

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ADLI TIP ENSTİTÜSÜ**

Danışman: Prof Dr. M.Fatih Yavuz

**EL YAZISI VE İMZA İNCELEMELERİNDE
KESİŞEN ÇİZGİLERİN YAZILMA SIRASININ
BELİRLENMESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

Nurcan Hamzaoğlu M.A

İSTANBUL-2016

İstanbul, 14 Mart 2016

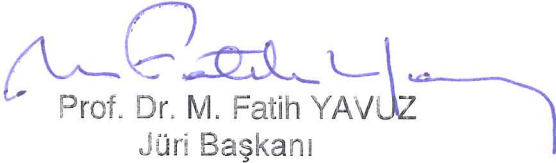
İ.Ü. ADLİ TIP ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
SOSYAL BİLİMLER ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA


Lisansüstü Öğretim Yönetmeliğinin 50.maddesi uyarınca Enstitünüz Sosyal Bilimler Anabilim Dalı'nın doktora öğrencisi Nurcan HAMZAOĞLU' nun

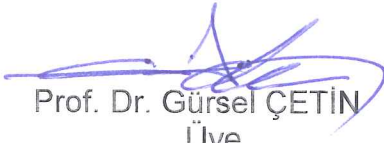
“El Yazısı ve İmza İncelemelerinde Kesişen Çizgilerin Yazılma Sırasının Belirlenmesi”

Adlı tezi jürimizce tetkik edilmiş ve kendisine tez savunması yaptırılmıştır.

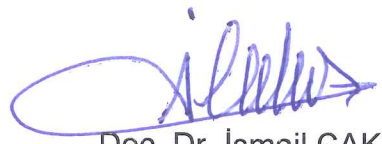
Yukarıda adı geçen tezin ve tez savunmasının kabul edilmesine oy birliğiyle karar verilmiştir.


Prof. Dr. M. Fatih YAVUZ
Jüri Başkanı
Danışman


Prof. Dr. H. Bülent ÜNER
Üye


Prof. Dr. Gürsel ÇETİN
Üye


Prof. Dr. Erdem ÖZKARA
Üye


Doç. Dr. İsmail ÇAKIR
Üye

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Nurcan Hamzaoglu



ÖNSÖZ

Adli Tıp Enstitüsündeki ilk günümünden itibaren bana bilgi, tecrübe ve yönlendirmeleri ile yol gösteren, bana pek çok açıdan farkındalıklar kazandıran, bugünlere gelmemde emeğini esirgemeyen her konuda her zaman bana destek olan tez danışmanım Prof Dr. M.Fatih Yavuz'a;

Tez çalışmam süresince bana yol gösteren, katkılarını esirgemeyen hocalarım Doç.Dr. İsmail Çakır ve Prof. Dr. Bülent Üner'e;

Çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen Dr Giray Yavuz'a;

Motivasyonumu her zaman en üst düzeyde tutmamı sağlayan, fikirleri ile bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma ve her zaman, her konuda büyük desteğini gördüğüm aileme;

Bu çalışmayı gerçekleştirebilmem için bana belge inceleme laboratuvarında çalışma imkanı sağlayan İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Müdürlüğüne sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	İİ
ÖNSÖZ	İİİ
İÇİNDEKİLER	İV
TABLolar LİSTESİ.....	Vİ
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	Vİİ
ÖZET	Vİİİ
SUMMARY.....	X
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Adli Belge İnceleme Alanında Kullanılan Cihaz ve Yöntemler.....	4
2.1.1. Mikroskoplar	5
2.1.1.1. Stereo Mikroskop	5
2.1.2. Fourier Transform İnfrared Spektroskopi (FTIR) Atenuated Total Reflectance	6
2.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM -Scanning Electron Microscope)	8
2.1.4. Video Spektral Yöntemler	9
2.1.5. Diğer Cihaz ve Yöntemler	12
2.2. Mürekkepler	13
2.2.1. Tükenmez Kalem Mürekkeplerinin Yapısı.....	14
2.2.2. Jel Pen Mürekkeplerinin Yapısı	15
2.2.3. Toner	15
2.3. Lazer Yazıcılar	16
2.4. İnkjet Yazıcılar.....	17
2.4.1. Isı Püskürtmeli Yazıcılar.....	18
2.4.2. Piezoelektrik Püskürtmeli Yazıcılar.....	18
2.4.3. Sürekli püskürtmeli yazıcılar	18

2.5. Kağıt.....	19
2.5.1. .Kağıdın Fiziksel Özellikleri.....	21
2.5.2. Kağıdın Optik Özellikleri.....	22
2.6. Kesişen Çizgiler.....	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
4. BULGULAR.....	29
5. TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ.....	58
7. KAYNAKLAR.....	59

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo I: İnkjet, lazer printer ve tükenmez kalem kesişmesi ile oluşturulan heterojen örneklerin uzmanlar tarafından sadece lup kullanılarak yapılan inceleme sonuçları.	32
Tablo II : Tükenmez kalem ve tükenmez kalem mürekkebi kesişmesi ile oluşturulan homojen örneklerin uzmanlar tarafından sadece lup kullanılarak yapılan inceleme sonuçları.....	33
Tablo III: İnkjet, lazer printer ve Tükenmez kalem kesişmesi ile oluşturulan heterojen örneklerin stereo mikroskop ile inceleme sonuçları.	34
Tablo IV: Tükenmez kalem ve Tükenmez kalem kesişmesi ile oluşturulan homojen örneklerin stereo mikroskop ile inceleme sonuçları.	35
Tablo VI: Belge inceleme uzmanı 1- örnek değerlendirme sonuçları	42
Tablo VII: Belge inceleme uzmanı 2 –örnek değerlendirme sonuçları	42
Tablo VIII: Belge inceleme uzmanı 3- örnek değerlendirme sonuçları	43
Tablo IX: Belge inceleme uzmanı 4- örnek değerlendirme sonuçları	43
Tablo X: Belge inceleme uzmanı 5- örnek değerlendirme sonuçları	44
Tablo XI: Belge inceleme uzmanı 6- örnek değerlendirme sonuçları.....	44
Tablo XII: Belge inceleme uzmanı 7 -örnek değerlendirme sonuçları.....	45
Tablo XIII: Belge inceleme uzmanı 8- örnek değerlendirme sonuçları	45
Tablo XIV: Belge inceleme uzmanı 9- örnek değerlendirme sonuçları	46
Tablo XV: Belge inceleme uzmanı 10- örnek değerlendirme sonuçlar.....	46
Tablo XVI: Belge inceleme uzmanı 11- örnek değerlendirme sonuçları	47
Tablo XVII: Belge inceleme uzmanı 12 -örnek değerlendirme sonuçları.....	47
Tablo XVIII: Belge inceleme uzmanı 13- örnek değerlendirme sonuçları	48
Tablo XIX: Belge inceleme uzmanı 14- örnek değerlendirme sonuçları	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: FTIR Spektroskopisi Çalışma Prensibi (15).....	8
Şekil 2: Mavi tükenmez kalem çizgisi üstte HP lazer printer yazısı altta.....	36
Şekil 3: Mavi tükenmez kalem çizgisi altta HP lazer printer yazısı üstte.....	36
Şekil 4: Siyah tükenmez kalem çizgisi üstte HP lazer printer yazısı altta.....	37
Şekil 5: Siyah tükenmez kalem çizgisi altta HP lazer printer yazısı üstte.....	37
Şekil 6: Mavi tükenmez kalem çizgisi üstte ink jet printer yazısı altta.....	38
Şekil 7: Mavi tükenmez kalem çizgisi altta ink jet printer yazısı üstte.....	38
Şekil 8: Siyah tükenmez kalem çizgisi üstte ink jet printer yazısı altta.....	39
Şekil 9: Siyah tükenmez kalem çizgisi altta İnk jet printer yazısı üstte.....	39
Şekil 10: Siyah tükenmez kalem çizgisi altta mavi tükenmez kalem çizgisi üstte.....	40
Şekil 11: Siyah tükenmez kalem çizgisi üstte mavi tükenmez kalem çizgisi altta.....	40
Şekil 12: Siyah tükenmez kalem kesişmesi.....	41
Şekil 13: Mavi tükenmez kalem kesişmesi.....	41

ÖZET

Belgede yazma gereçleri kullanılarak oluşturulan ve kesişen iki yazının oluşturulma sırasının belirlenmesi, birçok olayda sadece yeterli kesinlikte olmayan subjektif bulguların elde edilebilmesi nedeni ile hala en zorlu belge inceleme problemlerinden biridir ve adli sistemde önemli bir rol oynamaktadır.

Kesişen çizgilerin kronolojik sırasının araştırılması için uzmanlar tarafından kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Kullanılan bu tekniklerin çoğu optik inceleme ve fiziksel karakteristiklerin gözlenmesine dayanmaktadır.

Bu çalışmada hem aynı tür (tükenmez kalem) mürekkep (homojen) hem de farklı tür (tükenmez kalem/inkjet-lazer yazıcı) mürekkeplerle (heterojen) oluşturulmuş kesişmelerde stereo mikroskobun ne kadar etkin şekilde kullanılabileceği araştırılmıştır.

Kesişen çizgilerin alt-üst ilişkisinin belirlenmesi ile çizgilerin oluşturulma zamanının tespitinde stereo mikroskobun etkinliğini tespit etmek amacıyla 3 ayrı siyah tükenmez kalem 3 ayrı mavi tükenmez kalem, lazer yazıcı ve inkjet yazıcı kullanılarak hazırlanan homojen ve heterojen kesişen çizgi örnekleri ondört deneyimli belge inceleme uzmanı tarafından kendi kullandıkları yöntemler ile; üç belge inceleme uzmanı tarafından da stereo mikroskop ile incelenmiştir.

On dört belge inceleme uzmanları tarafından lup ile yapılan incelemelerde; lazer yazıcı ve inkjet yazıcı baskısı ile mürekkep çizgilerinin kesiştiği heterojen örneklerde toplam doğru tespit oranı % 33 ile % 83 arasında değişmekte olup ortalama tespit oranı % 60'tır. Siyah ve mavi tükenmez kalemler ile oluşturulan homojen örneklerde ise kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesinde doğru tespit oranları oldukça düşük bulunmuştur. Ortalama doğru tespit oranı % 43'tür.

Aynı örneklerde üç adli belge inceleme uzmanı tarafından stereo mikroskopla yapılan incelemede; mavi ve siyah tükenmez kalem ile oluşturulan homojen kesişmelerde genel doğru tespit oranı % 50 iken, siyah ve mavi tükenmez kalem ile ink jet veya lazer yazıcı baskısı ile oluşturulan heterojen kesişmelerde % 100'e varan doğru tespit oranları görülmüştür. Genel doğru tespit ortalaması % 94'tür.

Sonuç olarak; tükenmez kalem ile yazıcı baskısından oluşan heterojen kesişmelerde stereo mikroskopla oluşturulma sırasının yeterli ve etkin bir şekilde belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Stereo mikroskop, Kesişen çizgiler, Belge inceleme

SUMMARY

Determining the sequence of crossing line created using the writing tools on the document and that are crossing is one of the most difficult document examination methods as only subjective findings can be achieved in many cases rather than the sufficient, accurate data and this method also plays an important role in the judiciary system.

There are several methods used by the experts to research the chronological order of the crossing lines. Many of these techniques used are based on the optical examination and observation of the physical characteristics.

In this study, how effectively the stereo microscopes can be used in the crossings created using both the same kind of (ballpoint pen) ink (homogeneous) and different types of (pen/inkjet-laser printer) inks (heterogeneous).

In order to decide the effectiveness of the stereo microscope in detecting the upside-down relation of the crossing lines and the time of the formation for these lines, homogeneous and heterogeneous crossing line samples prepared by using 3 different black ballpoint pens, 3 different blue ballpoint pens, laser printer and inkjet printer are analyzed by fourteen experienced document examination experts via their own methods and by three document examination experts using stereo microscope.

In the examinations conducted by fourteen document examination experts with loop; the total line detection rate in the heterogeneous samples where the laser printer and inkjet printer prints and the ink lines are crossing changes between 33% and 83%, and the average detection rate is 60%. However, in the homogeneous samples created with black and blue ballpoint pens, line detection rates were found to be significantly low in determining the order of the crossing lines. Average line detection rate is 43%.

In the same samples, an examination was carried out by three document examination experts using stereo microscope; while the line detection rate was 50% in the homogeneous crossings created using blue and black ballpoint pen, line detection rates were observed to reach even 100% in the heterogeneous crossings created by Black and blue ballpoint pen and ink jet or laser printer prints. Overall average line detection was found to be 94%.

Consequently, it was decided that the formation order by stereo microscope can be capably and effectively determined in the heterogeneous crossings consisting of ballpoint pen and printer print.

Keywords: Stereo microscope, Crossing lines, Document examination

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Adli belge inceleme; Adi Bilimler alanında, belgeler üzerinde yapılan sahteciliklerin çeşitli inceleme yöntemleri kullanılarak tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmaları ifade etmektedir. Adli belge incelemesi; kişiler veya kurumlar arasında anlaşmazlık yaratan, gerçekliği sorgulanan, herhangi bir şekilde hile veya aldatma yolu ile tahrif edilmiş yazılı ve basılı belgeler üzerinde inceleme, karşılaştırma ve saptamalar yaparak hukuka ve hukuki mercilere yardımda bulunan bilim alanıdır ve Adli Bilimlerin temel dallarından biridir (57,65). Amerikan Adli Belge İncelemeciler Üst Kurulu'nun ABFDE-American Board of Forensic Document Examiners) tanımlamasına göre ise; adli belge incelemesi hukuki amaçlarla belge inceleme konularının uygulamalarını yapar. El yazısı ve imzaların aidiyetlerinin belirlenmesi, imzaların güvenilirliği, belgelerde yapılan değişiklikler, mürekkep ve kağıt analizi, fotokopi materyali, yazı enstrümanları ve belgeler ile ilgili diğer sahteciliklerin veya aidiyetlerin tespiti konularını içerir (1).

Belge inceleme uzmanları belgeler üzerinde yapılan sahtecilikleri belirlemek için çeşitli yöntemlerden yararlanır. İnceleme konusu belgeler öncelikle görsel olarak büyüteç veya mikroskopik inceleme ile değerlendirilir. Görsel incelemenin yanı sıra ultraviyole, infrared, infrared lüminesans, 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. Adli belge inceleme alanında önemli problemlerden biri olan kesişen çizgilerin oluşturulma sırasının tespit edilmesi için de görsel ve mikroskopik incelemenin yanında bilgisayar destekli bu cihazlar da kullanılmaktadır.

Kesişen çizgilerin oluşturulma sırasının belirlenmesi, belgedeki eklentiler veya boş imzalı bir belgenin sonradan üzerinin doldurulması gibi durumların ortaya konmasında belirleyici olabilmektedir. Bir sözleşme veya vasiyete sonradan eklenen bir cümle veya paragraf sözleşmenin şartlarını önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Eğer ilave edilen kısım imza ile çakışıyorsa belgede yapılan tahrifat kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesiyle tespit edilebilir (4).

Kesişen çizgilerin kronolojik sırasının belirlenmesi için kullanılan tekniklerin çoğu optik incelemelere ve fiziksel karakteristik özelliklerin gözlenmesine dayanmaktadır (4,45).

Tez çalışmamızda ekleme yapılan belgelerde kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesinde görsel, 10 X büyüteç ve stereo mikroskobun ayırım gücünün ortaya konması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

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

Gelişen dijital teknolojilere rağmen banknot paralar, anlaşmalar, senetler, kitaplar, mektuplar, vasiyetname gibi birçok unsurda hala kağıt ve yazı araçları kullanılmaktadır. Belgenin niteliği ve önemi göz önünde bulundurulduğunda, bu gibi belgelerde yazıların tamamen ya da kısmen değiştirilmesi yoluyla yapılan belge sahteciliği sıkça karşılaşılan bir durumdur. Belge sahteciliği, Türk hukuk sisteminin de en çok bilirkişiliğe başvurduğu konulardandır (21,60).

