

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ADLİ TIP ENSTİTÜSÜ
SOSYAL BİLİMLER ANABİLİM DALI

Tez Danışmanları
Prof. Dr. M. Fatih Yavuz
Yrd. Doç. Dr. İsmail Çakır

BELGE İNCELEME ALANINDA ÜSTÜ
KARALANMIŞ
YAZILARIN SPEKTRAL VE
HİPERSPEKTRAL YÖNTEMLERLE
ANALİZİ

Yüksek Lisans Tezi
Nurcan Hamzaoğlu

İstanbul 2008

İçindekiler

ÖNSÖZ	4
ŞEKİLLER DİZİNİ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TABLOLAR DİZİNİ	7
1. GİRİŞ ve AMAÇ	15
1.1 Adli Belge İnceleme	15
1.2 Adli Belge İnceleme Alanında Kullanılan Cihaz ve Yöntemler	18
1.2.1 Videospektral Yöntemler	18
1.2.2 Diğer Cihaz ve Yöntemler	28
1.3 Mürekkepler	31
1.4 Kapatıcılar	34
1.4.1 Düzeltme Sıvıları	34
1.4.2 Düzeltme Kalemleri	35
1.4.3 Düzeltme Bantları	35
1.5 Işık ve Elektromanyetik Spektrum	35
1.5.1 Işık	35
1.5.2 Işığın Madde ile Etkileşimi	38
1.5.3 Elektromanyetik Spektrum	42
1.6 Mürekkebin Absorbsiyon ve Lüminesans Etkisi	43
1.7 Renk	46
1.8 Spektroskopi	50
1.8.1 Absorbsiyon Spektroskopisi	51
1.8.2 UV ve Görünür alan spektroskopisi	52

	3
1.8.3 Kızıl Ötesi (infrared) Spektroskopi	53
1.9 Hiperspektral Görüntüleme	54
2. GEREÇ VE YÖNTEM	58
3. BULGULAR	60
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	111
5. ÖZET	118
6. SUMMARY	120
7. KAYNAKLAR	122

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana yol gösteren, her konuda ilgi ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım ve hocam Prof. Dr. M. Fatih Yavuz'a,

Tez çalışmam süresince bana yol gösteren danışmanım Yard. Doç. Dr. İsmail Çakır'a,

Bu çalışmayı gerçekleştirebilmem için bana, belge inceleme laboratuvarlarında ve cihazlarında çalışma imkânı sağlayan İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Müdürlüğü'ne, TÜBİTAK UEKAE'ye ve Alman Hastanesi Adli Tıp Merkezi Direktörlüğü'ne,

Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Projektina Cihazı	18
Şekil 1.2. VSC 1 (Video Spektral Comperator) Cihazı	19
Şekil 1.3. VSC 2000, VSC HR ve VSC 5000 Cihazları	21
Şekil 1.4. Docu Center 4500 Cihazı	23
Şekil 1.5. Forensic XP 4010 ve Forensic XP 4010 D	27
Şekil 1.6. Işığın Yansıması	38
Şekil 1.7. Işığın Kırılması	39
Şekil 1.8. Elektromanyetik Spektrum	41
Şekil 1.9. Beyaz Işığın Prizmadan Geçirilerek Renklerine Ayrışması	46
Şekil 1.10. Toplama Yöntemi ile Renk Elde Edilmesi	48
Şekil 1.11. Çıkarımsal Yöntemle Renk Elde Edilmesi	49
Şekil 1.12. Optikal Sistem	52
Şekil 1.13. Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp tükenmez kalemle karalanan 7 nolu örneğin Forensic XP 4010 cihazında incelenmesi sonucu elde edilen görüntüler	110
Şekil 1.14. Saman kâğıdına tükenmez kalemle yazılıp tükenmez kalemle karalanan 7a nolu örneğin Forensic XP 4010 cihazında	

- incelenmesi sonucu elde edilen görüntüler 110
- Şekil 1.15.** Senet kâğıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift
Yüzeyi kapatılan 2 nolu örneğin Forensic XP
4010 cihazında incelenmesi sonucu elde edilen
görüntüler 110
- Şekil 1.16.** Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp
tükenmez kalemle karalanan 17a nolu örneğin
VSC 2000 cihazında incelenmesi sonucu elde
edilen görüntüler 111
- Şekil 1.17.** Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp
tükenmez kalemle karalanan 5 nolu örneğin
Forensic XP 4010 D cihazında incelenmesi
sonucu elde edilen görüntüler 111

TABLolar DİZİNİ

Tablo I	: VSC 2000 cihazının teknik özellikleri	21
Tablo II	: Forensic XP 4010 Cihazının teknik özellikleri	24
Tablo III	: Forensic XP 4010 D cihazının teknik özellikleri	25
Tablo IV	: Beyaz kağıda tükenmez kalem ile yazılıp tükenmez kalem İle karalanan örneklerin analiz sonuçları	59
Tablo V	: Saman kâğıdına tükenmez kalem ile yazılıp tükenmez kalem İle karalanan örneklerin analiz sonuçları	62
Tablo VI	: Senet kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp tükenmez kalem İle karalanan örneklerin analiz sonuçları	64
Tablo VII	: Beyaz kağıda tükenmez kalemle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları	67
Tablo VIII	: Saman kağıdına tükenmez kalemle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları	69
Tablo IX	: Senet kağıdına tükenmez kalemle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları	72

Tablo X	: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları	75
Tablo XI	: Saman kağıdına jelpenle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları	76
Tablo XII	: Senet kağıdına jelpenle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları	77
Tablo XIII	: Beyaz kâğıda jelpenle yazılıp tükenmez kalem ile karalanan örneklerin analiz sonuçları	79
Tablo XIV	: Saman kağıdına Jelpenle yazılıp tükenmez kalem ile karalanan örneklerin analiz sonuçları	80
Tablo XV	: Senet kağıdına jelpenle yazılıp tükenmez kalemle karalanan örneklerin analiz sonuçları	81
Tablo XVI	: Beyaz kağıda tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	83
Tablo XVII	: Beyaz kâğıda jelpenle yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	84
Tablo XVIII	: Saman kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	85

Tablo XIX	: Saman kağıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	86
Tablo XX	: Senet kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	87
Tablo XXI	: Senet kağıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	88
Tablo XXII	: Beyaz kağıda tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	89
Tablo XXIII	: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	90
Tablo XXIV	: Saman kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	91
Tablo XXV	: Saman kağıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	92
Tablo XXVI	: Senet kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	93

Tablo XXVII : Senet kâğıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları	94
Tablo XXVIII: Beyaz kâğıda mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	98
Tablo XXIX: Saman kâğıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	98
Tablo XXX : Senet kâğıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	98
Tablo XXXI : Beyaz kâğıda siyah tükenmez kalemle yazılıp, siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	99
Tablo XXXII : Saman kâğıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp, siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	99
Tablo XXXIII : Senet kâğıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp, siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	99

Tablo XXXIV	: Beyaz kâğıda mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	100
Tablo XXXV	: Saman kâğıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	100
Tablo XXXVI	: Senet kâğıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	100
Tablo XXXVII	: Beyaz kâğıda siyah tükenmez kalemle yazılıp, siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	101
Tablo XXXVIII	: Saman kâğıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp, siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	101
Tablo XXXIX	: Senet kâğıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp, siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuçları	101
Tablo XL	: Beyaz kâğıda mavi jelpenle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	102
Tablo XLI	: Saman kâğıdına mavi jelpenle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	102

Tablo XLII	: Senet kâğıdına mavi jelpenle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	102
Tablo XLIII	: Beyaz kâğıda siyah jelpenle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	103
Tablo XLIV	: Saman kâğıdına siyah jelpenle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	103
Tablo XLV	: Senet kâğıdına siyah jelpenle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	103
Tablo XLVI	: Beyaz kâğıda mavi jelpenle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	104
Tablo XLVII	: Saman kâğıdına mavi jelpenle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	104
Tablo XLVIII	: Senet kâğıdına mavi jelpenle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	104
Tablo XLIX	: Beyaz kâğıda siyah jelpenle yazılıp	

	siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	105
Tablo L	: Saman kâğıdına siyah jelpenle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	105
Tablo LI	: Senet kâğıdına siyah jelpenle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	105
Tablo LII	: Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	106
Tablo LIII	: Beyaz kâğıda jelpenle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	106
Tablo LIV	: Saman kâğıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	106
Tablo LV	: Saman kâğıdına jelpenle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	107
Tablo LVI	: Senet kâğıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	107
Tablo LVII	: Senet kâğıdına jelpenle yazılıp	

	kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	107
Tablo LVIII	: Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla çift tarafı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	108
Tablo LIX	: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp kapaticılarla çift tarafı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	108
Tablo LX	: Saman kâğıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla çift tarafı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	108
Tablo LXI	: Saman kâğıdına jelpenle yazılıp kapaticılarla çift tarafı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	109
Tablo LXII	: Senet kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla çift tarafı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	109
Tablo LXIII	: Senet kâğıdına jelpenle yazılıp kapaticılarla çift tarafı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu	109

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1.1 Adli Belge İnceleme

Adli belge inceleme; Adli Bilimler alanında, çeşitli inceleme yöntemleri kullanılarak belgeler üzerinde yapılan sahteciliklerin tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmaları ifade etmektedir.

Adli belge incelemesi; kişiler veya kurumlar arasında anlaşmazlık yaratan, herhangi bir şekilde hile veya aldatma yolu ile tahrif edilmiş ve delil niteliği bulunan yazılı ve basılı belgeler üzerinde inceleme, karşılaştırma ve saptamalar yaparak hukuka ve hukuki mercilere yardımda bulunan bilim alanıdır ve Adli Bilimlerin temel dallarından biridir (42,48).

Sahte olarak düzenlenmiş belgelerin tespit edilmesi; içeriği değiştirilmiş belgelerin sahteliğinin saptanması; silintilerin belirlenmesi; tahrif edilmiş, üzeri karalanmış veya çeşitli şekillerde üzeri kapatılmış yazıların içeriğinin belirlenmesi; resmi evraklar üzerinde yapılan sahteciliklerin tespit edilmesi; kâğıt, kalem, fotokopi, toner incelemesinin yapılması; pul, mühür, kaşe incelemeleri; imza ve yazılarda aidiyet tespiti adli belge inceleme alanında çalışılan konulardır.

Ülkemizde adli belge incelemesi, İç İşleri Bakanlığı'na bağlı Kriminal Polis Laboratuvarları, Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı'na bağlı laboratuvarlar, Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Fizik İhtisas Dairesi Belge İnceleme Şubesi, Adli Tıp Enstitüsü Belge İnceleme Birimi, Alman Hastanesi Adli Tıp Merkezi, Adli Tıp Vakfı ve serbest çalışan uzmanlar tarafından yapılmaktadır.

İnsan hayatında önemli bir yer tutan belgeler insanların; eğitim durumları meslek yaşantıları, sosyal güvenceleri, medeni durumları, vaset işlemleri gibi sosyal yaşamın gerektirdiği birçok alanda kullanılmaktadır. Karşılıklı güven ilişkisi içerisinde kullanılan bu belgeler üzerinde çeşitli sebeplerle gerçekliğinde ve anlamında değişikliğe yol açacak oynamalar yapılabilir. Bu sahtecilikler; çek, senet, makbuz, fatura gibi kıymetli evraklar üzerinde çeşitli sebeplerle fiyatlarını değiştirmek amacı ile ekleme, silme ve karalama gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilir. İnkâr etmek amacıyla sahte imzalar atılarak veya yazıyı değiştirerek çeşitli sahtecilikler yapılabilir. Sözleşme, tapu senedi, vasiyetname gibi belgelerin içeriği belirli çıkarlar doğrultusunda değiştirilebilir. Ayrıca evlilik kaydı, kimlik, sürücü belgesi, pasaport, diploma gibi

kişisel belgelerde kimyasal veya mekanik silme yöntemleri kullanmak suretiyle belgenin orijinal içeriğinde değişiklik yapılabilir veya sahte kaşe-mühür ve imzalarla külli sahtecilik yöntemi ile belgenin tamamı sahte olarak düzenlenebilir. Belgeler, üzerindeki mevcut kayıtların veya yapılmış tahrifatların gizlenmesi amacıyla karalanabilir veya çeşitli şekillerde üzeri kapatılabilir. Yine belgeler üzerindeki bazı kayıtların, yapılmış tahrifatların veya belgenin tamamının yok edilmesi amacıyla belgeler yırtılabilir veya yakılabilir.

İnsanlar arasında karşılıklı ilişkilerin gelişmesi ve teknoloji alanındaki gelişmelere paralel olarak artan bu tür sahtecilik olaylarının çözümünde belge inceleme uzmanları mikroskobik, görsel, fotoğrafik, kimyasal, infrared ve ultraviyole gibi teknikleri kullanarak belge ile ilgili gerçekleri belirleyerek mahkemelere ve güvenlik kuvvetlerine yardımcı olmaktadır. Teknolojik gelişmeler, günlük yaşamımızın birçok alanında kullandığımız belgelerin sahtelerinin oluşturulması veya orijinal belgeler üzerinde tahrifat yapılması gibi sahtecilik olaylarının oluşmasına imkân sağlamakla birlikte belge inceleme alanında sahte belgelerin tespit edilmesini ve ortaya çıkarılmasını kolaylaştıran yeni yöntemlerin gelişmesini

de sağlamıştır. Özellikle 1990'ların sonunda doküman incelemesinde kullanılmak üzere videospektral yöntemler ve bu yöntemlerin kullanıldığı teknolojilerde büyük gelişmeler kaydedilmiştir.

Belgeler üzerinde yapılan sahtecilikleri belirlemek için çeşitli yöntemlerden yararlanır. İnceleme konusu belgeler öncelikle visual veya mikroskopik inceleme yapılarak değerlendirilir. Gözle yapılan incelemenin yanı sıra ultraviyole, infrared, infrared luminesans, yansıtıcı, nokta kaynaklı ve transmitted gibi çeşitli ışık kaynakları, renkli filtreler ve milimetrik tabla ve fotoğraflama gibi belge inceleme tekniklerini bünyesinde barındıran bilgisayar destekli cihazlar da belge inceleme alanında kullanılmaktadır.

1.2 Adli Belge İnceleme Alanında Kullanılan Cihaz ve Yöntemler

1.2.1 Videospektral Yöntemler

Belge inceleme alanında kullanılan spektral yöntemler 1950'li yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. Spektral yöntemlerden önce belge üzerinde yapılan sahtecilikler çeşitli kimyasal yöntemlerle incelenmekteydi. Günümüzde de

kullanılan bu kimyasal yöntemler oldukça zahmetli olmakta, incelenen belgelere zarar da vermektedir(10). Belgelerin zarar görmeden incelenmesini sağlamak amacıyla optik yöntemler geliştirilmiştir.

Elektronik alandaki gelişmeler sonucunda İsviçre’de Projectina isimli bir firma kendi adını taşıyan bir belge inceleme cihazı üretmiştir. Cihaz üzerinde bulunan bir adet kamera ve fotoğraf makinesi sayesinde inceleme sırasında görüntüler, hem cihazın ön kısmında bulunan optik ekrandan hem de monitörden izlenebilmektedir. İstenilen görüntü fotoğraf makinesi ile fotoğraflanabilmektedir.



Şekil 1.1. Projectina cihazı (5)

Bilgisayar destekli ilk belge inceleme cihazı Foster & Freeman isimli bir İngiliz firması tarafından üretilmiştir. VSC-1 (Video Spectral Comparator) olarak isimlendirilen cihazın kendine özel bir aydınlatma kabini bulunmaktadır ve belgeler bu kabin içerisine yerleştirilerek incelenmektedir. Cihaz üzerinde bulunan kamera aracılığı ile elde edilen görüntüler cihazın monitöründen izlenilebilmektedir. Ayrıca cihaza bağlanan bir video yazıcı ile görüntüler kâğıda aktarılabilir.



Şekil 1.2. VSC 1 (Video Spectral Comparator) cihazı (47)

VSC-1 cihazı ile aynı dönemde Projectina firması tarafından da VSC-1 ile benzer özelliklere sahip Docu-Box isimli cihaz geliştirilmiştir.

Foster & Freeman firması VSC-1 cihazının ardından VSC-2000, VSCHR ve VSC 5000 cihazlarını geliştirmiştir. Bu cihazlar ile;

- Noktasal olarak 400nm – 1000nm dalga boyu aralığında soğurma, yansıma, flüoresans ve geçirgenlik spektrumları ölçülebilmektedir.
- İncelenen belgenin üzerine filtreler yardımı ile çeşitli dalga boylarında ışınlar gönderilerek, belgenin ışığı absorbe etme, yansıtma gibi özelliklerine bağlı olarak, belgede yapılan sahteciliklerin belirlenmesi sağlanmaktadır.
- Belgeler üzerindeki güvenlik işaretlerini(filigran) görünür hale getirme
- Geçici olarak imgeleri depolayıp bu imgeleri karşılaştırma
- Yandan aydınlatma ile belge üzerindeki fulaj izinin belirlenmesi
- Üzeri karalanmış veya düzelticiler ile kapatılmış yazıların tespit edilmesi
- Görüntülerin ekran üzerinde çevrilmesi

- Elde edilen görüntülerin kaydedilmesi, çıktı alınması gibi işlemler yapılabilmektedir. (21)



Şekil 1.3. VSC 2000, VSCHR ve VSC5000 cihazları (47)

Tablo I : VSC 2000 cihazının teknik özellikleri (21)

VSC 2000 Cihazının Teknik Özellikleri	
CCD kamera	IR hassasiyetli, 400-1000 nm yüksek çözünürlü renkli CCD kamera
Optikal zoom	17'lik monitör üzerinde 1.4-14 büyütme sağlayan büyütme lensleri

Işık kaynakları	365 nm uzun dalga UV ışık 9 farklı dalga boyunda (400-480, 400-540, 440-580, 480-620, 530-660, 580-700, 630-740, 650-750, 400-750 nm) yüksek yoğunluklu ışık Görünür/ infrared ışık 2x20 W Görünür infrared alt ışık 2x30 W Görünür infrared yan ışık 20W
Kamera filtreleri	570-1000 nm dalga boyu genişliğinde 13 filtre ile 40 nm aralıklı ve 400-1000 nm dalga boylarında kullanılan sürekli taramalı filtre

Foster & Freeman firması tarafından son olarak 2007 Eylül ayında piyasaya sürülen, yüksek çözünürlü firewire renkli video görüntüleme sistemi ile donatılmış ve Windows Vista programı ile çalışan VSC 6000 cihazı geliştirilmiştir.

