

T1256



T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLI TIP ANABİLİM DALI

KAĞIT YÜZEYLER ÜZERİNDEKİ LATENT PARMAK  
İZLERİNİN GÖRÜNÜR HALE GETİRİLMESİNDE  
NINHYDRİN VE İYOT BUHARI YÖNTEMLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI

T1256/1-1

UZMANLIK TEZİ

Dr.Refik AKMAN

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
Merkez Kütüphane

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Mustafa Y. KARAGÖZ

"Tezimden Kaynakça Gösterilerek Yararlanılabilir"

Antalya, 1998

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada her türlü desteği benden esirgemeyen ve bir Adli Tıp uzmanı olarak yetişmemde katkılarından dolayı değerli hocam ve tez danışmanım Yrd Doç Dr Mustafa Y. Karagöz'e teşekkür ederim

Bu çalışma konunun belirlenmesinde ve deney aşamasındaki yardımlarından dolayı Adli Tıp Kurumu Fizik İhtisas Dairesi Başkanı Dr H Bülent Uner'e ve ayrıca İstanbul Emniyet Müdürlüğü Parmak İzi Şubesi laboratuvarında görevli Kom Yrd. Ahmet Acar'a ve diğer çalışanlara teşekkürü bir borç bilirim

## İÇİNDEKİLER

KONU	SAYFA
<b>GİRİŞ</b>	<b>1-11</b>
Genel Bilgiler	1-6
Ninhydrin Ayıracı	7-9
İyot Buharı	9-11
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>12-17</b>
Kullanılan Gereçler	12-14
Kağıt Yüzeyler Üzerine Parmak İzi Alma Teknikleri	14-15
Ninhydrin Solüsyonunun Hazırlanması	15-16
Ninhydrin Solüsyonunun Kağıt Yüzeylere Uygulanması	16
Gelişim İçin Kağıtları Enkübe Etme Şartları ve Gözlem Süreleri	16-17
İyot Buharı Yönteminin Uygulanması	17
Ardışık Uygulama	17
<b>BULGULAR</b>	<b>18-35</b>
Ninhydrin Uygulaması	18-21
İyot Buharı Uygulaması	21-24
Ardışık Uygulama	24
Fotoğraflar	25-35
<b>TARTIŞMA</b>	<b>36-45</b>
Zamana Bağlı Olarak Parmak İzlerinin Gelişmesi	36-37
Çeşitli Kağıt Tipleri Üzerinde Latent Parmak İzlerinin Gelişimi	37-40
Ninhydrin Formülasyonunda Kullanılan Solventlerin Etkisi	41
Spreyleme ve Daldırma Teknikleri	42
Geliştirme Şartlarının Parmak İzi Görünümüne Etkisi	42-43
Parmak İzi Alma Tekniklerinin İz Gelişimine Etkisi	43-44
Ardışık Uygulama ile Parmak İzlerinin Geliştirilmesi	44-45
Uygulanan Yöntemlerin Riskleri	45
<b>SONUÇ</b>	<b>46-47</b>
<b>ÖZET</b>	<b>48</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>49-51</b>

# KAĞIT YÜZEYLER ÜZERİNDEKİ LATENT PARMAK İZLERİNİN GÖRÜNÜR HALE GETİRİLMESİNDE NINHYDRİN VE İYOT BUHARI YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

## GİRİŞ

Bir adli olayın aydınlatılmasında tanıkların dinlenmesi, eski evrakların incelenmesi gibi olay yerinin tespiti ve araştırması da adli soruşturma içinde yer almaktadır. Olay yerinin incelenmesi sırasında belirlenen suç ile ilgili mermi kovan ve çekirdekleri yada tabanca ve bıçak gibi suç aletine ait delillerle eşyalarda harabiyet, kan lekeleri gibi mücadele izlerinin ve genetik delillerin yanında, bu bölgedeki kurban veya şüpheli yada şüphelilere ait parmak izlerinin saptanması da adli bir olayın fiziksel delilleri arasında yer alır.

Mahkeme aşamasında suçun ve suçlunun belirlenmesi, suçlunun cezalandırılması somut delillerle kanıtlanan olaylarda mümkün olabilmektedir. Özellikle belirli bir suç için tanık olmadığı zaman parmak izleri suçlu yada suçluların belirlenmesi ve daha sonra o kişi yada kişilerin suç yerinde bulduklarının kanıtlanmasında ve tanık bulunan olaylarda tanık ifadelerinin pekiştirilmesi veya reddedilmesinde önemli bir yere sahiptir.

Hazırlık soruşturması sırasında olay yerinde suçlunun kimliğini saptamaya yönelik suçluya ait fiziksel delillerin saptanması ve söz konusu olayda kimliği belirsiz bir ceset varsa, kimliğinin tespitine yönelik çalışmalar savcı adına polis veya jandarma tarafından yürütülür. Suçlular tarafından çeşitli eşyaların yüzeyleri üzerinde bırakılan parmak izleri kişi identifikasyonunda tartışmasız bir değere sahip olup, olay yerinde bırakılan parmak izi kişinin nüfus cüzdanını bırakması ile eşdeğer kabul edilmektedir.

Parmak izi, parmak uçlarının yüzeye teması ile, derideki porlar vasıtasıyla ter bezlerinden salgılanan ter ve bunun yanında vücudun diğer kısımlarından parmak uçlarına bulaşan yağın obje yüzeyine transferiyle meydana gelmektedir. Bu yüzeyler, gözenekli (poröz) ve gözeneksiz (non-poröz) olabilir. Yüzeylere göre değişen farklı geliştirme yöntemleri kullanılarak, parmak izleri görünür hale getirilebilmektedir (1,2,3).

## GENEL BİLGİLER

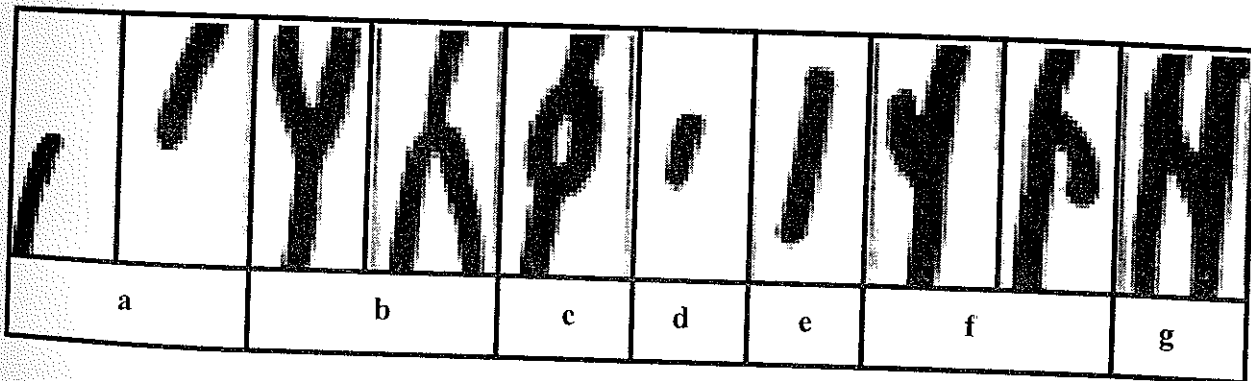
Kişi identifikasyonunda ilk girişim 1883 de Alphonse Bertillon tarafından tasarlanmış ve ortaya konmuştur. Antropometri olarak bilinen bu sistem, 20. yüzyılın başlarından itibaren yerini *parmak izlerine* bırakmıştır. Bugün parmak izi, modern kriminal identifikasyonun temelini oluşturmaktadır (2)



Parmak izleri çok eski devirlerden beri bilinmektedir. En eski parmak izi resmi neolitik devirden kalma bir "dolme"nin duvarları üzerinde 1939 yılında Fransa'nın *L'ile de Gavr'inis* adasında keşfedilmiştir (3).

El ve ayak parmaklarının ilk boğumlarından sonra 0.2-0.5 mm aralıklarla, az çok birbirine paralel çizgiler halinde sıralanmış deri kabarıklıklarının tümüne parmak izi denmektedir. Parmak izini oluşturan ve *papil* adı verilen bu çizgiler, deri altı dokuda bulunan ter bezleri ve dokunma duyusunu sağlayan sinir uçlarının, düzenli bir şekilde yan yana sıralanmasından meydana gelmektedir. Papiller yalnız parmak uçlarında değil aynı zamanda avuç içleri ile ayak tabanlarında da bulunmaktadır. Eşya ile doğrudan temas eden uzuv parmaklar olduğundan, suç veya olay yerinde bu izleri bulma şansı diğerlerinden daha fazladır. Bu nedenle parmak izleri, diğer izler içinde daha özel bir yer tutmaktadır (3).

Parmak izinin üç ana özelliği vardır: **A) Parmak izi kişiseldir:** Aynı kabartı özelliklerine sahip iki parmak henüz bulunmamıştır. Galton'un hesaplamasına göre birbirlerine tamamen uyan iki izin bulunabilmesi için  $64 \times 10^9$  (altmış dört milyar) kişinin parmak izlerinin incelenmesi gerekmektedir. Bir parmak izinin bireyselliği sadece onun genel şekli yada modeli ile değil, aynı zamanda "minutiae" (ayrıntılar) olarak da adlandırılan papil deseni farklılıklarının (deviasyon) dikkatli bir çalışması ile belirlenmektedir. Ortalama bir parmak izinde 150 kadar kişisel papil karakteristikleri mevcuttur (2).

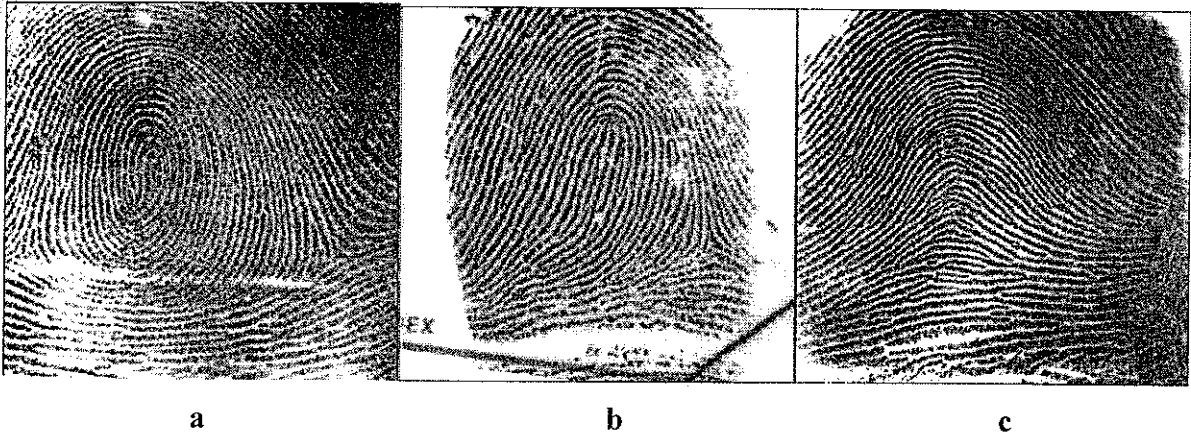


**Şekil 1:** Temel "minutiae" tipleri, a) papil sonlanmaları (*ridge endings*), b) çatal ya da dallanma (*fork-bifurcation*), c) kuşatma ya da göl (*enclosure-lake*), d) ada (*island*), e) kısa bağımsız papil (*short independent ridge*), f) mahmuz ya da kanca (*spur-hook*), g) karşıya geçişli yada köprü şeklinde (*crossover-bridge*) papil (4).

**B) Parmak izi şahsın hayatı boyunca değişmeden kalmaktadır:** Derinin görsel incelemesinde papiller (tepeler) ve papil aralarına (vadiler) karşılık gelen bir seri hatlar görülmektedir. Mürekkepli bir parmak izi baskısının siyah çizgileri olarak görülen kısımlar papillerin desen ve modelini oluşturmaktadır (2)

Parmak izleri intrauterin hayatın 100-120. günlerinde oluşmaktadır. Dördüncü aydan sonra bütün parmağı kaplamaktadır. Doğumdan sonra çocuğun büyümesi ile birlikte papiller de büyümektedir, ancak ne kendi şekillerini ne de hep birlikte meydana getirdikleri şekilleri değiştirirler. Epidermis ve dermisi ayıran hücrelerin sınırı papillerin şeklini ve biçimini oluşturmaktadır (3).

**C) Parmak izleri, sistematik olarak sınıflamaya olanak veren genel papil modellerine sahiptir:** Bütün parmak izleri, model olarak üç ana sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar kementler, helezonlar ve arklardır. Populasyonun %65'i kementlere, %30-35'i helezonlara ve %5'i arklara sahiptir. Bu üç sınıf parmak izi halen kullanımda olan on parmak sınıflaması için temel oluşturmaktadır. Bunun yanında santral cepli kement, çift kement, çadırı ark ve tesadüfi olarak adlandırılan parmak izi modelleri bulunmaktadır (2,4). Bu çizgilerin vücudun soğumasında önemli bir rolünün olduğu genellikle kabul edilmektedir (3).



**Şekil 2:** Temel parmak izi modelleri, a) helezon (*whorl*), b) kement (*loop*) ve c) ark (*arch*) (İnternette)

Papiller güçlü bir mikroskopla incelendiği takdirde, üzerinde sinir sistemi ile ilişkili binlerce porun yan yana sıralanmış olduğu görülecektir. Bu porlardan çıkan ter %98.5 su ve %0.5-1.5 kadar katı maddeler ile 1/3 oranında inorganik, 2/3 oranında organik maddeler içermektedir. İnorganik maddeleri başlıca sodyum klorür ve potasyum klorür gibi tuzlar, organik maddeleri ise

üre, yağ asitleri (formik asit, asetik asit ve butirik asit), çok az miktarını da proteinler ve amino asitler oluşturmaktadır. Eller soğuk olduğu zaman pratik olarak hiç sıvı salgılanmamakta, ılık oldukları zaman salgı normale dönmektedir (1,2,3).

Parmak izlerindeki total amino asit miktarını belirleyen üç faktör vardır; a) izde biriken total materyal miktarı, b) kişinin palmar terleme sırasında kuvvetli yada zayıf amino asit salgılayan biri olması, c) parmak izinin yaşı (5).

Parmak izinin kompleks bir kimyasal bileşimi vardır. Tipik olarak, deri yüzeyi emülsiyonundan kaynaklanan ter ve lipid materyal karışımını içermektedir. Başka materyaller ile parmakların teması sonucu ilave komponentler taşınabilmektedir. Parmak izi ve onun bulunduğu ortam arasındaki fiziksel ve kimyasal etkileşimler, parmak izinin yüzeye bırakıldıktan sonra ilk kompozisyonunu değiştirebilmektedir. Bramble tarafından yapılan bir çalışmada ince tabaka kromatografisi (TLC) ile gizli parmak izinin lipid ve nitrojen içerikleri başarılı bir şekilde ayrılmıştır. Lipid kısmının yağ asitleri, kolesterol, squalen ve trigliseritlerden oluştuğu belirlenmiştir (6).

Olay yerindeki parmak izleri üç farklı tipte bulunmaktadır. Bunlar; **a) görünür (visible) parmak izleri**; toz, kan veya mürekkep gibi maddelerle kaplı olan deri tarafından meydana getirilir; **b) görünmeyen (invisible=latent) parmak izleri**; düz bir yüzey ile temiz derinin teması ile meydana gelmektedir; **c) plastik parmak izleri**; parmakların plastik patlayıcılar, balmumu, gres yağı, cam macunu gibi plastik bir materyale bastırılması ile meydana gelen parmak izleridir ve burada meydana gelen izler papillerin negatif bir imajıdır (1,2,3).

Vücut tarafından üretilen su, tuz ve diğer maddelerin meydana getirdiği ter, deri üzerindeki porlar tarafından devamlı olarak salgılanmaktadır. Deri herhangi bir yüzey ile temas ettiği zaman, bu maddeler dokunulan yüzeye aktarılır. Bu yüzey üzerine bir mühür gibi çıkan izlere *latent* (gizli) parmak izleri denmektedir (3).

Bir başka deyişle; papiller üzerinde bulunan vücut teri ve yağının temasla bir obje yüzeyine aktarılması sonucu meydana gelen baskılardır (2)

Latent parmak izleri sadece çıplak gözle görülemeyenleri değil, aynı zamanda herhangi bir yolla görülebilen yada ayırt edilebilen, ancak sadece çeşitli yöntemlerle geliştirme sonrası tam olarak incelenebilenleri de içermektedir. Bu izler genellikle cilalı yada düz-gözeneksiz (non-poröz) yüzeylere sahip objeler ile kağıt gibi gözenekli (poröz) yüzeyler üzerinde bulunmaktadır. Bununla birlikte elverişli şartlarda pürüzlü yüzeyler ve kolalı kumaşlar üzerinde de görülebilmektedirler (2,3)

Kağıt üzerindeki gizli parmak izleri çok stabildir ve eğer kağıt ıslanmamış veya zamanla bozulmamış ise yıllarca kalabilmektedirler (1). Gözenekli veya gözeneksiz yüzeyler üzerinde bırakılan gizli parmak izleri çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemlerle görünür hale getirilebilmektedir. Sıklıkla uygulanan yöntemler şunlardır:

1) **Parmak İzi Tozları**; siyah, beyaz, renkli, alüminyum, bakır, floresan ve manyetik tozlar olarak elde edilebilen parmak izi tozlarıdır. Bu tozlar daha çok sert, kuru ve düz yüzeyler üzerindeki gizli izlerin ortaya çıkartılmasında kullanılmaktadır. Uygulama fiberglas, hayvan tüyü ya da sentetik lifli fırçalar ile yapılmaktadır.

2) **Small Particle Reagent (Küçük Partiküllü Ayıraç)**; molibden disulfid partiküllerinin bir süspansiyonudur ve gözeneksiz yüzeylerde kullanılmaktadır.

3) **Sudan Siyahı**; kandaki mevcut proteinleri mavi-siyah renge çeviren bir protein boyasıdır ve kanlı parmak izlerinde kullanılmaktadır.

4) **Gümüş nitrat ( $AgNO_3$ )**; ter içeriğinde bulunan NaCl ve KCl ile tepkimeye girerek latent parmak izlerini görünür hale getirmektedir.

5) **Fiziksel Geliştirici (Physical Developer)**; gümüş esaslı bir solüsyondur ve ıslak gözenekli yüzeylerdeki (kağıt, karton, işlenmemiş odun) latent izleri ortaya çıkarmada yararlıdır.

6) **Vakum Metal Birikimi (Vacuum Metal Deposition)**; gözeneksiz yüzeylerde kullanılan en etkin teknik olarak rapor edilmektedir. Vakum odacığında altın yada çinkonun buharlaştırılarak, ince bir metal tabakasının latent iz üzerinde birikmesi sağlanmaktadır.

7) **Cyanoacrylate Buharı (Cyanoacrylate Fuming, Superglue)**; cyanoacrylate buharı, latent parmak izleri üzerinde polimerleşerek beyaz bir kalıntı oluşturmaktadır. Bu polimerizasyonun latent izlerdeki su ve diğer bazı komponentlerin katalizörlüğü ile oluştuğu düşünülmektedir. Metal, plastik, cam, üzeri vernikli veya cilalı ağaç yüzeyler, deri ve suni deri yüzeyler ile insan derisi (ceset) üzerinde kullanılabilir.

