BİTKİSEL DNA ANALİZLERİ İLE ADLİ OLAYLARIN AYDINLATILMASI

Hamide Nur DENİZ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİTKİSEL DNA ANALİZLERİ İLE ADLİ OLAYLARIN AYDINLATILMASI

Hamide Nur DENİZ
502027001
0009-0002-2073-8478

Prof. Dr. Özer YILMAZ
(Danışman)
0000-0003-1498-5827

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KRİMİNALİSTİK ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİTKİSEL DNA ANALİZLERİ İLE ADLİ OLAYLARIN AYDINLATILMASI

Hamide Nur DENİZ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kriminalistik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özer YILMAZ

Adli Botanik, gelişmiş biyokimyasal ve moleküler biyolojik yöntemler kullanılarak olay yerlerinden toplanan bulguların sağladığı birçok bilginin elde edilmesini sağlar. Özellikle zehirlenme vakalarında, çeşitli bitkisel materyallerin incelenerek kanıt olarak değerlendirilmesi oldukça yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Suçların aydınlatılması ve suçluların tespit edilmesi için, bitki materyallerinin DNA düzeyinde incelenmesi gerekmektedir. Son yıllarda, bitkilerin cins, tür ve bireyler arası ilişkilerinin belirlenmesinde çeşitli DNA profilleme yöntemlerinin oldukça yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bu tezin amacı, olay yerlerinden toplanan bitki kökenli materyallerin ayırt edilmesinde kullanılan DNA analizlerinin adli olaylarda kullanılabilirliğini ve adli laboratuvarlarda bitkisel suç kanıtlarının tespit edilmesinde DNA analiz yöntemlerinin kullanımının faydalarını araştıran bir derleme çalışmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Adli bilimler, adli botanik, olay yeri, zehirlenme, bitki DNA'sı
2023, xii + 36 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

ILLUMINATION OF FORENSIC FACTS BY PLANT DNA ANALYSIS

Hamide Nur DENİZ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Criminalistics

Supervisor: Prof. Dr. Özer YILMAZ

Using advanced biochemical and molecular biological methods, Forensic Botany provides many information provided by findings collected from crime scenes. It has become a very common practice to examine various herbal materials and evaluate them as evidence, especially in cases of poisoning. In order to clarify the crimes and identify the criminals, plant materials should be examined at the DNA level. In recent years, it has been determined that various DNA profiling methods are very helpful in determining the genus, species and inter-individual relationships of plants. The aim of this thesis is a compilation study investigating the usability of DNA analyzes used to distinguish plant-based materials collected from crime scenes in forensic events and the benefits of using DNA analysis methods in detecting plant crime evidence in forensic laboratories.

Key words: Forensic science, forensic botany, crime scene, poisoning, plant DNA
2023, xii + 36 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlarken her aşamada bilgi, görüş ve önerileri ile katkıda bulunan, sabır ve sevgisi ile desteğini hiç esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Özer YILMAZ' a teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazımı sırasında yardımını ve desteklerini gördüğüm Ceren AKTÜRK ve Anıl Can GÜRGEN' e teşekkür ederim.

Yüksek lisans sürecimin başlamasında ve devamında desteğini esirgemeyen ve motivasyon kaynağım olan yol arkadaşım İsmail Deniz' e teşekkür ederim.

Yüksek lisans süresince sabırlarını ve maddi manevi yardımlarını benden esirgemeyen başta annem Adile TARIM ve babam Mustafa TARIM olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim.

Hamide Nur DENİZ
23/06/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET....vi
ABSTRACT....vii
TEŞEKKÜR....viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ....x
ŞEKİLLER DİZİNİ....xi
ÇİZELGELER DİZİNİ....xii
1. GİRİŞ....1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI....4
2.1. Adli Bilimler....4
2.2. Yaygın Zehirli Bitkiler ve Adli Önemleri....6
2.3. Kriminoloji ve Kriminalistik....8
2.4. Olay Yeri İnceleme....9
2.5. Olay Yeri İnceleme ve Adli Botanik Arasındaki İlişki....10
2.6. Adli Vakalara Neden Olan Zehirli Bitkilerin Kullanımı....11
2.7. Adli Botanik' in Mahkeme Kararlarında Etkili Olmasını Sağlayan İlk Vaka....12
2.8. Adli Botanikte Bitki DNA' sının Kullanıldığı İlk Vaka....13
2.9. Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA (RAPD) Tekniği Nedir?....15
2.10. Mide İçeriğinde Bulunan Bitki Hücrelerinin Adli Botanikte Teşhisi....17
2.11. Botanik Delillerinin Adli Bilimlerde Kullanılma Alanlarına Örnekler....17
3. MATERYAL ve YÖNTEM....19
3.1. Adli Botaniğin Kullanılarak Adli Olayların Değerlendirilmesinde ile Elde Edilen Verilerin Temini....19
4. BULGULAR ve TARTIŞMA....21
4.1. Literatürde Bitki DNA'sı Kullanılarak Sonuçlanan Adli Botanik Çalışmaları....21
4.1.1. Çalışma 1....21
4.1.2. Çalışma 2....23
4.2. Literatürde Bitki DNA'sı Kullanılarak Sonuçlanan Vakalar....26
4.2.1. Vaka 1....26
4.2.2. Vaka 2....28
4.2.3. Vaka 3....28
4.2.4. Vaka 4....29
4.2.5. Vaka 5....31
4.2.6. Vaka 6....31
4.2.7. Vaka 7....32
5. SONUÇ....33
KAYNAKLAR....34
ÖZGEÇMİŞ....36

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
µm	Mikrometre
Δ	Delta

Kısaltmalar	**Açıklama**
RAPD	Rastgele güçlendirilmiş polimorfik DNA
STR	Kısa tekrar dizileri
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu
DNA	Deoksiribo nükleik asit
ITS	İlaç takip sistemi
RbcL	RuBisCO büyük alt birim
GC-MS	Gaz kromotografi- kütle spektoroskopisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 2.1.	Botanik kanıtlarda dört yönlü bağlantı teorisi ……..	6
Şekil 2.2.	Charles Lindbergh' in odasının penceresinde bulunan merdiven …	13
Şekil 2.3.	RAPD Reaksiyonunun şematik gösterimi ……	16
Şekil 4.1.	DNA ekstraksiyonnda icelenen örnekler …….....	26
Şekil 4.2.	Vaka analizi için DNA testine gönderilen kenevir numunesi ……..	28
Şekil 4.3.	Filogenetik analizlerin karşılaştırılması …….....	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa
Çizelge 4.1.	Multiplex sisteminde bulunan dokuz STR lokusuyla ilgili birincil bilgiler ……...	23
Çizelge 4.2.	14 günlük bir süre boyunca pamuklu kumaş örnekleri üzerindeki P. echinata polen tanelerinin çürüme eğrisi …….....	23
Çizelge 4.3.	Diziler elde edildiğinde veri tabanında danışıldığında bulunan en yüksek genetik benzerlik ……	27

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde geniş bir çeşitlilik ve tür sayısına sahip olan bitkiler, birçok kullanım alanına sahiptir. Bitkiler, dünya ekosistemine büyük ölçüde katkı sağlamakta ve atmosferdeki oksijen-karbondioksit dengesini korumaktadır. Ayrıca, bitkiler ilaç, kozmetik, yiyecek, içecek ve biyoyakıt gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Bitkilerin hayatımızda bu kadar önemli bir yere sahip olması nedeniyle, bitki bilimi (botanik) ortaya çıkmıştır. Botanik, bitki yaşamıyla ilgilenen ve bitkileri morfolojik, fizyolojik, sistemik ve genetik açılardan inceleyen biyolojinin bir dalıdır. Bitkilerin morfolojik özellikleri ve moleküler analizleri sayesinde, bir bölgede hangi bitkinin bulunduğu, bulunan bitkinin o bölgeye özgü (endemik) olup olmadığı veya geniş bir alanda (kozmopolit) yayıldığı, polen morfolojisi, çiçeklenme ve meyve verme dönemleri, otsu veya odunsu özellikleri, tek yıllık veya çok yıllık olup olmadığı gibi özellikler kolaylıkla belirlenebilir. Bu gelişmeler, bitki türleri arasındaki ilişkilerin, taksonomik sınıflandırmanın ve genetik çeşitliliğin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Topdemir, 2017).

Bitkilerin bu özelliklerinin tespit edilebilmesi, aynı zamanda farklı organlarının ve parçalarının tarih boyunca birçok adli vakada yer almalarını sağlamıştır. Bunun sonucunda farklı bir alan olan adli botanik ortaya çıkmıştır. Türkiye'de ve dünyada, kriminal araştırmalarda henüz yeni kullanılan bir bilim dalı olan adli botanik, birçok adli vakada, işlenen suç ve olay yeri arasındaki ilişkiyi çözme konusunda yardımcı olmuştur. Yani; adli botanik, bitkinin fizyolojik, morfolojik, sistematik ve genetik özellikleri dikkate alınarak, olay yerindeki cesedin başka bir yere taşınıp taşınmadığı, olayın gerçekleşme zamanının ve cinayetin işleniş şeklinin belirlenmesi (cinayet, intihar veya kaza), olay yerinin özelliklerinin belirlenmesi konularını aydınlatarak olayın çözülmesine yardımcı olan bir bilim dalıdır (Polis Dergisi, 2022). Bu disiplin, bitkilerin suç mahallindeki rolünü ve suçla ilişkili delilleri anlamak için bitkilerin biyolojik ve botanik özelliklerini kullanır. Adli botanik, bitki materyali üzerinde yapılan araştırma, analiz ve yorumlama süreçlerini içerir. Aynı zamanda polenler, fideler, coğrafi bölgeler, hücre yapıları, büyüme, metabolizma, gelişme, kök yapıları, hastalıklar, kimyasal özellikler ve taksonomik gruplar arasındaki evrimsel ilişkiler gibi üreme çalışmalarını da kapsamaktadır (Mohaney, 2011). Botanik iz kanıtlarının belirlenmesi, adli tıp biliminde

bireylerin suç mahallerine yerleştirilmesi ve coğrafi kanıtların kaynaklarına ulaşılması için değerli bir araç haline gelmiştir. Tarihsel olarak, botanik iz kanıtlarının tanımlanması genellikle morfolojik ve histolojik analizlere dayanmaktadır (Coyle, 2004).

Bitkilerin polenleri ve sporları, bitki kimliği hakkında bilgi veren polimorfik özellikleri sayesinde palinoloji adlı bilim dalından adli olaylarda sıkça faydalanılmaktadır. Polenlerin bulunma durumu, eşyalar, uyuşturucu maddeler ve cesetlerin taşındığı yolların ve bulunduğu yerin yanı sıra fail veya maktulün derisi, bağırsağı, midesi ve solunum sisteminde bulunan polenler, cinayetin işlendiği yeri ve suçu işleyen kişiyi belirlemede fikir edinmemizi sağlar. 2007 yılında, polenlerin adli olaylarda güvenilir bir kanıt olup olmadığını belirlemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Farklı mevsimlerde 5 farklı lokasyondan topraktan ve aynı lokasyonlarda bulunan kişilerin giysi ve ayakkabılarından polen örnekleri alınmış ve elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak bu polenlerden izole edilen numuneler karşılaştırılmış ve tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, ayakkabı ve giysilerden elde edilen polenlerin, lokasyondaki polenlerle uyumlu olduğu görülmüştür. Bu araştırmanın sonucu, polenlerin adli vakalarda bilimsel olarak delil olarak kabul edilebileceğini göstermiştir (Zorlu, 2007).

Moleküler sistematiğin gelişmesi, bitki sınıflandırmasında ciddi kolaylıklar sağlayan daha modern ve kesin sonuçlar sunabilen bir alan olarak ortaya çıkmıştır. Bitki moleküler sistematiği hızla ilerlemekte olup, yeni ve sofistike yöntemler kullanılmaktadır. DNA dizilerinin karşılaştırılması, moleküler sistematiğin en önemli ve ilerlemelerin kaydedildiği alanıdır. Adli olayların aydınlatılmasında, sıklıkla çok az miktarda biyolojik materyalin DNA düzeyinde incelenmesi gerekmektedir. Sadece bitkinin morfolojik olarak incelenmesi, incelenen örneğin kökeninin belirlenmesi için yeterli değildir. Gelişmiş biyokimyasal, moleküler ve biyolojik yöntemler kullanılarak, suç kanıtlarından elde edilen birçok bilgi elde edilebilmektedir (Coyle, 2004)..

Botanik iz kanıtı, mide içeriğinde bulunan bitki hücrelerinden DNA analizi ile de elde edilebilir. Yediğimiz yaygın yiyeceklerin çoğu, kalın selüloz ve lignin duvarlarından oluşan özel hücrelere sahip tohumlar veya diğer bitki parçalarını içerir. Bu malzemeler sindirilmemiş veya kısmen sindirilmiş mide içeriklerinde bulunabilirler veya dışkı ile

atılabilirler ve genellikle bozulmuş formda tanımlanabilirler. Bazen bir kurbanın son yemeğinin bileşenlerini belirlemek mümkündür ve bu da ölümün yeri veya zamanlaması hakkında ipuçları sağlayabilir. Son yıllarda, çeşitli DNA profilleme yöntemleri, bitkilerin cins, tür ve bireyler arası ilişkilerini belirlemede oldukça yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemler, bitkilerin genetik yapılarını analiz ederek, bitki türlerinin ayrımını yapmak, türler arasındaki ilişkileri belirlemek ve bireyler arasındaki genetik bağlantıları ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Adli tıpta DNA tiplemesinin bir uygulaması, örneğin *Cannabis sativa* L. örneklerinin tanımlanması gibi uyuşturucu uygulamasını içermektedir. Daha az yaygın olanı, bir şüpheliyi bir suç mahalline bağlamak için fiziksel kanıt üretmek için DNA profilinin kullanılmasıdır (Crime Scene Botanicals, 52-3).