Projectina firması Docu-Box cihazından sonra Docu Center 4500 isimli bir cihaz geliştirmiştir. VSC 2000 ile benzer özelliklere sahip bilgisayar destekli bir cihazdır. Bu cihaz ile 350nm-850nm dalga boyu aralığında absorpsiyon ve yansıma spektrumları ölçülebilmektedir.



Şekil 1.4. Docu Center 4500 cihazı (49)

TÜBİTAK-UEKAE (Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü) tarafından belge inceleme için Forensic XP 4010 ve Forensic XP 4010 D isimli cihazlar **geliştirilmiştir**. Yeni teknolojileri içeren bu cihazlar ile;

- Yüksek çözünürlüklü büyütülmüş renkli görüntülerin elde edilmesi
- Görünür ve kızıl ötesi bölgede lüminesans görüntülemesi
- İnsan gözü ile aynı görünen fakat farklı kalem ile yazılan yazıların tespiti
- Farklı spektral özelliklere sahip olan görüntülerin ekranda üç boyutlu görüntülenmesi
- IR, VIS, UV spektral aralığında yüksek çözünürlü hiperspektral görüntüleme
- Hiperspektrum tekniği kullanılarak incelenen belgenin absorpsiyon, yansıma, geçirgenlik

(transmitted) ve floresansının spektral görüntülenmesi

- Mikro ve makro büyüklükteki belgeler için x40 zumlama yapabilmesi
- Silinmiş veya üzeri karalanmış yazıların tespit edilmesi
- Mor ötesi (UV) aydınlatma ile etkilenen emniyet özelliklerinin belirlenmesi
- İki objenin aynı ekran üzerinde izlenmesi
- Görüntülerin ekran üzerinde 360 derece çevrilmesi
- Görüntünün her noktasının yansıma spektrumunun ölçülmesi gibi işlemleri gerçekleştirmek mümkündür(18,19).

Tablo II : Forensic XP 4010 cihazının teknik özellikleri (19)

Forensic XP 4010 Cihazının Teknik Özellikleri	
CCD renkli kamera	838x1164 piksel RGB
Spektral bölge	400-1000nm
Görüş alanı (optik büyütmede)	10x7.5mm'de 150x200mm'ye kadar
Görüntü filtresi	Doğrusal ayarlanabilir girişim filtresi
Bant geçiş filtresi (FWHM)	500 nm'de 25-45 nm 700nm'de 35-40nm 900nm'de 40-65nm

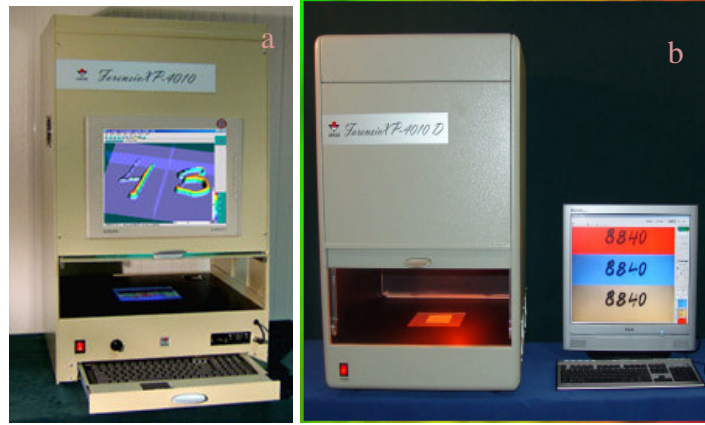
Minimum spektral inceleme alanı	13x13mm ²
Aydınlatma	Uzun dalga mor ötesi yüzeye gelen, geçen 365 nm Kısa dalga mor ötesi yüzeye gelen 256-313 nm

Tablo III: Forensic XP4010 D cihazının teknik özellikleri (18)

Forensic XP 4010 D Cihazının Teknik Özellikleri		
CCD renkli kamera	1392 x 1024 piksel kamera	dijital
Spektral bölge	350-1100nm	
Optikal zoom	24'lük düz ekran monitörü üzerinde 1.8x18 büyütme sağlayan büyütme lensleri	
Görüş alanı (optik büyütmede)	15x20mm den 150x200 nm	
Görüntü filtresi	400-1000nm sınırsız dalga boyu, aralıklı lineer değişken dalga boyu, interferanslı görüntüleme	

Bant geçiş filtresi (FWHM)	500 nm’de 25-45 nm 700nm’de 35-50nm 900nm’de 40-65nm
Minimum spektral inceleme alanı	15x15mm ²
Aydınlatma	365 nm uzun dalga UV ışık 313 nm orta dalga UV ışık 256 nm kısa dalga UV ışık
Luminasans	350-1100 nm dalga boyu Aralığında kullanılan sürekli taramalı filtre (455,470,505, 530, 590,615, 630nm)

Mikro örneklerin kesin spektral ölçümünü baz alan cihazlar her görüntü noktasının gözle görünür ve kızıl ötesine yakın spektrumunu kesin olarak yakalar, hiperspektrum sonuçlarını kaydeder ve sırasıyla şüpheli özelliklerin ön plana çıkarılması için özel algoritma ile spektrumu işler. Sonuç olarak, sonucu bilgisayar ekranında kolay görünür formda boyar (18).



Şekil 1.5. Forensic XP 4010(a) ve Forensic XP 4010 D(b) (18,19)

Farklı ışık kaynaklarını bünyesinde barındıran videospectral cihazlar; mürekkep farklılıklarını belirlemek, silinti-kazıntı izlerini ve silinmiş yazıları belirlemek, üzeri karalanmış yazıların içeriğini tespit etmek veya orijinal içeriği değiştirilmiş belgeleri incelemek amacıyla kullanılır.

1.2.2 Diğer Cihaz ve Yöntemler

Lup: Görsel incelemelerde kullanılan büyüteç.

Elektrostatik iz belirleme cihazı (ESDA-Electrostatic Detection Apparatus) : Belgedeki fulaj (baskı izi) incelemesinde kullanılır. ESDA ile belgedeki fulaj izinin yazıdan önce mi sonra mı meydana geldiği belirlenebilir.

Mikroskoplar: Yazılı belgelerin incelenmesinde mikroskoplar sıklıkla kullanılmaktadır. Birçok parçadan oluşan stereo

mikroskoplar, incelenen nesnenin üç boyutlu görüntüsünü sağlar. El yazısı ve makine ile yazılmış yazılar X10 ile X50 büyütülür. Büyütme daha çok olduğunda, görüntü alanı çok daralır ve incelenen bölüm neredeyse görülmez olur(8). Mukayese mikroskobu ile iki belgenin yan yana getirilerek incelenmesi sağlanmaktadır.

İnce Tabaka Kromatografisi (TLC- Thin Layer Chromatography): Maddelerin ayrılması, herhangi bir karışımın kaç bileşenden oluştuğunun bulunması ve maddelerin kalitatif analizleri için sıkça kullanılan bir metottur. Kimyasal maddelerin biri hareketli diğeri sabit iki faz arasında çeşitli mekanizmalara göre farklı oranlarda dağılmalarına dayanan bir ayırma yöntemidir. Maddelerin iki faz arasında dağılımları sonucunda bir denge haline ulaşılır. Dengeye ayrılması amaçlanan iki fazdaki konsantrasyon oranları sabittir. Hareketli fazda daha fazla dağılan madde daha hızlı hareket ederken, sabit fazda daha fazla dağılan madde daha yavaş hareket eder. Bu hızların farklı olmaları sonucunda maddeler birbirlerinden ayrılırlar. Belge inceleme alanında mürekkeplerin kromatografik mukayeseli incelemelerinde kullanılır.

Fourier Dönüşümlü Kıızıl Ötesi Spektroskopi (FTIR-Fourier Transform Infrared spectroscopy), Raman Spektroskopisi ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM-Scanning Electron Microscopy) gibi cihazlar nadir olarak kullanılır (8).

Belge inceleme alanında çalışılan konulardan biri olan üzeri karalanmış yazılar; içerik ya da mesajın, yazının üzerine mürekkep ve düzeltici gibi maddelerle uygulanan fiziksel tatbik sebebi ile çözümlenemeyen her türlü yazıdır. Karalamalarda çeşitli materyaller kullanılmaktadır; ancak sık olarak karşılaşılan tükenmez kalemle yazılan yazıların tükenmez kalemle karalanmasıdır(34). Mürekkep veya kapaticılar ile üzeri kapatılan bu yazılar genellikle gerçek olan ve adli veya hukuki sonuçlara yol açabilecek bir belgede yer almaktadır. Belge inceleme uzmanından istenen ise nesnel veya bilimsel yöntemler kullanarak karalanan yazının ne olduğunun tespit edilmesidir. Ancak yapılan çalışmalarda adli belge inceleme uzmanları geleneksel yöntemleri kullanarak karalanmış yazıların belirlenmesinde zorluklarla karşılaşmışlardır. Buna karşın hiper spektral yöntem kullanımının “siyah” mürekkep ile grafitin karalandığı

yazılarda olduğu gibi mürekkep/mürekkep ve grafit/grafit karalamalarında da başarılı olduğu bildirilmiştir (2).

Günümüzde üzeri karalanmış yazıların belirlenmesinde en etkin yöntem infrared, lüminesans, ultraviyole gibi ışık kaynaklarını bünyesinde barındıran bilgisayar destekli cihazlardır (30).

1.3 Mürekkepler

Mürekkep; boya veya pigment karışımının katalitik bir madde içerisinde birleşimi ile yapılır. Yapımında kullanılan maddelere göre hint mürekkebi(çini mürekkebi), demir gallotanat mürekkebi, nigrosine mürekkebi gibi birçok çeşidi vardır(28,34). Binlerce yıl önce Çin'de bulunan ve günümüzde hint mürekkebi olarak adlandırılan mürekkepler uzun süre kullanılmıştır. Daha sonra demir tuzu ve tanin karışımı olan demir-tanin (iron-tannin) mürekkepleri kullanılmaya başlanmış, 19.yy'da ise mürekkeplere indigo boyalar eklenmeye başlanmıştır. Bu boya zamanla rengi siyaha dönüşen mürekkebe mavi rengini vermiştir.

Son yirmi yılda ise su bazlı mürekkepler geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Jel mürekkep olarak adlandırılan bu mürekkepler su bazlı jelde süspansiyon halinde bulunan pigmentlerden oluşmaktadır. Değişebilen akışkanlık özelliğine sahiptirler. Mürekkep kullanılmadığı zamanlarda yüksek yapışkanlık özelliği gösterir ancak bilye dönmeye başladığı zaman mürekkep incelmeye başlayıp düşük yapışkanlık özelliği gösterir. İlk defa Sakura Color product of Japon tarafından 1984 yılında oluşturulmuştur (6,13,45).

Tükenmez kalem mürekkebi ise yarı akıcıdır. Bileşiminde bir madensel veya bitkisel yağ ile oleik asit ve boya maddeleri vardır (27).

Mürekkepler içerdikleri çözücüler, reçine ve organik asit gibi katkı maddeleri ile birlikte % 45 oranında boya içerirler (32).

Günümüzde çeşitli markaların çeşitli mürekkep formülleri vardır. Ancak hepsinin temel maddesi renk veren katı bir madde (boya) veya pigment ile bu pigmentin karıştırıldığı bağlayıcı veya eritici bir akışkandır (9).

Örnek mürekkep:

- Tannik asit 11,7 g

- Demir sülfat 15 g
- HCL 12,5 g
- Fenol 1,5 g
- Gallak asid 3,5 g
- Mavi boya 3,5 g
- Su 1L

Mürekkeplerin fiziko kimyasal yöntemlerle incelenmesi sonucu farklı karışımlar farklı ayırıcı işaretler gösterirler. Yapılan bu incelemeler sonunda iki farklı yazının aynı mürekkeple yazılıp yazılmadığı tespit edilebilir. Mürekkep farklılıklarının belirlenmesinde fiziko kimyasal yöntemlerin yanında VSC 2000, Forensic XP 4010 gibi spektral yöntemler de kullanılmaktadır. Mürekkepler; istenen rengi yansıtacak, diğer dalga boylarındaki ışınları absorbe edecek boyaların karışımıdır. Bu boya oranları tüm mürekkeplerde aynı değildir. Oldukça geniş renk ve absorpsiyon spektrumuna sahiptirler. İnsan gözü yansıyan dalga boylarının kombinasyonlarını bir araya getirdiği için farklı absorpsiyon spektrumuna sahip yansıyan iki ışık kaynağını aynıymış gibi algılayabilir. Ancak çıplak gözle aynı görünen farklı mürekkepler; mürekkeplerin farklı derecelerde ışığı absorbe etme ve yansıtma özelliği, mürekkeplerin farklı ışık dalga boylarına verdiği farklı tepkiler

sayesinde infrared ışık altında incelendiğinde mürekkepler arasındaki bu farklılık görülerek fotoğraflanabilmekte, yine farklı mürekkeplerin farklı derecelerde ışığı absorbe etme ve yansıtma özelliğine bağlı olarak üzeri karalanmış yazıların içeriği belirlenebilmektedir (9,44).

1.4 Kapaticılar

Kapaticılar hem el yazısı hem de daktilo, bilgisayar gibi cihazlarla yazılan yazılarda yapılan hataları düzeltmek için kullanılmaktadır. Yapılan hataları düzeltmek için kullanılmasının yanında kişilerin çıkarları doğrultusunda belgeler üzerindeki bazı yazıların karalanmasında da yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (43).

1.4.1 Düzeltme Sıvıları

Ürün genellikle bir fırça aracılığı ile kâğıda uygulanmaktadır. Kuruduğu zaman hatayı tam olarak kapatan ve üzerine doğru ifadeyi yazmaya olanak sağlayan katı bir tabaka halini alır. Düzeltme sıvıları bir kutunun (batch) içinde karıştırılan boya maddeleri (pigment), polimerik tutkal ve

çözücülerden oluşmaktadır. İlk olarak 1950'lerin sonlarında geliştirilmeye başlanmıştır (7,43).

1.4.2 Düzeltme Kalemleri

Yakın zamanda düzeltme sıvıları kalem şeklinde satılmaya başlanmıştır. Kalem yaylı olduğu için kâğıda dokundurulduğunda bir miktar sıvıyı bırakmaktadır. Şişe versiyonu ile karşılaştırıldığında kalem formu daha ince ve eşit bir uygulamayı mümkün kılmaktadır (7).

1.4.3 Düzeltme Bantları

Düzeltme sıvılarına alternatif olarak geliştirilmiştir. Bandın hatanın üzerine yerleştirilen kısmında beyaz ve donuk maskeleyici madde vardır. Bandın diğer tarafından uygulanan basınçla bu madde kâğıda geçmektedir (7).

1.5 Işık ve Elektromanyetik Spektrum

1.5.1 Işık

Işık, uzayda çok büyük hızla hareket eden bir enerji şeklidir (saniyede 300.000 km). Işığın en küçük parçası kütlesi

olmayan enerjilerden oluşan fotonlardır. Enerji çeşitleri olarak ısı, ışık, radyo dalgaları ve X ışınları sayılabilir. Ancak gözle görebildiğimiz sadece görünür bölgede 400nm-700nm dalga boyları arasında olan beyaz ışıktır. Işığın dalga özelliği ve tanecik özelliği olmak üzere iki karakteri vardır.

Işık hakkındaki ilk teori Newton tarafından ortaya atılan parçacık teorisidir. Newton, ışığın bir ışık kaynağından parçacık olarak yayıldığı ve bunların gözde meydana getirdiği uyarımlar sonucunda görme olayının gerçekleştiği görüşü ile yansıma ve kırılma olaylarını açıklamıştır.

Işık hakkındaki ikinci teori ise ışığın bir çeşit dalga hareketi olduğudur. 1678 yılında Alman fizikçi ve gök bilimci Christian Huygens kırılma ve yansıma olayının dalga modeli ile de açıklanabileceğini göstermiştir. 19. yüzyılda (1873) ise Maxwell ışığın bir çeşit elektromanyetik dalga olduğunu öne sürmüştür. Daha sonraki yıllarda Hertz tarafından Maxwell'in bu teorisi kanıtlanmıştır.

20. yüzyıla kadar iki farklı modelle açıklanmaya çalışılan ışık hakkındaki tartışmalara 1920'li yıllarda De Broglie ve

Scrödinger tarafından farklı bir bakış açısı getirilmiş, ışığın tek bir modelle açıklanamayacağı hem dalga hem de parçacık özelliği gösteren dual bir yapıya sahip olduğu fikri savunulmuştur. Günümüzde kabul edilen teori ışığın bazen dalga bazen de parçacık davranışı gösteren bir tür enerji olduğudur. Işğın bu şekilde parçacıklar ve dalgalar halinde çift özellikle algılanması birbirini tamamlayan kavramlardır (38).

Işğın bazı davranışlarını, ışğı elektromanyetik spektrumun bir parçası kabul ederek dalga karakterinde uygun şekilde açıklamak mümkündür.

Işğın dalga karakterinde

- Dalga boyu
- Periyot
- Frekans
- Hız özellikleri görülür.

Dalga boyu: Bir ışğın dalga hareketinin art arda gelen iki maksimumu arasındaki uzaklık yâda elektromanyetik dalgaların bir salınımında aldıkları yoldur. λ ile gösterilir. Nanometre, mikrometre gibi birimlerle ifade edilir.

Periyot: İki dalga tepesinin belirli bir noktadan art arda geçişi arasındaki süredir.

Frekans: Belirli bir noktadan birim zamanda geçen dalga sayısıdır. Yani ışığın saniyedeki periyot sayısıdır. "F" ile gösterilir. Birimi hertz'dir

Hız: Boşlukta tüm elektromanyetik dalgalar aynı hızda hareket ederler ve "c" ile gösterilir.

Bir dalganın enerjisi frekansı ile doğru, dalga boyu ile ters orantılıdır. Diğer bir deyişle dalganın enerjisi ne kadar büyük ise frekansı o ölçüde büyük, dalga boyu ise yine o oranda kısadır. Örneğin; görünür bölge içerisinde kırmızı en düşük enerjiye sahipken, mor en yüksek enerjiye sahiptir.

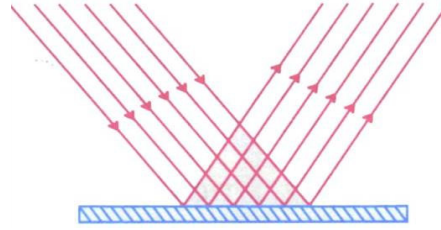
1.5.2 Işığın Madde ile Etkileşimi

Işının elektrik alanı ile maddenin bağ elektronları arasında gerçekleşir, maddenin yapısına göre değişir. Madde ortamına giren ışın değişime uğrar. Işığın madde ile etkileşime girmesi sonucunda;

1. ışığın yansınması
2. ışığın kırılması
3. ışığın geçmesi
4. Işığın absorpsiyon olayları gerçekleşir (31,38).

1.5.2.1 Işığın Yansımaları

Ortamda ilerleyen bir ışık isini madde ile etkileşime girdiğinde ışığın enerjisi madde tarafından soğurulmuyorsa madde yüzeyine geldiği açıyla aynı açıyı yaparak çarptığı ortamdaki uzaklaşmaya baslar. Buna yansıma denir (Şekil 1.6.). Işığın pürüzsüz bir yüzeyden yansımaya düzgün yansıma denir. Düzgün yansımada yüzeye çarpan ışık ile yansıyan ışığın açıları eşit olur. Işığın düzgün olmayan yüzeylerden yansırken gelen ışığı düzensiz olarak saçmasına ise dağınık yansıma denir.

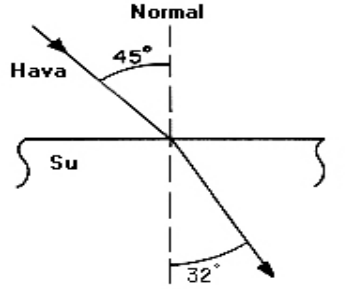


Şekil 1.6. Işığın yansımaları(50)

1.5.2.2 Işığın Kırılması

Işık ışınları, saydam bir ortamdan farklı yoğunluktaki başka bir saydam ortama geçerken ışınların bir kısmı yansınarak geldiği ortama dönerken bir kısmı da ikinci ortama doğrultusu ve hızı değişerek geçer. Işığın ikinci ortama geçerken doğrultu değiştirmesine ışığın kırılması denir (Şekil

1.7.). Işık madde tarafından absorbe edildiğinde maddenin atomlarındaki bazı elektronlar, aldıkları enerji nedeniyle üst enerji seviyelerine sıçrarlar. Atom tekrar temel enerji seviyesine dönebilmek için aldığı enerjiyi biraz gecikmeli olarak absorbe ettiği fotonun frekansı ile aynı frekansta foton salarak geri verir. Bu işleyişte yaşanan küçük gecikme ışığın madde içerisinde kalan bölümünün yavaşlamasına neden olur. Ancak ışığın dışarıda kalan bölümü hala normal hızında hareket ettiğinden ışık madde içinde kırılmış gibi görünür (5,38)



Şekil 1.7. Işığın kırılması(51)

Kırılma saydam ortamın yoğunluğuna bağlıdır. Işık; az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken normale yaklaşarak kırılır, çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılır. Yani belirli bir dalga uzunluğu ile gelen ışın, ortam değiştirdiğinde eğer bu ortam

daha yoğunsa dalga uzunluğu kısalır. Kırılmanın sebebi, ışığın değişik ortamlarda değişik hızlarla hareket etmesidir.

1.5.2.3 Işığın Geçmesi

Madde ile etkileşime giren ışığın enerjisi, maddenin atomlarındaki elektronları uyuracak enerji seviyesinden çok az veya çok fazla ise, ışık madde iğerisinden hiçbir değişikliğe uğramadan geçer.

1.5.2.4 Işığın Absorbsiyonu

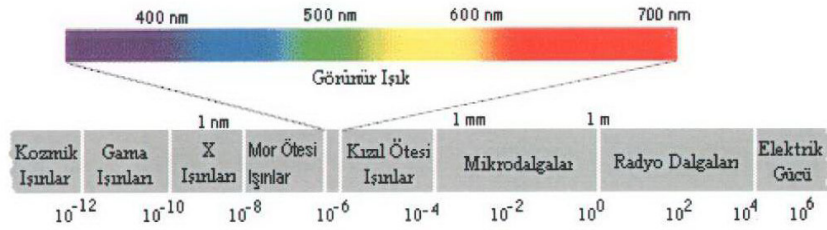
Çeşitli dalga boylarında ışık içeren bir ışık demeti şeffaf bir ortamdan geçebilirse iğinden bazı dalga boylarının kaybolduğu görülür. Buna ışığın absorbsiyonu denir. Uyarılmış bir atom veya molekül absorbladığı enerjiyi geri vererek tekrar eski haline döner. Madde tarafından absorblanan enerjinin geri verilmesi genellikle ısı şeklinde olur ve madde çok az ısınır. (11)

Bazı maddeler absorbe ettiği ışığı aynı veya daha uzun bir dalga boyunda ışın olarak geri yansıtır. Bu lüminesans olarak tanımlanır. Lüminesans terimi yayılan ışığın süresi ile ilgili olan floresans ve fosforesans'ı da kapsar. Bu olayın kısa

sürelî olanına floresans, daha uzun sürelî olanına fosforesans denir (5,11).

1.5.3 Elektromanyetik Spektrum

Gama ışınlarından radyo dalgalarına kadar bilinen tüm elektromanyetik dalgaları içeren dizilimdir. Görünür ışık tayfı; en uzun radyo dalgalarından en kısa gama ışınlarına kadar uzanan elektromanyetik tayfın bütünü içinde çok küçük bir aralığı kapsar (14,16).



Şekil 1.8. Elektromanyetik Spektrum(16)

İnsan gözü şekil 1.8 de gösterilen elektromanyetik spektrumun görünür bölge olarak adlandırılan çok küçük bir kısmını algılayabilmektedir.

Şüpheli belge incelemelerinde görünür bölge spektroskopisi, VSC ve Forensic XP 4010 gibi cihazlar ile uygulanmaktadır.

Algılayabildiğimiz en uzun dalga boyuna sahip ışık yaklaşık 700nm ile kırmızı renge, en kısa dalga boyuna sahip ışık ise yaklaşık 400nm ile mor renge karşılık gelir. Bu iki dalga boyu arasında kalan diğer dalga boylarına karşılık gelen renkler kırmızıdan başlayarak sırasıyla turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mordur. Elektromanyetik tayfta mordan daha yüksek enerjiye sahip dalgaların yer aldığı spektral bölge mor ötesi olarak isimlendirilir. Gözümüzün algıladığı dalga boyundan daha kısa olduğundan görmemiz mümkün değildir. Elektromanyetik spektrumda kırmızıdan daha düşük enerjiye sahip dalgaların yer aldığı spektral bölge ise kırmızı ötesi olarak adlandırılır. Görünür ışık aralığına girmediğinden görülemez fakat yaydığı ısı algılanabilir (14,15,16,38).

1.6 Mürekkebin Absorbsiyon ve Lüminesans Etkisi

Birçok siyah ve mavi mürekkep ultraviyole ışığı absorbladığı için onların absorpsiyonu ve yansımından çok fazla bir sonuç elde edilemez, Buna karşılık bazı mürekkepler görünür ışığı aynı oranda absorblarken bazı mürekkepler

infrared ışığı oldukça farklı oranlarda absorbe eder. Mürekkeplerin ışığı absorblayıp absorblamaması mürekkebin boyasındaki moleküllerde bulunan kromoforlara bağlıdır. Bazı mürekkepler ışığı infrared alanda absorblarken bazı mürekkepler görünür bölgede absorblar. Sadece infrared alandaki ışığı absorbe eden bileşimleri içeren mürekkepler sadece bu alanda tespit edilebilirler. Görünür bölgede ki ışığı absorblayan boyalardan oluşan mürekkepler ise sadece görünür alanda tespit edilebilir. Örneğin yakın infrared alanda incelendiklerinde görünmezler. Üzeri karalanmış yazıları; mürekkeplerin bu özelliğinden yararlanılarak belirlemek mümkündür. Eğer orijinal mürekkep ışığı infrared alanda absorbe edici özellikte, karalama mürekkebi infrared alanda görünmez özellikte ise yazı, üzerindeki mürekkep yokmuş gibi tespit edilebilir (11).

Ultraviyole luminesans; ultraviyole bölgenin yüksek dalga boylarında veya görünür bölgede, infrared luminesans; infrared bölgenin yüksek dalga boylarında veya görünür alanda oluşur. Lüminesans etkinin yansıması zayıf olduğu için bu etkinin görülebilmesi için yüksek ışık kaynaklarının kullanılması gerekir(11).

Lüminesans etki, fotoğraflama yolu ile veya VSC 2000, Forensic XP 4010 ve Forensic XP 4010 D gibi içerisinde video kameraları bulunan ve bu iş için özel dizayn edilmiş hiperspektral görüntüleme cihazları ile tespit edilebilir. Farklı aralıklarda filtreler kullanılarak lüminesans etkiler tespit edilebilir.

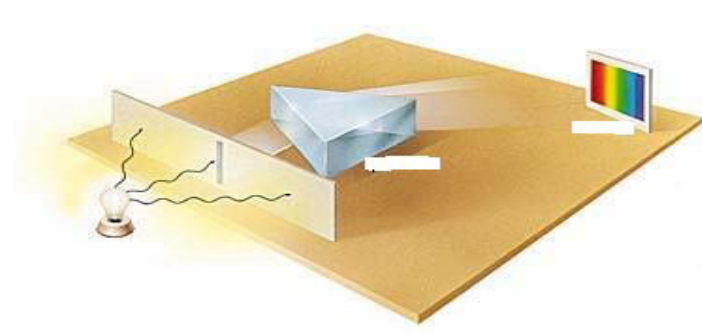
Hiperspektral görüntü; görüntünün tüm noktası için optik spektradan oluşan 4 boyutlu bir data dizisidir. Hiperspektrum; incelenen dokümanın her noktasından ölçülmüş, spektral data setlerinin yansımasıdır. Teknik olarak hiperspektrum, objenin her noktasının spektrometre ile taranması veya dar spektral bantta seri görüntü kaydı ile ölçülebilmesidir (23,25,30). Bu incelemenin temeli mürekkeplerin kimyasal yapılarındaki farklılıkların elektromanyetik spektrumda, çeşitli dalga boylarında farklı tepkiler vermelerine dayanır (24).

Mürekkepler elektromanyetik radyasyona maruz kaldığında dört olası tepkimeden biri ortaya çıkar. Mürekkep infrared radyasyonu yansıtabilir ve daha parlak görünebilir.

İnfrared radyasyonu absorbe edebilir ve daha karanlık görünebilir. Mürekkep enerjii geçirebilir ve görünmez olabilir veya enerji ışıltı (yansıma) olarak görülen farklı bir dalga boyuna dönüştürülebilir. Bu tip incelemelerde amaç yazıyı karalayan mürekkebin enerjii geçirmesi veya karalanan mürekkebin ışığı daha yüksek oranda yansıtarak okunur hale gelmesidir. Bu yöntemin etkili olması için mürekkeplerin farklı kimyasal bileşenlerden oluşması yeterli değildir ışığa da farklı tepki vermesi gerekir (24,28,44).

1.7 Renk

İnsanlar farklı dalga boyu ve frekansa sahip ışığı renk olarak algılar. Işık, cam bir prizmadan geçirildiğinde kırılır ve farklı dalga boylarına ayrılır. Gözümüz bu farklı dalga boylarını görünür bölgede yer alan yedi farklı renk olarak algılar. Bir prizmadan geçirdikten sonra beyaz ışıktan oluşturulan renklerin bir ekran üzerinde oluşturdukları düzenli renk dağılımına beyaz ışığın spektrumu (görünür spektrum) adı verilmektedir. Gök kuşağı da ışığın prizma görevi gören yağmur damlaları tarafından kırılması sonucu oluşur (36).



Şekil 1.9. Beyaz ışığın prizmadan geçirilerek renklerine ayrışması

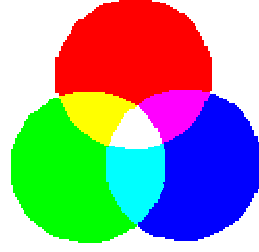
Bir cisim ışık kaynağı ile aydınlatılırsa ya bütün ışınları yansıtır, ya bütün ışınları absorbe eder, ya da ışınların bir kısmını absorbe eder bir kısmını yansıtır. Bütün ışınları yansıtırsa cisim yüzeyi beyaz, bütün ışınları absorbe ederse cisim yüzeyi siyah, kısmen absorbe edip kısmen yansıtırsa cisim yüzeyi renkli olarak görülür.

Göz, ışık algılayıcı koniler, görme sinirleri ve beyinden oluşan bir sistemdir. Retina üzerinde ışık ve renk görebilen iki tür hücre vardır. Bunlar "çubuk" ve "konik" olarak adlandırılan foto reseptörlerdir. Çubuk hücreler ışık şiddetine karşı duyarlıdır. Konik hücreler ise kırmızı, mavi ve yeşil başta olmak üzere renklere duyarlılık gösterirler. Kırmızı renge duyarlı koni hücresi "PROTONOPIA", mavi renge duyarlı koni

hücresi "TRITANOPIA", yeşil renge duyarlı koni hücresi "DEUTERANOPIA" dır.

Bir cisimden yansıyan ışınlar gözümüzün retina tabakasına gelir ve retina tabakasındaki koni hücrelerini uyarır. Burada elektrik akımına dönüştürülür. Bu elektriksel akımlar, optik sinirler aracılığıyla kırmızı-yeşil ve mavi-sarı çiftler halinde kodlanmış olarak beyindeki görme merkezine iletilir. Görme merkezine iletilen bu uyarı renk olarak algılanır. Renk farkları yansıyan ışığın farkından dolayı oluşur.

Renk konusunda iki yaklaşım mevcuttur. Bunlardan birincisi; toplayıcı renk karışımıdır. Işıksal renk dediğimiz RGB- kırmızı, yeşil ve mavinin farklı oranlarda karışımı ile görünür spektrumdaki bütün renkler elde edilebilir. Bu yöntem LCD ekranlar, televizyon, bilgisayar monitörleri ve kameralar gibi elektronik görüntüleme cihazlarında kullanılır.

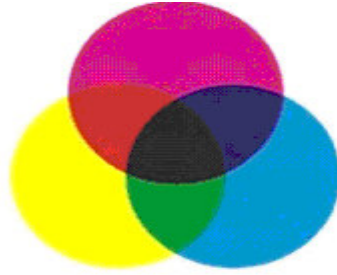


Şekil 1.10. Toplama yöntemi ile renk elde edilmesi(36)

Renk konusundaki diğer yaklaşım ise çıkarma yöntemi ile renk elde edilmesidir. Çıkarımsal renk sarı, cyan ve magentayı temel renk olarak kabul eder. Bu çıkarımsal ana renklerin üçünü beyaz bir yüzeye üst üste gönderirsek siyah rengi elde ederiz. Çıkarma yönteminde beyaz ışık içindeki bazı frekansların madde tarafından soğurulması sonucu ana renkler beyaz ışıktan çıkarılır. İnsan gözü madde tarafından soğurulan renkleri değil maddeye çarptıktan sonra yansıyan renkleri görür. Bu durum madde içerisindeki pigment moleküllerinin bazı frekansları soğurması, diğerlerinin ise yansıtmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 1.9'da gösterildiği gibi; Macenta ve sarı nın karışımından kırmızı, siyan ile sarının karışımından yeşil, macenta ve siyanın karışımından mavi elde edilir. Üç rengin eşit oranda karışımından ise siyah elde edilir. Çıkarımsal sistemler ışık frekanslarının aynı anda toplanarak değil,

birbirlerini engellemesi, filtre ettiği olaylarda gözlemlenir. Boya veya mürekkepleri karıştırmak için kullanılır.

