

## Erzurum - Oltu - Turnalı Opalinin Genel Özelliklerinin Belirlenmesi

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

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

**ÖZET:** Bu çalışmada, Erzurum-Oltu Turnalı bölgesinde mevcut bulunan opal yatağından alınan örneklerin genel özellikleri belirtilmiştir. Bu özelliklerin belirlenmesine yönelik çeşitli deneysel çalışmalar ve gözlemler yapılmıştır. Bunlar; su miktarı (%), özgül ağırlık, homojenleşme ısı (°C), ince kesit, XRD analizi ve ayrıca fiziksel ve mineralojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çeşitli deneysel çalışmalardan ibarettir. Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler literatürde yer alan verilerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonrası mevcut örneklerin literatürde yer alan verilerle hemen hemen aynı özellikleri taşıdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca örnekler üzerinde yapılan çalışmada, literatürdeki 99 çeşit opal sınıflamasından 31 çeşidinin Erzurum-Oltu Turnalı opallerinde de mevcut bulunduğu gözlemlenmiştir. Bunların yanında arazide yapılan gözlem ve deneyler sonucunda bölgenin jeolojik yapısına da değinilmiştir.

**ABSTRACT:** In this study, general characteristics of the opal samples obtained from Erzurum-Oltu Turnalı region are explained. For this, various experiments and observations were carried out. These are water content (%), specific weight, formation temperature (°C), thin section, XRD analysis, determination of physical and mineralogical features. Results obtained from experiments and observations were compared with literature. As results, it was observed that the studied samples on hand have nearly the same features of the ones give in literature. Also, Erzurum-Oltu Turnalı opals have 31 varieties within 99 variety opals given in literature. And, geology of region is mentioned at the end of experiments and observations carried out in area.

### 1. GİRİŞ

Sustası, yerkabuğundan çıkarılıp işlenen ve insanlar tarafından süs ve ziynet eşyası olarak kullanılan değişik renkli mineral, taş ve organik malzemelere denir (Sanız, Nuhoglu, 1992). Doğada ender olarak bulunan süstaşları, onlara ekonomik bir değer katan ayrıcalıklı bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptirler. Bu özelliklerin bazıları :

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

Opal, bu özelliklen sağlayan önemli süs taşlarından biridir. Opaller kesilip parlatılabilirler. Opal aynı zamanda oldukça popüler mineraller arasında olup müzeler bu tür zarif ürünleri alabilmek için rekabet halindedir. En değerli opaller Avustralya, Amerika ve Meksika da çıkartılmaktadır. Opal yataklarının bulunduğu diğer belli başlı ülkeler: Etiyopya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, Macaristan, Türkiye, Endonezya, Brezilya, Honduras, Guatemala ve Nijerya (Horton, 2000).

Opalin göze çarpan en belirgin özelliği ışığın spesifik dalga boyunu yansıtabilme ve kırabilme özelliğine sahip olmasıdır. Kayalardaki amorf silika küreciklerinin boşluk ve boyutu ışığın spesifik dalga boyunu yansıtır; her bir kürenin yansımaları, küçük su damlacıklarındaki gökkuşağı rengi gibi saf spektral renge benzer. Işığın saf 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 (Simandl, 1998).

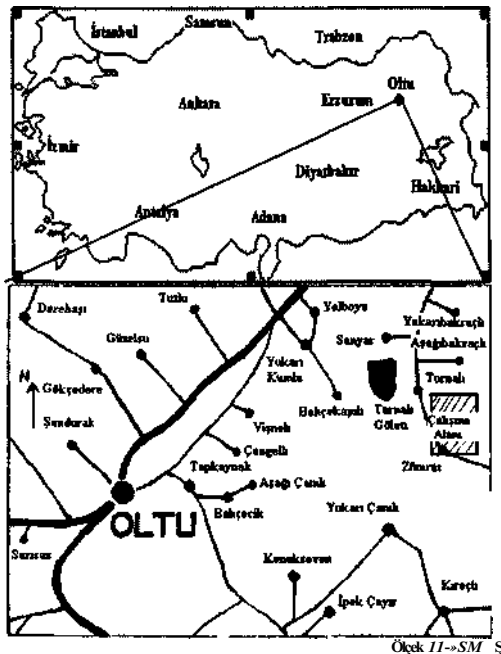
Türkiye'de Eskişehir, Kütahya, Bilecik, Afyon ve Erzurum sınırları içinde serpantinleşme ile birlikte opal oluşumları şekillenmiştir. Çok değişik renk ve kalitede opal varlığı mevcuttur. Kütahya-Sınav-Şaphane Ateş opal yatakları Osmanlı zamanında işletildiği bilinmektedir (Köktürk, 2002).

Bu bildiri kapsamında Erzurum - Oltu - Turnalı opalinin genel özellikleri belirlenmiş ve diğer opal türleri arasındaki yeri ve değeri tespit edilmeye çalışılmıştır.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan örnekler Erzurum-Oltu Turnalı bölgesinde mevcut bulunan opal yatağından elde edilmiştir (Şekil 1).



ekil 1: Çalışma sahası

#### 3.2. Erzurum-Oltu Turnalı Opalinin Genel Özellikleri

Kimyasal Formül  $SiO_2 \cdot nH_2O$

Bileşimi Turnalı opalindeki su oranı, yapılan deneysel çalışmalar sonrasında toplam ağırlığının %7'sini oluşturduğu belirlendi.

