

## Opal ve Genel Özellikleri

M. Vieil, İ. Çavuşoğlu, O. Celep, I. Alp & A.O. Yılmaz

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

**ÖZET:** Bu çalışmada, bir süs taşı olarak opal tanıtılmıştır. Fiziksel ve mineralojik özelliklerinin yanı sıra literatürde yapılan çok değişik opal sınıflandırılması (görünüm ve değerli oluşuna göre, renk tonuna göre, doğal yada yapay oluşuna göre, fiziksel özelliklerine göre) yapılmıştır. Ayrıca opalin fiziksel özelliklerine yapılan ve uluslararası literatürde kabul gören sınıflandırılması da detaylı olarak verilmiştir. Avustralya dünyadaki opal yataklarının %95'ine sahip olmakla birlikte ülkemizde de çeşitli bölgelerde (Afyon-Bayat, Eskişehir-İnönü, Kütahya-Şaphane ve Erzurum-Oltu) opal yatakları mevcuttur.

**ABSTRACT:** In this study, opal is presented as an ornament stone. The different classification of opal (as appearance and precious, as colors tone, as natural or synthetic, as physical features) is performed as a result of examination of literature studies together with physical and mineralogical features of opal. Also, as to physical features classification of opal is given as detailed. Australia has 95 % of world opal deposits and there are opal deposits (Afyon-Bayat, Eskişehir-İnönü, Kütahya-Şaphane ve Erzurum-Oltu) in several regions in Turkey.

### 1. GİRİŞ

Süstası, yer kabuğundan çıkarılıp işlenen ve insanlar tarafından süs ve ziynet eşyası olarak kullanılan değişik renkli mineral, taş ve organik malzemelere denir (Saniz, Nuhoğlu, 1992). Süstaşları yada kıymetli taşlar olarak da tanımlanan malzemeler izafi olarak yan kıymetli ve kıymetli süs taşları olmak üzere iki grup altında incelenirler. Bu ayrım kesin bir sınır yoktur. Süs taşları doğada yaygın olarak bulunan oksijen, karbon, alüminyum, silisyum, kalsiyum ve magnezyum gibi elementler tarafından oluşturulur (Url 1). Kimyasal bileşimlerinde silikatlar, oksitler, fosfatlar, sülfatlar, karbonatlar, ve benzeri mineral bileşikleri bulunur (Köktürk, 2002). Doğada ender olarak bulunan bu mineral, taş ve organik malzemelerin bazıları, onlara ekonomik bir değer katan aynalık bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptirler.

Süstaşlarının aynalıklarını sağlayan bu başlıca özellikleri :

- > Güzellik ve estetik görünüm
- > Dayanıklılık ve ender bulunma
- > Taşınabilme
- > Şekillendirmeye uygunluk
- > İri ve tek kristal olma
- > Sertlik
- > Parlaklık, saydamlık, saflık ve renk'tir (Hatipoğlu, 1998).

Ancak doğada bulunan her mineral de süstaşı değildir. Bu nedenle süstaşları şöyle sınıflandırılabilir:

- Mineral kökenli süstaşları : Yukarıdaki özelliklere sahip olan minerallerdir (kuvars, opal, kalsedon, granat, turmalin, beril, korendum, diaspor).
- Kaya kökenli süstaşları : Sert ve sağlam belirgin kullanım alanı olan çeşitli renkli ve ekonomik öneme sahip kayalar (oniks, obsidiyen).
- Organik kökenli süs taşları : (inci, mercan, kehribar, silisleşmiş ağaç) (Köktürk, 2002).

Opal önemli süs taşlarından biridir. Opaller, kesilip parlatılabilir. Opal aynı zamanda oldukça popüler mineraller arasındadır ve müzeler en zarif ürünleri alabilmek için rekabet halindedir. En değerli opaller Avustralya, Amerika, Meksika ve Brezilya'da çıkartılmaktadır. Opal yataklarının bulunduğu diğer belli başlı ülkeler: Etiyopya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Macaristan, Türkiye, Endonezya, Brezilya, Honduras, Guatemala ve Nikaragua.

Bir süs taşı olan opalin literatürde çok değişik sınıflandırılması yapılmıştır. Bu çalışmada literatürde yapılmış bu sınıflandırmalar incelenip görünüm ve değerli oluşuna göre, renk tonuna göre, doğal yada yapay oluşuna göre, fiziksel özelliklerine göre opaller sınıflandırılmıştır (Url 2). Opallerin fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılmasında 99 çeşit opal türü verilmiştir (Url 4). Bu sınıflandırma en geniş opal türlerini içeren uluslar arası bir sınıflandırmadır. Ayrıca çalışmada dünyadaki ve ülkemizdeki mevcut opal yatakları sunulmuştur.

