

SÜSTAŞLARI  
ve KARTAL AMETİST OLUŞUMLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Jeoloji Müh. Banu GÖZÜPEK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27 Mayıs 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 1996

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sezai KIRIKOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Atasever GEDİKOĞLU

Prof. Dr. Erdoğan ERKAN

HAZİRAN 1996

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Petroloji - Maden Yatakları Programı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmama olanak sağlayarak, yapıcı eleştirileri ile beni yönlendiren, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen danışmanım, Doç. Dr. M. Sezai KIRIKOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Mikroskopik incelemelerdeki değerli katkılarından dolayı Dr. Yüksel ÖRGÜN ile beni destekleyen Maden Yatakları - Jeokimya Anabilim Dalı ailesine ayrı ayrı teşekkür ederim.

Bana Türkiye'deki gemolojiyi tanıtarak, düzenlenen faaliyetler ile Anadolu süstaşı saha gezilerinde yer almamı sağlayan Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği öğretim üyelerinden Prof. Dr. Yılmaz SAVAŞÇIN'a şükranlarımı sunarım.

Kartal ametist oluşumlarının incelenmesinde yardımlarını gördüğüm SET TAŞ A.Ş.'ye teşekkür ederim.

Tüm öğrenim yaşamım boyunca hiçbir özveriden kaçınmayan aileme ve her zaman desteğini aldığım Y. Mimar Alper AKKAYA'ya teşekkür ederim.

Haziran 1996

Jeoloji Mühendisi  
Banu GÖZÜPEK

## İÇİNDEKİLER

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| ÖNSÖZ .....                                        | ii  |
| İÇİNDEKİLER .....                                  | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                 | vi  |
| TABLO LİSTESİ.....                                 | ix  |
| ÖZET .....                                         | x   |
| SUMMARY .....                                      | xi  |
| BÖLÜM 1 GİRİŞ.....                                 | 1   |
| BÖLÜM 2 SÜSTAŞI YATAKLARININ OLUŞUMU .....         | 6   |
| 2.1. Mağmatik Konsantrasyon.....                   | 6   |
| 2.2. Pegmatitler .....                             | 7   |
| 2.3. Kontakt Metasomatizma .....                   | 9   |
| 2.4. Hidrotermal Yataklar .....                    | 10  |
| 2.5. Kimyasal Bozunma Sonucu Oluşan Yataklar ..... | 12  |
| 2.6. Rezidüel Yataklar .....                       | 13  |
| 2.7. Mekanik Konsantrasyon.....                    | 14  |
| 2.8. Sedimanter Kayaçlarda Çözelti Yatakları.....  | 15  |
| BÖLÜM 3 SÜSTAŞI ANALİZ YÖNTEMLERİ .....            | 16  |
| 3.1. Özgül Ağırlık Tayini.....                     | 16  |
| 3.2. Optik Özelliklerin Tayini .....               | 20  |
| 3.3. Spektroskopi.....                             | 28  |
| 3.4. Sertlik Testleri .....                        | 31  |

|                |                                                 |           |
|----------------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>BÖLÜM 4</b> | <b>SÜSTAŞI SENTEZ METODLARI</b>                 | <b>37</b> |
| 4.1.           | Eritme Gelişimi                                 | 37        |
| 4.1.1.         | Verneuil Tekniği                                | 37        |
| 4.1.2.         | Czochralski Metodu                              | 39        |
| 4.1.3.         | Kafatasında Eritme                              | 40        |
| 4.2.           | Solüsyon Gelişimi                               | 41        |
| 4.2.1.         | Hidrotermal Gelişim                             | 41        |
| 4.2.2.         | Çözücü Kimyasal İle Gelişim                     | 41        |
| 4.3.           | Aşındırıcı Elmas Sentezi                        | 43        |
| 4.4.           | Süstaşı Kalitesinde Elmas Sentezi               | 44        |
| <b>BÖLÜM 5</b> | <b>SÜSTAŞI İŞLEME TEKNİKLERİ</b>                | <b>47</b> |
| 5.1.           | Süstaşı Kesim Şekilleri                         | 47        |
| 5.1.1          | Kaboşon Kesim                                   | 47        |
| 5.1.2          | Faset Kesim                                     | 48        |
| 5.1.2.1        | Gül Kesim                                       | 50        |
| 5.1.2.2        | Tabla Kesim                                     | 51        |
| 5.1.2.3        | Basamak Kesim                                   | 52        |
| 5.1.2.4        | Parlak Kesim                                    | 53        |
| 5.2            | Süstaşı İşleme Aşamaları                        | 56        |
| 5.2.1          | Kesme                                           | 56        |
| 5.2.2          | Aşındırma                                       | 57        |
| 5.2.3          | Parlatma                                        | 58        |
| <b>BÖLÜM 6</b> | <b>TÜRKİYE SÜSTAŞI POTANSİYELİ ve EKONOMİSİ</b> | <b>63</b> |
| 6.1.           | Diaspor                                         | 63        |
| 6.2.           | Hematit                                         | 65        |
| 6.3.           | Rutil                                           | 65        |
| 6.4.           | Korund                                          | 66        |
| 6.5.           | Rodokrozit                                      | 66        |
| 6.6.           | Agat                                            | 67        |
| 6.7.           | Beril                                           | 68        |
| 6.8.           | Granat                                          | 69        |
| 6.9.           | Kalsedon                                        | 70        |
| 6.9.1.         | Sarıcakaya                                      | 70        |
| 6.9.2.         | Yozgat                                          | 70        |
| 6.9.3.         | Bozüyük                                         | 71        |
| 6.9.4.         | Alacaoluk-Beyoluk                               | 71        |
| 6.10.          | Krizopras                                       | 72        |
| 6.11.          | Kuvars                                          | 72        |



|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.11.1. Batı Anadolu Menderes Masifi .....                                             | 72         |
| 6.11.2. Beypazarı.....                                                                 | 73         |
| 6.12. Opal.....                                                                        | 73         |
| 6.12.1. Dereyalak.....                                                                 | 73         |
| 6.12.2. Bayat .....                                                                    | 74         |
| 6.12.3. Simav.....                                                                     | 75         |
| 6.13. Turmalin .....                                                                   | 76         |
| 6.14. Sölestin.....                                                                    | 77         |
| 6.15. Oltu Taşı.....                                                                   | 78         |
| 6.16. Oniks .....                                                                      | 79         |
| 6.16.1. Akhisar-Harmandalı .....                                                       | 79         |
| 6.16.2. Demirci-Saraycık.....                                                          | 80         |
| 6.16.3. Söğüt-Dudaş.....                                                               | 80         |
| 6.16.4. Yunus Emre.....                                                                | 81         |
| 6.16.5. Şehit Ali Köy .....                                                            | 81         |
| 6.16.6. Gülpınarı.....                                                                 | 81         |
| <b>BÖLÜM 7 KARTAL AMETİST OLUŞUMLARI.....</b>                                          | <b>83</b>  |
| 7.1. Çalışma Sahasının Tanıtımı.....                                                   | 83         |
| 7.2. İstanbul - Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi.....                                   | 83         |
| 7.3. Kartal Taşocağının Jeolojisi.....                                                 | 87         |
| 7.4. Kartal Taşocağından Alınan Numunelerin Minerolojik ve Petrografik İncelemesi..... | 91         |
| 7.5 Kartal Ametistinin Gemolojik İncelemesi .....                                      | 97         |
| 7.6 Kartal Ametistinin İşlenmesi.....                                                  | 98         |
| 7.7 Ametist Hakkında Genel Bilgi .....                                                 | 98         |
| 7.7.1 Renklenme .....                                                                  | 98         |
| 7.7.2 Isının Etkisi.....                                                               | 99         |
| 7.7.3 İnküzyonlar .....                                                                | 99         |
| 7.7.4 Oluşumlar .....                                                                  | 100        |
| 7.7.5 Mitolojideki Yeri.....                                                           | 100        |
| <b>SONUÇLAR .....</b>                                                                  | <b>102</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                                  | <b>103</b> |
| <b>EKLER .....</b>                                                                     | <b>106</b> |
| EK A.....                                                                              | 107        |
| EK B .....                                                                             | 111        |
| EK C .....                                                                             | 114        |
| EK D.....                                                                              | 117        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                                                                  | <b>123</b> |

## ŞEKİL LİSTESİ

|            |                                                                                           |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1  | Idar-Oberstein süstaşı ocağı.....                                                         | 5  |
| Şekil 2.1  | Mağmatik konsantrasyon şeması.....                                                        | 6  |
| Şekil 2.2  | Basit ve kompleks pegmatitlerin şeması .....                                              | 8  |
| Şekil 2.3  | Pegmatit şekilleri .....                                                                  | 8  |
| Şekil 2.4  | Sınırlar arası reaksiyon.....                                                             | 9  |
| Şekil 2.5  | Gnays ve şist ile kireçtaşı içindeki hidrotermal damar sınırları .....                    | 12 |
| Şekil 2.6  | Rezüdiel konsantrasyon .....                                                              | 13 |
| Şekil 2.7  | Elüvyal konsantrasyon.....                                                                | 14 |
| Şekil 2.8  | Yamaç oluşumu.....                                                                        | 15 |
| Şekil 3.1  | Clerici solüsyonunun özgül ağırlık / kırılma indeksi grafiği.....                         | 17 |
| Şekil 3.2  | Hidrostatik terazi metodu için düzenlenen kimyasal denge diagramı.....                    | 18 |
| Şekil 3.3  | Bir elmas yüzeyine farklı açılarla gelen ışık ışınları..                                  | 21 |
| Şekil 3.4  | Amerika Gemoloji Enstitüsü'ne ait refraktometre ..                                        | 22 |
| Şekil 3.5  | Kritik açı ile süstaşına çarpan ve refraktometreden geçen ışık ışınlarının diyagramı..... | 22 |
| Şekil 3.6  | Refraktometreden görülen ölçek.....                                                       | 23 |
| Şekil 3.7  | Kırılma indeksinin direkt ölçümü için yapılan üç okuma.....                               | 25 |
| Şekil 3.8  | İmmersiyon sıvısı içerisindeki süstaşları.....                                            | 25 |
| Şekil 3.9  | Spektrograf ve emisyon spektrumu.....                                                     | 28 |
| Şekil 3.10 | Zirkonun absorpsiyon spektrumu.....                                                       | 29 |
| Şekil 3.11 | Fraunhofer çizgileri .....                                                                | 29 |

|            |                                                                            |    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.12 | R. ve J. Beck tarafından üretilen prizma tip spektroskop.....              | 30 |
| Şekil 3.13 | Amerika Gemoloji Enstitüsü spektroskop ünitesi ...                         | 31 |
| Şekil 3.14 | Mohs sertlik cetvelinin mutlak sertlik ölçüleri ile karşılaştırılması..... | 33 |
| Şekil 3.15 | Rayner tarafından üretilen sertlik kalemi seti .....                       | 33 |
| Şekil 4.1  | Verneuil fırın diyagramı .....                                             | 38 |
| Şekil 4.2. | Czochralski aparat diyagramı.....                                          | 39 |
| Şekil 4.3  | Kyropoulos aparat diyagramı.....                                           | 40 |
| Şekil 4.4  | Kuvars kristalinin hidrotermal gelişim aparatı.....                        | 42 |
| Şekil 4.5  | Çözücü kimyasal ile gelişim aparatının diyagramı ...                       | 43 |
| Şekil 4.6  | Grafit-elmas denge eğrisi .....                                            | 44 |
| Şekil 4.7  | Basınç çemberinin kesiti .....                                             | 45 |
| Şekil 4.8  | Basınç hücreesindeki sıcaklıkları gösteren diyagram.                       | 45 |
| Şekil 4.9  | Basınç hücresinin düzenini gösteren kesit.....                             | 46 |
| Şekil 5.1  | Kabaşon kesim şekilleri .....                                              | 48 |
| Şekil 5.2  | Faset kalitesine göre ışığın yansıma eğilimleri.....                       | 49 |
| Şekil 5.3  | Kuvvetli çift kırma özelliğine sahip bir süstaşından ışığın geçişi.....    | 50 |
| Şekil 5.4  | Süstaşı faset isimleri .....                                               | 50 |
| Şekil 5.5  | Gül kesim şekilleri .....                                                  | 51 |
| Şekil 5.6  | Elmas işleminde kullanılan tabla kesim.....                                | 51 |
| Şekil 5.7  | Basamak veya zümrüt kesim.....                                             | 52 |
| Şekil 5.8  | Basamak kesimin bazı çeşitleri .....                                       | 52 |
| Şekil 5.9  | Makas kesim .....                                                          | 53 |
| Şekil 5.10 | Standart parlak kesim .....                                                | 53 |
| Şekil 5.11 | Basit kesim ve İsveç kesim .....                                           | 54 |
| Şekil 5.12 | Kral kesim.....                                                            | 54 |
| Şekil 5.13 | Magna kesim.....                                                           | 54 |
| Şekil 5.14 | Parlak kesim çeşitleri .....                                               | 55 |
| Şekil 5.15 | Eski ocak kesim .....                                                      | 55 |
| Şekil 5.16 | Avrupa kesim .....                                                         | 56 |
| Şekil 5.17 | Antik yastık kesim .....                                                   | 56 |
| Şekil 5.18 | Süstaşı kesme makinesi.....                                                | 57 |

|            |                                                                                        |     |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 5.19 | Aşındırıcı tekerlekler .....                                                           | 58  |
| Şekil 5.20 | Kol ve bacaklardan güç alarak, büyük çaplı kumtaşı tekerlekler üzerinde aşındırma..... | 59  |
| Şekil 5.21 | Ahşap çubuk .....                                                                      | 60  |
| Şekil 5.22 | Süstaşını parlatma aşamasına hazırlayan yatay disk.....                                | 60  |
| Şekil 5.23 | Süstaşı parlatma aşamasında kullanılan döner tekerlekler .....                         | 61  |
| Şekil 5.24 | Faset işleme aparatı .....                                                             | 61  |
| Şekil 5.25 | Kuvars örneğinin işleniş aşamaları.....                                                | 62  |
| Şekil 6.1  | Türkiye'deki süstaşı sahalarını gösterir harita.....                                   | 64  |
| Şekil 6.2  | Ankara - Çubuk agat oluşumları .....                                                   | 68  |
| Şekil 6.3  | Kütahya - Simav ateş opal sahasından bir görünüm.....                                  | 76  |
| Şekil 7.1  | Çalışma sahasının yerini gösterir harita.....                                          | 84  |
| Şekil 7.2  | İstanbul Boğazı ve civarının jeoloji haritası .....                                    | 86  |
| Şekil 7.3  | Kartal taşocağının jeoloji ve imalat haritası.....                                     | 88  |
| Şekil 7.4  | Kartal taşocağının jeolojik kesitleri .....                                            | 89  |
| Şekil 7.5  | Paleozoyik formasyonlarını kesen andezit daykı .....                                   | 90  |
| Şekil 7.6  | Damar halinde ametist oluşumları .....                                                 | 91  |
| Şekil 7.7  | Kireçtaşı numunesinin incekesit fotoğrafı .....                                        | 92  |
| Şekil 7.8  | Altere andezit numunesinin incekesit fotoğrafı .....                                   | 93  |
| Şekil 7.9  | Kalsit damarı ve oksitlenmiş opak mineraller fotoğrafı.....                            | 93  |
| Şekil 7.10 | Kalsit ve albit fotoğrafı .....                                                        | 94  |
| Şekil 7.11 | Serisit albit ve kalsit fotoğrafı .....                                                | 94  |
| Şekil 7.12 | Altere andezit içinde büyüyen ametistin sınırı .....                                   | 95  |
| Şekil 7.13 | Ametist kristalinin büyüme yönleri .....                                               | 95  |
| Şekil 7.14 | Ametist kristalinden elde edilen görüntüler.....                                       | 96  |
| Şekil 7.15 | Ametist kristali içinde bir çekirdek etrafındaki renk halkaları.....                   | 96  |
| Şekil 7.16 | Daha önceki evreye ait farklı büyüklükte kenarları kemirilmiş yan kayaç .....          | 97  |
| Şekil 7.17 | Ham, kaboşon şekilli ve fasetlenmiş ametistler .....                                   | 98  |
| Şekil 7.18 | Çeşitli formlarda işlenmiş ametistler.....                                             | 99  |
| Şekil 7.19 | Ametist genç kız heykeli.....                                                          | 101 |
| Şekil D.1  | Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları.....                                            | 117 |

## TABLO LİSTESİ

|           |                                                     |     |
|-----------|-----------------------------------------------------|-----|
| Tablo 3.1 | Özgöl ağırlıklar.....                               | 19  |
| Tablo 3.2 | Kırılma indisleri.....                              | 26  |
| Tablo 3.3 | Mohs cetveli.....                                   | 32  |
| Tablo 3.4 | Azalan sertlik sırasına göre süstaşları.....        | 34  |
| Tablo A.1 | Çeşitli süstaşlarının kimyasal bileşimleri.....     | 107 |
| Tablo B.1 | Kristal sistemlerine göre süstaşları.....           | 111 |
| Tablo C.1 | Renklerine göre süstaşlarının isimlendirilmesi..... | 114 |

## ÖZET

Süstaşlarının teknik dünyasını tanıtmak amacıyla yürütülen bu çalışmada, kendilerine özgü renk ve formlar içeren doğa harikası süstaşlarının oluşumları, karakteristiklerini belirleyebilmek ve sentetik, imitasyon, kompozit ile işlem görmüş taşlardan ayırt edebilmek için yapılan analiz yöntemleri, süstaşı sentez metodları, işleme teknikleri, Türkiye’de bilinen süstaşı yatakları ve değerlendirilmesi, Kartal kalker taşocağındaki ametist oluşumlarının jeolojik ve gemolojik incelemesi yer almaktadır.

Giriş bölümünde gemoloji ve süstaşlarının kalitesini belirleyen özellikler açıklanmış, çalışmanın amacı ile metodolojisi anlatılmıştır.

İkinci bölümde, süstaşlarının oluşumlarından mağmatik konsantrasyon, pegmatitler, kontakt metasomatizma, hidrotermal yataklar, kimyasal bozunma sonucu oluşan yataklar, rezidüel yataklar, mekanik konsantrasyon ve sedimenter kayalarda çözelti yatakları anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, özgül ağırlık tayini, optik özelliklerin tayini, spektroskopi ve sertlik testleri ile süstaşı analiz yöntemleri açıklanmaktadır.

Dördüncü bölümde, süstaşı sentez metodlarından eritme gelişimi, solüsyon gelişimi, aşındırıcı elmas sentezi ve süstaşı kalitesinde elmas sentezi anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, süstaşı işleme teknikleri, kesim şekilleri ve işleme aşamaları ile gösterilmiştir.

Altıncı bölümde, Türkiye süstaşı potansiyeli ve ekonomisi anlatılmıştır.

Yedinci bölümde, Kartal ametist oluşumları adı altında çalışma sahası tanıtılmış, İstanbul Kocaeli Yarımadası’nın jeolojisi, Kartaş taşocağının jeolojisi, çalışma sahasından alınan numunelerin mineralojik ve petrografik incelemesi, ametist numunelerinin işlenmesi ile ametist hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Sonuç bölümünde ülkemizde süstaşları ile ilgili çalışmaların geliştirilmesi ve mevcut süstaşı potansiyelinin değerlendirilebilmesi için öneriler belirtilmiştir.

## **SUMMARY**

### **GEMSTONES AND KARTAL AMETHYST FORMATIONS**

With the exception of pearl, coral and a few other organically produced materials, most gems are lustrous or brightly coloured minerals, that are naturally occurring, crystallized chemical element or compound having either a definite chemical composition, found in the rocks of the earth's surface.

Gemology is a relatively new science that is so deeply rooted in mineralogy it is impossible to draw a line between them. The gemologist can be considered a mineralogist specializing in the gem minerals. In the broad sense these include, in addition to the minerals cut into gemstones, the natural ornamental materials used for carvings and decorative purposes.

Because gemstones are traditionally minerals, their history is associated with the history of minerals. Early man undoubtedly discovered by accident that quartz and flint could be broken to produce sharp cutting edges that could be used as tools or weapons. Through the use of minerals they began their long journey to civilization.

Throughout the following evolutionary period, perhaps as much as a million years, the art of shaping the raw materials into specialized tools became more refined. In searching for suitable materials, the toolmaker no doubt came upon pleasingly colored stream pebbles or flashing crystals embedded in a rocky ledge. Although of no utilitarian value, these first gemstones were recovered and retained as things of beauty.

As the Stone Age gave way to the Bronze Age, other minerals were sought from which metals could be derived and at the same time interest in gem minerals increased.

From the written records as well as from archaeological finds, we learn that during the ancient Greek and Roman civilizations many minerals were used as gems and the art of carving them reached a high degree of proficiency.

The early gems were valued and used much as they are today for personal adornment. But of equal or greater importance to the wearer were their magical powers. A certain virtue was attributed to each mineral and they were worn as amulets or talismans. A few of the power, ascribed to them were to prevent disease, to produce sleep and to prevent drunkenness.

To understand the most superficial descriptions of gems, one should have a knowledge of the properties minerals possess that make them gems and by which they are characterized.

Of the approximately 2500 known minerals about 70 possess one or more of the qualifications that place them in the special category of gemstones. Most members of this relatively small group are rare, and only about 20 are commonly encountered as gems.

The first value of a gem is beauty through transparency and depth of colour as in ruby or emerald and luster. Reflections from regularly arranged inclusions within the stone giving rise to the cat's-eye and star-stone effects. Brilliance and fire resulting from skilful cutting by the lapidary. The beauty of most gems results from a combination of two or more of these properties, but some nontransparent stones such as turquoise and malachite, it rests colour alone.

Durability is the second virtue of a gem and depends on two physical properties, hardness and toughness. A gemstone must be able to resist abrasive and chemical attacks for use in ornaments, otherwise it becomes scratched, dull and loses its attractiveness. The high hardness of diamond, ruby, sapphire and emerald is a major factor in making them the most prized of gems. However some hard minerals are brittle and can be chipped or fractured if struck a sharp blow, whereas other minerals of less hardness may be tough and resist fracturing.

Since it is human nature to desire something rare, rarity is another factor effecting the value of a gemstone. If there is only a limited quantity of a gem mineral reaching the market, the price is high and because of this the gem is considered desirable by the few who can afford it. With the discovery of new sources, resulting in a great increase in supply, the price falls. Although its beauty and durability are the same, it becomes less desirable, for now it is within the reach of many.

Portability is the fourth property determining the gemstone's value.

It used to be quite common to divide gemstones into two classes, precious stones and semi-precious stones. Precious stones are usually considered to be diamond, ruby, emerald, sapphire and pearl, with perhaps black opal and alexandrite. All of these are stones in fairly constant demand with a high value for fine specimens. Semi-precious stones are peridot, aquamarine, topaz, tourmaline, zircon and amethyst in company with all other stones which do not command such high prices and for which the



demand is more prone to the whims of fashion. Since there is no rigid set of criteria that separate gems of great value from those of less value, the use of the term semi-precious is now discouraged and the safer term gemstones used for both of the previous groupings.

This investigation is carried out with the aim of introducing the technical world of gemstones to the dealer. The first chapter is introduction.

The second chapter deals with formation of gemstones and describes, magmatic concentration, pegmatites, contact metasomatism, hydrothermal deposits, weathering process, residual deposits, mechanical concentration and solution deposits in sedimentary rocks.

The small geologic bodies known as pegmatites are the home of a large number of gem minerals. Pegmatites are a special type of igneous rock composed mostly of very large crystals of rock-forming minerals and containing a high percentage of rare and unusual elements. Pegmatites are genetically related to large masses of igneous rocks, usually granite, and are considered to represent the end phase of the crystallization of a magma. As minerals slowly separate from the molten rock material water and other volatile constituents such as boron and fluorine become concentrated in the still liquid portion. This highly mobile fluid, from which pegmatites form, is expelled from the magma chamber into the already crystallized granite and into the surrounding rocks. Crystallization of this mobile magma results in large, sometimes gigantic crystals of quartz, feldspar and mica. Of greater interest to us are the gem minerals whose presence in the pegmatites depends on the concentration of rare elements.

Pockets in pegmatites have been called nature's jewel box, for in this type of occurrence are found a greater variety of gem minerals than in any other.

The third chapter explains the identification methods for determining whether a gemstone is a part of nature's plan or imitation, composite or a treated gem.

Because of the high value placed on gemstones, man has long been intrigued with the thought of duplicating natural stones in the laboratory. The countless early efforts of synthesis either met with complete failure or produced tiny crystals, too small for cutting. However at the beginning of the 20<sup>th</sup> century extensive experiments carried out by scientists throughout the world began to produce results and synthetic stones started to enter the field of commerce. At first only ruby was so produced, then sapphire of fancy colours were grown large enough to be cut into faceted stones. Later, gems of spinel species were made synthetically in a galaxy of lovely colours. The 1930's saw the beginning of the synthetic emerald and after the end of World War II new stones which had little or no part in nature were synthetically produced by the scientists. Finally the successful synthesis of the diamond was announced. Although at first the product was only of grain size and its use as an abrasive, later synthesis produced stones of gem quality.

These man-made gemstones are not “imitations” or “fakes” but have the same chemical compositions and physical properties as the natural minerals. One of the major tasks of the gemologist, and frequently a difficult one, is to determine whether a given gem is natural or synthetic. Such determinations may be very important, for the rare natural gem may have a value several hundred fold greater than its abundant synthetic rival.

Changing the colour of gemstones by heat, by irradiation and by staining, has become common in species susceptible to such changes, such treatment might improve the beauty of some stones.

Methods of gem synthesis which are melt growth, growth from solution and diamond synthesis are explained in the fourth chapter.

The fifth chapter is cutting and polishing of gemstones. The two basic types cabochon and faceted cuts are given in detail with drawings.

There are various cabochon cuts but the most common has a smooth domed top and a flat base. Faceted cut gemstones are bounded by plane surfaces (facets) to which different names are given depending on their positions on the stone. Although faceted gems have different shapes, the brilliant cut is most common for diamonds. The top of the stone is called the bezel, crown or top, the lower part of the stone is called the pavilion, base or back. The top facet (usually the largest) is the table, the small facet at the bottom of the stone parallel to the table (which may not be present) is the culet. The edge between the bezel and pavilion is the girdle.

Turkey's gemstone potential and gemstone economy is the sixth chapter. Gemstones formed at Muğla-Milas, Sivas-Kangal, Manisa-Kula-Salihli-Akhisar-Demirci, Uşak-Eşme, Aydın-Söke-Yatağan, İzmir-Güzelbahçe, Ankara-Çubuk, Eskişehir-Sarıcakaya-Beypazarı-İnönü-Yunus Emre, Yozgat-Şefaatli-Sorgun, Bilecik-Bozüyük-Söğüt, Balıkesir-Gönen-Biga, Afyon-Bayat, Kütahya-Simav, Erzurum-Oltu, Tokat-Gülpınarı are exemplified.

The seventh chapter is the amethyst formations at Kartal limestone mine. After defining the location of site and the geological formations, samples are examined and gemological survey methods are applied on amethyst crystals.

The violet and purple varieties of quartz provide the most prized and in many respects the most interesting of the large family of quartz minerals. The name is said to have been derived from the Greek word “Amethystos” which is translated as “not drunken” and was given to the stone from the belief that the wearer would not suffer from excess consumption of alcoholic drinks.

According to the legend about amethyst's origin, Bacchus the God of wine getting angry with someone, decides to take revenge from the first person, passing by and orders his tigers eat. At that moment tigers attack a girl named Amethyst who was going to worship Diana the God of virtue. As Amethyst begs for help, Diana turns her into a perfect crystal statue. Bacchus feeling sorry for what he had done pours a glass of wine on to the statue and gives amethyst the lovely colour.

Gemstones which are universe's perfect creations, bridge human history. With a sparkle as fresh and bright today as when they formed a billion years ago, they offer a colour for every taste. When you own gemstones, you own the rainbow.



## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Süstaşı bilimi, yani 'Gemoloji' ülkemizde yeni bir bilim dalı olup, renk derinliği, saydamlık ve parlaklık gibi nitelikleri ile kendini gösteren güzellik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı koymasını sağlayan dayanıklılık ve işlenebilirlik, nadirlik, taşınabilirlik özelliklerine sahip olan, süs ve kişisel ziynet eşyası olarak veya koleksiyon amacı ile kullanılabilen süstaşlarını incelemektedir. Gemoloji, kimya, fizik ve jeolojinin sentezi olan ve bir minerali karakterize eden fiziksel, kimyasal özellikler ile kristal yapısındaki atom düzenini belirleyen mineraloji ile içiçe bulunur.

Yeryüzünde bilinen, yaklaşık 2500 mineralden sadece 70 kadarı süstaşı karakteristiklerine sahip kabul edilmektedir. Süstaşı kalitesini belirleyen özelliklerden birincisi olan 'güzellik', renk, parlaklık, saydamlık, ışığı kırma ve yansıtma gibi optik özelliklere, dolayısıyla güzelliğini ortaya çıkaracak olan süstaşı işlemecisinin hünerine bağlı olarak değişmektedir. Taşın değerini muhafaza edebilmesi için optik karakterlerinin değişmemesi ve devamlı olması gereklidir. Ancak süstaşı kusurları bazı durumlarda avantaj sağlayarak, taşın hangi ülkeye ait olduğunu, hatta hangi madenden çıkarıldığını belirlemede yardımcı olması açısından önemlidir.

'Dayanıklılık', süstaşında aranan ikinci özelliktir. İşlendikten sonra kullanılmaya başlanan bir süstaşının kendisine verilmiş olan şekli bütün ayrıntıları ile uzun süre koruması yani aşınma, ayrışma, oyulma, dağılma ve parçalanmaya karşı olan dayanıklılığı, süstaşının değerini yükselten karakteristikleridir. Süstaşı mukavemeti, sertlik, klivaj, maruz kaldığı içsel kuvvetler, çatlak gibi faktörlere bağlıdır. Elmas, rubi, safir ve zümrütü değerli kılan ana kriter yüksek sertlik olduğu halde, dayanıklılık her zaman süstaşı değerlendirilmesinde ön plana çıkmamakta, örneğin opal nispeten yumuşak olmasına rağmen, renk oyunu sayesinde kıyaslanamaz güzellik sergilemektedir.

Nadir olanı arzulamak insan doğasında varolduğundan, 'nadirlik' süstaşının diğer bir karakteridir. Örneğin zümrüt, diğer beril minerallerinden daha az bulunduğundan, daha kıymetli, erguvan menekşe rengindeki spinele nadiren rastlandığından, aynı renkteki granattan değerlidir. Bunun sebebi, süstaşı pazarına sınırlı miktarda ulaşan süstaşının fiyatının yükselmesidir.

Süstaşının karakteristiği olan kolay taşınabilirlik de, kalite belirleyen özelliklerden dördüncüsüdür. Süstaşının az yer işgal etmesi ile hafif olması değerini arttıran faktörlerdir.

Günümüzde süstaşlarının yarı-değerli ve değerli sınıflaması geçerliliğini kaybetmiştir. Genellikle değerli taş olarak kabul edilen elmas, zümrüt, rubi, safir ile siyah opal, inci ve aleksandiriti, yarı-değerli taşlar sınıfındaki peridot, aquamarin, topaz, turmalin, zirkon ve ametistten ayıran kesin kriterler olmayıp, değerli taşların talep çokluğu ve yüksek fiyatları yanında yarı-değerli taşların modaaya uygun oluşu nedeniyle tercih edilişleri, iki sınıf arasındaki farkı ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle süstaşlarını yarı-değerli ve değerli olarak ikiye ayırmak yerine, 'süstaşı' adı altında toplamak uygun görülmektedir.

Tarih öncesinde, ilk insanların kuvars ve çakmaktaşını kırarak alet ve silah olarak kullanılabilecek keskin kenarlar üretmesiyle medeniyete ulaşan uzun yolculuk başlamış oldu. İleriki dönemlerde, günlük yaşam için gerekli malzeme arayışında renkli çakıl taşları ve parıldayan kristallere rastlayarak süstaşları ile tanıştılar. Taş Devri'nden Bronz Çağı'na geçişte, metallerin elde edilebileceği mineraller aranırken süstaşlarına olan ilgi de artmaktaydı. 5000 yıl önce Eski Mısır'da yapılan mezar duvarlarında ki resimlerde, cevher elde etmek için metal eriten, lapis lazuli ve malakit şekillendiren zanaatkar, mineralojik sanatın göstergesidir. Arkeolojik buluntular ile yazılı kayıtlardan eski Yunan ve Roma medeniyetlerinde birçok mineralin süstaşı olarak değerlendirildiği ve işleme sanatının yüksek bir mertebeye ulaştığı öğrenilmiştir.

Eski uygarlıklarda süstaşlarının kullanımını dinsel amaçlı töreler desteklediğinden, hastalık ve felaketleri önlemek, başarı arttırmak, geleceği görmek gibi güçlere sahip olduğuna inanılan süstaşları tılsım ve nazarlık olarak taşınmıştır.

Uygarlıklar beşiği Anadolu, süstaşı konusunda çok zengin bir tarihe sahiptir. Anadolu’da ilk buluntular günümüzden 30.000 yıl kadar önce, Üst Paleolitik dönemde, kolay işlenebilir süstaşlarından üretilen takılar olarak ortaya çıkar. Kalkolitik dönemin sonlarına doğru ilk kez agat, kuvars ve kalsedon gibi sert süstaşları işlenmeye başlanmıştır. Urartular akik gibi süstaşlarını kübik formda fasetlemiş ve delmiş, Lidya’lılar ateş opal, kalsedon ve agat gibi taşlar üzerini figürlerle kazımuş ve mühür oluşturmuş, Hellenistik dönemde süstaşlı altın takı kullanımı yaygınlaşmıştır. Roma döneminde, Eskişehir’den çıkartılan mavi kalsedonlar, İstanbul’un liman kenti ‘Calzedony’den gemilere yüklendiğinden bugünkü Kadıköy, limanın adını almıştır.

Orta Asya Türk medeniyetleri, Selçuklular ve Osmanlı döneminde, ziynet eşyalarının yanı sıra, beşik, that, nişan, hançer, kalkan ve zırh gibi eşyaların süslemesinde kullanılan süstaşlarının boyutlarının elverdiğince korunarak işlendiği ve metal ile çerçevelendiği görülmektedir. Osmanlı imparatorluğunun gelişip zenginleşmesi ile İstanbul’da mücevhercilik önem kazanmış olup Güney Afrika’dan gelen elmasların Bursa ve Samatya’da işlenmesi yanı sıra Silivrihisar’da zümrüt ve İspir’de firuze ocaklarının işletildiği ve çıkartılan süstaşlarının işlendiği bilinmektedir. Cumhuriyet döneminin başlarında, gayrimüslüm süstaşı işleme ustaları, Brüksel ve Amsterdam gibi merkezlere göç ederek elmas ve süstaşı piyasasının gelişmesinde önemli katkılarda bulunmuşlardır.

Yurtdışında, başta Almanya (Idar-Oberstein, München) ve Hong-Kong olmak üzere çeşitli ülkelerde düzenlenen mineral ve mücevher fuarları, süstaşı işleme yarışmaları, konu ile ilgili kişi ve kuruluşları buluşturmaktadır. Gemoloji eğitimi, üniversiteler, muhtelif enstitülerdeki kurs ve seminerler ve ticari kurumlardaki uygulama programları vasıtaları ile sağlanabilmektedir. Uluslararası iletişim ve ticaretin yoğunlaştığı son yüzyıl içinde farklı menşeli süstaşlarının ayırtedilebilirliğinin zorluğu



ve sentetik süstaşı üretimindeki gelişmelerin etkisi ile test yöntemleri ve ekipmanları teknolojik olarak gelişmiştir. Günümüzde analiz ve işleme ekipmanları, incelenecek veya işlenecek taşın spesifik niteliklerine göre özel olarak üretilebilmektedir.

