DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELMASLARDAKİ RENK DEĞİŞİMİNİN FT-IR İNCELEMESİ VE GEMOLOJİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Emel GÜLEN

Kasım, 2017
İZMİR

ELMASLARDAKİ RENK DEĞİŞİMİNİN FT-IR İNCELEMESİ VE GEMOLOJİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Doğal Yapı Taşları ve Süs Taşları Programı

Emel GÜLEN

Kasım, 2017

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

EMEL GÜLEN, tarafından **PROF. DR. MURAT HATİPOĞLU** yönetiminde hazırlanan **"ELMASLARDAKİ RENK DEĞİŞİMİNİN FT-IR İNCELEMESİ VE GEMOLOJİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....

Prof. Dr. Murat HATİPOĞLU

Yönetici

.....

Prof. Dr. Turgay ONARGAN

Jüri Üyesi

.....

Doç. Dr. Hakan AKAT

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Elmas gibi değerli bir madeni incelemek şüphesiz ki yaptığım işin en keyifli kısmı oldu. Keyif alarak yaptığım tüm çalışmalarımda benden desteğini esirgemeyen aileme, eşime, meslektaşım ve IDL Laboratuvarı Gemolog' u olan Sayın Martin Metin'e, HRD Türkiye Distribütörü Sayın Mehmet Can Özdemir' e ve yüksek lisans çalışmalarım boyunca manevi desteğini esirgemeyen patronum Sayın Erol Akdemir'e teşekkür ederim.

Emel GÜLEN

FT-IR INVESTIGATION AND GEMOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CHANGE OF COLOR IN DIAMONDS

ABSTRACT

The general aim of this research was to examine diamond, the most precious stone in the nature, in a gemological approach and to research the color differences among diamonds. In accordance with the topic, by also getting support from the experts, all the necessary laboratory work was being completed and the details were analyzed.

The laboratory work of this research was conducted in International Diamond Laboratory (IDL) which is in İstanbul Cağaloğlu Molla Fenari Street and also in Nuruosmaniye Street Hoge Raad voor Diamant (HRD Antwerp İstanbul) Laboratories. During investigations, Alpha Diamond Analyzer and M-screen were being used.

The findings, graphics and the pictures that emerged at the end of the research clearly reveals that the natural color formation of a diamond completely occurs from the different color elements that is in a diamond. Diamond, which is a miracle of the nature, has proven to the experts once again, as it does after every research, that it is such a precious and treasured stone.

Keywords: Natural diamond, diamond, color in diamonds, precious stone, laboratory, treatment

ELMASLARDAKİ RENK DEĞİŞİMİNİN FT-IR İNCELEMESİ VE GEMOLOJİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

Bu araştırmanın genel amacı doğanın en değerli taşı olan elmasın gemolojiksel olarak incelenmesi ve elmaslar arasındaki renk farklılıklarının araştırılmasıdır. Bu doğrultuda uzmanlardan da destek alınarak gerekli tüm laboratuvar çalışmaları yapılmış ve detaylar incelenmiştir.

Araştırmanın laboratuvar çalışmaları İstanbul Cağaloğlu Molla Fenari Mahallesi'nde bulunan IDL [International Diamond Laboratory (Uluslararası Elmas Laboratuvarı)] ve Nuruosmaniye Caddesi'nde bulunan HRD Antwerp İstanbul [Hoge Raad voor Diamant (Elmas Yüksek Konseyi)] laboratuvarlarında yapılmıştır. İncelemelerde Alpha Elmas Analiz Cihazı, M-Screen kullanılmıştır.

Araştırmaların sonucunda ortaya çıkan grafikler, resimler ve bulgular elmasın doğal renk oluşumlarının tamamen içeriğindeki farklı renk elementlerinden meydana geldiğini açıkça göstermektedir. Doğanın bir mucizesi olan elmas her araştırmadan sonra olduğu gibi yine ne kadar nadide ve kıymetli bir taş olduğunu araştırmacılara kanıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğal elmas, elmas, elmaslarda renk, kıymetli maden, laboratuvar, muamele

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ SINAV SONUÇ FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ABSTRACT iv
ÖZ v
ŞEKİLLER LİSTESİ viii
TABLOLAR LİSTESİ xi

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1. Problem 2
1.2 Araştırmanın Amacı ve Önemi 2
1.3 Tanımlamalar 3

BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE YÖNTEMLER 4

2.1 Elmaslarda Renk Özellikleri 4
2.2 Elmasların Gemolojik Cihazlarla İncelenmesi 8
2.2.1 Materyal 8
2.2.2 Yöntemler 9

BÖLÜM ÜÇ – BULGULAR VE TARTIŞMA 12

3.1 Bulgular 12
3.2 Tartışma 46

BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR 49

KAYNAKLAR 52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Elmasın atomik yapısı 5
Şekil 2.2 Pırlanta renk skalası 6
Şekil 2.3 Fancy renk taş örnekleri 7
Şekil 2.4 FT-IR grafiğinin yatay ve dikey eksen açıklaması 11
Şekil 3.1 170 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı 12
Şekil 3.2 170 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 13
Şekil 3.3 170 nolu örneğin kızılötesi spektrumu 14
Şekil 3.4 170 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 14
Şekil 3.5 150 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı 15
Şekil 3.6 150 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 15
Şekil 3.7 150 nolu örneğin kızılötesi spektrumu 16
Şekil 3.8 150 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 17
Şekil 3.9 50 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı 17
Şekil 3.10 50 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 18
Şekil 3.11 50 nolu örneğin kızılötesi spektrumu 18
Şekil 3.12 50 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 19
Şekil 3.13 210 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı 20
Şekil 3.14 210 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 20
Şekil 3.15 210 nolu örneğin kızılötesi spektrumu 21
Şekil 3.16 210 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 22
Şekil 3.17 120 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı 22
Şekil 3.18 120 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 23
Şekil 3.19 120 nolu örneğin kızılötesi spektrumu 24
Şekil 3.20 120 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 25
Şekil 3.21 130 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı 25
Şekil 3.22 130 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 26
Şekil 3.23 130 nolu örneğin kızılötesi spektrumu 27

Şekil 3.24 130 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 27
Şekil 3.25 65 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 28
Şekil 3.26 65 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 28
Şekil 3.27 65 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 29
Şekil 3.28 65 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 30
Şekil 3.29 110 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 30
Şekil 3.30 110 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 31
Şekil 3.31 110 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 31
Şekil 3.32 110 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 32
Şekil 3.33 70 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 32
Şekil 3.34 70 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 33
Şekil 3.35 70 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 34
Şekil 3.36 70 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 34
Şekil 3.37 140 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 35
Şekil 3.38 140 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 35
Şekil 3.39 140 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 36
Şekil 3.40 140 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 37
Şekil 3.41 90 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 37
Şekil 3.42 90 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı 38
Şekil 3.43 90 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 39
Şekil 3.44 90 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 39
Şekil 3.45 180 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 40
Şekil 3.46 180 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 40
Şekil 3.47 180 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 41
Şekil 3.48 180 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 42
Şekil 3.49 220 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 42
Şekil 3.50 220 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 43
Şekil 3.51 220 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 43
Şekil 3.52 220 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 44

Şekil 3.53 160 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 44
Şekil 3.54 160 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı..... 45
Şekil 3.55 160 nolu örneğin kızılötesi spektrumu..... 45
Şekil 3.56 160 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu 46
Şekil 4.1 Kübik zirkon, mozanit ve doğal elmasın kızılötesi spektrumu..... 49

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Araştırmada kullanılan pırlantaların özellikleri 9

Tablo 4.1 Araştırma sonucu elde edilen veriler 50

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

Elmas doğanın bize sunduğu mucizelerden biridir. Doğanın en nadide en değerli maddelerinden olan elmas 3 milyar yılda oluşmaktadır. Bu oluşum süreci onu değerli kılan en önemli kriterdir. Sentetik elmas ile doğal elmas arasındaki uçurum fiyat farkı da yine bu oluşum sürecinin etkisidir, doğada 3 milyar yıl gibi uzun bir zaman diliminde oluşan elmas laboratuvarda dakikalar ya da saatler içinde oluşturulmaktadır. Ancak iki oluşumun sonuçları arasında görsel hiç bir fark yoktur (Shigley, 2005). Daha doğrusu çıplak gözle ayırt edilebilecek fark yoktur, ancak bir uzman gemolog yardımı ile alet ve cihazlarla fark tespit edilebilir. Kesin tanı koymak için ise laboratuvar çalışmaları şarttır. Ancak günümüzde teknolojinin ilerlemiş olması ile birlikte ülkemizde ve dünyada sentetik (yapay) elmas hızla çoğalmaktadır. Sentetik elmas üretimi başladığı dönemlerde üreticiler kuyumcuların boşuna endişelendiğini, sentetik taşların pazarda ciddi oranda mevcut olmadığını söylediler (Shigley, 2005). Ancak gün geçtikçe sentetik taşların pazara girişi artmakta ve oluşturduğu tehdit büyümektedir. 2015 senesinde Türkiye'de mücevherin kalbi olan Kapalıçarşı'da resmi olarak sentetik elmas satan bir firma açılmış ancak birkaç esnafın ticari kazanç sağlama amaçlı buradan sentetik alıp doğal elmaslara karıştırarak yaptıkları usulsüzlük üzerine şikâyetler çoğalmış ve işletme kapatılmıştır.

Doğal bir taşa muamele uygulanması da yine laboratuvar ortamında yapılan iyileştirme çalışmalarındandır. Renk muamelesi uygulanan taşlar doğal renkte olanlara göre çok daha düşük fiyatla satılmaktadır. Nadir bulunan kırmızı, mavi gibi renkler sarının ve beyazın tonlarına göre oldukça pahalıdır (The Loupe, Summer, 2007). Bu fiyat farkı tüketiciyi ciddi oranda etkilediği için (The Loupe, Summer, 2017) satıcılar nadir bulunan renkleri ellerinde bulundurmak yerine arz talep dengesine bağlı olarak daha kolay bulunan yaygın renkleri stoklarında bulundurmaktadırlar. Ancak tüketici nadir bulunan renklerden birini istediğinde satıcılar bu siparişi tedarikçilerinden temin edebilmektedirler.

1.1 Problem

Elmasların birbirinden farklı ve kıymetli renkleri olabilmektedir. Her taşın kendine has farklı özellikleri vardır. Tıpkı her insanın parmak izinin kendine has olması gibi her pırlantanın da mutlaka kendine has değerleri vardır. Her ne kadar ilk bakışta birebir aynı görünseler bile mutlaka renklerinde bir ton farklılığı, floresan renklerinde farklılık ya da içlerindeki lekenin büyüklüğünde/oranında bir farklılık vardır. Peki, farklı renklerden kasıt nedir? Elmaslarda ki doğal renklenme nasıl olur?

1.2 Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmanın genel amacı; bilinen en kıymetli maden olan elmasın detay özelliklerini incelemek, kaynaklarda az rastlanan renk özelliklerini detaylandırmak ve laboratuvar ortamında elmasa uygulanan işlemlerden bahsetmektir. FT-IR cihazı ile incelenen 14 adet taşın grafikleri karşılaştırılacak hangi etkenlerden dolayı renk farklılıkları oluşmaktadır incelenecektir. Bu yöntemle renk incelemesi yapıldığında karşılaştırmalar kimyasal özelliklerine göre yapılmış olmaktadır. Bu da araştırıcıya net sonuçlar verilmesini sağlamaktadır.

Ülkemizde sadece birkaç üniversitede değerli taşlarla ilgili ön lisans programları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye genelinde 5 – 6 laboratuvarda elmasla ilgili 1 haftalık ya da 1 aylık mesleki eğitim programları sunulmaktadır. Bu da gösteriyor ki konu ile ilgili bilgi ve eğitim seviyemiz oldukça düşüktür. Pırlanta ticareti ile uğraşan insanların %90'ı teorik bir eğitimi olmadan yalnızca çıraklıktan edinilen bilgilerle bu işle uğraşmaktadır. Ancak günümüzde eğitime verilen önem giderek artmakta ve her geçen gün firmaların eğitime göndermek istedikleri eleman sayıları artmaktadır. Bunlar sektörün geleceği için oldukça olumlu adımlardır.

Diğer bir açıdan bakıldığında ticari kaygılar araştırmaların önüne geçmektedir. Örneğin bazen ülkemize çok farklı renkte ve büyüklükte bir elmas girebilmekte ama bunu hiçbir eğitimci veya araştırmacı görmemektedir. Elmas getirildiği firma tarafından satışa sunulmakta ve bazen yurtiçinde bazen de yurtdışında müşterisiyle buluşmaktadır. Taşın incelenmesi ve eğitimde kullanılabilmesi amacıyla kayıtlara geçmesi mümkün olmamaktadır. Eğitimde uygulamalı çalışmaların teorik çalışmalar kadar değerli olduğu bilinen bir gerçektir. Bu doğrultuda eğitimin en doğru adresi olan üniversitelere daha fazla destek sağlanmalı ve olanaklar sunulmalıdır.

Araştırmalarda mümkün olduğunca farklı örneklerle açıklamalar sunulmaya çalışılmıştır. Farklı renkte taşlar üzerinde renk farklılıklarını incelenmiş ve analiz edilmiştir. Grafiklerle açıklamaya çalışılan bu araştırmanın en önemli kısmı ve en önemli amacı teknik laboratuvar bilgileri vermek yerine açıklayıcı örnekler sunarak daha anlaşılabilir bilgiler sunmaktır.

1.3 Tanımlamalar

Araştırmada kullanılan bazı kavramlara ait tanımlamalar şöyledir;

Üniversiteler: Yüksek düzeyde eğitim, öğretim, bilimsel araştırmalar ve yayın yapan öğretim kurumu.

Değerli Taşlar: Mücevher yapımında ve sanayide kullanılan, diğer taşlara oranla az bulunduğu için maddi değeri yüksek olan mineraller.

Sektör: Ekonomik bir alanın aynı ortak özellikleri taşıdığı alt bölümü.

Ticari Kaygılar: Maddi kayıp endişesi.

Laboratuvar Çalışmaları: Bilimsel ve teknik araştırmalar.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE YÖNTEMLER

2.1 Elmaslarda Renk Özellikleri

Minerallerde ki doğal renklenme dalga boylarına göre ışığın seçimli emilimi yüzündendir. Süs taşlarının ve minerallerin renklenmelerinin başlıca beş sebebi vardır. (Fritsch ve Rossman, 1987). Bunlar şöyle sıralanmaktadır;

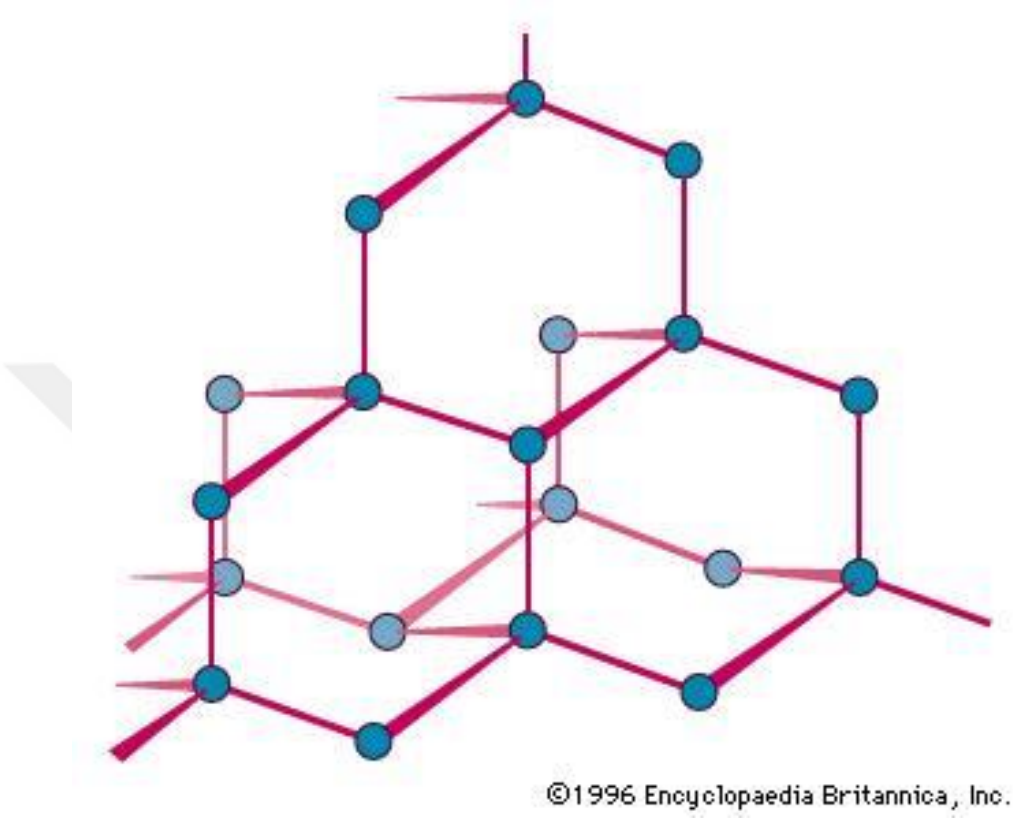
1-Kristal alan dönüşümleri sonucu renklenme
2-Moleküler orbital dönüşümleri ile renklenme
3-Bir renk merkezi sonucu renklenme
4-Bant geçişleri ile renklenme
5-Fiziksel etmenler ve diğer nedenler sonucu renklenme

Bunlardan sadece 4.maddede ki bant geçişleri elmasların, diğer dört madde süs taşlarının renklenmesi ile ilgilidir.