8) **Crystal (Gentian) Violet**; Etiket, selafon bant ve flaster gibi yapışkan yüzeylerdeki gizli parmak izlerinin yağ içeriğini boyayarak onları görünür hale getiren diğer bir kimyasal maddedir.

9) **DFO (1,8-diazafluoren-9-one)**; bu madde, yüksek derecede floresan kırmızı renkli bir ürün oluşturmak üzere parmak izi içeriğindeki proteinlerle reaksiyona girmektedir.

10) **Floresan İnceleme**: Lazerler, alternatif ışık kaynakları yada UV lambalar, lazer-hassas boyalar kullanmadan bazen latent parmak izlerini ortaya çıkarmaktadır. Latent parmak izlerinde

bulunan, doğal olarak meydana gelmiş çeşitli kimyasal maddeler bu floresan imajların ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

11) İyot Buharı.

12) Ninhydrin Uygulaması (1,2).

Çeşitli yöntemlerle görünür hale getirilen gizli parmak izlerinin, mahkemede kanıt olabilmesi ve gelecekteki karşılaştırmalarda kullanılabilmesi için kalıcı olarak korunmuş olması gerekmektedir. Özel donanımlı fotoğraf makineleri, parmak izi kaldırıcıları, parmak izi kaldırma bantları ile bu koruma ve arşivleme gerçekleştirilmektedir. Bundan sonraki aşama görünür hale getirilen bu izin identifikasyonudur (1,2).

Ülkemizde de kullanılan on parmak izinin esas alındığı "*Galton-Henry sınıflama sistemi*" yada batı ülkelerinde kullanılmakta olan bilgisayara dayanan "*otomatik parmak izi identifikasyon sistemleri*" (AFIS) ile suç yerinden elde edilen parmak izinin kimliği tespit edilmektedir (2,3). Dünyada en büyük parmak izi dosyası merkezi, Amerika Birleşik Devletleri'nde "FBI" tarafından oluşturulmuştur ve toplam parmak izi sayısının 200 milyon civarında olduğu bildirilmektedir (2,7).



## I- NINHYDRIN AYIRACI

### 1- Tanımı

İngiliz biyokimyacı Siegfried Ruhemann tarafından 1910 yılında keşfedilen ninhydrin (triketohydrindene hydrate), uzun zamandan beri amino asitlerin tespit edilmesinde bir ayıraç olarak kullanılmaktadır (8).

Ninhydrinin bir amino asit ile reaksiyonu, Ruhemann moru (Ruhemann's Purple-RP) olarak bilinen mor bir ürün vermektedir. Ninhydrin, çoğu amino asitlerle reaksiyona girerek spektrofotometrede 570 nm dalga boyunda koyu mor renkli bir bileşik oluşturan kimyasal bir ayıraçtır. Ninhydrin, indane-1,2,3-trione hydrate'tır. Diğer sinonimleri 2,2-dihydroxy-1,3-indanedione ve 1,2,3-indantrione monohydrate'dır. Bu yöntem yaygın olarak kağıt kromatografisinde amino asitlerin tespiti için kullanılmaktadır. Mor renk, ninhydrin reaksiyonunda tüm amino asitler ve serbest amino grubuna sahip peptidler ile oluşmaktadır. Alfa amino grubunun eklendiği prolin ve hidroksprolin gibi sekonder aminler de ninhydrin ile reaksiyon göstermektedir, ancak sonuçta sarı bir ürün meydana gelmektedir (9,10,11,12,13).

### 2- Latent Parmak İzlerinin Tespit Edilmesinde Kullanılması

Ninhydrinin, kağıt üzerindeki gizli parmak izlerinin tespitinde kullanılması, ilk olarak 1954 yılında rapor edilmiştir. Bu uygulamada ninhydrinin, palmar terlemede mevcut olan amino asitlerle reaksiyona girdiği belirlenmiştir. Böylece parmak izleri gözle görünebilir mor izlenimler olarak görünür hale gelmektedirler. Tekniğin hızı sıcaklık ve nem ile arttırılabilmektedir (14).

1960'lı yılların sonlarından bu yana gizli parmak izlerinin kimyasal olarak geliştirilmesi için ninhydrin en sık kullanılan ayıraç olmuştur. 1976 yılında latent parmak izlerinin lazer ile geliştirilmesinin keşfi bile ninhydrin kullanımını azaltamamıştır (15).

1980'lerden bu yana, hem klasik parmak izlerini tespit etme yöntemi olarak, hem de çinko klorür muamelesi ile bağlantılı olan lazerle tespit yöntemleri için ninhydrine alternatif olarak ninhydrin analoglarının reaksiyonları araştırılmaktadır. Ninhydrinle geliştirilen izlerin kahverengi kağıt gibi koyu renkli yüzeylerle meydana getirdiği kontrastın sıklıkla başarılı bir kayıt için yetersiz olduğu ve ayrıca ninhydrinin kalıcı olduğu yüksek bir arka fon reaksiyonu veren kağıt para gibi çoğu yüzeylerde kullanımının sınırlı kaldığı bildirilmektedir. Kimyasal olarak ninhydrin iskeletinde yapılan substitüsyonlar ile çeşitli modifikasyonlar sentezlenmektedir. Elde edilen bu analogların farklı dalga boylarında ışın yayarak belirli maddelerden kaynaklanan arka fon

bozukluğunu ortadan kaldırdıkları (1,16,17) ve ayrıca "5-methylthioninhydrin" gibi bazı analoglar ile florojenik (parlak) parmak izleri elde edilebildiği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (18). Sentezlenen on beş adet ninhydrin analogu ve geliştirdikleri parmak izi renkleri tablo halinde (Tablo 1) görülmektedir (16,17,18).

**Tablo 1:** Sentezlenen bazı ninhydrin analogları ve geliştirdikleri parmak izi renkleri.

Analog	Parmak İzi Rengi
5-Methylthioninhydrin	Mor
5-Isopropylthioninhydrin	Mor
Ninhydrin-5-thiocyanate	Mor
4-Methylninhydrin	Mor
4-Methoxyninhydrin	Pembe-Mor
5-Methoxyninhydrin	Mor
5,6-Dimethylninhydrin	Mor
5,6-Dimethoxyninhydrin	Pembe-Mor
4-Nitroninhydrin	Koyu kahve-Siyah
4,7-Dimethyl-5,6-diphenylninhydrin	Mor
5-Nitroninhydrin	Koyu gri-Siyah
Tetrachloroninhydrin	Koyu kahverengi
Tetrabromoninhydrin	Koyu kahverengi
Benzo[f]ninhydrin	Koyu gri-Siyah
Perinaphthoninhydrin	Mavi-Yeşil
4,9-Diphenylbenzo[f]ninhydrin	Koyu yeşil

### 3- Ninhydrin Solüsyonunun Hazırlanmasında Kullanılan Formülasyonlar

Kağıt üzerindeki latent parmak izlerini ilk olarak görünür hale getiren Oden ve Von Hofsten, ninhydrinin asetonda %0 2 lik solüsyonunu kağıt yüzeylere spreyleme tarzında uyguladıklarını ve daha sonra, örnekleri 80° C lık fırında birkaç dakika ısıtarak parmak izlerini görünür hale getirdiklerini belirtmektedirler (14). Connor ise ninhydrinin asetonda %0 5 lik bir solüsyonunu kullanmıştır (19). Diğer bir yöntemde ise, ninhydrinin asetonda yada etil alkolde hazırlanmış %0.6 lik solüsyonunun kağıt yüzeylere spreylenecek şekilde uygulandığı bildirilmektedir (2).

Aseton dışında daha sonra taşıyıcı solvent olarak petrol eteri de kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu solventlerin yanıcı olma gibi bazı risklerinden dolayı bunların yerini bir hidrokloroflorokarbon olan "1,1,2-trichlorotrifluoroethane" yada diğer adıyla "CFC113" almıştır. Bu solventin yanıcı ve toksik olmaması, volatil olması ve mürekkep yayılmasına neden olmamasından dolayı tercih edildiği bildirilmektedir (20)

Yanmayan ninhydrin formülasyonu (NFN) olarak adlandırılan bu yöntem ilk olarak Morris ve Goode tarafından tarif edilmiştir "CFC113"ün kullanıldığı ve "Freon-Plus Two" olarak bilinen diğer bir ninhydrin formülasyonu, 1984 de Tighe tarafından tanımlanmıştır (21). Menzel ve arkadaşları ise, ninhydrini satüre olana kadar metanolde çözmüş ve elde edilen solüsyonun bir birimini dört birim "1,1,2-trichlorotrifluoroethane" (CFC113) ile seyrelterek kullanmışlardır (22). Hazırlanan bu solüsyonun parmak izlerinin detayının dağılmasını önleyecek derecede uçucu olduğu ve ayrıca bazı kağıtların alkalinitesini dengelemek için az bir miktar asetik asitin solüsyona eklenebildiği yine Menzel ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir (22,23).

Everse ve Menzel, 48 g ninhydrini 100 ml metanolde çözerek, bu ayırıcın stok (konsantre) solüsyonunu hazırlamış, elde edilen bu solüsyonu kullanmadan önce freon (1,1,2-trichlorotrifluoroethane) ile %20'ye (metanol solüsyonu) %80 (freon çözücüsü) oranında seyrelterek bir çalışma solüsyonu hazırladıklarını bildirmişlerdir (5).

Lennard ve arkadaşları, Tighe tarafından rapor edilen "Freon Plus Two" formülasyonunun bir modifikasyonunu kullandıklarını ve bu modifikasyonda metanolde ninhydrin analogunu çözdükten sonra, elde edilen bu solüsyonu korumak için etil asetatın eklenmesi gerektiği ve ayrıca asetik asit solüsyondan çıkarıldığı zaman, eşdeğer parmak izleri elde etmek için daha uzun gelişme sürelerine ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir (16,17). Ülkemizde "1,1,2-trichlorotrifluoroethane" üretilmemektedir ve aynı zamanda bu maddenin yurt dışından ithal edilmesi de yasaktır.

## II- İYOT BUHARI

### 1-Element ve Kullanıldığı Alanlar

İyot, periyodik tablonun VII A grubunu oluşturan halojenler ailesinin üyesi olan kimyasal bir elementtir. Siyaha yakın renkte, kristal yapılı bir ametaldir. Tıpta, bazı organik bileşiklerin hazırlanmasında, boya üretiminde, analitik kimyada ve fotoğrafçılıkta kullanılmaktadır. Katı haldeki iyot, oda sıcaklığında buharlaşarak göze ve solunum yollarına zarar verebilen koyu menekşe renkli bir gaz haline gelmektedir (24,25).

Diğer bir deyişle iyot, ısıtmakla sıvı faza geçmeden buharlaşan katı bir kristaldir. Böyle bir değişim sublimasyon olarak adlandırılmaktadır (2). İyot elementini 1811 yılında Fransız Bernard Curtois, deniz yosunlarından elde etmiştir. Kimyasal bileşiklerde genellikle -1, +5, +7 değerlikli



olan iyot, pek çok metalle ve bazı metal olmayan elementlerle kolayca birleşerek iyodürleri oluşturmaktadır (24,25).

## 2-Toksisitesi

İyodun büyük miktarlarda alınmasının abdominal ağrı, bulantı, kusma ve diareye, ciddi durumlarda pürгатif etki, aşırı susama ve dolaşım kollapsına neden olduğu, 2-4 gramının fatal olduğu ve katı haldeki elementin gözler, deri ve müköz membranlar için kuvvetli iritatan olduğu bilinmektedir (26). İyot buharları da toksiktir ve koroziv özelliğe sahiptir (1).

## 3-Latent Parmak İzi Tespitinde Kullanılması

Gözenekli (kağıt) ve gözeneksiz (plastik vb.) yüzeyler üzerindeki gizli parmak izlerini görünür hale getirmek için kullanılan en eski ajanlardan birisi iyot buharıdır. Teknik olarak kullanımı kolaydır (27). Sıklıkla şüpheli materyal, iyot kristalleri ile birlikte etrafı kapatılmış küçük bir kabin içine yerleştirilmektedir. Bu, belgelerin asılabildiği ve iyot buharlarının belgelerin arasından geçtiği, cam ve tahtadan meydana gelen bir kabindir (2,27).

İyot buharının kullanımını kolaylaştıran ve aynı zamanda onun etkisini kontrol altına alan bir alet iyot buhar tabancasıdır. Bu uygulama ile iyot buharı yoğunluğu, istenilen şekilde belge üzerinde yönlendirilebilmekte ve böylece kağıdın bütün kısımları boyanmaktan korunmaktadır. Kağıt kısa bir süre için iyot buharlarına maruz bırakıldıktan sonra, koyu alanlar parmak izi gelişimi açısından dikkatle incelenmektedir (27).

Kristaller ısıtıldığı zaman, ortaya çıkan buhar, bölmeyi doldurarak gizli izleri görünür hale getirmek için onun içerikleri ile birleşmektedir. Gizli izlerin iyot buharları ile nasıl görünür hale geldiği henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Çok yüksek bir oranda, iyot buharlarının yağlarla birleştiğine inanılmaktadır. Bununla birlikte, iyodun terlemeyle iz üzerinde bırakılan rezidüel su ile etkileşebildiğini gösteren inandırıcı kanıtların bulunduğu da bildirilmektedir (2).

Kağıt yüzeylerden başka iyot buharı yöntemi kullanılarak canlı insan derisi üzerindeki gizli parmak izleri de geliştirilmektedir. Feldman, parmak izi bulunduğu şüphelenilen alana iyot buharının uygulanmasından sonra, "crystal violet" kaplı 35 mm lik bir şeridin bu alan üzerine yerleştirilerek birkaç saniye tutulması ile parmak izi detaylarının görünür hale getirilebildiğini rapor etmiştir (28).

İyot buharı ile geliştirilen izlerin kalıcı olmadığı, ilk buhar işlemi durdurulduktan sonra izlerin solmaya başladığı, bu nedenle kalıcı bir kayıt amacıyla geliştirilen izlerin derhal

fotoğraflarının çekilmesi gerektiği bildirilmektedir (1,2). Bunun yanında iyot buharı ile geliştirilen izleri fikse etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Örneğin, parmak izlerinin hassasiyetini de arttıran "7,8-benzoflavone" yöntemi bunlardan birisidir (1).

Bu bilgilerden, gizli parmak izlerini görünür hale getirmek için yüzeyin özelliğine göre değişen farklı bir çok prosedürün uygulanabildiği anlaşılmaktadır. Ülkemizde Türk Emniyet Teşkilatında kriminalistik ile ilgili uygulamalara ilk olarak parmak izi çalışmaları ile başlanmıştır. Bir Macar mülteci olan Yusuf Cemil Bey tarafından ilk parmak izi çalışmaları 1910 yılında başlatılmıştır (3).

Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan, merkeze ilaveten altı bölgede olmak üzere toplam yedi kriminal laboratuarda parmak izi geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Farklı kriminal alanlarda uzman yetiştirmek amacıyla görevliler yurt dışına gönderilmektedir. Latent parmak izlerini görünür hale getirme yöntemleri daha çok suçluların identifikasyonu için suç yerinden elde edilen deliller üzerinde uygulanmaktadır.

Suçluların kimliğinin saptanmasında halen "Dekadaktiloskopi" olarak ta adlandırılan on parmak izi sınıflaması kullanılmaktadır. Bu uygulamada önce on parmak izi mürekkepli olarak parmak izi kartlarına alınmakta ve parmak izi modelleri belirlenmektedir. Buna göre on parmak arasında kesirler oluşturulmakta ve sonuçta elde edilen formül ile parmak izinin hangi dolapta kaçınıcı çekmeceye ait olduğu belirlenmektedir. Olay yerinden elde edilen parmak izinin formülünü hesaplandıktan sonra belirlenen çekmecedeki parmak izleri ile görsel olarak karşılaştırılmaktadır.

"Otomatik parmak izi identifikasyon sistemi" (AFIS) de son zamanlarda ülkemizde kullanılmaya başlamıştır. Bu sistemde, "livescan" adlı bir aygıt vasıtasıyla bilgisayar hafızasına parmak izleri girilmektedir. Bilgisayar, olay yerinden elde edilen parmak izi ile kendi hafızasında bulunan parmak izlerinin "*minutiae*" karakteristiklerini karşılaştırarak identifikasyonu gerçekleştirmektedir. Ülkemizde bu sistemle bilgisayara kaydedilen parmak izi sayısının 300 bin civarında olduğu bildirilmektedir. Üniversitelerimizde latent parmak izi tespiti ile ilgili yapılan çalışmalar bu uygulamaların gerisindedir. Bunun nedenleri arasında, bu konuyla ilgili yapılması gereken çalışmalar için gerekli alt yapı, mali ve teknik olanakların yetersizlikleri sayılabilir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, gözenekli yüzeye sahip çeşitli tipteki kağıtlar üzerine değişik zamanlarda aldığımız latent parmak izlerini görünür hale getirmek için ninhydrin ve iyot buharı yöntemlerini deneysel olarak karşılaştırdık. Bu yöntemlerle görünür hale getirilen latent parmak izleri, görünüm ve detaylarının seçilebilme derecesine göre iyi, orta ve zayıf derecede latent parmak izleri olarak sınıflandı ve demonstrasyon amacıyla izlerin fotoğrafları çekildi.

### **Bulgular aşağıdaki amaçlar doğrultusunda kaydedildi ve değerlendirildi:**

- a) Latent parmak izi imajının elde edilmesinde en etkin yöntemin belirlenmesi,
- b) Parmak izlerinin görünür hale getirilmesinde parmak izi yaşının etkisinin saptanması,
- c) Farklı tipteki kağıtlar üzerinde latent parmak izlerinin görünür hale gelme oranlarının derecelendirilmesi,
- d) Latent parmak izlerinin görünür hale getirilmesinde eski ve yeni izler arasında farklılık olup olmadığı,
- e) Hazırlık ve uygulama aşamalarında kullanılan yöntemlerin sağlık açısından taşıdığı risklerin irdelenmesi,
- f) Ninhydrin ve iyot buharı yöntemlerinin arızalık olarak uygulanabilir olup olmadığının belirlenmesi,
- g) Latent parmak izi gelişimine başka faktörlerin etkili olup olmadığının saptanması.

### **Kullanılan Gereçler;**

1. Ninhydrin solüsyonunun hazırlanmasında kullanılan gereçler,
2. İyot buharı uygulamasında kullanılan gereçler,
3. Çeşitli tipte kağıtlar (gözenekli yüzeyler),
4. Parmak izlerinin fotoğraflarının çekilmesinde kullanılan gereçler.