## 2. OPAL NEDİR?

Opal Yunanca "renk değişimini görmek" (opali ious) anlamına gelir (Url 1). Opal, bir kristobalit silis küreciklerinin düzenli ve düzensiz bir kafes yapısına sahip ve %3 ile %21 arasında su içeren bir sulu amorf silikasıdır. Opal, amorf bir yapıya sahip olmasına rağmen silisin kristal olmayan bir şeklidir. Opal 100°C altında oluşmuş bir silika jelidir (çökelimlidir). Bu jel sedımanter tabaka çatlak ve yarıkları içine sızarak oluşmuştur. Meteorik sudaki silika, buharlaşmayla konsantr haline gelir ve bunun sonucundan koloidal silika jeli yani opal oluşumu gerçekleşir (Simandl, 1998). Opalin bilinen klasik jel dokusu yanında taneli agregalar gösterebileceği ve bu doku ile kristobalite bir geçiş gösterdiği bilinmektedir (Andaç, 1976).

Elektron mikroskobunda değerli opal, kapanım silika kürecikleri ve su yada CO<sub>2</sub> gaz boşlukları içerdiği gözlemlenmiştir. Opal konkoidal kırınımlı ve değişik renk oluşumuyla karakterize edilmektedir (Simandl, 1998).

Opalin jeolojik şartlarda oluşması için (H<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) silisikosit konsantrasyonunun 100-200ppm olması gereklidir. Volkanik kayalarda silis silikatların hidrotermal aberasyonundan türeyebilir. Kırılma

yüzeyi konkoidaldır. Sertlik 5-6, özgül ağırlık 2-2,25'dir. Camsı parlaklıkta fakat sık sık reçinemsidir. Renksiz, beyaz, sarı, kırmızı, kahverengi, yeşil, gri ve mavinin açık tonlanndadır. Koyu renkler safsızlıklar nedeniyle oluşur. Saydam, yarı saydamdır. Ultraviyole ışıktaki bazı opal türleri yeşilimsi flüoresans özellik gösterir. Yapısındaki su miktarı %3 - %21 arasındadır(Url 4).

Kıymetli opallerin, göze çarpan en belirgin özelliği ışığın spesifik dalga boyunu yansıtabilme ve kırabilme özelliğine sahip olmasıdır. Aslında bu olayı açıklayabilmek için "opalescence" (opal ışımı) terimi ortaya atılmıştır. Kayalardaki amorf silika küreciklerinin boşluk ve boyutu ışığın spesifik dalga boyunu yansıtır; her bir küreden yansıyan ışınlar, küçük su damlacıklarındaki gökkuşağı rengine benzer. Işığın dalga boylarının bu karşılıklı etkileşimi opale sahip olduğu eşsiz bir görsel cazibe verir ve aynı zamanda opali dünyada en çok aranan süs taşlarından birisi yapar (Url 2).

Opalde bulunan renk oyununun nedenini açıklamak için pek çok teori ileri sürülmüştür. 1960'larda Elektron mikroskobunun da yardımıyla bu renk oyununun sebebi keşfedildi. Bunun kısaca açıklaması; Opaller düzgün bir şekilde dizili küçük silika küreciklerinden oluşur ve bunlar kayaca giren ışığı spektral renklere ayırır. Ayrılan bu ışık dalgası kayacda bir ışık parıltısına veya parıldamasına neden olur. Sıralanmış bu silika küreciklerinin yapı ve yoğunluğu opalde farklı renklerin kırılmasıyla ilişkilidir.

Çatlama durumunda opaller olumsuz etkilenmektedir ve opalin biçiminde belirsizlikler oluşturmaktadır. Çatlama durumu genelde opalin çabuk kuruması yada nemli ortamdan alınıp ani ve yoğun ışığa maruz kaldığında oluşmaktadır. Opalin sertliğinin fazla olmasına rağmen, çatlamaya ve kırılmaya karşı oldukça eğilimlidirler. Opalin su içeriği kaybı yanardönerliğinin kaybına da sebep olmaktadır.

Jel bir bünyeye sahip olan opallerin uranyumlu eriyikleri adsorbe ettiği kanısının aksine M. Andaç ve ark. Afyon-Bayat ve Kütahya-Şaphane yöresinde ki opaller üzerinde yapmış oldukları elektron mikroskobu çalışmasıyla, opaller içerisindeki uranyum taşıyıcısının doğrudan doğruya opallerin öz bünyelerinin olmadığı, breşik yapıda olan parçalarının arasındaki manganezli ve

demirli çimento maddesinin, kısmen opaller içerisinde, taneler arasına (intergranüler olarak) dağılmış demirli ve manganezli dandritlerin olduğu kanısına varmışlardır (Andaç, 1976).