Elmas iyi bir yalıtkan olduğu için yüksek bir enerji aralığına sahiptir. Beyaz ışığın tüm dalga boylarını geçirir ve bu sayede saydam ve renksiz olur. Ancak içerisindeki bazı safsızlıkların çeşitli ilave enerji seviyeleri oluşturması soğurumlara neden olmaktadır. Mesela bazen elmasın içinde azot ve bordan yüksek olan tüm dalga boyları soğurulur ve bant boşluklarına azot ve bor dolar. Bu da elmaslarda renklenmeye sebep olmaktadır.

Elmasların çok büyük bir kısmında azot bulunmaktadır (Burns, 1993). Bazen çok eser miktarda bazen de yoğun olabilir. Özünde elmas saf karbondan oluşur. Elmasın kristal yapısında ki her karbon atomu diğer dört karbon atomu ile eşit uzaklıkta bağlanır. Elmasın kristal yapısı bir benzeri olmayacak kadar düzenli ve sıralıdır.

Yapısında ki karbon atomları birbirlerine kovalent bağ ile bağlıdır ve bu yüzden çok kuvvetlidir.



Şekil 2.1 Elmasın atomik yapısı (Encyclopaedia Britannica, 2017)

Tamamen karbondan oluşan ve kusursuz olan elmas renksizdir (Theisen, 1990). Ancak içerisinde atomik safsızlıklar varsa renklenme var demektir. Elmasın içindeki azotun varlığı ve hatta azotun dağılım şekli (dağınık bulunması ya da gruplaşmış bulunması gibi) farklı renklerin oluşmasına sebep olmaktadır (Nassau, 1978). Azot atomlarının elmas içerisinde gruplaşması ya da dağınık olması tamamen beyaz veya sarı-turuncu-kahverengi renklerde olmasına sebep olur. Nadir olarak bazı elmasların içinde gözlenen bor iyonu ise taşa mavi ve gri rengini vermektedir. Taşa renk veren bor iyonu milyon karbon başına birkaç tane ile sınırlıdır (Nassau, 1978). Kristalin yapı bozuklukları gösteren bazı taşlarda ise pembe mor gibi renklenmeler olduğu gözlenmiştir. Kahverengimsi-sarı renk tonlarının sebebi de bazen kristalin yapı

bozukluklarından kaynaklanabilir. Ancak kristalin yapı bozukluklarından kaynaklanan renklenmeler laboratuvarda yüksek sıcaklık ve yüksek basınç yöntemi diye adlandırılan HPHT (High-pressure, high-temperature) ile düzeltilebilmektedir. HPHT muamelesi 1999 yılında uygulanmaya başlamıştır ve renkli olmayan elmasların aydınlatılmasının dışında süslü renklerin üretilmesini tanımlayan yöntemler sağlamıştır (McClure, Kane, Sturmann, 2010).

Elmaslarda ki doğal renklenmede renk tonları çok önemlidir. Renksiz ve hafif sarı skalasındaki renkler D - Z harfleri aralığında sınıflandırılır. D renksiz elmasa verilen ad iken her bir harf renk tonlarının koyulaştığını gösterir ve bu skalada renk koyulaştıkça taşın değeri düşer. Renksiz elmaslar; renksiz, yaklaşık renksiz, hafif sarı, çok açık sarı, açık sarı gibi isimlerle tonlarına göre adlandırılır (Theisen, 1990).



Şekil 2.2 Pırlanta renk skalası (Pırlanta Atölyesi, 2017)

Bir de bu skaladan tamamen farklı olan ‘fancy’ diye adlandırılan farklı bir grup vardır. Fancy renkli taşlara verilen isimdir (Theisen, 1990). Bu grupta taşın rengi koyulaştıkça değeri artar. Fancy grubuna giren koyu sarı bir taş açık sarı bir taşa göre çok daha fazla pahalıdır. Kırmızı, turuncu, mavi, sarı, pembe, yeşil gibi renklerde muazzam fancy taş örnekleri vardır. Ama bu renkler sarıya göre çok daha nadir bulunduğu için fiyat olarak çok daha kıymetlidir. Örneğin doğal kırmızı renkli bir fancy bir elmas küçük bir şehri satın alabilecek kadar yüksek fiyatlandırılabilir. Kırmızı fancy taşlar içinde en pahalısı olarak bilinmektedir, rengi hayal edildiği gibi tam bir kırmızı değil morumsudur. Siyah pırlanta da renkli taşlar içerisinde yerini alır

ancak diğer renkler kadar nadide değildir. İçerisinde bulunan siyah grafit izlerinden rengini alır ve opaktır. Genelde mücevher tasarımcıları tarafından koleksiyon ürünlerinde kullanılır.

Renkli taşlar D-Z skalasında yer alan taşlar gibi 4C (kesim, berraklık, renk, karat) kriterlerine bağlı değildir. Yani taşın içerisinde ki lekeler ya da taşın kesimi değil rengi önemsenmektedir. Rengin tonuna, taş içerisindeki dağılımına ve yoğunluğuna bakılmaktadır.



Şekil 2.3 Fancy renk taş örnekleri (Prime Style, 2017)

Laboratuvar ortamında elmasa uygulanan tek işlem taklit edilmesi değildir. Doğal elmaslara uygulanan muameleler sayesinde taşın renk ve kalite değerleri yükseltilebilmektedir. Renk muameleleri ile taşın rengi isteğe göre açılıp koyulaştırılabilir. Radyoaktif, elektromanyetik, ışınlama, ısıtma, basınç ve kaplama gibi farklı yöntemlerle taşların rengi değiştirilerek tamamen renksiz ya da pembe, sarı, mavi, turuncu, yeşil, kahverengi gibi farklı renklere getirilebilmektedir. Fakat bu işlemler gemolojik aletler yardımı ile kolaylıkla ayırt edilebilmektedir, sentetik taşlarda olduğu gibi ayırt edilmesi zor bir durum değildir.

2.2 Elmasların Gemolojik Cihazlarla İncelenmesi

2.2.1 Materyal

Taşların arasındaki farkları görebilmek adına farklı nitelikteki 14 taşın detaylı incelemesini yapılacaktır. Her bir taşın fiziksel ve kimyasal özellikleri grafikler ve tablolarla anlatılacak, renk farklılıkları grafik değerlerini değiştiriyor mu incelenecektir. Şekillerde yer alan fotoğraflar profesyonel ortamda çekilmiş ve renkleri birebir yansıtılmaya çalışılmıştır. Tablo 2.1 de araştırılan taşların tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 2.1 Araştırmada kullanılan pırlantaların özellikleri

Örnek No	**Ağırlık ct.**	**Şekil**	**Renk**	**Ölçü mm.**	**Floresan Rengi**
70	0,08	Yuvarlak	Açık konyak	2,61 x 2,66 - 1,66	Yok
90	0,071	Yuvarlak	Koyu Konyak	2,47 x 2,53 - 1,59	Yok
180	0,178	Yuvarlak	TTLB (Uçuk kahverengi)	3,44 x 3,54 - 2,19	Uçuk mavi
160	0,051	Yuvarlak	Turuncumsu kahve	2,30 x 2,32 - 1,43	Yok
140	0,067	Yuvarlak	Yeşilimsi kahve	2,57 x 2,61 - 1,50	Yok
130	0,903	Yuvarlak	Yeşilimsi sarı	6,17 x 6,20 - 3,73	Yok
120	1,25	Damla	Turuncumsu sarı (GIA-Orange Yellow)	6,14 x 8,73 - 3,99	Güçlü sarı
170	0,51	Damla	Uçuk pembe	4,45 x 6,49 - 2,82	Güçlü mavi
110	2,01	Damla	GIA- Fancy Yellow	6,44 x 8,80 - 4,58	Yok
210	0,722	Yuvarlak	Grimsi sarı (HRD-K)	5,73 x 5,75 - 3,57	Yok
65	0,40	Yuvarlak	Sarı (HRD-K)	4,56 x 4,63 - 2,92	Yok
50	0,30	Yuvarlak	Beyaz (HRD-I)	4,18 x 4,21 - 2,68	Çok hafif mavi
150	0,30	Yuvarlak	Beyaz (HRD-D)	4,23 x 4,29 - 2,67	Çok hafif mavi
220	0,731	Yuvarlak	Kahverengi	5,72 x 5,77 - 3,57	Orta mavi

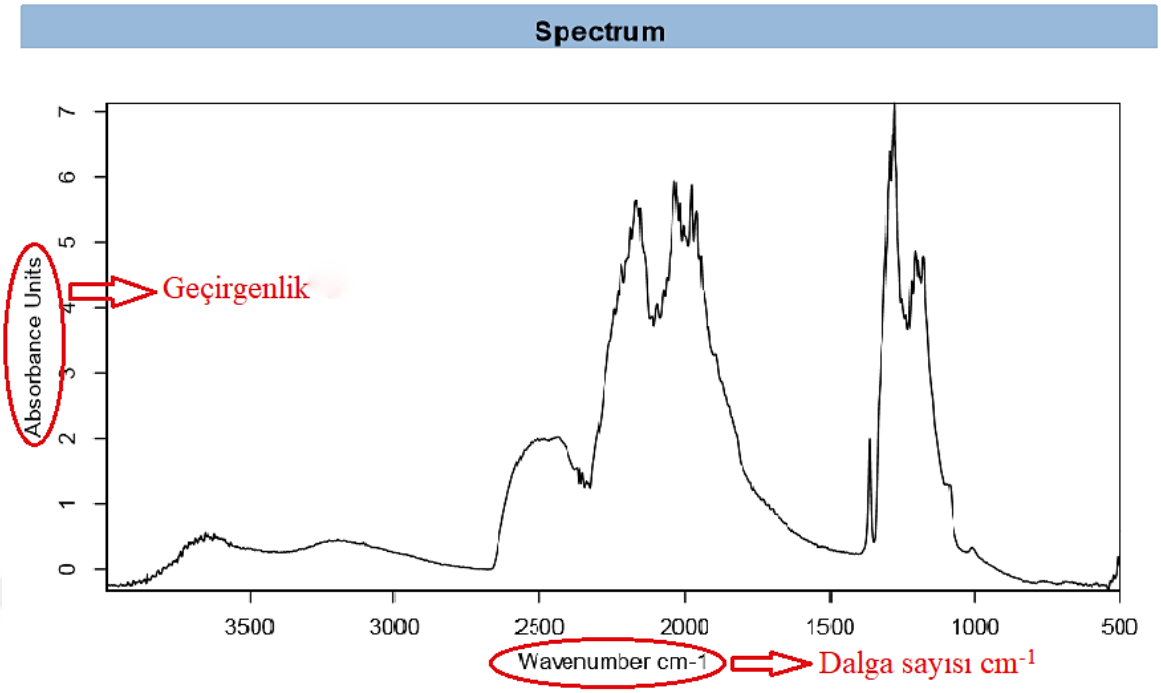
2.2.2 Yöntemler

Araştırılmak üzere seçilen taşların hepsi için aynı gemolojik inceleme uygulanmıştır. Önce taşların günışığı dediğimiz ‘daylight’ ışık altında fotoğrafları çekilmiş sonra her birinin floresan makinasında ultraviyole ışık altında floresan renkleri incelenmiş ve fotoğraflanmıştır. Kumpas yardımı ile taşların ölçüleri not

edilmiş ve laboratuvar incelemeleri ile doğallıkları kontrol edilmiştir. FT-IR cihazı ile kızılötesi spektrumları çekilmiştir. FT-IR cihazının verdiği pik değerleri direk bir sonuç göstermese de taş üzerine yorum yapabilmek için %100 güvenilirdir (Brian, 2011).

FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) cihazı bir tür titreşim spektroskopisidir; kızılötesi ışınları molekülün titreşim hareketleri tarafından soğurulmaktadır. Bu yöntem ile moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak; katı, sıvı, gaz ya da çözelti halindeki organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik ya da alifatik olup olmadığı belirlenebilir. FI-IR spektrometrelerde hız, hassasiyet ve doğruluk son derece yüksektir. Bir infrared spektrumunu oluşturan iki eksen vardır. Bir tanesi yatay eksen (frekans ya da dalga sayısı), diğeri de dikey eksendir (absorbans ya da geçirgenlik). Renk incelemeleri yapılırken yatay eksende yer alan dalga sayıları incelenecektir. Dalga sayısı, ışın demetinin her santimetresinde dalganın titreşim sayısıdır ve birim olarak cm^{-1} şeklinde ifade edilir. Cm^{-1} birim uzunlukta ki dalga sayısını ifade eder. Dikey eksende yer alan absorbans/geçirgenlik değeri ise soğurma olarak tanımlanır. Dikey eksende ki değerler taşın büyüklüğü ile doğru orantılı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Grafik daha net görüntülenebilsin diye küçük taşlarda düşey aralık arttırılabilir. Makine bazen bunu otomatik olarak ayarlar ancak ayarlanmamış ise manuel olarak da düzeltme yapılabilir.

Şekil 2.4 te FT-IR cihazının verdiği herhangi bir grafik sonucu üzerinde işaretlemeler yapılarak detaylı bilgi verilmiştir. Grafikler orginal hali ile direk olarak araştırmaya eklendiği için okunamayacak kadar ufak olan yazılar bu örnek ile belirginleştirilmek istenmiştir.



Şekil 2.4 FT-IR grafiğinin yatay ve dikey eksen açıklaması

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Bulgular

İncelenecek olan 14 taş fotoğraflar ve grafikler ile bu bölümde açıklanacaktır. İçerisinde bor bulunduran mavi veya gri tonlu örneklere ulaşılamadığından dolayı azot içeren ve atomik bozukluklar gösteren taşlar ile çalışma yapılmıştır.

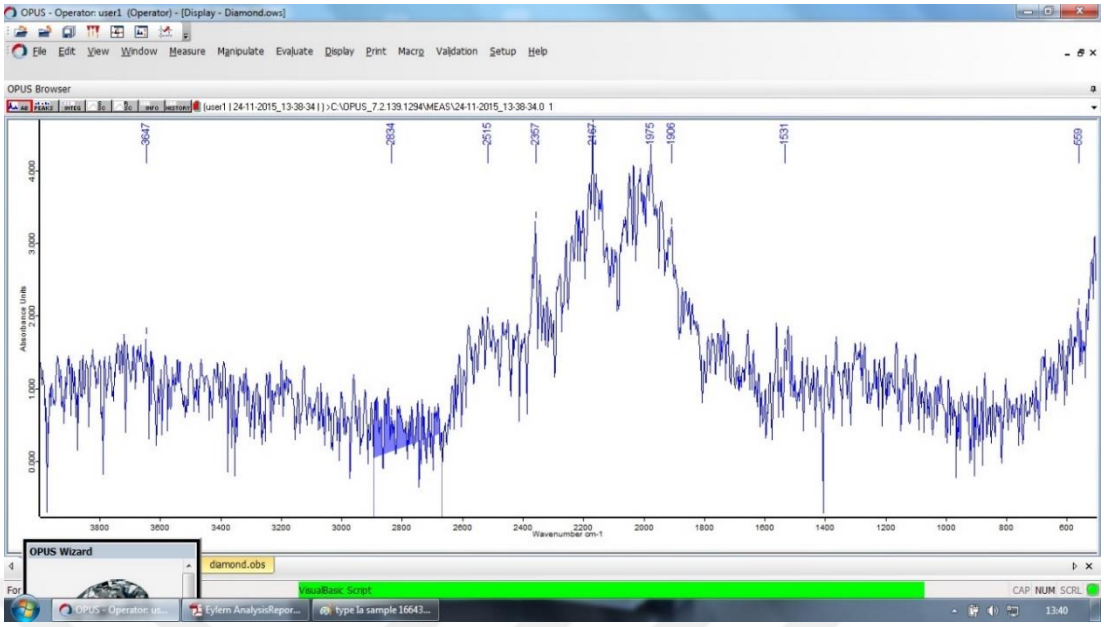


Şekil 3.1 170 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Renk, uçuk pembe) (Kişisel arşiv, 2015)



