



Parmak İzlerinden Elde Edilen DNA nın Mini STR Tekniği ile İncelenmesi

Examination of DNA Obtained from Fingerprints with Mini STR Technique

Gavril PETRIDİS¹, Bülent ÜNER²

GP: 0000-0003-2832-1159 BÜ: 0000-0001-9318-9479

¹ İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı

² İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü (emekli öğretim üyesi)

Özet

Amaç ve Genel Bilgiler: Mağdur ya da failin kimliğini belirlemede parmak izlerinin önemi büyüktür. İki parmak izinin birbirinin eşi olduğuna karar vermek için uluslararası meslek örgütleri ya da Interpol ve Europol benzeri kuruluşlar, belirli sayıdan az olmamak kaydıyla, benzerliklerin bulunmasını şart koşarlar. Ancak, tam olmayan kimi parmak izleri, görünürleştirilebilir bile, mukayeseye elverişli değildir. Parmak izleri gibi eser miktarda veya yüksek derecede tahribata uğramış DNA içeren biyolojik örneklerden identifikasyon yapmak amacı ile geliştirilmiş Mini STR'lerden faydalanabilir. Konvansiyonel STR'ların yerine ilk defa Mini STR'ların kullanılması planlanan bu araştırmanın hedefi parmak izlerinden Mini STR tekniği ile DNA profili elde etmek ve bunun olabildiğince, polis ve jandarma kriminal laboratuvarlarında rutin bir inceleme yöntemi olarak kullanılabilmesini sağlayacak standardizasyona gitmektir.

Araç ve Yöntem: Çalışmamızda 90 adet parmak izinden izolasyon ve 60 parmak izinden identifikasyon çalışmaları gerçekleştirilmiş ve latent parmak izlerinin görünürleştirilmesi için kullanılan siyah manyetik tozun etkisi değerlendirilmiştir.

Sonuç: Elde edilen sonuçlara bakıldığında parmak izlerinden DNA izolasyonunun ve Mini STR yöntemi ile amplifikasyonun lokus ortalaması hesaplandığında %95 oranında başarılı olduğu görüldü. Bu yöntem yüksek oranda tam bir profil elde edilebilir ve identifikasyona giderek tasnif ve mukayeseye elverişsiz parmak izlerinden faydalanabilmeyi olası kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Parmakizi, STR, DNA, Adli Bilimler

Abstract

Background and Objective: Fingerprints are important evidence employed to identify the victim or the perpetrator. International organizations of criminalistics, such as Interpol and Europol, have set a certain minimum number of matches, in order to conclude that two fingerprints are identical. Thus, even when the fingerprints can be developed and visualized they are “not suitable for identification” if they do not contain the sufficient number of characteristics to be compared. Mini STRs are developed to be used in order to enable identification from LCN or highly degraded DNA samples. As the fingerprints belong to this category we aimed to employ the Mini STRs and type full profiles and thus to standardize a method that can be used by the forensic laboratories.

Materials and Methods: In our study DNA was isolated from 90 fingerprints and amplification was done from 60 fingerprint samples. Also the effect of the magnetic black powder that is used for the visualization of the latent fingerprints was evaluated.

Results: The results showed that the both the isolation and the amplification were successful as the mean percentage of the correctly amplified loci was calculated as %95. The method enables the DNA identification from unsuitable fingerprints for comparison at a high level.

Key words: Fingerprint, STR, DNA, Forensic Sciences

(*) Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu tarafından desteklenmiştir.
Proje Numarası: T-496/25062004

Giriş

Sir Francis Galton parmak izlerinin adli amaçlı kullanımında öncülük etmiş isimlerden biridir. O dönemde İngiltere'de yayınlanan "The Sketch" adlı dergide Galton'un eseri ile ilgili bir yazıda "Çingeneler ile Bay Francis Galton çok farklı iki konu olsa da aralarında bir bağ vardır. Nasıl astronomi astrolojiden doğdu ise ve kimya simyanın çocuğu ise, parmak izi bilimi de el falının torunudur" denmektedir. Gerçekten, Antik toplumlarda el falına bakılmış, eldeki çizgilerde insanların kaderi ve karakterleri ile ilgili bilgiler ve ipuçları aranmıştır. Antik Yunanistan'da yaşamış filozof Aristoteles, insan ömrünün elindeki çizgilerin uzunluğu ile doğru orantılı olduğu savını ortaya atmıştır. Orta Çağ'da el falının nasıl bakılması gerektiği ile ilgili birçok kitap kaleme alınmıştır. Bilimin devreye girdiği dönemde ise el ve parmaklardaki bu izler araştırılmış Histoloji Literatürü'nden bilinen Malpighi, Evrim Teorisi'nin en önemli isimlerinden Darwin ve yine çok değerli bir parmak izi uzmanı olan Henry Faulds gibi isimlerin bir araya getiren bir tarih yazılmıştır. (1)

Canlı türlerinin sınıflandırılması amacı ile bireyler ve toplumlararası benzerlik ve farkların, dönemin genetik bilgisine ve evrim teorisine ait kanıtların arandığı bir araştırma alanı olarak doğmuş iken, bulgular uzmanları adli amaçlı kullanıma doğru götürmüştür. Bu noktadan sonra parmak izleri çoğu insanın bilgi dağarcığına kriminal araştırma, kanıt, mağdur, şüpheli ve sanık kelimeleri ile bağlı bir şekilde yerleşmiştir. Şüphesiz, insanın en önemli gereksinimlerinden biri olan otamanın zamanla gelişmesi ile Tıp Bilimi doğdu. Tıp Bilimi'nin önemli bir bölümünü oluşturan patolojinin antik çağlardan beri adli soruşturmada kullanılması ile Adli Tıp gelişti. Parmak izi ve parmak izi bilimi Adli Tıp'tan sonra, uzun zaman tek başına yaygın bir şekilde kullanılan en önemli kanıt olmuştur. Suçluların ve şüphelilerin izlerinin alınması ile iz bankaları oluşturulmuş ve rutin bir şekilde polis araştırmalarında ve mahkeme salonlarında kullanılmış ve hala da kullanılmaktadır. Belki atalarımızın sandığı gibi eldeki çizgilerden kaderi okumak olası değildir ancak bu çizgiler kişilerin kaderini belirleyebilmekte, masum mu yoksa suçlu mu olduklarını söyleyebilmektedirler. Her ne kadar bu kanıtın değeri çok büyük olsa da yetersiz kaldığı, güvenilir olmadığı durumlar vardır. Mağdur ya da failin kimliğini belirlemede kullanılan iki parmak izinin birbirinin eşi olduğuna karar vermek için uluslararası meslek örgütleri ya da Interpol ve Europol benzeri kuruluşlar, belirli sayıdan az olmamak kaydı ile benzerliklerin bulunmasını şart koşarlar.

Yetersiz sayıda benzerlikler üzerinden varılacak kararlar ile yanlış sonuçlara gitmek, masum insanları suçlamak ve cezaya çarptırmak mümkündür. Bu nedenle, tam olmayan kimi parmak izlerinin mukayeseye elverişli olmaya bileceği dikkate alınmalıdır. Ayrıca olay yerinde bulunan parmak izleri tam olduğu ama veri tabanlarında bulunmadığı ve şüpheliler ile de uyum göstermediği durumlar da vardır. Böylesi durumlarda, parmak izinden sonra Adli Bilimlerde uygulama alanı bulduğu andan itibaren en az onun kadar çığır açan DNA molekülünün incelenmesi olasıdır. Parmak izlerinde bulunan epitel hücrelerinin çekirdek DNA'sının elde edilmesi, iz sahibinin kimliğini belirleme açısından yararlı olabilir. İze ait DNA profili ile kişiler identifiye edilebilir. Mukayeseye elverişsiz bir parmak izi biyolojik bir kanıt olarak ele alınıp şüpheliden alınan örnekle karşılaştırılabilir. Yine de DNA parmak izi gibi her zaman ve her koşulda aynı verimi sağlayan bir kanıt değildir. İzlerin içerdiği DNA miktarı çok az olduğundan ve olay yerinde uzun bir süre hücrelerin ortam şartlarına maruz kalabileceğinden konvansiyonel STR'lar ile yeterli bir sonuç almak son derece zordur (2). Ülkemizde parmak izlerinden DNA identifikasyonu ile ilgili bilimsel bir çalışma henüz yapılmış değildir. Bu bilimsel boşluk kriminal laboratuvarların, içerdikleri DNA nedeni ile aynı zamanda değerli biyolojik deliller olan parmak izlerinin genetik incelemesi için standardize edilmiş yöntemler oluşturmalarına da engel olmaktadır. Dünya geneline bakıldığında ise çalışmaların temas ile transfer edilen DNA çalışmalarına yöneldikleri parmak izini hedefleyen çalışmaların ise az oldukları görülmektedir. Üstelik bu çalışmalar sistematik olmaktan uzaktır ve sundukları verilerden standardizasyona gidilmesi pek olası değildir. Parmak izleri yukarıda da ifade edildiği gibi eser miktarda DNA içeren ve yüksek derecede tahribata uğramış biyolojik delillerdir. Dolayısı ile konvansiyonel STR'lar yerine ilk defa Mini STR'ların kullanıldığı bu araştırmanın hedefi parmak izlerinden Mini STR tekniği ile DNA profili elde etmek ve bunun olabildiğince, polis ve jandarma kriminal laboratuvarlarında rutin bir inceleme yöntemi olarak kullanılabilmesini sağlayacak standardizasyona gitmektir (3).