Çıkarma yöntemi daha çok boya veya mürekkepleri karıştırmak için kullanılır. Bilgisayar yazıcıları, renkli fotokopi makineleri ve matbaalardaki baskı sistemlerinde kullanılır.



Şekil 1.11. Çıkarımsal yöntemle renk elde edilmesi (36)

Rengin algılanması gözlemin fiziksel durumu ile de bağlantılı olduğu için nesnel veriler elde etmek için optik araçlara gereksinim vardır.

1.8 Spektroskopi

Çeşitli tipte ışınların madde ile etkileşimini inceler(36). Maddeyi oluşturan moleküllerle elektromanyetik dalganın etkileşmesi, molekülün değişik enerji düzeyleri arasında

geçişlere sebep olur. Bu geçişler gelen elektromanyetik dalganın enerjisine bağlı olarak değişik spektrum bölgelerine ayrılır(3). Gönderilen elektromanyetik dalganın dalga boyuna, dalga sayısına ve molekülün değişen enerjisine bağlı olarak ayrılan elektromanyetik spektrum bölgeleri şekil 1.8'de gösterilmiştir.

1.8.1 Absorbsiyon Spektroskopisi

Maddenin ışığı absorblamasını incelemek için kullanılan ölçüm yöntemine absorpsiyon spektroskopisi denir.

Bütün molekül ve atomlar belirli oranda enerji absorblayabilirler. Absorblanan ışığın miktarı maddenin yapısına ve ışıkla etkileşen moleküllerin yapısına bağlı olarak değişir. Bunun için madde üzerine dalga boyu 110nm'den 3000nm'ye kadar değişen ışınlar düşürülür. Bütün bu dalga boylarını verecek ve hangi dalga boylarının absorblandığını gösterecek tek bir cihaz yapmak mümkün olmadığından, belirli dalga boyları arasında çalışan cihazlar geliştirilmiştir. 110-700 nm arasında çalışan cihazlara UV ve görünür alan, 700-2500 nm dalga boylarında çalışan cihazlara IR (infrared) ve dalga boyları yüzlerce metreye kadar değişen radyo dalgaları ile çalışan cihazlara da nükleer manyetik rezonans cihazları

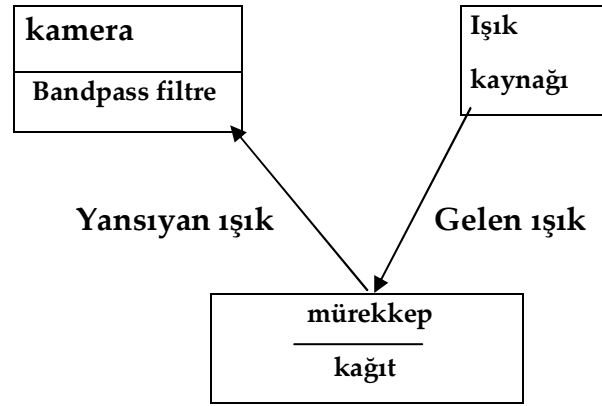
denilmektedir. Bu cihazların geçerli olduğu alan spektroskopilerine de sırası ile UV ve görünür alan, IR (infrared), nükleer manyetik rezonans adı verilir (11).

1.8.2 UV ve Görünür alan spektroskopisi

110 ile 700 nm dalga boyu arasında çalışırlar. Moleküllerin elektromanyetik dalgalar ile etkileşmesinde elektronik enerji düzeylerindeki geçişler sonucu oluşan absorpsiyon, yansıma ve luminesans olaylarını belgeye zarar vermeden inceleyen bir tekniktir (5,39). Farklı boya bileşenleri içeren mürekkeplerinin UV-VIS spektrumları alınarak absorpsiyon piklerinin mukayesesi yoluyla benzerlikleri veya farklılıkları ortaya çıkarılabilir. Dalga boylarının yakınlığı ± 3 nm farkla farklı olduğunu gösterebilir (9).

UV ve görünür bölge spektrofotometresi başlıca ışık kaynağı, dalga boyu seçiciler (monokromatörler) ve dedektörlerden oluşur. Maddenin ışığı absorplayıp absorplamadığını anlamak için, ışık kaynağından gelen ışığın şiddetinin ölçülmesi amacıyla spektrofotometrelerde kullanılan bileşene dedektör denir. Günümüzde dedektör olarak sıklıkla CCD'ler kullanılmaktadır (39,41).

Şüpheli belge incelemelerinde görünür bölge spektroskopisi, VSC 2000 ve Forensic XP 4010 gibi cihazlar yardımı ile uygulanmaktadır. Bu tür cihazların genel çalışma prensibinin şematik gösterimi şekil 1.12.'de verilmiştir.



Şekil 1.12. Optikal sistem(comperation of near infrared light fotography)

1.8.3 Kızıl Ötesi (infrared) Spektroskopisi

Spektroskopisi bilimi, ışığın madde ile etkileşmesini inceler. Buna göre, kızıl ötesi spektroskopisi, kızılötesi bölgede ışığın madde ile etkileşimini inceleyen bir spektroskopisi dalıdır. Homonükleer (H_2 , N_2 , O_2 , Cl_2 gibi) moleküller hariç bütün moleküller infrared ışınlarını absorplarlar ve infrared spektrumu verirler. Bir kızıl ötesi spektrumda, ışığın belli dalga

boylarına (ya da dalga sayılarına) göre maddenin davranışı gözlenir. kızıl ötesi spektroskopisinde; örnek madde kızıl ötesi bölgede tüm frekansları içerecek şekilde elektromanyetik dalga ile ışınlanır, geçen veya soğurulan ışın incelenir (22,25).

Kızılötesi bölge, görünür bölgenin bittiği 700 nm'den başlayarak $\lambda = 1000000$ nm'ye kadar uzanan bölgedir. Bu aralık çok geniş olduğundan, üç bölgeye ayrılarak incelenir. Bunlar, Yakın kızılötesi, orta kızıl ötesi ve uzak kızıl ötesi bölgelerdir. Dalga boyu 700–3000 nm arası yakın kızılötesi bölge, 3000–20000 nm arası orta kızılötesi bölge, 20000–1000000 nm arası uzak kızılötesi bölge olarak adlandırılmaktadır (4,6,29).

1.9 Hiperspektral Görüntüleme

Çok gelişmiş Çoklu-spektral algılayıcılara hiperspektral algılayıcılar denilmektedir. Bu algılayıcılar elektromanyetik spektrumun görünür, yakın kızıl ötesi ve orta kızıl ötesi bölgelerinde yüzlerce küçük spektral aralıkta algılama yapmaktadırlar (23).

Yaygın olarak “spektral görüntüleme” ya da “görüntüleme spektroskopisi” olarak ta adlandırılan

hiperspektral görüntüleme, spektroskopi ile sayısal görüntü işleminin birleşimidir (5).

Teknik olarak hiperspektrum, objenin her noktasının spektrometre ile taranması veya dar spektral bantta seri görüntü kaydı ile ölçülebilir (30).

Herhangi bir görüntünün farklı dalga boyu bantlarında alınan bileşenleri sayısallaştırılarak görüntü küpü oluşturulur. Bu görüntüdeki her pikselin optik spektrumlu görüntü küpünü meydana getiren bileşenlerle belirlenir. Oluşturulan multispektral görüntüde herhangi bir noktanın belirli bir dalga boyundaki ışık şiddeti, o dalga boyuna karşılık gelen bileşendeki aynı koordinattaki pikselin parlaklık değeridir. Özel algoritmalar kullanılarak, ekranda, aynı spektral özelliklere sahip noktalar aynı, farklı spektral özelliklere sahip noktalar farklı renklerde gösterilmektedir. Bu yöntemle çok az düzeydeki spektral farklılıklar bile, insan gözünün farklı renklere duyarlılığından faydalanarak, kolayca görülebilir hale getirilebilmektedir (18,24,37).

Modern spektral teknolojisi ve ileri işlemci kullanılarak, mürekkepler ve kâğıtlar arasındaki küçük farklılıkların belirlenmesi ve silinmiş materyallerin açığa çıkarılması

mümkündür. Geleneksel adli analiz metotlarının birçoğu, görüntünün 256 seviyelik grilik skalasında görünür hale getirilmesine dayanır. Bir inceleyicinin gözü 20–30 ayrı grilik skala seviyesini ayırt edebilir. Gerçek rakam bireyin göz hassasiyetine, bakış açısına, cismin şekli, boyutu sınırları gibi gözlemin fiziksel durumuna bağlıdır. Spektral tarayıcılar, göz kapasitesini önemli derecede artırarak belge inceleme uzmanının çalışmalarını pekiştirmek amacı ile tasarlanmıştır (18,25).

Hiperspektral görüntüleme uzay teknolojisi, modern yüzey teknolojileri, tıp teknolojileri ve ilaç teknolojilerinde uygulandığı gibi günümüzde belge inceleme alanında da kullanılmaktadır (37).

Adli belge inceleme alanında karşılaşılan olaylarda, hiperspektrum, incelenen dokümanın her noktasından ölçülmüş spektral data setlerinin yansımasıdır. (25,30) Belge incelemede, belgenin sahteliği; yazılarının orijinal belgedeki yazıların spektral özelliklerinde farklılık göstermesinden anlaşılmaktadır. Hiperspektral ölçüm cihazları incelenen belgelerin ilgili bölümlerinin her bir noktasının optik

özelliklerini (yansıma, geçirgenlik veya lüminesans spectrumları) ölçer (23).

Hiperspektral görüntüleme; grafit, yazıcı, mürekkep ve karışık karalamalar gibi üzeri kapatılan yazıların görüntülenmesinde en etkili araç olarak görülmektedir (30).

Avantajları:

- Belge incelemede, fiziksel olarak ölçülebilir spektral data analizi ilkelerinden faydalanan, yıkıcı olmayan yeni bir ilke.
- Etkili 16 bit hiperspektral data alımı, bu hiperspektrum nokta başına 16 bit ve piksel başına etkili 64 bit'tir.
- Hiperspektral görüntülemede ticari olarak mümkün en yüksek hassasiyet ve çözünürlük.
- İncelenen dokümandan hand-free hiperspektral data kaydı.

Belge inceleme alanında kullanılan spektral inceleme yöntemlerinin üzeri karalanmış yazılarda; kapatıcılar, kalem mürekkep türü, mürekkep rengi, kâğıt cinsi ve zaman gibi değişkenler kullanılarak etkinliklerinin belirlenmesi bu tezin amacını oluşturmaktadır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Adli belge inceleme alanında kullanılan spektral görüntüleme yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi amacı ile markası ve modeli bilinen 29 adet mavi ve 25 adet siyah tükenmez kalem, 13 adet siyah ve 12 adet mavi jel kalem ve kapaticılar (iki farklı marka sıvı kapaticı, bir adet kalem kapaticı ve iki farklı marka şerit kapaticı) ile saman kâğıdı, beyaz kâğıt ve senet kâğıdı temin edilmiştir.

Beyaz kâğıdı, saman kâğıdı ve senet üzerine yazılan yazılar; yazıldıktan bir gün, bir hafta ve bir ay sora yine bu kalemler arasından seçilen farklı kalemler ile karalanmış ve bu örnekler numaralandırılmıştır. Daha sonra, hazırlanan bu örnekler Forensic XP 4010, Forensic XP 4010 D ve VSC 2000 analiz cihazları ile incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan cihazlardan Forensic XP 4010 ile yapılan mürekkep incelemelerinde visible/infrared, visible/infrared alt ışık ve visible/infrared yan ışıklar, kapaticılar ile karalanan örneklerin incelenmesinde visible/infrared alt ışık kullanılmıştır. Forensic XP 4010 D ile yapılan mürekkep incelemelerinde visible/infrared ışık,

kapaticılar ile karalanan örneklerin incelenmesinde alt ışıklar kullanılmıştır. VSC 2000 cihazı ile yapılan incelemelerde ise mürekkep ile karalanan örneklerin incelenmesinde visible/infrared, kapaticılar ile karalanan örneklerin incelenmesinde de visible/infrared alt ışık kullanılmıştır.

Forensic XP 4010 ile yapılan incelemeler Alman Hastanesi Adli Tıp ve Adli Bilimler Merkezi Belge İnceleme Laboratuvarı'nda, VSC 2000 ile yapılan incelemeler İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Belge İnceleme Laboratuvarı'nda ve Forensic XP 4010 D ile yapılan incelemeler TÜBİTAK-UEKAE' de gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatistiksel analizi SPSS 15.0 programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR

Spektral ve hiperspektral yöntemlerle çalışan cihazlar olan Forensic XP 4010, VSC 2000 ve Forensic XP 4010 D ile yapılan analizlere ilişkin sonuçlar aşağıda tablolar halinde belirtilmiştir.

Çalışmada kullanılan üç cihaz, kullanılan kalem mürekkeplerinin rengi(mavi-siyah), mürekkep türleri (jelpen-tükenmez kalem), kullanılan kâğıdın türü (80 g beyaz kâğıt, saman kâğıdı, senet kâğıdı), süre (yazının yazıldığı andan itibaren 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra karalanması) gibi 5 farklı değişken unsur ile karşılaştırılmış, ayrıca kapatıcı ile kapatılan yazıların analiz ile görünür hale gelip gelmediği de analiz edilmiştir.

Tablo IV: Beyaz kâğıda tükenmez kalem ile yazılıp tükenmez kalem ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kâğıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Noki toppen*	Hi-text 770	+	+	+
2	Paper mate	Chuby 10	+	+	+
3	Mikro 30	Mikro 33	-	-	-
4	Pentel star v**	Triple line	+	-	+
5	Centrum balpen mirage	Faber castel 1440	-	-	+ ¹

1: şekil 1.16

*: Mavi mürekkepli kalemlerle yazılıp mavi mürekkepli kalemlerle karalanan örnekler

** : siyah mürekkepli kalemlerle yazılıp siyah mürekkepli kalemlerle karalanan örnekler

Tablo IV' ün devamı

6	Triple line	a)Pilot BPS b)Adel 115	- -	+ -	+ +
7	Chuby 10	Ark büro 240	+ ²	+	+
8	Gripball 1456 faber castel	Pensan mv-pen vision	-	-	-
9	Adel 115	a)Faber castel1440 b)Bic	- +	- +	- +
10	Bic	a)Penac CH6 b)Cello impact	- +	+ +	+ +
11	Hi-text 660	a)Pilot Bps b)Noki toppen	+ -	+ +	+ +
12	Stabilo liner 808	a)Pentel Bk77 super B b)Penac CH6	- -	- -	+ -
13	Pensan mv- pen vision	a)Mikro33 b)Adel 115	- -	+ +	+ +
14	Cello impact	a)Mikro 30 b)Pentel Bk 77 super B	- -	+ -	+ +
15	Monami line ball	a)Faber castel 1423 b)Pensan Mv-pen vision	+ +	+ +	+ +
16	Faberer castel 1440	a)Reynolds medium b)Triple line	+ +	+ +	+ +
17	Pilot BPS	a)Monami line ball b)Stabilo liner 808	- -	+ ³ +	+ +
18	Faber castel 1425	a)Hi-text 660 b)Faber castel 1440	+ -	+ -	+ +
19	Trotto	a)Bic b)Reynolds medium	- -	- -	- +
20	Faber castel 1425	a)Faber castel super tecpoint 1420 b)Stabilo liner 808	- -	- -	- +
21	Mikro 33	a)Cello impact b)Faber castel super techpoint 1420	+ +	+ +	+ +

2: şekil 1.13, 3:şekil 1.15

Tablo IV' ün devamı

22	Ark büro 240	a)Faber castel 1423 b)Monami line ball	+	+	+
			-	-	-
23	Faber castel 1420	a)Grip ball1456 faber castel b)Adel 115	-	-	-
			-	-	-
24	Uni lakubo	a)Pentel star v b)Schneider tops 505M	-	+	+
			+	-	+
25	Penac CH6	a)Faber castel 1425 b)Hi-text 660	-	-	-
			-	-	+
26	Pentel Bk 77 super B	a)Centrum balpen mirage b)Faber castel 1425	-	-	-
			+	+	+
27	Schneider tops 505	a)Ark büro 240 b)Steadler stic 430	-	-	+
			-	-	-
28	Reynolds medium 048	a)Trotto b)Pensan Mv-pen vision	+	+	+
			-	+	+
29	Hi-text 770	a)Schneider tops 505 b)Trotto	+	+	+
			-	+	+
30	Steadler stic	a)Hi-text 770 b)Ark büro 240	+	+	+
			+	+	+
31	Avant	Hi-text 660	-	-	+

