızın hem bilgi hem de son derece hassas algılama sistemini oluşturur. Bu alan olumlu-olumsuz tüm etkenlere karşı oluşan duyguları titreşimle yansıtır (Şekil 4.24). Bu durum, tüm duygu ve düşüncelerimizin fiziksel bedenimiz aracılığıyla kayıt oluşturduğunu göstermektedir. Buradan anlaşılıyor ki geleneksel/tamamlayıcı tıp tüm kadim bilgilerin belli bir senfonide uygulanarak daha sağlıklı bedenlere sahip olmamızı sağlar [231,232,235,239].



Şekil 4.24 Fiziksel bedende hissedilen rahatsızlıklar nedeniyle yayılan titreşimsel temsili görünüm görseli [278]

İnsan organizmasında oluşan hastalıklar biyokimyasal akış bozukluğu oluşturur. Bunun göstergesi ise vücudumuzda bulunan elektromanyetik alanın salınımlarının bozuk olmasıdır. İç-dış faktörlerden etkilenen elektromanyetik bedensel alanımız sağlık problemleri oluşturur. Elektromanyetik alanımızda oluşan titreşimler biyoenerji akış şemamızı oluşturur. Hücremizde atom altı enerji ışık fotonları kuantum paketleri şeklinde vücudumuzda depolanır [231,232,235,239].

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de revaçta olan biyorezonans tedavi yöntemi konveksiyonel olmayan geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemlerinden biridir. İlk kez Alman Dr. Franz Morell 1970 yıllarında geliştirilmiştir. Akupunktur uzmanı Dr. Franz Morell geliştirdiği biyorezonans tedavi yöntemini elektronik mühendisi Erich Rasche tarafından küçük elektrik titreşimleriyle insan vücudu üzerinde psikolojik ve biyolojik

etkiler bıraktığını kanıtlamıştır. Bu açıdan litoterapi içerisinde biyorezonans önemli yer tutar. Bu açıdan geliştirilen elektronik cihazlar bazı kristal minerallerine ait enerji titreşimleri vücuda aktarılarak tedavi uygulanır (Şekil 4.25) [231,232,235,239].



Şekil 4.25 Çakra merkezlerine yönelik mineral bazlı enerji yüklü titreşimler yollayan elektromanyetik biyorezonans cihaz görseli [279]

Litoterapi ile ilişkilendirilen Biyorezonans tedavisi günümüzde rehabilitasyon merkezlerinde yoğun ilgi gören tedavi yöntemlerinden biri olmuştur (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 Biyorezonans tedavi yöntemine ait uygulama görseli [280]

4.2.6 Tıbbi Jeoloji

Atabey'in tanımlamasına göre tıbbi jeoloji ''Kayaçlar, mineraller ve yeraltı suları gibi jeolojik unsurlar ile volkanik püskürmeler, depremler ve tozlar gibi jeolojik süreçlerin çeşitli minerallerin ve elementlerin eksikliğini, organik bileşenlerin taşınmasını, şekil değiştirmesini ve miktarını, insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerinde iyi ve kötü yönde etkilerini inceleyen ve doğal jeolojik etmenler ile insan ve hayvan sağlığı arasındaki sorunlar ile bu sorunların coğrafi dağılımındaki olağan çevresel etmenlerin etkileriyle ilgilenen bir bilim dalıdır'' [247,248].

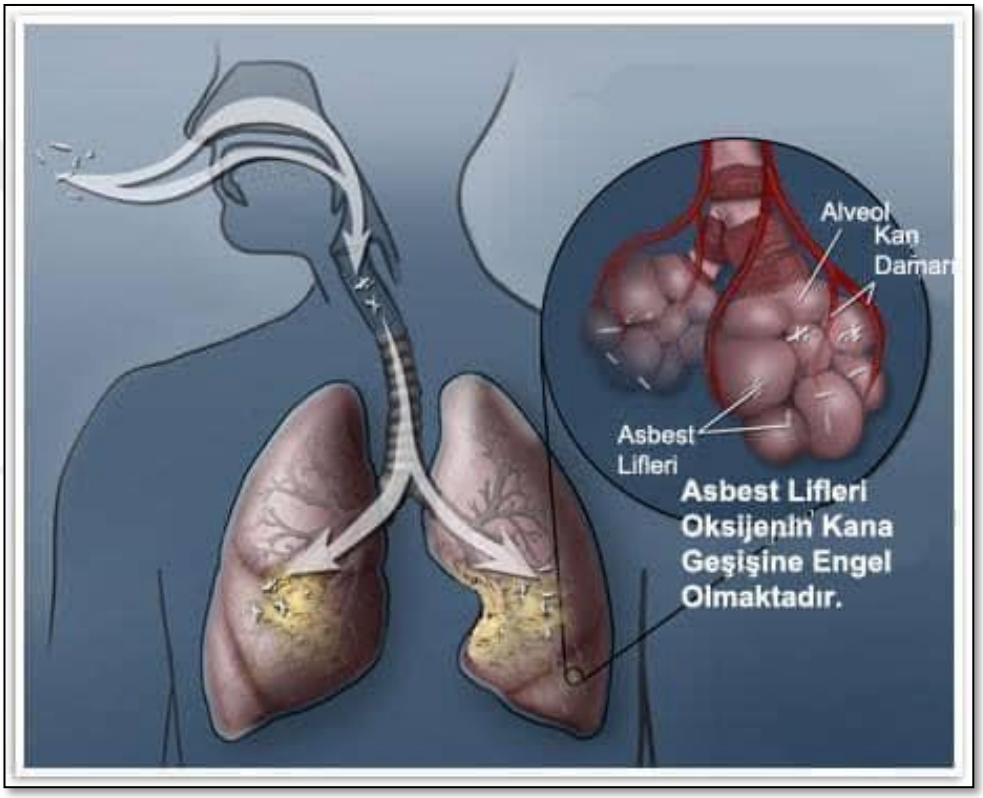
Yeraltı ve yerüstü mineral oluşumları süreç içerisinde yeraltı ve yerüstü sularıyla temas ederek insan sağlığı açısından bazen faydalı bazen de zararlı olabilirler. Buradan anlaşılıyor ki coğrafik koşullar insan sağlığını ciddi anlamda etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu durum birçok hastalıklara sebebiyet sunduğu için kayaç ve insan sağlığı açısından tıp ile jeoloji ilişkilendirilerek tıbbi jeoloji bilim dalı oluşturulmuştur [247-249].

Artan nüfusa bağlı üretimde genişleyen sanayileşme ve plansız kentleşme nefes aldığımız havayı, içtiğimiz suyu ve beslendiğimiz gıdaları kirleterek yaşam alanımızı daraltmaktadır (Şekil 4.27). Üretimde, kentselleşmede ve gıda sektöründe kullanılan mineraller bahsettiğimiz insan sağlığına zararlı etkileri oluşturmaktadır. Çok yönlü etkileri olan zararlı mineraller iş sağlığı ve güvenliği açısından belirlenmiş koruma ve korunma araç-gereçleriyle sağlanmaktadır [247-249].

Ayrıca doğa afetleri olarak bildiğimiz depremler, sel felaket, çığ, heyelan vb. jeolojik olaylar birkaç saniye ile dakikalar arasında etkili olurken, Asbest, Silis, Eriyonit gibi mineral tozlarının solunum yoluyla vücuda alınması, Cıva, Kurşun, Kadmiyum ile Radon gazının zehirleyici özelliği ya da İyot, Çinko, Selenyum, Demir, Sodyum, Bakır, Kalsiyum, Mangan, Magnezyum vd. elementlerin azlığı veya fazlalığı insan sağlığı bakımından doğumdan ölüme kadar etkiyen doğal afet türüdür [247-249].

Hipokrat ise ‘’Havalar, Sular ve Yerler’’ adlı kitabında bazı koşullar altında yeraltı içme sularının altın, gümüş, bakır, demir, kükürt gibi termal sular çıkaran topraklarla ilişkilendirerek kullanılan suların dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir [247-249].

UNESCO, Uluslararası Bilim Konseyi, ABD Jeoloji Kurumu ve Silahlı Kuvvetler Patoloji Enstitüsü Uluslararası Tıbbi Jeoloji Çalışma Grubu IMGA 1996 yılında kuruldu. 2001 yılından itibarense bu kuruluşlar iş birliği içerisinde kurslar kurarak eğitim vermiştirler [247-249].



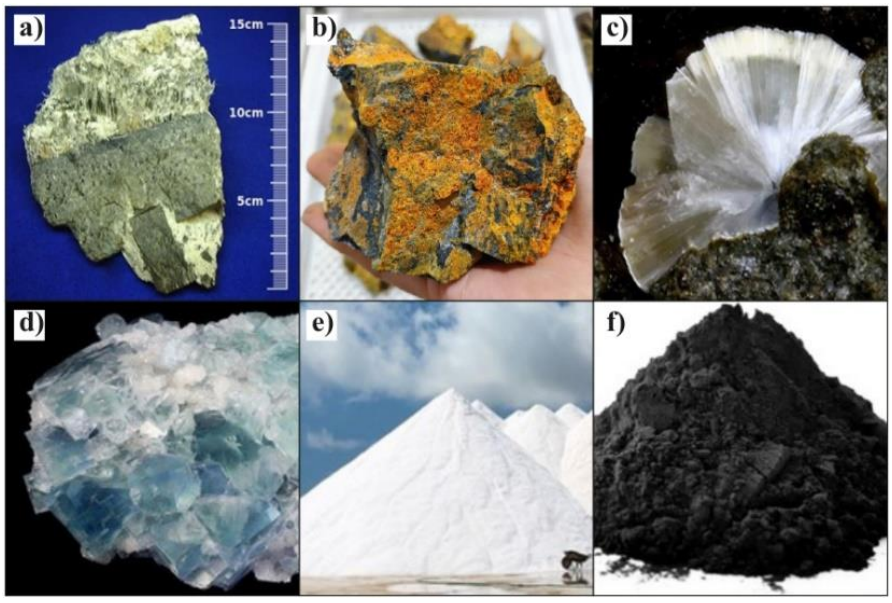
Şekil 4.27 Pnömokonyozlar hastalıklarının görüntülendiği akciğer bölgesel görseli [250]

Asbest, magnezyum, kalsiyum-magnezyum, demir- magnezyum veya sodyum-demir silikatların bileşiminden oluşmuş, aleve, asitlere ve dış kuvvetlere dayanıklı, iletkenliği olmayan bir kısmı doğal lifsi silikat mineralleri için kullanılan genel bir adlandırmadır (Şekil 4.28-a). Yunanca ‘’amiantos’’ kelimesinin anlamı olan ‘’kirletilemeyen’’ ifadesinden adlandırılmıştır. İki ayrı gruba ayrılırlar [251].

Serpantin grubu Asbest mineralleri, ***Krizotil***, beyaz renkli, yumuşak, ipeksi ve lifsi yapıda sulu magnezyum Silikattır. Sertliği 2.5-4 ve kimyasal formülü $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$'tür. Diğer Serpantin grubu mineralleri ise ***Lizardit*** ($Mg_6(OH)_8Si_4O_{10}$) ve ***Antigorit*** ($Mg_6(OH)_8Si_4O_{10}$)'tir. Bu iki minerallerde aynı kimyasal formüle sahiptir [251].

Amfibol grubu Asbest mineralleri, ***Krosidolit***, sertliği 4, kimyasal formülü $Fe^{+3}{}_2Si_8O_{22}(OH)_2$ olup lifsi yapıda, lifler ayrıldıktan sonra mavi renge bürünür. ***Amosit***, $(Fe^{+2})(Fe^{+2},Mg)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ formüllü dış etkenlere bağlı gri, beyaz ve sarı renklerde, lifleri sert ama esnek ve bükülebilir özelliktedir. ***Antofillit***, sertliği 6, kimyasal formülü $Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$, gri renkli ve kanserojen olduğu kabul edilmemektedir. ***Tremolit***, sertliği 5.5, kimyasal formülü $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$, beyaz, gri veya sarımsı renklerde, ipeksi parlaklıkta, yumuşak lifsi sağlam ve zayıf yapıda olabilir. ***Aktinolit***, kimyasal formülü $Ca_2(Mg,Fe_{+2})5Si_8O_{22}(OH)_2$ olan çubuksu yapıda, lifli, parlak, yeşil renkli, Demirli Kalsiyum Magnezyum Silikatıdır [251].

Asbest, ülkemiz ve dünyanın çeşitli ülkelerinde bolca bulunur. Sebep olduğu hastalıklar ise şunlardır; benign hastalığı, plevrada kalsifiye plaklar, paryetel plevrada hyalinize plaklar, perikard hastalıkları, being akciğer hastalıkları, malign hastalıklar, mezotelyoma gibi [251].



Şekil 4.28 a) Asbest, b) Arsenik, c) Eriyonit, d) Flor, e) İyot f) Kömür tozu görselleri [252,258,260]

Arsenik, As sembollü 33 atom numaralı ve yer kabuğu içerisinde en çok bulunan elementlerden biridir (Şekil 4.28-b). Dünya çapında içme sularında arsenik kirliliğinin neden olduğu sağlık problemleri bakımından Amerika Çevre Koruma Ajansı tarafından belirlenmiş Arsenik kirleticisinin maksimum seviyesi 0.05 mg/L'den, 0.01 mg/L düşürülmüştür. Endüstri, eczacılık, ziraat ve diğer kullanım alanlarında insan sağlığı bakımından toksit ve kansorejen etkileri vardır [253].

Eriyonit, zeolit grubu minerallerinin üyesi olan eriyonit mineralinin kimyasal formülü $(K_2,Na_2,Ca)MgAl_8Si_{28}O_{72}.28H_2O$, birkaç mikron boyutunda, iğnemsi lifli, gri, beyaz, sarımsı volkanik kayaç parçacıkları, bej pomza ile piroksen, amfibol, plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve opak mineraller içerir (Şekil 4.28-c). Solunum yoluyla vücuda giren Eriyonit iğnecikleri akciğer ve karın zarına saplanarak kanser oluşumuna neden olur [255].

Florür, flor derişimin 0.5-1.5 mg/L içme suları insan sağlığı bakımından gereklidir (Şekil 4.28-d). Bu değerin altında veya üstünde derişim oranına sahip sular sağlık riski taşımaktadır. Günlük içme suyu tüketiminde 1L'de 1.5 mg sınırını aşan oranda flor bulunması diş ve iskelet florozisi oluşturmaktadır. Diğer rahatsızlıklar ise diş lekelenmesi, kamburlaşma ve iskelet eğrilmesi olarak tespit edilmiştir [257].

İyot, besinler ve sularla ağız yoluyla yeterince İyot alınmadığı takdirde zekâ geriliği, gebe kadınlarda düşüklük, boyda kısalma gibi birçok hastalıklara sebebiyet verir. Tiroit bezinin normal seviyede çalışabilmesi için insan vücudunun yeterince İyot alması gerekir. Eğer yeterli miktarda İyot alınmadığı takdirde tiroit bezi büyüyerek şişer. Tiroit hormonları ise beynin ve merkez sinir sisteminin büyümesi ve gelişmesi açısından önemli rol oynar (Şekil 4.28-e) [259].

Kömür tozu, kömür ocakları, satış noktaları vb. alanlarda çalışanların uzun süre kömür tozuna maruz kalmaları sonu akciğerlerde Antrakozis denilen pnömokonyoza rastlanılmaktadır (Şekil 4.28-f). Ayrıca kömür ocaklarında çalışan maden işçileri Silikozis maruziyeti altındadır. Kömürün içerisinde çoğunlukla arsenik bulunduğu için bu açıdan da insan sağlığını tehdit etmektedir [261].

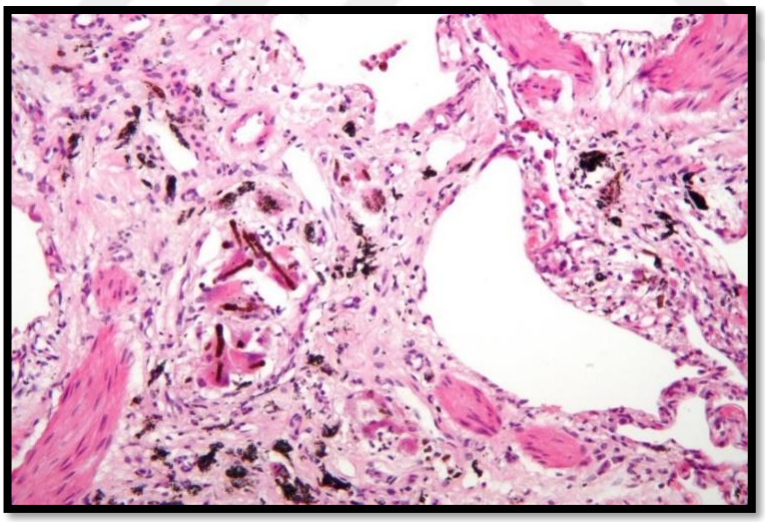
Pnömokonyozlar

Üretim yerlerinde kullanılan çeşitli tozlar ve kimyasal maddelerin uzun süre solunması sonucu ortaya çıkan akciğer hastalıklarının genel adlandırılmasıdır (Şekil 4.29). Mesleki hastalıklarının en önemli grubunu oluşturmaktadır. Gerekli önlemler ve tedaviler uygulanmadığı taktirde akciğerde kalıcı hasarlar bırakmaktadır [248].

Hava kirliliği içerisinde bulunan partiküller, duman, kül, metal tozları, fosil yakıt dumanları ve kimyasal madde parçacıkları ciddi oranda insan sağlığı üzerinde etki göstermektedir. En tehlikeli parçacık (partikül) büyüklüğü 1-5 PM çapındadır [248].

Pnömokonyozlarda etkili faktörler;

- Solunan maddenin akciğerdeki miktarı,
- Solunan parçacıkların büyüklük ve biçimi,
- Solunan parçacıkların erimesi ve organizmada etkisi,
- Solunan maddelerin etkinliği başka kimyasallarla güçlenmesi.



Şekil 4.29 Akciğer biyopsisi sonucu karakteristik Demir partikülleri ve interstisyel fibrozis ile akciğerdeki asbestozu görseli [263]

Radyoaktif Uranyum ve Toryum

Yeryüzünde yaşam sürdüren tüm canlılar besin yoluyla, içme sularıyla ya da solunum yollarıyla havadan toryumu soğurup tutarlar. Her zaman buna maruz kalacak olan insanlar belli süre soluduğunda ise akciğer hastalıklarıyla veya akciğer ve pankreas

kanseri olma potansiyeline sahiptir. İnsan genetiğini değiştirme özelliğine sahip olan toryum, X-ışınları yayması sebebiyle karaciğer hastalıklarına da neden olabilir. Toryum solunum yollarıyla vücuda alındıktan sonra belli miktara ulaşınca ölümcül tehlike oluşturmaktadır. Ayrıca kemikte biriken fazla toryum yıllar sonra kendini kemik kanseri gibi hastalıklara çevirebilir (Şekil 4.30) [253,281].

Radyoaktif olan diğer bir element ise uranyumdur (Şekil 4.30). Işıma yollarıyla insan sağlığına etki eden uranyum belli süreçler sonunda kansere sebebiyet olabilir. Uranyum hava, su, toprak ve besin gibi taşıyıcılarla her zaman insanların sağlığını tehdit etmektedir. Toryum gibi insan sağlığı üzerince ciddi rahatsızlıklar ve hastalıklar meydana getirebilmektedir [253,281].



Şekil 4.30 Toryum ve Uranyum elementlerine ait görsel [264]

Diğer bazı radyoaktif mineraller ise genel olarak toryum ve uranyum gibi cevher mineralleriyle birlikte bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla şunlardır; branerit, davidit, karnotit, monazit, uraninit ve torianittir (Şekil 4.31) [248,253,261,281,282].



Şekil 4.31 a) Branerit, b) Davidit, c) Karnotit, d) Monazit, e) Uraninit, f) Torianit [283]

Branerit, esas olarak genellikle Altın bulunan bölgelerde görülmektedir (Şekil 4.31-a). En dikkat çekici hali ise altın bulunan bölgelerdeki kuvarstaki kristal formudur. Siyah ile gri veya kahverengi renklerde kristal formdadır. Turmalinle benzerlik gösterdiği için karışıklık söz konusu olabilir. Altın cevheri alanında kuvars arasında siyah renkli kristallere dikkat edilip, radyoaktif test yapılması insan sağlığı açısından önemlidir.

