

T.C.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI

FARKLI PARMAK İZİ GELİŞTİRME YÖNTEMLERİ İLE
SICAKLIĞIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

SELİN YÖRÜKCÜ

AĞUSTOS 2022

T.C.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI

FARKLI PARMAK İZİ GELİŞTİRME YÖNTEMLERİ İLE
SICAKLIĞIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yüksek Lisans Tezi

SELİN YÖRÜKCÜ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Nuriye AKBAY

AĞUSTOS 2022

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt ederim.

İmza

Öğrencinin Adı Soyadı

Selin YÖRÜKCÜ

Danışmanlığını yaptığım işbu tezin tamamen öğrencinin çalışması olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı taahhüt ederim.

İmza

Danışmanın Ünvanı Adı Soyadı

Prof. Dr. Nuriye AKBAY

İMZA SAYFASI

Selin YÖRÜKCÜ tarafından hazırlanan “Farklı Parmak İzi Geliştirme Yöntemleri ile Sıcaklığın İz Gelişimi Üzerine Etkisi” başlıklı bu yüksek lisans tezi, Adli Bilimler Anabilim Dalında hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Nuriye AKBAY

.....

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Prof. Dr. Yelda YALÇIN GÜRKAN

.....

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Zeynep KÖKSAL

.....

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: / / 2022

ÖNSÖZ

Lisansüstü eğitimim boyunca her zaman yol gösteren, çalışmamın yürütülmesinde fikirleri ve bilimsel katkılarıyla desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Nuriye AKBAY'a,

Tez çalışmamda bilgisine başvurduğum, laboratuvar çalışmalarında yardım ve desteğini her zaman hissettiğim mesai arkadaşım Dr. Ahmet TÜLEK'e

Tüm eğitim ve öğrenim hayatım boyunca hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak beni destekleyen, varlıklarıyla bana mutluluk veren, bugünlere gelmemde çok büyük desteği olan sevgili aileme,

Desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim, her konuda beni cesaretlendiren sevgili eşim Salim YÖRÜKCÜ'ye

Hayatıma kattığı mutlulukla daha azimli ve şevkle çalışmamı sağlayan canım kızım Zeynep YÖRÜKCÜ'ye

Tüm içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

FARKLI PARMAK İZİ GELİŞTİRME YÖNTEMLERİ İLE SICAKLIĞIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Selin YÖRÜKCÜ

Yüksek Lisans Tezi, Adli Bilimler Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuriye AKBAY

Ağustos, 2022. 50 Sayfa.

Parmak izleri cezai soruşturmalarda kilit bir role sahiptir ve dünya çapında en yaygın kullanılan kanıt biçimidir. Her insanın parmak izinin benzersiz olması ve büyüme ya da yaşla birlikte değişmemesi parmak izlerinin hatasız bir kişisel tanımlama aracı olmasını sağlamaktadır. Bu izleri ortaya çıkarmakta kullanılan teknikler suç olaylarının aydınlatılması açısından önemlidir. Bununla birlikte, iz geliştirme reaksiyon mekanizmaları, çevresel değişkenler ve zamanın parmak izi kompozisyonu üzerindeki etkisi olmak üzere parmak izi kimyasının anlaşılmasında önemli boşluklar bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında parmak izi gelişimi üzerinde çevresel bir faktör olan sıcaklığın farklı teknikler ile iz gelişimindeki etkisi analiz edilmiştir. Bunun için gözenekli ve gözeneksiz yüzeylerde parmak izinin geliştirilmesinde kullanılan yöntemlerin yanında yağlı, kanlı yüzeyler gibi farklı alt-yüzey türleri için 10 °C aralıklı artışlarla 25-95 °C arasındaki sıcaklık değişimlerinin iz gelişimine etkisi 1 saatlik inkübasyon ile belirlenmiştir. Ayrıca gözenekli ve gözeneksiz yüzeylerde en fazla kullanılan yöntemler olan super glue-ardrox ve ninhidrin için 3 saatlik inkübasyon sürelerinde 55 ve 95 °C sıcaklıklar için iz gelişimi gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda sıcaklığa bağlı kimliklendirilebilir izler analiz edilmiştir.

Gözeneksiz yüzeylerden kuru yüzey için super glue; kanlı yüzeyler için hungarian red; yağlı yüzeyler için kullanılan sudan black yönteminde tüm sıcaklıklarda 1 saat inkübasyon için parmak izi gelişimi ve kimliklendirilebilir izler tespit edilmiştir. Gözenekli yüzeyler için kullanılan ninhidrin, 1,2-indandione, 5-MTN (5-methylthioninhydrin), gümüş nitrat, DFO (1,8-diazafluoren-9-one) yöntemleri için ise

hem 1 saat hem de 3 saat inkübasyon için iz gelişimi ve buna bağlı olarak kimliklendirilebilir iz sayısı sıcaklık arttıkça azalmıştır.

Elde edilen veriler sabit nem, bası kuvveti ve yüzey özelliğinin yanında kullanılan iz geliştirme metodunun sıcaklığa bağlı olarak parmak izi geliştirmesini etkilediğini ayrıca kimliklendirilmesinde rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Parmak izi, gözenekli yüzey, gözeneksiz yüzey, parmak izi geliştirme teknikleri.



ABSTRACT

THE EFFECT OF TEMPERATURE ON MARK DEVELOPMENT BY VARIOUS FINGERPRINT DEVELOPMENT METHODS

Selin YÖRÜKCÜ

Thesis of Master of Sciences, Forensic Sciences Division

Supervisor: Prof. Dr. Nuriye AKBAY

August, 2022. 50 Pages.

Fingerprints play a key role in criminal investigations and are the most widely used form of evidence worldwide. The fact that each person's fingerprint is unique and does not change with growth or age makes fingerprints an accurate personal identification tool. The techniques used to reveal these traces are important in terms of illuminating crime events. However, there are significant gaps in the understanding of fingerprint chemistry, including mark development reaction mechanisms, environmental variables, and the effect of time on fingerprint composition.

In this thesis, the effect of temperature, which is an environmental factor on fingerprint development, on the development of fingerprints was analyzed with different techniques. For this purpose, besides the methods used in the development of fingerprints on porous and non-porous surfaces, the effect of temperature changes between 25-95 °C with 10 °C increments on different substrate types such as oily and bloody surfaces on the trace development was determined with a 1-hour incubation. In addition, trace development was observed for super glue-ardrox and ninhydrin, which are the most commonly used methods on porous and non-porous surfaces, at temperatures of 55 and 95 °C during 3-hour incubation periods. In line with the obtained data, identifiable traces related to temperature were analyzed.

Fingerprint development and identifiable marks were detected for 1 hour incubation at all temperatures in the non-porous surfaces for sudan black (oily surfaces), super glue (dry surfaces), hungarian red (bloody surfaces). For porous surfaces including ninhydrin, 1,2-indandione, 5-MTN (5-methylthioninhydrin), silver nitrate, DFO (1,8-diazafuoren-9-one) methods, after both 1 and 3 hours of incubation, the development

of marks and accordingly the number of identifiable marks decreased by the increased temperature.

The obtained data show that besides the constant humidity, pressure force and surface properties, the used mark development method affects the fingerprint development depending on the temperature and also plays a role in its identification.

Keywords: Fingerprint, porous surface, non-porous surface, fingerprint enhancement technique



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
BİLDİRİM	i
İMZA SAYFASI	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİ	2
2.1. Parmak İzi ve Yapısı	2
2.2. Parmak İzi Çeşitleri	6
2.3. Parmak İzinin Gelişimini Etkileyen Etmenler	7
2.3.1. Sıcaklık	7
2.3.2. Nem	8
2.3.3. Güneş ve UV Radyasyonu	9
2.3.4. Atmosferik Kirlilik	10
2.3.5. Katı Partiküller	10
2.3.6. Zaman	10
2.3.7. Yüzey Türü	11
2.3.8. Rüzgar	12
2.3.9. Cinsiyet ve Yaş	12
2.3.10. Parmak İzi Etkileşimleri	12
2.3.11. Kişilerin Fizyolojik Durumu	12
2.4. Parmak İzi Kimliklendirme Sistemi	13
3. MATERYAL VE METODLAR	15
3.1. Materyaller	15
3.1.1. Kimyasallar	15
3.1.2. Laboratuvar ekipmanları	15
3.1.3. Çözeltiler	15

3.2. Metodlar	20
3.2.1. Parmak İzi Örneklerinin Yüzeye Bırakılması	20
3.2.2. Super Glue (Cyanoacrylate) Yöntemi	20
3.2.3. Gention violet Yöntemi	21
3.2.4. Hungarian Red Yöntemi	21
3.2.5. Sudan Black Yöntemi	22
3.2.6. 1,2-İndandione Yöntemi	23
3.2.7. DFO (1,8- Diazafluoren-9-one) Yöntemi	23
3.2.8. 5-MTN (5-Methylthioninhydrin) Yöntemi	23
3.2.9. Ninhidrin Yöntemi	24
3.2.10. Gümüş Nitrat Yöntemi	25
3.3 Kimliklendirilebilir Parmak İzi Skorlama Tablosunun Oluşturulması	25
4. SONUÇLAR	27
4.1. Super Glue Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	27
4.2. Gention Violet Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	29
4.3. Hungarian Red Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	30
4.4. Sudan Black Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	32
4.5. 1,2-İndandione Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	34
4.6. DFO Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	36
4.7. 5-MTN Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	38
4.8. Ninhidrin Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	40
4.9. Gümüş Nitrat Yöntemi ile Farklı Sıcaklıkların İz Gelişimi Üzerine Etkisi	42
4.10. 55 ve 95 °C Sıcaklıkta 3 Saat İnkübasyonun Super Glue Ve Ninhidrin Yöntemleri İle İz Gelişimi Üzerine Etkisi	44

5. TARTIşMA VE SONUÇ	45
KAYNAKÇA	47
ÖZGEÇMİş	50



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No:</u>	Sayfa
Şekil 1. Yapısal Parmak İzi Anatomisi	2
Şekil 2. Parmak İzi Çıkıntıları Boyunca Gözeneklerde Oluşan Ekrin Ter Damlacıklarını Gösteren Bir Parmak Ucunun Yüzeyi	4
Şekil 3. Yüzeyde Sebumun Oluştüğünü Gösteren, Cilt Yüzeyinin Yüksek Büyütmeli ($\sim \times 250$) Görüntüleri	5
Şekil 4. Etkileşim Üçgeni Kavramının Şematik Bir Temsili	6
Şekil 5. Parmak İzinin Şekillerinin Bazı Karakteristik Yapıları	13
Şekil 6. Ardrex çözeltisi	16
Şekil 7. 1,2-İndandione çözeltisi	16
Şekil 8. 5-MTN çözeltisi	17
Şekil 9. Ninhidrin çözeltisi	18
Şekil 10. Sudan black çözeltisi	18
Şekil 11. Gention violet çözeltisi	19
Şekil 12. Gümüş nitrat çözeltisi	19
Şekil 13. Örnek Parmak İzi Tasnifleme Basamakları	26
Şekil 14. Donerden Alınan Kontrol Parmak İzinin Örnek Kimliklendirmesi	27
Şekil 15. 8 Farklı Sıcaklık İçin 1 Saat İnkübasyondan Sonra Super Glue-Ardrex Yöntemi İle Görselleştirilen İzler	28
Şekil 16. 8 Farklı Sıcaklık İçin 1 Saat İnkübasyondan Sonra Super Glue-Gention Violet Yöntemi İle Görselleştirilen İzler	29
Şekil 17. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Hungarian Red Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler	32
Şekil 18. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Sudan Black Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler	33

Şekil 19. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle 1,2 İndandione Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.	35
Şekil 20. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle DFO Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.	37
Şekil 21. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle 5 MTN Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler	39
Şekil 22. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Ninhidrin Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler	41
Şekil 23. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Gümüş Nitrat Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.	43
Şekil 24. 55 ve 95 °C’de 3 Saat Sonucundaki İzlerin Gelişimi	44

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No:</u>	Sayfa
Tablo 1. Kantitatif Parmak İzi Değerlendirme Ölçeği	26
Tablo 2. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin Super Glue-Ardrox Yöntemi ile Geliştirilen İzlerin Skorları	27
Tablo 3. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin Super Glue-Gention Violet Yöntemi ile Geliştirilen İzlerin Skorları	30
Tablo 4: 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin Hungarian Red Yöntemi ile Geliştirilen İzlerin Skorları	32
Tablo 5. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin Sudan Black Yöntemi ile Geliştirilen İzlerin Skorları	34
Tablo 6. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin 1,2-İndandione Yöntemi ile Geliştirilen İzlerin Skorları	36
Tablo 7. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin DFO Yöntemi İle Geliştirilen İzlerin Skorları	38
Tablo 8. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin 5-MTN Yöntemi İle Geliştirilen İzlerin Skorları	40
Tablo 9. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin Ninhidrin Yöntemi İle Geliştirilen İzlerin Skorları	42
Tablo 10. 1 Saat İnkübasyon Sonrası Farklı Sıcaklıklar İçin Gümüş Nitrat Yöntemi ile Geliştirilen İzlerin Skorları	44
Tablo 11. 55 ve 95 °C’de 3 Saatlik Sıcaklıkta, Ninhidrin ve Super Glue-Ardrox İçin Kimliklendirme Tablosu	44

1. GİRİŞ

Parmak izleri, adli bilimdeki en eski ve en önemli kanıt kategorilerinden biridir. Günümüzde izlerin kimyasını ve gelişimsel süreçlerini belirlemek için birçok çalışma yapılmakla beraber çeşitli çevresel faktörlerin iz üzerindeki etkisini anlamada eksiklikler bulunmaktadır. Yüzeye ilk temas sırasında parmak izinin gelişmesini belirleyen temel husus yüzey ve çevre arasında meydana gelen reaksiyonlardır. Parmak izleri çok çeşitli kimyasal bileşenler içerebilmektedir. Farklı ortam türlerine ve yüzeye maruz kaldığında her bileşen farklı şekillerde etkilenebilmektedir.

Dış ortamlara bırakılan parmak izlerinin farklı sıcaklık, rüzgâr hızı ve nem seviyeleri yanı sıra havadaki partiküllere, gaz halindeki maddelere ve ayrıca güneş ışığı gibi çeşitli etmenlere maruz kalması muhtemeldir. İç ortamlar genellikle daha korumalı ve kontrollüdür, ancak yüzeylerin ve parmak izlerinin bir dizi farklı çevresel koşula maruz kalma potansiyeli bulunmaktadır. Hem iç hem de dış ortamlarda parmak izlerinin gelişiminde sıcaklık önemli bir faktördür. Örneğin Birleşik Krallık'ta deneyimlenen dış ortam sıcaklıkları aralığı, tüm zamanlar için minimum -27.2 °C ve maksimum 38.5 °C ile dünyanın diğer bölgeleri kadar farklı değildir. Genel olarak sıcaklıklar bu sınırlar içindedir ve yıl boyunca ortalama minimum ve maksimum hava sıcaklıkları 1-22 °C aralığında değişmektedir. Bununla birlikte dış yüzey sıcaklıkları çok daha yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Örneğin önemli miktarda enerji emen karanlık yüzeyler sıcak ve güneşli günlerde 60 °C'yi aşan sıcaklıklara ulaşabilmektedir. İç mekân sıcaklıkları, merkezi ısıtma ve klima gibi kontrol sistemleri nedeniyle teorik olarak daha az değişkendir. Fakat bazen iç ortam güneş ışığının geniş camlı binalara girmesi gibi durumlarda aynı gün içinde dış ortam sıcaklıklarından daha yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Dünyanın daha farklı iklim koşullarının yaşandığı diğer bölgelerinde, hem maksimum hem de minimum sıcaklıklar, Birleşik Krallık'ta görülen sıcaklık değerlerini önemli ölçüde aşabilmektedir. Bu sıcaklık farklılıkları izlerin gelişimi üzerinde oluşturabileceği sonuçlar çeşitli yöntemlerle izlerin sıcaklığa bağlı gelişiminin anlaşılması açısından önemlidir.

Parmak izleri çok çeşitli kimyasal bileşenler içerebileceğinden, farklı sıcaklık derecelerine maruz kaldığında her bileşen farklı şekillerde etkilenebilmektedir.

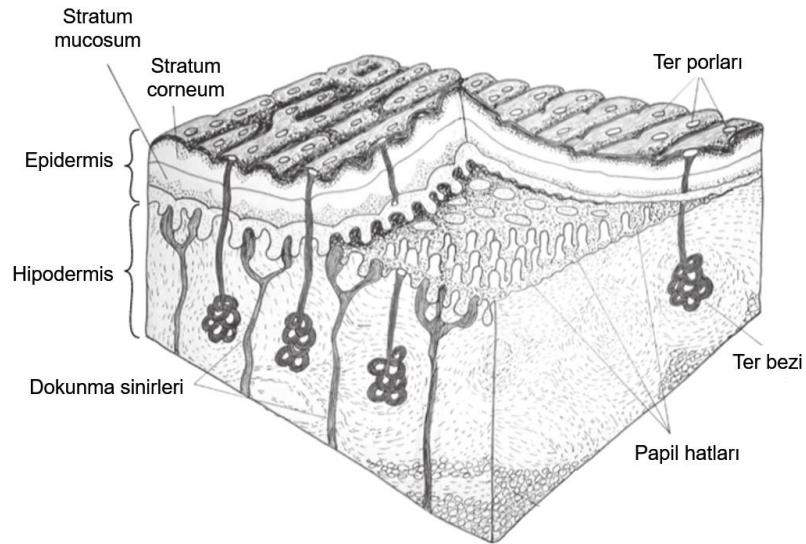
Yapılan tez çalışmasında da gözenekli ve gözeneksiz yüzeylerde farklı sıcaklık derecelerinin parmak izi gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda yüzey özelliğine göre uygulanan farklı iz geliştirme yöntemlerinin birbirine göre etkinliği de irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlar skorlama yöntemi ile değerlendirilerek kimliklendirilebilir izler tespit edilmiştir.