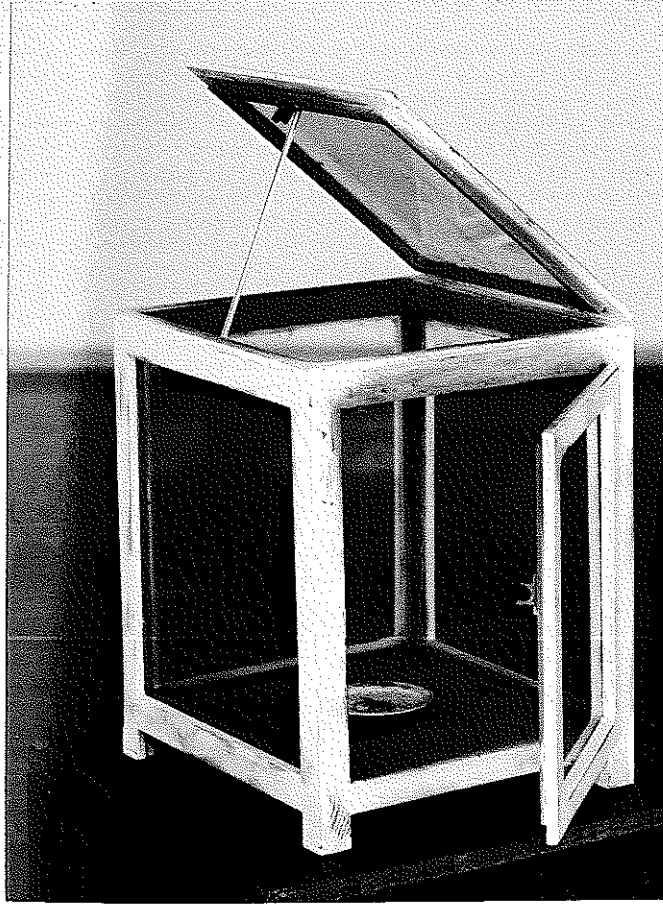
### **1-Ninhydrin Solüsyonunun Hazırlanmasında Kullanılan Gereçler**

Ninhydrin solüsyonunu hazırlamak için ninhydrin, metanol, etanol, etil asetat, glasiyel asetik asit ile solvent olarak petrol eteri ve aseton temin edildi. Solüsyonlar laboratuvar şartlarında hazırlandı. Ayrıca parmak izi gelişimini hızlandırmak amacıyla buharlı ütü kullanıldı.

### **2-İyot Buharı Uygulamasında Kullanılan Gereçler**

İyot buharı yöntemi için mor-siyah renkte olan kristal halde toplam yaklaşık olarak 50 g iyot kullanıldı. Bu yöntemi uygulamak için kapalı bir sistem gerekiyordu. Bunun için 35 x 35 x 35 cm boyutlarında iskeleti ahşaptan, kapakları camdan meydana gelen, üst ve ön kapakları açılabilen ve içine kağıt örneklerin asılabildiği, alt kapakta iyot kristallerini ısıtmak için

kullanılan porselen tabağın yerleştirildiği dairevi bir boşluk bulunan özel bir kabinden yararlanıldı (Resim 1) İyot kristallerini buharlaştırmak için tüplü ocak, buhardan korunmak amacıyla ağız-burun maskesi ve elleri korumak ve kağıtlar üzerinde yeni parmak izi bırakmamak için latex eldiven kullanıldı.



**Resim 1:** İyot buharı yöntemini uygulamak için kullanılan iyot kabini

### 3- Çeşitli Tipte Kağıtlar

Parmak izleri, bir kağıt yüzey üzerine en az 5-6 adet parmak izi kalacak şekilde yirmi donörden alındı. Yaygın olarak kullanılmalarından dolayı şu üç tip kağıt seçildi;

1. Beyaz fotokopi kağıdı (A4 boyutunda),
2. Teksir kağıdı,
3. Normal ve büyük boyutta olmak üzere sarı-kahverengi posta zarfları (resmi yazışmalarda kullanılan)



Ayrıca sınırlı sayıda olmak üzere beş tane kartvizit kağıdı ninhydrin solüsyonu ile işleme sokuldu ve yine 50, 100 ve 250 bin TL lik banknotlara her iki yöntem uygulandı. Ancak esas olarak yukarıda sıraladığımız üç kağıt tipi üzerinde çalışma sürdürüldü.

#### **4-Parmak İzi Fotoğraflarının Çekilmesinde Kullanılan Gereçler**

Görünür hale getirilen latent parmak izlerinin fotoğrafları 105 mm 1:2.8 f Nikon mikro objektifli Nikon FM fotoğraf makinesi ile güneş ışığı altında, DXN 35 mm.lik 100 ASA da, Kodak renkli filme çekildi. Filmler standart olarak banyo edildikten sonra 9 x 13 cm boyutlarındaki normal fotoğraf kağıtlarına tab edildi

#### **Çalışma, sırasıyla aşağıdaki yöntem ve teknikler doğrultusunda sürdürüldü:**

- I-Parmak izlerinin kağıt yüzey üzerine alınması
- II-Ninhydrin solüsyonunun hazırlanması
- III-Ninhydrin solüsyonunun kağıt yüzeylere uygulanması
- IV-Gelişim için kağıtların enkübasyonu ve gözlenmesi
- V-İyot buharı yönteminin uygulanması
- VI- İki yöntemin ardışık olarak uygulanması

#### **I-Parmak İzlerinin Kağıt Yüzey Üzerine Alınması;**

Deneysel parmak izi çalışmalarında kağıt üzerine hangi teknik kullanılarak parmak izlerinin alındığına dair bir bilgiye literatürde rastlamadığımızdan aşağıda sıralanan A, B, C, D, E, F ve G tekniklerini geliştirdik.

- A) Kağıtlar üzerine oda ısısında, ellere herhangi bir terletme işlemi uygulanmadan ve parmakların kağıda normal bir basınçla birkaç saniye temas ettirilmesi,
- B) Oda ısısında yine herhangi bir terletme işlemi uygulanmadan parmakların kağıt yüzeye normalden biraz fazla basınçla birkaç saniye temas ettirilmesi,
- C) Eller naylon eldiven içerisinde 5 dakika terletme işlemine tabi tutulduktan sonra parmakların normal basınçla birkaç saniye kağıt yüzeye temas ettirilmesi,
- D) "C" şıkında tanımladığımız tarzda, ancak normalden biraz fazla bastırarak parmakların kağıt yüzeylere temas ettirilmesi,
- E) Eller, vücut yağı içeren kısımlara (saç gibi) sürüldükten sonra normal bir bastırma ile parmakların kağıt yüzeye birkaç saniye temas ettirilmesi,
- F) Eller temizlendikten ve eldivende 5 dakika terletme işlemine tabi tutulduktan sonra parmakların en az 5 saniye normal basınçla kağıt yüzeye temas ettirilmesi,
- G) Eller vücudun ter ve yağ içeren kısımlarına (alın bölgesi gibi) sürüldükten sonra kağıt yüzeye normal basınçla temas ettirilmesi şeklinde parmak izleri alındı.

Kağıtlar, normal oda ısısı ve atmosferik nem ihtiva eden ortamda sırasıyla birkaç günden bir yıla kadar olmak üzere farklı sürelerde saklandı. Deneyler de bu sürelerin sonunda kağıt yüzeylere uygulandı.

## II-Ninhydrin Solüsyonunun Hazırlanması

Yanıcılık gibi dezavantajları olmasına rağmen, hazırladığımız solüsyonda alternatif taşıyıcı solvent olarak aseton ve petrol eterini kullandık ve iki tip çalışma solüsyonu hazırladık:

### 1 Nolu Ninhydrin Solüsyonu (1NS)

Gerekli kimyasal madde ve solüsyonlar;

Ninhydrin	: 25	g
Asetik asit	: 5	ml
Metanol	: 10	ml
Etil asetat	: 35	ml
Aseton	: 450	ml

250 ml lik erlenmayer içerisine toz halinde 2.5 g ninhydrin konuldu, üzerine 10 ml metanol ilave edildi ve erlenmayerin ağzı parafilm ile kapatılarak manyetik karıştırıcı ile tümü eriyinceye kadar karıştırıldı. Daha sonra 35 ml etil asetat ve 5 ml asetik asit solüsyona ilave edildi ve tekrar karıştırıldı. Elde edilen 50 ml lik bu solüsyon 450 ml aseton ile seyreltilerek 500 ml lik sarımsı renkte, %0.5 lik bir çalışma solüsyonu hazırlandı. Bu çözelti hazırlandıktan sonra koyu renkli bir şişede muhafaza edildi.

### 2 Nolu Ninhydrin Solüsyonu (2NS)

Gerekli kimyasal madde ve solüsyonlar;

Ninhydrin	: 25	g
Etanol	: 10	ml
Petrol eteri	: 400	ml
Asetik asit	: 5	ml

Bu solüsyon Everse ve Menzel tarafından tanımlanan stok solüsyona benzer şekilde hazırlandı. 250 ml lik erlenmayer içerisinde 2.5 g ninhydrinin üzerine 5 ml asetik asit ilave edilerek, erlenmayerin ağzı parafilmle kapatıldıktan sonra manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı ve bulanık bir solüsyon elde edildi.

Üzerine 10 ml etanol ilave edildi ve berrak bir solüsyon oluşuncaya kadar manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. 15 ml hacminde sarı renkte stok (konsantre) bir solüsyon hazırlandı. Bu solüsyon, tamamen dilüe oluncaya kadar manyetik karıştırıcı vasıtasıyla yaklaşık 400 ml

petrol eteri ile seyreltildi. Bu işlemin sonucunda hafif sarımsı renkte %0.6 lık bir solüsyon elde edildi

### III-Ninhydrin Solüsyonunun Kağıt Yüzeyle Uygulanması

Hazırlanan solüsyon kağıt yüzeyle üç şekilde uygulanabilmektedir;

a) **Spreyleme:** Solüsyonun bir laboratuvar sprey tabancası ile kağıt yüzeyle püskürtülmesinden (spraying) ibarettir. Oden ve Von Hofsten, ninhydrin solüsyonunu kağıt yüzeyle spreyleyerek uygulamışlardır (14). Ayrıca başka çalışmalarda da bu yöntemin yaygın olarak kullanıldığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (2, 19,22).

b) **Daldırma:** Muamele edilecek kağıt materyalin solüsyon içerisine kısa süreli (birkaç saniye) daldırılıp (dipping) çıkarılmasından ibarettir. Lennard ve arkadaşları ve ayrıca Connor, yaptıkları parmak izi çalışmalarında bu yöntemi uyguladıklarını bildirmektedirler (16,17,19).

c) **Sıvazlama:** Solüsyon ile ıslatılmış bir pamuklu bezin örnek kağıdın yüzeyi üzerine sıvazlanarak uygulanmasından ibarettir. Almog ve arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada sıvazlama yöntemini (swabbing) uyguladıklarını rapor etmişlerdir (18,19).

Çalışmamızda daha pratik olması açısından spreyleme ve daldırma yöntemlerini kullandık. Asetonda hazırladığımız ninhydrin solüsyonunu spreyleme, petrol eterinde hazırladığımız ninhydrin solüsyonunu ise daldırma yöntemiyle kağıt yüzeyle uyguladık.

### IV-Gelişim İçin Kağıtların Enkübasyonu ve Gözlem Süreleri

Üzerinde birkaç günlükten bir yıla kadar parmak izlerinin bulunduğu kağıtlara ninhydrin, spreyleme yada daldırma yöntemleri kullanılarak uygulandıktan sonra kağıt örnekler parmak izi gelişimi için uygun ısı ve nemin sağlandığı bir ortamda bırakılmıştır. Yapılan birçok çalışmada oda ısısında, karanlık bir ortamda ve atmosferik nem yada %50-80 arasında bir nemin sağlandığı ortamda yaklaşık 24-48 saatlik bir geliştirme süresinin parmak izi gelişimi için uygun olduğu ve bunun klasik bir uygulama yöntemi olduğu bildirilmektedir (16,17,21,29)

Ninhydrin reaksiyonu sıcaklık ve nemden etkilenmektedir (5). Eğer parmak izi gelişim süresi kısaltılmak istenirse, ısı ve nemin artırılması gerekir. Bu uygulama, içinde suyla doyurulmuş bir parça pamuğun bulunduğu bir mikrodalga fırında kağıtları 80° C' ye kadar ısıtmakla yada 40-50° C' de %60 bağıl nemde enkübe etmekle başarılabilmektedir (2,21,22). Bunun yanında daha pratik bir uygulama, parmak izi gelişimini hızlandırmak için buharlı ütünün kullanılmasıdır (19,21).

Çalışmamızda parmak izi gelişimi için ninhydrinle muamele edilen kağıt örneklerin bir kısmını oda sıcaklığında, atmosferik nemde ve karanlık ortamda 48 saat enkübe ettik (klasik uygulama). Bir kısım örnekleri, bağıl nemi temin etmek amacıyla içinde bir bardak (200 cc) su bulunan, ısı 30° C' ye ayarlanmış etüvde 48 saat süreyle enkübasyona bıraktık. İncelemeler 2. ve 48. saatlerin sonunda yapıldı.

Buna ek olarak daha kaliteli imajlar elde edebilmek amacıyla, oda sıcaklığı, atmosferik nem şartları altında ve karanlık ortamda parmak izlerinin gelişim süresi on güne kadar uzatıldı. Parmak izi gelişimini hızlandırmak için ninhydrin solüsyonu ile muamele edilip oda sıcaklığında kurutulduktan hemen sonra kağıda buharlı ütü uygulandı.

### **V-İyot Buharı Yönteminin Uygulanması**

İyot buharı uygulaması, kağıt üzerindeki latent parmak izlerinin görünür hale getirilmesinde kullanılan en eski yöntemlerden birisidir. Kağıt üzerindeki latent parmak izlerinin iyot buharı ile görünür hale getirilmesinde sıklıkla "iyot buhar kabini" kullanılmaktadır (2,3,27). Yukarıda bahsedilen tekniklerle alınan ve saklanan birkaç günlük ve daha eski izleri içeren kağıtlar, aralarından iyot buharları geçecek şekilde iyot kabini içerisine asıldı. Eldiven ve maske ile gereken önlem alındıktan sonra, yaklaşık 2-3 g kadar iyot kristali kabin içindeki porselen tabağa yerleştirildi. Kabinin kapakları kapatılarak kristallerin buharlaşması için porselen tabak alttan aralıklı olarak ısıtıldı. Mor renkli iyot buharı kabin içerisini doldurduktan sonra, kağıt örnekler 5 dakika kadar kabin içinde parmak izi gelişiminin tamamlanması için bırakıldı. Kabinin kapakları açılarak iyot buharı ortamdaki uzaklaştırıldıktan sonra kağıtlar kabinden çıkartıldı ve parmak izi gelişimi açısından incelendi.

### **VI- Ardışık Uygulama**

Kağıtların bir kısmı iyot buharı yöntemi ile muamele edildikten sonra 24 saat oda sıcaklığında korundu. Bu sürenin sonunda kağıtlar, petrol eterinde hazırlanan ninhydrin solüsyonu ile daldırma tekniği kullanılarak muamele edildi. On dakika kadar oda sıcaklığında kurutulduktan sonra, latent parmak izlerini görünür hale getirmek için kağıt yüzeylere birkaç dakika süre ile aralıklı olarak buharlı ütü uygulandı ve parmak izi gelişimi olup olmadığı gözlemlendi.

Diğer taraftan, ninhydrin solüsyonu ile muamele edilen ancak latent parmak izlerinin görünür hale gelmediği kağıtlar, yukarıda tanımladığımız şekilde iyot kabini kullanılarak iyot buharına maruz bırakıldı ve parmak izi gelişimi açısından gözlemlendi.



## BULGULAR

### NINHYDRİN UYGULAMASI

**INS ile elde edilen bulgular:** Klasik tarzda yapılan geliştirme sırasında ilk gözlem 2. saatte yapıldı. A ve C tekniğinin uygulandığı yedi adet beyaz fotokopi kağıdı üzerinde ikinci saatte papil hatlarının pembe-mor imajlar olarak belli olmaya başladığı gözlemlendi. Daha sonra, inceleme 48. saatin sonunda yapıldı. A ve C tekniğinin uygulandığı beyaz fotokopi kağıtları üzerinde iyi derecede pembe-mor renkte latent parmak izlerinin görünür hale geldiği gözlemlendi. (Tablo 2, Resim 2). 1 Nolu ninhydrin solüsyonu (INS) ile muamele edilen bütün kağıtlar hafif dereceden belirgin dereceye kadar varan sararma gösterdi. Ayrıca kağıtlar üzerinde bulunan mürekkepli yazıda dağılma meydana geldi. Spreyleme işleminin yoğun olarak uygulandığı kağıtlarda sararma daha belirgindi. D tekniğinin kullanıldığı teksir kağıdı üzerinde orta derecede mor renkte görünür hale gelen latent parmak izlerinin detayında hafif derecede boyanma gözlemlendi (Tablo 2, Resim 3).

**Tablo 2:** Yeni izlere INS'nun spreyleme tarzında uygulama ile elde edilen bulgular.

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Bekletme süresi (izin yaşı)	Değerlendirme			
				İyi	Orta	Zayıf	Reak.yok
Beyaz kağıt	3	A	10 gün	-	-	3	-
Beyaz kağıt	4	C	10 gün	-	3	1	-
Teksir kağıdı	3	A	10 gün	-	-	1	2
Teksir kağıdı	3	C	10 gün	-	-	2	1
Teksir kağıdı	3	B	10 gün	-	-	-	3
Teksir kağıdı	3	D	10 gün	-	1	1	1
Beyaz kağıt	21	A	4 gün	2	7	9	3
Beyaz kağıt	23	C	4 gün	5	8	10	-

**Tablo 3:** Yeni izlere 2NS'nun daldırma tarzında uygulama ile elde edilen bulgular.

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Bekletme süresi (izin yaşı)	Değerlendirme			
				İyi	Orta	Zayıf	Reak.yok
Posta zarfı	10	A	1 hafta	-	-	-	10
Posta zarfı	10	B	1 hafta	-	-	1	9
Posta zarfı	10	C	1 hafta	-	-	-	10
Posta zarfı	10	D	1 hafta	-	-	-	10
Kartvizit	2	A	1 hafta	-	-	2	-
Kartvizit	2	B	1 hafta	-	-	2	-
Posta zarfı	3	A	10 gün	-	-	-	3
Posta zarfı	3	C	10 gün	-	-	1	2
Beyaz kağıt	3	B	10 gün	-	-	3	-
Beyaz kağıt	3	D	10 gün	-	3	-	-
Beyaz kağıt	1	F	10 gün	1	-	-	-

**2NS'nun uygulanması ile elde edilen bulgular:** Beyaz fotokopi kağıdı, posta zarfı ve kartvizit üzerine aldığımız latent parmak izlerine 2NS daldırma yöntemi ile uygulandı ve geliştirme klasik yöntemle yapıldı. 2 saatte yapılan gözlemede beyaz kağıdın bir tanesinde pembe-mor renkte papil hatlarının belli olmaya başladığı görüldü. 48 saat sonunda yapılan incelemede elde edilen bulgular kaydedildi (**Tablo 3**). F tekniği uygulanan beyaz fotokopi kağıdı üzerinde papil hatları belirgin, iyi derecede pembe-mor renkte parmak izleri görünür hale geldi (**Resim 4**). B tekniğinin uygulandığı kartvizit üzerinde görünür hale gelen parmak izinin orta kısmında gelişimin daha zayıf olduğu gözlemlendi. Aynı şekilde posta zarfı üzerinde görünür hale gelen izin orta kısmında gelişimin daha zayıf olduğu dikkati çekti (**Resim 5**). D tekniğinin uygulandığı beyaz fotokopi kağıdı üzerinde görünür hale gelen parmak izlerin orta kısımlarında gelişimin kenar kısımlara göre daha zayıf olduğu gözlemlendi.

**Tablo 4:** Eski izlere 2NS'nun daldırma tarzında uygulanması ile elde edilen bulgular.

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Bekletme süresi (izin yaşı)	Değerlendirme			
				İyi	Orta	Zayıf	Reak.yok
Beyaz kağıt	9	F	3 ay	7	1	1	-
Teksir kağıdı	7	F	3 ay	1	1	3	2
Posta zarfı(*)	3	F	3 ay	1	-	-	2
Posta zarfı	6	F	4 ay	-	-	2	4
Beyaz kağıt	11	F	6 ay	4	2	2	3
Teksir kağıdı	4	F	6 ay	-	-	3	1
Posta zarfı(*)	7	F	8 ay	-	-	-	7
Posta zarfı	6	F	8 ay	-	-	1	5
Teksir kağıdı	11	F	8 ay	1	4	6	-
Beyaz kağıt	8	F	8 ay	4	4	-	-
Beyaz kağıt	38	F	1 yıl	13	9	15	1

\*Büyük boy posta zarfı.

**2NS'nun üç aydan eski latent parmak izlerine uygulanması:** Üç ve altı ay arasındaki eski izleri içeren kağıtlara daldırma tarzında 2NS uygulandı (**Tablo 4**). Kağıtlar gelişim için oda ısısı, atmosferik nem şartları altında ve karanlık ortamda bırakıldı. İlk inceleme 2. saatin sonunda yapıldı. Beyaz fotokopi kağıtlarının yedi tanesi üzerinde ve teksir kağıtlarının bir tanesi üzerinde pembe-mor renkte papil hatlarının belli olmaya başladıkları gözlemlendi. Gelişim klasik tarzda 48 saat sürdürüldü. Beyaz kağıt üzerinde pembe-mor renkte, teksir kağıdı üzerinde mor renkte (**Resim 6-7**) ve büyük boy posta zarfı üzerinde pembe-mor renkte iyi derecede latent izlerin görünür hale geldiği gözlemlendi (**Resim 8**).

Gelişim süresi aynı şartlar altında on güne kadar uzatıldı. On günün sonunda yapılan değerlendirmede parmak izlerinin renk ve görünüm açısından 48 saate göre daha kaliteli olduğu gözlemlendi. Posta zarflarının zemin renginin, görünür hale gelen latent parmak izlerinin seçilebilirliğini ve fotoğraf çekilmesini olumsuz yönde etkilediği gözlemlendi. Beyaz kağıt üzerinde altı aylık eski latent parmak izleri yine aynı şekilde pembe-mor renkte iyi derecede görünür hale getirildi (**Resim 9**)

Sekiz aylık latent parmak izlerini içeren büyük ve normal boyutta posta zarfları ile beyaz fotokopi ve teksir kağıtları (**Tablo 4**) 2NS ile muamele edildikten sonra gelişim için ısı 30° C'ye ayarlı ve bağıl nemi sağlamak için içerisinde 200 ml (1 bardak) su bulunan etüvde enkübasyona bırakıldı. 2. Saatte yapılan incelemede reaksiyonun kuvvetli olduğu beyaz fotokopi ve teksir kağıtları üzerinde papil hatlarının pembe-mor renkte ortaya çıkmaya başladığı gözlemlendi. Bu şartlar altında süre 48 saate tamamlandı. Yapılan incelemede beyaz fotokopi kağıtları üzerinde pembe mor renkte ve teksir kağıtları üzerinde mor renkte iyi derecede (**Resim 10-11**) latent parmak izlerinin görünür hale geldiği gözlemlendi. Özellikle üstte kalan beyaz kağıtlar üzerinde ortaya çıkan izlerde detay boyanması dikkati çekti (**Resim 12**).

Bir yıllık latent parmak izlerini içeren beyaz fotokopi kağıtları 2NS ile muamele edildikten sonra gelişim için yine aynı şartlar altında bırakıldı. 2. Saatin sonunda yapılan incelemede reaksiyonun kuvvetli olduğu kağıtlarda latent parmak izlerinin pembe-mor izlenimler olarak ortaya çıkmaya başladığı gözlemlendi. 48 saat sonra yapılan gözlemlerde özellikle üst tarafta kalan kağıtlarda detay boyanması ve parmak izi rengindeki solukluk dikkati çekti (**Resim 13**)

Sekiz aylık ve bir yıllık latent parmak izlerini içeren bu kağıtların tümü etüvden alınarak klasik tarzda (oda ısı-atmosferik nem-karanlık ortam) gelişmeye bırakıldı ve süre on güne uzatıldı (**Tablo 4**). Bir kağıt üzerine tek donörden mükerrer olarak alınan latent izlerin birincisinde parmak izi renginin daha koyu ve detay boyanmasının daha bariz olduğu ikinci, üçüncü ve dördüncü alınan izlerde parmak izi renginin ve detay boyanmasının azaldığı dikkati çekti (**Resim 14**) Ninhydrinin konsantre olduğu solüsyonun dipte kalan kısmı ile muamele edilen kağıtlarda ninhydrin kalıntılarına bağlı sararmalar gözlemlendi (**Resim 15**).

Parmak izi rengi ve görünümü açısından on gün sonunda yapılan değerlendirmede izlerin daha iyi kalitede olduğu ve beyaz kağıt üzerindeki izlerde gözlenen renk solukluğunun kısmen ortadan kalktığı gözlemlendi. Ayrıca, klasik uygulamaya kıyasla nemli ortamın sağlandığı etüvde teksir kağıtları üzerinde daha iyi derecede latent parmak izi imajları elde edildi.

**Tablo 5:** Ninhydrin uygulamasından sonra buharlı ütü ile gelişimin hızlandırılması

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Bekletme süresi (izin yaşı)	Değerlendirme			
				İyi	Orta	Zayıf	Reak.yok
Beyaz kağıt	5	F	2 gün	-	3	2	-
Teksir kağıdı	5	F	2 gün	-	-	3	2
Posta zarfı	5	F	2 gün	-	3	2	-

**Ninhydrin uygulamasında ısının etkisi:** Ninhydrin uygulamasından sonra gelişimi hızlandırmak amacıyla buharlı ütü kullanıldı. Ütü hazır hale getirildikten sonra kağıt yüzeye direkt olarak temas ettirildi ve aralıklı olarak uygulandı. Buharlı ütü ile muamele edilen ilk iki kağıtta buhar yoğunluğuna bağlı aşırı nemlenme ve kağıt zeminde yaygın mor renklenme ile parmak izi detayında boyanma ortaya çıktı. İkinci aşamada ütünün buhar ayarı minimum konumuna getirilerek uygulamaya bu şekilde devam edildi. Posta zarfı üzerinde orta derecede pembe-mor renkte (**Resim 16**) parmak izi imajları gözlemlendi. Aynı zamanda buharın minimum olarak uygulandığı kağıtların zemininde mor renklenmenin ortaya çıkmadığı dikkati çekti (**Tablo 5**).

### İYOT BUHARI UYGULAMASI

**Bir aya kadar olan latent parmak izlerine iyot buharının uygulanması:** Kağıtlar iyot kabini içerisine aralarından iyot buharları geçecek şekilde aralıklı olarak asıldı. İyot kristallerinin ısıtma ile buharlaşmaya başlamasından itibaren, kağıtlar beş dakika iyot kabini içerisinde bırakıldı. Bu esnada bazı izlerin birkaç dakikada koyu kahve renkte görünür hale geldiği gözlemlendi. Kabinin kapakları açılarak kağıtların dışarı çıkartılması sırasında iyot buharının solunum yollarında ve gözlerde yanma şeklinde ortaya çıkan irritasyon etkileri gözlemlendi.

A tekniği ile alınan izleri içeren beyaz fotokopi kağıtları üzerinde orta derecede sarı-kahverengi renkte latent parmak izlerinin görünür hale geldiği gözlemlendi (**Resim 17, Tablo 6**).

Kağıtlar üzerinde gelişen izlerin oda ısısı şartlarına alındıktan yaklaşık 15 dakika sonra solmaya başladıkları ve iki saat sonra parmak izi rengindeki solmanın daha da arttığı gözlemlendi. Bu kağıtlar iyot kabine konularak tekrar iyot buharına maruz bırakıldıkları zaman aynı derecede ve renkte parmak izi gelişimi gözlemlendi.

E tekniği ile posta zarfları üzerine alınan parmak izlerinin koyu kahve renkte imajlar olarak görünür hale geldiği gözlemlendi. Bu imajların papil hatları seçilebilir nitelikte olmadığından zayıf izler olarak değerlendirildi. İyot buharı uygulaması sonrasında E tekniği

uygulanan beyaz fotokopi kağıdı üzerinde iyi derecede koyu kahve renkte latent parmak izi gelişimi gözlemlendi. Bu izlerin orta kısımlarında belirginliğin daha az olduğu gözlemlendi (**Resim 18**). İyot buharına maruz kalan teksir kağıtlarının büyük bir kısmında kağıdın bütününe kaplayan koyulaşma meydana geldi. Oda ısısı şartlarında 1-2 saat kadar bekletmekle koyulaşan kısımların renginin açıldığı dikkati çekti.

G tekniği kullanılarak beyaz fotokopi ve teksir kağıtları üzerine alınan latent parmak izleri iyot buharı ile muamele edildikten sonra yapılan incelemede, beyaz kağıt üzerinde iyi derecede, kahve renkte (**Resim 19**), teksir kağıdı üzerinde ise iyi derecede, sarı-kahve renkte latent parmak izleri görünür hale geldi.

**Tablo 6:** Bir aya kadar olan izlerde iyot buharı uygulaması ile elde edilen bulgular.

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Bekletme süresi (izin yaşı)	Değerlendirme			
				İyi	Orta	Zayıf	Reakyok
Beyaz kağıt	10	A	hemen	-	3	3	4
Teksir kağıdı	8	A	hemen	-	-	-	8
Posta zarfı	6	A	hemen	-	-	-	6
Beyaz kağıt	10	G	2 saat	6	4	-	-
Teksir kağıdı	7	G	2 saat	3	-	4	-
Posta zarfı	5	E	2 gün	-	-	5	-
Beyaz kağıt	5	E	2 gün	2	3	-	-
Teksir kağıdı	6	E	2 gün	-	-	4	2
Beyaz kağıt	4	F	2 gün	-	-	-	4
Teksir kağıdı	4	F	2 gün	-	-	-	4
Posta zarfı	5	F	2 gün	-	-	1	4
Teksir kağıdı	4	E	1 ay	-	-	4	-
Posta zarfı	2	E	1 ay	-	-	2	-
Beyaz kağıt	4	E	1 ay	-	3	1	-
Beyaz kağıt	4	G	1 ay	1	3	-	-
Teksir kağıdı	4	G	1 ay	-	-	4	-
Posta zarfı	3	G	1 ay	-	-	3	-
Teksir kağıdı	5	F	1 ay	-	-	3	2
Posta zarfı	4	F	1 ay	-	-	2	2
Beyaz kağıt	4	F	1 ay	-	-	2	2

F tekniği kullanılarak posta zarfları üzerine alınan parmak izleri iyot buharı ile muamele edildikten sonra kahve renkte, zayıf derecede latent parmak izi gelişimi gözlemlendi. Görünür hale gelen izin kenar kısımlarının daha belirgin olması dikkat çekiciydi.

E tekniği kullanılarak teksir kağıdı üzerine alınan parmak izleri bir ay sonra iyot buharı ile muamele edildi (**Tablo 6**) ve zayıf derecede, sarı-kahve renkte latent parmak izlerinin görünür hale geldiği gözlemlendi. Ancak izlerin papil hatlarının seçilebilirliği son derece zayıftı.



Posta zarfları üzerine aynı teknikle alınan parmak izleri bir ay sonra iyot buharı ile muamele edildikten sonra yapılan incelemede sarı-kahverengi ve koyu-kahve renkte, zayıf derecede latent parmak izi imajlarının görünür hale geldiği gözlemlendi. Ancak bu parmak izlerinin de papil hatlarının seçilebilir olmadığı gözlemlendi.

E tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan latent parmak izleri bir ay sonra iyot buharı ile muamele edildikten sonra yapılan incelemede zayıf ve orta derecede kahve renkte latent parmak izlerinin görünür hale geldiği gözlemlendi. Orta derecede görünür hale gelen parmak izlerinin merkez kısımlarında parmak izi görünümü ve papil hatlarının belirginliği zayıf derecede olduğu halde, kenar kısımlarında parmak izi görünümü ve papil hatlarının belirginliğinin orta derecede olduğu gözlemlendi. Aynı zamanda bunun "Resim 18" de gösterilen latent parmak izlerine çok benzediği dikkati çekti (**Resim 20**).

G tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan bir aylık latent parmak izleri iyot buharı ile muamele edildikten sonra yapılan değerlendirmede orta ve iyi derecede, kahve renkte latent parmak izlerinin görünür hale geldiği ve iyi derecede görünür hale gelen bu izlerin papil hatlarının seçilebilir nitelikte olduğu gözlemlendi (**Resim 21**).

F tekniği kullanılarak alınan bir aylık latent parmak izlerine iyot buharı uygulandıktan sonra yapılan değerlendirmede, teksir kağıdı üzerinde parmak izlerinin çok az bir parçasının sarı-kahve renkte görünür hale geldiği, beyaz fotokopi kağıdı üzerinde zayıf derecede, kahve renkte görünür hale geldiği gözlemlendi. Parmak izlerinin kenar kısımlarındaki papil hatlarının daha belirgin olduğu dikkati çekti (**Resim 22**) İyot buharı uygulamasında 1 aylık izlerle bir yada birkaç günlük izler, parmak izi gelişimi açısından kıyaslandığında renk ve seçilebilirliğin daha zayıf derecede olduğu gözlemlendi

**Tablo 7:** İyot buharı yöntemi ile bir aydan eski izlerde elde edilen bulgular

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Bekletme süresi (izin yaşı)	Değerlendirme			
				İyi	Orta	Zayıf	Reaktyok
Teksir kağıdı	6	A	4 ay	-	-	-	6
Posta zarfı	4	A	4 ay	-	-	-	4
Beyaz kağıt	8	A	4 ay	-	-	-	8
Teksir kağıdı	10	F	8 ay	-	-	1	9
Posta zarfı	5	F	8 ay	-	-	-	5
Beyaz kağıt	12	F	8 ay	-	-	2	10
Posta zarfı	6	F	10 ay	-	-	-	6
Teksir kağıdı	8	F	1 yıl	-	-	-	8
Posta zarfı	8	F	1 yıl	-	-	-	8
Beyaz kağıt	10	F	1 yıl	-	-	-	10

**Bir aydan eski latent parmak izlerine iyot buharının uygulanması:** Bir aydan daha eski latent parmak izlerini içeren kağıtlar da iyot buharı ile muamele edildi. A ve F teknikleri ile alınan ve 4 ay-1 yıl arasında eski latent parmak izlerini içeren kağıtlara iyot buharı uygulandı. Üç tip kağıt üzerinde de herhangi bir parmak izi gelişimi gözlenmedi. Ancak F tekniğinin uygulandığı sekiz aylık iki tane beyaz fotokopi ve bir tane teksir kağıdı üzerinde iyot buharı uygulaması sonrası parmak izlerinin alındığı kısımlarda açık sarı renkte papil hatları belirgin olmayan imajların ortaya çıktığı gözlemlendi. Fakat bu imajlar latent parmak izi gelişimi olarak dikkate alınmadı (Tablo 7).

### ARDIŞIK UYGULAMA

F tekniği ile alınan latent parmak izlerini içeren beyaz fotokopi ve teksir kağıtları ile posta zarfları bir ayın sonunda iyot buharı ile muamele edildikten sonra zayıf derecede latent parmak izi imajları elde edildi (Resim 22). Bu latent parmak izlerinin ninhydrin ile görünür hale getirilip getirilemediğini araştırmak amacıyla kağıtlara önce 1NS daldırma tarzında uygulandı. Parmak izi gelişimini hızlandırmak için buharlı ütü kullanıldı. Kağıtlar üzerinde herhangi bir parmak izi gelişimi ve ayrıca zeminde mor renklenme gözlenmedi.

Arkasından aynı kağıtlara 2NS daldırma tarzında uygulandı. Yine gelişimi hızlandırmak için buharlı ütü kullanıldı. Buharlı ütü uygulaması 1-2 dakika ile sınırlı tutuldu. Yapılan incelemede teksir kağıtları üzerinde zayıf derecede pembe-mor renkte, beyaz fotokopi kağıtları üzerinde orta ve zayıf derecede, pembe-mor renkte latent parmak izi imajları gözlemlendi (Resim 23, Tablo 8). İzlerin üst ve kenar kısımlarında detay boyanması ortaya çıktı. Uygulanan ninhydrin solüsyonlarının her ikisinin de (1NS ve 2NS) raf ömürleri bir yıldır.

**Tablo 8:** İyot buharı uygulamasından sonra 1NS ve 2NS ile muamele edilen materyallerden elde edilen veriler.

Kağıt cinsi	Adet (n)	Teknik	Uygulanan reaktif	Süre	Değerlendirme			
					İyi	Orta	Zayıf	Reak.yok
Beyaz kağıt	4	F	1NS	1 gün	-	-	-	4
Beyaz kağıt	4	F	2 NS	1 gün	-	2	1	1
Teksir kağıdı	5	F	1 NS	1 gün	-	-	-	5
Teksir kağıdı	5	F	2 NS	1 gün	-	-	2	3
Posta zarfı	4	F	1 NS	1 gün	-	-	-	4
Posta zarfı	4	F	2 NS	1 gün	-	-	-	4



**Resim 2:** C tekniği uygulanarak beyaz fotokopi kağı üzerine alınan ve INS ile iyi derecede görünür hale getirilen latent parmak izleri ve kağıt üzerinde meydana gelen sararmanın görünümü.

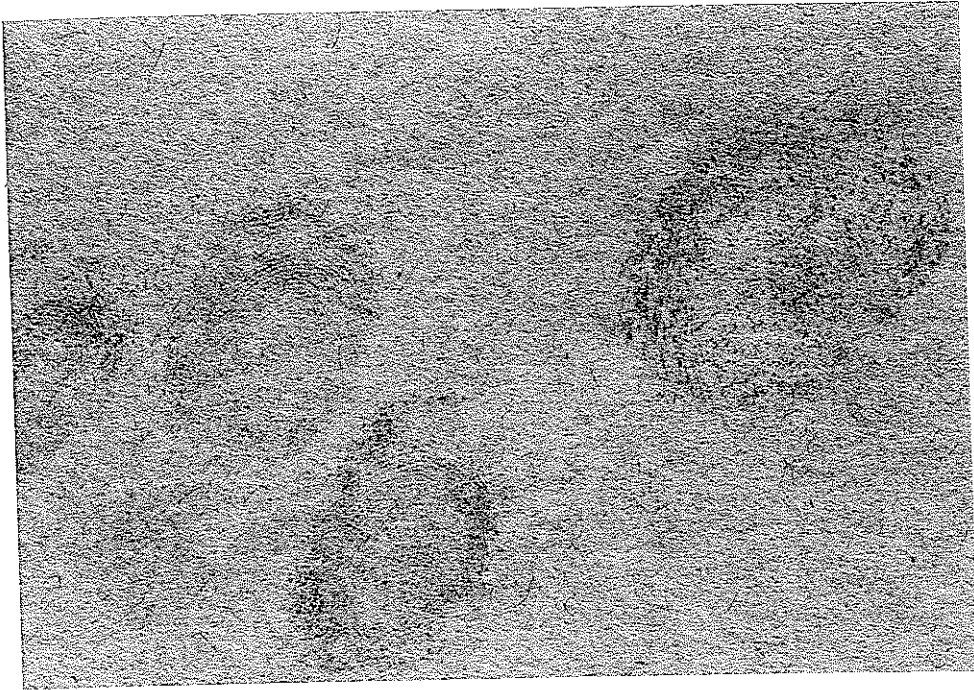


**Resim 3:** D tekniği uygulanarak teksir kağı üzerine alınan ve INS ile orta derecede görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü





**Resim 4:** F tekniği uygulanarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve 2NS ile papil hatları belirgin olarak iyi derecede görünür hale getirilen latent parmak izinin görünümü.



**Resim 5:** Posta zarfı üzerine D tekniği uygulanarak alınan ve 2 NS ile zayıf derecede, pembe-mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü. Parmak izinin ortasında gelişimin kenarlara göre daha az olduğu dikkati çekmektedir.

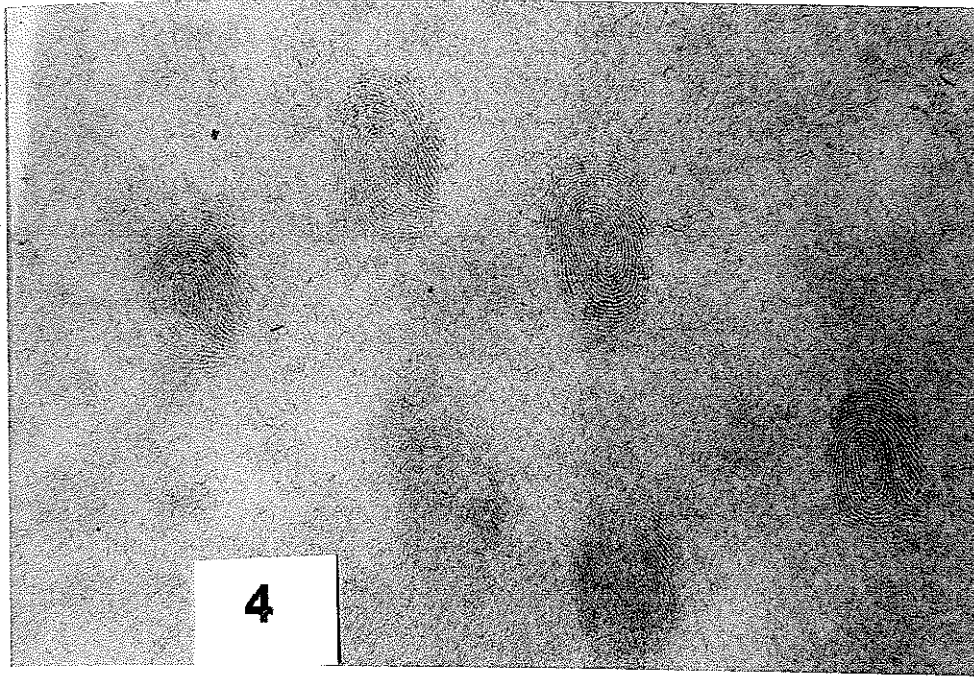


**Resim 6:** Beyaz fotokopi kağıdı üzerine F tekniği uygulanarak alınan ve üç ay sonra 1 NS ile iyi derecede, pembe-mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü



**Resim 7:** Teksir kağıdı üzerine F tekniği uygulanarak alınan ve üç ay sonra 1 NS ile iyi derecede, mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü

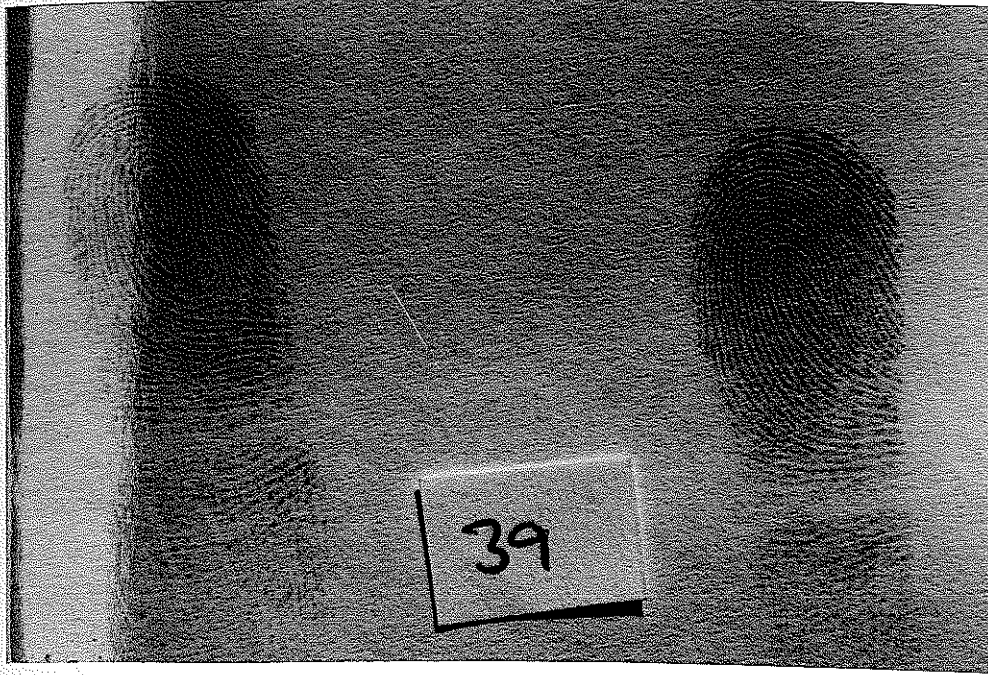




**Resim 8:** Büyük boy posta zarfı üzerine F tekniği uygulanarak alınan ve üç ay sonra 2NS ile iyi derecede, pembe-mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü



**Resim 9:** F tekniği uygulanarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve altı ay sonunda 2NS ile iyi derecede, pembe-mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü.



Resim 10: F tekniği uygulanarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve sekiz ay sonra 2NS ile iyi derecede, pembe-mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü

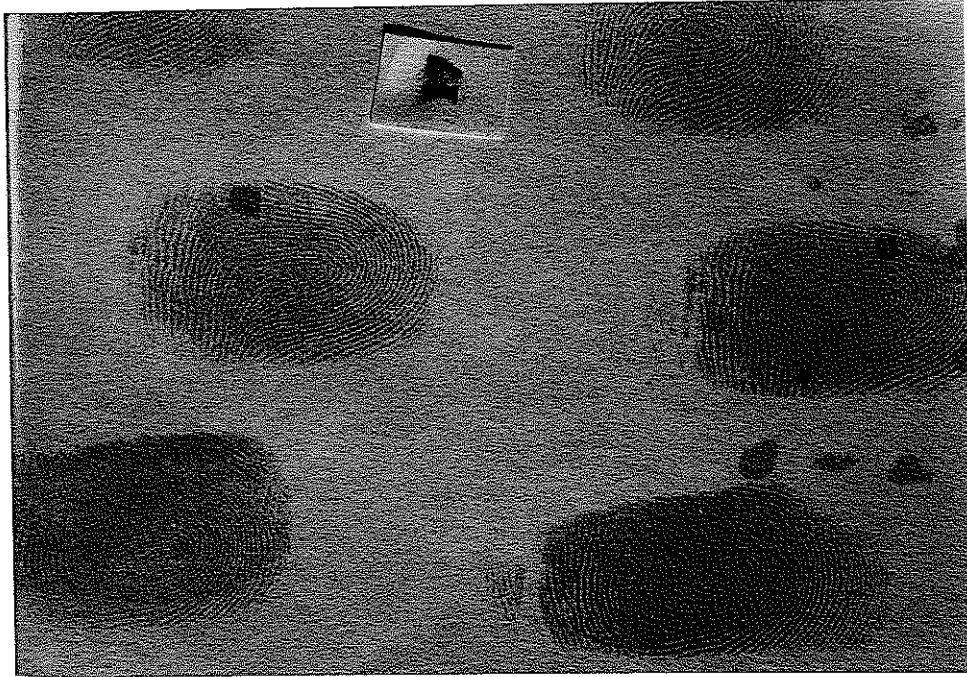


Resim 11: Teksir kağıdı üzerine F tekniği uygulanarak alınan ve sekiz ay sonra 2NS ile iyi derecede, mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü.





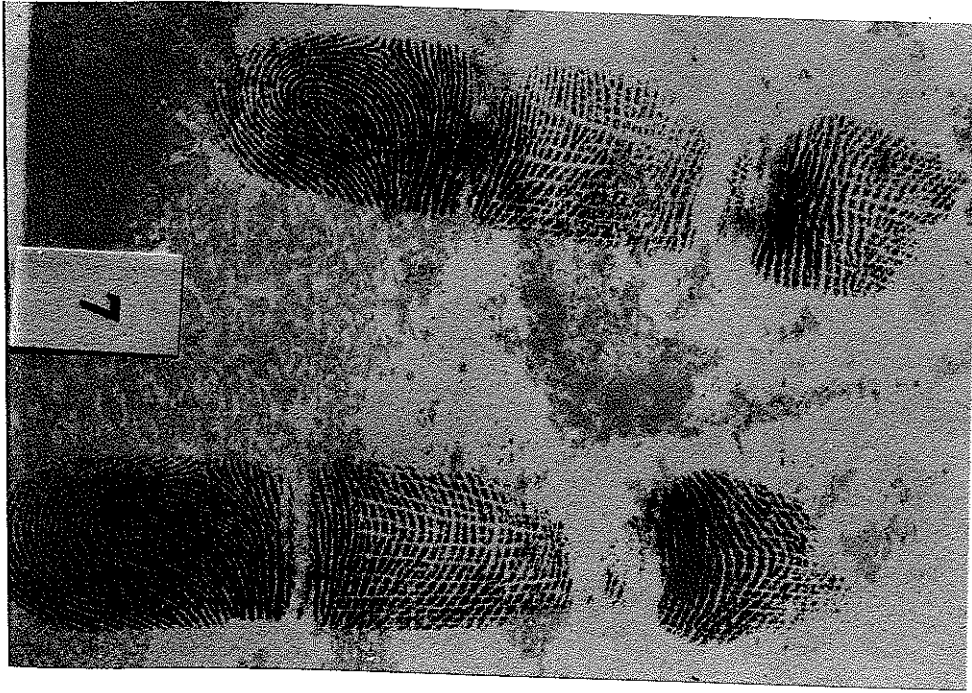
**Resim 12:** F tekniği uygulanarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve sekiz ay sonra 2NS ile iyi derecede, mor renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin ve seçilebilirliği olumsuz yönde etkileyen papil hatlarındaki (detay) boyanmanın görünümü.



**Resim 13:** F tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve bir yıl sonra 2NS ile görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü. Buharın yoğunluğuna bağlı meydana gelen parmak izi rengindeki solukluk dikkati çekmektedir.

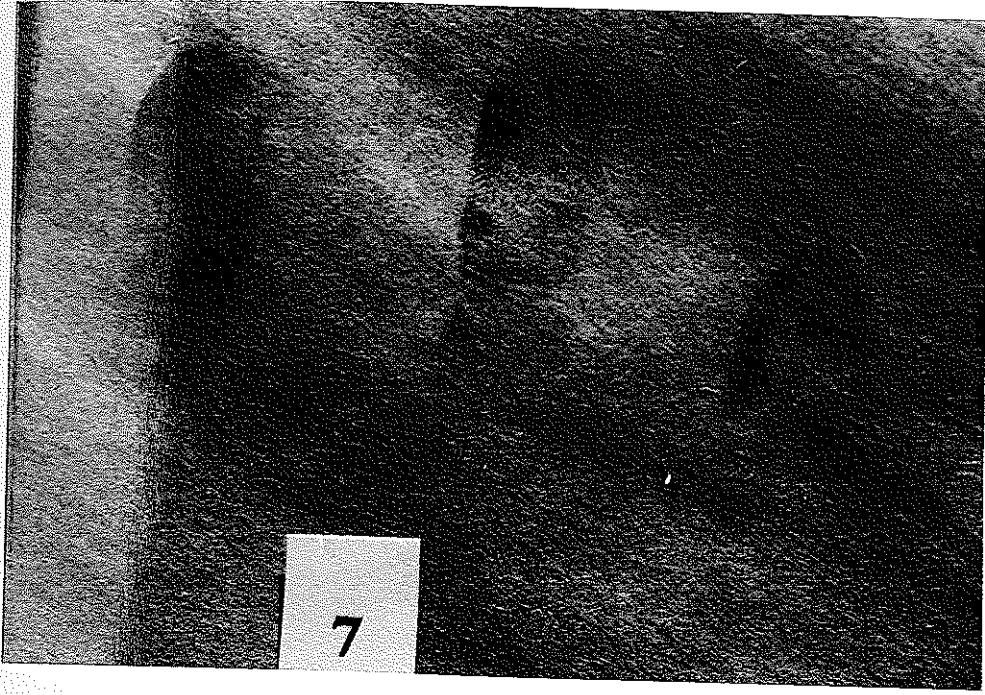


**Resim 14:** F tekniği ile beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve 2NS ile iyi seviyede görünür hale getirilen bir yıllık latent izlerin görünümü. Aynı donörden sırasıyla sağ alt birinci, sağ üst ikinci, sol alt üçüncü ve sol üst dördüncü olarak alınan latent parmak izleridir. Nemin yoğunluğuna bağlı ilk alınan izde detay boyanması bariz iken diğerlerinde azalmaktadır.

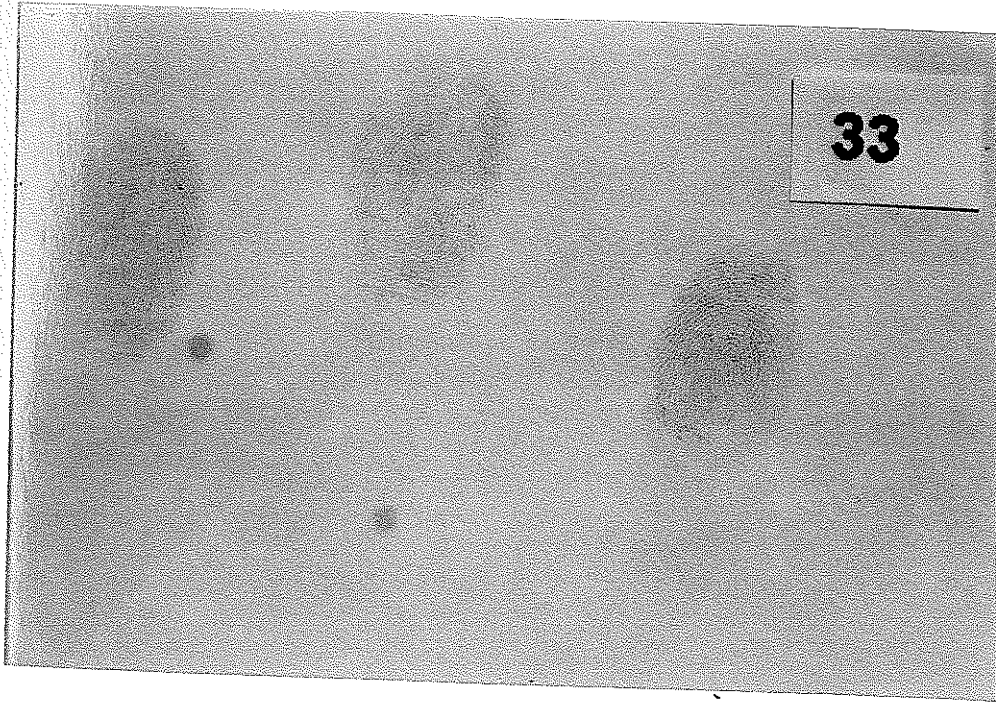


**Resim 15:** Ninhydrinin konsantr olduğu dipteki solüsyonunun uygulanmasına bağlı olarak beyaz fotokopi kağıdı üzerinde ortaya çıkan sarı renkte ninhydrin kalıntısı ile bu kağıt üzerinde iyi seviyede görünür hale getirilen bir yıllık latent parmak izlerinin görünümü.

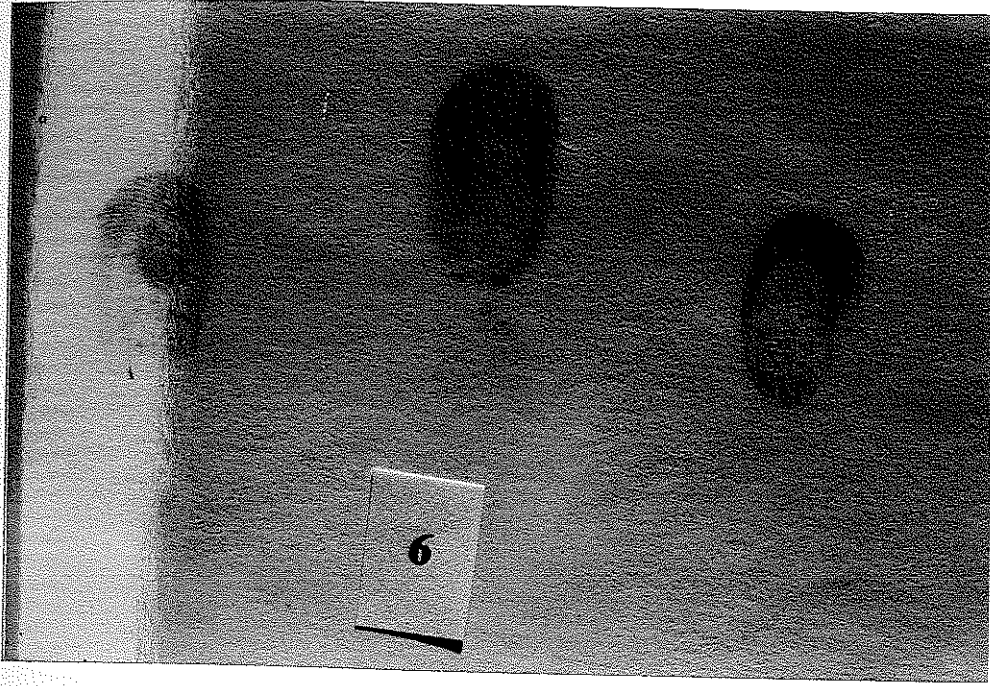




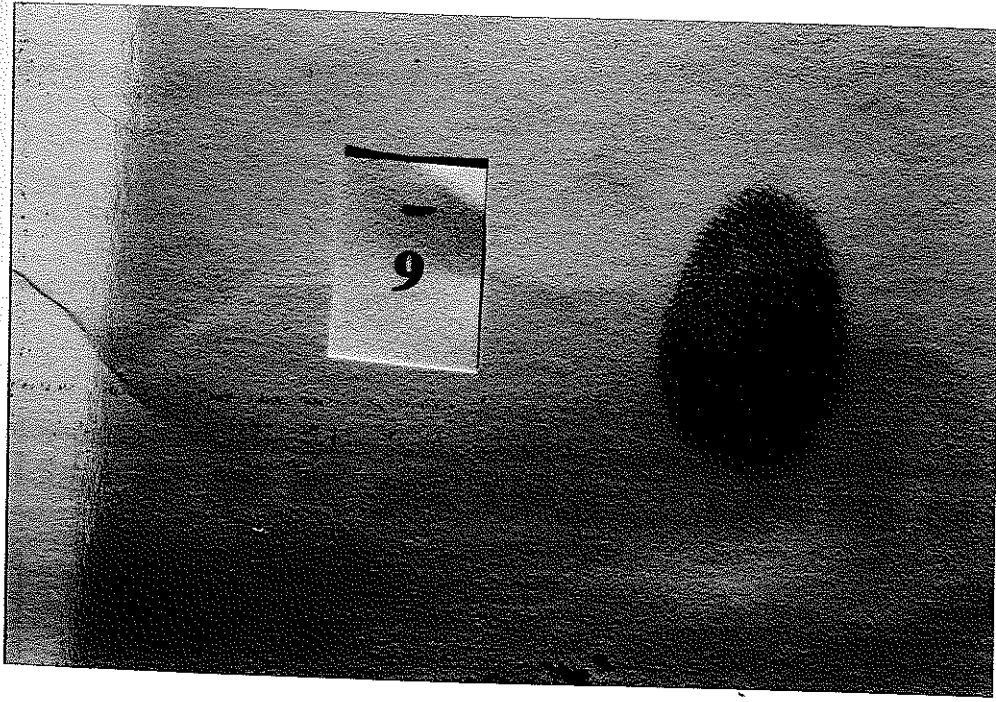
**Resim 16:** F tekniği kullanılarak posta zarfı üzerine alınan ve iki gün sonra 2NS uygulanan ve buharlı ütü ile görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü. İzlerin üst ve kenar kısımlarında belirgin olan detay boyanması gözlenmektedir.



**Resim 17:** A tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve bir gün sonra iyot buharı yöntemi ile sarı-kahve renkte, orta derecede görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü.

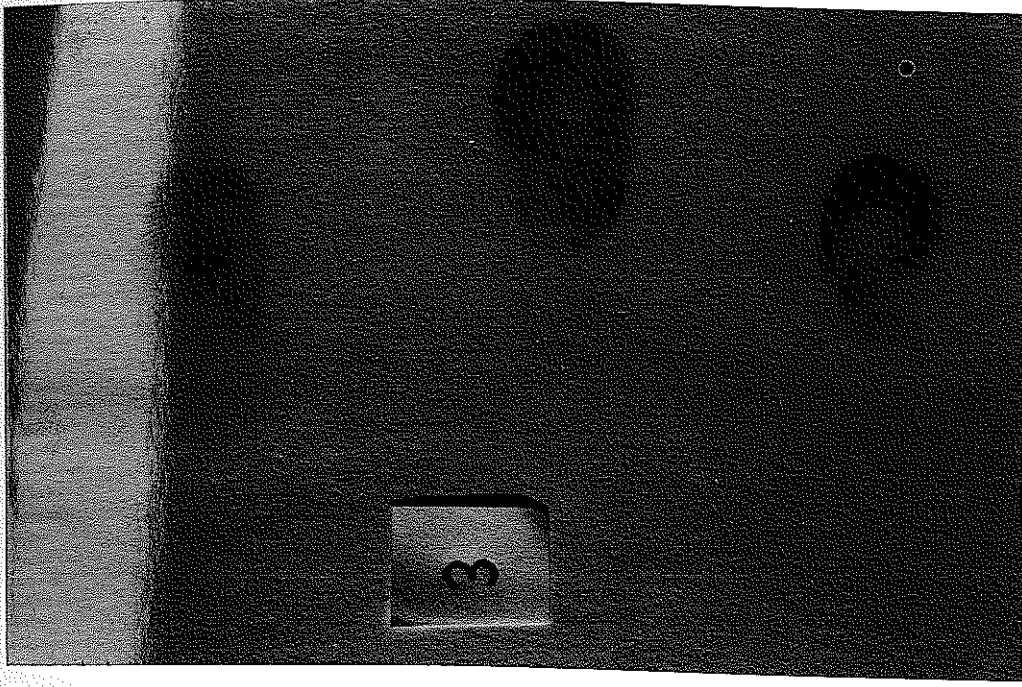


Resim 18: Beyaz fotokopi kağıdı üzerine E tekniği kullanılarak alınan ve iki gün sonra iyot buharı yöntemi ile sarı-kahve renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin ortasında belirginliğin zayıf , kenarlarda iyi derecede olduğu gözlenmektedir.



Resim 19: G tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve iki saat sonra iyot buharı yöntemi ile iyi derecede, kahve renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görüntüsü.

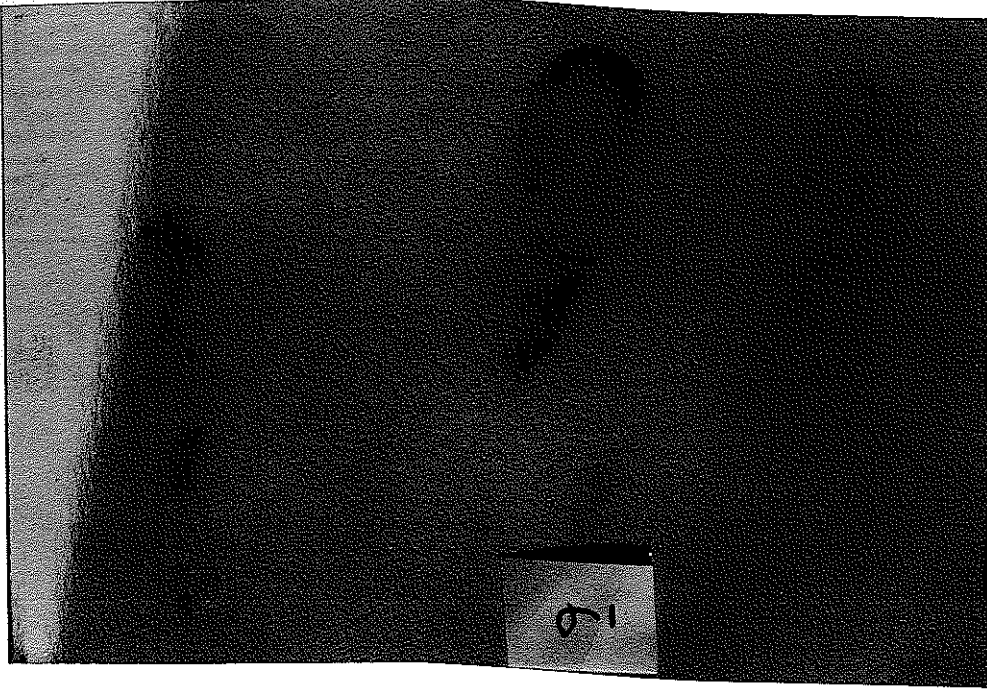




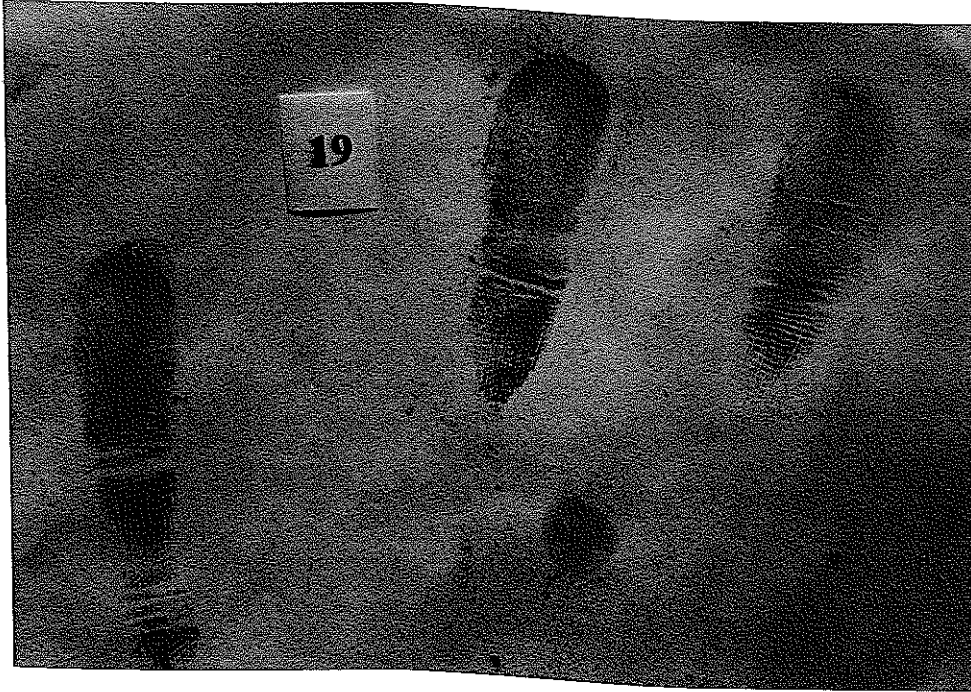
Resim 20: E tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alındıktan bir ay sonra iyot buharı ile orta derecede, sarı-kahve renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü.



Resim 21: G tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alındıktan bir ay sonra iyot buharı ile iyi derecede, kahve renkte görünür hale getirilen latent parmak izlerinin görünümü. İzlerin bütününde papil hatlarının tamamen seçilebilir nitelikte olduğu gözlenmektedir.



**Resim 22:** F tekniği kullanılarak beyaz fotokopi kağıdı üzerine alınan ve bir ay sonra iyot buharı ile zayıf derecede, sarı-kahve renkte görüntür hale getirilen latent izler. Papil hatları izin kenar kısımlarında daha çok belirgin olmasına karşın merkezde daha az belirgindir.



**Resim 23:** F tekniği ile alındıktan 1 ay sonra iyot buharı ile zayıf derecede geliştirilen latent izlerine (Resim 22) bir gün sonra 2NS uygulandı Reaksiyon buharlı ütü ile hızlandırıldıktan sonra orta derecede, pembe-mor renkte latent parmak izi gelişimi ile izlerin kenar kısımlarında belirgin detay boyanması gözlemlendi

## TARTIŞMA

### 1-Zamana Bağlı Olarak Parmak İzlerinin Gelişmesi

Çalışmamızda, beyaz fotokopi kağıdı üzerindeki üç ay ile bir yıl arasındaki eski latent parmak izleri ninhydrin yöntemi ile orta ve iyi derecede (Resim 6,13,14,15), teksir kağıdı üzerinde ninhydrin yöntemi ile 3, 6 ve 8 aylık parmak izleri zayıf, orta ve iyi derecede görünür hale getirilmiştir (Resim 7,11). Tek bir teksir kağıdı üzerine alınan 1 yıllık latent izler zayıf derecede geliştirildi. Aynı yöntemle posta zarflarının biri üzerindeki 3 aylık izler iyi seviyede (Resim 8), 4 ve 8 aylık eski izler zayıf derecede görünür hale getirilmiştir Safferstein, ninhydrin yöntemi ile kağıt üzerindeki 15 yıllık latent parmak izlerinin görünür hale getirilebildiğini rapor etmiştir (2). Öte yandan Oden ve Von Hofsten, 12 yıl hiç açılmamış sözlüğün bir sayfasında latent parmak izini ninhydrinle görünür hale getirdiklerini çalışmalarında bildirmişlerdir (14). Menzel ve arkadaşları, enzimler ve metal tuzları ile latent parmak izlerinin hassasiyetinin artırılması konusunda yaptıkları çalışmada, kağıt üzerindeki 6 aylık latent izleri ninhydrin ile görünür hale getirdiklerini bildirmişlerdir (5).

Çalışmamızda, iyot buharı yöntemi ile kağıt üzerindeki bir aylık latent parmak izleri orta ve iyi derecede görünür hale getirilmiştir (Resim 20,21,22,27). Ancak bir kaç günlük izlerin gelişimi bir aylık izlerin gelişimine göre renk ve görünüm açısından daha iyi derecededir.

Gözlemlerimizden iyot buharının kağıt üzerinde bir aydan daha eski parmak izlerinin içeriğinde bulunan yağa ve rezidüel suya karşı duyarsız olduğu ve parmak izindeki yağın, kağıt üzerinde uzun süre stabil kalabilme özelliği bulunmadığı ve bu yüzden kağıt üzerinde bir aydan daha eski latent parmak izlerinin iyot buharı ile görünür hale getirilemediği sonucuna varıldı. Eğer kağıt üzerinde bir aydan daha eski bir iz olduğu düşünülüyor ise, kağıda iyot buharı uygulanmaması gerekir. Bu tip eski bir latent parmak izini görünür hale getirmek için en uygun geliştirme yöntemi ninhydrin ayıracıdır.

İyot buharı yönteminde ortaya çıkan başka bir problem, görünür hale getirilen parmak izlerinin kısa sürede solmasıdır. Bu yüzden geliştirilen izlerin hemen fotoğraflarının çekilmesi gerekmektedir. Görünür hale getirilen parmak izlerinin çeşitli tespit solüsyonları ile stabil hale getirilerek bu sorun çözülebilmektedir. Kullanılan en eski tespit solüsyonlardan birisi "calcium chloride, potasyum bromide ve su" karışımını içermektedir (27).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan ve aynı zamanda parmak izinin hassasiyetini artıran diğer bir tespit solüsyonu "7,8-benzoflavon" içermektedir (1). İyot buharı ile yaptığımız çalışmada kalıcı bir koruma sağlamak amacıyla görünür hale getirdiğimiz parmak izlerinin hemen fotoğraflarını çektiğimiz için tespit solüsyonu kullanmadık. Rengi solan



parmak izinin tekrar iyot buharı ile görünür hale getirilebilmesi yöntemin avantajıdır. Çalışmamızda iyot buharı ile görünür hale getirilen ve daha sonra rengi solan farklı tip kağıtlar üzerindeki parmak izleri, bir ay sonra tekrar eski kalitelerinde görünür hale getirilmiştir.

## 2-Çeşitli Tipteki Kağıtlar Üzerinde Latent Parmak İzlerinin Gelişimi

Çalışmamızda, ninhydrin ve iyot buharını resmi yazışmalarda ve günlük hayatta sık kullanılmasından dolayı üç tip kağıda uyguladık. Başlangıçta kağıt para üzerindeki latent parmak izi gelişimini araştırmak amacıyla 50 bin, 100 bin, 250 binlik banknotlara her iki yöntemi de uyguladık. Özellikle kullanılmış banknotların üzerinde yoğun ter ve yağ kalıntılarının bulunmasından dolayı, ninhydrin uygulamasında bütün zeminde yoğun mor renklenme ve iyot buharı uygulamasında sarı-kahverengi renklenme ortaya çıktı. Bu dezavantaj yüzünden banknot çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

Parmak izleri, üç tip kağıt arasından beyaz fotokopi kağıdı üzerinde en iyi imajı verdi. Ninhydrin uyguladığımız beyaz fotokopi kağıtları üzerinde genel olarak orta ve iyi derecede, pembe-mor renkte parmak izleri elde ettik. Az bir oranda ise zayıf derecede parmak izleri elde edildi. İyot buharı uyguladığımız beyaz fotokopi kağıtları üzerinde çoğunlukla orta ve zayıf derecede, daha az oranda ise iyi derecede latent parmak izi gelişimi oldu. Elde ettiğimiz sonuçlardan, beyaz fotokopi kağıtları üzerinde bulunan izlerin yağ ve ter içeriğinin yoğunluğu arttıkça izlerin görüntü kalitesinin de arttığı görülmektedir. Bu nedenle, orta ve zayıf derecede görünür hale gelen izlerdeki yağ ve ter içeriğinin, iyi derecede olan izlere göre daha az oranda olduğu sonucuna varılmıştır. Ninhydrinle beyaz fotokopi kağıtları üzerinde görünür hale getirilen zayıf parmak izlerinde ise durum farklıdır.

Terletme işlemi uygulanmasına rağmen zayıf derecede izlerin gelişmesinin nedeni şöyle açıklanabilir: Her ne kadar terletme işlemi uygulansa da 5 dakikalık eldivende terletme işlemi sırasında donörlerin 1/4'lük gibi bir kısmının ellerinde diğerlerine oranla daha az terleme meydana geldiği görüldü. Ayrıca kişinin palmar terleme sırasında zayıf yada kuvvetli amino asit salgılayan birisi olup olmadığı da (5) bir diğer önemli faktördür. Bu faktörlerin de latent parmak izlerinin farklı derecelerde gelişmesinde etkili olduğu görüşündeyiz. Aynı kişinin kağıt üzerine ilk alınan parmak izleri iyi derecede gelişirken, ikinci ve üçüncü alınan izlerin orta yada zayıf derecede geliştikleri gözlenmiştir (**Resim 14**). Bu, iyot buharının uygulandığı kağıtlar üzerinde de dikkati çekmiştir. Bu durum ilk alınan parmak izinde içeriğin yoğun olmasına, diğer alınan izlerde içeriğin miktarında meydana gelen azalmaya bağlıdır. Ayrıca, B



ve D yöntemlerinde parmak izi alınması esnasında uygulanan fazla basınç zayıf parmak izi gelişmesine neden olmuştur

Ninhydrin uygulanan teksir kağıtlarının az bir kısmı üzerinde iyi derecede (**Resim 11**), çoğunluğunda orta ve zayıf derecede (**Resim 3**) latent parmak izi gelişimi gözlenmiştir. Beyaz fotokopi kağıdına oranla teksir kağıdının emici özelliği daha fazladır. Gelişim için "Ninhydrin+Amino asit= mor ürün (Ruhemann's purple-RP)" tepkimesinin gerçekleşmesinde amino asidin suya olan ihtiyacının emici özelliği olan kağıtlarda daha fazla olduğu belirtilmektedir. Emici özelliği olan teksir kağıdının üzerinde reaksiyonun daha stabil oluşabilmesi için ortamda atmosferik nemden daha fazlasına yani %60-80 arasında bir bağıl neme (21) gereksinim olduğu ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda, nemli ortamda gelişmeye bırakılan teksir kağıtları üzerindeki izlerin, klasik uygulamaya kıyasla renk ve görünüm açısından daha iyi oldukları görülmüştür.

Yağ ve ter içeriğinden zengin latent parmak izlerini ihtiva eden teksir kağıtlarının az bir kısmında iyot buharı yöntemi ile iyi derecede izler elde edilmiştir (Tablo 5). Çoğunluğunda zayıf derecede latent parmak izi gelişimi olmuştur.

Posta zarfları üzerinde ninhydrin yöntemi ile çoğunlukla zayıf derecede parmak izi gelişimi gözlenirken, çoğu zarfta reaksiyon gözlenmemiştir. İyot buharı yöntemi ile genellikle zayıf derecede bir gelişim gözlenmekte yada hiç gelişim gözlenmemektedir.

Diğer taraftan sarı-kahverengi posta zarfı gibi koyu renk yüzeylerde en önemli problemlerden birisi de zemindeki koyu rengin görünür hale gelen parmak izinin seçilebilirliğini olumsuz olarak etkilemesidir. Açık renk yüzeylerde görünür hale gelen parmak izi rengi ile zemin rengi arasında herhangi bir kontrast problemi olmadığı için özellikle fotoğraf çekimi esnasında sorun yaşanmamaktadır. Özellikle koyu renk yüzeylerde bu durum fotoğraf çekilmesini son derece olumsuz yönde etkilemektedir. Koyu renk yüzeylerde zayıf yada orta derecede parmak izi gelişimi göz önüne alındığında, bu durum daha da güçleşmektedir.

Zemin problemi olan yüzeylerde iyot buharı ile geliştirilen parmak izlerinin daha belirgin hale getirilerek fotoğraflarının alınmasını sağlamak amacıyla parmak izi hassasiyetini artıran bir yöntem yoktur. Ninhydrinle geliştirilen zayıf derecedeki latent parmak izleri, bazı enzim ve metal tuzları kullanılarak sekonder uygulama ile renk ve seçilebilirlik açısından zenginleştirilebilmektedir (5,21,23,30,31).

Ayrıca, ninhydrin iskeleti üzerinde yapılan substitüsyonlar ile sentezlenen ninhydrin analogları (**Tablo 1**) kullanılarak ninhydrinin hassasiyetine denk yada onu geçen parmak izi

imajları elde edilebilmektedir. Bu analoglardan 5-methoxyninhydrin ve benzo(f)ninhydrinin uygulamasından sonra "çinko" yada "cadmium" ile sekonder uygulama yapıldığı zaman ark lambası aydınlatması altında luminesan parmak izi imajları oluşmaktadır. Özellikle koyu renk yüzeylerde için ümit verici olmaktadır (16)

Ayrıca ark lambası aydınlatması ile sıvı nitrojen sıcaklığında (77 Kelvin yada -196 °C) yapılan inceleme, fotoğrafik kayıt için daha kısa bir poz süresi sağlayarak yegane avantajlardan birisini oluşturmaktadır. Ninhydrin analoglarının maliyeti ninhydrinden yüz kat daha fazladır ve tek dezavantaj olarak gözükmektedir (17).

Almog ve arkadaşları, ninhydrin analoglarından 5-methylthioninhydrinin kağıt üzerinde floresan parmak izi miyarları olarak üstün özellikler gösterdiğini ve hassasiyetinin ninhydrinden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. "Çinko klorür" uygulamasından sonra parmak izleri güçlü ışık kaynağı altında incelendiğinde imajların yoğun olarak floresans verdiğini ve ayrıca parmak izlerini sıvı nitrojen sıcaklığına kadar soğutmakla floresansın arttığını da göstermişlerdir (18).

Ninhydrinle geliştirilen zayıf parmak izlerinin hassasiyetinin artırılması için metal tuzları ile yapılan çalışmalar da sürdürülmektedir. Davies ve Kobus, "RP"nin "çinko" ve "cadmium" ile kompleks oluşturma reaksiyonlarını çeşitli şartlar altında araştırmışlardır. "Cadmium"un düşük ısıda güçlü fotoluminesans ile kırmızı renkli bir bileşik oluşturarak bunun sarı posta zarfı gibi yüzeylerde zemin problemlerini giderdiğini ve aynı zamanda gazete kağıdı gibi emici yüzeylerde hassasiyetin artırılması için çinko üzerine avantajlar sağladığını belirtmektedirler (31). Benzer bir çalışmada "çinko", "cadmium" ve "civa"nın RP ile koordinasyon bileşimleri araştırılmıştır. "RP-Cd" bileşiminin yapısı X ışını kırınımı ile belirlenmiştir. "Cadmium" kaynaklı fotoluminesansta "metal/RP" bileşim oranının önemli olduğu tespit edilmiştir (30)

"Metal-RP" koordinasyon bileşiklerinin luminesan özellikleri ilk defa Herod ve Menzel tarafından araştırılmış ve latent parmak izi tespiti sahasında uygulanmıştır (30). Metal bileşiklerinin floresansa sebep olan yapısal ve foto fiziksel özellikleri, 21 metal tuzu kullanılarak Menzel ve arkadaşları tarafından araştırılmıştır. Argon-ion lazer eksitasyonu altında örneğin "Ca" (calcium) ile menekşe renkte parmak izi, çok zayıf portakal sarı floresans ve "La" (lantan) ile morumsu kırmızı parmak izi, zayıf portakal sarı floresans elde edilmiştir (23).

Zemin problemi olan kahverengi kağıt, karton ve tahta gibi yüzeylerde klasik ninhydrin ile zayıf sonuçlar alınmaktadır. Aşırı zemin floresansı bu yüzeylerde "ninhydrin/ZnCl-lazer"

işlemleri için uygun değildir. Bu nedenle Mekkaoui ve Menzel, nadir toprak elementlerinden "Eu" (europium) ve "Tb" (terbium) ile RP arasındaki kompleks oluşumunu incelemişlerdir. Meydana gelen "nadir toprak elementi-RP" kompleksinin çok kısa süreli luminesans ürettiğini göstermişlerdir. Lazer pulsarı ile senkronize çalışan zaman-çözünürlü bir görüntüleme sisteminin zeminden kaynaklanan luminesansı baskıladığını ve zemin luminesansından daha uzun yaşam süresine sahip olan parmak izi luminesansının bu şekilde görüntülenebildiğini saptamışlardır (22,29).

Ninhydrin ile görünür hale getirilen zayıf parmak izlerinin hassasiyetinin artırılmasında uygulanan farklı bir yaklaşım, enzimlerin kullanılmasıdır. Bu prosedürün mantığı, parmak izindeki ninhydrin-reaktif materyal miktarının artırılmasıdır. Parmak izleri serbest amino asitlerin yanında önemli miktarda protein içermektedirler. Pankreatik bir enzim olan "tripsin" (liyofilize sigma tip III tripsin), palmar terlemede mevcut olan proteinlerin yıkımını kataliz ederek izlerdeki amino asit miktarını artırmakta ve daha yoğun bir ninhydrin boyanmasına yol açmaktadır. Everse ve Menzel yaptıkları çalışmada, 2 hafta ile 2 ay arasındaki latent parmak izlerine "tripsin" enziminin toz olarak uygulanmasını takiben ninhydrin ve  $ZnCl_2$  ile geliştirilmesinin floresansta dramatik artmaya ve böylece parmak izlerinin tespit edilebilirliğinde de artışa yol açacağını ve ayrıca tripsin uygulamasının eski izler ile görülen zemin problemlerini elimine ettiğini bildirmişlerdir. "Tripsin" in parmak izi gelişiminde en iyi enzim olmadığı ve tripsinden potansiyel olarak daha iyi olan bir dizi enzimin değerlendirildiği de rapor edilmektedir (5).

1976 yılından beri latent parmak izi gelişiminde lazer kullanılmaktadır. 1983 yılına kadar kullanılan tek lazer tipi "argon-ion lazeri"dir (Ar-lazer). Daha sonra "Cu-buharı lazeri" (Cu-vapor lazer) ve "frekans-çiftleştirilmiş Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet (Nd:YAG) lazerleri parmak izi çalışmalarında kullanılmaya başlamıştır. Parmak izi tespitinde "Ar-lazer" 488 ve 514.5 nm de çalıştırıldığı zaman güçlüdür ve zeminden kaynaklanan floresansı baskılayarak, parmak izi ile zemin arasındaki kontrastı artırmaktadır. Ninhydrin işleminden sonra parmak izlerini  $ZnCl_2$  ile muamele edip Ar-lazer ile uyarınca non floresan klasik mor-mavi renk, floresan turuncu renge dönüşmektedir. Menzel ve Almog, bu üç lazerin etkinliklerini kıyaslamışlardır. Adli laboratuvarlarda kullanılan Ar-lazerler 20W mavi-yeşil veya 5W mavi-yeşil hatta çalışan kesintisiz lazerlerdir. Cu-buhar lazeri ve Nd:YAG lazeri pulslar halinde çalışmaktadır. Nd:YAG lazerinin parmak izi tespitinde oldukça etkili olduğu ve aynı zamanda portabl olma avantajına sahip olduğu belirtilmektedir (15).

### 3-Ninhydrin Formülasyonunda Kullanılan Solventlerin Etkisi

Çalışmamızda ninhydrini iki farklı solventte çözerek iki tip solüsyon hazırladık. Kullanılan solventlerden ilki aseton, ikincisi petrol eteri idi. Birçok araştırmacı tarafından yaygın olarak kullanılan "NFN" (non-flammabel ninhydrin) ve "Freon Plus Two" gibi formülasyonlarda taşıyıcı solvent olarak "1,1,2-trichlorotrifluoroethane" (CFC113) kullanılmaktadır. Bu solventin uçucu olması ve yanıcı ve toksik olmaması gibi bazı avantajları vardır (20,21,22,23).

Bu solvent aynı zamanda ozon tüketen bir hidrokloroflorokarbondur. Montreal Protokol şartlarına göre bu solventin kullanımı 1995 yılı sonuna kadar asıl kullanıcı statüsüne verilmiştir ve 2015 yılında kullanımdan tamamen kalkacaktır. Bu nedenle "CFC113"ün replasmanı için çalışmalar yapılmaktadır. Elde edilen solventlerden birisi "süper kritik CO<sub>2</sub> sıvısı"dır. Bu sıvıların gazlar ve likitler arasında ara fiziksel özelliğe sahip olduğu ve bir gazın kritik basıncı (Pc) ve ısısının (Tc) üzerinde işlem sürdürüldüğü zaman bu sıvıların oluştuğu bildirilmektedir. Hewlett ve arkadaşları tarafından CO<sub>2</sub> çalışılmış ve "süper kritik CO<sub>2</sub> sıvısı" elde edilmiştir.

Bu işlem için bir reaktörün kullanıldığı ve kağıt materyal ile birlikte ninhydrinin belirli miktarlarda bu reaktöre konulması ve 250-300 bar basınç uygulanması ile latent parmak izlerinin tek basamakta görünür hale getirildiği aynı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (20). Çalışmamızda latent parmak izlerinin görünür hale getirilmesinde iki tip ninhydrin solüsyonu arasında izlerin kalitesi açısından herhangi bir fark gözlenmedi. Ancak asetonla hazırlanan solüsyonun (1NS) uygulandığı kağıtlarda çeşitli derecelerde sararma ve kağıt üzerindeki mürekkepli yazıda dağılma meydana geldi. Petrol eterinde hazırlanan solüsyonun (2NS) uygulandığı kağıtlarda sararma ve yazıda dağılma ortaya çıkmadı. Sararma, fotoğraf çekimini olumsuz olarak etkilemekte ve böylece ninhydrin formülasyonunda solvent olarak asetonun kullanımı kısıtlanmaktadır.

Bunun yanında 2NS'nun daha uzun bir raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir. 1NS'u bir yıl koyu renkli bir şişede oda ısısı şartlarında muhafaza ettikten sonra kağıt yüzeylere uyguladığımız zaman herhangi bir latent parmak izi gelişimi olmadığını gördük. Aynı şartlar altında ve yine koyu renk şişede muhafaza edilen 2NS'u bir yıllık raf süresinden sonra kağıt yüzeylere uyguladığımızda normal parmak izi gelişimi olduğunu gözlemledik. 2NS'nun kağıtlarda sararma yapmaması ve daha uzun bir raf ömrüne sahip olması, 1NS ile kıyaslandığında bir avantajdır ve ninhydrin solüsyonu hazırlanırken taşıyıcı solvent olarak petrol eterinin kullanılmasına öncelik verilmesi gerekmektedir.



#### 4-Spreyleme ve Daldırma Teknikleri

Ninhydrin. spreyleme ve daldırma yöntemleri ile kağıt yüzeylere uygulanmıştır. Uygulamadan sonra kağıdın hızlı bir şekilde kurumayı solüsyonun uçucu olma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu özellik daldırma yöntemi için bir avantaj olmasına karşın spreyleme yöntemi için dezavantajdır. Şöyle ki; kağıdın hızlı bir şekilde kurumasından dolayı aynı kısım birden fazla spreylenebilmektedir ve bu kısım daha çok asetonlu solüsyona maruz kalmaktadır. Buna bağlı olarak, INS'nun uygulandığı kağıtlarda hafiften belirgin dereceye kadar olan sararmanın ortaya çıkması kaçınılmaz olmaktadır.

Daldırma tekniğinde işlem hızlı seyretmektedir. İşlem hızlı yapılmazsa, uçucu olan solüsyon kap içerisinden derhal buharlaşmakta ve bu da solüsyon kaybına sebep olmaktadır. Bize göre en mantıklısı, uygulanacak kağıt eğer büyük boyutlu ise öncelikle "daldırma" tekniği uygulanmalı, kağıt küçük yada kağıdın belli bir bölgesinde parmak izi araştırması yapılacak ise, o zaman "spreyleme" tekniği uygulanmalıdır.

#### 5-Geliştirme Şartlarının Parmak İzi Görünümüne Etkisi

Ninhydrin uygulamasından sonra oda ısısı ve atmosferik nem şartları altında ve karanlık ortamda (klasik uygulama) bırakılan kağıtlar üzerinde 2. saatte yapılan gözlemlerde kuvvetli reaksiyonun olduğu örneklerde eşit gelişme gözlenmiştir. İlk değerlendirme 48 saat sonunda yapılmıştır. Klasik uygulama ile parmak izi gelişimi on gün daha sürdürüldüğü zaman 48 saat sonunda yapılan değerlendirmeye kıyasla görünüm ve renk açısından daha kaliteli parmak izleri elde edilmiştir. Farklı bir geliştirme olarak üzerinde eski izlerin bulunduğu kağıtlar, parmak izi gelişimi için 30<sup>0</sup> C sıcaklık ve yoğun nem şartları altında karanlık ortamda bırakılmıştır. 2. Saatte yapılan incelemede klasik uygulamaya kıyasla kuvvetli reaksiyon olan parmak izlerinde belirginliğin daha iyi olduğu görülmüştür. Klasik uygulamaya kıyasla 30<sup>0</sup> C sıcaklık ve yoğun nemin uygulandığı kağıtlarda 48 saat sonunda aynı seviyede parmak izi gelişimi meydana gelmesine karşın parmak izi renginde solukluk ve detayda boyanma gözlenmiştir. 48 Saatten sonra kağıtlar klasik tarzda gelişim için bırakılmıştır. On gün sonunda yapılan değerlendirmede; teksir kağıdı dışında parmak izi gelişimi için baştan beri oda ısısı ve atmosferik nem uygulanan kağıtlar ile aynı renk seviyesinde bulunmuştur.

Özellikle beyaz fotokopi kağıdı için aşırı nemin parmak izi gelişimi açısından renk solukluğu ve detay boyanması yaptığı, buna karşın atmosferik nemin gelişim için daha uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. Uzun zamandan beri nemin parmak izi gelişiminde önemli bir rol oynadığı fark edilmiş, ısı ve buharla reaksiyonu hızlandırma desteklenmiştir. Amino asitler suda çözünürlerken aşırı nemin zararlı olduğu ve netlikte bir azalmanın görülebileceği

bildirilmektedir. Stoilovic, %60-80 arasında bir nem ile iyi sonuçlar elde edildiğini, kontrol edilmeyen bir buharlaşmanın kötü bir arka fon oluşmasına neden olabileceğini ve buharlaşma işlemini standart hale getiren mikrodalga fırın tekniğinin geliştirildiğini bildirmektedir (21) Parmak izi gelişimi için oda ısısı, atmosferik nem yada % 50-80 arasında bağıl nem şartları altında ve karanlık ortamda, 24-48 saatlik bir sürenin yeterli olduğu bildirilmektedir (16,17,21,29). Yaptığımız deneylerde, bu sürenin on güne kadar uzatılması ile daha iyi seviyede parmak izleri elde edildiği tespit edilmiştir. Özellikle eski izlerin çalışıldığı kağıtlara gelişim için aynı şartlar uygulanmış ve süre on güne kadar uzatılmıştır

Daha kısa sürede sonuç elde etmek amacıyla reaksiyon buharlı ütü, mikrodalga fırın ve ısıtılmış metal tepsi kullanılarak hızlandırılabilir (1,2,19,21). Çalışmamızda, reaksiyonu hızlandırmak için kağıt yüzeylere buharlı ütü uyguladık. Parmak izi görünümü açısından iyi derecede izlerin elde edildiği beyaz fotokopi kağıtları üzerinde bu uygulama ile orta derecede parmak izi gelişimi gözledik. Eğer buhar kağıt yüzeye yoğun olarak uygulanırsa parmak izi detayında boyanma ve kağıt zeminde mor renklenme ortaya çıkmaktadır.

Çabuk sonuç elde etmek amacıyla "ninhydrin + amino asit" reaksiyonunu hızlandıran buharlı ütüden yararlanılabilmektedir. Ancak uygulama esnasında buhar kontrolünün dikkatli yapılması gerekmektedir ve klasik uygulamaya nazaran buharlı ütü ile orta derecede parmak izleri elde edilmektedir. Klasik uygulamanın (oda sıcaklığı, atmosferik nem ve karanlık ortam) buharlı ütü uygulamasına üstünlüğü nedeniyle, kaliteli görüntü elde etmek için her zaman ilk tercih edilen prosedür olması gerekir. Klasik uygulamada gelişim için daha uzun süre gerekmektedir ve bu bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Bunun için buharlı ütü yerine nem ve sıcaklığın daha iyi kontrol edilebildiği bir mikrodalga fırının kullanılması daha uygun olabilir. Ayrıca bu konuda da bir çalışma yapılabilir.

#### **6-Parmak İzi Alma Tekniklerinin İz Gelişimine Etkisi**

Çalışmamızda, ninhydrin uyguladığımız kağıt yüzeylerde A ve B teknikleri ile alınan izlerde ter içeriğinin daha az miktarda bulunmasının zayıf ve orta derecede parmak izi gelişimine neden olduğu, B tekniğinde uygulanan nispeten fazla basıncın görüntü kalitesini olumsuz yönde etkilediği tespit edildi. A ve B tekniğine göre C tekniğinde daha iyi derecede parmak izi imajları elde edildi. Yine, D tekniğinde parmağın fazla bastırılmasına bağlı olarak izlerin orta kısımlarında gelişimin zayıf derecede olduğu gözlemlendi.

Son olarak, ninhydrin yönteminin uygulandığı kağıtlarda iyi derecede parmak izleri elde edebilmek amacıyla F tekniği kullanıldı. Bu teknikle orta ve iyi derecede latent parmak izleri elde edildi. Eski parmak izlerinin çalışılacağı kağıtlara parmak izleri bu teknikle alındı. Bir

Yıllık beyaz fotokopi kağıtları üzerinde de iyi derecede parmak izi imajları elde edildi. Eğer kağıt deliller üzerinde ninhydrinle yapılan latent parmak izi araştırmasında iyi derecede parmak izi imajları görünür hale getirilmiş ise, parmak izinin ter içeriğinin yeterli miktarda olduğu ve bununla beraber hemen hemen bu tekniğe uygun olarak parmağın kağıt yüzeye temas ettirildiği göz önüne alınabilir.

Iyot buharının çok yüksek bir oranda latent parmak izlerinin yağ içerikleri ile birleştiği fakat aynı zamanda terlemeyle iz üzerinde bırakılan rezidüel su ile etkileştiğini gösteren kanıtların bulunduğu araştırmacılar tarafından bildirildiğinden (2), parmak izlerini E ve G teknikleri ile aldık. Ayrıca A ve F teknikleri ile alınan izleri içeren kağıtlara da iyot buharını uyguladık.

E tekniği ile beyaz fotokopi kağıdı üzerinde orta derecede, teksir kağıtları ve posta zarfları üzerinde ise zayıf derecede parmak izi gelişimi gözlemlendi. G tekniği ile beyaz fotokopi kağıtları üzerinde iyi, teksir kağıtları üzerinde orta ve posta zarfları üzerinde zayıf derecede latent parmak izi gelişimi gözlemlendi. En son kullandığımız teknik olmasından dolayı G tekniği, bir aydan eski izlerin değerlendirildiği kategoriye dahil edilemedi.

Çalışmamızda, parmak izi içeriğinde hem yağın hem de terin yoğun olarak bulunması halinde (G tekniği) iyot buharı yöntemi ile iyi derecede latent parmak izlerinin görünür hale getirilebildiğini gözledik. Kağıt delil üzerinde iyot buharı ile iyi derecede, papil hatları belirgin latent parmak izleri tespit edilmiş ise, bu gelişimde yağ içeriği ile birlikte terde bulunan su içeriğinin de etkili olduğu söylenebilir.

### 7-Ardışık Uygulama İle Parmak İzlerinin Geliştirilmesi

Teksir ve beyaz fotokopi kağıtları üzerinde ninhydrin ve iyot buharı yöntemini sırasıyla peş peşe uyguladık. Sonuç olarak, iyot buharından sonra ninhydrin uyguladığımız ve gelişim için buharlı ütü kullandığımız kağıtlar üzerinde orta derecede pembe-mor renkte parmak izi imajları elde ettik (**Tablo 8**).

Kağıda iyot buharı uygulandıktan sonra tekrar ninhydrin uygulanabilmekte ve latent parmak izleri görünür hale getirilebilmektedir. Ancak ninhydrin uygulamasından sonra iyot buharı uygulaması ile latent parmak izleri görünür hale getirilememiştir. Bunun nedenini ninhydrin solüsyonu içerisinde bulunan organik solventlerin (aseton, petrol eteri, etanol, metanol, asetik asit vb.) özellikle parmak izi içeriğindeki yağı çözerek latent parmak izi gelişimine olumsuz yönde etki yapmasına bağladık.

Iyot buharı yönteminin, daha çabuk sonuç alma, kendisinden sonra ninhydrin uygulamasına izin verme ve ninhydrine göre daha az maliyetli olması gibi faktörlere bağlı

olarak, kağıt üzerindeki taze latent parmak izlerine öncelikle uygulanması mantıklıdır. Eğer kağıt üzerinde bir aydan daha eski latent parmak izlerinin varlığından şüpheleniliyor ise öncelikle ninhydrin uygulanmalıdır.

### 8-Uygulanan Yöntemlerin Riskleri

Yaptığımız deneylerde gerekli önlemler alınmış olmasına rağmen, özellikle iyot buharının kağıtlara uygulanmasından sonra kağıtların kabinden çıkarılması esnasında iyot buharının irritasyonuna bağlı gözlerde kaşıntı, yanma ve yaşarma, ayrıca iyot buharının inhalasyonuna bağlı boğazda yanma ve öksürük gibi semptomlar ortaya çıkmıştır. İyot buharının koroziv etkisi ve metal üzerine zararlı etkileri göz önüne alındığında; iyot buharı uygulamasını kolaylaştıran ve toksik etkilerini azaltan "iyot buhar tabancası"nın kullanılması ile problemin çözülebileceği düşüncesindeyiz (3,27).

Ninhydrin solüsyonu ile ortaya çıkan en belirgin sorun ellerin ninhydrinle boyanmasıdır. Ninhydrin ellere bulaştığı zaman ter ile reaksiyon sonucunda ellerde koyu mor bir renklenme ortaya çıkmaktadır. Bazen elde latex eldiven olmasına rağmen parmakların ninhydrinle boyanabildiğini gözledik. İlk günde su ile yapılan yıkamanın yararlı olmadığını ve bir iki gün sonra renklenen kısmın ovalayarak temizlenmesi ile bu problem çözülebildiğini yaptığımız çalışmada gözlemledik. Fakat en iyisi bize göre daha kalın bir lastik eldiven yada çift kat eldiven giyilmesi ellerin boyanmasını önleyecektir.



## SONUÇ

Gizli parmak izlerini görünür hale getirmek için yüzeyin özelliğine göre farklı bir çok geliştirme prosedürü uygulanabilmektedir. Çalışmamızda, çeşitli tipte kağıt yüzeyler üzerindeki latent parmak izlerini görünür hale getirmek için ninhydrin ve iyot buharı yöntemleri deneysel olarak uygulandı. Geliştirilen parmak izleri renk ve seçilebilirliklerine göre iyi, orta ve zayıf derece olarak sınıflandı ve sonuçlar karşılaştırıldı.

Kağıt yüzeyler üzerinde ninhydrin ile pembe-mor, iyot buharı ile sarı-kahverengi renkte parmak izi imajları elde edildi. En iyi parmak izi imajları beyaz fotokopi kağıdı üzerinde geliştirildi. Eğer parmak izi içeriği terden zengin ise (F tekniği), ninhydrinle iyi derecede parmak izi imajları elde edilebilmektedir. Parmak izi içeriğinde yağ ve ter yoğun olarak mevcutsa (G tekniği) iyot buharı ile iyi derecede gelişim gözlenmektedir.

Petrol eterinin solvent olarak kullanıldığı ninhydrin formülasyonu (2NS) kağıtlarda sararma yapmadığı, mürekkep dağılmasına neden olmadığı ve daha uzun raf ömrüne sahip olduğu için uygulamada daha avantajlıdır. Uygulama yapılacak kağıt eğer büyük boyutta ise daldırma tekniği, kağıt küçük boyutta yada kağıdın belli bölgesinde araştırma yapılacak ise spreyleme tekniğinin uygulanması daha mantıklı olarak değerlendirilmiştir.

Ninhydrin uygulanan kağıtlar, genellikle klasik tarzda (oda ısısı-atmosferik nem-24-48 saat) geliştirilmektedir. Klasik uygulama ile 24-48 saatlik sürenin on güne çıkarılmasının parmak izi gelişiminde olumlu bir etken olduğu görülmüştür. Bunun yanında teksir kağıdı gibi emici vasıfta olan kağıtlarda atmosferik nemden daha fazla nemin gerekli olduğu tespit edilmiştir. İlaveten, ısı ve nem artırılarak reaksiyon hızlandırılabilir ve kısa sürede sonuç alınabilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda ninhydrin uygulamasından hemen sonra bir buharlı ütü kullandık ve orta derecede latent parmak izi gelişimi gözledik. Bu uygulamada, ısı ve nem kontrol edilemediği zaman parmak izi detayında ve kağıt zeminde boyanma şeklinde olumsuzlukların ortaya çıktığı da görülmüştür.

Ninhydrin, nem ve sıcaklık gibi çevre şartlarından olumlu etkilenme avantajının yanı sıra kimyasal modifikasyonlarla analoglarının sentezlenmesi, ikincil metal tuzu ve enzim uygulanmasına ve lazer kullanılmasına imkan vererek zayıf derecede gelişmiş izlerin hassasiyetini artırabilme avantajına da sahiptir. Bu yöntemlerle ninhydrine denk yada onu geçen latent parmak izi imajları elde edilebilmektedir. İlaveten, lazer yada alternatif ışık kaynakları kullanıldığında floresan parmak izi imajları oluşmakta ve bu özellikle posta zarfı gibi koyu zemin rengi olan kağıt yüzeylerde tekniğin üstünlüğünü sergilemektedir.

Çalışmamızda, iyot buharı ile bir aylığa kadar olan latent parmak izleri görünür hale getirilmiş ve iyot buharının bir aydan daha eski izlere karşı duyarsız olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sarı-kahverengi renkte görünür hale getirilen izlerin uygulamadan hemen sonra solmaya başladıkları gözlenmiştir. Bu nedenle iyot buharı ile geliştirilen parmak izlerinde kalıcı bir kayıt sağlamak amacıyla işlemde hemen sonra izlerin fotoğrafları çekilmiştir.

Ninhydrinle bir yıllık latent parmak izleri görünür hale getirilmiştir. Farklı çalışmalarda ninhydrinle kağıt üzerindeki 12 ve 15 yıllık izlerin görünür hale getirilebildiği rapor edilmiştir. Aynı zamanda iyot buharı uygulamasından sonra ninhydrin kullanılarak latent parmak izleri geliştirilebilmiştir.

Ayrıca, iyot buharının toksik etkilerine maruz kalma olasılığının ninhydrine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Deneyler sırasında ninhydrinin zararlı etkilerine karşı daha kolay önlem alınabilirken, iyot buharına karşı önlem almanın daha zor olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu konular dikkate alındığında, ninhydrinin daha geniş bir uygulama alanına sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Ninhydrin, iyot buharından daha üstün özelliklere sahip olmanın yanı sıra, deneysel çalışmalara açık ve günümüzde üzerinde hala çalışılan önemli bir kimyasal maddedir. Bu bağlamda, latent parmak izi çalışmasında ninhydrin kullanımının yurt dışında birçok merkezde sürdürüldüğü gözlenmektedir.

Bunun yanında, batı ülkelerinde gizli parmak izlerinin geliştirilmesi ve parmak izi identifikasyonu gibi kriminalistik çalışmaları sadece polis yada FBI gibi güvenlik birimlerinde değil, üniversitelerde ve birçok özel laboratuarda da yapılmaktadır.

Ülkemizde bu çalışmaların istenilen seviyede olmadığını ve parmak izi çalışmalarının yoğun olarak Emniyet Genel Müdürlüğü bünyesinde yapılmakta olduğunu belirtmekte yarar vardır. Parmak izi gibi kriminolojiye ait birçok konu üniversitelerimizde adli tıp çalışmaları içerisinde ele alınmalı ve bilimsel olarak bu çalışmalara öncülük edilmelidir.

## ÖZET

Kağıt gibi gözenekli yüzeyler üzerinde bulunan latent parmak izleri çeşitli kimyasal yöntemlerle geliştirilebilmektedir. Ninhydrin, palmar terdeki amino asitlerle reaksiyona girerek bu izleri mor renkli imajlar olarak, iyot buharı ise izin yağ ve su içeriği ile birleşerek onları sarı-kahve renkli imajlar olarak görünür hale getirmektedir. Çalışmamızda, latent parmak izleri posta zarfı, beyaz fotokopi ve teksir kağıtları üzerine değişik zamanlarda alındı. Ninhydrin ve iyot buharı yöntemleri bu kağıtlara deneysel olarak uygulandı ve sonuçlar karşılaştırıldı. Ninhydrinin aseton ve petrol eterinde %0.5-0.6 lık solüsyonları hazırlanarak *spreyleme* ve *daldırma* tarzında uygulandı. İzler, oda ısısı ve atmosferik nem şartları altında karanlıkta, 24-48 saatte (klasik uygulama) geliştirildi. İyot buharı yöntemi, kristal halindeki iyodun özel yaptırdığımız kabinde ısıtılarak buharlaştırılması şeklinde uygulandı. Parmak izleri, görünüm ve detay seçilebilme derecesine göre iyi, orta ve zayıf olarak sınıflandı ve fotoğrafları çekildi.

Ninhydrinle genel olarak beyaz fotokopi kağıdı üzerinde iyi derecede, teksir kağıdı üzerinde orta derecede ve posta zarfları üzerinde zayıf derecede, pembe-mor renkte latent parmak izi gelişimi gözlemlendi. Ter içeriği zengin olan izlerde gelişimin iyi derecede olduğu, klasik uygulama ile sürenin on güne uzatılması ile daha kaliteli imajların elde edildiği ve posta zarfı gibi koyu renk yüzeylerin seçilebilirliği olumsuz olarak etkilediği gözlemlendi. Teksir kağıdı gibi emici özelliği fazla olan kağıtlarda gelişim için daha fazla nem gerektiği dikkati çekti. Ninhydrinle kağıt üzerindeki birkaç günlükten bir yıla kadar olan latent parmak izleri görünür hale getirildi. Nem ve ısıyı artıran bir buharlı ütü kullanımı ile işlem hızlandırılarak daha çabuk sonuç elde edilebildiği görüldü.

İyot buharı ile en iyi imajlar beyaz fotokopi kağıdı üzerinde gelişti. Yağ ve ter içeriği zengin olan izlerde gelişimin iyi derecede olduğu dikkati çekti. Sarı-kahve renkte gelişen izlerin işlemden hemen sonra solmaya başladıkları görüldü. Ancak, iyot buharı ile tekrar muamele edildiğinde bu izlerin önceki gibi aynı kalitede geliştikleri gözlemlendi. Bu nedenle iyot buharı ile görünür hale getirilen izlerin hemen fotoğrafı çekildi. İyot buharı ile bir aydan daha eski izlerin görünür hale getirilemediği tespit edildi.

Bütün bunlar dikkate alındığında; daha kaliteli imajların elde edilmesi, bir yıla kadar olan izlerin geliştirilebilmesi, kimyasal modifikasyonlarla analoglarının sentezlenebilmesi ve ikincil enzim ve metal tuzu uygulaması ile lazer kullanımına imkan tanınması gibi avantajları olan ninhydrin yönteminin iyot buharı yönteminden daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Fisher. Barry A. J. 1993. Techniques of Crime Scene Investigation. 5<sup>th</sup> Edition. p 90-122, CRC Press. Florida. USA.
2. Saferstein. R. 1981. Criminalistics: An Introduction to Forensic Science. 2<sup>nd</sup> Edition, p. 316-336. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
3. Söylemez. A. 1982. Kriminalistik ve Suç Yeri İncelemesi, Parmak İzleri 1. Baskı. s. 25-95. Haşmet Matbaası, İstanbul.
4. Kaymaz, E. and Mitra, S. 1993. A Novel Approach to Fourier Spectral Enhancement of Laser-Luminescent Fingerprint Images. Journal of Forensic Sciences, 38: 530-541.
5. Everse, E., and Menzel, E. R. 1986. Sensitivity Enhancement of Ninhydrin-Treated Latent Fingerprints by Enzymes and Metal Salts. Journal of Forensic Sciences, 31: 446-454.
6. Bramble, S. K. 1995. Separation of Latent Fingermark Residue by Thin-Layer Chromatography. Journal of Forensic Sciences, 40: 969-975.
7. Curran W. J., McGarry, A. L., and Petty, C. S. 1980. Modern Legal Medicine, Psychiatry and Forensic Science: Fingerprints. p. 1208-1210, F. A. Davis Company, Philadelphia, USA.
8. Ruhemann, S. 1910. Triketohydrindene Hydrate. Journal of Chemical Society, 97: 2025-2031.
9. Montgomery, R., Dyer, R. L., Conway, I. W., and Spector, A. A. 1983. Biochemistry: A Case-Oriented Approach. 4<sup>th</sup> Edition, p. 47-48, The C.V. Mosby Company, Iowa, USA.
10. Rawn, J. D. 1983. Biochemistry. p. 66, Harper & Row, New York, USA.
11. Voet, D., and Voet, J. G. 1990. Biochemistry. p. 86, John Wiley & Sons. New York, USA.
12. Solomons, I. W. Graham. Organic Chemistry. 1988. 4<sup>th</sup> Edition, p. 1108-1109, John Wiley & Sons. New York, USA.
13. Lehninger, A. L. 1975. Biochemistry. 2<sup>nd</sup> Edition, p. 84-85, Worth Publishers, New York, USA.
14. Oden, S., and von Hofsten B. 1954. Detection of Fingerprints by the Ninhydrin Reaction. Nature, 173: 449-450.
15. Menzel, E. R., and Almog, J. 1985. Latent Fingerprint Development by Frequency-Doubled Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet (Nd: YAG) Laser: Benzo(f)ninhydrin. Journal of Forensic Sciences, 30: 371-382.



16. Lennard, C. J., Margot, P. A., Stoilovic, M., and Warrenner, R. N. 1986. Synthesis of Ninhydrin Analogues and Their Application to Fingerprint Development: Preliminary Results. *Journal of Forensic Science Society*, 26: 323-328.
17. Lennard, C. J., Margot, P. A., Stoilovic, M., and Warrenner, R. N. 1988. Synthesis and Evaluation of Ninhydrin Analogues as Reagents for the Development of Latent Fingerprints on Paper Surfaces. *Forensic Science Society*, 28: 3-23.
18. Almog, J., Hirshfeld, A., Frank, A., Grant, H., Harel, Z., and Ittah, Y. 1992. 5-Methylthioninhydrin and Related Compounds: A Novel Class of Fluorogenic Fingerprint Reagents. *Journal of Forensic Sciences*, 37: 688-694.
19. Connor, C. M. 1976. Collaborative Study of Accelerated Development of Latent Fingerprint Images on Paper by Application of Steam. *Journal-Association of Official Analytical Chemists*, 59 (5): 1003-1005.
20. Hewlett, D. F., Winfield, P. G. R., and Clifford, A. A. 1996. The Ninhydrin Process in Supercritical Carbon Dioxide. *Journal of Forensic Sciences*, 41: 487-489.
21. Stoilovic, M., Kobus, H. J., Margot, P. A. J. L., and Warrenner, R. N. 1986. Improved Enhancement of Ninhydrin Developed Fingerprints by Cadmium Complexation Using Low Temperature Photoluminescence Techniques. *Journal of Forensic Sciences*, 31: 432-445.
22. Menzel, E. R., and Mitchell, K. E. 1990. Intramolecular Energy Transfer in the Europium-Ruhemann's Purple Complex: Application to Latent Fingerprint Detection. *Journal of Forensic Sciences*, 35: 35-45.
23. Menzel, E. R., Bartsch, R. A., and Hallman, J. L. 1990. Fluorescent Metal-Ruhemann's Purple Coordination Compounds: Applications to Latent Fingerprint Detection. *Journal of Forensic Sciences*, 35: 25-34.
24. Parker, Sybil P. 1989. *Concise Encyclopedia of Science and Technology*. 2<sup>nd</sup> Edition, p 1001-1002, McGraw-Hill, New York, USA.
25. Considine, Douglas M. 1976. *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia*. 5<sup>th</sup> Edition, p 1387-1389, New York, USA.
26. Budavari, S. 1989. *An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*. 11<sup>th</sup> Edition, p. 794, Merc & Co., New Jersey, USA.
27. Turner, R. F. 1949. *Forensic Science and Laboratory Technics: Fingerprints*. 1<sup>st</sup> Edition, p. 67-68, Charles C Thomas, Illinois, USA.

28. Feldman, M. A., Meloan, C. E., and Lambert, J. L. 1982. A New Method for Recovering Latent Fingerprints from Skin. *Journal of Forensic Sciences*, 27: 806-811
29. Mekkaoui, A. I., and Menzel, E. R. 1993. Spectroscopy of Earth-Ruhemann's Purple Complexes. *Journal of Forensic Sciences*, 38: 506-520.
30. Lennard, C. J., Margot, P. A., and Warrener, R. N. 1987. Photoluminescent Enhancement of Ninhydrin Developed Fingerprints by Metal Complexation: Structural Studies of Complexes Formed Between Ruhemann's Purple and Group IIb Metal Salts. *Journal of Forensic Sciences*, 32: 597-605.
31. Davies, P. J., Kobus, H. J., Taylor, M. R., and Wainwright, K. P. 1995. Synthesis and Structure of the Zinc (II) and Cadmium (II) Complexes Produced in the Photoluminescent Enhancement of Ninhydrin Developed Fingerprints Using Group 12 Metal Salts. *Journal of Forensic Sciences*, 40: 565-569.

APPENDIX