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Adli Bilimler

Adli bilimler, hukuk ve suçla ilgili konuları bilimsel yöntemlerle inceleyen ve delil analizi, adli tıp, adli kimya, adli biyoloji, adli psikoloji gibi disiplinleri kapsayan bir alandır. Bu disiplinler, suçun işlenmesi, suçun kanıtlanması, suç mahalli incelemesi, suçlunun tespiti ve mağdurların korunması gibi adli süreçlerde önemli bir rol oynar. Adli bilimin temelinde yer alan "Her temas bir iz bırakır." ilkesi, Fransız kriminal uzmanı Prof. Dr. Edmund Locard tarafından ortaya konmuştur. Bu teori, gelişen teknolojiye rağmen günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır ve yeni suçlar ve suçluların ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktadır. Suçların aydınlatılması ve suçluların tespiti için, olay yerinde geride bırakılan izlerin bulunması büyük önem taşır, bu da Locard'ın ilkesinde belirtilmektedir (Taşdöven, Menek, 2021).

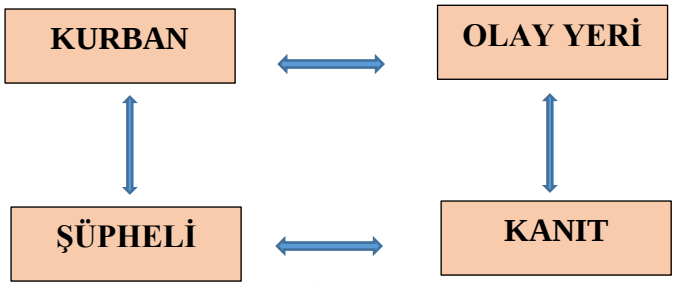
Adli bilimler, adli tıp, kriminoloji, adli arkeoloji, adli toksikoloji, adli entomoloji, adli patoloji, adli psikiyatri, adli antropoloji, adli bilişim, balistik, adli palinoloji, adli diş hekimliği, adli sanat, adli kimya ve kriminalistik (iz bilimi) gibi çeşitli alt dallardan oluşmaktadır. Bu disiplinler, adli bilimlerin farklı uygulama alanlarını temsil etmektedir. Adli bilimler, meslek olarak 1880 yılından sonra ortaya çıkmış ve yirminci yüzyılın başlarında kendi başına bir bilim haline gelmiştir. Adli bilimler, olay yerinde ve suç faaliyetlerinde bulunan delilleri analiz ederek ilişkilendiren bir bilim olarak tanımlanmaktadır. Adli bilimlerin en eski tarihi adli tıpla ilişkilidir. Tıp ve hukuk, tarih boyunca birbirleriyle yakından ilişkili olmuştur. En eski belgelenmiş hukuk kanunlarından biri olan Hammurabi Kanunları M.Ö. 2000'li yıllarda Babil Kralı Hammurabi tarafından ilan edilmiş ve tıbbi uygulamaları da düzenlemiştir. Eski Roma döneminde Julius Ceasar'ın ölümünden sonra bedeninin bir doktor tarafından muayene edilerek yirmi üç yaradan sadece birinin ölümcül olduğunun belirlendiği bilinmektedir. İmparator Justinianus döneminde (M.S. 6. yüzyıl), hekimlerin sıradan tanıklar olmadığı ilan edilmiştir. 1209'da İtalya'da III. Papa, yaraları tanımlamak amacıyla otopsi yapmak için mahkemeye bir doktor atamıştır. 20. yüzyılın başlarından itibaren adli bilimlere Fransa, İsviçre, Amerika, Hindistan, Avusturya, Arjantin ve Almanya gibi ülkeler

öncülük etmiştir. Adli bilimlerde ilk önemli bulgular, bir kişinin tanımlanmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilen çalışmalarla elde edilmiştir. Bu amaçla iki farklı yaklaşım benimsenmiştir. Bunlardan biri, 1880 yılında Henry Faulds tarafından kabul edilen ve Francis Galton tarafından 1892 yılında İngiltere'de hızla kullanıma geçirilen parmak izi karşılaştırması yöntemidir.

Alphonse Bertillon, 1885 yılında kişinin tanımlanması için başka bir yöntem olarak insan vücudunun farklı bölgelerinin ölçülmesini ve vücudun bazı özgün özelliklerinin belirlenmesini önermiştir. Bu yöntem, suçlu tespiti olarak da adlandırılmış ve parmak izi yöntemiyle tamamlayıcı ve destekleyici olarak kullanılmıştır. İz ve el yazısı incelemeleri, balistik incelemeleri ve diğer uygulamalar da 20. yüzyılın başlarında gelişmiştir. Bu dönemde fotoğrafik, mikroskobik ve optik gözlemler gibi yöntemler kullanılmıştır. İlk Adli Bilimler Laboratuvarı da bu dönemde kurulmuştur ancak politikacılar tarafından onaylanmamıştır. 1990'lı yıllardan sonra, DNA parmak izi analizindeki gelişmeler Adli Bilimler alanında kullanılmaya başlanmıştır ve kan, tükürük, meni gibi kesin delillerle suç olaylarının çözülmesinde büyük bir netlik sağlamıştır. Bu dönemde bilgisayar kullanımı da önemli ölçüde arttı ve bu nedenle bilimsel ve teknik incelemelerle ilgilenen insanlar Adli Bilimlerle daha fazla ilgilenmeye başlamıştır. Adli Bilimlerin kökeni, fiziksel bulguları tanımlamak, karşılaştırmak ve bunları anlamak için gerekli işlemleri ve bulguları bilen insanlardan oluşmuştur. Adli Bilimlere öncülük etmiş başlıca isimler arasında Leon Lattes ve Calvin Goddard gibi yeni yöntemler geliştiren kişiler bulunmaktadır.

Bir suç olayında soruşturma sırasında kullanılan tüm multidisipliner bilimler, Adli Bilimlerin genel kapsamını oluşturur. Olay yerine ilk gelen ekip ve uzman görevlilerin kanıtları doğru şekilde toplamaları, korumaları, araştırmaları ve doğru bir şekilde değerlendirmeleri, Adli Bilimler için son derece önemli bir husustur. Potansiyel bir suç olayının çözümünde en iyi yöntemlerden biri, olay yerinde çalışan personelin bitki kanıtlarının önemini ve başarılı vakaların örneklerini paylaşmasıyla sağlanır. Bitki kanıtlarının uygun şekilde kullanıldığı birçok vaka, olay yerinin genel metodolojisine atfedilir. Araştırmacılar, herhangi bir kanıtta olduğu gibi mağdur, şüpheli, olay yeri ve nesneler arasında bağlantı kurmaya çalışır. Bu sayede, araştırmacılar bir şüphelinin veya

mağdurun üzerinde bulunan bitki materyallerini keşfetmenin ve ardından bu bitkinin kaynağını belirlemenin değerini bilirler. Makroskobik düzeyde, bu önemli bir sonuç doğurabilir. Örneğin, bir kurbanın avucunda bulunan büyük bir dal veya yaprak yığını, araştırmacının dikkatinden kaçmayacaktır (Coyle ve ark., 2005).



Şekil 2.1. Botanik kanıtlarda dört yönlü bağlantı teorisi (Coyle ve diğerleri, 2005).

2.2. Yaygın Zehirli Bitkiler ve Adli Önemleri

Zehirli veya insan vücuduna zararlı birçok bitki türü, insanlar üzerindeki etkileri araştırılmadan, bilmeden veya kasıtlı olarak bahçelerimizde yaygın olarak bulunur veya orman bakanlığı tarafından yol kenarına ağaç olarak dikilir. Zehirlenme; yutma (iç zehirlenmeye neden olur), emme (cilt tabakası tarafından), soluma (solunum sisteminde) ve cilde temas yoluyla (tahriş) olmak üzere farklı tiplerde olabilir. Zehirli bitki grupları, zehirli olma ilkelerine göre belirlenir. Çoğu zaman, bu ilkeler, özellikle taksonlarla yakından ilişkiliyse, tek bir cins veya aile içinde kimyasal olarak benzer veya aynıdır. Çin mersini olarak da bilinen ünlü neem ağacının bir akrabası olan *Melia azedarach* L. (Bakain), Hindistan'da yol kenarlarında veya büyük bahçelerde yaygın olarak görülür. Yaprakları depolanan tahıllarda böcek kovucu olarak kullanılır ve tüketilmeden önce tüm Bakain yapraklarının depolanan tahıldan çıkarılması tavsiye edilir (Abbasi ve ark, 2011). *Ricinus communis* L. (Hint fasulyesi) ve *Abrus precatorius* L. (Jequiriti fasulyesi) türünün tohumları, çok eski zamanlardan beri zehirli oldukları kabul edilmektedir. Hint fasulyesi Asya ve Afrika kökenlidir, ancak şimdi tüm ılıman ve subtropikal bölgelere yayılmıştır. Genel olarak bitkinin tüm kısımları hayvanlar için zararlıdır. Bununla birlikte, meyveler insanlar için oldukça zehirlidir ve kuşlar onları yiyerek "sarhoşluk" düzeyine ulaşır (Suhag, 2001). Risin, yüksek organizmalar üzerinde çok çeşitli biyolojik

etkilere sahip hint fasulyesinden elde edilen başlıca toksindir ve risin ile 700'den fazla insan zehirlenmesi vakası tespit edilmiştir (Balint, 1974). Bir protein olan risin, büyük ölçüde bağırsakta yok edilmektedir ancak enjeksiyon yoluyla uygulandığında toksinin etkisi 100 kat artmaktadır (Morton, 1977). Jequiriti fasulyesinin (*A. Precatorius L.*) tohumları oldukça zehirlidir ve sıklıkla bir intihar aracı olarak yutulur. Abrin bir bağışıklık modülatörüdür ancak protein sentezini inaktive eder ve merkezi sinir sistemini bozar (Sahoo, 2008). Modeccin, yenilebilir bir bitkinin köküne benzerliği nedeniyle ciddi zehirlenmelere neden olan Güney Afrika bitkisi *Adenia digitata* Burt Davy türünün köklerinde bulunur (Olsnes, 2004). Volkensin, modeccin ile yakından ilişkili bir toksindir (Stirpe ve ark, 1985). *Nerium oleander* L. (Zakkum) zehirli süs bitkilerinden biridir ve pişirme sırasında dumanı ile yiyecekleri zehirleyebilen bir bitkidir. Güneydoğu Asya'da yaygın olan *Pangium edule* Reinw. (Pangi) adlı başka bir zehirli bitki daha vardır. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada yerlisi olan *Cicuta maculata* L. (Benekli baldıran) türü, küçük miktarları ölüme neden olabilen ölümcül bir zehirdir. Geleneksel tıpta *Gloriosa Superba* L. (Ateş lalesi*)*; burkulma, morluk, kolik ağrı vb. rahatsızlıkların tedavisinde kullanılır, ancak aşırı dozda zehirlenmeye neden olur ve intihar etmek için de kullanılır. Florida ve Karayipler'in yerlisi olan *Hippomane mancinella* L. (Manşinel) türü de son derece zehirlidir ve 30 dakika sonra bile ciddi dermatite neden olur (Webster, 1986).

Bitkilerde bulunan başlıca zehirli maddeler alkaloitler, diterpenler, flavonoidler, tanenler, kardiyak ve siyanojenik glikozitler, proantosiyanidinler, fenilpropanoidler, lignanlar, nitrojen içeren bileşikler, reçineler, oksalatlar ve belirli proteinler veya amino asitler gibi organik bileşiklerdir (Bernhoft ve diğerleri, 2010). Bazı zehirli bitkiler de topraktan inorganik bileşikler biriktirir. Diğer yaygın olarak bulunan zehirli bitkilere; *Conium maculatum* L. *(*Baldıran otu*), Datura stramonium (Boru Çiçeği), Argemone mexicana* L. (Haşhaş), *Nicotiana tabacum* L. (Tütün), *Dieffenbachia* spp. *(Difenbahya Çiçeği), Xanthium strumarium* L. *(Pıtrak)* gibi örnekler verilebilir (Steenkamp ve diğerleri, 2004).