### 2.1. Opalin Fiziksel ve Mineralojik Özellikleri

**Kimyasal Formül**  $SiO_2 \cdot nH_2O$

**Bileşimi** Sulu silisyum dioksit. Su oranı toplam ağırlığın %3 - %21 arasındadır. Fakat genellikle %6-%10 arasındadır.

**Renk** Renksiz, beyaz, sarı, turuncu, kırmızı, mor, mavi, yeşil, gri, kahverenkli ve siyahtır. Bunlar esas alınan bazı opal renkleridir. Şüphesiz ki opaller farklı yönlerden görüntülediğinde, ters çevrildiğinde veya ışık kaynağı hareketinde farklı renkler gösterebilirler. Renklerin oyunu (play of color) olarak adlandırılan bu olgu, bir kayaca renk parlaklığı verir veya kayacı kayaca değişen farklı renklerin parlaklığını verir. Pek çok opalde renk oyunu (play of color) gerçekten müstesna ve eşsizdir. Renk oyunu olarak adlandırılan opallerin gösterisi oldukça kıymetlidir. Bu şekilde görünümü olmayanlara sıradan adı verilir ki çok az değerlidir veya tamamen değersizlerdir (Url 4).

**Çizgi rengi** Beyaz.

**Sertlik** Opal genellikle çoğu kaynaklarda 5,5 sertliğinde bilinir. Bu tamamen doğru değildir. Bazı opallerin sertliği 4,5 gibi, bazılarının ise 6,5 civarındadır (Url 4).

**Kristallografi** Amorf. Opal şekilsiz oluşur. Opal bir mineral değil mineraloyit'tir (mineraloid). Bir mineral standartlara göre mutlaka bir kristal yapıya sahip olması gerekmektedir. Çoğu bilimsel gruplar ve bilgilerinde (Dana'nın Mineral sistemlerinde) opal gerçek minerallerle beraber gruplandırılmıştır. Bu sonuca göre opal bir mineraloidin sahip olduğu kesin değerler kadar iyidir ve bu düşünce ile de mineral grubu içinde kabul görürler.

Opal toprak yığılmasında ve yer kabuğunda damarlar gibi masif, kabarıklık, böbreğimsi, sarkıt, toprağimsi ve yumrular şeklinde bulunur (Url 4).

**Şeffaflık** Opak, saydam (opak'a kadar geçirimsiz).

**Özgül ağırlık** Sıradan opalde -• 1,98-2,25  
Kıymetli opalde -> 2,10-2,20

**Parlaklık** Genellikle cam gibi fakat aynı zamanda inci gibi, cilalı veya reçinemsiz olabilir.

**Dilinim** Yok.

**Kırılma** Konkoidal (midye kabuğu).

**Sağlamlık** Kolay kırılır, gevrek.

**Diğer özellikler** Bazı örneklerde zengin renk oyunu vardır. Sıradan opaller bazen açık yeşil, aynı zamanda parlak yeşil, parlak mavi, mor ve beyaz renkte floresans özelliği gösterir (Url 4).

### 2.2. Opal Sınıflandırılması

Opalin pek çok cinsi vardır. Her birinin kendine has bazı isimleri vardır. Bazılarının isimleri belirlenememesine rağmen yine de kullanılmaktadır.

Yıllar boyunca bilim çevrelerince yapılan tartışmalı görüşlerin sonunda günümüzde Avustralya Gemoloji Endüstrisi Konseyi (AGIC) tarafından yapılan terminolojik sınıflandırmayla konuya açıklık getirilmiştir. Yaptığımız literatür araştırmaları sonucunda, opallerin ortak özellik yada belli bir kritere göre sınıflandırılması yapılmıştır.

Buna göre opalleri şu özelliklere göre sınıflandırmak mümkündür.

#### 2.2.1. Görünüm ve Değerli Olusuna Göre Sınıflandırılması

Opalin görünüm açısından tanımlanan üç temel formu vardır:

**a Değerli Opal** : Opalin yapısında bulunan silika küreciklerinin mikro yapısı boyunca beyaz ışık kırınımıyla meydana gelen ve "renk oyunu" olarak bilinen özelliğe sahip opallerdir. Mikro silika küreciklerinin şekli ve çapı opalin renk fraksiyonunu belirler. Değerli opal parlaklığıyla ayırt edicidir. Renk kırmızı, turuncu, yeşil ve mavi olabilmektedir.

- ❑ **Genel/adi Opal** : Renk oyununa sahip olmayan opallerdir. Genel/adi opal mikrokristalen yapı gösterir. Renk eksikliği mikro silika küreciklerinin düzensiz yığılımlarından dolayı olabilmektedir.
- ❑ **Ateş Opal** : Şeffaf turuncudan kırmızı-turuncu ana renge değişim gösteren opal için kullanılan isimdir. Ateş opal eğer renk değişimi gösterirse değerli opal, göstermezse sıradan opal adını alır. En güzel ateş opaller Meksika'da bulunmaktadır (Url 3).

