



**ATEŞ EDEN KİŞİ İLE YANINDA DURAN
VEYA SİLAHLA TEMAS EDEN KİŞİLER
ÜZERİNDEKİ ATIŞ ARTIKLARININ TESPİTİ**

Nebahat TÜRKDOĞAN

**Yüksek Lisans Tezi
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı
Prof. Dr. Enes ŞAYAN**

2018

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ATEŞ EDEN KİŞİ İLE YANINDA DURAN VEYA SİLAHLA
TEMAS EDEN KİŞİLER ÜZERİNDEKİ ATIŞ ARTIKLARININ
TESPİTİ**

Nebahat TÜRKDOĞAN

**KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı**

**ERZURUM
2018**

Her Hakkı Saklıdır



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



TEZ ONAY FORMU

**ATEŞ EDEN KİŞİ İLE YANINDA DURAN VEYA SİLAHLA TEMAS EDEN KİŞİLER
ÜZERİNDEKİ ATIŞ ARTIKLARININ TESPİTİ**

Prof. Dr. Enes ŞAYAN danışmanlığında, Nebahat TÜRKDOĞAN tarafından hazırlanan bu çalışma 26/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3/0)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Enes ŞAYAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ümit İNCEKARA

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Jülide ERKMEN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **26.07/2018** tarih ve **30.../23** nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATEŞ EDEN KİŞİ İLE YANINDA DURAN VEYA SİLAHA TEMAS EDEN KİŞİLER ÜZERİNDEKİ ATIŞ ARTIKLARININ TESPİTİ

Nebahat TÜRKDOĞAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Enes ŞAYAN

Mermi kovanı içerisinde bulunan barutun yanması ile oluşan barut gazı basıncıyla fişek diye adlandırılan maddeleri namludan geçerek ileri doğru fırlatan silahlar, ateşli silahlar olarak adlandırılır. Ba, Pb ve Sb gibi parçacık birleşiminden oluşan ve özel bir yapıya sahip yanmamış veya kısmen yanmış barut artıklarından oluşan toz bulutu atış artıkları (GSR) olarak tanımlanır. Ateşli silahın tetiği çekildikten sonra, silahın atım yatağında bulunan mekanizmaya ait boşluklardan ve namlusundan çıkan gazlar atış yapan kişinin ellerine, saçlarına ve giysilerine bulaşır. Bulaşan atış artıkları, şüphelinin ellerinden veya giysilerinden swap alma yöntemi ile elde edilen bulgular incelenir; şüpheli şahsın ateş edip etmediği belirlenebilir. Suç ile ilgisi olmadığını belirten veya olay yerinde bulunmadığını/bulunduğunu belirten kişilerin üzerinde atış artığının tespit edilerek bunun incelenmesi soruşturmanın seyrini değiştirebilecektir. Bu çalışmada üç farklı tipte silah ile tek ve beş atış sonrasında atış yapan şahıs ile bu şahsa belirli mesafe uzaklıkta bulunan şahıslar üzerinden ayrıca silaha atış sonrası farklı kısımlarından birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci dokunan kişilerin ellerinden, namluya ilk dokunan kişinin ellerini birbirine sürmesi sonucu ellerinde kalan atış artıklarının analizi ETAAS cihazı kullanılarak antimon miktarına bakılmıştır. Sonuçlar ateş eden kişinin yakınında bulunanların 1 m mesafeye kadar üzerlerinde kullanılan silah cinsine göre atış artığı kalabileceğini göstermiştir. Ayrıca el üstünde atış artığı tespiti o kişinin ateş etmiş olduğunun göstergesi iken ateş etmediği halde silaha namlu kısmından temas edip ellerini birbirine sürten kişilerin el üstünde de atış artığı tespit edilmesi kişiyi olası şüpheli durumuna koyabileceği kanaatine varılmıştır. Kişilerin ellerinde ve kıyafetlerinde atış artığı bulunması o kişinin kesin olarak atış yapmış olduğunun göstergesinin olamayacağı anlaşılmış ancak kıyafetlerinde atış artığı bulunması olay yerinde olduğu kanaatine varılabileceğini göstermiştir.

2018, 61 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antimon, ETAAS, Atış artıkları, Ateşli silah, GSR

ABSTRACT

Master Thesis

DETECTION OF TRACES OF RESIDUES ON SHOOTERS AND ON PERSONS STANDING NEXT TO THE SHOOTER OR IN CONTACT WITH THE GUN

Nebahat TRKDOĐAN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemical Engineering
Division of Process and Reactor Design

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Enes şAYAN

The guns, which fire the gunpowder gas formed by the combustion of the gunpowder in the bullet casing, which shoots forward the bullets, are called firearms. The dust cloud consisting of unburnt or partly burnt gunpowder with a special structure composed of particle assemblies such as Ba, Pb and Sb is defined as gunshot residue (GSR). After the trigger of the firearm is pulled out, the spaces of the mechanism in the weapon's bed and the gases coming out of the barrel are scattered to the hands, hair and clothes of the shooter. By analyzing the findings obtained by swabbing residue from the suspect's hands or clothes, it can be determined whether or not the suspect person shoots. It can be changed the course of the investigation, by testing the people's hands and clothing for shooting residue who hadn't had anything to do with crime or has or hasn't been at the crime scene. In this study, the amount of antimony from shooting residue that found from the shooter hands who fired once and then five shoots from three different type of weapons, and people who have been staying at a certain distance from the shooter, and also the first five people's hand who had been touched to the gun and rubbed their hands, has been analyzed by utilizing ETAAS device. Result has been shown that people within 1 meter of shooters proximity might have contracted some amount of residue dependent on the type of the gun fired. Meantime, residue on hand is considered to be the proof that the person has fired the gun. People who have touched the gun from barrel side and rubbed their hands can place them under suspicion if residue has been tested positive on their hands. The residue on a persons hands and clothing is not a certain proof that he/she has fired a gun, however it is considerable as a proof to determine that the person was present at the scene of the firing.

2018, 61 pages

Keywords: Antimony, ETAAS, Gunshot Residues, Firearm, GSR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecinde danışmanlığımı yapan, bana her konuda yol gösteren, her konuda bilgisini, tecrübesini ve desteğini esirgemeyen, karşı karşıya kaldığım problemlerde yanımda olan, bu tezin hazırlanmasında ve yazılmasında beni teşvik edip yönlendiren kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Enes ŞAYAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmaları ve tez hazırlıklarında benden desteğini, esirgemeyen her anlamda destek olan Erzurum Kriminal Laboratuvar Müdürü olan 4. Sınıf Emniyet Müdürü Sayın Subutayhan TUTUM'a ve çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan Ümit CERAN'a teşekkür ederim.

Her koşulda desteklerini esirgemeyen, en kötü günümde yanımda olan varlıklarını her daim hissettiren annem ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nebahat TÜRKDOĞAN

Temmuz, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Silah.....	3
2.1.1. Kısa Namlulu Silah	4
2.1.2. Uzun Namlulu Silah	4
2.1.3. Silahın Yapısı	5
2.1.4. Merminin Yapısı.....	5
2.1.4.a. Mermi Çekirdeği.....	6
2.1.4.b. Kovan	6
2.1.4.c. Sevk Barutu	7
2.1.4.d. Ateşleyici Kapsül	7
2.2. Ateşli Silah Atış Artıkları.....	8
2.2.1. Atış Artıkları Nedir	8
2.2.2. Atış Artıklarının Oluşumu.....	8
2.2.3. Atış Artıklarının İncelenmesi	8
2.2.4. Neden Antimon	11
2.3. Atış Artıklarının Toplanma Metotları	12
2.3.1. Parafin İle Çekme	12
2.3.2. PVA İle Çekme	12
2.3.3. Çözeltiliye Daldırma.....	13
2.3.4. Çelik Disk İle Toplama	13
2.3.5. Swap Alma	13
2.3.6. Yapışkan Yüzey Üzerine Transfer Etme	14
2.4. Atış Artıklarının Analiz Yöntemleri.....	15
2.4.1. Parafin Testi	16

2.4.2. Kolorimetrik Tayini.....	16
2.4.3. Nötron Aktivasyon Analizi (NAA).....	17
2.4.4. Taramalı elektron mikroskopu (SEM).....	18
2.4.5. Kapiler Elektroforez (CE)	18
2.4.6. Enerji dağılımlı x-ışını analizörlü taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDS).....	20
2.4.7. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS).....	21
2.4.7.a. Işık Kaynakları	24
2.4.7.b. Atomlaştırıcılar.....	25
2.4.7.c. Nicel Tayin	30
2.4.7.d. Spektral Girişimler (Engellemeler)	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1 Materyal.....	32
3.1.1 Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Gereçler	32
3.1.1.a. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi	32
3.1.1.b. Çalkalayıcı.....	33
3.1.1.c. Karıştırıcı	33
3.1.1.d. Hassas Terazî.....	33
3.1.1.e. Mikropipet	34
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar, Çözeltiler, Silahlar ve Mühimmatlar.....	34
3.1.2.a. Kimyasallar.....	34
3.1.2.b. Çözeltiler	35
3.1.2.c. Silahlar.....	35
3.1.2.d. Mühimmatlar	35
3.2. Örnek Hazırlama	35
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	37
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Sb	Antimon
Pb	Kurşun
Ba	Baryum
°C	Santigrat Derece
s	Saniye
g	Gram
µg	Mikrogram
ng	Nanogram
L	Litre
mL	Mililitre
µL	Mikrolitre
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
nm	Nanometre

Kısaltmalar

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
ETAAS	Elektrotermal Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu
SEM-EDS	Enerji Dağılımlı X-Işını Analizörlü Taramalı Elektron Mikroskobu
CE	Kapiler Elektroforez
S&W	Smith Wesson
GSR	Ateşli Silah Kalıntıları
PVA	Polivinil Alkol
HNO ₃	Nitrik Asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ateşleme yapılmış silahın görünümü	3
Şekil 2.2. Bir ateşli silahın şematik görünümü	5
Şekil 2.3. Merminin yapısal görünümü.....	6
Şekil 2.4. Beratta,Sarsılmaz, Swith wesson ve tüfeğin görünümü	11
Şekil 2.5. Ateş etme esnasında silah tutma biçimi.....	14
Şekil 2.6. CE genel görünümü	17
Şekil 2.7. SEM yapısal görünümü	19
Şekil 2.8. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) cihazı	20
Şekil 2.9. Bir atomik absorpsiyon spektrofotometresinin işlem sırası	23
Şekil 2.10. Bir atomik absorpsiyon spektrofotometresinin görünümü	23
Şekil 2.11. Oyuk katot lambası	24
Şekil 2.12. Alevli atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazının akış şeması ve çalışma prensibi.....	26
Şekil 2.13. Grafit tüp.....	27
Şekil 2.14. Grafit fırınlı atomlaştırıcının şematik görünüş	27
Şekil 3.1. Agilent GTA 120 model 200 Series AA Zeeman Zemin Düzeltmeli AAS cihazı.....	32
Şekil 4.1. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin yanaklarında kalan antimon miktarı	44
Şekil 4.2. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin yanaklarında kalan antimon miktarı	44
Şekil 4.3. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin boyunlarında kalan antimon miktarı.....	45
Şekil 4.4. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin boyunlarında kalan antimon miktarı.....	45
Şekil 4.5. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin kıyafetlerinde kalan antimon miktarı.....	46
Şekil 4.6. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin kıyafetlerinde kalan antimon miktarı.....	46

Şekil 4.7. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha kabza kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı	50
Şekil 4.8. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha kabza kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı	50
Şekil 4.9. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha sürgü kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı	51
Şekil 4.10. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha sürgü kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı	51
Şekil 4.11. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha namlu kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı	52
Şekil 4.12. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha namlu kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin ellerinde ,yanak, boyun ve kıyafetlerinde kalan antimon miktarı	39
Çizelge 4.2. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin ellerinde ,yanak, boyun ve kıyafetlerinde kalan antimon miktarı	39
Çizelge 4.3. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin elleri ceplerine silmesi sonrası ceplerine bulaşan ve ellerinde kalan antimon miktarı	40
Çizelge 4.4. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin elleri ceplerine silmesi sonrası ceplerine bulaşan ve ellerinde kalan antimon miktarı	41
Çizelge 4.5. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarı.....	42
Çizelge 4.6. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarı	43
Çizelge 4.7. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha farklı kısımlarından temas eden kişilerden antimon kalıntısı.....	48
Çizelge 4.8. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha farklı kısımlarından temas eden kişilerden antimon kalıntısı.....	49
Çizelge 4.9. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silah namlusuna dokunma sonrasında ellerin birbirine sürtülmesi sonucu kalan antimon miktarı	54
Çizelge 4.10. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silah namlusuna dokunma sonrasında ellerin birbirine sürtülmesi sonucu kalan antimon miktarı	54

1. GİRİŞ

Ateşli silah ile meydana gelen suçta failin ve olayın sebebinin (intihar, cinayet, kaza) ortaya çıkartılması büyük önem taşır. Ateş eden kişinin tespiti de ateş eden el ve giysiler üzerindeki atış artıklarının bulunması ile mümkündür. İnsanlar, geçmişten günümüze saldırı ve savunma için çok çeşitli silahlar kullanmışlardır. Ateşli silahlar, bilimin ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte önemli ölçüde ilerleme kaydetmiş ve bu silahların hem çeşitleri hem de tahribat güçleri artmıştır (Can vd 1995). Ateşli silahlar yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanınca, yaralanma ve ölümle sonuçlanan olaylar artmış ve bu da atış artıklarının hedefte ve ateş eden elde tespitinin önemini büyük ölçüde arttırmıştır. Bu sebeple, ateşli silahlarla meydana gelen kriminal olayların çözülmesinde çok çeşitli fiziksel, biyolojik ve kimyasal metotların kullanımı da büyük bir hız kazanmıştır (Kolusayın vd 1985; Fatteh 1976; Üner 1993).

Bir kişinin ateş edip etmediğinin tespiti için atış artıkları analizi yapılmaktadır. Burada amaç; yapılan soruşturmaya yardımcı olmak, şüphelinin ateş edip etmediğini kanıtlamak ve gözaltına alınmasına veya alınmamasına karar vermek, suçunu itiraf etmesi halinde bunu desteklemek, olayın intihar mı cinayetmi olup olmadığını ve ayrıca birden fazla şüpheli arasından asıl faili belirlemektir. Bir ateşli silahla ateş edildiğinde gaz ve metal parçacıkları silahın üzerine ve etrafına yayılır bunlara da atış artıkları denir. Atış artıkları ateş etme esnasında, silahın namlusundan, kovan atma boşluğundan ve mekanik boşluklardan hızlı bir şekilde etrafa dağılırken silahı tutan el veya ellerin üzerine de bulaşır. En ayırt edici atış artıkları fişekteki başlatıcıdan gelen antimon, baryum ve kurşundur. Bu elementlerden özellikle antimonun ateş etmeyen bir elde bulunma olasılığı antimon ve kurşuna oranla çok daha düşüktür. Bu nedenle, bu elementlerin en uygun yöntemle analiz edilmeleri atış artıklarının varlığını tespit açısından önem taşımaktadır.

Ateşli silah atış artıklarının belirlenmesinde kullanılan farklı metotlar vardır. Bunlar, X-ışını analizörlü elektron mikroskobu (Gökdemir ve Seven 1999), nötron aktivasyon analizi (Reed *et al.* 1990), görüntü analizi yöntemi (Brown *et al.* 1999; Tuğcu 2001), anodik sıyırma voltametrisi (Liu *et al.* 1980, Brihaye and Machiroux 1982), alevsiz atomik absorpsiyon spektrometri (Koons *et al.* 1987) gibi yöntemlerdir. Nötron aktivasyon analizi

ve elektron mikroskobunun pahalı ve zaman alıcı olması, ayrıca nötron aktivasyon analizi yönteminin kurşun tespiti için uygun olmaması gibi dezavantajlardan dolayı atomik absorpsiyon spektrometrisi kullanılan analizler içerisinde hızlı sonuç alınması ve daha ekonomik olmasından ötürü tercih edilen metoddur.

Ateşli silahlarda kullanılan fişek kapsülleri içerisindeki dolgu maddesi, antimon sülfür, kurşun stefinat ve baryum nitrat karışımı olarak kullanılmaktadır. Fişek ateşlendiğinde oluşan toz bulutu içerisinde yanmış, yanmamış barut artıkları ile metal parçacıkları, kovan atma boşluğundan en yakın bölgelerde adsorblanmaktadır (Akbas 1994). Bu maddeler, atış artıkları (GSR) olarak adlandırılmaktadır. Atış artıkları, ateş eden şahsın özellikle tetiğe bastığı elinin işaret parmağı, basparmak gerisi ve avuç içine bulasmaktadır. Eser elementlerin tespit edilmesi silahı atesleyen ya da silaha temas eden şahıs/shahıslar hakkında önemli ve yararlı bilgiler sunmaktadır (Tatlıcı vd 2006). Söz konusu atış artıkları yüksek oranda antimon, baryum ve kurşun elementleri yanında düşük miktarda fosfor, klor, demir, sodyum, potasyum ve ayrıca nitrogliserin, nitroguanidin, 2,4-dinitrotoluen gibi organik bileşikler içerebilmektedir (Garofano *et al.* 1999).

Son yıllarda ET-AAS cihazı kullanan kriminal laboratuvarları tarafından yaygın olarak örnek alma amaçlı “bantla çekme” (tape-lifting) yöntemi kullanılmaktadır. Bu metot ile atış yapan kişinin ellerinden, tek taraflı flaster bantlar ile (yapıştırıp çekme yöntemiyle) atış artıkları toplanmaktadır. Flaster bantlar asit çözeltisinde çözüldükten sonra çözelti ortamına aktarılarak ET-AAS ile analizlenmektedir. Atış artıklarının, seyreltik asitle ıslatılmış pamuklu çubuklarla sıyırma yoluyla ve ya ellerin seyreltik asit içerisine daldırılmasıyla da toplanmasının mümkün olduğu kaynaklarda bildirilmektedir. (Ramolo and Margot 2001).

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Silah

Uzaktan veya yakından, canlıları öldürebilen, yaralayan, etkisiz bırakan, cansızları parçalayan, yok eden araç ve aletlerin genel isimlerine silah denmektedir (Fidan 2009). Ateşli, ateşsiz, kimyasal, biyolojik ve nükleer silahların hepsi genel anlamda silah kelimesinin kapsamını oluşturmaktadır (Özdemir vd 2005).



Şekil 2.1. Ateşleme yapılmış silahın görünümü

Ateşli silahlar, mermi adı verilen özel şekil ve nitelikteki maddeleri barut gazının basıncıyla uzak mesafelere kadar atabilen silahlardır. Ateşli silahlar, ağır ateşli silahlar ve hafif ateşli silahlar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ağır ateşli silahlar kullanımları birkaç kişi tarafından veya çeşitli vasıtalar yardımıyla mümkün olan ağır ve tahrip gücü yüksek olan uzun menzilli silahlar olup (uçaksavar, top v.b) hafif ateşli silahlar ise kullanılmaları bir kişi tarafından mümkün olan tahrip gücü daha az ateşli silahlardır (tabanca, tüfek vb). Hafif ateşli silahlar uzun namlulu ve kısa namlulu ateşli silahlar olmak üzere iki alt gruba ayrılır (II. adli bilimler sempozyumu balistik dergisi 1998; Özdemir vd 2005).

Ateşli silahlardan tabancalar ile tüfekler, ruhsat temin etmesi ve yasal olarak bulundurması daha kolay olması nedeniyle daha çok tercih edilmektedirler (Yalçın

2008). Kısa namlulu silahlar daha çok taşıma amaçlı elde edilirken, uzun namlulu silahlar av ve bulundurma amacıyla elde edilmektedir (İnanıcı vd 1996).