2. GENEL BİLGİ

2.1. PARMAK İZİ VE YAPISI

Parmak izi, parmakların birinci boğumu ile tırnak ucu arasında kalan şekillerdir. Parmaklar ana rahminin 3. ayında yumuşak olarak oluşurken 4. ayda ise papil hatları (parmak izinin kabartma şekilleri) meydana gelir ve kişinin hayatı boyunca değişmez. Parmak izi yapısal olarak derinin epidermis (üst-deri) ve hipodermis (alt-deri) bölgelerinin faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Şekil 1 yapısal parmak izinin anatomisini göstermektedir (Ashbaugh et al., 1999). Epidermis, derinin soyularak ve tekrar yenilendiği zamanda parmak izi şekillerinin bulunduğu bölümdür. Ayrıca sinir içermeyen, yalnızca sinir uçlarını içeren bölümdür. Hipodermis ise papil hatlarının kökleri ve ter bezlerinin bulunduğu bölgedir. Derinin yüzeye teması sonucunda deriden yüzeye bir takım doğal vücut salgıları nakledilmektedir. Bu doğal salgılarımızı ekrin, sebaküs ve apokrin bezleri salgılar. El ve ayaklarda sadece ekrin bezler bulunmaktadır. Bu bezler hipodermise yayılmış vaziyettedirler (Champod et al., 2004).



Şekil 1. Yapısal Parmak İzi Anatomisi (Hicklin, 2009).

Latent (gizli) parmak izi kalıntısına ekrin, sebaküs ve apokrin ter bezleri olmak üzere üç tip bez katkıda bulunmaktadır. Ekrin ter bezleri vücudun her yerinde bulunur ve

bireylerin anatomik bölgeleri arasında boyut ve yoğunluk bakımından farklılık göstermektedir. En yüksek yoğunlukta ellerin avuçlarında ve ayak tabanlarında bulunurlar ve bu konumlarda bulunan tek bezdir. Ekrin bez salgısı bu nedenle gizli parmak izi kalıntısının baskın bileşenidir (Saga, 2002).

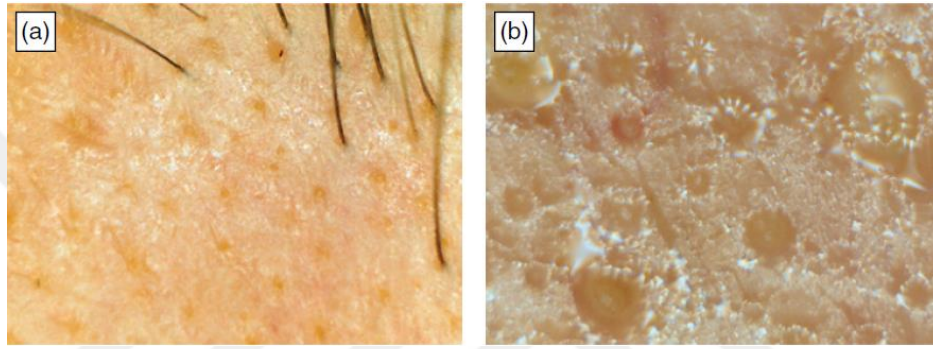
Parmak izinin yapısal bileşenin büyük çoğunluğunu oluşturan ekrin bez salgısının çok yüksek bir oranını su oluştururken geri kalanını organik bileşikler ve inorganik tuzlar oluşturur. Salgılama papil porlarındaki gözeneklerden damlacık şeklinde olmaktadır. Parmak izi çıkıntıları boyunca gözeneklerde oluşan ekrin ter damlacıklarını gösteren bir parmak ucunun yüzeyi Şekil 2’de görülmektedir. Önde gelen organik bileşenleri amino asitler ve proteinler olan ekrin salgısının bileşimi zamanla büyük ölçüde değişebilmektedir. Literatürde amino asit 0.3 ile 2.59 mgL⁻¹ arasında olduğu bildirilmektedir (Hansen & Joullié, 2005). Serin, glisin ve alanin en bol bulunan amino asitlerden treonin, lösin, tirozin, izölösin, lisin, fenilalanin, metionin ve sistin daha düşük miktarlarda bulunmaktadır (Bleay et al., 2018).



Şekil 2. Parmak İzi Çıkıntıları Boyunca Gözeneklerde Oluşan Ekrin Ter Damlacıklarını Gösteren Bir Parmak Ucunun Yüzeyi (Bleay et al., 2018).

Sebaküs bezleri ağırlıklı olarak saç folikülleri ile ilişkili olarak bulunmaktadır. Aynı zamanda anatomik bölgeye göre çeşitlilik gösterirken daha çok saçlı deride ve yüzde bulunmaktadır. Bu bezler holokrin (salgılama sırasında tüm hücre içeriğinin ya da hücrenin tamamının kullanıldığı bez) yapıda olmalarının yanında sebositler adı verilen özel epitel hücreleri tarafından lipid damlacıkları üretirler. Ardından yağ bezinin salgı ürünü olan sebumu serbest bırakmak için yırtılmaktadırlar. Şekil 3’de sebum

oluşumunu gösteren fotoğraflar görülmektedir. Deri yüzeyi lipidlerini oluşturan başlıca bileşikler yağ asitleri, mum esterleri, triaçilgliseroller, kolesterol ve skualendir. Skualen, mum esterleri ve trigliseritler sebumun (yağ bezlerinin ürettiği salgı) ana bileşenini oluştururken epidermal lipidler büyük miktarlarda steroller, sterol esterler, gliseritler ve fosfolipidlerden oluşmaktadır (Lerner, 1993). Palmar (el avuç içi) bölgeler yağ bezlerinden yoksun olmasına rağmen, sebum ve diğer epidermal lipidler, yüz gibi vücudun diğer kısımlarına dokunmanın bir sonucu olarak gizli parmak izi kalıntısında bulunmaktadır (Bleay et al., 2018).



Şekil 3. Yüzeyde Sebumun Oluşturduğunu Gösteren, Cilt Yüzeyinin Yüksek Büyütmeli ($\sim \times 250$) Görüntüleri. (a) Alındaki Saç Çizgisinde ve (b) Burun Kenarındaki Kıl Kökleri (Bleay et al., 2018).

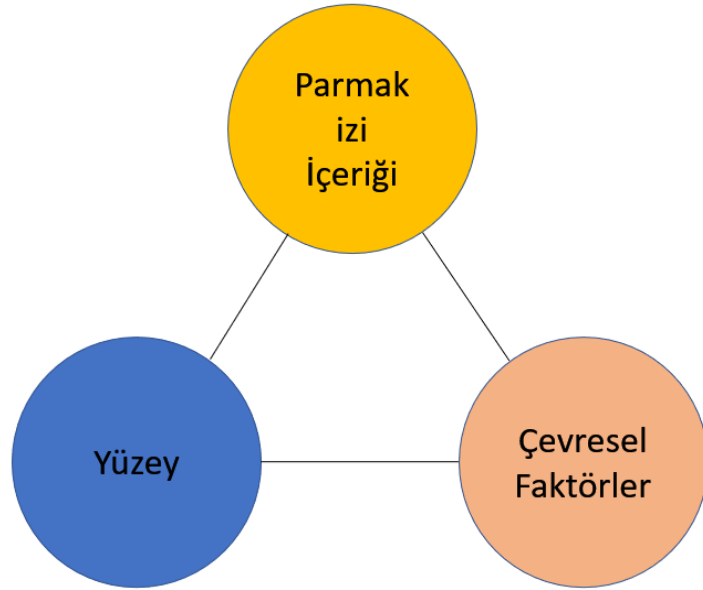
Apokrin ter bezleri vücudun aksiller bölgelerinde yani koltuk altı ve genital bölgelerde bulunmaktadır. Ergenliğe kadar aktif olmayan bu bezler adrenalerjik sinirler tarafından kontrol edilmektedir. Literatürde apokrin bez salgısının içeriğinde proteinler, amonyak, karbonhidratlar, demir iyonları, kolesterol ve androjen steroidleri bulunduğu bildirilmiştir. Bu nedenle apokrin bezlerinin bulunduğu vücut bölgelerine parmak uçlarının temas etmesi de gizli parmak izi kalıntısına katkıda bulunabilmektedir (Lerner, 1993).

Latent parmak izi kalıntısı çok çeşitli kimyasal bileşenlerin heterojen karışımından oluşan bir emülsiyondur. Bırakılan gizli parmak izinin bileşimi benzersiz özellik göstermektedir. Ekrin, sebaküs ve apokrin bezlerinin gizli parmak izi kalıntısına ne ölçüde katkıda bulunduğu, fizyolojik ve psikolojik durum, terleme düzeyi ve ellerin en son yıkanmasından bu yana geçen süre gibi bir dizi faktöre bağlıdır. Ekrin ter bezlerinin salgılaması ve/veya vücudun diğer bölgelerine temas sonucu cilt yüzeyindeki kalıntıların yıkandıktan sonra yenilenmesi zaman almaktadır. Çok sayıda

kimyasal bileşenin nispi miktarları açısından parmak izleri arasında benzerlikler olsa da nicel olarak farklılıklar bulunmaktadır (Croxtton et al., 2018).

2.2. PARMAK İZİ ÇEŞİTLERİ

Parmak ve yüzey arasındaki ilk etkileşimin doğası, temas alanını ve oluşan izin tipini belirlerken sonraki yaşlandırma aralığında meydana gelen etkileşimler izin varlığını sürdürüp sürdürmediğini ve iyileştirme için geçerli olup olmadığını belirlemektedir. Ayrıca, hangi parmak izi geliştirme süreçlerinin etkili olacağını da etkilemektedir. Bu zaman aralığında meydana gelen olaylar Şekil 4’de görülen “etkileşim üçgeni” kavramıyla açıklanmaktadır. Etkileşim üçgeninin üç unsuru parmak izinin bileşimi, parmak izinin yerleştirildiği yüzeyin doğası ve yüzeyin ve izin biriktirmeden sonra maruz kaldığı ortamlardan oluşmaktadır. Belirli bir etkileşimin meydana gelme derecesini etkileyebileceğinden, parmak izinin beklemesi ile ilk inceleme arasındaki süre de önemlidir.



Şekil 4. Etkileşim Üçgeni Kavramının Şematik Bir Temsili.

Parmak izleri genel olarak kabartma, görünür ve latent izler olarak üç gruba ayrılmaktadır. Bunların yanında kanlı, yağlı, yapışkan, ıslak gibi farklı alt kategorileri bulunmaktadır. Görünür parmak izleri; parmak yüzeyinin kan, toz, mürekkep, kir, yağ

vb. maddelerle kontamine olması veya bu maddelerle kontamine olmuş yüzeye teması ile oluşan izlerdir (Datta, 2001).

Görünmeyen (latent) parmak izleri; parmak yüzeyinin herhangi bir yüzeye teması sonucunda, vücut salgılarının yüzeyde oluşturduğu görünmez şekillerdir (Dhaneshwar & Kaur, 2021).

Kabartma parmak izleri; parmağın yumuşak yüzeyli cisimlerle teması sonucunda oluşan izlerdir. Kabartma izler 3 boyutlu ve negatif özelliktedir. Bu izlere macun, sabun, mum üzerinde bırakılan izler örnek olarak verilebilir. Baskı sonucu oluşan negatif izler söz konusu olduğunda, yüzeye gerçekte çok az parmak izi sıvısı aktarılır veya hiç aktarılmaz. Bu nedenle, çıkıntıların izleniminin ilk incelemeye kadar hayatta kalıp kalmayacağını belirleyecek olan yüzey ve çevre arasındaki etkileşimlerdir (Datta, 2001).

2.3. PARMAK İZİNİN GELİŞİMİNİ ETKİLEYEN ETMENLER

Parmak izinin ortama bırakıldıktan sonra geliştirilme süresi boyunca iz kalitesi üzerine birçok etmen rol oynamaktadır. Bu etmenler genel olarak çevresel faktörler, parmak izinin kimyası ile ilgili faktörler, izin bırakıldığı yüzey yapısı ve parmak izi ile interaksiyonları olarak özetlenmektedir (Bleay et al., 2018).

2.3.1. Sıcaklık

Parmak izinin bırakıldığı yüzeyin maruz kaldığı sıcaklık izin bileşiminde ve fiziksel durumunda değişikliklere neden olabilmektedir (Richmond-Aylor et al., 2007). Genel olarak bu değişikliklere yüksek sıcaklıklar neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıkta gözlemlenebilecek etkilerden bazıları şunlardır:

- Yüzeyin oksidasyonu
- Deformasyon veya erime
- Kömürleşme ve yanma

Sıcaklık arttıkça, yüzeylerin oksidasyonunun oluşabileceği hızları artırabilir ve ayrıca oluşan oksidasyon ürünlerinin doğasını da etkileyebilir. Bunun sonucu olarak birçok metal kararlı oksit katmanları oluşturabilmektedir. Parmak izi bırakıldıktan sonra oksit

tabakası oluşması mevcut papil hatlarını bozabilmektedir (de Paoli et al., 2010). Ayrıca parmak izi kalıntısının bileşenleri (organik ve inorganik moleküller) izin bırakıldığı yüzeyi oksidasyonun etkilerinden koruyabilmektedir. Bunun yanında bazı yüzey türleri için yüksek sıcaklıklarda farklı durum değişikliklerine rastlanabilir. Örneğin polimerik malzemelerde geçiş sıcaklıklarının üzerinde deformasyon veya büzülme, mumlar gibi diğer yüzeylerde ise erime noktalarının üzerinde erime meydana gelebilmektedir. Malzemeler ayrıca ısıнын etkisiyle kimyasal olarak bozulmaya başlayabilir. Örneğin, kâğıt önce kahverengileşmeye başlar ve selüloz liflerinden hidrojen ve oksijenin kaybolması ile ortamda kalan karbon sonucu kömürleşir. Aşırı yüksek sıcaklıklarda ise yüzey ısı ile tahrip olabilmektedir. Örneğin, sıcaklığın 218–246 °C aralığında olması halinde kendiliğinden tutuşma sıcaklıkları ile kâğıt tutuşabilmektedir (Song et al., 2011).

2.3.2 Nem

Havanın bağıl nemi parmak izi birikiminden sonraki etkileşimleri etkileyebilmektedir (Paine et al., 2011). Bağıl nem, hava sıcaklığı ve basıncından güçlü bir şekilde etkilenen havada bulunan su buharı miktarı ile ilgilidir. Hava sıcaklığının düşürülmesi su buharı olarak barındırılabilir su miktarını azaltır ve bu nedenle yüksek bağıl neme sahip sıcak hava soğuk bir yüzeyle temas ettiğinde su havadan yoğunlaşabilir. Oluşan su damlacıkları yüzeyde birikir ve “çiy” olarak adlandırılır. Ortamdaki havanın bağıl nemi parmak izindeki (ve/veya yüzeydeki) suyun ne kadar hızlı buharlaştığını da belirleyebilmektedir. Bağıl nem dünya genelinde ve hatta aynı ülke içindeki farklı yerlerde bile önemli ölçüde değişkenlik gösterir. Atmosferdeki havadan yoğunlaşan suyun yağmur olarak yağması ve üzerlerine çarpması durumunda hem parmak izi hem de yüzey üzerinde daha derin bir etki oluşturabilmektedir. Yağmura yalnızca dış ortamlarda rastlanacak olsa da banyo ve mutfak gibi akan su bulunan yerler de dahil olmak üzere su damlacıklarına maruz kalınabilecek birçok iç ortam bulunmaktadır (Bleay et al., 2018).

Bazı yüzeyler atmosferden su emebilmektedir. Gözenekli yüzeyler yapılarında nemi tutabilme özelliğine sahip olabilirler ve atmosferin bağıl neminin gözenekli yüzeyinkinden daha büyük olması halinde yüzeyin su absorbe etme oranı yükselebilir. Nem içeriğindeki bu artış ekrin bileşenlerinin difüzyon ihtimalini artırabilmektedir.

Doğada gözeneksiz görünen yüzeylerde de su emme özelliği gözlenebilir. Örneğin naylon polimerler higroskopiktir ve nemi emmektedir. Yüzeylerin aşırı yağmur veya suya maruz kalması yüzeyde hasar meydana getirebilir. Metal yüzeylerde korozyonun başlaması ve kâğıt gibi malzemelerden suda çözünen katkı maddelerinin çözünerek potansiyel olarak parçalanmaları bu duruma örnek teşkil etmektedir (Barnett & Berger, 1976; Bleay et al., 2016).

2.3.3. Güneş ve UV Radyasyonu

Güneş ışığı çok çeşitli dalga boylarında yayılan elektromanyetik radyasyondan oluşmaktadır. Görünür radyasyona ek olarak güneş ışığı önemli miktarda ultraviyole radyasyon içermektedir ancak pratikte kısa dalga boylu UVC radyasyonu atmosfer tarafından engellenir ve yer seviyesine ulaşan yalnızca daha uzun dalga boylu UVB ve UVA radyasyonudur. Ultraviyole radyasyona maruz kalma, parmak izleri içindeki belirli bileşenlerin hızlı bir şekilde bozulmasına neden olabilmektedir (Archer et al., 2005). Günlük hayattaki pencere camı daha kısa dalga boylarındaki ultraviyole radyasyonu filtreler ve kapalı ortamlarda ultraviyole radyasyona maruz kalmayı önemli ölçüde azaltır. Güneş ışığı ayrıca 2000 nm'nin ötesine uzanan kızılötesi radyasyon dalga boylarını da içermektedir. Bu dalga boylarını güçlü bir şekilde emen yüzeyler, üzerlerinde önemli bir ısıtma etkisine sahip olabilmektedir. Parmak izi ve yüzey etkileşimde bulunduğu ortam daha önce açıklanan koşulların örneğin yüksek sıcaklık ve yüksek bağıl nem ile parlak güneş ışığının birleşiminin bir kombinasyonu olup bu ortamlara ek olarak parmak izi daha sert ortamlarla karşılaşılabilir (Bleay et al., 2018). Bunlar başlıca;

- Potansiyel olarak daha agresif sıvılara maruz kalma (örn. asitler, alkaliler, yakıtlar, temizleme solventleri)
- Katı kirleticilere maruz kalma (örn. çamur, uyuşturucu, kurum)
- Aşırı sıcaklıklara maruz kalma (örn. yangınlar, aşırı soğuk)
- Kimyasal ve biyolojik ajanlara veya dekontaminantlara maruz kalma
- İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma.

2.3.4. Atmosferik Kirlilik

Atmosferik kireticilerin yoğunluğu ve bileşeni bölgeye göre değişiklik gösterir. Kentsel ve endüstriyel alanlarda yüksek düzeyde araba egzoz dumanı ve yanma ürünleri meydana gelirken kırsal ortamlarda bu etki daha az olmaktadır. Atmosferik kireticilerin başlıca etkilerinden biri gazların parmak izlerine emilmesi sonucu iyileştirme süreçlerinin performansını etkilemesidir. Bir diğeri ise gazların parmak izinin bileşenleriyle reaksiyona girme olasılığıdır.

Literatürde kükürt dioksit (SO₂) gazının tercihen parmak izlerinde bulunan bazı bileşenler tarafından adsorbe edilebileceği veya bunlarla reaksiyona girebileceği bildirilmiştir (Spedding, 1971). SO₂ parmak izlerinde bulunan lipidlerle özellikle oleik ve linoleik asitlerle reaksiyona girebilmektedir. Diğer gazların parmak izleri üzerindeki potansiyel etkilerini kapsamlı olarak açıklayan bir çalışmaya rastlanmamıştır (Bleay et al., 2018).

2.3.5. Katı Partiküller

Atmosferde yanma ürünleri ve lif parçaları gibi toz şeklinde çeşitli katı parçacıklar bulunur. Tozun bileşimi yine yöreye ve konumun kapalı veya açık olmasına göre değişmektedir. Çeşitli kaynaklardan gelen katı partiküller yüzeyde kademeli olarak yerleşerek gevşek bir şekilde bağlanmış bir tabaka oluşturabilirken iz kalitesini etkileyebilir. Bazı durumlarda bu parçacıklar uygulanacak parmak izi geliştirme tekniğini belirlemede etkili olabilir ve parmak izi bileşenleriyle reaksiyonları maskeleyebilir (Bleay et al., 2018).

2.3.6. Zaman

Zaman, çevrenin parmak izi ve yüzey üzerindeki etkilerini belirlemede kritik bir faktördür. Pratikte hem parmak izinde hem de yüzeyde hangi değişikliklerin meydana geldiğini belirleyen zaman ve çevresel maruz kalma koşullarının birleşimidir. Parmak izinin bırakılmasından itibaren geçen yaklaşık sürenin bilgisi önemlidir. Bu bilgi bilindiğinde veya tahmin edilebildiğinde en uygun parmak izi geliştirme süreçlerinin seçilmesine yardımcı olur. Örneğin soğuk vaka incelemelerinde birkaç yıllık parmak izleri üzerinde etkili kaldığı bilinen süreçleri kullanarak araştırmanın yararına kullanılabilir (Bleay et al., 2018). Ayrıca parmak izinin bırakılma süresi suç olaylarının aydınlatılmasında önemli bilgiler verebilir. Bir suç mahallinde birinin

parmak izinin bulunmuş olması bu kişinin mutlaka işlenen suçla bir ilgisi olduğu anlamına gelmez. Örneğin, parmak izi birkaç ay önce bir yere yapılan masum bir ziyaret sırasında bırakılmış olabilir veya aslında daha yakın zamanda işlenmiş bir suç ile ilişkilendirilebilir. Adli soruşturmaların genel amaçlarından biri bir suçun işlendiği zaman diliminin belirlenmesi ve böylece bulunan herhangi bir izin bu suçla ilişkisinin olup olmadığının tespiti (‘‘Technologies for Fingerprint Age Estimations: A Step Forward,’’ 2021).

Parmak izi yüzeye bırakıldıktan sonra birçok etmene maruz kaldığı için ve dolayısıyla parmak izi bileşenleri etkilendiği için iz kalitesi düşer (Weyermann et al., 2011). Parmak izlerinin bırakılma süresi için tüm modellerin karşılaştığı temel sorun ise tarihlendirme işlemi için kullanılan bozulma sürecinin sıcaklık, ışık ve nem gibi bir dizi diğer çevresel faktörden etkilenmesidir. İç ortamlarda bunlar bilinebilir ancak nispeten tutarlı olabilen dış ortamlarda herhangi bir kesinlik derecesinde bilmek oldukça güçtür (Bleay et al., 2018).

2.3.7. Yüzey Türü

Parmak izi ile yüzey arasındaki etkileşim yüzey gözenekliliği, yüzey kimyası ve parmak izi bileşiminden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Gözeneksiz olarak kabul edilen çoğu yüzey için parmak izi yüzeyin ıslanabilirliği ve uygulama basıncı gibi faktörlerin belirlediği şekilde yüzey boyunca yayılırken içine nüfuz etmemektedir. Parmak izinin fiziksel profili kurudukça kademeli olarak küçülür ve su içeriği kaybolur (Champod et al., 2004). Sıkışmış deri hücreleri ve tuz kristalleri gibi özellikler su kayboldukça daha belirgin hale gelebilir. Parmak izinde bileşimsel değişiklikler de olabilmektedir. Gözenekli yüzeylerde (kâğıt gibi) farklı bir durum meydana gelmektedir. Bu durumda parmak izi yüzeyi ıslatır ve bileşenlerin çoğu kâğıt içine emilir. Çözünmeyen bileşenlerin küçük bir kısmı yüzeyde kalsa da kalıntılardaki su, suda çözünür bileşenleri farklı oranlarda göç etmeye devam ettikleri malzemenin iç kısmına doğru taşır (Champod et al., 2004). Parmak izinde bulunan amino asitler kâğıtlarda bulunan selüloza yakından bağlı hale gelerek genellikle parmak ucu temasının olduğu konumdan uzağa göç etmez. Parmak izinin kâğıda nüfuz etme derinliği kâğıdın düzgünlüğü ve gözeneklilik gibi diğer özellikler ile belirlenir (Almog et al., 2004). Üre ve klorür gibi diğer bileşenler özellikle yüksek nem koşullarında

daha fazla nüfuz edebilmektedir. Sonuç olarak yüzey ile parmak izi etkileşimleri iz gelişiminde ve uygulanacak yöntemin belirlenmesinde oldukça etkilidir (Bleay et al., 2018).

2.3.8. Rüzgâr

Dış ortamlardaki rüzgâr havanın yüzey boyunca hareket etmesine neden olmaktadır. Havanın bu hareketinin kurutma etkisinin yanı sıra hareketli hava diğer katı partiküller veya sıvı damlacıklar için bir taşıyıcı görevi de gösterebilir. İç ortamlar daha kontrollüken fanlar ve klima üniteleri yüzeylerin aralarında nispeten yüksek hızlarda hava akışına neden olabilmektedir. İç ve dış mekanlardaki bu etkiler parmak izinin kompozisyon ve yapısını değiştirebilmektedir (Bleay et al., 2018).

2.3.9. Cinsiyet ve Yaş

Parmak izi salgısının bileşeni ve morfolojik yapısı cinsiyete ve yaşa bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Genel olarak insanlar yaşlandıkça parmak izi sıvısı azalır. Morfolojik olarak ise kadınların parmak izleri daha küçük ve papil hatları daha sıktır (Datta, 2001).

2.3.10. Parmak İzi Etkileşimleri

Parmak izinin (ve üzerinde bırakıldığı yüzeyin) iz yaşlanma süresi boyunca maruz kaldıkları ortamlarda hayatta kalıp kalamayacağını belirleyen etmen izin bırakılmasından sonra meydana gelen etkileşimlerdir (Bleay et al., n.d.). İzin yaşlanma sürecinde dikkate alınması gerekenler başlıca etkileşimler;

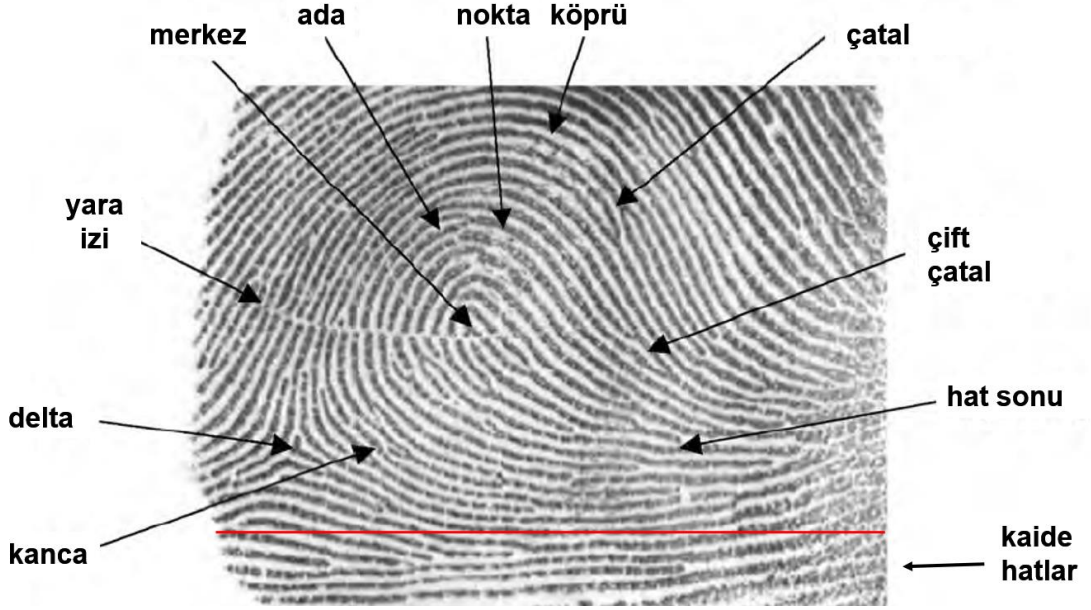
- Parmak izi ile yüzey arasında oluşabilecek etkileşimler
- Parmak izi ile çevre arasında oluşabilecek etkileşimler
- Yüzey ve çevre arasında oluşabilecek etkileşimler
- Yüzey, parmak izi ve ortamın bir arada bulunduğu meydana gelebilecek etkileşimlerdir.

2.3.11. Kişilerin Fizyolojik Durumu

İnsanların parmak izi bırakırken korku, sevinç, endişe gibi mevcut fizyolojik şartları parmak izi sıvısının bileşiminde oldukça etkilidir. Örneğin heyecan anında parmak izi salgısı artmaktadır (Miller, 2009; Siegel et al., 2018).

2.4. PARMAK İZİ KİMLİKLENDİRME SİSTEMİ

Parmak uçlarında bulunan papiller morfolojik olarak farklı şekiller oluşturmaktadır. Parmak izi şekillerinin karakteristik yapıları Şekil 5’de görülmektedir. Oluşan papil hatları parmak izini genel olarak taban (kaide), çevre ve merkez hattına ayırır. Bu bölgeler içinde farklı papil özellikleri başlıca nokta, müstakil hat, çatal, ada, köprü, kanca, kement, helezoni, daire, delta olmak üzere şekiller oluşturur. Bu özellikler kişilere göre sıralanarak parmak izinin benzemez-benzetilemez, değişmez-değiştirilemez ve tasnif edilebilir özelliklerini ortaya çıkarır (Champod et al., 2004). Parmak izleri anne karnından itibaren oluşmaya başlamakta ve bireylerin hayatı boyunca özellikleri, morfolojisi kişiye özgü değişmeden kalmaktadır. Aynı zamanda bireylerin on parmağındaki parmak izleri farklıdır. Geliştirilen farklı formülasyonlarla kişilerin parmak izleri tasnif edilebilir (Ashbaugh et al., 1999). Bu nedenlerden dolayı kişileri tanımlamada en yaygın kullanılan metoddur.



Şekil 5. Parmak İzi Şekillerinin Bazı Karakteristik Yapıları.

İnsanların parmak izlerinin özellikleri benzerlik göstermesine rağmen papil hatlarının farklı dizilişi farklılığı oluşturmaktadır (Champod et al., 2004). Örneğin 12 özellik bakımından aynı dizilişe sahip parmak izinin olma olasılığı yaklaşık 16.5 milyonda; 17 özelliğin dizilişi için ise yaklaşık 1.2 milyarda bir olarak hesaplanmıştır. Genel

olarak parmak izindeki karakteristik özellikler yaklaşık 100 civarındadır (Ashbaugh et al., 1999).



3. MATERYALLER VE METODLAR

3.1. MATERYALLER

3.1.1. Kimyasallar

Çalışmada etanol (EtOH, Merck), metanol MeOH, (Sigma-Aldrich), aseton (Sigma-Aldrich), petrol eteri (Merck), etil asetat (Merck), asetik (Glasiyal) asit (Merck), 2-propanol (Sigma-Aldrich), hidroklorik asit (HCl, (Sigma-Aldrich)) ve asetonitril (Sigma-Aldrich) çözücü olarak kullanılmıştır. Gention (Crystal) violet (Merck), ardrex (BVDA), gümüş nitrat (Merck) ve hungarian red (BVDA) floresan boyama için, siyanoakrilat (Evobond) ise parmak izini belirgin, kemikleşmiş hale getirmek amacıyla kullanılmıştır.

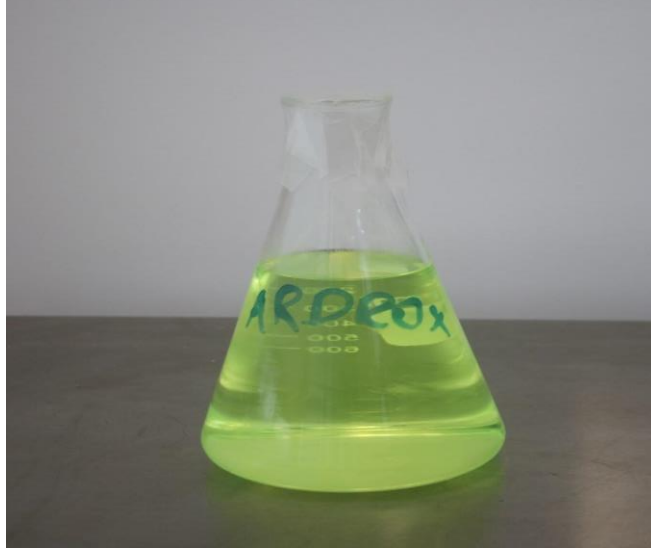
3.1.2. Laboratuvar Ekipmanları

Laboratuvar ekipmanları olarak etüv (Binder), ışık kaynağı (Lumatec), fotoğraf makinası (Nikon D5200), çeker ocak (Tolkim), tam/yarım yüz maskesi (3M) ve super glue kabini (Safefume) kullanılmıştır.

3.1.3. Çözeltiler

- **Ardrex Çözeltisi**

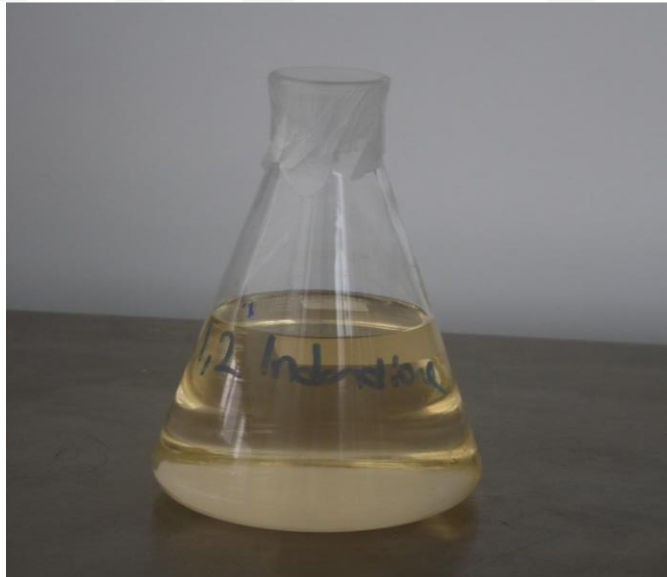
2 mL ardrex temiz ve kuru erlene aktarıldıktan sonra sırası ile 10 mL aseton ve 5 mL metanol erlene ilave edilerek karıştırılır. Karışım üzerine 10 mL 2-propanol ve 8 mL asetonitril ilave edildikten sonra 945 ml petrol eteri ile hacim 1000 mL'ye tamamlanarak Şekil 6'da görülen çalışma çözeltisi elde edilir.



