



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**GÖRÜNMEYEN PARMAK İZLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİNDE SAÇTIRMA YÖNTEMİYLE
KAPLAMA**

Emrah ÇAM

**DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI
KRİMİNALİSTİK DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nergis CANTÜRK

ANKARA

2019

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÖRÜNMEYEN PARMAC İZLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİNDE SAÇTIRMA YÖNTEMİYLE
KAPLAMA**

Emrah ÇAM

**DİSİPLİNLERARASI ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI
KRİMİNALİSTİK DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nergis CANTÜRK

EŞ DANIŞMAN

Prof. Dr. Saliha Tülay SERİN

ANKARA

2019

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Görünmeyen Parmak İzlerinin Geliştirilmesinde Saçtırma Yöntemiyle Kaplama” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Emrah ÇAM

Tarih:

İmza:

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalı
Kriminalistik Doktora Programında

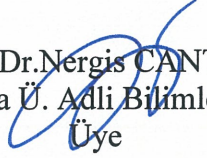
Emrah ÇAM tarafından hazırlanan

“Görünmeyen Parmak İzlerinin Geliştirilmesinde Saçtırma Yöntemiyle Kaplama” adlı tez
çalışması

aşağıdaki jüri tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak
OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

12.06.2019


Prof. Dr. H. Sinan SÜZEN
Ank.Ü. Eczacılık Fakültesi
Jüri Başkanı


Prof. Dr. Nergis CANTÜRK
Ankara Ü. Adli Bilimler Enstitüsü
Üye


Prof. Dr. Erhan BÜKEN
Başkent Ü. Tıp Fakültesi
Üye


Doç. Dr. Dilek AKYÜZLÜ
Ankara Ü. Adli Bilimler Enstitüsü
Üye


Dr. Öğr. Üyesi Cahit DOĞAN
Hacettepe Ü. Fen Fakültesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet AKAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÖNSÖZ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER	viii
ÇİZELGELER	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Parmak İzi	2
1.2 Tarihte Parmak İzi	2
1.3 Parmak İzinin Genel Özellikleri	6
1.3.1 Benzemez ve benzetilemez özelliği	6
1.3.2 Değişmez ve değiştirilemez özelliği	8
1.3.3 Tasnif edilebilir özelliği	8
1.4 Parmak İzlerinin Geliştirilmesinde Kullanılan Metotlar	11
1.4.1 Fiziksel Metotlar	11
1.4.1.1 Tozlama Yöntemi	11
1.4.1.2 Yapışkan Bantlar (Sticky Side Powder) Yöntemi	12
1.4.1.3 SPR (Küçük Parçacık Belirteci) Yöntemi	12
1.4.1.4 Optik İnceleme Yöntemi.....	13
1.4.1.5 Vakumla Metal Kaplama.....	13
1.4.2 Fiziko-Kimyasal Metotlar.....	14
1.4.2.1 Siyanoakrilat; Superglue (Japon Yapıştırıcısı) Tekniği.....	14
1.4.2.2 İyot Metodu	14
1.4.2.3 Fiziksel Geliştirici.....	15
1.4.3 Kimyasal Metotlar	15
1.4.3.1. 5-Methylthioninhydrin ve Ninhidrin Yöntemi	15
1.4.3.2 Diazofluoren (DFO) Yöntemi	16
1.4.3.3 Gümüş Nitrat	16
1.5 Görünmeyen İzlerin Geliştirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Sputtering 17	
1.5.1 Sputtering (Saçtırma) Olayı.....	17
1.5.2 Doğru Akım Parlama Boşalması	19
1.5.3 Saçtırma Çeşitleri.....	20
1.5.4 Doğru akım (D.C.) diyot saçtırma	20

1.5.5 Radyo frekans (R.F.) diyot saçtırma.....	20
1.5.6 İyon ışınli saçtırma	21
1.5.7 Manyetik alanda saçtırma.....	21
1.6 Gözeneksiz Yüzeylerde Saçtırma Yöntemiyle Kaplama.....	23
1.7 Hukuki Mevzuatta Parmak İzi	23
1.7.1 Ceza Muhakemeleri Kanunu	23
1.7.2 Polis Vazife ve Salahiyetleri Kanunu	24
1.7.3 Jandarma Teşkilatı Görev ve Yetkileri Yönetmeliği	25
1.8 Olay Yeri İncelemesi ve Parmak İzi	26
1.8.1 Parmak İzi Açısından Kriminal Olaylar	29
1.9 AFIS-APFIS (Otomatik Parmak İzi Teşhis Sistemi).....	30
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
2.1 Cam Numuneler Üzerine Parmak İzi Bırakılması	33
2.2 Kontrollü Deney Ortamının Hazırlanması.....	38
3. BULGULAR.....	40
3.1 Tozlama Yöntemi Uygulaması Sonrası Parmak İzlerinin Görünümü.....	40
3.2 Superglue Yöntemi Uygulaması Sonrası Parmak İzlerinin Görünümü.....	43
3.3 Saçtırma Yöntemi Uygulaması Sonrası Parmak İzlerinin Görünümü.....	46
3.4 Yöntemler Arası Kalite ve Karakteristik Özellik Sayısı Karşılaştırması ...	50
3.5 Yöntemler Arası İstatistiksel Analiz.....	57
4. TARTIŞMA.....	61
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	67
ÖZET	70
SUMMARY.....	71
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ	77

ÖNSÖZ

Kriminal olayların aydınlatılması açısından önemli bir parametre ve titizlik gerektiren çalışma alanı olan parmak izi incelemesi, olayın meydana gelmesinden sonra yapılan olay yeri incelemesinin yalnızca bir kısmını oluştursa da olayın failinin tespiti ve gerekli adli işlemlerin devamı için elzemdir. Üzerinde çalışılacak yüzeylere göre parmak izi tespiti işleminde pek çok farklı yöntem geliştirilmiş ve süregelen çalışmalarla birlikte devamı sağlanmaktadır. Gerek olay yerinde kullanılan yöntemler gerekse laboratuvar ortamında tercih edilen yöntemlerin, uygulayıcı uzmana sağlık açısından olumsuz etkileri göz önüne alınarak yapılan bu çalışmada, alternatif bir yöntem olarak kriminal laboratuvarlara önerilmesi amaçlanmıştır.

Doktora çalışmam boyunca gerek ders süreci gerekse akademik çalışma sistemini etkili bir biçimde kazanmamı sağlayan ve bu süreç boyunca sabır ve anlayışını benden esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Nergis CANTÜRK'e,

Akademik anlamda adli bilimler alanında bilgi edinme ve disiplinlerarası çalışma koordinasyonunu edinme anlamında katkı sağlayan enstitü müdürü Sayın Prof. Dr. Sinan SÜZEN'e,

Yüksek lisans eğitimimden bugüne uzun yıllar boyunca hiçbir desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın S. Tülay SERİN ve rahmetli hocam Prof. Dr. Necmi SERİN'e,

Deneyisel çalışmalarım esnasında her türlü destek gösteren ve tecrübelerini esirgemeyen Gaziantep Olay Yeri İnceleme Şube Müdürlüğü APFIS uzmanları İbrahim YILMAZ, Veysel AVCI, A. Ali KALKAN ve Mustafa GÖÇER'e, vücut izi geliştirme laboratuvar uzmanları Hasan İYİSAN, Aydın ÇELİK, Orhan RENÇBER, Uğur Baki ALTINTAŞ ve Gökhan ALAKAŞ'a, yardımlarını esirgemeyen kıymetli arkadaşlarım J.Yzb. Atakan ŞENGÜL'e ve Hakan OT'a,

Çalışmanın istatistiksel anlam kazanması hususunda destek veren Doç. Dr. İbrahim GİRİTLİOĞLU'na,

Gösterdikleri anlayış ve katkılarından dolayı değerli eşim Şirin UZUN ÇAM'a, sevgili Aslı UZUN'a, ailesine, aileme ve biricik kızım Derin Masal'a teşekkür eder, saygılarımı arz ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

5MTN	5- Methylthioninhydrin
APFIS	Otomatik Parmak ve Avuç İzi Teşhis Sistemi (Automated Palm and Fingerprint Identification System)
CMK	Ceza Muhakemeleri Kanunu
CuO	Bakır Oksit
D.C.	Doğru Akım
DFO	Diazofluoren
FBI	Federal Araştırma Bürosu (Federal Bureau of Investigation)
MOF	Metal Organik Çerçeve (Metal Organic Frame)
PVSK	Polis Vazife ve Salahiyet Kanunu
R.F.	Radyo Frekans (Radio Frequency)
SCCM	Dakika Başına Akan Standart Metreküp (Standard Cubic Centimeters Per Minute)
SPR	Küçük Parçacık Belirteci (Small Particle Reagent)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Parmak İzinin Karakteristik Özellikleri	9
Şekil 1.2. Parmak İzi Geliştirmesinde Kullanılan Yöntemler	11
Şekil 1.3. Tozlama Yönteminde Kullanılan Malzemeler	12
Şekil 1.4. SPR Yönteminde Kullanılan Malzemeler	13
Şekil 1.5. Fiziksel Saçtırma İşlemi	17
Şekil 1.6. Saçtırma Odacığı İç Duvarında Saçtırılmış Malzeme Birikimi	18
Şekil 1.7. Doğru Akım Parlama Boşalması	19
Şekil 1.8. Magnetik Alan İçerisinde Elektron Davranışı	21
Şekil 1.9. Livescan Tarama Cihazı Şeması	31
Şekil 2.1. Mukayese Parmak İzi	34
Şekil 2.2. Superglue Uygulama Kabini	35
Şekil 2.3. El Yapımı (Hand-Made) Saçtırma (Sputtering) Cihazı	36
Şekil 2.4. Numunelerin Fotoğraflanmasını Gösterir Şablon	37
Şekil 2.5. Deney Akış Şeması	39
Şekil 3.1. İki Saat Saf Suda Bekletildikten Sonra Tozlama Yöntemi Uygulanan Cam Yüzey Üzerindeki Parmak İzinin APFIS Tablosu	41
Şekil 3.2. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Tozlama Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü	42
Şekil 3.3. Tozlama Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi	43
Şekil 3.4. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Superglue Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü	45
Şekil 3.5. Superglue Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi	46
Şekil 3.6. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Bir Saatlik Süreyle Saçtırma Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü	47

Şekil 3.7. Saçtırma (1 Saatlik) Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi	48
Şekil 3.8. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Yarım Saatlik Süreyle Saçtırma Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü	49
Şekil 3.9. Saçtırma (0.5 Saatlik) Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi	50
Şekil 3.10. Tozlama Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi	52
Şekil 3.11. Superglue Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi	52
Şekil 3.12. Bir Saat Saçtırma Metodu Uygulaması Sonrası Elde Edilen Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi	53
Şekil 3.13. Tüm Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi	54
Şekil 3.14. Parmak İzlerinin Bekletildiği Laboratuvar Ortamının Bir Haftalık Sıcaklık-Nem Grafiği	55
Şekil 3.15. Elde Edilen Tüm Parmak İzlerinin Ortalama Karakteristik Özellik Sayısı Karşılaştırması	56
Şekil 3.16. Elde Edilen Tüm Parmak İzlerindeki Karakteristik Özellik Sayılarındaki Ortalama Kayıp Oranları Karşılaştırması	56

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Cam Yüzeylere Superglue Uygulanmasındaki Sistem Değişkenleri	35
Çizelge 2.2. Bakır Oksit (CuO) Kaplama İşlemindeki Sistem Değişkenleri	37
Çizelge 3.1. Elde Edilen Parmak İzlerinin Netlik Karşılaştırması	51
Çizelge 3.2. Elde Edilen Parmak İzlerinin Mukayese Sonuçları	54
Çizelge 3.3. Karakteristik Özellik Sayısı Kayıp Oranları Ortalamaları	57
Çizelge 3.4. Yöntemlerin Genel Friedman Testi Sonuçları	57
Çizelge 3.5. Yöntemlerin Genel Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	58
Çizelge 3.6. Yarım Saatlik Saçtırma ve Tozlama Yöntemi Wilcoxon Testi	58
Çizelge 3.7. Bir Saatlik Saçtırma ve Tozlama Yöntemi Wilcoxon Testi	58
Çizelge 3.8. Yarım Saatlik Saçtırma ve Superglue Yöntemi Wilcoxon Testi	59
Çizelge 3.9. Bir Saatlik Saçtırma ve Superglue Yöntemi Wilcoxon Testi	59
Çizelge 3.10. Superglue ve Tozlama Yöntemi Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi	60
Çizelge 3.11. Yarım Saatlik ve Bir Saatlik Saçtırma Yöntemi Wilcoxon Testi	60
Çizelge 3.12. Kalite Analizi İçin Ki-Kare Testi	60

1. GİRİŞ

Parmakların tırnak ucuna yakın olan boğumu ile tırnak arasında kalan papil denilen hatların herhangi bir yüzeyle teması sonucu yüzey üzerinde oluşan izlere parmak izi denir (Şenocak, 1995).

Diğer bir tanıma göre bu papil ya da papila adı verilen ve ana rahminde altıncı ayda tam olarak oluşan deri kıvrımlarının temas ettiği yüzeylerde oluşturduğu iz parmak izi denir (Tunalı, 2001).

Gözeneksiz yüzeylerde latent (görünmez, gizli) izlerin geliştirilmesinde 5-methylthioninhydrin yöntemi, siyanoakrilat; diğer bir deyişle superglue ya da halk arasında bilinen adıyla japon yapıştırıcısı metodu, yapışkan bantlar (sticky side powder) ve tozlama yöntemiyle tespit en sık kullanılan tekniklerdir (Almog ve ark., 1992).

Bununla birlikte bu metotlara ek olarak vakumla metal kaplama ve “sputtering” olarak bilinen saçtırma tekniği alternatif yöntem olabilir. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, tanımlanabilir özellikler açısından saçtırma metoduyla kaplama yönteminin daha az elverişli olduğu söylenebilir. Fakat bağımsız çalışmalar bu tekniğin netlik bakımından diğer yöntemlerle karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir. Gözeneksiz yüzeylerde latent izlerin geliştirilmesinde saçtırma tekniği, işletme ve bakım maliyetinin az olması avantajlı özellikleridir (Turner ve ark., 2010).

1.1 Parmak İzi

El ve ayak parmaklarının tırnak kısmı ile birinci boğum bitiş çizgisi arasında, birbirlerine 0.2 ile 0.5 mm aralıklarla paralel olarak sıralanmış olan setlerin, temas sonucu çeşitli yüzeyler üzerinde (emici olmayan, parlak, düz zeminler) bıraktığı ize parmak izi denir (Şenocak, 1995).

Parmak izini oluşturan papil denilen bu hatlar incelendiğinde, içerisinde gözenekli por adı verilen küçük çukurlukların olduğu, bu küçük çukurlukların bir araya gelmesiyle papil hatlarının oluştuğu, bu porlar üzerinde biriken ter, yağ gibi biyolojik sıvıların yüzeylere teması sonucu bıraktıkları iz şeklinde tanımlanabilir (Gaensslen, 1991).

1.2 Tarihte Parmak İzi

Tarih öncesi dönemlerde eski Çin’de bazı kil tabletler üzerinde başparmak izlerine rastlanılmış, milattan sonra 619-906 yılları arasında Kia Kung Yen döneminde resmi yazışmalarda parmak izinin kullanımı gerçekleşmiş ancak bir belge olarak kullanılmamıştır (Margot ve Lennard, 1992).

1300’lü yıllarda Pers İmparatorluğu zamanında bir doktor resmi kurumlardaki evraklardan faydalananarak iki parmak izi arasında tasnif işlemleri yaparak izlerin birbirinin aynısı olmadığını ortaya koymuştur. 1684 yılında İngiliz bitki bilimcisi olan Nehemiah Grew sudariferos (Derinin gözeneklerinden sızan, kendine özgü bir kokusu olan, yapışkan, renksiz, tuzlu sıvı, ter) gözenekleri üzerindeki çalışması sonucu papil hatlarını detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Daha sonra anatomist Prof. Marcello Malpighi, sonradan kendi isminin verileceği deri altı tabakası

üzerinde çalışmalar yaparak parmak izinde bulunan çizgi, halka ve spiralleri tanımlamıştır. 18 ve 19. yy. arasında yaşamış olan İngiliz yazar Thomas Bewick ise kendi parmak izini imza olarak kullanmıştır (Grew, 1984; Lee ve Gaensslen, 2001).

1823'te anatomist Prof. John Evangelist Purkinje parmak izlerini 9 grupta tasnif etmiştir (Purkyně, 1823). Parmak izi ile imza konusuna bir diğer örnek ise 1858 yılında İngiliz Dış İlişkiler Bürosunda çalışan William Herschel Hindistan'da yerlilerin hile yapmasını engellemek amacıyla yapılan kontratlar üzerine parmak izlerinin alınma işlemini yapmıştır. Daha sonra elde ettiği parmak izlerinden oluşan bir koleksiyona sahip olan Herschel, yaptığı çalışmalar sonucunda parmak izlerinin eşsiz olduğunu ortaya koymuştur. Bu inceleme, yaklaşık yirmi yıl sonra İskoç bilim adamı, fizikçi ve misyoner Henry Faulds tarafından hazırlanan parmak izi ile ilgili bir makalenin temelini oluşturmuştur (Margot ve Lennard, 1992; De Forest ve ark., 1983; Faulds, 1880).

Faulds'un yayınında, deri üzerindeki çıkıntılar (papil) tespit açısından önemli olduğu, ele aldığı bir konudan yola çıkarak, kendi evinde gerçekleşen hırsızlık neticesinde evin bir odasında bulunduğu parmak izinin birkaç gün sonra yakalanan şüpheliye ait olduğu tanımlanmıştır. Japonya'da bir hastanede çalışan Faulds o dönemde Çin ve Japonlar tarafından yapılan vazolara olan ilgisi sebebiyle vazoların yapımı sırasında pişmeden önceki dokunuşlar nedeniyle oluşan parmak izlerine rastlamıştır. Faulds'un makalesinde ele aldığı hırsızlık olayında ise kendisine ait evde bulunan şarap şişelerinin sürekli boş olduğunu görmesi ve bu boş şişelerin üzerindeki parmak izlerini incelemesi sonucu tarihte parmak izinden tespit edilip yakalanan ilk kişinin kendi hizmetçisi olduğunu ispatlamıştır. Bu anlamda kendisi de ilk parmak izi uzmanı olarak sayılmaktadır (De Forest ve ark., 1983; Berry ve Leadbetter, 1987; Faulds, 1880).

İlk resmi parmak izi ise Gilbert Thomson'a ait parmak izidir. Thomson, bilimsel manada hırsızlıkların önüne geçmek için kendi belgelerinde (1882) kendi parmak izini kullanmıştır. 1883 yılında parmak izi alanında ilk sistematik girişim Alphonse Bertillon tarafından yapılmıştır. Bu sistemde insan uzuvlarının ölçülmesi ve bu uzuvların bir uçtan diğer uca olan uzaklıklarının baz alınarak bir profil ortaya çıkması amaçlanmıştır. Bu sistemde insanın yirmi yaşından ölümüne kadar geçen sürede kemik sisteminin boyutlarının aynı kalacağı düşünülmüş, buradan hareketle boy uzunluğu, kafa genişliği, sol ayak uzunluğu ve açık iken kolların maksimum uzunluğu gibi ölçümler yapılmıştır (Margot ve Lennard, 1992; De Forest ve ark., 1983).

Bilinen ilk parmak izi uzmanı olan Faulds parmak izi tasnifini anlatan kendi belgelerini Charles Darwin'e göndermiş ancak Darwin hasta olması sebebiyle bu evrakları kuzeni olan Francis Galton'a göndermiştir. Galton tarafından daha da geliştirilmiş bir parmak izi sistemi ortaya çıkmış olup bu sistem günümüzde temel olarak kabul görmektedir. Galton'un Finger Prints adlı eserinde parmak izlerini lasso, wirbel ve ark olarak üç ana grupta incelenmesi gerektiğini öne sürmüştü ve İngiliz hükümeti Bertillon sistemine ek olarak bu tasniflendirmeyi de kabul etmiştir (Galton, 1892; Saferstein, 1998).

19. yüzyılın sonlarında Arjantinli bir polis olan Juan Vucetich hem Galton hem Bertillon sistemini kullanarak, kendi çocuklarını öldüren Rojas adlı bir kadının olay yerinde bıraktığı kanlı bir parmak izini inceleyerek kadının suçlu olduğunu ispatlaması sonucu tarihin sistematik çözümlemeye ilk suçlu teşhisine imza atmıştır. Vucetich Sistemi olarak kullanılan bu sistem günümüzde İspanyolca konuşan birçok ülkede geçerliliğini korumaktadır (Vucetich, 1893; Margot ve Lennard, 1992).

1902 yılında Dr. Edward Richard Henry öncülüğünde New York Civil Service Commission (New York Sivil Servis Komisyonu) tarafından kişisel anlamda teşhis

yapılması için parmak izlerinin alınması resmiyet kazanmıştır. Amerika'daki birçok cezaevinde bu sistem kullanılmış, daha sonra buradaki parmak izlerinden oluşan bir arşiv FBI (Federal Bureau of Investigation: Federal Araştırma Bürosu) parmak izi arşivinin temelini oluşturmuştur (Saferstein, 1998).

1924'de temeli atılan bu sistemle FBI'nın "tanımlama bölümü" kurularak yaklaşık 30 yıl içerisinde elde edilen parmak izi kartı 200 milyon adede ulaşmıştır. 1954 yılında kağıt üzerindeki parmak izlerinin görünür hale getirilmesi için uygulanan kimyasal bir malzeme olan ninhidrinin, Oden ve Von Hofsten tarafından kullanılmasıyla parmak izi tespiti farklı bir boyut kazanmıştır (Oden ve Von Hofsten, 1954). 1977'de ışığın parmak izi üzerine etkisi çalışmaları yapılmakla birlikte yine aynı yıl, Fuseo Matsumura adlı bir Tokyo Metropolitan Polisi tarafından kazara, temel maddesi Cyanoacrylate olan japon yapıştırıcısını buharlaştırarak yüzey üzerindeki gizli parmak izinin tespitine olanak sağlamıştır (Dalrymple ve ark., 1977; McNutt, 2004).

