

# ADLI BİLİMLER VE SUÇ ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

*Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies*



Cilt / Vol: 2

Sayı / Issue: 2

ISSN: 2687-3397

Yıl / Year: 2020

## **Visualization of Latent Fingerprints Using Dextran-Based Micropowders Obtained from Anthocyanin Solution**

Nemanja Vučković, Stefan Dimitrijević, Nikola Milašinović

## **Adli Tıpta Radyolojinin Öneminin Araştırılması**

Tuğba Tezcan

## **Üste Karalama Sureti ile Maskelenen Yazının Görüntü İşleme Algoritması Yardımıyla Görünür Hale Getirilmesi**

Serkan Karagöz, Nergis Cantürk

## **Visualization of Latent Fingerprints by Aqueous Electrolytes: New Developments**

Kulvir Singh, Om Prakash Jasuja

## **Bireysel Olarak Riskli Gruplarda Riskli Alkol Tüketimi; Alkol Kullanımının Sağlığa Etkisi**

Merve Erdoğan, Gözde Şentürk, Nuray Ögün Şatıroğlu

# ADLI BİLİMLER VE SUÇ ARAŞTIRMALARI DERGİSİ

*Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies*

---

ISSN: 2687-3397 | Cilt / Volume: 2 | Sayı / Issue: 2 | Aralık / December 2020

---

## Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi

ISSN: 2687-3397 • Yıl: 2020 • Cilt: 2 • Sayı: 2 • Aralık 2020

### İmtiyaz Sahibi / Published by

Prof. Dr. Yılmaz ÇOLAK, Polis Akademisi Başkanlığı adına

### Editör

Doç. Dr. Mehmet Ali Tekiner, Polis Akademisi

### Danışma Kurulu

- Prof. Dr. Ilkka Ojanperä, University of Helsinki, Finlandiya  
Prof. Dr. Cem Şafak Çukur, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi  
Prof. Dr. Cengiz Şahin, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi  
Prof. Dr. H. Sinan Süzen, Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Nergis Cantürk, Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Ruiqin Yang, People's Public Security University of China, Çin  
Prof. Dr. Sibel Özkan, Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Faruk Aşıcıoğlu, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Prof. Dr. Nuray Ögün Şatıroğlu, Hacettepe Üniversitesi  
Prof. Dr. Thomas Keller, University of Salzburg, Avusturya  
Prof. Dr. H. H. Sevil Atasoy, Üsküdar Üniversitesi  
Prof. Dr. Erdal Dinç, Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. Bengi Uslu, Ankara Üniversitesi  
Prof. Dr. O. P. Jasuca, RIMT University, Hindistan  
Prof. Dr. Zafer Üstündağ, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi  
Prof. Dr. Lokman Uzun, Hacettepe Üniversitesi  
Prof. Dr. Rakhi Agarwal, Gujarat University, Hindistan  
Prof. Dr. Yusuf Dilgin, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Doç. Dr. Işık Perçin Demirçelik, Hacettepe Üniversitesi  
Doç. Dr. M. Oğuzhan Çağlayan, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi  
Doç. Dr. Miraç Burak Gönültaş, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi  
Doç. Dr. Zhenjun Jia, People's Public Security University of China, Çin  
Doç. Dr. Nebile Dağlıoğlu, Çukurova Üniversitesi  
Doç. Dr. Nikola Milašinović, University of Criminal Investigation and Police Studies, Sırbistan  
Doç. Dr. Onur Erdem, Sağlık Bilimleri Üniversitesi  
Doç. Dr. Engin Tutkun, Bozok Üniversitesi  
Doç. Dr. Harun Artuner, Hacettepe Üniversitesi  
Doç. Dr. Smilja Teodorovic, University of Criminal Investigation and Police Studies, Sırbistan  
Doç. Dr. Halit Arslan, Gazi Üniversitesi  
Dr. Öğr. Üyesi M. Bedii Kaya, Bilgi Üniversitesi  
Dr. Maria A. Martinez, National Institute of Toxicology and Forensic Sciences, İspanya

- Yazı İşleri Müdürü** : Araş. Gör. Niyazi Umut Akıncıoğlu  
**Yardımcı Editör** : Araş. Gör. Simge Varlık  
**Sekreteryacı** : Polis Akademisi Adli Bilimler Enstitüsü, Eğit. ve Yön. Şube Müd.  
**Tasarım** : Polis Akademisi Tasarım Ekibi

Her hakkı saklıdır. Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi yılda iki kez yayınlanan hakemli ve süreli bir yayındır. Yayın dili Türkçe ve İngilizcedir. Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisinde yayınlanan makalelerdeki görüş ve düşünceler yazarların kendi kişisel görüşleri olup, hiçbir şekilde Polis Akademisi'nin ve Emniyet Genel Müdürlüğü'nün görüşlerini ifade etmez. Makaleler sadece dergiye referans verilerek akademik amaçla kullanılabilir. Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi'ne gönderilen makaleler iade edilmezler.

**Yazışma Adresi:** Polis Akademisi Başkanlığı Adli Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü, Yücepete Mah. Necatibey Cad. No: 108, 06570, Anıttepe-Çankaya-Ankara / TÜRKİYE Tel: +90 (312) 462 90 43.  
**E-posta:** adlibilimlerdersisi@pa.edu.tr

**Baskı:** Polis Akademisi Başkanlığı, Basım ve Yayım Şube Müdürlüğü, Fatih Sultan Mehmet Bulvarı, No: 218, Yenimahalle-Ankara.

**Sertifika No:** 45724

[www.adlibilimlerdersisi@pa.edu.tr](http://www.adlibilimlerdersisi@pa.edu.tr)

**Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies**

ISSN: 2687-3397 • Year: 2020 • Volume: 2 • Issue: 2 • December 2020

**Published by:**

Prof. Dr. Yılmaz ÇOLAK, on behalf of Presidency of Turkish National Police Academy

**Editor-in-Chief**

Doç. Dr. Mehmet Ali Tekiner, Turkish National Police Academy

**Advisory Board**

- Prof. Dr. Ilkka Ojanperä, University of Helsinki, Finland  
Prof. Dr. Cem Şafak Çukur, Yıldırım Beyazıt University  
Prof. Dr. Cengiz Şahin, Ankara Hacı Bayram Veli University  
Prof. Dr. H. Sinan Süzen, Ankara University  
Prof. Dr. Nergis Cantürk, Ankara University  
Prof. Dr. Ruiqin Yang, People's Public Security University of China  
Prof. Dr. Sibel Özkan, Ankara University  
Prof. Dr. Faruk Aşıcıoğlu, İstanbul University-Cerrahpaşa  
Prof. Dr. Nuray Ögün Şatroğlu, Hacettepe University  
Prof. Dr. Thomas Keller, University of Salzburg, Austria  
Prof. Dr. H. H. Sevil Atasoy, Üsküdar University  
Prof. Dr. Erdal Dinç, Ankara University  
Prof. Dr. Bengi Uslu, Ankara University  
Prof. Dr. O. P. Jasuca, RIMT University, India.  
Prof. Dr. Zafer Üstündağ, Kütahya Dumlupınar University  
Prof. Dr. Lokman Uzun, Hacettepe University  
Prof. Dr. Rakhi Agarwal Gujarat University, India  
Prof. Dr. Yusuf Dilgin, Çanakkale Onsekiz Mart University  
Assist. Prof. Dr. Işık Perçin Demirçelik, Hacettepe University  
Assoc. Prof. Dr. M. Oğuzhan Çağlayan, Bilecik Şeyh Edebali University  
Assist. Prof. Dr. Miraç Burak Gönültaş, Sivas Cumhuriyet University  
Assoc. Prof. Dr. Zhenjun Jia People's Public Security University of China, Çin  
Assoc. Prof. Dr. Nebile Dağlıoğlu, Çukurova University  
Assoc. Prof. Dr. Nikola Milašinović, University of Criminal Investigation and Police Studies, Serbia.  
Assoc. Prof. Dr. Onur Erdem, Sağlık Bilimleri University  
Assoc. Prof. Dr. Engin Tutkun, Bozok University  
Assoc. Prof. Dr. Harun Artuner, Hacettepe University  
Assoc. Prof. Dr. Smilja Teodorovic, University of Criminal Investigation and Police Studies, Serbia  
Assoc. Prof. Dr. Halit Arslan, Gazi University  
Assist. Prof. Dr. M. Bedii Kaya, Bilgi University  
Dr. Maria A. Martinez, National Institute of Toxicology and Forensic Sciences, Spain

**Publication Manager:** Res. Assist. Niyazi Umud Akıncıoğlu

**Assistant Editor:** Res. Assist. Simgе Varlık

**Secretarial:** Turkish National Police Academy, Institute of Forensic Sciences,  
Section of Education and Management

**Design:** Turkish National Police Academy Design Team

All rights reserved. Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies is a peer-reviewed and periodical publication published twice a year. The language of publication is Turkish and English. The ideas and opinions in the articles published in Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies are the authors' own personal opinions and in no way express the views of Turkish National Police Academy and the General Directorate of Security. Articles can only be used for academic purposes with reference to the journal. Articles submitted to Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies are not returned.

**Correspondence Address:** Turkish National Police Academy, Institute of Forensic Sciences, Yücepete Mah. Necatibey Cad. No: 108, 06570, Anıttepe-Çankaya-Ankara / TÜRKİYE Tel: +90 (312) 462 90 43.

**E-mail:** adlibilimlerdersisi@pa.edu.tr Print: Turkish National Police Academy, printing and publishing Branch Directorate, Fatih Sultan Mehmet Bulvarı, No: 218, Yenimahalle-Ankara.

**Certificate No:** 45724

[www.adlibilimlerdersisi@pa.edu.tr](http://www.adlibilimlerdersisi@pa.edu.tr)



**Bu Sayının Hakem Listesi / (Referee List in This Volume)**

Prof. Dr. Ali Rıza Tümer, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp ABD

Prof. Dr. Lokman Uzun, Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Biyokimya ABD

Prof. Dr. Onur Erdem, Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Prof. Dr. Serap Annette Akgür, Ege Üniversitesi, Madde Bağımlılığı, Toksikoloji ve İlaç Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Sevil Atasoy, Üsküdar Üniversitesi, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü

Prof. Dr. Sinan Süzen, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, F. Toksikoloji ABD

Doç. Dr. Ashlan Gürbüz, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya ABD

Doç. Dr. Işık Perçin Demirçelik, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Doç. Dr. M. Oğuzhan Çağlayan, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü

Doç. Dr. Nebile Dağlıoğlu, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp ABD

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

<b>Önsöz/Preface</b> .....	<b>80</b>
Nemanja Vučković, Stefan Dimitrijević, Nikola Milašinović <b>Visualization of Latent Fingerprints Using Dextran-Based Micropowders Obtained from Anthocyanin Solution</b> .....	<b>83</b>
<i>Antosiyanın Solüsyonundan Elde Edilen Dekstran Tabanlı Mikro Tozlar Kullanılarak Gizli Parmak İzlerinin Görselleştirilmesi</i>	
Tuğba Tezcan <b>Adli Tıpta Radyolojinin Öneminin Araştırılması</b> .....	<b>134</b>
<i>Investigation of Importance of Radiology in Forensic Medicine</i>	
Serkan Karagöz, Nergis Cantürk <b>Üste Karalama Sureti ile Maskelenen Yazının Görüntü İşleme Algoritması Yardımla Görünür Hale Getirilmesi</b> .....	<b>147</b>
<i>Making the Text Masked by Scribbling on Top Visible with the Help of Image Processing Algorithm</i>	
Kulvir Singh, Om Prakash Jasuca <b>Visualization of Latent Fingerprints by Aqueous Electrolytes: New Developments</b> .....	<b>155</b>
Merve Erdoğan, Gözde Şentürk, Nuray Ögün Şatıroğlu <b>Bireysel Olarak Riskli Gruplarda Riskli Alkol Tüketimi; Alkol Kullanımının Sağlığa Etkisi</b> .....	<b>171</b>
<i>Risky Alcohol Consumption in Individual Risk Groups; Health Effects of Alcohol Use: Review</i>	

## Editörden

Sevgili Adli Bilimciler,

Polis Akademisi Başkanlığı himayesinde, Adli Bilimler Enstitüsü tarafından yılda iki sayı olarak yayımlanan ve 2019 yılının Aralık ayında yayın hayatına başlayan, Adli Bilimler alanında uzman akademisyenlerin birbirinden değerli araştırma makalelerini ve derlemelerini siz değerli araştırmacılar ve okurlarla buluşturan Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi; Adli Bilimler alanında çalışan tüm profesyonelleri ve bilimsel çalışmalarını bir araya getirme amacı ile yayımlanmakta ve uluslararası süreli yayın yapan bir dergi olarak yayın hayatına devam etmektedir. 2020 yılının Aralık ayında sizlere ulaştırmış olduğumuz 3. sayısında birbirinden değerli ve adli bilimler alanında imza sahteciliği, parmak izi, alkolizm, adli tıpta radyolojinin önemi konularında, bir derleme ve dört araştırma makalesi bulunmaktadır.

Bu sayıda da önceki sayılarımızda olduğu gibi yeni kazanımların elde edileceğini ve bu kazanımların suçlu tespiti, suç aydınlatılması, yeni fikir ve ürünlerin üretilmesinde fayda sağlayacağını düşünüyorum. Gelecek sayılarımızda da siz değerli bilim insanlarına adli bilimlerle ilgili bilimsel gelişmeleri ve araştırma sonuçlarını aktarmaya devam edeceğimizi temenni ediyorum.

Covid-19 Pandemisinin küresel bir salgın halinde devam ettiği bugünlerde desteğini esirgemeyen Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi'nin bu sayısına katkı sunan kıymetli araştırmacı ve akademisyenlere, hazırlık sürecinde emeği geçen dergi çalışanlarımıza, baskı aşamasında ve derginin sizlere ulaşmasında görev alan tüm Polis Akademisi personeline teşekkür ediyor, mevcut sayıda yer alan çalışmaların Adli Bilimler literatürüne katkı yapacağını düşünüyorum.

Bir sonraki sayımızda yeniden buluşmak dileğiyle, bilimsel günler ve keyifli okumalar dilerim.

Doç. Dr. Mehmet Ali TEKİNER

## Preface

From the Editor-in-Chief..

Dear Forensic Scientists,

Under the auspices of the Turkish National Police Academy, the Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies is published twice a year by the Institute of Forensic Sciences, started its publication life in December 2019, with valuable research articles and compilations of academics in the field of Forensic Sciences. It is published with the aim of meeting together all professionals and scientific studies working in the field of Forensic Sciences and continues its publication life as an international periodical journal.

The 3rd issue, which we have delivered to you in December 2020, includes one compilation and four research articles on signature forgery, fingerprints, alcoholism, and the importance of radiology in forensic sciences.

In this issue, as in our previous issues, I think that new gains will be obtained and these gains will be beneficial in detecting the criminal, clarifying the crime, and producing new ideas and products. I hope that we will continue to convey scientific developments and research results in forensic sciences to you, valuable scientists, in our future issues.

I would like to thank the precious researchers and academics who contributed to this issue of the Turkish Journal of Forensic Sciences and Crime Studies, our journalists who contributed to the preparation of the Journal, and to all Police Academy personnel who took part in the printing phase and the journal to reach you. I think that the studies in the current issue will contribute to the Forensic Sciences literature.

Hoping to meet again in our next issue, I wish you scientific days and pleasant reading.

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ali TEKİNER



## Visualization of Latent Fingerprints Using Dextran-Based Micropowders Obtained from Anthocyanin Solution

Nemanja Vučković\*, Stefan Dimitrijević\*\*, Nikola Milašinić\*\*\*

University of Criminal Investigation and Police Studies, Department of Forensic Engineering, Cara Dušana 196, 11080 Belgrade, Serbia

**Abstract:** Fingerprints are usually classified as patent, plastic, and/or latent. However, detection and visualization of latent fingerprints, as relevant traces found at the crime scene are very important for reliable identification of suspects by law enforcement personnel. Chemical and physical methods have now been used for years for that purpose, but they showed many deficiencies, where the most important one was related to their toxicity. Therefore, researchers are in constant search for producing complementary, less harmful methods, and some novel approaches are based on (bio)polymeric materials exploiting their specific properties. In this paper, dextran-based micropowders obtained from anthocyanin solution by the simple precipitating method were synthesized and characterized. Dextran is widely used in medicinal and pharmaceutical applications, but, up to our knowledge, no study has been reported using this biopolymer as a powder component for the developing agent for latent fingermarks visualization. Besides being biodegradable and biocompatible, dextran shows non-toxic properties and thus prevents detrimental effect on humans often present when commercial chemical and physical methods are being routinely employed, while at the same time reduces the overall cost of the obtained powder system. Four different formulations of dextran-based micropowders were prepared with the aim of evaluating their performances in visualizing latent fingerprints. FT-IR analyses confirmed interactions between components of the systems. Optical microscopy showed that prepared powdered samples were small and uniform in size, while at the same time confirmed their easy binding to the sweat and lipid residues present in the latent trace. The results demonstrated that these novel dextran-based powders have the potential to supplement routinely employed physical systems in detecting and visualizing latent fingerprints.

**Keywords:** Latent Fingerprints, (Bio)polymers, Dextran, *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*, Anthocyanins, Forensic Science

\* University of Criminal Investigation and Police Studies, Belgrade

\*\* University of Criminal Investigation and Police Studies, Belgrade

\*\*\* University of Criminal Investigation and Police Studies, Corresponding Author, nikola.milasinovic@kpu.edu.rs (N. Milašinić)

## **Antosiyanın Solüsyonundan Elde Edilen Dekstran Tabanlı Mikro Tozlar Kullanılarak Gizli Parmak İzlerinin Görselleştirilmesi**

**Nemanja Vučković, Stefan Dimitrijević, Nikola Milašinović**

**Öz:** Parmak izleri genellikle patent, plastik ve / veya gizli olarak sınıflandırılır. Ancak, olay yerinde bulunan ilgili izler olduğu için gizli parmak izlerinin tespiti ve görselleştirilmesi, şüphelilerin kolluk kuvvetleri tarafından güvenilir bir şekilde tanımlanması için çok önemlidir. Bu amaçla kimyasal ve fiziksel yöntemler yıllardır kullanılmaktadır, ancak bu yöntemlerin özellikle toksik olmaları gibi çeşitli eksiklikleri vardır. Bu nedenle, araştırmacılar tamamlayıcı ve daha az zararlı yöntemler geliştirmek için sürekli araştırma yapmaktadır ve bu çalışmalar içerisinde bazı yeni yaklaşımlar, kendine has özellikleri olan (biyo) polimerik malzemelere dayanmaktadır. Bu makalede, basit bir kökeltme yöntemi ile antosiyanın çözeltisinden elde edilen dekstran bazlı mikro tozlar sentezlenmiş ve karakterize edilmiştir. Dekstran, tıbbi ve farmasötik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak bilgimize göre, bu biyopolimeri, gizli parmak izlerinin görüntülenmesi için geliştirici ajan için bir toz bileşeni olarak kullanan hiçbir çalışma rapor edilmemiştir. Biyolojik olarak bozunabilir ve biyoyumlu olmanın yanı sıra, dekstran toksik olmayan özellikler gösterir ve bu nedenle ticari kimyasal ve fiziksel yöntemler rutin olarak kullanıldığında insanlar üzerinde zararlı etkileri önlerken, aynı zamanda elde edilen toz sisteminin toplam maliyetini azaltır. Gizli parmak izlerini görselleştirmedeki performanslarını değerlendirmek amacıyla dört farklı dekstran bazlı mikro toz formülasyonu hazırlanmıştır. FT-IR analizleri, sistem bileşenleri arasındaki etkileşimleri doğerulamıştır. Optik mikroskopi, hazırlanan toz numunelerin küçük ve muntazam boyutlarda olduğunu gösterirken, aynı zamanda gizli parmak izinde bulunan ter ve lipit kalıntularına kolay bağlanabildiklerini doğerladı. Sonuçlar, bu yeni dekstran bazlı tozların, gizli parmak izlerini tespit etmek ve görselleştirmek için rutin olarak kullanılan fiziksel sistemleri tamamlama potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gizli parmak izleri, (Biyo) polimerler, dekstran, *Brassica oleracea var. capitata f. rubra*, Anthosiyaninler, Adli Bilimler

## 1. Introduction

Fingerprints represent unique features of individuals and, thus, they are one of the most valuable forensic evidence that could be recovered from the crime scene (Bumrah, Sharma, & Jasuja, 2016). They often remain as random prints on surfaces of different objects, when sweat and sebum residues are deposited onto the surface. In the late 1800s, Ivan Vučetić gave basis in the identification of criminal offenders using fingerprints, by taking prints from all ten fingers and giving special marks for each basic form of a fingerprint (along with Henry-Galton classification system). That method, later named dactyloscopy, was a forerunner of a modern automated fingerprint identification system (AFIS) (Mozayani & Noziglia, 2006).

Based on the fingerprint structure, basic forms were classified as loops, arches, and whorls. Besides those evident features, fingermarks contain some tiny, specific, and distinguishing characteristics called minutiae points, which were necessary for reliable identification of persons (Mitrović, 1998). The papillary line traces are transferred by the sweat (eccrine) glands, which secrete sweat and other components through the sweat pores, leaving a trace characteristic for each person. Other compounds, such as blood, oil, ink, dye, etc. can often be found and transferred from finger surface to the substrate along with the fingerprint (Champod, Lennard, Margot, & Stoilovic, 2004). Therefore, three distinct types of fingerprint could be found in forensic practice: patent, plastic, and latent. Patent (traces deposited together with other compounds) and plastic (three-dimensional impressions) fingermarks are clearly visible to the human eye and can be easily examined to identify persons involved with a crime. On the other hand, latent fingermarks are imperceptible and consist of secretions of the eccrine, apocrine and sebaceous glands, where sweat contains, approximately, water (98%), minerals (0.5%), organic compounds (0.5%) and the 1.0% of other residuals (Färber, Seul, Weisser, & Bohnert, 2010). In order to analyze such traces, they must be visualized first, which is why different optical, physical, and chemical methods have to be employed. After applying these methods and developing traces, they can be processed in the same manner as visible ones (Färber, Seul, Weisser, & Bohnert, 2010; Trapecar & Balazic, 2007).

Chemical methods are based on chemical reactions between chemical means and fingerprint residues, followed by the formation of steady complexes (Datta, Lee, Ramotowski, & Gaensslen, 2001; Milašinović & Koturević, 2016). Ninhydrin and silver nitrate are routinely employed on porous surfaces, cyanoacrylate fuming is used on non-porous surfaces, while iodine fuming is applied on different porous, semi-porous and non-porous surfaces. However, these methods have disadvantages commonly related to their toxicity and potential formation of complexes (thus disabling further examination of fingermarks). On the other hand, physical methods include physical interactions or binding of certain pow-



ders or dyes to some specific residues from the (latent) prints. Commonly used powder formulations are regular, metallic, luminescent and thermoplastic, while their choice depends on the surface and its characteristics: illumination, texture, color, porosity, etc. (Bumrah, Sharma, & Jasuja, 2016; Datta, Lee, Ramotowski, & Gaensslen, 2001; Milašinović & Koturević, 2016).

By marking toxicity and detrimental effect on human health as the biggest shortcomings of current approaches, scientists are aiming at developing some novel systems (or even methods) that will overcome the aforementioned problem and, additionally, satisfy cost-benefit demands. Therefore, researchers are resorting to various (bio)polymers, which utilization is still insufficiently known to the scientific public, especially in developing latent fingerprint traces (Milašinović, 2016). In recent years, researchers have used polymeric materials to map sweat pores on fingerprints (Lee, et al., 2014). The concept of sweat pore mapping is already well known, but present methods have failed to provide satisfactory results. One of the newest approaches, described in the research of Joosub Lee and colleagues, confirmed the adequate sensitivity in detecting individual pores of a human palm, with complete visualization of fingerprints. An article published in *Nature Communications* indicated that a polymer showing immediate fluorescence and color change in response to a small amount of water may be useful for detecting fingerprints (Lee, et al., 2014). Additionally, researchers are attempting to immobilize active ingredients (usually fluorescent dyes) into different polymeric materials to achieve stable and improved performances of the resulting systems (Araya-Hermosilla, Muñoz, Orellana, Yáñez, & Olea, 2014). Several studies have been conducted to evaluate the application of CdS nanoparticles encapsulated/immobilized into a chitosan matrix, showing their potential in developing of latent prints on various porous and semi-porous surfaces, regardless of their color (Dilag, Kobus, & Ellis, 2009; Milašinović, 2016; Wanga, Yang, Wanga, Shi, & Liu, 2009). However, all these systems are still insufficiently tested.

This paper deals with dextran-based micropowders, obtained by the precipitating method, using potassium periodate ( $KIO_4$ ) as an initiator, *N, N'*-methylene bis(acrylamide) (MBA) as a crosslinking agent and methanol as a precipitation solvent. Dextran is a complex, branched and hydrophilic polysaccharide composed of anhydroglucose rings, obtained from bacteria (particularly from *Lactobacillus*, *Leuconostoc* and *Streptococcus* species), widely used in medicine and pharmacy, as a component of drug-delivering nanoparticle systems, material that reduces blood viscosity and prevents the formation of blood clots, etc. (Wang, Dijkstra, & Karperien, 2016; Wasiak, et al., 2016). However, up to our knowledge, there are currently no studies that address this biopolymer in latent fingerprints detection and visualization. Dextran was used due to its low price and biodegradable, biocompatible, and non-toxic properties, as well for its water solubility and easy filtration process (Wang, Dijkstra, & Karperien, 2016).  $KIO_4$  is an oxidizing agent and it was used to obtain aldehyde functionalities of dextran chains,

to improve interactions with fingerprints trace residues (Maia, Carvalho, Coelho, Simões, & Gil, 2011). In this paper, four different microparticle formulations based on dextran biopolymer were prepared, and their potential in developing latent fingermarks was tested, showing that the prepared micro-formulations could complement currently used powdered systems.

## 2. Materials And Methods

### 2.1. Materials

Dextran powder was purchased from Sigma-Aldrich (USA),  $KIO_4$  from Merck (Germany), MBA from Acros Organics (USA), and methanol from Centrohem (Serbia). Distilled water was used for all buffer solutions preparation. Acetate buffers of various pHs were prepared by dissolving sodium acetate and acetic acid in distilled water, to obtain buffer solution of desired pH value. Buffer solutions were used to extract anthocyanins from *Brassica oleracea* (var. *capitata*, f. *rubra*) and afterward the obtained solution was used to dissolve dextran powder, the initiator and the crosslinking agent. Besides *B. Oleracea* (var. *capitata*, f. *rubra*), all materials were used without further treatment and purification.

### 2.2. Preparation of Dextran-based Micropowders

Acetate buffer solution (pH ~ 3.52) (dissolving medium) was prepared by modifying experimental procedures described by Chandrasekhar, et al. (Chandrasekhar, Madhusudhan, & Raghavarao, 2012). This medium was used to extract anthocyanins from *B. Oleracea* (var. *capitata*, f. *rubra*). Briefly, 50 g of *B. Oleracea* (var. *capitata*, f. *rubra*), ground with blender *Bosch* (180W power, Germany), were added to 200 mL of acetate buffer solution, then mixed using a magnetic stirrer (~600 rpm) and heated (~30 min) until boiling of the solution was achieved. After cooling, the obtained solution containing anthocyanins was filtered using a metal mesh and kept in a refrigerator at 4 °C until further use. The obtained anthocyanin solution was used to obtain the different color of desired micropowders, as well for better enhancement through complexing with fingerprint sweat and lipid residues. Furthermore, four different formulations of dextran-based micropowders were prepared to determine their capability in visualizing latent fingermarks. Briefly, 2.0000 g of dextran powder was dissolved in 200 mL of a prepared solution containing anthocyanins. Afterward, the obtained solution was divided into 4 equal parts (volume of each 50 mL). The first solution was left as blank; in the second solution initiator in ratio 10:1 (dextran:  $KIO_4$ ) was added; in the third solution crosslinking agent MBA (8 w/w.% by mass of biopolymer) was added; in the fourth solution, both  $KIO_4$  and MBA were added taking the same ratios as was already stated. The samples were stirred at low speed and room temperature using

a magnetic stirrer. After homogenization, methanol in a 1:3 v/v ratio (solution sample: methanol) was added, to precipitate polymer from the solutions. When the precipitate was formed, samples were filtered using a filter paper, first dried at room temperature for ~ 24h, and then transferred at 37 °C for an additional few hours. Afterward, the obtained dry samples were ground with pestle and mortar to fine powders and kept in a desiccator until further application.

### 3. Characterization of the Prepared Powder Samples

#### 3.1. FT-IR Analyses

The solid samples of synthesized micropowders were recorded in a dry state, using the *Bomem MB 100* FT-IR spectrophotometer. Samples in the amount of 1.5 mg were mixed and ground with 75 mg of potassium bromide and then compressed into pellets at a pressure of 11 t for about a minute, using the *Graseby Specac* model: 15.011. The spectra were obtained in the wavenumber range between 4000 to 400  $\text{cm}^{-1}$ , at 25 °C with 4  $\text{cm}^{-1}$  resolution.

#### 3.2. Optical Microscopy

The powdered samples were recorded with optical microscope *Leica FS C Comparison Macroscope*, equipped with The Leica IM Matrox Meteor II Driver Software Module. Samples were tested in a dry state, with and without backlight. Before imaging under the microscope, latent fingerprints left on microscope glass slides were developed using prepared powder samples.

#### 3.3. Development of latent fingerprints

In order to determine the capability and performances of prepared powder samples, three different donors deposited their sebaceous and dry fingerprints onto a copy paper (porous), rubber (semi-porous), and glass (non-porous) surface. Following the guidelines proposed by the International Fingerprint Research Group (IFRG) "natural" (not specifically modified), sebaceous (oily) and dry fingerprints were deposited on mentioned surfaces using a technical scale, to simulate real manipulating procedures and determine the pressure on surfaces (force applied to accommodate 100-150 g, per fingerprint), and the prints were then left under laboratory (humid) conditions for a short period. That period allowed the traces to dry and reduce the residues, by the time the latent fingerprints were developed with synthesized powder samples and two control samples, using BVDA Squirrel hairbrush (BVDA, The Netherlands).

Optical microscopy was used to approximately determine the size and uniformity of prepared micropowders, as well as to evaluate their performances in visualizing latent fingermarks on the glass surface (showing the best results). The-

refore, sebaceous and dry fingerprints randomly deposited onto the glass microscopic slides (properly labeled) using a technical scale (according to the already described procedure), were left for a few minutes and then four types of prepared powders formulations and pure dextran powder (control sample) were used for their visualization. After the short period, fingerprints were halved with the thick slide barrier, and two different powders were applied on the same fingerprint (i.e. synthesized powders were applied to the left and pure dextran powder was applied to the right barrier side), using BVDA Squirrel hairbrush. Such type of visualization enabled a direct comparison between applied powder samples to assess their size range, uniformity, and efficiency in developing latent fingerprints.

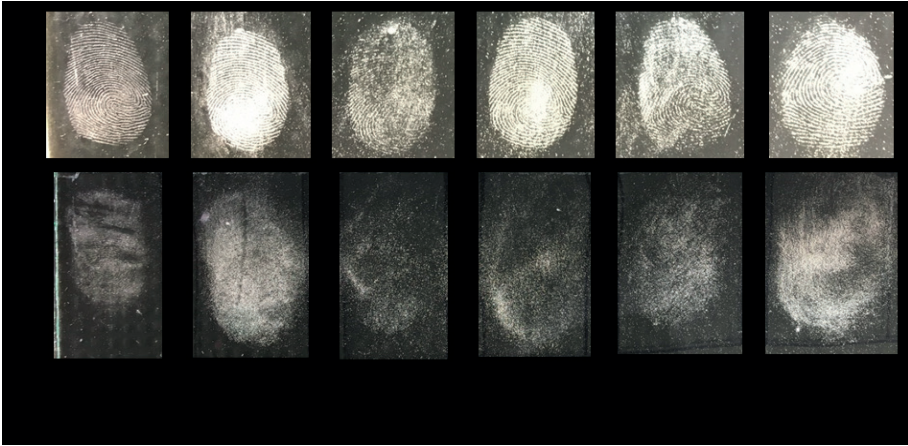
Additionally, the prints were left under dry (desiccator) and humid (laboratory) conditions (relative humidity around 60%) and afterwards, fingerprints were developed in different time intervals – after 24 hours, 7 days and 1 month. The exception is the first series with 60 fingerprints (explained above), developed immediately after deposition used as a pretest to determine the direction of subsequent experiments. That resulted in total of 204 fingerprints, with 72 fingerprints per storage condition (and 60 additional fingerprints used as a pretest), where 180 were enhanced from a glass, 12 from a rubber and 12 from a paper surface.

IFRG recommends the implementation of 4 phases to evaluate new detection and visualization techniques and systems. By conducting the experimental procedures as stated above, Phase 1 (*Pilot Studies*) was completed, to determine the functionality of prepared powders (International Fingerprint Research Group (IFRG), 2014). The results are presented in detail in the Supplementary Material.

#### 4. Results and Discussion

The synthesized powders were labeled as S(Dex/KIO<sub>4</sub>/MBA), where “S” refers to the sample, “Dex” to dextran, “KIO<sub>4</sub>” to the initiator and “MBA” to the crosslinking agent content used to prepare the desired micropowders. Obtained micropowders were tested on paper, rubber, and glass surface. Powder samples were applied on deposited fingerprints over 20 times on each of the surfaces, to determine the possibility and reproducibility of their application, i.e. to achieve desired visualization results. The best results were obtained with the sebaceous fingermarks deposited onto the glass surface. On the other hand, when applied onto the white paper surface with latent prints, it was not possible to achieve a satisfying contrast between the fingermark and the background, due to the white powder color. Additionally, the development of fingerprints on rubber surface was poor, since that surface contains many bulges and indentations, thus disabling the binding of the prepared micropowders to the fingerprint residues. Therefore, prepared micropowders did not provide satisfactory results on paper and rubber surfaces and additional research to improve this system should be conducted.