Şekil 6. Ardrex çözeltisi.

- **1,2-İndandione Çözeltisi**

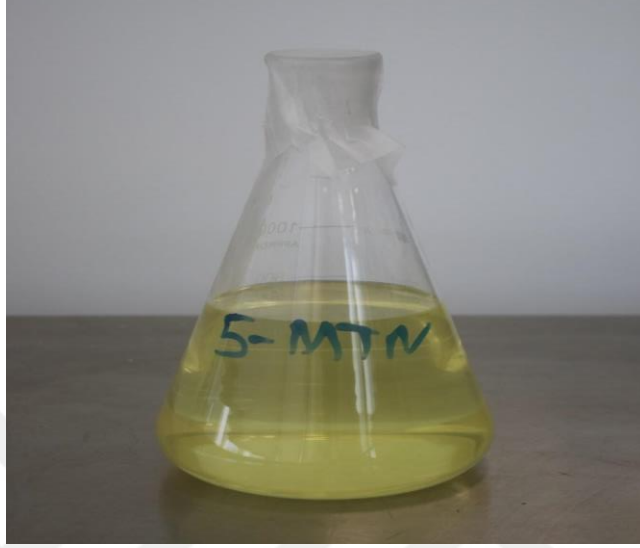
0.2 g 1,2-indandione erlen içerisinde 8 mL asetik asit ile çözülür. Çözeltiye 72 mL etil asetat ve 800 mL petrol eteri sırası ile eklenir. 1,2-İndandione çalışma çözeltisi Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 7. 1,2-İndandione çözeltisi.

- **5-MTN Çözeltisi**

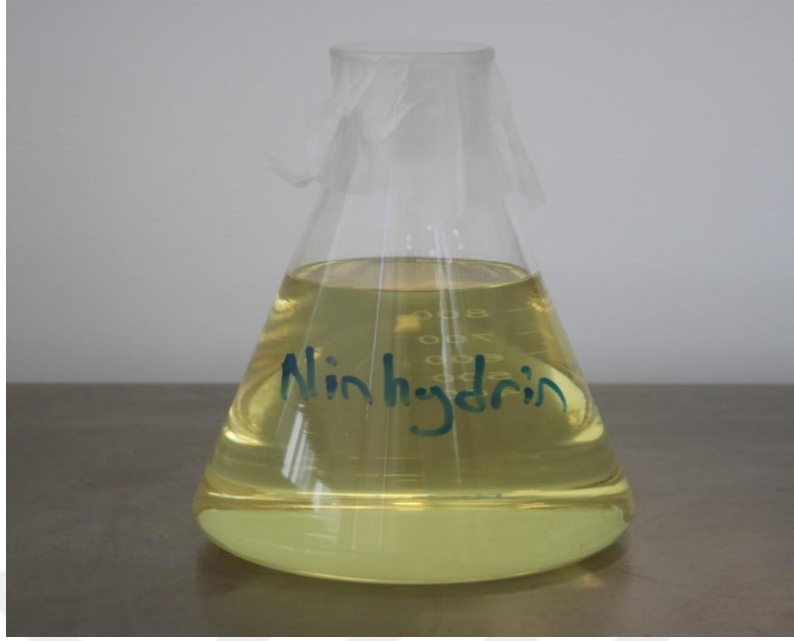
3.4 g 5-MTN temiz ve kuru bir erlen içerisinde 10 mL asetik asit ile çözülür. Çözeltiye sırası ile 25 mL 2-propanol, 145 mL etil asetat ve 720 mL petrol eteri erlene ilave edilerek karıştırılır. Şekil 8’de elde edilen 5-MTN çalışma çözeltisi görülmektedir.



Şekil 8. 5-MTN çözeltisi.

- **Ninhidrin Çözeltisi**

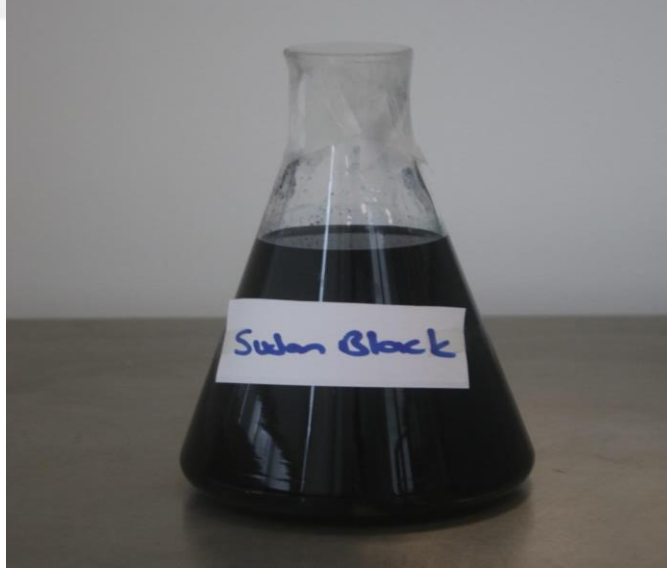
4 g ninhidrin temiz ve kuru bir erlen içerisinde 20 mL methanol ile çözülür. Sırası ile çözeltiye 70 mL etil asetat, 10 mL asetik asit erlene ilave edilerek karıştırılır. Çözelti hacmi 900 mL petrol eteri eklenerek 1000 ml’ye tamamlanır. Şekil 9’da görüldüğü gibi açık sarı renkli berrak çalışma çözeltisi elde edilir.



Şekil 9. Ninhidrin çözeltisi.

- **Sudan Black Çözeltisi**

7.5 g sudan black temiz ve kuru erlene aktarılır. 500 mL ethanol erlene ilave edilerek karıştırılır. Şekil 10’da görüldüğü gibi çalışma çözeltisi elde edilir.



Şekil 10. Sudan black çözeltisi.

- **Gention Violet Çözeltisi**

0.2 g gention violet 10 mL asetonitril ile temiz ve kuru erlen içerisinde çözülür. Sırası ile 60 mL 2-propanol ve 10 mL etil asetat çözeltiye ilave edilerek karıştırılır. Son

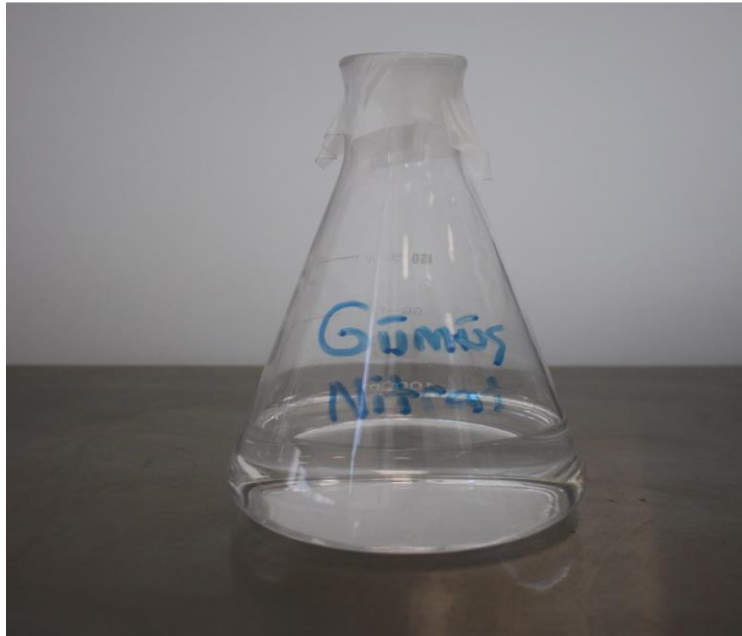
olarak 400 mL petrol eteri ilavesi ile Şekil 11’de görülen 480 mL çalışma çözeltisi elde edilir.



Şekil 11. Gentian violet çözeltisi.

- **Gümüş Nitrat Çözeltisi**

Temiz ve kuru bir erlen içerisinde 10 gr gümüş nitrat 500 mL methanol ile çözülerek ekil 12’de görülen çalışma çözeltisi elde edilir. Gümüş nitrat çözeltisi ışık geçirmeyen cam şişede muhafaza edilir.



Şekil 12. Gümüş nitrat çözeltisi.

3.2. METODLAR

3.2.1. Parmak İzi Örneklerinin Yüzeye Bırakılması

Parmak izi örnekleri için bir gönüllü aracılığı ile hem gözenekli hem de gözeneksiz yüzeylere izler bırakılmıştır. Parmak izi sıvısı göz önüne alındığında her iz bırakma sonrasında yarım saat süre beklenmiştir. Ayrıca parmak izi bırakılırken parmak üzerine 400 g ağırlık bırakılmış ve yaklaşık 3 sn bekletilmiştir. İz bırakma işlemi oda sıcaklığında (yaklaşık 25 °C) gerçekleştirilmiştir. Böylece her uygulama için standart şartlar oluşturulmuş ve her örnek için 3'lü tekrarlar gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Super Glue (Siyanoakrilat) Yöntemi

Super glue buharı vücut izi sıvısında bulunan aminoasitler ile polimerizasyon reaksiyonu oluşturan bir maddedir. Gözeneksiz yüzeylerde vücut izi geliştirmek için kullanılırken daha çok yeni vücut izleri için etkili bir yöntemdir. Eski vücut izleri için ise daha az etkilidir. İzler beyaz renkte gelişirken geliştirilen izlerin kontrastı ardrex, gention violet gibi boyama yöntemleri kullanılarak artırılabilir. Gözenekli ve ıslanmış yüzeyler için kullanılmamaktadır. Materyaller üzerindeki izler kapalı ortam (super glue kabini) içerisinde super glue buharına maruz bırakma ile oluşturulur. Super glue ortamda %80 nem sağlandıktan sonra tablasının ısınması ile buharlaşmakta ve izler gelişmektedir. Özellikle eski vücut izleri için ortamın nemlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle metal yüzeyli delillerin üzerinde aşırı nem oluşması delil yüzeyinin boyanması ve iz kalitesini düşürmesine neden olduğundan nem seviyesi kontrol edilmelidir (Datta, 2001). Parmak izlerinin gelişme süresi delil yüzeyinin özelliğine ve vücut izinin yaşına bağlı olarak 10-60 dk arasında değişebilmektedir.

Super glue için deney prosedüründe başlıca aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- 10 °C aralıklarla 25-95 °C için izler alüminyum folyo üzerine bırakılmış ve her bir derece için etüvde 1 saat boyunca inkübasyon sağlanmıştır. Ayrıca 55 ve 95 °C için 3 saat inkübasyon da gerçekleştirilmiştir.
- Alüminyum folyolar birbirine temas etmeden super glue kabini (Safefume) içerisine yerleştirilerek nem ortamı cihazda %80 olarak ayarlanmıştır.
- Gelişen izlerin kemikleşmesi için 12 saat süre ile bekletilmiştir.

- İzlerin görünümünü arttırmak için püskürtme yöntemi ile ardrex çözeltisi boyaması yapılarak örnekler distile su ile yıkanmış ardından oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.
- Super glue buharı ile geliştirilen ve ardrex yöntemiyle floresans olarak boyanan izler 415-470 nm dalga boyu arasındaki ışık altında sarı filtre ile görüntülenerek fotoğraflanmıştır.

3.2.3. Gention Violet Yöntemi

Gention violet, sebakus bezlerinden salgılanan ter sıvısının yağlı bileşenlerini boyayarak koyu mor renkli bir ürün meydana getirmektedir. Yapışkan bantların yapışkan yüzeylerinde, dekoratif yapışkanlarda ve koruyucu filmlerin yüzeyinde bulunan latent vücut izlerinin geliştirilmesinde etkilidir. Bunun yanında farklı formülasyon ile süper glue gelişiminden sonra yarı gözenekli yüzeylerde ve gözeneksiz yüzeylerde de kullanılmaktadır. Özellikle yağ ile kontamine olmuş yüzeylerdeki latent vücut izlerinin geliştirilmesinde de kullanılmaktadır (Datta, 2001). Gention violet için deney prosedüründe başlıca aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

- Temiz, kuru bir küvete yeterli miktarda çalışma çözeltisi aktarılmıştır.
- Alüminyum folyo üzerine farklı sıcaklıklar için bırakılan örnekler süper glue uygulamasından sonra gention violet havuzuna daldırma yöntemi ile bırakılarak 10-15 sn bekletilmiştir.
- Fazla solüsyon distile su ile yıkama işlemine maruz bırakılarak parmak izlerinden arındırılmıştır.
- Gelişen izler oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.
- İzler fotoğraflanmıştır.

3.2.4. Hungarian Red Yöntemi

Hungarian Red gözeneksiz yüzeylerde kanlı parmak izleri için protein boyası olarak kullanılmaktadır. Kandaki proteinleri boyayarak kırmızı bir ürün vermektedir. Floresans bir yöntemdir ve kanla kontamine olmuş, görünmeyen parmak izlerini incelerken diğer tekniklerle birlikte sırayla kullanılması gerekmektedir. Hungarian red uygulaması yapılmadan önce izlerin sabitlenmesi gerekir. Sabitlenmeyen izler deforme olmaktadır (Bossers et al., 2011).

Hungarian yöntemi aşağıdaki protokole göre gerçekleştirilmiştir:

- Alüminyum folyo üzerine kan numuneleri damlatılarak parmak izi örnekleri bırakılmıştır.
- Kanlı parmak izi örneklerini sabitlemek için 2 saat süre ile saf metanolde inkübasyon yapılmıştır.
- İzlerin kurumasının ardından belirlenen sıcaklıklarda 1 saat süre ile etüvde inkübasyona bırakılmıştır.
- Hazır uygulama çözeltisi bulgu üzerine 15-20 cm uzaklıktan sprey ile uygulanarak 15 sn bekletilmiştir.
- Yumuşak akan suyla bulgunun yüzeyi yıkanmıştır.
- Bulgu dik konumda bekletilerek yüzeyin kuruması sağlanmıştır.
- Hungarian Red ile geliştirilen izler doğrudan görüntülenmiştir. Bunun yanında izler 505 nm ile 555 nm dalga boyunda ışıklar denenerek turuncu filtre ile gözlemlenebilmektedir.

3.2.5. Sudan Black Yöntemi

Sudan Black parmak izi sıvısındaki yağlı bileşenleri mavi siyah renkte boyayarak görünür hale getiren bir yöntemdir. Parmak izlerinin araştırılmasında diğer yöntemlere göre daha az etkilidir. Özellikle yağ, gıda maddesi veya bazı maddelerin kuru artıkları ile kontamine olmuş yüzeylerdeki izler için kullanılmaktadır. Super Glue uygulamasından sonra gelişen izleri boyamak için de kullanılmaktadır. Yağlı parmak izlerinin bulunduğu cam, plastik, metal gibi gözeneksiz yüzeyler için kullanılırken gözenekli yüzeyler için kullanılmaz (Cadd et al., 2013).

Sudan black yöntemi için aşağıdaki metod uygulanmıştır:

- Alüminyum folyo örnekleri yağ ile muamele edildikten sonra parmak izi bırakılmıştır.
- Yağlı parmak izi örnekleri belirlenen sıcaklıklarda 1 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır.
- İz numuneleri sudan black çözeltisi içerisine daldırma yöntemi ile bırakılarak 5 sn boyunca bekletilerek fazla çözelti distile su ile yıkanarak uzaklaştırılmıştır.
- Örnekler oda sıcaklığına kurutularak gelişen izle fotoğraflanmıştır.

3.2.6. 1,2-İndandione Yöntemi

Renkli gözenekli yüzeyler için tercih edilebilecek etkili bir floresans yöntemidir. Açık renkli, gözenekli ve yarı gözenekli yüzeylerde ayrıca bu iki yüzeyde bulunan zayıf kanlı parmak izlerinde iyi sonuçlar vermektedir. Uygulamadan sonra floresans olarak gelişen izler, çok dalga boylu ışık kaynağı altında incelenmelidir. Gelişen izler donuk mor renkte görülebilir. İzlerinin gelişip gelişmediğine çok dalga boylu ışık kaynağı ile bakılmalıdır. İzler 470 nm ile 530 nm arasında turuncu filtre ile gözlemlenir. İzlerin gelişmesi istenilen seviyede değil ise uygulama ve ısıtma işlemleri tekrarlanabilmektedir (Wallace-Kunkel et al., 2007).

1,2-İndandione yöntemi aşağıdaki protokole göre uygulanmıştır:

- Renkli kâğıt yüzeye izler bırakıldıktan sonra belirlenen sıcaklıklarda 1 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır.
- Örnekler daldırma yöntemi ile 1,2-indandione çözeltisi içerisine bırakıldıktan sonra 10 sn süre ile bekletilmiştir.
- Oda sıcaklığında kuruyan örnekler 100 °C etüvde 20 dk bekletilmiştir.
- İzler 470 nm ile 530 nm dalga boyları arasındaki ışık altında turuncu filtre ile gözlemlenerek fotoğraflanmıştır.

3.2.7. DFO (1,8- Diazafluoren-9-one) Yöntemi

DFO amino asitlerle ve proteinlerle tepkimeye girerek mordan kırmızıya değişen ve oda sıcaklığında yüksek oranda lüminesans özellik gösteren kimyasal maddedir. Açık renkli, gözenekli ve yarı gözenekli yüzeylerde ayrıca bu iki yüzeyde bulunan zayıf kanlı parmak izlerinde iyi sonuçlar vermektedir. Eski parmak izlerinin geliştirilmesi için etkili bir yöntemdir. Koyu renkli yüzeylerde, yüzey ışığı emdiği için floresans özelliği kaybolmaktadır (Stoilovic, 1993). Termal yüzeylere kesinlikle uygulanmaz. DFO yöntemi 1,2-indandion yöntemi ile aynı protokole göre uygulanmıştır.

3.2.8. 5-MTN (5-Methylthioninhydrin) Yöntemi

Gözenekli yüzeylerdeki parmak izlerini görünür hale getirmek amacıyla uygulanmaktadır. Eski izler için etkili bir yöntemdir ve parmak izi sıvısında bulunan aminoasit ve proteinlerle reaksiyona girerek izleri geliştirmektedir. Uygulanışı ve izlerin gelişmesi ninhidrin ile benzerlik göstermektedir. Uygulamadan sonra çinko klorür ile floresans olarak boyanması, en büyük avantajıdır. Ninhidrin'e göre izleri

daha güçlü renkte geliştirmektedir. Gelişen izler çıplak gözle görülebileceği gibi çinko klorür uygulaması yapılarak, parmak izlerine floresans özellik kazandırılabilir (Heffner & Joullie, 2010).

5-MTN uygulaması aşağıdaki protokole göre uygulanmıştır:

- Gözenekli kağıt yüzeye bırakılan parmak izleri belirlenen sıcaklıklarda 1 saat süre ile etüvde inkübe edilmiştir.
- Örnekler daldırma yöntemi ile 5-MTN solüsyonuna daldırılmış ve 15 sn boyunca bekletilmiştir.
- Kuruyan örnekler karanlık inkübatör kabin içerisinde %65 nem ortamında 10 gün boyunca bekletilmiştir.
- Gelişen izler fotoğraflanmıştır.

3.2.9. Ninhidrin Yöntemi

Ninhidrin, parmak izi sıvısındaki amino asit bileşenleri ile reaksiyona girmektedir. Geliştirme şartlarına bağlı olarak turuncu ile mor arasında değişen renkli bir görüntü oluşturmaktadır. Geliştirme işleminin sonunda oluşan renkli bileşiğe “Ruheman Moru” adı verilmektedir. Gözenekli yüzeylerde kullanılır ve çok eski izlere duyarlıdır. Uygun ortamda bekletilen izler yüksek kalitede gelişmektedir. Bu özellikleri ile ninhidrin, gözenekli yüzeylere en çok uygulanan yöntemdir. Normal şartlarda geliştirme işleminin tamamlanması haftalarca sürebilmektedir. Gözenekli yüzeylerde bulunan görünmeyen parmak izlerine ve kanla kontamine olmuş parmak izlerine uygulanmaktadır. Termal yüzeylere kesinlikle uygulanmaz (Lennard, 2005).

Ninhidrin parmak izi geliştirme metodu aşağıdaki protokole göre uygulanmıştır:

- Parmak izleri kâğıt yüzeye bırakıldıktan sonra belirlenen sıcaklıklarda 1 saat süre ile etüvde inkübasyona bırakılmıştır. Ayrıca 55 ve 95 °C sıcaklıklar için 3 saat inkübasyonlar da gerçekleştirilmiştir. Bu inkübasyonlar özellikle parmak izi incelemesinde yaygın kullanılan ninhidrin ve super glue-ardrox yöntemlerinin 1-3 saat süre arasında zaman ve sıcaklığa bağlı iz gelişimini belirlemek için kullanılmıştır.
- Örnekler ninhidrin solüsyonuna daldırma yöntemi kullanılarak uygulanmıştır.
- Kuruyan örnekler karanlık inkübatör dolaplarda %65 nem varlığında bırakılmış ve 10 gün boyunca iz gelişimi gözlemlenerek fotoğraflanmıştır.

3.2.10. Gümüş Nitrat Yöntemi

Gümüş nitrat, parmak izi sıvısında bulunan klorür iyonları ile tepkimeye girerek papil hatları üzerinde gümüş klorür oluşturmaktadır. Gümüş klorür ışığa maruz bırakıldığında koyu gri renge dönüşerek gümüş elementine indirgenmektedir. Meydana gelen renk değişimi papil hatlarının görünür hale gelmesini sağlamaktadır. Gözenekli yüzeyler için uygulanan bir yöntemdir. İşlenmemiş ham ahşap ve karton malzemeler üzerinde uygulandığı gibi kağıtlar üzerinde de uygulanabilmektedir. Ninhidrin'den sonra ikinci bir yöntem olarak uygulanması daha uygundur. Parlatılmış, verniklenmiş, mumla işlenmiş ahşap malzemeler ve ıslanmış yüzeyler üzerine uygulanmamaktadır (Prasad et al., 2021).

Gümüş nitrat yönteminde aşağıdaki protokol uygulanmıştır:

- Parmak izleri karton yüzeylere bırakılarak belirlenen sıcaklık derecelerinde 1 saat inkübasyona bırakılmıştır.
- Örnekler gümüş nitrat çözeltisine 5 sn süreyle daldırma yöntemi ile uygulanmıştır.
- Kuruyan örnekler tamamen kuruduktan sonra 50 cm mesafeden 500 watt'lık ışığa maruz bırakılır ve parmak izleri koyu kahverengi renkte gelişene kadar gözlemlenerek fotoğraflanmıştır.

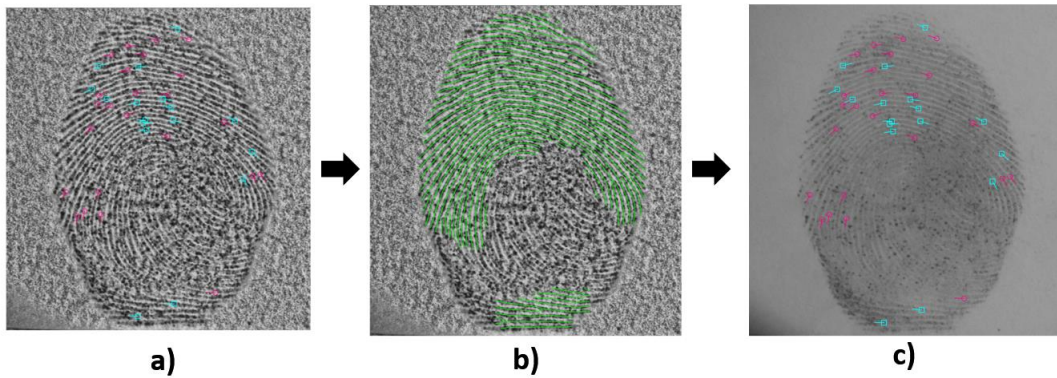
3.3. KİMLİKLENDİRİLEBİLİR PARMAK İZİ SKORLAMA TABLOSUNUN OLUŞTURULMASI

Parmak izlerinin değerlendirmesinde, Birleşik Krallık İçişleri Bakanlığı Uygulamalı Bilim ve Teknoloji Merkezince (CAST) oluşturulan puanlama sistemi (Tablo 1) kullanılmıştır. Verilerin analiz edilmesi için tüm donörlerin ortalama puanları hesaplanmış ve değişkenlere göre veriler oluşturulmuştur.

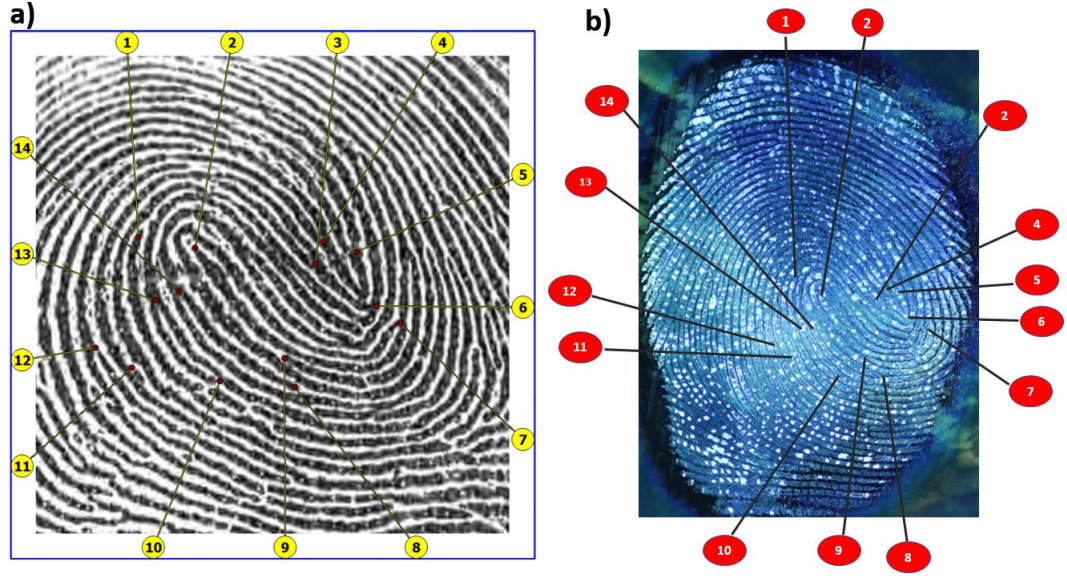
Tablo 1. Kantitatif parmak izi değerlendirme ölçeği.

Puan	Açıklama
0	Parmak izi kalıntısı yok
1	Zayıf gelişme; temas kanıtı var, ancak parmak izi özelliği yok
2	Sınırlı gelişme, parmak izi özelliklerinin yaklaşık 1/3'ü mevcuttur, ancak; kimliklendirme amacıyla kullanılamaz
3	Güçlü gelişme; parmak izi özelliklerinin 1/3'ü ile 2/3'ü arasında; kimliklendirilebilir parmak izi
4	Çok güçlü gelişme: tüm parmak izi özellikleri mevcut, kimliklendirilebilir parmak izi

Bu tez çalışmasında geliştirilmiş parmak izlerinin genel kalitesini ve netliğini objektif olarak derecelendirmek için kantitatif parmak izi değerlendirme ölçeğinde 3 ve 4 puanla belirtilen “kimliklendirilebilir parmak izi” için en az 12 parmak izi özelliği aranmıştır. Parmak izi gelişimi, International Fingerprint Research Group (IFRG) tarafından önerilen yönergelere uygun olarak ACE-V (analiz, karşılaştırma, değerlendirme ve doğrulama) basamakları ile kimliklendirme işlemleri yapılmıştır. Geliştirilen parmak izlerinin fotoğraflanmasının ardından izler photoshop programına aktarılıp manuel olarak karakteristik özellikleri ve papil hatları çizilmiş ve kontrol parmak izi ile karşılaştırılarak 12 özellik sıralamasına göre kimliklendirilmiştir. Örnek parmak izi tasnifleme basamakları Şekil 13’te, donörden alınan kontrol parmak izinin örnek kimliklendirmesi ise Şekil 14’te görülmekte



Şekil 13. Örnek Parmak İzi Tasnifleme Basamakları. a) İzin Photoshop Programına Aktarılması, b) Papil Hatlarının Manuel Belirlenmesi, c) Özelliklerin Belirlenmesi.



Şekil 14. Donörden Alınan Kontrol Parmak İzinin Örnek Kimliklendirmesi. a) Kontrol, b) Geliştirilen Bir İz Kimliklendirilmesi.

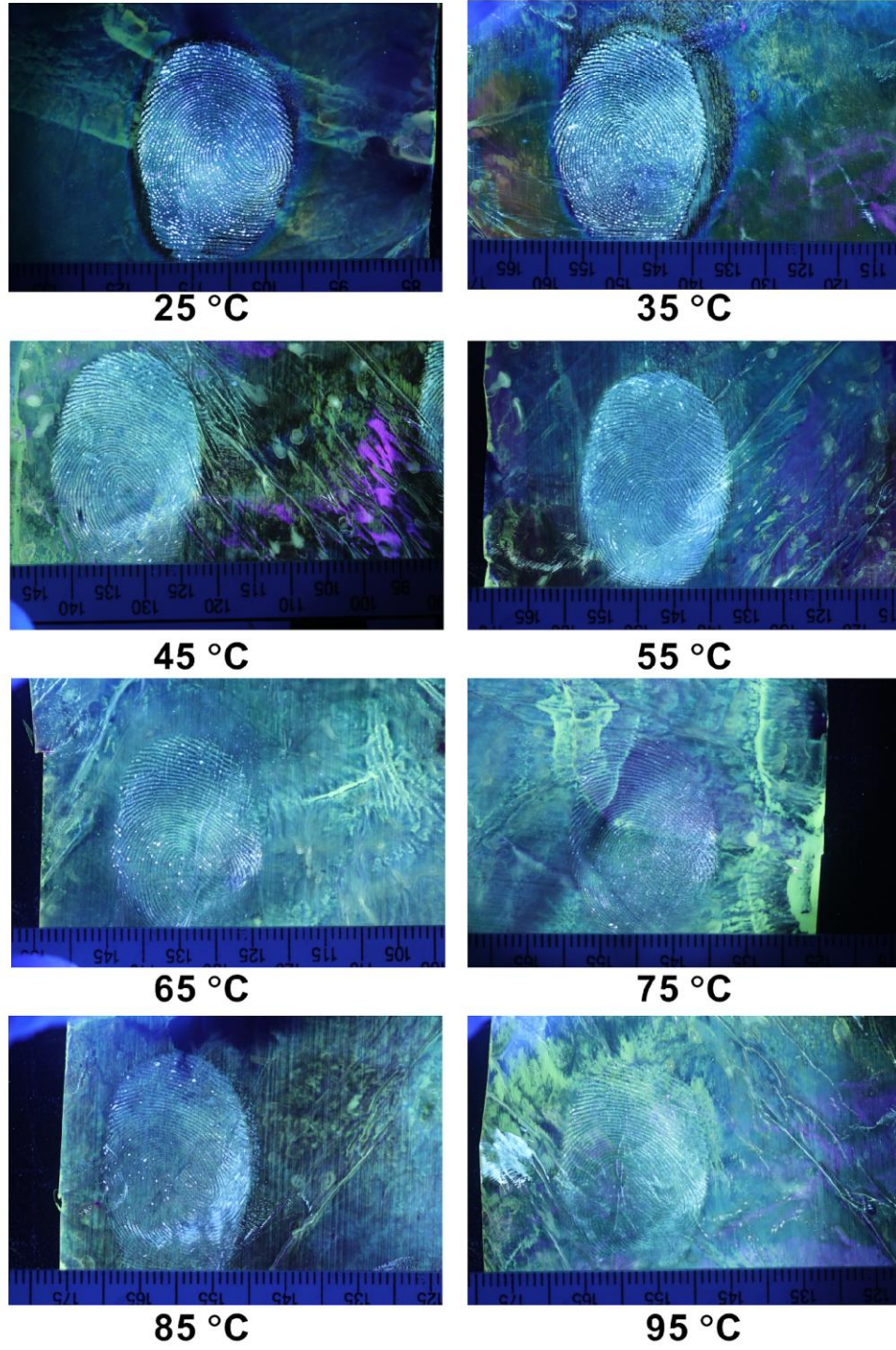
4. SONUÇLAR

4.1. SUPER GLUE YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözeneksiz yüzeyde 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 ve 95 °C olmak üzere 8 farklı sıcaklıkta super glue aracılığıyla geliştirilen izlerin görünürlüğü ardrex floresans boyama yöntemi ile artırılmıştır. Şekil 15'te ölçekli olarak görselleştirilmiş parmak izleri görülmektedir. Tüm sıcaklık değerleri için izler analiz edildiğinde izlerin iyi kalitede geliştiği tüm özellikleri barındırdığı skor 4 olarak belirlenmiştir. Tüm sıcaklıklar için süper glue-ardrex yöntemi sonuçlarına ilişkin skorlama Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için super glue-ardrex yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

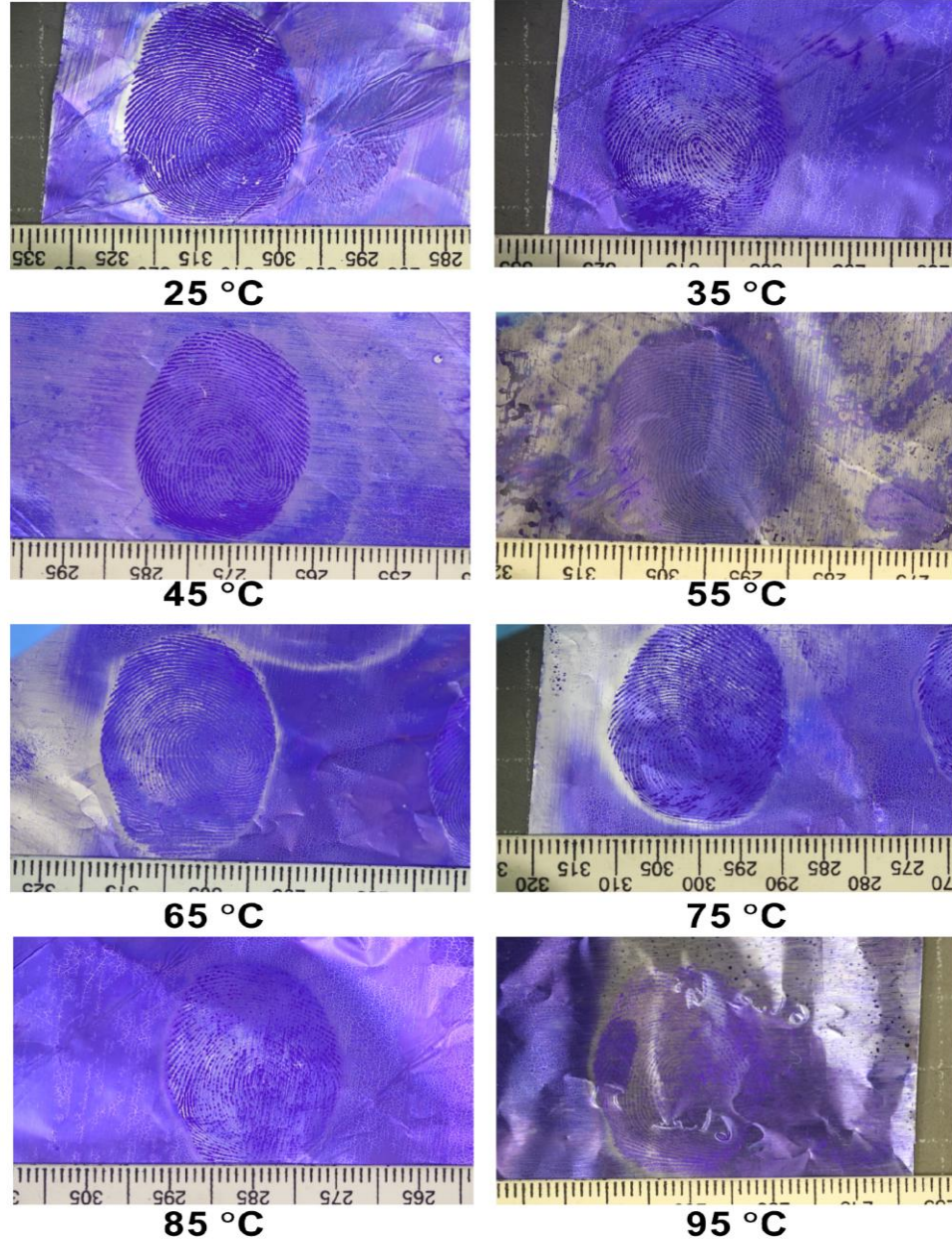
Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	4	4	4	4	4



Şekil 15. 8 Farklı Sıcaklık İçin 1 Saat İnkübasyondan Sonra Super Glue-Ardrox Yöntemi İle Görselleştirilen İzler.

4.2. GENTİON VİOLET YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözeneksiz yüzeyde 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 ve 95 °C olmak üzere 8 farklı sıcaklık için yapılan 1 saatlik inkübasyon neticesinde super glue-gention violet için elde edilen izler Şekil 16’da görüldüğü gibi görselleştirilmiştir.



Şekil 16. 8 Farklı Sıcaklık İçin 1 Saat İnkübasyondan Sonra Super Glue-Gention Violet Yöntemi İle Görselleştirilen İzler.

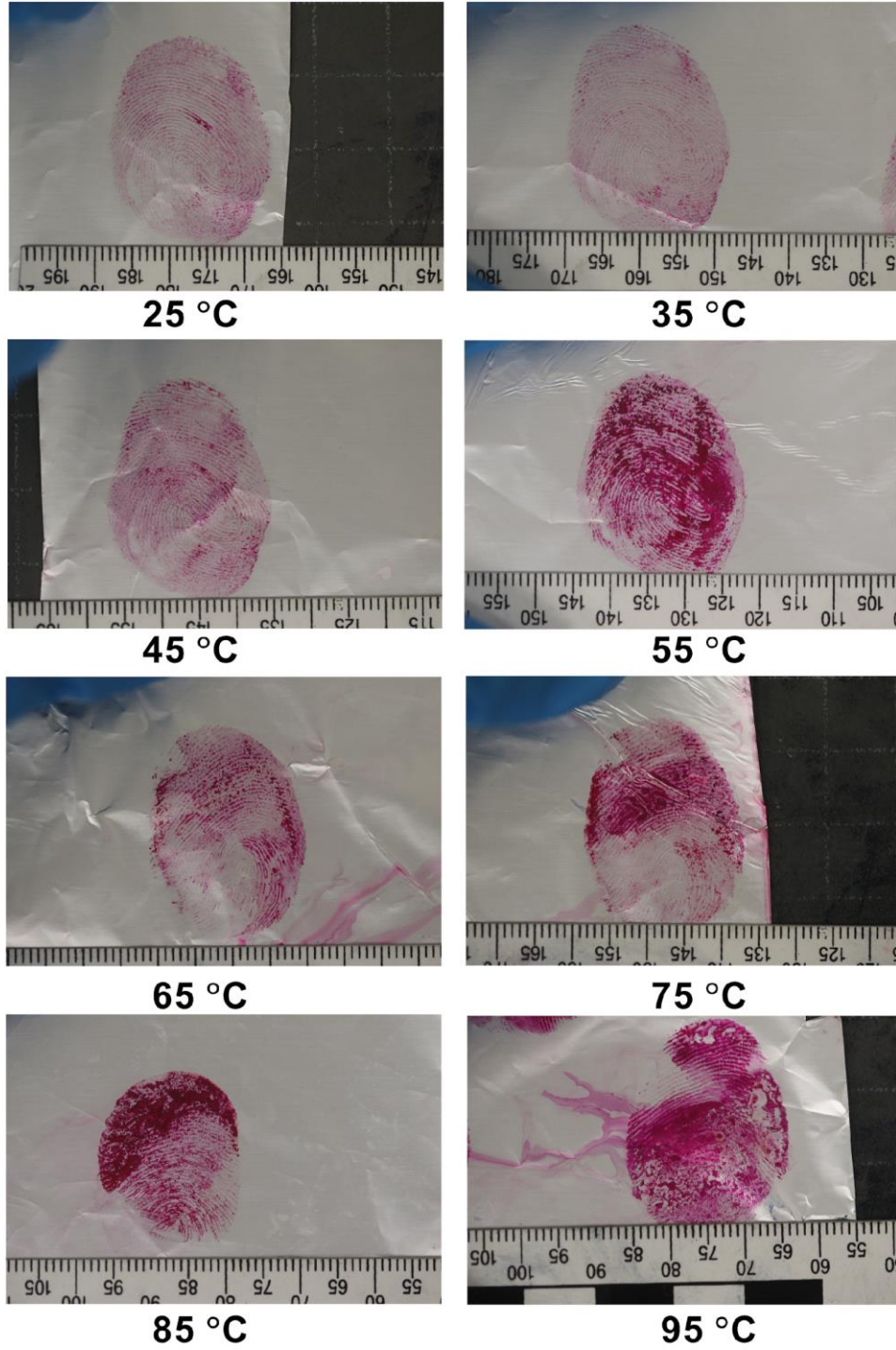
Yapılan kimliklendirme analizlerinde sıcaklığın artması ile birlikte iz gelişimde super-glue-gention violet yönteminde de tüm izler skor 4 olarak kimliklendirilmiştir. Super-glue-gention violet yöntemi ile elde edilen skorlamalar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için super glue-gention violet yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	4	4	4	4	4

4.3. HUNGARIAN RED YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözeneksiz yüzeyde 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 ve 95 °C olmak üzere 8 farklı sıcaklık için 1 saat inkübasyon sonucunda hungarian red ile geliştirilen kanlı parmak izleri görselleştirilmiştir. Bu yöntem ile elde edilen parmak izleri görseli Şekil 17’de görülmektedir.



Şekil 17. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Hungarian Red Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

Kanlı parmak izleri için yapılan kimliklendirme analizinde 55 °C'ye kadar 4 skorlu izler daha sonrasında ise 3 skorlu izler gözlemlenmiştir. İz kalitesi düşmesine rağmen

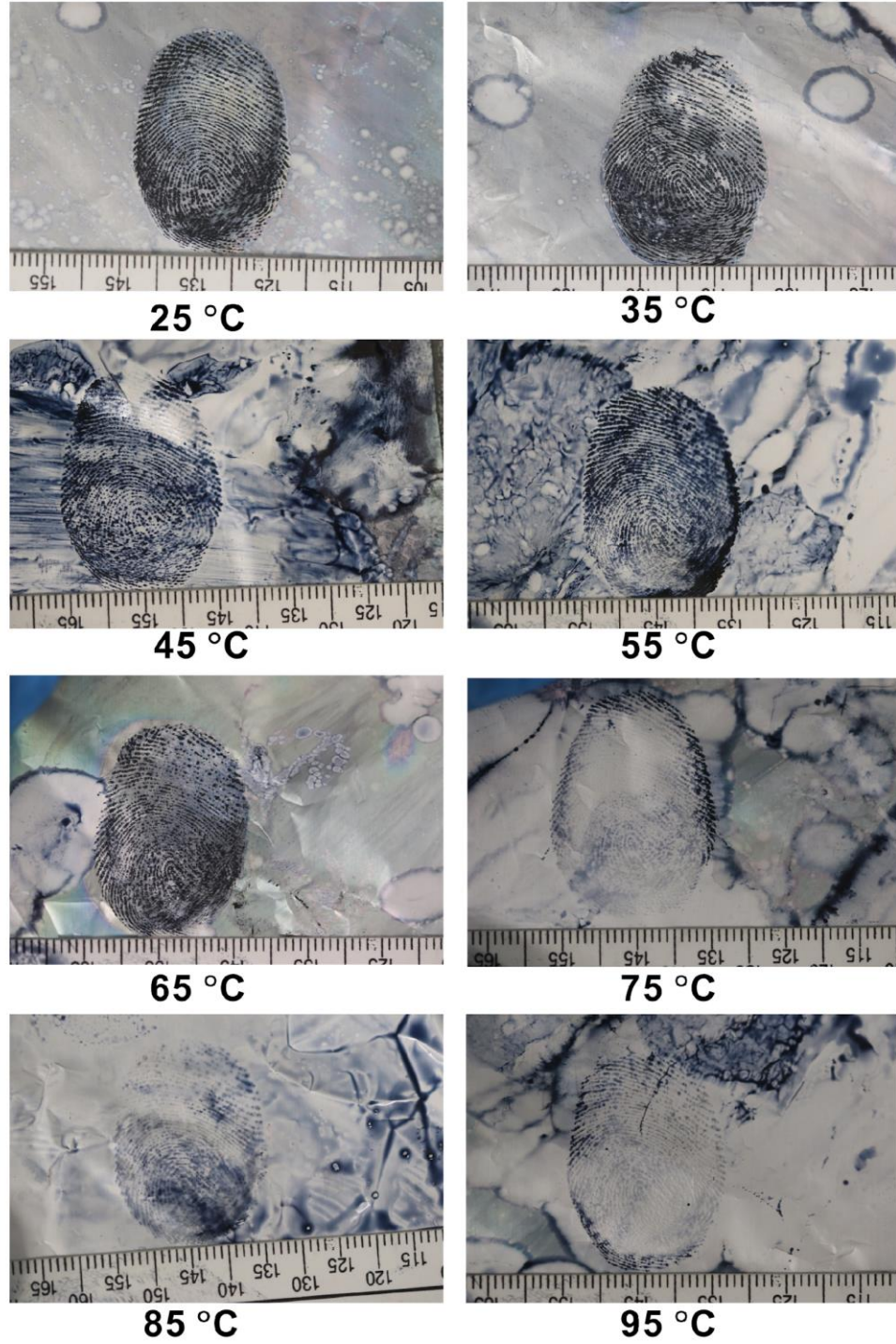
tüm izler kimliklendirmeye uygun olarak belirlenmiştir. Hungarian red yöntemi ile elde edilen skorlamalar Tablo 4’te görülmektedir.

Tablo 4. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için Hungarian red yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	4	3	3	3	3

4.4. SUDAN BLACK YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözeneksiz yüzeyde yağlı parmak izleri üzerine sıcaklığın etkisi diğer yöntemlerde olduğu gibi 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 ve 95 °C olmak üzere 8 farklı sıcaklıklarda 1 saat inkübasyon sonucunda test edilerek görselleştirilmiştir. Elde edilen görseller Şekil 18’de görülmektedir.



Şekil 18. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Sudan Black Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

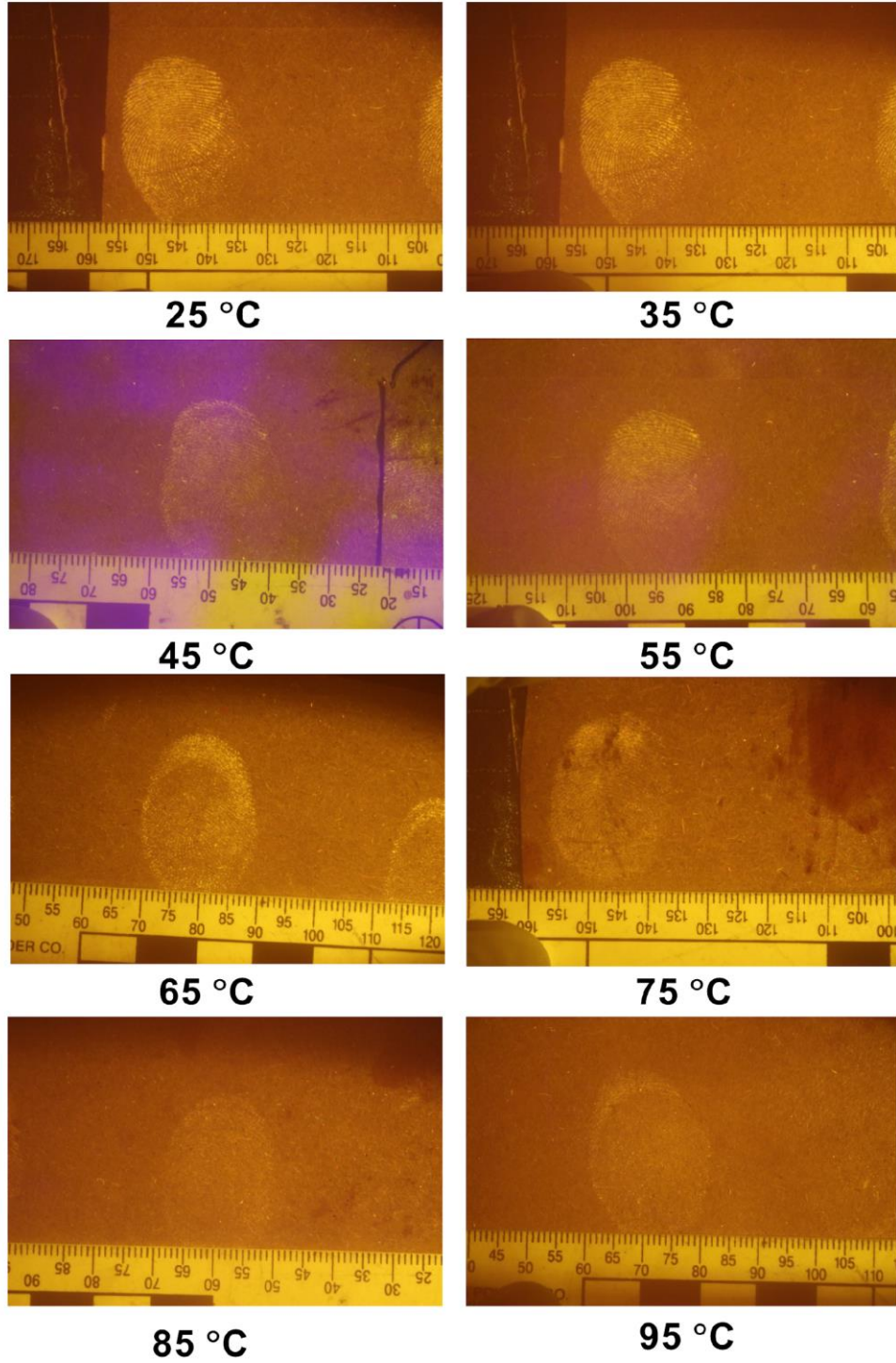
Sudan black yöntemi için kimliklendirilebilir izle 25-65 °C arasında skor 4 olarak; 75-95 °C arasında ise skor 3 olarak belirlenmiştir. Sudan Black yöntemine ait skorlamalar Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için sudan black yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	4	4	3	3	3

4.5. 1,2-İNDANDİONE YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözenekli yüzeyde 25-95 °C aralığında olmak üzere 8 farklı sıcaklıkta parmak izleri 1,2-indandione yöntemi ile geliştirildikten sonra izler görselleştirilmiştir. 1,2-İndandione yöntemi ile elde edilen görseller Şekil 19'da sunulmuştur.



Şekil 19. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle 1,2 İndandione Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

Yapılan kimliklendirme analizleri sonucunda 25-45 °C arasında 4 ve 55 °C’de 3 skorlu izler olmak üzere kimliklendirilebilir izler gözlemlenmiştir. 65-90 °C aralığında ise

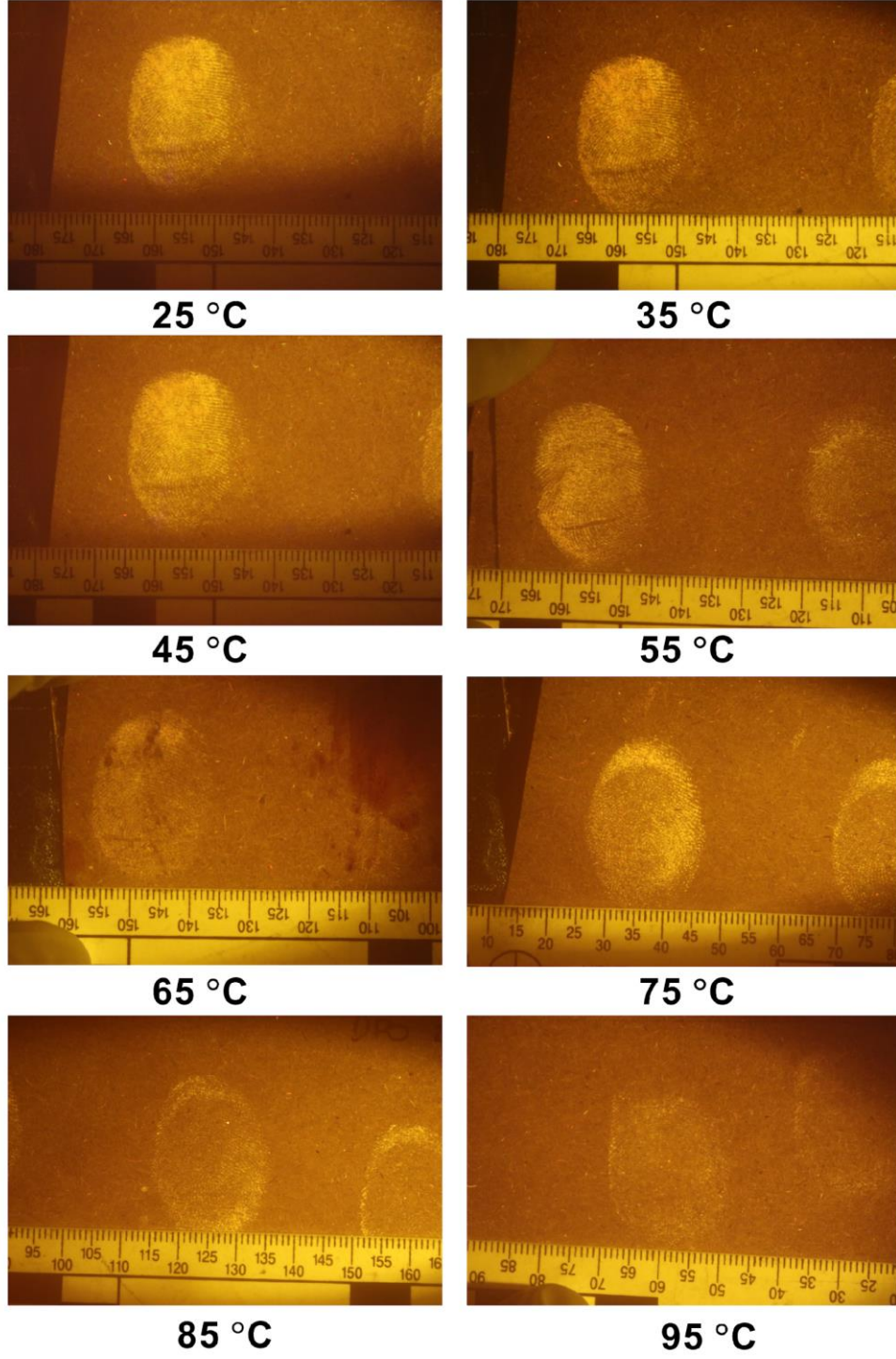
kimliklendirme yapılamamıştır. Bu yöntemle ilişkin skorlamalar Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için 1,2-indandione yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	3	2	2	2	1

4.6. DFO YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözenekli açık renkli kağıt yüzeyde diğer çalışmalarda kullanılan 8 farklı sıcaklıkta DFO yöntemi ile izler geliştirilmiş ve geliştirilen izlerin görselleştirilmesi Şekil 20’de sunulmuştur.



Şekil 20. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle DFO Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

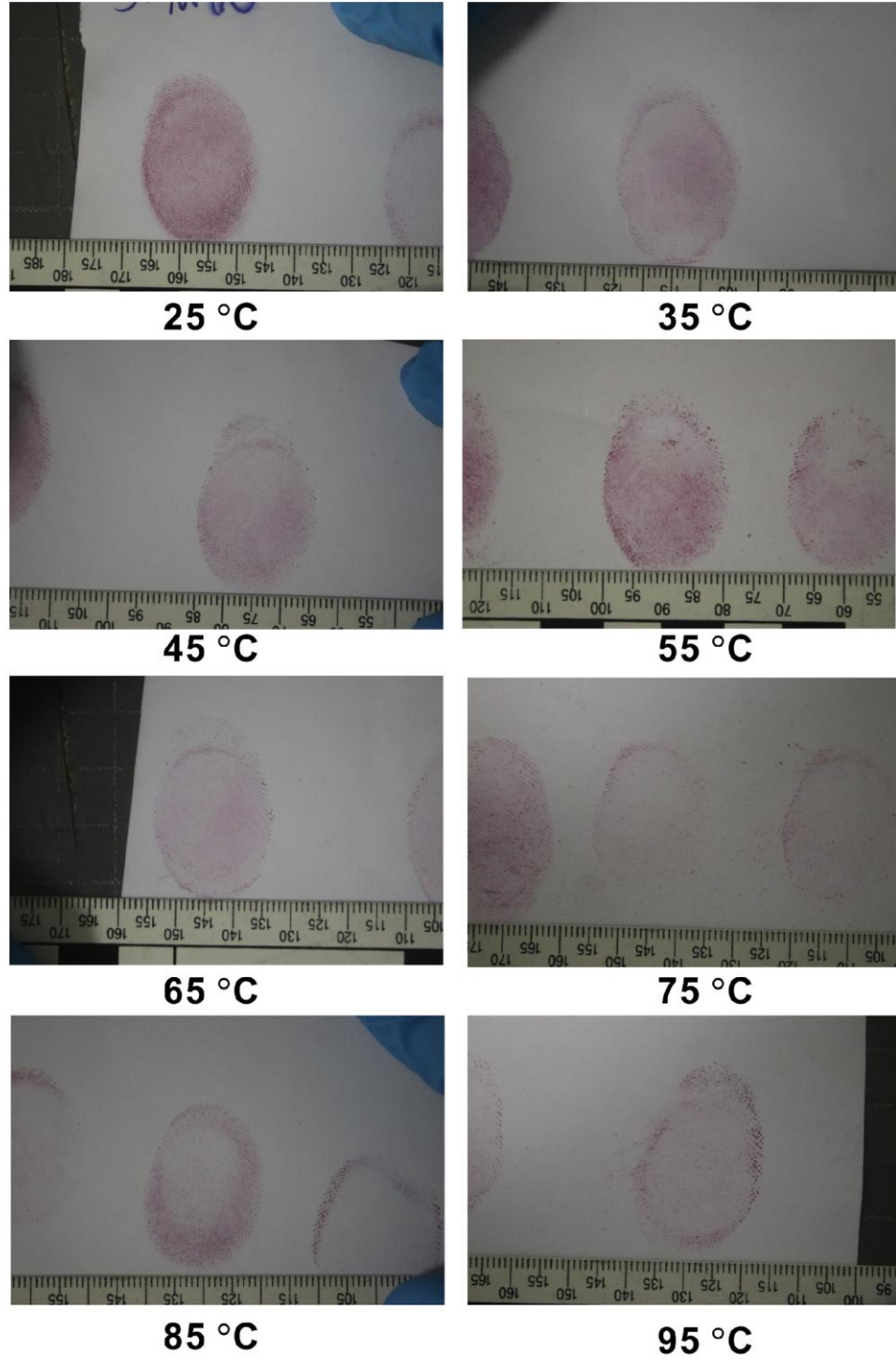
Parmak izlerinin analizi neticesinde 25-55 °C aralığında kimliklendirilen izle skor 4 olarak belirlenirken; 65-95 °C aralığında izlerin kimliklendirilmesi mümkün olmamıştır. Tablo 7 bu yönteme ilişkin skorlamaları sıcaklıklara göre göstermektedir.

Tablo 7. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için DFO yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	4	2	2	2	1

4.7. 5-MTN YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 ve 95 °C olmak üzere 8 farklı sıcaklık uygulamasından sonra gözenekli beyaz kâğıt yüzeydeki izler 5-MTN ile geliştirilmiştir. Bu yöntemle elde edilen izlerin görselleri Şekil 21’de görülmektedir.



Şekil 21. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle 5 MTN Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

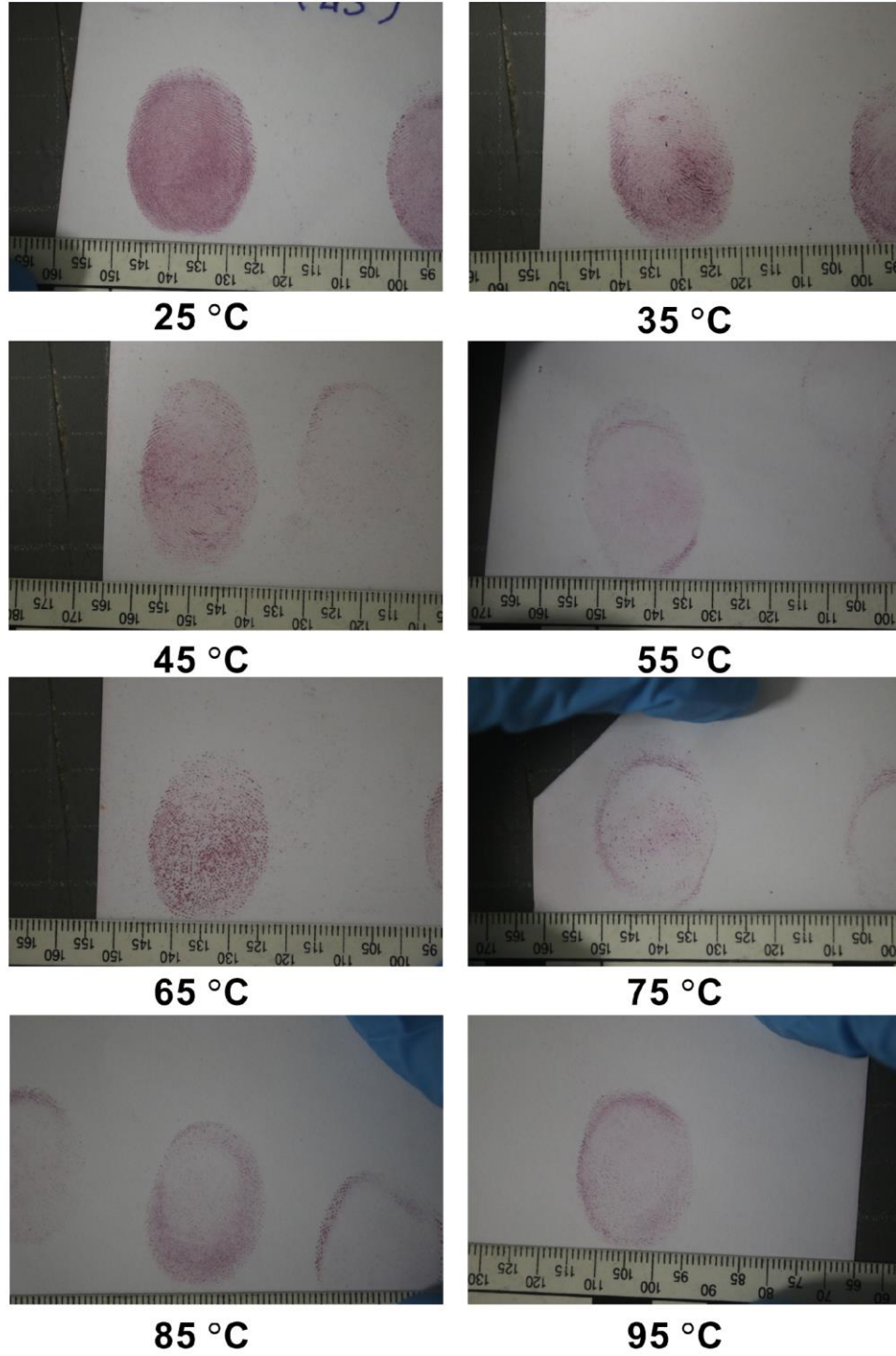
Kimliklendirilebilir izlerin analizinde 25-35 °C için 4 skorlu; 45-55 °C için 3 skorlu izler tespit edilmiştir. Ayrıca 65-95 °C aralığında kimliklendirilebilir izler tespit edilememiştir. Tablo 8’de bu yöntemde sıcaklıklara göre skorlamalar görülmektedir.

Tablo 8. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için 5-MTN yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	3	3	2	1	1	1

4.8. NİNHİDRİN YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gözenekli beyaz kâğıt yüzey için ninhidrin ile de 8 farklı sıcaklıkta izler geliştirilmiş ve geliştirilen izler görselleştirilmiştir. Bu yöntemle geliştirilen izlerin görselleri Şekil 22’de görülmektedir.



Şekil 22. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Ninhidrin Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

Kimliklendirilen izler 25-35 °C için skor 4; 45-55 °C için skor 3 olarak belirlenirken 65-95 °C arasında kimliklendirme yapılamamıştır. Ninhidrin yöntemi ile elde edilen skorlamalar Tablo 9’da görülmektedir.

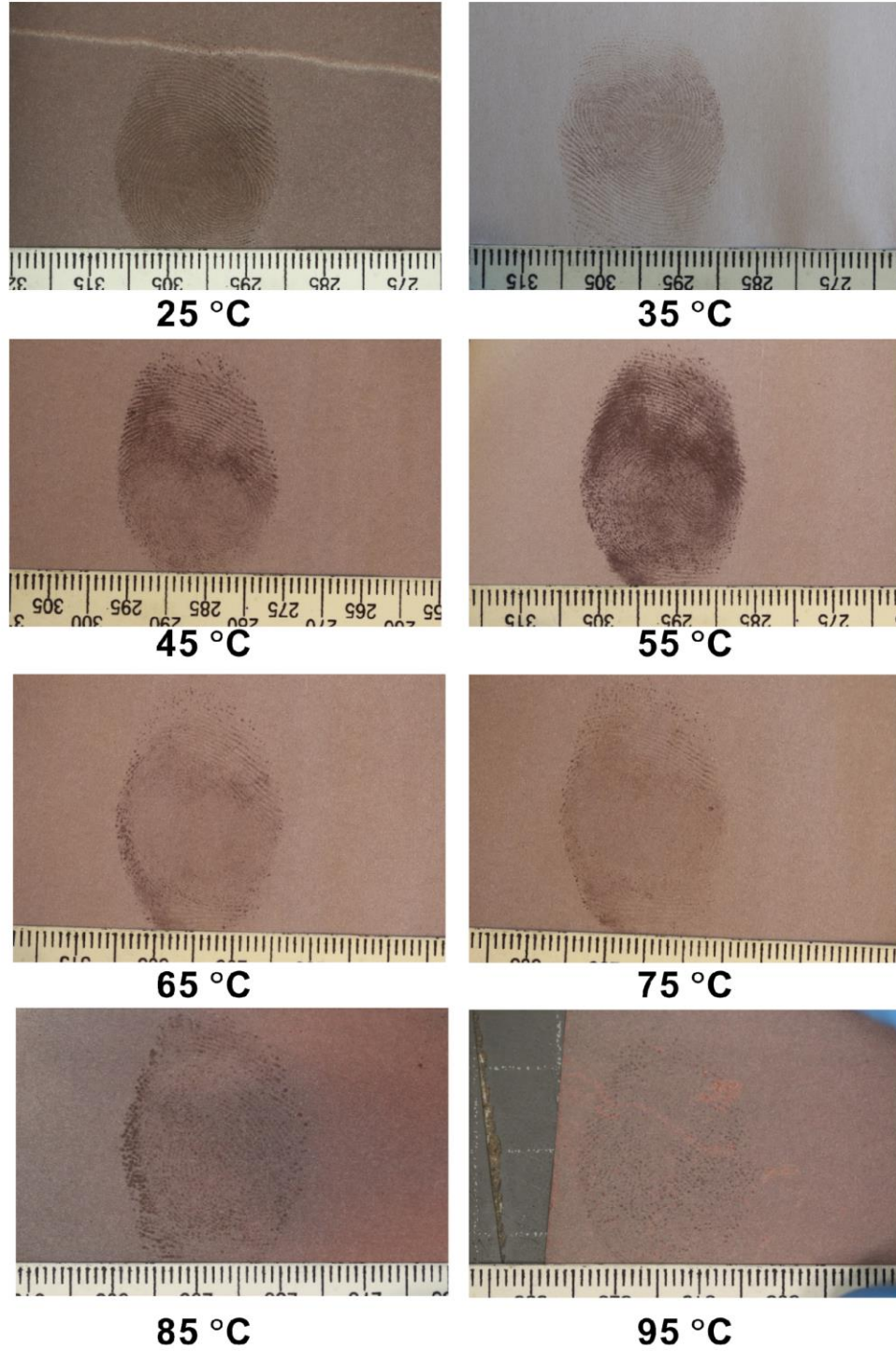
Tablo 9. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için ninhidrin yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	3	3	2	1	1	1

4.9. GÜMÜŞ NİTRAT YÖNTEMİ İLE FARKLI SICAKLIKLARIN İZ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 ve 95 °C olmak üzere 8 farklı sıcaklıkta 1 saat inkübasyonuna maruz kalmış izler gümüş nitrat yöntemi uygulanarak görselleştirilmiştir. Şekil 23'te elde edilen görseller sunulmuştur.





Şekil 23. Farklı Sıcaklıklar İçin 1 Saat İnkübasyon İle Gümüş Nitrat Yöntemi Sonrası Görselleştirilen İzler.

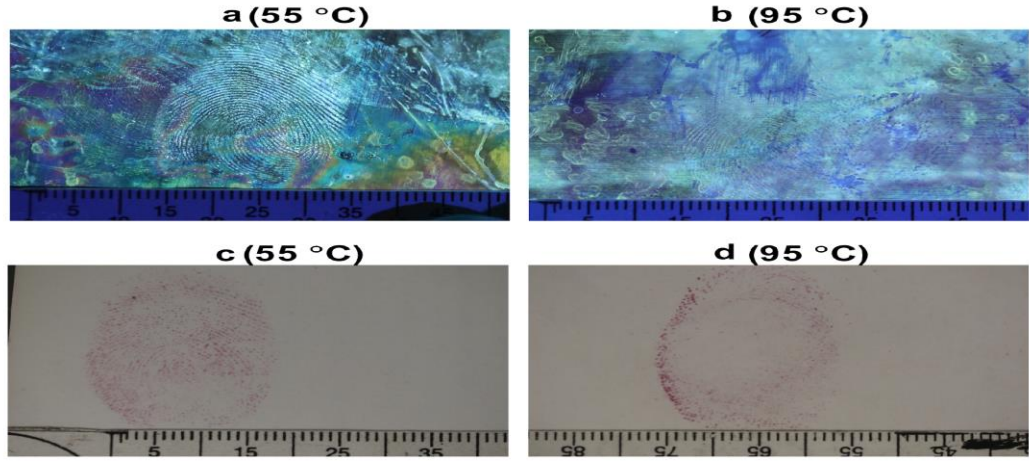
Kimliklendirilebilen izler 25-45 °C aralığında 4 skorlu; 55-65 °C için 3 skorlu olarak belirlenirken 75-95 °C aralığında kimliklendirilen iz tespit edilememiştir. Sıcaklıklara göre elde edilen skorlamalar Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. 1 saat inkübasyon sonrası farklı sıcaklıklar için gümüş nitrat yöntemi ile geliştirilen izlerin skorları.

Sıcaklık °C	25	35	45	55	65	75	85	95
Skor	4	4	4	3	3	2	2	1

4.10. 55 VE 95 °C SICAKLIKTAKİ 3 SAAT İNKÜBASYONUN SUPER GLUE VE NİNHİDRİN YÖNTEMLERİ İLE İZ GELİŞİMİNE ETKİSİ

Parmak izi geliştirme laboratuvarında gözenekli ve gözeneksiz yüzeyler için en yaygın kullanılan yöntemler olan super glue-ardrox ve ninhidrin için iz örnekleri 55 ve 95 °C’de 3 saatlik inkübasyon sonucunda geliştirilmiş ve görselleştirilmiştir (Şekil 24.).



Şekil 24. 55 ve 95 °C’de 3 Saat Sonucundaki İzlerin Gelişimi. a ve b Super glue-Ardrox Yöntemi, b ve c Ninhidrin İçin Geliştirilen İzler.

Yapılan kimliklendirme analizinde 55 derecede 3 saat sıcaklık inkübasyonunda her 2 yöntem için kimliklendirilebilir izlerin skoru 3 olarak gözlemlenmiştir. 95 °C için ise kimliklendirme yapılamamıştır. Elde edilen skorlamalar Tablo 11’de görülmektedir.

Tablo 11. 55 ve 95 °C’de 3 saatlik sıcaklıkta, ninhidrin ve super glue-ardrox için kimliklendirme tablosu.

Sıcaklık °C	55	95
Skor (super glue-ardrox)	3	1
Skor (ninhidrin)	3	1

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Parmak izinin maruz kaldığı termal ortam, içindeki bileşenlerde değişikliklere neden olabilmektedir (Johnston & Rogers, 2017). Genel olarak bu değişikliklere yüksek sıcaklıklar neden olurken düşük veya sıfırın altındaki sıcaklıklar parmak izi bileşenlerindeki herhangi bir bozulmayı geciktirme eğilimindedir. Yüksek sıcaklıkta gözlemlenebilecek etkilerden bazıları, parmak izinin hızlandırılmış kuruması (yani su kaybı), tuzların kristalleşmesi, uçucu bileşenlerin buharlaşması, düşük erime noktalı bileşenlerin erimesi ve başka bölgeye akışı, kalıntı içindeki bazı bileşenlerin oksidasyonu ve bazı bileşiklerin kimyasal bozunmasıdır (Barnett & Berger, 1976; Bleay et al., 2018). Bu tez çalışmasında sıcaklığın parmak izi içeriğindeki bileşenler üzerindeki etkisinden ziyade farklı sıcaklıkların, izlerin çeşitli yöntemlerle geliştirilebilirlik etkisine ve kimliklendirilebilirlik potansiyeline bakılmıştır. Literatüre bakıldığında ayrıntılı benzeri bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sıcaklığın parmak izi bileşenleri üzerindeki sebep olduğu durumlardan birinin meydana gelme derecesi hem sıcaklığın derecesine hem de yüzeyin ve parmak izinin maruz kaldığı süreye bağlıdır (Bleay et al., 2018). Hem ninhidrin hem de super glue-ardrox için 1 saatlik 55 °C'deki izler kimliklendirmeye uygun olarak gelişirken süre 3 saate çıkarıldığında super glue-ardrox için skor 4'ten 3'e dönüşmüştür. Fakat ninhidrin için 3 olan skor aynı kalmıştır. Sıcaklık 95 °C'ye yükseltildiğinde ninhidrin için skor yine 1 olarak kalırken super glue-ardrox için skor 4'ten 1'e dönüşmüştür. Yani sıcaklığın yükseltilmesi ve sürenin uzatılması izin gelişiminin yanında kimliklendirilmesini de olumsuz yönde etkilemiştir. Aynı zamanda parmak izlerinin yüksek sıcaklığa çok kısa süre maruz kalması daha düşük sıcaklığa uzun süre maruz kalmasından daha az zararlı olabilmektedir.

Su, parmak izlerinin temel bileşenlerinden biridir ve gözeneksiz yüzeylerde sıcaklığın artmasıyla buharlaşma yoluyla iz içeriğinde giderek kaybolabilmektedir. Bu durum izin morfolojisinde büzölmeye neden olacaktır (Thomas & Reynoldson, 1975). Yükseltilmiş sıcaklıkta su kaybı parmak izinin morfolojik profilinde hızla büzölmeye neden olmaktadır. Su uzaklaştıkça tuz gibi çözünmüş inorganik maddelerde kristalleşmeye neden olmaktadır. Parmak izi kalıntısı içindeki sudan başka ketonlar ve alkoller gibi diğer maddelerde sıcaklık arttıkça hızlı bir şekilde ortamdan

uzaklaşmaktadır. Cam materyaller üzerinde yapılan bir çalışmada latent parmak izleri 30 dakika ile 4 saat arasındaki süreler boyunca 90 °C'ye maruz bırakılmasının etkisini araştırılmıştır ve ince tabaka kromatografisi kullanarak terin temel bileşenlerini analiz edilmiştir. Yağlı parmak izi bileşenlerinin çoğu ortam sıcaklığı ile 150 °C arasında erime noktalarına sahiptir. Bu sırada serbest yağ asitleri, kolesterol ve skualenin kaybolmasıyla birlikte zamanla parmak izindeki bileşenlerin kaybolduğu gözlemlenmiştir (Bleay et al., 2018). Bu çalışmaya benzer şekilde elde ettiğimiz sonuçlarda sıcaklık ve süreye bağlı olarak iz kalitesi azalmıştır. Ancak yapılan tez çalışmasında gözenekli yüzeye göre gözeneksiz yüzeylerde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumun nedenleri arasında kullanılan materyalin farklılığı (alüminyum folyo), maruz kalınan süre farklılığı (1 ve 3 saat) ve kullanılan yöntemler sayılabilir. Kağıt ve alüminyum folyo materyallerinde sıcaklık ve sürenin artması parmak izi gelişim kalitesini düşürmektedir. Bunun nedeni ise; parmak izi bileşimindeki su ve alkol gibi bazı moleküllerin buharlaşması, bazı tuzların kristalleşmesi, eriyen ve akabilen bileşenlerden skualen gibi taze izlerde bol bulunan moleküllerin yüksek sıcaklık ve oksijen varlığında oksidasyonudur. Özellikle eriyen ve akabilen bu bileşenlerin parmak izi üzerine yerleştirildiği yüzey boyunca veya içine akışı izin bulanıklaşmasına ve belirsizleşmesine neden olabilmektedir (Mountfort et al., 2007). Sonuç olarak; parmak izi gelişiminde sıcaklık-yüzey, kullanılan iz geliştirme metodu ve bunların bileşimi izin gelişimi ve kimliklendirilmesi üzerinde etkilidir. Gözeneksiz yüzeylerde 1 saatlik sürede 25-95 °C arasındaki sıcaklarda tüm yöntemlerle gerçekleştirilen analizler sonucunda farklı kalitede (skor 3 ve 4) olmasına rağmen parmak izleri geliştirilmiş ve kimliklendirilmiştir. Gözenekli yüzeylerde 1 saatlik sürede sıcaklığın artmasıyla birlikte izlerin gelişimi ve kimliklendirilebilirlik oranı azalmıştır. Hem gözenekli hem de gözeneksiz yüzeylerde 3 saatlik inkübasyonda ninhidrin ve super glue-ardrox yöntemleri için 55 °C'de iz kalitesi düşmesine rağmen kimliklendirilme yapılmıştır. Ancak 95 °C için her iki yöntemde de iz kalitesi oldukça düşmüş ve kimliklendirilme yapılamamıştır.

KAYNAKÇA

- Almog, J., Azoury, M., Elmaliah, Y., Berenstein, L., & Zaban, A. (2004). Fingerprints' Third Dimension: The Depth and Shape of Fingerprints Penetration into Paper—Cross Section Examination by Fluorescence Microscopy. *Journal of Forensic Sciences*, 49(5), 1–5. <https://doi.org/10.1520/JFS2004009>
- Archer, N. E., Charles, Y., Elliott, J. A., & Jickells, S. (2005). Changes in the lipid composition of latent fingerprint residue with time after deposition on a surface. *Forensic Science International*, 154(2–3), 224–239. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2004.09.120>
- Ashbaugh, D. R., Raton, B., & York, N. (1999). Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis : An Introduction to Basic and Advanced Ridgeology. *Quantitative-Qualitative Friction Ridge Analysis*. <https://doi.org/10.1201/9781420048810>
- Barnett, P. D., & Berger, R. A. (1976). The Effects of Temperature and Humidity on the Permanency of Latent Fingerprints. *Journal of the Forensic Science Society*, 16(3), 249–254. [https://doi.org/10.1016/S0015-7368\(76\)71068-5](https://doi.org/10.1016/S0015-7368(76)71068-5)
- Bleay, S. M., Croxton, R. S., & Puit, M. de. (n.d.). *Fingerprint development techniques : theory and application*.
- Bossers, L. C. A. M., Roux, C., Bell, M., & McDonagh, A. M. (2011). Methods for the enhancement of fingermarks in blood. *Forensic Science International*, 210(1–3), 1–11. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2011.04.006>
- Cadd, S. J., Bleay, S. M., & Sears, V. G. (2013). Evaluation of the solvent black 3 fingermark enhancement reagent: Part 2 — Investigation of the optimum formulation and application parameters. *Science & Justice*, 53(2), 131–143. <https://doi.org/10.1016/J.SCIJUS.2012.11.007>
- Champod, C., Lennard, C. J., Margot, P., & Stoilovic, M. (2004). Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions. *Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions*. <https://doi.org/10.1201/9780203485040>
- Croxton, R. S., Bleay, S. M., & de Puit, M. (2018). Composition and properties of fingermarks. *Fingerprint Development Techniques: Theory and Application*, 35–68. <https://doi.org/10.1002/9781119187400.CH3>
- Datta, A. K. (2001). Advances in Fingerprint Technology. *Advances in Fingerprint Technology*. <https://doi.org/10.1201/9781420041347>
- de Paoli, G., Lewis, S. A., Schuette, E. L., Lewis, L. A., Connatser, R. M., & Farkas, T. (2010). Photo- and thermal-degradation studies of select eccrine fingerprint constituents. *Journal of Forensic Sciences*, 55(4), 962–969. <https://doi.org/10.1111/J.1556-4029.2010.01420.X>
- Dhaneshwar, R., & Kaur, M. (2021). *Latent Fingerprinting: A Review*. 45–54. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4367-2_5

- Hansen, D. B., & Joullié, M. M. (2005). The development of novel ninhydrin analogues. *Chemical Society Reviews*, 34(5), 408–417. <https://doi.org/10.1039/B315496N>
- Heffner, R. J., & Joullié, M. M. (2010). Synthetic Routes to Ninhydrins. Preparation of Ninhydrin, 5-Methoxyninhydrin, and 5-(Methylthio)Ninhydrin. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/00397919108055457*, 21(21), 2231–2256. <https://doi.org/10.1080/00397919108055457>
- Hicklin, R. A. (2009). Anatomy of Friction Ridge Skin. *Encyclopedia of Biometrics*, 23–28. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73003-5_48
- Johnston, A., & Rogers, K. (2017). The Effect of Moderate Temperatures on Latent Fingerprint Chemistry. *Applied Spectroscopy*, 71(9), 2102–2110. <https://doi.org/10.1177/0003702817694902>
- Lennard, C. (2005). FORENSIC SCIENCES | Fingerprint Techniques. *Encyclopedia of Analytical Science: Second Edition*, 414–423. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00200-4>
- Lerner, A. B. (1993). Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology of the Skin. *Archives of Dermatology*, 129(2), 255. <https://doi.org/10.1001/ARCHDERM.1993.01680230145031>
- Miller, G. (2009). Neuroscience: Fingerprints enhance the sense of touch. *Science*, 323(5914). <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.323.5914.572B/ASSET/FFBAB8EFC2A9-4849-9A50-F9800816EFDE/ASSETS/GRAPHIC/572B-1.GIF>
- Mountfort, K. A., Bronstein, H., Archer, N., & Jickells, S. M. (2007). Identification of oxidation products of squalene in solution and in latent fingerprints by ESI-MS and LC/APCI-MS. *Analytical Chemistry*, 79(7), 2650–2657. <https://doi.org/10.1021/AC0623944>
- Paine, M., Bandey, H. L., Bleay, S. M., & Willson, H. (2011). The effect of relative humidity on the effectiveness of the cyanoacrylate fuming process for fingermark development and on the microstructure of the developed marks. *Forensic Science International*, 212(1–3), 130–142. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2011.06.003>
- Prasad, V., Prasad, L., Lukose, S., & Agarwal, P. (2021). Latent fingerprint development by using silver nanoparticles and silver nitrate—A comparative study. *Journal of Forensic Sciences*, 66(3), 1065–1074. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14664>
- Richmond-Aylor, A., Bell, S., Callery, P., & Morris, K. (2007). Thermal degradation analysis of amino acids in fingerprint residue by pyrolysis GC-MS to develop new latent fingerprint developing reagents. *Journal of Forensic Sciences*, 52(2), 380–382. <https://doi.org/10.1111/J.1556-4029.2007.00384.X>
- Saga, K. (2002). Structure and function of human sweat glands studied with histochemistry and cytochemistry. *Progress in Histochemistry and Cytochemistry*, 37(4), 323–386. [https://doi.org/10.1016/S0079-6336\(02\)80005-5](https://doi.org/10.1016/S0079-6336(02)80005-5)

Siegel, E. H., Sands, M. K., van den Noortgate, W., Condon, P., Chang, Y., Dy, J., Quigley, K. S., & Barrett, L. F. (2018). Emotion Fingerprints or Emotion Populations? A Meta-Analytic Investigation of Autonomic Features of Emotion Categories. *Psychological Bulletin*, 144(4), 343. <https://doi.org/10.1037/BUL0000128>

Song, D. F., Sommerville, D., Brown, A. G., Shimmon, R. G., Reedy, B. J., & Tahtouh, M. (2011). Thermal development of latent fingermarks on porous surfaces--further observations and refinements. *Forensic Science International*, 204(1–3), 97–110. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2010.05.008>

Spedding, D. J. (1971). Detection of Latent Fingerprints with 35SO₂. *Nature* 1971 229:5280, 229(5280), 123–124. <https://doi.org/10.1038/229123a0>

Stoilovic, M. (1993). Improved method for DFO development of latent fingerprints. *Forensic Science International*, 60(3), 141–153. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(93\)90233-Z](https://doi.org/10.1016/0379-0738(93)90233-Z)

Technologies for Fingermark Age Estimations: A Step Forward. (2021). *Technologies for Fingermark Age Estimations: A Step Forward*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69337-4>

Thomas, G. L., & Reynoldson, T. E. (1975). Some observations on fingerprint deposits. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 8(6), 724–729. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/8/6/017>

Wallace-Kunkel, C., Lennard, C., Stoilovic, M., & Roux, C. (2007). Optimisation and evaluation of 1,2-indanedione for use as a fingermark reagent and its application to real samples. *Forensic Science International*, 168(1), 14–26. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.06.006>

Weyermann, C., Roux, C., & Champod, C. (2011). Initial results on the composition of fingerprints and its evolution as a function of time by GC/MS analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 56(1), 102–108. <https://doi.org/10.1111/J.1556-4029.2010.01523.X>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Selin YÖRÜKCÜ

Uyruğu: T.C.

Doğum Tarihi ve Yeri:

Elektronik Posta:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji	2015
Lisans	Polis Akademisi Başkanlığı Fakülte ve Yüksekokullar	2015

MESLEKİ EĞİTİM

Olay Yeri İnceleme ve Kimlik Tespit Branş Eğitimi	2017
Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi Kursu	2017
Adli Tıp ve Kriminalistik Eğitimi	2019

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum
2015-2016	Kadıköy İlçe Emniyet Müdürlüğü
2016- Halen	İstanbul Olay Yeri İnceleme Şube Müdürlüğü

YABANCI DİLLER

İngilizce