Ülkemizde adli belge incelemesi, İçişleri Bakanlığı'na bağlı Kriminal Polis Laboratuvarları, ile Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı'na bağlı laboratuvarlar, Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Fizik İhtisas Dairesi Belge İnceleme Şubesi, Adli Tıp Enstitüsü Belge İnceleme Birimi, Adli Tıp Vakfı, Üniversitelerde bu alanda çalışan öğretim üyeleri ve serbest bilirkişi olarak çalışan uzmanlar tarafından yapılmaktadır.

İnsan hayatında önemli bir yer tutan belgeler insanların; eğitim ve meslek yaşantıları, sosyal güvenceler, medeni durumları, hukuksal sözleşmeleri, veraset 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 yapmak suretiyle yapılan belge sahteciliği sıkça karşılaşılan bir durumdur (60). Bu sahtecilikler; çek, senet, makbuz, fatura gibi kıymetli evraklar üzerinde çeşitli sebeplerle bedeli 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 eklemeler yapılarak 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 makroskopik ve mikroskopik yöntemler, görsel, fotoğrafik, kimyasal, infrared ve ultraviyole, spektral teknikleri kullanarak belge ile ilgili gerçekleri belirleyerek mahkemelere ve savcılıklara yardımcı olmaktadır. Teknolojik gelişmeler, günlük yaşamımızın birçok alanında kullandığımız belgelerin sahtelerinin oluşturulması veya orijinal belgeler üzerinde tahrifat yapılması gibi sahtecilik olaylarının oluşmasına imkan 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 video spektral yöntemler ve bu yöntemlerin kullanıldığı teknolojilerde büyük gelişmeler kaydedilmiştir.

2.1. Adli Belge İnceleme Alanında Kullanılan Cihaz ve Yöntemler

Yirminci yüzyıla gelene kadar adli belge inceleme alanında kaydedilen teknolojik gelişmelerin sınırlı bir yer tuttuğu söylenebilir. Fakat son yüzyılda bilgisayar, fotoğraf

makinesi, kamera ve birçok elektronik cihazın kullanımı ile birlikte adli belge inceleme'nin kapsamı giderek büyümüş ve daha karmaşık bir hal almıştır (22). Bu yeni teknolojik gelişmeler sahteciliklerin artmasına neden olduğu gibi, yapılan sahteciliklerin tespit edilmesine yönelik yeni yöntemlerin gelişmesini de sağlamıştır.

2.1.1. Mikroskoplar

Mikroskopik incelemeler, fiziksel analizler açısından oldukça önemlidir ve yazılı belgelerin incelenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Belge inceleme alanında sıklıkla kullanılan iki çeşit mikroskop vardır: Stereo mikroskop ve mukayese mikroskobu. Mukayese mikroskobu ile iki belgenin yan yana getirilerek incelenmesi sağlanmaktadır (23,40).

2.1.1.1. Stereo Mikroskop

Birçok parçadan oluşan stereo mikroskoplar, ışık mikroskobundan farklı olarak sabit dürbün mantığı ile çalışan, 3 boyutlu görüntü elde etmeyi sağlayan bir mikroskop türüdür ve birçok adli incelemenin ön aşamasında kullanılırlar (49).

İlk olarak 1671 yılında Cherubin d'orleans tarafından keşfedilmiş olup, prensip olarak iki göze farklı görüntü göndererek görüntü oluşmasını sağlar. Ancak sağ göze sol görüntüyü, sol göze sağ görüntüyü gönderdiği için 19. Yüzyılın ortalarına kadar başarılı bir mikroskop yapılamamıştır. 1800'lerin ortalarında objektifin arkasına akromatik bir prizma konulması ile ışığın ikiye bölünmesini sağlayan Francis Herbert Wenham ilk başarılı stereomikroskopu üretmiştir. Düşük oranda büyütme, incelenen materyalin insan gözünün algıladığı görüntüyle oldukça benzer bir şekilde görülmesini sağlar. İnsan gözlerinin algıladığı iki farklı görüntü beyne iletildiğinde bu iki farklı açıdan alınan görüntü üst üste çakıştırılarak 3 boyutlu ve uzaysal bir görüntü oluşturulur. Buna stereoskopik görüntü adı verilir. Stereomikroskoplar ile de kullanılan mercekler sayesinde objelerin görüntü derinliği algılanabilmektedir (12-61).

Bu mikroskoplarda belirli noktalara kadar görüntüyü yakınlaştıran tek objektif kullanılır. Düşük büyütme ile derinlikli görüntü elde etmek için ve gözle görülen cisimlerin yüzeyini incelemek amaçlı kullanılırlar. Lam ve lamel kullanılmaz.

Stereo mikroskopta tek bir geniş objektiften geçen görüntü ikiz görüntü tüpleri içinde bölünerek okülere gönderilir. Yakınlaştırma genel olarak objektif ve oküler tarafından sağlanır. Daha kaliteli mikroskoplarda ise zoom lensleri ve içinde Galile teleskopları bulunduran dönen tamburlarla yakınlaştırma faktörünü arttırmırlar.

Çeşitlerine göre mikroskoplarda 2x-70x, 250x-400x ve 500x yakınlaştırma yapma imkanı vardır. Okülerler: 10x, Objektifler: 0.7 ile 4.5x zoom, Toplam büyütme: 3.5x ile 45x'tir. Opsiyonel: Max. 180x, netlik ayar sistemi, stativ seçeneği, dahili kamera seçeneği, alttan ve üstten aydınlatma yapılabileceği gibi ışığın açısı da değiştirilebilmektedir (25-50).

Diğer mikroskoplarda ışık kaynağı incelenecek objenin altındayken, stereo mikroskoplar ile ışık obje üzerinden yansıtılarak objektife gönderilir. Bu durum incelenecek objenin yüzey özelliklerinin belirlenmesini sağlar (40).

Nesnelerin üç boyutlu görüntüsünün elde ediliyor olması, kullanılan ışık açısının değiştirilebilmesi gibi özelliklerinden dolayı stereo mikroskop adli belge inceleme alanında belgelerdeki silintiler, değişiklikler, kesişen çizgiler ve diğer problemlerin tespit edilmesinde kullanılan önemli cihazlardan biridir (23,40,61). 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 (7).

2.1.2. Foruier Transform İnfrared Spektroskopi (FTIR) Attenuated Total Reflectance

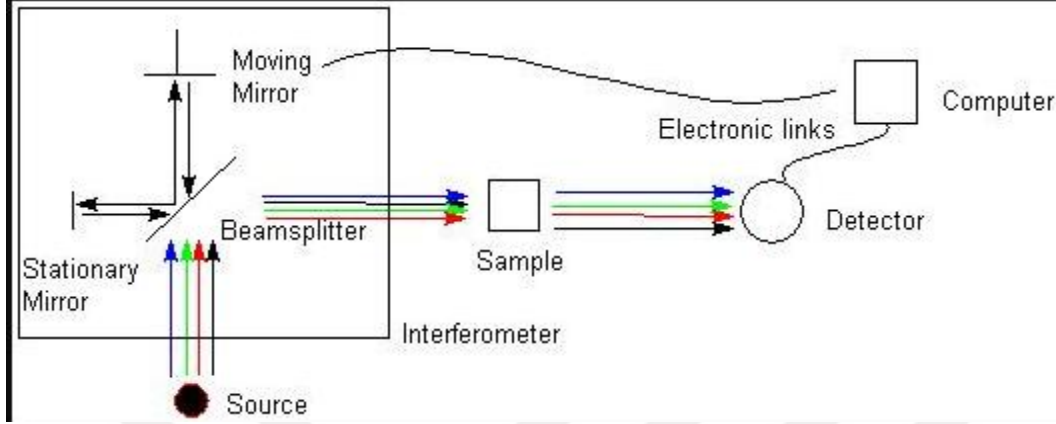
FTIR matematiksel Fourier dönüşümü yöntemi ile ışığın infrared (kırmızı ötesi) yoğunluğuna karşı dalga sayısını ölçen kimyasal analitik bir yöntemdir (47).

Fransız matematikçi Sean Fourier'in (1786-1830) geliştirdiği ve Fourier transformasyon (dönüşüm) olarak adlandırılan bir matematiksel işlem (Fourier dönüşümü) modern bilgisayarlar ile kolaylıkla çözülebilen rutin işlemler haline getirilmiştir (17,59).

Fourier transform spektroskopisini, ilk olarak 1950'li yılların başında uzak yıldızların infrared spektrum çalışmalarını yapan astronomlar geliştirmişlerdir. Bu kaynaklardan alınan çok zayıf sinyallerin çevresel gürültülerden ayrılması sadece Fourier tekniği ile sağlanabilmektedir. Fourier transform spektroskopinin ilk kimyasal uygulamaları, on yıl kadar sonra uzak-infrared bölgede yapılabiliştir. FTIR spektroskopi interferometre prensibine dayanır ve geleneksel IR spektroskopide kullanılan ayna veya prizma sistemleri tarafından meydana getirilen bireysel dalga boylarından ziyade bütün kaynak spektrumunu kullanır. Bir FTIR spektroskopi aygıtının en önemli kısmı üç temel parçadan oluşan interferometredir. Bu parçalar ışık yayıcı, sabit ayna ve hareketli aynadır. İnterferometre; kaynaktan gelen, sabit ve hareketli aynalara yansıttığı ışığı iki parçaya bölmek için bir ışık ayırıcı kullanır. Bu iki ışık, aynalardan geri yansıtılarak ışık ayırıcıda yeniden birleşir. Hareketli aynanın konumuna bağlı olarak ve iki ayna arasındaki değişken yol farkından dolayı yapıcı veya yıkıcı interfere edici etkilere uğrar. İnterfere edici etki tarafından oluşturulan düzensiz şiddet değişimleri bir dedektör tarafından ölçülür. Ölçülen sinyal sayısallaştırılır ve bilgisayara gönderilir; Burası Fourier transformasyonun gerçekleştirildiği kısımdır. Sonuç olarak örnek ile ilgili bütün spektral bilgileri içeren interferogram elde edilir (17,56,59).

FTIR-ATR (Attenuated Total Reflectance) Absorpsiyon bantlarının dalga boyunda azalma meydana getirilerek daha az emekle ve örnek kalınlığından bağımsız olarak soğurganlığı çok fazla olabilen farklı maddelerin spektrum analizlerine olanak sağlar. ATR tekniğinin temelinde ışının numune tarafından soğrulup yansıtılması (geçirgenlik metodu) yerine ışının

örnekten saçılımı ölçülür. ATR Tekniği polimer, köpük, tekstil, boya, gibi kaplama maddelerin analizlerinde oldukça etkindir (15,18).



Şekil 1: FTIR Spektroskopisi Çalışma Prensibi (15)

2.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM -Scanning Electron Microscope)

Taramalı Elektron Mikroskobu çok küçük bir alana odaklanan yüksek enerjili elektronlarla yüzeyin taranması prensibiyle çalışır. Bu amaçla yoğunlaştırıcı elektromanyetik mercekler (condenser lense) toplanan objektif mercekler odaklanan elektron demeti yine elektromanyetik saptırıcı bobinlerle örnek yüzeyinde tarama işlemini (scanning) gerçekleştirir. Bir taramalı elektron mikroskobunda görüntü oluşumu temel olarak; elektron demetinin incelenen örneğin yüzeyi ile yaptığı fiziksel etkileşmelerin (elastik, elastik olmayan çarpışmalar ve diğerleri) sonucunda ortaya çıkan sinyallerin toplanması ve incelenmesi prensibine dayanır (43,52).

Manfred Von Ardenne öncülüğünde 1930'lu yıllarda geliştirilmiştir. En sık kullanıldığı biçimiyle, yüzeyden yayılan ikincil elektronlar ile yapılan ölçüm, özellikle yüzeyin engebeleri (topografik) yapısıyla ilişkili bir görüntü oluşturur. Yüksek enerjili demet elektronları numune atomlarının dış yörünge elektronları ile elastik olmayan girişimi sonucunda düşük enerjili Auger elektronları oluşur. Bu elektronlar numune yüzeyi hakkında bilgi taşırlar. Yine

yörünge elektronları ile olan etkileşimler sonucunda yörüngelerinden atılan veya enerjisi azalan demet elektronları numune yüzeyine doğru hareket ederek yüzeyde toplanırlar. Bu elektronlar ikincil elektron (seconder electrons) olarak adlandırılır. İkincil elektronlar numune odasında bulunan sintilatörde toplanarak ikincil elektron görüntüsü sinyaline çevrilir. İkincil elektronlar numune yüzeyinin 10 nm veya daha düşük derinliğinden geldiği için numunenin yüksek çözünürlüğe sahip topografik görüntüsünün elde edilmesinde kullanılır (43,52).

2.1.4. Video Spektral 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 olmakla birlikte, incelenen belgelere zarar da vermektedir (8). 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.

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 izlenebilmektedir. Ayrıca cihaza bağlanan bir video yazıcı ile görüntüler kağıda aktarılabilmektedir.

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, fluoresans 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 (19).

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 daha sonra VSC 6000 HR ve son olarak da VSC 8000HR cihazını geliştirmiştir.

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.

TUBİTAK-UEKAE (Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü) tarafından belge inceleme alanında kullanılmak üzere 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 luminesans 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 (13,14).

Yine TUBİTAK-UEKAE (Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü) tarafından MST 1 ve MST 2 her tür mikro yapı ve yazı/doküman incelemeleri için geliştirilmiştir. Yeni teknolojileri içeren bu cihazlar ile;

- Yüksek çözünürlüklü büyütülmüş renkli görüntülerin elde edilmesi
- Görünür ve kızılötesi bölgesinde luminesans görüntülemesi
- İnsan gözüyle aynı gözükür fakat farklı kalem ile yazılan yazıların tespiti
- Farklı spektral özelliklere sahip izlerin ekranda üç boyutlu görüntülenmesi

- Silinmiş ya da üzeri karalanmış yazıların ortaya çıkarılması
- Yazım sırasının belirlenmesi
- Mor ötesi (UV) aydınlatma ile etkilenen emniyet özelliklerinin belirlenmesi
- İki objenin aynı ekran üzerinde görüntülenebilmesi
- Görüntülerin ekran üzerinde 360 derece döndürülmesi
- Görüntünün her noktasının yansıma spektrumunun ölçülmesi ve görüntülenmesi işlemleri yapılabilmektedir.

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

2.1.5. 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 sonramı meydana geldiği belirlenebilir (7).

Raman Spektroskopisi: Mürekkep farklılıklarını öğrenmede kullanım sıklığı gün geçtikçe artan yöntemlerden biridir (19).

İnce Tabaka Kromatografisi (TLC- Thin Layer Chromatography): Maddelerin ayrılması, herhangi bir karışımın kaç bileşenden oluştuğunun tespit edilmesi 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 dağılmaları 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 (7).

2.2. Mürekkepler

Mürekkep; boya veya pigment karışımının katalitik bir madde içerisinde birleşimi ile yapılır. Yapımında kullanılan maddelere göre hint mürekkebi (çini mürekkebi), demirgallotanat mürekkebi, nigrosine mürekkebi gibi birçok çeşidi vardır (22,39). Mürekkep ilk olarak Mısır'da papirüs üzerine yazmak için kullanılmıştır. Karbon temelli bu ilk mürekkepler mürekkep balıklarından veya Çin'de organik kökenli maddelerden üretilmiştir (60). Binlerce yıl önce Çin'de bulunan ve günümüzde hint mürekkebi olarak adlandırılan bu mürekkepler uzun süre kullanılmıştır. Daha sonra demir tuzu ve tanin karışımı olan demir-tanin (iron-tannin) mürekkepleri kullanılmaya başlanmıştır, 19.yy'da mürekkeplere indigo boyalar eklenmeye başlanmıştır. Bu boya zamanla rengi siyaha dönüşen mürekkebe mavi rengini vermiştir. Günümüzde ise mürekkeplerin çoğu jelpen mürekkeplerinde olduğu gibi su bazlı ya da tükenmez kalem mürekkeplerinde olduğu gibi glkol bazlı mürekkeplerdir (21,60).

Günümüzde çeşitli markaların çeşitli mürekkep formülleri vardır. Bu özgün ve çeşitli bileşimleri mürekkep formülünü iyi korunan endüstriyel bir sır yapmaktadır (60). Ancak bileşimlerindeki bu farklılıklara rağmen hepsinin temel maddesi renk veren katı bir madde (boya) veya pigment ile bu pigmentin karıştırıldığı bağlayıcı veya eritici bir akışkandır (6).

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. Mürekkepler; istenen rengi yansıtacak, diğer dalga boylarındaki ışınları absorbe edecek boyaların karışımıdır. Bu boya oranları tüm mürekkeplerde aynı değildir (6,62). Kesişme sırasının belirlenmesi de mürekkep bileşenleri arasındaki bu farklılıklara dayanmaktadır (46).

2.2.1. Tükenmez Kalem Mürekkeplerinin Yapısı

Glikol bazlı tükenmez kalem mürekkebi yarı akıcıdır. Bileşiminde madensel veya bitkisel yağ ile oleik asit ve boya maddeleri vardır (22). Mürekkepler içerdikleri çözücüler, reçine ve organik asit gibi katkı maddeleri ile birlikte % 45 oranında boya içerirler. 1950'lere dek demirgallatannat veya yağ bazlı çözücülerle yıkanabilen boyalar kullanılırken bu tarihten itibaren tükenmez kalem mürekkeplerinin çoğunda glikol bazlı boyalar kullanılmıştır. 1954 yılında bu mürekkeplere ftalosiyanın boyası da eklenmiştir. İlk tükenmez kalem patenti 1988'de John Loud tarafından alınmıştır. Daha sonra Macar asıllı Ladislao Biro tarafından buluş geliştirilip Arjantin'de ilk fabrika kurulmuştur (3,6,35). Günümüzde en sık kullanılan yazı araçlarından biridir. Yazının yavaş kuruması, yayılması, bulaşması ve solması tükenmez kalemler için istenmeyen kriterlerdendir. Bu yüzden tükenmez kalem mürekkeplerinin yapısında; glikol solvent, renklendirici ajanlar (boyalar ve pigmentler), pas önleyiciler, pıhtılaştırıcılar, su geçirmez ajanlar, yağ iticiler ve diğer katkıları da bulunmaktadır (60).

2.2.2. Jel Pen Mürekkeplerinin Yapısı

Jel mürekkep olarak adlandırılan su bazlı mürekkepler; su bazlı jelde süspansiyon halinde bulunan pigmentlerden oluşmaktadır. Değişebilen akışkanlık özelliğine sahiptirler. Bu mürekkep kullanılmadığı zamanlarda yüksek yapışkanlık özelliği gösterir ancak bilye dönmeye başladığı zaman mürekkep incelmeye başlayıp düşük bir yapışkanlık özelliği gösterir. İlk defa Sakura Color Product of Japon tarafından 1984 yılında üretilmiştir (5,9,63).

O tarihten beri de dünya da yaygın şekilde kullanılmaktadır. Jelpen mürekkeplerinin oluşturulma zamanları ve bileşimlerdeki farklılıklar onların orijinlerinin izlenmesi için önemli bilgiler sağlar ve belgedeki sahteciliğin tespit edilmesi için bilimsel deliller sunar. Jelpenler de renklendirici olarak boyalar ve pigmentler, taşıyıcı olarak su, reçine ve diğer katkı maddelerini içeren su bazlı mürekkepler kullanılır. Bileşimlerdeki farklılıklar mürekkeplerin ayırt edilebilmesinde kullanılabilir ve kağıt yüzeyinde bulunan mürekkep oluşumlarındaki bu farklılıklar belge üzerindeki yazıların yazım sırasının belirlenmesine yardımcı olabilmektedir (64).

2.2.3. Toner

Lazer yazıcılarda kağıt üzerinde yazı ve görüntü oluşturmak için toner kartuş kullanılır. Toner elektrostatik fotokopi sürecinde kullanılan bir yazı materyali türüdür ve birçok bileşenin karışımıdır. Bu karışımın kimyasal bileşenlerinin detayları patent kanunuyla korunmaktadır. Dokümanların çoğu likit tonerden ziyade toner tozu kullanılarak elde edilmektedir (54,55).

Toner ilk zamanlarda basit bir karbon tozuyken daha sonra baskı kalitesini artırmak için polimer ile karıştırılmaya başlanmıştır. Toner partikülleri, yazıcı içerisinde bulunan fırında 180-200 derece arasında ısıtılarak kağıt üzerine yapıştırılmaktadır. Toner tozu farklı kimyasallardan oluşan ve birçok çeşidi bulunan bir maddedir. Çok küçük boyutlarda olduğu için havada belirli bir süre asılı kalır ve sonra zemine iner (54).

Farklı yazım materyaliyle oluşturulan dokümanlarla ilgili temel problem, yazım materyalinin türünün belirlenmesi ve sınıflandırılmasıdır. Toner türünün belirlenmesi genellikle mümkün olmadığı için adli incelemelerin amacı incelenen örneklerin farklılıklarının tespit edilmesidir (55).

2.3. Lazer Yazıcılar

Lazer yazıcılar uzun yıllardır var olmalarına rağmen, yeni teknolojilerin fiyatlarının büyük oranda ucuzladığı ve rutin ofis uygulamaları için uygun maliyetli bir konuma geldiği 1980'lerden itibaren popüler olmuştur (36).

Lazer yazıcılar dijital bir tarama sayesinde tanımlanan sanal durumlarda üst üste gelen noktalarla kağıt üzerinde veya diğer print materyalinde bir görüntü oluşturmak için tasarlanmıştır. Taramadaki bu sanal durumlar resim bileşenleri için kısaca pixel olarak adlandırılmaktadır (16).

Taramanın niceleme derecesi çözünürlük olarak adlandırılır. Örneğin her inçte 300 noktaya (300 DPI) sahip bir yazıcı çözünürlüğü, bir inç merkezinin 1/300 ündeki noktalar taranarak oluşur. Her inçteki nokta sayısının artması oluşan görüntü için daha yüksek bir çözünürlük sağlar (16,36).

Lazer yazıcılardaki temel sistem birçok elektrostatik fotokopi makinesi ile aynıdır. Basit şekilde ifade edersek; elektronik mesajlar bir matriksteki noktalara göre tanımlanan karakterlere çevrilir.

Elektrostatik olarak yüklenmiş bir görüntü bir tambur ya da foto kondüktörde şekillendirilir. İlk olarak bir lazer ışını ile fotokondükör sistematik (düzenli-ardışık) olarak taranarak şarj edilmiş bir fotoiletken görüntü oluşturulur. Hat taraması gibi, lazer ışını görüntüde istenen noktaya karşılık gelen her piksele enerji sağlar. Görüntü, lazer ışığının enerji aktardığı (lazer ışığının vurduğu) foto kondüktör alan üzerine aktarılır. Lazer ışını ile yapılan düzenli tarama foto kondüktör üzerinde istenen görüntünün şarj-desen (toner çekme işlemi) bir kopyasını

oluşturur. Şarj desen oluşturulması ve oluşturulan görüntünün kağıt ya da diğer baskı malzemesine aktarıldıktan sonra ısı ışınları ile sabitlenmesiyle yazıcı çıktısı elde edilir (16,36).

2.4. İnkjet Yazıcılar

İlk inkjet yazıcı 1969 yılında A.B.Dick tarafından geliştirildi. IBM 20 ocak 1970'te onun modelini 4640 olarak piyasaya sürdü. Haziran 1976'da da model numarası 6640'ın altında olan cihazların pazarlamasına başlandı.

İnkjet yazıcılar çalışma prensibi açısından basit olarak nitelendirilebilirler. Bu tip yazıcıların çalışma ilkesi genel olarak nokta vuruşlu yazıcılar ile aynıdır. Vurma noktalarının yerini yüksek hızla baskı ortamına püskürtülen boyar madde alır. Yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler bu tür yazıcıların baskı çözünürlüğünü yüksek düzeylere çıkarmıştır. Günümüzde en yüksek baskı çözünürlüğüne sahip yazıcılar bu tür yazıcılardır. Bu tür yazıcılar diğerlerine göre oldukça sessiz ve daha küçük yapıdadırlar (26,54).

Bu tür yazıcılarda, matris biçiminde düzenlenmiş çok sayıda püskürtme memesine sahip olan yarı iletken baskı kafaları kullanılır. Genel olarak mürekkep, mürekkep püskürtme ucundan baskı yapılan kağıda yatay olarak hareket eden meme yardımıyla püskürtülür. Baskı kafası bunun için soldan sağa doğru hızlı bir şekilde kağıt üzerinde gidip gelir. Baskı kafası bu şekilde çizgiler halinde istenen basım işlemini gerçekleştirirken ayrı bir motor kağıdı hareket ettirir. Yazıcı kalitesindeki iki önemli etmenden biri çözünürlüktür. İnkjet yazıcılar için geçerli olan minimum çözünürlük 300dpi'dir (dots per inch). Bunun anlamı basılan sayfada en azından 2 bin 475 noktacık olmasıdır. Bunun yanında 600*300 ya da 720 dpi'lik yazıcılar da mevcuttur (26).

İnkjet yazıcıların kullanılan püskürtme yöntemine göre; ısı, piezoelektrik ve sürekli türleri vardır.

2.4.1. Isı Püskürtmeli Yazıcılar

Yazıcı kafasında bulunan püskürtme odalarında yaklaşık 300 °C' ye kadar ısıtılan mürekkep damlacığı buharlaşıp, oluşan küçük patlama ile yüksek bir hızla (100 km/saat) kağıda püskürür. Isıtma gerekliliği nedeni ile bu tür baskıda su bazlı mürekkepler kullanılır. Japon Canon firmasının inkjet, Bubblejet yazıcıları bu biçimde çalışırlar.

2.4.2. Piezoelektrik Püskürtmeli Yazıcılar

Bu tür yazıcılarda mürekkep püskürtme, piezoelektrik kristal püskürtme memeleri ile yapılır. Püskürtme işlemi uyarılan kristalin titreşerek mürekkebi püskürtmesi biçiminde yapılır. Bu türde, ısıtma gerekliliğinin olmaması, kullanılacak mürekkep türü konusunda herhangi bir sınırlamaya neden olmaz. Epson firması ürettiği püskürtmeli yazıcılarda bu yöntemi kullanır. Ticari ve endüstriyel uygulamalarda genellikle bu tür mürekkep püskürtmeli yazıcılar kullanılmaktadır.

2.4.3. Sürekli püskürtmeli yazıcılar

Bu yöntemle çalışan yazıcılar genellikle ürün kutuları vs. üzerine baskı yapmakta kullanılırlar. Görece uzak mesafelerden püskürtme yapılabilmesi; son kullanma tarihi, seri no gibi bilgilerin ürün kutuları üzerine kolaylıkla yazılabilmelerini sağlar. Bu tür yazıcılarda, basınçlandırılmış mürekkep durgun elektrik ile yönlendirilerek mikroskobik bir memeden baskı ortamına gönderilir. Günümüzde genellikle kola şişeleri, süt paketleri ve konserve kutuları üzerinde görülür. Sistemin kısaltılmış adı CIJ dir. Yaklaşık bir saniyede kuruyan

hemen hemen her yüzeye tutunabilen özel mürekkebi vardır. Dropjet yazıcılar bu şekilde çalışırlar.

İnkjet yazıcılarda kullanılan iki çeşit mürekkep vardır. Birinci tür yavaştır ve kağıda nüfuz etmesi gerekir, kuruması yaklaşık 10 sn sürer. İkinci tür ise birinci türden daha hızlı kurur. Yavaş kuruyan mürekkep renksiz baskı için, hızlı kuruyan mürekkep ise renkli baskı için kullanılır. Günümüzde inkjet yazıcı teknolojisinde kullanılan mürekkep su tabanlı bir mürekkeptir (26).

2.5. Kağıt

Geleneksel olarak liflerin sulandırılmış hamurdan ince bir süzgeç üzerinde oluşturduğu bir keçe olarak tanımlanan kağıt bitkisel liflerin özel aletlerle dövülmesi sonucunda liflerin keçeleşmesi, saçaklanması, su emerek şişmesi ve mekanik etkiler sonucu kesilmesinden sonra süzgeç üzerinde oluşturulan safihanın daha sonra kurutulmasıyla hidrojen bağlarının oluşumu sonucunda belirli bir sağlamlık kazanan düzgün safiha olarak tanımlanmaktadır (10,51).

Türkçe "kağıt" kelimesi Farsça kökenli olmasına rağmen, etimolojik olarak İngilizce "Paper" kelimesi, Latince "*Papirüs*" ten gelmektedir. Papirüs ise bir bitki ve Yunanca adı Cyperus papyrus olan *πάπυρος* (papyrus)'tan gelir (27).



Şekil 1: Papirüs bitkisi ve kağıdı (28).

Kağıt; ilk olarak M.Ö. 3500'de Mısırlılar tarafından papirüs bitkisinin dokunarak hasır haline getirilmesi ve sonra kamışlarının dövülerek sert ve ince bir sayfa haline dönüştürülmesiyle

oluşturulmuştur. M.Ö. 1000'lerde ise Orta Doğu Asya'da hayvan derilerinden elde edilen parşömen kağıt olarak kullanılmıştır (2,24).

Bilinen haliyle ilk kağıt imalatı Ts'ai Lun adında bir saray memuru tarafından M.S. 105 yılında Çin'de gerçekleşmiştir. Çin'den sonra ilk defa M.S. 751 yılında Semerkant'ta daha sonra da M.S. 754 yılında Abbasi hükümdarı Harun Reşid tarafından Bağdat'ta kağıt yapım merkezi kurulmuştur. 1151 yılında Arapların İspanya'ya geçmesiyle Avrupa'da ve 1690 yılında Amerika'da ilk kağıt üretim merkezleri kurulmuştur (28,29).

Çin'de binlerce yıl önce imalatına başlanan kâğıt, teknolojik gelişmeler doğrultusunda zamanla daha yeni metotlarla üretilmeye başlanmış ve 1840 yılında Fredrich G.Keller adlı Alman bir bilgin tarafından öğütülmüş odun liflerinden kağıt yapan bir makinenin ilk kez patenti alınmıştır. Kâğıt makinelerinde de teknolojik gelişmelere paralel olarak değişiklikler olmuş ve bugünkü çok motorlu tahrik sistemli, hamurun yoğunluk, sıcaklık, PH, gramaj ve rutubet gibi özelliklerini kontrol altında tutabilen otomatik kâğıt makineleri ortaya çıkmıştır (30).

Kağıt; odun, kumaş veya otlardan elde edilen selüloz hamurundan yapılan bir maddedir. Selüloz çeşitli ham maddelerden (bitki, hayvan, mineral) alınabilir ya da sentezlenebilir. Ancak günümüze dek kağıt endüstrisinin en önemli ve ekonomik lifi odun hamuru olmuştur (37).

Her kağıt üreticisinin kendine has formülü vardır. Bu nedenle kâğıt bileşimi çok çeşitlidir. Hem fiziksel (fiber dağılım açısından dolayı) hem de kimyasal (çeşitli katkı seçimlerinden dolayı) çeşitli değişken niteliklerinden dolayı kağıt kompleks bir yüzeye sahiptir (60).

Kağıdın gramajı, kalınlığı, nemi, Cobb değeri, dayanıklılığı, yüzey düzgünlüğü ve porozite değerleri, optik özellikleri, yüzey PH değeri, su yolu gibi parametreler kağıdın fiziksel özelliklerini oluşturmaktadır ve bu parametreler baskı aşamasında kağıt – mürekkep – baskı makinesi uyumu için son derece önemlidir (30,31).

2.5.1. .Kağıdın Fiziksel Özellikleri

Kağıdın fiziksel özellikleri birçok parametreden etkilenmektedir. Bu parametrelerin kağıda katkıları ise birleşerek kağıdın fiziksel yapısını şekillendirmektedir (60).

Gramaj: Kağıdın 1 m²'sinin gram cinsinden ağırlığıdır. Kağıdın bazı fiziksel özellikleri gramaja bağlı olarak değişim göstermektedir.

Kalınlık: Tek bir kağıt parçasının alt ve üst yüzeyi arasındaki mesafenin mikron cinsinden ifade edilmesidir. Kağıdın kalınlığının homojen olması gerekmektedir. Çünkü kalınlık değerleri arasında oluşabilecek farklılıklar mürekkep alımının farklı olmasına buna bağlı olarak da ton farklılıklarının oluşmasına sebep olmaktadır. Kalınlık değeri, uygulanacak mürekkebin basıncının ayarlanması açısından da önemlidir.

Nem: Kağıdın bünyesinde bulundurduğu su miktarıdır. Kağıt neminin yüksekliği veya düşüklüğü kağıt kalitesinde olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Kağıt nemi düştükçe kağıt kırılma bir hal almaktadır. Kağıt neminin fazlalılığı ise kağıtta mürekkebin fiziksel ve kimyasal kurumasını geciktirmesi sebebiyle yazı kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir. Kağıt için yazı yazılmadan önceki nem kadar saklama koşullarındaki nem değeri de çok önemlidir. Kağıt hidrofil (suyu seven) yapıda olduğundan nemi kendisinininkinden yüksek bir ortama girdiğinde nem almaya, tersi durumda ise nemini vermeye eğilimlidir. Bu nedenle çevre nemi kağıt nemiyle dengede olmalıdır. Eğer bu denge yoksa kağıtla çevre arasında rutubet dengeleninceye kadar nem alışverişi olmaktadır. Bu da kağıtta düz duruşu etkilemekte, kağıda yazım esnasında titreşim ve kıvrılma sorunlarına yol açabilmektedir. Saklama koşullarında en ideal nem oranı % 55'dir.

Cobb değeri: Kağıt yüzeyinin suya karşı gösterdiği direncin veya suyu kabulünün bir ölçüsüdür. Bu değer, belirli bir süre içerisinde 1 m² kağıt yüzeyi tarafından emilen su miktarının g/m² cinsinden ifadesidir. Emilim süresi dünya standartlarında ofset, fotokopi ve kuşe kağıtlarda 60 saniyedir. Cobb değerinin mutlaka optimum bir aralıkta tutulması

gerekmektedir. Cobb değerinin düşük veya yüksek olması mürekkebin kağıda teması sırasında yazı kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Dayanıklılık: Kağıdın kopmadan önce dayandığı birim genişlik başına düşen en büyük kopma direncidir. Yazı öncesi dayanıklılık kadar yazı sonrası dayanıklılık değeri de önemlidir. Yazı yazıldıktan sonra dayanıklılık değerinde artış olması beklenir. Bu artış gözlenmiyorsa kağıt – mürekkep dengesizliği var demektir. Dayanıklılık değerindeki bu artış %100 seviyelerine çıkabilmektedir.

Yüzey düzgünlüğü: Perdah olarak da bilinir. Perdah iyileştikçe yeterli örtücülük için gerekli mürekkep ihtiyacı azalmakta, yazı kalitesi ve yazı parlaklığı ise artmaktadır. Yüzey düzgünlüğü iki farklı metotla ölçülmektedir. Bendsten Metodu ile ölçüm yönteminde kağıt tabakası ile düz bir yüzeyin arasından geçen havanın hızı belirlenmektedir. Birim olarak ml/dk kullanılmaktadır. Sayısal değer küçüldükçe yüzeyin daha düzgün olduğu anlaşılmaktadır. Bekk Metodu ile ölçüm yönteminde ise kağıt tabakası ile düz bir yüzey arasından geçen havanın geçiş süresi ölçülmektedir. Birim olarak saniye kullanılmaktadır. Sayısal değer büyüdükçe yüzeyin daha düzgün olduğu anlaşılmaktadır. Kağıdın cinsine ve kullanım alanına göre bu değerler değişmektedir.

Porozite: Birim zamanda ve birim basınç farkı altında birim alandan geçen ortalama hava akış miktarıdır. Hava geçirgenliği ml/dk olarak ifade edilmektedir. Porozite değeri sayısal olarak arttıkça kağıdın hava geçirgenliğinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Porozite değeri de kağıdın cinsine ve kullanım alanına göre optimum düzeyde olmalıdır. Yazı kağıtlarında porozite değerinin yüksek olması mürekkebin kağıda nüfuz etmesi sırasında problem oluşturduğundan yazı kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (31).

2.5.2. Kağıdın Optik Özellikleri

Kağıt 5 ayrı optik özelliğe sahiptir. Bunlar beyazlık, CIE(Commission Internationale de L'eclairage- Uluslararası Aydınlanma Komisyonu) ,opasite, yüzey pHdeğeri ve su yoludur.

Beyazlık; bir maddeden yansıyan ışığın, ışığı tam olarak yansıtan bir maddedeki yansımaya oranı olarak tanımlanmaktadır. Beyazlık değeri, ölçüm yapılan cihazın UV filtresinin açık ya da kapalı olmasına bağlı olarak sayısal farklılık gösterebilmektedir. Beyazlık değerinin sayısal olarak artması, kağıdın beyazlığının yüksek olduğunun göstergesidir. Kağıdın her iki yüzeyinin beyazlık değerinin aynı olması istenmektedir. Gözle görülür beyazlığın artırılması amacıyla optik beyazlatıcılar ve çivit boya kullanılmaktadır.

CIE değeri; gün ışığı ışık kaynağı altında elde edilen değerler, floresans beyazlatıcı maddeler içeren veya içermeyen kağıdın gözle görülür beyazlığına karşılık gelmektedir. Sayısal olarak değer artması, kağıttaki gözle görülür beyazlığın artması olarak ifade edilmektedir.

Opasite; kağıdın ışık geçirgenliğidir. Bu özellik bir kağıdın, altındaki aynı cins kağıtları gösterme derecesini tespit etmek için kullanılır ve % cinsinden ifade edilir. Kağıdın ince olması, yazının arka yüzde görünme riskini arttırdığı için opasitesinin yüksek olması gerekmektedir.

Yüzey PH değeri; su içerisindeki asit veya baz konsantrasyonunun bir ölçüsüdür. PH metre veya turnusol kağıdı ile ölçülmektedir. Sayısal olarak 1–14 arasında bir değere sahiptir. PH değerinin 7'den küçük olması suyun asit konsantrasyonunun yüksek olduğunu, 7'den büyük olması baz konsantrasyonunun yüksek olduğunu, 7 olması ise suyun nötr olduğunu göstermektedir. Seçilecek mürekkep ile yazılacak kağıt yüzeyinin PH değerlerinin uyumlu olması gerekmektedir. Yazı sırasında ise; mürekkebin çürüme yapmaması, ton farkı görülmemesi ve kuruma sorunlarının yaşanmaması için PH değerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Su yolu; kağıdı meydana getiren elyafların sayfa içerisinde dizilişleri kağıdın su yolunu oluşturmaktadır. Kağıdın düz durma, dayanırlık, yırtılma gibi bazı fiziksel özelliklerindeki değişimler, elyafların diziliş yönü olan su yolu yönünde daha fazla gözlenmektedir. Bu yüzden su yolu kavramı dikkate alınması gereken bir özelliktir. Ülkemizde genel bir kural

olarak kağıt ebadının ikinci sayısı su yolunu göstermektedir. Örneğin 64×90 ebadında olan bir kağıdın su yolu, uzunluğu 90 cm olan kenara paraleldir (31).

2.6. Kesişen Çizgiler

Herhangi bir belgede yazma gereçleri kullanılarak oluşturulan iki baskının oluşturulma sırasının belirlenmesi adli belge inceleme uzmanlarının yeni karşılaştığı bir sorun olmamakla birlikte birçok olayda sadece yeterli kesinlikte olmayan subjektif bulguların elde edilebilmesi nedeni ile hala en zorlu belge inceleme problemlerinden biridir ve adli sistemde önemli bir rol oynamaktadır (38,58). Örneğin bir dilekçe veya ıslak imzalı bir sözleşmede içeriğin daha sonraki bir tarihte ilave yapılarak oluşturulduğu veya değiştirildiği şüphesi varsa kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesi durumun açıklığa kavuşturulması adına önemli bilgiler verebilir (46). Bu doğrultuda belge inceleme uzmanlarından belge üzerindeki herhangi bir tahrifatı (belgeye ekleme yapılarak oluşturulan tahrifatı) ya da belgenin doğruluğunu tespit etmek amacıyla hareketlerin sırasının belirlenmesi sık sık talep edilmektedir (38,58).

Günümüz bilgisayar teknolojisi dönemidir. Modern ve hızlı baskı araçları resmi işlerde işletmelerde, kişisel ve günlük rutinde diğer yazma materyalleri ile birlikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte tükenmez kalem ve jelpen gibi yazma araçlarıyla oluşan kesişmelerin yanı sıra mürekkep-yazıcı ile oluşturulmuş şüpheli kesişmelerde söz konusu olabilmektedir. Kesişen bu çizgilerin kronolojik sırasının tespit edilmesinde temel ilke, iki yazma materyalinin bileşimindeki farklılıklara ve bir mürekkepte kesişen diğer mürekkepten dolayı oluşan farklılıklara dayanmaktadır (45).

Kesişen çizgilerin homojen ve heterojen olmak üzere iki türü vardır. Aynı tür yazma enstrümanı kullanılarak oluşmuş kesişmeler homojen kesişmeler olarak adlandırılmaktadır. Örneğin iki tükenmez kalem kullanılarak oluşturulan kesişmeler homojen kesişmelerdir.

Heterojen kesişmeler ise tükenmez kalem ve lazer, inkjet yazıcı ve tükenmez kalem veya jelpen gibi iki farklı yazma enstrümanı kullanılarak oluşturulan kesişmelerdir (4).

Kesişen çizgilerin kronolojik sırasının araştırılması için uzmanlar tarafından kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Optik inceleme, kaldırma tekniği, ESDA, elektronik mikroskoplar bu amaçla kullanılan yaygın tekniklerdir (48). Kesişmelerin sırasının tespit edilmesi için kullanılan bu tekniklerin çoğu optik inceleme ve fiziksel karakteristiklerin gözlenmesine dayanmaktadır. Kaldırma tekniği dışında kullanılan diğer teknikler belgeye zarar vermeme avantajına sahip olmakla birlikte kişisel yoruma bağlı olmaları bu yöntemlerin en önemli dezavantajlarıdır. Kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesi için ideal yöntemler incelenen materyal için objektif bir analiz yapılmasını sağlayan ve zarar vermeyen yöntemlerdir (4).

Kesişen çizgilerin kronolojik sırasının spektral analiz ile belirlenmesinde başarılı olmak için şu üç kriterin yerine getirilmiş olması gerekir.

- 1- Yazma materyallerini kağıdın yüzeyinden ayırabilecek infrared spektrumu belirtilmelidir.
- 2-Her bir yazma veya toner materyali birbirini etkilemeden görüntülenmeye olanak sağlayacak infrared banda sahip olmalıdır.
- 3-Kesişen iki çizgi için sonuçlar tutarlı olmalıdır. Örneğin materyal A materyal B'nin üzerindedir. Bunun anlamı; iki materyal arasında fiziksel bir karışma olmamalı ve söz konusu iki vuruştan en az birinde diğer materyalden(mürekkepten) karışma olmaksızın en üstteki materyalin spektrumunun belirlenmesi mümkün olmalıdır (4).

Kesişen çizgilerin sırasının tespit edilmesi için çeşitli teknikler geliştirilmiş olsa da hala adli belge inceleme uzmanları için bir sorun olmaya devam etmektedir (45). Ne yazık ki özellikle aynı renk ve benzer mürekkep kullanılarak oluşan kesişmelerde kesin sonuçlara ulaşılamamaktadır (48).

Belgeye zarar vermeyen en bilindik yöntem stereo binocular mikroskoptur. Bu mikroskoplar ile 3 boyutlu görüntü elde edilebiliyor olması kesişen çizgilerin mikroskobik incelemesindeki

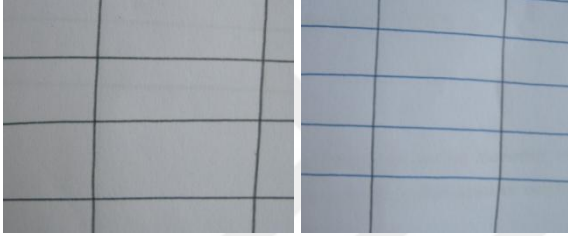
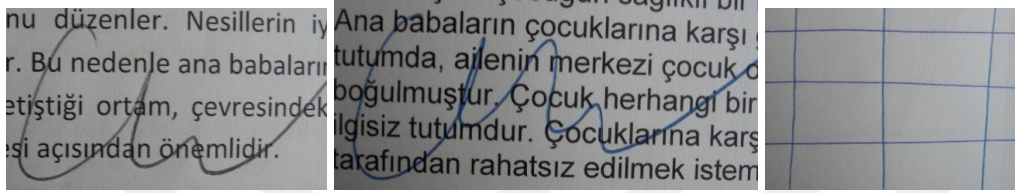
ana unsurdur. Belge inceleme uzmanları kesişen çizgilerin mikroskopik incelemesi esnasında hem vertikal hem de oblik aydınlatma kullanırlar. Vertikal aydınlatma kullanılırken spekülör yansımanın varlığı ya da yokluğu önemlidir. Yatay ışık kalem baskısının oluşturduğu fulaj incelenmesinde yararlıdır. Bazen kalem, ilk kalem baskısının oluşturduğu çentiğe çarparak sekebilir. Bu ikinci hareket mürekkebin devamlılığında, kesişme sırasının belirlenmesini sağlayabilecek, bir boşluğa sebep olur (44).

Kullanılan optik yöntemler, belgeye zarar vermeyen yöntemler olmaları nedeniyle bir avantaja sahiptirler. Ancak görsel yanılsamaların olması örneğin; daha yoğun ve koyu kalem çizgisinin her zaman daha hafif ve açık renk kalem çizgisinin üzerinde görülmesi optik yöntemler açısından dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesinde objektif tespitler yapılmasını sağlayacak yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada hem aynı tür mürekkep (homojen) hem de farklı tür mürekkeplerle (heterojen) oluşturulmuş kesişmelerde stereo mikroskobun ne kadar etkin şekilde kullanılabileceği araştırılacaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Kesişen çizgilerin alt-üst ilişkisinin belirlenmesi ile çizgilerin oluşturulma zamanının tespitinde stereo mikroskobun etkinliğini tespit etmek amacıyla 3 siyah tükenmez kalem 3 mavi tükenmez kalem, lazer yazıcı ve inkjet yazıcı kullanılarak homojen ve heterojen kesişen çizgi örnekleri hazırlandı.



Birinci ve ikinci çizginin oluşturulma sürecindeki zaman aralığının kesişme noktasındaki farklılıkların gözlemlenmesinde herhangi bir etkisi olmadığı için birinci ve ikinci çizginin oluşturulmasında zaman farkı dikkate alınmamıştır.

Deneyim süresi 7 yıl ile 35 yıl arasında değişen on dört belge inceleme uzmanından, çalışırken kullandıkları yöntemleri kullanarak, bilinmeyen örnek grubunu bağımsız olarak incelemeleri ve her örnek için alt-üst ilişkisine dair vardıkları sonuçları belirtmeleri istendi. Belge inceleme uzmanları tarafından incelenen örneklerin hiçbirinde kesişen çizgilerin sırası uzmanlar tarafından bilinmiyordu. Örnekler bizim tarafımızdan da stereo mikroskop ile incelendi. Stereo mikroskop ile incelenen örneklerde de kesişme sırası inceleme anında bilinmiyordu. İnceleme işlemi bittikten sonra tüm sonuçlar doğru tespit oranları, uzmanlık deneyimi, cihaz kullanımının etkisi, kesişen çizgilerin özellikleri gibi değişkenler açısından değerlendirilmiştir. Tüm veriler, kesişen çizgilerden alt-üst ilişkisinin belirlenmesi ile

oluşturulma sırasının tespitinde stereo mikroskobun etkinliğinin belirlenmesi için analiz edilmiştir. Çalışmamızda Leica M205 C mikroskop kullanılmıştır. Geniş görüş alanı ve uzun alıma mesafesi sayesinde bütün objelerin çalışılmasına olanak sağlar. Dikey ışık açısı üstteki görüntü için daha yüksek çözünürlük ve doğru bilgi elde edilmesini sağlar.

Avantajları: 1-İncelenen materyale ilişkin daha fazla detay, yüksek derecede renk uygunluğu ve hassasiyeti, fotoğraf ve dijital görüntülerde daha yüksek kontrast 2- Yüksek lm hassasiyeti, ve zoom aracılığıyla uygun görüntü skala seçimi.

Toplam büyütme: 7.8x-16x, oküler: WF10x (ift) Zoom oranı 20.5:1 maksimum znrlk: 1050 Ip/mm

Çalışmada kullanılan stereo mikroskop ile yapılan incelemeler İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Belge İnceleme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamıza katılan on dört belge inceleme uzmanının yaş aralığı 32-63 yıldır. Meslekte çalışma süreleri, 7 yıl ila 35 yıl arasında değişmektedir. Katılımcıların 9'u doktora, 3'ü yüksek lisans ve 2'si lisans mezunudur.

Çalışmaya katılan belge inceleme uzmanlar; Adli Tıp Kurumu, Adli Tıp Enstitüsü ve Polis Kriminal Laboratuvarlarının belge inceleme birimlerinde halen çalışan veya bu birimlerde en az 20 yıl çalıştıktan sonra emekli olan uzmanlardır.

Belge inceleme uzmanları tarafından örnekler üzerinde görsel ve büyüteç ile yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar iki tablo halinde aşağıda gösterilmiştir.

On dört belge inceleme uzmanı tarafından yapılan incelemelerde; lazer - inkjet yazıcı ve tükenmez kalem mürekkebi ile oluşturulan heterojen örneklerde kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesinde en yüksek doğru tespit oranı lazer yazıcının mavi mürekkebin üstünde olduğu örneklerde görülmüştür (% 83). Doğru tespit oranının göreceli olarak siyah mürekkep çizgisinin lazer yazıcı baskısının altında olduğu kesişmelerde (% 76) ve inkjet yazıcı baskısının mavi (% 71) ve siyah (% 67) mürekkep çizgisiyle kesiştiği (inkjet yazıcı baskısı altta) örneklerde yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 1) .

Mavi mürekkep çizgisinin altta inkjet yazıcı baskısının üstte (% 45), siyah mürekkep çizgisinin altta inkjet yazıcı baskısının üstte (% 33) ve lazer yazıcı baskısının altta mavi mürekkep çizgisinin üstte (% 40) olduğu kesişme örneklerinde doğru tespit oranları ise oldukça düşük bulunmuştur (Tablo 1).

Belge inceleme uzmanları tarafından incelenen lazer yazıcı ve inkjet yazıcı baskısı ile mürekkep çizgilerinin kesiştiği heterojen örneklerde toplam doğru tespit oranı % 33 ile % 83 arasında değişmekte olup ortalama tespit oranı % 60'tır (Tablo 1) .

Siyah ve mavi tükenmez kalemler ile oluşturulan homojen örneklerde on dört belge inceleme uzmanı tarafından yapılan inceleme sonucunda; kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesinde en yüksek doğru tespit oranı mavi tükenmez kalem çizgisinin siyah tükenmez kalem çizgisinin altında olduğu örneklerde görülmüştür (% 62). Mavi tükenmez kalemle oluşturulan kesişmelerde (% 45), siyah tükenmez kalemle oluşturulan kesişmelerde (% 33) ve siyah tükenmez kalemin altta mavi tükenmez kalemin üstte (% 26) olduğu kesişmelerde doğru tespit oranları oldukça düşük bulunmuştur (Tablo 2) .

Siyah ve mavi tükenmez kalemler ile oluşturulan homojen örneklerde on dört belge inceleme uzmanı tarafından görsel ve büyüteç ile yapılan incelemelerde kesişme sırasının toplam doğru tespit oranı % 26 ile % 62 arasında değişmekte olup ortalama doğru tespit oranı % 43'tür (Tablo 2).

Tükenmez kalem ve lazer-inkjet yazıcı ile oluşturulan heterojen kesişmelerde stereo mikroskop kullanılarak yapılan incelemelerde; İnkjet yazıcı baskısının mavi tükenmez kalem çizgisinin üzerinde olduğu kesişmelerde, mavi ve siyah tükenmez kalem çizgisinin inkjet yazıcı baskısının üzerinde olduğu kesişmelerde, lazer yazıcı baskısının mavi ve siyah tükenmez kalem çizgisinin üzerinde olduğu kesişmelerde, siyah tükenmez kalem çizgisinin lazer yazıcı baskısının üzerinde olduğu kesişmelerde kesişme sırası üç uzman tarafından da % 100 oranında doğru tespit edilmiştir (Tablo 3).

Mavi tükenmez kalem çizgisinin lazer yazıcı baskısının üstünde olduğu heterojen kesişmelerde ve inkjet yazıcı baskısının siyah tükenmez kalem çizgisinin üzerinde olduğu heterojen kesişmelerde sıralama bir uzman tarafından % 100 doğru tespit edilirken diğer iki uzmanın doğru tespit oranı 2/3'te kalmıştır. Mavi ve siyah mürekkep ile inkjet ve lazer yazıcı baskısı ile oluşturulan toplam yirmidört örnekte üç adli belge inceleme uzmanının stereo mikroskopla yaptığı incelemede genel doğru tespit oranı ortalaması % 94 olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Siyah ve mavi tükenmez kalem kullanılarak oluşturulan homojen kesişmelerde stereo mikroskop kullanılarak yapılan incelemelerde; en yüksek doğru tespit oranı siyah tükenmez kalem çizgisinin mavi tükenmez kalem çizgisinin üstünde olduğu homojen örneklerde elde edilmiştir. Kesişme sırası üç uzman tarafından da % 100 oranında doğru tespit edilmiştir. Sadece siyah tükenmez kalem ile oluşturulan kesişmelerde doğru tespit oranı (% 56) ve sadece mavi tükenmez kalem ile oluşturulan kesişmelerde doğru tespit oranı (% 44) oldukça düşüktür. Mavi tükenmez kalem çizgisinin üstte siyah tükenmez kalem çizgisinin altta olduğu homojen kesişmelerde ise tespit yapılamamıştır. Mavi ve siyah tükenmez kalem ile oluşturulan homojen kesişmelerde üç adli belge inceleme uzmanının stereo mikroskopla yaptığı incelemede genel doğru tespit oranı % 50 olarak bulunmuştur (Tablo 4) . Stereo mikroskop ile yapılan analizlere ilişkin sonuçlar aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Tablo I: İnkjet, lazer printer ve tükenmez kalem kesişmesi ile oluşturulan heterojen örneklerin uzmanlar tarafından sadece lup kullanılarak yapılan inceleme sonuçları.

Uzman Örnek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Doğru tespit	%
M/İ	3/3	2/3	2/3	3/3	1/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	3/3	3/3	2/3	1/3	30/42	71
S/İ	3/3	1/3	1/3	3/3	2/3	2/3	3/1	0/3	3/3	2/3	2/3	3/3	3/3	2/3	28/42	67
M/L	2/3	0/3	2/3	0/3	0/3	3/3	2/3	3/3	1/3	0/3	0/3	2/3	2/3	0/3	17/42	40
S/L	3/3	2/3	2/3	3/3	1/3	3/3	0/3	1/3	3/3	1/3	3/3	3/3	3/3	0/3	26/42	62
L/M	3/3	3/3	1/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	1/3	1/3	2/3	3/3	3/3	3/3	35/42	83
L/S	3/3	3/3	2/3	3/3	2/3	3/3	3/3	0/3	1/3	2/3	2/3	3/3	2/3	3/3	32/42	76
İ/M	0/3	3/3	0/3	0/3	3/3	2/3	0/3	3/3	3/3	3/3	2/3	0/3	0/3	0/3	19/42	45
İ/S	0/3	2/3	1/3	0/3	3/3	0/3	3/1	1/3	2/3	3/3	0/3	1/3	0/3	0/3	14/42	33
n:24	17	16	11	15	15	18	12	13	16	14	14	18	15	9	201/336	60
%	71	67	46	63	63	75	50	54	67	58	58	75	63	38		

M: Mavi tükenmez kalem **S:** Siyah tükenmez kalem **İ:** İnkjet yazıcı **L:** Lazer yazıcı

Tablo II : Tükenmez kalem ve tükenmez kalem mürekkebi kesişmesi ile oluşturulan homojen örneklerin uzmanlar tarafından sadece lup kullanılarak yapılan inceleme sonuçları

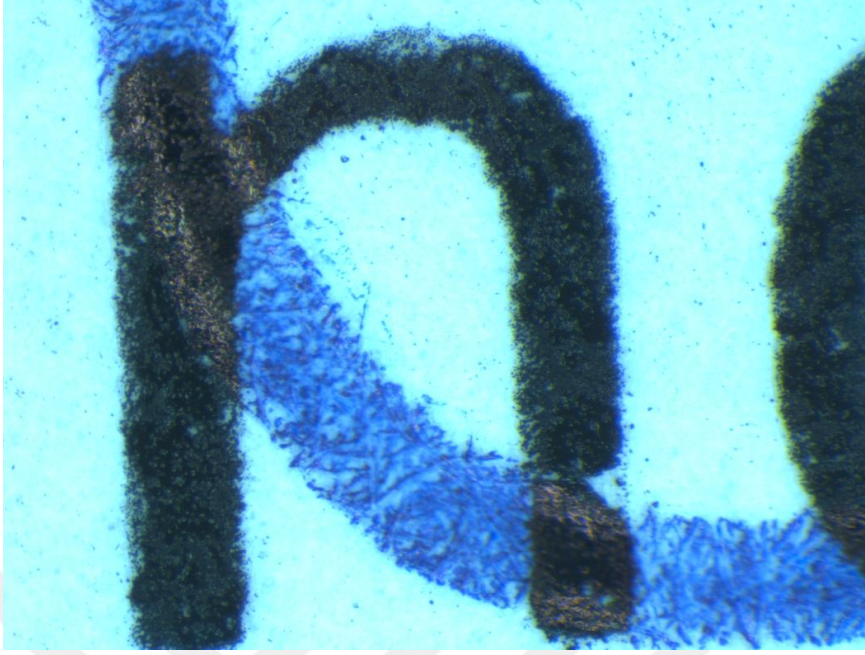
Uzman Örnek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Doğru tespit	%
M/M	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	2/3	1/3	1/3	2/3	2/3	1/3	2/3	2/3	19/42	45
S/S	1/3	2/3	0/3	2/3	1/3	0/3	2/3	0/3	2/3	1/3	1/3	1/3	0/3	1/3	14/42	33
S/M	0/3	1/3	2/3	3/3	1/3	2/3	3/2	1/3	2/3	3/3	2/3	2/3	2/3	3/3	26/42	62
M/S	3/3	1/3	0/3	2/3	2/3	0/3	0/3	0/3	1/3	1/3	0/3	0/3	0/3	1/3	11/42	26
N:12	5	5	3	8	5	3	6	2	6	4	5	4	4	7	70/168	42
%	42	42	25	67	42	25	50	17	50	33	42	33	33	58	42	

Tablo III: İnkjet, lazer printer ve Tükenmez kalem kesişmesi ile oluşturulan heterojen örneklerin stereo mikroskop ile inceleme sonuçları.

Stereo mikroskop	A	B	C	Doğru Tespit	Stereo mikroskop %	Uzman inceleme sonuçları %
M/İ	3/3	3/3	3/3	9/9	100	71
S/İ	3/3	3/3	3/3	9/9	100	67
M/L	3/3	2/3	2/3	7/9	78	40
S/L	3/3	3/3	3/3	9/9	100	62
L/M	3/3	3/3	3/3	9/9	100	83
L/S	3/3	3/3	3/3	9/9	100	76
İ/M	3/3	3/3	3/3	9/9	100	45
İ/S	3/3	2/3	2/3	7/9	78	33
N:24	24	22	22	68/72	94	60
%	100	92	92	94		

Tablo IV: Tükenmez kalem ve Tükenmez kalem kesişmesi ile oluşturulan homojen örneklerin stereo mikroskop ile inceleme sonuçları.

Stereo mikroskop	A	B	C	Doğru Tespit	%
M/M	1/3	2/3	1/3	4/9	44
S/S	3/3	1/3	1/3	5/9	56
S/M	3/3	3/3	3/3	9/9	100
M/S	0/3	0/3	0/3	0/9	0
N:12	7	6	5	18/36	50
%	58	50	42	50	



Şekil 2: Mavi tükenmez kalem çizgisi üstte HP lazer printer yazısı altta.



Şekil 3: Mavi tükenmez kalem çizgisi altta HP lazer printer yazısı üstte.



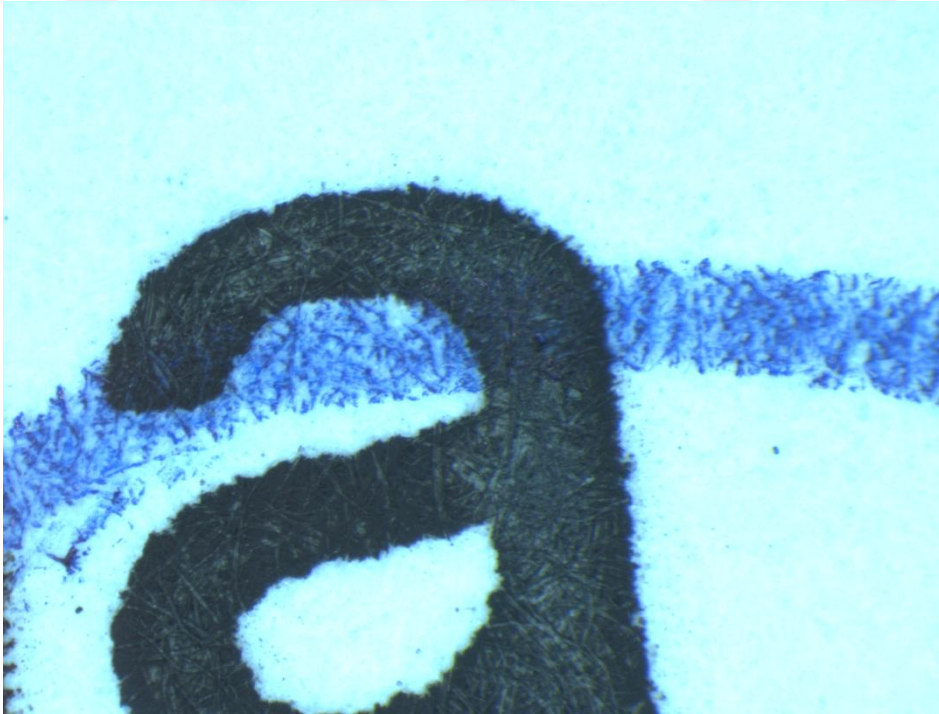
Şekil 4: Siyah tükenmez kalem çizgisi üstte HP lazer printer yazısı altta.



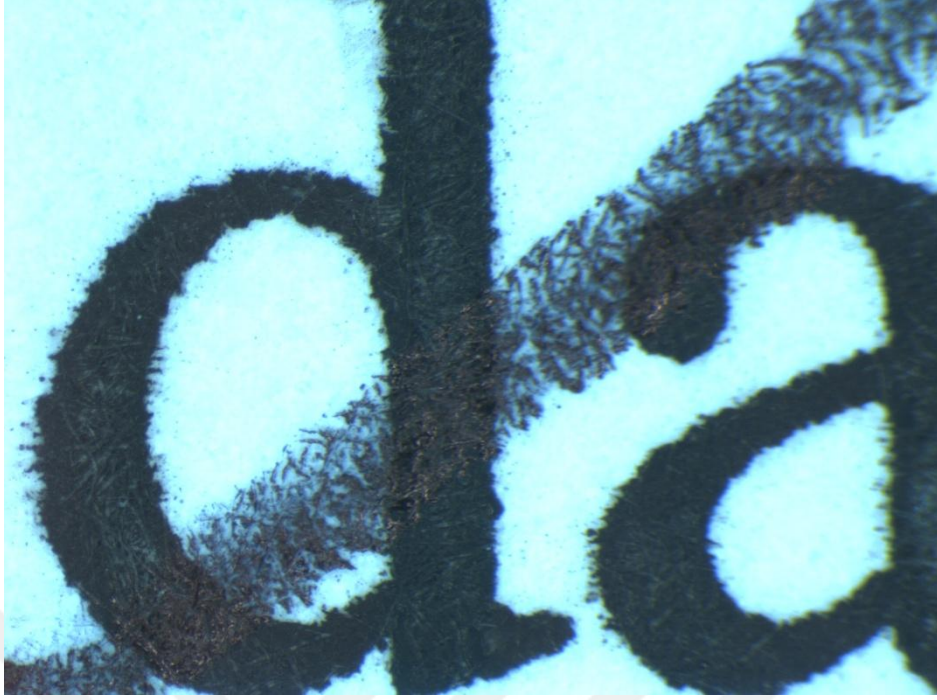
Şekil 5: Siyah tükenmez kalem çizgisi altta HP lazer printer yazısı üstte.



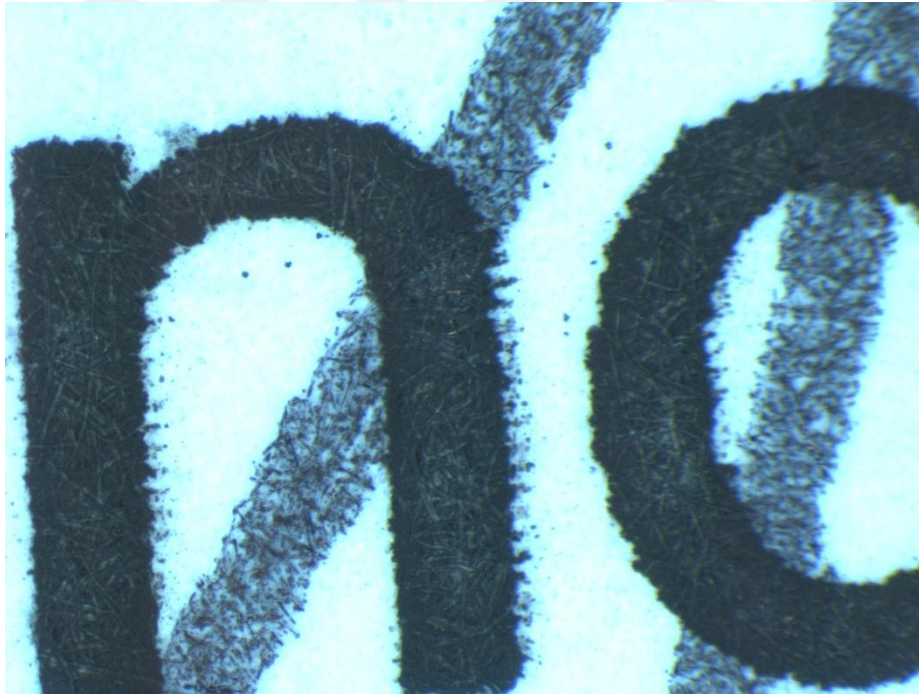
Şekil 6: Mavi tükenmez kalem çizgisi üstte ink jet printer yazısı altta.



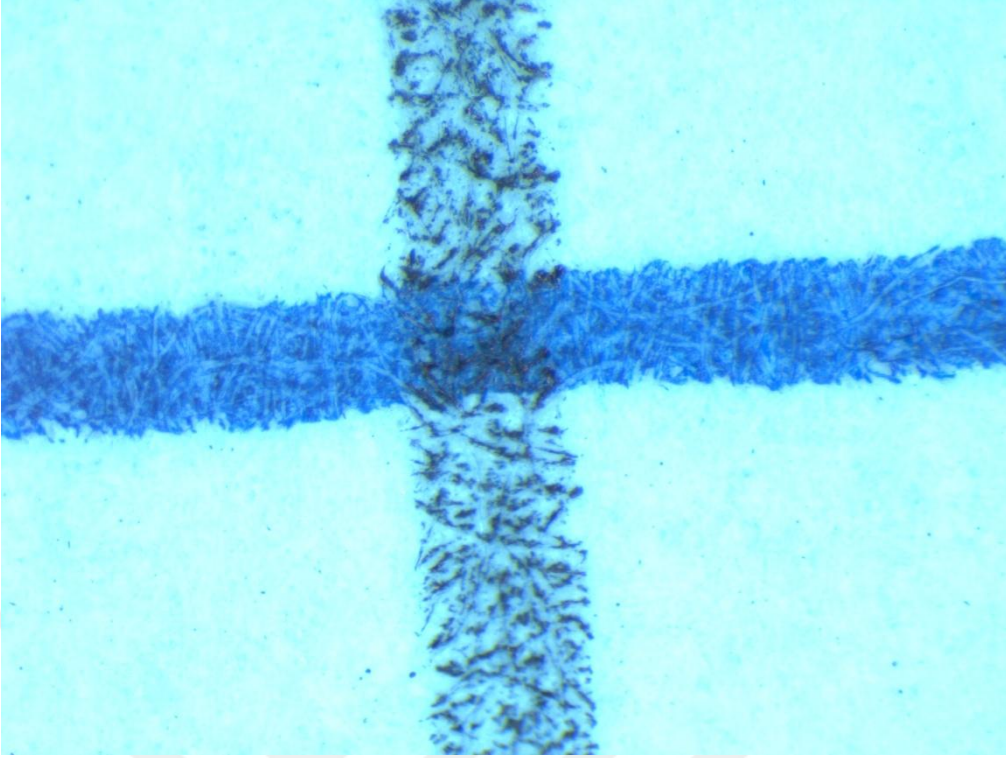
Şekil 7: Mavi tükenmez kalem çizgisi altta ink jet printer yazısı üstte.



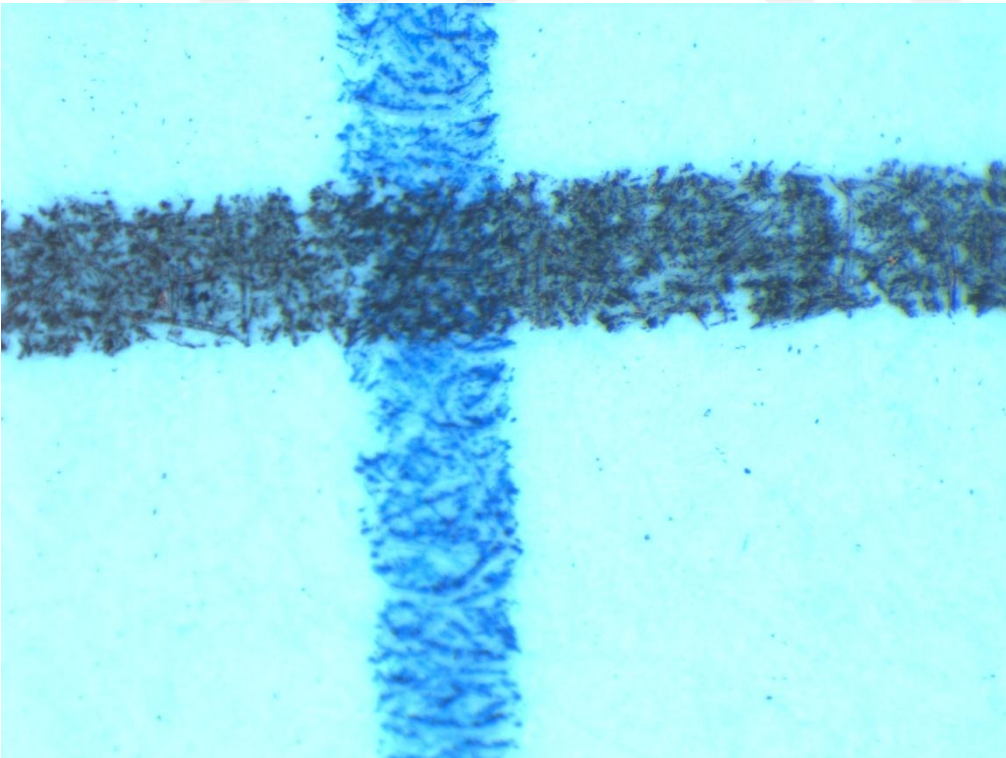
Şekil 8: Siyah tükenmez kalem çizgisi üstte ink jet printer yazısı altta.



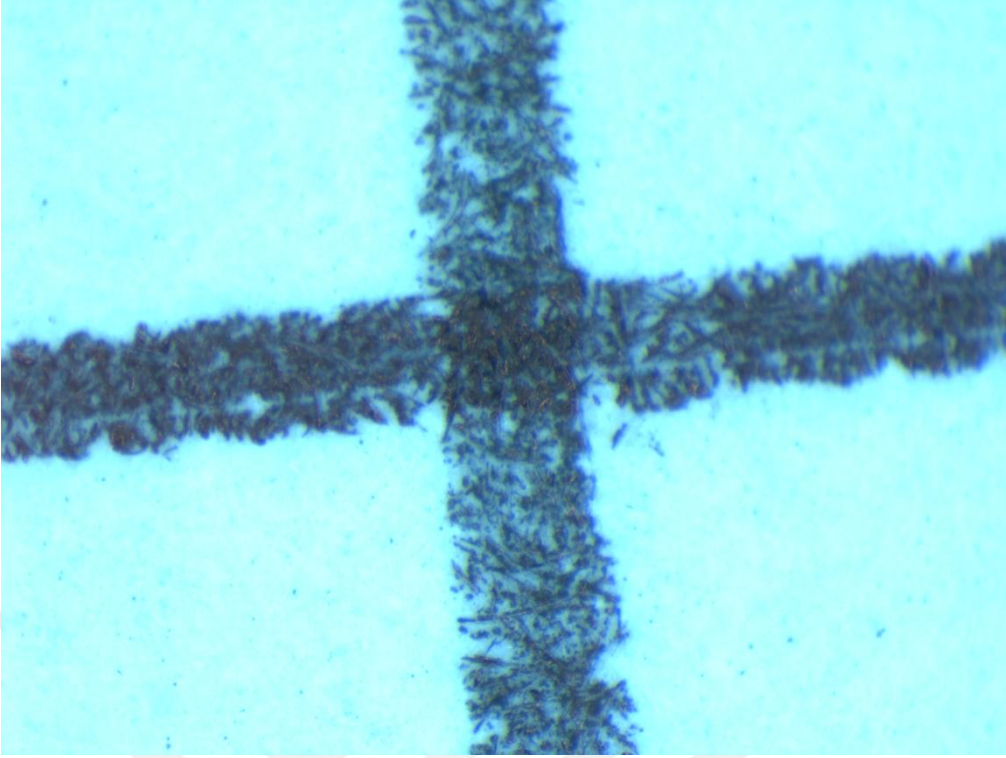
Şekil 9: Siyah tükenmez kalem çizgisi altta İnk jet printer yazısı üstte.



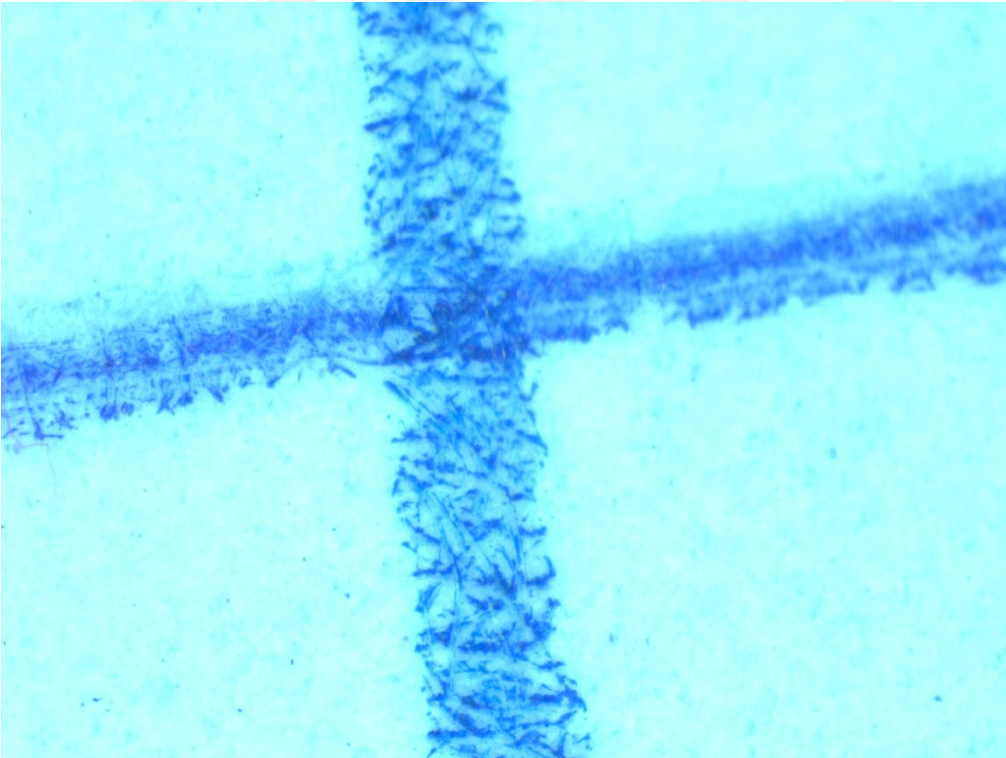
Şekil 10: Siyah tükenmez kalem çizgisi altta mavi tükenmez kalem çizgisi üstte



Şekil 11: Siyah tükenmez kalem çizgisi üstte mavi tükenmez kalem çizgisi altta



Şekil 12: Siyah tükenmez kalem kesişmesi



Şekil 13: Mavi tükenmez kalem kesişmesi

Tablo V: Belge inceleme uzmanı 1- örnek değerlendirme sonuçları

1.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif*	Pozitif	Negative**	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	pozitif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	pozitif

*: Doğru tespit **: Yanlış tespit

Tablo VI: Belge inceleme uzmanı 2 –örnek değerlendirme sonuçları

2.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif

Tablo VII: Belge inceleme uzmanı 3- örnek değerlendirme sonuçları

3.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif

Tablo VIII: Belge inceleme uzmanı 4- örnek değerlendirme sonuçları

4.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif
Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif
Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif

Tablo IX: Belge inceleme uzmanı 5- örnek değerlendirme sonuçları

5.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	TE	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Pozitif	Pozitif	Pozitif	TE	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	TE	TE	Negatif
Pozitif	TE***	Pozitif	Negatif	Pozitif	TE	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	TE

***: Tespit edilemedi

Tablo X: Belge inceleme uzmanı 6- örnek değerlendirme sonuçları

6.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif

Tablo XI: Belge inceleme uzmanı 7 -örnek değerlendirme sonuçları

7.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	TE	Negatif	Negatif
Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	TE	Pozitif	Negatif
Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	TE	Pozitif	Negatif

Tablo XII: Belge inceleme uzmanı 8- örnek değerlendirme sonuçları

8.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif
Pozitif	TE	Negatif	TE	Pozitif	Pozitif	Negatif	TE	Pozitif	Negatif	Pozitif	TE
Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	TE	TE	Pozitif	TE	Negatif

Tablo XIII: Belge inceleme uzmanı 9- örnek değerlendirme sonuçları

9.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif
Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif

Tablo XIV: Belge inceleme uzmanı 10- örnek değerlendirme sonuçlar

10.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif

Tablo XV: Belge inceleme uzmanı 11- örnek değerlendirme sonuçları

11.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Negatif	Pozitif	Negatif	TE	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	TE
Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif
Negatif	TE	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif

Tablo XVI: Belge inceleme uzmanı 12 -örnek değerlendirme sonuçları

12.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Negatif	TE	Pozitif	pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif
Pozitif	TE	Pozitif	Negatif	Pozitif	TE	Pozitif	Negatif	Negatif	TE	Negatif	Negatif
Pozitif	TE	pozitif	negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	TE	Negatif	Negatif

Tablo XVII: Belge inceleme uzmanı 13- örnek değerlendirme sonuçları

13.Uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	TE	Pozitif	Negatif
Negatif	TE	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif
Pozitif	TE	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif

Tablo XVIII: Belge inceleme uzmanı 14- örnek değerlendirme sonuçları

14.uzman											
İnkjet altta mavi tkalem üstte	İnkjet altta siyah tkalem üstte	İnkjet üstte mavi tkalem altta	İnkjet üstte siyah tkalem altta	Lazer yazıcı üstte mavi tkalem altta	Lazer yazıcı üstte Siyah tkalem altta	Lazer yazıcı altta mavi tkalem üstte	Lazer yazıcı altta Siyah tkalem üstte	Mavi tkalem	Siyah tkalem	Mavi tkalem altta	Siyah tkalem altta
Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif	Negatif	Pozitif
Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif
Negatif	Negatif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Negatif	Pozitif

5. TARTIŞMA

Kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesi; mürekkeplerin bileşimindeki farklılıklara ve iki farklı mürekkebin var olmasından kaynaklı her iki çizgide oluşan değişikliklere dayanır. Çalışmada kullanılan streomikroskop ile kesişme noktasında oluşan parlamada, parlamadaki devamlılık, incelenmiş ve kullanılan kalem mürekkeplerinin renkleri (mavi-siyah), siyah mürekkepli lazer yazıcı ve siyah mürekkepli inkjet yazıcı ile oluşturulan örneklerin kesişme noktalarında gözlemlenen farklılıklarına dayanarak kesişen çizgilerin kronolojik sırasının tespit edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Birinci ve ikinci çizginin oluşturulma sürecindeki zaman aralığının bir etkisi olmaması nedeni ile birinci ve ikinci çizginin oluşturulmasında zaman farkı dikkate alınmamıştır. Nitekim benzer çalışmalarda da çizgilerin oluşturulması arasındaki zaman farkının, inceleme sonuçları üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı saptanmıştır (45,46).

Kesişme problemini çözmek için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Kesişmeyi oluşturan mürekkeplerin yapısına ve kesişme türüne göre farklı yöntemler seçilir. Bu nedenle kesişen çizgi problemlerinin hepsine uygulanabilen bir yöntem yoktur. Kesişen çizgilerin oluşturulma sırasının belirlenmesi için ideal teknik; zarar vermeyen ve karşılaşılan materyal çeşitleri için objektif bir inceleme yapmaya olanak sağlayan yöntemlerdir (4).

Yöntemin seçimi kesişen çizgilerin oluşturulması için kullanılan yazı/printer materyaline ve belgeye zarar vermeyen bir yöntemin belgeye zarar veren bir yöntemden daha çok gerekli olup olmadığı gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Bu yöntemlerin her biri bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Fakat adli incelemeler için belgeye zarar vermeyen yöntemler tercih edilir. Bu nedenle toner materyalinin

mürekkep hareketinin üzerinde mi altında mı olduğunu tespit etmek için tonerin kazınarak çıkarıldığı kazıma tekniği (scraping technique) gibi belgeye zarar veren yöntemler birçok olay için uygun olmayabilir.

Kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesi için kullanılan yöntemlerin çoğu optik incelemelere ve fiziksel özelliklerin tespitine dayanmaktadır. Bu yöntemler belgeye zarar vermemek gibi bir avantaja sahiptirler. Ancak kişisel yoruma bağlı olması bu yöntemlerin en büyük dezavantajıdır. Optik mikroskoplar kesişen çizgilerin sırasının tespit edilmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu yöntemin dezavantajı optik yansımaların olabilme ihtimalidir. Örneğin daha yoğun veya koyu kalem hareketi, hareketin oluşturulma sırası ne olursa olsun, daha hafif veya açık renk kalem hareketinin üzerinde görülebilir (4).

Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde kesişen çizgilerin yazılma sırasının belirlenmesinde lup ve mikroskop dışında herhangi bir cihaz kullanılmadığında doğru tespit oranlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Oldukça deneyimli olmalarına rağmen on dört belge inceleme uzmanının gerek homojen gerek heterojen kesişmelerde yeterli düzeyde ve güvenilir tespit oranlarına ulaşamadıkları görülmektedir. Özellikle homojen kesişmelerde % 50'nin bile altına inen, heterojen kesişmelerde de % 60'ın üzerine çıkamayan doğru tespit oranları, sadece lup kullanımı ile gerçekleştirilen vizüel analiz ile güvenilir sonuçlara ulaşamayacağını göstermektedir.

Stereo mikroskop ile yapılan incelemeler, siyah ve mavi tükenmez kalem ile oluşturulan örneklerde yeterli tespit oranları göstermemekle birlikte, özellikle yazıcı mürekkebi ile tükenmez kalem mürekkebi kesişmelerindeki heterojen örneklerde oldukça başarılı değerlendirmeler içermektedir. Özellikle siyah/mavi tükenmez kalem ile İnkjet/lazer yazıcı kesişmelerinde saptanan oldukça yüksek doğru tespit oranları adli belge

incelemesinde, stereo mikroskobun çakışan çizgilerin oluşturulma sırasının belirlenmesinde etkin olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Stereo mikroskobun ışık kaynağı, mürekkep ile yazıcı mürekkeplerinin kesişme noktalarındaki parlamanın görülmesini sağlamakta, bu parlamanın devamı veya kesintisi alt üst ilişkilerini ortaya koymaktadır. Ancak bu durum siyah laser /inkjet baskısı için geçerli olup renkli yazıcı baskılarında bu özellik gözlenmemektedir.

Komal S. ve arkadaşları (45) tarafından jel pen mürekkebi ile streomikroskopla gerçekleştirilen çalışmada benzer sonuçlar alınmış; kesişme noktasındaki parlamanın, farklı renklerdeki jel mürekkep hareketleri ve sadece siyah inkjet yazıcı baskısının kesişme sırasının belirlenmesinde yararlı bir bulgu olduğu görülmüştür. Siyah inkjet mürekkebinin diğer renkteki inkjet mürekkepleri gibi geçirgen olmaması tespit farklılığına yol açan etkidir. Inkjet mürekkebin siyah dışındaki renkleri herhangi bir renk jel mürekkep çizgisini keserse veya tersi durumda, kesişme sırası tespit edilememektedir; zira parlaklık, hangisinin alta ya da üstte olduğu fark etmeksizin, bütün kesişmelerde görülür. Ancak siyah inkjet baskısı ile herhangi bir renk tükenmez kalem çizgisi kesiştiğinde parlamadaki devamlılık gözlenmez. Fakat diğer renklerdeki inkjet baskısı ile herhangi bir renk tükenmez kalem çizgisi kesiştiğinde, hangisinin altta ya da üstte olduğuna göre değişmeksizin, parlaklık devam eder. Bu nedenle Stereo mikroskopla yapılan incelemelerde sadece siyah inkjet baskısı ve herhangi bir renk tükenmez kalem çizgisi ile oluşturulan kesişmelerin sırası tespit edilebilmektedir. Stereo mikroskopla bu özellikteki örneklerin incelenmesinde %100 pozitif sonuç elde edilmiştir. Diğer renk inkjet yazıcı baskısı ve herhangi bir renk tükenmez kalem ile oluşturulan kesişmelerin sırası tespit edilememiştir.

Streomikroskobun aksine, hem jel pen hem de tükenmez kalem ve inkjet yazıcı kesişmelerinin sırası dijital mikroskop ile tespit edilememiştir. Bunun temel nedeni de,

stereo mikroskopla yapılan incelemelerde ışık açısı ayarlanabilmesine rağmen, dijital mikroskoplarda 45 derecelik ışık açısının değiştirilememesidir (35).

Komal S. ve arkadaşları (35) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da benzer sonuçlar alınmış kesişme noktasındaki parlama stereo mikroskopla saptanarak tespit yapılabildiği gözlemlenmiştir.

Jel pen mürekkep ile oluşturulan kesişmelerde de Jel pen mürekkebinin laser yazıcı baskısının üzerinde olduğu örneklerde bütün kesişme noktalarında atlama ve boşluklar gözlemlendiği belirtilmiştir (35).

Jel pen mürekkebindeki boşluk jel penin hafif şekilde kabarmış laser yazıcı işaretinin kenarına çarpması sonucunda kısa bir an için kağıt yüzeyine temas edememesi neticesinde oluşur. Ancak boşlukların varlığı kesişen çizgilerin sırasının tespit edilmesinde doğrulayıcı bir özellik olarak değerlendirilemez çünkü varlığı kalem baskısına bağlı olarak değişir. Boşluklar hafif ya da orta dereceli kalem baskısıyla oluşturulan jel pen işaretlerinde nadiren görülür (45).

Bir başka çalışmada, kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesi için forier transform infrared spektral görüntüleme – azaltılmış total yansımanın gücü incelenmiş, bu teknik lazer printer ve tükenmez kalem kullanılarak oluşturulan kesişmelerde başarılı bulunmuştur. Materyallerin mekansal (uzaysal-konumsal) yayılımını gösteren spektral görüntüler oluşturmak mümkün olmuştur. Mürekkepten elde edilen spektral görüntünün incelenmesiyle mürekkebin üstte veya tonerin altta olup olmadığı belirlenmiştir. Kör testlerde, ATR-FTIR spektral görüntüleme sonuçları sekiz deneyimli adli belge inceleme uzmanı tarafından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Geleneksel yöntemleri kullanarak inceleme yapan adli belge inceleme uzmanları tarafından bazı sonuçlar doğru tespit edilemezken, ATR-FTIR spektral görüntüleme ile kör testlerde

% 100 başarı elde edildiği bildirilmiştir. Ancak yöntem inkjet printer, jelpen, dolma kalem ve tükenmez kalem kesişmelerinde başarısızdır (4).

Spektral görüntüleme tekniği (Atr kırystal kullanarak) tükenmez kalem ve lazer yazıcı kesişmelerinin sırasının belirlenmesinde çok başarılı bulundu. Ancak jelpen ve inkjet printer gibi materyallerle oluşan kesişmelerin tespitinde yetersizdir (4).

Ridamjeet K. ve ark. (33) tarafından yapılan çalışmada; Docu Centre expert (PIA 6000-EDF) ile uygun ışık açısı ayarlanamadığı için, kesişen çizgilerin sırasının tespit edilmesinde karakteristik bulgular olan parlama gibi bulguların tespit edilememesinden dolayı, bu cihazın kesişme sırasının belirlenmesinde yararlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Isabella M. ve ark (41) tarafından yapılan çalışmada; dolma kalem mürekkep çizgisi ve yazıcı baskısı kesişmelerinde (mürekkep üstte) dijital mikroskop ile etkili sonuçlar alınmıştır. Dolma kalem çizgisinin tonerle kesiştiği noktada (mürekkep üstte) oluşan parlaklığın varlığına bağlı olarak bu kesişmelerde kesişme sırası tespit edilmiştir. Tonerin üstte olduğu kesişmelerde bu parlaklık görülmemektedir.

Dijital mikroskop ve 3D lazer profilometri ile yapılan çalışmalarda; toner genellikle kağıt yüzeyinin üzerinde kabartı olarak görülür, ancak dolma kalem çizgisi uygulanan basınçtan dolayı kağıt yüzeyinde bir çukur oluşturur. Dolma kalem çizgisi tonerin üzerindeyken kesişme noktasında toner çizgisi üzerinde hafif bir çukur oluşur. Toner çizgisi boyunca alınan topografik profilde ise mürekkep çizgisinin kenarlarıyla örtüştüğü noktalarda “u” kavisiyle karakterize bir görüntü elde edilir. Ancak kalem baskısının çok düşük olduğu olgularda her iki yöntemde de (dijital mikroskop- 3D lazer profilometri) yeterli bulgu elde edilemediği için sonuç verilmemelidir (41).

3D lazer profilometri ile yapılan çalışmalarda; Kesişmelerin 3D görüntüsünde üstteki hareket kesintisiz devam ederken alttaki hareket kesintiye uğramış şekilde görülür.

Kesişmelerin 3d analizinde dikkat edilmesi gereken bazı karakteristik özellikler vardır. İlk olarak kesişme noktasında tümseklerin (bump) olup olmadığına bakılmalıdır. Bu düzensizlikler birinciyi kesen ikinci çizgilerin kenarlarında görülürler. Çift kalem geçişine bağlı olarak oluşan kağıt çökmelerinden kaynaklanırlar. Bu tümseklerin görünürlüğü kağıdın, kalemin çeşidine ve baskı derecesine bağlıdır.

İki baskısının kesişme noktasının 3D görüntüsünde z aksisi boyunca ayna görüntüsünde oval bir yapı oluşur. İkinci çizginin ilave baskısıyla kesişme noktasında oluşan oval yapı gözlemlenebilir. İncelenen örneklerde kalem tipine bağlı olarak %35 ile 98 arasında başarı elde edilmiştir. Bazı örneklerde tespit yapılamamıştır. Yapılan çalışmada ya pozitif sonuç elde edilmiş ya da tespit yapılamamıştır. Hiç bir örnek için yanlış tespit yapılmamıştır (48).

Dolma kalemin tonerden sonra uygulandığı durumlarda ışığın yansımından dolayı kesişme alanında oluşan parlak görüntünün varlığı kesişen çizgilerin sırasının belirlenmesini sağlar. Diğer yandan tonerin üstte olduğu durumlarda parlaklık görülmez.

Lazer profilometry ile oluşturulan 3D reconstruction'da toner genellikle kağıt seviyesinden yukarda (kabarık şekilde) görülür. Dolma kalemin tonerin üzerinde olduğu durumlarda kesişme yüzeyi toner çizgisi üzerinde düzgün ve homojen bir çentik olarak görülür. Ayrıca toner çizgisinin topografik görüntüsü alındığında mürekkep çizgisi ile denk gelen alanlarda "U" şeklinde bir görüntü elde edilmiştir. Dolma kalem baskısının topografik görüntüsü alındığında kayda değer bir sonuç elde edilememiştir. Sonuçlar farklı baskı derecesi ve kağıda göre değişmemiştir.

Tonerin dolma kalemin üzerinde olduğu örneklerde kesişme alanındaki toner çizgisi kalem baskısından bağımsız olarak kesintisizdir. Toner çizgisi her zaman dolma kalem çizgisinin üzerindedir ve yüzey düzensizlikleri gözlemlenir. Dijital mikroskopla sonuç

alınamayan örneklerde 3D lazer profilometri yöntemi ile de bir sonuç alınamadı. 3D lazer profilometri tekniğinin tek avantajı belirgin farklılıkların olduğu görüntülerde sayısal ölçüm sağlayabilmesidir (41)

Kasas S. ve arkadaşları (32) tarafından Atomik Güçlü Mikroskop (AFM) ile yapılan çalışmada tükenmez kalem ve dotmatriks yazıcı kullanılmıştır. AFM ile öncelikle her iki mürekkep ve kağıdın görüntüsü kesişme alanı dışında yüksek büyütme ile incelendi ve yüksek büyütmede karakteristik özellikleri belirlendi. Mürekkep akışkan ve pürüzsüz bir yüzey görüntüsü sergilerken yazıcı mürekkebi daha granüler bir yüzey görüntüsü sergilemiştir. Daha sonra kesişme alanındaki mürekkep birikintisinin yüzey yapısı incelenmiştir ve kesişme alanı dışında elde edilen kalem mürekkebinin ve yazıcı mürekkebinin görüntüsü ile karşılaştırılmıştır. Bu görüntüler kesişme çizgilerinin sırasını açık şekilde tespit edilebileceğini göstermiştir. Ancak çalışmada sınırlı sayıda örnek kullanılmıştır.

Khanmy-Vital ve arkadaşları (34) tarafından yapılan bir diğer çalışmada lazer yazıcı toneri, tükenmez kalem, keçeli kalem ile oluşturulan heterojen kesişmeler incelenmiştir. Çalışma sonucunda AFM ile güvenilir ve kesin sonuçlar elde edilmiştir. Mürekkep birikintileri ve onların orjinlerinden kaynaklı farklılıklarının görüntülenmesi kesişmelerde sıranın tespit edilmesini mümkün kılmıştır. Sonuç olarak AFM kesişme sırasının tespit edilmesinde kullanılabilir bir yöntemdir.

Florosan mikroskobu ile yapılan incelemelerde eğer kalem ve yazıcı mürekkepleri florosan yayarsa ve bu florosan renkleri birbirinden farklı ise kesişmelerin sırası tespit edilebilmektedir. Ancak kesişme sırasının tespit edilebilmesi için mürekkeplerin florosan yaymasına duyulan ihtiyaç yöntemin sınırlılığı olarak gözükmektedir (42).

Vaid ve arkadaşları (57) tarafından yapılan çalışmada tükenmez kalem ile kurşun kalem, dolma kalem ve tükenmez kalem kesişmelerinin yansıma spektrumu incelenmiştir. Heterojen kesişmelerde tatmin edici sonuçlar elde edilse de homojen mürekkep kesişmelerinde, jel pen mürekkep kesişmelerinde ve her iki mürekkepte dilüsyonun görüldüğü örneklerde anlamlı sonuçlar elde edilememiştir.

Yapılan çalışmada kesişmelerin absorpsiyon spektrumları lazer yazıcı işaretinin spektrumu ile uyumludur. Lazer yazıcı işaretinin kalem mürekkep hareketlerinden önce ya da sonra yazılmış olması fark etmemektedir. Bu nedenle lazer yazıcı ile kalem mürekkep kesişmelerinin absorpsiyon spektrumunu alarak kesişmelerin sırasının tespit edilemeyeceği sonucuna varılmıştır.

Kaur ve arkadaşları (32) tarafından yapılan çalışmada ise tükenmez kalem, jel pen ve dolma kalem ile lazer yazıcı ve daktilo kesişmelerinin sırası mürekkeplerin absorpsiyon spektrumları belirlenerek tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kesişme noktasından elde edilen spektrumun grafiği ile saf mürekkebin spektrum grafiğinin (ikinci olarak oluşturulan) örtüşmesi beklenirken kesişme noktasından elde edilen spektrum ile lazer yazıcı ve daktilo mürekkep baskısının spektrumunun önce veya sonra oluşturulması fark etmeksizin örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu çalışma heterojen kesişmelerde VSC 2000 ile elde edilen mürekkep absorpsiyon spektrumunun kesişme sırasını belirlemede uygun bir yöntem olmadığını göstermiştir.

Ewa Fabianska (11) tarafından raman spektroskopu ile yapılan çalışmada; keçeli kalem, dolma kalem, tükenmez kalem ve inkjet yazıcı ile oluşturulan homojen ve heterojen kesişmeler incelenmiştir. Kesişen çizgilerde doğru sıralamanın tespit edilme oranı Homojen kesişmelerde %29.1, heterojen kesişmelerde % 54.9 dur. Ancak heterojen kesişmeler inkjet yazıcı ve kalem mürekkebi ile oluşturulan kesişmeler ve farklı özellikteki kalem mürekkepleri ile oluşturulan kesişmeler olarak ayrıştırıldığında, inkjet

yazıcı ve kalem mürekkepleri ile oluşturulan kesişmelerde doğru tespit oranı % 61 olarak bulunmuştur. Farklı mürekkepler ile oluşturulan heterojen kesişmelerde bu oran % 37.5 olarak bulunmuştur (homojen kesişmelerle benzer sonuç %29.1). Bu sonuçlar raman spektroskopisinin kesişme sırasının belirlenmesinde etkin bir yöntem olarak değerlendirilemeyeceğini göstermektedir.



6. SONUÇ

Adli belge inceleme alanında kesişen çizgilerin analizi, oluşturulma sıralarının tespit edilmesi ile, inceleme konusu belgede oluşturulma amacına aykırı olarak yapılan eklentilerin ortaya konulmasını sağlamaktadır. Çok çeşitli analiz yöntemleri bulunmakla birlikte mürekkep ve yazıcı mürekkeplerinin çeşitliliği nedeni ile tümünde etkili olan bir yöntem henüz bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, alanda oldukça deneyimli on dört belge inceleme uzmanının kesişen çizgilerin sırasını belirlemeye yönelik sadece lup ile yaptıkları incelemeler istenilen sonuçları vermemiştir. Aynı örneklerde stereo mikroskopla yapılan incelemelerde siyah ve mavi tükenmez kalem kesişmelerinde yeterli tespit oranına ulaşılamazken, siyah ve mavi tükenmez kalem ile İnk jet veya lazer yazıcı baskısı ile oluşturulan heterojen kesişmelerde % 100'e varan doğru tespit oranları görülmüştür. Bu çalışmanın projesinde yer alan ancak ilgili kurumlardan çalışma izni alınmadığı için MST 2 ile analiz eksikliği bu çalışmanın kısıtlılığını oluşturmaktadır.

Sonuç olarak; tükenmez kalem ve yazıcı ile oluşturulan heterojen kesişmelerde stereo mikroskopla yeterli ve etkin bir şekilde oluşturulma sırasının belirlenebileceği sonucuna varılmıştır.

7. KAYNAKLAR

- 1- American Board of Forensic Document Examiners
<http://www.abfde.org/fde.htm>- Erişim Tarihi: 15.09.2015
- 2- Ataç, Y., (2010) Adli Bilim (Kriminalistik) alanında Kağıdın İncelenmesi. Polis Bilimleri Dergisi, Vol:12(4), 37-50.
- 3- Ballpoint pen https://en.wikipedia.org/wiki/Ballpoint_pen Erişim Tarihi: 27.06.2014.
- 4- Bojko, K., Roux, C., Reedy, B. J. (2008). 'An Examination of the Sequence of Intersecting Lines Using Attenuated Total Reflectance–Fourier Transform Infrared Spectral Imaging'. *Journal of forensic sciences*, 53(6): 1458-1467.
- 5- Cantu, A. A., Jeffrey, D. W., Gerald M. L., (2004) 'Differentiation of Black Gel Inks Using Optical and chemical Techniques'. *Journal of Forensic science*, 49 (2):364-370.
- 6- Çalı, H.H., (2007). 'Boya ve Mürekkep Analizi'. *Çağın Polisi Dergisi*, 60:60-62.
- 7- Çakır. İ., (2007), Adli Belge İncelemesi Alanında Kullanılan Cihazların Çalışma Prensipleri ve Pratikte Kullanımı, Adli Bilimlerde El Yazısı ve İmza İncelemeleri (Aşıcıoğlu,F.edt), s: 46-67, Oner Matbaacılık, İstanbul.
- 8- Çınar,T. (2005) El Yazısı ve İmza İncelemeleri, Adli Belge İncelemesi (Aşıcıoğlu, F. edt), s: 78, Beta Basım YayımDağıtım A.Ş., İstanbul.
- 9- Egan, J. M., (2005) Forensic Analysis of Black Ballpoint Pen Inks Using Capillary Electrophoresis, *Forensic science communication*,volume:7, No:3.
- 10- Eroğlu, Hüdaverdi.(1990). Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi. KTÜ Basım Evi, Trabzon.

- 11-** Fabianska, E., & Kunicki, M. (2003). Raman spectroscopy as a new technique for determining the asequence of intersecting lines. *Problems of Forensic Sciences, 53*, 60-69.
- 12-** Factors to Consider When Selecting a Stereo Microscope. <http://www.leica-microsystems.com/science-lab/factors-to-consider-when-selecting-a-stereo-microscope/> Erişim tarihi:11.01.2016.
- 13-** Forensic XP 4010 D The New System for Forensic Document Examination. Erişim: <http://www.uekae.tubitak.gov.tr>,Erişim Tarihi:15.02.2008.
- 14-** Forensic XP 4010 Dokuman İnceleme Cihazı. Erişim: <http://www.uekae.tubitak.gov.tr>. Erişim Tarihi: 15.02.2008.
- 15-** Fourier Transform Infrared (Kızılötesi) Spektroskopisi (FTIR). <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:AxbZcu8VlaMJ:biyokure.org/fourier-transform-infrared-kizilotesi-spektroskopisi-ftir/5696/+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr> Erişim Tarihi: 11.01.2016.
- 16-** Frazier, A. L., & Pierson, J. S. (1993). *U.S. Patent No. 5,193,008*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. (<https://www.google.com/patents/US5193008>). Erişim Tarihi: 21.09.2015
- 17-** FTIR Absorbsiyon Spektroskopisi http://www.bayar.edu.tr/besergil/IR_4_FTIR.pdf Erişim Tarihi: 11.01.2016.
- 18-** FTIR Spektroskopi <http://www.derilkim.com/urunler/analitik-cihazlar/ftir-spektrometresi/ftir-spektroskopi-nedir//> Erişim Tarihi: 25.12.2015.
- 19-** Giles, B. A., & Giles, A. (2003, September). The use of Raman spectroscopy in sequencing of crossed lines. I *Forensic science international*. Vol. 136, pp. 72

- 20-** Gregg, M. M., Advances in Document Examination: The Videospectral Comperator 2000. Erişim: [http:// www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/oct1999/mokrzyck.htm](http://www.fbi.gov/hq/lab/fsc/backissu/oct1999/mokrzyck.htm) Erişim Tarihi: 31.05.2008.
- 21-** Güngör, H.B.,(2013) Siyah Tükenmez Kalem Mürekkeplerinin Fotokimyasal Dönüşümlerinin HPLCL ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi,İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Fen Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.
- 22-** Hilton, O., (1993) 'Scientific Examination of Questioned Documents'. Washington D.C, CRC pres, 33- 40.
- 23-** Hilton, O. (1988). The evolution of questioned document examination in the last 50 years. *J. Forensic Sci.*, 33, 1310.
- 24-** Huber, A. R., Headrick A. M., 1999, Handwriting Identification: Facts and Fundamentals, pp.3, Crc Press, New York.
- 25-** Introduction to Stereomicroscopy. <http://www.microscopyu.com/articles/stereomicroscopy/stereointro.html> Erişim Tarihi:11.01.2016.
- 26-** İnkjet Yazıcılar. http://websozluk.brinkster.net/hardware/inkjet_yazicilar.htm Erişim Tarihi: 27.06.2014.
- 27-** Kağıt. <https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%A2%C4%9F%C4%B1t> Erişim Tarihi: 26.05.2014.
- 28-** Kâğıdın Doğuşu, Gelişim Süreci ve Üretimi. <http://www.prosesmatbaacilik.com.tr/pdf/KD,GSveU.pdf> Erişim Tarihi: 26.04.2014.
- 29-** Kağıdın Geçmişten Günümüze Gelişim Süreci <http://www.ozelkagitcilik.com/kagit/kagitin-gecmisten-gunumuze-gelisim-sureci.html> Erişim Tarihi: 26.07.2014.

- 30-** Kağıdın Tarihsel Gelişimi. <http://www.mopak.com.tr/arge.aspx?id=1> Erişim Tarihi: 26.07.14.
- 31-** Kağıdın Fiziksel Özelliklerinin Baskıda Önemi. <http://www.alkimkagit.com.tr/content3.asp?m1=1&m2=8&m3=30> Erişim Tarihi: 26.07.2014.
- 32-** Kasas, S. Khanmy-Vital, A. & Dietler, G. (2001). Examination of line crossings by atomic force microscopy. *Forensic science international*, 119(3), 290-298.
- 33-** Kaur, R., Saini, K., & Sood, N. C. (2013). Sequencing the intersections of printed strokes with writing instrument strokes using DocuCentre expert (PIA 6000-EDF). *Science & Justice*, 53(2), 206-211.
- 34-** Khanmy-Vital, A., Kasas, S., & Dietler, G. (2001). The use of atomic force microscopy to determine the sequence of crossed lines. *Problems of Forensic Sci*, 46, 401-12.
- 35-** Levinson J. (2001), Writing Inks and Dyes, Pen and Pencils, Questioned Documents – A Lawyer’s Handbook, p.115-126, Academic Press, London and California.
- 36-** Levinson J. (2001), Printers, Questioned Documents – A Lawyer’s Handbook, p.81-87, Academic Press, London and California.
- 37-** Levinson J. (2001), Paper, Questioned Documents – A Lawyer’s Handbook, p.127-134, Academic Press, London and California.
- 38-** Leung, S. C., Leung, Y. M. (1997). A systematic study of the lifting technique for determining the writing sequence of intersecting ball pen strokes. *Science & Justice*, 37(3), 197-206.
- 39-** Maldondo, H. I., Sierra, A. H., (1992) Cryon Obliteration Over Ballpoint Pen Writing. *Journal of Forensic Sciences*, vol: 37, No:6 pp.1679-1683.

- 40- Mikroskoplar.http://95.9.113.117/ders_notlari/gida/lab_dersnot/MIKROSKOPLAR.pdf Erişim Tarihi: 25.12.2015.
- 41- Montani, I., Mazzella, W., Guichard, M., & Marquis, R. (2012). Examination of Heterogeneous Crossing Sequences Between Toner and Rollerball Pen Strokes by Digital Microscopy and 3-D Laser Profilometry. *Journal of forensic sciences*,57(4), 997-1002.
- 42- Rosengarten, A., & Zhidkov, T. Determining the Sequence of Crossing Lines Using Fluorescence Microscopy. 9th International Conference on NDT of Art, Jerusalem Israel, 25-30 May 2008
- 43- Scanning electron microscope. https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_electron_microscope Erişim Tarihi: 07.01.2016.
- 44- Shiver, F. C. (2009). Intersecting lines: documents. *Wiley Encyclopedia of Forensic Science*.
- 45- Saini, K., Kaur, R., Sood, N. C. (2009). Determining the sequence of intersecting gel pen and laser printed strokes—a comparative study. *Science & Justice*, 49(4):286-291.
- 46- Saini, K., Kaur, R., Sood, N. C. (2009). A study for establishing the sequence of superimposed lines: Inkjet versus writing instruments. *Forensic science international*, 193(1), 14-20.
- 47- Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA. 1998. Principles of Instrumental Analysis. 5th Edition. Kılıç E, Köseoğlu F, Yılmaz H (çeviri ed) Bilim Yayıncılık, Ankara,. s. 850.
- 48- Spagnolo, G. S. (2006). Potentiality of 3D laser profilometry to determine the sequence of homogenous crossing lines on questioned documents. *Forensic science international*, 164(2), 102-109.

- 49-** Stereo mikroskop. <http://kisi.deu.edu.tr//umit.erdogan/Stereo.pdf> Erişim Tarihi: 13.09.2015
- 50-** Stereo microscope https://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_microscope Erişim Tarihi: 11.01.2016.
- 51-** Tank, Turan. (1998). Kağıt Fabrikasyonu, İstanbul.
- 52-** *Taramalı Elektron Mikroskobu.* <http://www.taek.gov.tr/malzeme-teknolojisi/595-taramali-elektron-mikroskobu-sem-nasil-calisir.html> Erişim Tarihi: 27.01.2016
- 53-** The Stereo Microscope.<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artjun12/jk-stereo1.pdf> Erişim tarihi: 11.01.2016.
- 54-** Toner. <https://en.wikipedia.org/wiki/Toner> Erişim Tarihi: 27.06.2014
- 55-** Trzinska, B. M. (2003, September). Differentiation among black toners originating from the same model of copiers (printers) or the same type of cartridges. In Forensic Science Internatioanl, Vol: 136, pp. 76-76).
- 56-** Truckerman, R., (1994). Principles of FTIR Spectrometry.Philips Scientific Teknik Broşürü.
- 57-** Uzun, N., (2002). 'El Dominansı ve Adli Belge İncelemesi Açısından Onemi, ' . Yeni symposium, 40 (1):3-9.
- 58-** VAID, B. A., Rana, R. S., Dhawan, C., (2011) DetermInatIon of sequence of strokes through reflectIon spectra. Problems of Forensic Science Vol:87, 193-203.
- 59-** Van De Voort, F.R.,(1992). Foruirer Transform Infrared Spectroskopy Applied to Food Analysis. Food Research International, Vol.25 p.397-403

- 60-** Weyermann, C., (2005). *Mass spectrometric investigation of the aging processes of ballpoint ink for the examination of questioned documents*, Inaugural dissertation for the Doctor degree, Justus-Liebig University, Giessen Germany.
- 61-** Wheeler, B.P., & Wilson, L. J. (2008). The stereomicroscope, *Practical Forensic Microscopy: A Laboratory Manual*. s: 3-10, John Wiley & Sons., England.
- 62-** Waggoner, L., R., Spradlin, W. , (1983). 'Obliterated Writing-An Anconventionel Approach'. *Journal of Forensic Science*,, 28 (3):.686-691.
- 63-** 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.
- 64-** Wu, Y., Zhou, C. X., Yu, J., Liu, H. L., & Xie, M. X. (2012). Differentiation and dating of gel pen ink entries on paper by laser desorption ionization-and quadruple-time of flight mass spectrometry. *Dyes and Pigments*, 94(3), 525-532.(dyes and pigments)
- 65-** Yılmaz, R., Koc, S., (2006) 'Adli Belge İncelemeciliğinin Dnyadaki Tarihsel Gelişimi I. Türkiye klinikleri, 3:72-78.