2.3. Kriminoloji ve Kriminalistik

Kriminoloji ve kriminalistik, iki farklı kavramdır ve sıklıkla birbirinin yerine yanlışlıkla kullanılmaktadır. Kriminoloji, suçun nedenlerini, suçlu davranışlarının sosyal, psikolojik ve ekonomik faktörlerini, suçla ilgili istatistikleri ve suç önleme yöntemlerini inceleyen bir disiplindir. Kriminoloji, suçun toplum üzerindeki etkilerini araştırırken suçlu profilini anlamak ve suçun önlenmesi için politika önerileri geliştirmeyi amaçlar.
Kriminalistik (iz bilimi) ise, suç olaylarının araştırılması ve suçun kanıtlanması için bilimsel ve teknik yöntemlerin kullanılmasıyla ilgilenen bir disiplindir. Kriminalistik, olay yeri incelemesi, delillerin toplanması ve analizi, biyolojik ve kimyasal analizler, parmak izi ve DNA analizi gibi teknikler kullanarak suçun işlenmesiyle ilgili bilgi ve kanıtları ortaya çıkarmayı hedefler. Bu nedenle, kriminoloji ve kriminalistik farklı amaçlara hizmet eden ayrı disiplinlerdir ve doğru kullanımları önemlidir. (Yuğ, Doğan ve Hancı, 2013). Her iki bilimde suçla ilgilidir. Kriminologlar, suçla ilgili verileri analiz eder, suç istatistikleri üzerine çalışmalar yapar ve suç önleme politikalarının etkinliğini değerlendirir. Kriminolojinin Türkiye'deki ilk kurucusu ve eğitimcisi olarak kabul edilen Ord. Prof. Dr. Sulhi Dönmezer, kriminolojiyi "İnsanın sapıcı davranış ve eylemleri arasında suçu doğuran, yapan ve suçu kontrol etme amacını güden süreçleri açıklayan ve suçun sebep ve faktörlerini tespit maksadıyla insana ve suç işleyen insana ilişkin bilgilerin bütünün sentezini oluşturan bir bilgi dalı." şeklinde tanımlamıştır. Bu tanım, kriminolojinin suçun nedenlerini, suçluluğu etkileyen faktörleri ve suçla mücadele yöntemlerini inceleyen bir disiplin olduğunu vurgulamaktadır. Kriminoloji, suçun sosyal, psikolojik ve ekonomik dinamiklerini anlamayı ve suçun önlenmesine yönelik bilimsel yaklaşımlar geliştirmeyi amaçlamaktadır (Dönmezler ve Demirbaş, 2011).

Kriminoloji; sosyoloji, psikoloji, ekonomi ve hukuk gibi farklı disiplinlerden bilgi ve yöntemler kullanarak suçla ilgili konuları incelerken Kriminalistik; suç mahalli incelemesi, delil analizi ve suçluların tespiti için bilimsel ve teknik yöntemleri kullanır. Kriminalistler, suç mahallindeki delilleri toplar, analiz eder, değerlendirir ve yorumlar. Bu deliller arasında parmak izleri, DNA örnekleri, el yazısı analizleri, balistik analizler,

kimyasal analizler ve diğer fiziksel deliller yer alır. Kriminalistik, adli bilimlerin bir dalıdır ve suç olaylarına bilimsel yaklaşımı temsil eder.

Kriminoloji ve kriminalistik, suçla ilgili konuları multidisipliner bir şekilde ele alırken, kriminoloji daha çok suçun sosyal ve psikolojik boyutlarını incelerken, kriminalistik ise suç mahallindeki fiziksel delillerin analizine odaklanır. Her ikisi de suçla mücadelede önemli bir role sahip olup, adli süreçlerin etkinliğini artırmayı hedeflerler. Artık, kriminalistik bilimi, çeşitli disiplinler arasındaki işbirliğiyle suçların çözümlenmesi, suçluların yakalanması ve masumların suçsuzluklarının ispat edilmesine odaklanmaktadır. Bu kapsamda balistik, belge, biyoloji, iz, kimya, ses, görüntü ve veri inceleme uzmanları, adli tıp doktorları, odontologlar (diş bilimi), entomologlar (böcek bilimciler), toksikologlar (zehir bilimciler), bilgisayar programcıları gibi farklı alanlarda uzmanlaşmış kişiler, soruşturma birimleriyle işbirliği yaparak adalete hizmet etmektedirler (Zonderman, 1999). Günümüzde kriminalistik bilimi, disiplinlerarası incelemelerle biyolojik, fiziksel ve kimyasal bulguların araştırılması ve değerlendirilmesi yoluyla suçlu veya suçluların kimliğinin tespit edildiği bir noktaya ulaşmıştır (Brenner, 2004). Bu sayede, suç delilleri üzerinde yapılan kapsamlı analizler ve bilimsel yöntemler, suç olaylarının aydınlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kriminalistik, suç soruşturmalarında kanıtların toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanması süreçlerinde adli bir yaklaşımı benimsemekte ve adli bilimlerin farklı alanlarıyla entegre bir şekilde çalışmaktadır.

2.4. Olay Yeri İnceleme

Olay yeri inceleme, adli bilimlerin önemli bir dalıdır ve suç mahalli incelemesi olarak da bilinir. Olay yeri incelemesi, suç mahallinde bulunan delilleri toplama, koruma, analiz etme ve yorumlama sürecini içerir. Bu süreç, suçun aydınlatılmasında ve suçluların tespitinde önemli bir rol oynar. Olay yerine ilk ulaşan ekip, güvenlik önlemlerini alır. Olay yerini güvenli hale getirmek ve herhangi bir delilin yok olmasını veya bozulmasını önlemek için gerekli önlemler alınır. Olay yeri; fotoğraf, video veya el çizimi gibi yöntemlerle detaylı bir şekilde belgelenir. Olay yerinin genel görünümü, delil bulunan noktalar, eşyaların konumu ve diğer önemli detaylar kaydedilir. Bulunan deliller dikkatlice toplanır. Bu deliller parmak izleri, DNA örnekleri, el izleri, silah veya suç

aletleri, kan veya diğer biyolojik izler, el yazısı örnekleri, ayak izleri, kimyasal maddeler, giysiler ya da diğer fiziksel kanıtlar olabilir. Deliller uygun tekniklerle toplanır, ambalajlanır ve etiketlenir.

Toplanan delillerin doğru bir şekilde korunması ve kontaminasyondan kaçınılması önemlidir. Delillerin bozulmaması ve diğer delillerle karışmaması için uygun saklama ve taşıma koşulları sağlanır. Toplanan deliller, ilgili laboratuvarlarda analiz edilir. Farklı adli bilimler disiplinlerine göre delillerin analizi yapılır. Örneğin, DNA analizi, parmak izi analizi, balistik analiz, el yazısı analizi gibi yöntemler kullanılır. Analiz sonuçları doğrultusunda deliller yorumlanır ve adli süreçlerde kullanılabilecek bilgiler elde edilir. Deliller, suçun nasıl işlendiği, suçlunun kim olabileceği ve diğer önemli ayrıntıları aydınlatabilir. Olay yeri inceleme sürecinin son aşaması, elde edilen bulguların raporlanması ve sunumudur. Olay yeri inceleme ekibi, toplanan delilleri ve analiz sonuçlarını detaylı bir rapor haline getirir. Bu rapor, adli makamlara sunulur ve adli süreçte delillerin değerlendirilmesine yardımcı olur. Ayrıca, olay yeri inceleme ekibi, mahkemede delilleri sunarak olayın aydınlatılmasına katkıda bulunur (Arenas, 2017).

Bu süreçte genellikle farklı uzmanların işbirliği gerektiren bir süreçtir. Olay yeri inceleme ekibi, adli polis, adli tıp uzmanları, kriminalistler, kimyagerler, biyologlar ve diğer ilgili uzmanları içerebilir. Her uzman, kendi alanında uzmanlık bilgisini kullanarak delillerin doğru bir şekilde analiz edilmesine ve yorumlanmasına yardımcı olur.

Olay yeri inceleme, adli süreçlerde delillerin tarafsız ve bilimsel bir şekilde toplanması ve analiz edilmesi için kritik bir adımdır. Bu süreç, suçun aydınlatılmasına ve suçluların adil bir şekilde yargılanmasına katkıda bulunur. Ayrıca, olay yeri incelemesi, suçla mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde ve suçların önlenmesinde de önemli bir rol oynar.

2.5. Olay Yeri İnceleme ve Adli Botanik Arasındaki İlişki

Olay yeri inceleme ekipleri, suç mahallinde bulunan bitki materyallerini toplar. Bu materyaller, suçla ilişkilendirilebilecek bitki parçaları, bitki kalıntıları, toprak, polen veya bitki dokuları olabilir. Bu deliller, adli botanik uzmanlarına iletilir ve incelenir.

Adli botanik uzmanları, toplanan bitki delillerini analiz eder. Bu analiz, bitkilerin türünü, anatomik yapısını, bölgesel dağılımını veya bitki materyalinin suçla nasıl

ilişkilendirilebileceğini belirlemeyi içerir. Örneğin, bir bitki üzerindeki polenlerin analizi, bitkinin nerede yetiştiğini veya bir olay yerine nasıl taşındığını belirlemeye yardımcı olabilir. Bitkiler, suçun işlendiği yeri veya suçluları izleyici delil olarak kullanılabilir. Örneğin, bir cinayetin işlendiği yerde bulunan bitki kalıntıları veya bitki dokuları, suç mahallinin belirlenmesine yardımcı olabilir. Ayrıca, bir şüphelinin kıyafetlerinde veya aracında bulunan bitkiler, suç mahaline olan ilişkisini gösterebilir. Bazı bitkiler zehirli özelliklere sahip olabilir ve suçlarda kullanılan zehirli bitkilerin tespiti önemlidir. Adli botanik uzmanları, suç mahallinde bulunan bitki materyallerini zehirli bitkilerle ilişkilendirmek için analiz yapabilir. Botanik kanıtlar incelenirken aşağıdaki sorularla olay yeri aydınlatılır:

- Bitki türleri nelerdir?
- Bu bitki türleri kurbanın son yemeğiyle ilgili ifadelerle tutarlı mı?
- Mide içeriğinden herhangi biri tanımlanabilir mi?
- Zamanlama veya sindirim durumu ifadelerle tutarlı mı?

Adli botanik, olay yeri incelemesi sürecinde bitkilerin rolünü ve bitki delillerinin analizini içerir. Bu, suç mahallindeki bitki materyallerinin toplanması, analizi ve yorumlanmasını kapsar. Bu sayede, suçun aydınlatılmasında ve suçluların tespitinde bitkilerin potansiyel rolü anlaşılabilir.

2.6. Adli Vakalara Neden Olan Zehirli Bitkilerin Kullanımı

Zararlı etkiler elde etmek için bitkilerin uygunsuz ve kasıtlı kullanımı nedeniyle birçok cinayet, kaza sonucu ölüm ve intihar meydana gelmiştir. Sofra tuzu da dahil olmak üzere pek çok madde, yeterli miktarda tüketilmezse zehirli olarak kabul edilebilir. Cinayet işlemek için zehir kullanımı kadınlarda daha yaygındır, ancak her iki cinsiyet için de çok sayıda belgelenmiş vaka mevcuttur. Hem kasıtlı hem de kazara ölüm için kullanılan bitkilerin listesi uzundur. Zehirleme amacıyla kullanılan bitkilere örnek olarak; baldıran otu (*Conium maculatum* L.), kurtboğan (*Aconitum orientale* Mill.), ölümcül itüzümü (*Atropa belladonna* L.) ve yüksük otu (*Digitalis* L.) örnek verilebilir. On dokuzuncu yüzyılın başları, zehirleyerek öldürmenin "moda dönemi" olarak bilinmektedir. O dönemde zehirlenme vakaları arttığı için, birçok insan sağlıklarını korumak amacıyla yemek yemeden önce yiyeceklerini tatmak için tadımcı insanlara işe almıştır. Bazı

bitkilerin toksik özelliklerine ek olarak, botanik numuneler eser kanıtların kilit parçaları olarak hizmet edebilir. Adli botanik, henüz gelişme döneminde olan bir adli tıp alt disiplini olsa bile kolluk kuvvetleri, adli tıp bilim adamları ve avukatlar, bitki materyalinin sosyal hizmetlere uygulanmasına daha aşina hale geldikçe daha yaygın bir araç haline gelmektedir. Ayrıca, akademik ve özel araştırma laboratuvarlarında bitki araştırmaları devam ederken, ceza ve hukuk davalarında yardımcı olmak için adli botanik kanıtlara nihayetinde uygulanabilecek yeni araçlar geliştirilmektedir. Ayrıca, bu yeni araçlar ulusal güvenlik ve tarihi konular için önemli olabilir. Bitki kanıtları genellikle suç mahalli ve kurbanlarla ilişkilendirilir; tipik olarak, bitkilerin sapları, yaprakları, tohumları, çiçekleri ve diğer tanımlanabilir parçaları eser botanik olarak faydalıdır. Örneğin şifalı otların, baharatların, çeşnilerin, içeceklerin, liflerin, ilaçların, bitki reçinelerinin ve yağların kimyasal bileşiminin, tıpkı ilaç kimyasında kullanılanlar gibi (örn. kokain, eroin) uygun veri tabanları oluşturulabilir.