#### 2.2.2. Opalin Ana Renk Tonuna Göre Yapılan Sınıflandırma

Bir opalin ana rengi değerli opalde görülen renk oyunundan farklıdır. Ana renk, renk oyunu ihmal edildiğinde opalin parlaklık yada koyuluğuyla ilgilidir. Bu bir renk ıskalasıyla tayin edilmektedir (Şekil 1).

- ❑ **Siyah opal**: Ana rengi siyah olan ve renk oyunu gösteren opal ailesidir. Renk ıskalasında N1, N2, N3 yada N4 olabilmektedir.
- ❑ **Koyu opal**: Koyu ana renge sahip ve renk oyunu gösteren opal ailesidir. Renk ıskalasında N5 yada N6 olabilmektedir.
- ❑ **Açık opal**: Açık ana renge sahip olan ve renk oyunu gösteren opal ailesidir. Renk ıskalasında N7, N8 yada N9 olabilmektedir. N9 beyaz opal olarak da bilinmektedir (Url 3).

#### 2.2.3. Doğal Yada Yapay Oluşuna Göre Sınıflandırma

- ❑ **Doğal opal**: Doğal opal, cilalanıp yada kesilmek suretiyle herhangi bir işleme tabi tutulmamış opale verilen addır. Doğal opalin yapı karakterizasyonu kriterine bağlı olarak belirlenen 3 tipi vardır.

**1.Tip Doğal Opal**: Homojen kimyasal yapıya sahip olan, kesme ve cilalanmamış kendi doğal durumundaki tek parça halinde bulunan opaldır.

**2.Tip Doğal Opal**: Farklı kimyasal bileşime sahip, ana kayaçla birleşik olarak tek parça halinde bulunan opali tanımlayan tiptir.

**3.Tip Doğal Opal**: Ana kayacın taneleri yada gözenekleri arasına nüfuz etmiş tek parça halinde bulunan opaldır. Bu opal matriks opal olarak ta bilinmektedir.

Doğal opalin bileşimi, diğer materyallere birleşik olarak opal laminatları (levhacıkları) içerir. Doğal opal birleşik opaldır ve üç ana formu vardır.

- Douplet opal (çift opal)
- Triplet opal (üç kat opal)
- Mozaik opal

❑ **Sentetik / taklit opal**: Doğal opalin aynı fiziksel ve kimyasal yapısını yada gemolojik içeriğine sahip olmayan, ancak doğal opalin renk oyununu taklit eden opaldır.

#### 2.2.4. Opalin Fiziksel Özelliklerine Göre Yapılan Sınıflandırma

Çok çeşitli isimlerde pek çok opal çeşidi vardır. Bazıları bilimsel olarak tanınmamakta fakat genelde kullanılmaktadır. En önemli çeşitleri Çizelge 1 'de belirtilmiştir (Url 4).

#### 2.3. Opalin Oluşumu

Opal genellikle volkanik bölgelerde hidrotermal sular ve gayzerlerden oluşurlar. Ayrıca kayaların çatlak ve boşluklarında bazen de solüsyon olarak oluşmaktadır.



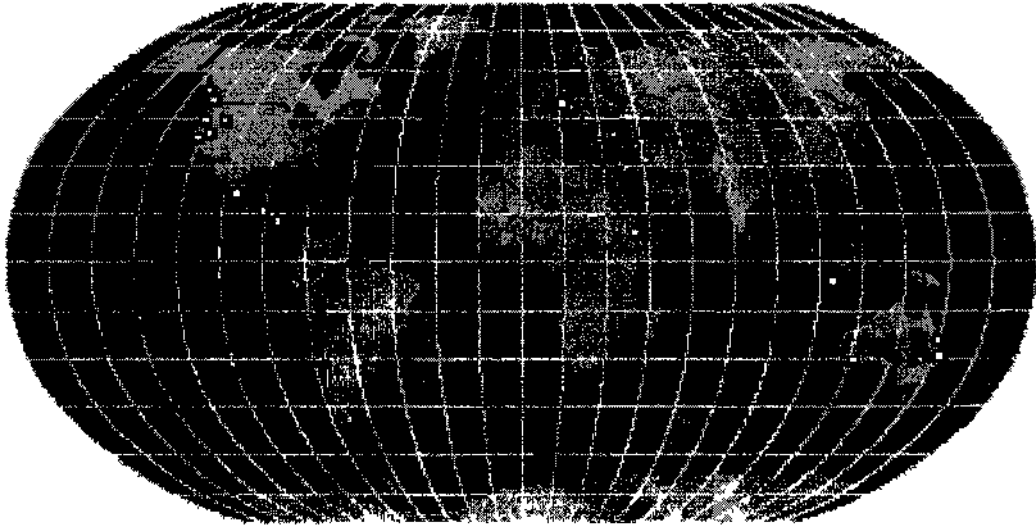
Şekil 1 : Değerli opaller için belirlenmiş renk ıskalasını (Url 3).