Günümüzde, yaşam standartlarındaki artışa, çağdaş estetik anlayışına ve doğa özlemine paralel olarak süstaşlarına ilgi artmakta, mineral koleksiyoncuları, süstaşı işlemecileri ile takı imalatçıları gün geçtikçe çoğalmaktadır. Bu nedenle, süstaşları hakkında daha fazla teknik bilgi, dolayısıyla kaynak ihtiyacı doğmaktadır. Ülkemizde, süstaşlarının değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir bütüncül yaklaşımın uygulanmasına ilişkin ilkelerin tüm boyutlarıyla ortaya konmamış olmasından tez çalışması kapsamında süstaşlarının oluşumları, özellikleri, test yöntemleri ve ekipmanları, işleme teknikleri açıklanmış, Türkiye’deki süstaşı potansiyeline değinilmiş ve araştırma kapsamında incelenen konular Kartal ametist oluşumları üzerinde örneklenmiştir.

Araştırma kapsamında, İTÜ, TÜBİTAK ve YÖK kütüphanelerinde ve anahtar sözcük vererek Internet üzerinden kaynak taraması yapılmıştır. 1994 yılı Haziran ayından itibaren Ankara - Çubuk, Kütahya -Simav, İzmir - Efemçukuru, İstanbul - Kartal, Manisa - Kula, Kırşehir - Çiçekdağ, Balıkesir - Ayvalık, vs. Yörelerinde arazi incelemesinde bulunulmuştur. İzmir - Kemeraltı ve İstanbul - Çemberlitaş’ta süstaşı işleme teknikleri üzerine uygulamalı incelemeler yapılmıştır.

1994 yılı Ekim ayında 20. Yüzyılın süstaşı başkenti olarak kabul edilen Almanya İdar - Oberstein’a gidilerek ticari kuruluşlar, taş işleme firmaları, işleme ve test cihazları imalathaneleri, eğitim kurumları, müzeler, yerel atölyeler ve çevre süstaşı madenlerinde (Şekil 1.1) incelemelerde bulunulmuş, konu ile ilgili otoritelerle görüşülmüştür.

1995 yılı Ocak ayında Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsünde süstaşları ile ilgili olarak tez danışmanı Doç. Dr. Sezai Kırıkoğlu’nun katkıları ve katılımı ile bir seminer ve slayt gösterisi tertib edilmiştir. Semineri izleyen günlerde çeşitli yayın organlarına konu ile ilgili demeçler verilmiş, konunun geniş kitlelere ulaşması sağlanmıştır.



Der  
Steinkaulenberg  
in Idar-Oberstein



Foto Sulzer

Şekil 1.1 Idar-Oberstein süstaşı ocağı.

1995 yılı Haziran ayında Gemoloji Derneği ve TAAD Derneği ve Kültür Bakanlığı DÖSİM'in katkıları ile, Sultanahmet Hürrem Sultan Hamamında Türkiye'nin tüm yörelerinde süstaşı ile uğraşan grupları buluşturmak ve yapılan çalışmaları tanıtmak amacıyla 5 günlük bir sergi düzenlenmiştir.

Tüm bu çalışmaları somut olarak örneklemek amacıyla Kartal taşocağı içerisinde bulunan ametist oluşumlarından toplanan numuneler üzerinde İ.T.Ü. Laboratuvarlarında konu ile ilgili test ve deney çalışmaları yapılmıştır.

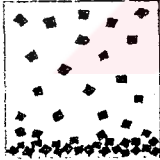


## BÖLÜM 2. SÜSTAŞI YATAKLARININ OLUŞUMU

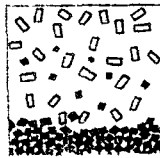
Çoğu mineral yatağı, küçük ipuçları dışında kendisini ortaya koymadığından mineral yatak çeşitleri bilindiği takdirde parçalardan bütüne ulaşabilmektedir.

### 2.1. Mağmatik Konsantrasyon

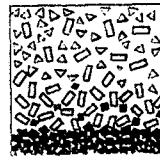
Mağmatik konsantrasyonun ilk adımı magmanın soğumaya başlaması ile beraber ilk minerallerin kristalleşmesidir. Aynı zamanda ağırlıklarına göre batan veya yükselen minerallerden hornblend ve piroksen gibi koyu mineraller topluluktan ilk ayrılanlar olup, soğuma yeterince yavaşsa mağmanın tabanına doğru kayarak, taneleri arasında sıvı malzeme bulunan tek minarelli tabakaları oluştururlar (Şekil 2.1).



İlk mineralin kristalleri oluşarak mağmanın tabanına yerleşirler...



Aynı zamanda uygun koşullara ulaşıldıkça diğer mineraller kristalleşmeye başlar...



Ve diğerleri...



Tüm kütle , belirli minerallerce zengin katılaşmış kayaç halini alıncaya dek kristalleşme devam eder.

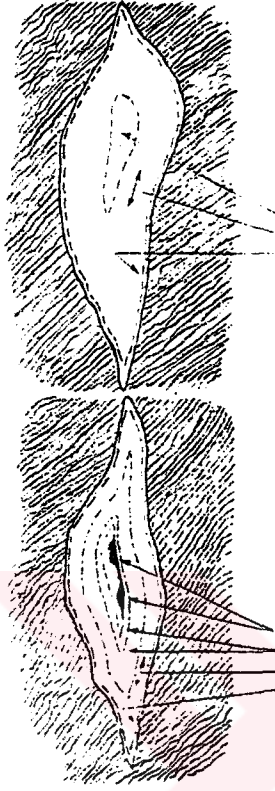
Şekil 2.1 Mağmatik konsantrasyon şeması [Sinkankas, 1970]

Daha ağır mineraller magmadan ayrılırken, sıcaklık düşmeye devam eder ve diğer mineraller kristalleşir. Bu aşamada geriye çok az serbest malzeme kalmış, artık sıvı olmayan kütle, arasında sıvı gezinen kristaller haline gelmiştir. Bu az miktar sıvı, derinlik kayaçlarının silikat mineralleri dışında, nadir toprak elementlerini de taşıdığından çok önemlidir. Sıvı yolunu bularak yukarıya doğru formasyonlardaki çatlakların içine ilerlediğinde değerli mineral yataklarını oluşturur.

## 2.2. Pegmatitler

Pegmatit'in içerdiği mineraller granitin mineralleriyle aynı olduğu halde dane boyutları çok daha büyüktür. Pegmatitler ana feldspat ve levha mika kaynağı olduklarından tüm dünyada yüzlerce yıldır araştırılıp, işletilmişlerdir. Pegmatit madenciliğinde bu yatakların sıkça nadir ve değerli mineral ile turmalin, beril (akuamarin, altın beril ve morganit), kuvars çeşitleri, spodumen, brezilyanit gibi süstaşları içerdikleri görülmüştür. Feldspat, kuvars, mika ile beraber az miktar siyah turmalin, granat ve beril gibi sadece birkaç mineral türü içeren pegmatitler basit, geniş mineral çeşidi bulunduran ve üç, dört mineralizasyon aşamasında oluşan pegmatit olarak adlandırılırlar (Şekil 2.2).

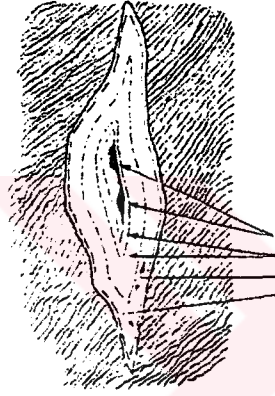
Pegmatitler, kendilerinden daha soğuk olan çevre kayaçlardaki kırık veya çatlaklar içine girdiklerinden, kontakt duvarlarına bitişik küçük kristal tanelerinden oluşan bir zon meydana gelir. Bunun hemen arkasında, pegmatitin ortasına doğru daha yavaş soğumaya bağlı oluşan iri feldspat ve mika kristalleri görülür. Bu zon bazen siyah turmalin, granat ve beril prizmaları da içerebilir. Merkeze doğru ilerledikçe, kristallerin daha da büyüdüğü, oluşumunu tamamlayan feldspat kristallerinden arta kalan çekirdeği ise muhtelif renklerde kuvarsın doldurduğu görülür. İri kristaller barındıran cepler, çekirdeğin hemen yanında bulunduğundan mineral ve süstaşı koleksiyoncuları için pegmatitin en verimli bölümü çekirdeğidir. Pegmatit yataklarının çoğu uzun, ince olup, dikey ile yataya yakın konumda bulunduklarından dayk veya sill olarak adlandırılırlar. Bunların dışında pegmatitlerin mercek, baca, yay tipi şekilli oluşumları da mevcuttur (Şekil 2.3).



#### BASİT PEGMATİT

İnce sınır zonu , kalın feldspat duvar zonu ve masif kuvars çekirdekten oluşan mostranın üstten görünüşü

Çekirdek  
Duvar zon  
Sınır zon

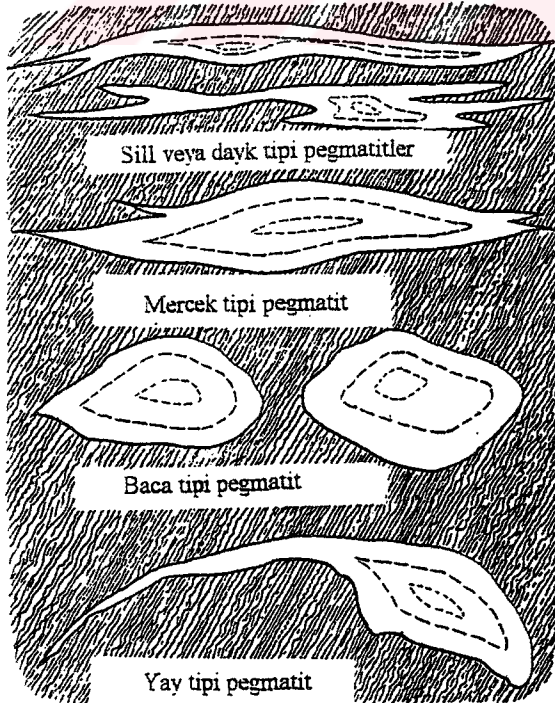


#### KOMPLEKS PEGMATİT

İnce taneli feldspat ve kuvarstan oluşan sınır zonu , yine feldspat ve kuvars duvar zon ile birkaç iç zon. Kuvars çekirdek , kristallerle çevrelenmiş cepler içermektedir.

Çekirdekteki cepler  
İç zonlar  
Duvar zon  
Sınır zon

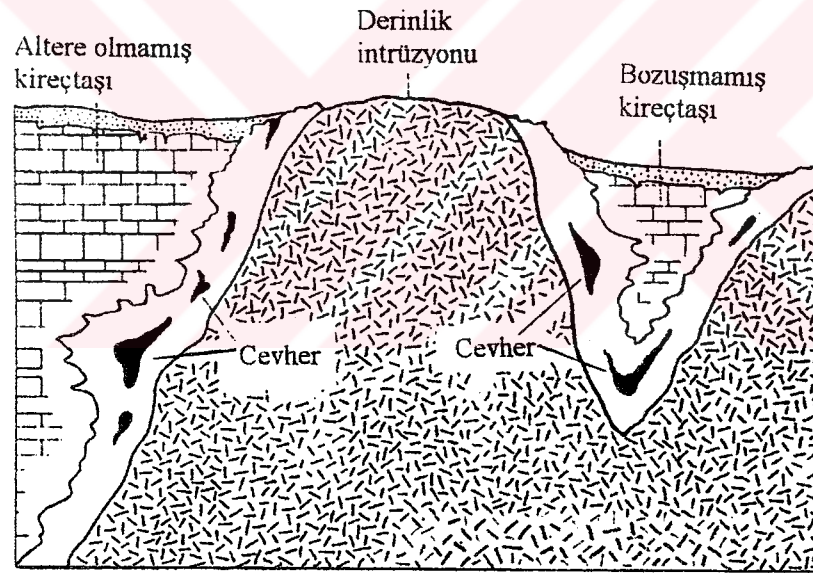
Şekil 2.2 Basit ve kompleks pegmatitlerin şeması



Şekil 2.3 Pegmatit şekilleri

### 2.3. Kontakt Metasomatizma

Magmadan uzaklaşan gaz ve buhar, hızlı kimyasal reaksiyon ile mineral yataklarının oluşumu için gerekli olan koşulları sağlar. Kayaçlar sıcak gazlarla karşılaşınca başlayan kimyasal reaksiyon, ısı ve basıncın artışıyla hızlanır. Bu reaksiyondan kolayca etkilenen mineraller nedeniyle kayaç değişikliğe uğrar ve yeni mineraller büyür. Kolay aşınan minerallerin uzaklaşmasıyla, mağma gözeneklerinde tutulan nadir elementler kristalleşme olanağı bulurlar. Şartlar uygun olduğu sürece devam eden bu proses, derinlik kayaçlarının kenarları boyunca meydana geldiğinden kontakt metasomatizma olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Sınırlar arası reaksiyon

Bu oluşum kireçtaşı ve dolomitlerde çok etkili, diğer sedimenter kayaçlarda az etkili olarak görülmektedir. Derinlik kayaçlar ile metaformik kayaçlarda hemen hemen hiçbir değişiklik görülmez. Kalsit ve dolomit kimyasal reaksiyondan kolaylıkla etkilenerek skarn zonunda yeni minerallere ortam oluşturmak üzere erir veya ayrışır. Skarn zonunda rastlanan metalik cevherlerden bakır, çinko, kurşun, kalay ve tungsten'e yaygın olarak rastlanırken hematit, magnetit, ilmenit, kassiterit, pirit, pirorit, bornit, kalkoprit, arsenopirit, sfalerit, galen, molibdenit, volframit metasomatik

yatakların tipik mineralleridir. Korund, spinel, florit, andradit granat, flogopit mika, ilmenit, turmalin ve topaz sık görülen metalik olmayan minerallerdir.

#### 2.4. Hidrotermal Yataklar

Mineralleri eriten, çözen ve yataklanmalarını sağlayan sıcak su etkisi hidrotermal proses olarak adlandırılır. Derinlik kayaçlarında, özellikle ergiyik kütlede sıcak ve yüksek basınç altında bulunan suyun bir kısmı buharlaşırken, kalan çözelti derinden yeryüzüne doğru ilerleyerek soğur ve içinde daha fazla barınamayan mineraller fisürler boyunca kristalleşirler.

Uzun fisürlerde, suyun ısısındaki değişime bağlı olarak yüksek, orta ve düşük sıcaklıkların karakteristik mineral çeşitlerine rastlanır. Hidrotermal damarlarda birçok metalik cevher minerali ile birlikte gang mineralleri de mevcuttur. Aşağıda oluşum ısısına göre düzenlenen tabloda bazı cevher ve gang mineralleri gösterilmiştir.

| Hidrotermal Mineraller |                  |
|------------------------|------------------|
| Cevher Mineralleri     | Gang Mineralleri |
| Yüksek Sıcaklık        |                  |
| Altın                  | Kuvars           |
| Kassiterit             | Epidot           |
| Molibdenit             | Mika             |
| Şeelit                 | Granat           |
| Volframit              | Topaz            |
| Magnetit               | Turmalin         |

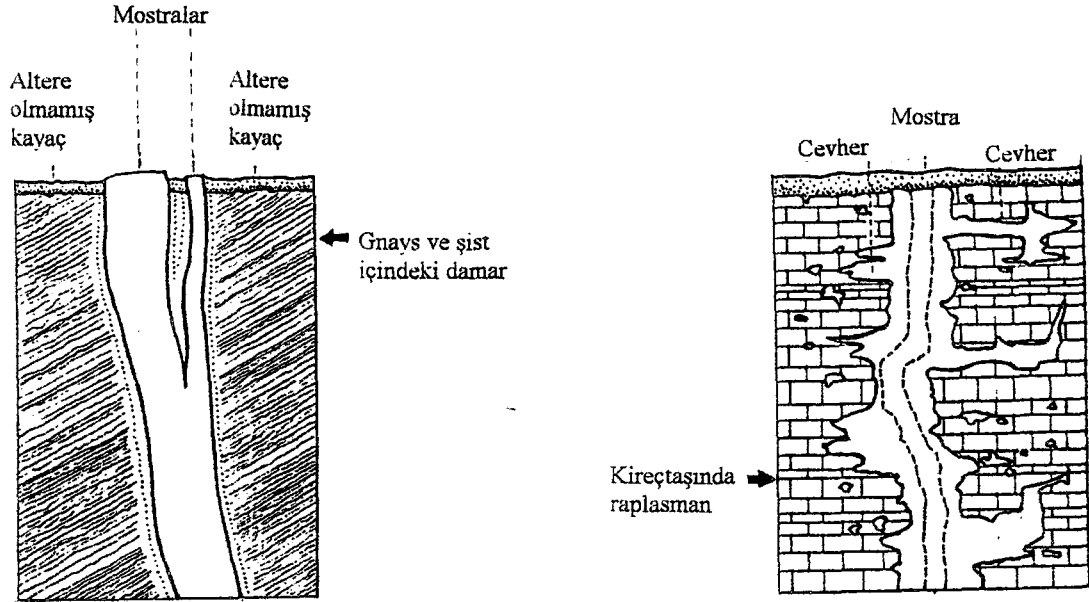
## Orta Sıcaklık

|             |            |
|-------------|------------|
| Altın       | Kuvars     |
| Galen       | Kalsit     |
| Sfalerit    | Dolomit    |
| Pirit       | Siderit    |
| Kalkopirit  | Barit      |
| Bornit      | Rodokrozit |
| Arsenoprit  |            |
| Tetrahedrit |            |
| Enarjit     |            |

## Düşük Sıcaklık

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| Pirit           | Kuvars (kalsedon) |
| Markasit        | Kalsit            |
| Stibnit         | Dolomit           |
| Zinober         | Aragonit          |
| Gümüş           | Adularya          |
| Gümüş sülfidler | Opal              |
|                 | Florit            |
|                 | Zeolit            |

Hidrotermal çözeltiler, yüksek basınç altında olduklarından çok küçük gözeneklerden, büyük fisürlere kadar, kayalardaki çeşitli boşluklara kolayca ilerlerler. Kayaç taneleri arası gözenekler, bazalt gibi volkanik kayalardaki gaz boşlukları, kayaların soğumasıyla oluşan çatlaklar, sedimanter kayalardaki yataklanma düzlemleri ve kıvrımlanma, bükülme, eğilme ile oluşan açıklıklarda sıcak su çözeltilerinden oluşan yataklar bulunabilir. Önemli cevher yatakları bazen fay kenarları veya volkan boğazında oluşabilir. İki tipik hidrotermal yatak aşağıda gösterilmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Gnays ve şist ile kireçtaşı içindeki hidrotermal damar sınırları [Sinkankas, 1970].

## 2.5. Kimyasal Bozunma Sonucu Oluşan Yataklar

Kimyasal bozunmanın ana faktörü, tek başına veya içinde eriyebilen maddelerle etkiyen yağmur suyudur. Suyun toprağa karıştığı yerde oluşan kimyasal değişikliklere aşağıdaki oluşumlar örnek verilebilir:

- Kireçtaşı ve dolomit gibi karbonat kayaçlar eriyerek çeşitli boyutlarda mağaraları oluştururlar.
- Feldspat gibi silikat mineralleri kile dönüşürler.
- Demir ve alüminyum mineralleri konsantre olarak cevherleri meydana getirirler.

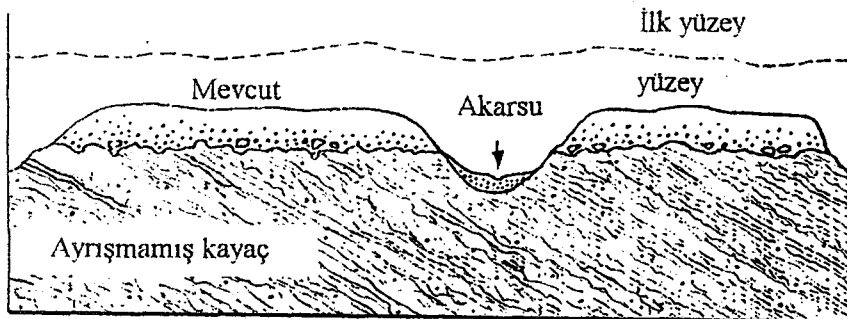
Kimyasal bozunma sonucu oluşan turkuaz ve varisit yatakları süstaşı koleksiyoncuları için oldukça ilgi çekicidir. Atmosferik koşullar kayaçları aşındırarak iki mineralin oluşumu için gerekli olan bileşenleri açığa çıkarırlar. Bu bileşenler yağmur suyu



tarafından çeşitli formasyonlar içindeki damarlara taşınarak, uygun şartlarla karşılaştıklarında kristalleşmeye başlarlar. Turkuaz ve varisit, genellikle riyolit, trakit, granit ve kireçtaşları içinde ince damar dolgusu olarak veya nodüler halinde bulunurlar.

## 2.6. Rezidüel Yataklar

Rezidüel terimi, kayalar atmosferik koşulların etkisiyle bozunmaya uğrayıp parçalandıktan sonra, arta kalan mineraller için kullanılmaktadır. Bu mineraller kimyasal aktivite sonucu oluşabildikleri gibi, yüksek mukavemete sahip olup hiç değişmemiş mineraller de olabilirler. 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 meydana gelen yataklara ise altın, platin, elmas ve diğer süstaşı takları örnek gösterilebilir (Şekil 2.6).



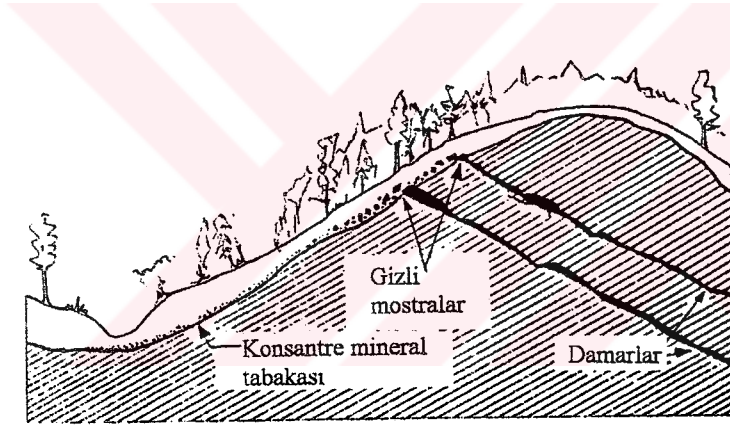
Şekil 2.6 Rezidüel konsantrasyon. Ayrışmamış kayaç içinde dağınık halde bulunan noktaların her biri değerli bir minerali temsil ettikleri halde, ancak toprağın altında ve ayrışmamış kayacın üstünde konsantre olduklarında ekonomik olarak işletilebilmektedirler.



## 2.7. Mekanik Konsantrasyon

Mekanik konsantrasyon ile oluşan üç önemli yatak mevcuttur. Bunlardan birincisi, bir uçurum tabanındaki kırılmış malzeme gibi, parçalanmış kayalardan oluşan aşınma yataklarıdır. Konsantrasyon fazla olmadığı halde uçurum tepesinde hangi minerallerin mevcut olduğu hakkında fikir vermesi açısından önemlidir.

Elüvyal yataklar, yağmur veya rüzgar ile taşınan küçük malzemeler sayesinde daha fazla konsantrasyonun meydana geldiği, yine aşınmış malzemelerden oluşan yataklardır. Ağır ve genellikle arzulanan mineraller tepeden aşağı kayarak, tabana doğru yerleşirler (Şekil 2.7).

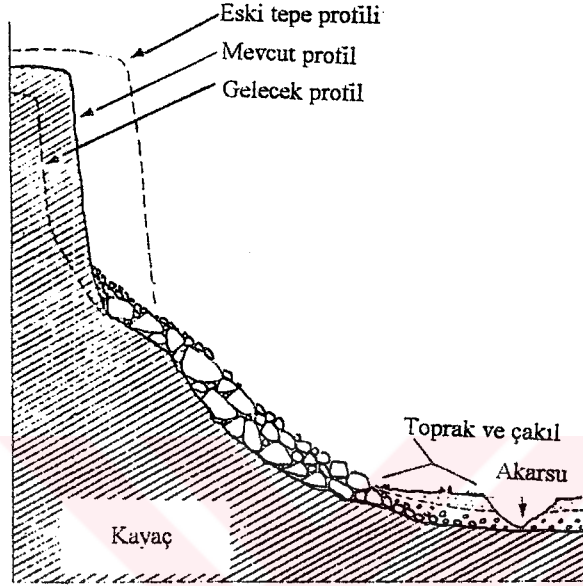


Şekil 2.7 Elüvyal konsantrasyon

Elüvyal yataklar dar vadi tabanlarına yakın oluştuklarında, hızlı akıntılarla taşınarak üçüncü yatak çeşidi olan alüvyal yatakları oluştururlar. Akarsu hareketi sayesinde konsantrasyon çok daha fazla olduğundan, önemli yataklar gelişmektedir.

Minerallerin dere ve nehir yataklarında konsantre olmaları için gerekli şartlardan birincisi, bu minerallerin hızlı çökebilmeleri için diğerlerinden daha ağır, ikincisi ise dayanıklı olmalarıdır. Bu talepleri karşılayan mineraller arasında elmas, safir, rubi ve bazı diğer süstaşları ile, magnetit, kromit, ilmenit, rutil, monazit, kassiterit, tantalit, kolumbit'in yanı sıra platin, altın gibi ağır metaller de mevcuttur. Mineral malzemesinin

Çakıllar içinde konsantre oluşunda etkili olabilmek için, suyun çok yavaş veya çok hızlı akmaması gerekli şartlardan üçüncüsüdür (şekil 2.8).



şekil 2.8 Yamaç oluşumu. Tepeden kopup yamağı oluşturan malzemeler incelenerek değerli mineral varlığı saptanabilmektedir.

## 2.8. Sedimanter Kayaçlarda zelti Yatakları

Sedimanter kayaçlardaki çözelti yatakları, çeşitli sedimanter formasyon tabakalarında geniş yayılımlı , silise zengin bantlar oluşturabilen çörtler dışında, noktasal konsantrasyonlardır. 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 ilerindeki suyun yavaş hareketiyle çökelen mineraller tarafından doldurularak oluştuğuna inanmaktadırlar.

### BÖLÜM 3. SÜSTAŞI ANALİZ YÖNTEMLERİ

#### 3.1. Özgöl Ağırlık Tayini

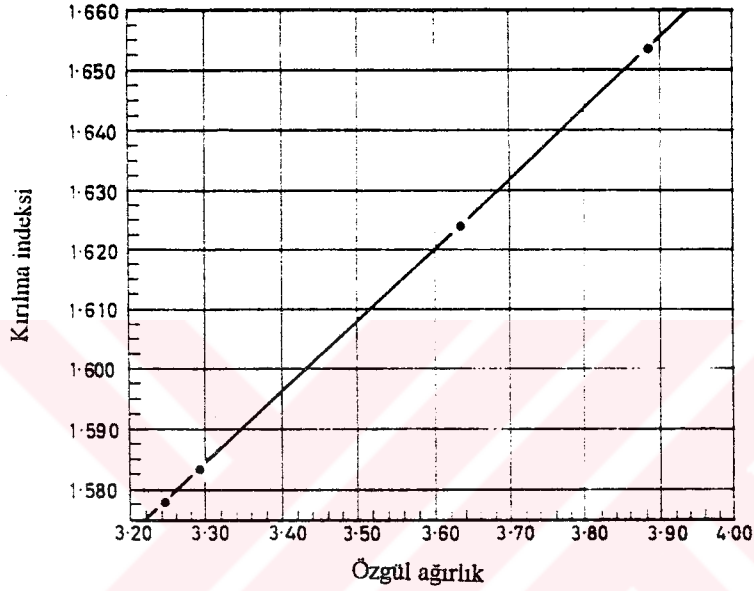
Özgöl ağırlık, süstaşı tanımlamasında kullanılan ana fiziksel özelliklerden biridir. Özgöl ağırlığı belirlemek için "ağır sıvılar" ve "hidrostatik terazi " olmak üzere iki metod uygulanır.

Ağır sıvılar metodunda , yoğunluğu bilinen sıvılar içeren şişelerden yararlanılır. Yüksek yoğunluğa sahip , kolay elde edilebilen iki sıvı bromoform (Ö.A. 2.89) ve metilen iyodür (Ö.A. 3.33) olup, toluen (Ö.A. 0.865) ve aseton (Ö.A. 0.792) gibi uçucularla seyreltilerek, özgöl ağırlığı 3.33'ün altında sıvılara ulaşılır. Süstaşının özgöl ağırlık tayini, saf veya seyreltilmiş sıvılar içinde yüzmesi veya batması ile yapılır. Sıvı içinde batan süstaşının özgöl ağırlığı sıvınınkinden büyük, sıvı içinde yüzen süstaşının özgöl ağırlığı ise sıvınınkinden küçüktür. Örneğin, özgöl ağırlığı 2.67 olan bromoform + aseton içinde kuvars yüzerken, berilin yavaşça battığı, 2.89 özgöl ağırlıklı bromoform içinde kuvarsın yüzdüğü ve topazın hızla battığı izlenir. Özgöl ağırlığı 3.10 olan metil iyodür + aseton içinde turmalin yüzerken , spodumen ve fluoritin yavaşça battığı, 3.33 özgöl ağırlıklı metilen iyodür içinde nefritin yüzdüğü ve jadeitin yavaşça battığı gözlenir.

Daha kesin bir rakam istendiğinde , uçucu ile seyreltilmiş metilen iyodür ve su ile seyreltilmiş Clerici solüsyonu (talyum format ve talyum malonatın su solüsyonu , Ö.A.4.15) olmak üzere iki çift sıvı kullanılır. Analizi yapılan süstaşının yoğunluğuna eşitlenene kadar , her çift belirli oranlarda karıştırılır. İlk çift 2.00 ile 3.30 g/cm<sup>3</sup> arasında , ikinci çift 3.00 ile 4.02 g/cm<sup>3</sup> arasında değere sahip olur. İki çiftin herbirinin yoğunluk ve kırılma indisi doğru orantılıdır (Şekil 3.1).

Bu nedenle , bir karışımdan alınacak sıvı damlasının kırılma indisi , refraktometre ile belirlendiği takdirde , sıvının dolayısıyla süstaşının özgül ağırlığı bulunabilir.

Ağır sıvılar metodu pratik olduğu ve çok küçük hacimli taşlar için bile uygulanabildiği halde ,  $4.10 \text{ g/cm}^3$  üzerindeki yoğunlukların belirlenmesinde kullanılamaz.



Şekil 3.1 Clerici solüsyonunun özgül ağırlık / kırılma indisi grafiği [Webster, 1983]

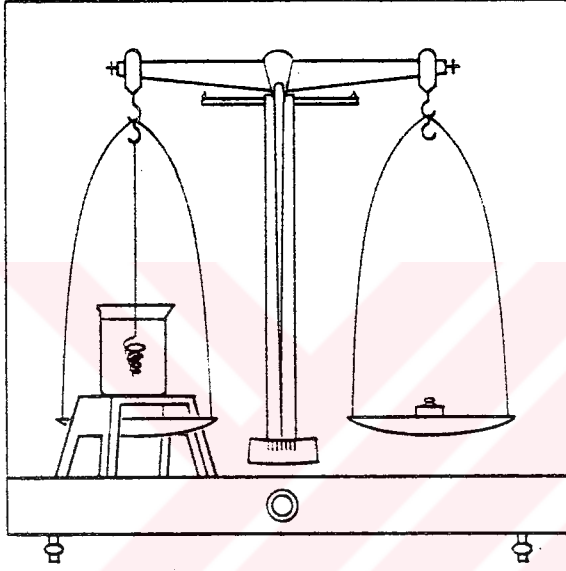
Hidrostatik terazi metodunda , damıtılmış su içeren saydam kabı üzerinde taşıyan bir köprü , terazi gözünün birine yerleştirilir. Terazi kolundan sallanan ince bir telin ucunda sepetteki süstaşı suyun içine daldırılır (Şekil 3.2).

Bir taşın aynı zamanda yoğunluğu olan özgül ağırlığını belirlemek için , analiz edilen süstaşı önce havada daha sonra da yukarıda anlatılan terazide damıtılmış su içinde tartılır. İki ağırlığın farkı Arşimed prensibine göre ağırlık kaybını verdiğiinden aşağıdaki formül kullanılarak özgül ağırlık hesaplanır :

$$\frac{\text{Havadaki ağırlık}}{\text{Sudaki ağırlık kaybı}} = \text{Özgül ağırlık}$$

Örneğin , topaza benzeyen süstaşı havada 9.75 karat<sup>1</sup> (1.950 gram) , suda 6.07 karat (1.214 gram) tartılarak özgül ağırlığı aşağıdaki gibi belirlendiğinde , süstaşının topaz değil , muhtemelen sitrin (kuvars) olduğu öğrenilir:

$$\frac{9.75}{9.75-6.07} = \frac{9.75}{3.68} = 2.65 = \text{Özgöl ağırlık}$$



Şekil 3.2 Hidrostatik terazi metodu için hazırlanan kimyasal denge diyagramı [Hurlbut, Switzer, 1979].

Hidrostatik terazi metodu ile süstaşı çok hafif veya küçük hacimli olmadıkça 4 g/cm<sup>3</sup> üzerindeki yoğunluklar dahi belirlenebilmektedir.

Aşağıda artan özgül ağırlık sırasına göre düzenlenmiş süstaşları gösterilmiştir (Tablo 3.1)

<sup>1</sup> 1 karat = 0.200g.