Figure 1 shows the sebaceous and dry fingerprints of one donor, developed with four prepared powdered samples and two control samples (BVDA Magnetic silver and pure dextran powder). The prints were then photographed under visible light with a 12 MP camera (aperture  $f/2.2$ , pixel size  $1.22 \mu\text{m}$ ) using a black background surface to achieve better contrast. When observing dry fingerprints, it was evident that their visualization was poor and satisfactory results were obtained with none of the applied powders. It is already well known that dry prints pose a great challenge in the forensic investigation of fingerprints (Lenard, 2007). On the other hand, development of sebaceous fingerprints was far better, since all powder samples have developed full fingerprint images, while at the same time visualizing the basic pattern type (double loop), the papillary lines (without disruption in their flow) and some minutiae points, as well.

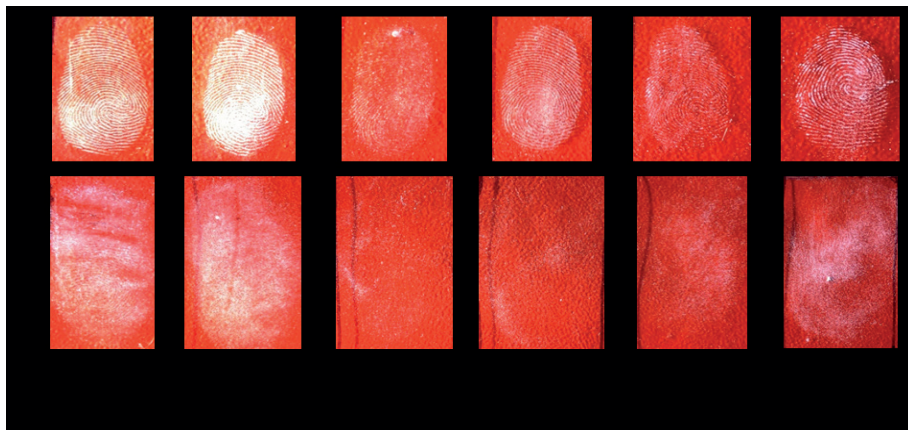


**Figure 1:** Sebaceous (1) and dry (2) fingerprints developed on the glass surface, using the following powder samples: a) BVDA Magnetic silver powder; b) Pure dextran powder; c) S(1/0/0); d) S(1/1/0); e) S(1/0/1) and f) S(1/1/1); and recorded under visible light using black background surface for better contrast.

When compared with control samples (Figure 1, 1-a) and 1-b)), the best results are obtained with sample S(1/1/0) (Figure 1, 1-d)), while other tested samples showed relatively satisfying results as well, which may be associated with a diameter size of powders' particles. As confirmed by optical microscopy, smaller particles better adhere and bind to sweat and lipid fingerprint residues, which was noticeable with synthesized powder formulations. Contrary, pure dextran powder somewhat "overfilled" a fingerprint due to larger and non-uniform distribution of particles' size (Gürbüz, Özmen Monkul, İpeksaç, Gürtekin Seden, & Erol, 2015).

Figure 2 represents the same fingerprints as those given in Figure 1, but recorded in dark, under yellow (lamp) light with red background surface to achieve better contrast. Different background colors enabled better contrast and visualization

of tiny friction ridges of sebaceous fingerprints (Figure 2, 1-c), d), e), f)), which were not clearly perceptible on prints recorded with black background (Figure 1).



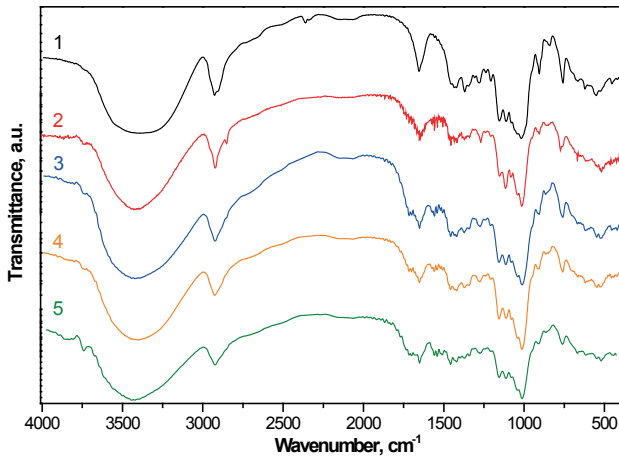
**Figure 2:** Sebaceous (1) and dry (2) fingerprints developed on the glass surface, using the following powder samples: a) BVDA Magnetic silver powder; b) Pure dextran powder; c) S(1/0/0); d) S(1/1/0); e) S(1/0/1) and f) S(1/1/1); and recorded under yellow (lamp) light with red background surface for better contrast.

#### 4.1. FT-IR Analyses

FT-IR analyses were performed to evaluate interactions between components of prepared systems. Figure 3 shows the spectra of pure dextran and prepared powdered samples S(1/0/0), S(1/1/0), S(1/0/1), and S(1/1/1). All spectra in Figure 3 contain some characteristic bands:  $3385\text{ cm}^{-1}$  due to O–H stretching and  $2360\text{ cm}^{-1}$  due to the stretching of C–H (Carp, et al., 2010; Mehta, Rucha, Bhatt, & Upadhyay, 2006; Mitić, Cakić, & Nikolić, 2010). The band at  $1154\text{ cm}^{-1}$  can be assigned to stretching vibrations of the C–O–C bond and glycosides bridge, while the band at  $1017\text{ cm}^{-1}$  can be associated with stretching of C–O–H (Chiu, Hsiue, & Chen, 2004; Mehta, Rucha, Bhatt, & Upadhyay, 2006; Mitić, Cakić, & Nikolić, 2010). The weak band at  $1110\text{ cm}^{-1}$  can be ascribed to the vibration of the C–O bond at the C4 position of the glucopyranose units (Mitić, Cakić, & Nikolić, 2010). Peaks at  $905$ ,  $841$ , and  $758\text{ cm}^{-1}$  can be assigned to  $\alpha$ -glucopyranose ring deformation modes (Cakić, Nikolić, Ilić, & Stanković, 2005; Carp, et al., 2010). Additionally, weak shoulder peak at  $1077\text{ cm}^{-1}$  may be due to complex vibrations involving the stretching of the C6–O6 bond with the participation of deformational vibrations of the C4–C5 bond (Guerrero, Kerry, & de la Caba, 2014; Nikolić, Cakić, Mitić, & Ilić, 2008). However, according to Mitić, et al. (Mitić, Cakić, & Nikolić, 2010), peaks at  $1041$  and  $1017\text{ cm}^{-1}$  present in all spectra are related to the crystalline and amorphous phases, respectively, and can be responsible for more and less ordered



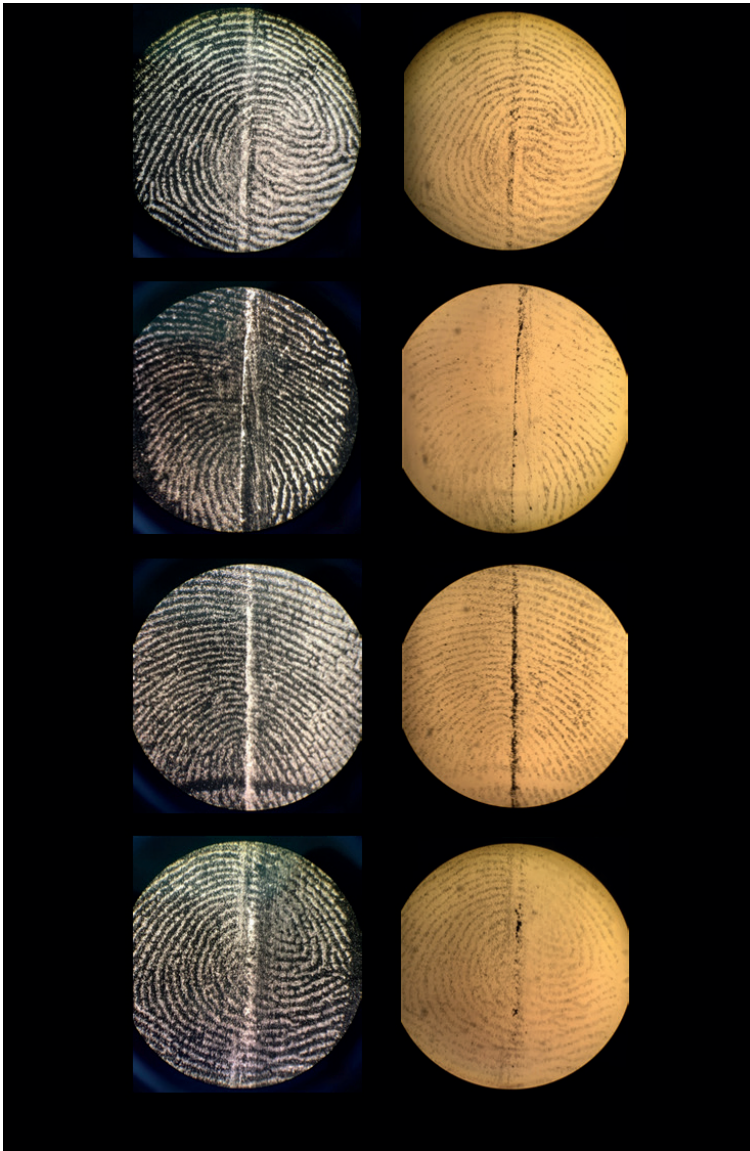
structures of dextran chains. Finally, the band at  $3830\text{ cm}^{-1}$ , slightly more intense in spectra 4 and 5 (Figure 3) when compared with others, can be related to the N–H stretching frequency of the acrylamide (in MBA) (Fan, Zhang, & Feng, 2005).



**Figure 3:** FT-IR spectra: 1) pure dextran; 2) S(1/0/0); 3) S(1/1/0); 4) S(1/0/1) and 5) S(1/1/1).

## 4.2. Optical microscopy

Since the best results were obtained with traces deposited onto glass (non-porous) surface, the same surface was used for further examinations. Sebaceous and dry (data are shown in Supplementary Material document) fingerprints randomly deposited onto the glass microscopic slides (properly labeled) using a technical scale (according to the described procedure), were left for a few minutes and then 4 prepared powders formulations and pure dextran powder (control sample) were used for their visualization. After the short period, fingerprints were halved with the thick slide barrier, and 2 different powders were applied on the same fingerprint – synthesized powders were applied to the left and pure dextran powder was applied to the right barrier side, using BVDA Squirrel hairbrush. Afterward, the samples were recorded under the optical microscope (magnification  $\times 15$ ), using dark-field (Figure 4, a1), b1), c1) and d1)) and bright-field (Figure 4, a2), b2), c2) and d2)) contrast techniques. Three different donors have left fingerprints and their visualization and scanning were repeated several times, with only the mean results shown in Manuscript for practical reasons (results are presented in detail in Supplementary Material).



**Figure 4:** Sebaceous fingerprints deposited onto glass microscopic slides, left for a few minutes and developed using powdered samples: a) S(1/0/0); b) S(1/1/0); c) S(1/0/1) and d) S(1/1/1) (left side of the images) and pure dextran powder as a control sample (right side of the images), recorded with an optical microscope (magnification  $\times 15$ ), using: dark-field (a1-d1) and bright-field (a2-d2) contrast techniques.



When compared to the pure dextran powder (control sample), all prepared powder samples showed better results in terms of developing latent fingerprints, which was reflected in visualizing the papillary lines with their continuous flow and making perceptible some minutiae, as well. As we hypothesized previously, this may be associated with a smaller diameter size of prepared powders' particles, when compared with pure dextran powder (data not shown), which enabled their better adhesion and binding to fingerprint sweat and lipid residues (Gürbüz, Özmen Monkul, İpeksaç, Gürtekin Seden, & Erol, 2015). Additionally, when applied with a brush, prepared powdered samples bonded with fingerprint residues and did not remain in the interpapillary space when compared with the control sample. On the other hand, pure dextran powder has also developed fingerprints with persuasive results, but with noticeable "overfilling" of traces. Sample S(1/0/0) (Figure 4, a)) showed as good results as S(1/1/1) (Figure 4, d)) and even better results than samples S(1/1/0) and S(1/0/1) (Figure 4, b) and c)), which was very promising, since that sample contains only dissolved dextran powder precipitated with methanol, without initiator and/or crosslinker ( $KIO_4$  and MBA show toxic, detrimental and irritating effect, while MBA is also potentially carcinogenic, as already explained and confirmed by Lent et al. (Lent, Crouse, & Eck, 2017; George, et al., 1998)). Therefore, a very satisfying visualization of sebaceous fingerprints was achieved using glass surface as substrates, and with the relatively cheap and less harmful dextran-based powdered system.

On the other hand, it was evident that dry fingerprints could not be developed with applied powders, due to the lack of lipid and sweat residues deposition onto different substrates. Those prints still must be continuously and thoroughly investigated to overcome one of the main problems in the forensic examination of fingerprints (Lennard, 2007).

## Conclusions

In this paper, four different dextran-based micropowder formulations were obtained by a simple precipitating method and were characterized to determine their potential application in the development of latent fingerprints. Dextran was used due to its availability and low price, water solubility, and non-toxic properties. The initiator and the crosslinking agent were used for obtaining aldehyde functionalities of dextran chains and their crosslinking, respectively, to enhance interactions with fingerprint residues. However,  $KIO_4$  and MBA showed a toxic and detrimental effect, which is unfavorable for the desired bio-based powder system. Based on the accomplished results, sample S(1/0/0) showed the best properties, with small and uniform particles, good binding to the fingerprint residues, and their apparent visualization, and the system is less harmful and satisfies the cost-benefit requirements. Additionally, all prepared powder samples showed

better results in terms of developing latent fingermarks when compared to the pure dextran powder (control sample). However, obtained results did not meet the expectations regarding color appearance, since the color of applied micropowders was not appropriate to visualize fingerprints on the (white) paper surface and the hypothesized complexing of anthocyanins has not contributed to the enhancement of fingerprints on the rubber surface. On the other hand, as many commercial dusting formulations, these micropowders are easily handled and applicable, requiring no prior knowledge and the method itself is non-destructive, avoiding irreversible loss of traces. Finally, additional research should include other (bio) polymers or addition of bio-based dyes and indicators, to expand the application of these systems on other surfaces and under different conditions, with the aim at supplementing some of the routinely employed physical methods in visualizing and enhancing latent fingerprints.

### **Acknowledgment**

The authors acknowledge funding from the Ministry of Interior of the Republic of Serbia, as well as the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Project No. III46010.

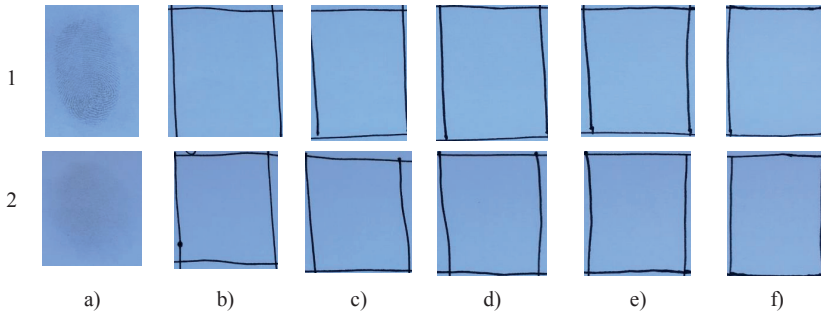
### Supplementary Material

In order to determine the functionality and performances of prepared powder systems in developing latent fingerprints, the guidelines proposed by the International Fingerprint Research Group (IFRG) were followed. Experimental procedures were set to conduct Phase 1 (*Pilot Studies*) of recommended guidelines, which briefly implies:

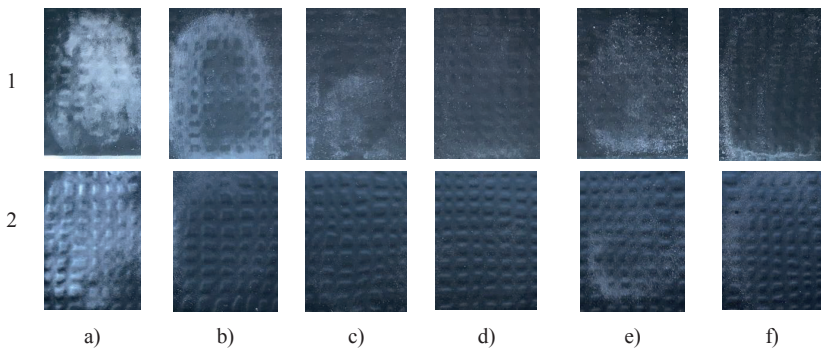
- 3-5 donors;
- 1-3 clean, low interference substrates;
- Donors briefed on how to deposit fingerprints, with assistance provided as required;
- Natural marks preferred, with groomed marks avoided where possible;
- Fingerprints should normally be allowed to “age” for a minimum of 24 hours prior to development and the actual age prior to treatment should be recorded and reported;
- The study should include at least a preliminary performance comparison against relevant routine detection methods (for example, the treatment of split marks can be used to provide an initial indication of relative performance);
- Qualitative or holistic scales should be employed for assessing the quality of fingerprint development; and
- Reports must clearly indicate limitations and conclusions must be conservative (International Fingerprint Research Group (IFRG). (2014). Guidelines for the Assessment of Fingerprint Detection Techniques. Retrieved from <https://ips-labs.unil.ch/ifrg/wp-content/uploads/2014/06/IFRG-Research-Guidelines-v1-Jan-2014.pdf>).

Therefore, three different donors deposited their sebaceous and dry fingerprints onto porous (paper), semi-porous (rubber) and non-porous (glass) surface using technical scale (force accommodated to 100-150g, per fingerprint), in order to simulate manipulation with objects under real conditions, and fingerprints were left under humid (laboratory) conditions for a few minutes. In order to estimate performances in visualizing latent fingerprints, besides four prepared powder formulations, two control samples (BVDA Magnetic silver and pure dextran powder) were employed with BVDA Squirrel hair brush. Afterwards, all fingerprints were photographed with a 12 MP camera (aperture  $f/2.2$ , pixel size  $1.22 \mu\text{m}$ ). The initial results are shown in Figures S1, S2, S3 and S4, which represent sebaceous and dry fingerprints developed on paper (Figure S1), rubber (Figure S2) and glass (Figures S3 and S4) surface, using

aforementioned powder samples. Figures S3 and S4 show the same fingerprints, but photographed under different conditions in order to obtain adequate contrast.

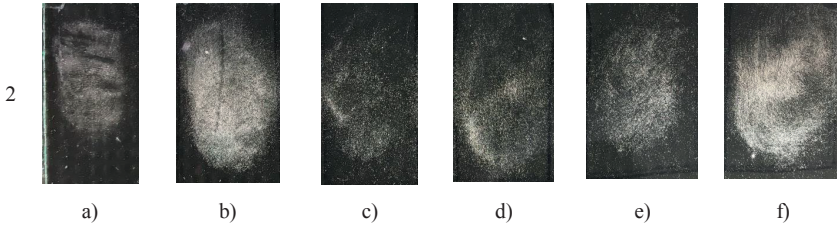


**Figure S1.** Sebaceous (1) and dry (2) fingerprints developed on paper surface, using following powder samples: a) BVDA Magnetic silver powder; b) Pure dextran powder; c) S(1/0/0); d) S(1/1/0); e) S(1/0/1) and f) S(1/1/1); and recorded under visible light.

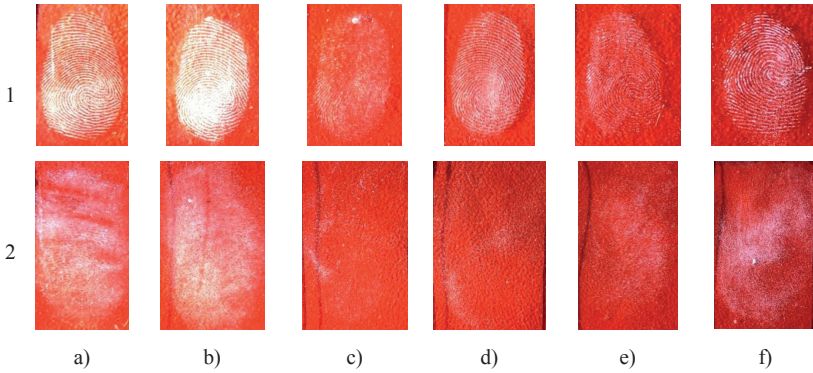


**Figure S2.** Sebaceous (1) and dry (2) fingerprints developed on rubber surface, using following powder samples: a) BVDA Magnetic silver powder; b) Pure dextran powder; c) S(1/0/0); d) S(1/1/0); e) S(1/0/1) and f) S(1/1/1); and recorded under visible light.





**Figure S3.** Sebaceous (1) and dry (2) fingerprints developed on glass surface, using following powder samples: a) BVDA Magnetic silver powder; b) Pure dextran powder; c) S(1/0/0); d) S(1/1/0); e) S(1/0/1) and f) S(1/1/1); and recorded under visible light using black background surface for better contrast.



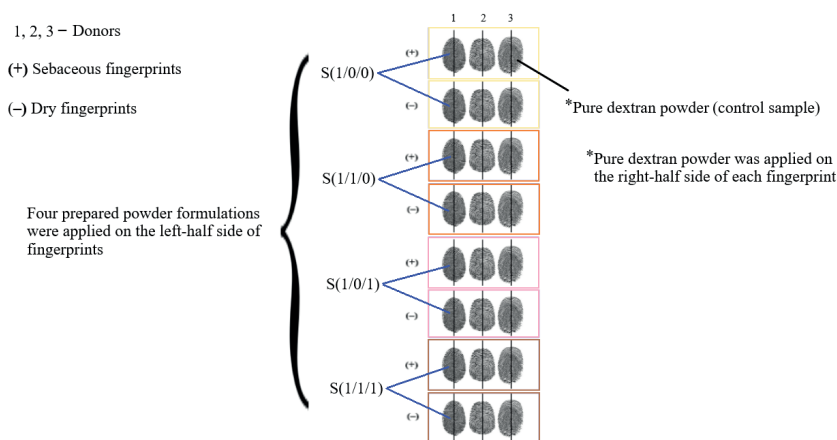
**Figure S4.** Sebaceous (1) and dry (2) fingerprints developed on glass surface, using following powder samples: a) BVDA Magnetic silver powder; b) Pure dextran powder; c) S(1/0/0); d) S(1/1/0); e) S(1/0/1) and f) S(1/1/1); and recorded under yellow (lamp) light with red background surface for better contrast.

Based on the obtained results, it is evident that visualization of dry fingerprints was poor and satisfactory results were not obtained with none of the applied powders. It is already well known that dry prints pose a great challenge in forensic investigation of fingerprints<sup>1</sup>. Sebaceous fingerprints have been successfully developed on glass surface with all applied powder samples, but the best results are accomplished with sample S(1/1/0). On the other hand, when applying

<sup>1</sup> Lennard, C. (2007). Fingerprint detection: current capabilities. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 39(2), 55-71.

prepared powders onto the white paper surface with latent prints, it was not possible to achieve satisfying contrast between the fingermark and the background, due to the white powder color. Additionally, development of fingerprints on rubber surface was poor, since that surface contains bulges and indentations, thus disables the binding of the prepared micropowders to the fingerprint residues. Therefore, since the best results are obtained on glass surface, the same surface was used for further examinations.

Subsequently, in different time intervals, fingerprints deposited onto glass surface were split in halves with a thin barrier and the following powders were applied with BVDA Squirrel hair brush, as represented in the scheme below:



Afterwards, fingerprints were recorded with Leica FS C Comparison Macroscope, equipped with The Leica IM1000 Matrox Meteor II Driver Software Module, using magnification  $\times 15$  and two contrast techniques (backlighting).

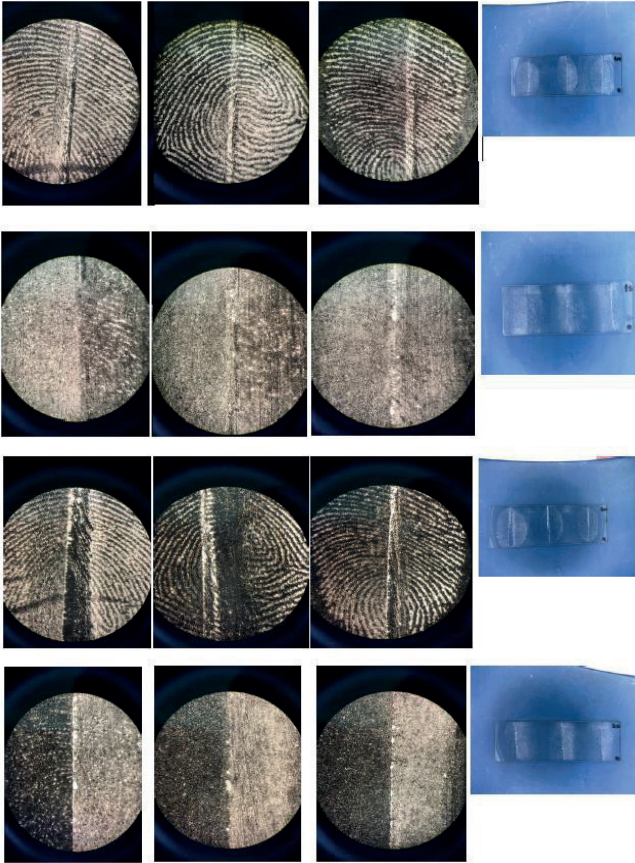
**Immediate development of latent fingerprints – June 6, 2019**

Sebaceous and dry fingerprints of three different donors developed immediately after deposition, with samples S(1/0/0), S(1/1/0), S(1/0/1), S(1/1/1) and pure dextran powder (as a control sample). Figure S5 represents fingerprints developed on glass (non-porous) surface, recorded using dark-field (Figure S5, a)) and bright-field (Figure S5, b)) contrast techniques. In the far right column all developed fingerprints photographed using a magnifying glass (magnification  $\times 5$ ) with a 12 MP camera (aperture  $f/2.2$ , pixel size  $1.22 \mu\text{m}$ ) were shown.

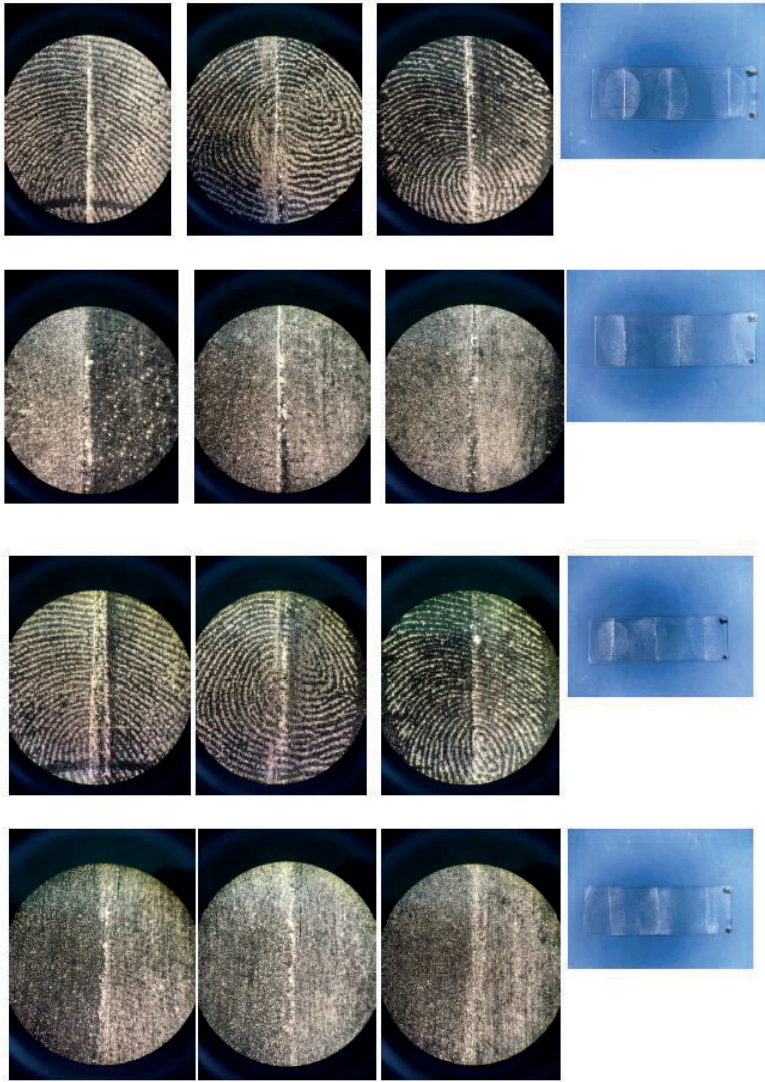
*Fingerprints developed on glass (non-porous) surface*

Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

a) Dark-field contrast technique

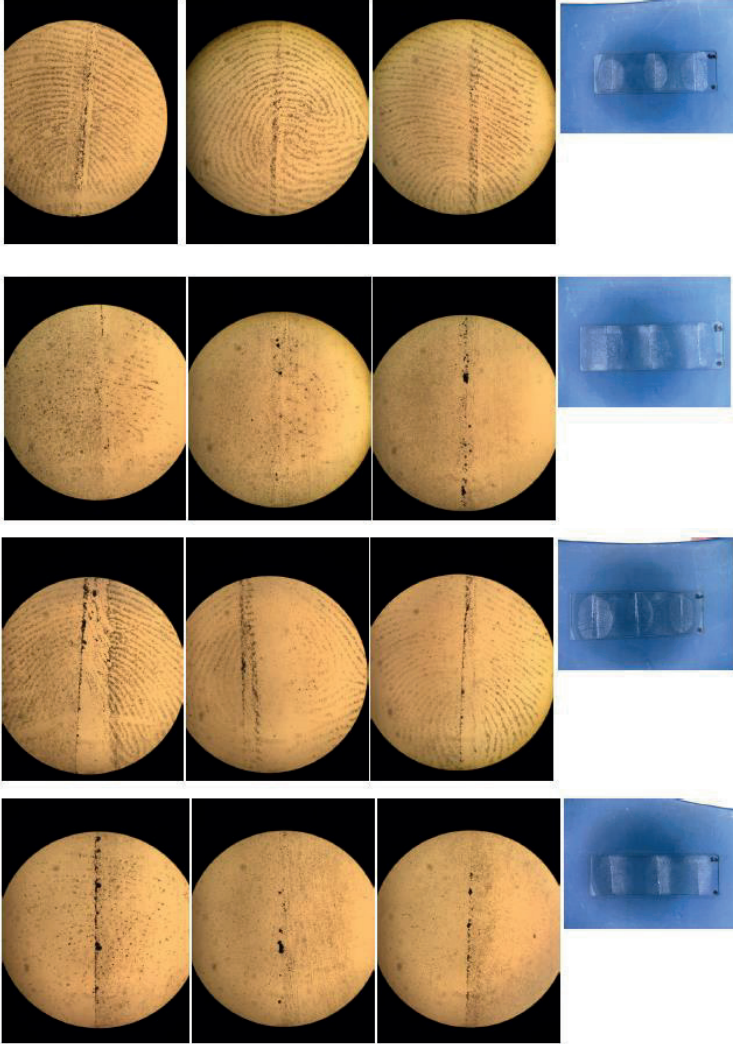


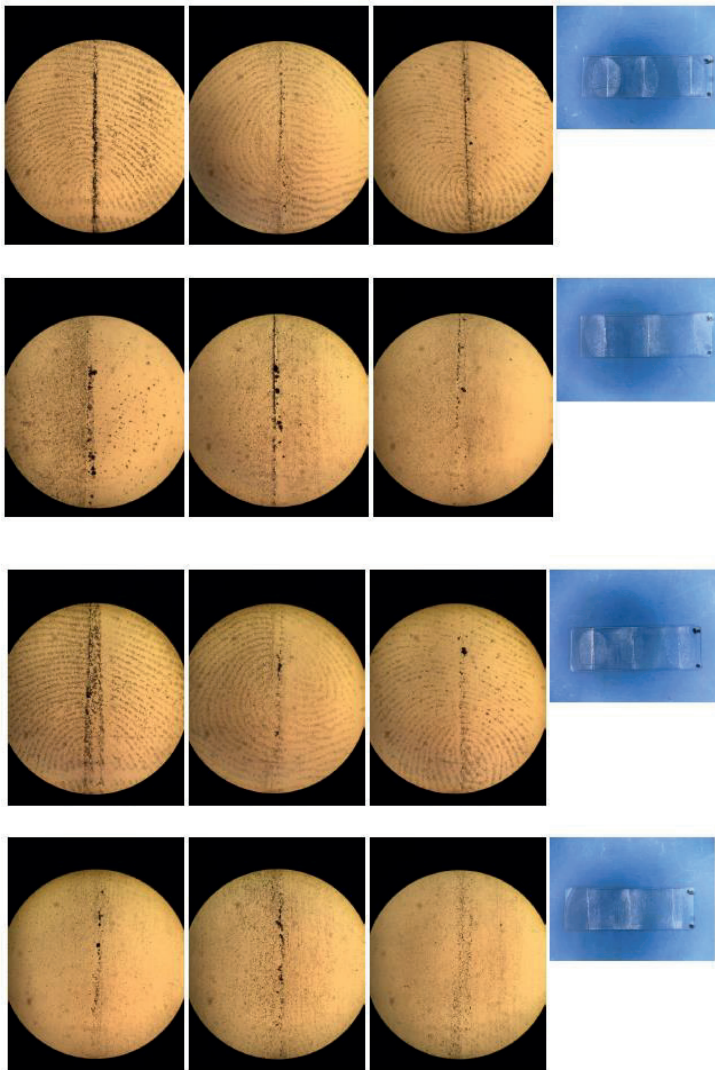






b) Bright-field contrast technique





**Figure S5.** Sebaceous and dry fingerprints developed on glass (non-porous) surface with aforementioned powdered samples, recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.

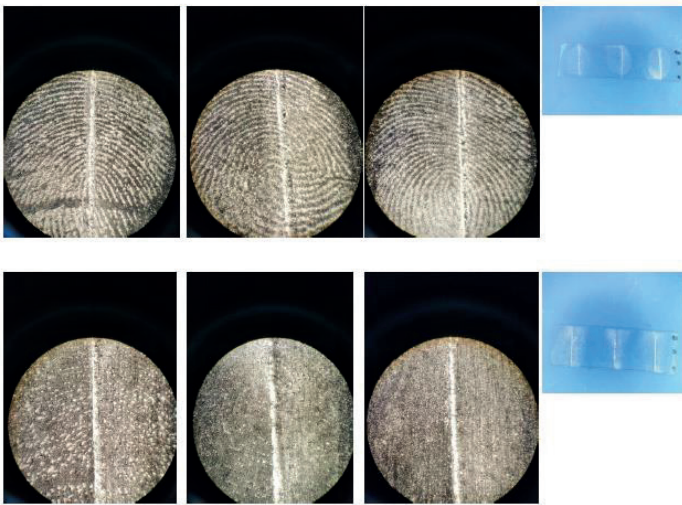
***Development of latent fingerprints 24 hours after deposition – June 7, 2019***

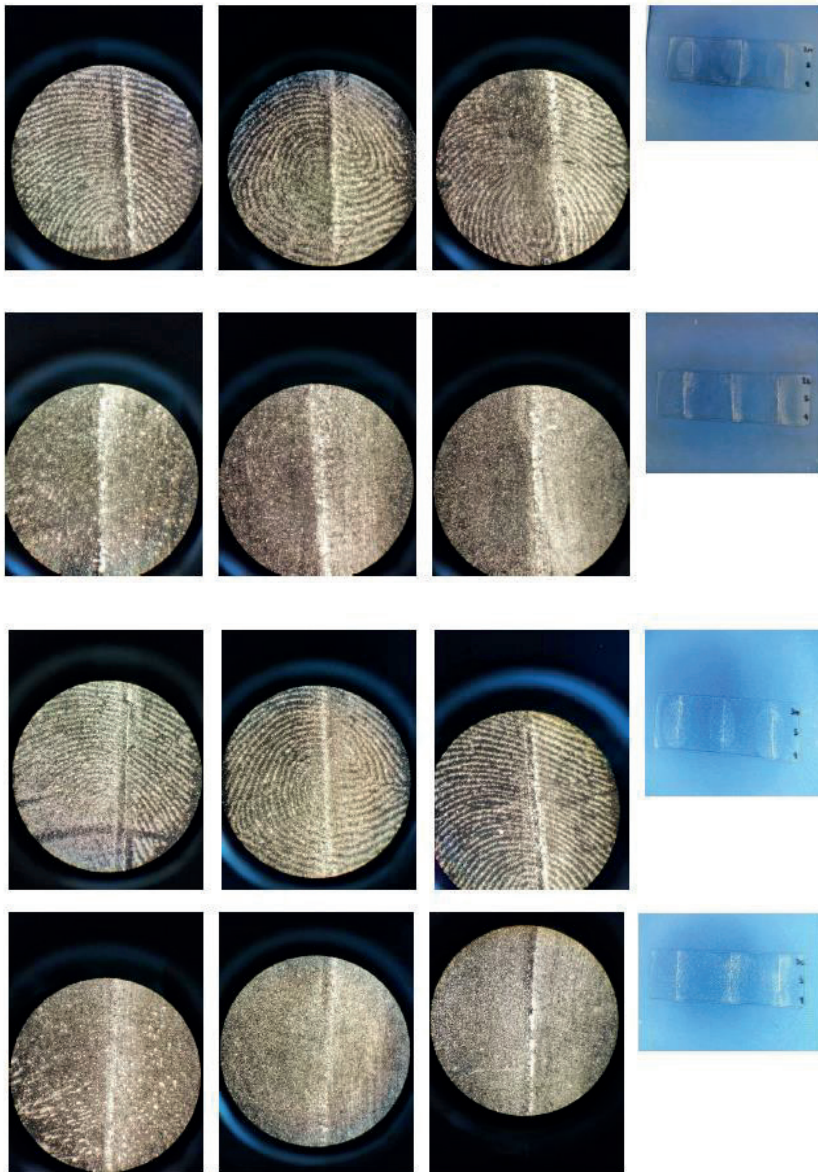
Sebaceous and dry fingerprints of three different donors, kept under dry (desiccator) and humid (laboratory) conditions, developed 24 hours after deposition, with samples S(1/0/0), S(1/1/0), S(1/0/1), S(1/1/1) and pure dextran powder (as a control sample). Figures S6 and S7 represent prints on glass (non-porous) surface kept under dry and humid conditions, respectively, recorded using dark-field (Figures S6 and S7, a)) and bright-field (Figures S6 and S7, b)) contrast techniques. In the far right column all developed fingerprints photographed using a magnifying glass (magnification  $\times 5$ ) with a 12 MP camera (aperture  $f/2.2$ , pixel size  $1.22 \mu\text{m}$ ) were shown.

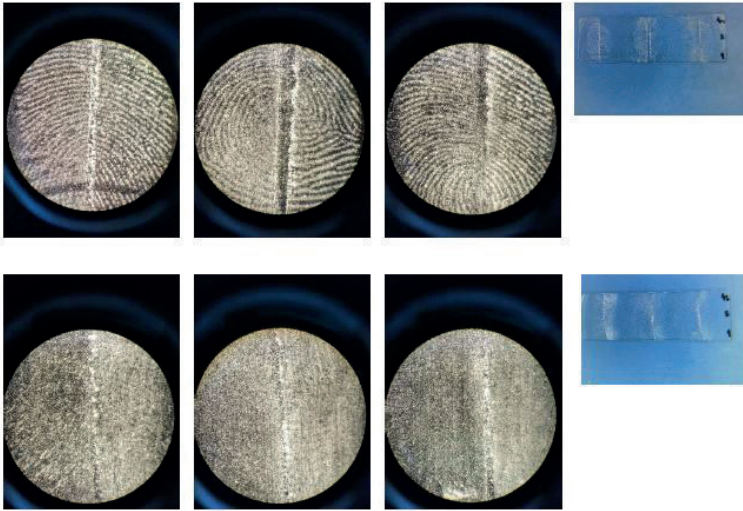
***Fingerprints developed on glass (non-porous) surface (dry (desiccator) conditions)***

Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

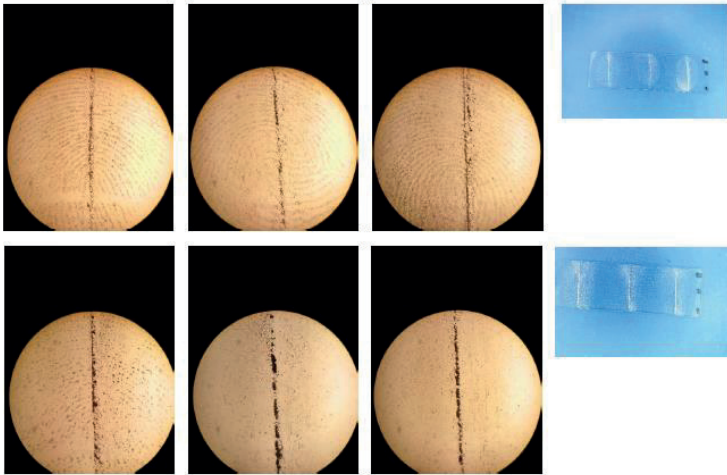
a) Dark-field contrast technique



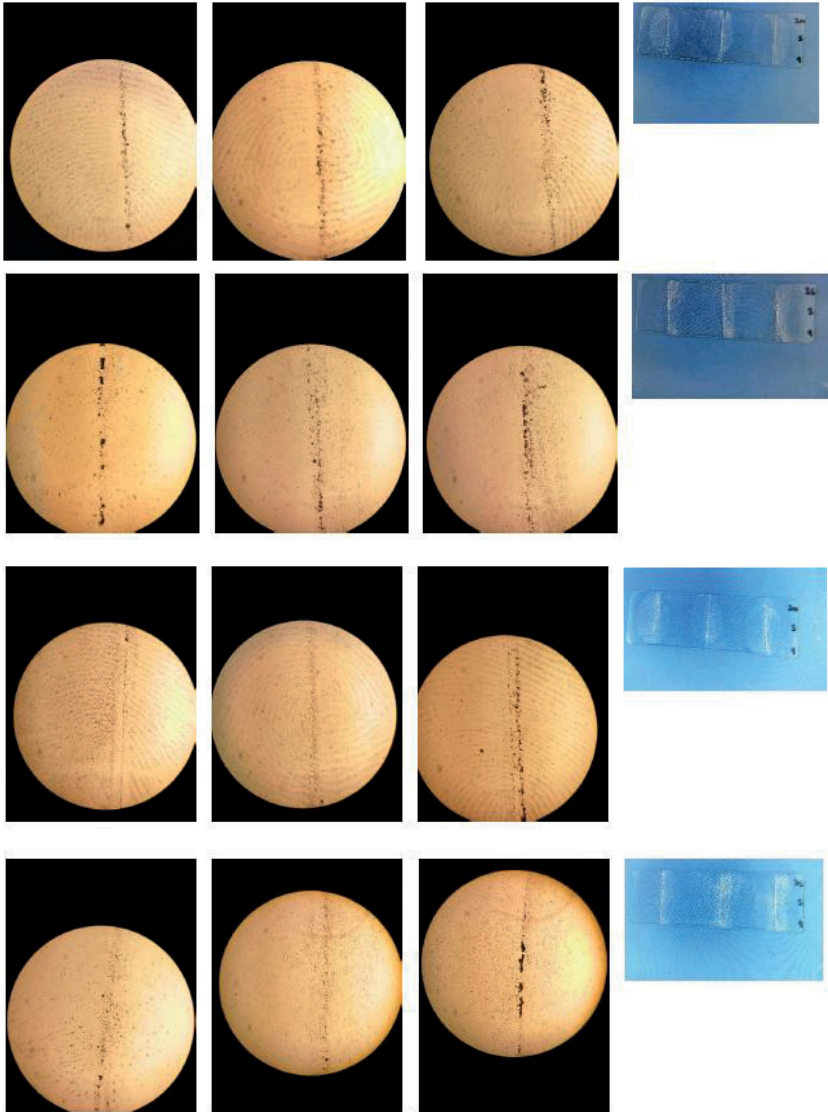


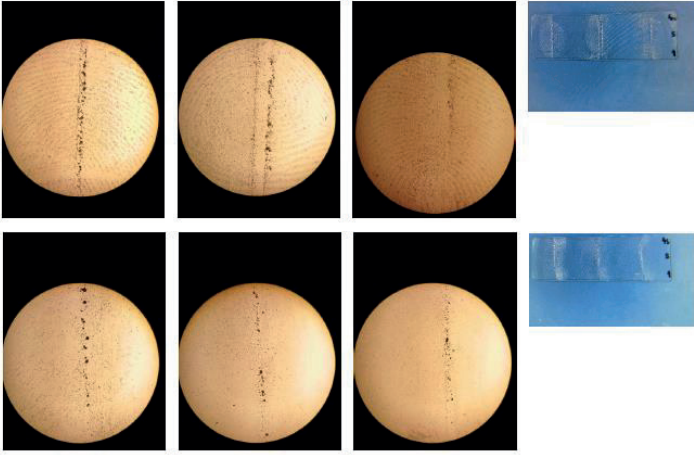


b) Bright-field contrast technique







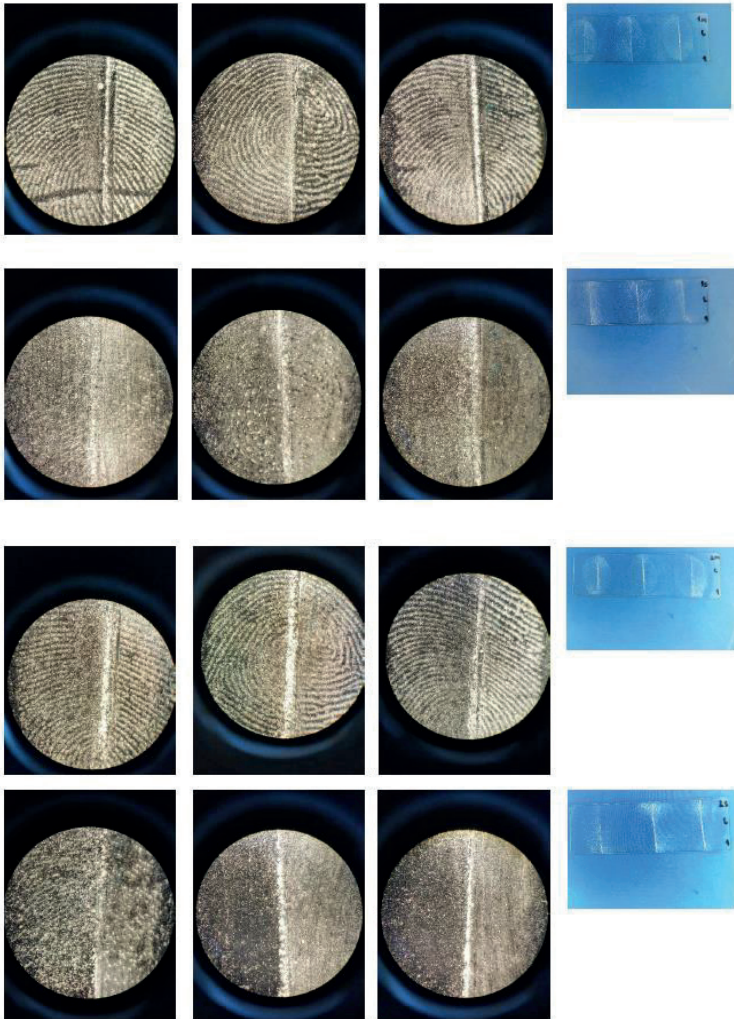


**Figure S6.** Sebaceous and dry fingerprints on glass (non-porous) surface, kept under dry conditions, developed with aforementioned powdered samples, then recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.

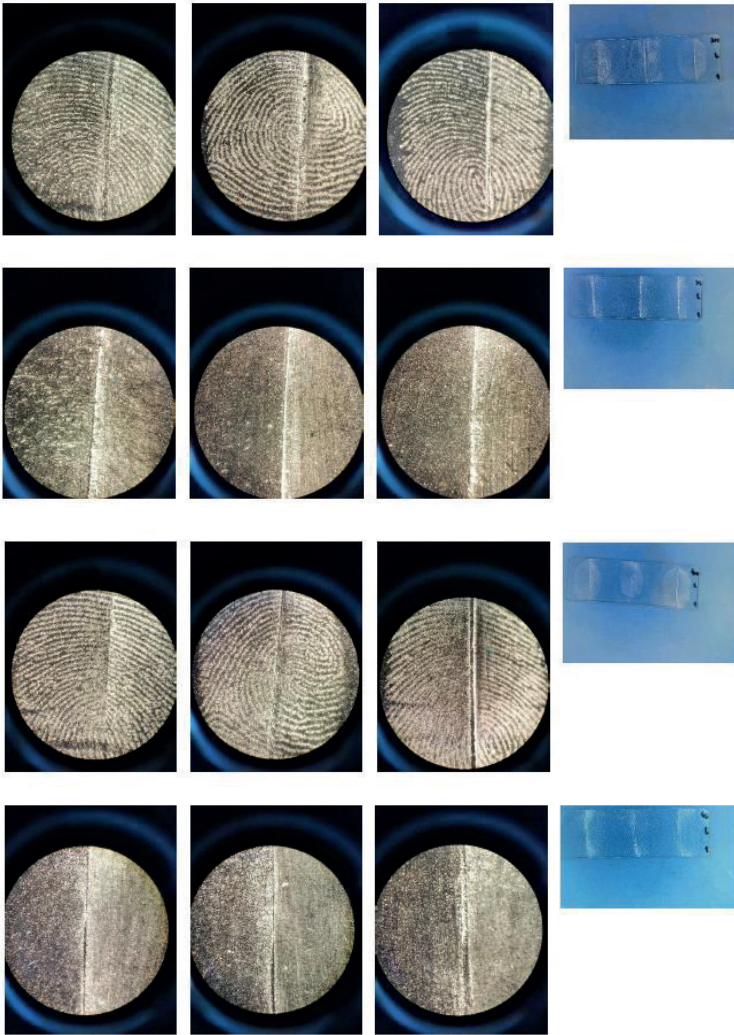
*Fingerprints developed on glass (non-porous) surface (humid (laboratory) conditions)*

Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

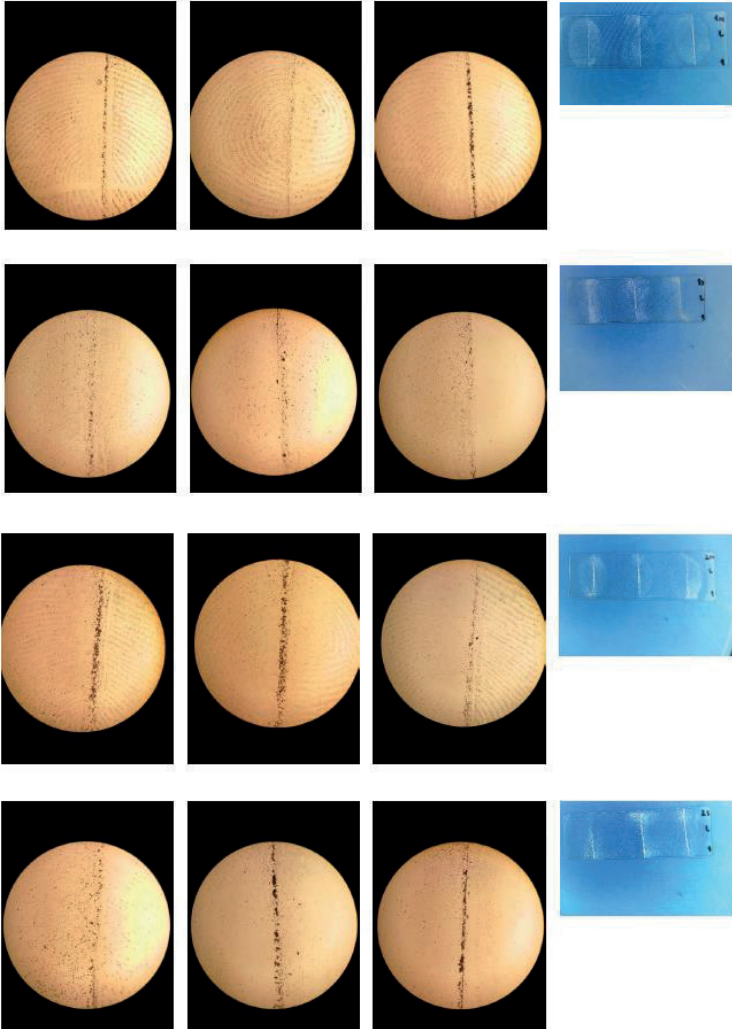
a) Dark-field contrast technique

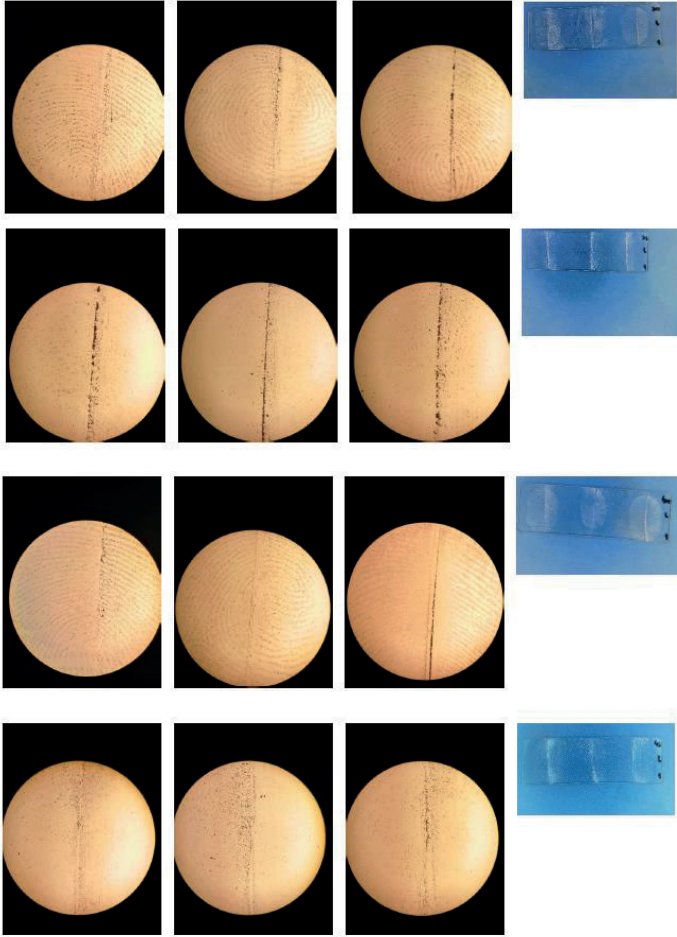






b) Bright-field contrast technique





**Figure S7.** Sebaceous and dry fingerprints on glass (non-porous) surface, kept under humid conditions, developed with aforementioned powdered samples, then recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.

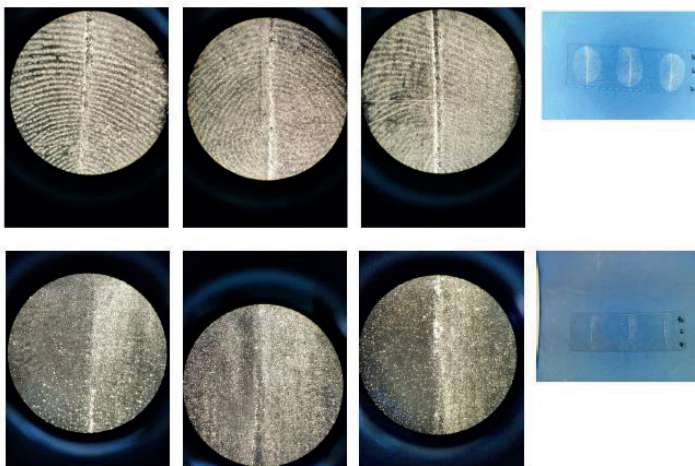
***Development of latent fingerprints 7 days after deposition – June 13, 2019***

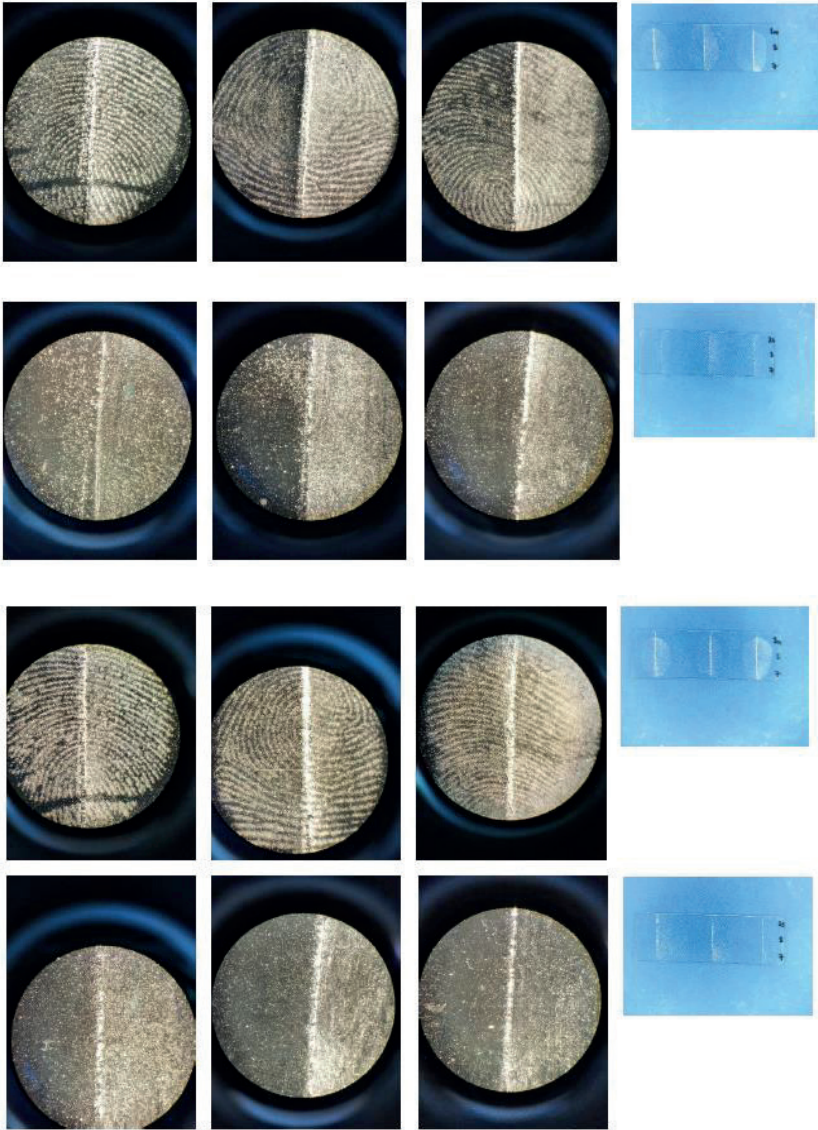
Sebaceous and dry fingerprints of three different donors, kept under dry (desiccator) and humid (laboratory) conditions, developed 7 days after deposition, with samples S(1/0/0), S(1/1/0), S(1/0/1), S(1/1/1) and pure dextran powder (as a control sample). Figures S8 and S9 represent prints on glass (non-porous) surface kept under dry and humid conditions, respectively, recorded using dark-field (Figures S8 and S9, a) and bright-field (Figures S8 and S9, b) contrast techniques. In the far right column all developed fingerprints photographed using a magnifying glass (magnification  $\times 5$ ) with a 12 MP camera (aperture  $f/2.2$ , pixel size  $1.22 \mu\text{m}$ ) were shown.

*Fingerprints developed on glass (non-porous) surface (dry (desiccator) conditions)*

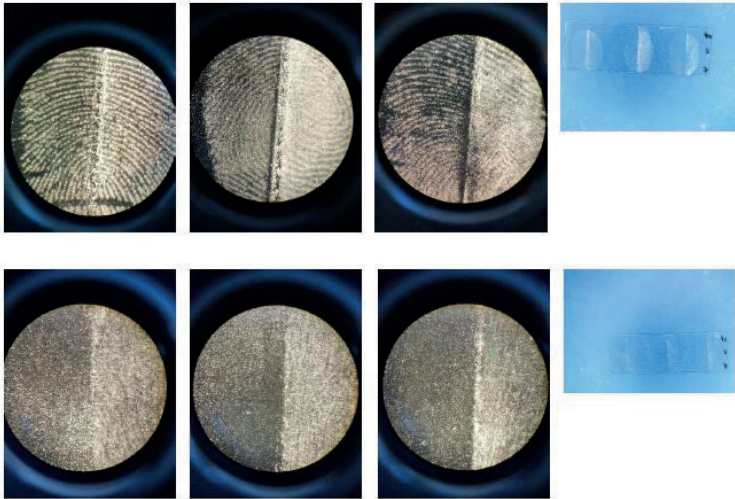
Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

a) Dark-field contrast technique

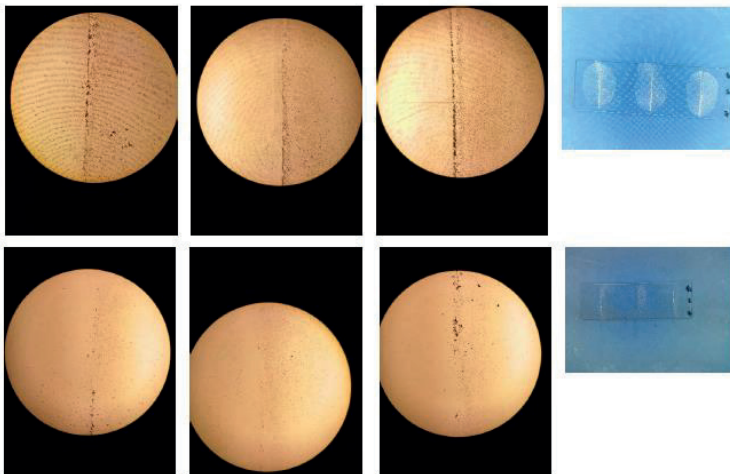


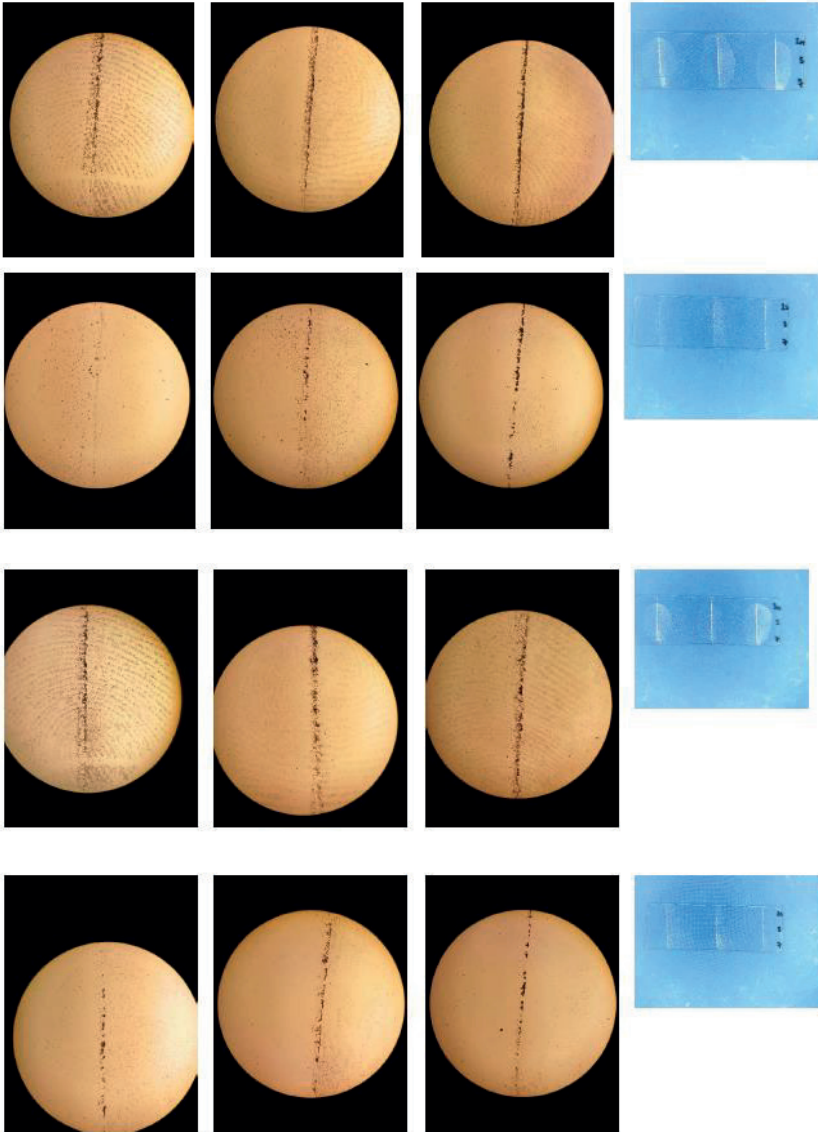




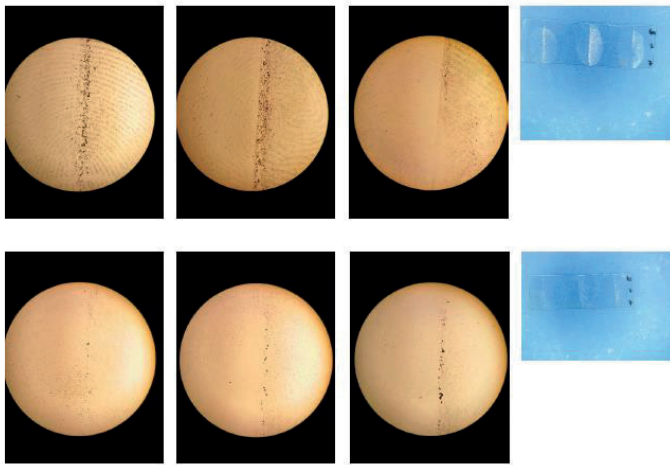


b) Bright-field contrast technique







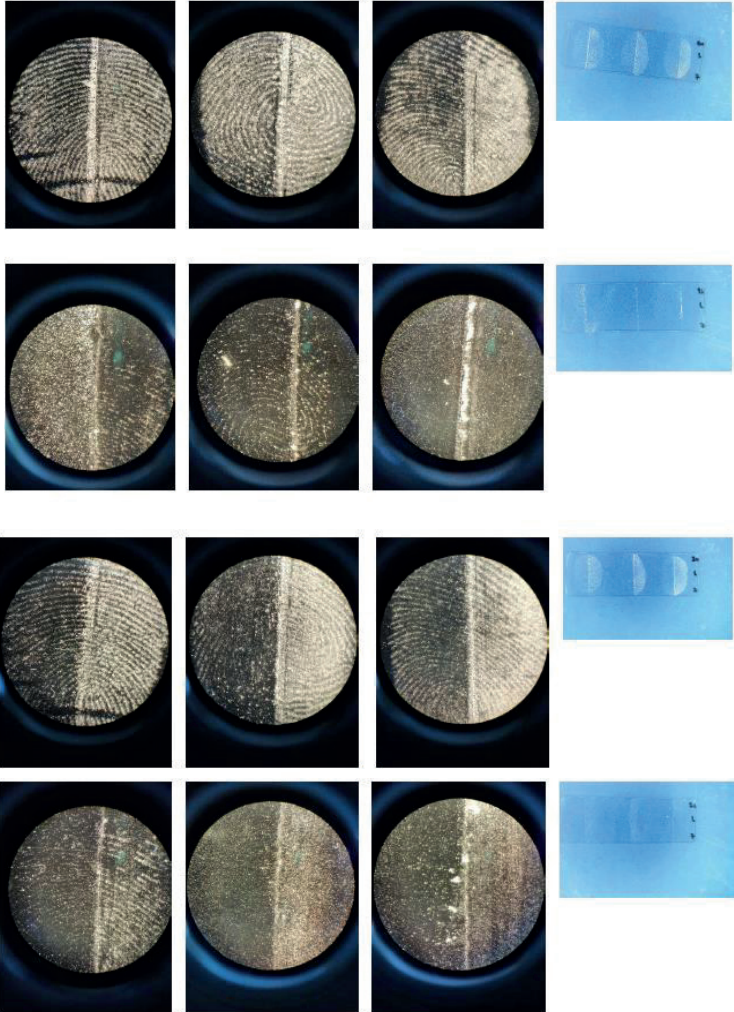


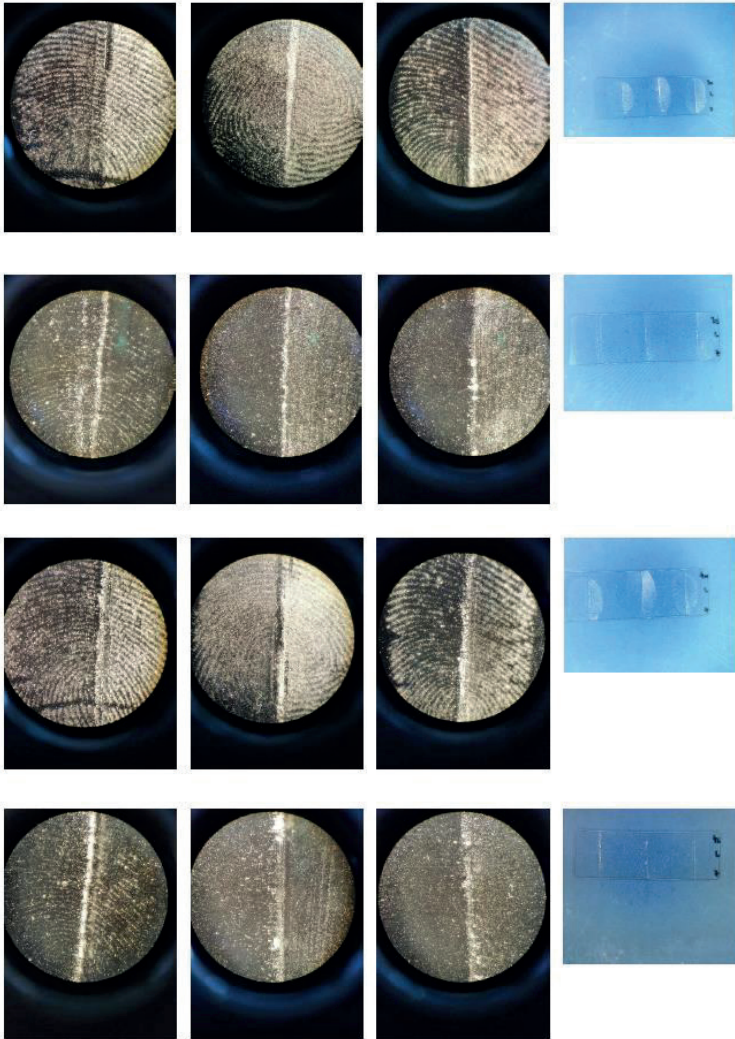
**Figure S8.** Sebaceous and dry fingerprints on glass (non-porous) surface, kept under dry conditions, developed with aforementioned powdered samples, then recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.