Opal ultrabazik kayaların ayrışması olarak silikaların bozuluşuyla oluşurlar Silikatların kristal yapılarının ayrışmasıyla serbest hale gelen silika önce eriyiğe (Silisik asit H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) dönüşür Bu durum eluvial zonda yada demir, alüminyum ve diğer elementlerin hidroksitleriyle beraber

metazomatik olarak çökmesiyle gerçekleşir. Geniş opal yatakları denizel vadilerin kıyı zonlarına nehir sularının getirdiği silika solüsyonlarının çökmesiyle sedimantasyonla oluşurlar (Betekhtin)

Çizelge 1 Opal türleri (Url 4)

Uluslararası Sınıflama			
1. Agate Opal	Agat (Akik) Opal	51. Mother of Pearl Opal	Sedef Opal
2. Amattite	Amattite	52. Mountain Opal	Dağ Opal
3. Amber Opal	Amber Opal	53. Neslite	Koyu Kahve Opal
4. Andamooka Opal	Andamooka Opal	54. Nevada Opal	Nevada Opali
5. Banded Opal	Bandlı, Çizgili Opal	55. Onyx Opal	Oniks Opal
6. Bandfire Opal	Bandlı Ateş Opal	56. Opal Matrix	Matris (Parçacık) Opal
7. Black Opal	Siyah (Kara) Opal	57. Opaline	Parçacık Opal
8. Bone Opal	Kemik Opal	58. Opalite	Opalit
9. Boulder Opal	Parçalı Opal	59. Opalized Bone	Opallemiş Kemik
10. Cachalong Opal	Boşluklu (Delikli) Opal	60. Opalized Fossil	Opallemiş Fossil
11. Cherry Opal	Kiraz Opal	61. Opalized Shell	Opallemiş Kavk
12. Chloropal	Kı01 Opal	62. Opalized Wood	Opallemiş Odun
13. Chrysopal	Knzopal	63. Painted Boulder	Boyalı Opal
14. ClaroOpal	Şeffaf Opal	64. Pearl Opal	Sedef (İncimsi) Opal
15. Common Opal	Adı (Bayağı) Opal	65. Pineapple Opal	Ananas Opal
16. Contra LuzOpal	Kontra LuzOpal	66. Pinfire Opal	İğne Şekilli Ateş Opal
17. Coober Pedy Opal	Kuber Pedy Opal	67. Pin Point	İğne Uçlu Opal
18. CrystalOpal	Kristal Opal	68. Pipe Opal	Boru (Pipo) Opal
19. Dark Opal	Koyu (Kara) Opal	69. Pitch Opal	Zift Opal
20. Diatomite Opal	Diyatomit Opal	70. Potch	Adı Opal
21. Fire Opal	Ateş Opal	71. Prase Opal	Koyu Yeşil Adı Opal
22. Flame Opal	Alev Opal	72. Precious Fire Opal	Nadide Ateş Opali
23. Flash Opal	Parlı (Şimşek) Opal	73. Precious Opal	Nadide Opal
24. Flashfire Opal	Parlı Ateş Opal	74. Primed Opal	En İyi (Ana) Opal
25. Fossil opal	Fossil Opal	75. Pyrophan	Nadide Opal
26. GehteOpal	Jel Opal	76. Queensland Opal	Kraliçeler Karası Opal
27. Gayserte	Gayser (Sıcak su) Opal	77. Quincite Opal	Pembe Opal
28. GilsonOpal	Gilson Opal (Sentetik)	78. Radiohte Opal (Radio Opal)	Adı (Radiolaryalı) Opal
29. GırasolOpal	Gırasol Opal	79. Rainbow Opal	Gökkuşuğu Opal
30. Glass Opal	Cam Opal	80. Red Flash Opal	Kırmızı Parlı Opal
31. Gold Opal	Altın Opal	81. Resin Opal	Sakız (Sakız Cilalı) Opal
32. Harlequin Opal	Palyaço Opal	82. Rumanite Opal	Romanya Opali
33. Honey Opal	Bal Opal	83. Seam Opal	Damarcıklı Opal
34. Hungarian Opal	Macar Opali	84. Semi Opal	Yarım (Opalimsı) Opal
35. Hyacinth Opal	Sümbül Opal	85. Shell Opal	Kavk Opal
36. Hyailte	Hyalit	86. Slocum Stone	Slokum Taşı (Sentetik)
37. Hydrophan	Boşluklu Opal	87. Sun Opal	Güneş Opali
38. Irdot	Şans Opali	88. Tabasheer	Organik Opal
39. Isopyre	Parçalı Opal	89. Virgin Valley Opal	Virjin Vadisi Opali
40. Jasper Opal	Jasp Opal	90. Wash Opal	Aşınmalı (Su ile) Opal
41. Jell Opal	Jelimsi Opal	91. Water Opal	Su opali (Jel Opal)
42. Lechosos Opal	Lekosos Opal	92. Wax Opal	Mum Opal
43. Lemon Opal	Limon Opal	93. White Cliff Opal	Beyaz Klif Opali
44. Levin Opal	İşimalı Kıymetli Opal	94. White Opal	Beyaz Opal
45. Light Opal	Parlak Opal	95. Wood Opal	Odun (Ağaç) Opal
46. Lighting Ride Opal	Parlaklı Dağ Silsilesi Opali	96. Yowah Nut	(Yuvarlak) Parçalı Opal
47. Lithoxyl Opal	Ağaç (Odun) Opah	97. Liver Opal	Koyu Bordo Renkli Opal
48. Milk Opal	Sut Opal	98. Menihte	Mat Koyu Kahve Adı Opal
49. Moss Opal	Yosun Opal	99. Mexican Fire Opal	Meksika Ateş Opali
50. Mother Opal	Ana Opal		