Tablo 3.1 Özgül ağırlıklar.

|                        |             |                       |               |
|------------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Lületaşı               | : 1.00-2.00 | Doğal zümrüt          | : 2.69-2.76   |
| Kehribar               | : 1.03-1.10 | Lepidolit             | : 2.7-2.8     |
| Vulkanit               | : 1.15-1.20 | Lapis lazuli          | : 2.70-2.90   |
| Oltu taşı              | : 1.20-1.30 | Kalsit                | : 2.71        |
| Bakelit                | : 1.25-1.30 | Pektolit              | : 2.77-2.88   |
| Siyah mercan           | : 1.34      | Pirofillit            | : 2.8         |
| Seluloid               | : 1.36-1.42 | Dolomit               | : 2.8-2.9     |
| Fildişi                | : 1.70-1.98 | Lepidolit             | : 2.8-2.9     |
| Opal                   | : 1.98-2.20 | Vollastonit           | : 2.8-2.9     |
| Uleksit                | : 1.99      | Verdit                | : 2.80-2.99   |
| Kemik                  | : 2         | Prehnit               | : 2.88-2.94   |
| Krizokol               | : 2.00-2.45 | Datolit               | : 2.90-3.00   |
| Natrolit               | : 2.20-2.25 | Nefrit                | : 2.90-3.02   |
| Sodalit                | : 2.25-2.30 | Anhidrit              | : 2.91-2.98   |
| Mezolit                | : 2.29      | Aragonit              | : 2.93-2.95   |
| Porselen               | : 2.3       | Borasit               | : 2.96        |
| Tomsonit               | : 2.3-2.4   | Tremolit              | : 2.98        |
| Apofillit              | : 2.3-2.5   | Brezilyanit           | : 2.980-2.995 |
| Obsidiyen              | : 2.33-2.42 | Herderit              | : 3           |
| Moldavit               | : 2.34-2.39 | Danburit              | : 3           |
| Tektit                 | : 2.36-2.51 | Turmalin              | : 3.00-3.12   |
| Tugtupit               | : 2.36-2.58 | Aktinolit             | : 3.05        |
| Petalit                | : 2.39-2.46 | Fosfofillit           | : 3.1         |
| Varisit                | : 2.40-2.60 | Lazulit               | : 3.1         |
| Kolemanit              | : 2.42      | Euklas                | : 3.1         |
| Sarı ortoklas feldspat | : 2.56      | Kondrodit             | : 3.1-3.2     |
| Mikroklin feldspat     | : 2.56-2.58 | Andalusit             | : 3.15-3.17   |
| Aytaşı feldspat        | : 2.56-2.59 | Spodümen              | : 3.17-3.19   |
| İolit                  | : 2.57-2.66 | Apatit                | : 3.17-3.23   |
| Sanidin feldspat       | : 2.57-2.58 | Diopsit               | : 3.23-3.29   |
| Kalsedon               | : 2.58-2.62 | Fibrolit              | : 3.25        |
| Jasper                 | : 2.58-2.91 | Smaragdit             | : 3.25        |
| Mercan                 | : 2.6-2.7   | Epidot                | : 3.25-3.5    |
| Vivianit               | : 2.6       | Enstatit              | : 3.26-3.28   |
| Mermer                 | : 2.6-2.7   | Aksinit               | : 3.27-3.29   |
| Turkuaz                | : 2.60-2.85 | Ekanit                | : 3.28        |
| Albit feldspat         | : 2.62      | Dioplas               | : 3.28-3.35   |
| Oligoklas feldspat     | : 2.62-2.65 | Jadeit                | : 3.30-3.36   |
| Skapolit               | : 2.63-2.71 | Peridot               | : 3.34        |
| Kuvars                 | : 2.65      | Zoisit                | : 3.35        |
| Sentetik zümrüt        | : 2.66-2.68 | Hidrogrossular granat | : 3.36-3.55   |
| İnci                   | : 2.67-2.78 | Rodonit               | : 3.40-3.70   |
| Labradorit feldspat    | : 2.68-2.69 | Hipersten             | : 3.4-3.5     |
| Beril                  | : 2.68-2.90 | Sinhalit              | : 3.47-3.48   |

Tablo 3.1 devamı,

|                    |             |                    |             |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Rodokrozit         | : 3.50-3.65 | Kalsiyum titanat   | : 4.05      |
| Elmas              | : 3.515     | Sfalerit           | : 4.08-4.10 |
| Topaz              | : 3.53-3.56 | Kromit             | : 4.10-4.90 |
| Spinel             | : 3.58-3.61 | Spessartit granat  | : 4.12-4.20 |
| Periklas           | : 3.59      | Rutil              | : 4.2       |
| Spinel (sentetik)  | : 3.61-3.65 | Kalkopirit         | : 4.2       |
| Hessonit granat    | : 3.65      | Smitsonit          | : 4.3-4.35  |
| Kyanit             | : 3.65-3.68 | Psilomelan         | : 4.35      |
| Pirop granat       | : 3.65-3.70 | Zirkon (yüksek)    | : 4.67-4.70 |
| Staurolit          | : 3.65-3.78 | Markasit           | : 4.85-4.90 |
| Krizoberil         | : 3.71-3.72 | Bornit             | : 4.9-5.4   |
| Malakit            | : 3.74-3.95 | Pirit              | : 4.95-5.10 |
| Uvarovit granat    | : 3.77      | Hematit            | : 4.95-5.16 |
| Azurit             | : 3.77-3.89 | Strontiyum titanat | : 5.13      |
| Demantoid granat   | : 3.82-3.85 | Magnetit           | : 5.17      |
| Anatas             | : 3.82-3.95 | Mikrolit           | : 5.5       |
| Siderit            | : 3.83-3.88 | Zinkit             | : 5.66      |
| Korund             | : 3.98-4.00 | Kuprit             | : 5.85-6.15 |
| Zirkon (düşük tip) | : 3.90-4.10 | Simpsonit          | : 6         |
| Almandin granat    | : 3.95-4.20 | Vulfenit           | : 6.7-7.0   |
| Sölestin           | : 3.97-3.99 | Kassiterit         | : 6.8-7.0   |
| Duranjit           | : 3.97-4.07 |                    |             |

### 3.2. Optik Özelliklerin Tayini

Optik özellikler süstaşı tanımlamasında büyük önem taşır ve özel alet ile metodlar tarafından belirlenirler.

Kırılma indeksi (K.İ.), Snell yasasına göre eşit iki ortam için, belirli bir yüzeye gelen ve kırılan ışık ışınının normalle yaptığı açılar olan 'i' ve 'r'nin sin.'lerinin oranı olup, sabittir. Örneğin bir elmas yüzeyine çarpan a ve b ışınlarını ele alalım (Şekil 3.3).

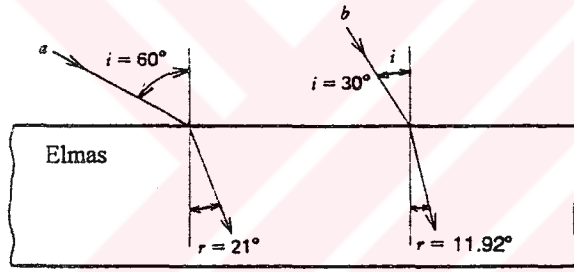
Işın a için  $i = 60^\circ$  ve  $r = 21^\circ$  iken, b için  $i = 30^\circ$  ve  $r = 11,92^\circ$  olduğu halde; kırılma indeksi sabittir.



$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin 21^\circ} = \frac{0.8660}{0.3583} = 2.42 = K.I.$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 11.92^\circ} = \frac{0.5000}{0.2066} = 2.42 = K.I.$$

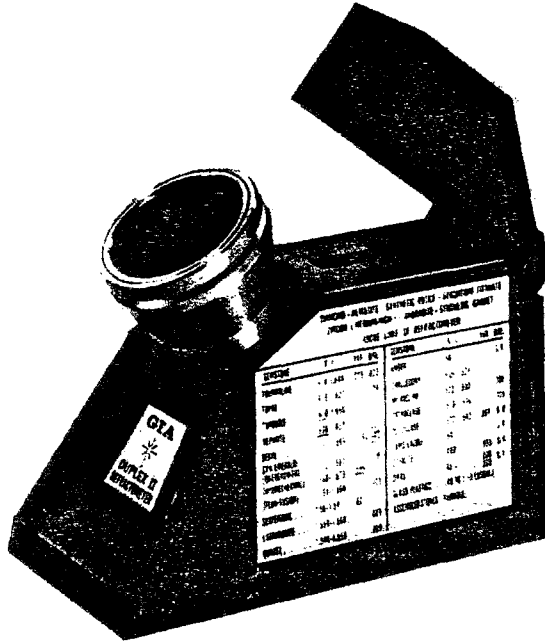
Bir ışık ışını, dik olmayan açı ile saydam ortamdan daha düşük optik yoğunluğa sahip bir ortama geçerken, kırılarak normalden uzaklaşır ve gelen ışının açısı arttıkça, kırılan ışının kontakt halindeki iki ortamın yüzeyini yaladığı bir açıya ulaşır. Kırılan ışının normalle  $90^\circ$  açı yaptığı durumdaki belirli açı, kritik açı olarak adlandırılır. Gelen ışının açısında daha fazla artış olursa, total yansıma meydana gelir.



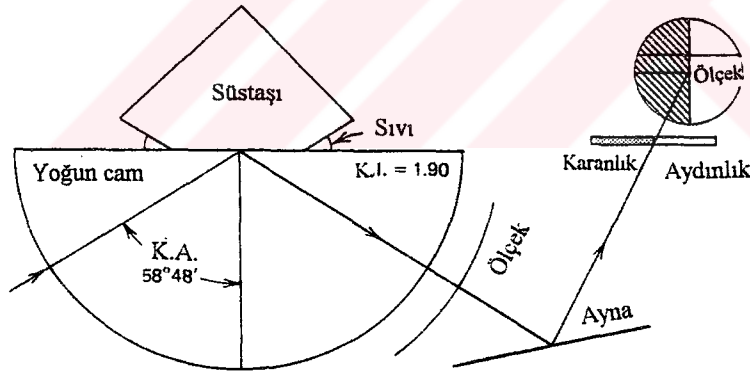
Şekil. 3.3 Bir elmas yüzeyine farklı açılarla gelen ışık ışınları, yine farklı açılarla kırılarak  $\sin i : \sin r = 2.42$  sabit oranını verirler.

Kritik açıyı kullanarak, kırılma indeksini tayin eden alete refraktometre adı verilir (Şekil 3.4).

Refraktometre kullanımında, bilinen yüksek kırılma indeksine sahip cam yarıkürenin düz ve parlatılmış yüzeyi üzerine, aralarında ince bir tabaka sıvı olacak şekilde süstaşının yine düz ve parlatılmış yüzeyi yerleştirilir. (Şekil 3.5)



Şekil 3.4 Amerika Gemoloji Enstitüsü'ne ait refraktometre

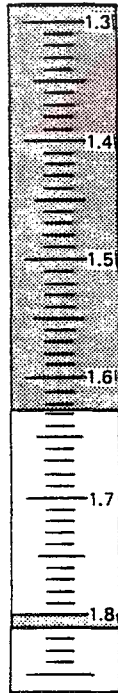


Şekil 3.5 Kritik açı ile süstaşına çarpan ve refraktometreden geçen ışık ışınlarının diyagramı.  $K.A. \approx 58^\circ 48'$   $K.I. = \sin 58^\circ 48' (0.855) \times 1.90 = 1.625$  (Bkz. Şekil 3.6)

Optik teması sağlayan sıvının kırılma indeksi cam yarıküreninkinden düşük fakat numunenin kırılma indeksinden yüksek olmalıdır. Cam yarıküre ve kontakt sıvının kırılma indisleri, sınırları belirleyen faktörlerdir. 1.81 üzerinde kırılma indeksine sahip sıvılar aşındırıcı olup, cam yarıküreye zarar verebileceklerinden, 2.0 veya daha yüksek kırılma indeksine sahip sıvılar elde edilebildiği halde, kullanılmamaktadır. Genellikle

kırılma indeksi 1.78 olan sülfür ile seyreltilmiş metilen iodid veya %18 tetraiodetilen ilavesiyle kırılma indeksi 1.81'e yükseltilecek sıvılar kullanılır. Cam yarıküre kırılma indeksini yükseltmek için kurşun ihtiva ettiğinden, sertliği azalmış olup, çizilmesini önlemek için numune dikkatle yerleştirilmeli ve sıvı lens kağıdı eğer yarıküre üzerinde kurduysa ksilol veya toluen ile temizlenmelidir. Refraktometre kullanılmadığında cam yarıkürenin tozlanmaması sağlanmalıdır.

Kuvvetli bir aydınlatıcı ile koyu turuncu filtre veya yetersiz olduğu durumlarda sodyum ışığı yardımıyla yapılan refraktometre çalışmalarında, cam yarıküreden tamamıyla yansıyan ışınlar bir ölçek üzerine düşerler. Ölçeğin görüntüsü bir ayna veya prizma tarafından refraktometrenin ayarlanabilir gözüne yansıtılır. Eğer süstaşının kırılma indeksi, refraktometrenin limitleri içinde ise, ölçeğin bir kısmı parlakça aydınlık, diğer kısmı ise nispeten karanlık görünür. Aydınlık bölümü karanlık bölümden ayıran sınırın pozisyonu kırılma indeksini, iki çizgi varlığı indisleri gösterir ve ölçekten okunabilir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6

Refraktometreden görülen ölçek. 1.625 süstaşının, 1.81 ise sıvının kırılma indeksini göstermektedir.

Cam yarıküre üzerinde taş döndürülerek çizgiler arasındaki maksimum mesafeye ulaşıldığında iki indisin değerleri okunur. Bu maksimum mesafe süstaşının birefrenjensidir.

Süstaşının 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 pozitifdir. Biaksial birefrenjent süstaşlarında ise, iki indis işaret eden her iki gölge kenarı hareket eder ve okuma, yüksek olan üst değer, alçak olan alt değer kabul edilerek yapılır. Maximum birefrenjens bu iki indisin farkıdır. Tek kırma özelliğine sahip süstaşlarında ise sadece tek gölge çizgisi görünür ve numune döndürüldüğünde sabit kalır.

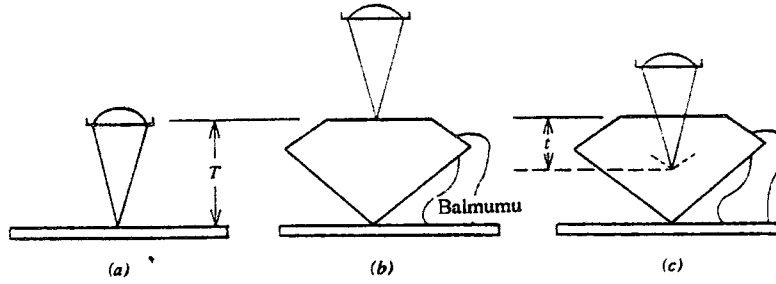
Tayini yapılacak numunenin kırılma indeksi refraktometre limitini aştığı takdirde, yaklaşık fikir veren “direkt ölçüm” metodu uygulanabilmektedir (Şekil 3.7).

Mikroskoptan yararlanılan bu yöntemde, balmumu ile sabitlenen numune, kulet aşağı gelecek ve tabla lama paralel olacak şekilde lam üzerine yerleştirilir. Gerekli üç ölçüm aşağıdaki gibi yapılır.

1. Mikroskop lama odaklanır ve okuma kaydedilir.
2. Lam hareket ettirilerek numune gözlem alanına getirilir ve süstaşının 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 kalınlığıdır (t).

Süstaşının kırılma indeksi, gerçek kalınlığın, zahiri kalınlığa oranı ile bulunur ve aşağıdaki gibi gösterilebilir;

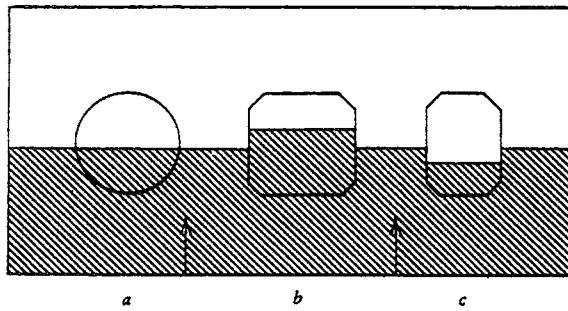
$$K.İ. = \frac{\sin i}{\sin r} \cong \frac{\tan i}{\tan r} = \frac{T}{t}$$



Şekil 3.7 Kırılma indeksinin direkt ölçümü için yapılan üç okuma. (a) Lama odaklama, (b) Süstaşının üst büyük yüzeyine yani tablaya odaklama. (c) Kulete odaklama

1.41 ve 1.78 arasında kırılma indislerine sahip sıvılar kullanarak kırılma indeksi tayini yapan “immersiyon yöntemi”, mineralin kırılarak küçük parçalarının, özel yüksek güçte mikroskop ile incelenmesini gerektirdiğinden süstaşı tanımlamasında nadiren uygulandığı halde, metoddan biraz değişiklik yapılarak kullanılabilir.

Numune siğ bir tabak (petri) içindeki sıvıya daldırıldıktan sonra, tabak altından siyah kart geçebilecek şekilde desteklerle beyaz bir kağıt üzerinde tutulur. Siyah kart yavaşça aşağıdan geçerken, numune direkt yukarıdan gözlemlenmelidir. Numune ve sıvıdan görülebilen kart kenarı düz bir çizgi halinde ise, numune ve sıvının kırılma indeksi eşittir. Eğer numune daha düşük bir kırılma indeksine sahipse, koyu kart kenarı süstaşına doğru ilerleyecek, daha yüksek kırılma indeksine sahipse önce sıvıya doğru kayacaktır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 İmmersiyon sıvısı içersindeki süstaşları. (a) Süstaşı ve sıvının kırılma indeksi eşittir. (b) Süstaşının kırılma indeksi, sıvınınkinden düşüktür. (c) Süstaşının kırılma indeksi sıvınınkinden büyüktür.

İmmersiyon yönteminde tercih edilen ağır sıvılar çoğunlukla 1.60 kırılma indeksine sahip bromoform ile 1.74 kırılma indeksli metilen iodid olup, kullanılabilen diğer sıvılar aşağıda gösterilmiştir.

| <u>Sıvı</u>          | <u>K.İ.</u> |
|----------------------|-------------|
| 1. Su                | 1.33        |
| 2. Toluen            | 1.50        |
| 3. Etilen dibromid   | 1.54        |
| 4. Monoiodobenzen    | 1.62        |
| 5. Monobromonaftalen | 1.66        |

Birefrenjens işareti olan pleokroizma bazı safir ve rubilerde, tanzanit, kordierit, yoğun renkli turmalin, andalusit ve akuamarinde kısmen mevcut olup, süstaşı tanımlamasında yararlanılabilecek gözlemlerdendir. Numuneye 10x lens ile düz fasetli yüzeyinden bakıldığında, karşılıklı bulunan faset kenarların çift görüntüsü birefrenjens varlığını gösterir. Bu yöntem zirkon, peridot ve sentetik rutilde kolaylıkla sonuç verir. Turmalin, kunzit, hiddenit ve diopsidden başka kuvars, korund ve topazın nispeten büyük kristallerinde de görülebilir.

Aşağıda artan kırılma indislerine göre düzenlenmiş süstaşları gösterilmiştir (Tablo 3.2)

Tablo 3.2 Kırılma indisleri

|              |               |                    |               |
|--------------|---------------|--------------------|---------------|
| Su           | : 1.334       | Uleksit            | : 1.51        |
| Alkol        | : 1.36        | Magnezit           | : 1.517-1.717 |
| Opal         | : 1.44-1.46   | Sanidin feldspat   | : 1.518-1.524 |
| Kloroform    | : 1.45        | Jips               | : 1.52-1.53   |
| Sodalit      | : 1.48        | Ortoklas feldspat  | : 1.52-1.53   |
| Natrolit     | : 1.480-1.493 | Mikroklin feldspat | : 1.52-1.53   |
| Moldavit     | : 1.48-1.50   | Tomsonit           | : 1.52-1.54   |
| Obsidien     | : 1.48-1.51   | Dolomit            | : 1.502-1.681 |
| Kalsit       | : 1.486-1.658 | Kanada balzamu     | : 1.53        |
| Seluloid     | : 1.495-1.505 | Kalsedon           | : 1.530-1.539 |
| Tektit       | : 1.49-1.53   | İolit              | : 1.53-1.54   |
| Krizokol     | : 1.5         | Lepidolit          | : 1.530-1.556 |
| Lapis lazuli | : 1.5         | Lületaş            | : 1.53        |
| Mezolit      | : 1.5         | Apofillit          | : 1.535-1.537 |
| Petalit      | : 1.504-1.516 | Aragonit           | : 1.530-1.685 |

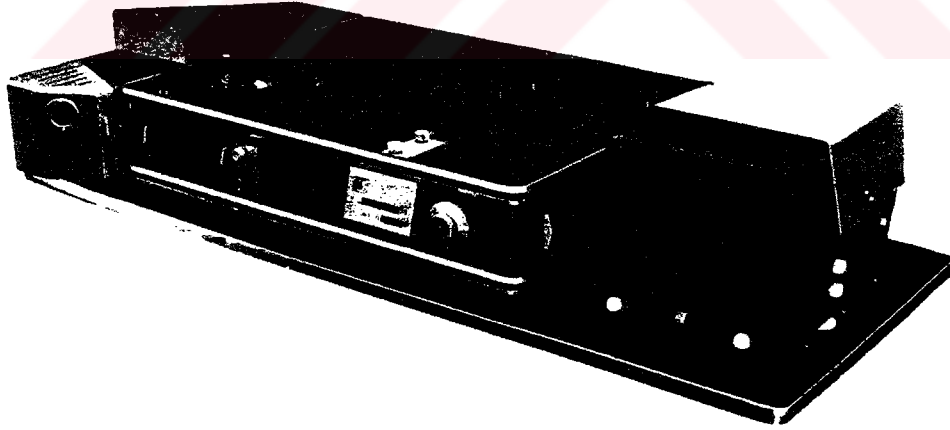
Tablo 3.2 devamı,

|                        |               |                       |               |
|------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Fildişi                | : 1.54        | Peridot               | : 1.654-1.689 |
| Kehribar               | : 1.54        | Fibrolit              | : 1.658-1.678 |
| Jasper                 | : 1.54        | Malakit               | : 1.65-1.90   |
| Albit feldspat         | : 1.54        | Jadeit                | : 1.66        |
| Oligoklas feldspat     | : 1.542-1.549 | Borasit               | : 1.66-1.67   |
| Kuvars                 | : 1.544-1.553 | Spodumen              | : 1.660-1.675 |
| Pirofillit             | : 1.56-1.60   | Dioplas               | : 1.66-1.70   |
| Siyah mercan           | : 1.56        | Enstatit              | : 1.663-1.673 |
| Varisit                | : 1.56        | Diopsit               | : 1.67-1.70   |
| Labradorit feldspat    | : 1.56-1.57   | Aksinit               | : 1.675-1.685 |
| Sentetik zümrüt        | : 1.560-1.563 | Zoisit                | : 1.692-1.700 |
| Doğal zümrüt           | : 1.57-1.58   | Smaragdit             | : 1.7         |
| Akuamarin              | : 1.57-1.58   | Hipersten             | : 1.70-1.71   |
| Anhidrit               | : 1.571-1.614 | Spinel                | : 1.714-1.736 |
| Verdit                 | : 1.58        | Kyanit                | : 1.715-1.732 |
| Vivianit               | : 1.580-1.627 | Hidrogrossular granat | : 1.72        |
| Kolemanit              | : 1.586-1.614 | Sentetik spinel       | : 1.724-1.729 |
| Pektolit               | : 1.595-1.633 | Rodonit               | : 1.733-1.747 |
| Fosfofillit            | : 1.595-1.616 | Piop granat           | : 1.73-1.75   |
| Ekanit                 | : 1.6         | Azurit                | : 1.73-1.84   |
| Kondroit               | : 1.6         | Epidot                | : 1.736-1.770 |
| Brezilyanit            | : 1.603-1.623 | Periklas              | : 1.737       |
| Tremolit               | : 1.60-1.62   | Staurolit             | : 1.74-1.75   |
| Rodokrozit             | : 1.600-1.820 | Krizoberil            | : 1.75-1.76   |
| Nefrit                 | : 1.61        | Korund                | : 1.76-1.77   |
| Herderit               | : 1.61        | Almandin granat       | : 1.78-1.81   |
| Topaz (beyaz ve mavi)  | : 1.610-1.620 | Zirkon (düşük tip)    | : 1.78-1.81   |
| Prehnit                | : 1.61-1.64   | Spessartit granat     | : 1.79-1.81   |
| Vollastonit            | : 1.616-1.631 | Uvarovit granat       | : 1.87        |
| Turkuaz                | : 1.61-1.65   | Demantoid granat      | : 1.89        |
| Lazulit                | : 1.615-1.645 | Şeelit                | : 1.918-1.934 |
| Bakelit                | : 1.61-1.66   | Zirkon (yüksek)       | : 1.925-1.984 |
| Turmalin               | : 1.62-1.64   | Mikrolit              | : 1.93        |
| Aktinolit              | : 1.620-1.642 | Kassiterit            | : 2.003-2.101 |
| Sölestin               | : 1.625-1.635 | Zinkit                | : 2.013-2.029 |
| Datolit                | : 1.625-1.669 | Simpsonit             | : 2.06        |
| Smitsonit              | : 1.62-1.85   | Kromit                | : 2.1         |
| Danburit               | : 1.630-1.636 | Vulfenit              | : 2.304-2.402 |
| Topaz (kahve ve pembe) | : 1.630-1.638 | Kalsiyum titanat      | : 2.4         |
| Apatit                 | : 1.63-1.64   | Strontiyum titanat    | : 2.41        |
| Barit                  | : 1.636-1.648 | Elmas                 | : 2.417       |
| Oltu Taşı              | : 1.64-1.68   | Anatas                | : 2.493-2.554 |
| Andalusit              | : 1.64-1.65   | Rutil                 | : 2.62-2.90   |
| Siderit                | : 1.633-1.873 | Kuprit                | : 2.85        |
| Euklas                 | : 1.652-1.672 | Hematit               | : 2.94-3.22   |

### 3.3. Spektroskopi

Spektroskopi, bir cismi oluşturan atomların çeşit ve miktarlarını belirleyebilen güçlü bir analitik metoddur. Güneş gibi bir kaynaktan yayılan ışınlar, renk bileşenlerine veya dalga boylarına ayrıldıklarında gözlenen spektrum, spektroskopinin inceleme alanına girer.

Bir maddenin spektrumu, çeşitli şekillerde oluşturulabildiği 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, fotoğrafik veya elektronik metodlarla karakteristik dalga boylarında ışık yayarak spektrum oluştururlar. Emisyon spektrumu, koyu bir zemin üzerindeki aydınlık çizgilerden meydana gelmiştir (Şekil 3.9).



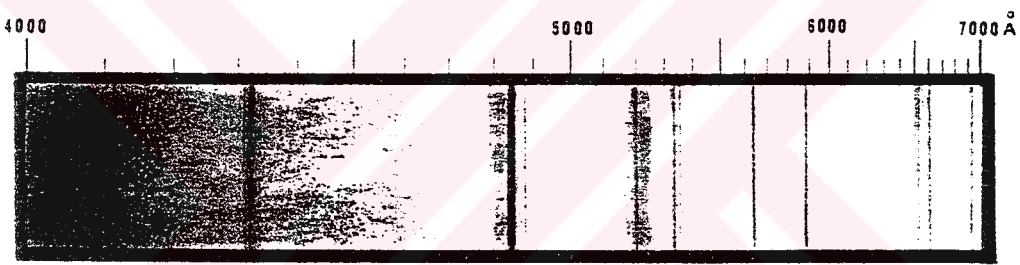
Şekil 3.9 Spektrograf ve Emisyon spektrumu



Emisyon spektroskopisi genellikle numuneyi tahrip edici olup, ham süstaşlarının tayininde kullanıldığı halde, tecrübeli spektroskopistler tarafından işlenmiş süstaşının kuşağından kazınarak elde edilen tozun kimyasal analizini de yapar.

Bir cisimden geçen ışığın spektrumunda incelemek mümkün olup, sonuç tüm dalga boylarının sürekli spektrumudur (Şekil 3.10).

Absorpsiyon spektroskopisi adı verilen bu metod da, güneş spektrumundaki absorpsiyon çizgileri olan Fraunhofer çizgileri standart kabul edilerek analiz yapılmaktadır (Şekil 3.11).



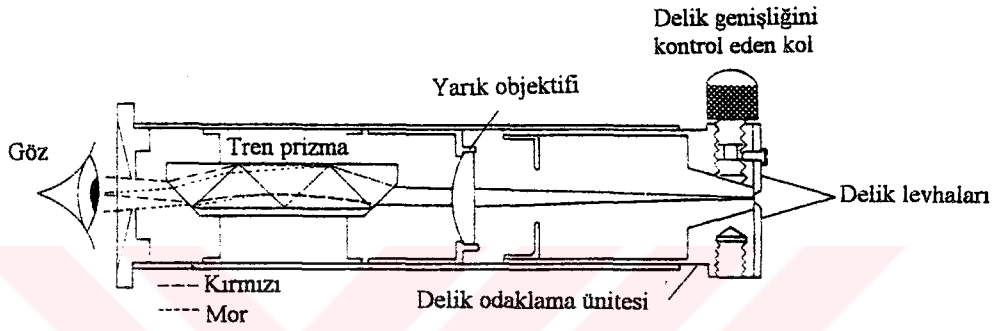
Şekil 3.10 Zirkonun absorpsiyon spektrumu (ordiner ışın). Buradaki absorpsiyon çizgilerinin çoğu, eser miktarda uranyumdan kaynaklanmaktadır. [Amerika Gemoloji Enstitüsü]

| Çizgi | Renk               | Dalga Boyu (Å°) |
|-------|--------------------|-----------------|
| A     | Koyu kırmızı       | 7593.8          |
| B     | Kırmızı            | 6867.2          |
| C     | Kırmızımsı turuncu | 6562.8          |
| D     | Sarı               | 5895.9          |
|       |                    | 5890.0          |
| E     | Yeşil              | 5269.6          |
| F     | Mavi               | 4861.4          |
| G     | Indigo             | 4307.9          |
| H     | Mor                | 3968.5          |
| K     | Mor                | 3933.7          |

Şekil 3.11 Fraunhofer çizgileri

Süstaşını tahrip etmediğinden gemolojide özellikle tercih edilen absorpsiyon spektroskopisi ayrıca sürekli spektrumun detaylı analizi ile süstaşı rengini belirlemede de kullanılabildiği halde renk ancak , kompleks bir alet olan spektrofotometre ile ortaya çıkarılabilir.

Absorpsiyon spektroskopisi çoğunlukla prizma tip spektroskop ile gerçekleştirilir. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12 R. ve J. Beck tarafından üretilen prizma tip spektroskop

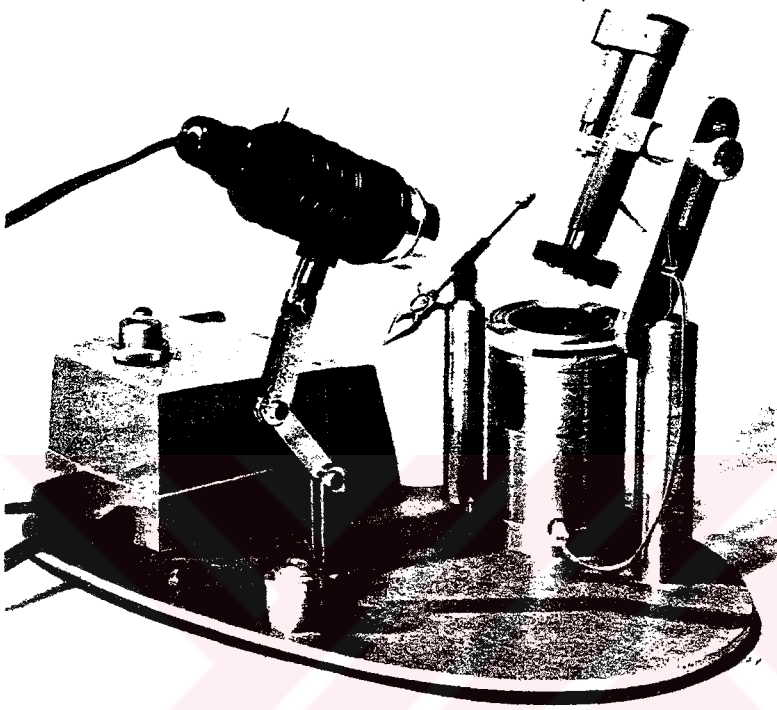
Spektroskopun yardımcı aletleri, devamlı monte edildiği ayaklık veya bazen mikroskop ile ışık kaynağı ve taş sabitleyicisidir. (Şekil 3.13)

Bazı gemologlar süstaşını önce düşük güçte monoküler mikroskop altında, daha sonra spektroskopu mikroskop tübünün 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.

Numunenin absorpsiyon spektrumunda, minör elementinin süstaşına rengini verme özelliği karakteristiktir. En iyi örnekler arasında rengi az miktar kroma bağlı olan rubi, zümrüt ve aleksandrit gibi allokromatik süstaşları 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.



Şekil 3.13 Amerika Gemoloji Enstitüsü spektroskop ünitesi [Hurlbut, Switzer, 1979]

### 3.4. Sertlik Testleri

Minerallerin çizilmeye karşı gösterdikleri direnç olan sertlik, kristal yapıları ile doğrudan ilgili olup, atomları birarada tutan bağ kuvvetlendikçe artmaktadır. Minerallerin sertliğini belirlemek amacıyla 1824 yılında Avusturya'lı mineralog F. Mohs 1'den 10'a kadar artan sertlik sırasına göre 10 minerali aşağıdaki gibi numaralandırmıştır (Tablo 3.3).

Tablo 3.3 Mohs Cetveli

|            |                      |
|------------|----------------------|
| 1. Talk    | 6. Ortoklas feldspat |
| 2. Jips    | 7. Kuvars            |
| 3. Kalsit  | 8. Topaz             |
| 4. Fluorit | 9. Korund            |
| 5. Apatit  | 10. Elmas            |

Mohs sertlik cetveline göre, elmas korundu çizerken, korund topazı, topaz ise kuvarı çizebilecek sertliktedir. Aynı sertliğe sahip iki mineral ise birbirini çizebilmektedir. Mohs sertlik cetvelindeki minerallere yardımcı olması bakımından kullanılan bazı test malzemelerinin sertlikleri aşağıdaki gibidir;

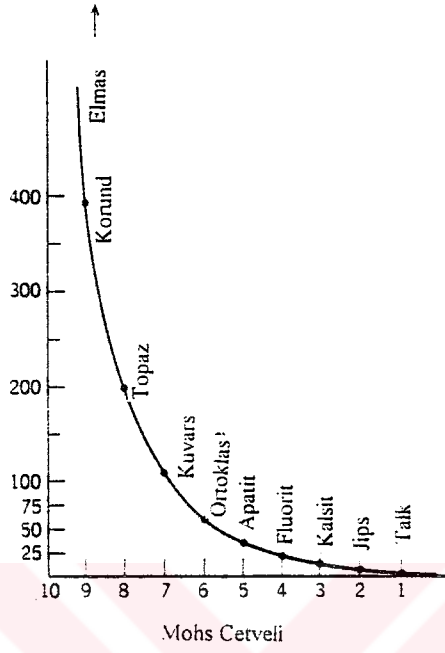
|              |     |
|--------------|-----|
| Toplu iğne   | 3-4 |
| Çakı         | 5   |
| Pencere camı | 5.5 |
| Çelik levha  | 7   |

Lineer olmayan Mohs sertlik cetvelinde mineral sertlikleri arasındaki farklar eşit değildir (Şekil 3.14). Örneğin korund kuvarstan 4 kat daha serttir.

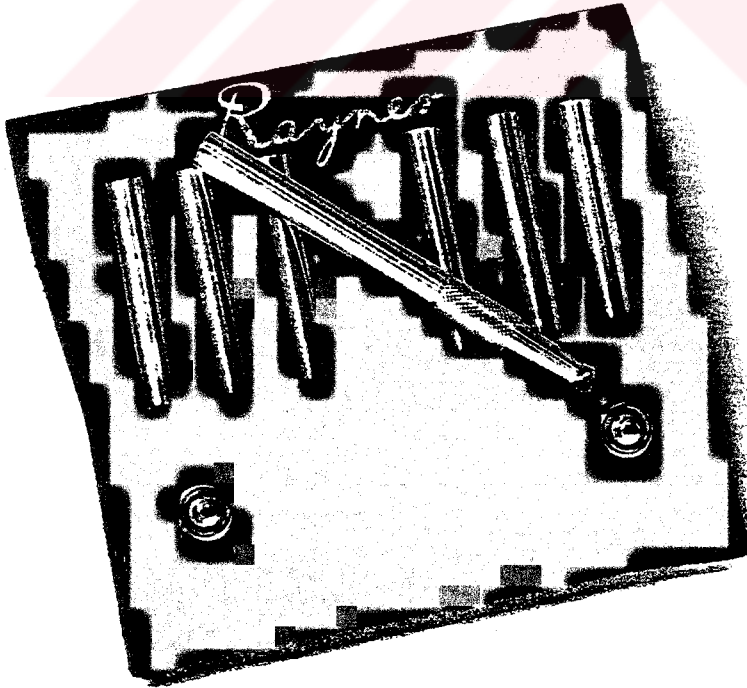
Süstaşının sertliğini belirlemede metal kalem seti de kullanılabilmektedir (Şekil 3.15). Sertliği bilinen minerallerin keskin kenarlı parçalarının yerleştirildiği bu kalem uçları, genellikle 10, 9,8½, 8, 7½, 7 ve 6 olmak üzere 7 farklı sertliğe sahiptir.

Sertlik testleri, işlenmiş süstaşlarının parlaklık ve bütünlüğünü bozmamak için daha ziyade ham taşlara uygulanmaktadır. Fasetlenmiş saydam bir süstaşının sertliğini belirlemek gerektiğinde, kuşağa yakın bir arka faset veya kuşak mümkün olduğunca az iz bırakacak şekilde çizilmelidir. Numune düşük güçte binoküler mikroskop altında veya bir lup ile gözlemlenerek sonuca ulaşılabilmektedir.

Çoğu süstaşının sertliği Mohs sertlik cetveline göre 7 ile 9 arasında değiştiğinden, test sonuçları yeterince belirleyici değildir (Tablo 3.4).