Gereç ve Yöntem

Çalışmanın amacına yönelik olarak, parmak izinden DNA izole etmek ve tiplemenin başarısını ölçebilmek için farklı yüzeylerde, olay yerlerinde karşılaşılabilecek nitelikte izler oluşturuldu. Oluşturulan bu izlerden öncelikle DNA izolasyonunun başarısı gözlemlendi.

Daha sonra bu izlerde DNA tipleme çalışmalarına geçildi. DNA tipleme çalışmalarında özellikle tahrip olmuş örneklerle uygun olduğu bilinen Mini STR yöntemi kullanıldı. Ayrıca söz konusu yöntem, konvansiyonel STR tipleme yöntemi ile de karşılaştırıldı. Yapılan her parmak izi tiplemesi, standardize edilmiş ve başarısından emin olunan kan örneği tiplemesi ile karşılaştırıldı. DNA izolasyonu ve tipleme çalışmaları için çok büyük ölçüde araştırmacının kendi parmak izleri kullanıldı. İki tipleme yönteminin karşılaştırılmasında ise araştırmacı dışında, çalışmaya katılmayı kabul eden iki gönüllü kişinin kan ve parmak izleri kullanıldı.

Çalışma için plastik, kağıt ve cam olmak üzere üç farklı yüzey seçildi. Bu yüzeylerde iz oluşturma işlemi için basit dokunma yöntemi kullanıldı. Dokunma süresi 1sn, 5sn ve 10sn olarak düzenlendi. Örnek oluşturma DNA izolasyonu, DNA tiplemesi, tipleme karşılaştırması işlemleri için ayrı ayrı gerçekleştirildi. Bu izlerden 45 adedi manipülasyonsuz olarak izolasyona alınırken, 45 adedi siyah manyetik toz ile gerçekleştirildi. DNA tiplemesinde örnek oluşturma için 40 iz bırakıldı. Bu izlerden 20 adedi manipülasyonsuz kullanılırken, 20 adedi siyah manyetik toz ile gerçekleştirildi. Yukarıda sözü edilen her örnek araştırmacının parmak izlerinden oluşturulurken, epitel hücresi kaybına uğramaması ve gerçek olgulara uyması adına kişinin her parmağı gün içinde sadece 1 kez iz oluşturma amacı ile kullanıldı. Tipleme karşılaştırması için araştırmacının izleri dışında, gönüllü olarak katılan kişilerin izleri de kullanıldı.

Mini STR tiplemesi için, ticari AmpF ℓ STR $^{\circ}$ MiniFiler $^{\text{TM}}$ PCR Amplifikasyon Kiti kullanılmıştır. Her lokus için elde edilen Mini STR yöntemine dayalı sonuçların konvansiyonel STR yöntemi ile karşılaştırılması için, parmak izlerinden elde edilen DNA çekitleri AmpF ℓ STR $^{\circ}$ Identifier $^{\text{TM}}$ ile çoğaltıldı ve tiplendi. PCR yöntemi ile çoğaltılan tüm örnekler ABI 310 cihazında kapiler elektorforeze tabi tutuldu. Elde edilen elektroforegramlar tiplendi. İzolasyon için gerek kan gerekse parmak izi için Qiagen Mini Kit modifiye edilerek kullanıldı. İzolatların miktar tayini su altı agaroz jel elektorforezi ve dikey poliakrilamid jel elektorforezi yöntemleri ile yapıldı. Agaroz ve akrilamid jel elektorforezi sonuçlarına göre uygun gözükten örnekler için PCR aşamasına geçildi. PCR ile çoğaltılan hem mini STR hem de konvansiyonel STR örnekleri ABI Prism 310 kapiler elektorforez cihazında elektorforeze tabi tutuldu. Her iki kit için ortak olan GS STR POP4 (1 mL) G5 modülü kullanıldı. Fragman analizi için kullanılan POP 4 poliakrilamid jel yüklenmiş cihazın örnek listesi tamamlandı ve 60 °C'ye getirildi. Örnekler

Şekil 1a Cam üzerine oluşturulmuş siyah manyetik toz ile görünürleştirilmiş parmak izi



Şekil 1b Kağıt üzerine oluşturulmuş siyah manyetik toz ile görünürleştirilmiş parmak izi



Şekil 1c Siyah manyetik toz ile görünürleştirilmiş sürüntü parmak izi



elektroforez için hazırlandı. Örnek başına 0.3ul GeneScan™ 500® LIZ Size Standard (iç standard) ve 8.7 Hi-Di Formamid karıştırıldı. Karışıma 1ul örnek kondu. Karışımları içeren tüpler cihaza yerleştirildi ve elektroforez başlatıldı. Elektroforezin bitiminde GeneMapper, Peak Scanner ve GeneScan yazılımları ile örneklerin tiplmesi yapıldı.

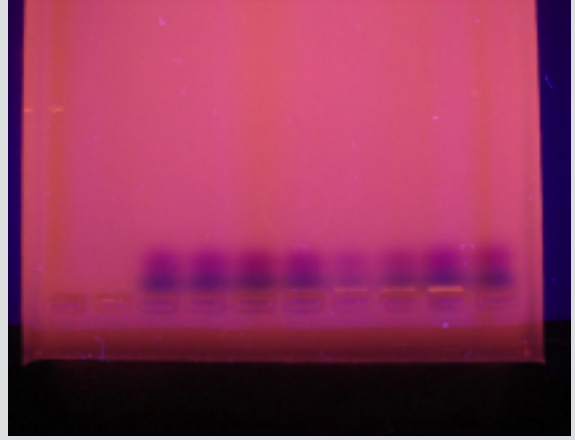
Bulgular

Parmak izinden Mini STR yöntemi ile DNA profili elde etmek için araştırmacıdan (Grup 1) ve çalışmaya gönüllü olarak katılan 2 kişiden (Grup2 ve Grup3) parmak izleri alınmıştır. Grup 1'e ait izler 3 farklı yüzeyde; kağıt, cam ve plastik üzerinde oluşturulmuştur. Grup 2 ve Grup 3'e ait izler sadece kağıt üzerine alınmıştır. Grup1 için kağıt, cam ve plastik yüzeylerde ayrıca izler alınmış ve bunlar siyah toz ile görünürleştirildikten sonra izole edilmişlerdir. Kağıt üzerinde oluşturulan izler için iki yöntem izlenmiş, birinci yöntemde izolasyon öncesi örnek sürüntü yöntemi ile alınmış, ikinci yöntemde izin bulunduğu yer kesilmiş ve ufak parçalara bölünmüştür ve izolasyonun birinci aşamasına geçilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında araştırmacının (Grup 1) izlerinden izolasyon yapılmış, yeterli miktarda DNA elde edildiğini kontrol etmek amacı ile izolatlar sualtı agaroz jel elektroforezine ve dikey poliakrilamid jel elektroforezine tabi tutulmuştur (Şekil 2 ve 3). Bu işlem her 3 yüzey, cam, kağıt ve plastik için yapılmıştır. Her yüzeyde 3 farklı süre, 1s, 5s ve 10s boyunca güçlü baskı ile izler oluşturulmuştur. Her yüzeyden 5 iz alınmış ve izole edilmiştir. Sonuç olarak toplam 105 izolat için elektroforetik yöntemler ile miktar tayini yapılmıştır. Şekil 4 a ve Şekil 4 b'de siyah toz ile işlenmiş ve işlenmemiş örneklerin jel elektroforezinde görülen DNA miktarlarının karşılaştırması görülmektedir.

Şekil 4 a ve Şekil 4 b'de siyah toz ile işlenmiş ve işlenmemiş örneklerin jel elektroforezinde görülen DNA miktarlarının karşılaştırması. Her iki şekilde de sürenin artması ile izolasyon başarısının arttığı görülmektedir. Ancak manyetik toz ile işlenmiş örneklerin işlenmemişlere göre daha düşük izolasyon başarısı gösterdikleri anlaşılmaktadır.