- Sedimanter Opal
- Volkanik Opal ve Diğer

Şekil 2. Dünyanın değerli opal yatakları (Horton, 2000)

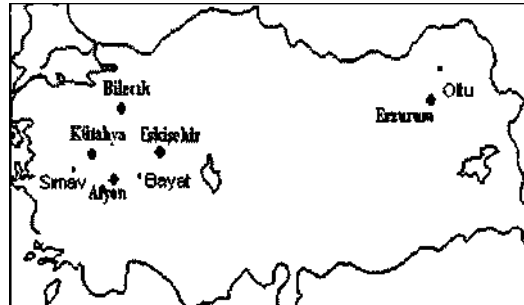
#### 2.4 Dünya 'da ve Türkiye 'de opal

Opal, elektron mikroskobu ile ilk 1963 yılında küresel kapanımlar içinde küçük silika taneleri bileşiminde bulunmuştur. Opalin yaygın olarak bulunması, düşük sıcaklıklarda oluşmasının sonucudur. Opal, doğal olarak yüzeylenmiş kristal düzeninden ziyade amorf silika yığınları veya kürelerinden oluşmaktadır.

Opal Avustralya'nın ulusal bir sustasıdır. Avustralya bugün yaklaşık olarak dünyanın değerli opallerinin %95'ini üretmektedir ve hemen hemen dünya opal rezervlerinin tümüne sahiptir. Diğer önemli üreticiler ise Meksika ve Brezilya'dır. Opal yataklarına sahip diğer ülkeler ise Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Guatemala, Honduras, Nikaragua, Batı Amerika ve Kanada, Endonezya, Türkiye ve Etiyopya'dır (Şekil 2) (Horton, 2000).

Türkiye'de Eskişehir, Kütahya, Bilecik, Afyon ve Erzurum sınırları içinde opal oluşumları şekillenmiştir. Çok değişik renk ve kalitede opal varlığı mevcuttur. Kütahya-Sınav-Şaphane Ateş opal yatakları Osmanlı zamanında işletildiği bilinmektedir. Kıymetli Opal veya diğer adıyla Irize

opalın ana yurdu Avustralya olarak kabul edilebilir. Türkiye'de de özellikle Eskişehir, Bilecik, Kütahya, Afyon ve Erzurum illerinde volkanik faaliyetlerin etkin olduğu yörelerde ve serpantinleşmiş ultrabazıklar üzerine gelen Eosen konglomeralarında hemen hemen her çeşit ve renkte opal oluşumlarına rastlanılır (Şekil 3). Opal oluşumları magnezit yatakları ile yakın ilişkilidir. Eskişehir Dereyalak koyu civarından ekonomik boyutta opal çakılları, konglomeraları oluşturur. Eskişehir-Sıvrıhisar-Karkın sut opalleri ağsallı damarlar halinde serpantinleri kesmiş olarak gözlenir (Bozkurt, 2003).



Şekil 3 Türkiye'deki opal yatakları

Afyon Bayat bölgesinde de, breşik-dendritli ve homojen-dendritli yapılarda, beyaz, sarı, turuncu, siyah, kahve ve yeşil renklerde, moss opal türü ( $SiO_2.nH_2O$ ) süs taşları bulunmaktadır (Hatipoğlu, 2001).

## 2.5. Dünya Opal Yataklarından

### 2.5.1. İngiliz Columbia 'sında

Andezit-Bazalt, Riyolit ve Riyolitik, Lav, Tüf breşlerde boşluklar, kırık, kılcal, çatlak ve ara dolgularda oluşmuşlar. Bu birimler Eosen yaşlı ve Lapilli-Tüf içerisindedirler. Çevrede Apatit, Şabazit ve Zeolitlerde bulunmaktadır. Opal renkleri yeşil, turuncu ve mavimsi renkli opallerdir.