Şekil 3.14 Mohs sertlik cetvelinin mutlak sertlik ölçöleri ile karşılaştırılması



Şekil 3.15 Rayner tarafından üretilen sertlik kalemi seti.

Tablo 3.4 Azalan sertlik sırasına göre süstaşları

|                   |           |                      |           |
|-------------------|-----------|----------------------|-----------|
| Elmas             | : 10      | Demantoid granat     | : 6.5     |
| Korund            | : 9       | Epidot               | : 6.5     |
| Bromellit         | : 9       | Hematit              | : 6.5     |
|                   |           | İdokras              | : 6.5     |
| Krizoberil        | : 8.5     | Nefrit               | : 6.5     |
| Rodizit           | : 8       | Peridot              | : 6.5     |
| Spinel            | : 8       | Pollusit             | : 6.5     |
| Taaffeit          | : 8       | Sinhalit             | : 6.5     |
| Topaz             | : 8       | Zirkon (düşük tip)   | : 6.5     |
| Gahnit            | : 7.5-8.0 | Ekanit               | : 6-6.5   |
| Almandin granat   | : 7.5     | Baryum titanat       | : 6-6.5   |
| Andalusit         | : 7.5     | Magnetit             | : 6-6.5   |
| Beril             | : 7.5     | Markazit             | : 6-6.5   |
| Euklas            | : 7.5     | Mikroklin feldspat   | : 6-6.5   |
| Fibrolit          | : 7.5     | Petalit              | : 6-6.5   |
| Uvarovit granat   | : 7.5     | Plajiolklas feldspat | : 6-6.5   |
|                   |           | Pirit                | : 6-6.5   |
|                   |           | Rutil                | : 6-6.5   |
| Hessonit granat   | : 7.25    | Ambligonit           | : 6       |
| Piop granat       | : 7.25    | Kalsiyum titanat     | : 6       |
| Rodolit granat    | : 7.25    | Kolumbit             | : 6       |
| Spessarrit granat | : 7.25    | Ortoklas feldspat    | : 6       |
|                   |           | Periklas             | : 6       |
| İolit             | : 7-7.5   | Prehnit              | : 6       |
| Staurolit         | : 7-7.5   | Rodonit              | : 6       |
| Turmalin          | : 7-7.5   | Skapolit             | : 6       |
| Zirkon            | : 7-7.5   | Silis cam            | : 6       |
|                   |           | Strontiyum titanat   | : 6       |
| Aksinit           | : 7       | Tugtupit             | : 6       |
| Borasit           | : 7       | Zoisit               | : 6       |
| Danburit          | : 7       | Opal                 | : 5.5-6.5 |
| Dumortierit       | : 7       | Psilomelan           | : 5.5-6.5 |
| Jadeit            | : 7       | Anatas               | : 5.5-6   |
| Kuvars            | : 7       | Brookit              | : 5.5-6   |
| Simpsonit         | : 7       | Leusit               | : 5.5-6   |
| Spodumen          | : 7       | Nefelit              | : 5.5-6   |
| Benitoit          | : 6.5     | Sodalit              | : 5.5-6   |
| Kassiterit        | : 6.5     | Stibiotantalit       | : 5.5-6   |
| Kalsedon          | : 6.5     | Tremolit             | : 5.5-6   |
| Kondrodit         | : 6.5     | Turkuaz              | : 5.5-6   |

Tablo 3.4 devamı,

|                   |         |             |           |
|-------------------|---------|-------------|-----------|
| Brezilyanit       | : 5.5   | Kuprit      | : 4       |
| Kromit            | : 5.5   | Fluorit     | : 4       |
| Kobaltit          | : 5.5   | Malakit     | : 4       |
| Diopsit           | : 5.5   | Rodokrozit  | : 4       |
| Enstatit          | : 5.5   | Skorodit    | : 4       |
| Lazurit           | : 5.5   |             |           |
| Mikrolit          | : 5.5   | Algodonit   | : 3.5-4   |
| Moldavit          | : 5.5   | Aragonit    | : 3.5-4   |
| Natrolit          | : 5.5   | Azurit      | : 3.5-4   |
| Smaltit           | : 5.5   | Bastit      | : 3.5-4   |
| Sfen              | : 5.5   | Kalkoprit   | : 3.5-4   |
|                   |         | Dolomit     | : 3.5-4   |
| Kyanit            | : 5-7   | Magnezit    | : 3.5-4   |
|                   |         | Mermer      | : 3.5-4   |
| Cam               | : 5-6   | Pentlandit  | : 3.5-4   |
| Hipersten         | : 5-6   | Siderit     | : 3.5-4   |
| Samarskit         | : 5-6   | Sfalerit    | : 3.5-4   |
|                   |         |             |           |
| Aktinolit         | : 5-5.5 | Sölestin    | : 3.5     |
| Analsit           | : 5-5.5 | Serisit     | : 3.5     |
| Datolit           | : 5-5.5 | Mercan      | : 3.5     |
| Tomsonit          | : 5-5.5 | Lepidolit   | : 3.5     |
|                   |         | Mililerit   | : 3.5     |
| Apatit            | : 5     | Mimetit     | : 3.5     |
| Berillonit        | : 5     | Fosfofillit | : 3.5     |
| Dioplas           | : 5     | Povellit    | : 3.5     |
| Duranjit          | : 5     |             |           |
| Herderit          | : 5     | Anglesit    | : 3       |
| Legrandit         | : 5     | Anhidrit    | : 3       |
| Mezolit           | : 5     | Barit       | : 3       |
| Obsidiyen         | : 5     | Bornit      | : 3       |
| Odontolit         | : 5     | Fosjenit    | : 3       |
| Pektolit          | : 5     | Verdit      | : 3       |
| Smitsonit         | : 5     |             |           |
| Varisit           | : 5     | Oltu taşı   | : 2.5-4   |
|                   |         | Serpantin   | : 2.5-4   |
| Apofillit         | : 4.5-5 |             |           |
| Şeelit            | : 4.5-5 | İnci        | : 2.5-3.5 |
| Vollastonit       | : 4.5-5 |             |           |
|                   |         | Krokoit     | : 2.5-3   |
| Kolemanit         | : 4.5   | Vulfenit    | : 2.5-3   |
|                   |         |             |           |
| Bovenit serpantin | : 4-5   | Albertit    | : 2.5     |
|                   |         | Fildişi     | : 2.5     |
| Zinkit            | : 4-4.5 |             |           |

Tablo 3.4 devamı,

|            |         |            |         |
|------------|---------|------------|---------|
| Krizokol   | : 2-4   | Vivianit   | : 2     |
| Kemik      | : 2-3   | Gedanit    | : 1.5-2 |
| Plastikler | : 2-3   | Pirofillit | : 1.5-2 |
| Kehribar   | : 2-2.5 | Uleksit    | : 1     |
| Lületaşı   | : 2-2.5 |            |         |
| Alabaster  | : 2-2.5 |            |         |



## BÖLÜM 4. SÜSTAŞI SENTEZ METODLARI

Süstaşlarının sentezi üzerine dünya çapında çalışmalar yapılmış, laboratuvar deneyleri yürütülmüş ve doğal mineraller ile aynı kimyasal, fiziksel ve optik özelliklere sahip sentetik süstaşları imal edilmiştir.

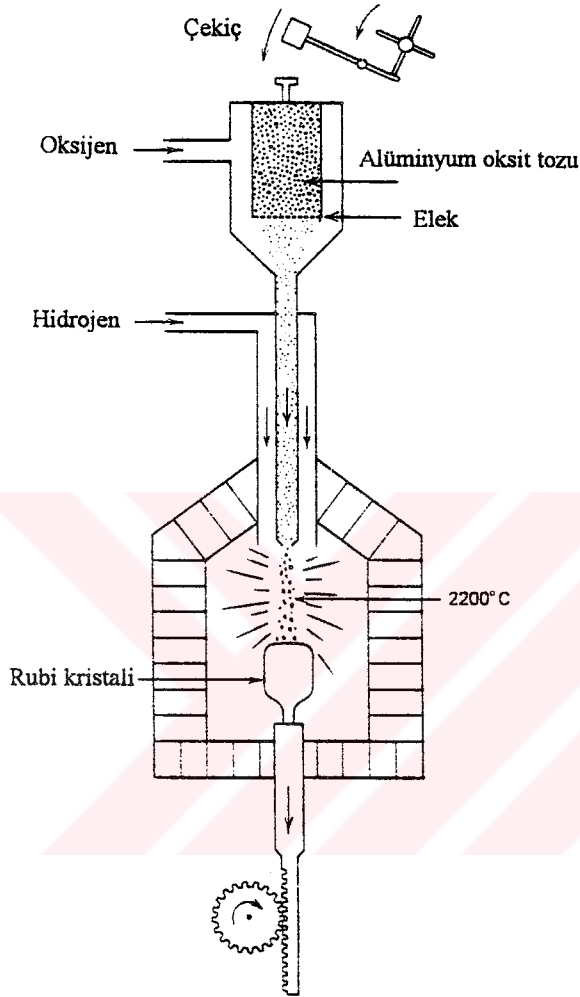
### 4.1. Eritme Gelişimi

Tüm eritme gelişimi tekniklerinde kaynak, yani eritilen malzeme istenilen kristalin bileşiğin, kimyasal bileşimine sahiptir. Metotlardaki başlıca farklar malzemenin eritilmesi ve karıştırılmasında izlenen yoldur.

#### 4.1.1. Verneuil Tekniği

1902 yılında Verneuil, alev füzyon metodu ile sentetik rubi üretiminde başarılı olunca, 1907’de yıllık üretim 5 milyon karata ulaşmıştı. Günümüzde bu metod ile endüstriyel amaçlar için kullanılan strontiyum titanat, rutil ve diğer kristallerin yanı sıra sentetik safir ve spinel de büyük miktarlarda üretilmektedir.

Verneuil metodu, tersyüz edilmiş bir oksijen-hidrojen lambası kullanır (Şekil 4.1). İstenilen kristalin kimyasal bileşiminin toz haline getirilmiş malzemesi (rubi için alüminyum oksit ve renklendirici element) lambanın üzerinden dibi açılır kap içine doldurulur ve sıcak alevin içinden geçerken erir. Alüminyum oksit damlaları, yavaşça döndürülüp alçaltılan seramik çubuk üzerine akarak havuç şekilli tek korund kristalini oluştururlar. Bu kristal önce yukarı doğru büyüyerek bir mantar şeklini alsa da, beslenme hızı ve kristal seviyesi kontrol edilerek 20mm çap, 65-70mm uzunluk ve 400-500 karat ağırlığında süstaşları üretilmektedir.



Şekil 4.1 Verneuil fırın diyagramı [Hurlbut, switzer, 1979].

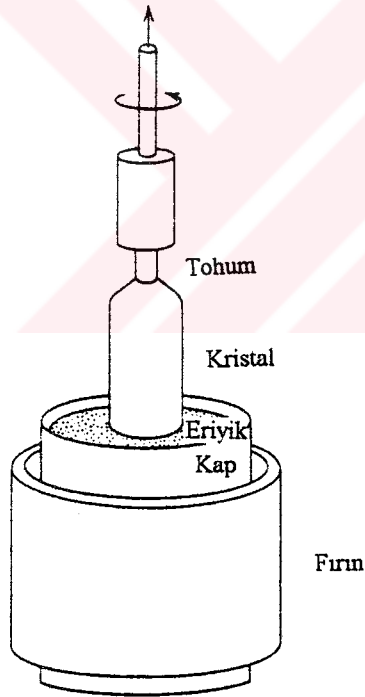
Soğuyan kristaller gerildiğinden, hafif vurularak boyuna iki eşit parçaya ayrılırlar. Eskiden işlenmiş taşın büyüklüğünü yarım kristal belirlerken, bugün kristali erime noktasının biraz altında tutup sonra yavaşça soğutarak gerilmesi önlenebilmektedir.

1960 yılından bu yana lazerler için gerekli olan iri rubi kristal ihtiyacı teşviğiyle Verneuil metodundaki gelişmeler 2.5cm çap, 30cm uzunlukta çubuk üretimi yapar.

#### 4.1.2. Czochralski Metodu

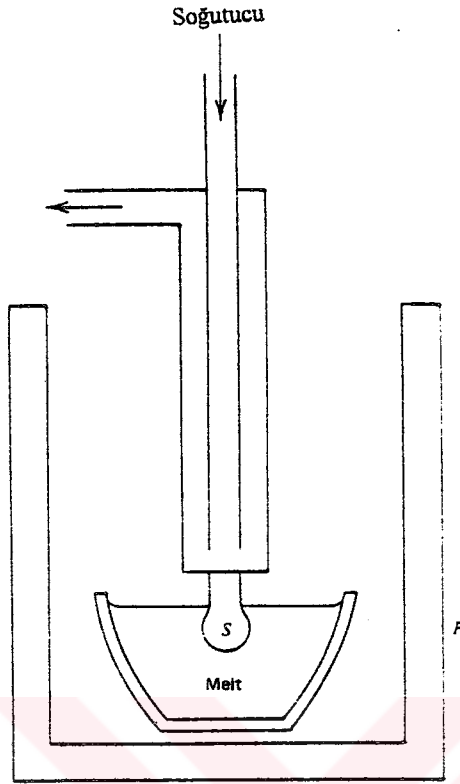
‘Kristal çekmesi’ olarak da adlandırılan bu teknikte, bir çubuk ucundaki tohum kristal, kap içinde tutulan erimiş maddenin yüzeyine dokunacak şekilde yerleştirilir. Çubuk yavaşça döndürülerek geri çekildilçe malzeme kristalleşir (Şekil 4.2). Yetiştirilen kristalin cinsine bağlı olarak çekme hızı 1mm/saat ile 10cm/saat ve rotasyon 10 ile 100 rpm arasında değişmektedir.

Korund yetiştirirken 2100°C sıcaklığa dayanıklı iridyum kabı kullanılmalıdır. Bu metod özellikle çubuk şekilli kristaller yetiştirmek için çok uygundur. 5x40cm büyüklüğünde rubi kristalleri bu teknikle büyütülürler.



Şekil 4.2. Czochralski aparat diyagramı

Czochralski metodunun bir çeşidi olan Kyropoulos tekniğinde, kristali çekmek yerine, erimiş madde üzerinde tohum kristal tutulup, kabın ısı yavaşça düşürülerek kristalleşme teşvik edilir (Şekil 4.3). Eritilmiş malzeme tohum kristal üzerinde, kabın şekline uyarak iri tek kristaller oluşturacak şekilde kristalleşir.



Şekil 4.3 Kyropoulos aparat diyagramı

Czochralski metodunun diğer bir versiyonu olan 'ısı değişim metodu'nda vakum içinde iri tek safir kristalleri yetiştirilmektedir. Kristaller kabın altından üstüne doğru büyüdüğünden, erimiş maddenin çalkantısı durdurulduğunda mükemmel kristaller elde edilebilmektedir. Bu metod ile sadece renksiz safir yetiştirildiği halde, uygun renklendirici ilavesiyle renkli çeşitlerini de üretmek mümkün olacaktır.

#### 4.1.3. Kafatasında Eritme

Bu yöntem, çok yüksek sıcaklıkta eriyen veya kimyasal açıdan reaktif olan malzemelerin kristalleştirilmesinde kullanılır. Kafatası, su tarafından soğutulan bir kap olup, eritilecek malzeme ile doldurulur. Bu özel kap bütünüyle ısıtılmayıp, bir radyo frekans jeneratörü yardımıyla, sadece merkezindeki malzeme yüksek sıcaklığa tabi tutularak eritilir. Soğukken kristaller aşağıdan yukarıya doğru gelişirler. Yaklaşık 2750°C erime sıcaklığına sahip kübik zirkon, bu yöntem ile yetiştirilen bir elmas sentetiğidir.

## 4.2. Solüsyon Gelişimi

Bu yöntemde, kristalleştirilecek malzemeden oluşan doyurulmuş solüsyon kullanılır. Isının düşürülmesi veya eriyiğin buharlaşması sonucu kristaller meydana gelmektedir.

### 4.2.1. Hidrotermal Gelişim

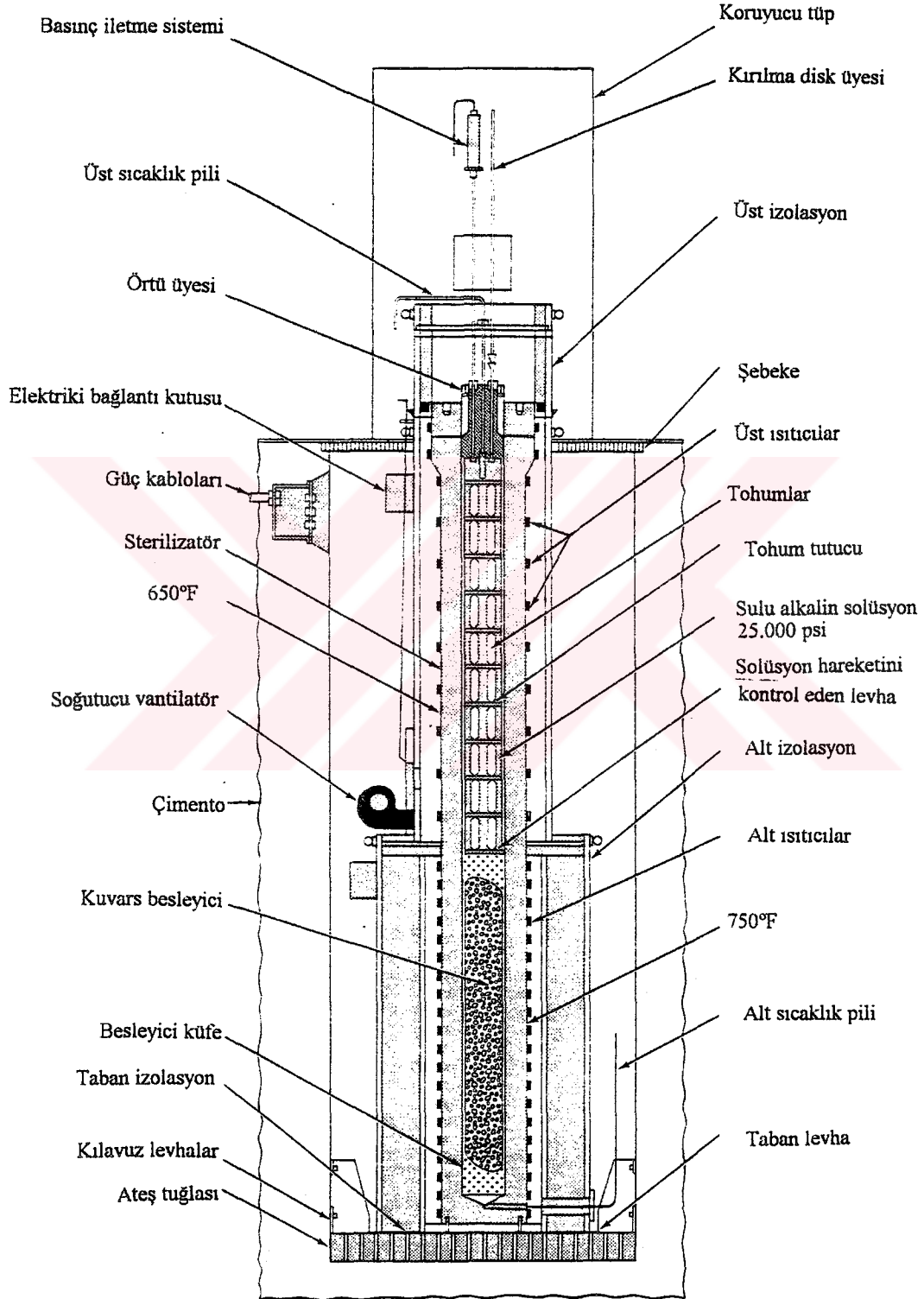
Hidrotermal solüsyonlardan süstaşı geliştirilebilmesi için, gerekli yüksek sıcaklık ve basıncı sağlayabilecek alet, “bomba” olarak adlandırılan kalın duvarlı çelik kaptır (Şekil 4.4). Bu yöntemde, kaynak malzeme, su ve tohum kristaller bomba içine yerleştirildikten sonra, bomba fırın içine indirilerek ısıtılır. Sıcaklık artışıyla, malzeme ile şişen su bombayı doldurduğundan basınç yükselir. Hidrotermal olarak kuvars kristali yetiştirilen cihazda besleyen malzeme, saf kristalin kuvars parçacıkları olup basınç kabının alt bölümüne, tohum kristaller ise üst bölümde kafesler içine yerleştirilmiştir (Şekil 4.4). Bomba, hidrotermal solüsyon ile uygun seviyeye kadar doldurulurken, kuvars çözünürlüğünü arttırmak için su alkalın yapılır. Bombayı çevreleyen ısıtıcılar, alta üst bölümden daha çok ısı verecek şekilde düzenlenerek, besleyen malzemenin yüksek sıcaklık bölgesinde eriyip, düşük sıcaklık bölgesinde tohum üzerinde çökmesi sağlanmaktadır.

### 4.2.2. Çözücü Kimyasal İle Gelişim

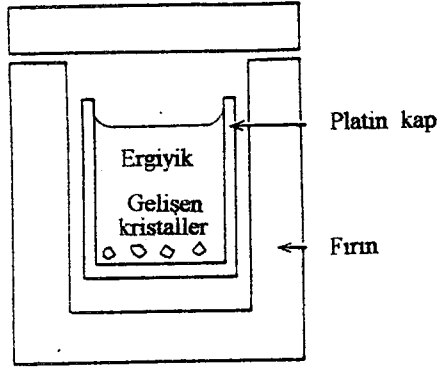
Çözücü kimyasal ile gelişim tekniğinde, istenilen malzemenin tozu, çözücü kimyasal ile karıştırılıp, platin kap içinde eritilir (Şekil 4.5). Erimiş malzeme iyice karıştıktan sonra, kap içindekilerle beraber soğumaya bırakılır. Belirli bir ısıya ulaşıldığında sentetik süstaşı kristalleri çözücü kimyasal içinde büyümeye başlar ve ısı düştükçe gelişirler. Soğuma gerçekleştiğinde, çözücü kimyasal uygun bir çözücü içinde eritilerek kristaller çıkarılır.

Çözücü kimyasal eritildiği zaman toz halinde malzeme çözdüğünden, çok yüksek erime noktasına sahiptir. Çözücü kimyasal ile gelişim metodu, yüksek erime noktasına sahip kristal yetiştirilmesi için uygundur. Kullanılan bazı çözücü kimyasal malzemeler kurşun oksit, lityum oksit ve molibden oksittir. Eritme işlemi, platin veya iridyum

kaplar içinde yapılmalıdır. Yüksek sıcaklık ve erimiş çözücü kimyasalın güçlü ergiyik faaliyeti yüzünden rubi ve zümrüt bu yöntem ile üretilmektedir.



Şekil 4.4 Kuvars kristalinin hidrotermal gelişim aparatı



Şekil 4.5 Çözücü kimyasal ile gelişim aparatının diyagramı

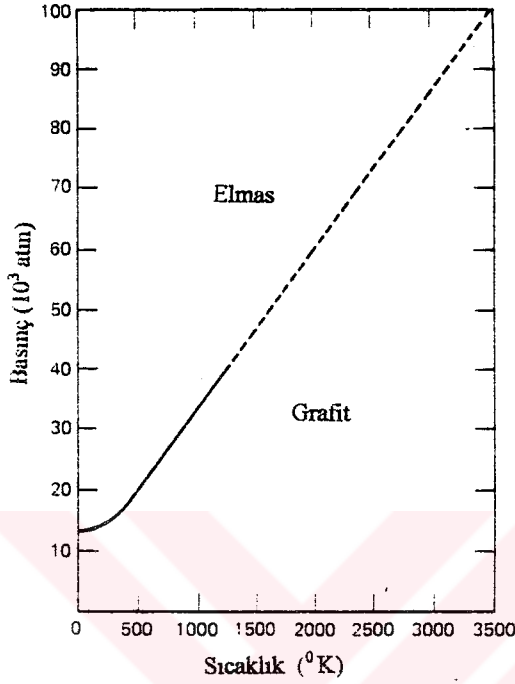
#### 4.3. Aşındırıcı Elmas Sentezi

1878 yılında, İskoçyalı kimyager James B. Hannay metalik lityum ilave edilmiş parafin ve kemik yağından oluşan bir karışımı çelik tüp içine koyup yaklaşık 14 saat fırında ısıtarak 80 kadar deney yapmıştır. Bunların üçünde elde ettiği saydam tanecikler korunarak 1943 yılında x-ışını difraksiyon metodu ile test edilmiş ve numunelerin sentetik değil doğal kristaller olduğu saptanmıştır. 1904 yılında Paris'te mineralojik kimya profesörü Henri Moissan, kap içindeki saf karbon ve demiri elektrikli fırında ısıtıp hemen soğutarak sentetik elmas ürettiğini iddia ettiği halde,  $3-3.5 \text{ gr/cm}^3$  yoğunluğa sahip olan ve oksijen içinde yakıldığında karbondioksit üreten kristallerin ergiyiğine elmas parçaları ilave edildiği öğrenilmiştir.

Bugünkü grafit-elmas denge eğrisinden elde edilen bilgilere dayanarak (Şekil 4.6) Hannay ve Moissan'ın metodları gerekli yüksek sıcaklığı sağlamış olamayacakları için, elmas üretmiş olmaları mümkün değildir. 1955 yılında General Electric firması, bilim adamlarının New York'taki laboratuvarlarında elmas üretene kadar, birçok başarısız girişimde bulunulmuştur. General Elektrik'in başarı anahtarı  $2500^\circ\text{C}$  üzerinde ısı ve  $1.500.000 \text{ psi}^1$  basınç sağlayabilen cihazın geliştirilmesidir. 1958 yılında General Elektrik doğal elmas ile rekabet eden fiyatlarla, sentetik elmas aşındırıcıları satışı

<sup>1</sup> 1 atm. = 14.7 psi

yapmaktaydı. Günümüzde çeşitli ülkelerde her yıl 50.000.000 karatın üzerinde elmas aşındırıcısı ve sentetik elmas üretilmektedir.



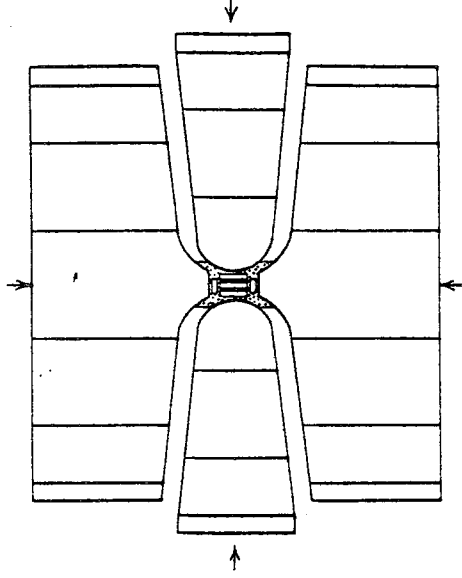
Şekil 4.6 Grafit-elmas denge eğrisi. Sıcaklık  $^{\circ}\text{K}(\text{Kelvin}) = ^{\circ}\text{C} + 273$ .  $10^3 \text{ atm} = 14,700 \text{ psi} \cong 1 \text{ kilobar (Kb)}$

#### 4.4. Süstaşı Kalitesinde Elmas Sentezi

1970 yılında, General Elektrik, temiz süstaşı olarak kullanılabilecek nitelikte ve 1 karat ağırlığında elmas üretimini başarmıştır. Endüstriyel elmas üretiminde kullanılan metod biraz değiştirilerek gereken ısı ve basıncın birkaç gün korunması ile yavaş büyüyen kristaller mükemmel sonuç vermiştir.

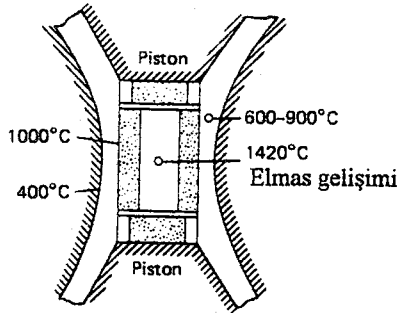
Basınç çemberi (Şekil 4.7), sıkı çelik kemerler ile desteklenen yüzük şekilli tungsten karbit parçası olup, basınç, pirofillit conta ile kalıp içine sıkıştırılan, konik tungsten karbid pistonlarının hareketi ile oluşmaktadır. Reaksiyon zon kabı da pirofillitten yapılmıştır. Reaksiyon hücreesine uygulanan basınç 60.000atm yani 900.000psi'dir.



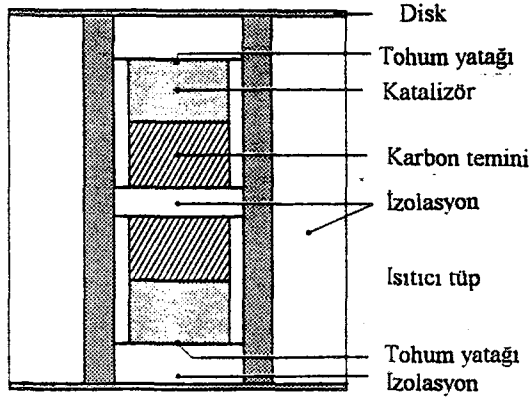


Şekil 4.7 Basınç çemberinin kesiti

Reaksiyon zonu elektrik akımının, bir pistondan girip ısıtıcıdan geçerek karşı pistondan çıkması ile ısıtılan karbon tüp ısıtıcı içinde yer alır (Şekil 4.8). Basınç hücresinin merkezinde, endüstriyel sentetik elmas formunda karbon kaynağı olup, bunun her iki yanında, uygulama şartlarında eriyen demir veya nikel gibi bir katalizör vardır. Uçlarda ise elmas tohumu bulunur (Şek. 4.9).



Şekil 4.8 Basınç hücresindeki sıcaklıkları gösteren diyagram



Şekil 4.9 Basınç hücresinin düzenini gösteren kesit

Hücrenin merkez ve uçları arasında 10-15°C ısı sağlanır. Karbon hücrenin nispeten daha sıcak bölümü olan merkezinde eriyerek, elmas tohum kristaller üzerinde çöker. Örneğin, benzer bir deneyi ele alırsak, hücrenin sıcak kısmının ısısı 1455°C (2600°F) ve gelişen kristallerin ısısının 1425°C (2600°F) olması sağlanarak, birkaç gün 60.000atm basınçta büyütülürler.

General Elektrik elmasları renksiz olabildiği gibi, mavi ve sarının çeşitli tonları ile diğer renklerde de üretilmektedirler [Hurlbut, Switzer, 1979].

## BÖLÜM 5 SÜSTAŞI İŞLEME TEKNİKLERİ

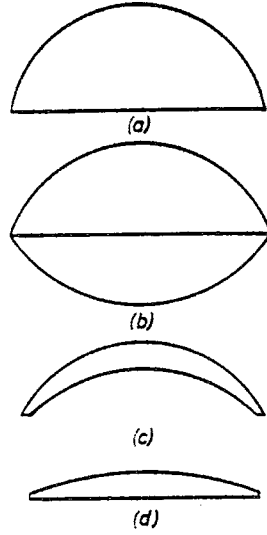
Mineraller, bir milyon yıl önceki Eski Taş Devri'nden bu yana insanlar tarafından şekillendirilmişlerdir. Bu ilk çalışmaların amacı ziynet objelerine simetri kazandırmaktan çok, alet ve silah yapmak olduğu halde, Taş Devri'nin sonundaki Neolitik dönemde minerallerin yüzeyleri parlatılarak, güzellikleri ön plana çıkartılmıştır. Bazı doğal süstaşı kristalleri, insan müdahalesiyle değeri arttırılamayacak mükemmellikte oldukları halde, diğer süstaşlarının gizli kalmış özellik ve dolayısıyla güzellikleri işlenerek ortaya çıkartılmalıdır.

### 5.1. Süstaşı Kesim Şekilleri

Süstaşı kesim şekilleri kaboşon ve faset olmak üzere iki ana grup altında toplanabilir. İlkel taş işlemeciliği, akarsu etkisi ile yuvarlatılıp, şekillendirilmiş taşların parlatılması ve kaboşon kesim ile başlamış, daha sonraları simetrik ve parlatılmış düz yüzey elde etmek için gerekli teknoloji sağlandığında fasetlenmiş taş üretimine de geçilmiştir. Günümüzde kesim şeklini, süstaşının özellikleri belirlemektedir. Genellikle saydam süstaşı fasetlenirken, yarı saydam veya opak süstaşı kaboşon şekilli işlenmektedir.

#### 5.1.1 Kaboşon Kesim

Başlıca dört tip kaboşon kesim şekli mevcuttur. Bunlar tabanı düz, üst yüzeyi konveks (kubbe şekilli) olan 'basit kaboşon', tabanı da konveks olan 'çift kaboşon', konkavo-konveks form oluşturacak şekilde tabanı konkav oyulan 'derin kaboşon' ve çok alçak kubbeli basit kaboşon olup mum yağı damlasına benzetilen 'tepe kaboşon' dur (Şekil 5.1).

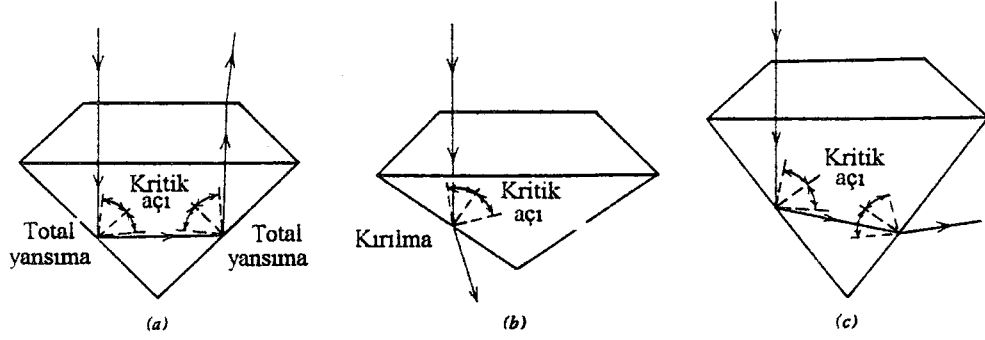


Şekil 5.1 Kabaşon kesim şekilleri : (a) basit kabaşon, (b) çift kabaşon, (c) derin kabaşon, (d) tepe kabaşon.

Kaboşon kesim uygulanmış bir süstaşına yukarıdan bakıldığında daire, oval, dikdörtgen veya diğer poligonal şekiller ile kalp gibi formlar verilebildiği görülür. Kabaşon kesim turkuaz, yeşim, kalsedon gibi yarı saydam veya opak süstaşlarının yapı, dizayn ve renk kontrastlarını ortaya çıkarmak amacıyla uygulanmaktadır. Asterizm gibi özel optik etkiye sahip süstaşları, yıldız ve kedigözü özelliklerini sergileyebilmeleri için daima kaboşon şekilli işlenirler. Opalin renk oyunu ve aya taşı, kaboşon kesim ile kendisini gösterir. Koyu renkli almandin granat, ışığın geçişini arttırmak amacıyla genellikle derin kaboşon şekilli kesilirken, çatlaklı, kusurlu, düşük kaliteli safirler çift kaboşon şekilli işlenirler.

#### 5.1.2 Faset Kesim

Fasetlenmiş süstaşının parlaklık derecesi başta kırılma indeksi olmak üzere, kritik açı, total yansıma gibi diğer optik özellikler ile fasetlerin yerleştiriliş şekline bağlıdır (Şekil 5.2).