**Renk** Yeşil ve tonları, mavi ve tonları, mor, kahverengi, kiremit kırmızısı, turuncu, sarı, gri ve beyaz renkler bulunmaktadır. Yer yer bu renklerin siyaha yakın koyu renklerde opalleri varken, aynı renklerin açık ve pastel renklerde opaller de bulunmaktadır. Uzun süre güneş altında doğal ortamında kalmış opal parça ve bloklarının dış yüzey renklerinin aynışarak beyaz ve beyaza yakın aynışım renkleri oluşturduğu gözlemlendi. Dıştan içeriye doğru, yeni kırılmış örneklerde renklerin daha canlı ve koyulaştığı gözlemlenmiştir. İşlenmiş ve kırılmış küçük örneklerde tek renk görülse bile, Turnalı opallerinde genellikle iç içe çok renklilik etkendir. Bu nedenle de Turnalı opalleri çoğu kere resim tabloları gibi manzaralar arz etmektedir (Şekil.6.c). Kaba olmayan, sanatsal, estetik, işlenebilecek ürünler ve bunlara seçilecek takılar Turnalı opallerinin renk güzelliklerini daha güzide kılabilir. Deneysel mikroskobik çalışmalarda, parlatılmış örneklerde çokça kromit, hematit, kromitlerin aynışması ile silisli alanlara yayılmış hematit ve limonitler renklerin oluşumlarında etkili olduğu belirlendi. Turnalı opallerinde Cr, Fe, Ni ve Cu'nun renk pigmentlerini oluşturduğu düşünülmüştür. Turnalı opallerindeki çok renkli pek çok örneklerde, uyumlu ve zıt renklerin bulunuştan da aynı bir özellik taşımaktadır. Belki çok kıymetli gözükmeyen Turnalı opallerinin de renk oyunları (play of color) olmasa bile yukarıda değinilen renk özellikleri ile albenisi artabilecektir.

Çizgi rengi Beyaz

Sertliği Bilinen cisimlerle yapılan deneylerle Turnalı opalinin sertliği 6,5 olarak belirlendi. Aynışmış örneklerde ise 5,5-6 arasında sertlikler bulunmuştur.

**Kristal sistemleri, kitle ve taneleri** Opallerin amorf olduğu belirlenmiştir ve bilinmektedir. Ayrıca bir mineral olmayıp muntazam olan bir mineraloiddir. Standartlara uyan bir kristal yapıya

sahip olmasıyla kristal grupları içinde yer almaktadır.

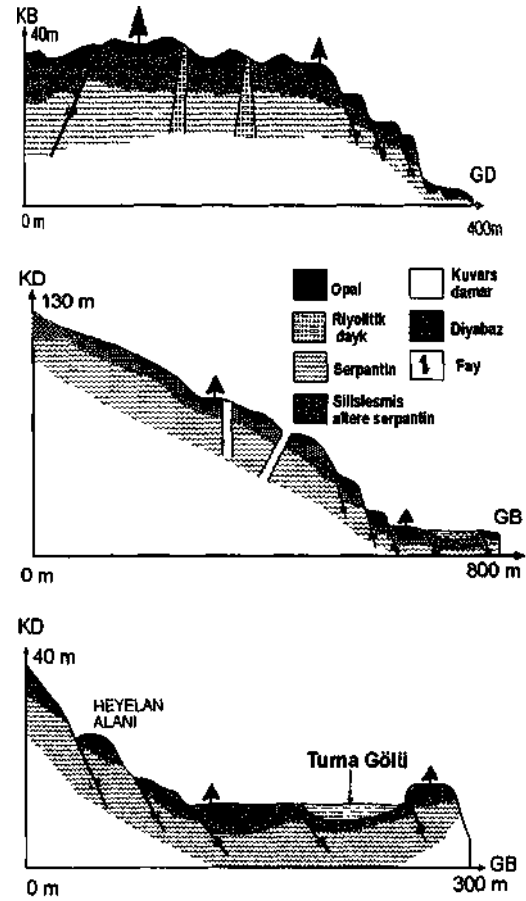
Tumalı taşının ince kesitinin incelenmesinde; ayrılmış olivin ve ortopiroksenler belirlenmiştir. Ayrıca serpantin, antigorit, krizolit, klorit, bastit ve lizartit ayrışma ürünleri gözlemlenmiştir. Bunun yanında mikro kırıklarda kalsitler ve rekrystalize silikatlar saptanmıştır. Bir ultrabazik kayacın ayrışması ile oluşmuş bir yüzeyde hidrotermal etkili bir zonda Turnalı taşı oluşmuştur. Mat ve çok az yarı şeffaf olan yeşil, turkuvaz ve kahve renkli Tumalı taşı Turnalı opali olarak tarafımızdan isimlendirilmiştir. Ayrıca XRD analizleri yapılarak grafikleri incelenmiş, olivin ve ayrılmış hematitler saptanmıştır.

