

**T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI**

**ADLİ BİLİMLERDE PARMAK İZİ GÖRSELLEŞTİRME
ÇALIŞMALARINDA SİLİKA NANOPARTİKÜLLERİN
KULLANIMI: SİSTEMATİK BİR İNCELEME**

Yüksek Lisans Tezi

Elif ÇETLİ

Çorum 2020

**ADLİ BİLİMLERDE PARMAK İZİ GÖRSELLEŞTİRME
ÇALIŞMALARINDA SİLİKA NANOPARTİKÜLLERİN
KULLANIMI: SİSTEMATİK BİR İNCELEME**

Elif ÇETLİ

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Adli Bilimler Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

TEZ DANIŐMANI

Dr. Öğr. Üyesi Vahdet ÖZKOÇAK

İkinci Danıőman: Dr. Öğr. Üyesi Demet TATAR

Çorum 2020

Elif ÇETLİ tarafından hazırlanan “Adli Bilimlerde Parmak İzi Görselleştirme Çalışmalarında Silika Nanopartiküllerin Kullanımı: Sistemik Bir İnceleme” adlı tez çalışması 25/11/2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Adli Bilimler Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Faruk GÖKMEŞE

Dr. Öğr. Üyesi Vahdet ÖZKOÇAK

Dr. Öğr. Üyesi Aysel Veyisoğlu

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun
tarihli ve sayılı kararı ile 'ın
Adli Bilimler Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ
Enstitü Müdür V.

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Elif ÇETLİ

**ADLI BİLİMLERDE PARMAK İZİ GÖRSELLEŞTİRME
ÇALIŞMALARINDA SİLİKA NANOPARTİKÜLLERİN KULLANIMI:
SİSTEMATİK BİR İNCELEME**

ELİF ÇETLİ

HİTİT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KASIM 2020

ÖZET

Teknolojik gelişmeler her geçen gün hız kazanmaktadır. Her alanda kendini gösteren teknolojik ilerlemeler kolaylıklar sunmaktadır. Sağlık alanından, mühendisliğe, üretim alanından, Adli Bilimler'e kadar geniş bir yelpazede teknolojik gelişmelerin etkileri mevcuttur. Yaşanan gelişmeler Adli Bilimler açısından değerlendirildiğinde olayların çözümünü kolaylaştıran, zamandan tasarruf sağlayan gelişmeler görülmektedir. Adli vakaların çözümlenmesinde en temel unsur, olay, mağdur ve fail arasındaki üçgenin sağlanmasıdır. Olay yeri incelemesinden elde edilen çeşitli bulgular olayın yeniden inşasına olanak vermektedir. Olay yeri incelemesinde suçlunun profilleşmesine imkân veren en önemli delil, parmak izidir. Parmak izi kişiye özgü karakteristiği nedeniyle delil olarak değerlendirilmektedir. Parmak izleri gözle görülmezler ve bu nedenle olay yerinden elde edildikten sonra görselleştirilmesi gerekmektedir. Görselleştirme amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır. En sık kullanılan yöntemler; tozlama, Ninhidrin, DFO, Süper Glue vb. yöntemlerdir. Son zamanlarda bu yöntemlere ek olarak başka kimyasal, fiziksel ve optik yöntemler ortaya çıkarılmıştır. Teknolojik gelişmelerin Adli Bilimler alanını da etkilemesinden ötürü parmak izi çalışmalarına da yeni boyutlar getirilmiştir. Özellikle parmak izi görselleştirme çalışmalarında nanoparçacıkların kullanımı ivme kazanmıştır. Nanoparçacık kullanımında, silika nanoparçacıkların çalışmalarda kullanımı mevcuttur.

Bu tez çalışmasında, son 5 yıl temel alınarak araştırılan parmak izi görselleştirme çalışmalarında silika nanoparçacık kullanımını içeren 19 yayın incelenmiştir. Silika nanoparçacıkların; net görselleştirme sağlaması, çeşitli yüzey türlerinde görselleştirmeye imkân sağlamasından dolayı araştırmacılar tarafından bu yöntem görselleştirme çalışmalarında tercih edilmiştir. Tez çalışmasında incelenen yayınlarda, en çok hangi silika nanopartikülün tercih edildiği, silika molekülleri için tercih edilen en sık sentez yönteminin hangisi olduğu, hangi dalga boylarında uyarıldığı, kullanılan yüzeylerin çeşitliliği, görüntüleme amacı ile uygulanan optik teknikler sistematik olarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Adli Bilimler, Olay Yeri İnceleme, Parmak İzi, Parmak İzi Görselleştirme, Silika Nanopartiküller

THE USE OF SILICA NANOPARTICLES FOR THE PURPOSE OF VISUALIZING HIDDEN FINGERPRINTS: A SYSTEMATIC REVIEW

ELİF ÇETLİ

HİTİT UNIVERSITY
GRADUATE TRAINING INSTITUTE
NOVEMBER 2020

ABSTRACT

Technological advances are gaining momentum every day. Technological advances that manifest themselves in all areas offer amenities. A wide range of technological developments, from the field of Health, to engineering, from the field of production to forensic science, have implications. When the developments are evaluated from the point of view of Forensic Sciences, there are developments that facilitate the solution of the events and save time. The most basic element in the resolution of judicial cases is the provision of a triangle between the incident, the victim and the perpetrator. Various findings from the Crime Scene Investigation allow for the reconstruction of the incident. The most important evidence that allows the criminal to be profiled in a crime scene investigation is a fingerprint. A fingerprint is considered evidence due to its unique characteristics. Fingerprints are not visible to the eye and therefore need to be visualized after being recovered from the scene. Many methods are used for visualization purposes. The most commonly used methods are dusting, Ninhydrin, DFO, Super Glue e.g. the methods are not. Recently, in addition to these methods, other chemical, physical, and optical methods have been uncovered. Due to the fact that technological advances also affect the field of Forensic Science, new dimensions have also been introduced to fingerprint studies. The use of nanoparticles has gained momentum, especially in fingerprint visualization studies. In the use of nanoparticles, silica nanoparticles are used in studies.

In this thesis, 19 publications involving the use of silica nanoparticles were examined in fingerprint visualization studies based on the last 5 years. This method was preferred by researchers in visualization studies because silica nanoparticles provide clear visualization and allow visualization on various surface types. In the publications examined in the thesis study, which silica nanoparticle is most preferred, which is the most common method of synthesis for silica molecules, at which wavelengths it is stimulated, the variety of surfaces used, optical techniques applied for imaging purposes were systematically examined.

Keywords: Forensic Science, Crime Scene Investigation, Fingerprint, Fingerprint Visualization, Silica Nanoparticles

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen, bu zorlu süreçte içten yüreklilikle sabır gösteren, yolumu açan, her daim yanımda olan, değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Vahdet ÖZKOÇAK başta olmak üzere, tez çalışması sırasında yardımlarını esirgemeyen eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Demet TATAR hocama, Adli Bilimler Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Faruk GÖKMEŞE'ye, değerli jüri üyelerine, iyi niyetli, her başım sıkıştığında yol gösteren, tez yazım süresince desteğini bir an olsun bırakmayan Arş. Gör. Fırat KOÇ'a teşekkür ederim.

Ayrıca eğitim- öğretim hayatımda desteğini benden asla esirgemeyen, beni buralara kadar ulaştıran, her zaman bana inanan ve güvenen canım babam ve anneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Elif ÇETLİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Olay Yeri İnceleme.....	4
2.1.1. Olay yeri ve korunması.....	4
2.1.2. Olay yeri incelemesi ve bulgular.....	6
2.1.3. Delil türleri.....	11
2.1.3.1. Maddi (Fiziki) deliller.....	13
2.1.3.1.1. Vücut sıvıları.....	13
2.1.3.1.2. İz delilleri.....	17
2.2. Parmak İzi.....	20
2.2.1. Parmak izi ve temel özellikleri.....	20
2.2.2. Parmak izi grupları.....	24
2.2.3. Parmak izi türleri.....	26
2.2.4. Parmak izi belirleme yöntemleri.....	29
2.3. Parmak İzi Görselleştirme ve Nanoparçacıklar.....	31

Sayfa

3. MATERTAL – METOT	34
3.1. Araştırmanın Yöntemi	34
3.2. Araştırmanın Amacı	35
3.3. Araştırmanın Soruları	35
3.4. Araştırmanın Kaynak Taraması ve Anahtar Kelimeler	36
4. ARAşTIRMA SONUÇLARI VE TARTIşMA	37
4.1. Bulgular	37
4.2. Tartışma	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİş	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1. Kaynak taraması ve erişim adresleri	36
Çizelge 2. Çalışmada kullanılan anahtar kelimeler ve İngilizce karşılıkları	36
Çizelge 3. Son 5 yıla ait çalışma sayısı ve yüzdesi	37
Çizelge 4. Son 5 yıla ait yayın sayıları ve yüzdeleri	37
Çizelge 5. Çalışmaların örneklem sayısı ve kullanılan yüzey sayısı	38
Çizelge 6. Çalışmalarda kullanılan silika nanopartikül türü ve boyutu	39
Çizelge 7. Çalışmalardaki silika nanopartikül sentez türleri	40
Çizelge 8. Çalışmalarda kullanılan görüntüleme teknikleri	40
Çizelge 9. Çalışmalarda uygulanan dalga boyları	41
Çizelge 10. Çalışmalarda elde edilen parmak izi sayısı ve yüzdeleri	41
Çizelge 11. Çalışmalarda tercih edilen SNP türleri ve yüzdesi	42
Çizelge 12. Çalışmalarda tercih edilen SNP sentez türleri ve yüzdesi	42
Çizelge 13. Çalışmalarda tercih edilen görüntüleme yöntemleri ve yüzdeleri	43
Çizelge 14. Çalışmalarda tercih edilen yüzey türleri ve yüzdeleri	44

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 1. Genel görünüm fotoğrafı.....	8
Resim 2. Kanıtların fotoğraflanması	9
Resim 3. Kanıtların yakın çekim fotoğrafı.....	9
Resim 4. Duran kişiden farklı yüksekliklerden damlayan kanın şekli.....	14
Resim 5. Hareket halindeki kişiden damlayan kan görünümü.....	14
Resim 6. Çamurlu zeminde kabartma ayakkabı izi.....	18
Resim 7. Kar üzerinde lastik izleri	18
Resim8. Bir çocuk istismarında ısırık izi	19
Resim 19. Çocuk istismarı vakasında ısırık izine eşlik eden ekimoz görüntüsü	20
Resim 10. Cam üzerinde bırakılan sebum bakımından zengin parmak izinin mikrofasi	21
Resim 11. Sol taraftaki şüpheli kişiye ait parmak izi, sağ taraftaki olay yerinden Elde edilen parmak izinin mukayesesi	22
Resim 12. Sol taraftaki hasara uğramamış parmak izi, sağ taraftaki asitle hasar verilmiş parmak izi	23
Resim 13. Parmak izi özellikleri	23
Resim 14. Bir parmak izi görüntüsü ve özellik gösterimi.....	24
Resim 15. Parmak izi sınıfları.....	25
Resim 16. Halka parmak izi ve ikiz döngü parmak izi	25
Resim 17. Bir parmak izi görüntüsü ve beş büyük parmak izi sınıfı	26
Resim 18. Kabartma parmak izi.....	26
Resim 19. Gizli parmak izlerinin lüminesans görüntüsü	27
Resim 20. Moleküler kütle spektrometresi aracılığı ile gizli parmak izi görselleştirme	28

Resim	Sayfa
Resim 21. Ninhidrin ile belirlenmiş parmak izi	30
Resim 22. Y2O3:Eu nanopartikül ile yüksek kontrastlı gizli parmak izi görselleştirmesi	32
Resim 23. Nanoparçacıklar ile görselleştirilmiş parmak izi görüntüleri.....	33
Resim 24. Silika nanoparçacıklar ile parmak izi görselleştirilmesi	33
Resim 25. FND- PVP kullanarak geliştirilen gizli parmak izlerinin floresan ve taramalı elektron mikroskobu görüntüleri.....	34

SİMGELER VE KISALTMALAR**Simgeler**

cm	santimetre
mm	milimetre
Ma	Miliamper
mbar	milibar
nm	nanometre

Kısaltmalar

AFIS	Otomatik Parmak İzi Tanıma Sistemi
AMY1	Alfa amilaz 1
AMY2	Alfa amilaz 2
APTES	3-aminopropiltrioksilan
BET	Brunauer Emmett Teller
DLS	Dinamik Işık Saçılımı
DNA	Deoksiribonükleik Asit
FBI	Federal Araştırma Bürosu
FESEM	Alan Emisyonlu Taramalı Elektron Mikroskobu
FTIR	Fouirer Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
HRTEM	Yüksek çözünürlüklü geçirimli elektron Mikroskobu
MSNs	Mezopor Silika Nanopartikül
PVP	Polivinil Prolidon

SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
Si-NPS	Silika Nanopartikül
TEM	Geçirimli Elektron Mikroskobu
TEOS	Tetra Etil Orto Silikat
UV	Ultraviyole
XRD	X Işını Toz Kırınımı
XPS	X Işını Fotoelektron Spektroskopisi

1. GİRİŞ

Parmak; bir yüzeye dokunduğunda, çıkıntılı sırtlarındaki bileşenler yüzeye aktarılır ve bu bileşenler parmak izi olarak adlandırılan bir iz oluşturur. 19. yüzyılın sonlarından bu yana parmak izi, bireysel şüphelilerin biyometrik tanımlanması için adli soruşturmalarda vazgeçilmez olmuştur. Aynı zamanda parmak izleri çıplak gözle görülmezler. Bu sebeple parmak izlerinin görselleştirilmesi için geliştirilmesi gerekmektedir. Gizli parmak izlerinin görselleştirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem tozlama yöntemidir. Bu amaçla kullanılan tozlar 4 kategoride sınıflandırılmaktadır. Bunlar; normal toz, metalik toz, termoplastik toz, ışıldayan tozlardır. Parmak izi; su, aminoasitler, proteinler, yağ asitleri, steroller, lipitler ve çeşitli inorganik tuzların bileşiminden oluşmaktadır. Bu yapısal özelliğinden dolayı parmak izleri hem hidrofilik hem de hidrofobik kimyasal işlevler içerir. Toz malzemelerinin parmak izi üzerine yapışması; tozların ağırlıklı olarak parmak izi sırtlarının yapıştığı mekanik yapışma, kimyasal kuvvetler ve dağılma kuvvetlerinden oluşan karmaşık bir süreçtir. Çıplak silika nanopartiküller, yüzey -OH gruplarının varlığı nedeniyle hidrofildir. Aynı şekilde, hidrofobik bir grup ile kısmi yüzey işlevselleşmesi sergiler ve ampifilik silika yüzeyine daha iyi yapışma özelliklerine sahiptir. Basit silika jeller, ışıldayan silika ve lantanit metal gömülü lüminesan silika tozları gizli parmak izlerinin belirlenmesi için test edilmiştir. Son zamanlarda, Wang ve arkadaşları beyaz ışık altında gizli parmak izi geliştirmek için 4 (klorometil) fenil işlevselleştirilmiş ampifilik silika kullanımını aktarmışlardır. Rowell ve arkadaşları diğer organik boya gömülü ampifilik floresan silika nanopartiküller ile birlikte fenil trietoksisisilan yüzey işlevselleşmesinin etkinliğini incelemiştir. Lee ve arkadaşları gizli parmak izi gelişimi için bir ampifilik toz olarak polivinilpirolidon (PVP) dış kaplama ile bir organik boya kapsüllü lüminesan silika nanopartikülü aktarmışlardır (Divya ve ark., 2018).

Gizli parmak işaretlerinin geliştirilmesi ve çıkarılması, soruşturmalarda çok önemli bir rol oynamaktadır. Gizli parmak izlerini, net ve görünür hale getirmek için normal geliştirme ve renkli geliştirme gerekmektedir. Yüzey ve ilgili parmak izi türlerine göre gizli parmak izi geliştirmek için farklı süreçler vardır. Karanlık yüzeylerde kanlı

parmak izleri, belirli bir görüntü oluşturmaktadır. Optik geliştirme ile görülemeyen kanlı parmak izleri, kimyasal geliştirme ile görünür hale getirilmektedir. Kimyasal geliştirme yöntemi, amino grup asitler ve proteinler gibi kandaki biyomoleküller üzerinde belirli fonksiyonel grupları hedef alan kimyasalların kullanımına dayanır. Kimyasal geliştirme için sıklıkla kullanılan kimyasallar bulunmaktadır. Amido Siyah, Mor Asit, protein boyalar, proteinler ve deterjanlar gibi gruplara ayrılan çeşitli kimyasallar bulunur (Meng ve ark., 2018).

Parmak izi sırtlarının hedefli gelişimi için ışıldayan parmak izleri ve kimyasal sondalama, nanopartiküller kullanılarak elde edilebilecek gelişmeler arasındadır. Parmak izi araştırmalarında kullanılan nanopartiküller arasında altın, gümüş, titanyum dioksit, çinko oksit ve silika gibi nanopartiküller bulunur. Nanofosforların parçacık boyutu 300 ila 500 nm aralığında değişir ve ultraviyole (UV) ışığı altında kırmızı yeşil bir floresan yayar. Yapılan çalışmalarda, kontrastı artırmak için floresan molekülleri ile katkılı çeşitli nanopartiküller önerilmiştir (Rajan ve ark., 2019).

Son yıllarda gizli parmak izi geliştirmek için nanomalzemeler popüler hale gelmiştir. Nanomalzemeler; parmaklardaki aminoasit asitlerine, yağ asitlerine veya suda çözünen maddelere absorpsiyon ve kimyasal reaksiyonlarla fiziksel olarak bağlanabilmektedir. Nanomalzemelerin fotoluminesans özelliklerine dayanarak parmak izlerinin net görüntüleri elde edilir. Gizli parmak izlerinin gelişimi için silika bazlı nanomalzemelerin kullanımı önemli bir ivme kazanmıştır. Silisin, yeni modern malzemeler ve optik şeffaflık, küçük parçacık boyutu, geniş yüzey alanı ve yüksek yüzey emiciliği açısından elverişli olduğu görülmüştür. Biyolojik uyumluluk özelliği sayesinde görselleştirme çalışmalarında kompozit malzemeler önemli bir rol oynamaktadır. Silika malzemeler, genellikle daha iyi affinite için hidrofobik ve/veya hidrofilik gruplar ile etkileşime girmektedir. Ardından bazı toksik ağırlıklara sahip boyalar veya floresans etiketlerle parmak izi görselleştirmesinde kullanılmaktadır. Moret ve arkadaşları doğal parmak izlerini tespit etmek için karboksietilsilanetriol sodyum tuzu ve 3-trietoksisilil propilsüksinik anhidrit ile işlev gören sentezlenmiş silikon oksit nanopartiküller oluşturmuşlardır. Bu parçacıklar, cam, plastik ve paslanmaz çelik gibi çeşitli gözeneksiz yüzeylerde doğal parmak izlerinin tespit

edilebilirliğini göstermiştir. Gao ve arkadaşları, güçlü floresan emisyonları nedeniyle çeşitli yüzeylerde gizli parmak izlerinin daha iyi tespit edilebilirliği için çekirdek - kabuk yapılandırılmış, kuantum noktaları sentezlemişlerdir. Silika kullanılarak geliştirilmiş yüzeylerde gizli parmak izleri tespit edilmiştir (Meng ve ark., 2018).