Mini STR yönteminin standardizasyonu aşamasında araştırmacının parmak izi kullanılmış ve araştırmacının kan örneğinden elde edilen profil ile karşılaştırılmıştır. Her üç gruba ait kan örnekleri karşılaştırma yapılabilmesi için konvansiyonel STR'ları kullanan Identifiler Kiti ve Mini STR'ları kullanan Mini Filer Kiti kullanılarak kişilerin profilleri elde edilmiştir. İzlerden elde edilen tüm izolatlar

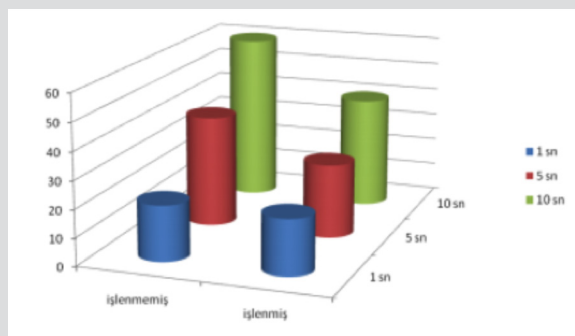
Şekil 2. Parmak izlerinden elde edilen DNA izolatlarının agaroz jel elektroforezi ile DNA miktar tayini



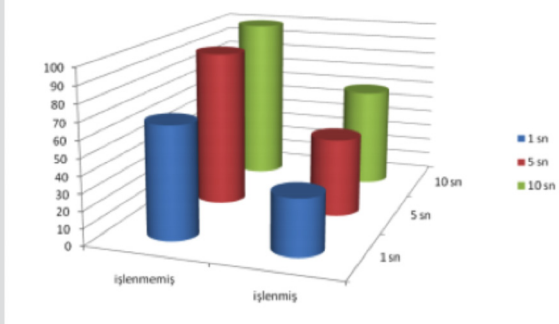
Şekil 3 Parmak izlerinden elde edilen DNA izolatlarının poliakrilamid jel elektroforezi ile DNA miktar tayini



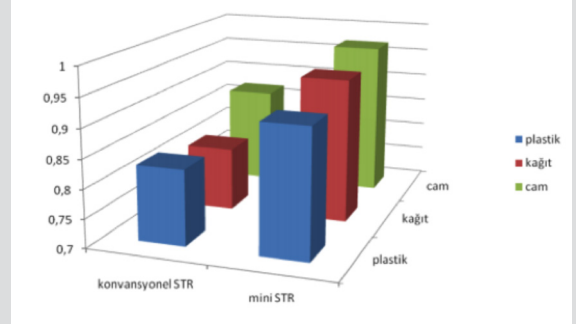
Şekil 4 a



Şekil 4 b



Şekil 5 D2S1338 lokusunun farklı yüzeylerdeki veriminin konvansiyonel STR sistemi ve mini STR sistemi açısından karşılaştırılması



konvansiyonel sistem ile Mini STR sistemini karşılaştırabilmek amacı ile hem Identifiler hem de MiniFiler Kitleri ile amplifiye edilmiş ve kapiler elektroforez ile sonuçlar elde edilmiştir. Mini STR sonuçları, incelenen yüzeyler temelinde karşılaştırılarak tablo 1 de gösterilmektedir. Her iki kitle yer alan D2S1338 lokusunun kitleler arası verimliliklerinin şekil 5 de görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Günümüzde, parmak izleri adli bilimlerle, özellikle de kolluk kuvvetleri ile beraber anılan bir çalışma alanıdır. Oysa bu izlerin keşfi adli alanın tamamen dışında ve çok farklı amaçlar adına gerçekleşmiştir. Bolonya Üni-

versitesi'nde Anatomi Profesörü olan Marcello Malpighi 1686'da parmak izlerini oluşturan tepe ve vadileri gözlemlemiş, bazı genel şekilleri tarif etmiştir (4). Benzer bir çalışma 1823'te Breslo Üniversitesi Profesörü Evangelist Purkinje tarafından gerçekleştirilmiş, tezinde 9 parmak izi şeklinden bahsetmiştir (5). Ancak bu iki bilim insanının anatomi ve deri incelemesi dışında bir amaçları olmamıştır. Hindistan'da İngiliz üst düzey devlet görevlisi olan Sir William Herschel 1858'de parmak izlerini işçi sözleşmelerinde kullanmış ve geniş bir iz koleksiyonuna sahip olmuştur. Kişiyi özel olabileceği fikrini ortaya atmış ve kendi parmak izlerini zaman içinde tekrar tekrar alıp karşılaştırarak bunu kanıtlamıştır (6). Henry Faulds bu deriyi özgü yapıların ırka ve cinsiyete bağlı olduğu-

Tablo 1: Mini STR yöntemi ile elde edilen sonuçların lokus başına değerlendirilmesi

	Lokus/Yüzey	Plastik	Kağıt	Cam	Ortalama
1	D21S11	0.91	0.95	0.98	0.95
2	D7S820	0.90	0.92	0.94	0.92
3	CSF1PO	0.95	0.98	1	0.98
4	D13S317	0.93	0.97	0.99	0.96
5	D16S539	0.93	0.98	0.98	0.96
6	D2S1338	0.92	0.95	0.97	0.95
7	D18S51	0.83	0.89	0.93	0.88
8	Amelogenin	1	1	1	1
9	FGA	0.90	0.93	0.95	0.93
Ortalama		0.92	0.95	0.97	0.95

nu düşünmüştür. Bu düşüncelerini Darwin'e aktardığı mektubunda araştırması için yardım istemiş, evrim çalışmalarını için de önemli olabileceğinden bahsetmiştir. Ancak Darwin yanıtında artık yaş ve sağlık nedenleri ile çalışamayacağını ifade etmiş ve Henry Faulds'u, akrabası Francis Galton'a yönlendirmiştir. Faulds'un amacına ters düşecek şekilde hem Galton hem Henry parmak izlerinin kişiye özel ve genetik yapısından, cinsiyetinden veya toplumundan bağımsız oldukları sonucuna varmışlardır. Galton iki kişinin parmak izinin aynı olma olasılığını 64 milyonda bir olarak hesaplamıştır. Parmak izinin tek yumurta ikizlerinde bile bireye özgü olması identifikasyonda dolayısı ile adli alanda çığır açmıştır (7). Edward Henry çalışmalarını daha da ilerletmiş ve bir sınıflandırma sistemi oluşturmuştur (8).

Keşiflerinden bu yana neredeyse 200 sene geçen parmak izleri Adalet, Adli Bilimler ve Kolluk Kuvvetleri için yararlı ve vazgeçilmez bir delil türü olmuşlardır. Kabul edilen sınıflandırma sistemleri farklı olsa da dünya çapında kullanılmaktadır. İnsanlara ve primatlara özgü olan derideki papil hatlarının oluşturduğu bu izler sistematik olarak kullanılmaya başlanmasından itibaren büyük iz arşivleri ve konu ile ilgili bilgi ve tecrübe oluşmuştur. Henry'nin insan ırkları ile bilgi verebileceğini ve evrimle ilgili kanıt sunabileceğini düşündüğü parmak izlerinin varyasyonunun teorik olarak sonsuz olduğu kabullenilmiştir. Bu kabullenme parmak izinin bireye ait olduğu ve aynı parmaktan gelmedikçe hiç bir iz diğerine benzemediği argümanında gizlidir. Bu argüman parmak izinin identifikasyonda kullanımının temeli oluşturur. Varyasyonu ölçmek için günümüze kadar birçok istatistiksel model üretilmiştir ve sonuçlar elde edilmiştir. Yine de hepsinin eksik yönleri vardır (8-10). Elde edilen sonuçlar aynı izi taşıyan iki parmağın bulunmasının çok düşük bir olasılık olduğunu gösterse de kesin bir kanıt sağlayamamaktadır. Bu da parmak izlerinin tam bir bilimsel eksene oturmasına engeldir. Budowle ve ark. ABD'deki Daubert duruşmasına sundukları çalışma da tam da bununla ilgilidir. Mahkeme parmak izlerinin bilimselliğini sorgulamış ve bu temel üzerinde ne kadar güvenilir olduklarının sorusuna yanıt aramıştır (12). Sunulan raporda istatistiksel bir model üzerinden iki farklı parmağın aynı izi verme olasılığının çok düşük olduğu belirtilmiştir. Bu sonuca ulaşmak için FBI'nin AFIS sistemi kullanılmıştır (13). Modele getirilen eleştiri sadece belli parmakların ve tek bir parmak izi şeklinin kullanıldığıdır. Özetle parmak izleri her ne kadar önemli bir delil grubunu oluştursalar da yetersiz kaldıkları durumlar vardır. Parsiyel izler söz konusu olduğunda sorgulanan

iz yeterli sayıda karşılaştırma noktası içermeyebilir. Bu durumda identifikasyona gidilemez. Sürüntü parmak izleri de karşılaştırmaya kesinlikle uygun değildirler, yeterli sayıda nokta içerip içermediklerine bakılmaksızın bertaraf edilirler. Ülkemizde olay yerlerinden alınan tasnif mukayeseye elverişli olmayan parmak izlerinin ortalamalarının %25-30'larda olduğu bildirilmektedir (14). İster olay yerinde bulunsun, ister şüphelilerden alınsın, parmak izlerinin dijital ortama kaydedilmeleri durumunda uyulması gereken kurallar vardır. Fotoğraflanmalarından AFIS, IAFIS gibi sistemlere aktarılıp kaydedilmelerine kadar standardizasyon takip edilmelidir. Belirlenen çözünürlük sınırının altında kalan iz fotoğrafları değerlendirildikleri durumlarda yanlış sonuçlara götürebilirler. Dünya çapında yankılar uyandıran ve 11 Mart 2004 tarihinde Madrid'te gerçekleşen bombalamanın araştırılması sırasında gerçekleşen hata buna örnektir. İspanyol Polisi aldığı bir parmak izinin dijital görüntüsünü Amerika Birleşik Devletleri'ndeki FBI kurumuna yollamıştır. AFIS sistemine aktarılan görüntü milyonlarca izden 5 tanesi ile uyumluluk göstermiştir. Daha sonra uzmanlardan biri bunlardan bir tanesinin tam bir uyum gösterdiğine dair görüş bildirmiştir. Daha sonra bu görüş üzerine tutuklanan kişinin masum olduğu anlaşılmıştır. Yapılan incelemeler ile izin dijital fotoğrafının yetersiz çözünürlükte olduğu belirlenmiştir (15). Bunların yanı sıra olay yerinde bulunan parmak izleri karşılaştırmaya elverişli olsalar da iz bankalarında karşılıkları olmayabilir veya şüphelilere ait olmayabilirler. Oysa parmak izleri sahiplerinin hücrelerini içerir (16). Çalışmamızda yukarıda sözü edilen nedenler ile parmak izi karşılaştırma yönteminin yetersiz kaldığı durumlarda bu hücrelerin içerdiği DNA molekülünden profillemeye ve identifikasyon yapmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışmamızın ilk aşamasında parmak izlerinden yeterli miktarda DNA izole edilip edilemeyeceği test edildi. Bu amaçla araştırmacının parmak izleri üç farklı yüzeye; cam, plastik ve kağıt üzerine alındı. Bunun nedeni olay yerinde bulunan nesnelere yapılarında farklı maddeler kullanılması, bu maddelerin yüzeylerinin ise birbirlerinden çok farklı özelliklere sahip olmasıdır. DNA içeren örneklerin bu farklı özelliklere sahip yüzeylerden alınması aşamasında farklı miktar ve kalitede örnekler elde edildiği bilinmektedir. Birçok madde ve yüzey içerisinden cam, plastik ve kağıdı seçmiş olmamızın nedenleri aşağıda belirtilmektedir.

Silikon dioksit (cam) olay yerinde bulunabilecek ve farklı amaçlar ile gündelik yaşamda kullanılan birçok eşyanın yapı malzemesidir. Yemek araç gereci olarak bardak,



tabak gibi eşyalar, kül tablaları, aynalar, ev ve arabaların pencere camları bu maddeden üretilmektedir. Selüloz (kağıt), günlük kullanımları ve bu nedenle sıklıkla temas edilen nesnelere üretildiği madde olmasının yanı sıra resmi veya özel tüm yazılı belgelerin üzerine kaydedildiği yüzey tipidir. Belgeler içerikleri nedeni ile herhangi bir hukuki ihtilafta delil olarak kullanılmaktadırlar. Söz konusu belgelere kimlerin temas ettiği de yanıtı aranan bir soru olabilir. Bu durumda kağıt yüzey üzerinde parmak izi aranması, görünürleştirilmesi ve bunun ötesinde bu izlerden, özellikle parmak izi karşılaştırma yöntemleri için elverişsiz durumda iseler DNA ile idantifikasyon yapılması gerekebilir. Bu nedenle çalışmamızın bir bölümünü kağıt yüzeyler oluşturmuştur. Belgelerin bir diğer özelliği de içeriklerinin bozulmadan üzerlerindeki diğer delillerin çalışılmasında yatmaktadır. Bu nedenle kağıt yüzeylerde izolasyon aşamasında iki yol izlenmiştir; kağıt üzerinden sürüntü yöntemi ile biyolojik örneği almak ve biyolojik örneğin bulunduğu bölgeyi kesip, daha küçük parçalara bölerek izolasyonun birinci aşamasına geçmek. Plastik de günlük kullanımı çok sık olan bir maddedir. Plastikten sayısız eşya üretilmektedir günümüzde. Ancak plastikten üretilen küçük torbalar bazen yasadışı bir amaca hizmet edebilmektedir. Uyuşturucu uyarıcı maddeler kullanıcılara ufak dozlarda ve plastik paketler içerisinde satılabilmektedir. Bu konuyu ele almış, çeşitli nedenler ile paketlerin üzerindeki parmak izlerinin karşılaştırmaya uygun olmadığını belirten çalışmalar yapılmıştır (17). Söz konusu elverişsiz parmak izlerinden DNA elde edilmesi ve profillemeye gidilmesi son derece olasıdır. Büyük bir sorun olan uyuşturucu uyarıcı madde ticareti suçunun aydınlatılabilmesinde kullanılabilecek bir yöntem olabileceğinden plastik yüzeyler çalışmamıza dahil edilmiştir. Her üç yüzeye üç farklı sürede basit dokunma yöntemi ile iz alınmıştır. Bu süreler 1, 5, ve 10 sn'dir. Temas süresinin izolasyon başarısına etkisi araştırılmak istenmiştir. 10 sn'den uzun süreler kullanılmamıştır çünkü izle beraber bırakılan hücre miktarının ilk temas anında belirlendiğini 10sn'nin üzerindeki temas sürelerinin herhangi bir miktar arttırıcı etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar yapılmıştır (18). İzler, izolasyon aşamasına geçmeden önce her üç yüzeyden sürüntü çubuğu ile alınmış ve izolasyon tüpüne aktarılmıştır. Elde edilen DNA miktarını ölçmek amacı ile elde edilen DNA miktarı dahilinde iki tip jel elektroforezinden yararlanılmıştır. İzolasyonun bitiminde örnekler önce sualtı agaroz jel elektroforezi uygulanmış ve sonuçlar kaydedilmiştir. Aynı örneklere dikey poliakrilamid jel elektroforezi uygulanmış ve yine bu sonuçlar da bir ön-

cekiler ile karşılaştırılmak amacı ile kaydedilmiştir. Tablo 6'da görülen sualtı agaroz jel elektroforezi sonuçlarına göre sürenin artması DNA elde etme şansını arttırmaktadır. Bu durum her üç yüzey için de belirgindir. Yüzeyler arası karşılaştırma yapıldığı durumda ise DNA eldesi açısından en iyi sonuçları camın verdiği, bunu sırası ile kağıt ve plastiğin izlediği görülmektedir. Cam üzerinden çok daha başarılı sonuçlar edildiğini bildiren çalışmalara göre, yüzeyin porlu yapısı perspirasyonu arttırmakta, bu da çok daha fazla hücrenin bırakılmasına neden olmaktadır (19). Aynı örneklere dikey poliakrilamid jel elektroforezi de uygulanmıştır. Dikey poliakrilamid jel elektroforez yönteminin sualtı agaroz jel elektroforezine göre çok daha hassas olması, çok daha düşük derişimlerdeki DNA örneklerini görüntüleyebilmesine dayanmaktadır. Agaroz jelde sonuç vermeyen örnekler poliakrilamid jelde sonuç vermişler bu da toplam başarıyı arttırmıştır. Olay yerinde bulunan parmak izleri genellikle çıplak gözle görülemediklerinden geliştirilmeleri yani görünür hale getirilmeleri gerekir. Bu amaçla çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Kimyasal kullanılması durumunda elde edilen DNA'nın etkilenip etkilenmediğini araştırmak amacı ile çok yaygın kullanılan manyetik siyah toz ile kağıt, plastik ve cam yüzeylere alınan parmak izleri boyanmış ve izolasyonları yapılmıştır. Bunun nedeninin, en azından siyah tozun uygulanma yöntemine bağlı olduğu düşünülmüştür. Nitekim bu doğrultuda yapılan çalışmalarda kimyasalların fırça ile uygulanması durumunda hücrelerin bir kısmının fırçaya geçtiği, bir kısmının da hedef bölgeden uzaklaştırıldığı görüşü hâkimdir (20). Aynı örnekler poliakrilamid jel elektroforezine uygulandıklarında toplam başarının yine arttığı gözlenmekte, bu da yöntemin hassasiyetine bağlı olduğu düşüncesini kuvvetlendirmektedir. Daha önce belirttiği gibi kağıt yüzeyden alınan parmak izlerinin izolasyonuna başlanmadan önce iki yol izlenmiştir. Birincisinde izolasyonun ilk aşamasına geçilmeden önce iz sürüntü çubuğu ile alınmıştır. İkincisinde izin olduğu bölge kesilmiş, bölünmüş ve izolasyon aşamasının ilk aşamasında elde edilen parçaların tümü deney tüpüne aktarılmıştır. Agaroz ve poliakrilamid elektroforezlerinde alınan sonuçlar tüm yüzeyler için ele alındığında temas süresi uzadıkça DNA eldesinin de arttığı görülmektedir. Yine başarılı izolasyon yüzdelерinin poliakrilamid jel elektroforezinde arttığı gözlenmektedir. Olay yerinden elde edilen ve yüksek derecede tahribata uğramış materyalden yeterli miktar ve kalitede DNA elde etmek zordur (21). Elde edilen DNA'nın miktarı ve kalitesi yeterli olmadığında olay yerinde bulunan biyolojik materyalden elde

edilen profiller ile referans profilleri, yani şüpheli ve sanıklara ait profiller veya DNA bankalarından alınan profilleri karşılaştırmak olası değildir. Sorunu çözmek için, LCN DNA (Low Copy Number DNA – eser miktarda DNA içeren örnekler) örneklerinden güvenilir ve tam bir STR profili elde edebilmek için, konvansiyonel STR'lardan daha küçük ampliconlar çoğaltabilen Mini STR'ların kullanımı önerilmiştir (22). İnsan kalıntıları, mağdurlara ait örnekler, olay yerinde bulunan biyolojik deliller, hatta parafine gömülü doku örnekleri üzerinde Mini STR'lar ile gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen sonuçlar son derece olumludur (23). İnsan kalıntılarında kemik, saç, kas ve dişler, mağdurlara ait örneklerden tırnak altı materyali, deriden ve genital bölgeden sürüntü, olay yerinden şişe, halı, sigara izmariti, kıyafet, kondom cam gibi örnekler yani eser miktarda veya ileri derecede tahribata uğramış DNA örnekler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar konvansiyonel STR'lar ile elde edilen profiller ile karşılaştırılmış, Mini STR'ların çok daha iyi profiller verdiği gözlenmiştir (24). Parmak izleri de keratinli hücreler içerdiklerinden DNA içeren biyolojik delillerdir. Ancak bu biyolojik deliller miktar olarak çok az olduklarından ve olay yerinde uzun süre çevre şartlarına maruz kalabildiklerinden eser miktarda DNA içeren veya yüksek derecede tahribata uğramış örneklerdir. Bu nedenle çalışmamızın bir sonraki aşamasında konvansiyonel STR 68 sistemlerini test etmeyi ve başarılı olacağına inandığımız Mini STR tipleme sistemi ile karşılaştırılmasını gerçekleştirdik. DNA profillemesi yapmak için araştırmacıdan (Grup 1) ve gönüllü 2 (Grup 2, Grup 3) kişiden parmak izleri alınmıştır. Araştırmacıdan alınan izler bu aşamanın birinci bölümünde, gönüllü olarak katılan kişilerin izleri ise ikinci bölümünde kullanılmıştır. Bu bölümler ile ilgili aşağıda ayrıntılı bilgi verilmektedir. Profilleme çalışmaları için Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'e ait izlerden elde edilen izolatların amplifikasyon öncesi miktar tayinleri yapılmamıştır. Bunun nedeni izolasyon çalışmalarının başarılı şekilde gerçekleştirilmiş olması ve eldeki imkanlar dahilinde kullanılan miktar tayini yöntemlerinin yeterli derecede hassas olmamasıdır. Poliakrilamid jel elektroforezinde izolasyon başarısı daha yüksek çıkmıştır. Poliakrilamid jel elektroforezi sualtı agaroz jel elektroforezinden daha hassastır ve görece daha düşük derişimdeki DNA miktarlarını görünürleştirir ve ölçülebilir. Dolayısı ile agaroz jel elektroforezinde negatif sonuç veren örnekler poliakrilamid jel elektroforezinde pozitif sonuç vermişlerdir. Yine de poliakrilamid jel elektroforezinin de başarı düzeyi parmak izi gibi eser miktarda ve tahribata uğramış DNA içeren biyolojik

örnekler için yeterli olmayabilir. Poliakrilamid jel elektroforezinde negatif sonuç almak o örneğin DNA içermediği anlamına gelmez. Bu nedenle tipleme aşamasında örneklerin miktar tayinine gitmeden oluşturulan tüm izolatlara amplifikasyon uygulanmıştır. DNA profillemesi aşamasının birinci bölümünde araştırmacıya ait (Grup 1) 40 iz oluşturulmuştur. Bu izler de 1, 5 ve 10sn'lik temas ile her üç yüzeye alınmıştır. İzlerden 20 tanesi manyetik siyah toz ile işlem görürken geri kalan 20 tanesi görmezmiştir. Her örnek, araştırmacının parmak izlerinden oluşturulurken, epitel hücresi kaybına uğramaması ve gerçek olgulara uyması adına kişinin her parmağı gün içinde sadece 1 kez iz oluşturma amacı ile kullanılmıştır. Araştırmacının kan örneğinden de DNA izole edilmiş ve her iki STR yöntemi ile amplifiye edilip tiplenmiştir. Cam üzerine alınan parmak izlerinden DNA profillemesi çalışmalarının standardizasyonu ve değerlendirilmesi amacı ile kan örneğinden elde edilen sonuçlar referans olarak kullanılmışlardır. Cam yüzeyden alınan izlerden başarılı bir profil elde edildikten sonra diğer yüzeylerin üzerine alınan izlerin amplifikasyonuna geçilmiştir. Tipleme aşamasının ikinci bölümünde çalışmamıza gönüllü olarak katılan 2 kişinin (Grup 2 ve Grup 3) izleri kullanılmıştır. Bu bölümde yüzey olarak kağıt seçilmiş ve izler 1sn'lik süre ile alınmıştır. Farklı kişilerden iz alınmasının nedeni bireysel farklılıkların etkilerini ölçmektir. Yapılan tıbbi ve adli bilimsel çalışmalarda bireyler arası farklar nedeni ile keratinli hücrelerin yenilenme süresinin ve miktarının ve izle bırakılan hücre sayısının farklı olduğu bildirilmiştir. Kuşkusuz bu farkların elde edilen DNA miktarını ve güvenilir bir profil sonucunun alınmasını etkileyebileceğinden bu bölüm çalışmamıza eklenmiştir. Söz konusu kişilerin kan örneklerinden de DNA izole edilmiş gerek konvansiyonel STR yöntemi gerekse Mini STR yöntemi ile amplifikasyon yapılarak elde edilen sonuçlar parmak izinden elde edilen profiller ile karşılaştırma yapmak amacı ile referans olarak kullanılmıştır. Konvansiyonel STR'lardan Mini STR'lara geçiş daha iyi sonuçlar veren görece küçük ampliconlar elde edilmesi amacı ile yapıldığından ve çalışmamızda Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'ten elde edilen profiller arasında başarı oranı açısından herhangi bir fark gözlenmediğinden öncelikle tüm gruplar ile elde edilen sonuçlar lokus başına değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım yapılan diğer çalışmalar ile ortak ama farklı sayıda lokuslar içeren konvansiyonel STR kiti ile alınan sonuçlar ile Mini STR kitinin sonuçlarını daha sağlıklı bir karşılaştırmayı da olası kılmaktadır (Balogh MK, 2003). Lokus başına elde edilen yüzdelik başarı oranlarının ortalamaları alınarak gerek Identifiler

(konvansiyonel STR) gerekse MiniFiler (Mini STR) kiti- nin genel başarısı ölçülmüştür. Konvansiyonel STR'lar ile tüm yüzeylerden elde edilen ortalama başarı oranı Tablo 15'te görüldüğü gibi %86'dır. Bu değer Mini STR'larda %95'e yükselmiştir (Tablo 16). Konvansiyonel STR sonuçları yüzey açısından değerlendirildiğinde cam üz- erinden alınan örneklerin %90'lık bir değer ile daha başa- rılı oldukları, %85 ve %83'lük değerler ile sırası ile kağı- dın ve plastiğin geldiği görülmüştür (Tablo 15). Mini STR'lar kendi içlerinde yüzey açısından değerlendirildi- ğinde bu sıralamanın değişmediği ancak başarı oranının her yüzey için arttığı görülmüştür: cam %97, kağıt %95 ve plastik %92. Her iki yöntem için elde edilen yüzey başa- rı oranları çalışmamızın birinci aşamasını oluşturun tiplene çalışmalarının sonuçları ile paralellik göster- mektedir. İki STR yöntemi lokus başına değerlendirilmiş ve her yüzey için ortak lokusların; D21S11, D7S820, CS- FIPO, D13S317, D16S539, D2S1338, D18S51, FGA ve Amelogenin'in başarı oranları karşılaştırılmıştır. Bu kar- şılaştırmanın sonucunda Mini STR lokuslarının konvan- siyonel STR'lara göre her yüzeyde daha başarılı oldukları görülmüştür. Ayrıca çalışmamızda Mini STR'lara ait amelogenin lokusun %100 başarılı olmuştur. Diğer lo- kusların çoğaltılmadığı durumlarda amelogenin loku- sundan sonuç alınması en azından cinsiyetin belirlen- mesi anlamına gelir. Bu durum adli soruşturma ve yargı sürecinde mağdur veya şüpheli popülasyonunda eleme yapma olasılığını tanıır. Konvansiyonel yöntem ile elde edilen sonuçlar lokus boyutu açısından karşılaştırıldıkla- rında ise görece kısa ürün veren amplikonların uzun amplikon veren bölgelerden daha başarılı oldukları gö- rülmüştür. Mini STR'lar için aynı temelde yapılan değer- lendirme de aynı sonuca götürmüş yine kısa bölgelerin uzun bölgelere göre daha iyi sonuç verdiği anlaşılmıştır. Lokus başına yapılan karşılaştırmaların Mini STR gelişt- irme çalışmaları ile uyumlu oldukları düşünülmektedir. Bu araştırmalar konvansiyonel STR lokuslarından daha kısa ürünler alınması değil aynı zamanda hiç kullanılmamış kromozomlar üzerinde yeni lokuslar bulmaya çalış- maktadırlar (25, 26). Her ne kadar lokus başına başarı oranını hesaplamak önemli olsa da adli olgularda ana hedef tam bir profil elde etmek olduğundan tam ve kısmi profiller de değerlendirilmiştir. Konvansiyonel sistem- lerde tam profil eldesi yüksek iken plastik çok daha fazla kısmi profiller sağlamıştır. Bu sıralamanın Mini STR'lar için de geçerli olduğu gözlenmiştir ancak toplamda tam profiller artmış kısmi profiller azalmıştır. Bu durum par- mak izlerinin DNA tiplemesinde Mini STR'ların çok daha verimli olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak çalışmamızda Mini STR yöntemi ile par- mak izlerinden %90'ın üzerinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre parmak izi karşılaştırma yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda Mini STR yöntemi ile DNA profili elde etmek ve idantifikasyona gitmek yüksek derecede olasıdır (27). Olanaklar ölçü- sünde elde edilmiş bilgilere göre bir olay yerinde bulunan parmak izlerinin genellikle yarısı tasnif ve mukayese edi- lebilir nitelikte değildir. Söz konusu izler hiçbir şekilde toplanmamaktadır (28). Ancak olgu ile ilgili çok değerli biyolojik materyali içermektedir. Kullanılabilir parmak izlerinden başarı yüzdesinin oranı hakkında net bir bilgi edinemedik. Ancak uluslararası standartlara bakıldığın- da %38 olduğu görülmektedir. Bu demektir ki olguların %62 kadarı klasik parmak izi yöntemi ile aydınlatılama- maktadır (29). Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz deneyim olay yerinde bırakılan parmak izi üzerindeki biyolojik materyalin Mini STR yöntemi ile amplifikas- yonunda ortalama lokus başarı oranının %95 olduğunu göstermektedir. Bunun anlamı da başarılı bir idantifikas- yonun yapılabildiğini ve kişiye ulaşmamıza olanak verdi- ğidir. Bu nedenle bu deneyimin kullanılabilceği ve olay yerlerinde bu denli değerli delillerin bırakılmaması için bir öneride bulunmamız gerektiğini düşündük. "İşe ya- ramaz" parmak izlerinin bir yönerge doğrultusunda olay yeri uzmanları tarafından toplanarak biyolojik delilleri değerlendirme ünitelerine nakledilmelerini önermeyi uygun bulduk. Bu öneride amaç maksimum düzeyde bi- yolojik örneği elde edebilmek için gerekli her türlü adım bulunmalıdır. Sadece karşılaştırma amaçlı parmak izi toplamaya almış personelin farklı bir amaçla çalışmayı öğrenmesi çok kolay değildir. Bu nedenle bu öneri pa- ketinin var olan parmak izi toplama yönergesi içerisine dikkatlice entegre edilmesi şarttır. Bu şekilde parmak izi uzmanları, olay yeri inceleme uzmanları ve DNA uzman- ları iş birliği içerisinde çalışacak ve çok değerli sonuçlara ulaşacaktır. İşbirliğinin verimli olması için olay yerinde bulunan parmak izlerinin gerek parmak izi karşılaştı- rması gerek DNA profillemeye yöntemleri ile incelenebile- cek şekilde toplanmaları gerekir. Oluşturulacak yönerge tasnif ve mukayeseye uygun parmak izlerini kapsadığı gibi, uygun olmayanları da kapsamalıdır.

Tasnif ve mukayeseye uygun olan parmak izlerinin görü- nürleştirilmesi için çeşitli kimyasallar kullanılır ve bunun devamında incelenecekleri laboratuvarlara ulaştırılmak için plastik yüzeylere aktarılır. Laboratuvara ulaştırıldık- larında ise fotoğraflanırlar. Bu aşamalar sırasında, izlerin aynı zamanda DNA profillemesi için kullanılacakları düşünülerek, içerdikleri DNA'nın zarar görmemesi için

önlemler alınması gerektiği düşünülmesi ve bu önlemler yönergeye aktarılmalıdır. Tasnif ve mukayeseye uygun olmayan izler söz konusu olduğunda iki yol izlenmektedir. İzlerin uygun olmadıkları ya olay yeri içerisinde ya da laboratuvara ulaştırıldıkları zaman belirlenir. Olay yeri içerisinde uygun olmadıkları belirlendikleri durumda -ki bu çoğunlukla sürüntü parmak izleri için geçerlidir- herhangi bir görünürleştirme maddesi ile işlem yapılmamaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi halihazırda bu izler toplanmamakta ve bunlardan faydalanılmamaktadır. Bu izlere sadece ve özellikle DNA içeren biyolojik örnekler uygulanan toplama yöntemleri uygun görülmelidir. Bu durum yönerge de belirtilmeli bu izlerin DNA profillemesi için toplanması gerektiği belirtilmelidir. İzler ister tasnif ve mukayeseye uygun olsun ister olmasın biyolojik delil olarak ele alınıp DNA profillemesi için aday olduklarından olay yeri inceleme ekibinin uygun ekipmana sahip olması ve bu ekipmanın da nasıl kullanılması gerektiği yönergenin önemli bir bölümünü oluşturmalıdır. Çalışmamıza başlarken bu konuya eğilmemizin nedenlerinden biri de uyuşturucu-uyarıcı madde ticareti olmuştur. Genel sonuçlarda başarı elde edildiği gibi plastik yüzeyden yapılan çalışmamızda da %92 oranında başarı elde edilmiştir. Plastik maddesi günlük yaşamda çok kullanılan bir materyaldir ve bu materyalden üretilen nesnelere suç işlenirken de kullanılmaktadır. Uyuşturucu-uyarıcı maddeler plastik paketler içerisinde satılmaktadır. Uyuşturucu uyarıcı madde kullanımını Adalet Sistemi'ni ve Sağlık Alanı'nı meşgul eden ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir. Kullanımın engellenmesi, ölüm tehlikesi ile karşı karşıya, sağlık, sosyal ve ekonomik sorunlar yaşayan mağdurların oluşumunu sağlamak şüphesiz birçok devlet biriminin çabalarını, farklı alanlardan uzmanların iş birliğini ve çalışmalarını ve yeni çözüm politikalarını gerektirmektedir. Tüm bunların yanı sıra bu tür maddeleri üreten, satan, sağlayan ve çıkar elde eden kişilerin belirlenmesi ve yargı karşısına çıkarılması kolluk kuvvetlerinin ve mahkemelerin günlük ve sürekli faaliyetlerini önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu suçları işleyenleri belirlemek ise kuşkusuz maddi delillerin bilimsel değerlendirilmesine bağlıdır. Özellikle sokaklarda satılan, küçük dozlarda paketlenmiş yasa dışı maddeleri satanları belirlemek zor olabilmektedir. Paketlerin üzerinde bulunan parmak izleri çeşitli nedenlerle karşılaştırmaya elverişsiz olabilmektedirler. İzlerin kısmi, sürüntü halinde olması veya paketlenmede kullanılan plastik torbaların ağzılarının ısıtılarak kapatılmasından dolayı izlerden sonuca gidilememektedir. Bu durumda izi bırakan kişinin biyolojik ma-

teryalinden faydalanmak olasıdır. Sorun DNA miktarının az veya yeterli kalitede olmamasıdır. Üstelik ısı kullanımını yüzünden tahribata uğramış olma olasılığı yüksektir. Böylesi durumlarda Mini STR'lar kullanılarak yasa dışı madde içeren paketlerin kim tarafından satıldığı ile ilgili önemli deliller elde edilebilir (17). Ancak parmak izleri eser miktarda ve yüksek derecede tahribata uğramış biyolojik örnekler olduğundan dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Bunlardan bir tanesi çevrede bulunan DNA'dır. Keratinli hücreler parmak izi ile yüzeylere bırakılır ve bu izleri DNA elde edilen biyolojik örnekler kategorisine sokar. Keratinli hücreler aynı zamanda tozun bileşenleri arasındadır. Toz ise her yerde bulunur. Olay yerleri de istisna oluşturmaz. Kapalı alanlardaki tozda insana ait hücrelerin bulunduğunu gösteren çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların amacı tozda bulunan bu hücrelerden DNA elde edilip edilemeyeceği, edilebildiği durumda DNA profili oluşturmaya yetecek miktarda bulunup bulunmadığını göstermek olmuştur. Az, orta ve sık kullanılan mekanlar seçilerek yapılan çalışmalarda mekan kullanımının seviyesine bağlı olmaksızın tozdan DNA elde edilmiş ve elde edilen DNA'dan konvansiyonel STR'lar çoğaltılabilmektedir. İdentifikasyonun gözlemlendiği bu çalışmada yüksek oranda tam profil elde edildiği gibi 4-5 lokusta amplifikasyon gözlenmiştir (30). Üstelik amplifikasyonlar baseline olarak isimlendirilen sıfır hatının anlamlı oranda üzerinde veriler oluşturmuşlardır. Bu durumda herhangi bir mekanda bulunan DNA'nın, özellikle eser miktarda DNA içeren temas edilmiş nesnelere, eser miktarda kan, semen lekeleri, parmak izi gibi örneklerle çalışıldığında dikkat edilmesi gereken bir etken olduğu görülmektedir. Üstelik yapılan çalışmada Mini STR'ların değil de konvansiyonel STR'ların kullanıldığı düşünülürse oluşabilecek sorunları öngörmek daha da büyük önem arz eder. Yanlış profiller elde etmek olasılık dahilindedir. Ayrıca karma bir profil görülmesi durumunda bu birden fazla kişiyi değil de tozdan gelen ve mekanda bulunan DNA'yı işaret ediyor olabileceği her zaman düşünülmalıdır. Üstelik tozun bir mekan içerisindeki bölümlerin arasında hava ceryanı ve havalandırma sistemleri ile taşınabildiği de unutulmamalıdır. Söz konusu eser miktarda DNA olduğunda dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da ikincil transfer olasılığıdır. İkincil transfer DNA içeren eser miktardaki biyolojik örneğin çeşitli yollar ile asıl bırakıldığı yüzey ve objelerden başka yüzey ve objelere aktarımını tanımlar. Bu aktarım olay yerinde toplanan materyalin taşındığı malzemelerden başka malzemelere aktarımını ifade ettiği gibi olay yerinin içerisinde de yine materyalden materyale ve ob-

jeden objeye aktarımını ifade edebilir. Bu transferin mümkün olduğunu gösteren çalışmalar aktarım sırasında porlu ve porsuz yüzeylerin farklılıkları ile materyalin nem oranının önemini ortaya koymuştur (31) Daha da önemlisi birincil ile ikincil aktarım aşamasında semen, kan tükürük gibi maddelerin belli parametreler altında hangi miktarlarda aktarıldıklarını da ortaya koymaktadır. Transfer sayısı arttıkça yani birinci aktarımdan ikinciye, ikinci aktarımdan üçüncüye vs. aktarılan madde miktarı da o oranda azalır. Bu durumda iğne başı kadar bir kan damlası, bir mm³ bir semen lekesi veya parmak izinin doğrudan bulunduğu yere bırakıldığından emin olmak zordur. İkincil ve hatta üçüncül transfer ile oraya ulaşması olasıdır. Bu da adli bir olayın aydınlatılması sırasında yanıtıcı etkiye sahip olabilecek bir parametredir. Gerek konvansiyonel ve Mini STR'lar gerek SNP (single nucleotide polymorphism – tek nokta mutasyonu) ile yapılan çalışmalara bakıldığında bunların temas ile DNA transferine dayandıkları görülmektedir. Söz konusu olan tek bir parmak izi değil derinin çok daha büyük bir bölgesinden, çoğunlukla avuçtan meydana gelen izlerdir. Bunların yanı sıra ağız epitelinin sigara izmaritlerinden elde edilip tiplenmesi veya kıyafet üzerinden alınan terin değerlendirilmesi çalışmaların odak noktasını oluşturmuştur. Tüm bunlar temas ile bırakılan biyolojik örneklerle ve eser miktarda/yüksek derecede tahribata uğramış DNA'ya örnektir (32). Ancak parmak izleri bu konu içerisinde bir alt başlıktır ve özel olarak ele alınması şarttır. Çünkü olay yerinde bulunan tek bir parmak izinden olgunun çözülebilmesi gerekebilir. Parmak izlerini hedef alan çalışmalara bakıldığında çoğunlukla sonuca ulaşılmış olguları ele aldıkları dikkat çekmektedir. Söz konusu olgular genellikle diğer temas izleri içerisinde sunulmaktadır. Dolayısı ile bu çalışmalardan başarıyı ölçmek ve standardizasyona gitmek olası değildir. Parmak izinden DNA tiplemesini amaçlayan ve konuya odaklanan çalışmalar ise ya sistematik olmaktan uzaktır ya da konuyu tek boyutu ile ele almaktadırlar (16). Sistematik olmayan çalışmalar temas süresi, görünürleştirme kimyasalları gibi parametreleri deneylerine katmamaktadır (19). Sistematik çalışmalarda ise genellikle parametrelerden sadece bir tanesi seçilmektedir. Genel olarak Mini STR'lar ile değil konvansiyonel STR'lar ile yapılan bu çalışmaların başarı oranları da düşüktür (18). Çalışmamızda yukarıda bahsi geçen eksiklikler göz önüne alınmıştır. Sadece parmak izinden DNA tiplemesi çalışmaları yapılmıştır. Olay yerinde bulunan tek bir parmak izinden sonuca gidilmesi gerekebileceğinden deneylerin tümünde tek bir parmak izinden izolasyon yapılmış ve tiplemeye

gidilmiştir. Farklı yüzeylerin sonuca etkileri olabileceğinden üç farklı yüzey tipi seçilmiştir. Bu yüzeyler özellikleri ve adli alanda karşılaşılabilecek olgularda görülme sıklığı ve özelliği nedeni ile seçilmiştir. Yüzey parametresinin yanı sıra temas süresi de ele alınmıştır. Temas süresinin belli bir aralıkta izden elde edilen DNA miktarını etkilediği bilinmektedir dolayısı ile değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca bireyler arası farklar da izle beraber yüzeye aktarılan DNA miktarını etkileyebilecek bir faktör olduğundan deneylerimizde değerlendirilen bir parametre olmuştur. İzlerin olay yerinde veya alındıktan sonra kriminal laboratuvarlarda görünürleştirmek amacı ile kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu kimyasal maddeler oldukça geniş bir gruptur ve DNA üzerinde tahrip edici etkileri olabileceği gibi amplifikasyon aşamasında da negatif etkileri olabilir. Bu maddeler ile ilgili kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun değerlendirmesinin yapılabilmesi için eldeki imkânlar dahilinde sıklıkla kullanılan manyetik siyah toz ile deneyler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Gerçek anlamda olay yerinden elde edilen delillerin değerlendirilmesi simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu modelin ileriye yönelik geliştirilmesi temelinde a) daha nadir olmak üzere kullanılan farklı görünürleştirme kimyasallarının denenmesi b) bireyler arası farklılıklardan kaynaklanabilmesi olası sapmaların minimize edilmesi için incelenen insan popülasyonunun sayısının çoğaltılması gerekir Her ne kadar DNA araştırmaları adli bilimlerde geçen her gün daha ileriye gitse de kötüye kullanımı da aynı hızla ilerlemektedir. DNA teknolojisinin gelişimi bir taraftan masumların ve suçluların belirlenmesini, kişilerin haksız yere ceza çekmemesini failerin yakalanmasını sağlarken diğer taraftan bireylerin genetik kodunu taşıyan DNA molekülünün tam veya kısmi olarak kopyalanmasını olası kılmıştır. Standart moleküler teknikler ile PCR yöntemine Tüm Genom Amplifikasyonu (Whole Genome Amplification – WGA) yöntemi de eklenmiştir (33). Teknikleri uygulamasını bilen kişilerce in vitro olarak oluşturulan DNA molekülleri olay yerine bırakılabilir ve masum kişilerin suçlu durumuna düşmesine yol açabilir. Bu durumun profillemeye çalışmalarının sonuçlarına yansımadığını belirleyen, yapay DNA'yı belirlemek için yeni yöntemler deneyen çalışmalar yapılmıştır (34). Doğal DNA'nın lokuslarından bazılarının metillenmiş bazılarının metillenmemiş olduğunu, yapay DNA'da ise tüm lokusların metillenmemiş olduğunu belirlemişler, metilasyon oranını ölçerek DNA'nın orijinini belirleyebilecek bir yöntem geliştirmişlerdir. Dolayısı ile olay yerine yapay DNA taşınmış olabileceği, böyle bir şüphe olduğu durumda

bunun belirlenmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Parmak izinden DNA profili elde etmek amacı ile yapılan son çalışmalarda, özellikle latent parmak izlerinin hem geliştirilmesi hem de yüksek oranda DNA profili elde edilmesi adına yeni bir teknik geliştirilmiştir. Bugüne kadar latent parmak izlerinin görünürleştirilmesi için kullanılan yöntemlerin, cyanoakrilat uygulaması gibi, bu tip örneklerde zaten eser miktarda bulunan DNA miktarını ve kalitesini düşürdüğü ifade edilmiştir. Geliştirilen tekniğin adı "Columnar Thin Film (CTF)"tir ve nanoteknolojiye dayanmaktadır. Araştırmacılar hem görünürleştirme açısından hem de elde edilen DNA profillerinin başarı yüzdesinin daha yüksek olduğunu bildirmektedirler (35).

Suç dünyası her zaman Adalet ile yarışacak, öne geçmeye çalışacaktır. Adalet Sistemi'nin önemli bir ögesi olan Adli Bilimler suçu önleme mücadelesinde öne geçmek için yeni yöntemler üretmek, yeni teknolojileri kullanmak zorundadır.

Received Date/Geliş Tarihi: 26.09.2020

Accepted Date/Kabul Tarihi: 19.10.2020

Kaynaklar

1. Lee and Gaensslen (Ed.) (2001). Lee and Gaensslen's advances in fingerprint technology. "History and Development of Fingerprinting, Chapter 1". CRC press.
2. Bonsu, D. O. M., Higgins, D., & Austin, J. J. (2020). Forensic touch DNA recovery from metal surfaces—A review. *Science & Justice*, 60(3), 206-215.
3. Gavril Petridis (2011) Parmak izlerinden elde edilen dna'nın mini str tekniği ile incelenmesi. Danışman: Prof.Dr. Bülent ÜNER. İstanbul Üniversitesi / Adli Tıp Enstitüsü / Fen Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.
4. URL-3, www.britannica.com/EBchecked/topic/360486/Marcello-Malpighi Marcello Malpighi. 7 Ocak 2010.
5. Cummins H, Wright Kennedy R (1940) Purkinje's observations (1823) on finger prints and other skin features. *The Journal of Criminal Law and Criminology*. 31(3): 343-56.
6. Herschel WJ (1916) The origin of finger-printing. Humphrey Milford Oxford University Press, London.
7. Galton F (1888) Personal Identification and Description *Nature* 38: 201-2.
8. Sodhi GS, Kau J (2005) The forgotten Indian pioneers of fingerprint science *Current Science* 88(1): 185-91
9. Roxburgh T (1933) Galton's work on the evidential value of finger prints,- *Sankhya: Indian. J. Stat.* 1: 50. 1933.
10. Pearson K. (1930) The Life and Letters of Francis Galton. University Press, Cambridge IIIA: 182.
11. Wayman JL (2000) When bad science leads to good law: the disturbing irony of the Daubert hearing in the case of U.S. v. Byron C. Mitchell, *Biometrics Publications*, National Biometric Test Center, San Jose State University, http://www.engr.sjsu.edu/biometrics/publications_daubert.html, 14 Mart 2010.
12. Daubert Case (2002) UNITED STATES of AMERICA, v. Carlton EWELL and Jacob S. Adams, Jr., Defendants. United States District Court, D. New Jersey. No. 00-697 GEB.
13. URL-7, http://www.fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints_biometrics/iafis/iafis Integrated Automated Fingerprint Identification System. 12 Şubat 2011.
14. Karakuş O, Demir S (2005) Alternatif bir kimliklendirme metodu: Poroskopi. *Polis Bilimleri Dergisi* 7(4): 15-33.
15. URL-8, Atasoy S Maynuşyaların dünyasına düşen Madrid bombası: 191 ölü, 2000 yaralı ve bir pardon. <http://webarsiv.hurriyet.com.tr/2005/09/25/707103.asp> 16 Eylül 2010
16. Sewell J, Quinones I, Ames C, Multaney B, Curtis S, Seeboruth H, Moore S, Daniela B (2008) Recovery of DNA and fingerprints from touched documents. *Forensic Science International: Genetics*. 2(4): 281-5.
17. Zamir A, Cohen Y, Azoury M (2007) DNA Profiling from Heroin Street Dose Packages. *Journal of Forensic Sciences* 52(2): 389-92.
18. Balogh MK, Burgera J, Bender K, Schneider PM, Alta KW (2003) STR genotyping an mtDNA sequencing of latent fingerprint on paper. *Forensic Science International* 137: 188-95.
19. Pesaresi M, Buscemi L, Alessandrini F, Cecati M, Tagliabracci A (2003) Qualitative and quantitative analysis of DNA recovered from fingerprints. *International Congress Series* 1239: 947-51
20. Proff C, Schmitt C, Schneider PM, Foerster G, Rothschild MA (2006) Experiments on the DNA contamination risk via latent fingerprint brushes. *International Congress Series* 1288: 601-3.
21. Torres Y, Flores I, Prieto V, López-Soto M, Farfán MJ, Carracedo A, Sanz P (2003) DNA mixtures in forensic casework: a 4-year retrospective study. *Forensic Science International* 134 (2): 180-6.
22. Lopes V, Andrade L, Carvalho M, Serra A, Balsa F, Bento AM, Batista L, Oliveira C, CorteReal F and Anjos MJ (2009) Mini-STRs: A powerful tool to identify genetic profiles in samples with small amounts of DNA. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2(1): 121-2
23. Turrina S, Filippini G, Caenazzo L, De Leo D (2009) Development of two new Mini STR multiplex assay for typing archival Bouin's fluid-fixed paraffin-embedded tissues. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* 2: 21-2.
24. Hill CR, Kline MC, Coble MD, Butler JM (2008) Characterization of 26 MiniSTR Loci for Improved Analysis of Degraded DNA Samples. *J Forensic Sci* 53(1): 73-80.
25. Pizzamiglio M, Marino A, Coli A, Floris T, Garofano L (2006) The use of mini-STRs on degraded DNA samples. *International Congress Series* 1288: 498-500.



26. Coble MD, Hill CR, Vallone PM, Butler J.M (2006) Characterization and performance of new miniSTR loci for typing degraded samples. *Progress in Forensic Genetics* 11, International Congress Series 1288: 504-6.
27. Parsons, T. J., Huel, R., Davoren, J., Katzmarzyk, C., Miloš, A., Selmanović, A., ... & Rizvić, A. (2007). Application of novel "mini-amplicon" STR multiplexes to high volume casework on degraded skeletal remains. *Forensic Science International: Genetics*, 1(2), 175-9.
28. Ceylan B (2011) Kişisel görüşme.
29. URL-9, <http://www.fbi.gov/stats-services/crimestats> Crime Statistics. 22 Ocak 2011
30. Toothman MH, Kester KM, Champagne J, Dawson Cruz T, Street IV WS, Brown BL (2008) Characterization of human DNA in environmental samples/ *Forensic Science International* 178: 7-15
31. Goray M, Eken E, Mitchell RJ, van Oorschot RAH (2010) Secondary DNA transfer of biological substances under varying test conditions/ *Forensic Science International: Genetics* 4: 62-67.
32. Von Oorschot RAH, Jones MK (1997) DNA fingerprints from fingerprints. *Nature* 387: 767.
33. Schneider PM, Balogh K, Naveran N, Bogus M, Bender K, Lareu M Carra-cedo A (2004) Whole genome amplification—the solution for a common problem in forensic casework? *Progress in Forensic Genetics* 10, International Congress Series 1261: 24-6.
34. Frumkin D, Wasserstrom A, Davidson A, Graft A (2010) Authentication of forensic DNA samples. *Forensic Science International: Genetics* 4: 95-103.
35. Tiedge, T. M., McAtee, P. D., McCormick, M. N., Lakhtakia, A., & Roy, R. (2020). Massively Parallel Sequencing and STR Analysis from Partial Bloody Fingerprints Enhanced with Columnar Thin Films. *Forensic Science International: Genetics*, 102369.