Turnalı taşını oluşturan minerallerin sertlikleri 3-7 arasında (Mohs'a göre) değişmekte ve ortalama 5 olarak hesaplanmıştır. Halbuki kırılmış taze yüzeylerde sertlik 6,5 olarak bulunmuştur. Minerallerin ortalama sertliği kayacın sertliğinden azdır. Bu kayacın grubunun sertliğini kazanabilmesi ancak sıvı kapanım verileri olan 220-280°C bir ısıda Turnalı taşının hidrotermal solüsyonlarının etkisiyle oluşabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca Turnalı taşını oluşturan minerallerin renkleri koyu yeşil, yeşil ve sarı tonlardadır. Kayacı oluşturan mineral renkleri ile kayacın renkleri uyumaktadır. Ana kayacın harzburjit (Olivin-Ortopiroksen) olduğu belirlenmiştir.

Tumalı opali masif, katmansı, damarcık, breşik ve nodüler şekillerde oluşumları gözlemlenmiştir. Maden yatağında yer yer kümelenmeleri bulunmaktadır. Kümelenmiş yerler az eğimli orta alanlarda küçük tepcıklar ve sırtlar oluşturmuşlardır. Bu tepcıkların bazıları masif, bazıları katmansı paralel seviyeler, kimileri ise damarcıklar, bazıları ise killi ve kaolenize alanlarda nodul ve yumrular şeklinde bulunmaktadır. Turnalı gölüne bakan yamaçlarda heyelan ve toprak kaymaları nedeniyle blok ve çakıllar şeklinde pek çok opaller bulunmaktadır. Turnalı gölü bir heyelan gölüdür. Ancak vadi, heyelanla kapatılarak oluşan bir heyelan oluşumu olmayıp kayan bloklar arasındaki boşluk alanda oluşmuş heyelan gölüdür. Tumalı opalinin temel kayasını serpantinler teşkil etmektedir. Bu ofiyolitik birimin yaşı Üst Kretasedir. Ancak opaller, ayrılmış serpantinli seviyenin silis ve demirli (jaspıtlı) üst seviyesinde Eosen veya Tersiyer yaşındaki volkanitler döneminde gelen yeraltından yükselen SiO<sub>2</sub> içerikli

suların bu silisli ve demirli zona gelip yerleşmeleri ile Tumalı opallerinin oluşturmuştur. Opaller tamamen üst zonda 3-10 m'lik bir seviyededir. Opallerin çıkarılması bu nedenlerle oldukça kolay olmaktadır. Opaller içerisinde zengin kromitlerin olması ofiyolitikleri bir yönüyle teyit etmektedir (Şekil 2).

Magmatik kayaların ayrışma zonunda oluşmuş Tumalı opallerinde, ortamda fosil ve odunsu kalıntılar bulunmadığı için bu yapılarla ilgili opal türleri mümkün gözükmemektedir. Belirlenmiş mevcutlar dışında başka yapı, doku ve diğer renklerde opallerin bulunabilmesi olası gözükmemektedir.



Şekil 2: Çalışma sahasının jeolojik kesiti

**Işık geçirme (şeffaflık)** Tumulı opalleri genelde mattır. Dış görünüşleri ile opak minerallere benzer bir görünüm arz ederler. Ancak bazı kısımlarda hem yeşil opallerde hem de açık gri kısımlarda yarı şeffaf olanları bulunmaktadır. Bu özelliği ile hem derinlik kazanmakta hem de griler dumanlı bir görünüm kazanmaktadır (dumanlı opal-cloudy opal).

Mevcut örnekler içerisinde tamamen şeffaf olanlar bulunamamıştır. Ancak daha ışın başlangıcında olduğu için yem açılacak ocaklarda veya çevrede bulunabilecek yeni yerlerde bu yatakta bulunmayan türlerin olasılığı her zaman bulunmaktadır.

**Özgül ağırlık** Yapılan piknometre deneyi sonucunda Tumulı opallerinin özgül ağırlığı 2,17 olarak belirlenmiştir. Bu değerle Turnalı opalleri, kıymetli opallerin özgül ağırlığı verilerine uygunluk gösterdiği görülmektedir.

**Parlaklık, cila** Tumulı opallerinin yüzeyi oldukça parlaktır. Kırılma yüzeylerinin taze kırılmış olanlarda bu parlaklık değeri daha da yüksektir. Yüzeide kalan örneklerde ise ayrışma derecelerine bağlı olarak parlaklık ve cilalarını kaybetmektedir. Buradaki opallerde camısı ve mumsu cilalar gözlemlenmiştir. Bazı örneklerde camısı bazılarında mumsu cilalı özellikler daha etkilidir. Özel bir firmanın yaptığı takıların çok iyi parladığı ve cilalandığı gözlemlenmiştir. Hem doğal cilalarının iyi hem de hazırlanmış takı örneklerinin çok iyi cila alması Tumulı opalleri için çok önemli bir özelliktir.