2.7. Adli Botanik' in Mahkeme Kararlarında Etkili Olmasını Sağlayan İlk Vaka

Adli Botanik'in mahkeme kararlarında etkili olduğu ilk vaka, 1935 yılında gerçekleşen ünlü Charles Lindbergh oğlunun kaçırılma olayıdır. Charles Lindbergh, Amerikalı bir pilot olarak tanınmaktadır. 1 Mart 1932'de, Lindbergh ailesinin bakıcısı olan Betty Gow, 20 aylık oğulları Charles Lindbergh Jr.'ı beşiğine yatırmıştır. Birkaç saat sonra aile, bebeğin beşiğinde olmadığını fark etmiştir. Beşiğin içinde bir fidye notu bulunmuştur ve bebeği kaçıran şahıslar fidye istediklerini belirtmişlerdir. Charles Lindbergh, bahçeyi aramaya başladığında, bebeğin odasının penceresine dayalı ahşap ve el yapımı bir merdiven bulmuştur. Fidye notunu teslim etmek üzere anlaştığı kişiyle buluştuğunda, paranın seri numaralarının takip edilmesiyle FBI, 12 Mayıs 1932'de, kaçırma olayından yaklaşık 2 ay sonra bebeğin parçalanmış cesedini evin 2 mil uzağında bulmuştur. Cesedin teşhisi, doğuştan gelen ayak parmak deformasyonuyla yapılabilmiştir.

Olaydan 9 ay sonra, FBI seri numaralı banknotları harcarken Bruno Richard Hauptmann'ı tutuklamıştur. Arthur Koehler adlı bir botanikçi, Hauptmann'ın evindeki döşeme tahtalarını incelemiş ve merdivenin ahşabının aynı ağaç desenine ve yaşına sahip olduğunu tespit etmiştir. Bu bilimsel çalışma ve tanıklık, Hauptmann'ın yargılanmasında

ve mahkumiyetinde önemli bir rol oynamıştır. Arthur Koehler'in titiz çalışması ve bilimsel ifadesi, adli botanik delillerinin mahkemede kabul edilmesine örnek teşkil etmiştir. Bu dava, adli botanik alanında diğer vakalar için de bir örnek oluşturarak bitkisel delillerin mahkeme kararlarında etkili olmasına katkı sağlamıştır (Coyle, 2004).



Şekil 2.2. Charles Lindbergh' in odasının penceresinde bulunan merdiven (Coyle, 2004).

2.8. Adli Botanikte Bitki DNA' sının Kullanıldığı İlk Vaka

Bitki DNA'sının geçerli adli kanıt olarak kayıtlara girdiği ilk vaka Denise Johnson vakasıdır. 3 Mart 1992'de bir motosikletli, Phoenix'teki terk edilmiş bir alanda bir kadın cesedine rastlamıştır. Adam hemen polise haber vererek durumu bildirmiştir. Kadının dövülmüş, bağlanmış ve tahminlere göre boğularak öldürüldüğü tespit edilmiştir. Üstelik boğulmak için kendi tişörtü kullanılmış ve üzerinde sadece kolsuz bir yelek bulunmuştur. Kurbanın el ve ayak bileklerindeki bağlama işlemi ise kendi ayakkabı bağcıkları kullanılarak yapılmıştır ancak bağlar gevşek durmaktadır. Bu durum, kadının savunmasız ve çıplak bir şekilde bu araziye bırakıldığını göstermektedir. Polis, kadının öldürülmeden önce veya sonra tecavüze uğramış olabileceğini düşünmüştür. Olay yeri incelemesinde, ceset yakınında bir çağrı cihazı bulunmuştur. Bu ve diğer deliller toplandıktan sonra ceset adli tıpa gönderilmiş ve kimlik tespiti için incelenmiştir. Kurbanın parmak izi, sistemdeki bir parmak iziyle eşleşmiştir ve adının Denise Johnson olduğu belirlenmiştir. Denise, 30 yaşında ve iki çocuğuyla yetim kalan bir kadındır. Hayatı, yanlış kişilerin ve tercihlerin kurbanı olmuştur. Uyuşturucu ve alkol bağımlısı olan Denise, sokaklarda yaşamını sürdürmektedir. Hırsızlık ve uyuşturucu satıcılığı yaparak geçimini sağlamaktadır ve

genellikle kamyon duraklarını iş yeri olarak seçmektedir ve bu sayede kamyon şoförleriyle uyuşturucu takası yapmaktadır. Kimlik tespiti ve otopsi sonrasında, olay yerinde bulunan çağrı cihazının sahibi tespit edilmiştir. Cihaz Mark Bogan'a aittir ve o bir kamyon şoförüdür. Soruşturma hızla başlatılmıştır ve Bogan iddiaları reddetmiştir ve *'Denise ile ilk kez 3 Mart gecesi karşılaştım. İşten eve dönerken bir telefon konuşması için yol kenarında durduğum zaman, Denise aracıma doğru yaklaştı ve eyaletler arası bir yolculuk yapması gerektiğini ve ona yardımcı olup olamayacağımı sordu. Ben de kendisini araca aldım ve yola birlikte devam etmeye başladık. Bir süre sonra kendisi bana cinsel ilişki teklifinde bulundu ve ben de kabul ettim. Bunun için aracı kenara çektim ve cinsel beraberlik gerçekleşti. Bu beraberlikten sonra onu araçtan indirmem gerektiğini ve yola tek başına devam etmesi gerektiğini söyledim; fakat bunları dedikten sonra Denise, cüzdanım dahil birkaç parça eşyamı çalmaya çalıştı. Biraz boğuşmanın ardından Denise araçtan indi ve uzaklaştı. Bu onu ilk ve son görüşüm oldu.'* ifadesini vermiştir. Polisler çağrı cihazı hakkında soru yönelttikleri zaman, Bogan cihazının kaybolduğunu sabah fark ettiğini ve cihazın üreticisi olan şirkete bu durumu bildirdiğini söylemiştir. Adli tabip, otopsi sonucunda Denise'in boğularak öldürüldüğünü söylemiştir fakat cinsel bir kanıta (meniye, yabancı saç veya tükürüğe) rastlamadığını da belirtmiştir. Bunun yanı sıra kurbanın kanında kokaine rastlanmıştır. Otopsi sonucu, katili tanımlamaya yönelik bir şey sunmamıştır ve Mark Bogan'ı cinsel birliktelikle ilişkilendirecek ve onu kesin olarak suçlayabilecek somut bir kanıt yoktur. Cinayet bürosundan dedektif Charles Norton, gözden kaçırmış olabilecekleri bir ipucu veya kanıtı yakalamak için cinayet mahalline tekrar gitmiştir ve taze bir aşınmaya sahip Palo Verde ağacının sarkık bir dalını bulmuştur. Dedektif, katile yaklaşmaya yardım edip edemeyeceğini bilmeden, bir yol gösterici olabileceğini düşünerek, bu daldan birkaç tohum almıştır. Bu sırada tek şüpheli olan Mark Bogan'ın kamyonu aranmaktadır. Kamyonda herhangi bir saç teline, meniye, kana, tükürüğe ya da giysi kalıntısına rastlanmamıştır fakat kamyonun arkasına bakıldığı zaman birkaç tohum kabuğu görülmüştür. Tohumlar, Palo Verde ağacına aittir. Yine de bu ipucu da hala Mark Bogan'ın katil olduğunu kanıtlamamaktadır. Çünkü Palo Verde Arizona'nın yoğun sıcağına dayanabilen birkaç ağaçtan biridir ve bu yüzden bu ağaçlar her yerde görülebilmektedir. Bu cinayeti çözmeye çalışan bilim insanları kamyonda bulunun tohumlar ile olay yerinde bulunan tohumların aynı ağaçtan mı farklı ağaçlardan mı geldiğini anlamak zorunda kalmıştır. Bu nedenle işin ehli olan Arizona

Üniversitesi'ndeki bitki genetikçisi Dr. Timothy Helentjaris'e ulaşmışlardır. Helentjaris, bu tohum kabuklarını karşılaştırmak için Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA (RAPD) tekniğinden yararlanmıştır. Dr. Helentjaris, RAPD tekniği sayesinde olay yerinden alınmış tohum kabuklarının DNA'sı ile Bogan'ın kamyonunda bulunan bitki tohumlarının DNA'sının aynı olduğunu kanıtlamıştır. Bunun sonucunda, Mark Bogan, Denise Johnson'ı öldürmekten suçlu bulunmuştur. Bogan, şartlı tahliye ihtimali olmadan ömür boyu hapis cezasına çarptırılmıştır (Couenhoven, 2015).

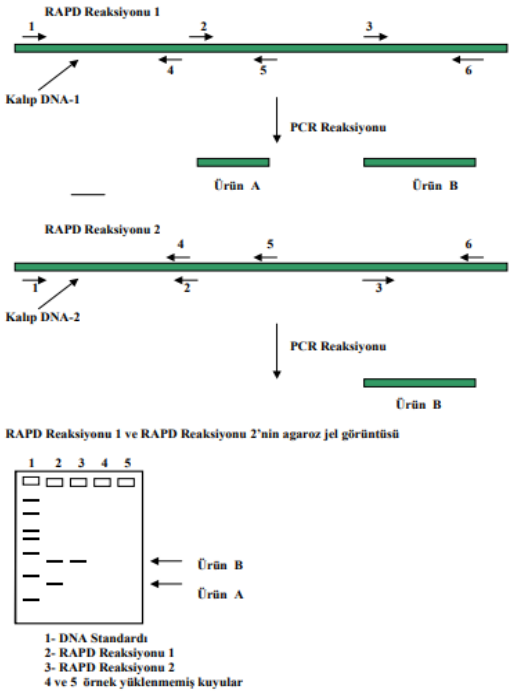
Dr. Helentjaris, RAPD tekniği sayesinde olay yerinden alınmış tohum kabuklarının DNA'sı ile Bogan'ın kamyonunda bulunan bitki tohumlarının DNA'sının aynı olduğunu kanıtlamıştır. Akıllarda soru işareti olarak kalacak olan 'Ülkedeki tüm Palo Verde ağaçlarının birbirinin kopyası olması ihtimalini' ortadan kaldırmak için Arizona'daki yüz tane Palo Verde ağacından örnekler toplanmış ve Dr. Helentjaris'e teslim edilmiştir. Dr. Helentjaris'in önceden belirttiği gibi örneklerin alındığı yüz Palo Verde ağacı birbirinden farklı DNA'ya sahip olduğu bulunmuş ve kamyondaki bitki tohumlarının DNA'sının sadece olay yerindeki Palo Verde ağacından alınan örnekle eşleşmiştir. Bu durumda, Mark Bogan, Denise Johnson'ı öldürmekten suçlu bulunmuştur (Couenhoven, 2015).

2.9. Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA (RAPD) Tekniği Nedir?

RAPD tekniği, insan DNA'sını analiz etme ve eşleştirme konusunda diğer tekniklerden farklı bir yaklaşıma sahiptir. Bu teknik, Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yönteminin bir türüdür. PCR, belirli bir DNA bölgesinin çoğaltılması için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu yöntemle birkaç saat içinde milyonlarca veya milyarlarca DNA kopyası elde edilebilir. RAPD tekniği ise, PCR temel alınarak geliştirilmiştir. Ancak RAPD tekniğinde çoğaltılacak DNA parçaları rastgele seçilir, yani önceden belirlenmiş bir DNA bölgesi yoktur. Bu nedenle RAPD tekniği, nükleotid dizi bilgisine bakılmaksızın polimorfizmi belirleme imkanı sağlar.

RAPD tekniği, yüksek saflıktaki DNA veya radyoaktif kimyasallar gibi özel gereksinimleri olmadan uygulanabilir. Ayrıca düşük maliyetli ve hızlı bir yöntemdir. Bu teknikte, genellikle 8-12 nükleotidden oluşan bir DNA bölgesi kullanılır ve bu bölgeye primer denir. Primerler, DNA sentezinin başlangıcında kullanılan kısa

oligonükleotidlerdir ve DNA replikasyonunu başlatmak için gereklidir. RAPD tekniğinde, DNA segmenti primerlerin tamamlayıcı pozisyonlarına bağlı olarak çoğalır veya çoğalmaz. Örneğin, primerlerin 3' uçları birbirine bakmıyorsa çoğalma gerçekleşmez. RAPD yöntemi, adli bilimlerin yanı sıra genotip belirleme, genom yapısı araştırmaları, evrimsel çalışmalar, ebeveyn tespiti ve ekoloji alanında da kullanılmaktadır. Şekil 2.3'te RAPD yönteminin çalışma mekanizması gösterilmektedir (Öz Aydın, 2004).



Şekil 2.3. RAPD Reaksiyonunun şematik gösterimi (URL-1).

(a) Oklar, reaksiyona katılan aynı diziye sahip primerin kopyalarını temsil eder. b) Okların yönü, DNA sentezinin yönünü belirtir. c) Sayılar, kalıp DNA'da primerlerin bağlandığı bölgeleri gösterir.

1. RAPD reaksiyonunda, 2 ve 5 pozisyonlarına bağlanan primerler arasındaki DNA dizisi çoğaltılarak ürün A oluşur.
2. RAPD reaksiyonunda sadece 3 ve 6 pozisyonları arasındaki bölgedeki DNA dizisi çoğaltılarak ürün B oluşur. Reaksiyon 1 ve reaksiyon 2'ye eklenen tüm primerlerden PCR sonucunda bant elde edilemez. Elde edilen bantlar agaroz jel üzerinde görselleştirilir (URL-1).

2.10. Mide İçeriğinde Bulunan Bitki Hücrelerinin Adli Botanikte Teşhisi

Mide içerisinde bulunan bitkilerin adli vakalarda çözümlenmesi, özellikle zehirlenme vakalarında önemli bir rol oynar. Mide içeriği analizi, mide içerisindeki bitki materyallerinin tespit edilmesi, tanımlanması ve DNA ile analiz edilmesini içerir. Bu analizler, aşağıdaki amaçlarla kullanılabilir. Eğer bir kişi zehirlenme şüphesiyle ölü bulunmuşsa, mide içeriğinden alınan bitki örnekleriyle DNA analizi yapılabilir. Bu analizde, mide içerisinde bulunan bitki materyalleri incelenir ve zehirli bitkilerin varlığı araştırılır. Bu şekilde, zehirlenme kaynağı ve zehirli bitkinin kimliği belirlenebilir.
Mide içeriğindeki DNA analizi, ölüm süreciyle ilgili önemli ipuçları sağlayabilir. Örneğin, kişi öldükten sonra mide boşalması beklenirken, mide içeriğinde hala bitki materyalleri bulunuyorsa, ölümün daha yakın zamanda gerçekleşmiş olabileceği düşünülebilir ve bir suç mahallinin veya olay yerinin belirlenmesine yardımcı olabilir. Örneğin, mide içerisindeki bitki materyalleri, kişinin son yediği yemeği veya son bulunduğu yeri belirlemek için kullanılabilir. Bu analizler, adli botanik uzmanları ve adli tıp uzmanları tarafından gerçekleştirilir ve suç mahallinin belirlenmesi, zehirlenme vakalarının aydınlatılması ve ölüm sürecinin belirlenmesi gibi konularda önemli bir rol oynar.

2.11. Botanik Delillerinin Adli Bilimlerde Kullanılma Alanlarına Örnekler

Botanik delilleri, suç mahallinin belirlenmesi, suçluların tespiti, zehirlenme vakalarının aydınlatılması, ceset tespiti ve kimliklendirme gibi adli süreçlerde önemli bir rol oynar. Adli botanik uzmanları, bu delillerin toplanması, analizi ve yorumlanmasında uzmanlaşmışlardır. Bu sayede, bitki delilleri adli süreçlere bilimsel ve objektif bir temel sağlar, suçlarla ilgili kanıtları destekler ve adil bir yargılama sürecine katkıda bulunur.
Bitki delilleri, suç mahallinin belirlenmesinde önemli bir role sahiptir. Yerel bitki örtüsü, suçun işlendiği yerin coğrafi konumu hakkında bilgi sağlayabilir. Bitki materyalleri, suç mahalline olan ilişkiyi göstererek adli soruşturmalara rehberlik edebilir.

Bitkiler, olayın gerçekleştiği zamana ilişkin ipuçları sağlayabilir. Örneğin, bitki dokularının yaşını veya bitki polenlerinin mevsimlerine göre dağılımını inceleyerek

olayın ne zaman gerçekleşmiş olabileceği tahmin edilebilir. Zehirli bitkilerin veya bitki zehirlerinin tespiti, zehirlenme kaynağının belirlenmesine yardımcı olabilir. Bu da adli süreçlerde suçluların tespitini ve adaletin sağlanmasını destekler. Cesetler üzerinde bulunan bitki materyalleri, cesedin bulunduğu yerin veya cesedin kimliğinin tespit edilmesine yardımcı olabilir. Bitki örtüsü, suç mahallinin tespiti ve cesedin bulunduğu sürenin tahmin edilmesi gibi konularda önemli bir rol oynar. Bitki materyalleri, kriminalistikte fiziksel kanıtların incelenmesi ve karşılaştırılması için kullanılabilir. Örneğin, bir suç mahallinde bulunan bitki dokuları, şüphelilerin giysileri veya araçlarıyla karşılaştırılarak suçla ilişkilendirilebilir. Bitkiler, biyolojik kanıtların tespitinde çeşitli yollarla yardımcı olabilir. Aşağıda belirtilen düzenlemelerle bitkilerin biyolojik kanıtların sağlanmasında rol oynadığı durumlar açıklanmıştır:

- Pantolon manşetlerinde taşınabilen tohumların yakalanması
- Cinsel saldırı sonrasında elbiselerde oluşabilecek çimen lekeleri
- Araçların alt takımı, ızgara, tekerlek boşlukları veya gövdesiyle taşınan bitki yaprak ve köklerinin tespiti
- Bir mazeretin doğrulanmasında kullanılan mide içeriğinde bulunan bitkisel maddeler
- Toplu mezarlarda iskelet kalıntılarının tarihlendirilmesinde polen kullanımı

Bu durumlar, bitkilerin biyolojik kanıt olarak kullanılabilme potansiyeline işaret etmektedir. Bitkilerin üzerlerinde taşınabilen tohumlar, çimen lekeleri, bitki parçaları veya polen gibi unsurlar, suç mahallinde veya suçla ilişkilendirilen nesneler üzerinde tespit edilebilir. Bu tür bitkisel kanıtlar, olayın zamanlaması, mekanı veya dahil olan kişiler hakkında önemli bilgiler sağlayabilir (Gomez, 2006).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez bir derleme çalışması olup, literatürde yer alan ve adli vakalarda bitki DNA'sından yararlanılan çalışmalar ve bitki DNA'sı kullanılarak çözümlenmiş adli vakalar incelenmiştir. Elde edilen tüm vakalarda Bitki DNA' sının kullanımının adli olaylarda kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

3.1 Adli Botaniğin Kullanılarak Adli Olayların Değerlendirilmesinde ile Elde Edilen Verilerin Temini

Adli botanik, bitki materyallerinin adli olaylarda delil olarak kullanılması ve değerlendirilmesiyle ilgilenen bir alandır. Bitki materyalleri, olay yerlerinde, suç mahallinde veya şüphelilerin üzerinde bulunabilir ve adli botanik uzmanları, bu materyalleri analiz ederek adli süreçlere katkıda bulunurlar. Adli botanik uzmanları, olay yerinde veya şüphelilerin üzerinde bitki materyallerini toplar. Bu materyaller arasında bitki parçaları, tohumlar, polenler, yapraklar, çiçekler veya bitki kalıntıları bulunabilir. Materyallerin doğru bir şekilde toplanması ve korunması, analiz sürecinin güvenilirliği için önemlidir. Toplanan bitki materyalleri, adli botanik laboratuvarında analiz edilir. Bu analizler, bitki türünün belirlenmesini, bitki materyalinin kökeninin tespit edilmesini veya bitki materyaliyle ilgili diğer önemli bilgilerin elde edilmesini içerebilir. Mikroskopi, DNA analizi, kimyasal analizler ve diğer bilimsel yöntemler kullanılabilir. Analiz sonuçları, örnek bitki materyaliyle bilinen bir bitki örneği arasında karşılaştırılır. Bu, bitki materyalinin olay yerine veya şüphelilere ait olup olmadığının belirlenmesine yardımcı olur. Karşılaştırma, bitki türü, bitki anatomisi, polen desenleri veya genetik profillerin benzerliklerini değerlendirmeyi içerebilir. Adli botanik uzmanları, analiz sonuçlarını bir rapor halinde sunarlar. Bu rapor, adli makamlara veya mahkemelere sunulur ve adli süreçte delil olarak kullanılır. Adli botanik uzmanları, gerektiğinde mahkemede uzman şahitlik yaparak analiz sonuçlarını açıklar ve yorumlar.

Adli botanik, özellikle cinayetler, suç mahalleri, izinsiz tarım veya ormansızlaştırma gibi durumlarda kullanılabilir. Örneğin, bir suç mahallindeki bitki materyalleri, şüphelilerin hareketlerini veya olayın nasıl gerçekleştiğini anlamak için değerlendirilebilir. Ayrıca,

bitki materyali, bir şüphelinin veya mağdurun üzerindeki kesikler, çizikler veya bitki dokusuyla ilişkili diğer izlerin belirlenmesine yardımcı olabilir. Bitki materyali ayrıca bir suç mahallinin coğrafi kökenini belirlemek için de kullanılabilir. Örneğin, bitki polenleri veya bitki kalıntıları, bir suç mahallinin bölgesel veya mevsimsel özelliklerini yansıtabilir ve soruşturmalara ipucu sağlayabilir. Adli botanik, diğer adli disiplinlerle de işbirliği yapabilir. Örneğin, bitki materyalinin DNA analizi, adli genetikle birleştirilerek daha kesin sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca, adli botanik uzmanları, adli patoloji, adli entomoloji ve diğer alanlardaki uzmanlarla işbirliği yaparak olayın tam bir değerlendirmesini sağlayabilirler. Ancak, adli botanik analizlerinin güvenilirliği ve doğruluğu önemlidir. Uzmanlar, uygun metodolojileri kullanmalı, analiz süreçlerini titizlikle takip etmeli ve sonuçları objektif bir şekilde değerlendirmelidir. Ayrıca, adli botanik analizlerinin mahkemede kabul edilebilirliği için bilimsel standartlara uygunluğunun sağlanması önemlidir.

Bu tez çalışmasında sunulan vakalar ait raporların tamamı paylaşılmamış olup, tez çalışması için gerekli olan olan kısımları ve özeti paylaşılmıştır. İlgili raporlar etik ilkeler gözetilerek sunulmuş, hastaya ait kimlik bilgileri, özel bilgiler de paylaşılmamıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Literatürde Bitki DNA'sı Kullanılarak Sonuçlanan Adli Botanik Çalışmaları

4.1.1. Çalışma 1

Adli botanik biliminin bir alt dalı olan adli palinoloji, polen tanelerini adli soruşturmalar için iz kanıtı olarak kullanır. İlk olarak 1950'lerde kullanılan polen kanıtları, Avustralya, Yeni Zelanda ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde yaygın olarak adli amaçlarla analiz edilmektedir (Bryant, Jones, 2006). Polen, ince veya kaba bir toz halinde bulunabilir ve (erkek gametleri üreten) tohum bitkilerinin mikrogametofitlerinden oluşur. Çapları 7 ila 200 μm arasında olan taneler, hareket ve göç sırasında gametleri koruyan sporopolleninden yapılmış sert kaplamalara sahiptir. Tek bir ağaç, tek bir tozlaşma mevsiminde binlerce ila milyonlarca tahıl üretebilir. Rüzgarla tozlanan bitkiler, uzun mesafelere dağılmış bol miktarda polen üretirken, böceklerle tozlaşan bitkiler daha kısa mesafelere dağılmış daha küçük miktarlarda üretirler. Güçlü hücresel duvarı nedeniyle biriken polen, orijinal bitki artık mevcut olmasa bile ilk dağılmadan sonra aylarca yıllarca kalabilir (Mildenhall ve diğerleri, 2006). Bu nedenle, polen popülasyonlarının sadece birkaç mil uzaktaki iki farklı lokasyondaki dağılımı ve varyasyonu oldukça farklı olabilir (Horrocks, 2004). Ayrıca polen takvimleri yardımıyla polenin mevsimselliği incelenebilir (Mercuri, 2006). Montali ve ark. (2006) polen takvimlerinin cinayet veya diğer suçlarda ölüm mevsiminin belirlenmesinde referans aracı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Küçük eser parçacıkların giysi üzerinde kalıcılığı adli öneme sahiptir ve boyut, doku ve kumaş türü gibi birçok faktöre bağlıdır. Bull ve ark. (2006) göre, giysilerdeki polen kalıcılığı, diğer eser kanıtlara benzer şekilde üstel bir bozulma eğrisi izler. Başka bir çalışmada Zavada ve ark. (2007) giysinin niceliksel ve niteliksel bir toplayıcı görevi gördüğünü ve hacimsel toplayıcılar kullanılarak oluşturulan modellere benzer bölgesel mevsimsel eğilimler sergileyen bir polen profili ürettiğini" göstermiştir. Geleneksel olarak polen, morfolojik özelliklere dayalı mikroskopi teknikleri kullanılarak tanımlanır. Morgan ve ark. açıklandığı gibi., palinologlar, DNA ekstraksiyonu ve PCR amplifikasyonu için yüksek verimli bir yöntem ve genotipleme için yeni geliştirilmiş dokuz multipleks STR sisteminden oluşan bir "asamblaj" yöntemini kullanmışlardır

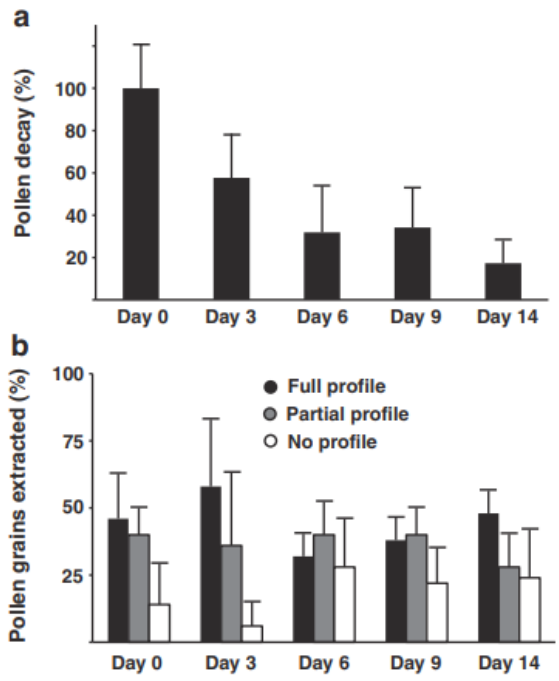
(Morgan ve diğerleri, 2014). Giysilerden toplanan polenlerin DNA analizi yapılarak Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Multiplex sisteminde bulunan dokuz STR lokusuyla ilgili birincil bilgiler (Morgan ve diğerleri, 2014).

Primer information on the nine STR loci present in the multiplex system.

Marker	GenBank accession	Dye/primer sequence (5′–3′)	Primer concentration (μM)	Amplicon size (bp)
PtTX4228	AF455080	F-FAM-ATATCATGTTTAGGTTGGTGTG R-AGTTAGGCTTTTTGTCC	0.10	140–168
PtTX3034	AF143974	F-FAM-TCAAAATGCAAAAGACG R-ATTAGGACTGGGGATGAT	0.30	184–220
PtTX3025	AF143970	F-FAM-CACGCTGTATAATAACAATCTA R-TTCTATATTCGCTTTTAGTTTC	0.30	245–298
PtTX4181	AF442374	F-FAM-CTCTCCCCTTTATTTACACATTG R-AAAGATTGGTCGGTTGGTTAT	0.20	362–450
PtTX2037	AF143959	F-VIC-GCCTTTAGATGAATGAACCAA R-TAAGCGGGATATTATAGAGTT	0.10	143–188
PtTX3011	JX486754	F-NED-AATTTGGGTGTATTTTTCTTAGA R-TAGTAAAAGTTGAAGGAGTTGGTG	0.30	150–211
PtTX3052	AF441514	F-NED-CCTCACTAGGAGGCTACGGAAGAG R-AAAGACTCCTTGATGTTGTGAACA	0.10	230–262
PtTX4058	AF324774	F-PET-AAGTGTTGGGAGAAAAATGTAAT R-CTCCTTCTGTCCCTATCCTCT	0.20	123–159
PtTX2123	JX486756	F-PET-GAAGAACCCACAAACACAAG R-GGGCAAGAATTCAATGATAA	0.05	189–201

Çizelge 4.2. 14 günlük bir süre boyunca pamuklu kumaş örnekleri üzerindeki P. echinata polen tanelerinin çürüme eğrisi (Morgan ve diğerleri, 2014).



Bu çalışma, polenin en az 14 gün boyunca pamuklu giysiler üzerinde kalabilen istikrarlı bir adli DNA kanıtı kaynağı olabileceğini göstermiştir. Özel bir dokuz lokuslu multipleks STR sistemi kullanarak polenlerin DNA ekstraksiyonu yapılmış ve tanımlanmıştır.

4.1.2. Çalışma 2

2012 yılında, Brezilya Federal Polisine bağlı Adli Genetik Laboratuvarı, bitki türlerinin genetik tanısını DNA barkotlama yöntemiyle yapmaya başlamıştır. Laboratuvarın bir uzmanının, St. Petersburg Devlet Biyolojik Müzesi'nde (RBGE) stajı sırasında, tekniklerin Brezilya'da kurulması için pratik bilgi edinilmiştir. Bu kısa süreli RBGE işbirliğinin ardından, yoğun bir araştırma, hazırlık ve test süreciyle laboratuvar, DNA barkotlama yoluyla bitki türlerinin genetik tanısını içeren ilk adli raporunu üretmiştir. Tohumlar, çok az miktarda materyal veya yüksek derecede işlenmiş sebzelerin dahil olduğu vakalar, bitki tanımlamasında sorunlara neden olabilir. Ayrıca, rutin analizlerden sonra adli davalarda şüpheler devam edebilir. Bu nedenle, bitki DNA barkotlama, adli botanikte rutin adli uygulamalar için güçlü bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Yaş ve iklim gibi bitkinin genetik yapısından bağımsız olan dış faktörlerden etkilenmeyen güvenilir ve hassas bir tekniktir. Bitki DNA barkotlama, uzman eksikliği ve bitki çeşitliliği nedeniyle yeterince kullanılmamaktadır. Ancak, moleküler teknikler bu durumu değiştirmiştir ve bitkilerin ve parçalarının adli delil olarak giderek yaygın kullanımına olanak sağlamıştır (Chandra ve Sharma, 2014).

Bitki DNA barkotlama, genetik, genomik ve biyoinformatik alanındaki son gelişmeleri kullanarak, DNA barkodu olarak bilinen kısa DNA dizileri kullanarak türleri belirler. Bu kavramı Hebert ve arkadaşları ortaya koymuş olup, bilinmeyen türlerden elde edilen dizilerin bir referans veri tabanına karşı karşılaştırılmasına dayanır (Hebert ve diğerleri, 2003). Bitki parçasından bağımsız olması adli açıdan faydalıdır. DNA barkotlama yöntemleri, son zamanlarda endüstriyel kalite güvencesi için bitkisel ilaç materyallerinin kimlik doğrulamasında uygulanmıştır (Sgamma ve diğerleri, 2017). Bazı çalışmalar, bitkisel ürünlerde tür tanımlaması için kimyasal analizlerle birlikte DNA barkotlamanın tamamlayıcı olarak kullanılması gerektiğini önermektedir (Abubakar ve diğerleri, 2017). Bu çalışmada bir vakada DNA barkotlamanın belirleyici olduğu anlatılmaktadır.

2013 yılında, posta yoluyla gönderilen, ilk bakışta homojen bitkisel materyal içeren iki paket ele geçirilmiştir. Yasadışı uyuşturucuyla ilişkili olduğuna şüphe duyulan paketler, Brezilya Federal Polisi'ne gönderilmiştir ve standart analizler kimyasal testlere

dayanmaktadır. Her iki paketten birer örnek alınarak GC/MS yöntemi ile analiz edilmiştir. Tespit, dört kutuplu kütle spektrometresi ile yapılmıştır. Maddelerin tanımlanması, elde edilen kütle spektrumlarının Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) elektronik kütüphanesi ile karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Renato ve diğerleri, 2019).

DNA ekstraksiyonunda materyal görsel olarak incelenmiştir ve farklı bir türden olduğu görünen parçalar seçilmiştir. İlk paketten altısı, ikinci paketten dördü olmak üzere toplamda on örnek seçilmiştir. Dört örnek Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Her bitki doku parçasından DNA' ları, DNA ekstraksiyonu yapılarak çıkarılmıştır. Çıkarılan bitki DNA' larına PCR amplifikasyonu yöntemi uygulanarak oluşturulan DNA parçaları görselleştirilmiştir. Sekanslaması yapılan ortak diziler, GenBank ve BOLD sistem V3 veri tabanlarındaki kayıtlarla karşılaştırılmıştır (Benson ve diğerleri, 2013).
Genetik analiz, beş bölgede analiz edilen 10 örneğin tamamında toplamda 30 kaliteli dizi elde etmiştir. Tüm diziler, veri tabanlarında araştırıldığında yüksek düzeyde genetik benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.3).

Dört örneğin genetik benzerliği, *Sambucus* spp. *(*Mürver*), Clematis* spp. *(*Yabanasması*), Elymus* spp. (Yabani çavdar) *ve Cynodon* spp. (Bermuda otu*)* cinslerine göre %99 eşik değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Dört örneğin genetik benzerlik aralığı ise %98 ile %100 arasında ve *A. Absinthium* L. (Pelin otu) türüne ait olduğu belirlenmiştir. Bir örnekte ise genetik işaretleyiciye bağlı olarak çelişkili sonuçlar elde edildi, bu da farklı fragmanlar arasında meydana gelen bir kirlenmeyi yansıtabileceği düşünülmüştür. Bir örnekte ise *Artemisia* spp. cinsine %99 eşik değerinin üzerinde en yüksek genetik benzerlik görülmüştür ve bu örneğin ikinci dört *(A. Absinthium* L.*)* örneğe de ait olma ihtimalinin bulunabileceği düşünülmüştür (Renato ve diğerleri, 2019).

Adli kimyanın kullandığı analitik yöntemler hassas ve etkilidir, ancak bilinmeyen bitki materyali veya karakteristik olmayan bitki parçalarının olduğu durumlarda sınırlı kalabilirler. DNA barkotlama, modern teknikleriyle birlikte, adli botanik, adli kimyanın kapsamını tamamlamak için güçlü bir araç olarak kendini kanıtlamıştır. Bitki materyali içeren durumlar basit olmayabilir ve yasal yaptırım birimleri, adli incelemelerin

yapılabilirliğinin ve çok disiplinli bir yaklaşımın gerekliliğinin farkında olmalıdır. Bu yaklaşımı kullanarak başarılı bir vakayı detaylı bir şekilde sunduk. Bildiğimiz kadarıyla, bu derecede karmaşık bir çalışma, Brezilya'da şüpheli bitki materyalinin gerçek doğasını değerlendirmek için adli botanik ve adli kimya tekniklerinin etkin bir şekilde birleştirildiği ilk çalışmadır (Renato ve ark. 2019). Spektroskopik yöntemlerin ve DNA barkotlamanın tüm avantajları ve doğal sınırlamaları göz önüne alındığında, bu iki teknik kombinasyonu, karmaşık adli vakaların aydınlatılması için gerektiğinde bitki örneklerinin kapsamlı olarak değerlendirilmesi için sinerjik bir çaba olarak temsil edebilir. Bitki türlerinin genetik dizilemesi için yeni bir teknolojik yaklaşımın bulunması, birçok adli soruşturma için ufukları genişletecektir.



Şekil 4.1. DNA ekstraksiyonnda icelenen örnekler (Renato ve diğerleri, 2019).

On örnekten dört örneğin (2061Q9), *Elymus* spp. *cinsine* (2061Q10), *Sambucus* spp. cinsine (2061Q11) ve kesinlikle *Artemisia absinthium* L. türüne (2061Q12) ait olabileceği örneği (Renato ve diğerleri, 2019).

Çizelge 4.3. Diziler elde edildiğinde veri tabanında danışıldığında bulunan en yüksek genetik benzerlik (yüzde olarak ifade edilen sayılar) (Renato ve diğerleri, 2019).

Marker:	*matK*				*rbcL*				ITS		*trnL-trnF*		*ycf1*	
Database:	GenBank		Bold		GenBank		Bold		GenBank		GenBank		GenBank	
2061Q1	*Sambucus* spp.	100% (0)	*Sambucus* spp.	100% (0)	Not available		Not available		*Artemisia absinthium*	98% (8)	Uninterpretable		Not available	
2061Q2	*Artemisia frigida*	98.75% (1)	*Artemisia frigida*	98.75% (1)	*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia* spp.	100% (0)	Not available		*Artemisia* spp.	100% (2)	Not available	
2061Q3	Not available		Not available		*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia absinthium*	98% (7)	*Artemisia* spp.	100% (2)	Not available	
2061Q4	Not available		Not available		*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia* spp.[1]	100% (0)	Artemisia spp.	100% (7)	Not available	
2061Q5	*Artemisia* spp.	99% (0)	*Artemisia absinthium*	97.93% (0)	*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia* spp.	100% (0)	*Artemisia* spp.[2]	99% (2)	Artemisia spp.	100% (3)	Not available	
2061Q6	*Clematis* spp.	99% (0)	*Clematis vitalba*	99.87% (0)	*Clematis* spp.	99% (1)	*Clematis* spp.	99.65% (1)	*Clematis* spp.	98% (2)	*Clematis brevicaudata*	98% (9)	*Clematis* spp.	98% (1)
2061Q7	Not available		Not available		Not available		Not available		Not available		Not available		Not available	
2061Q8	*Cymbopogon* spp.	99% (0)	*Cymbopogon* spp.	99.58% (0)	*Cymbopogon* spp.	100% (0)	*Cymbopogon* spp.	100% (0)	*Cymbopogon* spp.	100% (0)	*Cymbopogon* spp.	94% (8)	Not available	
2061Q9	*Elymus* spp.	100% (3)	*Elymus* spp.	98.8% (3)	Not available		Not available		Uninterpretable		*Elymus* spp.	95% (9)	Not available	
2061Q10	*Sambucus* spp.	100% (0)	*Sambucus* spp.	100% (0)	Not available		Not available		*Sambucus ebulus*	96% (14)	*Sambucus ebulus*	100% (0)	Not available	
2061Q11	*Cynodon dactylon*	100% (0)	*Cynodon dactylon*	100% (0)	*Cynodon dactylon*	100% (2)	*Cynodon* spp.	100% (2)	Poaceae (Family)	100% (0)	Not available		Not available	
2061Q12	Not available		Not available		Not available		Not available		*Artemisia absinthium*	99% (3)	*Artemisia* spp.	99% (3)	Not available	

4.2. Literatürde Bitki DNA’sı Kullanılarak Sonuçlanan Vakalar

4.2.1 Vaka 1

2001 yılında İngiltere’de, içinde kenevir *(Cannabis sativa* L.*)* bitkilerinin yetiştirilmesi için büyüme odaları ve benzer ekipmanlar bulunan bir depo keşfedilmiştir. İngiltere Adli Bilimler Servisi (FSS), bu operasyonu "İngiltere'de şimdiye kadar görülen en sofistike operasyon" olarak tanımlamıştır. Depoya yakın bir özel mülkte de büyük miktarda *Cannabis sativa* L. bulunmuştur. Güney Yorkshire Polisi, evdeki numunelere el koymuştur ve depodan da örnekler toplamıştır. Üç kişi, Cannabis türünün üretimi için komplo kurmak suçlamasıyla tutuklanmıştır. FSS tarafından yapılan kimyasal teste göre, hem depodaki hem de ayrı olarak evde yapılan aramada el koyulan bitkilerde Δ9-tetrahidrokanabinol (THC) varlığını tespit edilmiştir. FSS, geleneksel yöntemlerle evde bulunan miktarı depo operasyonuna bağlayamamıştır. Depolama yerinin, depo operasyonu kapsamında yetiştirilen *Cannabis* türünü makul şüpheye yer bırakmayacak şekilde kanıtlamak için makul şüpheden öteye geçecek bir kanıt gerekmektedir. Güney Yorkshire Polisi, FSS' ye başvurmuştur ve onlara, bitkisel numuneler için DNA testleri konusunda öncü olan Glasgow'daki Strathclyde Üniversitesi ile iletişime geçmelerini önermiştir. Ağustos 2001'de, depodan dokuz bitki Strathclyde Üniversitesi'ne, evden alınan bazı bitki örnekleriyle birlikte gönderilmiştir. Bazı bitki örneklerinin görselleri Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Polis ve FSS, depo bitkileri ile evden alınan bitki örnekleri arasında genetik bir bağlantının olup olmadığını belirlemek için DNA profilleme yönteminin kullanılmasını talep etmiştir.



Şekil 4.2. Vaka analizi için DNA testine gönderilen kenevir numunesi (Coyle, 2004).

Tüm Kenevir bitkilerinden ve evde bulunan malzemeden STR genotipi üretilmiştir ve tüm örnekler aynı STR tipini paylaşmıştır. Mahkeme için tanık beyanı olarak bir rapor hazırlanmıştır ve savcılık tarafından delil olarak kullanılmıştır. Bu yöntem, İngiltere mahkemelerine sunulan bitki örneklerinde DNA'nın ilk bilinen kullanımıydı. İngiltere'de kanıtlar, savunma avukatı tarafından meydan okumaya tabidir ve savunma, yeni kanıtları sorgulamak için ikinci bir bilim insanı tutabilir. Bu durumda, kanıt mahkeme tarafından kabul edilmiştir. İngiltere'de bitki örneklerinde DNA profilleme kullanımı için bir örnek oluşturulmuştur. Jüri, DNA kanıtlarının, depoda büyük ölçekli bir operasyonda *Cannabis sativa* L. türünün üretildiğini ve daha sonra dağıtım için eve aktarıldığını makul şüpheye yer bırakmayacak şekilde kanıtladığını kabul etmiştir. Üç kişi, *Cannabis* üretme konusunda komplo kurmak suçundan Sheffield Crown Mahkemesi'nde 28 yıldan fazla hapis cezasına çarptırılmıştır (Coyle, 2004).

4.2.2 Vaka 2

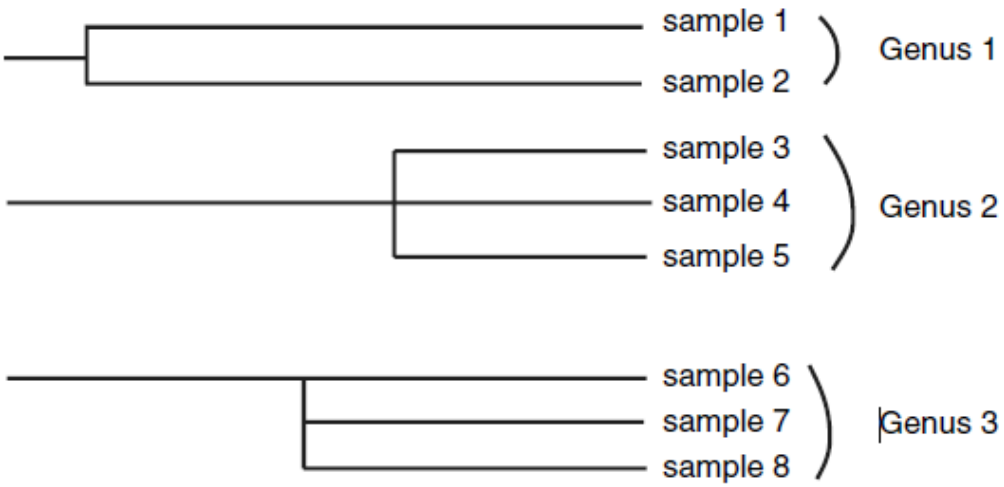
1997 yılında, Minnesota Üniversitesi'nden adli botanist Anita Cholewa'ya, kız arkadaşının kızına istismar suçuyla suçlanan bir adamın davasını incelemesi için başvurulmuştur. Adam, genç kıza yaban mersini pankekleri yedirdiğini ve kızın hasta olduğu ve kendisine doğru kustuğunu polise söylemiştir. Adamın mavi kotları incelendiğinde, pantolon fermuarının iç tarafında yaban mersini tohumları bulunmuştur, bu da onun hikayesini desteklememektedir. Eğer çocuk hastalıktan dolayı kusmuş olsaydı, yaban mersini parçaları sadece giysinin dışında bulunmalıydı. Bulunan tohumlarla, istismara uğrayan çocuğun mide içeriğinden alınan yaban mersinlerinin embriyolarından DNA analizleri yapılıp karşılaştırılmıştır. Bulunan sonuçlara göre iki yaban mersinin DNA' sı birbiriyle eşleşmektedir. Bu sonuç adamın anlattığı ifade ile örtüşmemiştir (Gomez,2006).

4.2.3 Vaka 3

Bir şüpheli, yakındaki bir soygunda kullandığı motosikleti terk ettikten sonra çamurlu bir yolda kovalandı, ancak sonrasında yürüyerek kaçtı. Bir gün sonra, bir adam motosikleti geri almak için yerel polis karakoluna gitti ve kendisinden çalındığını belirtti. Polis, davacının aynı zamanda motosikleti önceki gün terk eden hırsız olduğundan şüphelenmişti. Söz konusu çamurlu yola hiç yaklaşmadığını, ancak daha önceki durumlarda yakınlarda benzer bir yol izlediğini iddia etti. Şüphelinin çizmelerinden, hem yollardan hem de ikamet ettiği çiftliğin toprağından kir örnekleri toplandı ve karşılaştırmalı DNA analizleri yapıldı. Şüphelinin botlarından elde edilen toprak örneklerinde bulunan polen toplulukları ve hırsızın kovalandığı parkurun toprak örneğinden alınan polen DNA analizi sonuçlarına göre eşleşirken, mazeret yolu ve çiftlik topraklarındaki polen spektrumları oldukça farklıydı (Coyle,2004).

4.2.4 Vaka 4

Bu teknikle ilgili bir örnek, dünyanın bilinmeyen bir bölgesinde giyilen çoraplardan parçacık materyali toplama konusunda yapılan sahte bir vakayı içermektedir. Bu örnek, İnsan Tanımlama On ikinci Uluslararası Sempozyumu'nda sunulmuştur. Bir giyim eşyası bilinmeyen bir dünya vakaya maruz kalmış ve laboratuvara gönderilmiştir. Giysiden vakum filtrasyonu kullanarak 0.1 gramdan daha az bir miktar parçacık tozu toplanmıştır. DNA, ekstraksiyon kiti (Qiagen Inc., Valencia, CA) kullanılarak tozdan izole edilmiştir. Saf DNA, bir PCR reaksiyonunda kullanılmıştır. PCR ürünleri, Original TA Cloning Kit (Invitrogen Corp., Carlsbad, CA) kullanılarak klonlanmış ve standart boya-terminatör protokolü (Applied Biosystems, Foster City, CA) uygulandıktan sonra M13 primerleriyle dizilenmiştir. Diziler BLAST'a yerleştirilmiştir ve NCBI veri tabanındaki verilerle karşılaştırılmıştır. Filogenetik analiz, PAUP tarafından uygulanan yöntemlerle dizileri daha fazla karakterize etmek için kullanılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Filogenetik analizlerin karşılaştırılması (Coyle, 2004).

Dokuz adet angiospermaya ait ITS dizisinden ikisi tür düzeyinde tanımlanmıştır, beşi cins düzeyinde tanımlanmıştır ve bir tanesi aile düzeyinde tanımlanmıştır. Dört angiosperma ailesi tespit edilmiştir ve bunlar *Asteraceae* (Papatyagiller), *Brassicaceae* (Turpgiller), *Fabaceae* (Baklagiller)ve *Poaceae* (Buğdaygiller) ailesidir. Bir adet rbcL angiosperma dizisi sadece *Poaceae* ailesine ait olduğu belirlenmiştir. rbcL ve ITS ile elde edilen yeşil

alg dizileri ise takım veya sınıf düzeyinde yerleştirilebilir. ITS ayrıca, tarım patojeni olduğu bilinen *Fusarium* spp. ve *Gibberella* spp. cinsleriyle yakından ilişkili olan bir mantar dizisi elde etmiştir. rbcL ve ITS primer setleriyle elde edilen tüm organizmalar arasında yalnızca bir tanesi her iki veri setinde de ortak olabilir. K15 (ITS) ve 9B (rbcL) dizileri Pleurastrum spp. cinsi ile yakın ilişkilidir.

Bu proje, iz kanıtlarının coğrafi kaynağıyla ilgili çıkarımlar geliştirmeyi amaçlamaktadır. İdeal bir durumda, moleküler işaretleyiciler dar veya endemik bir yayılıma sahip bitkileri tanımlayan birçok dizi elde eder. Bu iz kanıtı örneğinden elde edilen veriler, geniş bir küresel dağılıma sahip birkaç bitki (ve mantar) tanımlamıştır. Bununla birlikte, kurtarılan organizmaların ortak çevre ve ekolojisine ilişkin çıkarımlar yapmak hala mümkündür. Tanımlanan bitkilerin hepsi ılıman iklimlerde bulunur ve kuru, alpin veya deniz çevrelerinde yaygın olması olası değildir.

Triticum spp. cinsine ve mantar tarım patojenlerine yakından ilişkili bir diziye rastlanması, tarım etkisinde olan bir bölgeyi işaret etmektedir. *Barbarea* spp. (kış frenk üzümü), *Artemisia* spp. (havuç otu), *Medicago* spp. (koyun yoncası) ve *Conyza* spp. (arı otu) cinslerinin tanınması ise yakın zamanda bozulmuş bir bölgeyi işaret etmektedir, çünkü bu bitkiler zengin, nemli toprağa ve doğrudan güneş ışığına sahip bölgelerin yabani otlarıdır. Toz örneğindeki yeşil alglerin varlığı, ıslak veya nemli ve besin maddeleri bakımından zengin bir ortamla uyumludur. Ayrıca, birkaç rbcL dizisi *Prasiola* spp. cinsi ile yakından ilişkili olarak tanımlanmıştır ve bu cinsin benzer bir habitatı paylaşabilir; *Prasiola* spp. cinsi, kayalara yapışarak akan suda bulunabilir. *Prasiola* spp. cinsine benzer alglerin bulunması, tozun kaynağının akarsu veya nehirlerin kayalık çıkıntılarına yakın olabileceğini düşündürmektedir. Bir örneğin genel kökeni hakkında bilgi mevcutsa (bölge veya ülke olarak), çıkarılan habitatın o bölgede bulunan coğrafya ve arazi kullanım desenleriyle bütünleştirilebilir. Bu şekilde, soruşturma ipuçları elde edilebilir.

Bu çalışmada elde edilen diziler, rbcL ve ITS primerlerinin toz örneğinden aynı taksonları kurtarmadığını göstermektedir. Her iki genin çıkarıldığına ilişkin benzer filogenetik konumda sadece bir dizi belirlenmiştir. İki gen tarafından kurtarılan taksonlardaki farklılıklar, primer özgüllüğü, örnekteki her genin kopya sayısı veya klonlama sürecinde

rastgele hata gibi faktörlerden kaynaklanabilir, yani klonlanan PCR ürünleri amplifiye edilen dizilerin popülasyonunu yansıtmamış olabilir (Coyle, 2004). Bir örnekteki bitkilerin tümünün veya çoğunun genlerini amplifiye etme yeteneği farklı primerler için önemlidir. Bununla birlikte, bir cins düzeyindeki dizi tanımlamasından özellikle sadece birkaç tür içeren cinslerde, faydalı bilgiler çıkarılabilir. Dizi tanımlamasını tür düzeyine kadar takip etme ihtiyacı, iz delilindeki dizilerin sayısı ve sorunlu taksona bağlı olarak büyük ölçüde değişir.

4.2.5 Vaka 5

New York'ta 500 gramlık kokain ele geçirilmiştir. Polenlere yapılan DNA analizi, coğrafi kökeni ve sevkiyat rotası hakkında ipuçları vermesi umuduyla gerçekleştirilmiştir. Örnekte birbirinden tamamen farklı üç polen grubu mevcuttur. Analiz sonucuna göre Birinci polen grubu, Bolivya ve Kolombiya'da yetişen ve koka yaprakları toplandığında numuneyle karıştırılan ve daha sonra koka ezmesi oluşturmak için işlenen bitkileri temsil etmektedir. İkinci polen grubu, Kuzey Amerika'nın yalnızca birkaç bölgesinde yetişen ağaçlardan gelmiştir, kokain bu yerlerden birinde kesilmiş ve paketlenmiştir. Son polen grubu, muhtemelen yeniden kesildiği, paketlendiği ve dağıtıldığı New York'taki boş arazilerde yaygın olarak büyüyen yabani otlu bitkileri temsil etmektedir (Coyle,2004).

4.2.6. Vaka 6

2001'de Londra'da özellikle trajik bir vakada, kısmen sindirilmiş bitki materyali kurbanın anavatanına dair bir ipucu verdi ve ölümüne bir neden önermiştir. Dava Eylül 2001'de, Thames Nehri'nde 4 yaşında genç bir çocuğun gövdesi, uzuvları ve başı bulunduğunda başlamıştır. Standart tekniklere dayalı tanımlama için kullanılacak çok az şey mevcuttur. Scotland Yard, kasıtlı olarak kan akıtılan vücudun durumundan, ritüel bir cinayetle uğraşıyor olabileceklerinden şüphelenmiştir. Bir palinolog ve bir bitki anatomisti de dahil olmak üzere adli bilim insanlarına, vakada onlara bir ipucu verebilecek herhangi bir kanıt aramak için başvurmuşlardır. DNA, çocuğun Batı Afrika kökenli olduğunu ve sindirim sisteminin içeriğinin Kuzey Avrupa'ya özgü bir ağaç olan kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) polenini ortaya çıkardığını ve çocuğun ölümünden önceki günlerde İngiltere'de

bulunduğunun bir göstergesi olduğunu öne sürmüştür. En çok ilgi çeken şey, mide ve bağırsaklardaki alışılmadık çeşitlilikteki küçük mineral parçalarının, çok küçük altın parçacıklarıyla gömülü kil topaklarının ve bir tür fasulye tohumunun kalıntılarının bulunmasıdır. Baklagiller (*Fabaceae),* hardallar (*Brassicaceae*) ve domates-patates ailesi (*Solanaceae*) dahil olmak üzere bazı bitki familyalarında tohumların embriyosu oldukça farklıdır ve hatta bazı taksonlar da türe özgü olabilir. Oğlanın mide içeriğindeki tohum embriyosu diğer tohumlarla karşılaştırılarak, bu tohumun Batı Afrika'da oldukça zehirli bir baklagil olan Calabar fasulyesi (*Physostigma venenosum* Balf.) olduğu anlaşılmıştır. Bu vakada, midede bulunan diğer alışılmadık maddelerle karıştırılmış Calabar fasulyesinin varlığı, çocuğa toksik, felçli bir vudu iksiri verildiğini göstermektedir (Coyle, 2004).

4.2.7. Vaka 7

1995 yılında Norris ve Bock, Colorado'da eşi tarafından öldürüldüğü şüphesiyle bir adamın 1993 yılında işlenen cinayetiyle ilgili olarak ifade vermeleri istenmiştir. Gerry Boggs'un cesedi evinde bulunmuştur ve kendisi Jill Carroll'ın sekizinci kocası olarak bilinmektedir. Bay Boggs'un ölüm zamanını belirlemek için midesi içeriği analiz edilmiştir. Kurbanın her sabah aynı restoranda yumurta, tost ve patates kızartması yediği bilinmektedir. Mide içeriği patatesle uyumludur ancak adli tıp raporunda onlar makarna olarak belirtilmiştir. Patateslerin Hash Brown'dan gelmesi, ölümünün kahvaltıdan sonra 2 ila 4 saat arasında olduğunu göstermektedir (Palmach, 2005).

5. SONUÇ

Adli botanik alanı, bitki anatomisinden palinolojiye kadar çeşitli alt disiplinleri kapsarken, bugüne kadar bitki materyalinin DNA profilini içeren uygulamalar oldukça sınırlı olmuştur. Adli vakalarda, çok çeşitli bitkisel materyal kanıt olarak değerlendirilirken, bitki türlerinde morfolojik, kimyasal ve biyokimyasal metotlarla yapılan araştırmalar önemli bir rol oynamaktadır. Bu araştırmalar genellikle gelişmiş biyokimyasal, moleküler ve biyolojik yöntemler kullanarak suç kanıtlarından çeşitli bilgiler elde edinmeyi amaçlar. Adli olguların aydınlatılmasında, eser miktarda biyolojik materyalin DNA düzeyinde incelenmesi gerekmektedir. Ancak, bir bitkinin sadece morfolojik olarak incelenmesi, incelenen örneğin orijininin belirlenmesi için yeterli olmayabilir (Palmbach, 2005).

Adli botanik alanında, moleküler genetik yöntemlerin kullanımı suçların aydınlatılması yolunda büyük bir ilerleme sağlamıştır, ayrıca gelecekte de daha da gelişme potansiyeline sahiptir. DNA incelemelerinde, olay yerinde bulunabilecek minimal düzeydeki başlangıç materyali üzerinde çalışılmaktadır. DNA molekülü stabil olduğundan, kan hücreleri ve enzimler gibi bozulmaya eğilimli değildir ve teknik hatalar olmadığı sürece yanlış eşleşme yapma olasılığı düşüktür. Adli eşleştirme, temel olarak iki biyolojik örneğin genetik materyalinin karşılaştırılmasıyla gerçekleştirilir. Bu tür karşılaştırmaların mahkemede delil olarak kabul edilebilmesi için kullanılan tekniklerin bilimsel olarak kabul görmüş teknikler olması gerekmektedir. DNA analizine uygun örnekler, çekirdekli hücreleri içeren biyolojik materyalle sınırlıdır. Günümüzde, kan, dokular, organlar, kemikler, dişler, saç, tırnaklar, semen, seminal sıvılar, idrar ve diğer biyolojik sıvılar gibi materyallerden başarılı bir şekilde DNA izolasyonu ve tiplendirmesi yapılabilmektedir. Ayrıca, bitki ve hayvan DNA'sını içeren materyallerin tam özellikleri belirlenebilmekte ve bu materyallerin nerede üretildiği, kimin üretip sattığı ve hatta kimin satın aldığı gibi bilgilere ulaşılabilmektedir. Bu sayede, adli botanik alanında daha kapsamlı araştırmalar yapılarak suçlarla ilgili daha fazla bilgi elde edilebilmektedir (Açıkgöz, Hancı, Çakır, 2002).

KAYNAKLAR

Abbasi, A.M., Khan, M.A.. Ahmad, M.. Zafar, M. (2011). Medicinal Plant Biodiversity of Lesser Himalayas-Pakistan, Springer Science & Business Media, 1-8.

Abubakar, B.M., Salleh, F.M., Omar, M.S.S., and Wagiran, A. (2017). Review: DNA barcoding and chromatography fingerprints for the authentication of botanicals in herbal medicinal products. [Online.] Evid. Based Complement. Altern. Med., 1352948.

Açıkgöz, N., Hancı, H., Çakır, H. (2002). Olay Yerinden DNA Analizi İçin Biyolojik Örnek Toplama Ve Örneklerin Laboratuvara Gönderilme Usulleri, s:200-204.

Balint, G.A. (1974). Ricin: the toxic protein of castor oil seeds, Toxicology, 77-102.

Morton, J.F. (1977). Poisonous and Injurious Higher Plants and Fungi (Human Injury), 12-17.

Benson, D.A., Cavanaugh, M., Clark, K., Karsch-Mizrachi, I., Lipman, D.J., Ostell, J., and Sayers, E.W. (2013). GenBank. Nucleic Acids Res. 41(D1): D36–D42.

Bryant, V.M., Jones, G.D. (2006). Forensic palynology: current status of a rarely used technique in the United States of America, Forensic Sci. Int. 163,183–197.

Bull, P.A., Morgan, R.M., Sagovsky, A., Hughes, G.J.A. (2006). The transfer and persistence of trace particulates: experimental studies using clothing fabrics, Sci. Justice 46, 185–195.

Crime Scene Botanicals - Forensic Botany. Excerpt from the Plant Science Bulletin 52-3.

Chandra, R. ve Sharma, V. (2014). Forensic botany: an emerging discipline of plant sciences. Indian Botanists Blog-o-Journal. Available, 62: 1-8.

Olsnes, S. (2004). The history of ricin, abrin and related toxins, Toxicon 44(4), 361-370.

Stirpe, F., Barbieri, L., Abbondanza, A., Falasca, A.I. A.N., Brown, K. (1985). Properties of volkensin, a toxic lectin from Adenia volkensii, J. Biol. Chem., 260(27), 14589-14595.

Webster, G.L. (1986). Irritant plants in the spurge family (Euphorbiaceae), Clin. Dermatol. 4(2), 36-45.

Bernhoft, A., Siem, H., Bjertness, E., Meltzer, M., Flaten, T., Holmsen, E. (2010). Bioactive compounds in plantsebenefits and risks for man and animals, in: Proceedings from a Symposium Held at the Norwegian Academy of Science and Letters, 12-13.

Hebert, P.D., Cywinska, A., Ball, S.L., ve Waard, J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. Proc. R. Soc. B. Biol. Sci. 270(1512): 313–321.

Horrocks, M. (2004). Sub-sampling and preparing forensic samples for pollen analysis, J. Forensic Sci. 49, 1–4.

Karaman A. (2020). Monoamin Oksidaz(Mao) Enzim Polimorfizminin Öfke Ve Saldırganlık Eğilimiyle Bağlantısı, Üsküdar Üniversitesi, Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitü, Adli Bilimler Ana Bilim Dalı, Adli Genetik Bilim Dalı, s.8, İstanbul.

Menek N., Taşdöven U. (2021). Adli Bilimlerde Kriminalistik ve Luminol ,Yıl: 3, Cilt: 3, Sayı: 1-2, Aralık 2021 s.3-17.

Mercuri, A.M. (2015). Applied palynology as a trans-disciplinary science: the contribution of aerobiology data to forensic and palaeoenvironmental issues, Aerobiologia 31, 323–339.

Miller Coyle. (2004). Forensic botany : principles and applications to criminal casework / edited by Heather, 162-190.

Mildenhall, D.C., Wiltshire, P.E., Bryant, V.M. (2006). Forensic palynology: why do it and how it works, Forensic Sci. Int. 163, 163–172.
Mohaney, K.J. (2011). Criminal Defense Lawyer Explains: Botanical Evidence, https://www.relentlessdefense.com/forensics/forensic-botany/.
Montali, E., Mercuri, A.M., Trevisan Grandi, G., Accorsi, C.A. (2006). Towards a "crime pollen calendar"—pollen analysis on corpses throughout one year, Forensic Sci. Int. 163, 211–223.
Morgan, R.M., Allen, E., King, T., Bull, P.A. (2014). The spatial and temporal distribution of pollen in a room: forensic implications, Sci. Justice 54, 49–56.
Olmstead, R.G. and Palmer J.D., (1994). Chloroplast DNA Systematics: A Review Of Methods And Data Analysis, American Journal of Botany, Vol. 81, No. 9, 1205-1224.
Polis Dergisi, (2022). Bitki Biliminin Adli Olaylarda Kullanımı, Bitkiler Mercek Altında, 1144.
Palmbach, T.M., Coyle, H.M., Lung- Lee, C., Lin, Lee, W. (2005). *Forensic Botany: Using Plant Evidence to Aid in Forensic Death Investigation,* Croatian Medical Journal, Vol.46 No.4.
Sahoo, R., Hamide, A. S.D., Amalnath, B.S. (2008). Acute demyelinating encephalitis due to Abrus precatorius poisoningecomplete recovery after steroid therapy, Clin. Toxicol. 46(10), 1071-1073.
Sgamma, T., Lockie-Williams, C., Kreuzer, M., Williams, S., Scheyhing, U., Koch, E. (2017). DNA barcoding for industrial quality assurance. Planta Med. 83(14–15): 1117–1129.
Steenkamp, P.A., Harding, N.M., Van Heerden, F.R., Van Wyk, B.E. (2004). Fatal Datura poisoning: identification of atropine and scopolamine by high performance liquid chromatography/ photodiode array/mass spectrometry, Forensic Sci. Int. 145(1), 31-39.
Suhag, P. (2001). Phytochemical Investigation on Melia Azedarach L. And its Bioefficacy against Some Lepidopterous Pests (Doctoral dissertation), Chaudhary Charan Singh Haryana Agricultural University, Hisar, 2-6.
Temelli A.D. (2019). Adli Bilimler Açısından Yanmış İnsan Kemiklerinin İncelenmesi, Polis Akademisi, Adli Bilimler Enstitüsü, Kriminalistik Ana Bilim Dalı Ankara, , ss.5-6.
Renato T.F., Paranaiba, Carlos B.V., Carvalho, Jorge M., Freitas, Levy H., Fassio, Élvio D., Botelho, Diana B.J., Neves, Ronaldo C., Silva, Jr., ve Sérgio M. (2019). Aguiar Forensic botany and forensic chemistry working together: application of plant DNA barcoding as a complement to forensic chemistry—a case study in Brazil , 62: 11–18.
Topdemir, S., (2017). Bitlis İlindeki Lamiaceae Familyasına Ait Bazı Taksonların RAPD-PCR Tekniği ile Filogenetik Analizi, Yüsek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi ve Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
URL-1 http:avery.nutgers.edu.WSSP Students senoiars project arenives onions napa.html
Öz Aydın, S. (2004). RAPD (Rastgele Arttırılmış Polimofik DNA) Belirleyicileri Ve Bitki Sistematiği, s:113-119.
Zavada, M.S., McGraw, S.M., Miller, M.A.(2007). The role of clothing fabrics as passive pollen collectors in the north- eastern United States, Grana 46, 285–291.
Zorlu, E., (2007). Giysiler ve Ayakkabılardan Elde Edilen Polenlere Göre Kişilerin Belli Bir Ortamda Bulunup Bulunmadıklarının Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Adli Tıp Enstitüsü.