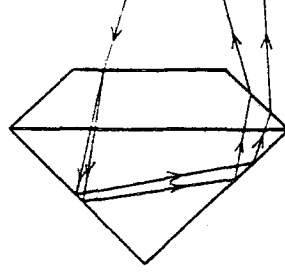
Şekil 5.2 (a) Doğru fasetlenmiş bir süstaşından geçen ışığın total yansıması, (b) çok sık kesim sebebiyle ışık sızıntısı, (c) fazla derin kesim sonucu ışık kaybı

Süstaşının içinden geçen ışık, kritik açıdan daha büyük bir açı ile arka fasete çarptığı zaman tamamıyla yansır. Verilen kırılma indeksine göre arka fasetlerin açıları doğru ise, taşa giren ışığın büyük bir bölümü iki kere yansıma yaparak gözlemciye geri dönecektir (Şekil 5.2a). Süstaşı doğru fasetlenmediği takdirde ışık ışını kritik açıdan düşük bir açı ile arka fasete çarparak kırılacaktır (Şekil 5.2b ve Şekil 5.2c). İlk durumda parlaklık ve renk artırılırken, ikinci durumda azaltılmıştır. Renk, ışık yolunun uzunluğuna bağlı olduğundan doğru kesilen taşa daha koyudur. Şekil 5.2'de kuvars için  $40.5^\circ$  kritik açı kullanılmıştır.

Kırılma indeksi yükseldikçe kritik açı azaldığından, baş ve pavilyon fasetlerin eğimi düşürülerek te parlaklık elde edilebilir. Yüksek kırılma indeksine sahip süstaşları genişliklerine oranla daha derin kesilebilirler. Örneğin kırılma indeksi 2.42 ve kritik açısı  $24.4$  olan elmas için tavsiye edilen baş ve pavilyon açıları  $34.5^\circ$  ve  $41^\circ$ 'dir.

Sadece bazı doğal süstaşlarında kuvvetli çift kırma (yüksek birefrenjens) vardır ve taş işleyicisi için önemli değildir (Şekil 5.3). Ancak sentetik rutilin aşırı anizotropizmi,

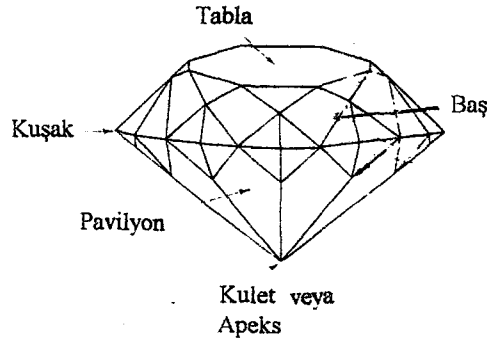
doğru oryantasyon ile azaltılabilecek donuk görünüme sebep olur. Yani tabla, c kristallografik eksenine dik olmalıdır.



Şekil 5.3 Kuvvetli çift kırma özelliğine sahip bir süstaşından ışığın geçişi.

Fasetlenmiş bir süstaşı tarafından sergilenen dispersiyon ve sonucu olan 'ateş' te kısmen üst fasetlerin açısına bağlıdır.

Aşağıda fasetlenmiş bir süstaşının isimlendirilişi görülmektedir (Şekil 5.4).

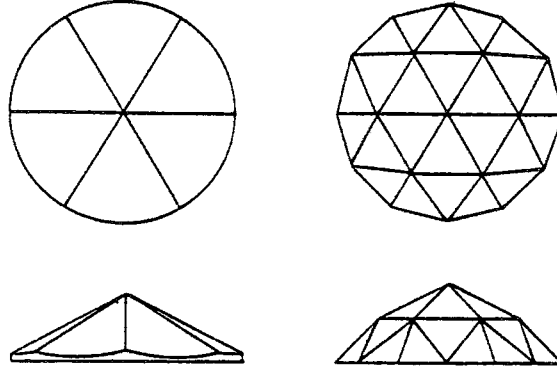


Şekil 5.4 Süstaşı faset isimleri

#### 5.1.2.1 Gül Kesim

Düz faset kullanan ilk kesme stili gül kesim olup, muhtemelen onaltıncı yüzyıl öncesinde gelişmiştir. Gül kesimde taban düzdür ve fasetler sadece üst bölümde yer

alır. Bu üst bölüm apekte birleşen üç kenarlı fasetlerle piramit formunu almaktadır (Şekil 5.5).

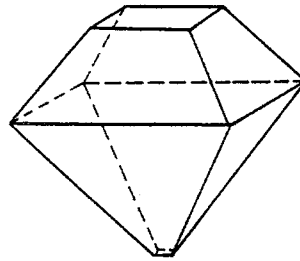


Şekil 5.5 Gül kesim şekilleri

Gül kesim, çoğunlukla elmas için uygulandığı halde, Viktorya mücevherlerinden Bohemya'nın parlak, kan kırmızı pirop granatı da bu şekilde kesilmiştir.

#### 5.1.2.2 Tabla Kesim

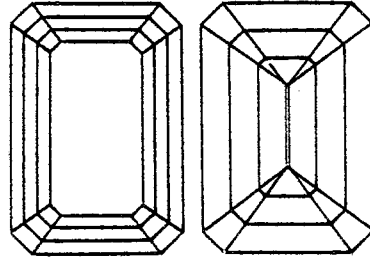
Elmas kristalinin oktahedral formundan esinlenerek geliştirilen tabla kesim, daha çok eski Hint işleyiciler tarafından kullanılmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Elmas işleminde kullanılan tabla kesim

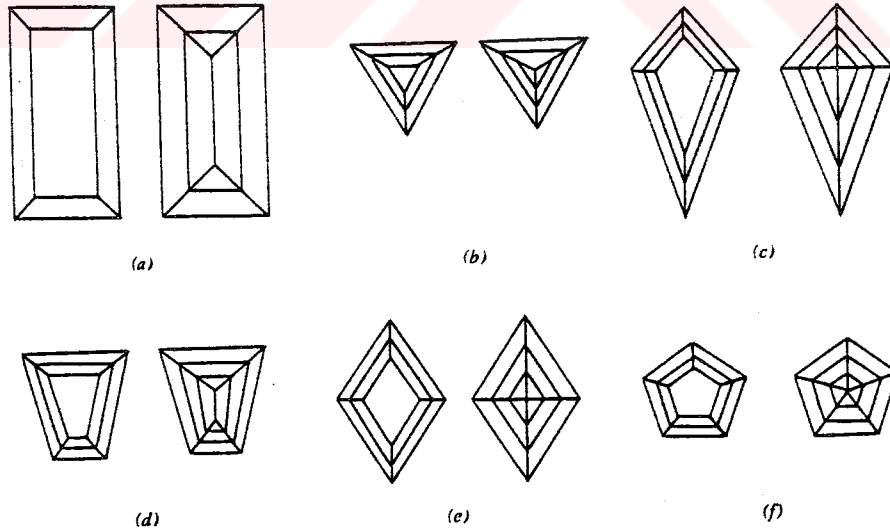
### 5.1.2.3 Basamak Kesim

'Zümrüt kesim' olarak ta adlandırılabilen basamak kesim muhtemelen tabla kesimden gelişmiş olup, trapezoid şekilli, paralel faset sıralarıyla çevrelenmiş, büyük bir tabla faset ile karakterize edilir. Süstaşının alt yarısı olan pavilyonda ise bazal fasete veya kulete doğru eğimi azalan benzer faset sıraları vardır (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 Basamak veya zümrüt kesim. Solda üst, sağda ise alt fasetler gösterilmiştir.

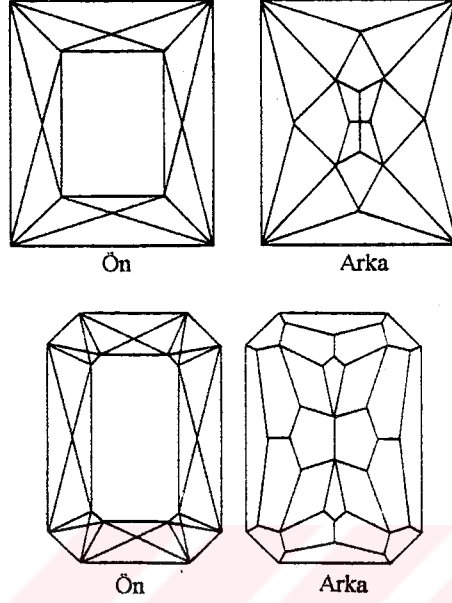
Basamak kesim uygulanmış süstaşları kare, dikdörtgen, üçgen, uçurtma veya diğer poligonal şekillere sahip olabilirler (Şekil 5.8).



Şekil 5.8 Basamak kesimin bazı çeşitleri (a) baget kesim, (b) üçgen kesim, (c) uçurtma kesim, (d) anahtar taş kesim, (e) lözenge kesim, (f) pentagon kesim



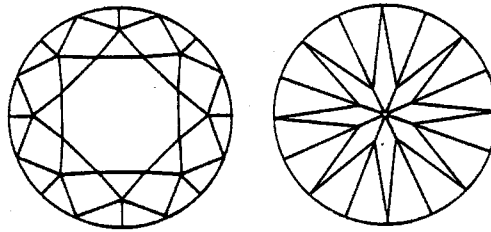
Basamak kesimin diğerk bir modifikasyonu dikdörtgen olan ve her trapezoidal yan fasetin yerine dört üçgen fasetin uygulandığı 'makas kesim'dir (Şek. 5.9).



Şekil 5.9 Makas kesim

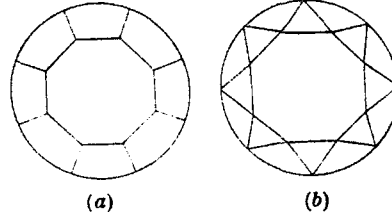
#### 5.1.2.4 Parlak Kesim

Elmas işlemeciliğinde, maksimum parlaklık sağlayıp oktahedral formu en verimli şekilde değerlendiren kesim stilidir. Standart parlak kesim süstaşının üst veya başında 33, pavilyonda ise 25 adet olmak üzere toplam 58 fasetten meydana gelir (Şekil 5.10). Tabla ve kuletin dışındaki tüm fasetler üçgen veya uçurtma şekilli işlenirler.

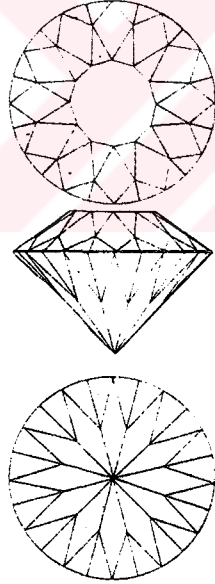


Şekil 5.10 Standart parlak kesim

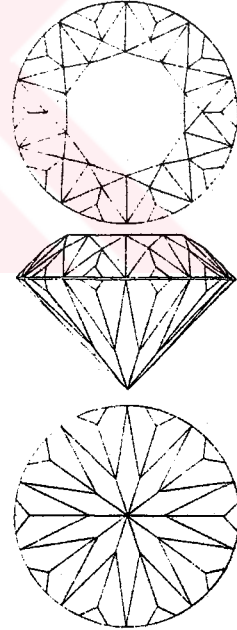
Küçük elmaslar için 'basit kesim' ve 'İsveç kesim' (Şekil 5.11), büyük elmaslar içinse 86 fasetten oluşan 'kral kesim' (Şekil 5.12) ile 102 fasete sahip 'magna kesim' (Şekil 5.13) uygulanmaktadır. [Webster, 1985]



Şekil 5.11 (a) Basit kesim, (b) İsveç kesim

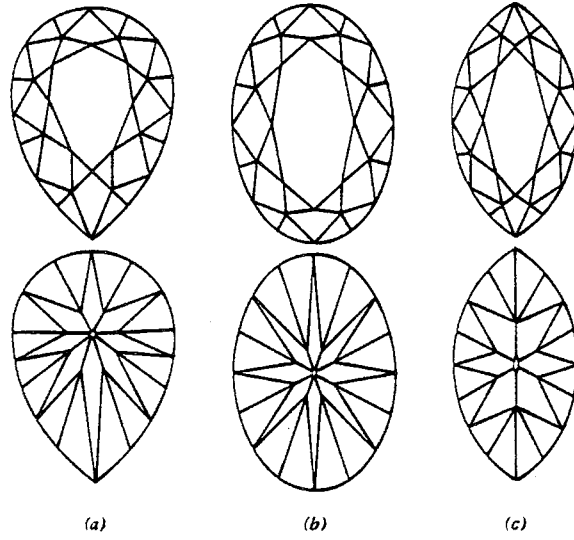


Şekil 5.12 Kral kesim



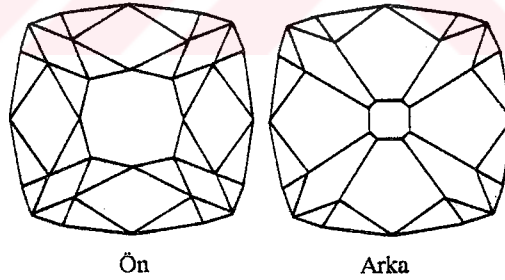
Şekil 5.13 Magna kesim

Parlak kesimin birçok modifikasyonu mevcut olup, oval, armut gibi çeşitli şekillere sahip bu diğer kesimlerde, pavilyon fasetleri her zaman istenilen açıda işlenemediğinden, ışık ve dolayısıyla parlaklık kaybı meydana gelmektedir (Şekil 5.14).



Şekil 5.14 Parlak kesim çeşitleri; (a) Armut şekilli kesim (b) Oval kesim (c) Markiz [Hurlbut, Switzer, 1979].

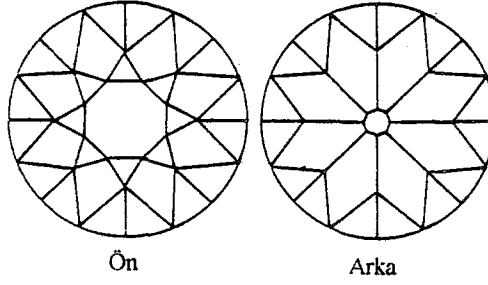
Diğer parlak kesim çeşitlerinden ‘eski ocak kesimi’, küçük bir tabla, yüksek baş, büyük kulet ve yuvarlaktan çok kareye yakın bir forma sahiptir (Şekil 5.15)



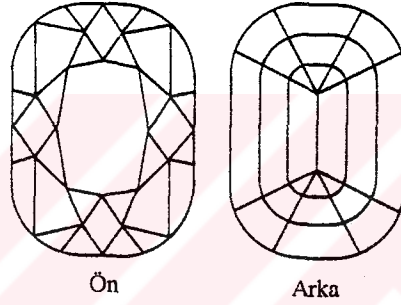
Şekil 5.15 Eski ocak kesim

Eski ocak kesimi takiben geliştirilen ‘Avrupa kesim’ standart parlak kesim şekline benzer olarak daireseldir (Şekil 5.16).

Detaylarla çeşitleri arttırılabilen ‘antik yastık kesim’ çoğunlukla uzak doğuda işlenen renkli süstaşları için kullanılmaktadır (Şekil 5.17).



Şekil 5.16 Avrupa kesim



Şekil 5.17 Antik yastık kesim

## 5.2 Süstaşı İşleme Aşamaları

Elmas ve diğer süstaşlarının işleme metodları benzer olup aralarındaki tek fark elmas fasetlerinin aşındırma ve parlatılmasının tek adımda, diğer süstaşlarınınınkinin ise iki aşamada yapılmasıdır.

### 5.2.1 Kesme

İşlenmeye gelen ham malzeme öncelikle kenarına elmas tozu yedirilmiş dairesel bıçaklar ile kesilerek istenilen boyuta getirilir. Genellikle düşey çalışan kesme bıçakları, işlenecek malzemenin değerine ve büyüklüğüne göre çok ince bakır, bronz veya ağır çelik olabilmektedir. Kesme işleminde ham malzeme elle tutulabildiği gibi

mengene ile de sıkıştırılabilir. Soğutucu olarak su veya yağ kullanılmaktadır (Şekil 5.18)



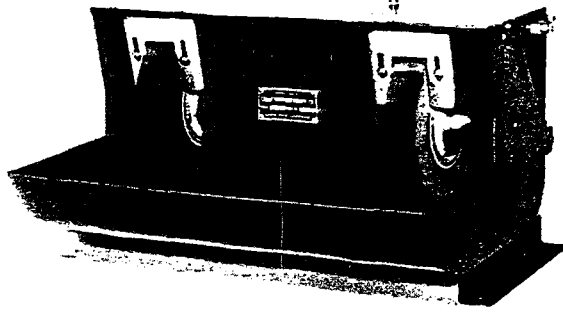
Şekil 5.18 Süstaşı kesme makinesi (İdar-Oberstein, Almanya)

### 5.2.2 Aşındırma

Kesme işleminden sonra ikinci aşama yatay şaft üzerinde dönen aşındırıcı tekerleklerle sürtme yoluyla süstaşına kaba bir şekil verilmesidir (Şekil 5.19 ve Şekil 5.20).

Yaygınca kullanılan tekerlekler silikon karbid olduğu halde, başka bir sentetik aşındırıcı veya hatta kumtaşı tekerlekler de kullanılabilir. İri taneli tekerlekler şekillendirme başlangıcında, ince taneli tekerlekler ise sonunda tercih edilmektedir.

Çalışırken daimi su varlığı soğutmayı sağladığı gibi toz ile kaya parçalarını ortamdan uzaklaştırır. Aşındırma işleminin başında süstaşı elle tutulurken, daha sonra balmumu ile tahta çubuk ucuna tutturulur (Şekil 5.21).



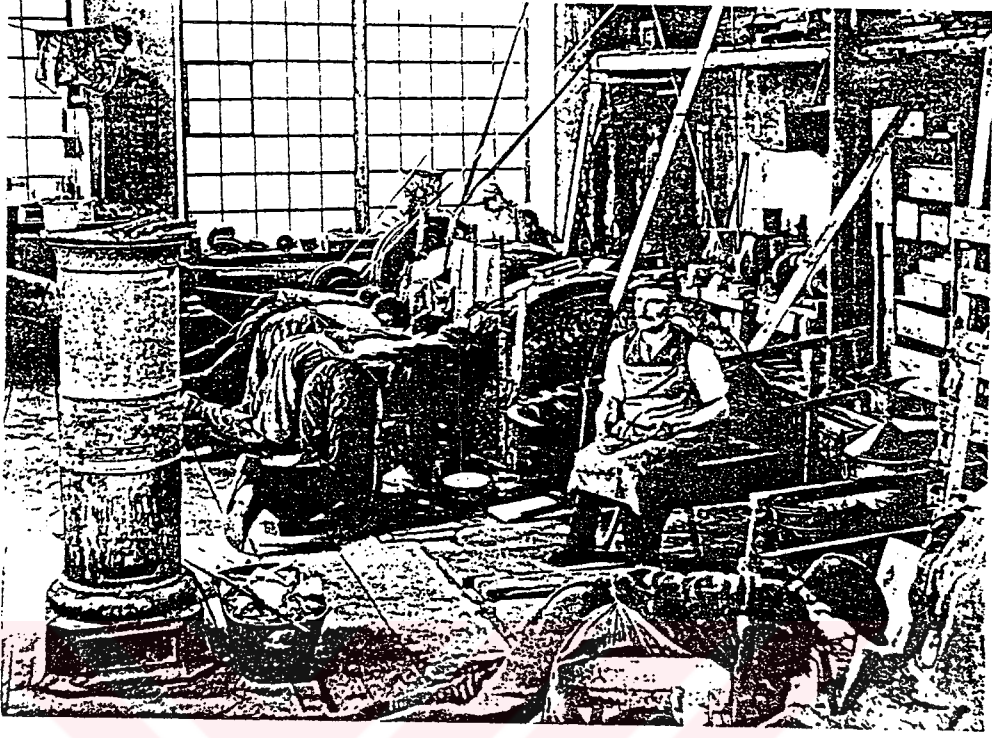
Şekil 5.19 Aşındırıcı tekerlekler

### 5.2.3 Parlatma

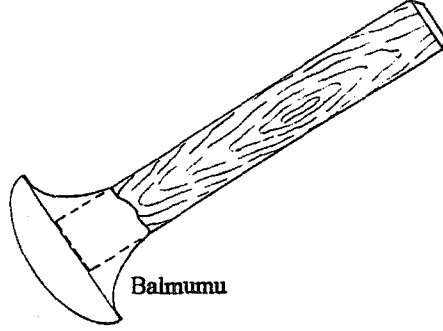
Aşındırma işlemi tamamlandıktan sonra süstaşı döküm demir, bakır, kurşun, ahşap, deri veya diğer malzemelerden imal edilmiş döner yatay disk üzerinde silikon karbid ve alüminyum oksit gibi aşındırıcılar yardımı ile parlatma aşamasına hazırlanır (Şekil 5.22). Yağlayıcı madde olarak suyun kullanıldığı bu işlemde, fasetlenmiş veya geniş düz yüzeye sahip agat gibi süstaşlarının pürüzleri yok edilmektedir.

Parlatma aşamasında, buzlu cama benzeyen şekillendirilmiş süstaşı kaboşon, küre veya düz şekilli ise deri, ahşap, bez, keçe gibi malzeme giydirilmiş döner tekerleklerle, fasetlenmiş ise metal plastik veya ahşaptan yapılmış disklerin düz yüzeyi üzerine sürtülerek, demir oksit, krom oksit veya silikon oksit gibi parlatma tozları yardımıyla son halini alır (Şekil 5.23 ve Şekil 5.24).

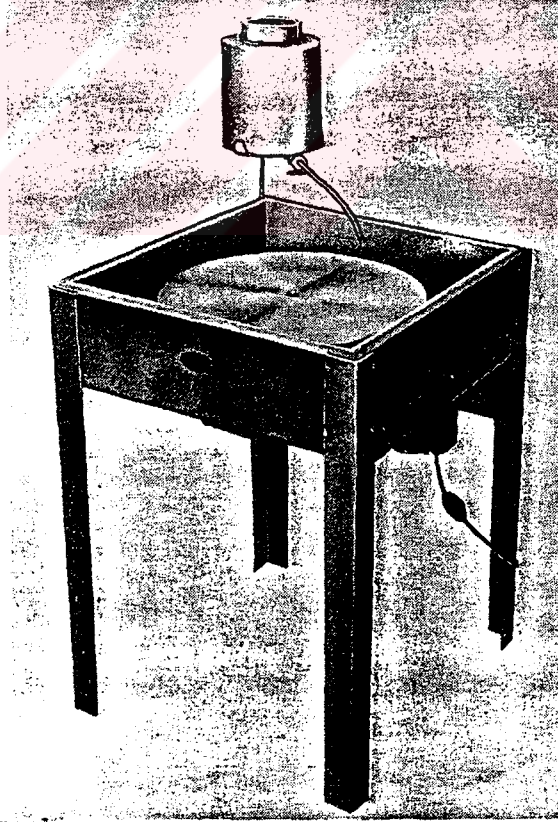
Süstaşı işleme aşamaları bir kuvars örneği üzerinde uygulanarak, fotoğraflanmıştır (Şekil 5.25).



Şekil 5.20 Kol ve bacaklardan güç alarak, büyük çaplı kumtaşı tekerlekler üzerinde aşındırma. [Idar-Oberstein, Almanya]

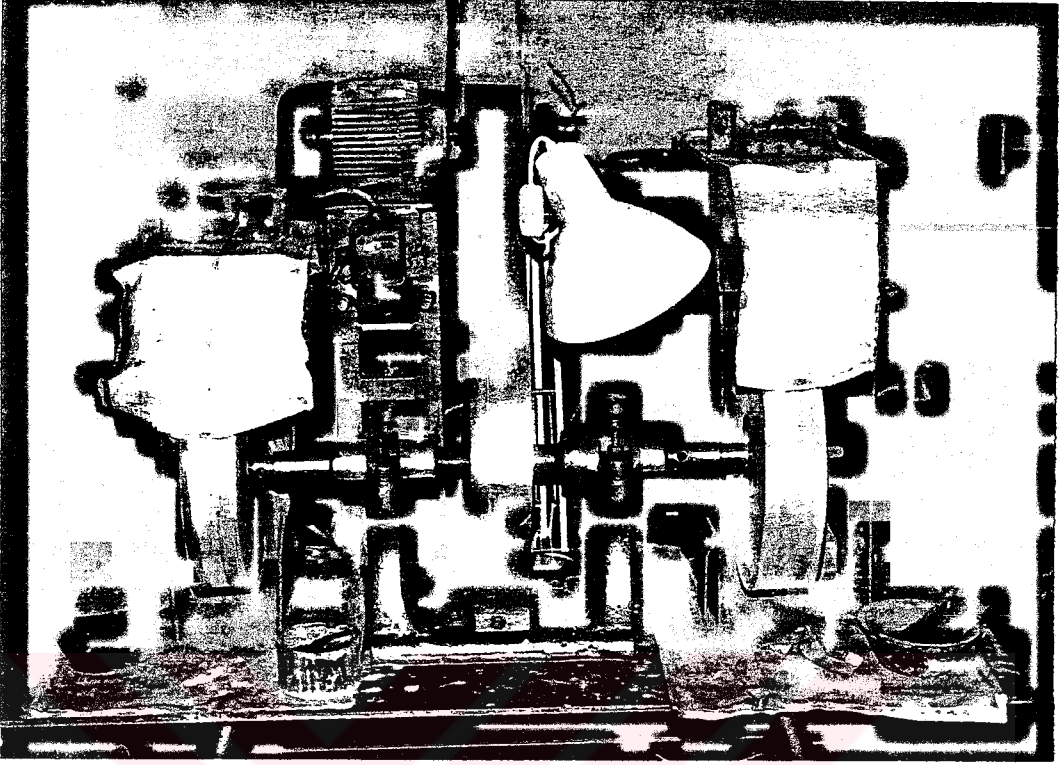


Şekil 5.21 Ahşap çubuk. [Sinkankas, 1962]

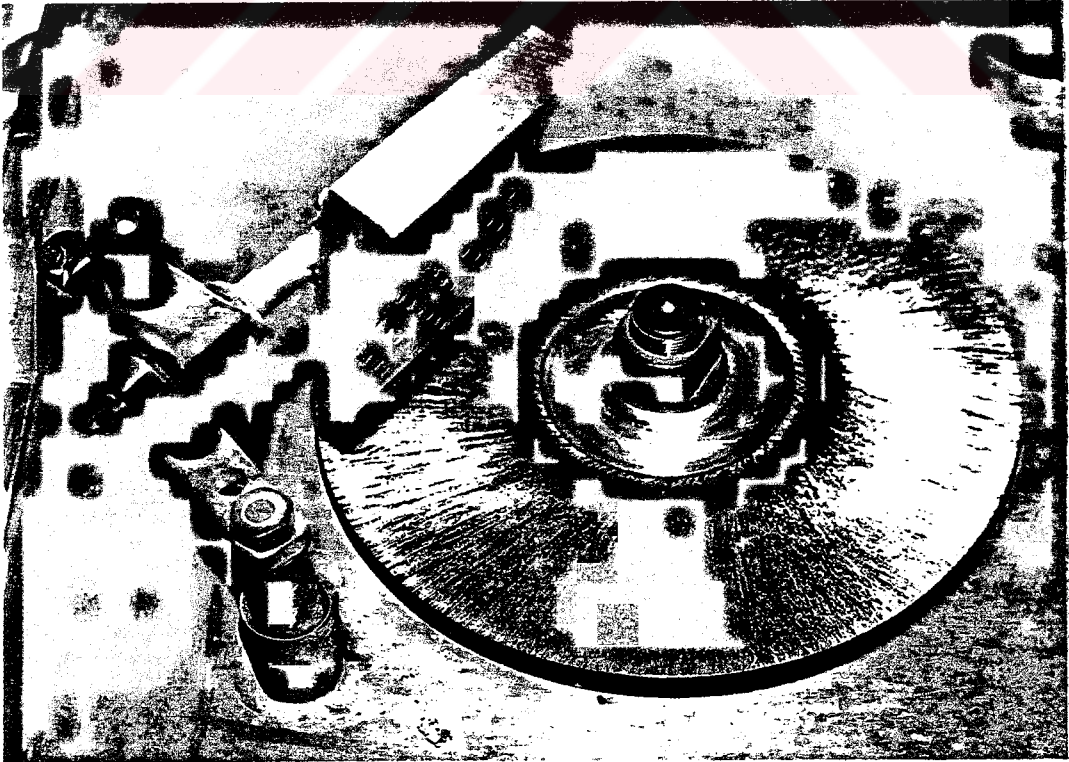


Şekil 5.22 Süstaşını parlatma aşamasına hazırlayan yatay disk.





Şekil 5.23 Süstaşı parlatma aşamasında kullanılan döner tekerlekler (İdar-Oberstein, Almanya)



Şekil 5.24 Faset işleme aparatı (İdar-Oberstein, Almanya)



Şekil 5.25 Kuvars örneğinin işleniş aşamaları (İdar-Oberstein, Almanya).

## **BÖLÜM 6. TÜRKİYE SÜSTAŞI POTANSİYELİ VE EKONOMİSİ**

### **6.1. Diaspor**

Muğla ili, Milas İlçesinin, Selimiye Köyü yakınındaki ocaklarda, dünyada eşine rastlanmayan büyüklük ve aralıkta, diaspor kristalleri bulunmaktadır.

Menderes Masifi'nin güney kanadı boyunca 2 - 10 km. genişliğinde ve yüzlerce km. izlenebilen bir zımpara kuşağı uzanır. Triyas - Jura yaşlı mermerler içinde yer alan yataklar, 2 - 3 m. kalınlık ve 1 - 2 km. uzunluktaki merccekler biçiminde belli bir düzey boyunca dizilirler. Cevher kapsadığı minerallerin baskınlığına göre zımpara (Korund) ve diyasporit yatağı olarak adlandırılmaktadır. Korund, diaspor, spekülarit, pirit, kloritoid, ankerit, morganit, ve muskovit minerallerinden oluşan topluluk, metamorfizma esnasında, elementlerin lateral sekrasyonla birincil yataktan çatlaklara göçü ve orada pegmatitik yüksek hidrotermal koşullarda kristalizasyonu ile oluşmuştur [ Dora ve diğerleri, 1986].

Ortorombik mineral diaspor ( $\text{AlO.OH}$ ), sertliği 6.5 - 7 olduğu halde, yakın zamana kadar yeterli optik kaliteye sahip bulunmadığından dünya pazarında süstaşı olarak kabul görmüyordu. Ancak Türkiye'de süstaşı kalitesinde sağlam kristaller ve bazı ilginç karakteristikler sunan diaspor oluşumu öğrenildiğinde (1977), Menderes diasporu tanınarak, itibar ve önemli bir yer kazandı.

Laboratuvarda test edilen numuneler saydamdı ve eş kalitedeki aleksandrit'te gözlenen renklere benzer olarak gün ışığında yeşilimsi kahveden tungsten ışığında pembemsi kahveye belirgin bir değişiklik göstermekteydi. Kırılma indisleri alfa 1.702, beta 1.722, gama 1.750, yoğunluğu 3.394 olarak belirlendi.



## 6.2. Hematit

Sivas'ın 80 km. güneydoğusunda bulunan, Kangal İlçesine bağlı, Çetinkaya Bucağının, Pınargözü, Davutoğlu ve Elkondu Köylerini içine alan 75 km<sup>2</sup>lik bir alanda gözlenmektedir.

Hematit, mikrosiyenitik, mikrodiyoritik kayalardan oluşmuş, asit bir intrüzyon içinde yerleşmiştir. Bu kayalar bir fay zonunu doldurmaktadır. Bazı kesimlerde alterasyon o kadar ilerlemiştir ki ilk görünüşte sedimenter bir kaya izlenimi vermektedir

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşimli hematit, 6.5 sertliğe ve 4.95 ile 5.16 arasında değişen yoğunluğa sahiptir. Hematit için en pratik test, taşın kenerını beyaz sırsız porselen üzerine sürtmektir. Taş hematit ise porselende kırmızı çizgi oluşturacaktır. Mavimsi çelik grisi, demir siyahı rengindedir. Zamanla yüzeyi alacalı renklerle kaplanır. Külçe şeklindeki oluşuklar kiremit kırmızısı ile kırmızı kahve arasında değişirken, çok ince levhalar saydam kırmızıdır.

Hematit, son yıllarda süstaşı olarak yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Özellikle doğada bol bulunuşu, kolay işlenebilmesi, gizemli rengi ve parlaklığı, hematitin süstaşı piyasasında yer almasında büyük etkindir. Türkiye'de pek çok demir yatağında hematite rastlandığından gemolojik açıdan rezervi çok büyüktür [Yardımcı, 1991].

## 6.3. Rutil

Kula (Manisa) - Eşme (Uşak) İlçeleri arasında bulunan Eroğlu Köyü ve civarındaki şistlerden aşınma suretiyle serbestleşerek ortaya çıkan ve yer yer Eroğlu Köyü içinden geçen derelerde ve yakınlarındaki tarlalarda konsantre olmuş rutil kristallerine bol miktarda rastlanır. Grimsi siyah renkli, mükemmel gelişmiş kristaller halindeki ve yaygın olarak ikizlenme gösteren, ortalama büyüklükleri 1 - 7 cm. arasında değişen bu mineraller ülkemizde ortaya çıkan nadir kolleksiyon minerallerinden biri olacak niteliktedir [Arda, 1982].

Tetragonal sistemde kristallenen rutil  $\text{TiO}_2$  kimyasal bileşimdir. Sertliği 6 - 6.5 , yoğunluğu yaklaşık 4.2'dir. Kırılma indisleri 2.62 - 2.90'dır. Rutil prizmatik uzamış, ışınal veya ince iğneler biçiminde büyümüştür. Çoğunlukla opak olan mineralin nadir saydam kristalleri kırmızı, kahve ve siyah renklerde olduğundan işlemeye değer bulunmamaktadır.

#### 6.4. Korund

Söke - Ortaklar (Aydın) karayolu üzerinde, Söke TV yansıtıcısına giden yol çevresinde gözlenmektedir. Televizyon yansıtıcısının batısında ve şimdi terkedilmiş durumda olan zımpara taşı ocaklarında izlenen mavi renkli korund oluşumları mikrokristal toplulukları veya çok küçük mineraller halinde ortaya çıkar. Alınan örneklerde mavi korundun sertliğinin 9 olması nedeniyle, bu minerallere şekil vermek çok güç olmuş ve iyi parlatma ile cilalama yapma imkanı bulanamamıştır [ Arda, 1982].

$\text{Al}_2\text{O}_3$  kimyasal formüllü korund, saf halde renksiz iken iz halde metalik oksit katkısıyla çeşitli renkler kazanır. Kırmızı ile maviden başka sarı, mor, yeşil, kahverengi ve turuncu olan korund trigonal sistemde kristallenir.

#### 6.5. Rodokrozit

İzmir - Güzelbahçe - Efemçukuru çevresinde görülen fillit, sleyt ve metadiabaz tipi kayalarla birlikte izlenen galenit - sfalerit ve kalkopirit mineralizasyonuna bağlı olarak siyah ve pembemsi siyah renklerde rodokrozit tipinde mangankarbonat teşekkülleri izlenmiştir. Bu rodokrozit teşekkülleri işlenerek ziynet eşyalarında kullanabilecek niteliktedir. Açılacak yarmalarla bu yörede rodokrozitin yayılımını izlemek mümkün olabilecektir [ Arda, 1982].



MnCO<sub>3</sub> kimyasal bileşimdeki rodokrozite masif taneli, yapraksı, sık dokulu, salkımsı, küremsi ve kabuksu oluşuklar şeklinde rastlanır. Gevrek olan mineral cam parlaklığı gösterir ve ışığı geçirir. Gül kırmızısının çeşitli tonlarında renge sahiptir. Kirlenmeler nedeniyle gri, kahve renkler kazanabilir. Çok ender hallerde renksizdir. Bileşimindeki mangan yerine kısmen Fe, Mg, Ca, veya Zn girebilir [ Dora, 1983].