*Fingerprints developed on glass (non-porous) surface (humid (laboratory) conditions)*

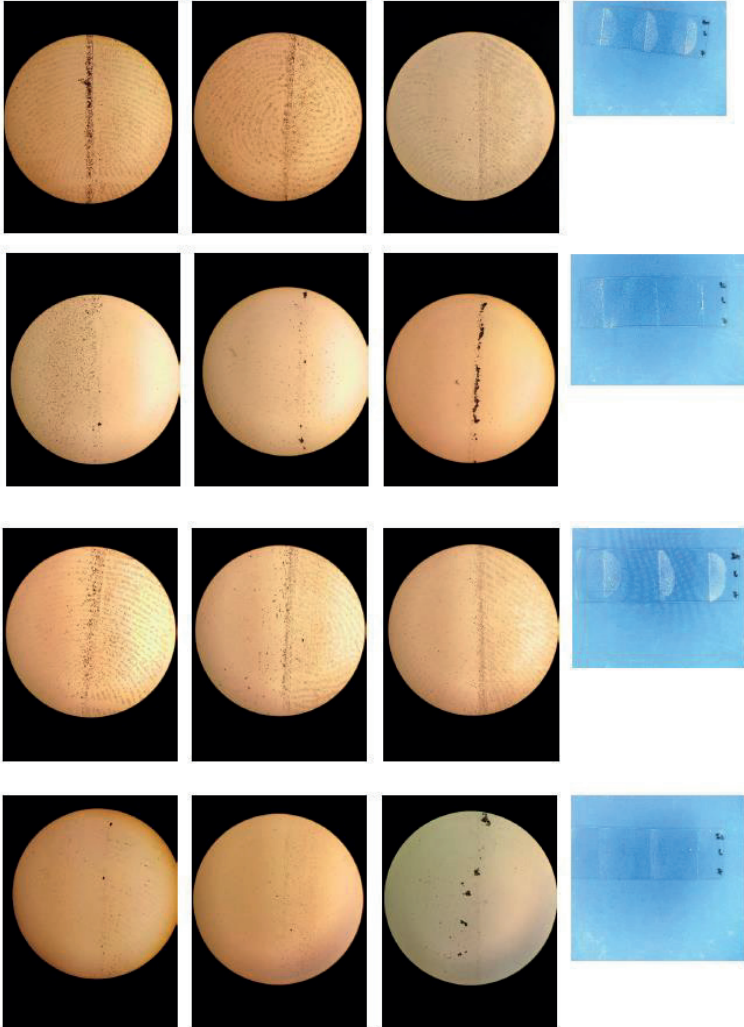
Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

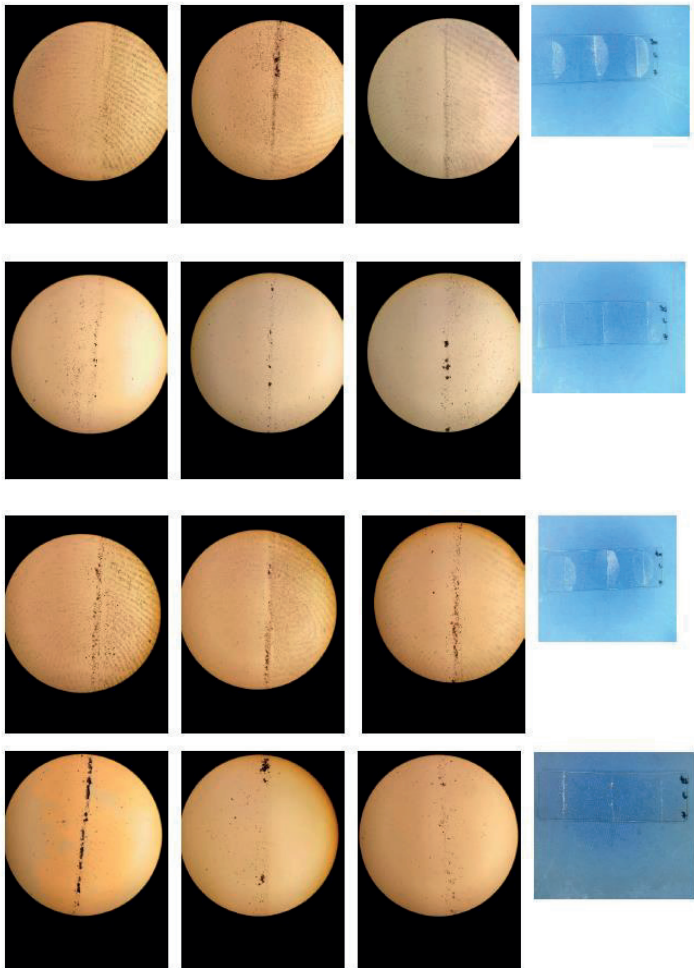
a) Dark-field contrast technique





b) Bright-field contrast technique





**Figure S9.** Sebaceous and dry fingerprints on glass (non-porous) surface, kept under humid conditions, developed with aforementioned powdered samples, then recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.

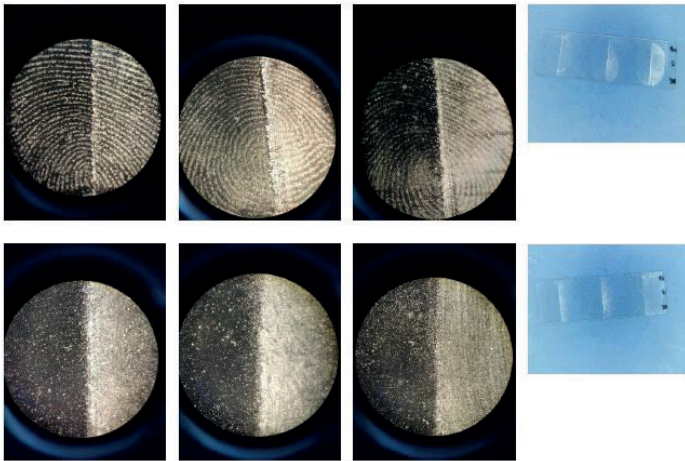
***Development of latent fingerprints 1 month after deposition – July 6, 2019***

Sebaceous and dry fingerprints of three different donors, kept under dry (desiccator) and humid (laboratory) conditions, developed 1 month after deposition, with samples S(1/0/0), S(1/1/0), S(1/0/1), S(1/1/1) and pure dextran powder (as a control sample). Figures S10 and S11 represent prints on glass (non-porous) surface kept under dry and humid conditions, respectively, recorded using dark-field (Figures S10 and S11, a)) and bright-field (Figures S10 and S11, b)) contrast techniques. In the far right column all developed fingerprints photographed using a magnifying glass (magnification  $\times 5$ ) with a 12 MP camera (aperture  $f/2.2$ , pixel size  $1.22 \mu\text{m}$ ) were shown.

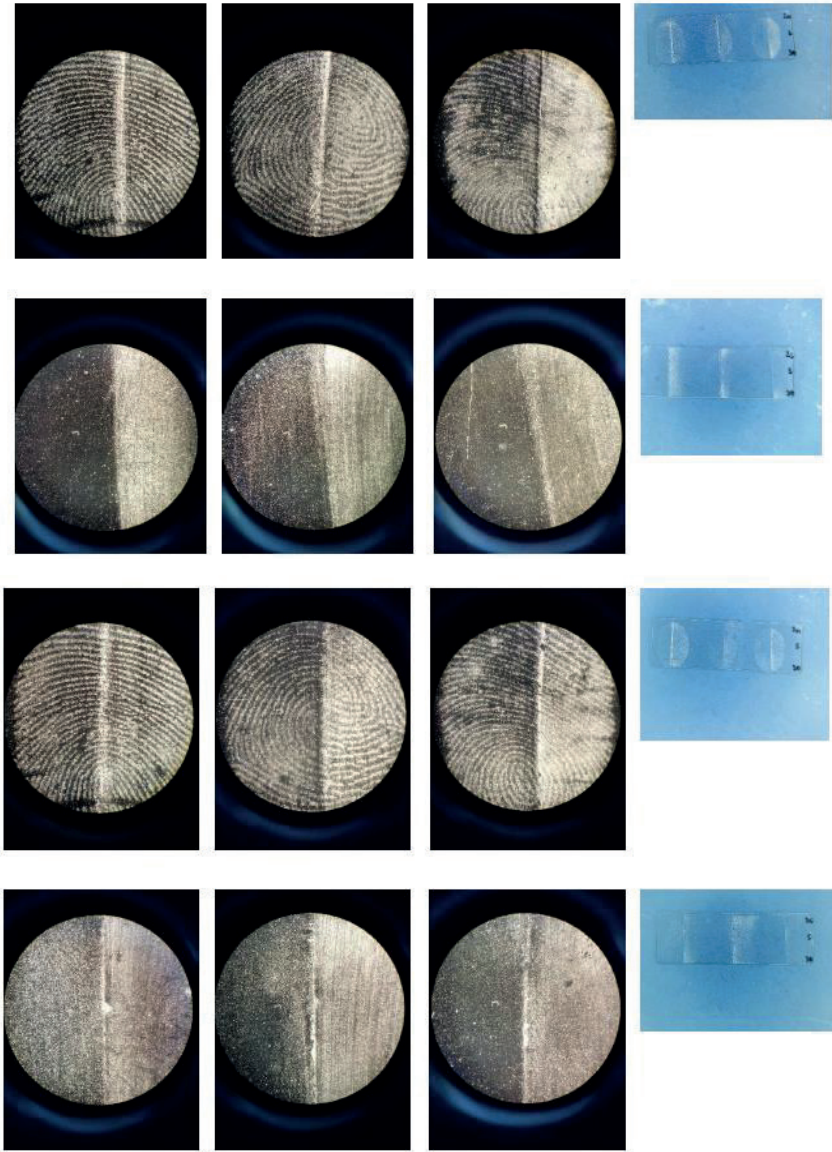
*Fingerprints developed on glass (non-porous) surface (dry (desiccator) conditions)*

Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

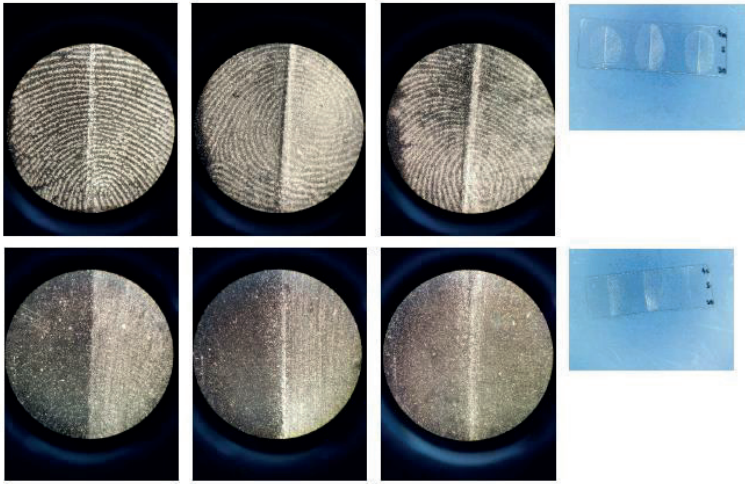
a) Dark-field contrast technique



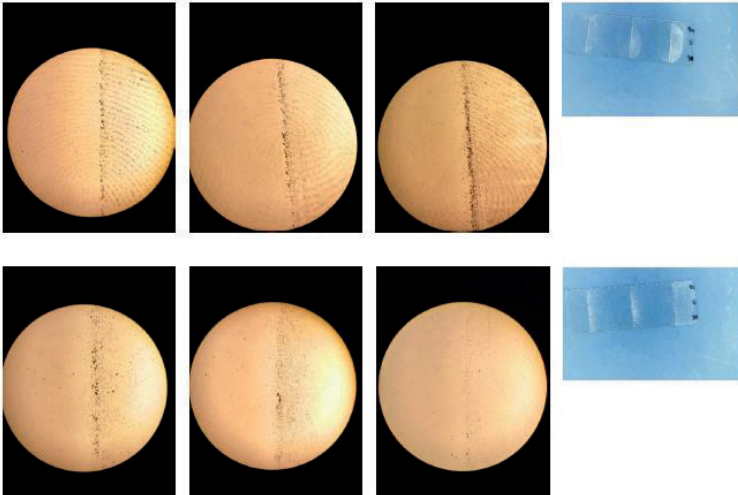


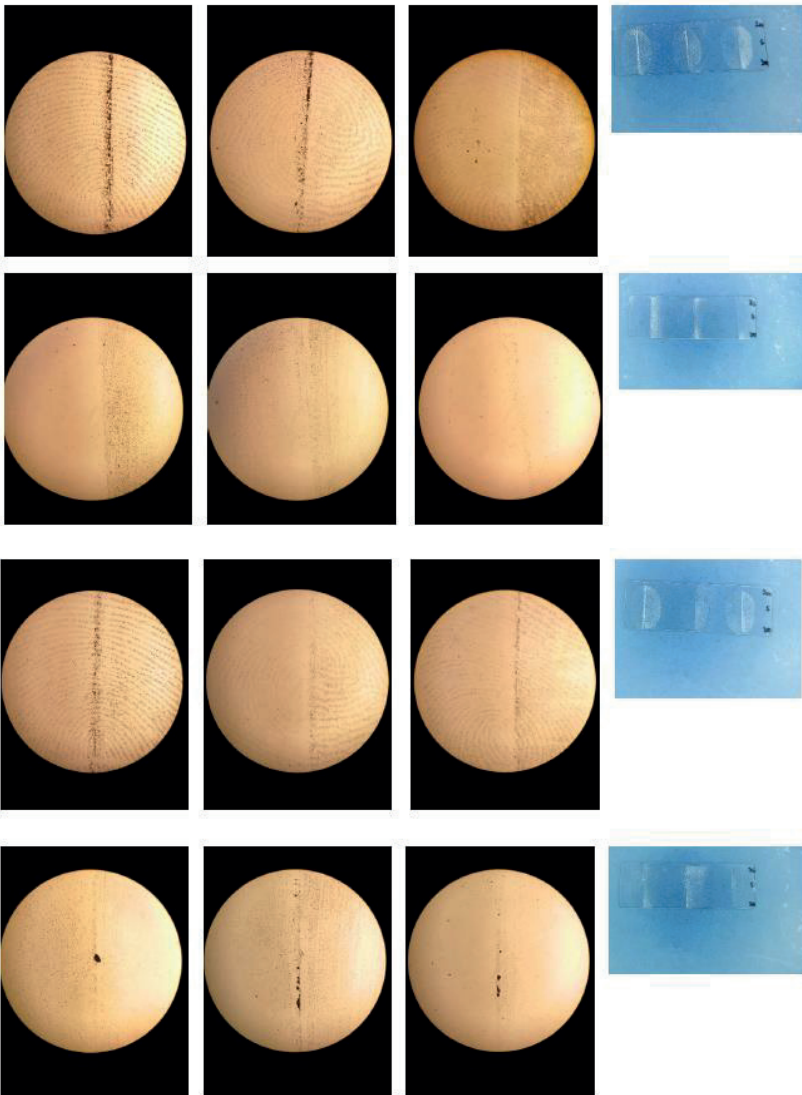


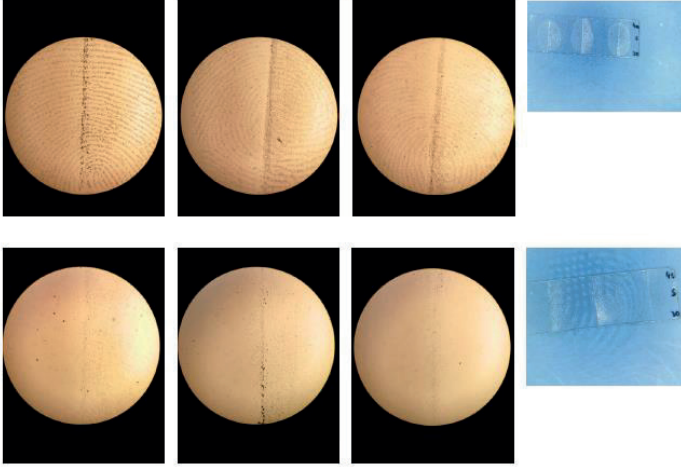




b) Bright-field contrast technique





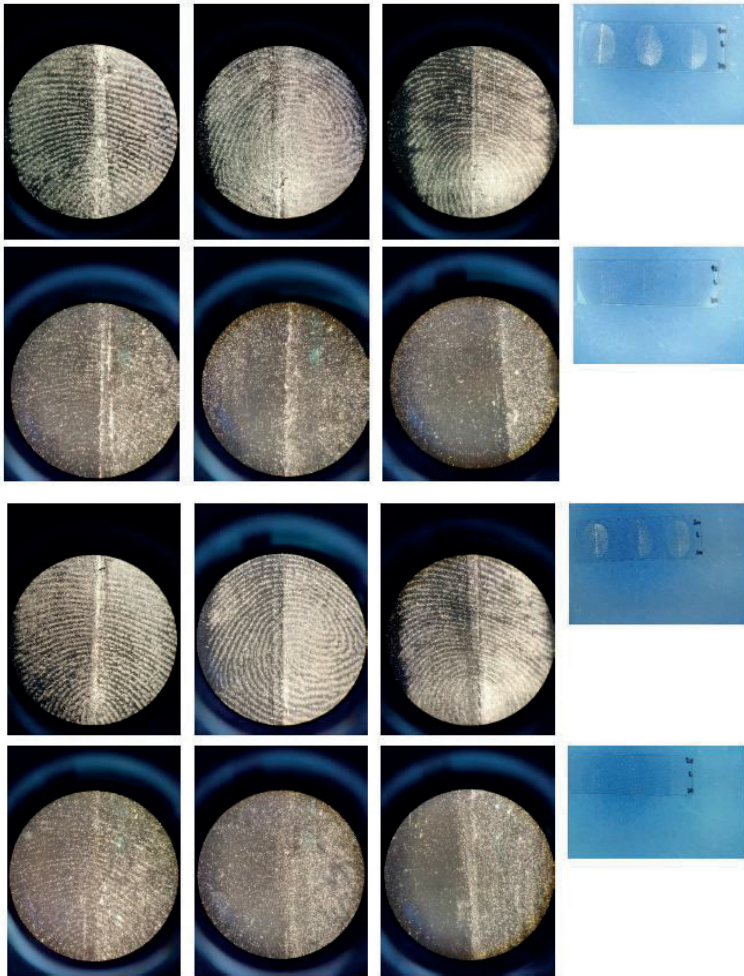


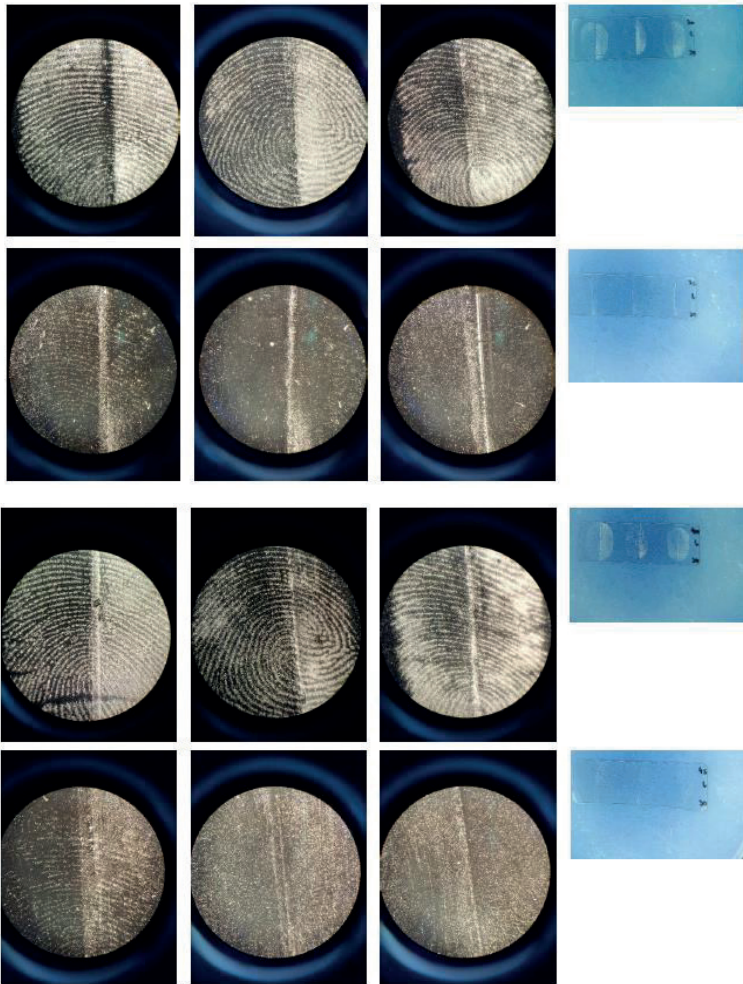
**Figure S10.** Sebaceous and dry fingerprints on glass (non-porous) surface, kept under dry conditions, developed with aforementioned powdered samples, then recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.

*Fingerprints developed on glass (non-porous) surface (humid (laboratory) conditions)*

Fingerprints were recorded with the optical microscope, using:

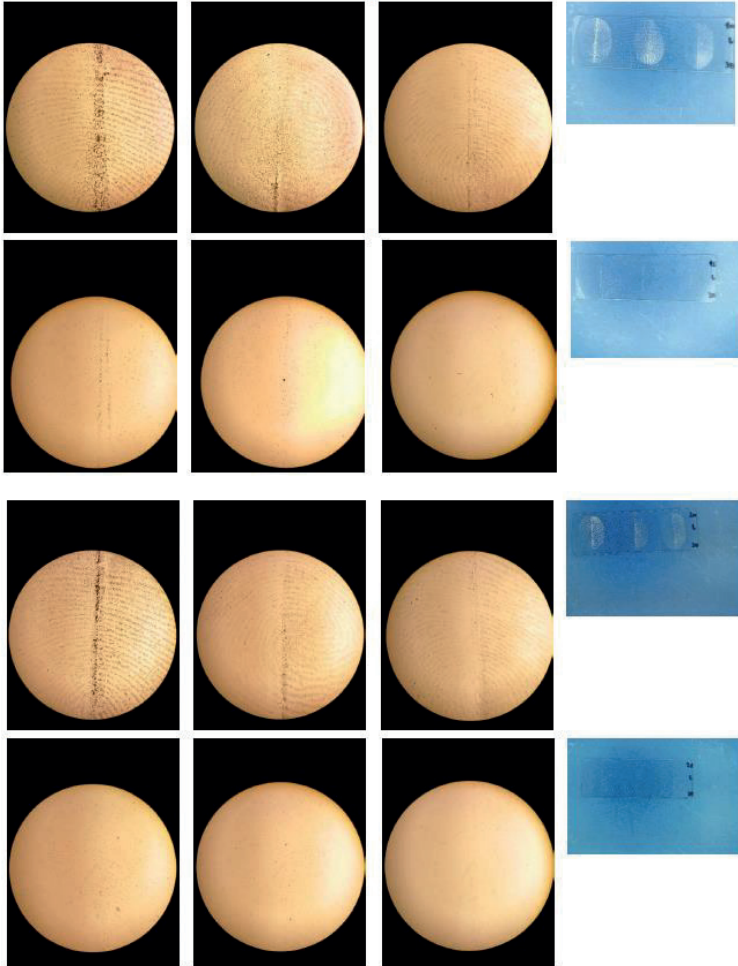
a) Dark-field contrast technique

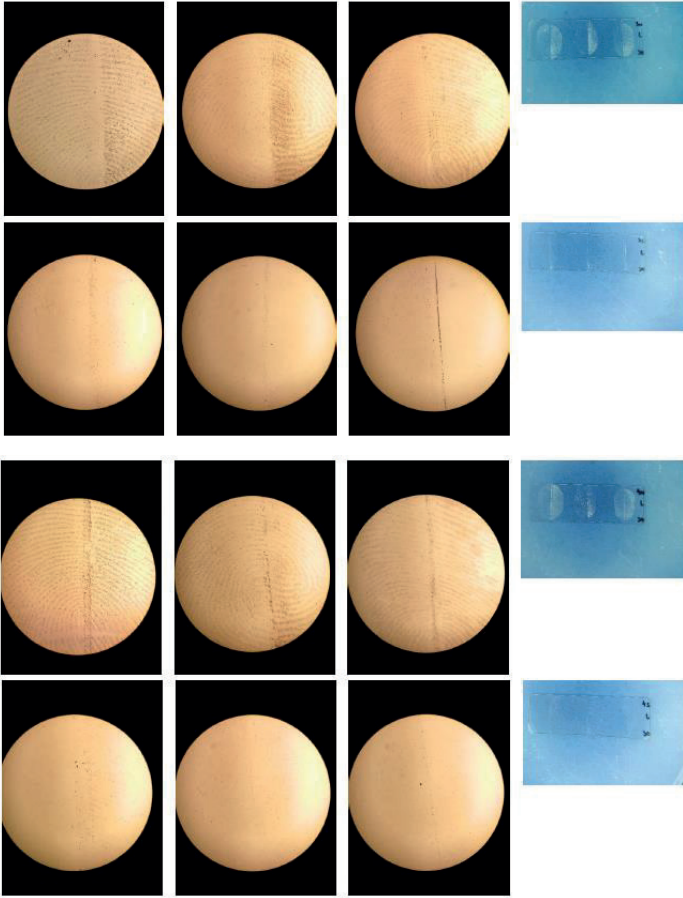






b) Bright-field contrast technique





**Figure S11.** Sebaceous and dry fingerprints on glass (non-porous) surface, kept under humid conditions, developed with aforementioned powdered samples, then recorded using: a) dark-field and b) bright-field contrast technique.



## Conclusions

### *Fingerprints developed on porous (paper) and semi-porous (rubber) surface*

As already stated, when developing latent fingerprints on white paper surface with prepared powders, it was not possible to accomplish satisfactory contrast between the fingermark and the background, due to the white powder color. Additionally, visualization of fingerprints on rubber surface was poor, since that surface contains many bulges and indentations, thus disabling the binding of the prepared micropowders to the fingerprint residues. Therefore, additional research in order to improve this system should be conducted, with the aim at expanding application of these micropowders on different surfaces.

### *Fingerprints developed on non-porous (glass) surface*

When observing dry fingerprints, it was evident that their development was poor and satisfactory results were not obtained with none of the applied powders. On the other hand, visualization of sebaceous fingermarks was far better, since all powder samples have developed whole fingerprint image, with papillary lines and minutiae points, as well. When comparing fingerprints kept under humid conditions with those kept under dry conditions, it was possible that higher humidity enabled better adhesion of powder samples to fingerprint residues (i.e. salts) after specific period of time, and, therefore, the visualization of those marks was significantly enhanced<sup>2</sup>. When comparing prepared micropowders and pure dextran powder, all samples show better performances in visualizing latent fingermarks. This may be associated with smaller diameter size of prepared powders' particles, which was confirmed by optical microscopy (smaller particles better adhere and bind to sweat and lipid fingerprint residues). Additionally, when applied with a brush, prepared powdered samples bonded with fingerprint residues and did not remain in the interpapillary space, when compared with the control sample (where "overfilling" of the traces was noticeable). When comparing prepared micropowders, sample S(1/0/0) showed as good results as S(1/1/1) and even better results than samples S(1/1/0) and S(1/0/1), which was very promising, since that sample contained only dissolved dextran powder precipitated with methanol, without initiator and/or crosslinker. It is already well known that KIO<sub>4</sub> and MBA showed toxic, detrimental and irritating effect, while MBA is also potentially carcinogenic<sup>3,4</sup>. Therefore, very satisfying visualization of sebaceous fingerprints was achieved on glass surface, and with relatively cheap and less harmful dextran-based powdered system.

---

<sup>2</sup> Barnett, P. D., & Berger, R. A. (1976). The Effects of Temperature and Humidity on the Permanency of Latent Fingerprints. *Journal of the Forensic Science Society*, 16(3), 249–254.

<sup>3</sup> Lent, E. M., Crouse, L. C., & Eck, W. S. (2017). Acute and subacute oral toxicity of periodate salts in rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 83, 23–37.

<sup>4</sup> George, J. D., Price, C. J., Marr, M. C., Myers, C. B., Schwetz, B. A., & Heindel, J. J. (1998). Evaluation of the developmental toxicity of methacrylamide and *N,N*-methylenebisacrylamide in Swiss mice. *Toxicological Sciences*, 46(1), 124-133.

## References

- Araya-Hermosilla, E., Muñoz, D., Orellana, S., Yáñez, A., & Olea, A. F. (2014). Immobilization of rhodamine 6G in calcium alginate microcapsules based on aromatic–aromatic interactions with poly(sodium 4-styrenesulfonate). *Reactive and Functional Polymers*, *81*, pp.14-21.
- Bumrah, G. S., Sharma, R., & Jasuja, O. (2016). Emerging latent fingerprint technologies: a review. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, *6*, pp.39-50.
- Cakić, M., Nikolić, G., Ilić, L., & Stanković, S. (2005). Synthesis and FTIR Characterization of Some Dextran Sulphates. *CI&CEQ*, *1*(2), pp.1-5.
- Carp, O., Patron, L., Culita, D. C., Budrugaec, P., Feder, M., & Diamandescu, L. (2010). Thermal analysis of two types of dextran-coated magnetite. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, *101*(1), pp.181–187.
- Champod, C., Lennard, C. J., Margot, P., & Stoilovic, M. (2004). *Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions* (2nd ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis.
- Chandrasekhar, J., Madhusudhan, M. C., & Raghavarao, K. S. (2012). Extraction of anthocyanins from red cabbage and purification using adsorption. *Food and Bioproducts Processing*, *90*(4), pp.615–623.
- Chiu, H.-C., Hsiue, T., & Chen, W.-Y. (2004). FTIR-ATR measurements of the ionization extent of acrylic acid within copolymerized methacrylated dextran/acrylic acid networks and its relation with pH/salt concentration-induced equilibrium swelling. *Polymer*, *45*(5), pp.1627-1636.
- Datta, A. K., Lee, H. C., Ramotowski, R., & Gaensslen, R. E. (2001). *Advances in Fingerprint Technology* (2nd ed.). CRC Press, Taylor & Francis.
- Dilag, J., Kobus, H., & Ellis, A. V. (2009). Cadmium sulfide quantum dot/chitosan nanocomposites for latent fingerprint detection. *Forensic Science International*, *187*, pp.97-102.
- Fan, Y., Zhang, M., & Feng, Y.-Q. (2005). Poly(acrylamide-vinylpyridine-*N,N'*-methylene bisacrylamide) monolithic capillary for in-tube solid-phase microextraction coupled to high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, *1099*(1-2), pp.84-91.
- Färber, D., Seul, A., Weisser, H., & Bohnert, M. (2010). Recovery of latent fingerprints and DNA on human skin. *Journal of Forensic Sciences*, *55*(6), pp.1457-1461.
- George, J. D., Price, C. J., Marr, M. C., Myers, C. B., Schwetz, B. A., & Heindel, J. J. (1998). Evaluation of the developmental toxicity of methacrylamide and *N,N'*-methylenebisacrylamide in Swiss mice. *Toxicological Sciences*, *46*(1), pp.124-133.
- Guerrero, P., Kerry, J. P., & de la Caba, K. (2014). FTIR characterization of protein–polysaccharide interactions in extruded blends. *Carbohydrate Polymers*, *111*, pp.598-605.
- Gürbüz, S., Özmen Monkul, B., İpeksaç, T., Gürtekin Seden, M., & Erol, M. (2015). A systematic study to understand the effects of particle size distribution of magnetic fingerprint powders on surfaces with various porosities. *Journal of Forensic Sciences*, *60*(3), pp.727-736.
- International Fingerprint Research Group (IFRG). (2014). *Guidelines for the Assessment of Fingerprint Detection Techniques*. Retrieved December 21, 2019, from <https://ips-labs.unil.ch/ifrg/wp-content/uploads/2014/06/IFRG-Research-Guidelines-v1-Jan-2014.pdf>.

- Lee, J., Pyo, M., Lee, S., Kim, J., Ra, M., Kim, W.-Y., Park, B. J., Lee, C. W., & Kim, J.-M. (2014). Hydrochromic conjugated polymers for human sweat pore mapping. *Nature Communications*, 5, 10.
- Lennard, C. (2007). Fingerprint detection: current capabilities. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 39(2), pp.55-71.
- Lent, E. M., Crouse, L. C., & Eck, W. S. (2017). Acute and subacute oral toxicity of periodate salts in rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 83, pp.23–37.
- Maia, J., Carvalho, R. A., Coelho, J. F., Simões, P. N., & Gil, M. H. (2011). Insight on the periodate oxidation of dextran and its structural vicissitudes. *Polymer*, 52(2), pp.258–265.
- Mehta, R. V., Rucha, D., Bhatt, P., & Upadhyay, R. V. (2006). Synthesis and characterization of certain nanomagnetic particles coated with citrate and dextran molecules. *Indian Journal of Pure and Applied Physics*, 44(7), pp.537-542.
- Milašinović, N. (2016). Polymers in Criminalistics: Latent Fingerprint Detection and Enhancement – From Idea to Practical Application. *NBP – Journal of Criminalistics and Law*, pp.133-148.
- Milašinović, N., & Koturević, B. (2016). *Uvod u hemiju: praktikum za laboratorijske vežbe*. Belgrade: Academy of Criminalistic and Police Studies.
- Mitić, Ž., Cakić, M., & Nikolić, G. (2010). Fourier-Transform IR spectroscopic investigations of Cobalt(II)-dextran complexes by using D<sub>2</sub>O isotopic exchange. *Spectroscopy*, 24, pp.269–275.
- Mitrović, V. (1998). *Kriminalistička identifikacija: teorija i praksa*. Belgrade.
- Mozayani, A., & Noziglia, C. (2006). *The Forensic Laboratory Handbook Procedures and Practice*. Totowa, New Jersey: Humana press.
- Nikolić, G. S., Cakić, M., Mitić, Ž., & Ilić, L. (2008). Deconvoluted Fourier-transform LNT-IR study of coordination copper(II) ion compounds with dextran derivatives. *Russian Journal of Coordination Chemistry*, 34(5), pp.322–328.
- Trapečar, M., & Balazic, J. (2007). Fingerprint recovery from human skin surfaces. *Science & Justice*, 47(3), pp.136-140.
- Wang, R., Dijkstra, P. J., & Karperien, M. (2016). Dextran. In Neves N. M., & Reis R. I. (Eds.), *Biomaterials from Nature for Advanced Devices and Therapies* (pp. 307-316). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Wanga, Y. F., Yang, R. Q., Wanga, Y. F., Shi, Z. X., & Liu, J. J. (2009). Application of CdSe nanoparticle suspension for developing latent fingermarks on the sticky side of adhesives. *Forensic Science International*, 185, pp.96-99.
- Wasiak, I., Kulikowska, A., Janczewska, M., Michalak, M., Cymerman, I. A., Nagalski, A., Kallinger, P., Szymanski, W. W., & Ciach, T. (2016). Dextran Nanoparticle Synthesis and Properties. *PLOS ONE*, 11(1), pp.1-17.

## Adli Tıpta Radyolojinin Öneminin Araştırılması

Tuğba Tezcan\*

**Öz:** Radyoloji modern tıbbın en önemli branşlarından biridir. Post-mortem görüntüleme, radyoloji ve adli tıp arasında bir köprü kurulmasına neden olmuştur. Adli radyoloji, adli bilimler içerisinde yeni bir alandır. Çocuk istismarı, ateşli silah yaralanmaları, biyolojik yaş tayini, dental inceleme ya da kimliklendirme gibi adli çalışmalarda radyolojik verilerden yararlanılmaktadır. Geleneksel otopsinin yerini alacağı ya da tamamlayıcısı olacağı tartışma konusu olan radyolojik metodlar, adli araştırmalarda önemli bir rol oynayabilir. Bu çalışmanın amacı adli tıpta görüntüleme tekniklerinin önemini araştırmaktır.

Bu çalışmada literatür tarama yöntemi kullanılmıştır. Yapılan araştırmalara ulaşmak için PubMed, Google Scholar ve Ulakbim veri tabanları taranmıştır. Tarama yapılırken ‘‘adli radyoloji’’, ‘‘postmortem görüntüleme’’, ‘‘virtopsi’’ ve ‘‘adli diş hekimliği’’ anahtar sözcükleri Türkçe ve İngilizce olarak kullanılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda 54 çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir.

Yapılan literatür incelemesine göre, adli bilimlerde görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve gelişmesinin son beş yılda arttığı görölmüştür. Bugün sıklıkla başvuru post-mortem görüntüleme teknolojilerinin bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) ve üç boyutlu görüntüleme (3D) olduğu tespit edilmiştir. Ancak belirtilen görüntüleme tekniklerinin pahalı olması, uygulamalarındaki sınırlamalar ve sonuçlarının değerlendirilmesi için deneyimli radyoloğa ihtiyaç duyulması gibi nedenlerden dolayı adli çalışmalarda çok fazla kullanılmadığı tespit edilmiştir.

Radyolojik yöntemlerin adli tıp uygulamaları açısından yeri ve öneminin uzun bir süre daha tartışılmaya devam edeceği ve buna bağlı olarak geliştirilecek görüntüleme teknolojilerinin adli incelemelere önemli katkılar sağlayacağı düşünölmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Adli Bilimler, Adli Görüntüleme, Post-mortem Radyoloji, Adli Diş Hekimliği, Virtopsi

\* Öğretim Görevlisi, Kapadokya Üniversitesi, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Nevşehir, Türkiye tugba.tezcan@kapadokya.edu.tr , ORCID ID: 0000-0003-2216-4084.  
Doktora Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye

## Investigation of Importance of Radiology in Forensic Medicine

**Tuğba Tezcan**

**Abstract:** Radiology is one of the most important branches of modern medicine. Post-mortem imaging has led to a bridge between radiology and forensics. Forensic radiology is a new field in forensic sciences. In forensic studies such as child abuse, firearm injuries, biological age determination, dental examination or identification, radiological data are used. Radiological methods, which are the subject of controversy that will replace or complement traditional autopsy, can play an important role in forensic research. The aim of this study is to investigate the importance of imaging techniques in forensic medicine.

In this study, literature scanning method was used. PubMed, Google Scholar and Ulakbim databases have been scanned to reach the researches. The keywords of “forensic radiology”, “postmortem imaging”, “virtopsi” and “forensic dentistry” were used in Turkish and English. As a result of the research, it was determined that 54 studies comply with the inclusion criteria. According to the literature review, it has been observed that the use and development of imaging techniques in forensic science has increased in the last five years. It is determined that post-mortem imaging technologies, which are frequently used today, are computed tomography (CT), magnetic resonance (MR) and three-dimensional imaging (3D). However, due to reasons such as the expensive imaging techniques, limitations in their applications and the need for an experienced radiologist to evaluate their results, it was found that they could not be used in forensic studies.

It is thought that the role and importance of radiological methods in terms of forensic medicine will continue to be discussed for a long time and the imaging technologies to be developed will contribute significantly to forensic examinations.

**Keywords:** Forensic Sciences, Forensic Imaging, Post-mortem Radiology, Forensic Dentistry, Virtopsi

## Giriş

Adli radyoloji, çeşitli tıbbi patolojilerin tanımlanması, analizi, belgelenmesi ile anlaşılabilir şekilde mahkemeye sunulması için giderek daha önemli hale gelen ve nispeten bilinmeyen yeni bir alandır (Decker vd., 2019, s.820; İncesu, 2018, s.234). Adli radyolojik metodlar aracılığıyla hem yaşayan hem de ölmüş insanlar üzerinde inceleme yapılabilmektedir (Lo Re vd., 2018, s.67). Bu metodlar aracılığıyla elde edilen bulgular ise görselleştirilerek kayıt altına alınabilmektedir. 1895 yılında X ışınının keşfinden sonra görüntüleme teknikleri adli tıpta kullanılmaya başlanmıştır (Toygar vd., 2008, s.35; Viner, 2018, s.217). Radyolojinin adli bilimlerde ilk uygulanması 1896 yılında işlenen bir cinayette kurbanın başındaki mermilerin varlığını belirleme amacıyla gerçekleştirilmiştir (Lee, Choi, Yoon, Kim ve Shin, 2004, s.784; Sarıtaş, 2015). Adli radyolojinin tarihsel süreci kimliklendirme çalışmaları yolu ile şekillenmiştir (Yaşar Teke, Duran ve Bilge, 2017, s.108). Keza kadavra üzerinde ilk radyolojik çalışma 1898 yılında yapılmış, tıbbi teknolojilerdeki gelişmeler ışığında radyolojik gelişmeler devam etmiş ve zamanla farklı yöntemler ortaya çıkmıştır. 1970'lerde keşfedilen Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Magnetik Rezonans (MR) yöntemleri günümüzde adli rutinde tüm vücut üzerinde uygulanmaktadır. Yine aynı tarihlerde geliştirilen üç boyutlu görüntüleme (3D) yöntemlerinin olayın gerçekleştirilme şeklini yeniden modellemede önem kazandığı görülmektedir (Sarıtaş, 2015). 3D yazılım adli bilimlerde dijital görüntüleme için değerli bir tekniktir (Carewab ve Errickson, 2019, s.24). Bazı vakalarda kemik gibi sert dokularda oluşan şekilli kırıklar 3D yöntemi ile yeniden oluşturularak değerlendirilmekte ve olay sırasında kullanılan aletin analizi yapılabilmektedir (Mehder, 2018, s.63; Weiss, Mcleod-Henning ve Waltke, 2018, s.279). 1990'ların başlarında fotogrametrinin gelişmesiyle beden yüzeyinin adli amaçlarla non-invaziv belgelenmesi mümkün olmuştur (Çelik, Beyaztaş ve Bütün, 2012, s.124). Son yıllarda dijital kesitsel görüntülemede de (MR ve Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi-ÇKBT) çok önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Sarıtaş, 2015; Singal, 2015, s.1040). Vırtopsi (radyolojik otopsi) tekniği, radyolojik modaliteler olan MR ve ÇKBT'nin birlikte sistematik olarak kullanıldığı ilk yöntemdir (İncesu, 2018, s.234; Rana, 2018, s.13). Otopsi öncesi sıklıkla kullanılan BT ile genel vücut taraması, MR ile de spesifik bölgelere yönelik incelemeler yapılmaktadır. ÇKBT ile geniş hacimlerin daha hızlı incelenebilmesi, özellikle BT anjiyografi incelemelerinde çağır açmıştır. Otopsielerde rutin diseksiyon yapılmayan pelvis ve ekstremiteler ÇKBT ile görüntülenebilmektedir (Carewab ve Errickson, 2019, s.24). Üç boyutlu sanal mikrotom dokunun herhangi bir planda dijital olarak kesimlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu gelişmeler ışığında MR görüntülemeyi içeren gelecekteki otopsi çalışmaları, bir dereceye kadar histolojik yapıları da gösterebilecek ve patolojik değişiklikler tanımlanabilecektir. Vırtopsi, toksik, radyoaktif madde veya insan sağlığına zararlı maddelerle enfekte olmuş



cesetlerin temassız incelenmesini sağlması açısından avantajlı bir yöntemdir (Mittal, 2016, s.109). Postmortem görüntüleme yöntemleri, “sanal otopsi” denilen bir süreçte geleneksel otopsi ile birlikte giderek daha fazla kullanılmaktadır ve araştırmacılar tarafından otopsinin tamamlayıcısı olarak görülmektedir (Decker vd., 2019, s.820; Sarıtaş, 2015).

Adli tıpta radyolojik yöntemler sadece kemik travmalarının ayırıcı tanısında değil, aynı zamanda tüm travmalarda organ, doku, damar hasarlarının gösterilmesi, bütün ateşli silah yaralanmalarında vücut içerisinde yabancı cisimlerin saptanması ve lokalizasyonunun belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Karapirli, 2016). ÇKBT, vücuttaki yabancı cismin (mermi, stent, tıbbi implantlar, vücut boşluklarında saklanmış uyuşturucular v.b.) radyolojik olarak X ışını geçirgenliğini ölçerek bu cisimlerin ayrımının yapılabilmesine yardımcı olmaktadır (Çelik vd., 2012, s.124; Guglielmi, Nasuto ve Pinto, 2015, s.120).

Şüpheli çocuk istismarı olgularında kemik kırıkları ile organ yaralanmalarını belgelemek ve tanılamak için radyografik incelemeye rutin olarak başvurulmaktadır (Beyaztaş, Çelik ve Bütün, 2011, s.25). Travmanın radyografik özellikleri, kaza sonucu olmayan yaralanmaların tanısında belirleyici bir rol oynamaktadır (Mittal, 2016, s.109; Elifritz, Nolte, Hatch, Adolphi ve Gerrard, 2014). ÇKBT taraması, eski-yeni kemik kırıkları ve iç organ kanamalarını gösterebildiği için çocuk istismarı olgularının tanısında da yardımcıdır (Tsokos, 2006, s.355). Özellikle akciğer, beyin gibi iç organ ve yumuşak doku lezyonları da MR ile gösterilmektedir (Beyaztaş vd., 2011, s.25).

Adli diş hekimliği, adli bilimlerin hızla gelişen önemli dallarından biridir. Radyografiler ise teşhisi doğrulamak için adli diş hekimliği uygulamalarının önemli bir parçasıdır (Canger ve Arslan, 2013, s.252). Birçok nedenden dolayı hem canlıda hem de ölüde kimlik tespiti yapılması gerekmektedir (Zeyfeoğlu ve Hancı, 2001, s.375). Dental bulgular aracılığıyla kişinin yaşı, cinsiyeti ve uyruğu tespit edilmektedir (Akay, Atak ve Güngör, 2018, s.73). Herhangi bir trajik olay nedeniyle vücudun bazı kısımlarının çok zarar gördüğü için teşhis edilemediği durumlarda dişlerin sağlam kaldığı bilinmektedir (Achar, Shetty, Bayati, Joshua ve Suneja, 2015; Görmez ve Yılmaz, 2014, s.29). Röntgen tüm dental kayıtların en sağlıklı olup ölüm öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Canger ve Arslan, 2013, s.252; Koçak ve Aktaş, 2011, s.27; Tarani, Kamakshi, Naik ve Sodhi, 2016, s.59). Adli diş hekimliği alanında önceleri intraoral ve ekstraoral radyografiler kullanılırken son yıllarda bilgisayarlı tomografiler de kullanılmaya başlanmıştır (Canger ve Arslan, 2013, s.252). ÇKBT gibi modaliteler postmortem dental taramaları kısa bir sürede gerçekleştirmektedir (Achar vd., 2015).

Adli araştırmalarda ısıruk izleri de parmak izleri gibi eşsizdir ve pozitif kimliklendirme yapmak için sıklıkla kullanılmaktadır (Karadayı, Afşin ve Bekcan, 2015, s.38). 3D yöntemler ısıruk izleri analizinin doğruluğunun artmasına olanak vermektedir ve bu izleri değerlendiren uzmanın etkisini giderek azaltmaktadır (Ca-

rewab ve Errickson, 2019, s.24; Sarıtaş, 2015). Tüm bu nedenlerle geliştirilecek görüntüleme teknolojileri ve adli görüntü data bankaları, adli incelemelere önemli katkılar sağlayabilecektir.

## Yöntem

Literatür taraması yoluyla gerçekleştirilen bu sistematik derleme çalışmasında alanyazına girmiş konu ile ilgili özgün araştırma makalesi, sistematik derleme ve olgu inceleme raporları vb. bilimsel yayınlardan yararlanılmıştır. Çalışmada literatür tarama yöntemi kullanılmıştır. 1985 ve 2019 yılları arasında yayınlanan araştırmalara ulaşmak için PubMed, Google Scholar ve Ulakbim veri tabanları taranmıştır. Tarama yapılırken ‘‘adli radyoloji’’, ‘‘postmortem görüntüleme’’, ‘‘virtopsi’’ ve ‘‘adli diş hekimliği’’ anahtar sözcükleri Türkçe ve İngilizce olarak kullanılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda 54 çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir. Araştırmaların dahil edilme kriterleri **Tablo 1**’de, anahtar kelimelerin Türkçe ve İngilizce olarak taranması ile ulaşılan makale sayısı **Tablo 2**’de ve değerlendirmeye alınan makale sayısı **Tablo 3**’de yer almaktadır.

**Tablo 1:** Araştırmaların dahil edilme kriterleri

1.	1985 ve 2019 yılları arasında yayınlanan araştırma makalesi, sistematik derleme ya da olgu inceleme raporları olması.
2.	Araştırmaların Türkçe veya İngilizce yayınlanmış olmaları.
3.	Araştırmaların özetine veya tam metnine online olarak ulaşılabilmesi.
4.	Yapılan çalışmalarda sadece insana ait biyolojik örneklerin incelenmiş olması.
5.	Ante-mortem ya da post-mortem araştırma olması.

**Tablo 2:** Anahtar kelimelerin Türkçe ve İngilizce olarak taranması ile ulaşılan makale sayısı

Veri Tabanı	Adli Radyoloji	Postmortem Görüntüleme	Virtopsi	Adli Diş Hekimliği
Google Scholar	70.340	212.390	2.746	26.700
Pubmed	10.219	22.761	191	1.105
Ulakbim	51	27	5	47

**Tablo 3:** Değerlendirmeye alınan makale sayısı

Veri Tabanı	Araştırma Makalesi	Olgu İnceleme Raporu	Derleme
Google Scholar	2	4	31
Pubmed	4	2	8
Ulakbim	-	1	2

## Bulgular

Yapılan literatür incelemesinde toplam 54 sayıda yayın analiz edilmiştir. Bu yayınlarda adli bilimlerde görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve gelişmesinin son 5 yılda arttığı görülmüştür. Yayınların büyük çoğunluğunun, yaralanma veya hastalığın belgelendirilmesine ve insan kalıntılarının tanımlanmasına odaklandığı görülmüştür. Bugün sıklıkla başvuru post-mortem görüntüleme teknolojilerinin BT, MR ve 3D olduğu tespit edilmiştir. Görüntüleme teknikleri kullanılarak doğru tanıya götüren çalışmalar **Tablo 4** 'te özetlenmiştir.

**Tablo 4:** Doğru tanıya götüren radyolojik araştırmalar

Çalışmanın Amacı	Çalışılan Biyolojik Örnek	Çalışılan Örnek Sayısı	Çalışılan Örneklerin Yaş Aralığı	Çalışılan Radyolojik Yöntem	Sonuç	Referans
Kimliklendirme	<b>İnsan Dişi</b>	1 Kadın	-	Radyografi	Genç kızın kimliği diş hekimlerinin röntgen kayıtları sayesinde tespit edilmiştir.	Yaşar vd., 2001
Kimliklendirme	<b>İnsan İskeleti</b>	1 Kadın	-	Radyografi	Antemortem ve postmortem radyografi karşılaştırmasının kimliklendirmede önemli olduğu ortaya konmuştur.	Koçak vd., 2013
Cinsiyet Tayini	<b>İnsan Pelvisi</b>	25 Kadın 25 Erkek	28-65 (Kadın) 20-63 (Erkek)	BT	Pelvisin cinsiyet tayini için güvenilir bir gösterge olduğu rapor edilmiştir.	Gülhan vd., 2018

Sert ve Yumuşak Doku Ölçümleri	<b>İnsan Kadavra Kafası</b>	5 Kadavra kafası	-	BT	Üç boyutlu BT kullanılarak sert ve yumuşak doku ölçümlerinin hassas bir şekilde yapılabileceği gösterilmiştir.	Rocha vd., 2003
<b>Çoklu Atipik Vertebra Kırıklarının Araştırılması</b>	<b>İnsan vertebra</b>	3 Kadın	-	MR	3 olguda da çoklu vertebra kırığı tespit edilmiştir.	Akkaya vd., 2012
Olayın Yeniden Canlandırılması	<b>İnsan</b>	1 Kadın, 1 Erkek	-	Fotogrametri ve 3D lazer görüntüleme yöntemi	3D lazer görüntüleme yöntemi olay yeniden canlandırılması sağlanmıştır.	Buck vd., 2013
Kas yaralanmasının saptanması	<b>İnsan kası</b>	2 Erkek	31 ve 40 yaşında	MR	<b>İncelemelerde kas yaralanması saptanmıştır.</b>	Aydın vd., 2012

Başlıca travmatik yaralanmaları araştırmak için BT, kalp-damar ve beyin hastalıklarını değerlendirmek için MR ve insan kalıntılarını değerlendirmek için de radyograflerin kullanıldığı rapor edilmiştir (Baglivo vd., 2013, s.3). Ancak belirtilen görüntüleme tekniklerinin pahalı olması, uygulamalarındaki sınırlamalar ve sonuçlarının değerlendirilmesi için deneyimli radyoloğa ihtiyaç duyulması gibi nedenlerden dolayı adli çalışmalarda çok fazla kullanılmadığı tespit edilmiştir. BT, MR ve radyografler dışındaki tekniklerden nadir olarak yararlanıldığı ve bu tekniklerin geliştirilmekte olduğu görülmüştür. Dünya çapında 40'dan fazla ülkenin adli radyolojinin geliştirilmesine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Hem deneysel çalışmalar hem de vaka analizleri aracılığıyla dijital görüntüleme tekniklerinin avantajları ve sınırlamalarının anlaşılmasında ilerleme kaydedildiği belirlenmiştir.

## Tartışma ve Sonuç

Adli radyolojinin adli bilimler alanında dünya çapında hızla önem kazandığı dikkat çekmektedir. Görüntüleme teknikleri adli bilimlerde güçlü bir araçtır (Kahana, 1999). Hukuk mahkemesinde hem mesleğe yabancıların hem de uzmanların anlayabileceği şekilde ölüm nedeninin görselleştirilmesi post-mortem radyolojik yöntemler ile gerçekteştirilebilmektedir (Çelik vd., 2012, s.124). Çeşitli radyolojik teknolojiler sayesinde iskelet sistemi, dişler, yumuşak dokular, vasküler sistem ve vücut yüzeyi görüntülenebilmektedir. Elde edilen ante-mortem görüntüler kayıt altına alınabilmekte ve post-mortem görüntüler ile karşılaştırma yapılarak

cesedin kimliğine ya da ölüm nedenine ulaşılabilir (Toygar vd., 2008, s.35; Zanjad ve Godbole, 2007). Koçak ve arkadaşları tarafından insan iskeletinden kimliklendirmede kemik protezlerin önemini araştıran bir olgu sunumu hazırlanmıştır. Ailesi tarafından kimliklendirilmesi için mahkemeye başvuru cesedin, vefatından önce sağ kalçasındaki kırık nedeniyle ameliyat olduğu ve protez takıldığı belgelerle mahkemeye sunulmuştur. Ancak fethi kabir yapılarak çıkarılan ceset üzerindeki makroskopik incelemede proteze rastlanmaması üzerine kemiklerin radyografileri de çekilmiştir. Ölen kişiye ait antemortem radyografi ile mezardan çıkarılan cesede ait radyografi sonuçları karşılaştırılmıştır. Mezardan çıkarılan kemiklerde herhangi bir protez, ortez vida ya da metal cisim olmadığı ve her iki femur başının yerinde olduğu saptanmıştır. Radyografik yöntemlerle cesedin kimliklendirilmesi yapılarak incelenen cesedin araştırılan ceset olmadığı tespit edilmiştir ve DNA incelemesine gerek görülmemiştir (Koçak, Yağan, Özer ve Kaçar, 2013, s.25).

Pelvis'ten radyolojik yöntemler ile cinsiyet tayini amacıyla yapılan bir çalışmada 50 hastanın (25 erkek ve 25 kadın) BT görüntüleri alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarının literatürdeki önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür ve pelvisin cinsiyet tayini için güvenilir bir gösterge olduğu sonucuna varılmıştır (Gülhan, 2018, s.53).

Radyografiler, teşhisi doğrulamak için adli diş hekimliği uygulamalarının da önemli bir parçasıdır. 1960 yılındaki bir deniz kazasında gemide yanan bir genç kızın kimliği, diş hekiminin kayıtları ve araştırmaları sonucu azı dişindeki amalgam dolgu sayesinde tespit edilmiştir (Yaşar, Hancı ve Afşin, 2001, s.450). Rocha ve arkadaşları tarafından kadavra kafaları kullanılarak yapılan bir çalışmada üç boyutlu BT kullanılarak sert ve yumuşak doku ölçümlerinin hassas bir şekilde yapılabileceği gösterilmiştir (Rocha Sdos, Ramos ve Cavalcanti, 2003, s.24). Farrell ve arkadaşları şüphelilerden elde ettikleri modellerden aldıkları aksiyel BT kesit görüntüleri ile ısırık izlerinin karşılaştırılmasına dayanan çalışmalarında; BT ile hassas sonuçlar elde ettiklerini, bu metodun zor olguların çözümünde yararlı olabileceğini ifade etmişlerdir (Farrell, Rawson, Steffens ve Stephens, 1987, s.266). Kirschhoff ve arkadaşları ise çalışmalarında üç boyutlu yeniden canlandırmanın adli olgularda dental durumun ortaya konmasında ilginç ve ümit vaat eden sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca metalik restorasyon artefaktları içermesi ve pahalı bir sistem olmasından dolayı BT yönteminin olumsuz yönlerine de dikkat çekilmiştir (Kirchhoff vd., 2008, s.471).

Radyolojik incelemeler, travma sonrası dönemde yumuşak doku, iç organ ve kemik yaralanmanın varlığını ve derecesini göstermesi açısından önemlidir (Aydın, Akın, Öztürk ve Yavuz, 2017, s.92). BT ve MR tekniklerinin kullanımı son zamanlarda iç organlardaki ölüm sonrası değişiklikleri araştırmak için potansiyel bir araç haline gelmiştir (Guglielmi ve Nasuto, 2014).

MR, BT ile karşılaştırıldığında; yumuşak doku yaralanmaları, organ travmaları, travmatik olmayan patolojilerde daha duyarlı olup spesifik sonuçlar vermekte-

dir (Toygar vd., 2008, s.35). BT ile yapılan tüm vücut taramaları uzun bir zaman alırken ÇKBT bir kaç dakikada tüm vücut yüzeyini taramaktadır (Sarıtaş, 2015). Thali ve arkadaşları tarafından post mortem ÇKBT ve MR kullanılarak 40 olgu üzerinde yapılan bir çalışmada; olguların %55'inin ölüm nedeni görüntüleme teknikleri kullanılarak tespit edilmiştir ve belirtilen yöntemlerin kranial iskelet veya doku travmasının değerlendirilmesinde otopsiye üstün olduğu bildirilmiştir (Toygar vd, 2008, s.35).

Otopsi sırasında, servikal bölgenin diseksiyonunda meydana gelebilecek ve yanlış yorumlara neden olabilecek artefaktların, post mortem ÇKBT ve MR ile giderilebileceği rapor edilmiştir (Çelik vd., 2012, s.124). Otopside yumuşak doku amfizemi, pnömosfali, pnömotoraks, pnömomediastinum ve kalp içindeki hava gözden kaçmaktadır. Çok küçük miktardaki havayı bile saptayan ÇKBT, bu yönden otopside üstündür (Aghayev, Christe ve Sonnenschein, 2008, s.20; Flach, Thali ve Germerott, 2014, s.202). Otopside rutin diseksiyon yapılmayan yüz bölgesinde maksillofasiyal kırıklar, paranasal sinüsler içindeki kanama, sıvı birikimleri, kitle gibi lezyonlar ve vertebra kırıkları ÇKBT ile kolaylıkla tespit edilebilir (Bolliger, Thali ve Ross, 2008, s.273). Asılarda boyun bölgesine ani, yoğun bir güç uygulanması nedeniyle meydana gelen servikal vertebraların özellikle orta bölümlerindeki kırık, atlanto-oksipital eklemdeki dislokasyon ve kırık, medulla spinalis lezyonları postmortem ÇKBT ile saptanabilmektedir (Tsokos, 2006, s.355). Suda boğulmaya bağlı ölümlerde trakea, nazofarenks, ana bronşlar ve suda boğulmanın bir bulgusu olarak ele alınabilen paranasal sinüslerde sıvının varlığı postmortem ÇKBT ile tespit edilebilmektedir (Çelik vd., 2012, s.124).

Son zamanlarda özellikle kas-iskelet sistemi, kardiyovasküler ve anjiyografik alanlar, çocuk istismarı ve yaş tayini gibi adli araştırmalarda MR görüntüleme kullanımı artmıştır (Clemente, Tegola, Mattera ve Guglielmi, 2017, s.1). Akkaya ve arkadaşları tarafından 2012 yılında yapılan bir çalışmada travmatik çoklu atipik vertebra kırıklarında MR görüntülemenin adli tıbbi önemi ortaya konulmuştur. Yüksekten düşme, darp ve trafik kazası öyküleriyle sağlık kuruluşlarına başvuran üç kadın olgunun yapılan muayeneleri sonucu; sırt ve bel ağrıları nedeniyle önce torakolomber AP/L direkt grafileri çekilmiştir. İncelenen grafilerde bir olguda şüpheli vertebra kırığı izlenmiş, diğer iki olguda kırık izlenmemiştir. Hastaların ağrı şikayetlerinin devam etmesi üzerine radyoloji uzmanı incelemeleri sonrası çekilen MR görüntüleme; her üç olgunun da vertebralarında çoklu atipik kırıklar olduğu tespit edilmiş, medulla spinalis hasarı izlenmemiştir. Her üç olgunun da adli raporlarına "saptanan kırıkların müştereken hayat fonksiyonlarını da ağır derecede etkileyecek nitelikte olduğu" şeklinde belirtilmiştir. Bu vakalarda sadece direkt grafiler çekilerek tetkik ve tedaviler uygulanmış olsa adli raporlara vücutta kemik kırığının olmadığı yönünde görüş bildirilecekti. Bu durum, ileri tetkiklerin, bilhassa MR görüntüleme yönteminin, adli tıp uygulamalarındaki önemini göstermektedir. Fakat böylesi ileri görüntüleme teknikleri maliyet, eğitim ve sınırlı erişimden dolayı adli tıpta yaygın olarak kullanılamamaktadır (Akkaya vd., 2012).



Günümüzde 3D görüntüleme adli bilimlerde büyük ölçüde iskelet elemanlarının kopyalanmasında kullanılmaktadır. Buck ve arkadaşları fotogrametri ve 3D lazer görüntüleme yöntemleri ile araba çarpan bir bireyin vaka örneğini kullanarak olayın yeniden canlandırılmasını sağlamışlardır (Buck, Naether, Räss, Jackowski ve Thali, 2013,s.75)

Radyolojik metodlar otopsi işleminde zor ulaşılan ve zor kesi atılan bölgelerin kolaylıkla incelenmesine olanak sağlamaktadır (Chen, 2017, s.75). Adli olgularda yumuşak doku yaralanması, retinal kanama ve derinin elektrik yaralanmaları mikro-MR ile değerlendirilebilmektedir. Non-invaziv bir teknik olan mikro görüntülemenin, zamanla postmortem histolojik incelemenin yerini alabileceği ileri sürülmektedir. Bu yeni kesitsel radyolojik mikro görüntüleme yöntemleri ile adli histopatolojide virtual histolojiye götürecek karşılaştırılabilir etkilerin olacağı beklenmektedir (Thali, Dirnhofner ve Becker, 2004, s.1131; Thali, Jackowski ve Oesterhelweg, 2007, s.100). Cesetlerin ÇKBT ile tüm beden görüntülenmesi candan çok daha fazla ayrıntılı yapılmasına, ayrıca enfeksiyon, toksik maddeler, radyonüklidler veya diğer biyolojik zararlı etkenlerle bulaşık cesetlerin kolayca incelenmesine olanak sağlamaktadır (Çelik vd., 2012, s.124; Uldin, 2017, s.165).

Gelecekte radyolojik otopsi teknikleri ile non-invaziv otopsi mümkün müdür? Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, radyolojik metodların çeşitli sınırlamalarından dolayı otopsiyi tamamlayıcı olarak kullanılabilceğini savunmuştur (İncesu, 2018; Sarıtaş, 2015). Ancak adli tıp dünyası, post-mortem görüntüleme teknikleri sayesinde kansız/neştersiz bir otopsinin mümkün olup olmayacağını halen merak etmektedir (Stawicki vd., 2008, s.17). Radyolojik görüntüler adli ve tıbbi otopsiye yardımcı bir yöntemdir. Sanal otopsi gelecekte ölüm sonrası incelemelerde önemli yöntemlerden biri olabilir (Kadu ve Patil, 2012, s.148).

Yapılan literatür incelemesine göre, adli bilimlerde görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve gelişmesinin son beş yılda arttığı görülmüştür (Carewab ve Errickson, 2019, s.24). Adli radyoloji, daha fazla eğitilmiş radyoloğa ihtiyaç duyulacak olan heyecan verici bir gelişen alan olarak belirtilmiştir (Daly, 2019, s.831). Adli görüntüleme modalitelerinin her biri özel avantaj ve sınırlamalara sahiptir (Carewab ve Errickson, 2019, s.24; Grabherr vd., 2017, s.52). Maliyet, eğitim ve sınırlı erişimden dolayı yaygın olarak kullanılmayan modalitelerin yakın gelecekte adli rutinde uygulanabilir olacağı ön görülmektedir. Adli radyoloji ve görüntüleme araştırmalarındaki önemli konular tartışılmaya devam etmektedir (Aalders, 2017). Geliştirilecek görüntüleme teknolojileri ve adli görüntü data bankalarının, adli incelemelere önemli katkılar sağlayacağı ön görülmektedir. Radyolojik yöntemlerin adli tıp uygulamaları açısından yeri ve öneminin uzun bir süre daha tartışılmaya devam edeceği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışmaya ışık tutan yakın zamanda kaybının üzüntüsünü yaşadığımız Kapadokya Üniversitesi Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programının değerli öğretim elemanı Öğr. Gör. şaban AKPOLAT'a teşekkür ederim. Ayrıca Kapadokya Üniversitesi'nin değerli öğretim elemanları Öğr. Gör. Gürdoğan AYDIN'a, Öğr. Gör. Ercan TÜRERER'e, Dr. Dt. Shirhan HALİLOV'a ve Prof. Dr. Vesile şENOL'a teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Aalders, M.C., Adolphi, N.L., Daly, B., Davis, G.G., De Boer, H.H., Decker, S.J., Dempers, J., Ford, J., Gerrard, C., Hofman, P.A.M., Jacobsen, C., Klein, W.M., Kubat, B., Leth, P.M., Mazuchowski, E.L., Nolte, K.B., Thali, B., Van Rijn, R.R. ve Wozniak, K. (2017). Improving Research in Forensic Radiology and Imaging; identifying the most important issues., *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, DOI: 10.1016/j.jofri.2017.01.004.
- Achar, M.S., Shetty, S.R., Bayati, S., Joshua, A. ve Suneja R. (2015). Importance of radiography in forensic odontology: A brief review, *Eur J Forensic Sci*, 2(3).
- Aghayev, E., Christe, A. ve Sonnenschein, M. (2008). Postmortem imaging of blunt chest trauma using CT and MRI: Comparison with autopsy, *Journal of Thoracic Imaging*, 23 (1), ss. 20–27.
- Akay, G., Atak, N. ve Güngör, K. (2018). Adli diş hekimliğinde dişler kullanılarak yapılan yaş tayini yöntemleri, *EÜ Diş Hek Fak Derg*, 39, ss. 73-82.
- Akkaya, H., Karbeyaz, K., Gündoğmuş, Ü.N., Kara, E., Ağırbaş, A. ve Atacan Çağlar, S. (2012). Travmatik çoklu atipik vertebra kırıklarında MR görüntülemenin adli tıbbi önemi: 3 olgu sunumu, *Adli Tıp Dergisi*, 26, 3.
- Aydın, F., Akın, U., Öztürk, S. ve Yavuz, M.S. (2017). MR görüntüleme ile tespit edilen kas yaralanmasının adli tıp açısından değerlendirilmesi, *J For Med*, 31(2), ss. 92-95.
- Baglivo, M., Winklhofer S., Hatch G.M., Ampanozia M., Thalia, M. ve Ruder, T. (2013). The rise of forensic and post-mortem radiology—Analysis of the literature between the year 2000 and 2011, *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 1, ss. 3-9.
- Beyaztaş, F.Y., Çelik, M. ve Bütün, C. (2011). Çocuk istismarı tanısında görüntüleme yöntemlerinin değeri, *Adli Tıp Bülteni*, 16(1), ss. 25-31.
- Bolliger, S., Thali, M.J. ve Ross, S. (2008). Virtual autopsy using imaging: bridging radiologic and forensic sciences. A review of the Virtopsy and similar projects, *European Radiology*, 18 (2), ss. 273–282.
- Buck, U., Naether, S., Räss, B., Jackowski, C. ve Thali, M.J. (2013). Accident or homicide – virtual crime scene reconstruction using 3D methods, *Forensic Sci Int*, 225 (1–3), ss. 75–84.
- Canger, E.M. ve Arslan, S. (2013). Adli diş hekimliğinde radyolojinin kullanımı, *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg*, 23(1), ss. 252-260.
- Carewab R.M. ve Errickson D. (2019). Imaging in forensic science: Five years on, *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 16, ss. 24-33.
- Celik, M., Beyaztas, F.Y. ve Bütün, C. (2012). Virtopsinin adli otopsideki yeri ve önemi, *J For Med*, 26(2), ss. 124-133.

- Chen, Y. (2017). State of the art in post-mortem forensic imaging in China. *Forensic Sciences Research*, 2(2), ss. 75–84.
- Clemente, M.A., Tegola, L.L., Mattera, M. ve Guglielmi, G. (2017). Forensic radiology: An update, *Journal of the Belgian Society of Radiology*, 21, ss. 1–4.
- Daly, B. (2019). Forensic Radiology: An exciting and developing field that needs more trained radiologists. *Academic Radiology*, 26 (6), ss. 831-832.
- Decker, S.J., Braileanu, M., Dey, C., Lenchik, L., Pickup, M., Powell, J. ve Probyn L. (2019). Forensic radiology: A primer. *Acad Radiol.*, 26 (6), ss. 820-830.
- Elifritz, J.M., Nolte, K.B., Hatch, G.M., Adolphi, N.L. ve Gerrard C. (2014). Forensic radiology. *Pathobiology of Human Disease: A Dynamic Encyclopedia of Disease Mechanisms*.
- Farrell, W.L., Rawson, R.D., Steffens, R.S. ve Stephens D. (1987). Computerized axial tomography as an aid in bite mark analysis: a case report, *J Forensic Sci*, 32, ss. 266-272.
- Flach, P.M., Thali, M.J. ve Germerott, T. (2014). Times have changed! Forensic radiology—A new challenge for radiology and forensic pathology. *AJR*, 202.
- Grabherr, S., Egger, C., Vilarino, R., Campana, L., Jotterand, M ve Dedouita F. (2017). Modern post-mortem imaging: an update on recent developments, *Forensic Sci Res.*, 2(2), ss. 52–64.
- Görmez, Ö. ve Yılmaz, H.H. (2014). Kimliklendirmede dental değerlendirilmenin önemi, *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.*, 21(1), ss. 29-34.
- Guglielmi, G., Nasuto, M. ve Pinto, A. (2015). Forensic and medico-legal radiology: challenges, issues and new perspectives, *Radiol med*, 120, ss. 777–778.
- Guglielmi, G. ve Nasuto, M. (2014). Forensic radiology special feature: preface, *Br J Radiol*, 87:20140153.
- Gülhan, Ö. (2018). Pelvis’ ten radyolojik yöntemler ile cinsiyet tayini: Türkiye örnekleme. *Antropoloji*, 36, ss. 53-69.
- İncesu, E. (2018).Virtopsi hakkında neler biliyoruz?, *Sağ Aka Dergisi*, 5, ss. 234-237.
- Kadu, S. ve Patil, V. (2012). Forensic radiology in India: Current trends. *Indian Journal of Basic & Applied Medical Research*, 2(1), ss. 148-152.
- Kahana, T. ve Hiss, J. (1999). Forensic radiology. *Forensic Pathology Reviews*, 3.
- Karayay, B., Afşin, H., Bekcan, M. (2015). Adli diş hekimliğinin adli bilimlerdeki rolü- Bölüm 2: Isırık izleri, cinsiyet tespiti, dişten DNA analizi, dudak-damak izleri ve travma zararları. *Adli Tıp Dergisi*, 29(1), ss. 38-47.
- Karapirli, M. (2016). Ateşli Silah Yaralanmalarına Adli Tıbbi Yaklaşım. *Derman Tıbbi Yayıncılık*, DOI:10.4328/DERMAN.4412.
- Kirchhoff, S., Fischer, F., Lindemaier, G., Herzog, P., Kirchhoff, C., Becker, C., Bark, J., Reiser, M.F. ve Eisenmenger, W. (2008). Is post-mortem CT of the dentition adequate for correct forensic identification?: comparison of dental computed tomography and visual dental record ? *Int J Legal Med*, 122, ss. 471-479.
- Koçak, A. ve Aktaş E.Ö. (2011). Diş hekimleri ve diş hekimliği öğrencileri için adli tıp, Ed. Koçak A, İzmir. Ankara Prof. Dr. Tunalı İ. Adli Tıp.Yarı-Açık Cezaevi Matbaası, ss.27-31.
- Koçak, U., Yağan, M., Özer, E. ve Kaçar E. (2013). İnsan iskeletinden kimliklendirmede kemik protezlerinin önemi: olgu sunumu. *Adli Tıp Bülteni*, 18(1), ss. 25-30.
- Lee, S.S., Choi, J.H., Yoon, C.L., Kim, C.Y. ve Shin, K.J. (2004). The diversity of dental

- patterns in the orthopantomography and its significance in human identification, *J Forensic Sci*, 49, ss. 784-786.
- Lo Re, G., Salerno, S., Terranova, M.C., Argo, A., Lo Casto, A., Zerbo, S. ve Lagalla, R. (2018). Virtopsy and living individuals evaluation using computed tomography in forensic diagnostic imaging. *Semin Ultrasound CT MRI*, 40, ss. 67-78.
- Mehder Ö. (2018). Yangın olguları ve adli antropoloji. *AÜDTCF, Antropoloji Dergisi*, 35, ss. 63-81.
- Mittal, S. (2016). Importance of radiology in forensic medicine. *Indian J Appl Radiol.*, 2(1), s. 109.
- Rana, A.K. (2018). The future of forensic biology. *Journal of Biomedicine*, 3, ss.13-18.
- Rocha Sdos, S., Ramos, D.L. ve Cavalcanti Mde, G. (2003). Applicability of 3D-CT facial reconstruction for forensic individual identification. *Pesqui Odontol Bras*, 17, ss.24-28.
- Sarıtaş, M.Z. (2015). *Adli tıp uygulamalarında 3D (üç Boyutlu) teknolojinin kullanımı*, Pamukkale Üniversitesi Uzmanlık Tezi, Denizli.
- Stawicki, S.P., Aggrawal, A., Dean, A.J., Bahner, D.A., Steinberg, S.M. ve Hoey, B.A. (2008). Postmortem use of advanced imaging techniques: Is autopsy going digital?, *OPUS 12 Scientist*, 2(4), ss. 17-26.
- Singal K. (2015). History and modalities of forensic radiology: A review. *Austin J Forensic Sci Criminol.*, 2(5), s. 1040.
- Tarani, S., Kamakshi, S.S., Naik, V. ve Sodhi A. (2016). Forensic radiology: An emerging science. *Journal of Advanced Clinical & Research Insights*, 4, ss. 59–63.
- Thali, M.J., Dirnhofer, R. and Becker, R. (2004). Is ‘virtual histology’ the next step after ‘virtual autopsy’? Magnetic resonance microscopy in forensic medicine. *Magn Reson Imaging*, 22, ss. 1131–1138.
- Thali, M., Jackowski, C. and Oesterhelweg, L.(2007). Virtopsy-the swiss virtual autopsy ap-proach. *Legal Medicine*, 9 (2), ss. 100–104.
- Toygır, M., Tuğcu, H., Örs, F., Sanal, H.T., Safalı M. ve Somuncu, İ. (2008). Ası sonucu bir ölüm olgusunda, manyetik rezonans ve bilgisayarlı tomografi görüntüleme yöntemlerinin postmortem kullanılabilirliği. *Türkiye Klinikleri J Foren Med*, 5, ss. 35-38.
- Tsokos M. (2006). *Forensic pathology reviews*. Totowa, NJ, USA: Humana Press Inc, 4, ss. 355–404.
- Uldin, T. (2017). Virtual anthropology – a brief review of the literature and history of computed Tomography. *Forensic Sciences Research*, 2(4), ss. 165–173.
- Weiss, D., Mcleod-Henning, D. ve Waltke, H. (2018). Using advanced imaging technologies to enhance autopsy practices. *NIJ*, ss. 279.
- Viner M. (2018). Overview of advances in forensic radiological methods of human identification. *New Perspectives in Forensic Human Skeletal Identification*, ss. 217-226.
- Yaşar, F., Hancı, İ.H. ve Afşın, H. (2001). Adli diş hekimliği. *Sted*, 10(12), s. 450.
- Yaşar Teke, H., Duran, S. ve Bilge, Y. (2017). Radyolojik metotların adli antropolojide kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Foren Med-Special Topics*, 3(1), ss. 108-112.
- Zanjad, N.P. ve Godbole, H.V. (2007). X- Ray examination-A good tool for identification in decomposed body: A case report. *JIAFM*, s. 29(4).
- Zeyfeoğlu, Y ve Hancı İ.H. (2001). İnsanlarda kimlik tespiti. *Sted*, 10(10), s. 375.

## OLGU SUNUMU

### Üste Karalama Sureti ile Maskelenen Yazının Görüntü İşleme Algoritması Yardımıyla Görünür Hale Getirilmesi

Serkan Karagöz\*, Nergis Cantürk\*\*

Öz: Beyaz bir zemin üzerine yazılmış bir yazının üzerinin farklı renkli kalemle karalanması olay yerinde bulunması muhtemel bir bulgudur. Bu çalışma da, sayısal görüntü işleme olanaklarından istifade ile söz konusu bulgudaki yazıyı ortaya çıkarmak için sayısal süzgeç tasarımı yapılmıştır. Sayısal görüntü işleme, matematiksel olarak oluşturulmuş süzgeçler aracılığıyla mevcut görüntüden amaca uygun yeni görüntünün oluşturulmasını sağlayan her türlü işlem olarak tanımlanabilir. Ayrıca sayısal görüntü işleme kavramıyla paralel olarak görüntü iyileştirme kavramı da sıklıkla kullanılmaktadır ve görüntünün görsel algısını geliştirmeyi amaçlayan her türlü işlem olarak tanımlanabilir. İyileştirmenin başarısı, bozucu etkinin niteliğine ve doğru teşhis edilmesine bağlıdır. Bozucu etkiler genel olarak, negatif filmde taranmış ise grenlerin yaratmış olduğu gürültüler, sayısal görüntü yakalama aygıtlarının (CCD, CMOS gibi) yaratmış olduğu gürültüler, verinin iletimi esnasında oluşan gürültüler, objenin hareketli olması ya da kamera odaklama hatasından kaynaklı bulanıklık, hava durumu, yetersiz pozlanma gibi etkenlerden kaynaklı detay kayıpları, çekim yapılan ortamın ışık koşullarından kaynaklı pozlanma hataları olarak sıralanabilir. İnceleme konusu olguda yer alan farklı renkli kalemlerle yapılmış çizimlerin bir birinden ayrıştırılması için oluşturulan süzgeçte sayısal görüntü işlemenin temel kavramlarından yararlanılmıştır. Adli amaçlı yazılmış paket programları da benzer algoritmalarla yazılmaktadır. Ancak bozucu etkilerin matematiksel olarak doğru hesaplanabilmesi için görüntü inceleme uzmanlarının algoritma tasarım sürecine hâkim olmasının önem arz ettiği değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Olay Yeri, Sayısal Görüntü İşleme, Adli Yazılımlar

\* MSc, Jandarma Genel Komutanlığı, Şırnak İl Jandarma Komutanlığı, skaragoz78@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7023-8602,

\*\* Prof. Dr. Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, nergiscanturk@yahoo.com, ORCID: 0000-0001-8739-0723

**CASE REPORT**  
**Making the Text Masked by Scribbling on Top Visible  
with the Help of Image Processing Algorithm**

**Serkan Karagöz, Nergis Cantürk**

**Abstract** It is a possible finding to be found at the scene of an article written on a white background with different colored inks. In this study, a digital filter design was made to reveal the text in the aforementioned finding by using digital image processing possibilities. Digital image processing can be defined as any process that enables the creation of a new image suitable for the purpose from the existing image through mathematically created filters. In addition, the concept of image enhancement is frequently used in parallel with the concept of digital image processing and can be defined as any process aimed at improving the visual perception of the image. The success of the recovery depends on the nature of the interference and its correct diagnosis. Disruptive effects are generally can be listed as, if scanned from negative film, the noise created by digital image capture devices (such as CCD,CMOS), the noise generated during the transmission of data, the motion of the object or the blur due to camera focus error, weather conditions, inadequate exposure, exposure errors caused by the light conditions. The basic concepts of digital image processing were used in the filter created to separate the drawings made with different colored pencils in the case under investigation. Package programs written for forensic purposes are also written with similar algorithms. However, it is considered that it is important that image examiners have a command of the algorithm design process in order to calculate the disruptive factors mathematically correctly.

**Keywords:** Crime Scene, Digital Image Processing, Forensic Softwares



## Giriş

Adli Görüntü İncelemeleri kapsamında sıklıkla rastlanan Video/Görüntü işleme taleplerinin karşılanması amacıyla günümüz bilgisayar teknolojisinden azami istifade edilmektedir. Sayısal görüntü işleme, matematiksel olarak oluşturulmuş süzgeçler aracılığıyla mevcut görüntüden amaca uygun yeni görüntünün oluşturulmasını sağlayan her türlü işlem olarak tanımlanabilir. (ENFSI, 2018)

Ayrıca sayısal görüntü işleme kavramıyla paralel olarak görüntü iyileştirme kavramı da sıklıkla kullanılmaktadır ve görüntünün görsel algısını geliştirmeyi amaçlayan her türlü işlem olarak tanımlanabilir. (SWGIT, 2010)

Görüntü, herhangi bir nesnenin mercekle, ayna vb. araçlarla oluşturulan biçimi olarak tanımlanır. (www.tdk.gov.tr, 2020) Çalışmamızda ise görüntü, ister bir fotoğraf isterse bir film karesi olsun kameranın kadrına giren konunun sabitlenmiş hali olarak ele alınacaktır. Bu kapsamda görüntü, belgelenmek istenen konudan yansıyan ışığın duyarlı yüzey üstüne düşürülmesi ve sabitlenmesi ile elde edilir.

İnceleme konusu olguda yer alan farklı renkli kalemlerle yapılmış çizimlerin bir birinden ayrıştırılması için oluşturulan süzgeçte sayısal görüntünün işleme- nin temel kavramlarından olan kanal ayırma prensibinden yararlanılmıştır. Kanal ayırma yöntemi aynı renk tonunda yapılan karalamalar için yeterli sonuç üret- mese de farklı renklerin ayrıştırılması aşamasında dikkate değer sonuçlar verdiği görülmüştür.

### 1. Görüntü İyileştirme Ve Onarma

Görüntü karesinin görsel algısını geliştirmeyi amaçlayan her türlü işlem olarak tanımlanan iyileştirme için görsel algıyı etkileyen detay kayıplarının nedeni iyi analiz edilmelidir. Bozucu etkiler görüntünün kaydedildiği ortam ve kayıt cihazına bağlı olarak farklılık gösterebilir. İyileştirmenin başarısı, bozucu etkinin niteliğine ve doğru teşhis edilmesine bağlıdır. (MATLAB, 2002) Bozucu etkiler genel olarak,

- Negatif filmde taranmış ise grenlerin yaratmış olduğu gürültüler,
- Sayısal görüntü yakalama aygıtlarının (CCD, CMOS gibi) yaratmış olduğu gürültüler,
- Verinin iletimi esnasında oluşan gürültüler,
- Objenin hareketli olması ya da kamera odaklama hatasından kaynaklı bulanıklık,
- Hava durumu, yetersiz pozlanma gibi etkenlerden kaynaklı detay kayıpları,
- Çekim yapılan ortamın ışık koşullarından kaynaklı pozlanma hataları olarak sıralanabilir.

Bozucu etkiyi ortadan kaldırmak amacıyla gürültünün kaynağına göre matematiksel algoritmalarla oluşan sayısal süzgeçlerden faydalanılmaktadır. Bu amaçla, sık kullanılan yöntem ve teknikler sırasıyla; (AMPED 5, 2019)

- Parlaklık ve karşıtlık ayarlama
- Ortalama
- Alan Ayırma
- Bulanıklık Giderme
- Keskinleştirme
- Gürültü Giderme
- Renk Kanalı Seçimi ve Eksiltmedir.

### **1.1. Parlaklık ve Karşıtlık Ayarlama**

Rengin görünüşünü etkileyen üç temel bileşen olan renk tonu (hue), renk doyumu (saturation), parlaklık (brightness) seviyelerinde yapılan ayarlamalardır.

### **1.2. Ortalama**

Özellikle kar yağışı, düşük ışık yoğunluğu gibi sebeplerden dolayı görüntü dizisinde yer alan objeler üzerinde tuz&biber gürültüsüne benzer detay kayıpları oluşabilmektedir. Gürültüyü azaltmak için birden çok görüntü karesinin ortalaması alınarak tek bir süper kare elde etmek yöntem olarak kullanılmaktadır.

### **1.3. Alan Ayırma**

Alan ayırma (Deinterlace), video karesi içinde iç içe geçmiş olan tek ve çift satırları birbirinden ayırma işlemidir.

### **1.4. Bulanıklık Giderme**

Normal çekim şartlarında kameranın net görüntü alması beklenirken hareket, odaklama ya da yüksek hava sıcaklığı/nem gibi durumlardan oluşan bulanıklığın giderilmesidir.

### **1.5. Keskinleştirme**

Görüntü içerisinde yer alan detay objelerin belirgin hale getirilmesi amacıyla uygulanan bir yöntemdir.

### **1.6. Gürültü Giderme (Noise Reduction)**

Kameranın zayıf elektrik sinyalleri gürültü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla gürültülü bir görüntüyü azaltmak için gauss ve wiener gibi süzgeçlerden istifade edilmektedir.

İnceleme konusu yazılar olay yerinde rastlanması muhtemel bulgular olup; beyaz renkli bir kâğıt yüzeyine çeşitli renklerde mürekkep ile yazılmış yazıların üzerinin çeşitli renklerde mürekkep ile karalanması suretiyle oluşturulmuştur. Kâğıda fiziksel ve kimyasal yöntemlerle herhangi bir tahrifat ve müdahalede bulunulmamıştır.

Şekil 1’de görülen inceleme konusu bulguların adli soruşturma ya da kovuşturma sürecinde yer alması durumunda üzerinde iyileştirme talep edilmesi kuvvetle muhtemeldir



### 3.1. Bulguların Renk Kanalı Eksiltme Algoritması İle İyileştirilmesi

Çalışmamızda, iyileştirme maksadıyla yapılan tüm testler için 2.2 Ghz. Intel I5-5200U işlemcisi bulunan 8Gb RAM’lik bilgisayar platformu ve algoritma tasarımı yazılım dili olarak MATLAB 2017b sürümü kullanılmıştır.

Yüksek performanslı bir teknik programlama dili olan MATLAB (Matrix Laboratory) görüntü işleme için genel olarak tercih edilen yazılımlar arasındadır. MATLAB ile algoritma geliştirme, sinyal işleme, matris ve dizi işlemleri, C, C++ ve Java ile ilişik programlama ve grafiksel kullanıcı ara yüzü (Graphical User Interface – GUI) formlu program yazma gibi sayısal işlemler kolaylıkla yürütülebilmektedir. (Uzunoğlu M., 2002)

Ayrıca “Araç Kutusu” (“Toolbox”) olarak nitelendirilen özellikleri ile program yazmaya gerek kalmadan içerdiği hazır fonksiyon dosyalarıyla; dış aygıtlarla gerçek zamanlı çalışma, M-Dosya işleme ve derleme, veri tabanı oluşturma, dijital sinyal işleme, Excel bağlantısı kurma, görüntü işleme, yapay sinir ağları modelleme gibi daha birçok işlem gerçekleştirilebilir.

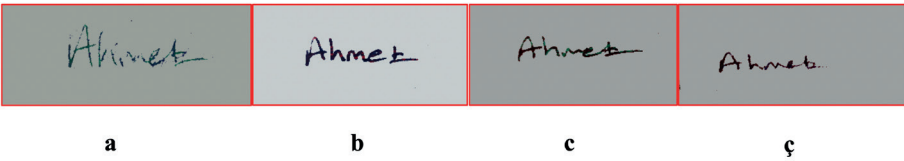
MATLAB’ın başka bir önemli noktası da kapsamlı ve geliştirilebilir bir programlama dili oluşudur. Pascal, Fortran ve C bilmeden kullanıcıların program yazabilmesini, bunları C ve C++ diline çevirebilmesini ve paket dağıtımını yapabilmesini mümkün kılar. (Hunt B.R., 2001)

Renkli mürekkeplerin görüntüden ayrıştırılabilmesi amacıyla tasarlanan algoritmalara ait kodlar Şekil-2’de sunulmuştur.

<pre> 1  %% read image 2  Image1=im2double((imread('superimpoze.jpg'))); 3  Image2=Image1; 4  a=0.6314; 5  b=0.6510; 6  c=0.6275; 7  d=0.3450; 8  for e=1:488 9      for f=1:2112 10     if Image2(e,f,3)&gt;=d 11         Image1(e,f,1)=a; 12         Image1(e,f,2)=b; 13         Image1(e,f,3)=c; 14     end 15     end 16 end 17 imwrite(Image1,'ayristirilmis.tiff'); </pre>	<pre> 1  %% read image 2  Image1=im2double((imread('superimpoze.jpg'))); 3  Image2=Image1; 4  a=0.8118; 5  b=0.8275; 6  c=0.8314; 7  d=0.3250; 8  for e=1:1600 9      for f=1:3452 10     if Image2(e,f,3)&gt;=d 11         Image1(e,f,1)=a; 12         Image1(e,f,2)=b; 13         Image1(e,f,3)=c; 14     end 15     end 16 end 17 imwrite(Image1,'ayristirilmis.tiff'); </pre>
<b>a</b>	<b>b</b>
<pre> 1  %% read image 2  Image1=im2double((imread('superimpoze.jpg'))); 3  Image2=Image1; 4  a=0.6471; 5  b=0.6549; 6  c=0.6510; 7  d=0.3000; 8  for e=1:1888 9      for f=1:3596 10     if Image2(e,f,1)&gt;=d 11         Image1(e,f,1)=a; 12         Image1(e,f,2)=b; 13         Image1(e,f,3)=c; 14     end 15     end 16 end 17 imwrite(Image1,'ayristirilmis.tiff'); </pre>	<pre> 1  %% read image 2  Image1=im2double((imread('superimpoze.jpg'))); 3  Image2=Image1; 4  a=0.6471; 5  b=0.6549; 6  c=0.6510; 7  d=0.3000; 8  for e=1:1888 9      for f=1:4395 10     if Image2(e,f,1)&gt;=d 11         Image1(e,f,1)=a; 12         Image1(e,f,2)=b; 13         Image1(e,f,3)=c; 14     end 15     end 16 end 17 imwrite(Image1,'ayristirilmis.tiff'); </pre>
<b>c</b>	<b>c</b>

Şekil 2: MATLAB Algoritmaları

Algoritmanın çalıştırılması amacıyla girdi olarak Şekil-1'deki görüntüler işlemlenmiş ve çıktı görüntü olarak Şekil-3'deki görüntüler elde edilmiştir.



Şekil-3: Algoritma Çıktıları

### 3. Sonuç

Görsel algısı bozulmuş bir görüntüden anlamlı bir görüntünün elde edilebilmesi içinse bilinmesi gereken en önemli husus bozucu etkinin ne olduğu sorusunun cevabıdır. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta ters süzgeç olarak nitelendirilebilecek bu uygulamanın her zaman sonuç veremeyeceğidir. (Fikret ARI, 2000)

Bu durumun başlıca nedenleri;

1. Sinyal/Gürültü oranının çok düşük olması sebebiyle görüntünün onarılamayacak derecede deforme olması,

2. Ortam koşullarından dolayı gürültünün hesaplanmasında ve modellenmesindeki güçlüklerdir.

Çalışmamız da bozucu etki renklerin birbirine karışması ile oluşmuştur. Söz konusu etki matematiksel olarak iyi hesaplanabilir ve modellenenirse görsel algısı bozulmuş bir görüntüden anlamlı görüntüyü elde etmek çoğu zaman mümkün olacaktır. Bu amaçla bulgulara renk kanalı eksiltme yöntemi ile süzgeç uygulanmıştır. Bulgular farklı renkli mürekkeplerden oluştuğundan etkili sonuçlar alınabilmiştir. Aynı renkler ile yapılan karalamalarda koyu renk frekansı açık renk frekansının üzerine oturacağı için sonuçlar yetersiz kalacaktır.

.Çalışma sonucunda olay yerinde karşılaşılabildiği kuvvetle muhtemel bulgular olan Şekil-1'deki görüntülerin renk kanalları üzerinde işlem yapan bir süzgeç tasarlanmış ve süzgecin modellenmesi maksadıyla sayısal görüntü kavramlarından olan renk kanalı ayırma yöntemi kullanılmıştır.

## Kaynaklar

- Adli Amaçlı Görüntü İşleme Yazılım ve Donanımı Kullanım Klavuzu (2002) (*Video Analyst-Intergraph*)
- Amped 5 Adli Amaçlı Görüntü İşleme Yazılım ve Donanımı Kullanım Kılavuzu
- Anı F. (2000) *Uyduadan Alınan Yeryüzü Görüntülerinde Oluşan Değişimlerin Algılanması*. A.Ü Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. ss.25-32
- Blitzer H. L., ve JACOBIA J. (2002). *Forensic Digital Imaging And Photography*. Academic Press.
- Buck J. R., Daniel M. M., ve Singer A.C.,(2002). *Computer Explorations In Signals and Systems Using Matlab*. Prentice-Hall Inc.
- ENFSI Best Practice Manual for Forensic Image and Video Enhancement (2018) *ENFSI-BPM-DI-02 V01-p.9*
- Halliday R., Resnick R.; ve Walker J. (1993). *Fundamentals of Physics*. 4 th Edition.38 th Chapter.
- Hunt B., Lipsman R., Rosenberg J., Coombs K., Osborn J., ve Stuck G. (2001). *A Guide to Matlab for Beginners and Experienced Users*. The Press Syndicate Of The University Of Cambridge.
- Hunt B.R., Lipsman R.L., ve Rosenberg J.M. (2001) *A Guide To MATLAB 1*. Published. UK: Cambridge University Press; s.14
- Leland B.J. (1996). *Digital Filters and Signal Processing*. University of Rhode Island. Kluwer Academic Publishers.
- Proakis J.G., ve Manolakis D.G. (1996). *Digital Signal Processing Principles, Algorithms, and Applications*. Prentice Hall.
- Redsicker D. R. (2001). *Forensic Photography Rules*. CRC Press.
- Russ J. C. (2001). *Forensic Uses Of Digital Imaging*. . CRC Press.
- Smith B.C. (1998). *Infrared Spectrum Interpretation A Systematic Approach*. Spectros Associates.

SWGIT (2004). Best Practices for Practitioners of Forensic Image-Draft Analysis. *Scientific Working Group Imaging Technology*.

SWGIT Guidelines for Image Processing (2010) V.2.1-p.3

Türk Dil Kurumu Sözlükleri. Retrieved September 14, 2020, from <https://sozluk.gov.tr/>

Uzunoğlu M., Kızıl A., ve ONAR Ö.Ç. (2002) *Kolay Anlatımı İle İleri Düzeyde MATLAB*  
1.Baskı İstanbul:Türkmen Kitabevi

Videobox Adli Amaçlı Görüntü İşleme Yazılım ve Donanımı Kullanım Kılavuzu  
(*VisionBase*)

Video Investigator Adli Amaçlı Görüntü İşleme Yazılım ve Donanımı Kullanım Kılavuzu  
(*Cognitech*).



## **Visualization of Latent Fingerprints by Aqueous Electrolytes: New Developments**

**Kulvir Singh\* , Om Prakash Jasuca\*\***

**Abstract:** Aqueous electrolytes have recently been introduced as a new chemical technique for development of latent fingerprints on various surfaces. The electrolyte solution was prepared based on the electronegativity series of the elements. The application methods such as immersion, spray, drop and gel (based) methods were applied, and the latent fingerprints were found to develop in few minutes and were permanent in nature on metal surfaces. The study was further extended to develop an aqueous electrolyte reagent (AER) which could develop latent fingerprints on different types of porous, semi-porous and non-porous surfaces. The surface independency and permanent nature of the developed fingerprints were the main advantages of this technique.

---

\* Prof. Dr., Punjabi University, Patiala India, Corresponding author, Punjabi University, Department of Forensic Science, Patiala. India. E-mail: opjasuca@gmail.com

\*\* Dr., RIMT University, Mandi Gobind garh, India

## 1. Development of Aqueous electrolytes:

An electrolyte forms charged ions when dissolved in water (polar solvent) hence termed as aqueous electrolyte such as acids, bases and inorganic salts (Silberberg, 2003). The aqueous electrolytes were introduced for detection of latent fingerprints when an enthusiastic researcher accidentally found the etched fingerprints on metal pieces which were left unintentionally in the beaker of acidic waste solution. This triggered prying leads to first report on the application of aqueous electrolytes for the development of latent fingerprints. The aqueous electrolytes as sulfuric acid and sodium hydroxide were prepared in series dilutions at different pH values and tested on metal, glass and plastic surfaces containing pre-deposited latents (Jasuja,2011, pp.215-222). The technique had shown promising developments with some inadequacies such as complexity in solution preparation and application process accompanying perilous treatment of strong acids and alkalis.

Soon after, the inorganic salts were proposed as an alternative to acids and alkali based on the electronegativity of the elements (Jasuja,2015,pp.122-136). The metathesis reactions and film formation were suggested as the possible reaction mechanism behind the development of fingerprints. The time and hazard involved in the former study were lowered to a greater extent and the technique showed quick and better development as represented in table 1. However, prerequisite of different electrolytes for different metal types had rendered the technique less feasible.

**Table 1:** The results of fingerprint development on different metals treated with different inorganic salts (Jasuja 2015).

Metal type	Inorganic salt	Optimum concentration (% <sub>w/v</sub> ) of salt	Optimum temperature (°C)	Time of development (minute/s)
Steel	Calcium Chloride	6	40	5
Aluminum	Calcium Chloride	6	40	5
Zinc	Stannous Chloride	0.25	35	1
Copper	Sodium Cobaltinitrite	2	35	1
Brass	Sodium Hydrogen Carbonate	8	55	5
Fired Cartridge Cases	Sodium Hydrogen Carbonate	8	55	5

## **2. Development of aqueous electrolyte reagent (AER):**

The surface dependency was a constant obstacle for fingermark development techniques and further study aimed to resolve the existing issue. On advancing the previous studies the following points were intended for investigation:

1. The new reagent should be surface independent.
2. The reagent should be reactive to diverse surfaces and fingermark composition.
3. The reagent should be stable over time.
4. The reagent should be non-flammable and safe to handle.
5. The reagent should be economical.
6. The reagent should be easy to prepare excluding the need of sophisticated instrumentation.
7. The reagent should be compatible with the established fingerprint development techniques.

### **2.1 Preparation and Optimization of AER:**

Further study was initiated with the above-mentioned aims and completed through rigorous study of the electronegativity series of elements. The materials used in the study have been explained elsewhere (Jasuja,2019,pp. 33-52). Many combinations of electrolytes, based on their electronegative values, were tested for the development of latents on diverse surfaces and most effective mixture of electrolytes was subsequently optimized as briefed in table 2. The concentration of each electrolyte and effect of temperature of solution were correspondingly studied and optimized. Four electrolytes had been selected to prepare a mixture of electrolytes containing the four most reactive halogens as counter ions (chloride ions, fluoride ions, bromide ions, permanganate ions) in the selected inorganic salts (calcium chloride, sodium fluoride, sodium bromide, potassium permanganate).

**Table 2:** Electrolyte combinations for formulation and optimization of AER.

Combination	Inference
1g of stannous chloride in 25 mL of distilled water + 1g of zinc chloride in 25 mL of distilled water = 50 mL of final electrolytes solution (precipitate formed)	No development on any surface
1g of stannous chloride in 25 mL of distilled water + 1 g nickel chloride in 25 mL of distilled water + 1 g copper chloride in 25 mL of distilled water + 1g aluminum chloride in 25 mL of distilled water = 100 mL of final electrolytes solution (no precipitate formed).	No development on any surface
1 g of potassium permanganate in 25 mL of distilled water + 1 g calcium chloride in 25 mL of distilled water = 50 mL of final electrolytes solution (no precipitate formed).	Development occurred on metal surfaces but not on paper, glass and plastic surfaces
1 g of potassium permanganate in 25 mL of distilled water + 1 g calcium chloride in 25 mL of distilled water + 1 g of sodium fluoride = 75 mL of final electrolytes solution (precipitate formed)	Development occurred on most of the mentioned surfaces but development was less prominent on non-metal surfaces
1 g of potassium permanganate in 25 mL of distilled water + 1 g calcium chloride in 25 mL of distilled water + 1 g of sodium fluoride + 1 g sodium bromide = 100 mL of final electrolytes solution (precipitate formed as discussed above). (Sodium fluoride was added last to the mixture)	Inconsistent development observed on all mentioned surfaces
8 g calcium chloride in 10 mL of distilled water + 4 g potassium permanganate in 35 mL of distilled water + 6 g sodium bromide in 10 mL of distilled water + 6 g sodium fluoride in 45 mL of distilled water = 100 mL final volume of the aqueous electrolytes mixture solution.	Consistent high quality development of latent fingerprints was observed

### 2.1.1 Chemical characteristics of AER:

The individual role of each electrolyte can be summed up as follow: the aqueous electrolyte calcium chloride forms calcium ions and chloride ions. The  $\text{Ca}^{2+}$  ions can form insoluble carbonate and sulphate salts and can bond to form water insoluble complexes with the fatty acids and amino acids by bidentate chelation (Bourne,1982). Whereas  $\text{Cl}^-$  ions depassivate the metal surfaces (Charng,1982). According to the chemisorptions theory, the chloride ions can abolish the passi-

vity of metals because the chloride ions have low energy of activation potential for chemisorptions. Therefore, chloride ion can easily pierce the oxide film and causes corrosion of the metal surfaces (Osipow,1962). Likewise, potassium permanganate electrolyte is a strong oxidizing agent and forms potassium ions as well as permanganate ions ( $[\text{MnO}_4^-]$ ). The sodium bromide and sodium fluoride electrolytes provide the most reactive ions of bromide ( $\text{Br}^-$ ) and fluoride ( $\text{F}^-$ ) which subsequently produced a highly reactive ion rich solution. Strikingly, aqueous electrolytes calcium chloride and sodium fluoride reacts to form white precipitates of calcium fluoride as shown in the equation below.



These white precipitates of calcium fluoride are simultaneously stained by permanganate ions in the solution (Jasuja, 2019, pp.33-52).

The individual electrolytes were not able to develop the latent fingermarks on diverse surfaces might be due to the different chemical properties of the surfaces. For instance, metal surfaces are lustrous and non-porous, plastic is a polymer, paper is a porous surface mainly made of cellulose fibers and glass is mixture of silica and other substances. Therefore, to counter the surface problem, the mixtures of electrolyte solutions were prepared which obviously have different chemical properties than the parent electrolytes and would be tested on diverse surfaces for the development of fingermarks. Many electrolyte(s) combinations were tested and the one which had shown best development on different surfaces was optimized. This mixture was named as aqueous electrolyte reagent (AER).

### 3. Mechanism of Development:

AER is a charged ion-rich solution including precipitates and other oxidizing agents. There is a continuous collisions and stochastic movements of the ions within the solution in different directions with different velocities and vibrate at their positions. These vibrations produce enough amounts of energy that permit the charged species to jump to another positions if space is available in solution (Koryta, 1993). Therefore, in AER, mixture of electrolytes of different electronegativity values were dissolved in small amount of distilled water, causing near-saturation. The densely placed ionic species produced much amount of charge (energy) due to stochastic movements and vibrations. The excess charge due to excess ions, electrons and dipoles produce the electric field. This region of excess charge is called electrical double layer where entire charge concentrates in the form of a diffuse layer. Similarly, when a substrate (which acts as a nucleation site) immersed in the reagent the charged ionic species adsorbed on the surface electrostatically as a thin film.

The main composition of AER includes ionic species and precipitates enclosed by other ionic parts. The different surfaces have different chemical and physical properties as discussed before therefore, reaction of AER can be expected to be different in nature for different surface type. For example, AER tarnished the stainless steel and nickel surfaces which means some sort of oxide film must have been formed. However, on brass surface the tarnishing effect was less prominent. On zinc metal, etching of the surface had been observed. The reagent strongly stained the polyvinyl chloride (plastic polymer) and paper surfaces but a transparent (may be oxide) film had been observed on silica rich surfaces. The present context restricts the complete possible explanations but it could safely be expressed that the technique is surface independent because it directly interacts with the fingerprint deposits. It had been confirmed by SEM-EDS analysis that differential accumulation of charged species occurred between the fingerprint residue and the background surface possibly due to the different chemical nature of both. A fingerprint is a complex matrix containing charged biomolecules, ions, fatty acids, xenobiotic materials, etc. and can attract more ionic species as compared to the background surface. This differential accumulation had been confirmed through SEM-EDS, wherein more weight and atomic percentage of elements on the fingerprint deposits was measured against the background surface (Atkins,2006) . For instance, SEM-EDS analysis of developed fingerprints on stainless-steel surface had revealed the AER composition concentrate more (such as calcium form calcium chloride/calcium fluoride, oxygen and manganese from permanganate ions, fluorine from sodium fluoride/calcium fluoride precipitates) on fingerprint's ridge deposit area as represented in the table 3 in case of stainless steel surface (Jasuja,2019, pp. 33-52).

### **3.1 Method of Development:**

Four methods of development (immersion, spray, drop, gel) had been tested for the application of AER. The test sample was immersed in or sprayed with the reagent. In drop method the surface was placed horizontally and reagent was added dropwise until it covered the whole suspected area. The gel method was particularly prepared for vertically oriented fixed surfaces such as metal door/window bars, etc. Silica gel G was mixed with the reagent and applied on the vertical oriented surfaces. The gel adhered to the surface and developed the fingerprints. The 55 g of silica gel was mixed in 100 mL of AER. Out of four method immersion and gel methods had shown the promising consistent results. While the remaining methods showed inconsistent results.



**Table 3:** SEM-EDS elemental data of a developed fingerprint on a stainless steel surface (Jasuja,2019)

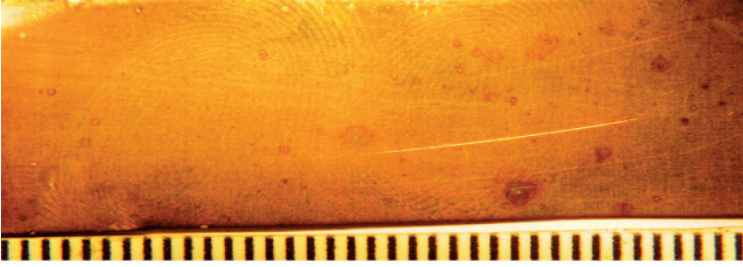
Fingerprint's ridge area			Background area		
Element	Weight %	Atomic %	Element	Weight %	Atomic %
C	2.91	33.93	Cr	0.47	21.76
O	3.80	33.26	Mn	0.42	18.56
F	3.82	28.16	Fe	1.38	59.68
Ca	0.30	1.06	<b>Total</b>	<b>2.27</b>	
Mn	0.39	0.98			
Fe	1.04	2.62			
Total	12.26				

### 3.2 Effect of temperature on AER:

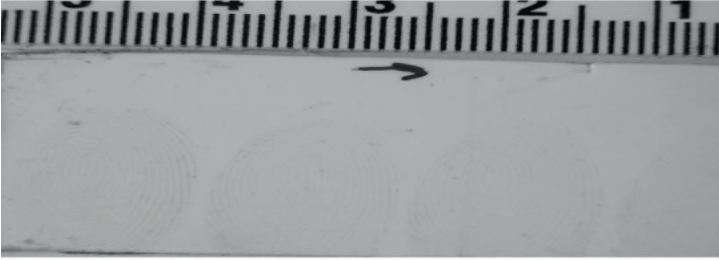
Temperature increases the reaction rate [9]. Likewise, AER was found to develop latent fingerprints in short time when heated between 50 to 55°C however, overheating overly tarnished the surface. This might be because of excessive adsorption of ions and damaged the developed fingerprint (Jasuja,2019, pp. 33-52).

### 3.3 Development of depletion series of latent fingerprints:

The sensitivity of AER has been tested using depletion series of fingerprints. The depletion series was obtained from volunteers on non-porous (steel, plastic, glass), semi-porous (varnished magazine paper) and porous (A4 paper sheet) surfaces. It has been observed that on steel surface the reagent responded up to 20<sup>th</sup> sequential mark. In case of plastic, magazine paper, and glass, the reagent responded up to 4<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> sequential fingerprint respectively (Figure 1). However, A4 paper did not show any development of depletion series of the fingerprints.



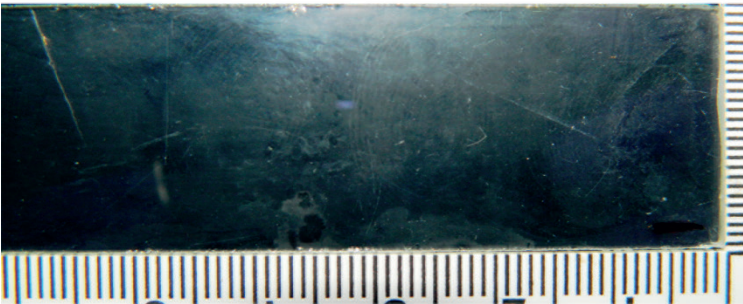
19th (left) and 20th (right) sequential fingerprints



1 to 4th sequential fingerprints



6th to 11th sequential fingerprints

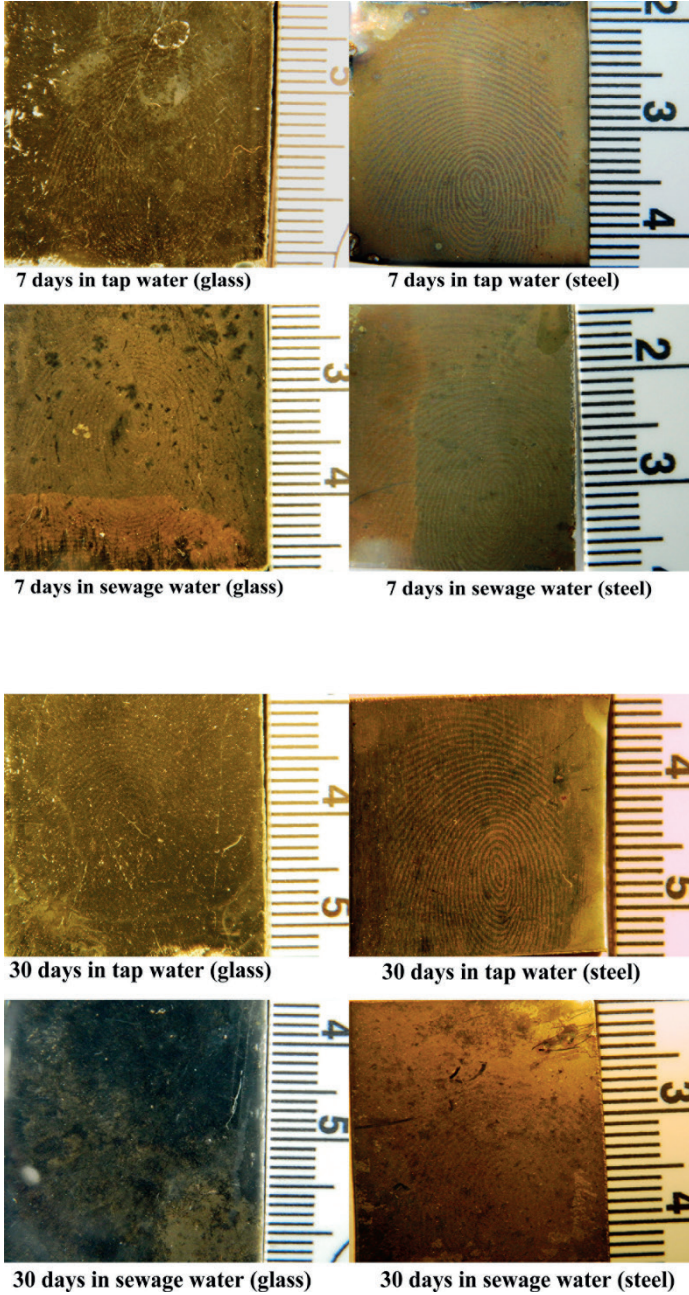


10th to 13th sequential fingerprints

**Figure 1:** Series of latent fingerprints

### **3.4 Effect of water submersion on the development of fingermarks:**

The effectiveness of AER for water submerged surfaces has been tested by keeping the stainless steel and glass surfaces in plastic containers containing tap (pH ~7.2) and sewage (pH ~7.5) water for seven days and for one month after the deposition of (natural) latent fingermarks. The sewage water was collected from the inlet (untreated sewage water) of water treatment plant at Punjabi University Patiala. The container was covered with plastic sheet to minimize the water loss through evaporation during the study. The results showed medium high quality of developed fingermarks in case of tap water submerged surfaces; while medium low quality has been observed in sewage water submerged surfaces. The fingermarks found developed with different qualities for glass and stainless steel surfaces in case of tap water submersion, as evident from figure 2. However, immersion in sewage water affected the quality of developed latent fingermarks on both the surfaces and the glass surface did not show any development in case of 30 days immersion time period (Figure 2).



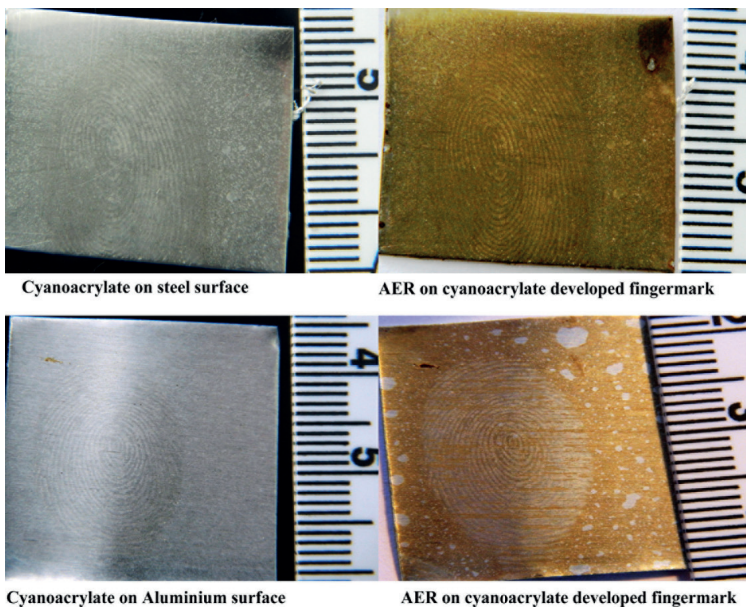
**Figure 2:** The fingerprints found developed with different qualities for glass and stainless steel surfaces in case of tap water submersion

### 3.5. The Use of AER in Sequence with Other Techniques:

Sometimes one method of fingerprint development might be failed on crime exhibits, and then the expert considered second most-relevant technique for the development of latent fingerprints. In that case if the first used technique is found to be incompatible with the subsequent used technique then the important piece of evidence would be destroyed. Therefore, AER was tested in sequence with conventional methods such as powdering, small particle reagent, cyanoacrylate and ninhydrin, as per the standard formulation (Bowman 2004). The stainless steel, aluminium and paper surfaces were used in the subsequent processing study as follow:

In pre-treatment process, the surface bearing latent fingerprints was first developed with the AER and then treated in sequence with the other techniques individually. It has been found that in sequence treatment with other techniques the developed fingerprints did not show any further enhancement.

In post-treatment process, the surfaces bearing latent fingerprints were first developed with other mentioned techniques and then treated in sequence with the AER method individually. It has been observed that post-treatment with AER did not show any effect on the performance of other techniques. However, surface background staining has been observed in the developed fingerprints. But besides the background staining, the fingerprint still hold its unique characteristics which could easily be identified (Figure 3).

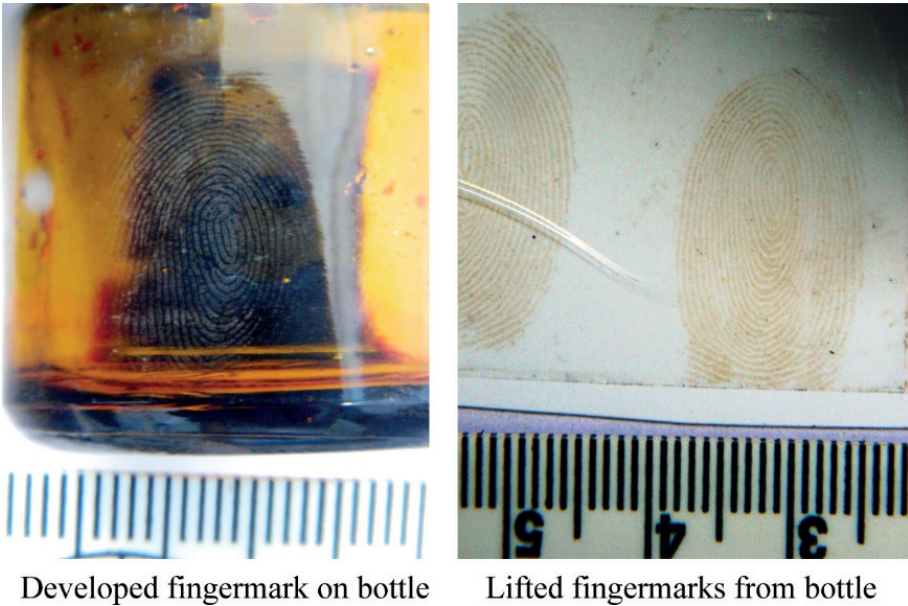


**Figure 3:** the use of AER in sequence with other techniques



### 3.6. Lifting of Developed Fingermarks from Dark Colored Surfaces:

The dark colored non-porous round surfaces showed poor contrast of the developed fingermarks. Therefore, developed fingermarks on dark colored glass and plastic surfaces were lifted with the help of transparent adhesive tape to make them useful for further studies (Figure 4).



**Figure 4:** Lifting of developed fingermarks from dark colored surfaces

### 3.7. Determination of the shelf life of the AER:

The shelf life of the AER has been tested after the storage period of one year in the conical flask with stopper at room temperature under laboratory conditions. After one year the reagent in the flask was visually observed. Few crystals of varying sizes (~ 0.2 cm to 1.5 cm) have been found at the bottom of the flask. The similar type smaller crystals were also formed when few drops of AER were dried (at room temperature) on glass slides. The reagent was then tested for the development of latent fingermarks on stainless steel surface. It has been found that the sensitivity and effectiveness of the AER was not reduced over time which was evident from the developed fingermarks of high quality on different surface. Noteworthy, crystals in the aged reagent has been observed and those could easily be re-dissolved by stirring and by gentle heating of the reagent.

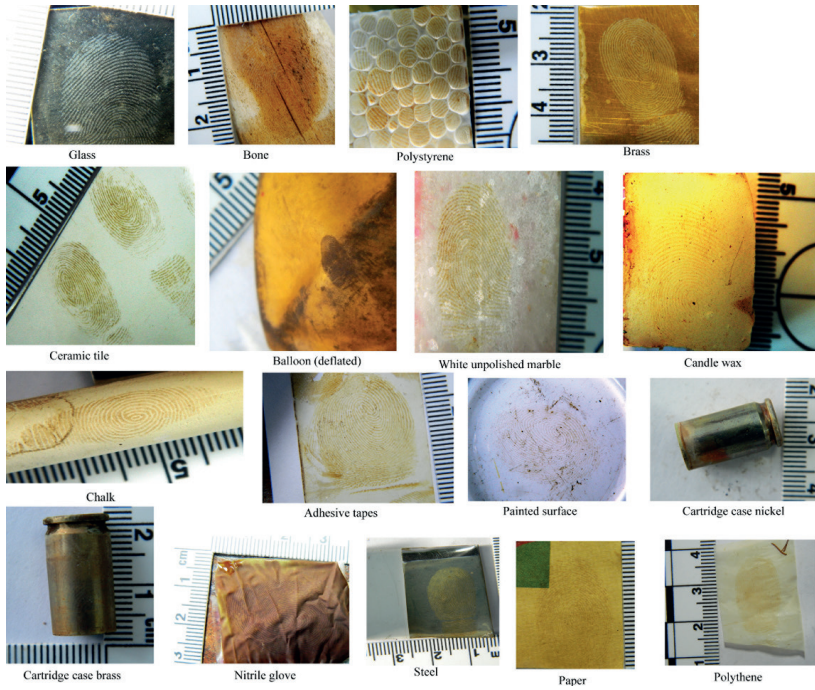


### **3.8. Matter of Concern:**

1. Paper (porous) surfaces showed inconsistent results.
2. AER could damage the coated material surfaces (such as X-ray film, photographic film, poorly coated metal surfaces, paper coated wrappers of candies).

### **4. Features of AER (Singh,2017):**

1. The AER can develop latent fingermarks on non-porous, semi-porous, porous and miscellaneous surfaces as represented in table 4 and figure 5.
2. The AER can develop aged fingermarks (3 months old) on non-porous surfaces.
3. The AER can develop latent fingermarks on (tap/ sewer water, immersed for 1-month period time) wet non-porous surfaces.
4. The AER is stable over passage of time.
5. The AER can be applied in sequence with conventional techniques such as powder, powder suspension and cyanoacrylate fuming.
6. The AER can develop latent fingermark on fired/unfired cartridge cases (brass/nickel).
7. The DNA extraction can be possible from the AER developed fingermarks.
8. The AER is surface independent and develops fingermarks of permanent nature.
9. The AER develops fingermarks of high quality in short time.
10. The AER is safe to handle, economical and easy to prepare.



**Figure 5:** the AER can develop latent fingerprints on non-porous, semi-porous, porous and miscellaneous surfaces

**Table 4:** The summarized results for fingerprint development on different surfaces by aqueous electrolyte reagent

Surface	Time of Development		Developed fingerprint Grade (SWGFAST grading scheme)
	At room temperature	Between 50° to 55°C	
Steel, Stainless steel	2 minutes	20 seconds	High
Aluminum	3 minutes	30 seconds	High
Copper, Brass	15 minutes	5 minutes	High
Iron	5 minutes	2 minutes	Medium Low
Zinc	5 minutes	2 minutes	High
Nickel	5 minutes	3 minutes	High
Galvanized iron	15 minutes	3 minutes	High
Painted metal	20 minutes	10 minutes	High
Plastics, Balloon	20 minutes	10 minutes	High
Glass	20 minutes	10 minutes	High

Polythene	20 minutes	10 minutes	High
Ceramic tiles (plain and textured)	30 minutes	15 minutes	High
White unpolished marble	20 minutes	10 minutes	High
China bone/porcelain	30 minutes	15 minutes	High
Polished granite	30 minutes	15 minutes	High
Polyvinyl chloride	20 minutes	10 minutes	High
Thermocol/polystyrene	20 minutes	10 minutes	High
Magazine papers	30 seconds	1 dip	High
Polished wood/veneer/sunmica	20 minutes	10 minutes	Medium High
Butter paper	1 minute	1 dip	Low
Thermal papers	15 seconds	1 dip	Low
Papers (A4, notebook and colored papers)	40 seconds	1 dip	Medium Low
Cardboards	20 seconds	1 dip	Low
Nitrile and latex gloves	20 seconds	2 dips	High
Bone	10 seconds	2 dips	Medium Low
Adhesive tapes	15 minutes	9 minutes	High
Candle wax	10 minutes	NR*	High
Chalk	3 minutes	4 dips	High
Crumpled aluminum foil	10 minutes	NR**	High
Cartridge case <sup>1</sup>	15 minutes	5 minutes	Medium Low
Cartridge case <sup>2</sup>	5 minutes	3 minutes	Medium Low

(Where, \*NR = not recommended because wax may start melting. \*\*NR = not recommended because reagent take time to seep into folds and creases, Cartridge case<sup>1</sup> = brass, fingermark deposited on live cartridge and then case recovered after firing, Cartridge case<sup>2</sup> = nickel, fingermark deposited on live cartridge and then case recovered after firing)

## 5. Conclusion:

The technique has shown potential to be used as a universally applicable technique and can assist the fingerprint examiners at the crime scene. The surface independency and permanency of the developed fingerprints were the added advantages of the AER technique.

## References

- Atkins, P. and de Paula, J. (2006). *Atkins' Physical Chemistry*, Eighth Edition, Oxford University Press, New York, pp. 791-822.
- Bourne, G. H., Danielli, J. F., Eldik, L. J. V., Zendegui, J. G., Marshak, D. R. and Watterson D. M. (1982). Calcium-Binding Proteins and the Molecular Basis of Calcium Action. *International Review of Cytology*, 77, pp. 1-66.
- Bowman, V., Editor, (2004) *Manual of fingerprint development techniques*, Second Edition, (second revision), Home Office: Police Scientific Development Branch, Sandridge, UK.
- Charg, T. and Lansing, F. (1982). *Review of corrosion causes and corrosion control in a technical facility*. NASA technical report. TDA progress report pp. 42-69.
- Jasuja, O. P., Singh, G. and Almog, J. (2011). Development of latent fingerprints by aqueous electrolytes. *Forensic Science International*. 207, pp. 215–222.
- Jasuja, O. P., Singh, K., Kumar, P. and Singh, G. (2015). Development of latent fingerprints by aqueous electrolytes on metallic surfaces- further studies. *Canadian Society of Forensic Science Journal*. 48 (3), pp.122-136.
- Jasuja, O. P., Singh, K. (2019). The next level aqueous electrolyte reagent (AER) for development of latent fingerprints. *Canadian Society of Forensic Science Journal*. 52(1), pp.33-52.
- Koryta, J. Dvorak, J. and Kavan, L. (1993). *Principles of electrochemistry*, Second Edition, John Wiley & Sons, England.
- Osipow, L. I. (1962). *Surface chemistry*, Theory and industrial applications, Reinhold publishing corporation, New York.
- Silberberg MS. (2003). *Chemistry: the molecular nature of matter and change*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill, pp. 158–162
- Singh K. (2017). *Studies on the application of electrolytes for the development of latent fingerprints*, PhD thesis (unpublished).

## **Bireysel Olarak Riskli Gruplarda Riskli Alkol Tüketimi; Alkol Kullanımının Sağlığa Etkisi**

**Merve Erdoğdu\*, Gözde Şentürk\*, Nuray Öğün Şatıroğlu\*\***

**Öz:** Riskli alkol tüketimi; psikososyal problemler kaynaklı, kronik hastalıklardan ağır psikiyatrik bozukluklara kadar ruh ve beden sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Çalışmamızın amacı dezavantajlı gruplarda alkol tüketimini incelemek ve alkol bağımlılığının psikolojik, nörofizyolojik ve sağlık üzerine etkilerini incelemektir. Literatürler alkol bağımlılığının neden olduğu sağlık ve psikolojik etkileri incelendi. Riskli alkol tüketiminin getirdiği psikolojik sorunlarına bakıldığında; sinir sistemini olumsuz etkilediği, Şiddet, cinsel saldırı, yasal sorunlar, riskli seksüel davranışlar, intihar, travma, duygudurum bozukluğu, anksiyete bozukluğu ve uyku bozuklukları gibi sorunlara neden olduğu; sağlık sorunlarına bakıldığında ise karaciğer yağ metabolizması bozuklukları, karaciğer yağlanması, alkolik siroz, tiamin gibi birçok vitamin eksikliklerini, protein yetersizlikleri, kardiyomiyopati, hipoglisemi koması, meme ve kolon kanseri, adet düzensizliği, kolesterol seviyelerinde düşüşler gibi birçok akut ve kronik hastalıklara neden olduğu görülmüştür. Riskli gruptaki kişilerin (çocuk, genç, yaşlı, engelli, kadın, eşcinsel ya da diğer azınlıklar gibi) riskli alkol tüketimine daha çok maruz kaldığı görülmektedir. Bireysel olarak riskli gruplarda riskli alkol tüketimi sonucu bağımlılığın kompleks ve multifaktöriyel yönü nedeniyle beyin üzerindeki etkilerinin incelendiği daha çok disiplinlerarası bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünölmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Riskli gruplar; riskli alkol tüketimi; sağlık

\* Psikolog, Hacettepe Üniversitesi, Adli Bilimler Anabilim Dalı, Doktora Öğrencisi  
merveocn@hotmail.com

\*\* Diyetisyen, T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, Beslenme ve Diyet Birimi,  
06.gozdes@gmail.com

\*\*\* Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü Anabilim Dalı Başkanı,  
nurayo@hacettepe.edu.tr

## **Risky Alcohol Consumption in Individual Risk Groups; Health Effects of Alcohol Use: Review**

**Merve Erdoğan, Gözde Şentürk, Nuray Ögün Şatıroğlu**

**Abstract:** Risky alcohol consumption; It can cause negative consequences on mental and physical health from psychosocial problems, chronic diseases to severe psychiatric disorders. The aim of our study is to examine alcohol consumption in disadvantaged groups and to examine the psychological, neurophysiological and health effects of alcohol addiction. The literature examined the health and psychological effects of alcohol addiction. Considering the psychological problems caused by risky alcohol consumption; It adversely affects the nervous system, causes problems such as violence, sexual assault, legal problems, risky sexual behavior, suicide, trauma, mood disorder, anxiety disorder and sleep disorders; When looking at health problems, it was seen that liver fat metabolism disorders, liver fat, alcoholic cirrhosis, many vitamin deficiencies such as thiamine, protein deficiencies, cardiomyopathy, hypoglycemia coma, breast and colon cancer, menstrual irregularity, and decreased cholesterol levels were observed to cause many acute and chronic diseases. It is observed that people in risk groups (such as children, young people, elderly, disabled, women, homosexuals or other minorities) are more exposed to risky alcohol consumption. It is thought that more interdisciplinary scientific studies are needed to examine the effects on the brain due to the complex and multifactorial aspect of addiction as a result of risky alcohol consumption in individual risk groups.

**Keywords:** Risky groups; risky alcohol consumption; health

## Giriş

Riskli alkol kullanımı kişilerde ruhsal, fiziksel ve sosyal alanlarda zarar görme riski ile karşı karşıya gelecek miktarda alkol tüketmesi halidir (Tok vd., 2015). Riskli alkol tüketimi ve alkolle ilişkili sorunlar dünya için önemli bir sağlık sorununu teşkil eder (Akvardar, 2005). Türkiye’de, alkol tüketiminin son yıllarda giderek arttığı görülmektedir (Emeç ve Gülay, 2008). Alkol kullanımının dünya sağlığı için risk yarattığına dair yeteri kadar kanıt literatürde mevcuttur. Alkol tüketimi erkekler arasında önemli ölçüde yaygın iken, kadınlar arasında ise yıllara göre artışta olduğu görülmektedir (Akvardar, 2005).

Bağımlılığa eğilimli dezavantajlı grupları; sosyal dışlanmaya maruz kalan, düşük ekonomik gelir, sağlık sorunları, yetersiz ve dengesiz beslenme, işsizlik, barınma problemleri, yüksek suç oranı ve aile içi şiddete maruz kalan, kısaca; biyolojik, ekonomik ve sosyal açıdan diğerlerine göre bağımlılığa eğilimi yüksek kişiler olarak nitelendirebiliriz (Burningham ve Trush, 2003; Kentel vd., 2014; Strickland ve Lacy, 2020). Özellikle çocuk, genç, yaşlı, engelli, kadın, eşcinsel ya da diğer azınlıklar dezavantajlı duruma daha yatkın hale gelebilmektedir.

Alkol tüketimi ile alkolizm birbirinden farklı anlama gelir. Alkol sağlığa zararlıdır ancak alkolizm önemli bir hastalıktır. Bu durum 20. yüzyıl başlarında anlaşılmaya başlanmıştır (Ekinciler, 1973). Alkol; merkezi sinir sistemini etkileyerek, biyopsikososyal sorunlara neden olabilen psikotrop bir maddedir (US Department of Health and Human Services, 2004). Alkolün farklı çeşitleri bulunmaktadır. Ancak piyasada serbest olarak satılan, içkilerin içinde bulunan alkol türü etil alkolüdür. Etil alkol; kimyasal bileşimi karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan, renksiz, berrak bir sıvıdır. Etil alkol ( $C_2H_5OH$ ) bitkilerde bulunan şekerden, mayanın etkisi ile meydana gelir. İnsan organizması enerji ihtiyacının sadece %10 kadarını alkolde temin edebilir. Aşağıdaki tabloda ise bazı içkilerdeki alkol yoğunluklarına yer verilmiştir (Ekinciler, 1973).

**Tablo 1:** Bazı İçkilerdeki Alkol Yoğunluğu

Alkol Türleri	Ort. Porsiyon (mL)	Porsiyondaki alkol %
Birendi	20	35-50
Rum	50	40-50
Viski	50	40-58
Cin	50	35-40
Şampanya	135	9-12
Kırmızı şarap	120	10-16
Beyaz şarap	120	10-16
Porto	30	15-20



Bira	250	3-6
Rakı	50	40-50
Votka	50	50-55

Alkolün uzun süreli ve fazla tüketiminde birçok kronik hastalığa neden olmakta veya mevcut akut veya kronik hastalığın durumunu ise ağırlaştırmaktadır. Birkaç kullanımından sonra bile “blackout” denilen kısa süreli hafıza kaybına ve fark edilebilir kusurlara yol açabilmekle birlikte, kronik kullanımı sonucu demans ve inme gibi nörolojik; anksiyete, depresyon gibi psikolojik; siroz ve alkolik hepatit gibi karaciğer hastalıklarına yol açabilmektedir (US Department of Health and Human Services, 2004). Günümüze kadar yapılan çalışmalarda cinsiyet, yaş, sosyoekonomik faktörler gibi etkenlerin alkol tüketimi üzerinde etkilerine bakılmıştır (Fonseca ve Paul, 2003; Latimer vd., 2001; Twitchell, 2003). Bu nedenle bu çalışmada ise bireysel riskli gruplarda alkol tüketimi incelenmiş ve alkol bağımlılığının psikolojik, nörofizyolojik ve sağlık üzerine etkileri incelenmiştir.

### Metot

Bu bölümde derleme ile ilgili kaynakların nasıl tarandığına, nasıl seçildiğine ve nasıl bir sistematik yol izlendiğine ve analizine yer verilmiştir. Yükseköğretim Kurumu sisteminde yayınlanmış ulusal lisansüstü tezler, PubMed ve Google scholar üzerinden güncel disiplinler arası çalışmalar taranarak incelenmiştir. Ağırlıklı olarak son çıkan güncel yayınları incelemeye ağırlık göstersek de temel olan makaleler de incelenmiştir. Konu ile ilgili anahtar kelimeler taranarak belirlenen anahtar kelimeleri karşılayan uygun çalışmalar seçilmiştir. Derleme konusu ile alakalı başlıklar oluşturularak uygun bilgiler eklenmiştir.

### Bulgular

Riskli alkol tüketiminin getirdiği sağlık sorunlarına bakıldığında; sinir sistemini olumsuz etkilediği, beynin bütün bölümleri aynı derecede etkilemediği görülür. Serebellum ve korteksin bir kısmı en fazla etkilenen bölgelerdir, görme ve duymada bozulma, kişiyi komaya sokabilir ve organik harabiyet başlar (Nicholls, 1961), şiddet, yasal sorunlar, riskli seksüel davranışlar, intihar, (Justus vd., 2000; Stuart, 2005; Wilcox vd. 2004) DSM-5-TR verilerine göre ise alkol entoksikasyonu, alkol yoksunluğu sendromu, delirium tremens, alkolün yol açtığı psikotik bozukluk, duygudurum bozukluğu, anksiyete bozukluğu, cinsel fonksiyon bozukluğu ve uyku bozukluklarıdır (Kelly vd., 2014). Alkolizme yatkınlığı ile bilinen bazı kişilik karakterleri, yenilik arayan, affektif bozukluğu olan, uyum sorunu ya-

şayan ve yalnızlığa eğilimli olanlardır. (Grucza vd., 2006; Kampov-Polevoy vd., 2004; Schuckit, 2013; Sher, 2002) Alkolün kronik alımı ile santral sinir sisteminde nükleus akkumbens'ten fazla miktarda dopamin salınımı gerçekleşir. Dopamin artışına sekonder reseptör down-regülasyonu sonucu, kişi aynı hazı edinebilmek için tükettiği alkol miktarını artırmakta ve bağımlılığın temeli sayılan tolerans gelişimi oluşmaktadır (Yüksel ve Uzbay, 2003). Nitekim dopamin reseptörlerinde kalıtsal olarak dopamin bağlama yetersizliği durumunun alkol bağımlılığı ile ilişkili olabileceği gösterilmiştir (Uzbay, 2005). Uzun süre alkol alımında karaciğer yağ metabolizması bozulur, karaciğer yağlanması sebep olur, alkolik siroza neden olabilir. Kronik alkolizm tiamin gibi birçok vitamin eksikliklerini, beraberinde vitamin eksikliklerinden kaynaklı problemleri beraberinde getirir (Jones, 1969). Protein yetersizlikleri görülür (Fuller, 1995). Fazla alkol alımında sindirim enzimleri denatüre olur ve sindirim zorlaşır, ülserli hastalarda süreç kismaya kadar ilerler (Arky, 1971). Kan şekerinde düşüş yaşanır, kişi hipoglisemi komasına girebilir (Köksal ve Pekcan, 2001). Kişilerde daha fazla idrar atımı gözlenir. C vitamini ve kolesterol seviyelerinde düşüşler gözlenir bu sebepten ötürü enfeksiyonlara direnç azalır (Kaya ve Şahin, 2013). Uzun süre ve riskli tüketim sonucunda kişi ani bir şekilde alkolü bırakırsa da titreklik, epilepsi gibi nöbetler geçirebilir (Kaya ve Şahin, 2013). Yapılan araştırmalar alkol alanların almayan kişilere kıyasla 12 sene daha az yaşadığını gösteriyor (Arky, 1971).

Kadınlarda alkol tüketiminin etkilerine bakacak olursak adet düzensizliği veya kesilmesi, dismonere, erken menopoz, osteoporoz, karaciğer yetmezlikleri, hepatit, siroz, meme ve kolon kanseri, depresyon, duygu durum bozuklukları, infertilite, dolaşım bozuklukları, kardiyomiyopati, hipertansiyon, ülser, akciğer ve kalp damar hastalıkları, disritmi, intihar, kaza, cinsel saldırı, travma, şiddet, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonların artmasına neden olabilmektedir (Altıntoprak vd., 2008; Kutlu, 2011).

Gebelik sırasında alkol kullanım durumu %2,2-870 arasında değişen geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir (Albayrak, 1989). Gebelik sırasında alkol kullanımından doğan problemlere bakıldığında erken doğum, düşük doğum ağırlığı, fetüste fetal alkol sendromu, ölü doğumlar, konjenital anomali görülme riskini artırır. İlerleyen yaşlarda ise öğrenme bozuklukları, disleksi, minimal beyin hasarı gibi problemlerin görülme riskini artırır (De Santis vd., 2011; Mcduff ve Baron, 2005).

Alkol bağımlılığına neden olan faktörleri; sosyalizasyon, stresle baş etme (cope), haz alma (hedonistic) ve performans artırma şeklinde sınıflandırabiliriz (Bruijnzeel vd., 2004). Alkole bağımlılıkta, stres devinen bir risk unsuru olduğu ve bağımlılığın bir başka temel mekanizması olan yoksunluk semptomlarının görülme fazında ise stresin, yaşanan depresyon ile yakından ilişkilendiği bildirilmektedir (Klive vd., 2004).

Alkol kana karıştıktan 1-2 saniye sonra beyine gider. Esas olarak merkezî sinir sistemini baskıya almaktadır. Beynin her tarafı aynı derecede etkilenmez. Sere-

bellum ve korteksin bir kısmı en fazla etkilenen bölgelerdir. Kandaki konsantrasyon %0,1 gr iken intoksikasyon belirtileri başlar. Davranım bozukluklarından koma ve ölüme kadar ciddi tablolar görülmektedir. Kan alkol düzeyi 200 ile 299 mg düzeylerine ulaştığında toleransı yüksek olan bireyler dışında intoksikasyon belirtileri ortaya çıkmaktadır. Tablo 2’de de kan alkol düzeylerine göre ortaya çıkan belirtilerine yer verilmiştir (Sarıkaya, 2019).

**Tablo 2:** Kan Alkol Düzeyi ve Klinik Bulgular

Kan Alkol Düzeyi	Ortaya Çıkan Belirtiler
20-30 mg/dl	Motor beceri yavaşlar, düşünme yargılama yeteneği bozulur
30-80 mg/dl	Motor ve bilişsel sorunlar artar
80-200 mg/dl	Koordinasyon ve yargılama bozuklukları, duygu durum değişkenliği, bilişsel işlevlerde bozulma
200-300 mg/dl	Nistagmus, dizatri, bellek bozuklukları
300-400 mg/dl	Konfüzyon, stupor
400-500 mg/dl	Koma
>500 mg/dl	Solunum ve dolaşım merkezlerinin etkilenmesi, ölüm

Stres ve depresyon durumunda ise ACTH ve kortizolün birlikte yükseldiği gözlemlenmektedir. (Koob, 1999) Strese ve yoksunluk belirtilerine sekonder olarak santral nükleus’tan CRF salınmasıyla alkol arama davranışına yol ačan adaptif değişiklikler meydana gelmektedir. (Drugan vd., 2007)

Nöroendokrin çalışmaları sonucu GABA, NMDA/Glutamat nörotransmitterleri ile alkolizmin anksiyolitik ve motor ataksi etkilerinin ortaya çıktığı bildirilmiştir (Robinson ve Berridge, 2000). Alkolün ve stresin benzer şekilde santral sinir sistemi üzerine nörotransmitterler aracılığıyla etkilemesi, alkol kullanımından, bağımlılığa kadar olan tüm süreci etkilerken ayrıca stresin, alkol üzerindeki sedatif ve ataksik etkilerini de arttırdığı bildirilmiştir (Campanella vd., 2009; Mollick ve Kober, 2020; Shabahang vd., 2020) Kronik alkoliklerde, dinlenme halinde yüksek beta ve teta dalgaları santral sinir sisteminin aşırı uyarılmışlığını; azalmış gama ve delta dalgaları ise fonksiyonel seviyede kognitif disinhibisyonu göstermektedir (Rosa vd., 2020). Kronik alkol alımının temel göstergesi olan beyin atrofisi ve disfonksiyonu yanı sıra, serebral korteksin asosiyasyon korteksi, hipokampus ve amigdala gibi “yüksek fizyolojik fonksiyonlarını” ilgilendiren bölümlerinde nöron ve beyaz madde cevher kaybı PET ve fMRI teknikleri ile tespit edilmektedir (Webb vd., 1996). Böylece alkol bağımlılığın mekanizması daha anlaşılır kılınmıştır.

Alkol ile ilgili literatür incelendiğinde; Sivas İl Merkezi’nde Karaer ve arkadaşlarının (2003) yaptıkları araştırmada, erkeklerde alkol bağımlılığı oranının

%4,16 ve alkollü yanlış kullanma oranının ise %2,17 olduğu bulunmuştur. Alkolün tüketiminin ve yanlış kullanımının yaygınlığı en yüksek 44-54 yaş arası grupta ve %5,28 olarak bulunmuştur (Saygın, 2008).

Yapılan başka çalışmalara bakacak olursak bir çalışmada cinsiyetlere göre riskli alkol tüketime bakılmış ve erkek rencilerin %61 'i, kadın rencilerin ise %48 'inin riskli alkol tükettiği grlmştur (Gürdil, 2007). Türkiye'de niversite rencilerine yapılan bir çalışmaya bakıldığında katılımcıların %14'ünün riskli alkol tükettiği grlmştur (Kaya ve illi, 2002). Üniversite rencilerine yapılan başka bir çalışmada ise katılımcıların %1,2 'si alkol bağımlılığı, %2,2 'si de alkollü kötüye kullanım tanısı aldığı tespit edilmiştir (Ögel, 2005).

Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmaya bakıldığında bağımlılık yapan herhangi bir maddenin en az bir kez kullanım durumu %1,3 olarak tespit edilmiştir (Ögel, 2005). Ülkemizde bağımlılık yapan madde kullanımına bakıldığında ilk sırayı sigara, ikinci sırayı ise alkol benzeri maddeler oluşturuyor. 2011 yılı Türkiye Uyuşturucu Raporuna göre kadınlarda yaşam boyu alkol tüketim oranı %44 olduğu bildirilmiştir (Avrupa Uyuşturucu Raporu, 2019).

Kadın niversite rencilerinde yapılan çalışmalarda yaşam boyu alkol kullanım durumlarının 2001 yılı bir çalışmada %45,7, 2002 yılı bir çalışmada %4,5, 2003 yılı bir çalışmada %34,1, 2004 yılı bir çalışmada %33, 2006 yılı bir başka çalışmada ise %72,6 olduğu belirlenmiştir (Koçak vd., 2015). Yapılan bir çalışmada bağımlı kadınların %37,3 'ünün alkol tükettiği tespit edilmiştir (Dişsiz, 2012). Alkolizm gelişme riski kadınlarda çok az alımlarda bile mümkünken, erkeklerde kadınlardan daha fazla tüketim riski oluşturabilmektedir (Flensburg-Madsen vd., 2007).

Tıp fakültesi rencileri ile yapılan araştırmalar incelendiğinde 1985 ve 2001 senelerinde yapılan benzer iki çalışmanın sonuçlarına göre, kızların alkol kullanmalarındaki yaygınlık oranı %16,4'den, %45,7'ye artış gösterdiği grlmştur (zcan ve Sever, 2017). Literatürde adolesan çağdaki çocukların alkol kullanım oranlarına bakıldığında %4,4'den %10,6'ya varan oranlarda bildirilmiştir (Kökoğlu ve nloğlu, 2018).

## Sonuç ve neriler

Bireylerde riskli alkol tüketime getirdiği sağlık sorunlarını, bağımlılığının psikofarmakolojik ve nörofizyolojik etkilerini derledik. Bu sorunlardan yola çıkarak;

Sağlık zerindeki etkilerden yola çıkarak bireysel olarak riskli kişilerde alkol tüketime olmamalıdır. Alkol tüketime vazgeçemeyen hassas gruplar tüketim sıklıklarında azaltmaya gitmelidir. Bu süreçte de, multidisipliner bir yaklaşımla diyetisyen, psikolog ve psikiyatrist gibi sağlık otoritelerinin desteği ile ilerlemelidir. Bir defada aşırı miktarda tüketime kaçınılmalıdır. Duygudurum bozukluğu, anksiyete bozukluğu, ülser, karaciğer, kalp, diyabet hastaları gibi kronik hastalığı olan kişiler tüketime ayrıca dikkat etmelidir.

Bağımlılığın karmaşık ve çok faktörlü yönleri nedeniyle beyin üzerindeki etkilerinin biyokimyası; bağımlılığa neden olan maddelerin insan organizmasına giriş yolları ve metabolizması, emilimi, bağımlılığın nörobiyolojisi; beyin yapısı, bağımlılık ve ödül yolu, uyuşturucu maddelerin beyindeki etkileri, tedavide bu bilgilerin kullanımı, psikoaktif maddenin kullanımından tüketici üzerindeki etkisine kadar geçen sürede gerçekleşen karmaşık kimyasal süreçleri, maddelerin kimyasal, farmakolojik, toksikoloji ve patolojik karakteristikleri, nörofarmakolojisi, ilaçların sinir sisteminin hücresel işlevlerini ve davranışı ne şekilde etkilediğini incelendiği, davranış ve moleküler açıdan bağımlılığın beyin ile etkileşimi gibi disiplinler arası bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Akvardar Y. (2005). Alkol ile ilişkili Bozuklukların Epidemiyolojisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences*, 1(47), ss. 5-9.
- Albayrak, A. A. (1989). Alkol Ve Gebelik (Fetus Ve Yeni Doğan İçin Belirgin Bir Risk Faktörü). *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 9(3), ss. 231-235.
- Altıntoprak, A. E., Akgür, A. S., Yüncü, Z., Sertöz, Ö. Ö., & Coşkunol, H. (2008). Kadınlarda alkol kullanımı ve buna bağlı sorunlar. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 19(2), ss. 197-208.
- Arky, R. A. (1971). "The effect of alcohol on carbohydrate metabolism: carbohydrate metabolism in alcoholics." *The biology of alcoholism*. Springer, Boston, MA, ss. 197-227.
- Avrupa Uyuşturucu Raporu (2019), [http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/11364/20191\\_724\\_TDAT19001TRN\\_PDF.pdf](http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/11364/20191_724_TDAT19001TRN_PDF.pdf), (E.T. 22.12.2020).
- Bruijnzeel, A. W., Repetto, M., & Gold, M. S. (2004). Neurobiological mechanisms in addictive and psychiatric disorders. *Psychiatric Clinics*, 27(4), ss. 661-674.
- Burningham, K., & Thrush, D. (2003). Experiencing environmental inequality: the everyday concerns of disadvantaged groups. *Housing Studies*, 18(4), ss. 517-536.
- Campanella, S., Petit, G., Maurage, P., Kornreich, C., Verbanck, P., & Noël, X. (2009). Chronic alcoholism: insights from neurophysiology. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 39(4-5), ss. 191-207.
- De Santis, M., De Luca, C., Mappa, I., Quattrocchi, T., Angelo, L., & Cesari, E. (2011). Smoke, alcohol consumption and illicit drug use in an Italian population of pregnant women. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, 159(1), ss. 106-110.
- Dişsiz, M. (2012). Alkol Ve Madde Bağımlılığının Kadının Yaşam Kalitesi ve Cinsel Yaşamı Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Bölümü.
- Drugan, R. C., Wiedholz, L. M., Holt, A., Kent, S., & Christianson, J. P. (2007). Environmental and immune stressors enhance alcohol-induced motor ataxia in rat. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 86(1), ss. 125-131.
- Ekinçiler, T. (1973). Alkolün Sağlık ve Beslenmeye Etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 2.1, ss. 26-37.

- Ekinciler, T. (1973). Alkolün Sağlık ve Beslenmeye Etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 2(1), ss. 26-37.
- Emeç H., Gülay E. (2008). Alkol tüketimi ve sosyo-demografik değişkenlerin alkol tüketimi üzerine etkisi. *Ekonomik Yaklaşım*, 19(68), ss. 115-134.
- Flensburg-Madsen, T., Knop, J., Mortensen, E. L., Becker, U., & Grønbaek, M. (2007). Amount of alcohol consumption and risk of developing alcoholism in men and women. *Alcohol & Alcoholism*, 42(5), ss. 442-447.
- Fonseca, A. M., & Paúl, C. (2003). Health and aging: does retirement transition make any difference?. *Reviews in clinical gerontology*, 13(3), s. 257.
- Fuller, M. G. (1995). Alcohol use and injury severity in trauma patients , *Journal of Addictive Diseases* 14(1), ss. 47-54.
- Gruzca, R. A., Robert Cloninger, C., Bucholz, K. K., Constantino, J. N., Schuckit, M. I., Dick, D. M., & Bierut, L. J. (2006). Novelty seeking as a moderator of familial risk for alcohol dependence. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 30(7), ss. 1176-1183.
- Gürdil, G. (2007). Üniversite öğrencilerinde travma yaşantısı, stresle başa çıkma tarzları ve iç-dış kontrol odağı inancı ile riskli alkol kullanımı arasındaki ilişki. *Unpublished master's thesis*. Hacettepe University, Ankara, Turkey.
- Jones, D. P. (1969). Effects of ethanol on lipid transport in man. *Biochemical and Clinical Aspects of Alcohol Metabolism*, ss. 86-94.
- Justus, A. N., Finn, P. R., & Steinmetz, J. E. (2000). The influence of traits of disinhibition on the association between alcohol use and risky sexual behavior. *Alcoholism: Clinical and experimental research*, 24(7), ss. 1028-1035.
- Kampov-Polevoy, A. B., Eick, C., Boland, G., Khalitov, E., & Crews, F. T. (2004). Sweet liking, novelty seeking, and gender predict alcoholic status. *Alcoholism: clinical and experimental research*, 28(9), ss. 1291-1298.
- Kaya, N., & Çilli, A. S. (2002). Üniversite öğrencilerinde nikotin, alkol ve madde bağımlılığının 12 aylık yaygınlığı. *Bağımlılık Dergisi*, 3(2), ss. 91-97.
- Kaya, Y., & Şahin, N. (2013). Kadınlarda madde kullanımı ve hemşirenin rolü. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 10(1), ss. 3-7.
- Kelly, S. M., Gryczynski, J., Mitchell, S. G., Kirk, A., O'grady, K. E., & Schwartz, R. P. (2014). Concordance between DSM-5 and DSM-IV nicotine, alcohol, and cannabis use disorder diagnoses among pediatric patients. *Drug and alcohol dependence*, 140, ss. 213-216.
- Kentel, F., Köker, L., Genç, Ö., Uçum, M., & Mahçupyan, E. (2014). *Yeni Anayasa sürecini izleme raporu*. TESEV yayınları.
- Kiive, E., Maarros, J., Shlık, J., Tõru, I., & Harro, J. (2004). Growth hormone, cortisol and prolactin responses to physical exercise: higher prolactin response in depressed patients. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 28(6), ss. 1007-1013.
- Koçak, D. Y., Hotun-Şahin, N., & Büyükkayacı-Duman, N. (2015). Alkol ve sigara bağımlılığı, kadın sağlığına etkileri ve hemşirelik girişimleri. *Literatür Sempozyum Psikiyatri/Nöroloji/Davranış Bilimleri Dergisi*, 1(5), ss. 43-47.
- Kokoğlu, B., & Unluoğlu, İ. (2018). Adolesan Dönemi ve Psikiyatrik Bozukluklar. *Türkiye Klinikleri Family Medicine Special Topics*, ss. 61-64.
- Koob, G. F. (1999). Stress, corticotropin-releasing factor, and drug addiction. *Annals of the*

- New York Academy of Sciences*, 897(1), ss. 27-45.
- Köksal, E. K., Pekcan, G. (2001). Ankara İli, Çubuk İlçesi Kışlacık ve Kuruçay Köylerinde İyot Yetersizliği Hastalıkları Prevalansı, İdrarla İyot Atımı ve İyotlu Tuz Kullanma Durumu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 30.1, ss.12-18.
- Kutlu, Y. (2011). Substance use and abuse among women/Kadının madde kullanımı ve bağımlılığı. *Journal of Psychiatric Nursing*, 2(2), ss. 90-94.
- Latimer, W. W., Harwood, E. M., Newcomb, M. D., & Wagenaar, A. C. (2001). Sociodemographic and individual predictors of alcohol policy attitudes: Results from a US probability sample. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 25(4), ss. 549-556.
- Mcduff, D. R., Baron, D. (2005). Substance use in athletics: a sports psychiatry perspective. *Clinics in sports medicine*, 24(4), ss. 885-897.
- Mollick, J. A., & Kober, H. (2020). Computational models of drug use and addiction: A review. *Journal of abnormal psychology*, 129(6), s. 544.
- Nicholls, L. . 1961. *Tropical Nutrition and Dietetics*. Baillere Tindall and Cox. London. s. 284.
- Ögel, K. (2005). Madde kullanım bozuklukları epidemiyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Int Med Sci*, 1(47), ss. 61-64.
- Özcan, B., & Sever, S. (2017). Sosyo-demografik değişkenler açısından alkol kullanımı ve çeşitli kriterlere göre analizi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), ss. 261-276.
- Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (2000). The psychology and neurobiology of addiction: an incentive-sensitization view. *Addiction*, 95(8s2), ss. 91-117.
- Rosa, H. Z., Segat, H. J., Barcelos, R. C. S., Roversi, K., Rossato, D. R., De Brum, G. F., & Burger, M. E. (2020). Involvement of the endogenous opioid system in the beneficial influence of physical exercise on amphetamine-induced addiction parameters. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 197, 173000.
- Sarıkaya, O., Ö. (2019) Akut alkol intoksikasyonlarına yaklaşım ve tedavi. Alkol ve Madde Kullanım Bozuklukları Temel Başvuru Kitabı'nda (Yayına hazırlayan: Cüneyt Evren), Türkiye Psikiyatri Derneği Yayınları, Ankara.
- Saygın, Ö. (2008). *Sigara ve alkol tüketimini etkileyen değişkenlerin ekonometrik analizi* (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Schuckit, M. A. (2013). Editor's corner: DSM-5—Ready or not, here it comes. *Journal of studies on alcohol and drugs*, 74(5), ss. 661-663.
- Shabahang, R., Bagheri Sheykhangafshe, F., Yousefi Siahkoucheh, A., Mokhtari Chirani, B., Mousavi, S. M., & Akhavan, M. (2020). Role of Parasocial Interaction with Narcotic-Addicted Celebrities and worshipping them in the Prediction of Addiction Potential. *International Journal of Psychology (IPA)*.
- Sher, L. (2002). Relationships between seasonality and alcohol use: a genetic hypothesis. *Medical hypotheses*, 59(1), ss. 85-88.
- Strickland, J. C., & Lacy, R. T. (2020). Behavioral economic demand as a unifying language for addiction science: Promoting collaboration and integration of animal and human models. *Experimental and clinical psychopharmacology*, 28(4), s. 404.
- Stuart, G. L. (2005). Improving violence intervention outcomes by integrating alcohol treatment. *Journal of interpersonal violence*, 20(4), ss. 388-393.
- Tok., E. S., S., Sevinç, E., & Özyurt, B., E. (2015). Üniversite öğrencilerinde riskli alkol



- kullanımını yordayan faktörler. In *Yeni Symposium*, 53(1), ss. 1-10.
- Twitchell R., G. (2003), "Concentrated Alcohol Consumption By Heavy Drinkers Associated Risks and Costs", State Of California, Health and Human Services Agency, *Department Of Alcohol and Drug Programs*.
- US Department of Health and Human Services. (2004). National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism. Alcohol's damaging effects on the brain. *Alcohol Alert*, 63, ss. 1-7.
- Uzbay, İ. T. (2005). "Madde Bağımlılığı ve Dopaminerjik Sistem." *Türkiye Klinikleri Dahili Tıp Bilimleri Dergisi* 1.47, ss. 65-72.
- Webb, E., Ashton, C. H., Kelly, P., & Kamali, F. (1996). Alcohol and drug use in UK university students. *The lancet*, 348(9032), ss. 922-925.
- Wilcox, H. C., Conner, K. R., & Caine, E. D. (2004). Association of alcohol and drug use disorders and completed suicide: an empirical review of cohort studies. *Drug and alcohol dependence*, 76, ss. 11-19.
- Yüksel N, Uzbay I.T. [Substance Abuse and Dependence]. (2003). *Psikofarmakoloji*. 2. Baskı. Ankara: Çizgi Tıp Yayınevi, ss. 485-520.

## HAKKIMIZDA

Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi, Polis Akademisi Adli Bilimleri Enstitüsü tarafından yılda iki defa basılı ve e-dergi formatında adli bilimleri kapsayan disiplinlerde yayın yapan akademik ve bilimsel bir dergidir. Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi'nde ulusal ve uluslararası alanda kabul görmüş kriterler doğrultusunda hazırlanan özgün araştırma, derleme, inceleme, çeviri (yazarından ve yayıncı kuruluştan izin almak koşuluyla), edisyon kritik, kitap-sempozyum değerlendirmeleri vb. çalışmalar yayınlanır.

## MAKALE ÇAĞRISI

Adli Bilimler ve Suç Araştırmalar Dergisi (ABSAD) yılda iki kere yayınlanacak açık kaynak erişim sağlayan hakemli bir dergi olup Aralık 2019 tarihinde ilk sayısı ile yayın hayatına başlayacaktır. ABSAD ilgili araştırmacı ve akademisyenlere deneysel ve teorik araştırma makaleleri, vaka incelemeleri ve literatür taraması gibi çalışmalarını kapsamında bilgi ve araştırmalarını paylaşabilecekleri bir platform sunmayı hedeflemektedir. Dergimiz Türkçe ve İngilizce olarak basılı ve elektronik ortamda yayınlanacaktır.

**Yayın Kabul Tebliği:** Metinlerin gönderilmesi takiben 5 çalışma günü.

**Metin Formatı:** APA 6th edisyon.

## DERGİNİN AMACI VE KAPSAMI

Adli bilimler suçun aydınlatılması ve suçlunun belirlenmesi konularında yürütölen adli soruştırmalar da elde edilen delillerin incelenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanan multi-disipliner bir bilim dalıdır. Bu bilim dalının gelişebilmesi ve amacına uygun uygulanabilmesi için birlikte çalıştığı diğer alanlarda ki bilimsel gelişme ve araştırmaları takip edebilmek oldukça önemlidir. Disiplinler arası esasa dayalı olarak adli bilimler; tıp, biyoloji, kimya, fizik, istatistik, psikoloji, sosyoloji, hukuk, antropoloji ve ekonomi gibi alanlar ve bu alanların alt dallarını da içeren bilimsel ve akademik çalışma alanına sahiptir. Dolayısıyla bu alandaki tüm gelişmeleri, doğru ve bilimsel kriterlere uygun şekilde çalışmak, bu çalışmalarını doğru kaynaklar aracılığıyla yayınlatabilmek çok önemlidir. Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları dergisinin (ABSAD) birçok disiplini bir araya getirip araştırmacılara ve akademisyenlere sunabileceği ve bu alanda referans bir dergi özelliği kazanabileceği düşünülmektedir.

ABSAD amaç bakımından “Adli Bilimler” odaklı olup, ulusal ve uluslararası düzeyde Adli Bilimler ve ilişkili alt disiplinlere dair problemleri belli bir disiplin veya disiplinler arası açıdan ele alarak kuramsal ve uygulamalı özgün çalışmalar yayınlamayı kendisine ilke edinmiştir. Bu çerçevede hazırlanan tüm çalışmalara da açıktır.

Danışma kurulunda farklı ülkelerden yerli ve yabancı akademisyenlerin yer aldığı ABSAD Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere, yılda iki kez Türkçe ve İngilizce olarak yayınlanır. Dergide yayımlanan yazıların daha önce hiçbir yayın organında yayımlanmamış olması gerekmektedir. Daha önce bilimsel bir toplantıda sunulmuş olan bildiriler, bu durumun belirtilmesi şartıyla kabul edilebilir.

İlk yayımlandığı tarihten itibaren asgari 25 yıl geçmiş olan; önem ve etki bakımından klasik metin olarak değerlendirilebilecek yazı ve çeviriler, *daha önce yayımlanmamış olma* kuralının istisnasını oluşturur. Bu tür metinlere daha önce yayımlanıp yayımlanmamış olmalarına bakılmaksızın dergide yer verilebilir.

### **METİN YAPISI VE YAZIM KURALLARI**

ABSAD yazım dili Türkçe ve İngilizcedir. Türkçe makalelerin yazım ve noktalamasında ve kısaltmalarda Türk Dil Kurumu internet sitesindeki Güncel Sözlük ve Yazım Kuralları esas alınır. Gönderilen yazılar dil ve anlatım açısından bilimsel ölçülere uygun, açık ve anlaşılır olmalıdır. Makaleler aşağıdaki kısımları içermelidir:

- Başlık: Türkçe ve İngilizce
- Özet: Türkçe ve İngilizce (her biri 200-300 kelime)
- Anahtar Kelimeler: Türkçe ve İngilizce (her biri 3-8 kelime)
- Metin: Giriş, bölüm başlıkları ve sonuç: Türkçe veya İngilizce
- Kaynakça

Metinlerde yukarıda sayılan tüm unsurlar, kaynakça hariç 1500-8000 kelime arasında ve APA (6th ed.) formatına uygun olmalıdır. Yazar adı makale başlığının alt satırının sağ köşesine italik koyu, 11 punto olarak yazılmalı; yazarın unvanı, görev yeri ve elektronik posta adresi dipnotta (\*) işareti ile 9 punto yazılarak belirtilmelidir

## **JOURNAL OF FORENSIC SCIENCES AND CRIME STUDIES PUBLISHING PRINCIPLES**

Journal of Forensic Sciences and Crime Studies (JFSCS) is a peer reviewed academic journal, published bi-annually by Turkish National Police Academy Forensic Sciences Institute in the format of both print and open online versions. JFSCS publishes forensic sciences related academic studies, including literature review, empirical research, case studies, book reviews, and translations with the permission of the copyright holders, within the framework of well-established national and international academic publication criteria.

### **The Journal’s Content and Objectives**

Forensic sciences currently include many multidisciplinary research and study on various themes, including but not limited to, crime, perpetrator detection, investigation of offences and offenders, collection and examination of evidence gathered during criminal and administrative investigations. Forensic sciences as a multidisciplinary field also collaborate with many related sciences such as physics, biology, chemistry, anthropology, statistic, psychology, sociology, law, and economy. The dissemination of the current relevant multidisciplinary research and studies is evidently paramount for the advancement of the field. Accordingly, JFSCS aims at providing a platform for the researchers, academicians, professionals, and practitioners to impart and share knowledge in the form of high quality empirical and theoretical research papers, case studies, and literature reviews.

JFSCS welcomes any submission within the framework of forensic sciences, related fields, as well as multidisciplinary academic work. JFSCS advisory board consists of both Turkish and International academicians. The Journal contains both Turkish and English articles, which will be published biannually in the months of June and December. The submissions for publications shall not include previously published manuscripts in any journal or platform with the exception of classical works’ (i.e., published at least 25 years ago) interpretations and translations with the copyright holders’ consents. The submissions in relation to previous academic presentations (e.g., seminars, conferences) may be submitted but this information is to be underlined in the submission.

### **Manuscript Format and Structure Guidance**

JFSCS accepts manuscripts both in Turkish and English. Turkish manuscripts shall adhere to the “Current Dictionary and Spelling” on the web site of “Turkish Language Society” (Turk Dil Kurumu), in relation to Turkish grammar, punctuation, spelling, and abbreviation rules. The submitted manuscripts shall be drafted in accordance with scientific criteria in a clear, concise, and comprehensible language.

Manuscripts shall include the following:

- Title: Turkish and English
- Abstract: Turkish and English (200-300 words each)
- Key works: Turkish and English (3-8 words each)
- Main Body: Either in Turkish or English
- References

Manuscripts shall be between 1500 and 8000 words, excluding reference list, drafted in accordance with APA format (6<sup>th</sup> ed.).