**Dilinim** Yok, homojen, yer yer mikro kırılmalar var.

**Kırılma** Midye kabuğu ve camısı kırılması var. Çoğu kere konkoidal (midye kabuğu) kırılması etkilidir.

**Kırılgenlik** Tumulı opalleri son derece kırılgen olup kolayca parçalanabilmektedir. Oldukça gevrektiler. Büyük bloklar çekiç ve balyozla kırıldığında bazen düz kırılmalı yüzeyler elde edilebilmektedir.

**Diğer özellikleri** Tumulı opallerinde hakim rengin yeşil ve tonları olmasına karşın çok renklerin

yer yer birkaç milimetrik alanda oluşmuş olması opallere oldukça farklı bir özellik kazandırmıştır. Bu nedenle takı olarak kullanılacak opallerin renk seçimlerine önem verilmesi gerekmektedir.

### 3.3. Turnalı Opallerinde Yapılan Cevher Mikroskobu Çalışmaları

Bu yöndeki incelemede özel bir şirketin hazırlanmış olduğu takı örneklerinin parlatılmış yüzeyleri incelenmiştir. Seçilen örneklerin genelde farklı renklerde olanları seçilip incelemeye alınmıştır. Yapılan araştırma sonucunda:

**Parajenezde** Kromit, götit, hematit, limonit, nabit kristaller belirlenmiştir.

**Sttkesyon** Tumulı opallerinde ilk oluşan opak mineral (cevher minerali) kromittir. Buradaki kromitlerin ayrışmış taban kayacı serpantinlerden sökülüp alınıp taşındığı belirlenmiştir. Kromitler yer yer deformasyonlara uğramışlar ve kenarları boyunca bozularak hematit ve limonitleri oluşturmuşlardır. Opaller içerisinde dağılmış bu mineraller opallerin çok renkliliklerine neden olmuşlardır. Burada özellikle Cr ve Fe bileşikleri (oksit ve silikatları) opallerin yeşil, kırmızı, turuncu, sarı, mavimsi yeşil ve kahve renkli renklerini oluşturmuşlardır. Ayrıca Ni elementini de unutmamak gerekir. Serpantinler de iz olarak bulunmaktadırlar. Cr ve Fe silikatları için:

- 1- Cr (SiO<sub>3</sub>) → (Uvarovit benzeri) Kromlu sulu silikat (Yeşil opallerde).
- 2- Fe (SiO<sub>3</sub>) - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O - FeO.nH<sub>2</sub>O → Grupları sarı, kahve, kırmızı, turuncu ve yeşil renkli (Fe<sup>+3</sup>) opalleri oluşturmuşlardır.

Bu iki element bileşiklerinin karışımları ise Tumulı opallerindeki çok renklilik oluşumlarını sağlamışlardır. Parlatılmış örneklerdeki siyah beneklerin kromit tanecikleri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca siyah parçalı renk kümelenmiş kısımlarda kromit taneciklerinin yığıldığı (birikim sağladığı) gözlemlenmiştir. Bu çok renkli opallerdeki sarı, kırmızı alanlara yakın kromitlerin aşın bozduğu ve açığa çıkmış hematit, limonit ve demirli silikatların oldukça yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Yine çok renkli opallerin mavi ve yeşilimsi alanlarında ayrışmış kromit taneleri bulunmaktadır. Açığa çıkan limonit, hematit ve götitler kılcak

damarcık, hücresele ve üçgen şekillerle dağınık olarak oluşmuşlardır. Ayrıca bu mavi ve yeşil alanlarda kıvrılmış ve bükülmüş kromitler (deforme olmuş) belirlenmiştir. Bunun yanı sıra koyu yeşil jelimsi (pıhtı) yapılar da saptanmıştır. Aynı koyu yeşil opallerde (siyah opaller) hematit ve limonit kümelenmeleri ile spekülare benzeri hematitler gözlemlenmiştir. Bu alanda grafiksel şekiller oluşmuş, üçgen, paralel kenar, trapez ve daha pek çok geometrik şekiller gözlemlenmiştir. Hematit ve limonitler silisli ortamda buldukları için çok kuvvetli iç yansımalar göstermektedir. Bazı kristaller kafes yapılarını oluşturmuş, kristallerin ortaları ayrılmış kenarları rekristalize olmuşlardır. Yer yer çok iri kromitler bulunmaktadır ve kırıklı yapıları yanında uçları bükülmüşlerdir. Koyu yeşil opallerin bazılarında çok koyu kılcak damarcıklar oluşmuştur. Bu damarları hematitler (götite+lepidokrosite) teşkil etmişler ve bazıları birbirine paraleldirler.