2.1.1 Kısa Namlulu Silahlar

Namlu boyları fişek yatağı hariç 15 cm'yi, tüm uzunluğu 50 cm'yi geçmeyen ateşli silahlar, kısa namlulu silah olarak adlandırılır. Tek atışlı tabancalar, toplu tabancalar otomatik tabancalar (şarjörlü), yarı otomatik tabancalar, tam otomatik tabancalar, makinalı tabancalar, havalı tabancalar ve gaz tabancaları olmak üzere yedi türü bulunmaktadır. Toplu tabancalarda mermi sayısına göre ki genellikle altı adet mermi alabilen mermi yatağı olan ve ismini burdan aldığı bir top bulunmaktadır. Atış sonrası boş kovan haznede kalmakta top etrafında dönerek yeni mermi ateşlemeye hazır hale gelmektedir. Otomatik tabancalarda ise silah fişegi kendisi doldurmakta ve kovani kovan çıkarma boşluğundan dışarı atmaktadır. Sadece ilk dolduruş atış yapan kişi tarafından yapılır sonraki dolduruşlarda buna gerek kalmadan kendiliğinden olur. Yarı otomatik ve tam otomatik tabancalarda ise tek ark yarı otomatikte tetik her çekildiğinde bir mermi atılabilmekte otomatikte ise tetiğe basılı tutulduğu sürece mermiler artarada hedefe atılabilmektedir.

Kısa namlulu silahlardan tabanca kapak takımı(sürgü), şarjör, çerçeve ve namlu olmak üzere üç kısımdan oluşur (Tutkun 2005).

2.1.2 Uzun Namlulu Silahlar

Bu silahlara tüfek ya da omuzdan ateşlenen silahlar denir. Savaş silahları ve av tüfekleri olmak üzere iki kısma ayrılır. Savaş silahları yivli-setli olup güçleri ve menzilleri (2.000 m) çok fazladır. Mermisi hava direncini yenmek için tasarlanmış olup konik, sivri uçludur. Av tüfekleri ise avcılıkta kullanılan genellikle yivsiz-setsiz silahlardır. Tek, çift namlulu, pompalı ve otomatik türleri bulunmaktadır. Namlularına göre; tek namlulular tekli, çift namlulular çifte ismini alır. Fişek koymak için kabzadan kırılan

tipine kırma, mekanizması elle pompalama esasına dayanan tufeklere pompalı av tüfekleri denir. Namlu çapı, kalibre olarak adlandırılır (Yücel vd 2009).

2.1.3 Silahın Yapısı

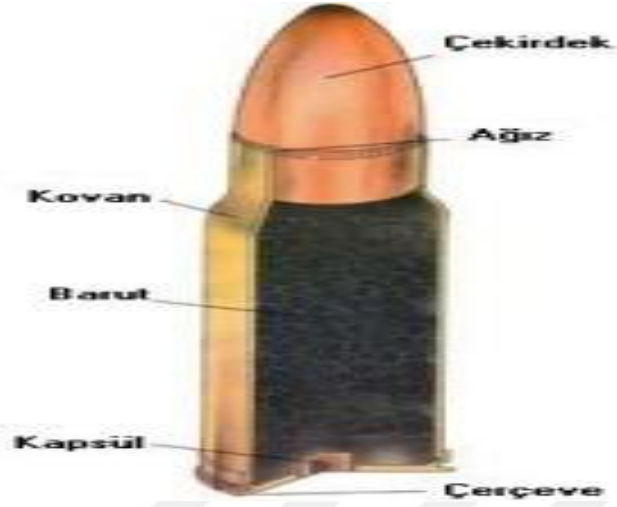
Silahların yapısını genel olarak çerçeve (gövde), sürgü (kapak) ve şarjör oluşturmaktadır. Gövde bir tabancanın hareketli ve sabit bütün parçalarını üzerinde taşıyan bölümüdür. Sürgü ise tabancalarda namluyu dış etkenlere karşı koruyan, tabancanın gövdesini kapatan kısımdır. Şarjör atış için sırada bekleyen fişeklerin bulunduğu bölümdür (Özdemir vd 2005).



Şekil 2.2. Bir ateşli silahın şematik görünümü

2.1.4 Merminin Yapısı

Bir silah fişegi, kovan, kapsül, itici (sevk barutu) ve mermiden (çekirdek) oluşur (Di Maio 1999).



Şekil 2.3. Merminin yapısal görünümü

2.1.4.a. Mermi Çekirdeği

Çekirdek, ateşleme ile birlikte kovandan ayrılıp, namluyu terkettikten sonra hedefi tahrip eden genelde kurşundan yapılmış olan parçadır. Sadece kurşun veya sertleştirmek amacıyla kalay ya da antimon ilave edilen çekirdeklere *gömleksiz çekirdek*, üzeri nikel, krom, bakır gibi elementlerle kaplanmış çekirdeklere *gömlekli çekirdek*, çarpma anında parçalanma etkisinin artırılması amacıyla ucu çizilmiş çekirdeklere *dumdum çekirdekleri* denilmektedir (Kaya 1995). Gömlekli çekirdeklerin dışı tombak (%90 bakır, %10 çinko), tombak kaplı çelik, bakır kaplı çelik, pirinç ve nikelajlı gömlekle kaplanmıştır.

2.1.4.b. Kovan

Kovanlar genellikle pirinç (%70 bakır ve %30 çinko) daha az çelik bir bileşenden yapılır. Kovanın görevi sevk barutunu, kapsülü ve mermiyi bir arada tutmak ve bunları dış etkilere korumaktır. Yüksek sıcaklıklardan ve düşük rutubetli ortamdan uzakta depolanan modern mühimmat, 50 yıl süreyle güvenilirdir.

2.1.4.c. Sevk Barutu

Sevk barutu yanma ısısı ve hızının kontrolü için bir takım kimyasal maddeler ilave edilmiş nitroselülozdan oluşur. İyi bir sevk barutunda, barut taneciklerinin terkininin aynı, yanma ve tutuşmanında muntazam ve aynı kararda olması gerekir. Namluda tortu bırakmamalı, uzun zaman muhafaza edilebilmeli, rutubet ve ısıdan etkilenmemelidir (Özdemir vd 2005).

Sevk barutu kolay alevlenen, yanıcı ama sıkışık ortamda yandığında ise patlayıcı olan bir maddedir. Kovanın içerisinde sıkışık ve belirli miktarda bulunan barut, ateşlendiğinde yanarak kendi hacminden yüzlerce kat fazla gaz haline gelir. Bu gazın oluşturduğu basınç kovanın uç tarafındaki mermi çekirdeğini fırlatır ve hedef yüzeye ulaştırır.

2.1.4.d. Ateşleyici Kapsül

Kapsül, içinde hassas yanıcı ve patlayıcı maddelerin (fölmünat, antimon sülfür, baryum nitrat, kurşun stıfnat ve tetrasen) bulunduğu ateşleme iğnesinin darbesiyle ateşlenen küçük yuvarlak metal parçadır. Kovanın dip tablasına pireslenerek geçirilir. Kapsüllerin tabanlarında her kapsüle özgü kimlikleri bulunmaktadır. Bu bir dizi harf, sembol veya ticari isim olabilir. Tanımlama amacıyla kapsül üzerine damgalanmış ya da kabartmalı şekildedir. Sivil kapsüller genelde imalatçının baş harflerinin veya kodlarının yanı sıra kalibre ile işaretlenir. Askeri kapsüller ise genellikle üretim yılının son iki numarası ile üreticisinin harfleriyle veya kodlarıyla işaretlenir (Wallace 2008).

2.2. Ateşli Silah Atış Artıkları

2.2.1. Atış Artıkları Nedir

Bir silah ateşlendiğinde, mermi çekirdeği ile birlikte alev, barut ve barut gazı, is ve metal artıkları da namludan çıkar. Namlu ucundan barutun yanması sonucu alev çıkmakta ayrıca karbonmonoksit gibi sıcak gazlar oluşmaktadır. Yanmakta olan baruttan karbonlu artıklar olarakta tabir edilen namlu içerisinden sürünerek çıkan is ve yanmamış barut parçacıkları ayrıca mermi çekirdeğinden kopan metal parçacıkları ile kovan yüzeyinden gelen metal buharları ile kapsüldeki metallerin buharları da metal artıkları olarak namludan çıkmaktadır. Silah ateşlendiğinde atış artığı olarak silah namlusundan ve kovan atma boşluğundan dışarı çıkan tüm bu parçacıklara atış artıkları denmektedir.

2.2.2. Atış Artıklarının Oluşumu

Bir silahın tetiğine basıldığı anda ateşleme iğnesi kovanın arka kısmındaki kapsüle çarpar ve kapsül içerisinde bulunan çok hassas yanıcı ve patlayıcı maddeler (Kurşun Stifnat, Baryum Nitrat ve Antimon Sülfür gibi) barutun yanmasına sebep olur. Barutun yanması sonucu ortaya çıkan sıcak gaz basıncı, mermi çekirdeğini ileriye doğru iter ve çekirdek namlu ağzından büyük bir hızla hedefe doğru fırlatılırken boş kovan da kovan çıkış deliğinden atılır. Sevk edici baruttan, kapsüldeki yanıcı-patlayıcı maddelerden, fişek ve silahın metalik bileşenlerinden oluşan maddelerin hızla soğuması sonucu meydana gelen organik ve anorganik maddeler (kurşun, antimon ve baryum) atış artıklarını oluşturur. Atış artıklarının tespit edilmesinde en karakteristik elementler antimon, kurşun ve baryumdur (Ramolo and Margot 2001; Akbas 1994).

2.2.3. Atış Artıklarının İncelenmesi

Bir ateşli silahla ilgili bir suç meydana geldiğinde en çok sorulan soru "*silahı kimin ateşlediği*" veya bir intihar durumunda "*kurbanın silahı gerçekten ateşlediğinden emin*

miyiz? " veya şüpheli şahsın silahı gerçekten ateşleyen kişi olup olmadığıdır. Bu sorular çoğunlukla bulguları doğru bir şekilde toplamak ve örnekleri laboratuarda analiz etmek ile cevap bulabilir. Bu yüzden atış artıklarının (GSR) nasıl biriktirildiğini, nasıl toplandığını, kalıcılığını ve analiz yöntemlerini anlamak çok önemlidir (Edson *et al.* 2003).

Bir tabanca ateşlendiğinde, mermi, kurşun mermisi, kartuş kılıfı ve tabanca namlusunda bulunan primer, toz, yağlayıcılar ve metallere atış artıkları (GSR) oluşabilir. Primerden kaynaklanan atış artıkları (GSR), başta kurşun, baryum ve antimon olmak üzere inorganik elementler içerir. Bakır, demir, alüminyum, silikon, kükürt, potasyum ve kalsiyum gibi diğer elementler de sıklıkla atış artıkları (GSR) partiküllerinde bulunur, fakat bunlar kurşun, baryum ve antimonun bileşiminden daha çevrecidir (Marelato *et al.* 2012).

Atış artıklarının büyük kısmı namlu ağzından hedefe doğru, küçük kısmı ise silahın mekanizma yapısına bağlı olarak, silah üzerindeki aralıklardan ve kovan atma boşluğundan silahın çevresine dağılmaktadır. Genellikle silahı tutan el veya ellerin üstüne, yüze, saçlara, giysilere (giysi kol ağzları, ellerin ceplere sokulması suretiyle ceplere, yaka kısımlarına, ellerin ceketin arka tarafına silinmesinden kaynaklı ceket arka kısmına) bulaşır. Şüphelinin kıyafetleri, saç ve çoğu durumda elleri hakkında kimyasal analizler yapılarak, atış artıklarının pozitif bir şekilde tanımlanması gerektirmektedir.

Literatürde atış artıklarının insan teninde kalma süresi olaydan sonra 3 ila 6 saat arasındayken, giysi ve ölen kişilerde bu süre daha uzundur. Bu sebeple kişilerin kıyafetlerinin de incelenmesi önemlidir. Bu yüzden kıyafetlerin doğru muhafaza edilmesinin gerekliliği de unutulmamalıdır. Söz konusu kıyafet kanlı ise kapalı bir ortamda kıyafetin üstü açık bir şekilde kurumaya bırakılması, kıyafetin sallanmaması ve gereksiz temaslarda bulunulmaması üzerindeki atış artıkları parçacıklarının kaybını önlemek ve muhafaza süresini uzatmak için alınacak önlemlerdendir. Şüphelinin kıyafetleri, saç ve çoğu durumda elleri hakkında kimyasal analizler yapılarak, atış artıklarının pozitif bir şekilde tanımlanması gerekmektedir.

Yüksel vd (2016), yapmış oldukları çalışmada, silahın ateşlenmesinden sonra ateş eden 10 farklı kişinin ellerindeki antimon, baryum ve kurşun miktarlarını 0, 1, 2, 3 ve 4 saat sonrasında incelemiştir. İncelenen zaman aralıklarında zanlıların ellerindeki atış artıkları metallerinin seviyeleri düştüğünden ateşlemeden sonraki ilk üç saatin kritik olduğunu ve atış artıklarının üç saate kadar toplanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu sebeple bir ateşli silah kullanılarak meydana gelen olaylar sonrasında kişilerden atış artıkları en kısa sürede toplanmalıdır.

Genel olarak atış artıklarını inceleme teknikleri, sırasıyla itici ve primerde karşılaşılan organik veya inorganik bileşiklerin belirlenmesini içerir.

Atış artıkları (GSR) numuneleri için adli laboratuvarlarda yapılan çalışmalar sonucunda, atış artıkları üzerinde bulunan ana elementler olarak antimon, kurşun ve baryumu göz önünde bulundurulmaktadır (Edson *et al.* 2003).

Birincil atış artılarını (primer) belirlemede kullanılan yöntem analitik nitel bir metottur. Atış artıkları AAS (Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi) ve ICP-MS (eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi) yöntemleri ile nicel olarak belirlenebilir. SEM-EDS ve AFM (Atomik Kuvvet Mikroskobu) yöntemleri ile ise atış artıkları nitel olarak belirlenebilir. Bu yöntemler için olay yerinden alınan örnekler mağdurun ya da şüphelinin cilt yüzeyinden alınmalıdır. Atış artıklarının alınmasının gecikmesi, örnek alınacak kişilerin hareket etmesi, şüphelinin elini yıkaması veya silmesi, ya da örnek alınacak vücut bölgelerinin otopsiden önce yıkanması, atış artıklarının azalmasına ya da tamamen kaybolmasına neden olur. Atış artıklarının başarılı bir şekilde belirlenmesi ve tanımlanması, kalıntıların etkin şekilde toplanmasının zorluğundan dolayı sınırlıdır. Primerbazlı metal kalıntılarını (Pb, Ba, Sb) toplamak için el ve giysilerden svap alma, yapışkan bant ile svap alma, vakumlama ve saç örnekleme gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Yüksel vd 2016).

Atış artıklarında, ateş eden el veya silah yüzeyinde bulaşma yoğunluğu açısından silahın cinsi önemlidir. Örneğin otomatik ve yarıotomatik tabancalarda boş kovan atma

bölümünden ateş etme esnasında kovanla beraber bol miktarda atış artığı da çıkmakta ve atış yapan elin üzerinde kalmaktadır. Ancak bu durum kovan çıkarma boşluğu bulunmadığından kovanın fişek haznesinde kalmasından ötürü toplu tabancalarda söz konusu değildir.



Şekil 2.4. Sarsılmaz, Swith wesson ve star huğlu tüfek görünümü

2.2.4. Neden Antimon

Atış artıklarının tespit edilmesindeki karakteristik elementler olan antimon, kurşun ve baryumun bazı ticari veya endüstriyel kullanım örnekleri şu şekildedir: Erime noktası 327 °C/621 °F olan Kurşun (Pb), akümülatörler, lehim, yatak metalleri, benzin, mermi, atış, boya, koruyucu tabaka, kablo kaplamaları, cam, kibritler, boyalar ve pirotekniklerde, erime noktası 440 °C/824 °F olan Antimon (Sb), sertleştirme alaşımları (kurşun kaidesi, vb), babbitt metalleri, boya pigmenti, güvenlik eşleşmeleri, rulmanlar, kalay kapları, fren balataları ve pirotekniklerde, erime noktası 850 °C/1562 °F olan Baryum (Ba) ise tavlama, bakır (Cu), Pb ve çinko (Zn), radyografi, temperleme için ısıtım işlem banyolarında deoksidasyon alaşımları çelik, lazer kristalleri, boyalar, mürekkepler, deri tabaklama, fotoğraf kimyasalları, böcek ilaçları, kağıt ürünleri ve pirotekniklerdir (Matricardi and Kilty 1977).

Ateşli silahlar ile meydana gelen olaylarda ateş ettiğiinden şüphelenilen şahıslardan alınan örneklerden, atış artıkları (GSR) açısından sadece metal düzeylerinin belirlenmesi bütünü temsil etmesi açısından yeterli bilgiyi sağlayamamaktadır. Çünkü antimon dışındaki elementlerin çevreden bulaşma riskinin oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Atış artığı analizlerinde, antimon elementinin incelenmesi çevresel

bulaşanlarının az olmasından kaynaklanmaktadır. Buna rağmen antimonun yukarıdada belirtilen bazı ticari ve endüstriyel alanlarda kullanılabildiğinden kendisinden atış artığı alınacak kişi veya kişilerin, meslek ve hobilerinin bilinmesi doğru sonuca ulaşmak açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca örnekleme yapılan ortamın etkisinin de dikkate alınması, analiz sonuçlarının doğruluğu ve belirsizliğinin tespiti için önemlidir (Ramolo and Margot 2001; Aksoy vd 2013).

2.3. Atış Artıklarının Toplanma Metotları

2.3.1. Parafin İle Çekme

Bu yöntemde eritilmiş haldeki sıcak balmumu ya da parafin bir boya fırçası ile şüphelilerin ellerinin üzerine damlatılır. Parafin donup katı bir kalıp haline geldikten sonra çıkarılır ve bu kalıp difenilamin renk testine tabi tutulur. Mavi renk oluşumu nitrat tespiti açısından gösterge olarak kabul edilmektedir (Akbaş 1994).

2.3.2. PVA İle Çekme

Polivinil Alkol (PVA) fırça yardımıyla, elin iç ve dış yüzeyine sürülür, sonra kurutucu yardımıyla kurutulur. İşlem tekrarlanır. Üçüncü kez PVA sürüldükten sonra kurutma işlemi uygulanmadan ellerin üzeri gazlı bez ile kapatılır. Tekrar PVA uygulanır. Yaklaşık otuz dakika sürede kuruyan PVA materyali ellerden dikkatli bir şekilde çıkarılır. PVA materyali üzerine sodyum rodizonat çözeltisi püskürtülerek, oluşan kırmızı renk yardımıyla atış artıklarının varlığı tespit edilmektedir. Atış artıklarının, elden tam olarak toplanması, analiz sonucunda renklenme yardımıyla eller üzerindeki dağılımlarının görülebilmesi gibi nedenlerle avantajlı bir yöntem olacağı söylenebilir. Bu örnekleme yöntemi ile metal yüzeylerden de araba kaportası gibi metal yüzeylerden de atış artıkları toplanabilmektedir (Akbaş 1994).

2.3.3. Çözeltiye Daldırma

Bir diğer örnek alma tekniği de atış yaptığından şüphelenilen kişinin ellerinin %5'lik HNO_3 çözeltisi içeren plastik torba içerisine daldırarak yıkanması esasına dayanır. Bu teknik ile atıştan, 24 saat sonrasında da sonuç alınabilmektedir (Akbaş 1994).

2.3.4. Çelik Disk İle Toplama

Yapışkan yüzeye transfer etme tekniğinin diskler arasına yerleştirilerek de kullanılan bu teknikte, özel olarak hazırlanan çelik diskler şüpheli şahsın ellerine birçok defa yapıştırılarak atış artıkları toplanır. Elde edilen numuneler, katı üzerinden analiz edebilmek için karbon ile kaplanarak SEM yöntemiyle incelenebilmektedir. Bu analiz sonuçları atış artıklarının bölgesel dağılımları hakkında bilgi vermekte olup miktarsal analiz hakkında bilgi vermemektedir (Akbaş 1994).