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Olay Yeri İnceleme

2.1.1. Olay yeri ve korunması

Olay yeri; suçun işlendiği, suça konu olan olayın meydana geldiği yer demektir. Olayın meydana geldiği yer ile birlikte bu yere geliş istikameti, delillerin bulunabileceği çevre bölgeleri ve kaçış istikametini de kapsayan yerdir. Olay yeri, işlenen suçun türüne, suça konu olan ve meydana gelen olayın oluş şekline göre bir anlam kazanmaktadır (Salmaner, 2003).

Olay yerinin tarihsel gelişimi çok eski zamanlara dayanmaktadır. 1847- 1925 yılları arasında yaşayan Dr. Hans, kriminoloji ve hukuk alanları üzerine çalışmalarda bulunmuştur. 1906 yılında “Handbuch für Untersuchungsrichter als System der Kriminalistik” kitabını yayımlamıştır. Hans, “kriminalistik” kavramını ilk ortaya atan kişidir. Hans, kitabında kan lekelerinden bahsetmiştir. Kan lekesi deliline ve kan damlacıklarının izlediği yolların belirlenmesine değinmiştir. Dr. Alexandre Lacassagne ve onun öğrencisi olan Locard, olay yeri inceleme üzerine çalışmışlardır. Locard, polisin bilimsel yöntemleri ile iz delili analizinin birleşimine yönelik araştırmalar yapmıştır. Edward Oscar, bir kimyager ve eczacıdır. Adli Bilimler alanında çalışmalar yapan bir bilim adamının, multidisipliner çalışması gerektiğini benimsemiştir. Bu amaçla, balistik, fizik, fotoğrafçılık, saç incelemesi ve el yazısı gibi konularda eğitim almıştır. Henrich, bilimsel soruşturma ile olayın yeniden inşası konularına ve bu konuların gelişimi üzerine odaklanmıştır. Dr. Paul, kan lekesi model analizi üzerine çalışmıştır. 1963 yılında “Crime Investigation” isimli eserini yayımlamıştır (Arslan, 2009).

Olay yerinde yapılacak bazı ön işlemler bulunmaktadır. İlk müdahale; suça konu olan eylem devam etmekte ise olay yerine ilk gelen ekip tarafından bu durumun ortadan kaldırılması veya önlenmesine yönelik tedbirlerin alınması ile sağlanmaktadır. Eğer suç mahalline varıldığında eylem bitmiş ise olaydan etkilenen

kişi veya kişilere gerekli müdahaleler yapılmaktadır. Daha sonra olay hakkında ilgili amirlere ve birimlere haber verilmektedir. Suç yerine ilk gelen ekip gerekli emniyet tedbirlerini almaktadır. Suç yerinin korunması amacı ile bazı tedbirler uygulanmaktadır.

Olay yerinin giriş ve çıkışının kontrolü için, personel görevlendirmesi ve olay ile ilgisi olmayan kişilerin, olay yerine girmesini engellemek amacıyla şeritler çekilmektedir. Korunması gereken olay yeri 3 grupta kategorize edilmektedir. Bunlar; kapalı alan olay yeri, açık alan olay yeri ve su altı olay yeridir.

Kapalı Alan Olay Yeri: İkametgâh, iş yeri, metruk binalar, otomobil, otobüs gibi kapalı yerlerdir. Bu alanların korunmasında; kapı ve pencerelerin korunması ve giriş-çıkışların kontrol altına alınması yeterlidir.

Açık Alan Olay Yeri: Her türlü doğa şartlarına ve dış faktörlere açık olan ve bu faktörlerden etkilenen alanlardır. Bu alanlarda şerit ve bariyerler kullanılarak koruma sağlanmaktadır.

Su Altı Olay Yeri: Bu olay yeri, inceleme yapılacak mahallin durumuna göre gerekli tedbirler alınarak inceleme için dalış uzmanlarının gelişi beklenmektedir.

Suç yerine yalnızca görevli kişilerin girmesine müsaade edilmektedir. Olay yerinde çok sayıda insanın bulunması delillerin bilerek veya bilinmeden yerinden oynamasına veya ortadan kaldırılmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle görevli sayısı az tutulmaktadır. Diğer bir hususta suç yerinde şüpheli görülen kişilerin tespiti ve olay yerine sokulmamasının önemidir. Suç yerini korumakla görevli personelin de güvenliği sağlanmalıdır. Olay yerinde çeşitli sebeplerle oluşabilecek gaz birikintileri, yanıcı - yakıcı madde artıkları, patlayıcı maddeler veya bunların parçaları etrafında gerekli önlemler alınmalıdır. Eğer olay trafiğin yoğun olduğu bir bölgede oluşmuş ise trafiğin en kısa sürede eski seyrine getirilmesi için işlemlerin hızlı yapılması sağlanmalıdır (Brown, 1998).

2.1.2. Olay yeri incelemesi ve bulgular

Olay yerinin belgelenmesi ve fiziksel kanıtların toplanması, olay yeri incelemesinin önemli bir parçasıdır. Bu işlemin doğru ve eksiksiz bir şekilde yapılması gerekir. Çünkü elde edilen fiziksel kanıtların bütünlüğünü korumak ceza soruşturmasının sonucunu sağlamak için esastır. Olay yerinin incelenmesi; olay yerinin güvenliği, olay yerinin belgelenmesi, fiziksel delillerin toplanması, delillerin muhafazası şeklinde ilerleyen bir süreçtir. Olay yeri inceleme, bilimsel akıl yürütmeye dayanmaktadır. Olay yerine ilk geliş ile başlayan süreç, olay yerinin güvenliği, olay yeri dokümantasyonu, fiziksel delil tanıma, desen geliştirme, fiziksel kanıt toplama, paketlenme ve koruma, fiziksel kanıtların incelenmesi, olay yerinin incelenmesi ve profilleşmesi prosedürleri ile devam eder. Bu işlemlerin sonucu olarak olay yeri yeniden inşa edilmiş olur (Lee ve arkadaşları, 2001).

Her suç yeri benzersizdir. Deneyimli olay yeri araştırmacısı tarafından en zorlu suç yerlerinin bile başarılı bir şekilde araştırılması için bazı prosedürler kullanılmaktadır. Olay yeri; fotoğraflar, eskizler, notlar ile kapsamlı bir şekilde belgelenmelidir. Belgelemenin amacı kalıcı kayıt oluşturmaktır. Dokümantasyon aşamasında 4 basamak mevcuttur. Bunlar; not alma, fotoğraf çekimi, çizim ve video kayıdır. Olay yeri dokümantasyonu, olay yerinde ayrıntılı notlar alınmasına, alanın 3 boyutlu görüntülenmesine, adli kanıtların yerini belirlemek için suç mahallinin videoya çekilmesine, fotoğraf çekimi ve ölçümler ile olay yerinin ayrıntılı bir şekilde oluşturulmasına imkân sağlamaktadır (Fish ve arkadaşları, 2014).

Dikkatli inceleme, not alma, eskizler, fotoğraflama ve fiziksel kanıtların toplanması da dâhil olmak üzere olay yeri incelemesi bir eylem planı gerektirmektedir. Olay yerine sistematik ve metodolojik bir şekilde yaklaşılması gerekir. Eylem planı, olay yeri araştırmacıları için hazır olmalıdır. Belli bir prosedür izlenmeli ve detaylandırılmalıdır.

Not alma, olay yeri araştırmasını yürüten memurun önemli bir sorumluluğudur. Araştırmacı ise gözlem yapar ve bu gözlemlerin ayrıntılı kaydını tutar.

Notlar;

1. Olaylar geliştikçe ve kronolojik sıra ile alınmalıdır.
2. Adım adım tüm eylemler detaylandırılmalı ve eksiksiz olmalıdır.
3. Açık ve okunaklı bir şekilde yazılmalıdır.
4. Negatif veya beklenmedik durumlar not edilmelidir.
5. Notlar özellikli olmalıdır. Örneğın, kanıt ögesinin bulunduğu konum açıkça belirtilmelidir (Oturma odası katında batı duvarının 6 inç doğusunda ve kuzey duvarının 3 adım güneyinde gibi).

Olay yerinde alınan notlar;

1. Olay yerine gelen ilk ekibin geliş tarihi ve saati,
2. Suç mahallinin yeri ve bölgesinin açıklanması,
3. Soruşturma yapılan olay ve suçun tanımı,
4. Olay yeri incelemesini talep eden kişi,
5. Olay yerinde bulunan polis memurları, askeri personel, araştırmacılar, tanıklar ve uzman kişilerin isimleri,
6. Olay yerinde araştırma yapan, kanıt toplayan, fotoğraf ve parmak izi alan kişilerin isimleri,
7. Soruşturma sırasında hava ve aydınlatma koşulları,

8. Birincil suç mahallinin tanımı, vücudun yeri ve eşlik eden detaylar,
9. Toplanan kanıtın yeri, bunların isimleri, kim tarafından toplandığı,
10. Çevredeki evler, sokaklar dâhil olmak üzere konum bilgisi,
11. Olay yerinin iç ve dış tanımı, oda ve pencere sayısı,
12. Arazi, bitki türü, toprak vb. dâhil olmak üzere olay yerinin dış kısmının tanımı,
13. Olay yeri incelemesinin yapıldığı tarih ve saat bilgilerini içermektedir (Fisher, 2004).

Olay yerinin ayrıntılı incelenmesinden sonra veya herhangi bir eşya taşınmadan ya da bunlara dokunulmadan olay yerinin fotoğraflanması gerekir. Fotoğraflar, olay yerini, suçlunun olay yerine geldiği yolları, giriş, çıkış ve kaçış yolunu açıkça ve doğru bir şekilde tasvir edebilmektedir. Olay yerinin fotoğraflanması, olay yeri incelemesinin kritik bir unsurudur. Olay yerinde çekilen fotoğraflar; genel görünüm fotoğrafları, kanıtların fotoğraflanması ve kanıtların yakın çekim fotoğrafları olarak sınıflandırılır. Genel görünüm fotoğraflarının amacı, bir alanın genel durumunu ve düzenini yakalamaktır. Genel fotoğraflar her zaman olay yerinde çekilen ilk fotoğraflardır (Resim 1). Genel görünüm fotoğraflarını oluşturmak için en etkili yöntem olay yerini çeşitli açılardan çekmektir (Gardner, 2009).



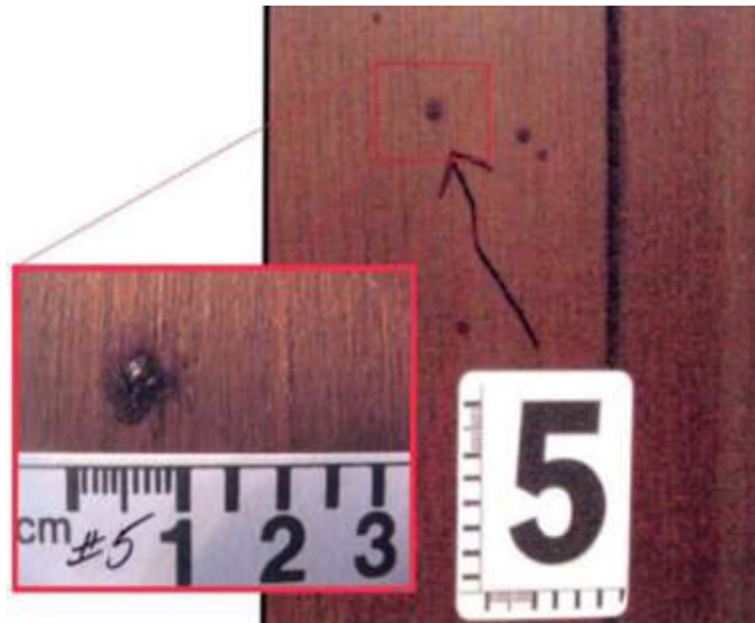
Resim 1. Genel görünüm fotoğrafı (Gardner, 2009)

Kanıtların fotoğraflanmasındaki amaç; olay ile ilişkisi bulunabilecek bulguların belgelenmesidir (Resim 2). Kanıtların fotoğraflanması ile genel görünüm fotoğrafları ve yakın çekim fotoğrafları arasındaki boşluk kapatılır. Bu sayede olay yerinin tasviri daha kolay hale gelmektedir (Gardner, 2009).



Resim 2. Kanıtların Fotoğraflanması (Gardner, 2009)

Yakın çekim fotoğraflarının amacı, bulguların ayrıntılı yönlerini göstermektir (Resim 3). Yakın çekim fotoğrafları ile kan lekeleri, ateşli silah kalıntıları, çürükler, biyolojik lekeler gibi olay ile ilişkili olabilecek öğelerin belgelenmesi sağlanmaktadır (Gardner, 2009).



Resim 3. Kanıtların yakın çekim fotoğrafı (Gardner, 2009)

Bir suç mahallini ayrıntılı şekilde kayıt altına almak için fotoğraflar tek başına yeterli değildir. Eskizler (çizimler) ve fotoğraflar olay yerinin doğru şekilde tasviri etmek için birbirlerini tamamlarlar. Eskizler, olay yerinin görünümünü açıklığa kavuşturur. Eskizlerin çizimi için kroki çizimi üzerinde iki kişinin çalışması yararlı olabilmektedir. Birisi çizimi yaparken diğeri ölçüm yaparak bu işlemi kolay hale getirirler. Eskizler olay yerindeki öğelerin her biriyle olan ilişkisinin kalıcı bir kaydını sunar. Bir suç mahalli taslağı olan yükseklik çizimleri, dikey düzlemler üzerinde kullanılır. Bir evin duvarında kan lekeleri varsa, duvarın yükseklik çizimi bu olay yerini tasvir etmektedir.

Suç mahallini kaydetmenin bir diğer yolu da video kayıttır. Hafif, taşınabilir düşük ışıklı video kameralar, bir suç yerinin video sunumunu toplamak için yeterli olmaktadır. Araştırmacı, videoya alırken ses bölümünü kaydederek olay yerini anlatır. Anlatımda, konuşmacının adı, saati, tarihi, yeri, vaka numarası ve diğer ilgili bilgiler yer alır. Eğer videokasetler delil olarak kullanılacaksa düzenlenmemeli ve silinmemelidir (Fisher, 2004).

Olay yerinde yer alan ve olayın çözümüne götürecek her türlü iz, emare ve materyallere bulgu denilmektedir. Fiziksel bulgular; suçun türüne, bulguların niteliğine, birleşimine veya çözülecek soru türlerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmanın her biri olay yeri araştırmacısına kavramsal bilgiler ve pratik yaklaşımlar sunmaktadır. Bir olay yeri incelemesi için fiziksel bulguların değeri önemlidir. Olay yeri araştırmacısının belirli bir olay yerinde fiziksel bulguları nerede bulacağı, nasıl tanıyacağı, nasıl toplayacağı ve koruyacağını belirlemesi gerekir. Son olarak araştırmacı, fiziksel bulguların inceleme sonuçlarına dayanarak olay yerini doğru bir şekilde yeniden inşa edebilmektedir. Fiziksel bulgular bir suç ve olayı araştırmak için yararlı bilgiler sunar. Bulgular; geçici bulgu, koşullu bulgu, desen bulguları, transfer bulgular, tıbbi bulgular, elektronik bulgular ve ilişkili bulgular olarak sınıflandırılmaktadır. Geçici bulgular; doğası gereği, kolayca değişebilen veya kaybolan bir kanıt türüdür. Bu kanıt türünün örnekleri koku, renk veya sertlik, kanın kurutulması gibi bazı fizyolojik ve fiziksel formları içermektedir. Bu bulgular olay yerinde hemen gözlemlenmeli ve kaydedilmelidir. Koşullu bulgu; genel olarak bir

dizi eylem tarafından oluşturulur. Geçici bulgular gibi olay yerinde hemen belgelenmez ya da gözlenmez ise kaybolabilirler. Duman veya yangın, mağdurun vücudunun durumu bu bulgulara örnektir. Olay yerinde birçok çeşitte şekil bulunabilmektedir. Bu şekiller; desenler, girintiler, çizikler veya kırıklar gibi işaret biçimleridir. Mermi yörünge desenleri, giysi veya madde kalıpları, lastik veya fren izleri, mermi toz veya kalıntı izleri, kan izleri veya leke desenleri, yangın-yanık izleri desen bulgularına örnektir. Transfer bulgular; kişiler, nesnelere veya kişiler - nesnelere arasında fiziksel temas ile oluşur. En sık örnekleri; kan, parmak izi, saç, vücut sıvıları, ilaçlar ve kimyasallardır. Bu tür bulgular adli laboratuvarlarda incelenmektedir. Tıbbi bulgular; kurbanın, şüphelinin veya tanığın yaralanması, yaraların türü ve derecesi, bir yaranın konumunu ve durumunu, yaranın sayısını ve boyutunu nitelendirir. Aynı zamanda, kişi ev veya araba üzerindeki tıbbi donanım türü, reçete tarihini de içeren belgeler de tıbbi bulgu türüdür. Elektronik bulgular; kişinin cep telefonu kayıtları, e-posta mesajları, şüphelinin bilgisayar hard diskinden kurtarılan belgeler, bir banka güvenlik kamerasına ait video kayıtları gibi dijital ekipmanlardan elde edilen bulgulardır. İlişkili bulgular ise; bir soruşturma sırasında olay yerinde bulunan belirli öğeler, kurbanı veya şüpheliyi belirli bir olayla ilişkilendirmek için kanıt olarak kullanılabilen bulgulardır. Olay yerinde bulunan şüphelinin aracı, cüzdanı, kurbanın yüzük veya saati, şüphelinin bulunan diğer eşyaları, makbuzlar, bilet ve kartvizitler bu bulgulara örnektir (Lee ve Paglaro, 2013).

2.1.3. Delil türleri

Bir hukuki olayın soruşturulması esnasında olay ya da olguların ispatlanması amacıyla kullanılan her türlü araca “delil” denir. Delil, olayın meydana gelip gelmediğine karar vermeye yardımcı olan dayanaklardır. Delillerin akla uygun ve gerçekçi olması gerekmektedir. Bu özellik, yargılama sürecinin hukuki bir gerekliliğidir. Delilin aynı zamanda olay ile doğrudan bir bağı olması gerekir. Meydana gelen olayı ve olguyu temsil etmelidir. Delil olabilmesi ihtimali bulunan araçların olay ile ilgili uyumsuzluğu bulunuyorsa, bu araçların delil olarak kabul edilmesi mümkün değildir. Deliller hukuka uygun olmak zorundadır. Ceza yargılamasında bazı delillerin

kullanılması konu bakımından engellenmiş, bazıları ise hukuka aykırı olarak elde edilmesinden dolayı kabul görmemiştir. İzinsiz elde edilen dinleme kayıtları ve görüntüler bu duruma örnektir. Delillerin bir diğer özelliği ise müşterek olmasıdır. Yani deliller, taraflarca paylaşılır, bilinir ve tartışılır. Delillerin bu özelliği esas alınarak hâkimin olay ile ilgili şahsi bilgisini kullanamayacağı kabul edilmektedir (Coşgun, 2010).

Deliller, mahkemede 3 başlık altında toplanır. Bunlar; beyan delili, belge delili ve iz belirtileridir. Beyana dayalı deliller; tanık beyanı, sanık beyanı ve sanık dışında kalan tarafların beyanı olarak sınıflandırılmaktadır. Tanık beyanı; taraflardan olmayan, olaya tanık olan kişinin olay hakkında bildiklerini mahkeme huzurunda sözlü olarak ifade etmesidir. Sanık beyanı; sanığın olay hakkında bildiklerini sözlü olarak mahkemeye sunmasıdır. Sanık sorgu esnasında önce olay ile ilgili bildiklerini aktarır. Aynı zamanda hâkimin sorduğu soruları cevaplar. Sanık isterse olay ile ilgili susma hakkını da kullanabilmektedir. Sanığın dışındaki tarafların beyanı ise; sanık dışında olaydan etkilenen, suç ortağı, suçtan zarar gören, mağdur olan kişilerin verdikleri beyanlardır. Diğer bir delil türü olan belge delili; suç ile ilgili olan ve suçun aydınlatılmasına yardımcı olan her türlü belgedir. Bu belgeler yazılı veya bilişimsel olabilmektedir. Çek, senet, fatura, el yazmaları gibi belgeler yazılı belgelerdir. Bazı yazılı belgeler, şekilsel bilgiler içermektedir. Kroki ve planlar buna örnektir. Ses ve görüntü tespit eden belgeler ise bilişimsel belgelerdir. Bu belgeler suç ile ilgili hukuka uygun elde edilen ses kayıtları ve videobantlardır. İz belirtileri ise; dolaylı yoldan olayın ispatını sağlayacak izlerdir. Bir fren izi ya da olay yerindeki eşya izleri birer belirtidir. Diğer delil ve belirtiler ile desteklendiği zaman anlam kazanmaktadır. İz belirtileri tabii ve suni olarak ikiye ayrılır. Bir olayın parçası olan tabii belirtiler olayı temsil etmektedir. Tabii belirtiler, eşyaya tabii belirtiler ve şahsa tabii belirtiler olarak sınıflandırılır. Şahsa tabii belirtilere örnek olarak sanığın kan grubu, parmak izi verilebilir. Tabanca, bıçak gibi olayda kullanılan eşyalar ise eşyaya tabii belirtilerdir. Suni belirtiler olayı tabii yoldan değil, kullanımı ile temsil eden insan yapısı işarettir. Suni iz belirtileri; giyilen üniforma, takılan nişan gibi şahsa ait olabileceği gibi eşya üzerindeki damga, şapkanın kime ait olduğunu gösteren harfler de eşyaya ait suni belirtilere örnektir (Salmaner, 2003).

2.1.3.1. Maddi (Fiziki) deliller

2.1.3.1.1. Vücut sıvıları

Bir suç mahallinde bulunan vücut sıvılarının tip ve kökeninin belirlenmesi, olay yerinin yeniden inşası üzerinde önemli bilgiler taşımaktadır. Her bireyin DNA profili benzersizdir. Bu sebeple biyolojik örneklerin DNA analizi, bir şüphelinin suça karışıp karışmadığını kanıtlayabilmektedir. Bazı vücut sıvılarının varlığı, meydana gelen olayların türünü mükemmel bir şekilde ortaya koymaktadır. Örneğin kan lekesi bir saldırı veya cinayet olayını işaret ederken, meni veya vajinal sıvı tespiti cinsel birleşme veya cinsel saldırıyı göstermektedir. Olay yerinde bulunabilen vücut sıvıları; kan, meni, tükürük, vajinal sıvı, idrar ve terdir. Olay yerinde potansiyel bir vücut sıvısı bulunduğu alternatif ışık kaynağı veya kimyasal teknikler ile bu sıvıların görselleştirilmesi sağlanmaktadır (An ve arkadaşları, 2012).

Tarihler boyunca kimyasal testler, immünolojik testler, protein katalitik aktivite testleri, spektroskopik yöntemler gibi çok sayıda vücut sıvısı tanımlama yöntemi geliştirilmiştir. Vücut sıvılarının lokalizasyonlarının ve bu sıvıların tanımlanmaları için uygulanan testlerin bazı özellikleri içermesi gerekmektedir. Bu testler, hassas olmalı, laboratuvarında veya olay yerinde insana özgü DNA profilleşmesine izin vermeli ve sonraki analizler içinde kullanımının kolay olması gerekmektedir (Harbison ve Fleming, 2015).

Kan delili; cinayet, tecavüz, saldırı, soygun gibi olaylarda görülmektedir. Bu delil; olay yeri araştırmacısına suçun işlendiği yeri tespit ettirmek, olayda kullanılan silahı tanımlamak, şüphelinin suç ile bağına ispat etmek ya da çürütmek ve şüpheli sayısının azaltılması amacı ile yardımcı olmaktadır. Kan delili, aynı zamanda olay yerinden uzaklaşan kişi, alet ve araçlar üzerinde de bulunabilmektedir. Kan materyali olay yerinde serpinti, damlacık, birikinti veya lekeler gibi çok farklı şekilde görülebilmektedir. Kan lekesinin olay yerinde görünümü her zaman aynı değildir. Kurumuş kan; siyah, kahverengi, gri, mavi ve yeşil renklerde mevcut olabilmektedir. Kanın damladığı yüzey pürüzsüz değilse ve üzerinden belli bir zaman geçmişse

silinip temizlenmesi zor olan bir materyaldir. Olay yerinde kurban veya mağdur bulunmuyorsa, olay yerinde silinmiş ya da temizlenmeye çalışılmış kan lekeleri bulunabilir. Bir sürtünme ya da temas olayı sonucunda olay yerinde kan izleri görülebilmektedir. Taban ve duvarlarda bulunan kan lekeleri, boğuşmaya, sürüklenmeye ve olay yerinden kanın temizlenmeye çalışılmasına işaret etmektedir. Kan serpintileri çok küçük noktalar halinde meydana gelir. Kanın fişkırlarak akması sonucu veya fazla miktarda kan damlasının yüksekten düşerek etrafa sıçraması ile oluşmaktadır. Kan damlaları, çevresi düzgün olmayan dairesel bir şekil oluşturur. Eğer düşme mesafesi artarsa, dairesel şeklin çapı büyür ve dışa doğru sıçramalar meydana getirir. Bu delil sayesinde mağdurun neresinden yaralanmış olabileceği hakkında fikir oluşur (Resim 4, Resim 5). Çok miktarda kan akmış olaylarda ise kan birikintileri meydana gelir. Zemin yüzeyine göre bu birikintiler şekil kazanır (Brown, 1998).



Resim 4. Duran kişiden farklı yüksekliklerden damlayan kanın şekli (Salmaner, 2003)



Resim 5. Hareket halindeki kişiden damlayan kan görünümü (Salmaner, 2003)

Ter, olay yerinde en az görülen vücut sıvısıdır. Ter kalıntıları DNA materyali içerebilir. Bileşim olarak idrara benzerdir fakat idrara nazaran daha az kreatin ve üre bulunmaktadır (Jones, 2005). Ter lekelerinin alternatif bir ışık kaynağı kullanılarak saptanması zordur. Çünkü ter maddesi seyreltilmiş bir yapıdadır. Bilinmeyen bir

örnek içerisinde laktik asidin saptanması ter varlığının olası bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Hem meni sıvısı hem de ter içerisinde laktik asit varlığının söz konusu olmasından dolayı ayırt edilebilirlik için tanımlayıcı testler gerekmektedir (Sikirzhytski ve arkadaşları, 2012).

2003 yılında ter için özellikli bir monoklonal antikor üretimi içeren bir çalışma yayımlandı. Bu çalışmada elde edilen G-81 monoklonal antikoru; serum, tükürük, meni, süt, idrar ve gözyaşı da dâhil olmak üzere ELISA testleri ile incelendi. Çalışma sonucunda G-81 monoklonal antikoru ter içindeki spesifik peptitlere tepki gösterdi (Sagawa ve arkadaşları, 2003). Daha sonrasında yapılan çalışmada, ter bezleri tarafından salgılanan bir insan antibiyotik peptiti olan “dermisidin” insan terinin potansiyel bir biyolojik belirteci olarak ortaya kondu. Dermisidin’in antibiyotik peptidi, G-81 ile reaksiyona giren bir peptitin n-terminal ucunu oluşturan 18 tane aynı amino asit segmentine sahip olduğu görüldü (Virkler ve Lednev, 2009).

Tükürük, suç mahallinde sık karşılaşılan başka bir vücut sıvısıdır. Tükürük renkli değildir. Bir süre geçtikten sonra kuruması ve kuruduktan sonra izinin belli olmaması olay yerinde bulunmasını zorlaştırmaktadır. Olay yerinde sigara izmariti, kullanılmış bardak, mendil, kumaş gibi materyaller üzerinde bulunabilmektedir. Dış izlerinin yer aldığı bir olay yerinde büyük olasılıkla tükürük izine rastlamak mümkündür. Dış izlerine yönelik yapılacak çalışmalardan sonra tükürük delili için sürüntü örneği alma çalışmaları yapılması gerekmektedir. Laboratuvarında tükürük materyali üzerinden DNA ve kan grubu çalışmaları yapılmaktadır. Diğer bir hususta tükürük lekeleri ultraviyole ışık altında mavimsi-beyaz görünüme sahiptir. Tükürük örneğinin içerisinde katı parçacıkların bulunmaması nedeniyle tükürüğün tanımlanması meni materyalinden daha zordur (Gaensslen, 1983).

Tükürük varlığını analiz etmek için yaygın olarak kabul edilen teknik, amilaz aktivitesinin ölçülmesidir. Amilaz enzimi insan vücudunda 2 farklı formda bulunmaktadır. Tükürükte, anne sütünde ve terlemede bulunan amilaz enzimi 1. kromozomun AMY1 lokusu tarafından kodlanır. Pankreasta, menide, vajinal sekresyonda bulunan amilaz enzimi ise AMY2 lokusu tarafından şifrelenmektedir.

AMY1 ve AMY2 lokuslarından kodlanan amilazı ayırt etmek için radyal difüzyon testleri uygulanmaktadır. Nişasta-iyot testi; nişastanın iyot varlığında mavi görünmesi ve tükürük içerisinde yer alan amilazı nişastaya parçalayarak renk değişimine sebep olması prensibi ile kullanılmaktadır (Sensabaugh, 1982). Amilaz varlığını saptamak için çeşitli testler uygulanmıştır. Bir substrat olan amilaz- azure olarak isimlendirilen amilaz /boya kompleksi amilaz enziminin hidrolizinde mavi renk vermektedir. Bu test, vücut sıvısı karışımlarında yer alan tükürüğü tespit etmektedir (Martin ve arkadaşları, 2006). Tükürüğün tanımlanması için bazı immünolojik testler de uygulanmıştır. Tükürük lekelerinde α -amilaz aktivitesini tespit etmek için ELISA yöntemi test edilmiştir. Bu yöntemde monoklonal antikorlar eşliğinde at / turp peroksidaz konjugatı kullanılmıştır (Virkler ve Lednev, 2009).

Vajinal sıvı; üst genital sistem, servikal mukus, vajinal mukozadan transfer edilen salgının ve lökositlerinin çeşitli proteinlerinin bir karışımıdır. Vajinal sıvı bileşenlerinin floresansı için alternatif ışık kaynağı yöntemi kullanılarak leke tespiti yapılmaktadır. Numuneler, şüphelinin kasık bölgesinden veya parmaklarından pamuklu çubukla, prezervatif, iç çamaşırı gibi yüzeydeki sıvılar için steril pipetle, lekeyi bir öğeden keserek veya kazıyarak toplanabilmektedir. En yaygın kullanılan vajinal sıvı tanımlama yöntemi immünolojik testlere dayanmaktadır. Kadın hormonu olan 17 β - estradiol, östrojen reseptörleri, mürin ve insan B-defensin 1 immünolojik testlerde karakteristik belirteç olarak kullanılmaktadır. Laurell immünoelektroforez, seminal ve vajinal asit fosfatazların doğru bir şekilde ayrılmasını sağlamaktadır (Sikirtzhytskaya ve arkadaşları, 2012).

Meni ve sperm; tecavüz ve cinsel saldırı suçlarında en önemli delildir. Çalıntı otomobil suçlarında seks suçları da işlenebilmektedir. Çalınan araç, seks amaçlı olarak kullanılabilen ve bu araçlar içerisinde de meni ve sperm örneklerine rastlamak mümkündür. Olay yeri içerisinde meni örnekleri, tecavüze uğrayan mağdurun cinsel bölgelerinde, iç çamaşırlarında, yatak, yorgan, çarşaf ve yastıklarda bulunmaktadır. Eğer olay yeri bölgesi açık bir alanı kapsıyor ise bu deliller toprak ve çimenler arasında bulunabilmektedir. Meni delilleri laboratuvar aşamalarından geçtikten sonra kimliklendirme işlemi yapılmaktadır. Bu süreçte meni delillerinin

diğer deliller ile desteklenmesi önem arz etmektedir. Meni delillerinin bulunduğu cinsel olaylarda failin ihtimal dâhilinde mağdur kişinin elbisesine teması söz konusu olabilir. Temas içeren durumlarda elbiselerde veya olay yerindeki diğer bölgelerde şüpheli kişiye ait kıl örneklerinin bulunması da büyük olasılıkla mümkündür (Salmaner, 2003).

2.1.3.1.2. İz delilleri

Olay yerinde bulunan ayak, lastik, alet ve diş izleri iz delilleri olarak nitelendirilmektedir. Yapılacak olay yeri incelemesinde bu izler kolay bir şekilde ortadan kalkabilmekte veya bozulabilmektedir. Bu delillerin yok olmasının engellemesi için olay yerinin güvenli bir şekilde korunması gerekmektedir. Daha sonra elde edilen iz delilleri fotoğraflandırılmalıdır (Brown, 1998).

Ayak izi; fiziksel kanıtların en değerli ve az kullanılan formlarından biridir. Bir cinayet soruşturmasında olay mahallinde bulunan kanlı ayak izleri şüpheliyi suçluya dönüştüren fiziksel bir kanıttır. Ayak izlerinden kişinin tanımlanması bireysel özellikler göstermektedir. Bir ayak izinin şekli, boyutu veya morfolojisinin mukayesesi ceza soruşturmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bir kanıt türü olan ayak izi, hemen hemen birçok olay yerinden toplanabilir. Ayak topuk çizgileri, ayak üzerinde iç ve dış kenar boşlukları, topuk kırışıklıkları, adım uzunluğu, her bir ayak izinin pozisyonu, şekli, boyutu, açıları ve derinliği, bacak uzunluğu, vücut ağırlığı ve ayağın birbirleriyle hareket alanına, ayak bileği ve bacak bir kişinin karakterini ortaya koymaktadır. Bir ayakta, kemiklerin birbirine özel hizalanması ve hatta bağ dokuları tarafından tutulma şekli genetiğin ve çevrenin etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Sadece bireyden bireye değil, aynı bireyin sağ ve sol ayakları bile farklılık göstermektedir. Tek yumurta ikizlerinin bile ayak izleri aynı değildir (Krishan, 2007).

Ayak izleri 3 başlık altında sınıflandırılmaktadır. Yürüyen bir kişinin adımları yabancı madde içeren bölge ile temas ettiğinde, ayağına bulaşan madde başka temiz bir zeminde görülebilen izleri ortaya çıkarır. Bu izler çıplak gözle görülebilmektedir

(Resim 9). Çoğunlukla mutfak zeminlerinde oluşur ve kan, yağ, su gibi maddeler bu izleri oluşturmaktadır. Kabartma izleri; adımların, çamur, ıslak kum veya kar gibi maddelere temas etmesi sonucu oluşmaktadır. Görünmeyen izler ise; gözden kaçan ve pürüzsüz düz zemin yüzeylerinde oluşan izlerdir (Salmaner, 2003).



Resim 6. Çamurlu zeminde kabartma ayakkabı izi (Miller, 2003)

Birçok suç olayında ulaşım araçlarından yararlanılmaktadır. Suçun işlendiği alana geliş ve gidiş yönlerinde tekerlek izlerinin bulunması mümkündür. Olay yerindeki tekerlek izinden, izi bırakan aracın türü ve lastiğin markası tespit edilebilmektedir (Resim 7). Özellikle sıcaktan yumuşamış asfalt yollarda, çamurlu yollarda kabartma tekerlek izleri oluşmaktadır. Eğer yol üzerinde boya, yağ gibi maddeler var ise bu yerlerde de görünür tekerlek izleri meydana gelmektedir (Salmaner, 2003). Cinayet ve trafik kazası olaylarında suç mahallinden elde edilen tekerlek izleri ile şüpheli araca ait lastik izleri karşılaştırılır. Bu sayede lastik izlerinin şüpheli araca ait olup olmadığı ve aracın olaya karışıp karışmadığı saptanabilmektedir (Kuşçu, 2010).



Resim 7. Kar üzerinde lastik izleri (Miller, 2003)

Alet izleri; suç olaylarında suçu işleyen kişilerin kullandıkları aletlerin oluşturduğu izlerdir. Özellikle zor kullanmayı gerektiren suç olaylarında alet izlerine rastlamak mümkündür. Örneğin zorla girilen yerlerde, kapı ve pencerelerde, masa çekmecelerinde, kasa, dolap gibi eşyalarda ve oto hırsızlık suçlarında bu izler karşımıza çıkmaktadır. Alet izleri; darbe izleri, kesik izleri, baskı izleri ve sürtünme izleri olarak çeşitlendirilmektedir. Darbe izleri; balta, keser gibi aletlerin vurma eylemi sonucunda oluşturdukları izlerdir. Kesik izleri; kerpeten, makas, bıçak gibi kesici aletlerin meydana getirdiği izlerdir. Baskı izleri; tornavida, demir çubuk gibi aletlerin zorlama ve basınç uygulaması sonucunda oluşan izlerdir. Sürtünme izleri; törpü, testere gibi aletlerin sürtünme sonucunda bıraktıkları izlerdir. Özellikle darp etmede ve kesik izlerinde karakteristik izlere rastlanmaktadır. Baskı ve sürtünme izlerinde ise karakteristik izlere rastlama olasılığı düşüktür. Bu nedenle baskı ve sürtünme izlerini delil olarak değerlendirmek zorlaşmaktadır. Alet izleri incelemesi ile aletin cinsi, suçluya ulaşma ve suçların çözümlenmesi sağlanmaktadır. İz, kendisini oluşturan alet ile birlikte bulunup incelenirse daha kesin sonuçlar elde edilmektedir (Salmaner, 2003).

Isırık izleri; dişin dokuyu sıkıştırması ile küçük kan damarların kopmasına sebep olan ezilmelerdir. Isırık izleri; cinsel suç, darp, cinayet vakaları ve çocuk istismarı gibi vakalarda görülmektedir (Resim 8). Isırık izi, üst ve alt dişin oluşturduğu iki kemer ve aralarında boşluk ya da morluktan meydana gelen yarım dairelerdir. Cinsel istismar vakalarında emmeye bağlı olarak ısırık izlerine ek olarak ekimozlar da görülebilmektedir (Resim 9). Temas eden diş sayısı, ısırılan alanın giysili olup olmadığı, eylemin amacı, ısırılan kişinin ağız ve diş yapısı gibi faktörler ısırık izlerinin görünümünü etkilemektedir. Adli olayların çözümünde ısırık izleri önemli bilgiler sağlamaktadır (Kaya ve arkadaşları, 2015).