Davidit, radyoaktif miktarı en az olan mineraldir (Şekil 4.31-b). Pegmatitlerde görülen bu mineral yaygın olarak Avrupa, Rusya ve Orta Doğu bölgelerinde bulunur. Metalik olmayan mineral içeriğine sahip kayaçlarda koyu renkli metalik kristal ve granüler şeklinde görülür [283].

Karnotit, oldukça önemli radyoaktif bir mineral olup ikincil Uranyum minarelidir (Şekil 4.31-c). Altere olmuş kumtaşları içerisinde kalsiyum bazlı minerallerle beraber görünür [283].

Monazit, nadir toprak elementi olan bu mineral, koyu turuncu renktedir (Şekil 4.31-d). Kumlar içerisinde ve altın, platin, manyetit yataklarında ve değerli taşlarla birlikte ikincil mineral olarak bulunabilmektedir [283].

Uraninit, uranyum cevher minerali çıkartılmak istendiğinde genellikle aranan mineraldir (Şekil 4.31-e). Çevresinde radyoaktif işareti olan maden yataklarında birincil Uranyum cevher mineraline rastlamak mümkündür [283].

Torianit, genellikle diğer minerallerle birlikte eser miktarda bulunan koyu renkli kristaller kum ve pegmatitlerde bulunur (Şekil 4.31-f) [283]. Bazı takılarda kullanılan doğal taşlar ise oluşum ortamları veya kimyasal bileşikleri gereği insan sağlığı açısında tehlike arz etmektedir. Stanford Üniversitesi Jeolog Prof. Dr. Gordon Brown'ın (2022) kişisel görüşüne göre en tehlikeli 11 mineral sırasıyla şunlardır;

- Krosidolit (Mavi Asbest)
- Hidroksiapatit
- Eriyonit
- Fenasit
- K-Feldspat
- Krizotil (Beyaz Asbest)
- Kuvars
- Florit
- Galen
- Pirit
- Zinober

Bu 11 minerallerden apatit, pirit, zinober, florit ve kuvars minerallerini sıklıkla süstaşları arasında görmekteyiz. Silikoz, kuvarsın ince parçacıklarına maruz kalan insan vücudunda akciğer kanseri, böbrek hastalıkları ve immünolojik sorunlar gibi rahatsızlıklar oluşturabilmektedir. Bir diğer sıklıkla kullanılan süstaşı olan fenasit minerali ise Berilyum mineralinin etrafında bulunan en küçük elementtir. Fenasit mineralline maruz kalmış insan vücudunda berilyoz, akciğer hastalığı ve kimyasal pnömoni gibi rahatsızlıklar belirir [248,253,261,281,282]. Bunun yanı sıra Tablo 4.5'te radyoaktif mineral içerikli kayaçlara ait konsantrasyon değerleri verilmiştir.

Tablo 4.5 Radyoaktif mineral içerikli kayaç oluşum ortamları [282]

Radyoaktif İçeren Kayaçlar	**Konsantrasyon**
Çok silisli magmatik (sokulum) kayaçlar	4
Granitik kayaçlar	2.8-4.0
Mezokratlar	1.4-3.0
Kısmen silisli magmatik (sokulum) kayaçlar	2
Az silisli magmatik (sokulum) kayaçlar	1
Bazik magmatik (sokulum) kayaçlar	1
Ultrabazik kayaçlar	0.03
Sedimanter (tortul/çökel) kayaçlar	2

Mücevhercilik ve kuyumculuk sektöründe sıklıkla kullanılan bazı değerli-yarı değerli taşlar ile metaller güzellikleriyle dikkatleri üzerine çekiyor olsalar da bir o kadar da insan sağlığı açısında tehlike arz edebilirler. Bu sebeple takılarda kullanılan minerallerin içeriğine dikkat etmek gerekir. Bu minerallerden bazıları çok miktarda arsenik veya kurşun gibi zehirli elementler içerebilir. Çinko ve Bakır gibi elementler az miktarda insan sağlığına faydalıyken fazlası zehir görevini üstlenir. Takıları vücudumuzda kullanırken doğal yağlar ve terle temasa geçtiği vakit ciltte toksinleri serbest bırakabilir. Özellikle otellerin masaj hizmeti kısmında kullanılan doğal taşlar toksisite sorunlara sebep olabilir [248,253,261,281,282].

Ayrıca mücevhercilik ve kuyumculuk sektöründe kullanılan süstaşları ile metallerin gravürlenmesi, cilalanması veya zımparalanması sırasında maske, eldiven, gözlük ve iyi bir havalandırma sistemine ihtiyaç vardır. Bazı mineraller diğerlerine nazaran daha

toksit ve farklı çeşitlerde zehirler içerir. Bazı toksik minerallerin süstaşı olarak kullanılması Tablo 4.6'deki gibidir [248,253,261,281,282].

Tablo 4.6 Toksit mineraller içeren bazı süstaşları [282]

Süstaşı	Ek	Zararlı Olabilecek İçerik
Aleksandrit	9	Alüminyum
Amazonit	29	Bakır veya Kurşun
Aragonit		Arsenik
Azurit	11	Bakır
Aytaşı	13	Sodyum Potasyum, Alüminyum Silikat
Beril grubu	9	Berilyum Alüminyum Siklosilikat
Galen		Kurşun Sülfür
Kyanit		Alüminyum
Kalkopirit	34	Bakır, Demir Sülfit
Labradorit	17	Alüminyum
Lapis Lazuli	11	Kükürt
Malakit		Bakır Karbonat Hidroksit
Pirit	34	Demir
Sodalit		Alüminyum oksit
Spinel	14	Alüminyum
Topaz	16	Alüminyum ve Florin
Zinober		Cıva
NOT: Süstaşları alfabetik sıralamaya göre hazırlanmıştır.		

4.2.7 Radyestezi (Işımduyu)

Radyestezi veya radyonik, insan vücudunda sağlıklı kişilere göre sağlıksız kişiler daha farklı frekanslar yayacağından, radyestezi yöntemiyle bu noktalar tespit edilerek dengelenmesi ve uyumlu frekansla sağlanır. Eski zamanlarda sadece su, maden ve define yerlerini belirlemede kullanılan radyestezi günümüzde daha çok geleneksel/tamamlayıcı tedavi yöntemlerinde kullanılmaktadır. 19. Yüzyıllardan önce dinsel inanç çerçevesinde değerlendirilirken, günümüzde ise Fransızca ismiyle radyestezi (ışımduyu) olarak çalışma sahası, insanların çeşitli ihtiyaçları çerçevesinde kullanılmıştır [266-274].

Evrendeki canlı veya cansız tüm varlıklar etrafına enerji dalgaları yaymaktadır. Radyestezi ise bu yayılımlardan yola çıkarak çeşitli sebeplerle aranan noktaları tespit etme yöntemidir. Genellikle sarkaç (pandül) veya iki çatallı ağaç dallarıyla su, maden, define ve insan vücudunda sağlıksız noktaların bulunmasında kullanılır. 20. Yüzyılda ise bir bilim dalına dönüşerek arkeoloji, jeoloji, madencilik, ziraat, tıp ve hayvancılıkta kullanılmaktadır [266-274].

Dünyada radyestezi çalışmaları sadece Uluslararası Radyestezi Çalışma ve Araştırma Merkezi kimliği altında faaliyetlerini yürütmektedir. Konumuzla ilgisi olan taraf ise üç türdür. Birincisi sarkaç (pandül) yapımında genellikle yarı değerli taşlar ile metallerin kullanımı (Şekil 4.32), ikincisi radyestezi de kullanılan metal bakır çubuklar ve üçüncüsü radyestezi-litoterapi ilişkisidir [266-274].



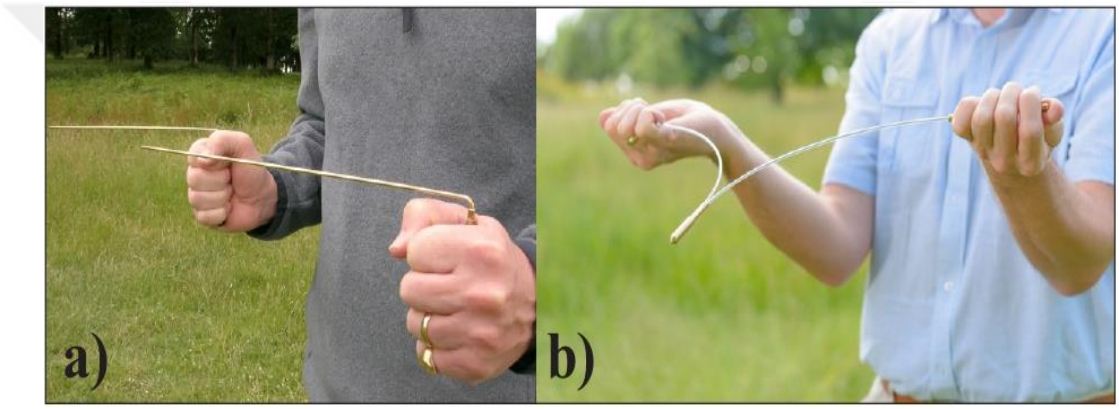
Şekil 4.32 Çeşitli şekillerde yapılmış sarkaç (pandül) görseli [275]

M.Ö. 1300 yıllarında Mezopotamya bölgesinde yeraltı suyu aramalarında kullanılan çatal çubukların bulunduğu daha önceleri ise Mısırlılar tarafından kullanıldığı kesin olarak görülmüştür. Çatal çubukla su ya da maden araması yapıldığına dair muhtelif bazı araştırma kayıtları bulunmuştur [266-274].

1. Dünya savaşında Gelibolu çıkartması yapan İngiliz ordusu içme suyu sorunu yaşadığı sırada ordu içerisinde Saffer Kelly adında bir askerin radyestezi ile su araması yapabildiği ortaya çıkıyor. Generalin emriyle çağrılan Kelly Bakır çubuklarla otuzdan

fazla su kaynağı yerini tespit etmiştir. Ayrıca çubuk hareketlerinden yola çıkarak suyun hangi derinlikte ve ne ölçüde olduğunu tespit edebiliyordu. Fizyoloji dalında Nobel ödülü almış olan Dr. Charles Richet (1850-1935), 1913 yıllarında yayınlamış olduğu makalesinde radyestezi hakkında araştırmalar yaptığı ve bu konu üzerinde teklifler aldığı bilinmektedir [266-274].

Radyestezi (ışımduyu), tespit etme ilmi olup günümüzde de yeraltı suyu ya da maden damarları aramalarında sarkaç veya çatal çubuk tipi aletler kullanılarak yapılmaktadır (Şekil 4.33). Parapsikolojinin dalı olan radyestezi temel prensibi olan yeryüzündeki her maddenin yaymış olduğu enerjiden (titreşim) faydalanmak üzerinedir [266-274].

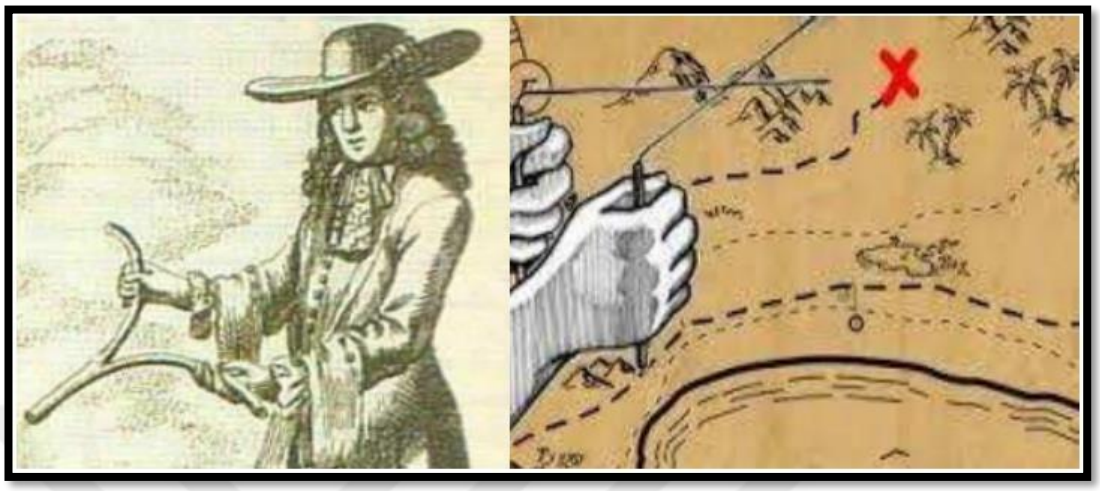


Şekil 4.33 a) Bakır çubuk b) Çatal çubuk görseli [276]

George de la Warr (1904-1969)'a göre ''*Şayet bir kimse ya da bir eşyaya ait olan obje muhakkak bir frekansta yayın yapabilen bir elektrik aygıtıyla akort haline getirilebilirse, uyumlu ve sıkı bir ilişki hali alana gelmiş olacaktır*.'' der. Bu söylem tezini dünyanın manyetik bir alan içinde her şeyinde kendi alanında bir manyetik alana sahiptir, görüşünden gelmektedir [266-274].

Radyestezi, kaybolan veya aramak istenen tüm varlıklar için kullanılan bir yöntemdir (Şekil 4.34). Eski dönemlerden beri kullanılan bu yöntem bakır veya ağaçtan yapılma enstrümanlarla aynı zamanda uzmanlık isteyen deneyimlerle yapılmaktaydı. İki elle tutulan araç gereç vücuda dik gelecek şekilde tutularak daha çok serbest halde avuç içinde bekletilir. Aranan cismin tahmini bölgelerinde belirli hassasiyetle hareket ederek elde tutulan çubukların reaksiyonu gözlemlenir. Çoğu radyestezik reaksiyon, el hareketlerinin küçük hareketleri olarak kendini gösterir, genellikle görülemeyecek

veya hissedilemeyecek kadar küçüktür ve bu nedenle radyestezi uzmanları, bu hareketleri daha belirgin hale getirmek için mekanik amplifikatörler olarak çeşitli enstrümanlar kullanırlar [284].



Şekil 4.34 Eski döneme ait Radyestezi yöntemiyle su arama görseli [274]

Bakır çubukların L harfindeki kısa ucundan gevşek şekilde tutulması gerekir fakat avuç içinde rahatça serbest halde tutulamadığı için manşon kullanılması tavsiye edilir. Avuç içleri dik konumda olması gerekir aksi taktirde ellerde tutulan çubuk ya içe doğru hareket ederek çaprazlaşır ya da dışa doğru hareket ederek birbirinden uzaklaşır. Aslında çubukların bu hareketleri bize aramaya çalıştığımız cisim için bir sinyal içermektedir. Fakat bunu daha çok doğru şekilde tutulmuş çubuk hareketlerinde görmemiz gerekir. Aksi takdirde yanlış tutma karşısında yanıltıcı sonuçlar elde edilir [284].

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç olarak gezegenimiz olan dünyanın oluşum sürecinden günümüze kadar yerkabuğu içerisinde gelişimini gösteren magmatik (sokulum), sedimanter (tortul/çökel) ve metamorfik (başkalaşım) kayaçlar çeşitli değerli-yarı değerli taşlar ile metalleri insanlığın kullanımına hazırlamıştır. Değerli-yarı değerli taşlar ile metaller endüstri, sanayi, mücevhercilik ve kuyumculuk gibi çeşitli sektörlerde farklı amaçlarla kullanılmıştır. Tezimin konusu gereği daha çok gemoloji, mücevhercilik, kuyumculuk ve diğer spesifik kullanım alanlarındaki yapılan literatür çalışmalarından anlaşıldığı üzere geçmişten günümüze kadar bilgi birikimi gelişim göstermiştir. Daha önceleri ilkel yöntemlerle işlem gören değerli-yarı değerli taşlar ile metaller zamanla süstaşı olarak adlandırılmış ve teknolojinin gelişimiyle üst düzey üretim ve inceleme imkanlarını yakalamıştır. Ayrıca gelişen teknolojinin bizlere sunmuş olduğu imkanlar dahilinde fiziksel ve kimyasal özellikleriyle nadir oluşmuş bazı değerli taşlar (elmas, safir, zümrüt ve yakut) ve yarı değerli taşlar (kehribar) laboratuvar ortamında yetiştirilmesi imkânı oluşmuştur. Aynı şekilde piyasada bulunan yapay, taklit ve sentetik olan değerli-yarı değerli taşlar ile metallerin sahtelerinden ayırt edilmesi imkânı sağlanmıştır. Değerli-yarı değerli taşlar ile metalleri meydana getiren mineral veya mineraller insan sağlığı açısından çeşitli faydaları olduğu kadar zararları olduğu da günümüz teknolojisiyle daha net anlaşılır hale gelmiştir. Bunun dışında antik dönemlerde şifa ve kutsal atıflar almış olan değerli-yarı değerli taşlar halen aynı inanışlarla günümüzde anılmaktadır. Fakat bazı araştırmalardan anlaşıldığı üzere fayda sağladıkları kadar zehir görevi görecek özelliklerin de olduğu göz ardı edilemez. Bu sebeple piyasada faydalı olduğu iddia edilen yalan yanlış bilgilerle sahte üretilmiş değerli-yarı değerli taşlar bulunmaktadır. Diğer taraftan Türkiye de bulunan bazı süstaşlarının ihracatı, olmayanların ise ithalatı dikkatimizi çekmiştir. Türkiye de kendini yeterince geliştiremeyen bu sektör ithalat-ihracat arasındaki olumsuz farktan anlaşılmaktadır. Gerekli fizibilite çalışmaları yapılarak mevcutta bulunan üretim atölyeleri ve maden ocakları geliştirilerek milli gelire katkıda bulunulabilir. Bunun dışında değerli-yarı değerli taşların gemoloji laboratuvarında sertifikalanması için daha fazla çalışmalar yürütülmesi gerekir.

Tüm bunların dışında edebiyatta anlam kazandığı, felsefede yer edindiği, mimari yapılarda kendini gösterdiği ortaya konulmuştur. Diğer taraftan litoterapi ve radyestezi gibi geçmiş yıllardan beri halen günümüze kadar gelmiş kadim bilgiler mevcuttur. Şifalı olduğu inanılan bazı minerallerin bilinçli veya bilinçsiz bilgilerle kullanılmasına dikkat çekilerek, bu konu üzerinde daha bilimsel çalışmalar yürütülmesi gerekir. Zira faydalı olduğu sanılan bazı radyoaktif ve kanserojen içerikli mineraller bulunmaktadır. Geleneksel/tamamlayıcı tıp olarak holistik alanda kendini geliştiren litoterapi hakkında yeterince bilimsel çalışmalar ve makaleler bulunmaması ayrıca bir eksikliktir. Diğer taraftan maden ve su aramalarında kullanılan yöntemlerin dışında geçmişten günümüze kadar gelen diğer bir kadim yöntem olan radyestezi halen tartışma konusudur. Türk bilim dünyasında litoterapi gibi radyestezi üzerine de yeterince araştırmalar yapılmadığı gibi makaleler neredeyse hiç yoktur. Bilim dünyasında ise özellikle radyestezi konusu üzerine onlarca çalışmalar ve kaynaklar bulunmaktadır. Fakat litoterapi konuda mahrum bırakılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Unat, Y. Büyük Patlama Kuramı., Felsefe Ansiklopedisi, 954-956.

[2] Haber, A. (1938). Astronomische Nachrichten'in 41-80. ciltlerinin genel kaydı. Astronomi Haberleri, 267 (21), 351-352.

[3] Freedman, WL, Madore, BF, Scowcroft, V., Burns, C., Monson, A., Persson, SE, ve Rigby, J. (2012). Carnegie Hubble programı: Hubble sabitinin orta kızılötesi kalibrasyonu., Astrofizik Dergisi, 758 (1), 24.

[4]https://evrimagaci.org/kozmik-enflasyon-teorisi-nedir-evrenin-baslangicinda-ve-buyuk-patlamadan-once-gercekte-ne-oldu-11300 (Erişim Tarihi: 01.02.2024)

[5] Jarvis, MJ, Smith, DJB, Bonfield, DG, Hardcastle, MJ, Falder, JT, Stevens, JA, ... ve White, G. (2010). Herschel-ATLAS: z<0,5'te uzak kızılötesi radyo korelasyonu. Kraliyet Astronomi Topluluğunun Aylık Bildirimleri, 409 (1), 92-101.