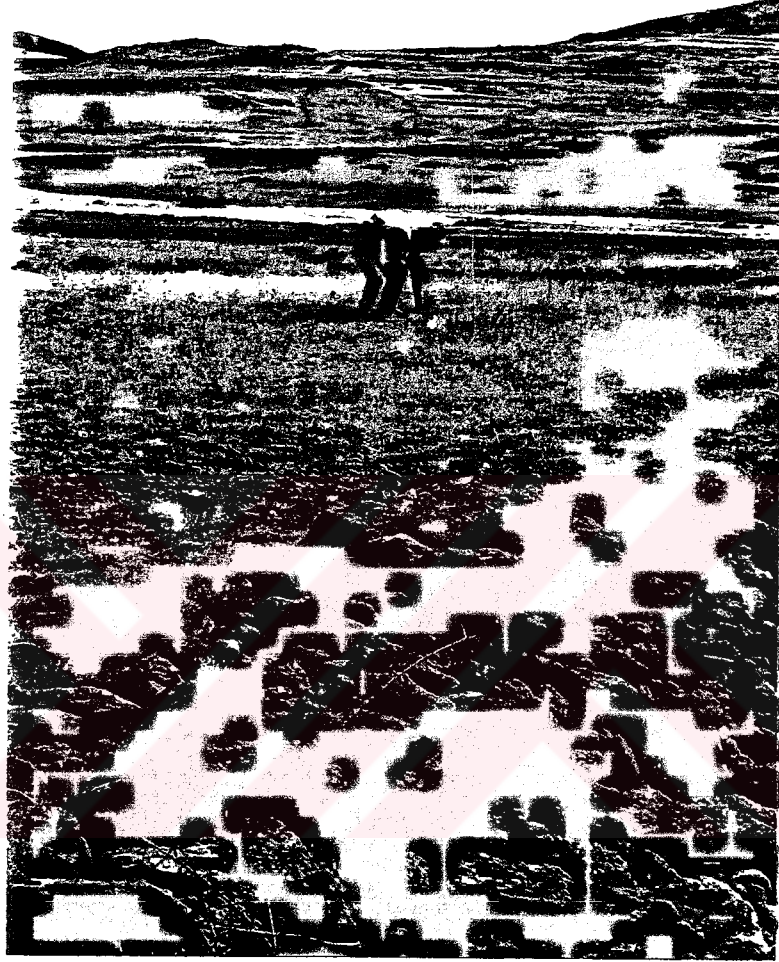
#### 6.6. Agat

Ankara'nın, Çubuk İlçesinin, Susuzlu Köyü girişinde gözlenmektedir. Miyosen - Pliyosen yaşlı, Ankara yöresi ortaç ve bazik volkanik kayalarından, değişik tektonik evrelerde gelişmiş olan eklem sistemleri lokal sıkışma ve genleşmelerin de etkisiyle ayrılmıştır. Diyabaz ayrışması olarak tanımlanan bu olayda, eklem sistemlerinin oluşturduğu kübik blokların köşe ve kenarları zamanla keskinliklerini yitirmiş yuvarlaklaşmıştır.

Agatlar, volkanitlerde gözlenen diyabaz ayrışmasının, üç boyutlu kübik blokları arasındaki köşe boşluklarında veya eklem yüzeylerinde büyümüşlerdir. Bu, agat yumruların dış yüzeyleri ortamın geometrisinin yansıtır biçimde iç bükey, yan kayadan itibaren başlayan bu büyümeler hidrotermel gaz fazı ve / veya sıvı fazı taşınımlarının iç içe ardalanmalı çökelmeleriyle dıştan içe doğru gelişmektedir.

Geniş bir alana yayılmış olan agatlar, ana kayanın aşınması ve yer değiştirmesi nedeniyle ana kayadan bağımsız olarak zeminin üst kesimlerinde toplanmıştır. Zeminin altında kalan anakayada da önemli agat oluşumlarının varlığı büyük olasıdır. Gemolojik açıdan çok büyük bir rezerve sahiptir ve toplanması dışında herhangi bir işletme maliyeti yoktur.

Çubuk agatları, renk ve form zenginlikleriyle estetik düzeyi yüksek, tek parça (ünik) küçük hediyelik eşya üretimine çok uygundur (Şekil 6.2) [ Yardımcı, 1991].



Şekil 6.2      Ankara - Çubuk agat oluşumları

#### 6.7.      Beril

Salih - Demirci Karayolu üzerinde bulunan, Borlu yol ayrımındaki Kuzu Köy çevresinde gözlenmektedir. Yörede kuzeydoğu - güneybatı doğrultusunda uzanan gnayslar, yüksek dereceli şistler migmatitler bunların içine yerleşmiş granitik sokulumlar ve pegmatoid damarları mevcuttur. Çoğunlukla çevre kayalarının



şistozitesine uyumsuz yerleşen pegmatoidler başlıca mikrolin, albit, kuvars, mika, turmalin, almandin ve disten mineralleri içerirler [ Yardımcı, 1991].

Kimyasal formülü  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$  olan silikat minerali beril, heksagonal sistemde kristallenir.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ve biraz da vanadyum katkısıyla koyu yeşil renk kazanan beril “zümrüt”, gök mavisi beril ise “akuamarin” olarak adlandırılır. Bunların dışında pembe, sarı, koyu kahve beril de mevcuttur. Gördes berillerinde  $390\text{ }^\circ\text{C}$  ye varan homojenleşme sıcaklıkları ölçülmüştür. Yüksek sıcaklık değerleri ve mineral parajenazi gördes berillerinin pegmatitik ortamının ürünü olduğunu göstermektedir.

Gördes pegmatoidlerinin beril içeriği  $0.23\text{ kg/m}^3$  dolayındadır. Pegmatoidlerin genişlikleri 25 - 50 m., boylarınınsa kesintili olarak kilometrelerce uzandığı gözönüne alınırsa, önemli miktarda beril rezervinin bulunabileceği düşünülmektedir. Bu pegmatoidler esas olarak feldspat elde etmek amacıyla işletilmektedir. Oysa her iki hammaddeyi de elde etmeye yönelik yapılacak bir işletmenin daha ekonomik olacağı açıktır [ Dora ve Yağcı, 1982].

## 6.8. Granat

Aydın - Yatağan Karayolunun 16. kilometresini geçtikten sonra, Hacımescitler Köyüne giden yol üzerinde takriben 1.6 km. kadar gidildiğinde şistler içinden çıkan almandin karakterli, çok iyi bir şekilde kristallenmiş granat kristallerinin köylüler tarafından toplanarak bir yığın haline getirildiği izlenmiştir. Bu yığından çeşitli büyüklüklerde (1 - 6 cm. arasında değişir) gri, siyah renkli granat minerallerinden bol miktarda toplanmıştır. Renk yönünden pek ilgi çekici olmamakla birlikte bu mineraller ve çıktığı saha adeta bir doğa müzesi oluşturacak niteliktedir. Granatların renkli (özellikle kırmızı, vişne kırmızısı renklidir) ve saydam olanlarının bulunup, bulunmadığının bu bölgede araştırılması yararlı olacaktır [ Arda, 1982].

## 6.9. Kalsedon

### 6.9.1. Sarıcakaya

Kalsedon ocakları, Eskişehir İli, Sarıcakaya İlçesi, Mayıslar Köyü'nün güneyinde yer alır. Ocaklara, Eskişehir - Sarıcakaya Karayolu üzerinde, Mayıslar Köyü'ne 5 km. uzaklıktan ayrılan, yaklaşık 600 m.'lik bir tali yolla ulaşılabilir. Arazi engebeli olup, genellikle ormanlıktır.

Çalışma alanında, Paleozoik, Mesozoik ve Tersiyer yaşlı magmatik ve tortul kayalar yer alır.

Paleozoik yaşlı birim, yeşilimsi, beyazımsı, siyahımsı renkli, bol çatlaklı serpantinleşmiş peridotitlerle temsil edilir. Mesozoik yaşlı birimler, grimsi, siyahımsı renkli, Jura yaşlı kireçtaşlarından ve pembemsi, beyazımsı renkli, bol çatlaklı Kretase yaşlı kireçtaşlarından meydana gelir.

Tersiyer yaşlı birimler, serpantinler üzerinde stratigrafik uyumsuz olarak yerleşmiş çakıtaşı, kumtaşı, şeyl ve marn birimlerinden oluşmuştur. Bu birimlerin dışında, Paleosen'de başlamış, Eosen sonuna kadar devam etmiş volkanizmaya bağlı olarak yayılmış kırmızı, kahve renkli yer yer ayrılmış, Sarıcakaya volkanitleri içindeki, andezitler yer alır [ Hatipoğlu, 1984].

### 6.9.2 Yozgat

Yozgat'ın batı - güneybatısında bulunan çalışma alanına ulaşım Yozgat - Ankara Karayolunun 10. kilometresinden ayrılan, Şefaati karayoluyla sağlanabilir.

Bölgede Neojen magmatizmanın ürünleri olan ortaç ve bazik volkanik kayalar yer almaktadır. Çalışma alanında gözlenen bazaltların, oluşumları sırasında içerdikleri gazları yitirmeleri sonucu, gaz boşlukları oluşmuştur. Bu boşluklar daha sonraları hidrotermal silisli sıvıların enjeksiyonları sonucunda kalsedon yumrularının oluşumuna neden olmuştur.

Yozgat kalsedon yumruları kuvars, ametist ve agatla birlikte bulunur. Kalsedon, kuvars, ametist ve agat mineralleri ardalanmalı olarak gözlenir. Fakat her zaman hepsi birarada bulunmayabilir. Kuvars, kuvars - ametist, kuvars - kalsedon veya kuvars - kalsedon - ametistten oluşmuş yumrular bulunmaktadır. Yumruların büyüklükleri, 2 - 3 cm.'den, 50 cm.'ye kadar değişmekle beraber çoğunlukla 10 - 15 cm. arasındadır.

Yumruların dışı toprak rengindedir. Yumruların içiyse süt beyazı, gri, kahve, mor, rensiz ve mavinin değişik tonlarında renkler sunar. Saydam ve / veya yarı saydamdır. Çekirdek bazen boşlukludur ve genellikle çekirdeğe doğru kristaller irileşmektedir. Bu da kristalleşmenin dıştan içe doğru gerçekleştiğini göstermektedir.

#### 6.9.3. Bozüyük

Bilecik İli'nin, Bozüyük İlçesi'nin, Ece Köyü'nün, İstihkam Tepe kuzeybatısında çeşitli renklerde genellikle koyu siyah, koyu kahve, kırmızı, bazen mor renkli beyaz veya saydam, ebatları ortalama 1 - 10 cm. arasında değişen, genellikle yuvarlanmış karakterli kalsedon oluşumları izlenmiştir. Nodüller şeklinde ortaya çıkan bu oluşumların çoğu beyaz - gri renkli, killi kalkerli bir kabukla sarılmış olup, kalkerler arasında 4 - 4.5 m. kalınlık ve Ece Köyü'ne giden yollarda döküntüler halinde ortaya çıkmaktadırlar. Parlatıldıklarında güzel renkler veren bu oluşumlar daha ince kesilip işlenmeye çalışıldığında kolayca ve çabucak parçalanıp dağılmaktadırlar [ Arda, 1982].

#### 6.9.4. Alacaoluk - Beyoluk

Bandırma - Gönen Karayolundan ayrılan Alacaoluk - Beyoluk Köy yolları boyunca gözlenmektedir. Alacaoluk Köyü'nü geçtikten sonra takip edilen birinci dere yatağı içinde aglomeratik tüf karakterli kayalar içerisinde boşluk dolgusu şeklinde değişik ebatlarda kalsedon oluşumları izlenmiştir.

### 6.10. Krizopras

Balıkesir İli, Biga İlçesi'nin, Dikmen Köyü'nün 2.5 - 3 km. güneydoğusunda bulunan Maden Mevkiinde gözlenir. Şistler içerisinde kuvvetli oksidasyon geçirmiş killi bir malzeme içerisinde çok güzel yeşil krizopraz ve beyaz renkli kuvars damarları izlenmiştir. Gözüken iri krizopraz damarının uzunluğu 0.5 - 1 m. arasında değişir. Krizopraz çatlaklı bir yapıda ve demir oksidiyle boyanmıştır. Alınan numunelerde yapılan kesme ve parlatma çalışmaları yeşil renkli, krizopraz karakterli zuhurların ilgi uyandıracak bir yeşil renk verdiklerini ancak kırıklı yapıları sebebiyle çabucak dağıldıklarından şekil vermeyi güçleştirdiğini göstermiştir [ Arda, 1982].

### 6.11. Kuvars

#### 6.11.1. Batı Anadolu Menderes Masifi

Batı Anadolu'da geniş bir alanda mostra veren, Menderes Masifi'nde çok sayıda kuvars damarları bulunmaktadır. Genellikle Menderes Masifi'nin temelini oluşturan gnayslar içinde gözlenen kuvars damarları, süstaşı ve müzelik kuvars kristalleri açısından büyük öneme sahiptir. Menderes Masifi'ndeki kuvars damarları genellikle doğu - batı ve kuzey - güney yönlerinde uzanır. Kuzey - güney yönündeki damarlar daha yaşlı olup tektonizma nedeniyle kirlenmiş ve kırılanmıştır. Bunlarda dağ kristali niteliğinde kuvars kristalleri bulunmaz. Bu damarların aksine, doğu - batı yönlü büyük olasılıkla Miyosen yaşlı tansiyon çatlakları boyunca yerleşen, postmetamorfik genç kuvars damarları düzgün ve saydam kuvars kristalleri içerir. Özellikle Çine, Mersinbeleni ve Karacasu kasabaları çevresinde dev dağ kristali niteliğinde, kuvars kristalleri bulunmuştur [ Candan ve diğerleri, 1986].

Çine - Madran bölgesinde bulunan kuvars damarları, gnayslar içerisinde yer alır. En yaygın olarak kuvars kristalleri toplanan yöreler Çine İlçesi'nin doğusu, Kırksakallar, Topçam ve Ovacık Köyleri çevresidir [ Candan ve diğerleri, 1986].

Mersinbeleni - Koçarlı bölgesinde bulunan kuvars damarları hem gnays hem de şistler içerisinde gözlenirler. Burada özellikle dumanlı kuvars bulunmaktadır. Dumanlı kuvarstaki renk, masifin yüksek radyoaktivitesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle bu yörede çıkan siyaha yakın renkli dumanlı kuvarslar bölgenin yakınındaki Çavdar Uranyum yatağıyla ilgilidir [ Candan ve diğerleri, 1986].

Babadağ - Karacasu bölgesindeki kristal kuvarslar, şistler içerisindeki damarlara bağlı olarak gelişmiştir. Bir çoğunda mikaların neden olduğu katı karanımlar olmasına karşı masifte bulunan en düzgün ve saydam kristaller bu yöreden toplanılmıştır. Hem dumanlı hem de dağ kristali niteliğinde olanları mevcuttur [Candan ve diğerleri, 1986].

Çine dolaylarındaki dev kuvars kristalleri 60 cm. boyutlarına kadar ulaşmaktadır. Böyle büyük ender kristaller, mineral ve kristal koleksiyoncuları için büyük değer kazanmakta ve aranılmaktadır.

#### 6.11.2 Beypazarı

Beypazarı (Ankara), Kırbaşı, Aşağıçamlar Köyü civarında taş ocaklarında izlenen ve pegmatit teşekküllere bağlı olarak gelişmiş olan kristal kuvarslar ortalama büyüklükler 10 cm. ile 60 - 70 cm. arasınada değişen oluşumlardır. Bu kristallerin herbiri mükemmel gelişmiş yüzeyleriyle bir tabiat harikası oluşturabilecek ve mineral koleksiyonu sergileyen müzelerde teşhir edilebilecek niteliktedir [ Arda, 1982].

### 6.12. Opal

#### 6.12.1. Dereyalak

Eskişehir İli, İnönü İlçesi, Dereyalak Köyü'nün hemen çıkışındaki, küçük bir tepecikte ve çevresinde opaller gözlenmektedir.

Opaller, Dereyalak Köyü kuzeyinde gözlenen riolititik volkanitler içinde yayılım gösterir. Opal örneklerinin toplandığı Dereyalak Köyü çevresindeki Neojen havzalarında silisleşme çok etkili olabilmektedir. Kütle ve tabakalar halinde yığılımlar bulunabildiği gibi kireçtaşı ve tüflerde yer yer silisifiye olmuş durumdadır. Renk çok çeşitli olabilmektedir. İnorganik silisin sudaki çözünürlüğü çok az olduğundan bölgedeki büyük çaplı bu silis oluşuklarının kökeni, post volkanik silisli sulara bağlanmaktadır [ Örün, 1988].

Dereyalak opalleri, genel olarak saydam opaller, saydam olmayan opaller ve matlaşmış opaller olmak üzere üç grupta toplanabilir. Saydam opaller; renksiz, balköpüğü, yeşilimsi, sarı renktedir. Bazılarının içinde dentritik mangan kalıntıları bulunur. Opal yumrularının dış yüzeyi ise ya ince bir silis kabuk yada sepiolitik bir kabuk şeklindedir. Bu yumruların bir bölümü sepiolit - opal ardalanmalı küresel büyümeleri sonucu gemolojik açıdan daha çekicidirler. Bazı saydam opallerse bünyeleri içinde serpilmiş katı kapanım sepiolit kristalcikleri ile ayağı benzeri bir karlanma gösterirler ve daha değerlidirler.

Saydam olmayan opaller; kahverengimsi dış kabukludur. Zemin süt beyaz renkli olup siyah, gri, balköpüğü, kahve ve yeşilin değişik tonlarında renkler sunar. Bunlar dentritik görünümlüdür ve bir çok renk bir arada bulunur. Ayrıca dış kabuğu silisleşmiş lületaşına dönüşmüş, içi yumurta sarısına benzeyen, portakal renkli opallerde gözlenmektedir.

Matlaşmış opaller gemolojik değerini ve çekiciliğini kaybetmiş opallerdir. Ya bünyesinde bulunan suyunu kaybetmesi sonucu bulundukları ortamda yada çıkarıldıktan sonra atmosferik etkenler sonucu suyunu kaybetmesiyle matlaşmaktadırlar [ Örün, 1988].

#### 6.12.2. Bayat

Afyon İli, Bayat İlçesi sınırları içinde bulunan arazi, Ankara Karayolu üzerinde, Afyon'a 30 km. uzaklıktadır.

Bölgede Mesozoik yaşı kireçtaşları, kristalin sistler, mermerler ve oldukça yaygın bir volkanizma gözlenir. Birçok yerde kalınlığı birkaç metreye ulaşan silisli zonlar bulunur. Opal, kalsedon ve agat türü ürünler içeren, Silisli zonlar bölgede Neojen yaşı kireçtaşlarıyla tüfler arasında ve tüfle andezitler arasında gözlenirler. Kilitaşlarıyla tüfler arasındaki, opal ve kalsedonlar, kilitaşlarının tabakalanmasına uyumlu olarak dokanak aralığındadır [ Adak, 1989].

Kırmızı, sarı, beyaz, gri, siyah, kahve ve yeşilin değişik tonlarında bulunan Bayat opalleri farklı desenlerde gösterirler. Opaller yüzeyde çok çatlaklı görülmelerine karşın, atmosferik etkinin daha az olduğu örtülü kesimlerde daha masif olarak izlenirler [ Adak, 1989].

Opallerin geniş bir yayılım sunmaları ve yerleşim alanına yakın olması gemolojik olarak hammadde kullanımında bir avantajdır.

#### 6.12.3. Simav Ateş Opali

Kütahya İli'nin, Simav İlçesi'nin, Karamanca ve Eski Karamanca Köylerinde gözlenmektedir (Şekil 6.3). Arazide makroskopik olarak riyodasit veya riyolit olarak gözlenen kayalarda boşluk dolguları şeklinde kırmızı, sarı, beyaz şeffaf veya bu renklerin çeşitli tonlarında “ateş opal” diye isimlendirilen opal oluşumları izlenmiştir. Sayıları dördü, beşi bulan terkedilmiş durumdaki ocaklardan çıkarılan pasaların içinde ortalama büyüklükleri 1 mm. - 1 cm. arasında değişen ateş opali oluşumlarını halen toplamak mümkündür. Mahalli olarak verilen bilgilerde bu ocakların Almanlar tarafından işletilmiş olduğu, daha sonra ekonomik bulunmadığı gerekçesiyle işletmenin durdurulduğu ve şimdi ocakların tamamen terkedildiği söylenmiştir. Bu ocaklardan çıkartılan pasaların büyük miktarlara varışı burada önemli bir “ateş opali” madenciliği yapıldığına işaret etmektedir. Bu zuhurların ortaya çıktığı alanın iyi bir şekilde etüd edilerek, detaylı bir şekilde haritalanması, açılacak yarma ve sondajlarla ateş opali zuhurlarının kalite ve rezerv durumlarının tespiti gerekmektedir [ Arda, 1982].





Şekil 6.2 Kütahya - Simav ateş opal sahasından bir görünüm

### 6.13. Turmalin

Yozgat İli'nin, Sorgun İlçesi, Kargılı Köyü çevresinde, monzonitik, siyenitik, granodiyoritik ve benzeri intürizif kütlelerin özellikle siyenitleşmeye yakın bölgelerdeki pegmatitlerde turmalin minerallerine rastlanılmaktadır. Özellikle çabuk kırılabilen



kırıntılı kaya içinde turmalinler, kayaların sertleşen kısımlarında beril ve kuvars mineralleri yer almaktadır [ Canbazoglu, 1986].

Bir halka silikat minerali olan turmalinin kimyasal formülü

$XY_3Al_6(BO_3)_3(Si_6O_{18})(OH,F)_4$  şeklinde yazılabilir. Burada X: Na, Ca Y: Al, Fe, Li, Mg'dir. Trigonal kristal sistemde oluşan turmalinler, Sorgun'da genellikle pembe renkli "Rubellit" türü olmakla beraber az miktarda siyah ve yeşil turmalinler de mevcuttur. Işınsal paralel büyümüş kristaller şeklinde görülen turmalin minerallerinin büyüklükleri 15 - 20 cm.'dir. Ayrıca pembe beril olan "Morganit" kristalleri de gözlenmektedir [ Canbazoglu, 1986].

Sorgun turmalinlerinin dış yüzeyleri yumuşak olduğundan temizlendikten sonra gemolojik olarak, işlenebilecek niteliğe gelebilir. Böyle olmasına rağmen işlenebilecek kadar iri kristaller çoğunluktadır. Bazı turmalin minerallerinin, dilinimlerinin çok iyi derecede gelişmiş olması yüzünden keserek şekil verme ve parlatma gibi işlemlerin çok güç yapılabildiği tespit edilmiştir.

Ocak açımında granit dokanağından uzaklaşarak turmalinin izi kaybedildiğinden işletme durdurulmuştur. Günümüzde pazar bulma sorunu nedeniyle herhangi bir çalışma yapılmamaktadır.

#### 6.14. Sölestin

Sivas İli'nin, Budaklı Köyü, Körtuzla Mevkiinde açık işletme yöntemiyle jipsler içinde açılan ocaklarda sölestin çıkarılmaktadır. Açık mavi renkli sölestin kristallerinin bazıları çok iyi kristallenmiş olmaları nedeniyle nadir koleksiyon minerali olacak niteliktedir. Küçük bazı sölestin minerallerinin de işlenerek kıymetli taş olarak kullanılması mümkündür [ Arda, 1982].

Kimyasal formülü  $\text{SrSO}_4$  olan sölestin ortorombik sistemde kristallenir. Renksiz veya mavimsi olabilen mineralin sertliği  $3 \frac{1}{2}$ 'dir. Yoğunluğu 3.97 ile 4.00 arasında değişirken, kırılma indisleri alfa 1.623, beta 1.624 ve gama 1.633'tür.

#### 6.15. Oltu Taşı

Erzurum'un 124 km. kuzeydoğusundaki Oltu İlçesi ve çevresindeki dağlardan çıkarılmaktadır. Çevrede 150 - 200 yıldır, sürdürüldüğü anlaşılan Oltu taşı işletmeciliğine, ilk önce Oltu İlçe Merkezine yakın, Sülünkaya (Kekeç) Köyü'ndeki, Hankas Mahallesinde açılan ocakta başlanmış, sonraları Oltu - Olur İlçelerine bağlayan karayolun kuzeyindeki, Dutludağ (Yasakdağ) yamaçlarında açılan ocaklarla üretim alanı genişletilmiştir. Daha sonraları da başta Dutlu Köy (Lisbek) olmak üzere, İğdeli, Günlüce, Sülünkaya, Güzelsu, Gökçedere köyleriyle Olur'un Ormanağzı, Taşlıköy, Çataksu Köylerinde de çok sayıda ocaklar işletmeye açılmıştır [ Göymen, 1977].

Oltu taşı, ince taneli, kıvrımlı gevrek kumtaşı tabakaları içinde bulunmaktadır. Kıvrımlı, kırıklı şeritler halinde ve yaprağımsı, mercimeğımsi şekillerde yataklanmıştır. Kalınlığı 1 - 8 cm. arasında değişir. Kumtaşlarının alt ve üstlerinde, çatlaklı, kıvrıklı kireçtaşları vardır. Kireçtaşları hafifçe kuzeydoğuya eğilimidir. Madenin 6 - 7 km. güneybatısında, gnays ve iri taneli granit yüzleklerine rastlanır [ Göymen, 1977].

"Erzurum taşı", "Oltu taşı", "Siyah Kehribar", "Erzurum Kehribarı" gibi isimlerle tanınan bu süstaşı, diğer süstaşlarına göre daha yumuşaktır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre, karbon oranı yüksek (% 78), linyit kömürü özelliğinde çıra gibi is çıkararak yanan ve geride sigara külüne benzeyen kül bırakan bir madendir. Oltu taşının nasıl ve ne zaman oluştuğu konusu günümüzde tam olarak anlaşılmamakla birlikte geçmişteki, ağaç türü bitkilerin, bunda rol oynadığı sanılmaktadır. Bugün için kabul edilen görüş ise fosilleşmiş reçine olduğu varsayımdır. Yer katmanlarından çıkarıldığı anda yumuşak havayla temasında sertleşen bu kömür çeşidinin, gri, yeşilimsi kahve ve siyaha kadar değişen renk tonları varsa da çoğunlukla siyahtır. Hızlı

sürtünmeden dolayı elektriklenerek hafif cisimleri çeker ki “Siyah Kehribar” denmesinin nedeni belki de bu özelliğindendir [ Gündoğdu ve Gedik, 1985].

Ülkemizdeki süstaşlarının içinde en iyi biçimde işlenip değerlendirilerek tanıtımı yapılan “Oltu taşı”dır. Yöre halkı 150 - 200 yıldan beri bu taşları işlemekte ve yerli yabancı turistlerin büyük ilgisini toplamaktadır.

Oltu taşı, daha çok köy halkı tarafından bölgedeki seyrek orman arazisi içinde rastgele açılan galerilerin çeşitli aletlerle kazılmaları sonucu ortaya çıkarılmaktadır. Basınç altında sıkışmış ve derli toplu bulunan Oltu Taşları, damar şeklinde devam etmediğinden çok geniş mekanlar açmaya gerek kalmadan 150 - 200 m. kadar yer altında uzanan galerilerden çıkarılmaya devam edilmiş girişten daha fazla uzaklaşmadan bu galeriler terk edilmiştir. Çoğu Oltu İlçesinin, Dutlu Köyünde olmak üzere çevrede en eskiden günümüze kadar açılmış ve terk edilmiş Oltu taşı ocaklarının sayısı 500’ü bulmaktadır. Bugünde önemli kısmı işletilen ocaklardan daha çok Dutlu, Günlüce, İğdeli ve Güzelsu Köyleriyle çevresindeki 110 kadar ocak faal haldedir [ Gündoğdu ve Gedik, 1985].

## 6.16. Oniks

### 6.16.1. Akhisar - Harmandalı

Akhisar - Harmandalı oniks mermer ocağı, Manisa İli, Akhisar İlçesinin güneydoğusundaki, Harmandalı Köyü yakınlarında yer almaktadır.

Harmandalı Köyü güneyinde kalan bölgede dolomitize ve rekristalize kireçtaşı ve kalkışist - fillit birimleri görülmektedir. Bu mesozoik yaşlı birimler, tektonizmanın etkisiyle kuzeydoğu - güneybatı yönünden kırılmış kıvrımlanmış ve faylar gelişmiştir. Çeşitli kalınlıkta, oniks damarları oluşan bu fay zonlarında iki oniks mermer ocağı işletilmektedir. Açık sarı, bal renkli olan oniks mermerleri az miktarda kahverengi tonlarda da çıkmaktadır. İşletilen oniks mermer ocaklarında çıkarılan oniksler litoloji

ve yapısal özellikler açısından homojen bir dağılım göstermektedir [ Savaşçın ve Çakıcı, 1986].

#### 6.16.2. Demirci - Saraycık

Mnisa İli, Demirci İlçesi, Saraycık Köyü güneybatısında yer almaktadır. Bölge, Menderes Kristalin Masifi'nin kuzeyinde yer alır ve Paleozoik - Senozoik yaşlı kayalardan meydana gelmiştir. Neojen de fay zonlarından çıkan temel sular oniks mermer ve travertenlerini oluşturmuştur. Bu faylar genellikle kuzeydoğu - güneybatı ve kuzeybatı - güneydoğu doğrultuludur. Özel sektörçe 1970 yılından beri işletilmekte olan Saraycık oniks mermer yatağında bugün açılmış olan yedi ocaktan üç tanesi ekonomik olarak işletilmektedir. Saraycık oniks mermerleri açık kahve, sarımsı ve açık yeşilimsi renkli, bantlı bir yapıya sahiptir [ Savaşçın ve Çakıcı, 1986].

#### 6.16.3.Söğüt - Dudaş

Söğüt - Dudaş oniks mermer yatağı, Bilecik İli, Söğüt İlçesi, Dudaş Köyü'nün güneyinde yer almaktadır.

Bölgede Paleozoik ve Senozoik kayalar gözlenmektedir. Paleozoik yaşlı kayalar, mikaşist, klorit şist ve bunların ardalanmalarından olup merceksel konumlu mermerler içermektedir. Açık ve koyu gri renkli olan mermerler, şistlerle uyumlu bir yapı sunar. Senozoik yaşlı kayalarsa çamurtaşı ve killi kireçtaşı birimlerini içermekte olup oniks mermerler de bu birim içinde yer almaktadır. Oniks mermerler çamurtaşlarıyla ardalanmalı olarak, Çamarsı Tepe dolayında küçük bir alanda gözlenir. Yeşilimsi sarı, sarımsı kahve renkli, bantlı, harelili olan Dudaş oniks mermerleri çok eski yıllardan beri işletilmektedir. Türkiye sınırları içinde değil, Avrupa ülkelerinde de tanınan önemli bir yapı ve süsleme taşıdır. Renk, desen ve diğer özellikleri bakımından benzerleri arasında önemli bir yere sahiptir. Söğüt'te gelişmiş olan küçük işleme atölyeleri sayesinde en küçük parçasına kadar değerlendirilmektedir [ Savaşçın ve Çakıcı, 1986].

#### 6.16.4. Yunusemre

Yunusemre oniks mermer ocağı, Eskişehir İli, Mihallıçık İlçesi'nin güneyinde, Yunusemre Köyü'nün yakınındaki, Kısırkaya mevkiinin güneydoğusunda yer almaktadır. Yunusemre oniks mermerleri, kireçtaşı birimi ve çakıtaşı birimiyle birlikte bulunmakta olup sarımsı kahverengimsi ve bantlı bir yapı gösterir [ Savaşçın ve Çakıcı, 1986].

#### 6.16.5. Şehit Ali Köy

Ankara İli'nin Şehit Aliköy'ün 500 m. doğusunda yer almaktadır. Arazide Triyas ve Neojen yaşlı kayaçlar gözlenmektedir. Triyas yaşlı kumtaşı birimi kuzeyde geniş bir alanda görülürken Neojen yaşlı konglomera, kumtaşı, çakıtaşı birimi arazinin orta ve güneybatı kesiminde izlenir. Birim içinde oniks mermerler ayrı bir seviye olarak gözlenmekte ve uyumlu olarak yer almaktadır. Sarımsı, kahve renkli Şehit Aliköy oniksleri, tektonik gerilmeler sonucu oluşmuş olan eklem takımlarından oldukça etkilenmiştir [ Savaşçın ve Çakıcı, 1986].

#### 6.16.6. Gülpınarı

Gülpınarı oniks mermer ocağı, Tokat İli'nin güneybatısında, Gülpınarı Köyü'nün güneyindeki, Kırkgöz Dere'yle, Kesme Dere arasında yer alır. Bölge, Paleozoik ve Senozoik yaşlı kayaçlardan meydana gelmiştir. Paleozoik yaşlı kayaçlar ocak alanının batısında, Kırkgöz Dere civarında geniş bir alanda gözlenen ve kıvrımlı bir yapı sunan düşük dereceli metamorfikler, başta kalkışist, klorit şist olmak üzere bunların ardalanması, merceksel rekristalize kireçtaşı ve metabazik girmelerden oluşmaktadır. Senozoik yaşlı birimler, alanın kuzey ve doğu kesimlerinde gözlenmekte olup başlıca konglomera, kumtaşı ve az oranda çamurtaşlarından yapıldır. Birim, Paleozoik yaşlı birimlerin üzerine aşıl uyumsuz olarak gelir. Güney sırtlarında gözlenen oniks mermerler 1 -1.5 m. kalınlığında belirli bir seviyede devam etmektedir. Paleozoik yaşlı kalkışistlerin üzerine gelen Neojen yaşlı konglomeraların tabanında düzensiz şekilli yumrular şeklinde gözlenen oniks mermerlerinin etrafı sarımsı renkli, limonitli killi sarıdır. Genellikle açık renkli, yersel olarak sarımsı oniksler içeren damarlarda, az

miktarda koyu yeşil tonlarda çıkmakta ve değeri daha fazla olmaktadır [ Savaşçın ve Çakıcı, 1986].



## **BÖLÜM 7. KARTAL AMETİST OLUŞUMLARI**

### **7.1. Çalışma Sahasının Tanıtımı**

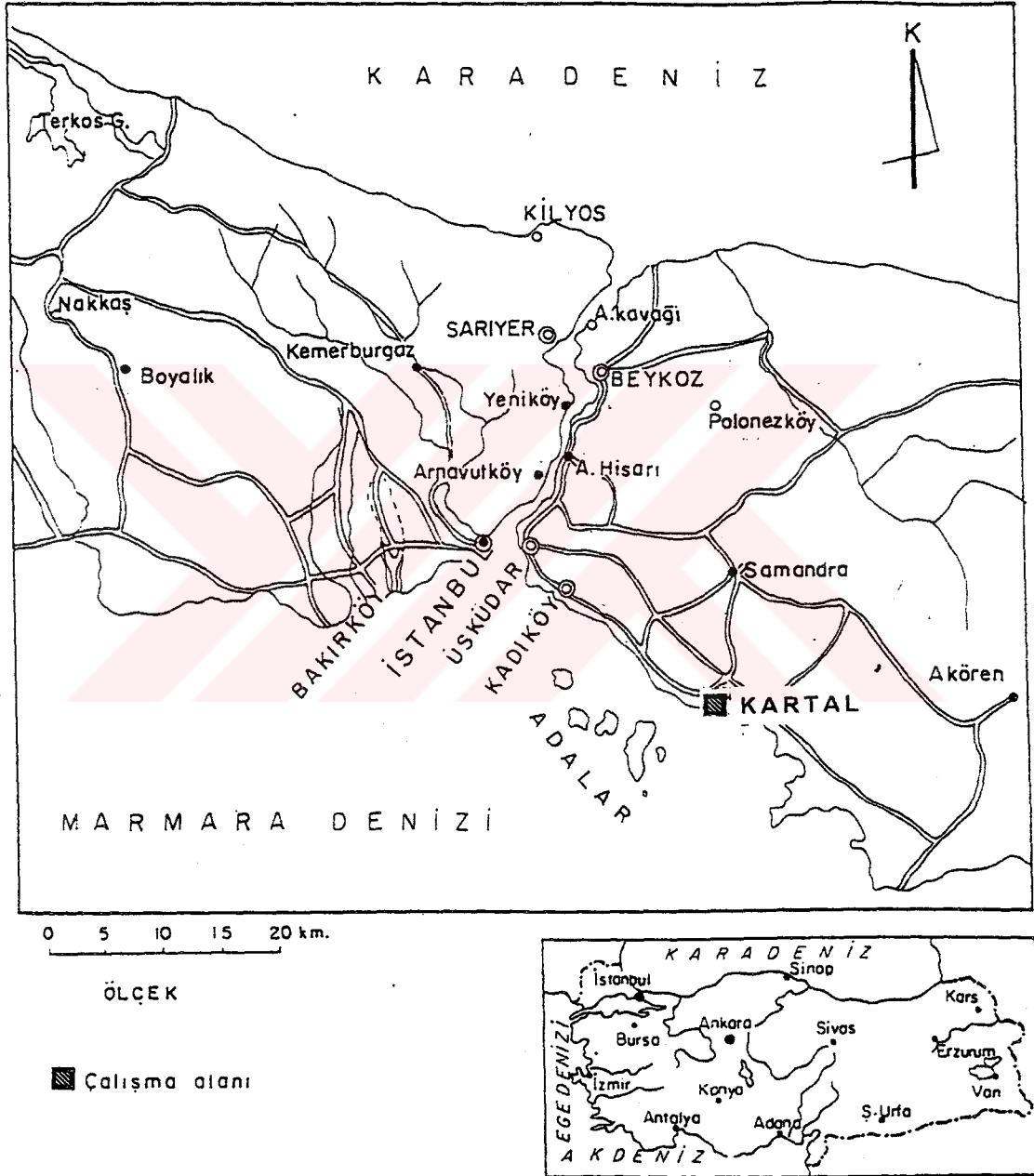
İnceleme alanı, 1930'lu yıllardan beri çimento hammaddesini teşkil eden kalker üretiminin yapıldığı Set Anadolu Çimentoları T.A.Ş.'ye ait taşocağı olup, Kocaeli yarımadasında İstanbul ili Kartal ilçesinin kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 7.1).