Tablo V: Saman kâğıdına tükenmez kalem ile yazılıp tükenmez kalem ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kâğıdı 1ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forencis XP 4010	VSC	Forencis XP 4010 D
1	Centrum balpen mirage	Faber castel 1440	-	+	+
2	Mikro 30	Mikro 33	-	-	-
3	Pentel star v	Triple line	+	-	+
4	Paper mate	Chuby 10	-	-	+
5	Noki toppen	Hi-text 770	+	-	+
6	Triple line	a)Adel 115 b) Pilot BPS<GP>	- -	- +	+
7	Stabilo liner 808	a)Penac CH6 b)Pentel Bk 77 superB	- ³ -	- +	- +
8	Penac CH6	a)Hi-text 660 b)Faber castel 1425	- -	- -	- -
9	Hi-text 660	a)Noki toppen b) Pilot BPS<GP>	- +	+	+
10	Pensan Mv-pen vision	a)Mikro 33 b)Adel 115	- -	+	+
11	Faber castel balpen 1423	a)Faber castel super techpoint 1420 b)Stabilo liner 808	- -	- +	- +
12	Bic	a)Cello impact b)Penac CH6	+	+	+
13	Adel 115	a)Bic b)Faber castel 1440	+	+	+
14	pentel Bk77 super B	a)Centrum balpen mirage b)Faber castel 1425	- +	- +	- +
15	Mikro 33	a)Faber castel super tech point 1420 b)Cello impact	+	+	+

3: şekil 1.13

Tablo V'in devamı

16	Faber castel 1420	a)Adel 115 b)Gripball 1456 faber castel	- -	- -	- -
17	Faber castel 1440	a)Reynolds medium b)Triple line	+ +	+ +	+ +
18	Monami line ball	a) Faber castel super tech point 1420 b)Pensan Mv-pen vision	+ +	+ +	+ +
19	Pilot BPS<GP>	a)Stabilo liner 808 b)Monami line ball	- -	+ +	+ +
20	Trotto	a)Bic b)Reynolds medium	- -	- -	- -
21	Faber castel 1425	a)Faber castel1440 b)Hi-text 660	- +	- +	- +
22	Steadler stick	a) Ark büro 240 b)Hi-text 660	- +	+ +	+ +
23	Ark büro 240	a)Monami line ball b)Faber castel ball pen 1423	- +	- +	+ +
24	Schneider tops 505	a)Ark büro 240 b)Steadler stick 430	- -	+ -	+ -
25	Uni lakubo	a)Pentel star v b)Schneider tops 505	- +	+ +	+ +
26	Cello impact	a)Pentel Bk 77 superB b)Mikro 30	- -	- +	- +
27	Reynolds medium	a)Trotto b)Pensan Mv-pen vision	+ -	+ +	+ +
28	Hi-text 770	a)Trotto b)Schneider tops 505	- +	+ +	+ +
29	Gripball 1456faber castel	Pensan mv-penvision	-	-	-
30	Chuby10	Ark büro 240	+	+	+
31	Avant	Hi-text 660	-	-	+

Tablo VI: Senet kâğıdına tükenmez kalem ile yazılıp tükenmez kalem ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kâğıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Faber castel 1420	Gripball 1456 faber castel	-	-	-
2	Pentel BK 77 super B	Centrum ballpen mirage	-	-	-
3	Faber castel 1423	Faber castel supertect point 1420	-	-	-
4	Schneider tops 505	Steadler stick 430	-	-	-
5	Celloimpact	Micro 30	-	+	+
6	Adel 115	Bic	+	+	+
7	Micro 33	Faber castel supertech point 1420	+	+	+
8	Schneider tops 505	Arkbüro 240	-	+	+
9	Reynolds medium 48	Trotto 1	+	+	+
10	Pentel BK 77 super B	Faber castel 1425	+	+	+
11	Penac CH6	Hi-text 660	-	-	+
12	Pensan MV-penvision	Micro 33	-	-	-
13	Trotto	Reynolds medium 048	-	-	-
14	Bic	Cello impact	+	+	+
15	Monami lineball	Pensan MV-Penvision	-	+	+
16	Faber castel 1440	Triple line	+	+	+
17	Faber castel 1425	Faber castel 1440	-	-	-

Tablo VI'nin devamı

18	Arkbüro 240	Faber castel ballpen 1423	+	+	+
19	Hi-text 660	Pilot BPS<GP>	+	+	+
20	Faber castel ballpen 1423	Stabilo liner808	-	+	-
21	Unilakubo	Schneider tops505	+	+	+
22	Pilot BPS GP	Monami lineball	-	+	+
23	Pilot BPS GP	Stabilo liner 808	+	+	+
24	Steadler stick 430	Arkbüro 240	-	+	+
25	Adel 115	Faber castel 1440	-	+	+
26	Faber castel 1425	Hi-text 660	+	+	+
27	Bic	Penacc H6	-	+	+
28	Arkbüro 240	Monami lineball	-	-	-
29	Reynolds medium 048	Pensan MV-penvision	-	+	+
30	Pensan MV penvision	Adel 115	-	+	+
31	Faber castel 1440	Reynolds medium 048	+	+	+
32	Trotto	Bic	-	-	-
33	Mikro 33	Celloimpact	+	+	+
34	Penac CH6	Faber Castel 1425	-	-	-
35	Hi-text 770	Troto	-	+	+
36	Hi-text 660	Noki toppen	-	+	+
37	Stabilo liner 808	Pentel BK 77 Super B	-	-	+
38	Monami line ball	Faber castel ballpen 1423	+	+	+
39	Tripleline	Adel 115	-	-	+
40	Tripleline	Pilot BPS <GP>	-	+	-
41	Pentel star v	Tripleline	+	-	+
42	Chubby 10	Arkbüro 240	+	+	+
43	Centrum ballpen mirage	Faber castel 1440	-	+	+

Tablo VI'nin devamı

44	Faber castel gripball 1456	Pensan MV- Penvision	-	-	-
45	Noki toppen	Hi-text 770	+	-	+
46	Mikro 30	Mikro 33	-	-	-
47	papermate	Chubby 10	-	+	+
48	Faber castel super techpoint 1420	Adel 115	-	-	-
49	Unilakubo	Pentel star V	-	+	+
50	Stabiloliner 808	Penac CH6	-	-	-
51	staedtler stick 430	Hi-text 770	+	+	+
52	Hi-text 770	Schneider tops 505	+	+	+
53	Celloimpact	Pentel BK 77 super B77	-	-	-
54	Avant	Hi-text 660	-	-	+

Tablo VII: Beyaz kâğıda tükenmez kalem ile yazılıp jelpen ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kâğıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forencis XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Faber castel super tech point 1420	a)Rollerball stanger b)Uniball signo broad	+ -	+ -	+ -
2	Adel 115	a)Artline softline 1700 b)Faber castel pover gel 1406	+ -	+ -	+ -
3	Mikro 33	a)Monami magnum b)Uniball vision elite	- -	+ -	+ +
4	Faber castel 1425	a)Schneider topball 857 b)Monami magnum	+ -	+ -	+ -
5	Schneider tops 505	a)Uniball signo Dx b)Schneider topball 857	- -	+ -	+ -
6	Pensan MV-penvision	a)Slider schneider b)Cello smartline	- -	- -	- -
7	Bic	a)Slider schneider b)Pilot hi-tech point	- -	+ +	+ +
8	Hi-text 660	a)Slider schneider b)Uniball signo 207	- -	+ +	+ +
9	Arkbüro 240	a)Rollerball stanger b)artline softline 1700	- +	+ +	+ +
10	Faber castel ballpen 1423	a)Artline softline 1700 b)Monami magnum	- -	- -	+ -
11	Pentel star-V	Uniball eye	-	-	+
12	Mikro 30	Uniball signo broad	-	-	-
13	Noki toppen	Schneider topball 837	+	+	+
14	Papermate	Monami magnum	-	-	+
15	Centrum balpen mirage	Uniball signo broad	-	-	-
16	Chubby 10	Uniball eye	-	-	-

Tablo VII'nin devamı

17	Gripball 1456	Faber castel 1406	-	+	+
18	Avant	Uniball signo Dx	-	-	+
19	Monami lineball	a)Uniball signo b)Slidrr schneider	- +	- +	+
20	Tripleline	a)Slider schneider b)Artline softline 1700	- -	+	+
21	Pentel super B	a)Monami magnum b)Uniball eye	- -	- +	- +
22	Pilot BPS<GP>	a) Uniball signo 207 b) Uniball signo 207	- -	+	+
23	Steadtler stick	a)Schneider topball 857 b)Uniball signo broad	+	+	+
24	Trotto	a) Slider schneider b)Faber castel powergel 1406	- -	- -	- +
25	Reynolds medium	a) Faber castel powergel 1406 b)pilot hi-tech point	- +	+	+
26	Stabilo liner 808	a)Uniball vision elite b)Slider schneider	- -	+	+
27	Hi-tech 770	a)Rollerball stanger b)faber.castel powergel 1406	+	+	+
28	Adel 115	a)Artline softline 1700 b)Faber castel powergel 1406	- -	- +	+
29	Penac CH6	a)Uniball signo brood b)Uniball signo Dx	- -	+	+
30	Faber.castell 440	a)Slider schneider b)Cellosmartline	- +	+	+
31	Unilakubo	a)Uniball signo 207 b)Rollerball stanger	- -	+	+

Tablo VIII: Saman kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp jelpen ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Paper mate	Monami magnum	-	+	+
2	Noki toppen	Schneider topball 857	+	+	+
3	Chuby 10	Uniball eye	-	-	-
4	Pentel star V	Uniball eye	-	-	+
5	Mikro 33	a) Monami magnum b) Uniball visiona elite	- -	+ -	+ +
6	Faber castel super techpoint 1420	a) Rollerball stanger b) Uniball signo broad	+ -	- -	+ +
7	Trotto	a) Slider schneider b) Fab.cast.power gel 1406	- -	- -	- +
8	Triple line	a) Schneider topball 857 b) Artline softline 1700	- -	- -	+ +
9	Reynolds medium	a) Fab.cast.power gel 1406 b) Pilot hi-tech point	- +	+ +	+ +
10	Pilot BPS	a) Unibal signo 207 b) Unibal signo 207	- -	+ -	+ +
11	Cello impact	a) Artline softline 1700 b) Fab.cast.power gel 1406	- -	- -	+ +
12	Faber castel Ballpen 1423	a) Artline softline 1700 b) Monami magnum	- -	- -	+ -

Tablo VIII'indevamı

13	Bic	a) Slider schneider b) Pilot hi-tech point	- -	+ +	+ -
14	Fab.cast 1440	a) Slider schneider b) Cello smartline	- +	+ +	+ +
15	Adel 115	a) Artline softline 1700 b) Faber castel power gel 1406	+ -	+ -	+ +
16	Unilakubo	a) Unibal signo 207 b) Rollerball stanger	- -	+ +	+ +
17	Schneider tops 505	a) Unibal signo DX b) Schneider topball 857	- -	+ -	+ +
18	Hi-text 660	a) Slider schneider b) Uniball signo 207	- -	+ -	+ +
19	Steadler stick	a) Schneider topball 857 b) Uniball signo broad	+ -	+ -	+ +
20	Pentel Bk 77 Super B	a) Monami magnum b) Uniball eye	- -	- -	- +
21	Monami line ball	a) Uniball signo 207 b) Slider schneider	- +	- +	+ +
22	Ark büro 240	a) Rollerball stanger b) Artline softline 1700	- +	+ -	+ +
23	Hi-text 770	a) Rollerball stanger b) Fab.cast.power gel 1406	+ -	+ -	+ +
24	Faber castel 1425	a) Schneider topball 857 b) Monami magnum	+ -	+ -	+ -
25	Penak CH6	a) Uniball signo broad b) Uniball signo DX	- -	+ -	+ +
26	Pensan MV-pen vision	a)Slider schneider b) Cello smartline	- -	- -	- -
27	Stabilo liner 808	a) Uniball vision elite b) Slider schneider	- -	+ -	+ -

Tablo VIII'in devamı

28	Centrum ballpen mirage	Uniball signo broad	-	-	+
29	Avant	Uniball signo DX	-	-	+
30	Gripball 1456 faber castel	Fab.cast power gel 1406	-	+	+
31	Mikro 30	Uniball signo broad	-	-	+

Tablo IX: Senet kağıdına tükenmez kalem ile yazılıp jelpen ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1 ay					
No	Yazma kelemi	Karalama kalemi	Forencis XP 4010	VSC	Forancis XP 4010 D
1	Stabilo lineer 808	Uniball vision elite	-	+	+
2	Schneider tops 505	Uniball signo Dx	-	+	+
3	Uni lakubo	Uniball eye 157	-	+	+
4	Faber castel super tech point 1420	Rollerball stanger	+	+	+
5	Noki toppen	Schneider topball 857	+	+	+
6	Faber castel 1440	Slider schneider	-	+	+
7	Paper mate	Monami magnum	-	-	+
8	mikro 30	uniball signo broad	-	+	+
9	Hi-text 770	Rollerball stanger	+	+	+
10	Faber castel ballpen 1423	Artline softline 1700	-	-	+
11	Adel 115	Artline softline 1700	+	+	+
12	Reynolds medium	Faber castel power gel 1406	-	+	+
13	Pilot BPS<GP>	Uniball signo207	-	+	+
14	Trotto	Slider schneider	-	-	-
15	Centrum ballpen mirage	Uniball signo broad	-	-	-
16	Gripball1456 faber castel	Faber castel power gel 1406	-	+	+
17	Chubby 10	Uniball eye 157	-	+	+
18	Triple line	Schneider topball 857	-	-	-
19	Cello impact	Artline softline 1700	-	-	+

Tablo IX'un devamı

20	Reynolds medium	Pilot hi-tech point	+	+	+
21	Faber castel 1440	Cello smartline	+	+	+
22	cello impact	Faber castel power gel 1406	-	+	+
23	Trotto	Slider schneider	-	+	+
24	Triple line	Artline softline 1700	-	-	-
25	Avant	Uniball signo Dx	-	+	+
26	Uni lakubo	Rollerball stanger	-	+	+
27	Mikro 33	Uniball vision elite	-	+	+
28	Pentel star v	Uniball eye 157	-	-	-
29	Faber castel ballpen 1423	Monami magnum	-	-	-
30	Pilot BPS<GP>	Uniball signo 207	-	+	+
31	Schneider tops 505	Schneider topball 857	-	-	-
32	Faber castel super tech point 1420	Uniball signo broad	-	-	-
33	Penac CH6	Uniball signo Dx	-	+	-
34	Monami line ball	Slider schneider	-	+	+
35	Ark büro 240	Artline softline 1700	+	+	+
36	Bic	Pilot hi-techpoint	-	+	-
37	Adel 115	Faber castel power gel 1406	-	+	+
38	Steadler stick 430	Uniball signo broad	-	-	-
39	Hi-text 660	Uniball signo 207	-	+	+
40	Pensan mv pen vision	Cello smartline	-	-	-

Tablo IX'un devamı

41	Bic	Slider schneider	-	+	+
42	Hi-text 660	Slider schneider	-	+	+
43	Steadler stick 430	Schneider topball 857	+	+	+
44	Pentel BK 77 super B	Monami magnum	-	-	-
45	Pentel BK 77 super B	Uniball eye	-	+	-
46	Monami line ball	Uniball signo 207	-	-	-
47	Ark büro 240	Rollerball stanger	-	-	+
48	Hi-text 770	Faber castel powergel 1406	-	+	+
49	Faber.castel 1425	Monami magnum	-	-	-
50	Faber.castel 1425	Schneider topball 857	+	+	+
51	Penac CH6	Uniball signo broad	-	+	+
52	Pensan mv-pen vision	Slider schneider	-	-	-
53	Stabilo liner 808	Slider schneider	-	-	-
54	Mikro 33	Monami magnum	-	+	+

Tablo X: Beyaz kağıda jelpen ile yazılıp jelpen ile karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kağıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Cello smartline	Monami magnum	-	-	-
2	Uniball signo broad	a) Slider schneider b) Schmeider topball 857	+ +	+ +	+ +
3	Uniball signo 207	a) Slider schneider b) Rollerball stanger	+ +	+ +	+ +
4	Artline softline 1700	a) Uniball vision elite b) Uniball signo DX	- -	+ -	+ +
5	Uniball eye	a) Monami magnum b) Hi-tecpoint V5	+ +	+ +	+ +
6	Faber.castel.p over gel 1406	a) Schneider topball 857 b) Slider schneider	+ +	+ +	+ +
7	Monami magnum	a)Faber.castel.pover gel 1406 b) Unibal vision elite	- -	+ +	+ +
8	Unibal vison elite	a) Artline softline 1700 b) Artline softline 1700	+ +	+ +	+ +
9	Slider schneider	a) Uniball eye 157 b) Cello smartline	- -	+ -	+ -
10	Schneider top ball 857	a) Rollerball stanger b) Uni lakubo	- +	- +	+ +
11	Rollerball stanger	a) Hi-tecpoint V5 b) Uniball eye 157	+ -	+ +	+ +
12	Unibal signo DX	a) Artline softline 1700 b) Fab.cast.pover gel 1406	+ -	+ -	+ -
13	Hi-tecpoint V5	a) Uniball signo 207 b) Uniball signo DX	- -	- -	+ +