[6] https://perexpteamworks.com/hepimiz-yildiz-tozuyuz/ (Erişim Tarihi: 01.02.2024)

[7] Wilkinson, R. (2016). Deciphering dark matter with cosmological observations (Doctoral dissertation, Durham University).

[8] Etker, Ç. (2010). Kozmolojik Sabit Yeniden. (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü.

[9] Doko, E. (2018). Modern Bilim ve Felsefe Açısından Evreni Yoktan Yaratma., 2. Uluslararası Bilimler Işığında Yaratılış Kongresi,8-9 Kasım 2018. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.

[10]https://www.muhendisbeyinler.net/kozmik-mikrodalga-arkaplan-isimasi-nedir/ (Erişim Tarihi: 01.02.2024)

[11] Z. Gürel, ‘’Evrenin Oluşumu ile İlgili Düşünce Modellerinin Araştırılması’’ XIV. Ulusal Astronomi Kongresi, 2004, 125-129.

[12] Pak, N. K. Büyük Patlama ve Kozmik Enflasyon-Evrenin Kısa Tarihi., Fizik Bölümü, Ankara: ODTÜ.

[13]https://www.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-ha-cambiado-la-atm%C3%B3sfera-y-vida-durante-historia-de-tierra-/?originalSubdomain=es (Erişim Tarihi: 01.02.2024)

[14] Ocakoğlu, F. (2014). Genel Jeoloji-I Ders Notları. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi.

[15] Tatar, Y. (2016). *Genel Jeoloji-I (Dış Dinamik Jeoloji)*, İstanbul: Cinius Yayınları.

[16] Ketin, İ. (2005). *Genel Jeoloji Yerbilimlerine Giriş*, İstanbul: İTÜ Vakfı.

[17] Karaman, M. E. Kibici, Y. (2008). *Temel Jeoloji Prensipleri*. Ankara: Belen Yayıncılık.

[18]Tarbuck, E. J. Lutgens, F. K. Tasa, D. G. (2013). *Genel Jeoloji Temel Kavramlar*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. Çeviren Editör: Cahit Helvacı.

[19]Özcan, K. Genel Jeoloji Ders Notları. https://www.kursatozcan.com/genel-jeoloji-ders-notlari/ (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[20] Monroe, J. S. Wicander, R. (2007). *Fiziksel Jeoloji*. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları. Çeviren Editörler: Kadir Dirik ve Mehmet Şener.

[21]Dirik, K. (2005). Fiziksel Jeoloji-I Ders Notları. https://docplayer.biz.tr/61242395-Fiziksel-jeoloji-i-ders-notlari.html (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[22]https://isikhizi.com/inceleme/dunyanin-en-sicak-katmani-hangisidir-kac-derecedir/ (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[23] https://slideplayer.com/slide/13986180/ (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[24]https://www.eokultv.com/dunyanin-ic-yapisi-katmanlari-ve-olusum-teorisi-10-sinif-cografya/55800 (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[25]Saygılı, R. ‘’Paul D. Lowman Jr. NASA/Uzay Uçuş Merkezi, 1997. https://s.milimaj.com/others/image/harita/dunya-tektonik-haritasi1.png

[26]https://tr.wikipedia.org/wiki/Okyanusal_kabuk#/media/Dosya:Tectonic_plate_boundaries2.png (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[27] https://tr.pinterest.com/pin/642325965580739064/ (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[28] https://mimaed.com/what-is-a-rock-2/ (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[29] https://tr.pinterest.com/pin/1015913628418277086/ (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

[30]https://smserinaihl.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/45/10/762212/dosyalar/2021_01/11122113_05-KAYACLAR.pdf?CHK=4555c983df8aba22c072783a31d40422 (Erişim Tarihi: 06.02.2024)

[31] https://slideplayer.com/slide/6839563/ (Erişim Tarihi: 06.02.2024)

[32]https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/75203/mod_resource/content/0/SED.%20ve%20STR.%20%C4%B0LK.1.pdf (Erişim Tarihi: 06.02.2024)

[33] https://www.degerlitaslar.gen.tr/kabason-kesim-nedir (Erişim Tarihi: 27.03.2024)

[34] https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Conglomerate_mcr1.JPG (Erişim Tarihi: 06.02.2024)

[35] https://tr.wikipedia.org/wiki/Traverten (Erişim Tarihi: 06.02.2024)

[36] https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCf (Erişim Tarihi: 08.02.2024)

[37]https://www.istockphoto.com/tr/foto%C4%9Fraf/k%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1-bir-radyolarit-kayan%C4%B1n-cilal%C4%B1-y%C3%BCzeyi-gm1321024083-407383136 (Erişim Tarihi: 08.02.2024)

[38] https://bilsenbesergil.blogspot.com/p/kayaclar-ve-kayac-yapilari.html (Erişim Tarihi: 08.02.2024)

[39]https://yunus.hacettepe.edu.tr/~tyurur/B%C3%B6l%C3%BCm_6_Sed_kayalar.pdf (Erişim Tarihi: 09.02.2024)

[40]https://niluferyildirimjeoloji.blogspot.com/2012/04/metamorfizma-cesitleri-1.html (Erişim Tarihi: 09.02.2024)

[41] E. Kaygısız, ‘’Bazı Meteoritlerin Petrografik ve Elemental Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.

[42] M. E. Özel, E. Şengül, Ö. Kocahan, ‘’Türkiye’de Meteorit/Göktaşı Araştırmaları’’, XVI. Ulusal Astronomi Kongresi ve V. Ulusal Öğrenci Astronomi Kongresi, 2008, 1117-1128.

[43]https://ihvanforum.org/konu/goktaslarinin-mesaji.756/ (Erişim Tarihi: 09.02.2024)

[44] E. Kaygısız, S. Öngen, M. E. Özel, O. Bölükbaşı ve A. Yılmaz, ‘’Türkiye Meteor Takip Sistemleri’’, Ulusal Astronomi Kongresi, 2015, 103-103.

[45]https://www.sciencefacts.net/types-of-meteorites.html (Erişim Tarihi: 09.02.2024)

[46] Sür, A. Sür, Ö. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2009). *Mineraller ve Kayaçlar*. Ankara: Bilim Yayınları.

[47] Pipe, J. (2012). *Gezegenimiz Dünya Kayaçlar ve Fosiller*. Ankara: TUBİTAK.

[48] Gökçe, A. (2009). *Maden Yatakları*. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları.

[49] J. D. Winter, Magmatik ve Metamorfik Petrolojinin Prensipleri. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2019.

[50] Çelik Karakaya, M. Karakaya, N. (2011). *Genel Mineraloji*. Ankara: Kendi Yayını.

[51] Çelik Karakaya, M. Karakaya, N. (2011). *Sistematik Mineraloji*. Ankara: Kendi Yayını.

[52] Kurt, H. Arık, F. (2015). *Mineraloji*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

[53] B. Uz, *Mineraller Kristallografi-Mineraloji*. İstanbul: Birsen Yayınevi, 2000.

[54] İnan, K. Tanyolu, İ. (1981). *Mineraloji Cilt 1*. İstanbul: Doyuran Matbaası.

[55] İnan, K. Tanyolu, İ. (1981). *Mineraloji Cilt 2*. İstanbul: Doyuran Matbaası.

[56] Ş. Hanelçi, *Mineraller Kayaçlar Meteoritler.* İstanbul, Kendi Yayını, 2017.

[57]https://supplementansiklopedisi.com/mineral-nedir-cesitleri-nelerdir/ (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[58]https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/68235/mod_resource/content/0/M%C4%B0NERALLER.pdf (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[59]https://yunus.hacettepe.edu.tr/~tyurur/B%C3%B6l%C3%BCm_2_Mineraller.pdf (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[60]https://kristalhayaller.blogspot.com/2016/05/kristal-sistemleri.html (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[61]https://twitter.com/GIAnews/status/1529149003769823235/photo/3 (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[62] Kaya S. Kavak O. *"Historical Adventure Of Precious-Semi Precious Stones"*, Editör/Editörler: İlyas ERPAY, Mehmet Veysi BABAYİĞİT, 1.Bilsel International Sur Scientific Researches Congress, 748s., Sayfa: 422-429, 1.Baskı, Diyarbakır, 2024, ISBN: 978-625-6501-62-1.

[63] Kaya S. Kavak O. *"Processing And Decoration Arts Of Precious-Semi Precious Stones"*, Editör/Editörler: İlyas ERPAY, Mehmet Veysi BABAYİĞİT, 1.Bilsel International Sur Scientific Researches Congress, 748s., Sayfa: 430-436, 1.Baskı, Diyarbakır, 2024, ISBN: 978-625-6501-62-1.

[64]https://docplayer.biz.tr/17376535-Mineralleri-tanitan-ozellikler.html (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[65]https://www.planetminecraft.com/blog/minecraft-logic-obsidian/vehttps://www.planetminecraft.com/blog/minecraft-logic-obsidian/ (Erişim Tarihi: 12.02.2024)

[66] M. Hatipoğlu, *Süstaşları Mineralojisi*. İzmir: Zeus Yayınevi, 2012.

[67] Şahin, S. Y. ''Değerli ve Yarı Değerli Taşlar-Önsöz''. Türkiye Jeoloji Bülteni, 65(3), 1-10, 2022.

[68] M. Y. Ethem, *A'dan Z'ye Kıymetli ve Yarı Kıymetli Taşlar (Süs Taşları).* Ankara: TMMOB Maden Mühendisliği Odası, 2006.

[69] F. Forget, *Mineraller ve Değerli Taşlar*. İstanbul: Bilge Kültür Sanat Yayınları, 2020. Çeviren: Reşat Uzmen.

[70] G.F.H. Smith, Değerli Taşlar ve Ayırt Edici Özellikleri El Kitabı. Ankara: Dorlion Yayınları, 2024. Çeviren: Araz Barın.

[71] M. Hatipoğlu, *Renkli Kıymetli Taşlar*. İzmir: Zeus Yayınevi, 2011.

[72] R. Webster, *Gems*. İngiltere: Butterworth&Co. 1983.

[73] M. Hatipoğlu, *Süstaşları Mineralojisi*. İzmir: Zeus Yayınevi, 2013.

[74] L. A. Groat, ‘’Gemstones: The Rarity of These Glittering Jewels Makes Them Valuable to Geologists Studying Conditions Deep in The Earth’’. American Scientist 100 (2), 128, 2012.

[75] J. Mastin*, Değerli Taşların Kimyasal Yapıları ve Özellikleri*. Ankara: Gece Kitaplığı Yayınevi, 2024.

[76] G. F. H. Smith, Değerli Taşlar ve Ayırt Edici Özellikleri El Kitabı. Ankara: Dorlion Yayınevi, 2024.

[77] P. Voillot, *Elmaslar ve Değerli Taşlar*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2013.

[78] M.D. Rothschild, *Kıymetli Taşların El Kitabı*. Ankara: Gece Kitaplığı Yayınevi, 2023.

[79] Kaya, S. ‘’Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metallere Ait Özel Koleksiyon Arşivi’’. Diyarbakır, 2024.

[80]https://tr.pinterest.com/search/pins/?q=gemstones&rs=typed (Erişim Tarihi: 15.02.2024)

[81] E. Atabey, Jeoloji El Kitabı. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, 2003.

[82] M. Kuzvart, M. Böhmer, *Prospecting and Exploration of Mineral Deposits.* Prag: Çekoslovak Bilimler Akademisi Yayınevi, 1986, 51-126.

[83] Hatipoğlu, M. Babalık, H. ve Chamberlain, S.C. ‘’Türkiye'deki değerli taş yatakları’’. Kayalar ve Mineraller, 85 (2), 124-133, 2010.

[84] J. Sinkankas, *Prospecting for Gemstones and Minerals.* ABD: Echo Point Books&Media, 2018, 418.

[85] Kavak, O. Kaya, S. ‘’Değerli Taşların ve Metallerin Oluşum Ortamları, İşlenmesi ile Ekonomiye Kazandırılması’’ *Farklı Yaklaşımlarla Madenler ve Değerli Taşlar,* Ed. Orhan Kavak ve Yusuf Kenan Haspolat. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 461-486.

[86] M. Tekbaş Candar, ‘’Batı ve Orta Anadolu’dan Bazı Potansiyel Gemolojik Örnekler ve Jeolojik Konumları’’, Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

[87] R. Özdemir, ‘’Değerli ve Yarı Değerli Süstaşları ve Mücevherlerde Sahte ve Ayıplı Ürünlerin Ayırt Edilmesinin Hukuksal Yönden Önemi ve Adli Gemoloji’’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Üsküdar Üniversitesi, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, 2018.

[88] B. Gözüpek, ‘’Süstaşları ve Kartal Ametist Oluşumları’’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996.

[89] Erkan, Y. (2013). *Magmatik Petrografi.* Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.

[90] Winter, J. D. (2019). *Magmatik ve Metamorfik Petrolojinin Prensipleri*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. Çeviren Editör: Cahit Helvacı.

[91]https://nature.berkeley.edu/classes/eps2/wisc/Lect3.html (Erişim Tarihi: 15.02.2024)

[92] https://www.pngegg.com/tr/png-cfzfy (Erişim Tarihi: 15.02.2024)

[93] https://www.jewelbear.com/learning-center/article/3/ (Erişim Tarihi: 15.02.2024)

[94]https://www.mining.com/russias-alrosa-back-mining-diamonds-zimbabwe/ (Erişim Tarihi: 15.02.2024)

[95] Erkan, Y. (2013). *Metamorfik Petrografi.* Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.

[96] Bucher, K. Grapes, R. (2015). Metamorfik Kayaçların Petrojenezi. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık. Çeviren Editör: Cahit Helvacı.

[97]https://cografyahocasi.com/Rustu-ilgar/Levha-tektonigi-kivrim-fay-volkanizma.pdf (Erişim Tarihi: 18.02.2024)

[98]https://www.quora.com/Are-there-believed-to-be-precious-stones-like-diamonds-or-emeralds-in-on-the-planets-in-the-Solar-System ve https://twitter.com/GIAnews/status/876182762730008576 (Erişim Tarihi: 18.02.2024)

[99] Erkan, Y. (2013). Sedimanter Petrografi. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları.

[100] Üşenmez, Ş. (1996). Sedimantoloji ve Sedimanter Kayaçlar. Yozgat: Gazi Üniversitesi Yayınları.

[101] Orhan, H. (2004). Sedimanter Kayaçlar Ders Notları. Konya: Selçuk Üniversitesi.

[102] Baş, H. Koçak, K. (1994). Metamorfik Kayaçlar. Konya: Selçuk Üniversitesi.

[103] https://tr.asayamind.com/placer-deposit (Erişim Tarihi: 18.02.2024)

[104]https://chromagems.com/blog/technical/measure-specific-gravity-gemstone/ (Erişim Tarihi: 25.02.2024)

[105] Güney, H. Hatipoğlu, M. ‘’Süstaşı Oluşumu, İşleme ve İnceleme Yöntemlerinin Antik Dönem ve Günümüz Kuyumculuk-Takı Tasarımındaki Yeri’’. İdil, 99, 1557-1570, 2022.

[106] Çelik, G. Şafak, H. ‘’Bir cam malzemenin kırılma indisinin elipsometrik yöntemle belirlenmesi’’. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(20), 39-48, 2002.

[107] T. Karagül ‘’ Işığın Kırılma Kanunu Tabanlı Görüntü İşleme’’. Yüksek Lisans Tezi, Düzce: Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

[108]https://tr.aliexpress.com/item/10000011498844.html?gatewayAdapt=glo2tur (Erişim Tarihi: 25.02.2024)

[109]https://www.speedupscience.com/2023/04/floatation.html (Erişim Tarihi: 25.02.2024)

[110]https://www.teknotip.com.tr/urun-kategori/spektrometre-cihazi/ (Erişim Tarihi: 25.02.2024)

[111]https://www.mineralogy.eu/optical/spectroscopes/handspectro_Beck02.html (Erişim Tarihi: 25.02.2024)

[112] https://www.gia.edu/gia-instruments (Erişim Tarihi: 25.02.2024)

[113] Jayaraman, A. (2000). A brief overview of gem materials: Natural and synthetic. Current Science, 79(11), 1555-1565.

[114] White, E. A. D. (1961). Synthetic gemstones. Quarterly Reviews, Chemical Society, 15(1), 1-29.

[115] Nassau, K., & Nassau, J. (1980). The growth of synthetic and imitation gems. In Growth and Properties (pp. 1-50). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

[116] Muhlmeister, S., Fritsch, E., Shigley, J. E., Devouard, B., & Laurs, B. M. (1998). Separatıng Natural And Synthetıc. Gems & Gemology, 34(2), 80-101.

[117]https://www.tesbihevim.com/blog/icerik/kehribar-tesbih#:~:text=S%C4%B1kma%20Kehribar%20Nedir,Bu%20renk%20%C3%BCretim%20a%C5%9Famas%C4%B1nda%20verilmektedir. (Erişim Tarihi: 27.02.2024)

[118]https://www.gia.edu/gia-news-research-sapphire-series-introduction-to-sapphire-and-synthetic-sapphire (Erişim Tarihi: 27.02.2024)

[119]https://www.tesbix.com/urun/5-5-gram-multicolor-kehribar-bebek-dis-kolyesi-1 (Erişim Tarihi: 27.02.2024)

[120] MEGEP, Kuyumculuk Teknolojisi Alaşım Metalleri ve Kimyasallar. https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ala%C5%9F%C4%B1m%20Metalleri%20Ve%20Kimyasallar.pdf (Erişim Tarihi: 27.02.2024)

[121] K. Kaplan, Türkiye'de Kuyumculuk ve Altın. İstanbul: İTO yayıncılık, 2004.

[122]https://fenbilimleri678.blogspot.com/2018/12/periyodik-sistem-periyodik-tablonun.html (Erişim Tarihi: 27.02.2024)

[123] S. Temur, Metalik Maden Yatakları. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2001.

[124] F. J. Sawkins, Maden Yatakları ve Levha Tektoniği. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 1999.

[125] M. B. Yücel, Dünyada ve Türkiye'de Altın. Ankara: MTA Yayınları, 2020.

[126] R.Z.F. Coşkun, Dünyada ve Türkiye'de Gümüş. Ankara: MTA Yayınları, 2021.

[127] İ. H. Ünal, S. Tuncel, M. B. Yücel, B. Yoleri ve M. Arslan, Dünyada ve Türkiye'de Bakır. Ankara: MTA Yayınları, 2016.

[128] Manutchehr-Danai, M. (2005). Dictionary of gems and gemology. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

[129] Pardieu, V. (2020). Field gemology. The evolution of data collection. InColor, 46, 100-106.

[130] Musa, M. (2022). The Importance of Multidisciplinary Analytical Strategies to Solve Identification and Characterization Challenges in Gemology: The Example of the "Green Stones". Applied Sciences, 12(14), 7168.

[131] Karampelas, S., Kiefert, L., Bersani, D., Vandenabeele, P., Karampelas, S., Kiefert, L. ve Vandenabeele, P. (2020). Gem analysis. Gems and Gemmology: An Introduction for Archaeologists, Art-Historians and Conservators, 39-66.

[132] Fritsch, E., & Rondeau, B. (2009). Gemology: The developing science of gems. Elements, 5(3), 147-152.

[133] Harding, B. L. (1975). Gemology for the Mineralogist. Rocks & Minerals, 50(9), 529-531.

[134] King, J. M. (Ed.). (2006). Gems & Gemology in Review: Colored Diamonds. Gemological institute of America.

[135] McClure, S. F. Moses, T. M. Tannous, M. & Koivula, J. I. (1999). Classifying emerald clarity enhancement at the GIA Gem Trade Laboratory. Gems Gemol, 35(4), 176-185.

[136] Emmett, J. L. Scarratt, K. McClure, S. F. Moses, T. Douthit, T. R. Hughes, R.& Kane, R. E. (2003). Beryllium diffusion of ruby and sapphire. Gems & Gemology, 39(2), 84-135.

[137] Fritsch, E. Rondeau, B. (2009). Gemology: The developing science of gems. Elements, 5(3), 147-152.

[138] Eaton-Magaña, S., & Breeding, C. M. (2016). An introduction to photoluminescence spectroscopy for diamond and its applications in gemology. Gems Gemol, 52(1), 2-17.