Ocakta üretime +96/+72 kotları arasında setler oluşturularak başlanmış , ancak üretim, volkanik kökenli andezit ile trakiandezit dayk ve filonlarının büyük bir alana yayılmaları ve yüksek silis içerikleri nedeniyle olumsuz yönde etkilenmiştir. Zamanla daha alt kotlara inildikçe andezitik dayk ve filonları daralarak daha az alana yayıldıklarından , iyi vasıflı gri-siyah , masif kalker tabakalarına ulaşarak , üretim artışı sağlanmış , 500 000 tondan başlayan kalker üretimi , günümüzde 2 milyon tona ulaşmıştır.

Bu vasıftaki kalkerler , bugünün inşaat teknolojisinde çimento , kireç , hazır beton yapımı , yol , liman ve havaalanı inşaatlarında , yani seri ve sürekli betonarme işlerinde, mıcır yapılarak büyük bloklar halinde kullanılmaktadır.

### **7.2. İstanbul - Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi**

İstanbul Boğazının iki yakasında ve Kocaeli yarımadası'nın büyük bir kısmında yeralan Paleozoik oluşuklar üzerinde çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan ayrıntılı çalışmalar sonucu İstanbul - Kocaeli Yarımadası'ndaki Paleozoik formasyonların Ordovisiyen ile başlayıp,Karbonifer'le sona erdiği, Mesozoik formasyonların ise Triyas ile Üst



Şekil 7.1 Çalışma sahasının yerini gösterir harita

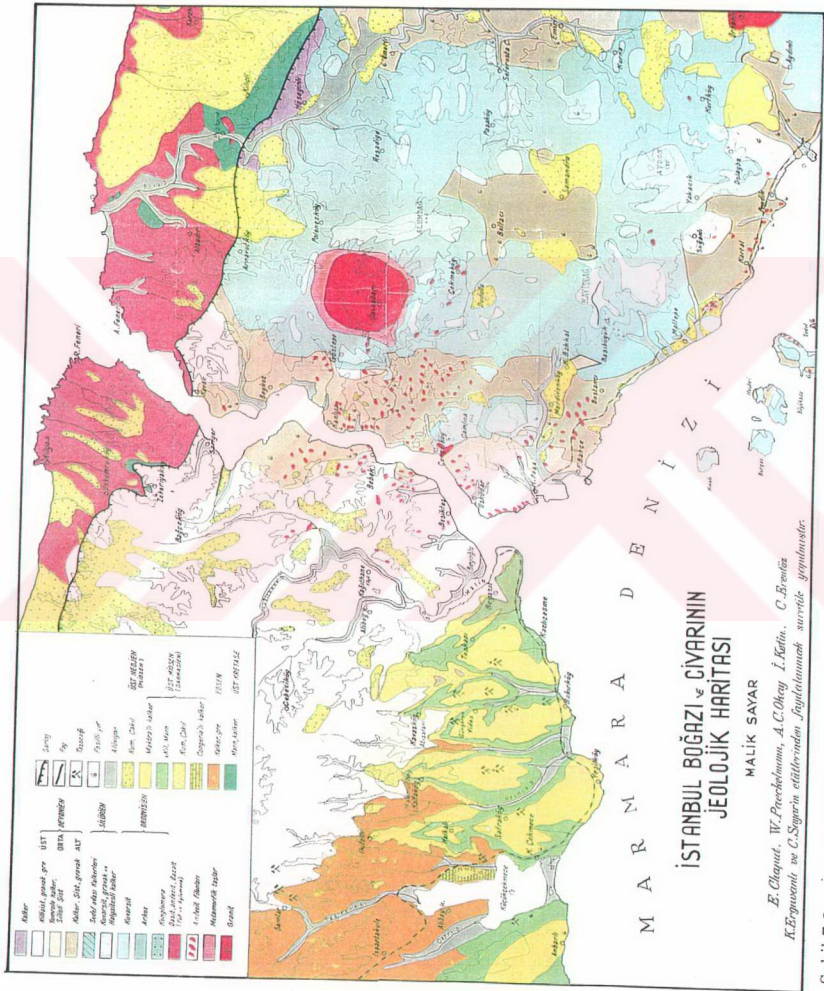


Kretase'den meydana geldiği bilinmektedir. Malik Sayar'ın derlemiş olduğu İstanbul Boğazi ve civarının jeolojik haritası Şekil 7. 2'de gösterilmiştir.

Ordovisiyen genellikle arkoz serisi veya Kocaeli serisi olarak adlandırılan klastik (kırıntılı) kayalardan, Silüriyen alacalı şeyl ve grovaklardan Devoniyen kireçtaşları ve şeyllerden Karbonifer ise çört grovak ile silttaşlarından oluşmuştur. Bu Paleozoik formasyonlarını yer yer dayklar şeklinde kesen andezit volkanizmaları kırıklar boyunca yerleşmiştir.

Triyas Paleozoyik üzerinde ve Üst Kretase Triyas üzerinde uyumsuz olarak (açılı diskordansla ) bulunur. Kocaeli Yarımadasının Gebze ile Hereke arasındaki güney kesiminde yüzeylenen Triyas 50-1000m. kalınlıkta, kırmızı renkli bir konglomera - kumtaşı serisiyle başlamaktadır. Paleozoik formasyonlar üzerinde uyumsuz olarak bulunan bu seri Paleozoik yaşlı kayalardan türeyen çakıl ve kum tanelerinden ibarettir. Taban konglomerası niteliğindeki bu seriyi 30-40m. kalınlıkta sarımsı kumlu kireçtaşları izler. Bunların da üzerine uyumlu olarak 15-65m. kalınlıkta sarımsı killi - marnlı ve bol fosilli kireçtaşları gelir. Bu fosilli tabakaların üzerinde ise 200-800m kalınlıkta dolomitik kireçtaşları bulunur. Dolomitik kireçtaşlarının üzerine 100-300 m. kalınlıkta gri renkli marn ara tabakalı ve yumrulu kireçtaşları gelir. Eskihisar ile Dil deresi arasında Marmara kıyısında demiryolu yarmalarında mostra veren bu tabakalar bol fosillidir. Gri yumrulu kireçtaşlarını 35m. kalınlıkta kırmızı-pembe renkli diğer yumrulu kireçtaşı izlemektedir. Bol miktarda ammonit, konodont ve foraminifer bulundurulur. Kocaeli Triyasının en üst seviyesi bitki artıkları içeren sarı - bej renkli kumtaşları ile bunlarla yan geçişli resifal kireçtaşlarıdır. 90m kalınlıkta olup tanıtman fosil içermemektedirler.

Triyas üzerinde uyumsuzlukla transgresif olarak duran Üst Kretase formasyonlar 50 - 100 m. kalınlıkta konglomera (Hereke pudingleri) ve onunla yan geçişli rudistli kireçtaşları ile başlayıp 150 - 300 m. kalınlıkta marn ve şeyl aratabakalı bol fosilli beyaz kireçtaşları ile devam etmektedir [Ketin, 1983].



Şekil 7.2 İstanbul Boğazı ve civarının jeoloji haritası

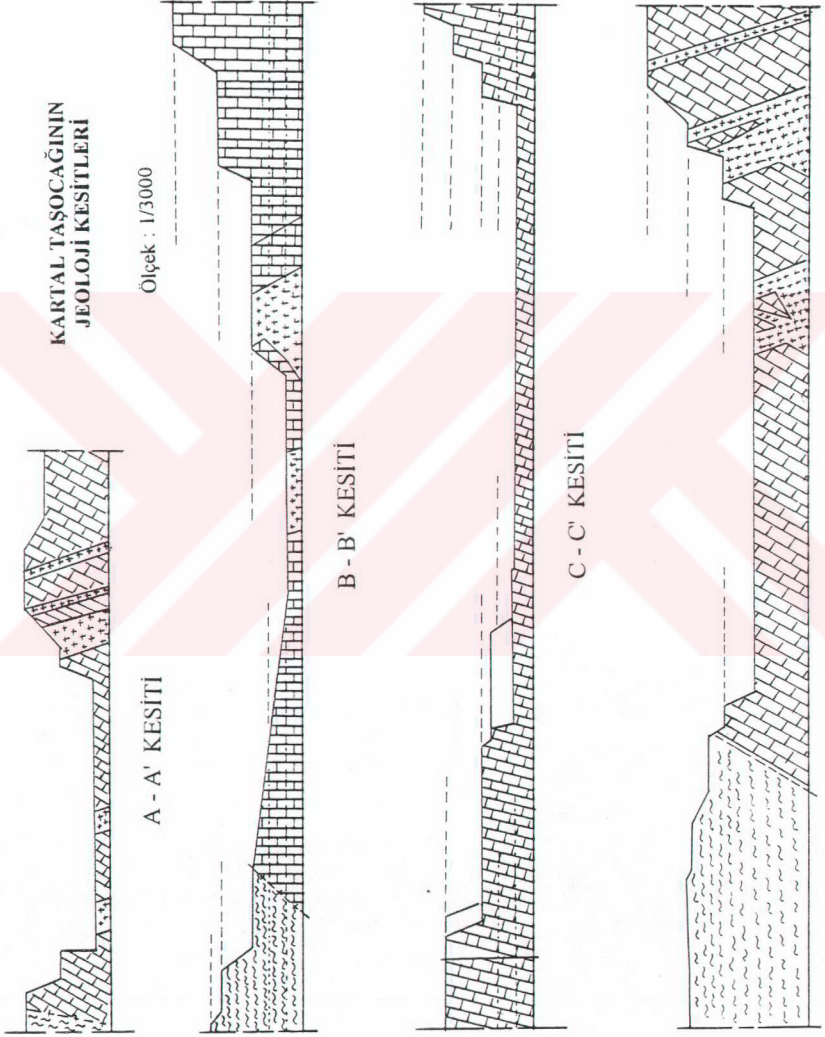
### 7.3. Kartal Taşocağının Jeolojisi

Çalışma sahasında , tabandan tavana , Üst Silüriyen - Alt Devoniyen yaşlı , siyahımsı gri - mavimsi siyah , yer yer çörtlü kalker ile talk şistlerle killi şist ve grovak istiflenmesi gözlenmektedir. Bütün bu istiflenmeyi de daha genç yaştaki volkanizma faaliyetleri ile yüzeye kadar ulaşan traki andezit dayk ve filonlar katetmiş bulunmaktadır (Şekil 7.3 - Şekil 7.4). Kalınlığı 200m.'ye kadar ulaşan Paleozoik kalker (kireçtaşı) , kalkışt istifinin inilen +28m kotuna kadar çok fazla kırıklı olmadığı gözlenmiş , fay zonları ile kontakt zonlarında kıvrımlanma , eğimlerde dikleşme ve çok nadiren devrik tabakalı stratifiye bir lagon tip kalker yapılanması izlenmiştir. Volkanik hareketler sonucu oluşan andezitik dayklar erime boşluklarını doldurmuş , dilinimli bir görünüm arz etmektedir (Şekil 7.5). Bir andezit daykı içinde ise damar halinde ametist oluşumları ortaya çıkmıştır (Şekil 7.6).

İstanbul boğazının oluşumuna kadar Paleozoik ile Mesozoik'te ve daha sonra Alpin orojenezi sebebiyle , boğazın iki yakasında , özellikle de Anadolu yakasındaki bu eski oluşuklar , meydana gelen tüm jeolojik hareketlerden etkilenmişlerdir.

Taşocağının doğu ve batısı ile güneybatı-kuzeydoğusundan alınan jeolojik kesitlerde (Şekil 7.4) sahanın bir antiklinal dom görünümü arzettiği , güney tarafta eğimlerin 35-45 arasında güney-güneydoğuya , ocağın kuzeyinde de kuzey-kuzeybatıya aynı derecelerle eğimli olduğu görülmektedir. Ocağın , kuzeybatı-güneydoğu istikametindeki jeolojik kesitleri boyunca da kıvrımlanma , kırılma ve faylanmalarla muhtelif yönlerde 0.5m. ile 1.5m. arasında kaymalar olduğu saptanmıştır. Ayrıca ocağın batı-güneybatı yönünde izlenen fay zonu dolgusundan devamlı su gelmektedir.

Genelde denizel kökenli olan bu sedimanter kayaçların oluşmaları esnasında ve daha sonra meydana gelen jeolojik olaylar nedeniyle kırık , çatlak ve erime boşlukları killi şistli volkanik kayaçlarla doldurularak geçirgen olmayan katman tablaları oluşmuştur. Yüzeyden yeraltına sızan kar , yağmur ve dolu suları kuzeyde +92/+80 , daha güneyde Süperlit fabrikası civarında +16/-18m. arasında yeraltı su seviyelerini oluşturmuşlardır.



Şekil 7.4 Kartal taşocağının jeolojik kesitleri D - D' KESİTİ





Şekil 7.5. Paleozoyik formasyonlarını kesen andezit daykı

Genelde yataya yakın bulunan kalker (kireçtaşı) katmanlarının tektonik hareketlerle (volkanizma , basınç , ısı , deprem , yerçekimi ve faylanma ) , bazı kısımlarda yatay halden kıvrım lanma mekaniğine göre eğik , dik ve devrik hale geldiği , kızgın mağma yeryüzüne çıkarken katmanların şekil , doku ve iç yapısında değişikliklerin meydana geldiği gözlenmiştir. Kıvrım yönü ile katman eğim ve doğrultularının çok sık değişmelerinde andezit ve traki andezitlerle katedilmesi ve kesintiye uğraması önemli rol oynamaktadır.

Ocakta , kalker ve kalkıştler uyumlu katmanlaşma gösterirken , grovak ve andezit kökenli kayalarda uyumlu katmanlaşma görülmez.



Şekil 7.6 Damar halinde ametist oluşumları

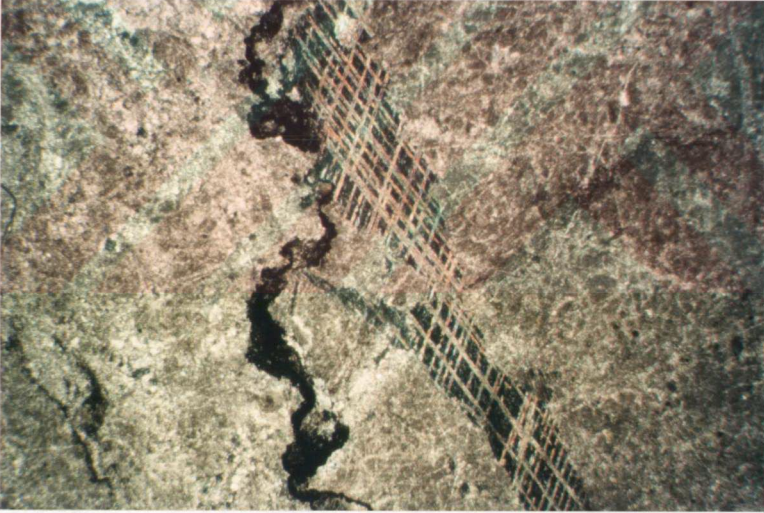
#### 7.4. Kartal Taşocağından Alınan Numunelerin Minerolojik ve Petrografik İncelemesi

Çalışma sahasındaki ametist damarı ile yan kayaçlarından alınan numunelerden hazırlanan ince kesitler, polarizan mikroskopta incelenmiş, çift nikolde fotoğrafları çekilmiş ve aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

Kartal taşocağında üretimi yapılan kalsit damarlı kireçtaşı sparitik bir doku sunmaktadır (Şekil 7.7). Oldukça homojen kimyasal ve mineralojik bileşime sahip olup, yer yer opak mineraller içerir.

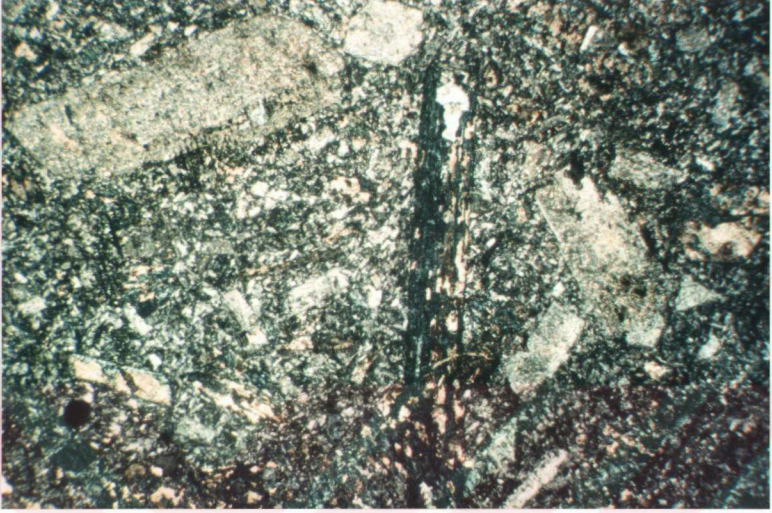
İnceleme alanındaki Paleozoik formasyonlarını yer yer kesen andezit porfirik doku göstermektedir (Şekil 7.8 - Şekil 7.10). Kayaç altere olmuş plajiyoklas, hornblend ve biotit ile az oranda apatit içerir. Çatlakları kalsit ve kuvars dolgusu ihtiva etmektedir.

Altere andezit içinde gelişen ametist damarından alınan kristalin mikro ölçekte sergilediği iç yapısı güzelliğinin kaynağıdır (Şekil 7.11 - Şekil 7.16).

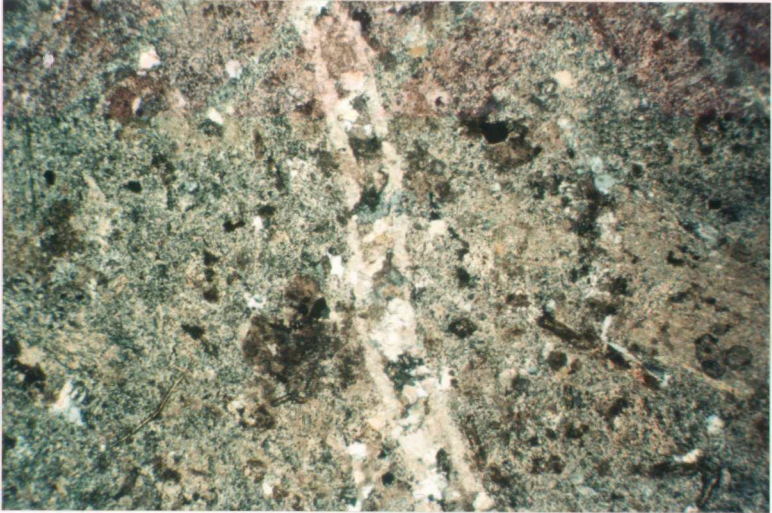


Şekil 7.7. Kireçtaşı numunesinin incekesit fotoğrafı. Kireçtaşı içinde oluşan boşlukların daha sonra kalsit ve opak mineraller tarafından ikincil olarak doldurulduğu görülmektedir. Büyütme : 10x2.5





Şekil 7.8. Altered andesite numunesinin incekesit fotoğrafı. Altered andezitin kriptokristalin matriksi içinde Ca-feldspat fenokristalleri albitleşmiş ve buna bağlı olarak serisitleşmiştir. İnce kesit fotoğrafının ortasında kloritleşmiş hornblend kristali dikkati çekmektedir. Büyütme : 10x2.5



Şekil 7.9 Tamamen serisitleşmiş ve karbonatlaşmış altered andezit içinde gelişmiş kalsit damarı ve oksitlenmiş opak mineraller. Büyütme : 10x2.5





Şekil 7.10 Altere andezitte ikincil kuvars ile tamamiyla altere olmuş plajioklas fenokristallerinin yerine ortaya çıkan kalsit ve albit görülmektedir. Büyütme : 10x2.5



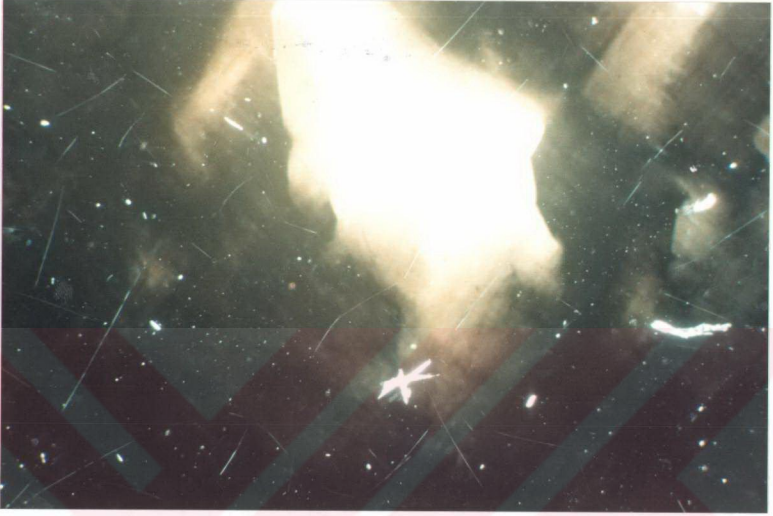
Şekil 7.11 İncekesit fotoğrafının solunda yer alan altere andezit yan kayacına ait bölümde Ca-feldspat kristalleri ile bozunmaları sonucu ortaya çıkmış serisit albit ve kalsit görülmektedir. Büyütme : 10x10



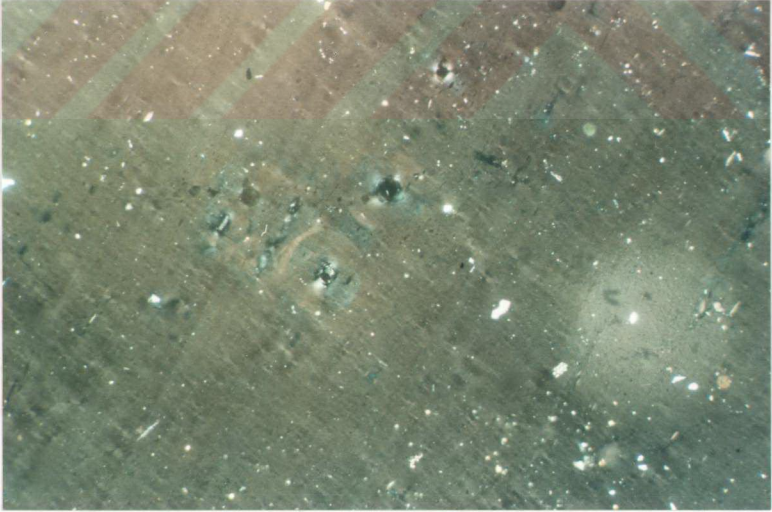
Şekil7.12 Altere andezit içinde büyüyen ametistin sınırı. Büyütme : 10x10



Şekil 7.13 Ametist kristalinin büyüme yönleri ve Fe radyoaktivitesine bağlı olarak gösterdiği farklı renk yoğunlukları. Büyütme : 10x10

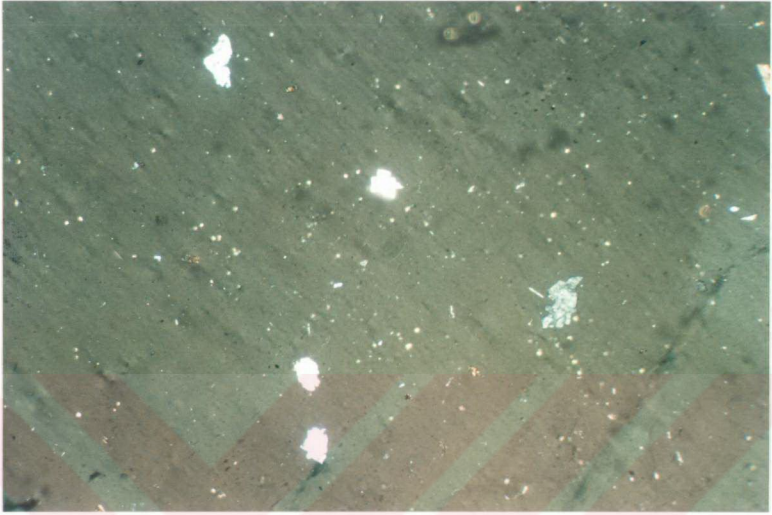


Şekil7.14 Üst şekildeki mikroskop tabla pozisyonunun değiştirilmesi ile ametist kristalinden elde edilen görüntüler. Büyütme : 10x10



Şekil 7.15 Ametist kristali içinde bir çekirdek etrafındaki renk halkaları. Büyütme : 10x10





Şekil7.16 Daha önceki evreye ait farklı büyüklükte kenarları kemirilmiş yan kayaç (altere andezit )minerallerinin ametist içindeki konumları. Büyütme : 10x10

### 7.5 Kartal Ametistinin Gemolojik İncelemesi

Kartal taşocağından alınan ametist numunesi üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre sertliği, sertlik kalemleri kullanılarak Mohs sertlik cetvelinde 7, özgül ağırlığı ise hidrostatik terazi metodundan faydalanarak 2.65 olarak belirlenmiştir. Kırılma indisleri ordiner ışın için 1.544, ekstraordiner ışın için 1.553 olup optik işareti (+) ve birefrenjensi 0.009'dur. Ametist, doğal ikizlenmesine bağlı olarak uniaksial girişim gösterir. Belirgin dikroizma gösteren ametistin ikiz renkleri mavimsi mor ve kırmızımsı mordur. Chelsea filtresi altında kırmızımsı görünüm sunan ametistin spektrumu sarı yeşil bölgesinde 5200-5500 Å° arasında farklı şiddette geniş absorpsiyona sahip olduğu halde çok belirgin olmadığından tanımlamasında yardımcı azdır. Kısa dalga ultraviyole ışık altında mavi parlıltı gösterir.

## 7.6 Kartal Ametistinin İşlenmesi

Kartal taşocağından alınan saydam ametist kristalleri Çemberlitaş - Arnavut han'da kaboşon ve faset şekilli işlenmişlerdir (Şekil 7.17).



Şekil 7.17 Ham, kaboşon şekilli ve fasetlenmiş ametistler.

Diğer muhtelif ametist işleme şekilleri şekil 7.18'de görülmektedir.

## 7.7 Ametist Hakkında Genel Bilgi

### 7.7.1 Renklenme

Kuvars ailesinin en çok itibar gören üyelerinden ametistin mor renginin son yıllarda yapılan araştırmalar ve hidrotermal gelişim metodu ile üretilen sentetik ametistler sayesinde, radyasyona maruz kalmış demirin renk merkezlerinden kaynaklandığı bilinmektedir.



Şekil 7.18 Çeşitli formlarda işlenmiş ametistler

#### 7.7.2 Isının Etkisi

Ametistin muhtelif sıcaklıklarda ısıtılması ile renk değişiklikleri kendini gösterir. Sıcaklık 400°C ve 500°C arasında iken renk genellikle kahvemsî-sarı veya granat kırmızısına değiştiği halde, olduğu yere bağlı olarak yeşil de olabilmektedir. 575°C üzerinde rengini kaybeden ametist aytaşı benzeri bir görünüm almaktadır.

Ametistin renginin ısı muamelesi ile kahvemsî - sarıya dönüştürülerek, doğada çok ender rastlanan sitrinin elde edilmesi ve işlenmesi Almanya'nın ikiz kasabaları olan Idar-Oberstein'da uzun yıllardır uygulanmaktadır.

#### 7.7.3 İnküzyonlar

Tüy şekilli boşluklar, prizmatik kristaller bitki sapı üzerinde çiçek başı görümlü kristaller ikizlenmeye bağlı olarak başparmak izi veya kaplan çizgisine benzer formlar ametist içinde rastlanabilecek inküzyonlardır. Kristalin ikizlenmesi sebebiyle

çoğunlukla açılmal renk zonları ve kısmen renklenme görülebilmektedir. Ametist içinde sıkça kakoksenit kristallerine rastlanır.

#### 7.7.4 Oluşumlar

19. yüzyılın sonlarına kadar bilinen en önemli ametist oluşumları beril ve topazla beraber bulunduğu Ural dağlarının batı sınırı yakınındaki Reshev ve Alapayev'de iken günümüzde Uruguay ve Brezilya ticari ametist kaynaklarının başında yer alırlar. Serra do Mar'dan başlayıp kuzey Uruguay'da Rivera ve Artigas'a kadar uzanan bu Güney Amerika ametistleri melafrı isimli siyah bir derinlik kayacı içindeki boşluklarda gelişmişlerdir. Diğer önemli ametist rezervleri Avustralya, Zambia, Sri Lanka, Madagaskar ile Amerika'da, Maine, New Hampshire, North Carolina, Wyoming ve Colorado'dur.

#### 7.7.5 Mitolojideki Yeri

Ametistin adını 'sarhoş olmayan' anlamına gelen Yunanca 'amethystos' kelimesinden aldığı inanılmaktadır. Ametistin kökeni ile ilgili bir efsaneye göre, şarap tanrısı Baküs saygısızlığa uğradığından, karşısına çıkan ilk kişiden intikam almaya karar vererek kaplanlarına "yiyin" emrini verir, Kaplanlar o sırada mütevazî tanrıça Diana'nın mabedine tapınmaya giden Ametist isimli kıza saldırdığında, yardım isteyen kızı tanrıça kusursuz bir kristal heykele dönüştürür. Kızgınlığından ötürü pişman olan Baküs, bir bardak şarabı heykelin üstüne dökerek, kristale çekici koyu mor rengini verir (Şekil 7.19). Bu efsaneden yola çıkarak üzerinde ametist taşıyan kişinin alkolden korunacağı, ayrıca tılsım olarak ametistin uykuyu uzaklaştırdığı, zihni açtığı, panzehir olduğu ve sahibini savaşta zarar görmekten koruduğu inancı yaygındır.





Şekil 7.19 Ametist genç kız heykeli

## SONUÇLAR

Süstaşları, pırıltılarının arkasına sakladıkları giz ile insanlık tarihi boyunca ilgi odağı olmuşlardır. Sahip oldukları manevi ve maddi değerler sebebi ile dünya çapında yürütülen bilimsel çalışmalar sayesinde giz perdeleri aralanmış ve süstaşı dünyasına adım atılmıştır.

Henüz lokasyonu bilinmeyen süstaşları araştırılarak rezerv ve kalitesi belirlenmeli ve yayın haline getirilerek ilgili kitlelere ulaştırılmalıdır.

Ülkemizde örnek teşkil eden oluşumların veya iyi gelişmiş kristallerin yerinde veya müzelerde korunması ve değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Yeni iş alanları yaratmak amacıyla öğretim kurumlarında uygulamalı gemoloji eğitimi yer almalıdır.

Ülkemizdeki süstaşlarının, hazırlanan yayınlar, düzenlenen fuar ve yarışmalar ile yurtiçi ve yurtdışında tanıtılması sağlanmalıdır. Tüm bu tanıtım çalışmaları ile birlikte yurtiçi süstaşı sahalarına uluslararası turlar düzenleyerek bu doğal mucizelerin yerinde incelenmesi yoluyla turizme katkıda bulunulabilecektir.

Türkiye'deki süstaşı potansiyeline rağmen bilimsel ve ticari faaliyetler ne yazık ki yeterli düzeyde değildir. Süstaşı ekonomisinin canlandırılabilmesi için konu ile ilgili çalışmalar teşvik edilmelidir. Resmi ve özel kuruluşlar ile derneklerin sponsorluğu ve desteği ile uluslararası tanıtım, eğitim ve iletişim projeleri geliştirilmeli ve uygulamaya konulmalıdır. Böylelikle bilgi ve teknoloji alışverişi sağlanarak olumlu ve verimli bağlantılar kurmak mümkün olacaktır.

Günümüz Türkiye'sinde geçmişe ışık tutan arkeolojik buluntular, potansiyel süstaşı sahaları, geleceğe yönelik gemolojik araştırmalar, özgün ürünler elde etmeyi amaçlayan işleme çalışmaları, artan bir ekonomik değer olan süstaşlarından faydalanabilmek için değerlendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

ADAK , C. ,1989 , Bayat (Afyon) Opal ve Kalsedonlarının Biçimlendirilmesi ve Gemolojik Potansiyeli , Bitirme Tezi , D.E.Ü. Müh. - Mím. Fak. Jeol. Müh. Böl. , Bornova ,(Yayınlanmamış).

ATAK , F. , 1990 , Anadolu'nun Gemolojik Tarihçesi ve Son Yirmi Yıldaki Önemli Gelişmeler , Bitirme Tezi , D.E.Ü. Müh. - Mím. Fak. Jeol. Müh. Böl. , İzmir , (Yayınlanmamış)

BAXTER , W. , T. , 1950 , Jewelry Gem Cutting and Metalcraft , Mc. Graw Hill Book Co. Inc. , Washington D. C.

CANBAZOĞLU , N. , 1986 , Sorgun Pegmatitik Ocağındaki Değerli Taşların Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi , Bitirme Ödevi , D.E.Ü. Müh. - Mím. Fak. Jeol. Müh. Böl. , Bornova, (Yayınlanmamış).

CANDAN , O. , DORA , Ö. , KUN , N. , 1986 , Menderes Masifi'nde Dev Kuvars Kristalleri : Fen Fakültesi 25. Kuruluş Yılı Nedeniyle Düzenlenen 1. Ulusal Tabiat Tarihi Müzeleri Sempozyumu , E.Ü.Fen Fak. , Seri B , Cilt 8 , Sayfa 192 -- 200 , İzmir.

CİPRİANİ , C. , BORELLİ , A. ,1986 , Guide To Gems and Precious Stones , Simon & Schuster Inc. , New York.

DORA , Ö. , YAĞCI , N. , 1982 ,Gördes Berilleri : Fen Fakültesi 25. Kuruluş Yılı Nedeniyle Düzenlenen1. Ulusal Tabiat Tarihi Müzeleri Sempozyumu , E.Ü. Fen Fak. , Seri B , Cilt 8 , Sayfa 319 - 331 , İzmir.

DORA , Ö. , KUN , N. , SAVAŞÇIN , Y. 1986 , Menderes Masifi'nde Bir Soy Mineral Diaspor : Fen Fakültesi 25. Kuruluş Yılı Nedeniyle Düzenlenen 1. Ulusal Tabiat Tarihi Müzeleri Sempozyumu , E.Ü Fen Fak. , Seri B , Cilt 8 Sayı 69 - 80 , İzmir.