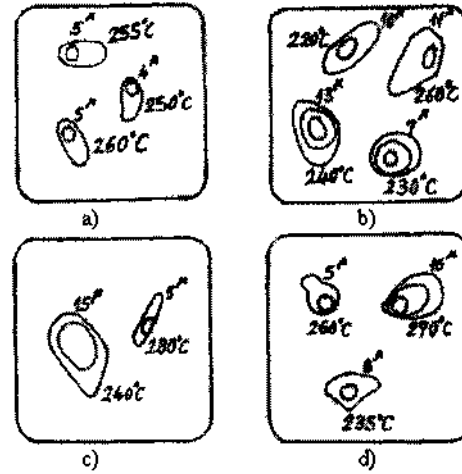
Turnalı opalleri bir ultrabazik kayanın ayrışım zonu olan üst zonunda oluşmuş olduğuna göre, bu zonda kalıntı olarak zenginleşmiş elementlerin mutlaka etkisinde kalmıştır. Ultrabazik kayanın ayrışmaları ile Cr, Si, Fe, Al, Mn, Ni, U, Ba, Mg, Co elementleri bu zonda zenginleşmektedir. Bunlardan Fe, Cr, Si zenginleşmesi belirlenmiştir. Diğer elementlerin durumu ise yapılacak kimyasal analizler sonucu belli olacaktır. Ayrıca opallerde belirlenen nabit kristaller nabit Au ve nabit Ni'ye benzemektedir. Bunlarında analizleri yapılması gerekir.

#### 3.4. Turnalı Opallerinde Yapılan Sıvı Kapanım Çalışmaları

Sıvı kapanım çalışmaları, Leitz ısıtma tablası ve ekipmanları ile Jeoloji Bölümü Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Her tür opalden hazırlanan kesitlerde sıvı kapanım içeriklerinin çok azlığı ve oldukça küçük boyalarda oluşları gözlemlenmiş ve çok fazla deney yapılamamıştır. Bu nedenlerle ancak 12 sıvı kapanımın ısıtma deneyleri gerçekleştirilmiş, şu özellikler belirlenmiştir:

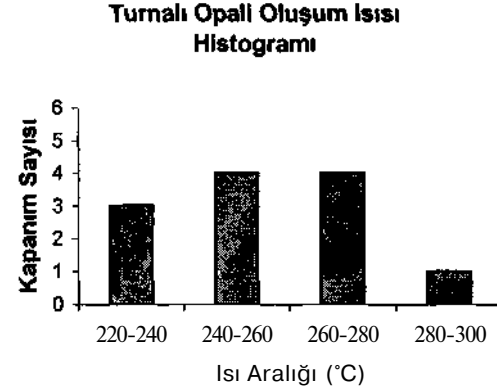
Birincil kapanımlar olan bu sıvı kapanımların boyutları 4-15 mikron arasında değişmektedir (Şekil 3.a.,b.,c.,d.). Genelde elips şekilli olan kapanımlarda 3 ayrı tür belirlenmiştir. Çoğunluğunu tek gazlı ve birinci grup kapanımlar oluşturmaktadır. Tek gazlılardan büyük gazlı bir kapanım belirlenmiştir (Şekil 4.c). İki gazlı 3

kapanım gözlemlenmiştir (Şekil 4.b.,c). Turnalı opallerinin sıvı kapanımlarının çok küçük ve az oluşu birçok faktöre bağlı olabilir. Opallerin amorf olması, yüzeyde bir zonda oluşması, basıncın düşüklüğü, opallerin su içermesi (%7) gibi bazı özellikler düşünülen etkili özelliklerdir.



Şekil 4: Turnalı opallerinin sıvı kapanımları.

Turnalı opallerinin oluşum ısıları için yapılan histogram da (Şekil 4.), opallerin homojenleşme ısı aralığı 220°C - 280°C arasında belirlenmiştir. Bu netice Epitermal yatakların oluşum ısılarını içermektedir (John, 1986).



Şekil 5: Turnalı Opallerinin oluşum ısıları

Çizelge 1. Erzurum-Oltu Turnalı opali türleri

### 3.5. Turnalı Opalinin Oluşumu

Turnalı opalinin temel kayacını ultrabazik bir kayaç olan harzburjittler oluşturmaktadır. Bu birim, Kuzey Anadolu'nun üst kretase ofiyolitlerinin bir üyesidir. Ofiyolitler oluşuktan sonra aşınma evresinde yüzeylenmişler ve ayrışarak serpantinleşmişlerdir. Neojende uzun bir oksidasyon döneminde silisli, demirli ve alüminyumca zengin bir yüzey de oksidasyon zonu oluşturmuştur. Serpantin oluşum döneminde olivin ve ortopiroksenler de ayrışmışlardır. Serpantin, antigorit, krizotil, bastit, lizartit ve klorit gibi silikat bileşikli ikincil mineraller oluşmuştur. Bu oksidasyon ortamındaki silikatlar, demir oksitleri, alüminyumca zengin bileşikler, neojendeki 200-300°C bir ısıyı içeren sıcak suların ortama gelişleri ile hem ortamın artık silisleri hem de kendi taşımış oldukları silis içerikleri solüsyonlarda bileşim ve yer değiştirme (metazomatoz) yoluyla tüm parçacıkları (nodülleri) ve mineral parçacıklarını bağlamışlardır. Böylece Turnalı opalleri oluşmuşlardır.