Resim 8. Bir çocuk istismarında ısırık izi (Kaya ve arkadaşları, 2015)



Resim 9. Çocuk istismarı vakasında ısırık izine eşlik eden ekimoz görüntüsü
(Kaya ve arkadaşları, 2015)

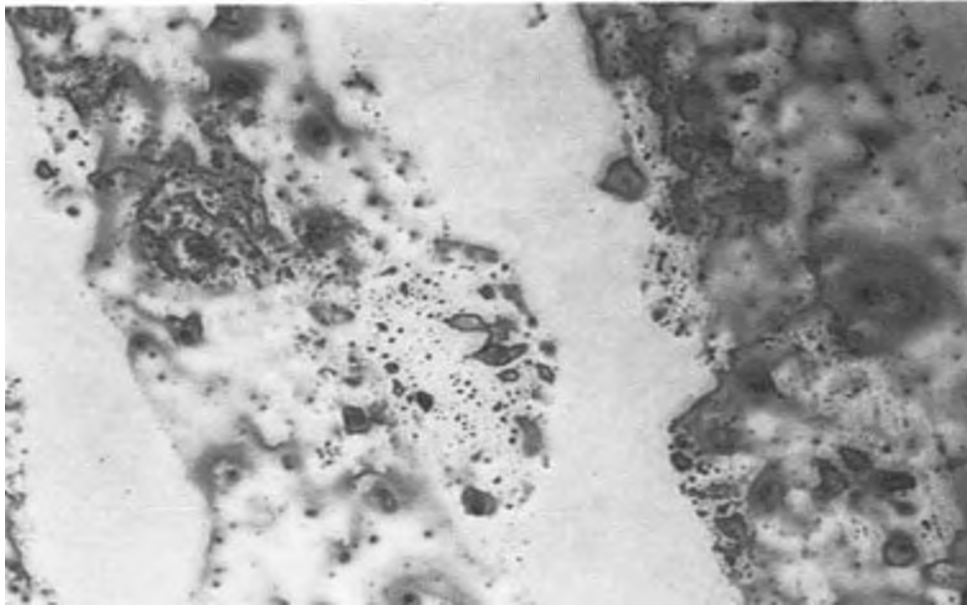
2.1. Parmak İzi

2.1.1. Parmak izi ve temel özellikleri

Parmak uçlarının iç kısmında ve avuç içinde sıralı aralıklarla dizilmiş, farklı desenler oluşturan kabartma şeklinde hatlar yer almaktadır. Bu hatlar “papil” olarak adlandırılır. Parmağın en uç kısmından tırnak dibine kadar uzanan bölge olan papillerden vücudun saldığı sıvılar bir yüzeyle temas ettiğinde, o yüzeyde bir iz bırakır. Bu izlere “parmak izi” denilmektedir. Parmak izinin tarihsel gelişimi çok eski dönemlere uzanmaktadır. 1858 yılında Sir William Herschel, Hindistan’da İngiliz Baş İdari görevlisi iken büyük ölçekte parmak izinin ilk resmi kullanımı ile bilinmekteydi. William, yerlilerin parmak izlerini ve imzalarını sözleşmelere yapıştırmasını istedi. Herschel, Hindistan’da parmak izlerinin ilk geniş çaplı kullanımını uyguladı fakat etkili bir parmak izi sınıflandırma sistemi kurmayı başaramadı. 1880 yılında Dr. Hengry Foulds, Hindistan’da bir yıl kaldı ve sonra Japonya’ya döndü. Tokyo’da bir hastane kurdu. Cezai soruşturmalar için parmak izi kullanımını ve parmak izi kaydı için yazıcı mürekkebinin kullanımını önerdi. 1882 yılında Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Birimi’nde görev yapan Gilbert Thomson, komisyon emirleri doğrultusunda sahteciliğı önlemek için kendi parmak izini kayıt etti. Amerika Birleşik Devletleri’nde parmak izinin kullanımı ilk bu şekilde ortaya çıktı. 1891 yılında Juan Vucetich, Arjantin Merkezi Polis Departmanı’nda çalışan bir istatistikçidir. Francis Galton’un bir makalesini okuyarak

kendi kimlik sistemini formüle etmiştir. Sistem, Eylül 1891 yılında uygulanmıştır. Bu sistemin ismi “Vucetichissimo” olarak da bilinmektedir. Vucetich, 1892 yılında ilk suç tanımlamalarından birini yaptığını iddia etmiştir. 1892 yılında Sir Francis Galton, parmak izi alanında bir yayın yaptı. Bu yayın parmak izi alanında bir ilktir. Galton, parmak izlerinin yaşam boyunca değişmeden kaldığını belirtti. Ayrıca parmak izlerini; kemerler, döngüler, kıvrımlar olarak bilinen ilk sınıflandırmayı yapmıştır. 1933 yılında FBI (Federal Bureau of Investigation) gizli parmak izi baskıları ve görünür parmak izi baskılarının teknik incelemesini bireysel olarak yapmak için “gizli parmak izi” bölümünü kurdu. Aynı yıl bir sivil kimlik bölümü de kurdu. 1980’lerde AFIS adı verilen otomatik parmak izi tanıma sistemi geliştirildi. Kolluk kuvvetleri bu sistemi kullanmaya başladı. AFIS sisteminin gelişi ile parmak izlerinin dosyalanması ve aranması süreçleri önemli ölçüde kısaltıldı (Hawthorne, 2009).

Sodyum klorür kristalleri, parmaklardaki papillerin sırtlarındaki gözeneklere karşılık gelen bölgelerinde sıklıkla görülür (Resim 10). Öte yandan sebum (yağ bezlerinin meydana getirdiği sıvı) bakımından zengin parmak izleri kontaminasyon derecesine bağlı olarak büyük ve düzensiz çizilen sırtlar oluşturur (Thomas, 1978).



Resim 10. Cam üzerinde bırakılan sebum bakımından zengin parmak izinin mikrofrafisi

Parmak izlerinde bulunan sırt deseni, gebeliğin yaklaşık 7. haftasında parmak uçlarında ve avuç içi arasındaki uzak alanda oluşmaktadır. Sırt desenleri gebeliğin 10.haftasında daha az belirginleşir ve insan embriyolarında kaybolur. Epidermal sırt deseninin oluşumu için önemli süreçler gebeliğin 10. haftasından 16. haftasına kadar gerçekleşir. Dermis ile epidermisin en iç tabakasına bazal tabaka denir. Bu tabaka eksenli, cilt yüzeyine dik olan sütunlardan oluşmaktadır. 10 ile 13. haftanın embriyonlarında bazal tabaka dalgalı hale gelir. Bu dalgalanmalar fazlalaşır ve form olarak kıvrımlar meydana getirir. Bu kıvrımlara birincil sırtlar denir. Parmak izi deseni dermis ve epidermis arasındaki ara yüzde şifrelenmektedir. Bu sebeple parmak izinin yüzeysel cilt yaralanmaları ile yok edilmesi mümkün değildir (Küchen ve Newell, 2005).

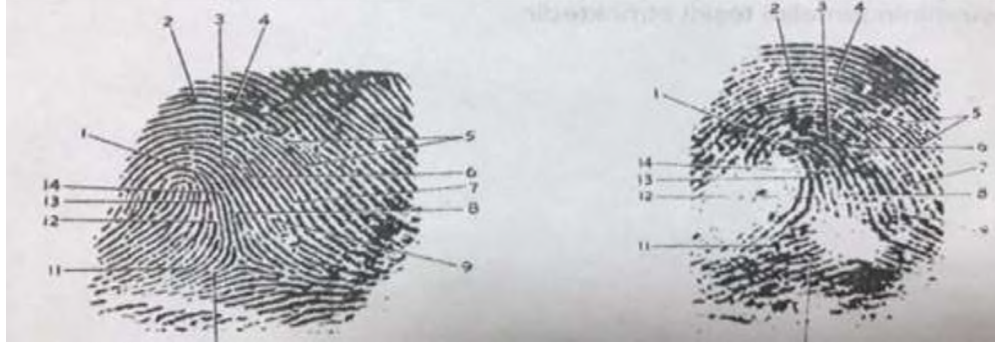
Parmak izlerinin kendine has özellikleri bulunmaktadır. Bunlardan ilki, parmak izlerinin benzemezlik özelliğidir. Bu özelliğinden dolayı parmak izleri bireysel karakterdedir. Bir eldeki parmakların izleri, tek yumurta ikizlerinde bile birbirine benzememektedir. Galton, iki parmak izinin birbirine benzeme olasılığını 64 milyarda 1 olarak hesaplamıştır. Parmak izinin kişiye ait olması yalnızca parmak izi ve deseniyle belirlenmemektedir. Bu özelliklere ek olarak papil karakterleri de dikkatlice araştırılmaktadır. İki parmak izi karşılaştırılmak istenirse şekillerinin benzer olması yetmez. İzlerin birbirine göreceli konumlarının da aynı olması gerekmektedir (Resim 11).



Resim 11. Sol taraftaki şüpheli kişiye ait parmak izi, sağ taraftaki olay yerinden elde edilen parmak izinin mukayesesi

İki parmak izinin aynı olduğuna karar vermek için gerekli olan papil karakteristik sayısının 8 ila 16 olduğu kabul edilmektedir. Diğer bir özellik ise parmak izlerinin değişmez ve değiştirilemez olmasıdır. İnsan parmak izinin papilleri doğmadan önce başlar ve ölüncüye kadar değişmeden kalır. Yeni doğan bir çocuğun parmak

yüzeyinin şekli buruşuktur. Büyüme döneminde parmak yüzeyleri genişlemektedir. Genişleyen parmak izlerinin papil şekli sabit kalır ve değişmez. Parmak izi bölgesi hasara uğradığı zaman hasara uğrayan kısım üst deri altındaki bölgeye zarar vermemiş ise hasarın iyileşmesiyle aynı izler vücut tarafından tekrar oluşturulur (Resim 12).



Resim 12. Sol taraftaki hasara uğramamış parmak izi, sağ taraftaki asitle hasar verilmiş parmak izi

Parmak izlerinin özelliklerinden bir diğeri ise tasnif edilebilir olmasıdır. Parmak izleri genel olarak; kement, helezon ve ark olarak kategorize edilmektedir (Resim 13). Yapılan bir araştırmaya göre parmak izlerinin %60 -65'ini kement, %30-35'ini helezon, %5'inin ise ark yapısından oluştuğu saptanmıştır (Bayer, 2003).

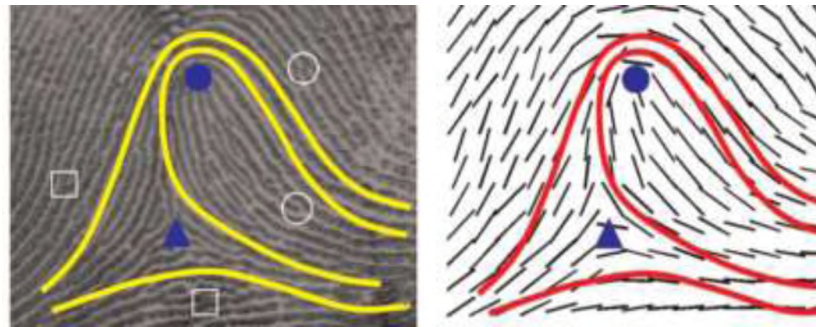


Resim 13. Parmak izi özellikleri

Parmak izinde yer alan nokta, iki ter deliğinden oluşan kısımdır. Hat, ikiden fazla ter deliğinin arka arkaya sıralanması ile meydana gelir. Ada ise papil çizgilerinin ikiye ayrılıp birleşmesi ile oluşmaktadır (Bayer, 2003).

2.1.2. Parmak izi grupları

Parmak izi sınıflandırmasına dair ilk bilimsel çalışmalar Galton tarafından yapılmıştır. Galton, parmak izlerini 3 ana gruba ayırmıştır. Daha sonra Hengry bu sınıflamayı çoğaltarak revize etmiştir. Hengry, parmak izi için “çekirdek” ve “delta” noktaları kavramını ortaya koymuştur (Jiang, 2009). Şu anda polis teşkilatları tarafından kullanılan sınıflandırma şemaları, Hengry’in sınıflandırma varyantlarıdır (Resim 14). Sınıflandırma yaklaşımları, sayısal bir vektör ile karakterize edilmektedir. Bu vektör her bir parmak izinin bileşenleri için daha önceden tanımlanmıştır. Belirlenmiş parmak izi sınıf prototipleri kümesine göre de benzerlik derecesi göstermektedir (Capelli ve ark., 1999).



Resim 14. Bir parmak izi görüntüsü ve özellik gösterimi. Çekirdek, delta noktaları üçgen ve daireler ile gösterilmektedir

Parmak izi sınıfları, tekli noktaların sayısı, bu noktaların yeri ve sırt şekilleri ile belirlenmektedir. Kemer parmak izleri, çekirdek ve delta içermemektedir. Halka parmak izi, bir veya iki çekirdek ve iki deltaya sahiptir. Döngü parmak izi ve kemer ark parmak izi sistemlerinde sadece bir çekirdek ve delta bulunmaktadır. Çadır kemer parmak izi sistemi, çekirdek ve delta noktalarını birbirine bağlayan hat boyunca uzanır ve bu özellikleri ile döngü parmak izlerinden farklılık gösterirler. Sola ve sağa döngü parmak izleri ise çekirdek noktasının etrafındaki çizginin eğimine göre ayrılmaktadır (Karu ve Jain, 1996).

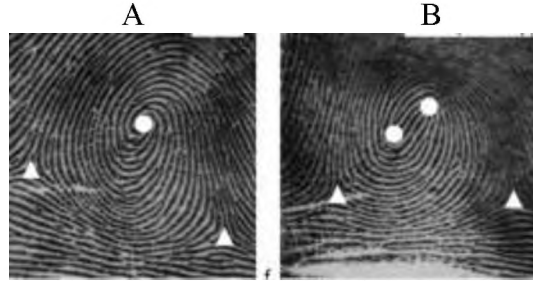
Döngü parmak izi, bir veya birkaç papil hattı boyunca parmağın bir tarafından başlar, merkez kısmında kavis çizerek başladığı yerde biter (Resim 15). Eğer halka kısmı

küçük parmağa bakıyor ise ulnar halka, başparmağa bakıyor ise radyal halka olarak isimlendirilmektedir (Meuwly, 2009).



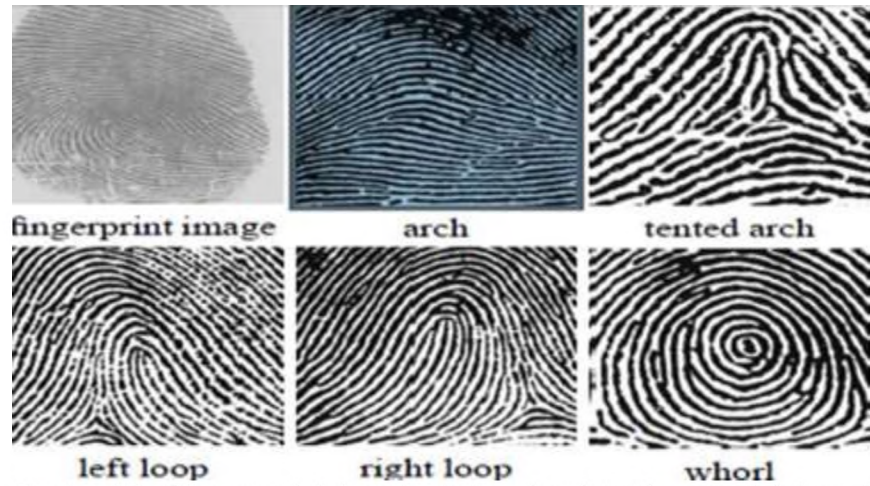
Resim 15. Parmak izi sınıfları: Döngü parmak izi (A), Ulnar döngü (B), Radyal döngü (C)

Halka grubu; merkezi halka, merkezi cep döngü, ikiz döngü ve karışık döngü olarak sınıflandırılmaktadır (Resim 16). Halka gruplarındaki parmak izlerinin temel çizgi ve en az iki adet delta içermesi gerekmektedir (Hong ve Jain, 1998).



Resim 16. A) Halka parmak izi B) İkiz döngü parmak izi

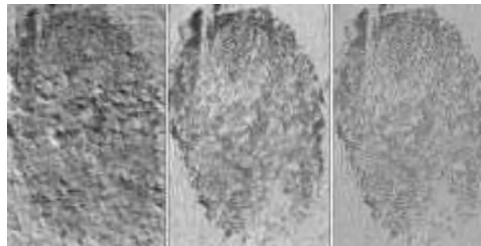
Ark parmak izleri; basit ark, sağa yatık ark ve sola yatık ark olmak üzere gruplandırılmaktadır. Basit ark izler; parmağın bir tarafından başlayarak merkezde kemer şeklinde yükselir ve diğer taraftan bitişi ile meydana gelen birbirine paralel olan, deltasız ve döngüsüzdür izlerdir. Sağa yatık ark; merkezi döngü şeklinde olan ve sağ tarafa yatık izlerdir (Resim 17). Sola yatık ark; merkezi konumu döngüsel olup sola yatıktır (Hong ve Jain, 1998).



Resim 17. Bir parmak izi görüntüsü ve beş büyük parmak izi sınıfı (Ark, çatı ark, sola döngü, sağa döngü, halka)

2.1.3. Parmak izi türleri

Parmak izleri; kabartma parmak izi, renkli parmak izi ve gizli parmak izleri olarak türlere ayrılmaktadır. Kabartma (plastik) parmak izleri; cam macunu, sabun ve hamur gibi yumuşak zeminlerde oluşan izlerdir (Resim 18). Bu izlerde papil hatları çukur olarak papiller arasındaki boşluklar ise kabartma şeklinde görülmektedir (McGunnigle ve Chanter, 2001).

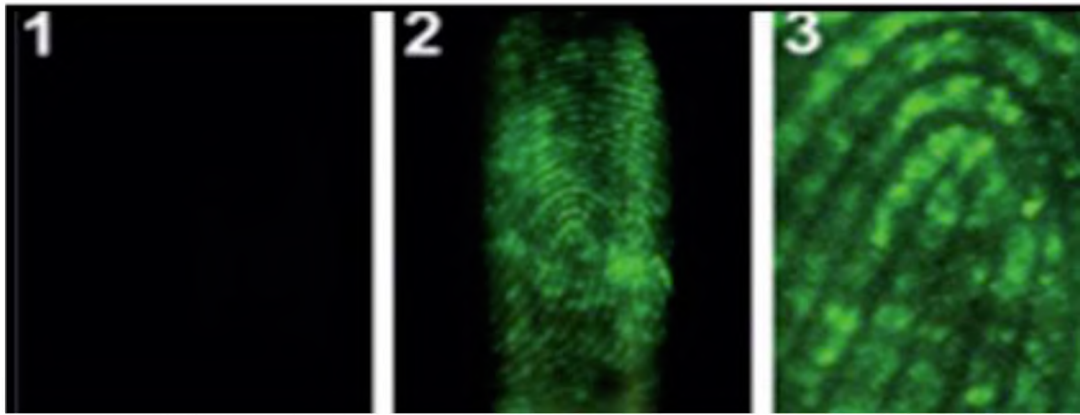


Resim 18. Kabartma parmak izi

Renkli parmak izi; boya, kan gibi çeşitli yağlı maddelerin parmak ile temas etmesi sonucunda yüzeylerde oluşan izlerdir. Bu izler göz ile net olarak görülebilmektedir (Salmaner, 2003).