[139]https://www.mining.com/de-beers-latest-diamond-sales-hit-by-indias-demonetization/ (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[140] Hatipoğlu, M. Türkiye'de Mücevheratın Standardizasyonu İçin Metalürjik ve Gemolojik Kontrolün (Sertifikasyonun) Önemi. https://www.researchgate.net/profile/Murat-Hatipoglu/publication/286625660_Turkiye'de_mucevheratin_standardizasyonu_icin_metalurjik_ve_gemolojik_kontrolun_sertifikasyonun_onemi_Importance_of_metallurgical_and_gemological_control_certification_for_jewelry_standardization_in_T/links/566c94fc08aea0892c4fd8be/Tuerkiyede-muecevheratin-standardizasyonu-icin-metalurjik-ve-gemolojik-kontroluen-sertifikasyonun-oenemi-Importance-of-metallurgical-and-gemological-control-certification-for-jewelry-standardization-i.pdf (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[141] Utane, R. Ansari, M. C. Deo, S & Inam, F. (2019). UV-Visible Determination of Synthetic Compound 1-Phenyl Naphthalene and Extracted Plant Lignans Derivatives.

[142] https://cementurk.com.tr/ftir-teknolojisi/ (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[143] Akçe, M. A., Kadıoğlu, Y. K. (2020). Raman spektroskopisinin ilkeleri ve mineral tanımlamalarında kullanılması. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(2), 99-115.

[144]https://www.renishaw.com.tr/tr/a-basic-overview-of-raman-spectroscopy--25805 (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[145] https://bilsenbesergil.blogspot.com/p/blog-page_631.html (Erişim Tarihi:

[147] https://eodev.com/gorev/15486670 (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[148]https://tr.aliexpress.com/item/1005001680093511.html (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[149] Rao, Y., Guo, Q., Zhang, S., & Liao, L. (2023). Comparative Study on Gemmological Characteristics and Luminescence of Colorless and Yellow Scapolites. Crystals, 13(3), 462.

[150] Vigier, M., Fritsch, E., Cavignac, T., Latouche, C., & Jobic, S. (2023). Shortwave UV Blue Luminescence of Some Minerals and Gems Due to Titanate Groups. Minerals, 13(1), 104.

[151]https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Visible_spectrum_390-710_nm_linear_perceptual.svg (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[152] https://en.wikipedia.org/wiki/Pleochroism (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[153]https://www.abijoux.com/3-61-ct-chrome-chalcedony-mtorolite.htm (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[154]https://tr.aliexpress.com/item/1005002882694458.html (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[156] https://bilgihanem.com/aytasi-nedir/ (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[157]https://www.geologyin.com/2017/01/what-is-adularescence.html (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[158] https://www.dunyadogaltas.com.tr/labradorit-tasi-ozellikleri-faydalari (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[159] https://www.gemstones.com/gemopedia/tigers-eye (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[160]https://www.shutterstock.com/tr/image-photo/native-gold-silver-copper-nuggets-isolated-1018338643 (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[161] https://aumprana.com/tag/cristaloterapia/ (Erişim Tarihi: 28.02.2024)

[162] N. Boyan, ‘’Süs Taşlarının İyileştirilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Tayinleri: Korund ve Beril Mineralleri Uygulamaları’’. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2019.

[163] M., Ispas, H., Petrescu, M. I., & Jianu, E. (2006). Improved Retention of Surface Treated Diamonds in Sintered Tools for Processing Ornamental Stones. University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin, Series B, 68, 4.

[164] https://zenith-gemology.com/our-facility (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[165]https://www.theraregemstonecompany.com/gemology-articles/gemstone-treatments-heating-and-irradiation (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[166]https://www.blackacreldn.com/journal/sri-lanka-diary-gemstone-cutting-and-heating (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[167] Howard, J. H. (2015). Revised lapidary handbook. Ravenio Books.

[168] E. Alparslan, ‘’Oltu Taşı İşlemeciliği ve Yörede Üretilen Ürünlerin Bazı Özellikleri’’. Doktora Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.

[169] E. Korkutan, "Oltu ve Köylerinde Oltu Taşı İşlemeciliği ve Yöreye Özgü Takılar”. Geçmişten Günümüze Kuyumculuk Sempozyumu, (1)1, Isparta, 2017.

[170] P. Ş. Daşçı, ‘’Çubuk (Ankara) Yöresi Agatlarının Mineralojik Özelliklerinin İncelenmesi ve Süstaşı Olarak İşlenebilirliğinin Araştırılması’’ Yüksek Lisans Tezi, Mersin: Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

[171] Başıbüyük, Z., Akbudak, İ. K., Gürbüz, M., Önal, A. Ö., & İşler, F. (2018). Yamadağ volkanitleri (Arguvan-Malatya) içerisinde silisli süstaşı oluşumları mineralojik, jeokimyasal, gemolojik özellikleri ve ekonomik önemleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(1), 211-219.

[172] https://www.dailymotion.com/video/x6boa8i (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[173] https://tr.hansinc.com/lapidary-grinder-saw (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[174] https://trgemoloji.com/kirmizi-mercan-02 (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[175]https://www.sanalkuyumculuk.com/dogal-mucevher-taslarin-degerine-gore-siniflandirilmasi/ (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[176]https://dugun.com/alyans-ve-taki/makaleler/pirlanta-secmeden-bu-5-seyi-ogrenin-296 (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[177] https://colorsymphony.com/diamond-information/ (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[178]https://www.odda75.com/blog/icerik/pirlanta-kesimleri (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[179]https://www.amazon.com.tr/VEVOR-Fasetleme-makinesi-Faseting-cilalay%C4%B1c%C4%B1/dp/B00VDXU846 (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[180] https://suchijewels.com/ (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[181] https://www.stillgumus.com/zirkon-tas-nedir/ (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[182]https://www.facebook.com/p/Pradeep-Natural-Gems-Jewellery-100060056808364/?locale=et_EE (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[183] https://tr.aliexpress.com/i/1005002230029482.html (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[184] https://www.dogaltaslar.net/dogal-taslar/dogal-taslarin-faydalari/.html (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[185] https://www.joom.com/tr/products/5ea167e98b2c370101466c09 (Erişim Tarihi: 03.03.2024)

[186] M. Yalçınkaya, ‘’ Kameo Örneğinde Süstaşı İşlemeciliği’’. Yüksek Lisans Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, 2013.

[187] https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/sustasi (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[188]https://www.amazon.com.tr/Crystal-Rhinestones-Vintage-Brooch-%C4%B0%C4%9Fnesi/dp/B0CNN3S6NG (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[189]https://tr.aliexpress.com/?spm=a2g0o.detail.logo.1.5679XVAiXVAivG&gatewayAdapt=glo2tur (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[190] A. B. Nayır, ‘’Akik Taşının Türk Kuyumculuğundaki Yeri ve Günümüz Takı ve Aksesuarlarında Kullanımı’’. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 2011.

[191] Güney, H. (2022). Tombak, Savat ve Mine Kuyumculuk: Takı Tasarımı Süsleme Tekniklerinin Kimya ile İlişkisi. Kalemişi-Türk Sanatları Dergisi, 10(20), 66-78.

[192] Kılıç, S. (2016). Eski Türklerde Kuyumculuk Geleneği ve Metal Süsleme Teknikleri. Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi, (58), 23-55.

[193]https://mesakbelgelendirme.com.tr/kuyumcu-meslegi-myk-belgesi/ (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[194]https://sigortamedya.com.tr/beste-en-cok-kazandiran-fon-kiymetli-madenler-oldu/ (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[195]https://www.caninsesi.com.tr/haber/18926140/altinin-kilogram-fiyati-2-milyon-liraya-geriledi (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[196]https://www.doviz.com/makale/altin-gumus-orani-nedir-nasil-yorumlanmalidir/210 (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[197]https://picclick.co.uk/50-ingot-lot-1-lb-Copper-Ingots-999-384171189851.html (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[198]https://www.fellik.com/platin-hesabi-nedir-hangi-bankada-acilabilir/ (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[199] Hatipoğlu, M. Gökçen, N. Batı Anadolu'nun Yarı Kıymetli Süstaşlarının Başlıca Mineralojik, Jeolojik ve Ekonomik Nitelikleri, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

[200] Arıyürek, M. İyioğlu, M. T. "Elmas ve Elmasın Mücevher Takı İmalatında Kullanımı". Ulak bilge, 55 (2020 Aralık): s. 1575–1587. doi: 10.7816/ulakbilge-09-55-09.

[201] Güney, H. (2017). Jeoloji ve Gemoloji Bilimlerinde Kullanılan Tahribatsız Arkeometrik Yöntemler ve Cihazların Günümüz Arkeoloji Biliminde Kullanımı ve Gerekliliği. Uluslararası Disiplinler arası ve Kültürlerarası Sanat, 2(2), 89-98.

[203] Babalık, M. H. E. Ç. H., ve Güner, V. Ç. E. Argemmaların (Arkeo-Gemolojiksel-Materyallerin) Envanterlenmesinde Süstaşı Türlerinin Tespiti için, Tahribatsız Konfokal Mikro-Raman ve FT-IR Cihazlarının Kullanımı ve Önemi.

[204] Güney, H., Sakarya, M., Kızılkaya, H. T., & VAROL, E. (2022). Niğde Müzesi'nde Bulunan Gerdanlık ve Kolyelerin İncelenmesi. Journal of World of Turks/Zeitschrift für die Welt der Türken, 14(2).

[205] Özüdoğru, Ş. (1994). Anadolu'da erken tunç çağından günümüze gümüş takıların tarihi gelişimi içinde Alpu takılarının değerlendirilmesi.

[206] Sezgin, Nesrin. Anadolu Medeniyetleri Müzesindeki madeni takılar. MS thesis. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 2014.

[207] Özkan, Süleyman. "Eski Anadolu'da Kuvars Taşı İşlemeciliği." (2011).

[208] Arslan, Sema. "Eski Mezopotamya Kültüründe Lapis Lazuli Taşının Yeri ve Taşın Bazı Türleri." Journal of Universal History Studies 5.2 (2022): 138-163.

[209] Arslan, Melis. Antik Anadolu Medeniyeti Frigya (Phrygia) uygarlığı takıları ve motiflerinin tekstil deseni olarak kullanılması. MS thesis. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013.

[210] Güney, H. Hatipoğlu, M. "Süstaşı Oluşumu, İşleme ve İnceleme Yöntemlerinin Antik Dönem ve Günümüz Kuyumculuk-Takı Tasarımındaki Yeri". İdil Dergisi, 99/14, (2022), 1557-1570.

[211] https://kavrakoglu.com/antik-donemde-taki-4/ (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[212]https://www.facebook.com/photo/?fbid=3185539078342857&set=a.2128428354053940&paipv=0&eav=Afb2JdSdmb7_WQxfTPyYvLY2ZYygvOieze0vI3xOfQaWU4_igkYdlxn2w2g65UIb2e0 (Erişim Tarihi: 15.03.2024)

[213]https://tr.wikipedia.org/wiki/Ka%C5%9F%C4%B1k%C3%A7%C4%B1_Elmas%C4%B1 (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[214]https://www.reddit.com/r/ArtefactPorn/comments/23fr36/scythian_gold_helmet_of_perederijewa_mogila_4thc/ (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[215] https://www.wikidata.org/wiki/Q116281869 (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[216] https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Conical_seal_MET_vsz1999_325_097.jpg (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[217] https://voelkerkunde-herrnhut.skd.museum/en/exhibitions/archiv/the-argentine-treasure-of-the-steppes/ (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[218] Erbaş, İkbal. "Taş ve Taş Yapı Kültüründe Değişim ve Dönüşüm." ATA Planlama ve Tasarım Dergisi 2/1 (2018): 29-37.

[219] Çakır, O. ‘’Mimaride Doğal Taş’’. Livre de Lyon, 2023.

[220] Yüksel, U. Eraslan, Ş. "Jeolojik Miras Niteliğindeki Doğal Taşların Peyzaj Tasarımında Kullanım Olanakları." Journal of Architectural Sciences and Applications 4/1 (2019): 69-89.

[221] Karahan, D. S. ‘’Dünyada ve Türkiye’de Doğal Taşlar’’. Ankara: MTA Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı, 2018.

[222] https://biancocarraramermer.com/diger-renkler (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[223]https://www.dirilispostasi.com/haber/6274376/sivas-cifte-minareli-medrese-ve-bezemeleri (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[224] https://twitter.com/millisaraylar/status/1167053233807929344 (Erişim Tarihi: 17.03.2024)

[225] Yeşilbağ, S. "Muhibbî Dîvânı’nda değerli taşlar." Divan Edebiyatı Araştırmaları Dergisi 22.22 (2019): 689-712.

[226] Aytekin, H. "Harry Potter ve Felsefe Taşı’nda Üslûp ve Mizah." Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 1.30 (2011): 167-184.

[227] Yavaş, B. "Fantastik sinema ve mitolojinin metinlerarası aktarımı: Harry Potter ve Felsefe Taşı örneği." Milel ve Nihal 19.1 (2022): 79-103.

[228] Aydın, R. "Yahudi Mistisizmi veya Kabalacılık: İnançlar ve Tarih-Kürşad Demirci." (2017): 200-203.

[229] İlhan, D. "Paulo Coelho’nun Simyacı Adlı Romanında Mitolojik Açılımlar Kapsamında İnsan ve Evren." Proceedıngs Book (2019): 257.

[230]https://www.bilgibaba.com/yazi/felsefe-tasi-nedir-felsefe-tasi-gercek-midir (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[231] Balanlı, M. "Titreşim Tıbbı: “Geleceğin Tıbbı”." Journal of Biotechnology and Strategic Health Research 3 (2019): 138-149.

[232] Alkan, Zülfikar. "Kristallerin Enerjisi: Litoterapi." Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi 22: 2011-2012.

[233] Çalık, A. "Antik Çağlardan Günümüze Süs Taşlarının Şifa Kaynağı (İyileştirme-Koruma) Olarak Kullanım Şekilleri ve Nedenleri." Sağlık Bağlamında Edebiyat, Sanat ve Tarih (2020): 75.

[234] Aksoy, O. "Şifa Tasları." Türk Etnografya Dergisi 65 (1976): 35-54.

[235] Saltık Özkan, T. "Geleneksel Tıpta İyileşmenin İnanç Boyutu Üzerine Kuramsal Yaklaşımlar: Psikosomatik Tıp, Plasebo Etkisi ve Kuantum İyileşme." Millî Folklor 24.95 (2012).

[236]Biruni, A. ‘’Kıymetli Taşlar ve Metaller’’. Ankara: TTK Yayınları, 2020.

[237] Aksoy, G. ‘’Aristoteles’in Taşlar Kitabı’’. İstanbul: Büyüyenay Yayınları, 2021.

[238] Hall, J. ‘’Değerli Taşlar Kitabı’’. İstanbul: Alfa Yayınları, 2019.

[239] Kaya, S. ‘’Doğal Taşların Özellikleri ve İnsan Vücudu Üzerine Olan Etkileri (Tıbbi Jeoloji-Litoterapi)’’ Farklı Yaklaşımlarla Bütüncül ve Fonksiyonel Tıp, Ed. Kavak, V. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 380-412.

[240]https://www.trendyol.com/cakra-dogal-tas/yasam-cicegi-selenit-dogal-tas-tabak-7-cakra-timbil-avuc-tasi-arindirma-sifalandirma-seti-p-733092487 (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[241]https://www.facebook.com/Dvineyog/photos/a.122391409092896/289065619092140/?type=3 (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[242]https://www.hasgumus.com.tr/urun/Index/37622/Kad%C4%B1n-Ametist-Ta%C5%9Fl%C4%B1-G%C3%BCm%C3%BC%C5%9F-Y%C3%BCz%C3%BCk/0 (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[243]https://www.temizmekan.com/taslardan-sifa-ummak/ (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[244]https://aviormira.com/blog/cakra-bileklik-nedir-faydalari-ozellikleri-ne-ise-yarar (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[245] https://www.tesbihane.com/ (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[246]https://www.pozitifdogaltas.com/burclara-gore-taslar (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[247] Tanımı, Tıbbi Jeoloji, And Tarihçesi Konuları. "2.6 Türkiye'de Tıbbi Jeoloji Konuları ve Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) Araştırmaları." Türkiye'de Kanser Kontrolü: 187.

[248] Atabey, E. "Tıbbi Jeoloji ve Tıbbi Coğrafya: Türkiye'de Tıbbi Jeolojik Unsurlar ve Halk Sağlığı." https://www.researchgate.net/profile/Esref-Atabey/publication/352643075_TIBBI_JEOLOJI_VE_TIBBI_COGRAFYA_TURKIYE'DE_TIBBI_JEOLOJIK_UNSURLAR_VE_HALK_SAGLIGI/links/60d1a924299bf1cd71e9cc74/TIBBI-JEOLOJI-VE-TIBBI-COGRAFYA-TUeRKIYEDE-TIBBI-JEOLOJIK-UNSURLAR-VE-HALK-SAGLIGI.pdf (Erişim Tarihi: 19.03.2024)

[249] Varol, S. Davraz, A. Varol, E. "Yeraltı suyu kimyası ve sağlığa etkisinin tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi." TAF Preventive Medicine Bulletin 7.4 (2008): 351-356.

[250]https://depositphotos.com/tr/photo/human-respiratory-system-lungs-anatomy-389216312.html (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[251] Atabey, Eşref. "Türkiye asbest haritası (çevresel asbest maruziyeti-akciğer kanseri-mezotelyoma)." Tuberk Toraks 63.3 (2014): 199-219.

[252]https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C4%B1bbi_jeoloji#/media/Dosya:Asbestos3USGOV.jpg (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[253] Atabey, E. "İliç Altın Madeni Sahasında Toksik Cıva, Arsenik, Radyoaktif Uranyum ile Kanserojen Asbest Tehlikesi." https://www.researchgate.net/profile/Esref-Atabey/publication/378372625_ILIC_ALTIN_MADENI_SAHASINDA_TOKSIK_CIVA_ARSENIK_RADYOAKTIF_URANYUM_ILE_KANSEROJEN_ASBEST_TEHLIKESI/links/65d6f15eadf2362b634b3567/ILIC-ALTIN-MADENI-

SAHASINDA-TOKSIK-CIVA-ARSENIK-RADYOAKTIF-URANYUM-ILE-KANSEROJEN-ASBEST-TEHLIKESI.pdf (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[254] https://tr.aliexpress.com/i/1005002623808312.html (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[255] Atabey, E. "Aksaray-Nevşehir Arası Eriyonit Minerali İçeren Volkanik Tüflerin Dağılımı ve Akciğer Kanseri (Mezotelyoma) İlişkisi." (2007).

[256] https://www.wikidata.org/wiki/Q415108 (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[257] Atabey, E. "Jeotermal (Sıcak Su) Kaynaklarında Arsenik, Florür, Bor ve Radon Gazı Sorunu." (2019).

[258] https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Fluorine_MHNT.MIN.2010.16.1.jpg

[259] Atabey, E. "Türkiye'de Yetersiz İyot Sorunu: Guatr ve Büyüme Geriliği." https://www.researchgate.net/profile/Esref-Atabey/publication/377742087_TURKIYE'DE_YETERSIZ_IYOT_SORUNU_GUATR_VE_BUYUME_GERILIGI/links/65b4fae91e1ec12eff4feb2a/TUeRKIYEDE-YETERSIZ-IYOT-SORUNU-GUATR-VE-BUeYUeME-GERILIGI.pdf (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[260]https://www.iyot.gen.tr/kaya-tuzunda-iyot-varmi.html (Erişim Tarihi: 20.03.2024)

[261] Atabey, E. "Mineral Tozları ve Sağlığımız/Tozsuz Yaşam Mümkün Mü?" https://www.researchgate.net/profile/Esref-Atabey/publication/377977417_MINERAL_TOZLARI_VE_SAGLIGIMIZ_TOZSUZ_YASAM_MUMKUN_MU/links/65c11ea81e1ec12eff7614c6/MINERAL-TOZLARI-VE-SAGLIGIMIZ-TOZSUZ-YASAM-MUeMKUeN-MUe.pdf (Erişim Tarihi: 21.03.2024)

[262]https://turkvent.com.tr/hava-temizleme-sistemlerinde-aktif-karbon/ (Erişim Tarihi: 21.03.2024)

[263]https://tr.wikipedia.org/wiki/Pn%C3%B6mokonyoz#/media/Dosya:Asbestosis_high_mag.jpg (Erişim Tarihi: 21.03.2024)

[264]https://www.haberturk.com/uranyum-nedir-nerelerde-kullanilir-uranyum-kullanim-alanlari-ozellikleri-periyodik-tablodaki-simgesi-ve-yeri-3630529 (Erişim Tarihi: 21.03.2024)

[266] Taştan, K. "Ülkemizde geleneksel ve tamamlayıcı tıbbın kilometre taşları." Ankara Medical Journal 18.3 (2018): 458-459.