**Tektonik olarak** Volkanik kuşaklar, riftler, kalderalar volkanizmaya bağlı sıcak noktalar.

**Yatak şekli** Opal içerikli zonlar, katmanlar şeklinde olup opaller düzgün olmayan yüzeye yakın kırıklar, boşluklar ve tanelerin (kayaç parçaları) çevresinde oluşmuşlardır. Hidrotermal veya volkanik opal, silisyum taşıyıcı suların en yüksek ısısının  $325\text{ }^{\circ}\text{C}$  olabileceği belirtilmiştir (Url 5).

### 2.5.2. Idaho Spencer Opal Yatağı (ABD)

Opal Riyolitik lavlar içerisinde silisli sular taşıyan hidrotermal sularla oluşmuştur. Bu kayaca bağlı olarak yatağın yaşı Tersiyerdir. Silisli sular Riyolitin boşluklarında yumru olarak oluşmuşlardır. Ayrıca boslu ve kırıklarında ince akikler oluşmuştur (Url 6).

**Opal renkleri** Ateş opali, renksiz, sarı, pembe, mavi ve kırmızıdır (Url 7).

### 2.5.3. Tortul Kayaçlardaki Opal Yatakları-Avustralya

Opalin olduğu kayaç ileri derecede ayrılmış kumtaşıdır. Kayacın yaşı taban kayacından daha çok gençtir. Taban kayacı Paleozoyik ve Kretase'dir. Mineralleşme yaşı üst Eosen, alt Oligosendir. Kumtaşları ileri derecede ayrılmışlardır. Kilaşı ve silt taşları kumtaşlarını aralarında bulundurlar. Onu kapan olarak sakladıkları için opali oluşturan sular kumtaşı, kırık, boşluk ve geçirimli her yerine girip yerleşmişlerdir (Horton, 2000).

Opaller stratabounddur. 10m'lik bir zonda bulunurlar ki yaklaşık 100km'lik zona yayılmışlardır. Damarcıkların çoğu 10cm kalınlıktadır. Bazı opaller ise fosil ve odun fosili içine girip oluşmuşlardır. Opallerde ganglar (Avustralya'da) jips, alunit, hematit, limonit ve götittir (Url 7).

## 2.6. Maden İşletme Yöntemleri

Kıymetli süstaşların işletilmesi basit madencilik işlemleriyle gerçekleştirilir. Genellikle açık ocak işletmeleri olarak kazma, kürek ve kayacı kırıcı olarak el murçları ve gerektiğinde ufak benzinli kırıcı ve deliciler kullanılır.

Jeolojik yapının ve kıymetli taşların litolojideki dağılımına göre mekanize işletmeler de şekillenebilmektedir. Bugün Avustralya Queensland'da Cragg asil opal madeninde 41 iş makinesi çalışmaktadır. Bölgede yeni bir ocak açılırken önce 75 cm çaplı sondaj ile 20 metre derinliğe kadar kuyu açılır. Opal varlığını gösteren işaretler aranır. Şayet bir işaret bulunursa işçi ekibinden bir kişi ip ile kuyuya inerek renk kontrolü yapar. Üretim yapılabilecek bir bölge bulunmuşsa buldozerler ile opal bulunan tabakanın üstü temizlenir. Derinliği 2,5 ile 12 metre arasında  $60 \times 15$  m genişliğinde bir alan açılır. Opal varlığına göre yapılacak üretim ile açık ocağın şekli belirlenir. Bulunan en büyük opal  $1m \times 60\text{ cm} \times 25\text{ cm}$  boyutludur (1907) (Bozkurt, 2003).

## 2.7. Opal Endüstrisi

Dünya opal yataklarından elde edilen opallerin yaklaşık %95'ini Avustralya üretmektedir. Çok az miktarda opal üreten ülkeler ise Honduras, Meksika, Çek Cumhuriyeti Brezilya ve Türkiye'dir. Sedimanter opaller volkanik olanlarına göre daha yüksek kaliteye sahiptirler.

Avustralya'nın en önemli opal yataklarının tümü Büyük Avustralya Vadilerinin sınırlarına bitişik bir şekilde yerleşmişlerdir. Opallerin karakteristikleri her bir yataktan diğerine değişiklik göstermektedir.