2.3.5. Swap Alma

Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS) kullanan adli laboratuvarlarda uygulanan bir yöntemdir. Swap alma bir asit çözeltisi ile nemlendirilen pamuklu çubuğu kurutup ellerin iç ve dış kısımlarında atış artıkları kaldırana kadar sürterek atış artığı toplama yöntemidir. Nitrik asit (HNO_3) yönteminde ellerdeki atış artıkları, %5'lik HNO_3 çözeltisi ile nemlendirilen pamuklu çubukla toplanmaktadır. Her bir elin iç ve dış kısımları için ayrı ayrı swap çubukları kullanılarak alınan örnekler çözelti ortamına alındıktan sonra, ETAAS yöntemi ile analiz edilmektedir. Nitrik asitli yöntemle örnekleme, özellikle kan bulaşmış yüzeylerde etkilidir. Atış artıklarının toplanması için kullanılan teknikler arasında nitrik asit ile swap alma tekniği yer almaktadır. Fakat nitrik asitten kaynaklanan alerjik deri reaksiyonları nedeniyle uygulanabilirliği açısından sorun yaratmaktadır (Fidan 2009).

2.3.6. Yapışkan Yüzey Üzerine Transfer Etme

Son yıllarda yaygın olarak kriminal laboratuvarlarında kullanılan bir diğer örnekleme tekniği de yapışkan yüzeyli bantlar ile yüzeyden örneklemedir. Ateş eden şahsın öncelikli olarak elleri olmak üzere, vücudunun farklı kısımlarına atış artığı bulaşabilmektedir. Bu artıklar şüphelilerin elleri üzerinde örnekleme için uygun olan ilgili bölgeye 5X6 cm boyutunda kesilmiş flaster bantların yapıştırılarak yüzeyden çekilmesi ile toplanır ve bu işleme bantın yapışkanlık etkisi gidene kadar devam edilmelidir. Ülkemizde insanların büyük çoğunluğu sağ ellerini kullanmakta olduğundan svap alma işlemine silaha temas etmeyen elin iç kısmından başlanmalıdır.

AAS cihazı kullanan laboratuvarlarda yapışkan yüzey üzerine transfer etme yönteminin kullanılmasının avantajları arasında, ciltte alerjik bir reaksiyona sebebiyet vermemesi, kolay temin edilebilir ve pratik olması, plastik kutular içerisinde muhafaza edilmesi açısından analiz aşamasına kadar herhangi bir kayba veya bozunmaya uğramaması sayılabilir.

Üner vd (1999), yaptıkları çalışmada atış yapan eldeki atış artıklarının dağılımını incelemek üzere bez eldivenler giyilerek çeşitli tip silah ve mermilerle iki el ile ayrı ayrı atış yapmışlar ve atış artıklarının özellikle atış yapan elin dış kısmının parmak arası cilt bölgesinde tespit etmişlerdir.



Şekil 2.5. Ateş etme esnasında silah tutma biçimi

Şekil 2.5'te görüldüğü gibi sağ elle tutulan silah üzeri sol elle kapatılarak ateşleme yapılır. Buradan yola çıkarak ve yapılan çalışmalar göstermiştir ki sağ el ile atış yapıldığında sağ el üstü ile sol el içi atış artıklarının daha fazla toplanabileceği yerlerdir. Bu sebeple swap alma sırası şahsın sol el içi, sol el üstü, sağ el içi ve sağ el üstü şeklinde olmalıdır. İşlem sonrasında eller üzerinden flaster banta alınan örnekler çözelti ortamına aktarılmaktadır. Bunun için yüksek asit derişimine ihtiyaç duyulmaktadır. Çözelti ortamına geçme süresi de örnek hazırlama açısından önemli bir parametredir. Swap alan kişilerin ellerinin temiz olması alınan swapların analiz sonuçlarının doğruluğunu önemli ölçüde etkileyebileceğinden bu kişinin ellerinden bir adet swap alınıp analiz edilmesi sonuçların kesinliği açısından önemlidir. Swap alma sırası kadar alınan swapları saklama koşulları da önemlidir. Swap alan kişi tek kullanımlık eldivenler kullanmalı, her swap alması sonrasında eldivenlerini değiştirmeli, alınan swaplar tek kullanımlık kapaklı plastik kutularda muhafaz edilmeli ve her birinin üzerine hangi şahıstan ve hangi bölgeden alındığı ayrıntılı bir biçimde yazılmalıdır. Ayrıca bu teknik ile saçtan da atış artığı toplamak mümkündür. Özellikle saçtan numune alınmasına yönelik çift taraflı yapışkan bant tutturulmuş diskler (stap) kullanılmaktadır (Fidan 2009; Erol 2017).

2.4. Atış Artıklarının Analiz Yöntemleri

Bir ateşli silah ile atış yapıldığında, namludan mermi çekirdeğiyle beraber alev, is ve gazlar ile yanmamış veya kısmen yanmış barut parçacıkları ve kapsülde gelen metal artıkları da dışarıya çıkmaktadır. Namludan çıkan barut parçacıkları organik veya inorganik olabilir. Kapsülde gelen en önemli atış artıkları ise antimon, kurşun ve baryumdur. Ülkemizde genellikle antimon varlığı tespiti, atış artıkları tespiti için yeterli olmaktadır (Bora ve Ünner 2000).

Atış artıkları, silah ateşlendikten sonra silahın atım yatağının etrafında bulunan mekanizmaya ait boşluklardan ve silahın namlusundan çıkan gazlarla birlikte atış yapan kişinin ellerine, saçlarına, giysilerine bulaşır. Şüphelinin ellerinden veya giysilerinden swap alma yöntemi ile elde edilen atış artığı bulguları incelenerek; kişinin ateş edip etmediği belirlenebilir. Suç ile ilgisi olmadığını belirten bir kişinin üzerinde (ellerinde,

kıyafetlerinde, yüzünde) atış artığı tespit edildiği takdirde soruşturmanın seyri değişecektir. Atış artığı analizi, antimon, kurşun ve baryum gibi atış artıklarının şüphelilerin cildinde veya elbisesi gibi yerleşebileceği yüzeyler üzerindeki varlığını tespit etmektedir (Krishnan 1971; Mosher *et al.* 1998).

2.4.1. Parafin Testi

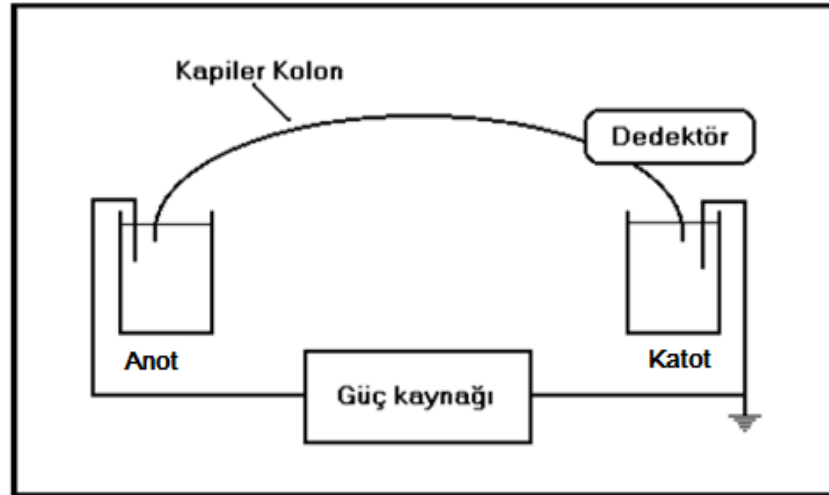
Bir intihar veya cinayetin aydınlatılmasında en önemli faktör, ateşlenen silahın bırakmış olduğu izin incelenmesidir. Bunun tespiti için 1933 yılında uygulanmaya başlanan “*dermal nitrat*” veya “*difenilamin testi*” kısaca “*parafin testi*” eski zamanlarda kullanılmıştır. Bu testte el öncelikle parafinle sıvanır ve kurumaya bırakılır. Kalıp olarak çıkarılıp “*Lunge Solüsyonu*” olarak bilinen difenilamin asidik çözeltisi ile ekstrakte edilir. Lunge solüsyonu 20 ml distile suya 100 ml sülfirik asit eklenip bunun içine 0.5 gr difenilamin eritilmesiyle elde edilir. Silahın ateşlenmesi sonucu baruttan gelen ve cilt üzerinde kalan nitrat, nitritlerin parafin üzerinde mavi benekler oluşturması ile tespit edilmiş olur. Ancak nitratın, nitritlerin gübre ve sigara külü gibi çevrede yaygın olarak bulunmasından ötürü, bu testten pozitif sonuç çıkması olayın failini belirlemede doğru sonuçlara ulaşılabilecek anlamına gelmemektedir. Bu yüzden bu test bilimsel olarak kullanışlı değildir (Ramolo and Margot 2001).

2.4.2. Kolorimetrik Tayini

Bu yöntem 1959 yılında uygulanmaya başlanmış olup, baryum, kurşun ve antimonun kalütatif olarak tespitini sağlar. Pamuktan oluşan beyaz renkli kumaş, kare şeklinde kesilir, asit emdirilir ve elden svap alınır. Antimon tespiti için trifenilmetil arsoniumiyodür, baryum ve kurşun tespiti için sodyum rodizonat kullanılır. Sodyum rodizonat hem ellerdeki kurşun ve baryum için hem de giriş deliği etrafındaki kurşunun tespiti için kullanılan bir spot testtir. Numune %10 luk asetik asitle ön-ısıtılır. Daha sonra sodyum rodizonat ve Ph'ı 2.8 olan tartarik asit tamponu spreylenebilir. Kurşun pembe, baryum ise turuncu renk oluşturur. Hassasiyetinin sınırlı olmasından ötürü günümüzde kullanılan bir yöntem değildir (Coşkunsu 2015).

2.4.3. Kapiler Elektroforez (CE)

Yüklü taneciklerin doğru akım verilmiş elektrolitik bir ortamda elektroforetik hareketliliğinin farklılığına dayanan bir ayırma yöntemidir. Bu yöntemde numune ince bir tüp içindeki sulu bir tampon çözeltiye küçük bir bant şeklinde uygulanmaktadır. Tampon çözeltiye yüksek miktarda doğru akım potansiyeli uygulanır. Uygulanan bu doğru akım potansiyeli numunedeki iyonların elektrotlardan birine veya diğerine transfer olmasını sağlar. Numunedeki taneciklerin transfer hızları yüküne ve büyüklüğüne bağlıdır. Yani numunedeki analitlerin ayrılması yük/boyut oranındaki farklara dayanır. Bu oran büyükse elektrik alanında ilgili iyon daha hızlı hareket ediyor demektir.



Şekil 2.6. CE genel görünümü

Erol (2017), yaptığı çalışmada kapiler elektroforez tekniğinden yararlanarak atış artıklarının inorganik bileşenlerinden olan nitrit, nitrat, tiyosiyenür ve bromür anyonlarının miktersal analizini incelemiştir. Tampon çözeltinin pH'sı 3.5 olarak ayarlanmış, bu sayede elektroosmotik akış tersine çevrilmiş, duyarlılığı artırmak için büyük hacim numune sıkıştırması uygulanmış ve bunların sonucunda nitrat, nitrit, bromür ve tiyosiyenür anyonlarının ayrımı için en iyi koşullar saptanmıştır. Çalışmasının sonucunda en iyi kapiler elektroforetik koşullar; 0,050 molL⁻¹, pH 3.5 fosfat tamponunda 25°C sıcaklık, -20 kV ayırma potansiyeli, 50 mbar basınç ve 50 s

enjeksiyon olarak belirlenmiş, ayrıca ekstraksiyon için, 1saat mekanik çalkalama yöntemi kullanılırken, 30 dakika ultrasonik karıştırıcı ile karıştırmanın yeterli olduğunu bulmuştur.

Bu yöntemle atış artıklarının inorganik bileşenleri olan nitrit, nitrat ve bromür anyonlarının kantütatif analizi yapılarak, basitlik ve hız açısından sonuçlar alınmaktadır.

2.4.4. Nötron Aktivasyon Analizi (NAA)

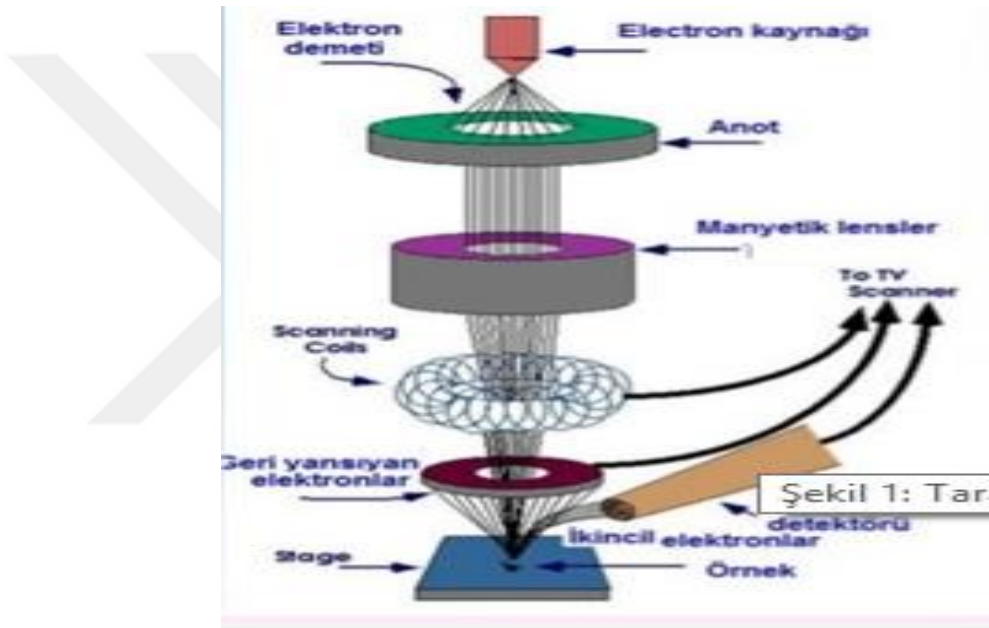
Bu yöntem 1960-1990 yılları arasında kullanılmış olup, nitrik asit emdirilmiş süzgeç kâğıtları ile eller üzerinden alınan svapların nötron bombardımanına tutulmasıyla baryum ve antimon tespit edilmekte ancak kurşun tespit edilememektedir.

Bu yöntem pahalı ve zaman alıcı olmasından başka nükleer reaktöre ihtiyaç duyulmasından dolayı kurşun tespiti için uygun olamamasından günümüzde tercih edilen bir yöntem değildir (Erol 2017).

2.4.5. Taramalı elektron mikroskopi (SEM)

İnsan gözü ancak 100 m uzaklıkta olan ve aralarında 2.5 cm mesafe bulunan iki noktayı ayrı ayrı görebilir. Yani bir insanın çok ince detayları görebilme kabiliyeti sınırlıdır. Bu sebeple, görüntü iletimini sağlamaya yarayan ışık yolları merceklerle değiştirilerek , çok ince ayrıntıların görülebilmesini sağlayan farklı cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlardan Taramalı Elektron Mikroskopi (SEM) ayırım gücünün daha yüksek olması, görüntü ile numunenin analizini birleştirebilmesi nedeniyle günümüzde kullanım alanı oldukça geniştir. İlk tarama elektron mikroskopi Von Ardenne tarafından 1938 yılında icat edilmiş olup, ticari olarak ise 1965 yılında üretilmiş sonrasında hızla gelişerek 35 keV uyarma gerilimindeki ikincil elektron görüntüsü için 40 A°-50 A°'na kadar düşürülmüştür. Geç gelişmesi, örnek boyunca elektron demetinin "taranması" ile ilgili elektronik sıkıntılardan kaynaklanıyordu.

Taramalı Elektron Mikroskobu genel olarak; optik kolon, numune odacığı, görüntüleme sistemi olmak üzere üç bölümden oluşur. Optik kolon içerisinde elektron tabancası, anot plakası, kondansör ve objektif mercekler ile tarama bobinleri bulunmaktadır. Numune odacığında ise numune kazağı ve farklı sinyallere duyarlı algılayıcılar vardır. Görüntüleme sistemi ise demet ile numune etkileşimi sonucunda ortaya çıkan sinyalleri algılayarak numunenin farklı özelliklerini yansıtan görüntülerin oluşumunu sağlamaktadır (Erdin 1987).

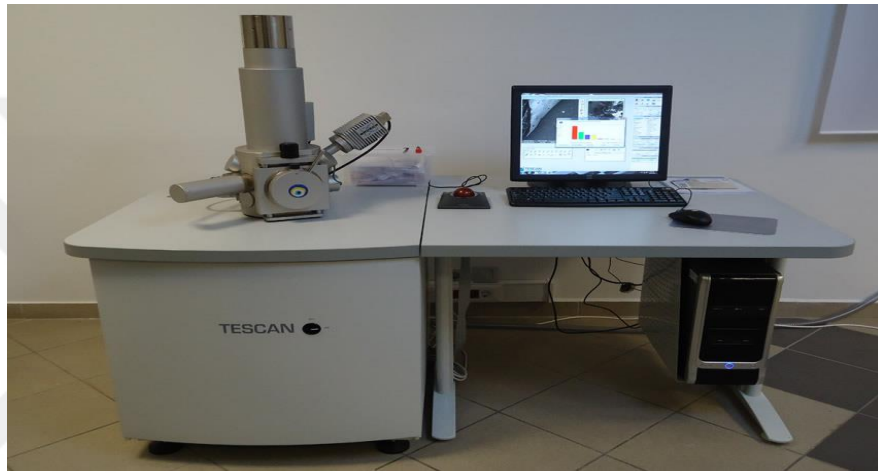


Şekil 2.7. SEM yapısal görünümü

Taramalı elektron mikroskopta, yüksek enerjili bir elektron demeti katı numune yüzeyini tarar. Yüzeyden çeşitli türde sinyaller oluşturulur. Bunlar geri saçılmış elektronlar, Auger elektronları, ikincil elektronlar, X-ışını flüoresans fotonları ile değişik enerjili diğer fotonlardır. Tüm bu sinyaller içinde en yaygın olanlar taramalı elektron mikroskobunun temelini oluşturan geri saçılmış ve ikincil elektronlar ve elektron mikroskop analizde kullanılan X-ışını emisyonudur (Bulun 2010). Bu yayılan sinyaller, numune hakkında değerli bilgiler vermek için uygun detektör ile toplanır. Taramalı elektron mikroskobunda gözlemin en yakın sonucu, numunenin şeklini göstermesidir ve çözünürlük ışın çapı ile belirlenir (Kaur 2015).

2.4.6. Enerji dağılımlı x-ışını analizörlü taramalı elektron mikroskobu (SEM-EDS)

SEM ışık mikroskoplarından en az 200 kez daha fazla büyütebilme özelliğinin yanı sıra yüksek ayırım gücüne sahiptir. Ancak SEM-EDS cihazı partiküllerin elementel bileşimi ile morfolojisine aynı anda ulaşabilmektedir.



Şekil 2.8. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) cihazı

SEM-EDS cihazı ile günümüzde oldukça spesifik olarak tanımlanan partiküller aranır. Bu cihaz, numunenin morfolojisini ve elementel bileşimini inceler. SEM cihazı ile kurşun, baryum ve antimonun varlığı tek bir partikül düzeyinde değerlendirilirken SEM-EDS cihazı ile kurşun-antimon-baryum , antimon-baryum kompozisyonları atış artıkları için karakteristik kabul edilir. Birçok adli tıp laboratuvarı, şüphelilerin el, saç ve kıyafetlerinden alınan örneklerle ateşli silah kalıntılarını (GSR) analiz etmek için SEM-EDS kullanmaktadır. Analizin amacı, kimyasal ve morfolojik özellikleri eşleştirerek ya da bu bağlantıları birbirinden uzaklaştırarak kanıtların şüpheli bir kaynağa bağlanmasıdır. SEM-EDS analizi şüpheli GSR parçacıklarından gelen morfolojik (elektron görüntüsünden) ve kimyasal (EDS) verileri elde etmek için kullanılır (Çakır 2003; French *et al.* 2013).

Kurşun-antimon-baryum, antimon-baryum içeren partiküller atış artığı bakımından anlamlıdır ve eldeki atış artığı tespiti diğer yöntemlere oranla zamana daha az bağlıdır. Öyleki SEM ile atıştan 12 saat sonrasında bile atış artıkları tespit edilmektedir. Ancak bu yöntemle atış artığı tespit edilmekte kantitatif analiz ise ETAAS ye göre yetersiz kalmaktadır.Yani partiküllerin varlığı ellerin savunma amacı ile kullanılıp kullanmadığını göstermeyip sadece atış artığı olduğunu göstermektedir. Bu yüzden bu yöntemle kişinin ateş ettiğini net olarak söylemek mümkün değildir.

Coşkunsu E.(2015) yaptığı çalışmada SEM-EDS ile ENFSI-GSR numunesinde atış artıklarının analizi ve optimizasyonunu incelemiş, atış artıkları transfer kiti ile alınan atış artıkları analizlerinde deney metodunun geçerli olmasını sağlamak amacıyla SEM/EDS cihazı ve OXFORD INCA atış artığı tarama programı üzerinde optimum çalışma koşulları sağlanarak kit üzerindeki karbon bant üzerine yerleştirmiş sayısı, ebatları ve yerleri belli olan atış artıklarının analizini yapmış olup, ENFSI GSR2013 testinde yer alan (uygulayıcı tarafından miktarı bilinmeyen) farklı boyuttaki tüm partikülleri tespit etmiştir. Çalışmasının sonucunda SEM/EDS cihazı ile alınan sonuçların uluslararası yeterlilik koşullarını sağladığını öne sürmüştür. Ayrıca AAS ile numunenin analizi sonrasında delil olma özelliğini kaybetmesi nedeniyle analizin tekrarlanma imkânının kalmadığını SEM/EDS ile tahribatsız analiz yapılabildiğini, numunenin ekstrakte edilmesi ve ön hazırlık aşaması gerekmediğini savunmuş ancak bu yöntemin diğer yöntemlere göre pahalı bir yöntem olduğunu da belirtmiştir.

2.4.7. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS)

Newton 1666 senesinde güneş ışığını cam prizmadan geçirip renklere ayırarak gözlemlemiş, böylece modern spektroskopinin temelleri atılmıştır. Joseph Fraunhofer ise 1814 senesinde optik malzeme ve astronomideki gelişmeler sayesinde en basit spektroskopu üretmiştir. İlk ticari atomik absorpsiyon spektrometre (AAS) cihazı, 1960 yılında piyasaya sunulmuştur ve sonrasında birçok modeli geliştirilmiştir (Welz and Sperling 1999).

AAS ppm ve ppb düzeyindeki metallerin çoğu ile az sayıda ametalin kantitatif analizini yapabildiği için pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Atomik absorpsiyon spektrometresi ışın kaynağından çıkan elektromanyetik dalgaların gaz formundaki atomlar tarafından absorplanması neticesinde ışığın şiddetindeki azalmanın ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır. Işığı absorplayan gaz formundaki atomlar, temel enerji düzeylerinden, kararsız uyarılmış enerji düzeylerine geçerler. absorpsiyon miktarı temel enerji düzeyindeki atom sayısına bağlıdır (Tanrıverdi 2012).

Önceleri en yaygın kullanılan çeşidi alev başlıklı atomik absorpsiyon (FAAS)'dur. Ancak 1970'lerden itibaren gelişen teknoloji ile daha hassas ölçümlere ihtiyaç duyulmuş alevli atomik absorpsiyon spektrometresinin eser elementlerin analizi için yeterli olmadığına anlaşılmaya başlandı üzerine grafit fırın yöntemi (GFAAS veya ETAAS) bunun ardından hidrür yöntemi (HGAAS) ve soğuk buhar yöntemi geliştirilmiş ve bu sayede ultra eser elementlerin pek çok örnekte tayinini yapmak mümkün olmuştur. Atomlaştırıcı, analizi yapılacak örneğin özelliğine ve analiz elementinin derişimine göre seçilmektedir (Welz and Sperling 1999).

AAS ile gerçekleştirilen ölçümler analit derişiminin absorplanan ışık miktarına oranının matematiksel olarak sonuçlandırılmasıdır. Bunun için analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde Lambert-Beer yasası kullanılmaktadır.

Bu yasa şu şekildedir;

$$\ln (I_0 / I) = k'' \cdot d \cdot C \quad (1)$$

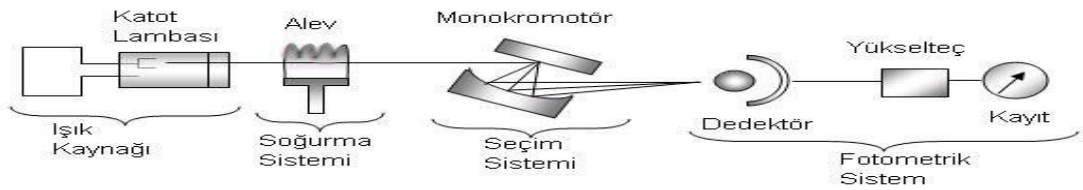
$$k = k'' / 2.303 \text{ ise} \quad (2)$$

$$A = \log (I_0 / I) = k \cdot d \cdot C \quad (3)$$

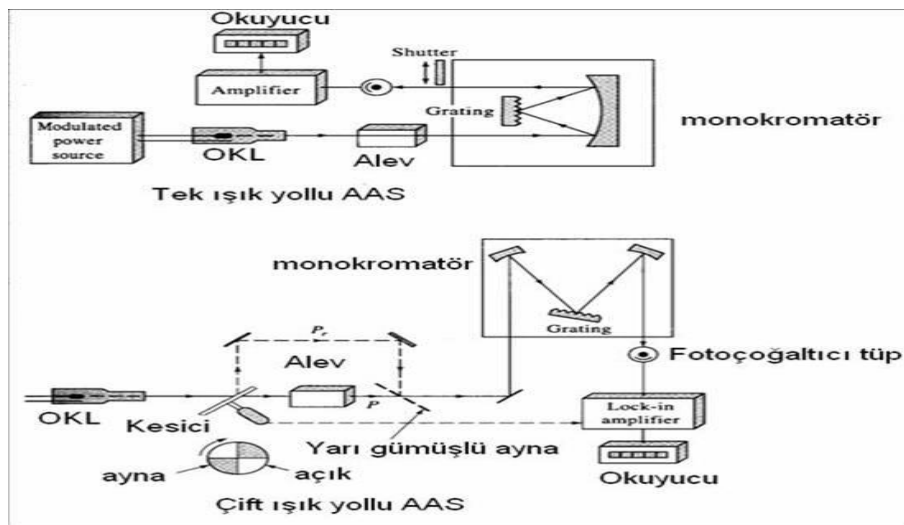
A, absorbansı, C, absorpsiyon yapan maddenin derişimini, k ise absorpsiyon katsayısını temsil etmektedir.

Bir atomik absorpsiyon spektrometresi, esas olarak aşağıdaki bileşenlerden meydana gelir:

1. İncelenen elementin atomlarının spektrumunu yayan ışın kaynağı,
2. Analizi yapılacak elementin atom buharının oluşturulduğu bölüm olan atomlaştırıcı,
3. Dalga boyu seçici (monokromator) ,
4. Işın şiddetinin ölçüldüğü elektronik devreler (dedektörler),
5. Bilgisayar vb. yardımcı donanımlar.



Şekil 2.9. Bir atomik absorpsiyon spektrofotometresinin işlem sırası



Şekil 2.10. Bir atomik absorpsiyon spektrofotometresinin görünümü

Atomik absorpsiyon ölçümleri için kullanılan üç değişik tür spektrofotometre vardır.

a) Tek ışık yollu spektrofotometre: Işık kaynağından ve atomlaştırıcıdan gelen ışık sürekli ve dedektörde doğru akım oluşturur.

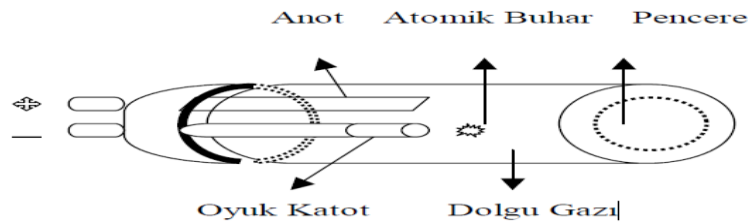
b) Işık kaynağından çıkan ışık kesikli olup atomlaştırıcıdan çıkan ışık ise kesiksiz bir şekilde dedektöre ulaşır. Kesikli ışık dedektörde alternatif akıma sebep olduğu için bu cihaza tek ışık yollu, alternatif akımlı spektrofotometre denir.

c) Çift ışık yollu spektrofotometre: Kullanılan ışık dilici ışık kaynağından çıkan ışığı atomlaştırıcının içinden ve dışından geçirir. Bu iki ışık dedektöre ardarda gelir ve detektöre sırayla ulaşan bu sinyallerin şiddetlerinin oranını ölçer (Dağdelen 2013).

2.4.7.a. Işık Kaynakları

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ışık kaynaklarının görevi, tayin edilen elementlerin atomlarının absorplayabileceği dalgaboyundaki ışınları yaymaktır. Işın kaynağı numunenin atomlarının absorpsiyon hat genişliğinden daha dar emüsyon spektrumu vermelidir. Aksi durumda düşük absorpsiyon değerleri elde edilir ve bu hassasiyetin düştüğü anlamına gelir. AAS'de kullanılan ışın kaynakları dört grupta sınıflandırılabilir: 1) Oyuk katot lambaları 2) Elektrotsuz boşalım lambaları 3) Yüksek ışımalı lambalar 4) Sürekli ışın kaynakları (Tokman 2007)

Oyuk katot lambaları: En çok kullanılan ışın kaynakları oyuk katot lambalarıdır. İlk kez 1916 yılında Paschen tarafından düzayn edilmiştir. Atomik absorpsiyonda kullanılmaya başlandıktan sonra geliştirilerek basitleştirilmiştir.



Şekil 2.11. Oyuk katot lambası

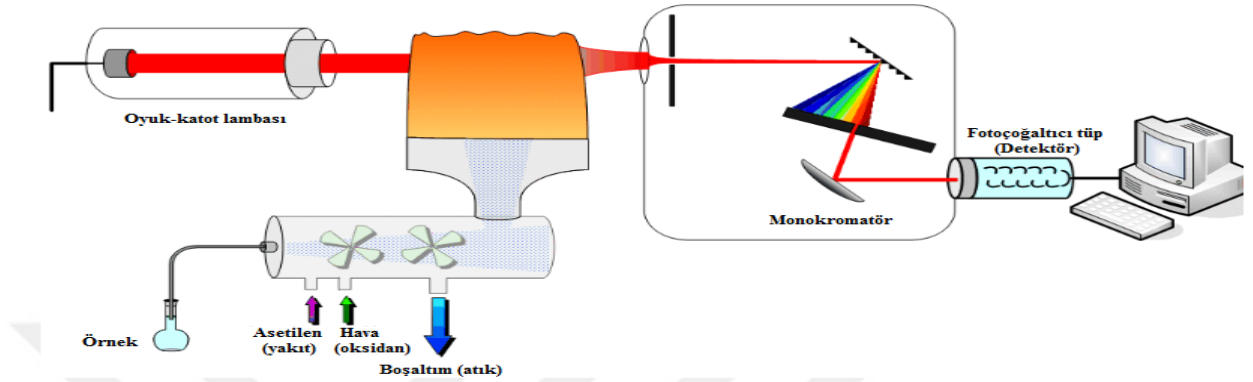
Düşük basınçta neon veya argon gibi bir asal gazla doldurulmuş 3-4 cm çapında, 8-10 cm boyunda olup anot ve katot içeren cam silindirden oluşmaktadır. Katot genellikle oyuk bir silindir şeklindedir. Analiz elementinden yapılır veya analiz elementi ile kaplanır. Katodun çapı 3-5 mm'dir. Anot ise tungsten veya nikelden yapılmış bir teldir. Lamba içindeki anot ile katot arasına 100-400 volt şiddetinde bir gerilim uygulanır. Lamba içindeki gaz atomları iyonlaşır. Pozitif yüklü gaz iyonları katoda çekilir ve katottaki atomları kopararak bir atom bulutu oluşturur. Bu atomların bir kısmı uyarılmış haldedir ve temel hale dönerken katottaki elementin karakteristik spektrumunu yayar. Atomik absorpsiyon spektroskopisi yönteminde analizlenecek her element için o elemente özgü bir oyuk katot lambası kullanılmalıdır. Bu, atomik absorpsiyon analizlerinde hem zaman hem maliyet açısından en önemli dezavantajdır. Bu sebeple çok elementli oyuk katot lambaları tasarlanmıştır. Bu lambalar, katot alaşımlardan, metalik bileşiklerden veya toz haline getirilmiş metallerin karışımlarından meydana gelir. Pratik olmasına karşın her elementin emisyon şiddeti tekli lambanınkinden daha zayıftır ve buna bağlı olarak da sinyal/gürültü oranı artar, kesinliği ve gözlenebilme sınırını etkiler (Tokman 2007).

2.4.7.b. Atomlaştırıcılar

Atomik spektroskopi cihazlarında alevli ve alevsiz olmak üzere iki tip atomlaştırıcı bulunur. Alev atomlaştırıcı atomik emisyon, absorpsiyon, ve floresans ölçmelerinde kullanılmakta olup alevsiz atomlaştırıcı ise sadece atomik absorpsiyon ile floresans ölçmelerinde kullanılır.

Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde en yaygın olarak alev atomlaştırma, elektrotermal atomlaştırma kullanılmakta olup akkor boşaltımlı atomlaştırma, hidrür atomlaştırma ve soğuk-buhar atomlaştırma gibi özel atomlaştırma teknikleri de kullanılmaktadır. Akkor boşaltımlı atomlaştırmada gözlenebilme sınırı (katı numuneler için) düşük ppm'lerde raporlanmıştır. Hidrür atomlaştırmada toksik maddeler analizlenir ve ölçülecek elementin gözlenebilme sınırı 10 veya 100 kat azalmaktadır.

Soğuk-buhar atomlaştırma yöntemi ise sadece civa tayinine uygulanan bir atomlaştırma yöntemidir.



Şekil 2.12. Alevli atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazının akış şeması ve çalışma prensibi

Alevli atomlaştırıcılarda numune çözeltisi bir yanıcı-yükseltgen gaz karışımı yardımıyla atomlaşmanın meydana geldiği alevin içerisine taşınır ve püskürtülür. Numunedeki çözücü püskürtme sonucunda buharlaşıp uzaklaşır ve çok çeşitli damlacık boyutlarına sahip bir moleküler aerosol oluşur. Bu aerosol moleküllerinin çoğu ayrışır ve atomik bir gaz meydana gelir. Bu şekilde oluşan atomların çoğu iyonlaşarak katyon ve elektronları oluştururlar. Yanıcı gazın numune ile ve yükseltgenle etkilşemi sonucunda da alev içinde başka molekül ve atomlarda oluşmaktadır. Alevli atomlaştırma tekrarlanabilirlik açısından diğer yöntemlere göre daha üstündür ancak numune verme verimi ve dolayısıyla duyarlılık yönünden ise diğer yöntemlerin daha iyi sonuçlar vermesi bu yöntemin dezavantajıdır (Cantle 1982).

Elektrotermal Atomlaştırıcılar

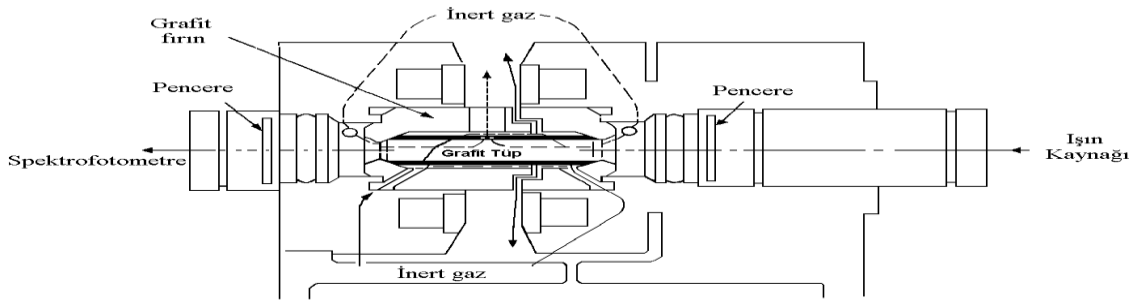
Elektrotermal atomlaştırıcılar ilk defa 1970 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Numunenin tümünün kısa sürede atomlaşması ve atomların optik yolda ortalama kalma sürelerinin bir saniye olması sebebiyle kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu yöntemde grafit tüpte numunenin birkaç mikrolitresi kurutulur ve kül edilir. Sonrasında 2000 °C-3000 °C'ye sebep olan akım hızlı bir şekilde birkaç yüz ampere arttırılır (numunenin

atomlaşması milisaniyeden saniyeye kadar değişen aralıkta oluşur). Atomlaşmış taneciklerin absorpsiyonları ısıtılmış yüzeyin hemen üzerindeki bölgede ölçülür. Elektrotermal atomlaştırıcılar ile atomlaştırma yöntemine, atomik spektroskopide “elektrotermal atomik absorpsiyon spektroskopisi” ya da “grafit küvet” yöntemi, kısaca “ETAAS” adı verilir.



Şekil 2.13. Grafit tüp

Grafit fırınlar, içi boş bir grafit tüpten oluşur. Atomlaşma sırasında analitin bir kısmı tüpün duvarlarına difüzlenerak atomlaşmanın yavaşlamasına ve analitik sinyalin küçük olmasına yol açar. Bunun önüne geçmek için grafit tüpünün gözeneklerini kaplamak gerekir. Grafit tüp ince pirolitik karbon tabakası ile kaplanır. Pirolitik grafit, homojen bir çevreden zamanla tabaka tabaka biriktirilmiş yapay bir grafitir. Yüksek sıcaklığa tutulan tüp içinden ve dışından hidrokarbon ve inert bir gaz karışımı geçirilerek kaplama yapılır. Grafit tüpler yaklaşık 5 cm uzunluğa ve 1cm iç çapa sahiptir. Elektrotermal atomlaştırıcıda grafit tüp grafit elektrik bağlantı çitine yerleştirilir. Grafit tüp her iki tarafında birer kuvars pencere bulunan iki elektrot arasına yerleştirilmiştir. İçten ve dıştan inert gaz akımı oluşturulur. Dış akım tüpün yanmasını önler, iç akım havayı ve numune matriksinden oluşan buharları dışarı atar (Kılıç vd 2000).



Şekil 2.14. Grafit fırınlı atomlaştırıcının şematik görünüşü

Bu yöntemde numune, enjeksiyon deliğinden Grafit tüpüne enjekte edilir. Kullanılan örnek hacmi bir kaç μL civarındadır. Sıcaklığın programlanabilmesi amacıyla grafit küvet bir güç kaynağına bağlıdır. Numunenin enjeksiyonundan sonra ısıtma beş aşamada gerçekleşir:

1-Kurutma: Çözücü buharlaşarak uzaklaşır.

2-Parçalanma (Kül etme) : Numunenin atomlaşma sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta buharlaşan moleküllerinin ortamdaki uzaklaşması ve bu sayede matriks etkisinin minimuma indirilmesi sağlanır.

3-Atomlaşma: Numunenin atom buhar bulutu elde edilir. Sıcaklığın, gaz atomlarının bulunduğu bir sıcaklık seçilmelidir aksi takdirde çok yüksek sıcaklık, analizi yapılan elementin ortamdaki uzaklaşmasına, iyonlaşmasına ve uyarılmasına sebep olur.

4-Absorpsiyon okuma: Dedektörden absorpsiyon okunur.

5-Temizleme: Küvet içinde kalan atıklar çok yüksek sıcaklıkta inert gaz geçirilerek temizlenir.

6-Soğutma: Küvetin soğutulması ve sonraki enjeksiyona hazırlanması basamağıdır (Teke 2015).

Grafit fırınlı atomlaştırıcılar alevli atomlaştırıcılardan daha pahalıdır, çünkü grafit fırının ısıtılması için ekstra bir güç kaynağı gerekir, inert gaz ihtiyacı ve grafit tüp kullanım ömrü sınırlıdır. Ayrıca analiz süresi daha uzundur. Bir analizin süresi yaklaşık iki dakika sürerken alevli atomlaştırıcılarda analiz süresi 15 saniyedir. Buna rağmen alevli atomlaştırıcılardan birçok hususta daha öndedir. Örneğin alevli atomlaştırıcılarla $\mu\text{g/mL}$ düzeyinde analiz yapılabilirken elektrotermal atomlaştırıcılarla ng/mL düzeyinde analiz yapılabilir. Grafit fırınlı atomlaştırıcılarda 5-50 μL örnek hacimleri

gibi çok küçük miktarlar tayin için yeterli olmaktadır. Yanıcı ve yakıcı kullanılmadığından analizlenecek elementte bu gazların bozucu etkisi gözlenmez. Aleve püskürtülmesi zor olan yüksek viskoziteli sıvıların analizi mümkündür (Kara 2014).