### 3.6. Turnalı Opali Türleri

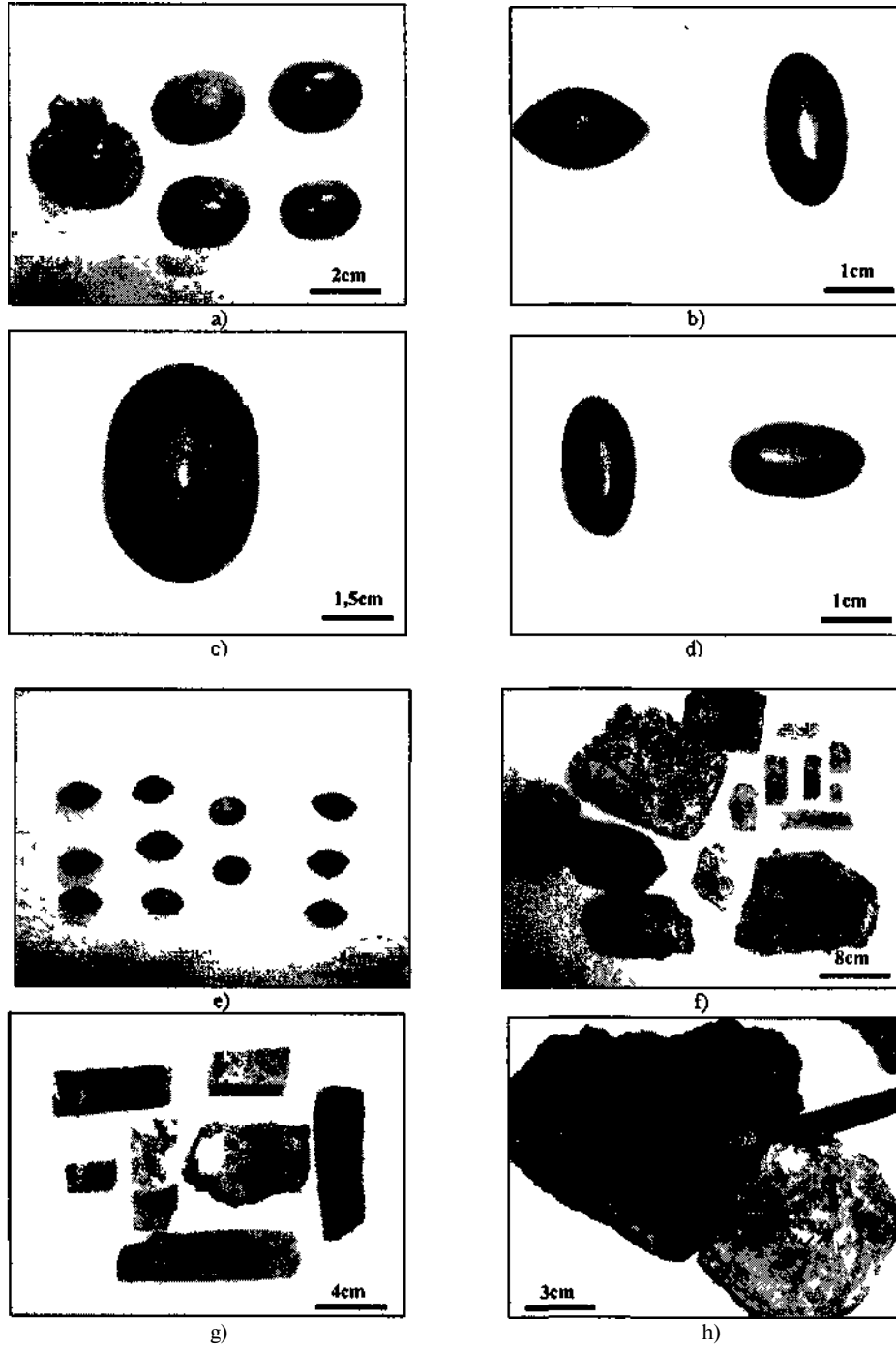
Uluslararası sınıflama grubunda koyu ve açık renklilik özelliklerine göre siyah ve beyaz opal türleri bulunmaktadır. Ayrıca parlatılmış opallerin renk oyunları gösterip göstermemesine göre ve renk oyunlarının mevcut örneklerde olmamasına göre ise sıradan opal grubunda yer almaktadırlar. Ancak Turnalı opallerinde hakim olan çok renklilik, çok değişik güzel şekiller, desenler oluşturması değerini arttırmaktadır (Şekil 6). Bu yönüyle Turnalı opalleri çok değerlilerle, sıradan opaller arasında yer almaktadır. Hatta bazı takı örneklerindeki renk, desen ve bezenimler değerli opallerle boy ölçüşecek özelliklerdedir. Yeter ki takıların estetik, uygunluk ve renk seçimi uygun seçilebilsin. 99 çeşit opal türünü içeren uluslar arası opal türleri (Ek 1) içerisinde Turnalı opallerinde 4 ara olmak üzere tam 31 çeşit opal türü belirlenmiştir. Belirlenen bu opal çeşitlerinden 3 tanesi Çağla Yeşil Opali (Green Almond Opal), Manzara Opal (Panorama Opal) ve Zümrüt Opal (Emerald Opal) yeni olup uluslararası sınıflamada yer almayan ve yazar tarafından belirlenen türlerdir.