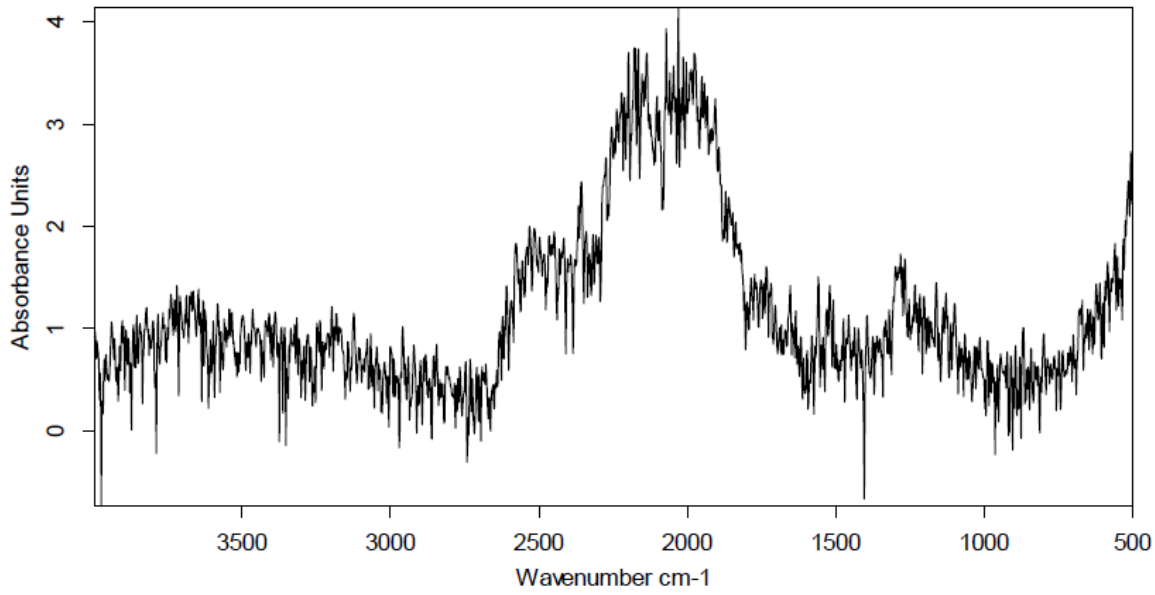
Şekil 3.2 170 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi güçlü mavi) (Kişisel arşiv, 2015)

170 numaralı örnek 0,51 ct. (carat: süstaşı ağırlık birimi) ağırlığında damla şeklinde bir elmastır. Rengi uçuk pembe olduğu için pembe tonunda net bir belirginlik yoktur. Taşın hem çıplak halde hem de ultraviyole ışık altında ki bu görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.3 170 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

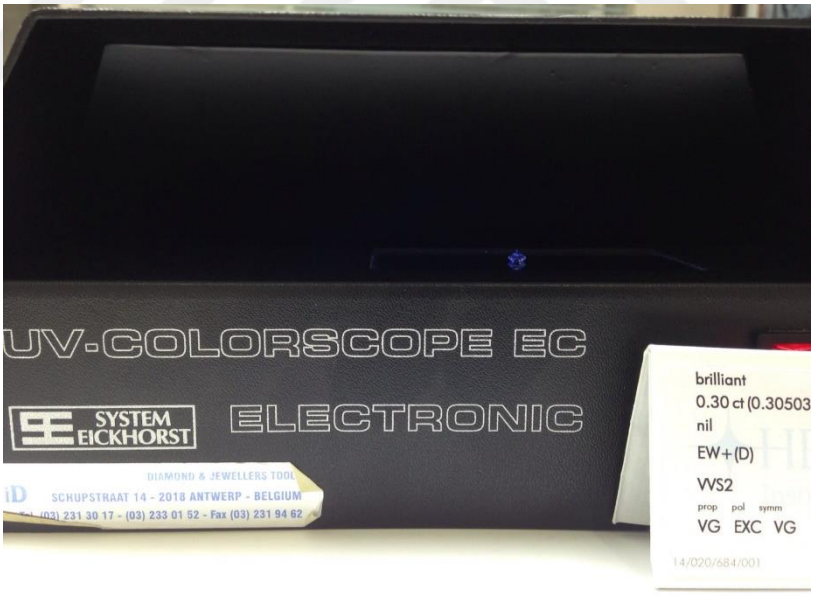
Örneğin FT-IR cihazı ile çekilen spektrum sonuçları şekil 3.3 de ki gibidir. 3647 cm^{-1}, 2834 cm^{-1}, 2515 cm^{-1}, 2357 cm^{-1} ve 559 cm^{-1} piklerini vermiştir. Cihazın kalibre ayarları sebebiyle yoğun çizgi görünümü şeklinde bir görüntü çıkmıştır.



Şekil 3.4 170 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

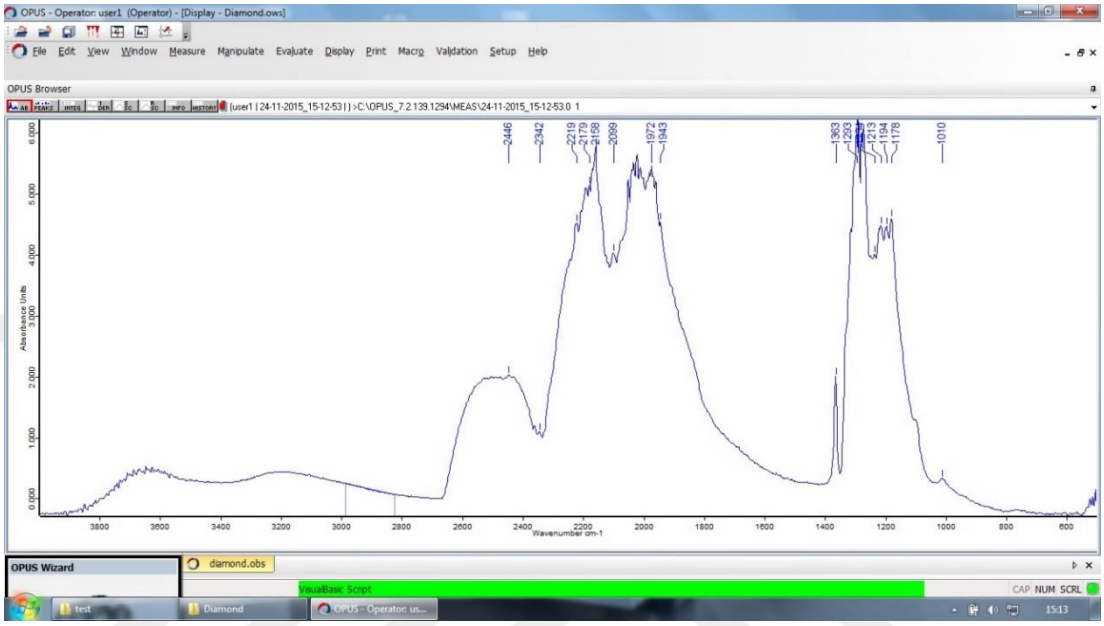


Şekil 3.5 150 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Renk HRD D VVS2) (Kişisel arşiv, 2015)



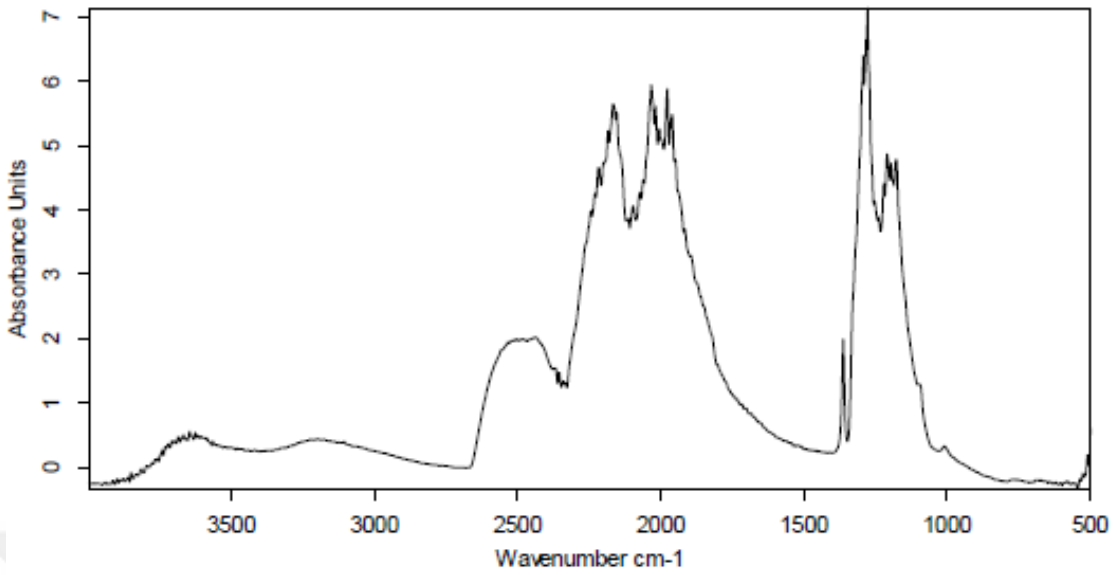
Şekil 3.6 150 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan çok hafif mavi) (Kişisel arşiv, 2015)

150 numaralı örnek 0,30 ct ağırlığında yuvarlak kesim bir elmastır. HRD sertifikası olan bu taş D rengi vvs2 (very very small) berraklığındadır. Taşın çıplak haldeki görüntüsü ve ultraviyole ışık altında ki görüntüsü IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.7 150 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

Şekil 3.7 de 150 numaralı örneğin FT-IR cihazı ile çekilen görüntüsü görülmektedir. 2446 cm^{-1}, 2342 cm^{-1} piklerinde değer vermiştir. Taş D rengi olduğundan içerisinde nitrojen gibi farklı atomların bulunmadığını tahmin edilmektedir. Varsa bile grafikte 3100 cm^{-1} pikini vermediği için çok eser miktarda olabilir. Diğer taşlarda bunun örneği incelenecektir.



Şekil 3.8 150 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

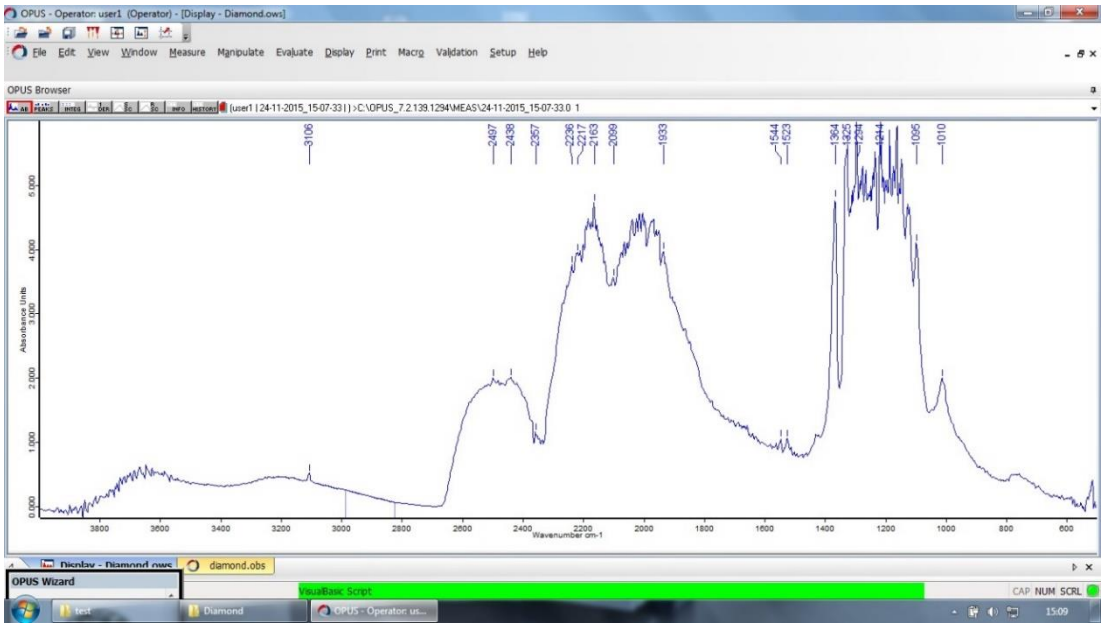


Şekil 3.9 50 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi HRD I VVS2) (Kişisel arşiv, 2015)



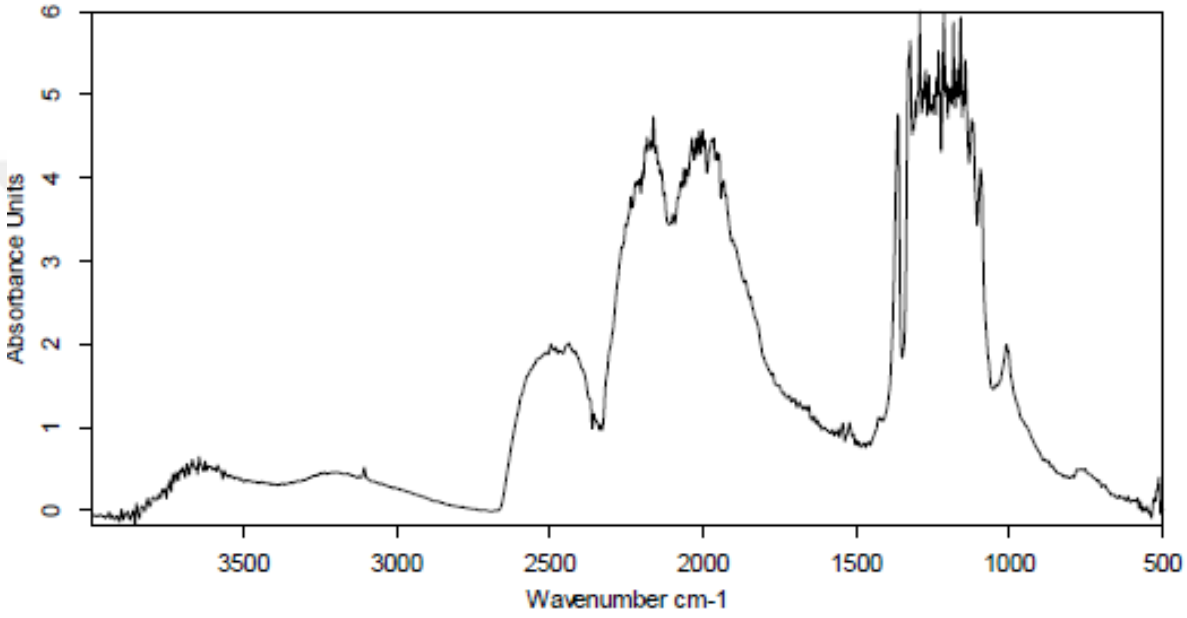
Şekil 3.10 50 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan çok hafif mavi) (Kişisel arşiv, 2015)

50 numaralı örnek 0,30 ct ağırlığında yuvarlak kesim bir elmastır. HRD sertifikalı olan bu taş I rengi vvs2 berraklığındadır. Taşın hem çıplak halde hem de ultraviyole ışık altında ki bu görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.11 50 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

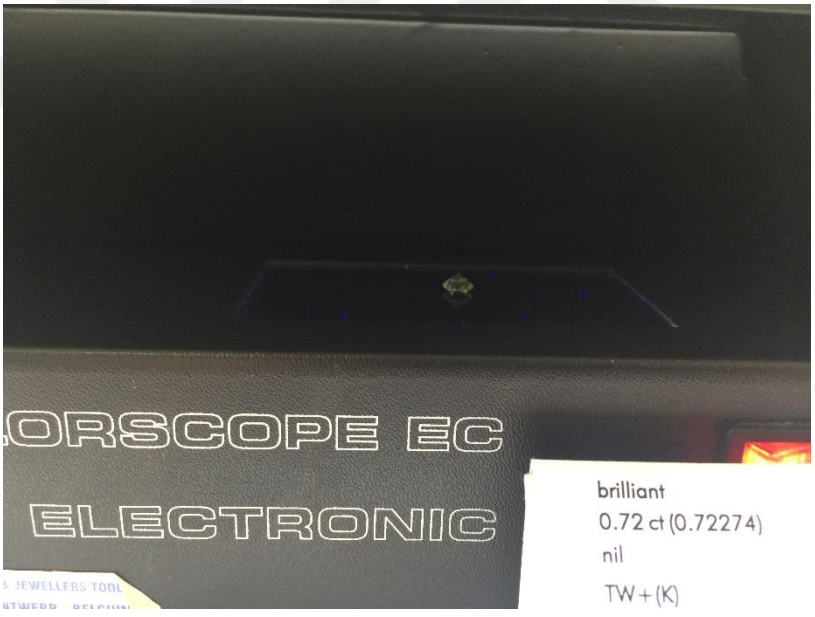
Şekil 3.11 de gördüğümüz örnekte FT-IR cihazının sonuçlarına göre 3106 cm^{-1}, 2497 cm^{-1}, 2438 cm^{-1}, 2357 cm^{-1} pikleri yükselmiştir. D rengi taştan farklı olarak I rengi olan taşta 3106 cm^{-1} değerinde pik oluşması, bu pik değerinin nitrojen belirtisi olduğunu göstermektedir. Çünkü nitrojen taşa sarı ve kahverengi tonlarını vermektedir. I rengi bir taş skalada beyaz grubuna girse de içerisinde az miktarda sarı tonu vardır.