- DORA, Ö. , 1983 , Sistematik Mineraloji , D.E.Ü. Müh. - Mim. Fak. Jeol. Müh. Böl. , Yayın no : 36 , İzmir.
- GÖYMEN, G. , 1977 , Oltu Taşı : Yeryuvarı ve İnsan , T.J.K. Yayınları , Cilt 2 , Sayı 4 , Sayfa 46 , Ankara.
- GÜMÜŞ , A. , Pınargözü - Davutoğlu (Kangal - Sivas) Hematit Yatağı Jeolojisi , Doçentlik Tezi , D.E.Ü. Müh. - Mim. Fak. Jeol. Müh. Böl. Bornova , (Yayınlanmamış).
- GÜNDOĞDU , H. , GEDİK , İ. , 1985 ,Erzurum'da Oltu Taşı İşlemeciliği : Bilim Birlik Başarı , Yaşar Holding Yayınları , Sayı 43 , İzmir.
- HATİPOĞLU , M. , 1984 , Sarıcakaya Güneydoğusu Jeolojisi ve Ekonomik Potansiyeli , Bitirme Tezi , D.E.Ü. Müh. - Mim. Fak. Jeol. Müh. Böl. , Bornova , (Yayınlanmamış).
- HURLBUT , S., C., SWITZER , S., G., 1979, Gemology, John Wiley and Sons Inc., New York.
- İNAN , K. , TANYOLU , E. , 1981 , Mineraloji , Cilt 1 , İstanbul.
- KETİN, İ. , 1983, Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İ.T.Ü. Vakfı
- KIRIKOĞLU, S., 1990, Endüstriyel Hammaddeler, İ.T.Ü. Gümüşsuyu Matbaası, İstanbul.
- ÖRÜN , D., 1988 ,Dereyalak Opallerinin Sınıflanması ve Renklendirme Çalışmaları , Bitirme Tezi , D.E.Ü. Müh. - Mim. Fak. Jeol.Müh. Böl. , Bornova , (Yayınlanmamış).
- SAVAŞÇIN , Y. , ÇAKICI , S. 1986 , Türkiye Oniks Mermerleri ve Ekonomik Değerlendirilmesi , Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu , TBAG - 633 Projesi , İzmir.
- SİNKANKAS , J. , 1970 , Prospecting For Gemstones and Minerals , Van Nostrand Reinhold Co. ,New York.

WEBSTER , R. ,1983 , Gems , 4th ed. , Butterworth & Co. Ltd. , London.

WOOLLEY , A. ,1978 The Illustrated Encyclopedia Of The Mineral Kingdom , The Hamlyn Publishing Group Ltd. , London.

YARDIMCI , S. , 1991 , Anadolu'da Bilinen Önemli Süstaşı Yataklarının Ekonomik Özellikleri ve Potansiyeli , Bitirme Tezi ,D.E.Ü. Müh. - Mim. Fak. Jeol. Müh. Böl., Bornova , (Yayınlanmamış).



EKLER



# EK A SÜSTAŞLARININ KİMYASAL BİLEŞİMLERİ

Tablo A.1 Çeşitli süstaşlarının kimyasal bileşimleri,

|                   |                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------|
| <b>ELEMENTLER</b> |                                                   |
| Elmas             | C                                                 |
| <b>HALOİDLER</b>  |                                                   |
| Fluorid           | CaF <sub>2</sub>                                  |
| <b>SÜLFİTLER</b>  |                                                   |
| Bornit            | Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>                  |
| Kalkoprit         | CuFeS <sub>2</sub>                                |
| Kobaltit          | CoAsS                                             |
| Markazit          | FeS <sub>2</sub>                                  |
| Millerit          | NiS                                               |
| Pentlandit        | (Fe,Ni)S                                          |
| Proustit          | 3Ag <sub>2</sub> S As <sub>2</sub> A <sub>3</sub> |
| Pirit             | FeS <sub>2</sub>                                  |
| Sfalerit          | ZnS                                               |
| <b>OKSİTLER</b>   |                                                   |
| Anatas            | TiO <sub>2</sub>                                  |
| Baryum titanat    | BaTiO <sub>2</sub>                                |
| Bromellit         | BeO                                               |
| Brookit           | TiO <sub>2</sub>                                  |
| Kalsiyum titanat  | CaTiO <sub>3</sub>                                |
| Kassiterit        | SnO <sub>2</sub>                                  |
| Kalsedon          | SiO <sub>2</sub>                                  |
| Kromit            | FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                  |
| Krizoberil        | BeAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                  |
| Korund            | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                    |
| Krokoit           | PbCrO <sub>4</sub>                                |
| Kuprit            | Cu <sub>2</sub> O                                 |
| Gahnit            | ZnAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                  |
| Hematit           | Fe <sub>3</sub> O <sub>3</sub>                    |
| Magnetoplumbit    | Fe, Mn ve Pb oksit                                |
| Magnetit          | FeO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                |
| Mikrolit          | Ca <sub>2</sub> Ta <sub>2</sub> O <sub>7</sub>    |
| Opal              | SiO <sub>2</sub> .nH <sub>2</sub> O               |
| Painit            | CaZrB aluminat                                    |
| Periklas          | MgO                                               |
| Povellit          | Ca (Mo,W)O <sub>4</sub>                           |
| Psilomelan        | MnO <sub>2</sub> (Kolloidal)                      |
| Kuvars            | SiO <sub>2</sub>                                  |
| Rutil             | TiO <sub>2</sub>                                  |
| Samaraskit        | Nb Ta ve nadir toprak oksitleri                   |
| Şeelit            | CaWO <sub>4</sub>                                 |
| Simpsonit         | Al <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> O <sub>15</sub>   |
| Spinel            | MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                  |



Tablo A.1 devamı,

|                    |                                                                                                                                       |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Strontiyum         | $\text{SrTiO}_3$                                                                                                                      |
| Taaffeit           | $\text{BeMg}_3\text{Al}_8\text{O}_{16}$                                                                                               |
| Vulfenit           | $\text{PbMoO}_4$                                                                                                                      |
| Zinkit             | $\text{ZnO}$                                                                                                                          |
| Zink titanat       | $\text{ZnTiO}_3$                                                                                                                      |
| <b>KARBONATLAR</b> |                                                                                                                                       |
| Aragonit           | $\text{CaCO}_3$                                                                                                                       |
| Azurit             | $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$                                                                                             |
| Kalsit             | $\text{CaCO}_3$                                                                                                                       |
| Serüzit            | $\text{PbCO}_3$                                                                                                                       |
| Dolomite           | $\text{CaCO}_3 \text{ MgCO}_3$                                                                                                        |
| Malakit            | $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$                                                                                                 |
| Fosjenit           | $(\text{Pb, Cl})_2\text{CO}_3$                                                                                                        |
| Rodokrozit         | $\text{MnCO}_3$                                                                                                                       |
| Siderit            | $\text{FeCO}_3$                                                                                                                       |
| Smitsonit          | $\text{ZnCO}_3$                                                                                                                       |
| Stiktit            | $\text{Mg}_6\text{Cr}(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                                                           |
| <b>SİLİKATLAR</b>  |                                                                                                                                       |
| Aktinolit          | $\text{Ca}(\text{Mg, Fe})_5(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$                                                                 |
| Analsit            | $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6\text{H}_2\text{O}$                                                                                         |
| Andalusit          | $\text{AlSiO}_5$                                                                                                                      |
| Apofillit          | $\text{KFCa}_4(\text{Si}_2\text{O}_5)_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$                                                                    |
| Aksinit            | $\text{HMgCa}_2\text{Ba}_2(\text{SiO}_4)_4$                                                                                           |
| Benitoit           | $\text{BaTiSi}_3\text{O}_9$                                                                                                           |
| Beril              | $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$                                                                                              |
| Cancrinete         | $3\text{H}_2\text{O} \cdot 4\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CO}_2$ |
| Krizikol           | $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                            |
| Klorastrolit       | $6\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                                              |
| Kondroit           | $2\text{Mg}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{Mg}(\text{F, OH})_2$                                                                            |
| Danburit           | $\text{CaB}_2(\text{SiO}_4)_2$                                                                                                        |
| Datolit            | $\text{Ca}(\text{B, OH})\text{SiO}_4$                                                                                                 |
| Diopsid            | $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$                                                                                                         |
| Diopas             | $\text{CuOSiO}_2\text{H}_2$                                                                                                           |
| Dumortierit        | $4(\text{AlFe})_7\text{BSi}_3\text{O}_{18}$                                                                                           |
| Enstatit           | $(\text{Mg, Fe})\text{SiO}_3$                                                                                                         |
| Epidot             | $\text{Ca}_2(\text{Al, OH})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                               |
| Euklas             | $\text{Be}(\text{Al, OH})\text{SiO}_4$                                                                                                |
| Ortoklas           | $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$                                                                                                            |
| Mikroklin          | $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$                                                                                                            |
| Albit              | $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$                                                                                                           |
| Anortit            | $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$                                                                                                           |
| Fibrolit           | $\text{Al}_2\text{SiO}_5$                                                                                                             |
| Friedelit          | $\text{H}_7(\text{Mn, Cl})\text{Mn}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$                                                                        |
| Almandin           | $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                                              |
| Andradit           | $\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                                              |
| Grossular          | $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                                              |
| Pirop              | $\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                                              |
| Spessartit         | $\text{Mn}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                                              |
| Uvarovit           | $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$                                                                                              |
| Grandierit         | Magnezyum ve demir silikati                                                                                                           |
| Hauynite           | $(\text{Na, Cl})_{4-8}(\text{SiO}_3\text{SO}_2)_{1-2}(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})$                                           |
| Howlite            | $8\text{CaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                                               |

Tablo A.1 devamı

|                  |                                                                            |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Hipersten        | $(\text{Fe, Mg})\text{SiO}_3$                                              |
| İdokras          | $\text{Ca}_6\text{Al}(\text{Al OH})(\text{SiO}_4)_5$                       |
| İolit            | $\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$                           |
| Jadeit           | $\text{NaAl}(\text{SiO}_3)_2$                                              |
| Kornerupin       | $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$                                                |
| Kyanit           | $\text{Al}_2\text{SiOs25}$                                                 |
| Lepidolit        | $\text{H}_4\text{K}_2\text{Li}_2\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{22}$       |
| Leusit           | $\text{KAl}(\text{SiO}_3)_2$                                               |
| Lületaşı         | $\text{H}_4\text{MgSi}_3\text{O}_{10}$                                     |
| Melinofan        | $(\text{Ca, Na})_2\text{Be}(\text{Si, Al})_2(\text{O, F})_7$               |
| Mezolit          | $(\text{Ca Na}_2)\text{Al}_2\text{SiO}_{10}(\text{H}_2\text{O})_{2-3}$     |
| Natrolit         | $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}2\text{H}_2\text{O}$        |
| Nefelit          | $\text{NaAlSiO}_4$                                                         |
| Nefrit           | $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe})_3(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$    |
| Pektolit         | $\text{HNaCa}_2(\text{SiO}_3)_3$                                           |
| Petalit          | $\text{Li}_2\text{OAl}_2\text{O}_38\text{SiO}_2$                           |
| Peridot          | $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$                                            |
| Fenasit          | $\text{Be}_2\text{SiO}_4$                                                  |
| Pollusit         | $\text{H}_2\text{Cs}_4\text{Al}_4(\text{SiO}_3)_9$                         |
| Prehnit          | $\text{H}_2\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                         |
| Pirofillit       | $\text{H}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_4$                                    |
| Rodonit          | $\text{MnSnO}_3$                                                           |
| Marialit         | $\text{Na}_4\text{Cl}(\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24})$                |
| Meinoit          | $\text{Ca}_6(\text{SO}_4\text{CO}_3)(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})$ |
| Serpantin        | $\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$                               |
| Sattukit         | $2\text{CuSiO}_3\text{H}_2\text{O}$                                        |
| Sodalit          | $3\text{NaAlSiO}_4\text{NaCl}$                                             |
| Sfen             | $\text{CaTiSiO}_5$                                                         |
| Spodumen         | $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$                                              |
| Staurolit        | $2\text{Al}_2\text{SiO}_3\text{Fe}(\text{OH})_2$                           |
| Steatite         | $\text{H}_2\text{Mg}_3(\text{SiO}_3)_4$                                    |
| Tomsonit         | $3(\text{Ca, Na}_2)\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{H}_2\text{O}$     |
| Topaz            | $\text{Al}_2(\text{F, OH})_2\text{SiO}_4$                                  |
| Turmalin         | $(\text{NaCa})(\text{LiMgFeAl})_9\text{B}_3\text{Si}_6(\text{O, OH})_{31}$ |
| Tremolit         | $\text{CaMgSi}_4\text{O}_{12}$                                             |
| Tugtupit         | $\text{Na}_8\text{Al}_2\text{Be}_2\text{Si}_8\text{O}_{24}$                |
| Willemite        | $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$                                                  |
| Vollastonit      | $\text{CaSiO}_3$                                                           |
| Zirkon           | $\text{ZrSiO}_4$                                                           |
| Zoisit           | $\text{Ca}_2(\text{Al, OH})\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$                    |
| <b>SÜLFATLAR</b> |                                                                            |
| Anglesit         | $\text{PbSO}_4$                                                            |
| Anhidrit         | $\text{CaSO}_4$                                                            |
| Barit            | $\text{BaSO}_4$                                                            |
| Sölestin         | $\text{SrSO}_4$                                                            |
| Jips             | $\text{CaSO}_42\text{H}_2\text{O}$                                         |
| <b>FOSFATLAR</b> |                                                                            |
| Amblygonit       | $\text{LiAl}(\text{F, OH})\text{PO}_4$                                     |
| Apatit           | $\text{Ca}(\text{F, Cl})\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3$                        |
| Aujelit          | $2\text{Al}_2\text{O}_3\text{P}_2\text{O}_53\text{H}_2\text{O}$            |
| Berillonit       | $\text{NaBePO}_4$                                                          |
| Brezilyanit      | $\text{Al}_3\text{Na}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$                         |

Tablo A.1 devamı,

|                              |                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Eosforit                     | $\text{AlPO}_4(\text{Mg, Fe})(\text{OH})_2\text{H}_2$                 |
| Herderit                     | $\text{CaBe}(\text{F, OH})\text{PO}_4$                                |
| Lazulit                      | $\text{FeAl}_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_2$                           |
| Fosfofillit                  | $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                |
| Turkuaz                      | $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| Varisit                      | $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                             |
| Vivianit                     | $\text{Fe}_3\text{P}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$            |
| <b>BORATLAR</b>              |                                                                       |
| Borosit                      | $\text{Mg}_6\text{Cl}_2\text{B}_{14}\text{O}_{26}$                    |
| Kolemanit                    | $\text{Ca}_3\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$        |
| Hamberjit                    | $\text{Be}_2(\text{OH})\text{BO}_3$                                   |
| Rodizit                      | $\text{KAl}_2\text{B}_3\text{O}_8$                                    |
| Sinhalit                     | $\text{Mg}(\text{Al, Fe})\text{BO}_4$                                 |
| Uleksit                      | $\text{NaCaB}_5\text{O}_9$                                            |
| <b>KARBİDLER</b>             |                                                                       |
| Boron Karbid                 | $\text{B}_4\text{C}$                                                  |
| Silikon Karbid               | $\text{SiO}$                                                          |
| <b>ARSENATLAR</b>            |                                                                       |
| Duranjit                     | $\text{Na}(\text{Al, F})\text{AsO}_4$                                 |
| Legrandit                    | $\text{Zn}_{14}(\text{AsO}_4)_9\text{OH} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  |
| Mimetit                      | $(\text{PbCl})\text{Pb}_4(\text{AsO}_4)_3$                            |
| <b>ARSENİDLER</b>            |                                                                       |
| Algodonit                    | $\text{Cu}_6\text{As}$                                                |
| Domeykit                     | $\text{Cu}_3\text{As}$                                                |
| Nikkolit                     | $\text{NiAs}$                                                         |
| Smaltit                      | $\text{CoAs}_3$                                                       |
| <b>NİOBAT VE TANTALATLAR</b> |                                                                       |
| Kolumbit                     | $(\text{Fe, Mn})(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_6$                          |
| Euksenit                     | $(\text{Y, Ce, Er, U})(\text{Nb, Ti})\text{O}$                        |
| KTN                          | Potasyum tantanat                                                     |
| Lithiumniobate               | $\text{LiNbO}_3$                                                      |
| Samarskit                    | $(\text{Fe, Ca, UO}_2)_3(\text{Ce, Y})(\text{Nb, Ta})_6\text{O}_{21}$ |
| Sübiotantalit                | $\text{SbO}_2(\text{Ta, Nb})_2\text{O}_6$                             |
| <b>ANTİMONİDLER</b>          |                                                                       |
| Breithauptit                 | $\text{NiSb}$                                                         |

## EK B

## KRİSTAL SİSTEMLERİNE GÖRE SÜSTAŞLARI

Tablo B.1 Kristal sistemlerine göre süstaşları,

| <b>Kübik</b>       | <b>Tetragonal</b> |
|--------------------|-------------------|
| Analsit            | Anatas            |
| Borasit            | Apofillit         |
| Bornit             | Fosjenit          |
| Elmas              | İdokras           |
| Fluorit            | Kalkopirit        |
| Gahnit             | Kassiterit        |
| Granat             | Povellit          |
| Kobaltit           | Rutil             |
| Kromit             | Skapolit          |
| Kuprit             | Şeelit            |
| Lazurit            | Tugtupit          |
| Leusit             | Vulfenit          |
| Magnetit           | Zirkon            |
| Mikrolit           |                   |
| Pentlandit         | <b>Amorf</b>      |
| Periklas           | Cam               |
| Pirit              | Ekanit            |
| Pollusit           | Fildişi           |
| Rodizit            | Kehribar          |
| Sfalerit           | Krizokol          |
| Smaltit            | Moldavit          |
| Sodalit            | Obsidiyen         |
| Spinel             | Oltu taşı         |
| Strontiyum titanat | Opal              |
|                    | Plastikler        |
| <b>Heksagonal</b>  | <b>Trigonal</b>   |
| Algodonit          | Dioplas           |
| Apatit             | Dolomit           |
| Benitoit           | Hematit           |
| Beril              | Kalsit            |
| Bromillit          | Korund            |
| Mimetit            | Kuvars            |
| Nefelit            | Magnezit          |

Tablo B.1 devamı,

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| Simpsonit         | Millerit             |
| Taaffeit          | Rodokrozit           |
| Zinkit            | Siderit              |
|                   | Smitsonit            |
|                   | Turmalin             |
| <b>Monoklinik</b> | <b>Triklinik</b>     |
| Aktinolit         | Ambligonit           |
| Azurit            | Aksinit              |
| Berillonit        | Kyanit               |
| Brezilyanit       | Mikroklin feldspat   |
| Datolit           | Plajiolklas feldspat |
| Diopsit           | Rodonit              |
| Duranjit          | Turkuaz              |
| Epidot            |                      |
| Euklas            | <b>Ortorombik</b>    |
| Fosfofillit       | Andalusit            |
| Herderit          | Anglesit             |
| Jadeit            | Anhidrit             |
| Jips              | Aragonit             |
| Kolemanit         | Barit                |
| Kondrodit         | Bronzit              |
| Krokoit           | Brookit              |
| Lületaşı          | Danburit             |
| Lazulit           | Dumortierit          |
| Legrandit         | Enstatit             |
| Lepidolit         | Fibrolit             |
| Malakit           | Hipersten            |
| Mezolit           | Iolit                |
| Nefrit            | Kalsiyum titanat     |
| Ortoklas feldspat | Kolumbit             |
| Pektolit          | Krizoberil           |
| Petalit           | Markasit             |
| Sanidin           | Natrolit             |
| Serpantin         | Peridot              |
| Sfen              | Pirofillit           |
| Spodumen          | Prehnit              |
| Talk              | Sölestin             |
| Tremolit          | Samarskit            |

Tablo B.1 devamı,

|             |                |
|-------------|----------------|
| Uleksit     | Serisit        |
| Vivianit    | Sinhalit       |
| Vollastonit | Skorodit       |
|             | Staurolit      |
|             | Stibiotantalit |
|             | Tomsonit       |
|             | Topaz          |
|             | Varisit        |
|             | Zoisit         |

## EK C

## RENKLERİNE GÖRE SÜSTAŞLARININ İSİMLENDİRİLMESİ

Tablo C.1 Renklerine göre süstaşlarının isimlendirilmesi,

| Mineral   | Renk                                                                          | İsim                              |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Amfibol   | Yeşil, bevaz, opak veya yarı saydam                                           | Nefrit veya Jade                  |
| Andalusit | Yeşil ,kırmızı ,kahve                                                         | Andalusit                         |
| Beril     | Parlak yeşil*                                                                 | Zümrüt                            |
|           | Soluk mavi ,yeşilimsi mavi                                                    | Akuamarin                         |
|           | Beyaz                                                                         | Beyaz beril                       |
|           | Yeşil                                                                         | Yeşil beril                       |
|           | Altın sarısı                                                                  | Sarı beril                        |
| Elmas     | Pembe                                                                         | Morganit                          |
|           | Beyaz ,sarımsı beyaz, sarı, kahve, yeşil, pembe, kırmızı, leylak, mavi, siyah | Elmas                             |
|           |                                                                               |                                   |
|           |                                                                               |                                   |
|           |                                                                               |                                   |
| Feldspat  | Beyaz                                                                         | Adularya                          |
|           | Sarı                                                                          | Ortoklas                          |
|           | Mavimsi ışık titreşimi ile beyazımsı                                          | Aytaşı                            |
|           | Opak yeşil                                                                    | Amazonit                          |
|           | Beyazımsı -kahve-kırmızı-altın sarısı benekli                                 | Güneştaşı                         |
|           | Mavimsi, kırmızımsı, sarımsı veya yeşilimsi parıltılı gri                     | Labradorit                        |
| Fluorit   | Yeşil, sarı, kırmızı, mavi, mor                                               | Fluorit                           |
| Granat    | Her renk                                                                      | Granat                            |
|           | Mor-kırmızı                                                                   | Almandin granat                   |
|           | Kırmızıdan koyu kırmızıya                                                     | Piop granat                       |
|           | Soluk mor                                                                     | Rodolit granat                    |
|           | Kahvemsı kırmızı, turuncu-kırmızı                                             | Spessartit granat veya spessartin |
|           | Yarı saydam soluk yeşil ve saydam diğer renkler                               | Grossular granat, grossularit     |
|           | Turuncu-sarımsı kırmızı-kırmızımsı kahve                                      | Hessonit granat                   |
|           | Yeşil, sarımsı yeşil                                                          | Andradit veya Demantoid granat    |
|           | Siyah                                                                         | Malanit granat                    |
| İnci      | Her renk                                                                      | İnci                              |
| İolit     | Mavi ve kahve                                                                 | İolit veya Kordierit              |
| Kehribar  | Her renk                                                                      | Kehribar                          |
| Korund    | Kırmızı                                                                       | Rubi                              |
|           | Yıldızlı kırmızı                                                              | Yıldız rubi                       |
|           | Mavi                                                                          | Safir                             |
|           | Yıldızlı mavi ,gri                                                            | Yıldız safir                      |



Tablo C.1 devamı,

|                         |                                                                                     |                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                         | Diğer renkler                                                                       | Sarı safir ,yeşil safir , pembe safir |
| Krizoberil              | Sarı , sarımsı yeşil , sarımsı kahve , kahve                                        | Krizoberil                            |
|                         | Gün ışığında yeşil , yeşilimsi kahve , tungsten ışığında kırmızı , kırmızımsı kahve | Aleksandrit                           |
| Kuars                   | Renksiz                                                                             | Kaya kristali veya kuvars             |
|                         | Açık veya koyu mor                                                                  | Ametist                               |
|                         | Yeşil                                                                               | Yeşil kuvars                          |
|                         | Sarı, kahvemsı sarı                                                                 | Sitrin                                |
|                         | Dumanlı veya kahvemsı sarıdan siyaha                                                | Dumanlı kuvars                        |
|                         | Kahvemsı sarıdan kahveye                                                            | Kahve kuvars                          |
|                         | Pembe                                                                               | Pembe kuvars                          |
| Kuars (İnklüzyonlu)     | Beyazımsı gri, grimsi yeşil, yeşilimsi sarı, mavi, titreşen ışık çizgili            | Kuars kedi gözü                       |
|                         | Sarımsı kahve, kahvemsı altın sarısı, titreşen ışık çizgili                         | Kaplan gözü                           |
|                         | Kaplan gözüne benzer fakat grimsi mavi                                              | Şahin gözü                            |
|                         | Sarımsı kahve kırmızı, sarı, kahve, kırmızı veya yeşil , küçük mika pullu           | Avanturin kuvars                      |
|                         |                                                                                     |                                       |
| Kuars (Kriptokristalin) | Gri-mavi                                                                            | Kalsedon                              |
|                         | Elma yeşili ve açık yeşil                                                           | Krizopras                             |
|                         | Kırmızı                                                                             | Akik                                  |
|                         | Kırmızı noktalı koyu yeşil                                                          | Kantaşı veya Heliotrop                |
|                         | Beyazımsı, sarı, yeşil, kırmızı, kahve                                              | Jasper                                |
|                         | Pırasa yeşili                                                                       | Plazma                                |
|                         | Çeşitli renklerde bantlı                                                            | Agat, Oniks, Sardoniks                |
|                         | Yosun benzeri kapanımlar içeren                                                     | Moss agat                             |
| Lapis-lazuli            | Opak mavi, pirit parçalı                                                            | Lapis-lazuli                          |
| Malakit                 | Yeşil damarlı, bantlı                                                               | Malakit                               |
| Mercan                  | Kırmızı , pembe , beyaz , bazen siyah                                               | Mercan                                |
| Olivin                  | Sarımsı yeşil, zeytin yeşili, kahve                                                 | Peridot                               |
| Opal                    | Gökkuşakına benzer renk oyunlu, açık renk                                           | Opal veya beyaz opal                  |
|                         | Koyu renk                                                                           | Siyah opal                            |
|                         | Saydam, saman renkli veya renksiz                                                   | Su opal                               |
|                         | Ateşimsi kırmızı, kahvemsı kırmızı                                                  | Ateş opal                             |
|                         | Matriks içinde opal benekli                                                         | Opal matriks                          |
| Pirit                   | Metalik                                                                             | Pirit veya Markasit                   |
| Piroksen                | Yeşil, zümrüt yeşili benekli beyazımsı, leyak, kahve, turuncu, opak ve yarı saydam  | Jadeit veya jade                      |
|                         | Koyu yeşil veya siyaha yakın, beyaz benekli, opak ve yarı saydam                    | Kloromelanit                          |
| Serpantin               | Yarı saydam yeşil                                                                   | Bovenit                               |
|                         | Siyah noktalı zümrüt yeşili                                                         | Williamsit                            |
|                         | Yeşil, gri-yeşil, beyazımsı ve kırmızımsı kahve                                     | Serpantin                             |

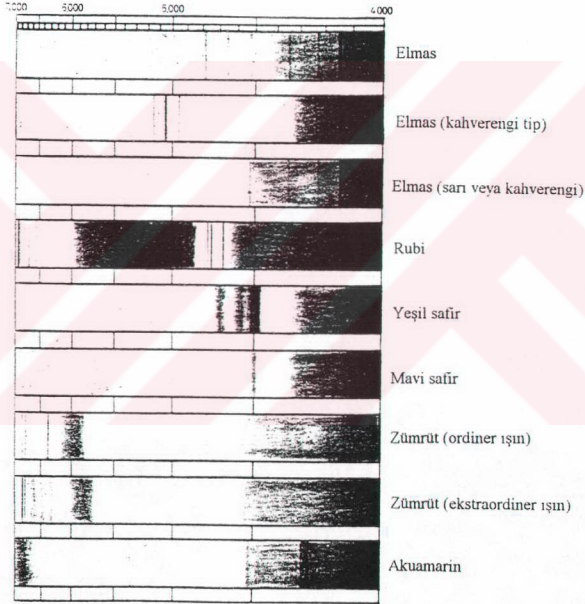
Tablo C.1 devamı,

|          |                                                                                                                  |                 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Sfen     | Sarı, yeşil, kahve ve gri                                                                                        | Sfen            |
| Spinel   | Her renk                                                                                                         | Spinel          |
| Spodumen | Sarımsı yeşil, kahvemsı yeşil, soluk sarı                                                                        | Spodumen        |
|          | Parlak yeşil <sup>1</sup>                                                                                        | Hiddenit        |
|          | Pembe, lila, mor                                                                                                 | Kunzit          |
| Topaz    | Her renk                                                                                                         | Topaz           |
| Turkuaz  | Gök mavisi, mavi, mavimsi yeşil, yeşilimsi                                                                       | Turkuaz         |
|          | Matriks içinde turkuaz parçaları                                                                                 | Turkuaz matriks |
| Turmalin | Her renk                                                                                                         | Turmalin        |
| Zirkon   | Her renk                                                                                                         | Zirkon          |
| Zoisit   | Kristaller genellikle kahverengi, ancak ısıtılarak mavileştiriliyor. Ayrıca masif yeşil formda da bulunabiliyor. | Zoisit          |

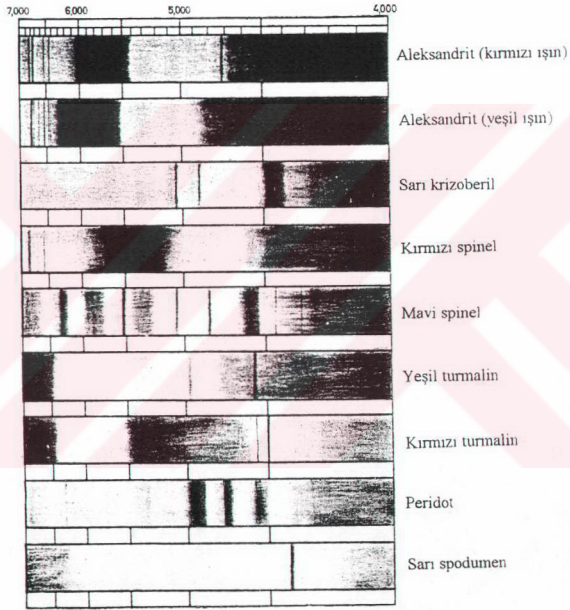
---

<sup>1</sup> Krom'a bağlı renklenme

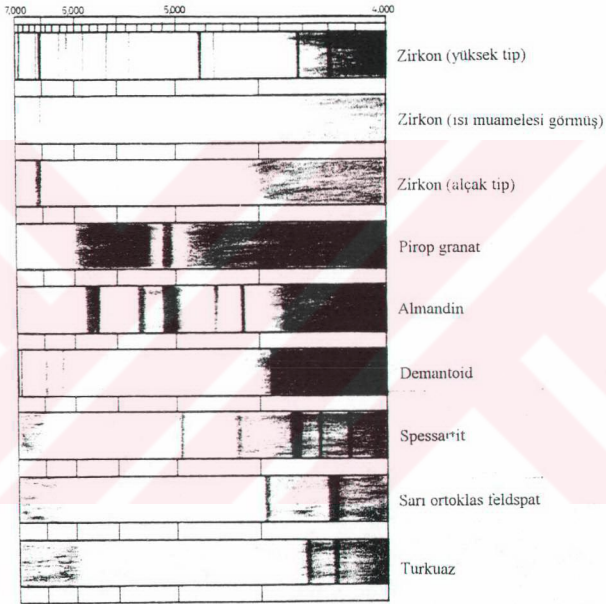
## EK D SÜSTAŞLARININ ABSORPSİYON SPEKTRUMLARI



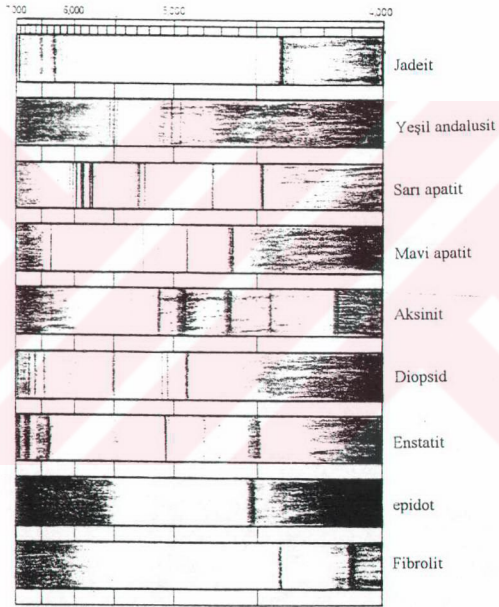
Şekil D.1 Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları,



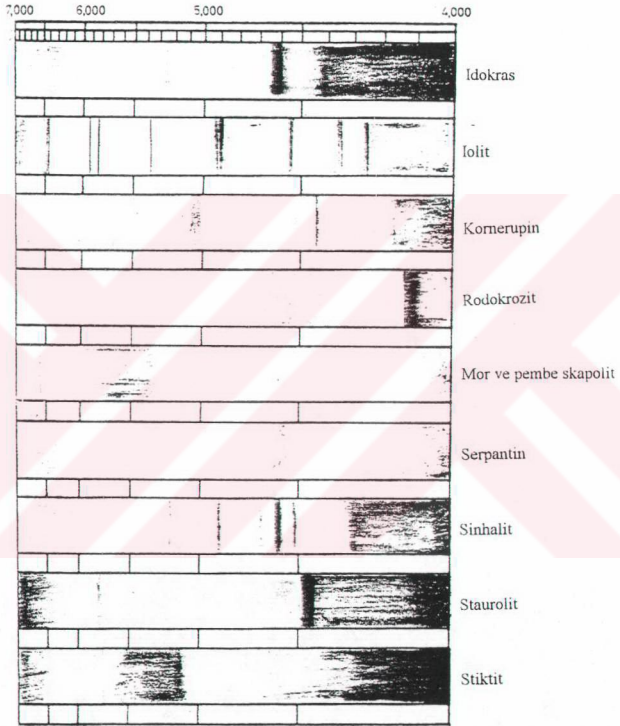
Şekil D.2 Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları,



Şekil D.3 Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları,

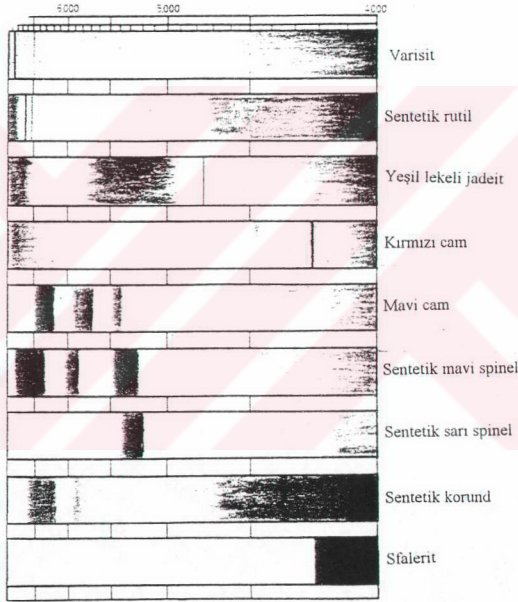


Şekil D.4 Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları,



Şekil D.5 Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları,





Şekil D.6 Süstaşlarının absorpsiyon spektrumları,

## ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında İstanbul'da doğan Banu GÖZÜPEK, ilköğrenimini Küçükyalı Fevzi Çakmak İlkokulu'nda tamamlamıştır. Ortaokula Irak - Baghdad International School'da başlamış, 2 yıl sonra Kadıköy Anadolu Lisesi'ne geçerek 1989 yılında Lise eğitimini tamamlamıştır. Aynı yıl İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başlamış ve 1993 yılında mezun olarak İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maden Yatakları - Petroloji Programında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır.

Sütaşlarının insanları gökkuşağı ile buluşturduğuna inanarak halen gemoloji çalışmalarını kapsamlı bir şekilde sürdürmektedir.

KARTAL TAŞOCAĞININ  
JEOLojİ VE İMALAT HARİTASI