Adli laboratuvarlarda yaygın olarak atış artıklarının saptanmasında ve kantütatif analizinin tayinininde ET-AAS cihazı kullanılmaktadır. Bunun sebebi SEM-EDX cihazı ile kullanılan kitlerin flaster bantlara oranla daha maliyetli olması, SEM-EDX cihazı kullanıldığında bir numunenin okunmasının bazı durumlarda 45 dakikayı bulabilmesidir. Ayrıca SEM-EDX kitleri ile sadece sağ ve sol el üzerinden birer adet svap alınmaktadır. Oysa ETAAS ile el içleri ve el üstleri analizinin ayrı ayrı yapılabilmesi böylece kişinin silaha sadece temas ettiğini yoksa ateş ettiğini kanaatine varılmasında daha yararlı olmasıdır.

Fidan (2009), yaptığı çalışmada ETAAS cihazı ile atış artıklarında antimon analizi çalışmış ve gözlenen analitik problemleri tespit etmiştir. Elektrotermal atomlaştırıcılı atomik absorpsiyon spektrometresi ile antimon analizinde küllendirme ve atomlaşma basamakları için 700 °C ve 1800 °C sıcaklığında fırın sıcaklık programı oluşturmuş, tayin sınırı ve tayin miktarını sırasıyla 0.4 ng mL⁻¹ ve 1.3 ng mL⁻¹ olarak hesaplamıştır. Sodyum, potasyum, kalsiyum, demir, kursun, baryum, gümüş, klor, sülfat ve fosfat gibi element ve iyonlardan kaynaklanabilecek olası girişim etkilerini, bu iyonları içeren sentetik modelleme çözeltisi üzerinden incelemiştir. Atış artıkları (GSR) analizlerinde matriks düzenleyici olarak %5'lik (m/v) borik asit deneyerek antimona ait atomik sinyal üzerinden %70-88 oranında geri kazanım etkisini görmüştür. Böylece örnek hazırlamada kullanılan asit ve asit karışımlarının da antimona ait atomik sinyal üzerinde etkileri incelenmiştir. Örnek alma açısından kriminal laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılan svap metodunu uygulamış, %8'lik HNO₃ ile %80-101 arasında geri kazanım verimini gözlemiştir. Çalışmasının sonucunda örnek almadan kaynaklanabilecek girişim etkilerinin giderilmesi veya minimuma indirilmesi açısından %5'lik H₃BO₃ çözeltisinin etkili olduğu sonucuna varmış bu açıdan, atış artıklarında antimon analizi için borik asidi yeni matriks düzenleyici olarak önermiş ve borik asit ile ıslatılmış sargı bezi

örnekleme tekniğinin yapışkan yüzeyli bant tekniğine alternatif olabileceğini belirtmiştir.

2.4.7.c. Nicel Tayin

Atomik absorpsiyon spektrometrisinde, kantitatif analiz için yaygın olarak kalibrasyon yöntemi ve standart ekleme yöntemi kullanılır.

Kalibrasyon

Absorbans Lambert-Beer kanununa göre, derişimle doğru orantılı olarak değişir. Bu yöntem için, analizi yapılacak elementin standart çözeltisinden belirli derişimlerde en az üç kalibrasyon çözeltisi hazırlanır. Örnek ve kalibrasyon çözeltilerinin absorbansları önceden belirlenen dalga boylarında ölçülür. Kalibrasyon çözeltilerinin derişimleri x ekseninde, absorbans değerleri y ekseninde olmak üzere bir grafik çizilir. Elde edilen grafiğe “kalibrasyon grafiği” denir. Kalibrasyon grafiğinden yararlanarak, numunenin absorbans değerlerine karşılık gelen derişim bulunur. Analizi yapılacak numune çözeltilerinin absorbansları kalibrasyon grafiğinde absorbansın derişimle doğrusal olarak değiştiği aralıkta olmalıdır. Eğer bu aralığın dışındaysa seyreltme veya deriştirme yolu ile bu aralığa çekilmelidir. Ayrıca, analizin yapıldığı zaman en az bir standardın absorbansı tekrar ölçülerek atomik buhar elde edilirken kontrol dışı kalan değişkenlerin neden olduğu hatalar saptanır. Böylece standardın orijinal kalibrasyon eğrisinden gösterebileceği sapma, örnek için elde edilen sonuçların düzeltilmesinde kullanılır. Çok fazla sayıda analizi yapılacak numune çözeltisine uygulanabilmesi bu yöntemin üstünlüğündendir.

Standart Ekleme

Aynı miktarda alınan numune kısımlarına artan oranda standart ilave edilir ve ölçümden önce çözelti derişimleri belirli hacme seyreltilir. Eğer numune miktarı çok sınırlı ise belirli miktarda numune üzerinde artan oranda standart ilave edilebilir. Ölçümler

orijinal çözeltide ve her ilave sonrasında numune ile standartı içeren çözelti üzerinde ayrı ayrı yapılır. Çözeltilerin absorpsiyonları okunur ve katılan elementin derişimine karşı absorpsiyon grafiğı çizilir. Numune matrisine her ilaveden sonra neredeyse aynıdır tek fark analit derişimi veya aşırısının ilave edildiğı durumda reaktif derişimdir. Kimyasal ve spektral girişimleri gidermek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

2.4.7.d. Spektral Girişimler (Engellemeler)

Atomik absorpsiyon yöntemlerinde spektral ve kimyasal olmak üzere iki tür girişimle karşılaşılır. İlki girişime neden olan maddelerin absorpsiyonunun, analitin absorpsiyonunun üstüne düşmesi sonucu monokromatörün ayırma gücünün bunları birbirinden ayırmaya yetmemesi ile olur. Diğer "kimyasal girişimler" dir. Kimyasal girişimlerin en önemlisi analit ile uçuculuğı az olan bileşikler oluşturan anyonların neden olduğu girişimdir. Bu türdeki bileşikler atomizasyon hızını azaltırlar ve sonuçta düşük değerler elde edilir. Spektral girişimlerin etkisini gidermek için iki - hat düzeltme yöntemi, sürekli - kaynak düzeltme yöntemi, zeeman etkisi düzeltme yöntemi kullanılır. Ticari atomik absorpsiyon cihazlarında zemin düzeltmesinin Zeeman etkisinden yararlanılarak yapılır. Zeeman etkisinde analit hattı, dalga boyları birbirinden 0.01 nm gibi çok az farklı birbirine göre 900 de polarize olmuş ve ışın yolu içine konan bir döner polarizer ile sıra ile izlenebilen iki kısma ayrılır. Burada atılan kısım absorpsiyon pikinden yeterli derecede ayrılabilir ve zemin absorpsiyonu veya saçılması düzeltmesinde kullanılır. Zeeman yarılması, atomizer veya ışık kaynağının kuvvetli bir magnetik alana gönderilmesiyle sağlanır (Kılıç vd 2000).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan Cihaz ve Gereçler

3.1.1.a. Atomik absorpsiyon spektrometresi



Şekil 3.1. Agilent GTA 120 model 200 Series AA Zeeman Zemin Düzeltmeli ETAAS cihazı

Antimon analizi Agilent GTA 120 model 200 Series AA Zeeman Zemin Düzeltmeli ETAAS ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). 231,2 nm dalga boyunda 0.5 nm slit aralığında antimon oyuk katot lambası kullanılmıştır. Koruyucu gaz olarak yüksek saflıkta (%99.9) argon kullanılmıştır. Pirolitik kaplama grafit karbon tüpleri kullanılmıştır.

ETAAS ile el içleri ve el üstleri analizinin ayrı ayrı yapılabilmesi, böylece kişinin silaha sadece temas ettiği mi yoksa ateş ettiği mi kanaatine varılmasında daha yararlı olması, ekonomik olması, hızlı sonuç verebilmesi ve kantitatif analiz yapabilmesinden dolayı bu çalışmada ETAAS cihazı tercih edilmiştir.

Cihazın Metodu;

1. basamak: 65 °C 5s
2. basamak: 95 °C 2s
3. basamak: 120 °C 8s
4. basamak: 350 °C 10s
5. basamak: 700 °C 10s
6. basamak: 700 °C 1s
7. basamak: 700 °C 2s
8. basamak: 2700 °C 1s
9. basamak: 2700 °C 0.6s
10. basamak: 2700 °C 3s

3.1.1.b. Çalkalayıcı

Svap alınmış flaster bantlardaki antimonun nitrik asit içerisine aktarılması için WISESTIR MSH-20A model Mekanik Çalkalayıcı kullanılmıştır. Tüm numuneler 30 dakika çalkalanmıştır.

3.1.1.c. Karıştırıcı

Çözeltilerin homojen bir şekilde hazırlanması için NÜVE MK 318 model manyetik karıştırıcı kullanılmıştır.

3.1.1.d. Hassas Terazı

özeltı hazırlamak için Presica XB220A model analitik terazi kullanılmış olup, ölçümler 0,0000 g+/-0,0001 hassasiyetinde yapılmıştır.

3.1.1.e. Mikropipet

Çalışmalarda kullanılan mikropipetler Brand marka 100-1000 mikrolitrelik pipettir.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar, özeltiler, Silahlar ve Mühimmatlar

3.1.2.a. Kimyasallar

a) Analitik Saflıktaki Kimyasallar

- Merck, 1.00456 Der. HNO₃, %65, d=1,40 g/mL, M=63,01 g/mol
- Merck, 1.00986, Etanol, d=0,790 g/mL, M=46,07 g/mol
- HIGH-PURITY STAP DARDS, Sb, 1000 µg/mL in/dans

b) Sarf Malzemeler

- Pirolitik kaplama grafit karbon tüp
- Analitik saflıkta argon gazı
- 2 mL'lik polietilen vialler

3.1.2.b. Çözeltiler

Analizlerde kullanılmak üzere %65 HNO₃'den deiyonize su ile seyreltme yöntemiyle %8 HNO₃ ve %1 HNO₃ çözeltileri hazırlanmıştır.

3.1.2.c.Silahlar

Bu çalışmada atış yapmak için Türkiye menşei Sarsılmaz kılınç 2000 mega, Amerika menşei Smith Wesson marka altılı toplu tabanca (S&W), Türkiye menşei Star huğlu yarı otomatik tüfek kullanılmıştır.

3.1.2.d.Mühimmatlar

Çalışmada Sarsılmaz kılınç 2000 mega için 9*16 mm MKE imali Parabellum tipi tabanca fişegi, Smith Wesson için 38 kalibre (9.65 mm) çapında toplu tabanca fişegi, Star huğlu yarı otomatik tüfek için ise 12 Numara Sterling marka Av fişegi kullanılmıştır.

3.2. Örnek Hazırlama

Örnekler, ateş eden kişinin sağ ve sol ellerinden avuç içi ve üst taraflarına, yanak, boyun, ceket kıyafet yaka kısmı, kıyafet sağ, sol kol ağzı ve kıyafet gövde bölümü ile ateş eden şahsın atış sonrası ellerini ceplerine silmesi sonrası sağ ve sol cepler ile sildiği ellerinden, ateş eden şahsın bitişiği, 10 cm, 30 cm ve 1 m yakınında duran şahısların yüzü, boynu, kıyafet kol kısmı ve gövde kısmından, atış sonrasında silahın kabza sürgü ve namlu kısımlarına temas eden kişilerin de (1., 2., 3., 4. ve 5. temas eden kişilerden) sağ ve sol ellerinden avuç içi ve üst taraflarına, silaha namlu kısmından temas ettikten sonra ellerini birbirine sürmesi sonrası sağ ve sol ellerinden avuç içi ve üst taraflarına 5x5 ebatlarında flaster bantın yapışkanlığı kaybolana kadar yapıştırılıp çekilmesi yöntemiyle toplandı ve bu flaster bantlar polietilen tüplere konuldu. Tüp içerisine 5 ml

%8'lik NO_3 ilave edildikten sonra mekanik çalkalayıcı ile 200 rpm hızda 30 dakika boyunca çalkalandı. Örnekler viallere alındıktan sonra ETAAS ile analiz edildi. Tüm bu çalışmalar üç farklı silah türü için tek atış ve beş atış sonrasında tekrarlanmış olup her atış sonrası silahlar temizlenmiş, atış yapan kişinin elleri yüzü ve boynu yıkanmış farklı ama aynı materyalden (pamuklu) kıyafetler giymiştir. Ayrıca swap alan kişiden ara ara flaster bantla swap alınmış olup, kişinin ellerinden bulaşık gelip gelmediği incelenmiştir. Çalışmalar kapalı alanda gerçekleştirilmiştir.

100 $\mu\text{g/L}$ standart çözelti ile 20, 40, 60, 80 ve 100 $\mu\text{g/L}$ de ölçümler yapılarak en uygun çalışma şartlarında kalibrasyon grafiği yardımıyla, Antimon tayini için en küçük kareler yöntemi (Linear least square) hesaplamaları kullanıldı. Alınan örnekler 5 mL HNO_3 içerisine alınarak en uygun analiz şartlarında antimon açısından analizlendi.

ETAAS cihazında numune verilirken ilk sıraya %8 HNO_3 çözeltisi verilerek cihazın doğru sonuç vermesi incelenmiş, ayrıca hazırlamış olduğumuz HNO_3 içerisinde bulaşık olma ihtimali sıfıra indirilmiştir. %8 lik sırasında her 10 numune arasına bir adet 100 $\mu\text{g/L}$ saflıkta Sb çözeltisi verilerek okumaların güvenliği test edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Ceza soruşturmaları için, intihar veya cinayet olaylarının aydınlatılmasında ateş eden şahsın veya olay yerinde bulunan şahısların tespit edilmesi için atış artıkları analizi önemli rol oynamaktadır. Daha önce yapılmış çalışmalarda, avuç içinde atış artıklarının tespit edilmesi kişinin ateş ettiğini değil de ellerini savunma amaçlı kullanması esnasında silahın ateşlenmesiyle oluştuğunu veya ateş edilmiş ve bu sebeple atış artığı içeren silahın bu el ile tutulmuş olmasından kaynaklı olduğunu göstermiştir. Ancak tabanca ile intihar olaylarında avuç içinde atış artığı tespit edilmesi, ateş edilme sırasında silahı tutan elin sarsılması dolayısı ile de olabileceğini düşündürmektedir. Tüfeklerde kovan atma boşluğu bulunmamasından dolayı tüfek ve çifte ile yapılan atışlarda, ateş eden elde atış artığı hemen hemen hiç saptanamaz. Ancak kovan atma boşluğu bulunan yeni tip yarı otomatik tüfekler için bu geçerli olmamakta ayrıca tüfek için kullanılan mermi tabanca mermilerinden daha büyük olduğundan bu tüfeklerle ateş eden kişilerin ellerinde daha fazla atış artığı tespit edilebilir. Buna karşılık çoğunlukla ateş etmeyen ama namluyu tutan elde de artık belirlenir. Artık çoğunlukla avuç içi değil el üstündedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, ateşli silahlarla intihar olaylarında şahsın buna zorlanıp zorlanmadığının tespitinde, olay yerinde olmadığı halde silaha daha sonrasında temas etmiş şahısların ellerinde atış artığı tespit edileceği veya olay yerinde bulunmadığını iddia eden şahısların tespitinde yardımcı olabilir. Bir intihar olayında, şahıs genellikle yalnız olduğu bir ortamda hayatına son vermeyi gerçekleştirmek istemektedir. Ancak şahsın çok yakınında veya yanında bulunan şahısların tespiti, intihar olayının cinayet mi yoksa intihar mı olduğunun çözümlenmesinde yardımcı olabilir. İntihar olayından sonra olayda kullanılan silaha temas edip bırakan kişiler üzerinde svap tespit edilmesi olayla hiç ilgisi olmadığı halde bu kişileri olası şüpheli konumuna düşürebilir.

Çalışmada, iki farklı tip kısa namlulu silah ve bir adet yarı otomatik uzun namlulu tüfek kullanılmıştır. Bu üç silahın özellikleri de birbirinden farklıdır. Sarsılmaz ve S&W tip

silahların ikisinde kısa namlulu olmalarına karşı Sarsılmaz'da kovan atma boşluğu bulunmaktayken, S&W'de boş kovanlar silah haznesinde kaldığından dolayı atış artıkları değerinin farklı olabileceğini düşündürmektedir. İntihar olaylarının evlerde gerçekleşme olasılığı daha çok olduğundan ve genellikle uzun namlulu av tüfekleriyle meydana geldiğinden çalışmaların üçüncü kısmı olarak bu silah türü tercih edilmiştir. İntihar olaylarında tek atış gerçekleşmekteyken, yaralama veya cinayet olaylarında birden fazla atış meydana gelmektedir. Bu sebeple çalışmada bu üç farklı silah türüyle tek atış ve beş atış sonrasındaki atış artıkları sonucuna bakılmıştır.

Daha önceki çalışmalarda ateş eden kişiler üzerindeki atış artığı incelenmiş olup, bu çalışmada ateş eden kişinin yanındaki kişilerin de tespit edilmesi amacıyla hangi mesafeye kadar üzerinde atış artığı kalabileceği veya kişinin ateş etmese bile el üstünde atış artığı tespit edilebileceği olası durumlar üç farklı silah türü ile incelenmiştir. Bu çalışmada ise bir ateşli silah olayının çözümlenmesi açısından kişinin sadece ellerinden değil yüz, boyun, yaka, kıyafet ve özellikle ceplerinden de atış artıklarının alınmasının önemli olduğu, ayrıca olayda kullanılan silah türü ve atış sayısının atış artıkları tespitini nedenli etkilediği araştırılmıştır.

Atış artıkları svaplarında antimon analizi Atomik Absorpsiyon Spektrometre (AAS) yöntemi ile yapılarak, sonuçta ölçülen antimon seviyesi 9.93 µg/L ve üzeri konsantrasyonlarda pozitif olarak değerlendirilirken daha düşük konsantrasyonlarda negatif olarak değerlendirilmiş olup çalışmamızda bu değer ve üstü artı sonuç (atış artığı vardır) olarak temel alınmıştır.

Sarsılmaz, S&W ve Huğlu tüfek ile tek ve beş atış yapan kişilerin el, yüz ve kıyafetlerinde kalan antimon miktarları Çizelge 4.1 ve 4.2 te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin ellerinde, yanak, boyun ve kıyafetlerinde kalan antimon miktarı

SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Sol el içi	15,21	8,33	231,92
Sol el üstü	20,16	4,88	418,67
Sağ el içi	4,86	0,39	70,74
Sağ el üstü	20,01	14,46	209,35
Yanak kısmı	0,47	0,62	34,99
Boyun kısmı	1,47	2,93	51,08
Kıyafet yaka kısmı	102,28	5,91	63,70
Kıyafet kol ağızları (sol/sağ)	34,54/ 164,42	19,40 /28,90	64,96/ 37,69
Kıyafet ön bölge	84,02	12,23	128,04

Çizelge 4.2. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin ellerinde, yanak, boyun ve kıyafetlerinde kalan antimon miktarı

SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Sol el içi	111,66	79,68	>500
Sol el üstü	16,68	42,26	>500
Sağ el içi	147,14	13,96	180,63
Sağ el üstü	179,76	32,58	>500
Yanak kısmı	23,28	8,78	162,85
Boyun kısmı	32,62	12,45	210,63
Kıyafet yaka kısmı	44,60	33,60	263,24
Kıyafet kol ağızları (sol/sağ)	46,58/ 123,58	11,90/ 27,98	263,41/ 318,21
Kıyafet ön bölge	84,21	27,88	>500

Sarsılmaz tipi silahla yapılan tek atış sonrasında kişinin her iki el üstü ile sol el içinde atış artığı tespit edilmiş, yanak ve boynunda atış artığı görülmemiş ancak kıyafet yaka, ön bölge ve kol ağızlarında atış artıkları görülmüştür. S&W tipi silahla tek atış yapıldığında ise

kişinin sadece atış yaptığı sağ elinin üst kısmında atışı artıkları tespit edilmiş olup kıyafet kol ağızları ile kıyafetinin ön bölgesinde atış artıklarına rastlanmıştır. Huğlu tipi yarı otomatik tüfekle tek atış yapıldığında kişiden alınan bütün svaplarda 9.93 µg/L olan alt sınırın çok üstünde antimon miktarına rastlanmıştır. Tabanca mermileri ortalama 8-9 gram ağırlığında olurken, tüfek fişekleri ise 25-33 gram ağırlığındadır. Yani fişekler içerisindeki Sb, Pb ve Ba miktarının tabanca mermisine oranla çok daha fazla olmasından ötürü tüfekle yapılan atışlar sonrasında etrafa daha fazla atış artığı bulaşabilmektedir. Beş atış sonrası yapılan ölçümlerde ise sarsılmaz tipi silah için tüm svaplarda atış artığı gözlenirken S&W tipi silah için ise ateş eden kişinin sadece yanak kısmında atış artığına rastlanmamıştır. Huğlu tüfekte ise atış artıkları miktarı yaklaşık dört katına çıkmıştır. Ateş eden kişilerin elleri kadar kıyafetleri de tespit açısından son derece önemlidir. Ayrıca kullanılan silahın teknik özellikleri de atış artığı miktarı için önemlidir. Kişilerin ellerinde çıkmasa bile boş kovan atma boşluğu olmayan kovanların silah haznesinde kalan silah tiplerinde (S&W) kişilerin kıyafet ön bölgesinde ve kol ağızlarında atış artığı çıkabileceği sonuçları da gözlenmiştir.

Sarsılmaz, S&W ve Huğlu tüfek ile tek ve beş atış yapan kişilerin ellerini ceplerine silmesi sonrası ceplerine bulaşan antimon miktarları ile silinmiş ellerinde kalan antimon miktarları Çizelge 4.3 ve 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin elleri ceplerine silmesi sonrası ceplerine bulaşan ve ellerinde kalan antimon miktarı

SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Sol cep içi	31,27	9,67	72,63
Sağ cep içi	10,04	8,26	85,11
Silinmiş sol el içi	37,83	1,54	323,74
Silinmiş sol el üstü	5,14	0,00	35,94
Silinmiş sağ el içi	6,87	7,32	49,63
Silinmiş sağ el üstü	17,09	0,24	241,64

Çizelge 4.4. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin elleri ceplerine silmesi sonrası ceplerine bulaşan ve ellerinde kalan antimon miktarı

SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Sol cep içi	40,80	14,01	163,52
Sağ cep içi	78,36	15,86	182,46
Silinmiş sol el içi	11,5	5,23	296,32
Silinmiş sol el üstü	6,65	1,51	278,63
Silinmiş sağ el içi	8,30	2,07	90,23
Silinmiş sağ el üstü	32,22	2,01	270,63

Sarsılmaz tipi silahla tek atış yapıldığında kişinin her iki cebinden de atış artığı tespit edilebilirken, sol el içi ile sağ el üstünde de atış artığı tespit edilmiştir. Oysa ellerini silmeden önce sol el üstünde (Çizelge 4.1) de atış artığı tespit edileceği görülmüştür. S&W tipi silahla tek atış yapıldığında kişinin her iki cebinde ve ellerinde atış artığı tespit edilememiş, atış artıkları miktarının normal şartlarda silinmemiş ellerde tek atış sonrası ellerin üzerinde ve içinde alt sınırı geçebilecek kadar kalıntı bulunmadığı Çizelge 4.1 de görülmemiş olduğundan tek atış sonrası bu çalışmada ceplerde ve ellerde atış artığı tespit edilememesi beklenen bir durumdur. Huğlu tüfekte ise hem ceplerde hemde ellerin iç kısmı ile üstlerinde atış artıklarına rastlanmış olup ellerin silinmeye çalışılması durumunda bile atış artıklarına rastlanacağı görülmüştür. Beş atış sonrası sarsılmaz ve huğlu tüfek için durum değişmemiş, S&W de ise cep içlerinde atış artıkları tespit edilmiştir.

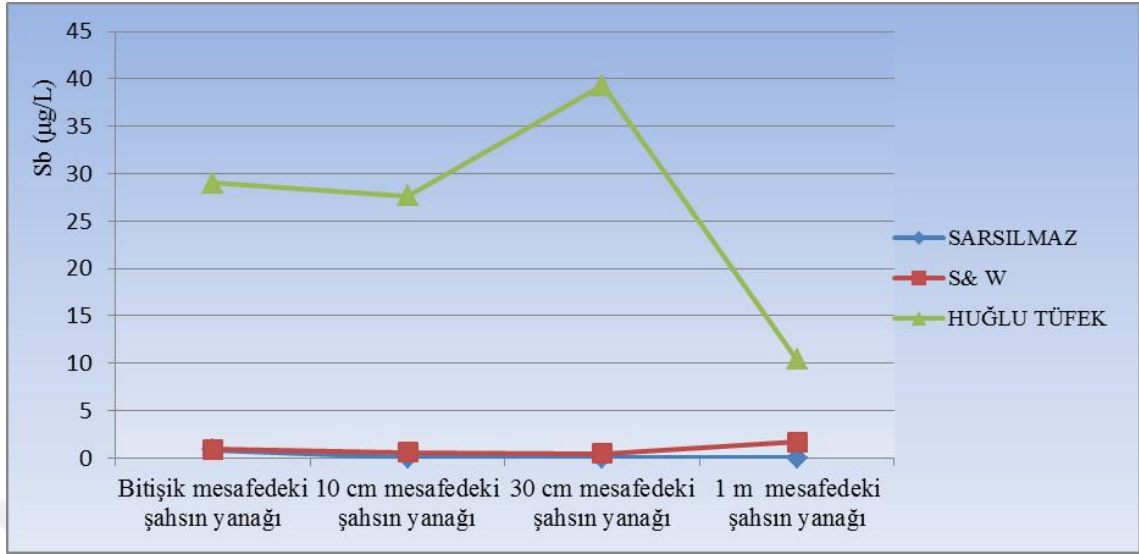
Ayrıca olay yerinde ateş eden kişiden başka kişilerin de olup olmadığının tespit edilebilmesi için, ateş eden kişinin yanında bulunması muhtemel kişilerin kıyafetlerinden ve yüz bölgelerinden swap alınması da kanaat oluşturmak için önemlidir. Bu amaçla, tek ve beş atış sonrası Sarsılmaz, S&W silah ve Huğlu tüfek ile ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarları Çizelge 4.5 ve 4.6’da verilmiş, Şekil 4.1-4.6’da grafik edilmiştir.

Çizelge 4.5. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarı

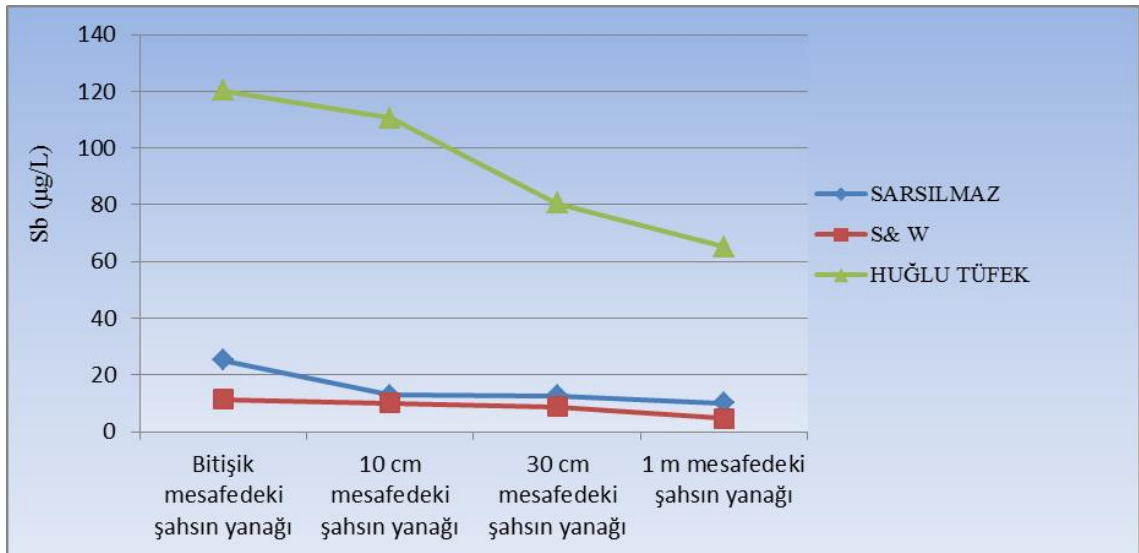
SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Bitişik mesafedeki şahsın yanağı	0, 85	0,92	29,00
10 cm mesafedeki şahsın yanağı	0,03	0,57	27,63
30 cm mesafedeki şahsın yanağı	0,00	0,50	39,32
1 m mesafedeki şahsın yanağı	0,00	1,68	10,36
Bitişik mesafedeki şahsın boynu	1,04	0,68	39,75
10 cm mesafedeki şahsın boynu	1,22	0,41	33,58
30 cm mesafedeki şahsın boynu	0,02	0,31	25,83
1 m mesafedeki şahsın boynu	0,00	3,45	12,52
Bitişik mesafedeki şahsın kıyafeti	60,02	18,50	103,97
10 cm mesafedeki şahsın kıyafeti	40,02	10,02	92,13
30 cm mesafedeki şahsın kıyafeti	28,32	7,37	84,67
1 m mesafedeki şahsın kıyafeti	16,21	6,83	48,63

Çizelge 4.6. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarı

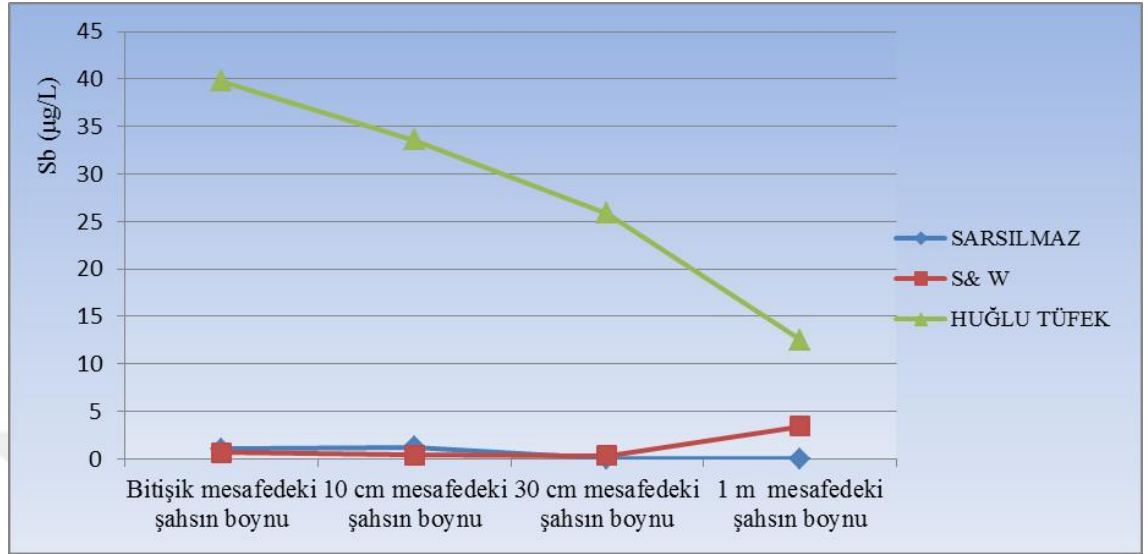
SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Bitişik mesafedeki şahsın yanağı	25,32	11,33	120,2
10 cm mesafedeki şahsın yanağı	12,96	10,11	110,65
30 cm mesafedeki şahsın yanağı	12,60	8,81	80,45
1 m mesafedeki şahsın yanağı	10,02	4,76	65,23
Bitişik mesafedeki şahsın boynu	30,63	26,76	210,23
10 cm mesafedeki şahsın boynu	19,53	18,23	180,62
30 cm mesafedeki şahsın boynu	15,26	10,01	120,36
1 m mesafedeki şahsın boynu	13,75	4,63	80,32
Bitişik mesafedeki şahsın kıyafeti	77,63	62,11	280,3
10 cm mesafedeki şahsın kıyafeti	64,24	45,23	263,5
30 cm mesafedeki şahsın kıyafeti	67,04	31,58	200,0
1 m mesafedeki şahsın kıyafeti	40,02	13,79	102,36



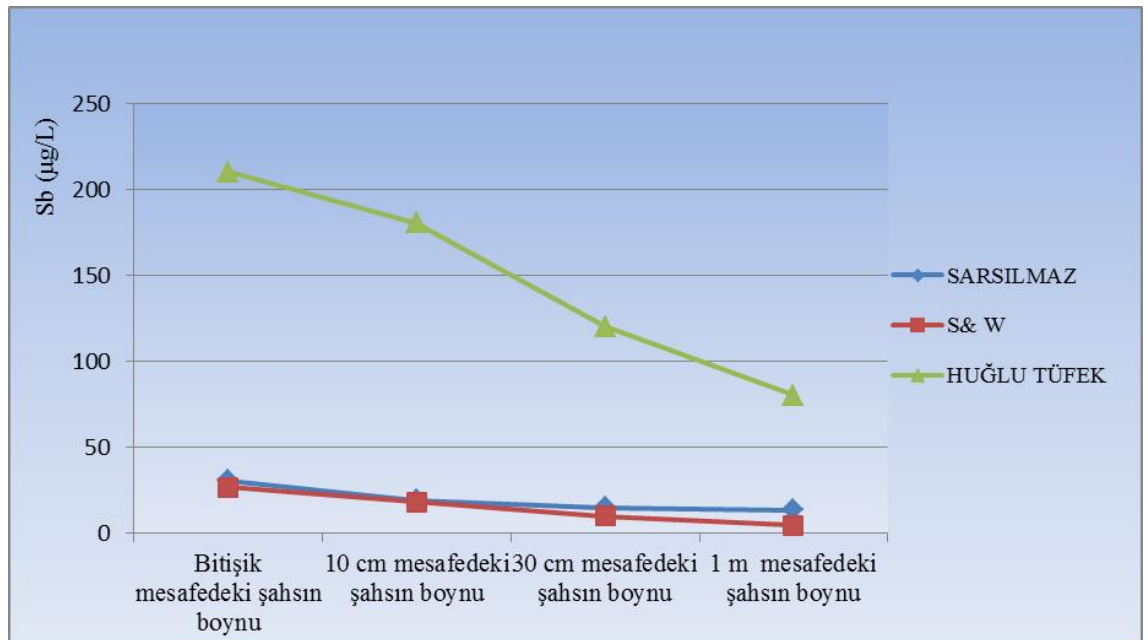
Şekil 4.1. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin yanaklarında kalan antimon miktarı



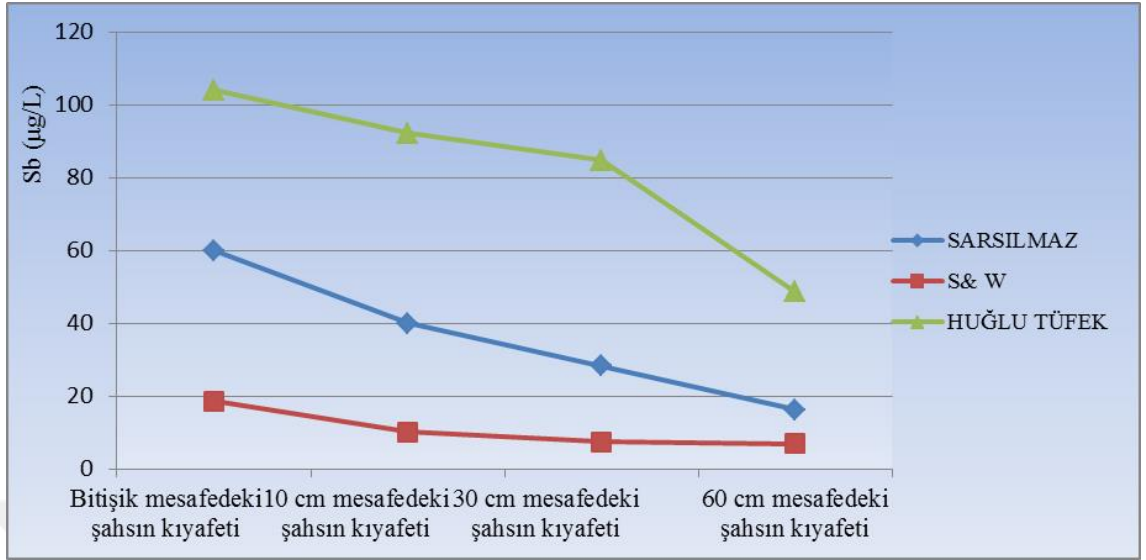
Şekil 4.2. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin yanaklarında kalan antimon miktarı



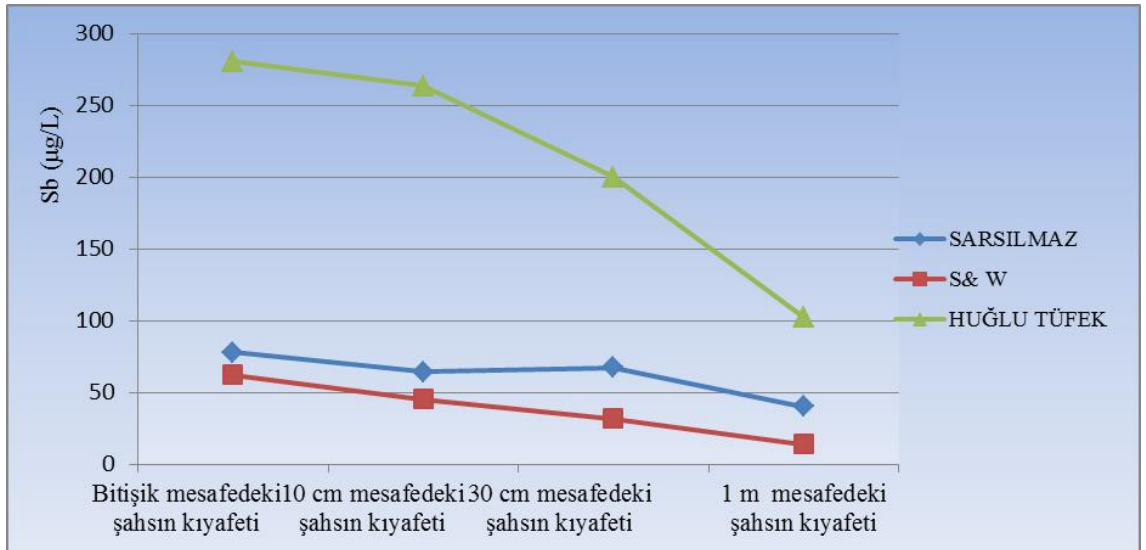
Şekil 4.3. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin boyunlarında kalan antimon miktarı



Şekil 4.4. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin boyunlarında kalan antimon miktarı



Şekil 4.5. Tek atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin kıyafetlerinde kalan antimon miktarı



Şekil 4.6. Beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden kişilerin yakınlarında bulunan kişilerin kıyafetlerinde kalan antimon miktarı

Sarsılmaz, S&W ve Huğlu tüfek ile tek ve beş atış yapan kişinin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarının mesafe arttıkça azaldığı Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’de görülmektedir.

Sarsılmaz ile tek atış yapıldığında, atış yapan kişinin 1 m yakınında bulunan kişinin sadece kıyafetlerinde atış artığı tespit edilebilirken, beş atış sonrasında bitişik mesafeden 1 m’ye kadar yanındaki kişinin kıyafeti ile beraber yanağından ve boynundan da atış artığı tespit edilebilmektedir. Bu sonuç şahıs kıyafetini değiştirip elini yıkasa dahi kişinin olay anında olay yerinde olabileceğini gösterebilmektedir.

S&W ile yapılan tek atış sonrasında ise ateş eden kişinin sadece bitişik ile 10 cm yakınındaki kişilerin kıyafetinde atış artığı tespit edilebileceği, 10 cm mesafeden sonrası için atış artığı bulunmadığı görülmüş olup, beş atış sonrasında ise 10 cm’e kadar yanağından ve 30 cm’e kadar boynunda, 1 m’ye kadar ise kıyafetlerinde atış artığı tespit edilmiştir.

Huğlu tüfek ile yapılan tek ve beş atış sonrasında ise ateş eden kişinin 1 m’ye kadar yakınında bulunan şahısların yanak, boyun ve kıyafetlerinde atış artıklarına rastlanmıştır.

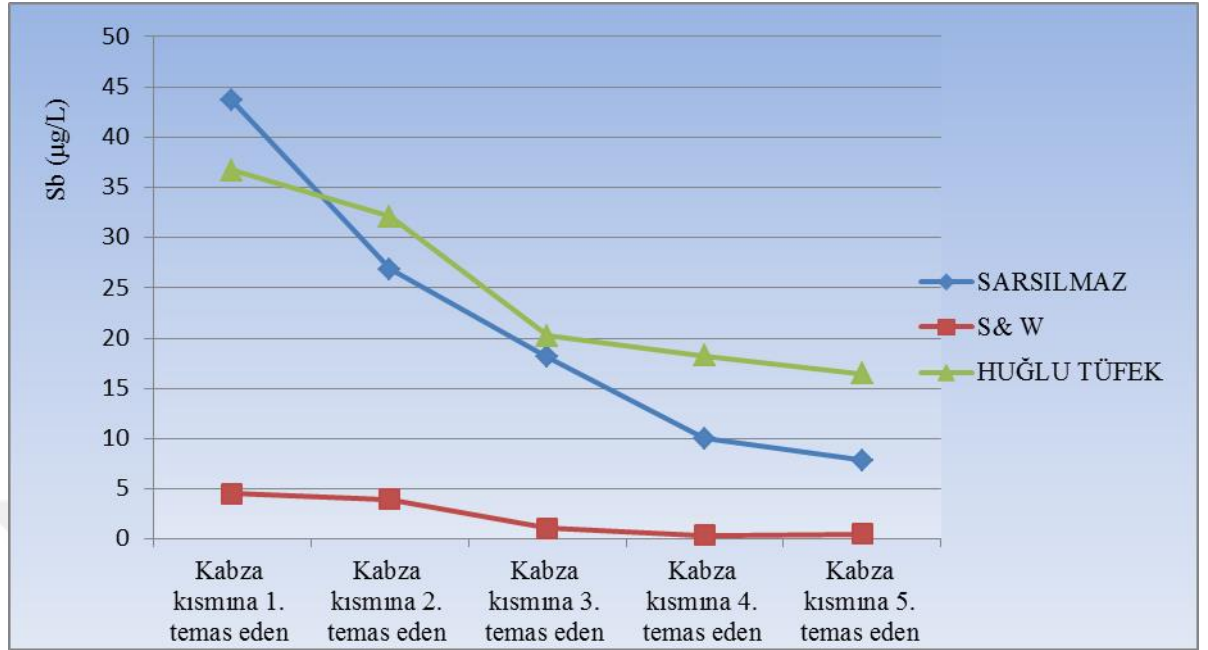
Elde edilen bu sonuçlar, silah cinsine, atış sayısına ve yakınlık mesafesine bağlı olarak ateş eden kişinin yakınlarında bulunan kişilerin üzerlerinde de atış artığı tespit edilebileceğini ortaya koymaktadır. Hatta ateş edilmiş bir silaha farklı kısımlarından temas eden kişilerin ellerinde de ateş etmediği halde atış artıkları tespit edilebilir. Silaha atış sonrası ilk defa temas eden kişinin haricinde beşinci dokunan kişinin ellerinde bile atış artığının bulunma ihtimali de bu tezde incelenmiş olup, bu amaçla, Sarsılmaz, S&W ve Huğlu tüfek ile tek ve beş atış sonrası silaha farklı kısımlarından temas eden kişilerde antimon miktarları Çizelge 4.7 ve 4.8’de verilmiş, Şekil 4.7-4.12’de grafik edilmiştir.

Çizelge 4.7. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha farklı kısımlarından temas eden kişilerden antimon kalıntısı

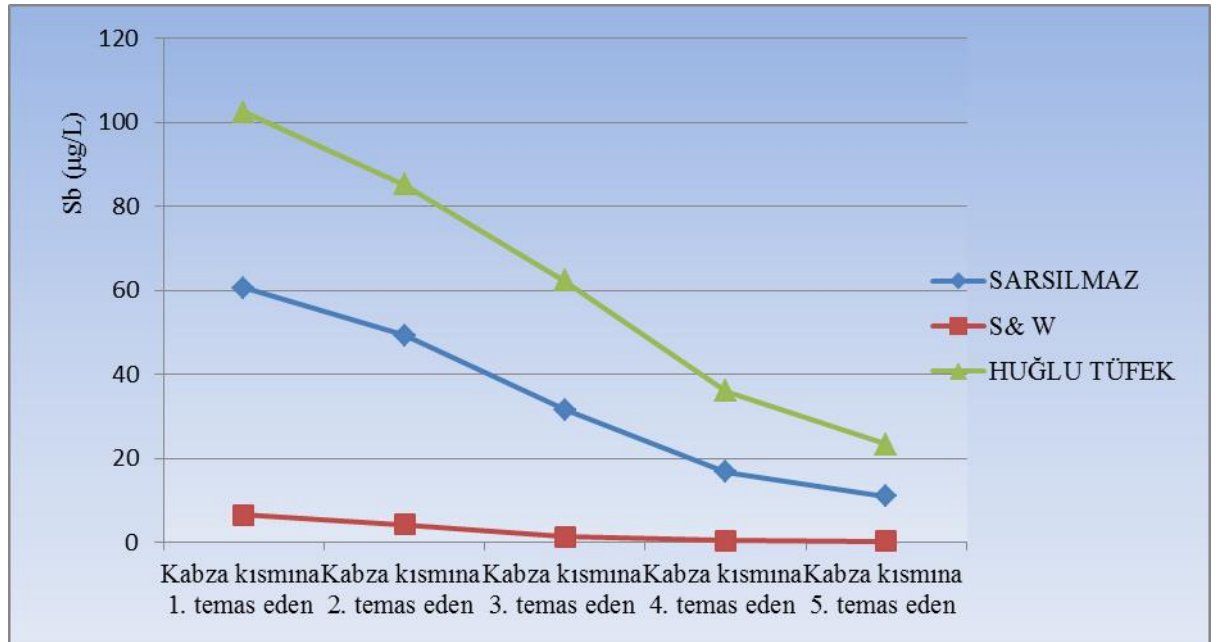
SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Silah kabza kısmına 1. Temas eden kişinin avuç içi	43,64	4,5	36,67
Silah kabza kısmına 2. Temas eden kişinin avuç içi	26,89	3,96	32,12
Silah kabza kısmına 3. Temas eden kişinin avuç içi	18,09	1,08	20,22
Silah kabza kısmına 4. Temas eden kişinin avuç içi	10,02	0,36	18,25
Silah kabza kısmına 5. Temas eden kişinin avuç içi	7,84	0,5	16,45
Silah sürgü kısmına 1. temas eden kişinin avuç içi	92,23	21,06	118,72
Silah sürgü kısmına 2. temas eden kişinin avuç içi	23,89	11,55	80,79
Silah sürgü kısmına 3. temas eden kişinin avuç içi	19,60	8,72	62,37
Silah sürgü kısmına 4. temas eden kişinin avuç içi	16,25	6,52	49,54
Silah sürgü kısmına 5. temas eden kişinin avuç içi	13,42	3,06	30,21
Silah namlu kısmına 1. temas eden kişinin avuç içi	70,97	5,55	30,15
Silah namlu kısmına 2. temas eden kişinin avuç içi	50,28	5,04	20,02
Silah namlu kısmına 3. temas eden kişinin avuç içi	18,26	1,64	18,02
Silah namlu kısmına 4. temas eden kişinin avuç içi	16,71	1,3	16,23
Silah namlu kısmına 5. temas eden kişinin avuç içi	13,42	0,13	12,12

Çizelge 4.8. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha farklı kısımlarından temas eden kişilerden antimon kalıntısı

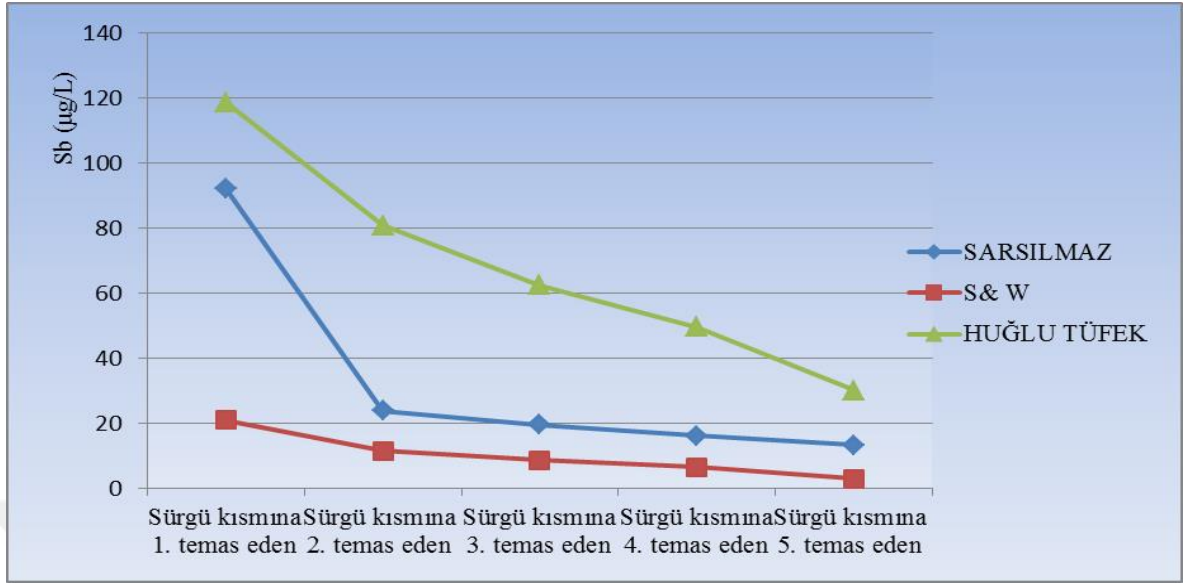
SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Silah kabza kısmına 1. Temas eden kişinin avuç içi	60,61	6,59	102,36
Silah kabza kısmına 2. Temas eden kişinin avuç içi	49,36	4,23	85,23
Silah kabza kısmına 3. Temas eden kişinin avuç içi	31,57	1,45	62,36
Silah kabza kısmına 4. Temas eden kişinin avuç içi	16,86	0,45	36,00
Silah kabza kısmına 5. Temas eden kişinin avuç içi	10,96	0,32	23,36
Silah sürgü kısmına 1. temas eden kişinin avuç içi	88,82	163,23	>500
Silah sürgü kısmına 2. temas eden kişinin avuç içi	101,63	75,10	210,03
Silah sürgü kısmına 3. temas eden kişinin avuç içi	57,34	35,16	160,36
Silah sürgü kısmına 4. temas eden kişinin avuç içi	43,52	31,60	85,96
Silah sürgü kısmına 5. temas eden kişinin avuç içi	14,16	2,83	74,12
Silah namlu kısmına 1. temas eden kişinin avuç içi	120,2	90,23	180,42
Silah namlu kısmına 2. temas eden kişinin avuç içi	100,15	63,72	92,59
Silah namlu kısmına 3. temas eden kişinin avuç içi	98,53	47,26	76,91
Silah namlu kısmına 4. temas eden kişinin avuç içi	43,12	28,63	51,32
Silah namlu kısmına 5. temas eden kişinin avuç içi	33,99	12,63	33,57



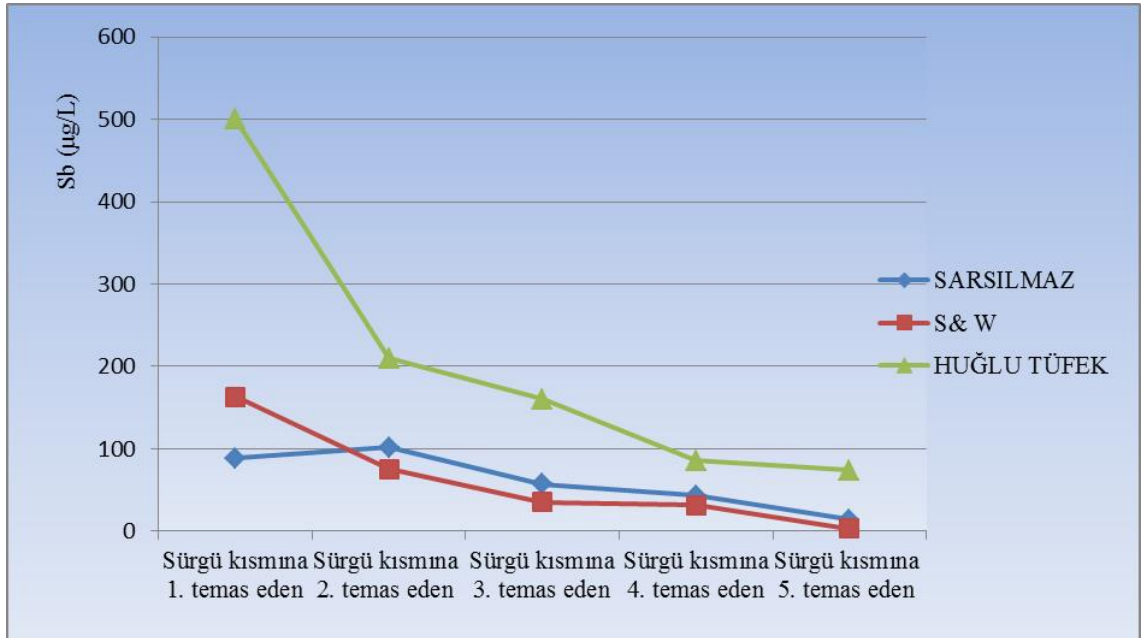
Şekil 4.7. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha kabza kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı



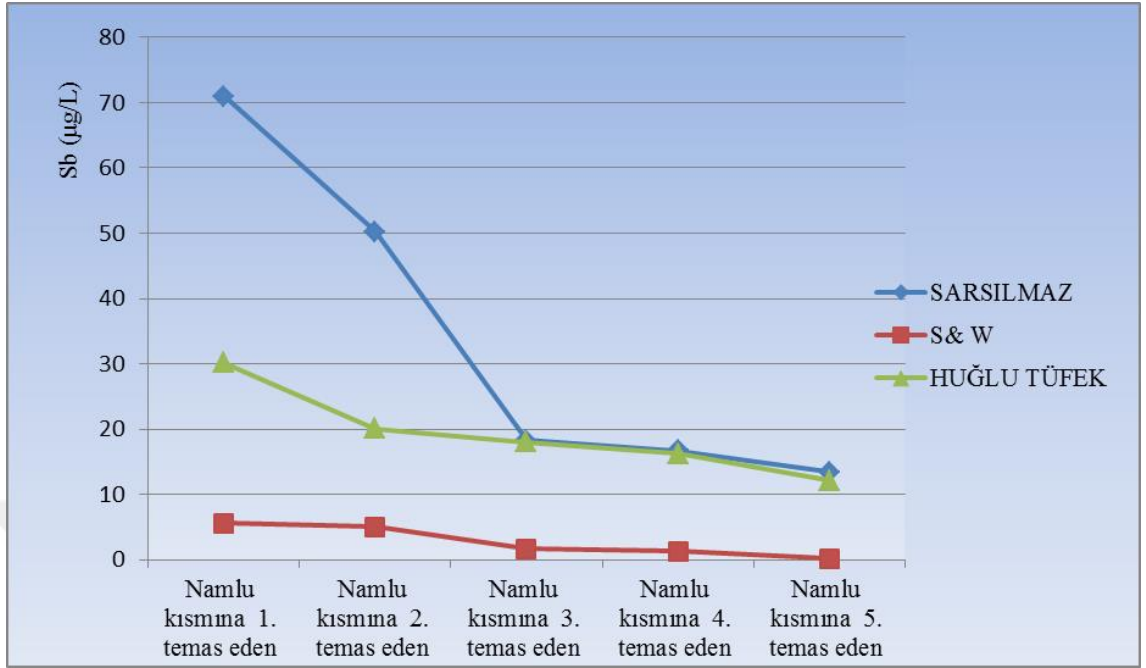
Şekil 4.8. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha kabza kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı



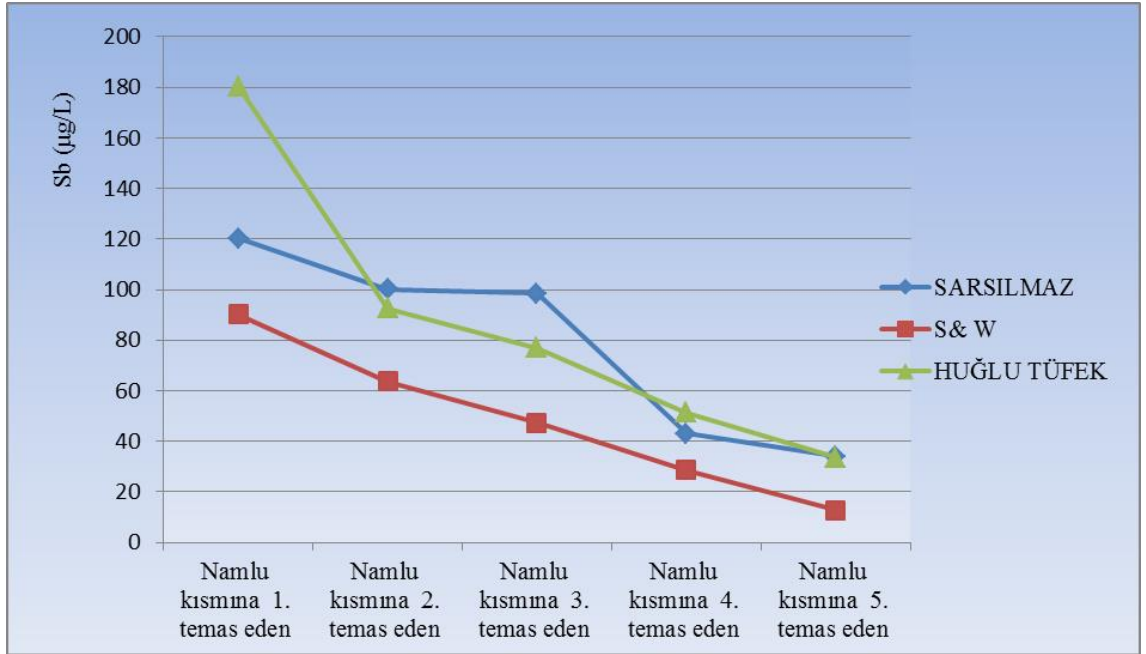
Şekil 4.9. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha sürgü kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı



Şekil 4.10. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha sürgü kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı



Şekil 4.11. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha namlu kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı



Şekil 4.12. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silaha namlu kısımlarından temas eden kişilerdeki antimon kalıntısı

Sarsılmaz tipi bir silahla tek atış atış yapıldıktan sonra, kabza kısmına dördüncü defa temas eden kişilerin, ayrıca sürgü ve namlu kısmına beşinci defa temas eden kişiye kadar temas eden kişilerin avuç içlerinde atış artıkları tespit edilmiştir. Sarsılmaz tipi silahla beş atış atış yapıldıktan sonra ise kabza, sürgü ve namlu kısmına beşinci temasa kadar atış artığı bulaştığı görülmektedir.

S&W tipi silahta, tek atış sonrası sadece silaha sürgü kısmında ikinci temasa kadar atış artığı tespit edilmiş olup, beş atış yapılmış silaha sürgü kısmından dördüncü temasa, namlu kısmından beşinci temasa kadar atış artığı tespit edilmiş, her iki atış durumunda kabza kısmına temas eden kişilere atış artığı bulaşmadığı görülmüştür. S&W tipi silahlarda kovan atma boşluğu bulunmadığı ve atıştan sonra kovanların haznede kaldığı göz önüne alınırsa, kabza kısmına atış artığı bulaşmaması olası bir durumdur.

Huğlu tüfekle tek ve beş atış yapıldıktan sonra ise kabza, sürgü ve namlu kısmına beşinci temas eden kişiye kadar atış artığı bulaştığı görülmektedir. Tüfek fişegi tabanca fişeginden daha büyük olduğundan dolayı atış sonrası atış artıkları miktarı tabancaya göre daha fazla olacaktır. Her temasla ateşli silahlar üzerinde kalan atış artıkları azalmakta, bu durum şekillerde de görülmektedir. Ayrıca sonuçlardan kabzadan atış artığının bulaşma olasılığının sürgü ve namluya oranla daha az olduğu da görülmektedir.

Ayrıca bu tezde kişi ateş etmediği halde, tek ve beş atış yapılmış Sarsılmaz, S&W ve Huğlu tüfeğin atış artığının en fazla bulaşabileceği yer olan namlu kısmına temas etmesi ve ellerini birbirine sürterek istemsizce temizlemesi sonucu ellerinde bulunabilecek atış artıkları da incelenmiş, sonuçlar Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, tek ve beş atış yapılmış Sarsılmaz ve Huğlu tüfeğin namlusuna dokunup ellerini birbirine sürten kişilerin her iki elinin içinde ve üstünde atış artığı tespit edilmiş, tek atış yapılmış S&W namlusuna dokunup ellerini silen kişinin sadece sol el içinde, beş atış yapılmış S&W namlusuna dokunup ellerini silen kişinin sağ-sol el içi ve sağ el üstünde atış artıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Tek atış yapılmış üç farklı tür ateşli silah namlusuna dokunma sonrasında ellerin birbirine sürtülmesi sonucu eller üzerindeki antimon miktarı

SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Sol el içi	40,23	13,32	28,63
Sol el üstü	32,16	0,81	18,26
Sağ el içi	23,63	4,68	60,36
Sağ el üstü	18,45	0,1	12,36

Çizelge 4.10. Beş atış yapılmış üç farklı tür ateşli silah namlusuna dokunma sonrasında ellerin birbirine sürtülmesi sonucu eller üzerindeki antimon miktarı

SVAP ALINAN BÖLGE	SARSILMAZ Sb (µg/L)	S& W Sb (µg/L)	HUĞLU TÜFEK Sb (µg/L)
Sol el içi	60,49	26,08	50,13
Sol el üstü	18,63	7,93	38,12
Sağ el içi	30,85	17,14	26,78
Sağ el üstü	26,79	12,45	20,41

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde ateşli silahların kullanıldığı intihar, cinayet ya da kazaya bağlı olayların araştırılmasında atış artıklarının adli açıdan incelenmesi önem taşımaktadır. Çalışmada özellikleri birbirinden farklı iki farklı tip kısa namlulu silah ve bir adet yarı otomatik uzun namlulu tüfek kullanılarak, ateş eden kişiler üzerindeki atış artığı ile ateş eden kişinin yanındaki kişilerin tespit edilmesi amacıyla hangi mesafeye kadar üzerinde atış artığı kalabileceği veya kişinin ateş etmese bile el üstüne atış artığı tespit edilebileceği olası durumlar üç farklı silah türü ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre;

- Olayda, Sarsılmaz tipi veya benzeri bir silah kullanıldığında tek atış sonucunda atış yapan kişinin her iki el üstü ile sol el içinde atış artığı tespit edilmiş, yanak ve boynunda atış artığı görülmemiş ancak kıyafet yaka, ön bölge ve kol ağızlarında, beş atış sonrasında ise tüm svaplarda, atıştan sonra temizlemek amacıyla ellerini ceplerine sokması ve temizlemeye çalışması sonrası alınan svaplarda ise her iki cebinde ve ellerinde atış artığı tespit edilmiştir.

S&W tipi silahla tek atış yapıldığında ise kişinin sadece atış yaptığı sağ elinin üst kısmında atışı artıkları tespit edilmiş olup kıyafet kol ağızları ile kıyafetinin ön bölgesinde atış artıklarına rastlanırken, buna karşı ellerini sildiği cep içlerinde ve şahsın ellerinde, atış artığı tespit edilememiştir. Beş atış sonrasında ise ateş eden kişinin sadece yanak kısmında atış artığına rastlanmamış olup, ellerini sildiği cep içlerinde atış artığı tespit edilmiştir.

Tüfek ile yapılan sonuçlara bakıldığında hem tek hem de beş atış sonrasında atış yapan kişilerin el, yüz ve kıyafetleri ile kişi ellerini ceplerine silse dahi ceplerinde ve ellerinde atış artığı görülmüştür.

Bu sonuçlar dikkate alındığında, atış artıkları miktarı için silah cinsinin ve atış sayısının önemli olduğu, atış yaptığından şüphelenilen kişilerin sadece ellerinden atış artığı

almanın doğru sonuca ulaşmak için yeterli olmadığı, bunun yanı sıra şahsın el, yüz ve kıyafetlerinden swap almakla beraber, cep içlerinden de swap alınmasının doğru sonuca ulaşmak için yararlı olabileceği söylenebilir.

- Tek atış ve beş atış sonrası üç farklı tür ateşli silahla ateş eden şahsın bitişik, 10 cm, 30 cm ve 1 m yanında bulunan kişilerin üzerlerinde kalan antimon miktarı sonuçlarına bakıldığına, tek atış sonrasında Sarsılmaz tipi tabancayla ateş eden kişinin yanında bulunan kişilerin yanak ve boyun kısımlarında atış artığı tespit edilememiş ancak bir metreye kadar kıyafetlerinde atış artığı tespit edilmiş olup, S&W sonuçlarına göre ise kişilerin yanak ve boyunlarında atış artığı tespit edilememiş ve 10 cm'den sonrasında ise kişilerin kıyafetlerine atış artığı bulaşmadığı görülmüştür. Tüfek sonuçlarında ise 1 metreye kadar kişilerin yanak, boyun ve kıyafetlerinde atış artığı tespit edilmiştir.

Beş atış sonrasında, bir metreye kadar Sarsılmaz tipi tabanca ve Huğlu tüfek için ateş eden kişiye 1 m mesafeye kadar yakınında bulunan kişilerin yanak, boyun ve kıyafetlerinde atış artıkları tespit edilmiş, S&W silahı kullanıldığında ise 10 cm'ye kadar kişilerin yanağına, 30 cm'ye kadar kişilerin boyunlarına, 1 metreye kadar ise kişilerin kıyafetlerine atış artıkları bulaşabileceği tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, atış yapan kişi ile beraber yanında olduğundan şüphelenilen kişilerin üzerinden de atış artığı alınması, bu kişilerin olay anında olay yerinde olup olmadıklarını doğrulamak adına önem arzetmekte olup, ancak bunu değerlendirirken silah cinsinin de göz önünde bulundurulması gerektiği görülmektedir.

- Atış esnasında, silahın kabza kısmını kişinin avuç içi kapatacağından, kabza kısmına sonrasında temas eden kişilere atış artığı bulaşma olasılığı, sürgü veya namlu kısmına temas etmiş kişilerden daha azdır. Ancak, bu durum birden fazla atış yapılmış bir silah için biraz daha farklıdır. Tek atış yapılmış Sarsılmaz tipi silahın kazba kısmına dördüncü temas eden kişiye kadar atış artığı bulaşabileceği, namlu ve sürgü kısmında ise beşinci temas eden kişide dahi atış artığı bulaşabileceği görülmüş olup, S&W tipi

silahla ise sadece sürgü kısmına 2. defa temas eden kişiye kadar atış artığı tespit edileceği görülmüştür.

Beşinci atış sonrasındaki sonuçlarda ise Sarsılmaz tipi silaha her üç bölgeye temas eden beşinci kişilerde dahi atış artığı tespit edilmiş, ancak S&W tipi silahın sürgü kısmında 4. Kişiye, namlu kısmında ise beşinci kişiye kadar atış artığı tespit edilmiştir. Tüfek sonuçlarına bakıldığında, hem tek atış hemde beş atış sonrasında her üç bölgeye temas eden 5. kişilere kadar atış artığı bulaştığı tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, kişi silahla hiç ateş etmemiş ve olay yerinde dahi bulunmamış olsa bile, ateş edilmiş bir silaha sonrasında teması sonucu ellerinde atış artığına rastlanabilir. Bu durumun, silahın cinsine, atış sayısına ve silahın temas edilen kısmına göre değişiklik göstereceği sonuçlardan anlaşılmaktadır. Dolayısıyla kişinin elinde atış artığı bulunmasının, kişinin ateş ettiği veya atış esnasında olay yerinde olduğu hakkında kesinlik belirtmeyeceği anlaşılmaktadır.

- Tek atış yapılmış Sarsılmaz tipi silah için, namluya dokunup ellerini birbirine silen kişilerin el içi ve el üstlerinde atış artıkları tespit edilmiş olup, S&W 'da ise sadece sol el içinde atış artığı tespit edilmiştir. Beş atış sonrasında, Sarsılmaz için yine her iki el içi ve el üstünde, S&W'de ise sol-sağ el içi, sağ el üstünde atış artıkları tespit edilmiştir. Tüfek için ise her iki atışta da el içleri ve el üstlerinde atış artıkları tespit edilmiştir. Normal koşullarda kişinin el içinde atış artığı tespit edilmesi, kişinin silahla temas ettiğini, el üstünde atış artığı tespitinde ise silahla ateş ettiğini gösterdiği yapılan çalışmalardan bilinmektedir. Ancak bu gibi durumlarda bile kişilerin el üstlerinden atış artığı tespit edilebileceği, bunun da kişinin silahla ateş etmediği halde ateş ettiği kanısı oluşturabileceği görülebilmektedir.

Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde; bir ateşli silahla yaralanma veya ölüm olayının aydınlatılması esnasında, ateş eden kişi haricinde olay yerindeki diğer kişilerin tespitinde sadece ellerden svap almanın yeterli olmayacağı, ayrıca yanak, boyun, kıyafet üzeri ve ceplerden de svap alınmasının daha yararlı olacağı söylenebilir. Yine

Çalışmalarımızın sonuçlarına göre; kişilerin kıyafetlerinde atış artığı tespit edilmesi, ateşlemenin olduğu esnada olay yerinde bulundukları kanatine varılacağını ve atış artığı sonuçlarının silahın cinsine göre değişiklik gösterebileceği söylenebilir.



KAYNAKLAR

- Akbaş, O., 1994. Kriminal Laboratuvar Kimya Bölümü Pratik Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 59-70.
- Aksoy, Ç., Akman, Y., Ergun, Z. O., Uzek, U., Aydın, F., 2013. Determination of Antimony in Gunshot Residues Using GFAAS and SEM/EDX Determination of Antimony in Gunshot Residues Using GFAAS and SEM/EDX, Atomic Spectroscopy, 170-171.
- Bora, T., Üner, H. B., 2000. Giysi Üzerinde Atış Mesafesi Tayininde Kullanılan Kimyasal Analiz Yöntemleri, XIV Ulusal Kimya Kongresi, Diyarbakır, 9.
- Brown, H., Cauchi, D.M., Holden, J.L., Wrobel, H., 1999. Image analysis of gunshot residue on entry wounds The technique and preliminary study, Forensic Sci. Int., 100, 163–177.
- Bulun, G., 2010. 3d-Geçiş Metalini Katkılı Zn1-Xnixo Ve 4f-Lântanit Gd Katkılı Zn1-Xgdxo Bileşiklerinin Yapısal Ve Manyetik Özellikleri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 105.
- Can, M., Üner, H. B., Koç, S., Tok, M., Toprak, S., ve Dişbudak, M., 2005. MKE kurumu yapımı tabanca mermileriyle yapılan atışlarda el üzerinde kalan atış artıklarının alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometri yöntemiyle tespiti, Adli Tıp Bülteni, 10 (1), 5–14.
- Can, M., 2003. MKE Kurumu yapımı tabanca mermileriyle yapılan atışlarda el üzerinde kalan atış artıklarının alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometri yöntemiyle tespiti., Adli Tıp Kurumu, Uzmanlık tezi, İstanbul.
- Coşkunsu, E., 2015. X-Ray Analizörlü Enerji Dağılımlı Taramalı Elektron Mikroskobu (Sem/Eds) İle Enfsi/Gsr (European Network Forensic Science Institute/ Gun Shot Residue Proficiency Test) Numunesinde Elementel Atış Artıklarının Analizi Ve Optimizasyonu, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Adli Bilimler Adli Kimya Ve Adli Toksikoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 17,80-84.
- Cantle, J. E., 1982. Atomic Absorption Spectrometry, volume 5, 16-24.
- Çakır, İ., 2003. Enerji Dağılımlı X-Işını Analizörlü Taramalı Elektron Mikroskobu(Sem-Edx) İle Sıkça Karşılaşılan Katı Adli Delillerin İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, Doktora Tezi, 1-33.
- Çerkezoğlu, A., 1995. Sodyum Rodizonat Testi: Giysilerdeki atış artıklarından atış mesafesi tayini, Adli Tıp Kurumu, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- Dağdelen, N., 2013. Gala Gölündeki Balık Türlerinde Bulunan Arsenik İçeriğinin Hidrür Oluşturmalı Atomik Absorpsiyon ve Grafit Fırın Atomik Absorpsiyon Spektrometre İle Tayini, Trakya Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 34.
- Edson, L. T., Reis, B. S., Jorge, E., Souza, S., Osvaldo, N., Neto, P., Claudio, R., Maurício, H., Kakazu, M., and Sônia, V., 2003. A New Method for Collection and Identification of Gunshot Residues from the Hands of Shooters, J Forensic Sci, Vol. 48(6), 1.

- Erdin, N., 1987. Tarama Elektron Mikroskopunun Temel Prensipleri Ve Numune Hazırlama, Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul Üniversitesi, B-36-2, 102, 103.
- Erol, Ö., 2017. Atış Artıklarında İyon Belirleme Çalışması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Fatfeh, A., 1976. Medicolegal Investigation of Gunshot Wounds, Philadelphia Toronto.
- Fidan, N., 2009. Atış artıklarında ET-AAS ile antimon analizi ve gözlenen analitik problemler, Uludağ Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı , Yüksek Lisans Tezi, 3, 37-38.
- French, J., Morgan, R., Davy, J., 2013. The secondary transfer of gunshot residue: an experimental investigation carried out with SEM-EDX analysis, W-RAY Spectrometry, 56-60.
- Gökdemir, K., Seven, E. 1999. The application of a scanning electron microscope with an energy dispersive X-ray analyser (SEM/EDXA) for gunshot residue determination on hands for some cartridges commonly used in Turkey, Turk. J. Chem., 23, 83-88.
- Garofano, L., Capra, M., Ferrari, F., Bizzaro, G. P., Ditullio, D., Dell'olio, M., Ghitti, A., 1999. Gunshot residue Further studies on particles of environmental and occupational origin, Forensic Science International, 1-21.
- İnanıcı, M. A., Üner, H.B., Güneydin, G., 1996. Adli tıp açısından av tüfeklerinin önemi. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 12:143
- Kara, İ., 2014. Adli Bilimler Açısından Atış Artıkları Analiz Teknikleri Ve Kriminal Uygulamaları , Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Fizik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 25,26.
- Kaur, R., 2015. International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR), Volume 4, No. 7, Scanning Electron Microscope, ISSN: 2319-4413, 1.
- Kaya, M., 1995. Silah Bilgisi ve Atış, Bilim Yayıncılık, Ankara, 11-12
- Kılıç, E., Köseoğlu, F., Yılmaz, H., 2000. Enstrümantal analiz ilkeleri, Bilim Yayıncılık, 206-214.
- Kolusayın, Ö., Gök, Ş., ve Soysal, Z., 1985. Ateşli silahların kafatasında oluşturduğu lezyonların adli tıptaki yeri ve önemi, Adli Tıp Dergisi, 2(1), 166-176.
- Krishnan, S., 1971. Rapid detection of firearms discharge residues by atomic absorption and neutron activation analysis, J. Forensic Sci. 16, 144-151.
- Marelato, M., Beavis, A., Ogle, A., Doble, P., Kirkbride, P., Roux, C., 2012. Screening of gunshot residues using desorption electrospray ionisation-mass spectrometry (DESI-MS), Forensic Sci. 10;217(1-3):101-6.
- Matricardi, V. and Kilty, J., 1977. "Detection of Gunshot Residue Particles from the Hands of a Shooter," Journal of Forensic Sciences, Vol. 22, No. 4, pp. 725-738
- Mosher, P. V., McVicar, M. J., Randall, E. D., Sild, E. H., 1998. Gunshot residue-similar particles produced by fireworks Can. Soc Forensic Sci J. 43, 157.
- Özdemir, A., Yavuz, M., Candemir, E., Göktepe, F. 2005. Silah & Atış kitabı. Ankara, 16-56, 81-85
- Özen, Erol, Ö., 2017. Atış Artıklarında İyon Belirleme Çalışması , Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 1, 25-26.
- Ramolo, F. S., Margot, P., 2001. Identification of gunshot residue: a critical review, Forensic Science International, 119;195-211.

- Reed, G. E., McGuire, P. J., Boehm, A., 1990. Analysis of gunshot residue test results in 112 suicides. *J. Forensic Sci.*, 35; 62–68.
- Tanrıverdi, N., 2012. Atom Tuzaklı Atomik Absorpsiyon Spektrometresi İle Kurşun Tayini, Dicle Üniversitesi , Kimya Anabilim Dalı ,Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır ,10.
- Tatlıcı, G., Baroğlu, A. K., 2006. Adli Bilimlerde Kapiler Elektroforez Uygulamalarında Son Gelismeler, İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Derlemeler, 3(2).
- Teke, G., 2015. Elektrotermal Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi Yöntemiyle Kalay Analizinde Uygun Analiz Koşullarının Belirlenmesi , Ahi Evran Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 8,9.
- Tokman, N., 2007. Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometresinde Bizmut Ve Demir Üzerine Bazı İnorganik Tuzların Girişim Etkilerinin Araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı , Doktora Tezi ,7,8.
- Tuğcu, H., 2001. Görüntü analizi yöntemiyle ateşli silah atış artıklarının tespiti. İstanbul Üni. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi.
- Tutkun, K. Y., 2005. Silah kültürü ve atış becerisi, 39.
- Üner, H., 1993. Ateşli silah artıkları. *Adli Tıp Dergisi*, 9 (1–9), 83–89.
- Vincent, J. M., Di, Maio., 1999. Gunshot Wounds (practical aspects of firearms, ballistics, and forensic techniques, 14-17.
- Wallace, J. S., 2008. Chemical Analysis of Firearms, Ammunition, and Gunshot Residue , 39.
- Welz, B., Sperling, M., 1999., Atomic Absorption Spectrometry, 1. Chapter, 3. Edition, 1-15.
- Yalçın, Sarıbey, A., 2008. Ateşli silahlar ile yapılan atışlar sonrası hedef yüzeyler üzerinde oluşan atış artıklarının incelenmesi,Ankar üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 6.
- Yücel, Beyaztaş, F., Can, M., Bütün, C., 2009. Birinci basamakta adli tıp dergisi. İstanbul Tabip Odası. İstanbul Ateşli Silah Yaralanmalarında Hekim sorumluluğu, 75.
- Yüksel, B., Yiğitler, A. Ö., Bora, T., Bozkurt, A., Çavuş, M., 2016. Grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometresi ile atış artıkları el svaplarında antimon elementinin belirlenmesi, *Adli Tıp Dergisi, Journal of Forensic Medicine*, Vol:30(2),111.
- Yüksel, B., Yiğitler, A. Ö., Bora, T., Bozkurt, A., Çavuş, M., 2016. GFAAS Determination of Antimony, Barium, and Lead Levels in Gunshot Residue Swabs: An Application in Forensic Chemistry, *Atomic Spectroscopy*, Vol. 37(4), 164-168

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Sinop’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tekirdağ ilinde tamamladı. 1998 yılında girdiği Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümünden, 2003 yılında mezun oldu. 2014 yılında, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı’nın Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı’nda Yüksek Lisansa başladı.