Şekil 3.12 50 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu



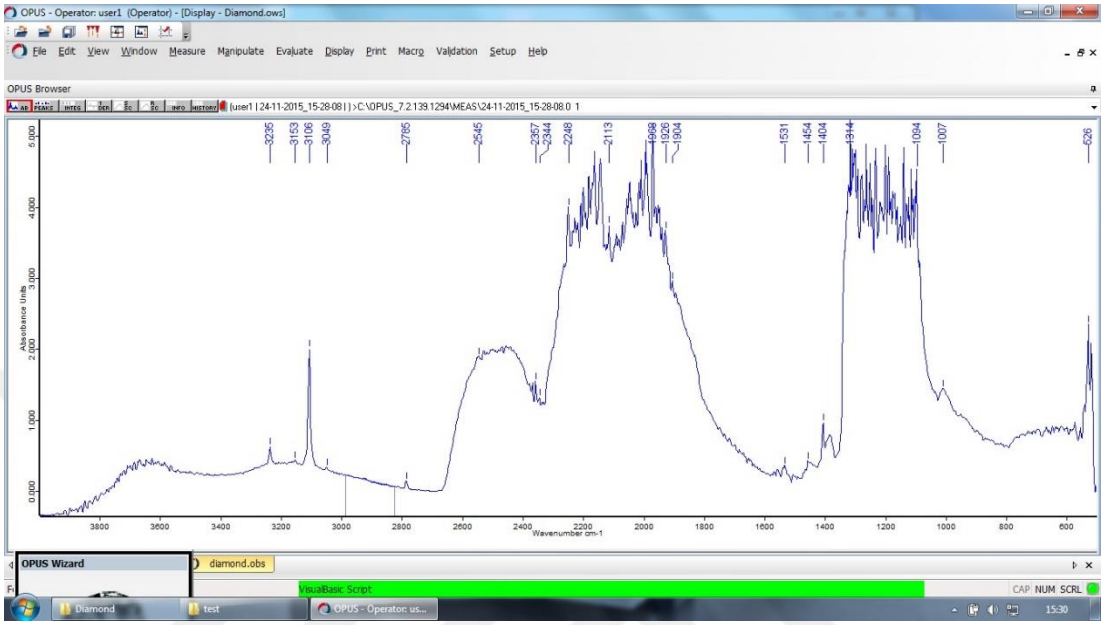
Şekil 3.13 210 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi HRD K) (Kişisel arşiv, 2015)



Şekil 3.14 210 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

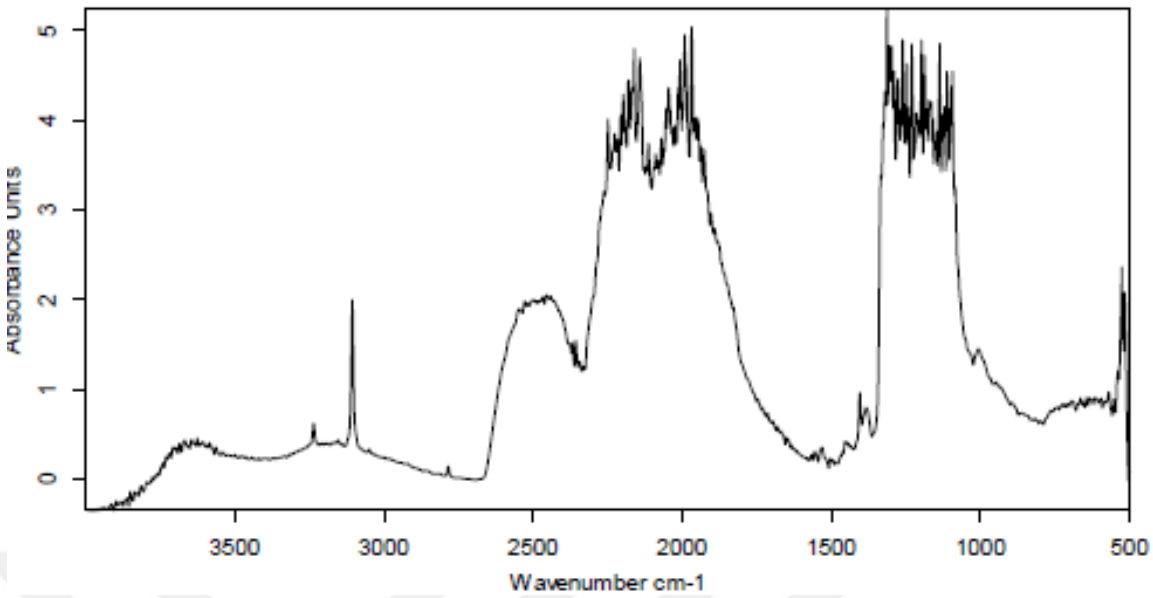
210 numaralı örnek 0,72 ct ağırlığında, yuvarlak kesim, HRD sertifikalı K rengi ve sı1 berraklığında bir elmastır. Şekil 3.14 te göründüğü gibi floresan rengi yoktur. Taşın

hem çıplak halde hem de ultraviyole ışık altında ki bu görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.15 210 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

Şekil 3.15 de örnek taşın FT-IR sonuçları gösterilmektedir. 3235 cm^{-1}, 3106 cm^{-1}, 2785 cm^{-1}, 2357 cm^{-1}, 526 cm^{-1}, piklerini vermiştir. Pik değerleri incelendikten sonra taş hiç görülmese bile içerisinde nitrojen atomlarının bulunduğunu tahmin edebilir.



Şekil 3.16 210 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

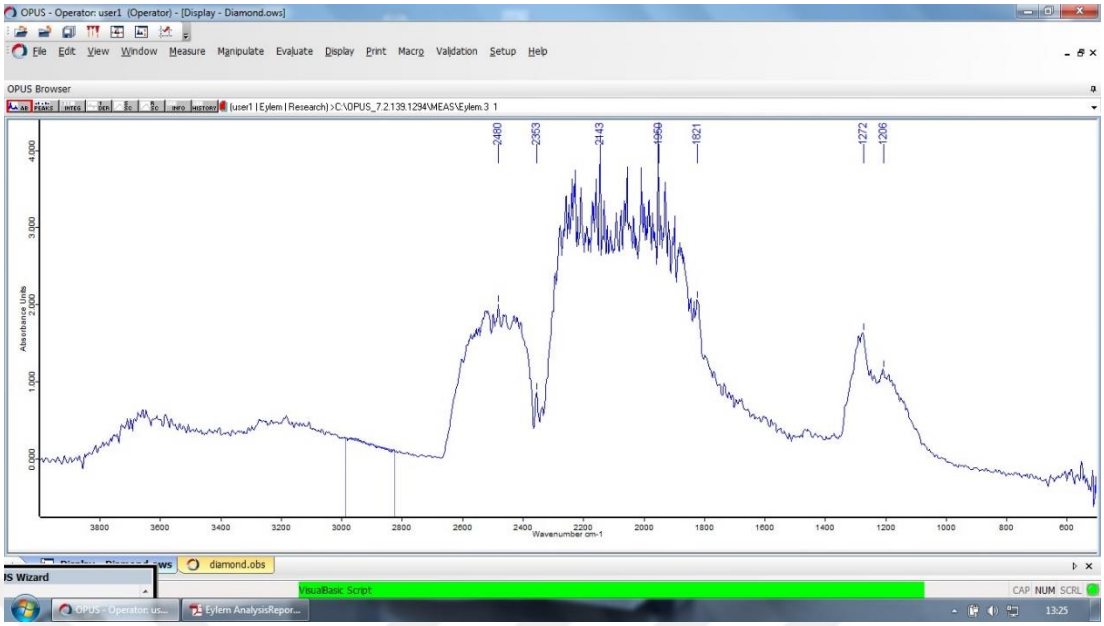


Şekil 3.17 120 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı [Rengi GIA sertifikalı Orange-Yellow (Turuncumsu sarı)] (Kişisel arşiv, 2015)



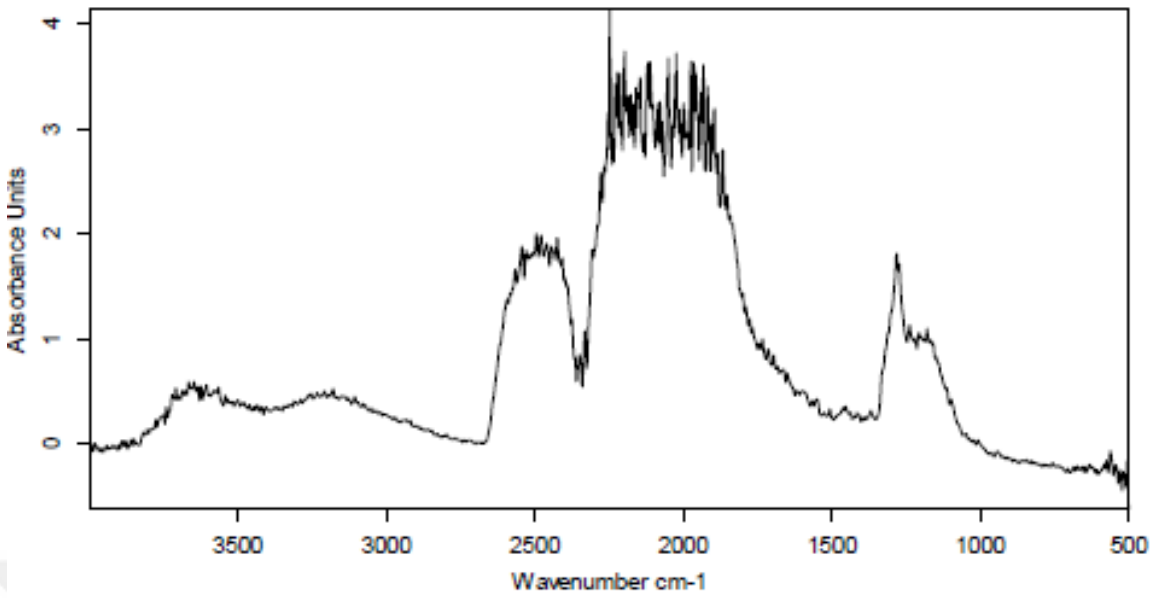
Şekil 3.18 120 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi güçlü sarı) (Kişisel arşiv, 2015)

120 numaralı örnek 1,25 ct ağırlığında damla şeklinde bir elmastır. Taş GIA sertifikalı orange yellow yani turuncumsu sarı renktedir. İncelendiği zaman FT-IR sonuçları ve floresan rengi bu taşın doğal olmadığını göstermektedir. Çünkü hiçbir doğal elmas ultraviyole ışık altında sarı rengi vermemelidir.

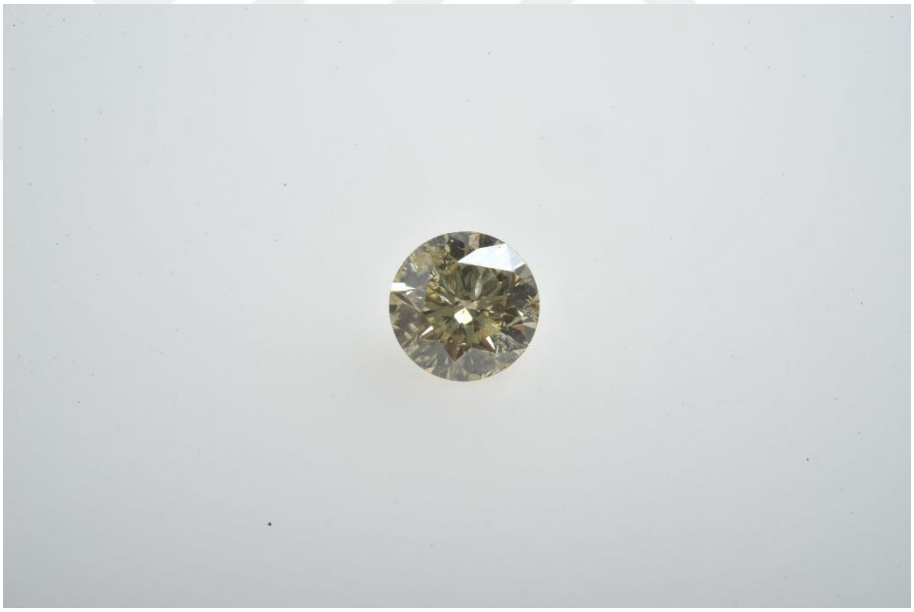


Şekil 3.19 120 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

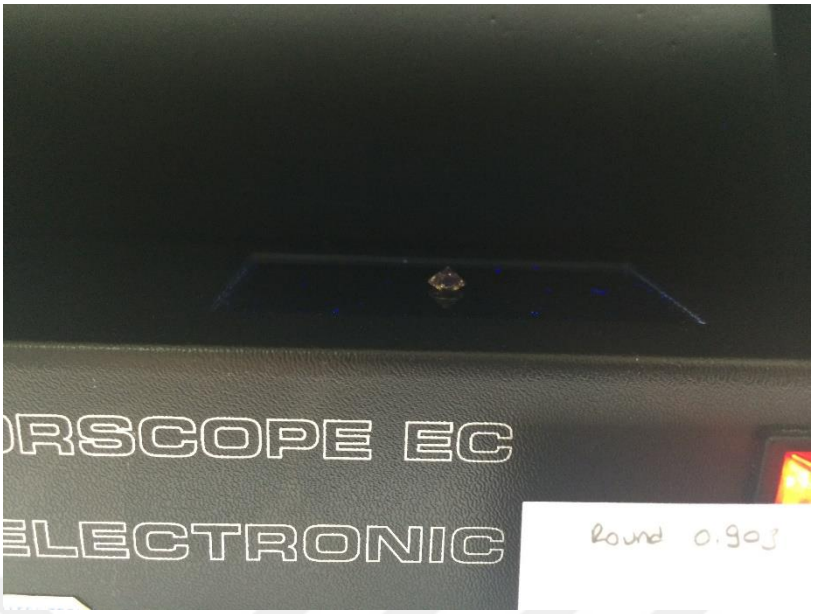
120 numaralı örneğin FT-IR sonuçlarına bakıldığında Şekil 4.1 de ki doğal elmas grafiğine uymadığını görülmektedir. Hem sarı hem de turuncu renk içermesine rağmen 3100 cm^{-1} pik değerini vermiyor olması ve 1700 – 2300 cm^{-1} değerleri arasında olması gereken doğal elmas grafiğini oluşturmuyor olması taşın doğal olmadığı düşüncesini kanıtlamıştır. Bu örnekle birlikte sentetik bir elmasın verdiği grafik sonucu da gösterilmiş olmaktadır.



Şekil 3.20 120 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

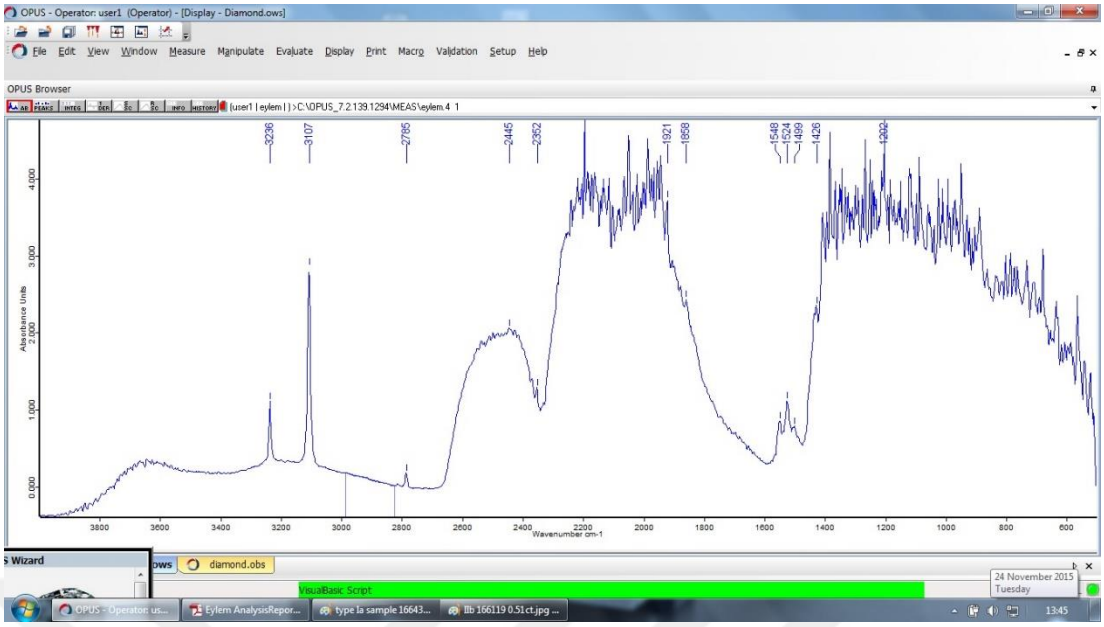


Şekil 3.21 130 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi yeşilimsi sarı) (Kişisel arşiv, 2015)



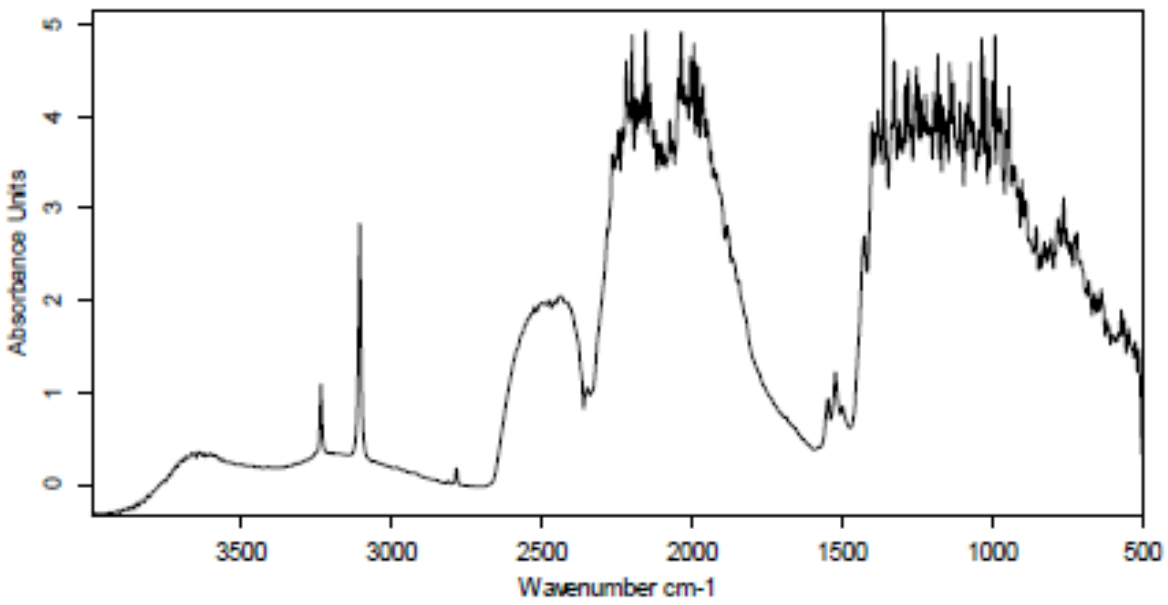
Şekil 3.22 130 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

130 numaralı örnekte 0,90 ct ağırlığında yuvarlak kesim bir elmas incelenmektedir. Rengi sarı ancak içerisinde yeşilimsi bir ton da mevcuttur. Örnekte ki yeşilimsi sarı taşın hem çıplak hem de ultraviyole ışık altında ki görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.23 130 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

Şekil 3.23 de gördüğümüz örnek 3236 cm^{-1}, 3107 cm^{-1}, 2785 cm^{-1}, 2445 cm^{-1}, 2352 cm^{-1} ve 655 cm^{-1} piklerini vermiştir. 655 cm^{-1} pik değeri içinde bulunan yeşilimsi tondan kaynaklanan bir değerdir. Yeşil rengin verdiği pik değerinin bir başka örneği yeşilimsi kahverengi olan bir taşta daha incelenecektir.