#### Erzurum-Oltu Turnalı Opali Türleri

1. Adi Opal (Common Opal)
2. Ağaç (Odun) Opali (Lithoxyl Opal)
3. Ateş Opal (Fire Opal) (Çok Az Miktarda)
4. Bal Opal (Honey Opal) (Çok Az Miktarda)
5. Bantlı Opal (Banded Opal)
6. Beyaz Opal (White Opal)
7. Boyalı Opal (Painted Opal)
8. Cam Opal (Glass Opal)
9. Çağla Yeşil Opali (Green Almond Opal)
10. Dağ Opali (Mountain Opal)
11. Damarcıklı Opal (Seam Opal)
  - Beyaz damarcıklı (White)
  - Koyu kırmızı damarcıklı (Deep Red)
  - Sarı damarcıklı (Yellow)
  - \* Turuncu damarcıklı (Orange)
12. Jelimsi Opal (Jell Opal)
13. Kovu (Kara) (Park, Black Opal)
14. Kovu Bordo Renkli Opal (Liver Opal)
15. Kovu Yeşil Opal (Prase Opal)
16. Manzara Opal (Panorama Opal)
17. Parçalı Opal (Boulder Opal)
18. Parıltılı Opal (Flash Opal)
19. Parlak Dağ Silsilesi Opali (Lighting Ride O )
20. Parlak Opal (Light Opal)
21. Renk Cümbüşlü Opal (Lechosos Opal)
22. Siyah Opal (Black Opal)
23. Süt Opal (Milk Opal)
24. Şans Opali (Iridot)
25. Şeffaf Opal (Claro Opal)
26. Yosun Opal (Moss Opal)
27. Zümrüt Opal (Emerald Opal)

Çizelge 2. Turnalı opalinin fiziksel ve mineralojik özellikleri.

ÖZELLİK	Turnalı Opali	Uluslararası (genel) (Filin, 2003)
<b>Kimyasal bileşim</b>	Sulu silisyum dioksit Su oranı %7	Sulu silisyum dioksit Su oranı %3-%21
<b>Sertlik</b>	6,5 (ayrışmışlarda 5,5)	5,5-6,5
<b>Kırılma</b>	Konkoidal (Midye kabuğu)	Konkoidal
<b>Klivaj</b>	Yok	Yok
<b>Özgül ağırlık</b>	2,17 (su içeriğine bağlı)	1.98-2.25 (su içeriğine bağlı)
<b>Şeffaflık</b>	Yarı şeffaf, mat	Şeffaf olmayan, saydam
<b>Parlaklık</b>	Camsı	Camsı
<b>Çizgi rengi</b>	Beyaz	Beyaz



Şekil 6 Parlatılmış örnekler (a, b, c, d, e) ve araziden alınan örnekler (f, g, h)

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Erzurum-Oltu Turnalı bölgesinde mevcut bulunan opal yatağından alınan örnekler incelenmiş ve elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bu incelemeler sonucunda;

- Opallerin %7 oranında su içerdiği belirlenmiştir.
- Opallerin yeşil ve tonları, mavi ve tonları, mor, kahverengi, kiremit kırmızısı, turuncu, sarı, gri ve beyaz renkleri olduğu gözlemlenmiştir. Deneysel mikroskobik çalışmalarda, parlatılmış örneklerde çokça kromit, hematit, kromitlerin ayrışması ile silisli alanlara yayılmış hematit ve limonitler renklerin oluşumlarında etkili olduğu belirlenmiştir.
- Örneklerden elde edilen ince kesitlerin incelenmesinde ayrışmış olivin ve ortopirosenler belirlenmiştir. Yapılan XRD analizinde, grafiklerin incelenmesi sonucu olivin ve ayrışmış hematitler saptanmıştır.
- Cevher mikroskobuyla yapılan araştırmada parajenezde kromit, götit, hematit, limonit nabit kristaller belirlenmiştir. Süksesyonda ise Turnalı opallerinde ilk oluşan opak mineral (cevher minerali) kromit olduğu belirlenmiştir.
- Turnalı opallerinde yapılan 12 adet sıvı kapanım çalışmasıyla opallerin oluşma ısılarının 220°C -280°C arasında olduğu belirlenmiştir.
- Opalin uluslararası yapılan sınıflamasında 99 opal çeşidinin olduğu ve bu sınıflama baz alınarak Turnalı opallerinde de 31 çeşit opal türü bulunmuştur.