Kaliteli sustası opalleri, fiyatları çok değiştirmektedir. İşlenmemiş kaliteli siyah opalin şuan ki fiyatı kg başına 2-10\$'dır. Daha düşük kaliteli opaller, opal tipine bağlı olarak (opalin rengi, içerdiği yabancı madde ve eksikliği gibi)

fiyatları oldukça değişebilmektedir. Opal endüstrisinin Dünya ve Avustralya ekonomisindeki değeri yetersiz verilerden dolayı tam olarak bilinmemektedir. Ancak Avustralya'daki opal üreticilerinin hesaplarına göre opalin Avustralya ekonomisindeki değerinin yıllık 100 milyon \$ ile 200 milyon \$ arasında olduğu varsayılmaktadır. Bu kabul Avustralya hükümetince de onaylanmaktadır (Horton, 2000).

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Opal renk oyunu gösteren (play of color) ve bileşimi sulu silisyumdioksit olan önemli süs taşları arasında yer almaktadır. Opallerin renk oyunu göstermeleri onlara eşsiz ve müstesna bir görünüm kazandırmaktadır. Ancak bazı opallerde ise renk oyunu gözükmemekte ki bunlar sıradan opaller gurubunda yer almaktadırlar. Renksiz, beyaz, sarı, turuncu, kırmızı, mor, mavi, yeşil, gri, kahverengi ve siyah renklerde bulunan opaller kesilip, cilalanıp parlatılabilirler. Opal genellikle volkanik bölgelerde hidrotermal sular ve gayzerlerden oluşurlar. Ayrıca kayaların çatlak ve boşluklarında bazen de solüsyon olarak bulunmaktadır. Opallerin sınıflandırılması çok değişik şekillerde yapılmaktadır. Görünüm ve değerli oluşuna göre, renk tonuna göre, doğal yada yapay oluşuna göre, fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılmasının yapılması söz konusudur. Fiziksel özelliklerine yapılan sınıflamada 99 çeşit opal türü mevcuttur.

Dünyada kıymetli opal yataklarının % 95'i Avustralya'da bulunmaktadır. Ülkemizde de değişik bölgelerde opal yatakları mevcuttur. Bu yataklar için rezerv çalışmaları yapılmamış olup buna yönelik araştırmaların yapılması ülke ekonomisi açısından önem arz etmektedir.

Ülkemizde opalle ilgili yapılan çalışmalar yetersiz yada dar kapsamlıdır. Bu çalışmanın bundan sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutması ve gemolojik hammadde araştırmalarının genişletilmesi hususunda yararlı olacağı düşünülmüştür.

Ülkemizde bulunduğu halde bilinmeyen opal yatakları ve benzeri süs taşlarının değerlendirilmesi, gelişmiş ülkelerde bir sanayi haline gelen bu sektörü canlandırmakla birlikte ülke ekonomisi açısından önemli bir kaynak yaratacağı düşünülmektedir.

Türkiye'deki mevcut opal işletmelerinin hem teknolojik hem de hammadde değerlendirme yönünden iyileştirilmeleri gerekmektedir.

Opal araştırması açısından kapsamlı bir derleme niteliği taşıyan bu bildirinin bu alanda çalışan kişi ve kuruluşlara yardımcı olacağı ümidi duyulmaktadır.

### KAYNAKLAR

Andaç, M., Newesely, H., Wilk, H., 1976, "Bayat-Afyon ve Karamanca Köyü (Şaphane-Kütahya) Opal Zuhurlarının Elektron Mikroskopi İle Etüdü", Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, Sayı:87.

Betekhtin, A., "A Course of Mineralogy", Moscow Peace Publishers, Russian.

Bozkurt, R., 2003, "Türkistime Sektör", Türkiye İhracatçılar Meclisi Yayın Organı, Haziran-Temmuz, 2, İstanbul.

Hatipoğlu, M., 1998, "Süstaşlarının Dünyası", Mermer Dergisi 19, Sayfa 24-30. İzmir.

Hatipoğlu, M., Bozkurt, R., 2001, "Bayat Dendritli (Moss) Opalinin Mineralojik, Gemolojik ve Ekonomik İncelemesi", 3.Mermer Sempozyumu, Sayfa 170-173.

Horton, D., 2000, "Australian Sedimentary Opal-Why Is Australia Unique?", Managing Director of Opal Horizon Limited, Australia.

Köktürk, U., 2002, "Endüstriyel Hammaddeler", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No-205, 244-248, İzmir.

Saniz, K., Nuhoğlu, İ., 1992, "Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciligi", Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 636, Eskişehir.

Simandl, G.J., Paradis, S., Diakow, Li., Wojdak, P.J., Hartley, A.J., 1998, "Precious Opal in The Whitesail Range", West-Central British Columbia, Geological Fieldwork, 285-293 Canada.

URL 1. <http://aogia.powgon.net>

URL 2. <http://ezpawncorp.com>

URL 3. <http://www.austgem.gil.com.au>

URL 4. <http://www.minerals.net>

URL 5. <http://www.science.uwaterloo.ca>

URL 6. <http://vulcan.wr.usgs.gov>

URL 7. <http://www.em.gov.bc.ca>