Şekil 3.24 130 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

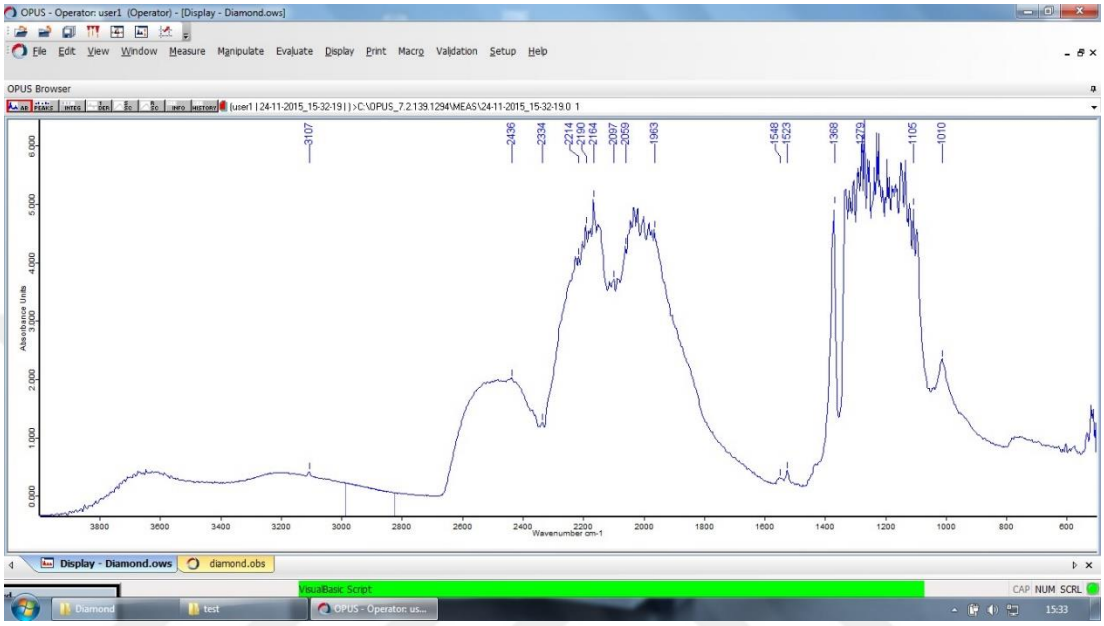


Şekil 3.25 65 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı. (Rengi HRD K VS1) (Kişisel arşiv, 2015)



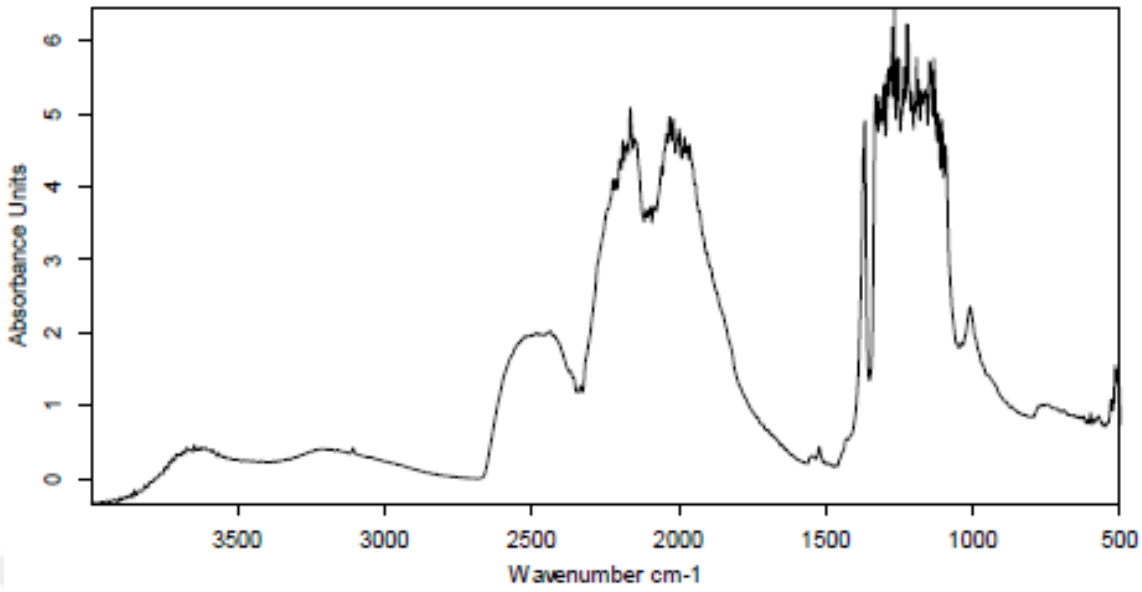
Şekil 3.26 65 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

65 numaralı örnekte ki taş 0,40 ct ağırlığında yuvarlak kesim bir elmastır. HRD sertifikaya sahip olan bu taşın rengi K, berraklığı ise VS1 dir. Taşın çıplak haldeki ve ultraviyole ışık altında ki bu görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir



Şekil 3.27 65 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

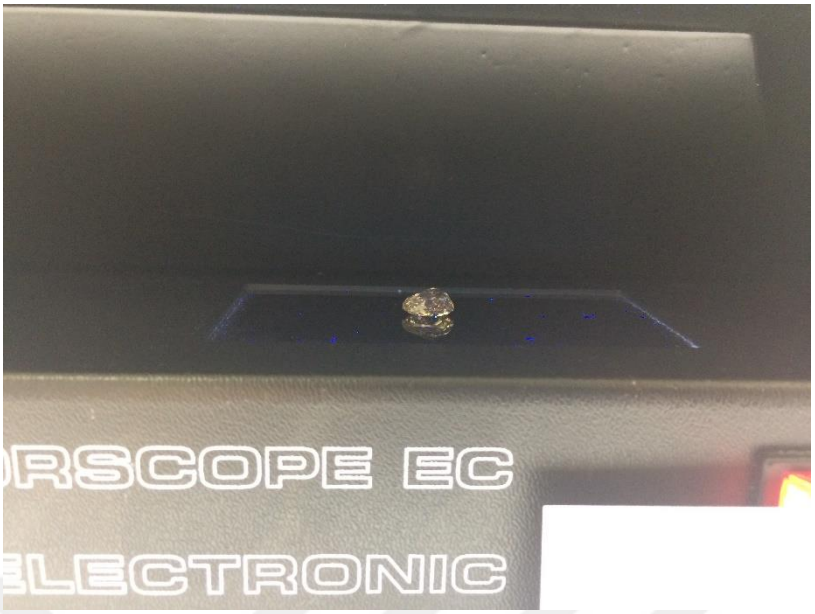
Şekil 3.27 de FT-IR sonucu görülen elmas 3107 cm^{-1}, 2436 cm^{-1} ve 2334 cm^{-1} değerlerinde pikler vermiştir. Çıkan pik değerleri nitrojen içeren bir elmasta olması gereken değerlerdir. K renginde elmasa yoğun sarı rengini veren özellik içerisinde nitrojen atomu bulundurmasıdır.



Şekil 3.28 65 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

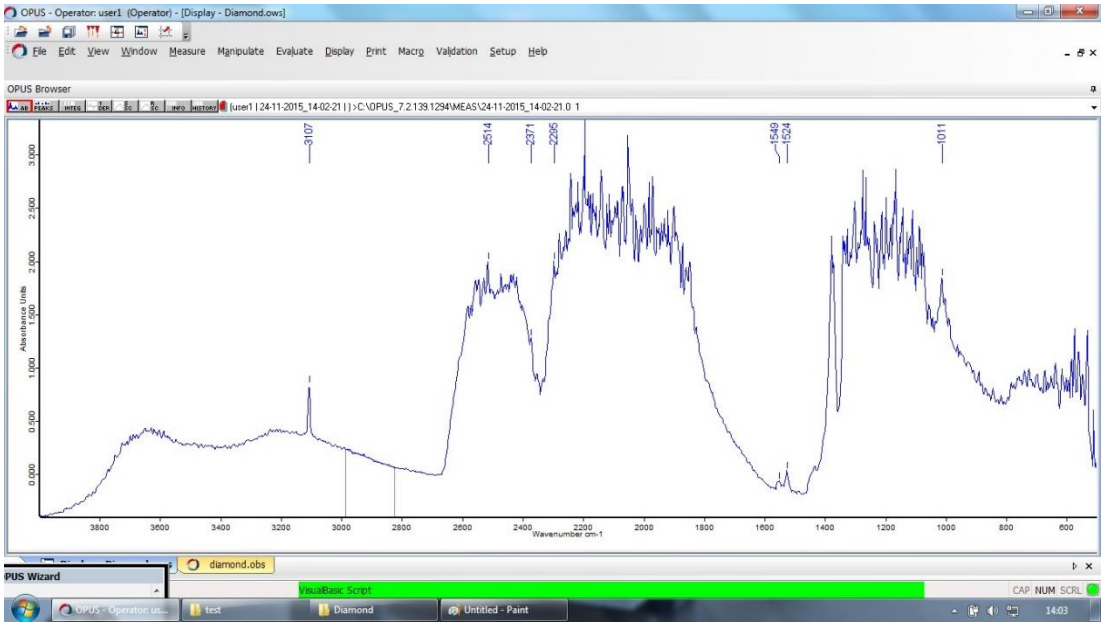


Şekil 3.29 110 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi GIA Fancy Yellow) (Kişisel arşiv, 2015)



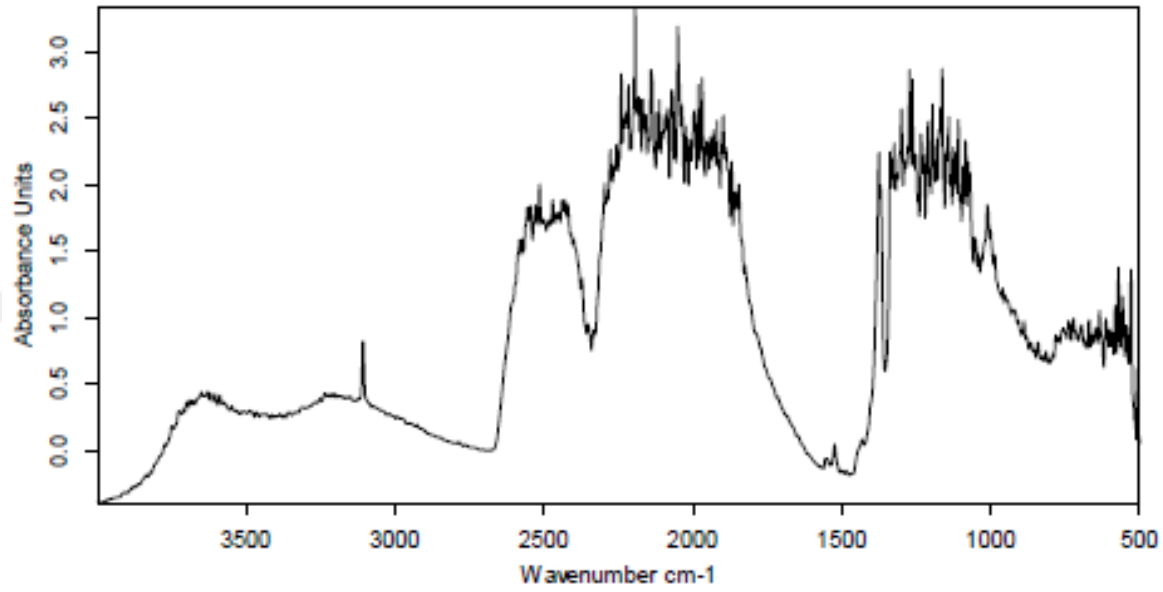
Şekil 3.30 110 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

110 numaralı örnekte 2,01 ct ağırlığında, damla şeklinde, GIA sertifikalı bir elmas incelenecektir. Taşın rengi Fancy Yellow, floresan rengi ise yoktur. Hem çıplak halde hem de ultraviyole ışık altında ki bu görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.31 110 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

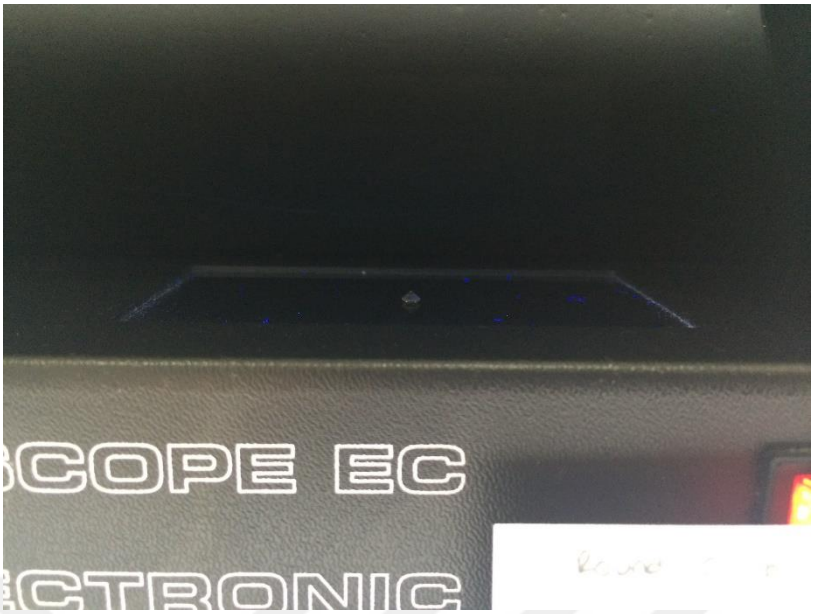
Şekil 3.31 de örneğin FT-IR sonucu görülmektedir. Çok net sarı renkte olan bu damla elmas verdiği pik değerlerinde renk ve doğallık özelliklerini ispatlamaktadır. 3107 cm^{-1}, 2514 cm^{-1} ve 2371 cm^{-1} değerlerinde yüksek pik vermektedir.



Şekil 3.32 110 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

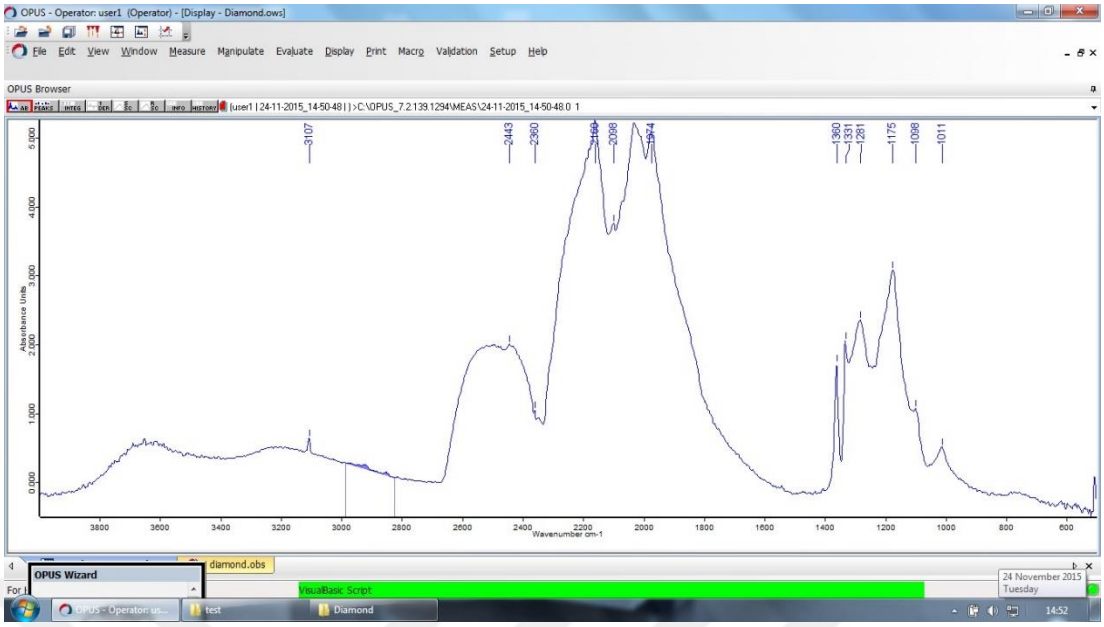


Şekil 3.33 70 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi açık konyak) (Kişisel arşiv, 2015)



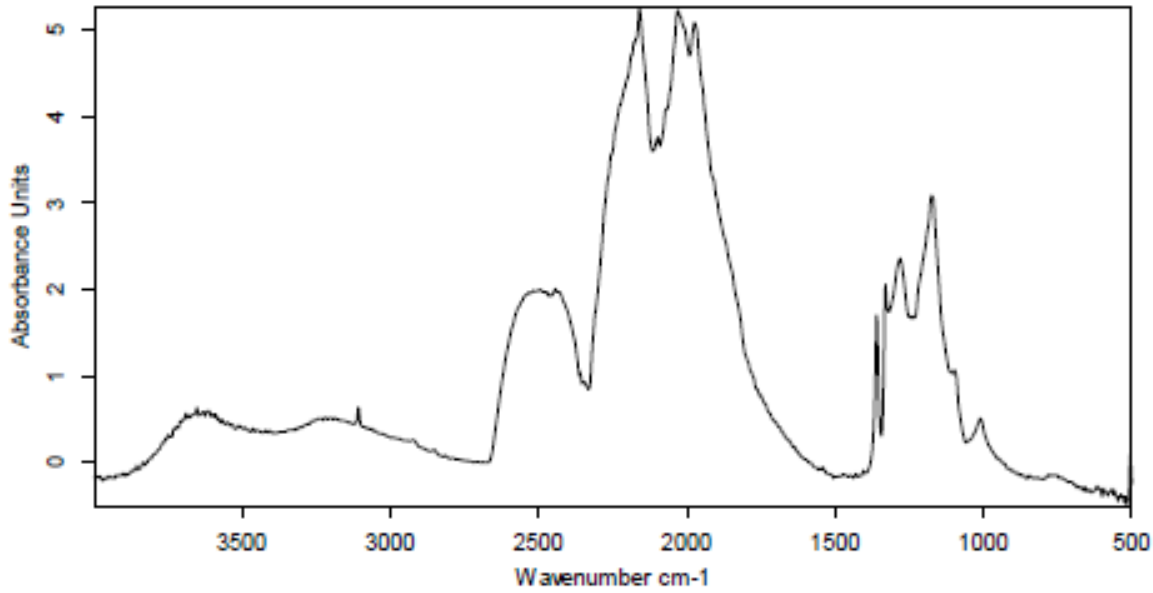
Şekil 3.34 70 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

70 numaralı örnekte 0,08 ct ağırlığında, yuvarlak kesim ve açık konyak renkte bir elmas incelenecektir. Konyak, kahverenginin tonlarından birine verilen isimdir. Tonuna göre açık ve koyu olarak sınıflandırılır. Taşın hem çıplak halde hem de ultraviyole ışık altında ki görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.35 70 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

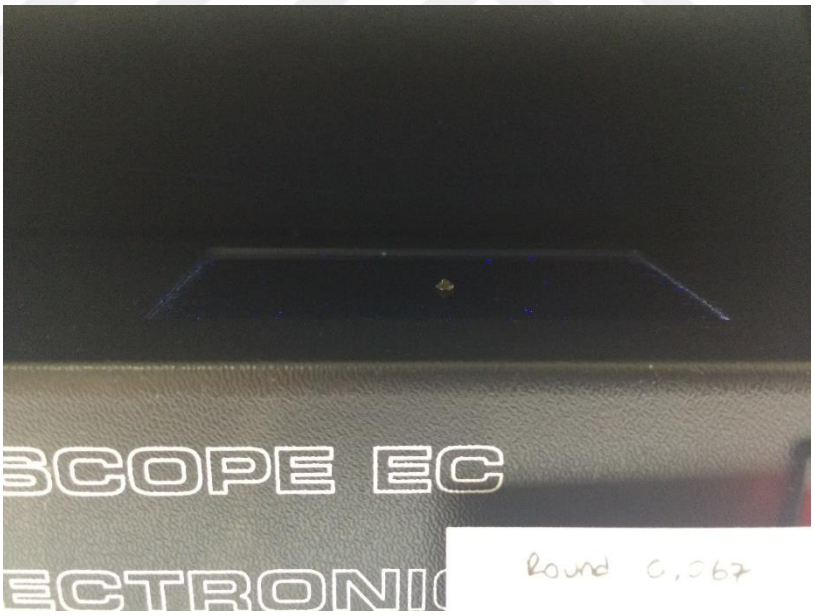
Şekil 3.35 de görülen örneğin FT-IR sonuçlarında 3107 cm^{-1}, 2443 cm^{-1} ve 2360 cm^{-1} değerlerinde pikler çıkmıştır. Sarı, turuncu ve kahverengi renk oluşumlarının sebebi olan nitrojen atomunun izlerine bu örnekte de rastlanmaktadır.



Şekil 3.36 70 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

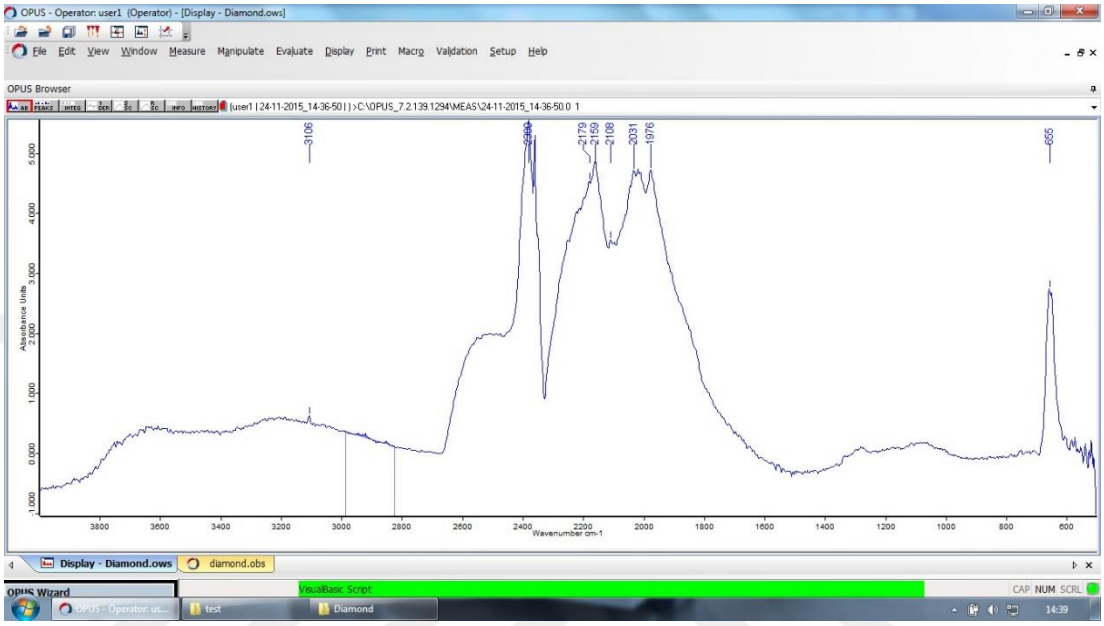


Şekil 3.37 140 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi yeşilimsi kahverengi) (Kişisel arşiv, 2015)



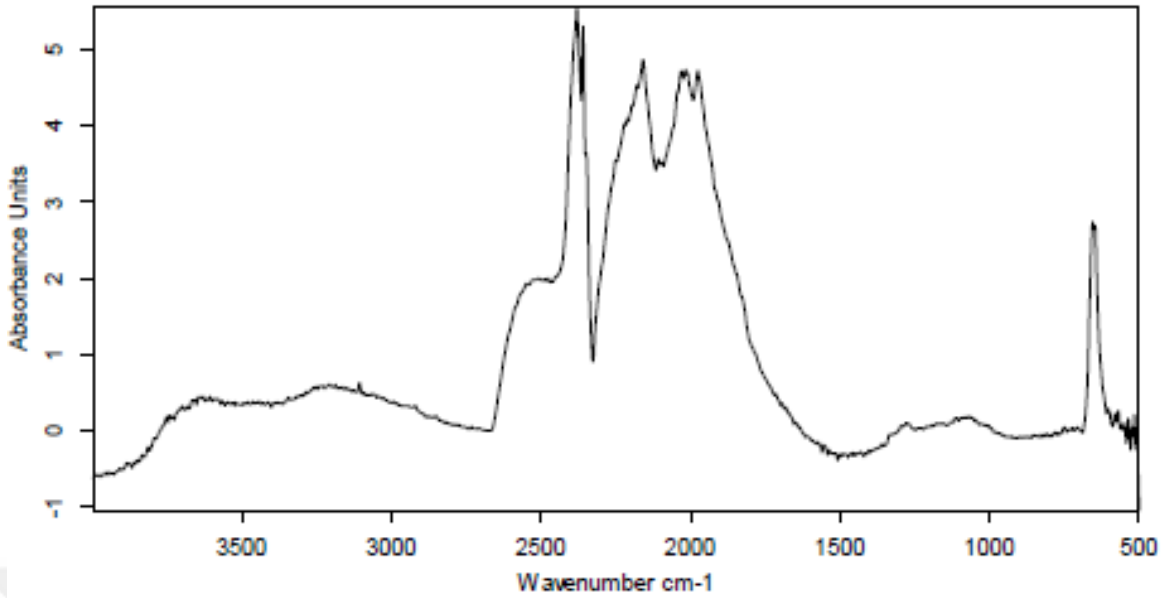
Şekil 3.38 140 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

140 numaralı örnekte 0,067 ct ağırlığında, yuvarlak kesim ve yeşilimsi kahverengi renkte bir elmas incelenecektir. Net bir kahverengi elmas görüntüsünde olan bu taşın çıplak ve ultraviyole ışık altında ki görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.39 140 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

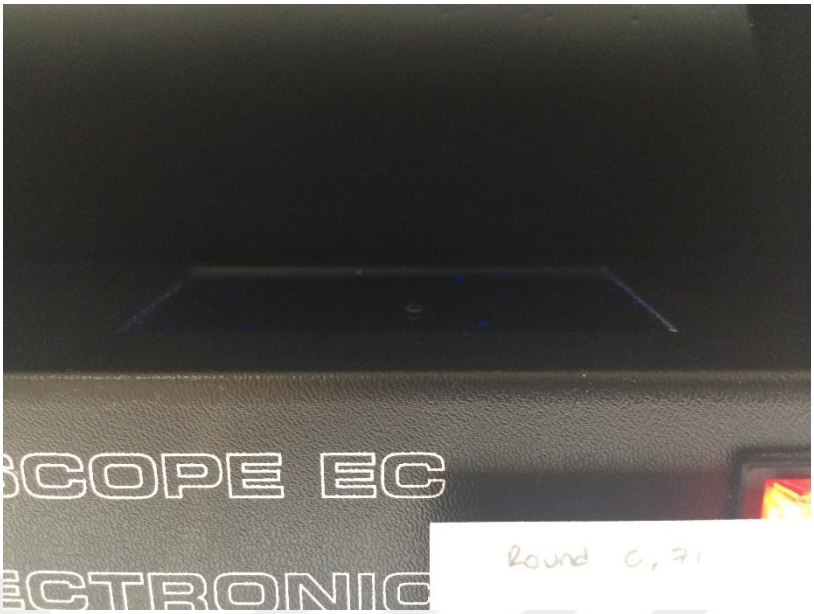
Şekil 3.39 da FT-IR sonuçlarını görülen taş, 3106 cm^{-1}, 2400 cm^{-1} ve 655 cm^{-1} değerlerinde pik vermiştir. Daha önce de yeşilimsi sarı renkte örneği görüldüğü gibi yeşil renk barındıran elmaslar 650 cm^{-1} civarında pik değeri vermektedir. Taşın içerisinde ki yeşilimsi renk lup ile incelendiğinde net olarak görülmektedir.



Şekil 3.40 140 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

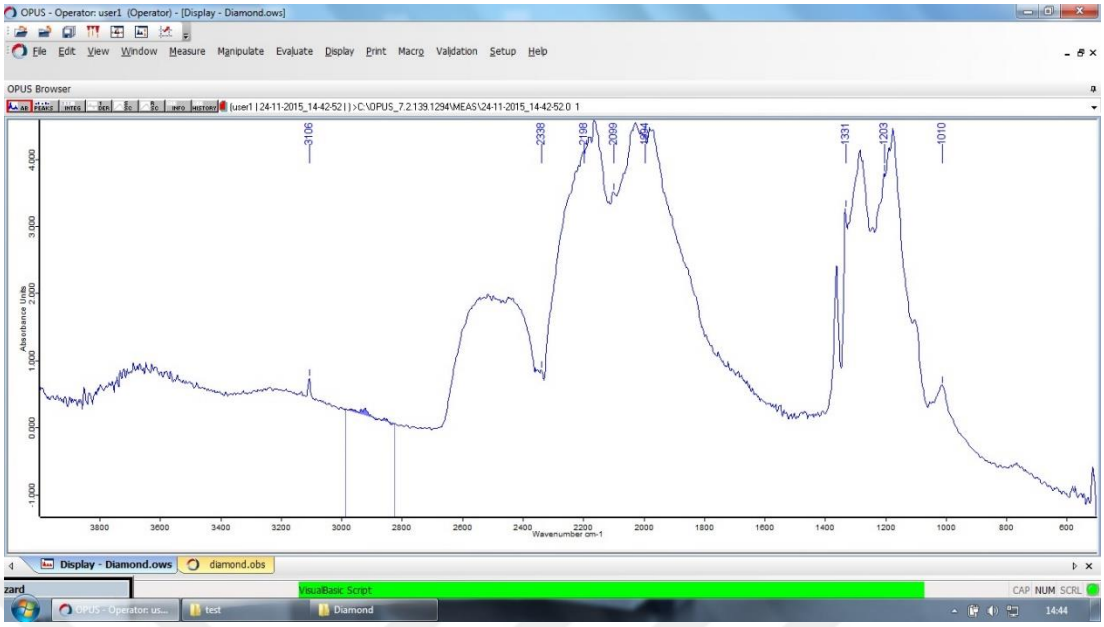


Şekil 3.41 90 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi koyu konyak) (Kişisel arşiv, 2015)



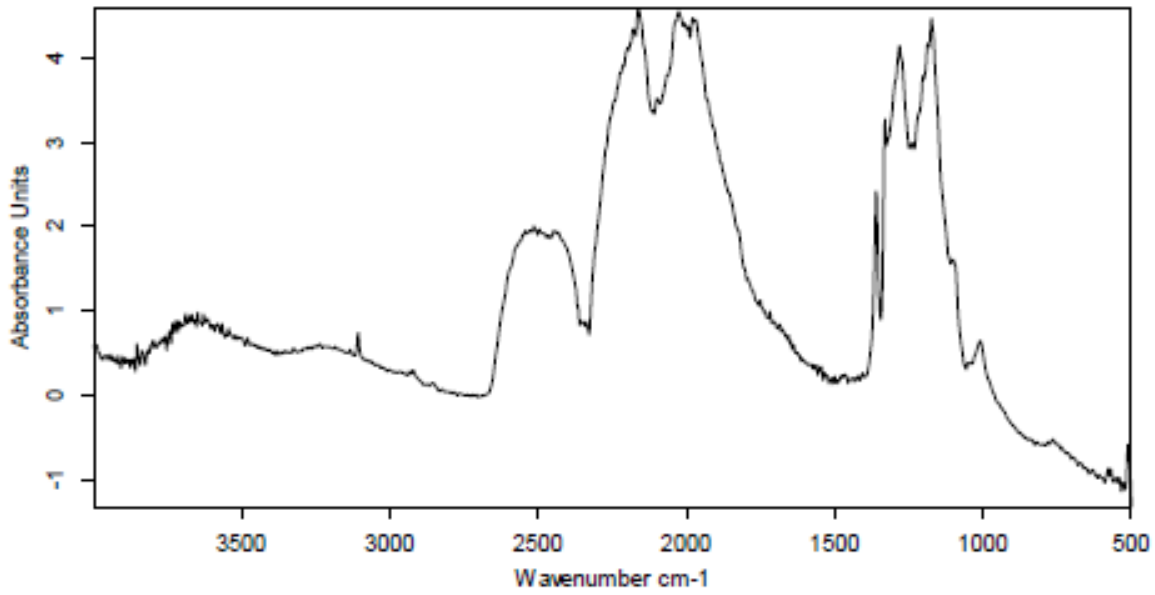
Şekil 3.42 90 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

90 numaralı örnekte incelenen taş, 0,071 ct. ağırlığında, yuvarlak kesim ve koyu konyak diye adlandırılan kahverengi renktedir. Elmasın ultraviyole ışık altında floresan rengi yoktur. Hem çıplak halde hem de ultraviyole ışık altında ki bu görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.43 90 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

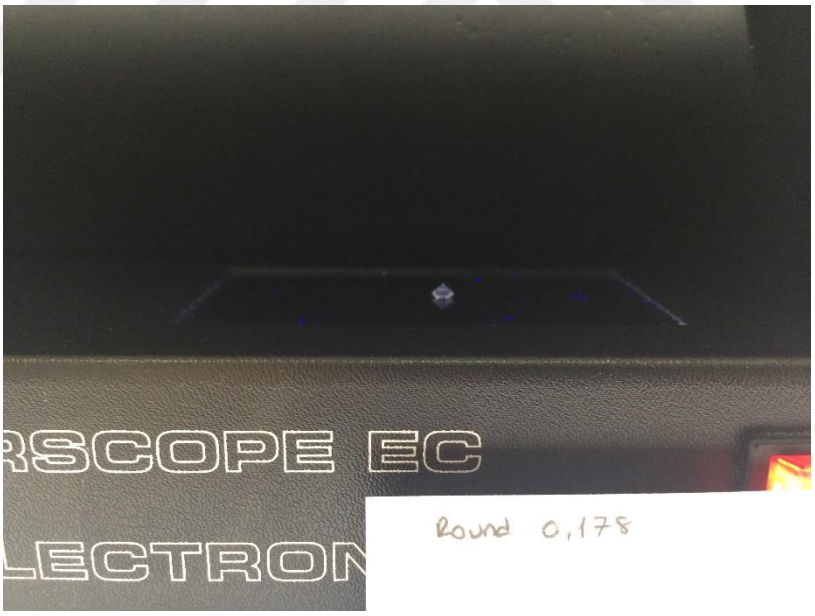
Şekil 3.43 de FT-IR sonuçları incelenen elmas, 3106 cm^{-1}, 2338 cm^{-1}, 2530 cm^{-1} piklerinde değer vermektedir. Çıkan değerler olması gerektiği gibi doğal bir kahverengi taşta oluşan pik değerleridir.



Şekil 3.44 90 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu



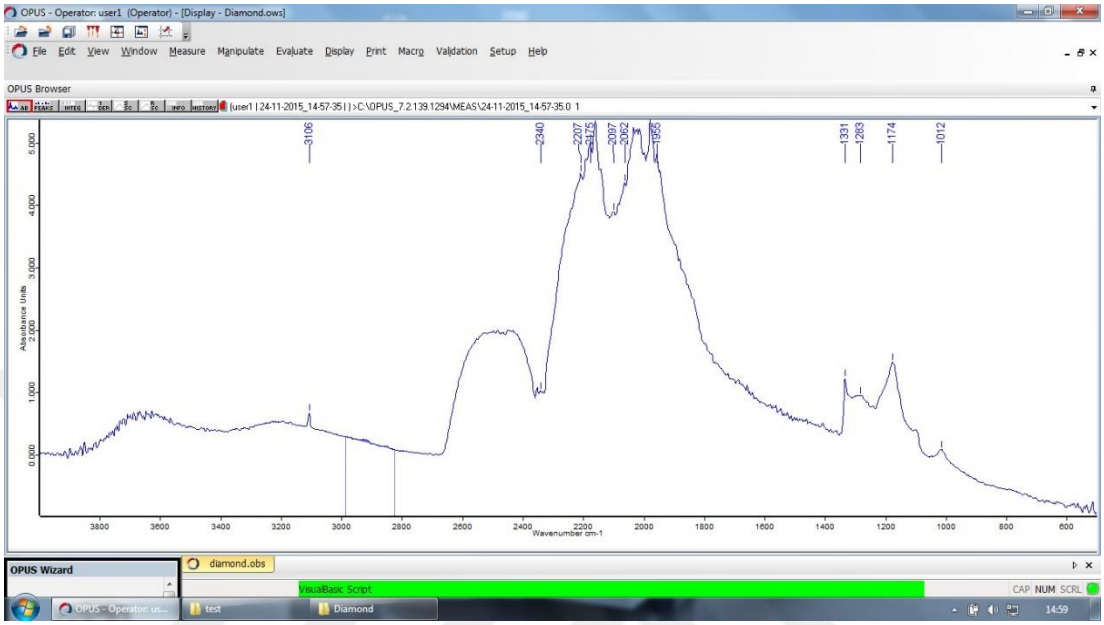
Şekil 3.45 180 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi ttlb [uçuk kahverengimsi]) (Kişisel arşiv, 2015)



Şekil 3.46 180 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan uçuk mavi) (Kişisel arşiv, 2015)

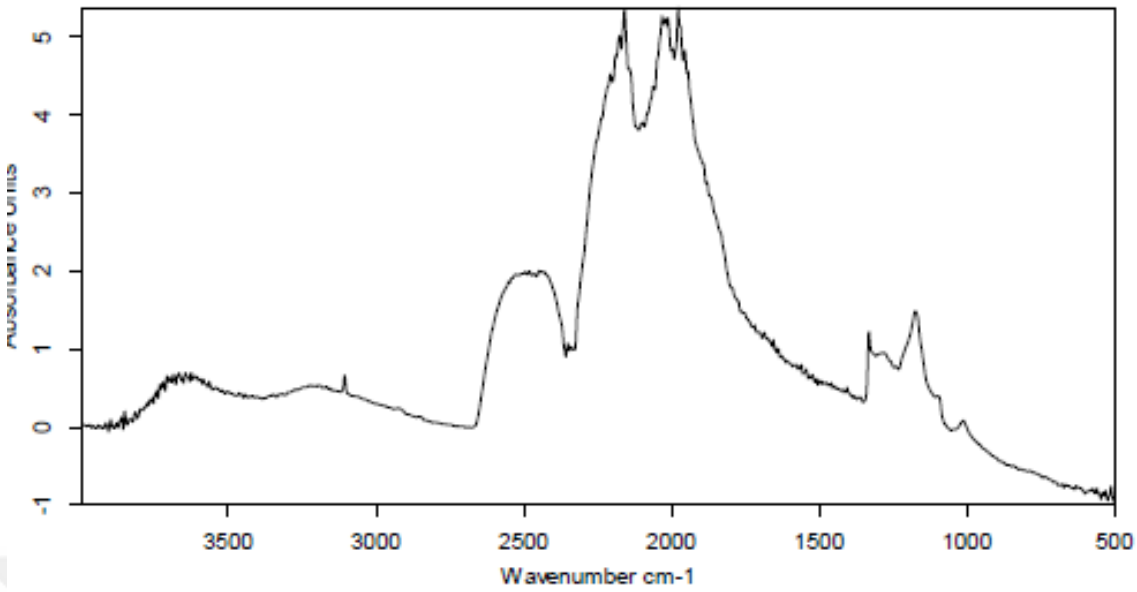
180 numaralı örnekte 0,178 ct ağırlığında, yuvarlak kesim ve TTLB renginde bir elmas inceleyeceğiz. Kısaltma top top light brown anlamına gelmektedir. Kahverengi

serisinde ki taşlardan uçuk kahverengi olan gruba verilen isimdir. Taşın çıplak ve ultraviyole ışık altında ki görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.47 180 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

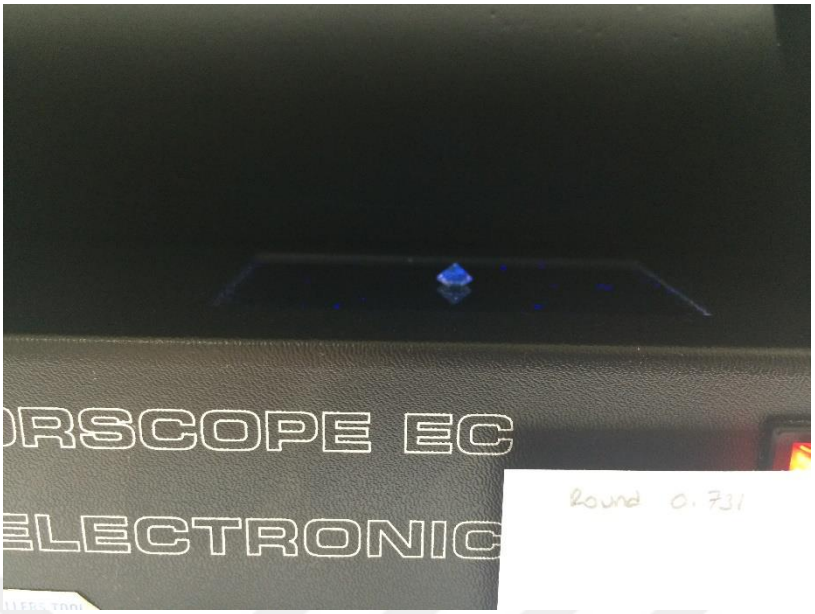
Şekil 3.47 de FT-IR sonuçları görülen örneğin en belirgin pik değerleri 3106 cm^{-1} ve 2340 cm^{-1} değerlerinde yükselmiştir. Bu değerler doğal bir kahverengi elmasta olması gereken değerlerle birebir uyuşmaktadır.



Şekil 3.48 180 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

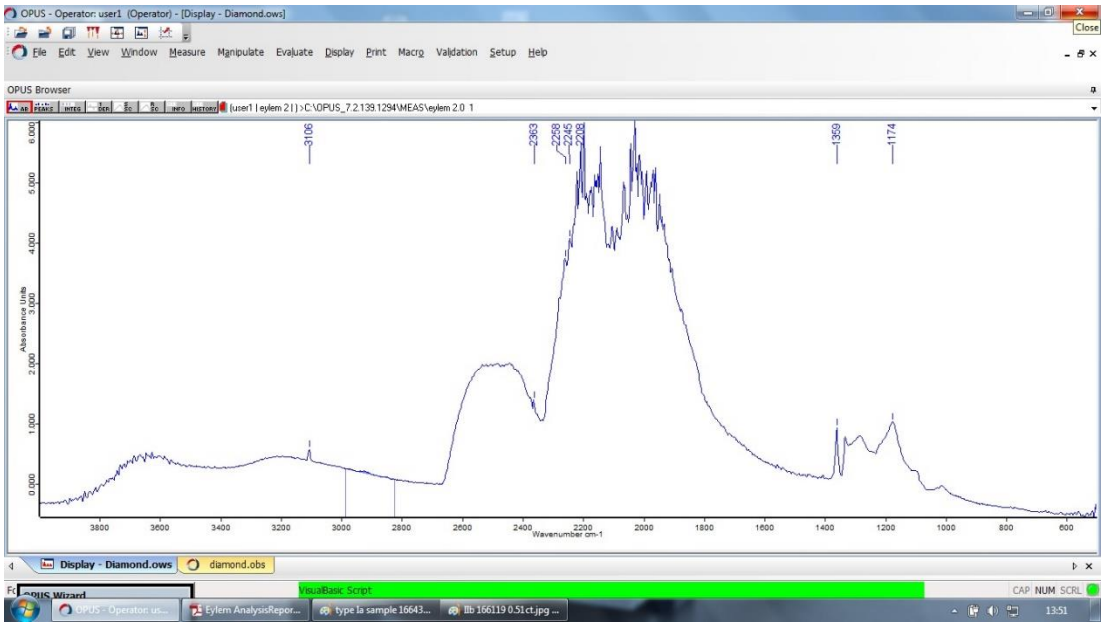


Şekil 3.49 220 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi kahverengi) (Kişisel arşiv, 2015)



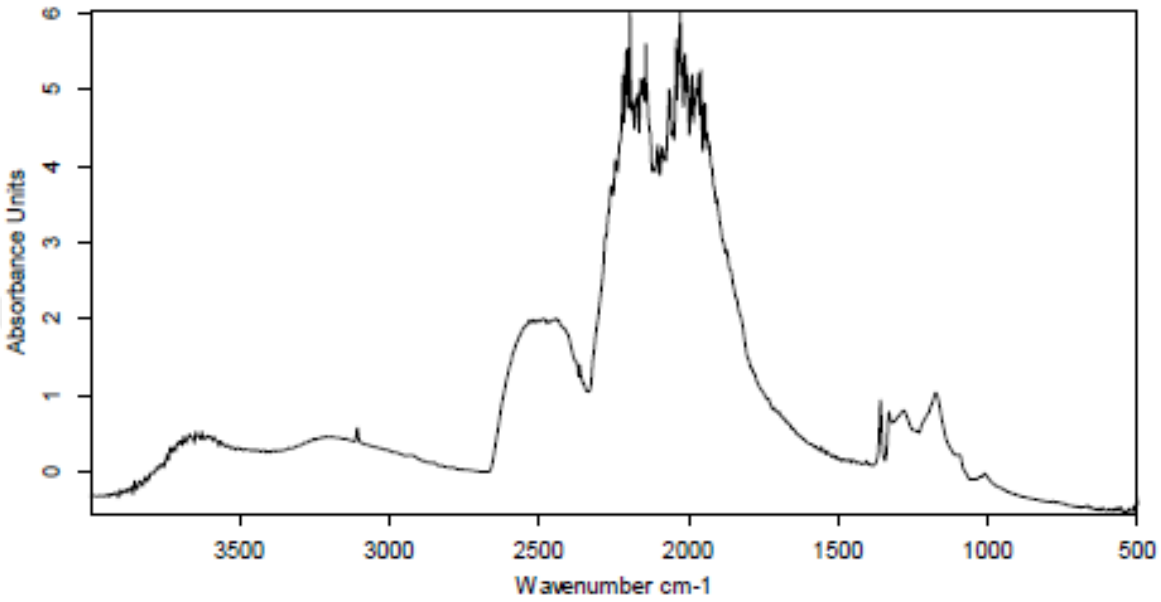
Şekil 3.50 220 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi orta mavi) (Kişisel arşiv, 2015)

220 numaralı örnekte 0,731 ct ağırlığında, yuvarlak kesim ve kahverengi renkte bir elması incelenecektir. İçerisinde kahve tonlarını çok net barındıran ve yansıtan bu elmasın çıplak ve ultraviyole ışık altındaki görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir



Şekil 3.51 220 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

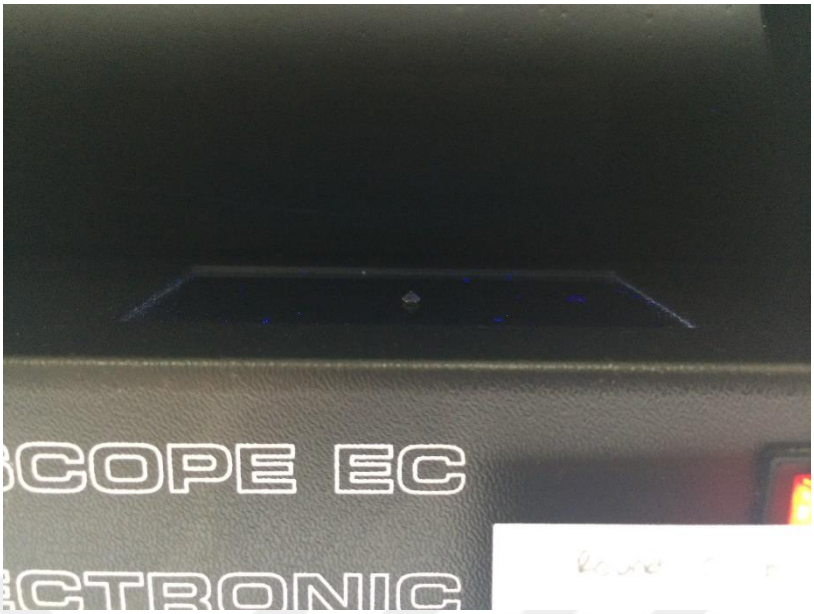
Şekil 3.49 da görülen kahverengi elmas, FT-IR cihazında 3106 cm^{-1} ve 2363 cm^{-1} pik değerlerini vermiştir. Bir önceki örneklerle karşılaştırıldığı zaman kahverengi elmaslarda olması gereken pik değerlerinin bu değerler olduğu ispatlanmış olmaktadır.



Şekil 3.52 220 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

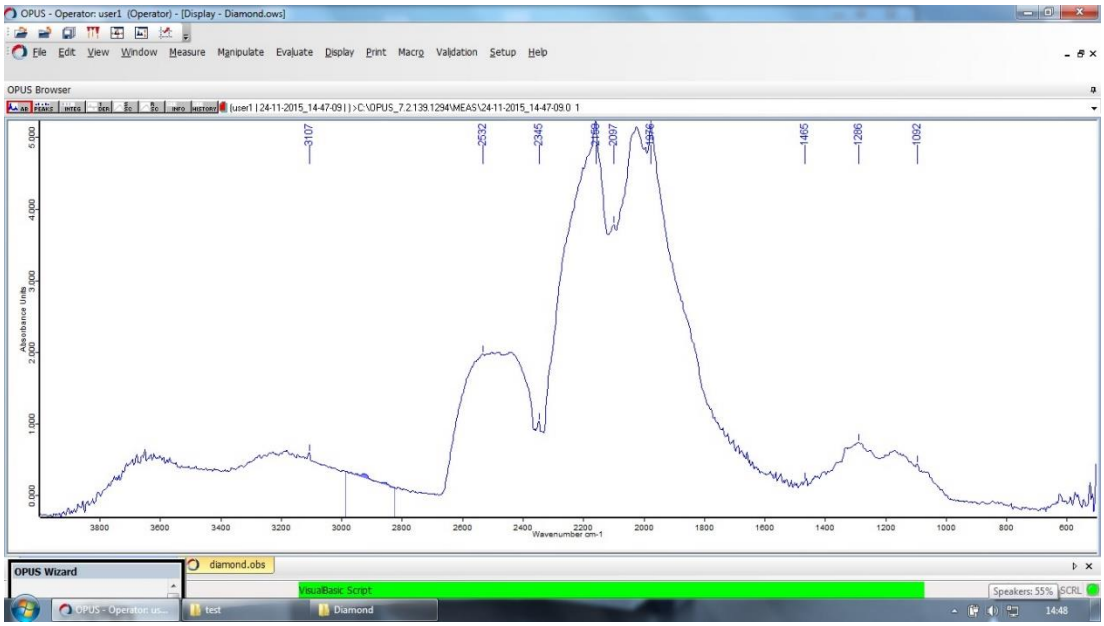


Şekil 3.53 160 nolu örneğin daylight ışığı altında çekilen fotoğrafı (Rengi turuncumsu kahverengi) (Kişisel arşiv, 2015)



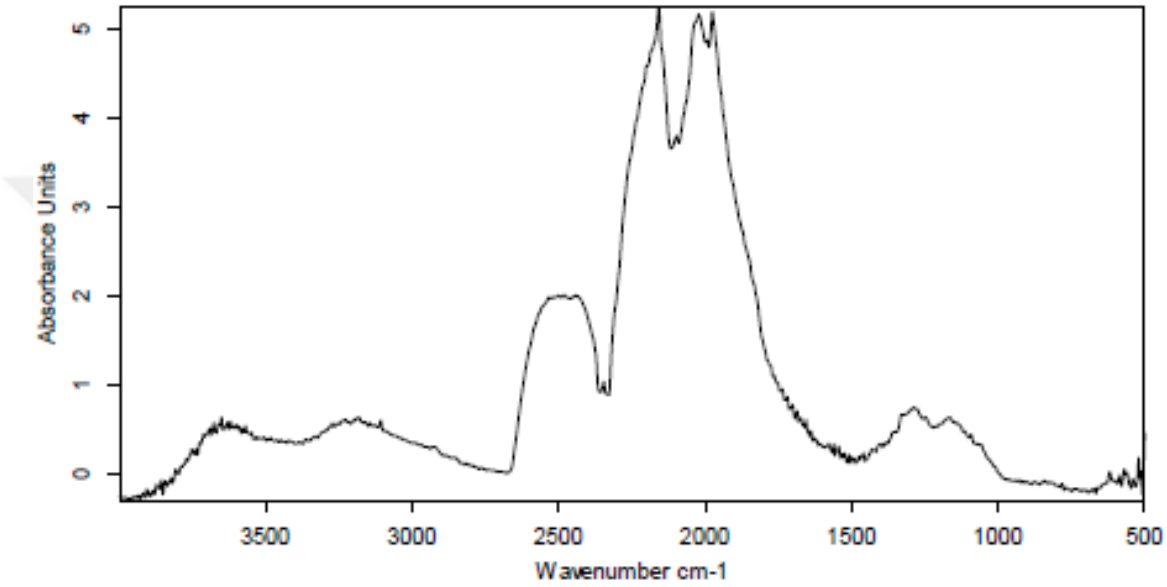
Şekil 3.54 160 nolu örneğin ultraviyole ışığı altında çekilen fotoğrafı (Floresan rengi yok) (Kişisel arşiv, 2015)

160 numaralı olan son örnekte 0,051 ct ağırlığında, yuvarlak kesim ve turuncumsu kahverengi renginde bir elmas incelenecektir. Bu elmasın çıplak ve ultraviyole ışık altında ki görüntüleri IDL laboratuvarında çekilmiştir.



Şekil 3.55 160 nolu örneğin kızılötesi spektrumu

Şekil 3.53 de ki örneğin FT-IR sonuçları incelendiğinde 3107 cm^{-1}, 2532 cm^{-1} ve 2345 cm^{-1} piklerini verdiği görülmüştür. Bu kahverengi elmas da diğer kahverengi örnekler gibi birbirine yakın pik değerleri vermiştir. Grafik sonucuna göre taş görülmese de öncelikle taşın doğal olduğu net olarak söylenebilir ve renginin de kahverengi olduğu tahmin edilebilir.



Şekil 3.56 160 nolu örneğin yakın görünümle kızılötesi spektrumu

3.2 Tartışma

Aynı renk taşların yakın pik değerleri verdiğini ispatlamak için önce beyaz sonra sarı ve kahverengi taşlar kendi içlerinde karşılaştırılarak açıklamalar yapılacaktır.

170 numaralı örnekte uçuk pembe tonu bulunduran bir beyaz elmas incelenmiştir. Taşın doğallığından yana hiçbir şüphe yoktur çünkü 1700 - 2300 cm^{-1} pik değerleri arasında doğal bir taşta olması gereken grafik değerini vermektedir. Elmas, 2357cm^{-1}, 2515 cm^{-1}, 3647 cm^{-1} ve 559 cm^{-1} piklerini vermiştir. Diğer beyaz elmaslardan farklı olarak görülen 559 cm^{-1} değerinin, içerisinde bulunan pembe renkten kaynaklı olduğu

tahmin edilmektedir. Ancak bunun ikinci bir örnekle ispatlanması mümkün olamadığı için kesin bir ifade kullanmak doğru değildir. 150 numaralı bembeyaz renkte ve doğal pırlanta olan örneğin, beyaz olduğu 2342 cm^{-1} ve 2446cm^{-1} değerlerinde pik vermesinden anlaşılmaktadır. Bunun ispatı bir sonraki örnek olan 50 numarada da görülmektedir. Taş, beyaz grubuna giren sertifikalı I rengi bir elmastır ve pik değerleri yine 2357 cm^{-1}, 2438 cm^{-1}, 2497 cm^{-1} değerlerinde yükselmiştir. Yalnız diğer taştan farklı olarak içerisinde çok hafif ton farkı olduğu için (biri tamamen renksiz biri I rengi) 3106 cm^{-1} değerinde de pik vermiştir. Bu ufak ton farkı FT-IR cihazının verdiği pik değerlerinde mutlaka bir farklılık yaratacaktır. Son incelenen taşın rengi görülmese dahi değerlerine bakıldığında beyaz bir taş olduğu ancak 3106 cm^{-1} değerinde pike sahip olduğu için hafif tonlu bir beyaz taş olduğu tahmin edilebilir.

210, 120, 130, 65 ve 110 numaralı örneklerde sarı tonlarının yoğun olduğu 5 taş diğer renk örneklerle karşılaştırılacaktır. Öncelikle bu elmasların içerinde 120 numaralı orange yellow örneği dışındaki dört taş sarı rengin verdiği özellik gereği 3106 cm^{-1}, 3235 cm^{-1}, 2785 cm^{-1} ve 2350 cm^{-1} civarlarında pik vermektedirler. Bu değerler sarı taşların verdiği piklerin beyazdan farklı olduğunu ama kendi tonları içinde birbirine benzer olduğunu ispatlamaktadır. Fritsch ve Scarratt, (1992), yaptığı incelemeler sonucu sarı renkli doğal elmasların 3106 cm^{-1} piki verdiğini ispatlamışlardır. Araştırmada ki sonuçlara göre de doğal sarı renkte bir elmas 3106 cm^{-1}, 3200 cm^{-1} veya 2700 cm^{-1} değerleri arasında pik vermek zorundadır. Burada enteresan olan örnek 120 numaradır. Pik değerlerinin diğer sarı taşlardan farklı olması doğallığı konusunda şüpheye düşürmektedir. Floresan renginin sarı olması ise bu taşın doğal değil sentetik olduğunu ispatlamaktadır. Ultraviyole ışık altında sarı renk veren bir elmas kesinlikle yapay bir elmastır. Pik değerlerinin 3106 cm^{-1} ve 3200 cm^{-1} de yükselmemiş olması da yapay olduğunu destekleyen farklı bir bilgidir. 65 numaralı örnekte 3100 cm^{-1} pik değerinin diğerlerinden daha düşük görünüyor olması içerisinde ki nitrojen atomlarının dağılımından kaynaklı olabilir.

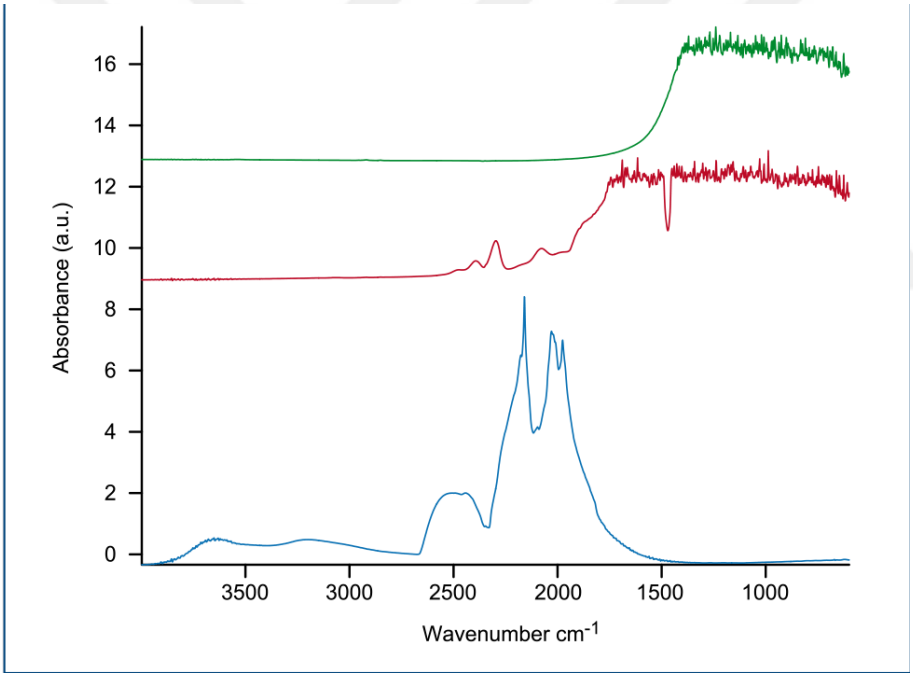
Kahverengi taş örnekleri olarak 70, 140, 90, 180, 220 ve 160 numaralı örnekler ele alınmıştır. Bütün kahverengi tonlar olması gerektiği gibi 3100 cm^{-1}, 2300 cm^{-1} ve 2400

cm^{-1} civarı değerlerde pik vermiştir. 140 numaralı örneğin olması gereken piklere artı olarak 655 cm^{-1} piki vermiş olması kahverengi rengin içine yeşil tonun karışmış olmasındandır. Benzer örneği 130 numarada sarı rengin içine giren yeşilimsi tonda da görülmüştür, aynı şekilde 655 cm^{-1} pik değerini vermiştir. Bu örneklerden öğrenildiği üzere yeşil rengin spektrumda verdiği pik değeri 650 cm^{-1} civarlarındadır.

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

Öncelikle üzerine çalışılan elmasların her birinin doğallığını ispat etmek için doğal, taklit ve elmas benzeri 3 farklı taşa ait bir grafik incelenecektir. Şekil 4.1 de görülen FT-IR sonucunda kübik zirkon (taklit), mozanit (elmasa birebir benzeyen değerli bir taş) ve doğal elmas spektrumlarını görünmektedir. Mavi çizgi doğal elmasın, yeşil çizgi kübik zirkonyanın, kırmızı çizgi ise mozanitin vermesi gereken spektrum sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 4.1 Kübik zirkon (yeşil), mozanit (kırmızı) ve doğal elmasın (mavi) kızılötesi spektrumu (Lexus Certified Company, 2017)

Elmasın verdiği spektrum sonucundan da görüldüğü gibi incelenen taşların grafikleri doğal bir elmasta olması gerektiği gibidir.

Bu araştırmanın amacı farklı renklere sahip doğal elmasların arasındaki renk farklılıklarını gemolojik cihazlarla incelenmektir. Çalışmalarda FT-IR cihazı ile elde edilen sonuçlarda birbirine yakın tonda renklerin benzer pik değerleri verdiği görülmüştür. 14 taşın gemolojik incelemeleri yapılmış ve birbirine yakın renklerin kıyaslamaları yapılarak renk farklılıklarının sebebi açıklanmaya çalışılmıştır. İçerisinde bor iyonu bulunduran taşların mavimsi ve grimsi tonlar aldığı, atomik safsızlıkların ve azot atomlarının elmas içerisindeki dağılım şekillerinin taşlarda renklenmeye sebep olduğu daha önce belirtilmiştir. İncelenen spektrum sonuçlarında da bu farklı tonların verdiği farklı pik değerleri görülmüştür.

Tablo 4.1 Araştırma sonucu elde edilen veriler

Sıra No.	**Örnek No.**	**Ağırlık (ct.)**	**Renk**	**FT-IR Sonuçlarında çıkan pik değerleri (cm^{-1})**	**Doğal / Sentetik**
1	70	0,08	Açık konyak	3107, 2443, 2360	Doğal
2	90	0,071	Koyu Konyak	3106, 2338, 2530	Doğal
3	180	0,178	TTLB (Uçuk kahverengi)	3106, 2340	Doğal
4	160	0,051	Turuncumsu kahve	3107, 2532, 2345	Doğal
5	140	0,067	Yeşilimsi kahve	3106, 2400, 655	Doğal
6	130	0,903	Yeşilimsi sarı	3236, 3107, 2785, 2445, 2352, 655	Doğal
7	120	1,25	Turuncumsu sarı (GIA-Orange Yellow)	2480, 2353, 1272, 1206	Sentetik
8	170	0,51	Uçuk pembe	3647, 2834, 2515, 2357, 559	Doğal
9	110	2,01	GIA- Fancy Yellow	3107, 2514, 2371	Doğal
10	210	0,722	Grimsi sarı (HRD-K)	3235, 3106, 2785, 2357, 526	Doğal
11	65	0,40	Sarı (HRD-K)	3107, 2436, 2334	Doğal
12	50	0,30	Beyaz (HRD-I)	2497, 2438, 2357, 3106	Doğal
13	150	0,30	Beyaz (HRD-D)	2446, 2342	Doğal
14	220	0,731	Kahverengi	3106, 2363	Doğal

Tablo 4.1 de karşılaştırılmaların yapılabilmesi için elde edilen sonuçlar listelenmiştir.

Bu yöntemi kullanmanın avantajı özetlenirse; taşların benzer renklere verdiği pik değerleri bilirse eldeki taşın sentetik-doğal ayırımı kolaylıkla yapılabilir. Cihazın verdiği ‘ I a, I b, II a, II b tipi elmas ’ bilgisi grafik yorumlaması ile birleşince dünyada henüz tam anlamıyla çözülememiş olan sentetik ayırımı işini kolaylaştırmaktadır. Günümüzde sentetik taşları doğalından %100 ayıran bir cihaz henüz bulunamamıştır. Cihazların verdiği değerler yaklaşık %90 oranında sonuca götürür ancak taşı inceleyen gemologun grafik yorumu ve mineralojik bilgisi ile birleştiği zaman %100 doğru bir sonuç ortaya çıkacaktır. Örneğin II b tipinde bir elmas incelendiğinde kızılötesi spektrumda mavi, gri ya da hemen hemen renksiz diyebileceğimiz taşların pik değerleriyle yakın olduğu görülmüştür (George Harlow, 1998). Buna benzer bir araştırmadan yararlı ve doğru sonuç alabilmek için araştırmacının mavi doğal elmasın verdiği pik değerini doğru yorumlaması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Brian, C. Smith (2011) *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. 6000 Broken Sound Parkway NW: CRC Press.

Burns, G. R. (1993). *Mineralogical application of crystal field theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Doğal, zircon ve mozanit taşların grafiği, Lexus Certified Company, 10 Eylül 2017, http://www.lexusindia.in/products

Fancy renk taş örnekleri, Prime Style, 11 Ağustos 2017, https://www.primestyle.com/news/Diamonds/Rare_Diamonds.html

Fritsch E. ve Rossman G. R. (1987). An update on color in gems. Colors involving multiple atoms and color centers. *Gemological Institute of America. Gems & Gemology*, *2*, 3-13.

Fritsch E. Scarratt K. (1992). Natural-color nonconductive gray-to blue diamonds. Gems & Gemology, *28*(1), 35–42.

George E. Harlow (1998). *The Nature of Diamonds.* The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, United Kingdom: Cambridge University Press.

Elmasın atomik yapısı, Encyclopaedia Britannica, 10 Eylül 2017, https://www.britannica.com/topic/diamond-gemstone

McClure, S. F., Kane, E. R. ve Sturmann, N. (2010). Gemstone enhancement and it's detection in the 2000s. Gemological Institute of America. Gems & Gemology, *46*(3).

Nassau, K. (1978). *The origins of color in minerals*. American Mineralogist, *63*, 219-229.

Pırlanta renk skalası, Pırlanta Atölyesi, 11 Ağustos 2017, http://www.pirlantaatolyesi.com/PIRLANTA-EGITIM,DP-16.html

Shigley J. E. (2005). Synthetic Diamonds (1st, Ed.). Gemological Institute of America. *Gems & Gemology in Review*. United States of America: Carlsbad, California.

The Loupe Gıa World News, Summer (2007). Gemological Institute of America. America: Carlsbad, CA 92008, *16*(3).

Theisen, V.P. (1990). Diamond grading ABC (10th Ed.). (E. Stern, Trans.) New York, Antwerp: Rubin+Son. (Original work published 1990)