[267] Öztürk Türkmen, H. "Gelenekselden Tamamlayıcıya Bilimdışı Sağlık Uygulamaları." Tıbbi Etik ve Deontolojiyi Koruma Sorumluluğu: 200.

[268] Williamson, T. "Dowsing achieves new credence." New Scientist (1979).

[269] Dym, W. "Scholars and Miners: Dowsing and the Freiberg Mining Academy." Technology and culture 49.4 (2008): 833-859.

[270] Mutlu, G. Türkmen, M.B. "Antik Çağ Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Kaynak Sularının Kullanımı ve Günümüz Balneoterapi Uygulamalarına Yansıyan İzleri." Tarih İncelemeleri Dergisi 35.2 (2020): 631-654.

[271] Betz, H. D. (1995). "Unconventional Water Detection: Field Test of the Dowsing Technique in Dry Zones, Parts I & II." Journal of Scientific Exploration, 9(1, 2).

[272] Janks, J. S. "Yeraltının Haritasını Çıkarmak İçin Maden Arama Çubuklarının Faydası ve Sınırları." Sınır Perspektifleri 15.1 (2006): 26-26.

[273] Betz, Hans-Dieter. "Unconventional water detection: field test of the dowsing technique in dry zones: part 1." Journal of Scientific Exploration 9.2 (1995): 155-189.

[274] Prosper, M., And M. Abanyıe. "An Assessment Of Groundwater Exploratıon Usıng Tradıtıonal Methods: Water-Wıtchıng." (2017).

[275]https://www.hakancobanoglu.net/online-egitimler/sarkac-egitimi-temel-ve-ileri-seviye/ (Erişim Tarihi: 21.03.2024)

[276] https://yeniizmir.com/cubuk-ile-su-arama-iddiasi/ (Erişim Tarihi: 21.03.2024)

[277] https://tr.pinterest.com/pin/846606429967335292/ (Erişim Tarihi: 22.03.2024)

[278] https://biomedya.com/titresim-tibbi-biyorezonans (Erişim Tarihi: 22.03.2024)

[279] https://selfhelp.la/lightbed/ (Erişim Tarihi: 23.03.2024)

[280]https://gzt.adu.edu.tr/haber/frekanslarla-tedavi-biorezonans-3071v (Erişim Tarihi: 24.03.2024)

[281] Çağatay, N. "Türkiye'nin bazı radyoaktif cevherleşmeleri üzerinde mineralojik çalışmalar." Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 24 (1981): 59-65.

[282]https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/J%20%20406/483587676_endustriyel_7 compatibility_mode.pdf (Erişim Tarihi: 22.03.2024)

[283]https://tr.wikipedia.org/wiki/Kategori:Radyoaktif_mineraller (Erişim Tarihi: 24.03.2024)

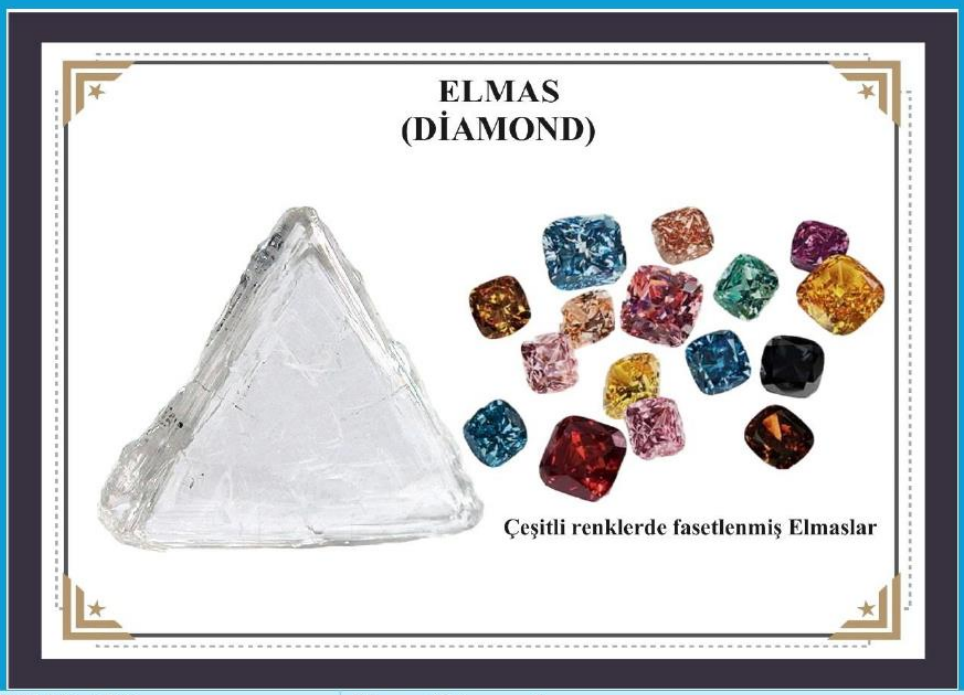
[284] Graves, T. The Diviner's Handbook: A Guide to the Timeless Art of Dowsing. Inner Traditions/Bear & Co, 1986.

[285] https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/StandardAra.aspx (Erişim Tarihi: 21.04.2024)

[286] https://www.hemba.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 21.04.2024)

EKLER

Ek 1: Elmas (Diamond)



MİNERAL ADI	Elmas (Diamond)
GRUBU	Nabit Element
KİMYASAL FORMÜLÜ	C
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Yaygın Olarak Oktahedral
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{111} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	10
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.50-3.53
KIRILMA İNDEKSİ	2.4175-2.4178
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	2,417
PARLAKLIK	Yağımsı, Kesilmiş Olanlar Parlak
RENGİ	Renksiz, Sarı, Mavi, Kırmızı, Gri, Pembe, Turuncu, Yeşil, Kahverengi
ÇİZGİ RENGİ	-----
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Aşırı Sertliği
BULUNUŞU	Kimberlitlerde veya Volkanik Bacalarda Olivin, Pirop, Filogopit, ile Beraber; Konglomeralarda, Alüvyal Plaserlerde ve Nadiren Meteoritlerde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Forsterit, Olivin, Filogopit, Pirop, İlmenit (Kimberlit Bacalarda); Granat, Rutil, Brokit, Anataz, Hematit, Manyetit, Turmalin, Altın, Zirkon, Topaz (Plaserlerde)
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Avustralya, G. Afrika, G. Amerika, Endonezya, Hindistan
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Mücevhercilik Sektörü, Sentetik Olanların Bazı Endüstri ve Sanayi Sektörlerinde

Sercan KAYA, 2024

Ek 2: Zümrüt (Emerald)



MİNERAL ADI	Zümrüt (Emerald)
GRUBU	Oksitler-Beril
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Be_3Al_2SiO_6$
KRİSTAL SİSTEMİ	Hegzagonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Altıgen veya Masif
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{0001}
MOHS SERTLİK DERECESİ	7.5-8
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.76
KIRILMA İNDEKSİ	1.564-1.602
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.004-0.007
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Yeşil veya Koyu Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği ve Rengi
BULUNUŞU	Metamorfik Türevli Hidrotermal Sistemlerde, Granitik Pegmatitler ve Birçok Tipteki Magmatik-Hidrotermal Damarlar
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Zümrüt Damarlarında Kalsit ve Piritlerle Beraber
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Kolombiya, Zambiya, Avustralya, Brezilya, Pakistan, Afrika, Hindistan, Mısır, Rusya, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Eskişehir (Sivrihisar)
KULLANIM ALANLARI	Mücevhercilik Sektöründe

Sercan KAYA, 2024

Ek 3: Safir (Sapphire)



MİNERAL ADI	Safir (Sapphire)
GRUBU	Oksitler-Korindon
KİMYASAL FORMÜLÜ	Al_2O_3
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Altıgen Piramit, Fıçı Şeklinde
KIRILMA	Konkoidal ve Kıymık
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	9
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.98-4.09
KIRILMA İNDEKSİ	1.760-1.772
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.008
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Mavi, Sarı, Pembe, Beyaz, Turuncu, Siyah, Mor
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Elmastan Sonra En Sert Mineral Olması
BULUNUŞU	Dolomite Kireçtaşı, Mermer, Bazalt Kayaçlarında Ya Da Pegmatit Kayaçlarda, Çoğunlukla Da Alüvyon veya Ayrışma Zonlarında Nadiren Primer Kayaçlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Hematit, Magnetit, Spinel
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Hindistan, Tayland, Sri Lanka, Afganistan, Avustralya, Brezilya, Pakistan, Çin, Kameru[Sercan KAYA, 2024]mbiya, Madagaskar
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Muğla
KULLANIM ALANLARI	Mücevhercilik Sektöründe

Sercan KAYA, 2024

Ek 4: Yakut (Ruby)



MİNERAL ADI	Yakut (Ruby)
GRUBU	Oksitler-Korindon
KİMYASAL FORMÜLÜ	Al_2O_3:Cr
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Altıgen Prizma
KIRILMA	Konkoidal ve Kıymık
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	9
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.97-4.05
KIRILMA İNDEKSİ	1.768-1.772
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.008-0.010
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Kırmızı
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Elmastan Sonra En Sert Mineral Oluşu
BULUNUŞU	Metamorfik Dolomit Mermer, Gnays ve Amfibolitlerde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Zoisit, Kuvars
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Tayland, Kamboçya, Afganistan, Avustralya, Brezilya, Kolombiya, Hindistan, Japonya, İskoçya
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Muğla (Yatağan), Malatya (Doğanşehir)
KULLANIM ALANLARI	Mücevhercilik Sektöründe

Sercan KAYA, 2024

Ek 5: Kuvars (Quartz)



MİNERAL ADI	Kuvars (Quartz)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	SiO_2
KRİSTAL SİSTEMİ	Hekzagonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Kristalin Altıgen Prizma
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{1011}, {0111}, {1010} Nadir ve Düzensiz
MOHS SERTLİK DERECESİ	7
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.59-2.63
KIRILMA İNDEKSİ	1.543-1.554
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.009
PARLAKLIK	Camsı, Saydam veya Yarı Saydam
RENGİ	Çok Renk Çeşitli
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Ametist, Dumanlı Kuvars, Pembe Kuvars, Gül Kuvars, Şahingözü, Kaplangözü, Süt Kuvars, Sitrin, Aventurin, Rutilli Kuvars, Kristal Kuvars, Ametrin
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Kristal Şekli ve Sertliği
BULUNUŞU	Hidrotermal Damarlarda Epitermal; Granit ve Granitik Pegmatitlerde, Kumtaşı ve Kuvarsitlerde Bol Miktarda; Diğer Kayaçlarda İse Daha Az, Karbonatlı Kayaçlar; Toprak ve Diğer Sedimanter Kayaçlarda Da Kalıntı Mineral Olarak; Kalsedon, Agat ve Opal Halinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kalsit, Florit, Feldspat, Epidot, Klorit, Mika, Zeolit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Dünyanın Her Yerinde Çoğunlukla Brezilya, ABD, Namibya, Angola, Madagaskar, Hindistan, Çin
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Antalya, Zonguldak, Kastamonu, Aydın, Balıkesir
KULLANIM ALANLARI	Kimya Endüstrisinde Kristal Silikon Metali ve Kroze Üretiminde, Ultra-Saf Kuvarslar Optikte, Elektrik-Elektronik Sanayisinde, Cam, Deterjan, Boya, Dolgu, Seramik ve Zımpara Metalurji Sanayisinde, Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 6: Opal (Opal)



MİNERAL ADI	Opal (Opal)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$SiO_2.nH_2O$
KRİSTAL SİSTEMİ	Amorf
KRİSTAL BİÇİMİ	Amorf
KIRILMA	Konkoidal veya Düzensiz
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	5.5-6
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.07-2.24
KIRILMA İNDEKSİ	1.37-1.52
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Camsı ile Mumsu Arası
RENGİ	Renksiz, Beyaz, Sarı, Kırmızı, Turuncu, Yeşil, Kahverengi, Siyap, Mavi, Pembe
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Ateş Opali, Siyah Opal, Jelimsi Opal, Parçalı Opal, Kristal Opal, Beyaz Opal, Ağaç Opal, Süt Opal, Adi Opal
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	İlgi Çekici Gökkuşağı Rengi
BULUNUŞU	Yeraltı Sularının Hareket Etmesi ve Kayaçlar Arasındaki Boşluklarda Çökelmesi Sonucu ve Nispeten Düşük Sıcaklıkta Çökelir
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Limonit, Riyolit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	%95'i Avusturalya, Brezilya, Meksika, Kanada, Endonezya, Etiyopya, Slovakya, Batı Amerika, Çek Cumhuriyeti
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Kütahya, Eskişehir, Bilecik, Afyon, Erzurum
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 7: Diyaspor (Diaspor)



MİNERAL ADI	Diyaspor (Diaspor)
GRUBU	Oksit
KİMYASAL FORMÜLÜ	A-AlO(OH)
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	İğnemsi, Yapraklı, Pullu
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{010} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	6.5-7
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.10-3.40
KIRILMA İNDEKSİ	1.682-1.752
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.048
PARLAKLIK	Camsı, Dekolte Yüzeylerinde İnci Gibi
RENGİ	Renksiz, Beyaz, Gri, Pembe, Mor, Sarı, Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Zultanit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Dilinimi ve Levhamsı Şekli
BULUNUŞU	Alüminyum Silikatlı Minerallerce Zengin Kayaçların Tropikal Ortamlarda Ayrışması Sonucu Oluşmuş Boksit Yataklarında Alüminyumlu Minerallerin ve Bazı Alkali Pegmatitlerin Hidrotermal Alterasyonu; Korund ve Zümrüt İçeren Yataklarda, Klorit, Şistlerde, Metamorfik Kireçtaşlarında ve Altere Magmatik Kayaçlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Korund, Manyetit, Margarit, Kloritorit, Spinel, Klorit, Gibsit, Böhmit, Hematit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Rusya, Brezilya, Arjantin, İngiltere, Çin
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Zultanit Çeşidi Dünyada Sadece Muğla'nın Milas İlçesinde
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 8: Akik/Agat (Agate)



MİNERAL ADI	Akik/Agat (Agate)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	SiO_2
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal veya Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Kriptokristalin
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	6.5-7
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.58-2.64
KIRILMA İNDEKSİ	1.53-1.54
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.004
PARLAKLIK	Mumsu
RENGİ	Tek Renkli veya Çok Renkli Bantlar
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Mavi Akik, Yeşil Akik, Kırmızı Akik, Çubuklu Akik, Ateş Akik, Ağaç Akik
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Bantlı Yapısı
BULUNUŞU	Yeraltı Magmalarında Oluşan Doğal Süreçlerin Neticesinde, Magmaların Sıkışması ve Yapılarda Kalıntı Bırakması Sonucu ile Sonrasında Magma Tabakası ve Yüzeyinde Soğuması ile Birçok Çeşitli Renkte Bulunur
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	-----
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	ABD, Almanya, Mısır, İtalya, Çin, Brezilya, Meksika, Uruguay
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Bilecik, Eskişehir, Erzurum, Yozgat, Ankara
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

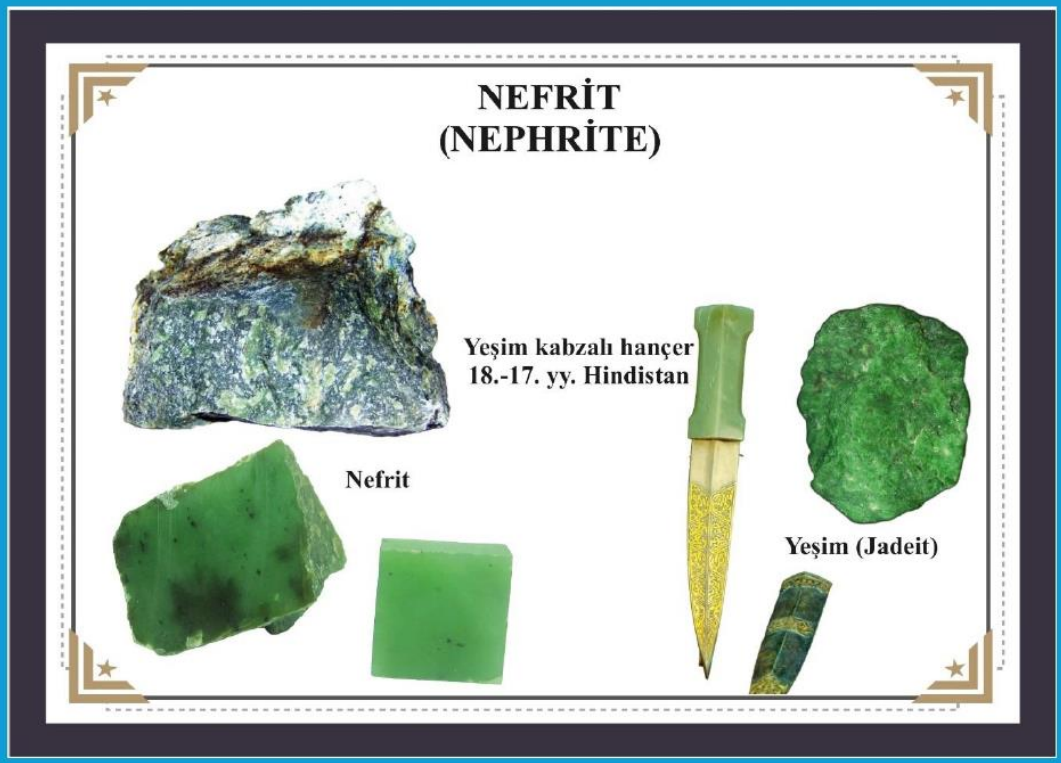
Ek 9: Beril (Beryl)



MİNERAL ADI	Beril (Beryl)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
KRİSTAL SİSTEMİ	Hegzagonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Prizmatik; Radyal, Sütunlu; Granüler ve Kompakt Masif
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{0001} Kusurlu
MOHS SERTLİK DERECESİ	7.5-8
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.63-2.92
KIRILMA İNDEKSİ	1.564-1.602
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.004-0.007
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Renksiz, Yeşil, Mavi, Sarı, Pembe ve diğer
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Zümrüt, Akuamarin, Heliodor, Aleksandrit, Morganit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Yumuşaklığı, Kadifemsi, Rengi, Kristal Görünümü
BULUNUŞU	Granit, Granitik Pegmatitler İçinde Yaygın, Nadiren Nefelinli Siyenit, Mafik Metamorfik Kayaçlar, Yüksek ve Düşük Hidrotermal Damarlarda ve Riyolitlerde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kuvars, Feldspat, Muskovit, Lepidolit, Spodümen, Turmalin, Topaz, Kasiterit, Kolombit, Tantalit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Brezilya, G. Afrika, Zimbabve, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Kütahya (Simav), Manisa (Gördes)
KULLANIM ALANLARI	Uçak Sanayi, Floresan Lambalarda X-Işını Tüplerinde ve Takı Tasarım ile Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 10: Nefrit (Nephrite)



MİNERAL ADI	Nefrit (Nephrite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$
KRİSTAL SİSTEMİ	Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Masif
KIRILMA	Parçalıdan Taneli Hale
DİLİNİM	{110}
MOHS SERTLİK DERECESİ	6-6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.90-3.10
KIRILMA İNDEKSİ	1.606-1.632
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Donuk, Mat
RENGİ	Açık-Koyu Yeşil, Sarı, Kahverengi, Beyaz, Gri, Siyah
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Yeşim (Jadeit)
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Yeşil Renkte Masif Oluşu
BULUNUŞU	Yüksek Sıcaklık Metamorfik Glokofan Fasiyes Kayaçlar; Eklojit Fasiyesi Kayaçların Bileşiminde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Albit, Kuvars, Muskovit, Glokofan, Kalsit, Aragonit, Zeolit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Çin, Meksika, Rusya, Myanmar, Kanada
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Bursa (Bektaşlar), Manisa (Gördes-Bordu)
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 11: Lazulit (Lazulite)



