



İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

Istanbul Commerce University Journal of Science

<http://dergipark.org.tr/ticaretfbid>



Araştırma Makalesi / Research Article

SMOKY (DUMANLI) KUVARS MİNERALİNİN GEMOLOJİK ÖZELLİKLERİ*

GEMOLOGICAL PROPERTIES OF SMOKY QUARTZ MINERALS

Yasemin KANTARÇEKEN¹ Zeki ÇİZMECİOĞLU²

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
ysmnkntrekn@gmail.com

Geliş Tarihi / Received
11.08.2021

Kabul Tarihi / Accepted
16.08.2021

Öz

Kuvars yapısal olarak kristalli yapıya sahiptir. Kuvars minerali yaydıklarına inanılan pozitif enerjiden dolayı takılarda kullanılır. Sanayide ve tıbbi aletlerin üretimlerinde ham madde olarak bilinir. Kuvarın bir çeşidi olan dumanlı kuvars, griye ya da kahverengiye yakın bir renkte olup şeffaf ve kristal yapıdadır. Dumanlı veya Smoky kuvars, dünyanın pek çok yerinde bulunmaktadır ancak en fazla İsviçre, ABD, ve Madagaskar'da çıkarılmaktadır. Ülkemizde ise Aydın ili Koçarlı İlçesi Mersinbelen Köyünde bulunan bazı lokalitelerde dumanlı kuvars çıkarılarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Bu çalışmada, Aydın ili Koçarlı ilçesi Mersinbelen Köyünde saha çalışması yapılmış ve çalışma alanında bulunan dumanlı (smoky) kuvars örnekleri bulunarak, lokalitelerdeki dumanlı kuvars örneklerinin XRF, ICP-MS, XRD analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aydın, dumanlı kuvars, gemolojik özellikler, kuvars.

Abstract

In relation to different transports types used in urban transportation, the integration of transport modes, in other words, the construction of "transfer centers" has become a requirement for cities. In order to meet the expectations of users from public transportation such as safety, comfort, speed, transfer centers, which have a transportation infrastructure, emerge as an important dynamic for meeting the expectations mentioned in Istanbul urban transportation. As 'timing' has become even more crucial nowadays. In this study, the concept of transfer center is analysed as an outcome of the urban transportation planning and integration. During the construction of transfer centers, it requires the implementation of a legal process in terms of planning and design principles such as security, accessibility, information, visibility and image by prioritising public interest.

Keywords: Aydın, gemological properties, quartz, smoky quartz..

*Bu yayın Yasemin KANTARÇEKEN isimli öğrencinin İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mücevherat Mühendisliği Programındaki Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

¹İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mücevherat Mühendisliği Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
ysmnkntrekn@gmail.com, Orcid.org/0000-0003-2042-6837.

²İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Küçükyalı, İstanbul, Türkiye.
zicizmecioğlu@ticaret.edu.tr, Orcid.org/0000-0003-0593-5510.

1.GİRİŞ

Aydın ili, özellikle renksiz ve dumanlı kuvars kristallerinin ülkemizdeki en önemli yataklarının bulunduğu bölgelere sahiptir (Hatipoğlu, 2010, s.440). Karacasu bölgesi ile ilgili yapılan jeolojik araştırmalarda bölgedeki jeolojik oluşumların Paleozoik, Neojen ve Kuaterner dönemlerine ait stratigrafik sıralama gösterdiği belirlenmiştir (Akarsu, 1969, s.5). Ayrıca, mineral şistler üzerinde yapılan mikroskobik incelemelerde, kuvars ve benzeri maddeler içerdiği saptanmıştır. Kumtaşı elemanlarının çoğunda benzer şekilde kuvars taneleri ve mika pullarının mevcut olduğu belirlenmiştir.

D-B gidişli Büyük Menderes Grabeni'nin güney bloğunda bulunan Karacasu ve Koçarlı bölgelerinin dağlık kesimlerinde gri, siyah ve kahverengi renklerde bulunan kuvars kristalleri Anadolu'daki en zengin kuvars madenlerini oluşturmaktadır (Hatipoğlu, 2010, s.440; Selim ve ark., 2015, s.102). Aydın bölgesinde bulunan iki adet kuvars lokasyonu vardır. Bunlar Kuzey-Güney ve Doğu-Batı doğrultularında uzanmaktadır. Ancak, Kuzey-Güney damarları çok yaşlı olmasından dolayı süs taşı kalitesinde kuvars kristalleri üretmezler. Bölgede bulunan dumanlı kuvars çeşitleri Menderes Masifi'nin şist, leptit ve gnays gibi ana kayaların içerindeki boşluklarda kristalleşerek oluşmuşlardır. Kuvars kristalleri bu kayaların içerisinde ince, paralel uzun damarlarda ve çepere tutunarak oluşurlar. Kuvars damarları yaklaşık 0,2 ile 0,8 metre genişlikte, 1-7 metre uzunlukta ve 10-30 metre derinliğe sahiptirler. Elde edilen lenslerin boyutları 0,5-2 m, 3-10 m ve 3-6 m olarak ölçülmüştür. Aydın bölgesinde bulunan toplam kuvars rezervi yaklaşık 600.000 ton olarak hesaplanmıştır. Bu rezervin piyasa değeri yaklaşık 3 milyar USD olarak tahmin edilmektedir (Selim, 2015, s.102).