Parmak izleri temas ettikleri yüzeyde kalır ve çoğu zaman bu izler gözle görülmez. Bu tür izlere gizli parmak izi denilmektedir. Gizli parmak izleri çeşitli yöntemler kullanılarak görünür hale getirilmektedir. Kimyasal, fiziksel ve optik yöntemler

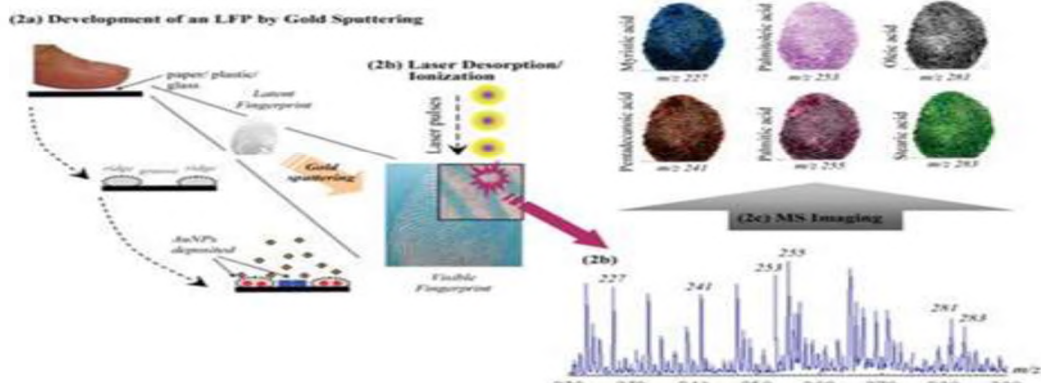
kullanılarak gizli parmak izleri geliştirilmektedir. Geliştirilen bu izler kimlik tespitine imkân sağlamaktadır. Gizli parmak izleri olay yerinde en sık karşılaşılan izlerdir. Bu izleri görselleştirmek için ninhidrin, siyonakrilat dumanlama ve tozlama gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bir başka görselleştirme tekniği ise gizli parmak izi kalıntısındaki spesifik bileşenlerin hedeflenmesine yöneliktir. Gizli parmak izleri esas olarak ekrin ve yağ bezlerinin doğal salgularından oluşmaktadır. Ekrin; ter ağırlıklı olarak sudan oluşur, geri kalan kısmı organik ve inorganik materyallerin bir karışımıdır. Yağ bezlerinin sekresyonları ağırlıklı olarak yağ asitleri, gliseritler, kolesterol çeşitleri ve lipit esterlerinden oluşmaktadır. Yapılan gizli parmak izi çalışmalarının çoğunda bazı lipit bileşenleri saptanmıştır. Bu lipit bileşenleri uzun zincirli yağ asiti esterleri, skualen (doymamış yağ oranı yüksek bir hidrokarbon), kolesterol ve balmumu esterleridir (Resim19). Gizli parmak izlerinin lipit bileşenlerinin yaş ve cinsiyete bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir (Croxtton ve arkadaşları, 2010).



Resim 19. Gizli parmak izlerinin lüminesans görüntüsü (Wang ve arkadaşları, 2014)

Gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi için boyama ajanları da kullanılmaktadır. Metal nanopartiküller üzerinde floresan açıdan görselleştirme prosedürleri uygulanmaktadır (Resim 19). Gizli parmak izlerinin kimyasal analizlerinde iki teknik uygulanmaktadır. Bu teknikler; desorpsiyon elektrosprey iyonizasyon kütle spektrometresi ve matris destekli lazer desorpsiyon iyonizasyon kütle spektrometresidir.

Gizli parmak izlerinin görselleştirilmesinde altın püskürtme ve moleküler kütle spektrometresi işlemleri de uygulanmaktadır. Altın püskürtme ile gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi için parmak izi içeren cam, plastik ve kâğıt gibi substratlar püskürtme kaplayıcı bir odaya yerleştirilir. Sistem; püskürtme gazı olarak yüksek oranda argon gazı ve altın elementi içermektedir. Optik görüntülerin kontrastını en üst düzeye çıkarmak için püskürtme koşulları optimize edilir. Alt tabaka ile hedef tabaka arasındaki mesafe 80 mm uzunluğundadır. İlk olarak 0.02-0.03 mbar basınçla oda içerisi boşaltılır ve oda argon gazı ile yıkanır. Püskürtme işleminde elektrik akımı 12 mA olarak ayarlanır. Argon gazının akışı ayarlanır, oda basıncı yaklaşık 0.04- 0.05 mbar olarak korunur. En uygun püskürtme süresi 13 saniyedir. Geliştirilen optik görüntüler makro lens ile donatılmış bir dijital kamera kullanılarak kaydedilmektedir. Moleküler görüntüleme kütle spektrometresinde gizli parmak izi örnekleri, paslanmaz çelik plakasına monte edilir (Resim 20). Cam, plastik ve kâğıt üzerindeki gizli parmak izlerinin moleküler görüntülerinin elde edilmesi için alanların, yanal hareket çözünürlüğünü sırasıyla 60,70 ve 90 nanometre olarak ayarlanır. Görüntülerin her bir uzamsal pozisyonunda kütle spektrumunun süresi 1 saniyedir. Gizli parmak izlerinin kütle spektrometresinin verileri ve moleküler görüntüleri bir yazılım aracılığı ile işlenir. Kâğıt üzerinden görselleştirmenin sağlanması için elektriksel iletkenliğin artırılması gerekmektedir. Bu amaçla kâğıt yüzeylerde altın püskürtme yöntemi uygulanırken, cam ve plastik yüzeylerde görselleştirme için bu yöntem gereklidir (Tang ve arkadaşları, 2010).



Resim 20. Moleküler kütle spektrometresi aracılığı ile gizli parmak izi görselleştirme

2.1.4. Parmak izi belirleme yöntemleri

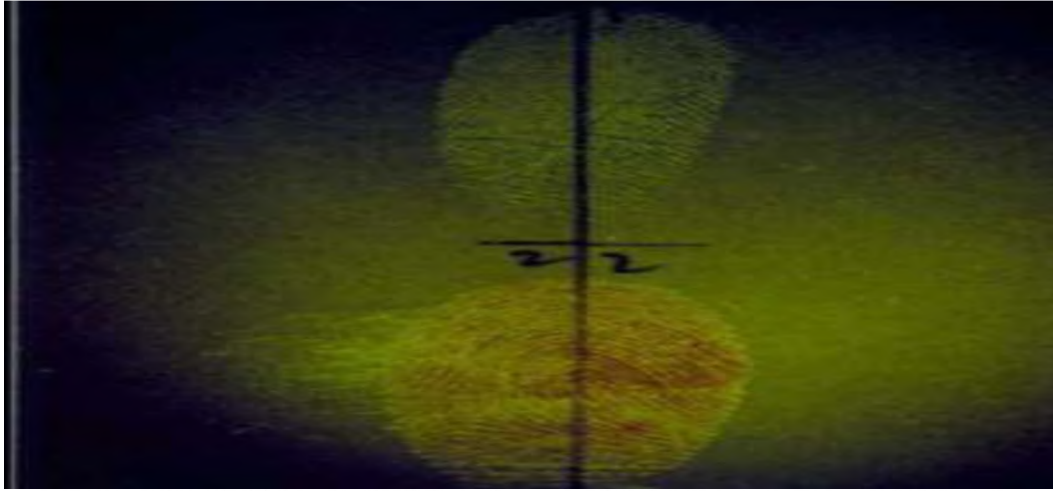
Parmak izinin belirleneceği yüzeyler iki kısma ayrılmaktadır. Bu kısımlardan birisi gözenekli yüzeylerdir. Gözenekli yüzeyler; suyu emme özelliğine sahip yüzeyler olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzeylere örnek olarak, kâğıt ve karton verilebilir. Parmak izi belirleme çalışması için gözenekli yüzeyler; yağlı, ıslak, kanlı, termal ve kuru yüzeyler olarak kategorize edilmektedir. Gözeneksiz yüzeyler ise sıvıyı tutma eğilimi olmayan yüzeylerdir. Metal, plastik ve naylon materyaller gözeneksiz yüzeylere örnek olarak verilebilir. Gözeneksiz yüzeyler kendi içerisinde yağlı, ıslak, kuru, kanlı ve yapışkan olarak sınıflandırılmaktadır.

Parmak izi geliştirme amacı ile iyot buharı, Ninhidrin DFO, Süper Glue, Sudan Black, Amido Black, Stick Side, SPR gibi teknikler kullanılmaktadır. Yağlı, kuru ve nemli yüzeylerde parmak izi görselleştirme amacı ile iyot buharı kullanılmaktadır. Kanlı ve kuru yüzeylerde DFO ve Ninhidrin kullanılırken, termal yüzeylerde Thermanin kullanılmaktadır. Aynı zamanda kuru yüzeylerde gümüş nitrat da kullanılabilir (Hacımurtazaoglu, 2016).

İyot buharı tekniğinde, buharlaştırılmış iyot, parmak izleri ile etkileşime girerek parmak izlerini görünür hale getirmektedir. Parmak izi görselleştirilecek belge, buhara maruz bırakılmaktadır. İzin görünümü kahverengi olarak elde edilir. Oluşturulan izler kısa sürede kaybolma eğilimindedir. Bu sebeple fotoğraflama işlemi uygulanır (Kaygısız, 1995).

Ninhidrin yöntemi amonyak veya primer aminlerin tespitinde kullanılmaktadır. Aminler ile reaksiyona girmesi sonucunda koyu mavi ya da mor renkte ürün oluşturur. Mor renk, Ruhemann moru olarak da bilinmektedir. 1910 yılında ninhidrin ilk defa Ruhemann tarafından sentez edilmiştir. Ruhemann, 2,2 dihidroksi -1,3 indandion yapısını ninhidrinin yapısal formu olarak önermiştir. Ninhidrin sulu çözeltisi sarı renktedir (Resim 21). 1954 yılında ninhidrin tekniği gözenekli yüzeylerde parmak izlerinin belirlenmesinde önemli bir reaktif olarak kanıtlanmıştır (Tezbaşaran, 2011). Ninhidrin, parmak izinde yer alan amino asit ve amino asit

bileşenlerinin parçalanması sonucu oluşan bileşikler ile reaksiyona girmektedir. Reaksiyon süresi birkaç dakikadır. Ortamın sıcaklığı ve nem miktarı reaksiyon hızının artışına sebep olmaktadır. Reaksiyon hızının artması ile elde edilen parmak izi miktarında da artış yaşanmaktadır (Almog ve Glasner, 2010).



Resim 21. Ninhidrin ile belirlenmiş parmak izi (Bleay ve Sears, 2012 akt. Bağçeçi, 2015)

DFO; 1,8-Diazafluoren-9-one yapısında azot ve oksijen içeren büyük molekül sınıfına aittir. Bu bileşik 1950'de ilk kez sentezlenmiş ve 1980'lerin sonlarında gizli parmak izlerini tespit etmek için adli soruşturmalarda kullanılmıştır. DFO, oda sıcaklığında oldukça floresandır. Yeşil ışık altında kırmızı renkli bir kompleks üretmek amacıyla parmak izinde yer alan amino asitlerle reaksiyona girmektedir (Lewkowicz ve arkadaşları, 2019).

Süper Glue; Süper yapıştırıcılar (siyanoakrilat esterleri), plastik yüzeyler, metal yüzeyler, fotoğraf filmi ve cam yüzeylerde parmak izi geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Parmak izi taşıdığından şüphelenilen materyal, içinde ticari süper tutkalın yer aldığı bir odaya yerleştirilir. Tüpten elde edilen süper yapıştırıcı, oda içerisinde siyanoakrilat ester buharı oluşturur. Bu da parmak izi sırtlarının seçiciliğini sağlamaktadır. Ortaya sert, beyaz renkli bir polimerik malzeme çıkmaktadır (Kobus ve arkadaşları, 1983). Siyanoakrilat bir tür akrilat reçinesidir. Etil ester gibi siyanoakrilat esterleri renksiz ve monomerik sıvılardır. Siyoakrilat, gizli parmak izi kalıntılarının ekrin bileşenleri ile etkileşime girerek polimerize olur ve onlara beyaz

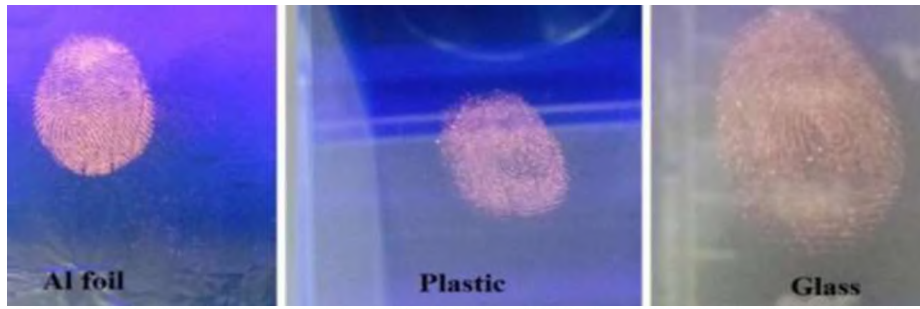
bir renk veren buharlar oluşturur. Bu sert, beyaz polimer yapı polisiyanoakrilat olarak bilinmektedir (Bumbrah, 2017).

2.2. Parmak İzi Görselleştirme ve Nanoparçacıklar

Adli Bilimlerde fiziksel kanıtların araştırılması önemlidir. Parmak izi, çok önemli bir fiziksel kanıttır. Olay mahallinin çoğunda parmak izleri tespit edilebilmektedir. Olay yeri araştırmacıları çeşitli yüzeylerden parmak izlerinin elde edilmesi için çalışır (Rohatgi ve ark., 2016). Çoğu durumda parmak izleri çıplak gözle görülmez. Parmak ucunun ter ve yağ birikimi ile altta yatan yüzey arasındaki zayıf optik kontrastı nedeniyle bunlar gizli parmak izleri (LFP) olarak adlandırılır. Bu tür kanıtlar olay yerinde görülen parmak izi çeşitlerinin en yaygın olanıdır. Görünür hale getirilmesi için bazı tekniklerin kullanılması gerekmektedir. Parmak izlerinin kimyasal bileşimi su, yağ asitleri, tuzlar ve serbest amino asitlerin karışımını içermektedir (Costa ve arkadaşları, 2020).

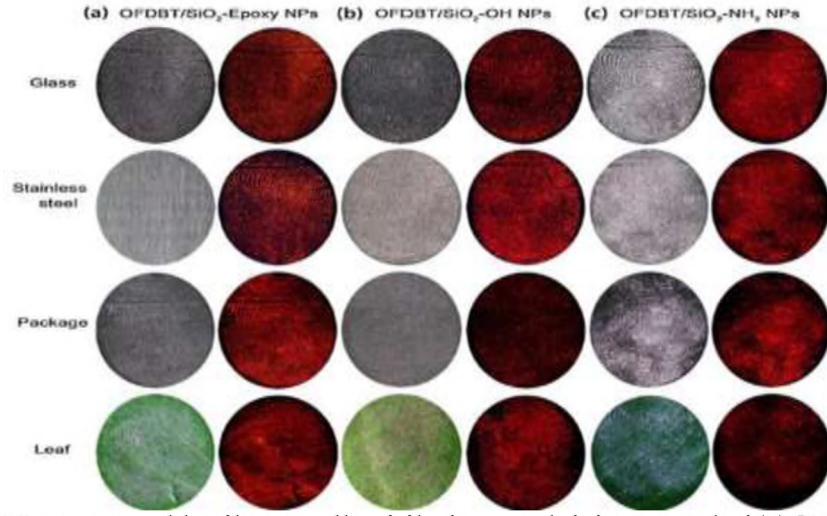
Parmak izi alanında, çeşitli yüzeylerden parmak izi geliştirilmesi için kullanılan geniş bir malzeme yelpazesi mevcuttur (Sorbiun ve ark., 2018). Bu malzemeler nano kristalleri de içermektedir (Yeshodamma ve ark., 2019). Çeşitli boyalar, nano yapılandırılmış çinko oksit, monokovalent CO-katkılı $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}$ nano-yapıları, mikro yapılanmış floresan tozlar ve nanofosforlar bu malzemelerin örneklerindedir (Barros ve Stefani, 2019; Mobaraki ve ark., 2019).

Son zamanlarda lantanit bazlı nanoparçacıklar benzersiz manyetik optik özellikleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Bilinen birçok katı optik malzeme arasında itriyum oksit nanotuzu (Y_2O_3), güçlü kırmızı emisyonu ve yüksek kuantum verimi nedeniyle en popülerleri arasındadır (Resim 22). Nanopartiküller, farklı yüzeylerde gizli parmak izi tespiti için optik kontrast madde olarak kullanılmaktadır (Askerbay ve ark., 2020).



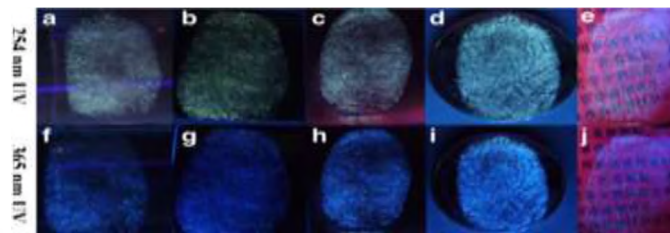
Resim 22. $Y_2O_3: Eu$ nanopartikül ile yüksek kontrastlı gizli parmak izi görselleştirilmesi (Askerbay ve ark., 2020)

Gizli parmak izlerini tanımlamak için, floresan görüntüleme, Raman görüntüleme, kütle spektrometresi, kızılötesi spektroskopi, kemilüminesans, elektrokimya ve diğer yöntemler de dâhil olmak üzere çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Floresan görüntüleme yöntemi yüksek hassasiyet ve mekânsal çözünürlüğünün fazla olması nedeniyle parmak izi tespiti için üstün avantajlar sağlamaktadır. Gizli parmak izlerinin yüksek çözünürlüklü görüntülemesini gerçekleştirmek için agresyon tabanlı emisyon özellikli yapılar dahil edilmiştir. Diğer bir yöntem ise florofor yapıları maddeleri polimer veya silika bazlı organik veya inorganik matrislere dağıtarak agresyon etkisinin önemli ölçüde azaltılması yöntemidir. Yang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kırmızı emisyonlu konjuge oligomeri, silika nanopartiküllere kovalent olarak eklemiştir. Bu çalışma saf konjuge oligomer nanopartiküllere kıyasla %37.7 oranında geliştirilmiş bir floresan kuantum verimi ve çok daha yüksek bir fotostabilite göstermiştir. Modifiye edilmiş epoksi floresan nanoparçacıklar, çeşitli yüzeylerde yüksek çözünürlüklü parmak izi görüntülemeyi göstermiştir (Resim 23). Yüksek affiniteye sahip hibrit nanoparçacık, bir görüntüleme malzemesi olarak kullanılabilir. Bunun avantajı ise gizli parmak izi tespiti için yüksek verimliliğe ve düşük maliyete sahip olmasıdır (Yang ve arkadaşları, 2019).



Resim23. Nanoparçacıklar ile görselleştirilmiş pamak izi görüntüleri (a) OFDBT/SiO₂ Epoksi NPs, (b) OFDBT/ SiO₂-OH NPs ve (c) OFDBT/SiO₂-NH₂ NPs tarafından cam (glass), paslanmaz çelik (stainless steel), paket (package) ve taze yaprak (leaf) dâhil olmak üzere farklı yüzeylerde geliştirilen parlak alan optik görüntüleri (Yang ve arkadaşları, 2019).

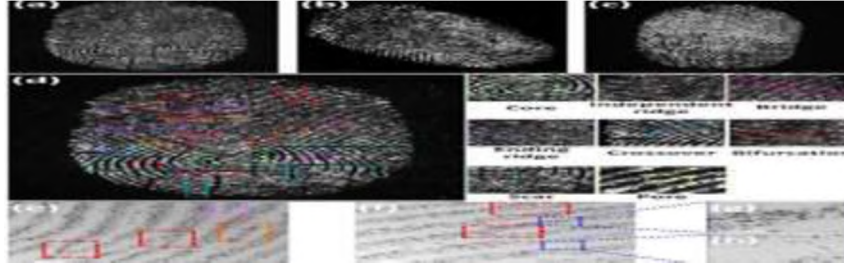
Silika nanopartiküller (Si-NPs), yüksek floresan, güçlü görselleştirme özelliği, iyi biyoyumluluk ve uygun düşük toksisite yetenekleri sebebiyle umut verici floresan nanopartiküllerdir. Günümüzde, floresan tozları, gizli pamak izlerinin görselleştirilmesi için güçlü araçlar olarak araştırılmaktadır. Bu tozlar iyi kontrast, hassasiyet ve doğruluk göstermektedir. Tang ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Si-NPs'nin 4 farklı floresans rengi sergilediğini ortaya koymuşlardır (Resim 24) (Tang ve arkadaşları, 2020).



Resim 24. Silika nanoparçacıklar ile pamak izi görselleştirilmesi. a'dan e'ye: Farklı substrat üzerinde 254 nm UV aydınlatması altında Si-NPA tarafından geliştirilen gizli pamak izlerinin floresan görüntüleri. (Tang ve arkadaşları, 2020).

Floresan nanogümüşler (FNDs), benzersiz fizikokimyasal özellikleri nedeniyle çeşitli uygulamalar için büyük bir vaat sunan yeni bir karbon nanomateryal sınıfıdır. Polivinilpirolidon (PVP) kaplı FND kullanılarak gizli pamak izlerinin tespiti için

alternatif bir tozlama stratejisi geliştirilmiştir (Resim 25). FND'lerin kararlı floresan yapısından, çok renkli emisyon ve biyouyumluluğundan yararlanılmıştır. FND yüzeyindeki PVP kaplama, daha yüksek yapışma verimliliği nedeniyle seçiciliği ve verimliliği artırmıştır (Jung ve arkadaşları, 2020).



Şekil 25. FND - PVP kullanarak geliştirilen gizli parmak izlerinin floresan ve taramalı elektron mikroskobu görüntüleri. Üç bağışçı; (a), (b) ve (c) için parmak izi kalıpları, (d) donör l'in parmak izinin yüksek çözünürlüklü floresan görüntüsü, (e) ve (f) taramalı elektron mikroskobu görüntüleri, (g) ve (h) taramalı elektron mikroskobu görüntüleri yüksek büyütme ile sırtlar ve oluklar görülmektedir (Jung ve arkadaşları, 2020)

3. MATERYAL- METOT

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Literatür taraması, mevcut olan kaynaklar arasından belli bir konunun detaylı bir biçimde araştırılması ve o konuya ait bilgilerin sistematik bir biçimde toplanması durumudur. Literatür taraması, araştırılan problemlerin tarihsel bir perspektifte sunulmasına yardımcı olmaktadır. Verilerin toplanması, bu toplanan verilerin öneminin tartışılması, ilgili problem ile veriler arasında ilişki kurulması ve oluşan bilgilerin sınıflandırılması süreçlerini içermektedir. Literatür taraması ile araştırmacı bu konuda “kim neyi ne zaman çalışmış? Hangi sonuçlara ulaşmış?” sorularına cevap alır. Aynı zamanda bu konu üzerinde araştırılmayan noktalar nelerdir? sorularını da yorumlar.

Bu çalışmada araştırma verilerinin toplanması amacı ile sistematik literatür taraması tercih edilmiştir. 2016- 2020 yılları arasında parmak izi görselleştirme çalışmalarında silika nanopartiküllerin kullanımının ne düzeyde olduğu araştırılmıştır. Veri

toplanması bilimsel çalışmalar üzerinden elde edilmiştir. Çok yeni bir konu olmasından dolayı bu alanda yayımlanan tez, kitap vb. yayınlar henüz mevcut değildir. Elde edilen yayınlarda kullanılan silika nanopartikül molekülleri, sentez yöntemleri, absorban değerleri, kullanılan yüzey çeşitleri, görüntüleme çeşitleri gibi parametreler karşılaştırılmıştır. Sonuçlar tablolaştırılmış ve yorumlanmıştır.

3.2. Araştırmanın Amacı

Olay yerinden elde edilen parmak izi, olayın çözümünü kolaylaştırır. Kişiye özgü olan parmak izi olayın failinin yakalanmasında rol oynar. Çoğu zaman çıplak gözle görülemeyen parmak izlerinin tasnif edilmesi için geliştirilmesi gerekir. Klasik yöntem olarak görülen tozlama yöntemi parmak izinin görselleştirilmesinde en çok tercih edilen yöntemdir. Son zamanlarda ise teknolojik gelişmelerin ilerlemesi Adli Bilimler alanına da yeni boyutlar kazandırmıştır. Görselleştirme çalışmalarında ise nanopartiküllerin kullanımı artmıştır. Özellikle parmak izi görselleştirme çalışmalarında silika nanopartiküllerin kullanımı görülmeye başlanmıştır. Bu araştırmada, parmak izi görselleştirme çalışmalarında silika nanopartiküllerin kullanımının ne düzeyde olduğu saptanmak istenmiştir. Bu amaçla elde edilen veriler üzerinden, en çok hangi silika nanopartikülün kullanıldığı, silika nanopartikül sentezinde en çok hangi metodun kullanıldığı, elde edilen moleküllerin boyutlarının ne olduğu, görselleştirme için en çok hangi tekniğin tercih edildiği vb. parametreler belirlenerek araştırmacılara güncel bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır.

3.3. Araştırmanın Soruları

Araştırma için oluşturulan sorular aşağıda belirtilmiştir;

S1: Görselleştirme çalışmalarında silika nanopartikül kullanımının amacı nedir?

S2: Parmak izi görselleştirme çalışmalarında silika nanopartiküllerin kullanımı ne düzeydedir?

S3: Görselleştirme amacıyla kullanılan silika nanopartikül çeşitleri nelerdir?

S4: Silika nanopartikül sentezinde tercih edilen metotlar nelerdir?

S5: Sentezlenen silika nanopartiküllerin boyutları nelerdir?

S6: Çalışmalarda uygulanan dalga boyları nelerdir?

S7: Silika nanopartikül ile muamele edilen parmak izleri görüntüleri nasıl görselleştirildi?

S8: Hangi yüzeyler tercih edilmiş ve hangi yüzeylerden daha fazla görselleştirilme sağlanmıştır?

3.4. Araştırmanın Kaynak Taraması ve Anahtar Kelimeler

Kaynak taraması ve anahtar kelimeleri aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir.

Çizelge 1. Kaynak taraması ve erişim adresleri

Kaynak tarama	Erişim adresleri
Pubmed	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
Sciencedirect	https://www.sciencedirect.com/
Google Scholar	https://scholar.google.com/schhp?hl=tr&as_sdt=0,5

Araştırmanın kaynak taraması Pubmed, Google Scholar, Sciencedirect arama motorlarından yapılmıştır. Arama motorlarına erişim adresleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan anahtar kelimeler ve İngilizce karşılıkları

Anahtar kelimeler	İngilizce karşılıkları
Parmak izi	Fingerprint
Nanopartikül	Nanoparticle
Silika nanopartikül	Silica nanoparticle
Parmak izi görselleştirme	Fingerprint visualization

Verilerin elde edilmesi amacı ile parmak izi, nanopartikül, silika nanopartikül ve parmak izi görselleştirme anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Tercih edilen anahtar kelimelerin Türkçe ve İngilizce karşılıkları Çizelge 2’de gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

Araştırma için 2016-2020 yılları arasındaki 19 çalışma incelemiştir. Araştırmaya ait elde edilen bulgular tablolarda belirtilmiştir.

Çizelge 3. Son 5 yıla ait çalışma sayısı ve yüzdesi

Parmak izi görselleştirme çalışma sayısı	Tercih edilen çalışma sayısı	Yüzdesi
1540	19	%1

Araştırma için 2016 ve 2020 yılları arasındaki bilimsel çalışmalar tercih edilmiştir. Parmak izi görselleştirme çalışmalarına ait 1540 yayın üzerinden araştırmamıza uygun özellikte olan 19 yayın seçilmiştir. Toplam yayın sayısı, tercih edilen yayın sayısı ve toplam yayın sayısındaki yüzdeleri Çizelge 3’te belirtilmiştir.

Çizelge 4. Son 5 yıla ait yayın sayıları ve yüzdeleri

Yayın yılı	Yayın sayısı	Yüzdesi
2016	1	%5
2017	5	%26
2018	5	%26
2019	4	%21
2020	4	%21
Toplam	19	%100

Araştırma için tercih edilen 19 yayın yıllar bazında sınıflandırılmıştır. Yıllar bazlı sıralama ve yayınların toplamsal yüzdeleri Çizelge 4 üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 5. Çalışmaların örneklem sayısı ve kullanılan yüzey sayısı

Çalışmanın adı	Yılı	Örneklem sayısı	Kullanılan yüzey sayısı
Kim ve ark.	2016	1	2
Li ve ark.	2017	1	9
Komalasari ve ark.	2017	1	3
Zhang ve ark.	2017a	1	5
Zhang ve ark.	2017b	1	3
Abdelwahab ve ark.	2017	1	5
Wang ve ark.	2018	13	5
Divya ve ark.	2018	1	4
Zhu ve ark.	2018	Belirtilmemiş	4
Meng ve ark.	2018	Belirtilmemiş	1
Alsolmy ve ark.	2018	2	3
Lee ve ark.	2019	3	3
Zhang ve ark.	2019	1	4
Yang ve ark.	2019	1	8
Rajan ve ark.	2019	4	1
Jennie ve ark.	2020	1	4
Sansuwan	2020	1	1
Olszowska ve ark.	2020	4	4
Tang ve ark.	2020	1	5

Seçilen 19 yayının çalışma bilgileri Çizelge 5’te belirtilmiştir. Çalışma bilgileri, yılı örneklem sayısı, kullanılan yüzey sayısı ile sınıflandırılmıştır.

Çizelge 6. Çalışmalarda kullanılan silika nanopartiküller türü ve boyutu

Çalışmanın adı	Yılı	Si-Np Türü	Si-Np Boyutu
Kim ve ark.	2016	FSNP	94,6-95,2
Li ve ark.	2017	Si-CN _s	100
Komalasari ve ark.	2017	Siyah nano silika	30-100
Zhang ve ark.	2017a	MSNs	50
Zhang ve ark.	2017b	Of/ Si-O ₂ NPs	51-66
Abdelwahab ve ark.	2017	FLSNPs	110.4
Wang ve ark.	2018	MSNs	150
Divya ve ark.	2018	Si-O ₂ -1-5	135
Zhu ve ark.	2018	Floresan karbon katkı	0.19
Meng ve ark.	2018	MSNs	150-400
Alsolmy ve ark.	2018	F-SiNPs	110.4
Lee ve ark.	2019	Fonksiyonel silikon oksit	90-93
Zhang ve ark.	2019	Si-NPs	30
Yang ve ark.	2019	OFDBT/SiO ₂	50-120
Rajan ve ark.	2019	SNP	200
Jennie ve ark.	2020	FSNP	20-30
Sansuwan	2020	SNPX	50
Olszowska ve ark.	2020	ZnO-SiO ₂	100-20
Tang ve ark.	2020	Si-NPs-A-B, C, D	3-5

Tercih edilen 19 çalışmaya ait bilgilere bakıldığında farklı özellikte farklı büyüklüklere sahip silika nanopartiküllerin kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalarda kullanılan silika nanopartikül ve boyutları Çizelge 6’da belirtilmiştir.

Çalışmalarda kullanılan silika nanopartikül moleküllerinin farklı sentez yöntemleri ile elde edildiği görülmektedir. Bu sentez yöntemleri her çalışma için sınıflandırılmış olup Çizelge 7’de gösterilmiştir.

Çalışmalarda parmak izi görselleştirme için tercih edilen görüntülme teknikleri Çizelge 8’de belirtilmiştir.

Çizelge 7. Çalışmalarda kullanılan silika nanopartikül sentez türleri

Çalışmanın adı	Yılı	Si-NP Sentez Türü
Kim ve ark.	2016	Stöber
Li ve ark.	2017	Teos Hidrolizi, Sodyum Sitrat, APTES
Komalasari ve ark.	2017	Kimyasal
Zhang ve ark.	2017a	BET, Kimyasal
Zhang ve ark.	2017b	Ters mikro emülsiyon
Abdelwahab ve ark.	2017	Kimyasal
Wang ve ark.	2018	Kimyasal
Divya ve ark.	2018	Stöber, APTES, Ampifilik
Zhu ve ark.	2018	APTMS, Folik Asit, BET
Meng ve ark.	2018	Stöber
Alsolmy ve ark.	2018	APTES, Teos, PTeos
Lee ve ark.	2019	Ters Mikro Emülsiyon
Zhang ve ark.	2019	Stöber
Yang ve ark.	2019	Stöber
Rajan ve ark.	2019	Ters mikro emülsiyon
Jennie ve ark.	2020	BET
Sansuwan	2020	Stöber
Olszowska ve ark.	2020	Kimyasal
Tang ve ark.	2020	APTES, S-T Karışımı

Çizelge 8. Çalışmalarda kullanılan görüntüleme teknikleri

Çalışmanın adı	Yılı	Görüntüleme türü
Kim ve ark.	2016	Uv-Tem
Li ve ark.	2017	Xrd- Tem- FT-IR- XPs- PL
Komalasari ve ark.	2017	Sem
Zhang ve ark.	2017a	Sem- Tem
Zhang ve ark.	2017b	Sem-Tem- Uv- Light
Abdelwahab ve ark.	2017	Sem- Dls
Wang ve ark.	2018	Sem- Tem
Divya ve ark.	2018	Sem- Tem- Uv
Zhu ve ark.	2018	Tem- Hrtem
Meng ve ark.	2018	Sem
Alsolmy ve ark.	2018	Dls-Tem- Spektrofluorometrik
Zhang ve ark.	2019	Sem- Tem- Light- Uv
Yang ve ark.	2019	Sem- Uv
Rajan ve ark.	2019	Sem- Beyaz Işık- Sarı Işık
Lee ve ark.	2019	Sem- Fesem
Jennie ve ark.	2020	Tem- Beyaz Işık- Uv
Sansuwan	2020	Uv- Tem
Olszowska ve ark.	2020	Sem- Uv
Tang ve ark.	2020	Uv- Tem

Çizelge 9. Çalışmalarda uygulanan dalga boyları

Çalışmanın Adı	Yılı	Uygulanan dalga boyu [nm]
Kim ve ark.	2016	365
Li ve ark.	2017	365
Komalasari ve ark.	2017	Belirtilmemiş
Zhang ve ark.	2017a	Belirtilmemiş
Zhang ve ark.	2017b	365
Abdelwahab ve ark.	2017	Belirtilmemiş
Wang ve ark.	2018	490
Divya ve ark.	2018	365
Zhu ve ark.	2018	370-450
Meng ve ark.	2018	540
Alsolmy ve ark.	2018	445
Zhang ve ark.	2019	356
Yang ve ark.	2019	365
Rajan ve ark.	2019	350-380
Lee ve ark.	2019	450-590
Jennie ve ark.	2020	530-750
Sansuwan	2020	366
Olzowska ve ark.	2020	365
Tang ve ark.	2020	254-365

Çizelge 10. Çalışmalarda elde edilen parmak izi sayısı ve yüzdeleri

Çalışmanın adı	Yılı	Parmak izi sayısı	Yüzdesi
Kim ve ark.	2016	4	%1
Li ve ark.	2017	8	%1
Komalasari ve ark.	2017	4	%1
Zhang ve ark.	2017a	16	%3
Zhang ve ark.	2017b	17	%3
Abdelwahab ve ark.	2017	5	%1
Wang ve ark.	2018	8	%1
Divya ve ark.	2018	6	%1
Zhu ve ark.	2018	4	%1
Meng ve ark.	2018	23	%4
Alsolmy ve ark.	2018	15	%3
Zhang ve ark.	2019	8	%1
Yang ve ark.	2019	48	%9
Rajan ve ark.	2019	48	%9
Lee ve ark.	2019	288	%54
Jennie ve ark.	2020	4	%1
Sansuwan	2020	6	%1
Olzowska ve ark.	2020	16	%3
Tang ve ark.	2020	10	%2

Çalışmalarda elde edilen parmak izi sayısı ve yüzdesel dağılımı Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 11. Çalışmalarda tercih edilen SNP türleri ve yüzdesi

SNP Türü	Sayısı	Yüzdesi
MSNs	3	%11
SiO ₂	5	%18
Floresan Karbon Katkılı	1	%4
FSNP	2	%7
Fonksiyonel Silikon Oksit	1	%4
Si-CNs	1	%4
SPNX	1	%4
Siyah Nano Silika	1	%4
Of/ SiO ₂ NPs	1	%4
ZnO-SiO ₂	1	%4
F-SiNPs	1	%4
Si-NPs	6	%21
FLSNPs	1	%4
OFDBT/ SiO ₂	3	%11
Toplam	28	%100

Çalışmalarda tercih edilen silika nanopartikül çeşitleri en çok tercih edilen ve en az tercih edilen olarak sınıflandırılmıştır. Sonuçlar Çizelge 11'de belirtilmiştir.

Çizelge 12. Çalışmalarda tercih edilen SNP sentez türleri ve yüzdesi

SNP sentez türü	Sayısı	Yüzdesi
Kimyasal	5	%19
Stöber	7	%26
APTES	2	%7
Ampifilik	1	%4
APTMS	2	%7
Folik asit	1	%4
BET	2	%7
Ters mikro emülsiyon	2	%7
Sodyum sitrat	1	%4
TEOS hidrolizi	1	%4
Ters misel yöntemi	1	%4
S-T karışımı	1	%4
Termokimyasal işlem	1	%4
Toplam	27	%100

Çalışmalarda tercih edilen sentez türleri en çok tercih edilen ve en az tercih edilen olarak yüzdesel dağılıma ayrılmıştır. Sonuçlar Çizelge 12’de gösterilmiştir.

Çizelge 13. Çalışmalarda tercih edilen görüntüleme yöntemleri ve yüzdeleri

Görüntüleme türleri	Sayısı	Yüzdesi
Sem	11	%24
Tem	11	%24
Uv	9	%20
Light	5	%11
Hrtem	1	%2
Fesem	1	%2
Xrd	1	%2
Ft- ır	1	%2
Xps	1	%2
Pl	1	%2
SLM	1	%2
DLS	2	%4
Spektroflorometrik	1	%2
Toplam	46	%100

Çalışmalarda tercih edilen görüntüleme teknikleri yüzdesel dağılım üzerinden sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma Çizelge 13’te belirtilmiştir.

Çalışmalarda kullanılan yüzey türleri yüzdesel dağılım ile sınıflandırılmış olup sonuçlar Çizelge 14’te belirtilmiştir

Çizelge 14. Çalışmalarda tercih edilen yüzey türleri ve yüzdeleri

Yüzey türleri	Sayısı	Yüzdeler
Kağıt ve türevleri	18	%24
Cam	9	%12
Çelik	4	%5
Ahşap	3	%4
Silikon	2	%3
Bakır	4	%5
Plastik	5	%7
Akrilik	1	%1
Alüminyum	5	%7
Poliüretan ve türevleri	4	%5
Mermer	3	%4
Bant	3	%4
Karo	1	%1
Petri kabı	2	%3
Nano karbon	1	%1
Metilen blue	1	%1
Sodyum asetat	1	%1
Metal ve türevleri	3	%4
CSS	1	%1
Beher	1	%1
Taze yaprak	1	%1
Ölçüm silindiri	1	%1
Porselen	1	%1
Deri	1	%1
Toplam	76	%100

4.2. Tartışma

Parmak izi görselleştirme alanında bilimsel çalışmalar mevcuttur. Özellikle son zamanlarda görselleştirme teknikleri geliştirilmiş ve yeni teknikler ortaya atılmıştır. Bireysel kimliği ortaya koymaya yardımcı olan parmak izi verisi nanoteknoloji çalışmaları ile desteklenmiştir. Özellikle bu alanda silika nanopartiküllerin kullanımı dikkat çekici boyutlara ulaşmıştır. Suç olaylarının kısa sürede aydınlatılması ve adaletin doğru bir şekilde tecelli etmesi amacıyla bu tarz çalışmalar her geçen gün önem kazanmaktadır. Literatürde yer alan ve tez çalışmasında kullanılan bazı çalışmaların sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

Alsolmy ve arkadaşları çalışmalarında, florosein izosiyanat kapsüllenmiş silika nanopartiküllerin (F- Sinp), parmak izi geliştirilmesi amacıyla 7 farklı yaklaşım

sentezlemiştir. Çalışma için seçilen floroforun silika matrisine dâhil edilmesine yönelik her bir sentez yolunun uygunluğu ve parmak izi tespitindeki etkinliği araştırılmıştır. Çalışma için 3 farklı gözeneksiz yüzeyde ıslak parmak izlerinin geliştirilmesini etkileyen çeşitli faktörlerin sistematik araştırılması sunulmuştur. Nanometre büyüklüğündeki parçacıklar gelişmiş parmak izlerinin çözünürlüğünü iyileştirirken, gelişmiş parmak izlerinin kontrastını çevreleyen arka planı artırmak amacıyla F- Sinpler matrise yüklenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre geliştirilen silika nanopartiküllerinin, parmak izi kalıntısında en bol bulunan bileşenlerle reaksiyona girme potansiyeline sahip fonksiyonel gruplarının tespitinde etkili olduğu gösterilmiştir. Bu uygulamayı etkileyen en önemli faktörün F-SiNps yüzeyinin hidrofobik yapısı olduğu görülmüştür.

Nil kırmızısı ıslak yüzeylerde gizli parmak izlerini tespit etmek için alternatif bir reaktiftir. Bununla beraber içerisinde metanol olmasından dolayı termal kâğıtlardaki yüzey izlerini yok edebilirler. Bu sorunu çözmek için Wang ve arkadaşları (2018) çalışmalarında Nil kırmızısına dayanan mezopor silika nanopartikül (MSNs)'den oluşan yeni küçük bir parçacık reaktif formülasyonu hazırlamışlardır. Nil kırmızısı yüklü MSNs'lerin parmak izlerinin lipit kalıntularına karşı oldukça seçici olduğu ve bu moleküllerin suya batırıldıktan sonra termal kâğıtlarda, net, keskin ve ayrıntılı parmak izlerini geliştirdiği ortaya konulmuştur. Wang ve arkadaşları yaptıkları çalışma neticesinde Nil kırmızısı yüklü MSNs'lerin adli öneme sahip çeşitli yüzeylerde gizli parmak izlerini geliştirmek için güvenli, verimli ve kullanışlı bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Gizli parmak izlerini geliştirmek için kullanılan silika güçlendiriciler; hassas yapısı, düşük maliyeti, yüksek yüzey kontrastı ve yüzey alanlarının kolay ayarlanması nedeniyle stratejik olarak faydalı olmaktadır. Divya ve arkadaşları (2018) yaptıkları çalışmalarında, silika güçlendiricilerin ampifilisitesinin ayarlanması üzerinde araştırma yapmışlardır. Değişen derecelerde yüzey hidrofobikliği ve hidrofilikliği olan bir dizi işlevselleştirilmiş silika güçlendiriciler sentezlemişler ve tozlama yöntemi kullanarak gizli parmak izi gelişimini incelemişlerdir. Sonuçlar, uzun alkil zinciri ile işlevselleştirilmiş silika güçlendiriciler olan SiO₂- 4 ve SiO₂- 5'in, diğer

hidrofilik yapıya sahip SiO₂-1 ve daha az amfifilik olan SiO₂-2- SiO₂-3'den daha üstün olduğunu göstermiştir. Elde edilen SiO₂-6'ın 365 nm dalga boyunda, ultraviyole ışık ve görünür ışık altında gizli parmak izi gelişimi için son derece iyi sonuçlar ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

Tang ve arkadaşları (2020) çalışmalarında S-Tas hammaddesini kullanarak silika nanopartiküller elde ettiler. Elde edilen silika nanopartikülleri, farklı çözücülerde dağıtarak farklı floresan emisyonuna sahip Si-NP-A, B, C, D olmak üzere 4 farklı silika nanopartiküller oluşturdular. Si-NP-A'nın çift yayıcı özelliğe sahip olması ve gizli parmak izi görselleştirmesinde üstün performans ortaya koyması nedeniyle gizli parmak izi geliştirilmesi alanında umut verici bir floresan malzeme olarak düşünülebileceğini belirtmişlerdir.

Zhu ve arkadaşları (2018) çalışmalarında yüksek oranda floresan karbon katkılı silika nanopartikülleri; basit ve tek tabanlı bir yöntemle sentezlendiler. Hg²⁺ ve Ag⁺ elementlerini gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi amacıyla floresan probu olarak kullandılar. Yeni probun, sulu çözelti içerisinde Hg²⁺ ve Ag⁺ için hızlı tepki verdiği, mükemmel hassasiyete sahip olduğu ve seçicilik gösterdiğini kanıtlamışlardır. Geliştirme prosedürü herhangi bir karmaşık işlem olmadan, yüksek hassasiyet, düşük arka plan ve yüksek kontrastta üstün performans sergilemekteydi.

Meng ve arkadaşları (2018) çalışmalarında, siyah gözeneksiz plastik yüzeylerde gizli kan parmak izlerini geliştirmek için MSN süspansiyonu püskürttüler. Bu yöntem, sadece püskürtme ve durulama ile beyaz veya monospektral ışık altında yüksek gelişme verimliliği ve net görüntüler elde edilmesini sağladı. Gelişmiş parmak izlerinin sırtları ince ve pürüzsüzdü ve parmak izleri ile arka plan arasında büyük bir kontrast vardı. Gelişmekte olan süspansiyon, etanol içerdiğinden gelişmeden önce gizli kan parmak izlerini düzeltmeye ihtiyaç yoktu. Fotonik kristal MSN'sinin etkisi, gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi için boyalarla veya floresan etiketlerle konjugasyon ihtiyacını ortadan kaldırdı.

Zhang ve arkadaşları (2019) çalışmalarında, gizli parmak izi tespiti için konjuge olmayan organosilikon floresan nanopartikül üzerine incelemeler yapmışlardır. Sonuç olarak konjuge olmayan silikon floresan moleküller, Stöber yöntemi kullanılarak silika nanopartiküllere başarıyla dâhil edilmiştir. Floresan molekülü silika nanopartiküllere kovalent olarak bağlandığından mükemmel fotostabilite sergilemektedirler. Parçacık boyutları yaklaşık olarak 30 nm'dir ve parçacıklar %70.6 oranında ultra parlak mavi ışık emisyonuna sahip kuantum verimi sergiler. Hazırlanan Si-Np'ler, parmak izi sırtlarının genişliğinden çok daha küçük bir parçacık boyutuna sahiptir ve bunlar arasında iyi bir optik / floresan görüntü sağladığı belirtilmiştir.

Yang ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada, gizli parmak izi görüntüleme umut verici bir performans gösteren konjuge oligomer OFDBT ile kovalent olarak katkılı kırmızı yayıcı silika nanopartiküller sentezlediler. OFDBT / SiO₂-Epoksi NPs, mekanik yol ile parmak izi sırtlarıyla etkileşimde bulunmak için yararlı olan 20 nm boyutunda küresel bir şekil ortaya koymuştur. Elde edilen DBT / SiO₂-Epoksi NPS tozu, parmak izlerinin salgılarına karşı yüksek afinite göstermiştir. Ayrıca yüksek çözünürlüklü ve ayırt edici detay özelliklerine sahip floresan görüntüleri sağlamıştır.

Zhang ve arkadaşları (2017) çalışmalarında, bir konjuge oligomerin yüksek verimliliğe sahip floresan nanomalzemeler elde etmek amacı ile silika nanopartikül moleküllerine dâhil edildiğini rapor ettiler. Floresans elde edilen hibrit nanopartiküllerin sahip olduğu kuantum verimine, konjuge bir oligomer öncüsü eklendiğinde kuantum veriminin %97'e kadar yükseldiği görülmüştür. Bu floresan nanopartiküller ayrıca ultraviyole ışık altında iyi fotostabilite göstermiştir. Elde edilen SiO₂ NPs'nin gizli parmak izlerinin optik / floresan tespiti için etkili ajanlar olduğunu saptamışlardır.

Literatür çalışmalarına bakıldığında silika nanopartikül çalışmalarının gizli parmak izi görselleştirilmesi üzerinde umut verici etkisi olduğu görülmektedir.

Son 5 yıla ait parmak izi görselleştirme çalışmalarını içeren 1540 yayının %1’lik kısmının silika nanopartikül ile görselleştirme üzerine olduğu görülmüştür. Bu amaçla incelenen 19 yayının yıllar bazında dağılımına bakıldığında 2016 yılında %5 olan yayın oranının 2017 ve 2018 yıllarında %26’a yükseldiği görülmektedir. 2016 yılından sonra yer alan yayınların oranlarının %21 ve %26 olarak dağılımı, bu tarz çalışmaların giderek dikkat çekici hal almasının sonucu olarak değerlendirilebilir. Bu alanda çalışmaların giderek artması, parmak izi görselleştirilmesinde umut verici sonuçların ortaya konduğunun göstergesidir.

İncelenen çalışmalarda çok farklı yapı ve boyutta 14 farklı silika nanopartikül tercih edilmiştir. Çalışmalarda en çok tercih edilen silika nanopartikül çeşitleri; Si-O₂, MSNs, Si- NPs ve OFDBT/ SiO₂ olarak karşımıza çıkmaktadır. Silika nanopartikül sentezinde ise birçok teknik mevcuttur. Çalışmalarda sıklıkla kullanılan sentez türü Stöber ve kimyasal yöntemlerdir. Sentez aşamasından sonra en önemli adım ise görselleştirme basamağıdır. Silika molekülleri ile muamele gören parmak izleri farklı görüntüleme sistemleri ile görsellik kazanmaktadır. Bu amaçla çalışmalarda en çok SEM, TEM ve UV teknikleri görselleştirme için tercih edilmiştir. Silika nanopartiküller ile parmak izi gelişiminin sağlanması amacıyla birçok yüzey cinsi çalışmalarda kullanılmıştır. En çok tercih edilen birincil yüzeyler; kağıt ve türevleri, cam, plastik ve alüminyumdur. İkincil yüzeyler ise %3, %4, %5’lik dilim ile çelik, ahşap, silikon, bakır, poliüretan ve türevleri, mermer, bant, metal ve türevleri olarak saptanmıştır. Çalışmalarda uygulanan dalga boylarının en az değeri 350 nm en yüksek değerinin ise 540 ila 750 nm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. En az elde edilen parmak izi sayısı 4 iken en fazla elde edilen parmak izi sayısı ise 288’dir.

Bu çalışmalar neticesinde gizli parmak izlerinin görüntülenmesinde kullanılan silika nanopartikülün türü, sentez çeşidi, uygulanan dalga boyu, parmak izi görselleştirilecek yüzeyin cinsi, görüntüleme için tercih edilecek optik teknikler önem arz etmektedir.

Tezin ana fikrini oluşturan görselleştirme çalışmalarında silika nanopartiküllerin kullanımı, uygulamanın kolaylığı, düşük toksisite oranı, elde edilen parmak izi

sayısının fazla olması, net görselleştirme sağlaması, kalitesi ve uygulanabilirliği açısından yüzey çeşitliliğinin fazla olması nedenleriyle bu alandaki çalışmalarda tercih edilen bir uygulama olmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Suçun aydınlatılması durumu, adaletin doğru ve hızlı tecelli etmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Suçların çözümü noktasında olay yeri, mağdur ve fail arasındaki üçgenin inşa edilmesi gerekir. İlk olarak, olayın meydana geldiği yer olarak adlandırılan olay yerinin öneminin bilinmesi esastır. Olay yeri, içerisinde olayın çözümüne götürecek bulguları içeren dinamik bir yapıdır. Olay ile ilişkili her bulgu, olayın çözümlenmesi açısından önem arz eder. Bu sebeptendir ki olay yeri inceleme çalışmasının doğru ve düzgün bir şekilde yapılması elzemdir. Olayın meydana geldiği alanın korunması, bulguların tespiti, muhafazası, taşınması, incelenmesi son derece titizlikle yapılmalıdır. Olay yerinde yer alan bulgular olayın ispatlanmasına yardımcı ise delil adını alır. İspat etme üzerine kurulan delil türleri maddi (fiziki) delil ve iz delilleri olarak sınıflandırılır. Fiziki deliller; vücut sıvılarını içermektedir. Kan, ter, tükürük, vajinal sıvı, meni ve sperm sıvısı bu delillere örnektir. Kan delili ile cinayet, tecavüz, saldırı tarzı olaylarda sıklıkla karşılaşılmaktadır. Kan delili olay yerinde bulunabileceği gibi olay yerinden uzaklaşan şahıs ve alet üzerinde de bulunabilmektedir. Olay yerinde mağdura rastlanılmayan durumlarda olay yerinden temizlenmeye veya silinmeye çalışılmış kan lekesi görmek mümkündür. Eğer bir sürtünme ya da temas yaşanmışsa olay yeri incelemesinde kan izleri de görülebilmektedir. Diğer yönden olay yerinden tespit edilen vajinal sıvı, meni ve sperm örnekleri gerçekleşen olayın tecavüz veya cinsel amaç taşıdığını göstermektedir. Olay yerinden elde edilen vücut sıvıları, olayın cinsi ve olayın nasıl meydana gelebileceği hakkında bilgiler sunmaktadır.

Bir başka delil türü ise iz delilleridir. Olay yerinde rastlanan ayak izi, lastik izi, alet izi bu tarz izlere örnektir. Bu izler, inceleme sırasında kolayca ortadan kalkabilir veya silinebilir. Bu amaçla olay yeri korumasının güvenli olması gerekmektedir. Görülen izler fotoğraflama yöntemi ile kayıt altına alınmaktadır. Çıplak gözle

görünmeyen ve görsel hale getirilmesi gereken iz türü de parmak izidir. Parmak izi kişinin profiline olanak veren önemli bir delildir. Kişiye özgü olan parmak izlerinin kendine has özellikleri mevcuttur. Parmak izleri benzemezdirler. Hiç kimsenin parmak izi birbirine benzerlik göstermezler. Bu sebeple parmak izleri delil olarak kullanılmaktadır. Ayrıca parmak izleri değişmez ve değiştirilemezler. İnsan parmak izinde yer alan papil hatları birey doğmadan önce başlar ve ölene kadar değişmeden kalır. Bir diğer özellik ise parmak izlerinin tasnif edilebilir olmasıdır. Tasnif edilebilmesi için parmak izlerinin belirlenmesi, geliştirilmesi gerekmektedir. Parmak izlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan birçok metot mevcuttur. İyot buharı, Ninhidrin, DFO, Süper Glue, Stick Side gibi yöntemler bu metotlara örnek olarak verilebilmektedir. Kanlı ve kuru yüzeylerde DFO ve Ninhidrin sıklıkla kullanılır. Parmak izi görselleştirilecek yüzey plastik, cam, metal gibi yüzeyler ise bu tarz yüzeylerde Süper Glue (Süper yapıştırıcı) yönteminin uygulanması daha elverişli olmaktadır.

Gizli parmak izlerinin görselleştirilmesinde kimyasal, fiziksel ve optik teknikler kullanılmaktadır. Son zamanlarda gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi amacıyla nanoparçacıkların kullanımında yoğun bir ilgi görülmektedir. Özellikle silika tabanlı nanoparçacıklar; yüksek floresans, güçlü görselleştirme ve düşük toksisite sebebiyle tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda silika nanoparçacık kullanımı sayesinde daha net ve keskin parmak izlerinin elde edildiği görülmüştür. Net profillenen parmak izlerinin suçluların tespit edilmesinde büyük bir katkısı bulunmaktadır.

Parmak izi görselleştirmeye yönelik silika nanopartiküllerin kullanımına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, farklı yapılara ve boyutlara sahip silika moleküllerin sentezlendiği görülmektedir. Özellikle sentez için Stöber yöntemi en çok tercih edilen yöntem olmaktadır. Diğer yönden uygulanan dalga boyunun ve görselleştirmeyi sağlayacak olan optik tekniklerin tercihi önemli olmaktadır. Optik teknikler sıklıkla SEM, TEM ve UV kullanımını kapsamaktadır. Silika nanopartiküller ile görselleştirmede parmak izi elde edilecek yüzey çeşitliliği fazladır. Bu amaçla en çok, kâğıt ve türevleri, cam, plastik ve alüminyum tercih edilmektedir. Gizli parmak izlerinin görselleştirilmesi için silika nanopartikül

yöntemi diğer klasik yöntemlerle karşılaştırıldığında daha avantajlı olma özelliğine sahiptir. Yüzey cinsi ne olursa olsun birçok yüzeyden parmak izi görselleştirilmesi sağlanmaktadır.

Olayların çözümü için önemli olan parmak izi delilinin görselleştirilmesi, yeni teknik ve yöntemler ile incelenmeye devam etmelidir. Teknolojik gelişmelerin göstergesi olan silika nanoparçacıkların kullanımı giderek artırılmalıdır. Bu tez çalışmasında, parmak izi görselleştirilmesinde silika nanoparçacık kullanımının ne düzeyde olduğu gösterilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda çalışmalarda en fazla tercih edilen yüzey türlerinin neler olduğu, hangi dalga boylarının uygulandığı, görselleştirme amacıyla kullanılan tekniklerin neler olduğu, silika moleküllerinin sentez çeşidi, silika nanopartikülün boyutları gibi özellikler bu alanda çalışma yapmak isteyen bilim insanlarına bilgi vermesi amacı ile bilim dünyasına sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Abdelwahab, W.M., Phillips, E., Patonay, G. (2017). Preparation of Fluorescent Labeled Silica Nanoparticles Using an Amino Acid-catalyzed Seeds Regrowth Technique: Application to Latent Fingerprints Detection and Hemocompatibility Studies. *Journal of Colloid and Interface Science*. 1-39.
- Almog, J., Glasner, H. (2010). Ninhydrin Thiohemiketals: Basic Research Towards Improved Fingermark Detection Techniques Employing Nano-Technology. *J Forensic Sci*, January 55(1), 220-215.
- Alsolmy, E., Abdelwahab, W., Patonay, G. (2018). A Comparative Study of Fluorescein Isothiocyanate-Encapsulated Silica Nanoparticles Prepared in Seven Different Routes for Developing Fingerprints on Non-Porous Surfaces. *Journal of Fluorescence*. 2-10.
- An, J.H., Shin, K.J., Yang, W.I., Lee, H.Y. (2012). Body fluid identification in forensics. *BMB Reports*. 45(10): 545-553.
- Arslan, M.N. (2009). Kan Lekesi Model Analizi ile Olay Yerinin Yeniden Yapılandırılması. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu. Uzmanlık Tezi. İstanbul.
- Askerbay, A., Molkenova, A., Atabaev, T.S. (2020). Latent fingerprint detection with luminescent $Y_2O_3:Eu^{3+}$ nanoparticles. *Materials Today: Proceedings* 20: 245–248.
- Bağçeci, G. (2015). Parmak izi Tespitinde Karbon Nanopartiküllerin Kullanımı ve Temel Bileşen Analiz Yönteminin Uygulanması. İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Fizik ABD. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Barros, H.L., Stefani, V.J. *Photochem. Photobiol. A Chem.* 368 (2019) 137–146.
- Bayer, M. (2003). Olay Yeri İnceleme Kriminal Laboratuvar Analizleri. Songül Yayıncılık. Ankara.
- Brown, M.F. (1998). *Criminal Investigation Law and Practice*. Copyright 1998 by Butterworth – Heinmann, Printed in the USA.
- Bumrah, G.S. (2017). Cyanoacrylate fuming method for detection of latent fingerprints review. *Egyptian Journal of Forensic Sciences* 7(4): 2-8.
- Cappelli, R., Maio, D., Maltoni, D. (1999). Fingerprint classification based on multi-space KL. In: *Proceedings of Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies*, pp. 117–120.

- Costa, C.V., Gama, L.I.L.M., Damasceno, N.O., Assis, A.M.L., Soares, W.M.G., Silva, R.C Tonholo, J., Ribeiro, A.S. (2020). Bilayer systems based on conjugated polymers for fluorescence development of latent fingerprints on stainless steel. *Synthetic Metals* 262; 116347.
- Coşgun, U. (2010). İdari Yargılama Usulü Kanunu 31. Maddesi Kapsamında Delil Türleri ve Özellikleri. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Hukuku ABD. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Croxton, R.S., Baron, M.G., Butler, D., Kent, T., Sears, V.G. (2010). Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints. *Forensic Science International* 199; 93–102.
- Divya V., Bhavesh Agrawal, Amit Srivastav, Pooja Bhatt, Sagar Bhowmik, Yadendra K. Agrawal & Prasenjit Maity (2018). Fluorescent amphiphilic silica nanopowder for developing latent fingerprints, *Australian Journal of Forensic Sciences*, 1-14.
- Fish, T.J., Miller, L.S., Braswell, M.C., Wallace, E.W. (2014). *Crime Scene Investigation*. 3rd Edition, Publisher's Transferred to Taylor & Francis.
- Fisher, B.A.J. (2004). *Techniques of Crime Scene Investigation*. 7th Edition. CRC Press LLC.
- Gaensslen, R.E. (1983). *Sourcebook in Forensic Serology, Immunology, and Biochemistry*, U.S. Department of Justice, Washington, DC.
- Garnerd, R.M. (2009). *Crime Scene Photography: US Perspective*.
- Hacımurtazaoglu, M.Z. (2016). Ninhidrin Gözenekli Yüzeylerde Vücut İzi Tayininde Kullanılması ve Gözenekli Yüzeylerde Uygulanan Süper Glu Yöntemi ile Oluşan Vücut İzlerinin ANT ile Boyanarak Görünür Hale Getirilmesi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi. Rize
- Hawthorne, M.R. (2009). *Fingerprints Analysis and Understanding*. CRC Press Taylor & Francis Group, 3-121.
- Hong, L., Jain, A. (1998). *Classification of Fingerprint Images*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.57.9879&rep=rep1&type=pdf>
- Jennie, S.N.A., Krismastuti, F.S.H., Ningrum, Y.P., Kristiani, A., Yuniati, M.D., Astuti, W., Petrus, H.T.M.B. (2020). Geothermal silica-based fluorescent nanoparticles for the visualization of latent fingerprints. *Mater. Express*, 10(2), 258-266.

- Jiang, X. (2009). Fingerprint Classification. In: Li S.Z., Jain A. (eds) Encyclopedia of Biometrics. Springer, Boston, MA.
- Karu, K. Jain, A.K. (1996). Fingerprint Classification. Pattern Recognition, 29(3); 389-404.
- Kaya, A., Karadayı, B., Uygun, S., Karadayı, Ş., Afşin, H. (2015). Acil Servislerde İsrık İzlerinin Çocuk İstismarı Açısından Değerlendirilmesi. Haseki Tıp Bülteni 53;181-186.
- Kaygısız, M. (1995). Kriminalistikte Parmak İzi İncelemesi. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Fen Bilimleri ABD. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Kim, Y.J., Jung, H.S., Lim, J., Ryu, S.J., Lee, J.K. (2016). Rapid Imaging of Latent Fingerprint Using Biocompatible Fluorescent Silica Nanoparticles. American Chemical Society- Langmuir, 1-7.
- Kobus, H.J., Warrenner, R.N., Stoilovic, M. (1983). Two Simple Staining Procedures which Improve the Contrast and Ridge Detail of Fingerprints Developed with "Super Glue" (Cyanoacrylate Ester). Forensic Science International, 23; 233-240 Elsevier Scientific Publishers Ireland Ltd.
- Komalasari, I. Krismastuti, F.S.H., Elishian, C., Handayani, E.M., Nugraha, W.C., Ketrin, R. (2017). Straightforward Fabrication of Black Nano Silica Dusting Powder for Latent Fingerprint Imaging. Proceedings of the 3rd International Symposium on Applied Chemistry Published by AIP Publishing, 1-7.
- Krishan, K. (2007). Individualizing characteristics of footprints in Gujjars of North India— Forensic aspects. Forensic Science International 169 (2007) 137–144.
- Kuşçu, O. (2010). Suça Konu Olaylarda, Alet İzlerinin Önemi, Tespiti ve Karşılaştırma Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Sosyal Bilimler ABD. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Küchen, M., Newell, A.C. (2005). Fingerprint formation. Journal of Theoretical Biology 235; 71–83.
- Lee, H.C., Pagliaro, E.M. (2013). Forensic Evidence and Crime Scene Investigation. Avens Publishing Group J Forensic Investigation. 1(1); 5.
- Lee, HC, Palmbach, TM, Miller, M (2001) Henry Lee's Crime Scene Handbook. Academic Press, San Diego, CA.
- Lee, P.L.T., Kanodarwala, F.K., Lennard, C., Spindler, X., Spikmans, V., Roux, C., Moret, S. (2019). Latent fingermark detection using functionalised silicon oxide nanoparticles: Method optimisation and evaluation. Forensic Science International 298, 372–383.

- Lewkowicz, A., Baranowska, K., Bojarski, P., Jozefowicz, M. (2019). Solvent dependent spectroscopic properties of fingerprint reagent - 1,8- Diazafluoren-9-one. *Journal of Molecular Liquids* 285; 754–765.
- Li, F., Li, H., Cui, T. (2017). One-step synthesis of solid state luminescent carbon-based silica nanohybrids for imaging of latent fingerprints. *Optical Materials* 73; 459-465.
- Martin, N.C., Clayson, N.J., Scrimger, D.G. (2006). The sensitivity and specificity of Red- Starch paper for the detection of saliva, *Sci. Justice* 46; 97–105.
- McGunnigle, G., Chantler, M.J. (2001). Recovery of Fingerprints using Photometric Stereo. 192-199. Paper presented at Proceedings Irish Machine Vision & Image Processing Conference, Maynooth, Ireland.
- Meng, L., Ren, Y., Zhou, Z., Li, C., Wang, C., Fu, S. (2018). Monodisperse silica nanoparticle suspension for developing latent blood fingermarks. *Forensic Sciences Research*. 1-9.
- Meuwly D. (2009) Fingerprint, Forensic Evidence of. In: Li S.Z., Jain A. (eds) *Encyclopedia of Biometrics*. Springer, Boston, MA.
- Miller, M.T. (2003). *Crime Scene Investigation*. [https://www.cbsd.org/cms/lib07/PA01916442/Centricity/Domain/1908/CSI%20Text %20Marilyn%20Miller.pdf](https://www.cbsd.org/cms/lib07/PA01916442/Centricity/Domain/1908/CSI%20Text%20Marilyn%20Miller.pdf).
- Mobaraki, A, Hosseinzadeh, Z., Yavari, I. J. Iran. Chem. Soc. 16 (2019) 1601–1610.
- Olszowska, I., Lesniewski, A., Kelm, A., Pieta, I.S., Siejca, A., Jönsson, J.N. (2020). Zinc oxide quantum dots embedded in hydrophobic silica particles for latent fingermarks visualization based on time-gated luminescence measurements. *IOP Publishing*, 1- 11.
- Rajan, R., Zakaria, Y., Shamsuddin, S., Hassan N.F.N. (2019). Fluorescent variant of silica nanoparticle powder synthesised from rice husk for latent fingerprint development. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. 9(50), 2-9.
- Rohatgi, R., Kapoor, A.K. Egypt. J. Forensic Sci. 6 (2016) 179–184.
- Sagawa, K., Kimura, A., Saito, Y., Inoue, H., Yasuda, S., Nosaka, M., Tsuji, T. (2003). Production and characterization of a monoclonal antibody for sweat-specific protein and its application for sweat identification. *Int. J. Legal Med.* 117; 90-95.
- Salmaner, H. (2003). Suç Yeri İncelemesi. Elif Matbaacılık. Şanlıurfa.

- Sangsuwon, C.(2020). Rapid Imaging of Latent Fingerprints Using Xanthone Compounds on Silica Nanoparticles Detected by UV Spectrophotometry. Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications II Proceedings of the 2nd International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies: Future Applications (IHET – AI 2020), 569-576.
- Sensabaugh, G.F. (1982). Isozymes in forensic science, in: M.C. Rattazzi, J.G. Scandalios, G.S. Whitt (Eds.), *Isozymes: Current Topics in Biological and Medical Research*, Alan R. Liss Inc., New York, pp. 247–260.
- Sikirzhytskaya, A., Sikirzhytski, V., Lednev, I. (2012). Raman spectroscopic signature of vaginal fluid and its potential application in forensic body fluid identification. *Forensic Science International* 216; 44–48.
- Sikirzhytski, V., Sikirzhytskaya, A., Lednev, I. (2012). Multidimensional Raman spectroscopic signature of sweat and its potential application to forensic body fluid identification. *Analytica Chimica Acta* 718 (2012) 78– 83.
- Sorbiun, M., Mehr, E.S., Ramazani, A., Fardood, S.T., *Int. J. Environ. Res.* 12 (2018) 29–37.
- Tang, H.W., Lu, W., Che, C.M., Ng, K.W. (2010). Gold Nanoparticles and Imaging Mass Spectrometry: Double Imaging of Latent Fingerprints. *Anal. Chem.* 82, 1589–1593.
- Tang, M., Zhu, B., Qu, Y., Jin, Z., Bai, S., Chai, F., Chen, L., Wang, C., Qu, F. (2020). Fluorescent silicon nanoparticles as dually emissive probes for copper(II) and for visualization of latent fingerprints. *Microchimica Acta* 187(65); 1-10.
- Tezbaşaran, E. (2011). *Ninhidrinin Bazı Aromatik Aminlerle Olan Reaksiyonlarının Ft-İr Sıvı Hücrelerinde İncelenmesi*. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir.
- Thomas, G.L. (1978). The physics of fingerprints and their detection. *J. Phys. E: Sci. Instrum.*, Vol. 11, Printed in Great Britain 723-730.
- Virkler, K., Lednev, I. (2009). Analysis of body fluids for forensic purposes: From laboratory testing to non-destructive rapid confirmatory identification at a crime scene. *Forensic Science International* 188; 1–17.
- Wang, J., Wei, T., Li, X., Zhang, B., Wang, J., Huang, C., Quan, Y. (2014). *Angew. Chem. Int. Ed.*, 53, 1616 –1620.
- Wang, W., Xing, J., Ge, Z.(2018). Evaluation of Nile Red-Loaded Mesoporous Silica Nanoparticles for Developing Water- Soaked Fingerprints on Thermal Paper. *Journal of Forensic Science*. 1-11.

- Yang, Y., Liu, R., Cui, Q., Xu, W., Peng, R., Wang, J., Li, L. (2019). Red-emissive conjugated oligomer/silica hybrid nanoparticles with high affinity and application for latent fingerprint detection. *Colloids and Surfaces A* 565; 118–130.
- Yeshodamma, S., Sunitha, D.V., Basavaraj, R.B., Darshan, G.P., Prasad, B.D., Nagabhushana, H., *J. Lumin.* 208 (2019) 371–387.
- Zhang, M., Ou, Y., Du, X., Li, X., Huang, H., Wen, Y., Zhang, X.(2017a). Systematic study of dye loaded small mesoporous silica nanoparticles for detecting latent fingerprints on various substrates. *J Porous Mater* 24, 13–20.
- Zhang, S., Liu, R., Cui, Q., Yang, Y., Cao, Q., Xu, W., Li, L. (2017b). Ultra-Bright Fluorescent Silica Nanoparticle Embedded with Conjugated Oligomers and Their Application for Latent Fingerprint Detection. *ACS Appl. Mater. Interfaces.* 1-39.
- Zhang, H., You, J., Nie, C., Wang, J., Dong, X., Guan, R., Cao, D., Chen, Q. (2019). Non- conjugated organosilicone fluorescent nanoparticles for latent fingerprint detection. *Journal of Luminescence* 215, 116582.
- Zhu, B., Ren G., Tang, M., Chai,F., Qu, F., Wang, C., Su, Z.(2018). Fluorescent silicon nanoparticles for sensing Hg²⁺ and Ag⁺ as well visualization of latent fingerprints. *Dyes and Pigments* 149; 686–695.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÇETLİ, Elif

Eğitim	Birimi	Mezuniyet
Lise	Kocaeli, KTÇPL Fen Alanı	2012
Lisans	Uşak Ün. Moleküler Biyoloji ve Genetik	2016

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014	Boğaziçi Ün. Genetik Tanı Lab.	Stajer
2015	Gebze Teknik Ün. Mol. Onkoloji Lab.	Stajer
2017	Kocaeli Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik Lab	Biyolog
2018	Kocaeli Tıp Fakültesi Onkoloji Birimi	Biyolog

Yabancı Dil

İngilizce

Fransızca

Yayınlar

Çetli, E. ve Özkoçak, V. (2018). Kaydedilen Kişisel Verilerin Adli Bilimlerde Kullanımı. *Avrasya Sanat Ve Medeniyet Dergisi*, 5, 10, 1-12.

Çetli, E., Koç, F., & Özkoçak, V. (2019). Parmak İzi ve Yapay Sinir Ağları Sistemlerinin Gelişiminin Adli Bilimler Açısından İncelenmesi. *Turkish Studies Cudes*, 14(5), 37-51.

Çetli, E., Çalışkan, A., Koç, F., & Özkoçak, V. (2019). The Importance Of Anthropological and Genetic Data in Forensic Photography And Image Analysis. *Eurasian Academy of Sciences*.

Çetli, E., Tatar, D., & Özkoçak, V. Adli Bilimlerde DNA Parmak İzine Adli Genetik ve Adli Antropolojik Bakış. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(4), 1545-1556.

Bektaş, İ., Çetli, E., Fırat, K., & Özkoçak, V. (2019). The Relationship Between Poverty And Crime.

Akyel, M. Çetli, E., Özkoçak, V. (2019). Adli Bilimler Ve Adli Antropolojide Yeni Yöntemler Ve Teknikler / Adli Bilimler Ve Adli Antropolojide Yeni Yöntem Ve Teknikler. *Beşeri Ve Sosyal Bilimler Üzerine Son Değerlendirmeler*, 117.

Tekeli, E., Çetli, E. (2019). Çocuklara Yöneltilen Cinsel Suçların Hukuki Boyutu. *Elektronik Türk Araştırmaları*, 14 (5).

Koç, F., Çetli, E., & Özkoçak, V. (2020). Biyometrik Verilerin Ülke Giriş-Çıkış Noktalarında Kullanılması ile Suç-Geçiş Bölgelerinin Güvenliğinin Sağlanması. *Electronic Turkish Studies*, 15(1)

Özkoçak, V.; Çetli, E. & Koç, F. (2020). "Geçmişten Günümüze Pandemilere Genetik Ve Antropogenetik Açından Bakış", International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 6(32): 1114-1124

Uluslararası Yapılan Kongre Sunumları

3rd International Symposium On Innovative Approaches In Scientific Studies: "The Importance Of Anthropological And Genetics Data İn Forensic Photography And Image Analysis" Ankara/ TURKEY.

4rd International Symposium on Innovative Approaches in Social – Human and Administrative Sciences: "Postmortem Changes in Cadaver" Samsun TURKEY.

5rd International Congress on Social Sciences: "Ensuring Security Of Crime – Transit Zones by Using Biometric Data at Country Entry and Exic Points" Üsküp/ MAKEDONYA. 1st International Cappadocia Congress of Philosophy and Social Sciences.

"The Effect of Poverty Cases on Crime Risk" Nevşehir/ TURKEY

9rd International Congress on Current Debates in Social Sciences: "New Methods and Techniques in Forensic Science and Forensic Anthropology" Lefkoşa- KIBRIS.

10rd International Congress on Current Debates in Social Sciences: "The Use of Digit Ratio (2D:4D) in Health Sciences" İstanbul/ TURKEY.

Sertifikalar

ISAS- 2019- 3rd International Symposium On Innovative Approaches In Scientific Studies _ Katılım Sertifikası

ISAS – 2019 4rd International Symposium on Innovative Approaches in Social – Human and Administrative Sciences- Katılım Sertifikası

INCOSS- 2019 5rd International Congress on Social Sciences- Katılım Sertifikası

CUDES- 2019- 9rd International Congress on Current Debates in Social Sciences-
Katılım Sertifikası

CUDES- 2019- 10rd International Congress on Current Debates in Social
Sciences- Katılım Sertifikası