Yapılan tüm bu çalışmalar sonucunda Erzurum-Oltu Turnalı opallerinin çok değerli opaller ile sıradan opaller arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Ancak buradaki opaller kaba olmayan, estetik ve sanatsal bir şekilde işlemeyle ve onlara en uygun takıların seçilmesiyle birlikte en değerli opallerle birlikte boy ölçüşebilecek hale gelebilirler. Ayrıca bölgedeki yatağın, daha ayrıntılı bir araştırma yapılarak özelliklerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

Dünyada geçerli olan ve kullanılan takı türleri iyice araştırılarak Erzurum-Oltu-Turnalı opali daha

albenisi yüksek ve ekonomik değere sahip olacak şekilde değerlendirilmesi (işlenmesi) gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Çelik, M., Karakaya, N., 1998, "Sistemantik Mineraloji", Bizim Büro Basımevi, 1.Baskı, Konya.
- Filin, S.V., Puzynin, A.I., Samoilov, V.N., 2003, "Some Aspects of Precious Opal Synthesis", Scientific Center For Applied Research, Dubna, JINR, Russia.
- Gilbert, J.M., Park, C.F.,1986, "The Geology of Ore Deposits", W.H. Freeman and Company, sayfa:532-571, New York.
- Hatipoğlu, M, 1998, "Süstaşlarının Dünyası", Mermer Dergisi 19, Sayfa 24-30. İzmir.
- Horton, D., 2000, "Australian Sedimentary Opal-Why Is Australia Unique?", Managing Director of Opal Horizon Limited, Australia.
- Köktürk, İL, 2002, "Endüstriyel Hammaddeler", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:205, 244-248, İzmir.
- Sarız, K., Nuhoğlu, İ., 1992, "Endüstriyel Hammade Yatakları ve Madenciligi", Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 636, Eskişehir.
- Simandl, G.J., Paradis, S., Diakow, L.J., 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://vywww.cigem.ca>

URL 2 <http://aogia.polygon.net>

URL 3 <http://ezpawncorp.com>

URL 4 <http://www.austgem.gil.com.au>

URL 5 <http://www.minerals.net>



Ek 1. Dünya Opal Türleri (Url 5)

Uluslar Arası Sınıflama			
1. Agate Opal	Agat (Akik) Opal	51. Mother of Pearl Opal	Sedef Opal
2. Amatite	Amatite	52. Mountain Opal	Dağ Opali
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	Opali eşmiş Kemik
10. Cachalong Opal	Boşluklu (Delikli) Opal	60. Opalized Fossil	Opalleşmiş Fossil
11. Cherry Opal	Kiraz Opal	61. Opalized Shell	Opalleşmiş Kavk
12. Chloropal	Klor Opal	62. Opalized Wood	Opalleşmiş Odun
13. Chrysopal	Krizopal	63. Painted Boulder	Boyalı Opal
14. ClaroOpal	Şeffaf Opal	64. Pearl Opal	Sedef (incimsi) Opal
15. Common Opal	Adı (Bayağı) Opal	65. Pineapple Opal	Ananas Opal
16. Contra Luz Opal	Kontra Luz Opal	66. PinfireOpal	İğne Şekilli Ateş Opal
17. Coober Pedy Opal	Kuber Pedy Opal	67. PinPoint	İğne Uçlu Opal
18. Crystal Opal	Kristal Opal	68. Pipe Opal	Boru (Pipo) Opal
19. Dark Opal	Koyu (Kara) Opal	69. Pitch Opal	Zift Opal
20. Diatomite Opal	Diyaomit Opal	70. Potch	Adi Opal
21. Fire Opal	Ateş Opal	71. Prase Opal	Koyu Yeşil Adi Opal
22. Flame Opal	Alev Opal	72. Precious Fire Opal	Nadide Ateş Opali
23. Flash Opal	Parıltı (Şimşek) Opal	73. Precious Opal	Nadide Opal
24. Flashfire Opal	Parıltı Ateş Opal	74. Primed Opal	En İyi (Ana) Opal
25. Fossil opal	Fosil Opal	75. Pyrophane	Nadide Opal
26. Gelite Opal	Jel Opal	76. Queensland Opal	Kraliçeler Karası Opal
27. Gayserite	Gayser (Sıcak su) Opal	77. QuinciteOpal	Pembe Opal
28. Gilson Opal	Gilson Opal (Sentetik)	78. Radiolite Opal (Radio Opal)	Adi (Radiolaryalı) Opal
29. Girasol Opal	Girasol Opal	79. Rainbow Opal	Gökkuşaklı Opal
30. Glass Opal	Cam Opal	80. Red Flash Opal	Kırmızı Parıltılı 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	Yanm (Opalimsı) Opal
35. Hyacinth Opal	Sümbül Opal	85. Shell Opal	Kavk Opal
36. Hyalite	Hyalit	86. Slocum Stone	Slokum Taşı (Sentetik)
37. Hydrophane	Boşluklu Opal	87. Sun Opal	Güneş Opali
38. İrtdot	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 İle) 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	Işmalı 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. YowahNut	(Yuvarlak) Parçalı Opal
47. Lithoxyl Opal	Ağaç (Odun) Opali	97. Liver Opal	Koyu Bordo Renkli Opal
48. Milk Opal	Süt Opal	98. Menilite	Mat Koyu Kahve Adı Opal
49. Moss Opal	Yosun Opal	99. Mexican Fire Opal	Meksika Ateş Opali
50. Mother Opal	Ana Opal		