MİNERAL ADI	Lazulit (Lazulite)
GRUBU	Fosfatlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	$(Mg,Fe^{+2})Al_2(PO_4)_2(OH)_2$
KRİSTAL SİSTEMİ	Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Prizmatik
KIRILMA	Düzensiz, Kıymık
DİLİNİM	{110} Kötü ile İyi
MOHS SERTLİK DERECESİ	5.5-6
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.12-3.24
KIRILMA İNDEKSİ	1.604-1.654
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.033-0.037
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Mavinin Tonları ve Sarımsı Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Lapis Lazuli, Azurit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Rengi ve Dipiramidal Kristal Yapısı
BULUNUŞU	Kuvars Şist ve Kuvars Damarlarında Saçınımlı Halde; Granitik Pegmatit Komplekslerinin Sınır Zonlarında, Alüvyonların İçerisinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kuvars, Andaluzit, Rutil, Kiyenit, Korund, Muskovit, Pirofillit, Albit, Turmalin, Beril
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Afganistan, Rusya, Angola, Bruma, Pakistan, ABD, Kanada
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 12: Turkuaz (Turquoise)



MİNERAL ADI	Turkuaz (Turquoise)
GRUBU	Fosfatlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8.4H_2O$
KRİSTAL SİSTEMİ	Triklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Masif, Nodüler
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{001} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	5-6
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.60-2.90
KIRILMA İNDEKSİ	1.61-1.65
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.040
PARLAKLIK	Opak
RENGİ	Mavi, Mavi-Yeşil, Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Mavimsi Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Kendine Has Görünüm
BULUNUŞU	Hidrotermal Porfirik Bakır Yataklarının Alterasyon Zonlarında İkincil Mineral Olarak Volkanik Kayaçlarda Damar Dolgusu ve Fosfatça Zengin Sedimanterler İçerisinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kaolinit, Pirit, Vavellit, Allofan
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	İran, Şili, İsrail, Meksika, Afganistan, Çin
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 13: Aytaşı (Moonstone)



MİNERAL ADI	Aytaşı (Moonstone)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$(Na,K)AlSi_3O_8$
KRİSTAL SİSTEMİ	Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Kombine Prizma
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	İki Yönlü Birbirini Keser
MOHS SERTLİK DERECESİ	6
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.54-2.66
KIRILMA İNDEKSİ	1.518-1.547
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.005-0.010
PARLAKLIK	Yanardöner
RENGİ	Mavi, Gri, Pembe, Yeşil, Kahverengi
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Adularya
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Aduleresans
BULUNUŞU	Düşük Sıcaklık Koşullarında ve Hidrotermal Damarlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	-----
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Ermenistan, Avustralya, Meksika, Madagaskar, Myanmar, Norveç, Polonya, ABD, Hindistan, Sri Lanka
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 14: Spinel (Spinel)



MİNERAL ADI	Spinel
GRUBU	Oksitler
KİMYASAL FORMÜLÜ	$MgAl_2O_4$
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Altı yüzlü
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{111} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	7.5-8
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.58-3.61 (Zn artıkça 4.40 ulaşır)
KIRILMA İNDEKSİ	1.719
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Kırmız, Pembe, Mavi, Mor, Siyah, Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Oktahedral Form ve İkizlenme
BULUNUŞU	Yaygın Bir Mineral; Bazalt, Kimberlit, Peridotit ve Metamorfizma Geçirmiş Alüminyumca Zengin Şistler; Kontak Metamorfik Kireçtaşlarında, Dentritik Mineral Olarak
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Forsterit, Kondridit, Skapolit, Korund, Andaluzit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Sri Lanka, Afganistan, Tacikistan, Myanmar
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatı

Sercan KAYA, 2024

Ek 15: Tanzanit (Tanzanite)



MİNERAL ADI	Tanzanit (Tanzanite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$(Ca_2Al_3(SiO_4)(Si_2O_7)O(OH))+(Cr,Sr)$
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	Çizgili Prizmatik
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{010} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.10-3.38
KIRILMA İNDEKSİ	1.69-1.70
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.006-0.018
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Mavi, Mor/Menekşe
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz veya Renksiz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	-----
BULUNUŞU	Mantonun En Üst Kısmında Peridotitte Krom İçeriğine Bağlı Daha Düşük Derinliklerde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Krom
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Sri Lanka, Afganistan, Tacikistan, Myanmar
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 16: Topaz (Topaz)



MİNERAL ADI	Topaz (Topaz)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Al_2SiO_4(F,OH)_2$
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	Dipiramidal
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{001} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	8
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.49-3.57
KIRILMA İNDEKSİ	1.606-1.638
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.010
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Mavi, Turuncu, Yeşil, Pembe, Gri, Sarımsı, Kahverengi, Kırmızı
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği, Mükemmel Klivaj
BULUNUŞU	Granitler İçerisindeki Damar ve Boşluklarda, Granitik Pegmatitlerde, Riyolitlerde, Yüksek Sıcaklıklarda Oluşmuş Grayzenlerde, Uçucularca Zengin Hidrotermal Sıvılarda, Alüminyumlu Kayaçların Yüksek Derecede Metamorfizmaları Sonucunda, Kuvarsça Zengin Flüor Taşıyan Sedimanterlerde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Aktinolit, Tremolit, Klorit, Piroksen, Vermikülit, Serpantin, Antofillit, Dolomit, Kalsit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Rusya, Afganistan, Sri Lanka, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Norveç, Pakistan, İtalya, İsveç, Meksika
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 17: Labradorit (Labradorite)



MİNERAL ADI	Labradorit (Labradorite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$(Ca,Na)(Al,Si)_4O_8$, Burada Ca/(Ca+Na)(%Anortit) %50-70
KRİSTAL SİSTEMİ	Triklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Pinakoidal
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	{001} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	6-6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.68-2.72
KIRILMA İNDEKSİ	1.554-1.573
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.008-0.010
PARLAKLIK	Camsı ve İnci Görünüm
RENGİ	Çok Renkli
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Labradoresans
BULUNUŞU	Mafik Magmatik Kayaçlarda, Bazalt ve Gabroda En Yaygın Olan Feldspat Çeşitleri
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Olivin, Piroksen, Amfibol, Manyetit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Kanada, Polonya, Norveç, Finlandiya, Madagaskar, Çin, Avusturalya, Slovakya, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

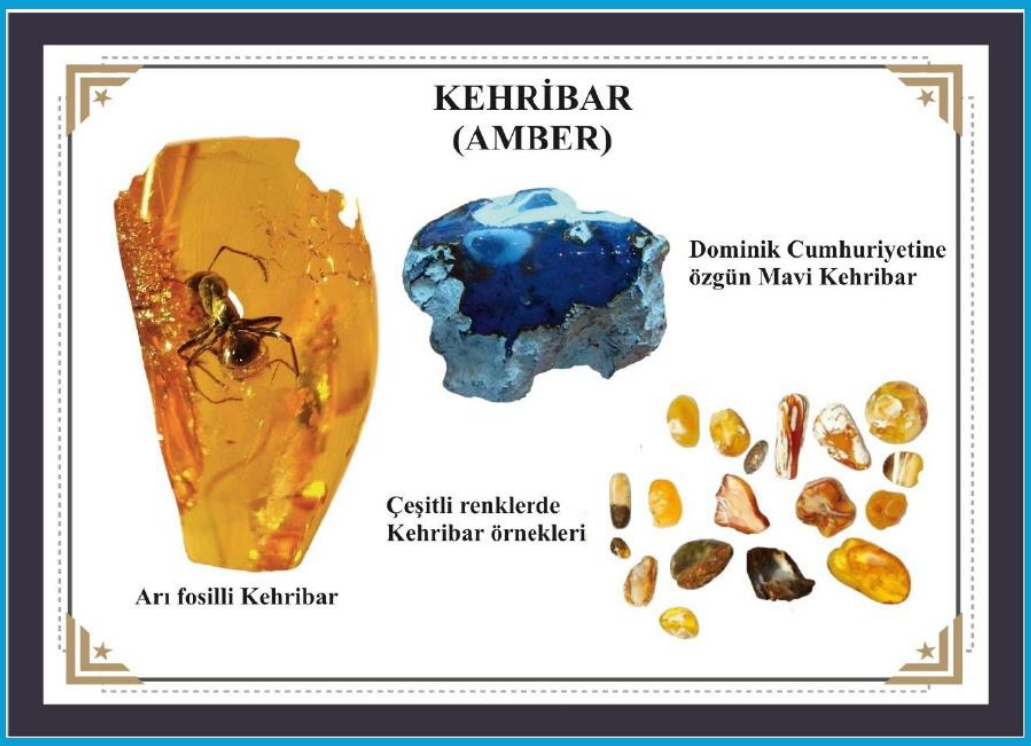
Ek 18: İnci (Pearl)



MİNERAL ADI	İnci (Pearl)
GRUBU	Organik Değerli Taşlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	Kalsiyum Karbonat
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	-----
KIRILMA	Düzensiz ve Çeşitli
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	2.5-4.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.60-2.85
KIRILMA İNDEKSİ	1.52-1.69
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.156
PARLAKLIK	Metalik
RENGİ	Pembe, Beyaz, Gümüş, Yeşil, Kırmızı, Siyah, Turuncu, Mavi, Krem
ÇİZGİ RENGİ	-----
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Tatlı Su İncisi ve Tuzlu Su İncisi
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	İstiridye Ortamında Oluşumu
BULUNUŞU	Denizel Ortamlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	------
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Her Yerde
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Nadir
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

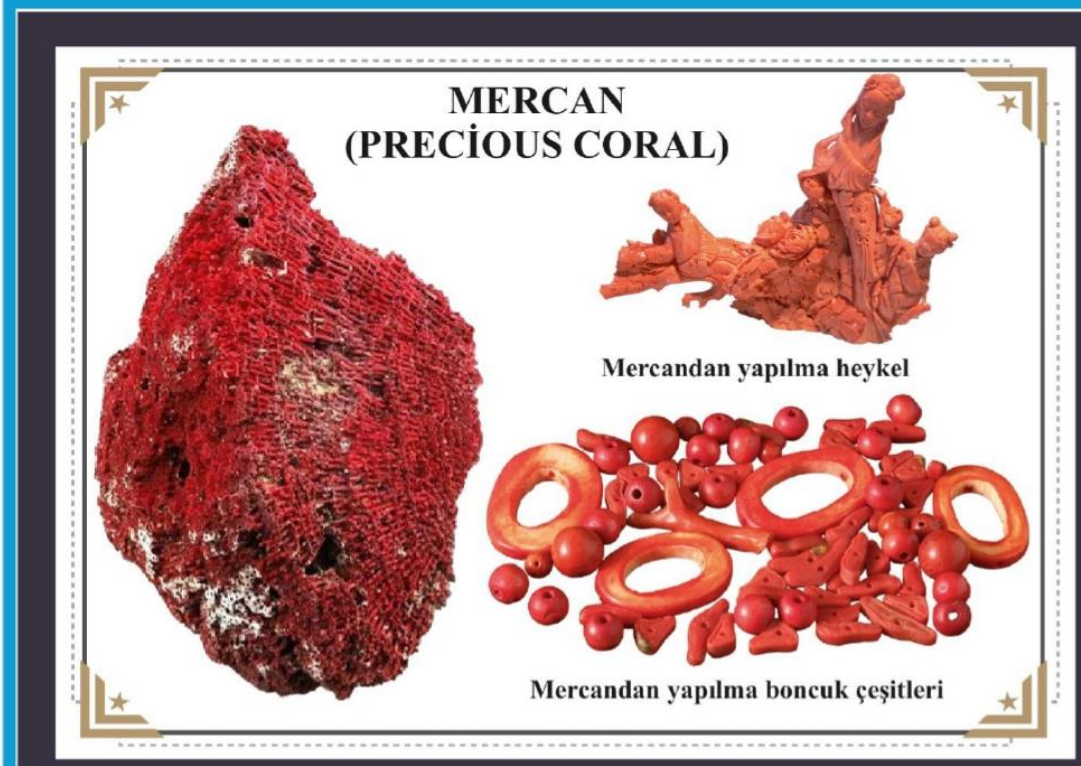
Ek 19: Kehribar (Amber)



MİNERAL ADI	Kehribar (Amber)
GRUBU	Organik Değerli Taşlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	C10-H16-O4
KRİSTAL SİSTEMİ	Amorf
KRİSTAL BİÇİMİ	Amorf
KIRILMA	Konkoidal Benzeri ve Düzensiz
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	2.5-3
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	1.00-1.10
KIRILMA İNDEKSİ	1.53-1.54
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Camsı, Reçinemsi
RENGİ	Sarı, Turuncu, Kırmızı, Mavi, Kahverengi, Beyaz
ÇİZGİ RENGİ	-----
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Fosilli Kehribar
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Fosil İçeriği ve Reçinemsi Dokusu
BULUNUŞU	Yerkabuğunun En Üst Kısmında, Polonya'da Baltık Denizi Kıyısı
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	-----
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Rusya, Dominik Cumhuriyeti, Meksika, Kanada, ABD, Çin, Romanya, İtalya, Japonya,
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Bayburt
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 20: Mercan (Precious Coral)



MİNERAL ADI	Mercan (Precious Coral)
GRUBU	Organik Değerli Taşlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	Saf Kalsiyum Ek Olarak Magnezyum Karbonat ve Eser Miktarda Çeşitli Organik Maddeler
KRİSTAL SİSTEMİ	Amorf
KRİSTAL BİÇİMİ	Amorf
KIRILMA	Düzensiz
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	3.5-4
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.60-2.70
KIRILMA İNDEKSİ	-----
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Mat
RENGİ	Kırmızı, Beyaz, Turuncu
ÇİZGİ RENGİ	-----
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Oyukların Görünümü
BULUNUŞU	Sedimanter (Tortul/Çökel) Kayaçlar İçerisinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	-----
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Doğa Akdeniz, Kanarya Adaları, Japonya, Avusturalya
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 21: Rodokrozit (Rhodochrosite)



MİNERAL ADI	Rodokrozit (Rhodochrosite)
GRUBU	Karbonatlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	$MnCO_3$
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Altıgen
KIRILMA	Konkoidal, Düzensiz
DİLİNİM	{1011} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	3.5-4
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.7
KIRILMA İNDEKSİ	1.596-1.814
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.218
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Pembe, Gül Pembesi, Kırmızı, Kiraz Kırmızısı, Sarımsı Gri, Beyaz, Renksiz ve Bantlıda Olabilir
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Özgül Ağırlığı
BULUNUŞU	Hidrotermal Damarlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Gümüş, Manganez
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Arjantin, Romanya, ABD, Çin, Fransa, İspanya, Rusya
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 22: Lüle Taşı/Sepiyolit (Sepiolite)



MİNERAL ADI	Lüle Taşı/Sepiyolit (Sepiolite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Mg_4Si_6O_{15}(OH)_2.6H_2O$
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	Dipiramidal
KIRILMA	Konkoidal veya İnce Tozlaşma
DİLİNİM	{001}
MOHS SERTLİK DERECESİ	2
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2
KIRILMA İNDEKSİ	1.52-1.53
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.010
PARLAKLIK	Donuk
RENGİ	Grimsi Beyaz, Sarımsı veya Kırmızımsı Beyaz, Mavimsi Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Düşük Sertliği
BULUNUŞU	Alüvyon Birikintilerinde Düzensiz Nodüler Kütleler Halinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Asbest, Serpantin, Dolomit, Opal
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Yunanistan, Fransa, İspanya, Fas, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Eskişehir
KULLANIM ALANLARI	Süs Eşyası Yapımında

Sercan KAYA, 2024

Ek 23: Kalsedon (Chalcedony)



MİNERAL ADI	Kalsedon (Chalcedony)
GRUBU	Silikat-Kuvars
KİMYASAL FORMÜLÜ	SiO_2
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal veya Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Mikrokristalin
KIRILMA	Konkoidal, Kıymık
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	6-7
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.59-2.61
KIRILMA İNDEKSİ	1.54-1.55
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Camsı, Mumsu, Donuk, Yağlı, İpeksi
RENGİ	Her Çeşit Renkte
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Akikler, Karnelyan (Kırmızı Akik), Krisopraz, Kan Taşı (Heliotrope), Oniks, Sardoniks, Jasper
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği, Mumsu ve Yağlı Dokusu
BULUNUŞU	Magmatik Kayaçlarda, Sedimanter Kayaçlarda ve Hidrotermal Damarlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kuvars, Kalsit, Pirit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Brezilya, Madagaskar, Meksika, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Ordu, Ankara, Eskişehir, Bursa
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 24: Garnet/Granat (Garnet)



MİNERAL ADI	Garnet/Granat (Garnet)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$X_3Y_2(SiO_4)_3$
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Eşkenar Dörtgen veya Kübik
KIRILMA	Konkoidal veya Düzensiz
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	6.5-7.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.10-4.30
KIRILMA İNDEKSİ	1.72-1.94
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Camsı, Reçinemsi
RENGİ	Hemen Hemen Her Renkte Nadiren Mavi
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Lal Taşı, Almandin, Spesartin, Andradit, Uvarovit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği ve Kristal Biçimi
BULUNUŞU	Yaygın Olarak Metamorfik Kayaçlar ve Daha Az Ölçüde Magmatik Kayaçlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Serpantin, Talk, Klorit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Madagaskar, Alaska, Avustralya, ABD, Sri Lanka, Hindistan, Afrika, Brezilya, Kanada,
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Ankara, Sivas, Muğla, Aydın, Çanakkale, Malatya, Bursa
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 25: Zirkon (Zircon)



MİNERAL ADI	Zirkon (Zircon)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$ZrSiO_4$
KRİSTAL SİSTEMİ	Tetragonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Ditetragonal Dipiramidal
KIRILMA	Konkoidal ve Düzensiz
DİLİNİM	{101}{112}{110}{111}
MOHS SERTLİK DERECESİ	7.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	4.6-4.7
KIRILMA İNDEKSİ	1.925-2.015
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.047-0.055
PARLAKLIK	Yağlı Görünüm
RENGİ	Renksiz, Kırmızımsı Kahverengi, Sarı, Yeşil, Mavi, Gri
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertlik ve Kristal Biçimi
BULUNUŞU	Yerkabuğunda Yaygın, Magmatik Kayaçlarda, Metamorfik Kayaçlarda ve Sedimanter Kayaçlarda Tane Şeklinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Uranyum, Toryum
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Avustralya, G. Afrika, Pakistan
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Dekoratif Seramik Endüstrisinde, Refraktörlerde, Mücevhercilik Sektöründe

Sercan KAYA, 2024

Ek 26: Olivin/Peridot-Zebercet/Krizolit (Olivine/Peridot/Krizolite)



MİNERAL ADI	Olivin/Peridot-Zebercet/Krizolit/ (Olivine/Peridot/Krizolite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$(Mg,Fe)_2SiO_4$
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	Granüler
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	6.5-7
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.2-4.5
KIRILMA İNDEKSİ	1.63-1.69
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.040
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Sarımsı-Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Renksiz ve Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Peridot, Krizolit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Rengi, Sertliği, Kristal Formu
BULUNUŞU	Silis Bakımından Fakir Dünit, Bazalt, Gabro, Traktolit ve Peridotit Gibi Magmatik Kayaçların Ana Bileşenlerinde Ayrıca Magnezyumlu Sedimanların, Silisli Dolomitlerin Metamorfizması ile
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Piroksen, Serpantin, Klorit, Spinel
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	ABD, Avustralya, Brezilya, Çin, Mısır, Kenya, Meksika, Norveç, Pakistan, G. Afrika, Tanzanya, Sri Lanka
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Konya (Beyşehir), Muğla (Köyceğiz), Bursa (Orhaneli)
KULLANIM ALANLARI	Demir-Çelik Sanayi, Refrakter Sanayi, Döküm Sanayi, Elektrikli Isıtıcı, Aşındırıcı Malzeme Olarak, Endüstri Sanayisinde ile Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 27: Oltu Taşı (Jet)



MİNERAL ADI	Oltu Taşı (Jet)
GRUBU	Organik Değerli Taş
KİMYASAL FORMÜLÜ	Değişken İçerikte Fakat C'ca Zengin
KRİSTAL SİSTEMİ	-----
KRİSTAL BİÇİMİ	-----
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	2.5-4
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	1.30-1.40
KIRILMA İNDEKSİ	1.64-1.68
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Mat
RENGİ	Siyah Bazen Kahverengi
ÇİZGİ RENGİ	Kahverengi
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Yumuşaklığı ve Bazen Metalik Parlaklıktaki Pirit İçeriği
BULUNUŞU	Fosilli Deniz Kili Tortul Birikintilerinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	-----
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	İngiltere, Fransa, İspanya, ABD,
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Erzurum (Oltu)
KULLANIM ALANLARI	Oymacılık ve Takı Tasarım Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 28: Spodümen (Spodumen)