Tablo XI: Saman kağıdına jelpen ile yazılıp jelpen ile karalanan örnekleri analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

saman kağıdı 1ay					
No	Yazma kalemi	Karalama kalemi	Forencis XP 4010	VSC	Forencis XP 4010 D
1	Uniball signo Dx	a)Faber castel power gel1406	-	-	-
		b)Artline softline 1700	+	+	+
2	Uniball signo 207	a) Slider schneider	+	+	+
		b) Rollerball stanger	+	+	+
3	Cello smartline	Monami magnum	-	-	-
4	Slider schneider	a) Cello smartline	-	-	-
		b)Uniball eye	-	+	+
5	Artline softline 1700	a) Uniball signo Dx	-	-	-
		b) uniball vision elite	-	+	+
6	Uniball signo broad	a) Slider schneider	+	+	+
		b)Schneider topball 857	+	+	+
7	Hi-tech point	a) Uniball signo Dx	-	-	+
		b) Uniball signo 207	-	+	+
8	Uniball eye 157	a) Monami magnum	+	+	+
		b) Hi-tech point	+	+	+
9	Faber castel powergel 1406	a) schneider topball 857	+	+	+
		b) slider schneider	+	+	+
10	Schneider topball 857	a) Rollerball stanger	+	-	+
		b)Uni lakubo	+	+	+
11	Monami magnum	a)Uniball vision elite	-	-	+
		b)Faber castel powergel1406	-	+	+
12	Uniball vision elite	a) Artline softline 1700			
		b) Artline softline 1700	+	+	+
13	Rollerball stanger	a) Hi-tech point	+	+	+
		b)uUniball eye	-	-	+

TabloXII: Senet kağıdına jelpenle yazılıp jelpenle karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1ay					
no	Yazma Kalem	Karalama Kalem	Forencis XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Uniball signo 207	Rollerball stanger	+	+	+
2	Uniball signo broad	Schneider topball 857	+	+	+
3	Artline softline 1700	Uniball signo Dx	+	-	+
4	Artline softline 1700	Uniball vision elite	-	+	+
5	Faber castel power gel 1406	Schneider topball 857	+	+	+
6	Uniball vision elite	Artline softline 1700	+	+	+
7	Uniball vision elite	Artline softline 1700	+	+	+
8	Monami magnum	Faber.castelpower gel 1406	-	+	+
9	Rollerball stanger	Pilot hi-techpoint vs	-	+	+
10	Hi-techpoint pilot	Uniball signo 207	-	+	+
11	Uniball eye 157	Monami magnum	+	-	+
12	Schneider topball 857	Rollerball stanger	-	-	-
13	Uniball eye 157	Hi-techpoint v5	+	+	+
14	schneider topball 857	Unilakubo	+	+	+
15	Uniball signo 207	Slider schneider	+	+	+
16	Hi-techpoint vs	Uniball signo Dx	-	-	+

Tablo XII'nin devamı

17	Uniball signo Dx	Artline softline 1700	+	+	+
18	Slider schneider	Cello smart line	-	-	-
19	rollerball stanger	Uniball eye 157	-	-	-
20	Uniball signo Dx	Faber castel power gel 1406	-	-	-
21	Monami magnum	Uniball vision elite	-	-	+
22	Slider schneider	Uniball eye 157	-	+	+
23	Uniball signo broad	Slider schneider	+	+	+
24	Faber castel power gel 1406	Slider schneider	+	+	+
25	Cello smart line	Monami magnum	-	-	-

Tablo XIII: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp tükenmez kalemle karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kağıt 1 ay					
No	Karalama kalemi	Yazma kalemi	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Slider schneider	a)Reynolds medium b)Arkbüro 240	+ -	+ -	+ +
2	Uniball signo broad	a)Mikro 30 b)Pensan MV penvision	+ +	+ +	+ +
3	Uniball eye 157	a)Faber castel 1440 b)Monami lineball	+ +	+ +	+ +
4	Pilot hi-tech point	a)Schneider tops 505 b)Faber castel ballpen 1423	+ +	+ +	+ +
5	Artline softline 1700	a) Noki toppen b)Penac ch6	- +	+ +	+ +
6	Uniball signo 207	a)Adel 115 b)Unilakubo	+ +	+ +	+ +
7	Schneider topball 857	a)Trorro b)Faber castel supertech point 1420	- +	+ +	+ +
8	Monami magnum	a)Cello impact b)Mikro 33	+ +	+ +	+ +
9	Uniball vision elite	a)Bic b)Adel 115	+ +	+ -	+ +
10	Faber castel powergel 1406	a)Penac CH6 b)Arkbüro 240	+ +	+ +	+ +
11	Uniball signo Dx	a)Gripball 1456 b)Trotto	+ +	+ +	+ +
12	Rollerball stanger	a)Faber.castel.1425 b)Pilot BPS<GP>	- +	+ +	+ +
13	Cello smartline	Faber.castel.1440	-	-	+

Tablo XIV: Saman kağıdına jelpenle yazılıp tükenmez kalemle karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kağıdı 1ay					
No	Karalama kalemi	Yazma kalemi	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP4010D
1	Schneider topball 857	a)Trotto b)Faber.castel super tech point 1420	- +	+ +	+ +
2	Uniball vision elite	a)Bic b)Adel 115	+ +	+ +	+ +
3	Monami magnum	a)Cello impact b)Mikro 33	+ +	+ +	+ +
4	Uniball eye 157	a)Faber.castel.1440 b)Monami line ball	+ +	+ +	+ +
5	Rollerball stanger	a)Faber.castel.1425 b)Pilot BPS<GP>	- +	+ +	+ +
6	Uniball signo broad	a)Mikro 30 b)Pensan Mv-pen vision	+ +	+ +	+ +
7	Artline softline 1700	a)Noki toppen b)Penac CH6	- +	+ +	+ +
8	Faber.castel.power gel 1406	a)Penac CH6 b)Ark büro 240	+ +	+ +	+ +
9	Pilot hi-tech point	a)Schneider tops 505 b)Faber castel ballpen 1423	+ +	+ +	+ +
10	Slider schneider	a)Reynolds medium b)Ark büro240	+ -	+ -	+ -
11	Uniball signo Dx	a)Gripball 1456 faber castel 1456 b)Avant	+ +	+ +	+ +
12	Uniball signo 207	a)Adel 115 b)Uni lakubo	+ +	- +	+ +
13	Cello smartline	Faber.castel.1440	-	-	-

TabloXV: Senet kağıdına jelpenle yazılıp tükenmez kalemle karalanan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-)okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalem	Karalama kalem	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Pilot hi-techpoint	Schneider tops 505	+	+	+
2	Monami magnum	Cello impact	+	+	+
3	Artline softline 1700	Noki toppen	-	-	+
4	Faber.castel.power gel 1406	Penac CH6	+	+	+
5	Schneider tops 857	Trotto	-	+	+
6	Rollerball stanger	Faber.castel.1425	-	-	+
7	Uniball signo broad	Mikro 30	+	+	+
8	Slider schneider	Reynolds medium 048	+	+	+
9	Uniball signo 207	Adel 115	+	+	+
10	Uniball signo Dx	Gripball 1456 fab.cast.	+	+	+
11	Uniball vision elite	Bic	+	+	+
12	Uniball eye	Faber.castel.1440	+	+	+
13	Schneider topball 857	Faber.castel.super techpoint 1420	+	+	+
14	Slider schneider	Ark büro 240	-	-	+
15	Unibal eye 157	Monami line ball	+	+	+
16	Unibal signo broad	Pensan Mv-pen vision	+	+	+
17	Faber.castel.power gel 1406	Ark büro 240	+	+	+

Tablo XV'in devamı

18	Uniball signo DX	Avant	+	+	+
19	Pilot hi-techpoint	Faber.castel.ball pen 1423	+	+	+
20	Artline softline 1700	Penac CH6	+	+	+
21	Monami magnum	Mikro 33	+	-	+
22	Cello smartline	Faber.castel.1440	-	-	+
23	Uniball vision elite	Adel 115	-	-	+
24	Rollerball stanger	Pilot BPS<GP>	+	+	+
25	Uniball signo 207	Unilakubo	+	+	+

Tablo XVI : Beyaz kağıda tükenmez kalem ile yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kağıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Celloimpact	Mimaks(fluid)	+	+	+
2	Pilot BPS-GP	Noki(fluid)	+	+	+
3	Stabiloliner 808	Noki(pen)	+	+	+
4	Faber castel super techpoint1420	Noki twingo(tape)	+	+	+
5	Monami liner ball	Daily 800 (tape)	+	+	+
6	Stabilo liner 808	Mimaks(fluid)	+	+	+
7	Faber castel super techpoint1420	Noki(fluid)	+	+	+
8	Pilot BPS-GP	Noki(pen)	+	+	+
9	Schnider tops 505	Noki twingo(tape)	+	+	+
10	Adel 115	Daily 800	+	+	+

TabloXVII: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçlarının (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kağıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Cellosmart line	Mimaks(fluid)	-	-	-
2	Art line soft line 1700	Noki(fluid)	+	+	+
3	Roller ball stanger	Noki twingo(tape)	+	+	+
4	Monami magnum	Noki twingo(tape)	+	+	+
5	Uniball signo Dx	Daily 800 (tape)	+	+	+
6	Uniball signo Dx	Noki(fluid)	+	+	+
7	Art line soft line 1700	Mimaks(fluid)	+	+	+
8	Slider schneider	Noki(pen)	+	+	+
9	Faber castel povergel 1406	Noki twingo(tape)	+	+	+
10	Uniball signo Dx	Daily 800 (tape)	+	+	+

Tablo XVIII: Saman kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kğıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Stabilo linet 808	Noki(fluid)	+	+	+
2	Schneider tops 505	Mimaks(fluid)	+	+	+
3	Adel 115	Noki(pen)	-	-	-
4	Faber castel super techpoint1420	Noki twingo (tape)	+	+	+
5	Pilot GPS-GP	Daily 800(tape)	+	+	+
6	Pilot GPS-GP	Noki (fluid)	-	-	+
7	Celloimpact	Mimaks (fluid)	+	+	+
8	Monami line ball	Noki(pen)	-	-	-
9	Stabilo liner 808	Noki twingo(tape)	+	+	+
10	Faber castel super techpoint1420	Daily 800	+	+	+

Tablo XIX: Saman kağıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Uniball signo 207	Noki(fluid)	+	+	+
2	Uniball signo Dx	Mimaks(fluid)	+	+	+
3	Slider schneider	Noki(pen)	+	+	+
4	Artline softline 1700	Noki twingo (tape)	+	+	+
5	Faber castel povergel 1206	Daily 800(tape)	+	+	+
6	Monami magnum	Noki(pen)	+	+	+
7	Cellosmartline	Noki(fluid)	+	+	+
8	Artline softline 1700	Mimaks (fluid)	+	+	+
9	Rollerball stargel	Noki twingo (tape)	+	+	+
10	Uniball signo Dx	Daily 800	+	+	+

TabloXX: Senet kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapatici ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Adel 115	Noki(fluid)	+	+	+
2	Schneider tops 505	Mimaks(fluid)	+	+	+
3	Faber castel super techpoint1420	Noki(pen)	+	+	+
4	stabilo liner 808	Noki twingo (tape)	+	+	+
5	Pilot BPS-GP	Daily 800(tape)	+	+	+
6	monami lineball	Mimaks(fluid)	+	+	+
7	Faber castel super techpoint1420	Noki(pen)	-	+	+
8	Stabilo liner 808	Noki(fluid)	-	+	+
9	Cello impact	Daily 800(tape)	+	+	+
10	Pilot BPS-GP	Noki twingo (tape)	+	+	+

TabloXXI: Senet kağıdına jelpen yazılıp kapatıcı ile tek yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Art line soft line 1700	Noki(pen)	+	+	+
2	Roller ball starger	Noki(fluid)	+	+	+
3	Cellosmartline	Mimaks(fluid)	+	+	+
4	Uniball signo Dx	Daily 800	+	+	+
5	Monami magnum	Noki twingo (tape)	+	+	+
6	Uniball signo Dx	Noki(pen)	+	+	+
7	Uniball signo 207	Mimaks(fluid)	+	+	+
8	Sliderschneider	Noki(fluid)	+	+	+
9	Faber castel pover gel 1406	Noki twingo (tape)	+	+	+
10	Art line soft line 1700	Daily 800(tape)	+	+	+

TabloXXII: Beyaz kağıda tükenmez kalemle yazılıp kapatici ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kağıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Pilot BPS-GP	Mimaks(fluid)	+	+	+
2	Stabilo liner 808	Noki(fluid)	+	+	+
3	Faber castel super techpoint1420	Noki (pen)	-	-	-
4	Adel 115	Daily 808 (tape)	+	+	+
5	Schneider tops 505	Noki twingo (tape)	+	+	+
6	Pilot Bps -GP	Noki(fluid)	+	+	+
7	Monami line ball	Mimaks(fluid)	-	-	+
8	Cello impact	Noki(pen)	-	-	-
9	Stabilo liner 808	Noki(pen)ape)	+	+	+
10	Faber caster super techpoint1420	Noki twingo(tape)	+	+	+

Tablo XXIII: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Beyaz kağıt 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Monami magnum	Noki(fluid)	+	+	+
2	Cello smartline	Mimaks(fluid)	-	-	-
3	Artline softline 1700	Noki(pen)	-	-	-
4	Roller ball starger	Noki twingo(tape)	+	+	+
5	Uniball signo Dx	Daily 808(tape)	+	+	+
6	Artline softline 1700	Noki twingo(tape)	+	+	+
7	Uniball signo Dx	Mimaks(fluid)	+	+	+
8	Slider schneider	Noki(fluid)	-	-	-
9	Uniball signo 207	Noki(pen)	-	-	-
10	Faber castel povergel 1406	Daily 808	+	+	+

TabloXXIV: Saman kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Monami line ball	Noki(fluid)	+	+	+
2	Cello impact	Mimaks(fluid)	-	-	+
3	Pilot Bps-GP	Noki(pen)	-	-	-
4	Stabilo liner 808	Daily 808(tape)	+	+	+
5	Faber castel super tech point 1420	Noki twingo(tape)	+	+	+
6	Pilot Bps-Gp	Mimaks (fluid)	-	-	+
7	Adell 115	Noki(fluid)	+	-	+
8	Stabilo liner 808	Noki(pen)	-	-	+
9	Schneider tops 505	Noki(tape)	+	+	+
10	Faber castel supertechpoint1420	Daily 800(tape)	+	+	+

TabloXXV: Saman kağıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Saman kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Artline softline 1700	Mimaks (fluid)	+	+	+
2	Uniball signo Dx	Noki(fluid)	+	+	+
3	Faber castel povergel 1406	Noki(pen)	-	-	+
4	Uniball signo 207	Noki twingo(tape)	+	+	+
5	Slider schneider	Daily 808	+	+	+
6	Cellosmarline	Mimaks (fluid)	-	-	+
7	Uniball signo Dx	Noki(fluid)	+	-	+
8	Rollerball starge	Noki(pen)	-	-	-
9	Artline softline 1700	Noki twingo(tape)	+	+	+
10	Monami magnum	Daily 808(tape)	+	+	+

TabloXXVI: Senet kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Stabilo liner 808	Noki (fluid)	-	-	+
2	Pilot BPS-GP	Mimaks(fluid)	-	-	-
3	Cello impact	Noki(pen)	-	-	-
4	Monami line ball	Noki twingo (tape)	+	+	+
5	Faber castel super techpoint1420	Daily 800(tape)	+	+	+
6	Stabilo liner 808	Mimaks(fluid)	-	+	+
7	Pilot BPS-GP	Noki (fluid)	+	+	+
8	Schneider tops 505	Noki(pen)	-	-	-
9	Adel 115	Noki twingo (tape)	+	+	+
10	Faber castel super techpoint1420	Daily 800(tape)	+	+	+

TabloXXVII: Senet kağıdına jelpenle yazılıp kapatıcı ile çift yüzeyi kapatılan örneklerin analiz sonuçları (+) okunan örnekler (-) okunmayan örnekler

Senet kağıdı 1 ay					
No	Yazma kalemi	Karalama materyali	Forensic XP 4010	VSC	Forensic XP 4010 D
1	Rollerball stanger	Noki (fluid)	+	+	+
2	Cellosmartline	Mimaks(fluid)	- ⁴	-	-
3	Monami magnum	Noki(pen)	-	-	-
4	Artline softline 1700	Noki twingo (tape)	+	+	+
5	Uniball signo Dx	Daily 800(tape)	+	+	+
6	Uniball signo Dx	Noki(pen)	-	-	-
7	Artline softline 1700	Noki (fluid)	+	+	+
8	Faber castel povergel 1406	Mimaks(fluid)	+	-	+
9	Slider schneider	Daily 800(tape)	+	+	+
10	Uniball signo Dx	Noki twingo (tape)	+	+	+

4: şekil 1.14

Mavi tükenmez kalem ile yazılıp yine mavi tükenmez kalem ile karalanan yazılarda en yüksek okunma oranının Forensic XP 4010 D cihazı ile sağlandığı, VSC 2000 cihazı ile de buna yakın sonuçlar alındığı, bu iki cihazın karalanan yazıyı okunur hale getirme performanslarının Forensic XP 4010 cihazından daha üstün olduğu görülmüştür. Bu farklılık istatistiksel olarak ta anlamlıdır. Karalanan yazıyı kâğıt türlerine göre değerlendirmede ise çok belirgin bir farklılık gözlenmemiştir (Tablo 28,29,30).

Siyah tükenmez kalem ile yazılıp siyah tükenmez kalem ile karalanan yazılarda beyaz kâğıtta Forensic XP 4010 ile VSC 2000 arasında belirgin bir farklılık yokken, saman kâğıtta ve senet kâğıdında VSC 2000'in daha yüksek oranda okuma sağladığı görülmektedir. VSC 2000 ile Forensic XP 4010 D arasında senet kâğıdı ve saman kâğıdında belirgin bir farklılık yokken beyaz kâğıtta Forensic XP 4010 D cihazı istatistiksel olarak ta anlamlı olan bir üstünlük sağlamıştır(Tablo 31,32,33).

Mavi tükenmez kalem ile yazılıp mavi jelpen ile karalanan yazılarda her üç kâğıt türünde de VSC 2000 ile Forensic XP 4010 D 'nin belirgin olarak daha yüksek performans gösterdikleri belirlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak ta anlamlıdır. Her üç kâğıtta da en yüksek okuma

oranına Forensic XP 4010 D cihazının ulaştığı görülmektedir (Tablo 34,35,36).

Siyah tükenmez kalem ile yazılıp siyah jelpen ile karalanan yazılarda beyaz kâğıt ile senet kâğıdında VSC 2000 ile Forensic XP 4010 D, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde, belirgin olarak daha yüksek okunurluk oranı sağlamıştır. Saman kâğıtta ise Forensic XP 4010 D yüksek okuma oranı sağlarken Forensic XP 4010 ve VSC 2000 benzer okuma oranları göstermektedir (Tablo 37,38,39).

Mavi jelpen ile yazılıp yine mavi jelpen ile karalanan yazılarda VSC 2000 ile Forensic XP 4010 D'nin daha yüksek okunma oranı gösterdikleri belirlenmiştir (Tablo 40,41,42).

Siyah jelpen ile yazılıp yine siyah jelpen ile karalanan yazılarda her üç cihaz ve kâğıt türleri arasında okunurluk sağlama açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir (43,44,45).

Mavi jelpen ile yazılıp mavi tükenmez kalem ile karalanan yazılarda VSC 2000 ile Forensic XP 4010 D'nin gösterdiği yüksek oranda okunurluk, beyaz kâğıtta istatistiksel

olarak ta anlamlıdır, ancak saman kâğıdı ve senet kâğıdında cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığı ortaya koymamaktadır (Tablo 46,47,48).

Son olarak çalışılan siyah jelpen ile yazılıp siyah tükenmez kalem ile karalanan yazılarda Forensic XP 4010 ile VSC benzer oranlarda okunurluk sağlarken Forensic XP 4010 D ise tüm kâğıt türlerinde tama yakın okunurluk oranı göstermiştir (Tablo 49,50,51).

Kapatıcı ile üzeri kapatılan yazılarda yine mürekkebin rengi (mavi- siyah), mürekkebin türü (jelpen-tükenmez kalem) ve kâğıdın türü (beyaz kâğıt, saman kâğıdı, senet kâğıdı) farklılıkları açısından her üç cihazda okunurluk düzeyleri çalışılmıştır. Tüm değişkenlerde, her üç cihazında benzer okunurluk düzeyi gösterdikleri belirlenmiş olup sadece saman kâğıdında gerek tükenmez kalem gerekse de jelpen kalemle yazılan örnekler kapatıcı ile çift taraflı kapatıldığı durumlarda Forensic XP 4010 D'nin daha yüksek okunurluk sağladığı gözlenmiştir (Tablo : 52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62).

Tablo XXVIII: Beyaz kâğıda mavi tükenmez kalemle yazılıp, mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:29).

	Okunan oranı		Okunmayan oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	9	31	22	69
VSC 2000	17	59	12	41
Forensic XP 4010 D	19	66	10	34

χ^2 : 7.733, df:2, p<0.021

Tablo XXIX: Saman kağıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:29).

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	7	24	22	76
VSC 2000	18	62	11	38
Forensic XP4010 D	21	72	8	28

χ^2 :15.038, df:2, p<0.001

Tablo XXX: Senet kağıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 29)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	8	28	21	72
VSC 2000	18	62	11	38
Forensic XP 4010 D	19	66	10	34

χ^2 :10.219, df:2, p<0.006

Tablo XXXI: Beyaz kağıda siyah tükenmez kalemle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 25)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	12	48	13	52
VSC 2000	14	56	11	44
Forensic XP 4010 D	23	92	2	8

$\chi^2:12.127$, df:2, $p<0.002$

Tablo XXXII: Saman kağıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 25)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	12	48	13	52
VSC 2000	16	64	9	36
Forensic XP 4010 D	19	76	6	34

$\chi^2:4.217$, df:2, $p<0.121$

Tablo XXXIII: Senet kağıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 25)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	11	44	14	66
VSC 2000	14	56	11	44
Forensic XP 4010 D	17	68	8	32

$\chi^2: 2.922$, df:2, $p<0.232$

Tablo XXXIV: Beyaz kağıda mavi tükenmez kalemle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 29)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	21	23	79
VSC 2000	19	66	10	34
Forensic XP 4010 D	23	79	6	21

$\chi^2:22.029$, df:2, $p<0.000$

Tablo XXXV: Saman kağıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:29)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	21	23	79
VSC 2000	18	62	11	38
Forensic XP 4010 D	25	86	4	14

$\chi^2:25.885$, df:2, $p<0.000$

Tablo XXXVI: Senet kağıdına mavi tükenmez kalemle yazılıp mavi jelpenle kara örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:29)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	21	23	79
VSC 2000	19	66	10	34
Forensic XP 4010 D	23	79	6	21

$\chi^2:22.029$, df:2, $p<0.000$

Tablo XXXVII: Beyaz kağıda siyah tükenmez kalemle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:25)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	4	16	21	84
VSC 2000	11	44	14	56
Forensic XP 4010 D	17	68	8	32

$X^2:13.884$, df:2, $p<0.001$

Tablo XXXVIII: Saman kağıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:25)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	4	16	21	84
VSC 2000	5	20	20	80
Forensic XP 4010 D	21	84	4	16

$X^2:30.333$, df:2, $p<0.000$

Tablo XXXIX: Senet kağıdına siyah tükenmez kalemle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 25)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	3	12	22	88
VSC 2000	16	64	9	36
Forensic XP 4010 D	14	56	11	44

$X^2:15.909$, df:2, $p<0.000$

Tablo XL: Beyaz kağıda mavi jelpenle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 12)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	8	67	4	33
VSC 2000	11	92	1	8
Forensic XP 4010 D	11	92	1	8

χ^2 : 3.600, df:2, $p < 0,165$

Tablo XLI: Saman kağıdına mavi jelpenle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:12)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	8	67	4	33
VSC 2000	11	92	1	8
ForensicXP 4010 D	12	100	0	

χ^2 : 6.039, df:2, $p < 0.049$

Tablo XLII: Senet kağıdına mavi jelpenle yazılıp mavi jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:12)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	50	6	50
VSC 2000	10	83	2	17
Forensic XP 4010 D	11	92	1	8

χ^2 :6.222, df:2, $p < 0.045$

Tablo XLIII: Beyaz kağıda siyah jelpenle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n: 13)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	46	7	54
VSC 2000	7	54	6	46
Forensic XP 4010 D	10	77	3	23

$\chi^2:2.755$, df:2, $p<0,252$

Tablo XLIV: Saman kağıdına siyah jelpenle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:13)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	46	7	54
VSC 2000	7	54	6	46
Forensic XP 4010 D	9	69	4	31

$\chi^2:1.857$, df:2, $p<0.395$

Tablo XLV: Senet kağıdına siyah jelpenle yazılıp siyah jelpenle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:13)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	7	54	6	46
VSC 2000	6	46	7	54
Forensic XP 4010 D	9	69	4	31

$\chi^2:1.460$, df:2, $p<0.482$

Tablo XLVI: Beyaz kağıda mavi jelpenle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:12)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	9	75	3	25
VSC 2000	12	100	0	
Forensic XP 4010 D	12	100	0	

$\chi^2:6.545$, df:2, $p<0.038$

Tablo XLVII: Saman kağıdına mavi jelpenle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:12)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	9	75	3	25
VSC 2000	11	92	1	8
Forensic XP 4010 D	12	100	0	

$\chi^2:3.938$, df:2, $p<0.140$

Tablo XLVIII: Senet kağıdına mavi jelpenle yazılıp mavi tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:12)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	9	75	3	25
VSC 2000	10	83	2	17
Forensic XP 4010 D	12	100	0	

$\chi^2:3.252$, df:2, $p<0.197$

Tablo XLIX: Beyaz kağıda siyah jelpenle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:13)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	11	85	2	15
VSC 2000	10	77	3	23
Forensic XP 4010 D	13	100	0	

$\chi^2:3.212$, df:2, $p<0.201$

Tablo L: Saman kağıdına siyah jelpenle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:13)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	11	85	2	15
VSC 2000	11	85	2	15
Forensic XP 4010 D	11	85	2	15

$\chi^2:0.000$, df:2, $p<1.000$

Tablo LI: Senet kağıdına siyah jelpenle yazılıp siyah tükenmez kalemle karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:13)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	10	77	3	23
VSC 2000	9	69	4	31
Forensic XP 4010 D	13	92	0	8

$\chi^2:4.527$, df:2, $p<0.104$

Tablo LII: Beyaz kağıda tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	10	100	0	
VSC 2000	10	100	0	
Forensic XP 4010 D	10	100	0	

Tablo LIII: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	9	90	1	10
VSC 2000	9	90	1	10
Forensic XP 4010 D	9	90	1	10

$\chi^2: 0.000, df:2, p<1.000$

Tablo LIV: Saman kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	7	70	3	30
VSC 2000	7	70	3	30
Forensic XP 4010 D	8	80	2	20

$\chi^2:0.341, df:2, p<0.843$

Tablo LV: Saman kağıdına jelpenle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	10	100	0	
VSC 2000	10	100	0	
Forensic XP 4010 D	10	100	0	

Tablo LVI: Senet kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	8	80	2	20
VSC 2000	10	100	0	
Forensic XP 4010 D	10	100	0	

χ^2 : 4.286, df:2, $p < 0.117$

Tablo LVII: Senet kağıdına jelpenle yazılıp kapaticılarla tek yüzeyi karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	10	100	0	
VSC 2000	10	100	0	
Forensic XP 4010 D	10	100	0	

Tablo LVIII: Beyaz kağıda tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla çift taraflı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	7	70	3	30
VSC 2000	7	70	3	30
Forensic XP 4010 D	8	80	2	20

$\chi^2:0.341$, df:2, $p<0.843$

Tablo LIX: Beyaz kağıda jelpenle yazılıp kapaticılarla çift taraflı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	60	4	40
VSC 2000	6	60	4	40
Forensic XP 4010 D	6	60	4	40

$\chi^2:0.000$, df:2, $p<1.000$

Tablo LX: Saman kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapaticılarla çift taraflı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	6	60	4	40
VSC 2000	5	50	5	50
Forensic XP 4010 D	9	90	1	10

$\chi^2:3.900$, df:2, $p<0.142$

Tablo LXI: Saman kağıdına jel penle yazılıp kapatıcılarla çift taraflı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	7	70	3	30
VSC 2000	6	60	4	40
Forensic XP 4010 D	9	90	1	10

$X^2:2.386$, df:2, $p<0.303$

Tablo LXII: Senet kağıdına tükenmez kalemle yazılıp kapatıcılarla çift taraflı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

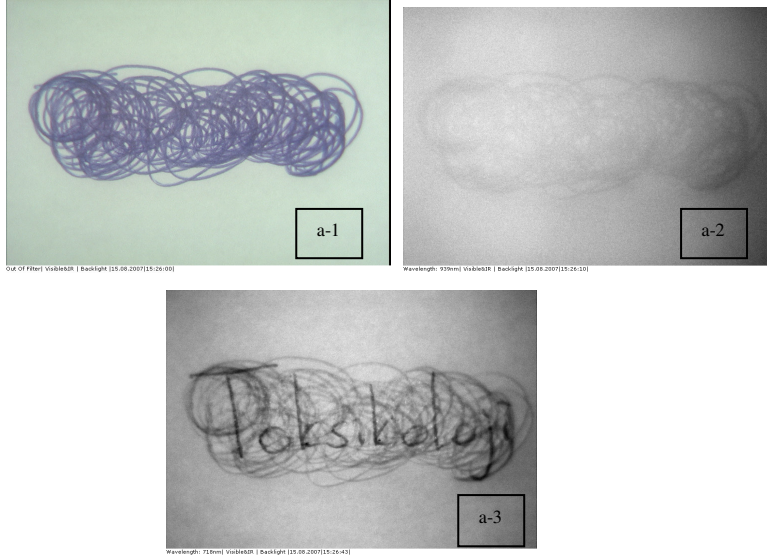
	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	5	50	5	50
VSC 2000	6	60	4	40
Forensic XP 4010 D	7	70	3	30

$X^2:0.833$, df:2, $p<0.659$

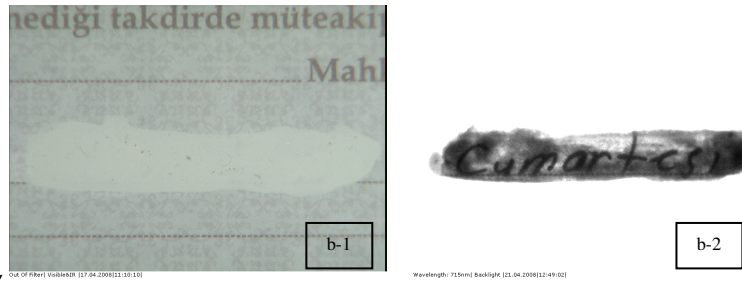
Tablo LXIII: Senet kağıdına jel penle yazılıp kapatıcılarla çift taraflı karalanan örneklerin istatistiksel sonuç tablosu (n:10)

	Okunan Oranı		Okunmayan Oranı	
	n	%	n	%
Forensic XP 4010	7	70	3	30
VSC 2000	6	60	4	40
Forensic XP 4010 D	7	70	3	30

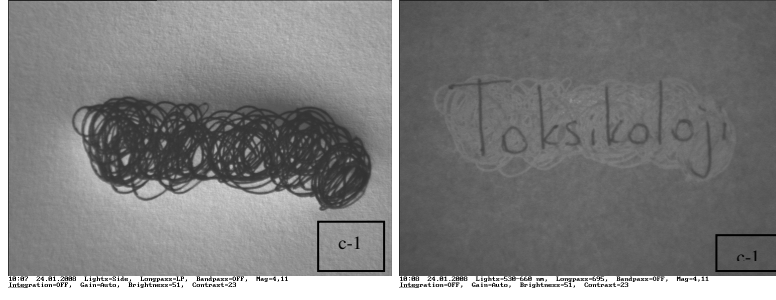
$X^2:0.300$, df:2, $p<0,861$



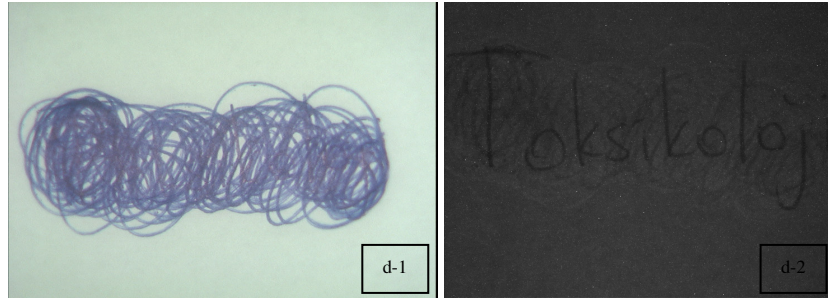
Şekil 1.13: Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp tükenmez kalemle karalanan 7 nolu örneğin Forensic XP 4010 cihazında incelenmesi sonucu elde edilen görüntüler (a-1:örneğin çıplak gözle görünümü, a-2:örneğin 900 nm deki görünümü, a-3: örneğin 718 nm deki görünümü).



Şekil 1.14: Senet kâğıdına jelpenle yazılıp kapatici ile çift yüzeyi kapatılan 2 nolu örneğin Forensic XP 4010 cihazında incelenmesi sonucu elde edilen görüntüler (b-1: örneğin çıplak gözle görünümü, b-2:örneğin 715 nm deki görünümü).



Şekil 1.15: Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp tükenmez kalemle karalanan 17a nolu örneğin VSC 2000 cihazında incelenmesi sonucu elde edilen görüntüler (c-1:örneğin çıplak gözle görünümü, c-2: örneğin 685 nm deki görünümü).



Şekil 1.16: Beyaz kâğıda tükenmez kalemle yazılıp tükenmez kalemle karalanan 5 nolu örneğin Forensic XP 4010 D cihazında incelenmesi sonucu elde edilen görüntüler (d-1:örneğin çıplak gözle görünümü, d-2: örneğin 710 nm deki görünümü).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Belge inceleme alanında yapılan çalışmalarda uzmanın mesleki deneyimi ön planda olmakla birlikte, donanımlı bir belge inceleme laboratuvarının da mutlaka var olması gereklidir. Donanımlı bir belge inceleme laboratuvarında bulunması gereken cihazlardan birisi de spektral analiz cihazlarıdır. Bu cihazların etkinliğini değerlendirmek için yapılan bu çalışmada Forensic XP 4010, VSC 2000 ve Forensic XP 4010 D gibi spektral ve hiperspektral analiz ile çalışan cihazlar, mürekkep rengi (mavi- siyah), mürekkep türü(jelpen-tükenmez kalem), süre (1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra karalanan) ve kâğıt türlerine (beyaz kâğıt, saman kâğıdı, senet kâğıdı) göre üzerleri karalanmış veya kapatıcı ile kapatılmış yazılarda okunurluğu sağlama açısından değerlendirilmiştir. Her üç cihazda da okunurluk sağlama açısından süreye bağlı bir değişkenlik gözlenmemiş olup; yazının bir gün, bir hafta ve bir ay sonra üzerinin karalanmasının veya kapatılmasının etkili bir faktör olmadığı sonucuna varılmıştır.

Mürekkep açısından yapılan değerlendirmede siyah tükenmez kalem ile oluşturulan karalamaların mavi tükenmez

kalemlere göre daha yüksek oranda okunur hale getirildiği gözlenmiştir.

Cihazlar açısından okunurluk oranı sağlama etkinliğinin değerlendirilmesinde Forensic XP 4010 ile de yüksek okunurluk oranları sağlanmış olmakla birlikte Forensic XP 4010 D hiper spektral analiz cihazının daha yüksek okunurluk oranları sağladığı, VSC 2000 cihazı ile de buna yakın sonuçlar alındığı görülmektedir.

VSC 2000 cihazı mavi mürekkeplerde Forensic XP 4010 D'ye yakın bir grafik izlese de siyah mürekkeplerin incelenmesinde beyaz kâğıt ve saman kâğıdında yapılan incelemelerde Forensic XP 4010 D'nin istatistiksel olarak ta anlamlı olan bir üstünlük sağladığı görülmektedir.

Bu çalışma, her üç cihazın belge inceleme alanına ilişkin analizlerde birlikte kullanıldığı ilk çalışma olup literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısı ile kıyaslamalı bir değerlendirme yapılamamıştır.

Demir ağ(2000) tarafından benzer bir konuda yapılan çalışmada video spektral yöntemlerin adli amaçlı belge

inceleme çalışmalarında %83 oranında başarılı olduğu vurgulanmıştır. Hına Ayub ve Diana Williams (2006) tarafından yapılan çalışmada; mürekkeple yazılıp mürekkeple karalanan yazıların geleneksel yöntemlerle uygun şekilde görselleştirilemezken hiperspektral yöntemlerle yapılan incelemelerde başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.

Geleneksel yöntemlerle hiç bir alet ve cihaz kullanmadan yapılan incelemelerle karalanan yazıların tespit edilemeyeceği bir gerçektir. Hiperspektral ve spektral inceleme yapan cihazların belge inceleme laboratuvarlarında bulundurulma zorunluluğunu göstermektedir.

Adli olarak veya bireysel başvurular sonucunda incelenen belgeler genellikle tarafların veya mahkemenin elinde bulunan tek ispat materyali olduğu için inceleme yöntemlerinin belgelere zarar vermemesi oldukça önemli bir husustur. Bu bağlamda spektral ve hiperspektral yöntemlerin belge inceleme alanında kullanılması incelenen belgelerin korunması açısından bir avantaj sağlamaktadır.

Videospektral ve hiperspektral yöntemlerle elde edilen bulguların objektif olması, görsel olarak rapora eklenebilmesi ve belgeye zarar vermediği için incelemenin tekrar yapılmasına

imkân vermesi nedeniyle sonuçların kanıtlanabilir olması bu cihazların sağladığı diğer bir avantajdır.

Sonuç olarak; belge inceleme laboratuvarında mutlaka bulunması gereken cihazlar arasında yer alan spektral analiz cihazları özellikle tahrif edilmiş belgelerde çok aktif olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda bu cihazların, üzeri karalanmış yazılarda okunurluk sağlama düzeyleri değerlendirilmiş olup, her üç cihazında yüksek oranda okunurluk sağladığı, bu oranların VSC 2000 ve Forensic XP 4010 D cihazlarında daha yüksek olduğu, tükenmez kalemle kıyasla jelpende, mavi renge kıyasla siyah mürekkepte daha yüksek oranlarda okunurluk düzeyi olduğu, kapaticılarla kapatılmış yazılarda da yüksek okunurluk düzeyi sağlandığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmanın sonucunda spektral yöntemlerin üzeri karalanmış yazıların görünür hale getirilmesinde % 16 ile % 100 oranında başarılı olduğu görülmüştür. Bu oran mürekkep türü, rengi ve kâğıt türüne göre farklılık göstermektedir.

Bu cihazların kullanımının belge inceleme uzmanı ile belge inceleme laboratuvarının başarı düzeyini oldukça artıracığı, rapora yansıtılacak gerekçe ve görsel destek ile

bilimsellik ve nesnellik açısından oldukça etkin sonuçlar doğuracağı kanaatine varılmıştır.

5. ÖZET

Bu çalışmada belge inceleme alanında kullanılan spektral inceleme yöntemlerinin üzeri karalanmış yazılarda; kapaticılar, mürekkep türü, mürekkep rengi, kâğıt türü, süre gibi değişkenler kullanılarak etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Adli belge inceleme alanında kullanılan ve spektral analiz yöntemi ile çalışan Forensic XP 4010, Forensic XP 4010 D ve VSC 2000 cihazlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi amacı ile markası ve modeli bilinen 29 adet mavi 25 adet siyah tükenmez kalem, 12 adet mavi 13 adet siyah jel kalem ve kapaticılar ile saman kâğıdı, beyaz kâğıt ve senet kâğıdı temin edilerek kullanılmıştır. Beyaz kâğıdı, saman kâğıdı ve senet kâğıdı üzerine yazılan yazılar; 1 gün, 1 hafta ve 1 ay sonra kapaticılar ile kapatılmıştır. Daha sonra hazırlanan bu örnekler Forensic XP 4010, Forensic XP 4010 D ve VSC 2000 cihazlarında incelenmiştir.

Sonuç olarak spektral yöntemlerin üzeri karalanmış yazıların görünür hale getirilmesinde % 16 ile % 100 oranında

başarılı olduğu görülmüştür. Bu oran mürekkep türü, rengi ve kâğıt türüne göre farklılık göstermektedir.

Bu cihazların kullanımının belge inceleme uzmanı ile belge inceleme laboratuavrlarının başarı düzeyini oldukça artıracığı, rapora yansıtılacak gerekçe ve görsel destek ile bilimsellik ve nesnellik açısından oldukça etkin sonuçlar doğuracağı kanaatine varılmıştır.

6. SUMMARY

In this study, it is aimed to determine the effectiveness by means of using the variables such as the correction fluids, ink type, ink color, paper type, period in obliterated writing on of the spectral examination methods which are used in the document examination area.

29 blue and 25 black ballpoint pens, 12 blue and 13 black gelpens and corrections fluid, blue print paper, white paper and deposit slip with the known brand marks and models are provided for the purpose of the comparative examination of the equipment Forensic XP 4010, Forensic XP 4010 D and VSC 2000 which are operated by means of the spectral analysis method and used in the forensic document examination area. The writings which are written on the white paper, blue print paper, and deposit slip are coverobliterated by ink however a different group covered with the corrections fluid after 1 day, 1 week and 1 month. After that, these examples prepared are examined by means of the Forensic XP 4010, Forensic XP 4010 D and VSC 2000.

As a result, it is seen that it is achieved 16- 100 % success in making visible the obliterated writings which are scrubbed by means of the spectral methods. This ratio changes due to paper type, ink type, ink color and period.

It is concluded that the success level of the document examination laboratories will increase with the document examination expert of the usage of these equipments, and considerably effective results will be reached in terms of the scientific approach and objectivity with the ground and visual support to be reflected on the report.

7. KAYNAKLAR

- 1- Altınışik, M.,Spektroskopik Analiz Yöntemleri. Erişim:(www.mustafaaltinisik.org.uk/45-uzm-02.pdf), Erişim Tarihi: 15.12.2007.
- 2- Ayub, H., Williams, D., (2006)The Role of Hyperspectral Imaging in the Visualization of Obliterated Writings. Erişim: (<http://meetings.aps.org/link/BAPS.2006.MAR.R9.6>) Erişim Tarihi: 05.02.2008.
- 3- Bardakçı, B., (2004) Delikli Ortamlarda Adsorbe Edilmiş Maddelerin Fourier Dönüşümlü Kırmızı Altı Spektroskopisi ile İncelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Isparta
- 4- Baş, İ.H., (2006) Bazı Hofmann Tipi Konak-Konuk Bileşiklerinin Kırmızı Altı Spektroskopisi ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 5- Bülbül, S., (2005) Şüpheli Belge İncelemelerinde Kullanılan Spektroskopik Yöntemlerin karşılaştırmalı İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara üniversitesi Sağlık Bilimleri enstitüsü Adli Tıp Anabilimdalı,Ankara

- 6- Cantu, A. A., Jeffrey, D. W., Gerald M. L., (2004) 'Differentiation of Black Gel İnks Using Optical and chemical TechniQues'. Journal of Forensice science, 49 (2):364-370.
- 7- Correction Fluid. Erişim: <http://www.madehow.com/index.html>, Erişim Tarihi:13.02.2008
- 8- akır, İ., (2007), Adli Belge İncelemesi Alanında Kullanılan Cihazların alışma Prensipleri ve Pratikte Kullanımı, Adli Bilimlerde El Yazısı ve İmza İncelemeleri (Aşıcıoğlu, F.edt), s: 46-67, Öner Matbaacılık, İstanbul.
- 9- Çalı, H.H., (2007). 'Boya ve Mürekkep Analizi'. ağın Polisi Dergisi, 60:60-62.
- 10- ınar,T., (2005) El Yazısı ve İmza İncelemeleri, Adli Belge İncelemesi (Aşıcıoğlu, F. edt), s: 78,Beta Basım Yayım Dağıtım A.ř., İstanbul.
- 11- Demirağ,M.,(2000)Adli Doküman İncelemede klasik Yöntemlerle Videospektral Yöntemlerin Uygulanmasının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi,Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Adli Tıp Anabilim Dalı,Ankara.

- 12- Duyar, Ö., Tam Yansıtıcı ve Tam Yansıtılmayan Çok Katlı Optik İnce Filimlerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu, Erişim: ([www.physics.metu.edu.tr/yymf13/eskiler/YMF 10 sun. pdf](http://www.physics.metu.edu.tr/yymf13/eskiler/YMF_10_sun.pdf)) Erişim Tarihi: 17.04.2008
- 13- Egan, J. M., (2005) Forensic Analysis of Black Ballpoint Pen İns Using Capillary Electrophoresis, Forensic science communication, volume:7, No:3.
- 14- Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Erişim:<http://www.biltek.tubitak.gov.tr/sandik/gsm.pdf>, Erişim tarihi: 17.12.2007
- 15- Elektromanyetik Spektrum, Erişim: ([http:// atlas.cc.itu.edu.tr/~goksel/dersler/rs/lecture0102_CG.pdf](http://atlas.cc.itu.edu.tr/~goksel/dersler/rs/lecture0102_CG.pdf)). Erişim Tarihi: 17.12.2007
- 16- Elektromanyetik Spektrum ve Görünen Dalgalar. Erişim : (<http://www.onlinefizik.com>) Erişim Tarihi: 17.12.2007.
- 17- Ellen, D.(1997) The Scientific Examination of Documents Methods and Techniques, 2nd edition, Taylor & Francis, Bristol, pp.107.
- 18- Forensic XP 4010 D The New System for Forensic Document Examination. Erişim: <http://www.uekae.tubitak.gov.tr>, Erişim Tarihi:15.02.2008.

- 19- Forensic XP 4010 Doküman İnceleme Cihazı. Erişim: <http://www.uekae.tubitak.gov.tr>. Erişim Tarihi:15.02.2008.
- 20- Forensic XP 4010 D kullanım kılavuzu.
- 21- Gregg, M. M., Advances in Document Examination: The Videospectral Comperator 2000. Erişim : <http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/oct1999/mokrzyck.htm>
Erişim Tarihi: 31.05.2008.
- 22- Gündüz, T., (1992) "Enstrumental Analiz"., A.Ü. Fen Fakültesi Yayınları, Ankara, 12, pp:85
- 23- Hacızade, F., Bektaş, G., Kayahan, E., Görüntü Spektroskopisi Cihazının Sivil Amaçlı Kullanımı, Ulusal Optik, Elektro-optik ve Fotonik Çalışma Toplantısı, 12.12.2005, Bilkent Üniversitesi, Ankara.
- 24- Hacızade, F., (2007) Belge İnceleme Alanında Mevcut Sistemler ile Hiperspektral Görüntüleme Teknolojisinin Karşılaştırılması,seminer notu.
- 25- Hacızade, F., 'Multi- and Hyperspectral Imaging Technique - New Possibilities in Document Examination.'. Erişim: http://www.sciencegl.com/Forensic/hyperspectrum_document/EDEWG_2006_hyperspectrum.pdf Erişim Tarihi:15.02.2008.

- 26- Haman, S, (1989) İnfrared Spektroskopy Yöntemi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, s: 4239-240.
- 27- Hilton, O., (1993) 'Scientific Examination of Questioned Documents'. Washington D.C CRC pres, ,33- 40.
- 28- Hilton, O., (1993). 'Scientific Examination of Questioned Documents'. Washington D.C CRC pres, , 117-120.
- 29- Huang, H., YU,H.,Xu;H.,Ying, Y. , (2008). 'Near İnfrared Spectroscopy for on/in-line Monitoring of Quality in Foods and Beverages: A Review'. Journal of Food Engineering,Volum: 87 303-313.
- 30- Hyperspectral Imaging and Processing in Forensic Document Analysis. Erişim: (<http://meetings.aps.org/Meeting/MAR06/event/43696>) Erişim tarihi: 05.02.2008.
- 31- Işığın Madde ile Etkileşimi. Erişim: http://www.istanbul.edu.tr/fen/mbg/nazli_ar_dosyalar/ders/MBKY-II-2.ders.ppt) Erişim Tarihi: 25.03.2008.
- 32- kher, A. M., M. Green, E. Reedy, B., (2006) 'Forensic Classification of Ballpoint Pen İnks Using High Performance Liquid Chromatography and İnfrared Spectroscopy with Principal Components Analysis and Linear Discriminant Analysis'. Science Direct, 40:270-277.

- 33- Levinson, J., (2001) 'Questioned Documents A Lawyer's Handbook'. London: Academic pres, pp:138-139.
- 34- Maldondo, H. I., Sierra, A. H., (1992) Cryon Obliteration Over Ballpoint Pen Writing. Journal of Forensice Sciences, vol: 37,No:6 pp.1679-1683.
- 35- Morsy, F. A., El-sherbiny, S., I., Avadalla, M., (2005). 'A Systematic Approach to Egyptian Ballpoint İnk Analysis for Forensic Science Application'. Forensic Science Journal, 4:1-13.
- 36- Renk Bilgisi, Erişim: (<http://areltasarimbasmim.blogcu.com/4783020/>), Erişim Tarihi: 25.04.2008.
- 37- San, T., Hiperspektral Uydu Görüntülerinin Yer Bilimlerinde uygulanması. Erişim: (<http://www.jmo.org.tr>) Erişim Tarihi: 18.02.2008.
- 38- Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., (2007),Spektrometrik Yöntemlere Giriş, Ensrümental Analiz Yöntemleri (Kılıç,E.çev. edt.), s:116-41, Bilim Yayıncılık,Ankara.
- 39- Şener, D., (2006). 'Sol-Gel Yöntemiyle Hazırlanan Metal Oksit İnce Filmlerin Elektiriksel, Yapısal ve Optiksel özelliklerinin İncelenmesi'. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- 40- Thanasoulas, N.,C., Pariris, A., N., Evmiridis, N., P., (2003) Multivariate Chemometrics for the Forensic Discrimination of Blue Ballpoint Pen Inks Based on Their Vis Spectra, *Forensic Science International* 138, pp:75-84.
- 41- Ultraviyole ve Görünür Bölge Moleküler Absorbsiyon Spektroskopisi'. Erişim:www. kimya mühendisi.com, Erişim Tarihi: 10.12.2007.
- 42- Uzun, N., (2002). 'El Dominansı ve Adli Belge İncelemesi Açısından Önemi, '. *Yeni symposium*, 40 (1):3-9.
- 43- Waggoner, L., R. . (1987). ' Examination of Correction Fluid Obliteration'. *Journal of Forensic Science*,, 32 (2):1-4.
- 44- Waggoner, L., R.,Spradlin,W. , (1983). 'Obliterated Writing- An Anconventionel Approach'. *Journal of Forensic Science*,, 28 (3):.686-691.
- 45- Weyermann, C., Marquis, R., Mazzella, W. and Spengler, B., (2007). 'Differentiation of Blue Ballpoint Pen Inks by Laser Desorption Ionization Mass Spectrometry and High-Performance Thin-layer Chromatography'. *J. Forensic Sci.*, 52 (1):216-220.
- 46- Wilson, J. D., LaPorte, G. M. and Cantu, A. A., (2004) 'Differentiation of Black Gel Inks Using Optical and Chemical Techniques'. *J. Forensic Sci.*, 49 (2):364-370.

- 47- www.science.uts.edu.au. Erişim Tarihi: 25.05.2008.
- 48- Yılmaz, R., Koç, S., (2006) 'Adli Belge İncelemeciliğinin Dünyadaki Tarihsel Gelişimi I'. Türkiye klinikleri, 3:72-78.
- 49- http://enews.spo.go.kr/main/php/search_view.php?idx=101.
- 50- <http://www.fenokulu.net/isikci9.jpg>.
- 51- http://www.kameraarkasi.org/light/terminoloji/kirilma_04.jpg.