Kuvars minerali sahip olduğu fiziko-mekanik özelliklerinden dolayı yapay mermerde kullanılmaktadır. Kuvarslar genellikle direnci güçlü ve aşındırıcı kayalardan oluşmaktadır. Ögütülmesi ve işlenmesi çok zordur (Yüçetürk, 2010, s.75). Bu sebepten dolayı kuvars kumtaşı ile benzer kimyasal bileşik olan kuvarsit üretiminde daha saf kuvars tercih edilmektedir. Bu yapılan $CaCO_3$ yapısına sahip çeşitli mineraller renksiz, şeffaf, uçucu mineral kristallerdir (Kurt, 2019, s.76). Yapay mermerlerdeki ham madde için kullanılan kuvars ve kalsit mineralleri bu kapsamda çok önemlidir. Kuvars minerallerinden elde edilen yapı malzemeleri, fiziko-mekanik özellikler nedeniyle kalsit mineralinden daha iyi elde edilmektedir (Yüçetürk, 2010, s.76). Bu çalışma da Aydın ilinin Koçarlı ve Karacasu ilçelerinde elde edilen Dumanlı (Smoky) kuvars mineralinin gemolojik özelliklerini ülkemizdeki dumanlı kuvars işletmeciliği açısından incelemektedir.

2.KUVARSLAR VE ÖZELLİKLERİ

Kuvarslar, mineraller kristalleşme olayının akışı içinde birbirini takip eden kristalleşme işlemi kuvarsın oluşumu ile ortaya çıkar (Gümüş, 1969, s.23). Bu tanımlamanın altyapısı Volfram, Altın, Kalay ve Molibden gibi maddelerin ortaya çıkmasıdır. Kuvars; kimya, elektrik, mekanik ve termal özellikleri açısından çok önemli ve nadir kaynaklardan biridir. Kuvars (Quartz) kelimesi Almanca kelimesinden türetilmiştir (Cerde, 2014, s.144). Kuvarsın ergime noktası yaklaşık $1700^{\circ}C$ 'nin üzerindedir. Kuvars, doğal olarak yer altında oluşur. Granit kayaların ayrıştırılması sonucunda 2mm'den daha küçük tanecikler olarak elde edilir. Tuğla ve seramik endüstrisinde (Karaman, 2006, s.128), döküm sanayisinde ve genellikle cam üretim sektörlerinde kullanılmaktadır. Kullanım alanları kuvarsların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Kuvarslar genellikle kimya endüstrisinde silikon metal ve kroze üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca saf kuvarslar, optik, elektronik ve elektrik endüstrisinde çok yaygın şekilde tüketilmektedir.



Şekil 1. Kuvars Örneği ve Moleküler Dizilimi (MTA, 2020).

Dünyadaki kuvars kaynaklarının (ametist) çoğu Brezilya'da bulunmaktadır (Akbudak, 2018, s.235). Bununla beraber en fazla kuvars kaynağının (amorf, kripto kristal) olduğu ülkeler Arjantin, Avusturya ve İspanya olarak sıralanabilir (MTA, 2020). Dünyadaki bütün rezerv miktarı net olarak bilinmemektedir. Ülkemizde ise kuvars alanlarında toplam 730 milyon ton rezerv olduğu tahmin edilmektedir. Bu kapsamda ülkemiz oldukça zengin kuvars yataklarına sahiptir. Başlıca kuvars bölgeleri İstanbul, Tekirdağ, Zonguldak ve Sinop'tur (Koç, 2014, s.22). Ülkemizde kuvars işlenmesi ve ihracatı her yıl artarak devam etmektedir. Ancak, ülkemizdeki en büyük sorunlardan birisi kuvars mineralinin işlenmesi için gerekli makinelerin ve işgücünün yeterli olmamasıdır.

2.1. Temel Özellikleri ve Sanayide Kullanımı

Kuvars minerallerinin en önemli özellikleri piezoelektrik, sıcaklık ve basınca dayanıklı, sert, altıgen yapıda, saydam veya yarı saydam renklerde bulunmasıdır. Bunların yanında doğal çevrede amorf (biçimsiz) veya kristal yapıda bulunmaktadırlar (Kurşun & İpekoğlu, 1995, s.40). Kuvarslar özelliklerine göre mor (ametist), pembe, beyaz, duman rengi ve füme gibi çeşitli renklere sahiptir. Kuvars, dünya yüzeyinde bulunan en bol ve en yaygın dağılmış olan minerallerden birisidir. Magmatik, metamorfik ve tortul kayalarda bol miktarda bulunur. Mekanik ve kimyasal hava koşullarına oldukça dayanıklıdır. Bu sebepten dolayı plaj, nehir ve çöl kumu ana bileşenlerinden birisidir.