MİNERAL ADI	Spodümen (Spodumen)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$LiAl[Si_2O_6]$
KRİSTAL SİSTEMİ	Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Prizmatik
KIRILMA	Düzensiz
DİLİNİM	{110}
MOHS SERTLİK DERECESİ	6.5-7
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.03-3.23
KIRILMA İNDEKSİ	1.648-1.679
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.014-0.018
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Renksiz, Yeşilin Tonları, Pembe, Çok Renkli
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Kunzit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği ve Prizmatik Biçimi
BULUNUŞU	Lityumca Zengin Pegmatitlerde veya Granitlerde Magmatik Olarak veya Pegmatit Boşluklarda Hidrotermal Süreçler Sonucu
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Yeşim, Diopsit, Ojit, Beril, Kuvars, Albit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Afganistan, Arjantin, Etiyopya, Brezilya, Çin, Almanya ve Birçok Ülkede
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Yozgat (Sorgun)
KULLANIM ALANLARI	Cam ve Seramik Endüstrisi ile Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

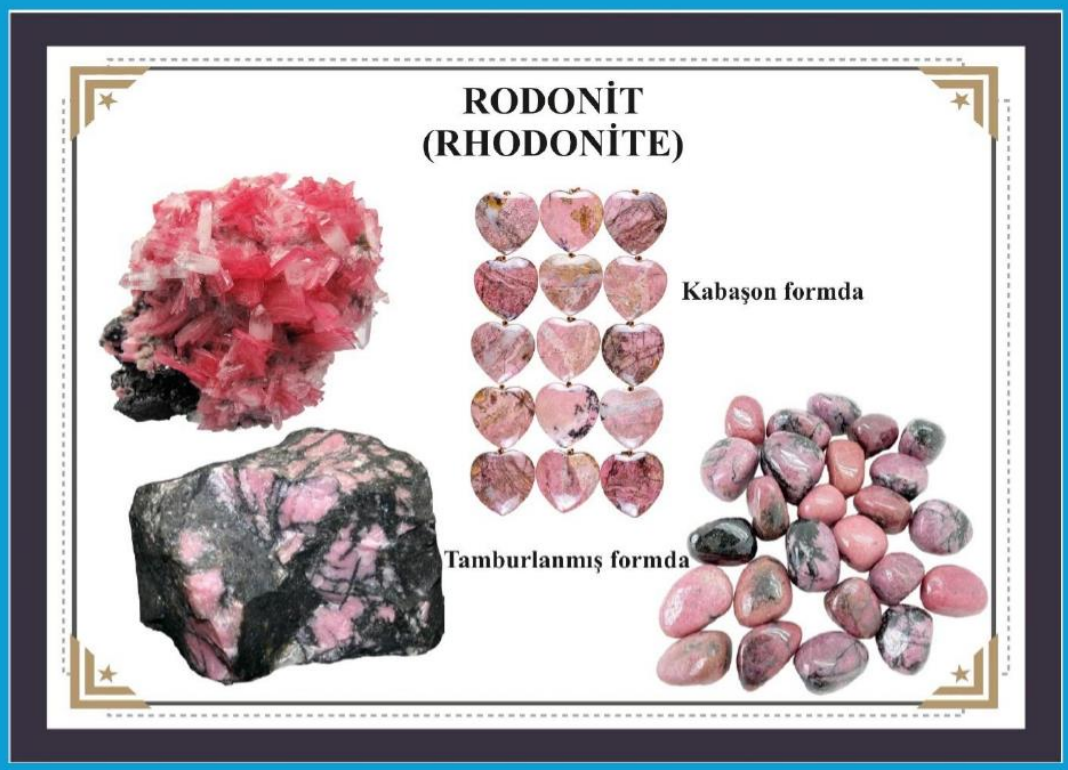
Ek 29: Amazonit (Amazonite)



MİNERAL ADI	Amazonit (Amazonite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$KAlSi_3O_8$
KRİSTAL SİSTEMİ	Triklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Prizmatik
KIRILMA	Düzensiz, Kıymak
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	6-6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.56-2.58
KIRILMA İNDEKSİ	1.522-1.530
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-0.008
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Yeşil, Mavi-Yeşil
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği ve Rengi
BULUNUŞU	Granitik Kayaçlarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	-----
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Avustralya, Çin, Libya, Moğolistan, G. Afrika, İsveç, ABD,
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 30: Rodonit (Rhodonite)



MİNERAL ADI	Rodonit (Rhodonite)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$(Mn^{+2},Fe^{+2},Mg,Ca)SiO_3$
KRİSTAL SİSTEMİ	Triklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Pinakoidal
KIRILMA	Konkoidal, Düzensiz
DİLİNİM	{110} Mükemmel
MOHS SERTLİK DERECESİ	5.5-6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.57-3.76
KIRILMA İNDEKSİ	1.711-1.751
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.013
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Pembe, Gül Pembesi, Kahverengimsi Kırmızı, Gri, Sarı
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Masif Granüler
BULUNUŞU	
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Çinko, Franklinit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	İspanya, Almanya, İsveç, Madagaskar, Meksika, Brezilya, Hindistan, Avustralya, ABD, Kanada
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

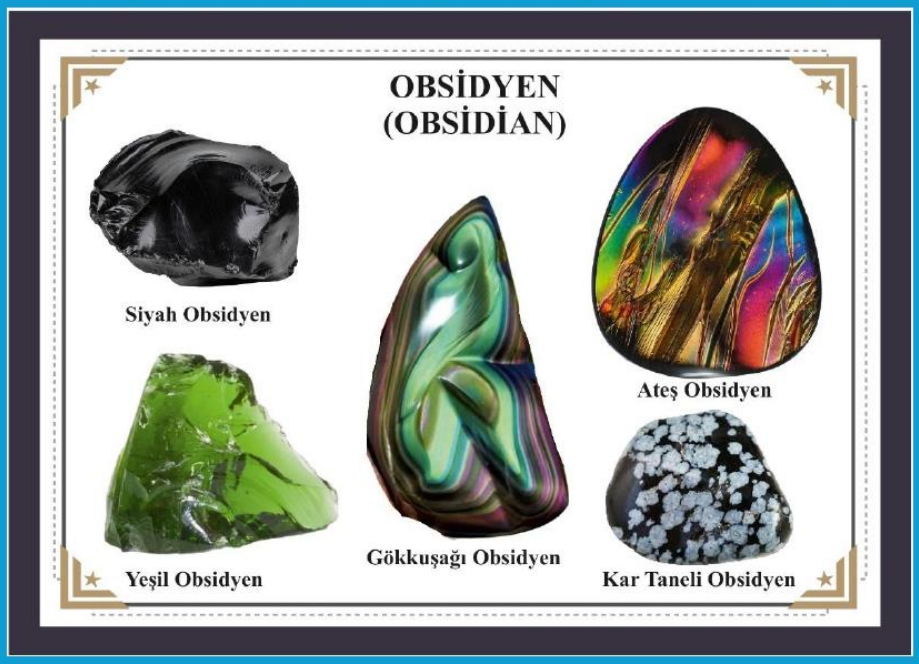
Ek 31: Turmalin (Tourmaline)



MİNERAL ADI	Turmalin (Tourmaline)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Na(Mg,Fe,Li,Al,Mn)_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH,F)_4$
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Yassı Prizma
KIRILMA	Konkoidal, Düzensiz
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	7-7.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.06-3.26
KIRILMA İNDEKSİ	1.635-1.650
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-0.018 ile -0.040
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Renksizden Çok Renkliye Kadar Çeşit
ÇİZGİ RENGİ	Beyaz
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Schorl, Dravit, Elbaite
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Sertliği ve Rengi
BULUNUŞU	Granit ve Granit Pegmatitlerde ve Şist ve Mermer Gibi Metamorfik Kayaçlarda, Kumtaşı ve Çakıltaşı İçinde Az Miktarda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kuvars
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Brezilya, Tanzanya, Nijerya, Kenya, Madagaskar, Mozambik, Namibya, Pakistan, Afganistan, Endonezya, Sri Lanka, Hindistan
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Yozgat, Niğde, Kütahya, Çanakkale
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

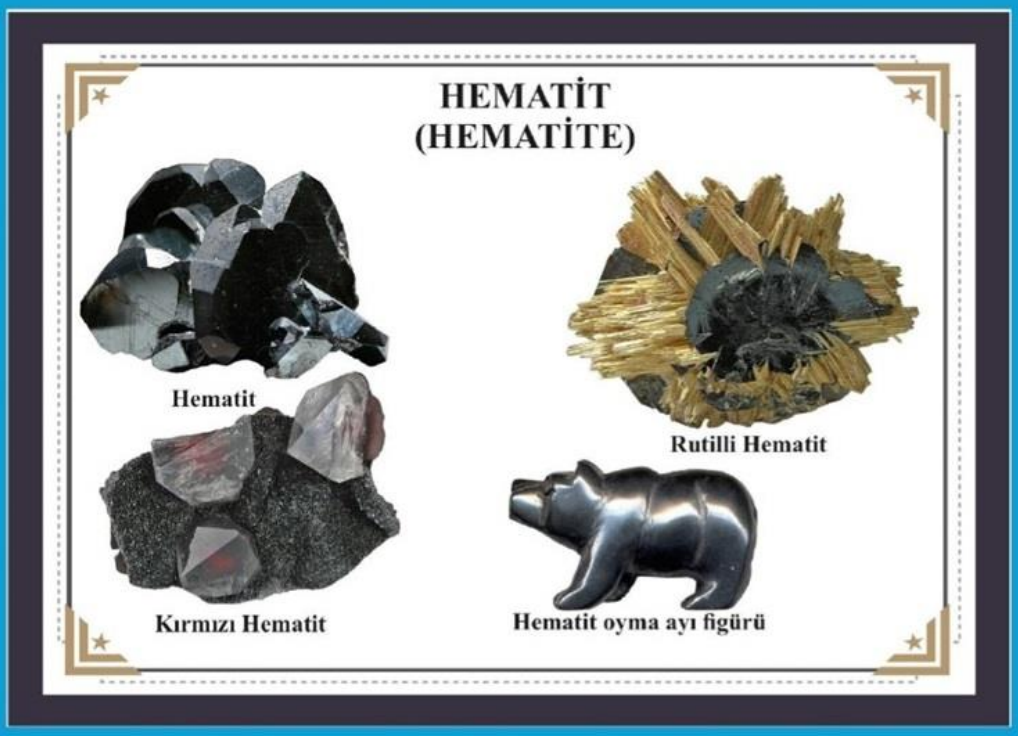
Ek 32: Obsidyen (Obsidian)



MİNERAL ADI	Obsidyen (Obsidian)
GRUBU	Volkanik Cam
KİMYASAL FORMÜLÜ	Silikon + Oksijen + Alüminyum + Sodyum + Potasyum
KRİSTAL SİSTEMİ	Amorf
KRİSTAL BİÇİMİ	Amorf
KIRILMA	Konkoidal
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	5-6
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	2.4
KIRILMA İNDEKSİ	-----
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Camsı
RENGİ	Siyah, Yeşil, Kahverengi, Kırmızı, Mavi
ÇİZGİ RENGİ	-----
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Gökkuşağı Obsidyen, Yeşil Obsidyen, Siyah Obsidyen, Kar Taneli Obsidyen, Ateş Obsidyen
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Pürüzsüz Yüzeyi ve Camsı Görünümü
BULUNUŞU	Riyolittik Patlamaların Yaşandığı Yerlerde Volkanların Yakınında
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Granit, Riyolit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Ermenistan, Arjantin, Azerbaycan, Avustralya, Kanada, Şili, Gürcistan, Ekvator, Yunanistan, İtalya, Japonya, Kenya, Meksika, Macaristan, İzlanda, İskoçya, Rusya, Peru, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Bitlis (Tatvan), Rize (İkizdere), Ağrı Dağı, Pasinler
KULLANIM ALANLARI	Tarih Öncesinde Kesici Alet Olarak Günümüzde İse Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 33: Hematit (Hematite)



MİNERAL ADI	Hematit (Hematite)
GRUBU	Oksit
KİMYASAL FORMÜLÜ	Fe_2O_3
KRİSTAL SİSTEMİ	Trigonal
KRİSTAL BİÇİMİ	Kompakt, Donuk, Masif
KIRILMA	Konkoidal Düzensiz Arası
DİLİNİM	{0001}{1011}
MOHS SERTLİK DERECESİ	5.5-6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	5.26
KIRILMA İNDEKSİ	3.15-3.22
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.280
PARLAKLIK	Metalik
RENGİ	Çelik Grisi
ÇİZGİ RENGİ	Kırmızı
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Çizgi Rengi
BULUNUŞU	Bantlı Demir Oluşumlarında, Kaplıcalarda, Volkanik Aktivite Sonucu Olarak Suyun Yokluğunda
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Götit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Çin, Hindistan, Avustralya, Brezilya, Rusya, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Sivas, Adana, Sakarya, Malatya, Balıkesir, İzmir, Kütahya, Aydın, Afyon, Bitlis, Bingöl, Gaziantep, Kayseri, Erzincan
KULLANIM ALANLARI	Endüstriyel Sektör, Pigment Yapımında, Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 34: Pirit (Pyrite)



MİNERAL ADI	Pirit (Pyrite)
GRUBU	Sülfür
KİMYASAL FORMÜLÜ	FeS_2
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Masif
KIRILMA	Düzensiz Bazen Konkoidal
DİLİNİM	{001}{011}{111}
MOHS SERTLİK DERECESİ	6-6.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	4.95-5.10
KIRILMA İNDEKSİ	-----
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Metalik
RENGİ	Soluk Sarı
ÇİZGİ RENGİ	Yeşilimsi Siyah
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Kalkopirit, Vaezit, Kattierit, Hauerit, Spermrilit
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Kırılganlığı ve sertliği
BULUNUŞU	Kuvars Damarları, Sedimanter Kayaçlar ve Metamorfik Kayaçlar ve Yanı Sıra Kömür Yataklarında, Fosillerde Yedek Mineral Olarak Diğer Sülfür veya Oksitlerle İlişkili
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Pirotin, Markazit, Galen, Sfalerit, Arsenopirit, Kalkopirit, Hematit, Kuvars Barit, Kalsit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	ABD, İspanya, Çin, İsrail, Mısır, Fransa, İngiltere, Fas
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Artvin, İzmir, Manisa, Antalya
KULLANIM ALANLARI	Fotovoltaik Güneş Panellerinde, Radyo Alıcılarında, Lityum Metal Pillerde, Kâğıt Endüstrisinde, Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 35: Krizokol (Chrysocolla)



MİNERAL ADI	Krizokol (Chrysocolla)
GRUBU	Silikat
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Cu_{2-x}Al_x(H_2Si_2O_5)(OH)_4.nH_2O$, (x<1)
KRİSTAL SİSTEMİ	Ortorombik
KRİSTAL BİÇİMİ	Masif, Nodüler, Botryoidal
KIRILMA	Yarı Konkoidal ve Düzenli/Düzensiz
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	2.5-3.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	1.9-2.4
KIRILMA İNDEKSİ	1.575-1.635
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.023-0.050
PARLAKLIK	Camsı, Donuk
RENGİ	Mavi, Mavi-Yeşil, Yeşil, Kahverengi, Siyah, Sarı
ÇİZGİ RENGİ	Beyazdan Mavi-Yeşil
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Çizgi Rengi, Kristal Biçimi
BULUNUŞU	İkincil Kökenli Bakır Cevheri Kütlelerinin Oksidasyonlarında
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kuvars, Limonit, Azurit, Malakit, Kuprit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Meksika, ABD, Avustralya, Zambiya, Fransa, İsrail
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Adıyaman, Artvin, Balıkesir, Çanakkale, Diyarbakır, Elâzığ, Erzurum, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Ordu, Rize, Siirt, Sivas, Trabzon
KULLANIM ALANLARI	Kuyumculuk ve Takı Tasarım ile Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 36: Malakit (Malachite)



MİNERAL ADI	Malakit (Malachite)
GRUBU	Karbonatlar
KİMYASAL FORMÜLÜ	$Cu_2CO_3(OH)_2$
KRİSTAL SİSTEMİ	Monoklinik
KRİSTAL BİÇİMİ	Masif, Tabular, Sarkıt, Botryoidal
KIRILMA	Subkonkoidal
DİLİNİM	{100}{010}
MOHS SERTLİK DERECESİ	3.5-4
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	3.6-4
KIRILMA İNDEKSİ	1.655-1.875
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	0.254
PARLAKLIK	Donuk
RENGİ	Parlak Yeşil, Koyu Yeşil, Siyahımsı Yeşil ve Genellikle Bantlı
ÇİZGİ RENGİ	Açık Yeşil
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Çizgi Rengi ve Özgül Ağırlığı
BULUNUŞU	Birincil Sülfidik Bakır Cevherlerinin Süpergen Hava Etkisiyle Aşınması ve Oksidasyonundan Kaynaklanır
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Azurit, Götit, Kalsit
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Kongo, Zambiya, Namibya, Meksika, G. Galler, G. Avustralya, Fransa, İsrail
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Adıyaman, Artvin, Balıkesir, Çanakkale, Diyarbakır, Elâzığ, Erzurum, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Ordu, Rize, Siirt, Sivas, Trabzon
KULLANIM ALANLARI	Boya Sanayi, Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

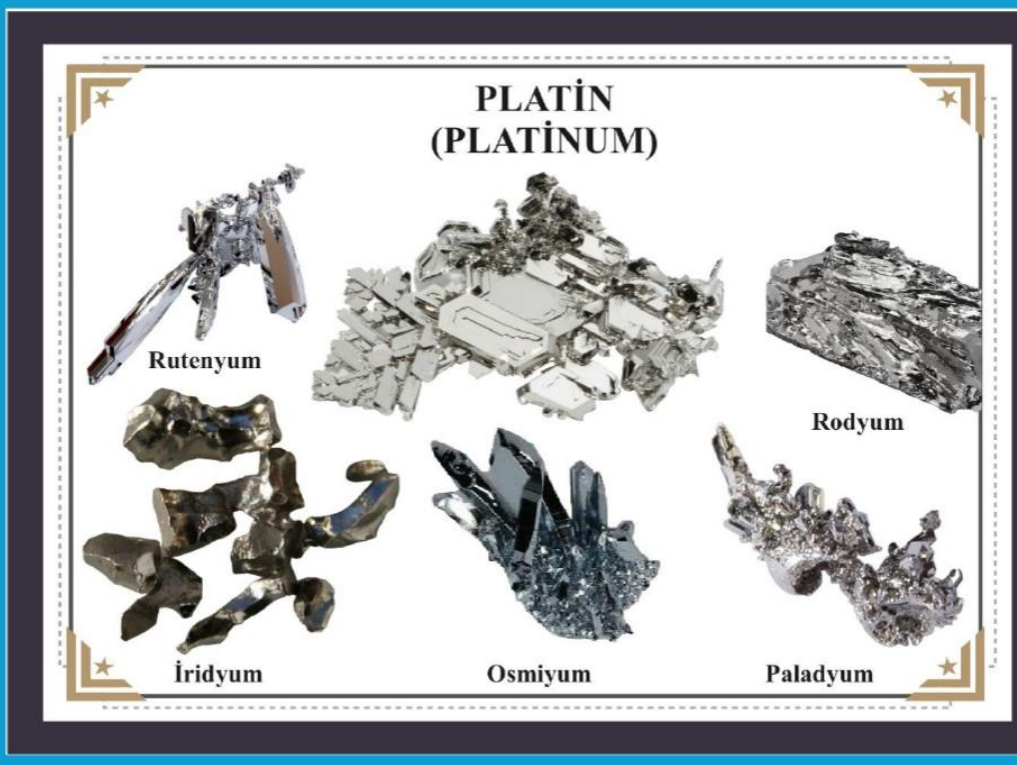
Ek 37: Altın (Gold)