1970 ve 1980'lerde ise vakumla metal çöktürme, fiziksel geliştirici ve radyoaktif etiketleme gibi birçok teknikle gizli izlerin görünür hale gelmesi amaçlanmıştır. 1990'lı yılların başında Pennsylvania Üniversitesi'nde Prof. Madeleine Joullié ve yardımcısı Dr. Robert Heffner tarafından bir başka kimyasal yöntemle parmak izini görünür hale getirecek olan 5-methylthioninhydrin sentezlemiştir (Heffner ve Joullié, 1991). Günümüzde bilgisayar sistemlerinin gelişmesiyle birlikte olay yerlerinden elde edilen parmak izlerinin AFIS (Automated Fingerprint Identification System: Otomatik Parmak izi Tanımlama Sistemi) üzerinden hızlı bir şekilde taranması neticesinde son derece hızlı sonuçlara ulaşılmaktadır (Osterburg ve Ward, 1997; Petrovskaia, 1999).

1.3 Parmak İzinin Genel Özellikleri

1.3.1 Benzemez ve benzetilemez özelliği

Cilt altı papillerindeki bir tabakada meydana gelmiş olan parmak izi belli biçim, büyüklük ve parmak üzerinde bulunduğu yer itibariyle, çok karmaşık bir biçimler bileşkesidir. Parmak izi için tektir, eşsizdir diyebiliriz, dolayısıyla aynı yumurta ikizlerinin bile parmak izleri birbirine benzemez. Bu saptama elbette şimdiye dek toplanabilmiş örneklerin istatistiksel sonucuna bakılarak yapılmıştır. İnsanoğlunun var olduğundan bu yana toplanmış ve karşılaştırması yapılmış kapsamlı bir araştırma söz konusu değildir (TÜBİTAK, 2013).

Genellikle parmak izinin benzersiz olduğu iddia edilmektedir. Adli DNA için testler insan genomunun yalnızca küçük bir kısmını inceler. Teklik üzerine önemli bir literatür olmasına rağmen, gerçek bilimsel destek önerme sayısı şaşırtıcı derecede azdır. "İstatistiksel bir bakış açısıyla, bilimsel parmak izi temeli bireysellik için son derece zayıftır" (David, 2003).

Parmak izi tanımlaması için birçok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri de Meagher, Budowle ve Ziesig tarafından gerçekleştirilen FBI destekli çalışmadır ki bu MBZ olarak adlandırılmıştır. MBZ çalışmasında 50.000 dijital parmak izi görüntüsü seçilmiş ve tüm olası ikili karşılaştırmalar yapılmış ve bu çalışma sonucunda bir parmak izinin diğerine benzeme olasılığının $1/10^{97}$ olduğu görülmüştür. Bir adli bilimci olan Profesör Kaye ve Dr. Stoney FBI'nın bu araştırmasını sert bir dille eleştirmiş ancak 10^{97} 'de 1 olasılığı da kanıt olarak kabul edilmiştir (Zabell, 2005).

Parmak izinin benzemezlik özelliği konusunda pek çok teori vardır. Bozuk para örneğinde olduğu gibi, yüz milyonlarca denemenin bazı iki tanesinde, tamamen şans eseri, paranın %100 aynı yerde durma durumu doğabilir. İşte bu durum, milyarlarca insanı barındıran ve yüz milyarlarçasının tarihte yaşadığı bir gezegende, tıpatıp aynı parmak izine rastlanmasının mümkün olabildiğini göstermektedir. Çok düşük bir olasılıktır; ancak imkansız değildir. Uç bilimler konusunda oldukça kapsamlı araştırmaları olan, Darwin'in kuzeni Sir Francis Galton, iki kişinin aynı parmak izine sahip olma olasılığının yaklaşık 64 milyarda 1 olduğunu hesaplamıştır. Son 52.000 yıl içerisinde Dünya üzerinde yaşayan insan sayısının ise 107 milyar civarında olduğu düşünülmektedir. Elbette bir olasılığın 64 milyarda 1 olması, onun hiç olmayacağı anlamına gelmez. Bunun en güzel örneği, bir yaprağın ağaçtan kopup belirgin bir noktaya düşme olasılığının milyarda bir olmasına rağmen, o noktaya düşebilmesidir. Yani düşük olasılıklı olaylar bile bu evren içerisinde olabilmektedir (Galton, 1892; Evrimağacı, 2013).

Parmak izlerinin benzemez oluşunun en önemli nedeni papıl hatlarındaki karakteristik özelliklerin varlığıdır. Kimlik teşhisi bakımından parmak izi eşleştirmesi yapılırken 10 veya daha fazla özellik yeterlidir. Ancak bu sayı dünya çapında bir referansa tekabül etmez. Öyle ki İngiltere ve Fransa gibi ülkeler kimlik tespitinde 16 hatta 17 nokta benzerliği aranan metotlar kullanır. İsviçre’de bu sayı 8 ila 12 arasında değişebilir. Kanada ve Amerika gibi ülkelerse bu konuda kesin bir sayı vermemekle birlikte parmak izi uzman görüşünü değerlendirmeye almaktadır. International Association for Identification; IAI (Uluslararası Kimlik Saptama Birliği) nın 1973 tarihli kararına göre “olumlu bir tanımlama yapmak için iki ayrı parmak izinde ortak olması gereken karakteristik papıl noktası sayısı ile ilgili kesin bir değer yoktur. Parmak izinden kimlik tespiti yapılırken belirli bir miktar benzerlik şartı aranmaktadır ve bunun da dayandığı temel bir esas yoktur” görüşü hakimdir (Margot ve Lennard, 1992).

1.3.2 Değişmez ve değiştirilemez özelliği

İnsan vücudunda zamana ve doğanın etkilerine karşı olarak uzuv kopması, saç beyazlaması gibi durumlar meydana gelse de sinir hücreleri, diş yapısı, kemik ve DNA kodu gibi özellikler değişmez kalacaktır. Bu değişmez özelliklerden bir tanesi de parmak izidir (Özdemir, 1999).

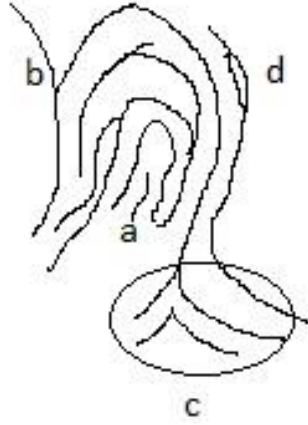
Yanma, aşınma, kesik gibi herhangi bir dış etkene maruz kalan üst deri tabakası zamanla kendini yenileyecek ve eski haline dönecektir. Bu zedelenme ve kesiklerin derin olması parmak izi modelini etkilemeyecektir. Örneğin, Giessen kendisine ait parmak izlerini 41 yıl sonra karşılaştırmış ve mutlak bir benzerlik görmüştür. Galton ise 5000 yıllık mumyaların parşömenleşmiş deriler üzerinde yaptığı çalışmalar neticesinde değişmez olduğu sonucuna varmıştır. Edmond Locard ve Witkowski, parmak uçlarını kızgın madenlere ve kaynamış suya tutmuşlar, yaralarının iyileşmesinin sonucunda oluşan izlerin eskisiyle aynı olduğunu görmüşlerdir (Fisher, 1984).

Parmak izi değişmediği gibi aynı zamanda insanoğlunun bu konuda pek çok girişimi olsa da değiştirilemezdir. Örneğin uluslararası bir terörist olan John Dillinger kendi parmak izlerini yok etmek için parmağına asit dökmüş ancak kendisinin öldürülmesinden sonra morgda alınan parmak iziyle daha önceden alınmış olan izlerin mukayesesi sonucu asitle dahi parmak izinin değiştirilemediği görülmüştür (Saferstein, 1998).

1.3.3 Tasnif edilebilir özelliği

Parmak izinin karakteristik yapısı temelde dört özelliğe dayanmaktadır (Şekil 1.1.). Bu dört özellik nokta, hat, ada ve çataldır. Nokta, en az iki porun birleşmesiyle

oluşan şekildir. Hat, ikiden fazla porun birleşmesiyle oluşur. Burada porların uzunluğuna bağlı olarak kısa ve uzun hat söz konusudur. Ada, bir papilin ikiye ayrılıp tekrar birleşmesiyle oluşur ancak tek başına müstakil de oluşabilir. Çatal ise bir papilin ayrılıp iki kol yaparak yoluna devam etmesidir.



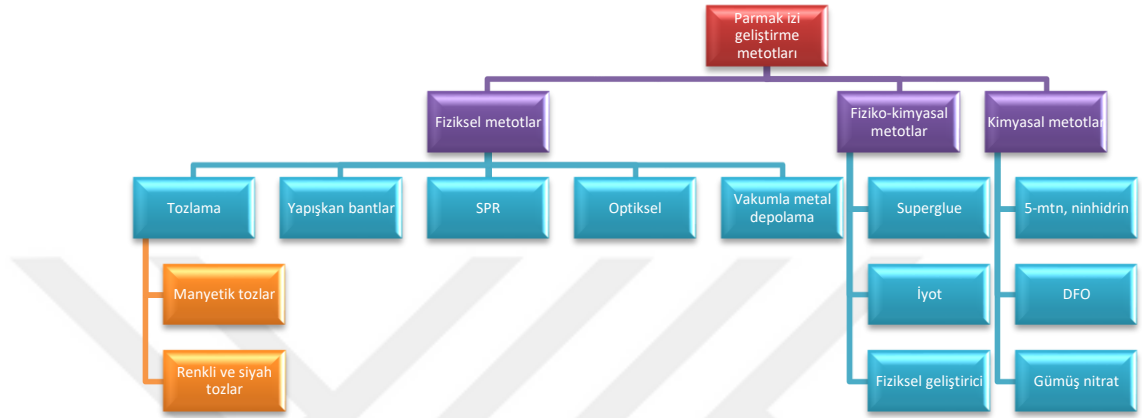
Şekil 1.1. Parmak İzinin Karakteristik Özellikleri. a; hat ya da küçük bir ada, b; çatal, c; delta, d; ada, (Galton, 1892).

Parmak izleri genelde lasso (loop; ilmik), ark (arch; yay) ve wirbel (whorl; demet, girdap, sarmal) grupları olarak sınıflandırılır. Genelde parmak izlerinin %65'i lasso, %30'u wirbel ve %5 kadarı da ark grubudur. Lasso grubu izler tek dönüşlü izlerdir yani papil, izin bir tarafından girip aynı yoldan geri dönmüştür. Papillerin başparmağa doğru açılmasıyla radyal, serçe parmak tarafına doğru eğilim yapmasıyla ulnar oluşur. İzlerde taban hattını belirleyen nokta deltadır. Deltanın altında kalan kısım taban hattı, deltanın iç kısmı merkez hattı ve merkezde deltanın devamı olan papilin üst kısmına çevre hattı denir. Bütün lasso izlerde delta olmalıdır (Saferstein, 1998).

Her iki elde de kement kolları (U dönüşü yapan papiller) ve kementin ağız istikameti küçük parmak istikametine doğru olan ize ulnar iz denir. Kement kolları ve kement ağzının başparmak istikametine olduğu iz grubuna radyal iz denir. Ark grubu izler ark (plain arch) ve tak (tended) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ark izler deltasız olup, hatlar izin bir kenarından başlar, merkezi geçtikten sonra geriye dönüş

yapmadan yoluna devam ederler. Bu tür izler sağa ve sola yatık olmakla birlikte en basit izlerdendir. Tak grubu izler ise ark izler gibi deltasız ve merkezless olup genelde izin merkez kısmı gibi görünen bölgenin üzerinde hayali bir delta söz konusudur. Tak izlerde, ark izler gibi yayvan bir eğilim yerine daha dik ancak 90 dereceyi aşmayacak bir eğilim yaparlar. Wirbel grubu izlerde ise temel olarak dört alt gruba ayırmak mümkündür. Dairevi helezon (plain whorl), merkezi cepli (central pocket loop), muzaf (double loop), karışık (accidental) izler wirbel grubunu oluşturur. Wirbel izlerde lassodan farklı olarak çift dönüş, çift delta söz konusudur. Dairevi helezonda papil hattı izin merkez kısmında helezon şekli yapıp bir iki tur dönmesiyle oluşur. Eğer dairevi helezon, girdap şekli yani helezonik bir hareket yapmadan kendi merkezinde birkaç tur dönerse buna da merkezi daire iz denir. Merkezi daireli bu izlerin üst ve alt kısımlarından çekilmiş gibi (sündürme) oluşan görüntüsüne merkezi beyzi iz denir. Merkezdeki papil oval hareket edip sıralanırsa da buna beyzi helezon iz denir. Merkezi cepli izde, merkezde tam bir tur atıp çember oluşturan müstakil veya en fazla dört papilden oluşan kıvrım vardır. Muzaf izlerde iki lasso izin birleşimi, tamlaması gibi bir durum vardır. Lasso grubundaki kementli yapılar birbiri içine geçerek dönme hareketi sonucu oluşur. Muzaf izin kementlerinden birisinin iki kolunun delta dışına çıkması sonucu ikiz iz adını alır. Üç veya daha fazla dotalı olabilen birkaç izin karışımından meydana gelen ize karışık iz denir. Parmak izinin karakteristik özelliklerinden olan ada, hat, çatal, nokta, delta gibi pek çok değişkenin hepsinin bir arada bulunmadığı ve ülkelere göre değişkenlik gösteren teşhis için gerekli özellik sayısı yoktur. Bu karakteristik özelliklerin bulunma ihtimalleri on binde bir çarpanı ile olmak üzere, hat sonu için 832 (on binde), çatal için 382, kısa hat için 177, nokta için 151, köprü için 122, çengel için 74, ada için 64, ikili çatal için 14, deltada 20, üçlü çatalda 6, kırık hatta 139 dur (Osterburg ve Ward, 1977).

1.4 Parmak İzlerinin Geliştirilmesinde Kullanılan Metotlar



Şekil 1.2. Parmak İzi Geliştirmesinde Kullanılan Yöntemler (Lee ve Gaensslen, 2001; Sevim, 2002).

1.4.1 Fiziksel Metotlar

1.4.1.1 Tozlama Yöntemi

Gizli izleri görünür hale getirmek için kullanılan yöntem olan tozlamada özel bir malzeme olan parmak izi tozu kullanılır. Kağıt gibi yüzeyler için manyetik parmak izi tozu kullanılabileceği gibi uygulanan yüzeyin rengine göre çeşitli renklerde tozlar da kullanılabilir (Şekil 1.3.). Uygulanacak olan yüzeye, toza batırılmış olan fiberglass filament (cam elyaf) fırçayı döndürme suretiyle izler belirgin hale getirilir (Lee ve Gaensslen, 2001).



Şekil 1.3. Tozlama Yönteminde Kullanılan Malzemeler.

1.4.1.2 Yapışkan Bantlar (Sticky Side Powder) Yöntemi

Bu yöntemde yapışkan bant tozları, Photo Flo adı verilen bir çözelti ile karıştırılır. Elde edilen bu homojen karışım yapışkan bant yüzeyine bir fırça ile uygulanarak izlerin görünür hale getirilmesi sağlanır (Lee ve Gaensslen, 2001).

1.4.1.3 SPR (Küçük Parçacık Belirteci) Yöntemi

Tozlama yönteminde kullanılan toz malzemenin sıvı halinde kullanılması prensibine dayanan ve ıslak yüzeyler üzerindeki parmak izlerinin görünür hale gelmesini sağlayan bir yöntemdir (Şekil 1.4.). Islak yüzey üzerine izi bozmayacak şekilde uygulanan SPR spreyi ile izlerin görünür hale gelmesinden sonra yüzey bir kurutucu yardımıyla kurutularak daha sonra izin alınması işlemine geçilir (Sevim, 2002).



Şekil 1.4. SPR Yönteminde Kullanılan Malzemeler.

1.4.1.4 Optik İnceleme Yöntemi

Üzerinde herhangi bir kimyasal işlem uygulanmamış olan parmak izinin farklı dalga boylarına maruz kalması sonucunda izin belirgin hale getirilmesi yöntemidir (Sevim, 2002).

1.4.1.5 Vakumla Metal Kaplama

Latent (gizli iz) yüzeylerde vakumla metal kaplama tekniği ilk olarak 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Theys ve ark., 1968).

1970'li yıllarda ise UK Home Office, Police Scientific Development Branch (Birleşik Krallık Polis Bilimsel Gelişim Şubesi) tarafından geliştirilerek küçük miktarlardaki çinko ve altın metallerinin polietilen ambalaj film gibi gözeneksiz yüzeylere buharlaştırılmasıyla başlayan bir tekniktir (<http://goevidence.com>).

1.4.2 Fiziko-Kimyasal Metotlar

1.4.2.1 Siyanoakrilat; Superglue (Japon Yapıştırıcısı) Tekniği

Siyanoakrilat duman odası, güvenli, kontrollü bir ortamda gözeneksiz yüzeylerden gizli iz geliştirmek için kullanılır. Siyanoakrilat, odanın içine yerleştirilir ve delil, ayarlanabilir asma çubuklar kullanılarak kolayca konumlandırılır. Döngünün başlatılması sıcak plaka, nem, kapı kilidi, iç devridaim fanı ve temizlik döngüsünü kontrol edecek otomatik sistemi tetikler. Yeniden devirli tasarımı sistemin kanal gerekmeden çalışmasını ve kurulmasını sağlar (Topairsystems, 2015).

Superglue'nun ısıtılarak buharlaştırılması ve bu buharın delile nüfuz etmesi sonucu izlerin gelişmesi mantığı söz konusudur (Lee ve Gaensslen, 2001).

Laboratuvarlarda ninhidrin, diazaflorenon ve vakum metal kaplama teknikleriyle görünmeyen izler tespit edilebilir. Japon yapıştırıcısının parmak izini görünür hale getirdiği 1977 yılında kazara, F. Matsumura adlı bir Japon tarafından, olay yerinden elde edilen bir saç telini mikroskop camına japon yapıştırıcısı ile yapıştırdığında cam üzerinde bir parmak izi oluştuğunu görmesiyle başlamıştır. Matsumura temiz bir cama parmak izini basmış, japon yapıştırıcısının buharını cama tutmuş ve bu sayede izin görünür hale geldiğini fark etmiştir. Buradaki prensip, japon yapıştırıcısının buharının camdaki nem ile reaksiyona girmesi ve izin polimer haline gelmesi yani plastikleşmesidir (Urakbulut, 2015).

1.4.2.2 İyot Metodu

Isıtılmış bir odacık içerisinde spreylenmiş tabancası yardımıyla iyot kristallerinin üzerinde iz bulunan yüzey üzerine uygulanması ve bu iyotların parmak izindeki yağ

asitleriyle tepkime vererek renkli bir iz ortaya çıkarması prensibine dayanır (Sevim, 2002).

1.4.2.3 Fiziksel Geliştirici

Sebakus türü ter bezleri tarafından salgılanan lipidler ile tepkime veren gümüş ve ferro-ferric redoks çiftini oluşturup uygulanan metal tozlarının yüzeyde bulunan ize yapışması durumudur. Özellikle ıslak kağıtlarda kullanımı iyi neticeler verir (Açılkan, 2000).

1.4.3 Kimyasal Metotlar

1.4.3.1. 5-Methylthioninhydrin ve Ninhidrin Yöntemi

5-methylthioninhydrin (5-MTN) yöntemi, elde edilen bir delil üzerinde kullanıldığında parmak izinin gelişmesini; görünür hale gelmesini sağlayan bir yöntemdir (Petrovskaia, 1999). İlk olarak 1990'lı yılların başlarında Pennsylvania Üniversitesi'nde Prof. Madeleine Joullié ve yardımcısı Dr. Robert Heffner tarafından sentezlenmiştir (Heffner ve Joullié, 1991). İsrail ulusal polisi ve Amerikan gizli servisi tarafından test edilmiştir (Cantu ve ark., 1993; Almog ve ark., 1992). Uygulama oda sıcaklığında, karanlık ve %80 oranında nemli bir ortamda yapılmalıdır (Petrovskaia, 1999).

Elde edilen bir delilin bir kap içerisine batırılıp, daha sonra karanlık ve nemli bir ortama alınıp kurutulduktan sonra latent izlerin görünür hale gelmesi beklenir. Daha sonra bir filtre yardımıyla görünür hale gelen izlerin fotoğraf çekimi yapılarak işlem tamamlanır (Almog ve ark., 1992).

Ninhidrin ise ekrin bezlerinin salgıladığı amino asitlerle tepkime vererek ortaya çeşitli renklerde iz oluşturan kimyasal bir boya malzemesidir. Bu yöntem kağıt gibi selüloz içeren malzemelerdeki izlerin ortaya çıkarılmasında iyi bir yöntemdir (Açılkan, 2000).

1.4.3.2 Diazofluoren (DFO) Yöntemi

Diazofluoren kimyasal bir yöntem olup kağıt, karton gibi yüzeyler üzerinde uygulanabilirliği olan hatta soluk kanlı parmak izlerinde kullanılabilen bir malzemedir. Aminoasit ve proteinlerle etkileşerek yüksek parlaklıkta çeşitli renklerde iz ortaya çıkarır (Açılkan, 2000).

Ninhidrinden elde edilen renkten daha açık tonda bir iz rengi elde edilir. Kısa zamanda iyi sonuçlar alınmasına imkan verdiği gibi ikinci bir işlem gerektirmez (Pound ve ark., 1990).

1.4.3.3 Gümüş Nitrat

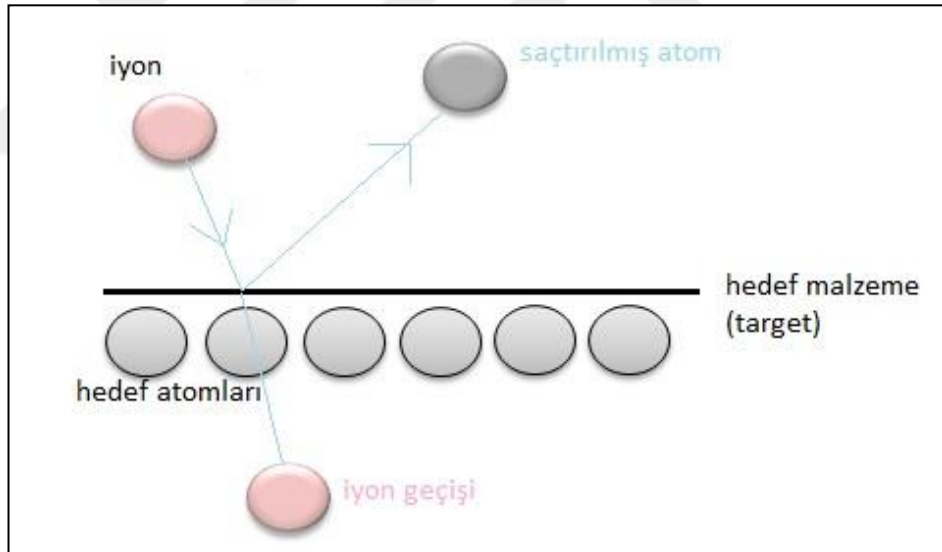
Görünmez iz tortusunda bulunan tuzlarla reaksiyon sonucunda koyu renkli bir iz elde edilir. Ekrin salgısındaki klorür ile gümüş nitratın tepkimeye girmesiyle gümüş klorür meydana gelir. Bu sayede ortaya çıkan gelişmiş iz ultraviyole bir ışık kaynağı altında görünür hale gelecektir (Sevim, 2002).