Kuvarsların sanayide kullanılmasının en önemli sebeplerinden birisi piezoelektrik olmasıdır. Basınca veya gerilime maruz kaldığında şekillerinin özelliklerinden dolayı alternatif prizma kenarlarından pozitif ve negatif yükler geliştirir. Bunlar yüksek basınçtaki değişiklikler ile orantılıdır. Bu özelliği nedeniyle kuvars plakalar, derinlik sondaj cihazlarında olduğu gibi farklı şekillerde basınç ölçümlerinde kullanılır (Batman, 2015, s.69). Kuvarsların fiziksel özellikleri aşağıda yer verilen tablodaki gibi sıralanabilir:

Tablo 1. Kuvars Minerallerinin Fiziksel Özellikleri (Şen & Kök., 2018, s.3)

Kimyasal sınıflandırma	Silikat
Renk	Hemen hemen her renkte olabilir. Açık, beyaz, gri, mor, sarı, kahverengi, siyah, pembe, yeşil, kırmızı.
Çizgi	Renksiz ve çizgi plakasından daha sert.
Parlaklık	Cam gibi
Şeffaflık	Saydamlığa karşı saydam
Dilinim	Yok – konkoidal ile kırılır
Mohs sertlik	7
Özgül ağırlık	2,6 – 2,7
Teşhis özellikleri	Konkoidal kırık camsı parlaklık, sertlik
Kimyasal bileşimi	SiO ₂
Kristal sistem	Altıgen
Kullanım alanları	Cam yapımı, döküm tozu, değerli taşlar ve hidrolik kırılma propant.

Kuvars, elektriksel bir reaksiyon oluşturabilir. Bu yeteneğe sahip mineraller piezoelektrik olarak bilinir (Smith & Rhodes, 1994, s.50). Oluşturulan elektrik, bir yük, fiziksel stres veya ısı uygulanarak oluşturulabilir. Kuvars, ayrıca tribolüminesans veya basınç altında ışık yaratma yeteneği olan bir mücevher olarak da bilinmektedir. Bu gizemli ışık, bildiğimiz biçimdeki elektrik değildir, ancak çoğu zaman bu şekilde yapılmaktadır? Kuvars kristalleri elektrik üretmesine rağmen elmaslar aslında yalıtıcıdır ve elektrik iletmezler.

Piezoelektrik olayını açıklayan ilk bilimsel yayın Pierre ve Jacques Curie tarafından 1880 yılında yayınlanmıştır. Yaptıkları deneylerde mekanik olarak zorlandıklarında, yüzey yükleri gösteren turmalin, kuvars, topaz, şeker kamışı ve Rochelle tuzu gibi bir dizi kristali kullanmışlardır.

Piezoelektrik katsayısı k , bir piezoelektrik malzemesinin elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürme yeteneğini temsil etmektedir. Mekanik ve elektriksel alanlar arasındaki enerji dönüşümü, piezoelektrik malzemelerden yapılan hem sensörlerde hem de aktüatörlerde kullanılır. Kuvars için $k = 0,1$ 'dir.

Piezoelektrik kristal iki metal plaka arasına yerleştirilir. Daha sonra malzemeye metal plakalar tarafından mekanik basınç uygulanır ve bu da kristal içindeki elektrik yüklerini dengeden çıkarır. Kristal yüzün zıt taraflarında aşırı negatif ve pozitif yükler ortaya çıkar (Smith & Rhodes, 1994, s.50).

Piezoelektrik özelliğe sahip malzemeler, enerjinin mekanik alandan elektrik alanına ve tersi yönde dönüştürülmesine izin verir. Piezoelektrik sahibi materyaller, çeşitli sensörler veya aktüatörler oluşturmak için kullanılabilirler. Ayrıca uygulanan periyodik elektrik sinyali, görüntüleme amaçlı (ultrasonik) dalgaların üretilmesi için kullanılabilir.

2.2. Dumanlı Kuvars

Smoky (Dumanlı) kuvars minerallerinin Mohs sertlik derecesi 7'dir. Şekil olarak üçgen kristal yapıya sahiptir. Görünüm ve renk olarak açıktan koyuya ve şeffaftan katıya doğru derecelendirilir. Dumanlı kuvars, yarı saydam kuvars çeşididir (Şekil 2).



Şekil 2. Dumanlı Kuvars Örneği

Dumanlı kuvars, renk çeşitliliği olan bir kristal kuvars olarak bilinir (O'Brien, 1955, s.62). Açık sarımsı kahverengiden siyah renge kadar koyu olan kahverengi renge sahip olabilir. Grimsi kahverengi renge sahip olan örnekler daha az sayıda elde edilmektedir. Cevher olarak kesildiğinde turuncumsu kahverengiden kırmızımsı kahverengiye değişen taşlar pek çok kişi tarafından tercih edilmektedir. Dumanlı kuvars, diğerlerine göre doğada bol miktarda bulunduğu için daha ucuz bir mücevher malzemesidir. Genellikle birkaç kapağıyla mükemmel şeffaflığa sahip büyük kristallerde bulunur. Dumanlı kuvarsın rengi, kendisini çevreleyen kayadan yayılan doğal radyasyon, kristalin kuvars içindeki alüminyum safsızlıklarının etrafındaki renk merkezlerini etkinleştirdiğinde oluşmaktadır. Dumanlı kuvars açısından mücevherat olarak yararlanılan ülkelerin en önemlisi Brezilyadır. Madagaskar, dumanlı kuvars üreten ve ihraç eden ikinci ülkedir. Bununla beraber İskoçya, ABD, Rusya, Ukrayna ve İsviçre dumanlı kuvars kaynaklarının en fazla olduğu ülkelerdendir.

2.3. Dumanlı Kuvars Özellikleri

Dumanlı kuvars, kahverengi ve grimsi renk aralığında rengi olan bir kuvars çeşididir. Nefes taşı olarak da bilinen dağ kristali çeşidi olan dumanlı kuvarslar yarı şeffaf ve dumanlı bir renge sahiptir (Yüçetürk, 2010, s.76). En yaygın bulunduğu çeşit olan morion dumanlı kuvars, çok koyu kahverengiden opak siyah renge geçişlidir. Diğer kuvarslar gibi SiO_2 kimyasal formüle sahiptir. Dumanlı kuvars binlerce yıldır genellikle dekoratif, süs ve dinî nesnelere içinde değerli taş olarak kullanılmaktadır (Hatipoğlu & Gökçen, 2007, s.2). Dumanlı kuvarsın korku, panik, kırgınlık ve gerginliği giderdiğine inanılır. Bazılarına göre böbrek ve pankreas organlarına iyi gelmektedir. Dumanlı kuvarsın fiziksel özellikleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Dumanlı Kuvars Süstaşlarının Fiziksel Özellikleri (MTA, 2020)

Kimyasal Sınıflandırma	Silikat
Renk	Açık sarımsı, kahverengi, turuncumsu, kırmızımsı kahverengi gibi koyu renktedirler. Çoğu örnek grimsi ve siyah renktedir.
Çizgi	Renksiz (çizgi plakasından daha sert)
Parlak	Vitrifiye
Diyafanite	Şeffaftan yarı saydamlığa
Bölünme	Yok - tipik olarak konkoidal kırılma ile kırılır
Mohs Sertliği	7
Özgül Ağırlık	2,6 – 2,7
Teşhis Özellikleri	Konkoidal kırılma, camsı parlaklık, sertlik, kahverengimsi renk
Kimyasal Bileşim	SiO ₂
Kristal Sistem	Altıgen
Kullanım	Faceted gemstones, cabochons, boncuklar, oymalar, küreler kullanır

Dumanlı kuvars, boncuklara ve kabaşonlara ayrılır veya kesilir. Bu mücevherler genellikle sarımsı kahverengiden koyu kahverengiye kadar rengi sevenler için yüzük, kolye, küpe ve broşlarda kullanılır. Koyu kahverengi renkli dumanlı kuvars, erkek yüzük ve kol düğmelerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Viktorya Dönemi boyunca, İrlanda'nın Morne Dağları'ndan gelen koyu kahverengi taşlar genellikle takılarda kullanılmıştır. Dumanlı kuvars, fiyatı düşük olduğu ve büyük parçalar kolaylıkla elde edilebildiği için, faset yapmayı öğrenen kişilerin gözde uygulama malzemesidir. Ayrıca oyma malzemesi olarak da sıklıkla kullanılmaktadır. 12. yüzyılda Çin'de gözlük yapmak için düz dumanlı kuvars parçaları kullanılıyordu. Bunlardan bazıları gözleri parlak ışıktan korumak için kullanılmaktaydı. Dumanlı kuvars; ametist, sitrin, ametrin, gül kuvars ve limon kuvars ile beraber mineral kuvarsın renginden elde edilmektedir. Bu kuvarslar renk dışında neredeyse aynı özelliklere sahiptir. Dumanlı kuvars, çoğunlukla magmatik ve metamorfik kayaları kesen kuvars damarlarında ve pegmatit bentlerinde bulunmaktadır. İyi oluşmuş kristaller genellikle bir pegmatitin kenarları boyunca magmatik ve metamorfik kayaların boşluklarında bulunur. Daha düşük sıcaklıklarda oluşan dumanlı kuvars, bazen bilinen hiçbir magmatik ilişki olmaksızın tortul ve metamorfik kayaçların kırıklarında bulunur. Dünyanın birçok yerindeki radyoaktif maden yatakları, çok koyu dumanlı kuvarsla ilişkilendirilir. Bu yerlerdeki çok koyu kuvars, muhtemelen radyoaktif minerallerden kaynaklanan emisyonlarla renklenmektedir.

2.4. Türkiye'de Dumanlı Kuvars Kullanım ve Üretim Alanları

Dumanlı kuvars ile koyu siyah türü Morion, dünya yüzeyinde en fazla ve bol miktarda Brezilya ile Türkiye'de çıkarılmaktadır. Türkiye'de en fazla çıkarılan yerler Aydın'a bağlı Çine, Koçarlı ve Karacasu'dur. Özellikle Koçarlı ilçesindeki Mersinbelen Köyü ve civar yakın köylerdeki tarlalarda toplanan dumanlı kuvars kristalleri satılmaktadır. Çine bölgesinde bulunan metamorfik kayaç olan gnayslar ve leptit çatlakları bölgelerinde, metamorfizma sonrasında oluşmuş fazla miktarda dumanlı kuvarslar bulunmaktadır. Ancak Süstaşı olarak kullanılanların çoğunlukla benzer birimlerde Miyosen yaşlı birimlerin içinde Doğu- Batı yönündeki çatlaklardaki fizyonların içerisinde olduğu bildirilmiştir (Kun, 1986, s.45). Bölgede bulunan dumanlı kuvarslar genellikle açık renktedir.

Aydın'ın diğer ilçesi olan Koçarlı'da da dumanlı kuvars grubu kuvars yatakları bulunmaktadır. Özellikle güney bölgelerinde yer alan Gaffarlar, Bağcılar ve Mersinbelen yörelerinde sürülmüş tarlalarda dumanlı kuvarsa rastlanmaktadır (Hatipoğlu, 1991, s.23). Bu bölgelerdeki kuvarslar Karacasu ve Çine bölgelerinde bulunan dumanlı kuvarslara göre daha küçük, ancak daha saydamdır. Uzunlukları maksimum 20-30 cm civarında ve çapları yaklaşık 10-13 cm kadardır. Diğer kuvarslara göre dumanlı kuvars çeşitleri bu bölgelerde daha yaygın bulunmaktadır. Bölgede elde edilen dumanlı kuvarslar, filonlar, gnays ve şistler içerisinde elde edilmektedir.

Dumanlı kuvars diğer kuvars çeşitlerinde olduğu gibi ülkemizde endüstri alanında kullanılmaktadır (Akyol, 2020, s.92). Ancak, ülkemizdeki kuvars kaynakları değerlendirildiğinde dumanlı kuvars yataklarından elde edilen dumanlı veya diğer çeşitlerdeki kuvars miktarının çok düşük oranda olduğu görülmektedir. Dumanlı kuvars çok sert ve dayanıklı olduğundan öğütülüp işlenmesi oldukça zor ve masraflıdır (Selim, 2015, s.102). Kuvarsit kayaçların üretiminde benzer kimyasallara sahip olan kuvars kristalinden kumu ve kuvarslı gre olarak yararlanılmaktadır. Bölgede bulunan kuvars yataklarından ve tarlalardan elde edilen kolay işlenebilecek kuvars kristali haricinde daha yüksek kalitede ve özellikte olan kuvars yatakları kristal olarak veya dev boyutlarda koleksiyon niteliğinde ya da müzelik amacıyla kullanılmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, nitel araştırma yaklaşımı yöntemlerinden case study (durum çalışması) kullanılmıştır (Akarsu & Akarsu, 2019, s.88). Durum çalışması, vaka çalışması olarak da bilinmektedir. Vaka çalışması, genellikle sosyal bilimlerde ve yaşam bilimlerinde görülen bir araştırma metodolojisidir. Vaka çalışması araştırmasının tek bir tanımı yoktur. Bununla birlikte çok basit bir şekilde bir kişi, bir grup insan veya bir ünite hakkında birkaç ünite üzerinde genelleme yapmayı amaçlayan yoğun bir çalışma olarak tanımlanabilir. Bir vaka çalışması, tek bir bireyin, grubun, topluluğun veya araştırmacının birkaç değişkenle ilgili derinlemesine verileri incelediği başka bir birimin yoğun, sistematik bir araştırması olarak da tanımlanmıştır.

3.2. Veri Toplama Yöntemi

Veri toplama işlemi dumanlı kuvars ile ilgili başlıkların incelendiği tez, resmî ve organizasyonların web sayfaları, makaleler, projeler, konferans sunumları ve kitapların incelenmesi ile elde edilmiştir. Sistematik literatürde tarama yönteminin kullanıldığı veri toplama işlemleri sonucunda ise elde edilen veriler analiz edilerek değerlendirilmiştir.

3.3. Veri Analizi

Araştırmada Aydın ilinde madenlerden ve hatta bazen tarlalardan elde edilen dumanlı kuvars kristalleri ile ilgili detaylı literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, özellikle dumanlı kuvars olmak üzere kuvars kristalleri ile ilgili ülkemizde ve dünyada bulunan kaynaklar, kullanım alanları ve uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Son olarak dumanlı kuvars mineralinin gemolojik özelliklerini, ülkemizde çıkarılan yerlerinin özelliklerini ve ülkemizdeki dumanlı kuvars işletmeciliği incelenmiştir. Bunun sonucunda dumanlı kuvarsın oluşumu, çıktığı yerler, fiziksel ve kimyasal özellikleri elde edilmiştir. Dumanlı kuvarsın yüksek dayanıklılığı nedeniyle sanayide kullanım alanları da araştırılmış ve analiz edilmiştir.

4. ANALİZ SONUÇLARI

Araştırma kapsamında Aydın ili Koçarlı ilçesi Mersinbelen Köyünde saha çalışması yapılmış ve çalışma alanında bulunan dumanlı (smoky) kuvars örnekleri lokalitelerdeki dumanlı kuvars örneklerinin XRF, ICP-MS, XRD analizleri yapılmıştır.

4.1. Numunelerin XRF Analiz Sonuçları

Bölgede bulunan dumanlı kuvarlar çalışmanın ilk kısmında kimyasal analize tabii tutulmuştur. İlk kimyasal analiz olarak XRF analizi gerçekleştirilmiştir. XRF (X-Ray fluorescence) ((X-ışını floresansı), tahribatsız kimyasal analiz olarak bilinir ve genellikle malzemelerin temel ve kimyasal bileşimlerini tanımlamak ve karar vermek için kullanılan analitik yöntemdir. XRF analiz cihazı, birincil bir X-ışını kaynağı tarafından uyarıldığında bir numuneden yayılan floresan (veya ikincil) X-ışınını ölçerek numunenin kimyasını belirlemektedir. Analiz sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Elde edilen numunelerin XRF kimyasal analiz sonuçları

MAJOR	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	Cr ₂ O ₃	LOI	TOPLAM
SMK 1	0.00 %	0.00 %	0.04 %	99.16 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.02 %	0.00 %	0.01 %	0.00 %	0.76 %	99.99%
SMK 2	0.00 %	0.00 %	0.00 %	99.14 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.01 %	0.00 %	0.01 %	0.00 %	0.82 %	99.98%
SMK 3	0.00 %	0.00 %	0.00 %	99.05 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.02 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.90 %	99.97%
SMK 4	0.00 %	0.00 %	0.00 %	99.38 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.01 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.59 %	99.98%

4.2. Dumanlı Kuvars Örneklerinin ICP-MS Analiz Sonuçları

Çalışma için Aydın ili Koçarlı ilçesi Mersinbelen Köyünde bulunan dumanlı kuvars örnekleri kimyasal analize uygun hazırlanmıştır. Yapılan ikinci kimyasal analiz ise ICP-MS analizidir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.3. X-Ray Diffraction (XRD) Analiz Sonuçları

Aydın ili Koçarlı ilçesi Mersinbelen Köyünde bulunan bölgeden elde edilen dumanlı kuvars örnekleri son olarak XRD analizine tabii tutulmuştur. X ışını kırınım analizi (XRD), bir malzemenin kristalografi yapısını belirlemek için malzeme biliminde kullanılan tekniktir. XRD, numuneye gelen X ışınlarına maruz bırakılır ve ardından numuneyi terk eden X ışınlarının yoğunlukları ve saçılma açıları ölçülür. XRD analizinin birincil kullanımı, kırınım modellerine göre malzemelerin tanımlanmasıdır. XRD, faz tanımlamasının yanı sıra iç gerilimler ve kusurlar nedeniyle gerçek yapının ideal olandan nasıl saptığı hakkında detaylı bilgi vermektedir. Aşağıdaki tabloda dumanlı kuvars numuneleri üzerinde yapılan XRD analizleri sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur.

Tablo 4. SMK-1 Numune Üzerinde Gerçekleştirilen Kimyasal Analizi

Ref. Code	Mineral Name	Chemical Formula
98-004-0906	Quartz low	O ₂ Si ₁

Tablo 5. SMK-2 Numune Üzerinde Gerçekleştirilen Kimyasal Analizi

Ref. Code	Mineral Name	Chemical Formula
98-004-0906	Quartz low	O2 Si1

Tablo 6. SMK-1 Numune Üzerinde Gerçekleştirilen Kimyasal Analizi

Ref. Code	Mineral Name	Chemical Formula
98-005-4828	Quartz low	O2 Si1

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada Aydın ili Koçarlı ilçesi Mersinbelen Köyünde saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırma yapılan sahada bulunan dumanlı (smoky) kuvars örnekleri, çalışmanın amacına uygun bir şekilde incelenmiştir. Bölgede bulunan lokalitelerdeki dumanlı kuvars örnekleri XRF, ICP-MS, XRD analizleri yapılmak üzere hazırlanmış ve analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen bulgular kısaca sunulmuş ve tartışılmıştır. Bölgede elde edilen toplam 4 numune kimyasal analizlere tabii tutulmuştur.

Bölgeden elde edilen kuvars örnekleri üzerine yapılan XRF analiz sonuçlarına göre major oksitlerden SiO₂ (%99,05-99,38) beklendiği üzere oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüm örneklerde gözlemlenen Fe₂O₃ varlığının, dumanlı kuvarsların geliştiği metamorfik kayalarındaki radyoaktivite etkisi ile renk merkezlerinin oluşumunda etkili olabileceği düşünülmektedir.

SMK-1 kodlu numunede saptanan Al₂O₃ varlığının ise yine renk merkezinde ton farklılığı oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu Al₂O₃ varlığının kristal içerisinde homojen olarak dağılmaması durumunda ise kristalin bazı zonlarında safsızlıklar olduğunu akla getirmektedir.

Dumanlı kuvarslara ayrıca ICP-MS analizi uygulanmıştır. ICP-MS analiz sonuçlarına göre Dumanlı kuvarslar içerisinde radyoaktif bir elemente rastlanmamıştır. Dumanlı kuvarsların radyoaktivite etkisi ile geliştiği göz önünde bulundurulduğunda bu elementlerin (U-Th) saptanmaması, Süstaşı amaçlı kullanım esnasında herhangi bir soruna neden olmaması açısından önemlidir. Bunun yanı sıra nispeten yüksek oranda kobalt elementinin varlığı, Al₂O₃ gibi bir miktar ton (muhtemelen mavi tonları) farklılığına neden olabilir.

Bölgede çalışma için hazırlanan örneklere ayrıca XRD analizleri yapılmıştır. Yapılan XRD analizlerinde dumanlı kuvars minerallerinin düşük sıcaklık (573° C altı sıcaklıklarda) ve düşük basınç (2,5 GPa) altında gelişen alfa-kuvars piklerine yakın sonuçlar verdikleri gözlemlenmiştir. Bu kristallerin nispeten düşük basınç ve sıcaklıkta gelişmeleri, ortam koşullarının nispeten kristal büyüklüklerini sınırladığını akla getirmektedir.

6. SONUÇLAR

Dumanlı kuvars örneklerindeki XRF analiz sonuçlarına göre major oksitlerden SiO₂ %99,05-99,38 seviyesinde bulunmuştur. Bu sonucun, beklendiği üzere oldukça yüksek çıktığı görülmüştür. İncelenen dört farklı numunede gözlemlenen Fe₂O₃ kimyasal birleşimi, dumanlı kuvarsların geliştiği metamorfik kayalarındaki radyoaktivite etkisi ile renk merkezlerinin oluşumunda etkili olabilmektedir. SMK-1 kodlu numunede saptanan Al₂O₃ varlığının ise yine renk merkezinde ton farklılığı oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu Al₂O₃ varlığının kristal içerisinde homojen olarak

dağılmaması durumunda ise kristalin bazı zonlarında safsızlıklar olduğunu göstermektedir. İncelenen numunelerdeki SiO₂ bileşiğinin yaklaşık %99 seviyesinde olduğunu göstermiştir. Bu sonuç numunelerin saflığının yüksek olduğunu belirtmiştir. Ayrıca incelenen numunelerde ise Co, Ni, V, Zn, Ga, As, Sr, Y ve Zr elementleri bulunmuştur.

Dumanlı kuvarslara uygulanan ICP-MS analiz radyoaktif bir elementin varlığını göstermemiştir. Dumanlı kuvarsların radyoaktivite etkisi ile geliştiği göz önünde bulundurulduğunda U-Th saptanmaması önemlidir. Bu durum, Al₂O₃ gibi bir miktar ton farklılığına sebebiyet verebilir ve ayrıca elde edilen sonuçlar ile açıklanabilir. Buna ilaveten hazırlanan örnekler XRD analizleri yapılmıştır. Yapılan XRD analizlerinde dumanlı kuvars minerallerinin düşük sıcaklıkta ve düşük basınç altında gelişen alfa-kuvars piklerine yakın sonuçlar verdikleri elde edilmiştir. Bu kristallerin düşük basınç ve sıcaklıkta gelişmeleri, ortam koşullarının nispeten kristal büyüklüklerini sınırladığından gerçekleştirilebilir.

Sonuç olarak dumanlı kuvars bir kuvars çeşididir ve griye veya kahverengiye yakın renkte, şeffaf ve kristal yapıdadır. Yarı kıymetli Süstaşı ya da mücevher taşı olarak bilinen dumanlı kuvars, özellikle aksesuarlarda veya süs objelerinin kullanımında tercih edilmektedir. Bu çalışmada, incelenen dumanlı kuvars mineralinin gemolojik özellikleri ile ülkemizde çıkarılan yerlerinin özellikleri, ülkemizdeki dumanlı kuvars işletmeciliğinin yeterince güçlü olmadığını göstermiştir. Bu sebepten dolayı dumanlı kuvarsların işlenmesi için gerekli devlet desteğinin verilmesi ve teşvikler ile beraber dumanlı kuvarsların ülkemizde işlenerek ihracatının artırılabilmesi düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar dumanlı kuvarsların sanayide kullanılmasının ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.

Yazarların Katkısı

Yazarların makaleye katkıları eşit orandadır.

Teşekkür

Yazarlar çalışmada kullanılan analizlerin temini için İstanbul Teknik Üniversitesi Jeokimya Araştırmaları ve Laboratuvarına; analiz yorumlama ve kaynak temini konusunda katkı sağlayan Doç. Dr. Mustafa KUMRAL'a teşekkürlerini sunar.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Akarsu, B. ve Akarsu, B.. (2019). Bilimsel araştırma tasarımı-nicel, nitel ve karma araştırma yaklaşımları. *Cinius Yayınları*, İstanbul.

Akarsu, İ. (1969). Ege bölgesinin Babadağ ve Civarı jeolojisi. *TJK Bülteni*. 12, 1-9.

Akbudak, İ.K., Başibüyük, Z. ve Gürbüz, M. (2018). Yozgat "Aydıncık" Kalsedon-Ametist oluşumlarının mineralojisi-petrografisi ve ekonomikliğinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*. 9(1), 313-324.

- Akyol, G. (2020). Süs taşlarının endüstriyel alanda kullanımı ve pazarlama stratejileri. <http://degirmenderemyo.kocaeli.edu.tr/upload/duyurular/1312190833323ac3c.pdf> adresinden 27 temmuz 2021 tarihinde alınmıştır.
- Batman, A. (2015). *Öğütülmüş kuvars kumunun kilin mukavemet özelliklerine etkisinin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Erzurum Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Cerda, R.M. (2014) Understanding quartz crystals and oscillators. *Artech House*, New York.
- Gümüş, A. (1969). Tipomorf mineraller, *Bilimsel Madencilik Dergisi*. 8(4), 223-232.
- Hatipoğlu, M. (1991). Minerallerin ve süstaşlarının doğal ve yapay renklenmelerin jeoloji mühendisliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Araştırma raporları*. FBE/ JEO-88-AR-205, 1-34.
- Hatipoğlu, M. ve Gökçen, N. (2007, Mart, 8-14). *Batı Anadolu'nun yarı kıymetli süstaşlarının başlıca mineralojik, jeolojik ve ekonomik nitelikleri*. 1th Industrial Materials Symposium of West Anatolia. İzmir. 438-447.
- Hatipoğlu, M., Buzlu, H. B., Babalık, H., Çoban, E. ve Koç, D. (2010). Aydın bölgesinin süs taşı kalitesinde dumanlı ve renksiz kuvars kristalleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Araştırma Raporları*. 1-2.
- Karaman, S. (2006). Yapı tuğlalarında renk oluşumu, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9(1), 125-130.
- Koç, Ş., Baştuğ, A.Y. ve Çelik, H. (2014). İstanbul-Şile civarındaki kuvars kumlarının incelenmesi ve ekonomik öneminin değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri*. 1-32.
- Kun, N., Dora, Ö. ve Candan, O. (1986). Menderes Masifi'nde dev kuvars kristalleri. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*. 8, 192-200.
- Kurşun, İ. ve İpekoğlu, B. (1995, Nisan, 21-22). *Türkiye kuvars kumu potansiyeline genel bir bakış*. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. İzmir. 21-22.
- Kurt, B. (2019). *Karacasu (Aydın) civarındaki demir oksit oluşumlarının uydu görüntüleri ile incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Denizli.
- MTA (2020). Kayaçlar, <https://www.mta.gov.tr/v3.0/muze/kayaclar> adresinden 27 Temmuz 2021 tarihinde alınmıştır.
- O'Brien, M.C. (1955) The structure of the color centers in smoky quartz. *Proceedings of The Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences*, London.
- Selim, H. (2015). Türkiye'nin değerli ve yarı değerli mücevher taşları. *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*, İstanbul.
- Smith, B.W. ve Rhodes, E.J. (1994). Charge movements in quartz and their relevance to optical dating. *Radiation Measurements*. 23(2-3), 329-333.

- Şen, B. ve Kök, U. (2018). Endüstriyel hammaddeler ve zenginleştirme yöntemleri: Kuvarlar. <https://slideplayer.biz.tr/slide/13980927/> adresinden 27 Temmuz 2021 tarihinde alınmıştır.
- Yüçetürk, G. (2010). Yapay Mermerde kullanılan kuvars ve kalsit minerallerinin fiziko-meknik özellikleri. *SDU International Journal of Technological Science*, 2(3), 72-80.