



**Dünya'nın En Değerli Süstaşlarından Biri Olan Painit Mineralinin, Jeolojik ve Mineralojik Olarak Bulunabilirliğinin İrdelenmesi; Türkiye'de Painit Var mıdır?**  
*Examining the Geological and Mineralogical Availability of the Mineral Painite, One of the Most Valuable Gemstones in the World; Is there Painite in Türkiye?*

**Murat Hatipoğlu<sup>1\*</sup>, Gürsel Yanık<sup>2</sup>, Evrim Çoban<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye

<sup>3</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Milas Meslek Yüksekokulu, El Sanatları Bölümü, Kuyumculuk ve Takı Tasarımı Programı, Muğla, Türkiye

• Geliş/Received: 03.12.2023 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 19.02.2024 • Kabul/Accepted: 20.02.2024  
• Çevrimiçi Yayın/Available online: 10.04.2024 • Baskı/Printed: 30.04.2024

*Derleme/Review*

*Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey*

**Öz:** Dünyada bugüne kadar keşfedilmiş 4.000'den fazla mineral olmasına karşın, bazıları doğada çok nadir buldukları için, koleksiyonel bakımdan çok değerlidirler. Bu minerallerden dünyanın en nadir ve en değerli olanlardan birisi de painit  $[CaZrB(Al_9O_{18})]$  mineralidir. Güneydoğu Asya'da Myanmar (Burma)'da 1950'lerde keşfedildikten sonra, bu nadir koleksiyonel ve mücevher taşının, çok yüksek maddi değeri nedeniyle, başka ülkelerde de bulunma ihtimali üzerine araştırmalar sürekli yapılmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, painit mineralinin mineralojik ve gemolojik özelliklerini benzer minerallerle kıyaslamalı olarak ortaya koyarak, Türkiye'de painit mineralinin nasıl aranabileceği ve bulunabileceği örnek bir çalışma yapmaktır. Painitlerin, jeolojik olarak magmatik kökenli lökograditler ile metamorfik kökenli mermerlerin dokanaklarındaki skarn kuşaklarında oluştuğu ve buldukları bilinmektedir. Sonuç olarak, eğer Türkiye'de bir painit minerali aranacaksa ve süstaşı olarak değerlendirilecekse; bu mineralin jeokimyasal bileşiminde mutlaka Ca, Zr ve B gibi elementlerinin yüzde miktarları göz önüne alınmalı, korundum, spinel vb. minerallerinin oluşum ortamlarına benzer jeolojik ortamlarda aranmalıdır. Özellikle, magmatik kayalar ile karbonatlı kayaların metamorfizma kontağında, skarn kuşaklarının ve/veya bunların alüvyonlarında araştırılması gerekir.

**Anahtar Kelimeler:** Painit, yakut, en nadir süstaşları, gemolojik özellikleri.

**Abstract:** Although more than 4.000 minerals discovered in the world to date, some of them are very valuable in terms of collection because they are very rare in nature. One of the rarest and most valuable minerals in the world is painite  $[CaZrB(Al_9O_{18})]$ . After its discovery in Myanmar (Burma) in southeast Asia in the 1950s, research has been constantly carried out on the possibility of this rare collectible and jewelry stone being found in other countries due to its very high value. The main purpose of this study is to reveal the mineralogical and gemological properties of the mineral painite can be searched for and found in Türkiye. It is known that painites are geologically formed and found in skarn belts at the contacts of leucogranite of magmatic origin and marbles of metamorphic origin. As a result, if painite is to be sought in Türkiye and evaluated as a gemstone; the percentage amounts of the elements Ca, Zr and B must be taken into consideration as well as corundum, spinel, etc. in the geochemical composition of this mineral. It

*should be searched in geological environments of minerals; in particular, metamorphism contacts (skarn belts) and/or their alluviums should be investigated at the contact between igneous rocks and carbonate rocks.*

**Keywords:** *Painite, ruby, rarest gems, gemological characteristics.*

## GİRİŞ

Dünya toplumlarında yaygınca bir inanış olarak süstaşları, yaşamda her bir kişinin sosyal ve kişisel statüsünün bir nevi somutsal yansımasıdır (Hatipoğlu vd., 2018). Bir süstaşı doğal olarak ne kadar nadir olursa, o derece değeri artmakta ve süstaşları ile ilgilenenler ve koleksiyonerler tarafından ilgi odağı haline gelmektedirler. Bu yüzden görünüşte sıradan gibi bilinen birçok mineral, aslında Dünya üzerinde koleksiyon veya takı amaçlı kullanılmak üzere yüksek maliyetlerle alıcı bulabilmektedir. Dünya çapında geçmişten günümüze binlerce insan, süstaşlarını (mineral, kayalık ve taşlaşmış organik malzeme türü) doğadan elde etme yollarına bakmaktadırlar.

Bu tür aktiviteye yani süstaşlarının doğadan elde edilmelerine genel anlamda süstaşı avcılığı veya toplayıcılığı (gem hunting, gem collecting), bu işle uğraşan kişilere de süstaşı avcıları veya süstaşı toplayıcıları (gem hunters, gem collectors) adı verilmektedir (MacFall, 1969). Süstaşı toplayıcılarının en büyük hedefleri, sıradan süstaşlarını toplamanın yanısıra Dünyanın en nadir minerallerinin örneklerini de bularak, bunları koleksiyonerlere veya süstaşı işleyicilerine (lapidaristlere) ulaştırmaktır. Bu durum, bazen gerçek dışı hikayelerin yayılmasına ve bunun sonucu da çok sayıda yasa dışı olaylarının da oluşmasına zemin hazırlamaktadır.

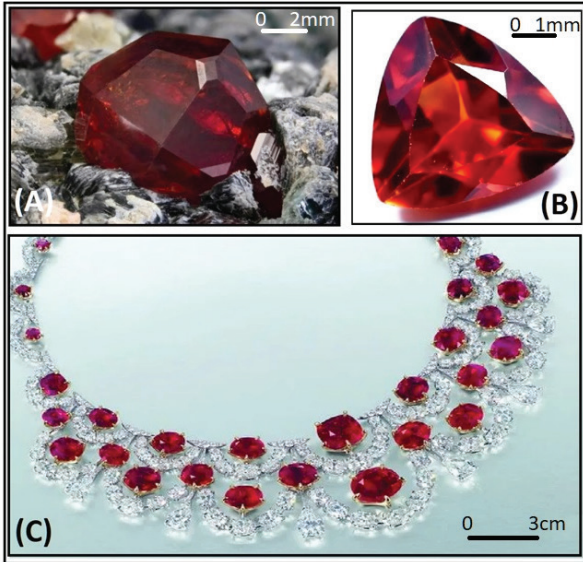
Bugün için tanımlanan 4.000'den fazla mineraller içinde dünyanın en nadir olarak kabul edilen mineralleri, Çizelge 1'de verilmiştir. Bunlar arasında başı çekeabilen dünyanın en nadir ve en değerlisi, painit [ $\text{CaZrB}(\text{Al}_9\text{O}_{18})$ ] mineralidir (Şekil 1). Painit minerali ilk olarak 1950'li yıllarda

(Claringbull-Gordon vd., 1957) dünyaca meşhur yakut ve safir (korundum ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) mineral türleri) kristallerinin bulunduğu güneydoğu Asya'daki Myanmar (Burma) ülkesinin Mogok ve Mong Hsu maden bölgelerinde ortaya çıkarılmıştır (Moore ve Arali, 1976; Shigley vd., 1986; Peretti, 2003; Armbruster vd., 2004). Aslında ilk bulunduğu bu mineralin bir spinel türü olabileceği düşünülmekle beraber, İngiliz mineralog ve gemolog Arthur Charles Davy PAIN, bu bölgelerde yakut kristallerini toplarken yakut kristallerin arasında renk ve yapısı ile farklı bazı çok küçük kristallerin varlığını belirlemiştir. Böylece bir tesadüf eseri keşfedilen bu kristaller 1957 yılında IMA Commission on Gem Materials tarafından Pain'in soy ismine itafen PAINITE adıyla yeni bir mineral olarak tescillenmiştir (Warr, 2021). Painit mineralinin yerkürede ilk keşfedildiği yerin, dünyaca meşhur Mogok (Myanmar- Burma) yakut maden sahasına yaklaşık 2 km mesafedeki, Ohngaing köyü yakınlarındaki küçük bir sinhalit ( $\text{MgAlBO}_4$ ) maden ocağı olduğu bildirilmektedir (URL 1) (Şekil 2). Buradaki madende, çoğunlukla değişik renklere sahip spinel, turmalin ve sinhalit mineralleri bulunmakla beraber bu madende saydam yakut kristallerine bugüne kadar pek rastlanılmamıştır. Painitin, bu madenin üst kısımlarındaki aşınmış toprakta, lökogradit (diğer granitlere göre düşük değerlerde hafif nadir toprak elementleri (NTE) ve yüksek değerlerde ağır nadir toprak elementleri (NTE) içermektedir) ve mermerin temas ettiği yere yakın bir yerdeki skarn kuşağında bulunduğu bildirilmektedir (Moore ve Arali, 1976; Shigley vd., 1986; Peretti, 2003; Armbruster vd., 2004; URL 1, URL 2 ve URL 3).

**Çizelge 1.** Dünya'da en nadir olarak kabul edilen bazı mineraller.

**Table 1.** Some of the world's rarest minerals.

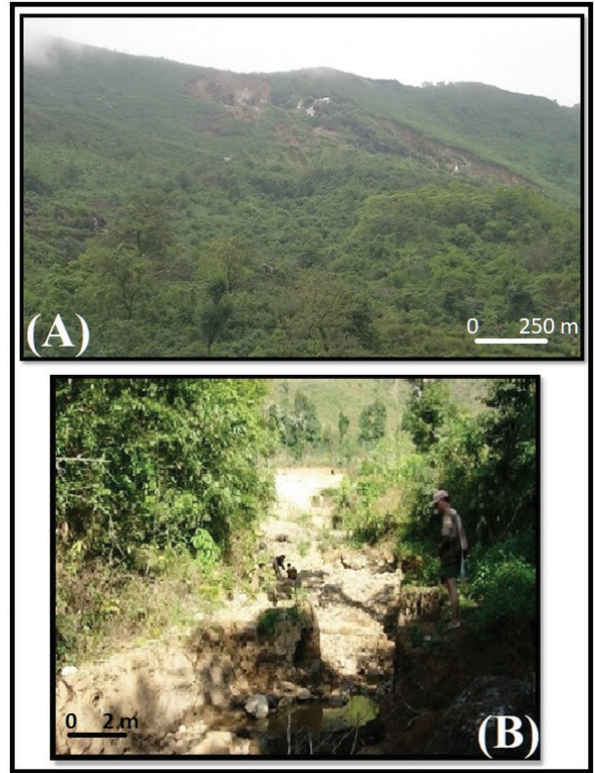
- \*PAINİT (PAINITE)
- \*SİYAH OPAL (BLACK OPAL)
- \*MUSGRAVİT (MUSGRAVITE)
- \*POUDRETTEİT (POUDRETTEITE)
- \*GRANDİDERİT (GRANDİDERITE)
- \*JEREMEJEVİT (JEREMEJEVITE)
- \*SERENDİBİT (SERENDIBITE)
- \*BİKSBIT-KIRMIZI BERİL (BIXBITE-RED BERYL)
- \*BENİTOİT (BENITOITE)
- \*ALEKSANDRİT (ALEXANDRITE)
- \*GEM TÜRK DİASPORU (GEM TURKISH DIASPORE)



**Şekil 1.** Painit  $[CaZrB(Al_9O_{18})]$  minerali. (A) Burma'nın (Myanmar) Ohngaing köyü yakınlarındaki Dünyadaki ilk ve tek painit minerali maden sahasında lökogradit ve mermerin temas ettiği yere yakın bir yerdeki skarn kuşağında bulunan özgün kristal şekilli painit, (B) Böyle bir kristalden üçgen faset kesilmiş mücevher taşı, (C) faset kesilmiş painit taşlarından ve pırlanta kesilmiş elmas taşlarından yapılmış beyaz altınlı metale sahip mücevher kolye. (Resimler; URL 1 ve URL 2'den alınmıştır).

**Figure 1.** Painite  $[CaZrB(Al_9O_{18})]$  mineral. (A) Unique crystal-shaped painite found in the karn belt near the contact point of leuco-granite and marble in the

world's first and only painite mineral mining site near Ohngaing village of Burma (Myanmar), (B) Jewelry stone with a triangular facet cut from such a crystal, (C) Jewellery necklace with white gold metal made of facet cut painite stones and brilliant cut rhinestones. (Images taken from URL 1 and URL 2).



**Şekil 2.** Bugün itibariyle bilinen Burma'nın (Myanmar) Ohngaing köyü yakınlarındaki Dünyadaki ilk ve tek painit minerali maden sahasının uzaktan (A) ve yakından (B) görünüşleri (Resimler URL 1'den alınmıştır).

**Figure 2.** Remote (A) and close-up (B) views of the world's first and only painite mineral mining site near the Ohngaing village of Burma (Myanmar), as known today (Images taken from URL 1).

1950'lerde güneydoğu Asya'da Myanmar (Burma)'da keşfedildikten sonra, bu nadir ve özgün koleksiyonel ve mücevher taşının çok yüksek maddi değeri nedeniyle, oldukça ilginç hale gelmiştir. Bu yüzden, Myanmar (Burma)

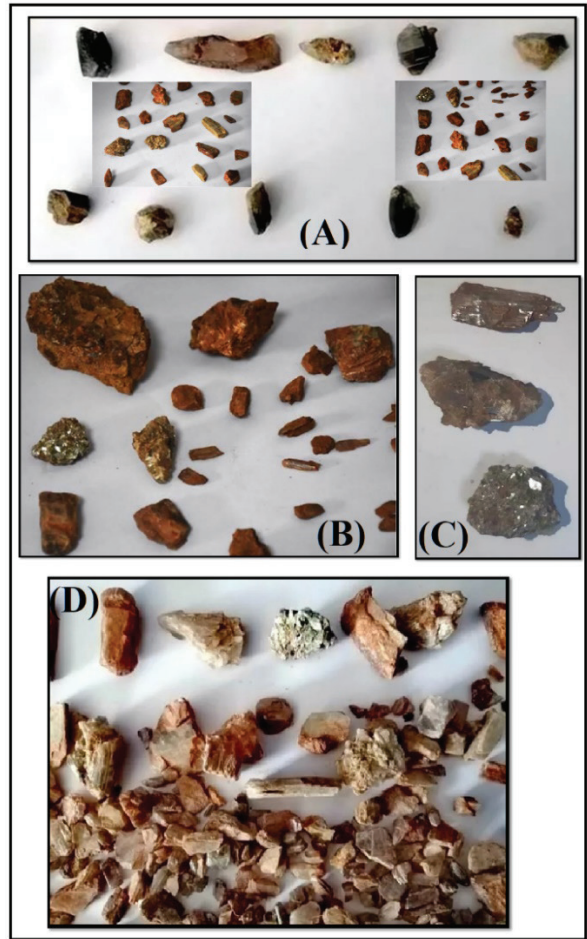
dışındaki başka ülkelerde de bulunma ihtimali üzerine amatör ve profesyonel süstaşı toplayıcıları tarafından araştırmalar sürekli yapılmaktadır. Bu konuda en tipik örneklerden birisi de yakın geçmişte, Türkiye’de yaşanmıştır. Türkiye’deki birçok TV haber kanallarında ve haber ajanslarında birkaç kez çok dikkat çekici bir haber yayımlanmıştır. Dünyanın belki de en nadir ve bir o kadar da değerli olan painit  $[CaZrB(Al_9O_{18})]$  (Webster, 1994) kristallerinin, Milas (Muğla) bölgesinde olduğu ortaya çıkmıştır.

Muğla (Milas) bölgesindeki profesyonel ve amatör süstaşı toplayıcılarınca yüzeyden toplanan ve/veya kazı sonucu çıkartılan kristallerin, gerçekte painit olup olmadıklarını anlamak için, örneklerin mineralojik analizlerinin yapılması yeterli olabileceken (Berry vd., 1983), bunun yerine sadece morfolojik benzerlik ile tanımlama yapılması, bu karışıklığı ve bu büyük yanılgıyı ortaya çıkartmıştır (Hatipoğlu ve Çoban, 2023).

Aslında bekleneceği üzere, bu taşla ilgili haberlerin gerçeği yansıtmaması sonucu, bir müddet sonra ortadan kaldırılmakla birlikte, varlığına dair efsaneleri hala süstaşı toplayıcıları arasında süregelmektedir. Elmaştan bile daha değerli olduğu başlığıyla verilen dikkat çekici sözlü ve yazılı basın haberlerinin kısa sürede yayılması, başta Türkiye ve Dünyadaki pek çok sayıda amatör süstaşı toplayıcıları olmak üzere, toplumun her kesiminin ilgisini çekmiş ve Muğla (Milas) bölgesi bu taşların emaresini bulmak için yoğun ilginin artmasına sebep olmuştur. Hatta birçok insan, burada kaçak yollarla buldukları çeşitli kristallerin, ellerinden alınma korkusuyla, yetkili otoritelere hiçbir bilimsel inceleme yaptırmadan gerçek painit taşları olarak sosyal medya sitelerinde büyük rakamlarda satmaya çalışmakta ve maalesef birçok amatör süstaşı koleksiyoncusu da bunları satın almaktadır. Ancak bu alış-veriş aynı zamanda **6502 sayılı “Tüketiciyi Koruma Kanununa”** göre de ayıplı mal satma suçunun olmasına sebep olmaktadır. O halde böyle ciddi miktarlarda ve maddi rakamlardaki süstaşı potansiyelinin Türkiye’de olup olmadığı üzerine

bir bilimsel çalışma yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle painitin tanımlanması, nerelerde oluşabileceği ve potansiyelinin ne kadar olabileceği çalışmanın asıl amacını oluşturmuştur.

Görsel ve yazılı basında haber olarak ortaya çıkan, Milas (Muğla) bölgesinde yakalanan painit olduğu iddia edilen bu kristallerin, resimlerden bile kolayca yapılan cins tayinlerinde, aslında bunların bu bölgede gerçekten de var olan ve daha önceden yapılan bilimsel çalışmalarda duyurulan (Hatipoğlu vd., 2010, Hatipoğlu, 2011) diaspor, manyetit, hematit, titanit, muskovit, rutil vb. mineraller oldukları anlaşılmaktadır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Haber kupürlerinde Muğla (Milas) bölgesinde ele geçirilen painit olduğu iddia edilen kristaller, gerçekte bölgede bulunan diaspor, manyetit, hematit, titanit, muskovit, rutil vb. mineral örnekleridir.

**Figure 3.** The crystals claimed to be painite seized in the Muğla (Milas) region in the news clippings are actually diaspore, magnetite, hematite, titanite, muscovite, rutile, etc. mineral samples found in the region.

Durum böyle olunca, akla gelen en önemli soru, niçin Muğla bölgesinde ve yakın çevresinde başka cins nadir kristaller değil de sadece painit kristalinin arandığıdır. Bu sorunun en akla yatabilen cevabı, bu bölgede bulunabilen yarı şeffaf hatta bazıları tam şeffaf yapılı olan kahverengimsi-kırmızımsı renkli rutil ( $TiO_2$ ) ve titanit ( $CaTiSiO_5$ ) kristal örneklerinin (Hatipoğlu ve Çoban, 2023), painit kristal örneklerine görünüş olarak çok benzer olmalarında yatmaktadır (Berry vd., 1983; URL 3 ve URL 4). Bu yüzden Muğla (Milas) kırsalında Şekil 4'teki gibi rutil ve titanit kristallerini illegal yollardan bulanlar, bunlara el konulur korkusuyla, bilimsel bakımdan mineralojik tanımlama yaptırmadan, sanki gerçek painit kristalleriymiş gibi halka ve basına yansıtılmaları, böyle bir hatayı doğurmuştur (Şekil 4).



**Şekil 4.** En nadir ve popüler painit [ $CaZrB(Al_9O_{18})$ ] kristal örneklerine çok benzeyen yine aynı nadirlikte bulunan ancak çok popüler olmayan kahverengimsi-kırmızımsı renkli rutil ( $TiO_2$ ) ve titanit ( $CaTiSiO_5$ ) kristal örnekleri (Resimler, URL 3 ve URL 4'ten alınmıştır).

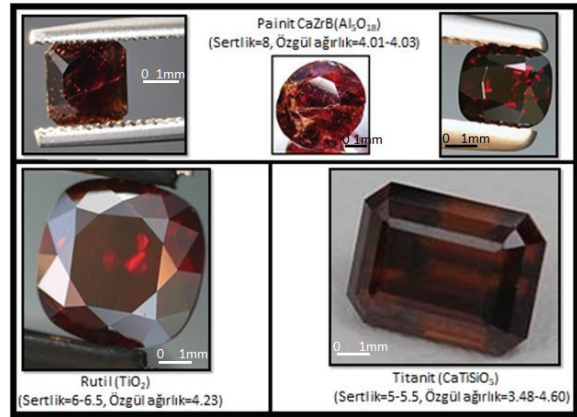
**Figure 4.** Brownish-reddish colored rutile ( $TiO_2$ ) and titanite ( $CaTiSiO_5$ ) crystal samples, which are very similar to the rarest and most popular painite [ $CaZrB(Al_9O_{18})$ ] crystal samples, are also rare

but not very popular (Images taken from URL 3 and URL 4).

## MALZEME ve YÖNTEMLER

Bu çalışmanın ana malzemesini painit minerali oluşturmaktadır.

Bu çalışmada izlenecek ana yöntem painit ve bunun görünüş bakımından çok benzeri minerallerin karşılaştırmasıdır. Bu nedenle öncelikle painit [ $CaZrB(Al_9O_{18})$ ] kristallerine görünüş olarak çok benzer olmaları nedeniyle, rutil ( $TiO_2$ ), titanit ( $CaTiSiO_5$ ) minerallerinin (Şekil 5), ilaveten de gerçek painitlerin dünyada bulunduğu ilk saha olan Mynmar-Burma'daki yakut yatakları (Claringbull-Gordon vd.,1957) olduğu için de kıyaslama amacıyla korundum (yakut, barkliyt ve safir) ( $Al_2O_3$ ) mineralinin ayırtaç mineralojik ve gemolojik benzerlikleri ile farklılıkları, karşılaştırmalı olarak (Çizelge 2) verilmiştir.



**Şekil 5.** Painit kristallerine görünüş olarak çok benzer olan ve Muğla bölgesinde bulunan rutil ve titanit kristallerinden faset kesilmiş mücevher taşları (Resimler, URL 1 ve URL 2'den alınmıştır).

**Figure 5.** Facet-cut gemstones from rutile and titanite crystals found in the Muğla region, which are very similar in appearance to painite crystals (Images taken from URL 1 and URL 2).

**Çizelge 2.** Painit mineraline görünüş olarak çok benzeyen rutil, titanit, yakut ve barklyit (korundum mineral türleri) minerallerinin kimyasal olarak karşılaştırmaları.

**Table 2.** Chemical comparisons of rutile, titanite, ruby, and barklite (corundum mineral types) minerals, which are very similar in appearance to the mineral painite mineral.

Mineral adı	Kimyasal Formül
GEM PAİNİT	$\text{CaZrB}(\text{Al}_9\text{O}_{18}) (\text{Cr}^{+3}, \text{V}^{+3}, \text{Fe}^{+2/3}, \text{Hf}^{+4})$
GEM RUTİL	$\text{TiO}_2 (\text{Fe}, \text{Ta}, \text{Nb}, \text{Cr}, \text{V}, \text{Sn}, \text{W}, \text{Sb})$
GEM TİTANİT	$\text{CaTiSiO}_5 (\text{Fe}, \text{Y}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Ce}, \text{Sr}, \text{Na}, \text{Nb}, \text{Ta}, \text{Al}, \text{Mg}, \text{V}, \text{F}, \text{Zr}, \text{Sn})$
Eğer korundum minerali kırmızı ve tonları (Kromca zengin, Vanadyum ve Demirce düşük oranlarda ise);	
GEM YAKUT	$\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{Cr}^{+3}, \text{V}^{+3}, \text{Fe}^{+3}, \text{Ti}^{+3})$
Eğer korundum minerali eflatun (magenta) (Krom, Vanadyum ve Demirce eşit oranlarda ise);	
GEM BARKLYİT	$\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{Cr}^{+3}, \text{V}^{+3}, \text{Fe}^{+3}, \text{Ti}^{+3})$

Painit, rutil, titanit ve kurundum (yakut) minerallerine ait atomik modellemeler (atomik modellemelere ait görüntüler) RRUFF projesi (Lafuente vd., 2015) veri tabanından alınarak, Corel Draw (2019) çizim programında yeniden çizilmiştir. Painit database\_code\_amesd 0015110, rutil (Wyckoff, 1963) database\_code\_amesd 0011762, yakut (korund) (Tsirelson vd., 1985) database\_code\_amesd 0015110, Titanit (Hollabaugh ve Foit, 1984) database\_code\_amesd 0000942).

Ayrıca, painit mineralinin Muğla bölgesinde bulunamamasına karşılık, Türkiye’de hangi bölgede daha fazla bulunma ihtimalinin olabileceği, bu çalışmada, jeolojik ve mineralojik veriler sunularak painit kristallerini arayıcılar için bir ön görüş sunulmaya çalışılacaktır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Painit, gemoloji dünyasında olağanüstü nadirliği ve buna bağlı olarak da yüksek koleksiyon değeri ile ünlüdür. Nadirliğine çeşitli faktörler katkıda bulunmaktadır ve bu da şüphesiz onun arzu edilirliliğini ve piyasa değerini arttırmaktadır. Painit kristalleri, mineralojik ve kristalografik açıdan analiz edildiğinde (Berry vd., 1983) görülmektedir ki, bunlar her ne kadar korundum (yakut) ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Sinhalit ( $\text{MgAlBO}_4$ ) ve spinel

( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) kristalleri ile Mynmar-Burma’daki yataklarda birlikte bulunsalarda (URL 1), aslında bambaşka bir mineral bileşimi sergilemektedirler (Moore ve Araki, 1976; Shigley vd., 1986; Peretti, 2003; Armbruster vd., 2004).

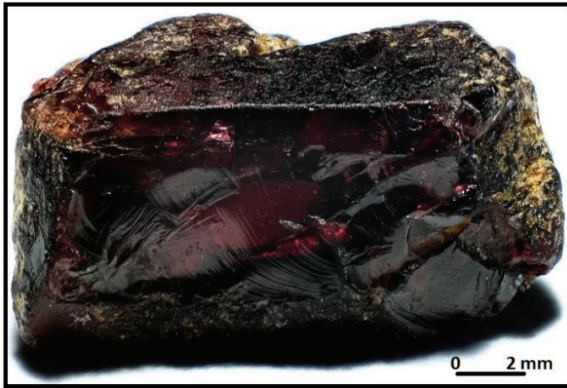
Doğada çok ender olmasından dolayı, süstaşı kolleksiyoncuları tarafından çok değerli olarak kabul edilen painit minerali (Webster, 1994), jeo-kimyasal olarak sınıflandırıldığında (Krauskopf, 1982), belirgince hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), eskolait ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), karelianit ( $\text{V}_2\text{O}_3$ ), korundum ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), krizoberil ( $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ), spinel ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), rutil ( $\text{TiO}_2$ ) gibi oksitler grubuna ait bir mineral olarak kabul edilmektedir (Moore ve Araki, 1976; Berry vd., 1983; Webster, 1994; Yeni Yol, 2010).

Renk oluşumu bakımından incelendiğinde, mineralin kırmızımsı, kırmızımsı-portakal (Şekil 6), kahverengimsi-bordo (Şekil 7) ve çok nadir de olsa grimsi rengini, bileşiminde bol miktarda bulunan demire (Fe) ilaveten, az miktarlardaki krom (Cr), vanadyum (V), titanyum (Ti) ve hafniyum (Hf)’a borçludur (Shigley vd., 1986; Moore ve Araki, 1976; Armbruster vd., 2004). Bununla beraber, kimyasal bileşimini oluşturan ana element bileşenlerin fiziko-kimyasal diziliminden kaynaklanan anyon köküne yönelik karmaşıklık (Krauskopf, 1982), dünyada mineraloglar arasında formülünün ifadesi konusunda az da olsa bir uyuşmazlığa sebep olmaktadır.



**Şekil 6.** Ham haldeki kırmızımsı, kırmızımsı-portakal renkli painit mineralinin kuvvetli ışık altında (A) önden ve (B) arkadan görüşleri (Resim URL 2'den alınmıştır).

**Figure 6.** A) front and (B) rear views of the raw reddish, reddish orange painite mineral under strong light (Image from URL 2).



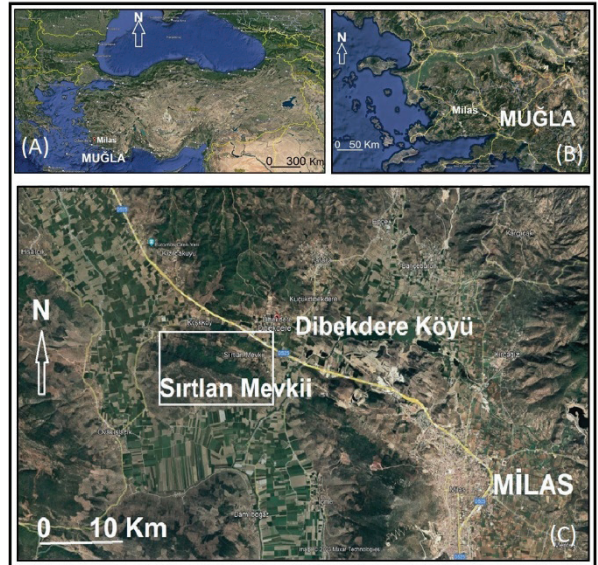
**Şekil 7.** Ham haldeki kahverengimsi-bordo renkli painit mineralinin kuvvetli normal ışık altında görünümü (URL 2'den alınmıştır).

**Figure 7.** View of the raw brownish-burgundy colored painite mineral under strong normal light (Image taken from URL 2).

Painit olarak adlandırılan bu mineral IMA (International Mineralogy Assembly) (Warr, 2021), tarafından bileşiminde boroksit içermesiyle alakalı olarak bir “borat anyon köküne sahip” olan ve bileşiminde önemli miktarlarda Ca ve Zr elementlerini de barındırması nedeniyle, ilk bakışta korundum ve spinel minerallerinin formüllerine benzemekle birlikte (Yeniyol, 2010), bilimsel açıdan bakıldığında formülündeki ana elementler bakımından gerçekte bir borat

minerali ( $\text{CaZrAl}_9\text{O}_{15}(\text{BO}_3)$ ) (URL 3) olarak tanımlanabileceği görülmektedir. Buna karşılık diğer bazı mineraloglar (Shigley vd., 1986; Moore ve Araki, 1976; Armbruster vd., 2004) da, bu taşın; 1) kristal sistemin, 2) özgül ağırlığının ve 3) birlikte yataklanmasının benzerlikleri nedenleriyle “oksit anyon köküne sahip” korundum veya spinel benzeri bir mineral ( $\text{CaZrB}(\text{Al}_9\text{O}_{18})$ ) olabileceğini de iddia etmektedirler. Bu yüzden birçok farklı yerde bu iki formülden biri kullanılabilmektedir (URL 1, URL 2, URL 3 ve URL 4).

Painit minerali olduğu düşünülen ve görünüş açısından yakın benzerlik gösteren rutil ve titanit kristallerinin Türkiye’de toplandığı bölge, Milas (Muğla)’a bağlı Dibekdere Köyü’nün Ilbir Dağı güneyindeki Sırtlan Tepesi civarındır (Şekil 8).



**Şekil 8.** Painit minerali olduğu düşünülen ve görüntüsel olarak da painit kristallerine oldukça benzeyen rutil ve titanit kristallerinin Türkiye’de yaygınca bulunduğu alanı (A, B) büyük ölçekte ve (C) yakın detayda gösteren yer bulduru haritaları (GoogleEarth’ten (URL 6) uyarlanmıştır).

**Figure 8.** Location maps showing the area in Türkiye where rutil and titanite crystals, which are thought to be painite minerals and look very similar to painite crystals, are found on (A, B) a large scale and (C) in close detail (URL 6, GoogleEarth)

Muğla (Milas) bölgesindeki oksit grubu minerallerce zengin mineralizasyonun varlığı, iki tür metamorfik yataklanma içerisinde görülmektedir (Hatipoğlu vd., 2010, Hatipoğlu, 2011). Bunlar;

**\*Meta-BOKSİTLER ve**

**\*ZIMPARA YATAKLARI**dır.

Zımpara yatakları içinde de ana bileşenler olarak; Oksit ve sülfür grubu (korundum-safir, manyetit, hematit, pirit, kalkopirit, rutil, titanit vb.) mineraller yaygınca görülmektedir. Menderes Masifinin güney batısında ve Milas'ın kuzey batısında yer alan meta-boksit ve zımpara yatakları ile zengin olan bu saha, jeolojik açıdan incelendiğinde; temel kayaçlarını Paleozoyik yaşlı gnays-şistler oluşturmaktadır. Bu temelin üzerine, Menderes Masifi'nin en üst seviyeleri olan karbonatlı (kireçtaşları-CaCO<sub>3</sub>) (farklı yaş ve özellikteki mermer katmanlarının sınırlarındaki karstik ve lateritik tiplerde meta-boksit oluşumları içeren) ve kırıntılı (kumtaşları) tortul kayaçların, uyumsuz olarak yerleştikleri gözlenmektedir. Örtü kayaçları olarak da adlandırılabilir bu tortul serinin, Mesozoyik zamanın çeşitli dönemlerinde, tektonizma sonucu oluşan bu bölgeye özgü "Likya Napları" olarak tanımlanan bindirme fayları ile metamorfizmaya uğratılması sonucunda yer yer silisleşmeler meydana gelmiştir. (Hatipoğlu vd., 2010, Hatipoğlu, 2011).

Ancak, bugüne kadar ne meta-boksit ne de zımpara yataklarında, maalesef herhangi bir painit minerali oluşumuna rastlanılamamıştır. Bununla beraber, bölgedeki mermer yataklarının diskordans yüzeylerindeki karst tipi diasporik boksit zonları içerisinde gelişen kırık-çatlak zonları (aslında bölgede lateritik tip boksit yatakları da bulunmasına rağmen bunların içlerinde böyle kırık-çatlak zonları kesinlikle bulunmamaktadır), hidrotermal sıvıların boksit içerisinde rahatça dolaşabilmesine olanak sağlamıştır. Bunun

jeokimyasal bir sonucu olarak, Tersiyerin çeşitli zamanlarında önce diasporik boksitlerin (meta-boksitlerin) hidrotermal alterasyonu gerçekleşmiştir. Bu alterasyonun açığa çıkardığı çok zengin element bolluğu mobilize olarak bu çatlak kırık-zonlarının uygun yerlerinde ikincil ve çok özgün mineralizasyona ve dolayısıyla mineral süksesyonuna olanak sağlamıştır. Bu zonlardaki çok sayıdaki mineral, farklı renk ve yapılarıdaki mermerlerin katman sınırlarında görülmektedir. Dünyada en nadir süstaşlarından biri olan Gem Türk Diaspor [Al(OH)O] minerali, bu süksesyonun en değerlisidir. Ayrıca, makroskobik yapılı; Oksit grubu (hematit, ilmenit vb), Karbonat grubu (kalsit) ve Silikat grubu (kloritoid, donbasit, margarit-muskovit vb.) mineraller ile çok sayıda mikroskobik yapılı mineraller de yandaş olarak bulunmaktadır (Hatipoğlu vd., 2010, Hatipoğlu, 2011).

İlaveten Muğla bölgesinde metamorfizma ile şekillenen çok sayıda "zımpara yatakları" da bulunmaktadır. Bunlar içinde de ana bileşenler olarak; Oksit grubu (Korundum (Safir), Manyetit, hematit, pirit, kalkopirit, rutil, titanit vb.) mineralizasyonu yaygınca görülmektedir (Hatipoğlu vd., 2010, Hatipoğlu, 2011).

Türkiye'de Muğla bölgesinde ve yakın çevresinde painite görünüşü olarak çok benzeyen başka cins nadir süstaşı kristaller de bulunmaktadır. Bu bölgede bulunabilen yarı saydam hatta bazıları saydam yapılı olan kırmızımsı, kırmızımsı-portakal ve kahverengimsi-bordo renkli süstaşı kalitesindeki ham haldeki gem rutil (TiO<sub>2</sub>) (Şekil 9) ve gem titanit (CaTiSiO<sub>5</sub>) (Şekil 10) kristal örnekleri, painit kristal örneklerine görünüşü olarak çok benzerdirler (Hatipoğlu ve Çoban, 2023). Bu çalışmada izlenecek ana yöntemin painit ve çok benzeri minerallerin karşılaştırması olduğundan, öncelikle painit kristallerine görünüşü olarak çok benzeyen rutil ve titanit mineralinin ve de yakut veya barklyit (korundum mineral türleri) minerallerinin bazı önemli mineralojik verileri ile ayırtaçları Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir.





**Şekil 9.** Kırmızı, kızıl-kahvemsı renkli gem kalite rutil ( $TiO_2$ ) (Sertlik=6-6,5, Özgül ağırlık=4,23) mineral örnekleri (Resimler, URL 5'ten alınmıştır).

**Figure 9.** Red, reddish-brown colored gem quality rutile ( $TiO_2$ ) (Hardness=6-6.5, Specific gravity=4.23) mineral samples (Images taken from URL 5).



**Şekil 10.** Kızıl-kahvemsı, sarımsı-taba renkli gem kalite titanit ( $TiO_2$ ) ( $CaTiSiO_5$ ) (Sertlik=5-5,5, Özgül ağırlık=3,48-3,60) mineral örnekleri (Resimler, URL 5'ten alınmıştır).

**Figure 10.** Red-brownish, yellowish-tan colored gem quality titanite ( $TiO_2$ ) ( $CaTiSiO_5$ ) (Hardness=5-5.5, Specific gravity=3.48-3.60) mineral samples (Images taken from URL 5).

**Çizelge 3.** Renk ve görünüş bakımından yakut (korundum), gem rutil ve gem titanit ile painit arasındaki bazı mineralojik ve morfolojik benzerlikler ve farklılıklar aşağıdaki şekilde gruplanabilir.

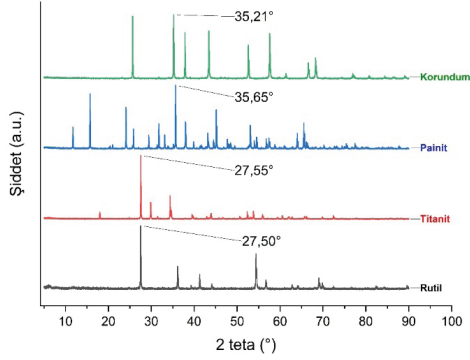
**Table 3.** Some mineralogical and morphological similarities and differences between ruby (corundum), gem rutile, gem titanite and painite in terms of color and appearance can be grouped as follows.

Mineraller	Mineralojik Özellikler						
	Renk	Özgül Ağırlık	Uzun UV-Lüminesans Rengi	Kısa UV-Lüminesans Rengi	Kristal Sistemi	Mohs Sertlik	Kırılma İndisi
Korundum (Ruby)	Kırmızı, Kırmızımsı-kahverengi	3,95-4,05	Kırmızı	Zayıf Kırmızımsı	Hekzagonal	9	Uniaxial (-), N <sub>ω</sub> =1.770, N <sub>ε</sub> =1.762
Korundum (Barkliyt)	Kırmızı, Kırmızımsı-kahverengi	3,95-4,05	Kırmızı	Zayıf Kırmızımsı	Hekzagonal	9	Uniaxial (-), N <sub>ω</sub> =1.770, N <sub>ε</sub> =1.762
Gem Rutil	Kırmızı, Kızıl-kahvemsı	4,23	Göstermez	Göstermez	Tetragonal	6-6,5	Uniaxial (+), N <sub>ω</sub> =2.610, N <sub>ε</sub> =2.900
Gem Titanit	Kızıl-kahvemsı, Sarımsı-taba	3,48-3,60	Göstermez	Göstermez	Monoklinik	5-5,5	Biaxial (+), N <sub>α</sub> =1.90 N <sub>β</sub> =1.98 N <sub>γ</sub> =2.05
Painit	Kırmızımsı, Kırmızımsı-portakal, Kahverengimsi-bordo, Grimsi	4,00-4,03	Zayıf Kırmızımsı	Yeşilimsi, Güçlü Kırmızı	Hekzagonal	8	Uniaxial (-), N <sub>ω</sub> =1.816, N <sub>ε</sub> =1.788

**Çizelge 4.** Painit mineraline ait en belirgin XRD pikleri ve konumları.

**Table 4.** The most prominent XRD peaks and locations of the painite mineral.

2-Teta	İntensity	D-Spacing	H – K – L
35,65	100,00	2,51	3 – 0 – 0
15,72	77,83	5,63	1 – 0 – 1
24,10	59,26	3,69	1 – 0 – 2
45,18	49,79	2,00	2 – 1 – 3
53,07	44,77	1,72	2 – 2 – 3

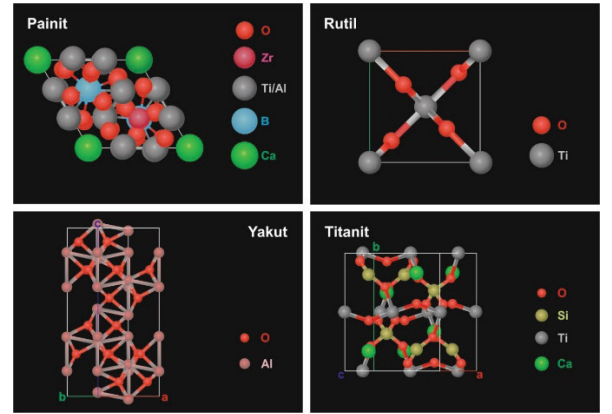


**Şekil 11.** Yakut (korundum), rutil, titanit ile painit'e ait X-ışınları kırınım desenleri (mineral desenlerine ait XRD verileri RRUFF veri tabanından alınarak yeniden çizilmiştir. Titanit RRUFF kimliği: R040033.1, rutil RRUFF kimliği: R040049, yakut (korundum) RRUFF kimliği: R040096.1, painit RRUFF kimliği: R100164.9).

**Figure 11.** X-ray diffraction patterns of ruby (corundum), rutile, titanite and painite (XRD data of mineral patterns were redrawn from the RRUFF database. Titanite RRUFF ID: R040033.1, rutile RRUFF ID: R040049, ruby (corundum) RRUFF ID: R040096.1, painite RRUFF ID: R100164.9).

X-ışınları kırınım (XRD) analizleri günümüzde mineralleri birbirinden ayırtmada yaygın olarak kullanılan bir metottür. Painit XRD desenlerinde 2,51 Å- 5,63 Å-3,69 Å-2,00 Å ve 1,72 Å da bulunan keskin pikleri (Çizelge 4) ile bu çalışmada adı geçen diğer önemli süstaşları olan titanit, rutil ve yakuttan kolaylıkla ayırt edilebilir (Şekil 11). Painit mineralini tanımlayan en yüksek şiddete ait pikleri 35,65° ve 15,72 ° 2-Teta açısı değerlerinde görülmektedir. Rutil

3,24 Å-2,49 Å-2,18 Å-1,67 Å ve 1,35 Å, titanit 3,23 Å-2,99 Å-2,60 Å-2,27 Å ve 2,06 Å, yakut (korundum) ise 2,55 Å-2,08 Å- 1,60 Å-3,48 Å ve 1,37 Å değerine sahip yüksek şiddetli pikler ile ayırt edilir. Şekil 11 incelendiğinde painite ait XRD deseninin diğerlerine göre daha karmaşık olduğu görülmektedir. Bu da mineralin atomik içyapısından kaynaklanmaktadır (Şekil 12). Bu da onu diğer minerallerden kolayca ayırma imkanı sunar.

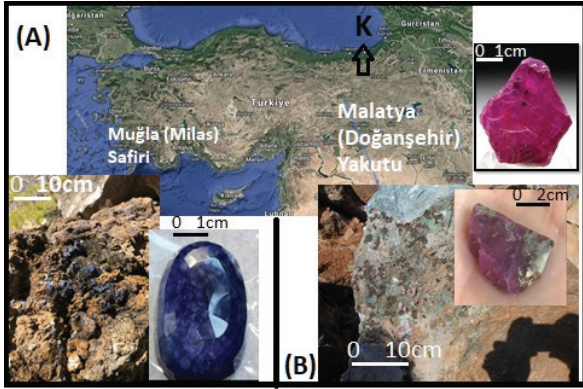


**Şekil 12.** Painit, rutil, yakut (korundum) ve titanit'e ait atomik modeller (atomik modellerine ait görüntüler) RRUFF veri tabanından alınarak, Corel Draw (2019) çizim programında yeniden çizilmiştir.

**Figure 12.** Atomic modeling of painite, rutile, ruby (corundum) and titanite (images of atomic modeling were taken from the RRUFF database and redrawn in the Corel Draw (2019) drawing program).

Türkiye'de painit minerali bulunma potansiyelinin olup olmadığı konusunda bilimsel bir yaklaşım ortaya koymak süstaşı maden potansiyelimiz için gereklidir. Anadolu'da bugüne kadar yapılan jeolojik araştırmalarda, iki önemli metamorfik sahada safir ve yakut mineralleri bulunmuştur. Gemolojik açıdan değer taşıyabilecek korundum mineralinin mavi renkli türü olan safir (Hatipoğlu ve Çoban, 2021) içeren saha, Menderes Masifi içerisinde Likya Naplarının bulunduğu Muğla (Milas) bölgesidir. Korundum mineralinin kırmızı renkli türü olan yakut (Ay

vd., 2013; Kaydu Akbudak vd., 2021) içeren saha ise Bitlis Masifi içerisinde Berit Metamorfik Kompleksinde yer alan Malatya (Doğanşehir) bölgesidir (Şekil 13).



**Şekil 13.** Türkiye'de bugüne kadar yapılan jeolojik araştırmalarda tespit edilebilen, gemolojik açıdan değer taşıyabilecek korundum mineralinin mavi renkli türü olan safir içeren Muğla (Milas) bölgesi (A) ve kırmızı renkli türü olan yakut içeren Malatya (Doğanşehir) bölgesi (B). Bu bölgelerden çıkartılan safir ve yakut örneklerinin ham kayaç üzerinde bulunuşları ve de ayrıık süstaşı parçaları.

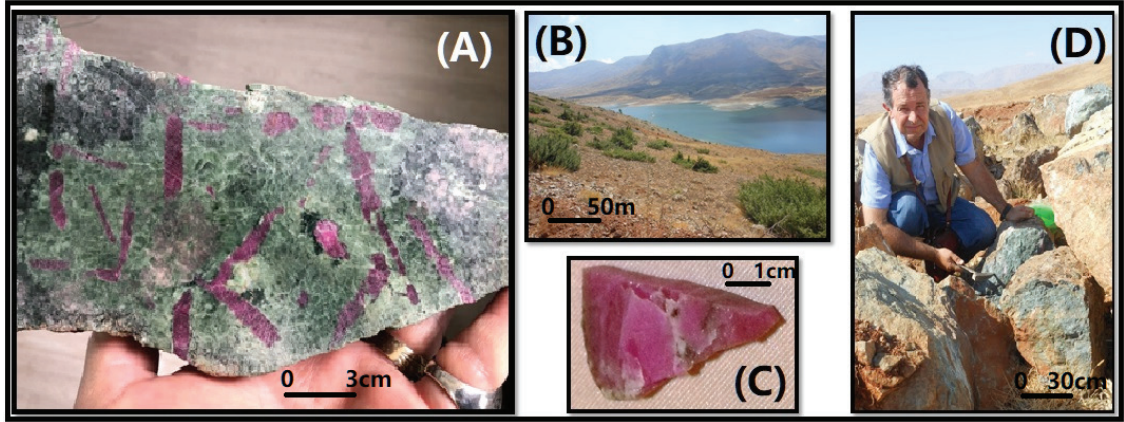
**Figure 13.** Muğla (Milas) region (A) contains sapphire which is the blue colored type of the mineral corundum that can be of gemological value and has been detected in geological research carried out in Türkiye to date. Malatya (Doğanşehir) region (B) contains ruby of the red colored type. Sapphire and ruby samples have been quarried from these regions on raw rocks and isolated gemstone pieces.

Muğla (Milas) bölgesinde tespit edilmiş olan safir (mavi korundum türü) [ $Al_2O_3$  ( $Fe^{+2/3}$ ,  $V^{+3}$ ,  $Ti^{+3}$ )] ve gem diaspor [ $AlO(OH)$  ( $Cr^{+3}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Ti^{+3}$ )] kristallerini içeren alan (Hatipoğlu vd., 2010; Hatipoğlu, 2011; Hatipoğlu ve Çoban, 2021; Hatipoğlu vd., 2022) Muğla bölgesinde jeolojik koşullar açısından painit mineralinin oluşumu zayıfta olsa, bir ihtimal olabilir. Buradan hareketle, [ $CaZrAl_9O_{15}(BO_3)$ ] ( $Fe^{+2/3}$ ,  $Cr^{+3}$ ,  $V^{+3}$ ,  $Ti^{+3}$ ,  $Hf^{+4}$ ) bileşimine sahip painit mineralinin neden Muğla bölgesinde aranıyor olmasının efsanesini açıklamak biraz daha kolaylaşmaktadır;

- Birinci neden, painit mineralinin bir oksit grubu olabileceği kabulüyle, bu bölgede de zaten oksit minerallerinin dünyaca meşhur cinsleri olan, gem diaspor ve mavi korundum (safir) mineralleri bolca bulunmasıdır. Ancak bununla beraber painitin şu an itibariyle Dünyada tek bulunduğu yer olan Mynmar (Burma)'nın Mokok bölgesindeki kırmızı korundum (yakut) sahası olmasına karşın, Muğla bölgesinde kırmızı korundum (yakut) asla bulunmamaktadır.
- İkinci neden ise oksit mineral grubundan olan özellikle renk ve yapı bakımından painite çok benzeyen yarısaydam rutil ( $TiO_2$ ) ve titanit ( $CaTiSiO_5$ ) minerallerinin, Muğla bölgesinde gerçekten bulunuyor olmasıdır. Bu alan, Muğla-Milas'a bağlı Dibekdere Köyü'nün Sırtlan Tepesi civarındadır.

Bir diğer tutarsızlık da şudur; 1950'li yıllardan günümüze kadar Burma'dan profesyonel süstaşı madencileri tarafından toplanan painit kristallerinin her biri yaklaşık 1-2 gr ağırlıklarında ve toplam miktarları da yaklaşık 100 gr civarındadır. Bu yüzden doğa tarihi müzeleri ve süstaşı koleksiyoncuları için painit, çok değer verilen bir mineral olmuştur. Milas (Muğla) bölgesinde Sırtlantepe mevki civarlarında, amatör süstaşı toplayıcılarının bulduğu painit olduğu iddia edilen kristallerin her biri 5-170 gr ağırlıklarında ve toplam miktarları da yaklaşık 1.000-3.000 gr aralığındadır. Yani dünyada ana kaynağı olan Burma'da bile yaklaşık 70 yılda bulunamayan painit miktarının kat be kat fazlası, Türkiye'de birkaç ayda toplanmış olarak ifade edilmektedir. Bu durumda akla en yakın yorum, painite çok benzeyen başka kristallerin bu mineral ile karıştırılmış olmasıdır.

Aslında, korundum ( $Al_2O_3$ ) mineralinin yakut ve pembe safir oluşumlarının bulunduğu Malatya (Doğanşehir) bölgesinde painit mineralini aramak daha akılcı olabilir (Şekil 14). Çünkü gerçek painitlerin bugüne kadar Dünyada bulunduğu bölge olan Mynmar-Burma yakut yataklarında bulunması, bu ihtimali gerçekçi kılmaktadır.



**Şekil 14.** Korundum ( $Al_2O_3$ ) mineralinin yakut ve pembe safir oluşumlarının bulunduğu Malatya (Doğanşehir) bölgesi. (A) Yakut kristallerince zengin bir meta-gabro parçası, (B) yakut ve pembe safir kristallerince zengin maden sahasının bulunduğu Doğanşehir yakınlarındaki Sürgü Barajı çevresi, (C) bu kayalardan çıkartılan bir yakut kristal parçası, (D) Yakut kristallerince zengin meta gabro ve meta piroksenit bloklarının bulunduğu Doğanşehir-Altıntop Köyü yakınlarındaki maden sahası.

**Figure 14.** Malatya (Doğanşehir) region, where ruby and pink sapphire formations of the corundum ( $Al_2O_3$ ) mineral are found. (A) A piece of meta-gabbro rich in ruby crystals, (B) the area around Sürgü Dam near Doğanşehir, where the mining area rich in ruby and pink sapphire crystals is located, (C) a piece of ruby crystal extracted from these rocks, (D) where meta gabbro and meta pyroxenite blocks rich in ruby crystals are found. Mining area near Doğanşehir-Altıntop Village.

## SONUÇLAR

Doğada dolaşırken çekiciliği olan herhangi bir kristal bulanlar, bunları bilimsel bakımdan mineralojik kimliklendirme yaptırmadan, nadir ve bu yüzden çok değerli bir mineralmiş gibi halka ve basına yansıtmaları, tanımsal hatayı doğurmaktadır ve dezenformasyon oluşturmaktadır.

Painit minerali, mineralojik anlamda Dünyanın en nadir mineralleri arasında önemli bir yere sahiptir. Bu mineralin nadir bulunmasının yanı sıra, gizemi ve renksel çekiciliği de, mineral koleksiyoncuları ve Dünyanın doğal hazinelerinin olağanüstü güzelliğini ve nadirliğini takdir eden insanlar tarafından da bugüne kadar önemli bir ilgiye maruz kalmıştır.

Painit kristallerinin Türkiye’de bulunduğu ile ilgili haberler gerçeği yansıtmamaktadır. Bu yüzden de bir müddet sonra gündemden düşmekle birlikte, Muğla bölgesinde bulunabileceği efsanesi hala süstaşı toplayıcıları arasında süregelmektedir. Bu durumlarda mineralog/gemolog olan bilim insanlarına düşen en önemli

görev, bu tür efsaneler çıkartıldığında, topluma doğru olanı anlatmaktır. Bu yüzden denilebilir ki, eğer Türkiye’de bir painit kristali arayacaksak; En başta Ca, Zr, ve B elementlerinin yüzde oranlarda bileşime girebileceği bollukta, korundum ( $Al_2O_3$ ) benzeri bir mineralojik kristalizasyon ortamının bulunduğu alanların araştırılması çok daha doğru bir adımdır.

Anadolu’da korundum içeren birkaç bölge şüphesiz bulunmaktadır. Muğla bölgesinde korundum mineralinin mavi renkli türü olan safir oluşumları yaygındır. Bu durum painit mineralinin Muğla bölgesinde oluşumu için zayıf da olsa bir ihtimal olabilir. Ancak yakalanan ve sergilenen örneklerin incelenmesinden anlaşılmaktadır ki, bunların en iyi örnekler bile kesinlikle painit olmayıp, gem kalite rutil ve titanit kristalleridirler. Bunun yerine korundum mineralinin yakut ve pembe safir oluşumlarının bulunduğu Malatya bölgesinde painit mineralini aramak aslında daha akılcı olabilir. Çünkü gerçek painitlerin bugüne kadar Dünyada bulunduğu bölgeler olan Mynmar

(Burma)'daki yakut yataklarında bulunmaları, bu ihtimali daha gerçekçi kılmaktadır.

### EXTENDED SUMMARY

*The mineral painite, mineralogically speaking, has an important place among the world's rarest minerals, after it was discovered in Myanmar (Burma) in southeast Asia in the 1950s. In addition to the rarity of this mineral, its mystery and color appeal have also attracted considerable interest to this day from mineral collectors and people who appreciate the extraordinary beauty and rarity of the Earth's natural treasures.*

*The main purpose of this study is to reveal the mineralogical and gemological properties of the mineral painite in comparison with similar minerals, and to provide mineralogical/geological approaches on how to find painite mineral in Türkiye.*

*If a painite crystal is to be searched for in Türkiye, it is a much more correct step to first investigate areas where there is a mineralogical crystallization environment similar to corundum ( $Al_2O_3$ ) in abundance where Ca, Zr, and B elements can enter the composition in percentage-worthy proportions. It is necessary for our gemstone mining potential to take a scientific approach on whether there is potential for the painite mineral in Türkiye. In the geological research carried out so far in Anatolia, samples of sapphire and ruby minerals have been found in two important metamorphic areas. The mineral field containing sapphire, which is of the blue colored type of the corundum mineral that may have gemological value, is the Milas (Muğla) region, where the Lycian Nappes are located within the Menderes Massif. The mineral field containing ruby, which is the red colored type of corundum that may have gemological value, is the Malatya (Doğuşehir) region, located in the Berit Metamorphic Complex within the Bitlis Massif.*


*Sapphire (blue corundum type) [ $Al_2O_3$  ( $Fe^{2/3+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $Ti^{3+}$ )] and gem diaspore [ $AlO(OH)$  ( $Cr^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ti^{3+}$ )] has been detected in the Muğla (Milas)*

*region. Although the formation of the mineral painite is weak due to the geological conditions in the Muğla region, the area containing crystals may be a possibility. Based on this, it becomes a little easier to explain the legend of why the mineral painite with the composition [ $CaZrAl_9O_{15}(BO_3)$ ] ( $Fe^{2/3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $V^{3+}$ ,  $Ti^{3+}$ ,  $Hf^{4+}$ ) is sought in the Muğla region. The first reason is that, assuming that the mineral painite may be in an oxide group, there are plenty of gem diaspore and blue corundum (sapphire) minerals in this region, which are world-famous types of oxide minerals. However, although the only place where painite is found in the world is the red corundum (ruby) field in the Mokok region of Myanmar (Burma); red corundum (ruby) is never found in the Muğla region. The second reason is that translucent rutile ( $TiO_2$ ) and titanite ( $CaTiSiO_5$ ) minerals, which are from the oxide mineral group and are very similar to painite in terms of color and structure, are actually found in the Muğla region. This area is around the Sirtlan Hill of Dibekdere Village in Muğla-Milas.*

*Instead, it may actually be more rational to look for the painite mineral in the Malatya region, where ruby and pink sapphire formations of the corundum mineral are found. Because of the fact that real painites are found in ruby deposits in Myanmar (Burma), the only region where they have been found worldwide, this possibility is more realistic.*

### ORCID

Murat Hatipoğlu  <https://orcid.org/0000-0002-4345-9052>

Gürsel Yanık  <https://orcid.org/0000-0003-2785-1967>

Evrin Çoban  <https://orcid.org/0000-0002-0867-6801>

### KAYNAKLAR / REFERENCES

- Armbruster, T., Döbelin, N., Peretti, A., Gunther, D., Reusser, E. & Grobety, B. (2004). The crystal structure of painite  $CaZrB[Al_9O_{18}]$  revisited. *American Mineralogist*, 89, 610-613. <https://doi.org/10.2138/am-2004-0415>
- Ay, A.M., Hatipoğlu, M., Günel, H., Kılınçarslan, S. ve Veliöğlu, T. (2013). Doğuşehir (Malatya) yakut oluşumlarının yayılımının tespiti ve oluşum kökenine ait yaklaşımlar [*Determination*

- of ruby formation and approaches to the origin in Doğanşehir (Malatya)]. 66. Türkiye Jeoloji Kurultayı (1-5 Nisan), Ankara, 222-223.
- Berry, L.G., Mason, B. & Dietrich, R.V. (1983). *Mineralogy*, 2nd Ed. W.H. Freeman and Co. USA.
- Claringbull-Gordon, F., Hey M. H. & Payne, C. J. (1957). Painite, a new mineral from Mogok, Burma. *Mineralogical Magazine*, 31, 42-425. <https://doi.org/10.1180/minmag.1957.031.236.11>
- Hatipoğlu, M., Türk, N., Chamberlain, S. C. & Akgün, A. M. (2010). Gem-quality transparent diaspore (zultanite) in bauxite deposits of the İlbir Mountains, Menderes Massif, SW Turkey. *Mineralium Deposita*, 45(2), 201-205. <https://doi.org/10.1007/s00126-009-0262-2>
- Hatipoğlu, M. (2011). Al(Fe,Ti,Si)-mobility and secondary mineralization implications: A case study of the karst unconformity diasporite-type bauxite horizons in Milas (Muğla). *Journal of African Earth Sciences*, 60(3), 175-195. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2011.02.009>
- Hatipoğlu, M. & Çoban, E. (2021). Gem-quality blue sapphires (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-corundum variety) from the Milas-Yatağan region, Muğla, Turkey. *Academia Letters, Article 4085*, 1-5. <https://doi.org/10.20935/AL4085>
- Hatipoğlu, M., Çoban, E., Çil, V., Babalık, H. ve Güney, H. (2022). Türkiye'nin süstaşı kalitesindeki korundum (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mineral (mavi safir) yatağı; Oluşumları ve Gemolojikselle özellikleri [Gem quality corundum (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mineral (blue sapphire) deposit from Turkey; Their formation and gemological characteristics]. International Black Sea Modern Scientific Research Congress Full Text Book (s. 46-56), (September 29,-October 02) Rize-Türkiye.
- Hatipoğlu, M. & Çoban, E. (2023). Painite [CaZrB(Al<sub>9</sub>O<sub>18</sub>)] crystal, one of the rarest and popular gemstones in the world; in the case of legends about its presence in Türkiye, mineralogical properties, similar stones that can be mixed and scientific approaches. 2<sup>nd</sup> International İzmir Congress (October 14-16) on Life, Engineering, and Applied Sciences Proceedings Book (p.:16). İzmir, Türkiye.
- Hollabaugh, C.L. & Foit, F. F. (1984). The crystal structure of an Al-rich titanite from Grisons, Switzerland. *Amerikan Mineralogist*, 69(7-8), 725-732. database\_code\_amcsd 0000942
- Kaydu-Akbudak, İ., Gürbüz, M., Başibüyük, Z., Hatipoğlu, M., Öztüfekçi-Önal, A. & İşler, F. (2021). Mineralogical and gemological characteristics of metaophiolite hosted corundum (Malatya-Türkiye). Sakarya University *Journal of Science*, 25(2), 1-9. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.644002>
- Krauskopf, K. B. (1982). *Introduction to Geochemistry.*, International Student Edition. Mc Graw-Hill Book Co.
- Lafuente B, Downs R T, Yang H & Stone N. (2015). The power of databases: the RRUFF project. In T. Armbruster & R. M. Danisi (Eds.), *Highlights in Mineralogical Crystallography* (p.: 1-3). Berlin, Germany, W. De Gruyter, pp 1-3.
- MacFall, R. P. (1969). *Gem Hunter's Guide – Handbook for the Amateur Collector (Find and Identify Gem Minerals, Includes a Complete Directory of the Best Hunting Localities)*, Reprint Edition. Thomas Y. Crowell Co.
- Moore, P. B. & Araki, T. (1976). Painite, CaZrB[Al<sub>9</sub>O<sub>18</sub>]: Its crystal structure and relation to jeremejevite, B<sub>5</sub>[X<sub>3</sub>Al<sub>6</sub>(OH)<sub>3</sub>O<sub>15</sub>], and fluoborite, B<sub>3</sub>[Mg<sub>3</sub>(F,OH)<sub>9</sub>O<sub>9</sub>]. *American Mineralogist*, 61(1-2), 88-94.
- Shigley, J. E., Kampf, A. R. & Rossman, G. R. (1986). New data on painite. *Mineralogical Magazine*, 50, 267-270. <https://doi.org/10.1180/minmag.1986.050.356.09>
- Peretti, A. (2003). New findings of painite. *Contributions to Gemology*, 2, 19-20.
- Tsirelson, V., Antipin, M., Gerr, R., Ozerov, R. & Struchkov, Y. (1985). Ruby structure peculiarities derived from X-ray data. Localization of chromium atoms and electron deformation density, *Physica Status Solidi A87*, 425-433, database code amcsd 0015110. <https://doi.org/10.1002/psa.2210870204>
- Warr, L.N. (2021). IMA-CNMNC approved mineral symbols. *Mineralogical Magazine*, 85(3), 291-320. <https://doi.org/10.1180/mgm.2021.43>
- Webster, R. (1994). *Gems, Their Sources, Descriptions and Identification*. Butterworths, Sevenoaks, UK, 1027s. Wyckoff R.
- Wyckoff, G. (1963). *Crystal Structures 1*, Second edition. Interscience Publishers, (p. 239-444) New York, New York, \_database\_code\_amcsd 0011762
- URL 1, (2023). Painite, [http://minerals.gps.caltech.edu/files/visible/painite/Wetloo\\_Mine-915.jpg](http://minerals.gps.caltech.edu/files/visible/painite/Wetloo_Mine-915.jpg)
- URL 2, (2023). Painite, <https://geologyscience.com/gemstone/painite/#jp-carousel-11364>
- URL 3, (2023). Painite, [www.mindat.org](http://www.mindat.org)
- URL 4, (2023). Painite, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)
- URL 5, (2023). Painite, [www.gemdat.org](http://www.gemdat.org)
- URL 6, (2023). GoogleEarth, <https://earth.google.com/web/@0,-3.2872998,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>
- Yeni Yol, M. (2010). *Teknik Mineraloji ve Petrografi* (Szymanski, Andrzej'den çeviri). İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4910.