1.5 Görünmeyen İzlerin Geliştirilmesinde Alternatif Bir Yöntem: Sputtering

1.5.1 Sputtering (Saçtırma) Olayı

Katı haldeki bir hedef malzeme üzerine yüksek enerjili iyon ya da nötr atomların bombardımanı sonucu, katı malzemeden atom veya moleküllerin söktürülmesi işlemi saçtırma (sputtering) olarak adlandırılır (Pauleau, 1994).

Hedef malzemenin yüzeyindeki atomların yüksek enerjili parçacıkların çarpışması sırasında bir geri tepme meydana gelir. Bu işlem sırasındaki enerjik parçacıklar, iyonlar ve nötr atomlar olabildiği gibi elektronlar, fotonlar veya nötronlar da olabilir (Şekil 1.5.) (Wasa ve ark., 2004).



Şekil 1.5. Fiziksel Saçtırma İşlemi.

Hedef malzeme bu gibi yüksek enerjili parçacıklarla bombardıman edildiğinde, saçılan atomların bazıları yüzey boyunca geçiş yapar. Bu olaya iyon implantasyonu ya da geçiş saçılması denir. Katot saçılması, katot disintegrasyonu ve etki buharlaşması da benzer anlamdadır. Saçtırma olayını ilk olarak Bunsen ve Grove (1852), bir gaz boşalım tüpü içerisinde hedef malzemenin yüksek enerjili iyonlar ile

etkileşimiyle saçtırılıp katot malzemesinin deşarj tüpünün i  duvarında kaplandığını görmüşlerdir ( ekil 1.6.).



Şekil 1.6. Saçtırma Odacığı İ  Duvarında Sa tırılmış Malzeme Birikimi (Ankara Üniversitesi, 2011).

O zamanlar bu işlem, deşarj tüpünün ve katodun zarar görmesine neden olduğu için istenmeyen bir durum kabul ediliyordu. Bugün ise sputtering, yüzey analizi, aşındırma, temizleme ve ince film kaplama işlemlerinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Wasa ve ark., 2004).

Saçtırma işlemi, kullanım alanlarına göre farklılık göstermekle birlikte, istenilen amaç doğrultusunda malzeme çeşitliliği açısından farklı sistemlerin ortaya çıkmasına yol açmakla birlikte malzemenin yapısından kaynaklanan saçtırma işleminin verimi de değişik sonuçlar ortaya koymuştur. Saçtırma için iki kuramsal model önerilmiştir.

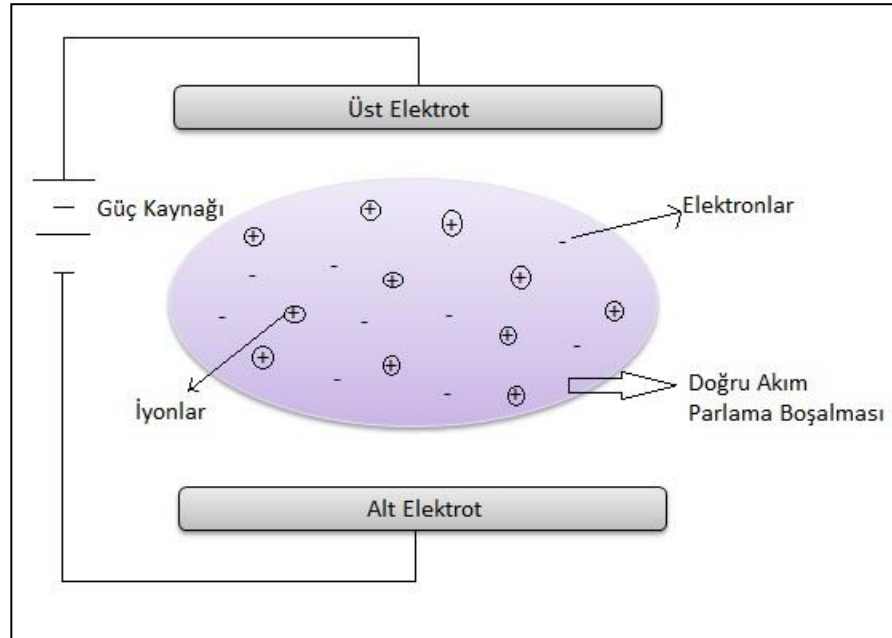
1. Termal buharlaşma kuramı: yüksek enerjili iyonların bombardımanından dolayı buharlaşma olması için hedef malzemenin yüzeyinin yeterince ısıtılması prensibine dayanır.

2. Momentum transfer kuramı: iyonların kinetik momentinin, hedef malzemenin yüzey atomlarına aktarılması sonucu, hedef malzemeden yüzey atomlarının salınması prensibine dayanır (McClanahan ve Laegreid, 1991).

Saçtırma işleminde esas sistem doğru akım saçtırması temelinde meydana gelir, burada sistem, bir çift düzlemsel elektrottan oluşup elektrotların bir tanesi soğuk katot diğerini ise anot oluşturur. Hedef malzemenin farklılığına ve kullanılan güç kaynağına göre farklı sistemler oluşturulabilir (Wasa ve ark., 2004).

1.5.2 Doğru Akım Parlama Boşalması

Anot ve katottan oluşan vakumlu bir sistemde, vakumlu odacığa argon gibi asal gaz verildiğinde Şekil 1.7.'deki üst ve alt elektrot arasında bir parlama deşarjı meydana gelir. Belirli bir gerilimde parlama boşalması oluşması olayına plazma denir.



Şekil 1.7. Doğru Akım Parlama Boşalması.

1.5.3 Saçtırma Çeşitleri

İnce film kaplama işleminde, sisteme, doğru akım, radyo frekansı, iyon ışını ya da manyetik alan eklenerek verim artırılabilir ki bu metotlara diyet saçtırma tekniğinin geliştirilmiş halleri denebilir (McClanahan ve Laegreid, 1991).

1.5.4 Doğru akım (D.C.) diyet saçtırma

Bu sistem soğuk katot ve anottan oluşan bir çift düzlemsel elektrottan oluşur. Katotta hedef malzeme (target; kaplama materyali), anotta ise yüzeyi kaplanacak malzeme konulur. Hedef malzemenin zarar görmemesi için katodun arka kısmı su soğutmalı olmalıdır. Anotta ise kaplanacak malzeme koşullarına göre ısıtılmalı bir tasarım tercih edilebilir. Odacık içerisine (vakumlu ortam) argon gibi bir asal gaz gönderildiğinde ve katot ile anot arasına doğru akım verildiğinde, bir parlama deşarjı yani plazma olayı meydana gelir. Argon iyonları parlama deşarjında katot duvarına hızlandırılır ve hedef malzeme, kaplanacak malzeme üzerine saçtırılır yani anottaki alt tabakaya (substrate) ince film kaplama işlemi gerçekleşir (Wasa ve Hayakawa, 1992).

1.5.5 Radyo frekans (R.F.) diyet saçtırma

Doğru akım diyet saçtırma sistemindeki kaplama malzemesi yalıtkan olursa, yalıtkanın bir yüzeyindeki pozitif iyonlar için plazma oluşumunun süresini kısaltacak ölçüde ani bir engel oluşur. Plazmanın devam etmesi için radyo frekans geriliminin uygulanması işlemi, radyo frekans saçtırma sistemini oluşturan bu sistemi ilk kez 1933'te Robertson ve Clapp kullanmışlardır (Wasa ve Hayakawa, 1992; Ohring, 1992).

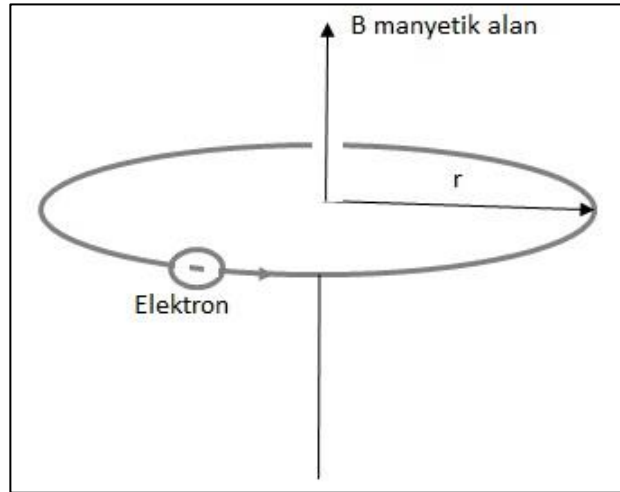
1.5.6 İyon ışınlı saçtırma

Plazma olayı esnasında gaz basıncının yüksek olmasından dolayı gaz molekülleri, saçılan parçacıkların ışınlamasına yol açar ve kaplanan ince filmlere gaz molekülleri de girer. Bu sistem, iyonların iyon kaynağında üretilmesi prensibine dayanır ve kaplama malzemesi, ayrı ve vakumlu bir odacıkta iyon ışınlı ile etkileşime girer (Bunshah, 1994).

1.5.7 Manyetik alanda saçtırma

 lk olarak 1935 yılında, Penning'in bir doğru akım deşarj tüpüne manyetik alan uygulaması sonucu ortaya çıkmıştır. Gaz basıncının düşük olması sonucu elde edilen filmlerin daha hızlı kaplandığı ve daha kaliteli filmler elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır (Wasa ve Hayakawa, 1992).

B manyetik alanında bir elektronun hareketi şekil 1.8.'de gösterilmiştir.



şekil 1.8. Manyetik Alan İçerisinde Elektron Davranışı (Wasa ve Hayakawa, 1992).

Elektronun, manyetik alandaki (B) yörüngesinin yarıçapı;

$$r = mv/eB \quad (1.1)$$

bağıntısıyla bulunur. Burada v sürüklenme hızı, m elektron kütlesi, e elektron yükü ve B manyetik alanı ifade eder (Wasa ve Hayakawa, 1992).

Elektronun dönme açısal hızı;

$$\omega = eB/m \quad (1.2)$$

şeklinde olup saçılma cihazına elektrik alan ve manyetik alan aynı anda uygulanır ve mıknatısın bir kutbu kaplanacak malzemenin merkezine, diğer kutbu ise kenar kısımlara yerleştirilirse elektrik ve manyetik alanlar birbirine dik olur (Cansever, 2001; Wasa ve Hayakawa, 1992).

Manyetik ve elektrik alanda hareket eden elektronlar ve soy gaz iyonları Şekil 1.8.'deki gibi bir yörüngede hareket ettiklerinden dolayı iyonların etkileşme ihtimalleri artacağından, elde edilen ince filmin kalite ve kaplanma hızının da iyileştirilmesini sağlar.

Bu yöntemin fiziksel açıklaması;

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = -q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (1.3)$$

Lorentz bağıntısıyla yapılır. Burada F kuvvet, m elektron kütlesi, q elektron yükü, E elektrik alan, v elektron hızı ve B manyetik alanı ifade eder. Gaz basıncının düşük seviyede çalışılması ve sisteme düşük voltaj verilmesi sebebiyle saçırma yöntemi yaygın kullanılan alternatif bir metot haline gelmiştir (Vossen ve Kerner, 1991).

1.6 Gözeneksiz Yüzeylerde Saçtırma Yöntemiyle Kaplama

Gözeneksiz yüzeyli bir materyalde parmak izi çalışması yapılırken birçok yöntem ve bu yöntemlerin maliyet, zaman ve ortaya çıkacak ürün konusunda gerekli özen gösterilmelidir. Burada bahsedilen ürün kimi zaman görünür hale getirilmiş izin tanımlanabilir özelliklerinin sayısı, kimi zaman ortaya çıkan izin berraklık yani netliğidir (Turner ve ark., 2010).

Yapılan bazı çalışmalarda doğru akım saçtırma tekniğinde latent izlerin geliştirilmesi için hedef malzeme olarak bakır (Cu), çinko (Zn), platin (Pt) ya da altın (Au) kullanılmıştır (Kent ve Stoilovic, 1995).

1.7 Hukuki Mevzuatta Parmak İzi

Bir suçun failinin ya da faillerinin ortaya çıkarılması; suçun aydınlatılması açısından olay yeri incelemesi ve kimlik tespit için parmak izi konusunda mevzuatta CMK (Ceza Muhakemeleri Kanunu), PVSK (Polis Vazife ve Salahiyet Kanunu) ilgili maddeleri ve Jandarma Teşkilatı Görev ve Yetkileri Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinden kaynaklı yetkiye dayanılır.

1.7.1 Ceza Muhakemeleri Kanunu

5271 sayılı Ceza Muhakemeleri Kanunu'nun 81. maddesinde Fiziki Kimliğin Tespiti başlığında;

“(1) Üst sınırı iki yıl veya daha fazla hapis cezasını gerektiren bir suçtan dolayı şüpheli veya sanığın, kimliğinin tespiti için gerekli olması halinde, Cumhuriyet savcısının emriyle fotoğrafı, beden ölçüleri, parmak ve avuç içi izi, bedeninde yer

almış olup teşhisini kolaylaştıracak diğer özellikleri ile sesi ve görüntüleri kayda alınarak, soruşturma ve kovuşturma işlemlerine ilişkin dosyaya konulur.

(2) Kovuşturmaya yer olmadığı kararına itiraz süresinin dolması, itirazın reddi, beraat veya ceza verilmesine yer olmadığı kararı verilip kesinleşmesi hâllerinde söz konusu kayıtlar Cumhuriyet savcısının huzurunda derhâl yok edilir ve bu husus tutanağa geçirilir” denilmiştir.

Buradan hareketle üzerinde kimlik bilgilerinin yazılı olduğu bir belge taşımayan ya da sınır kapıları gibi yerlerde yanlış kimlik bilgisi beyan eden şahısları kimlik tespiti sırasında alınan parmak izi işlemi esnasında şahsın daha önce herhangi bir suçtan aranması kaydının çıkması durumunda, parmak izinin önemini oluşturmuştur (Ceza Muhakemeleri Kanunu 81. Madde).

1.7.2 Polis Vazife ve Salahiyetleri Kanunu

2559 sayılı Polis Vazife ve Salahiyetleri Kanunu’nun “Parmak izi ve fotoğrafların kayda alınması” başlığı 5. maddesinde;

“Polis;

- a) Gönüllü,
- b) Her çeşit silah ruhsatı, sürücü belgesi, pasaport veya pasaport yerine geçen belge almak için başvuruda bulunan,
- c) Başta polis olmak üzere, genel veya özel kolluk görevlisi ya da özel güvenlik görevlisi olarak istihdam edilen,
- ç) Türk vatandaşlığına başvuruda bulunan,
- d) Sığınma talebinde bulunan veya gerekli görülmesi halinde, ülkeye giriş yapan sair yabancı,
- e) Gözaltına alınan, kişilerin parmak izini alır (Polis Vazife ve Salahiyetleri Kanunu 5. Madde).

Birinci fıkraya göre alınan parmak izi, ait olduğu kişinin kimlik bilgileri ile birlikte, ne zaman ve kim tarafından alındığı belirtilmek suretiyle, bu amaca özgü sisteme kaydedilerek saklanır. Ancak, parmak izinin hangi sebeple alındığı sisteme kaydedilmez. Olay yerinden elde edilen ve kime ait olduğu henüz tespit edilemeyen parmak izleri, kime ait olduğu tespit edilinceye kadar, ilgili soruşturma dosya

numarası ile birlikte sisteme kaydedilir. 5271 sayılı Ceza Muhakemesi Kanununun 81 inci maddesi ile 5275 sayılı Ceza ve Güvenlik Tedbirlerinin İnfazı Hakkında Kanunun 21 inci maddesi hükümlerine göre alınan parmak izleri de bu sisteme kaydedilir. (a) bendi hariç birinci fıkra ile dördüncü fıkra kapsamına giren kişilerin ayrıca fotoğrafları alınarak, ikinci fıkrada belirlenen esaslara uygun olarak parmak izi ile birlikte sisteme kaydedilir. Bu sistemde yer alan bilgiler, kimlik tespiti, suçun önlenmesi veya yürütülmekte olan soruşturma ve kovuşturma kapsamında maddî gerçeğin ortaya çıkarılması amacıyla mahkeme, hâkim, Cumhuriyet savcısı ve kolluk tarafından kullanılabilir. Kolluk birimleri, kimlik tespiti yapmak ya da olay yerinden alınan parmak izini karşılaştırmak amacıyla doğrudan bu sistemle bağlantı kurabilir. Sistemde kayıtlı bilgilerin hangi kamu görevlisi tarafından ve ne amaçla kullanıldığının denetlenebilmesine imkân tanıyan bir güvenlik sistemi kurulur. Sistemde yer alan kayıtlar gizlidir; altıncı ve yedinci fıkralarda belirlenen amaçlar dışında kullanılamaz. Sisteme kayıtlı olan parmak izi ve fotoğraflar, kişinin ölümünden itibaren on yıl ve her halde kayıt tarihinden itibaren seksen yıl geçtikten sonra sistemden silinir. Parmak izi ile fotoğrafların sistemde kaydedilmesi ve saklanması ile bu kayıtlardan yararlanmaya ilişkin diğer esas ve usûller, İçişleri Bakanlığı tarafından Adalet Bakanlığının görüşü alınarak çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.” denilmiştir. Kişinin ölümünden sonra on yıl ve toplamda seksen yıl geçtikten sonra silinme işleminin öneminin, ölen kişilerin daha önce karışmış olduğu suçların aydınlatılması, seksen yıllık süre içerisinde ise kişi ya da kişilerin veri tabanındaki mukayese izlerinden yola çıkarak olay yeri izlerinin aydınlatılmasına olanak sağlamasıdır.

1.7.3 Jandarma Teşkilatı Görev ve Yetkileri Yönetmeliği

Yönetmeliğin 37.maddesinde;

“Jandarma;

a. Cumhuriyet Savcılıklarınca; Türk Ceza Kanununa göre ağır hapis cezasını gerektiren ya da kamunun güveni ve mal aleyhine işlenmiş suçlarla her türlü

kaçakçılıktan ötürü; hakkında sanık sıfatıyla ceza kovuşturmasına başlanan ya da mahkum olanlar ile serseri ve şüphelilerin,

b. Yabancı memleketlerden TÜRKİYE'ye kaçanların ya da sınırdışı edilenlerin,

c. Kimliğini kanıtlayamayanların,

d. Fuhuş ya da fuhuş yüzünden bulaşan hastalıklarla mücadele mevzuatı hükümlerine göre; kendilerine (Genelev sahibi), (Birleşme yeri sahibi) ve (Genel kadın) adı verilenlerin ve itiyat nedeniyle ya da menfaat kastıyla kendilerini başkalarının zevkine terkedenlerin; fuhuş konusunda aracılığı itiyat edenlerin, beyaz kadın ticaretiyle uğraşanların ve genel kadın patronlarının,

e. Cumhuriyet Savcılıkları, askeri savcılıklar, adli ve askeri mahkemelerce bir konunun incelenmesi ve soruşturulması için, parmak izlerinin ve fotoğraflarının alınmasında gerek ve zorunluluk olanların; parmak izlerini ve fotoğraflarını, almaya ve aldirtmaya yetkilidir” denilmiştir (Jandarma Teşkilatı Görev ve Yetkileri Yönetmeliği 37. Madde).

1.8 Olay Yeri İncelemesi ve Parmak İzi

Olay yeri inceleme, adli bir olay meydana geldikten sonra olayın meydana geldiği yerde uygun zaman aralığında incelemek ve neticesinde delil olabilecek bulgu ya da bulguları toplama işlemidir. Bir suçun oluşup oluşmadığının tespiti, suçu gerçekleştiren şahıs ya da şahısların kimlik ya da yer tespiti, ortada bir suç varsa, suçu delillendirmek ve suçun işleniş yöntemi belirlemek olay yeri incelemesinin amaçlarını oluşturur (Eryılmaz, 2003).

Bir suç meydana geldikten sonra ilgili soruşturma biriminin talebi ya da savcılık talimatı doğrultusunda;

- 2559 Sayılı PVSK 5.Madde,
- 5271 Sayılı Ceza Mahkemesi Kanunu
- 01/08/2008 Tarihli Emniyet Genel Müdürlüğü Olay Yeri İnceleme ve Kimlik Tespit Birimleri Yönetmeliği

esaslarına dayanılarak olay yeri incelemesi yapılır.

Burada 5271 sayılı Ceza Muhakemeleri Kanununun 160. maddesi, Soruşturma işlemleri başlıklı ikinci bölümün “bir suçun işlendiğini öğrenen Cumhuriyet Savcısının görevi” alt başlığında olay yeri incelemesinden şu şekilde bahseder;

“(1) Cumhuriyet savcısı, ihbar veya başka bir suretle bir suçun işlendiği izlenimini veren bir hâli öğrenir öğrenmez kamu davasını açmaya yer olup olmadığına karar vermek üzere hemen işin gerçeğini araştırmaya başlar.

(2) Cumhuriyet savcısı, maddî gerçeğin araştırılması ve adil bir yargılamanın yapılabilmesi için, emrindeki adlî kolluk görevlileri marifetiyle, şüphelinin lehine ve aleyhine olan delilleri toplayarak muhafaza altına almakla ve şüphelinin haklarını korumakla yükümlüdür” denilmektedir.

Polisin Adli Görevlerinin Yerine Getirilmesinde Delillerin Toplanması, Muhafazası ve İlgili Yerlere Gönderilmesi Hakkında Yönetmelik’te olay yeri incelemesinin sistematik biçimi şu şekildedir:

“Madde 6 - Olay yerinin ilk incelenmesi, gözlem yoluyla yapılır. Bu incelemede suç sanıklarının

- a) Giriş yeri ile bu yere nasıl girildiğinin,
 - b) Asıl saldırı hedefinin,
 - c) Giriş yeri ile asıl saldırı hedefi arasında izlediği yolun,
 - d) Çıkış yerinin,
 - e) Asıl saldırı hedefi ile çıkış yeri arasında izlediği yolun,
 - f) Uğrayabileceği diğer yerlerin,
- tespiti yapılır.

Bu tespitten sonra yöntem kullanarak (Belirli bir nokta seçilmek ve belirli bir istikamete doğru hareket edilmek suretiyle yukarıdan aşağıya bölgelere ayırarak, dıştan içe daire çizerek vb.) olay yerinin ayrıntılı incelenmesine geçilir.

Bu inceleme sırasında olay yerinde;

- a) Suç sanıklarının veya mağdurun bedeninden düşebilen veya akabilen madde ve parçalar (kıl, kan, tırnak...gibi),
- b) Suç sanıklarının veya mağdurun üzerinden düşebilen parçalar (düğme, mendil, kravat, not defteri...gibi),
- c) Suç sanıklarına ait ve suçu işlemeye elverişli vasıtalar (Ateşli veya ateşsiz silahlar, mermi çekirdeği, kovan, maymuncuk, kalıp... gibi),
- d) Suç sanıklarının veya mağdurun ve ilgililerin mekan itibariyle bıraktıkları izler (parmak izi, ayak izi, diş izi, beden izi, boğuşma izleri... gibi),
- e) Olayın aydınlatılmasına ve suç sanıklarının belirlenmesine yarayacak diğer hususlar (suç unsuru taşıyan bildiri, broşür, dergi, afiş, kitap vb. ile bunların yazım ve basımında kullanılan daktilo, teksir makinası .. gibi),

Belirlenir, etiketlenir ve not edilir. Bu işlem sırasında delillerin kaybolmamasına, bozulmamasına, yerlerinin değiştirilmemesine dikkat edilir. Olay yeri incelemesinde, olay yerinde soruşturma grubundan başkasının girmesine izin verilmez.”

Olay yeri olarak bahsedilen kısımda, “b” bendindeki not defteri, “c” bendindeki ateşli silahlar ve bunlara ait kovan, şarjör vb. ekipmanlar, “e” bendindeki doküman ve makineler üzerindeki parmak izleri “d” bendine vurgu yaptığı gibi olay yeri incelemesinde parmak izinin önemini ortaya koyar.

1.8.1 Parmak İzi Açısından Kriminal Olaylar

Tır, otobüs, iş makinası gibi araçlardan yakıt ve akü hırsızlığı gibi olaylarda hırsızlığın gerçekleştiği bölge olan yakıt deposunun etrafının yakıtla kaplı, yağlı ya da paslı olması, akünün bulunduğu kısmın ise aşırı tozlu olması parmak izi tespitinde güçlükler oluşturur. Bununla birlikte aracın iç kısımlarından olan konsol (teyp ve torpidonun olduğu ön kısım), sert plastik pürüzlü yüzeye sahip döşemeler de izin tespitinde dezavantajdır. Aracın düz ve pürüzsüz yüzeylerinden olan kaporta ve camlar ise parmak izi tespiti için uygun bölgelerdir. Hırsızlık sonrasında araç içerisinde yerleri değişmiş malzemeler de iz tespiti açısından ipucu niteliği taşır. Hırsızlık olaylarının büyük bir bölümünün gece vakti gerçekleştiği düşünüldüğünde olayı gerçekleştiren şahısların gecenin karanlığından faydalanmasının yanında aydınlatmanın yetersiz olduğu konumlardan ayrıca araçların bulunduğu konumlardan faydalanmaları da söz konusudur. Öyle ki sokakta duvar kenarına neredeyse bitişik park edilmiş bir otodan, camı kırılmak suretiyle gerçekleştirilen bir hırsızlık olayında otonun kırık camının (cam filmli ise) yüzeyinde, kırık camın olduğu kapının iç açma mandalı yüzeyinde (parlak krom kaplamalı ise) ya da olayı gerçekleştiren şahsın duvar dibine sığma ya da saklanma gayreti içerisindeyken olayın heyecanı ile otonun alt kısımlarına dokunmuş olma ihtimali yüksek olduğundan bu kısımlarda parmak izi tespit çalışması yapılabilir. Burada kullanılacak yöntem genellikle tozlama yöntemidir (OYİ, 2015).

Adli olayların büyük bir bölümünü oluşturan hırsızlık olaylarından bir kısmı da iş yeri ve ikametlerde gerçekleşmektedir. Buralarda yapılacak olay yeri incelemesinde parmak izi elde etmek, olayın ne zaman meydana geldiğinin farkına varılması ve olay yerinin (dağınıklık vb. durumlar mevcutsa) güvenliğinin bozulmaması önem arz eder. Bu tür olay yeri incelemesinde, olayın önem boyutuna göre yine ağırlıklı olarak tozlama yöntemi kullanılmakla birlikte olay yerinden elde edilecek bulguların niteliğine göre superglue yöntemi ve diğer metotlar da çalışılabilir (OYİ, 2015).

Yüksekten düşme gibi ölümle sonuçlanabilecek olaylarda yaralı ya da maktul/maktulenin düştüğü-itildiği alanda olay yeri çalışması, olayın kriminal açıdan çözümlenebilmesi noktasında büyük önem taşımaktadır. Öyle ki pencere, metal korkuluk gibi yerlerden elde edilecek parmak izlerinin yönü olayın aydınlatılması açısından son derece önemlidir. Burada parmak izinin yönünden kasıt, örneğin pencere iç yüzeyinde elde edilen iz (parmak izi-avuç izi) yan yüzeylerde ise bir direnmenin işareti olabileceği gibi pencerenin dış alt yüzeyinden elde edilecek ve aşağı yönlü bir parmak izi burada pencereden sarkma konusunu gündeme getirecek ve olayın kazara gerçekleştiği yönünde önemli bilgi verecektir. Bu tip alanlarda kullanılan yöntemler yine olayın önemine (toplumda infiale yol açabilecek olaylar) binaen çeşitli olmaktadır (OYİ, 2015).

1.9 AFIS-APFIS (Otomatik Parmak İzi Teşhis Sistemi)

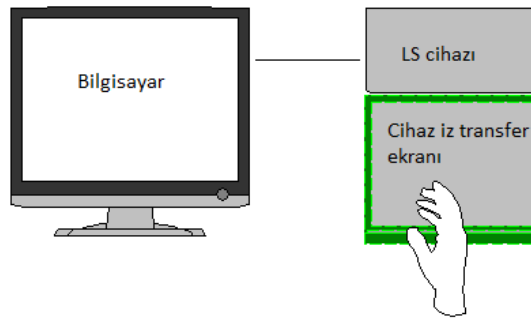
Otomatik parmak izi tespit-teşhis sistemi olarak tanımlanan sistem önceleri AFIS, daha sonra kullanılan sistem açısından APFIS adını almış, netice itibariyle olay yerinden elde edilen parmak-avuç izinin bu sistemde mukayesesinin yapılması nedeniyle kriminal bir olayın aydınlatılması açısından önem taşımaktadır.

Kriminal olaylar açısından önem arz eden bir sistem olmasının dışında, cezaevlerinde bulunan hükümlülerin kayıt altına alınması, sınır güvenliği kontrolü işlemlerinde, güvenlik seviyesi üst düzey olan sistemlere erişim noktasında, göçmen kaydı ve spor tesislerinde denetim konularında da bu sistemden faydalanılmaktadır (Miateknoloji, 2017).

AFIS ile ilgili ilk sistem 1924 yılında FBI tarafından kurulmuş, ilk etapta 810.188 parmak izi kaydıyla başlayan bu sistem kuruluşundan itibaren her yıl eklenen yeni kayıtlarla birlikte 1960'ların başında 15 milyona ulaşmış, ikinci dünya savaşındaki askeri kayıtlardan ötürü bu sayı 60 milyonu geçmiştir. Tabii burada kayıt edilen parmak izleri kişi bazında düşünüldüğünde bu sayıyı on ile çarpmak gerekir ki bu da bir tasnif sisteminin oluşturulması ve çözümlemesi yapılması esnasında büyük iş yükü getirmiş, iş yükünün üstesinden gelmek için insan kaynaklarında büyümeye gidilmiştir. İş yükünün artması sonucunda iz tespitinde bir sınıflandırma ihtiyacı

hissedilmiş, buradan hareketle karakteristik bilgilerin indirgemesi ve veri tabanında arama yapmak için ize karşılık gelecek yüksek olasılıklı aday listesinin oluşturulması gibi bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmuştur (Cole, 2001).

1960'lı yılların başında Amerika Birleşik Devletleri'nde FBI, İngiliz Hükümeti, Fransa'da Paris Polisi ile Japonya Polis Teşkilatı, otomatik parmak izi tanımlama sistemi geliştirmek için önyak olmuşlardır. 1963'te FBI Kimlik Bölümü'nde görevli bir ajan, Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST: National Institute of Standards and Technology) mühendislerinin yardımıyla manuel bir sistem geliştirmişler ve bu sisteme göre izlerin kıyaslanmasında çatal ve uç kısımları (karakteristik özellikler) kıyaslaması yapılarak topolojik olarak iki parmak izinin özdeş olduğunu göstermişlerdir ki bu da aynı kişinin aynı parmağı olarak sistemde kayda geçirilmiştir. Buradan hareketle bilgisayarlı bir sistemin varlığıyla parmak izi tanımlamasının mümkün olduğuna inanılmış ve bunun gerçekleşebilmesi için öncelikle mürekkepli bir parmak izi görüntüsünü elektronik olarak okuyacak bir tarayıcının (Şekil 1.9.) geliştirilmesi, daha sonra bu görüntüdeki karakteristik özellikleri (hat, ada, çatal, nokta gibi) doğru algılayıp tespit etmek ve son olarak bir aday karşılaştırma listesi çıkarmak konuları esas konuların teşkil etmiş ve bu esaslara dayanarak çalışan bir sistem süregelen on beş yıl içerisinde parmak izi eşleştirme yazılımı olarak FBI ve diğer kollukta yerini almıştır (Moore, 1991).



Şekil 1.9. Livescan Tarama Cihazı Şeması (OYİ, 2015).

APFIS sisteminin amacı, olay yeri parmak-avuç izi ile on parmak (mukayese iz) izlerin depolanmasını ve çalıştırılmasını sağlayarak anında kimlik tespiti, suçla

bulaşmış kişilerin tespiti ve aynı şahıs tarafından işlenen suçların birleştirilmesini sağlamaktır. Hâlihazırda Emniyet Genel Müdürlüğü, Emniyet Genel Müdürlüğü Bilgi Teknolojileri, Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı ile Jandarma Genel Komutanlığı APFIS sistemini kullanmaktadır. Hem parmak hem avuç izi açısından %91 oranında data testleri ile doğru adayı ilk sırada getirme ve 30 milyon kayıt arasından on saniyeden kısa bir süre içerisinde sorgu tamamlama özelliği bulunan sistemle iş yükü çok fazla olsa bile çok hızlı sonuçlar alınabilmektedir (PAPILON, 2017).



2. GEREÇ VE YÖNTEM

Olay yerinden elde edilen parmak izlerinin geliştirilmesinde, parmak izi çalışması yapılacak yüzeylere göre olay yerinde ve kriminal laboratuvarlarında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler parmak izinin geliştirilmesi sırasında kullanılan kimyasal maddeler nedeni ile uzman kişilerin sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir. Tez çalışmamızda kullanılan saçtırma metodu, bu yöntemlere alternatif bir yöntem olarak önerilmektedir. Bu yöntemle (saçtırma) elde edilen parmak izleri ve diğer yöntemlerle elde edilen parmak izlerinin görünürlük (kalite-netlik) ve karakteristik özellik sayısı parametrelerinin karşılaştırması amaçlanmıştır. Bu çalışma Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 13.07.2016 tarih ve 27/1136 Karar Sayılı Yönetim Kurulu Kararı ile kabul edilerek gerçekleştirilmiştir.

2.1 Cam Numuneler Üzerine Parmak İzi Bırakılması

Tüm cam yüzeyler (numuneler) üzerine bırakılacak parmak izleri için aynı ortam şartlarına sahip laboratuvar seçilmiş, böylece nem ve kontaminasyon gibi parametrelerin farklılık göstermesi engellenmeye çalışılmıştır. Aynı kişiye ait sağ el işaret parmağı, burnun her iki yanına sürüldükten sonra aynı boyutlardaki 64 adet temiz cam yüzeyler üzerine parmak izi bırakılmıştır. Aşağıda mukayese edilecek parmak izinin fotoğrafı gösterilmiştir (Şekil 2.1.). Mukayesesi yapılacak parmak izleri Gaziantep Olay Yeri İnceleme Şube Müdürlüğü APFIS laboratuvarında bulunan parmak izi teşhis sisteminde bire bir yani mukayese parmak izi sistemden getirilerek, farklı aday izlerin çıkması engellenerek tablo haline getirilmiştir. Mukayese tablosu oluşturulurken APFIS sistemi, iki parmak izinin birbiriyle aynı karakteristik özelliklerin eşleşmesini yapmaktadır. Burada esas olarak mukayese edilen parmak izinin merkezindeki karakteristik özellik (ada, hat, çatal, nokta gibi) seçilir ve sistem, bu özelliğe göre papil sayımı yaparak yakınındaki bir başka karakteristik noktaya ulaşarak referans izdeki karakteristik özelliklerle uyuşmasına göre mukayese tablosu oluşturur.

Çalışmamızda referans olarak kullanılan (sağ el işaret parmağı) parmak izi Şekil 2.1’de gösterildiği gibi olup sarı nokta ile ifade edilen her bir nokta karakteristik özelliği göstermektedir. Toplam 37 (otuz yedi) karakteristik özellik sayısına sahip referans parmak izinin deney gruplarından elde edilen her bir parmak izi ile mukayesesi yapılmıştır.



Şekil 2.1. Mukayese Parmak İzi.

Olay yeri incelemesinde parmak izlerinin tespitinin zamana bağlı olarak ters orantılı bir seyir izlediği düşünülürse, zaman parametresinin mukayeseye etkisinin araştırılması ön planda tutulmuş olan bu çalışmada tozlama, superglue ve saçtırma metotlarının uygulanacağı 1*26*76 (mm) boyutlarındaki (cam yüzeyler) 64 adet numuneye parmak izi bırakılmıştır. Tozlama yöntemi için ağır siyah parmak izi tozu fiberglass filament fırça yardımıyla 16 adet cam numune üzerine hafif döndürmek

suretiyle uygulanmıştır. Superglue uygulaması için SIRCHIE marka tek kabinli çok aparatlı duman odası (fuming chamber) kullanılmış olup uygulama parametreleri olarak Çizelge 2.1.'deki koşullarda kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 2.1. Cam Yüzeylere Superglue Uygulanmasındaki Sistem Değişkenleri

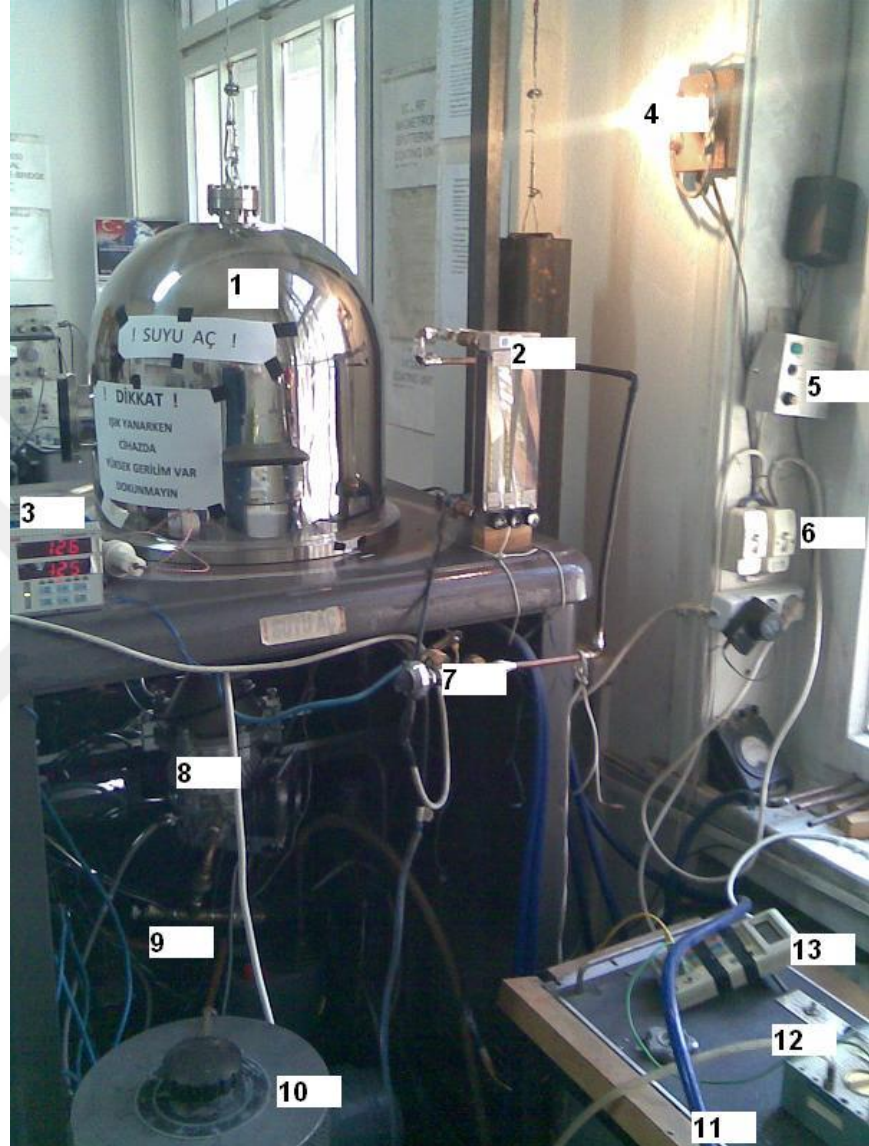
Kaplama Süresi (dk)	Kabin İçi Sıcaklık (°C)	Kabin İçi Nem Oranı (%)	Alt tabaka sıcaklığı (°C)	Numune Sayısı
25	24	70	120	16



Şekil 2.2. Superglue Uygulama Kabini (Gaziantep, 2017).

Saçtırma metodu için Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Yarıiletken Fiziği Laboratuvarında bulunan el yapımı D.C. Magnetron Sputtering (D.C. manyetik saçtırma) cihazı (Şekil 2.3.) kullanılmış olup cam numuneler cihazın anot kısmına yerleştirilmiş, katot kısmında bulunan %99,9 saflıktaki CuO (Bakır Oksit)

target (hedef malzeme) yardımı ile Çizelge 2.2.'de gösterilen koşullarda CuO kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

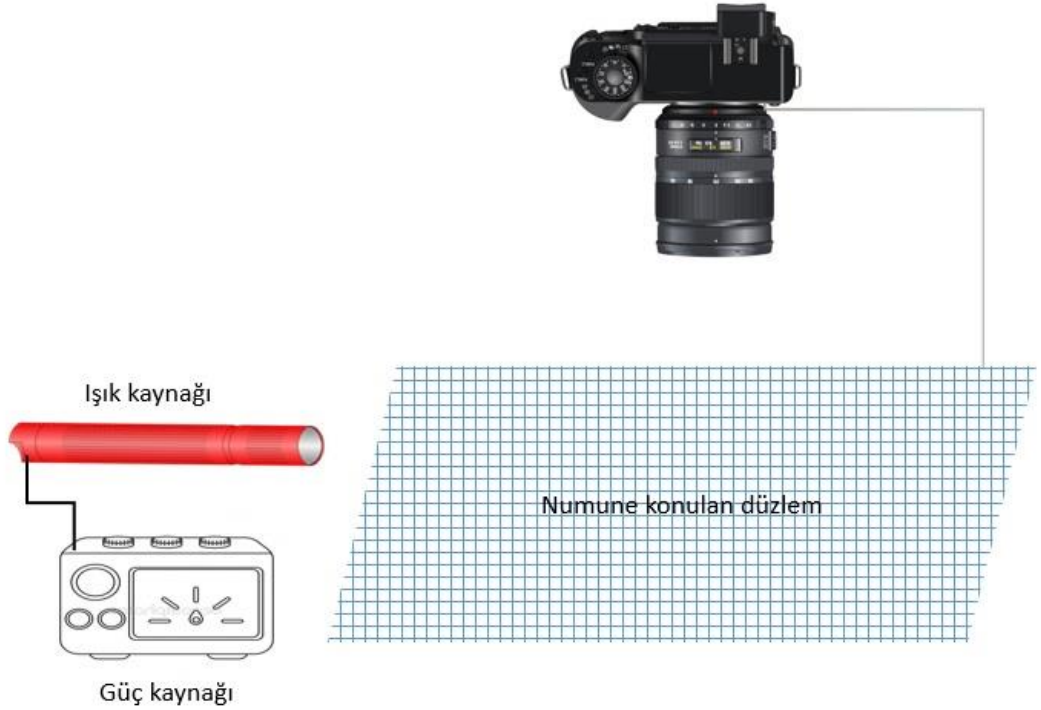


Şekil 2.3. El Yapımı (Hand-Made) Saçırma (Sputtering) Aygıtı, 1. Vakum Odası (Chamber), 2. Gaz Akış Aleti, 3. Alt Tabaka Sıcaklık Deneticisi, 4. Cihaz Güvenlik Lambası, 5. Su Akış Alarmı, 6. Cihaz Anahtarı, 7. İnce Ayar Gaz Vanası, 8. Moleküler Pompa, 9. Atmosfer Valfi (Vana), 10. Transformatör (Varyak), 11. Gaz akış Hortumu, 12. Gerilimölçer, 13. Akımölçer

Çizelge 2.2. Bakır Oksit (CuO) Kaplama İşlemindeki Sistem Değişkenleri

Kaplama Süresi (saat)	Anot-katot mesafesi (cm)	Argon akış hızı (sccm)	Alt tabaka sıcaklığı (°C)	Gerilim (V)	Vakum (Torr)	Numune Sayısı
1	4	40	24	1500	$1.5 \cdot 10^{-4}$	16
0.5	4	40	24	1500	$1.5 \cdot 10^{-4}$	16

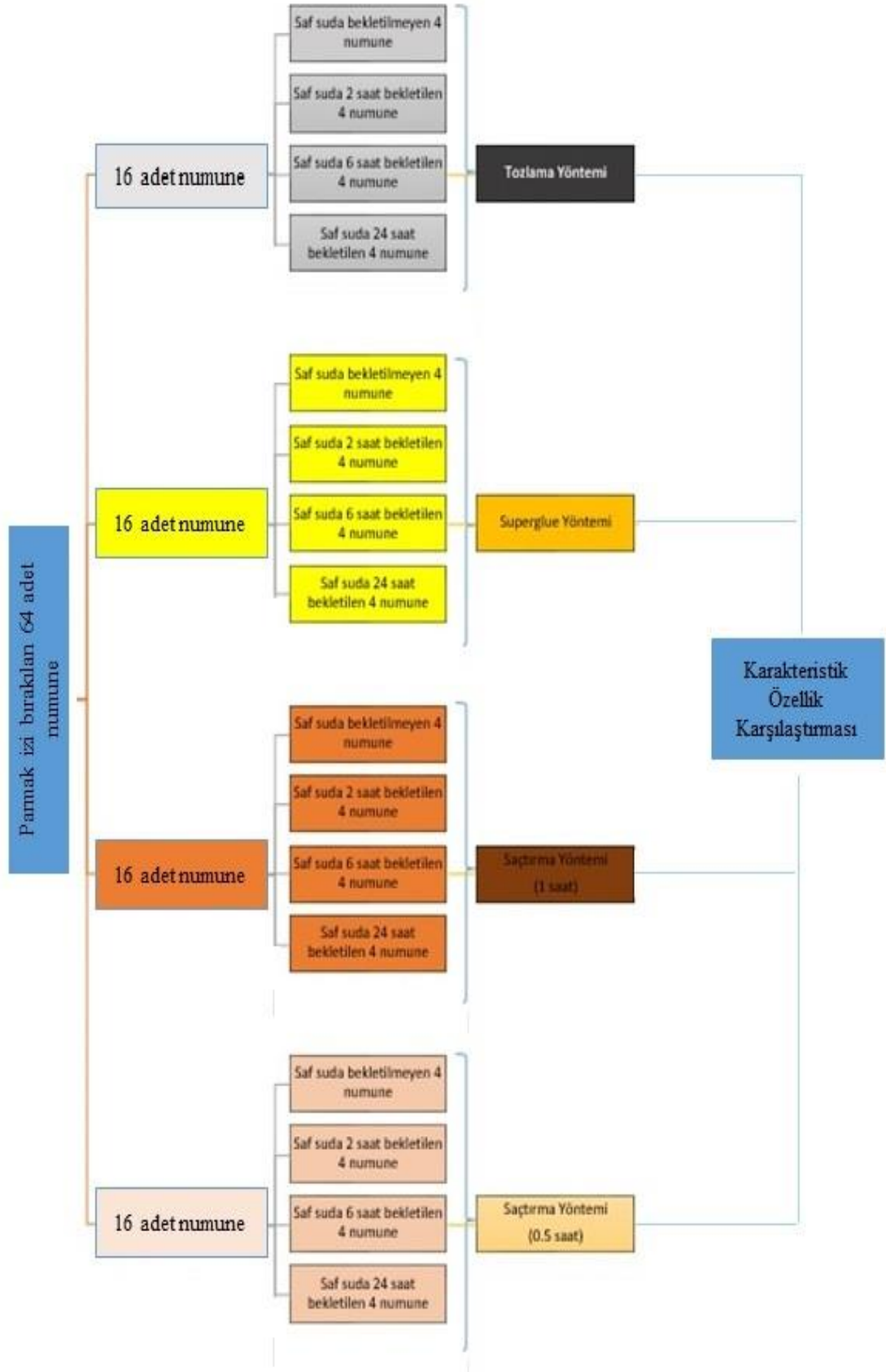
Elde edilen numunelerin fotoğraflama işlemi, Nikon D5100 marka fotoğraf makinası yardımıyla ışık kaynağı altında yapılmış, daha sonra Photoshop CS5 programı ile numunelerin çekilen fotoğraflarının parmak izi tasnifine uygun hale getirilmesi sağlanmıştır (Şekil 2.4.).



2.2 Kontrollü Deney Ortamının Hazırlanması

Aynı kişiye ait tek parmak izi 64 adet cam numune üzerine düz basım (iz bırakılırken parmağın sağa ve sola çevrilmesi engellenerek) şeklinde basıldıktan sonra bu 64 adet izin 16'sı yarım saatlik saçtırma yapılmak üzere ayrılmış olup diğer bir grup olan bir saatlik saçtırma yapılan 16 adet numune ile karakteristik özellik sayısı karşılaştırması yapılmıştır. Toplam 64 adet numune dört ayrı gruba ayrılmıştır.

- Birinci grupta, 16 adet numunenin 4 adedi saf suda bekletilmeden, 4 adedi 2 saat saf suda bekletildikten sonra, 4 adedi 6 saat saf suda bekletildikten sonra, 4 adedi 24 saat saf suda bekletildikten sonra tozlama yöntemi uygulanmış, elde edilen izlerin fotoğraflaması yapıldıktan sonra karakteristik özellikleri incelenmiştir. Saf suda bekletilmeden (sıfır saatlik numuneler) kaplanan numunelerde karakteristik özellik sayıları otuz yedi özellik sayısı olarak sayılmış olup iki saat, altı saat ve yirmi dört saat saf suda bekletilen numuneler için karakteristik özellik sayımı ayrı ayrı yapılmıştır.
- İkinci gruptaki numuneler için aynı bekletme sürelerine bağlı kalınarak elde edilen numunelere superglue yöntemi uygulanmış, elde edilen izlerin fotoğraflaması yapıldıktan sonra karakteristik özellikleri incelenmiştir.
- Üçüncü gruptaki numuneler için aynı bekletme sürelerine bağlı kalınarak elde edilen numunelere bir saatlik saçtırma yöntemi uygulanmış, elde edilen izlerin fotoğraflaması yapıldıktan sonra karakteristik özellikleri incelenmiştir.
- Dördüncü gruptaki numuneler için aynı bekletme sürelerine bağlı kalınarak elde edilen numunelere yarım saatlik saçtırma yöntemi uygulanmış, elde edilen izlerin fotoğraflaması yapıldıktan sonra bir saatlik saçtırma yöntemi uygulanan deney grubu ile mukayesesi yapılmış; aynı yöntem uygulanan deney grubu için farklı kaplama zamanı mukayesesi yapılmıştır. Şekil 2.5.'te deney akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Deney Akış Şeması.

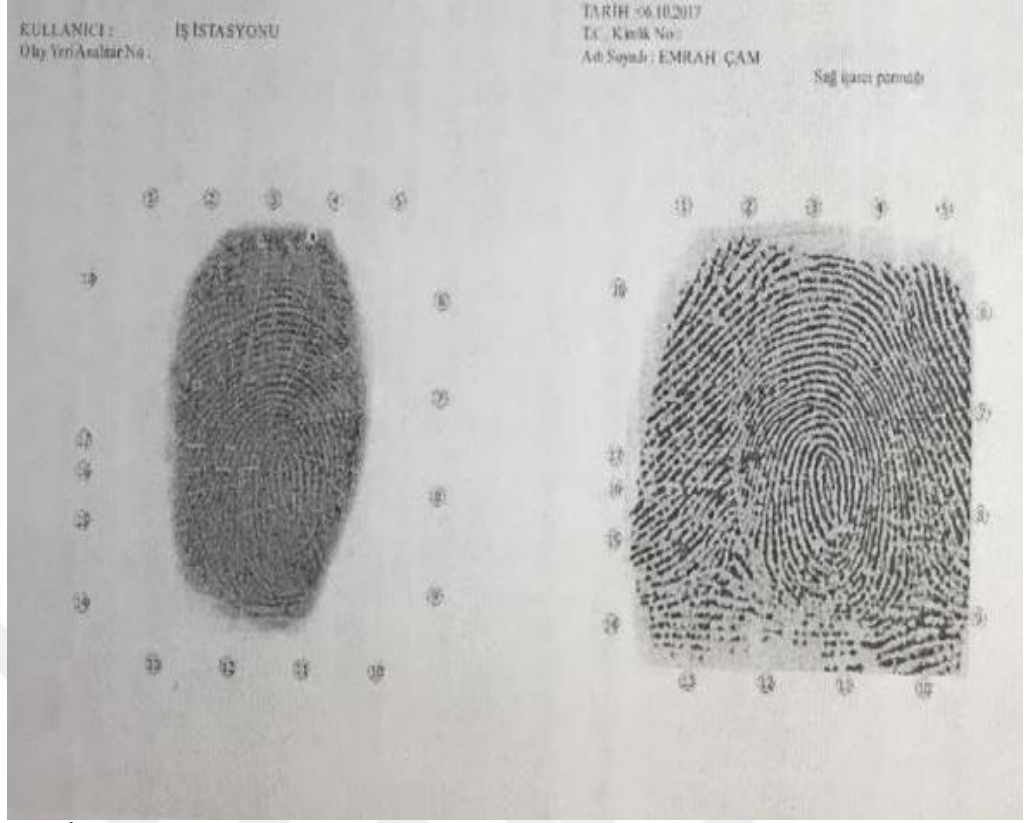
3. BULGULAR

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen her bir parmak izinin, APFIS otomatik parmak ve avuç izi teşhis sisteminde, Şekil 2.1.'de gösterilen mukayese parmak izi ile bire bir mukayesesi yapılarak karakteristik özellik karşılaştırması çalışılmıştır.

3.1 Tozlama Yöntemi Uygulaması Sonrası Parmak İzlerinin Görünümü

Şekil 3.1.'de saf suda ayrı bir örneği yapılmış; 2 saat bekletildikten sonra tozlama yöntemi uygulanan cam yüzey üzerindeki parmak izinin örnek APFIS mukayese tablosu gösterilmiştir. Şekil 3.2.'de değişik bekleme sürelerine bağlı olarak tozlama yöntemi uygulanan cam yüzeyler üzerindeki parmak izlerinin durumu gösterilmiştir. Burada birinci sütunlar sırasıyla parmak izi bırakılan numunelerin saf suda 2 saat, 6 saat ve 24 saat bekleme süresine göre oluşan durumları, satırlar ise sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü grup (tekrar) parmak izlerini göstermektedir.

Elde edilen parmak izleri için APFIS'te, sisteme girilen ize en yakın özellikli parmak izini, sistem kendisi seçer. Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi sağ el işaret parmağının düz basım hali (Şekil 2.1) yerine aynı parmağın çevrim hali yani sağ ve soldaki delta kısmılarını da kapsayacak şekilde mukayese yapar ancak bu sonuca etki etmez çünkü mukayese edilecek izdeki karakteristik özellikler tespit edilir.



Şekil 3.1. İki Saat Saf Suda Bekletildikten Sonra Tozlama Yöntemi Uygulanan Cam Yüzey Üzerindeki Parmak İzinin APFIS Tablosu.

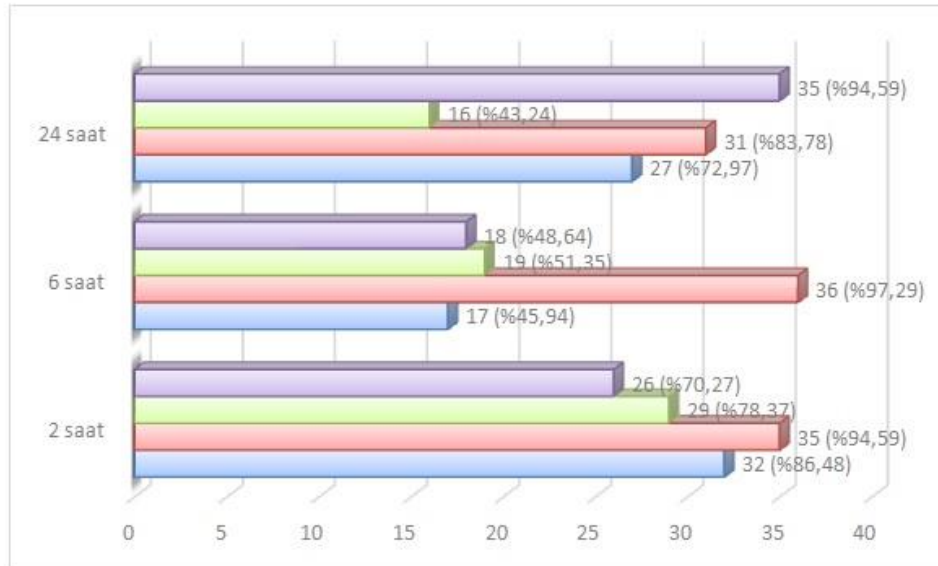
Örnek mukayese tablosunda görüldüğü gibi kullanıcı yani uzman personel tarafından girilen bir anahtar numarası ile soldaki gibi olay yeri parmak izini tarayıcı yardımıyla sisteme girdikten sonra sistem, veri tabanından otomatik olarak aday parmak izleri listesi çıkarır. Bu listede her bir adayın örnek ize benzeme özelliğine göre puanlaması ortaya çıkar. Uzman personel önce gözle izlerin lasso, wirbel ya da ark iz olması durumuna bakarak bir tasnif yapabilir. Daha sonra sistemde iki parmak izinin karşılaştırılması ve karakteristik özellik sayısı karşılıklı belirlenerek ve numaralandırılarak mukayese tablosu oluşturulur.



Şekil 3.2. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Tozlama Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü.

Şekil 3.1.'de gösterilen mukayese tablosunda, APFIS sisteminde maksimum karakteristik özellik sayısını tespit edilebilir ancak sistem kullanıcısı uzman kişi tarafından bu karakteristik nokta (özellik) sayısı tablonun daha okunabilir hale

gelmesi açısından indirgenebilir zira Türkiye Cumhuriyeti Mahkemelerinde kabul gören karakteristik özellik sayısı on ikidir. Sistemden indirgenen özellik sayısına ek olarak büyüteç yardımıyla elde edilen her bir parmak izinin karakteristik özellik sayısı yapılmış olup Çizelge 3.2.'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Saf sudaki bekleme sürelerine göre tozlama metodu uygulanan cam yüzeylerden elde edilen parmak izlerinin karakteristik özellik sayıları mukayesesini gösterir grafik Şekil 3.3.'te gösterilmiştir. Grafikte, parantez içerisinde yazılı veriler, o numuneden elde edilen karakteristik özellik sayısının, referans ize ulaşma oranını (kazanım) göstermektedir.



Şekil 3.3. Tozlama Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi.

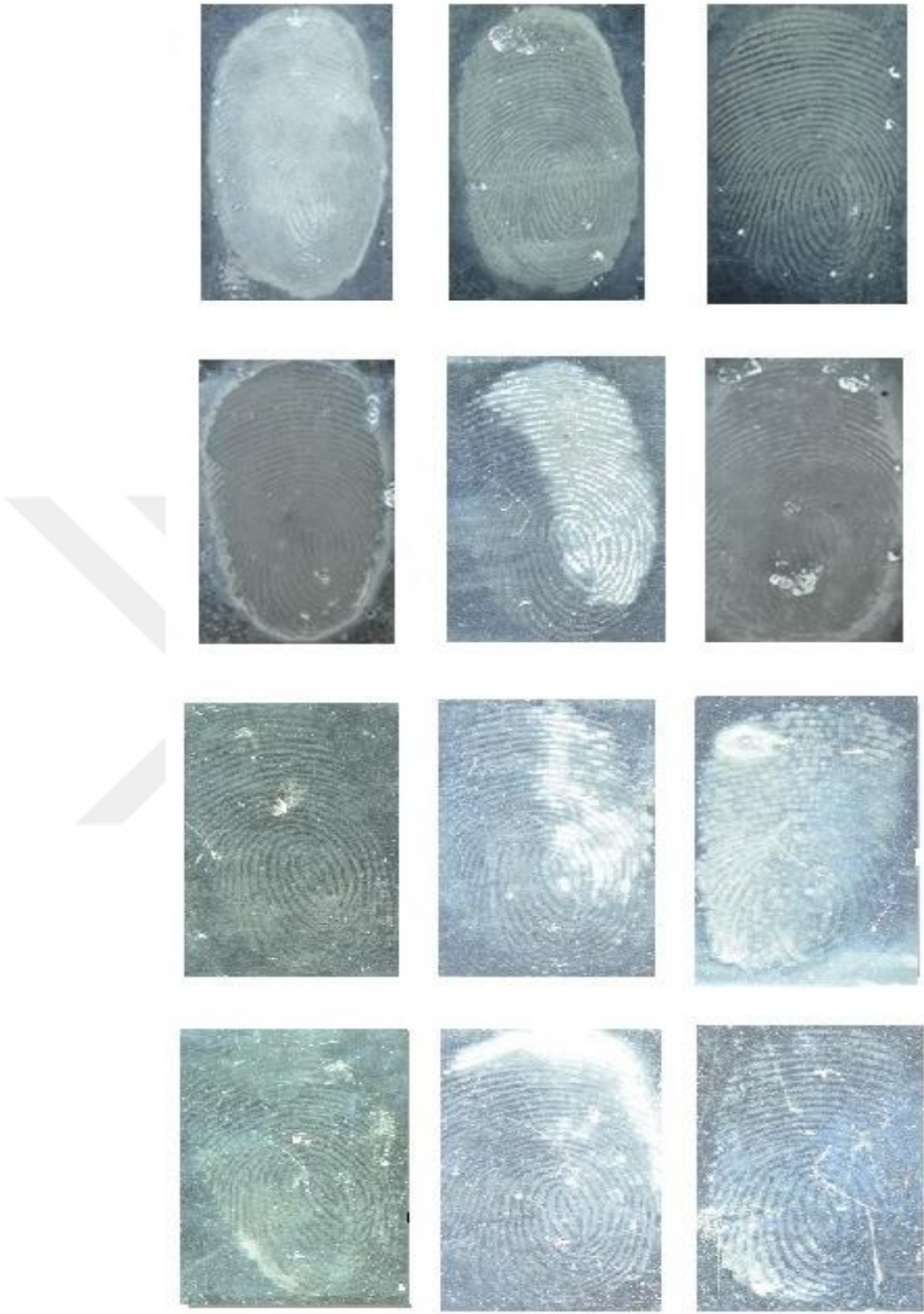
3.2 Superglue Yöntemi Uygulaması Sonrası Parmak İzlerinin Görünümü

Şekil 3.4.'te değişik bekleme sürelerine bağlı olarak superglue yöntemi uygulanan cam yüzeyler üzerindeki parmak izlerinin durumu gösterilmiştir. Cam numuneler üzerine parmak izleri bırakıldıktan sonra, önce saf suda bekletilmeden, daha sonra iki saat, altı saat ve yirmi dört saat saf suda bekletme işlemi uygulanan yüzeyler için Çizelge 2.1.'deki parametrelere bağlı kalınarak superglue

kabininde bekletme işlemi uygulanmıştır. Şekil 3.4.'te gösterildiği gibi superglue uygulanan cam yüzeylerin görünümü kaplanan materyalin; japon yapıştırıcısının rengini almıştır.

Saf sudaki bekleme sürelerine göre superglue metodu uygulanan cam yüzeylerden elde edilen parmak izlerinin karakteristik özellik sayıları mukayesesini gösterir grafik Şekil 3.5.'te gösterilmiştir. Burada karakteristik özellik sayımı yapılırken yalnızca APFIS veri tabanı kullanılmamış aynı zamanda tüm izlerin tek tek gözle (manuel) karakteristik özellik sayımı yapılmıştır.





Şekil 3.4. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Superglue Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü.



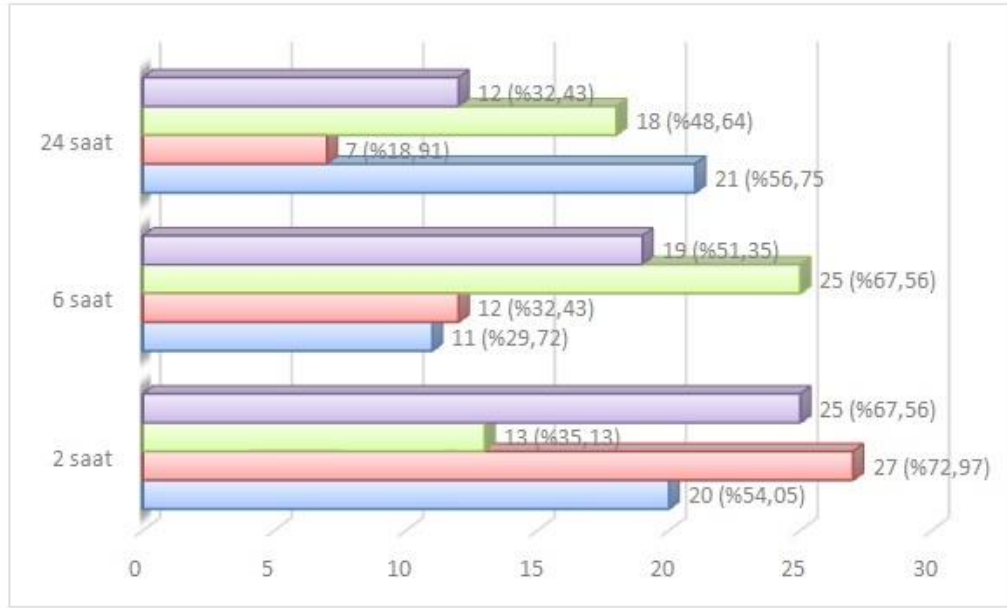
Şekil 3.5. Superglue Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi.

3.3 Saçırma Yöntemi Uygulaması Sonrası Parmak İzlerinin Görünümü

Şekil 3.6.'da değişik bekleme sürelerine bağlı olarak bir saatlik süreyle saçırma yöntemi uygulanan cam yüzeyler üzerindeki parmak izlerinin durumu gösterilmiştir. Gösterilen parmak izlerinin rengi tozlama ya da superglue yönteminden farklı olarak sarı-kırmızı karışımı bir renk olarak görülmektedir. Bunun sebebi sistemde kaplama malzemesi olarak kullanılan (CuO) bakır oksitinin numuneler üzerinde oluşturduğu renk olarak değerlendirilmektedir. Saf sudaki bekleme sürelerine göre bir saatlik süreyle saçırma metodu uygulanan cam yüzeylerden elde edilen parmak izlerinin karakteristik özellik sayıları mukayesesini gösterir grafik Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Bir Saatlik Süreyle Saçtırma Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü.



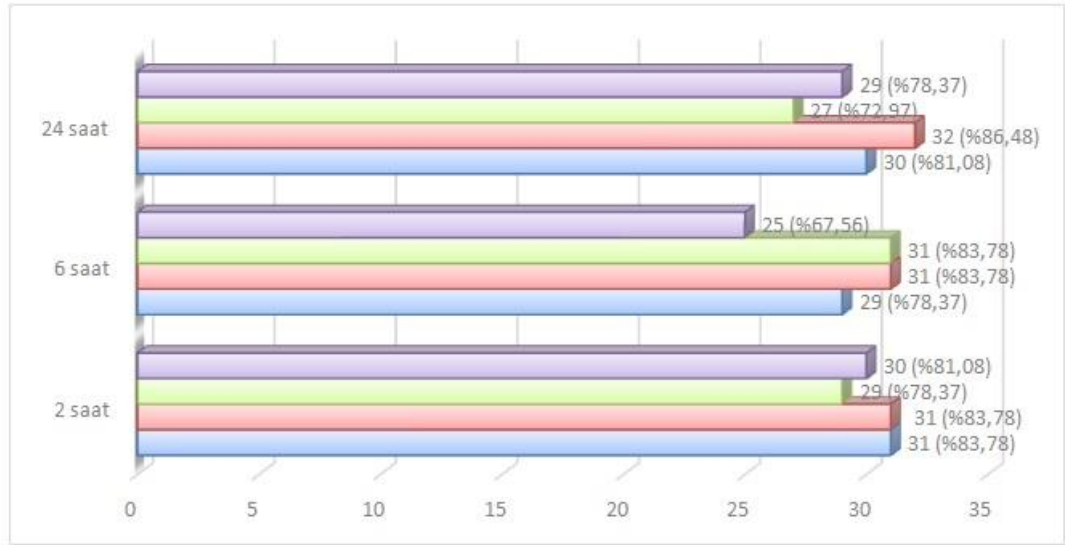
Şekil 3.7. Saçtırma (1 Saatlik) Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi.

Şekil 3.8.'de değişik bekleme sürelerine bağlı olarak yarım saatlik süreyle saçtırma yöntemi uygulanan cam yüzeyler üzerindeki parmak izlerinin durumu gösterilmiştir. Burada da yine bir saatlik saçtırma yönteminde olduğu gibi CuO kaplama malzemesine bağlı olarak sarı-kırmızı bir renk oluşumu gözlenmiştir.

Saf sudaki bekleme sürelerine göre yarım saatlik süreyle saçtırma metodu uygulanan cam yüzeylerden elde edilen parmak izlerinin karakteristik özellik sayıları mukayesesini gösterir grafik Şekil 3.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Saf Suda Bekleme Sürelerine Göre Yarım Saatlik Süreyle Saçırma Yöntemi Uygulanan Numunelerdeki Parmak İzlerinin Görünümü.



Şekil 3.9. Saçtırma (0.5 Saatlik) Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Karakteristik Özellik Sayılarının Değişimi.

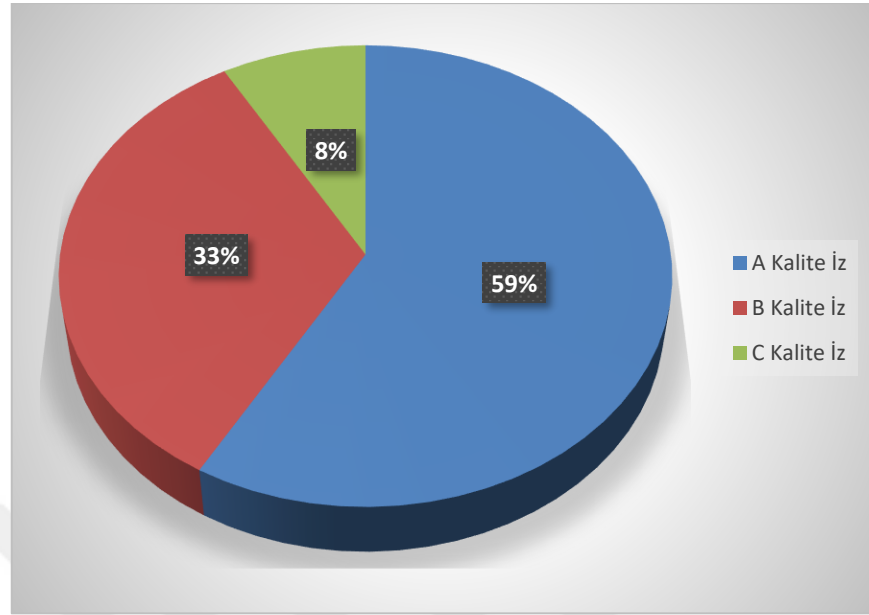
3.4 Yöntemler Arası Kalite ve Karakteristik Özellik Sayısı Karşılaştırması

Çizelge 3.1.'de elde edilen tüm parmak izlerinin karakteristik özellik sayıları ve görüntü kalitelerine göre değerlendirmesi gösterilmiştir. Sınıflandırma yapılırken karakteristik özelliklerinin sayıları yerine elde edilen parmak izlerinin görüntü netliği, izin karakteristik noktalarının okunabilirliği değerlendirilmeye alınmıştır. Karakteristik özellikleri (ada, nokta, çatal, hat) gözle net olarak görünür izler için A kalite, görüntü netliği zor okunabilen izler için C kalite sınıflandırması yapılmıştır. Çizelge 3.1. ile Çizelge 3.2. birlikte değerlendirildiğinde, örneğin 6 saat saf suda bekletilen 1.parmak izi için karakteristik özellik sayısı 17 iken C kalite, 4.parmak izi için karakteristik özellik sayısı 18 iken B kalite değerlendirilmesi yapılmıştır çünkü burada, Şekil 3.2.'de görüldüğü üzere elde edilen parmak izlerinin görüntü netliği (okunabilirliği) esas alınmıştır. Tozlama, superglue ve bir saatlik saçtırma yöntemi uygulanan numuneler için yüzdelik kalite değerlendirmesi grafikleri sırasıyla Şekil 3.10-12'de gösterilmiş, yarım saatlik saçtırma yöntemini de kapsayacak şekilde tüm sistemlerin kalite karşılaştırması Şekil 3.13.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Elde Edilen Parmak İzlerinin Netlik Karşılaştırması (A: İyi kalite, B: Orta kalite, C: Kötü kalite).

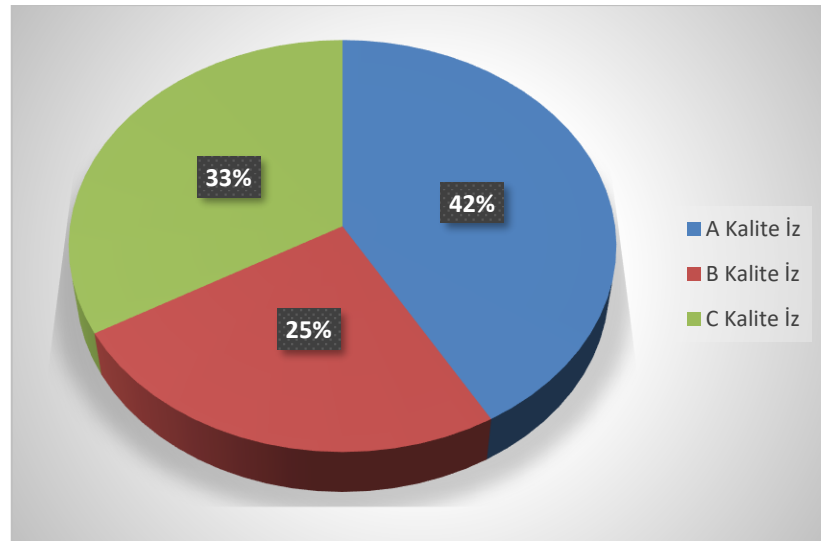
Saf Suda Bekletme Süresi (saat)	Numunelere Bırakılan Parmak İzleri	Tozlama	Superglue	Saçtırma (1 saat)	Saçtırma (0.5 saat)
2 saat	1.Parmak İzi	B	C	B	A
	2.Parmak İzi	A	A	A	A
	3.Parmak İzi	A	A	C	A
	4.Parmak İzi	A	A	B	A
6 saat	1.Parmak İzi	C	B	C	A
	2.Parmak İzi	A	A	C	A
	3.Parmak İzi	B	C	B	A
	4.Parmak İzi	B	B	B	A
24 saat	1.Parmak İzi	A	A	B	A
	2.Parmak İzi	A	C	C	A
	3.Parmak İzi	B	C	B	A
	4.Parmak İzi	A	B	C	A

Tozlama yöntemiyle elde edilen parmak izlerinin tamamında 12 karakteristik özellik sayısı ve üzerine ulaşılmış dolayısıyla elde edilen tüm izlerin (%100) mukayeseye elverişli olduğu görülmüştür. Şekil 3.10.'da bu yöntemle elde edilen yirmi adet parmak izinin kalite değerlendirmesi gösterilmiştir.



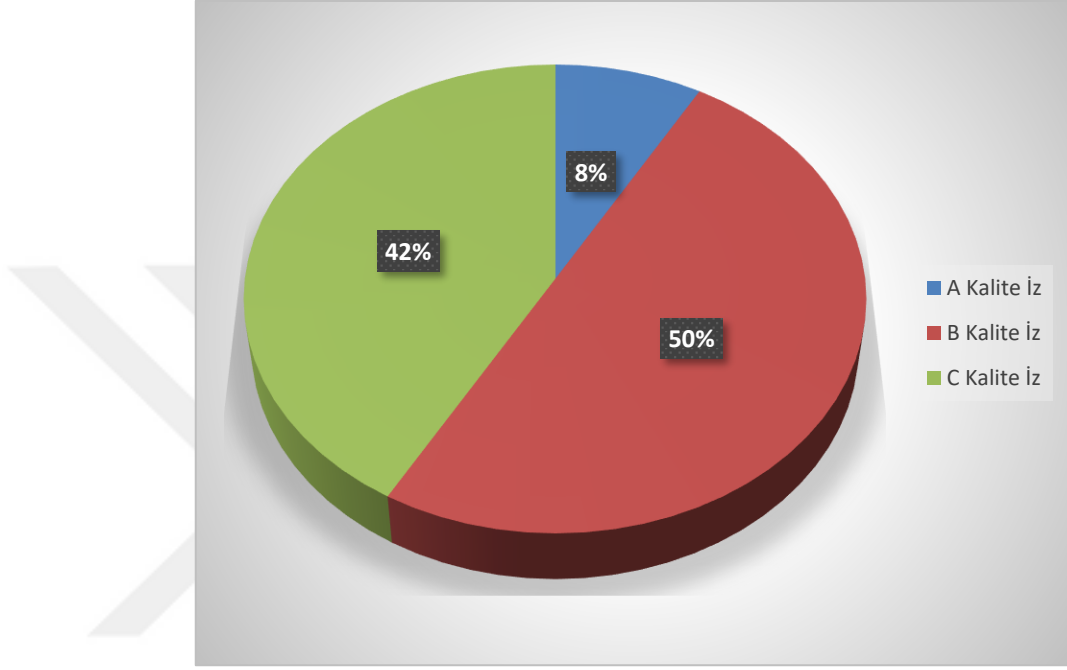
Şekil 3.10. Tozlama Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi.

Superglue yöntemiyle elde edilen parmak izlerinin %83,33 (10/12)'lük kısmının mukayeseye elverişli olduğu görülmüş olup Şekil 3.11.'de bu yöntemle elde edilen yirmi adet parmak izinin kalite değerlendirmesi gösterilmiştir.



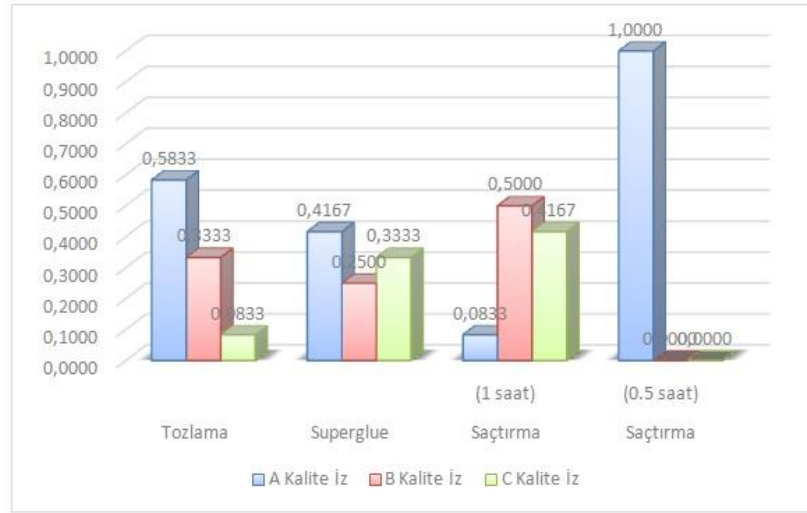
Şekil 3.11. Superglue Yönteminde Elde Edilen Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi.

Bir saat saçırtma metodu uygulaması sonrası elde edilen parmak izlerinin %83,33 (10/12)'lük kısmının mukayeseye elverişli olduğu görülmüş olup Şekil 3.12.'de bu yöntemle elde edilen yirmi adet parmak izinin kalite değerlendirmesi gösterilmiştir.



Şekil 3.12. Bir Saat Saçırtma Metodu Uygulaması Sonrası Elde Edilen Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi.

Yarım saat saçırtma metodu uygulaması sonrası elde edilen parmak izlerinin tamamının mukayeseye elverişli ve A kalite olduğu görülmüş olup Şekil 3.13.'te elde edilen tüm parmak izlerinin kalite değerlendirmesi gösterilmiştir.

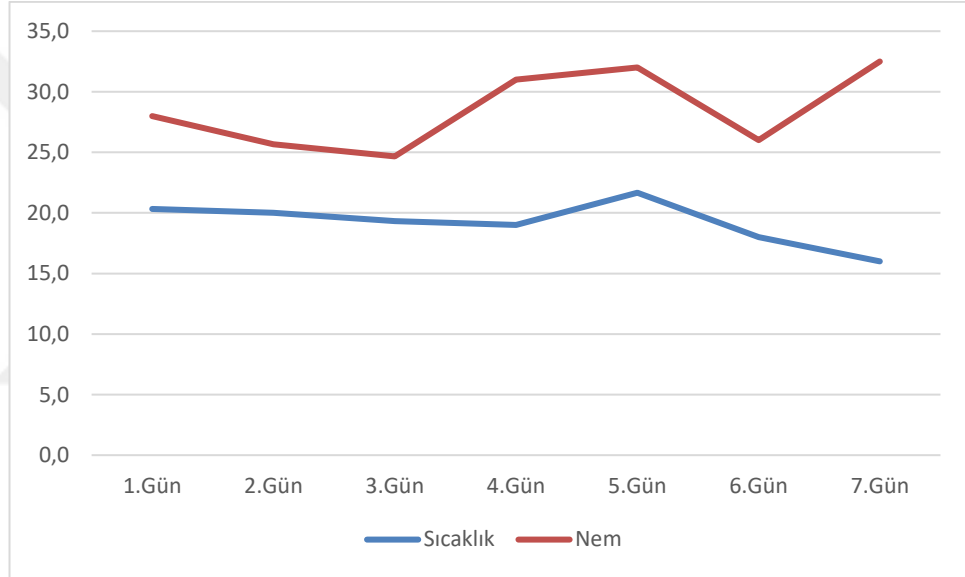


Şekil 3.13. Tüm Parmak İzlerinin Kalite Değerlendirmesi.

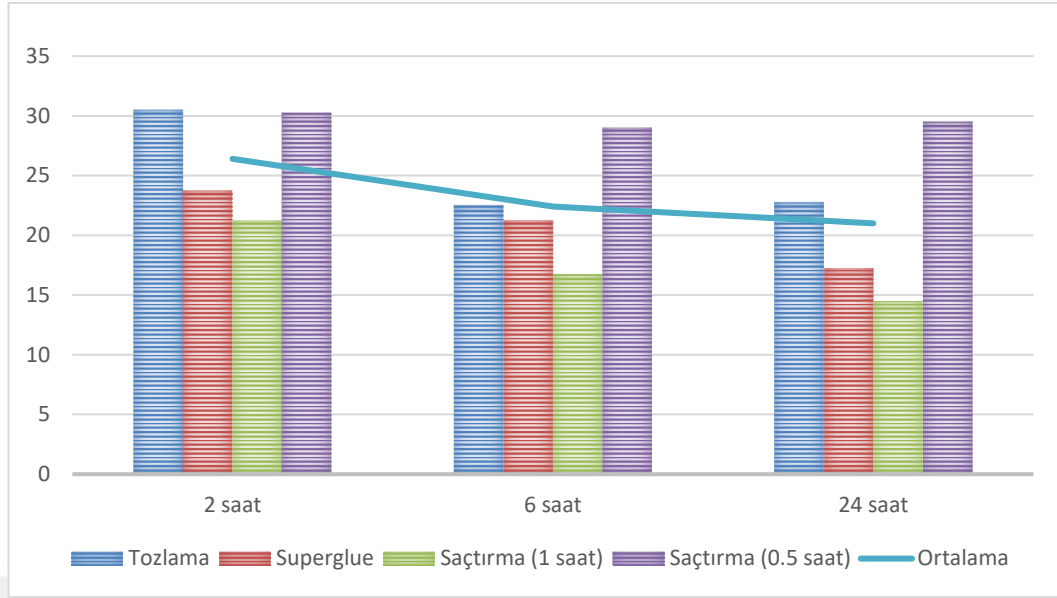
Çizelge 3.2. Elde Edilen Parmak İzlerinin Mukayese Sonuçları.

Genel Mukayese		Uygulanan Yöntemdeki Karakteristik Özellik Sayısı-İzdeki Kayıp Oranı-Mukayeseye Elverişlilik (Referans İz Karakteristik Özellik Sayısı:37)											
Saf Suda Bekletme Süresi	Numunelere Bırakılan Parmak İzleri	Tozlama	Kayıp Oranı(%)	Elverişlilik (+/-)	Superglue	Kayıp Oranı(%)	Elverişlilik (+/-)	Saçtırma(1 saat)	Kayıp Oranı(%)	Elverişlilik (+/-)	Saçtırma(0.5 saat)	Kayıp Oranı(%)	Elverişlilik (+/-)
2 saat	1.Parmak İzi	32	13,5	+	12	67,6	+	20	45,9	+	31	16,2	+
	2.Parmak İzi	35	5,4	+	25	32,4	+	27	27	+	31	16,2	+
	3.Parmak İzi	29	21,6	+	29	21,6	+	13	64,9	+	29	21,6	+
	4.Parmak İzi	26	29,7	+	29	21,6	+	25	32,4	+	30	18,9	+
	Ortalama	30,5	17,55	+	23,75	35,8	+	21,25	42,55	+	30,25	18,23	+
6 saat	1.Parmak İzi	17	54,1	+	16	56,8	+	11	70,3	-	29	21,6	+
	2.Parmak İzi	36	2,7	+	29	21,6	+	12	67,6	+	31	16,2	+
	3.Parmak İzi	19	48,6	+	16	56,8	+	25	32,4	+	31	16,2	+
	4.Parmak İzi	18	51,4	+	24	35,1	+	19	48,6	+	25	32,4	+
	Ortalama	22,5	39,2	+	21,25	42,58	+	16,75	54,73	+	29	21,6	+
24 saat	1.Parmak İzi	27	27	+	28	24,3	+	21	43,2	+	30	18,9	+
	2.Parmak İzi	31	16,2	+	10	73	-	7	81,1	-	32	13,5	+
	3.Parmak İzi	16	56,8	+	10	73	-	18	51,4	+	27	27	+
	4.Parmak İzi	35	5,4	+	21	43,2	+	12	67,6	+	29	21,6	+
	Ortalama	27,25	26,35	+	17,25	53,38	+	14,5	60,83	+	29,5	20,25	+

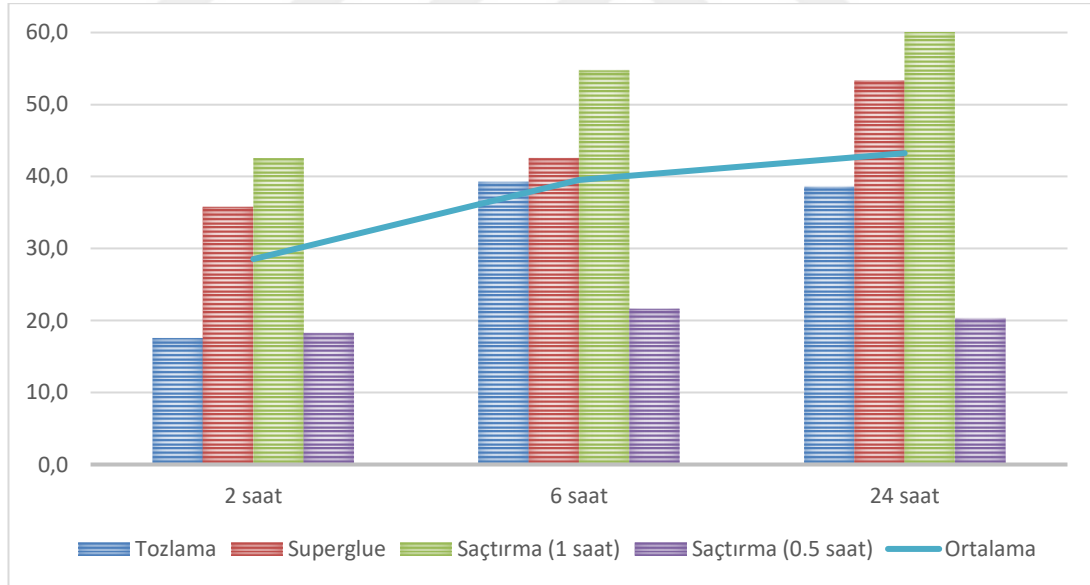
Cam yüzeylere parmak izi bırakıldıktan sonra saf suda bekletme işlemi uygulanan numuneler için laboratuvar ortamının bir haftalık sıcaklık-nem grafiğini gösterir grafik Şekil 3.14'te, tüm yöntemlerle elde edilen parmak izlerinin karakteristik özellik ortalama değerlerinin karşılaştırması Şekil 3.15'te, elde edilen tüm parmak izlerindeki karakteristik özellik sayılarındaki ortalama kayıp oranları karşılaştırması Şekil 3.16'da gösterildiği gibidir.



Şekil 3.14. Parmak İzlerinin Bekletildiği Laboratuvar Ortamının Bir Haftalık Sıcaklık-Nem Grafiği.



Şekil 3.15. Elde Edilen Tüm Parmak İzlerinin Ortalama Karakteristik Özellik Sayısı Karşılaştırması.



Şekil 3.16. Elde Edilen Tüm Parmak İzlerindeki Karakteristik Özellik Sayılarındaki Ortalama Kayıp Oranları Karşılaştırması.

Çizelge 3.3. Karakteristik Özellik Sayısı Kayıp Oranları Ortalamaları.

Yöntem-Kayıp Oranı (%)	2 saat	6 saat	24 saat
Tozlama	17,6	39,2	38,5
Superglue	35,8	42,6	53,4
Saçtırma (1 saat)	42,6	54,7	60,8
Saçtırma (0.5 saat)	18,2	21,6	20,3
Ortalama	28,5	39,5	43,2

3.5 Yöntemler Arası İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda, tüm sistemlerden elde edilen karakteristik özellik sayılarının ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının analizi Friedman Testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Yöntemlerin genel olarak Friedman Test sonuçları Çizelge 3.4.'te gösterildiği gibi olup burada, n: örnek sayısı, AO: ortalama değer, SS: standart sapma, min ve mak: minimum ve maksimum değeri, df boşluk değerini ve p anlamlılık değerini, SÇTop, bir saat saçtırma yapılan numuneleri, SÇYTop, yarım saat saçtırma yapılan numuneleri ifade etmektedir.

Çizelge 3.4. Yöntemlerin Genel Friedman Testi Sonuçları.

	n	AO	SS	Grup Sıra Değeri	Min	Mak	(x ²)	df	p
Tozlama Top.	4	28,1875	4,68319	3,00	24,25	34,75	8,700	3	,034
Superglue Top.	4	24,8125	2,20204	2,00	23,00	27,75			
SÇ Top.	4	22,3750	1,18145	1,25	20,75	23,25			
SÇY Top.	4	31,4375	1,06800	3,75	30,25	32,75			

Yöntemlerin karakteristik özellik sayılarının ortalamalarının genel karşılaştırmasında p anlamlılık değeri 0,05 değerine oldukça yakın çıkmış, yarım saat

saçtırma yapılan numuneler için ortalama değerin referans izdeki (37) karakteristik özellik sayısına yakın olduğu görülmüştür. Parametrik olmayan ikili yöntemler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Çizelge 3.5.'te gösterildiği gibidir.

Çizelge 3.5. Yöntemlerin Genel Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.

	SuperGlueTop- TozlamaToplam	SÇTop- TozlamaTop	SÇYTop- TozlamaTop	SÇTop- SuperGlueTop	SÇYTop- SuperGlueTop	SÇYTop- SÇTop
Z	-1,095 ^b	-1,826 ^b	-1,461 ^c	-1,473 ^b	-1,826 ^b	-1,826 ^b
P	,273	,068	,144	,141	,068	,068

Çizelge 3.5.'e göre Z, z anlamlılık değerini, b, pozitif grup sıra değerini, c, negatif grup sıra değerini, p anlamlılık değerini ifade etmektedir. P değeri 0,05 değerinden küçük çıkmamakla birlikte 0,068 değeri ile anlamlılık değeri düzeyine yaklaşmıştır. Yarım saatlik saçtırma ile bir saatlik saçtırma yöntemi ve tozlama yöntemlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testleri Çizelge 3.6. ve Çizelge 3.7'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 3.6. Yarım Saatlik Saçtırma ve Tozlama Yöntemi Wilcoxon Testi.

	1.İz SÇY – 1.İz Tozlama	2.İzSÇY–2.İz Tozlama	3.İz SÇY – 3.İz Tozlama	4.İz SÇY – 4.İz Tozlama
Z	-1,069 ^b	-1,069 ^c	-1,342 ^b	-1,604 ^b
P	,285	,285	,180	,109

Çizelge 3.7. Bir Saatlik Saçtırma ve Tozlama Yöntemi Wilcoxon Testi.

	1.İz SÇ – 1.İz Tozlama	2.İzSÇ–2.İz Tozlama	3.İz SÇ – 3.İz Tozlama	4.İz SÇ – 4.İz Tozlama
Z	-1,633 ^b	-1,633 ^b	,000 ^c	-,816 ^b
P	,102	,102	1,000	,414

İzlere göre yarım saat ve bir saatlik saçtırma yöntemleri ile tozlama yöntemleri arasında, numunelerdeki karakteristik özellik sayılarının ortalamalarına göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda anlamsal bir farklılık bulunamamıştır. Yarım saatlik saçtırma ile bir saatlik saçtırma yöntemi ve superglue yöntemleri arasında, izlere göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi Çizelge 3.8. ve Çizelge 3.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Yarım Saatlik Saçtırma ve Superglue Yöntemi Wilcoxon Testi.

	1.İz SÇY – 1.İz Superglue	2.İzSÇY–2.İz Superglue	3.İz SÇY – 3.İz Superglue	4.İz SÇY – 4.İz Superglue
Z	-1,604 ^b	-1,604 ^b	-1,342 ^b	-1,633 ^b
P	,109	,109	,180	,102

Çizelge 3.9. Bir Saatlik Saçtırma ve Superglue Yöntemi Wilcoxon Testi.

	1.İz SÇ – 1.İz Superglue	2.İzSÇ–2.İz Superglue	3.İz SÇ – 3.İz Superglue	4.İz SÇ – 4.İz Superglue
Z	,000 ^b	-1,069 ^c	,000 ^b	-1,604 ^c
P	1,000	,285	1,000	,109

Yarım saatlik saçtırma yöntemi ile superglue yöntemin arasında anlamlı bir farklılık değeri olup olmadığını belirlemek için kullanılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda anlamsal bir farklılık bulunamamıştır. Superglue ve tozlama yöntemi arasında, izlere göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi Çizelge 3.10.'da, Yarım saatlik ve bir saatlik saçtırma yöntemi Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Çizelge 3.11.'de gösterilmiştir. Elde edilen parmak izlerinin kalite analizi Chi-Square (Ki-Kare) testi ile Çizelge 3.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. Superglue ve Tozlama Yöntemi Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi.

	1.İz Superglue – 1.İz Tozlama	2.İz Superglue –2.İz Tozlama	3.İz Superglue – 3.İz Tozlama	4.İz Superglue – 4.İz Tozlama
Z	-,816 ^b	-1,604 ^b	-1,342 ^b	-1,604 ^c
P	,414	,109	,180	,109

Çizelge 3.11.Yarım Saatlik ve Bir Saatlik Saçtırma Yöntemi Wilcoxon Testi.

	1.İz SÇY – 1.İz SÇ	2.İzSÇY-2.İz SÇ	3.İz SÇY – 3.İz SÇ	4.İz SÇY – 4.İz SÇ
Z	-1,604 ^b	-1,604 ^b	-1,604 ^b	-1,604 ^b
P	,109	,109	,109	,109

Çizelge 3.12. Kalite Analizi İçin Ki-Kare Testi.

	Tozlama Kalite	Superglue Kalite	Saçtırma Kalite
Chi-Square (Ki-Kare)	3,500 ^a	,500 ^a	3,500 ^a
df	2	2	2
Asymp. Sig.	,174	,779	,174

Çalışmamızda kullanılan Friedman Testi, ölçüm sayısının ikiden fazla olduğu durumlarda değişkenlere ait dağılımları karşılaştırıp aralarında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmektedir. Wilcoxon Testi’nde parametrik olmayan iki değişkene ait dağılımlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının analizi yapılmaktadır. Sınıflanmış iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığının istatistiksel analizi Ki-Kare Testi ile belirlenmiştir (Eymen, 2007).

4. TARTIŞMA

Parmak izinin benzemezlik, tasnif edilebilirlik ve değişmezlik özellikleri sebebiyle tarihte önemi 600'lü yılların başlarında anlaşılmış ve resmi yazışmalarda kil tabletler üzerinde kullanılmıştır (Margot ve Lennard, 1992).

1300'lü yıllarda Persliler tarafından resmi evraklardaki izlerin tasnifinin yapıldığı (Lee ve Gaenssle, 2001), ilk parmak izi uzmanı olarak sayılan Faulds kendi evinde gerçekleşen bir hırsızlık olayında tarihte parmak izinden tespit edilip yakalanan ilk kişinin kendi hizmetçisi olduğunu ortaya çıkardığı (Berry ve Leadbetter, 1987), devam eden yıllarda parmak izinin tasnifi konusunda çeşitli çalışmalar olsa da temel olarak 19. yüzyılda Galton tarafından lasso, wirbel ve ark olarak üç ana başlıkta tasnif işleminin yapıldığı bilinmektedir (Saferstein, 1998).

1891 yılında Arjantinli bir polis olan Vucetich tarafından tarihin sistematik çözümlemeye ilk suçlu teşhisi parmak izi incelenerek bulunduğu (Margot ve Lennard, 1992), önemi gün geçtikçe daha çok anlaşılan parmak izlerinin arşivlenme aşamasına 1924 yılında FBI tarafından geçildiği, 1954'te kağıt üzerindeki parmak izlerinin görünür hale getirilmesi ve 1977'de ışıgın parmak izi üzerindeki etkileri çalışmalarının yapıldığı (Dalrymple ve ark., 1977), yine 70'li yılların sonunda bugün de sıklıkla kullanılan superglue metodu F. Matsumura adlı bir Tokyo Metropolitan Polisi tarafından kazara fark edildiği yapılan literatür taramasında elde edilmiştir (Norkus, 1982)

1980'li yıllarda Osterburg ve Ward tarafından alternatif bir yöntem olarak vakumla metal çöktürme, fiziksel geliştirici ve radyoaktif etiketleme gibi birçok teknikte gizli izlerin görünür hale gelmesi çalışılmıştır (Osterburg ve Ward, 1997).

Gün geçtikçe teknolojik gelişmeler, işsizlik, ruhsal durumlar, sosyo-ekonomik faktörler ve daha birçok sebeple artan suç olayları sebebiyle parmak izinin önemi daha da artmaktadır. Edmond Locard'ın değişim prensibinden hareketle her temasın bir iz bıraktığı teorisi, suç mahallinin bütünüyle ele alınması gerektiğini vurgular ki burada olay yerinin yalnızca kara değil sualtı da olduğu bilinmelidir. Sualtı olay yeri incelemesi esnasında çıkarılan bulguların su içerisinde kalma sürelerine bağlı olarak delil özelliğini yitirmemesi açısından uygun muhafaza ve taşıma koşulları sağlanmalıdır (Ceylan, 2002; Çebi, 1999).

Sualtıdan çıkarılan bulgular üzerinde parmak izi çalışmaları konusunda birçok yöntem geliştirilmiş ve ilerleme kaydedilmiştir ancak elde edilen bulgulardaki parmak izlerinin ne kadar sürede delil özelliği taşıyıp taşımadığı konusunda yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (EGM, 2006).

Sualtı parmak izi çalışmalarından birinde, elde edilen parmak izlerinin su ortamında iki hafta kadar özelliğini koruyabildiği ancak bulunduğu sıvı ortamından çıkarıldığında kısa sürede bozulduğu bilinmektedir (Ceylan, 2002).

Bu anlamda akademik çalışmalar sürekli devam etmiş, parmak izine etki eden çevresel şartlar, izin zamana bağlı değişimi gibi faktörler çalışma konusu olmuştur. 1987 yılında Amerika'da bulunan Sualtı Suç Araştırma Grubu'nda bulunan dalgıçlar tarafından bir nehre bırakılmış olan alüminyum, cam ve mermi kovanları üzerindeki parmak izlerine tozlama ve superglue uygulamaları sonucunda bu yüzeyler üzerinde parmak izi kalıp kalmadığı çalışma konusu olmuştur (Nelson, 2010). Sualtında bırakılan bu materyaller, bir gün fazladan bekletme yöntemiyle çalışılmış ve superglue yöntemiyle yaklaşık bir haftaya kadar parmak izi elde edilebileceği görülmüş ancak çalışmada elde edilen izlerin mukayese konusu ele alınmamıştır (Ucidiver, 2012).

Sualtı çalışmalarından bir başkası da Van Gölü içerisinde gölde yaşayan canlıların etkisinden bağımsız bir şekilde bulunan ve suyun etkisinin araştırıldığı koşullarda cam yüzeylerde parmak izleri bırakılmış ve 90 güne kadar parmak izi elde edilmiştir (Şener, 2010).

Paine ve arkadaşları tarafından (2011) çalışılan superglue metodunda, son yarım saatte elleri yıkanmamış gelişigüzel insan grubu seçilmiş ve izlere sebakus ve ekrin salgılarının ikisinin birden etkileri incelenmiş, diğer bir grup insana ise elleri yıkatılıp bir eldiven giydirilip çıkartıldıktan sonra parmak izleri alınmış, burada sadece ekrin bezlerinin etkisi incelenmiş, bir diğer grupta ise yine elleri dezenfekte ettirilmiş (yıkatılmış) insanlara yanak ve alın bölgesine parmaklarını sürdükten sonra parmak izlerini bırakması istenmiş ve burada sebakus bezlerinin etkileri incelenmeye çalışılmıştır (Paine ve ark., 2011).

Sualtı parmak izi inceleme alanında yapılan çalışmalardan bir diğeri olan “tuzlu ve tatlı sulara maruz kalan deliller üzerinde mukayeseye elverişli parmak izi tespit edilip edilemeyeceğinin analizi” adlı çalışmada ise cam, plastik ve metal plakalar üzerine parmak izi bırakılıp tatlı ve tuzlu suda bekletildikten sonra superglue uygulaması yapılmış ve zaman-parmak izi mukayese arasındaki ilişki incelenmiştir (Yıldız, 2011).

Parmak izi geliştirme tekniklerinden olan tozlama yöntemiyle latent parmak izlerinin geliştirilmesi, sıklıkla kullanılan bir metot olmakla birlikte kullanılan toz içeriği de farklılık göstermekte ve geliştirilmektedir. Badiye ve Kapoor tarafından (2015) yapılan bir çalışmada Robin Powder Blue adı verilen özel bir toz karışımı ile kalem, bilgisayar faresi (mouse), telefon ve kredi kartı, kapı kolu, çelik, kilit ve cam üzerinde parmak izi incelemesi yapılmış ve bu özel toz karışımı ile görüntü açısından kaliteli parmak izleri elde edilmiştir. Elde edilen parmak izlerinin mukayeseye elverişlilik durumu belirtilmemiştir (Badiye ve Kapoor, 2015).

Kumari ve arkadaşları tarafından (2011) özel bir toz karışımı kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada alüminyum folyo, kağıt, alüminyum plaka ve kompakt disk (cd) üzerinde yine görüntü olarak kaliteli parmak izleri elde edildiği bildirilmiştir (Kumari ve ark., 2011).

Parmak izi geliştirme tekniklerine alternatif olarak düşünülebilecek bir diğer yöntem ise saçtırma tekniği olup bu alandaki çalışmada sistemin uygulanabilirliği ortaya konulmuştur (Kent ve Stoilovic, 1995).

Liang ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan çalışmada geleneksel tozlama yönteminden farklı olarak MOF (metal organic frame) kristallerinin kullanıldığı bir çözelti yardımıyla metal, cam ve plastik yüzeylerde parmak izi tespiti anlamında yeni bir yöntem geliştirilmiştir (Liang ve ark., 2015).

Chen ve arkadaşları tarafından (2015) yapılan parmak izi geliştirme çalışmasında katı ninhidrinin bir vakum ortamında buharlaştırılması ile banknotlar üzerinde latent parmak izlerinin görünür hale getirildiği bildirilmiştir. Çalışılan sistem koşulları olarak düşük basınç (50 mTorr) ve 80-90 santigrad derece ölçülmüştür. Çalışmada uygulamanın çözelti kullanılmadan parmak izi geliştirilebileceği ve çevresel korumaya katkıda bulunacağı bildirilmiştir (Chen ve ark., 2015). Vakumlu ve ortamdan bağımsız yapılan bu çalışmanın bir benzeri olan saçtırma metodu kullanılan çalışmamızda da çevre ve uygulayıcıya herhangi zararın olmaması sebebiyle kriminal laboratuvarlara öneri niteliği taşımaktadır.

Nelson'un (2010) çalışmasında nesneler üzerinde parmak izinin kalıp kalmayacağı, Paine ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan çalışmada salgı bezlerinin etkileri, Yıldız'ın (2011) araştırmasında ise çeşitli yüzeylerdeki parmak izlerinin tatlı ve tuzlu suda kalışlarının süre bazında etkileri incelenmiştir. Çalışmamızda ise saf su kullanılarak suyun sistemler arasındaki etkisinden arındırılması amaçlanmış, alın, yanak ve burun kısmında bulunan sebakus salgı bezlerinin etkisi ile tozlama, superglue ve saçtırma metotlarının zamana bağlı etkisiyle birlikte uygulanabilirliği amaçlanmıştır.

Ruiqin ve arkadaşlarının (2012) yaptığı bir çalışmada plastik, cam, seramik, kuşe kağıt, alüminyum alaşım gibi katı yüzeylerde ve silgi, deri ve suni deri gibi materyallerde manyetik saçtırma (magnetron sputtering) yöntemiyle çinko (Zn) kaplamışlardır. Manyetik saçtırma metodu ile plastik, cam, seramik, kuşe kağıt ve alüminyum materyallerde görünür parmak izleri tespit etmişlerdir (Ruiqin ve ark., 2012). Ruiqin ve arkadaşlarının kullandığı sistemde hedef malzeme (kaplama malzemesi) olarak çinko, Kent ve Stoilovic (1995) tarafından ise bakır, çinko, platinyum ve altın seçilmiştir. Çalışmamızda kullanılan bakır oksit malzemesiyle kaplama işleminin literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

Liu ve arkadaşlarının (2011) gözeneksiz yüzeylerde vakumla metal kaplama ve superglue (cyanoacrylate: siyanoakrilat) yöntemlerini kullanarak yaptığı karşılaştırmalı çalışmada, üç yüz yirmi çift parmak izi çiftinin kağıt üzerine bırakıldıktan sonra görünür parmak izleri elde ettikleri ve vakumla metal kaplamanın daha etkin bir yöntem olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Liu ve ark., 2011).

Migron ve Mandler'in (1997) pirinç kartuşlar (av tüfeğinde kullanılan) üzerinde yaptığı çalışmada, yüzeyleri tırtıklı (girinti ve çıkıntılardan oluşan) kartuşların paladyum (Pd) kaplayarak görünür parmak izleri elde etmişler ve çalışmalarının, pirinç kartuşlarda kullanılabilecek bir model olabileceğini öne sürmüşlerdir (Migron ve Mandler, 1997). Malzeme kaplaması yöntemiyle yapılan bu ve bunun gibi çalışmalar da saçtırma metodundaki gibi vakumlu bir odacık içerisinde malzeme koparma tekniğiyle yapılmakta olup çevre ve kullanıcı sağlığı açısından önem taşımaktadır.

A4 kağıdı, gazete ve karton yüzeyler gibi farklı morfolojik özelliklere sahip yüzeyler üzerinde farklı kişilere ait parmak izlerinin bırakılması sonucu çeşitli zaman aralıklarında bekleme sonrası ninhidrin yöntemi uygulanan bu üç farklı yüzeylerde elde edilen parmak izlerinin ilk referans parmak izlerindeki karakteristik özellik sayısı karşılaştırması yapılmış olan bir diğer çalışmada gün ve yüzeylere göre

mukayese sonuçları çalışılmış, ortaya çıkan verilerin istatistiksel anlamı ve mukayeseye elverişlilik durumu incelenmiştir (Delican, 2018).

Çalışmamızda parmak izlerinin cam yüzeyler üzerine bırakılması sırasında diğer parametrelerin etkisi yok sayılmıştır. Öyle ki izlerin yüzeylere bırakılması esnasında her defasında aynı şiddette baskı yapılması ihtimali, oda sıcaklığının muhafaza edilmesinin yanında sistemlerin uygulama aşamalarındaki ortam sıcaklık ve nem koşullarının denk hale getirilmesi güçleştirici etki olarak görülmüş ayrıca iz bırakılacak parmağın yüz bölgesine sürülmesinden sonra cam numunelere iz bırakılması esnasında her durumda transfer edilen salgının yoğunluğu da ihmal edilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda tüm yöntemler ele alındığında mukayeseye elverişlilik oranının yüksek olduğu görülmüş, ayrı ayrı değerlendirme yapıldığında en fazla karakteristik özellik sayısı oranının saçtırma yönteminde olduğu tespit edilmiştir. İzlerdeki kayıp oranları değerlendirmesi yapıldığında referans izin karakteristik özellik sayısına oranla (ortalama) en az kaybın yine saçtırma yöntemi uygulanan cam yüzeyler üzerindeki parmak izlerinde olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kriminal olaylarda delil niteliği taşıması açısından son derece büyük öneme sahip olan parmak izlerinin tespiti, bırakıldığı yüzeye, ortam şartlarına ve bunun gibi birçok değişkene bağlı olarak değişim göstermektedir.

Elde edilen izlerin her zaman net olmaması nedeniyle bu izlerin tasnif edilebilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları 5-MTN yöntemi, siyanoakrilat; diğer bir deyişle superglue ya da halk arasında bilinen adıyla japon yapıştırıcısı metodu, yapışkan bantlar (sticky side powder) ve tozlama yöntemiyle tespit en sık kullanılan tekniklerdir. Bunların dışında vakumla metal kaplama ve sputtering (saçtırma) teknikleri de alternatif olarak kullanılmaktadır.

Numuneler üzerine uygulanacak olan yöntemin iyi seçilmesi ve parmak izindeki porların ya da papillerin herhangi bir bozunmaya yol açmadan görünür hale getirilmesi sağlanmalıdır. Her yöntemin kendine göre avantajı olduğu gibi uygulanabilirlik açısından da dezavantajları mevcuttur. Örneğin siyanoakrilat yönteminde yapıştırıcının delil üzerindeki parmak izinde bulunan neme; dolaylı olarak yağ asitlerine teması söz konusu olduğundan zaman parametresi önemlidir.

Saçtırma ile kaplamada sistemin maliyetinin düşük olması sebebiyle kriminal olaylarda elde edilen parmak izlerinin değerlendirilmesi noktasında bir alternatif yöntem olabileceği söylenebilir.

Bununla birlikte sputtering (saçtırma) metoduyla kaplama metodu, vakumla metal kaplama ve siyanoakrilat duman odasında kaplama yöntemiyle karşılaştırıldığında saçtırma metodunda latent parmak izinin, netlik açısından, gerek superglue gerekse vakumla metal kaplama yöntemine göre daha ön planda olduğu sonucu da yapılan bazı çalışmalarda (Turner ve ark., 2010) ortaya konulmuştur.

Laboratuvar ortamında superglue ile görünür hale getirilmek istenen parmak izi çalışması yapılması esnasında, ortamdaki iyodun nefesle vücuda alınması sağlık açısından, ileride bir hastalığa yol açabilecek toksik maddelerin vücuda alınmasına sebep olacağından sistemin kullanımı sırasında son derece dikkatli olunmalıdır. Superglue gibi parmak izi uygulamalarının yapıldığı laboratuvarlarda her ne kadar sık zaman aralıklarında güçlü fanlar yardımıyla havalandırma işlemi yapılsa da laboratuvar çalışanlarının arsenik gibi vücuda zararlı maddelerin solunmasının önüne tamamen geçilemediği bilinmektedir ve bunun gibi zehirli maddelerin vücuda verdiği zararları anlık olarak değerlendirmek mümkün değildir zira arsenik gibi maddeler vücutta birikir, yavaş ve uzun vadede zarar verir (OYİ, 2015).

Bununla birlikte parmak izi elde etme yöntemlerinden olan ve en çok kullanılan metotlardan biri olan tozlama yönteminde de her ne kadar ağır; uçuculuğu azaltılmış tozlar kullanılsa da maske takılması halinde bile solunum yoluyla toz halindeki maddenin burun ve ağızdan vücuda girmesi muhtemeldir. Buradan hareketle sistemlerin sağlık açısından karşılaştırılması da bir parametre olarak sayılabilir.

Sputtering sisteminin kapalı bir odacıkta (vakumlanmış bir düzenek) çalışılmasından ötürü bu yöntemin, alternatif olarak kabul görmesinden bahsedebiliriz. Deneyin başlaması ve bitişinden sonraki safhada vakumlu cihazın havasının alınmasından sonra odacık kısmının kaldırılması ve numuneye ulaşılması aşamaları takip edileceğinden havası boşaltılmış bu sistemin sağlıklı bir yöntem olduğu söylenebilir.

Latent parmak izlerinin geliştirilmesi sırasında zaman, kontaminasyon etkisi, iklim ve çevre etkisi gibi parametreler, izlerin iyileştirilmesinde etkin rol oynayacaktır. Ayrıca olay sırasında şüphelinin davranış ve ruh hali, cinsiyet ve yaşı, gibi etkenlerin yanı sıra parmak izi teşhis uzmanlarının tecrübesi de önemli parametrelerdendir. Ülkemizde görülen davalarda mukayese edilecek parmak izlerinin birbirinin aynısı olduğuna kanaat getirilmesi için on iki özellik tespit edilmesi temel alınmaktadır. Olay yerinden alınan bir izin (olay yeri izi) her zaman bu on iki temel özellik sayısına ulaşamayabilir. Burada APFIS uzmanlarının

tecrübesi de bilirkişi raporu hazırlanmasında önemli bir kriterdir. Çalışmamızda saçtırma metodu kullanılarak elde edilen parmak izlerinin mukayese tablolarına bakıldığında ve diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında tespit edilen özellik sayılarının kayda değer olduğu söylenebilir. Bununla birlikte uygulanan tüm metotlarda elde edilen her bir izin kalite ve özellik sayılarının da sabit olmama ihtimalinin var olduğunu da söylemek gerekir. Parmak izi geliştirme yöntemleri konulu yapılacak çalışmalara katkı sağlaması açısından teknik bilgiler ve öneriler aşağıda sunulmuştur:

Öncelikle laboratuvar seçiminde parmak izi kaplanan numunenin laboratuvara en kısa sürede götürülebilecek uygun zaman ya da yerde olmasına dikkat edilmelidir ki izin bırakılmasından sonra numunelerin çevre koşullarından korunma durumu deneye olumsuz etki edecektir. Çalışmamızda izin yüzeylere basımı sırasında ortalama bir basım şiddeti uygulandığı öngörülmüş, basım şiddetinin net kontrolü yapılamamıştır. Buradan hareketle iz bırakılacak parmağın mekanik bir sistemde sıkıştırılarak sabit hale getirilmesi ve yine sabit bir hızda basımının gerçekleştirilmesi önerilebilir. Yüzeylere bırakılan izlerin hep aynı parmakla basımı yapılmış olması sebebiyle kaplama yapılan izlerin mukayese işlemi yapılmıştır. Ancak sistemler arası mukayese işlemlerinin daha rasyonel olmasını sağlamak amacıyla örneğin tozlama yönteminde kullanılan toz ve parmak izinin, iz kartına transferi sırasında kullanılan yapışkan bandın (folyo) aynı marka ve temizlikte olmasına, superglue metodunda kullanılan cihazın aynı cihaz ve nem oranı, kaplama süresi gibi aynı parametrelerde çalıştırılmasına, saçtırma metodunda kullanılan cihazın da ortam basıncı ve ortama verilen gaz miktarı gibi aynı parametrelerde çalıştırılmasına özen gösterilmeli ayrıca parmak izinin yüzeylere bırakılması işleminin aynı mevsim ya da benzer hava koşullarında yapılmasına dikkat edilmelidir.

Çalışmamızda elde edilen veriler sonucunda istatistiksel olarak anlamsal farklılık değerine ulaşılamamıştır ancak parmak izi bırakılan numuneler için suda bekleme süresi arttıkça karakteristik özellik sayıları açısından anlamsal bir azalma olduğu gözlenmiş olması ayrıca sistemin sağlığa olumsuz etkisi olmayan vakumlu bir ortamda çalışması sebebiyle bu yöntemin, değerli bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

ÖZET

Görünmeyen Parmak İzlerinin Geliştirilmesinde Saçtırma Yöntemiyle Kaplama

Kriminal laboratuvarlarda parmak izi geliştirme işlemi sırasında çeşitli kimyasal metotlar kullanılmaktadır. Bu metotların uygulanması esnasında laboratuvar çalışanlarının sağlığını uzun vadede etkileyecek istenmeyen durumların oluşması mümkündür. Bu çalışmada, kullanıcının sağlığına olumsuz etkisi olmayan sputtering (saçtırma) metodunun uygulanabilirliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Altmış dört adet cam numune üzerine aynı kişiye ait aynı parmak izi bırakıldıktan sonra dört ana gruba ayrılmıştır. Bu dört ana grup ise yine dört alt gruba ayrılmış ve örnekler saf suda ayrı ayrı sıfır saat, iki saat, altı saat, yirmi dört saat oda sıcaklığında saf suda bekletilmiştir. Daha sonra ana gruplardaki numunelere ayrı ayrı tozlama yöntemi, superglue yöntemi, bir saatlik ve yarım saatlik saçtırma metodu uygulanmıştır. Elde edilen tüm parmak izlerinin mukayeseye elverişlilik özellikleri, kalite sınıflandırması ve kayıp oranları ortaya konmuştur. Suda bekleme süresi arttıkça karakteristik özellik sayısında azalma görülmüştür. Tozlama yöntemiyle elde edilen parmak izlerinin tamamının mukayeseye elverişli olduğu ayrıca %59 A kalitede olduğu görülmüştür. Superglue metoduyla elde edilen parmak izlerinin mukayeseye elverişlilik oranının %83,33 olduğu ayrıca %42 A kalitede olduğu görülmüştür. Bir saat saçtırma yöntemi uygulamasıyla elde edilen parmak izlerinin %83,33 oranda mukayeseye elverişli olduğu ancak %8 A kalitede olduğu bunun yanında yarım saat saçtırma metoduyla elde edilen parmak izlerinin tamamının (%100) mukayeseye elverişli ve A kalitede olduğu tespit edilmiştir. Gruplar arasında Friedman ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmamızda kullanılan yöntemler arasında, kayıp oranı ve standart sapma sayısının az olması bunun yanında en iyi görüntü kalitesinin saçtırma metodunda elde edilmiş olması ayrıca sistemin vakumlu bir ortamda çalışması sonucu kullanıcı sağlığına olumsuz etkisinin olmaması sebebiyle, bu yöntemin, kriminal laboratuvarlarda kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Dermatogliflik, Mukayeseye Elverişlilik, Parmak İzi, Saçtırma.

SUMMARY

Facing the Sputtering Method in the Development of the Invisible Fingerprints

Various chemical methods are used during fingerprint development in criminal laboratories. Chemical methods are likely to have detrimental effects on the health of laboratory workers in the long term. In this study, it is aimed to evaluate the applicability of the sputtering method which has no negative effect on the health of the user. After the same fingerprints belonging to a single person were deposited on sixty four glass samples, four main groups were separated. These main groups were separated into four subgroups again and the samples in each subgroup were kept in pure water at zero hours, two hours, six hours, twenty four hours separately at room temperature. Then, the samples in the main groups were deposited powdering, superglue and the one hour and half hour scattering method were applied separately. The comparability characteristics, quality classification and loss rates of all the fingerprints were studied. As the waiting time increased, the number of characteristic traits decreased. All of the fingerprints obtained by the powdering method were found to be comparable and it was also found to be 59% A quality. The comparability of fingerprints obtained by superglue method was found to be 83,33% and also 42% A quality. The fingerprints obtained by using one hour sputtering method were comparable with 83,33% ratio but it was 8% A quality. In addition, all of the fingerprints (100%) obtained by the with half an hour sputtering method were found to be comparable and A quality. As a result of Friedman and The Wilcoxon Marked Sequences Test, no statistically semantic difference was found between the groups. Among the methods used in our study, it is recommended that this method could be used in criminal laboratories due to the low rate of loss and the number of standart deviations, as well as the best image quality obtained in the sputtering method and system does not have a negative effect on the health of the user as a result of working in vacuum chamber.

Keywords: Dermatoglyphics, Comparability Properties, Fingerprint, Sputtering.

KAYNAKLAR

- AÇILKAN N (2000). Fizik İncelemeler ve Kriminalistik, Yüksek Lisans Tezi, Disiplinlerarası Adli Tıp Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi.
- ALMOG J, HIRSHFELD A, FRANK A, GRENT H, HAREL Z, ITTAH Y (1992). 5-MTN and Related Compounds: A Novel Class of Fluorogenic Reagents, *Jor. Forensic Sciences*, CRC press, **37**(3): 688-694.
- Ankara Üniversitesi (2011). Yarıiletken Fiziği Araştırma Laboratuvarı, Ankara.
- BADIYE A, KAPOOR N (2015). Efficacy of Robin® Powder Blue for Latent Fingerprint Development on Various Surfaces. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, **5**: 166-173.
- BERRY JE, LEADBETTER MJ (1987). The Faulds Legacy, Part 7- The Herschel Enunciation, *Fingerprint World*, **12**(48): 93-96.
- BUNSHAH RF (1994). Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings, Noyes Publication, New Jersey.
- CANSEVER N (2001). Manyetik Alanda Sıçratma Yönteminde Son Gelişmeler, *Mühendis ve Makina Dergisi*, **469**: 18-23.
- CANTU AA, LEBEN DA, JOULLIÉ MM, HEFFNER RJ, HARK RR (1993). "A Comparative Examination of Several Amino Acid Reagents for Visualizing Amino Acid (Glycine) on Paper", *Journal of Forensic Identification*, **43** (1): 44-66.
- CEYLAN T (2002). "Su ortamı ile İlgili Kriminal Değerlendirme", Emniyet Genel Müdürlüğü Asayiş Daire Başkanlığı Yayını, İpucu Dergisi, Ankara, **1**: 7-8.
- CHEN CC, YANG CK, LIAO JS, WANG SM (2015). Latent Fingerprint Development Using Low-Vacuum Vaporization of Ninhydrin, *Forensic Science International*, **257**: 314-319.
- COLE S (2001). Suspect Identities; Harvard University Press: Cambridge, MA.
- ÇEBİ İ (1999). Latent Parmak İzlerinin Mukayeseye Elverişli Olarak Geliştirilmesini Etkileyen Faktörler, *Polis Bilimleri Dergisi*, Ankara.
- DALRYMPLE BE, DUFF JM, MENZEL E (1977). Inherent Fingerprint Luminescence-Detection by Laser, *J. Forens. Sci.*, **22**: 106-115.
- DAVID HK (2003). The Non-Science of Fingerprinting: United States v. Llera-Plaza, *Quinnipiac Rev.* **21**: 1073.

- DE FOREST P, GAENSSLENN RE, LEE HC (1983). Forensic Science An Introduction to Criminalistics, Mc Grew Hill Inc., New York, USA. 330-334.
- DELİCAN V (2018). Ninhidrin Uygulanabilen Kağıt Yüzeylerde Parmak İzi Bekleme Sürelerinin İz Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- EGM (Emniyet Genel Müdürlüğü) (2006). “Parmak İzi Geliştirme Teknikleri Temel Eğitim Kitabı”, KPL Daire Başkanlığı Yayını. 3-4.
- ERYILMAZ MB (2003). “Olay Yeri İnceleme ve Bilgi Alma Yetkisi”, Polisin Görev ve Yetkileri, (editör: A.Z. Özgür, S. Sözen), Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- EVİRİMAĞACI (2013). Erişim Adresi: [<http://evrimagaci.org>] Erişim Tarihi: 24/11/2013.
- EYMEN UE (2007). “SPSS15.0 Veri Analizi Yöntemleri”, İstatistik Merkezi Yayın. 142-66.
- FAULDS H (1880). On the Skin-Furrows of the Hand. *Nature*, **22**: 605.
- FISHER BA (1984). J., Scientific Examination of Questioned Documents, Revised Edition, Ordway Hilton.
- GAENSSLENN RE (1991). Advances in Fingerprint Technology, Elsevier Science Publisher.
- GALTON F (1892). Finger Prints Ch. IV: The Ridges and their uses. London: Dover Publications. p 54-7.
- GAZİANTEP (2017). Olay Yeri İnceleme Şube Müdürlüğü, Vücut İzi Geliştirme Laboratuvarı.
- GOEVIDENCE (2015). Erişim Adresi: [<http://goevidence.com>] Erişim Tarihi: 04/12/2015
- GREW N (1984). The Description and Use of the Pores in the Skin of the Hands and Feet. *Philosophical Transactions*, **14**: 566-7.
- HEFFNER RJ, JOULLİÉ MM (1991). "Synthetic Routes to Ninhydrins, Preparation of Ninhydrin, 5-Methoxyninhydrin, and 5-(Methylthio) Ninhydrin". *Synthetic Communications*, **21**: 2231-2256.
- KENT K, STOİLOVIC M (1995). Development of Latent Fingerprints Using Preferential DC Sputter Deposition. *Forensic Sci Int.* (**75**): 35-42.
- KUMARI H, KAUR R, GARG RK (2011). New Visualizing Agents for Latent Fingerprints: Synthetic Food and Festival Colors. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, **1**: 133-139.
- LEE HC, GAENSSLENN RE (2001). Advances in Fingerprint Technology, 2nd.Ed., CRS Press, Boca Raton, FL. 106-160.

- LIANG K, CARBONELL C, STYLES M, RICCO R, CUI J, RICHARDSON J, MASPOCH D, CASURO F, FALCARO P (2015). Metal-Organic Frameworks: Biomimetic Replication Of Microscopic Metal-Organic Framework Patterns Using Printed Protein Patterns. *Advanced Materials* **27 (45)**: 7483.
- LIU D, CHANG B, LI X (2011). Development of Latent Fingerprints on Non-Porous Surfaces by Vacuum Metal Deposition and Cyanoacrylate Fuming: A Comparative Study, *Forensic Science and Technology* **2**, **002**.
- MARGOT P, LENNARD C (1992). Manuel of Fingerprint Detection Techniques, Institut de Police Scientifique et de Criminologie, Universite de Lausanne.
- MCCLANAHAN ED, LAEGREID N (1991). Sputtering by Particle Bombardment (Ed: BEHRISCH R, WITTMAACK K), Springer-Verlag, Berlin. 339.
- MCNUTT J (2004). Advancement in latent print processing: Vacuum Cyanoacrylate Fuming. *The Print, The Official Publication of S.C.A.F.O.* **20(2)**: 5.
- MIATEKNOLOJI (2017). Erişim Adresi: [<https://miateknoloji.com.tr>] Erişim Tarihi: 24/10/2017.
- MIGRON Y, MANDLER D (1997). Development of Latent Fingerprints on Unfired Cartridges by Palladium Deposition: A Surface Study, *Journal of Forensic Sciences*, **42(6)**.
- MOORE RT (1991). Automatic Fingerprint Identification Systems. In Advances in Fingerprint Technology, 1st ed.; Lee, H. C.; Gaensslen, R. E., Eds.; Elsevier, NY. 163–191.
- NELSON P (2010). Fingerprint Study, Erişim Adresi: [http://www.ucidiver.com/fingerprint_study.html] Erişim Tarihi: 15/08/2010.
- NORKUS PM (1892). Glue It. *Identification News*, **32(5)**: 6.
- ODEN S, VON HOFSTEN B (1954). Detection of the fingerprints by the ninhydrin reaction. *Nature* **173 (4401)**: 449-50.
- OHRING M (1992). The Materials Science of Thin Films, Stevens Institute of Technology Department of Materials Science and Engineering Hoboken, New Jersey, 109-118.
- OSTERBURG JW, WARD RH (1997). Criminal Investigation. 2nd Ed., Anderson Publishing Co. Cincinnati, USA.
- OYİ (2015). Olay Yeri İnceleme Temel Eğitim Kursu, Ankara.
- ÖZDEMİR Ş (1999). Manuel Parmakizi Sisteminin Bilgisayar Sistemine Adaptasyonu ve Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Adli Tıp Enstitüsü Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi.

- PAINE M, BANDEY HL, BLEAY SM, WILLSON H (2011). The Effect of Relative Humidity on The Effectiveness of The Cyanoacrylate Fuming Process for Fingerprint Development and on The Microstructure of The Developed Marks, *Forensic Science International*, **64**: 72.
- PAPILON (2017). Erişim Adresi: [<https://papilon.com.tr>] Erişim Tarihi: 24/10/2017.
- PAULEAU Y (1994). Materials and Processes for Surface and Interface Engineering, Kluwer Academic Publishers, London.
- PETROVSKAIA OG (1999). Design and Synthesis of Chromogenic and Fluorogenic Reagents for Amino Acid Detection, Ph. D. Thesis, University of Pennsylvania.
- POUND CA, GRIG R, MONGKOLAUSSAVARATANA T (1990). The use of DFO For the Fluorescent Detection of Latent Fingerprints on Paper, A Preliminary Evaluation, *J. Forens. Sci*, **35**: 169-175.
- PURKYNÉ JE (1823). “A physiological examination of the organ of vision and integumentary system”, trans. John HJ. Sin Jan Evangelista Purkyně: Czech Scientists and Patriot, 1787-1869 (*Philadelphia: American Philosophical Society, 1959*), 54-65; Purkyně, “A physiological examination of the organ of vision and integumentary system” (1823), trans. Cummins H, Kennedy RW (1940). *American journal of police science*, **30**: 343-356.
- RUIQIN Y, FEI X, MINGJIAN W (2012). Latent Fingerprint Development by Magnetron Sputtering of Zn Films, *Chinese Journal of Vacuum Science and Technology*, **10(16)**.
- SAFERSTEIN R (1998). Criminalistics, An Introduction to Forensic Science, Prentice Hall, Inc., London, England. 74-79.
- SEVİM M (2002). Fizik İncelemeler ve Kriminalistik Yüksek Lisans Tezi, Disiplinlerarası Adli Tıp Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi.
- ŞENER A (2010). “Su Sıcaklığı, Tuzluluk ve Van Gölü Suyunun Sualtına Konulmuş Pürüzsüz Yüzeyle (cam) Bırakılmış Latent Parmak İzlerinin Kalıcılık Sürelerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Van.
- ŞENOCAK C (1995). Maddi Suç Delilleri ve Ateşli Silahlar, 3. Baskı. Emniyet Genel Müdürlüğü Yayınevi, Ankara. 28.
- THEYS P, TURGIS Y, LEPAREUX A, CHEVET G, CECCALDI PF (1968). New Technique for Bringing Out Latent Fingerprints on Paper: Vacuum Metallization. *Int Criminal Police Rev*, **217**: 106-8.
- TOPAIRSYSTEMS (2015). Erişim Adresi: [<http://topairsystems.com>] Erişim Tarihi:10/05/2015.

TUNALI İ (2001). Adli Tıp, Seçkin Yayıncılık, Ankara. 39–41.

TURNER I, MARK AB, JULIAN ML, PAUL TL (2010). Sputter Coating A Viable Alternative for The Development of Latent Prints on Non- Porous Surfaces, *Forensic Science Journal*, **9(1)**: 19-24.

TÜBİTAK (2013). Erişim Adresi: [<http://biltek.tubitak.gov.tr>] Erişim Tarihi: 25/11/2013.

UCIDIVER (2012). Erişim Adresi: [http://ucidiver.com/fingerprint_study.html] Erişim Tarihi: 16/01/2017.

URAKBULUT (2015). Erişim Adresi: [<http://urakbulut.com.tr>] Erişim Tarihi: 07/07/2015.

VOSSEN JV, KERNER W (1991). Thin Film Processes II, Academic Press, Boston.

VUCETICH J (1893). Instrucciones Generales Para la Identificacion Antropometrica: Basadas en los Sistemas de Alfonso Bertillon y Francisco Galton. La Plata: Tipografia de la Escuela de Artes y Oficios de la Provincia.

WASA K, HAYAKAWA S (1992). Handbook of Sputter Deposition Technology, Noyes Publication, New Jersey.

WASA K, KITABEKE M, ADACHI H (2004). Thin Films Materials Technology, William Andrew Publishing, USA.

YILDIZ Ö (2011). Tuzlu Ve Tatlı Sulara Maruz Kalan Deliller Üzerinde Mukayeseye Elverişli Parmak İzi Tespit Edilip Edilemeyeceğinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Disiplinlerarası Adli Bilimler Anabilim Dalı, Ankara.

ZABELL SL (2005). Fingerprint Evidence. *JL & Pol'y*, **13 (143)**: 164-166.

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı : Emrah

Soyadı : ÇAM

Doğum yeri ve tarihi : Ankara, 31.08.1986

Uyruğu : T.C.

Medenî durumu : Evli

İletişim Adresi : Gaziantep Olay Yeri İnceleme Şube Müdürlüğü Ekipler Amirliği

II- Eğitimi

- (2012-2016) Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Disiplinler Arası Adli Bilimler Anabilim Dalı, Kriminalistik Doktora Programı, Ankara
- (2015) Olay Yeri İnceleme ve Kimlik Tespit Branş Kursu, Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı, Ankara
- (2014) VIP Önemli Kişileri Koruma Kursu, Emniyet Genel Müdürlüğü Koruma Daire Başkanlığı, Ankara
- (2009-2011) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı, Ankara
- (2005-2009) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Eskişehir
- (2000-2004) Yunus Emre Süper Lisesi, Ankara
- (1996-2000) Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu, Ankara
- (1993-1996) Kuvay-i Milliye İlköğretim Okulu, Ankara

Yabancı dili İngilizce

III- Bilimsel İlgi Alanları

- Yayınları Serin T, Yıldız A, Uzun Ş, **Çam E**, Serin N (2011). Electrical Conduction Properties of In-Doped ZnO Thin Films. *Physica Scripta* **84 (6)**: 065703
- Serin N, Yıldız A, **Çam E**, Uzun Ş, Serin T (2012). Fluctuating in the Hopping Rate of CuO Thin Films with Respect to Substrate Temperature. *Superlattices and Microstructures* **52 (4)**: 759-764.
- Çam E**, Cantürk N (2018). Elma Kabuğu Üzerinde 24 Saatlik Zaman Süresi Sonrası Parmak İzi İncelemesi (Fingerprint Study on Apple Shells After 24 Hours). *Türkiye Klinikleri J. Foren. Sci. Leg. Med.* **15(2)**: 61-5.