MİNERAL ADI	Altın (Gold)
GRUBU	Metal
KİMYASAL FORMÜLÜ	Au
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Nabit veya Nodüler
KIRILMA	-----
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	2.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	19.5 (24 Ayar), 17 (22 Ayar), 15 (18 Ayar), 13 (14 Ayar)
KIRILMA İNDEKSİ	Opak
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	Opak
PARLAKLIK	Metalik Sarı
RENGİ	Sarı
ÇİZGİ RENGİ	Sarı Metal Parıltısı
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Nitrik Asitte Çözünmemesi
BULUNUŞU	Genellikle Epitermal Kuvars Damarlarında Pirit, Diğer Sülfit ve Tellürlerin İçerisinde, Porfiri Bakır Yataklarında, Pegmatiti ve Kontak Metamorfik Kayaç ve Damarlara Bağlı Olarak Oluşmakta Ayrıca Plaser Yataklar İçerisinde
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Pirit, Kalkopirit, Arsenopirit, Pirotin, Silvanite, Krennerit, Alteyit, Şelit, Ankerit, Turmalin, Kuvars
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Avustralya, G. Afrika, Kanada, Rusya, ABD, Meksika, Peru, Çin ve Diğerleri
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	İzmir, Erzincan, Manisa, Gümüşhane, Eskişehir, Kayseri, Ordu, Sivas, Konya, Niğde, Hatay, Bilecik, Ankara, Balıkesir, Çanakkale, Artvin
KULLANIM ALANLARI	Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında, Kuyumculuk ve Mücevhercilik Sektöründe, Yatırım Amaçlı, Elektrik-Elektronik Sektörü, İlaç Sektörü, Gıda Sektörü, Mimari Yapılarda

Sercan KAYA, 2024

Ek 38: Platin (Platinum)



MİNERAL ADI	Platin (Platinum)
GRUBU	Metal
KİMYASAL FORMÜLÜ	Pt
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Nagıt, Topak, Pullu
KIRILMA	-----
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	4-4.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	21.44-21.47
KIRILMA İNDEKSİ	Opak
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	Opak
PARLAKLIK	Metalik Gri Parıltısı
RENGİ	Beyazımsı Gri
ÇİZGİ RENGİ	Gümüş Parıltısı
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	Rutenyum, Rodyum, Paladyum, Osmiyum, İridyum
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Renk ve Özgül Ağırlığı
BULUNUŞU	Bazik ve Ultrabazik Kayaçlarda, Plaserlerde, Nadiren Kontak Metamorfik Yataklarda ve Kuvars Damarlarında
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Kuvars
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Rusya, Kanada, Kolombiya, Alaska, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	-----
KULLANIM ALANLARI	Sağlık Sektörü, Yatırım Aracı, Takı Tasarım ve Süsleme Sanatında, Kuyumculuk ve Mücevhercilik Sektöründe

Sercan KAYA, 2024

Ek 39: Gümüş (Silver)



MİNERAL ADI	Gümüş (Silver)
GRUBU	Metal
KİMYASAL FORMÜLÜ	Ag
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Genellikle Uzamış Çubuklar, Ağaç Desenli, Ağ, Sığ Formlar, Masif, Levhalar ve Kaplamalar Şeklinde
KIRILMA	-----
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	2.5
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	10.5
KIRILMA İNDEKSİ	Opak
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	Opak
PARLAKLIK	Metalik Gri Parıltısı
RENGİ	Beyazımsı Gri
ÇİZGİ RENGİ	Gümüş Parıltısı
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Renk ve Özgül Ağırlığı
BULUNUŞU	Birincil Olarak Hidrotermal Damarlarda, İkincil Olarak Gümüş İçeren Cevher Yataklarının Oksidasyon Zonlarında
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Akantit, Klorarjirite, Embolit, Gümüş Sulfottuzlar, Altın, Bakır
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Peru, Avustralya, Çin, Meksika, Polonya, Şili, Bolivya, ABD, Rusya
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Mardin, Gaziantep, Trabzon, Ardahan, Gümüşhane, Antalya, Bursa, Niğde, İzmir, Elâzığ, Amasya, Balıkesir
KULLANIM ALANLARI	Elektrik-Elektronik Sanayi, İlaç Sektörü, Fotoğrafçılık, Kimyasal Ekipmanlarda, Mücevhercilik ve Takı Tasarım ile Süsleme Sanatında, Yatırım Amacı

Sercan KAYA, 2024

Ek 40: Bakır (Copper)



MİNERAL ADI	Bakır (Copper)
GRUBU	Metal
KİMYASAL FORMÜLÜ	Cu
KRİSTAL SİSTEMİ	Kübik
KRİSTAL BİÇİMİ	Küpler, Karmaşık Kombinasyonlarda
KIRILMA	-----
DİLİNİM	-----
MOHS SERTLİK DERECESİ	3
ÖZGÜL AĞIRLIĞI	10.5
KIRILMA İNDEKSİ	-----
ÇİFT KIRMA İNDEKSİ	-----
PARLAKLIK	Kırmızımsı Kahverengi Metalik Parıltı
RENGİ	Soluk Kırmızı, Kahverengi
ÇİZGİ RENGİ	Metalik Bakır Kırmızısı
ÇEŞİTLERİ/FİLİZLERİ	-----
AYIRT EDİCİ ÖZELLİĞİ	Rengi, Kırılganlığı, Nitrik Asitte Kolay Çözünürlüğü
BULUNUŞU	Bakır İçeren Sülfür Yataklarının Oksidasyon Zonları
BİRLİKTE BULUNAN MİNERALLER	Gümüş, Kalkozin, Bornit, Kuprit, Malakit, Azurit, Tenorite, Demir Oksitler
DÜNYA'DA NEREDE VAR?	Peru, Avustralya, Rusya, Meksika, Şili, Zambiya, Kanada, Kazakistan, Çin, Polonya, ABD
TÜRKİYE'DE NEREDE VAR?	Adıyaman, Artvin, Balıkesir, Çanakkale, Diyarbakır, Elâzığ, Erzurum, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Ordu, Rize, Siirt, Sivas, Trabzon
KULLANIM ALANLARI	Tel ve Kablo Sanayi, Elektrik-Elektronik Sanayi, Yenilenebilir Enerji Üretiminde, Mimari Yapılarda, Yatırım Aracı, Mutfak Araç-Gereçleri, Kuyumculuk ve Takı Tasarım ile Süsleme Sanatında

Sercan KAYA, 2024

Ek 41: Yeşil renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli



Ek 42: Mor renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli



Ek 43: Mavi renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli



Ek 44: Turuncu renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli



Ek 45: Beyaz renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli



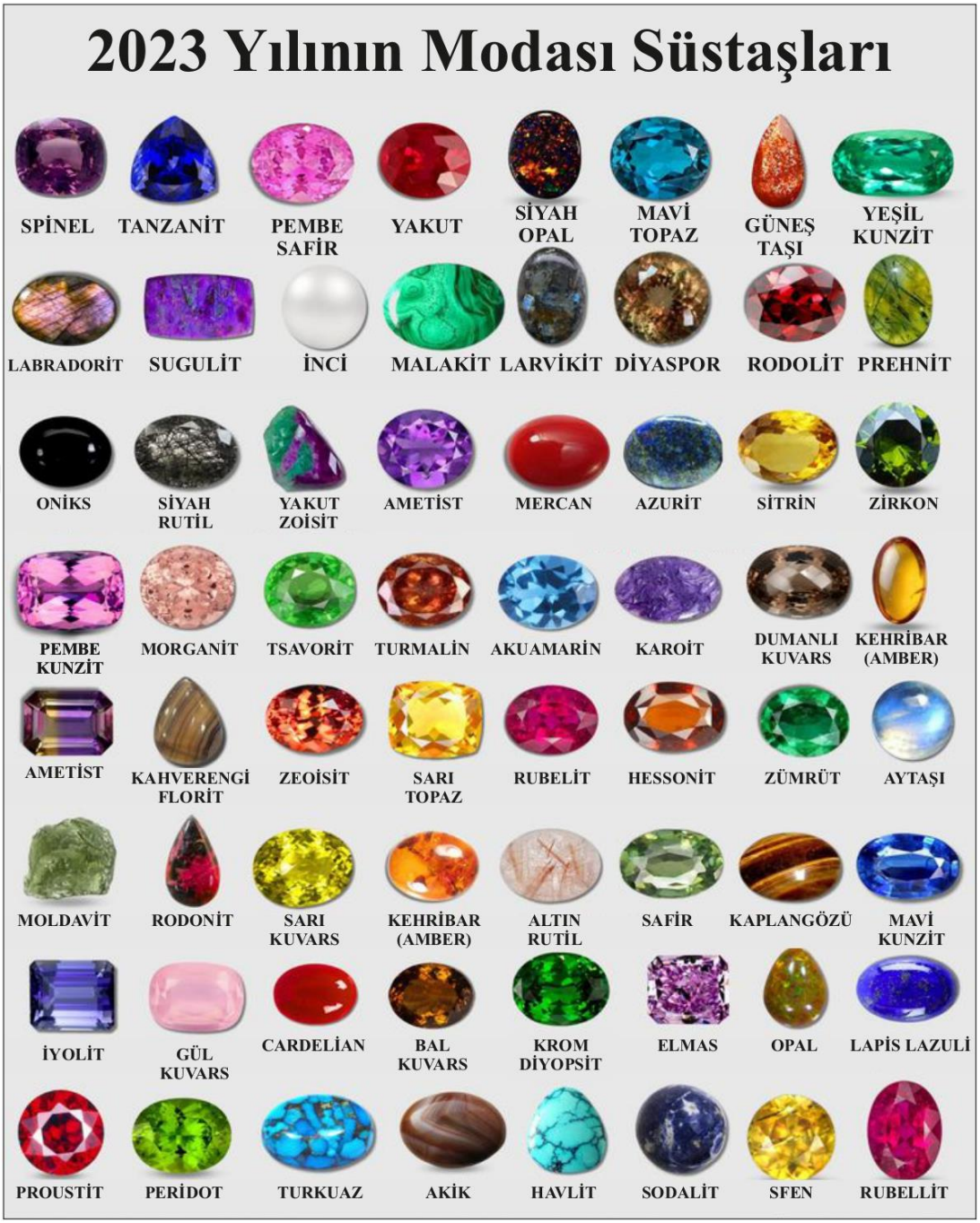
Ek 46: Siyah renkli değerli-yarı değerli taşlar görseli



Ek 47: a) Sarı renkli değerli-yarı değerli taşlar, b) Pembe renkli değerli-yarı değerli taşlar, c) Labradorite ait çeşitli renkler ve d) İnci çeşitleri görseli



Ek 48: 2023Yılının modasına ait değerli-yarı değerli taşlar görseli



Ek 49: TSE 6173 ve TSE 6174'te yer alan değerli-yarı değerli taşlar ile metaller

No	Süstaşı	No	Süstaşı	No	Süstaşı	No	Süstaşı
1	Almandin	41	Epidot	81	Krizokol	121	Realgar
2	Andradit	42	Elbait	82	Korendum	122	Rodokrozit
3	Aytaşı (Adularya)	43	Fenaklit	83	Kuprit	123	Spasartin
4	Albit	44	Fayalit	84	Kromit	124	Starlit
5	Amazonit	45	Forsterit	85	Kasiterit	125	Sitrin
6	Aventurin	46	Grossular	86	Kalkopirit ***	126	Sardoniks
7	Ametist	47	Goşenit	87	Kovellin	127	Sardel
8	Akik (ve türleri)	48	Garniyerit	88	Kalsit	128	Sileks
9	Arakan	49	Gahnit	89	Klam	129	Skapolit
10	Aksinit	50	Galanit	90	Konç	130	Sodalit
11	Akroit	51	Gnays	91	Kehribar (Amber) **	131	Spodümen
12	Apofillit	52	Granit	92	Labradorit	132	Sepiyolit
13	Aktinolit	53	Gümüş****	93	Lidit	133	Safir*
14	Anatas	54	Hessonit	94	Lazurit	134	Spinel
15	Aleksandrit	55	Hidrogrossular	95	Lapis Lazuli	135	Seylanit
16	Azurit	56	Heliotrop (Kan Taşı)	96	Listvenit	136	Smitsonit
17	Anglezit	57	Hidrofon	97	Melanit	137	Stronsiyenit
18	Atakamit	58	Hiyalit	98	Mikroklin	138	Sölestin
19	Amfibolit	59	Hetnimorfit	99	Morion	139	Serpantin
20	Akuamarin	60	Hematit***	100	Morganit	140	Silişleşmiş Ağaç**
21	Almandin	61	İndialit	101	Margarit	141	Şahingözü
22	Altın****	62	İolit	102	Malakit	142	Şavazit
23	Ametrin	63	İndigolit	103	Monazit	143	Şörlit
24	Benitoit	64	İnci (ve türleri)**	104	Mercan (ve türleri) **	144	Şeelit
25	Brazilanit	65	Jargon	105	Nefrit	145	Topaz
26	Barit	66	Jasper	106	Olivin	146	Titanit
27	Bakır****	67	Jadeit (Yeşim)	107	Oniks	147	Topazolit
28	Datolit	68	Jet (Oltu Taşı) **	108	Oligoklas	148	Turkuaz
29	Disten	69	Kükürt	109	Opal (ve türleri)	149	Turmalin
30	Dumortierit	70	Kondradit	110	Orpiment	150	Traverten
31	Demantoid	71	Krisolit	111	Odontolit	151	Tulit
32	Danburit	72	Kaplangözü	112	Obsidyen	152	Uvarovit
33	Diyoptas	73	Kuvars (ve türleri)	113	Platin****	153	Vezüvyan
34	Dravit	74	Kedigözü	114	Pirit***	154	Vardalit
35	Dikroit	75	Kalsedon	115	Pirop	155	Vünfenit
36	Diyopsit	76	Knhidros	116	Prasopal	156	Yakut*
37	Diyaspor	77	Karneol	117	Pikotit	157	Zirkon
38	Dolomit	78	Krizopras	118	Pleonast	158	Zoisit
39	Diyabaz	79	Kordiyerit	119	Rodonit	159	Zümrüt*
40	Elmas*	80	Kunzit	120	Rubellit	160	Zinkit

NOT: * Değerli Taşlar,
**Organik Yarı Değerli Taşlar,
***Metaller ,
****Değerli Metaller ve geriye kalanlar ise Yarı Değerli Taşlardır. Sıralama alfabetik yapılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Ad	KAYA, Sercan
Web sayfası	https://sercankaya.academia.edu/
ORCİD	0000-0003-1457-864X

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Konya Selçuk Üniversitesi	2016
Lise	Batman Yahya Kemal Beyatlı Lisesi	2007

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum	Görev

Yabancı Dil

İngilizce – Düşük Seviye

Yayınlar

1. Kaya, S. Kavak, O. ‘’Değerli Taşların ve Metallerin Oluşum Ortamları, İşlenmesi ile Ekonomiye Kazandırılması’’ Farklı Yaklaşımlarla Madenler ve Değerli Taşlar, Ed. Kavak, O. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 461-486.
2. Kavak, O. Kaya, S. ‘’Dünya Bor Mineralleri ve Bileşikleri Üretiminde Türkiye’nin Yeri’’ Farklı Yaklaşımlarla Endüstriyel ve Sağlık Alanında Bor, Ed. Tural, B. Tural, S. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 1-25.
3. Kavak, O. Kaya, S. ‘’Bor Mineralleri ile Zenginleştirilmiş Gelişmiş Enerji Materyalleri ve Kullanılması’’ Farklı Yaklaşımlarla Endüstriyel ve Sağlık Alanında Bor, Ed. Tural, B. Tural, S. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 188-211.
4. Kavak, O. Kaya, S. ‘’Kenevir Betonun (Çimentosunun) Özellikleri ve Kullanımı’’ Farklı Yaklaşımlarla Endüstriyel Alanında Kenevir, Ed. Haspolat Y. K. ve Akın, E. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 234-256.
5. Kavak, O. Kaya, S. ‘’Kenevirle Benzeri Doğal Liflerin Özellikleri: Uzay, Havacılık ve Otomotiv, Endüstrisindeki Kullanımı’’ Farklı Yaklaşımlarla Endüstriyel

Alanında Kenevir, Ed. Haspolat Y. K. ve Akın, E. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 276-306.

6. Kavak, O. Kaya, S. ‘’Toprak Oluşumun da Etkili Olan Ayrışma ve Dönüşüm Süreçleri’’ Farklı Yaklaşımlarla Tarıma Yeniden Bakış, Ed. Satar, A. Gül, İ. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 19-36.
7. Kavak, O. Kaya, S. ‘’Toprak Oluşum Rejimleri Sonrasında, Toprağın Profili ve Sınıflandırılması’’ Farklı Yaklaşımlarla Tarıma Yeniden Bakış, Ed. Satar, A. Gül, İ. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 205-230.
8. Koç, G. Kaya, S. ‘’Bütüncül ve Fonksiyonel Tıpta Güncel Tıbbi Bitkiler’’ Farklı Yaklaşımlarla Bütüncül ve Fonksiyonel Tıp, Ed. Kavak, V. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 220-243.
9. Kaya, S. ‘’Doğal Taşların Özellikleri ve İnsan Vücudu Üzerine Olan Etkileri (Tıbbi Jeoloji-Litoterapi)’’ Farklı Yaklaşımlarla Bütüncül ve Fonksiyonel Tıp, Ed. Kavak, V. ve Haspolat Y. K. Ankara: Orient Yayınları, 2022, 380-412.
10. Kaya, S. ‘’Türkiye’de Depremler ve Yaşattıkları Hakkında’’ Farklı Yaklaşımlarla Hayatın İçinden, Ed. Haspolat Y. K. ve Kavak, V. Ankara: Orient Yayınları, 2023, 330-348.
11. Kaya, S. Kavak, O. ‘’Historical Adventure of Precious-Semi Precious Stones’’, General Coordinator: Azat KALİ, Editors: İlyas ERPAY and M. Veysi BABAYİĞİT, 1.Bilsel International Sur Scientific Researches Congress February 24, Diyarbakır/Turkey, 748p, 422-429pp, Astana Yayınevi, 2023, ISBN:978-625-6501-62-1, Online Presentations, Full Text Link: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari
12. Kaya, S. Kavak, O. ‘’Processing And Decoration Arts of Precious-Semi Precious Stones’’, General Coordinator: Azat KALİ, Editors: İlyas ERPAY and M. Veysi BABAYİĞİT, 1.Bilsel International Sur Scientific Researches Congress February 24, Diyarbakır/Turkey, 748p, 430-436pp, Astana Yayınevi, 2023, ISBN:978-625-6501-62-1, Online Presentations, Full Text Link: https://bilselkongreleri.com/kongre-kitaplari

Özel İlgiler

Corel DRAW, Auto CAD, Arc GIS, Net CAD SketchUp, Golden Software Surfer 17, Office 365 (Word, Excel, PowerPoint)

Sertifikalar

Eğitim Adı	Kurum	Eğitim Süresi	Yıl

Takı Yapım Teknikleri	MEB	240 Saatlik	2023
Takı Tasarımcısı	MEB	8 Saatlik	2023
Litoterapi	Özel	36 Saatlik	2022
Aromaterapi	Nova Akademi	36 Saatlik	2023
Fitoterapi	Nova Akademi	36 Saatlik	2023
Biyoenerji	Nova Akademi	36 Saatlik	2023
Chatham Created Gems	ISG	12 Saatlik	2024

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Sercan KAYA		
Öğrenci No	20807122		
Ana Bilim Dalı	Maden Mühendisliği		
Program Türü	Proje **( )**	Yüksek Lisans **(x)**	Doktora **( )**
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Orhan KAVAK		
Tez Başlığı	Değerli-Yarı Değerli Taşlar ile Metallerin Oluşum Ortamları ve Spesifik Kullanım Alanları (Gemoloji-Mücevhercilik-Litoterapi Radyestezi)		
RAPOR BİLGİLERİ			
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası		
Sayfa Sayısı	291		
Raporlama Tarihi	2.04.2024		
Benzerlik Oranı (%)	17		

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 291 sayfalık kısmına ilişkin, 25/04/2024 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından ***Turnitin*** isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 17 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

(…) Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
(…) Kaynaklar hariç
(…) Alıntılar hariç
(X) Diğer (Her şey dahil)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Tez benzerlik oranı üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir,
gereğini arz ederim.

Öğrenci: Sercan KAYA
Tarih:
İmza:

Danışman: Prof. Dr. Orhan KAVAK İmza:
Tarih:

Ana Bilim Dalı Başkanı: Prof. Dr. Mustafa AYHAN İmza:
Tarih: