

**EKSTAZİ ANALİZİ VE AMFETAMİN TÜREVLERİ İÇİN
TAYİN YÖNTEMİ GELİŞTİRİLMESİ**

ŞULE SÜMENGEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İLERİ TEKNOLOJİLER**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2007
ANKARA**

Şule SÜMENGEN tarafından hazırlanan EKSTAZİ ANALİZİ ve AMFETAMİN TÜREVLERİ İÇİN TAYİN YÖNTEMİ GELİŞTİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile İleri Teknolojiler Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Ahmet YAŞAR

Üye : Prof. Dr. A. Rehber TÜRKER

Üye : Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR

Üye : Yrd. Doç. Dr. S. Ferda MUTLU

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Sayım KARACAN

Tarih : 12/02/2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Şule SÜMENGİN

EKSTAZİ ANALİZİ VE AMFETAMİN TÜREVLERİ İÇİN TAYİN YÖNTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

ŞULE SÜMENGİN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2007

ÖZET

Bu çalışmada, amfetamin türevleri ve özellikle ekstazi için, nitel analiz yapılabilmesi amacıyla gaz kromatografisi / kütle spektrometresi (GC/MS) cihazında ve nicel analiz yapılabilmesi amacıyla gaz kromatografisi (GC) cihazında kullanılmak üzere birer tane yöntem oluşturulmuştur. Bu amaçla, farklı zaman ve yerlerde güvenlik güçlerince yakalanan tabletlerden 52 adedi, standart olarak amfetamin, metamfetamin (MA), metilendioksiamfetamin (MDA), 3,4-metilendioksimetamfetamin (MDMA) ve %25'lik tetrakosan çözeltisi kullanılmıştır. Tabletlerin metanol ekstraktları GC/MS cihazında analiz edilerek nitelikleri belirlenmiştir. Tabletlerin, metanol ve kloroformlu %25'lik tetrakosan çözeltisi ile hazırlanan ekstraktları da GC cihazında analiz edilerek nicelikleri belirlenmiştir. Daha sonra fiziksel özelliklerine, bileşenlerine ve içerdikleri aktif madde miktarına göre karşılaştırma yapılarak tabletler arasında bağlantı kurulmaya çalışılmıştır.

Bilim Kodu : 912.1.009
Anahtar Kelimeler : Ekstazi, amfetamin, 3,4-metilendioksimetamfetamin, uyuşturucu maddeler, tetrakosan
Sayfa Adedi : 93
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR

**ECSTASY ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF DETERMINATION
METHOD FOR AMPHETAMINE DERIVATIVES**

(M. Sc. Thesis)

SULE SUMENGEN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

February 2007

ABSTRACT

In this study, we developed a qualitative method for gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) and a quantitative method for gas chromatography (GC) for amphetamine derivatives and especially ekstazi. In this aim, 52 pieces of the tablets which were caught different place and time by the police and gendarmerie, methamphetamine (MA), methylenedioxyamphetamine (MDA), 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) standards and tetracosane solution (% 25) were used. Methanol extracts of the tablets were analysed in GC/MS for their quality and the extracts which were prepared with % 25 tetracosane in methanol and chloroform solution were analysed in GC for their quantity. Then, we studied to find any similarity between them by comparing their physical properties, compositions and the relative amounts of the active chemicals.

Science Code

: 912.1.009

Key Words

**: Ecstasy, amphetamine, 3,4-methylenedioxy-
methamphetamine, narcotics, tetracosane**

Page

: 93

Advisor

: Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı gerçekleştirirken benden maddi, manevi yardımlarını esirgemedikleri ve gösterdikleri sonsuz sabırdan ötürü ilk başta annem Ayten SÜMENGİN'e, babam Erdoğan SÜMENGİN'e, kardeşim Alper SÜMENGİN'e, değerli katkılarından dolayı hocam Prof. Dr. Erdoğan HASDEMİR'e ve çalışmamın her aşamasında değerli yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü imkanı sağlayan Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürü Nedim UÇAR'a, İstanbul Kriminal polis Laboratuvarında Balistik Şube Müdürü Cengiz BATI'ya, Emniyet Amiri Zekeriya DEMİR'e, Ankara Kriminal Polis Laboratuvarı Kimyasal İnceleme Şube Müdürü Ertan SEVEN'e, Emniyet Amiri Taner BORA'ya, Diyarbakır Emniyet Müdürlüğü Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele Şube Müdürlüğü'nde görevli Başkomiser Bülent AY'a, Uzmanlarım Başkomiser Eyüp GÖKÇE'ye, Dr. Kimyager Kezban GÖKDEMİR DÖNMEZ'e, Y. Kimya Mühendisi Zülfiye DEMİRCAN'a, Yüksek Kimya Mühendisi Mustafa OYMAEL'e, çalışma arkadaşlarım Polis Memurları Halil CAN'a, Göktürk YILDIRIM'a, Mustafa ODA'ya, Sedat UNAY'a, Nihal KILIÇOĞLU'na, Nihal DENİZ'e, Çetin GERNİ'ye, Yılmaz DEMİR'e, Tansel TEKİN'e, Fatih ÖZTÜRK'e, Yüksek Kimyager Fırat KÖSE'ye, Komiser Yardımcısı Engin AYAZ'a ve bana bu konuda çalışma imkanı sağlayan KRİMİNAL POLİS LABORATUARLARI DAİRE BAŞKANLIĞI yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Uyuşturucu Maddelerin Tanımı.....	3
2.2. Uyuşturucu maddelerin sınıflandırılması.....	3
2.2.1. Elde ediliş şekillerine göre.....	3
2.2.2. Etkilerine göre.....	4
2.2.3. Fiziksel ve psikolojik bağımlılık türlerine göre.....	7
2.3. Bağımlılık Tipleri ve Etkileri.....	8
2.3.1. Fiziksel bağımlılık.....	9
2.3.2. Psikolojik bağımlılık.....	9
2.4. Psikoaktif Madde Bağımlılığının Oluşum Nedenleri.....	10
2.4.1. Kişilik etkenleri.....	11
2.4.2. Çevresel etkenler.....	11
2.4.3. İyatrojenik nedenler.....	11

Sayfa

2.5. Uyuşturucu Madde Bağımlılarında Gözlemlenen Özellikler.....	11
2.6. Madde Bağımlılığı Tedavi ve Bakım Süreci.....	13
3. AMFETAMİN ve TÜREVLERİ.....	14
3.1. Amfetamin.....	14
3.1.1. Amfetamin benzeri maddeler.....	14
3.1.2. Kullanım şekli ve etki süresi.....	15
3.1.3. Enjeksiyon riskleri.....	15
3.1.4. Amfetamin kullanım belirtileri.....	16
3.1.5. Amfetamin kullanımının sakıncaları.....	17
3.1.6. Amfetaminin etki mekanizması.....	17
3.1.7. Amfetaminin neden olduğu psikotik bozukluklar.....	17
3.1.8. Amfetamin kullanımının kanuni durumu.....	18
3.2. Amfetamin Türevleri.....	18
3.2.1. Metamfetamin (MA).....	18
3.2.2. 3,4-Metilendioksiamfetamin (MDA).....	18
3.2.3. N-Etil-3,4-Metilendioksiamfetamin (MDE ve MDEA).....	19
3.2.4. 3,4-Metilendioksimetamfetamin (MDMA).....	19
4. EKSTAZİ.....	20
4.1. Ekstazinin Tanımı.....	20
4.2. Ekstazi'nin Bileşimi.....	21
4.3. MDMA'nın Tarihsel Gelişimi.....	21
4.4. MDMA Üretimi.....	23
4.4.1. MDA sentezi.....	23

Sayfa

4.4.2. MDMA.....	23
4.5. Ekstazi Kullanımı.....	25
4.6. Ekstazinin Ağızdan Beyine Olan Yolculuğu.....	25
4.7. Ekstazi Kullanımıyla İlgili Problemler.....	27
4.8. Kullanımdaki Etkileri.....	29
4.9. Yan Etkiler.....	30
4.10. Kullanım Sonrası Etkiler.....	31
4.11. Kontrol Durumu.....	32
4.12. MDMA'nın Tıbbi Amaçlı Kullanımı.....	32
5. AMFETAMİN ve EKSTAZİ ile İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	33
6. KROMATOĞRAFİK YÖNTEMLER.....	36
6.1. Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi (GC/MS) Cihazı.....	36
6.2. Gaz Kromatografisi (GC) Cihazı.....	38
6.2.1. Gaz kromatografisinde kullanılan kolonlar.....	41
6.2.2. Dedektörler.....	44
6.2.3. İç standart.....	47
7. DENEYSEL KISIM.....	49
7.1. Materyal ve Yöntem.....	49
7.1.1. Gaz kromatografisi- kütle spektrometresi (GC/MS) cihazı	49
7.1.2. Gaz kromatografisi (GC) cihazı.....	49
7.2. Çalışma Şartlarının Belirlenmesi.....	50
7.3. Kimyasal Maddeler, Standartlar ve Tabletler.....	52
7.4. Deneysel Çalışmalar.....	52

Sayfa

7.4.1. Çözeltilerin hazırlanması.....	52
7.4.2. Kolon sıcaklık programının belirlenmesi.....	53
7.4.3. Taşıyıcı gaz ve akış hızlarının belirlenmesi.....	58
7.4.4. İç standardın seçiminde dikkat edilen noktalar.....	58
7.5. Analizlerin Yapılması ve Hesaplamalar.....	59
8. DENEYSEL SONUÇLAR.....	61
10. SONUÇ.....	68
KAYNAKLAR.....	70
EKLER.....	73
EK-1 GC/MS cihazında çok bileşenli örneğin ayrımı.....	74
EK-2 1. Metotla çok bileşenli örneğin ayrımı.....	75
EK-3 2. Metotla çok bileşenli örneğin ayrımı.....	76
EK-4 GC Cihazında oluşturulan ilk yöntemin kalibrasyon grafiği.....	77
EK-5 GC Cihazında oluşturulan ikinci yöntemin kalibrasyon grafiği.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bazı ilaçların düzenli kullanıldığında bağımlılık oluşturma güçleri.....	10
Çizelge 4.1. Bazı maddelerin MDMA ile beraber kullanım etkileri.....	27
Çizelge 4.2. MDMA ile birlikte kullanılan bazı maddelerin mental etkileri.....	29
Çizelge 7.1. GC/MS cihazında daha önce kullanılan yöntemin ve önerilen yöntemin karşılaştırılması.....	54
Çizelge 7.2. GC cihazında yapılan denemeler ve önerilen iki yöntemin birbiriyle karşılaştırılması.....	56
Çizelge 7.3. Standart numune için standart sapma ve % hata değerleri.....	60
Çizelge 8.1. Analizlerde kullanılan tabletlerin fiziksel özellikleri.....	61
Çizelge 8.2. Tabletlerin GC/MS ve GC sonuçları.....	63
Çizelge 8.3. Yakalanan tabletlerin kimyasal içeriklerine göre % dağılımı (52 adet tablet).....	65
Çizelge 8.4. Yakalanan tabletlerin içerdikleri %MDMA oranlarına göre dağılımı (39 tablet).....	66
Çizelge 8.5. Tabletlerin renklerine göre % dağılım oranı (52 tablet).....	66
Çizelge 8.6. Tabletlerin logo ve şekillerine göre % dağılım oranı (52 adet tablet).....	67

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Madde bağımlılığı tedavi ve bakım süreci.....	13
Şekil 3.1. Amfetaminin molekül formülü.....	14
Şekil 4.1. MDMA'nın molekül formülü.....	20
Şekil 4.2. MDMA'nın üç boyutlu molekül formülü.....	20
Şekil 4.3. MDA sentez mekanizması.....	23
Şekil 4.4. Bir ekstazi tabletinin insan vücudunda izlediği yol.....	27
Şekil 6.1. Gaz kromatografisi sisteminin şematik gösterimi.....	40
Şekil 6.2. AİD dedektörün şematik gösterimi.....	46
Şekil 6.3. AİD dedektörü.....	46
Şekil 6.4. Bağlı kalibrasyon eğrisi.....	47

SİMGE VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltma	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AİD	Alev İyonlaştırıcı Dedektör
CSA	Kontrollü Madde Kanunu (Controlled Substances Act)
DEA	İlaç Uygulama İdaresi (Drug Enforcement Administration)
DEHB	Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu
DOB	4-brom-2,5-dimetoksi amfetamin
DOM	2,5-dimetoksi-4-metilamfetamin
FDA	Gıda ve İlaç İdaresi (Food And Drug Administration)
GC	Gaz Kromatografisi
GC/MS	Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi
GHB	Gama Hidrobütirat
HHS	İnsan Servisi ve Sağlık Bölümü (The Department of Health And Human Services)
HP	Hawlett Packard
IPA	İzopropil alkol
LSD	D-Layserjik asit di tiyalamid tartatarat
MA	Metamfetamin
MBDB	N-metil-1-(1,3-benzodioksol-5-Yl)-2-bütanamin
MDA	3,4-metilendioksiamfetamin
MDEA	N-etil metilendioksiamfetamin
MDMA	3,4-metilendioksimetamfetamin
MMDA	Metoksi metilendioksiamfetamin
PET	Pozitron Emisyon Tomografisi
PCP	Fenisiklidin
BAZ	Bağıl Alıkonma Zamanı

1. GİRİŞ

İnsanoğlu çok eski çağlardan bu güne kadar bitkileri uyarıcı, ağrı kesici olarak kullanmıştır. Fakat özellikle son yüzyılda organik kimyadaki hızlı gelişmelerden faydalanılarak sentetik olarak yeni maddeler üretilmiştir. Bu maddelerden bazılarının kullanımı günümüzde insanlık tarihinde geçmişe göre çok daha büyük sorunlara sebep olmaktadır.

Genel olarak ‘uyuşturucu’ terimi, doğrudan merkezi sinir sistemini etkileyen, fiziksel ve psikolojik olarak bağımlılık yapan maddeler için kullanılır. Bu maddelerin üretimi ve kullanımı diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de gün geçtikçe artmaktadır. Bunların bir kısmı ise tıpta çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmakta ve bunlar kırmızı ve yeşil reçeteler ile eczanelerde satılmaktadır.

Son yıllarda ekstazi kullanımı yeni bir eğilim olma adına çok artmış olup, basılı ve görsel basın ile çeşitli raporlarda konunun altı çizilmiş ve kamuoyunun dikkatini fazlasıyla çeken bir konu haline gelmiştir.

Bu çalışmada madde bağımlılığındaki artış göz önünde bulundurularak, son yıllarda kullanımında hızlı bir artış gözlenen uyarıcı maddelerden amfetamin ve amfetamin türevlerinden olan ekstazi hakkında bilgiler sunulmuştur. Bu konuda daha önceden yapılan çalışmalardan örnekler verilmiştir.

Çalışmamızda, Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarı’nda uygulaması mevcut olmayan amfetamin ve ekstazi tabletlerinin içeriğinin belirlenebilmesi amacıyla bir analiz sıcaklık programının geliştirilmesi ve bu sayede yakalanan tabletlerin saflık derecelerinin belirlenmesine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Bu amaçla GC cihazında nicel analiz yapılabilmesi için bir analiz sıcaklık programı geliştirilmiş ve kullanıma sunulan bu analiz sıcaklık programı üzerinde yapılan iyileştirmeler ile daha kısa sürede ve daha iyi ayırım yapabilen ikinci bir analiz sıcaklık programı oluşturulmuştur. Ayrıca GC/MS cihazında nitel analiz yapmak için kullanılan

mevcut metot üzerinde de bazı iyileştirmeler yapılarak daha verimli çalışan bir analiz sıcaklık programı geliştirilmiştir.

Türkiye'nin farklı bölgelerinde ve farklı zamanlarda ele geçirilen elli iki adet tablet numunesi üzerine toplu olarak uygulanıp derlenmiş olan bu çalışmanın, konu ile ilgilenen Adli Bilim araştırmacılarına ışık tutabileceği düşünülmektedir. Söz konusu yöntemler ile fiziksel benzerlikleri bulunan tabletlerin kimyasal içerikleri açısından da benzerlik taşımaları halinde, bu maddelerin kaynağının belirlenmesi ile ilgili yorum yapılabilir. Ayrıca bu çalışmanın, benzer kaynaklı olduğu tahmin edilen tabletlerin farklı bölgelerde ele geçirilmesi halinde, söz konusu yasal kısıtlılığı bulunan maddelerin Türkiye'de izlediği trafiğin tespit edilmesinde de yararlı olabileceği düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uyuşturucu Maddelerin Tanımı

Uyuşturucu madde, kullanıldığında merkezi sinir sisteminde, his ve davranışlarda değişiklik yapan, ileri aşamalarda bağımlılık oluşturan, yokluğunda ise akli, ruhi ve fiziki problemlere yol açan, fert ve toplum içinde iktisadi ve sosyal çöküntü meydana getiren, kanunların kullanılmasını, bulundurulmasını, satışını yasakladığı psikotrop ve narkotik kelimeleriyle de tanımlanan maddelerdir. Yaygın olarak uyuşturucu terimi, yasa dışı yollarla üretilen eroin, kokain, esrar ve morfin gibi bazı maddeler için kullanılmaktadır. Yürürlüğe giren antlaşmalar doğrultusunda tıbbi amaçlarla kullanılan uyuşturucu ve uyarıcı maddelerin suiistimal edilmesini önlemek için Sağlık Bakanlığı tarafından denetlenen kırmızı ve yeşil reçeteler kullanılmaktadır [1-3].

2.2. Uyuşturucu Maddelerin Sınıflandırılması

Uyuşturucu maddeleri özelliklerine göre çeşitli sınıflara ayırmak mümkündür.

2.2.1. Elde ediliş şekillerine göre

1. Doğal uyuşturucular
2. Yarı sentetik maddeler
3. Sentetik maddeler [2].

Doğal uyuşturucular

Doğada yetişen bitkilerden elde edilirler.Örneğin esrar, Hint Keneviri bitkisinden, morfin afyon kozasından, kokain özellikle Peru ve Bolivya'da yetişen Koka bitkisinin yapraklarından ve Meskalin Meksika'nın güney bölgelerinde yetişen Lophophora isimli bir kaktüsten elde edilir. Bunun yanında Meksika ve Amerika'da

yetişen çeşitli mantarlardan elde edilen ve hayal gördürücü (halüsinojen etkili) farklı uyuşturucular da mevcuttur [2].

Yarı sentetik maddeler

Doğal kaynaklardan, fiziksel işlemlerle elde edilen madde üzerinde yapılan bir takım kimyasal işlem sonrasında elde edilen maddeye yarı sentetik madde denir. Bu gruba örnek olarak morfinin asetillenmesi sonucu elde edilen eroini (diasetil morfin) verebiliriz [2].

Sentetik maddeler

Üretim aşamasında kimyasal bilgi, kimyevi madde ve bir takım ekipmana ihtiyaç duyulan maddelere sentetik maddeler denir. Tıpta çeşitli hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılan, kırmızı ve yeşil reçeteye tabi birçok ilaç ile yasa dışı yollardan üretilen çeşitli maddeler (MA, MBDB, MDMA, MDA ve MDEA, GHB, LSD...vb) bu gruba dahil edilebilir [2].

2.2.2. Etkilerine göre

1. Narkotikler
2. Yatıştırıcılar (Depresantlar)
3. Hayal Gördürücüler (Halüsinojenler)
4. Doping Hapları (Steroidler)
5. Uyarıcılar [1, 2].

Narkotikler

Narkotik kelimesi, Yunanca ‘Narkoticos’ kelimesinden türetilmiş olup kişide uyuşukluk, tembellik, miskinlik yaratma anlamına gelmektedir. Narkotikler, ağrı kesici (analjezik) özelliği olan maddelerdir ve bunu merkezi sinir sistemi üzerinde

uyuşturucu etki yaparak sağlarlar. Düzenli kullanımları şiddetli fiziksel bağımlılığa yol açar [2].

Narkotikler; afyon alkaloidleri, afyon türevleri ve bunların yarı sentetik ya da sentetik alt gruplarından oluşur [1, 2].

Afyon alkaloidleri içerisinde en önemlisi morfindir. Uyuşturucu etkisi yüksek olan morfin, ağrıyı kısa sürede keser ve bu nedenle tıpta önemli bir analjeziktir. İkinci en önemli afyon alkaloidi ise kodeindir. Morfin kadar olmasa bile ağrı kesici özelliği vardır. Kodein, daha çok tıpta şiddetli öksürüklerin tedavisinde kullanılır [1, 2].

Afyon türevleri, bir afyon alkaloidinden doğrudan üretilen yarı sentetik maddelerdir. Bu grubun en önemli maddeleri eroin, hidromorfin, oksikodon, hidrokodondur. Hidromorfin, oksikodon ile hidrokodonun ağrı kesici ve uyuşturucu etkileri morfine göre çok daha yüksektir [3].

Sentetik narkotikler olan meperidin (petidin), metadon ve fentanil doğal olarak afyon alkaloidlerinden üretilmekle birlikte narkotik, analjezik ve farmakolojik etkilere sahip maddelerdir. Kullanımları sıkı kontrol altında bulunmasına rağmen suiistimal edilen maddeler arasındadırlar [1, 3].

Yatıştırıcılar (Depresantlar)

Yatıştırıcılar, merkezi sinir sistemini etkileyerek, kişide uyku ve uyuşukluk hali oluşturur. Ayrıca heyecan giderici, sakinlik verici etkileri de vardır. Vücudu gevşeterek dinlenmeyi sağlar. Kendi aralarında sakinleştiriciler (sedatifler) ve uyutucular (hipnotikler) olmak üzere iki alt gruba ayrılabilir. Yatıştırıcılara örnek olarak barbitüratlar ve benzodiazepinler verilebilir. Tıpta sakinleştirici ve uyutucu özelliklerinden dolayı çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadırlar. Çoğunlukla yeşil reçete ile satılırlar [1, 2].

Hayal gördürücüler (Halüsinojenler)

Bu tür maddeler kullanıldığında kişiyi gerçek dünyadan uzaklaştırarak hayal alemine daldırırlar. Zaman ve yer kavramlarını zayıflatır, düşünme ve algılamada bozukluklara sebep olurlar. Bu grubun başlıca örnekleri; Hint keneviri ürünleri (kubar esrar, toz esrar, plaka esrar vb.), LSD (D-Layserjik asit di tiyalamid tartarat), PCP (fensiklidin) ve triptaminlerdir [2].

Doping hapları

Özellikle uzun mesafe koşucuları ve diğer sporcular tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca tıpta göğüs kanseri tedavisinde ve kansızlıkta kullanılmaktadır. Bu gruba örnek maddeler arasında testosteron ve nandrolon verilebilir. Uzun süre kullanıldığında fiziksel ve psikolojik bağımlılık yapabilmektedirler [1].

Uyarıcılar (Stimulantlar)

Uyarıcılar, kullanan kişiye zindelik verir, uykuyu önler. Bu grubun en önemli maddeleri kokain ve amfetaminlerdir. Kokain ilk defa 1880 yılında Güney Amerika'da yetişen koka bitkisinin yapraklarından elde edilmiştir. Tıpta bir süre lokal anestetik olarak ve göz, burun ve boyun ameliyatlarında kan damarlarını daraltarak kanamayı azaltması sebebiyle kullanılmıştır. Ancak uyarıcı etkisi oldukça yüksek olan kokain yıllardır yasa dışı yollardan bu amaçla üretilmekte ve kullanılmaktadır. Amfetaminler uyku önleyici etkileri yanında, iştah kesici olmaları nedeniyle zayıflama amacıyla da kullanılırlar. Amfetaminlerden en önemlileri amfetamin ve metamfetamindir. Amfetamin ve türevleri günümüzde farmakolojik olarak doktorlar tarafından çok gerekli olmadığı sürece verilmemektedir çünkü vücuda verdiği zararlar çok fazladır [1, 3].

2.2.3. Fiziksel ve psikolojik bağımlılık türlerine göre

1970’den beri, yasal ve yasa dışı olarak üretilen bütün bu maddeler CSA (Controlled Substance Act) merkezlerinde çalışan uzmanlarca, vücutta meydana getirdiği fiziksel ve psikolojik bağımlılık türüne göre 5 ayrı şekilde gruplandırılmış ve kanunlarla kullanımları ya tamamen yasaklanmış ya da kontrol altına alınmıştır. Bu listeler hazırlanırken maddelerin bağımlılık potansiyeli, tıpta kullanımı, vücuda verdiği zararlar gibi birçok özellik dikkate alınmıştır. Listelerden herhangi bir maddenin veya ilacın çıkarılması, değiştirilmesi ya da listelere yeni bir ilacın eklenmesi, ABD’de DEA (Drug Enforcement Administration) ve HHS (The Department Of Health and Human Services) kuruluşları tarafından, Türkiye’de ise Bakanlar Kurulu kararı ile olmaktadır [1].

CSA tarafından hazırlanan bu listeye dâhil olan bazı maddeler şöyledir:

Liste-1

- Bağımlılık potansiyeli yüksektir.
- Tıpta kullanımları yoktur. Ancak yasa dışı yollardan üretilmekte ve kullanılmaktadır.
- Bu listeye dâhil olan bazı maddeler; eroin, LSD, esrar, metakualon [1].

Liste-2

- Bağımlılık potansiyeli yüksektir.
- Tıpta kullanılmakla beraber suistimal edilmemesi için çok sıkı kontrol altındadır.
- Bu listeye dâhil olan bazı maddeler; morfin, kokain, metadon, MA, MBDB, MDMA, MDA ve MDEA [1].

Liste-3

- Liste-1 ve liste-2 ‘ye göre bağımlılık potansiyeli daha düşüktür.
- Tıpta kullanılmaktadır.
- Bu listeye dâhil olan bazı ilaçlar; doping hapları, kodein, hidrokodon ve bazı barbitüratlardır [1].

Liste-4

- Liste-3’e göre bağımlılık potansiyeli daha düşüktür.
- Tıpta kullanılmaktadır.
- Uzun süre kullanılmadığı takdirde fiziksel ve psikolojik bağımlılığı oldukça düşüktür.
- Bu listeye dâhil olan bazı ilaçlar; equanil (aktif maddesi meprobamat), valium (aktif maddesi diazepam), darvon (aktif maddesi propoksifen) [1].

Liste-5

- Bağımlılık potansiyeli çok düşüktür.
- Tıpta öksürük kesici ilaçlarda kullanılır ve az miktarda kodein içerirler [1].

2.3. Bağımlılık Tipleri ve Etkileri

İlaç bağımlılığı, ilacın yapısına, vücuda alınış şekline, dozuna, sıklığına, bireyin metabolizmasına bağlı olarak çeşitli şekillerde ve şiddette ortaya çıkar. Çizelge 2.1’de bazı maddelerin aralıklarla kullanılmaları halinde meydana getirebilecekleri psikolojik ve fiziksel bağımlılık güçleri hakkında bilgi verilmektedir [1, 2].

2.3.1. Fiziksel bağımlılık

İlacın tekrar ve yoğun kullanımının dünyayı tozpembe görmek için birincil dürtü olduğu yerlerde, bazı ilaçlar, yeterli doz ve yeterli sıklıkta alınsa bile devamlı kullanımını teşvik eden psikolojik değişimleri yaratma yeteneği vardır. Kullanıcı böylesi bir ilaçtan yoksun kaldığında şiddetli fiziksel istekler başlar. Yokluk sendromu veya ilaç yokluğunu giderme arzusu sonuçta fiziksel bağımlılığa neden olur. Fiziksel bağımlılık, sadece kullanıcı ilaç alımını düzenli aralıklarla yaparsa olur yani dozlar arasındaki süre, ilaç etkisi hiçbir zaman tamamen bitmeyecek şekilde olmalıdır. Bu süre aşıldığında bağımlı, madde yokluğu düşüncesi, titreme, kusma, mide krampı, çarpınma, uykusuzluk, şiddetli ağrı, hayal görme... vb gibi semptomlara maruz kalır [2]. Kırmızı ve yeşil reçeteye bağlı ilaçlarda, bu ilaçların yan etkileri prospektüsünde açıklanmıştır ve kullanan kişi bu konuda uyarılarak, beklenmeyen bir etki görüldüğü takdirde doktoruna başvurabilir. Yasa dışı yollardan üretilen ve kullanılan maddelerin vücuda verdiği fiziksel zararlar çok daha tehlikelidir. Sarılık, AIDS, bronşit ve kalp krizi gibi çok ciddi hastalıklar bu maddeleri kullanan bağımlılar arasında en sık görülen hastalıklardır [1].

2.3.2. Psikolojik bağımlılık

Kullanıcı bu maddelere aynı zamanda psikolojik olarak da bağımlıdır. Bu maddeleri kullandığı zaman aldığı keyifle kişi gerçekte olan bütün bağlarını koparabilir ve uyuşturucunun etkisiyle saatlerce hayatı tozpembe görebilir. Toplumda farklı olmak, toplumsal tüm baskılardan kurtulmak ve sorunlarını unutmak gibi birçok sebeplerden dolayı kişi bu maddelere psikolojik olarak bağlanır ve uyuşturucu bulamadığı zaman kendini huzursuz, keyifsiz, sinirli ve mutsuz hisseder [1].

Çizelge 2.1. Bazı maddelerin belirli aralıklarla kullanılmaları halinde bağımlılık oluşturma güçleri [1]

Grup	Adı	Psikolojik Bağımlılık	Fiziksel Bağımlılık
Narkotikler	Morfin	Yüksek	Evet
	Eroin	Yüksek	Evet
	Metadon	Yüksek	Evet
	Kodein	Düşük	Evet
Yatıştırıcılar (Depresantlar)	Kısa etkili barbitüratlar	Yüksek	Evet
	Uzun etkili barbitüratlar	Düşük	Evet
	Metakualon	Yüksek	Evet
	Mepromat	Orta	Evet
	Diazepam	Orta	Evet
	Alkol	Yüksek	Evet
Uyarıcılar (Stimulantlar)	Amfetaminler	Yüksek	?
	Kokain	Yüksek	Yok
	Kafein	Düşük	Yok
	Nikotin	Yüksek	Yok
Hayal Gördürücüler (Halüsinojenler)	Esrar	Düşük	Yok
	LSD	Düşük	Yok
	PCP	Yüksek	Yok

2.4. Psikoaktif Madde Bağımlılığının Oluşum Nedenleri

Psikoaktif madde bağımlılığı dünyanın gelişmiş, gelişmemiş birçok ülkesinde önemli toplumsal, ekonomik ve sağlık sorunları oluşturmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları alkol ve sigaradır. Daha az yaygın olanlar arasında esrar, afyon ve türevleri, kokain, benzodiazepinler, amfetamin gibi uyarıcılar sayılabilir. Bu maddelerin kullanım sıklığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak maddelerin kullanımı çağdan çağa, ülkeden ülkeye değişiklik gösterir. Kuzey Amerika’da yapılan bir çalışmada nüfusun %33’ünün yaşamlarının herhangi bir döneminde en az bir kez psikoaktif madde kullandıklarını ortaya koymuştur. Ülkemizde uyuşturucu yada uyarıcı madde kullanımı ve satışı çok ağır bir biçimde cezalandırıldığı için bu kişilerin hekime yada hastaneye kendi istekleri ile başvurmaları nadirdir. Bu nedenle yaygınlığı tam olarak bilinmemektedir. Ülkemizde psikoaktif maddelerin kullanım sıklığı son yıllarda artmakla birlikte, bu oranın batı ülkelerine kıyasla düşük olduğu kesindir [3].

2.4.1. Kişilik etkenleri

Psikoaktif madde kullanan kişilere özgü bir kişilik özelliği saptanmamıştır. Bununla birlikte bu hastaların çoğunda aşırı güvensizlik, bağımlılık, benlik zayıflığı, engellenmeye dayanma eşiğinde düşüklük, bunaltı, panik, depresyon ve aşırı yılgınlık durumlarının sık yaşanması; güvensizlik, güçsüzlük ve başarısızlığı kapatabilmek için otoriteye karşı gelme, yasaları ve kuralları çiğneme eğilimi gibi özellikler bulunmaktadır [3].

2.4.2. Çevresel etkenler

Toplumsal çevrenin, arkadaş gruplarının, maddenin kolay elde edilebildiği bir ortamın, madde kullanımının prestij, güç ve üstünlük sağladığı ortamların rolü büyüktür. Ancak, toplumsal değer yargılarının madde kullanımına karşı çıktığı ve desteklemediği ortamlarda madde kolay elde edilebilse bile kullanımı çok düşük olabilmektedir [3].

2.4.3. İyatrojenik nedenler

Afyon numunelerinin ve beznodiazepinlerin hastaya sık ve kolay verilmesi bağımlılığa yol açabilir. Ülkemizdeki benzodiazepin bağımlılığının çoğu iyatrojeniktir [3].

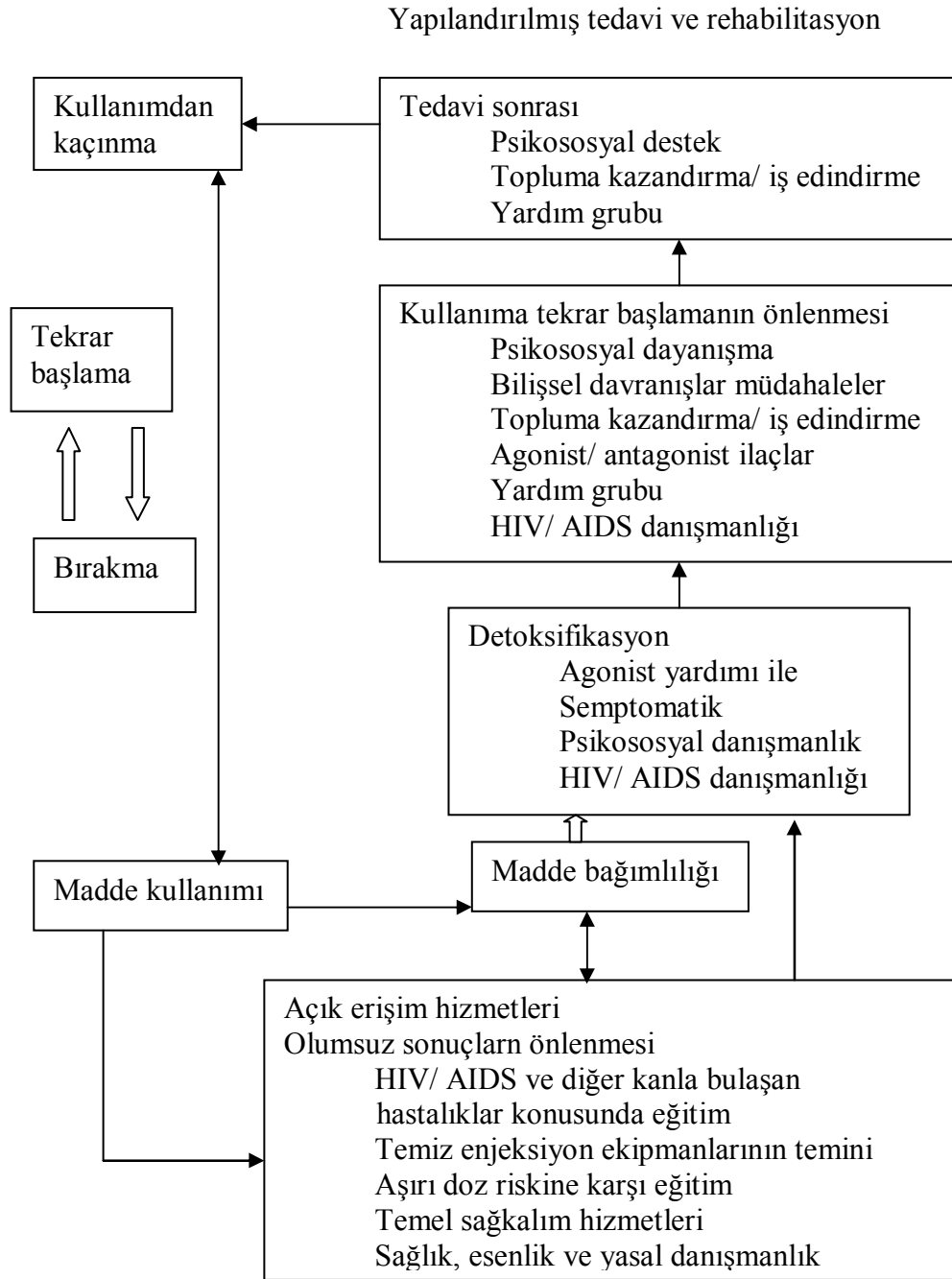
2.5. Uyuşturucu Madde Bağımlılarında Gözlemlenen Özellikler

- ❖ İlaçları gizleme veya saklama çabası,
- ❖ Kollarda, el üstlerinde enjeksiyon sonucu mor veya siyah iğne izlerinin olması,
- ❖ Yeni iğne yerlerinin kabuk tutması,
- ❖ İğne giriş yerleri ve damarlar üzerinde su toplanması veya enfeksiyon,
- ❖ Uyuşuk, uykulu olma veya kendinden geçme hali,
- ❖ Kaşıntı varmış gibi vücudu kaşıma eğilimi,

- ❖ Devamlı gözaltında tutulduğunda bağımlı olduğu ilacı alamamaktan dolayı yoksunluk belirtilerinin görülmesi,
- ❖ Gözbebeklerinin büyümesi veya küçülmesi,
- ❖ Gözlerini boşluğa dikmesi, boş boş bakması,
- ❖ Ateşe tutmak için sapı arkaya bükülmüş çay kaşığı veya tel saplı metal şişe kapağı, enjektör vb. gibi uyuşturucu kullanımında kullanılan malzemelerin olması,
- ❖ Uyuşturucu madde kullananlar arasında konuşulan uyuşturucu argosunun bilinmesi,
- ❖ Tekrar uyuşturucu kullanımı için ortalama 4–5 saatte bir kısa bir süre için ortadan kaybolma,
- ❖ Aşırı derecede sinirli olma hali,
- ❖ Enjekte zamanı yaklaştıkça gözlerde sulanma, burunda akıntı, ağrı, kaşıntı ve esneme [1].

2.6. Madde Bağımlılığı Tedavi ve Bakım Süreci

Madde bağımlılığı tedavi ve bakım süreci için tipik bir yaklaşım Şekil 2.1’de görülmektedir.

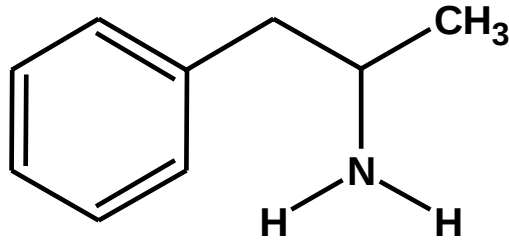


Şekil 2.1. Madde bağımlılığı tedavi ve bakım süreci [4]

3. AMFETAMİN ve TÜREVLERİ

3.1. Amfetamin

Sentetik bir maddedir. Merkezi sinir sistemine olan uyarıcı ve sempatomimetik etkileri ile canlılık, güçlülük verir. Biphetamine ve drophet isimli ticari ilaçların aktif maddesidir. Rasemik desoksinorefedrin olarak da bilinir. Kimyasal formülü $C_9H_{13}N$ -hidroklorürdür. Molekül kütlesi 171,5 gram/mol'dür ve $148\pm 3^{\circ}C$ 'da erir. Su ve alkolde çözünür, kloroform ve eterde çözünmez. Amfetamin, 1887'de sentez edilmiş ancak 1932 yılında iştah kesici özelliği nedeni ile kullanılmaya başlamıştır. 1937'de narkolepsi, postensefalitik parkinsonizm, depresyon ve letarji tedavisi amacıyla piyasaya çıkmıştır. Bugün dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), narkolepsi ve depresyon için kullanılmaktadır. Dextroamfetamin (dexedrine), metamfetamin (desoxyn) ve metilfenidat (ritalin) yapılarında bulunur [1, 5, 6].



Şekil 3.1. Amfetaminin molekül formülü

3.1.1. Amfetamin benzeri maddeler

- Efedrin (nasal dekonjestan), metkatinon
- Propranolamin (nasal dekonjestan ve iştah kesici)
- Designer amfetaminler (Halusinojen grubu)
- MDMA: 3,4-metilendioksimetamfetamin (ekstazi, Adem, XTC)
- MDEA: N-etil-3,4- metilendioksiamfetamin (Havva, Eve)
- MMDA: 5-metoksi-3,4-metilendioksiamfetamin

- DOM: 2,5-dimetoksi-4-metilamfetamin
- Kat [6]

3.1.2. Kullanım şekli ve etki süresi

- Buruna çekilebilir. Bu şekilde etki daha çabuk başlarsa da buruna zarar verebilir.
- Yutulabilir, parmakla dil üzerine konulabilir.
- Enjekte edilebilir, bu en riskli yöntemdir.
- Sigara kağıdına sarılı olarak ya da bir içeceklerle karıştırılarak yutulması en güvenli yöntemdir. Etki tedricen başlar ve diğer yöntemlerle oluşandan daha uzun sürer.

Buruna çekme, amfetamin jilette iyice toz haline getirilir ve düzgün bir yüzeyde çizgiler şeklinde yerleştirilir. Daha sonra genellikle bir rulo haline getirilmiş banknot içerisinde çizgiler halindeki toz buruna çekilir [4].

Amfetamin ağızdan alındığında 1 saatte etki eder, intoksikasyon belirtileri 24 saat sürer. Yoksunluk belirtileri 2-4 günde maksimum olur, 1 hafta sürer. En ciddi belirtisi depresyondur [4].

3.1.3. Enjeksiyon riskleri

- Kullanıcılar enjeksiyonla oluşan yoğun etkinin peşine düştüklerinden kullanım daha saplantılı hale gelebilir.
- Doz beyine derhal ulaşır ve doz aşımı olasılığı artar.
- Yabancı maddeler, kirler direkt kan akımına girer ve sepsis ve diğer enfeksiyonlara yol açar.
- Tekrarlayan enjeksiyonlar venleri zedeler tromboz ve abseslere yol açar.
- Enjektör paylaşımı hepatit ve HIV'in neden olduğu AIDS'e yol açar [4].

3.1.4. Amfetamin kullanım belirtileri

Ruhsal belirtileri

- Yükselme (coşku) hissi ile birlikte aşağıdakilerden en az biri olur
- Düşük dozlarla zihinsel ve fiziksel performansta artış
- Öfori (neşe) ve enerji artışı
- Hiperaktivite (hareketlilik)
- Afektif (duygusal) küntleşme, yorgunluk, üzüntü ya da sosyal geri çekilme
- İnsanlarla daha fazla birlikte olma, konuşkanlık
- Kişilerarası ilişkilerde duyarlılık
- Anksiyete, gerginlik ya da öfke (ajitasyon, irritabilite)
- Uyanıklık hali
- Grandiyosite (kendini büyük görme)
- Kalıplaşmış yineleyici davranışlar
- Yargılama bozukluğu
- Tehlikeli olabilecek cinsel davranış [4, 6].

Fiziksel belirtileri

- Taşikardi (kalp hızında artış)
- Pupiller dilatasyon (göz bebeklerinde genişleme)
- Kan basıncında yükselme
- Terleme ya da titreme
- Bulantı ya da kusma
- Kilo kaybı
- Psikomotor ajitasyon (davranışlara yansıyan huzursuzluk hali)
- Kas zayıflığı, solunumun baskılanması, göğüs ağrısı ya da kalpte ritim bozukluğu (aritmi)
- Konfüzyon, epileptik (sara) nöbet, disknezi, distoni ya da koma.
- Algı bozukluğu (varsanı) eşlik edebilir [4].

3.1.5. Amfetamin kullanımının sakıncaları

- Amfetaminin etkisi geçerken fiziksel ve psikolojik bir çöküntü olabilir. Kullanıcılar kendilerini yorgun, letarjik ve deprese hissederler. Bu durum bazı kullanıcıları daha fazla amfetamin alarak çöküntüden kaçınmaya yöneltir.
- Nadiren de olsa yüksek amfetamin dozları nöbetlere ve doz aşımından ölümlere yol açabilir.
- İştah azalması kilo kaybına neden olabilir. Çoğu kullanıcı fiziksel olarak güçsüz hale gelir, bu durum onları değişik türde enfeksiyonlara karşı dirençsiz hale getirir.
- Amfetamin kullanımı saplantılı ya da bağımlı hale gelebilir.
- Uzun süren amfetamin kullanımı psikoza yol açabilir. Kullanıcılar herkesin kendisini dışladığını, izlendiklerini ya da gözlendiklerini düşünebilir.
- Amfetamin kullanımı altta yatan bir psikiyatrik problemi tetikleyebilir. Bazı kişiler tek bir doz amfetamin kullanımı ile psikotik duruma gelebilirler [5].

3.1.6. Amfetaminin etki mekanizması

- Amfetaminler dopaminerjik sistem üstünde etkilidir. Dopamin salınımını sağlar.
- Designer maddeler hem dopaminerjik, hem seratonerjik etkilidir. Seratonerjik etkinlik nedeniyle halusinojen etki de gösterirler.
- Uyarıcıların bağımlılık yapıcı potansiyeli, kokain kadar yüksek olmasa da mevcuttur [6, 7].

3.1.7. Amfetaminin neden olduğu psikotik bozukluklar

- Şizofreniye çok benzer.
- En tipik yönü paranoya ile sonuçlanmasıdır.
- Paranoid şizofreniden ayırımı:
- Görsel hallüsinasyonlar belirgindir
- Duygulanım genellikle uygundur.
- Hiperaktivite, hiperseksüalite, konfüzyon eşlik eder [6, 7].

3.1.8. Amfetamin kullanımının kanuni durumu

- Amfetamin bulundurmak 1 yıldan 2 yıla kadar hapis ile cezalandırılır.
- Amfetamin satmak, satışa arz etmek, başkalarına vermek 5 yıldan 15 yıla kadar hapis ve yirmi bin güne kadar adli para cezası ile cezalandırılır.
- Uyuşturucu madde kullanılmasını alenen özendirmek ve bu nitelikte yayın yapmak 2 yıldan 5 yıla kadar hapis ile cezalandırılır.
- Amfetamin idrarda 2–4 gün içerisinde dahi tespit edilebilir [5].

3.2. Amfetamin Türevleri

Yapılarındaki farklılıklarla etkileri de farklılaşan bazı amfetamin türevlerinin yapılarından aşağıda bahsedilmiştir.

3.2.1. Metamfetamin (MA)

- ❖ Merkezi bir uyarıcıdır.
- ❖ Sentetik bir maddedir.
- ❖ Metilamfetamin, d-Dioksiefedrin ve fenilmetilaminopropan isimleri ile de bilinir. Methampex, pervitin ve deoxyn ticari isimli ilaçların bileşenidir.
- ❖ Türkiye’ye girişi yasaktır ve yasal kısıtlılık altındadır.
- ❖ Kimyasal formülü $C_{10}H_{15}N$ -hidroklorür’dür.
- ❖ Mol kütlesi = 185,5 gram
- ❖ $134\pm 3^{\circ}C$ ’de erir.
- ❖ Su, etanol ve kloroformda çözünür [1].

3.2.2. 3,4-Metilendioksiamfetamin (MDA)

- ❖ Merkezi bir uyarıcıdır.
- ❖ Sentetik bir maddedir.
- ❖ Kimyasal formülü $C_{10}H_{13}NO_2$ -hidroklorür’dür.
- ❖ Mol kütlesi = 215,5 gram

- ❖ 180-181 °C'de erir [1].

3.2.3. N-Etil-3,4-Metilendioksiamfetamin (MDE ve MDEA)

- ❖ Merkezi bir uyarıcıdır.
- ❖ Sentetik bir maddedir.
- ❖ Kimyasal formülü $C_{12}H_{17}NO_2$ - hidroklorür'dür.
- ❖ Mol kütlesi = 243,5 gram
- ❖ 200 ± 3 °C'de erir [1].

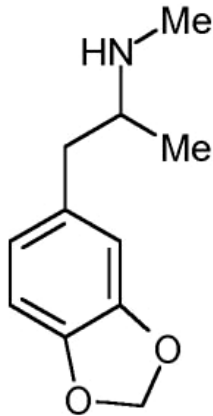
3.2.4. 3,4-Metilendioksimetamfetamin (MDMA)

- ❖ Merkezi bir uyarıcıdır.
- ❖ Sentetik bir maddedir.
- ❖ Türkiye'ye girişi yasaktır. Bu nedenle, amfetamin ve türevleri yasal kısıtlılık altındadır.
- ❖ Kimyasal formülü $C_{11}H_{15}NO_2$ - hidroklorür'dür.
- ❖ Mol kütlesi = 229,5 gram
- ❖ 149 ± 3 °C'de erir [1].

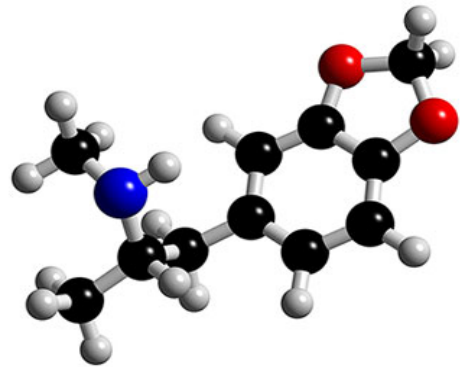
4. EKSTAZİ

4.1. Ekstazinin Tanımı

Ekstazi, 1990'lı yıllardan itibaren popüler hale gelmiştir. Halen dünyada yasa dışı üretilen ve kullanılan en popüler uyuşturucu maddelerdendir. Ekstazi genellikle çeşitli renk, grafik, tasarım, geometrik şekil ve logolarda basılan tablet yapısında olmakta ve kullanımı ağız yolu ile gerçekleştirilmektedir. 1995'ten bu yana ekstazi kullanımına bağlı olan 60 civarında ölüm olayına rastlanmıştır. Genellikle Adam, XTC, Sarılma (hug), Fasulye (beans), aşk ilacı... vb gibi adlarla anılan ve kullanımı gün geçtikçe artan ekstazi tabletinin aktif bileşeni 3,4-metilendioksimetamfetamin (MDMA)'dir. Tabletler sürekli değişmekte ve yaygın olarak sahte ya da taklit tabletler satılmaktadır. Polis Laboratuvarlarının analizlerine göre ele geçirilen tüm ekstazi tabletlerinin yarısı ya hiç MDMA içermemekte ya da bunun yanında, amfetamin, MDA, MBDB ve MDEA gibi amfetamin türevi maddeler içermektedir. Ekstazi, Amfetamin ve meskalin içeren ilaç ailesinin bir üyesidir. MDMA hallüsinosis olmaksızın öforik dönem ve relaksasyon hali oluşturur [1, 8-11].



Şekil 4.1. MDMA'nın molekül formülü [12]



Şekil 4.2. MDMA'nın üç boyutlu molekül formülü [12]

4.2. Ekstazi'nin Bileşimi

Ekstazi'nin ana bileşeni MDMA'dır. Tabletlerde bunun yanında daha az miktarlarda MA, MDA, MBDB ve MDEA'da bulunabilmektedir. Ekstazi haplarının ana maddelerden çok değişik ve ciddi yan etkileri bulunan A-metilbenzilamin, kinin, kloramfenikol, kafein, efedrin, izosafrol, lidoksin, asetaminofen, testosteron, yohimbin ve risk taşımayan asetilsalisilik asit, un, laktoz, fruktoz, glukoz, kalsiyum karbonat gibi başka maddeleri de içerdği görülmüştür. [1, 2, 7]

4.3. MDMA'nın Tarihsel Gelişimi

1912	MDMA ilk olarak Merck'in ilaç üreticileri tarafından sentezlendi.
1914	MDMA Merck İlaç Firması tarafından patentlendi.
1953	Ordunun Kimya Merkezi MDMA'yı kobaylara, sıçanlara, farelere, maymunlara ve köpeklere vererek, MDMA'nın toksinliğini çalıştı. MDMA'nın MA'dan daha az toksik olduğuna karar verildi.
1985	Alexander Shulgin MDMA'yı sentezledi fakat henüz denemedi.
1987 Kas.	İlk gizli MDMA partisi yapıldı ve birkaç kişi tarafından denendi.
1988 Kas.	Alexander Shulgin kişisel olarak MDMA ile çalışmaya başladı ve bunu diğerlerine duyurdu.
1970 Ağu.	MDMA'nın eğlence amaçlı kullanımına ilişkin ilk rapor yayınlandı.
1976	MDMA ile ilgili ilk bilimsel makale yayınlandı.
1977 Kas.	MDMA eğlence amaçlı kullanılan ilaç olarak sokaklarda bulunabilir hale geldi.
1977	İngiltere ilaçların yanlış kullanımını 1971'de düzeltti. Bu düzeltme yapısal olarak N-alkil-alfa-metilfenilamin'den bir alkilendioksi bileşeninin yer değiştirilmesiyle türetilen bileşiklerin A sınıfını içermektedir. Bu yasama bütün halka yapıli sübstütiye amfetaminleri (MDA, MDE, MDMA...) kapsamaktadır. A sınıfı İngitere'deki ilaçların en kontrollü kategorisini oluşturur.
1977–1981	Bu dört yıllık sürede sadece sekiz kişi MDMA kullandıktan sonra acil tedavi odalarına başvurdu. (Drug Abuse Warning Network (DAWN))

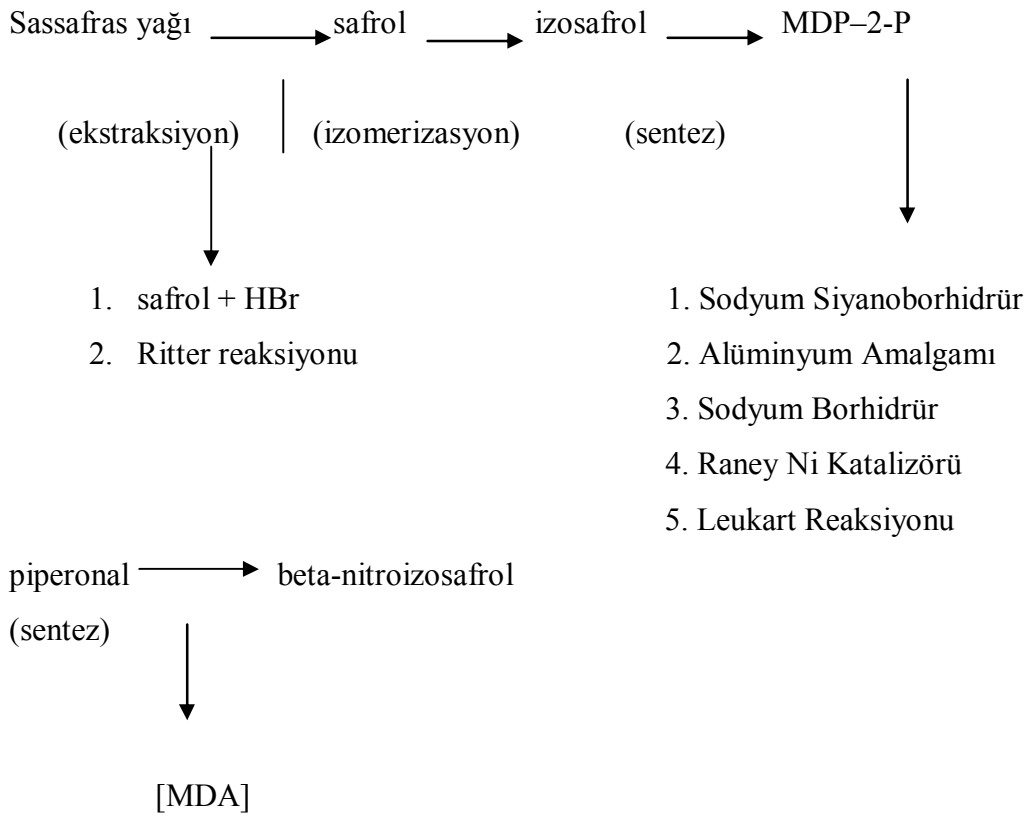
- 1981–1985 Bu dört yıl boyunca MDMA kullandıktan sonra acil tedavi odalarına kimse başvurmadı.
- 1985,1 Tem. MDMA geçici olarak DEA tarafından acil program hazırlığı esnasında program 1'e dahil edildi.
- 1987 MDMA kullanımına bağlı olarak ilk insan ölümü rapor edildi.
- 1987,22 Ara. MDMA program 1'den çıkarıldı. Buna DEA tarafından hazırlanan acil program prosedürünün neden oldu.
- 1988,23 Mar. MDMA program 1'e sürekli olarak dâhil edildi.
- 1991 Alexander ve Ann Shulgin PIHKAL dokümanlarını yayınladı.
- 1994–1999 Bu sürede ABD'de ekstazi ile ilgili 27 ölüm gerçekleşti.
- 2000–2001 Dünya çapında yaklaşık olarak 20 ölüm ekstazi olarak satılan PMA içerikli tabletlere bağlandı [6].

4.4. MDMA Üretimi

MDMA üretiminde ilk safha MDA sentezidir.

4.4.1. MDA sentezi

MDA üretimi şu şekilde özetlenebilir:



Şekil 4.3. MDA sentez mekanizması [1]

4.4.2. MDMA

3, 4 numaraları bu aynı bileşiğin değişik şekillerde birleşmesi ile izomer denilen farklı yapılarında oluşturulabileceğini gösterir. Organik materyallerden üretilmiş olmasına rağmen MDMA doğada bulunamaz ve üretilmesi için komplike laboratuar proseslerine ihtiyaç bulunmaktadır [1].

MDA, MDMA, MDE (MDEA) ve MDOH üretimi için ilk önce MDP-2-P maddesi gerekir. Bu maddenin en büyük doğal kaynağı safroldur. Safrol, saffaras yağından, küçük hindistan cevizi yağından ve bazı diğer kaynaklardan elde edilmektedir. Safrol, saffaras yağında yaklaşık %70 oranında bulunur ve damıtmayla ayrılır. Safrol daha sonra metanollü ortamda NaOH veya KOH ile ısıtılarak izomerize edilir. Elde edilen izosafrol daha sonra MDP-2-P'ye okside edilir, izosafrolden MDP-2-P'ye geçişte çözücüyü ortamdan almak için vakum uygulanır [1].

MDP-2-P elde edildikten sonra birkaç sentetik yol seçilebilir

1. Sodyum Siyanoborhidrür
2. Alüminyum Amalgamı
3. Sodyum Borhidrür
4. Raney Nikel Katalizi
5. N-formil-MDA üzerinden Leukart Reaksiyonu
6. N-metil-N-formil-MDA üzerinden Leukart Reaksiyonu

Sodyum siyanoborhidrür kaçak laboratuvarlar için en iyi kaynaktır. Çünkü kimyasal bilgi gereksinimi az, uygulama alanı çok geniş, reaksiyon verimi fazla, pahalı ekipmana ihtiyaç duymayan ve kolaylıkla bulunabilen bir kimyasaldır [1].

Alüminyum amalgamla üretim de çok kullanılmakla beraber, üründe verim riski daha fazla olup önceki kadar uçucu olmadığı için ortamdan uzaklaştırılması daha zordur. Raney Ni sentezi, daha tehlikeli ve özel aletlere ihtiyaç duymaktadır. Yine de kaçak laboratuvarlarda oldukça kullanılmaktadır. Sodyum borhidrid ile üretim daha karmaşık bir düzeneğe ihtiyaç duymaktadır, ayrıca reaksiyon verimi daha düşüktür. Leukart reaksiyonu iki basamaklı, düşük verimli ve özel kimyasal malzemeye ihtiyaç duymaktadır [1].

İzosafrol yanında safrol'dan da iki sentetik yolla üretim gerçekleştirilebilir. Birincisi, Ritter reaksiyonu ile ara ürün olarak N-asetil MDA elde edilerek yapılır. Ritter reaksiyonu zaman alıcı, laboratuvar bilgisine gerek duyan ve verimi düşük bir

reaksiyondur. Öteki reaksiyon ise, HBr kullanılarak 3,4-metilendioksifenil-2-bromopropan üretilir ve bu daha sonra MDA veya MDMA'ya çevirilir. Bu metot da düşük verimli olmasına rağmen kolaylığı yüzünden tercih edilmektedir. Özel bir malzemeye ve ekipmana ihtiyaç duymaz [1].

Beta-nitrizosafrol daha az kullanılır, bunun yanında nitro alkenlerin indirgenmesi ve sentezi üzerinde geniş bir literatür vardır. Daha birçok sentetik üretim yolu bulunmasına rağmen bunlar pek yaygın değildir [1].

4.5. Ekstazi Kullanımı

- ❖ Tabletlerin kütleleri 150–400 mg arasındadır ve genellikle 70 ile 120 mg MDMA ihtiva ederler.
- ❖ Hemen daima tablet ya da kapsül olarak yutulur.
- ❖ Çok nadir olarak burun yolu ile solunum edilir,
- ❖ Dumanı içilir,
- ❖ Enjekte edilir [7, 10].

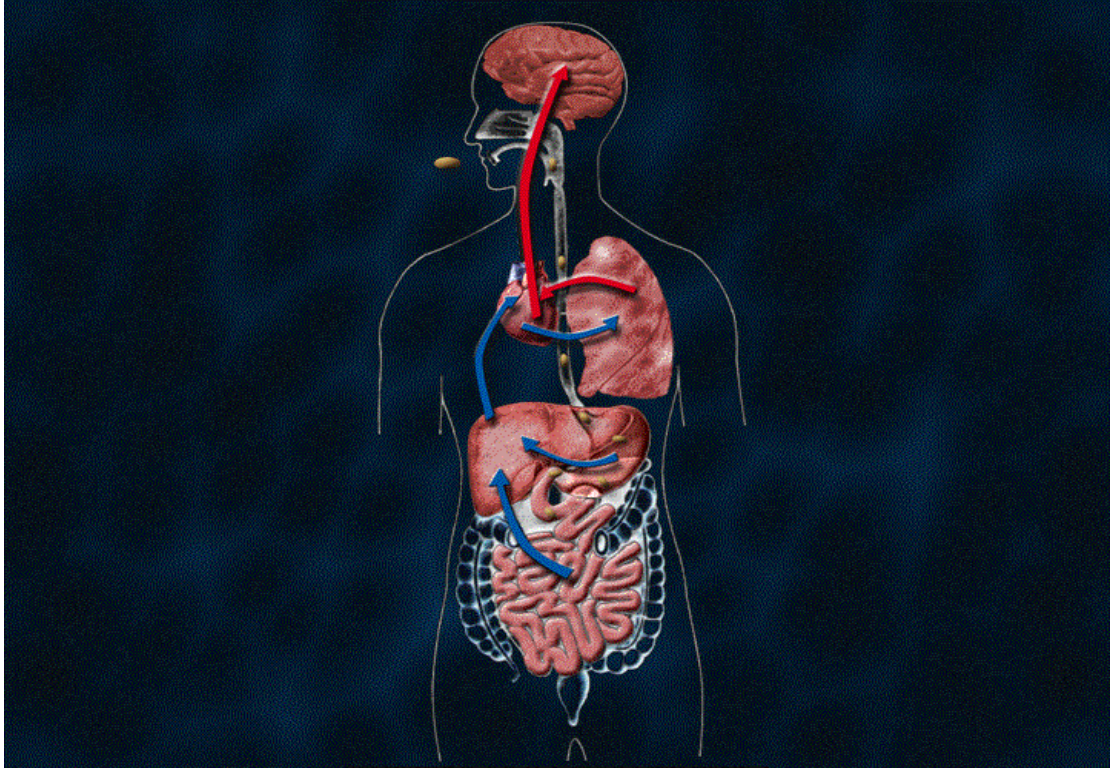
4.6. Ekstazinin Ağızdan Beyine Olan Yolculuğu

Ekstazinin kimyasal yapısı ilaç yutulduktan sonra kolaylıkla beyine ulaşmasına imkân sağlar. Bir ekstazi tabletinin yutulduktan sonra beyine etki edene kadar insan vücudunda izlediği yol Şekil 4.3'te görülmektedir. İlk olarak, hap yutulur ve midede hızlıca parçalanır. Çözüldükten sonra, bazı MDMA molekülleri mideden kan dolaşımına absorblanır, fakat MDMA moleküllerinin çoğu mideden ince bağırsağa doğru hareket eder. Orada kan dolaşımına daha kolay absorblanırlar [13].

Kimyasal olarak; ekstazi zayıf bir bazdır. Bunun anlamı ekstazi çevreden bir H^+ iyonu almak eğilimindedir. Midedeki gastrik asit H^+ iyonu yüklüdür. Bir kere ekstazi H^+ iyonu alırsa, yüklü yani polar hale gelir. Bu onun biyolojik membranı geçmesini zorlaştırır. Biyolojik membranlar polar olmayan bir merkeze sahiptir, bu nedenle polar olmayan bileşikler membranın diğer tarafına daha kolay difüzenir, buna pasif

difüzyon denir. Bundan dolayı ekstazinin çoğu mideden kan dolaşımına absorblanmaz. Tercihen, MDMA molekülleri mideden ince bağırsağa boşaltılır. İnce bağırsaktaki daha alkali ortam ekstazinin H^+ iyonunu bırakmasına neden olur, bu da onun polar olmayan hale geçmesini sağlar. Geniş yüzey alanı ve daha alkali çevre MDMA moleküllerinin membranın karşı tarafındaki kan damarlarına çok hızlı difüzlenmesine imkan sağlar [13].

Mideden ve ince bağırsaklardan kan dolaşımına geçen MDMA molekülleri daha sonra karaciğere (mavi ok) doğru hareket eder. Karaciğerde ekstazinin bir kısmı inaktif bileşenlere metabolize olur ve kalanı toplardamar (mavi ok) ile kalbe taşınır. Ekstazi kalpten kan ile ciğerlere pompalanır ve oksijenlendirilip kalbe döner (kırmızı ok). Bundan sonra oksijenlendirilmiş kan beyine ve yüksek kan akışına sahip diğer organlara ekstazi taşır. Normalde beyin ve beyin organları ile kan damarları arasında bariyerler vardır. Bu bariyerler birçok ilacın beyine gitmesine engel olur. Bununla birlikte, ekstazi kanda baskın olarak polar olmayan formunda bulunduğu için beyin içindeki bariyerleri kolaylıkla geçer. Boş bir mideyle alınan ekstazinin beyine ulaşması yaklaşık olarak 15 dakikayı bulmaktadır [13].



Şekil 4.4. Bir ekstazi tabletinin insan vücudunda izlediği yol [13]

4.7. Ekstazi Kullanımı İle İlgili Problemler

- ❖ MDMA'nın uzun süreli kullanımının etkilerine ait bilgi çok azdır.
- ❖ Kullanıcılar MDMA alımında genellikle depresyon yaşamaktadır.
- ❖ Bu MDMA'nın beyindeki kimyasallar üzerine etkisi nedeni ile ortaya çıkmaktadır.
- ❖ İngiltere'de MDMA ile ilişkili ölümler bildirilmiştir.
- ❖ Bir teori sıcak ve nemli kulüplerde, yüksek ısının bulunduğu ortamda ekstazi ile indüklenmiş kardiyak atak oluşması yönündedir.
- ❖ MDMA'nın aktif dozu 50–75 mg'dır, çoğu tablet 70–100 mg MDMA içermektedir. Bazı insanların biyolojik yapısı MDMA'ya karşı olağan üstü hassastır ve bu kişiler için tek bir doz bile öldürücü olabilir.

- ❖ Ekstazinin karaciğer problemlerine yol açabileceğine dair bazı veriler mevcuttur. Hipertansiyon veya kalp problemleri, epilepsi, astım şikayetleri olanlar, antidepresan ilaç kullananlar ve hamilelerin kesinlikle MDMA kullanmaması gerekir.
- ❖ Bazı maddelerin MDMA ile beraber kullanımındaki etkileri Çizelge 4.1’de görülmektedir.
- ❖ MDMA ile birlikte kullanılan bazı maddelerin mental etkileri Çizelge 4.2’de görülmektedir [1, 7-9]

Çizelge 4.1. Bazı maddelerin MDMA ile beraber kullanım etkileri [2]

Kullanılan Madde	Etkiler
Marihuana	Bilinen tehlikeli bir reaksiyona girmez.
LSD	Bilinen tehlikeli bir reaksiyona girmez.
Amfetaminler	Yüksek amfetamin doz alımı isteği kesinlikle artar. Mutlaka engellenmelidir. Hızla bağımlılık yaratır.
Kokain	Amfetaminlerle aynı etkiyi yapar. Kokaine bağımlılık yaratır.
Eroin ve Uyku İlaçları	Tehlikeli bir reaksiyon görülmez. Uyarıcı etki MDMA’nın yan etkilerini gizler ve yüksek dozda kullanıma yol açabilir. Uyku verici ilaçlar bağımlılık yapar.
Tütün	Tehlikeli bir reaksiyona yol açamaz. Tütün bağımlılık yapar ve kansere yol açar.
Alkol	Uyku ilaçları ile benzer tepki verir. MDMA’nın normalde yol açtığı su kaybını artırır. Tavsiye edilmez. Bazı kullanıcılarda alışkanlık oluşturabilir.

Çizelge 4.2. MDMA ile birlikte kullanılan bazı maddelerin mental etkileri [2]

Kullanılan Madde	Etkiler
Marihuana	Eğlenceli, ancak MDMA'nın etkilerini gölgeler. Daha çok içmek durumunda bırakır.
LSD	Birlikte etkili bir ikili oluşturur. LSD ve MDMA beraber 'XL' ya da 'şekerleme' diye isimlendirilmiştir. Çoğu az dozda LSD tercih eder.
Amfetaminler	Sağlık açısından risk taşır. Herhangi bir ek etkisi yoktur.
Kokain	Etkileri amfetaminlere benzer.
Eroin ve Uyku İlaçları	Ölümcül kanser hastalarında MDMA, acı dindirmek için verilen uyutucuların etkisini azaltır ve zihni açar.
Tütün	Tütün kullanıcıları için tadı güzel gelir. İçmesi çok rahattır.
Alkol	MDMA'nın istenen etkilerini perdeleyebilir. Susuzluğu artırır.

4.8. Kullanımdaki etkileri

Ekstazi çoğu kişi tarafından güvenli bir hap olarak nitelendirilmesine rağmen, 1995'den bu yana, 50 ile 60 arasında ölüm vakası görülmüş, bunun sebeplerinin ise gece klüplerindeki partilerde görülen aşırı susuzluk (su bulamama) ve fazla ısınmadan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bazı hassas bünyelerde ise nadiren düşük dozlarda bile ölüm görülmüştür [13].

Ekstazi satışı çoğunlukla 'Rave (Tekno)' adı verilen ve gerek Türkiye'de gerekse Avrupa ülkelerinde çok yaygın olarak yapılan, gençler arasında büyük rağbet gören partilerde yapılmaktadır. Gerek hapın etkileri gerekse bu partilerin ortamlarından kaynaklanan su kaybından dolayı ölümlere bile rastlanılmıştır. Bu partiler genellikle kapalı ve çok kalabalık ortamlarda yapılmaktadır. Hapı kullananlar hareket ve sıcaktan, ayrıca hapın etkisi ile vücut ısısının yükselmesinden ve suya ulaşmakta zorlanmalarından kaynaklanan zorluklar sebebiyle fenalaşmaktadırlar [13].

MDMA'nın ortalama dozu 70-100 mg'dır. Ağızla alındıktan yaklaşık 45 dakika sonra etkilerini göstermeye başlar. Sigara şeklinde içmek ya da enjekte etmek etki

hızını artırmaktadır. Ağızdan alındığında hapın etkileri yaklaşık 8 saat sürebilmektedir. Zihinsel etkileri iki güne kadar devam etmektedir. Sigaraya sarılıp içildiğinde ya da enjekte edildiğinde görülen etkilerin tesiri daha fazla olmakta yalnız daha kısa sürmektedir [13].

MDMA'nın fiziksel etkileri amfetaminlerin fiziksel etkilerine benzemektedir. Bu, hapların merkezi sinir sistemi üzerindeki kontrolünden kaynaklanmaktadır. Bu etkilerden bazıları ve en sık görülenleri şunlardır; coşku ve neşe, kolay heyecanlanma, aşırı sinirlilik, kalp atışlarının hızlanması, terleme, baş dönmesi, yorgunluk, uykusuzluk, dişlerin birbirine sürtülmesi ve sürekli konuşmadır [13].

4.9. Yan Etkiler

Aşırı dozda kullanım yüksek kan basıncı, güçsüz kalma, panik atak, daha ciddi vakalarda ise bilinç kaybı, ani kriz, görüş bozukluğu, dişlerin istemsiz birbirine vurması, vücut sıcaklığında aşırı yükselme şeklinde etkilerini gösterir. Aşırı doz ölümcül olabilir, kalp krizine yol açabilir [13].

MDMA tansiyonun yükselmesine ve kan basıncının artmasına yol açar. Bu yüzden bu konularda geçmişi olan insanların MDMA kullanmaması gerekir. Aksi halde ölüme sebebiyet verebilir. MDMA hiçbir zaman Monoamin oksidaz sınırlayıcıları (MAOI) ile birlikte kullanılmamalıdır. Bu genellikle antidepresant ilaçlarda bulunan bir maddedir. Bazı antidepresantlar da MDMA'nın etkilerini azaltabilmektedir [13].

MDMA'nın yol açtığı coşku vücuttan gelen sinyalleri kullanıcının göz ardı etmesine veya hiç hissetmemesine yol açabilir. Bunlar arasında susuzluk, kas krampları, baş dönmesi ve aşırı güç harcanması sayılabilir. 'Çıldırma' partilerinde bazı kullanıcılar bu sebeplerden dolayı tıbbi yardıma ihtiyaç duymuşlardır [13].

Hapı kullananlar birkaç gün sonra kendilerini birden yorgun, halsiz ve bitap hissederler, bu da beyindeki sinirlerdeki sinyal taşıyıcılarının bir anda tükenmesinden

kaynaklanmaktadır. Beyin, eski haline kavuşmak ve kaybettiği kimyasalları tekrar yerine koymak için zamana ihtiyaç duyar [13].

4.10. Kullanım Sonrası Etkiler

MDMA'nın uzun süreli kullanımından kaynaklanan etkiler bilimsel olarak incelenmektedir. Yapılan çalışmalarda hapi kullanmayı bırakan deneklerde, öğrenme, böbrek rahatsızlıkları, uyuma, duyguların birlikteliğini, hafıza düzenlemesini ve beynin diğer kritik fonksiyonlarını denetleyen serotonin taşıyan beyin nöronları üzerinde zarara rastlanmıştır. Ayrıca kan basıncı, kalp atış hızı ve vücut sıcaklığında da etkileri vardır. Hapi kullananların beyinde zarar, depresyon, hafıza kaybı, korku, endişe ve diğer sinirsel bozuklukları gösterme riski çok yüksektir. Bu semptomların etkileri tamamen kullanılan MDMA'nın miktarı ile orantılıdır [13].

Yapılan bir araştırmada iki grup denek alınmıştır. Her iki gruptaki insanlar gerek yaş gerek eğitim açısından benzer gruplardan seçilmiş erkek ve kadınlardan oluşmuştur. Birinci grup son üç haftadır MDMA kullanmamış MDMA kullanıcıları, ikinci grup ise hiç MDMA kullanmamış kişilerden seçilmiştir. Yapılan beyin taramalarında [Positron Emission Tomography (PET)] birinci grupta serotonin taşıyıcılarının sayısının ve serotonin vücuttaki işi bittikten sonra, hücre aralarından tekrar emen yüzeylerin sayısının önemli derecede azalmış olduğu görülmüştür. MDMA'yı daha fazla kullanan deneklerde serotonin taşıyıcı kaybının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Maymunlarda yapılan aynı deney daha fazla bilgi vermiş, serotonin taşıyıcılarının ve serotonin sinir uçlarının zarar gördüğü belirlenmiştir [6].

Bütün bu etkilerin fiziksel olarak ne anlama geldiği ise yapılan diğer bir araştırma ile ortaya çıkmıştır. İki ayrı grup oluşturulmuş, birinci grup son iki haftadır MDMA kullanmamış MDMA kullanıcıları, ikinci grup ise hapları hiç kullanmamış, benzer yaş ve eğitimdeki insanlardan oluşturulmuştur. MDMA kullanıcılarında görsel ve sözel hafızada önemli zayıflıklar tespit edilmiştir. Aynı deneyden çıkan sonuç bu kaybın alınan doz ile orantılı olduğudur. Serotonin seviyesi aynı zamanda insanın

ruhsal durumunu, güdü kontrolünü ve uyku çemberini etkilemektedir. Bu etkilerin ne kadar sürdüğü ve uzun dönemli kullanım etkileri hayvanlar üzerinde yapılan deneylerle açıklanmış ve sonuçta bu etkilerin yıllar boyunca sürebileceği, hatta kalıcı olabileceği saptanmıştır. MDMA fiziksel bir bağımlılık yaratmamasına rağmen, çoğu kullanıcı psikolojik olarak kendilerinde bağımlılık hissetmektedirler. Ekstazi'ye karşı dayanıklılık çok çabuk bir şekilde kazanılmaktadır. Bu yüzden kullanıcılar aynı etkileri yaşamak için daha fazla dozda haplar almaya başlarlar. Ekstazi'nin bir dönem alınmaması bu etkiyi azalmaktadır [6].

4.11. Kontrol Durumu

MDMA'lar üzerindeki kontrol hareketleri 1984 yılında hazırlanmıştır. Ancak ciddi boyutlara ulaşan hap trafiği 01 Temmuz 1985 tarihinde acilen kontrol altına alınma ihtiyacı gerektirmiştir. Kalıcı kontrol durumu 1986'da kesinleşmiştir [4].

4.12. MDMA'nın Tıbbi Amaçlı Kullanımı

MDMA'nın Türkiye'de herhangi bir tıbbi kullanımı bulunmamaktadır. Başta zayıflamak için kullanılan hap, yan etkileri yüzünden hiçbir zaman ticari olarak pazarlanmamıştır. 1960'larda tekrar keşfedilen MDMA'nın kullanımı artmış ve uzun yıllar kontrol dışı kalmıştır. 1970'lerde bazı psikologlar MDMA'yı terapilerde kullanmaya başladılar. Hap psikolojik rahatsızlıkları olanları, psikolog yatağında kendilerini utangaç ve çekingen hislerinden kurtarıyor, kendilerini daha iyi ifade etmelerini sağlıyordu. Hapın genel etkisi kullananlarda farkında olma hislerini, aynı zamanda etraflarına karşı duygusal hislerini artırmaktır [4, 7].

5. AMFETAMİN VE EKSTAZİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Lim ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada, Singapur'da ilaç suistimali, amfetamin tipi uyarıcıların yakalanma oranı, ekstazi ve metamfetamin tabletleri hakkında bilgi verilmiştir [14].

Seven ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, Türkiye'deki değişik yakalama olaylarından elde edilen 50 tablet nicel olarak GC-MS, HSGC ve FTIR ile incelenmiştir. Sonuç olarak MDMA'nın kanun dışı tabletlerdeki en önemli aktif bileşen (% 82) olduğu ve MDMA içeriğinin kütlece %19-61 arasında değiştiği gözlemlenmiştir [15].

Bronner ve arkadaşları, GC-MS cihazını kullanarak idrar numunelerinde, amfetamin ve metamfetamin (MA) incelemesi yapmışlardır. Amfetamin ve MA karbamat ile türevlendirilmiştir. Amfetamin karbamat türevleri 226, 182 ve 227 m/z'de görülürken, MA 240, 102 196 m/z'de görülmüştür. Miktersal analizlerde 50 ng/ml düzeyine kadar inilmiştir [16].

Lim ve arkadaşları, farelerin beyin sıvılarında ve idrarlarında, amfetamin ve metamfetamin türevleri olan metilendioksiamfetamin (MA) ve Metilendioksimetamfetamin (MDMA)'i incelemişlerdir. Çalışmada beyin sıvıları ve idrar numuneleri N-heptaflorobütiril ile türevlendirilerek GC-MS cihazı kullanılarak analizlenmiştir. 5 ng/ml MDA ve 1000 ng/ml MDMA maddeleri nicel olarak incelenmiştir [17].

Hegadoren ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, azot-fosfor dedektörlü gaz kromatografisinde MDA ve MDMA'nın enantiyomerlerini incelemişlerdir. MDA ve MDMA (+) ve (-) enansiyomerler içermektedirler. Bu çalışmada, MDA ve MDMA enantiyomerleri enjekte edilmiş farelerin kusmuklarından alınan numuneler S-(-) N-tri floroasetilprolilklorür ile türevlendirilerek kapiler gaz kromatografisinde analiz edilmiştir. Çalışma şartları şöyledir; Enjektör sıcaklığı : 250 °C, Dedektör sıcaklığı : 325 °C, Kolon sıcaklığı başlangıç : 105 °C, Akış hızı : 10 °C/dakika, Son sıcaklık :

270 °C 2, 4, 6 saat arayla alınan numunelerde görülmüştür ki, MDA MDMA'ya göre akış hızı daha hızlıdır [18].

Tanaka ve arkadaşlarının yasa dışı yollardan üretilen metamfetamin içerisindeki safsızlıkları belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Japonya'dan elde edilen numuneler etil asetat ile ekstrakte edilerek kapiler gaz kromatografisinde incelenmiştir. Neticede numunelerin eroin, kokain, amfetamin, efedrin gibi çok değişik maddeler ihtiva ettiği görülmüştür [19].

Wang ve arkadaşları, GC-MS cihazını kullanarak vücut sıvılarındaki amfetamin ve metamfetamin türevlerinin nicel ve nitel analizlerini yapmıştır. Bu amaçla idrar numuneleri potasyum karbonat ile ekstrakte edilerek nitel analiz için kütle spektrumlarından yararlanılmıştır [20].

Grimaldi ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, vücut sıvılarında amfetamin, MDMA, MA ve MDEA maddeleri GC-MS ve HPLC cihazları kullanılarak incelenmiş ve bu maddeler hem nicel hem de nitel olarak tespit edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde, her bir tablette 87 mg MDMA ve 100 mg MDEA nicel olarak analiz edilebilmiştir [21].

Kategi ve arkadaşları, idrar numunelerinde metamfetamin, amfetamin ve p-hidroksimetamfetamin incelemesi yapmıştır. Çalışmalar HPLC ve HPLC-MS cihazlarında yürütülmüştür. Asetonitril-metanol karışımı ile katı fazlı ekstraksiyon yapılmış ve pH=6'ya ayarlamak için potasyum fosfat tamponu katılmıştır (10:30:60) akış hızı 1.0 ml/dakika ve sıcaklık 25°C olarak ayarlanmıştır [22].

Ramos ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, Orta Florida bölgesinde 25 farklı olayda yakalanan 48 tablet GC-MS ve GC-FID ile incelenmiş olup, aynı renk ve logolara sahip tabletler arasında bile tutarlı MDMA saflık ve miktarı olmadığı gözlenmiştir [23].

Fang ve arkadaşları, MDMA kullanımının artmasından dolayı daha hızlı ve duyarlı bir analitik teknik geliştirmek için 2001 yılında bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında hiçbir ön işlem uygulamadan ilacın 5 dakikadan daha az bir sürede NACE/FS dedeksiyonu ile 0,5 ppm seviyesinde bile tespit edilebileceği görülmüştür. Sıvı-sıvı ekstraksiyonundan sonra, 3,4-MDMA'nın idrarda 50 ppb olarak tespiti mümkün olmuştur [24].

Hasdemir ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, fused-silika megabor kolon alev iyonlaşma dedektörlü bir gaz kromatografi kullanılarak, numunedeki eroinin nitel ve nicel analizleri rutin hale getirilmiştir. Çalışma sonucunda nitel analizlerde eroinin tayin sınırının 230 pg olduğu, nicel analizlerde ise tayinin %1'lik bir hata ile yapılabileceği görülmüştür [25].

Hasdemir ve arkadaşları, gaz kromatografi cihazı ile megabor ve kapiler kolonlar ile alevde iyonlaştırma dedektörü (FID) kullanarak, lanestrenol (LYN) iç standardı yanında suistimal edilen 22 adet uyuşturucu maddenin kalitatif analizi üzerine çalışmışlardır. Analizde kullanılan 48,5 dakikalık bir sıcaklık programı kullanılmış ve girişimlerin karşılaşıldığı her iki bölge için iki farklı sıcaklık programı uygulaması yapılarak başarılı bir tayin işlemi gerçekleştirilmiştir [26].

Sadeghipour ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, yasa dışı ilaçların amfetamin karışımlarının kantitatif ayrımı için UV dedektörü ile sıvı kromatografi yöntemi geliştirilmiştir. Düzenli ters faz ve baz aktiviteli kolon arasında karşılaştırma yapılmıştır. Hareketli faz bileşimi, pH, tampon bileşimi ve organik çözücü tipi çalışmaları optimize edilmiştir [27].

6. KROMATOGRFİK YÖNTEMLER

6.1. Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi (GC/MS) Cihazı

GC/MS isminden de anlaşıldığı gibi, kimyasal karışımların analiz edilmesine imkan sağlayan tek bir yöntemin oluşturulabilmesi amacıyla iki tekniğin birleştirilmesinden meydana gelir. Gaz kromatografi cihazı karışımdaki bileşenleri ayırır ve kütle spektroskopisi bileşenleri tek tek karakterize eder. Bu iki tekniği birlikte kullanan bir kimyacı çeşitli kimyasallardan oluşan bir çözeltiyi hem nitel hem de nicel olarak değerlendirebilir [28].

Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi sistemi biyolojik veya doğal sistemlerdeki yüzlerce maddeyi aynı anda tanımak amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, gıdalardaki tat ve koku veren maddeler ile su kirleticilerinin tayininde, nefesle dışarı verilen eser miktarlardaki maddelerden yararlanan tıbbi teşhislerde, ilaç ve uyuşturucu metabolitlerinin incelenmesinde kullanılır [1, 28].

Gaz kromatografi bölümü

Kromatografi genellikle bir karışımdaki bileşenlerin tek tek ayrılması için kullanılır. Böylelikle her bileşen ayrı ayrı değerlendirilebilir. Bütün kromatografide, ayırma işlemi karışımın kolona enjeksiyonunun yapılması ve hareketli faz ile karşılaşması ile gerçekleşir. Sıvı kromatografide hareketli faz sıvı iken taşıyıcı faz helyum, azot gibi inert gazlardan oluşur [28].

Hareketli faz karışımı sabit faz üzerinde hareket ettirir. Sabit faz karışımdaki bileşenleri seçici olarak etkileyen kimyasallardan oluşur. Sabit faz, cam veya paslanmaz çelikten oluşan, değişik uzunluklarda olan, kolon olarak adlandırdığımız tüpler içerisinde bulunur. Hareketli faz içerisindeki karışımın bileşenleri farklı taşınma hızlarında sabit faz üzerinde hareket eder. En hızlı olan kolonu ilk terk eder, en yavaş olan ise kolondan en son çıkar [28].

Sabit fazın içerisinde bulunduğu kolon, sıcaklık artışı programlanabilen bir fırında durur. Sıcaklığın artışı ile bileşenler, kaynama noktalarının düşük yada yüksek oluşuna göre kolondan ayrılır. Kolondan ayrılan bileşenler bir dedektöre girerler. Dedektör giren bileşenin yapısına göre elektrik sinyali oluşturur. Bileşiklerin derişimine göre oluşan sinyalin boyutu da değişir. Bu elektrik sinyali bir bilgisayara aktarılır. Enjeksiyonun yapıldığı andan sinyalin oluşumuna kadar geçen süreye o bileşiğin alıkonma zamanı denir. Cihaz çalışırken bilgisayara aktarılan sinyallerden oluşan piklerle çizilmiş bir grafik elde edilir. Bu grafiğe kromatogram denir. Kromatogram içerisindeki her pik kolondan ayrılıp dedektöre gelen her bir bileşeni gösterir. Kromatogramın x eksenı alıkonma zamanı, y eksenı ise sinyalin şiddetinden meydana gelir [28].

Kütle spektrometresi bölümü

Kütle spektrometre iyonlaştırıcı, iyon analizörü ve dedektörden oluşur.

İyonlaştırıcı: Kütle analizi için gerekli olan iyonlar elektron bombardımanı iyonlaştırıcısı ile oluşturulur. Gaz kromatografisinden çıkan gaz molekülleri yüksek enerjili (70 eV) elektronlarla bombardıman edilir. Bir moleküle çarpan bir elektron o moleküldeki diğer elektronun ayrılması için gerekli olan enerjiyi ortaya çıkarabilir. Elektron bombardımanı iyonlaştırıcısı genellikle bir tane eşleşmemiş elektron içeren tek yüklü iyonlar oluşturur. Bozunmadan kalan bu yüklü moleküle moleküler iyon denir. Elektron bombardımanı ile ortaya çıkan enerji, moleküler iyon içerisindeki iyonların küçük parçalara ayrılmasına sebep olur [28].

İyon analizörü: Moleküler iyonlar ve parçalanmış iyonlar, yüklü parçacıkların işlenmesi ile kütle spektrometresine doğru hızlandırılırlar. Burada bulunan kuadrupollü kütle analizörü voltajı kullanarak iyonların izleyeceği belirler. İyonlar kütlelerinin yüklerine oranlarına (m/z) göre hazırlanmış yol üzerinde hareket ederek dedektöre girerler [28].

Dedektör: Dedektör iyon içeriğe geldiğinde bir elektrik sinyali üreterek çalışır. Oluşan sinyalleri tarama voltajı ile integre eden zamanlama mekanizması cihazın dedektörden çıkan m/z değerlerini rapor haline getirmesini sağlar. Kütle analizörü iyonları m/z değerlerine göre sınıflandırır ve dedektör de her bir m/z 'nin bolluk değerini kaydeder [28].

6.2. Gaz Kromatografisi (GC) Cihazı

Kromatografi ilk defa 1906 yılında bir Rus Botanist olan Tswett tarafından bitkilerin renk verici bileşenlerinin ayrılmasında kullanıldı. Tswett renkli maddelerin ayrı bandlarını elde ettiği için yöntemini kromatografi olarak isimlendirdi. Yöntemler renksiz maddelere tatbik edildiği zaman bu yanlış bir isimdi, fakat o kadar kesin bir şekilde yerleşmişti ki, yerini başka bir isme bırakmadı. 1931 yılında Kuhn ve Lederer, Tswett'in tekniğini karotenlerin ve ksantofillerin preparatif ölçüde ayrılması için başarı ile kullandı [29].

Gaz-sıvı partiyon kromatografisi ilk defa James ve Martin tarafından 1952 yılında uçucu yağ asitleri karışımlarının analizlerinde ve ayrılmasında kullanıldı. Gaz kromatografisi kimya alanında gazların ve uçucu maddelerin analizleri ve ayrılmasında uygun bir metot olarak yaygın bir şekilde kabul edilmiştir. Kromatografik metotların ayırma cihazının daha basit oluşu, çalışma kolaylığı ve dikkate değer şekilde az zamana ihtiyaç göstermesi bakımından üstünlükleri vardır [29].

Laboratuarda kromatografinin esas kullanılış şekilleri şunlardır :

- a) Kalitatif olarak bir karışımın bileşenlerinin tanınmasında ve kantitatif olarak tayininde analitik metot olarak,
- b) Partiyon katsayıları, adsorpsiyon izotermi gibi bazı fiziksel miktarların tayininde araştırma yöntemi olarak,
- c) Karışımlardan bileşenleri izole etmek için preparatif usul olarak [29].

Kromatografinin esası, kimyasal ve fiziksel özelliklerindeki farklılıklardan yararlanarak bir karışımdaki bileşenlerin iki faz arasında dağıldığı fiziksel bir ayırma yöntemidir. Bu ayırma işlemi, geniş katı bir destek üzerinde duran hareketsiz faz ile bunun üzerindeki hareketli faz arasında, ayrılması planlanan bileşiklerin taşınma hızlarının farklılığından yararlanarak gerçekleştirilir. Hareketsiz fazı üzerinde taşıyan katıya destek, hareketsiz faza sabit faz, hareketli faza ise taşıyıcı faz denir. Sabit faz, katı veya sıvı olabilir. Eğer sıvı ise genellikle inert katı maddede tutulur. Sabit faz katı ve hareketli faz gaz ise gaz-katı kromatografisi, sabit faz sıvı, hareketli faz gaz ise gaz-sıvı kromatografisi olarak adlandırılır. Her ikisinde de ayrılmak istenen karışım üzeri sabit faz ile kaplanmış destek ile doldurulmuş cam veya metal bir kolondan geçirilir. Ayrılan bileşenler kolonun diğer ucundan farklı zamanda çıkar ve uygun bir dedektör tarafından miktarıyla orantılı olarak tayin edilir [1, 29, 30].

Gaz kromatografisinde, ayrılacak madde kolonun girişinde bulunan enjeksiyon bölümünden kolonun ön kısmına verilir. Burası ısıtılmış olduğundan karışım hemen buharlaşır ve taşıyıcı gaz yardımıyla kolona girer. Kolonda her bileşik, sabit fazdan taşıyıcı faza ve taşıyıcı fazdan sabit faza farklı hızlarda göç ederek devamlı taşınırlar ve böylece birbirlerinden ayrılarak farklı zamanlarda kolondan çıkarlar. Kolonun sonundaki uygun dedektörle tespit edilerek miktarlarıyla orantılı olarak kaydedilirler [30].

Gaz kromatografisi sistemi şu kısımlardan oluşur;

1. Taşıyıcı gaz bulunan tüp
2. Gaz akışını kontrol eden basınç ayarlayıcılar
3. Enjeksiyon kısmı
4. Kolon
5. Dedektör
6. Kaydedici
7. Enjektör, kolon ve dedektör için ısı kontrolü [30].

Bir gaz kromatografisi sistemi Şekil 6.1’de şematik olarak gösterilmektedir.

Şekil 6.1. Gaz kromatografisi sisteminin şematik gösterimi [30]

Pik ölçümündeki ayırma faktörlerinden dolayı meydana gelen değişikliklerin etkisi ve sisteme enjekte edilen numune farklılıklarından doğacak analiz sonuçlarındaki hatalar iç standart eklenmesi ile giderilir [30].

Analiz edilecek maddelerden ayrı, belirli bir pik veren, tayini yapılacak maddelere yapısal olarak benzeyen, örnekteki bileşenlerle, kolon dolgu maddeleri ve taşıyıcı gaz ile reaksiyona girmeyen, miktarsal tayini yapılacak maddenin pikine yakın pik veren, analizi yapılacak örnekte bulunmayan, yüksek saflıkta, kolay temin edilebilen maddelere iç standart denir. İç standartların doğru seçimi, bu tekniğin başarıyla uygulanmasını sağlar [30].

Taşıyıcı gaz kaynağı olarak yüksek basınçlı gaz içeren tüpler veya bu gazları üreten jeneratörler kullanılır. Sistemden sabit hızda gaz akışı, bir regülatör yardımıyla sağlanır. Bu sabit akış hızında bileşenler, karakteristik zaman değerleri olan alıkonma süresinde ayrılırlar. Hidrojen, azot, helyum yaygın olarak kullanılan taşıyıcı gazlardır. Taşıyıcı gaz, inert, ucuz ve kullanılan dedektöre uygun olmalıdır [29, 30].

6.2.1. Gaz kromatografisinde kullanılan kolonlar

Kromatografik kolon cihazın kalbidir. Gaz kromatografisinin gaz analizlerine, buharlaşabilen sıvılara ve buharlaşabilen katılara geniş miktarda uygulanmasından dolayı, değişik tip numuneleri analiz etmek için değişik kolonlara ihtiyaç vardır. Kapiler ve dolgulu olmak üzere iki tür kolon vardır [29, 30].

Dolgulu kolonlar; cam, bakır, paslanmaz çelik yada alüminyum borulardan yapılır. Rutin analizlerde kullanılan dolgulu kolonların iç çapı 2-9 mm arasında değişmektedir. Metal boruların numunenin bozunmasına sebep olabileceği yüksek sıcaklıklarda enjeksiyon kısmına bir cam parçası ilave edilmesi koşuluyla yüksek sıcaklıklarda cam kolonlar kullanılabilir. Cam parçası ilave edilmezse numune kolona ulaşmadan önce bozunur [30].

Dolgulu kolonlarda sıvı sabit, poröz, inert destek katısı üzerine adsorplanır. Sıvı faz şu özelliklere sahip olmalıdır:

- Örnek bileşenlerini iyi çözmelidir.
- Örnek bileşenleri için iyi bir ayırıcı çözücü olmalıdır, bileşenlerin çözünürlükleri arasındaki fark, iyi bir ayrımı sağlamaya yetecek büyüklükte olmalıdır.
- Uçucu olmalıdır. Buhar basıncı 0,01-0,1mmHg olmalıdır.
- Çalışma sıcaklığında numuneye karşı kimyasal açıdan inert olmalıdır.
- Isıl kararlılığı yüksek olmalıdır [30].

Destek katısı, ince sıvı filminin taşınmasını sağlar ve şu özellikleri taşımalıdır:

- Mekanik dayanıklılığı yüksek olmalı, kolay kırılmamalıdır.
- Geniş, spesifik yüzey alanına sahip olmalıdır.
- Gözenekli yapıda olmalı, gözeneklerin çapı 10 µm veya daha küçük olmalıdır.
- Ayrılacak bileşenlere hiçbir reaksiyon vermemeli ve adsorblanmamalıdır.
- Tanecik şekli ve büyüklüğü düzgün olmalıdır [30].

Kapiler kolonlar (kılcal kolonlar): Genel olarak camdan, paslanmaz çelikten, fused silikadan ve bakırdan yapılabilmektedir. Kapiler kolonlar kompleks karışımların ve izomerlerin ayrımında çok iyi sonuç verirler. Kapiler kolonlar, 0,1-0,5 mm iç çapında, 10-300 metre boyunda olabilir. Kapiler kolonlarda 0,1-1,5 µm kalınlığında uçucu olmayan sıvı tabaka ince bir film halinde kolon çeperlerine emdirilir. Kapiler kolonlar üç tiptedir [30].

1. WCOT (Wall-Coated Open Tubular): Sıvı faz ince film halinde iki ucu açık tüp şeklindeki kolonun çeperlerine kaplanmıştır.
2. SCOT (Support-Coated Open Tubular): Sıvı faz ince film halinde destek katısı üzerine emdirilerek kolona doldurulmuştur.
3. FSOT (Fused-Silica Open Tubular): Kuartz materyalinden yapılmıştır [30].

Kapiler kolon iç çaplarına göre üç gruba ayrılabilir.

1. Mikro çaplı (iç çapı < 0,100 mm)
2. Kapiler (0,53 mm > iç çapı > 0,180 mm)
3. Mega çaplı (iç çapı > 0,53 mm)

Diğer ticari isimler altında pazarlanan kapiler kolonları seçerken apolar sabit fazları daha dengeli olduğu, yüksek ve düşük çalışma sıcaklığının sabit olduğu unutulmamalıdır. Apolar fazlar, polar fazlara göre daha yüksek kolon verimine sahiptir. Apolar fazlar oksitlenmeye karşı daha dayanıklıdır. Genellikle, yanlış depolama ve septum kaçaklarında, kolon yapısı bozulmadığından kullanılabilirliği artmaktadır [30].

Megabor kolonlar: Dolgulu kolonlara alternatif olarak piyasaya çıkartılan bu kolonlar çok saf erimiş silika camından bükülebilir olarak yapılmışlardır ve kolon yüzeyi destek katısı olarak kullanılır. Sabit faz destek yüzeyine kimyasal olarak bağlanmıştır. Bir mikrolitre civarında örnek enjekte edilebilir, dolgulu kolondan daha çabuk ve iyi ayırmayı gerçekleştirirler. Kolonda aktif yüzey bırakılmadığı için piklerde kuyruklanma olmaz. Kolondan kolona ve enjeksiyondan enjeksiyona

tekrarlanabilirliği fazladır. Fakat az miktarda maddeleri ayırabildikleri için kolon çıkışından bileşenleri ayrı ayrı toplama olanağı yoktur. Megabor kolonlarda doğrudan buharlaştırma ve sıcak kolona örnek verme sistemleriyle enjeksiyon yapılabilir [29, 30].

Gaz kromatografisinde esas istenen şey numune bileşenlerinin kolon boyunca buhar fazında ilerlemesidir. Bundan dolayı, kolon sıcaklığının, kaynama noktası en yüksek olan bileşenin taşıyıcı gaz içinde süratle buharlaşmasına imkan verecek kadar yüksek olmalıdır. Eğer kolon sıcaklığı uygun buhar baskısını temin etmek için çok düşükse, numune kolondan geçerken çok yavaş hareket edecek, bu da analiz süresinin uzamasına ve düşük hassasiyete sebep olacaktır. Eğer kolon sıcaklığı çok yüksek olursa numune bileşenlerinin buhar baskısı da çok yüksek olacak, bileşenler arasında uygun bir ayrılma temin etmek mümkün olmayacaktır. Sabit bir kolon sıcaklığında bir bileşiğin alıkonma zamanı veya çıkış zamanı bir numune bileşeninin tanınmasını temin eden özelliktir. Bir bileşiğin alıkonma zamanı sıcaklığın her 1 C° artışında yaklaşık olarak % 5 oranında azalır. Sıcaklığın bileşenin alıkonma zamanına etki yapmasından dolayı, pik yüksekliği de sıcaklık ile değişecektir [29].

Gaz kromatografisinde, kolon yüksek sıcaklıkta tutularak ayrılma işlemi gerçekleştirilip maddeler gaz haline geçirildiğinden, kaynama noktası 500°C'ye kadar olan bileşikler ayrılabilirler. Bunun sebebi de henüz bu sıcaklığa dayanabilecek sabit fazlar geliştirilemediğindendir. Gaz kromatografisi ile sadece molekül kütlesi yaklaşık olarak 500 g/mol'e kadar olan maddeler ayrılabilir [1].

Gaz Kromatografi metodu ile analiz yapmak için gerekli olan nispeten ufak hacimdeki numune birkaç farklı teknikten herhangi biri ile cihaz içine alınabilir. Sıvı numuneler normal olarak lastik bir serum başlığından geçen bir mikro şırınga ile cihaza gönderilebilir. Isıtılmış bir numune girişi kullanılır ve numune ani olarak buharlaştırılır. Numunenin hacmi azaldıkça gaz kromatografi kolonunda ayrılma kabiliyeti artar. Bu husus çok küçük miktarlardaki numunelerin kullanılmasına imkan verir. İç çapı 4-8 mm olan normal bir analitik kolonla 0.5-5 mL'lik bir gaz

numunesi ve 0.02-0.002 mL'lik sıvı numune kullanılması uygundur. Numune miktarı kolon uzunluğunun kare kökü ile orantılı olarak artırılabilir [29].

6.2.2. Dedektörler

Dedektörler, kolondan taşıyıcı gazla birlikte çıkan maddelerin varlığını tespit ederek bu bilgiyi elektrik sinyaline çeviren ve bu maddelerin miktarları hakkında bilgi veren cihazlardır. Bir dedektörün duyarlılığının yüksek ve geniş bir konsantrasyon aralığında doğrusal, her çeşit bileşiğe duyarlı, sağlam ve ucuz olması, gaz akış hızı ve sıcaklık değişimlerinden etkilenmemesi istenir.

En yaygın kullanılan gaz kromatografi dedektörleri şunlardır:

1. Isıl İletken Dedektörü (TCD)
2. Alev İyonlaşma Dedektörü (AİD)
3. Elektron Yakalama Dedektörü (ECD)
4. Azot-Fosfor Dedektörü (NPD)
5. Alev Fotometrik Dedektörü (FPD)
6. Elektrolitik İletken Dedektörü (ELCD)
7. Fotoiyonlaşma Dedektörü (PID)
8. Kütle Seçici Dedektörü (MSD)
9. Kızılötesi Dedektörü (IRD)
10. Atomik Emisyon Dedektörü (AED)
11. Helyum İyonlaşma Dedektörü
12. Redoks Kimyasal Işıma Dedektörü
13. Termiyonik Dedektör

Duyarlılık, seçicilik ve dinamik alan dedektörlerin üç önemli değerlendirme özellikleridir. Duyarlılık, numunenin miktarı ile ilgili, seçicilik, dedektörün ne tür bileşiklere yanıt verebileceği ile ilgili bir ölçüdür. Bazı dedektörler hemen hemen tüm maddeleri ayırt etmesine rağmen, diğerleri ise sadece belirli bazı tür bileşiklere

yanıt verirler. Dinamik alan, dedektörün doğru miktarsal ölçümü verdiği numune derişim bölgesidir [29, 30].

Aşağıda kullandığımız cihazın dedektörü olan Alev İyonlaşma Dedektörü (AİD) hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Alev iyonlaşma dedektörü (AİD)

AİD çok geniş kullanım alanına sahip gaz kromatografi dedektörüdür. Alev iyonlaşma dedektörünün uygulaması kolaydır ve çok çok çeşitli organik bileşikler başarı ile analiz edebilir [29, 30].

Kolondan gelen taşıyıcı gaz, hava ve hidrojen karıştırılarak küçük bir jet ile yakılır. Jetin üzerinde elektrot toplayıcı vardır ve jet ile elektrot arasında yaklaşık 150 voltluk polarlayan gerilim uygulanır. Taşıyıcı gazdaki örnek kolondan ayrılınca alevde yakılarak iyonlaşır ve alevin üzerine yerleştirilen ve doğru akımla beslenen elektrot çiftinden iyonlaşan tanecik miktarıyla orantılı bir akım geçer. Bu akım sabit bir dirençten geçirilir, direncin iki ucu arasındaki potansiyel düşmesi sabit dirençten geçen akım miktarı ile orantılıdır. Bu potansiyel düşmesi elektrometre ile yükseltilip kaydediciye verilir [29, 30].

AİD havaya, suya ve CS₂'ye karşı duyarlı olmadığından geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dedektörün duyarlılığı ve kararlılığı uygun gaz hızlarını seçmekle olur. En uygun değerler taşıyıcı gaz için 30 mL/dakika hava için 300 mL/dakika'dır. Duyarlılığı organik bileşiğin yapısına bağlı olarak 10 ile 100 pikogram arasındadır [30].

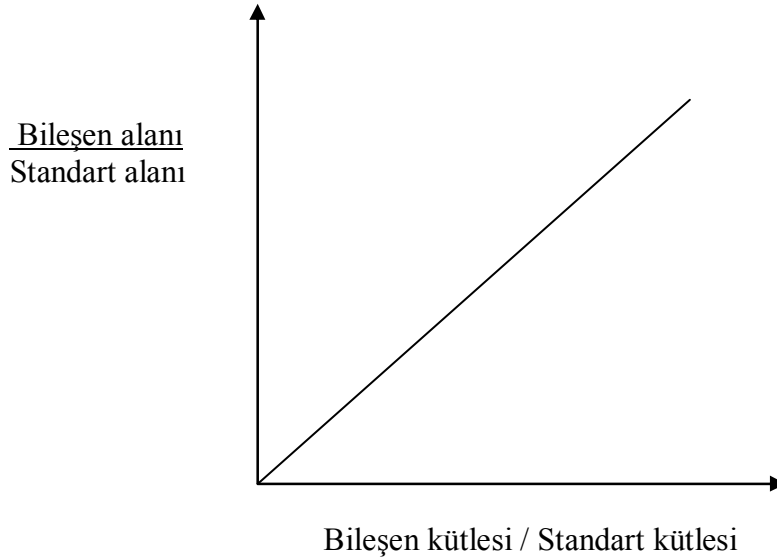
Şekil 6.2. AİD dedektörün şematik gösterimi [30]

Şekil 6.3. AİD dedektörü [30]

6.2.3. İç standart

Analiz sonuçlarındaki hataları azaltmak için iç standart eklenmesi ve miktar tayinlerinde iç standardın pik yüksekliği ve alanının kullanıldığı, bağıl kalibrasyon olarak da bilinen teknik oldukça yaygın kullanım alanına sahiptir. Pik ölçümündeki ayırma faktörlerinden dolayı meydana gelen değişikliklerin etkisi ve sisteme enjekte edilen numune farklılıklarından doğacak hatalar bu teknikle giderilir [30].

Bilinen konsantrasyonda, numune ve yapısal olarak numuneye benzeyen iç standart hazırlanarak kromatogramları alınır. Pik alanları ölçülerek pik alanı oranları, kütle oranlarına karşılık grafiğe geçirilir. Eğer kalibrasyon karışımı uygun şekilde hazırlanmış ise bu grafik merkezden geçen bir doğru olacaktır. Kütlesi tam olarak bilinen standart ve yüzdesi bilinmeyen tartımlı maddenin kromatogramı alınır. Kromatogramdan alan oranları hesaplanır ve kalibrasyon eğrisinden bu alan oranlarına karşılık gelen yüzdeler okunur [30].



Şekil 6.4. Bağıl kalibrasyon eğrisi [30]

İç standardın seçimi pik alanı ve pik yüksekliği yönünden önemlidir, bu nedenle iç standardın şu özelliklere sahip olması gerekir.

1. Analiz edilen maddelerden çok iyi ayrılabilen belirli bir pik vermeli,
2. Tayini yapılacak maddelere yapısal olarak benzemeli,
3. Miktersal tayini yapılacak maddenin pikine yakın çıkmalı,
4. Analizi yapılacak maddede bulunmamalı,
5. Örnekteki bileşenlerle, kolon dolgu maddeleriyle ve taşıyıcı gaz ile reaksiyona girmemeli,
6. Yüksek saflıkta olmalı, kolay temin edilebilmelidir [30].

İç standart tekniğinde, en önemli özellik iç standardın analiz edilecek maddelerden çok iyi ayrılarak boş bir alanda pik vermesidir. Basit karışımlarda bile bunun sağlanması genellikle zordur. İç standart ile nicel tayini yapılacak maddenin yapısal olarak benzemesi iyi bir analiz sonucu elde etme açısından önemlidir. iç standart çözünürlük, dedektör hassasiyeti ve kromatografik parametreler yönünden analizi yapılan bileşiklere benzer. eğer tayini yapılacak bileşiklere benzerlik gösterecek bileşikler yok ise, bu durum daha önce anlatılan esaslar göz önünde bulundurularak, iç standart seçimi iç standart seçimi taşıyıcı faza ve dedektör hassasiyetine bağlı olarak yapılabilir [30].

7. DENEYSEL KISIM

7.1. Materyal ve Yöntem

Deneylede nitel ve nicel tayin amaçlı çalışmalarda yapılmıştır. Bu çalışmalarda GC ve GC/MS cihazları kullanılmıştır.

7.1.1. Gaz kromatografisi / kütle spektrometresi (GC/MS) cihazı

Yapılan bu çalışmada, Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarı Kimyasal İnceleme Şube Müdürlüğü'nde bulunan GC/MS cihazı kuadropollu bir analizör ve Hewlett Packard (HP) 6890 Series GC System HP 6890 MS Seçici dedektörden oluşmaktadır.

GC/MS cihazında kullanılan GC kolonunun özellikleri

Ticari adı	: HP-5 MS HP-122-5532
Sabit faz ve kalınlığı	: Çapraz bağlı % 5 fenilmetilsiloksan, 0,25 µm
Taşıyıcı faz	: Helyum
Çalışma sıcaklığı	: En çok 320 °C
Kolon uzunluğu	: 30 m
Kolon iç çapı	: 0,53 mm

Numunelerin enjeksiyonu için 0,2 µL hassaslığa sahip HP marka Part 5181-1287 numaralı, 10 µL'lik enjektör kullanılmıştır.

7.1.2. Gaz kromatografisi (GC) cihazı

Yapılan bu çalışmada, Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarı Kimyasal İnceleme Şube Müdürlüğü'nde bulunan Thermo Finnigan TRACE marka GC cihazı kullanılmıştır. Gaz kromatografisi dedektörü (AİD) alev iyonlaşma dedektörüdür.

Hidrojen gazı, azot gazı ve kuru hava üretiminde jeneratörler kullanılmıştır. Ayrıca kapiler GC kolonları kullanılmıştır.

GC cihazında kullanılan kolonun özellikleri

Ticari adı	: ZB-5 7HM-G002-11
Sabit faz ve kalınlığı	: % 5-fenil-% 95-dimetilpolisiloksan, 0,25 µm
Taşıyıcı faz	: Azot
Çalışma sıcaklığı	: En çok 370 °C
Kolon uzunluğu	: 30 m
Kolon iç çapı	: 0,32 mm
Faz eşdeğerliği	: DP-5, DB-5MS, HP-5 Trace Analysis, Rtx-5MS, SPB-5, MDN-5, CP-SiL8CB, BP-5, DB-5ht, DB-5.625, MXT-5, GC-5, 007-5, OV-5, SE-52, SE-54, AT-5

Numunelerin enjeksiyonu için 0,2 µL hassaslığa sahip GC-SGE 10 µL enjektör kullanılmıştır.

7.2. Çalışma Şartlarının Belirlenmesi

Çalışma şartları; dedektör sıcaklığı, enjeksiyon bölmesi sıcaklığı, iç standardın türü, kolon türü, taşıyıcı gaz türü, kolon sıcaklık değerleri gibi bir çok önemli parametreden oluşur. Kolon türünün belirlenmesinde Kriminal Polis Laboratuvarlarında yıllardır süregelen çalışmalardan elde edilen sonuçlar dikkate alınmıştır. Çalışma şartları belirlenirken kullanılan sıcaklık değerlerinde, analiz edilecek maddenin içerisinde bulunan safsızlıkların uçuculukları, birbirleriyle, kullanılan iç standartla ve çözücülerle olan etkileşimleri, analiz sonucunda elde edilen piklerin düzgünlüğü ve keskinliği ile analiz süresi dikkate alınmıştır.

Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC/MS)

Dedektör türü : Kütle Seçici Dedektör (kuadropol)

Dedektör sıcaklığı : 280 °C

Kolon türü : Kapiler kolon

Kolon sıcaklığı :

Artış °C/dakika	Başlangıç sıcaklığı °C	Bekleme süresi Dakika
---	80,0	1,00
15,0	150,0	5,00
15,0	280,0	2,00

Enjektör sıcaklığı : 275 °C (bölmesiz)

Enjekte edilen numune hacmi : 1 µL

Taşıyıcı gaz : Helyum

Gaz kromatografisi (GC)

Dedektör türü : Alev İyonlaşma Dedektörü (AİD)

Dedektör sıcaklığı : 275 °C

Kolon türü : Kapiler Kolon

Kolon sıcaklığı :

Artış °C/dakika	Başlangıç sıcaklığı °C	Bekleme süresi dakika
----	150,0	1,00
15,0	180,0	5,00
15,0	275,0	1,00

Enjektör sıcaklığı : 285 °C (bölme oranı [51/34])

Enjekte edilen numune hacmi : 2 µL

Taşıyıcı gaz : Azot

AİD optimum akış hızları	: Hava	: 350 mL/dakika
	H ₂	: 35 mL/dakika
	N ₂	: 30 mL/dakika
İç standart	: % 25 Tetrakosan	(metanol:kloroform [1:1])

7.3. Kimyasal Maddeler, Standartlar ve Tabletler

İç standart olarak kullanılan tetrakosan, çözücü olarak kullanılan metanol ile kloroform Merck firması tarafından üretilmiştir. Amfetamin türevlerinin nicel ve nitel analizlerinde kullanılan standartlar Birleşmiş Milletler tarafından Kriminal Polis Laboratuvarları Daire Başkanlığı'na gönderilmiş maddelerdir. Analizlerde kullanılan tabletler 2005–2006 yıllarında Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarı'na, sorumluluk sahasındaki illerde güvenlik güçleri tarafından yakalanarak gönderilen tabletler arasından alınmıştır.

7.4. Deneysel Çalışmalar

7.4.1. Çözeltilerin hazırlanması

25 mg tetrakosan 50 mL metanol ve 50 mL kloroform karışımında çözülerek % 25'lik tetrakosan iç standart çözeltisi hazırlanmış ve analizler süresince stok çözelti olarak kullanılmak üzere, bozulmaması için +4 °C'daki, soğutucuda muhafaza edilmiştir. Analiz edilecek örnekler hazırlanmadan önce söz konusu çözelti, oda sıcaklığında dengeye gelebilmesi amacıyla analiz ortamında yarım saat bekletilmiştir.

Uyuşturucu standartları ve örnek tabletlerden alınan numuneler, GC/MS cihazında nitel tayinlerinin yapılabilmesi için toz hale getirildikten sonra 1 mg/mL olacak şekilde metanolde çözülmüştür. GC cihazında nicel tayinlerinin yapılabilmesi için ise 1 mg/mL sabit derişimde olacak şekilde tartımları yapıp tetrakosan çözeltisi içerisinde çözülmüştür. Daha sonra her iki çözelti de yarım saat ultrasonik banyoda tutulmuş ve süzülmüştür. Hazırlanan bu çözeltiler bozulmamaları için +4°C'daki

muhafaza edilmiş ve analizlerden önce oda sıcaklığına ulaşabilmeleri için her bir çözelti yarım saat analiz ortamında bekletilmiş ve GC/MS cihazında nitel, GC cihazında nicel analiz amacı için kullanılmıştır.

7.4.2. Kolon sıcaklık programının belirlenmesi

Yaptığımız çalışmanın en önemli kısmını, amfetamin türevlerinin nitel ve nicel analizlerinin yapılabilmesi için GC ve GC/MS cihazlarında kullanılacak olan sıcaklık programlarının belirlenmesi oluşturmuştur. Amfetamin türevlerinin alıkonma zamanları birbirine çok yakın olduğu için bu konuda oldukça hassas davranılması gerekmektedir. Bu nedenle çalışma süresince birden fazla sıcaklık programı oluşturulmuş ve bunların arasından en uygun olanları tespit edilip kullanıma sunulmuştur.

GC-MS cihazı için

GC/MS cihazı yakalanan tabletlerden alınan örneklerin nitel analizinin yapılmasında kullanılmıştır. Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarında yıllardır kullanımı mevcut olan tayin yöntemi üzerinde yapılan bazı iyileştirmeler ile yeni bir sıcaklık programı oluşturulmuştur. Söz konusu mevcut ve önerilen yöntemlerin kolon sıcaklık değerleri Çizelge 7.1’de sunulmuştur.

Her iki yöntemin de başlangıç sıcaklık değerleri aynı olmakla birlikte, sıcaklık artış değerleri ve bu sıcaklıklarda bekleme süreleri birbirlerinden farklıdır. Başlangıç sıcaklığı olarak amfetamin türevlerinin özellikle ekstazinin aktif maddesi olan MDMA’nın nitel olarak belirlenebilmesi için en uygun sıcaklık olan 80 °C seçilmiştir. Mevcut yöntemde bekleme süresi olan 4,0 dakika önerilen yöntemde 1,0 dakikaya düşürülmüştür. Uzun süre beklemenin anlamsız olduğu yapılan çalışmaların sonucunda görülmüştür. Piklerin oluşum sıralaması amfetamin, MA, MDA, MDMA ve MDEA şeklindedir ve ilk 4 dakika içerisinde hiçbir amfetamin türevinin piki gözlenememektedir. Daha sonra 15 °C/dakika’lık artış hızıyla sıcaklık

değeri mevcut yöntemde 210 °C'a çıkarılırken, önerilen yöntemde bu değer 150 °C olarak verilmiş ve 5,0 dakika beklenilmiştir. Bu aralıkta bütün amfetamin türevleri ve ekstazi tamamıyla birbirinden ayrılabilmiştir. Buradaki sıcaklık değerinin daha düşük bir değerde tutulmak istenmesinin amacı hemen hemen 150 °C'de kendini gösteren MDMA pikinin daha keskin ve bölünmeden oluşabilmesidir. Mevcut yöntemle yapılan analizlerde sıcaklık artışı devam ettiği için pik daha yayvan halde olup pik yarılmaması da gözlenmekteydi. Son basamakta hem sıcaklık artış değerinde hem de bekleme süresinde farklılıklar gözlenmektedir. Bu basamakta 150 °C'dan 280 °C gibi yüksek bir sıcaklığa daha az bir artış hızıyla çıkmak ile bu sıcaklık değerlerinde yapıda bulunabilecek olan kafein, parasetamol gibi katkı maddelerinin daha iyi ayrılabilmesinin sağlandığı ve daha düzgün pikler elde edildiği için tercih edilmiştir ve yapıdakiler tamamen ayrıldığı için bekleme süresinin uzun olmasının anlamsız olduğu görülmüştür (EK-1). Önerilen yöntem ile analiz süresinden de tasarruf edilmiştir.

Çizelge 7.1. GC/MS cihazında daha önce kullanılan yöntemin ve önerilen yöntemin karşılaştırılması [31]

Kolon sıcaklık değerleri		Mevcut yöntem	Önerilen yöntem
I. basamak	Başlangıç sıcaklığı, °C	80	80
	Artış değeri, °C/dakika	.....	.....
	Bekleme süresi, dakika	4,0	1,0
II. basamak	Son sıcaklık, °C	210	150
	Artış değeri, °C/dakika	15,0	15,0
	Bekleme süresi, dakika	5,0	5,0
III: basamak	Son sıcaklık, °C	270	280
	Artış değeri, °C/dakika	20,0	15,0
	Bekleme süresi, dakika	5,0	2,0
Analiz süresi, dakika		25,67	21,33

Bilindiği üzere, molekül kütleleri fazla olan maddelerin kolondan ayrılabilmesi için yüksek sıcaklık programları seçilmelidir. Yapılan işlem sonrası kolon sıcaklığı 325 °C'ye çıkarılmış ve yüksek basınçlı akış uygulanarak kolonun tam olarak temizlenmesi sağlanmıştır. Bu program analiz kromatogramlarında görülmemekte, kayıt işlemi bu safhadan önce durdurulmaktadır.

GC cihazı için

GC cihazı yakalanan tabletlerden alınan örneklerin nicel analizinin yapılmasında kullanılmıştır. Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarında 2 yıl öncesine kadar uygulaması yapılamayan nicel analiz, yapılan sıcaklık programı denemelerinden sonra aktif hale getirilmiştir. Bu amaçla en verimli olan iki yöntem ve diğer çalışmaların kendi aralarında yapılan karşılaştırmaları Çizelge 7.2'de sunulmuştur.

Aşağıdaki çizelgeden de görüldüğü üzere yapılan bütün çalışmalarda başlangıç sıcaklık değerleri ve bekleme süreleri birbirlerinden farklıdır. Çalışmalarımızda başlangıç sıcaklığı olarak 110 °C ile 180 °C arasındaki sıcaklık değerleri denenmiştir. Ayrıca bu sıcaklık değerlerinde 1 ile 10 dakika arasında beklemler yapılmıştır. Fakat çalışmalar sonucunda elde edilen kromatogramlar bize sıcaklık değerinin çok düşük olmasının gereksiz olduğunu göstermiştir. Başlangıç sıcaklığının düşüklüğü bize sadece 150 °C'dan sonra gözlenmeye başlayan amfetamin türevleri ile çözücü piklerinin birbirlerinden daha iyi ayrılması gibi bir avantaj sağlayacaktır. Bu da bizi, amfetamin ve türevlerinin yapıdan ayrılabilmesi için gerekli en uygun başlangıç sıcaklık değerlerinin 150 °C ile 180 °C arasında olacağı kanaatine vardırmıştır ve ilk denememizin bize analiz süresini uzatmaktan başka hiçbir avantaj sağlamayacağını göstermiştir. Bu sıcaklık aralığında gözlemlenen pikler sırasıyla d-amfetamin sülfat, MA, MDA, MDMA ve MDEA şeklindedir. Ayrıca elde edilen sonuçlardan ikinci ve üçüncü denemelerimizin MDMA dışındaki amfetamin türevleri için uygun bir teknik olabileceğini göstermiştir. Çünkü özellikle üçüncü denememizde amfetamin türevlerinin birbirinden oldukça iyi ayrıldığı görülmüştür. Bununla birlikte MDMA söz konusu olduğunda, önerdiğimiz iki yöntemin analizler sonucunda yapılan hesaplamaların tutarlılığı ve kararlılığı bakımından diğerlerine göre daha iyi olduğu

Çizelge 7.2. GC cihazında yapılan denemeler ve önerilen iki yöntemin birbiriyle karşılaştırılması [31]

Kolon sıcaklık değerleri		I. Deneme	II. Deneme	III. Deneme	I. önerilen yöntem	II. önerilen yöntem
I. basamak	Başlangıç sıcaklığı, °C	110	120	135	180	150
	Artış değeri, °C/dakika	.....	.....	.....	.....	.....
	Bekleme süresi, dakika	5,0	1,0	1,0	10,0	1,0
II. basamak	Başlangıç sıcaklığı, °C	135	180	180	250	180
	Artış değeri, °C/dakika	10	15	15	15	15
	Bekleme süresi, dakika	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
III. basamak	Başlangıç sıcaklığı, °C	250	250	250	285	275
	Artış değeri, °C/dakika	10	15	15	15	15
	Bekleme süresi, dakika	1,0	2,0	5,0	1,0	1,0
IV. basamak	Başlangıç sıcaklığı, °C	.....	275	275	.....	.....
	Artış değeri, °C/dakika	.....	15	15	.....	.....
	Bekleme süresi, dakika	.....	1,0	1,0	.....	.....
Analiz süresi, dakika		27,0	19,3	21,3	22,35	15,33

görülmüştür. Ancak EK-2’de verilen ilk önerilen yönteme ait kromatogramdan da görüldüğü üzere amfetamin türevleri birbirinden iyi ayrılmasına rağmen, d-amfetamin sülfat ve MA pikleri hem birbirlerine hem de kullanılan çözücü (metanol-kloroform) pikine oldukça yakın çıkmıştır. Bu durum sağlıklı bir nicel analiz yapmak için çok uygun bir durum değildir. Bu amaçla başlangıç sıcaklık değerinin düşürülmesi düşünülmüş ve ikinci önerilen yöntemde görüldüğü gibi 150 °C olmasına karar verilmiştir. Daha sonra 15 °C/dakika ‘lık artış hızıyla sıcaklık 180 °C’a çıkartılır ve 5,0 dakika beklenir. Buradaki bekleme süresi MDMA pikinin rahatlıkla gözlenebilmesinden dolayı kısa tutulmuştur. Bu sıcaklık aralığında bütün amfetamin türevleri ve kafein gibi yardımcı maddeler birbirinden tamamen ayrılabilmiştir. Son olarak 15 °C/dakika ‘lık artış hızıyla sıcaklık ilk yöntemde 285 °C’a ve ikinci yöntemde 275 °C’a çıkartılmış ve 1,0 dakika beklenilmiştir. Bu bölümde de iç standart olarak kullanılan tetrakosan da yapıdan tamamen ayrılmıştır (EK-3). Tetrakosanın 275 °C’dan düşük bir sıcaklıkta yapıdan ayrılmasından dolayı daha yüksek bir son sıcaklık değerinin kullanılmasına gerek duyulmamıştır. Aynı zamanda ikinci yöntem analiz süresinin kısalığı bakımından da bir avantaj sağlamaktadır ki bu bizim için oldukça önemli bir parametredir.

Söz konusu önerilen iki yöntem aynı örnekler kullanılarak denenmiş ve analiz sonuçları arasında mukayese yapıldığında sonuçların birbiriyle aynı olduğu, ikinci önerilen yöntemin kararlılık ve sonuçlardaki tekrarlanabilirlik açısından ilk önerilen yönteme göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Molekül kütleleri fazla olan maddelerin kolondan ayrılabilmesi için yüksek sıcaklık programları seçilmelidir. Yapılan işlem sonrası program ile kolon sıcaklığı 300 °C’a çıkarılmış ve yüksek basınçlı akış uygulanarak kolonun tam olarak temizlenmesi sağlanmıştır. Kayıt işlemi bu safhadan önce durdurulduğundan bu işlem sonrası program, çalışma sıcaklığı bölümünde belirtilen sıcaklık programında ve analiz sonucunda elde edilen kromatogramlarda görülmemektedir.

Her iki cihaz için uygulanan sıcaklık programları arasındaki fark kullanılan kolon türü, taşıyıcı gaz ve sabit faz farklarından kaynaklanmaktadır. Uygulanan her iki

sıcaklık programında da yüksek enjeksiyon (GC için 285 °C, GC/MS için 275 °C) ve dedektör (GC için 275 °C, GC/MS için 280 °C) sıcaklıkları kullanılmıştır. Çünkü seçilen enjeksiyon sıcaklıkları bütün maddelerin kısa sürede buharlaşıp kolondan ayrılacakları en uygun sıcaklıklardır. Dedektör sıcaklıklarının yüksek olmasındaki amaç ise, bu sıcaklıkta kolondan çıkan gaz halindeki maddelerin tekrar sıvılaşmaması için uygun bir sıcaklık olmasıdır.

7.4.3. Taşıyıcı gaz ve akış hızlarının belirlenmesi

Taşıyıcı gaz olarak GC’de azot, GC/MS’de helyum gazları kullanılmıştır. Kapiler kolon için taşıyıcı gazın akış hızı 1 mL/dakika olarak belirlenmiştir. Bu hızların belirlenmesinde, her iki kolonun da kullanma talimatlarında verilen ve taşıyıcı gaza göre seçilmesi gereken akış hız programları ve yıllardır Kriminal Polis Laboratuvarlarında yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar dikkate alınmıştır.

7.4.4. İç standardın seçiminde dikkat edilen noktalar

Tetrakosan $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{CH}_3$ molekül formülüne sahip, 338,66 g/mol molekül kütlesinde, 49 °C’da erime noktasına sahip, kaynama noktası 391 °C’da olan bir hormondur. Bu madde, laboratuvarımızda eroin ve bir takım uyuşturucu maddelerin nicel tayinlerinde iç standart olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, tetrakosanlı metanol ve kloroform karışımının hem çıkan pikin boyu hem de diğer maddelerle herhangi bir etkileşim yapmadığından, en uygun referans maddesi olduğunu göstermiştir. Referans madde, hem RRT (bağıl alıkonma sürelerinin) hesaplanmasında hem de zamanla maddelerin çıkış sürelerindeki sapmaların karşılaştırılmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu maddenin kullanılmasına karar verilirken daha önceden yapılan çalışmalar [1, 17] ve Ankara Kriminal Polis Laboratuvarının çalışmaları dikkate alınmıştır. Daha önceki çalışmalarda iç standart olarak lanestrenol kullanılmıştır [1, 25, 26]. Ancak tetrakosanın, lanestrenol’e göre tarafımızdan önerilen yöntemin sıcaklık programında, örnekler içerisindeki bileşenlerin ayrılması bakımından daha iyi olduğu görülmüştür.

7.5. Analizlerin Yapılması ve Hesaplamalar

Hazırlanan her bir örnek, her iki cihazda da ayrı ayrı analiz edilmiş ve alıkonma süreleri belirlenmiştir. Bu alıkonma sürelerinden, tetrakosan değeri de kullanılarak RRT değerleri hesaplanmış ve istatistiksel değerlendirilmesi yapılmıştır. Hesaplama yöntemi aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\% \text{MDMA}_{\text{NUM}} = \frac{[(m_{\text{STD}}) * (\% \text{MDMA}_{\text{STD}})] * (A_{\text{TETRA-STD}}) * (A_{\text{MDMA NUM}})}{(m_{\text{NUM}}) * (A_{\text{TETRA-NUM}}) * (A_{\text{MDMA STD}})} * 100 \quad (7.1)$$

$\% \text{MDMA}_{\text{NUM}}$	: numunedeki MDMA miktarı (%)
m_{NUM}	: numunenin kütlesi (mg)
$\% \text{MDMA}_{\text{STD}}$	: standardın içindeki MDMA miktarı (%)
m_{STD}	: standardın kütlesi (mg)
$A_{\text{MDMA NUM}}$	: numunedeki MDMA'nın pik alanı
A_{STD}	: standarttaki MDMA'nın ortalama pik alanı
$A_{\text{TETRA NUM}}$	: numunenin kromatogramında tetrakosanın pik alanı
$A_{\text{TETRA STD}}$	: standardın kromatogramında tetrakosanın ortalama pik alanı

$$\text{Aktif madde kütlesi} = (\text{tabletin toplam kütlesi} * \% \text{MDMA}_{\text{NUM}}) / 100 \quad (7.2)$$

2 Numaralı ekstazi tableti için örnek hesaplama

$$\% \text{MDMA}_{\text{NUM}} = \frac{[(m_{\text{STD}}) * (\% \text{MDMA}_{\text{STD}})] * (A_{\text{TETRA-STD}}) * (A_{\text{MDMA NUM}})}{(m_{\text{NUM}}) * (A_{\text{TETRA-NUM}}) * (A_{\text{MDMA STD}})} * 100$$

m_{NUM}	: 1,5 mg
$\% \text{MDMA}_{\text{STD}}$	: % 40
m_{STD}	: 1,4 mg

$A_{\text{MDMA NUM}}$: 133505
 A_{STD} : 184528
 $A_{\text{TETRA NUM}}$: 505536
 $A_{\text{TETRA STD}}$: 447117

$\% \text{ MDMA}_{\text{NUM}} = \% 23,9$

Aktif madde kütlesi = (toplam kütle * $\% \text{ MDMA}_{\text{NUM}}$) / 100
 = (280mg * 23,9) / 100
 = 66,92 mg

Standart numune için standart sapma ve % hata hesaplanması

Oluşturulan yöntemin doğruluğunu ispatlayabilmek için standart numune için elde edilen analiz sonuçlarından faydalanarak ortalama %, standart sapma, % hata değerleri hesaplanmıştır ve sonuçlar Çizelge 7.3'te verilmiştir. Çizelge 7.3'te görülen A1, A2, A3 ibareleri standart numunelerin üç farklı okumasını karşılık gelmektedir.

Çizelge7.3. Standart numunede MDMA için istatistiksel değerlendirme (n= 3) [31]

Numune	Konan miktar %(m/m)	Bulunan miktar %(m/m)	Ortalama % (m/m)	Standart sapma, s	%90 GS $\bar{x} + (t * s) / N^{1/2}$	% bağlı hata
A1	0,560	0,545	0,560	0,015	0,560±0,025	- 2,75
A2	0,560	0,564				0.71
A3	0,560	0,569				1,58

8. DENEYSEL SONUÇLAR

Analizlerde kullanılan Diyarbakır ili ve çevresinde yakalanan tabletlerin fiziksel özellikleri Çizelge 8.1’de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Analizlerde kullanılan tabletlerin fiziksel özellikleri [31]

Sıra no	Renk	Sembol	Şekil	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Kütle (mg)
1	Açık yeşil	Kelebek	Yuvarlak	7,62	4,87	310
2	Beyaz	Armani 01	Yuvarlak	8,56	3,69	280
3	Beyaz	Bulldog	Yuvarlak	8,18	3,94	230
4	Koyu sarı	Fil	Yuvarlak	8,04	4,48	260
5	Beyaz	Bulldog	Yuvarlak	8,21	4,06	220
6	Beyaz	İki kiraz	Yuvarlak	9,05	3,40	270
7	Koyu sarı	Fil	Yuvarlak	8,03	4,97	300
8	Beyaz	İki kiraz	Yuvarlak	-----	-----	230
9	Beyaz benekli gülkurusu	Mickey mouse	Yuvarlak	7,08	4,98	240
10	Beyaz	Yıldız	Yuvarlak	7,21	4,06	200
11	Gülkurusu	Mitsubishi	Yuvarlak	9,12	3,50	260
12	Turuncu	-----	Kalp	-----	4,88	230
13	Beyaz	Armani 01	Yuvarlak	8,68	3,96	280
14	Beyaz	İki kiraz	Yuvarlak	9,04	3,35	270
15	Koyu kirli sarı	-----	Kalp	-----	5,28	240
16	Gülkurusu	-----	Kalp	-----	5,98	320
17	Beyaz	-----	Kalp dışa bombeli	-----	5,61	210
18	Pembe	V2	Yuvarlak	8,13	3,84	220
19	Beyaz	Kalp	Yuvarlak	8,15	3,92	250
20	Açık sarı	007	Yuvarlak	8,14	3,52	240
21	Koyu sarı	Fil	Yuvarlak	8,04	4,76	280
22	Gülkurusu	Kanguru	Yuvarlak	8,00	3,98	320
23	Beyaz	-----	Kalp dışa bombeli	-----	5,17	280
24	Beyaz	Kartal	Yuvarlak	8,06	4,04	240
25	Yavruağzı yanmış	İç içe geçmiş C	Yuvarlak	8,11	3,62	160
26	Koyu sarı	Fil	Yuvarlak	8,03	5,12	320
27	Beyaz	Kanguru	Yuvarlak	8,05	3,98	240
28	Turuncu	Mitsubishi	Yuvarlak	8,95	4,22	390
29	Şeker pembe	Mitsubishi	Yuvarlak	8,94	3,46	280

Çizelge 8.1.(Devam) Analizlerde kullanılan tabletlerin fiziksel özellikleri [31]

Sıra no	Renk	Sembol	Şekil	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Kütle (mg)
30	Turuncu	Mitsubishi	Yuvarlak	9,06	4,91	400
31	Koyu pembe	V2	Yuvarlak	8,09	3,54	230
32	Turuncu	Mitsubishi	Yuvarlak	9,02	5,00	420
33	Beyaz	Armani 02	Yuvarlak	6,95	3,96	160
34	Pembe	Kanguru	Yuvarlak	8,19	4,56	250
35	Sarı	Kuş	Yuvarlak	8,10	4,25	250
36	Gülkurusu	Mitsubishi	Yuvarlak	9,23	3,42	260
37	Beyaz	Timsah	Yuvarlak	8,02	3,96	240
38	Beyaz	-----	Kalp	-----	3,59	280
39	Beyaz	Kartal	Yuvarlak	8,60	4,28	230
40	Açık sarı	\$	Yuvarlak	9,05	4,25	300
41	Beyaz kırmızı benekli	Pembe panter	Yuvarlak	8,05	3,60	290
42	Beyaz	Palmiye	Yuvarlak	7,99	3,76	250
43	Beyaz	Mitsubishi	Yuvarlak	8,92	3,69	310
44	Beyaz	El	Yuvarlak	8,51	4,67	320
45	Beyaz	İç içe geçmiş yıldız	Yuvarlak	8,43	4,75	330
46	Beyaz	Kanguru	Yuvarlak	8,20	4,62	260
47	Sarı	Ayıcık	Yuvarlak	9,01	3,42	260
48	Beyaz	Snoopy	Yuvarlak	7,86	5,02	210
49	Beyaz	Mickey mouse	Yuvarlak	7,60	4,06	200
50	Beyaz	HD	Yuvarlak	6,98	5,67	230
51	Beyaz	Ördek	Yuvarlak	6,95	5,46	190
52	Beyaz	Mitsubishi	Yuvarlak	9,15	3,46	270

Yapılan fiziksel incelemeler çalışılan tabletlerin renk, üzerinde bulunan logo, şekil, çap, kalınlık ve kütle bakımından birbirinden farklı olduğunu göstermiştir.

Çalışılan tabletlerin nitel ve nicel analizleri sonucunda elde edilen veriler Çizelge 8.2’de sunulmuştur.

Çizelge 8.2. Tabletlerin GC/MS ve GC sonuçları (n=3) [31]

Sıra no	GC/MS Nitel sonuçları	GC MDMA pik alanı	GC tetrakosan pik alanı	% MDMA	GC Kullanılan madde miktarı (mg)
A1	MDMA	170792	426244	40 ± 0,02	1,4
A2	MDMA	185069	444512	40 ± 0,02	1,4
A3	MDMA	197724	470594	40 ± 0,02	1,4
1	Kafein	-----	-----	-----	-----
2	MDMA	133505	505536	23,67 ± 0,39	1,5
3	Amfetamin, MDMA	149579	465105	29,17 ± 0,39	1,5
4	MA, MDMA	237926	454745	51,11 ± 1,19	1,4
5	MDMA	157221	453944	36,19 ± 0,41	1,3
6	MDMA	193740	464244	43,51 ± 0,91	1,3
7	MA, MDMA	216077	479260	43,87 ± 0,23	1,4
8	MDMA	205652	504017	46,17 ± 0,31	1,2
9	MDMA	117368	421645	25,17 ± 0,71	1,5
10	Parasetamol, Kafein	-----	-----	-----	-----
11	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
12	MDMA	150683	430250	39,46 ± 0,71	1,2
13	MDMA	120713	427487	31,98 ± 0,56	1,2
14	MDMA	151295	430319	31,99 ± 0,31	1,5
15	MDMA	126381	429200	26,76 ± 0,18	1,5
16	MDMA	247314	435681	59,17 ± 0,61	1,3
17	Parasetamol, Kafein	-----	-----	-----	-----
18	MDMA	191343	425355	32,87 ± 0,46	1,5
19	MA, MDMA	171843	428255	36,44 ± 0,17	1,5
20	MDMA	126098	453247	31,33 ± 0,48	1,2
21	MA, MDMA	223410	449381	48,35 ± 0,20	1,4
22	MDMA	197460	484346	46,24 ± 0,20	1,2
23	Amfetamin, MDMA	316629	420702	63,84 ± 0,41	1,6
24	MDMA	326271	444155	66,63 ± 0,18	1,5
25	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	--
26	MA, MDMA	183171	467002	33,35 ± 0,11	1,6
27	MDMA	187838	454096	37,51 ± 0,11	1,5

Çizelge 8.2. (Devam) Tabletlerin GC/MS ve GC sonuçları (n=3) [31]

Sıra no	GC/MS Nitel sonuçları	GC MDMA pik alanı	GC tetrakosan pik alanı	% MDMA	GC Kullanılan madde miktarı (mg)
28	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
29	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
30	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
31	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
32	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
33	MDMA	254180	471306	48,96 ± 0,28	1,5
34	MA, MDMA	197862	444356	40,42 ± 0,16	1,5
35	MDMA	223381	446347	42,54 ± 0,11	1,6
36	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
37	MDMA	196049	455522	41,84 ± 0,15	1,4
38	MDMA	138914	453974	34,67 ± 0,10	1,2
39	MDMA	271622	454274	50,87 ± 0,31	1,6
40	MDMA	588733	991212	62,20 ± 0,25	1,3
41	MDMA	276204	466642	61,97 ± 0,30	1,3
42	MDMA	179426	482899	18,28 ± 0,38	2,8
43	Amfetamin, Kafein	-----	-----	-----	-----
44	MDMA	204721	467750	45,83 ± 0,41	1,3
45	Amfetamin, MDMA	123767	497353	26,04 ± 0,13	1,3
46	MDMA	220672	481776	44,44 ± 0,21	1,4
47	Parasetamol, Kafein	-----	-----	-----	-----
48	MDMA	221140	452406	44,25 ± 0,13	1,5
49	MDMA	203795	430971	42,79 ± 0,21	1,5
50	MDMA	208285	459086	44,03 ± 0,15	1,4
51	MDMA	211797	454663	42,19 ± 0,10	1,5
52	MDMA	345300	465910	83,85 ± 0,18	1,2

Analizlerden elde edilen sonuçlar aynı şekil ve renkte olanların, aynı logo ve boyutlara sahip olan tabletlerin kimyasal içeriklerinin birbirinden farklı olabileceğini göstermiştir. “A1, A2 ve A3” olarak adlandırılan numuneler standart numune madde ile elde edilen sonuçlardır. Söz konusu numune nicel analiz sırasında üç kez analiz edilmiş ve bu değerler doğrultusunda diğer numunelerin değerlerinin hesaplanmasında yararlanılacak kalibrasyon grafiği (EK 4-5) oluşturulmuş ve yöntemin istatistiksel analizi yapılmıştır (Çizelge 7.3).

Çalışılan tabletlerin analizlerden elde edilen sonuçlar ışığında kimyasal içerikleri bakımından yüzdelik dağılımları Çizelge 8.3’te verilmiştir.

Çizelge 8.3. Çalışılan tabletlerin kimyasal içeriklerine göre % dağılımı (52 adet tablet) [31]

Kimyasal İçerik	Numune Sayısı	% Oran
MDMA	30	57,69
MA, MDMA	6	11,54
Amfetamin, MDMA	3	5,77
Amfetamin, Kafein	9	17,3
Parasetamol, Kafein	3	5,77
kafein	1	1,93

Çalışılan tabletlerin büyük çoğunluğunun MDMA aktif maddesini içeren ekstazi tabletleri olduğu görülmekle birlikte amfetamin, MA, kafein ve parasetamol gibi kimyasal maddeleri içeren sahte ekstazi tabletleri de olduğu görülmüştür.

Çalışılan tabletlerin içerdikleri % MDMA oranlarına göre dağılımı Çizelge 8.4’te verilmiştir.

Çizelge 8.4. Çalışılan tabletlerin içerdikleri %MDMA oranlarına göre dağılımı (39 tablet) [31]

% MDMA İçerik Aralığı	% Sınır Değerler	Aralığa Giren Numune Sayısı	% Oranı
10-30	18,02-29,11	6	15,4
30-40	31,48-39,63	10	25,6
40-50	40,31-48,82	15	38,5
50-60	50,74-59,29	3	7,7
60-70	61,83-66,50	4	10,3
80 ve üzeri	83,87	1	2,6

Çalışılan tabletlerdeki en düşük MDMA içeriğinin % 18,02 olduğu, tabletlerin genellikle % 30-50 oranında MDMA içeren tabletler olduğu ve en yüksek MDMA içeriğinin % 83,87 olduğu görülmüştür.

Çalışılan tabletlerin renklerine göre % dağılımı Çizelge 8.5'te verilmiştir.

Çizelge 8.5. Tabletlerin renklerine göre % dağılım oranı (52 tablet) [31]

Tabletin Rengi	Numune Sayısı	% Dağılım
Beyaz	27	51,92
Sarı	9	17,31
Gülkurusu	5	9,62
Pembe	4	7,69
Diğerleri	7	13,46

Çalışılan tabletlerin çoğunluğunun beyaz renkte olduğu görülmüştür. Bunun dışında sık rastlanan renkler arasında sarı ve pembe yer almaktadır. Ayrıca gülkurusu, yeşil, mavi, turuncu gibi renkteki tabletlere de rastlamak mümkündür.

Çalışılan tabletlerin logo ve şekillerine göre % dağılımı Çizelge 8.6'da sunulmuştur.

Çizelge 8.6. Tabletlerin logo ve şekillerine göre % dağılım oranı (52 adet tablet) [31]

Tabletin Logosu ve Şekli	Numune Sayısı	% Dağılım
Mitsubishi Yuvarlak	8	15,38
Armani 01 Yuvarlak	4	7,69
Fil Yuvarlak	4	7,69
İki Kiraz	3	5,77
Kalp Şekli	6	11,54
Diğerleri	27	51,93

Çalışılan tabletlerin yapılan fiziksel incelemelerinde tabletlerin genellikle “Mitsubishi, fil, iki kiraz, kalp” logolu, yuvarlak tabletler olduğu ya da logosuz kalp şekilli tabletler olduğu görülmüştür. Bunun yanında “armani 02, kelebek, Snoopy, Mickey Mouse, Pembe Panter, ayıcık, palmiye, el, \$...” gibi diğer logolu ve farklı geometrik şekillere sahip tabletlere de rastlamak mümkündür. Bunlar Çizelge 8.6’da diğerleri (27 adet) şeklinde sunulmuştur. Bu durum da bize bu tip uyuşturucu maddelerin belirli bir şekil standardının olmadığını ve şekline bakarak bir yorum yapılamayacağını göstermektedir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Ekstazi türü tabletlerdeki amfetamin türevlerinin GC/MS cihazı ile nitel, GC cihazı ile nicel olarak analiz edilebilmesi için en uygun deneysel şartlar belirlenmiştir (Çizelge 7.1-7.2).

2. Ekstazi tabletlerinin üretim kaynaklarının belirlenmesinde renk, şekil, logo, ebat ve ağırlık gibi kriterlerin kullanılması düşünülmüş ancak bunların belirleyici olma konusunda yetersiz olduğu görülmüştür. Bu kriterler sadece asıl belirleyici yöntemler için bütünleyici ve yardımcı özellik gösterebilir. Ayrıca, kanun dışı olarak yapılan bir üretimin standart özellikler taşımayacağı unutulmamalıdır. Zaten yapılan çalışmada da, aynı renk, şekil, logo, ebat ve ağırlıkta olan birçok tabletin kimyasal içerikleri yönüyle birbirlerinden farklı oldukları görülmüştür.

3. Farklı yer ve zamanlarda ele geçirilmiş olan 52 adet ekstazi tableti çalışmamız süresince incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda bu tabletlerle ilgili şu sonuçlar elde edilmiştir:

- a. 2, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 51 ve 52 numaralı tabletlerin sadece MDMA içerdiği
- b. 4, 7, 19, 21, 26 ve 34 numaralı tabletlerin MA ve MDMA içerdiği
- c. 3, 23 ve 45 numaralı tabletlerin amfetamin ve MDMA içerdiği
- d. 11, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 36 ve 43 numaralı tabletlerin amfetamin ve kafein içerdiği
- e. 10, 17 ve 47 numaralı tabletlerin parasetamol ve kafein içerdiği
- f. 1 numaralı tabletin ise sadece kafein içerdiği analizler sonucunda tespit edilmiştir.
- g. 4, 7, 21 ve 26 numaralı tabletlerin, 6, 8 ve 14 numaralı tabletlerin ve 27 ile 46 numaralı tabletlerin hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerinin benzer olması bakımından kendi aralarında aynı kaynaktan elde edildikleri tahmin edilmektedir.

4. Kullanımdaki yöntemin sıcaklık programı üzerinde bazı modifikasyonlar yapılarak diğer amfetamin türevlerinin (amfetamin, MA, MDA, MDEA vb.) de nicel tayinlerinin yapılması mümkün olabilir. Bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

5. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ve oluşturulan optimum analiz koşulları aracılığıyla, bundan sonra ele geçirilecek ekstazi ve benzeri tabletlerin hızlı ve doğru bir şekilde analizlerinin yapılarak verilerin toplanması ve bu verilerle oluşturulacak bir veri bankasının Türkiye ve hatta içerisinde bulunduğu bölgeyi de kapsayacak şekilde oluşturulması ve bilgilerin burada değerlendirilmesi yoluyla uyuşturucunun menşei ve ticari yolu ile ilgili sonuçlara hızla ulaşılmasının sağlanması önerilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Gökçe E., “Ekstazi Örneklerinin Bileşimlerinin İncelenmesi ve Kaynakları Ortak Olanların Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-60, (2001)
2. Bayer M., “Olay Yeri İncelenme Kriminal Laboratuvar Analizleri”, **Songür Yayıncılık – Eğitim Hizmetleri Ticaret**, Ankara, 125-150, Ocak 2003
3. Bora T., “Kromatografik Ve Spektroskopik Yöntemlerle Yasadışı Eroinlerin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Diyarbakır, 1-7, (2001)
4. “Türkiye’de Sağlık Hizmetleri, Eğitim ve Toplumsal Girişimle Madde Kullanımının Önlenmesi”, “Madde Kullanımı Üzerine Ulusal Değerlendirme Çalışması (Altı büyük şehirden elde edilen sonuçlar)”, **Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç Ofisi**, Ankara, 1-105, (2004)
5. Güleri A., “Özel Güvenlik Temel Eğitim Kitabı”, **Söz Kesen Matbaacılık**, Ankara, Ocak, 527-528, (2005)
6. internet: MDMA. <http://www.erowid.org/chemicals/mdma/mdma.shtml>, (2005)
7. internet: MDMA (ECSTASY) Abuse. <http://www.drugabuse.gov/ResearchReports/MDMA/>, (2005)
8. internet: Beck E. Jerome, “MDMA”, School of Public Health, Berkeley, CA, **Institute of Scientific Analysis**, April 1987, www.erowid.org/chemicals/mdma/mdma_info6.shtml, (2005)
9. internet: “MDMA (Ekstazi)”, National Institute on Drug Abuse, National Institutes of Health, U. S. Department of Health&Human Services, www.drugabuse.gov, (2005)
10. Bora T., “Çağın Korkulu Rüyası: Uyuşturucu Madde ve Uyuşturucu Madde Bağımlılığı”, **Türkiye Polis Dergisi**, Ağustos, 24-25, (2003)
11. internet: MDMA. www.dea.gov, (2004)
12. internet: MDMA, Tetracosane. <http://en.wikipedia.org>, (2006)
13. internet: The Neurobiology of Ecstasy (MDMA). www.drugabuse.gov/pubs/teaching/teaching4/Teaching.html, (2005)
14. Lim M., Ng K. H. and Lee T. K., “Abuse of amphetamine type stimulants in Singapore”, **HSA Report**, Singapore, 35-36, (2002)

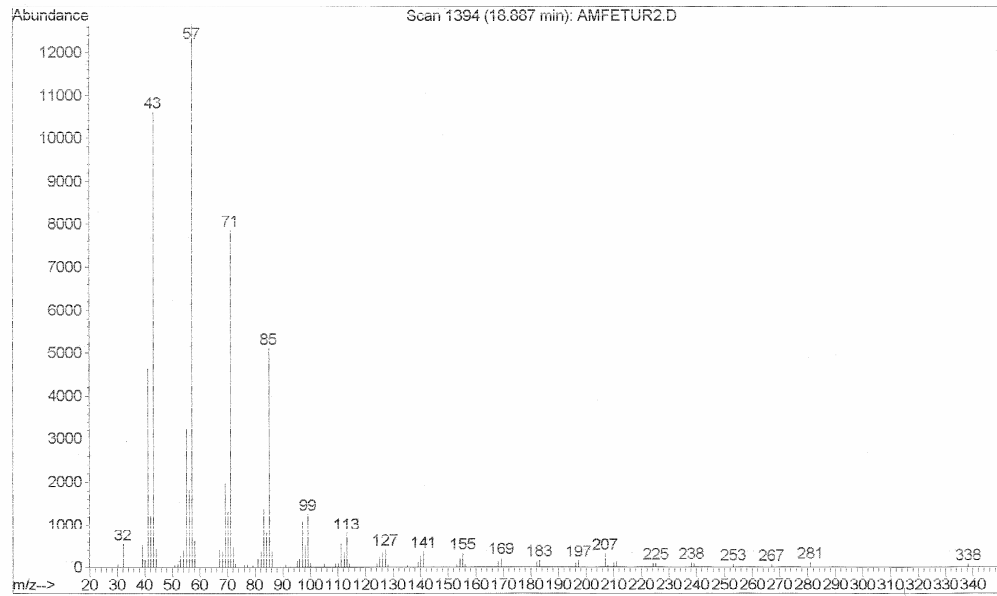
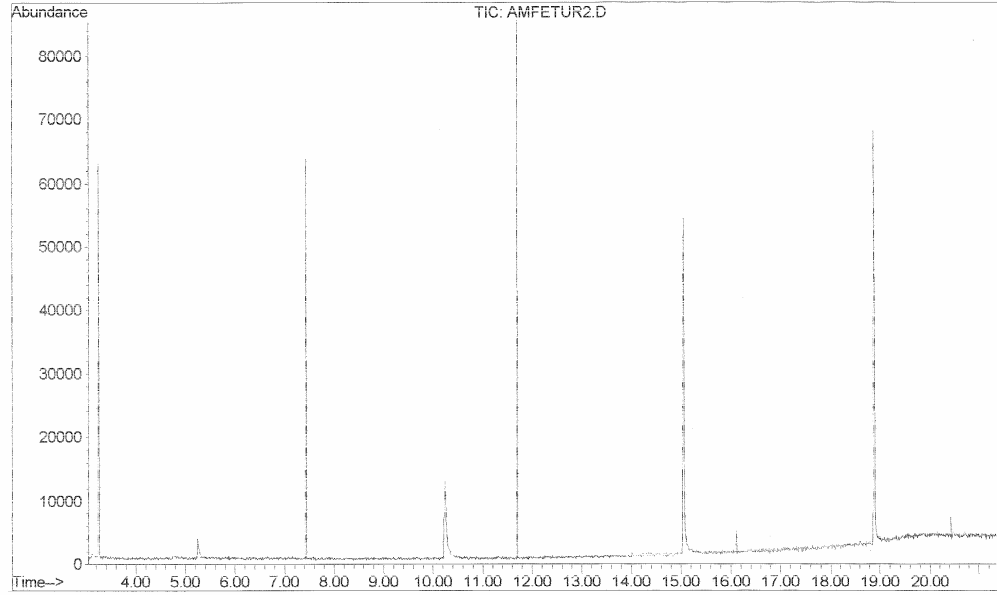
15. Seven E., Bora T., Çavuş M., İnceoğlu D. N., Azak Ö. E., "Characterization and comparison of illicit drugs containing amphetamine and its derivatives commonly Encountered in Turkey", **CPL Report**, Ankara, 25-29, (1995)
16. Huges Robert O., Bronner William E., Smith Michael L., "Detection of amphetamine and metamphetamine in urine by gas chromatography/ mass spectrometry following derivatization with (-)-menthy chloroformate", **Journal of Analytical Toxicology**, 15: 250- 259, (1991)
17. Lim H.K., Su Z., Foltz Rl, "Stereoselective deposition of metamphetamine and 3 of its metabolites by gas chromatography electron capture negative- ion chemical ionization mass spectrometry", **Biological Mass Spectrometry**, 22: 403-411, (1993)
18. Hegadoren K. M., Baker G.B., Coutts RT, "The simultaneous separation and quantitation of the enantiomers of MDMA and MDA using gas chromatography with nitrogen – phosphorus detection", **Research Communications in Substance of Abuse**, 67: 78, (1993)
19. Tanaka K., Ohmori T., Inove T., "Impurity profiling analysis of illicit metamphetamine by capillary gas chromatography", **Journal of Forensic Sciences**, 39: 500- 511, (1994)
20. Wang S.M., Ling Y.C., Giang Y.S., "Headspace sampling and gas chromatographic mass spectrometric determination of amphetamine and metamphetamine", **Journal of Chromatography**, 715: 325-331, (1995)
21. Rop P.P., Grimaldi F., Salmon T., "On the analysis of MDMA and MDEA", **Analysis**, 23: 1- 6, (1995)
22. Katagi M., Nishioka H., Nakajima K., "Direct high – performance liquid chromatographic and HPLC thermospray mass spectrometric determination of metamphetamine and amphetamine in human urine", **Journal of Chromatography B- Biomedical Applications**, 676: 35- 43, (1996)
23. Ramos O., Deborah K. Hanh, "Microgram", **FCI Report**, USA., 280, (2001)
24. Fang Ching, Chung Yu-Lin, Liu Ju-Tsung, Lin Cheng- Huang, "Rapid analysis of 3,4-methylenedioxymethamphetamine: a comparison of nonaqueous capillary electrophoresis/fluorescence detection with GC/MS", **Forensic Science International**, 142: 148, (2002)
25. Hasdemir E., Yaşar A., Ertan N., Aslım H., "Gaz kromatografik metotla eroin tayini", **Journal of Science of Gazi University**, Ankara, 9(2): 293-302, (1996)

26. Hasdemir E., Özaydın H., “Bazı uyuşturucu maddelerin gaz kromatografik metotla tayini”, *Journal of Science of Gazi University*, Ankara, 14(1): 71-78, (2001)
27. Sadeghipour F., Giroud C., Rivier L. ve Veuthey J. -L., “Rapid determination of amphetamines by high-performance liquid chromatography with UV detection”, *Journal of ChromatographyA*, 761: 71-78, (1997)
28. internet: Douglas F., “GC/MS Analysis”, Scientific Testimony An Online Journal, www.scientific.org/tutorials/articles/gcms.html, (2006)
29. Orhun F., “Gaz kromatografisi, taşıyıcı gazın akış hızının tesirleri üzerinde tecrübi araştırmalar ve metodun Türkiye'deki bazı tabii gazların hidrokarbon analizlerine tatbiki”, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü*, Ankara, 143-177, (1968)
30. Aslın H., “Eroin numunelerinin gaz kromatografi yöntemi ile tayini”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 14-24, (1995)
31. Sümengen Ş., Arşivinden, (2005-2006)

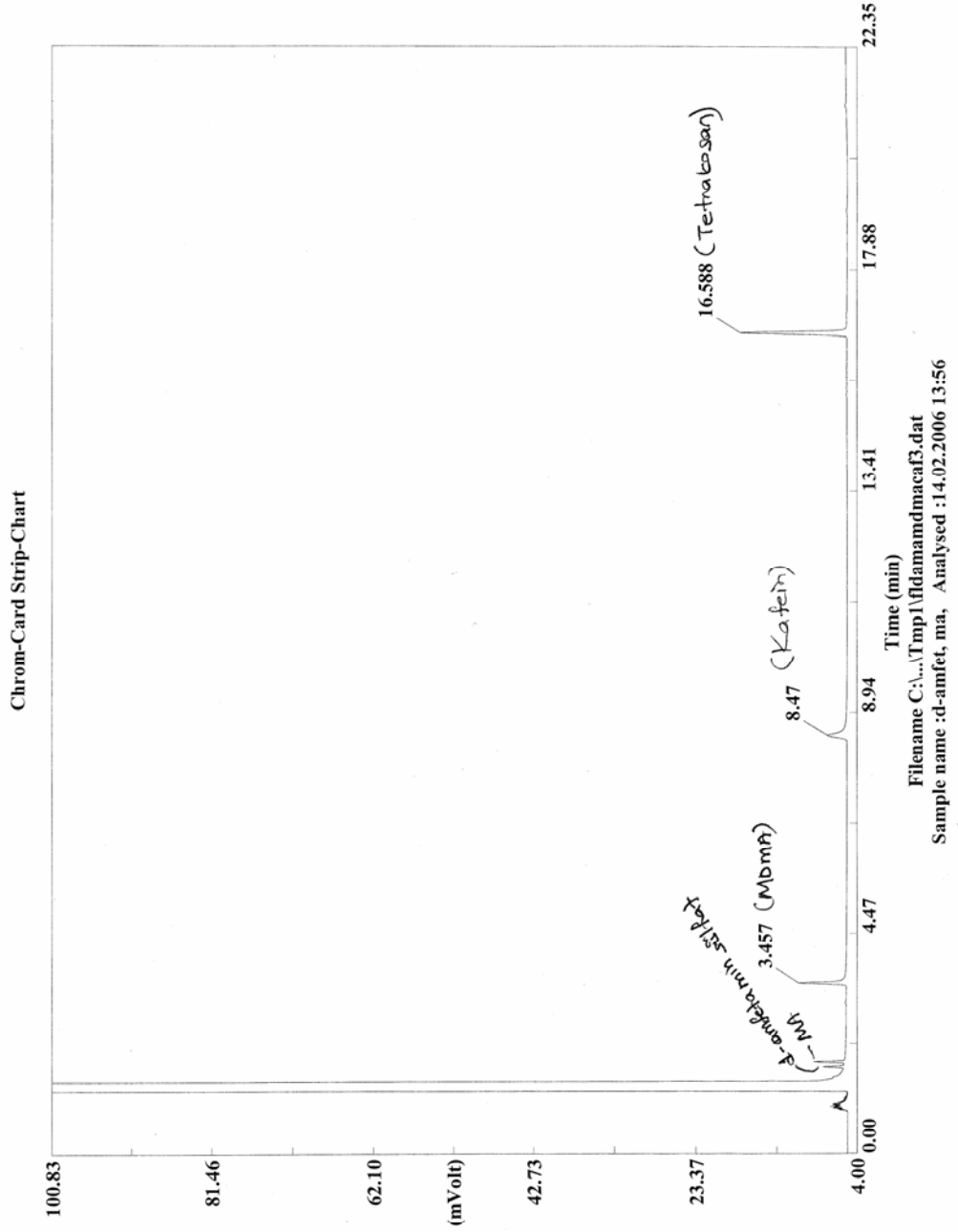
EKLER

EK-1. GC/MS Cihazında çok bileşenli örneğin ayrımı

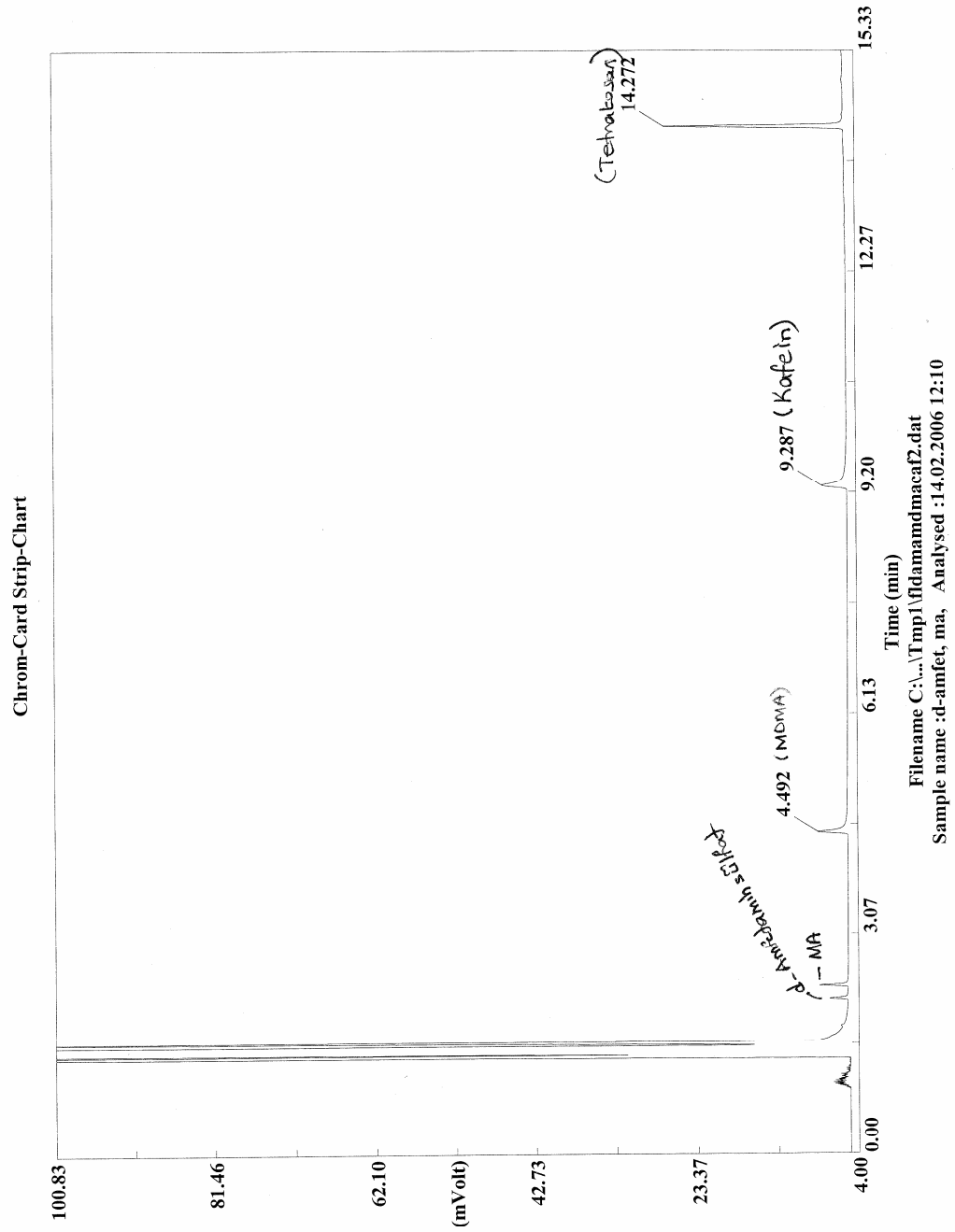
File : C:\HPCHEM\1\DATA\AMFETUR2.D
Operator : 95
Acquired : 14 Feb 06 12:02 using AcqMethod EROTIN2
Instrument : GC/MS Ins
Sample Name: d-amfet,ma,mdma,caffein tetracosan 2
Misc Info : d-amfet,ma,mdma,caffein tetracosan 2
Vial Number: 1



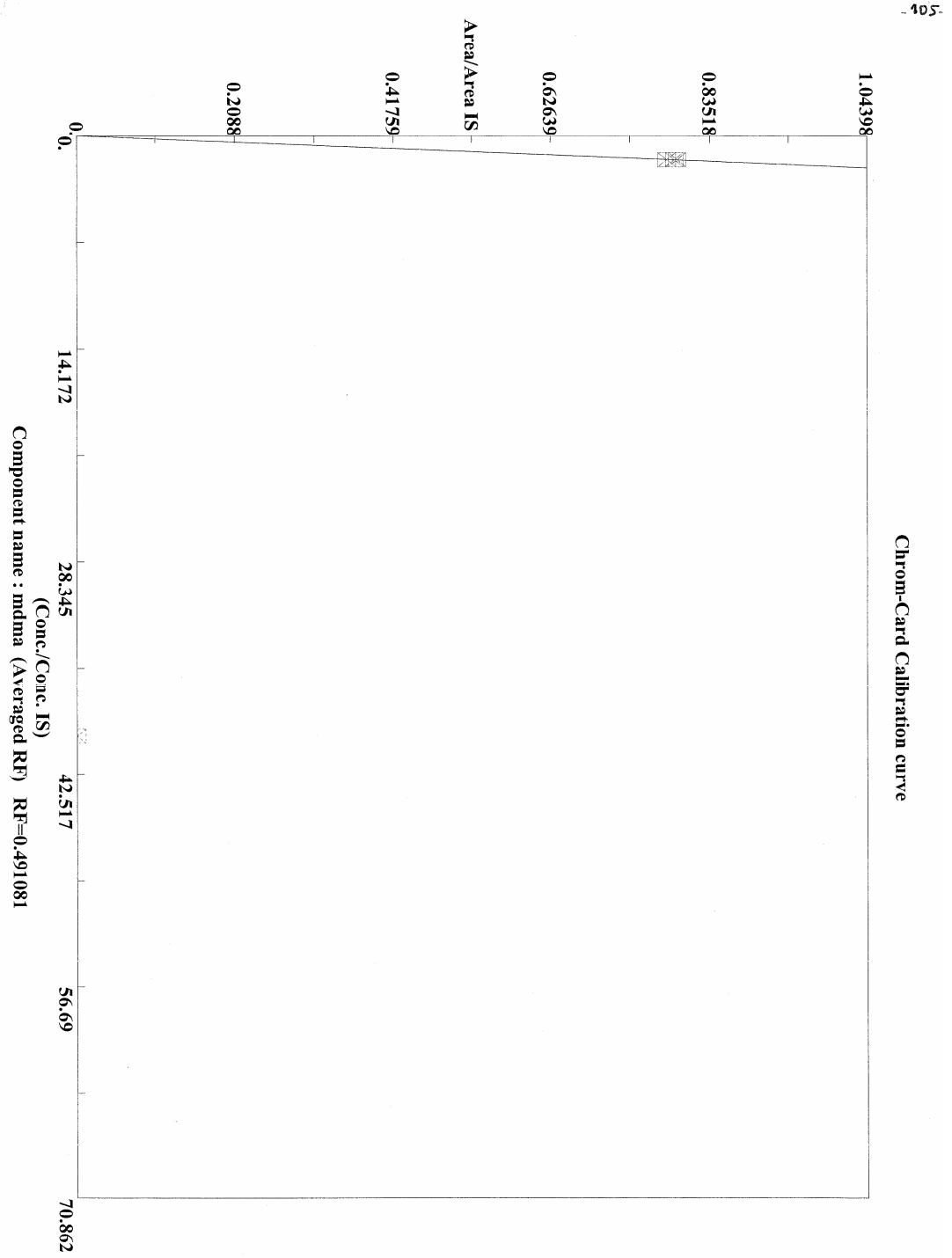
EK-2. 1. Metotla çok bileşenli örneğin ayrımı



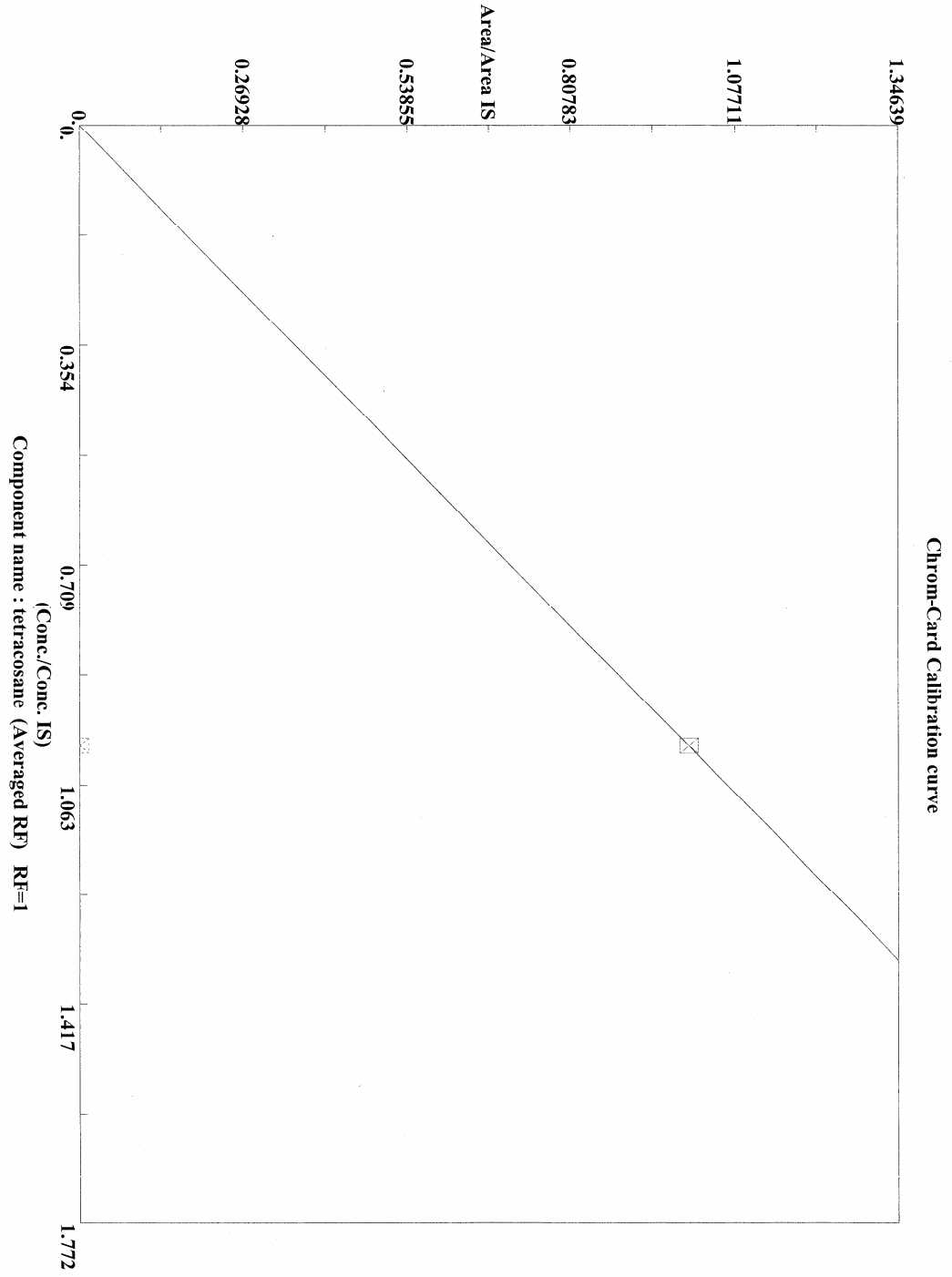
EK-3. 2. Metotla çok bileşenli örneğin ayrımı



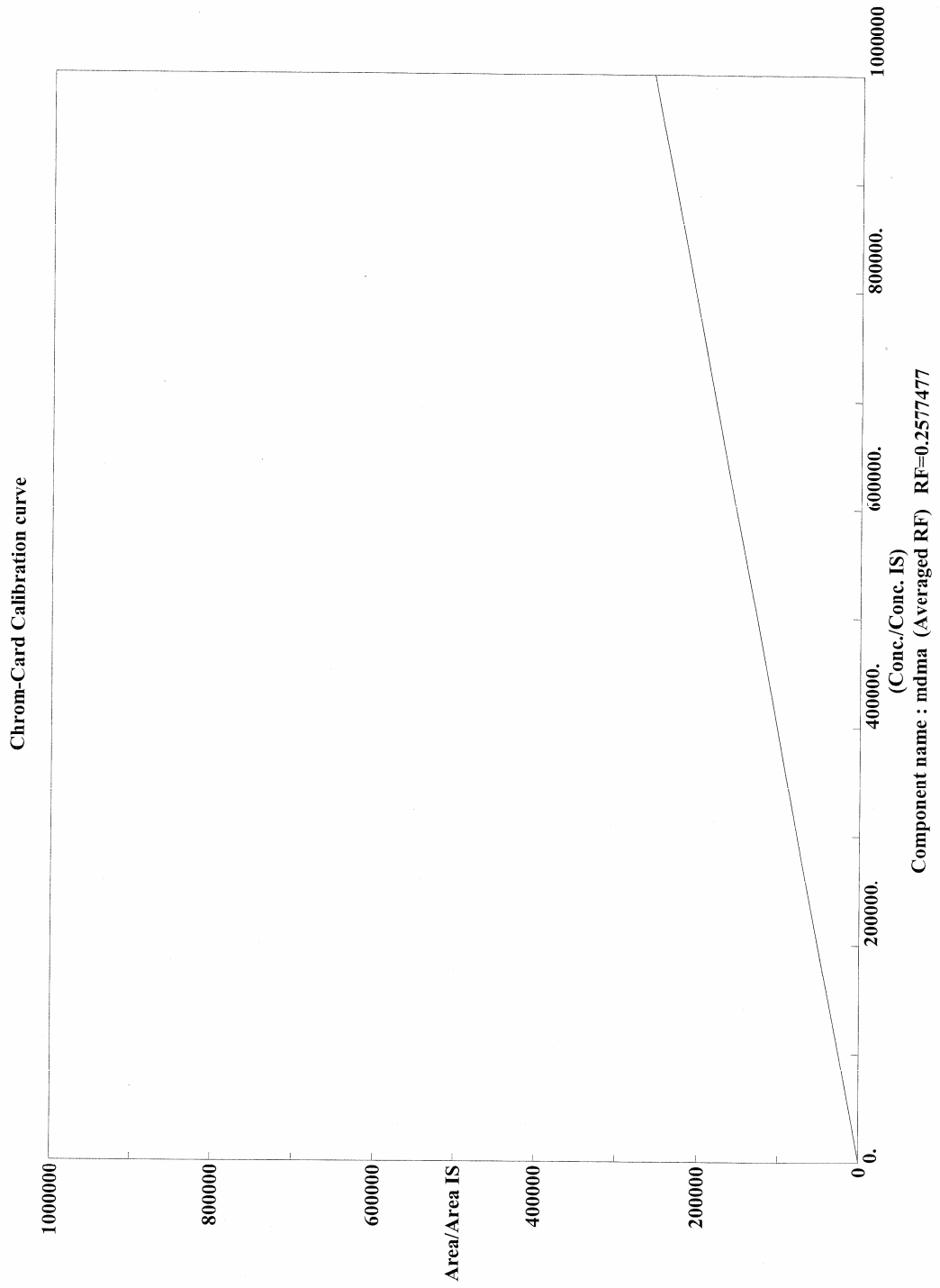
EK-4. GC Cihazında oluşturulan ilk yöntemin kalibrasyon grafiği



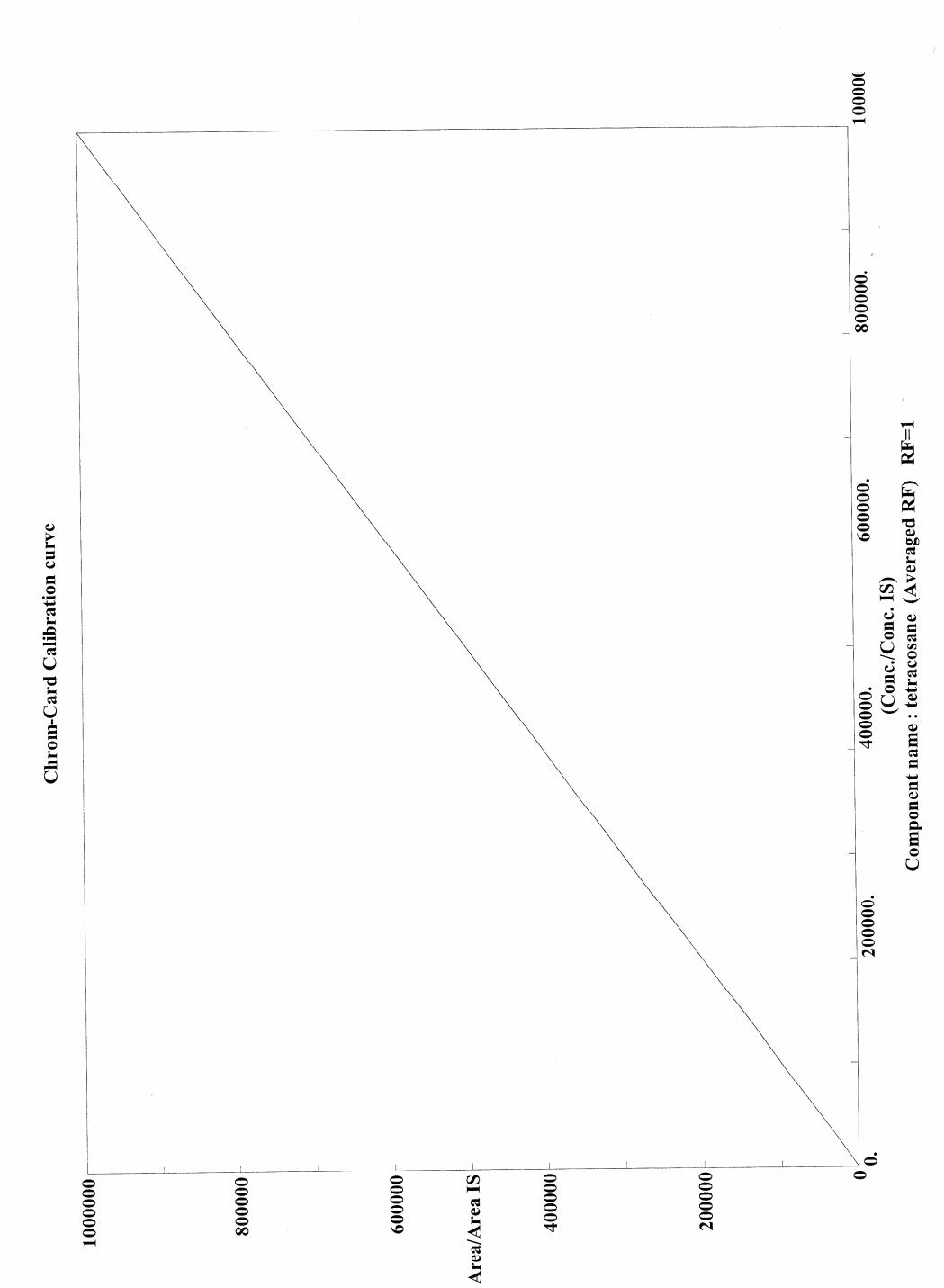
EK-4. (Devam) GC Cihazında oluşturulan ilk yöntemin kalibrasyon grafiği



EK-5. GC Cihazında oluşturulan ikinci yöntemin kalibrasyon grafiği



EK-5. (Devam) GC Cihazında oluşturulan ikinci yöntemin kalibrasyon grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SÜMENGEN, Şule
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 30.03.1980 YOZGAT
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 505 478 56 41
 Faks : 0 (412) 226 34 19
 e-mail : ssumengen@gmail.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /İleri Teknolojiler Anabilim Dalı	
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Kimya Mühendisliği Bölümü	2003
Lise	Sorgun Süper Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-	Diyarbakır Kriminal Polis Laboratuvarı Müdürlüğü	Kimya Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce